經濟部

MOEAWRA1060533

鯉魚潭水庫集水區健檢評估及整體治理規劃

Assessing the Watershed Integrity With Conservation and Management Strategies Of Li-Yu-Tan Reservoir



主辦機關：經濟部水利署中區水資源局

執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中 華 民 國 107 年 12 月

鯉魚潭水庫集水區健檢評估及整體治理規劃

Assessing the Watershed Integrity With Conservation and Management Strategies Of Li-Yu-Tan Reservoir

主辦機關：經濟部水利署中區水資源局
執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

摘要

為確保水資源永續利用及水庫環境保育，行政院95年3月20日台經字第0950010423號函核定「水庫集水區保育綱要」，以作為水庫集水區保育的執行依據，本計畫針對鯉魚潭水庫集水區土砂災害及水源水質二標的，透過資料蒐集及集水區調查，再依經濟部水利署「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」之土砂生產環境健檢及水質環境健檢，評估集水區健康狀況，並據以研擬集水區保育及水質污染削減策略，以作為相關保育工作執行之參考。

經本計畫集水區調查結果，區內水系於鄰近保全對象處之河段多已設置相關構造物保護，於近年於重大颱洪事件侵襲下，除部份構造物基礎有受逕流淘空外無明顯損壞，河道亦無明顯土砂堆積或沖蝕刷深，由107年9月25日SPOT 6 衛星影像崩塌地判釋結果，集水區整體崩塌率僅約0.04%，未有大規模崩塌，顯示集水區環境大致穩定。

由土砂生產環境評估結果，士林攔河堰106年越域引水輸砂量約2.4萬m^3，約佔該期淤積測量之4.4%，而鯉魚潭水庫集水區內之年平均土壤沖蝕量約為31.4萬m^3，土壤沖蝕平均深度約5.88mm，年平均崩塌量約8.5萬m^3，主要土砂生產區為大克溪、爽文溪及蘇魯溪集水分區，經土砂收支分析每年約33.4萬m^3土砂入庫，與水庫平均年淤積量32.7萬m^3進行驗證，結果頗為相符。

經由土砂環境健檢結果得知，鯉魚潭水庫集水區106年淤積率約6.48%(<25%)、107年崩塌率約0.04%(<1%)，屬水利署「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類之優質水庫集水區，維持保育治理即可，經綜合崩塌率、森林覆蓋率、土壤沖蝕深度及崩蝕深度之各項指標分析成果，大克溪、爽文溪、坪林溪及景山溪等集水分區為土砂環境中具有相對「整治需求」之集水分區，景山溪子集水區為相對「整治需求」之子集水區，而集水區保育策略除進行既有構造物修復及加速崩塌復育外，以集水區管理、災後復建及緊急搶修為主，並採滾動檢討，適時實施防災清淤，以減緩洪水及土石災害，並維護集水區水土資源永續。

由水質資料分析，於河川水質部份，士林攔河堰越域引水上游之象鼻大橋(107年4月~9月)，除8、9月份懸浮固體略有提升外，各水質項目均屬

未(稍)受污染，顯示目前象鼻大橋以上河段未有顯著之污染源產生，故越域引水之水質不會對庫區水質產生負面影響，由本計畫針對區內三大支流2次河川水質採樣分析結果，河川水質介於乙類至甲類水體間，符合公共用水使用，而依環保署保護人體健康相關環境基準之農藥項目，進行水庫原水農藥採樣檢測，各項農藥皆為未檢出，顯示庫區並無農藥污染之情形。

由水質環境健檢結果，鯉魚潭水庫水質以貧養~普養為主，主要隨季節變化，就長期趨勢而言，於越域引水後有下降趨勢，另點源污染處理率為0，農業非點源污染潛勢總磷輸出量約6.05ton/yr，顯示區內污染源尚未能進行改善控制，並以總磷為區內主要水質污染目標污染物，由於鯉魚潭水庫水質呈貧養~優養，且相關指標有超標情形，參考民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」評估分級，屬一般水庫集水區，應加強保育治理，維護現有坡地環境。

分析區內生活污水與遊憩污水後，得知集水區內點源污染主要來自區內生活污水，總磷流達量約1.21噸/年、氨氮流達量約4.36噸/年、BOD與懸浮固體的流達量約為24.22噸/年，以景山溪為點源污染量最大之子集水區；非點源污染經採單位污染負荷法推估，總磷約8.15噸/年、總氮約51.08噸/年、BOD約57.54噸/年、懸浮固體約為598.87噸/年，並以景山溪子集水區為最高。另由SWMM(Stormwater Management Model)模擬之總磷產量為8.70噸/年，模擬結果顯示子集水區之污染熱區為景山溪及雙連溪子集水區，集水分區之污染熱區為景山溪子集水區內之景山溪、坪林溪與雙連溪子集水區內之雙連溪、桂竹林溪。

有關點源污染與非點源污染削減方案的評估，建議初步可於集水區內各設置一處示範場址。點源污染可於新開聚落之水質淨化池前，建置一MSL系統；非點源污染可於污染熱區景山溪子集水區歸安橋旁農地設置，並於北側農地內(5,478m^2)先行設置一植生滯留槽。希藉由示範場址的設置評估實際消減污染源的成效，並進行教育推廣，讓集水區內的民眾瞭解並接受，後續再推行到聚落及農地。

Abstract

To ensure the sustainable use of water resources and reservoir environmental conservation, the Executive Yuan approved “The Conservation Outline for Reservoir Catchment Area" in March 20, 1995 as the basis for the implementation of reservoir catchment conservation. The project aims at the disaster and water quality of the catchment area of Liyutan Reservoir, assessing the health of the catchment area through data collection and catchment survey, then uses "National Reservoir Watershed Water Source Protection Overall Inspection Plan" of Water Resources Agency as reference, to assess health status of catchment area and to develop water pollution reduction strategies as a reference for the implementation of related conservation work.

According to the survey results of catchment area, many river sections has already installed necessary protection structures. Some of the structural foundation were exposed by water current but suffered no distinct damage post recent typhoon season. River channel also show no visible soil sand accumulation or erosion depth. The overall collapse rate of the catchment area is only about 0.04% according to satellite image with no large-scale collapse, which indicating that the catchment environment is generally stable.

According to the results of environment assessment of soil and sand production, the amount of sand transported is about 24 thousand m^3 by Shilin Weir in 2017, which consist 4.4% of its siltation measurement. The annual average soil erosion in the catchment area of the Liyutan Reservoir is about 314,000 m^3. The average depth of soil erosion is about 5.88mm. The average annual collapse is about 85,000 m^3. The main soil sand production areas were Daokexi, Shuangwenxi and Suluxi catchment zones. Analysis of soil and sand budget is about 334,000 m^3 of soil sand per year. The average annual sedimentation amount of the reservoir was 327,000 m^3, and the results were quite consistent.

According to the results of soil and soil environmental health check, Liyutan Reservoir catchment area annual deposition rate is about 6.48% in 2017. The annual collapse rate is about 0.04% (<1%) in 2018. It is categorized as “High quality reservoir catchment area” according to Water Resources Agency, and only needed to maintain conservation management. According to analysis results of comprehensive collapse rate, forest coverage, soil erosion depth and depth of collapse, remediation is needed in drainage zones such as Dakexi, Shuangwenxi, Pinglinxi and Jingshanxi. In addition to reconstruction of existing structures and speed up the rehabilitation of collapse, measures of catchment management, post-disaster reconstruction, and emergency repair should put first. Implementation of disaster prevention dredging should be in a timely manner to mitigate floods and earth-rock disasters, and maintain the water and soil resources in the catchment area.

The sampling results of river water quality indicate that the water quality monitoring data of the Xiang Bi bridge was not(slightly) polluted from April to September 2018, Although the SS increased during the period from August to September, so there is no significant pollution source in the river section above the Xiang Bi bridge. The consequence show that water quality of the diversion does not have a negative impact on the water quality of the Liyutan Reservoir. The results of sampling and analysis of the water quality of the two rivers in the three major tributaries in the district indicate that the water quality of the reservoir catchment area is mostly between Class B and Class A water bodie. Complying with public water standards. Pesticide sampling test results show that all pesticides are undetected. According to the pesticide program of the Environmental Protection Administration’s environmental standards related to human health protection, the pesticide sampling test of the reservoir is carried out. All pesticides were undetected, indicating that there was no pesticide pollution in the reservoir area.

in the light of water quality environmental health check result, It is

estimated that the water quality of the Liyutan Reservoir is mainly oligotrophic-to-mesotrophic and alters with the seasons, in terms of long-term trend, there is a downward trend after the water diversion. Point source pollution treatment rate is 0, The total amount of nonpoint source pollution total phosphorus calculated by surface loading method is 6.05 ton/yr, showing that the pollution source in catchment has not been able to improve, and the main pollutant in the catchment area of the Liyutan Reservoir is known as total phosphorus, but the relevant indicators are over-standard. Referring to the classification of the “Taiwan Regional Reservoir Overall Conservation Regulations” in 2012, it belongs to the general reservoir catchment area and should be strengthened and maintain the existing environment.

After analyzing domestic sewage and recreational sewage in the area, the point source pollution in the catchment area is mainly from the domestic water in the area. Pollution concentration load of total phosphorus is 1.21 ton/yr, Ammoniacal nitrogen is 4.36 ton/yr, and BOD is 24.22 ton/yr. Jingshan River is the mostly polluted catchment in point source pollution; The total amount of nonpoint source pollution total phosphorus calculated by surface loading method is 8.15 ton/yr, total nitrogen is 51.08 ton/yr, BOD is 57.54 ton/yr, and SS is 598.87 ton/yr, most of its data is the highest in Jingshanxi catchment area. The total amount of nonpoint source total phosphorus pollution estimated by SWMM (Stormwater Management Model) is 8.70 ton/yr, polluted hot zone simulated by SWMM, show that Jingshan River and Shuanglian River in the sub-collection area are polluted hot spots water collection zone. Polluted hot spots are Jingshanxi and Pinglinxi in Jingshanxi sub catchment, and Shuanglianxi and Guizhulinxi in Shuanglianxi sub catchment.

About analysis and evaluation of watershed pollution reduction cases, it is suggested that two demonstration sites can be set up in the catchment area initially. In point source pollution, a MSL can be built next

to the Xin Kai water purification pond. In nonpoint source pollution, it can be set in the agricultural land next to the Gui An bridge in the Jingshanxi sub catchment of the polluted hot zone, and a bioretention cell should be set up in the north side of the farmland (5,478m^2). It is hoped that the effectiveness of the reduction to pollution sources will be assessed through the setting of demonstration sites, and education promotion will be carried out to let the people in the catchment areas understand and accept them, and then proceed to the settlements and agricultural land.

結論與建議

一、結論

(一)鯉魚潭水庫原設計總蓄水量為12,606.93萬m^3，有效蓄水量為11,987.15萬m^3，依民國106年10月淤積測量結果，總蓄水量11,790.08萬m^3，有效蓄水量為11,448.69萬m^3，累積淤積量為816.15萬m^3，淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微。

(二)由崩塌地判釋及集水區調查結果，於近年於重大颱洪事件侵襲下，集水區整體崩塌率約0.04%，未有大規模崩塌，河道亦無明顯土砂下移堆積、沖蝕刷深及致災情形，顯示集水區環境大致穩定。

(三)由土砂生產環境評估結果，集水區土砂生產量主要為土壤沖蝕量、崩塌土方量以及部分由士林攔河堰越域引水而來，根據分析成果，計畫區年平均土壤沖蝕量約為31.4萬m^3/年，土壤沖蝕平均深度約5.88mm，年平均崩塌量約8.5萬m^3/年，另士林攔河堰106年越域引水輸砂量約2.4萬m^3，約佔該其淤積測量之4.4%；經土砂收支分析每年約33.4萬m^3土砂入庫，與水庫平均年淤積量32.7萬m^3進行驗證，結果頗為相符。

(四)經由土砂環境健檢結果得知：

1.鯉魚潭水庫集水區106年淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微，經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，淤積率<25%屬優質水庫集水區，維持保育治理即可。

2.107年崩塌率約0.04%，未有大規模崩塌情形，經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，崩塌率<1%屬優質水庫集水區，維持保育治理即可。

3.森林覆蓋率約56.44%，經比對崩塌率得知區內環境無明顯變化，惟為避免環境遭大規模開發破壞，仍須持續辦理土地的管制及水土保持。

4.依水利署中區水資源局觀測資料，濁度介於1~79NTU之間，主要集中於10~50NTU，變化趨勢大致隨降雨情況而改變，尚不致影響水庫

取水及供水情形。

(五)經綜合崩塌率、森林覆蓋率、土壤沖蝕深度及崩蝕深度之各項指標分析成果，大克溪、爽文溪、坪林溪及景山溪等集水分區為土砂環境中具有相對「整治需求」之集水分區，景山溪子集水區為相對「整治需求」之子集水區。

(六)點源污染經分析區內之生活污水與遊憩污水，區內之點源污染主要來源為生活污水，合計點源污染的總磷流達量約1.21噸/年、氨氮流達量約4.36噸/年、BOD與懸浮固體的流達量約為24.22噸/年，以景山溪為點源污染量最大之子集水區。

(七)非點源污染經以單位污染負荷法推估總磷約8.15噸/年、總氮約51.08噸/年、BOD約57.54噸/年、懸浮固體約為598.87噸/年，以景山溪子集水區為最高，主要係因該區社區及果園面積較大所致。

(八)經由水質環境健檢，水庫水質呈貧養~優養，主要隨季節變化，就長期趨勢而言，於越域引水後優養化有下降趨勢，惟相關指標有超標情形，參考民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」評估分級，屬一般水庫集水區，應加強保育治理，維護現有坡地環境；另點源污染處理率為0，農業非點源污染潛勢總磷量約6.05ton/yr，顯示區內污染源尚未能進行改善控制。

(九)SWMM模擬值總磷總量為8.70噸/年，模擬結果顯示景山溪子集水區內之景山溪、坪林溪與雙連溪子集水區內之雙連溪、桂竹林溪為污染熱區，有優先改善需求。

二、建議

(一)經集水區調查及土砂環境健檢結果，區內近年無重大災害，環境大致維持穩定，無立即治理之需求，故集水區保育策略除進行既有構造物修復及崩塌復育外，建議以集水區管理、災後復建及緊急搶修為主，並於每年汛期後以衛星影像進行崩塌地判釋、監測及進行巡視，以採滾動檢討保育治理策略及內容，維護集水區水土資源永續。

(二)計畫區權責單位涵蓋水利署、水土保持局、林務局、環保署、國產署、公路總局及苗栗縣政府等，以往於各單位規劃治理下，已發揮整治之績效，且「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫108-111年」經彙整各權責單位提供資料，並經水利署於12月10審查原則認可，後續應請各權責單位落實集水區之管理及治理工作。

(三)建議未來可建立長期的水質採樣監測，以瞭解河川水質變化及污染情形，建議可於集水區內三大支流建立長期測站(景山溪、雙坑溪與雙連溪水系)，每月針對各項水質項目監測一次，另於颱洪時期增加採樣頻率，以期採得污染峰值，藉由長期監測資料建置較完整之非點源污染模式資料庫。

(四)點源污染削減方案評估中，除針對聚落、遊憩污染處設置合併式淨化槽或水肥車清運外，建議可針對庫區旁人口及民宿集中區之新開社區，其污水已採溝渠接入社區旁之水質淨化池，可於池前建置一MSL系統，藉由螯合增加總磷去除效率後，再將放流水排入水質淨化池，除可延長水力停留時間，提升各項污染之去除率，並可作為一示範場址。

(五)非點源污染削減方案評估中，因於污染熱區及集水區農地全面設置LID不易推動，建議近程目標可採以示範區方式，於污染熱區景山溪子集水區歸安橋旁農地先行設置一處植生滯留槽，沿區內道路進行切割，於北側農地內(5,478m^2)設置LID面積5.5m×2m(11m^2)為實驗組，而緊鄰之農地則維持現況未施設植生滯留槽為對照組，以評估設置植生滯留槽的削減成效，並進行教育推廣，讓集水區內的民眾瞭解並接受，以利後續於中、長程計畫中，研擬污染熱區及集水區農地推動與設置LID設施。

目　錄

摘要 摘-1

Abstract A-1

結論與建議 結-1

目　錄 I

圖目錄 IV

表目錄 VIII

第一章 前言 1-1

1-1 計畫緣起 1-1
1-2 計畫目標 1-1
1-3 計畫範圍 1-2
1-4 工作項目 1-2
1-5 歷年成果 1-5

第二章 水庫集水區基本資料 2-1

2-1 鯉魚潭水庫集水區基本資料 2-1
2-1-1 鯉魚潭水庫基本資料 2-1
2-1-2 鯉魚潭水庫集水區地文資料 2-2
2-1-3 鯉魚潭水庫集水區人文資料 2-17
2-1-4 鯉魚潭水庫集水區水文資料 2-19
2-1-5 鯉魚潭水庫集水區土砂災害資料 2-23
2-1-6 水庫淤積量變化情形與颱風豪雨事件之關係 2-24
2-1-7 鯉魚潭水庫集水區生態環境資料 2-29
2-1-8 相關計畫及保育治理工作辦理情形 2-32
2-1-9 前期保育實施計畫成效與檢討 2-37
2-1-10 集水區及集水分區劃分 2-41
2-2 士林攔河堰水庫集水區地文、水文資料 2-43
2-2-1 士林攔河堰水庫基本資料 2-43
2-2-2 士林攔河堰水庫集水區地文資料 2-44
2-2-3 士林攔河堰水庫集水區水文資料 2-48

2-2-4 士林攔河堰保育實施計畫治理內容 2-50
2-2-5 鼻站含砂濃度資料 2-51

第三章 大尺度環境監測 3-1
3-1 以往衛星影像及崩塌地判釋成果 3-1
3-2 衛星影像購置 3-7
3-3 衛星影像崩塌地判釋 3-8
3-4 崩塌地變異分析 3-14

第四章 水庫集水區調查 4-1
4-1 野溪及蝕溝調查 4-1
4-2 土石流潛勢溪流調查 4-30
4-3 崩塌地調查 4-37
4-4 道路水土保持調查 4-49
4-5 坡地水土保持調查 4-63

第五章 水庫集水區土砂生產環境健檢 5-1
5-1 土砂生產環境檢查 5-1
5-2 土砂環境評估 5-11
5-2-1 土砂生產環境評估 5-11
5-2-2 未來整治需求子集水區評估 5-22

第六章 水庫集水區水質環境健檢 6-1
6-1 集水區水質污染調查 6-1
6-2 水質資料分析 6-10
6-2-1 鯉魚潭水庫水質分析 6-10
6-2-2 大安溪河川水質資料分析 6-24
6-2-3 鯉魚潭水庫河川水質採樣分析 6-32
6-2-4 鯉魚潭水庫原水農藥含量採樣分析 6-39
6-3 水質環境健檢 6-41
6-4 集水區水質環境評估 6-45
6-5 集水區污染削減措施設置分析評估 6-58
6-5-1 點源污染削減措施設置分析評估 6-58
6-5-2 非點源污染削減措施設置分析評估 6-62
6-5-3 污染削減方案評估 6-65

第七章 治理策略及方法 7-1

7-1 集水區保育執行策略及方法 7-1
7-1-1 野溪及蝕溝保育執行策略及方法.....7-4
7-1-2 土石流潛勢溪流保育執行策略及方法.....7-9
7-1-3 崩塌地保育執行策略及方法.....7-15
7-1-4 道路水土保持執行策略及方法 7-18
7-1-5 坡地水土保持保育執行策略及方法 7-21
7-1-6 森林經營管理對策 7-25
7-1-7 水庫保護帶或緩衝綠帶之規劃 7-26
7-1-8 生態保育策略.....7-32
7-2 水質污染消減執行策略及方法.....7-33
7-2-1 污染削減執行策略及方法.....7-33
7-2-2 水質改善計畫目標及預期效果 7-39
7-3 水庫集水區保育實施計畫.....7-42

參考文獻 參-1

◎附錄

附錄 A 期末報告會議審查意見辦理情形
附錄 B 期中報告會議審查意見辦理情形
附錄 C 第一次工作會議審查意見辦理情形
附錄 D 工作執行計畫書審查意見辦理情形

圖目錄

圖 1-3-1 鯉魚潭水庫集水區及士林攔河堰集水區範圍概圖.....1-2
圖 1-4-1 本計畫工作執行流程圖.....1-5
圖 2-1-1 鯉魚潭水庫集水區地理位置圖.....2-3
圖 2-1-2 鯉魚潭水庫集水區坡度圖.....2-4
圖 2-1-3 鯉魚潭水庫集水區坡向圖.....2-4
圖 2-1-4 鯉魚潭水庫集水區區域地質圖.....2-5
圖 2-1-5 鯉魚潭水庫集水區土壤圖.....2-9
圖 2-1-6 鯉魚潭水庫集水區土地利用圖.....2-12
圖 2-1-7 鯉魚潭水庫集水區土地權屬分佈圖.....2-13
圖 2-1-8 鯉魚潭水庫飲用水水源水質保護區範圍圖.....2-14
圖 2-1-9 鯉魚潭水庫集水區及蓄水範圍圖.....2-15
圖 2-1-10 鯉魚潭水庫集水區森林分佈圖.....2-15
圖 2-1-11 鯉魚潭水庫集水區地質敏感區(山崩與地滑)分佈圖.....2-16
圖 2-1-12 鯉魚潭水庫集水區山坡地(坡度>30%)分佈圖.....2-16
圖 2-1-13 鯉魚潭水庫自來水水質水量保護區範圍圖.....2-17
圖 2-1-14 鯉魚潭水庫集水區道路系統圖.....2-18
圖 2-1-15 鯉魚潭水庫集水區流量分配圖.....2-22
圖 2-1-16 鯉魚潭水庫各期淤積量變化圖.....2-25
圖 2-1-17 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區劃分圖.....2-42
圖 2-2-1 士林攔河堰位置圖.....2-44
圖 2-2-2 士林攔河堰水庫集水區坡度、坡向圖.....2-45
圖 2-2-3 士林攔河堰水庫集水區區域地質圖.....2-46
圖 2-2-4 士林攔河堰水庫集水區土壤圖.....2-47
圖 2-2-5 士林攔河堰集水區土地利用圖.....2-47
圖 2-2-6 士林攔河堰集水區水系分佈圖.....2-48
圖 2-2-7 象鼻站含砂量紀錄圖.....2-52
圖 2-2-8 象鼻站輸砂量紀錄圖.....2-52
圖 2-2-9 象鼻站流量紀錄圖.....2-52
圖 3-1-1 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌地判釋成果.....3-4
圖 3-1-2 鯉魚潭水庫集水區國有林地歷年崩塌地判釋成果.....3-4

圖 3-3-1 崩塌地判釋方法流程圖 3-8
圖 3-3-2 107 年 1 月衛星影像崩塌地判釋成果圖 3-11
圖 3-3-3 107 年 9 月衛星影像崩塌地判釋成果圖 3-12
圖 3-3-4 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌地判釋成果統計圖 3-12
圖 3-4-1 新增崩塌地與復育地示意圖 3-14
圖 3-4-2 鯉魚潭水庫集水區崩塌地變遷分析統計圖 3-24
圖 4-1-1 鯉魚潭水庫集水區水系分佈圖 4-1
圖 4-1-2 野溪及蝕溝調查流程圖 4-2
圖 4-1-3 野溪及蝕溝現況調查點位分佈圖 4-18
圖 4-2-1 土石流潛勢溪流調查流程圖 4-30
圖 4-2-2 土石流潛勢溪流現況調查點位分佈圖 4-33
圖 4-3-1 崩塌地調查流程圖 4-37
圖 4-3-2 崩塌地現況調查點位分佈圖 4-45
圖 4-4-1 道路水土保持現況調查點位分佈圖 4-55
圖 4-5-1 坡地水土保持現況調查點位分佈圖 4-66
圖 5-1-1 集水區崩塌比及庫容淤積率在不同情況之示意圖 5-2
圖 5-1-2 土砂評估管理面流程圖 5-2
圖 5-1-3 鯉魚潭水庫累積淤積率圖 5-3
圖 5-1-4 鯉魚潭水庫歷年崩塌率分佈圖 5-6
圖 5-1-5 鯉魚潭水庫環保署歷年濁度監測分佈圖 5-9
圖 5-1-6 鯉魚潭水庫中區水資源局歷年濁度監測分佈圖 5-9
圖 5-2-1 計畫區土壤沖蝕量圖 5-16
圖 5-2-2 鯉魚潭水庫集水區土砂運移流程圖 5-20
圖 5-2-3 鯉魚潭水庫集水區土砂環境敏感區位圖 5-21
圖 6-1-1 計畫區內子集水區分布圖 6-2
圖 6-2-1 鯉魚潭水庫水質測站分佈圖 6-12
圖 6-2-2 鯉魚潭水庫各水質測站葉綠素-a 歷年變化趨勢圖 6-14
圖 6-2-3 鯉魚潭水庫各水質測站透明度歷年變化趨勢圖 6-14
圖 6-2-4 鯉魚潭水庫各水質測站總磷歷年變化趨勢圖 6-15
圖 6-2-5 鯉魚潭水庫各水質測站卡爾森優養指數(CTSI)歷年變化趨勢圖 6-15
圖 6-2-6 鯉魚潭水庫各水質測站葉綠素-a 超標率圖 6-16
圖 6-2-7 鯉魚潭水庫各水質測站透明度超標率圖 6-16

圖 6-2-8 鯉魚潭水庫各水質測站總磷超標率圖 6-17
圖 6-2-9 鯉魚潭水庫各水質測站卡爾森優養指數(CTSI)超標率圖 6-17
圖 6-2-10 大安溪河川水質測站分佈圖 6-31
圖 6-2-11 鯉魚潭水庫河川水質測站分佈圖 6-32
圖 6-3-1 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)歷年變化趨勢圖(越域引水前) 6-42
圖 6-3-2 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)歷年變化趨勢圖(越域引水後) 6-42
圖 6-3-3 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)超標率圖 6-43
圖 6-3-4 水質評估管理面流程圖 6-43
圖 6-4-1 BASIN 集水區水系關係圖 6-49
圖 6-4-2 SWMM 模式建置圖 6-50
圖 6-4-3 各子集水區與集水分區與編號圖 6-51
圖 6-4-4 107 年上景山流量站流量率定圖 6-52
圖 6-4-5 107 年下景山流量站流量驗證圖 6-52
圖 6-4-6 107 年鯉魚潭庫區總磷率定圖 6-52
圖 6-4-7 子集水區總磷產量圓餅圖 6-54
圖 6-4-8 子集水區總磷單位面積產量污染熱區圖 6-55
圖 6-4-9 集水分區總磷單位面積產量污染熱區圖 6-55
圖 6-4-10 集水分區總磷產量排序 6-56
圖 6-4-11 集水分區總磷單位面積產量排序 6-56
圖 6-5-1 呈層複合土壤系統配置圖 6-59
圖 6-5-2 氮磷式合併淨化槽主要構造 6-60
圖 6-5-3 方案一各情境總磷削減率比較 6-64
圖 6-5-4 方案二各情境總磷削減率比較 6-64
圖 6-5-5 污染削減計畫設置地點 6-66
圖 6-5-6 歸安橋旁果園 6-66
圖 7-1-1 鯉魚潭水庫集水區野溪、蝕溝治理工程區位分佈圖 7-9
圖 7-1-2 土石流潛勢溪流治理策略流程圖 7-10
圖 7-1-3 鯉魚潭水庫集水區崩塌地治理工程區位分佈圖 7-18
圖 7-1-4 道路排水設施圖 7-20
圖 7-1-5 農地水土保持規劃示意圖 7-22
圖 7-1-6 農地水土保持規劃流程圖(林信輝教授) 7-24
圖 7-1-7 工程生態保育策略 7-33

圖 7-2-1 污染削減處理措施構想配置圖 7-40

表目錄

表 2-1-1 鯉魚潭水庫基本資料表 2-1
表 2-1-2 計畫區坡度、坡向統計表 2-2
表 2-1-3 鯉魚潭水庫集水區土壤統計表 2-9
表 2-1-4 鯉魚潭水庫集水區土地利用統計表 2-11
表 2-1-5 鯉魚潭水庫集水區人口統計表 2-17
表 2-1-6 中央氣象局臺中氣象站氣候統計資料一覽表.....2-19
表 2-1-7 鯉魚潭水庫各控制點洪峰流量及比流量一覽表 2-20
表 2-1-8 鯉魚潭水庫平均入流量與士林堰引水量資料表 2-23
表 2-1-9 鯉魚潭水庫集水區範圍土石流潛勢溪流資料表 2-23
表 2-1-10 鯉魚潭水庫淤積量歷年統計表 2-26
表 2-1-11 鯉魚潭水庫颱風事件與水庫淤積對應表 2-28
表 2-1-12 鯉魚潭水庫集水區各權責單位近年整治工程統計表 2-33
表 2-1-13 經濟部水利署中區水資源局歷年整治一覽表.....2-34
表 2-1-14 水土保持局臺中分局歷年整治一覽表 2-35
表 2-1-15 林務局新竹林管處歷年整治一覽表 2-37
表 2-1-16 交通部公路總局第二區養護工程處歷年整治一覽表 2-37
表 2-1-17 前期保育實施計畫(104-107 年)經費及績效指標達成情形表 ..2-39
表 2-1-18 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區劃分一覽表.....2-41
表 2-2-1 士林攔河堰水庫基本資料表.....2-43
表 2-2-2 士林攔河堰水庫集水區坡度、坡向統計表 2-45
表 2-2-3 士林攔河堰水庫集水區土壤統計表 2-46
表 2-2-4 士林攔河堰集水區土地利用統計表 2-48
表 2-2-5 士林攔河堰洪水推算成果比較表.....2-49
表 2-2-6 士林攔河堰集水區保育實施計畫各項工作預期指標 2-50
表 3-1-1 鯉魚潭水庫集水區、國有林地歷年崩塌地面積統計表 3-1
表 3-1-2 鯉魚潭水庫集水區各子集水區歷年崩塌地面積統計表 3-2
表 3-1-3 鯉魚潭水庫國有林地各子集水區歷年崩塌地面積統計表.....3-3
表 3-2-1 衛星影像邊界處理表.....3-7
表 3-3-1 鯉魚潭水庫各子集水區 107 年崩塌地面積統計表 3-13
表 3-4-1 鯉魚潭水庫集水區各期崩塌地變遷分析成果一覽表 3-19

表 3-4-2 鯉魚潭水庫各子集水區歷年新增崩塌地面積統計表.....3-20
表 3-4-3 鯉魚潭水庫各子集水區歷年崩塌復育地面積統計表.....3-22
表 4-1-1 計畫區野溪及蝕溝調查整理表.....4-19
表 4-2-1 鯉魚潭水庫集水區土石流潛勢溪流基本資料表.....4-30
表 4-2-2 計畫區土石流潛勢溪流調查整理表.....4-34
表 4-3-1 崩塌的型式.....4-38
表 4-3-2 計畫區崩塌地調查整理表.....4-46
表 4-4-1 計畫區道路水土保持調查整理表.....4-56
表 4-5-1 計畫區坡地水土保持調查整理表.....4-67
表 5-1-1 土砂生產環境健檢指標與計算方式.....5-1
表 5-1-2 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌率一覽表.....5-4
表 5-1-3 鯉魚潭水庫各子集水區歷年崩塌率統计表.....5-5
表 5-1-4 鯉魚潭水庫各子集水區森林覆蓋率統计表.....5-7
表 5-1-5 鯉魚潭水庫各子集水區土砂環境健檢分析成果一覽表.....5-10
表 5-2-1 士林攔河堰越域引水輸砂與鯉魚潭水庫淤積量比較表.....5-11
表 5-2-2 各集水分區土壤沖蝕量.....5-15
表 5-2-3 計畫區坡度與崩塌代表性深度對照表.....5-17
表 5-2-4 計畫區歷年判釋新增崩塌量一覽表.....5-17
表 5-2-5 各集水分區年平均崩塌量一覽表.....5-18
表 5-2-6 鯉魚潭水庫集水區各集水分區控制點輸砂能力一覽表.....5-19
表 5-2-7 鯉魚潭水庫各控制點泥砂運移量分析表.....5-20
表 5-2-8 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區指標排序分析表.....5-23
表 5-2-9 鯉魚潭水庫各集水分區指標排序成果表.....5-24
表 5-2-10 鯉魚潭水庫各子集水區指標排序成果表.....5-24
表 6-1-1 鯉魚潭水庫生活用水及污水量推估表.....6-3
表 6-1-2 鯉魚潭水庫遊憩用水及污水量推估表.....6-4
表 6-1-3 不同流域特性之流達率.....6-5
表 6-1-4 計畫區各集水分區點源污染總量推估表.....6-6
表 6-1-5 各種土地利用型態單位面積污染輸出係數表.....6-8
表 6-1-6 計畫區各子集水區非點源污染量推估表.....6-8
表 6-1-7 計畫區各集水分區非點源污染量及流達量整理表.....6-9
表 6-1-8 計畫區污染總流達量推估.....6-9

表 6-1-9 計畫區各子集水區點源及非點源總磷流達量推估.....6-10
表 6-2-1 台灣地區建議水庫優養指標中養(普養)與優養平均分界.....6-11
表 6-2-2 卡爾森指數(CTSI)計算方法及比對基準.....6-11
表 6-2-3 鯉魚潭水庫測站一卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2).....6-18
表 6-2-4 鯉魚潭水庫測站一卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2).....6-19
表 6-2-5 鯉魚潭水庫測站二卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2).....6-20
表 6-2-6 鯉魚潭水庫測站二卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2).....6-21
表 6-2-7 鯉魚潭水庫測站三卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2).....6-22
表 6-2-8 鯉魚潭水庫測站三卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2).....6-23
表 6-2-9 河川污染指數(RPI)計算及比對基準.....6-24
表 6-2-10 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(1/7).....6-25
表 6-2-11 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(2/7).....6-26
表 6-2-12 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(3/7).....6-27
表 6-2-13 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(4/7).....6-28
表 6-2-14 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(5/7).....6-29
表 6-2-15 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(6/7).....6-30
表 6-2-16 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(7/7).....6-31
表 6-2-17 象鼻大橋河川水質測站 RPI 分析結果表.....6-31
表 6-2-18 各檢測類樣品之檢測項目品保目標.....6-34
表 6-2-19 本計畫各檢測類樣品之保存方法一覽表.....6-37
表 6-2-20 地面水體分類保護生活環境相關環境基準.....6-38
表 6-2-21 本計畫水質採樣分析結果(107/05/14).....6-38
表 6-2-22 本計畫水質採樣分析結果(107/09/06).....6-39
表 6-2-23 本計畫農藥水質採樣分析結果.....6-40
表 6-3-1 水質環境健檢指標與計算方式.....6-41
表 6-3-2 鯉魚潭水庫集水區水質健檢成果表.....6-45
表 6-4-1 水質模式結果之統計指標特性表.....6-49
表 6-4-2 SWMM 水質模式率定驗證結果表.....6-51
表 6-4-3 各子集水區總磷非點源污染及各土地使用情形表.....6-53
表 6-4-4 各水系集水分區 SWMM 模擬總磷非點源污染比較表.....6-54
表 6-4-5 鯉魚潭各集水分區污染比較表.....6-57
表 6-5-1 MSL 各項水質去除原理與平均去除率.....6-58

表 6-5-2 生活污水 MSL 設置後之去除成果.....6-61
表 6-5-3 遊憩污水 MSL 設置後之去除成果.....6-62
表 6-5-4 鯉魚潭集水區 LID 設置方案情境.....6-63
表 6-5-5 各污染削減方案之總磷削減率.....6-63
表 6-5-6 各污染削減方案之設置地點.....6-65
表 7-1-1 集水區整體治山防災治理措施一覽表.....7-3
表 7-1-2 野溪綜合治理對策一覽表.....7-6
表 7-1-3 鯉魚潭水庫集水區野溪、蝕溝治理工程一覽表.....7-7
表 7-1-4 土石流潛勢流總合防治對策一覽表.....7-11
表 7-1-5 土石流潛勢溪流各區段之適用工法.....7-12
表 7-1-6 各類型透過性壩及其適用範圍一覽表.....7-13
表 7-1-7 鯉魚潭水庫集水區崩塌地治理工程一覽表.....7-17
表 7-1-8 道路水土保持改善措施表.....7-20
表 7-1-9 農地水土保持建議工法表.....7-24
表 7-1-10 不同坡度毛細作用影響範圍表.....7-30
表 7-1-11 不同坡度過濾泥砂所需長度表.....7-30
表 7-1-12 不同坡度過濾農藥、肥料所需長度表.....7-31
表 7-1-13 鯉魚潭水庫保護帶寬度表.....7-32
表 7-2-1 BMP 適用比較.....7-34
表 7-2-2 結構性 BMPs 設施污染物削減率彙整表.....7-34
表 7-2-3 柑橘類三要素推薦量(克/株/年).....7-37
表 7-2-4 高接梨三要素推薦量(克/株/年).....7-37
表 7-2-5 鯉魚潭水庫水質改善策略表.....7-41
表 7-3-1 鯉魚潭水庫集水區工作指標表.....7-43
表 7-3-2 士林攔河堰集水區工作指標表.....7-44
表 7-3-3 鯉魚潭水庫集水區各項工作預期指標.....7-46
表 7-3-4 士林攔河堰集水區各項工作預期指標.....7-47
表 7-3-5 鯉魚潭水庫集水區計畫分工表.....7-49
表 7-3-6 士林攔河堰集水區計畫分工表.....7-49
表 7-3-7 經濟使用期限內平均年計成本資料表.....7-50
表 7-3-8 經濟分析年限內平均年計效益.....7-50

第一章 前言

1-1 計畫緣起

為確保量足、質優、永續的水資源，營造安全、生態、多樣的水源環境，行政院於民國95年3月20日核定「水庫集水區保育綱要」，以作為水庫集水區保育的執行依據，該綱要規定水庫集水區範圍水土保持工程由相關機關依業務權責及專長分工治理，水庫集水區之管理由各主管機關依現行相關法令及權責辦理，並責成經濟部整合各主管機關之治理（或改善）計畫報核。

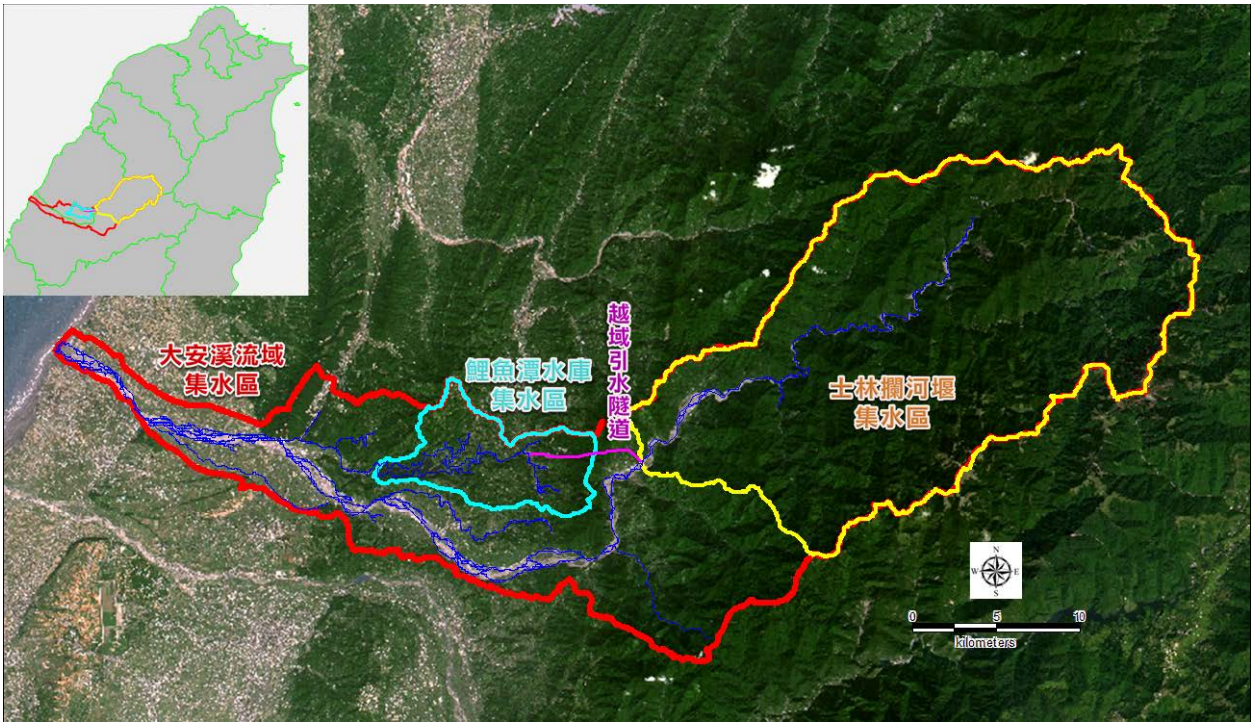
鯉魚潭水庫位於大安溪支流景山溪上，主要水源包括大安溪支流景山溪及大安溪(士林攔河堰越域引水)，水庫集水區(不含士林攔河堰)面積5,345公頃，由於位在苗栗縣果園精緻農業區範圍，土地利用方面已呈現高度開發的狀況，為有效保育鯉魚潭水庫集水區（不含越域引水之士林堰集水區）環境及水質水量，本計畫針對鯉魚潭水庫集水區土砂災害標的，透過集水區調查及蒐集或監測森林覆蓋率、崩塌率、淤積率等資料，再依國內既有土砂生產環境健檢模式及水利署「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」，選用淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及含砂濃度(或濁度)等指標評估集水區土砂環境健康狀況，選用CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢等指標評估集水區水質環境健康狀況，並針對集水區內污染源進行調查分析，瞭解各污染源負荷量。最後，研擬集水區保育及水質污染削減之策略及方法，以為本局水庫集水區保育、水質優化及監測巡查護水等工作之參考依據。

1-2 計畫目標

本計畫之目的為透過鯉魚潭水庫集水區(不含士林攔河堰)大尺度環境監測、集水區調查(野溪、土石流潛勢溪流、崩塌地、坡地及道路等)，配合蒐集相關資料進行水庫集水區土砂生產環境健檢及水質環境健檢，評估集水區整體土砂生產、水質環境在時間與空間之變化，據以研擬集水區保育治理及水質汙染削減執行策略及方法，以期達成集水區土砂減量入庫，改善水源水質，以確保穩定供水及水資源永續利用的目標。

1-3 計畫範圍

本計畫範圍為鯉魚潭水庫集水區(不含士林攔河堰集水區)，集水面積約5,345ha，大致位於大安溪流域之中游區域，而越域引水之士林攔河堰集水區則位於大安溪流域之上游區域，詳圖1-3-1所示。



資料來源：經濟部水利署及本計畫套繪

圖 1-3-1 鯉魚潭水庫集水區及士林攔河堰集水區範圍概圖

1-4 工作項目

本計畫主要委託工作項目內容如下，工作執行流程如圖1-4-1所示。

一、水庫集水區基本資料蒐集

針對鯉魚潭水庫集水區，蒐集公部門既有基本資料。

(一)鯉魚潭水庫集水區基礎環境資料蒐集：蒐集公部門計畫範圍內乙期基礎環境資料。

1.水庫基本資料：含水庫設施、壩堰形式、壩堰高、興建時間、容量及供水量等。

2.地文資料蒐集：含地理位置、集水區範圍、面積、坡度、坡向、地形、地質、土壤、土地利用、土地權屬等。

3.水文資料蒐集：含水系、氣象水文、比流量等。

4.土砂災害資料蒐集：含土石流潛勢溪流、土砂災害點位等。

5.歷史遙測圖資蒐集：蒐集公部門既有崩塌地判釋、數值高程模型等。

6.生態環境資料蒐集：包含動物、植物等。

7.蒐集公部門計畫範圍內以往相關研究計畫及保育治理工作辦理情形。

8.水質資料蒐集：蒐集行政院環保署現有水庫水質監測站資料、士林攔河堰下游河川水質資料(白布帆大橋)，士林攔河堰越域引水濁度資料、士林攔河堰上游含砂濃度資料(象鼻)。

(二)針對士林攔河堰水庫集水區，蒐集台電公司或公部門既有地文、水文資料。

二、大尺度環境監測

利用衛星影像進行大尺度環境監測，項目如下

(一)107年度衛星影像購置：購置107年度即時事件前、後衛星影像，總計兩期。即時事件前原則於期初工作執行計畫書審查通過後購置，以建立107年度環境背景值；第二期原則於即時事件後（或本局認為有必要建置時間點）購置。

(二)衛星影像崩塌地判釋：依購置兩期衛星影像，建立崩塌地變異點資訊。

(三)崩塌地變異分析：依前述蒐集與判釋崩塌地圖資，完成鯉魚潭水庫集水區崩塌地變異分析，作為集水區土砂生產環境健檢應用。

三、水庫集水區調查

針對鯉魚潭水庫集水區內包含野溪及蝕溝、土石流潛勢溪流、崩塌地、道路水土保持及坡地水土保持等項目進行調查。

四、水庫集水區土砂生產環境健檢

依國內既有土砂生產環境健檢模式及水利署辦理中之全國水庫集水區水源保護總體檢計畫，選用淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及含砂濃度(或濁度)等指標，針對鯉魚潭水庫集水區，辦理107年度水庫集水區土砂生產環境健康狀況評估，包含工作如下：

(一)土砂生產環境檢查：建立淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及含砂濃度(或濁度)等指標，並以107年度崩塌率、森林覆蓋率兩項指標值，檢查107年鯉魚潭水庫集水區環境變異

(二)土砂環境評估：以子集水區為單元進行集水區泥砂產量分析，並配合水庫淤積量變化情形分析，建立鯉魚潭水庫集水區「持續監測」或「未來整治需求」區域。

五、水庫集水區水質環境健檢

為有效掌握鯉魚潭水庫集水區之水質污染負荷量，強化水庫集水區之水源水質管理，擬針對鯉魚潭水庫集水區進行下列工作：

(一)集水區水質汙染源調查：

1.點源污染調查：針對區內主要點源污染，如生活污水、畜牧污水、事業廢水及遊憩污水等進行調查與推估污染量，評估集水區點源負荷，供未來污水處理措施規劃參考。

2.非點源污染調查：透過前項蒐集基礎資料，輔以現勘、訪察，瞭解鯉魚潭水庫集水區之土地使用情況，包括果園、檳榔、旱田等，評估非點源污染之負荷。

(二)水質資料分析：依所蒐集水庫水質監測資料，分析水庫水質優養化情形。

(三)建立CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢等指標，以瞭解鯉魚潭水庫集水區水質環境狀況。

六、治理策略及方法

(一)研擬本計畫區集水區保育執行策略及方法

(二)研擬本計畫區水質污染削減執行策略及方法

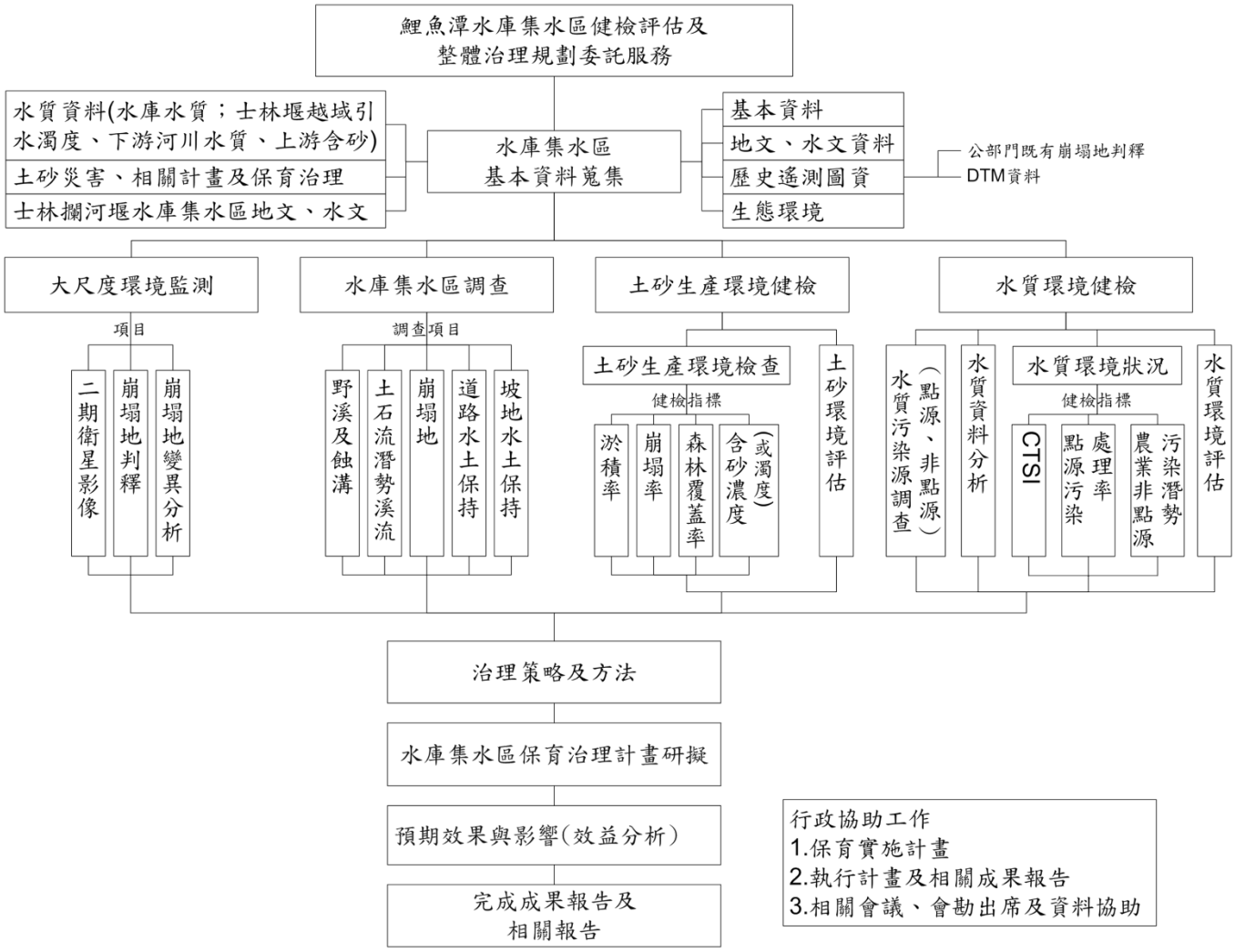
七、辦理行政協助工作

(一)協助辦理「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-106年)執行成果報告」及「鯉魚潭庫集水區保育實施計畫(107年)執行成果報告、鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-107年)執行成果總報告」，分別於本局通知後30日曆天內送達實施成果。

(二)協助辦理「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(108-112年)」，於本局通知後30日曆天內送達實施計畫。

(三)協助辦理「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(108年)執行計畫」，於本局通知後30日曆天內送達執行計畫。

(四)依本局指定出席水庫集水區保育計畫相關業務會議、現地勘查、製作簡報及資料彙整等。



資料來源：本計畫繪製

圖 1-4-1 本計畫工作執行流程圖

1-5 歷年成果

鯉魚潭水庫於水庫興建前期即進行水庫集水區保育調查規劃，最早由臺灣省政府建設廳水利局於民國72年9月完成的「鯉魚潭水庫集水區保育調查規劃報告」，水庫於民國81年11月完工後，先後完成：

1.「台灣省鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期治理計畫」(民國86年)、

2.「鯉魚潭水庫集水區特定水土保持區及保護帶劃設」(民國89年)、

3.「鯉魚潭水庫集水區治理工程調查規劃設計」(民國94年)、

4.「鯉魚潭水庫上游集水區整體治理調查規劃」(民國94年)

5.「鯉魚潭水庫蓄水範圍與保護帶保育先期規劃」(民國96年)、

6.「鯉魚潭水庫蓄水區景山溪上游囚砂工程規劃」(民國98年)、

7.「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國99年)

此外經濟部並於民國106年10月12日核定「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫104-117年」，於歷年各權責單位擬定治理計畫及維護管理下，使區內環境大致維持相對穩定，未產生重大災害及環境劣化情形，茲將有關集水區保育之相關成果內容說明如下。

一、鯉魚潭水庫集水區治理工程調查規劃設計，經濟部水利署中區水資源局，民國94年。

本報告之規劃構想及改善建議說明如下：

(一)溪流治理

有治理需求之河段，除爽文坑與大克溪上游河道之堆積土石，建議應先行處理並依土石流方式治理外;其他河段則依現地地形及水理安全需求，以生態工法為基礎，分別提出漿砌石(石籠)護岸、混凝土鋪石固床工及基腳補強等工法之治理設計原則，計畫辦理之工程共計七處，四年共6,941萬元。

(二)崩塌地滑區處理

計畫區現有崩塌地主要是由一般豪雨型崩塌機制加上九二一地震造成之崩落或滑動及隨後桃芝颱風大量雨水所造成。依各崩塌地對水庫或保全對象之影響程度，集水區內計有16處崩塌地屬高影響性，其中屬高治理需求的有5處，中治理需求的有3處，低治理需求的有8處，目前相關單位多已做先期處理，計畫辦理之工程共計三處，四年共1,828萬元。

(三)滿水位周邊環帶

依其土地利用類型、非點源污染、施工條件、地質狀況、邊坡坡度等現況，目前應積極設立滿水位週邊環帶工程，計畫辦理之工程共計五處，四年共1,760萬元。

(四)庫區美綠化工程

庫區環境美綠化，主要配合水庫管理單位需求，各計畫區分別以觀光休憩、生態復育及便於日後維護管理為設計考量，計畫辦理之工程共計三處，四年共1,049萬元。

二、鯉魚潭水庫上游集水區整體治理調查規劃，水土保持局臺中分局(原第二工程所)，民國94年。

本報告之規劃構想及改善建議說明如下：

(一)溪流及土石流治理

野溪治理主要針對河床及河岸沖刷,利用護岸或固床工保護道路、堤防基腳、橋樑基礎及河床穩定,另可以壩工或導流工程維持流路安定。土石流治理應掌握a.避免土石流發生、b.避免土石流發展及c.避免土石流成災等三避原則，其治理的首要課題，在於瞭解土石流與溪流的不同區段的行為特徵。

(二)崩塌地及地滑治理

崩塌係指邊坡土石或岩塊之崩落或滑動現象,其治理須由源頭處理開始，由消除或減除其導致崩塌之誘因著手，或以各種工程結構物或植生方式來增加抵抗力以達安定之目的，減輕或消除其造成之災害，維繫水土資源之有效與永續利用。而在地滑部分，小規模之淺層滑動以採擋土護坡工法為主，配合排水工程為輔進行整治。由於各種擋土護坡可提供之抗滑力不同，每一擋土護坡型式有其高度限制及特別適用範圍，於設計時，應考量其重要性、地質條件、水文條件、地形條件及破壞型態等，選擇適當之擋土護坡。

此計畫辦理之工程共計10處，三年共2,000萬元。

三、鯉魚潭水庫蓄水範圍與保護帶保育先期規劃，經濟部水利署中區水資源局，民國96年。

鯉魚潭水庫集水區，因主要蓄水區週邊開發程度高，目前水庫淤積

及水質污染問題，已有逐年惡化之趨勢，宜林地之超限利用，亦將成為集水區水土保持之最大危機，惟有正確的土地利用與水土保持經營，才是延長水庫壽命最根本之策略。建議於民國96～100年鯉魚潭水庫保護帶與蓄水範圍(含鄰接地區)內保育治理計畫，應以減少蓄水區週邊土地利用行為對水庫所造成之不良影響為重點。

鯉魚潭水庫集水區主要污染包括點源與非點源，其中非點源部分佔總污染量約四分之三，且以營養鹽之氮磷為主，為達成水污染防治，確保水資源之永續利用，以維護生活環境，增進國民健康，應即刻推動鯉魚潭水庫流域之綜合規劃與管理，並分三階段完成水質保護與永續發展之目標，此計畫辦理之工程共計五年，金額合計共1億1,000萬元。

四、鯉魚潭水庫蓄水區景山溪上游囚砂工程規劃委託服務，經濟部水利署中區水資源局，民國98年。

鯉魚潭水庫上游土地利用方面已呈現高度開發的狀況，造成水庫泥砂淤積來源，而水庫淤積量直接影響水庫之壽命，因此，如何藉由水庫集水區之保育並辦理防淤減淤工程，實為水庫水源水質永續不容忽視之一環。

鯉魚潭水庫從現有景山溪河道可明視之淤積情形，景山溪集水區應屬水庫淤砂之敏感區位，倘能於水庫蓄水區邊緣及交通方便到達之適當地點，規劃可清淤式囚砂工程一處，藉以穩定上游河床坡度，再者亦可緩和河床推移載向下推移之速度，因而建議於景山溪上游集水區出口規安橋下游規劃囚砂工程。

然經評估雖然蓄水區囚砂工程規劃具有攔截河床推移載及減緩水庫淤積之積極效益，惟因鯉魚潭水庫屬於營運中之水庫，且水庫水位處於高水位之狀況居多，就現況工程可施工日數相對偏低之情況，仍以掌握枯水期直接濬深並將淤積料直接運至大安溪河床高灘地，配合豐水期藉由河道輸砂出海，並兼具解決大安溪因上游攔河堰設置砂石補注問題。

此外，計畫區未監測泥砂等相關資料，未來應設置泥砂監測站，自動泥砂觀測站建議設置於歸安橋、景福橋及景坪橋等3處，而人工觀測站則分別設於東魯橋、和勳橋、連宇橋及大克溪橋等4處，以獲得正確水深、流速及含砂量，據此建立長期資料背景，做為未來水庫集水區治

理成效之參考依據。而對於超限利用土地應加強取締，強制恢復原狀況或植生保育。

五、鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃，經濟部水利署中區水資源局，民國99年

(一)集水區調查綜整分析

鯉魚潭水庫近年水土保持之工作項目，以土石流潛勢溪流之整治、崩塌地、農地水保治理等水土保持為主，其次為野溪蝕溝及護岸保護等。因此，在未來改進的措施方面，除應持續編列經費進行相關之治理工程外，對於水庫蓄水區內產生之土壤流失量包括土壤沖蝕量及崩塌量應同時列為主要工作項目，則除可減少水庫相當程度之泥砂淤積量，亦可減少隨泥砂進入水庫之污染物，進而改善水質。。

在水質改善部分，鯉魚潭水庫管理中心於民國98年初於新開村周遭已進行第一期及第二期工程環境及水質改善工程，建議未來應持續編列水質改善的經費，包括點源及非點源之處理等，以期改善水庫水體之水質，保障水庫供水之品質。

另外，在工法之選擇上，應提升並改進傳統工程的設計理念與品質，採更積極的態度落實蓄水區內生物多樣性的保育，以使水庫得以永續發展，水庫的蓄水、供水等功能得以持續運用。

(二)集水區整體保育治理計畫

整體保育治理計畫內容包括：野溪及蝕溝治理、土石流防治、崩塌地處理、道路水土保持、造林植生及水質改善以及非工程類等預算編列工程項目，並依據計畫區內各權責機關(林務局新竹林區管理處、水土保持局臺中分局、水利署中區水資源局、交通部公路總局、苗栗縣政府等)予以分類，其中林務局及公路局於經費編列時無緊急需辦理之工程，後續將視現況逐年編列治理經費。

預估鯉魚潭水庫集水區辦理84件治理工程，總治理經費約需143,112仟元。

六、鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫104-117年，經濟部水利署中區水資源局，民國106年

(一)問題評析

1.水庫淤積及土砂來源

根據鯉魚潭水庫歷年淤積測量報告顯示，造成水庫淤積主要為颱風豪雨，其中93年8月至94年12月間因艾利颱風造成水庫新增淤積量為271.5萬m^3。水庫由民國81年完工迄民國105年之累積淤積量為761.27萬m^3，約佔總容量之6.43%，年平均淤積量為31.76萬m^3，主要泥砂來源來自集水區內之地表沖刷。

2.水質污染及優養化情形

依據環保署全國環境水質監測資訊網資料，鯉魚潭水庫水質約在普養附近，集水區內污染主要來源在於點源及非點源污染，包括生活污水之放流水與農地農藥及肥料的使用等。鯉魚潭水庫淤積及水質優養化情形，相較國內其他水庫而言雖不嚴重，但現今國內水資源問題日益嚴重，加上水庫興建不易，是以水資源開發應以維持原有供水效能為首要，然而在自然條件不佳、先天開發失當的情形下，目前當務之急乃加速推動現有水庫之集水區保育工作，針對集水區泥沙生產量減量及水質改善與優養控制，故水庫集水區保育有其必要性。

(二)計畫目標及績效指標

本計畫期能以順應自然、尊重自然為出發點，以生態工程為原則，進行集水區內水、土、林資源綜合治理，持續推動各項保育及治理工作，期維護自然生態環境、增加水源涵養、改善水源水質、減少土砂入庫、延長水庫壽命等，提供中部地區充足之水量與良好之水質，進而達到集水區內水、土、林資源永續利用之目標，績效指標則包含減少水庫淤積及改善集水區水體水質等2大目標，並由水庫集水區內各權責機關共同推動。

(三)期程與資源需求

執行期程由民國104至107年止，共計4年，所需要的總經費約為9,343萬元。主要工作內容包括：植樹防砂保土、監測巡查護水、削污減肥保源等，逐年得視實際需要滾動檢討修，各項工作執行所需人力、物力及經費，依「水庫集水區保育綱要」分工原則，由水庫集水區保育各權責機關（構）籌應。

(四)經濟效益評估

計畫執行期間為民國104年1月至107年12月，依經濟分析年限30年為計，本計畫年計效益約18,787仟元，年計成本約17,151仟元，透過社會折現率1.156%計算，推估於基期年104年之貨幣現值之益本比為1.10，顯示本計畫之水庫集水區保育投入經費，具有經濟效益與投資價值。

第二章 水庫集水區基本資料

2-1 鯉魚潭水庫集水區基本資料

2-1-1 鯉魚潭水庫基本資料

鯉魚潭水庫其水庫標的為公共給水、農業灌溉及觀光休閒，主要水源為由大安溪支流景山溪及大安溪士林攔河堰越域引水而來，茲整理鯉魚潭水庫基本資料詳表2-1-1。

表 2-1-1 鯉魚潭水庫基本資料表

一、水源	大安溪支流景山溪及大安溪(士林攔河堰越域引水)	
二、位置	苗栗縣卓蘭鎮及大湖鄉	
三、興建機關	台灣省水利局(中工處)	
四、管理機關	經濟部水利署中區水資源局	
五、興建時間	民國 74 年 7 月至 81 年 11 月	
六、功能效益	1.公共給水：每日供水可達 70 萬噸、2.農業灌溉：面積 4,209 公頃、3.觀光休閒	
七、水庫	(一)集水區面積	53.45 平方公里
	(二)滿水位面積	4.32 平方公里
	(三)滿水位標高	EL.300.0 公尺
	(四)總容量	117.90×10^6 立方公尺（民國 106 年 10 月）
	(五)有效容量	114.49×10^6 立方公尺（民國 106 年 10 月）
八、主要構造物	(一)主壩	
	1.型式	中心直立心層式滾壓土石壩
	2.壩高	96 公尺
	3.壩頂長度、寬度、標高	長 235 公尺、寬 10 公尺、標高 EL.306 公尺
	4.壩體積	356×10^4 立方公尺
	(二)溢洪道	
	1.型式	鋸齒堰、開渠式溢洪道
	2.設計排洪流量	2,300 立方公尺/秒
	3.溢洪道堰頂標高	EL.300 公尺
	4.鋸齒堰總長度	303.65 公尺
	5.洩槽流入寬度	66 公尺
	6.最大溢洪水深	3.50 公尺
	(三)取水工	
	1.公共取水量	12 立方公尺/秒
	2.取水位	EL.242~300 公尺
	3.輸水管路	670.32 公尺(直徑 3.2 公尺壓力鋼管)
	4.進水口控制閘門	3.2 公尺x3.2 公尺固定輪閘門
	5.控制取水閘門	2.5 公尺x2.5 公尺固定輪閘門
	6.發電取水(第二備援)進水口	EL.250.00m
	(四)出水工	
	1.緊急放流量	最大 116 立方公尺/秒
	2.河道維持水量	0.21 立方公尺/秒
	3.下游放水噴流閥	直徑 2.12 公尺
	(五)後池堰	
	1.型式	重力式混凝土壩
	2.溢洪道	每道寬 10.5 公尺共 4 道
	3.排砂道	10.5 公尺(一道)

資料來源：經濟部水利署及本計畫整理

2-1-2 鯉魚潭水庫集水區地文資料

一、地理位置

鯉魚潭水庫是一座離槽水庫，水庫大壩位於景山溪上，距舊台灣縱貫鐵路山線景山橋上游約2公里處，水庫集水區位於苗栗縣南側卓蘭鎮與大湖鄉，地理位置位處北緯24°19'05"至24°23'32"，東經120°46'44"至120°54'36"之間，集水區由大安溪三條支流景山溪(哆囉固溪)、雙坑溪及雙連溪匯集而成，集水面積約5,345ha，鯉魚潭水庫集水區除北側與後龍溪集水區為界，其他三面均與大安溪本流為鄰，集水區東西向較長，東西長約12km，南北平均寬約4.5km，形狀略呈矩形，流域平均標高約499m，鯉魚潭水庫集水區地理位置及範圍如圖2-1-1所示。

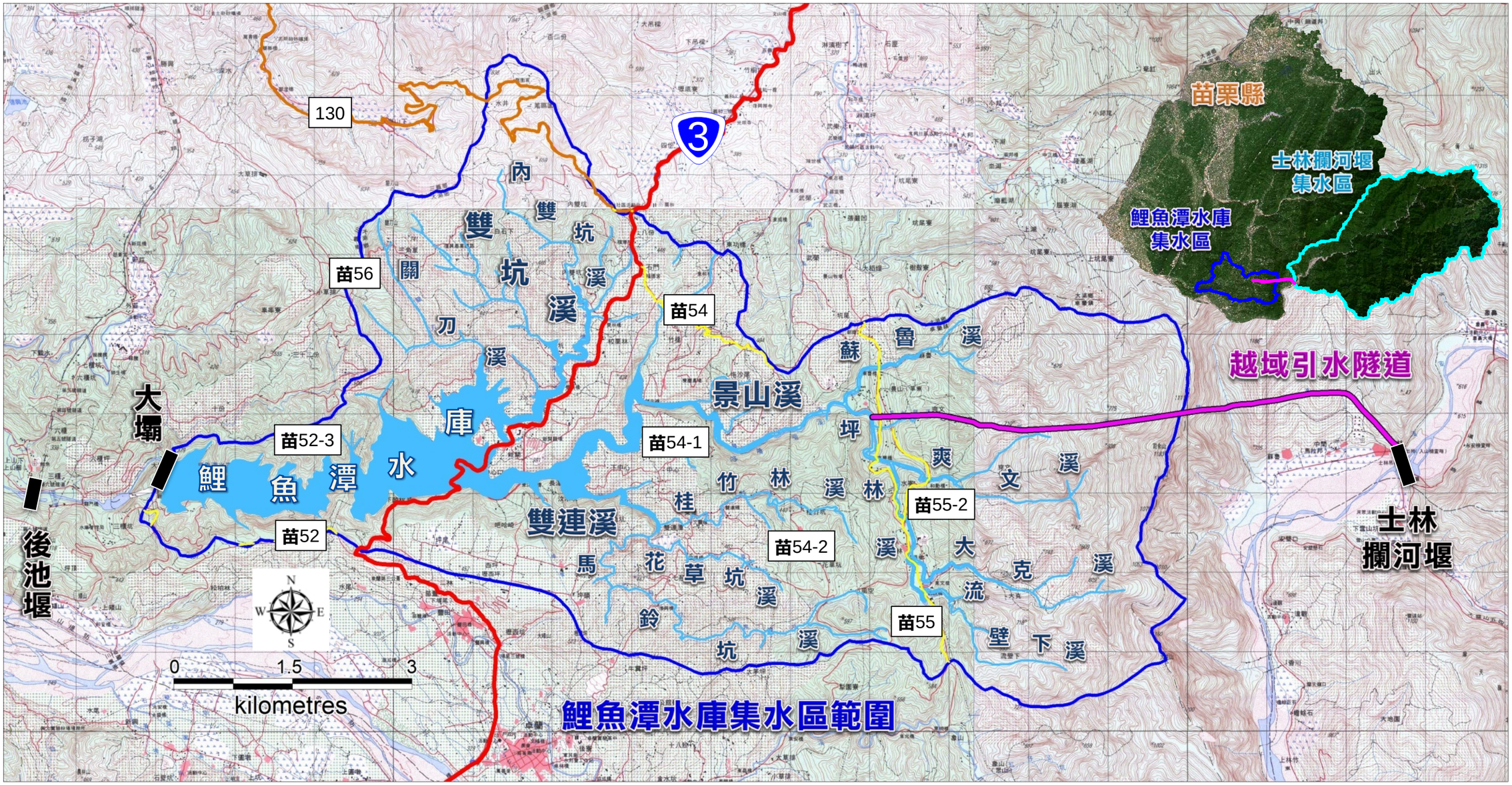
二、地形、坡度、坡向

計畫區大部份位於苗栗縣境內，東側及南緣為大安溪所圍繞，北緣為馬拉邦山主峰附近稜線盤桓，西面為丘陵地帶。整區屬山地地形，東側稜線略呈南北走向，鄰接大安溪，山勢陡峻，地形坡度高達40度以上，馬拉邦山為區內最高峰，海拔1,446m，其南之司令山海拔1,193m，大克山海拔1,236m，由此等山峰連接之主稜線向西衍生數條略平行東西向之支稜線。主稜線西側山勢較平緩，東側陡峻，此種地形主要受向西傾斜之岩層控制所形成，經以內政部數值高程模型分析，坡度以五~六級坡為主，坡向則以西及西南向為多，如圖2-1-2、圖2-1-3及表2-1-2所示。

表 2-1-2 計畫區坡度、坡向統計表

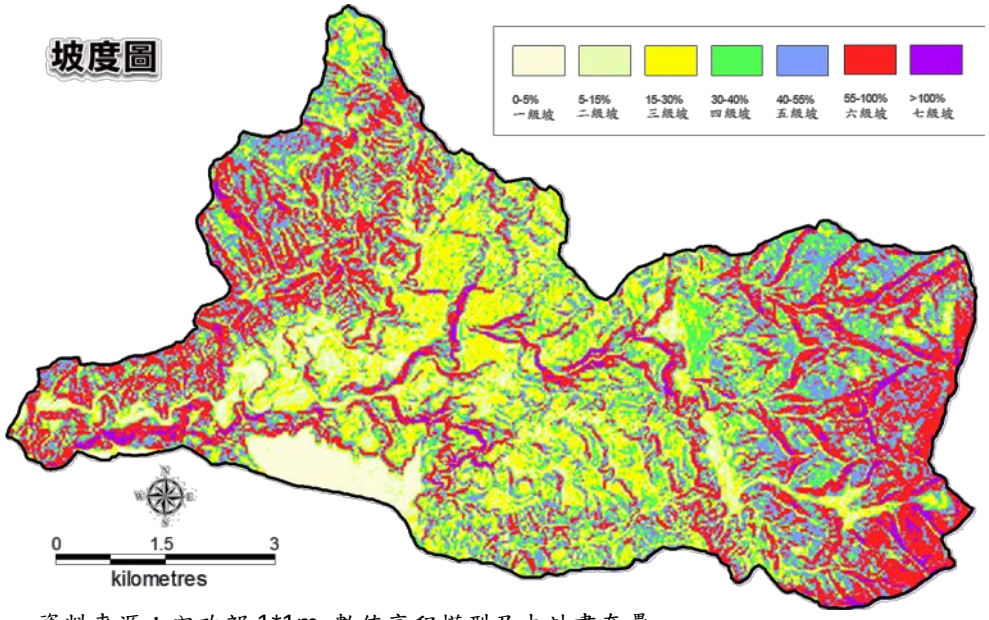
坡 度	面積(km^2)	百分比(%)	坡 向	面積(km^2)	百分比(%)
<5%(一級坡)	3.41	6.38	N	6.99	13.07
5%-15%(二級坡)	3.80	7.10	NE	5.08	9.50
15%-30%(三級坡)	11.86	22.19	E	4.57	8.56
30%-40%(四級坡)	9.03	16.89	SE	5.29	9.89
40%-55%(五級坡)	11.43	21.38	S	6.73	12.60
55%-100%(六級坡)	12.75	23.85	SW	7.16	13.39
>100%(七級坡)	1.18	2.20	W	10.72	20.06
--	--	--	NW	6.91	12.93
總 計	53.45	100.00	總 計	53.45	100.00

資料來源：內政部 1*m DEM 數值高程模型及本計畫整理分析



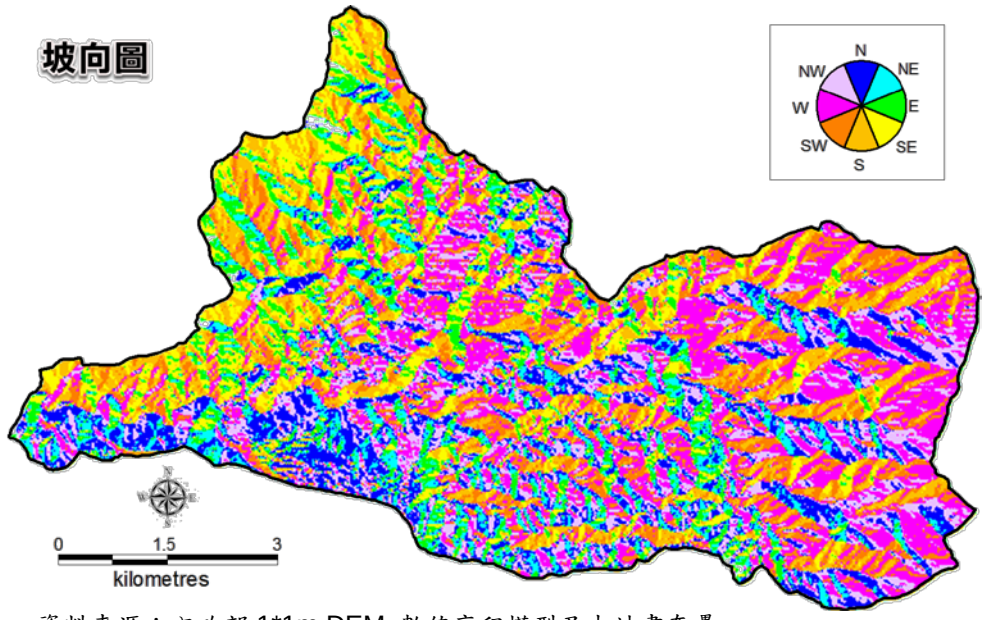
資料來源：經濟部水利署、經建版 1/25,000 地形圖、內政部地政司及本計畫套疊繪製

圖 2-1-1 鯉魚潭水庫集水區地理位置圖



資料來源：內政部 1*1m 數值高程模型及本計畫套疊

圖 2-1-2 鯉魚潭水庫集水區坡度圖



資料來源：內政部 1*1m DEM 數值高程模型及本計畫套疊

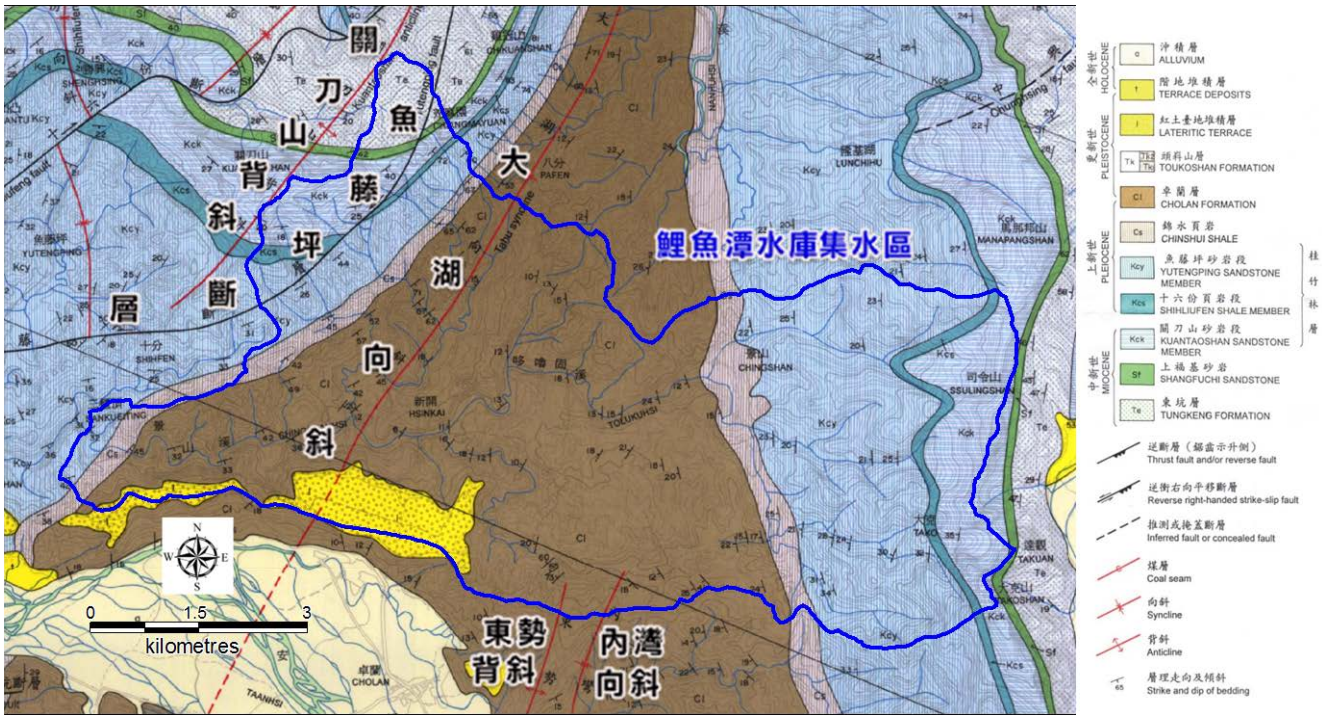
圖 2-1-3 鯉魚潭水庫集水區坡向圖

三、地質及土壤

(一)地層

計畫區域位於台灣西部麓山帶地質區，全部由中新世以後之碎屑性沈積岩所組成，就組成岩性而言，計畫區域內岩層可概分為砂岩、頁岩、砂頁岩互層及礫石層等四大類。就岩石強度以中新世地層之岩質較為堅實緻密，上新世地層之膠結較為疏鬆軟弱，泡水後易軟化，更新世以後之地層則僅略具膠結力或未完全固結。

出露於計畫區域之地層包括中新世東坑層(Te)、上福基砂岩(Sf)、桂竹林層(關刀山砂岩段(Kck)、十六分頁岩段(Kcs)、魚藤坪砂岩段(Kcy))、上新世之錦水頁岩(Cs)、卓蘭層(Cl)及更新世之紅土台地堆積層(l)，詳圖2-1-4。茲將各地層之岩性組成由老至新依序分述如下：



資料來源：中央地質調查所 1/50,000 地質圖(圖號：18；圖名：東勢；繪製年份：民國 89 年)

圖 2-1-4 鯉魚潭水庫集水區區域地質圖

1.東坑層(Te)

岩性以淺灰色細至中粒砂岩與深灰色頁岩之互層為主，偶夾厚層或塊狀砂岩及煤層，具有波痕及交錯層等沉積構造，砂岩為膠結中等的淺黃色細砂至粉砂岩，砂岩平均厚度在50cm以下，偶夾數道厚達3~5m之塊狀砂岩，風化後呈紅棕色；煤層的厚度因地而異，因延續性不佳，煤質劣且常尖滅或漸變為煤質頁岩。

2.上福基砂岩(Sf)

岩性以厚層至塊狀之白色疏鬆砂岩為主，並夾有砂頁岩薄互層或泥岩。砂岩為膠結中等至不良的白色中至粗粒砂岩為主，砂岩風化後呈黃棕色，偶含灰白色礫石、薄煤層或炭粒，礫石粒徑約0.2至0.5cm之間，並具有交錯層、波痕、壓扁層理等沉積構造；泥岩呈淺灰色至深灰色，成分為黏土質，水解後具有黏性。

3.桂竹林層(Kc)

本層整合於上福基砂岩之上，岩性以厚層泥質砂岩、頁岩及兩者之互層為主，岩質堅硬，含有石灰質，砂岩常呈青灰、綠灰、或淡黃綠色，因中段夾較厚頁岩層而可由下到上區分為下列三段：

(1)關刀山砂岩段(Kck)

上部由灰色泥質砂岩夾薄層灰色砂質頁岩及黃白色細粒砂岩所構成,間夾少許深灰色砂質泥岩及礫石條帶。泥質砂岩呈厚層至塊狀，含泥質團塊與少量雲母，有時亦含有石灰質；下部為灰色、灰白色或白色粗粒砂岩,礫石質砂岩及灰色泥質砂岩所組成,間夾一層厚約5m，含蟹類及貝類化石之暗灰色頁岩，外觀與緊接其下之上福基砂岩頗相類似；砂岩為膠結良好的淡黃色細粒砂岩，因此常形成高聳之山脊，風化後呈深褐色、灰黑色至黑色。

(2)十六分頁岩段(Kcs)

由厚層之深灰色頁岩所組成，部份為泥質粉砂岩，風化後具洋蔥狀剝理，富含有孔蟲、貝類及蟹類化石，由於易受風化侵蝕，因此常呈凹陷地形。

(3)魚藤坪砂岩段(Kcy)

由中至厚層之泥質砂岩夾砂頁岩互層所組成,泥質砂岩呈青灰色至灰色，風化後呈黃色或黃灰色，細至中粒，厚度約數十公分至數公尺，時常形成豬背狀山脊。岩層中偶見交錯層及波痕等沉積構造，本岩段之砂岩較關刀山砂岩段之砂岩疏鬆。

4.錦水頁岩(Cs)

錦水頁岩的頂部，產狀主要為厚層的頁岩為主，厚度可達80m，其中偶夾薄層(3cm以下)的褐色細砂岩，富含各種海相生物化石，具有明顯的頁理面，洋蔥狀風化、球狀風化的情形明顯，由於岩質軟弱易受侵蝕形成低凹寬谷或圓形小丘，而錦水頁岩的底部則為厚度10m左右的厚層層狀淺灰色至深灰色的泥質頁岩，與黃褐色的極細粒砂岩互層，泥質頁岩大多較極細粒砂岩砂層厚，但越下部砂岩的含量則逐漸增加，最後則變為以呈層狀細粒砂岩為主，偶夾中至薄層的頁岩，本層因其特有之岩性及化石而為台灣西部之一重要指準地層。

5.卓蘭層(Cl)

卓蘭層係以岩質略為鬆軟之厚層砂岩及少許頁岩為主，平均厚度為2,000m(大約在1,500~2,500m間)，由砂岩、粉砂岩、泥岩、和頁岩的互層組成。由於砂岩和頁岩的抗蝕力不等，所以在互層出露區域常形成單面山(cuesta)或豬背嶺(hogback ridge)的地形，成為本地層一個重要特徵。在這個巨厚的碎屑沉積岩層中，岩相變化得很快，又缺少指準層，所以很難再把它細分為岩干較明顯的岩段。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色，細粒，略含雲母質，層厚為數十公分到2m不等，有些較厚的砂岩可以達到5m以上的厚度。砂岩的種類有混濁砂岩到亞混濁砂岩等，少數白色正石英砂岩互層也出現在本層內。頁岩和泥岩呈現青灰色或暗灰色，一般層厚在20~50cm間，部分地方也出現有較厚的頁岩層。卓蘭層內具有交錯層和波痕，顯示本地層大部是淺水相的沉積物。本層內的砂岩質較鬆軟，只有受到石灰質浸染的部分比較堅硬。本層的上部有淡灰色、塊狀細粒的泥質砂岩，其中含有炭化漂木的碎塊、炭質顆粒、和粗粒的碎岩屑。卓蘭層的上部夾有凸鏡體或薄層礫岩，向上礫岩增加，就漸變為頭嵙山層，兩地層的中間並沒有明顯的沉積間斷和分界線。

6.紅土台地堆積層(l)

由紅土、礫石、砂、泥等所組成。紅土呈深紅棕色，大部分為原地礫石與膠結物受劇烈風化後之殘餘土。礫石層厚度約30m，礫石之組成為石英砂岩或變質砂岩,礫徑約數公厘至30cm,礫石間膠結疏鬆，淘選甚差，常形成緩起伏或平坦之地形面。

(二)地質構造

通過鯉魚潭水庫集水區附近主要地質構造，包含有魚藤坪斷層，褶皺由東向西包含有大湖(新開)向斜、東勢背斜、內灣向斜，各地質構造簡述如下：

1.魚藤坪斷層

本斷層於羌麻園附近以南20度西方向西南延伸，至三十二份後轉呈東西走向，斷面傾向東南，斷面傾角推測約為70至80度，為一左移斷層。在關刀山東方之白石下上福基砂岩被此斷層錯移約350m，於魚

藤坪西南方之十六份頁岩則錯移約250m，在三角草東方十六份頁岩被此斷層截切而與魚藤坪砂岩接觸。本斷層為三義斷層上盤之斷塊中最晚形成之斷層，蘇強等(SuppeWittke,1977)認為此斷層線部分與1935年地震時所發生之斷裂位態有相似之處，故認為此斷層傾角應甚陡至幾近垂直，且為最晚期形成者。

2.大湖(新開)向斜

大湖(新開)向斜分佈於汶水經新開至大安溪，為一向南傾沒之向斜構造，由地質圖中錦水頁岩於大湖附近圈合可以看出，向斜之東翼卓蘭層岩層傾斜相當平緩約10度左右，在地表水平分佈較寬廣，而西翼卓蘭層地層傾角約在50度至80度之間，因此岩層在地表水平分佈範圍較為窄小。大湖向斜應為獅潭向斜之南延部分，然其中間部分為橫向的桂竹林斷層及小南勢斷層等切過。

3.東勢背斜

東勢背斜發生於大湖向斜之東邊的背斜構造，呈北北東走向，軸部位卓蘭鎮東方約2 km處，約略與大湖向斜平行，為一平緩之褶皺，兩翼之傾角不超過20度。

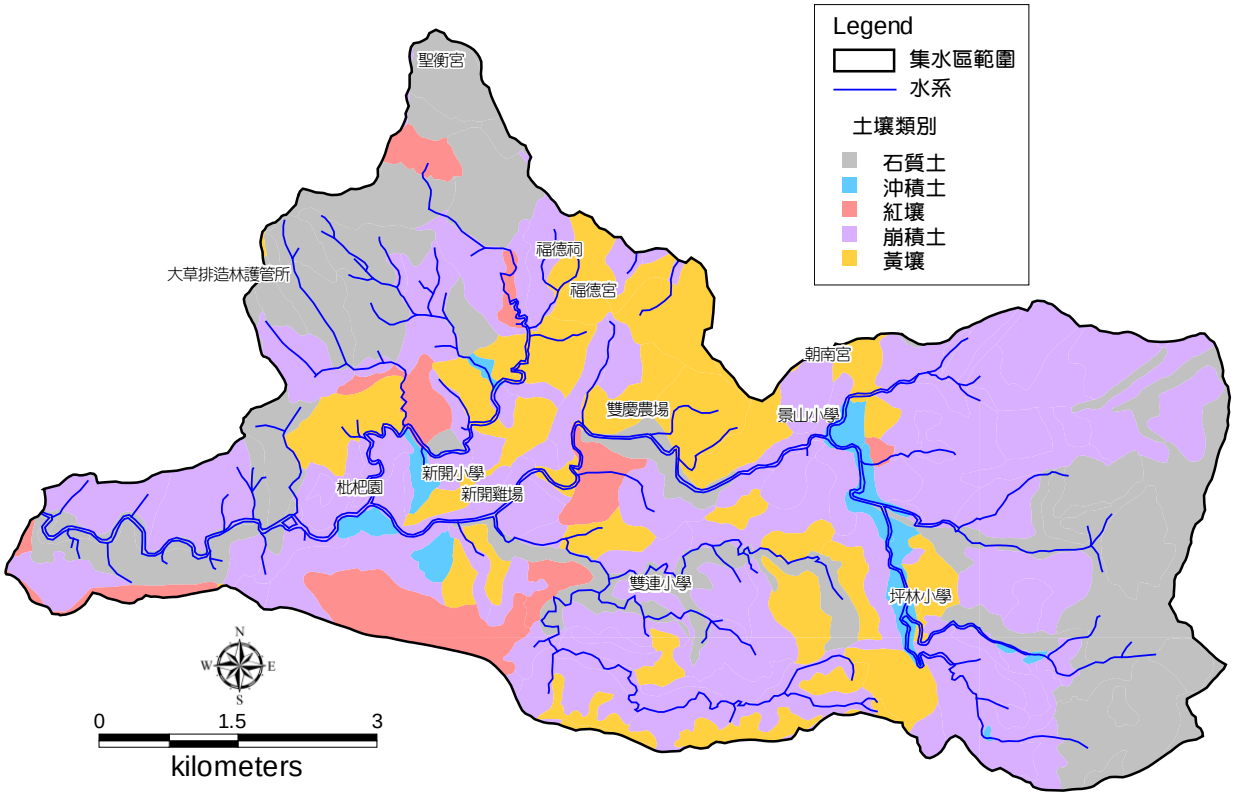
921集集大地震地表破裂北段中，由西北邊的九房厝斷層與東南邊的梅子背衝斷層所形成的「內灣—校栗埔隆昇地塊」之隆昇軸線恰巧與本背斜之軸線相吻合，因此東勢背斜原即為一活動的背斜褶皺構造。

4.內灣向斜

本向斜在東勢背斜之東方約1 km，且約略與東勢背斜平行，亦為一平緩之褶皺構造。東勢背斜既然為一活動的背斜褶皺構造，則內灣向斜亦應為活動的向斜構造。

(三)土壤

鯉魚潭水庫集水區之土壤主要以崩積土、沖積土及石質土為主，並有部份黃壤及紅壤(如圖2-1-5及表2-1-3所示)，茲分述如下：



資料來源：1.林務局土壤圖(民國 89 年)、2.行政院農委會「台灣地區土壤圖」(民國 77 年)
3.水土保持局「山坡地土壤數化結果」(民國 86 年)、4.本計畫套疊

圖 2-1-5 鯉魚潭水庫集水區土壤圖

表 2-1-3 鯉魚潭水庫集水區土壤統計表

土壤分類	面積(平方公里)	百分比(%)	土壤分類	面積(平方公里)	百分比(%)
石質土	15.00	28.07	崩積土	24.57	45.96
沖積土	1.29	2.41	黃壤	9.43	17.65
紅壤	3.16	5.92	總計	53.45	100.00

資料來源：1.林務局土壤圖(民國 89 年)、2.行政院農委會「台灣地區土壤圖」(民國 77 年)
3.水土保持局「山坡地土壤數化結果」(民國 86 年)、4.本計畫整理

1.崩積土

鄰近高山地區之土壤物質因滾落、滑動、甚至崩塌等位移作用而生成者，工程性質不佳，顆粒分佈不均勻及不規則，因此內部鬆散，滲透性大且壓縮性大，遇豪雨易滑動或崩塌，但因土壤肥力較佳，宜農牧地多闢為果園或雜作利用。

2.石質土

由母質經由簡單之物理、化學風化作用生成之土壤，常很淺，含石量超過50%以上，排水、通風良好，為土層淺肥低，大多分佈於山坡地或森林地之陡峭區，地形不穩定，甚易崩塌，不宜農牧用途，只

宜造林、保育。

3.沖積土

土壤物質經河流沖刷後帶至下游而漸次淤積成固定土壤者，淘選度較佳，顆粒度成圓狀，然而因成岩作用較不完全，所以膠結度較差，土層起先很薄，越來越厚，且時間久了，土層中之顏色亦因人為耕作有所改變成淡黃色，因此有「新沖積土」與「老沖積土」之分。

4.紅壤

紅壤生成於洪積母岩台地，因有機質分解迅速，使土壤中的物質淋洗剩下鋁、鐵氧化物質，故土壤呈紅色，土層較厚，質地細緻，但土質偏酸性，肥力及物理性較差。又可分紅棕色紅壤，及黃紅色紅壤兩種。

5.黃壤

母岩質經由弱度化育而生成之土壤，有時可因淋洗作用較強而使粘粒明顯往剖面下層移動，養分(鉀、鈉、鈣、鎂)有的已流失而成黃、黃棕或紅棕色，且為明顯之土壤構造生成。多生成丘陵地上之相對地形較安定、坡度起伏較緩和之處，土壤多呈酸性，肥力偏低。

四、土地利用

依據內政部國土測繪中心「國土利用調查成果」(產製日期民國96年6月30日、民國97年11月20日及民國106年9月1日)及配合本計畫現場調查，計畫區依第1級土地利用分類結果，以森林利用土地面積約3,016.5ha為最多(約佔56.4%)，以農業利用土地面積約1,536.6ha為次之(約佔28.8%)；依第2級土地利用分類結果，以闊葉林面積約1,620.0ha為最多(約佔30.3%)，以果園面積約1,116.0ha為次(約佔20.9%)，詳表2-1-4及圖2-1-6。

五、土地權屬

鯉魚潭水庫集水區範圍依土地權屬區分，私有地約佔治理範圍之66.81%，其餘屬林務局新竹林區管理處、國有財產局、苗栗縣政府、卓蘭鎮公所及大湖鄉公所等約佔治理範圍之33.19%，土地權屬分佈如圖2-1-7。

表 2-1-4 鯉魚潭水庫集水區土地利用統計表

第 1 級類別	代碼	第 2 級類別	面積(ha)	%	第 1 級類別	代碼	第 2 級類別	面積(ha)	%
農業利用土地	101	水田	0.26	0.00	建築利用土地	501	商業	11.26	0.21
	102	旱田	395.63	7.40		502	純住宅	53.97	1.01
	103	果園	1,116.03	20.88		503	混合使用住宅	0.14	0.00
	104	水產養殖	0.24	0.00		504	製造業	0.02	0.00
	105	畜牧	3.28	0.06		505	倉儲	1.98	0.04
	106	農業相關設施	21.16	0.40		506	宗教	3.11	0.06
	小計		1,536.60	28.75		507	殯葬設施	6.53	0.12
森林利用土地	201	針葉林	30.38	0.57		508	其他建築用地	0.94	0.02
	202	闊葉林	1,620.04	30.31		小計		77.95	1.46
	203	竹林	504.90	9.45	公共利用土地	601	政府機關	0.27	0.01
	204	混淆林	861.15	16.11		602	學校	2.72	0.05
	小計		3,016.47	56.44		604	社會福利設施	0.51	0.01
交通利用土地	306	省道	10.68	0.20		605	公用設備	2.40	0.04
	308	一般道路	115.10	2.15		606	環保設施	0.10	0.00
	309	道路相關設施	6.76	0.13		小計		6.00	0.11
	小計		132.54	2.48	遊憩利用土地	702	公園綠地廣場	7.62	0.14
水利利用土地	401	河道	92.45	1.73		703	休閒設施	22.47	0.42
	403	溝渠	5.06	0.09		小計		30.09	0.56
	404	水庫	299.37	5.60	其他利用土地	902	草生地	31.11	0.58
	406	蓄水池	5.81	0.11		903	裸露地	64.61	1.21
	407	河道沙洲灘地	1.41	0.03		905	空置地	45.13	0.84
	408	水利構造物	0.40	0.01		小計		140.85	2.64
	小計		404.50	7.57	合計			5,345.00	100.0

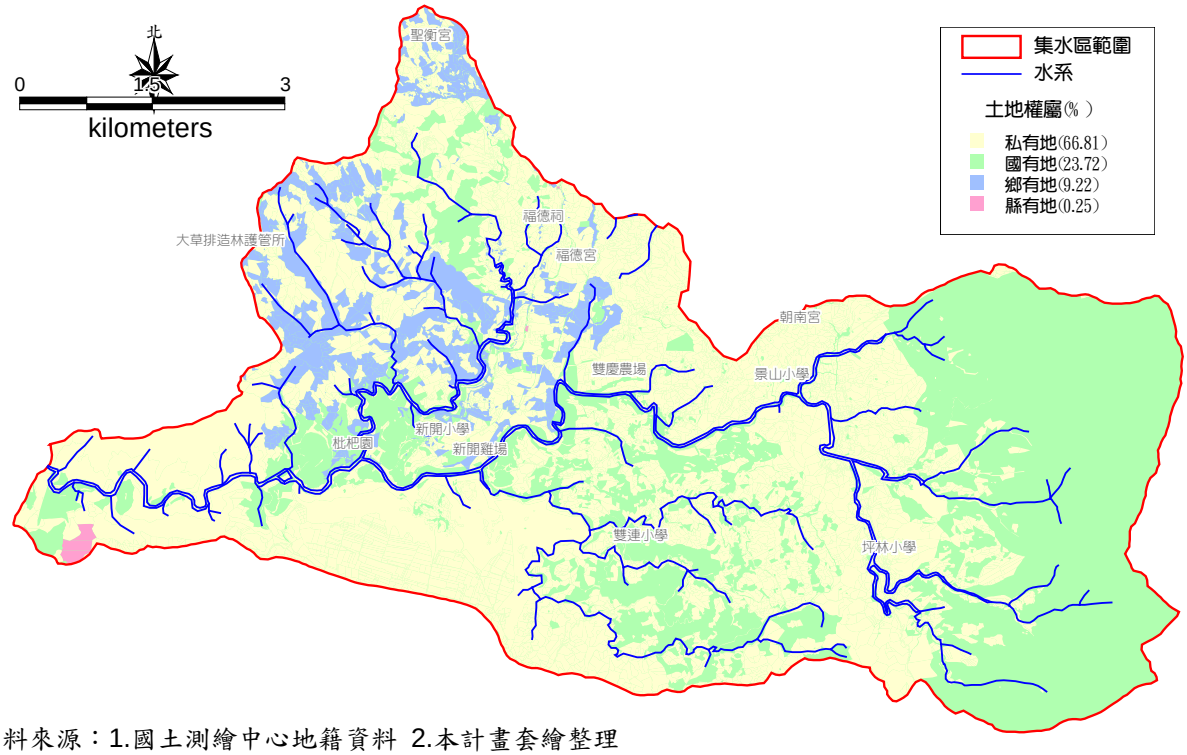
資料來源：內政部國土測繪中心「國土利用調查成果」及本計畫統計彙整



資料來源：內政部國土測繪中心「國土利用調查成果」及本計畫繪製

產製日期：國有林地範圍民國 96 年 6 月 30 日、民國 97 年 11 月 20 日，其他區域民國 106 年 9 月 1 日

圖 2-1-6 鯉魚潭水庫集水區土地利用圖



資料來源：1.國土測繪中心地籍資料 2.本計畫套繪整理

圖 2-1-7 鯉魚潭水庫集水區土地權屬分佈圖

五、全國區域計畫環境敏感地區

依內政部民國106年5月16日臺內營字第1060806764號公告「修正全國區域計畫」，「環境敏感地區」係指對於人類具有特殊價值或具有潛在天然災害，極容易受到人為的不當開發活動之影響而產生環境負面效應的地區。變更一通依據土地資源之主、客觀因素，劃歸為「限制發展地區」、「條件發展地區」及「一般發展地區」，考量相關目的事業主管法令對相關環境敏感地區並無禁止或限制土地開發利用或使用分區變更之規定，且為將環境敏感特性納入土地使用考量，將「限制發展地區」及「條件發展地區」統整為「環境敏感地區」，就其敏感程度，區分為2級，與計畫區水資源保育直接相關之環境敏感地區範圍，包括飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離之地區、水庫集水區、水庫蓄水範圍、森林(國有林事業區、保安林等森林地區)、地質敏感區(山崩與地滑、山坡地(坡度30%以上)及自來水水質水量保護區等，相關敏感地區以保育為主，不宜開發。

(一)第1級環境敏感地區

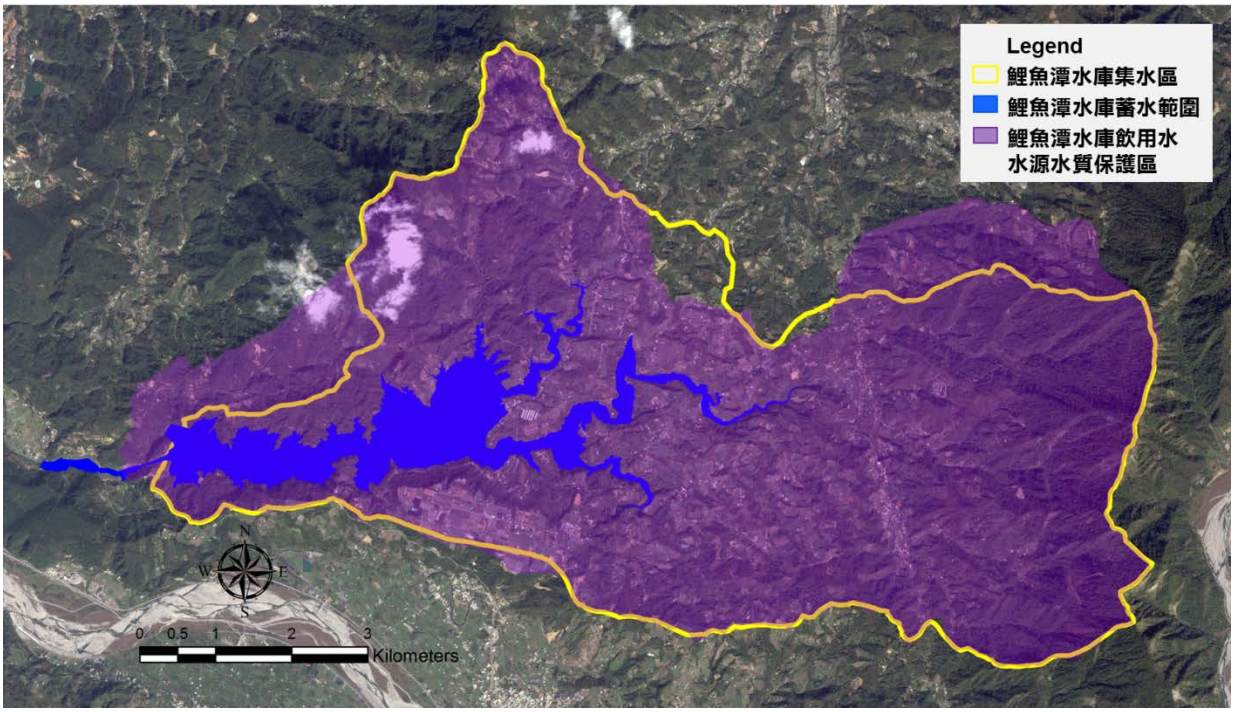
1.飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區：指依據飲

用水管理條例劃設之飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區；依行政院環境保護署民國99年12月2日99府環水字第0997803130號所公告之鯉魚潭水庫飲用水水源水質保護區範圍如圖2-1-8所示。

2.水庫集水區(供家用或供公共給水)：指現有、興建中、規劃完成且定案(核定中)，作為供家用或供公共給水者，依各水庫管理機關(構)劃定報經目的事業主管機關核定公告之範圍為標準，或大壩上游全流域面積。其範圍由經濟部查認；依經濟部民國104年5月13日查認開放之鯉魚潭水庫集水區範圍如圖2-1-9所示。

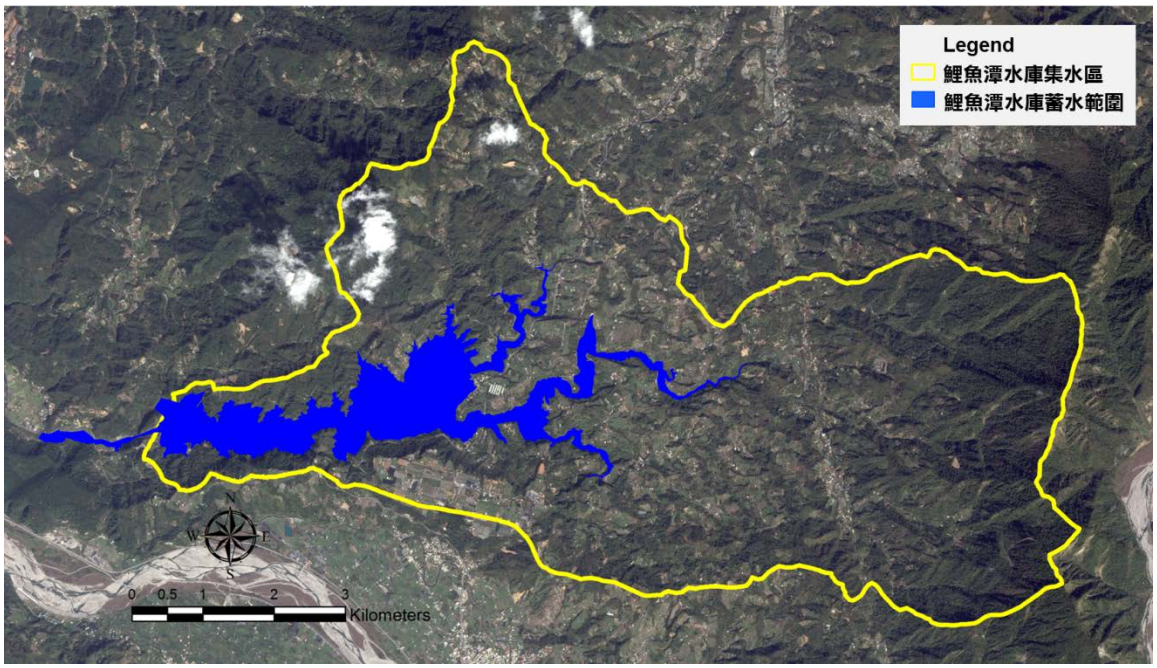
3.水庫蓄水範圍：指依據水利法、水庫蓄水範圍使用管理辦法劃設，水庫設計最高洪水位與其迴水所及蓄水域、水庫相關重要設施之土地與水面及必要之保護帶；依經濟部民國95年2月16日經授水字第09520200980號函，公告之鯉魚潭水庫蓄水範圍如圖2-1-9所示。

4.森林：指國有林事業區、保安林、區域計畫劃定之森林區、大專院校實驗林地及林業試驗林地等森林地區，多分布於高山地區；依農業委員會林務局國有林事業區林班圖，鯉魚潭水庫集水區森林分佈如圖2-1-10所示。



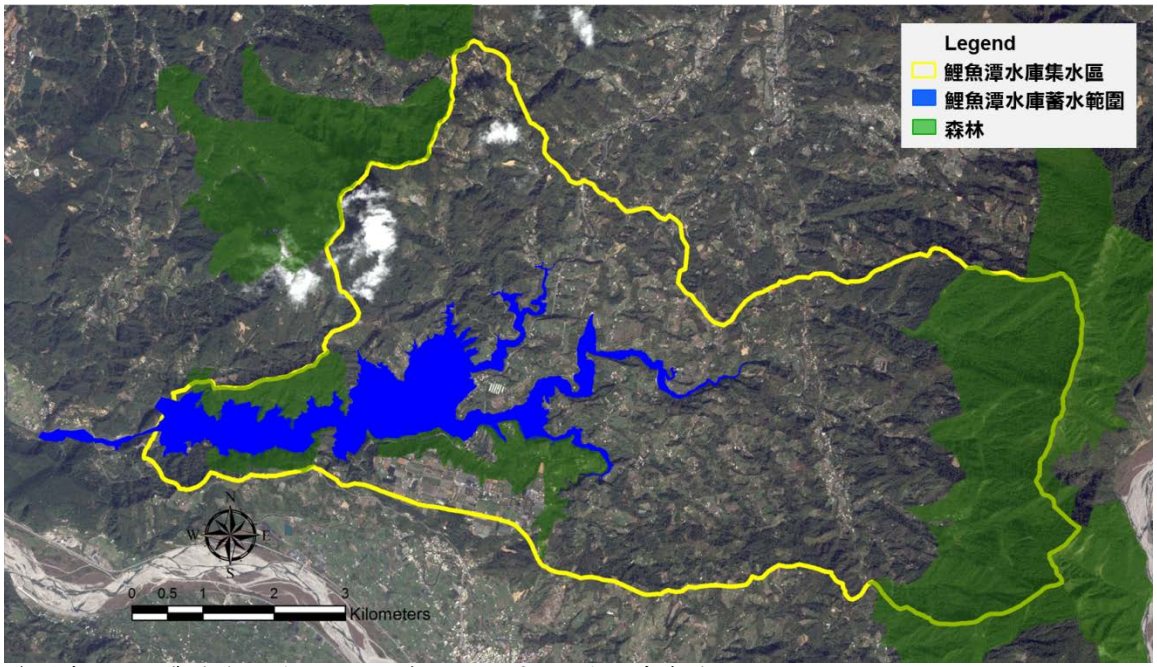
資料來源：1.行政院環境保護署、2.經濟部水利署、3.本計畫套繪

圖 2-1-8 鯉魚潭水庫飲用水水源水質保護區範圍圖



資料來源：1.經濟部水利署、2 本計畫套繪

圖 2-1-9 鯉魚潭水庫集水區及蓄水範圍圖

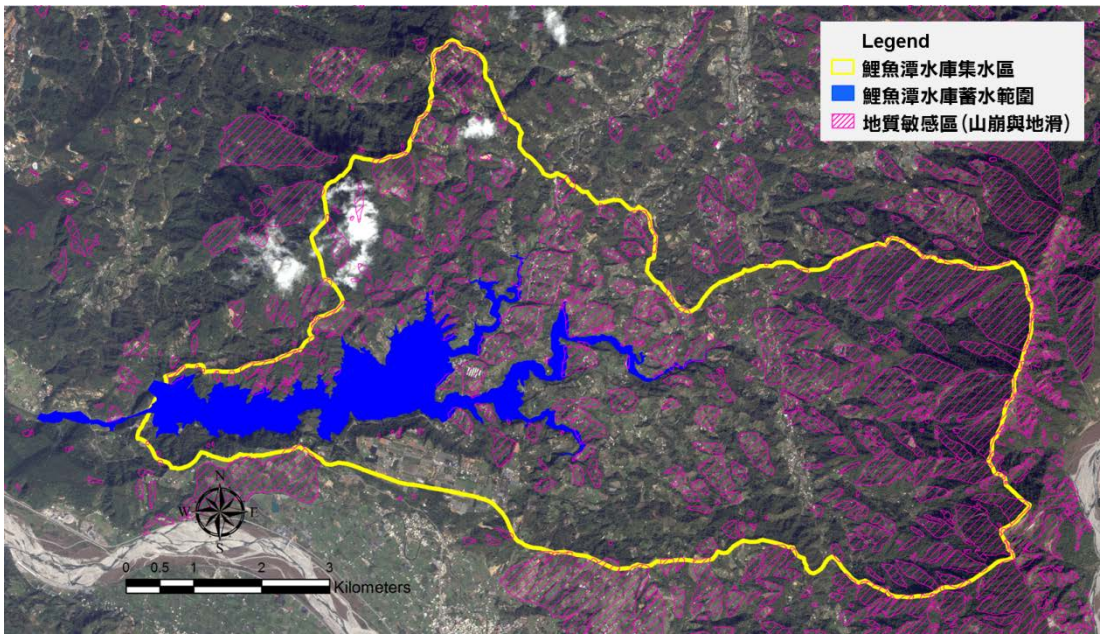


資料來源：1.農委會林務局、2 經濟部水利署、3.本計畫套繪

圖 2-1-10 鯉魚潭水庫集水區森林分佈圖

(二)第2級環境敏感地區

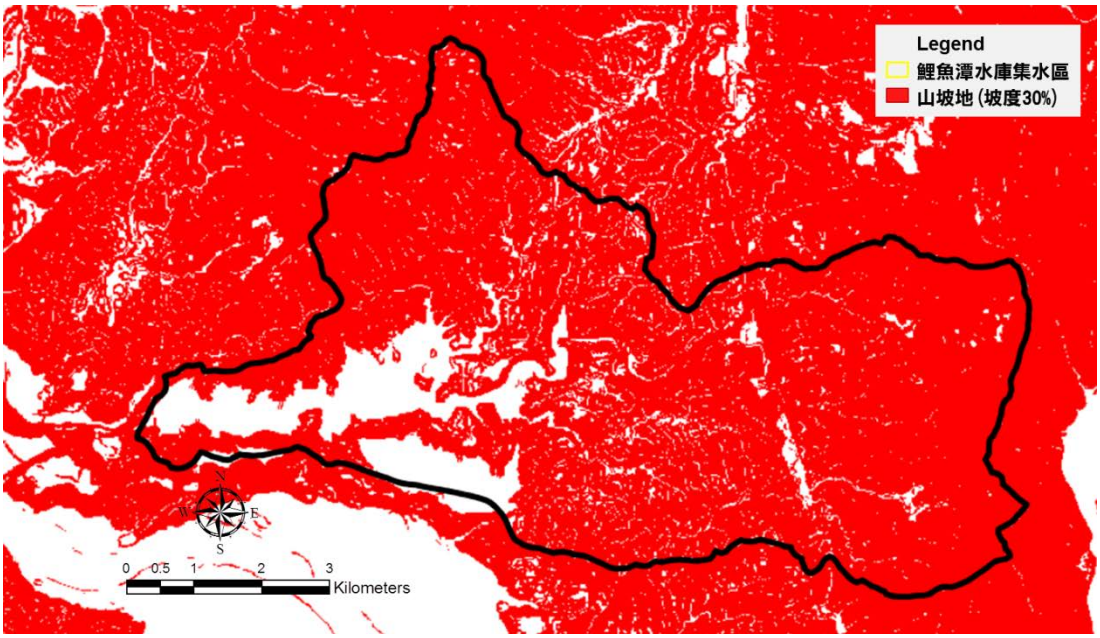
1.地質敏感區(山崩與地滑)：依據地質法規定，中央地質主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為地質敏感區；依地調所民國104年12月31日經地字第10404606430號函，公告之山崩與地滑地質敏感區分佈如圖2-1-11。



資料來源：1.中央地調所、2 經濟部水利署、3.本計畫套繪

圖 2-1-11 鯉魚潭水庫集水區地質敏感區(山崩與地滑)分佈圖

2.山坡地：指依據山坡地保育利用條例及水土保持法劃設之山坡地；而區內坡度30%以上之山坡地分佈如圖2-1-12所示。

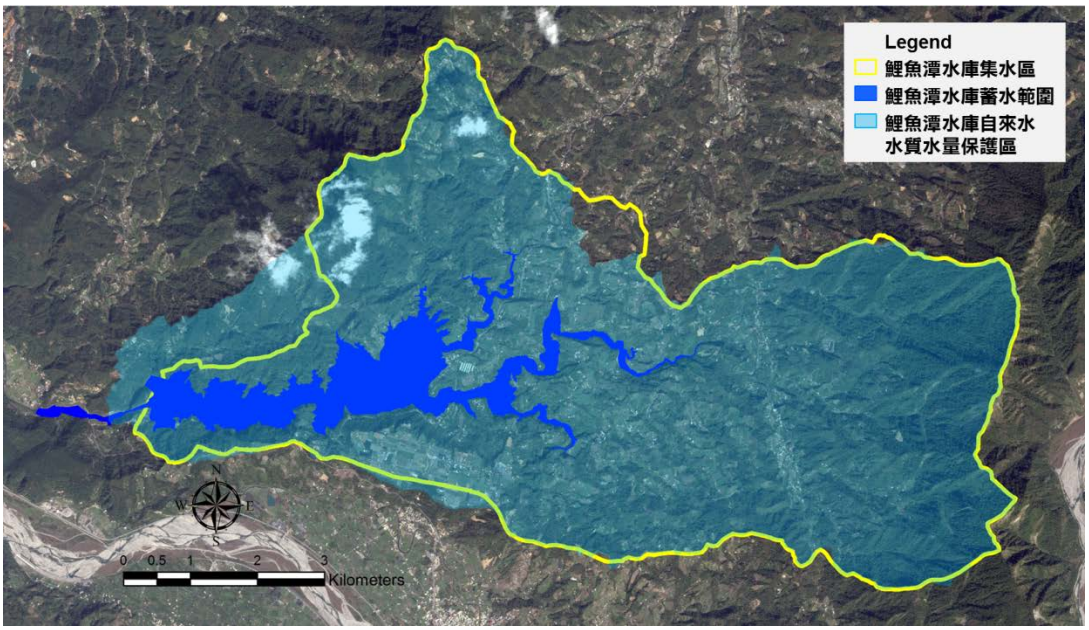


資料來源：1.內政部 1*1m DEM 數值地形、2 經濟部水利署、3.本計畫套繪

圖 2-1-12 鯉魚潭水庫集水區山坡地(坡度>30%)分佈圖

3.自來水水質水量保護區：指為加強水源水質水量之保護，除自來水源取水水體水平距離等一定範圍內之土地應限制發展外，其他依據自來水法所劃設之水質水量保護區，係基於確保飲用水源之品質、水量之穩定及保持水文系統之平衡而劃設；依經濟部民國93年9月14日經授

水字第09320222340號函，公告之苗栗縣鯉魚潭水庫自來水水質水量保護區範圍如圖2-1-13所示。



資料來源：1.經濟部水利署、2.本計畫套繪

圖 2-1-13 鯉魚潭水庫自來水水質水量保護區範圍圖

2-1-3 鯉魚潭水庫集水區人文資料

一、人口

本集水區包括苗栗縣卓蘭鎮西坪里、坪林里及景山里，以及大湖鄉之栗林村及新開村，其中五個村里現有人口數，依據民國107年9月苗栗縣政府統計資料計2,121戶，約6,288人，另本計畫以計畫區涵蓋之範圍進行門牌統計結果，計畫區計有1,108戶門牌號。就計畫區內的產業人口結構來看，以初級產業所佔的比例較高，平均值為48%，次級產業的34%，三級產業的18%，表示該村大部分的民眾以從事農林產業為主。

表 2-1-5 鯉魚潭水庫集水區人口統計表

鄉鎮別	村里別	鄰數	戶數	男	女	合計
卓蘭鎮	西坪里	13	317	450	408	858
	坪林里	19	605	1,038	927	1,965
	景山里	10	342	572	565	1,137
小計		42	1,264	2,060	1,900	3,960
大湖鄉	栗林村	16	422	629	538	1,167
	新開村	17	435	639	522	1,161
小計		33	857	1,268	1,060	2,328
總計		75	2,121	3,328	2,960	6,288

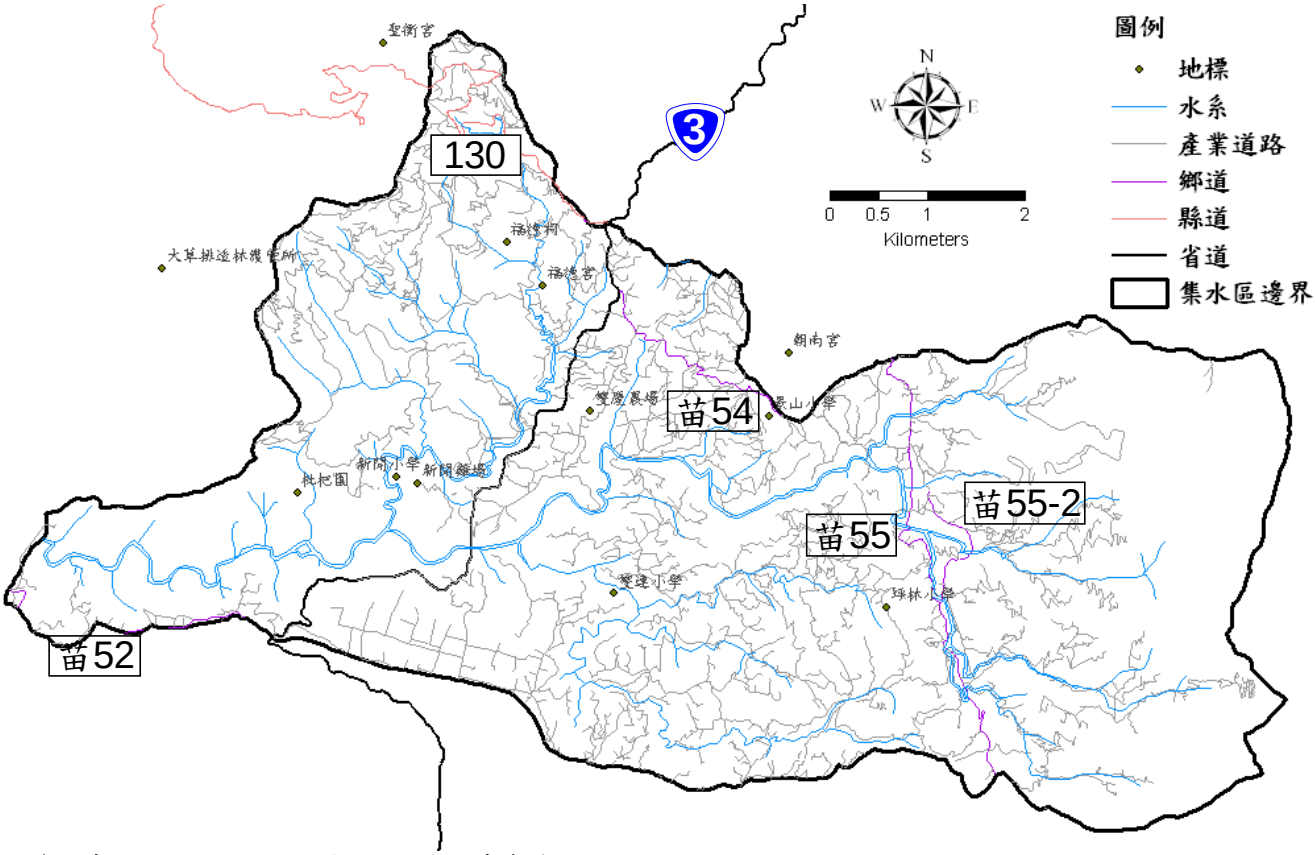
資料來源：苗栗縣政府卓蘭鎮、大湖鄉戶政事務所民國 107 年 9 月統計資料

二、觀光遊憩資源

鯉魚潭水庫堪稱是苗栗縣的指標性景觀之一，更是中部最大的人工水庫湖，而湖周遭也興起許多景觀餐廳或農場，更突顯其觀光的地位和價值。鯉魚潭水庫具有觀光、灌溉、防洪、發電等四大功用，在觀光方面：因水庫在萬山環抱中，風光綺麗，景色絕佳，且出口處之三義雕刻久負盛名，連帶可吸引不少國際觀光客，且可與泰安溫泉、龍騰斷橋、勝興車站、關刀山、大克山、三義雕刻、火炎山等苗栗縣之著名景點相互連接，觀光帶更形紮實和豐富。

三、交通

區外銜接本計畫區可由三義交流道下中山高，接13號省道南下，轉入苗52縣道直行，即可抵達鯉魚潭水庫，另外由豐原交流道下中山高，接3號省道北上直行即可抵達。本計畫區主要聯絡道路包括省道台3線、縣130、苗52、54、55及55-2等，交通分布及一般道路及農路分布情形情形詳圖2-1-14。



資料來源：1.交通部公路總局、2.本計畫套繪

圖 2-1-14 鯉魚潭水庫集水區道路系統圖

2-1-4 鯉魚潭水庫集水區水文資料

一、水系

鯉魚潭水庫集水區由大安溪三條支流景山溪(哆囉固溪)、雙坑溪及雙連溪匯集而成，其中雙坑溪水系包括內雙坑溪、雙坑溪與關刀山坑(關刀溪)，景山溪水系包括蘇魯溪、爽文溪、坪林溪、大克溪及流壁下溪，而雙連溪水系包括桂竹林溪、花草坑溪及馬鈴坑溪等，其中大克溪為水土保持局所公告編號苗縣DF056土石流潛勢溪流。

二、氣象水文

本區域位於中低緯度之交界，屬亞熱帶氣候區，每年十月至翌年四月盛行東北季風，因中央山脈阻隔，故雨量較少，而每年四月至九月間盛行西南風、梅雨及颱風，故雨量較為豐沛，因計畫區內無氣象站，故氣候特性以中央氣象局臺中氣象站為代表，氣象特性如下：

(一)氣溫—本區屬山區溫帶氣候，全年平均溫度為23℃，月平均氣溫以7月最高約28.7℃，最低為1月約16.6℃，全年月平均溫差約12.1℃，夏冬溫差大。

(二)風—本區風向大都以東南風頻率較高，全年風速變化不大，月平均風速約在1.5m/sec。

(三)相對濕度—本區年平均相對濕度約75.1%，各月平均相對濕度在71.8%至77.3%之間，變化不大。

(四)氣壓—本區各月平均氣壓變化在996.1百帕~1,009.0百帕之間，年平均氣壓為1,002.7百帕。

(五)雨量—流域內鄰近現存之雨量站計有水利署之鯉魚潭站、新開國小站、景山站、象鼻(1)站、雙崎(2)站及卓蘭(2)站，以及中央氣象局之新開站、象鼻站、雙崎站、卓蘭等站，年平均雨量約2,906.3mm。

表 2-1-6 中央氣象局臺中氣象站氣候統計資料一覽表

月份 / 項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均/合計
氣溫(℃)	16.6	17.4	19.6	23.2	26.1	27.8	28.7	28.3	27.5	25.2	22.1	18.1	23.4
風速(m/s)	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.5
相對濕度(%)	74.1	76.3	76.0	76.4	76.9	77.2	75.1	77.3	75.2	71.8	72.6	72.2	75.1
氣壓(百帕)	1009.0	1007.6	1005.9	1003.0	999.8	997.4	996.9	996.1	998.8	1002.9	1006.2	1008.9	1002.7

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署及本計畫整理(民國 70 年~106 年)

三、比流量

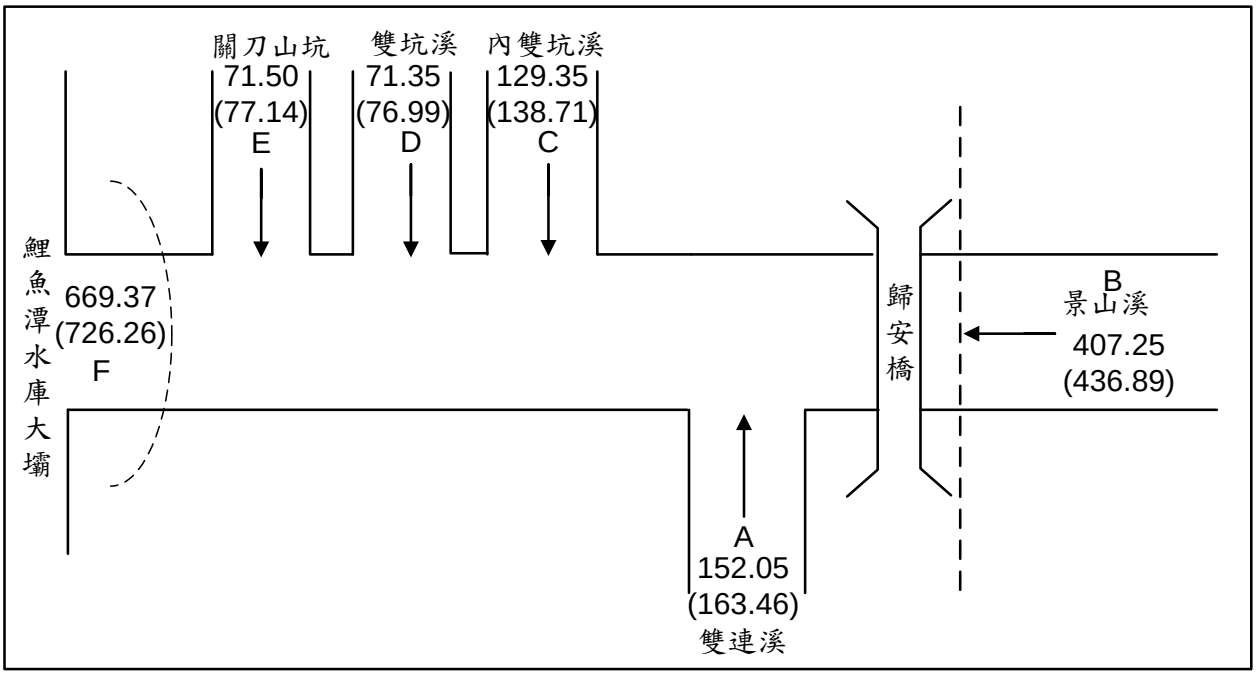
蒐集經濟部水利署中區水資源局「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國99年)，以水利署(雙崎(2)、象鼻(1)、卓蘭(2)及新開)及氣象局(雙崎、象鼻、卓蘭及新開)所屬等8個雨量站，並應用三角型單位歷線法、瞬時單位歷線及合理化公式等3種降雨-逕流模式及實測流量記錄，所估算出之各控制點不同重現期距的洪峰流量成果如表2-1-7所示。考量鯉魚潭水庫集水區各水文控制點之集流面積多大於10km^2，已超過合理化公式之適用範圍(集流面積需小於10km^2)，而實測流量分析因現況已停止觀測，以往流量記錄資料無法展現出近年來氣候水文變化，瞬時單位歷線之K、N值由大範圍之流域取之，較不適合本計畫較小之集水區，因此建議選用較保守之三角型單位歷線配合Horner降雨強度公式分析成果，作為鯉魚潭水庫集水區洪峰流量之分析成果。而鯉魚潭水庫集水區50年重現期距流量分配如圖2-1-15所示。

表 2-1-7 鯉魚潭水庫各控制點洪峰流量及比流量一覽表

位置	描述	面積 (km^2)	分析方法		重現期距							
					2	5	10	20	25	50	100	200
A	雙連溪入庫前	9.01	合理化	Qp	79.60	118.21	136.71	150.99	155.15	166.27	176.04	184.69
				比流量	8.83	13.12	15.17	16.76	17.22	18.45	19.54	20.50
			△-H	Qp	83.38	118.48	134.77	154.75	152.05	163.46	174.38	348.06
				比流量	9.25	13.15	14.96	17.18	16.88	18.14	19.35	38.63
			△-SSGM	Qp	57.00	92.24	115.65	136.08	142.36	161.25	179.33	196.87
				比流量	6.33	10.24	12.84	15.10	15.80	17.90	19.90	21.85
			△-同位序	Qp	45.19	75.48	94.21	111.29	116.54	132.33	147.45	162.11
				比流量	5.02	8.38	10.46	12.35	12.93	14.69	16.37	17.99
			瞬時-SSGM	Qp	32.00	54.00	68.00	81.00	84.00	96.00	107.00	118.00
				比流量	3.55	5.99	7.55	8.99	9.32	10.65	11.88	13.10
			瞬時-同位序	Qp	25.00	44.00	55.00	65.00	69.00	78.00	88.00	97.00
				比流量	2.77	4.88	6.10	7.21	7.66	8.66	9.77	10.77
			實測流量	Qp	107.95	169.67	209.31	246.55	258.24	294.04	329.35	364.51
				比流量	11.98	18.83	23.23	27.36	28.66	32.63	36.55	40.46
B	景山溪歸安橋	22.03	合理化	Qp	216.68	321.53	371.07	408.34	419.75	448.53	473.71	496.44
				比流量	9.84	14.60	16.84	18.54	19.05	20.36	21.50	22.53
			△-H	Qp	226.05	319.29	361.62	415.18	407.25	436.89	466.57	931.89
				比流量	10.26	14.49	16.41	18.85	18.49	19.83	21.18	42.30
			△-SSGM	Qp	142.68	232.94	288.77	339.65	355.30	402.35	447.40	491.09
				比流量	6.48	10.57	13.11	15.42	16.13	18.26	20.31	22.29
			△-同位序	Qp	114.36	190.37	237.39	280.24	293.42	333.04	370.98	407.77
				比流量	5.19	8.64	10.78	12.72	13.32	15.12	16.84	18.51
			瞬時-SSGM	Qp	75.00	127.00	159.00	189.00	198.00	225.00	251.00	276.00
				比流量	3.40	5.76	7.22	8.58	8.99	10.21	11.39	12.53
			瞬時-同位序	Qp	59.00	102.00	129.00	154.00	161.00	184.00	206.00	227.00
				比流量	2.68	4.63	5.86	6.99	7.31	8.35	9.35	10.30
			實測流量	Qp	195.92	307.92	379.87	447.45	468.66	533.64	597.73	661.54
				比流量	8.89	13.98	17.24	20.31	21.27	24.22	27.13	30.03

位置	描述	面積 (km^2)	分析方法		重現期距							
					2	5	10	20	25	50	100	200
C	內雙坑溪入庫前	5.98	合理化	Qp	76.25	115.86	134.73	147.68	152.90	162.97	171.80	181.27
				比流量	12.75	19.37	22.53	24.70	25.57	27.25	28.73	30.31
			△-H	Qp	72.12	101.52	114.38	131.87	129.35	138.71	149.84	287.39
				比流量	12.06	16.98	19.13	22.05	21.63	23.20	25.06	48.06
			△-SSGM	Qp	38.76	63.27	78.44	92.26	96.51	109.29	121.52	133.39
				比流量	6.48	10.58	13.12	15.43	16.14	18.28	20.32	22.31
			△-同位序	Qp	31.07	51.72	64.49	76.13	79.71	90.48	100.78	110.78
				比流量	5.20	8.65	10.78	12.73	13.33	15.13	16.85	18.53
			瞬時-SSGM	Qp	21.00	35.00	43.00	51.00	54.00	61.00	68.00	75.00
				比流量	3.51	5.85	7.19	8.53	9.03	10.20	11.37	12.54
			瞬時-同位序	Qp	16.00	28.00	35.00	42.00	44.00	50.00	56.00	62.00
				比流量	2.68	4.68	5.85	7.02	7.36	8.36	9.36	10.37
			實測流量	Qp	82.16	129.13	159.31	187.65	196.55	223.79	250.67	277.43
				比流量	13.74	21.59	26.64	31.38	32.87	37.42	41.92	46.39
D	雙坑溪入庫前	2.31	合理化	Qp	36.13	58.62	71.14	79.16	84.62	92.37	100.16	115.41
				比流量	15.64	25.38	30.80	34.27	36.63	39.99	43.36	49.96
			Δ-H	Qp	38.66	54.99	62.03	72.28	71.35	76.99	85.27	147.39
				比流量	16.74	23.81	26.85	31.29	30.89	33.33	36.91	63.81
			Δ-SSGM	Qp	14.97	24.44	30.30	35.64	37.28	42.22	46.94	51.53
				比流量	6.48	10.58	13.12	15.43	16.14	18.28	20.32	22.31
			Δ-同位序	Qp	12.00	19.98	24.91	29.41	30.79	34.95	38.93	42.79
				比流量	5.19	8.65	10.78	12.73	13.33	15.13	16.85	18.52
			瞬時-SSGM	Qp	7.00	12.00	15.00	18.00	19.00	21.00	23.00	26.00
				比流量	3.03	5.19	6.49	7.79	8.23	9.09	9.96	11.26
			瞬時-同位序	Qp	6.00	10.00	12.00	15.00	15.00	17.00	19.00	21.00
				比流量	2.60	4.33	5.19	6.49	6.49	7.36	8.23	9.09
			實測流量	Qp	43.61	68.55	84.56	99.61	104.33	118.79	133.06	147.26
				比流量	18.88	29.67	36.61	43.12	45.16	51.43	57.60	63.75
E	關刀山坑入庫前	2.36	合理化	Qp	36.44	58.81	71.06	78.92	84.04	91.41	98.65	118.88
				比流量	15.44	24.92	30.11	33.44	35.61	38.73	41.80	50.37
			Δ-H	Qp	38.78	55.13	62.20	72.45	71.50	77.14	85.37	148.20
				比流量	16.43	23.36	26.36	30.70	30.30	32.69	36.17	62.80
			Δ-SSGM	Qp	15.30	24.97	30.96	36.41	38.09	43.13	47.96	52.64
				比流量	6.48	10.58	13.12	15.43	16.14	18.28	20.32	22.31
			Δ-同位序	Qp	12.26	20.41	25.45	30.05	31.46	35.71	39.77	43.72
				比流量	5.19	8.65	10.78	12.73	13.33	15.13	16.85	18.53
			瞬時-SSGM	Qp	7.00	12.00	15.00	18.00	19.00	22.00	24.00	27.00
				比流量	2.97	5.08	6.36	7.63	8.05	9.32	10.17	11.44
			瞬時-同位序	Qp	6.00	10.00	13.00	15.00	16.00	18.00	20.00	22.00
				比流量	2.54	4.24	5.51	6.36	6.78	7.63	8.47	9.32
			實測流量	Qp	44.19	69.45	85.68	100.93	105.71	120.37	134.82	149.21
				比流量	18.73	29.43	36.31	42.77	44.79	51.00	57.13	63.23
F	大壩	53.45	合理化	Qp	347.56	527.07	617.78	690.69	711.16	769.68	821.82	867.64
				比流量	6.50	9.86	11.56	12.92	13.31	14.40	15.38	16.24
			Δ-H	Qp	344.96	505.84	585.67	675.44	669.37	726.26	776.47	1481.24
				比流量	6.46	9.47	10.96	12.64	12.53	13.59	14.53	27.72
			Δ-SSGM	Qp	310.98	512.25	636.95	750.21	785.12	890.03	990.49	1087.92
				比流量	5.82	9.59	11.92	14.04	14.69	16.65	18.53	20.36
			Δ-同位序	Qp	234.63	397.48	498.22	590.03	618.28	703.16	784.45	863.28
				比流量	4.39	7.44	9.32	11.04	11.57	13.16	14.68	16.15
			瞬時-SSGM	Qp	173.00	297.00	373.00	443.00	464.00	529.00	590.00	650.00
				比流量	3.24	5.56	6.98	8.29	8.68	9.90	11.04	12.16
			瞬時-同位序	Qp	137.00	242.00	307.00	366.00	385.00	440.00	492.00	543.00
				比流量	2.56	4.53	5.74	6.85	7.20	8.23	9.21	10.16
			實測流量	Qp	353.70	555.90	685.80	807.80	846.10	963.40	1079.10	1194.30
				比流量	6.62	10.40	12.83	15.12	15.83	18.03	20.19	22.35

資料來源：經濟部水利署中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國 99 年)



註：1.採用三角形單位歷線配合 Horner 降雨強度公式之 25 及 50 年重現期距洪峰流量。2.單位：cms(cms)
資料來源：經濟部水利署中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國 99 年)

圖 2-1-15 鯉魚潭水庫集水區流量分配圖

四、水庫入流量之關係

(一)越域引水量與水庫總入流量

鯉魚潭水庫之入流水量除由水庫集水區匯集之外，另包括由大安溪士林攔河堰越域引水而來，為瞭解集水區入流水量及士林攔河堰引水量之關係，本計畫蒐集水利署中區水資源局鯉魚潭運轉月報與台電公司卓蘭發電廠士林堰水情統計資料進行分析，其中101年度資料因士林攔河堰越域引水量高於該年鯉魚潭水庫平均入流量，故不列入統計分析，由分析結果(表2-1-8)，自民國92年至106年之平均值，士林攔河堰平均越域引水量約佔鯉魚潭水庫平均入流量之79.53%，計畫區相關水系之流量約佔20.47%，顯示鯉魚潭水庫之水源主要是由大安溪士林攔河堰越域引水而來。

(二)區內水系之入流量

因計畫區內僅於景山溪設有1處流量站，於雙連溪及雙坑溪均無流量站資料，故無法由實測流量瞭解區內水系之入流量及比例。

表 2-1-8 鯉魚潭水庫平均入流量與士林堰引水量資料表

年度	平均入流量(cms)	士林堰引水量(cms)	越域引水流量百分比(%)	備註
92	8.24	4.97	60.32	
93	10.49	6.56	62.54	
94	11.80	7.06	59.83	
95	11.26	8.24	73.18	
96	14.61	12.57	86.04	
97	14.00	10.46	74.71	
98	11.54	9.54	82.67	
99	12.40	10.84	87.42	
100	12.30	9.89	80.41	
101	14.93	15.54	104.09	不列入
102	14.54	13.93	95.80	
103	11.65	9.47	81.29	
104	11.16	9.68	86.74	
105	14.36	13.21	91.99	
106	12.17	11.02	90.55	
平均	12.18	9.82	79.54	

資料來源：經濟部水利署中區水資源局、台電公司卓蘭發電廠及本計畫分析整理

2-1-5 鯉魚潭水庫集水區土砂災害資料

一、土石流潛勢溪流

依據水土保持局民國107年1月更新公告所列出之1719條土石流潛勢溪流，經套疊計畫區範圍計有1條土石流潛勢溪流分佈，編號為苗縣DF056(大克溪)，潛勢等級為高潛勢，其基本資料如表2-1-9所示，以往其最上游源頭處(大克山森林遊樂區上游)於九二一地震後並經桃芝颱風豪雨沖刷曾發生土石流災害，沖毀下游沿線橋梁及果園，目前遭沖毀之橋梁均已修復。

表 2-1-9 鯉魚潭水庫集水區範圍土石流潛勢溪流資料表

編號	舊編號	溪流名稱	集水區面積(ha)	長度(km)	道路	保全戶數	潛勢等級	溪流型態	重要地標	權屬
苗縣DF056	苗栗A027	大克溪	299.28	4.107	苗 55	5戶以上	高	溪流型	大克山森林遊樂區	山坡地及林班地

資料來源：水土保持局及本計畫彙整

二、土砂災害點位

由相關資料得知，區內以往土砂災害及崩塌狀況，主要是由豪雨所引起，其中以九二一地震造成之崩落或滑動及隨後桃芝颱風豪大雨所造

成之崩塌情形最為嚴重，多分佈於計畫區東側之源頭區；而以往較大規模之崩塌地滑區域包含：涵泥坑崩塌地、大份田地滑區、景山地滑區、白石下崩塌地、雙連地滑區、永松坡地滑區及馬鈴坑崩塌地等。

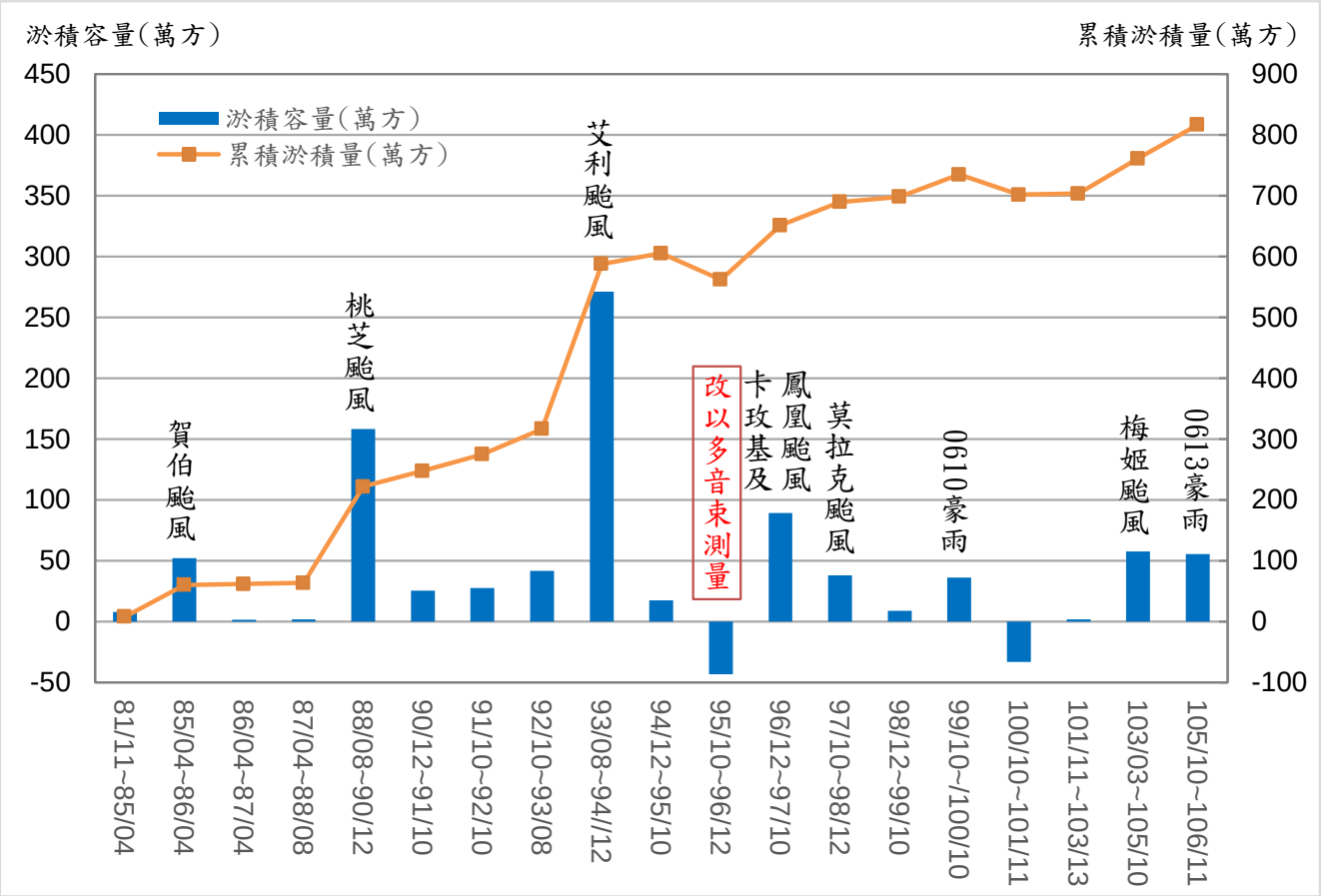
2-1-6 水庫淤積量變化情形與颱風豪雨事件之關係

一、水庫淤積量變化情形

就水庫運作之觀點，集水區治理最大目的在於降低集水區土砂產量，延長水庫使用壽命。換言之，水庫淤積的狀況為評估集水區治理成效最重要的指標。

鯉魚潭水庫原設計總蓄水量為12,606.93萬m^3，有效蓄水量為11,987.15萬m^3，鯉魚潭水庫分別於民國85年4月～106年10月間，已辦理19次淤積測量成果，詳表2-1-10，依民國106年10月淤積測量結果，鯉魚潭水庫在滿水位(標高300m)總蓄水容積為11,790.08萬m^3(蓄水面積為436.39ha)，有效蓄水容積為11,448.69萬m^3，呆容量為341.38萬m^3(呆水位標高243.2m，蓄水面積為44.02ha)，累積淤積量為816.15萬m^3，淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微，而累積年平均淤積量為32.71萬m^3，略低於工程設計階段所推算之年淤積量38.60萬m^3；另與前一期民國105年10月淤積測量結果比較，總蓄水量減少55.58萬m^3，有效蓄水量減少48.84萬m^3，呆容量減少6.75萬m^3，平均淤積高度為0.14m；而水庫之淤積量除由區內產生外，另有部份為由大安溪越域引水而來。

淤積現象易受自然因素如豐水年、枯水年及地震災害與測量方法改變等所影響，例如第2次淤積測量平均淤積量高乃受85年賀伯颱風影響。第5次淤積測量之淤積量較高，則可能肇因為921地震後環庫坡地土石鬆動及崩塌，其土石量經由民國89年象神、90年桃芝、納莉颱風等暴雨事件輸移進入庫區所致。第6、7期淤積測量由於士林攔河堰引水工程進行造成異常淤積情形。第9期於民國93年發生艾利颱風及敏督利颱風，水庫滿庫溢洪。而第11期水庫淤積測量改以多音束方法施測，由於測量方法改變故造成淤積容量有所誤差，致使總容量之淤積容量為-43.22萬m^3，而第16期亦有因測量方法產生之誤差，致使總容量之淤積容量為-33.26萬m^3。第18期較第17期淤積量增加，尤其以中游段較多，可能原因與104年大旱水位(EL約273m)偏低，發電尾水造成景山溪上游段刷深而中游段淤積情形。



資料來源：經濟部水利署中區水資源局，「106 年度鯉魚潭水庫淤積測量報告」(民國 107 年)及本計畫繪製

圖 2-1-16 鯉魚潭水庫各期淤積量變化圖

表 2-1-10 鯉魚潭水庫淤積量歷年統計表

單位：10^4m^3

期別		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
起迄年月			81/11~85/04	85/04~86/04	86/04~87/04	87/04~88/08	88/08-90/12	90/12~91/10	91/10~92/10	92/10~93/08	93/08~94/12	94/12~95/10	95/10~96/12	96/12~97/10	97/10~98/12	98/12~99/10	99/10~100/10	100/10~101/11	101/11~103/03	103/03~105/10	105/10~106/10
淤積年數（年）			3.50	1.00	1.00	1.33	2.33	0.83	1.00	0.83	1.33	0.83	1.17	0.83	1.17	0.83	1.00	1.083	1.33	2.58	1.00
呆容量	剩餘容量	619.78	570.77	556.06	554.86	554.62	370.25	353.88	352.81	348.39	348.60	338.77	367.11	354.98	355.02	343.52	352.83	358.28	356.81	348.13	341.38
	淤積容量		49.01	14.71	1.20	0.24	184.37	16.37	1.07	4.42	-0.21	9.83	-28.34	12.13	-0.04	11.5	-9.31	-5.45	1.47	8.68	6.75
有效容量	剩餘容量	11987.15	12028.03	11990.56	11990.22	11988.49	12014.60	12005.39	11978.92	11941.71	11670.02	11662.57	11677.45	11600.38	11562.14	11564.82	11519.16	11546.97	11546.57	11497.53	11448.69
	淤積容量		-40.88	37.47	0.34	1.73	-26.11	9.21	26.47	37.21	271.69	7.46	-14.88	77.07	38.24	-2.68	45.66	-27.81	0.40	49.04	48.84
總容量	剩餘容量	12606.93	12598.80	12546.62	12545.08	12543.11	12384.85	12359.26	12331.73	12290.10	12018.84	12001.34	12044.56	11955.36	11917.16	11908.34	11871.99	11905.25	11903.38	11845.66	11790.08
	淤積容量		8.13	52.18	1.54	1.97	158.26	25.59	27.53	41.63	271.26	17.50	-43.22	89.20	38.2	8.82	36.35	-33.26	1.87	57.72	55.58
	累積淤積量		8.13	60.31	61.85	63.82	222.08	247.67	275.20	316.83	588.09	605.59	562.37	651.57	689.77	698.59	734.94	701.68	703.55	761.27	816.85
累積淤積率（%）			0.06	0.48	0.49	0.51	1.76	1.96	2.18	2.51	4.66	4.80	4.46	5.17	5.47	5.54	5.83	5.57	5.58	6.04	6.48
平均年淤積量	該期每年		2.32	52.18	1.54	1.48	67.92	30.83	27.53	50.16	203.96	21.09	-36.94	107.47	32.65	10.63	36.35	-30.71	1.41	22.37	55.58
	累積平均		2.32	13.40	11.25	9.34	24.22	24.79	25.04	26.80	44.72	43.32	37.12	40.77	40.22	38.85	38.72	34.97	32.89	31.76	32.71

【註一】第 2 期淤積測量由於 85 年 8 月間受賀伯颱風侵襲影響將水庫上游景山溪引水工程所開挖之泥砂沖刷至水庫。

【註二】第 5 期淤積測量由於 921 大地震（88 年 9 月）造成環庫山坡大量土石坍塌及土石鬆動；再經由 89 年象神颱風，90 年桃芝、納莉及利奇馬等數個颱風帶來水庫及上游近千公釐之豪雨，使得週邊山坡大量土石崩塌或滑落至水庫中。

【註三】第 6,7 期淤積測量由於士林攔河堰引水工程進行造成異常淤積情形，士林攔河堰引水工程於民國 92 年 6 月完工啟用。

【註四】第 9 期於 92 年發生七二水災及艾莉颱風，水庫滿庫溢洪，單次測量淤積量達 271.26 萬立方公尺。

【註五】第 11 期水庫淤積測量改以多音束方法施測，由於測量方法改變故造成淤積容量有所誤差，致使總容量之淤積容量為-43.22 萬立方公尺。

【註六】第 16 期水庫淤積測量因測量方法產生誤差，致使總容量之淤積容量為-33.26 萬立方公尺。

【註七】第 18 期較第 17 期淤積量增加，尤其以中游段較多，可能原因與 104 年大旱水位(EL 約 273m)偏低，發電尾水造成景山溪上游段刷深而中游段淤積情形。

【註八】1.呆 容 量=水位標高 243.2m 以下蓄水容量

2.有效容量=滿水位(水位標高 300m)蓄水量 - 呆容量

3.淤 積 量=前期容量 - 本期容量

4.累積淤積率=累積淤積量÷ 總容量

5.該期每年=總容量之淤積容量 ÷ 淤積年數

6.累積平均=總容量之累積淤積量 ÷ 累加淤積年數

資料來源：經濟部水利署中區水資源局，「106 年度鯉魚潭水庫淤積測量報告」(民國 107 年)

二、重大颱風事件與水庫淤積量之關係

為瞭解鯉魚潭水庫歷年淤積變化與颱風豪雨事件之關聯性，以瞭解歷年颱風豪雨事件對水庫淤積之影響，本計畫蒐集中央氣象局及經濟部水利署雨量站資料，並彙整計畫區內歷年颱風豪雨事件整理如表2-1-11。

鯉魚潭水庫之入流量，主要由士林攔河堰越域引水而來(平均約佔79.5%)，而依士林攔河堰之操作規定，進水流量或含砂濃度過大，可能造成發電機組設施或鯉魚潭水庫淤積不利影響時應關閉取水，故颱洪期間其越域引水量甚少或幾乎不引水，因此颱洪期間之入流量以計畫區內之雙坑溪、雙連溪及景山溪三條溪流匯入水庫為主，並以景山溪之入流量貢獻最大。

由颱洪事件降雨量與淤積量之對應表(詳如表2-1-11)可知，當颱風豪雨發生時，降雨導致河道及越域引水之含砂濃度提升，最後流入庫區進而造成淤積量大增。

民國84年賀伯颱風日降雨量達490.5mm，並造成水庫淤積量增加52.18萬m^3，於民國86~87年間無強降雨事件，故水庫淤積量無顯著增加情形，惟受88年921地震後造成大量崩塌及坡面土石鬆動，形成大量不安定土砂，其後並受90年之桃芝颱風(日降雨量562.4mm)及納利颱風(日降雨量89.9mm)、民國93年之敏督利颱風(日降雨量480.8mm)、艾利颱風(日降雨量556mm)及94年之馬莎颱風(日降雨量308.2mm)等豪雨降流沖刷，使坡面及河道中所堆積之不安定土砂使土砂大量下移影響，導致該期水庫淤積量分別達158.26萬m^3、41.63萬m^3及271.26萬m^3，均高於工程設計階段所推算之年淤積量38.60萬m^3，對水庫之淤積均造成重大影響。

民國97受卡玫基颱風(日降雨量308.2mm)、辛樂克颱風(日降雨量308.2mm)及薔蜜颱風(日降雨量308.2mm)接連侵襲影響，使該期水庫淤積量再度明顯上升至89.20萬m^3，顯示集水區環境有再遭受破壞情形，而民國98年之莫拉克颱風(日降雨量445.8mm)亦有38.20萬m^3淤積量，顯示集水區產生之土砂仍有持續規模下移情形。

於103~105年度間因無重大颱洪事件，故該期水庫淤積量為57.72

萬m^3(年淤積量22.37萬m^3)，已能低於工程設計階段所推算之年淤積量38.60萬m^3，而106年則有數場颱洪事件，並以0614豪雨日降雨量達201.2mm為最，且該期水庫淤積量亦高達55.58萬m^3，顯示區內環境有再發生變化，導致土砂下移情形。

表 2-1-11 鯉魚潭水庫颱風事件與水庫淤積對應表

年度	颱風豪雨	颱風編號	降雨時間	近台強度	累積雨量(mm)	日雨量(mm)	淤積增減量(10^4m^3)
81	0706 豪雨	--	07/04～07/7	--	292	146	8.13
82	0602 豪雨	--	05/26～05/27	--	288	259.8	
83	道格	199413	08/06～08/09	強烈	484.6	258.3	
	葛拉絲	199416	08/31～09/01	中度	200.8	188.9	
84	荻安娜	199502	06/04～06/08	輕度	282.3	137.4	
85	賀伯	199608	07/29～08/01	強烈	917.5	490.5	52.18
86	0609 豪雨	--	06/09～06/12	--	357.4	212	1.54
	溫妮	199714	08/16～08/19	中度	240.9	193.7	
87	瑞伯	199810	10/15～10/16	強烈	280.1	268.3	1.97
88	0527 豪雨	--	05/27～05/28	--	184.9	127.3	158.26
89	巴比侖	200012	08/27～08/30	中度	151.6	91.4	
90	桃芝	200108	07/28～07/31	中度	562.4	562.4	
	納莉	200116	09/13～09/19	中度	236.4	89.9	
91	0710 豪雨	--	07/10～07/12	--	127.2	78.7	25.59
92	0612 豪雨	--	06/07～06/13	--	273.8	126.1	27.53
93	敏督利	200407	07/02～07/04	中度	867.5	480.8	41.63
93	艾利	200417	08/23～08/26	中度	1,011	556	271.26
94	0513 豪雨	--	05/12～05/15	--	324.9	161	
	海棠	200505	07/16～07/20	強烈	475.7	235	
	馬莎	200509	08/04～08/06	中度	532.7	308.2	
95	0609 豪雨	--	06/08～06/10	--	479	169.4	17.50
	碧利斯	200604	07/12～07/15	輕度	255.4	204.3	
96	0604 豪雨	--	06/04～06/08	--	579.1	190.7	-43.22
	韋帕	200712	09/17～09/19	中度	308.1	279.1	
	柯羅莎	柯羅莎	10/04～10/07	強烈	282	237	
97	卡玫基	200807	07/16～07/18	中度	374.9	316.6	89.20
	辛樂克	200813	09/11～09/16	強烈	803.2	483.1	
	薔蜜	200815	09/26～09/30	強烈	340	256.2	
98	莫拉克	200908	08/05～08/10	中度	854.2	445.8	38.20
99	0610 豪雨	201011	09/17～09/20	中度	530.3	169.9	8.82
100	0714 豪雨	201111	07/10～07/14	中度	275.1	107.4	36.35
101	0610 豪雨	--	0610~06/12	--	264.1	116.3	-33.26
	蘇拉	201209	07/30～08/03	中度	677.3	559.8	

年度	颱風豪雨	颱風編號	降雨時間	近台強度	累積雨量(mm)	日雨量(mm)	淤積增減量(10^4m^3)
102	蘇力	201307	7/11～7/13	強烈	493.3	476.7	1.87
	潭美	201312	08/20～08/22	輕度	369.5	244.3	
	康芮	201315	08/27～0831	輕度	288.6	124	
103	0521 豪雨	--	05/18～05/21	--	373.2	123.9	57.72
104	0520 豪雨	--	05/20～05/26	--	355	130.6	
	杜鵑	201521	09/28～09/29	強烈	122.2	69.9	
105	梅姬	201617	09/27～09/29	中度	126.9	86.4	
106	0602 豪雨	--	06/01～06/05	--	355.4	149.4	55.58
	0614 豪雨	--	06/14～06/17	--	501.3	201.2	
	尼莎	201709	07/28～07/30	中度	223.7	100.5	
	海棠	201710	07/29～07/31	輕度			
	0902 豪雨	--	09/02	--	71.1	71.1	

註：96(第 11 期)及 101 年(第 16 期)淤積測量資料受測量方法改變及誤差因素，而產生負值情形
資料來源：經濟部水利署、中央氣象局及本計畫整理

2-1-7 鯉魚潭水庫集水區生態環境資料

本集水區位置及其鄰近地區之環境多屬已開發利用之農耕地、竹林、造林地及建地，自然環境早已改變或破壞殆盡，區內動物種類幾乎是經過長期干擾及適應等遺留下來的種群，已非原本之自然動物相。但因集水庫集水區範圍內受到水源保護區相關法令管制，環境大多維持良好，因此許多台灣原生的植物能夠自然繁衍和興盛；參考苗栗縣政府「苗栗縣鯉魚潭水庫鳥類相及鳥餌植物調查計畫」(民國89年)、台灣電力公司「鯉魚潭水庫士林水力發電工程施工期間環境監測」(民國94年)、行政院農業委員會特有生物研究保育中心「鯉魚潭水庫水域及周邊環境生態資源調查」(民國98年)、經濟部水利署水利試驗規劃所「全省河川生態補充調查與資料庫建立研究計畫」(民國91年)及「大安溪河川情勢調查」(民國99年)等，區內生態環境資料如下：

一、植物

鯉魚潭水庫集水區的植被分佈型態大抵可分為(1)相思樹、桂竹人造林。(2)以山黃麻、構樹等陽性植物為冠層的次生林。(3)在水庫可淹沒區的象草、紫花霍香薊等草生地。(4)在苗52及接續台3線兩側以柑橘、梨子、楊桃、枇杷為主的果園。

相思林在本區植被的覆蓋度中為最高，並多為純林，其主要分佈在苗52南側(即中上坡、稜線)與水庫北側；而在林下邊緣崩塌地常為五節

芒的優勢社會，伴生月桃、長梗紫麻等植物。桂竹林在區內南北側皆有分佈，但其所佔面積不如相思林、次生林及果園來得大，且多零星分散。

肇因於水庫開發及道路拓寬的結果，本區的次生林多集中在苗52北側(即中下坡)與水庫之間的坡度較陡地區。此次生林上層的優勢樹種主要為山黃麻、構樹、白匏子等，伴生羅氏鹽膚木、稜果榕、鵝掌柴等植物。林下邊緣則常見象草、紫花霍香薊等草本植物，而在峭壁則易形成台灣蘆竹的優勢社會。

在水庫可淹沒區因環境變化較大，因此主要為草生地而無法成林。這些草生植物社會大抵可分為象草優勢社會、羊蹄-線球菊優勢社會及紫花霍香薊優勢社會。象草優勢社會在舊山線鐵橋下的水岸邊、鯉魚潭水庫管理局對面荒地及行易橋護管所附近等處有較大面積的分佈。而羊蹄-線球菊優勢社會及紫花霍香薊優勢社會主要集中在行易橋附近。

在集水區附近的果園主要分佈在水庫南側苗52(約7K至10K沿線)及台3線兩側較平坦處，水庫北側亦有果園，但相對距水庫較遠，面積亦較小。果園中以種植柑橘、梨子、楊桃、枇杷為主，其中又以柑橘、梨子的種植面積較大。而在柑橘園中常加種檳榔。

二、動物

(一)鳥類

按「苗栗縣鯉魚潭水庫鳥類相及鳥餌植物調查計畫(2000)」本集水區鳥類計15目39科102種。在目的組成方面，除鷹形目、雞形目、鴿形目、鵑形目、鴞形目、雨燕目、佛法僧目、鴷形目、雀形目為陸生性鳥類的族群，其他如鷿鷉目、鵜形目、鸛形目、鶴形目、鷸形目、和佛法僧目的翠鳥為水鳥族群多為葷食性鳥類。

在鳥種的稀有程度上，其中以鸕鷀、綠簑鷺、黑冠麻鷺、栗小鷺、松雀鷹、雕頭鷹、深山竹雞、藍腹鷴、灰腳秧雞、綠鳩、針尾雨燕、朱鸝、大彎嘴、綠畫眉、家八哥等15種屬不常見種類，北雀鷹、魚鷹、山鷸等三種為稀有種類。

(二)哺乳類

本集水區可見之哺乳類包括：灰鼩鼱、錢鼠、鼷鼠、台灣獼猴、穿山甲、台灣小蹄鼻蝠、渡瀨氏鼠耳蝠、東亞家蝠、野兔、赤腹松鼠、鬼

鼠、台灣刺鼠、小黃腹鼠、溝鼠、家鼠、白鼻心等。其中有3種特有種生物(台灣獼猴、台灣刺鼠、小黃腹鼠)，6種特有亞種物種(灰鼩鼱、鼴鼠、穿山甲、渡瀨氏鼠耳蝠、野兔、白鼻心)。3種二級保育類物種(台灣獼猴、白鼻心、穿山甲)。

(三)蝴蝶

本區部分地區屬於已開發的農田或果園及少許人工建築，大部分地區為次生林地。因此，蝴蝶的種類和數量有部分屬於開闊地的蝴蝶相，更有大部分屬於森林溪流性的蝴蝶相；已開發的農田或果園及次生林地為主要環境。蝴蝶的種類和數量以開闊的次生林地較為豐富，於樹林和溪谷亦有部分屬於森林溪流性的蝴蝶相。

本區常見蝴蝶包括：大綠弄蝶、黑弄蝶、台灣黃斑弄蝶、竹紅弄蝶、一文字弄蝶、姬一文字弄蝶、幽靈弄蝶、南亞穀弄蝶、大紅紋鳳蝶、紅紋鳳蝶、青帶鳳蝶、青斑鳳蝶、綠斑鳳蝶、黃星鳳蝶、無尾鳳蝶、白帶鳳蝶、藍鳳蝶、玉斑鳳蝶、寬帶鳳蝶、玉牙鳳蝶、渡邊鳳蝶、美鳳蝶、碧鳳蝶、台灣烏鴉鳳蝶、琉璃紋鳳蝶、報喜斑粉蝶、紅紋粉蝶、菜粉蝶、台灣紋白蝶…等等。

(四)水域動物

本集水區水域動物的分佈與土地開發程度、野溪治理狀況有關；蓄水區北側支流關刀山一帶(關刀溪、雙坑溪)集水區由於開發強度低，鮮有道路穿越，溪流二側幾無人工設施，故水域物種最為豐富。

蓄水區南側支流(桂竹林溪、花草坑溪、馬鈴坑溪)沿岸果園林立，治理方式則以傳統光面RC護岸、固床工最多，缺乏水域物種所需棲息空間，此外，由於果園排水緊鄰野溪，溪流常呈優氧狀態，現勘過程中較少發現水域動物。

蓄水區東側溪流(景山溪、坪林溪)一帶開發程度亦高，尤以坪林溪二側為最，本處溪流護岸形式多屬光面RC型態，溪流中布設大量RC固床工，水質亦有優氧化現象，為本集水區水生物種生存條件最惡劣者；蘇魯溪一帶水質較佳，惟本段溪流常有以混凝土封底狀況，不利水生物種繁衍；流壁下溪較多原始河道，由於其投入治理時間較晚，故護岸設置多已納入生態考量，以砌石為主，有利於水生物種生存。

整體而言，集水區內果園密集度愈高者，野溪水質優氧程度愈高、河道內人工構造物愈多；而河道構造物普遍未納入生態考量，治理愈早者，其治理方式愈不符生態原則，故水生物種亦隨上述現象消長。本集水區可見之水域動物種類參考相關文獻敘述於下：

1.兩生類

本區可見之兩生類包括：盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、貢德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、澤蛙、斯文豪氏赤蛙、日本樹蛙、褐樹蛙、艾氏樹蛙、面天樹蛙、白頷樹蛙、莫氏樹蛙、台北樹蛙等等。

除了貢德氏赤蛙、台北樹蛙為不普遍物種且為保育類外，其餘物種尚稱常見，種類雖不算豐富，由於環境潮濕，數量上卻相當豐富。

2.蝦蟹類

本區可見之蝦蟹類包括：粗糙(黑殼)沼蝦、滑(花)殼沼蝦、大和米蝦、擬多齒米蝦、多齒新米蝦等，以粗糙沼蝦及滑殼沼蝦數量最多，而蟹類則以拉氏清溪蟹最為普遍;本區溪流水量受到季節性變化影響，淡水蝦、蟹類種類與數量不甚豐富，均屬淡水溪流或池塘常見種類。

3.魚類

本區可見之魚蟹類包括：台灣間爬岩鰍、鯽魚、台灣石魚賓、台灣鏟頷魚、高體鱒鮈、平頷鱲、粗首鱲、台灣馬口魚、花鰍、塘蝨魚、鯰魚、脂鮠、食蚊魚、鱧、極樂吻鰕虎、褐吻鰕虎、蓋斑鬥魚等等。除塘蝨魚、鯰魚、蓋斑鬥魚、鯽魚以外，均為常見物種。

2-1-8 相關計畫及保育治理工作辦理情形

一、相關計畫

鯉魚潭水庫於水庫興建前期即進行水庫集水區保育調查規劃，最早由臺灣省政府建設廳水利局於於民國72年9月完成的「鯉魚潭水庫集水區保育調查規劃報告」，民國81年11月完工後，先後完成「台灣省鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期治理計畫」(民國86年)、「鯉魚潭水庫集水區特定水土保持區及保護帶劃設」(民國89年)、「鯉魚潭水庫集水區治理工程調查規劃設計」(民國94年)、「鯉魚潭水庫蓄水範圍與保護帶保育先期規劃」(民國96年)、「鯉魚潭水庫蓄水區景山溪上游囚砂工程規劃」(民國98年)、「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國99年)，以及水庫歷

次淤積測量成果報告等，另外水土保持局亦民國94年完成「鯉魚潭水庫上游集水區整體治理調查規劃」。

二、相關整治工程

鯉魚潭水庫集水區有系統之治理，可溯自民國72年時省水利局委託省水土保持局及水土保持局台中分局辦理水庫集水區保育利用計畫，計畫全程係自民國76年7月日至民國80年6月30日止，分四年間執行，治理計畫工作項目包括農地水土保持、農業經營輔導、防砂工程處理、道路水土保持處理、崩塌地處理、蝕溝控制工程、林業經營輔導等七項工作。

時至民國86年，台灣省鯉魚潭水庫管理局進行水庫集水區水土保持第二期治理調查規劃工作，針對水庫集水區內各項問題進行調查、評估及規劃，分別包括農地水土保持、防砂壩工程、崩塌地處理、道路水土保持、坑溝處理、農業輔導經營及造林計畫等七大項訂定治理計畫，分六年實施，惟因治理權責不甚明確，故相關計畫成果未能完整推動。

而經濟部為解決泥砂沖蝕淤積及水質優養問題，擬定有「中小型水庫保育整體計畫」，自民國86年度起至90年度分五年據以實施辦理，工作內容包括滿水位週邊環帶、種樹造林、崩塌地治理、農地與道路水土保持及水庫淤砂濬渫與水質改善等項目。

除計畫性治理措施外，經濟部核列「水庫集水區緊急治理工程計畫」，而水土保持局、林務局及公路總局亦針對年度災害編列預算，來加強相關集水區治理保育工作，於96~106年間，合計執行143件工程，經費約584,294仟元，詳表2-1-12~表2-1-16所示，於各權責單位治理及近年無重大颱洪事件侵襲下，區內無發生大規模崩塌及重大土砂災害，且能維持穩定供水，對集水區環境具有正面效益。

表 2-1-12 鯉魚潭水庫集水區各權責單位近年整治工程統計表

單位	年度											
	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	小計
水利署中區水資源局	4	1	3	6	2	3	3	5	8	3	1	39
水土保持局臺中分局	11	6	8	10	8	12	8	5	10	8	2	88
林務局新竹林管處	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6
公路總局第二區養護工程處	3	2	1	-	1	1	-	1	-	1	-	10
合計	23	9	13	16	11	16	11	11	18	12	3	143

資料來源：水利署中區水資源局、水土保持局、林務局、公路總局及本計畫整理

表 2-1-13 經濟部水利署中區水資源局歷年整治一覽表

年度	工程名稱	經費(仟元)
96	鯉魚潭水庫新開段緊鄰蓄水區環帶護坡工程	9,940
96	鯉魚潭水庫新開段蓄水範圍週邊造林植生復育工程	3,750
96	96 年度鯉魚潭水庫集水區治理及庫區改善工程	10,800
96	96 年度鯉魚潭水庫環境綠化美化整理及維護工程	6,150
97	97 年度鯉魚潭水庫蓄水區雙連-下中心邊坡崩塌處理工程	2,410
98	鯉魚潭水庫蓄水範圍周邊水質及環境改善工程設計及監造	2,600
98	鯉魚潭水庫蓄水區新開村周邊水質及環境改善第一期工程	4,700
98	鯉魚潭水庫蓄水區新開村周邊水質及環境改善第二期工程	7,849
99	鯉魚潭水庫蓄水區新開村周邊水質及環境改善第三期工程	15,050
99	99 年度鯉魚潭水庫攔木索更新工程	4,980
99	99 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及清理	1,138
99	鯉魚潭水庫蓄水區周邊水質及環境改善第 2 期工程	7,849
99	鯉魚潭水庫蓄水區周邊水質及環境改善第 3 期工程	11,889
99	鯉魚潭水庫蓄水區新開村周邊水質及環境改善第三期工程	15,050
100	100 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及清理	1,086
100	鯉魚潭水庫蓄水區歸安橋下游囚砂工程	4,550
101	101 年度鯉魚潭水庫水土保持及環境改善工程設計監造	786
101	101 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及清理	238
101	101 年度鯉魚潭水庫水土保持整治工程	11,244
102	鯉魚潭水庫集水區周邊水土保持整治及排水改善工程	10,800
102	102 年度鯉魚潭水庫周邊水土保持處理與維護工程	5,670
102	102 年度鯉魚潭水庫水土保持及環境改善工程設計及監造	2,285
103	103 年度鯉魚潭水庫所轄設施周邊改善及綠化工程	10,230
103	103 年度鯉魚潭水庫所轄設施維護及搶險(修)工程(開口契約)	2,300
103	103 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及大壩邊坡雜物清理	1,328
103	103 年度鯉魚潭水庫水土保持及環境改善工程設計及監造	1,520
103	103 年度鯉魚潭水庫集水區周邊水土保持整治及排水改善工程	5,450
104	104 年度鯉魚潭水庫集水區周邊水土保持整治及排水改善工程	3,450
104	104 年度鯉魚潭水庫鄰近蓄水範圍邊坡治理工程	4,577
104	104 年度鯉魚潭水庫所轄水庫周邊土地設施改善及綠化工程	9,760
104	104 年度鯉魚潭水庫公共給水生態放流蝶閥及機房改善工程	3,672
104	104 年度鯉魚潭水庫水土保持及環境改善工程設施計及監造	597
104	104 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及大壩出露邊坡雜物清理	1,363
104	104 年度鯉魚潭水庫所轄設施維護及搶險（修）工程（開口契約）	3,128
104	104 年度鯉魚潭水庫投池右岸及倉庫設施維護改善工程	3,517
105	105 年度鯉魚潭水庫所轄設施維護及搶險（修）工程（開口契約）	2,200
105	105 年度鯉魚潭水庫鄰近蓄水範圍水土保持處理與設施更新改善工程	6,620
105	105 年度鯉魚潭水庫蓄水區漂流物打撈及大壩出露邊坡雜物清理	1,052
106	106 年度鯉魚潭水庫所轄週邊設施改善及保育工程	6,570
小計		208,148

資料來源：水利署中區水資源局及本計畫整理

表 2-1-14 水土保持局臺中分局歷年整治一覽表

年度	工程名稱	經費(仟元)
96	東籬苑災修復建工程	8,000
96	南和野溪整治工程	2,000
96	大坪林段 0015-0277 地號安全排水工程	2,300
96	鹿廚安全排水工程	2,500
96	桂竹林支線安全排水工程	2,300
96	上中心安全排水及駁坎工程	1,200
96	大坪林段 1788 地號安全排水工程	1,500
96	桂竹林 2527 地號安全排水工程	1,800
96	桂竹林道崩塌地工程	2,500
96	卓蘭、獅潭、泰安、南庄、三灣等地區坡地保育工程	15,000
96	西坪里西坪段 305 地號邊坡穩定工程	2,000
97	三玄宮旁大崩塌地處理工程	5,700
97	內雙坑野溪整治工程	1,000
97	卓蘭鎮西坪二鄰野溪整治工程	100
97	卓蘭鎮坪林里大坪林段蝕溝整治工程等二件工程	1,300
97	栗林村 14 鄰崩塌緊急處理工程	290
97	薑麻園聖衡宮旁邊坡緊急處理工程	296
98	內雙坑野溪整治工程	6,000
98	卓蘭鎮西坪二鄰野溪整治工程	1,400
98	黃厝安全排水及邊坡擋土工程	3,000
98	竹橋安全排水工程	2,500
98	南湖段 1105 等地號安全排水工程	2,800
98	大坪林段坑溝維護工程	299
98	環湖道網形幹 53 號旁野溪整治工程	100
98	雙埤溪和平橋上下游整治工程	6,198
99	環湖道網形幹 53 號旁野溪整治工程	6,900
99	卓蘭雙連蓄水池工程	500
99	南湖段 1297-118 等地號安全排水	3,000
99	南湖段 1326-42 等地號安全排水	3,000
99	地母娘安全排水工程	3,000
99	大克六橋上下游野溪整治工程	6,000
99	雙連 8 號旁野溪整治工程	5,000
99	雙坑野溪整治工程	5,000
99	栗林村 9 鄰野溪整治工程	8,000
99	大克野溪等野溪坑溝災害整治工程	6,500
100	內雙坑野溪整治三期工程	5,000
100	100 年度大湖鄉 11 村水土保持維護工程	1,500
100	南湖段 1326-276 地號旁坑溝及崩塌地整治工程	3,500
100	坪林溪中游野溪整治工程	1,800
100	白石下野溪整治工程	4,165
100	東豐橋上游野溪及崩塌地處理工程	4,500
100	雙坑野溪整治二期工程	800
100	歸安橋旁坑溝整治工程	800

年度	工程名稱	經費(仟元)
101	苗 54-1 線雙連復興橋下游野溪整治工程	4,650
101	小風空野溪整治工程	4,965
101	桂竹林野溪整治工程	4,917
101	坪林里 12 鄰野溪整治工程	3,107
101	新開雙坑橋農塘改善工程	3,500
101	雙連中心農塘改善工程	4,500
101	坪林風空農塘改善工程	2,000
101	坪林下中心農塘改善工程	3,500
101	坪林地滑地整治一期工程	7,000
101	流壁野溪整治工程	2,200
101	新開村第 4 鄰坑溝整治工程	4,500
101	新開村 3 鄰坑溝整治工程	3,500
102	西坪里卓蘭段坑溝整治工程	4,000
102	新開村五鄰崩塌地處理工程	2,800
102	卓蘭大坪林段坑溝整治工程	4,000
102	新開竹橋坑溝治理工程	4,000
102	新開村雙坑地區水土保持工程	1,500
102	坪林地滑地整治二期工程	7,500
102	巴哈岐野溪整治工程	7,900
102	哆嚧固野溪整治工程	3,500
103	白石幹電桿旁坑溝整治工程	4,500
103	大坪林農塘改善工程	5,000
103	卓蘭西坪里 9 鄰坑溝整治工程	3,500
103	坪林里雙連路旁坑溝整治工程	3,500
103	新開竹橋二期改善工程	2,500
104	卓蘭鎮坪林里 2 鄰坑溝整治工程	2,000
104	大湖鄉栗林村白石幹坑溝整治二期工程	4,700
104	大湖鄉栗林村 11 鄰坑溝整治工程	2,700
104	內雙坑野溪整治四期工程	5,000
104	坪林彭厝農塘改善工程	3,000
104	苗栗縣卓蘭鎮大坪林段 88-46 地號農塘改善工程	2,250
104	榮民村坑溝整治工程	3,000
104	雙連野溪整治工程	4,000
104	大湖南湖段 680-256 地號旁坑溝整治工程	2,000
104	卓蘭鎮坪林里 12 鄰坑溝整治工程	2,000
105	卓蘭鎮景山國小旁野溪治理工程	3,000
105	麻竹窩野溪整治工程	3,000
105	雙連農塘改善工程	4,500
105	雙連劉厝農塘改善工程	4,500
105	拖沙尾農塘改善工程	2,500
105	景山竹泰農塘改善工程	4,000
105	江屋庄農塘改善工程	4,500
105	坪林里大坪林段水梯田復育工程	4,800
106	坪林雙連野溪整治工程	4,500
106	卓蘭酸柑湖段 48 地號旁野溪整治工程	2,000
小計		311,537

表 2-1-15 林務局新竹林管處歷年整治一覽表

年度	工程名稱	經費(仟元)
96	景山溪野溪截水溝設置、打樁編柵工程	5,000
96	鋪網植生	3,000
96	鋪網植生	1,500
96	鋪網植生	3,000
96	鋪網植生	2,000
98	大安溪區第 11 林班坑溝整治工程	6,182
小計		20,682

資料來源：林務局及本計畫整理

表 2-1-16 交通部公路總局第二區養護工程處歷年整治一覽表

年度	工程名稱	經費(仟元)
96	96 年度苗栗工務段轄區省道台三線景山橋補強工程	1,601
96	海棠颱風災害台 3 線 101k~146k 路基缺口及邊坡植生修復工程	8,415
96	96 年度 0604 豪雨災害台 3 線 102k+300 及台 61 線 108k+577、109k+200 路基缺口修復工程	2,105
97	韋帕颱風災害台 3 線 121k~147k 路基缺口修復及邊坡保護工程	3,821
97	97 年度辛樂克及薔蜜災害台 3 線 128k+290 富興橋路基缺口修復工程	3,042
98	辛樂克及薔蜜颱風災害台 3 線 133K+050~147K+315 路基缺口及邊坡修復工程	1,718
100	台 3 線 110K+010~147k+230 及台 13 線 30K+420~+500 邊坡保護工程	9,790
101	台 3 線南湖一橋及南湖二橋防洪閘門(陸閘)工作	2,154
103	苗栗段轄區邊坡地錨補強工程	5,104
105	105 年尼伯特颱風專案災害台 3 線 132k+300~132k+326、143k+965~143k+985 復建工程	6,177
小計		43,927

資料來源：公路總局及本計畫整理

另外，苗栗縣政府、卓蘭鎮公所及大湖鄉公所針對鯉魚潭水庫集水區內各易形成災害區域所發包之工程，其項目包含有擋土牆、道路邊坡排水、道路駁坎、排水箱涵...等工程。

2-1-9 前期保育實施計畫成效與檢討

鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-107年)依行政院95年核定「水庫集水區保育綱要」辦理，治理期間自民國104年起至107年止，由經水字第10602614281號函核定辦理，執行機關包含經濟部水利署中區水資源局、農委會水土保持局臺中分局、農委會林務局新竹林區管理處、交通部公路總局第二區養護工程處苗栗工務段、財政部國有財產署中區分署苗栗辦事處、行政院環境保護署、苗栗縣政府等機關。

經蒐集、彙整鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-107年)各權責單位實際執行成效說明如下。

一、104-107年經費執行及績效指標達成成果

彙整各權責單位執行經費及績效指標達成情形如表2-1-17所示，各項工作均確實執行及推動，使經費之執行率及指標達成率均達100%，並達成預定目標。

二、104-107年經費執行及績效指標達成情形檢討

由經費之執行率可知，於植樹防砂保土策略之工作項目，其執行經費多有增加，並使執行率高於100%，顯示各權責單位除依據原預定經費及績效指標辦理各項保育工作外，於執行期間並持續滾動檢討，依環境狀況適時調整保育治理內容及經費，確保保育治理工程之有效性，並能達成預定績效指標，且於近年無重大颱洪事件影響下，區內環境大致穩定，無產生大規模崩塌及重大土砂災害，有助整體環境保育及降低土砂入庫，建議後續以集水區管理為主，並於汛期後採滾動檢討，依環境變化情形適時調整保育治理策略及內容，以維護集水區水土資源永續。

而於監測巡查護水及分級分區管理策略之工作項目，各權責單位均依循預定經費及績效指標辦理，並如期如實達成預定經費及績效指標，於各權責單位的共同努力下，使集水區內無發現重大違規情事，執行成效良好，建議後續除持續進行監測巡查護水各項工作外，並依「全國國土計畫」、「全國區域計畫」及相關目的事業主管法令規定進行土地管理工作。

於削污減肥保源策略部份，因鯉魚潭水庫集水區非屬都市計畫區，且因聚落分散，故無規劃生活污水處理設施，亦尚未訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範，建議後續相關權責單位可逐步著重此策略相關工作項目之推動，針對點源污染及非點源污染推動聚落型污水處理設施、合併式淨化槽及低衝擊開發設施等方式改善水質，並針對集水區內之農業，檢討訂定農藥及肥料使用管理規範。

表 2-1-17 前期保育實施計畫(104-107 年)經費及績效指標達成情形表

策略	工作項目(主項目)	工作項目(分項目)	工作項目(子項目)	執行機關	經費執行率（%）					工作指標							
										104		105		106		107	
					104	105	106	107	小計	原定	達成	原定	達成	原定	達成	原定	達成
植樹防砂保土	1.造林植栽	(1)林班地造林		林務局新竹林管處	-	100.0	-	執行中	100.0	-	-	1 萬 m^2	1 萬 m^2	4 萬 m^2	刪除	2 萬 m^2	執行中
		(2)植栽		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.水庫蓄水範圍(含保護帶)治理	(1)河道治理或邊坡保護		水利署中區水資源局	152.2	114.7	93.4	執行中	131.4	8 處	8 處	6 處	6 處	6 處	6 處	6 處	執行中
		(2)道路等相關設施維護		水利署中區水資源局	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(3)庫區清淤		水利署中區水資源局	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.山坡地治理	(1)野溪整治、崩塌地處理		水保局臺中分局	340.6	-	65.0	執行中	357.6	3 處	10 處	-	8 處	2 處	2 處	2 處	執行中
		(2)排水設施		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.林班地治理			林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.道農路水土保持及路面維護	(1)道路路面維護		公路總局苗栗工務段	-	561.5	-	執行中	154.8	100 m^2	刪除	150 m^2	150 m^2	300 m^2	刪除	200 m^2	執行中
		(2)農路路面維護		苗栗縣政府工務處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.山坡地土地可利用限度查定			水保局 苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-	-	1 件	1 件	-	-	-	-
	7.國有非公用土地清查及管理	(1)土地使用情形清查		國產署中區分署苗栗辦事處	100.0	-	-	-	100.0	24.19 ha	24.19 ha	-	-	-	-	-	-
		(2)被占用土地處理收回		國產署中區分署苗栗辦事處	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	9.57 ha	9.57 ha	6.67 ha	6.67 ha	4.67 ha	4.67 ha	3.27 ha	執行中
	8.國有林地出租造林地補償收回			林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
監測	1.水庫水質監測			環保署	-	-	-	-	-	4 次	4 次	4 次	4 次	4 次	4 次	4 次	執行中

巡查護水				水利署中區水資源局	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	執行中
	2.集水區保育監測網建置				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
監測巡查護水	3.土地巡查、取締、管理及宣導	(1)土地巡查、取締、管理	集水區土地巡查、取締	苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			國有非公用土地巡護	國產署苗栗辦事處	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	46 次	46 次	48 次	48 次	46 次	46 次	46 次	執行中
			污染源稽查及環境檢測	環保署	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			水庫蓄水範圍設施維護	水利署中區水資源局	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	12 次	執行中
			土石流警戒基準值檢討	水保局臺中分局	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	2 次	2 次	2 次	2 次	2 次	2 次	2 次	執行中
		(2)水土保育宣導	水庫防災演練與宣導	水利署中區水資源局	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			水土保持防災教育宣導	苗栗縣政府水利處	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	1 場	1 場	13 場	13 場	7 場	7 場	1 場	執行中
			土石流防災宣導	苗栗縣政府水利處	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	14 場	14 場	7 場	7 場	6 場	6 場	5 場	執行中
削污減肥保源	1.都市計畫區生活污水處理規劃			苗栗縣政府	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.檢討訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範			農委會	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.推動集水區低衝擊開發設施			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
分級分區管理	1.生態檢核作業			水利署中區水資源局	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.保育新生活			水利署中區水資源局	100.0	100.0	100.0	執行中	100.0	2	2	2	2	2	2	2	執行中

2-1-10集水區及集水分區劃分

本計畫依照鯉魚潭水庫集水區之水系、地形等立地條件，將集水區劃分為4個子集水區，並於子集水區下再劃分為14個集水分區，其劃分原則如下：

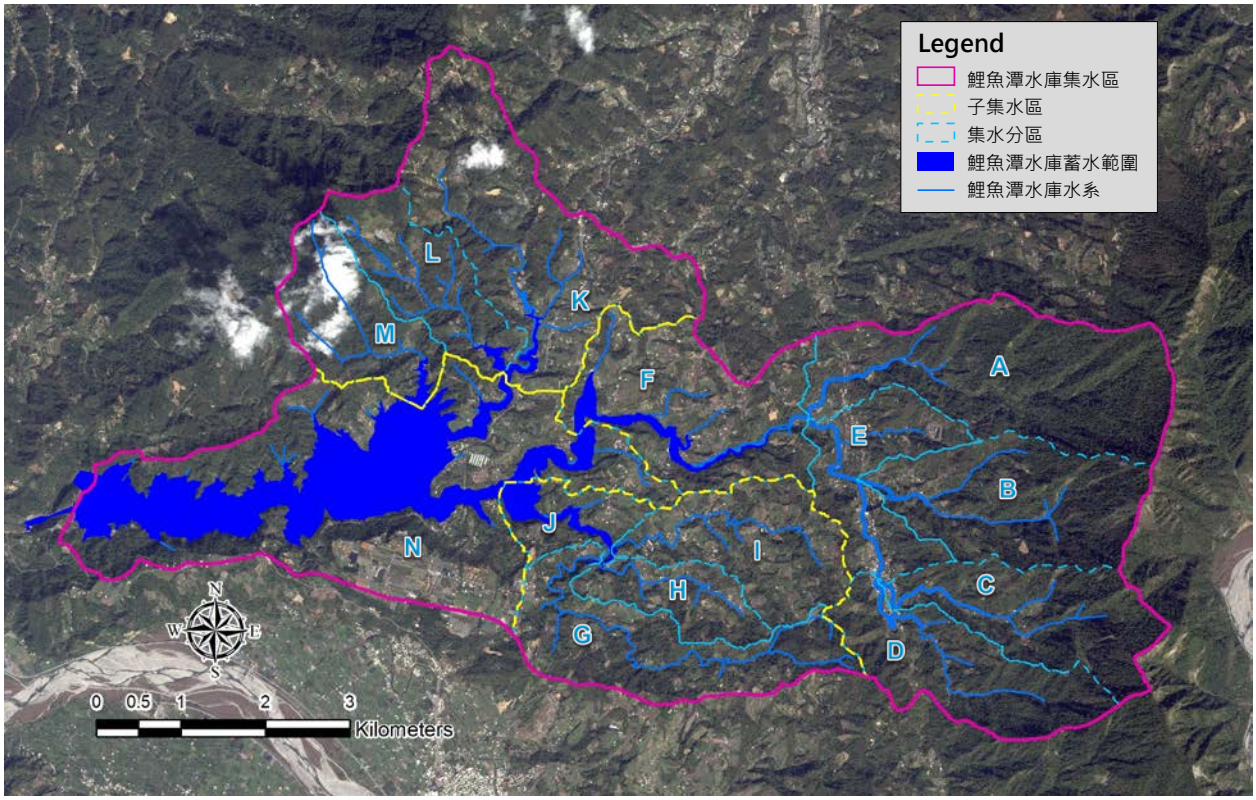
一、依照內政部所提供1*1m 數值高程模型劃分

二、依照主流及主要支流水系劃分

依子集水區及集水分區劃分成果，作為大尺度環境監測、集水區調查以及相關健檢評估之單元，劃分結果如表2-1-18及圖2-1-17所示。

表 2-1-18 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區劃分一覽表

子集水區名稱	集水分區代號	集水分區名稱	面積(ha)
景山溪子集水區	A	流壁下溪	306.59
	B	大克溪	303.64
	C	爽文溪	387.67
	D	蘇魯溪	546.72
	E	坪林溪	235.42
	F	景山溪	423.50
	合計		2,203.54
雙連溪子集水區	G	馬鈴坑溪	359.06
	H	花草坑溪	140.98
	I	桂竹林溪	284.22
	J	雙連溪	116.99
	合計		901.25
雙坑溪子集水區	K	內雙坑溪	598.43
	L	雙坑溪	231.42
	M	關刀山坑	236.03
	合計		1,065.88
鯉魚潭庫區子集水區	N	鯉魚潭庫區	1,174.33
總計			5,345.00



資料來源：本計畫劃分繪製

圖 2-1-17 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區劃分圖

2-2 士林攔河堰水庫集水區地文、水文資料

2-2-1 士林攔河堰水庫基本資料

士林攔河堰位於苗栗縣泰安鄉士林村附近之大安溪上，興建於民國83年8月，於民國89年6月竣工，主要功能為攔蓄大安溪水流，由設置於右岸之進水口導引溪水經頭水隧道至卓蘭發電廠發電後，再排放至景山溪，順流而下注入鯉魚潭水庫，資料資料詳表2-2-1所示。

表 2-2-1 士林攔河堰水庫基本資料表

一、興辦單位			台灣電力公司
二、施工日期			民國 83 年 8 月~民國 89 年 6 月
三、管理機關			台灣電力公司卓蘭發電廠
四、計畫標的			利用大安溪引水路落差發電，並將大安溪流域中、上游流量引入鯉魚潭水庫供多目標使用，充分開發水力資源。
五、位置			苗栗縣泰安鄉
六、河系			大安溪
七、調整池	集水區面積		450.04 平方公里
	調整池面積		0.3 平方公里
	標高	高水位	EL.604.80 公尺
		低水位	EL.599.50 公尺
	有效容量		731,110 立方公尺(民國 106 年 9 月測量結果)
	設計洪水		9,300 立方公尺/秒
	洪水位		EL.605.50 公尺
八、攔河堰	堰型		混凝土重力壩
	堰頂標高		EL.607.50 公尺
	堰高		21.00 公尺
	堰頂長度		253.50 公尺
九、溢洪道	型式		重力式臥箕堰
	最大排洪量		8,983 立方公尺/秒
	控制水門		垂直啟閉式固定輪閘門(低槽段 3 門寬 11.5 公尺×高 8.8 公尺，高槽段 14 門寬 11.5 公尺×高 8.3 公尺)
十、排砂道	型式		重力式臥箕堰
	最大排洪量		457 立方公尺/秒
	控制水門		垂直啟閉式固定輪閘門 2 門(寬 4.5 公尺×高 6.0 公尺)
十一、其他附屬設施			靜水池、進水口、側溢道、河道放水道、魚道、士林村灌溉放水道、觀測儀器系統

資料來源：.經濟部水利署、台灣電力公司及本計畫整理

2-2-2 士林攔河堰水庫集水區地文資料

一、地理位置

士林攔河堰位於苗栗縣泰安鄉士林村附近之大安溪中游河谷束縮之隘口處，距象鼻橋下游約2.5km處，位置如圖2-2-1，集水區面積447.12km^2，除攔河堰下游左岸屬於台中市和平區外，堰址上游兩岸及下游右岸均屬於苗栗縣泰安鄉。



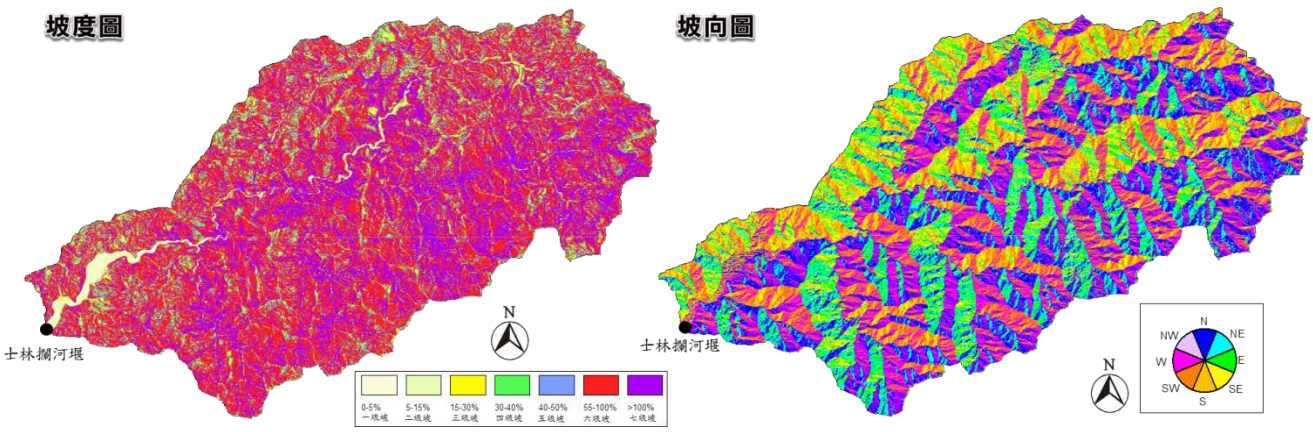
資料來源：台灣電力公司「士林攔河堰水庫集水區保育實施計畫」(民國 107 年)

圖 2-2-1 士林攔河堰位置圖

二、地形、坡度、坡向

集水區之地勢係由東部高峻逐漸向西傾斜，最東邊為雪山山脈群，包括了著名的雪山及大霸尖山，自東至北以逆時鐘方向環繞整個集水區，最高為雪山海拔高達3,885.8m，大安溪河道自雪山山脈至堰址一帶屬山地地形，河道高程由2,840m降至597m左右，平均坡度約4%，堰址下游即雙崎以下為大安溪出山谷河段，兩岸較為開展。

集水區內山坡地之地形陡峭，以六、七級坡為主，約占75%，再加上五級坡，則約占88%，坡向則以西、西南與西北向為多，合計約占43.3%。其餘各坡向所占比例較為平均，大多占10%~12%之間，如圖2-2-2所示。



資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

圖 2-2-2 士林攔河堰水庫集水區坡度、坡向圖

表 2-2-2 士林攔河堰水庫集水區坡度、坡向統計表

坡度	面積(km^2)	百分比(%)	坡向	面積(km^2)	百分比(%)
一級坡	3.55	0.79	N	52.42	11.65
二級坡	7.11	1.58	NE	56.39	12.53
三級坡	18.90	4.20	E	48.70	10.82
四級坡	24.30	5.40	SE	48.60	10.80
五級坡	57.15	12.70	S	49.10	10.91
六級坡	238.97	53.10	SW	61.48	13.66
七級坡	100.04	22.23	W	63.28	14.06
-	-	-	NW	70.07	15.57
合計	450.04	100.00	合計	450.04	100.00

資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

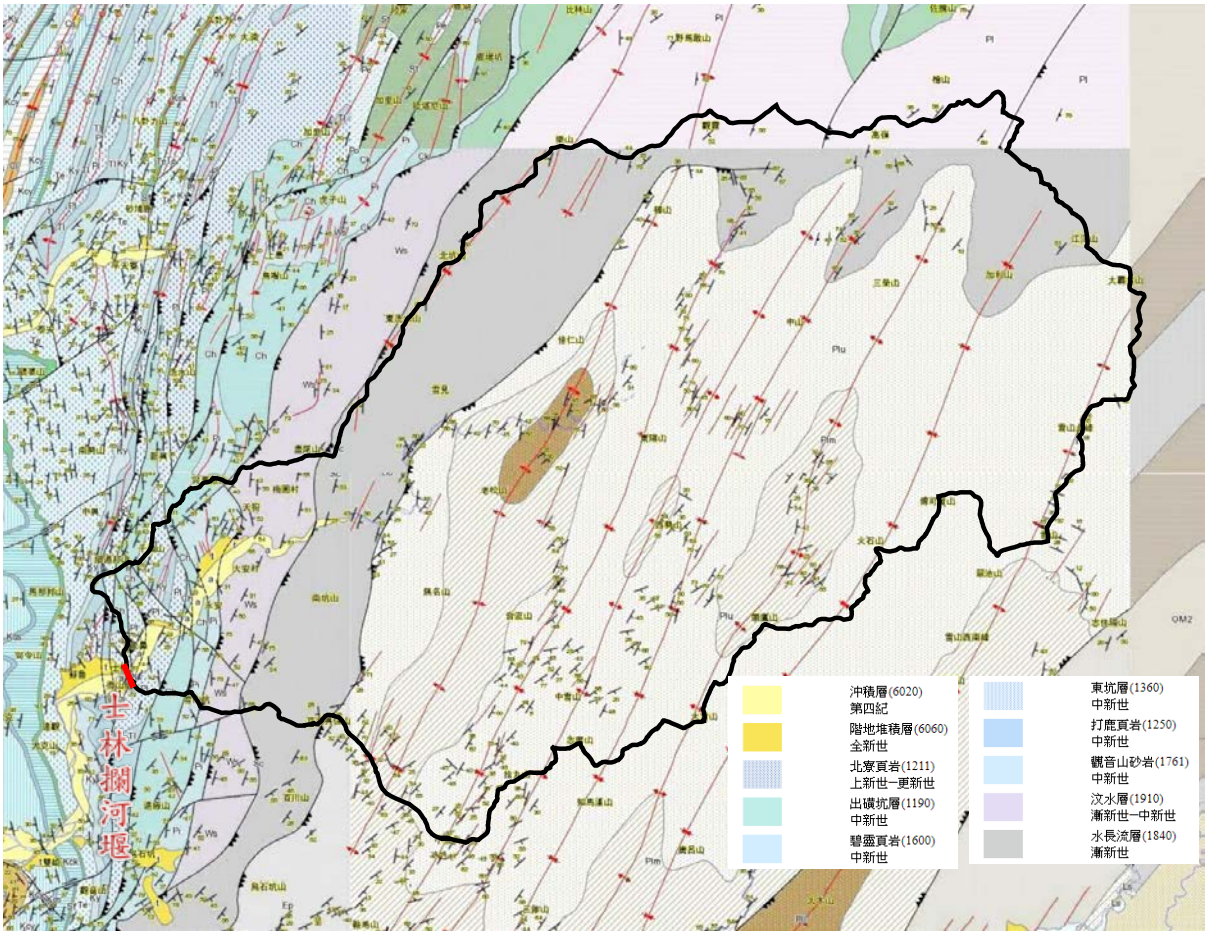
三、地質及土壤

(一)地層

士林攔河堰水庫集水區附近出露之地層為古第三紀漸新世以後之沈積岩層，包含水長流層、汶水層、碧靈頁岩、出磺坑層、北寮頁岩、打鹿頁岩、觀音山砂岩及東坑層，於大安溪兩岸均有階地堆積層分佈，河床上則多為沖積層所覆蓋，區域地質如圖2-2-3。

(二)地質構造

通過士林攔河堰水庫集水區附近主要地質構造，包含有士林背斜、天狗斷層、梅園斷層、千倆山斷層、象鼻斷層、大安斷層、司馬限斷層及清安斷層等。



資料來源：1.中央地質調查所地質資料整合查詢網頁 http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm
2.台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

圖 2-2-3 士林攔河堰水庫集水區區域地質圖

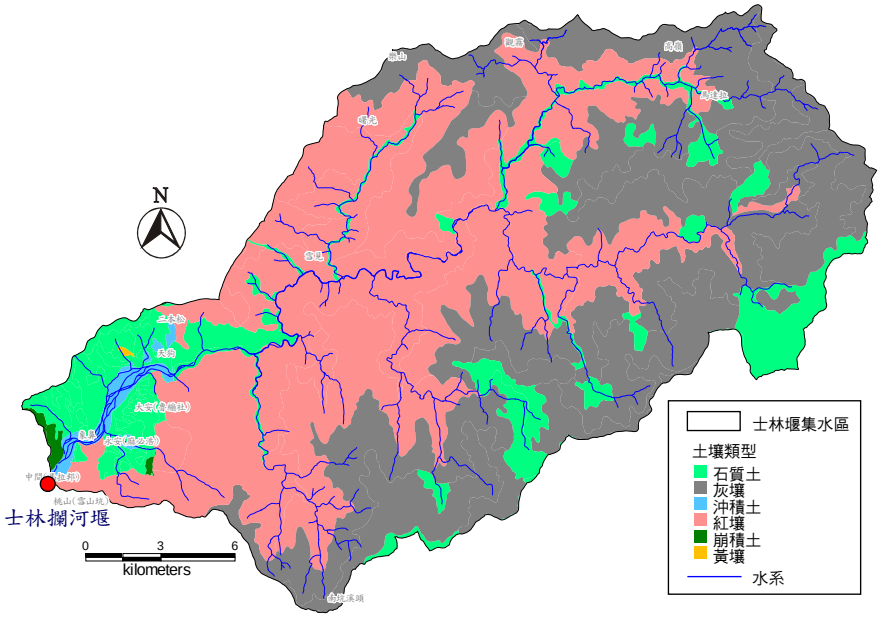
(三)土壤

士林攔河堰集水區之土壤主要以紅壤、灰壤及石質土為主，並有部分沖積土、崩積土及黃壤，其中以紅壤分佈最廣約佔44.46%，灰壤次之約佔41.16%，集水區土壤統計如表2-2-3，分佈如圖2-2-4。

表 2-2-3 士林攔河堰水庫集水區土壤統計表

土壤分類	面積(ha)	百分比(%)	土壤分類	面積(ha)	百分比(%)
石質土	5,862.42	13.03	紅壤	20,006.81	44.46
灰壤	18,522.49	41.16	崩積土	133.63	0.30
沖積土	465.52	1.03	黃壤	13.28	0.03
合計				45,004.15	100.00

資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

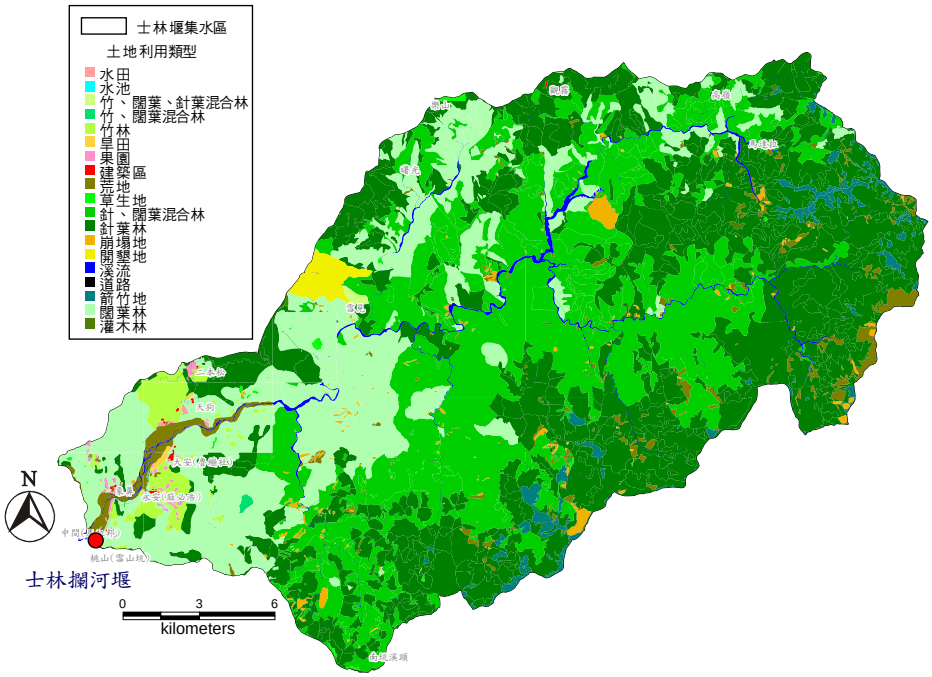


資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

圖 2-2-4 士林攔河堰水庫集水區土壤圖

四、土地利用

士林攔河堰集水區因雪霸國家公園的管制，區內林相極為完整。且由於山谷交錯地形複雜，氣候差異大，故林相種類繁多。高程分佈由海拔760m到3,886m，具有亞熱帶以迄寒帶完整生態系，因此林相由闊葉林(19.33%)、針、闊葉混合林(30.98%)、針葉林(40.11%)至高山寒原，均展露無遺，為台灣地區植物林相的垂直縮影。



資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

圖 2-2-5 士林攔河堰集水區土地利用圖

表 2-2-4 士林攔河堰集水區土地利用統計表

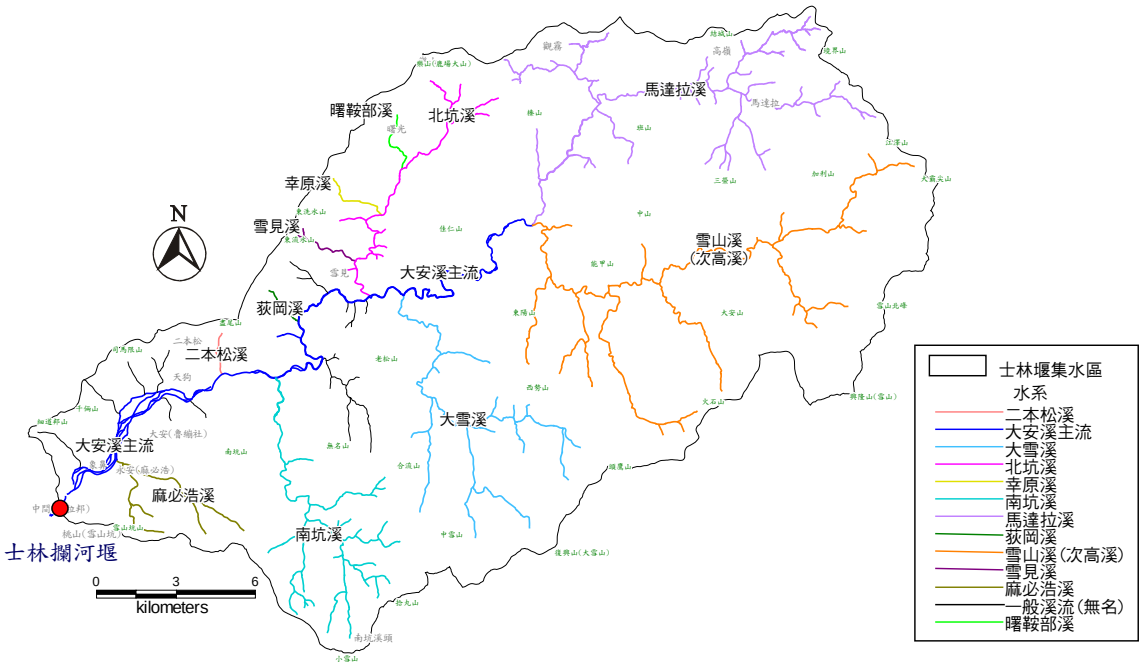
類型	土地利用	面積(ha)	%	類型	土地利用	面積(ha)	%
自然環境	竹、闊葉、針葉混合林	41.36	0.09	人為開發	水田	29.44	0.07
	竹、闊葉混合林	26.09	0.06		水池	1.59	0.00
	竹林	731.08	1.62		旱田	26.21	0.06
	荒地	1213.87	2.70		果園	98	0.22
	草生地	85.46	0.19		建築區	25.01	0.06
	針、闊葉混合林	13942.47	30.98		開墾地	327.8	0.73
	針葉林	18050.14	40.11		道路	11.24	0.02
	崩塌地	472.9	1.05				
	溪流	447.65	0.99				
	箭竹地	744.84	1.66				
	闊葉林	8699.63	19.33				
	灌木林	29.37	0.07				
	小計	44,484.86	98.85		小計	519.29	1.15
總計						45,004.15	100.00

資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

2-2-3 士林攔河堰水庫集水區水文資料

一、水系

士林攔河堰集水區為大安溪上游及中上游水系，主要支流包含馬達拉溪、次高溪、大雪溪、北坑溪、南坑溪及麻必浩溪等，分佈如圖2-2-6所示。



資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

圖 2-2-6 士林攔河堰集水區水系分佈圖

二、降雨量

依鄰近堰址之象鼻雨量站資料，年平均降雨量為2,467.2mm，雨量集中於5~9月，約佔全年總降雨量之73%，10月至翌年4月降雨較少，約佔全年總降雨量之27%。

三、流量

參考台灣電力公司民國99年「卓蘭發電廠士林攔河堰第1次整體安全評估－專題報告二設計洪水評估」，以實測流量法及單位歷線法重新進行頻率洪水評估，並與民國91年「鯉魚潭水庫士林水力發電工程－土木工程計算書」設計階段以實測流量法、單位歷線法及區域洪水分析法估算結果進行比較，以區域洪水分析法及實測流量法推算求得之值較單位歷線所得之值為合理，區域洪水分析法推求之值較高於實測流量法，為求保守起見，建議沿用設計階段之結論，以區域洪水分析法之結果作為士林攔河堰各頻率年洪峰選用值，如表2-2-5所示。

表 2-2-5 士林攔河堰洪水推算成果比較表

單位：cms

分析方法	計畫名稱	頻率（年）								
		2	5	10	20	50	100	200	500	1000
實測流量	「鯉魚潭水庫士林水力發電工程－土木工程計算書，91.08」Log-Pearson Ⅲ	900	1,800	2,600	3,700	5,400	7,000	8,900	12,100	15,000
	「鯉魚潭水庫士林水力發電工程－土木工程計算書，91.08」Extreme Ⅰ	1,100	2,200	2,900	3,600	4,500	5,200	5,900	6,800	7,400
	「卓蘭發電廠士林攔河堰第1次整體安全評估-專題二設計洪水，99.12」，Pearson Ⅲ	932	1,394	1,918	2,577	3,401	4,004	4,597	5,182	5,950
單位歷線	「鯉魚潭水庫士林水力發電工程－土木工程計算書，91.08」	1,900	3,700	5,300	6,700	9,900	12,300	15,200	19,600	23,600
	「卓蘭發電廠士林攔河堰第1次整體安全評估-專題二設計洪水，99.12」	2,337	4,187	5,665	7,282	9,691	11,754	14,054	17,506	20,467
區域洪水	「鯉魚潭水庫士林水力發電工程－土木工程計算書，91.08」	1,600	2,700	3,600	4,500	5,600	6,500	7,300	8,500	9,300
建議選用		1,600	2,700	3,600	4,500	5,600	6,500	7,300	8,500	9,300

資料來源：台灣電力公司「卓蘭發電廠士林攔河堰第 1 次整體安全評估綜合報告」(民國 99 年)

2-2-4 士林攔河堰保育實施計畫治理內容

台灣電力股份有限公司「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」已於107年6月核定，為5年計畫，主要問題為遭受921地震及歷年颱洪事件影響，大安溪上游集水區大量坡面崩塌，土石亦隨洪流下移進入河道，致上游河段河床逐年淤高，土石嚴重淤積，影響水流流路、水道排洪能力及濁度，故擬辦理水庫集水區水土保育、水質監測及提升、土地使用管理及教育宣導等工作，各年度預定目標值如表2-2-6所示，總經費為155,440仟元，益本比約為1.33。

預期可減少河道土砂量約80.25萬m^3及庫區淤積約45萬m^3，維持發電設施之運轉，減少無法發電情形，並推動防災教育宣導或演練，落實減災避災措施，強化水環境監測及發展預警，減少生命財產損失，避免地方產業之衝擊。

表 2-2-6 士林攔河堰集水區保育實施計畫各項工作預期指標

指標項目		執行機關	107年	108年	109年	110年	111年	合計
植樹防砂保土								
1.造林植栽	林班地造林(m^2)	林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林管處	-	-	-	-	-	-
2.水庫蓄水範圍（含保護帶）治理	河道疏通(m^3)	水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
	庫區清淤(m^3)		9萬	9萬	9萬	9萬	9萬	45萬
	邊坡保護(處)		-	-	-	-	-	-
2.1 水庫蓄水範圍周邊治理	河道疏通(m^3)	苗栗縣政府水利處	80萬	-	-	-	-	80萬
	邊坡保護(處)		-	-	-	-	-	-
3.山坡地治理	野溪整治或崩塌地處理(處)	水保局台中分局	2	2	1			5
	防砂量(m^3)		1000	1000	500			2500
4.林班地治理	野溪整治或崩塌地處理(處)	林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林管處	-	-	-	-	-	-
	抑止土砂量(m^3)	林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林管處	-	-	-	-	-	-
5.道農路水土保持及路面維護	道路路面維護(m^2)	苗栗縣政府工務處	-	-	-	-	-	-
		雪霸國家公園管理處	-	-	-	-	-	-
6.山坡地可利用限度查定(件)		水保局台中分局	-	-	-	-	-	-
		苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-
7.國有非公用土地清查及管理	土地使用情形清查(m^2)	國產署	-	-	-	-	-	-
	被占用土地收回(m^2)		-	-	-	-	-	-
8.國有林地出租造林地補償收回(萬m^2)		林務局新竹林管處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林管處	-	-	-	-	-	-
監測巡查護水								
1.水庫水質定期監測(次)		環保署	-	-	-	-	-	-
		水庫管理單位	4	4	4	4	4	20
2.集水區保育監測網建置(站)		水庫管理單位	-	-	-	-	-	-

3.土地巡查、取締、管理及宣導	巡查、取締及管理	國有非公用土地(次)	原住民委員會	-	-	-	-	-	-
		國有林班地巡護(次)	林務局新竹林管處	144	144	144	144	144	720
			林務局東勢林管處	900	900	900	900	900	4,500
		集水區土地(次)	苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-
		蓄水範圍(次)	水庫管理單位	12	12	12	12	12	60
		土石流警戒基準值檢討(區)	水保局台中分局	-	-	-	-	-	-
	水土保育宣導	水庫防災演練與宣導	水庫管理單位	1	1	1	1	1	5
		水土保育教育宣導(場)	苗栗縣政府水利處	13	13	13	13	13	65
		土石流防災演練與宣導 (場)	水保局台中分局	-	-	-	-	-	-
			苗栗縣政府水利處	6	6	6	6	6	30
削污減肥保源									
1.都市計畫區生活污水處理規劃(區)			苗栗縣政府環保局	-	-	-	-	-	-
2.合理化施肥宣導及輔導			農委會農糧署	1	1	1	1	1	5
3.推動集水區低衝擊開發設施(處)			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
分級分區管理									
1.生態檢核作業			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
2.保育新生活			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-

資料來源：台灣電力公司「士林攔河堰集水區保育實施計畫(107-111 年)」(民國 107 年)

2-2-5 鼻站含砂濃度資料

本計畫蒐集並統計民國80年至105年象鼻站之流量、含砂量及輸砂量資料，如圖2-2-7~圖2-2-9所示，由歷年統計結果象鼻站之含砂量平均約為340 ppm，平均輸砂量約為340 t/day，平均流量約為45.42 cms，另由民國81~87年及102~105年間之紀錄資料顯示，其含砂量多有高於1,000ppm情形，並以民國81年2月12日之含砂量8,020ppm為最高(輸砂量約34,438.52 t/day)，近年則以民國105年3月14日之含砂量6,066ppm為最高(輸砂量約49,015.10 t/day)；如以輸砂量而言，以民國83年10月11日之輸砂量119,325.31 t/day為最高(含砂量約6,770ppm)，近年則以105年9月29日之輸砂量51,873.92ppm為最高(含砂量約2,866 ppm)。

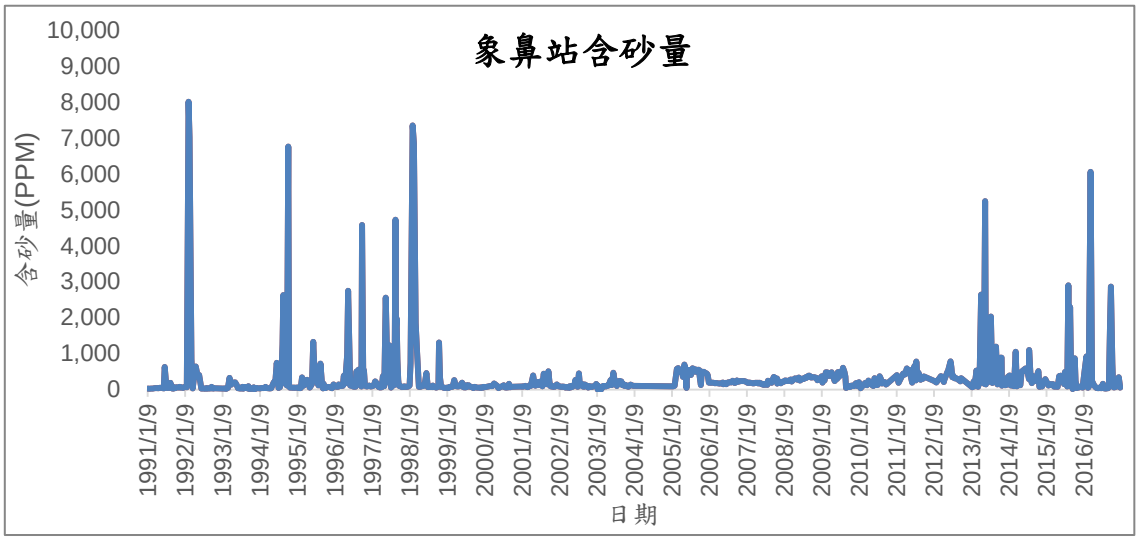


圖 2-2-7 象鼻站含砂量紀錄圖

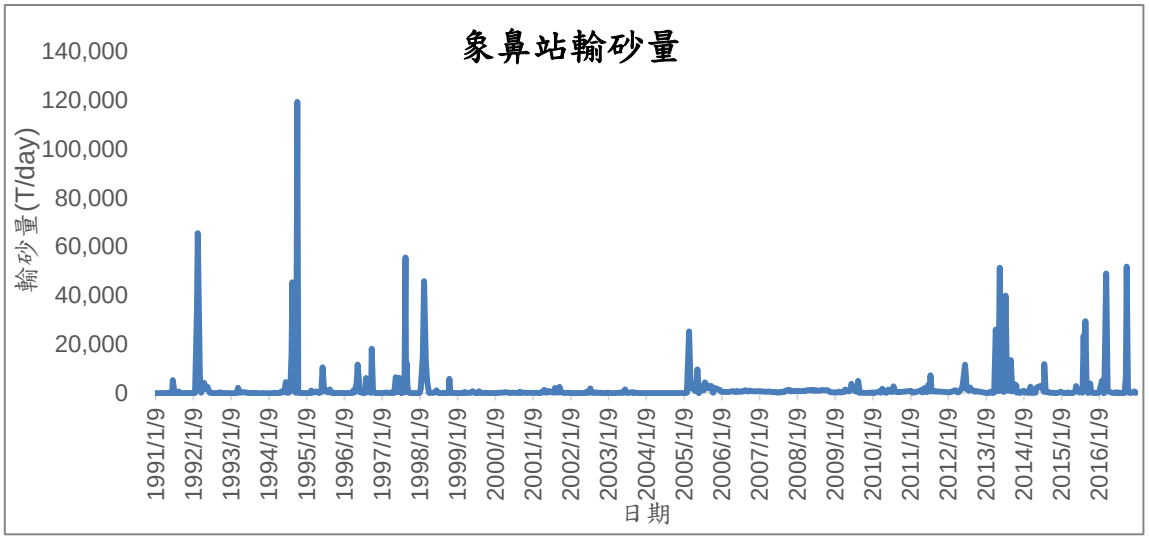
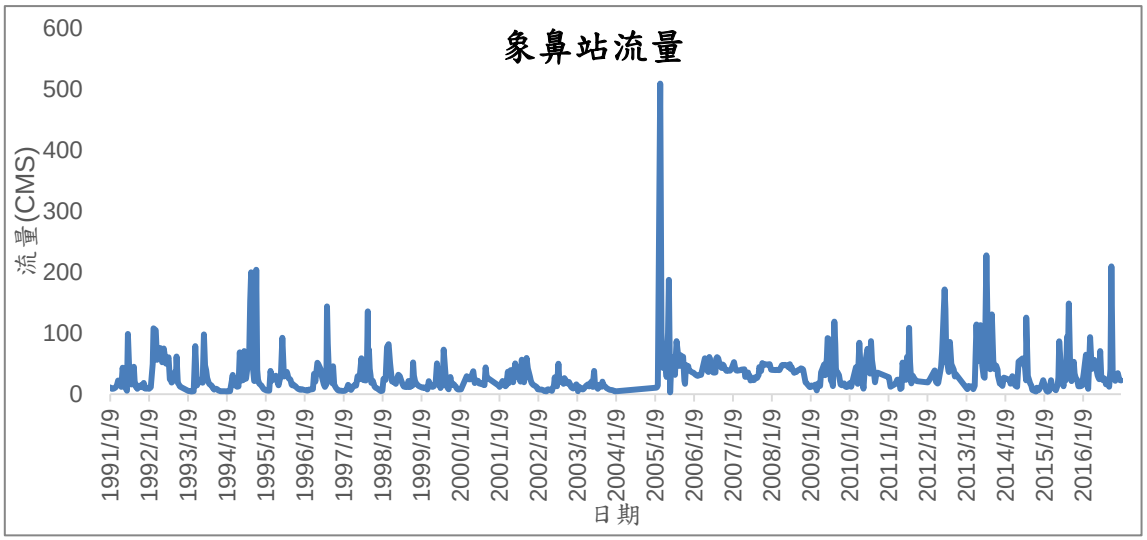


圖 2-2-8 象鼻站輸砂量紀錄圖



資料來源:經濟部水利署及本計畫繪製

圖 2-2-9 象鼻站流量紀錄圖

第三章 大尺度環境監測

大尺度環境監測工作為蒐集公部門歷年判釋崩塌地資料，配合購買107年度事件前、後衛星影像以進行崩塌地判釋，據以建立崩塌率及崩塌地變異點資訊，並作為集水區土砂生產環境健檢之應用，說明如下：

3-1 以往衛星影像及崩塌地判釋成果

本計畫經蒐集公部門各單位歷年判釋成果，包括水土保持局判釋之921地震後、桃芝災後及敏督利颱風後，水利署中區水資源局「鯉魚潭水庫蓄水區景山溪上游囚砂工程規劃」卡玫基颱風後判釋崩塌地及「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」莫拉克颱風後判釋崩塌地資料，與林務局民國99年~105年衛星影像判釋崩塌地資料等，其中林務局判釋之崩塌地，為利用當年度1~7月之衛星影像，並針對國有林地範圍進行判釋，雖無涵蓋計畫區全部範圍，但亦可作為區內崩塌地變化趨勢之參考。

由各單位歷年判釋結果，可知鯉魚潭水庫集水區以民國88年九二一地震後崩塌面積達26.01ha(崩塌率0.49%)為最多，民國98年莫拉克颱風後崩塌面積約15.93ha(崩塌率0.30%)為次之，另由林務局99年~105年衛星影像崩塌地判釋結果，國有林地範圍內崩塌有逐年復育之趨勢，至105年時已無判釋之崩塌地；另由歷年崩塌地判釋結果得知，主要崩塌區域以景山溪子集水區為最多，以鯉魚潭庫區子集水區為次之，詳表3-1-1~表3-1-3及圖3-1-1、圖3-1-2。

表 3-1-1 鯉魚潭水庫集水區、國有林地歷年崩塌地面積統計表

年度	事件/時期	崩塌地筆數	崩塌地面積(m^2)	崩塌率(%)	判釋單位	備註
88	921 地震	108	260,101	0.49	水土保持局	集水區範圍
90	桃芝颱風	10	105,129	0.20	水土保持局	集水區範圍
93	敏督利颱風	7	74,537	0.14	水土保持局	集水區範圍
97	卡玫基颱風	79	141,674	0.27	中區水資源局	集水區範圍
98	莫拉克颱風	76	159,286	0.30	中區水資源局	集水區範圍
99	8 月前	9	68,823	0.13	林務局	國有林地
100	8 月前	5	12,600	0.02	林務局	國有林地
101	8 月前	1	25,036	0.05	林務局	國有林地
102	8 月前	1	1,936	0.004	林務局	國有林地
103	8 月前	4	9,652	0.02	林務局	國有林地
104	8 月前	3	4,872	0.01	林務局	國有林地
105	8 月前	0	0	0	林務局	國有林地

資料來源：水土保持局、中區水資源局、林務局判釋崩塌地及本計畫整理

表 3-1-2 鯉魚潭水庫集水區各子集水區歷年崩塌地面積統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	2,203.54	359.06	140.98	284.22	116.99	901.25	598.43	231.42	236.03	1,065.88	1,174.33	5,345.00
921地震	崩塌筆數	19	26	18	16	-	-	79	11	6	-	-	17	-	-	-	-	12	108
	崩塌面積m^2)	30,524	95,622	82,664	24,370	-	-	233,180	4,178	4,916	-	-	9,094	-	-	-	-	17,827	260,101
	崩塌率(%)	1.00	3.15	2.13	0.45	-	-	1.06	0.12	0.35	-	-	0.10	-	-	-	-	0.15	0.49
桃芝颱風	崩塌筆數	1	-	1	4	2	-	8	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	10
	崩塌面積m^2)	5,669	-	5,569	42,042	31,011	-	84,291	-	-	-	-	-	15,246	-	-	15,246	5,592	105,129
	崩塌率(%)	0.18	-	0.14	0.77	1.32	-	0.38	-	-	-	-	-	0.25	-	-	0.14	0.05	0.20
敏督利颱風	崩塌筆數	1	2	-	2	-	1	6	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	7
	崩塌面積m^2)	6,811	55,965	-	7,631	-	3,230	73,637	-	-	870	-	870	-	-	-	-	-	74,507
	崩塌率(%)	0.22	1.84	-	0.14	-	0.08	0.33	-	-	0.03	-	0.01	-	-	-	-	-	0.14
卡玫基颱風	崩塌筆數	-	4	13	3	3	5	28	1	-	-	-	1	5	-	6	11	39	79
	崩塌面積m^2)	-	13,797	23,175	7,714	6,675	17,053	68,414	889	-	-	-	889	9,041	-	5,907	14,948	57,423	141,674
	崩塌率(%)	-	0.45	0.60	0.14	0.28	0.40	0.31	0.02	-	-	-	0.01	0.15	-	0.25	0.14	0.49	0.27
莫拉克颱風	崩塌筆數	3	6	8	4	3	3	27	-	-	1	1	2	5	1	6	12	35	76
	崩塌面積m^2)	3,101	22,148	31,120	6,029	9,427	6,805	78,630	-	-	1,733	1,039	2,772	6,065	5,786	9,774	21,625	56,259	159,286
	崩塌率(%)	0.10	0.73	0.80	0.11	0.40	0.16	0.36	-	-	0.06	0.09	0.03	0.10	0.25	0.41	0.20	0.48	0.30

註：崩塌率(%)=崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

資料來源：農委會水土保持局、水利署中區水資源局及本計畫整理

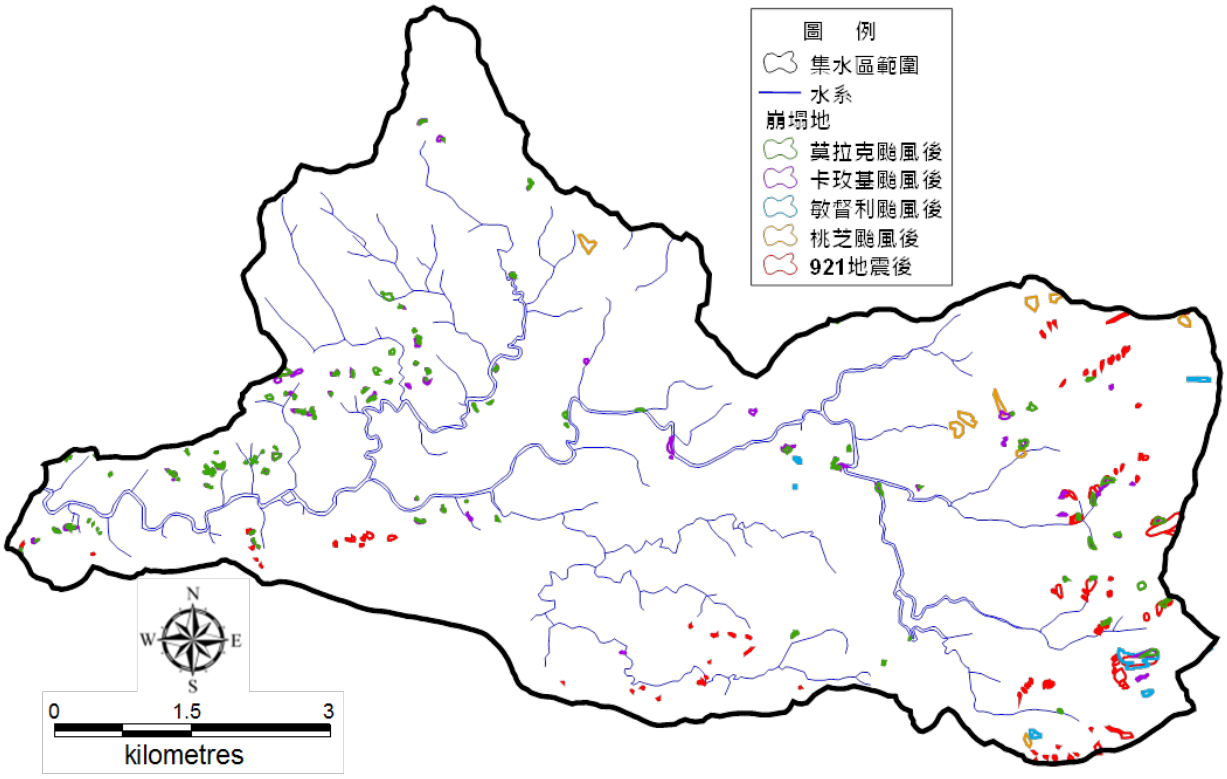
表 3-1-3 鯉魚潭水庫國有林地各子集水區歷年崩塌地面積統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	2,203.54	359.06	140.98	284.22	116.99	901.25	598.43	231.42	236.03	1,065.88	1,174.33	5,345.00
99年判釋	崩塌筆數	-	3	3	-	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9
	崩塌面積m^2)	-	15,113	39,742	-	-	8,009	62,864	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,959	68,823
	崩塌率(%)	-	0.50	1.03	-	-	0.19	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.13
100年判釋	崩塌筆數	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
	崩塌面積m^2)	-	11,145	-	-	-	-	11,145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,455	12,600
	崩塌率(%)	-	0.37	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02
101年判釋	崩塌筆數	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	崩塌面積m^2)	-	25,036	-	-	-	-	25,036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,036
	崩塌率(%)	-	0.82	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
102年判釋	崩塌筆數	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	崩塌面積m^2)	-	1,936	-	-	-	-	1,936	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,936
	崩塌率(%)	-	0.06	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004
103年判釋	崩塌筆數	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	崩塌面積m^2)	-	9,652	-	-	-	-	9,652	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,652
	崩塌率(%)	-	0.32	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
104年判釋	崩塌筆數	-	2	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	崩塌面積m^2)	-	3,828	1,044	-	-	-	4,872	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,872
	崩塌率(%)	-	0.13	0.03	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01

註 1：民國 99~104 年為林務局針對國有林地崩塌地判釋結果，未涵蓋計畫區全部範圍

註 2：崩塌率(%)=崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

資料來源：農委會林務局判釋崩塌地及本計畫整理



資料來源：農委會水土保持局、水利署中區水資源局判釋崩塌地及本計畫繪製

圖 3-1-1 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌地判釋成果



資料來源：農委會林務局判釋崩塌地及本計畫繪製

圖 3-1-2 鯉魚潭水庫集水區國有林地歷年崩塌地判釋成果

一、88年度921地震後崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-2)，921地震後鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計108筆，崩塌面積約26.01ha，整體崩塌率約0.49%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約23.32ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約1.06%最高；另以集水分區來看，則以大克溪集水分區崩塌面積約9.56ha為最高(集水分區崩塌率約3.15%)，以爽文溪集水分區崩塌面積約8.27ha為次之(集水分區崩塌率約2.13%)。

二、90年度桃芝颱風後崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-2)，桃芝颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計10筆，崩塌面積約10.51ha，整體崩塌率約0.20%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約8.43ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.38%最高；另以集水分區來看，則以蘇魯溪集水分區崩塌面積約4.20ha為最高(集水分區崩塌率約0.77%)，以坪林溪集水分區崩塌面積約8.10ha為次之(集水分區崩塌率約1.32%)。

三、93年度敏督利颱風後崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-2)，敏督利颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計7筆，崩塌面積約7.45ha，整體崩塌率約0.14%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約7.36ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.33%最高；另以集水分區來看，則以大克溪集水分區崩塌面積約5.60ha為最高(集水分區崩塌率約1.84%)，以蘇魯溪集水分區崩塌面積約0.76ha為次之(集水分區崩塌率約0.14%)。

四、97年度卡玫基颱風後崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-2)，卡玫基颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計79筆，崩塌面積約14.17ha，整體崩塌率約0.27%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約6.84ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率則以鯉魚潭庫區子集水區崩塌率約0.49%最高；另以集水分區來看，則以鯉魚潭庫區集水分區崩塌面積約5.74ha為最高(集水分區崩塌率約0.49%)，以爽文溪集水分區崩塌面積約2.32ha為次之(集水分區崩塌率

約0.60%)。

五、98年度莫拉克颱風崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-2)，莫拉克颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計76筆，崩塌面積約15.93ha，整體崩塌率約0.30%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約7.86ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率則以鯉魚潭庫區子集水區崩塌率約0.48%最高；另以集水分區來看，則以鯉魚潭庫區集水分區崩塌面積約5.63ha為最高(集水分區崩塌率約0.48%)，以爽文溪集水分區崩塌面積約3.11ha為次之(集水分區崩塌率約0.80%)。

六、99年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，99年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計9筆，崩塌面積為6.88ha，整體崩塌率為0.13%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約6.29ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.29%最高；另以集水分區來看，則以爽文溪集水分區崩塌面積約3.97ha為最高(集水分區崩塌率約1.03%)，以大克溪集水分區崩塌面積約1.51ha為次之(集水分區崩塌率約0.50%)。

七、100年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，100年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計5筆，崩塌面積約1.26ha，整體崩塌率約0.02%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約1.11ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.05%最高；另以集水分區來看，則以大克溪集水分區崩塌面積約1.11ha為最高(集水分區崩塌率約0.37%)。

八、101年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，101年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計1筆，崩塌面積約2.50ha，整體崩塌率約0.05%，分布於景山溪子集水區之大克溪集水分區。

九、102年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，101年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計1筆，崩塌面積約0.19ha，整體崩塌率約0.004%，分布於景山溪

子集水區之大克溪集水分區。

十、103年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，103年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計4筆，崩塌面積為0.97ha，整體崩塌率為0.02%，均分布於景山溪子集水區之大克溪集水分區。

十一、104年度崩塌地判釋成果

依判釋成果(詳表3-1-1及表3-1-3)，104年度鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計3筆，崩塌面積為0.48ha，整體崩塌率為0.01%，分布於景山溪子集水區之大克溪集水分區及爽文溪集水分區中。

3-2 衛星影像購置

購置107年度即時事件前、後衛星影像，總計兩期。即時事件前原則於期初工作執行計畫書審查通過後購置，以建立107年度環境背景值；第二期原則於即時事件後(或中區水資源局認為有必要建置時間點)購置。

本計畫針對計畫區進行邊界處理，範圍涵蓋大壩下游之後池堰及越域引水之士林攔河堰(範圍如表3-2-1)，經查詢國立中央大學太空遙測中心資料，第一期影像以民國107年01月28日之SPOT 7衛星影像雲層覆蓋最少，並經水利署中區水資源局水中鯉字第10750016670號函同意購置，作為本計畫107年度即時事件前衛星影像使用。

於第二期即時事件後影像部份，因107年度並無颱風直接侵台，經篩選107年度降雨事件，以08月23~24日降雨(景山雨量站累積雨量約186mm)為年度最大降雨事件，故影像購置之時間以該事件後為原則，經查詢以民國107年09月25日之SPOT 6衛星影像雲層覆蓋最少，並經水利署中區水資源局水中鯉字第1071901015號函同意購置，作為本計畫107年度即時事件後衛星影像使用。

表 3-2-1 衛星影像邊界處理表

點位	Northing(m)	Easting(m)
UL	2698800	225600
LR	2689400	245400

註：MAP SYSTEM 為 Taiwan_TM(TWD97)。

3-3 衛星影像崩塌地判釋

依購置兩期衛星影像進行崩塌地判釋，並進一步建立崩塌地變異點資訊，主要作業方法為逐一檢視裸露地並利用ArcMap中editor之create new feature對其邊界並加以描繪，考慮未來圖形資料與屬性資料整合之作業，除數化地類，同時利用ArcMap之identify標註崩塌地編號，崩塌地判釋作業流程如圖3-3-1所示，並說明如下：

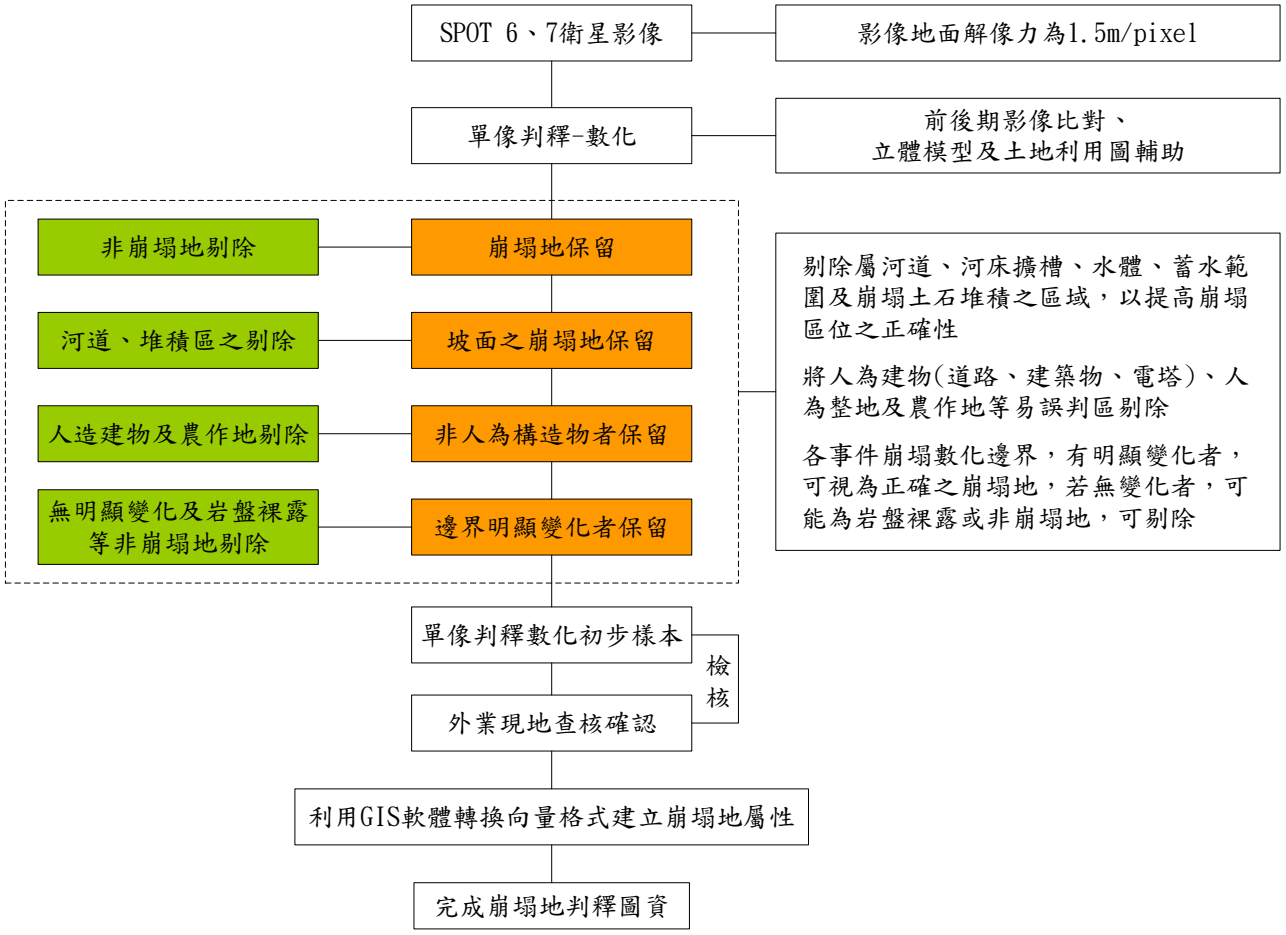


圖 3-3-1 崩塌地判釋方法流程圖

一、內業單像判釋(數化)

本計畫利用ArcGIS軟體之ArcMap及ArcScene模組進行單像判釋(數化)，輔以航空正射影像或前後期衛星影像及立體模型輔助，將無植生覆蓋之裸露區描繪出來，並可避免因雲霧遮蔽及地形陰影遮蔽而產生遺漏，而數化每條範圍線均須清楚、連貫而封閉；裸露區描繪完成後，需進一步將誤判之區域剔除，如人造建物(如房舍、電塔、道路、墓地等)、農作地(竹林、茶園、農田、開墾地等)、河道、崩塌堆積區及岩盤裸露區等非屬崩塌地之區域剔除，以確保單像判釋數化初步樣本之品質，考

慮未來圖形資料與屬性資料整合之作業，因此在數化過程中，除數化地類，同時利用ArcMap之identify標註崩塌地編號，而崩塌地判釋基本原則如下：

(一)若前期衛星影像中未出現崩塌裸露，在後期衛星影像中出現大規模崩塌裸露或土石流者，應屬崩塌地。

(二)衛星影像中，公路或人為開發區域出現大規模的邊坡崩塌裸露，屬崩塌地。

(三)河道擴張刷寬造成之裸露，於主河道範圍視為非崩塌區域(主流河道範圍以周圍的邊坡為界限)，河道旁崩塌裸露之邊坡視為崩塌地，而坡度平緩處之裸露區視為堆積區，併同河道不列為崩塌地。

(四)裸露之岩壁，且經歷次衛星影像判釋，邊界未有明顯變化者，不列為崩塌地。

(五)影像資訊不足區，如陰影區及雲層覆蓋區，且無法從前後期衛星影像判釋該區域是否為崩塌地者，不列為崩塌地。

(六)崩塌裸露區內，如已有植生覆蓋之區域，該植生覆蓋區應予以剔除，不列為崩塌地。

二、外業調查作業

(一)內業無法判釋進行外業調查

由內業單像判釋之裸露地，其可能組成包含崩塌地、開墾地及人工建物等(建築物、道路等)，本工作即為針對內業無法明確判釋裸露地為崩塌地或其他開墾地時，藉由外業調查進行檢核確認。

(二)對內業判釋成果進行檢核

本計畫在道路及目視可及之範圍內，進行檢核調查以確認判釋精度，藉由現地調查，將河道、人工建物及開墾地等非屬崩塌之區域予以確認剔除，以提升崩塌地判釋之精確度；透過現場檢核作業，即可明確判別確認道路可及及目視可及之裸露地係屬崩塌地、人為開發地或河道，而針對道路及目視不可及之裸露地，因其不屬人為開發地，故可藉由ArcGIS軟體之ArcScene模組立體模型輔助，藉以將屬河道部分之裸露地加以區別剔除，則扣除人為開發及河道部分之裸露地即為崩塌地。

三、崩塌地判釋成果整合

崩塌地判釋成果整合作業系以軟體工具進行GIS成果整合作業。依本計畫需求主要可區分為「判釋成果整合」、「GIS圖形及屬性資料檢核」及「崩塌地屬性資料建置」等3個主要工作項目：

(一)判釋成果整合：判釋成果需整合至GIS資料庫供後續應用。作業步驟包含「GIS檔案轉換」、「屬性欄位處理」、「坵塊整併」、「圖例設定」、「出圖」及「格式轉換」等項目。

(二)GIS圖形及屬性資料檢核：藉由給予成果檔案坵塊顏色後，可輔助人工作業判別「圖形（線段）不連續」或「屬性不連續（不合理）」的問題。透過GIS軟體做為圖形檢核工具，藉由人工作業全面檢查成果圖層，針對錯誤或具有疑義的區域以多邊形圖元進行標記，此一多邊形圖層即為「待修訂範圍」，底圖製作與判釋作業人員可藉由套疊該多邊形範圍再次進行圖檔編修。另外，經程式自動化檢核，可有效過濾出屬性資料出現常見之錯誤。

(三)崩塌地屬性資料建置：利用現地調查及套疊DTM或相關圖資擷取崩塌地面積、坡度、坡向、地質等資料並整合至GIS資料庫供後續應用。

四、107年第一期衛星影像崩塌地判釋成果(107.01.28影像)

本計畫依前述方法，進行崩塌地內業單像判釋(數化)及外業調查，確認崩塌地分佈、個數及面積，並彙整判釋成果如表3-3-1，由判釋結果(詳表3-3-1及圖3-3-2)，107年01月28日鯉魚潭水庫集水區崩塌地共計16筆，崩塌面積約2.21ha，整體崩塌率約0.04%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約1.67ha為最多，進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.08%最高；另以集水分區來看，則鯉魚潭庫區集水分區及景山溪集水分區崩塌面積約0.54ha為最高(集水分區崩塌率約0.05%及0.13%)。

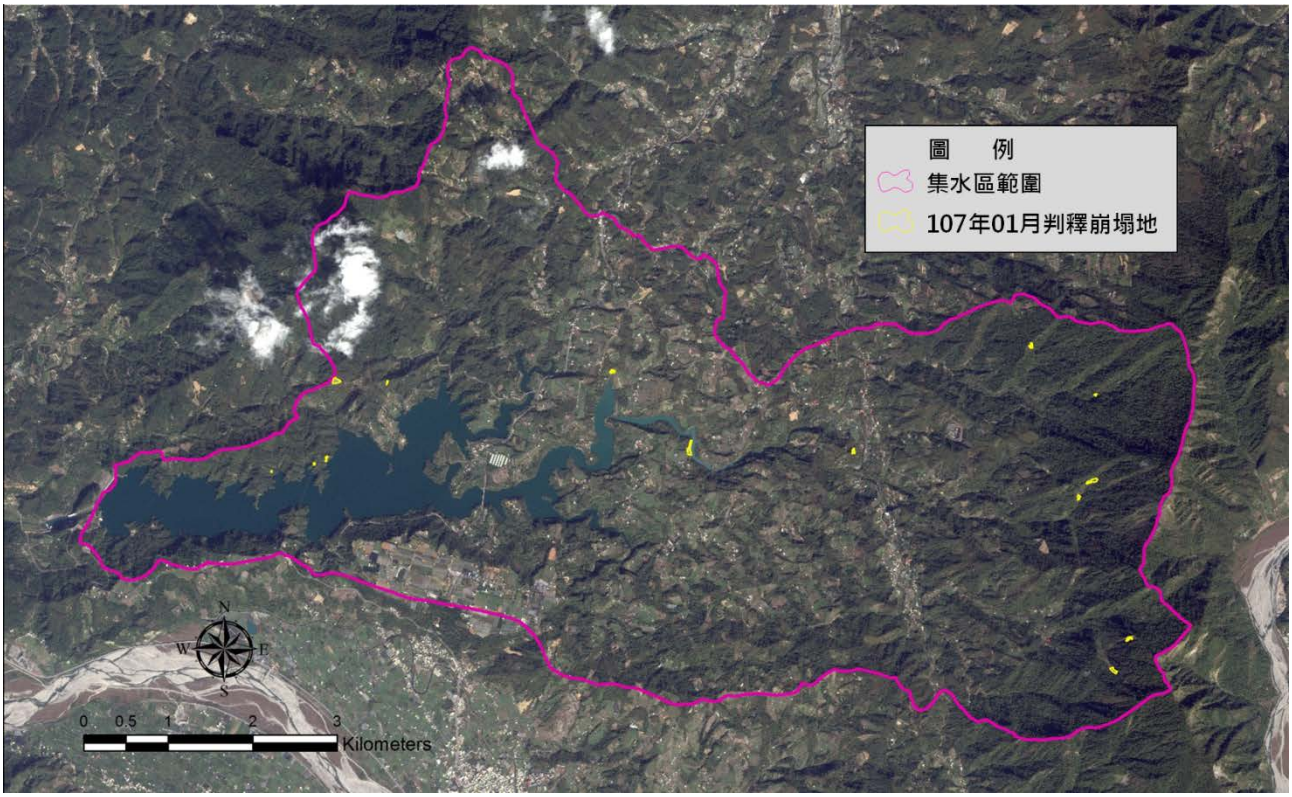
五、107年第二期衛星影像崩塌地判釋成果(107.09.25影像)

因107年度無重大颱洪事件，故區內環境無產生重大變化，由判釋結果(詳表3-3-1及圖3-3-3)，107年09月25日鯉魚潭水庫集水區崩塌情形與107年01月28日判釋結果相同，崩塌地共計16筆，崩塌面積約2.21ha，整體崩塌率約0.04%，崩塌分布區位以景山溪子集水區約1.67ha為最多，

進一步探討各子集水區之崩塌率亦以景山溪子集水區崩塌率約0.08%最高；另以集水分區來看，則鯉魚潭庫區集水分區及景山溪集水分區崩塌面積約0.54ha為最高(集水分區崩塌率約0.05%及0.13%)。

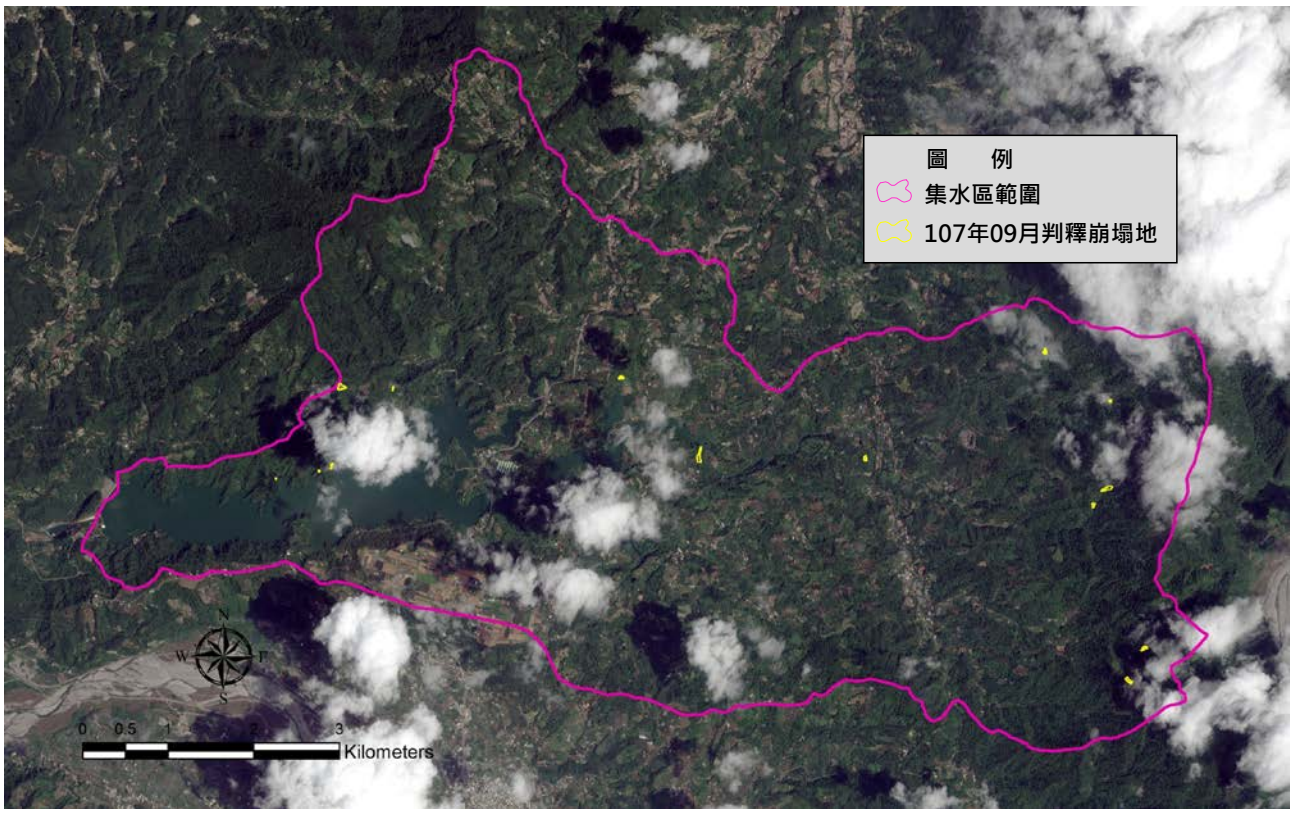
另由歷年崩塌地判釋結果，及本計畫所購置107年兩期影像崩塌地判釋結果(詳表3-1-1、表3-3-1及圖3-3-4)，民國88年921地震後集水區內約產生26.01ha崩塌地(崩塌率約0.49%)，至98年莫拉克颱風後集水區內仍有約15.93ha崩塌地(崩塌率約0.30%)，而99年後國有林地範圍崩塌地面積亦有約6.88ha(崩塌率約0.13%)。

於近年無重大颱洪事件及地震災害影響，以及權責單位採取相關作為下，崩塌地多已能逐漸復育，至104年時國有林地範圍崩塌面積已減少至0.49ha(崩塌率約0.01%)，而由本計畫判釋結果，於107年9月28日時鯉魚潭水庫集水區崩塌地面積約為2.21ha(崩塌率約0.04%)，且未有再發生大規模崩塌災害情形，整體環境大致穩定。



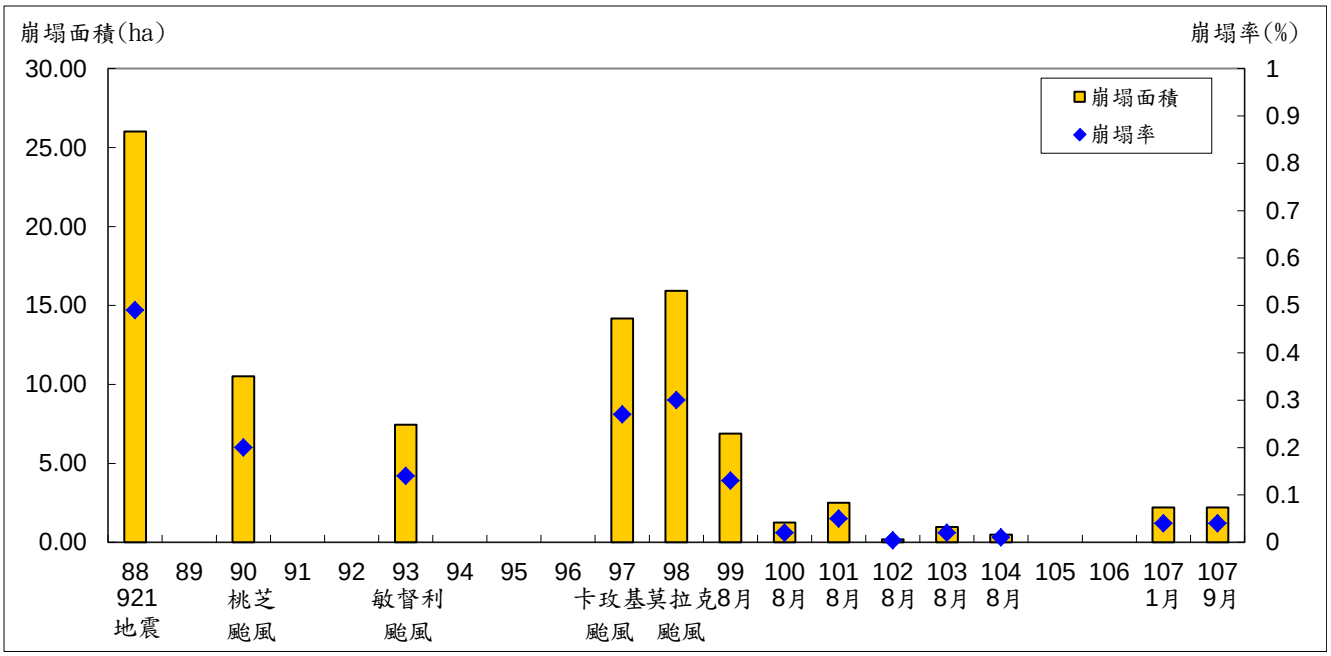
資料來源：107 年 01 月 28 日 SPOT 7 衛星影像及本計畫判釋繪製

圖 3-3-2 107 年 1 月衛星影像崩塌地判釋成果圖



資料來源：107 年 09 月 25 日 SPOT 6 衛星影像及本計畫判釋繪製

圖 3-3-3 107 年 9 月衛星影像崩塌地判釋成果圖



註：民國 99~104 年為林務局針對國有林地崩塌地判釋結果，因未涵蓋計畫區全部範圍，僅供參考

資料來源：農委會水土保持局、水利署中區水資源局、農委會林務局判釋崩塌地及本計畫判釋與繪製

圖 3-3-4 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌地判釋成果統計圖

表 3-3-1 鯉魚潭水庫各子集水區 107 年崩塌地面積統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑溪	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	**2,203.54**	359.06	140.98	284.22	116.99	**901.25**	598.43	231.42	236.03	**1,065.88**	**1,174.33**	**5,345.00**
107年01月判釋	崩塌筆數	-	2	2	3	1	2	**10**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**6**	**16**
	崩塌面積(m^2)	-	3,828	4,547	1,603	1,303	5,398	**16,679**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**5,412**	**22,091**
	崩塌率(%)	-	0.13	0.12	0.03	0.06	0.13	**0.08**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.05**	**0.04**
107年09月判釋	崩塌筆數	-	2	2	3	1	2	10	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**6**	**16**
	崩塌面積(m^2)	-	3,828	4,547	1,603	1,303	5,398	16,679	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**5,412**	**22,091**
	崩塌率(%)	-	0.13	0.12	0.03	0.06	0.13	0.08	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**0.05**	**0.04**

註 1：崩塌率(%)=崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 2：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 01 月與 09 月判釋結果相同

資料來源：本計畫判釋整理

3-4 崩塌地變異分析

參照「石門水庫集水區土砂災害歷程分析」(水土保持局，民國100年)，結合本計畫衛星影像崩塌地判釋成果，探討計畫區崩塌地面積、新增與復育崩塌地面積及其相對應之集水區崩塌率、新增崩塌率，進行崩塌地變遷歷程分析。透過討論各期事件之崩塌地分布及增減趨勢，以瞭解近年集水區崩塌地變異情形。影像判釋後之新增崩塌地區域及復育地示意圖詳圖3-4-1，說明如下：

1.崩塌地：當期衛星影像經判釋為發生崩塌之範圍。

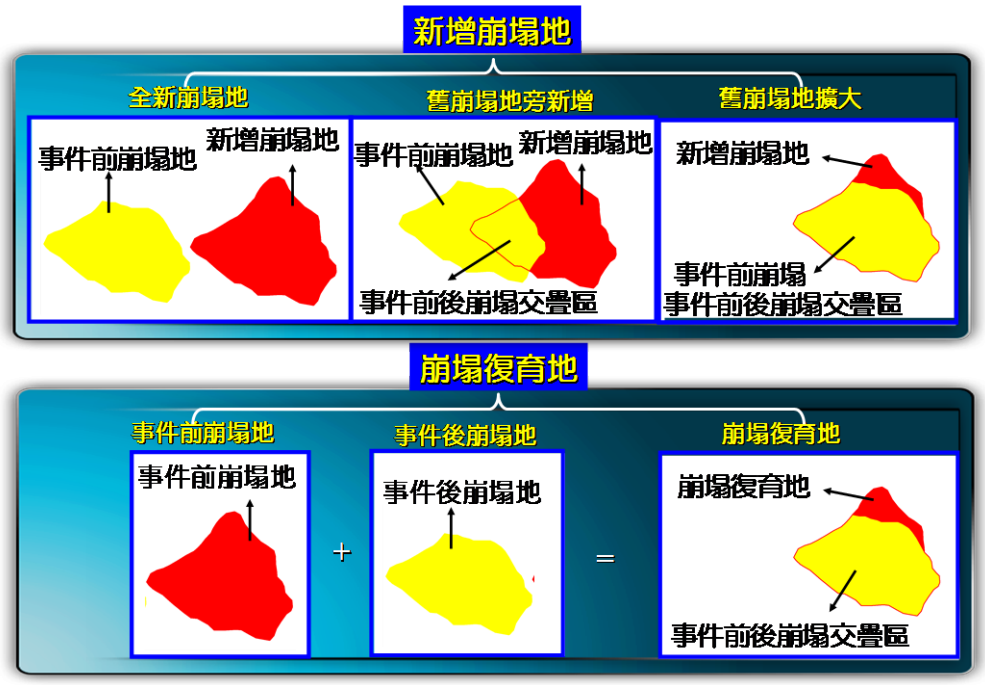
2.崩塌率(%)=事件後各集水區崩塌面積(ha)/各集水區面積(ha)*100%。

3.新增崩塌地：前一期衛星影像未發生崩塌但後一期有發生崩塌之範圍。

4.新增崩塌率(%)=事件後各集水區新增崩塌面積(ha)/各集水區面積(ha)*100%。

5.崩塌復育地：前一期衛星影像有發生崩塌但後一期未發生崩塌之範圍。

6.崩塌復育比(%)=事件後各集水區崩塌復育面積(ha)/各集水區面積(ha)*100%。



資料來源：水土保持局，「石門水庫集水區土砂災害歷程分析」(民國 100 年)。

圖 3-4-1 新增崩塌地與復育地示意圖

依上述6項崩塌地判釋定義，本計畫利用ArcGis之Erase模組進行分析，分析水庫集水區歷年判釋崩塌地資料之新增崩塌地及崩塌復育地資料，各期崩塌地變遷分析成果詳表3-4-1~表3-4-3及圖3-4-2所示，其中99~104年資料為依據林務局針對國有林地崩塌地判釋結果進行分析，因範圍未涵蓋全部計畫區範圍，故判釋之成果將比實際狀況為少，僅作為參考使用，惟整體而言，鯉魚潭水庫集水區之新增崩塌面積及新增崩塌率有下降趨勢，顯示區內已無大規模崩塌情形，而崩塌復育地面積及崩塌復育比亦呈現下降趨勢，顯示以往崩塌地逐漸復育而趨於穩定，而主要變遷之區域，則集中於景山溪子集水區及鯉魚潭庫區子集水區。

一、90年度桃芝颱風後崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，桃芝颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約10.51ha，較前期921地震後減少約15.50ha，於新增崩塌地部分，面積共計約10.51ha(新增崩塌率約0.20%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約8.43ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.38%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以蘇魯溪集水分區新增崩塌面積約4.20ha最高(集水分區新增崩塌率約0.77%)；而崩塌復育地面積共計約26.01ha(崩塌復育比約0.49%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約23.32ha為最多(子集水區崩塌復育比約1.06%)，進一步探討各集水分區之崩塌復育面積，則以大克溪集水分區崩塌復育面積約9.56ha最高(集水分區崩塌復育比約3.15%)。

二、93年度敏督利颱風後崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，敏督利颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約7.45ha，較前期桃芝颱風後減少約3.06ha，於新增崩塌地部分，面積共計約7.45ha(新增崩塌率約0.14%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約7.36ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.33%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以大克溪集水分區新增崩塌面積約5.60ha最高(集水分區新增崩塌率約1.84%)；而崩塌復育地面積共計約10.51ha(崩塌復育比約0.20%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約8.43ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.38%)，進一步探討各集水分區之崩塌復育面積，則以蘇魯溪集水分區崩塌復育面積約4.20ha最高(集水分區崩塌復育比約0.77%)。

三、97年度卡玫基颱風後崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，卡玫基颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約14.17ha，較前期敏督利颱風後增加約6.71ha，於新增崩塌地部分，面積共計約13.28ha(新增崩塌率約0.25%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約5.95ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.27%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以鯉魚潭庫區集水分區新增崩塌面積約5.74ha最高(集水分區新增崩塌率約0.49%)；而崩塌復育地面積共計約6.56ha(崩塌復育比約0.12%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約6.47ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.29%)，進一步探討各集水分區之崩塌復育面積，則以大克溪集水分區崩塌復育面積約4.70ha最高(集水分區崩塌復育比約1.55%)。

四、98年度莫拉克颱風後崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，莫拉克颱風後鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約15.93ha，較前期卡玫基颱風後增加約1.76ha，於新增崩塌地部分，面積共計約10.41ha(新增崩塌率約0.19%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約5.40ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.24%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以鯉魚潭庫區集水分區新增崩塌面積約3.07ha最高(集水分區新增崩塌率約0.26%)；而崩塌復育地面積共計約8.65ha(崩塌復育比約0.16%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約4.38ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.20%)，進一步探討各集水分區之崩塌復育面積，則以鯉魚潭庫區集水分區崩塌復育面積約3.19ha最高(集水分區崩塌復育比約0.27%)。

五、99年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，969年度鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約6.88ha，較前期莫拉克颱風後減少約9.05ha，於新增崩塌地部分，面積共計約5.26ha(新增崩塌率約0.10%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約5.17ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.23%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以爽文溪集水分區新增崩塌面積約3.37ha最高(集水分區新增崩塌率約0.87%)；而崩塌復育地面積共計約14.31ha(崩塌復育比約0.27%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約6.74ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.31%)，進一步探討各集水分區

之崩塌復育面積，則以鯉魚潭庫區集水分區崩塌復育面積約5.13ha最高(集水分區崩塌復育比約0.44%)。

六、100年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，100年度鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約1.26ha，較前期99年度後減少約5.62ha，於新增崩塌地部分，面積共計約0.26ha(新增崩塌率約0.005%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約0.24ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.01%)，集中於大克溪集水分區(集水分區新增崩塌率約0.08%)；而崩塌復育地面積共計約5.89ha(崩塌復育比約0.11%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約5.41ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.25%)，進一步探討各集水分區之崩塌復育面積，則以爽文溪集水分區崩塌復育面積約3.97ha最高(集水分區崩塌復育比約1.03%)。

七、101年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，101年度鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約2.50ha，較前期100年度增加約1.24ha，於新增崩塌地部分，面積共計約2.18ha(新增崩塌率約0.04%)，位於景山溪子集水區(子集水區新增崩塌率約0.10%)之蘇魯溪集水分區(集水分區新增崩塌率約0.72%)；而崩塌復育地面積共計約0.93ha(崩塌復育比約0.02%)，以景山溪子集水區復育崩塌面積約0.79ha為最多(子集水區崩塌復育比約0.26%)，其位於大克溪集水分區(集水分區崩塌復育比約0.26%)。

八、102年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，102年度鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約0.19ha，較前期101年度減少約2.31ha，於新增崩塌地部分，面積共計約0.01ha(新增崩塌率約0.0002%)，位於景山溪子集水區(子集水區新增崩塌率約0.0004%)之大克溪集水分區(集水分區新增崩塌率約0.003%)；而崩塌復育地面積約2.32ha(崩塌復育比約0.04%)，亦位於景山溪子集水區(子集水區崩塌復育比約0.11%)之大克溪集水分區(集水分區崩塌復育比約0.76%)。

九、103年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，103年度鯉魚潭水庫集水區

崩塌面積約0.97ha，較前期102年度增加約0.77ha，於新增崩塌地部分，面積共計約0.96ha(新增崩塌率約0.02%)，位於景山溪子集水區(子集水區新增崩塌率約0.04%)之大克溪集水分區(集水分區新增崩塌率約0.32%)；而崩塌復育地面積約0.03ha(崩塌復育比約0.001%)，亦位於景山溪子集水區(子集水區崩塌復育比約0.001%)之大克溪集水分區(集水分區崩塌復育比約0.01%)。

十、104年度崩塌地變遷(國有林地範圍)

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，104年度鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約0.49ha，較前期103年度減少約0.48ha，於新增崩塌地部分，面積共計0.29ha(新增崩塌率約0.01%)，集中於景山溪子集水區(子集水區新增崩塌率約0.01%)，並以大克溪集水分區新增崩塌面積約0.18ha為高(集水分區新增崩塌率約0.06%)；而崩塌復育地面積約0.83ha(崩塌復育比約0.02%)，集中於景山溪子集水區(子集水區崩塌復育比約0.04%)之大克溪集水分區(集水分區崩塌復育比約0.27%)。

十一、107年度01月28日崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，107年1月28日鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約2.21ha，較前期104年增加約1.72ha，應為受106年颱洪事件所影響而崩塌，於新增崩塌地部分，面積共計約1.72ha(新增崩塌率約0.03%)，以景山溪子集水區新增崩塌面積約1.18ha為最多(子集水區新增崩塌率約0.05%)，進一步探討各集水分區之新增崩塌面積，則以鯉魚潭庫區集水分區新增崩塌面積約0.54ha最高(集水分區新增崩塌率約0.05%)，另本期無崩塌復育地。

十二、107年度09月25日崩塌地變遷

由變遷分析結果(詳表3-4-1~表3-4-3)，107年9月25日鯉魚潭水庫集水區崩塌面積約2.21ha，與107年01月28日判釋結果相同，無新增崩塌地及崩塌復育地，主要原因為107年無重大颱洪事件，故區內環境無明顯變化。

表 3-4-1 鯉魚潭水庫集水區各期崩塌地變遷分析成果一覽表

年度	事件/時期	崩塌地總面積(m^2)	崩塌率(%)	新增崩塌地面積(m^2)	新增崩塌率(%)	崩塌復育地面積(m^2)	崩塌復育比(%)	備註
88	921 地震	260,101	0.49	-	-	-	-	集水區
90	桃芝颱風	105,129	0.20	105,129	0.20	260,101	0.49	集水區
93	敏督利颱風	74,537	0.14	74,507	0.14	105,129	0.20	集水區
97	卡玫基颱風	141,674	0.27	132,754	0.25	65,587	0.12	集水區
98	莫拉克颱風	159,286	0.30	104,112	0.19	86,498	0.16	集水區
99	8 月前	68,823	0.13	52,635	0.10	143,098	0.27	國有林地
100	8 月前	12,600	0.02	2,630	0.005	58,853	0.11	國有林地
101	8 月前	25,036	0.05	21,767	0.04	9,329	0.02	國有林地
102	8 月前	1,936	0.004	92	0.0002	23,198	0.04	國有林地
103	8 月前	9,652	0.02	9,632	0.02	319	0.001	國有林地
104	8 月前	4,872	0.01	2,860	0.01	8,338	0.02	國有林地
107	01 月 28 日	22,091	0.04	17,220	0.03	0	0	集水區
107	09 月 25 日	22,091	0.04	0	0	0	0	集水區

註 1：崩塌率(%)=崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 2：新增崩塌率(%)=新增崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 3：崩塌復育比(%)=崩塌復育面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 4：民國 99~104 年為林務局針對國有林地崩塌地判釋結果，因未涵蓋計畫區全部範圍，僅供參考

註 5：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 01 月與 09 月判釋結果相同

資料來源：水土保持局、中區水資源局、林務局判釋崩塌地及本計畫判釋整理

表 3-4-2 鯉魚潭水庫各子集水區歷年新增崩塌地面積統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	**2,203.54**	359.06	140.98	284.22	116.99	**901.25**	598.43	231.42	236.03	**1,065.88**	**1,174.33**	**5,345.00**
921地震	新增崩塌筆數	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	新增面積 m^2)	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	新增崩塌率(%)	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
桃芝颱風	新增崩塌筆數	1	-	1	4	2	-	**8**	-	-	-	-	**-**	1	-	-	**1**	**1**	**10**
	新增面積 m^2)	5,669	-	5,569	42,042	31,011	-	**84,291**	-	-	-	-	**-**	15,246	-	-	**15,246**	**5,592**	**105,129**
	新增崩塌率(%)	0.18	0.00	0.14	0.77	1.32	-	**0.38**	-	-	-	-	**-**	0.25	-	-	**0.14**	**0.05**	**0.20**
敏督利颱風	新增崩塌筆數	1	2	-	2	-	1	**6**	-	-	1	-	**1**	-	-	-	**-**	**-**	**7**
	新增面積 m^2)	6,811	55,965	-	7,631	-	3,230	**73,637**	-	-	870	-	**870**	-	-	-	**-**	**-**	**74,507**
	新增崩塌率(%)	0.22	1.84	-	0.14	-	0.08	**0.33**	-	-	0.03	-	**0.01**	-	-	-	**-**	**-**	**0.14**
卡玫基颱風	新增崩塌筆數	-	4	13	3	3	5	**28**	1	-	-	-	**1**	5	-	6	**11**	**39**	**79**
	新增面積 m^2)	-	4,877	23,175	7,714	6,675	17,053	**59,494**	889	-	-	-	**889**	9,041	-	5,907	**14,948**	**57,423**	**132,754**
	新增崩塌率(%)	-	0.16	0.60	0.14	0.28	0.40	**0.27**	0.02	-	-	-	**0.01**	0.15	-	0.25	**0.14**	**0.49**	**0.25**
莫拉克颱風	新增崩塌筆數	3	6	8	4	3	3	**27**	-	-	1	1	**2**	5	1	6	**12**	**35**	**76**
	新增面積 m^2)	3,101	16,101	18,294	5,822	6,016	4,635	**53,969**	-	-	1,733	1,039	**2,772**	2,328	5,786	8,547	**16,661**	**30,710**	**104,112**
	新增崩塌率(%)	0.10	0.53	0.47	0.11	0.26	0.11	**0.24**	-	-	0.06	0.09	**0.03**	0.04	0.25	0.36	**0.16**	**0.26**	**0.19**
99年判釋	新增崩塌筆數	-	3	3	-	-	1	**7**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**2**	**9**
	新增面積 m^2)	-	9,905	33,748	-	-	8,009	**51,662**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**973**	**52,635**
	新增崩塌率(%)	-	0.33	0.87	-	-	0.19	**0.23**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.01**	**0.10**
100年判釋	新增崩塌筆數	-	4	-	-	-	-	**4**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**1**	**5**
	新增面積 m^2)	-	2,361	-	-	-	-	**2,361**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**269**	**2,630**
	新增崩塌率(%)	-	0.08	-	-	-	-	**0.01**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.002**	**0.005**

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	**2,203.54**	359.06	140.98	284.22	116.99	**901.25**	598.43	231.42	236.03	**1,065.88**	**1,174.33**	**5,345.00**
101年判釋	新增崩塌筆數	-	1	-	-	-	-	**1**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**1**
	新增面積 m^2)	-	21,767	-	-	-	-	**21,767**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**21,767**
	新增崩塌率(%)	-	0.72	-	-	-	-	**0.10**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.04**
102年判釋	新增崩塌筆數	-	1	-	-	-	-	**1**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**1**
	新增面積 m^2)	-	92	-	-	-	-	**92**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**92**
	新增崩塌率(%)	-	0.003	-	-	-	-	**0.0004**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.0002**
103年判釋	新增崩塌筆數	-	4	-	-	-	-	**4**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**4**
	新增面積 m^2)	-	9,632	-	-	-	-	**9,632**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**9,632**
	新增崩塌率(%)	-	0.32	-	-	-	-	**0.04**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.02**
104年判釋	新增崩塌筆數	-	2	1	-	-	-	**3**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**3**
	新增面積 m^2)	-	1,816	1,044	-	-	-	**2,860**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**2,860**
	新增崩塌率(%)	-	0.06	0.03	-	-	-	**0.01**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.01**
107年01月判釋	新增崩塌筆數	-	-	1	3	1	2	**7**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**6**	**13**
	新增面積 m^2)	-	-	3,504	1,603	1,303	5,398	**11,808**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**5,412**	**17,220**
	新增崩塌率(%)	-	-	0.09	0.03	0.06	0.13	**0.05**	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.05**	**0.03**
107年09月判釋	新增崩塌筆數	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	新增面積 m2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	新增崩塌率(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

註1：新增崩塌率(%)=新增崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註2：民國99~104年為林務局針對國有林地崩塌地判釋結果，因未涵蓋計畫區全部範圍，僅供參考

註3：107年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故107年09月判釋無新增崩塌地

資料來源：水土保持局、中區水資源局、林務局判釋崩塌地及本計畫判釋整理

表 3-4-3 鯉魚潭水庫各子集水區歷年崩塌復育地面積統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	2,203.54	359.06	140.98	284.22	116.99	**901.25**	598.43	231.42	236.03	**1,065.88**	**1,174.33**	**5,345.00**
921地震	崩塌復育筆數	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	復育面積 m^2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	崩塌復育比(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
桃芝颱風	崩塌復育筆數	19	26	18	16	-	-	79	11	6	-	-	**17**	-	-	-	**-**	**12**	**108**
	復育面積 m^2)	30,524	95,622	82,664	24,370	-	-	233,180	4,178	4,916	-	-	**9,094**	-	-	-	**-**	**17827**	**260,101**
	崩塌復育比(%)	1.00	3.15	2.13	0.45	-	-	1.06	0.12	0.35	-	-	**0.10**	-	-	-	**-**	**0.15**	**0.49**
敏督利颱風	崩塌復育筆數	1	-	1	4	2	-	8	-	-	-	-	**-**	1	-	-	**1**	**1**	**10**
	復育面積 m^2)	5,669	-	5,569	42,042	31,011	-	84,291	-	-	-	-	**-**	15,246	-	-	**15,246**	**5,592**	**105,129**
	崩塌復育比(%)	0.18	-	0.14	0.77	1.32	-	0.38	-	-	-	-	**-**	0.25	-	-	**0.14**	**0.05**	**0.20**
卡玫基颱風	崩塌復育筆數	1	2	-	2	-	1	6	-	-	1	-	**1**	-	-	-	**-**	**-**	**7**
	復育面積 m^2)	6,811	47,045	-	7,631	-	3,230	64,717	-	-	870	-	**870**	-	-	-	**-**	**-**	**65,587**
	崩塌復育比(%)	0.22	1.55	-	0.14	-	0.08	0.29	-	-	0.03	-	**0.01**	-	-	-	**-**	**-**	**0.12**
莫拉克颱風	崩塌復育筆數	-	4	11	3	3	5	26	1	-	-	-	**1**	5	-	6	**11**	**39**	**77**
	復育面積 m^2)	-	7,750	10,349	7,506	3,264	14,882	43,751	889	-	-	-	**889**	5,303	-	4,680	**9,983**	**31,875**	**86,498**
	崩塌復育比(%)	-	0.26	0.27	0.14	0.14	0.35	0.20	0.02	-	-	-	**0.01**	0.09	-	0.20	**0.09**	**0.27**	**0.16**
99年判釋	崩塌復育筆數	3	6	7	4	3	3	26	-	-	1	1	**2**	5	1	6	**12**	**35**	**75**
	復育面積 m^2)	3,101	16,940	25,126	6,029	9,427	6,805	67,428	-	-	1,733	1,039	**2,772**	6,065	5,786	9,774	**21,625**	**51,273**	**143,098**
	崩塌復育比(%)	0.10	0.56	0.65	0.11	0.40	0.16	0.31	-	-	0.06	0.09	**0.03**	0.10	0.25	0.41	**0.20**	**0.44**	**0.27**
100年判釋	崩塌復育筆數	-	3	3	-	-	1	7	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**2**	**9**
	復育面積 m^2)	-	6,329	39,742	-	-	8,009	54,080	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**4,773**	**58,853**
	崩塌復育比(%)	-	0.21	1.03	-	-	0.19	0.25	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.04**	**0.11**

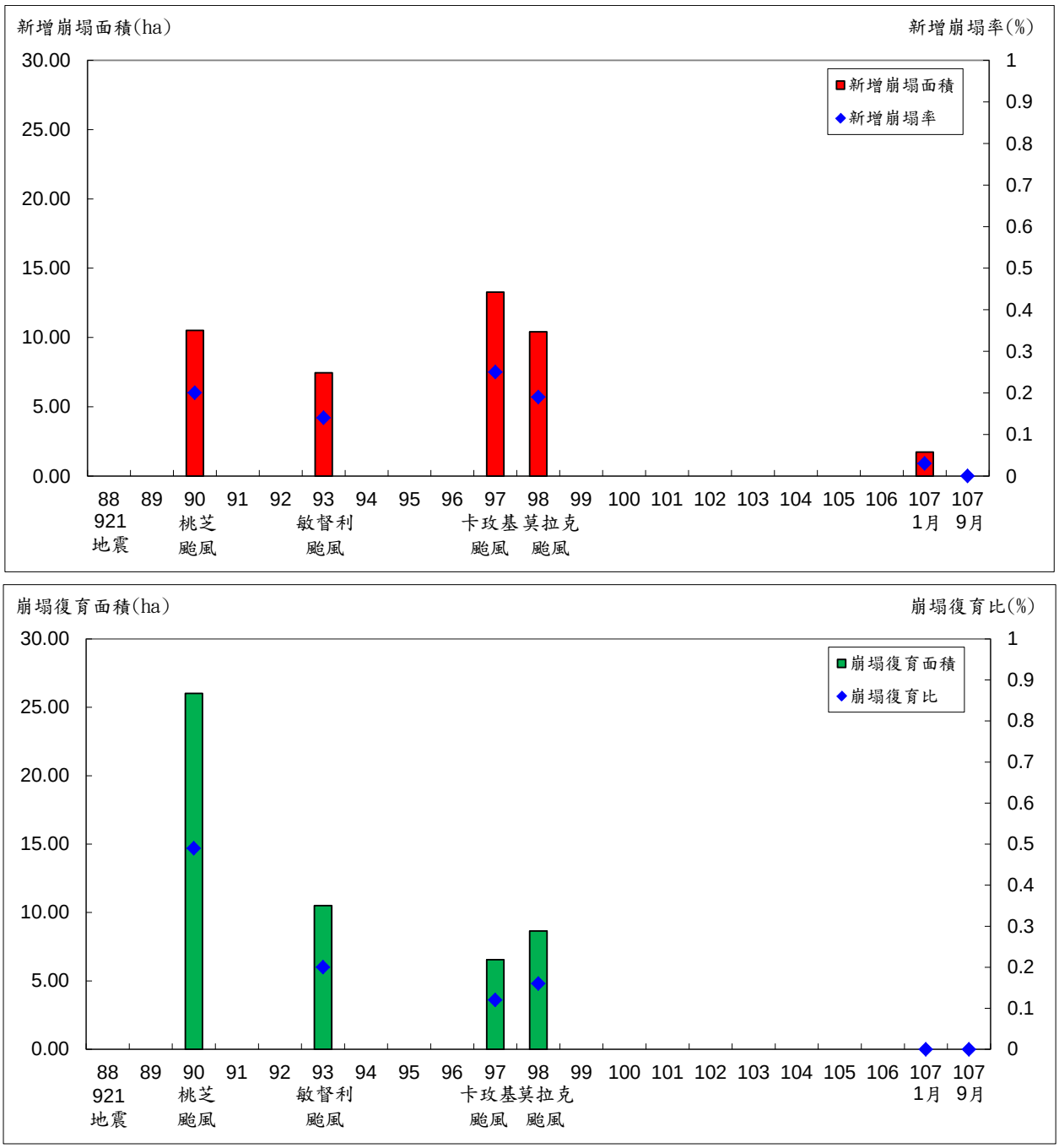
事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	**合計**	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	**合計**		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	2,203.54	359.06	140.98	284.22	116.99	**901.25**	598.43	231.42	236.03	**1,065.88**	**1,174.33**	**5,345.00**
101年判釋	崩塌復育筆數	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**1**	**5**
	復育面積 m^2)	-	7,874	-	-	-	-	7,874	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**1,455**	**9,329**
	崩塌復育比(%)	-	0.26	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**0.01**	**0.02**
102年判釋	崩塌復育筆數	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**1**
	復育面積 m^2)	-	23,198	-	-	-	-	23,198	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**23,198**
	崩塌復育比(%)	-	0.76	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.04**
103年判釋	崩塌復育筆數	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**1**
	復育面積 m^2)	-	319	-	-	-	-	319	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**319**
	崩塌復育比(%)	-	0.01	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.001**
104年判釋	崩塌復育筆數	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**4**
	復育面積 m^2)	-	8,338	-	-	-	-	8,338	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**8,338**
	崩塌復育比(%)	-	0.27	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**0.02**
107年01月判釋	崩塌復育筆數	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	復育面積 m^2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
	崩塌復育比(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**	**-**
107年09月判釋	崩塌復育筆數	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**
	復育面積 m2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**
	崩塌復育比(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	**-**	**-**

註 1：崩塌復育比(%)=崩塌復育面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 2：民國 99~104 年為林務局針對國有林地崩塌地判釋結果，因未涵蓋計畫區全部範圍，僅供參考

註 3：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 107 年 09 月判釋無崩塌復育地

資料來源：水土保持局、中區水資源局、林務局判釋崩塌地及本計畫判釋整理



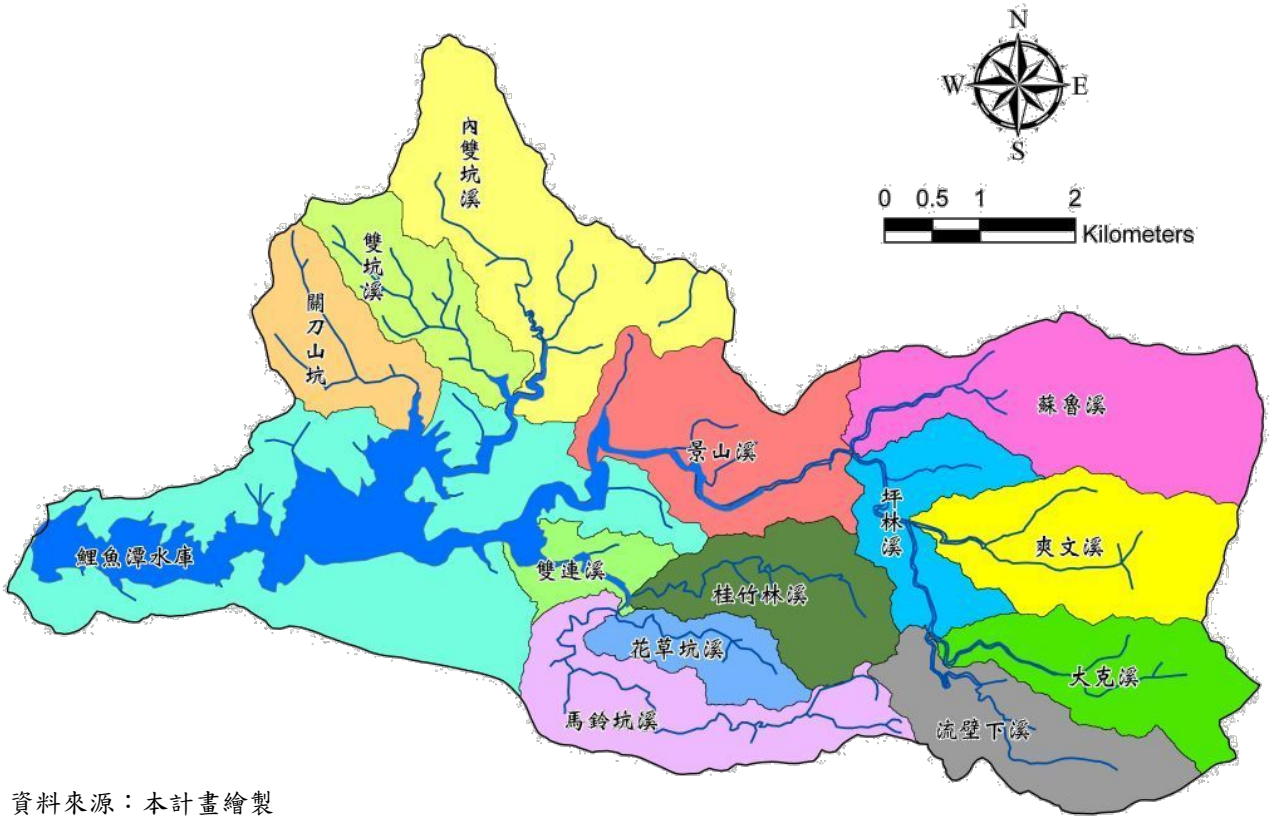
資料來源：農委會水土保持局、水利署中區水資源局判釋崩塌地及本計畫判釋與繪製

圖 3-4-2 鯉魚潭水庫集水區崩塌地變遷分析統計圖

第四章 水庫集水區調查

4-1 野溪及蝕溝調查

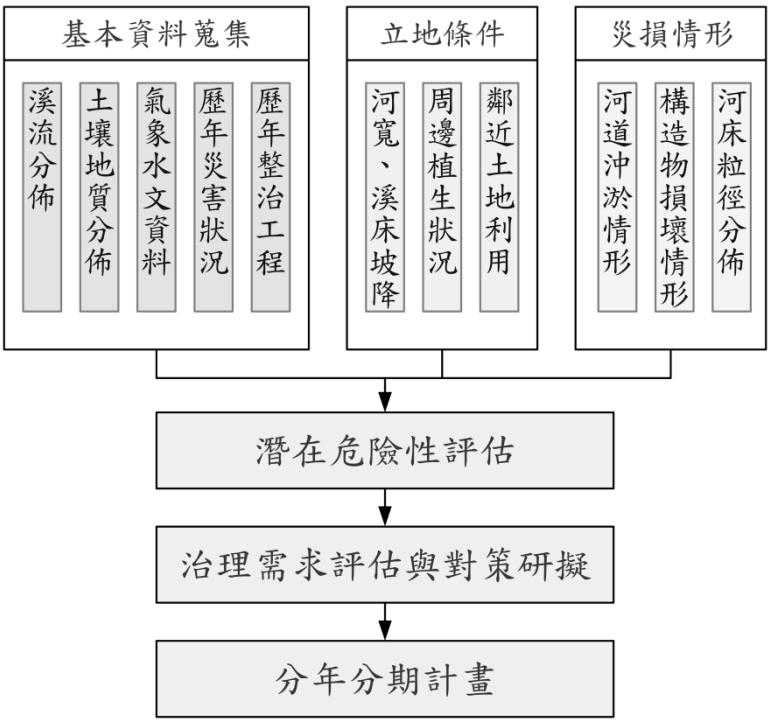
鯉魚潭水庫集水區主要由三個水系組成，北部為雙坑溪水系(包括內雙坑溪、雙坑溪與關刀山坑)，東部為景山溪水系(其上游為蘇魯溪、爽文溪、坪林溪、大克溪及流壁下溪)，而南部為雙連溪水系(上游為桂竹林溪、花草坑溪及馬鈴坑溪)，集水區內水系分佈如圖4-1-1。



資料來源：本計畫繪製

圖 4-1-1 鯉魚潭水庫集水區水系分佈圖

野溪調查之工作依據歷年災害情形、整治工程及河道淤積土砂等情形進行調查，調查流程詳圖4-1-2，針對集水區範圍內所有野溪之集水區面積、主流長度、主流坡度、河川網路、治理權責等地文及平面空間位置進行調查數化，並調查各野溪之沖蝕、淘刷、河岸崩塌及大型蝕溝現況等，本計畫針對野溪及蝕溝之調查點位分佈圖詳圖4-1-3，茲將調查結果說明如後，並將調查成果整理於表4-1-1。



資料來源：本計畫繪製

圖 4-1-2 野溪及蝕溝調查流程圖

一、景山溪子集水區

景山溪子集水區內水系包含流壁下溪、大克溪、爽文溪、蘇魯溪、坪林溪及景山溪主流等，其中大克溪屬水土保持局所公告編號苗縣DF056土石流潛勢溪流，另詳4-2節內文，茲將現地調查結果說明如下：

(一)流壁下溪

本溪發源於大克山區，由東向西於坪林村連字橋附近與大克溪匯流，流長3.8km，下游坡度約1.8~3.0%，上游坡度較陡約4.8~15.1%。中、下游屬山坡地範圍，開發程度較高，鄰近保全對象處相關權責單位多已進行整治，僅餘零星河段尚未完成整治，於梅園一橋上游屬國有林班地範圍，林相保持良好。

1.梅園一橋上游河段(溪01~溪03)

屬國有林地範圍，上游(溪01)屬天然河道，河寬約3m，局部大塊石堆積(最大粒徑>1m)，周圍為次生林；無名版橋(溪02)至梅園一橋(溪03)河段河寬約3~6m，已設置RC護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂堆積或沖蝕刷深情形，大致穩定，河道草本植物叢生，兩岸則多為果園。

2.梅園一橋~詵詵橋河段(溪03~溪9)

屬山坡地範圍，河寬約5~10m，鄰近保全對象處已設置護岸及箱籠保護，河道中零星塊石分佈(平均粒徑約0.2~0.3m)，無明顯下移情形，於無名版橋河段(溪06)河段具較明顯的土砂堆積道中(H=0.5~1.0m、L=90m)，且多為草本植生所叢生，建議後續如有妨礙水流時可進行河道整理，以維持通洪斷面，本河段兩岸具人為開墾，土地利用除次生林外，以旱田及果園為主，並有民宅鄰近。

右岸具一支流匯入(溪09)，河寬約3m，箱涵上游為天然河道，下游已設置RC護岸及階梯式固床工保護，無明顯損壞，河道草本植物叢生，兩岸則多為果園。

3.詵詵橋~連宇橋河段(溪08~溪11)

屬山坡地範圍，河寬約7m，於連宇橋下游與大克溪匯流後為坪林溪，目前鄰近保全對象處已設置RC護岸保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移或沖蝕，大致良好，目前河道植物叢生，惟後續河道中之植生如有妨礙通洪時，建議應予以清理；本河段兩岸具較多人為開發，土地利用以旱田及果園為主，並有民宅鄰近。

		
溪01-上游 天然河道，塊石堆積	溪02-上游版橋 已設置護岸及固床工	溪03-梅園一橋 已設置護岸及固床工
		
溪04-中游過水路面 多為天然河道	溪05-中游無名橋 左岸護岸及旱田	溪06-中游版橋 河道淤積，草類叢生

		
溪07-詏詏橋上游河段 已設置護岸及固床工	溪08-詏詏橋下游 設置護岸及固床工	溪09-中游右支流 設置護岸及固床工，草類叢生
		
溪10-連宇橋上游河段 設置護岸及固床工，草類叢生	溪11-連宇橋上游 設置護岸及固床工，草類叢生	溪11-連宇橋下游 流壁下溪與與大克溪匯流

(二)大克溪：屬水保局所公告之土石流潛勢溪流，另詳4-2節內文。

(三)爽文溪

本溪發源於司令山山區，由東向西流，於東豐橋附近與景山溪匯流，流長1.9km，坡度較陡約5.4~8.3%。其上游屬國有林班地範圍，無路可達，林相保持良好，中、下游屬山坡地範圍，鄰近保全處多已整治。

1.上游左支流(溪12)

河寬約3-5m，設有護岸及固床工保護，部份固床工及護岸基礎有局部淘空情形，建議進行補強，上游河道堆積之大塊石(最大粒徑>0.8m)無明顯下移，大致維持相對穩定，兩岸以次生林及果園為主。

2.文炎橋河段(溪13)

河寬約5~8m，為天然河道，目前河道已為草本植物叢生，未有大規模土砂下移或刷深情形，現況大致穩定，兩岸以次生林為主。

3.和壎橋河段(溪14)

河寬約8m，除上游左岸鄰近保全處設置RC護岸保護外，多為天然河道，河道中局部礫石堆積，未有明顯下移刷深情形，現況大致穩定，兩岸以旱田、次生林及竹林為主。

		
溪12-上游左支流 固床工基礎淘空，塊石堆積	溪13-文炎橋河段 天然河道，草類叢生	溪14-和壎橋河段 果園旁已設置護岸，礫石堆積

(四)蘇魯溪

蘇魯溪屬景山溪上游支流，發源於大湖鄉卓蘭鎮山區，由東向西於景山村與匯入景山溪，流路長約3.5km，坡度較陡約3.56~9.25%。上游源頭屬於國有林班地範圍，林相保持良好，中、下游為山坡地範圍。

1.上游河段(溪15~溪20)

由左、右支流(溪15、溪16)匯流而成，另有右岸2條坑溝(溪19、溪20)匯入，多為天然河道，與道路交會處均設有防砂設施，可穩固河道及調整溪床坡度，除右坑溝01(溪19)防砂設施基礎有局部淘空(L=1m)外，無明顯損壞情形，河道中草類叢生，周圍以次生林為主，整體而言大致穩定。

於上游河道部份(溪17、溪18)河寬約6~8m，已設置防砂設施、護岸及消能工，並採封底處理，河道無淤積，兩岸多為次生林及旱田，整體而言大致穩定。

2.豐忠橋~東魯橋河段(溪21~溪22)

河寬約4~8m，為天然河道，兩岸多為岩盤，局部塊石淤積(平均粒徑約0.2~0.3m)，無明顯下移或刷深情形，兩岸多為次生林及果園，整體而言大致穩定。

3.恭和橋上、下游河段(溪23)

河寬約5~6m，已設置護岸並採封底處理，河道無明顯淤積，兩岸多為次生林及旱田，整體而言大致穩定。

		
溪15-上游左支流 天然河道，設有防砂設施	溪16-上游右支流 天然河道，設有防砂設施	溪17-上游河道01 已設置護岸及消能設施
		
溪18-上游河段02 已設置護岸及封底	溪19-上游右坑溝01 天然河道，設有防砂設施	溪20-上游右坑溝02 天然河道，設有防砂設施
		
溪21-豐忠橋河段 天然河道，局部塊石淤積	溪22-東魯橋河段 天然河道，兩岸多為岩盤	溪23-恭和橋上、下游河段 已設置護岸及封底

(五)坪林溪

大克溪與流壁下溪匯流後至景山草寮附近之河段稱為坪林溪，屬山坡地範圍，流向由東南往西北流，本河段流長約3km，坡度較陡約1.1~8.5%，另有1條支流匯入；目前相關權責單位皆已進行整治，大部分已施做RC護岸及固床工。

1.坪林國小橋~坪林瀑布河段(溪24~溪27)

河寬約8~15m，已設置護岸及固床工保護，僅永昌橋上游(溪26)之固床工已有基礎淘空外，無明顯損壞，河道中局部礫石堆積，未有明顯下移或河道刷深情形，並已有植物叢生，現況大致穩定，兩岸以次生林及果園為主，並有民宅鄰近。

2.坪林瀑布~景坪橋河段(溪27~溪30)

河寬約8~10m，已設置護岸及固床工，除東豐橋(溪28)上游一處固床工基礎淘空及景豐橋(溪29)下游固床工表面局部有磨損外，無明顯損壞，河道無明顯土砂下移或刷深，大致穩定，並有草類叢生，兩岸多為次生林及果園。

3.景坪橋~蘇魯溪匯流處河段(溪30~溪32)

河寬約10~15m，已設置護岸及固床工，除景坪橋(溪30)上游一處固床工基礎有淘空外，無明顯損壞，下游河道則封底以抵抗發電尾水之沖刷，現況大致穩定，兩岸多為次生林及果園。

4.右支流(溪33、溪34)

河寬約3~5m，鄰近保全對象處已設置護岸固床工，無明顯土砂下移或刷深情形，大致穩定，兩岸多為旱田、果園及次生林，並有民宅鄰近。

		
溪24-坪林國小橋河段 已設RC護岸，草類叢生	溪25-東文橋河段 已設RC護岸，草類叢生	溪26-永昌橋河段 固床工基礎淘空
		
溪27-坪林瀑布河段 已設置護岸及固床工	溪28-東豐橋河段 已設置護岸及固床工	溪29-景豐橋 河道淤積，草類叢生

		
溪30-景坪橋 上游固床工基礎淘空	溪31-萬年橋 已設置護岸及固床工	溪32-與蘇魯溪匯流處 已設置護岸及固床工
		
溪33-右支流上游 已設置護岸及固床工	溪34-右支流下游 以岩盤為主	

(六)景山溪主流(溪35~溪38)

整體來說，水庫蓄水範圍延伸約至景福橋下游約200m，此段河道坡度平緩且兩岸為峽谷地形；由景連橋(溪37)往上游至景福橋(溪36)之河段，兩岸陡峻且多為岩盤，無路可達，植生狀況良好，景福橋(溪36)以上，已針對保全對象施設護岸及固床工等構造物，現況大致穩定良好，無明顯土砂淤積之情形。

		
溪35-長青橋下游河段 已設置護岸及固床工並封底	溪36-景福橋河段 已設置護岸及固床工並封底	溪37-景連橋河段 陡峭之天然河岸

		
溪38-歸安橋河段 陡峭之天然河岸		

二、雙連溪子集水區

發源於坪林兩側山區，包括桂竹林溪、花草坑溪、馬鈴坑三條支流，流路先由東向西再改東南向西北匯合成本流後始稱「雙連溪」；在桂竹林溪、花草坑溪、馬鈴坑溪匯合口附近，兩岸均為高約20m之岩壁，主流均位於水庫淹沒範圍內(溪73)，交通無法到達，河道彎曲但坡度較緩(坡降平均約0.1%)，並無人工構造物，週邊環境天然良好。

(一)馬鈴坑溪

本溪發源於小風空附近，由西向東雙連潭附近與花草坑溪匯流，流長5.6km，坡度約2.8~5.5%；自海拔標高306m到苗54-1雙連農路復興橋屬無道路可直接到達之峽谷地形，兩岸高度皆有8m以上；自復興橋以上為野溪型態，除穿越河谷之橋梁、上游道路沿岸及鄰近保全對象處設有工程外，其他區段多無工程設施，維持天然河道，狀況良好。

1.上游河段(溪39~溪50)

包含左(溪44~溪46)、右支流(溪39~溪43)及左側2條坑溝(溪49~溪50)，支流及坑溝河寬約3~4m，主流河道河寬約4~6m，於鄰近保全對象之河段已設置護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂淤積，河道及兩岸植物叢生，現況大致良好，周圍土地利用除右支流源頭處(溪39~溪41)以旱作及果園為主外，其餘河段多為次生林。

2.復興橋上游河段(溪51~溪52)

河寬約5~15m，除鄰近道路及復興橋(溪52)處設有護岸及固床工外，多為天然河道，目前於於上游河段(溪51)之1處固床工緩坡基礎淘空，建議進行補強，其餘構造物無明顯損壞，河道中無大規模土砂下移及刷深情形，河道及兩岸植物叢生，現況大致穩定。

3.復興橋下游河段(溪53)

為天然河道，無道路可達，由內政部國土利用、衛星影像及本計畫現地調查，河道兩岸多為次生林，無明顯崩塌產生。

		
溪39~溪41-右支流源頭 採箱涵通過旱田旁	溪42~溪43-右支流 已設置護岸，植物叢生	溪44~溪46-左支流 已設置護岸固床工，植物叢生
		
溪47-上游河段01 已設置護岸	溪48-上游河段02 天然河岸	溪49-上游左坑溝01 已設置護岸固床工，植物叢生
		
溪50-上游左坑溝02 天然河岸	溪51-復興橋上游 已設置護岸及固床工	溪51~復興橋上游 固床工緩坡基礎淘空
		
溪52-復興橋河段 上游天然河道	溪52-復興橋河段 下游護岸及固床工，植物叢生	溪53-復興橋下游河段 天然河道，無路可達

(二)花草坑溪

本溪發源於小風空附近，由東向西雙連潭附近與馬鈴坑匯流，流長1.9km，坡度約2.2~2.8%。以苗54-1雙連農路為界，最下游自標高306m至文盛橋，河道長約550m，寬度5~10m，河岸為天然峽谷地形兩岸岩盤出露；流域內開發程度較高，已整治區段之設施以RC護岸及固床工為主。

1.上游河段(溪54~溪59)

除主流(溪54~溪57)外，左、右各有一條坑溝(溪58、溪59)匯入，主流河寬約2~4m，坑溝河寬約2m，鄰近保全對象處已設置護岸及固床工，除上游箱涵03(溪56)局部護岸基礎淘空外，其餘構造物無明顯損壞，無明顯土砂堆積或刷深情形，大致穩定，目前河道中草類叢生，兩岸則為果園及次生林。

2.文盛橋上下游河段(溪60~溪61)

河寬約3~7m，鄰近保全對象處已設置RC護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致良好，河道草類叢生，兩岸以果園及次生林為主；下游河段則為天然河道，無直接道路可達。

		
溪54-上游箱涵01 RC護岸及固床工，右岸果園	溪55-上游箱涵02 RC護岸及固床工，右岸果園	溪56-上游箱涵03 RC護岸基礎淘空，兩岸果園
		
溪57-上游無名版橋 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪58-上游右坑溝 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪59-上游左坑溝 左岸護岸，右岸天然河道

		
溪60-中游箱涵 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪61-文盛橋上游 已設置護岸及固床工	溪61-文盛橋下游 已設置護岸及固床工

(三)桂竹林溪

本溪發源於小風空附近，由東向西於雙連潭附近與花草坑溪匯流，流長3.6km，坡度約0.5~2.9%。以苗54-1雙連農路文豐橋為界，最下游由標高306m至文豐橋間，河道長約300m，屬天然河道，局部河段河床岩盤出露；流域內中下游地區經開發程度較高，整治工法主要採用混凝土、土石籠護岸，上游河道內可見岩盤出露，狀況均相當天然且穩定。

1.桂竹林橋上游河段(溪62~溪65)

河寬約2~5m，鄰近保全對象處已設置RC護岸及固床工無明顯損壞，河道無明顯土砂堆積、刷深或河岸崩塌情形，大致穩定，兩岸以果園、旱田及次生林為主，並有民宅鄰近。

2.建興橋~桂竹林橋下游河段(溪66~溪67)

河寬約5~9m，已設置RC護岸及固床工，無明顯損壞及土砂堆積，大致穩定，兩岸以果園及旱田為主，並有民宅鄰近。

3.文豐橋~雙連橋河段(溪68~溪70)

河寬約4~6m，鄰近保全對象處已設置護岸，無明顯土砂下移或刷深，大致穩定，兩岸以次生林、果園及旱田為主，並有民宅鄰近。

4.中游左支流(溪71~溪72)

天然河道，河寬約2~3m，無明顯土砂堆積、河道刷深或河岸崩塌情形，兩岸植物叢生，現況大致穩定。

		
溪62-右源頭 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪63-上游河道 天然河道，植物叢生	溪64-上游無名版橋 RC護岸及固床工，兩岸旱田
		
溪65-桂林橋 RC護岸及固床工，民宅鄰近	溪66-桂林橋下游 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪67-建興橋 RC護岸及固床工，兩岸果園
		
溪68-雙連橋 RC護岸及固床工，兩岸果園	溪69-雙連橋下游 護岸及固床工，兩岸果園	溪70-文豐橋 已設置護岸，兩岸次生林
		
溪71-中游左支流上游 天然河道	溪72-中游左支流中游 天然河道	溪73-雙連溪主流 屬蓄水範圍

三、雙坑溪子集水區

(一)內雙坑溪

為雙坑溪主要支流，發源於大湖鄉羌麻園山區，上游山區坡度較大

(約2.58~15.23%)，由北向南流，於雙坑橋北側與雙坑溪合流(淹沒區，溪96)，合流後河寬約20m，坡度較緩約0.75%，里程0~1,200屬淹沒區範圍內，河道坡度緩和，現況良好；本河段下游開發程度較高，目前下游大部分河段已經施做護岸，河道中上游多屬交通難以到達之地點，且週邊植生茂密，河道現況自然良好穩定。

1.上游羌麻園源頭處河段(溪75~溪76)

包含左、右支流，河寬約2~3m，左支流(溪75)鄰近保全處採矩型渠道，右支流(溪76)鄰近保全處為設置護岸及消能設施，無損壞及土砂淤積情形，周圍以旱田、果園及坡地造林為主，下游多為天然河道，已為草類叢生。

2.中游無名版橋河段(溪77)

上游為天然河道，河寬約4~6m，局部塊石堆積(平均粒徑約0.2~0.3m)，無明顯下移情形，兩岸以次生林為主；下游河寬約6~9m，鄰近保全對象處已設置護岸，無明顯損壞及淤積情形，兩岸以果園及旱田為主，並有民宅鄰近。

3.永和橋~雙和橋河段(溪78~溪79)

河寬約5~8m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，大致穩定，河道草類叢生，周圍以旱田及果園為主，並有民宅鄰近。

4.雙林橋河段(溪80)

屬蓄水範圍河段，河寬約6~8m，左岸鄰近道路及果園處已設置護岸，右岸則為天然河岸，底質以泥質為主，周圍以果園及次生林為主；於雙林橋處另有一左支流匯入(溪81)，上游河寬約2~3m，為天然河道，下游匯入處河寬約5m，已設置護岸，河道草類叢生，周圍以果園為主。

		
溪75-左支流源頭 矩型渠道，兩岸果園及旱田	溪76-右支流源頭 上游護岸及消能工	溪77-中游無名版橋 下游護岸

		
溪78-永和橋下游 RC護岸及固床工，右岸旱田	溪79-雙和橋 RC護岸及固床工，草類叢生	溪80-雙林橋(蓄水範圍) 左岸局部護岸，左岸果園

(二)雙坑溪

發源於大湖鄉羌麻園山區，多為峽谷地形開發程度較低，坡度較陡(約2.40~14.00%)，多難以通達，河道狀況自然良好，本河段已施設護岸之地點較為零星，多位於道路穿越溪流處。

1.上游左支流(溪82~溪83)

上游(溪82)為天然河道，河寬約3m，塊石堆積(平均粒徑約0.3m)，兩岸為次生林，鄰近果園處已設置護岸及固床工，護岸基礎已有淘空情形，周圍以次生林及果園為主，下游處(溪83)目前水土保持局臺中分局正辦理武榮村坑溝整治工程中，周圍以草生地及次生林為主。

2.上游左支流(溪84~溪85)

河寬約3m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，河道中塊石堆積(平均粒徑約0.2~0.3m)，無明顯下移，河道草類叢生，周圍以次生林、果園及旱田為主，並有民宅鄰近。

3.上游無名版橋(溪86)

河寬約4m，上游左岸凹岸處設有砌石護岸，右岸為岩盤，河道中塊石堆積(平均粒徑約0.2~0.3m，最大粒徑>1.0m)，無明顯下移；下游為天然河道，亦為塊石所堆積(平均粒徑約0.2~0.3m)，周圍為次生林。

4.中游左、右支流(溪87~溪89)

河寬約3m，多為天然河道，無明顯土砂下移或刷深，河道草類叢生，周圍為次生林及竹林。

5.下游無名版橋(溪90)

河寬約5m，天然河道，無明顯土砂下移或刷深，河道草類叢生，

周圍為次生林。

		
溪82-左支流01 護岸基礎淘空，左岸為果園	溪83-左支流02 水保局工程施工中	溪84-上游右支流01 天然河道
		
溪85-上游右支流02 RC護岸及固床工，塊石堆積	溪86-上游無名版橋 天然河道，塊石堆積	溪87-中游右支流 天然河道
		
溪88、溪89-中游左支流 天然河道，周圍為竹林及果園	溪90-下游無名版橋 天然河道，草類叢生	溪91-下游右支流 天然河道，草類叢生

(三)關刀山坑(關刀溪)

發源於羌麻園山區(大湖鄉與三義鄉交接之關刀山附近)，由西北向東南流，於關山橋流入水庫，流長約2.0km，坡度較陡約12.5%。自海拔標高306m起，沿岸多為果園分佈，並設有護岸，中游處有一新開瀑布，以上均為陡峭河谷(坡降約14.4%)，河道自然原始，交通無法到達。

1.上游河段(溪93)

河寬約3m，天然河道，塊石堆積(平均粒徑約0.3m)，河道中草類叢生，兩岸為次生林。

2.新理橋河段(溪95)

河寬約4~5m，已設置護岸、防砂設施及固床工，無明顯損壞，河道無明顯土砂堆積，並有草類叢生，周圍以次生林為主，下游有民宅鄰近。

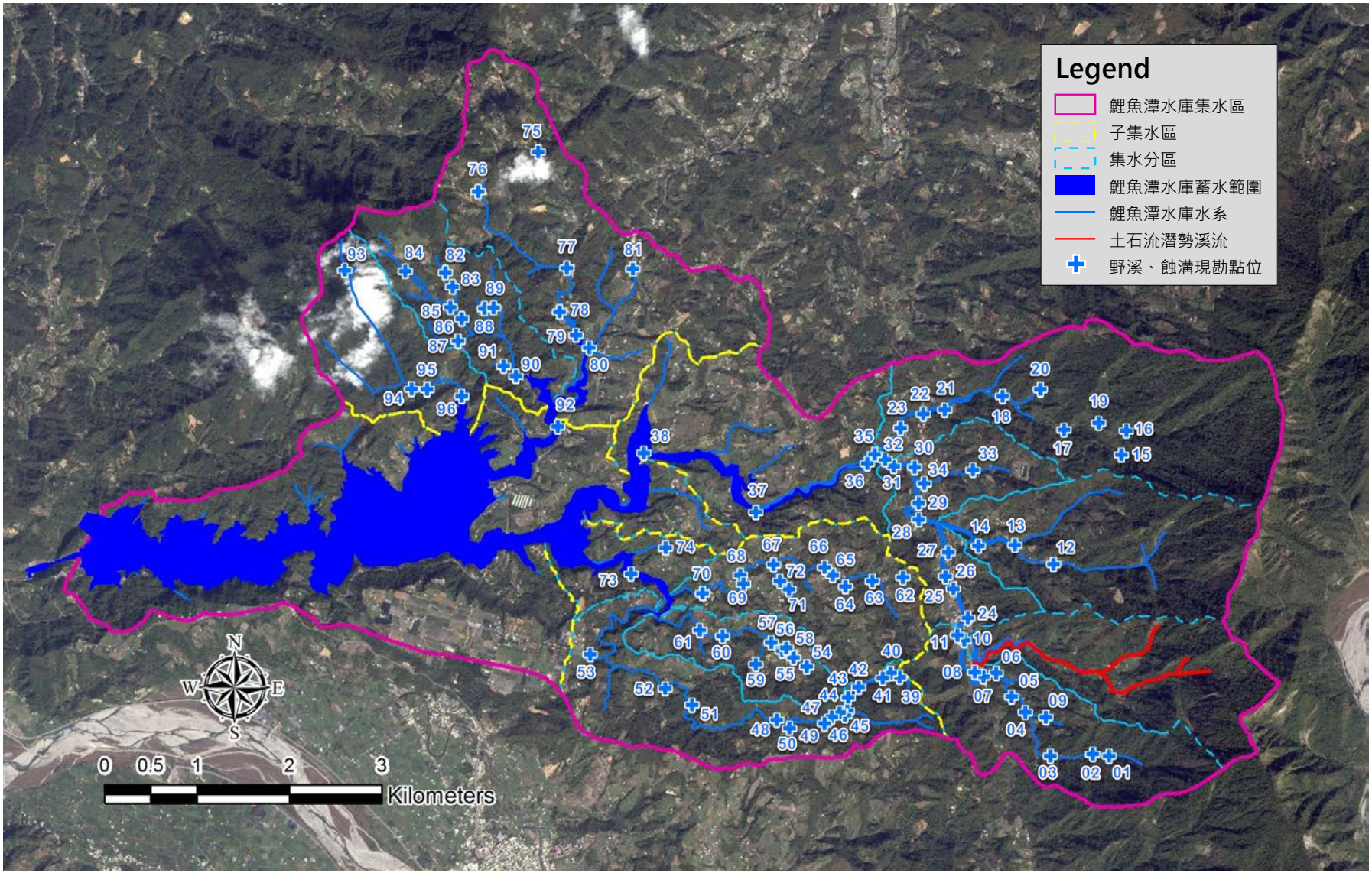
3.關山橋河段(96)

關刀山坑於關山橋流入庫區，屬蓄水範圍河段，河寬約20~30m，天然河道，周圍次生林為主。

		
溪93-上游河段 天然河道	溪94-新開瀑布 天然河道	溪95-新理橋河段 已設護岸、防砂設施及固床工
		
溪95-新理橋河段 已設護岸	溪96-關山橋河段 天然河道	溪96-關山橋河段 天然河道

四、小結

由調查結果得知，區內水系於鄰近保全對象處之河段多已設置相關構造物保護，目前除部份構造物基礎有受逕流淘空外，無明顯損壞情形，目前除於流壁下溪中游版橋河段(溪06)因坡度趨緩且為直線段，故有較明顯之土砂堆積外，其餘河段無明顯土砂堆積或沖蝕刷深情形，顯示於近年無重大颱洪事件影響下，現況大致穩定。



資料來源：本計畫調查繪製

圖 4-1-3 野溪及蝕溝現況調查點位分佈圖

表 4-1-1 計畫區野溪及蝕溝調查整理表

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 01	景山溪	流壁下	上游天然河道	238956	2690652	天然河道，河寬約 3m，河道中局部大塊石堆積(最大粒徑>1m)，無明顯土砂下移或沖蝕刷深情形，兩岸以次生林為主。	持續觀察
溪 02	景山溪	流壁下	上游無名版橋河段	238777	2690673	河寬約 3-5m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂堆積或沖蝕刷深情形，上游河岸邊坡以自然植生為主，下游則多為果園。	持續觀察
溪 03	景山溪	流壁下	上游梅園一橋河段	238318	2690656	河寬約 4-6m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂堆積或沖蝕刷深情形，並有草本植物叢生，兩岸則多為果園。	持續觀察
溪 04	景山溪	流壁下	中游過水路面河段	238050	2691125	河寬約 5m，除局部河段右岸設有石籠保護外，多為天然河道，並有草本植物叢生，兩岸土地利用以次生林為主。	持續觀察
溪 05	景山溪	流壁下	中游無名橋河段	237902	2691297	河寬約 5-6m，左岸鄰近保全對象處(農地)已設置 RC 護岸及箱籠保護，右岸則為天然河岸，河道中零星塊石分佈(平均粒徑約 0.2~0.3m)，無明顯下移情形，右岸土地利用為旱田，以種植草莓及短期蔬菜為主，右岸則為次生林。	持續觀察
溪 06	景山溪	流壁下	中游版橋河段	237731	2691553	河寬約 7~9m，鄰近保全對象處河段已設置 RC 護岸保護，本河段因坡度趨緩且為直線段，故上游下移之土砂明顯堆積於河道中(H=0.5~1.0m、L=90m)，且多為草本植生所叢生，建議後續如有妨礙水流時可進行河道整理，以維持通洪斷面。	持續觀察
溪 07	景山溪	流壁下	詵詵橋上游河段	237597	2691514	河寬約 6~10m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道輕微堆積，並有草本植物生長，暫不影響通洪能力，兩岸土地利用以旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 08	景山溪	流壁下	詵詵橋河段	237500	2691562	河寬約 4~5m，已設置護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道輕微堆積，並有草本植物生長，暫不影響通洪能力，兩岸土地利用以旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 09	景山溪	流壁下	中游右支流箱涵河段	238271	2691073	河寬約 3m，箱涵上游為天然河道，下游已設置 RC 護岸及階梯式固床工保護，無明顯損壞，河道草本植物叢生，兩岸則多為果園。	持續觀察
溪 10	景山溪	流壁下	連宇橋上游河段	237390	2691906	河寬約 7m，右岸為苗 55 坪林道路已設置 RC 護岸保護，左岸為天然河岸及次生林，河道中無明顯土砂下移或沖蝕情形，河道中植物生長茂密，後續如有妨礙通洪時，建議應予以清理。	持續觀察
溪 11	景山溪	流壁下	連宇橋河段	237315	2691962	與大克溪匯流為坪林溪，河寬約 7m，兩岸已設置 RC 護岸保護，無明顯損壞情形，河道中無明顯土砂下移或沖蝕，現況大致良好，河道中植物叢生，後續河道中之植生如有妨礙通洪時，建議應予以清理。	持續觀察
溪 12	景山溪	爽文溪	左支流	238353	2692727	河寬約 3-5m，設有護岸及固床工保護，部份固床工及護岸基礎有局部淘空情形，建議進行補強，上游河道堆積之大塊石(最大粒徑>0.8m)無明顯下移，大致維持相對穩定，兩岸以次生林及果園為主。	護岸及固床工基礎補強
溪 13	景山溪	爽文溪	左支流文炎橋	237935	2692935	河寬約 5~8m，為天然河道，目前河道兩岸已為草本植物叢生，未有大規模土砂下移或刷深情形，現況大致穩定，兩岸以次生林為主。	持續觀察
溪 14	景山溪	爽文溪	和壎橋河段	237540	2692927	河寬約 8m，除上游左岸鄰近保全處設置 RC 護岸保護外，多為天然河道，河道中局部礫石堆積，未有明顯下移刷深情形，現況大致穩定，兩岸以旱田、次生林及竹林為主。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 15	景山溪	蘇魯溪	上游左支流	239089	2693914	河寬約 2~3m，為天然河道，兩岸為次生林，與道路交會處設有透過性防砂設施及靜水池，並採箱涵方式通過，目前河道中多為植物叢生，無明顯土砂下移或河道刷深情形，透過性防砂設施無明顯損壞，仍保有攔蓄空間，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 16	景山溪	蘇魯溪	上游右支流	239142	2694172	河寬約 6~8m，上游為天然河道，兩岸為次生林，河道輕微塊石堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，無明顯下移或河道刷深情形且多為植物叢生，與道路交會處設有透過性防砂設施及靜水池，並採箱涵方式通過，透過性防砂設施無明顯損壞，仍保有攔蓄空間，靜水池底部則有局部破損情形，下游河道設有護岸及消能設施保護，兩岸多為草生地及次生林，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 17	景山溪	蘇魯溪	上游河段 01	238464	2694183	河寬約 6m，已設置護岸及消能設施保護，未有明顯損壞情形，河道中無明顯土砂下游堆積，兩岸多為草生地及次生林，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 18	景山溪	蘇魯溪	上游河段 02	237802	2694549	河寬約 6~8m，已設置防砂設施及護岸，並採封底處理，河道無淤積，兩岸多為次生林及旱田，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 19	景山溪	蘇魯溪	上游右坑溝 01	238842	2694255	河寬約 5~6m，上游為天然河道，兩岸為次生林，河道多為植物叢生，無明顯下移或河道刷深情形，與道路交會處設有透過性防砂設施，並採箱涵方式通過，透過性防砂設施仍保有攔蓄空間，惟基礎有局部淘空(L=1m)，暫不影響整體結構安全，下游河道則已設置護岸及消能設施保護，兩岸多為草生地及次生林，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 20	景山溪	蘇魯溪	上游右坑溝 02	238212	2694623	河寬約 5m，為天然河道，兩岸為次生林，與道路交會處設有防砂設施及靜水池，並採箱涵方式通過，目前河道中多為植物叢生，無明顯土砂下移或河道刷深情形，防砂設施無明顯損壞，可穩固河道及調整溪床坡度，整體而言大致穩定。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 21	景山溪	蘇魯溪	豐忠橋河段	237174	2694397	河寬約 6~8m，為天然河道，局部塊石淤積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，並可見岩盤，兩岸多為次生林及果園，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 22	景山溪	蘇魯溪	東魯橋河段	236944	2694357	河寬約 4~8m，為天然河道，兩岸多為岩盤，局部塊石淤積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，無明顯下移或刷深情形，兩岸多為次生林，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 23	景山溪	蘇魯溪	恭和橋上、下游河段	236700	2694202	河寬約 5~6m，已設置護岸並採封底處理，河道無明顯淤積，兩岸多為次生林及旱田，整體而言大致穩定。	持續觀察
溪 24	景山溪	坪林溪	坪林國小橋河段	237428	2692149	河寬約 8m，已設置 RC 護岸保護，河道中局部礫石堆積，未有明顯下移或河道刷深情形，並已有植物叢生，現況大致穩定，兩岸以次生林及果園為主。	持續觀察
溪 25	景山溪	坪林溪	東文橋河段	237268	2692463	河寬約 15m，已設置護岸，河道輕微礫石堆積，大致穩定，河道已有草類叢生，建議後續如有影響通洪時，應進行河道整理，兩岸多為果園及旱田，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 26	景山溪	坪林溪	永昌橋河段	237187	2692595	河寬約 15m，已設置護岸及固床工，目前上游河道之固床工已有基礎淘空情形，下游河道則呈輕微礫石堆積，大致穩定，兩岸多為旱田，並有民宅鄰近。	固床工基礎修復
溪 27	景山溪	坪林溪	坪林瀑布河段	237213	2692857	河寬約 15m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，河道亦無明顯土砂下移或刷深情形，大致穩定，兩岸多為果園，並有民宅及休閒農場鄰近。	持續觀察
溪 28	景山溪	坪林溪	東豐橋河段	236895	2693213	河寬約 8~10m，已設置護岸及固床工，除上游一處固床工基礎淘空外，無明顯損壞，河道無明顯土砂下移或刷深，大致穩定，並有草類叢生，兩岸多為次生林及果園。	固床工基礎修復

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 29	景山溪	坪林溪	景豐橋河段	236895	2693388	河寬約 10~12m，已設置護岸及固床工，除下游固床工表面局部有磨損外，無明顯損壞，河道無明顯土砂下移或刷深，大致穩定，兩岸多為次生林及旱田。	持續觀察
溪 30	景山溪	坪林溪	景坪橋(士林攔河堰越域引水出口)	236851	2693781	河寬約 10~15m，已設置護岸及固床工，除上游一處固床工基礎有淘空外，無明顯損壞，下游河道則封底以抵抗發電尾水之沖刷，現況大致穩定，兩岸多為次生林及果園。	固床工基礎修復
溪 31	景山溪	坪林溪	萬年橋河段	236625	2693787	河寬約 18~20m，已設置護岸及固床工並封底，無明顯損壞，大致穩定，兩岸多為次生林及果園。	持續觀察
溪 32	景山溪	坪林溪	與蘇魯溪匯流處河段	236529	2693865	河寬約 18~20m，已設置護岸及固床工並封底，無明顯損壞，大致穩定，兩岸多為旱田及果園。	持續觀察
溪 33	景山溪	坪林溪	右支流上游	237483	2693750	河寬約 3~4m，鄰近保全對象處已設置護岸、固床工，無明顯土砂下移或刷深情形，大致穩定，兩岸多為旱田及次生林，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 34	景山溪	坪林溪	右支流下游	236952	2693603	河寬約 3~5m，天然河道為主，僅下游鄰近旱田處設有護岸，河道多為岩盤，兩岸則為旱田、果園及次生林。	持續觀察
溪 35	景山溪	景山溪	長青橋下游河段	236418	2693915	河寬約 18~20m，已設置護岸及固床工並封底，無明顯損壞，大致穩定，兩岸多為果園及次生林，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 36	景山溪	景山溪	景福橋河段	236338	2693819	河寬約 18~20m，上游已設置護岸及固床工並封底，無明顯損壞，兩岸多為果園及次生林，並有民宅鄰近；下游為天然河道，河岸以岩盤為主，大致穩定，兩岸為次生林。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 37	景山溪	景山溪	景連橋河段	235132	2693293	景連橋往上游約 500m 處之河道均屬水庫蓄水範圍，此段河道坡度平緩，兩岸為坡度較為陡峭之天然河岸，並以次生林及竹林為主，現況大致良好。	持續觀察
溪 38	景山溪	景山溪	歸安橋河段	233919	2693932	屬蓄水範圍河段，滿水位時水深可達 10m，兩岸為坡度較為陡峭之天然河岸，並以次生林、草生地及果園為主，現況大致良好。	持續觀察
溪 39	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 01	236687	2691506	已設置矩型渠道，溝寬約 1.5m 無損壞情形，周圍土地利用以果園及次生林為主。	持續觀察
溪 40	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 02	236589	2691550	採箱涵方式通過旱田旁，現況無損壞情形。	持續觀察
溪 41	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 03	236507	2691499	採箱涵方式通過旱田旁，現況無損壞情形。	持續觀察
溪 42	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 04	236244	2691398	河寬約 3m，已設置 RC 護岸，無明顯損壞，並有植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田及次生林為主。	持續觀察
溪 43	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 05	236131	2691285	河寬約 3m，已設置 RC 護岸，無明顯損壞，並有植物叢生，現況大致良好，兩岸以次生林為主。	持續觀察
溪 44	雙連溪	馬鈴坑溪	左支流 01	236121	2691142	河寬約 3m，已設置 RC 護岸，無明顯損壞及土砂淤積，河道及兩岸植物叢生，現況大致良好。	持續觀察
溪 45	雙連溪	馬鈴坑溪	左支流 02	236097	2691094	河寬約 3m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，河道及兩岸植物叢生，現況大致良好。	持續觀察
溪 46	雙連溪	馬鈴坑溪	左支流、兩支流匯流處	236038	2691124	河寬約 3~4m，左岸鄰近道路側已設置 RC 護岸，無明顯損壞，河道兩岸植物叢生，現況大致良好。	持續觀察
溪 47	雙連溪	馬鈴坑溪	上游 01	235954	2691079	河寬約 4~5m，已設置 RC 護岸，無明顯損壞及土砂淤積，河道及兩岸植物叢生，現況大致良好。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 48	雙連溪	馬鈴坑溪	上游 02	235356	2691042	天然河道，河寬約 4~6m，河道輕微礫石堆積，兩岸植物叢生，無河岸沖蝕崩塌情形，現況大致良好。	持續觀察
溪 49	雙連溪	馬鈴坑溪	上游左坑溝 01	235874	2691002	河寬約 3m，已設置 RC 護岸及固床工，並採封底處理，無明顯損壞及土砂淤積，河道及兩岸植物叢生，現況大致良好。	持續觀察
溪 50	雙連溪	馬鈴坑溪	上游左坑溝 02	235495	2690956	天然河道，河寬約 3m，河道及兩岸植物叢生，無河岸沖蝕崩塌情形，現況大致良好。	持續觀察
溪 51	雙連溪	馬鈴坑溪	中游河段 01	234439	2691208	河寬約 5~6m，左岸為天然河岸，右岸臨路側已設置 PC 護岸，河道中並設有固床工穩固河床，除一處固床工下游緩坡基礎淘空外，無明顯損壞及土砂淤積，上游處則為天然河道，河道及兩岸植物叢生，無大規模土砂下移及刷深情形，現況大致穩定。	基礎補強
溪 52	雙連溪	馬鈴坑溪	中游復興橋河段	234151	2691384	河寬約 10~15m，除橋下游設置護岸及固床工保護外，多屬天然河道，，無大規模土砂下移及刷深情形，河道及兩岸植物叢生，現況大致穩定。	持續觀察
溪 53	雙連溪	馬鈴坑溪	下游	233334	2691754	天然河道，無道路可達，由內政部國土利用、衛星影像及本計畫現地調查，河道兩岸多為次生林，無明顯崩塌產生。	持續觀察
溪 54	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵 01	235684	2691621	河寬約 2m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
溪 55	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵 02	235541	2691718	河寬約 3m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
溪 56	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵 03	235415	2691791	河寬約 3~4m，已設置護岸及固床工，除局部護岸基礎淘空，無明顯損壞，目前河道中草類叢生，兩岸則為果園。	持續觀察
溪 57	雙連溪	花草坑溪	上游無名版橋	235298	2691879	河寬約 4m，左岸鄰近保全對象處已設置護岸，無明顯損壞，河道中草類叢生，兩岸則為果園及次生林。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 58	雙連溪	花草坑溪	上游右坑溝	235460	2691824	溝寬約 2m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，河道中草類叢生，兩岸則為果園。	持續觀察
溪 59	雙連溪	花草坑溪	上游左坑溝	235130	2691645	溝寬約 3m，除上游左岸已設置護岸外，均為天然河道，河道中草類叢生，兩岸則為果園及次生林。	持續觀察
溪 60	雙連溪	花草坑溪	中游箱涵	234769	2691953	河寬約 3m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致良好，河道草類叢生，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
溪 61	雙連溪	花草坑溪	文盛橋河段	234523	2692014	河寬約 5~7m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致良好，河道草類叢生，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
溪 62	雙連溪	桂竹林溪	右源頭	236721	2692584	河寬約 2m，上游鄰近果園處已設置 RC 護岸及固床工及拋石保護，無明顯損壞及土砂堆積，兩岸以果園為主；下游為天然河道，河道及兩岸植物叢生，無河道刷深或河岸崩塌情形，現況大致穩定。	持續觀察
溪 63	雙連溪	桂竹林溪	上游河段	236393	2692545	天然河道，河寬約 3m，河道及兩岸植物叢生，未有河道刷深或河岸崩塌情形，現況大致穩定。	持續觀察
溪 64	雙連溪	桂竹林溪	上游雙鳳宮地母廟旁無名版橋	236099	2692488	河寬約 4m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂堆積，大致穩定，河道草類叢生，兩岸以旱田及竹林為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 65	雙連溪	桂竹林溪	桂林橋河段	235962	2692610	河寬約 5m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂堆積，大致穩定，兩岸以果園及旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 66	雙連溪	桂竹林溪	桂林橋下游	235875	2692697	河寬約 5m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂堆積，大致穩定，兩岸以果園為主。	持續觀察
溪 67	雙連溪	桂竹林溪	建興橋河段	235323	2692727	河寬約 9m，已設置 RC 護岸及固床工，無明顯損壞及土砂堆積，大致穩定，兩岸以果園及旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 68	雙連溪	桂竹林溪	雙連橋河段	234964	2692611	河寬約 6m，已設置護岸及固床工，無明顯土砂堆積及下移情形，大致穩定，兩岸以次生林、果園及旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 69	雙連溪	桂竹林溪	雙連橋下游	234995	2692518	河寬約 6m，已修復損壞之護岸及固床工，兩岸以次生林及果園為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 70	雙連溪	桂竹林溪	文豐橋河段	234554	2692412	河寬約 4~6m，鄰近保全對象處已設置護岸，無明顯土砂下移或刷深，大致穩定，兩岸以次生林為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 71	雙連溪	桂竹林溪	中游左支流上游	235489	2692460	天然河道，河寬約 2~3m，無明顯土砂堆積、河道刷深或河岸崩塌情形，兩岸植物叢生，現況大致穩定。	持續觀察
溪 72	雙連溪	桂竹林溪	中游左支流中游	235390	2692548	天然河道，河寬約 2~3m，未有明顯土砂堆積、河道刷深或河岸崩塌情形，兩岸植物叢生，現況大致穩定。	持續觀察
溪 73	雙連溪	雙連溪	入流處	233780	2692628	屬蓄水範圍河段，兩岸為坡度較為陡峭之天然河岸，並以次生林及草生地，現況大致良好。	持續觀察
溪 74	雙連溪	雙連溪	苗圃坑溝	234154	2692905	於中心農路上游側設有農塘儲蓄逕流水，並以閘門控制水位，下游處則採寬度 2~3m 之矩型斷面渠道流下，除具草類叢生外，無明顯損壞情形，大致良好。	持續觀察
溪 75	雙坑溪	內雙坑溪	左支流源頭	232775	2697191	已設置寬度約 2~3m 之矩型渠道，無損壞情形，周圍土地利用以果園及旱田為主。	持續觀察
溪 76	雙坑溪	內雙坑溪	右支流源頭	232122	2696761	河寬約 2~3m，上游已設置護岸及消能設施，無損壞及土砂淤積情形，兩岸以旱田及坡地造林為主；下游為天然河道，已為草類叢生。	持續觀察
溪 77	雙坑溪	內雙坑溪	中游無名版橋	233085	2695932	上游為天然河道，河寬約 4~6m，局部塊石堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，無明顯下移情形，兩岸以次生林為主；下游河寬約 6~9m，鄰近保全對象處已設置護岸，無明顯損壞及淤積情形，兩岸以果園及旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 78	雙坑溪	內雙坑溪	永和橋下游	233004	2695459	河寬約 5m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞、土砂淤積及下刷情形，大致穩定，周圍以旱田及次生林為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
溪 79	雙坑溪	內雙坑溪	雙和橋河段	233182	2695208	河寬約 5~8m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，大致穩定，河道草類叢生，周圍以旱田及果園為主。	持續觀察
溪 80	雙坑溪	內雙坑溪	雙林橋河段	233325	2695072	屬蓄水範圍河段，河寬約 6~8m，左岸鄰近道路及果園處已設置護岸，右岸則為天然河岸，底質以泥質為主，周圍以果園及次生林為主；於雙林橋處另有一左支流匯入，河寬約 5m，已設置護岸，河道草類叢生，周圍以果園為主。	持續觀察
溪 81	雙坑溪	內雙坑溪	下游左支流上游無名版橋	233798	2695922	河寬約 2~3m，以天然河道為主，已為草類叢生，兩岸以竹林及次生林為主。	持續觀察
溪 82	雙坑溪	雙坑溪	上游左支流 01	231770	2695884	河寬約 3m，上游為天然河道，塊石堆積(平均粒徑約 0.3m)，兩岸為次生林；下游已設置護岸及固床工，護岸基礎已有淘空情形，因其無立即性影響 M，建議持續觀察，周圍以次生林及果園為主。	持續觀察
溪 83	雙坑溪	雙坑溪	上游左支流 02	231850	2695731	河寬約 4m，目前水土保持局臺中分局正辦理武榮村坑溝整治工程中，周圍以草生地及次生林為主。	持續觀察
溪 84	雙坑溪	雙坑溪	上游右支流 01	231337	2695896	河寬約 3m，天然河道，塊石堆積(平均粒徑約 0.3m)，兩岸為次生林，無明顯崩塌及刷深情形。	持續觀察
溪 85	雙坑溪	雙坑溪	上游右支流 02	231825	2695511	河寬約 3m，已設置護岸及固床工，無明顯損壞，河道中塊石堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，無明顯下移，河道草類叢生，周圍以次生林、果園及旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
溪 86	雙坑溪	雙坑溪	上游無名版橋	231947	2695386	河寬約 4m，上游左岸凹岸處設有砌石護岸，右岸為岩盤，河道中塊石堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m，最大粒徑>1.0m)，無明顯下移；下游為天然河道，亦為塊石所堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m)，周圍為次生林。	持續觀察
溪 87	雙坑溪	雙坑溪	中游右支流	231907	2695142	河寬約 3m，多為天然河道，無明顯土砂下移或刷深，河道草類叢生，周圍為次生林及竹林。	持續觀察
溪 88	雙坑溪	雙坑溪	中游左支流 01	232195	2695495	河寬約 3m，天然河道，河道草類叢生，周圍為竹林及果園。	持續觀察
溪 89	雙坑溪	雙坑溪	中游左支流 02	232293	2695501	河寬約 3m，多為天然河道，河道草類叢生，周圍為果園及次生林。	持續觀察
溪 90	雙坑溪	雙坑溪	下游無名版橋	232535	2694764	河寬約 5m，天然河道，無明顯土砂下移或刷深，河道草類叢生，周圍為次生林。	持續觀察
溪 91	雙坑溪	雙坑溪	下游右支流	232401	2694875	河寬約 3m，天然河道，河道草類叢生，周圍為次生林。	持續觀察
溪 92	雙坑溪	雙坑溪	雙坑橋庫區	232988	2694219	屬蓄水範圍河段，上游以種植高接梨之果園為主，下游則多為次生林	持續觀察
溪 93	雙坑溪	關刀山坑溪	源頭	230682	2695908	河寬約 3m，天然河道，塊石堆積(平均粒徑約 0.3m)，河道中草類叢生，兩岸為次生林。	持續觀察
溪 94	雙坑溪	關刀山坑溪	新開瀑布	231402	2694625	落差約 30~40m，由三層瀑布組成，經下方深潭匯集後，由道路下方箱涵自然溢流而下。	持續觀察
溪 95	雙坑溪	關刀山坑溪	新理橋	231572	2694623	河寬約 4~5m，已設置護岸、防砂設施及固床工，無明顯損壞，河道無明顯土砂堆積，並有草類叢生，周圍以次生林為主，下游有民宅鄰近。	持續觀察
溪 96	雙坑溪	關刀山坑溪	關山橋	231946	2694547	屬蓄水範圍河段，河寬約 20~30m，天然河道，周圍次生林為主。	持續觀察

資料來源：本計畫調查整理

4-2 土石流潛勢溪流調查

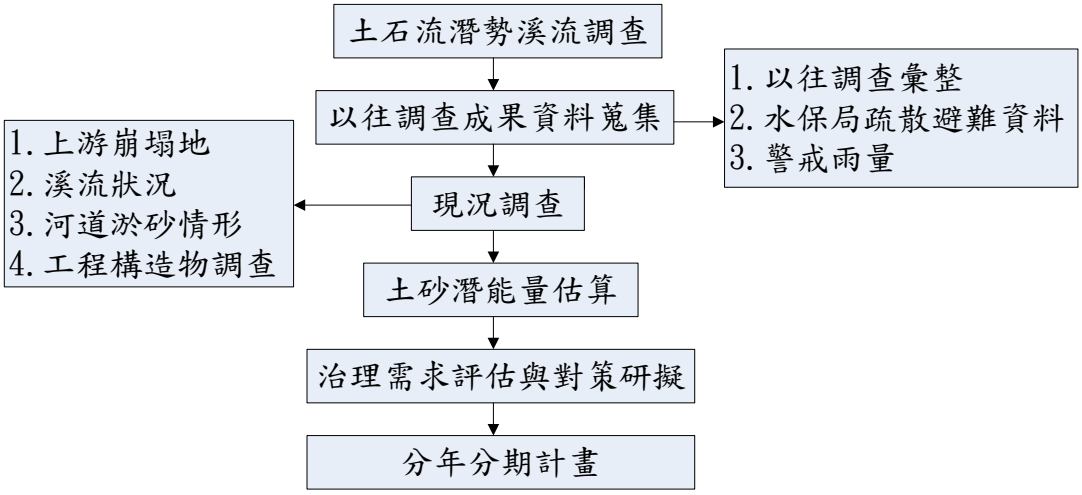
根據水土保持局於民國107年1月更新公告之台灣1719條土石流潛勢溪流調查成果，計畫區內有1條土石流潛勢溪流-苗縣DF056 (大克溪)，潛勢等級屬高潛勢，保全對象5戶以上，基本資料如表4-2-1所示；其上游源頭處(大克山森林遊樂區上游)於九二一地震後並經桃芝颱風豪雨沖刷曾發生土石流災害，沖毀許多橋梁及果園，目前遭沖毀之橋梁均已修復。

表 4-2-1 鯉魚潭水庫集水區土石流潛勢溪流基本資料表

編號	舊編號	溪流名稱	型態	集水面積(ha)	長度(m)	鄉鎮村里	鄰近道路	地標	保全住戶	潛勢等級	公告時間
苗縣DF056	苗栗A027	大克溪	溪流型	299.28	4,107	卓蘭鎮坪林里	苗 55	大克山森林遊樂園區	5 戶以上	高	91 年

資料來源：農委會水土保持局及本計畫整理

有關土石流潛勢流溪流調流程如圖4-2-1，針對區內土石流潛勢溪流進行現地調查包括：(1)溪流位置確定，現有防砂工程狀況；(2)溪床堆積物狀況；(3)土石流扇狀地狀況、溢流點調查；(4)災害歷史訪查；(5)溪流沿線崩塌狀況等，並推算潛在土石流料源以及崩塌地區之不穩定土方量。



資料來源：本計畫繪製

圖 4-2-1 土石流潛勢溪流調查流程圖

苗縣DF056(大克溪)於大克三橋上游屬國有林班地範圍，下游則屬山坡地範圍，僅鄰近原大克山森林遊樂區之坡地及苗55坪林道路旁之坡地不屬山坡地坡度30%以上之區域，並分佈有中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，本計畫針對土石流赴現地調查，其調查點位分佈如圖4-2-2，茲將調查結果說明如下，並整理相關資料於表4-2-2。

1.大克六橋上游河段(土01~土05)

位於國有林地內，上游為天然河道(土01~土02)，河寬約2~5m，河道中大塊石堆積，最大粒徑>1.2m，至大克七橋下游河段(土03~04)河寬約6m，鄰近保全對象處已設置RC護岸、固床工及潛壩保護，除局部護岸基礎下刷，尚未影響結構安全，其餘構造物無明顯損壞情形，河道中局部塊石堆積，平均粒徑約0.3m，無明顯下移情形，現況大致良好，上游兩岸多為次生林，下游則以果園為主：另大克六橋旁一處坑溝(土05)，溝寬約3m，設有砌石護岸保護，河道中多已為植物叢生，無明顯土砂下移或沖蝕刷深情形。

2.右支流(土06~土07)

位於國有林地內，河寬約3~5m，已設置漿砌石護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移或沖蝕刷深，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。

3.大克三橋~大克一橋河段(土08~土14)

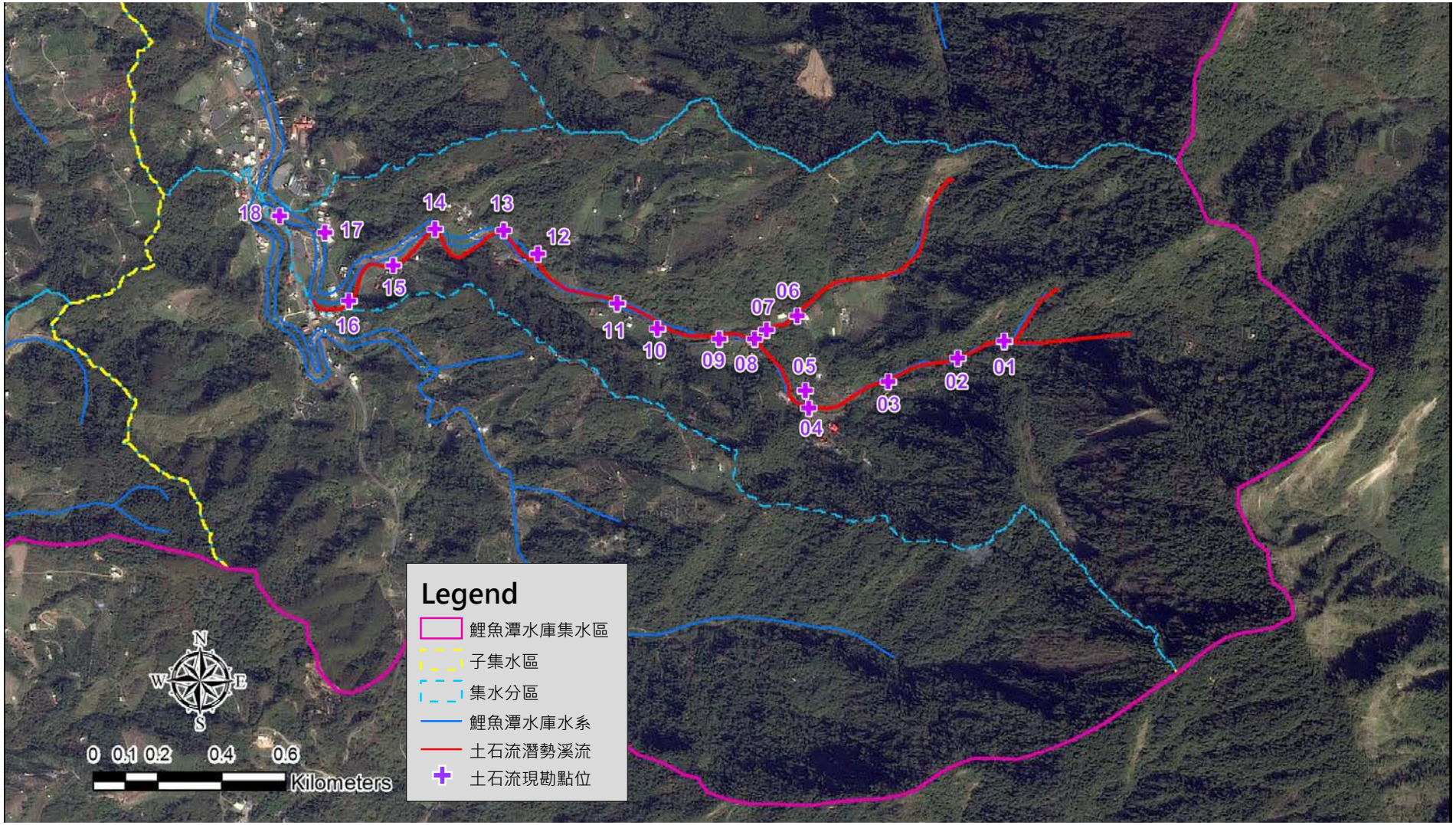
河寬約5~10m，已設置RC護岸及固床工保護，除大克一橋(土14)下游護岸基礎局部下刷，尚未影響結構安全，其餘構造物無明顯損壞情形，河道中除局部塊石堆積(平均粒徑約0.2~0.3m)外，無明顯土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主，並有民宅鄰近。

4.大克一橋~東濱橋河段(土14~土18)

河寬約4~8m，已設置RC護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田為主，並有民宅鄰近。

依據現地調查結果，苗縣DF056(大克溪)目前河道受相關整治工程，調整溪床坡度使輸砂能力降低，礫石堆積於河道，但河道部份護岸及固床工有基礎淘刷現象，而大克溪上游多為大塊石分佈，且無再發生大規模下移情形，大致穩定；另考量區內人為開發程度較高，且多屬於山坡地坡度30%以上之區域，應加強坡地水土保持，並避免新的開發行為，以降低土砂災害再發生之可能。

		
土01-上游涵管河段 天然河道，塊石堆積	土02-上游過水路面河段 天然河道，塊石堆積	土03-大克七橋河段 局部護岸基礎下刷
		
土04-大克六橋河段 已設置護岸、固床工及潛壩	土05-大克六橋旁坑溝 已設砌石護岸，植物叢生	土06~土07-右支流 護岸及固床工，草類叢生
		
土08-大克三橋河段 RC護岸及固床工，草類叢生	土09-中游無名版橋河段 RC護岸及固床工，草類叢生	土10~土13-中游河段 RC護岸及固床工，草類叢生
		
土14-大克一橋河段 護岸局部下刷	土15~土17-下游河段 RC護岸及固床工，民宅鄰近	土18-東濱橋河段 RC護岸及固床工，草類叢生



資料來源：本計畫調查繪製

圖 4-2-2 土石流潛勢溪流現況調查點位分佈圖

表 4-2-2 計畫區土石流潛勢溪流調查整理表

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
土 01	景山溪	大克溪	上游涵管河段	239648	2691549	位於國有林地內，為天然河道，河寬約 2~3m，河道中大塊石堆積，最大粒徑>1.2m，無明顯土砂下移或沖蝕刷深情形，兩岸以次生林為主。	持續觀察
土 02	景山溪	大克溪	上游過水路面河段	239503	2691496	位於國有林地內，為天然河道，河寬約 3~5m，河道中大塊石堆積，平均粒徑約 0.4m，最大粒徑>1.2m，無明顯土砂下移或沖蝕刷深情形，兩岸以次生林為主。	持續觀察
土 03	景山溪	大克溪	大克七橋河段	239286	2691423	位於國有林地內，河寬約 6m，鄰近保全對象處已設置 RC 護岸及固床工保護，除局部護岸基礎下刷，尚未影響結構安全，其餘構造物無明顯損壞情形，河道中局部塊石堆積，平均粒徑約 0.3m，無明顯下移情形，現況大致良好，上游兩岸多為次生林，下游則以果園為主。	持續觀察
土 04	景山溪	大克溪	大克六橋河段	239038	2691340	位於國有林地內，河寬約 6m，已設置 RC 護岸、固床工及潛壩保護，無明顯損壞情形，河道中局部塊石堆積，平均粒徑約 0.3m，無明顯下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園為主。	持續觀察
土 05	景山溪	大克溪	大克六橋旁坑溝	239028	2691395	溝寬約 3m，設有砌石護岸保護，河道中多已為植物叢生，無明顯土砂下移或沖蝕刷深情形。	持續觀察
土 06	景山溪	大克溪	右支流箱涵 01 河段	239002	2691628	位於國有林地內，河寬約 3~4m，已設置漿砌石護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移或沖蝕刷深，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
土 07	景山溪	大克溪	右支流箱涵 02 河段	238906	2691584	位於國有林地內，河寬約 5m，上游已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移，並有草本植物叢生，下游則為天然河道，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
土 08	景山溪	大克溪	大克三橋河段	238869	2691557	河寬約 5~6m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以次生林為主。	持續觀察
土 09	景山溪	大克溪	中游無名版橋河段	238758	2691556	河寬約 6~8m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
土 10	景山溪	大克溪	中游河段 01	238565	2691588	河寬約 8~10m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
土 11	景山溪	大克溪	中游河段 02	238439	2691667	河寬約 8~10m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中除局部塊石堆積(平均粒徑約 0.3m)外，無明顯土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
土 12	景山溪	大克溪	中游河段 03	238192	2691821	河寬約 6~8m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中無明顯土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察
土 13	景山溪	大克溪	中游河段 04	238085	2691895	河寬約 6~8m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞，河道中除局部塊石堆積(平均粒徑約 0.3m)外，無明顯土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園為主。	持續觀察
土 14	景山溪	大克溪	大克一橋河段	237871	2691899	河寬約 6~8m，已設置 RC 護岸及固床工保護，除護岸基礎局部下刷，尚未影響結構安全，其餘構造物無明顯損壞情形，河道中除局部塊石堆積(平均粒徑約 0.2~0.3m)外，無明顯土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以果園及次生林為主。	持續觀察

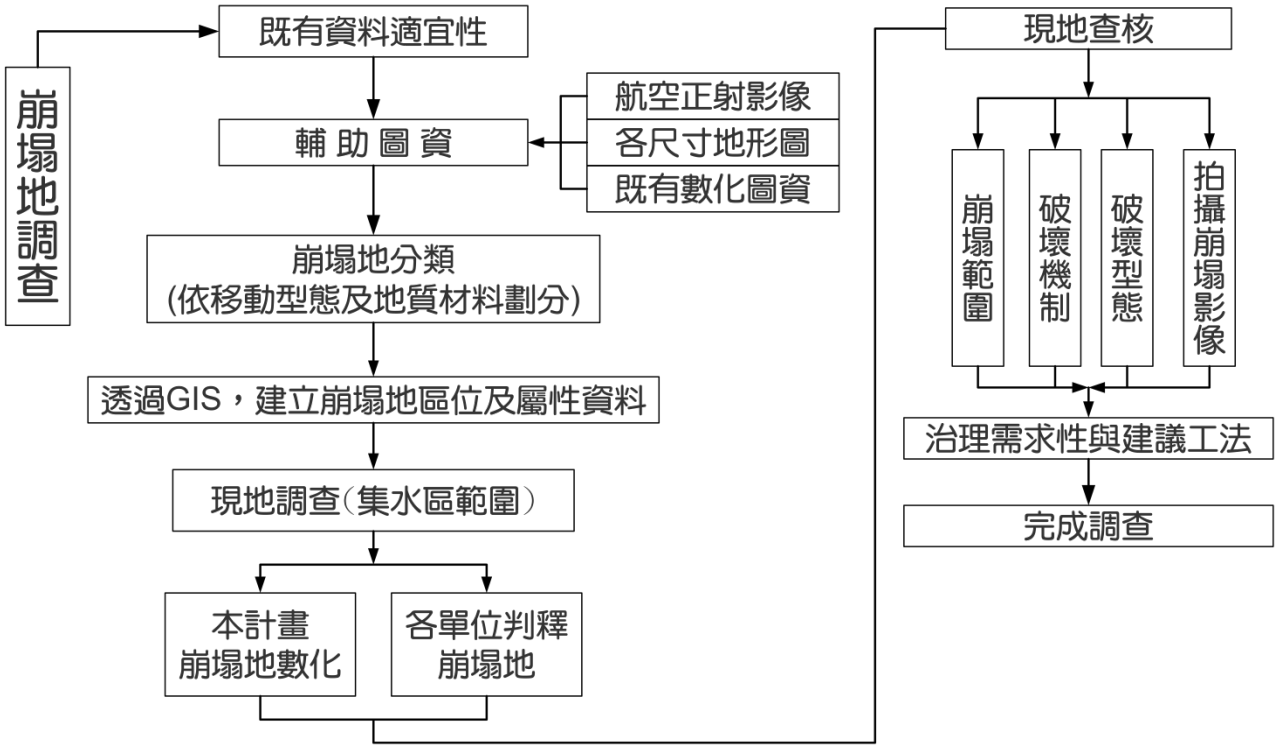
編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
土 15	景山溪	大克溪	下游無名版橋 01 河段	237740	2691786	河寬約 6m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田為主。	持續觀察
土 16	景山溪	大克溪	下游無名版橋 02 河段	237601	2691674	河寬約 4~5m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察
土 17	景山溪	大克溪	下游河段	237527	2691888	河寬約 6~8m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田為主，並有民宅分佈。	持續觀察
土 18	景山溪	大克溪	東濱橋河段	237386	2691940	河寬約 5~6m，已設置 RC 護岸及固床工保護，無明顯損壞及土砂下移情形，並有草本植物叢生，現況大致良好，兩岸以旱田為主，並有民宅鄰近。	持續觀察

資料來源：本計畫調查整理

4-3 崩塌地調查

依蒐集歷年崩塌地判釋資料，及計畫執行期間購買107年度事件前、後之衛星影像，加以判釋計畫區內之崩塌地，依崩塌地判釋成果針對計畫區內典型或對保全對象危害之崩塌地進行現地調查並提出改善對策與建議，其調查原則具以下特點：1.有明顯再崩潛勢之崩塌地；2.對保全對象或是道路橋梁有明顯危害之崩塌地，再透過GIS建立崩塌地區位與屬性資料，針對調查流程詳圖4-3-1。

野外查核之對象除水保局與中央地質調查所判釋之崩塌地外，並利用空照圖判釋成果展繪至基本圖至現場查核、查核之重點為各崩塌地之滑落崖、裂隙等地形特性及岩性、地層、斷層等地質特性以瞭解崩塌之範圍、滑動形態及滑動方向及推測各崩塌地之破壞機制，進而區分其破壞型態，依移動型態可分為墜落(Fall)、翻倒(Topple)、滑動(Slide)、潰散(Spread)及流動(Flow)等5類(Varnes，1978)，依地質材料可分為岩石、粗顆粒為主土壤及細顆粒為主土壤(如表4-3-1)，並針對查核之崩塌地拍照建立影像檔案並紀錄；對於潛在滑動區域，並會同地質、大地專業人員至現場進行地表、地質勘查，量測地表位態及進行順向坡區域判釋。



資料來源：本計畫繪製

圖 4-3-1 崩塌地調查流程圖

表 4-3-1 崩塌的型式

移動型式	崩移物質的組成(Type of material)		
	岩石 (Bedrock)	工程土壤(Engineering soils)	
		粗顆粒為主 (Coarse)	細顆粒為主 (Fine)
墜落(Fall)	岩石墜落	土石墜落	泥砂墜落
翻倒(Topple)	岩石翻倒	土石翻轉	泥砂翻轉
滑動(Slide)	岩石滑動	土石滑動	泥砂滑動
潰散(Spread)	岩石潰散	土石潰散	泥砂潰散
流動(Flow)	岩石流	土石流	泥砂流

資料來源：Varnes, 1978

由第三章大尺度環境監測結果得知，鯉魚潭水庫集水區內崩塌地，主要是由921地震加上豪雨型崩塌機制造成之崩落或滑動，及隨後桃芝颱風、七二水災大量雨水所造成，並依本計畫購買107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6 衛星影像進行崩塌地判釋結果，區內計有16處崩塌，面積約2.21ha，經本計畫現地調查及複核，以往之崩塌地大部分已逐漸恢復植生穩定，顯示經相關權責單位歷年進行整治後或採自然復育下已有相當成效，現況之崩塌地多為坡面陡峭且呈岩盤出露，或因降雨而發生之表面岩屑滑落乃至淺層崩塌。

此外，除由本計畫衛星影像所判釋之16處崩塌地外，另發現2處因規模較小且坡度陡峭而未能判釋之崩塌地(崩06、崩07)，本計畫針對道路可達或目視可及之調查點位分佈如圖4-3-2，茲將複核結果說明如下，並整理調查結果於表4-3-2。

一、大克溪源頭崩塌(崩01)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局921地震後所判釋之崩塌地(A=3.05ha)，移動型態屬滑動，材料屬粗顆粒為主土壤，目前坡面多已植生復育，依本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌面積約0.15ha，且呈岩盤出露，未再有大規模崩塌及土砂下移情形，建議持續觀察。

二、蘇魯溪左支流崩塌(崩02)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以

上之區域，以往為水土保持局921地震後所判釋之崩塌地(A=0.16ha)，後於歷年崩塌判釋時均已植生復育，而本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋及現地調查結果，目前坡面再產生2處崩塌裸露，面積約0.11ha，崩塌深度約0.5m，崩塌土方量約550m^3，平均坡度約70°，周圍均為次生林，移動型態屬滑動，材料屬粗顆粒為主土壤，為淺層岩屑崩滑，因無直接保全對象，建議採自然復育並持續觀察。

三、坪林溪左岸崩塌(崩03)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為中央地調所莫拉克颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.13ha)，依本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌地面積維持約0.13ha，已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約50°，移動型態屬滑動，材料屬岩石，為風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。

四、景山溪河岸崩塌(崩04)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局卡玫基颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.63ha)，依本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌地面積約0.42ha，已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約60°，移動型態屬滑動，材料屬岩石，為風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。

五、庫區邊坡崩塌(崩05)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局卡玫基颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.17ha)，依本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌面積略有縮小為0.11ha，目前崩塌地已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約70°，移動型態屬滑動，材料屬岩石，為風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。

六、涵泥坑邊坡崩塌(崩06)

屬山坡地坡度30%以上區域，以往無判釋崩塌，依本計畫以107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6衛星影像判釋崩塌地面積約0.03ha，於現地調查時發現於崩塌地旁有另一處新增崩塌，面積約0.12ha，兩處崩塌地之平均坡度約50°，崩塌深度約1m，合計2處之崩塌土方量約1,500m^3，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤，為淺層岩屑崩滑，局部已呈岩盤出露，因無直接保全對象且無路可達，建議持續觀察。

七、坪林坑邊坡崩塌(崩07)

屬山坡地坡度30%以上之區域，因坡度陡峭且面積<200m^2，故較難以由衛星影像判釋，由本計畫現地調查結果，崩塌寬度約6m、高度約30m，崩塌深度約0.5m，崩塌土方量約90m^3，平均坡度約70°，周圍均為次生林，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤，為淺層岩屑崩滑，距下方民宅約150m以上，不致直接影響下方直接保全對象，建議採自然復育並持續觀察。

八、流壁下源頭邊坡(崩08)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局921地震後所判釋之崩塌地(A=1.00ha)，移動型態屬滑動，材料屬粗顆粒為主土壤，為淺層岩屑崩滑，現坡面多已植生復育，僅局部坡面呈岩盤出露，未再有大規模崩塌及土砂下移情形，建議持續觀察。

		
崩01-大克山源頭崩塌 岩盤出露，無擴大	崩02-蘇魯溪左支流崩塌 淺層崩塌，無直接保全對象	崩03-坪林溪左岸崩塌 岩盤出露，無擴大

		
崩04-景山溪河岸崩塌 岩盤出露，無擴大	崩05-庫區邊坡崩塌 岩盤出露，無擴大	崩06-涵泥坑邊坡崩塌 淺層崩塌，無直接保全對象
		
崩07-坪林坑邊坡崩塌 淺層崩塌，無直接保全對象	崩08-流壁下源頭邊坡 植生復育，局部岩盤出露	

另針對水利署中區水資源局「鯉魚潭水庫集水區治理規劃設計報告」(民國94年)及「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃」(民國99年)所列計畫區內以往大規模崩塌地滑地進行調查結果如下：

一、景山地滑(崩09)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，鄰近蓄水範圍，位於景山農路之右側，距苗54線約700m，地滑面積約5.3ha，本地區之地層屬卓蘭層，岩質較為鬆軟，因本層岩性大部分由厚層砂岩與頁岩交互組成，兩者岩性強度不同，砂岩出露處多隆起成山脊，頁岩出露處地形低下，形成顯著之單面山地形，為其主要地形特徵，本地滑地即屬單面山地形之平緩順向坡面，破壞原因為卓蘭層膠結度較差，岩體強度不高，地表容易風化雨水沿地表風化層下滲至較堅實的岩盤面之上，並蓄積於上層的風化土壤中，造成上層土體自重增加及孔隙水壓上升，終致岩層下滑，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤。

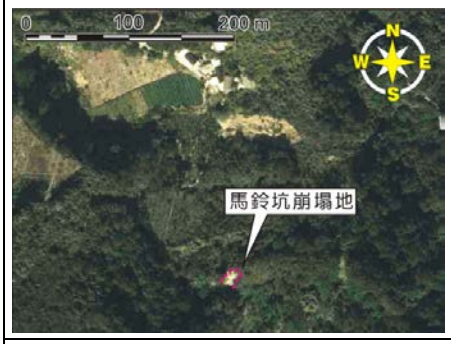
目前已施作了地下截水設施與地表縱橫向排水系統，並採緩坡階段植樹造林及種植高接梨，治理成效頗佳，地滑現象已趨於穩定，周圍坡面亦為植生所覆蓋，已難以尋找其露頭。

		
95年正射影像	107年衛星影像	坡面耕作，無明顯破壞

二、馬鈴坑崩塌地(崩10)

屬山坡地坡度30%以上區域，位於雙連農路西坪里農農舍前往南之農路上，屬一般的岩屑滑動破壞，崩塌原因主要為地表風化岩層，豪雨後自重及孔隙水壓增加，終致岩層下滑，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤，為淺層岩屑崩滑。

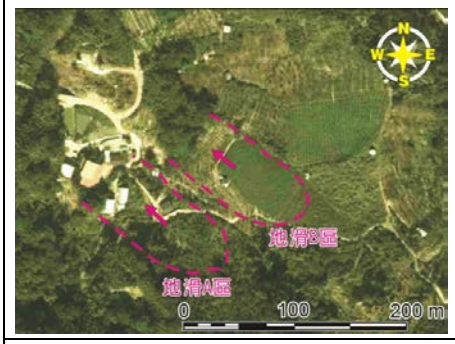
滑動面上出露以砂頁岩互層為主的岩盤，本地區地層位態為N80°E/65°NW，根據地層位態與坡面之關係，本崩塌地並非順向坡滑動，而屬一般的岩屑滑動破壞，目前該崩塌地坡腳處已設置道路上邊坡擋牆，目前崩塌坡面雖已有逐漸復育情形，惟山凹處受逕流集中持續沖蝕影響，仍有小規模表土持續滑落現象。

		
95年正射影像	107年衛星影像	山凹處受沖蝕，表土持續滑落

三、雙連地滑區(崩11)

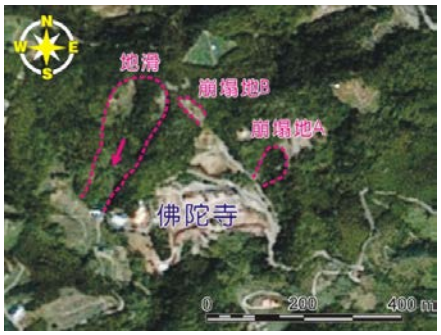
屬山坡地坡度30%以上區域，位於花草坑農路旁，由雙連農路轉入花草坑農路約1,100~1,700m之右側坡地，本地滑區主要為九二一地震時發生，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤，為順向坡滑動，滑動發生時第一區坡腳住戶原本相連之房舍被大規模拉開約3~5m之多，滑動區坡面上主要為果園，其搬運道路扭曲變形，植物傾倒歪斜，坡腳隆起，地滑特徵明顯，地滑區寬度達120m，苗栗縣政府災後進行整治工程。

地滑區下方的民宅，因長期受下滑邊坡的擠壓，多數已毀壞無法居住，苗栗縣政府整治工程所設置蛇籠排水溝末端已變形破壞，滑動區的道路及擋土牆亦有變形現象，經訪談居民結構物損壞情形大致發生在完工後2~3年的颱風過後，而近年已無再發生明顯滑動及破壞情形，目前坡面部份已部份種植果樹，其餘多為植生所覆蓋，已難尋找其露頭。

		
95年正射影像	107年衛星影像	已整治，部份結構物變形

四、白石下崩塌地(崩12)

屬山坡地坡度30%以上區域及局部中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，本地滑區緊鄰復興產業道路之右側，約位於與大通產業道路交叉點往西2km處，經由復興產業道路往東距省道台三線約4km，因鄰近魚藤坪斷層，崩塌原因可能與斷層帶附近岩性較為破碎有關，移動型態屬滑動，材料屬粗顆粒為主土壤，已由苗栗縣政府協助設置縱橫向排水系統，裂縫填補，並設置階段及進行植生造林，經本計畫訪談當地民眾，治理後已無明顯再滑動破壞情形，且現場亦已難尋得其露頭。

		
95年正射影像	107年衛星影像	已整治造林，無明顯破壞

五、大份田地滑區(崩13)

部份屬山坡地坡度30%以上區域，位於卓蘭鎮市集北方約6km處，由石門在福德祠附近轉入西南向之產業道路約50m即可到達，本滑動區地層位態為N40°W/15°SW，呈東北、西南方向，破壞型式屬順向坡滑

動，崩塌原因為膠結度較差之卓蘭層，因岩體強度不高，地表容易風化，豪雨時，雨水沿地表風化層下滲至較堅實的岩盤面之上，並蓄積於上層的風化土壤中，造成上層土體自重增加及孔隙水壓上升終致岩層下滑，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤。

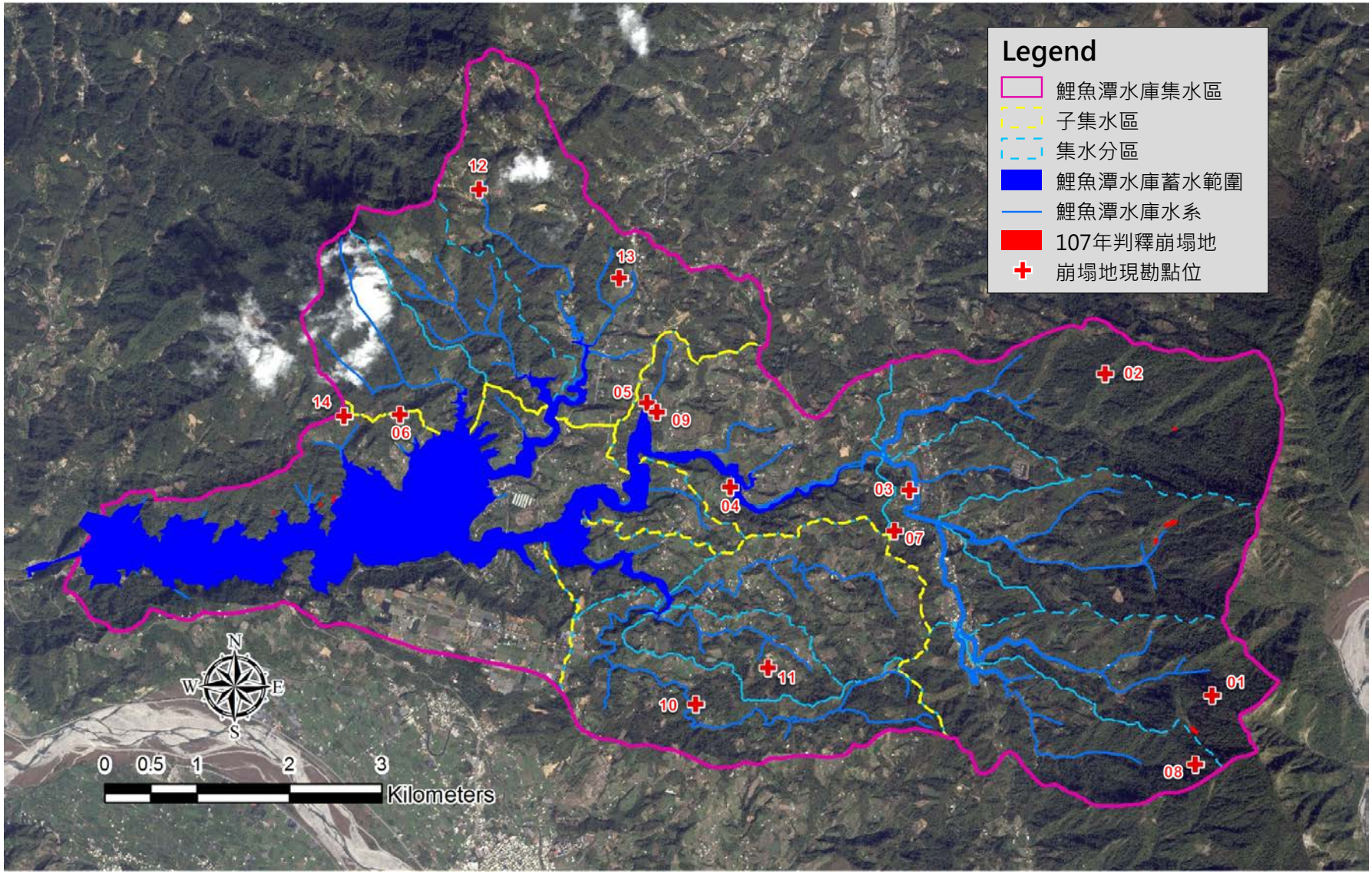
本地滑區主要之滑動區則在本區之西半部，滑動區北方之高程為395m係為滑落崖之冠部。滑動面西側部分則沿著南北延伸之小山嶺坡腳向西南延伸至產業道路附近；東側部分則經過兩棟民宅之間，並穿越高程376m左右之產業道路後向下伸展至另一條產業道路上，由本計畫調查結果，目前地滑坡面多已進行耕作，無明顯破壞情形。

		
95年正射影像	107年衛星影像	坡面耕作，無明顯破壞

六、涵泥坑崩塌地(崩14)

屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，由新鯉魚潭道路往東距台三線約2.5km，本崩塌邊坡下部地層為上新世錦水頁岩，上部則上新世桂竹林層，地層位態為N70°E/35°SE，移動型態屬滑動，材料屬細顆粒為主土壤，為道路上邊坡順向坡之平面型滑動，目前坡腳處已設置道路上邊坡擋牆及排水溝，邊坡出露的頁岩坡面目前仍持續風化侵蝕中，但因厚層砂岩岩已滑落，應不致再度發生大規模滑動，建議應進行坡面植生及設置坡面縱橫向排水。

		
95年正射影像	107年衛星影像	坡面裸露頁岩持續風化



資料來源：本計畫調查繪製

圖 4-3-2 崩塌地現況調查點位分佈圖

表 4-3-2 計畫區崩塌地調查整理表

編號	子集水區	集水分區	位置	座標	崩塌型態	現地描述	建議對策
崩 01	景山溪	大克溪	大克溪源頭崩塌	X：240079 Y:2691296	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局 921 地震後所判釋之崩塌地(A=3.05ha)，目前坡面多已植生復育，依本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌面積約 0.15ha，且呈岩盤出露，未再有大規模崩塌及土砂下移情形	持續觀察
崩 02	景山溪	蘇魯溪	蘇魯溪左支流崩塌	X：238918 Y:2694779	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局 921 地震後所判釋之崩塌地(A=0.16ha)，後於歷年崩塌判釋時均已植生復育，而本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋及現地調查結果，目前坡面有再產生 2 處崩塌裸露情形，面積約 0.11ha，崩塌深度約 0.5m，崩塌土方量約 550m^3，平均坡度約 70°，周圍均為次生林，屬淺層岩屑崩滑，因無直接保全對象，建議採自然復育並持續觀察。	自然復育
崩 03	景山溪	坪林溪	坪林溪左岸崩塌	X：236803 Y:2693517	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為中央地調所莫拉克颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.13ha)，依本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌地面積維持約 0.13ha，已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約 50°，屬風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。	持續觀察
崩 04	景山溪	景山溪	景山溪河岸崩塌（綠野景山露營區旁）	X：234861 Y:2693551	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局卡玫基颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.63ha)，現況崩塌地面積約 0.42ha，已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約 60°，屬風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	座標	崩塌型態	現地描述	建議對策
崩 05	景山溪	景山溪	庫區邊坡崩塌	X：233956 Y:2694466	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局卡玫基颱風後後所判釋之崩塌地(A=0.17ha)，依本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌面積略有縮小為 0.11ha，目前崩塌地已呈岩盤出露，故無新增崩塌土方量，平均坡度約 70°，屬風化岩屑崩滑，未有擴大及土砂下移情形，建議持續觀察。	持續觀察
崩 06	庫區	庫區	涵泥坑邊坡崩塌	X：231282 Y:2694334	滑動	屬山坡地坡度 30%以上區域，以往無判釋崩塌，依本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋崩塌地面積約 0.03ha，於現地調查時發現於崩塌地旁有另一處新增崩塌，面積約 0.12ha，兩處崩塌地之平均坡度約 50°，崩塌深度約 1m，合計 2 處之崩塌土方量約 1,500m^3，屬淺層岩屑崩滑，局部已呈岩盤出露，因無直接保全對象且無路可達，建議持續觀察。	持續觀察
崩 07	景山溪	坪林溪	坪林坑邊坡崩塌	X：236637 Y:2693081	滑動	屬山坡地坡度 30%以上之區域，因坡度陡峭且面積<200m^2，故較難以由衛星影像判釋，由本計畫現地調查結果，崩塌寬度約 6m、高度約 30m，崩塌深度約 0.5m，崩塌土方量約 90m^3，平均坡度約 70°，周圍均為次生林，屬淺層岩屑崩滑，距下方民宅約 150m 以上，不致直接影響下方直接保全對象，建議採自然復育並持續觀察。	自然復育
崩 08	景山溪	流壁下	流壁下源頭邊坡	X：239896 Y:2690551	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度30%以上之區域，以往為水土保持局 921 地震後所判釋之崩塌地(A=1.00ha)，現坡面多已植生復育，僅局部坡面呈岩盤出露，未再有大規模崩塌及土砂下移情形，建議持續觀察。	持續觀察
崩 09	景山溪	景山溪	景山地滑	X：234067 Y:2694364	滑動	鄰近庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，為單面山地形之平緩順向坡面，目前已施作了地下截水設施與地表縱橫向排水系統，無再明顯滑動。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	座標	崩塌型態	現地描述	建議對策
崩 10	雙連溪	馬鈴坑溪	馬鈴坑崩塌地	X：234483 Y:2691201	滑動	屬山坡地坡度 30%以上區域，為岩屑滑動破壞，滑動面上出露以砂頁岩互層為主的岩盤，於崩塌地坡腳處已設置道路上邊坡擋牆，目前崩塌坡面雖已有逐漸復育情形，惟山凹處受逕流集中持續沖蝕影響，仍有小規模表土持續滑落現象。	持續觀察
崩 11	雙連溪	花草坑溪	雙連地滑	X：235267 Y:2691594	滑動	屬山坡地坡度 30%以上區域，為九二一地震時發生，屬順向坡滑動，蛇籠排水溝末端已經變形破壞，滑動區的道路及擋土牆亦有變形現象，近年已無再發生明顯滑動及破壞情形。	持續觀察
崩 12	雙坑溪	內雙坑溪	白石下崩塌地	X：232141 Y:2696774	滑動	屬山坡地坡度 30%以上區域及局部中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，已由苗栗縣政府協助設置縱橫向排水系統，裂縫填補，並設置階段及進行植生造林，由本計畫訪談當地民眾表示，經治理後已無明顯再滑動破壞情形。	持續觀察
崩 13	雙坑溪	內雙坑溪	大份田地滑區	X：233655 Y:2695816	滑動	部份屬山坡地坡度 30%以上區域，破壞型式屬順向坡滑動，目前無再發生明顯滑動破壞情形，並已沿坡面種植短期旱作、蕃茄及高接梨等作物。	持續觀察
崩 14	庫區	庫區	涵泥坑崩塌地	X：230676 Y:2694319	滑動	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，本計畫以 107 年 2 期衛星影像判釋及現地調查結果，崩塌裸露面積約 0.39ha，為道路上邊坡順向坡之平面型滑動，目前坡腳處已設置道路上邊坡擋牆及排水溝，邊坡出露的頁岩坡面仍持續風化侵蝕中，且受逕流沖刷下移至路面，但因厚層砂岩岩已滑落，應不致再度發生大規模滑動，建議應進行坡面植生及設置坡面縱橫向排水。	坡面植生及截排水系統

資料來源：本計畫調查整理

4-4 道路水土保持調查

經蒐集計畫區內道路資料，區內主要道路為省道-台3線、縣道-縣130、鄉道-苗52、苗52-3、苗54、苗54-1、苗54-2、苗55、苗55-2、苗56道路及農路系統與一般道路等，經相關道路管理機關進行之整治維護尚屬完善，惟農路及一般道路多缺乏排水系統，使逕流沿路面漫流，易破壞道路鋪面或淘空路基，建議後續於經費及用地許可下，可增設側溝，現地調查點位分佈如圖4-4-1，茲將道路水土保持調查結果說明如下，並整理於表4-4-1。

一、省道台三線(道01~道03)

北往大湖鄉，南通卓蘭鎮，為區內主要聯外道路之一，路寬約10~16m，為AC鋪面，於道路上、下邊坡處設有擋牆或格框穩固坡面，沿線設有排水系統，於權責單位公路總局第二區養護工程處維護下大致良好，無明顯損壞中斷而影響通行情形，現況大致良好。

		
道01-台三線138K 無明顯損壞大致良好	道02-景山橋 無明顯損壞大致良好	道03-台三線142.5K 無明顯損壞大致良好

二、縣130大通公路(道04~道05)

位於計畫區西北側，為由台三線經薑麻園地區通往三義鄉之聯外道路，治理權責屬苗栗縣政府，路寬約5~8m，AC路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。

		
道04-縣130大通公路 無明顯損壞大致良好	道05-縣130大通公路 無明顯損壞大致良好	道05-縣130大通公路 無明顯損壞大致良好

三、苗52(道06~道07)

由三櫃地區沿鯉魚潭水庫大壩南側往東銜接台三線，路寬約10m，為AC路面，設有側溝，道路上邊坡處多設有擋牆或施做噴漿處理，無明顯損壞，可維持正常通行，而自下太平至台三線區域內，道路兩旁多為民眾所種植之果園。

		
道06-苗52 無明顯損壞大致良好	道06-苗52 無明顯損壞大致良好	道07-苗52 無明顯損壞大致良好

四、苗52-3新鯉農路(道08~道14)

由三櫃地區往西北向銜接至台三線，路寬約8~10m，AC路面，設有側溝，上邊坡處設有擋牆或施做噴漿處理，無明顯損壞，可維持正常通行，惟部份坡面噴漿已有老化情形，後續需注意是否產生崩落情形。

		
道08-苗52-3 PC路面大致良好	道10-苗52-3 無明顯損壞大致良好	道14-苗52-3雙坑橋 無明顯損壞大致良好

五、苗54景山道路(道15~道17)

由石門地區之台三線往東南向銜接至苗55，路寬約6~8m，AC路面，上邊坡處設有擋牆及L側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行，而道路兩旁目前多已為人為開發。

		
道15-苗54 無明顯損壞大致良好	道16-苗54 無明顯損壞大致良好	道17-苗54 無明顯損壞大致良好

六、苗54-1(道18~道27)

由卓蘭鎮往北於計畫區北側與苗54景山道路銜接，為計畫區主要聯外道路之一，於雙連地區以南稱雙連農路，以北稱中心農路，路寬約3~10m，AC路面，上邊坡處設有擋牆及L側溝，目前路面無明顯損壞，路況大致良好，可維持正常通行，而道路兩旁多已為人為開發。

		
道18-苗54-1復興橋 無明顯損壞大致良好	道21-苗54-1 無明顯損壞大致良好	道27-苗54-1 無明顯損壞大致良好

七、苗54-2(道28~道33)

為雙連地區連結花草坑、小風空及桂竹林地區之聯絡道路，於花草坑區域路段稱花草坑農路，其餘稱雙連農路，路寬約3~5m，AC路面，上邊坡處設有擋牆及L側溝，除路面局部龜裂外，無明顯損壞，大致良好，可維持正常通行，而道路兩旁目前多已為人為開發。

		
道29-苗54-2 路面局部龜裂，大致良好	道30-苗54-2 無明顯損壞大致良好	道32-苗54-2 無明顯損壞大致良好

八、苗55坪林道路(道34~道40)

由卓蘭鎮經計畫區東側通往大湖市區，為計畫區主要聯外道路之一，路寬約7~10m，AC路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，於7K+750(道36)道路下陷處已修復完成，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。

		
道35-苗55 路面局部龜裂，大致良好	道36-苗55 7K+750 道路下陷處已修復完成	道40-苗55 無明顯損壞大致良好

九、苗55-2(道41)



為由苗55繞往爽文地區之主要道路，行經之處多民宅及農地，路寬約8~10m，AC路面，具道路排水系統，目前路面無明顯損壞，可維持正常通行。

十、苗56復興產業道路(道42~道48)

為計畫區北側由縣道130大通公路經內雙坑、白石下及角草地區通往三義鄉之聯外道路，路寬約4~8m，除鄰近三義鄉之路段為PC路面外，均為AC路面，沿線上邊坡處設有擋牆及側溝，鄰近三義鄉之路段受用路人較少影響，局部路段鋪面較為不佳，與坑溝交會處受坑溝所夾帶沖蝕之土砂下移影響，路面有土石散落(道43)，颱洪期間可能會影響通行。

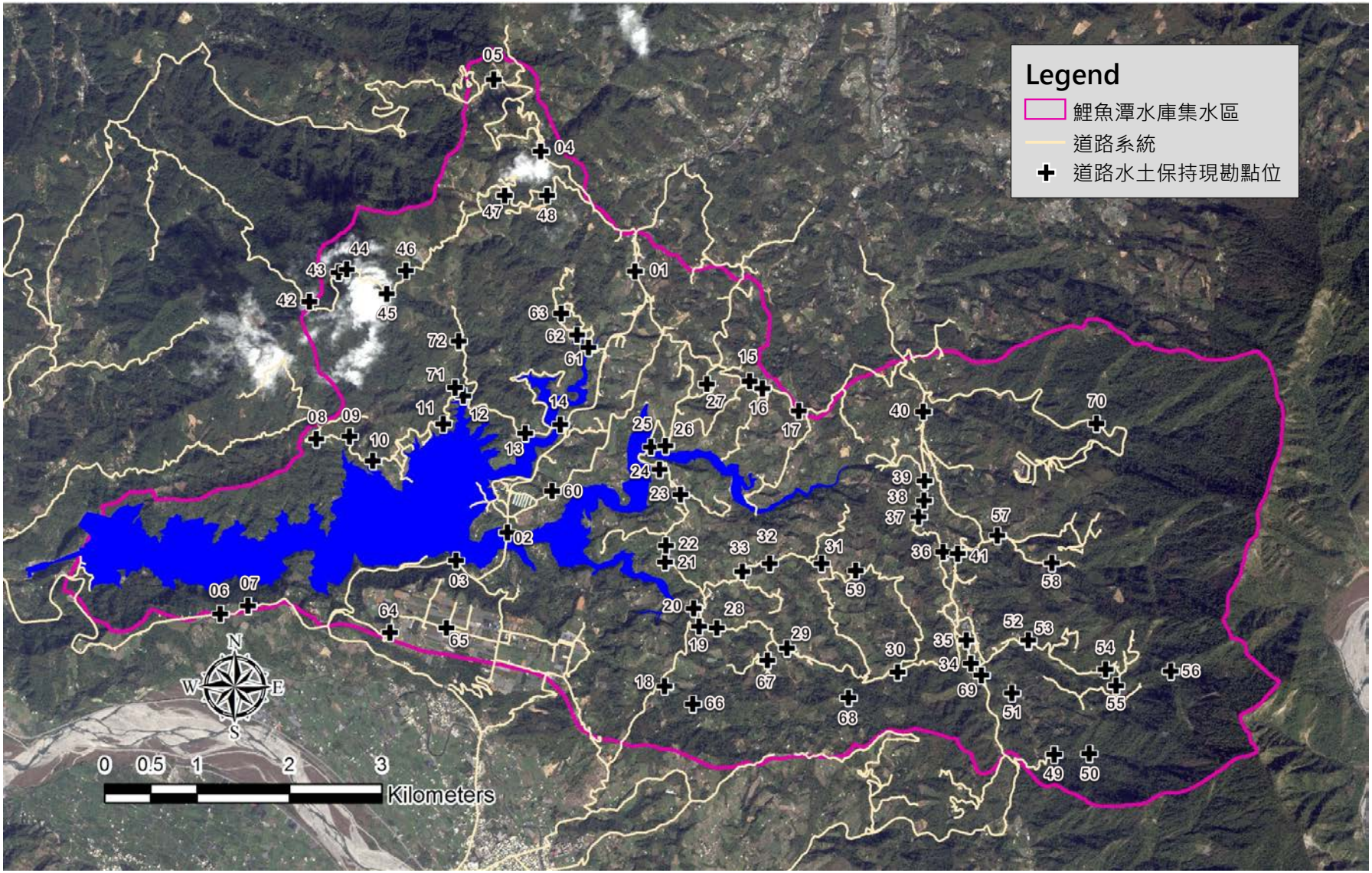
		
道43-苗56 坑溝土石下移路面	道46-苗56 無明顯損壞大致良好	道47-苗56 無明顯損壞大致良好

十一、農路及一般道路(道49~道76)

路面維護狀況受使用頻率影響，於使用頻率較高之農苗卓39(道49~道50)、農苗卓26(道51)、農苗卓23(道52~道56)、農苗卓204(道59)、農苗大32老官道路(道60)、農苗大31雙和道路(道61~道62)、酸柑湖農路(道64~道65)、正義農路(道66)、馬鈴坑農路(道67)及卓蘭電廠通達道路(道70)等，於苗栗縣政府及公所維護下，除局部路段路面龜裂外，無明顯損壞，大致良好可維持正常通行，而目前卓蘭鎮公所正針對農苗卓21(道57)崩塌損壞處進行治理中；於一般道路部份，目前關山橋旁之一般道路(道71)受風化邊坡岩屑崩塌影響，土石常有崩落路面，颱洪期間恐影響通行。

		
道49-農苗卓39 無明顯損壞大致良好	道51-農苗卓26 無明顯損壞大致良好	道53-農苗卓23 無明顯損壞大致良好
		
道57-農苗卓21 道路治理工程施工中	道59-農苗卓204 無明顯損壞大致良好	道60-農苗大32 無明顯損壞大致良好

		
道62-農苗大31 無明顯損壞大致良好	道64-酸柑湖農路 無明顯損壞大致良好	道66-正義農路 無明顯損壞大致良好
		
道67-馬鈴坑農路 無明顯損壞大致良好	道68-一般道路 無明顯損壞大致良好	道69-一般道路 無明顯損壞大致良好
		
道70-卓蘭電廠通達道路 無明顯損壞大致良好	道71-一般道路 風化邊坡岩屑崩塌	道72-一般道路 無明顯損壞大致良好



資料來源：本計畫調查繪製

圖 4-4-1 道路水土保持現況調查點位分佈圖

表 4-4-1 計畫區道路水土保持調查整理表

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 01	雙坑溪	內雙坑溪	台三線-138K	233824	2695887	路寬約 16m，AC 路面，已設置側溝，上邊坡處並設有擋牆，無明顯損壞，現況大致良好。	持續觀察
道 02	庫區	庫區	台三線-景山橋	232442	2693064	路寬約 12m，AC 路面，已設置側溝，上邊坡處並設有擋牆，無明顯損壞，現況大致良好。	持續觀察
道 03	庫區	庫區	台三線-142.5K	231885	2692760	路寬約 10m，AC 路面，已設置側溝，上邊坡處並設有擋牆，無明顯損壞，現況大致良好。	持續觀察
道 04	雙坑溪	內雙坑溪	縣 130 大通公路	232802	2697190	路寬約 5~8m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 05	雙坑溪	內雙坑溪	縣 130 大通公路	232296	2697968	路寬約 5~8m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 06	庫區	庫區	苗 52	229334	2692182	路寬約 10m，AC 路面，設有側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 07	庫區	庫區	苗 52	229637	2692271	路寬約 10m，AC 路面，設有側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 08	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路	230372	2694074	路寬約 4m，PC 路面，無側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 09	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路	230733	2694105	路寬約 8~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 10	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路	230987	2693840	路寬約 8~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 11	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 52-3 新鯉農路	231751	2694236	路寬約 8~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 12	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 52-3 新鯉農路	231967	2694545	路寬約 8~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 13	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路-太子爺橋	232634	2694138	路寬約 8~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 14	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路-雙坑橋	233016	2694233	路寬約 8~10m，AC 路面，設有側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 15	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路	235068	2694702	路寬約 6~8m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及 L 側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 16	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路	235205	2694623	路寬約 6~8m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及 L 側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 17	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路	235596	2694380	路寬約 6~8m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及 L 側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 18	雙連溪	馬鈴坑溪	苗 54-1 雙連農路-復興橋	234146	2691401	路寬約 6~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 19	雙連溪	花草坑溪	苗 54-1 雙連農路-文盛橋	234519	2692044	路寬約 5~10m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 20	雙連溪	花草坑溪	苗 54-1 雙連農路	234458	2692241	路寬約 5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 21	雙連溪	雙連溪	苗 54-1 中心農路	234149	2692741	路寬約 3~6m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 22	雙連溪	雙連溪	苗 54-1 中心農路	234159	2692921	路寬約 3~6m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 23	庫區	庫區	苗 54-1 中心農路	234317	2693472	路寬約 4m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 24	庫區	庫區	苗 54-1 中心農路	234089	2693743	路寬約 4m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 25	景山溪	景山溪	苗 54-1 中心農路-歸安橋	233997	2693991	路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 26	景山溪	景山溪	苗 54-1 中心農路	234155	2693999	路寬約 5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及 L 側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 27	景山溪	景山溪	苗 54-1 中心農路	234603	2694671	路寬約 3~4m，AC 路面，無設置側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 28	雙連溪	花草坑溪	苗 54-2 花草坑農路	234710	2692029	路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 29	雙連溪	花草坑溪	苗 54-2 花草坑農路	235470	2691814	路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 30	雙連溪	馬鈴坑溪	苗 54-2 花草坑農路	236669	2691551	路寬約 3~4m，AC 路面，無設置側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 31	雙連溪	桂竹林溪	苗 54-2 雙連農路	235845	2692730	路寬約 4m，AC 路面，除局部龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 32	雙連溪	桂竹林溪	苗 54-2 雙連農路	235283	2692729	路寬約 4m，AC 路面，除局部龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 33	雙連溪	桂竹林溪	苗 54-2 雙連農路	234985	2692639	路寬約 4m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 34	景山溪	流壁下	苗 55 坪林道路	237463	2691646	雙線道，路寬約 7~8m，AC 路面具道路排水系統，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 35	景山溪	大克溪	苗 55 坪林道路	237414	2691898	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面具道路排水系統，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 36	景山溪	坪林溪	苗 55 坪林道路-7K+750(坪林瀑布河段旁)	237159	2692855	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，以往道路下陷處已修復完成，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 37	景山溪	坪林溪	苗 55 坪林道路-7K(東豐橋旁)	236895	2693230	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 38	景山溪	坪林溪	苗 55 坪林道路	236956	2693408	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 39	景山溪	坪林溪	苗 55 坪林道路	236957	2693621	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 40	景山溪	蘇魯溪	苗 55 坪林道路-東魯橋	236946	2694370	雙線道，路寬約 8~10m，AC 路面，具道路排水系統，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 41	景山溪	坪林溪	苗 55-2-坪林瀑布旁	237321	2692834	路寬約 5~8m，AC 路面，具道路排水系統及上邊坡擋牆，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 42	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 56 復興產業道路	230301	2695563	路寬約 3~4m，PC 路面，無側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 43	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 56 復興產業道路	230614	2695879	路寬約 4~6m，PC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，惟受路旁坑溝所夾帶沖蝕之土砂下移影響，路面有土石散落，颱洪期間可能會影響通行。	持續觀察
道 44	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 56 復興產業道路	230702	2695914	路寬約 4m，PC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 45	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 56 復興產業道路	231141	2695647	路寬約 4~6m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 46	雙坑溪	雙坑溪	苗 56 復興產業道路	231348	2695900	路寬約 4m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 47	雙坑溪	內雙坑溪	苗 56 復興產業道路	232416	2696713	路寬約 8m，AC 路面，已設置側溝，上邊坡處並設有擋牆，無明顯損壞，現況大致良好。	持續觀察
道 48	雙坑溪	內雙坑溪	苗 56 復興產業道路	232872	2696709	路寬約 5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 49	景山溪	流壁下	農苗卓 39	238366	2690658	路寬約 4m，PC 路面，上邊坡設有道路擋牆及 L 型側溝，除局部路段略有龜裂外，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 50	景山溪	流壁下	農苗卓 39	238742	2690671	路寬約 4m，PC 路面，上邊坡設有道路擋牆及 L 型側溝，除局部路段略有龜裂外，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 51	景山溪	流壁下	農苗卓 26	237904	2691323	路寬約 3m，AC 路面，無設置側溝，除局部鄰近保全對象之邊坡設有擋牆外，多為土坡，目前路面除局部路段略有龜裂外，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 52	景山溪	大克溪	農苗卓 23-大克一橋	237881	2691884	路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 53	景山溪	大克溪	農苗卓 23	238085	2691895	路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 54	景山溪	大克溪	農苗卓 23	238922	2691583	路寬約 3~5m，AC 路面，無設置側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 55	景山溪	大克溪	農苗卓 23-大克六橋	239035	2691402	路寬約 3~4m，AC 路面，無設置側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 56	景山溪	大克溪	農苗卓 23	239624	2691561	路寬約 3m，碎石路面，局部路段上邊坡設有擋牆保護，路面受逕流沖蝕而略有凹陷，尚不影響通行。	持續觀察
道 57	景山溪	爽文溪	農苗卓 21	237746	2693032	農路路基崩塌，目前已由卓蘭鎮公所施工修復中。	持續觀察
道 58	景山溪	爽文溪	農苗卓 21	238340	2692734	路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆但無設置側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 59	雙連溪	桂竹林溪	農苗卓 204	236215	2692649	路寬約 4m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 60	庫區	庫區	農苗大 32 老官道路	232929	2693512	路寬約 4m，AC 路面，無側溝，除局部路段略有龜裂外，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 61	雙坑溪	內雙坑溪	農苗大 31 雙和道路	233320	2695065	路寬約 4~6m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 62	雙坑溪	內雙坑溪	農苗大 31 雙和道路	233200	2695201	路寬約 4~7m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 63	雙坑溪	內雙坑溪	雙和道路	233027	2695437	路寬約 4~7m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，除局部路面龜裂外，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 64	庫區	庫區	酸柑湖農路	231174	2691981	路寬約 5m，AC 路面，設有側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
道 65	庫區	庫區	酸柑湖農路	231782	2692028	路寬約 5m，AC 路面，設有側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 66	雙連溪	馬鈴坑溪	一般道路	234450	2691208	路寬約 4m，PC 路面，道路上邊坡處已設置擋牆及 L 型側溝及橫向排水，無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 67	雙連溪	花草坑溪	馬鈴坑農路	235260	2691681	路寬約 5m，PC 路面，上邊坡處設有擋牆及 L 側溝，除路面局部龜裂外，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 68	雙連溪	馬鈴坑溪	一般道路	236136	2691275	路寬約 3~4m，AC 路面，道路上邊坡處設有擋牆及 L 型側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 69	景山溪	流壁下	一般道路	237573	2691515	路寬約 4-5m，AC 路面，無設置側溝，目前路面無明顯損壞，整體路況大致良好，可維持正常通行。	持續觀察
道 70	景山溪	蘇魯溪	一般道路	238822	2694244	為卓蘭電廠通達道路，路寬約 3~5m，AC 路面，上邊坡處設有擋牆及側溝，目前路面大致良好，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察
道 71	雙坑溪	關刀山坑溪	一般道路	231877	2694632	路寬約 4-5，PC 路面，無側溝，受道路風化邊坡岩屑崩塌影響，颱洪期間恐影響通行。	持續觀察
道 72	雙坑溪	雙坑溪	一般道路	231918	2695133	路寬約 3.5m，AC 路面，無側溝，無明顯損壞，可維持正常通行。	持續觀察

4-5 坡地水土保持調查

計畫區位於苗栗縣果園精緻農業區，依據內政部國土測繪中心「國土利用調查成果」(產製日期2007/06/30、2008/11/20、2017/09/01)，區內農業利用土地面積約1,536.6ha(約佔28.8%)，其中旱田面積約395.6ha(約佔7.4%)、果園面積約1,116.0ha(約佔20.9%)，合計約1511.6ha(約佔28.3%)，除壢西坪地區外多屬山坡地坡度30%以上之區域。

種植種類大多為高接梨、柑橘、甜柿、香蕉、草莓等經濟作物，及部份檳榔等淺根性植物，另有部份坡地已進行改植造林；此外區內竹林面積約504.9ha(約佔9.45%)，屬於護土、儲水性較差之植物，對集水區內水土涵養較為不利。

水庫蓄水區週邊(集水區中間段)，因坡度較緩、人口密集，坡地多已開發成果園、農地，主要集中在景山溪、雙連溪及庫區集水分區，雖多有進行敷蓋但無設置階段平台及坡地排水，並因耕作需求進行除草、翻土或輪作，於覆蓋不足狀況下，表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕流而進入水系中，茲就各子集水區現況調查結果說明如下，並整理於表4-5-1，而調查點位分佈如圖4-5-1。

一、景山溪子集水區(坡01~坡21)

以坪林溪及景山溪為最主要之果園集中區，大面積果園近鄰蓄水區邊緣，而於流壁下溪中上游、大克山溪中游以下、爽文溪中游以下及蘇魯溪中游以下區域,亦分佈有較集中之農地或果園使用,以種植高接梨、柑橘及桃李為主，並有部份種植草莓及短期旱作，多為沿坡面種植而無設置階段及坡地排水，並多鄰近水系兩岸；另爽文坑上游接近林班地附近，則有部分檳榔園之種植。

二、雙連溪子集水區(坡22~坡55)

因全區地勢較緩，由西坪里開始至七股嶺、雙連之馬鈴坑溪、花草坑溪、桂竹林溪至景山附近蓄水區週邊，大部分開發成果園，並以桂竹林溪及雙連溪開發比例最高，以沿坡面種植柑橘及高接梨為主，多無設置階段及坡地排水，雙連地區則有部分農地種植短期旱作。

三、雙坑溪子集水區(坡56~坡69)

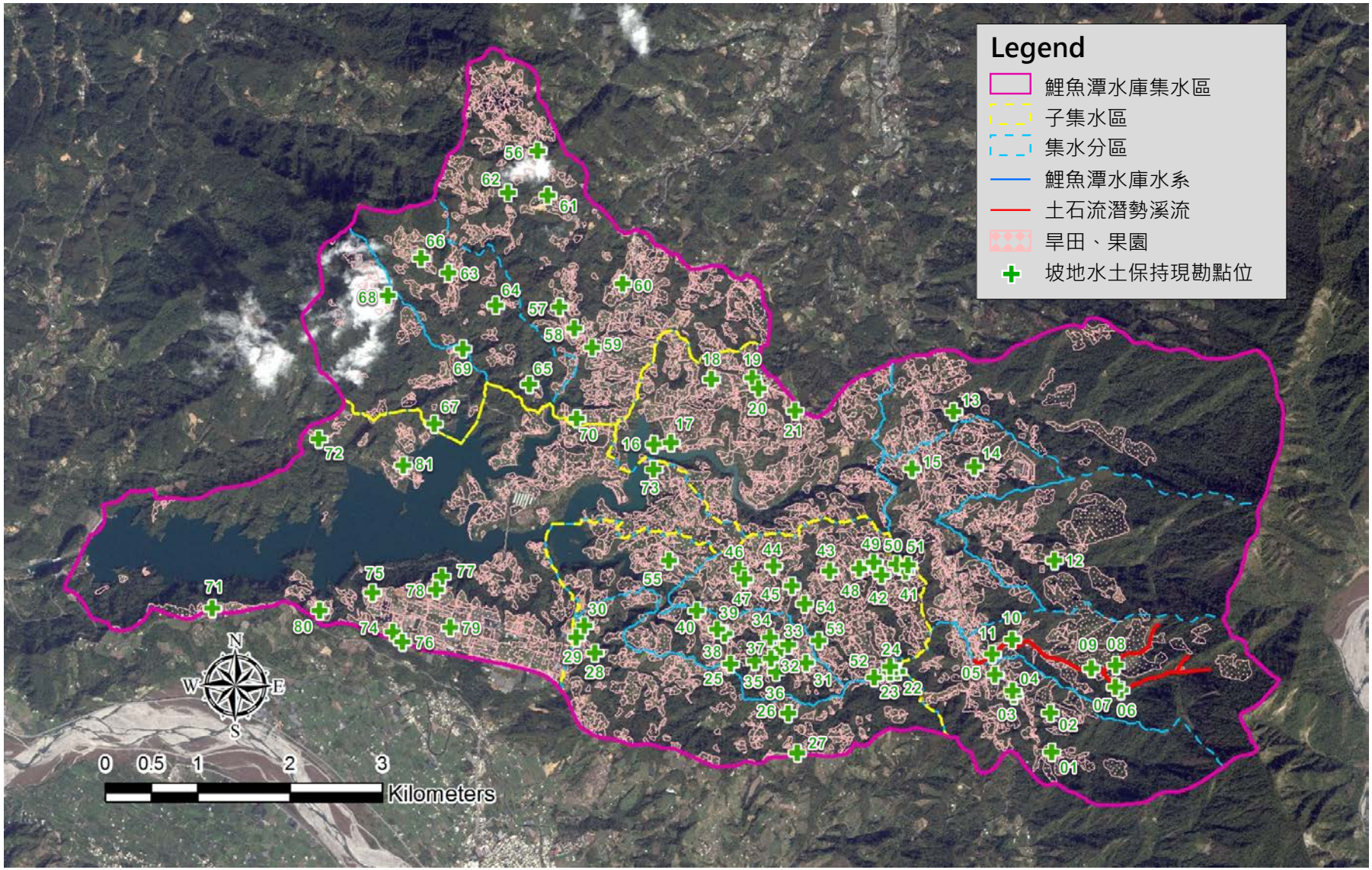
因地勢較為陡峭，住家較為分散，且交通相較其他子集水區較為不便，故開發亦較少，以內雙坑溪為最多，並集中於上游薑麻園地區及下游雙坑、外雙坑及校栗林地區，於蓄水區邊緣之新開地區，亦有果園集中，而雙坑溪及關刀坑溪之農地分佈則集中於主要道路周圍，本子集水區種植作物以柑橘、高接梨及草莓等為主，亦多為沿坡面種植，無設置階段及坡地排水。

四、庫區子集水區(坡70~坡81)

本區果園及農地集中於壢西坪地區、新開地區、枇杷園地區以及苗52沿線，其中壢西坪地區因地勢平坦，且已發展為休閒農業區，故開發密度最高，以種植短期蔬果、花卉及高接梨為主，並因耕作需求而常需進行除草、翻土或輪作；而其他地區則以沿坡面種植，多無設置階段及坡地排水。

		
坡02-流壁下果園 沿坡面種植柑橘，無坡地排水	坡10-大克溪果園 階段種植水梨，鄰近水系	坡12-爽文溪果園 沿坡面種植柑橘，無坡地排水
		
坡13-蘇魯溪農地 已設階段及排水，植生造林	坡15-坪林溪景坪橋旁果園 沿坡面種植高接梨無坡面排水	坡19-景山溪苗54旁果園 階段種植水梨及柑橘

		
坡25-馬鈴坑農地 沿坡面種植高接梨無坡面排水	坡40-花草坑溪苗54-1旁果園 沿坡面種植柑橘，無坡地排水	坡43-桂竹林溪果園 沿坡面種植高接梨無坡面排水
		
坡55-雙連溪苗54-1旁果園 階段種植高接梨	坡61-內雙坑溪果園 沿坡面種植，無坡面排水	坡65-庫區旁果園 種植高接梨
		
坡69-關刀山坑溪農地 階段植樹造林，具坡面排水	坡70-庫區雙坑橋旁新開果園 沿坡面種植高接梨無坡面排水	坡73-庫區旁果園 沿坡面種植，無坡面排水
		
坡74-庫區壢西坪農地 種植短期蔬菜，常需翻動表土	坡77-庫區壢西坪農地 種植蕃茄，常需翻動表土	坡81-庫區枇杷園果園 種植高接梨，鄰近水庫



資料來源：本計畫調查繪製

圖 4-5-1 坡地水土保持現況調查點位分佈圖

表 4-5-1 計畫區坡地水土保持調查整理表

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 01	景山溪	流壁下	梅園一橋旁果園	238333	2690673	多屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以柑橘類為主，採階段耕作，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用
坡 02	景山溪	流壁下	中游右支流果園	238317	2691098	鄰近水系，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，目前以沿坡面柑橘類為主，未設置階段及坡面排水，且因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 03	景山溪	流壁下	中游無名橋旁草莓園	237923	2691291	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以種植草莓及短期蔬菜為主，因鄰近水系且表土常翻動裸露，故表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 04	景山溪	流壁下	中游果園	237911	2691341	屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以沿坡面種植柑橘類為主，未設置階段及坡面排水，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕流出。	雜草管理應用、坡地排水
坡 05	景山溪	流壁下	中游版橋旁果園	237716	2691512	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前已整理為平台階段，並以種植柑橘類為主，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用
坡 06	景山溪	大克溪	大克六橋旁果園 01	239085	2691345	鄰近水系，坡度較為平緩，非屬山坡地坡度 30%以上之區域，以沿坡面種植李樹為主，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 07	景山溪	大克溪	大克六橋旁果園 02	239023	2691381	局部屬山坡地坡度 30%以上之區域，以沿坡面種植李樹為主，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 08	景山溪	大克溪	右支流旁果園	239030	2691615	鄰近水系，多屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，以種植柑橘、高接梨及李樹為主，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用
坡 09	景山溪	大克溪	中游無名版橋旁果園	238762	2691580	鄰近水系，多屬山坡地坡度 30%以上之區域，沿坡面種植高接梨為主，未設置階段及坡面排水，因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 10	景山溪	大克溪	大克一橋旁果園	237906	2691891	鄰近水系，多屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以高接梨為主，採階段種植，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用
坡 11	景山溪	大克溪	農苗卓 23 旁草莓園	237686	2691733	鄰近水系，非屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，目前以種植草莓及短期蔬菜為主，因鄰近水系且表土常翻動裸露，故表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用
坡 12	景山溪	爽文溪	左支流旁果園	238363	2692750	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以沿坡面柑橘類為主，未設置平台階段及坡地排水，且因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 13	景山溪	蘇魯溪	豐忠橋旁農地	237269	2694360	鄰近水系，多屬山坡地坡度 30%以上之區域，設有階段、坡面排水及蓄水池，並已進行植樹造林。	雜草管理應用
坡 14	景山溪	坪林溪	右支流上游旁農地	237494	2693763	鄰近水系，局部屬山坡地坡度 30%以上之區域，以種植絲瓜及短期蔬菜為主，因鄰近水系且表土常翻動裸露，故表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 15	景山溪	坪林溪	景坪橋旁果園	236821	2693745	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上之區域，目前以沿坡面高接梨為主，未設置平台階段及坡地排水，且因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水系中。	雜草管理應用、坡地排水
坡 16	景山溪	景山溪	歸安橋旁果園	234027	2694005	鄰近庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，目前以柑橘類為主，採階段耕作，惟因鄰近水系，於覆蓋不足狀況下，果園表土及所使用之肥料易受降雨沖蝕而直接進入水庫中。	雜草管理應用
坡 17	景山溪	景山溪	苗 54-1 中心農路旁果園 01	234208	2694024	鄰近庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，未設置平台階段及坡地排水，原為種植高接梨，目前已改植造林，下方坡地原為旱田，目前則無耕作形成草生地。	雜草管理應用、坡地排水
坡 18	景山溪	景山溪	苗 54-1 中心農路旁果園 02	234649	2694710	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，未設置平台階段及坡地排水，目前以沿坡面種植高接梨為主，下方中心農路旁設有 2 處農塘。	雜草管理應用、坡地排水
坡 19	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路旁果園 01	235090	2694726	屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，目前以種植高接梨及柑橘類為主。	雜草管理應用
坡 20	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路旁果園 02	235160	2694612	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，高接梨果園未設置平台階段及坡地排水，另有部份坡地已改植造林。	雜草管理應用、坡地排水
坡 21	景山溪	景山溪	苗 54 景山道路旁果園 03	235555	2694372	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，目前以沿坡面種植高接梨為主，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 22	雙連溪	馬鈴坑溪	苗 54-2 花草坑農路旁果園 01	236662	2691544	屬山坡地坡度 30%以上區域，目前採階段方式種植樹苗。	雜草管理應用
坡 23	雙連溪	馬鈴坑溪	右支流源頭 02 旁農地	236583	2691535	鄰近水系。部份屬山坡地坡度 30%以上之區域，以階段種植短期蔬果為主，並設有農塘，常擾動表土及裸露，使土壤易受沖蝕流失。	雜草管理應用
坡 24	雙連溪	馬鈴坑溪	苗 54-2 花草坑農路旁果園 02	236586	2691599	鄰近水系,部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植葡萄、李樹，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 25	雙連溪	馬鈴坑溪	馬鈴坑農路旁果園 01	234854	2691630	多屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 26	雙連溪	馬鈴坑溪	上游果園	235480	2691093	多屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘及百香果，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 27	雙連溪	馬鈴坑溪	大茅坪果園	235577	2690665	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 28	雙連溪	馬鈴坑溪	下游果園 01	233383	2691746	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，沿坡面種植高接梨及柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 29	雙連溪	馬鈴坑溪	下游果園 02	233273	2692042	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 30	雙連溪	馬鈴坑溪	金峰園藝	233183	2691915	位於壢西坪,非屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上之區域，採棚架培植苗木及花卉。	雜草管理應用
坡 31	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵 01 旁果園	235673	2691642	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 32	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵 03 旁果園	235394	2691794	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，採階段種植柑橘及甜柿，無設置坡地排水。	雜草管理應用
坡 33	雙連溪	花草坑溪	上游右坑溝旁果園	235480	2691836	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 34	雙連溪	花草坑溪	上游箱涵旁果園	235285	2691915	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 35	雙連溪	花草坑溪	馬鈴坑農路旁果園 02	235119	2691662	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 36	雙連溪	花草坑溪	馬鈴坑農路旁果園 03	235349	2691544	屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植芭樂及高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 37	雙連溪	花草坑溪	馬鈴坑農路旁果園 04	235293	2691690	屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植短期作物及高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 38	雙連溪	花草坑溪	中游箱涵旁果園	234788	2691955	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 39	雙連溪	花草坑溪	苗 54-2 花草坑農路旁果園	234710	2692006	鄰近水系，坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，目前種植柑橘。	雜草管理應用、坡地排水
坡 40	雙連溪	花草坑溪	苗 54-1 雙連農路旁果園	234489	2692206	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 41	雙連溪	桂竹林溪	右源頭旁果園	236752	2692628	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 42	雙連溪	桂竹林溪	上游旁果園	236489	2692592	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘及高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 43	雙連溪	桂竹林溪	桂林橋河段旁果園	235926	2692637	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 44	雙連溪	桂竹林溪	建興橋旁果園	235320	2692692	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，目前以種植高接梨及柑橘類為主。	雜草管理應用
坡 45	雙連溪	桂竹林溪	中游左支流上游旁果園	235519	2692474	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 46	雙連溪	桂竹林溪	雙連橋旁果園	234947	2692652	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘及高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 47	雙連溪	桂竹林溪	雙連橋下游旁果園	235007	2692544	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 48	雙連溪	桂竹林溪	源頭附近果園 01	236249	2692660	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 49	雙連溪	桂竹林溪	源頭附近果園 02	236404	2692731	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 50	雙連溪	桂竹林溪	上游果園 01	236651	2692708	屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，目前以種植柑橘類為主。	雜草管理應用
坡 51	雙連溪	桂竹林溪	上游果園 02	236777	2692699	屬山坡地坡度 30%以上之區域，採階段種植，目前以種植高接梨及柑橘類為主。	雜草管理應用
坡 52	雙連溪	桂竹林溪	上游果園 03	236410	2691482	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，採階段種植，目前以種植高接梨及柑橘類為主。	雜草管理應用
坡 53	雙連溪	桂竹林溪	中游果園 01	235810	2691883	屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 54	雙連溪	桂竹林溪	中游果園 02	235657	2692283	屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 55	雙連溪	雙連溪	苗 54-1 中心農路旁果園	234191	2692751	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及部份屬山坡地坡度 30%以上區域，採階段種植，以種植高接梨為主。	雜草管理應用
坡 56	雙坑溪	內雙坑溪	左支流源頭旁草莓園	232764	2697185	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，採階段方式種植草莓。	雜草管理應用
坡 57	雙坑溪	內雙坑溪	永和橋下游旁農地	233002	2695492	屬山坡地坡度 30%以上區域，採階段種植，目前以種植柑橘類及短期旱作為主。	雜草管理應用
坡 58	雙坑溪	內雙坑溪	雙和橋旁農地	233166	2695263	鄰近水系，坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，目前以種植高接梨及草莓為主。	雜草管理應用

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 59	雙坑溪	內雙坑溪	雙林橋旁農地	233355	2695055	鄰近水系，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 60	雙坑溪	內雙坑溪	大份田果園	233687	2695744	部份屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植短期旱作、蕃茄及高接梨等作物。	雜草管理應用、坡地排水
坡 61	雙坑溪	內雙坑溪	內雙坑果園	232872	2696700	鄰近水系，屬山坡地坡度 30%以上區域，沿坡面種植高接梨及柑橘，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 62	雙坑溪	內雙坑溪	白石下農地	232442	2696729	屬山坡地坡度 30%以上區域，採階段種植短期旱作。	雜草管理應用
坡 63	雙坑溪	雙坑溪	上游左支流 01 旁果園	231801	2695863	鄰近水系，山坡地坡度 30%以上區域，採階段種植，以種植高接梨為主。	雜草管理應用
坡 64	雙坑溪	雙坑溪	中游左支流 02 旁果園	232310	2695515	屬山坡地坡度 30%以上區域及部份屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區，採階段種植，目前以種植李樹及枇杷為主。	雜草管理應用
坡 65	雙坑溪	雙坑溪	庫區旁農地	232677	2694658	鄰近庫區，坡度較為平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，目前種植高接梨。	雜草管理應用
坡 66	雙坑溪	雙坑溪	苗 56 復興產業道路旁農地	231505	2696022	屬山坡地坡度 30%以上區域，目前為沿坡面種植果樹，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 67	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 52-3 新鯉農路旁果園	231644	2694229	坡度較為平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，目前種植短期旱作。	雜草管理應用

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 68	雙坑溪	關刀山坑溪	苗 56 復興產業道路旁果園	231143	2695617	屬山坡地坡度 30%以上區域，目前為沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 69	雙坑溪	關刀山坑溪	關山橋上游農地	231955	2695042	屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，目前已改採階段植樹造林，並設置坡面排水。	雜草管理應用
坡 70	庫區	庫區	雙坑橋旁新開果園	233187	2694288	鄰近庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，目前為沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水	雜草管理應用、坡地排水
坡 71	庫區	庫區	苗 52 旁果園	229240	2692234	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，目前以種植柑橘、高接梨及短期旱作為主。	雜草管理應用
坡 72	庫區	庫區	苗 52-3 新鯉農路旁果園	230393	2694065	鄰近庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，目前為沿坡面種植高接梨，未設置平台階段及坡地排水	雜草管理應用、坡地排水
坡 73	庫區	庫區	庫區旁農地	234020	2693736	緊鄰庫區，屬中央地調所所公告之山崩與地滑地質敏感區及山坡地坡度 30%以上區域，目前為沿坡面種植柑橘，未設置平台階段及坡地排水	雜草管理應用、坡地排水
坡 74	庫區	庫區	壢西坪農地 01	231197	2691976	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植短期蔬菜，經常翻動土壤，易受沖蝕。	雜草管理應用
坡 75	庫區	庫區	壢西坪農地 02	230974	2692396	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植高接梨，地表留有草類覆蓋。	雜草管理應用
坡 76	庫區	庫區	壢西坪農地 03	231300	2691867	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植短期蔬菜，經常翻動土壤，易受沖蝕。	雜草管理應用
坡 77	庫區	庫區	壢西坪農地 04	231730	2692578	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植蕃茄，經常翻動土壤，易受沖蝕。	雜草管理應用

編號	子集水區	集水分區	位置	X	Y	現地描述	建議對策
坡 78	庫區	庫區	壢西坪農地 05	231667	2692431	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植短期蔬菜，設有一處蓄水池，已呈優養化。	雜草管理應用
坡 79	庫區	庫區	壢西坪農地 06	231816	2692026	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植短期蔬菜，經常翻動土壤，易受沖蝕。	雜草管理應用
坡 80	庫區	庫區	北天三玄宮旁農地	230403	2692207	屬山坡地坡度 30%以上區域，大部分坡面已改植造林，目前僅部份坡面種植旱作，無設置階段及排水。	雜草管理應用、坡地排水
坡 81	庫區	庫區	枇杷園果園	231309	2693777	坡度平緩，不屬山坡地坡度 30%以上區域，種植高接梨，地表留有草類覆蓋。	雜草管理應用

第五章 水庫集水區土砂生產環境健檢

5-1 土砂生產環境檢查

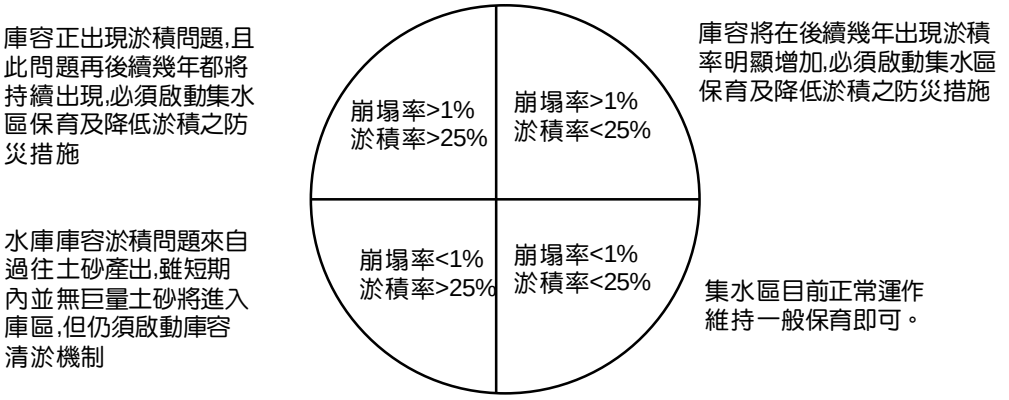
台灣水庫集水區因特殊的降雨條件及嚴峻的地形特徵與開發行為，因此集水區崩塌所產生的泥砂與淤積問題是我國水庫管理單位所面對最棘手的問題,因此土砂生產環境健檢,其涵蓋的診斷指標包含了水庫淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及濁度等4項，其健檢指標與計算方式如表5-1-1，各健檢指標之意涵與相關評估方式如後所述；而本計畫於執行上，並參考經濟部水利署「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」之執行方法與成果，並依計畫區之立地條件進行探討，以瞭解計畫區土砂生產環境之情形。

表 5-1-1 土砂生產環境健檢指標與計算方式

健檢指標	評估目的	計算方法	資料來源
淤積率	由水庫淤積速率判斷集水區之產砂量增減	(累積淤積量÷總容量)×100%	歷次淤積測量
崩塌率	評估集水區崩塌裸露面積，反應崩塌量及土砂生產環境	(崩塌地面積÷集水區面積)×100%	衛星影像
森林覆蓋率	評估集水區森林覆蓋率，反應集水區森林覆蓋狀況及土砂生產環境	(森林覆蓋面積÷集水區面積)×100%	內政部「國土利用調查成果」
濁度	評估水中濁度高低，反應水庫之淤積速率快慢	現地監測資料	環保署及中水局監測資料

資料來源：經濟部水利署,「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」(民國 106 年)及本計畫彙整

另參考水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」建議以庫容淤積率25%為評估指標；當庫容淤積超過25%，也代表可儲存土砂的庫容量正低於75%，則這樣的水庫就必須注意或啟動庫容清淤相關措施，才能夠維持該水庫在承受其他嚴重土砂災害事件後，還能維持正常運作之功能，因此以集水區崩塌比設1.0%為上游端評估指標，庫容淤積率設25%為下游評估指標，則這兩個指標在不同情況下的變化如圖5-1-1，以上游的崩塌比與下游的庫容淤積率，便可瞭解該水庫近年或未來可能發生的問題；此外可利用崩塌比與庫容淤積率進行篩選(詳圖5-1-2)，將水庫區分為三類：優質、一般及高土砂災害潛勢水庫，各種水庫評估等級都有不同之保育原則及開發原則。



資料來源：經濟部水利署「台灣地區水庫整體保育規範計畫」(民國 101 年)

圖 5-1-1 集水區崩塌比及庫容淤積率在不同情況之示意圖



資料來源：經濟部水利署「台灣地區水庫整體保育規範計畫」(民國 101 年)

圖 5-1-2 土砂評估管理面流程圖

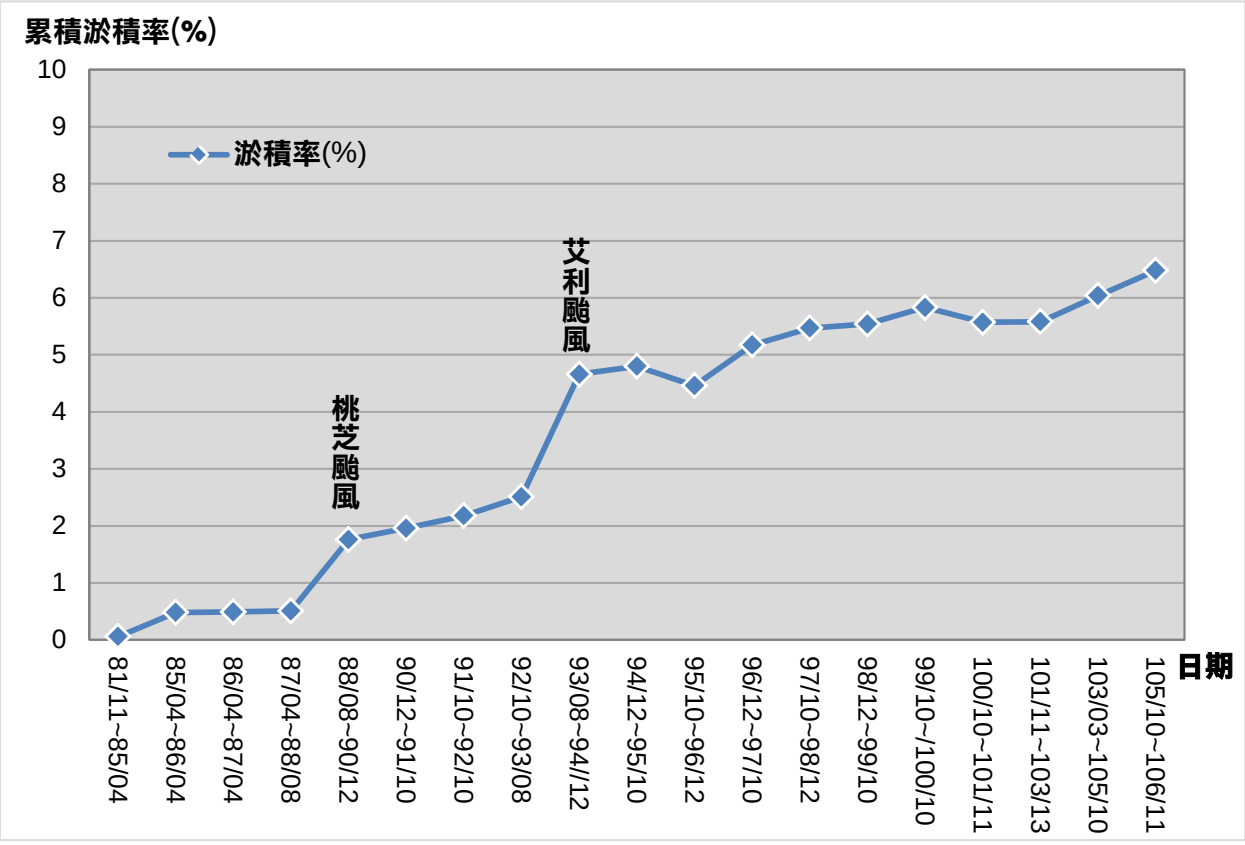
一、淤積率

淤積率為表示水庫淤積情況之數據，並且可由水庫淤積速率來判斷集水區之產砂量增減、水庫使用壽命之長短，與逕流率指標有相似作用且具有較完整與長期的監測資料庫可供進行診斷，因此以淤積率替代逕流率。由於水庫淤積率與崩塌率、含砂濃度(或濁度)及森林覆蓋率息息相關，因此可以採用歷年水庫淤積率變化情形，來研判水庫淤積速率，並據此來研判上游集水區水土保持工作執行之良窳，並檢討相關執行策略是否須修正或強化，因此淤積率是水庫集水區內泥砂問題之綜合指標，若淤積率呈現逐年上升趨勢，則應檢討集水區內之崩塌率、森林覆蓋率及水體泥砂濃度(或濁度)，以了解其真正的問題。

依本計畫2-1-6節評估結果及圖5-1-3得知，鯉魚潭水庫淤積率主要呈現逐次增加趨勢，依民國106年10月淤積測量結果，累積淤積量為816.15萬m^3，淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微，而累積年平均淤積量為32.71萬m^3，略低於工程設計階段所推算之年淤積量38.60萬m^3，顯示集水區環境維持良好，未產生重大變異。

比對水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)針對民國81年~105年鯉魚潭水庫淤積率健檢結果，得知鯉魚潭水庫近年來之淤積率大約為5-8%，屬於低度危害水庫，且淤積率並未有上升的趨勢，顯示上游集水區的土砂治理成效良好。

經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，鯉魚潭水庫淤積率約6.48%(<25%)，屬優質水庫集水區，維持保育治理即可，另由淤積速率研判，除90年桃芝、納利颱風及93年艾利、敏督利颱風造成淤積率較為明顯提升外，於民國94年後淤積速率緩，多呈和緩增加，顯示鯉魚潭水庫集水區內近年無重大崩蝕破壞及大規模土砂入庫情形，相關集水區保育策略及水土保持工作具有良好成效。



資料來源：經濟部水利署中區水資源局，「106 年度鯉魚潭水庫淤積測量報告」(民國 107 年)及本計畫繪製

圖 5-1-3 鯉魚潭水庫累積淤積率圖

二、崩塌率

崩塌率高的水庫集水區，則水中泥砂濃度相對而言便會較高，且水庫淤積速率亦會上升，縮短水庫使用壽命，因此利用崩塌率歷年變化便可以研判水庫集水區水土保持是否得宜，一旦崩塌率有上昇趨勢，即表示區內之坡地呈現不穩定狀態，雖有可能尚未致災，但可據此提供一預警機制，提早進行治理以防範大型災害發生，同時對於崩塌率上升之水庫，亦應加強土地利用管理，避免土地再開發而導致更大崩塌率發生。

由第三章大尺度環境監測分析結果與表5-1-2、表5-1-3及圖5-1-4得知，近年鯉魚潭水庫集水區歷年內之崩塌率均<0.5%，以921地震後集水區崩塌率約0.49%為最高，至107年時集水區崩塌率已下降至約0.04%，如以子集水區崩塌率而言，僅921地震後之景山溪子集水區崩塌率約1.06%外，其餘子集水區崩塌率亦均<0.5%，顯示區內崩塌並不顯著。

比對水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)，以林務局民國100年~105年崩塌地判釋(國有林地範圍)，進行鯉魚潭水庫崩蝕率健檢結果，得知本區之崩蝕率不高(0~0.24%)，與本計畫以崩塌率健檢結果具有相同趨勢。

而由歷年趨勢而言，崩塌地面積及崩塌率主要呈遞減趨勢，顯示環境頗為穩定，並可減少土砂之生產量，有助於水庫之永續利用，經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，計畫區107年崩塌率約0.04%(<1%)，屬優質水庫集水區，維持保育治理即可。

表 5-1-2 鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌率一覽表

年度	事件/時期	崩塌地筆數	崩塌地面積(m^2)	崩塌率(%)	備註
88	921 地震	108	260,101	0.49	集水區範圍
90	桃芝颱風	10	105,129	0.20	集水區範圍
93	敏督利颱風	7	74,537	0.14	集水區範圍
97	卡玫基颱風	79	141,674	0.27	集水區範圍
98	莫拉克颱風	76	159,286	0.30	集水區範圍
99	8 月前	9	68,823	0.13	國有林地(僅作參考)
100	8 月前	5	12,600	0.02	國有林地(僅作參考)
101	8 月前	1	25,036	0.05	國有林地(僅作參考)
102	8 月前	1	1,936	0.004	國有林地(僅作參考)
103	8 月前	4	9,652	0.02	國有林地(僅作參考)
104	8 月前	3	4,872	0.01	國有林地(僅作參考)
107	1 月	16	22,091	0.04	集水區範圍
107	9 月	16	22,091	0.04	集水區範圍

註：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 1 月與 9 月判釋結果相同

資料來源：農委會水土保持局、林務局、水利署中區水資源局判釋崩塌地及本計畫判釋、分析、整理

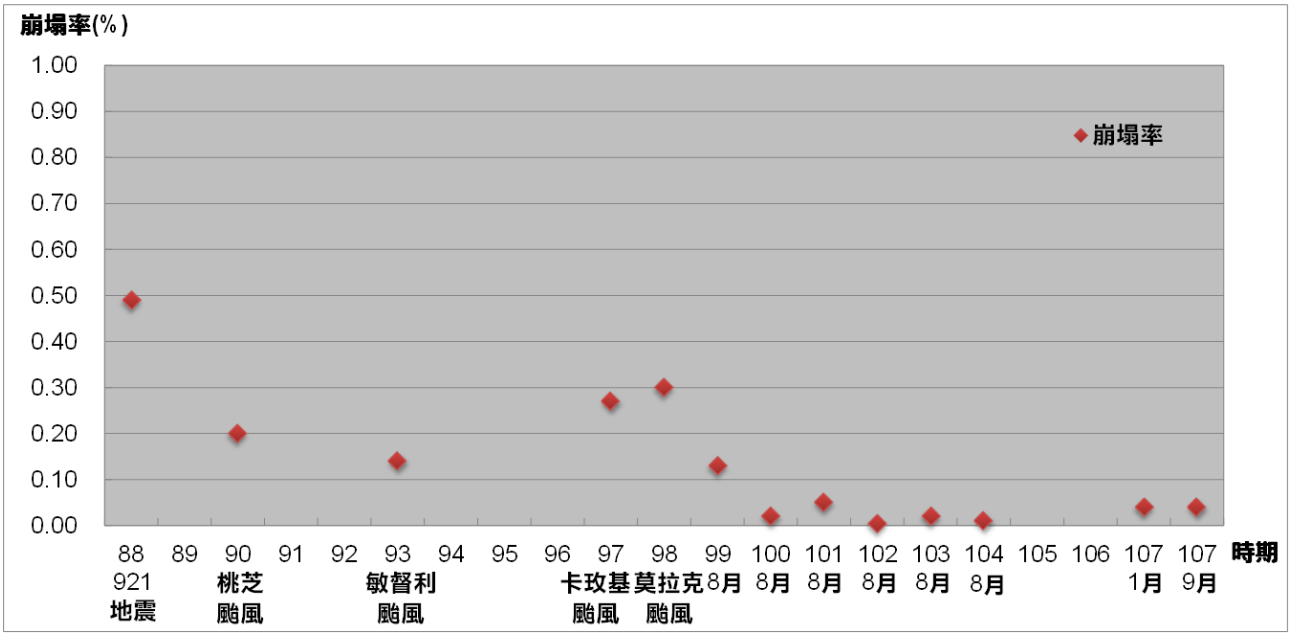
表 5-1-3 鯉魚潭水庫各子集水區歷年崩塌率統計表

事件/時期	子集水區	景山溪							雙連溪					雙坑溪				鯉魚潭庫區	總計
	集水分區	流壁下溪	大克溪	爽文溪	蘇魯溪	坪林溪	景山溪	合計	馬鈴坑溪	花草坑溪	桂竹林溪	雙連溪	合計	內雙坑溪	雙坑溪	關刀山坑	合計		
	集水分區面積(ha)	306.59	303.64	387.67	546.72	235.42	423.50	2,203.54	359.06	140.98	284.22	116.99	901.25	598.43	231.42	236.03	1,065.88	1,174.33	5,345.00
921地震	崩塌面積m^2)	30,524	95,622	82,664	24,370	-	-	233,180	4,178	4,916	-	-	9,094	-	-	-	-	17,827	260,101
	崩塌率(%)	1.00	3.15	2.13	0.45	-	-	1.06	0.12	0.35	-	-	0.10	-	-	-	-	0.15	0.49
桃芝	崩塌面積m^2)	5,669	-	5,569	42,042	31,011	-	84,291	-	-	-	-	-	15,246	-	-	15,246	5,592	105,129
	崩塌率(%)	0.18	-	0.14	0.77	1.32	-	0.38	-	-	-	-	-	0.25	-	-	0.14	0.05	0.20
敏督利	崩塌面積m^2)	6,811	55,965	-	7,631	-	3,230	73,637	-	-	870	-	870	-	-	-	-	-	74,507
	崩塌率(%)	0.22	1.84	-	0.14	-	0.08	0.33	-	-	0.03	-	0.01	-	-	-	-	-	0.14
卡玫基	崩塌面積m^2)	-	13,797	23,175	7,714	6,675	17,053	68,414	889	-	-	-	889	9,041	-	5,907	14,948	57,423	141,674
	崩塌率(%)	-	0.45	0.60	0.14	0.28	0.40	0.31	0.02	-	-	-	0.01	0.15	-	0.25	0.14	0.49	0.27
莫拉克	崩塌面積m^2)	3,101	22,148	31,120	6,029	9,427	6,805	78,630	-	-	1,733	1,039	2,772	6,065	5,786	9,774	21,625	56,259	159,286
	崩塌率(%)	0.10	0.73	0.80	0.11	0.40	0.16	0.36	-	-	0.06	0.09	0.03	0.10	0.25	0.41	0.20	0.48	0.30
99年	崩塌面積m^2)	-	15,113	39,742	-	-	8,009	62,864	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,959	68,823
	崩塌率(%)	-	0.50	1.03	-	-	0.19	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.13
100年	崩塌面積m^2)	-	11,145	-	-	-	-	11,145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,455	12,600
	崩塌率(%)	-	0.37	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02
101年	崩塌面積m^2)	-	25,036	-	-	-	-	25,036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,036
	崩塌率(%)	-	0.82	-	-	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
102年	崩塌面積m^2)	-	1,936	-	-	-	-	1,936	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,936
	崩塌率(%)	-	0.06	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004
103年	崩塌面積m^2)	-	9,652	-	-	-	-	9,652	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,652
	崩塌率(%)	-	0.32	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
104年	崩塌面積m^2)	-	3,828	1,044	-	-	-	4,872	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,872
	崩塌率(%)	-	0.13	0.03	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
107年1月	崩塌面積m^2)	-	3,828	4,547	1,603	1,303	5,398	16,679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,412	22,091
	崩塌率(%)	-	0.13	0.12	0.03	0.06	0.13	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.04
107年9月	崩塌面積m^2)	-	3,828	4,547	1,603	1,303	5,398	16,679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,412	22,091
	崩塌率(%)	-	0.13	0.12	0.03	0.06	0.13	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.04

註 1：崩塌率(%)=崩塌地面積(ha)/子集水區(集水分區)面積(ha)

註 2：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 1 月與 9 月判釋結果相同

資料來源：水土保持局、中區水資源局、林務局判釋崩塌地及本計畫整理



註：107 年無重大颱洪事件，區內環境無明顯變化，故 1 月與 9 月判釋結果相同

資料來源：農委會水土保持局、林務局、中區水資源局判釋崩塌地及本計畫判釋、分析、繪製

圖 5-1-4 鯉魚潭水庫歷年崩塌率分佈圖

三、森林覆蓋率

森林覆蓋率之高低除了與崩塌率有關外，亦可用以研判水庫集水區採用生態工法或植生工法治理之崩塌地，其植生復育成效，若森林覆率逐年上升，表示植生成效佳，且可以有效抑制坡面沖蝕，減少水中泥砂之濃度。因森林覆蓋率之計算不包含不包含草生地、果樹、旱作、稻作及茶園等類型，故更能代表有效植生覆蓋面積之變化，若與崩塌率年變化情形共同考量，一旦森林覆蓋率減少且崩塌率增加，表示應加強森林土地的管制及水土保持；若森林覆蓋率無明顯變化但崩塌率增加，表示非森林土地的管制及水土保持應加強。

本計畫依據購置之內政部國土測繪中心民國106年「國土利用調查成果」及配合現場調查，計畫區森林利用土地面積約3,016.47ha，森林覆蓋率約56.44%，於子集水區則以雙坑溪子集水區之66.01%為最高；另，經比對崩塌率情形得知區內環境無明顯變化，大致穩定，但因區內屬內政部「全國國土計畫」中，國土功能分區之「國土保育地區」第一類、第二類，並屬「環境敏感地區」之資源利用敏感類型、災害敏感類型，為維護集水區之健康環境，仍須持續辦理土地的管制及水土保持。

比對水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末

報告初稿(107年)以104年土地利用進行植生覆蓋率健檢結果，集水區內總植生覆蓋面積為3,025.98ha，佔集水面積之56.6%，與本計畫森林覆蓋率健檢結果相近，無顯著差異性。

表 5-1-4 鯉魚潭水庫各子集水區森林覆蓋率統計表

子集水區	集水分區	森林覆蓋面積(ha)	森林覆蓋率(%)
景山溪	流壁下溪	226.70	73.94
	大克溪	198.06	65.23
	爽文溪	285.44	73.63
	蘇魯溪	454.98	83.22
	坪林溪	100.68	42.77
	景山溪	168.52	39.79
	小計	1,434.38	65.09
雙連溪	馬鈴坑溪	227.51	63.36
	花草坑溪	71.82	50.94
	桂竹林溪	93.86	33.02
	雙連溪	38.10	32.57
	小計	431.29	47.85
雙坑溪	內雙坑溪	327.26	54.69
	雙坑溪	178.94	77.32
	關刀山坑溪	197.37	83.62
	小計	703.57	66.01
鯉魚潭庫區	鯉魚潭庫區	447.23	38.08
合計		3,016.47	56.44

資料來源：內政部國土測繪中心及本計畫分析

四、含砂濃度(濁度)

水中含砂濃度之高低，除可反映水庫之淤積速率快慢外，亦可能會提高水中懸浮固體(SS)濃度，並降低水中透明度，進而影響水質之CTSI或RPI；再者，若與崩塌率變化情形共同考量，一旦崩塌率上升，則水中含砂濃度亦可能隨之上升，如果未明顯上升，則表示崩塌之泥砂淤積於河道中或尚停留在上游集水區內，爾後可能隨著降雨往水庫輸送，因此亦可以提供河道清淤或防範泥砂流入水庫之預警作用。

由於鯉魚潭水庫目前並無長期連續觀測之含砂濃度資料，故本計畫蒐集環保署每季(月)濁度資料(民國83/12~107/09)，如圖5-1-5所示，而環保署所監測之濁度值集中於1~5NTU之間，最高值為11.7NTU，變化情形不明顯，惟其為晴天採樣，故無法反應降雨時期之變化情形。

比對水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末

報告初稿(107年)以環保署100~106年水質監測資料進行含砂濃度(濁度)健檢結果，濁度值介於1~4.6NTU之間，具有一致性。

為瞭解鯉魚潭水庫濁度之連續變化情形，本計畫並蒐集水利署中區水資源局於鯉魚潭水庫之濁度日連續觀測資料(民國105/3/14~107/10/15)，如圖5-1-6所示，而中區水資源局之濁度監測資料集中於10~50NTU間，最高值為民國105年9月18日之79.1NTU，變化趨勢大致隨降雨情況而改變，尚不致影響水庫取水及供水情形。

五、土砂健檢項目成果

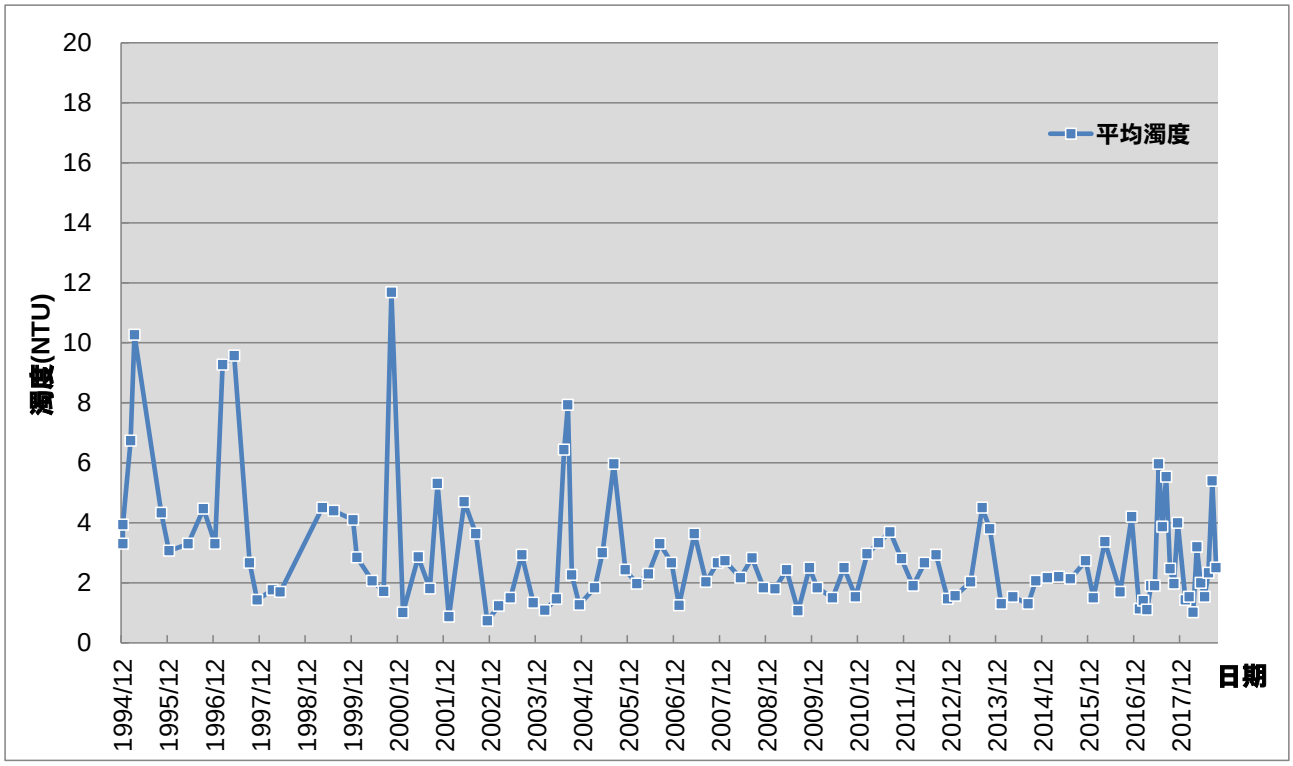
為掌握鯉魚潭水庫集水區土砂環境狀況,本計畫以淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及濁度資料進行健檢，並彙整最近一期(106、107年)成果如表5-1-5所示，說明如下：

1.淤積率：依民國106年10月淤積測量結果,鯉魚潭水庫淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微，與水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)針對民國81年~105年鯉魚潭水庫淤積率健檢結果一致,屬於低度危害水庫,經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，淤積率<25%屬優質水庫集水區，維持保育治理即可。

2.崩塌率：經以107年9月25日SPOT 6衛星影像判釋結果，鯉魚潭水庫集水區崩塌率約0.04%，集中於景山溪子集水區內，由歷年趨勢而言崩塌地面積及崩塌率主要呈遞減趨勢，比對水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)，以林務局民國100年~105年崩塌地判釋(國有林地)，進行鯉魚潭水庫崩蝕率健檢結果，得知本區之崩蝕率不高(0~0.24%)，與本計畫以崩塌率健檢結果具有相同趨勢，經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類,崩塌率<1%屬優質水庫集水區,維持保育治理即可。

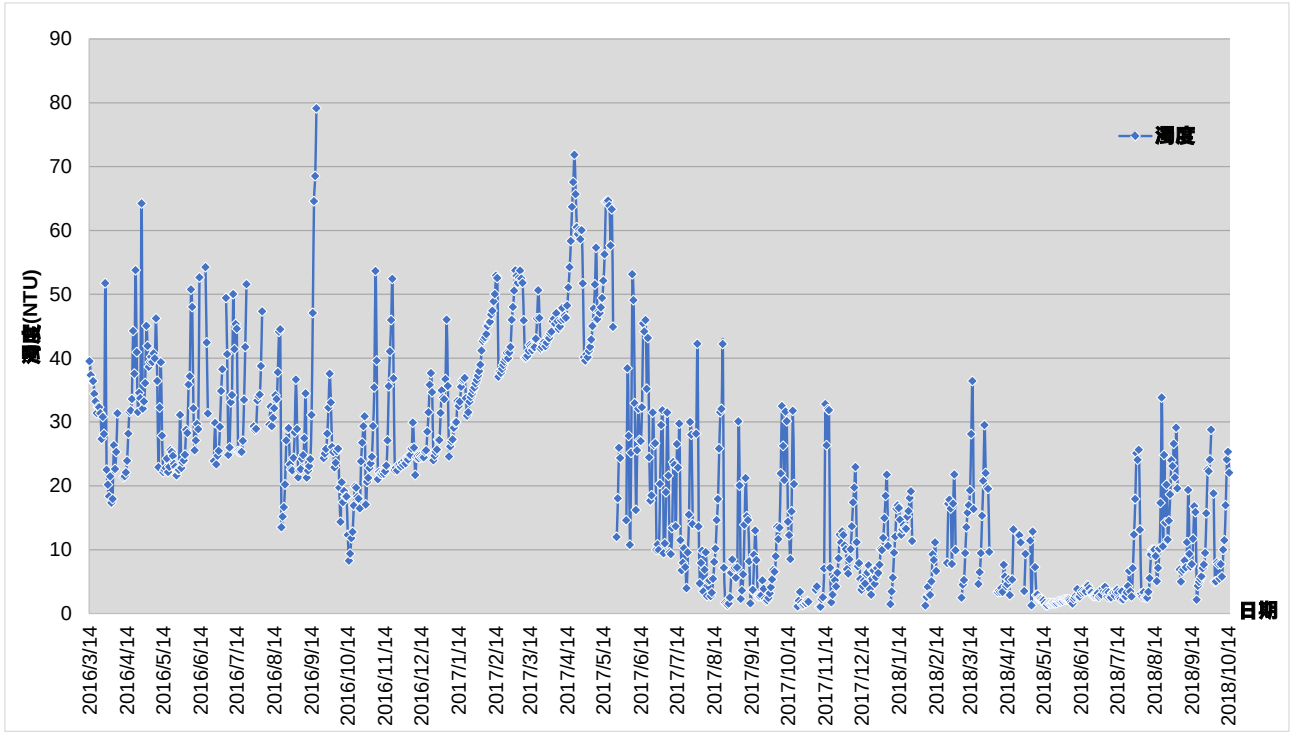
3.森林覆蓋率：依內政部國土測繪中心民國106年「國土利用調查成果」及配合現場調查，鯉魚潭水庫集水區森林覆蓋率約56.44%，並以雙坑溪子集水區66.01%為最佳，而水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)，以104年土地利用進行植生覆蓋率健檢結果約56.6%，與本計畫森林覆蓋率健檢結果相近，無

顯著差異性，經比對崩塌率情形得知區內環境無明顯變化，惟為維護集水區之健康環境，仍須持續辦理土地的管制及水土保持。



資料來源：環保署全國環境水質監測資訊網及本計畫分析繪製

圖 5-1-5 鯉魚潭水庫環保署歷年濁度監測分佈圖



資料來源：中區水資源局及本計畫分析繪製

圖 5-1-6 鯉魚潭水庫中區水資源局歷年濁度監測分佈圖

4.濁度：依環保署每季(月)濁度資料(民國83/12~107/09)約介於1~5NTU之間，變化情形不明顯，與水利署「107年度水庫集水區保育課題研析及策略規劃」期末報告初稿(107年)以環保署100~106年水質監測資料進行含砂濃度(濁度)健檢結果，具有一致性，而依水利署中區水資源局濁度日連續觀測資料，濁度介於1~79NTU之間，主要集中於10~50NTU，變化趨勢大致隨降雨情況而改變，尚不致影響水庫取水及供水情形；另，目前中區水資源局於景山溪流量站、取水口處之水質測站及新開水域處之水質測站，均已針對濁度進行連續性觀測記錄，而含砂濃度部份則尚未建置，建議後續能於景山溪流量站處增設含砂濃度觀測，並能結合台電士林攔河堰之含砂濃度觀測資料進行綜整分析。

表 5-1-5 鯉魚潭水庫各子集水區土砂環境健檢分析成果一覽表

	子集水區	集水分區	淤積率(%) (106.12)	崩塌率(%) (107.09)	森林覆蓋率(%) (106.09)	濁度(NTU) (~107.10)
本計畫	景山溪	流壁下溪	-	-	73.94	-
		大克溪	-	0.13	65.23	-
		爽文溪	-	0.12	73.63	-
		蘇魯溪	-	0.03	83.22	-
		坪林溪	-	0.06	42.77	-
		景山溪	-	0.13	39.79	-
		小計	-	0.08	65.09	-
	雙連溪	馬鈴坑溪	-	-	63.36	-
		花草坑溪	-	-	50.94	-
		桂竹林溪	-	-	33.02	-
		雙連溪	-	-	32.57	-
		小計	-	-	47.85	-
	雙坑溪	內雙坑溪	-	-	54.69	-
		雙坑溪	-	-	77.32	-
		關刀山坑溪	-	-	83.62	-
		小計	-	-	66.01	-
	庫區	庫區	-	0.05	38.08	-
	鯉魚潭水庫集水區		**6.48**	**0.04**	**56.44**	**環保署：1~5 中水局：1~79**
107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃			淤積率(%) (105.12)	崩蝕率(%) (105)	植生覆蓋率(%) (104)	濁度(NTU) (100~106)
			6.04	**0**	**56.6**	**1~4.6**

資料來源：1.本計畫彙整、分析

2.水利署，「107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」期末報告(初稿)(民國 107 年)

5-2 土砂環境評估

藉由子集水區產砂量及土砂收支分析結果，以確立土砂主要來源，並配合前述大尺度環境監測結果、集水區崩塌率指標、森林覆蓋率指標及水庫淤積測量變化情形，建立鯉魚潭水庫集水區內採「持續監測」或「未來整治需求」之子集水區，由於鯉魚潭水庫之水源除來自景山溪上游集水區外，尚包含士林攔河堰越域引水，因此經由景山溪流入鯉魚潭水庫之泥砂來源可為集水區外(由士林攔河堰取水工進入水庫之淤砂)及集水區內本身(因崩塌地發生與土壤沖蝕)等淤砂來源，說明如下：

5-2-1 土砂生產環境評估

一、集水區外泥砂來源

集水區外泥砂來源主要為士林攔河堰越域引水輸砂量，由於士林堰越域引水兼具發電效益，因此台電公司自民國91年營運以來對於越域引水水量施行紀錄，但早期並未針對越域引水輸砂量建立觀測機制，而台電公司卓蘭電廠自民國100年12月起開始設置含砂濃度自動監測系統，惟於民國102年~103年間因儀器故障而導致資料遺失，另因原本自動監測系統精確度問題，故台電公司卓蘭發電廠於民國106年進行自動監測系統更換，本計畫經資料蒐集，並以民國104年~106年之監測資料進行越域引水輸砂量估算如表5-2-1所示，並與該期鯉魚潭水庫淤積測量結果比對，由分析結果得知，民國104年及105年因儀器經度問題，使越域引水輸砂量顯著高於水庫年淤積量，故不予參採；而106年之越域引水輸砂量為2.42萬m^3，約佔該期淤積測量之4.4%，另與中水局民國96年「鯉魚潭水庫越域引水效能評估改善措施規劃」所推算越域引水輸砂量約2.02萬m^3/年，約佔民國91~96年間平均淤積量之3.02%，分析結果相似。

表 5-2-1 士林攔河堰越域引水輸砂與鯉魚潭水庫淤積量比較表

年度	引水量 (萬 m^3)	輸砂重量 (t)	輸砂量 (萬 m^3)	水庫年淤積量 (萬 m^3)	水庫年平均淤積量 (萬 m^3)	備註
104	29,540.67	1,862,117	93.11	22.37	31.76	準確率低
105	41,797.28	559,434	27.98	22.37	31.76	準確率低
106	34,669.22	48,216	2.42	55.58	32.71	儀器更新

資料來源：經濟部水利署中區水資源局、台灣電力公司卓蘭發電廠及本計畫分析整理

二、集水區內泥砂來源

(一)土壤沖蝕量推估

本計畫利用地理資訊系統「ArcGis」，並水土保持技術規範(民國103年)第35條規定，採用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)推求年平均土壤沖蝕量：

Am=Rm×Km×L×S×C×P

式中，Am=土壤流失量(tons/公頃/yr)；Rm=降雨沖蝕指數(Mj-mm/公頃-hr-yr)；Km=土壤沖蝕指數(tons-公頃-yr/公頃-Mj-mm)；L=坡長因數；S=坡度因數；C=植生覆蓋因數；P=水土保持處理因數。

1.降雨沖蝕指數(Rm)

降雨沖蝕指數(Rm)係由黃俊德(1979)分析本省八個氣象站(基隆、新竹、台中、日月潭、高雄、恆春、台東及花蓮)20年的自記日雨量記錄，並以全台灣200個雨量站的月雨量資料為輔，利用這些氣象站之記錄以非線性迴歸方程式求算各地雨量與年降雨沖蝕指數的關係，建立臺灣本島的年平均降雨沖蝕指數，本計畫參考水土保持技術規範，選用計畫區附近之苗栗縣卓蘭站Rm=16,593。

2.土壤沖蝕指數(Km)

土壤沖蝕指數(Km)係採用萬鑫森、黃俊義(民國70、78年)所調查之台灣坡地土壤沖蝕指數值，本計畫參考水土保持技術規範，選用計畫區附近之苗栗縣坪頂站Km=0.0070。

3.坡長因子(L)

通用土壤流失公式中，坡長因子(L)係採用Wischmeier and Smith (1965)之計算式：L=(l/22.13)m ；式中l為地表漫地流之流長(m)，m隨著坡地的坡度而改變，Wischmeier and Smith (1978) 分析指出：當坡地坡度小於1%時，m=0.2；當坡度介於1%與3%之間時,m=0.3；當坡度介於3%與5%之間時，m=0.4;而當坡地坡度大於5%時，m=0.5。地表漫地流之流長係由地表逕流開始發生的地點起算，至沖蝕的土壤發生明顯淤積或至匯集逕流水之渠道為止，其間的水平投影距離。

坡長因子之計算，除了田間小規模樣區試驗可直接量測之外，若

以集水區為考量，多數學者係以固定坡長或網格大小來估算，至目前為止並無學者對集水區之坡長提出合理的計算；假設集水區坡面受到地面窪蓄、入滲等作用以及山溝、道路排水側溝等之截流，地表漫地流之流長甚少超過100m，以及一般坡地安全排水，超過100m即需分段排水，否則逕流集中易形成蝕溝之條件下；本計畫以內政部數值高程模型(1m*1m)，利用排水流向之觀念，撰寫程式萃取集水區漫地流與渠道流(為安全與方便計算，地表水之流長若超過100m時，可視為渠道流)之空間分布。藉由集水區漫地流之流長，利用USLE坡長因子之算式，自動萃取集水區之坡長因子，供坡面土壤流失量及泥砂產量之合理評估。

4.坡度因子(S)

坡度因子係計算各網格之平均坡度(θ)，再以Wischmeier and Smith (1978)所提出之坡度因子公式：S=65.4sin2θ +4.56sinθ +0.0654求算而得，此部份亦利用內政部數值高程模型(1m*1m)，以USLE坡長因子之算式，自動萃取集水區之坡長因子，供坡面土壤流失量及泥砂產量之合理評估。

5.覆蓋與管理因子(C)

由於台灣地區之C值尚無資料庫可資利用，目前C因子取得方式已逐漸由遙測影像來取代，利用土地利用判釋結果轉換為C值，然影像判釋工作需專業之遙測操作人員及耗費時間方能取得所需資訊，若能藉由綠色植生量之評估來產生所需之C值資料庫，將有效地縮短評估C值所需時間；為能迅速取得C因子，利用遙測理論之植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)來計算覆蓋與管理因子。NDVI值之計算方法如下所示：

$$NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$$

IR為近紅外光；R為紅光，其值域介於-1至1之間；所求得NDVI值愈大顯示地表植被覆蓋愈佳，而地表植被覆蓋愈佳則表示C值愈小，將NDVI線性反向配置成C值，其公式為：

$$C = \left[\frac{1 - NDVI}{2}\right]^{a}$$

式中a為實數，經計算後之C值介於0至1之間，而a值可由集水區內主要之土地利用的NDVI值計算而得；以集水區常見之地表覆蓋而言，通常以林地最多，其次為農作物包括果樹類及蔬菜類，其他則為水域、裸露地或草地等；以衛星影像計算NDVI時，通常水域與裸露地之NDVI值極為相近，將其轉換為C值時會明顯高估，故對水庫型之集水區，影像之水域C值應予以修正；而山區之雲層亦為C值反向配置之干擾因子，對於雲層太多之影像亦應予以修正。

6.水土保持處理因子(P)

水土保持處理因子為某特定水土保持處理下之土壤流失量，與相同降雨、土壤特性、地形地勢、但採上下行耕犁處理之土壤流失量間的比值；此部份以最危險狀態為考量，即假設在無任何水土保持處理之狀態下(P=1)進行評估。

7.泥砂遞移率

集水區泥砂經由沖蝕傳輸至下游出口處者，謂之集水區泥砂產量；此與集水區總沖蝕量不同；在某一時期內通過溝渠或河流某一斷面之輸砂量與該斷面以上之集水區總沖蝕量之比，稱為泥砂遞移率(Sediment Delivery Ratio; SDR)；因渠道崩塌量與河床輸砂量不易量測；加上泥砂遞移率牽涉到時間與空間的尺度，河床質之遞移需以較大頻率年之逕流水方能將其帶動，致集水區渠道沖蝕量無法如坡面土壤流失量可用USLE公式簡易的以年平均值來加以評估；而坡面泥砂遞移率受到降雨、土壤、地形、植生與人為等因子之影響極大，因子間亦存在著交感效應，實用上並無法逐一考量。為簡易計算坡面泥砂之遞移率，假設坡面泥砂主要係由坡面地表水所帶動，運移至渠道(常流水)而流失；依此一假設及泥砂遞移率之定義，泥砂遞移率可視為某格點對最接近渠道格點之泥砂貢獻量，若將泥砂貢獻量用網路上游流入面積表示，則網路上游流入面積愈大，其產生的逕流量亦愈大，愈能將泥砂帶至河道；因此，集水區坡面上任一格點之泥砂遞移率，可視為該格點上游流入面積(Agrid)與該格點流至最接近渠道之上游流入面積(Atotal)之比值；意即濱水區愈靠近渠道之格點，其坡面沖蝕之泥砂愈容易進入渠道，而增加河道之泥砂產量，故泥砂遞移率愈高；集水

區之坡面泥砂產量(Ys)可由集水區坡面土壤流失量(Am)與坡面泥砂遞移率(SDR)之乘積(Ys=Am*SDR)來推算(林昭遠及林文賜，民國88年)，藉由網格之排水流向可計算每個網格之泥砂遞移率及泥砂量。

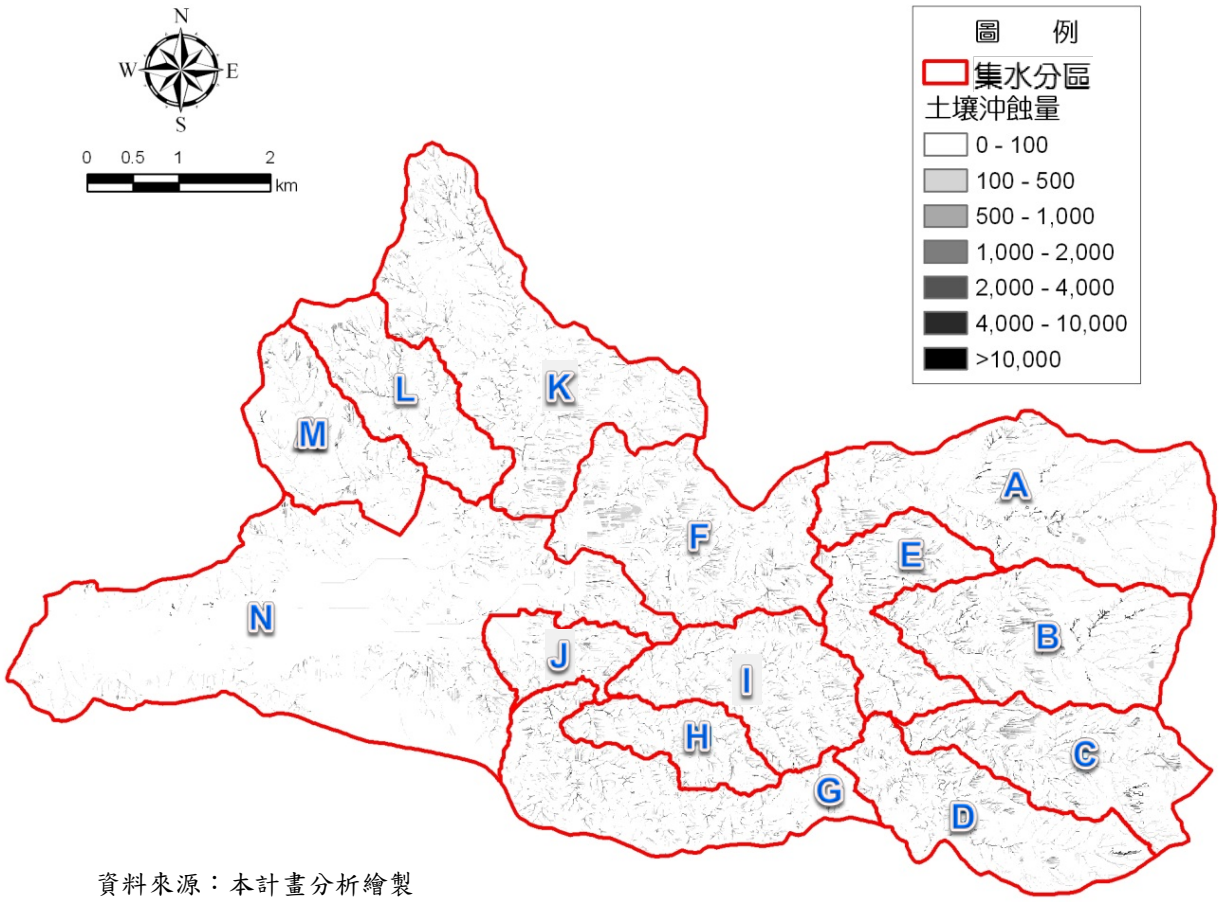
8.地表沖蝕量估算

本計畫依據USLE公式理論，利用ArcGIS估算計畫區內各集水分區之土壤沖蝕量，如表5-2-2及圖5-2-1所示，依據分析結果鯉魚潭水庫集水區年平均土壤沖蝕量約為31.4萬m^3/年，土壤沖蝕平均深度約5.88mm，其中以爽文溪(47,723m^3)及蘇魯溪(40,020m^3)集水分區土壤沖蝕量最高，於土壤沖蝕深度部份，則以爽文溪12.31mm及大克溪11.00mm為最大，分析其原因主要為因該二集水分區之坡度較為陡峭，故其農耕土地所產生之沖蝕情形，亦高於其它集水分區。

表 5-2-2 各集水分區土壤沖蝕量

代號	集水分區	面積(ha)	土壤沖蝕量(m^3/yr)	土壤沖蝕深度(mm)
A	流壁下溪	306.59	22,596	7.37
B	大克溪	303.64	33,400	11.00
C	爽文溪	387.67	47,723	12.31
D	蘇魯溪	546.72	40,020	7.32
E	坪林溪	235.42	23,472	9.97
F	景山溪	423.50	26,130	6.17
G	馬鈴坑溪	359.06	20,287	5.65
H	花草坑溪	140.98	8,586	6.09
I	桂竹林溪	284.22	8,328	2.93
J	雙連溪	116.99	6,247	5.34
K	內雙坑溪	598.43	29,562	4.94
L	雙坑溪	231.42	9,697	4.19
M	關刀山坑	236.03	14,374	6.09
N	鯉魚潭庫區	1,174.33	24,074	2.05
總計		5,345.00	314,494	5.88

資料來源：本計畫分析



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-2-1 計畫區土壤沖蝕量圖

(二)崩塌土方量推估

1.崩塌土方量估算方法

針對崩塌地進行土石崩塌量之推估，依照水土保持技術規範(民國103年)第38條規定：「崩塌量調查方法，應由實測或部分配合推估實施之。新崩塌地，得利用實際勘查或利用航照圖判斷，亦可得利用衛星影像分析，以進行崩塌量之調查。」

本計畫崩塌土方量估算方法，道路可到達之崩塌地依崩塌區位調查進行現場崩塌量估算，道路不可到達崩塌地則採用Khazai & Sitar與NCDR兩者所推估崩塌深度之平均值，如表5-2-3所示。

表 5-2-3 計畫區坡度與崩塌代表性深度對照表

坡面坡度(°)	推估深度(m)		
	NCDR [註1]	Khazai and Sitar [註2]	平均深度
<30	5	2	3.5
30~40	4	1.5	2.75
40~60	3	1	2
>60	2	0.5	1.25

備註：1 為採用值，2.資料來源為水土保持局，「集水區整體調查規劃參考手冊(民國 97 年)」。

註 1：資料來源為國家災害科技研究中心(民國 93 年)。

註 2：資料來源為 Khazai and Sitar(歐陽元淳，民國 92 年)。

2.崩塌土方量估算

為掌握計畫區內最新崩塌分佈區位，本計畫採用SPOT 7衛星影像(民國107年1月28日拍攝)進行崩塌地判釋及數化，作為崩塌地現勘及崩塌量推估之依據。本計畫並蒐集民國88年921地震、90年桃芝颱風、93年敏督利颱風、97年卡玫基颱風、98年莫拉克颱風及林務局99年~104年崩塌地判釋結果，依3-4節崩塌地變遷分析結果，並依據上表及現場判釋推估崩塌地平均深度，再以崩塌斜面積乘以深度估算崩塌量，其各年新增崩塌面積及崩塌量如表5-2-4所示，並除以各場颱風事件距今之時間以估算各集水分區之年崩塌土方量如表5-2-5所示，其計畫區年平均崩塌總量為85,301m^3。

表 5-2-4 計畫區歷年判釋新增崩塌量一覽表

年度	事件/時期	崩塌地筆數	崩塌地面積(m^2)	新增塌地面積(m^2)	新增崩塌量(m^3)
88	921 地震	108	260,101	-	-
90	桃芝颱風	10	105,129	105,129	360,989
93	敏督利颱風	7	74,537	74,507	210,268
97	卡玫基颱風	79	141,674	132,754	420,012
98	莫拉克颱風	76	159,286	104,112	311,889
99	8 月前	9	68,823	52,635	157,679
100	8 月前	5	12,600	2,630	7,879
101	8 月前	1	25,036	21,767	3,166
102	8 月前	1	1,936	92	276
103	8 月前	4	9,652	9,632	28,855
104	8 月前	3	4,872	2,860	8,568
107	01 月	16	22,091	17,220	25,830

資料來源：本計畫分析整理

表 5-2-5 各集水分區年平均崩塌量一覽表

代號	集水分區	集水面積(ha)	年平均崩塌量(m^3)
A	流壁下溪	306.59	2,665
B	大克溪	303.64	16,449
C	爽文溪	387.67	14,263
D	蘇魯溪	546.72	11,675
E	坪林溪	235.42	8,199
F	景山溪	423.50	6,058
G	馬鈴坑溪	359.06	156
H	花草坑溪	140.98	0
I	桂竹林溪	284.22	425
J	雙連溪	116.99	173
K	內雙坑溪	598.43	4,885
L	雙坑溪	231.42	963
M	關刀山坑	236.03	2,461
N	鯉魚潭庫區	1,174.33	16,929
總計		5,345.00	85,301

資料來源：本計畫分析整理

(三)計畫區土砂流出量推估

1.泥砂運移控制點決定

鯉魚潭水庫集水區土砂運移分析之控制點，選定景山溪匯流口及雙連溪匯流口等二處控制點，並以各集水分區之土砂生產量及各控制點之輸砂能力探討土砂運移情形。

2.河道輸砂量推估

基於計畫區內各河段並無實測斷面資料,故本計畫採用Takahashi公式推算各支流之年平均輸砂能力。該公式為1982年由Takahashi提出，而謝正倫教授利用實驗資料加以修正，依據Takahashi平衡濃度公式，推求各支流之輸砂平衡濃度，此公式可用於各種底床坡度下，求得輸砂平衡濃度，進一步計算河段輸砂量(此公式較適用於河床質以礫石、粗砂等粗顆粒為主的河道)，推估結果如表5-2-6所示。

$$Cd_{\infty}=\exp(1.73\ln\theta-5.83)$$

式中Cd_{∞}：體積濃度(m^3/m^3)

θ：河道縱向坡度(°)

表 5-2-6 鯉魚潭水庫集水區各集水分區控制點輸砂能力一覽表

代號	控制點	面積(ha)	坡度(°)	體積濃度(m^3/m^3)	各重現期距輸砂能力(m^3)								平均年輸砂能力 Qs(m^3)
					1.1 年	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年	
A	流壁下溪	306.59	5.48	0.0557	9,531	21,110	31,731	38,301	46,130	51,666	56,967	62,108	22,708
B	大克溪	303.64	7.28	0.0911	15,428	34,172	51,365	62,000	74,674	83,636	92,217	100,539	36,866
C	爽文溪	387.67	7.84	0.1036	22,392	49,598	74,552	89,988	108,383	121,390	133,845	145,924	53,509
D	蘇魯溪	546.72	5.89	0.0631	19,254	42,648	64,105	77,378	93,195	104,379	115,089	125,475	46,010
E	坪林溪	1,233.33	6.93	0.0837	57,545	127,462	191,591	231,260	278,533	311,960	343,967	375,010	137,511
F	景山溪	2,203.54	3.02	0.0199	24,434	54,121	81,351	98,195	118,267	132,460	146,051	159,232	58,388
G	馬鈴坑溪	359.06	3.74	0.0288	5,764	12,767	19,190	23,163	27,898	31,246	34,451	37,561	13,773
H	花草坑溪	140.98	2.23	0.0118	925	2,049	3,080	3,718	4,478	5,015	5,530	6,029	2,211
I	桂竹林溪	284.22	2.67	0.0161	2,547	5,641	8,479	10,235	12,327	13,806	15,222	16,596	6,086
J	雙連溪	901.25	2.49	0.0142	7,157	15,853	23,828	28,762	34,642	38,799	42,780	46,641	17,103
K	內雙坑溪	598.43	4.33	0.0371	12,377	27,414	41,206	49,738	59,906	67,095	73,979	80,655	29,575
L	雙坑溪	231.42	3.34	0.0237	3,055	6,766	10,170	12,275	14,785	16,559	18,258	19,906	7,299
M	關刀山坑	236.03	4.47	0.0392	5,158	11,424	17,172	20,728	24,965	27,961	30,830	33,612	12,325

註：年平均輸砂量=0.25x1.1 年輸砂能力+0.35x2 年輸砂能力+0.2x5 年輸砂能力+0.08x10 年輸砂能力+0.04x25 年輸砂能力+0.015x50 年輸砂能力+0.005x100 年輸砂能力+0.01x200 年輸砂能力

資料來源：本計畫資料分析整理

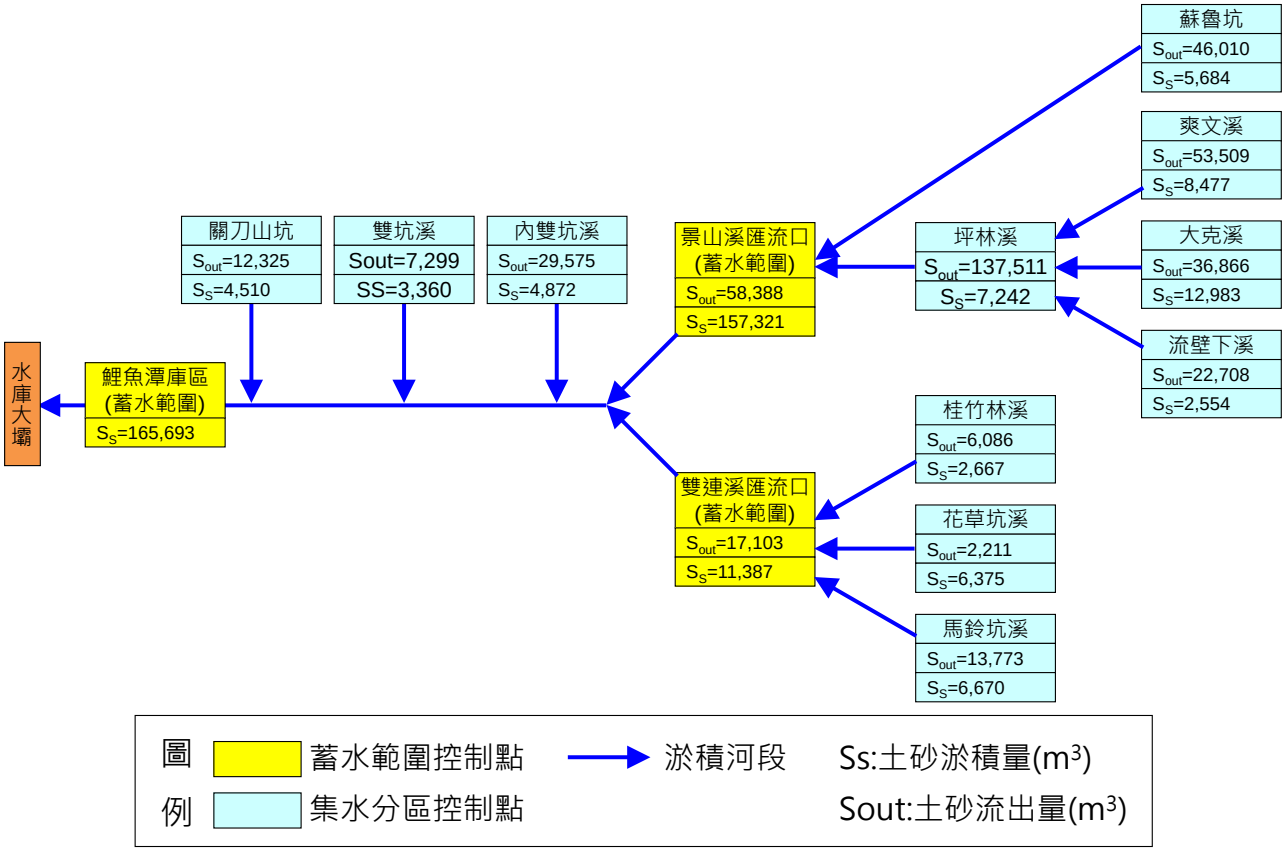
3.土砂流出量推估

依前述可知計畫區各水系集水分區之年平均土壤沖蝕量(詳表5-2-2)及年平均崩塌量(詳表5-2-5)，並依據其所估算之輸砂能力計算各河段之土砂流出量及土砂淤積(淘刷)量，其泥砂運移情形及流程如表5-2-7及圖5-2-2所示；由分析結果可知景山溪每年約21.57萬m^3土砂流入，其中約有15.73萬m^3土砂淤積於屬蓄水範圍之河道中，約有5.84萬m^3土砂往下游進入鯉魚潭庫區，雙連溪部份每年約2.85萬m^3土砂流入，其中約有1.14萬m^3土砂淤積於屬蓄水範圍之河道中，約有1.71萬m^3土砂往下游進入鯉魚潭庫區，而內雙坑溪、雙坑溪及關刀山坑合計每年約有4.92萬m^3土砂進入鯉魚潭庫區，再加上鯉魚潭庫區周圍每年約有4.10萬m^3進入鯉魚潭庫區，故每年約有33.44萬m^3(157,321+11,387+165,693)之土砂進入水庫蓄水範圍中，略高於水庫累積平均淤積量32.71萬m^3/年(民國81年～106年淤積測量)，就驗證結果而言，頗為相符。

表 5-2-7 鯉魚潭水庫各控制點泥砂運移量分析表

代號	控制點或集水分區	控制面積或集水分區面積(ha)	年平均土壤沖蝕量(m^3)	年平均崩塌量(m^3)	上游控制點土砂流出量(m^3)	控制點輸砂能力及流出量(m^3)	河道土砂淤積量(m^3)	備註
A	流壁下溪	306.59	22,596	2,665		22,708	2,554	匯入坪林溪
B	大克溪	303.64	33,400	16,449		36,866	12,983	匯入坪林溪
C	爽文溪	387.67	47,723	14,263		53,509	8,477	匯入坪林溪
D	蘇魯溪	546.72	40,020	11,675		46,010	5,684	匯入景山溪
E	坪林溪	1,233.33	23,472	8,199	113,083	137,511	7,242	匯入景山溪
F	景山溪	2,203.54	26,130	6,058	183,522	58,388	157,321	蓄水範圍
G	馬鈴坑溪	359.06	20,287	156		13,773	6,670	匯入雙連溪
H	花草坑溪	140.98	8,586	0		2,211	6,375	匯入雙連溪
I	桂竹林溪	284.22	8,328	425		6,086	2,667	匯入雙連溪
J	雙連溪	901.25	6,247	173	22,069	17,103	11,387	蓄水範圍
K	內雙坑溪	598.43	29,562	4,885		29,575	4,872	匯入庫區
L	雙坑溪	231.42	9,697	963		7,299	3,360	匯入庫區
M	關刀山坑	236.03	14,374	2,461		12,325	4,510	匯入庫區
N	鯉魚潭庫區	5,345.00	24,074	16,929	124,690		165,693	蓄水範圍

資料來源：本計畫資料分析整理

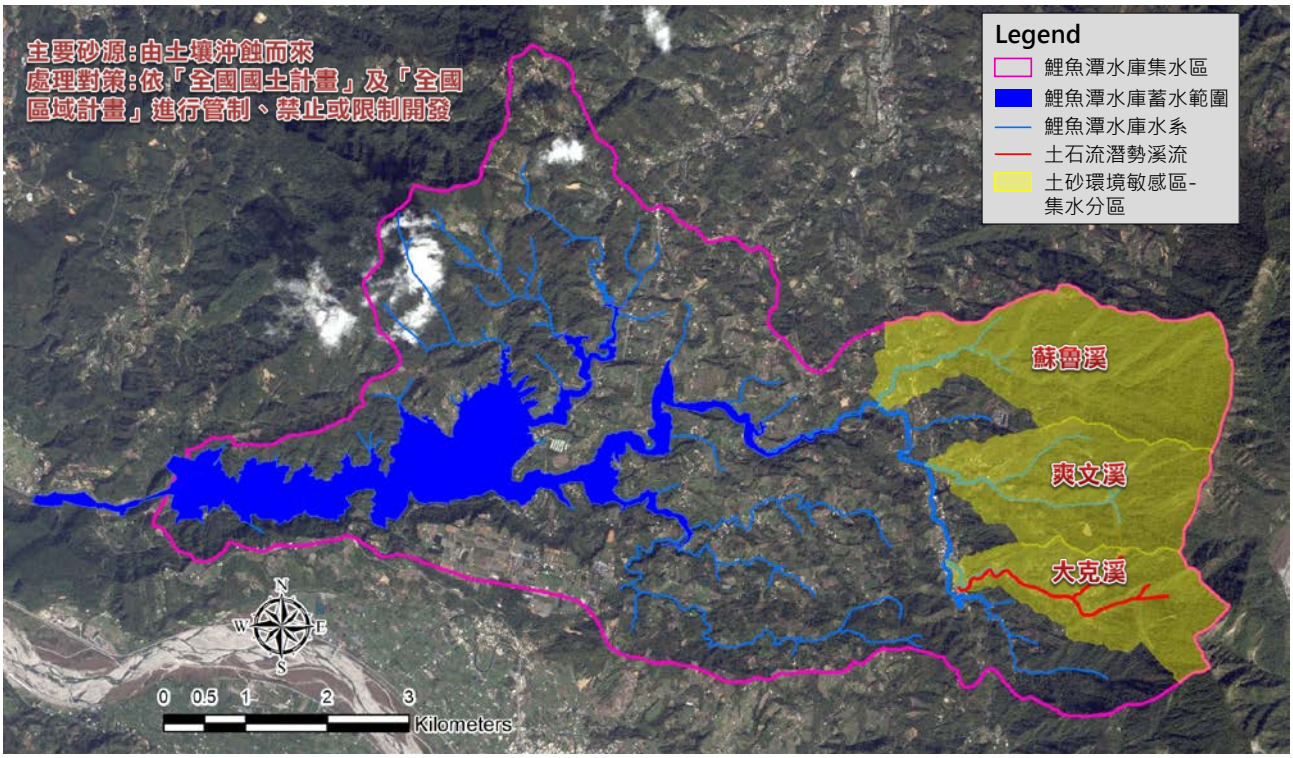


資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-2-2 鯉魚潭水庫集水區土砂運移流程圖

三、土砂環境敏感區位

依據前述區內泥砂來源分析結果，得知區內主要土砂生產區，於集水分區部份為爽文溪、蘇魯溪及大克溪等集水分區，於子集水區部份則為景山溪子集水區(詳表5-2-7)，並以土壤沖蝕量為主，顯示相關區域地文條件較易受颱洪事件影響，而產生較高之土砂產量，為計畫區內之土砂環境敏感區位，後續應依「全國國土計畫」及「全國區域計畫」進行管制、禁止或限制開發，並採滾動檢討，針對新增大規模崩塌地進行治理，促進其復育，並降低土砂生產量。



資料來源：本計畫分析繪製

圖 5-2-3 鯉魚潭水庫集水區土砂環境敏感區位圖

5-2-2 未來整治需求子集水區評估

由前述分析結果,鯉魚潭水庫集水區106年淤積率約6.48% (<25%)、107年崩塌率約0.04%(<1%),屬水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類之優質水庫集水區,維持保育治理即可,且於近年無重大颱洪事件下,集水區環境大致穩定,暫無立即治理需求,故本計畫以集水區崩塌率、森林覆蓋率、年土壤沖蝕深度及年平均崩蝕深度等指標,以排序方式進行未來整治需求子集水區及集水分區評估,排序方式分為以下4種:

1.崩塌率:由數值較高區域(崩塌率較嚴重區域)開始排序,依2-1-10節劃分結果,區內劃分為4處子集水區及14處集水分區,故集水分區之序列從序列1至序列14,而子集水區則由序列(1)至序列(4),崩塌率相同者,則給定相同序列。

2.森林覆蓋率:由數值較低區域(植生覆蓋率較低區域)開始排序,集水分區從序列1至序列14,子集水區則由序列(1)至序列(4)。

3.年土壤沖蝕深度:由數值較高區域(土壤沖蝕較嚴重區域)開始排序,集水分區從序列1至序列14,子集水區則由序列(1)至序列(4)。

4.年平均崩蝕深度:由數值較高區域(土壤沖蝕較嚴重區域)開始排序,集水分區從序列1至序列14,子集水區則由序列(1)至序列(4)。

經統計各集水分區及子集水區之累積序位,並採用四分位數評估累積序位為前25%以上之區域,為相對具整治需求之區域,由分析結果(詳表5-2-8~表5-2-10),於集水分區部份以大克溪、坪林溪、爽文溪及景山溪為相對具整治需求集水分區,於子集水區部份則以景山溪為相對具整治需求子集水區。

表 5-2-8 鯉魚潭水庫子集水區及集水分區指標排序分析表

子集水區	集水分區	崩塌率(%)		森林覆蓋率(%)		年土壤沖蝕深度(mm)		年平均崩蝕深度(mm)		累積序位	綜合序位	需求評估
		107 年	序位	覆蓋率	序位	沖蝕深度	序位	崩塌深度	序位			
景山溪	流壁下溪	0	14	73.94	11	7.37	4	0.87	8	37	8	持續監測
	大克溪	0.13	1	65.23	9	11.00	2	5.42	1	13	1	整治需求
	爽文溪	0.12	3	73.63	10	12.31	1	3.68	2	16	3	整治需求
	蘇魯溪	0.03	6	83.22	13	7.32	5	2.14	4	28	6	持續監測
	坪林溪	0.06	4	42.77	5	9.97	3	3.48	3	15	2	整治需求
	景山溪	0.13	1	39.79	4	6.17	6	1.43	6	17	4	整治需求
	平均	0.08	(1)	65.09	(3)	8.77	(1)	2.69	(1)	(6)	(1)	整治需求
雙連溪	馬鈴坑溪	0	14	63.36	8	5.65	9	0.04	13	44	13	持續監測
	花草坑溪	0	14	50.94	6	6.09	8	0.00	14	42	11	持續監測
	桂竹林溪	0	14	33.02	2	2.93	13	0.15	12	41	10	持續監測
	雙連溪	0	14	32.57	1	5.34	10	0.15	12	37	8	持續監測
	平均	0	(4)	47.85	(2)	4.82	(3)	0.08	(4)	(13)	(4)	持續監測
雙坑溪	內雙坑溪	0	14	54.69	7	4.94	11	0.82	9	41	10	持續監測
	雙坑溪	0	14	77.32	12	4.19	12	0.42	10	48	14	持續監測
	關刀山坑溪	0	14	83.62	14	6.09	8	1.04	7	43	12	持續監測
	平均	0	(4)	66.01	(4)	5.03	(2)	0.78	(3)	(130	(4)	持續監測
鯉魚潭庫區	鯉魚潭庫區	0.05	5	38.08	3	2.05	14	1.44	5	27	5	持續監測
	平均	0.05	(2)	38.08	(1)	2.05	(4)	1.44	(2)	(9)	(2)	持續監測

資料來源：本計畫分析

表 5-2-9 鯉魚潭水庫各集水分區指標排序成果表

崩塌率			森林覆蓋率			年土壤沖蝕深度			年平均崩蝕深度			累計序位			需求評估
集水分區	(%)	序位	集水分區	(%)	序位	集水分區	(mm)	序位	集水分區	(mm)	序位	集水分區	序位	綜合序位	
大克溪	0.13	1	雙連溪	32.57	1	爽文溪	12.31	1	大克溪	5.42	1	大克溪	13	1	整治需求
景山溪	0.13	3	桂竹林溪	33.02	2	大克溪	11.00	2	爽文溪	3.68	2	坪林溪	15	2	整治需求
爽文溪	0.12	3	鯉魚潭庫區	38.08	3	坪林溪	9.97	3	坪林溪	3.48	3	爽文溪	16	3	整治需求
坪林溪	0.06	4	景山溪	39.79	4	流壁下溪	7.37	4	蘇魯溪	2.14	4	景山溪	17	4	整治需求
鯉魚潭庫區	0.05	5	坪林溪	42.77	5	蘇魯溪	7.32	5	鯉魚潭庫區	1.44	5	鯉魚潭庫區	27	5	持續監測
蘇魯溪	0.03	6	花草坑溪	50.94	6	景山溪	6.17	6	景山溪	1.43	6	蘇魯溪	28	6	持續監測
流壁下溪	0	14	內雙坑溪	54.69	7	花草坑溪	6.09	8	關刀山坑溪	1.04	7	流壁下溪	37	8	持續監測
馬鈴坑溪	0	14	馬鈴坑溪	63.36	8	關刀山坑溪	6.09	8	流壁下溪	0.87	8	雙連溪	37	8	持續監測
花草坑溪	0	14	大克溪	65.23	9	馬鈴坑溪	5.65	9	內雙坑溪	0.82	9	桂竹林溪	41	10	持續監測
桂竹林溪	0	14	爽文溪	73.63	10	雙連溪	5.34	10	雙坑溪	0.42	10	內雙坑溪	41	10	持續監測
雙連溪	0	14	流壁下溪	73.94	11	內雙坑溪	4.94	11	桂竹林溪	0.15	12	花草坑溪	42	11	持續監測
內雙坑溪	0	14	雙坑溪	77.32	12	雙坑溪	4.19	12	雙連溪	0.15	12	關刀山坑溪	43	12	持續監測
雙坑溪	0	14	蘇魯溪	83.22	13	桂竹林溪	2.93	13	馬鈴坑溪	0.04	13	馬鈴坑溪	44	13	持續監測
關刀山坑溪	0	14	關刀山坑溪	83.62	14	鯉魚潭庫區	2.05	14	花草坑溪	0.00	14	雙坑溪	48	14	持續監測

資料來源：本計畫分析

表 5-2-10 鯉魚潭水庫各子集水區指標排序成果表

崩塌率			森林覆蓋率			年土壤沖蝕深度			年平均崩蝕深度			累計序位			需求評估
子集水區	(%)	序位	子集水區	(%)	序位	子集水區	(mm)	序位	子集水區	(mm)	序位	子集水區	序位	綜合序位	
景山溪	0.08	(1)	鯉魚潭庫區	38.08	(1)	景山溪	8.77	(1)	景山溪	2.69	(1)	景山溪	(6)	(1)	整治需求
鯉魚潭庫區	0.05	(2)	雙連溪	47.85	(2)	雙坑溪	5.03	(2)	鯉魚潭庫區	1.44	(2)	鯉魚潭庫區	(9)	(2)	持續監測
雙連溪	0	(4)	景山溪	65.09	(3)	雙連溪	4.82	(3)	雙坑溪	0.78	(3)	雙連溪	(13)	(4)	持續監測
雙坑溪	0	(4)	雙坑溪	66.01	(4)	鯉魚潭庫區	2.05	(4)	雙連溪	0.08	(4)	雙坑溪	(13)	(4)	持續監測

資料來源：本計畫分析

第六章 水庫集水區水質環境健檢

目前水庫集水區遭遇的問題除了泥砂之外，還有水質劣化之問題，因此水源健康診斷指標除包括土砂保育健康診斷外，應再包含水質改善健康診斷等二大面向，而在執行水質環境健檢之前，需先針對集水區水質污染進行調查及水質資料分析，確認污染源及水庫優養化情形，再依調查分析結果進行水質環境健檢(CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢)，說明如下：

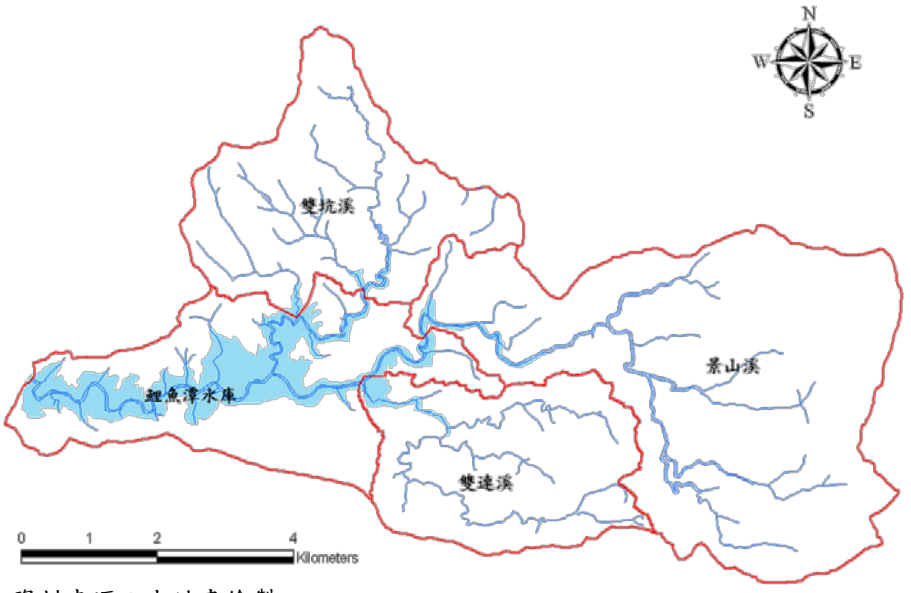
6-1 集水區水質污染調查

於經濟部水利署「水資源政策白皮書」(民國85年)及「台灣地區水資源開發綱領計畫政策評估說明書」(民國90年)，中即闡明目前台灣地區水資源開發綱領計畫之目標包括：滿足未來生活與工業用水、追求水資源之永續利用及需求總量管制等，因此放眼未來之水源供應觀點已由往昔已開發來滿足需求之方向，轉變為檢討需求，並已有限度之供給為考量，並加強集水區整體保育工作，合理調配管理水資源，以維持水量之持續供應，提高用水之品質為目標。

不虞匱乏之可用水量及良好之水質是現代化國家重要的指標之一，然水庫及其集水區水質污染防制需藉由調查、分析計畫區內之各項污染源與污染量，再依據實際或推估之污染負荷量及水文、地文等資料，以水質模式進行分析、推估水體（河川或水庫）的涵容能力後，應用模式作為評估之工具，研擬水庫及其集水區水質污染防制計畫。對於水庫集水區水污染調查與防制，可分為兩方面，一是點源污染方面，另外一個即是非點源污染。現茲針對本計畫區點源污染及非點源污染調查方法說明如下：

一、點源污染調查

針對計畫區內主要點源污染，如生活污水、畜牧污水、事業廢水及遊憩污水等推估,首先將計畫區分為四個集水分區,分別為鯉魚潭水庫、雙坑溪、雙連溪以及景山溪如圖6-1-1，並蒐集計畫區內行政區最新之相關統計數據，再依據各集水分區涵蓋之範圍，合理推估計畫區內點源污染量之分布



資料來源：本計畫繪製

圖 6-1-1 計畫區內子集水區分布圖

(一)生活污水

生活污水乃是由家庭用水所產生，依經濟部水利署各項用水統計資料庫105年統計結果，苗栗縣每人每日用水量平均為242公升，本計畫乃採用此數據做為每人每日污水量之推估基準；有關污水量與用水量之比值，根據「台灣地區家庭污水量及污染量推估研究」(內政部營建署，民國91年)，污水量與用水量之比值範圍多在0.7~0.9之間，而大部分地區均採用0.8比值來推估每人每日污水量，因此採用0.8作為用水量轉換為污水量之關係係數，而區內人數計算以區內門牌分佈及訪談方式，估算區內常住人口進行估算配合區內之人口數，實際訪談結果共有1,108戶4,432人。

根據「水庫集水區污染源之調查評估」(前經濟部水資源局，民國92年)，則使用每人每日污染量總磷為2克，總氮為12克，本計畫參考上述計畫中每人每日污染量後，採用每人每日污染量總磷為2克，總氮為12克，再以總氮來估計氨氮；根據相關文獻指出(Metcalf Eddy, 2013)，家庭污水中氨氮的轉化約佔總氮的60%，故每人每日污染量氨氮採用值為7.2克，另參考「曾文溪流域水污染防治規劃」(台灣省環境保護局，1987年)報告書中BOD及SS皆採用每人每日40克，所推估之生活污水污染量如表6-1-1；鯉魚潭水庫集水區生活污染量總磷約3.24噸/年、氨氮約11.65噸/年、BOD約64.71噸/年及懸浮固體64.71噸/年，其中以景山溪子集水區所產生之污染量為最高。

表 6-1-1 鯉魚潭水庫生活用水及污水量推估表

子集水區	集水分區	門牌戶數	人口	生活用水	污水量	生活污染量			
			(人)	(CMD)	(CMD)	總磷 (TP)	氨氮 (NH_3-N)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS
						(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	248	992	240.06	192.05	0.72	2.61	14.48	14.48
小計			992	240.06	192.05	0.72	2.61	14.48	14.48
雙坑溪	內雙坑溪	187	748	181.02	144.81	0.55	1.97	10.92	10.92
	雙坑溪	10	40	9.68	7.74	0.03	0.11	0.58	0.58
	關刀山坑	12	48	11.62	9.29	0.04	0.13	0.70	0.70
小計			836	202.31	161.85	0.61	2.20	12.21	12.21
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	88	352	85.18	68.15	0.26	0.93	5.14	5.14
	桂竹林溪	65	260	62.92	50.34	0.19	0.68	3.80	3.80
	雙連溪	29	116	28.07	22.46	0.08	0.30	1.69	1.69
小計			728	176.18	140.94	0.53	140.94	10.63	10.63
景山溪	流壁下溪	62	248	60.02	48.01	0.18	0.65	3.62	3.62
	大克溪	54	216	52.27	41.82	0.16	0.57	3.15	3.15
	爽文溪	23	92	22.26	17.81	0.07	0.24	1.34	1.34
	蘇魯溪	53	212	51.30	41.04	0.15	0.56	3.10	3.10
	坪林溪	143	572	138.42	110.74	0.42	1.50	8.35	8.35
	景山溪	134	536	129.71	103.77	0.39	1.41	7.83	7.83
小計			1,876	453.99	363.19	1.37	4.93	27.39	27.39
合計			4,432	1,072.54	858.04	3.24	11.65	64.71	64.71

資料來源：1.生活用水及污水量-經濟部水利署各項用水統計資料庫 2.總磷污染量-前經濟部水資源局，民國 90 年 3.氨氮污染量-Metcalf Eddy, Wastewater engineering treatment and resource recovery 2013.4.BOS 及 SS 污染量-台灣省環境保護局「曾文溪流域水污染防治規劃」，民國 76 年 5.本計畫分析

(二)畜牧廢水

一般對於畜牧廢水之推估主要是以計畫區域內之牲畜畜養數量乘以單位廢水量及污染量，推得計畫區內之畜牧污染量。經調查鯉魚潭水庫集水區內並無養豬戶，而飼養雞隻部分因雞欄多為乾式，應不致影響庫區水質，故暫忽略不計。

(三)遊憩污水

鯉魚潭水庫集水區內主要遊憩據點為大克山森林遊樂區、新開、壢西坪及苗55沿線之民宿及露營地，以GIS圖資瞭解計畫區內露營區與民宿分佈，並經訪談了解其房數與營帳數，進而換算為遊憩人口，每單位

房數與營帳數設定為4人，但考量一年中遊憩區不會完全滿房與滿帳，故以總人口數七成為遊憩人口，且考量平日無遊客，且有淡旺季之分，一年總天數採用遊客實際遊玩天數60天(共7個月之周休二日天數)，換算之遊憩污水量結果如下表；鯉魚潭水庫集水區遊憩污染量總磷約0.23噸/年、氨氮約0.81噸/年、BOD約4.50噸/年及懸浮固體4.50噸/年，以景山溪子集水區所產生之污染量為最高。

表 6-1-2 鯉魚潭水庫遊憩用水及污水量推估表

子集水區	集水分區	各分區房數營帳數總和	人口	生活用水	污水量	遊憩污染量			
			(人)	(CMD)	(CMD)	總磷 (TP)	氨氮 (NH_3-N)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS
						(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	287	804	194.47	155.58	0.10	0.35	1.93	1.93
小計			804	194.47	155.58	0.10	0.35	1.93	1.93
雙坑溪	內雙坑溪	40	112	27.10	21.68	0.01	0.05	0.27	0.27
	雙坑溪	-	-	-	-	-	-	-	-
	關刀山坑	-	-	-	-	-	-	-	-
小計			112	27.10	21.68	0.01	0.05	0.27	0.27
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	61	171	41.33	33.07	0.02	0.07	0.41	0.41
	桂竹林溪	-	-	-	-	-	-	-	-
	雙連溪	-	-	-	-	-	-	-	-
小計			171	41.33	33.07	0.02	0.07	0.41	0.41
景山溪	流壁下溪	72	202	48.79	39.03	0.02	0.09	0.48	0.48
	大克溪	111	311	75.21	60.17	0.04	0.13	0.75	0.75
	爽文溪	-	-	-	-	-	-	-	-
	蘇魯溪	-	-	-	-	-	-	-	-
	坪林溪	-	-	-	-	-	-	-	-
	景山溪	99	277	67.08	53.67	0.03	0.12	0.67	0.67
小計			790	191.08	152.87	0.09	0.34	1.90	1.90
合計			1,876	453.99	363.19	0.23	0.81	4.50	4.50

資料來源：1.生活用水及污水量-經濟部水利署各項用水統計資料庫 2.總磷污染量-前經濟部水資源局，民國 90 年 3.氨氮污染量-Metcalf Eddy, Wastewater engineering treatment and resource recovery 2013.4.BOS 及 SS 污染量-台灣省環境保護局「曾文溪流域水污染防治規劃」民國 76 年 5.本計畫分析

(四)流達污染量

流達污染量係指污染產生量自各集流分區之污染源產生點源流達至河川過程中，因生物分解、沈澱、土壤吸附及入滲等自淨作用而減少，

至實際流入河川之污染量較排放量為低。所以流達污染量與污染產生量間有一比率關係，能適合各集流分區之特性及實際情形，兩者的比率稱為流達率，流達率通常用流達污染量除以污染產生量之值表示。

影響流達率之因素主要有三:1.集污區之人文地理特性(包括人口、面積、人口密度、季節、氣候、蒸發量、區域發展狀況、下水道普及情形、地形、地質及污染物排放距離之長短)，2.流入下水道或溝渠前之收集處理設施(包括化糞池及前處理之有無)，3.下水道或溝渠內之自淨作用(包括在下水道或溝渠內之各種物理、化學、生物及氧化作用)。

因影響流達率之因素極多，且必須對各排水路進行水質及流量之實測，方能據以估計流達率，然鑑於本階段之時間及經費限制，無法對各排水路(集流分區)進行實測之工作，因此本規劃之流達率參考相關文獻及研究結果，並將各不同流域特性之流達率建議值整理如表6-1-3所示。

表 6-1-3 不同流域特性之流達率

區　　分	流達率
農村地區	0.0~0.2
都市地區	0.2~0.6
郊　　區	0.1~0.6
都市中心地區	0.6~1.0
公共下水道	1.0

資料來源：行政院環保署「水污染防治實施方案規劃作業手冊」(民國 82 年)。

(五)集水區點源污染總量分析

針對計畫區之點源污染量，經由對環境背景資料之調查掌握及上述點源污染推估，集水區內之點源污染主要為家庭廢水；在流達污染量方面，考量郊區之流達率一般介於0.1~0.6，本計畫取其平均值0.35。由上述推估之污染量乘上流達率後，鯉魚潭水庫集水區於點源污染的總磷流達量約1.21噸/年、氨氮流達量約4.36噸/年、BOD與懸浮固體的流達量約為24.22噸/年，景山溪為點源污染最大污染量之子集水區，雙坑溪與雙連溪之總磷、氨氮、BOD與懸浮固體之總貢獻量相近，且生活污水占計畫區內大部分之點源污染量。

表 6-1-4 計畫區各集水分區點源污染總量推估表

子集水區	集水分區	生活污染量				遊憩污染量				點源總污染量			
		總磷 (TP)	氨氮 (NH_3-N)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS	總磷 (TP)	氨氮 (NH_3-N)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS	總磷 (TP)	氨氮 (NH_3-N)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS
		(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	0.72	2.61	14.48	14.48	0.10	0.35	1.93	1.93	0.82	2.95	16.41	16.41
小計		0.72	2.61	14.48	14.48	0.10	0.35	1.93	1.93	0.82	2.95	16.41	16.41
雙坑溪	內雙坑溪	0.55	1.97	10.92	10.92	0.01	0.05	0.27	0.27	0.56	2.01	11.19	11.19
	雙坑溪	0.03	0.11	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.58	0.58
	關刀山坑	0.04	0.13	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.13	0.70	0.70
小計		0.61	2.20	12.21	12.21	0.01	0.05	0.27	0.27	0.62	2.25	12.47	12.47
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	0.26	0.93	5.14	5.14	0.02	0.07	0.41	0.41	0.28	1.00	5.55	5.55
	桂竹林溪	0.19	0.68	3.80	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.68	3.80	3.80
	雙連溪	0.08	0.30	1.69	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.30	1.69	1.69
小計		0.53	1.91	10.63	10.63	0.02	0.07	0.41	0.41	0.55	1.99	11.04	11.04
景山溪	流壁下溪	0.18	0.65	3.62	3.62	0.02	0.09	0.48	0.48	0.21	0.74	4.10	4.10
	大克溪	0.16	0.57	3.15	3.15	0.04	0.13	0.75	0.75	0.19	0.70	3.90	3.90
	爽文溪	0.07	0.24	1.34	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.24	1.34	1.34
	蘇魯溪	0.15	0.56	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.56	3.10	3.10
	坪林溪	0.42	1.50	8.35	8.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	1.50	8.35	8.35
	景山溪	0.39	1.41	7.83	7.83	0.03	0.12	0.67	0.67	0.42	1.53	8.49	8.49
小計		1.37	4.93	27.39	27.39	0.09	0.34	1.90	1.90	1.46	5.27	29.28	29.28
合計		3.24	11.65	64.71	64.71	0.23	0.81	4.50	4.50	3.46	12.46	69.21	69.21
流達量		1.13	4.08	22.65	22.65	0.08	0.28	1.58	1.58	1.21	4.36	24.22	24.22

資料來源：本計畫分析

二、非點源污染調查

非點源污染主要是由降雨（雨、雪）等衝擊地面，變成逕流夾帶地表污染物所造成。以前自然界產生之逕流，被視為背景逕流，並不認為是污染；但近代人類活動頻繁，舉凡生活、遊憩活動、工業活動、伐木建設、農業活動、施工活動及車輛廢污的排放等所產生之污染物，堆積在排水渠或土壤上，一遇下雨，將這些污染物沖洗而進入承受水體，造成污染，尤其久旱之後第一次暴雨或每次降雨前幾十分鐘所排的水，常含有可觀之污染物，這些污染物包括高濃度之BOD、沈澱物、營養鹽、有毒物質、農藥、細菌及鹽類等，此一現象稱為初始沖刷（first flush）。非點源污染主要來源有林區、建築區、農地、果園等之暴雨逕流。

非點源污染量的推估，主要可分成三種推估方式;以單位污染負荷的方式推估污染量；以直接測量法的方式推估污染量;以理論與經驗方式建立數學模式推估污染量。

單位污染負荷(unit load)或稱為排出係數(export coefficient)，是表示一地區單位土地面積在單位時間的污染排出量，其單位一般為kg／ha-yr，若已有集水區各類非點源的單位污染負荷及各非點源所佔土地面積資料，可快速推估該集水區的長期平均非點源污染量。

單位污染負荷法乃結合土地利用分類以決定整個地區排入承受水體的污染量，因為土地利用分類不能直接反映當地的地質、地形、氣象及水文特性等，所以採用間接推估污染負荷的方法不可避免的有較大的誤差存在。某種土地利用的負荷量，為該種土地利用類型的單位負荷乘以該種土地利用的總面積，而總污染負荷則為集水區內各種土地利用負荷相加而得，如下式所示。

$$L=\Sigma XiAi$$

式中 L：集水區內各種土地利用的每年污染負荷總量(kg/yr)

Xi：第i類土地利用的單位負荷（kg/ha-yr）

Ai：集水區內第i類土地利用總面積(ha)

本計畫根據不同土地利用形態之單位面積污染輸出係數如表6-1-4，及各子集水區內之土地利用方式之面積以用來推估非點源之負荷量，並將集水區內之污染負荷量累加即為整個集水區之非點源污染總量。

表 6-1-5 各種土地利用型態單位面積污染輸出係數表

土地利用型態	總磷 (kg/ha/yr)	總氮 (kg/ha/yr)	BOD (kg/ha/yr)	懸浮固體 (kg/ha/yr)
林地	0.2	3	5	85
社區	5	8.5	50	460
茶園	4	26	5.5	104
果園	4	26	18	129.4
農地(水稻)	0.3	2.25	-	-
草生地(旱作什物)	0.2	0.74	2.7	58.6
其他	0.4	1	-	-

資料來源：1.(水稻)總氮資料引自林家正,民國 81 年。2.(水稻)總磷資料引自環保署,民國 83 年。3.其他資料引自張尊國等(民國 85 年),與陳鶴文等(民國 87 年)。4.經濟部水資源局，水庫集水區污染源調查報告,民國 90 年。

利用106年內政部國土測繪中心之鯉魚潭水庫集水區土地利用資料，經計算計畫區之非點源污染推估如表6-1-6，各子集水區之各類土地利用型態污染貢獻量皆以果園為最高，總磷也是果園貢獻量最大，顯示於鯉魚潭水庫庫區內造成水體優養化的污染來源來自於附近農地所施用之氮肥磷肥。污染總量總磷約8.15噸/年、總氮約51.08噸/年、BOD約57.54噸/年、懸浮固體約為598.87噸/年，其各項數據多以景山溪集污區為最高，主要係因該區社區及果樹種植面積較大所致；由上述推估之污染量乘上流達率後，鯉魚潭水庫集水區於非點源污染的總磷流達量約2.85噸/年、總氮流達量約17.88噸/年、BOD流達量約為20.14噸/年、懸浮固體流達量約為209.60噸/年，如表6-1-7。

表 6-1-6 計畫區各子集水區非點源污染量推估表

子集水區	土地利用型態	果園	社區	草生地	林地	總計
鯉魚潭水庫	面積(ha)	315.53	39.20	24.69	576.44	955.85
	總磷(ton/yr)	1.26	0.20	0.00	0.12	1.58
	總氮(ton/yr)	8.20	0.33	0.02	1.73	10.28
	BOD(ton/yr)	5.68	1.96	0.07	2.88	10.59
	SS(ton/yr)	40.83	18.03	1.45	49.00	109.31
雙坑溪水系	面積(ha)	262.42	47.46	16.46	661.50	987.84
	總磷(ton/yr)	1.05	0.24	0.00	0.13	1.42
	總氮(ton/yr)	6.82	0.40	0.01	1.98	9.22
	BOD(ton/yr)	4.72	2.37	0.04	3.31	10.45
	SS(ton/yr)	33.96	21.83	0.96	56.23	112.98
雙連溪水系	面積(ha)	385.62	65.89	24.52	384.69	860.72
	總磷(ton/yr)	1.54	0.33	0.00	0.08	1.95
	總氮(ton/yr)	10.03	0.56	0.02	1.15	11.76
	BOD(ton/yr)	6.94	3.29	0.07	1.92	12.23
	SS(ton/yr)	49.90	30.31	1.44	32.70	114.35
景山溪水系	面積(ha)	548.36	140.07	82.07	1435.71	2206.21
	總磷(ton/yr)	2.19	0.70	0.02	0.29	3.20
	總氮(ton/yr)	14.26	1.19	0.06	4.31	19.82
	BOD(ton/yr)	9.87	7.00	0.22	7.18	24.27
	SS(ton/yr)	70.96	64.43	4.81	122.04	262.24

資料來源：1.本計畫分析

2.內政部國土測繪中心土地利用資料，民國 106 年

三、總污染量推估

依據前述之點源與非點源污染量推估，計畫區各污染源總流達量分別如表6-1-8及6-1-9所示,點源污染中主要水質污染來源來自生活污水，非點源污染則以農業污染為主要來源。

本計畫推估鯉魚潭水庫總磷年流達量約4.06噸，其各子集水區產量整理如表6-1-9，其中點源與非點源總磷以景山溪子集水區為最高，於點源與非點源污染皆占四成，探究其原因除景山溪人口較多外，其土地利用社區與果園之面積亦較其他子集水區為多，故產生之總磷污染量亦較多。

表 6-1-7 計畫區各集水分區非點源污染量及流達量整理表

子集水區	集水分區	非點源污染量			
		總磷(TP)	總氮(TN)	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS
		(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)	(ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	1.58	10.28	10.59	109.31
小計		1.58	10.28	10.59	109.31
雙坑溪	內雙坑溪	1.01	6.21	6.67	65.73
	雙坑溪	0.24	1.69	2.06	24.73
	關刀山坑	0.17	1.33	1.72	22.52
小計		1.42	9.22	10.45	112.98
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	1.14	7.04	6.74	61.30
	桂竹林溪	0.69	3.93	4.43	41.01
	雙連溪	0.13	0.79	1.06	12.03
小計		1.95	11.76	12.23	114.35
景山溪	流壁下溪	0.30	1.88	2.25	24.23
	大克溪	0.47	2.34	3.42	33.20
	爽文溪	0.85	4.52	6.19	60.04
	蘇魯溪	0.45	3.38	4.35	56.08
	坪林溪	0.48	3.03	3.09	30.39
	景山溪	0.65	4.66	4.97	58.29
小計		3.20	19.82	24.27	262.24
合計		8.15	51.08	57.54	598.87
流達量		2.85	17.88	20.14	209.60

資料來源：本計畫分析

表 6-1-8 計畫區污染總流達量推估

污染別 / 污染源		總磷(TP)		生化需氧量(BOD)		懸浮固體(SS)	
		ton/yr	%	ton/yr	%	ton/yr	%
點源污染	生活污水	1.13	27.86	22.65	51.05	22.65	9.69
	畜牧廢水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	遊憩污水	0.08	1.94	1.58	3.55	1.58	0.67
	小計	1.21	29.80	24.22	54.60	24.22	10.36
非點源污染		2.85	70.20	20.14	45.40	209.60	89.64
總計		4.06	100.00	44.36	100.00	233.83	100.00

資料來源：本計畫分析

表 6-1-9 計畫區各子集水區點源及非點源總磷流達量推估

子集水區	點源		非點源		點源+非點源	
	總磷	百分比	總磷	百分比	總磷	百分比
	(ton/yr)	(%)	(ton/yr)	(%)	(ton/yr)	(%)
鯉魚潭水庫	0.29	23.71	0.55	19.36	0.84	20.66
雙坑溪	0.22	18.02	0.50	17.45	0.72	17.62
雙連溪	0.19	15.95	0.68	23.97	0.88	21.58
景山溪	0.51	42.31	1.12	39.22	1.63	40.14
總計	1.21	100.00	2.85	100.00	4.06	100.00

資料來源：本計畫分析

6-2 水質資料分析

6-2-1 鯉魚潭水庫水質分析

一、水庫水質分析

(一)優養化現象

所謂優養化(Eutrophication)是一個自然的程序，主要在於呈現當湖泊水庫形成後，其蓄水水域經由自然界的降雨夾帶或水體內部經累積及人為農藥、肥料等污染物注入等，使內、外部負荷所產生之營養化漸增過程的一種現象，而其中之有機物將被微生物分解而成磷鹽、氨鹽等無機鹽類，這些營養鹽(Nutrients)濃度累積至某一程度後，當水溫、ph、日照、水深等環境因素適宜時，自營性生物(Autotrophic Microorganism)將異常且大量繁殖，此種累積營養鹽之過程稱為優養化。

而水庫水體依其所含營養鹽濃度高低，一般區分其優養程度為以下三種：

1.貧養(Oligotrophic)：

水體中營養鹽濃度(及養分含量)較低，幾乎沒有任何污染，藻類、浮游生物含量少、溶養高、透光性相對也較強，此時水質狀況相對處於較佳狀態。

2.中養(Mesotrophic)：

為由貧養階段到優養階段的過渡期，此時水體中營養鹽漸高(通常養分含量介於中等)，藻類、浮游生物數量及種類也逐漸增加，溶養叫貧養狀態為低，透光性相對也較弱。

3.優養(Eutrophic)：

營養鹽含量增加，藻類、浮游生物大量繁殖，造成底層缺氧，懸浮顆粒及殘留物質都會增加，水體透明度明顯降低。

(二)優養化指標

根據行政院環境保護署相關水質法規，以及「水庫監測與集水區污染防治規劃-台灣地區水庫水質評析與水質管理規劃」可知，目前國內對於水庫優養之評估則包括有單一水質指標評估、複水質指標評估及生物(藻類)指標評估等，依據該計畫建議中養(普養)與優養平均分界如表6-2-1所示，而目前環保署對於水庫之評估則採用卡爾森優養指數(CTSI)作為水庫水質優養程度的指標，其係以水中的總磷(TP)、葉綠素a(Chl-a)及透明度(SD)等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，判定水庫水質之優養程度，判定之準則如表6-2-2。

表 6-2-1 台灣地區建議水庫優養指標中養(普養)與優養平均分界

優養(/營養)指標	中養與優養之平均分界	參考文獻
初級生產(Gc/m^2 day)	2-3	Robarts(1982)
葉綠素 a(mg/m^3)	>15	Walmsley and Butty(1980)
總磷(ugP/L)	>50	J.A.Thornton and Nduku(1982)
沙奇盤深度(透明度)(m)	<2	OECD(1982)
總氮(mg/L)	1	Wood(1975)
常見之限制營養鹽	主要以磷為主/部分水庫部分月份以氮為主	Toerien et.al.(1975)
優勢藻種	矽藻、藍綠藻、裸藻	J.A.Thornton(1985)、吳俊宗(1992)、陳柏中(1997)
光合作用效率(%)	>2-3%	Wetzel(1975)
Carlson's TSI	>50	Carlson
北卡指數	>5.0	North Carolina
MTSI	>50	Morihiro

資料來源:行政院環保署,「水庫監測與集水區污染防治規劃-台灣地區水庫水質評析與水質管理規劃(民國 88 年)」

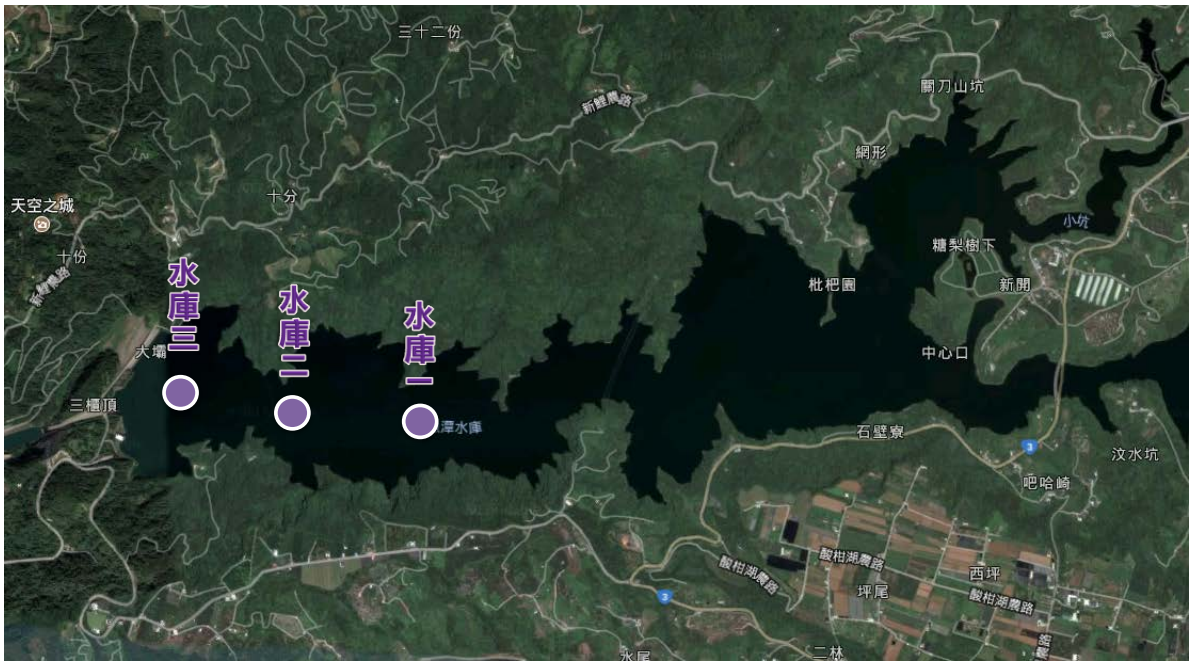
表 6-2-2 卡爾森指數(CTSI)計算方法及比對基準

營養狀態	Carlson's TSI
貧養	<40
普養	40~50
優養	>50
TSI(TP)=14.42×ln(TP)+ 4.15 TSI(Chl.a)=9.81×ln(Chl.a)+30.6 TSI(SD)=60-14.4×ln(SD) CTSI={ TSI(SD)+TSI(Chl)+TSI(TP) } / 3 TP：總磷(μg/L) Chla：葉綠素-a(μg/L) SD：透明度(m)	

資料來源：行政院環保署及本計畫整理

(三)水質資料分析

根據行政院環保署所公布水庫水體水質檢驗資料，鯉魚潭水庫共設立3個水質測站(分布位置如圖3-5-2所示)；利用1994年12月~2018年9月各檢驗站之水質檢驗成果，以總磷、葉綠素-a及透明度等三項水質指標計算卡爾森優養指數(CTSI)，各水質指標及卡爾森指數(CTSI)趨勢詳細結果詳表6-2-3~6-2-8及圖6-2-2~6-2-5所示，並依據環保署「水庫監測與集水區污染防治規劃-台灣地區水庫水質評析與水質管理規劃」建議中養(普養)與優養平均分界及卡爾森優養指數(CTSI)說明如下：



資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-1 鯉魚潭水庫水質測站分佈圖

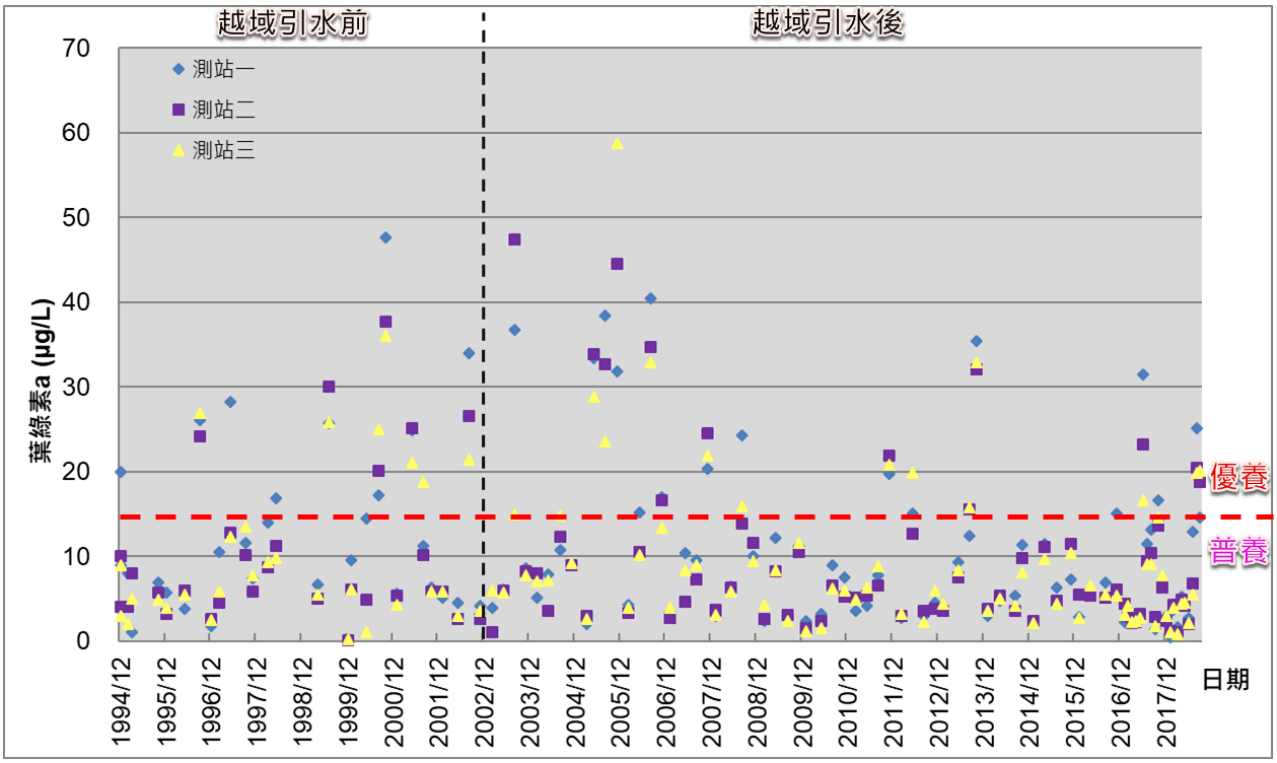
1.葉綠素-a：由圖6-2-2得知第二季、第三季之葉綠素-a含量大多呈現優養狀態(>15 $\mu g/m^3$)，第一季則多維持普養狀態，分析其原因葉綠素主要為受藻類生物量所影響，藻類又與環境因子間有很密切的關係，其中又以水溫、pH值、溶氧量之影響最為顯著，浮游植物獲得較佳之生長條件，故使葉綠素-a含量提升，而呈現優養狀態；另由圖6-2-6比對2003年士林攔河堰越域引水前、後之葉綠素-a超標率(超過規定標準的次數除以全部有效監測次數，所得百分比)，呈小幅度下降，無顯著變化，顯示藻類仍能充分利用庫區營養鹽，使其生物量呈現穩定無明顯變化，故葉綠素a無顯著降低。

2.透明度：除第一季具較佳之透明度，可大於2m而呈普養狀態外，其

餘時間檢測值普遍小於2m，呈優養狀態(詳圖6-2-3)，分析其原因應為第二、三季時藻類生長情形旺盛，使水中浮游物體增加而降低水體之透明度所致；另由圖6-2-7對2003年士林攔河堰越域引水前、後之超標率，於越域引水增加水量後，水庫水體具有較佳之透明度，顯示越域引水對水庫透明度之改善產生影響。

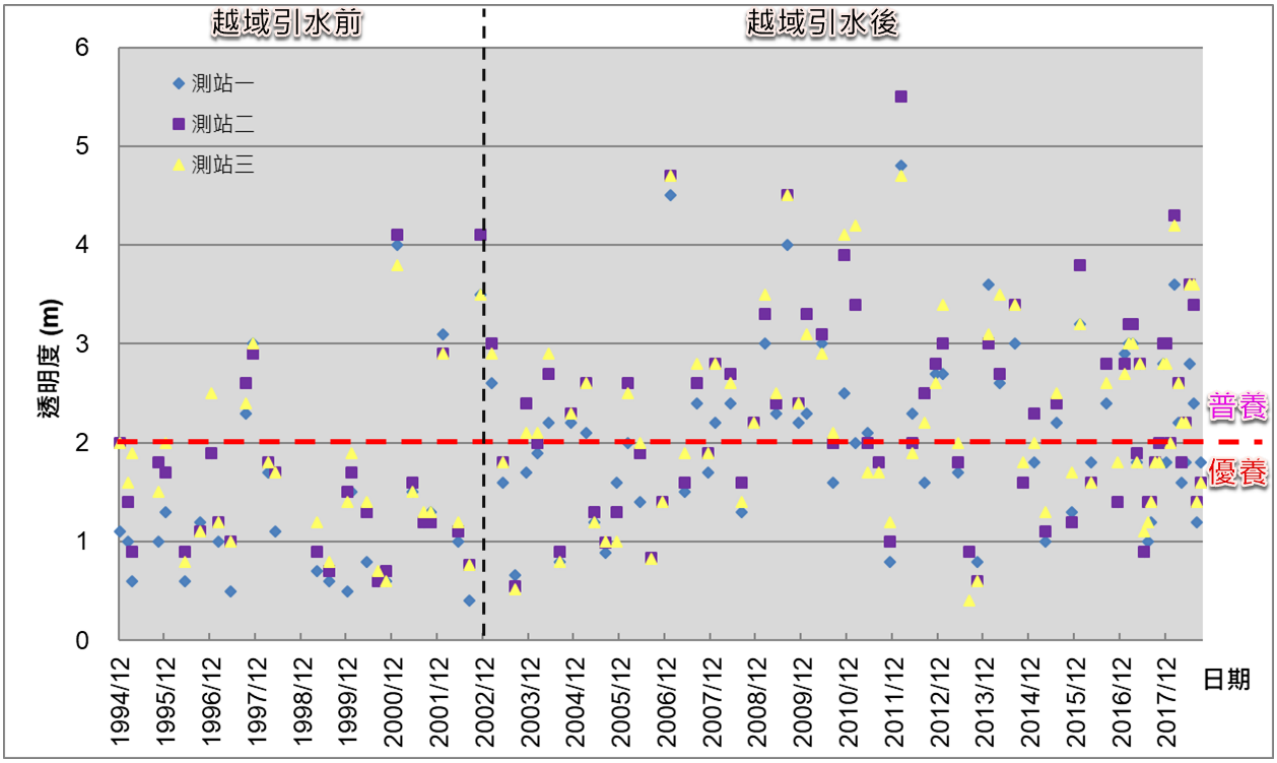
3.總磷：普遍皆小於50μg/L，呈普養狀態(詳圖6-2-4)，惟於第二、三季時，因受上游果園春季施肥及梅雨季節與豐水期降雨逕流影響，使土壤中營養鹽因沖刷釋出進入水庫，致使庫區水中之營養鹽有上升情形，而有學者指出在較富營養的淺水湖泊在季節變化時夏季之總磷能高出冬季數倍，其原因為沉積物中的磷釋放也有季節性的特徵，因除夏季外的月份沉積物主要以吸附磷為主，夏季反之(謝，2005)，此形成促進浮游植物生長之養分，間接影響葉綠素-a及透明度等兩項指標，且於2003年越域引水後(圖6-2-8)，總磷超標率降為0%，顯示越域引水增加水量後，有助於稀釋水體中之總磷濃度。

4.卡爾森優養指數(CTSI)：由分析結果(詳圖6-2-5)，鯉魚潭水庫水質除第一季外多維持於貧養~普養狀態外，其餘時間多維持於普養~優養狀態，相較國內其他水庫而言水質優養化狀態情況尚不嚴重，各項指標值以透明度所佔比例最高，葉綠素-a次之，惟此兩項指標與總磷含量息息相關，總磷上升會使水中藻類生物量增加，而藻類生物量增加會使透明度下降，故對總磷之控制與改善有其必要性；另比對2003年士林攔河堰越域引水前、後(圖6-2-9)之CTSI超標率，顯示於越域引水增加水量與水庫集水區管理工作之落實及民眾種植用藥方式改變下，水庫優養化情形有明顯降低，且由表6-2-21、表6-2-21水質採樣分析結果顯示越域引水之水質為甲類水體，水質較其他三集水區內採樣點良好，顯示集水區管理工作及越域引水因對庫區水質之稀釋而對水庫優養化情形產生正面影響。



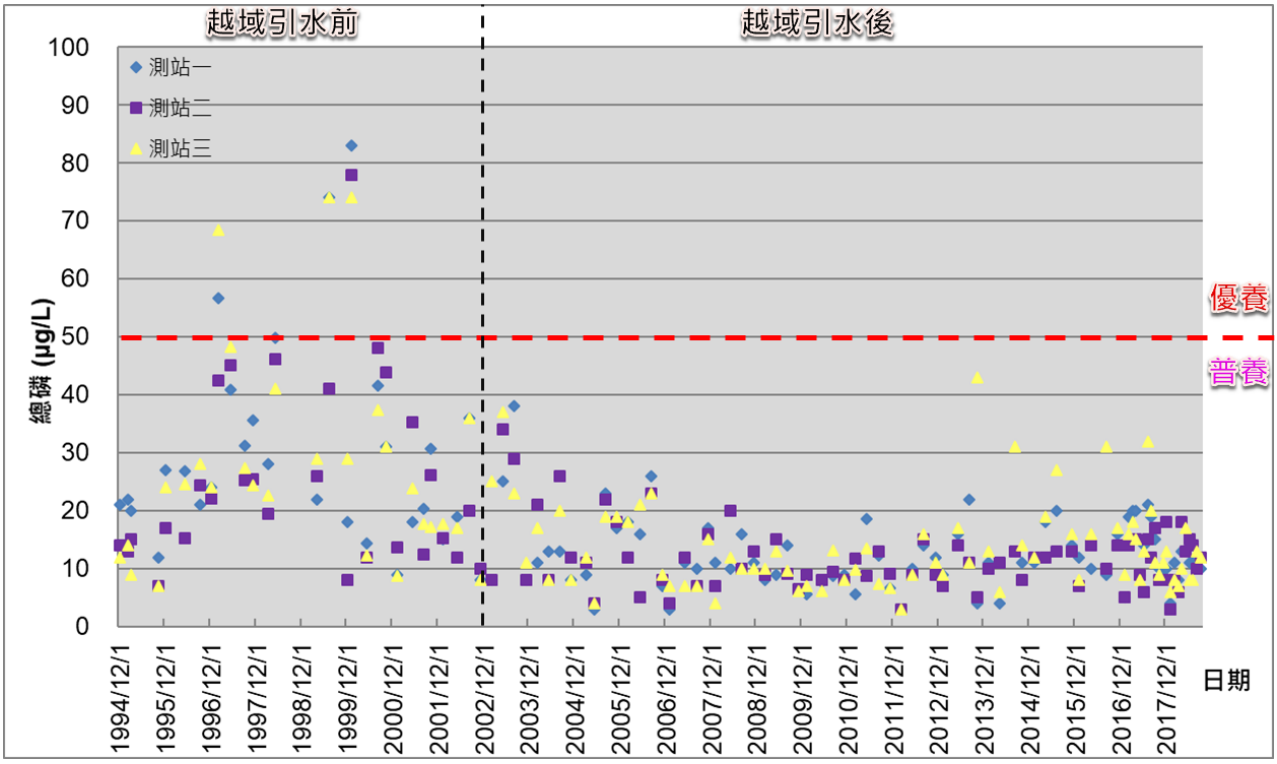
資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-2 鯉魚潭水庫各水質測站葉綠素-a 歷年變化趨勢圖



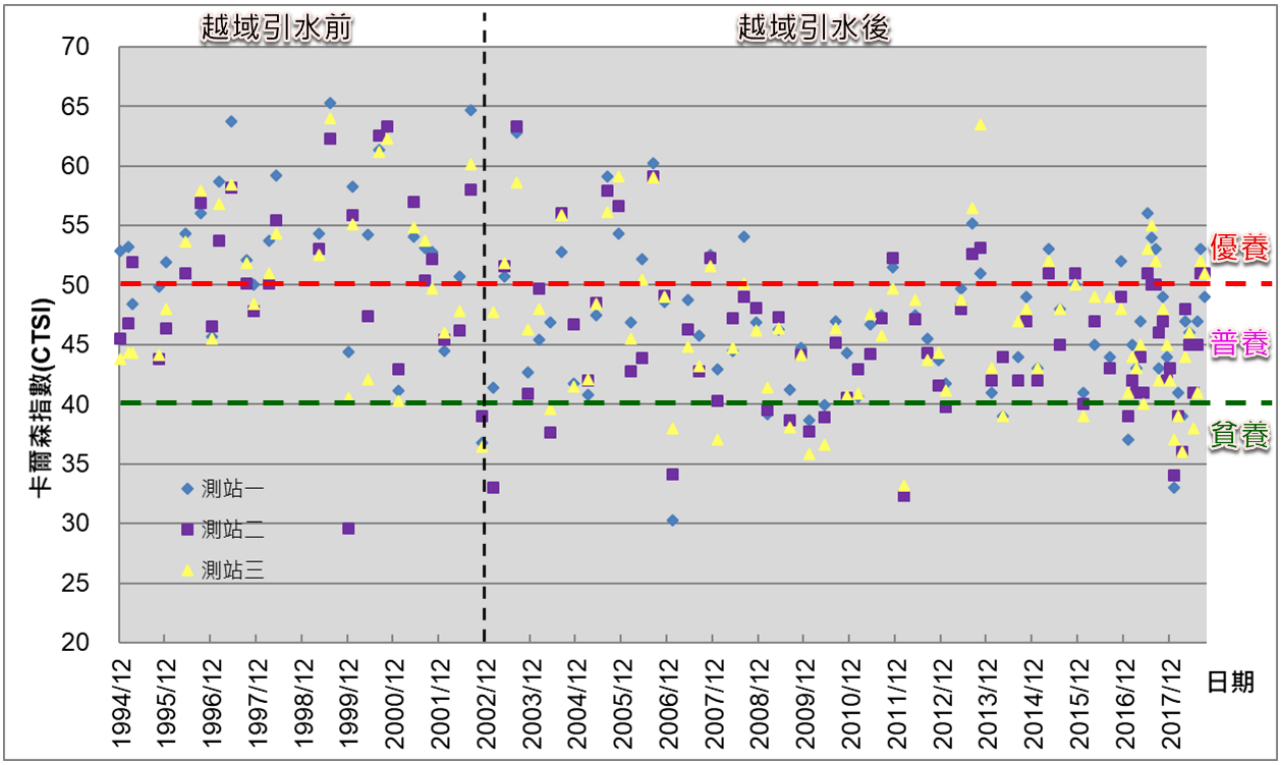
資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-3 鯉魚潭水庫各水質測站透明度歷年變化趨勢圖



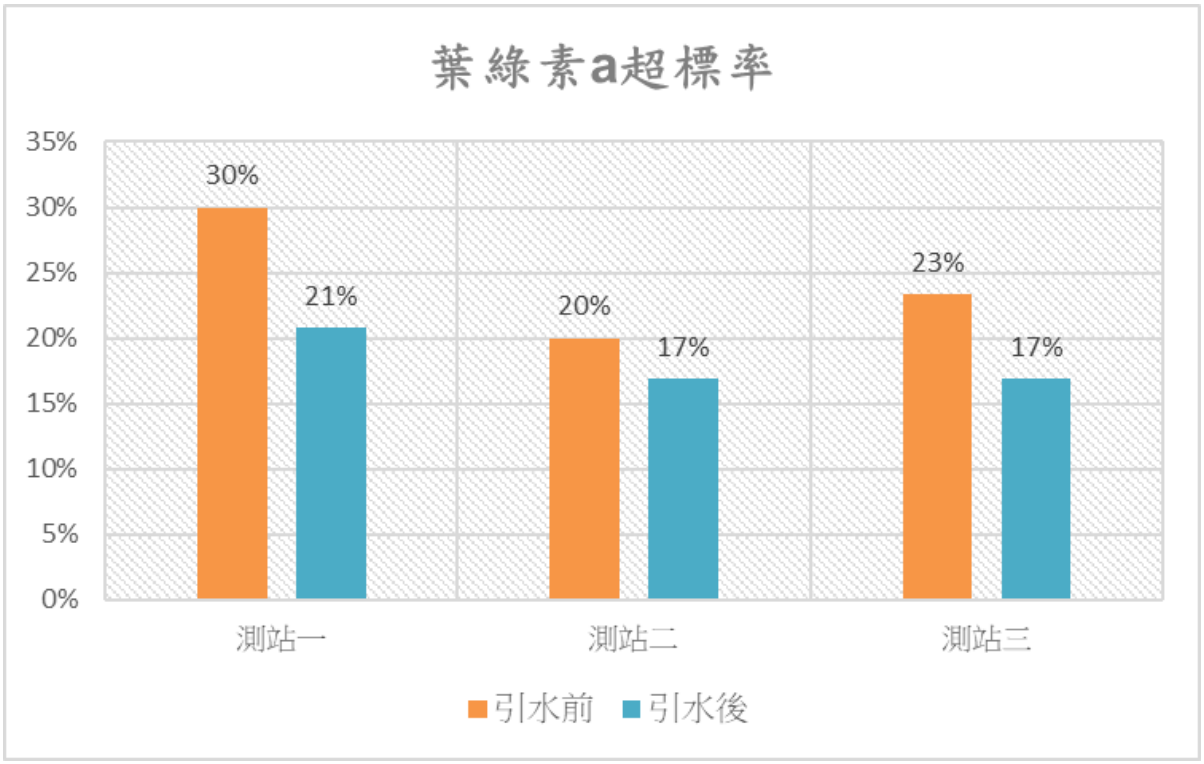
資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-4 鯉魚潭水庫各水質測站總磷歷年變化趨勢圖



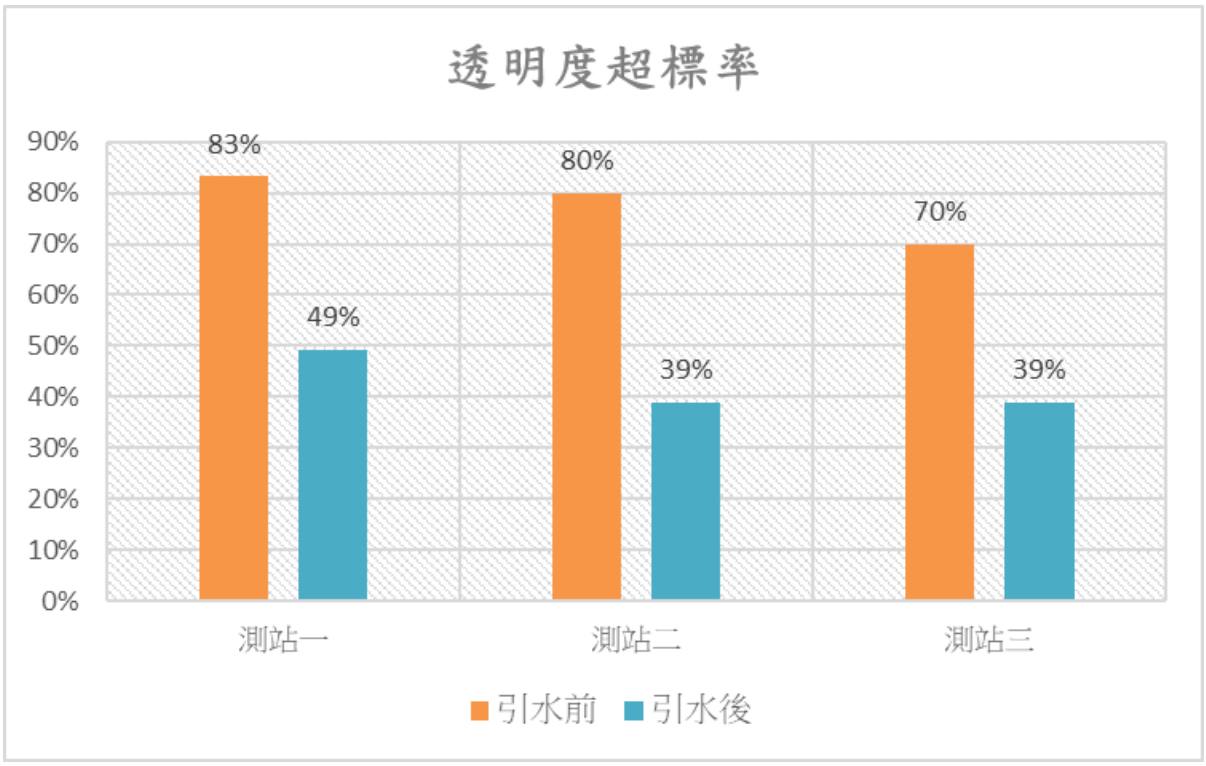
資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-5 鯉魚潭水庫各水質測站卡爾森優養指數(CTSI)歷年變化趨勢圖



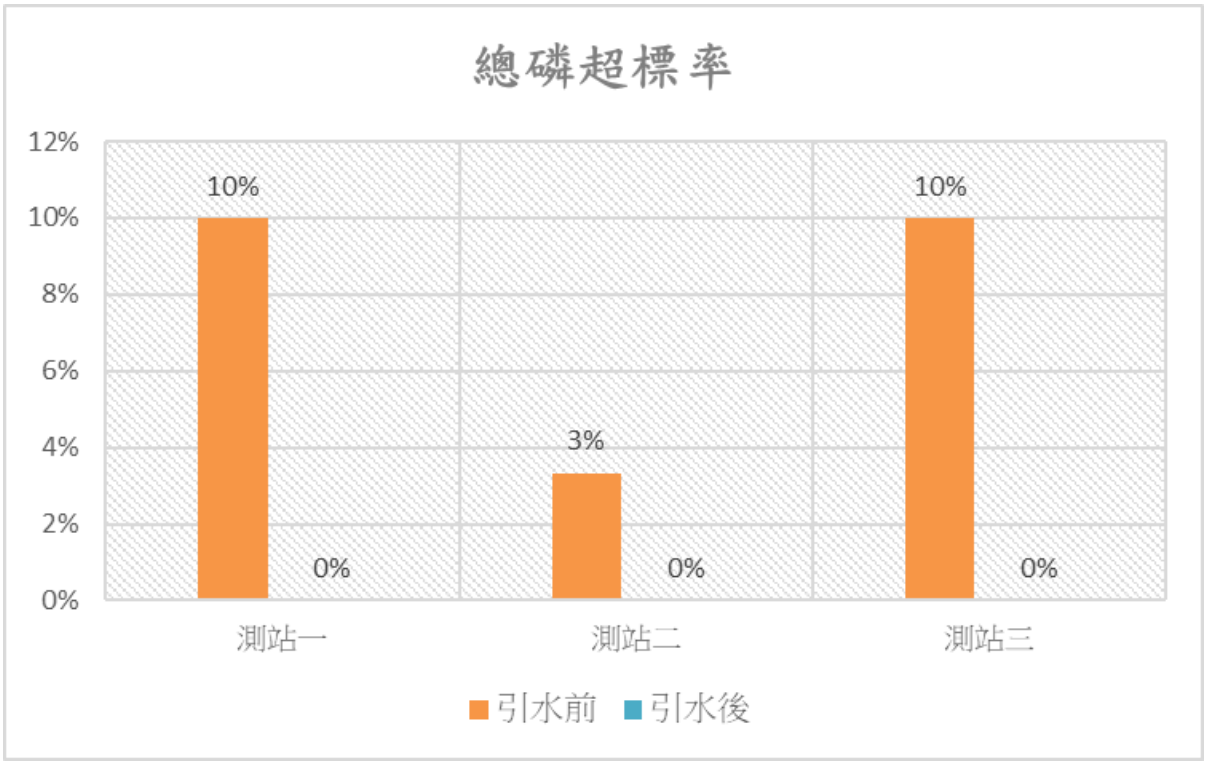
備註：葉綠素 a>15 $\mu g/m^3$ 為超標

圖 6-2-6 鯉魚潭水庫各水質測站葉綠素-a 超標率圖



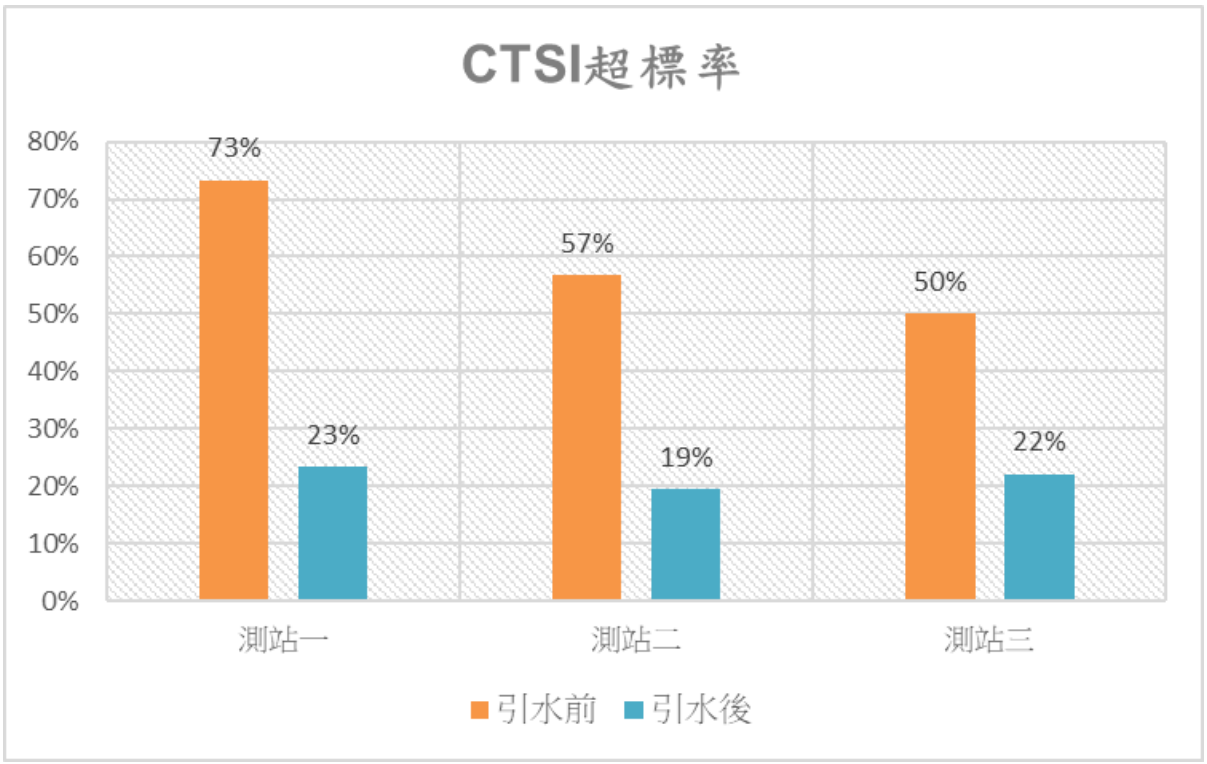
備註：透明度<2m 為超標

圖 6-2-7 鯉魚潭水庫各水質測站透明度超標率圖



備註：總磷>50 μg/L 為超標

圖 6-2-8 鯉魚潭水庫各水質測站總磷超標率圖



備註：CTSI>50 為超標

圖 6-2-9 鯉魚潭水庫各水質測站卡爾森優養指數(CTSI)超標率圖

表 6-2-3 鯉魚潭水庫測站一卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2)

採樣日期	葉綠素a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
1994/12/01	20.0	0.9	12.0	59.99	61.52	39.98	53.8	優養
1994/12/22	9.0	1.1	21.0	52.15	58.63	48.05	52.9	優養
1995/02/09	8.0	1.0	22.0	51.00	60.00	48.72	53.2	優養
1995/03/30	1.0	0.6	20.0	30.60	67.36	47.35	48.4	普養
1995/10/26	6.9	1.0	12.0	49.59	60.00	39.98	49.9	普養
1995/12/06	5.7	1.3	27.0	47.67	56.22	51.68	51.9	優養
1996/05/21	3.8	0.6	26.9	43.80	67.36	51.62	54.3	優養
1996/09/17	26.1	1.2	21.0	62.60	57.37	48.05	56.0	優養
1996/12/03	1.8	1.9	24.1	36.31	50.76	50.04	45.7	普養
1997/02/17	10.5	1.0	56.6	53.67	60.00	62.35	58.7	優養
1997/05/13	28.2	0.5	40.9	63.36	69.98	57.66	63.7	優養
1997/09/23	11.6	2.3	31.2	54.64	48.01	53.76	52.1	優養
1997/11/04	7.4	3.0	35.6	50.19	44.18	55.66	50.0	優養
1998/03/16	14.0	1.7	28.0	56.49	52.36	52.20	53.7	優養
1998/05/12	16.9	1.1	49.8	58.34	58.63	60.50	59.2	優養
1999/04/28	6.6	0.7	22.0	49.17	65.14	48.72	54.3	優養
1999/07/26	25.7	0.6	74.0	62.45	67.36	66.21	65.3	優養
1999/12/02	0.3	0.5	18.0	17.39	69.98	45.83	44.4	普養
2000/01/25	9.6	1.5	83.0	52.79	54.16	67.87	58.3	優養
2000/05/08	14.5	0.8	14.4	56.84	63.21	42.61	54.2	優養
2000/08/07	17.2	0.6	41.6	58.49	67.36	57.91	61.3	優養
2000/10/18	47.7	0.6	31.1	68.51	67.36	53.71	63.2	優養
2001/01/15	5.6	4.0	8.9	47.47	40.04	35.67	41.1	普養
2001/05/17	24.8	1.5	18.1	62.11	54.16	45.91	54.1	優養
2001/08/23	11.3	1.2	20.3	54.34	57.37	47.56	53.1	優養
2001/10/18	6.3	1.3	30.7	48.69	56.22	53.53	52.8	優養
2002/01/23	5.1	3.1	15.1	46.60	43.71	43.30	44.5	普養
2002/05/14	4.5	1.0	19.0	45.35	60.00	46.61	50.7	優養
2002/08/26	34.0	0.4	36.0	65.19	73.19	55.82	64.7	優養
2002/11/25	4.1	3.5	8.0	44.44	41.96	34.14	40.2	普養
2003/02/20	3.9	2.6	8.0	43.95	46.24	34.14	41.4	普養
2003/05/12	6.1	1.6	25.0	48.34	53.23	50.57	50.7	優養
2003/08/11	36.7	0.7	38.0	65.94	65.98	56.60	62.8	優養
2003/11/17	8.6	1.7	8.0	51.71	52.36	34.14	46.1	普養
2004/02/16	5.1	1.9	11.0	46.58	50.76	38.73	45.4	普養
2004/05/17	7.9	2.2	13.0	50.88	48.65	41.14	46.9	普養
2004/07/28	25.4	0.9	22.0	62.33	61.52	48.72	57.5	優養
2004/08/27	10.8	0.8	13.0	53.94	63.21	41.14	52.8	優養
2004/09/22	19.5	1.7	26.0	59.74	52.36	51.13	54.4	優養
2004/11/05	9.1	2.2	8.0	52.26	48.65	34.14	45.0	普養
2005/03/01	2.0	2.1	9.0	37.40	49.32	35.83	40.8	普養
2005/05/09	33.4	1.2	3.0	65.02	57.37	19.99	47.5	普養
2005/08/11	38.4	0.9	23.0	66.39	61.68	49.36	59.1	優養
2005/11/21	31.8	1.6	17.0	64.54	53.23	45.00	54.3	優養
2006/02/20	4.3	2.0	18.0	44.91	50.02	45.83	46.9	普養
2006/05/16	15.2	1.4	16.0	57.30	55.15	44.13	52.2	優養
2006/08/09	40.4	0.8	26.0	66.89	62.68	51.13	60.2	優養
2006/11/07	17.0	1.4	7.0	58.39	55.15	32.21	48.6	普養
2007/01/12	3.4	4.5	3.0	42.61	38.34	19.99	33.6	貧養
2007/05/10	10.4	1.5	11.0	53.57	54.16	38.73	48.8	普養
2007/08/08	9.6	2.4	10.0	52.79	47.39	37.35	45.8	普養
2007/11/06	20.3	1.7	17.0	60.13	52.36	45.00	52.5	優養
2008/01/10	3.0	2.2	11.0	41.38	48.65	38.73	42.9	普養
2008/05/09	6.4	2.4	10.0	48.81	47.39	37.35	44.5	普養
2008/08/04	24.3	1.3	16.0	61.90	56.22	44.13	54.1	優養
2008/11/04	10.0	2.2	11.0	53.19	48.65	38.73	46.9	普養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-4 鯉魚潭水庫測站一卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2)

採樣日期	葉綠素a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
2009/02/03	2.4	3.0	8.0	39.19	44.18	34.14	39.2	貧養
2009/05/05	12.2	2.3	9.0	55.14	48.01	35.83	46.3	普養
2009/08/04	3.0	4.0	14.1	41.38	40.04	42.31	41.2	普養
2009/11/09	11.2	2.2	6.5	54.30	48.65	31.14	44.7	普養
2010/01/05	2.4	2.3	5.6	39.19	48.01	28.99	38.7	貧養
2010/05/10	3.2	3.0	7.7	42.01	44.18	33.58	39.9	貧養
2010/08/10	9.0	1.6	8.8	52.15	53.23	35.51	47.0	普養
2010/11/02	7.5	2.5	9.0	50.37	46.81	35.83	44.3	普養
2011/02/15	3.5	2.0	5.6	42.89	50.02	28.99	40.6	普養
2011/05/06	4.1	2.1	18.6	44.44	49.32	46.30	46.7	普養
2011/08/12	7.7	1.8	12.3	50.62	51.54	40.34	47.5	普養
2011/11/09	19.7	0.8	6.6	59.84	63.21	31.36	51.5	優養
2012/02/10	2.7	4.8	3.0	40.34	37.41	19.99	32.6	貧養
2012/05/11	15.1	2.3	10.0	57.23	48.01	37.35	47.5	普養
2012/08/10	2.9	1.6	14.0	41.04	53.23	42.21	45.5	普養
2012/11/09	4.5	2.7	12.0	45.35	45.70	39.98	43.7	普養
2013/01/28	3.8	2.7	9.0	43.70	45.70	35.83	41.7	普養
2013/05/08	9.3	1.7	16.0	52.48	52.36	44.13	49.7	普養
2013/08/06	12.4	0.9	22.0	55.30	61.52	48.72	55.2	優養
2013/10/08	35.4	0.8	4.0	65.59	63.21	24.14	51.0	優養
2014/01/07	3.0	3.6	11.0	41.38	41.55	38.73	40.6	普養
2014/04/08	4.7	2.6	4.0	45.78	46.24	24.14	38.7	貧養
2014/08/07	5.4	3.0	13.0	47.14	44.18	41.14	44.2	普養
2014/10/07	11.3	1.6	11.0	54.39	53.23	38.73	48.8	普養
2015/01/05	2.3	1.8	11.0	38.77	51.54	38.73	43.0	普養
2015/04/09	11.5	1.0	18.0	54.56	60.00	45.83	53.5	優養
2015/07/06	6.3	2.2	20.0	48.66	48.65	47.35	48.2	普養
2015/11/09	7.3	1.3	14.0	50.10	56.22	42.21	49.5	普養
2016/01/04	2.8	3.2	12.0	40.70	43.25	39.98	41.3	普養
2016/04/07	5.4	1.8	10.0	47.14	51.54	37.35	45.3	普養
2016/08/03	6.9	2.4	9.0	49.55	47.39	35.83	44.3	普養
2016/11/01	15.1	1.4	16.0	57.23	55.15	44.13	52.2	優養
2017/01/09	2.2	2.9	5.0	38.33	44.67	27.36	36.8	貧養
2017/02/27	3.5	3.0	19.0	42.89	44.18	46.61	44.6	普養
2017/03/01	2.1	3.0	20.0	37.88	44.18	47.35	43.1	普養
2017/04/19	2.9	1.8	20.0	41.04	51.54	47.35	46.6	普養
2017/05/08	3.2	2.8	9.0	42.01	45.17	35.83	41.0	普養
2017/06/12	31.5	0.9	14.0	64.44	61.52	42.21	56.1	優養
2017/07/10	11.4	1.0	21.0	54.47	60.00	48.05	54.2	優養
2017/08/02	13.1	1.2	19.0	55.84	57.37	46.61	53.3	優養
2017/09/18	1.4	1.8	15.0	33.90	51.54	43.20	42.9	普養
2017/10/23	16.6	1.8	10.0	58.16	51.54	37.35	49.0	普養
2017/11/06	7.0	2.8	10.0	49.69	45.17	37.35	44.1	普養
2017/12/18	3.0	1.8	10.0	41.38	51.54	37.35	43.4	普養
2018/01/17	0.5	2.0	4.0	23.80	50.02	24.14	32.7	貧養
2018/02/02	3.7	3.6	11.0	43.43	41.55	38.73	41.2	普養
2018/03/19	1.6	2.2	8.0	35.21	48.65	34.14	39.3	貧養
2018/04/12	5.2	1.6	13.0	46.77	53.23	41.14	47.0	普養
2018/05/10	4.8	1.8	13.0	45.99	51.54	41.14	46.2	普養
2018/06/12	2.7	2.8	11.0	40.34	45.17	38.73	41.4	普養
2018/07/04	12.9	2.4	11.0	55.69	47.39	38.73	47.3	普養
2018/08/09	25.1	1.2	11.0	62.22	57.37	38.73	52.8	優養
2018/09/12	14.6	1.8	10.0	56.90	51.54	37.35	48.6	普養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-5 鯉魚潭水庫測站二卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2)

採樣日期	葉綠素a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
1994/12/01	6.3	3.0	8.0	48.66	44.18	34.14	42.3	普養
1994/12/22	13.6	2.0	8.0	56.20	50.02	34.14	46.8	普養
1995/02/09	2.8	1.8	17.0	40.70	51.54	45.00	45.7	普養
1995/03/30	10.4	1.4	12.0	53.57	55.15	39.98	49.6	普養
1995/10/26	9.4	1.4	15.0	52.58	55.15	43.20	50.3	優養
1995/12/06	23.2	0.9	6.0	61.44	61.52	29.99	51.0	優養
1996/05/21	3.2	2.8	9.0	42.01	45.17	35.83	41.0	普養
1996/09/17	2.2	1.9	15.0	38.33	50.76	43.20	44.1	普養
1996/12/03	2.1	3.2	15.0	37.88	43.25	43.20	41.4	普養
1997/02/17	2.9	3.2	14.0	41.04	43.25	42.21	42.2	普養
1997/05/13	4.4	2.8	5.0	45.13	45.17	27.36	39.2	貧養
1997/09/23	6.1	1.4	14.0	48.34	55.15	42.21	48.6	普養
1997/11/04	5.1	2.8	10.0	46.58	45.17	37.35	43.0	普養
1998/03/16	5.3	1.6	14.0	46.96	53.23	42.21	47.5	普養
1998/05/12	5.5	3.8	7.0	47.32	40.78	32.21	40.1	普養
1999/04/28	11.5	1.2	13.0	54.56	57.37	41.14	51.0	優養
1999/07/26	4.8	2.4	13.0	45.99	47.39	41.14	44.8	普養
1999/12/02	11.1	1.1	12.0	54.21	58.63	39.98	50.9	優養
2000/01/25	2.3	2.3	12.0	38.77	48.01	39.98	42.3	普養
2000/05/08	9.8	1.6	8.0	52.99	53.23	34.14	46.8	普養
2000/08/07	3.6	3.4	13.0	43.17	42.38	41.14	42.2	普養
2000/10/18	5.4	2.7	11.0	47.14	45.70	38.73	43.9	普養
2001/01/15	3.8	3.0	10.0	43.70	44.18	37.35	41.7	普養
2001/05/17	32.1	0.6	5.0	64.63	67.36	27.36	53.1	優養
2001/08/23	15.5	0.9	11.0	57.49	61.52	38.73	52.6	優養
2001/10/18	7.5	1.8	14.0	50.37	51.54	42.21	48.0	普養
2002/01/23	3.5	3.0	7.0	42.89	44.18	32.21	39.8	貧養
2002/05/14	3.8	2.8	9.0	43.70	45.17	35.83	41.6	普養
2002/08/26	3.5	2.5	15.0	42.89	46.81	43.20	44.3	普養
2002/11/25	12.6	2.0	9.0	55.46	50.02	35.83	47.1	普養
2003/02/20	3.0	5.5	3.0	41.38	35.45	19.99	32.3	貧養
2003/05/12	21.9	1.0	9.1	60.88	60.00	35.99	52.3	優養
2003/08/11	6.5	1.8	13.0	48.96	51.54	41.14	47.2	普養
2003/11/17	5.3	2.0	8.8	46.96	50.02	35.51	44.2	普養
2004/02/16	5.1	3.4	11.7	46.58	42.38	39.62	42.9	普養
2004/05/17	5.2	3.9	8.1	46.77	40.40	34.31	40.5	普養
2004/07/28	6.6	2.0	9.5	49.11	50.02	36.61	45.2	普養
2004/08/27	2.3	3.1	8.0	38.77	43.71	34.14	38.9	貧養
2004/09/22	1.5	3.3	9.0	34.58	42.81	35.83	37.7	貧養
2004/11/05	10.5	2.4	6.5	53.67	47.39	31.14	44.1	普養
2005/03/01	3.1	4.5	9.1	41.70	38.34	35.99	38.7	貧養
2005/05/09	8.2	2.4	15.0	51.24	47.39	43.20	47.3	普養
2005/08/11	2.6	3.3	9.0	39.97	42.81	35.83	39.5	貧養
2005/11/21	11.6	2.2	13.0	54.64	48.65	41.14	48.1	普養
2006/02/20	13.8	1.6	10.0	56.35	53.23	37.35	49.0	普養
2006/05/16	6.3	2.7	20.0	48.66	45.70	47.35	47.2	普養
2006/08/09	3.7	2.8	7.0	43.43	45.17	32.21	40.3	普養
2006/11/07	24.5	1.9	16.0	61.98	50.76	44.13	52.3	優養
2007/01/12	7.3	2.6	7.0	50.10	46.24	32.21	42.9	普養
2007/05/10	4.6	1.6	12.0	45.57	53.23	39.98	46.3	普養
2007/08/08	2.7	4.7	4.0	40.34	37.72	24.14	34.1	貧養
2007/11/06	16.6	1.4	8.0	58.16	55.15	34.14	49.2	普養
2008/01/10	34.7	0.8	23.0	65.39	62.51	49.36	59.1	優養
2008/05/09	10.5	1.9	5.0	53.67	50.76	27.36	43.9	普養
2008/08/04	32.6	1.0	22.0	64.78	60.14	48.72	57.9	優養
2008/11/04	3.3	2.6	12.0	42.31	46.24	39.98	42.8	普養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-6 鯉魚潭水庫測站二卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2)

採樣日期	葉綠素 a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
2009/02/03	44.5	1.3	18.0	67.83	56.22	45.83	56.6	優養
2009/05/05	33.8	1.3	4.0	65.14	56.22	24.14	48.5	普養
2009/08/04	2.9	2.6	11.0	41.04	46.24	38.73	42.0	普養
2009/11/09	9.0	2.3	12.0	52.15	48.01	39.98	46.7	普養
2010/01/05	13.6	1.8	19.0	56.20	51.54	46.61	51.4	優養
2010/05/10	12.3	0.9	26.0	55.22	61.52	51.13	56.0	優養
2010/08/10	28.2	0.9	18.0	63.36	61.52	45.83	56.9	優養
2010/11/02	3.5	2.7	8.0	42.89	45.70	34.14	40.9	普養
2011/02/15	8.0	2.0	21.0	51.00	50.02	48.05	49.7	普養
2011/05/06	8.2	2.4	8.0	51.24	47.39	34.14	44.3	普養
2011/08/12	47.4	0.6	29.0	68.45	68.61	52.71	63.3	優養
2011/11/09	6.0	1.8	34.0	48.18	51.54	55.00	51.6	優養
2012/02/10	1.0	3.0	8.0	30.60	44.18	34.14	36.3	貧養
2012/05/11	2.6	4.1	10.0	39.97	39.68	37.35	39.0	貧養
2012/08/10	26.5	0.8	20.0	62.75	63.95	47.35	58.0	優養
2012/11/09	2.6	1.1	12.0	39.97	58.63	39.98	46.2	普養
2013/01/28	5.9	2.9	15.3	47.95	44.67	43.49	45.4	普養
2013/05/08	5.9	1.2	26.2	47.95	57.37	51.24	52.2	優養
2013/08/06	10.2	1.2	12.5	53.33	57.37	40.57	50.4	優養
2013/10/08	25.1	1.6	35.3	62.23	53.23	55.54	57.0	優養
2014/01/07	5.4	4.1	13.6	47.16	39.68	41.79	42.9	普養
2014/04/08	37.7	0.7	43.8	66.21	65.14	58.65	63.3	優養
2014/08/07	20.1	0.6	48.1	60.02	67.36	60.00	62.5	優養
2014/10/07	4.9	1.3	11.9	46.21	56.22	39.86	47.4	普養
2015/01/05	6.1	1.7	78.0	48.29	52.36	66.97	55.9	優養
2015/04/09	0.1	1.5	8.0	10.59	54.16	34.14	33.0	貧養
2015/07/06	30.1	0.7	41.0	63.98	65.14	57.70	62.3	優養
2015/11/09	5.0	0.9	26.0	46.39	61.52	51.13	53.0	優養
2016/01/04	11.2	1.7	46.2	54.30	52.36	59.42	55.4	優養
2016/04/07	8.7	1.8	19.5	51.79	51.54	46.98	50.1	優養
2016/08/03	5.8	2.9	25.5	47.83	44.67	50.85	47.8	普養
2016/11/01	10.1	2.6	25.3	53.29	46.24	50.74	50.1	優養
2017/01/09	12.8	1.0	45.1	55.61	60.00	59.07	58.2	優養
2017/02/27	4.5	1.2	42.5	45.40	57.37	58.22	53.7	優養
2017/03/01	2.6	1.9	22.1	39.94	50.76	48.79	46.5	普養
2017/04/19	24.2	1.1	24.4	61.86	58.63	50.22	56.9	優養
2017/05/08	5.9	0.9	15.3	48.01	61.52	43.49	51.0	優養
2017/06/12	3.1	1.7	17.0	41.82	52.36	45.00	46.4	普養
2017/07/10	5.7	1.8	7.0	47.71	51.54	32.21	43.8	普養
2017/08/02	8.0	0.9	15.0	51.00	61.52	43.20	51.9	優養
2017/09/18	4.0	1.4	13.0	44.20	55.15	41.14	46.8	普養
2017/10/23	4.0	2.0	14.0	44.20	50.02	42.21	45.5	普養
2017/11/06	10.0	1.5	13.0	53.19	54.16	41.14	49.5	普養
2017/12/18	2.3	3.0	18.0	38.77	44.18	45.83	42.9	普養
2018/01/17	1.1	2.0	3.0	31.53	50.02	19.99	33.8	貧養
2018/02/02	4.3	4.3	8.0	44.91	39.00	34.14	39.3	貧養
2018/03/19	1.0	2.6	6.0	30.60	46.24	29.99	35.6	貧養
2018/04/12	4.9	1.8	18.0	46.19	51.54	45.83	47.9	普養
2018/05/10	4.1	2.2	13.0	44.44	48.65	41.14	44.7	普養
2018/06/12	2.0	3.6	15.0	37.40	41.55	43.20	40.7	普養
2018/07/04	6.8	3.4	14.0	49.41	42.38	42.21	44.7	普養
2018/08/09	20.4	1.4	10.0	60.18	55.15	37.35	50.9	優養
2018/09/12	18.8	1.6	12.0	59.38	53.23	39.98	50.9	優養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-7 鯉魚潭水庫測站三卡爾森指數(CTSI)分析結果表(1/2)

採樣日期	葉綠素a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
1994/12/01	7.8	2.8	11.0	50.75	45.17	38.73	44.9	普養
1994/12/22	14.6	1.8	9.0	56.90	51.54	35.83	48.1	普養
1995/02/09	1.7	1.8	11.0	35.81	51.54	38.73	42.0	普養
1995/03/30	9.1	1.4	20.0	52.26	55.15	47.35	51.6	優養
1995/10/26	9.1	1.2	32.0	52.26	57.37	54.13	54.6	優養
1995/12/06	16.6	1.1	13.0	58.16	58.63	41.14	52.6	優養
1996/05/21	2.7	2.8	8.0	40.34	45.17	34.14	39.9	貧養
1996/09/17	2.4	1.8	15.0	39.19	51.54	43.20	44.6	普養
1996/12/03	2.2	3.0	18.0	38.33	44.18	45.83	42.8	普養
1997/02/17	4.1	3.0	16.0	44.44	44.18	44.13	44.3	普養
1997/05/13	3.1	2.7	9.0	41.70	45.70	35.83	41.1	普養
1997/09/23	5.4	1.8	17.0	47.14	51.54	45.00	47.9	普養
1997/11/04	5.5	2.6	31.0	47.32	46.24	53.67	49.1	普養
1998/03/16	6.5	1.6	16.0	48.96	53.23	44.13	48.8	普養
1998/05/12	2.7	3.2	8.0	40.34	43.25	34.14	39.2	貧養
1999/04/28	10.4	1.7	16.0	53.57	52.36	44.13	50.0	優養
1999/07/26	4.4	2.5	27.0	45.13	46.81	51.68	47.9	普養
1999/12/02	9.7	1.3	19.0	52.89	56.22	46.61	51.9	優養
2000/01/25	2.1	2.0	12.0	37.88	50.02	39.98	42.6	普養
2000/05/08	8.1	1.8	14.0	51.12	51.54	42.21	48.3	普養
2000/08/07	4.2	3.4	31.0	44.68	42.38	53.67	46.9	普養
2000/10/18	5.0	3.5	6.0	46.39	41.96	29.99	39.4	貧養
2001/01/15	3.6	3.1	13.0	43.17	43.71	41.14	42.7	普養
2001/05/17	32.9	0.6	43.0	64.87	67.36	58.39	63.5	優養
2001/08/23	15.8	0.4	11.0	57.68	73.19	38.73	56.5	優養
2001/10/18	8.3	2.0	17.0	51.36	50.02	45.00	48.8	普養
2002/01/23	4.4	3.4	9.0	45.13	42.38	35.83	41.1	普養
2002/05/14	5.9	2.6	11.0	48.01	46.24	38.73	44.3	普養
2002/08/26	2.2	2.2	16.0	38.33	48.65	44.13	43.7	普養
2002/11/25	19.8	1.9	9.0	59.89	50.76	35.83	48.8	普養
2003/02/20	3.2	4.7	3.0	42.01	37.72	19.99	33.2	貧養
2003/05/12	20.8	1.2	6.6	60.37	57.37	31.36	49.7	普養
2003/08/11	8.8	1.7	7.4	51.93	52.36	33.01	45.8	普養
2003/11/17	6.3	1.7	13.5	48.66	52.36	41.68	47.6	普養
2004/02/16	4.9	4.2	9.8	46.19	39.33	37.06	40.9	普養
2004/05/17	6.0	4.1	8.0	48.18	39.68	34.14	40.7	普養
2004/07/28	6.2	2.1	13.2	48.50	49.32	41.36	46.4	普養
2004/08/27	1.5	2.9	6.2	34.58	44.67	30.46	36.6	貧養
2004/09/22	1.1	3.1	7.0	31.53	43.71	32.21	35.8	貧養
2004/11/05	11.6	2.4	6.1	54.64	47.39	30.23	44.1	普養
2005/03/01	2.4	4.5	9.7	39.19	38.34	36.91	38.1	貧養
2005/05/09	8.3	2.5	13.0	51.36	46.81	41.14	46.4	普養
2005/08/11	4.3	3.5	10.0	44.91	41.96	37.35	41.4	普養
2005/11/21	9.4	2.2	10.0	52.58	48.65	37.35	46.2	普養
2006/02/20	15.9	1.4	10.0	57.74	55.15	37.35	50.1	優養
2006/05/16	5.8	2.6	12.0	47.84	46.24	39.98	44.7	普養
2006/08/09	3.1	2.8	4.0	41.70	45.17	24.14	37.0	貧養
2006/11/07	21.9	1.9	15.0	60.88	50.76	43.20	51.6	優養
2007/01/12	9.0	2.8	7.0	52.15	45.17	32.21	43.2	普養
2007/05/10	8.4	1.9	7.0	51.48	50.76	32.21	44.8	普養
2007/08/08	3.9	4.7	7.0	43.95	37.72	32.21	38.0	貧養
2007/11/06	13.4	1.4	9.0	56.06	55.15	35.83	49.0	普養
2008/01/10	32.9	0.8	23.0	64.87	62.68	49.36	59.0	優養
2008/05/09	10.2	2.0	21.0	53.38	50.02	48.05	50.5	優養
2008/08/04	23.6	1.0	19.0	61.61	60.00	46.61	56.1	優養
2008/11/04	3.9	2.5	18.0	43.95	46.81	45.83	45.5	普養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-8 鯉魚潭水庫測站三卡爾森指數(CTSI)分析結果表(2/2)

採樣日期	葉綠素 a(μg/L)	透明度(m)	總磷(ug/L)	TSI(Chl.a)	TSI(SD)	TSI(TP)	CTSI	營養狀態
2009/02/03	58.8	1.0	19.0	70.57	60.00	46.61	59.1	優養
2009/05/05	28.8	1.2	4.0	63.57	57.37	24.14	48.4	普養
2009/08/04	2.6	2.6	12.0	39.97	46.24	39.98	42.1	普養
2009/11/09	9.2	2.3	8.0	52.37	48.01	34.14	44.8	普養
2010/01/05	14.0	1.8	20.0	56.49	51.54	47.35	51.8	優養
2010/05/10	14.8	0.8	20.0	57.03	63.21	47.35	55.9	優養
2010/08/10	22.6	0.9	20.0	61.19	61.52	47.35	56.7	優養
2010/11/02	7.2	2.9	8.0	49.97	44.67	34.14	42.9	普養
2011/02/15	7.0	2.1	17.0	49.69	49.32	45.00	48.0	普養
2011/05/06	7.8	2.1	11.0	50.75	49.32	38.73	46.3	普養
2011/08/12	14.9	0.5	23.0	57.10	69.42	49.36	58.6	優養
2011/11/09	5.7	1.8	37.0	47.67	51.54	56.22	51.8	優養
2012/02/10	5.9	2.9	25.0	48.01	44.67	50.57	47.7	普養
2012/05/11	3.6	3.5	8.0	43.17	41.96	34.14	39.8	貧養
2012/08/10	21.4	0.8	36.0	60.65	63.95	55.82	60.1	優養
2012/11/09	2.9	1.2	17.0	41.04	57.37	45.00	47.8	普養
2013/01/28	5.8	2.9	17.7	47.84	44.67	45.59	46.0	普養
2013/05/08	5.8	1.3	17.2	47.81	56.22	45.17	49.7	普養
2013/08/06	18.8	1.3	17.7	59.38	56.22	45.59	53.7	優養
2013/10/08	21.0	1.5	23.9	60.46	54.16	49.92	54.8	優養
2014/01/07	4.2	3.8	8.8	44.77	40.78	35.51	40.4	普養
2014/04/08	36.0	0.6	31.1	65.75	67.36	53.71	62.3	優養
2014/08/07	25.0	0.7	37.3	62.17	65.14	56.34	61.2	優養
2014/10/07	1.0	1.4	12.2	30.79	55.15	40.22	42.1	普養
2015/01/05	6.1	1.9	74.0	48.26	50.76	66.21	55.1	優養
2015/04/09	0.2	1.4	29.0	13.78	55.15	52.71	40.5	普養
2015/07/06	25.9	0.8	74.0	62.51	63.21	66.21	64.0	優養
2015/11/09	5.5	1.2	29.0	47.38	57.37	52.71	52.5	優養
2016/01/04	9.8	1.7	41.0	52.98	52.36	57.70	54.3	優養
2016/04/07	9.3	1.8	22.6	52.43	51.54	49.11	51.0	優養
2016/08/03	7.7	3.0	24.4	50.68	44.18	50.22	48.4	普養
2016/11/01	13.5	2.4	27.4	56.13	47.39	51.89	51.8	優養
2017/01/09	12.3	1.0	48.2	55.22	60.00	60.03	58.4	優養
2017/02/27	5.8	1.2	68.4	47.90	57.37	65.08	56.8	優養
2017/03/01	2.5	2.5	24.1	39.59	46.81	50.04	45.5	普養
2017/04/19	26.9	1.1	28.1	62.90	58.63	52.25	57.9	優養
2017/05/08	5.5	0.8	24.6	47.36	63.21	50.33	53.6	優養
2017/06/12	4.0	2.0	24.0	44.13	50.02	49.98	48.0	普養
2017/07/10	4.8	1.5	7.0	46.05	54.16	32.21	44.1	普養
2017/08/02	5.0	1.9	9.0	46.39	50.76	35.83	44.3	普養
2017/09/18	2.0	1.6	14.0	37.40	53.23	42.21	44.3	普養
2017/10/23	3.0	2.0	12.0	41.38	50.02	39.98	43.8	普養
2017/11/06	9.0	2.1	13.0	52.15	49.32	41.14	47.5	普養
2017/12/18	2.9	2.8	13.0	41.04	45.17	41.14	42.5	普養
2018/01/17	1.0	2.0	6.0	30.60	50.02	29.99	36.9	貧養
2018/02/02	3.9	4.2	8.0	43.95	39.33	34.14	39.1	貧養
2018/03/19	0.8	2.6	7.0	28.41	46.24	32.21	35.6	貧養
2018/04/12	4.4	2.2	10.0	45.13	48.65	37.35	43.7	普養
2018/05/10	4.5	2.2	17.0	45.35	48.65	45.00	46.3	普養
2018/06/12	2.1	3.6	8.0	37.88	41.55	34.14	37.9	貧養
2018/07/04	5.5	3.6	8.0	47.32	41.55	34.14	41.0	普養
2018/08/09	19.9	1.4	13.0	59.94	55.15	41.14	52.1	優養
2018/09/12	20.1	1.6	12.0	60.04	53.23	39.98	51.1	優養

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

6-2-2 大安溪河川水質資料分析

一、河川污染指數

目前環保署用於評估河川水質之綜合性指標為「河川污染指數, River Pollution Index」簡稱「RPI」。RPI指數係以水中溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD_5)、懸浮固體(SS)、與氨氮(NH_3-N)等四項水質參數之濃度值，來計算所得之指數積分值，並判定河川水質污染程度。RPI之計算及比對基準如表6-2-9所示：

表 6-2-9 河川污染指數(RPI)計算及比對基準

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO) mg/L	DO≧6.5	6.5＞DO≧4.6	4.5≧DO≧2.0	DO＜2.0
生化需氧量(BOD_5) mg/L	BOD_5≦3.0	3.0＜BOD_5≦4.9	5.0≦BOD_5≦15.0	BOD_5＞15.0
懸浮固體(SS) mg/L	SS≦20.0	20.0＜SS≦49.9	50.0≦SS≦100	SS＞100
氨氮(NH_3-N) mg/L	NH_3-N≦0.50	0.50＜NH_3-N≦0.99	1.00≦NH_3-N≦3.00	NH_3-N＞3.00
點數	1	3	6	10
污染指數積分值(S)	S≦2.0	2.0＜S≦3.0	3.1≦S≦6.0	S＞6.0

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫整理

備註：本表依 102 年 5 月 30 日環署水字第 1020045468 號函「河川污染指數(RPI)基準值及計算方式修正」研商會議結論，自 102 年起參考環檢所公告「檢測報告位數表示規定」，調整計算 RPI 公式。

二、水質資料分析

根據行政院環保署所公布大安溪流域河川水體水質測站資料，鯉魚潭水庫集水區內之景山溪並無設置河川水質監測站。在越域引水部份，士林攔河堰上游測站為象鼻大橋之測站，下游測站為士林攔河堰下游約7.1km之白布帆大橋測站(位置如圖6-2-6所示)；經蒐集象鼻大橋測站2018年4月~2018年9月資料及白布帆大橋測站1993年8月~2018年9月資料，並利用溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD_5)、懸浮固體(SS)、與氨氮(NH_3-N)等四項水質參數，進行河川污染指數(RPI)計算，說明如下：

(一)白布帆大橋測站水質分析

由分析結果(詳表6-2-10~表6-2-16)，白布帆大橋測站RPI指標呈未(稍)受污染~中度污染，其主要影響因子為懸浮固體，另由總磷檢測值得知(2002年開始檢測)，甲類水體(≦0.02mg/L)達成次數僅25次(達成率37.3%)，顯示水體中總磷含量有過高情形，得知白布帆大橋上游存在一定程度之污染源而影響水質。

表 6-2-10 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(1/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
1993/08/09	8.0	1	0.2	1	13.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
1993/09/03	8.1	1	0.6	1	10.0	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
1993/10/14	8.0	1	0.4	1	4.0	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
1993/11/11	5.4	3	0.4	1	1.0	1	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
1993/12/10	6.8	1	0.2	1	1.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/01/10	10.0	1	1.0	1	3.0	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/02/18	8.8	1	2.4	1	--	--	0.03	1	--	--	--
1994/03/17	8.5	1	1.1	1	8.0	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/04/11	8.4	1	0.1	1	6.0	1	0.28	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/05/13	7.6	1	0.7	1	122.0	10	0.06	1	3.3	中度污染	--
1994/06/17	7.6	1	2.9	1	105.0	10	0.06	1	3.3	中度污染	--
1994/07/07	8.3	1	0.5	1	17.0	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/08/22	7.6	1	2.9	1	--	--	0.09	1	--	--	--
1994/09/29	7.1	1	0.3	1	82.0	6	0.15	1	2.3	輕度污染	--
1994/10/21	8.1	1	0.5	1	224.0	10	0.20	1	3.3	中度污染	--
1994/11/04	9.5	1	1.3	1	17.0	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
1994/12/09	2.1	6	17.0	10	2.0	1	0.03	1	4.5	中度污染	--
1995/01/06	10.1	1	0.6	1	4.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
1995/02/22	8.3	1	3.9	3	--	--	0.02	1	--	--	--
1995/03/15	8.1	1	0.8	1	206.0	10	0.01	1	3.3	中度污染	--
1995/04/14	6.5	1	2.3	1	155.0	10	0.06	1	3.3	中度污染	--
1995/05/03	8.5	1	0.2	1	7.0	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
1995/06/21	5.2	3	5.1	6	24.0	3	0.02	1	3.3	中度污染	--
1995/07/17	8.4	1	1.3	1	307.0	10	0.03	1	3.3	中度污染	--
1995/08/22	9.8	1	0.9	1	73.0	6	0.05	1	2.3	輕度污染	--
1995/09/18	7.8	1	1.1	1	8.0	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
1995/10/11	8.4	1	0.9	1	40.0	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
1995/11/08	8.7	1	3.2	3	6.0	1	0.02	1	1.5	未(稍)受污染	--
1995/12/04	9.0	1	1.0	1	3.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
1996/01/05	9.6	1	1.1	1	9.0	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
1996/02/02	10.1	1	2.4	1	11.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
1996/03/27	7.2	1	1.7	1	11.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
1996/04/23	9.1	1	1.8	1	492.0	10	0.16	1	3.3	中度污染	--
1996/05/22	8.4	1	2.3	1	1400.0	10	0.37	1	3.3	中度污染	--
1996/06/24	7.6	1	0.4	1	54.0	6	0.12	1	2.3	輕度污染	--
1996/07/22	6.3	3	2.3	1	10.0	1	0.59	3	2.0	未(稍)受污染	--
1996/08/29	7.0	1	0.6	1	125.0	10	0.18	1	3.3	中度污染	--
1996/09/25	7.5	1	0.7	1	176.0	10	0.41	1	3.3	中度污染	--
1996/10/11	6.5	1	1.0	1	293.0	10	0.60	3	3.8	中度污染	--
1996/11/18	9.0	1	1.5	1	13.0	1	0.36	1	1.0	未(稍)受污染	--
1996/12/20	10.0	1	0.6	1	2.0	1	0.44	1	1.0	未(稍)受污染	--
1997/01/27	8.0	1	1.0	1	11.0	1	0.47	1	1.0	未(稍)受污染	--
1997/02/21	9.6	1	1.1	1	344.0	10	0.27	1	3.3	中度污染	--
1997/03/05	10.2	1	1.5	1	24.0	3	0.22	1	1.5	未(稍)受污染	--
1997/04/14	8.9	1	0.4	1	115.0	10	<0.05	1	3.3	中度污染	--
1997/05/05	8.5	1	1.0	1	402.0	10	0.21	1	3.3	中度污染	--
1997/06/20	9.2	1	0.8	1	--	--	0.59	3	--	--	--
1997/07/14	8.5	1	0.8	1	5.0	1	0.24	1	1.0	未(稍)受污染	--
1997/08/13	7.3	1	0.8	1	70.0	6	0.08	1	2.3	輕度污染	--
1997/10/21	8.1	1	0.3	1	11.2	1	0.31	1	1.0	未(稍)受污染	--

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析

表 6-2-11 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(2/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
1997/11/17	9.3	1	<0.2	1	8.8	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
1997/12/04	8.9	1	<0.2	1	5.6	1	0.29	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/02/06	8.7	1	<0.2	1	6.0	1	0.31	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/03/18	8.7	1	<0.2	1	6.0	1	0.30	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/04/01	8.4	1	0.2	1	30.0	3	0.45	1	1.5	未(稍)受污染	--
1998/05/11	8.4	1	0.2	1	25.0	3	0.48	1	1.5	未(稍)受污染	--
1998/06/05	8.3	1	0.6	1	5.0	1	0.48	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/07/03	8.1	1	0.5	1	40.0	3	0.29	1	1.5	未(稍)受污染	--
1998/08/26	8.6	1	0.5	1	13.0	1	0.12	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/09/18	8.7	1	0.2	1	13.0	1	<0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
1998/10/06	8.7	1	1.1	1	--	--	0.03	1	--	--	--
1998/11/03	8.8	1	1.3	1	95.0	6	0.24	1	2.3	輕度污染	--
1998/12/23	9.2	1	0.7	1	52.0	6	0.28	1	2.3	輕度污染	--
1999/01/15	9.7	1	0.6	1	13.0	1	<0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/02/26	9.3	1	0.8	1	7.0	1	0.17	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/03/08	9.1	1	1.0	1	11.0	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/04/08	9.2	1	0.9	1	1.0	1	0.47	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/05/26	7.8	1	0.9	1	11.0	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/06/15	8.4	1	0.8	1	68.0	6	0.25	1	2.3	輕度污染	--
1999/07/09	8.0	1	0.9	1	154.0	10	0.20	1	3.3	中度污染	--
1999/08/06	7.7	1	0.6	1	126.0	10	0.26	1	3.3	中度污染	--
1999/09/15	7.6	1	0.1	1	26.0	3	0.45	1	1.5	未(稍)受污染	--
1999/10/27	9.1	1	0.9	1	11.0	1	0.13	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/11/10	8.9	1	0.2	1	9.0	1	0.21	1	1.0	未(稍)受污染	--
1999/12/06	10.0	1	0.9	1	5.5	1	0.10	1	1.0	未(稍)受污染	--
2000/01/05	9.8	1	0.6	1	18.0	1	0.37	1	1.0	未(稍)受污染	--
2000/02/14	9.6	1	0.6	1	29.0	3	0.35	1	1.5	未(稍)受污染	--
2000/03/02	9.6	1	1.0	1	608.0	10	0.23	1	3.3	中度污染	--
2000/04/08	9.2	1	0.4	1	71.0	6	0.23	1	2.3	輕度污染	--
2000/05/03	8.7	1	4.1	3	2400.0	10	0.79	3	4.3	中度污染	--
2000/06/07	7.1	1	0.2	1	410.0	10	0.12	1	3.3	中度污染	--
2000/07/19	7.9	1	1.8	1	1625.0	10	0.42	1	3.3	中度污染	--
2000/08/08	7.9	1	1.5	1	471.0	10	0.35	1	3.3	中度污染	--
2000/09/15	8.9	1	2.3	1	671.0	10	0.19	1	3.3	中度污染	--
2000/10/05	8.6	1	1.3	1	334.0	10	0.13	1	3.3	中度污染	--
2000/11/06	8.4	1	1.0	1	669.0	10	0.16	1	3.3	中度污染	--
2000/12/07	9.1	1	1.0	1	120.0	10	0.03	1	3.3	中度污染	--
2001/01/03	10.0	1	1.4	1	20.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2001/02/13	8.8	1	1.6	1	1275.0	10	0.14	1	3.3	中度污染	--
2001/03/06	9.6	1	0.7	1	52.0	6	0.07	1	2.3	輕度污染	--
2001/04/03	9.0	1	1.4	1	129.0	10	0.27	1	3.3	中度污染	--
2001/05/24	8.6	1	1.3	1	482.0	10	<0.01	1	3.3	中度污染	--
2001/06/08	8.5	1	0.4	1	382.0	10	0.26	1	3.3	中度污染	--
2001/07/06	7.9	1	0.9	1	287.0	10	0.17	1	3.3	中度污染	--
2001/08/23	7.8	1	1.9	1	346.0	10	0.33	1	3.3	中度污染	--
2001/09/25	8.8	1	2.1	1	507.0	10	0.24	1	3.3	中度污染	--
2001/10/16	8.3	1	1.0	1	51.0	6	0.03	1	2.3	輕度污染	--
2001/11/15	8.6	1	0.3	1	41.0	3	0.17	1	1.5	未(稍)受污染	--
2001/12/11	8.1	1	0.3	1	33.0	3	<0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

表 6-2-12 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(3/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2002/01/23	7.0	1	1.7	1	105.0	10	0.72	3	3.8	中度污染	--
2002/02/20	7.8	1	<1	1	7.6	1	0.11	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/03/12	7.8	1	1.6	1	4.6	1	0.15	1	1.0	未(稍)受污染	0.040
2002/04/09	7.6	1	<1	1	7.5	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/05/13	8.1	1	<1	1	<3	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/06/11	7.7	1	<1	1	<3	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.016
2002/07/20	5.8	3	2.0	1	146.0	10	0.07	1	3.8	中度污染	--
2002/08/19	8.4	1	<1	1	12.2	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/09/17	5.6	3	3.1	3	204.0	10	0.04	1	4.3	中度污染	0.026
2002/10/02	7.2	1	<1	1	7.6	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/11/04	8.4	1	<1	1	3.3	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2002/12/04	8.2	1	1.6	1	5.9	1	0.11	1	1.0	未(稍)受污染	0.023
2003/01/06	7.6	1	2.1	1	10.5	1	0.15	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/02/06	9.0	1	<1	1	<3	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/03/04	8.6	1	1.5	1	4.3	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.059
2003/04/02	9.0	1	<1	1	7.9	1	0.07	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/05/06	8.4	1	<1	1	<3	1	0.24	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/06/05	8.7	1	<1	1	<3	1	0.11	1	1.0	未(稍)受污染	0.029
2003/07/04	8.2	1	<1	1	<3	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/08/04	7.3	1	<1	1	4.0	1	0.42	1	1.0	未(稍)受污染	--
2003/09/03	6.3	3	<1	1	70.8	6	0.05	1	2.8	輕度污染	0.049
2003/10/02	6.2	3	<1	1	4.2	1	0.25	1	1.5	未(稍)受污染	--
2003/11/03	6.2	3	<1	1	3.4	1	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
2003/12/03	8.8	1	<1	1	5.9	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.056
2004/01/05	8.0	1	2.1	1	37.6	3	0.10	1	1.5	未(稍)受污染	--
2004/02/04	9.6	1	<1	1	14.0	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	--
2004/03/13	8.6	1	<1	1	7.0	1	<0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.020
2004/04/15	8.4	1	<1	1	3.4	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
2004/05/05	8.4	1	<1	1	10.8	1	0.12	1	1.0	未(稍)受污染	--
2004/06/08	8.5	1	<1	1	5.2	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	0.018
2004/07/24	9.1	1	<1	1	470.0	10	0.09	1	3.3	中度污染	--
2004/08/09	7.9	1	<1	1	39.2	3	0.08	1	1.5	未(稍)受污染	--
2004/09/11	9.2	1	3.6	3	1620.0	10	0.09	1	3.8	中度污染	0.012
2004/10/09	8.3	1	2.0	1	158.0	10	0.08	1	3.3	中度污染	--
2004/11/05	8.1	1	3.1	3	107.0	10	0.13	1	3.8	中度污染	--
2004/12/11	7.4	1	2.0	1	311.0	10	0.04	1	3.3	中度污染	0.055
2005/01/29	9.0	1	<1	1	1.0	1	<0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2005/02/15	8.5	1	<1	1	7.2	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2005/03/08	10.2	1	2.1	1	1750.0	10	0.07	1	3.3	中度污染	0.217
2005/04/07	8.7	1	2.9	1	264.0	10	0.05	1	3.3	中度污染	--
2005/05/03	8.5	1	1.1	1	104.0	10	0.12	1	3.3	中度污染	--
2005/06/02	8.5	1	1.8	1	81.6	6	<0.02	1	2.3	輕度污染	0.183
2005/07/06	8.1	1	2.5	1	17.5	1	<0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2005/08/03	8.1	1	2.0	1	342.0	10	<0.02	1	3.3	中度污染	--
2005/09/06	8.8	1	2.9	1	2760.0	10	0.10	1	3.3	中度污染	1.000
2005/10/07	8.1	1	1.2	1	65.8	6	0.12	1	2.3	輕度污染	--
2005/11/10	8.9	1	1.7	1	5.8	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2005/12/07	8.5	1	<1.0	1	14.6	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.057

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

表 6-2-13 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(4/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2006/01/12	8.9	1	1.4	1	8.4	1	0.11	1	1.0	未(稍)受污染	--
2006/02/09	9.3	1	<1.0	1	41.7	3	0.05	1	1.5	未(稍)受污染	--
2006/03/08	9.1	1	<1.0	1	3.2	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.053
2006/04/06	7.6	1	<1.0	1	370.0	10	0.05	1	3.3	中度污染	--
2006/05/10	8.7	1	4.2	3	594.0	10	0.12	1	3.8	中度污染	--
2006/06/15	8.9	1	3.0	1	1460.0	10	0.10	1	3.3	中度污染	0.015
2006/07/07	8.5	1	<1.0	1	36.3	3	0.05	1	1.5	未(稍)受污染	--
2006/08/04	9.6	1	<1.0	1	15.7	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2006/09/06	8.0	1	1.4	1	12.7	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	0.010
2006/10/11	8.2	1	<1.0	1	3.5	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2006/11/07	8.9	1	<1.0	1	8.2	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2006/12/04	12.2	1	<1.0	1	4.1	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	0.023
2007/01/02	9.5	1	<1.0	1	3.4	1	0.07	1	1.0	未(稍)受污染	--
2007/02/07	10.0	1	<1.0	1	<1.0	1	0.07	1	1.0	未(稍)受污染	--
2007/03/09	9.1	1	1.3	1	241.0	10	0.04	1	3.3	中度污染	0.327
2007/04/12	9.2	1	1.1	1	336.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	--
2007/05/09	8.4	1	<1.0	1	58.4	6	0.02	1	2.3	輕度污染	--
2007/06/13	8.8	1	<1.0	1	1270.0	10	0.07	1	3.3	中度污染	0.022
2007/07/02	8.4	1	<1.0	1	24.3	3	0.04	1	1.5	未(稍)受污染	--
2007/08/03	8.0	1	<1.0	1	16.5	1	0.07	1	1.0	未(稍)受污染	--
2007/09/05	8.1	1	<1.0	1	13.8	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.017
2007/10/03	8.2	1	<1.0	1	83.4	6	0.07	1	2.3	輕度污染	--
2007/11/05	8.8	1	1.4	1	12.3	1	0.07	1	1.0	未(稍)受污染	--
2007/12/05	9.2	1	<1.0	1	1.7	1	0.13	1	1.0	未(稍)受污染	0.017
2008/01/04	9.3	1	<1.0	1	2.2	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2008/02/14	9.6	1	<1.0	1	10.0	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2008/03/05	9.4	1	<1.0	1	2.7	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.038
2008/04/09	8.6	1	<1.0	1	33.5	3	0.06	1	1.5	未(稍)受污染	--
2008/05/12	8.3	1	1.9	1	86.7	6	0.03	1	2.3	輕度污染	--
2008/06/10	8.2	1	<1.0	1	11.9	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.057
2008/07/03	8.1	1	<1.0	1	8.7	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2008/08/06	8.0	1	<1.0	1	36.4	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
2008/09/04	7.6	1	<1.0	1	3.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.041
2008/10/08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2008/11/05	9.2	1	<1.0	1	1.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2008/12/03	9.3	1	<1.0	1	1.7	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	0.021
2009/01/07	9.5	1	1.2	1	1.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/02/04	8.9	1	<1.0	1	10.2	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/03/04	8.5	1	<1.0	1	3.2	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.011
2009/04/03	9.0	1	<1.0	1	6.6	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/05/06	8.4	1	<1.0	1	28.2	3	0.02	1	1.5	未(稍)受污染	--
2009/06/08	7.4	1	<1.0	1	29.0	3	0.04	1	1.5	未(稍)受污染	0.076
2009/07/03	8.6	1	<1.0	1	8.8	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/08/05	7.5	1	<1.0	1	19.1	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/09/03	8.0	1	<1.0	1	30.4	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	0.091
2009/10/05	8.1	1	<1.0	1	11.8	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/11/04	8.8	1	<1.0	1	5.9	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2009/12/03	9.4	1	<1.0	1	2.0	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.016

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

表 6-2-14 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(5/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2010/01/06	9.2	1	<1.0	1	17.7	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/02/03	9.1	1	<1.0	1	168.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	--
2010/03/04	9.0	1	<1.0	1	9.9	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.013
2010/04/06	8.7	1	<1.0	1	16.6	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/05/05	8.7	1	<1.0	1	19.4	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/06/09	8.5	1	<1.0	1	33.0	3	0.02	1	1.5	未(稍)受污染	0.042
2010/07/05	8.2	1	<1.0	1	9.8	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/08/05	8.0	1	<1.0	1	27.2	3	<0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--
2010/09/07	8.0	1	<1.0	1	4.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.025
2010/10/05	8.3	1	<1.0	1	1.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/11/04	8.7	1	<1.0	1	1.0	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2010/12/03	8.7	1	<1.0	1	1.0	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	0.016
2011/01/14	8.7	1	1.7	1	19.6	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2011/02/10	9.0	1	<1.0	1	1.3	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2011/03/03	8.6	1	1.0	1	37.9	3	0.01	1	1.5	未(稍)受污染	0.067
2011/04/07	8.6	1	<1.0	1	41.2	3	0.02	1	1.5	未(稍)受污染	--
2011/05/04	7.9	1	<1.0	1	19.6	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2011/06/03	8.3	1	<1.0	1	19.4	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.050
2011/07/02	8.1	1	<1.0	1	28.3	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
2011/08/03	8.2	1	<1.0	1	2.8	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2011/09/01	8.4	1	<1.0	1	12.4	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.022
2011/10/05	8.1	1	<1.0	1	30.7	3	0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--
2011/11/03	8.6	1	<1.0	1	2.8	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2011/12/07	9.0	1	<1.0	1	8.4	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	<0.002
2012/01/04	9.1	1	1.9	1	3.9	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2012/02/03	9.2	1	<1.0	1	2.6	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2012/03/03	9.1	1	<1.0	1	21.6	3	<0.01	1	1.5	未(稍)受污染	0.003
2012/04/05	9.0	1	<1.0	1	2.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2012/05/04	8.6	1	<1.0	1	258.0	10	0.01	1	3.3	中度污染	--
2012/06/06	8.3	1	<1.0	1	13.3	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.014
2012/07/03	8.3	1	<1.0	1	57.8	6	0.02	1	2.3	輕度污染	--
2012/08/08	8.6	1	<1.0	1	1310.0	10	0.03	1	3.3	中度污染	--
2012/09/06	8.2	1	<1.0	1	16.2	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.019
2012/10/04	8.6	1	<1.0	1	3.3	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2012/11/06	9.0	1	<1.0	1	2.1	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2012/12/06	9.3	1	<1.0	1	921.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	0.149
2013/01/09	9.4	1	<1.0	1	373.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	--
2013/02/20	9.1	1	<1.0	1	2.3	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2013/03/05	8.6	1	<1.0	1	2.0	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.007
2013/04/02	8.4	1	<1.0	1	20.9	3	<0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--
2013/05/07	8.6	1	<1.0	1	22.2	3	0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--
2013/06/04	8.2	1	<1.0	1	3.9	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.012
2013/07/02	8.0	1	<1.0	1	1.8	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2013/08/02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2013/09/17	8.2	1	<1.0	1	35.0	3	0.04	1	1.5	未(稍)受污染	0.021
2013/10/21	8.2	1	<1.0	1	60.0	6	0.02	1	2.3	輕度污染	--
2013/11/04	8.6	1	<1.0	1	6.6	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2013/12/04	9.5	1	<1.0	1	3.4	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.004

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

表 6-2-15 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(6/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2014/01/08	9.6	1	<1.0	1	13.8	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/02/06	8.9	1	<1.0	1	2.7	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/03/05	9.1	1	<1.0	1	7.6	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.037
2014/04/02	8.7	1	<1.0	1	13.8	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/05/07	8.8	1	2.1	1	2060.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	--
2014/06/05	8.5	1	<1.0	1	31.0	3	0.01	1	1.5	未(稍)受污染	0.004
2014/07/02	8.3	1	<1.0	1	7.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/08/08	8.0	1	<1.0	1	10.9	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/09/04	7.9	1	<1.0	1	29.8	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	0.084
2014/10/03	8.2	1	<1.0	1	9.5	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/11/05	8.4	1	<1.0	1	12.5	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2014/12/03	8.7	1	1.2	1	4.2	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.018
2015/01/07	9.1	1	<1.0	1	15.5	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/02/03	9.3	1	<1.0	1	3.1	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/03/03	8.6	1	<1.0	1	14.0	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.025
2015/04/02	8.5	1	<1.0	1	14.7	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/05/07	8.3	1	<1.0	1	61.0	6	0.02	1	2.3	輕度污染	--
2015/06/02	8.4	1	<1.0	1	82.5	6	0.05	1	2.3	輕度污染	0.102
2015/07/02	7.9	1	<1.0	1	3.0	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/08/04	8.0	1	<1.0	1	5.4	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/09/04	8.5	1	<1.0	1	128.0	10	0.02	1	3.3	中度污染	0.406
2015/10/01	8.9	1	<1.0	1	2650.0	10	0.06	1	3.3	中度污染	--
2015/11/03	8.6	1	<1.0	1	5.5	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2015/12/03	9.3	1	<1.0	1	2.9	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.011
2016/01/08	8.0	1	5.0	6	37.0	3	0.03	1	2.8	輕度污染	--
2016/02/17	9.6	1	<1.0	1	7.5	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/03/03	9.8	1	<1.0	1	12.7	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.046
2016/04/07	8.4	1	<1.0	1	3.2	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/05/09	8.4	1	<1.0	1	3.6	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/06/03	8.6	1	<1.0	1	7.8	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	0.019
2016/07/06	8.4	1	1.4	1	3.6	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/08/04	7.7	1	<1.0	1	4.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/09/06	8.2	1	<1.0	1	2.2	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.026
2016/10/05	8.4	1	1.4	1	154.0	10	0.05	1	3.3	中度污染	--
2016/11/03	8.8	1	<1.0	1	2.7	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2016/12/06	8.8	1	<1.0	1	4.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	0.026
2017/01/05	8.8	1	<1.0	1	2.6	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	--
2017/02/09	9.5	1	<1.0	1	2.0	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--
2017/03/06	9.0	1	<1.0	1	20.1	3	0.04	1	1.5	未(稍)受污染	0.077
2017/04/10	8.7	1	<1.0	1	8.9	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2017/05/04	8.6	1	<1.0	1	34.2	3	0.03	1	1.5	未(稍)受污染	--
2017/06/13	8.6	1	1.8	1	324.0	10	0.04	1	3.3	中度污染	0.100
2017/07/06	8.4	1	2.9	1	117.0	10	0.03	1	3.3	中度污染	--
2017/08/03	8.6	1	<1.0	1	160.0	10	0.05	1	3.3	中度污染	--
2017/09/04	8.2	1	<1.0	1	2.4	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	0.014
2017/10/05	8.4	1	<1.0	1	2.2	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2017/11/03	8.8	1	1.2	1	7.1	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	0.018
2017/12/05	9.6	1	<1.0	1	5.2	1	0.03	1	1.0	未(稍)受污染	--

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

表 6-2-16 白布帆大橋河川水質測站 RPI 分析結果表(7/7)

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2018/1/4	9.2	1	<1.0	1	4	1	0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.011
2018/2/6	10.2	1	<1.0	1	5.8	1	0.02	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/3/7	8.9	1	2	1	202	10	0.04	1	3.3	中度污染	--
2018/4/2	8.6	1	<1.0	1	9.3	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	0.021
2018/5/11	8.5	1	1.4	1	5.9	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/6/1	8.1	1	<1.0	1	6.3	1	0.06	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/7/6	8.5	1	<1.0	1	11.2	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	0.024
2018/8/1	8.0	1	<1.0	1	9.2	1	0.04	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/9/7	8.1	1	<1.0	1	7.3	1	0.05	1	1.0	未(稍)受污染	--

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理

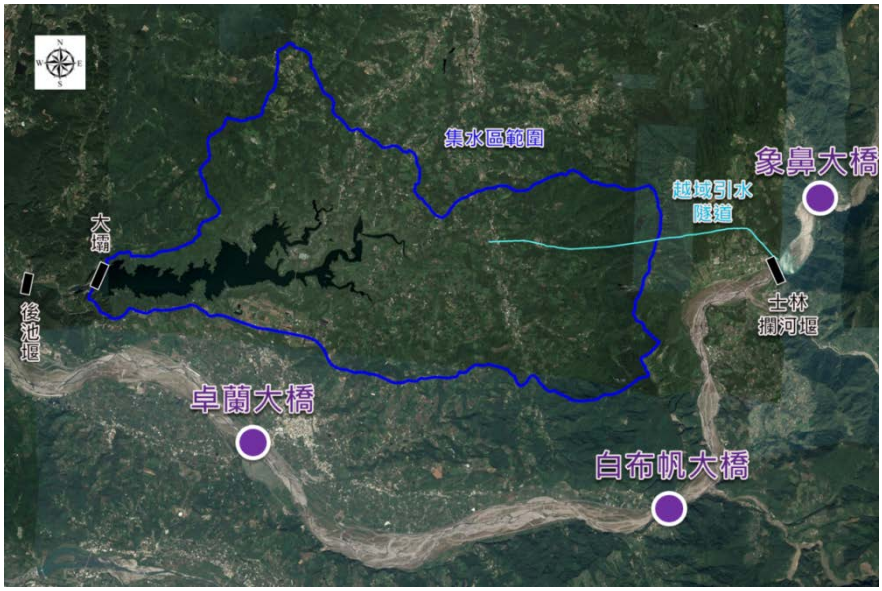
(二)象鼻大橋測站水質分析

由分析結果(詳表6-2-17)，象鼻站大橋測站RPI指標呈未(稍)受污染，除8、9月份懸浮固體略有提升外，各水質項目均屬未(稍)受污染，且2次總磷檢測結果均達成甲類水體標準，顯示象鼻大橋以上河段之水質未有顯著之污染源產生。

表 6-2-17 象鼻大橋河川水質測站 RPI 分析結果表

採樣日期	溶氧量(mg/L)		生化需氧量(mg/L)		懸浮固體(mg/L)		氨氮(mg/L)		RPI		總磷
	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	檢測值	點數	積分	污染程度	(mg/l)
2018/4/2	9.2	1	<1.0	1	2	1	<0.01	1	1.0	未(稍)受污染	0.02
2018/5/11	8.7	1	1.6	1	8.1	1	0.09	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/6/1	8.3	1	<1.0	1	1.5	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	--
2018/7/6	8.6	1	<1.0	1	12.8	1	0.08	1	1.0	未(稍)受污染	0.019
2018/8/1	8.1	1	<1.0	1	20.8	3	<0.01	1	1.5	未(稍)受污染	--
2018/9/7	8.5	1	<1.0	1	41.1	3	0.07	1	1.5	未(稍)受污染	--

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析整理



資料來源：行政院環保署及本計畫繪製

圖 6-2-10 大安溪河川水質測站分佈圖

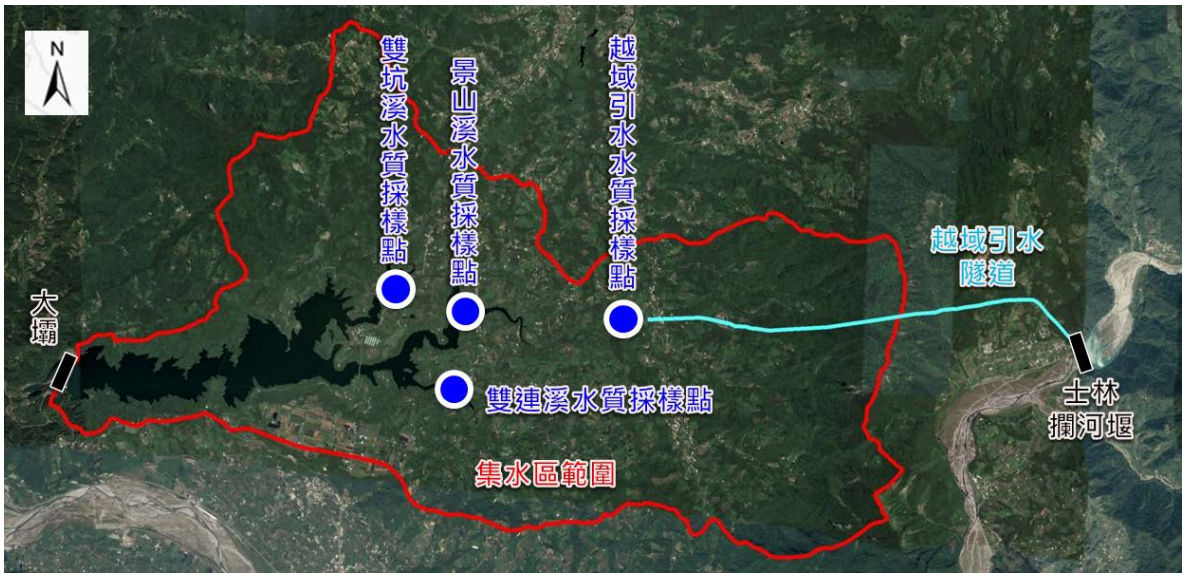
6-2-3 鯉魚潭水庫河川水質採樣分析

為探討鯉魚潭水庫集水區主要水質污染來源，本計畫將於計畫區集水區內之雙坑溪、景山溪及雙連溪等三大主流及越域引水出口等4處設置河川水質採樣站(詳圖6-2-7)，因在集水區三大主流內設置樣站可清楚了解各流域內之污染變化，於越域引水出口設置樣站可了解大安溪之水質對於庫區水質之影響。針對氫離子濃度指數(pH)、導電度、溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、氨氮及總磷等項目，進行2次之河川水質採樣及分析工作，配合環保署採樣時間及豐、枯水期，第一次採樣於107年5月14日完成，第二次採樣於107年9月6日完成。另於107年8月29日完成庫區農藥採樣，藉各項水質監測瞭解集水區之污染來源，並制定相關對策。

一、水質檢測項目及定義

1.氫離子濃度指數(pH)

氫離子濃度指數係指水中氫離子濃度倒數的對數值，一般自然水之pH值多在中性或略鹼性範圍，若水受到工業廢水或礦場廢水污染時，其pH值可能產生明顯的變化，pH值會影響生物的生長、物質的沈澱與溶解、水及廢水的處理等，整體而言，影響水中氫離子濃度指數的因素包括大氣中的二氧化碳、自然界的有機酸、土壤礦層特性、藻類的光合作用及細菌的生化反應等，此外農民使用農藥、肥料或降雨挾帶之酸性沈降物均會對酸鹼值造成影響。



資料來源：本計畫繪製

圖 6-2-11 鯉魚潭水庫河川水質測站分佈圖

2.導電度

表示水傳導電流能力，導電度與水中離子總濃度、移動性、價數、相對濃度及水溫等有關，通常導電度愈高，表示水中電解質含量較多，由於大部分鹽類都可電離，因此導電度也可表示水中總溶解固體的多寡，導電度太高對灌溉有不良的影響，因此導電度為灌溉水質之重要指標項目之一。

3.溶氧量(DO)

溶氧係指溶解於水中的氧量，為評估水體品質的重要指標項目之一，水中溶氧可能來自大氣的溶解、人為的曝氣及水生植物的光合作用，氧在水中溶氧度有限，實際水中的溶氧受到水溫、水中微生物和生物的多寡等因素控制，變動範圍大。水若受到有機物質污染，則水中微生物在分解有機物時會消耗水中的溶氧，而造成水中溶氧降低甚至呈缺氧狀態。

4.生化需氧量(BOD)

生化需氧量是河川有機污染最重要且簡單的指標值，是指在好氧條件下，水中有機物被微生物作用進行氧化分解，在一定期間內所消耗溶解氧量，其值大小間接表示水中可被好氧性微生物氧化分解的有機物量。生化需氧量可表示水中生物可分解的有機物含量，間接也表示了水體受有機物污染的程度，生化需氧量愈高的廢水排入河川後，愈容易造成河川溶氧的降低。

5.懸浮固體(SS)

懸浮固體係指水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，這些顆粒一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會阻礙光在水中的穿透，其對水中生物影響與濁度相類似；懸浮固體若沉積於河床，則會阻礙水流，若沉積於水庫庫區，則可能減少水庫的蓄水空間。

6.氨氮值(NH_3-N)

含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體之分解，分解時先形成胺基酸，再依氨氮、亞硝酸鹽氮及硝酸鹽氮程序而漸次穩定。因此當水體中存在氨氮可表示該水體受污染時間較短。

7.總磷(TP)

係由正磷酸鹽、聚(焦)磷酸鹽及有機磷所組成，水中的磷幾乎全部以磷酸鹽(phosphate)型式存在，為構成土壤養分及動植物原生質的要素。磷是植物生長的重要養分，當過量的磷進入水體，將造成藻類大量繁殖及死亡，並會因其腐敗分解大量耗氧，導致水中溶氧耗盡，形成優養化現象。

二、調查方法

水質分析方法部分，依據行政院環保署「地面水體分類及水質標準」、「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」等相關規定，並依環境檢驗所公告之標準方法(NIEA)進行檢測，相關數據品質目標彙整於表6-2-18所示。

1.水質採樣

(1)採樣流程

現場採樣程序如下：

A.到達現場後，首先確認地點。

B.照相存檔並準備該點之樣品容器。

C.打開各採集儀器及準備進行採集水樣。

D.現場檢測項目水樣採集後並同時進行測量及記錄。

E.水樣之樣品分裝。

F.樣品加藥保存與清點冷藏。

G.填寫採樣記錄。

表 6-2-18 各檢測類樣品之檢測項目品保目標

分析項目		檢測方法	方法偵測極限	儀器偵測極限	重覆分析(相對百分偏差)	查核回收率%	添加回收率%
水質	pH	NIEA W424.52A	—	0.01	—	—	—
	導電度	NIEA W203.51B	—	—	—	—	—
	溶氧量	NIEA W455.52C	—	—	—	—	—
	生化需氧量	NIEA W510.55B	1.0 mg/L	—	20%	100±20	100±20
	懸浮固體	NIEA W210.58A	2.50 mg/L	—	10%	—	—
	氨氮	NIEA W448.51B	0.013 mg/L	—	20%	100±20	100±15
	總磷	NIEA W427.53B	0.006 mg/L	—	15%	100±20	

(2)採樣方法

地面水水質採樣方法均依環保署公告河川、湖泊及水庫採樣法

（NIEA W104.51C）規定辦理之。

(3)採樣前之準備與規劃

A.樣品容器洗滌

a.酚類、油脂類樣品瓶洗滌：

1000毫升褐色玻璃瓶附瓶塞，先以無磷清潔劑浸泡，清洗除去油質或有機物後，以自來水沖淨直至無清潔劑存在，最後以去離子水沖洗，並置入110±5℃烘箱內烘乾。

b.無機分析樣品瓶洗滌：

聚乙烯塑膠瓶(PE)附螺旋蓋，先以無磷清潔劑清洗去油質或有機物，以自來水沖淨直至無清潔劑存在，再以硝酸(氨氮用瓶以稀硫酸)浸泡10分鐘以上，以自來水沖淨，再以去離子水沖洗，晾乾備用。

B.樣品標示

採樣前，應於樣品容器上黏貼標籤，標籤上應填寫之項目有：a.計畫名稱；b.專案編號；c.採樣日期；d.採樣點編號；e.裝瓶代號；f.保存條件；g.分析項目。

C.採樣記錄

每次採樣務必填寫現場採樣記錄，採樣記錄內容應包括專案編號、採樣日期、時間、客戶名稱、採樣地址、採樣點、採樣方式、採樣種類、氣溫、天候、水溫、pH、分析項目、樣品保存方式、採樣人員簽名。

D.樣品保存

樣品保存原則採立即分裝保存方式處理，即採樣員於採樣完成後即進行現場分裝作業，而水質檢驗常因各種成份混存而相互影響分析結果。因此，在環保署公告之檢驗方法中，均明訂各檢驗項目之樣品保存方法與期限，本檢驗室各許可項目的樣品保存，均依照表3-20之保存方法一覽表，待檢驗人員分析完成後，樣品繼續保存14天，若無特殊需求，即由檢驗人員清理並予廢棄之。

E.樣品運送

採樣負責人於現場樣品分裝、保存完畢後，仔細清點檢查樣品

無誤後，將樣品置入4℃以下之保溫箱中，同時亦需檢查與填寫採樣記錄表伴隨樣品整批運回實驗室。採樣負責人與樣品運送人員需特別注意所有樣品於運抵實驗室之時間，以確保樣品皆能達到保存期限要求(例如溶氧以不超過8小時)，由實驗室樣品管理員接收。樣品在運送過程中，須放置於冰箱或保麗龍箱中，並放入冷媒或冰塊，以維持正常之樣品保存條件。

2.水質檢測

分析方法主要以行政院環保署環境檢驗所公告之方法為主，各種檢驗分析項目應進行之空白、重複、查核以及添加分析等品管措施，均依照NIEA PA-104環境檢驗室品管分析執行指引內規定來執行。分析人員進行各項分析工作前，應先查閱樣品登錄本以及原始記錄，確認那些樣品進行何種分析後，方可取樣分析。同時應注意樣品自冷藏庫取出後，應依參考方法之規定進行分析。經前處理後之樣品，不得再置回冷藏庫，避免交互干擾，當分析數據與查核發現疑問時，應重新檢視原樣品，前處理後樣品(蒸餾、萃取或過濾等)及分析後樣品，由分析主管會同檢測人員進行異常分析，異常分析結果，應記錄於工作記錄簿。實驗室之每一位分析人員，在進行分析時必須將整個實驗過程記錄於原始記錄簿，其記載內容從使用藥品、稀釋之步驟到分析結果都有一致的規定。

表 6-2-19 本計畫各檢測類樣品之保存方法一覽表

檢測類別	檢測項目	採樣介質或需要體積量	樣品保存容器	保存方法	最長保存期限
水質	pH	300mL	玻璃或塑膠瓶	無特殊規定。	立刻分析 現場測定
	導電度	500 mL	塑膠瓶	以 0.45μm 之濾膜過濾後，以 4℃冷藏並避免與空氣接觸。	—
	溶氧(DO)	300 mL	BOD 瓶	—	立刻分析 現場測定
	生化需氧量	1,000 mL	玻璃或塑膠瓶	暗處，4℃冷藏	48 小時
	懸浮固體	500 mL	玻璃或塑膠瓶	暗處，4℃冷藏。	7 天
	氨氮	500 mL	玻璃或塑膠瓶	加硫酸使水樣之 pH＜2，暗處，4℃冷藏。水樣中含有餘氯，則應於採樣現場加入去氯試劑	7 天
	總磷	100 mL	以 1+1 熱鹽酸洗淨之玻璃瓶	加硫酸使水樣 pH < 2，暗處，4℃冷藏	7 天（若為檢測正磷酸鹽，則無須添加硫酸，須於 48 小時內進行檢測）

三、採樣結果與討論

本計畫於計畫區集水區內雙坑溪、景山溪及雙連溪等三大支流及越域引水出口等4處進行水質採樣，四樣站各項水質項目除09/06雙連溪總磷為0.052mg/L與雙坑溪BOD為4.1mg/L未達乙類標準外，其餘水質檢測項目皆在甲類或乙類標準內。

於pH可得知四處採樣點水質中性偏鹼，除09/06之雙坑溪、景山溪及雙連溪三測站稍微超過甲類水體標準，其餘均可符合甲類水體標準。導電度值介於300~400μmhos/cm間，與一般自來水之導電值300μmhos/cm相近。懸浮固體量除越域引水出口於09/06之檢測值為31.1mg/L較高屬丙類水體外，其餘均小於10mg/L符合甲類水體標準。溶氧、氨氮皆符合甲類水體標準。BOD值於越域引水出口於兩次檢測值皆小於檢測極限值，而其餘三處樣站，於05/14檢測值介於1.1～1.7mg/L間符合乙類水體標準；而09/06除景山溪及雙連溪兩測站分別為3.3mg/L及3.6mg/L屬丙類水體，而雙坑溪為4.1mg/L不符丙類水體標準。總磷值除09/06雙連溪之總磷到達0.052mg/L不符乙類水體標準外，其餘皆低於0.05mg/L，符合乙類水體標準。而濁度較高者為09/06越域引水出口之檢測值為18NTU，因懸浮固體量較高所導致，其餘皆接近5NTU，與再生水水質標準(5NTU)一致。兩次水質採樣結果顯示集水區內枯水期之水質優於豐水期之水質，原因為累積之污染物尚未被降雨沖刷進河川內而導致。

將越域引水出口之水質分析值與環保署今年新設於象鼻大橋之水質測站比較，兩者除懸浮固體外皆屬於甲類水體，水質良好。

表 6-2-20 地面水體分類保護生活環境相關環境基準

分級	基準值						
	氫離子濃度指數(pH)	溶氧量(DO)	生化需氧量(BOD)	懸浮固體(SS)	大腸桿菌群	氨氮(NH_3-N)	總磷(TP)
甲	6.5-8.5	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 個以下	0.1 以下	0.02 以下
乙	6.0-9.0	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 個以下	0.3 以下	0.05 以下
丙	6.0-9.0	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 個以下	0.3 以下	—
丁	6.0-9.0	3 以上	—	100 以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2 以上	—	無漂浮物且無油污	—	—	—

備註：保護生活環境相關環境基準，各項基準值單位如下：

1.氫離子濃度指數：無單位。

2.大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數。

3.其餘：毫克/公升。

資料來源：行政院環境保護署/水污染防治法規/地面水體分類及標準。

表 6-2-21 本計畫水質採樣分析結果(107/05/14)

採樣樣站	雙坑溪	景山溪	雙連溪	越域引水出口
pH	8.5	7.8	8.7	8.1
導電度（μmhos/cm）	335	338	322	379
溶氧 (mg/L)	7.6	7.6	8.0	7.8
懸浮固體量 (mg/L)	4.5	6.6	9.6	3.7
生化需氧量 (mg/L)	1.2	1.1	1.7	N.D.
氨氮 (mg/L)	<0.07(<QDL)	<0.07(<QDL)	<0.07(<QDL)	<0.07(<QDL)
總磷 (mg/L)	0.047	0.013	0.016	<0.011(<QDL)
濁度 (NTU)	3.3	3.7	5.1	2.6
水體水質分類	乙	乙	乙	甲

備註：小於方法偵測極限(MDL)時皆以 N.D.值(N.D.<MDL)方式表示；若小於定量極限，而大於 MDL 時，則以“<QDL 之數值”顯示，並於備註欄內註明小於定量極限值(<QDL)。

備註：灰色背景代表高於甲類水體之檢測值。

表 6-2-22 本計畫水質採樣分析結果(107/09/06)

採樣樣站	雙坑溪	景山溪	雙連溪	越域引水出口
pH	8.8	9.0	8.8	7.0
導電度（μmhos/cm）	308.0	299.0	312.0	330.0
溶氧 (mg/L)	7.5	7.5	7.6	8.6
懸浮固體量 (mg/L)	6.4	5.7	5.9	31.1
生化需氧量 (mg/L)	4.1	3.3	3.6	N.D.
氨氮 (mg/L)	<0.08(<QDL)	<0.08(<QDL)	<0.08(<QDL)	<0.08(<QDL)
總磷 (mg/L)	0.037	0.026	0.052	0.024
濁度 (NTU)	5.5	4.0	5.0	18.0
水體水質分類	乙	乙	乙	乙

備註：小於方法偵測極限(MDL)時皆以 N.D.值(N.D.<MDL)方式表示；若小於定量極限，而大於 MDL 時，則以“<QDL 之數值”顯示，並於備註欄內註明小於定量極限值(<QDL)。
備註：灰色背景代表高於甲類水體之檢測值。

6-2-4 鯉魚潭水庫原水農藥含量採樣分析

根據地面水體分類及水質標準第三條之附表二 保護人體健康相關環境基準中之各農藥項目進行檢測。本次採樣地點位於庫區(227890.96,2692780.04)，分析成果如表6-2-23，各項農藥檢測皆低於方法偵測極限，低於公告之基準值。

表 6-2-23 本計畫農藥水質採樣分析結果

	分析項目	檢測值
總有機磷劑	巴拉松	ND<0.000613
	大利松	ND<0.000453
	達馬松	ND<0.000374
	亞素靈	ND<0.000721
	一品松	ND<0.000553
	陶斯松	ND<0.000614
總胺基甲酸鹽	滅必蝨	ND<0.00010
	加保扶	ND<0.00011
	加保扶代謝物	ND<0.00009
	加保扶總量	ND
	納乃得	ND<0.00010
安特靈		ND<0.000002
靈丹		ND<0.000002
毒殺芬		ND<0.00060
安殺番	α安殺番	ND<0.000002
	β安殺番	ND<0.000002
飛佈達及其衍生物	飛佈達	ND<0.000002
	環氧飛佈達	ND<0.000002
滴滴涕及其衍生物(DDT、DDD、DDE)	DDD	ND<0.000002
	DDE	ND<0.000002
	DDT	ND<0.000002
阿特靈		ND<0.000002
地特靈		ND<0.000002
五氯酚及其鹽類		ND<0.00064
除草劑（丁基拉草、巴拉刈、2、4－地）	丁基拉草	ND<0.000062
	2、4－地	ND<0.000012
	巴拉刈	ND<0.00024

6-3 水質環境健檢

水質環境健檢指標包含了CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢，說明如下。

表 6-3-1 水質環境健檢指標與計算方式

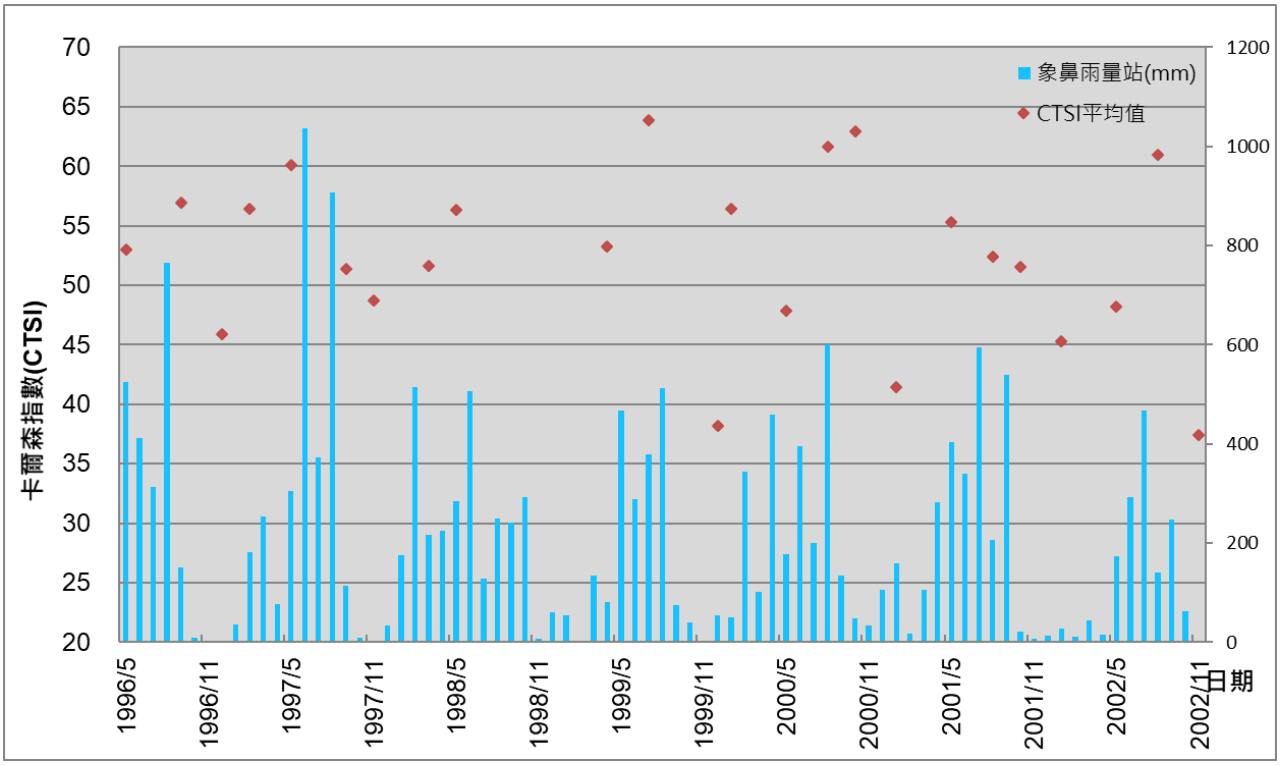
健檢指標	評估目的	計算方法	資料來源
CTSI	評估水質優養化或污染情形及變化趨勢，研判劣化情形	卡爾森優養指數	環保署全國環境水質監測資訊網
點源污染處理率	由點源污染處理率，反應點源污染處理狀況	(生活污水總量÷污水處理總量)×100%	內政部營建署鄉鎮戶政事務所
農業非點源污染潛勢	由農地分佈狀況及面積，評估非點源污染生產潛勢	農地面積x單位面積污染生產量	土地利用

資料來源：本計畫整理

一、CTSI

環保署對於水庫水質的監測指標以卡爾森優養指數(CTSI)來表示，而河川則採用河川污染指標(RPI)來表示，CTSI主要由水中透明度、葉綠素a及總磷濃度計算而得，一旦水中含砂濃度或浮游植物上升，則水中透明度便會下降，且附著於土壤顆粒表面之吸附磷亦會一併進入水體中，致使總磷濃度隨之上升，造成CTSI上升；RPI則是由水中溶氧量、生化需氧量、懸浮固體及氨氮來決定，如前所述，若水中泥砂濃度上升，則懸浮固體(SS)濃度便可能影響RPI值。因此由歷年的CTSI或RPI變化趨勢，可以據此研判水質是否有劣化的情形。

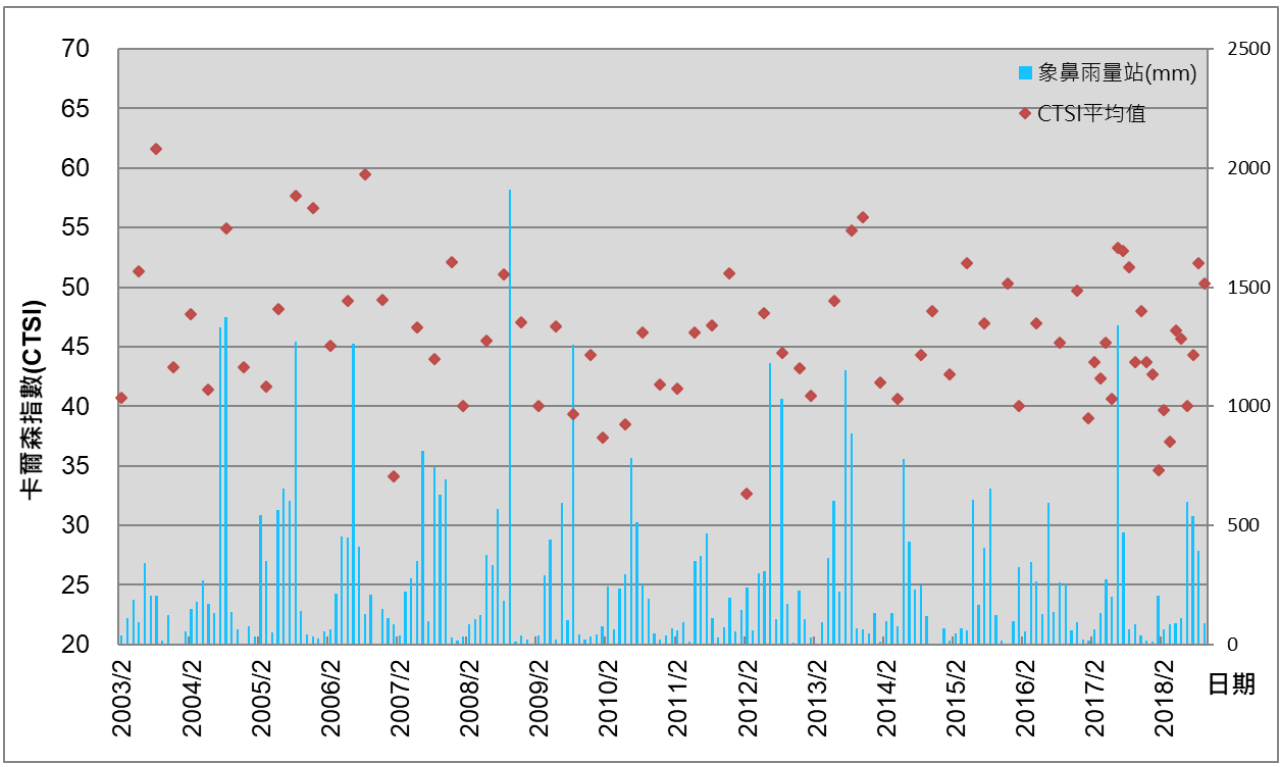
本計畫以3個測站之CTSI平均值為因變數，以對應之採樣時間為X軸求其皮爾森相關係數，越域引水前其相關係數為0.18，呈正相關；越域引水後其相關係數為-0.19，呈負相關。且由圖6-3-1可看出越域引水前鯉魚潭CTSI呈上升趨勢；圖6-3-2可看出鯉魚潭CTSI呈下降趨勢，且由圖6-3-3可知環保署三測站之CTSI值平均後可發現超標率在引水後明顯降低，顯示水庫越域引水後優養化情形有逐漸獲得改善，且CTSI變化大致與每年降雨豐枯水期之趨勢一致。



註：資料時間為 1994/12~2002/12(越域引水前)

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析繪製

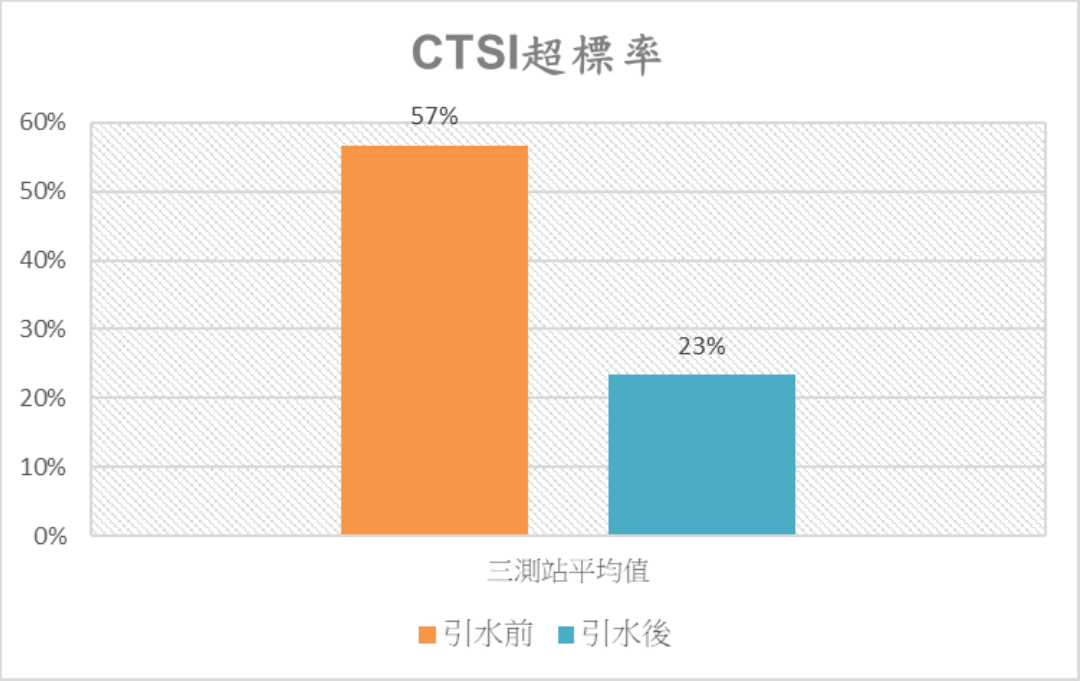
圖 6-3-1 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)歷年變化趨勢圖(越域引水前)



註：資料時間為 2003/01~2018/04(越域引水後)

資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網及本計畫分析繪製

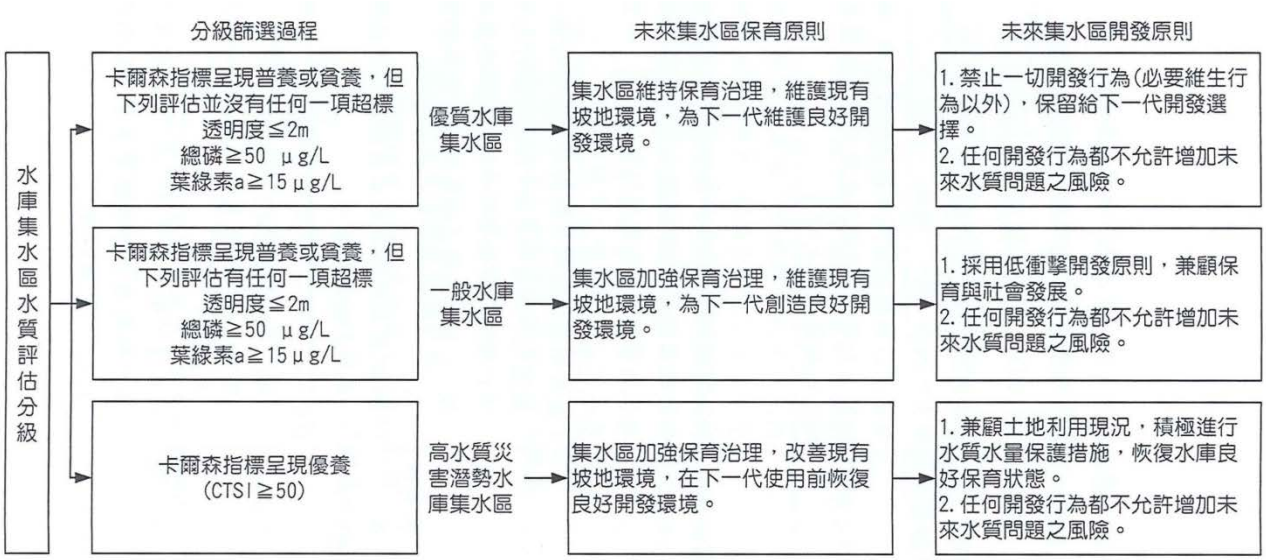
圖 6-3-2 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)歷年變化趨勢圖(越域引水後)



備註：CTSI>50 為超標

圖 6-3-3 鯉魚潭水庫卡爾森指數(CTSI)超標率圖

另參考水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」利用卡爾森指標及三個細部指標(包含葉綠素、總磷及透明度)，將水庫區分為三類：優質、一般及高水質災害潛勢水庫(詳圖6-3-4)，經評估鯉魚潭水庫水質以貧養~普養為主，但相關指標有超標情形，屬一般水庫集水區，應加強保育治理，維護現有坡地環境。



資料來源：經濟部水利署「台灣地區水庫整體保育規範計畫」(民國 101 年)

圖 6-3-4 水質評估管理面流程圖

二、點源污染處理率

點源污染主要指水庫集水區內因生活、工廠、觀光及畜牧等所產生之未處理廢水，台灣水庫集水區大部份之點源污染來自於聚落生活污水，參考「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」，採用水庫集水區內人口數所產生之生活污水總量為基準值，再統計目前水庫集水區內所設置之污水處理設施(包括污水處理廠、分散式污水處理系統或合併式淨化槽等)之污水處理總量，以二者比值做為點源處理率，一旦集水區內的人口增加而現有的污水處理設施處理量未提高，則表示集水區內之點源處理率下降，水庫之污染貢獻量便可能隨之增加；反之，若水庫集水區內的污水處理設施效能提升或處理量增加，則表示水庫集水區的點源污染貢獻量正下降中。

由資料蒐集結果，區內目前尚無設置污水處理設施，故點源污染處理率為0。因集水區當地人口密度較低且聚落不集中，故可將當地距離相近之鄰里住戶以水肥車將點源污染運送至鄰近之污水處理廠處理，減少水庫集水區的點源污染貢獻量。而有關點源污染處理率與「107年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」點源污染處理率結果一致都為0。

三、農業非點源污染潛勢

水庫集水區之非點源污染源包括森林、社區、道路及農業行為等，然因森林所產生之非點源污染屬於無法控制之背景污染源，且據調查台灣水庫集水區之非點源污染以農業行為最大宗，因此非點源污染潛勢以農地面積與單位面積污染負荷量相乘所得的非點源污染量作為代表。

由表6-1-7計畫區各子集水區非點源污染量推估表進行評估，鯉魚潭水庫集水區內由單位污染負荷法所算出總磷輸出量約6.05 ton/yr，總氮輸出量約39.31 ton/yr，由於農業非點源污染的來源主要來自於施肥行為，因此農業非點源污染潛勢可以藉由施肥量來控制，可於農地設置小型LID設施使當地非點源污染獲得較大之處理率。

而有關農業非點源污染潛勢與「107年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」非點源污染量分析資料，可知在總磷與總氮產出量分析結果略有差異，推測原因為土地利用數據年份不同所導致。

表 6-3-2 鯉魚潭水庫集水區水質健檢成果表

健檢指標	總磷	總氮	土地利用資料來源
本計畫	6.05 ton/yr	39.31 ton/yr	內政部國土測繪中心，民國 106 年
107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃	7.59 ton/yr	49.35 ton/yr	民國 104 年

資料來源：1.本計畫彙整、分析

2.水利署「107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」期末報告(初稿)(民國 107 年)

6-4 集水區水質環境評估

除針對水庫集水區環境進行水質環境健檢外，實質上是希望能針對集水區內污染熱點進行量化分析，以利後續治理規劃作為依據。因此，除參採現行「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」指標系統外，再納入數值模式以利量化污染量，本計畫以利用BASINS建置集水區資料並以SWMM水質模式模擬現況污染量，並進行污染熱點區域分析量，作為保育實施計畫及總量管制之參考依據。

一、集水區模式BASINS（Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources）

美國環保署（USEPA）於1996年所發展的集水區多目標環境分析系統，此系統結合地理資訊系統（GIS）、集水區資料庫、及多種水質模擬評估工具，不但美國的政府機關、學術單位及民間顧問公司廣為使用，也漸漸被其他國家所採用。BASINS 模式係因應美國各州及地方團體以集水區管理為導向的趨勢，以及Clean Water Act 中對水體進行總量管制（Total Maximum Daily Load，TMDL）的要求，已發展成適用於區域性的多目標環境系統分析，並可在不同尺度下進行模擬的工作，以評估TMDL所需之點源及非點源污染分析，達成集水區水質分析之目標，BASINS包括落實環境資訊的調查、進行環境系統的分析、提供評估管理方案的架構等三大宗旨。BASINS最大特點在於採整合式的系統，利用GIS作為聯繫整個系統的工具，克服資料常需以不同的系統進行處理，而無整合性且費時之問題，BASINS之使用主要分為四個層面：

1.資料的收集。

2.工具與程式應用。

3.集水區模式，包含三個集水區模式，HSPF(Hydrological Simulation

Program - FORTRAN)、SWAT(Soil & Water Assessment Tool)、PLOAD(The Pollutant Loading Estimator)。

4.決策與分析。

二、SWMM模組

SWMM模式(Storm Water Management Model)是一套動態降雨逕流模擬模式，可經由單一水文事件或長期水文連續事件的降雨來模擬集水區內的逕流傳輸現象，近年因為LID以及BMPs的推廣，SWMM模式中加入LID-BMPs控制設施的模擬，可模擬不同結構性LID-BMPs控制設施對於水質水量(污染消減)改善效果，應用性更為提高。

SWMM 對於水文之運算，乃利用使用者自行輸入之大氣資料(如降雨、蒸散、氣溫等)，以非線性蓄水模型(Nonlinear Reservoir)模擬除去蒸發及入滲量之入流量，於超出最大窪蓄深度後，使溢流變為地表逕流之過程，溢流計算如下式：

$$Q=W\frac{1.49}{n}(d-d_p)^{5/3}S^{1/2}$$

式中，Q：流量(m^3/s)、W：逕流寬度(m)、n：曼寧粗糙係數、d：窪蓄水深(m)、dp：最大窪蓄水深(m)、S：坡度。

而入滲方面，SWMM 則提供三種計算方式供使用者自行選擇，分別為Horton's Equation、Green-Ampt Method、SCS Curve Number method，其中Horton's Equation 為經驗方程式，說明入滲呈指數降低，在長期降雨過程中，從初始最大速率至最小速率，因此該方法需要輸入之參數，包括最大及最小入滲率、衰減係數，以及完全飽和土壤被徹底排乾需要的時間，而Green-Ampt Method為假設土壤中存在有濕鋒(wetting front)，飽和層土壤與非飽和層土壤相接於濕鋒，而模式需要的參數有濕鋒之吸水頭(Suction head)、水力傳導係數(hydraulic conductivity)及土壤的初始含水量虧損，最後SCS Curve Number method為美國土壤保持局所發展，其特色在於依照土地利用、耕作方式、水文條件及土壤條件，來訂定不同土地利用的曲線值(CN)，因此其需要輸入SCS曲線數及完全飽和至乾燥所需要的天數。

SWMM模式中之LID Controls的入滲公式是採用Green-Ampt Equation，LID模組其模式計算之公式如下所示：

If $F<F_{s,}$ then $f=I$, and $F_S=\frac{s\times IMD}{i/ks-1}$ (for $I>K_s$)

If $F\geq F_s$, then $f=f_p$, and $f_p=KS(1+\frac{s\times IMD}{F})$

式中f為入滲率、f_p為入滲能力、i為降雨強度、F累積入滲深度、F_s為引起表面滲透之入滲深度、IMD為初始不足濕度、s為毛細管吸力水頭、K_s為土壤飽和水力傳導係數。

此外，對於管渠或河道之流量演算，則是利用一維之聖凡南(Saint-Venant)變量流方程式來計算流量、流速及水深，其控制方程式如下式，但在一般地表漫流時，將利用較簡易之動力波推估法(Kinematic Wave Approximation)來代替複雜之動量方程式，在式中其忽略慣性項(Inertia)及水深與空間的影響，僅考慮能量坡降線與渠底坡度平行，即$S_0=S_f$。

$$\frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial A}{\partial t}=0$$

$$\frac{1}{\mathrm{g}}\frac{\partial V}{\partial t}+\frac{\mathrm{v}}{\mathrm{g}}\frac{\partial V}{\partial x}+\frac{\partial y}{\partial x}=S_0-S_f$$

其中，Q：流量、V：斷面之平均流速、T：時間座標、X：沿流動方向之空間座標、Y：水深、G：重力加速度、S0：渠底之縱向坡度、S_f：能量坡度線。

SWMM模式在水質計算理論分為兩部分，一是晴天累積，其二為降雨沖刷，此計算來自非點源污染的主要特性：晴天累積在地面的污染物，隨降雨沖刷進入水體，導致水質變化，所以SWMM以兩個函數分別模擬晴天污染物累積量以及降雨沖刷量。本計畫參考相關計畫，選擇冪函數(power function)為污染物累積函數，如下式；降雨沖刷部分則採用事件平均濃度(eventmean concentration)

$$B=Min(C_1,C_2{}^{C_3})$$

其中，B：污染物累積量、C_1：污染物累積上限量、C_2：累積係數、C_3：時間指數。

水質模式之準確度，係利用該集水區之實際水文與水質監測值與模式模擬值進行率定（calibration）與驗證（verification）程序，正確可靠的操作方式，必須基於完整的環境資料蒐集，並配合長期多次觀測資料

的率定，才能表達出適當之物理行為(李鴻源等，1991)。若模式模擬流量結果達到可接受標準後即進行各項水質項目模擬。集水區模式率定驗證之程序，首要為水文流量模擬，其次為泥砂傳輸，再者為水質模擬，因此要有好的水質模擬結果，須先有良好的水文模擬基礎(林鎮洋等，2005)。本計畫採用之統計指標，在水文流量參數部分採用決定係數(R^2)，水質參數部分則採平均百分比誤差(MAPE)，說明如下。

1.相關係數（r）

為兩變項與其各自平均數差值的乘積總和除以與其各自均方根之乘積總和所得的值，用來驗證兩變項間直線關係。通常以一變項為X軸數值，另一變項為Y軸數值，繪製XY座標圖，用以驗證座標點分布的直線關係強度。

$$r = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

其中，Xi：第i個模擬值、Yi：第i個實測值、$\bar{X}$：平均模擬值、$\bar{Y}$：平均實測值、n：模擬值與實測值的總樣本數。

2.決定係數（R^2）

當自變數與因變數之間的關係可用迴歸式表示時，其迴歸公式的適合度（goodness of fit）可用決定係數R^2來描述，因此決定係數值常用來表示迴歸分析中的變數解釋能力。在直線迴歸式下，R^2恰為相關係數r的平方值，若用於模式的模擬值與實測值關係比較，則可假設模擬值與實測值呈直線關係，當此線性迴歸的決定係數越接近1時，表示模擬值與實測值越相近，模擬結果越好。

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

其中，SSR：殘差平方和、SST：總平方和、SSE：解釋平方和。

3.平均絕對百分比誤差（MAPE）

衡量模擬值與實測值之間的相關性，代表模擬值和實測值之間的正相關或負相關。

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{(X_i - Y_i)}{Y_i}}{n} \times 100\%$$

其中，Xi：第i個模擬值、Yi：第i個實測值、n：模擬值與實測值的總樣本數。

表 6-4-1 水質模式結果之統計指標特性表

參數	模式判定指標	範圍	接受值	文獻
水文參數	相關係數(r)	-1~1	>0.7	McCuen (2005)
	決定係數(R^2)	0~1	>0.5	Wahyu (2010)
水質參數	平均百分比誤差 (MAPE)	-1~1	<15% 高準確預測	Application Guide for HSPF (1984)
			10~20% 優良預測	
			20~50% 合理預測	
			>50% 不準確預測	

資料來源：王佳偉「翡翠水庫集水區污染削減措施對水庫水質改善影響之研究」(民國 103 年)

三、鯉魚潭水庫集水區水質模擬

1.BASINS集水區管理系統前置作業

以BASINS進行鯉魚潭水庫集水區劃分，其劃分方式根據河道、地形與邊界差異，可依照輸入之地理資訊由BASINS將整個水庫之集水區劃分為17個子集水區、18個匯流點及17條輸水幹線。而各子集水區經劃分後自動計算其面積、平均坡度、各土地利用比例分佈等資訊，整合匯流點及輸水幹線後作為SWMM模式模擬之地理幾何特性基礎。

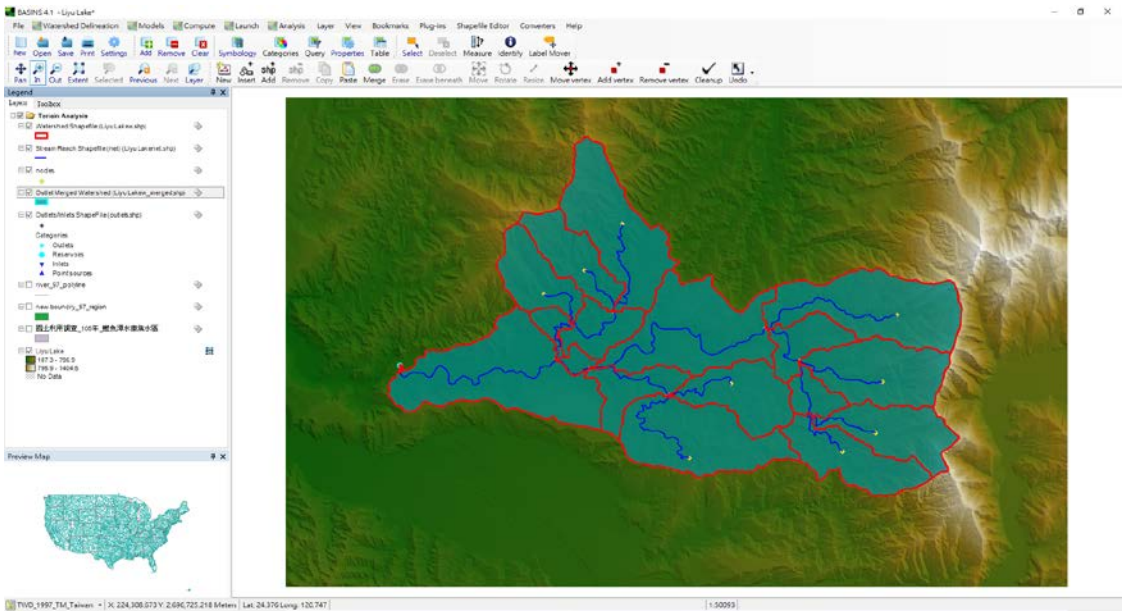


圖 6-4-1 BASIN 集水區水系關係圖

2.SWMM之集水區模式建置

本計畫透過BASIN集水區管理系統將河道流域圖層資料、邊界圖層資料、土地利用資料、數值高程地形圖等資料資料輸入程式中，再藉由SWMM MODEL附屬程式輸出為SWMM可接受之集水區模組（詳如下圖所示）。SWMM模式於子集水區(subcatchments)接收降雨產生逕流後，逕流流入河川匯流點(nodes)，進而穿過河川(排水幹線conduits)，流到最下游出口點，即鯉魚潭水庫大壩口。往後進行非點源污染之污染熱點分析時將17個子集水區劃分進圖6-1-1之子集水區圖中，以便進行分析。

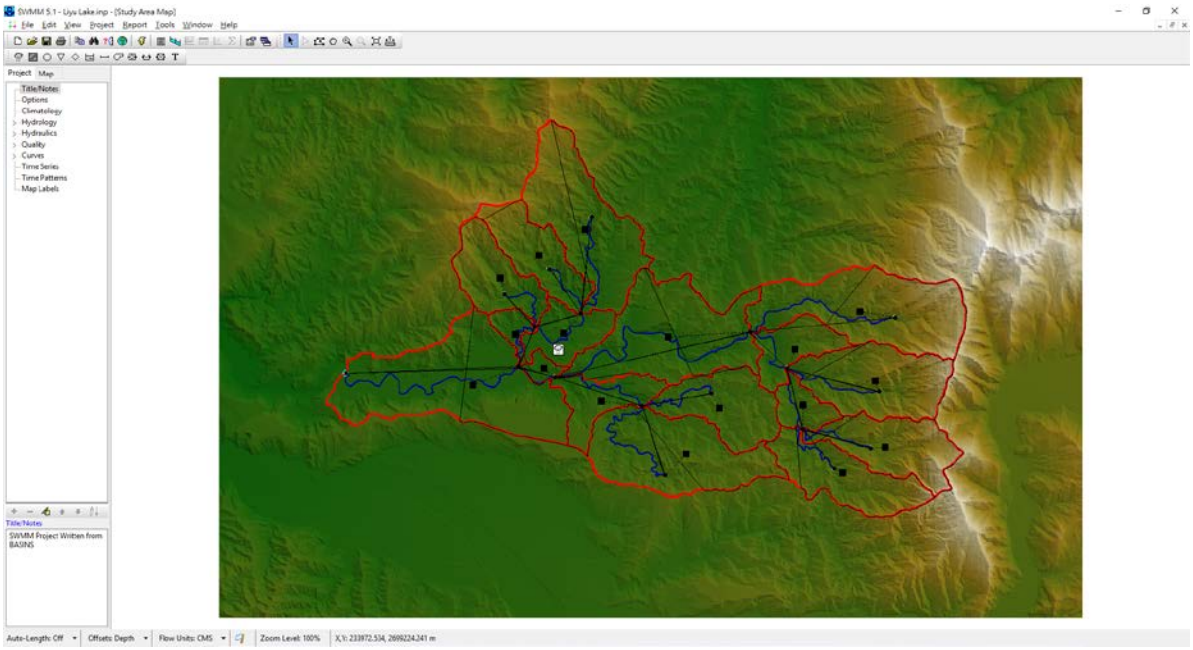


圖 6-4-2 SWMM 模式建置圖

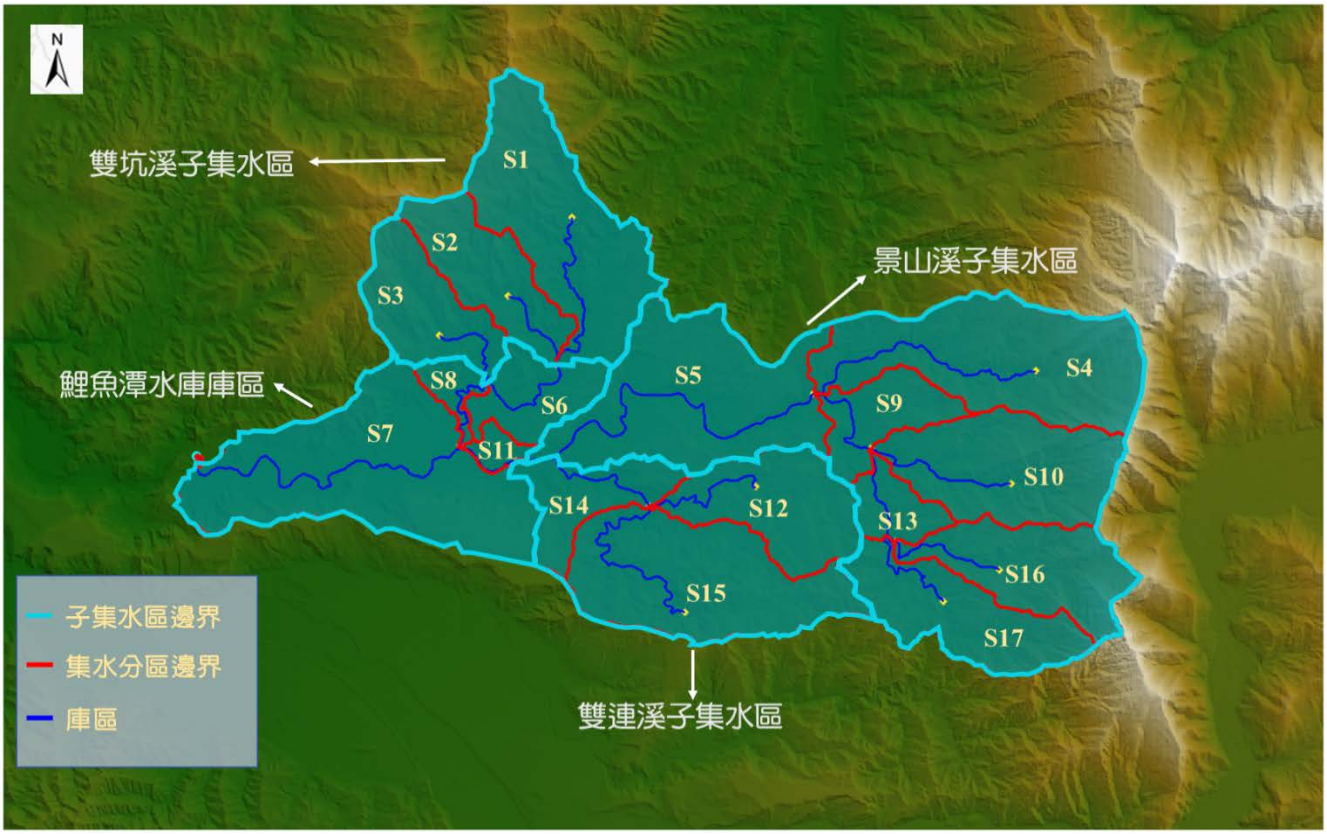


圖 6-4-3 各子集水區與集水分區與編號圖

3.SWMM模式參數率定驗證

本計畫假設鯉魚潭水庫其上游及庫區水理特性雷同，在流量部份應用上游之率定驗證結果套用在整個水庫集水區範圍內，並以集水區內之景山流量站之流量數據作為水文之率定驗證，以107上半年為率定時間，107下半年為驗證時間；在水質部份原採環保署庫區水質資料，因無法反映降雨污染變動，改於景山溪景坪橋進行採樣，並以107年下半年度為率定時間。流量率定驗證結果如圖6-4-4至圖6-4-5所示，水質率定結果如圖6-4-6。

表 6-4-2 SWMM 水質模式率定驗證結果表

水文參數率定驗證	年份	107 上	107 下
R^2	景山流量站	0.91	0.95
水質參數率定	年份	107 上	107 下
MAPE	TP		30%

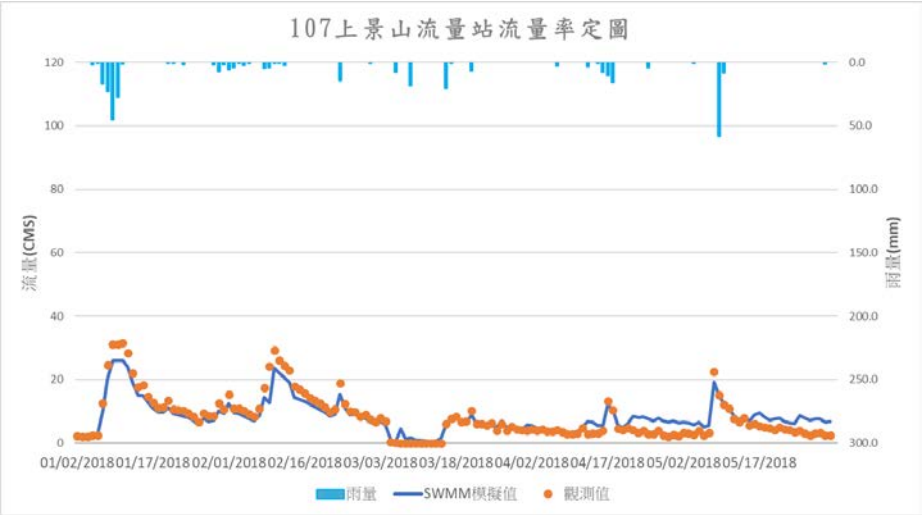


圖 6-4-4 107 年上景山流量站流量率定圖

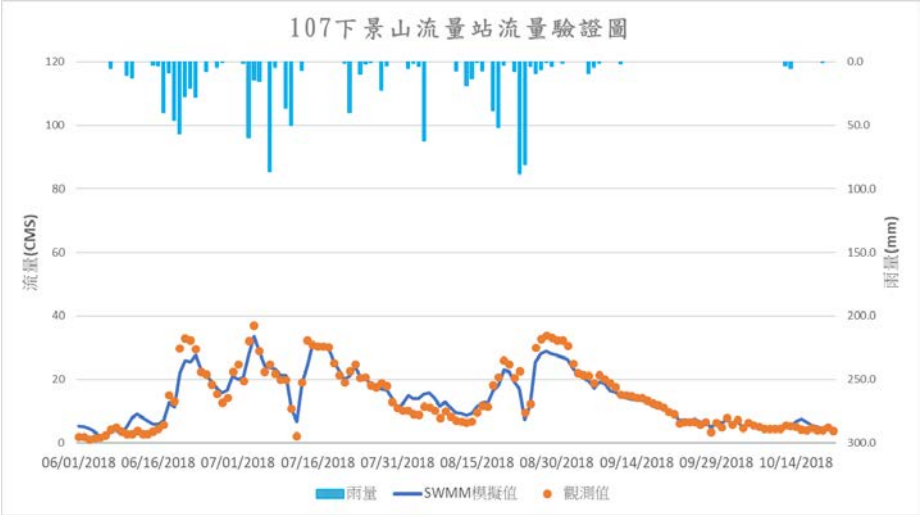


圖 6-4-5 107 年下景山流量站流量驗證圖

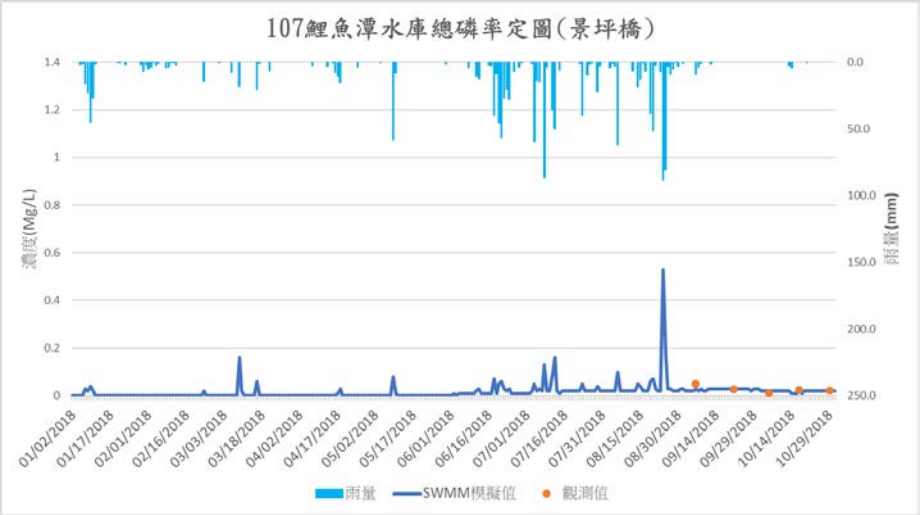


圖 6-4-6 107 年鯉魚潭庫區總磷率定圖

4.各子集水區之總磷污染負荷量

於SWMM模式進行率定驗證後可進行整個鯉魚潭水庫集水區之非點源污染之污染量，計算後可得鯉魚潭水庫集水區之總磷非點源污染總量為8,696.1kg/yr，由表6-4-3可知總磷之產量與農業用地之比例呈正相關，顯示庫區總磷產出來源主要來自於農業活動。

表 6-4-3 各子集水區總磷非點源污染及各土地使用情形表

子集水區	集水分區	編號	面積	農業用地	人為用地	荒地	森林地	濕地、河川	(kg/yr)	(kg/yr/ha)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	S6	163.1	59.8%	4.6%	0.8%	33.2%	1.6%	321.6	1.97
		S7	719.4	26.9%	3.7%	3.1%	65.5%	0.9%	146.7	0.20
		S8	54.5	22.8%	2.1%	0.8%	73.3%	1.0%	201.9	3.71
		S11	35.8	33.7%	11.0%	1.8%	31.2%	22.3%	174.2	4.87
雙坑溪水系	內雙坑溪	S1	509.0	33.3%	6.8%	3.0%	54.8%	2.2%	665.5	1.31
	雙坑溪	S2	240.8	17.0%	3.2%	0.3%	77.4%	2.0%	73.0	0.30
	關刀山坑	S3	233.8	11.4%	2.2%	0.2%	83.9%	2.3%	28.9	0.12
雙連溪水系	馬鈴坑溪、花草坑溪	S15	508.4	47.0%	5.7%	3.3%	37.2%	6.8%	733.3	1.44
	桂竹林溪	S12	292.2	43.5%	10.4%	1.2%	41.8%	3.1%	810.9	2.78
	雙連溪	S14	176.6	11.1%	3.7%	2.4%	41.6%	41.1%	516.0	2.92
景山溪水系	流壁下溪	S17	304.5	17.4%	4.0%	4.3%	42.5%	31.9%	113.8	0.37
	大克溪	S16	299.8	23.3%	11.3%	15.9%	22.7%	26.8%	513.5	1.71
	爽文溪	S10	399.9	33.1%	14.0%	0.8%	49.9%	2.3%	1223.5	3.06
	蘇魯溪	S4	564.6	12.5%	2.5%	0.3%	84.1%	0.7%	73.3	0.13
	坪林溪	S9	163.1	32.8%	4.7%	0.6%	60.2%	1.8%	419.5	2.57
		S13	97.7	43.8%	5.9%	2.1%	38.9%	9.3%	249.4	2.55
	景山溪	S5	581.8	21.7%	1.8%	2.3%	73.5%	0.7%	2,431.2	4.18
		總和	5,345.0						8,696.1	

5.污染熱區分析

將SWMM結果配合鯉魚潭水庫集水區之水系之集水分區，可得現況總磷非點源污染之熱點分布，如表6-4-4、圖6-4-7、圖6-4-8、圖6-4-9、圖6-4-10與圖6-4-11所示，總磷污染單位面積產量最多之子集水區為景山溪水系，第二為雙連溪水系，此兩水系為污染熱區。因此二子集水區內農業用地較多，且為人為活動較頻繁之區域，故可將此子集水區做為優先治理目標。由各集水分區總磷總產量圖可知人為與農業活動少之集水分區有較少的污染總量，單位面積產量也顯示景山溪子集水內之爽文溪、坪林溪與雙連溪子集水區內之雙連溪、桂竹林溪為單

位面積總磷產量之前四名，與子集水區之污染熱區分析結果相符。

表 6-4-4 各水系集水分區 SWMM 模擬總磷非點源污染比較表

子集水區	集水分區	編號	面積	(kg/yr)	(kg/yr/ha)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	S6+S7+S8+S11	972.7	844.3	0.90
雙坑溪水系	內雙坑溪	S1	509.0	665.5	1.36
	雙坑溪	S2	240.8	73.0	0.31
	關刀山坑	S3	233.8	28.9	0.13
雙連溪水系	馬鈴坑溪、花草坑溪	S15	508.4	733.3	1.50
	桂竹林溪	S12	292.2	810.9	2.88
	雙連溪	S14	176.6	516.0	3.03
景山溪水系	流壁下溪	S17	304.5	113.8	0.39
	大克溪	S16	299.8	513.5	1.78
	爽文溪	S10	399.9	1223.5	3.17
	蘇魯溪	S4	564.6	73.3	0.13
	坪林溪	S9+S13	260.8	668.9	2.66
	景山溪	S5	581.8	2431.2	4.34

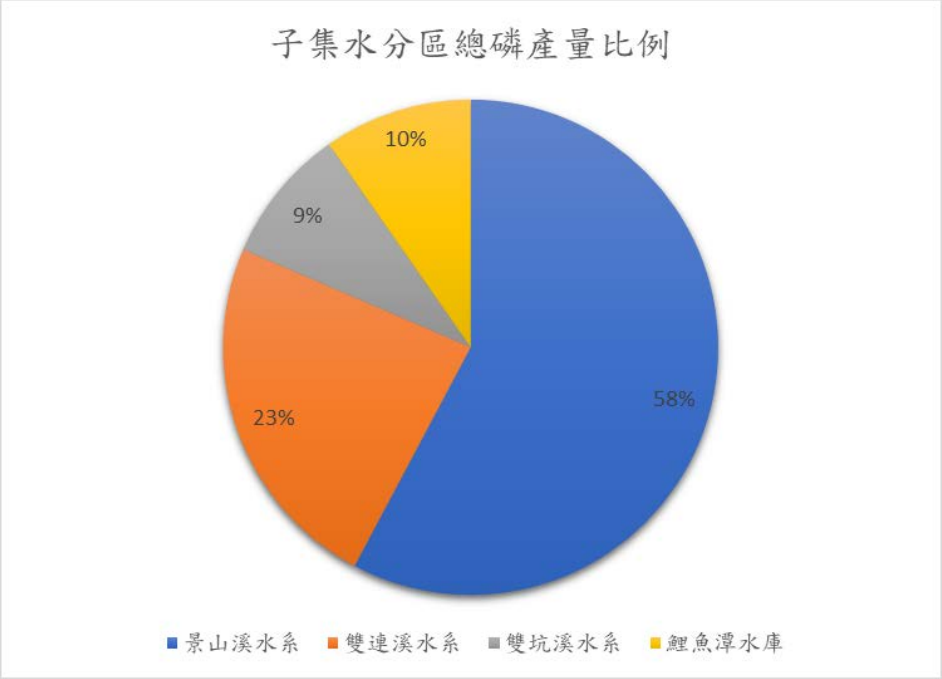


圖 6-4-7 子集水區總磷產量圓餅圖

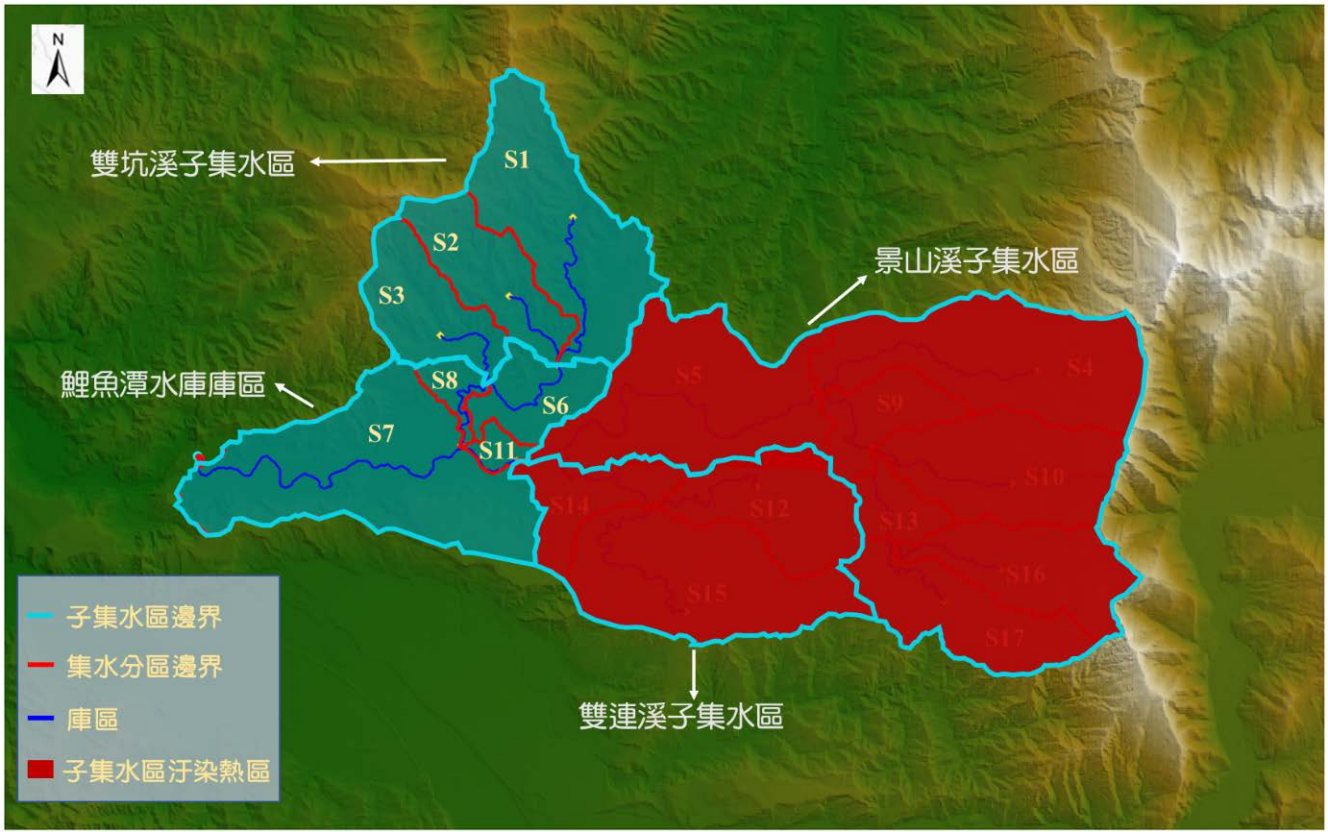


圖 6-4-8 子集水區總磷單位面積產量污染熱區圖

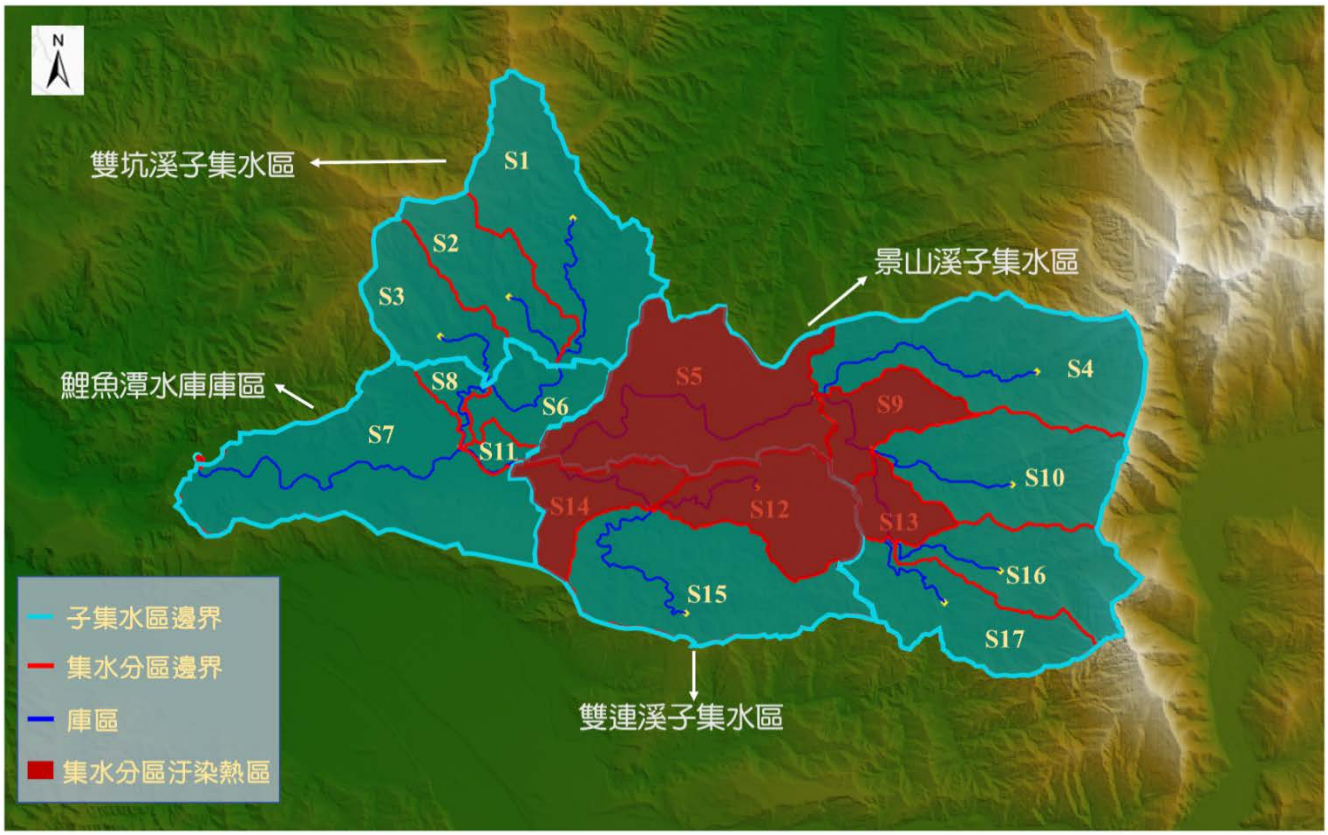


圖 6-4-9 集水分區總磷單位面積產量污染熱區圖

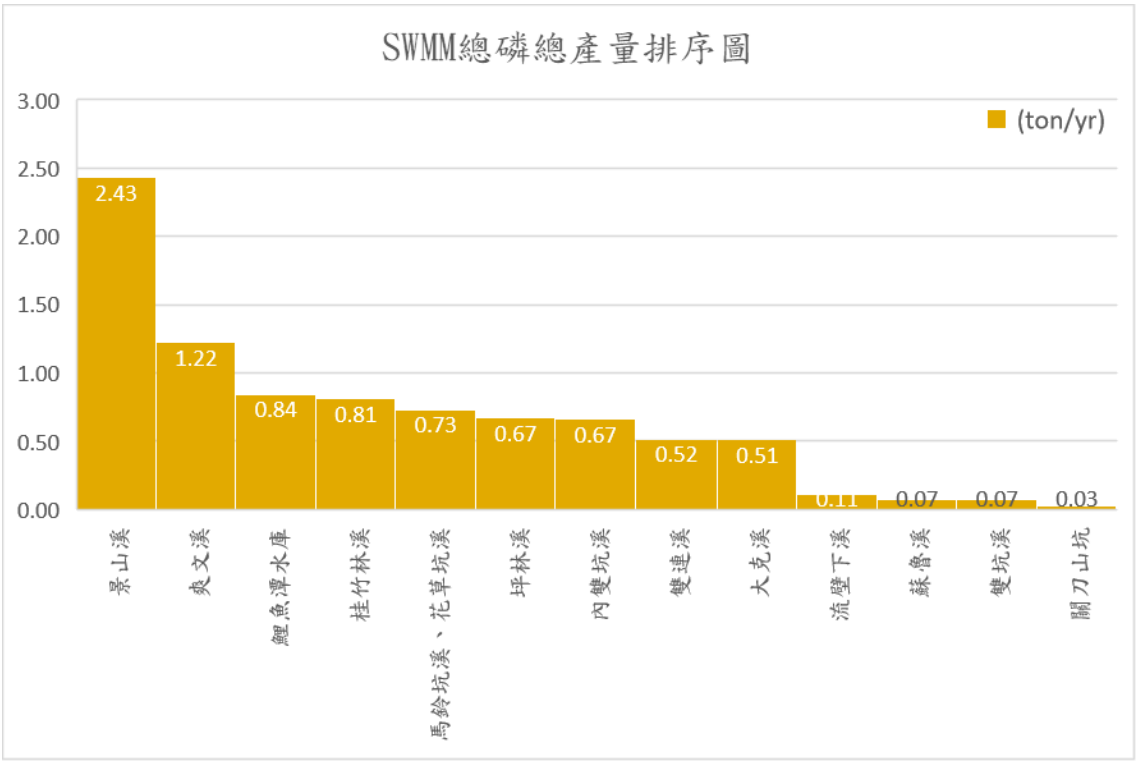


圖 6-4-10 集水分區總磷產量排序

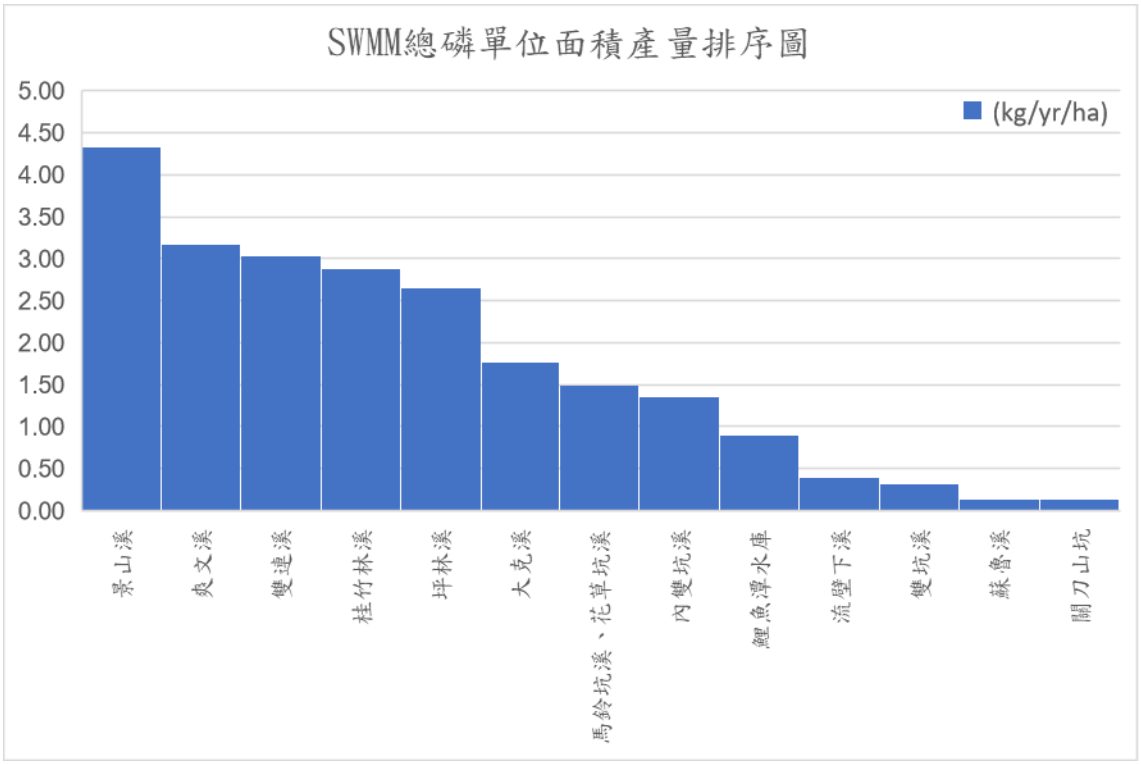


圖 6-4-11 集水分區總磷單位面積產量排序

5.小結

由表6-4-5可知由SWMM模擬值與單位污染負荷法所推估非點源污染量之和與接近。而此結果顯示SWMM於集水區水質模擬結果有其可靠性，經由率定驗證本結果可呈現集水區內之污染熱區。且不論由單位污染負荷法以及SWMM模擬結果均顯示景山溪與雙連溪子集水區為污染熱區。

水質模擬驗證需長期水質採樣監測資料，方可產生較準確的模擬結果，因本年度無颱風且本計畫採樣時間短，無法採得颱洪事件的水樣，僅採得9月初一場總降雨量為9mm降雨後之水質資料，故本計畫模擬結果僅供初步參考使用。建議未來須建立長期的水質採樣監測，並藉由長期水質監測資料，使水質模擬結果更臻完善，建議可於集水區內三大支流建立長期測站(景山溪、雙坑溪與雙連溪水系)，可每月針對各項水質項目監測一次，另於颱洪時期增加採樣頻率，以採得污染峰值，藉由長期監測資料建置較完整之非點源污染模式資料庫。

表 6-4-5 鯉魚潭各集水分區污染比較表

子集水區	集水分區	點源		非點源		點源+非點源		SWMM 模擬值	
		總磷	百分比	總磷	百分比	總磷	百分比	總磷	百分比
		ton/yr	%	ton/yr	%	ton/yr	%	ton/yr	%
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	0.82	23.71	1.58	19.60	2.40	5.64	0.84	9.71
小計		0.82	23.71	1.58	19.60	2.40	20.84	0.84	9.71
雙坑溪水系	內雙坑溪	0.56	16.17	1.01	11.30	1.47	3.03	0.67	7.65
	雙坑溪	0.03	0.84	0.24	2.98	0.27	0.76	0.07	0.84
	關刀山坑	0.04	1.01	0.17	2.13	0.21	0.59	0.03	0.33
小計		0.62	18.02	1.42	16.41	1.94	16.90	0.77	8.82
雙連溪水系	馬鈴坑溪、花草坑溪	0.28	8.02	1.14	14.18	1.42	3.35	0.73	8.43
	桂竹林溪	0.19	5.48	0.69	8.51	0.88	3.60	0.81	9.33
	雙連溪	0.08	2.45	0.13	1.57	0.21	2.49	0.52	5.93
小計		0.55	15.95	1.95	24.27	2.51	21.77	2.06	23.69
景山溪水系	流壁下溪	0.21	5.93	0.30	3.74	0.51	0.92	0.11	1.31
	大克溪	0.19	5.63	0.47	5.86	0.67	2.38	0.51	5.90
	爽文溪	0.07	1.94	0.85	10.56	0.92	5.11	1.22	14.07
	蘇魯溪	0.15	4.47	0.45	5.57	0.60	0.75	0.07	0.84
	坪林溪	0.42	12.07	0.48	5.96	0.90	3.52	0.67	7.69
	景山溪	0.42	12.27	0.65	8.02	1.07	2.45	2.43	27.96
小計		1.46	42.31	3.20	39.72	4.66	40.50	5.02	57.78
合計		3.46	100.00	8.15	100.00	11.51	100.00	8.70	100.00

資料來源：本計畫分析成果。

6-5 集水區污染削減措施設置分析評估

鯉魚潭水庫集水區內的污染源包括點源與非點源污染，但兩者污染防治策略不同。在點源污染部分目前以合併式淨化槽及呈層複合土壤(Multi-Soil Layers)為主要處理設施；在非點源污染採用LID(Low Impact Development)設施進行現地處理。

6-5-1 點源污染削減措施設置分析評估

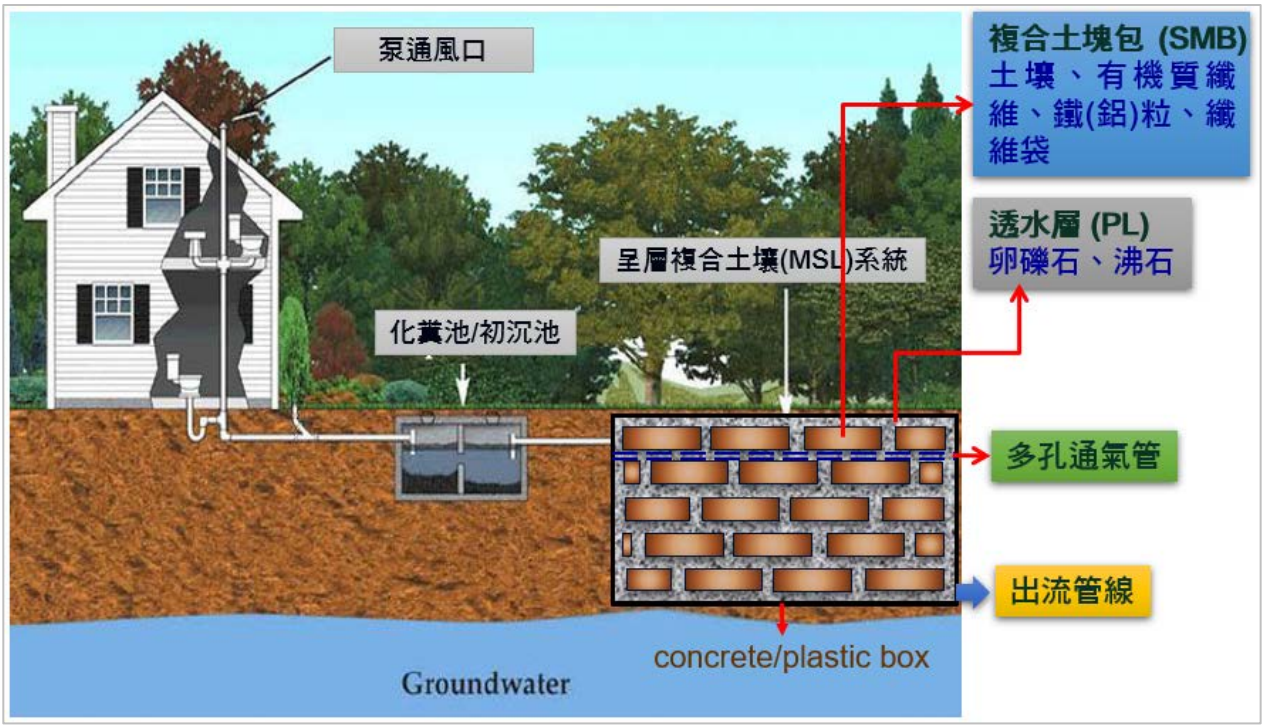
一、呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)

點源污染處理採用呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)作為現地點源污水處理措施。此系統為一占地小之現地處理單元，具有佔地小且營運費用低，適合土地取得不易之地區使用、利用混合土塊中的有機質及水中有機質提供反應能量，維護成本低、無有害添加物，處理水可供二度使用、MSL系統材料可回收利用、適合土地取得不易之地區使用等優點。針對鯉魚潭水庫中之目標污染物總磷具有良好的去除率，其系統介紹如圖6-5-1。此系統採用金屬離子螯合磷，故對水中溶解性磷有極佳之去除成效，表6-5-1為各項水質去除原理及平均去除率。

表 6-5-1 MSL 各項水質去除原理與平均去除率

水質項目	去除原理	平均去除率
懸浮固體	透水層顆粒形成之孔隙可攔阻污水中之懸浮顆粒	90%
總磷	鐵鋁顆粒在厭氧環境中析出之$Fe2^+$或$Al2^+$至表面好養環境與氧反應後生成多價金屬之鹽類(如$Fe3^+$或$Al3^+$)，容易與污水中的磷酸根作用並且沉澱，進而去除水中總磷污染	75%
氨氮	系統底層處於缺氧狀態，能夠進行脫硝作用，進而降低水中硝酸鹽與氨氮的濃度	92%
生化需氧量	系統表層屬於好氧環境，能促進水中生化需氧量的分解，亦可以使氨轉化為硝酸鹽	91%

資料來源：1.行政院環保署，「106 年北區水庫質永續管理計畫」(民國 106 年)2.日本 18 處生活污水處理案例



資料來源：行政院環保署，「106 年北區水庫質永續管理計畫」(民國 106 年)

圖 6-5-1 呈層複合土壤系統配置圖

參考「106年北區水庫質永續管理」計畫內之日本島根縣之案例，呈層複合土壤系統在生活污水之水力負荷率(HLR)=130~210 L/m^3/day，故設置20m^3之呈層複合土壤系統可處理2.3~4.2CMD之生活污水，取平均值3.4CMD作為水力負荷率。鯉魚潭水庫集水區內每人每日污水量為0.189CMD，故設置可20m^3之呈層複合土壤系統可處理18人之每日污水量，約四戶住戶之每日污水量。表6-5-2及表6-5-3呈現集水區內在水力負荷率於3.4CMD針對生活污水及遊憩污水之MSL所需設置量，與在去除率75%之情況下之總磷產出量。顯示在鯉魚潭水庫集水區內僅需設置381處呈層複合土壤系統便可完全處理點源污染，一年可削減總磷量2.6ton/yr，達到良好之削減率。

二、合併式淨化槽

目前市售合併式淨化槽以去除BOD(生化需氧量)與SS(為主)，但目前氮磷去除型與磷去除型合併式淨化槽的為日本專利技術，而國內尚待研發。依據「106年北區水庫質永續管理」計畫中，所列由日本所研發氮磷去除型合併式淨化槽，乃於生物曝氣過濾槽內增設鐵電極，即於生物曝氣過濾槽上方掛設鐵電極板，通以電流使鐵電極溶出鐵離子，使磷

與鐵離子結合形成磷酸鐵（$FePO_4$）沉澱，如圖6-5-2，出流水總磷濃度可達1.0mg/L以下，鐵電極每8個月更換一次。



資料來源：https://www.fujiclean.co.jp

圖 6-5-2 氮磷式合併淨化槽主要構造

表 6-5-2 生活污水 MSL 設置後之去除成果

子集水區	集水分區	門牌戶數	人口	生活用水	污水量	污染物	MSL	MSL
			(人)	(CMD)	(CMD)	總磷 (TP) (ton/yr)	設置個數	削減後總磷量 (ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	248	992	240.06	192.05	0.72	62	0.18
小計			992	240.06	192.05	0.72	62	0.18
雙坑溪	內雙坑溪	187	748	181.02	144.81	0.55	47	0.14
	雙坑溪	10	40	9.68	7.74	0.03	3	0.01
	關刀山坑	12	48	11.62	9.29	0.04	3	0.01
小計			836	202.31	161.85	0.61	52	0.15
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	88	352	85.18	68.15	0.26	22	0.06
	桂竹林溪	65	260	62.92	50.34	0.19	16	0.05
	雙連溪	29	116	28.07	22.46	0.08	7	0.02
小計			728	176.18	140.94	0.53	46	0.13
景山溪	流壁下溪	62	248	60.02	48.01	0.18	16	0.05
	大克溪	54	216	52.27	41.82	0.16	14	0.04
	爽文溪	23	92	22.26	17.81	0.07	6	0.02
	蘇魯溪	53	212	51.30	41.04	0.15	13	0.04
	坪林溪	143	572	138.42	110.74	0.42	36	0.10
	景山溪	134	536	129.71	103.77	0.39	34	0.10
小計			1,876	453.99	363.19	1.37	117	0.34
合計			4,432	1,072.54	858.04	3.24	277	0.81

表 6-5-3 遊憩污水 MSL 設置後之去除成果

子集水區	集水分區	各分區房數營帳數總和	人口	生活用水	污水量	污染物	MSL	MSL
			(人)	(CMD)	(CMD)	總磷(TP) (ton/yr)	設置個數	削減後總磷量 (ton/yr)
鯉魚潭水庫	鯉魚潭水庫	287	804	194.47	155.58	0.10	45	0.02
小計			804	194.47	155.58	0.10	45	0.02
雙坑溪	內雙坑溪	40	112	27.10	21.68	0.01	6	0.00
	雙坑溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	關刀山坑	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
小計			112	27.10	21.68	0.01	6	0.00
雙連溪	馬鈴坑溪、花草坑溪	61	171	41.33	33.07	0.02	9	0.01
	桂竹林溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	雙連溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
小計			171	41.33	33.07	0.02	9	0.01
景山溪	流壁下溪	72	202	48.79	39.03	0.02	11	0.01
	大克溪	111	311	75.21	60.17	0.04	17	0.01
	爽文溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	蘇魯溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	坪林溪	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	景山溪	99	277	67.08	53.67	0.03	15	0.01
小計			790	191.08	152.87	0.09	44	0.02
合計			1,876	453.99	363.19	0.23	104	0.06

6-5-2 非點源污染削減措施設置分析評估

本計畫使用SWMM模式之LID模組模擬設置LID後之總磷削減率，並評估於鯉魚潭水庫集水區內可行之施行方案。

一、草溝(Vegetated Swales)

為一自然排水系統，同時具有排水及滲透之功效，利用種植之草木本植物控制雨水之逕流速率，廣義草溝涵蓋綠地保護帶、植被覆地與草溝。草溝依土壤孔隙度分為乾式草溝與濕式草溝，水流連續不斷或土壤孔隙度較大的鬆軟土壤宜使用乾式草溝，且草溝是用坡度不陡於1：4，

並盡量小於1：6，本次模擬採用乾式草溝進行模擬。

二、植生滯留槽(Bioretention Cells)

屬於入滲型設施，可以採小面積、小區塊的形式設計為滯留槽，並且可以配合整體造景的需求，設計成景觀花園，植栽以灌木、地被植物為主，並且避免栽種喬木，可設置於建築物間的空地或綠地。

為瞭解上述兩項LID於本計畫區施行時的總磷削減率，故研擬兩個方案各三個情境進行模擬，表6-5-4為各方案之配置表，方案一採用較理想之配置方案，方案二採用僅於污染熱區設置LID之方案，模擬結果如表6-5-5、圖6-5-3與圖6-5-4所示。方案1除情境1總削減率較低僅1.9%，推測原因為水庫蓄水範圍周邊之坡度高所導致，情境2與情境3皆可達到近13%之削減率；方案2情境1模擬結果削減率不佳僅0.9%，推測原因為草溝在暴雨時可攔截量太低，且因只圍繞農地周邊之設置無法有效攔截污染物出流，無法有效增加污染物衰減時間，經過方案2情境2與情境3顯示使用植生滯留槽(Bioretention Cell)對於本區總磷污染量之削減最為顯著，削減率達6.4%，結果顯示於鯉魚潭水庫集水區庫設置植生滯留槽為最可行之污染削減措施。

表 6-5-4 鯉魚潭集水區 LID 設置方案情境

	設置方案一 (全面設置)	**設置方案二 (僅於污染熱區設置)**
情境一	保護帶造林(寬度 30m) 沿蓄水範圍周邊進行設置	草溝(寬度 2m) 作為污染熱區農地排水設置
情境二	保護帶造林+植生滯留槽 蓄水範圍周邊、區內農地下方設置 植生滯留槽計 7,433 處	草溝+植生滯留槽 污染熱區農地排水、下方設置植生滯 留槽計 5,142 處
情境三	植生滯留槽 區內農地下設置計 7,433 處	植生滯留槽 污染熱區農地下方設置計 5,142 處

設置原則：植生滯留槽設置原則：規模 2m×2m，每 2,000m^2 農地設置 1 處

表 6-5-5 各污染削減方案之總磷削減率

LID 設置	方案一削減率	方案二削減率
情境一(保護帶 or 草溝)	1.9%	0.9%
情境二(保護帶 or 草溝+植生滯留槽)	13.3%	6.4%
情境三(植生滯留槽)	12.9%	6.4%

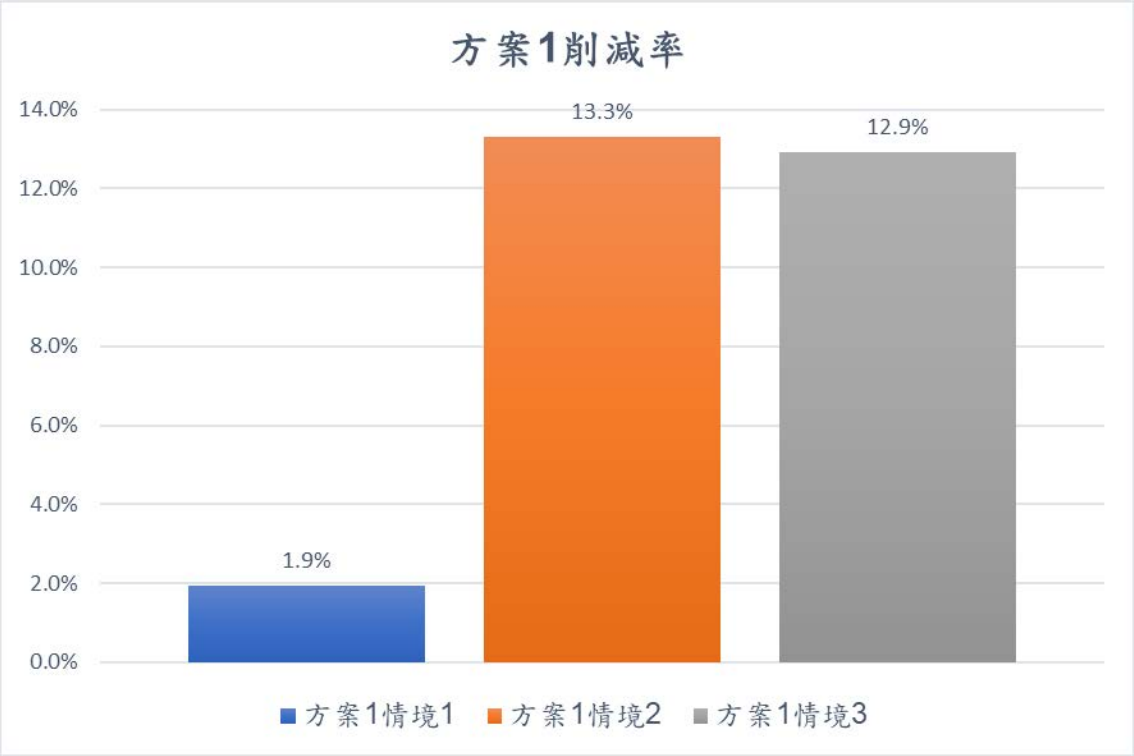


圖 6-5-3 方案一各情境總磷削減率比較

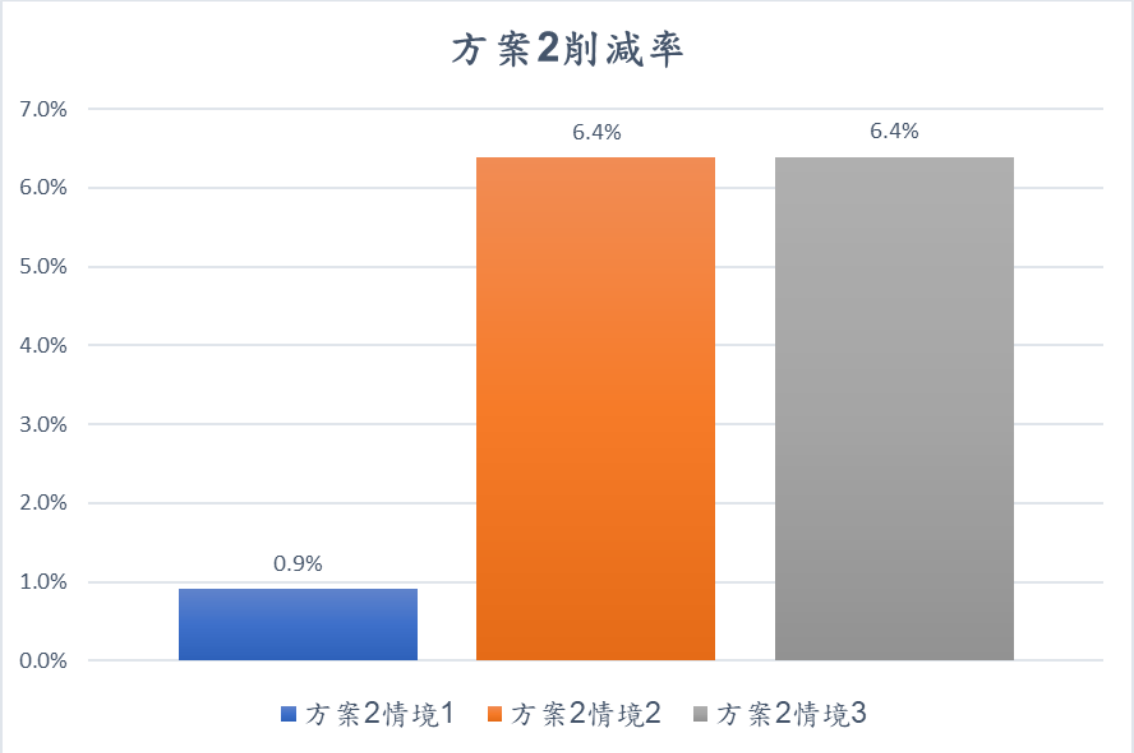


圖 6-5-4 方案二各情境總磷削減率比較

6-5-3 污染削減方案評估

因上述設置方案目前實際執行上較為困難，故將挑選較可行之區域設置示範場址，選址原則如下：

1.於污染熱區子集水區景山溪、雙連溪優先設置

2.優先於鄰近庫區之污染熱點設置LID設施

3.優先挑選有公有地之區域進行設置

4.考量易達性，使其有大眾教育功能與意義

5.長程目標為於鄰近庫區之污染熱區，於公私有地皆進行設置，達到良好之攔截率

基於以上原則，選擇非點源污染示範場址一處，點源污染示範場址一處，設置地點如表6-5-6及圖6-5-5。希藉由示範場址的設置評估實際消減污染源的成效，並進行教育推廣，讓集水區內的民眾瞭解並接受，後續再推行到聚落及農地。

於非點源污染削減部分，歸安橋旁農地面積共86,070m^2，沿區內道路進行切割，於北側農地內(5,478m^2)設置LID面積5.5m×2m(11m^2)為實驗組，其餘為對照組(設置原則：2,000m^2設置一處4m^2植生滯留槽)。

點源污染削減部分，可針對庫區旁人口及民宿集中區之新開社區，其生活汙水及匀淨湖等著名民宿之遊憩汙水已採溝渠接入社區旁之前期水質淨化池，可於池前建置一MSL系統，藉由螯合增加總磷去除效率後，再將放流水排入水質淨化池，並可延長水力停留時間，提升各項污染之去除率。

表 6-5-6 各污染削減方案之設置地點

LID 設置位置	TWD97 座標
歸安橋南方位於苗 54-1 之果園農地	TWD97(234106,2693719)
新開社區旁之公有地	TWD97(232086,2693599)



圖 6-5-5 污染削減計畫設置地點



圖 6-5-6 歸安橋旁果園

第七章 治理策略及方法

7-1 集水區保育執行策略及方法

因應內政部107年4月27日台內營字第1070807769號公告「全國國土計畫」，基於保育利用及管理之需要，根據土地資源特性，劃分為國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區及城鄉發展地區，依鯉魚潭水庫標的及集水區環境特性，屬國土功能分區之「國土保育地區」第一類、第二類，以保育及保安為原則，並得禁止或限制使用，因其範圍不等同於環境敏感地區，土地使用仍應考量環境敏感特性，採取適當的因應作為。「全國國土計畫」依循全國區域計畫「環境敏感地區」，按土地資源特性，區分為災害、生態、文化景觀、資源利用及其他等5類，則鯉魚潭水庫集水區屬資源利用敏感類型及災害敏感類型2類，除符合國土功能分區之管制規定外，並應符合相關目的事業主管法令規定。

依「全國國土計畫」水庫集水區土地使用指導原則，水庫集水區範圍（供家用或供公共給水）範圍由水庫管理機關（構）擬訂水庫集水區保育實施計畫，由各目的事業主管機關落實執行，始得依規定開發利用，開發行為不得影響水庫集水區（供家用或供公共給水）保育實施計畫之執行，並為配合經濟部推動「流域綜合治理計畫」，推動逕流分擔及出流管制、加強非工程及與水共存等治水新思維，水庫集水區範圍內土地使用儘量採低衝擊開發方式(LID)，增加透水、滯洪及綠地面積，減少下游河川或排水系統負擔，以加強水源涵養與降低洪災風險；而農業主管機關應協助輔導農業耕作合理化施肥，以避免農業使用之農藥、肥料遭雨沖蝕流入水庫致使水體優養化。

而在集水區保育治理策略上，在於提高土砂控制量、降低土砂生產(流失)量及促進植生復育之綜合治理對策，以利穩定環境、國土保安及涵養水源，而辦理集水區防砂工程、崩塌地處理、維護及緊急處理、及集水區整體治理規劃等工作，治理原則應以植生復育為主，工程為輔，各項保育工作應因地制宜，優先採用柔性工法為之，並經參考林務局103年「國有林治山防災101~102年度工程效益評估暨資料建置」與水保局民國106年「水土保持手冊」所提出之新治理觀念，研擬集水區主河道、野溪及蝕溝、土石流潛勢溪流、崩塌地治理措施如表7-1-1。

一、坡度35度以下，基腳已成穩定之劣化地，則進行復育造林，樹種宜選用耐乾旱、耐貧瘠之當地陽性樹種及能迅速覆蓋地面、深根性、可固結土石者為主要造林樹種，其促其綠化，俾縮短植群演替時程，儘速恢復森林生態系之生機，降低災害的影響範圍。

二、對於受限於地質、地形影響而自然崩塌林地，屬人力及工程機具交通不易到達者，一般而言具保全對象亦有相當距離，宜採撒播或天然更新方式，恢復自然林相。

三、崩塌地地質經實際查勘已露岩，不適用相關處理工法者，則不予處理採自然復育方式。

由本計畫調查調查結果，區內水系於鄰近保全對象處之河段多已設置相關構造物保護，於近年於重大颱洪事件侵襲下，除部份構造物基礎有受逕流淘空外無明顯損壞，河道亦無明顯土砂堆積或沖蝕刷深，由107年9月25日SPOT 6 衛星影像崩塌地判釋結果，集水區整體崩塌率僅約0.04%，未有大規模崩塌情形，顯示集水區環境大致穩定，另由土砂環境健檢結果得知，鯉魚潭水庫淤積率雖呈現逐次增加趨勢，惟106年淤積率約6.48%，淤積情形尚屬輕微，且水庫原水濁度主要集中於10~50NTU，不致影響水庫取水及供水情形，經比對水利署民國101年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」分類，計畫區屬優質水庫集水區，維持保育治理即可，故集水區保育策略除進行既有構造物修復及加速崩塌復育外，以集水區管理、災後復建及緊急搶修為主，並採滾動檢討，適時實施防災清淤，以減緩洪水及土石災害，並維護集水區水土資源永續。

表 7-1-1 集水區整體治山防災治理措施一覽表

治理對象				相關溪流治理工程	相關集水區治理工程	
坡面沖蝕，沖蝕溝發達地區		蝕溝控制		系列防砂工程	蝕溝治理、控制流心、節制壩	
		坡面保護			造林、植生、縱橫向排水、坡面保護工	
岸坡崩塌		河岸淘刷崩塌	上游段	防砂壩、系列防砂壩	保育措施	植生、造林、綠地保全
			中下游段	整流工程(護岸及固床工)、丁壩		
		山腹崩塌		-	造林、植生、縱橫向排水、坡面保護工	
亂流河段		流心控制		參考「河岸淘刷崩塌」及「縱向沖蝕河段」	參考「河岸淘刷崩塌」及「縱向沖蝕河段」	
淤砂嚴重河段	淤砂來源	淤砂河段兩岸	淤砂河段	短期清疏、排除淤砂因素、臨時護岸	崩塌地處理、縱橫向排水、坡面保護工、坑溝整治	
		淤砂河段上游	淤砂河段	堤岸、沉砂設施、短期清疏、排除淤砂因素	-	
			淤砂河段上游	系列防砂工程、沉砂工程、清疏、護坡工程	崩塌地處理、縱橫向排水、坡面保護工、坑溝整治	
縱向沖蝕河段		沖刷嚴重河段上游		降低防砂工程強度	保育措施	植生、造林、綠地保全
		沖刷嚴重河段		整流工程、系列防砂工程		
		沖刷嚴重河段下游				
土石流地區		上游發生段		系列防砂壩、防砂壩擋土牆、坡面保護工程		
		中游輸送段		梳子壩、切口壩、防砂壩、格子壩		
		下游淤積段		沉砂工程、疏導工程、整流工程、緩衝林帶		
生態保育策略		棲地環境改善：縱、橫向廊道暢通，棲地營造 保育治理工程：導入生態檢核機制，落實迴避、縮小、減輕、補償措施				

資料來源：林務局「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨資料建置」(民國 103 年)、水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)及本計畫整理

註：1.溪流治理工程旨在控制水流及泥砂運移，力求恢復溪流穩定；集水區治理工程旨在保育水土資源、涵養水源及改變水流匯流條件，達成水砂減量之目的。

2.保全對象防護措施：(1)淤砂嚴重河段：聚落防護(如築堤)、填高地面高程、截流分洪(降低水患)；(2)沖刷嚴重河段：遷移後退、強化屋舍結構。

7-1-1 野溪及蝕溝保育執行策略及方法

野溪治理除考慮野溪溪床演變趨勢的穩定性，也要防止大量土砂下移而影響下游河川的排洪能力，因而有了「治水先治砂、水砂兼顧」的新思維，同時還要考慮採用減少環境衝擊的生態保育措施。基於這個概念，野溪治理時應該在把握主要原則的基礎上，採取相應的措施。

一、保育治理原則

(一)以集水區觀點的整體布置

規劃野溪整治工程之目的，仍是在於減低土砂生產、輸送、淤積所帶來的災害，擬定適當之綜合對策，故設計時需充分利用天然地形、環境等以設施工增強河道調節效果，並應考量生態，期望施設後對環境影響降到最低,而野溪治理的整體布置,必須做到點、線及面的合理布局。

點就是要確定治理的重要溪段和重點部位,線就是對溪流的岸線、堤線進行上下游、左右岸的統籌布局，面就是不僅要從溪流本身著手處理，溪流的很多問題皆與集水區坡面的水、砂有關，包括坡面侵蝕、水源涵養和蓄積、土地利用型態、開發程度、…等。

(二)減緩沖刷，維持溪流情事穩定

溪床演變關鍵在於泥砂的沖刷，較少的泥砂沖刷，就能降低泥砂的運動和淤積，也就能讓溪流情勢的變化趨於緩和。因此，可以採取一系列的人為措施，以溪、坡兼治，一方面保育坡地水土資源，另一方面引導野溪發育出抵抗沖刷的階梯狀溪床結構，既能穩定溪床，防止床面的下切和侵蝕，又能保持良好的溪流及坡地生態環境，並應避免溪流過度渠化，容許溪岸的粗糙不平，能使極具沖刷動力之高速水流不能靠岸以保護溪岸。

另不宜清除障礙加速水流，適當保留溪床上堆集之塊石，可以形成階梯式的溪床結構,增加對水流的阻抗,反而更有利於溪流情勢的穩定,除非是其對水流之阻礙程度，已明顯擠壓流路或造成水流局部加速，並因此影響溪流穩定者，否則不宜任意移除，此外應避免截彎取直使水流能量集中，增加破壞力。

(三)工程設計

1.各種處理單元包括防砂壩、整流工程、堤防、護岸、丁壩等之設計標準，以採用50年重現期設計降雨強度之洪峰流量為原則。

2.除非通水斷面明顯不足，否則不宜隨意改變原有溪流斷面，尤其不可任意縮小其通水斷面，以避免發生嚴重的沖刷破壞情形。

3.除非有詳實的水理分析和適當的防護措施，否則不宜隨意截彎取直。

4.考量氣候變遷極端強降雨之影響，在人口密集區域或重要建設之上游集水區，得採用50年重現期以上降雨強度洪峰流量之保護標準。

5.排洪斷面除了需足夠容納設計洪峰流量外，宜考慮洪水所挾帶泥砂、漂流木之影響而加大其斷面。

6.施工便道應妥善設計，不僅應盡量減少挖填土方，並宜挖填平衡，避免破壞環境。

7.於生態環境敏感溪段，宜視實際需要實施生態檢核機制評估各處理單元對生態棲地之影響，並予以適當處理之。

二、保育治理執行策略

野溪致災因子複雜，在氣候變遷極端降雨的衝擊之下，水、砂與野溪邊界間的相互作用，是造成大量的土砂沖刷和淤積而引發下游更大規模的水、砂災害的主要徵結。其中，水體係以洪流引發縱、橫向沖淘刷、洪水溢淹等災害類型為主，而泥砂則是因與水體間的不平衡而衍生的各種災害，包括土石流、溪岸崩塌及土砂淤積等，但多數溪段則以水、砂並存之複合型災害類型出現，使得野溪治理不僅須採用「洪水減量」的治理模式，以降低洪流之衝擊，更應加強「土砂減量」措施，適當降低土砂流失與生產，減緩溪床演變速度，避免引發大規模土砂災害。

依民國106年水土保持手冊，綜觀歷年野溪的各種災害類型，大致可以歸納為溪岸侵蝕、溪岸崩塌、縱橫向沖刷、土砂淤積、土石流及山洪等六種主要災害類型，其相關治理對策如表7-1-2所示，主要內容係以防砂壩、固床工、丁壩、護岸及整流工等單獨或綜合應用，而野溪治理方法除需符合治理目標外，尚需參酌當地之自然環境、工程環境及社會經濟狀況，來選定適當之治理工法。

表 7-1-2 野溪綜合治理對策一覽表

<table>
<tr><th rowspan="2">治理對象</th><th rowspan="2">發生原因</th><th colspan="3">野溪</th><th colspan="2" rowspan="2">集水區水土保持對策</th></tr>
<tr><th colspan="2">治理區位</th><th>工程對策</th></tr>
<tr><td rowspan="7">縱(橫)向
沖刷嚴重溪段</td><td rowspan="7">1.流量大、輸砂量低
2.彎道凹岸
3.流路因素(如流路束縮、巨石阻礙等)</td><td colspan="2">沖刷嚴重溪段
之上游</td><td>滯洪設施(降低流量)、降低防砂強度(放淤)</td><td rowspan="6">保育滯(蓄)洪措施</td><td rowspan="6">1.保育措施：植生、造林、綠地保全
2.滯(蓄)洪設施：蓄(滯)洪池、水田池塘濕地、截流分洪</td></tr>
<tr><td rowspan="4">沖刷嚴重溪段</td><td>位於溪流中、下游</td><td>整流工程</td></tr>
<tr><td>位於溪流上游</td><td>系列防砂工程</td></tr>
<tr><td>位於凹岸</td><td>基礎保護工、放寬溪幅</td></tr>
<tr><td>流路因素</td><td>排除流路因素</td></tr>
<tr><td colspan="2">沖刷嚴重溪段
之下游</td><td>基礎保護工(局部沖刷)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">溪岸崩塌
嚴重溪段
(無土砂淤積問題)</td><td rowspan="2">水流橫向淘刷</td><td colspan="2">位於溪流上游</td><td>系列防砂工程</td><td rowspan="2">保育滯(蓄)洪措施</td><td rowspan="2">1.保育措施：植生、造林、綠地保全
2.滯(蓄)洪設施：蓄(滯)洪池、水田池塘濕地、截流分洪</td></tr>
<tr><td colspan="2">位於溪流中、下游</td><td>整流工程(護岸、固床工、丁壩等)</td></tr>
<tr><td>山腹崩塌
(降雨及地質因素)</td><td colspan="2">～</td><td>～</td><td colspan="2">造林、植生、縱橫向排水、坡面保護工</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土砂淤積
嚴重溪段</td><td>兩岸土體崩塌</td><td colspan="2">淤砂溪段</td><td>土石清疏、排除淤砂因素(增強水力輸砂)、臨時性護岸</td><td colspan="2" rowspan="3">縱橫向排水、坡面保護工、坑溝整治等(崩塌地處理)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.上游大量土砂入流
2.溪流斷面因素</td><td colspan="2">淤砂溪段</td><td>土石清疏、排除淤砂因素(如打通瓶頸段)、沉砂設施</td></tr>
<tr><td colspan="2">淤砂溪段上游</td><td>系列防砂工程(土砂控制)、土石清疏、沉砂工程</td></tr>
<tr><td rowspan="2">山洪易發
溪段</td><td>短延時強降雨</td><td colspan="3">以預警為主，如易發溪段空間分布圖及預警措施</td><td rowspan="2">保育滯(蓄)洪措施</td><td rowspan="2">1.保育措施：植生、造林、綠地保全
2.滯(蓄)洪設施：蓄(滯)洪池、水田池塘濕地、截流分洪</td></tr>
<tr><td>長延時降雨(如颱風)</td><td colspan="3">以防止洪水溢淹為主，如提高護岸局部斷面設計基準、強化彎道凹岸治理[加高護岸高度、加深基礎深度(或設置基礎保護工)、放寬溪幅等]、排除淤砂因素、土石清疏</td></tr>
</table>

註：野溪治理工程旨在控制水流及泥砂運移，力求恢復溪流穩定；集水區治理工程旨在保育水土資源、涵養水源及改變水流匯流條件，達成水砂減量之目的。

資料來源：水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)

三、保育處理計畫

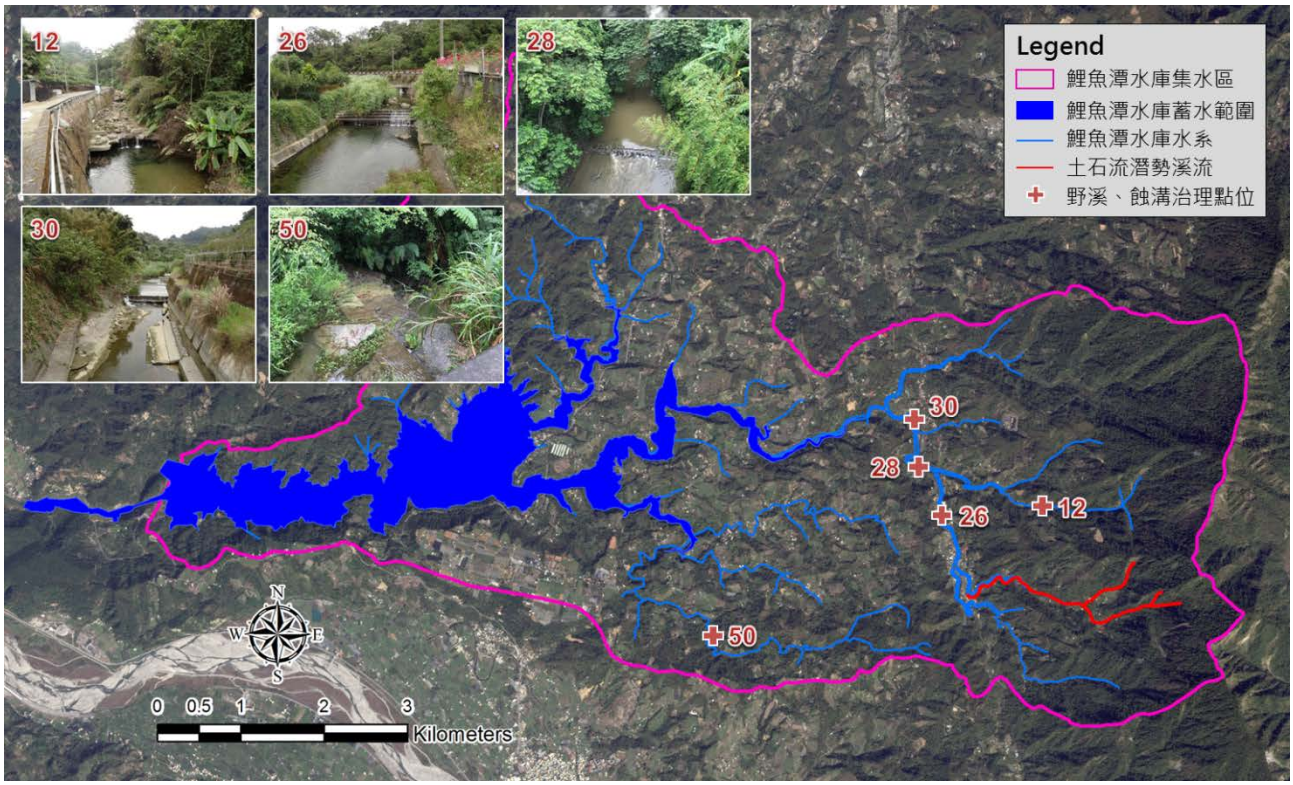
由調查結果得知，區內水系於鄰近保全對象處之河段多已設置相關構造物保護，目前除部份構造物基礎有受逕流淘空外，無明顯損壞情形，河道中無明顯土砂堆積或沖蝕刷深，兩岸植生覆蓋大致良好，無大規模河岸崩塌及致災情形，故處理計畫以既有構造物修復為主，不宜過度整治及擾動，處理區位以點為主(如圖7-1-1)，處理內容及預期效果如表7-1-3所示，，建議後續於颱洪過後進行巡視，如有新增災害時則依災害情況進行緊急搶修或災後復建，並依滾動檢討保育計畫及執行計畫內容。

表 7-1-3 鯉魚潭水庫集水區野溪、蝕溝治理工程一覽表

編號	子集水區	集水分區	座標	現地描述	建議對策	預期效果	權責單位
溪12	景山溪	爽文溪	X：238353 Y：2692727	河寬約 3-5m，設有護岸及固床工保護，部份固床工及護岸基礎有局部淘空情形，兩岸以次生林及果園為主 	基礎拋石 20m^2	確保構造物安全及功能	水土保持局、苗栗縣政府
溪26	景山溪	坪林溪	X：237187 Y：2692595	河寬約 15m，設有護岸及固床工，上游 2 處固床工基礎淘空，下游輕微礫石堆積，兩岸多為旱田，並有民宅鄰近 	基礎修復 2 處 (L=10m、H=1m)	確保構造物安全及功能	水土保持局、苗栗縣政府

編號	子集水區	集水分區	座標	現地描述	建議對策	預期效果	權責單位
溪28	景山溪	坪林溪	X：236895 Y：2693213	河寬約 8~10m，已設置護岸及固床工，大致穩定，1 處固床工基礎淘空，兩岸多為次生林及果園 	基礎修復 1 處 (L=10m 、H=1m)	確保構造物安全及功能	水土保持局、苗栗縣政府
溪30	景山溪	坪林溪	X：236851 Y：2693781	河寬約 10~15m，已設置護岸及固床工，1 處固床工基礎有淘空外，無明顯損壞，兩岸多為次生林及果園。 	基礎修復 1 處 (L=7m 、H=0.5m)	確保構造物安全及功能	水土保持局、苗栗縣政府
溪51	雙連溪	馬鈴坑溪	X：234439 Y：2691208	河寬約 5~6m，除 1 處固床工基礎淘空，無明顯損壞及土砂淤積，現況大致穩定。 	基礎拋石 50m^2	確保構造物安全及功能	水土保持局、苗栗縣政府

資料來源：本計畫調查及建議



資料來源：本計畫調查繪製

圖 7-1-1 鯉魚潭水庫集水區野溪、蝕溝治理工程區位分佈圖

7-1-2 土石流潛勢溪流保育執行策略及方法

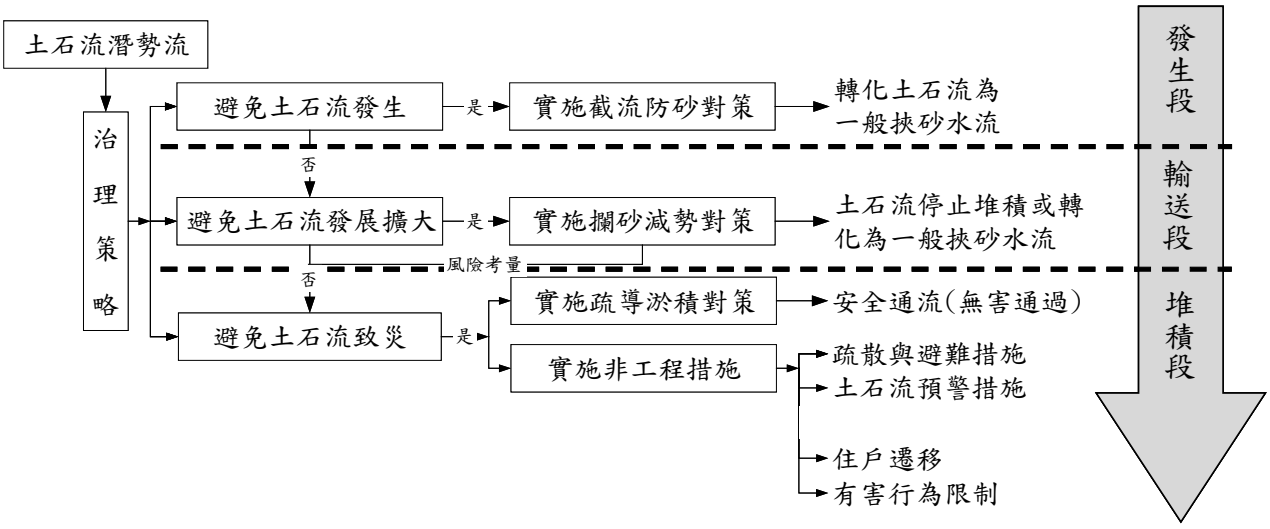
一、保育治理原則

土石流治理為在土石流潛勢溪流上構築各種工程設施，有效降低土石撞擊、淤埋、堵塞..等有害行為，以維護保全對象生命、財產、生活環境及自然生態環境等為目的所制定之方案。因此，在防治原則擬定上應就現場地文、水文及溪流等條件規劃適當的工程與非工程手段，以達到避免發生、避免發展、避免成災之『三避』防治目標(詳圖7-1-2)，即：

(一)『避免土石流發生』，在溪流上游(包括源頭)採取比較積極的控制工法，如系列防砂壩、崩塌地處理及坡面保護工等，以抑制邊坡斜面土體和溪床土砂的異常流失，降低土石流土砂供給料源，大幅減低土石流發生之機會。

(二)『避免土石流發展』，當在溪流上游各種控制土砂工法無法施展，抑或控制工法無法完全有效防止土石流發生時，則退而求其次，在其流動可能通過的斷面上，透過有效地結構性治理措施(如系列透過性壩及防砂壩)攔阻土石流攜出的土砂量，以削減其規模及流速，有效降低破壞力，以減輕其對下游的可能影響。

(三)『避免土石流成災』，當受到自然地形或其他非技術因素之限制，以及工程治理效能之有限性，治理工程仍無法完全控制土石流的發展及破壞力時，通過結構性措施和非結構性措施將土石流危害程度降低，前者包括圍堵、引導、淤積及緩衝等災害治理工法，後者則包括災害預警、避災措施、土地政策、有害行為限制…等成災預防措施。



資料來源：水土保持局及本計畫繪製

圖 7-1-2 土石流潛勢溪流治理策略流程圖

二、保育治理執行策略

(一)總合防治對策

土石流總合防治對策係指「工程手段」及「非工程手段」之總稱(詳表7-1-4)，其中工程手段係利用結構性措施控制土石流之發生與發展，即抑制、攔阻、消能、調節、淤積及疏導等，各種工法之配置必須整體規劃、交互運用，才能發揮最大的功效，將災害減至最低程度；非工程手段，包括避災措施及管理管制措施兩大類，前者包括減損措施、警戒措施、居民避難遷移等，而後者涵括限制措施、防救災組織、集水區管理、教育宣導及設施維護等。

表 7-1-4 土石流潛勢流總合防治對策一覽表

對策種類		工程種類	名 稱	主要作用
治理措施	工程措施	攔擋工程	非透過性壩	防砂、穩坡、固床、降坡
			透過性壩	攔粗排細、減勢、貯砂
		排導工程	排導渠道	按指定方向排洩土石流
			渡槽、隧道、急流槽、涵洞	集中排洩土石流
			導流堤、丁壩	調整土石流流路，有利於排導
		固床工程	系列固床工	穩固底床，防止沖刷下切
			潛壩	穩固底床，防止沖刷下切
		護岸及護坡工程	護坡工	控制坡面蝕溝發生及發展，降低坡面土砂生產
			護岸工	加固河岸坡腳，免遭淘刷
			源頭處理	減少崩塌及土砂生產
		截排水工程	引、排水渠道	引排洪水，消減下洩水量
			截水溝	攔截崩塌土體上方逕流，降低土砂生產
			蓄水工程	調蓄洪水，消減洪峰
		停淤工程	停淤場	攔蓄、停積固體物質
			溢流堤	排洩部分淤積物
	生物措施	造林	恢復森林植被	控制沖蝕、減少水土流失、防止沖刷、涵養水源、減少地表逕流、攔蓄土石
預防措施	避災措施	減損措施	劃分危險區域	確定危險區域及其危險度，限制區域開發行為
			判釋土石流潛勢溪流	確定土石流潛勢溪流，以利整治管理
		警戒措施	建立土石流觀測系統	進行土石流監測及預警
			土石流雨量警戒	提供災前預報和警戒功能
		居民避難遷移	規劃緊急疏散避難路線及措施	提供緊急疏散避難路線及時機
			規劃避難處所	提供緊急和安全避難處所
			住戶遷移	避災
	管理管制措施	限制措施	劃定特定水土保持區	限制危險區開發行為，並執行治理減災措施
			危險區災害保險	規範危險區居民強制保險，實現風險自付
		防救災組織	自主防災社區	進行災前整備、災時應變及災後復原之各種防救災工作
			土石流專員	提供回報現地即時資訊，以避免災害發生
			疏散避難演練	熟稔災害來臨前之疏散避難行為
		集水區管理	山坡地管理	管理與管制違規農業使用及違規非農業使用
			林班地管理	違規土地利用之查報、制止、取締及處理
		教育宣導	防救災宣導及展覽	增強防災減災意識
			教育土石流知識	瞭解土石流基本特點與危害方式
		設施維護	防護工程維護	維持工程治理措施之正常機能

資料來源：水土保持局及本計畫彙整

(二)工程手段

土石流潛勢溪流之工程治理措施種類眾多，主要有抑制工、攔阻工、淤積工、疏導工及緩衝林帶等工法，各種工法因功能不同，適用場合和條件亦不盡相同，其整體布置可依土石流潛勢溪流之發生段、流動段、淤積段及排導段等可動態調整之綜合規劃，如表7-1-5所示，並依當地情況動態調整施作方式。

表 7-1-5 土石流潛勢溪流各區段之適用工法

區段	地　形　特　徵	現象	治理目標	治理工法機制	適用工法
發生段	1.位於溪流上游區段，呈漏斗狀 2.溪床坡度約在 10°以上 3.岸坡陡峻，具有 V 字形橫斷面，土石裸露，岩石破碎，崩塌、地滑發達	溪床及崖錐不安定土砂移動	避免土石流發生	穩定溪床不安定土砂	系列防砂壩及固床工
		溪谷崩塌、地滑		控制溪谷崩塌、地滑之發生	系列防砂壩、擋土牆、坡面保護工程等
		降雨入滲及地表逕流		溪床沿程消能及坡面地表和地表下排水	系列潛壩、固床工、截排水設施、地表下橫向排水等
流動段	1.溪床坡度介於 6~12°之間。 2.溪流平面順直，多屬 V 型斷面，床質較為均勻。 3.均勻流動，沖淤互現，含砂濃度呈動態平衡。土層厚度可高達數至數 10.0m。	土石流撞擊	避免土石流發展	1.攔阻巨礫 2.降低流速	透過性壩(梳子壩、切口壩、格子壩等)、系列防砂壩、部分透過性壩
		土石流氾濫		溢流點附近溪岸加高及加固	護岸、基礎保護工、導流堤
		土石流量遞增		鞏固溪床及兩岸、攔阻土石	系列防砂壩、固床工、透過性壩、部分透過性壩
		後續含砂水流氾濫		妥適工程設計及降低土石淤積溪床	清疏、工程適當設計(如預留足夠的出水高度)
		漂流木		阻截漂流木	透過性壩、部分透過性壩
淤積段	1.位於溪流下游段，多呈扇形 2.溪床坡度在 6°以下 3.淤積大小石塊混雜，無明顯的篩分 4.易發生漫流改道，流路不穩定	土石流氾濫	避免土石流成災	圍堵土石在一定範圍	沉砂池
		土石流撞擊		導流及降低流速	導流堤、沉砂池
		後續含砂水流氾濫		導流、防止溪床土砂淤積及氾濫	導流堤、導流渠道、整流工程、緩衝林帶
		流路擺盪不定		防止溪床土砂淤積、排除障礙物	整流工程、導流渠道、清疏
排導區	1.位於淤積段下游，常與主流連接 2.溪床坡度較淤積段為緩和	後續含砂水流氾濫		防止溪床土砂淤積及氾濫	整流工程、導流渠道、清疏、緩衝林帶

資料來源：水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)

工程手段中之透過性壩除了具有調節攔蓄泥砂輸移機能外，亦能攔阻漂流木流出下游，且符合俱可動態調整之策略，可視當地現況於施工上進行調整，各種形式之透過性壩如表7-1-6；而部分透過性壩兼具非透過性壩和透過性壩之優點，且在非透過性壩基本防砂效能之基礎上，額外運用透過性壩對土石流流態轉化及規模消減之性能，以獲得雙重的治理成效，故適用於一般野溪及土石流潛勢溪流，同時也適用於溪流之中、上游段，達到抑制土砂料源及攔阻土石流出之雙重效益，且能因應現地條件彈性調整透過性壩體型式，具有高度因地制宜之特性。

表 7-1-6 各類型透過性壩及其適用範圍一覽表

類型		適用範圍
切口壩		1.適用於溪幅較寬之溪流，具有引導水流之功能。 2.切口寬度較具彈性，適用於床質粒徑較大之溪流，不易遭土石淤滿，使壩體上游維持部分空庫狀況。 3.開口較大，易於清疏。 4.因束水攻砂效應，下游溪床易有局部沖刷問題，宜加強基礎保護之設計。
梳子壩		1.於切口壩開口處以多支混凝土柱所構成，故柱體間之開口小於切口壩開口，惟總開口寬度多大於切口壩。 2.具有分散水流之功能。 3.易遭土石阻塞，須配合便道或溪底路，以便清疏，維持庫容。 4.雖具分散水流功能，惟水流通過個別開口時，因束水效應而使下游側產生局部沖刷，宜加強其基礎保護之設計。
A型梳子壩		1.於切口壩開口處以多支A字型鋼材組立而成之透過性壩，適用於多漂流木之溪流。 2.可於現地或預先組立，視現地施工條件而定。 3.可於非透性防砂壩溢洪口設置，具有攔阻雜物及漂流木之功能。 4.易遭異物阻塞及鏽蝕，必須經常性維護。 5.水流穿過壩體時，因受鋼柱間相互干擾及束水效應，其下游側易生局部沖刷問題，宜加強其基礎保護之設計。
格子壩		1.於切口壩開口處以鋼材組立成立體格子狀之透過性壩，適用於多漂流木之溪流。 2.可於現地或預先組立，視現地施工條件而定。 3.可於非透性防砂壩溢洪口設置，具有攔阻雜物及漂流木之功能。 4.易遭異物阻塞及鏽蝕，必須經常性維護。 5.水流穿過壩體時，因受鋼柱間相互干擾及束水效應，其下游側易生局部沖刷問題，宜加強其基礎保護之設計。

資料來源：水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)

(三)非工程措施

計畫區內依水土保持局公告之土石流潛勢溪流計有有1條(苗縣DF056)，潛勢等級屬高潛勢，以往曾於桃芝颱風後發生土石流災害，但近年颱風後皆未有災情發生，目前現況大致穩定，依上述工程措施處理後，如發生強烈颱風暴雨仍無法確保下游保全對象，則有必要落實土地管制及疏散避難演練及警戒值檢討等相關非工程措施。

1.以行政管理及法令對危害集水區安全之行為進行管制與限制

透過嚴格的科學管理(如：以衛星影像監測土地利用變遷及綠覆率變化等)及相關法令(如：水土保持法、山坡地保育利用條例、森林法及休閒農業輔導管理辦法等)的認真執行，使激發土石流的人為因素被控制和消除，例如合理開發水土資源、防止對生態環境破壞、嚴禁濫砍、濫伐及陡坡墾植，禁止隨意大量棄石、棄土和其他有關破壞邊坡土體穩定之有害行為等。

2.土石流疏散避難圖

疏散避難路線規劃係結合專業判斷和在地民眾經驗，事先劃定災害發生前之疏散避難路線和緊急避難處所，以維護危險地區保全對象之安全，由於疏散避難路線和緊急避難處所是事前所規劃，可以通過平時的演練，讓在地民眾熟悉疏散路線和避難時機，是降低致災風險相當有效的非工程方法之一，目前區內之苗縣DF056土石流潛勢溪流(大克溪)已於92年繪製規劃疏散避圖，並於107年完成更新，且已辦理多場演練與宣導，未來應有縣政府持續辦理演練等工作，將防災落實民眾。

3.土石流警戒基準

豪大雨來臨時，若累積雨量達警戒值(坪林里400mm)或水土保持局發佈土石流警戒時，則應自行依避難路線緊急撤離至安全處所(坪林國小及坪林社區文康中心)，避免滯留警戒範圍內。

三、保育處理計畫

由調查結果得知，苗縣DF056土石流潛勢溪流(大克溪)源頭已無大規模崩塌地，鄰近保全對象處多已設置RC護岸、固床工及潛壩保護並調整溪床坡度，降低輸砂及致災能力，目前上游多為大塊石分佈，中、下

游河段局部塊石堆積，無再發生大規模土砂下移，大致穩定，暫無立即治理之需求，建議後續於颱洪過後進行巡視，如有新增災害時則依災害情況進行緊急搶修或災後復建，並依滾動檢討保育計畫及執行計畫內容；另考量區內人為開發程度較高，且多屬於山坡地坡度30%以上之區域，應加強坡地水土保持，並避免新的開發行為。

7-1-3 崩塌地保育執行策略及方法

一、保育治理原則

崩塌面積分布與發生機率受地質、區位與環境敏感度所影響，而現存崩塌地亦有再崩塌或二次災害之情形，全面整治有其困難及不必然性。以往整治重點在於有重要保全對象之區域，相對花費經費高，而現今因氣候變遷、地震頻繁，已無法全盤皆以安全為導向，需要根據以下原則調整整治方向與最終達成目的，作為治理必要性之依據。

(一)優先處理：

下游地區有村落、住家、道路或公共設施，崩塌土石會造成土石災害之地區，應列為最優先處理，需於最短時間完成坡面安定工程處理，及促進植被之形成。

(二)暫緩處理：

崩塌地下游地區無住家或重要交通道路，無立即性之危險，需依崩塌地整體考量規劃及基礎工程完工後再進行植生處理。

(三)無法植生處理：

因崩塌地造成垂直陡坡、岩層滑動坡面之地區，應以整體坡面安定考量為先決條件，並配合沉砂區、緩衝帶等之設置，以減少土石災害。

二、保育治理執行策略

(一)工程手段

防治工程大致可分為減載抑制工程與加固抑止工程兩類，減載抑制工程係以改變邊坡之地形或地下水等自然環境條件來穩定邊坡之各種工程設施，如整坡、排水等；加固抑止工程係指以工程結構物來抑止邊坡滑動之各種工程設施，如打設止滑樁、擋土牆等。防治工法之選擇，主要係依據破壞體主測線之地層剖面穩定分析結果來決定，一般常用之

防治工法如下：

- 減載抑制工程
  - 地表排水工程(滲透防止工程、排水溝)
  - 地下水排除工程
    - 深層地下水排除工程(橫向排水孔、地下水集水井、排水廊道等)
    - 淺層地下水排除工程(暗渠、橫向排水孔、地下水截斷工程等)
  - 挖方工程
- 加固抑止工程
  - 佈樁工程
  - 深基礎樁
  - 岩錨
  - 填方工程
  - 河川構造物(防砂壩、護岸、固床工)
  - 植生工程

資料來源：水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)

(二)非工程措施

當崩塌地並無直接保全對象或崩塌土石並不直接危及人民或造成二次災害時可考慮採非工程措施方式如下：

1.自然復育—由於地震或豪雨所造成的大量塌方並不直接危及安全時，若急於穩定邊坡工程，有可能造成投資大量金額，但只得到短期穩定，而後續塌方必須於雨季時重複不斷做工作，建議以自然復育方式，如植生工法，而俟原有不穩定邊坡穩定後，再考慮進行工程修復。因崩塌地立地條件較差，自然復育演替費時較長，以經濟可行之植物導入實屬必要，在植物材料之選擇方面，可以下列各因素考量綜合判斷之：

(1)植物種類之選擇應以鄉土(原生)植物為主，外來馴化種植物為輔，並考量種子取得及適應性等問題。

(2)崩塌地自然演替之先驅草木與優勢植物，易於採種，繁殖且生長快速者。

(3)荒廢地造林適宜樹種，有充裕苗木供應者。

(4)防災功能較強或水土保持推廣應用之木本植物種子、扦插木樁材料等，適於崩塌地植生施工或生長者。

(5)水土保持推廣應用草類或豆科草本植物，可大量獲得種子、快速植生覆蓋，且其長期推廣不致生態危害之植物。

(6)木本植物以現地植物材料為主(依據現地植被調查與植生演替推測資料)。

(7)先驅覆蓋草類種子之選用，以可大量供應之本地草類；可外購之本地草種種子；或臺灣地區長期使用(20年以上)且未具侵略、生態干擾現象之治山防災用草類為主。

2.管制計畫—當崩塌造成塌方危及道路通行時，而無法即時清除或修復時可採豎立警告標誌或採交通管制、引導車流改道措施。

3.配合措施—由於崩塌區位可能涉及公路總局、縣政府或鄉公所等道路養護單位，未來需各單位協調執行；另推動「社區防災總體營造實施計畫」，加強居民自救及防災意識宣導，以減免災害發生或損失。

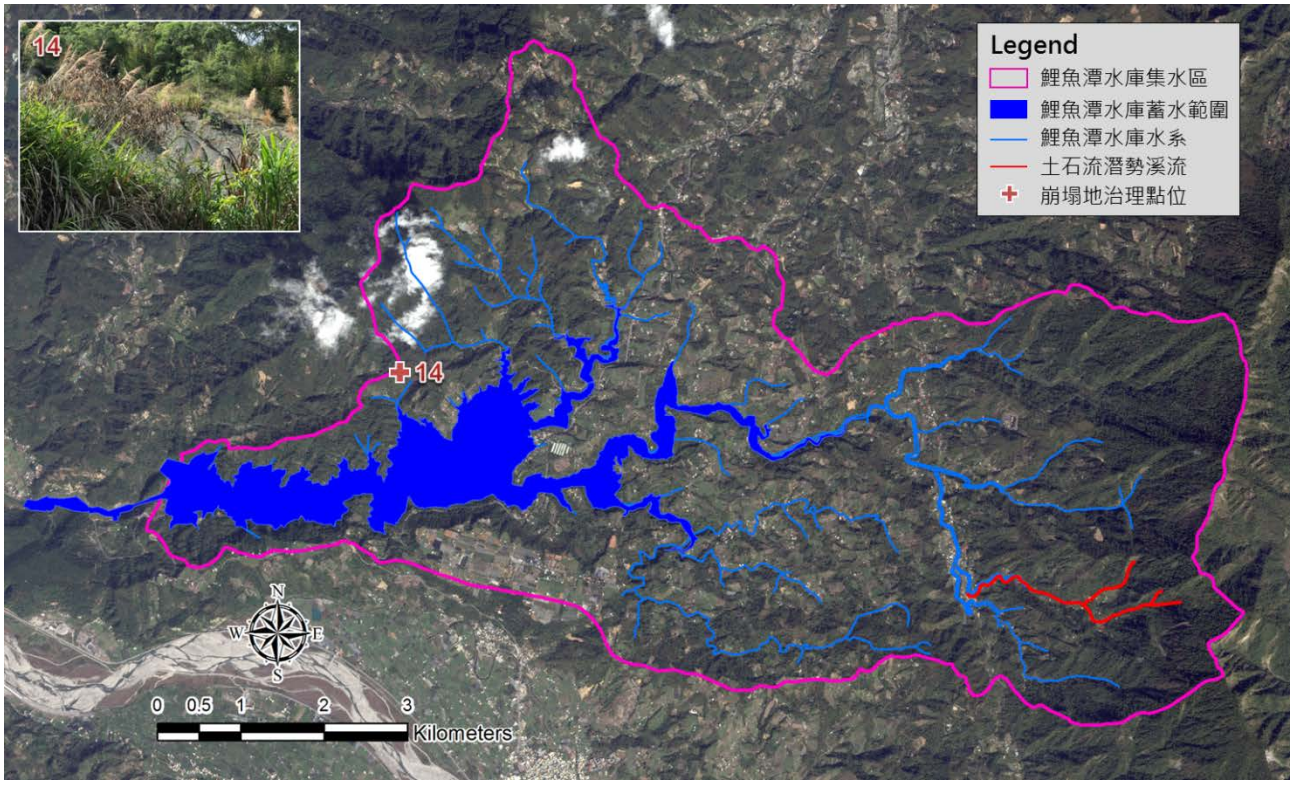
三、保育處理計畫

依107年1月28日SPOT 7及9月25日SPOT 6 衛星影像崩塌地判釋結果，區內計有16處崩塌，面積約2.21ha，經現地調查及複核，以往之崩塌地多已逐漸恢復植生穩定，顯示經相關權責單位歷年進行整治後或採自然復育下已有相當成效，現況之崩塌地多為坡面陡峭且呈岩盤出露，或因降雨而發生之表面岩屑滑落乃至淺層崩塌，多無直接保全對象，目前僅涵泥坑崩塌地因坡面仍持續風化，且受逕流沖蝕，使風化表土下移一般道路，建議進行整治外，其餘崩塌地建議可每年採用衛星影像進行判釋及監測，並於颱洪過後進行巡視，如有新增災害時則依災害情況進行緊急搶修或災後復建，並依滾動檢討保育計畫及執行計畫內容。

表 7-1-7 鯉魚潭水庫集水區崩塌地治理工程一覽表

編號	子集水區	集水分區	位置	座標	現地描述	建議對策	預期效果	權責單位
崩14	庫區	庫區	涵泥坑崩塌地	X：230676 Y:2694319	面積約 0.39ha，坡腳處已設置邊坡擋牆及排水溝，出露的頁岩坡面仍持續風化侵蝕中，且受逕流沖刷下移至路面	坡頂截水溝180m、縱向排水溝 90m、橫向排水160m，撒草籽植生 0.38ha	恢復坡面植生，減緩坡面風化及表土沖蝕流失下移路面	苗栗縣政府

資料來源：本公司調查及建議



資料來源：本計畫調查繪製

圖 7-1-3 鯉魚潭水庫集水區崩塌地治理工程區位分佈圖

7-1-4 道路水土保持執行策略及方法

通常道路破壞之原因多屬於道路上下邊坡滑動造成路面土石堆積與路基流失，導致路面下陷甚至道路中斷，尤其缺少縱橫排水溝造成逕流集中亦為道路破壞之主要原因之一，因此道路水土保持主要包括有道路上下邊坡穩定處理、路面排水系統以及橫向排水系統。

一、治理原則

道路水土保持因不同原因造成之破壞，其治理原則如下：

(一)道路上邊坡崩塌

道路上邊坡受人為或自然因素影響外在營力激發(地震或豪雨作用)之下，常因土體滑動崩落而使道路阻斷，其處理將以邊坡穩定處理手法為主，處理方式可以較偏向工程方法或較偏向生態之植生方式進行。對於道路上邊坡多處崩塌，為攔阻坡面上之土石、砂礫及其他粒狀物質，可施設擋土牆以穩定邊坡，如岩層過於破碎或覆土層較厚可採用錨定擋土牆加以固定。另外，道路上邊坡如有危木仍應儘速清除，縱橫向排水及坡頂截水亦需設置，並配合噴草籽或掛網植生等方式以保護邊坡，使

坡面達穩定狀態。

(二)道路下邊坡沖蝕

道路下邊坡崩塌對道路之破壞，主要為造成路基流失。因此除了上述之處理對策以外，治標方式可包括加深路基基礎甚至採用深基礎，治本方式則可採蝕溝控制與河岸保護之相關工法以避免降低下邊坡之穩定性；此外，道路排水之改善對於道路下邊坡之穩定亦相當重要。

(三)道路排水系統不良

道路排水系統不良所造成之問題，為與工程設計、施工相關性較高之一項因素。排水不良之問題包括：道路無排水溝或排水斷面不足、道路坡度過陡，地表逕流嚴重破壞排水溝甚或路面、道路排水溝排水成效不彰、逕流未於適當地點排放或放流口未能發揮消能功效，以致造成下邊坡之沖蝕甚或崩塌。因此需設計良好之排水溝並於適當地點設置靜水池及放流口之消能設施。

在坡面不穩定、土石易掉落阻塞或清除不易之路段以採用Ｌ型側溝為原則，其他路段視情況得採用梯形、U型或矩型側溝，惟寬度及深度最小應大於30cm。

二、治理對策及工法擬定

集水區之一般道路設置後，天然之坡面遭受開發破壞，開挖坡面或填方土方逢豪雨後容易產生沖蝕情形，且由於缺乏排水設施(如側溝、排水溝及靜水池等)，造成逕流沿路面漫流，沖刷路面造成損壞。

依據水土保持局以往研究報告指出，路面無妥善排水處理之路段，單就地表年沖蝕量高達200 ton/ha，為達下游淤積減量之目標，必須針對道路縱橫向排水及邊坡穩定進行妥善處理；而區內道路沖蝕現象可分為上邊坡沖蝕、下邊坡沖蝕、路面及側溝沖蝕等三種，其控制方法亦各有不同，在實際應用時必須因地制宜，妥善配合才能處理成功，至於道路之各種沖蝕現象及其控制方法如表7-1-8所示，排水設施如圖7-1-4所示。

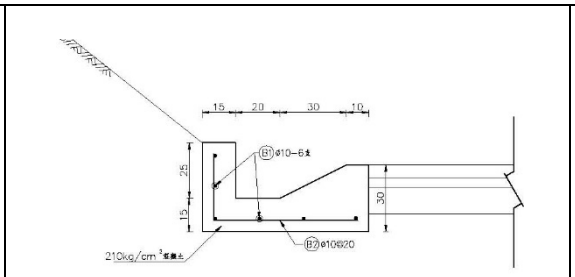
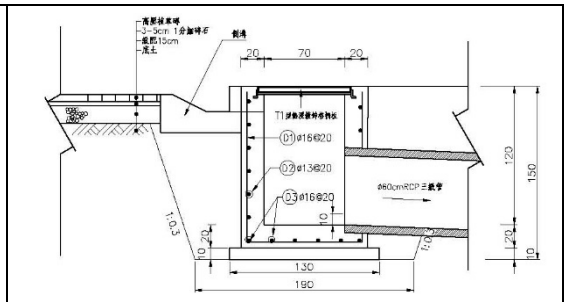
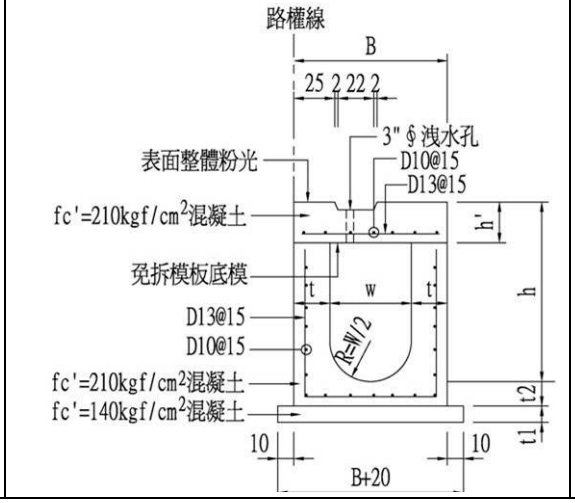
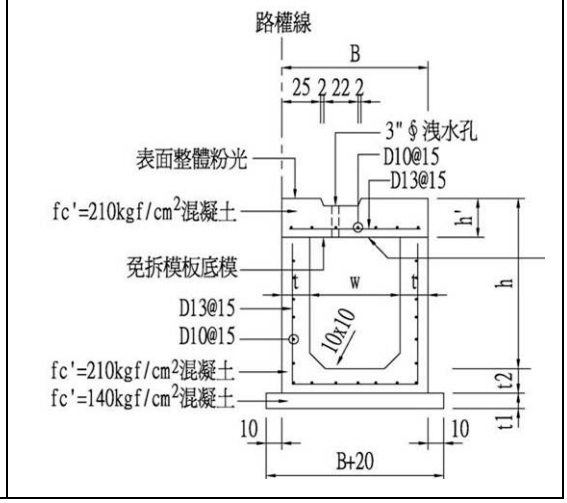
三、非工程措施：建議路權機關仿照水土保持局之「土石流預警系統」，建置道路預警系統以落實風險管理，並由相關單位於道路、橋樑不安全、有潛在威脅或已發佈警戒時進行交通管制，提早避免災害或危害

用路人安全之情況發生。

表 7-1-8 道路水土保持改善措施表

位置	沖蝕現象	控制方法
上坡	逕流自挖方上端集中，發生溝蝕	截洩溝、排水溝
	挖方本身缺乏植生保護，發生沖蝕	掛網植生、植生帶、種子噴射法
	坡腳因底土滲流，發生崩坍	擋土牆、格籠、蛇籠、PVC 板、底土排水、預鑄框客土植生法、自由型框客土植生法
下坡	道路排水系統不良，沖蝕下坡	改良排水措施，簡易土埂
	填方未壓間生裂縫或坡腳淘刷因而發生坍陷	消除裂縫、坡腳拋石及填土
	填方無表層安定處理及植生覆蓋、發生嚴重沖蝕	打樁埋枝、綠化帶
路面及側溝	路面坡降過大，發生沖蝕	橫向排水溝、路面種草或鋪設混凝土
	路溝溝底過陡，發生沖蝕	跌水、堆石及植生保護

資料來源：本計畫整理

L 型側溝		靜水池	
U 形側溝		矩形側溝	

資料來源：本計畫整理

圖 7-1-4 道路排水設施圖

三、保育處理計畫

由調查結果，集水區內之道路大多維持良好，未有中斷或上、下邊坡嚴重崩塌而影響通行情形，故暫無立即處理之需求，建議後續於颱洪

過後進行巡視,如有新增災害時則依災害情況進行緊急搶修或災後復建，並依滾動檢討保育計畫及執行計畫內容；另，一般道路大多未施設排水系統，如遇大雨，道路無法收集坡面逕流，逕流沿路面順流而下，一旦累積足夠的量或流速過快即可能造成路面損毀，建議未來應將現有道路逐年施設道路排水系統，包括L型排水溝、橫向排水、集水井及邊坡排水等水土保持設施等，以收集坡面逕流，避免直接沖刷路面或坡面，維護良好之道路功能。

7-1-5 坡地水土保持保育執行策略及方法

水庫淤積之主要土砂來源包括：崩塌、河道沖刷以及土壤沖蝕等三項，由於水庫淤積之泥砂以細顆粒為主，故如何降低本區之土壤沖蝕量，以及減少坡地土砂災害發生之機率與規模，為重要工作之一，這部分除治理工程之外，應配合坡地保育處理，規劃執行之項目，包含加強坡地水土保持以及加強山坡地管理工作等。

由於本區農業使用土地面積甚廣(約28.8%)多以栽種果樹為主，故農地水土保持工作相當重要，農地應實施水土保持處理與維護，主要處理方法包括：等高耕作、覆蓋、敷蓋、綠肥、山邊溝、平台階段、寬壟階段、石牆法、草帶法、農塘、農地沉砂池、坡地防風措施、防風石牆、乾砌石護坡、梯田、農地整坡等。除了以上所提處理方法之外，同時應將農地水土保持相關配合措施納入，包括：農路系統、農地排水、農地灌溉等作有系統之規劃配置示如圖7-1-5。且坡面推展農地水土保持規劃必須能達到以下各項目標：

1.合理之土地利用

2.防止土壤侵蝕並恢復受侵蝕敗壞土地之生產力

3.土壤保育與培育

4.減少逕流與增加水資源涵養

5.防止侵蝕污染水土資源

6.坡地安全排水

7.防止風蝕



資料來源：水土保持知識探索－小魚的秘密假期(民國 104 年)

圖 7-1-5 農地水土保持規劃示意圖

經現場調查，目前邊坡多缺乏排水設施，且部分農地坡度過陡，此一問題在農地除草、改作等需以機具進行一定程度之開挖致使土壤裸露時最為明顯，因此建議加強縱橫向排水及坡地截水系統，另外，如農地內設有運輸便道亦應注意其道路排水之完善，以避免邊坡沖蝕問題。坡地水土保持之規劃方案，應配合山坡地管理、宣導及輔導措施推動，方可收到較佳之執行成效，相關之治理原則及對策如下。

一、保育處理原則

於山坡地上之各項開發行為，建議相關單位應積極介入輔導與進行管理之職責，已防止土壤沖刷、水質污染等情事發生，而坡地上為防止土壤沖蝕與災害所採取之各種水土保持方法，應按下列原則依序考慮：

(一)土地利用要在合理原則下，妥善規劃開發區域內之各種設施。

(二)避免雨滴直接打擊地表，發生飛濺沖蝕現象。

(三)增加土壤抗蝕力。

(四)促使到達地表之雨水滲入土中，以減少地面逕流。

(五)增加地面粗糙率，降低地面逕流水之流速。

(六)地面逕流須妥善導入安全排水系統。

(七)對易發生沖蝕、崩壞之地點，應予加添適當保護措施，先擇各種安全排水處理。

坡地水土保持之主要目的為增加地表覆蓋，以減低雨水打擊土壤造成沖蝕，及降低地表逕流的沖刷，其處理方式應依土地特性及其利用型態並配合經營管理之需要性實施。本計畫區內之土地利用以果園型態為主，雖然一般果農尚能以合理方式耕作，但部分坡地仍未經水土保持處理，為確保本計畫區坡地水土保持工作成果，其處理原則如下：

(一)區內多為果園，為配合土地經營管理之需要性，坡地水土保持處理依現有果樹種植情形，採用果園平台階段、山邊溝及安全排水，並施以坡地覆蓋。

(二)原已完成水土保持地區，以檢查改善安全排水為主。

(三)如有非法占用國有或公有山坡地、林班地且涉及超限利用者，則由相關土地管理機關收回土地，實施造林工作。

二、保育處理對策

坡地水土保持方法大致可分為工程、農藝與植生三種，每個方法均有其功效，且往往需多項方法互相配合運用，因地制宜而相輔相成，才能達到水土保持目的，使用時機之建議工法或方案如圖7-1-6與表7-1-9所示，並說明如下：

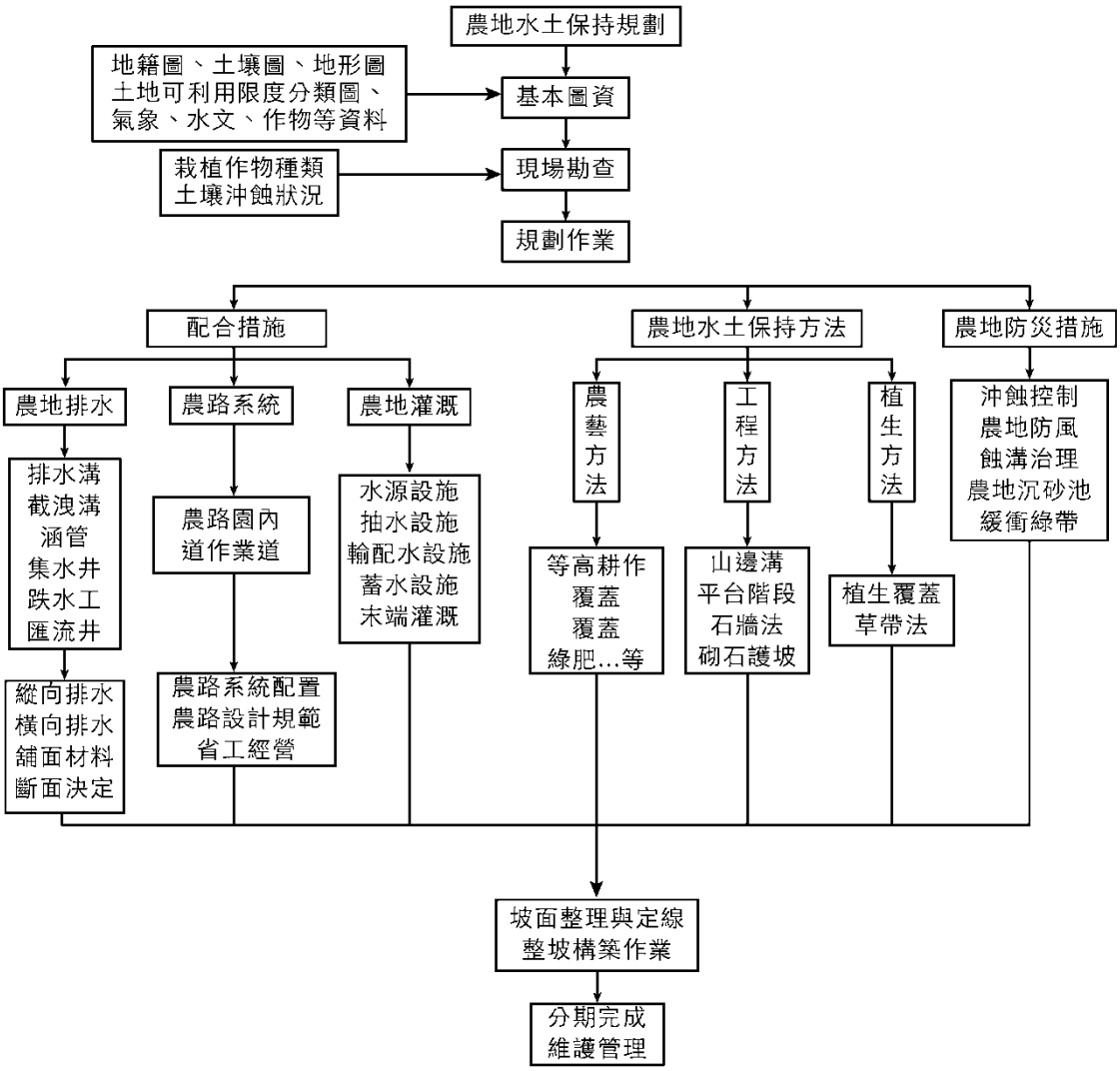
(一)覆蓋與敷蓋為斜面栽培必須配合之處理，實施帶狀覆蓋較全園覆蓋經濟有效。果園覆蓋草種以百喜草為原則。

(二)小型蝕溝控制以修建安全排水為原則。

(三)考量本計畫區坡度較陡，農作物經營方式、機械施工需要及水土保持，採用平台階段，並應設山邊溝系統配合。

(四)坡地果園經營首重灌溉水源的供應不匱乏，而坡面農地水源供應方式因受限於地形坡度陡，主要利用地表開挖蓄水空間降低地表水的快速流失，來達到最直接的保水效果，使用設施以農塘、蓄水池為普遍方式，近來因可使用的宜農牧地漸為珍貴，以單一功能存在之農塘或蓄水池已較不能符合現況土地利用，故另衍生出兼具沈砂、滯洪、蓄水及綠美化的多功能水池，本規劃案建議應由農民或由農民向水土保持局提出補助申請，依當地需求新建蓄水池，其雖無助於土壤水源涵養之功效，但為當地灌溉提供用水來源滿足水需求，

亦屬達到保水用意的一種。



資料來源：水土保持局「水土保持手冊」(民國 106 年)

圖 7-1-6 農地水土保持規劃流程圖(林信輝教授)

表 7-1-9 農地水土保持建議工法表

項次	使用類型	建議工法或方案			
		農場規劃	工程方法	農藝方法	植生方法
1	土地合理利用為原則，妥善規劃農地上之各種設施	◎			
2	免雨滴打擊地表，發生飛濺沖蝕現象				◎
3	增加土壤抗蝕性		◎	◎	◎
4	地表之雨水滲入土中，以減少地表逕流		◎	◎	◎
5	增加地表粗糙率，降低地表逕流水之流速		◎	◎	◎
6	地表逕流須導入安全排水系統		◎	◎	◎
7	易發生沖蝕崩壞之地點		◎	◎	◎

資料來源：本計畫整理

三、加強山坡地管理工作

在山坡地管理部分，主要是為了減少不當之開發行為，各目的事業主管機關應依照其主管法令與權責，執行查報取締工作，在農業使用土地部分亦可依照山坡地保育利用條例第十六條第三項所規定「山坡地供農業使用者,應實施土地可利用限度分類…。土地可利用限度分類標準，由中央主管機關定之」，依山坡地土地之可利用限度分類標準，強化農業使用土地之保育利用與管理工作，避免不當之開發引起不必要之災害發生，並應配合宣導與輔導工作執行，使民眾能確實瞭解問題所在，達到保育水土資源人人有責之共識，以確實達到集水區永續經營之目的。

四、輔導造林

由現地訪談農民得知，近年來因人口外流影響，從事農業之人口數已逐漸減少，且多以老農為主，故多有轉種肖楠、烏心石及牛樟等高經濟樹種之規劃，於初步現勘時亦發現不少農地已改種植相關苗木情形，故建議相關單位可朝此方向，輔導有意願之農民進行造林，逐步減少農地果園面積，增加林地覆蓋範圍。

7-1-6 森林經營管理對策

颱風、豪雨之降雨流量，部份可經河川疏往下游入海，直接有效減少下游地區洪水之災害，惟此降雨量若能使其蓄留於森林土壤中而造成綠色森林水庫，不僅亦具有延滯及抑平洪峰、達成減洪效益，亦且蓄成地下水滲流量更可長時提供地區民生、工業等之水利用，對於整體水資源之開發利用而言，更具效益。就此，對於森林水庫之認識與建立實有待長時不斷的呼籲與推動造林。

鯉魚潭水庫周遭及景山溪上游為林務局新竹林區管理處所管轄之大安溪事業區第10~11林班以及第17~21林班，林務局已於民國55年12月大多編列為保安林(第9、10、11為土砂捍止保安林，第17~21為水源涵養保安林)，建議林務局仍應持續依照主管法令，加強保安林地及國有林班地之管理與經營工作，以保育水土資源、涵養水源、減少各種土石災害發生並減少土砂生產，以延長水庫壽命。

於滿水位以上300~306m區間可以種植隔離林帶之方式，減少污染物質直接進入水庫並區隔出已徵收範圍，植生植物材料包括主林木、副林

木、混植木、輔助木、肥料木及草本植物等，主要以原生植物為主，且容易取得、具發芽力強、生長快速與環境適應力高之草本、灌木、喬木等植物，並考慮植物生理特性與其生長之立地條件，以配合適用之植物種類進行植生造林。

經調查於鯉魚潭水庫蓄水區周遭仍有部分地區可能遭民眾佔用或佔耕，水庫管理單位可配合隔離林帶之種植，除可減少民眾誤佔之機會，並達到過濾之效果，以防止果園之肥料農藥直接流入水庫，而其根系亦可減少蓄水區周遭土砂崩落，達蓄水保土之功能。

7-1-7 水庫保護帶或緩衝綠帶之規劃

一、保護帶劃設原則

集水區因道路施工、農牧地耕種及逕流沖蝕而造成果園農藥污染水源及泥砂隨逕流淤積水庫內，復因集水區土壤抗蝕力較弱，致淹沒區邊坡雖林木覆蓋良好，但因受波之沖擊及水份毛細現象作用後，將造成側向解壓使邊坡土方崩塌、墜落及植物根系因浸水難以存活等問題；依據水土保持法規定，水庫周邊應設置適當之保護帶，藉以過濾土石、農藥之污染。有關保護帶治理原則如下：

(一)依據現行法令規定設置保護帶。

(二)保護帶設置，須能防制或減緩砂石下滑而淤積於水庫。

(三)保護帶設置，須能過濾或減少水庫農藥對水庫水質污染。

(四)保護帶範圍應實施植生、造林或防砂工程使用，以維護水庫安全。

(五)保護帶設置，仍需配合行政管理措施及推動宣導水土保持觀念。

(六)保護帶設置後須定期保養維護以維持其本身功能性。

二、保護帶功能及相關研究報告

(一)對水和淤泥之影響

1.增加保護帶入滲能力，以減少表面逕流。

2.以保護帶的植生來增加地表水力粗糙度，以降低表面逕流的速度。

3.密集的植生增加物理性的過濾效應。

地表逕流入滲到保護帶內可以在短時間達到過濾溶解性污染物及

對泥沙運移之效果。在美國的試區試驗報告中曾提出草地的保護帶可過濾80%以上的淤泥，但保護帶在粘粒土壤地，尤其是在較窄的條狀地緩衝效果較不好。

(二)對污染物運移之影響

1.在其森林中的前19m，一年中氮、磷的濃度分別減少了83%和81%。(Knauer and Mander,1989)。

2.在德國Schleswing Holstein地區，來自於施肥田間之表面逕流流過赤楊林保護帶時，能滯留82%的銨基鹽和61%的硝酸鹽。而自然的草生地也分別有效的滯留銨基鹽和硝酸鹽(61%與58%)，但永久放牧地之滯留量則較少(9%與33%)。

3.Asmussen et al.,(1997)報告中指出殺草劑2.4-D通過24.4m的濕生與乾生草溝時總量分別減少77%與69%，其認為殺蟲劑減少的原因是水的入滲、泥沙沉積及植生與有機物的吸附。

4.Doyle等(1977)與Young等(1980)報告中指出保護帶有高度滯留磷的能力，而Dillaha等(1989)則指出可溶性磷的含量在經過保護帶後有增加的傾向。

5.保護帶除去污染物質的能力較除去泥砂的能力差(Dillaha et al.,1987)。

6.污染物質被滯留於保護帶的因果作用仍有爭議，Dillaha等(1987)以及Magette等(1989)在短期試驗中表示，雖然全磷量在運送過程中會降低，但可溶性和有效性磷的含量是可轉變。

7.在德國Knauer與Mander(1989)報告關於不同植生型保護帶作用的比較，其效果依植生之密度及地被落葉、木質碎屑而定；發現赤楊與天然草地之間並無明顯的不同，而在長期之牧草地中則發現對於氮的效果特別小。

8.台灣地區之研究：

在國內丁昭義與陳慶雄(1981,1984)；謝長富與陳尊賢(1989)；陳連興(1989)由研究試驗指出，河岸周緣保護帶之寬度可依污染物之不同，而至少必須有10m～60m方可發揮其功能，一般最好在30m以上

才可確保河流或水庫之優良水質並避免受到水土污染的影響。

(三)農藥過濾

1.依據台灣大學教授陳信雄博士於民國68年至73年「森林保護帶對農藥過濾作用」之研究指出,對水不溶性的農藥需保留30m柳杉人工林地,而對於水溶性的農藥則至少有須60m的保護帶。

2.依據台灣大學陳尊賢等人針對德基水庫鄰近果園養分之截留作用研究報告指出,德基水庫周緣果園區之營養鹽,進入河岸森林保護帶後,在約30m之距離內,即可將磷酸根、鉀、鈣、鎂與銨態氮等離子截留住,而使其濃度有明顯降低之趨勢,但建議安全之河岸森林保護帶寬度應至少50m。

3.Lowrance等人(1988)曾研究指出,在植生生長良好之地區,銫(Sr)-137在森林帶距離交界30m處之含量最高,之後即急劇減少;而Cooper等人(1983)與Cooper and Gillian(1987)則研究表示,河岸森林帶能夠沉積銫-137,說明河岸森林保護帶如有足夠之寬度,則可有效地阻絕營養及較細粒子之移動;此外,Jordan等人(1993)亦以溴離子(Br)作為追蹤劑,在美國馬里蘭州之試驗地對營養鹽之移動情形進行研究,顯示如有約30m之森林緩衝寬度即可將養分截取並滯留。

4.林崇明(民國77年)研究指出,至少需要10m的緩衝寬度才能有效降低土壤水溶液中磷酸根及全磷之濃度。Peter john and Correll(1984)亦研究說明,至少需要19m之周緣保護帶,才可有效地降低營養鹽進入水庫之現象,如此即可使硝酸態氮降低79%,而P、C亦有明顯降低之現象。

三、保護帶範圍之擬定

為達保育水土資源、涵養水源、淨化水質、防止土砂災害,延續水庫壽命,維護自然生態環境等目標,並兼顧土地權利人合理使用土地之權益下,建議針對頭社水庫劃設保護帶,其保護帶寬度擬定應包含:

(一)依據水庫保護帶之相關法規

1.水土保持法(民國83年5月27日訂定,民國105年11月30日修正)

依據「水土保持法」第20條規定:經劃定為特定水土保持區之水

庫集水區，其管理機關應於水庫滿水位線起算至水平距離30m或至50m範圍內，設置保護帶。其它特定水土保持區由管理機關視實際需要報請中央主管機關核準設置之。前項保護帶內之私有地得辦理徵收，公有土地得辦理撥用，其已放租之土地應終止租約回收。第1項水庫集水區保護帶以上之區域屬森林者，應編為保安林，依森林法有關規定辦理。

2.水庫蓄水範圍使用管理辦法(民國88年6月30日訂定，104年2月5日修正)

依據「水庫蓄水範圍使用管理辦法」第3條規定：本辦法所稱水庫蓄水範圍（以下簡稱蓄水範圍），指水庫滿水位與其迴水所及蓄水域、蓄水相關重要設施之土地與蓄水域周邊必要之保護範圍。

前項所稱蓄水域於攔河堰型水庫者，其範圍以堰壩址上游五倍堰壩長度為限。

前項所稱攔河堰型水庫，由中央主管機關核定公告之。

第一項蓄水範圍應由管理機關（構）擬定送主管機關會同有關機關（構）勘定後核定公告之。變更或廢止時亦同。。

(二)依據毛細作用影響範圍

為解決溪流周邊水分上滲而致植物根系受損，保護帶最好能包括受毛細作用影響範圍。依據毛細現象上升作用可能之高度，並依溪流周邊之坡度，推估所需之寬度，推估公式如下：

$$hc = \frac{K}{e \times D_{10}}$$

式中，hc：為水份上升高度(cm)。

K：為常數，介於0.1至0.5之間(cm2)，採0.3

e：為孔隙比，採用0.3

D10：為有效料徑(cm)，採用0.003

由上述公式推求不同不同坡度毛細作用影響範圍(如表7-1-10)；依鯉魚潭水庫周邊平均坡度約為23º，推算所需保護帶側坡長度為11.1m。

表 7-1-10 不同坡度毛細作用影響範圍表

坡度(%)	水分上升高度 hc(m)	保護帶寬度 W(m)
0~5	3.33	66.6
5~10	3.33	33.3
10~20	3.33	16.65
20~30	3.33	11.1
30~40	3.33	8.33
40~50	3.33	6.66
50~100	3.33	3.33

資料來源：本計畫整理

(三)依據過濾泥砂所需長度

目前國內外對保護帶研究大多以土石下移坡面長度，訂定過濾泥砂所需長度，因泥砂為邊坡最主要之污染源，故以土石下移長度作為保護帶所需長度之標準。林業試驗所於民國79年經參考Clinnick(1985)及Swift(1986)之研究，於六龜試驗所實驗所得之保護帶所需長度如下：

$F=10+0.03\times S^2$

式中，F為側坡長度(m)，S為側坡坡度(度)

由上述公式推求不同坡度下過濾泥砂所需長度(如表7-1-11所示)，依鯉魚潭水庫周邊平均坡度約為23º，推算所需保護帶側坡長度為18.37m。

表 7-1-11 不同坡度過濾泥砂所需長度表

坡度(%)	坡度(度)	保護帶寬度 W(m)
0~5	0~2.86	10.25
5~10	2.86~5.71	10.98
10~20	5.71~11.31	13.84
20~30	11.31~16.70	18.37
30~40	16.70~21.80	24.26
40~50	21.80~26.57	31.18
50~100	26.57~45	70.75

資料來源：林業試驗所

(四)依據過濾農藥及肥料所需寬度

計畫區保護帶位於潛在污染源與地表水體間之人工栽植或天然植被，設置後可減緩漫地水流能從逕流水中去除泥砂、營養鹽及農藥。由於地表土壤入滲率之差異，計畫區地表土壤常混有石片或礫石，粗孔隙多，土壤飽和入滲率極高，地表逕流水發生之機率甚低。以目前常用的土壤中化學物傳輸模式有以下三種：即(1)表土層的農藥傳輸模式

(PRZM, Pesticide Root Zone Model)、(2)線性系統模式和(3)指標模式(Index Method)三種，PRZM模式、線性系統模式或其他類似模式中化學物在土壤中的傳輸機制,在應用上因所需參數較多,模擬時資料不足,故應用上常受到限制，尤其在大面積模擬時，實地資料的不足常導致模式係數無法正確的估算。而指標模式較簡單，所需參數較少，且國內外已有成功的應用經驗可資參考，故本計畫使用指標模式進行估算與預測。

參照輔導會武陵農場「有勝溪集水區治理計畫」，推得保護帶過濾農藥、肥料其所需斜坡方向之適當長度為如下：

$L_{buffer} \geqq 8/\sin\theta$

如考慮安全係數(CS)，則可修改為下式。

$L_{buffer} \geqq 8CS/\sin\theta$

式中，L_{buffer}：適當過濾帶斜坡長度(m)； CS：為≧1之安全係數；

θ：為保護帶之坡度。

由上述公式推求不同坡度下過濾農藥、肥料所需斜坡方向之適當長度(如表7-1-12所示)；依鯉魚潭水庫周邊平均坡度約為23º，推算所需保護帶側坡長度為19.67m。

表 7-1-12 不同坡度過濾農藥、肥料所需長度表

坡度(%)	坡度(度)	sinθ	安全係數 cs	保護帶寬度 W(m)
0~5	0~2.86	0.05	1.1	176.35
5~10	2.86~5.71	0.10	1.1	88.44
10~20	5.71~11.31	0.20	1.1	44.88
20~30	11.31~16.70	0.29	1.1	30.62
30~40	16.70~21.80	0.37	1.1	23.69
40~50	21.80~26.57	0.45	1.1	19.67
50~100	26.57~45	0.71	1.1	12.45

資料來源：武陵農場「有勝溪集水區治理計畫」

(五)保護帶寬度

本計畫依據法令規定、毛細作用、泥砂過濾及農藥過濾等因素，相對應本計畫範圍集水區之地形、水質優養化問題及未來水庫集水區經營方式等機制條件，並參考各專家學者之研究報告後，初步建議水庫之保護帶採相關法令規定之之值，並考量過濾泥砂、農藥及肥料所需寬度採30m寬，詳表7-1-13，而目前鯉魚潭水庫蓄水區週邊土地，已全面徵收

至標高306公尺，大多可滿足此需求。

表 7-1-13 鯉魚潭水庫保護帶寬度表

考慮因素	保護帶寬度(m)
依據水庫保護帶相關法令規定	水平距離 30m~50m
依據毛細作用影響範圍	11.1
依據過濾泥砂所需長度	18.37
依據過濾農藥及肥料所需寬度	19.67
本計畫建議採用值	30m

資料來源：本計畫整理

7-1-8 生態保育策略

為減輕治理工程對生態環境造成的影響，維護生物多樣性資源與棲地環境品質，本計畫各工程皆納入生態檢核作業，將自然環境特性及生態保育納入整體考量，根據文獻蒐集與現地勘查結果，評估工程可能造成之生態環境衝擊，落實影響減輕對策與具體生態保育措施。

生態檢核制度之目的在於維護計畫工區生物多樣性資源與棲地環境品質，落實民眾參與及資訊公開，以減輕保育治理工程對生態環境造成的影響，增益整體環境品質。

為減輕治理工程對生態環境的影響，應就工區影響範圍，評估可能造成之生態環境衝擊，研擬保育措施。具體的保育措施則依循迴避、縮小、減輕與補償之優先順序考量與實施，前述四項保育策略之定義如下：

一、迴避：工程量體與臨時設施物(如：土方棄置區、便道、靜水池等)之設置，應避開有生態保全對象或生態敏感性的區域。

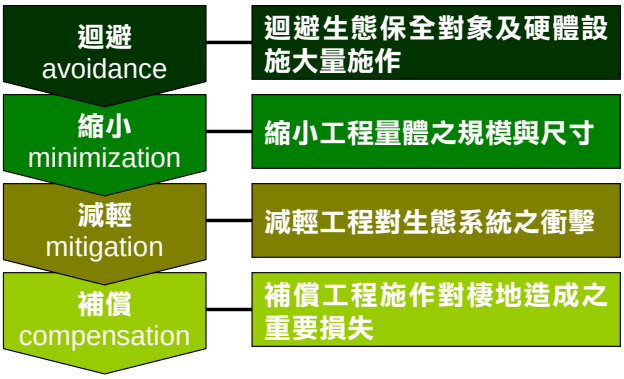
二、縮小：若無法完全避免干擾，則修改設計縮小工程量體、施工期間限制施工便道、土方堆積、靜水池等臨時設施物的影響範圍。

三、減輕：減輕工程對環境與生態系功能的衝擊，如：保護施工範圍內之既有植被、設置臨時動物通道、研擬可執行之環境回復計畫等。

四、補償：為補償工程造成的重要生態損失，於施工後以人工營造手段，加速植生與自然棲地復育。

於執行上，經濟部（水利署）依民國105年訂頒「水庫集水區工程生態檢核執行手冊」，落實並深化生態檢核機制；農委會則依其生態檢核操作流程（林務局）或「環境友善措施標準作業書」（水保局）辦理相

關作業；其他有關工程應配合公共工程委員會106年4月11日召開之「公共工程落實生態檢核機制」研商會議決議，工程主辦機關辦理新建工程時，依該機制辦理檢核作業。



資料來源：本計畫繪製

圖 7-1-7 工程生態保育策略

7-2 水質污染消減執行策略及方法

7-2-1 污染削減執行策略及方法

集水區內污染主要來源在於點源及非點源污染，包括村落、遊憩人口與農地農藥及肥料的使用等等。而為使相關控制策略符合國家政策，並符合地方需求，參考環保署「91年環境白皮書」相關水污染防治措施及經濟部水資源局「水庫集水區污染源之調查評估報告」，主要以管理手段控制及削減各項污染，說明如下：

一、污染源削減策略

日光、營養鹽及溫度為水中藻類生長之重要因素，其中營養鹽為吾人所能控制的因素，且植物生長的必要元素為氮、磷、鉀。其中，磷為影響藻類生長的關鍵，要控制水質優養化程度必須控制水中磷的濃度，而水庫中磷的主要來源為暴雨沖刷所挾帶土壤中的磷，其來源主要為農業行為。

各種非點源之控制方法因時因地而有所不同，因此有賴綜合考量最佳管理技術(Best Management Practices, BMPs)以求實效。

(一)結構性之BMPs

結構性最佳管理技術(BMPs)包括多種類型，適用比較如表7-2-1，另參考行政院環保署「降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)指引」

所彙整結構性BMPs項目污染物削減率如表7-2-2所示；經考量鯉魚潭水庫地形、土地權屬、土地利用、污染源生產及水庫優養化情形，本計畫建議未來可採用植生滯留槽(biodetention cell)，作為本集水區中設置BMPs之選擇，並在設置後定期清理維護，使其在長時間內維持效果。

表 7-2-1 BMP 適用比較

BMPs 種類	畜牧污水	農業污水	工業污水	民生污水	河川污水
草溝	○	○			○
草帶/緩衝帶	○	○			
人工濕地			○	○	
透水性鋪面				○	
濕/乾滯留池	○	○	○	○	○

資料來源：本計畫彙整

表 7-2-2 結構性 BMPs 設施污染物削減率彙整表

結構性 BMPs 項目	懸浮固體(%)	總磷(%)	硝酸鹽(%)
透水性鋪面	85	85	30
入滲池	85	85	30
地下入滲床	85	85	30
入滲溝	85	85	30
雨花園	85	85	30
入滲乾井	85	85	30
過濾設施	85	85	30
植生溝	85	85	30
植生過濾帶	30	20	10
入滲堤	60	50	40
綠屋頂	85	85	30
雨水貯集系統	100	100	100
人工濕地	85	85	30
溼式滯留池	70	60	30
乾式滯留池	60	40	20
水質過濾設備	60	50	20
水岸緩衝帶修復	65	50	50

註：以上數據為參考數值，開發單位得依實際檢測結果或其他參考文獻合理估算污染物削減率
資料來源：行政院環保署，「降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)指引」(民國 102 年)

(二)非結構性之BMPs

非結構性控制方法是指較少甚至不需要用結構性設施來控制污染物的方法，屬於較迅速執行且投資經營較少的方法，此管理方式偏向於法規、管理措施或仿自然的方法(生態工法，自然工法)處理。

非結構性的控制方法有土地利用管理、法規的訂定、遷移或拆除建

築物設施等。而非結構性的控制方法運用在控制地表逕流的實例為坡地上的處理，如改變居住方式或植被保護土壤防止沖蝕。而在人為污染行為的管制，如土地利用的管理、肥料和農藥的施用管理、宜林地和農地採收前計畫和道路的興建管理，茲分述如下：

1.土地利用管制：利用土地面積控制不透水之比例，於規劃之初訂定透水層和不透水層面積之比例，如此可降低洪峰流量，間接降低暴雨逕流所挾帶之污染量。

2.地表運用：利用現有的農塘、水池、窪地、公園等，開闢成儲留設備，可有效降低暴雨逕流的懸浮固體。

3.遊憩區規劃：妥善的遊憩區開發規劃可以經濟有效的減少暴雨逕流量以及伴隨產生之非點源污染，例如遊憩區計劃避免水源涵養敏感地區的開發，遊憩區規劃儘量減少不透水舖面範圍，且於排水系統周圍設置緩衝草帶。

4.垃圾處理：垃圾(包括草、落葉等)常是非點源污染的來源，尤其是在觀光風景區，遊憩污染物隨遊客之多寡而決定。

5.物料管理：包括砂石、泥土、農藥、肥料、清潔劑、塑膠及製品、石油產品或有害化學藥品，儲存輸送或使用時應儘量防止污染土壤或水體。儲存時應加蓋防雨或圍攔以防流失。

6.遊客環保教育：遊憩區的污染主要是由遊客帶來，所以遊客的環保教育對減少污染有很大的幫助。利用解說牌、廣告、布告、管制標誌或人員解說，教導遊客減少垃圾量、垃圾分類、不隨意亂丟；野餐、露營、烤肉完後，要清除殘餘物到指定的地方；禁止到達的地方，以減少土壤、草地被踐踏，減少雨水入滲功能。

(三)低衝擊開發(LID)

依美國住宅和都市發展部對LID定義：「利用各種土地規劃和設計之措施與技術，同時可保育自然資源系統並降低建造成本之土地開發方法」。其原則為盡可能減少開發區之不透水表面之面積，保持原有之水文狀況，使開發後的水文條件與開發前盡可能相同。LID考量當地水文情況，創造出跟原先水文條件相似的水文景觀，其中包括水的儲存、入滲、地下水補注、流量重現期等。相關設計包括有暴雨的滯留、停留設

施（或空間）設置、減少地表不透水面積、以及延長水流動路徑、逕流時間等（Coffman, 2000）。

LID主要目的在於減少暴雨時期的尖峰流量與延長尖峰流量發生時間，並將改變的水文機制盡可能回復至開發前狀態，同時處理因暴雨產生之非點源初期沖刷（first flush）衝擊。所以LID 的主要用意並非處理絕大部分的暴雨量，乃是透過源頭水文管理方式，讓開發行為成為低衝擊的開發行為，將開發所帶來額外的淹水風險降低，不僅減輕下水道系統負擔，對環境、景觀、生態都有幫助。

低衝擊開發策略與傳統的BMPs 整合後，即成所謂LID-BMPs（NJ BMPs manual, 2003），低衝擊開發策略下的最佳管理技術，作法上較為主動，用途上較為多元，LID-BMPs 甚至可以跟地區景觀設計及規劃整合，讓暴雨逕流及污染管理可自然地融入到人類的開發行為中，如此，既可達到發展目標，又可降低因各項開發行為所造成之暴雨逕流及污染衝擊，達到環境永續與社會發展間之平衡。

為了保持開發前的水文環境條件，可藉由多種LID 方法達成其設計概念如：

1.藉由植樹、種草等，減少不透水面積以維持類似開發前之逕流體積。

2.將必要之不透水區域進行分類。

3.保護當地環境敏感區域。

4.保持逕流集流時間（time of concentration）與延長開發後尖峰流量發生時間。

5.利用結構性措施來減輕不透水表面造成的衝擊。

LID 利用大尺度的規劃設計，包括分散性的管理技術，統稱為整合性管理措施（integrated management practices, IMPs），預期利用這樣的管理概念，達到理想的水文條件。所謂的IMPs，包括相當多種方法，例如生物滯留池、乾式井、過濾、緩衝帶、草溝、入滲溝等。除了各式各樣的IMP 方法外，重要的是如何選擇適當的方法以及空間上的配置，這些都是以回復到最原始的水文條件以及水質處理為主要目的（Prince George’s County, 1999）。

6.本區內非點源污染LID設置經評估最適合小規模之現地處理單元(植

生滯留槽)，因較無土地取得問題與施工上較為容易，且小規模之處理設施可以藉由長時間規劃來達到全集水區內農地的高設置率，進而達到理想削減率，並可於庫區蓄水範圍內之平坦且無用地問題之土地施設保護帶截流營養鹽。

(四)合理化施肥宣導

計畫區內果園以種植水梨、椪柑、甜柿、香蕉、草莓等作物為主，其施肥及用藥常隨降雨逕流淋洗後，隨逕流進入水庫，形成主要非點源污染來源，由本計畫訪談農民結果，梨樹每年每株約使用約100kg肥料(秋季基肥70kg、隔年春季追肥30kg)，柑橘則為每分地使用約30kg肥料，對比行政院農糧署作物施肥手冊建議用量，均有明顯過量使用情形，故針對各項作物進行合理化施肥宣導實為重要之工作。

表 7-2-3 柑橘類三要素推薦量(克/株/年)

樹齡或產量	氮素	磷酐	氧化鉀	換算成台肥複合肥料用量(成樹用 5 號，幼樹用 43 號)
幼樹 1-3 年	75	75	75	500
幼樹 5 年	150	150	150	1,000
成樹 40 公斤/株	500	250	375	3,125
成樹 60 公斤/株	600	300	450	3,750
成樹 90 公斤/株	800	400	600	5,000
成樹 120 公斤/株	1,000	500	750	6,250
成樹 150 公斤/株	1,200	600	900	7,500

資料來源：行政院農糧署，「作物施肥手冊」(民國 94 年)

表 7-2-4 高接梨三要素推薦量(克/株/年)

樹　齡	氮　素	磷　酐	氧 化 鉀	換算成台肥 5 號複合肥料用量
3-5 年	700	350	525	4,375
6-9 年	900	450	675	5,625
10-15 年	1,000	500	750	6,250
16 年以上	1,200	600	900	7,500

資料來源：行政院農糧署，「作物施肥手冊」(民國 94 年)

(五)水土保育宣導

包括水庫防災演練與宣導、水土保持教育宣導及土石流防災演練與宣導等，藉由災害發生前之災害警報之發布、預防措施、防災宣導，提高民眾提高對災害之憂患意識，倘災害有可能發生之虞時，能循演練規劃之路線及場地做妥適的疏散及避難動作，必能使災害損失降至最低。

二、污染削減計畫

(一)近程階段

1.點源污染

(1)污染源管制，以遊憩、民宿等為主，由縣市政府進行宣導、取締。

(2)為有效削減生活污水污染量，應陸續推動下列各項水質改善措施：

A.推動建築物污水處理設施之設置。

B.聚落式污水處理設施。

C.建築物污水處理設施之水肥清理。

(3)因本集水區內人口較少，且聚落較不密集，可以社區為單位派遣水肥車至當地抽取民生污水至污水處理廠進行處理。

(4)於庫區周邊建置點源污染一處示範場址，點源污染削減設施建議設置位置為新開社區旁之公有地(232086,2693599)，詳細設置方案評估內容可參考章節6-5-3污染削減方案評估。

2.非點源污染

(1)合理化施肥宣導，減少農地多餘肥料流入水庫。

(2)加強水庫集水區土地巡查、取締及管理及宣導，避免不當開發。

(3)推動遊憩管理政策：依據行政院環保署所建立之遊憩活動非點源污染最佳管理作業規範，建立計畫區內水庫遊憩區非點源污染控制計畫及最佳管理技術之方式。

(4)於庫區周邊建置非點源示範場址一處，非點源污染削減設施建議設置位置為歸安橋南方位於苗54-1之果園農地(234106,2693719)，詳細設置方案評估內容可參考章節6-5-3污染削減方案評估。

希藉由示範場址的設置評估實際消減污染源的成效，並進行教育推廣，讓集水區內的民眾瞭解並接受，後續再推行到聚落及農地。

(二)中程階段

1.點源污染：中程階段水庫污染之改善主要以管理面為主，持續辦理污染源管制及旅遊管理政策，並於污染熱區的聚落推動合併式淨化槽或呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)之設置。

2.非點源污染：中程階段以推動結構性最佳管理技術(BMPs)及低衝擊開發(LID)設施為主，因鯉魚潭水庫集水區內無大量之土地可施設大面積保護帶，實際做法可於每個單位農地內設置小型LID(植生滯留槽)利用農地內之溝渠匯聚後進行截流處理，可由污染熱區雙連溪、景山溪集水分區內開始設置。

(三)遠程階段

由於鯉魚潭水庫集水區水污染來源中，以生活污水及農業非點源污染為多，由於區內尚無設置社區污水下水道及污水處理設施，故於遠程階段計畫如下：

1.點源污染：建議可藉由長期計畫於集水區內的聚落，進行呈層複合土壤系統設置，以削減點源污染。另針對大型社區也可配合合併式淨化槽進行現地處理，但因成本較高，設置前須妥善規劃。

2.非點源污染：於集水區內推動低衝擊開發(LID)設施為主，於每個單位農地內設置小型LID(植生滯留槽)，利用農地內之溝渠匯聚後進行截流處理。

7-2-2 水質改善計畫目標及預期效果

鯉魚潭水庫集水區土地除栽植各種林木與少數裸露地外，多為農業使用或聚落，使下游水庫、河川水質多富含有機質，是導致水庫優養化之主因；集水區內裸露地居多則易造成水庫淤積，另因區內尚無設置污水處理設施，家庭廢水多直接排入排水溝或鄰近土地中，大多數住家雖設有化糞池，但其廢水亦多排入鄰近土地中，隨著降雨之淋洗，皆易隨逕流流入下游水庫中影響水質；基於上述各項影響水庫水質之成因，建議鯉魚潭水庫可採用改善方式如下：

(一)營養鹽(污染源)削減

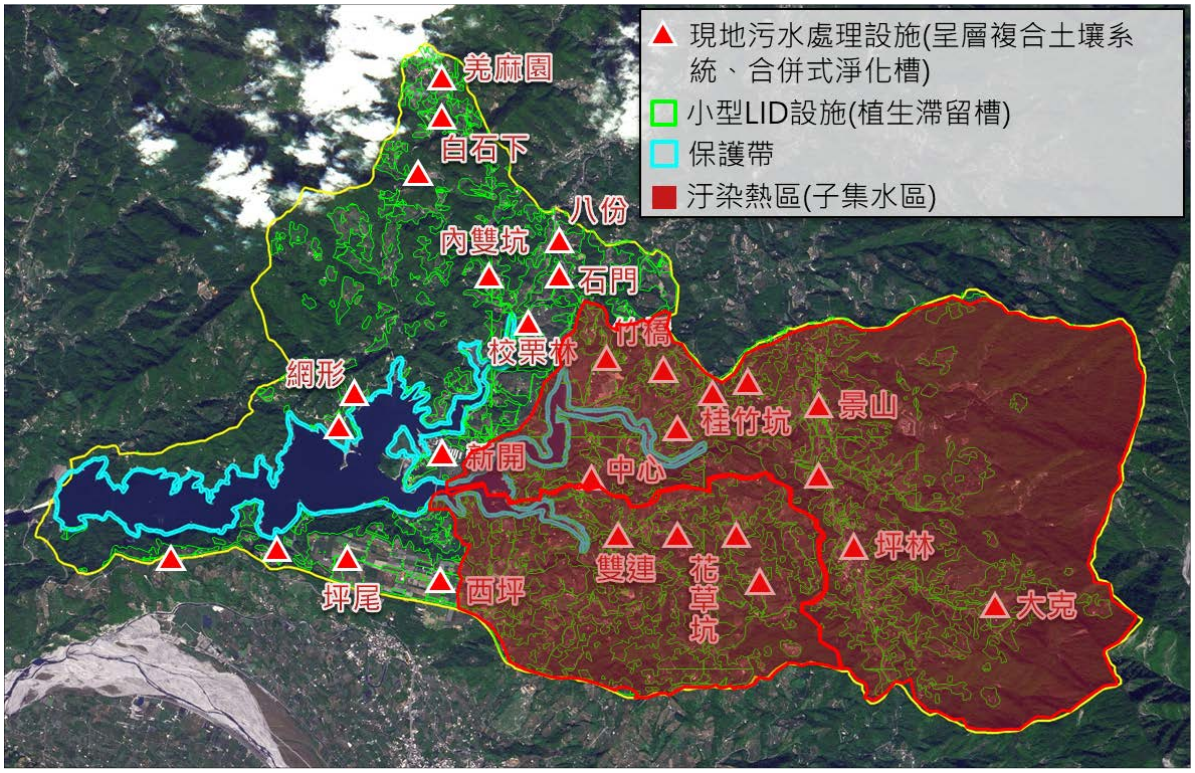
1.針對人口聚集地區，設置合併式淨化槽或呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)，以大幅且有效降低點源污染。惟合併式淨化槽成本較高，設置前須考量設置地點並妥善規劃。

2.低衝擊開發措施(LID)，配合合理化施肥宣導及使用低擴散性肥料，將因暴雨逕流流失的肥份及殘餘農藥對環境污染程度降至最低，並加強宜林地農耕使用之水土保持處理與維護。

4.以水庫蓄水範圍周圍及上游水路兩岸之公有地，導入植被作為緩衝綠帶或設置入滲溝，降低流速以減緩對水體直接衝擊及污染，並加強維護管理。

5.落實水質污染與環保教育宣導，定期進行道路空間清掃、垃圾污染源取締，並推廣無磷清潔劑。

6.輔導有意休農造林之農民種植高經濟樹種，如肖楠、烏心石及牛樟等，以提升農民造林意願，增加水庫集水區林地面積，並減少農業非點源污染產生。



資料來源：本計畫繪製

圖 7-2-1 污染削減處理措施構想配置圖

(二)透明度提升

1.針對上游野溪、土石流、崩塌地、道路及國有林地等，如產生土砂災害時，應進行水土保持處理與維護，減少裸露及沖蝕。

2.集水區內裸露地加強植生造林，防止土壤沖蝕，同時亦可涵養水源。

3.加強水庫集水區土地巡查、取締及管理及宣導工作，防止土地不當開發行為破壞環境，造成地表裸露與沖蝕情形。

表 7-2-5 鯉魚潭水庫水質改善策略表

項目	措施	內容
營養鹽削減策略	生活污水及點源污染削減	1.聚落式污水處理設施(合併式淨化槽)或 2.呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)
	集水區內農業非點源污染削減	1.BMPs 與 LID 設施(植生滯留槽)、2.合理化施肥及安全用藥宣導 3.違法濫墾取締及限期改正、4.輔導造林轉型
	環境清掃、取締及環保教育宣導	落實水質污染與環保教育宣導，並定期進行道路空間清掃、垃圾污染源取締，並推廣無磷清潔劑。
	離槽水庫入流操作	由於暴雨初期逕流水往往含有高濃度之營養鹽，因此離槽水庫於暴雨初期時應避免進水，俟營養鹽濃度下降後，再行進水；另依士林攔河堰水門操作規定進水流量或含砂濃度過大，可能造成發電機組設施或鯉魚潭水庫淤積不利影響時應關閉取水。
透明度提升策略	集水區水土保持處理與維護	針對土砂災害處應進行水土保持處理與維護，減少裸露及沖蝕。
		裸露地加強植生造林，防止土壤沖蝕，同時亦可涵養水源
		對於鄰近庫區之嚴重裸露邊坡，應優先治理，加強坡地保育。
		對於庫區周邊之省道，新生的崩坍應立即治理，並嚴格限制將崩落之土石方直接推入下邊坡庫區內。
	加強水庫集水區土地巡查、取締及管理及宣導	1.國有非公用土地清查、管理及巡查 2.國有林班地巡護、出租造林地補償收回 3.山坡地可利用限度查定 4.水庫集水區範圍內土地利用管理及非法行為取締

資料來源：本計畫研擬建議

7-3 水庫集水區保育實施計畫

為持續推動集水區保育工作，爰洽請水庫集水區各權責單位包括本局、行政院環保署、農委會林務局新竹管理處、農委會水土保持局臺中分局、交通部公路總局(第二區養護工程處)、財政部國有財產署(中區分署苗栗辦事處)、苗栗縣政府等單位依據計畫目標研擬工作事項，計畫期程自108年至111年，經彙整及討論完成鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫108-111年，並依經濟部民國107年4月30日經授水字第10720205480號函所附「水庫集水區保育實施計畫整併提報規劃表」，將「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」整併至保育實施計畫中，於12月10日經水利署審查原則認可，茲將內容摘錄如下。

一、績效指標、衡量標準及目標值

計畫執行期間以達成集水區土砂減量入庫，改善水源水質，以確保穩定供水及水資源永續利用的目標，說明如下：

1.減少水庫淤積

加速崩塌復育穩定林地邊坡，適地放大水道斷面，營造土砂蓄容空間，適時實施防災清淤，減緩洪水及土石災害，強化水庫集水區保土蓄水之公益功能，控制土砂量約2.08萬立方公尺。

2.改善集水區水體水質

針對本計畫範圍內之水庫集水區，進行巡查、取締及管理，避免環境遭破壞及污染，維持集水區自淨功能，提供潔淨水源，增加飲用水安全，預期在本計畫執行期間，執行範圍水庫水體之卡爾森指數呈現下降之趨勢。

藉由各項工程及非工程措施之推動，達到減少水庫淤積，維護水資源及延長水庫壽命等目標，各項工作之績效指標表列於表7-3-1，惟考量計畫執行期間計畫區域遭受颱風豪雨影響無可避免，為因應環境變化，將於年度滾動式檢討時一併納入檢討，進行保育治理區位調整。

另已核定之「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」工作指標如表7-3-2所示，並由台灣電力股份有限公司負責協調及控管。

表 7-3-1 鯉魚潭水庫集水區工作指標表

目標	績效指標	量化目標						備註
		單位	108 年	109 年	110 年	111 年	合計	
減少水庫淤積	綠覆蓋面積	m^2	-	-	-	-	-	計畫執行增加之造林面積
	河道、庫區清淤	m^3	-	-	-	-	-	
	防止土砂下移	處	5	5	4	3	17	
	道路路面維護面積	m^2	1,300	1,500	1,500	1,500	5,800	
	山坡地使用查察與處置面積	m^2	-	-	-	-	-	
改善集水區水體水質	水庫水質監測	次	24	24	24	24	96	全年平均水質維持普養程度 CTSI≦50，各季水質呈現優養頻率降低50%，總磷 0.02TP(毫克/公升)以下
	土地巡查、管理	次	318	318	318	318	1,272	國有非公用土地、國有林班地巡護、水庫集水區土地巡查管理、水庫管理單位巡查管理
	土石流警戒基準值檢討	區	2	2	2	2	8	
	水土保育宣導場次	場次	15	20	13	6	54	水庫防災演練宣導、水土保育教育宣導、土石流防災演練與宣導
	都市計畫區污水處理規劃	區	-	-	-	-	-	集水區非屬都市計畫區

註：「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列。
資料來源：中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(民國 107 年)

表 7-3-2 士林攔河堰集水區工作指標表

目標	績效指標	量化目標							備註
		單位	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	合計	
減砂入庫	造林植生	m^2	-	-	-	-	-	-	
	河道、庫區清淤	m^3	89 萬	9 萬	9 萬	9 萬	9 萬	125 萬	
	防止土砂下移	處	2	2	1	-	-	5	
	道路路面維護面積	m^2	-	-	-	-	-	-	
	山坡地使用查察與處置面積	m^2	-	-	-	-	-	-	
確保水質穩定	水庫水質監測	次	4	4	4	4	4	20	全年平均水質維持普養程度CTSI≦50，各季水質呈現優養頻率降低50%，總磷0.02TP(毫克/公升)以下
	土地巡查、管理	次	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	5,280	國有非公用土地、國有林班地巡護、水庫集水區土地巡查管理、水庫管理單位巡查管理
	土石流警戒基準值檢討	區	-	-	-	-	-	-	
	水土保育宣導場次	場	21	21	21	21	21	105	水庫防災演練宣導、水土保育教育宣導、土石流防災演練與宣導及合理化施肥宣導
	都市計畫區污水處理規劃	區	-	-	-	-	-	-	

註：「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列。

資料來源：台灣電力公司，「士林攔河堰集水區保育實施計畫 107-111 年」(民國 107 年)

二、分期(年)執行策略

(一)鯉魚潭水庫集水區

1.為4年計畫，辦理水庫集水區植樹防砂保土、監測巡查護水、削污減肥保源與分級分區管理等工作，以改善水庫水質，計畫各年度預定目標值詳表7-3-3。

2.年度工作計畫由各執行機關依據核定計畫，提送該年度工作計畫予水庫管理單位彙整，並由水庫管理單位召集各執行機關現場勘查、檢討確定後據以辦理，及送經濟部控管執行進度。

3.為使各年工作推動符合集水區現況所需，執行期間採滾動式檢討，並適時調整修正。

(二)士林攔河堰集水區

已核定之「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」為5年計畫，辦理水庫集水區水土保育、水質監測及提升、土地使用管理及教育宣導等工作，計畫各年度預定目標值如表7-3-4，並由台灣電力股份有限公司負責協調及控管。

三、執行步驟(方法)與分工

(一)分工

依行政院於95年3月20日核定「水庫集水區保育綱要」推動，辦理鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫各項工作之分工，內容詳表7-3-5，而已核定之「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」各項工作分工如表7-3-6所示。

(二)協調機制

1.地方或局部性之業務，由各水庫管理機關（構）協調。屬重大業務需要跨部會協調事項，則提由水利署送「經濟部水資源協調會報」研議。

2.案內涉及已劃設水質水量保護區之水庫集水區使用管制事項協調，提由經濟部「水質水量保護區管制事項協調會報」協處；惟若其他部會已有橫向聯繫機制控管者，依既有機制辦理。

表 7-3-3 鯉魚潭水庫集水區各項工作預期指標

指標項目			執行機關	108 年	109 年	110 年	111 年	合計
植樹防砂保土								
1.造林植栽		林班地造林(m^2)	林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-
2.水庫蓄水範圍（含保護帶）治理		河道疏通(m^3)	水利署中區水資源局	-	-	-	-	-
		庫區清淤(m^3)		-	-	-	-	-
		邊坡保護(處)		1	1	1	1	4
3.山坡地治理		野溪整治或崩塌地處理(處)	水保局臺中分局	4	4	3	2	13
		防砂量(m^3)		6,400	6,400	4,800	3,200	20,800
4.林班地治理		野溪整治或崩塌地處理(處)	林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-
		抑止土砂量(m^3)		-	-	-	-	-
5.道農路水土保持及路面維護		道路路面維護(m^2)	公路總局苗栗工務段 苗栗縣政府工務處	1,300	1,500	1,500	1,500	5,800
6.山坡地可利用限度查定(ha)			水保局、苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-
7.國有非公用土地清查及管理	土地使用情形清查(m^2)		國產署中區分署苗栗辦事處	136,560	-	-	-	136,560
	被占用土地收回(m^2)			-	-	-	-	-
8.國有林地出租造林地補償收回(萬 m^2)			林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-
監測巡查護水								
1.水庫水質定期監測(次)			環保署、水利署中區水資源局	24	24	24	24	96
2.集水區保育監測網建置(站)			水利署中區水資源局	-	-	-	-	-
3.土地巡查、取締、管理及宣導	巡查、取締及管理	國有非公用土地(次)	國產署中區分署苗栗辦事處	46	46	46	46	184
		國有林班地巡護(次)	林務局新竹林區管理處	260	260	260	260	1,040
		集水區土地(次)	苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-
		蓄水範圍(次)	水利署中區水資源局	12	12	12	12	48
		土石流警戒基準值檢討(區)	水保局臺中分局	2	2	2	2	8
	水土保育宣導	水庫防災演練與宣導	水利署中區水資源局	-	-	-	-	-
		水土保育教育宣導(場)	苗栗縣政府水利處	1	13	7	1	22
		土石流防災演練與宣導 (場)	水保局、苗栗縣政府水利處	14	7	6	5	32

指標項目	執行機關	108 年	109 年	110 年	111 年	合計
削污減肥保源						
1.都市計畫區生活污水處理規劃(區)	苗栗縣政府	-	-	-	-	-
2.檢討訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範	農委會農糧署	-	-	-	-	-
3.推動集水區低衝擊開發設施(處)	水利署中區水資源局、環保署、苗栗縣政府	-	-	-	-	-
分級分區管理						
1.生態檢核作業	水利署中區水資源局	-	-	-	-	-
2.保育新生活	水利署中區水資源局	-	-	-	-	-

註：「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列。

資料來源：中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(民國 107 年)

表 7-3-4 士林攔河堰集水區各項工作預期指標

指標項目		執行機關	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	合計
植樹防砂保土								
1.造林植栽	林班地造林(m^2)	林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林區管理處	-	-	-	-	-	-
2.水庫蓄水範圍（含保護帶）治理	河道疏通(m^3)	水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
	庫區清淤(m^3)		9 萬	9 萬	9 萬	9 萬	9 萬	45 萬
	邊坡保護(處)		-	-	-	-	-	-
2.1 水庫蓄水範圍周邊治理	河道疏通(m^3)	苗栗縣政府水利處	80 萬	-	-	-	-	80 萬
	邊坡保護(處)		-	-	-	-	-	-
3.山坡地治理	野溪整治或崩塌地處理(處)	水土保持局台中分局	2	2	1	-	-	5
	防砂量(m^3)		1000	1000	500	-	-	2500
4.林班地治理	野溪整治或崩塌地處理(處)	林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林區管理處	-	-	-	-	-	-
	抑止土砂量(m^3)	林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-	-
		林務局東勢林區管理處	-	-	-	-	-	-
5.道農路水土保持及路面維護	道路路面維護(m^2)	苗栗縣政府工務處	-	-	-	-	-	-
		雪霸國家公園管理處	-	-	-	-	-	-

指標項目			執行機關	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	合計
6.山坡地可利用限度查定(件)			水土保持局台中分局	-	-	-	-	-	-
			苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-
7.國有非公用土地清查及管理		土地使用情形清查(m^2)	國產署	-	-	-	-	-	-
		被占用土地收回(m^2)		-	-	-	-	-	-
8.國有林地出租造林地補償收回(萬 m^2)			林務局新竹林區管理處	-	-	-	-	-	-
			林務局東勢林區管理處	-	-	-	-	-	-
監測巡查護水									
1.水庫水質定期監測(次)			環保署	-	-	-	-	-	-
			水庫管理單位	4	4	4	4	4	20
2.集水區保育監測網建置(站)			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
3.土地巡查、取締、管理及宣導	巡查、取締及管理	國有非公用土地(次)	原住民委員會	-	-	-	-	-	-
		國有林班地巡護(次)	林務局新竹林區管理處	144	144	144	144	144	720
			林務局東勢林區管理處	900	900	900	900	900	4,500
		集水區土地(次)	苗栗縣政府水利處	-	-	-	-	-	-
		蓄水範圍(次)	水庫管理單位	12	12	12	12	12	60
		土石流警戒基準值檢討(區)	水土保持局台中分局	-	-	-	-	-	-
	水土保育宣導	水庫防災演練與宣導	水庫管理單位	1	1	1	1	1	5
		水土保育教育宣導(場)	苗栗縣政府水利處	13	13	13	13	13	65
		土石流防災演練與宣導 (場)	水土保持局台中分局	-	-	-	-	-	-
			苗栗縣政府水利處	6	6	6	6	6	30
削污減肥保源									
1.都市計畫區生活污水處理規劃(區)			苗栗縣政府環保局	-	-	-	-	-	-
2.合理化施肥宣導及輔導			農委會農糧署	1	1	1	1	1	5
3.推動集水區低衝擊開發設施(處)			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
分級分區管理									
1.生態檢核作業			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-
2.保育新生活			水庫管理單位	-	-	-	-	-	-

註：「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列。

資料來源：台灣電力公司，「士林攔河堰集水區保育實施計畫 107-111 年」(民國 107 年)

表 7-3-5 鯉魚潭水庫集水區計畫分工表

工作分工	權責機關
水庫蓄水範圍	水庫管理單位 (經濟部水利署中區水資源局)
水庫蓄水範圍、國家公園以外之國有林班地	農委會林務局新竹林區管理處
水庫蓄水範圍、國家公園、國有林班地以外之山坡地	農委會水保局臺中分局
河川、土石流潛勢溪流	經濟部水利署中區水資源局 農委會水保局臺中分局 苗栗縣政府水利處
道路路權範圍	交通部公路總局苗栗工務段 苗栗縣政府工務處
土地利用檢討規劃、國家公園、下水道系統	內政部營建署、地政司、苗栗縣政府工務處
國有土地收回	財政部國產署苗栗辦事處
水質改善計畫	經濟部水利署中區水資源局、 環保署、苗栗縣政府
集水區土地管理及違規案件巡查、縣（市）鄉（區）鎮道路	苗栗縣政府水利處、工務處
合理化施肥宣導	農委會農糧署

資料來源：中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(民國 107 年)

表 7-3-6 士林攔河堰集水區計畫分工表

工作分工	權責機關
水庫蓄水範圍	水庫管理單位 (台灣電力公司卓蘭發電廠)
水庫蓄水範圍、國家公園以外之國有林班地	農委會林務局新竹林區管理處 農委會林務局東勢林區管理處
水庫蓄水範圍、國家公園、國有林班地以外之山坡地	農委會水保局臺中分局、 苗栗縣政府、原住民委員會
道路路權範圍	苗栗縣政府工務處、 雪霸國家公園管理處
土地利用檢討規劃、國家公園、下水道系統	苗栗縣政府工務處、 雪霸國家公園管理處
國有土地收回	國產署
水質監測	環保署、水庫管理單位(台灣電力公司卓蘭發電廠)
輔導原住民土地合理利用	原住民委員會
集水區土地管理及違規案件巡查、縣（市）鄉（區）鎮道路、原民地管理	苗栗縣政府水利處、 原住民委員會

資料來源：台灣電力公司，「士林攔河堰集水區保育實施計畫 107-111 年」(民國 107 年)

四、預期效果及影響

(一)經濟效益評估

1.經濟成本分析

計畫4年之總經費為65,484仟元，係以水庫集水區之「減砂入庫」與「水質改善」為願景並兼具穩定供水以達水環境與水資源的永續經營目標，參酌97年國家發展委員會(時為行政院經濟建設委員會)編著之「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」，透過其規劃之成本及收益所評估項目設定，故年計成本包括「利息」、「償債基金」、「稅捐保險費」及「維護費與管理成本」等項目，在經濟分析年限30年均化各成本項目如表7-3-7所示，藉此推估計畫年計成本為11,522仟元。

表 7-3-7 經濟使用期限內平均年計成本資料表

項目	金額(仟元)
1.固定成本	6,065
(1)利息	2,900
(2)償債基金	2,183
(3)稅捐保險費	982
2.維護與管理成本	5,457
年計成本	11,522

資料來源：中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(民國 107 年)

2.經濟效益分析

各效益項目之經濟效益數值如表7-3-8，以經濟使用年限30年均化表示其結果，且假設經濟效益隨時間與設備等其他因素影響於建造完工年後，其效益將而呈遞減。

表 7-3-8 經濟分析年限內平均年計效益

項目			效益金額(仟元)
直接效益	內部效益	減少土砂入庫效益	83
		水源涵養效益	319
	外部效益	穩定供水效益	11,835
		增加可供水量之售水效益	68
		降低原水處理費用	444
間接效益	外部效益	促進減碳固碳效益	139
年計效益			12,889

資料來源：中區水資源局，「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(民國 107 年)

3.經濟成本效益評估

保育實施計畫執行期間為108年1月至111年12月，依經濟分析年限30年為計，計畫年計效益約12,889仟元，年計成本約11,522仟元，透過社會折現率1.156%計算，推估於基期年108年之貨幣現值之益本比為1.10，顯示水庫集水區保育投入經費，具有經濟效益與投資價值。

(二)預期成果

「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫108-111年」實施後，預期可達到：

1.確保既有林地不被占用懇伐，加速崩塌復育穩定林地邊坡，針對災害處進行保育治理，營造土砂蓄容空間，減緩洪水及土石災害，控制土砂量約2.08萬m^3，強化水庫集水區保土蓄水之公益功能。

2.針對本計畫範圍內之水庫集水區，進行巡查、取締及管理，避免環境遭破壞及污染，維持集水區自淨功能，提供潔淨水源，增加飲用水安全，預期在本計畫執行期間，執行範圍水庫水體之卡爾森指數呈現下降之趨勢。

3.非工程措施部分，推動防災教育宣導或演練，落實減災避災措施，強化水環境監測及發展預警，減少生命財產損失，避免地方產業之衝擊。

而「士林攔河堰集水區保育實施計畫107-111年」實施後，預期可達到：

1.進行河道及庫區清淤，減少河道土砂量約80.25萬m^3，及庫區淤積約45萬m^3，並維持發電設施之運轉，減少無法發電情形。

2.非工程措施部分，推動防災教育宣導或演練，落實減災避災措施，強化水環境監測及發展預警，減少生命財產損失，避免地方產業之衝擊

參考文獻

一、文獻

1.臺灣省政府建設廳水利局(1983)，鯉魚潭水庫集水區保育調查規劃報告。

2.臺灣省環境保護局(1987)，曾文溪流域水污染防治規劃。

3.謝兆申、王明果(1989)，「台灣土壤報告」，行政院農業委員會。

4.吳嘉俊、盧光輝、林俐玲(1996)，「土壤流失量估算手冊」。

5.台灣省鯉魚潭水庫管理局(1997)，台灣省鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期治理計畫。

6.經濟部水利處中區水資源局(2000)，鯉魚潭水庫集水區特定水土保持區及保護帶劃設。

7.經濟部水資源局(2001)，水庫集水區污染源之調查評估。

8.陳駿賢(2003)，「遙測及景觀分析技術於崩塌地判釋與變化之研究」。

9.張志立、蕭國鑫等(2004)，「模擬華衛二號影像應用於地理資訊系統萃取資料之研究」，航空及遙測學刊，9(4)：1-11。

10.25.傅桂霖(2004)，「山坡地遙測影像之紋理分析」，水土保持學報，36(3)：17-25。

11.陳樹群、賴益成(2004)，「水庫集水區土砂評量與整治率評估模式」，中華水土保持學報，35(1): 53-67。

12.經濟部水利署中區水資源局(2005)，鯉魚潭水庫集水區治理工程調查規劃設計。

13.經濟部水利署臺北水源特定區管理局(2005)，「翡翠水庫集水區非點源污染削減措施整體規劃之研究」。

14.謝平(2005)，「淺水湖泊內源磷負荷季節變化的生物區動機制」，中國科學D輯地球科學，第35期，第11~23頁。

15.經濟部(2006)，「水庫集水區保育綱要實施計畫」。

16.經濟部水利署中區水資源局(2006)，鯉魚潭水庫蓄水範圍與保護帶保育

先期規劃。

17.經濟部水利署(2007)，水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則。

18.經濟部水利署中區水資源局(2007)，鯉魚潭水庫蓄水範圍與保護帶保育先期規劃。

19.行政院農業委員會特有生物研究保育中心(2008~2009)，鯉魚潭水庫水域及周邊環境生態資源調查第一、二季報告。

20.蘇苗彬、陳毅輝、詹景丞(2009)，「應用數值航空攝影測量於地形高程與地表特徵變異之評估」，2009流域地質與坡地災害研討會。

21.董建軍、李杰、鄭江麗、石贊贊(2009)，「流域水文水質模擬軟件(HSPF)應用指南」。

22.經濟部水利署中區水資源局(2009)，鯉魚潭水庫蓄水區景山溪上游囚砂工程規劃。

23.行政院農業委員會水土保持局(2010)，「集水區整體調查規劃參考手冊」。

24.經濟部水利署中區水資源局(2010)，「鯉魚潭水庫集水區整體治理規劃委託服務」。

25.台灣電力公司(2010)，「卓蘭發電廠士林攔河堰第1次整體安全評估綜合報告」

26.陳文福、吳專誠(2010)，「鯉魚潭水庫集水區降雨與水質監測中優養因子關係之探討，中華水土保持學報」，42(2) : 151-166。

27.陳樹群、吳俊毅、王文江、謝政道、周伯愷 (2011)，「臺北水源特定區土砂保育健康診斷模式之建立，中華水土保持學報」，42(3): 207-218。

28.行政院環境保護署(2011)，「集水區非點源污染現地處理技術研發與應用計畫」。

29.楊佳樺(2012)，「應用BASINS/HSPF推估翡翠水庫非點源污染量暨模擬最佳管理作業之研究」，國立臺灣大學環境工程學研究所碩士論文。

30.經濟部水利署(2012)，「臺灣地區水庫整體保育規範計畫」。

31.行政院環境保護署(2013)，「降雨逕流非點源污染最佳管理技術BMPs手冊」。

32.王佳偉(2014)，「翡翠水庫集水區污染削減措施對水庫水質改善影響之研究」，國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文。

33.李春林、胡遠滿、劉淼、徐岩岩、孫鳳云、陳探(2014)，「SWMM模型參數局部靈敏度分析」，生態學雜誌，第64卷，第4期，第1074-1081頁。

34.行政院農業委員會水土保持局(2014)，「水土保持技術規範」。

35.內政部營建署(2015)，「水環境低衝擊開發設施操作手冊」。

36.行政院環境保護署(2015)，「優養化水庫水質治理及改善專案工作計畫」。

37.王蓉、秦華鵬、趙智杰(2015)，「基于SWMM模擬的快速城市化地區洪峰逕流和非點源污染控制研究」，北京大學學報，第51卷，第1期，第141-150頁。

38.行政院環境保護署(2016)，「105年水庫營養鹽總量消減措施及技術規範研擬計畫」。

39.熊麗君、黃飛、徐祖信、李懷正、龔玲玲、董夢珂(2016)，「基於SWMM模型的城市排水區域降雨及地表產流特徵」，應用生態學報，第27卷第11期，第3659-3666頁。

40.經濟部水利署中區水資源局(2017)，「鯉魚潭水庫保育實施計畫」

41.經濟部水利署中區水資源局(2017)，「湖山水庫集水區健檢評估及非點源污染削減處理調查規劃(1/2)」。

42.洪廷岳、張嘉玲、何智超、朱立倫、曾品潔(2017)，「應用SWMM 模式模擬鹿寮溪水庫集水區環境變化對水質水量之影響」,農業工程學報,第63卷，第3期，第82-92頁。

43.行政院農業委員會水土保持局(2017)，「水土保持手冊」。

44.內政部(2017)，「修正全國區域計畫106年5月16日公告實施版」。

45.經濟部水利署中區水資源局(2004~2017)，水庫淤積測量成果報告。

46.經濟部水利署(2017)，「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」。

47.內政部(2018)，「非都市土地使用管制規則」。

48.內政部(2018)，「非都市土地開發審議作業規範」。

49.內政部(2018)，「全國國土計畫」。

50.台灣電力公司(2018)，「士林攔河堰水庫集水區保育實施計畫」

51.United States Environmental Protection Agency(2009), BASINS 4.0 Climate Assessment Tool (CAT):Supporting Documentation and User's Manual。

52.United States Environmental Protection Agency(2015), Application of BASINS/HSPF to Data-scarce Watersheds。

53.United States Environmental Protection Agency(2016), Storm Water Management Model Reference Manual Volume III – Water Quality。

54.Lin-Yi Tsai., Chi-Feng Chen.,Chi-Hsuan Fan., Jen-Yang Lin.(2017), "Using the HSPF and SWMM Models in a High Pervious Watershed and Estimating Their Parameter Sensitivity," Water, 2017 9, 780.

二、網站

1.全國法規資料庫：http://law.moj.gov.tw/。

2.經濟部中央地質調查所台灣地質知識服務網：http://twgeoref.moeacgs.gov.tw/。

3.經濟部水利署：http://www.wra.gov.tw/。

4.經濟部水利署地理資訊倉儲中心 http://gic.wra.gov.tw/gic/HomePage/Index.aspx。

5.行政院農業委員會水土保持局土石流防災資訊網：https://246.swcb.gov.tw/v2016/。

6.經濟部中央地質性調查所全球資訊網：http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp。

7.行政院環境保護署，全國環境水質監測資訊網：http://wq.epa.gov.tw

8.內政部國土測繪中心，國土測繪圖資服務雲：https://maps.nlsc.gov.tw。

9.國家發展委員會，政府資料開放平臺：http://data.gov.tw/。

附錄A 期末報告會議審查意見辦理情形

開會時間：107年11月28日（星期三）下午02時

開會地點：本局二樓第1會議室

會議主持人：顏副局長詒星

出席人員：

林委員 鎮洋

范委員 世億

張委員 瓊芬

楊委員 明鐃(蔡政新代)

王委員 國樑

經管課

石管中心

湖管中心

鯉管中心

黎明工程顧問股份有限公司－張協理 慶武、葉組長 國樑、林志勇、王彤

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
一、林委員鎮洋	
1.健檢分土砂(四次指標)、水質(三次指標)二大重點，既土砂問題無大問題，應將重點放於水質。	1.感謝委員建議，由於區內近年無重大災害大致穩定，採土地管理為主，配合越域引水操作減少高含砂水流入庫，並建議汛期後採滾動檢討治理策略及內容；在水質污染改善方面，因計畫區不屬都市計畫區且點源污染分散，建議點源污染可透過合併式淨化槽或 MSL 系統處理，而農地非點源之削減，除依相關法規進行管制外，建議可透過 LID 削減及合理化施肥宣導降低污染源產出，詳第七章內文。
2.保育組今年(2018)委託北科大已就鯉魚潭水庫進行健檢量化評估，建議比較分析。	2.遵照辦理，已針對土砂與水質部分進行比較分析，已蒐集水利署委託北科大辦理之「107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」期末報告(初稿)進行比對，經比對各項目健檢量化評估結果，具有一致性，並無顯著差異，詳 5-1 及 6-3 節內文；水質部分點源污染因區內目前尚無設置污水處理設施，故點源污染處理率為 0，與北科大分析結果一致，非點源污染部分由單位污染負荷法所算出總磷輸出量約 8.15ton/yr，總氮輸出量約 50.42ton/yr，北科大單位污染負荷法所算出總磷輸出量約 7.59ton/yr，總氮輸出量約 49.35ton/yr，可知在總磷與總氮產出量分析結果略有差異，推測原因為土地利用數據不同所導致，結果顯示鯉魚潭水庫集水區之土砂生產環境及水質環境並無明顯變化情形。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
3.先前給的 5 點意見(如附)仍值得參考。	3.感謝委員意見，針對 5 點意見回復如下：
(1)流量率定驗證採用 107 年之資料，雖然率定驗證參數採用決定係數 R^2 > 0.5 為可接受值，但需特別注意鯉魚潭水庫集水區約有 85%的流量至於越域引水，因此 R^2 本來就應高於 0.85，要檢視的是流域入流量若比例高是否還仍準確？	(1)因越域引水為水庫原水之主要來源，在越域引水流量值為固定值的情況下，重新率定驗證後流量 107 年上半年率定 R^2 值為 0.91，下半年驗證 R^2 值為 0.95。
(2)水質採樣點太少，簡報第二頁敘述水質採樣為 5 次，然而率定圖上僅有 4 次觀測值？且都在低流量時，要關心的高濃度反而沒有。過少的採樣不足以作為率定驗證之用。	(2)已將第五次資料加入水質率定中。因本年度無任何颱風豪雨，故無法採得豪雨下之水質資料，只有採得 9 月初 9mm 之降雨後之水樣，故目前於 SWMM 模式上只做水質之率定，因採樣不足，故建議後續可建立長期採樣計畫以使往後水質模擬成果更臻完善。
(3)模擬的總磷值為 34,590 公斤/年，此部分應和單位面積污染法所算出之值做比對，應落於合理值範圍內。且期末計算之總磷較期中評估的 12,400 公斤/年高許多，此部分是否係因為前述水質率定驗證結果有誤所導致？	(3)在修正晴天累積參數、降雨沖刷參數值、各集水區基流量與總磷自然背景值後，集水區內之總磷產量修正至 8,696.1kg/yr，百分比誤差(MAPE)為 30%，與委員所提供之附圖資料值結果相近，顯示修正後之模擬結果可作為進一步水質處理方案之參考，詳 P6-53。
(4)從土地利用情形及單位污染負荷情形而言，大克溪、流壁下溪、爽文溪集水區距離庫區較遠，考慮流達率等情形應以靠近庫區的景山溪、雙連溪流域作為污染熱區進行污染削減設置評估。	(4)感謝委員意見，經重新模擬後模擬結果顯示，子集水區之總產量與單位面積產量顯示污染熱區為景山溪與雙連溪，然於原先設定之情境及方案，因可行性不高，故另針對景山溪歸安橋旁鄰近庫區之農地，研提改善方案，除可作為實驗區監測改善成效外，後續並可作為教學示範區，詳 P6-65~P6-66 及 P7-38~P7-41。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
(5)鯉魚潭水庫集水區總磷污染以農地為主要污染來源(農地面積佔約此集水區的 30%、森林面積比例約佔 58%,較石門水庫農地面積佔比高上許多),污染削減策略應專注於農地面積比例較高的集水區為主。另一重點可考慮民宿高的點源污染,這樣提削減計畫才有意義！	(5)感謝委員意見,於農地非點源削減策略,經考量可行性、用地取得、易達性及教育性等,擬針對鄰近庫區之雙坑橋與歸安橋旁農業集中區下緣之公有地設置植生滯留槽;點源污染削減策略則針對庫區旁人口及民宿集中區之新開社區,其生活汙水及勻淨湖等著名民宿之遊憩汙水已採溝渠接入社區旁之前期水質淨化池,建議可於池前建置一 MSL 系統,藉由螯合增加總磷去除效率後,再將放流水排入水質淨化池,詳 P6-65~P6-66。
4.簡報 P40,TP 年總量 34,590kg 嚴重誤解,檢送附圖供參。	4.感謝委員指正,在修正晴天累積參數、降雨沖刷參數值、各集水區基流量與總磷自然背景值後,集水區內之總磷產量修正至 8,696.1kg/yr,百分比誤差(MAPE)為 30%,與委員所提供之附圖資料值結果相近,顯示修正後之模擬結果可作為進一步水質處理方案之參考,詳 P6-53。
5.所提點源/非點源措施(含情境)方向正確,惟可行性不高。	5.感謝委員意見,因針對污染熱區及集水區全面推動點源、非點源處理不易執行,故於點源污染削減策略除針對聚落、遊憩污染處設置合併式淨化槽或水肥車清運外,建議可針對庫區旁人口及民宿集中區之新開社區,利用前期水質淨化池前建置一 MSL 系統,藉由螯合增加總磷去除效率後,再將放流水排入水質淨化池,詳 P6-65~P6-66;於農地非點源削減策略,經考量可行性、用地取得、易達性及教育性等,擬針對鄰近庫區之歸安橋旁農業集中區下緣之公有地設置植生滯留槽,除可作為實驗區監測改善成效外,後續並可作為教學示範

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	區，期讓集水區內的民眾瞭解並接受，以利後續持續推動與設置 LID 設施，詳 P6-65~P6-66 及 P7-38~P7-41。
二、范委員世億	
1.鯉魚潭水庫集水區土砂問題尚屬輕微，水質則呈普養~優養，建議改善策略及重點以水質污染改善為主。	1.感謝委員建議，由於區內近年無重大災害大致穩定，採土地管理為主，配合越域引水操作減少高含砂水流入庫，並建議汛期後採滾動檢討治理策略及內容；在水質污染改善方面，因計畫區不屬都市計畫區且點源污染分散，建議點源污染可透過合併式淨化槽或 MSL 系統處理，而農地非點源之削減，除依相關法規進行管制外，建議可透過 LID 削減及合理化施肥宣導降低污染源產出，詳第七章內文。
2.保育實施計畫相關內容後續如有需修正之處，可再洽水土保持局業務單位辦理。	2.感謝委員意見，依民國 107 年 12 月 10 日水利署召開之水庫集水區保育實施計畫審查結果，因鯉魚潭水庫淤積情形尚不嚴重，且於近年無重大颱洪事件影響下，並無嚴重土砂災害產生，環境大致穩定，故 仍依貴局所提報之 108-111 年工作內容執行，於後續執行期間，並請 貴局採滾動檢討，視視環境變化情形及需求修正工作內容。
三、張委員瓊芬	
1.表 6-1-1 和表 6-1-2 推估建議詳細說明資料來源及推估依據(表說註解不清楚)。	1. 遵照辦理，已補充說明，詳 P6-3~P6-4。 (1)生活用水及汙水量-經濟部水利署各項用水統計資料庫 (2)總磷污染量-前經濟部水資源局，民國 90 年 (3) 氨氮污染量 -Metcalf Eddy, Wastewater engineering treatment and

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	resource recovery, 2013. (4)BOD 及 SS 污染量-台灣省環境保護局「曾文溪流域水污染防治規劃」，民國 76 年。
2.水庫淤積量和各污染源(含點源和非點源)貢獻量之關連性，請說明並評估大安溪越域的貢獻量。	2.感謝委員意見 (1)污染源中與水庫淤積量有關之項目為懸浮固體量(SS)，而水庫淤積量主要來自集水區沖蝕與崩塌，受逕流挾帶下移時，即可能使水庫原水 SS 上升，並經沉降後形成淤積，但因缺乏各入庫水系之 SS 監測資料，故無法評估其與淤積量之關係 (2)由環保署象鼻大橋河川水質測站資料(2018.04~09)，除 SS 外皆符合甲類水體標準，RPI 皆屬未(稍)受污染，由本計畫於越域引水出口 2 次採樣結果除 SS 與 9/6 之總磷(0.024mg/L)外皆符合甲類水體標準，RPI 亦屬未(稍)受污染，顯示非颱洪期間大安溪水質狀況良好，對於水庫原水有稀釋效果，並具正面影響，惟亦因缺乏大安溪水質長期連續觀測資料，故無法評估越域引水之污染源貢獻量，詳 P6-31。
3.針對水質削減評估中點污染採用 MSL，是否考量人口集中度及裝置密度、操作便利性等進行可行性評估，請說明。另非點源污染也應一併說明。	3. 感謝委員指正，點源污染削減策略則針對庫區旁人口及民宿集中區之新開社區，其生活汙水及勻淨湖等著名民宿之遊憩汙水已採溝渠接入社區旁之前期水質淨化池，建議可於池前建置一 MSL 系統，藉由螯合增加總磷去除效率後，再將放流水排入水質淨化池，而針對中大型社區且用地取得較為困難地區可使用合併式淨化槽作為處理方案；於農地非點源削減策略，經考量可行性、用地取得、易達性及教育性等，擬針對鄰近庫區

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	之雙坑橋與歸安橋旁農業集中區下緣之公有地設置植生滯留槽，並建議後續依其效果評估是否推行至其他污染熱區農地，詳見 P6-58~P6-66。
4.針對 CTSI 的部份，依越域引水前後進行優養化之數據進行頻率分析以瞭解越域引水對水質的影響。顯然由數據顯示葉綠素 a 和透明度為優養化主要的原因，其次為總磷。建議針對水質改善的部份連結至水質污染削減進行說明，確切掌握削減策略。修正”浮游植物”用詞。	4.感謝委員意見，經就 CTSI 與各項水質項目進行優養化超標率統計，在越域引水後各水質項目超標率均有下降，惟葉綠素 a 差異較不顯著，以總磷優養化超標率降至 0%最為顯著，可推測總磷濃度雖因越域引水稀釋，但藻類仍能充分利用此營養鹽，使其生物量呈現穩定無顯著變化，故葉綠素 a 無顯著降低，並進而影響透明度而形成 CTSI 優養之主要原因。由於藻類之生長需要足夠營養鹽、日照、水溫及溶氧等形成適生環境，而總磷濃度雖受越域引水稀釋，但仍能提供藻類穩定生長，故仍把總磷視為鯉魚潭水庫集水區之關鍵污染物。已修正”浮游植物”為”藻類”。詳見 P6-12~P6-17。
5.所有資料補充來源及年份。	5.感謝委員指教，已補充相關資料來源及年份。
四、楊委員明鏡(蔡政新 代)	
1.成果報告書內容呈現資料應前後一致，經檢視建議下列請在檢視釐清。 (1) 圖 2-1-1 集水區範圍線與圖 2-1-8~13 集水區範圍線略有不同，請修正。	1. (1)感謝委員指正，已修正圖 2-1-8~圖 2-1-13 之集水區範圍，詳 P2-14~P2-17。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
(2)圖 2-1-16 顯示 94 年間艾利颱風造成水庫淤積量大增，惟圖 2-2-7~9 同時段象鼻站顯示流量大但含砂量、輸砂量卻很小，其水庫淤積量來源為何?是否為水庫本身集水區崩塌率高?但第 5 章歷年崩塌率調查又無 94 年間(艾利颱風)造成崩塌情形，請說明釐清。	(2)感謝委員指教，有關 94 年艾利颱風造成水庫淤積量大增，其原因為受 88 年 921 地震後造成大量崩塌及坡面土石鬆動，形成大量不安定土砂，其後並受 90 年之桃芝颱風(日降雨量 562.4mm)及納利颱風(日降雨量 89.9mm)、民國 93 年之敏督利颱風(日降雨量 480.8mm)、艾利颱風(日降雨量 556mm)及 94 年之馬莎颱風(日降雨量 308.2mm)等豪雨降流沖刷，使坡面及河道中所堆積之不安定土砂大量下移影響，導致該期水庫淤積量分別達 158.26 萬 m^3、41.63 萬 m^3 及 271.26 萬 m^3，而對水庫之淤積造成重大影響，詳見 P2-37 內文。
(3)第 4 章崩塌地調查計有 16 處崩塌地，但後續敘述內容僅 14 處?請在確認。	(3)感謝委員指教，由本年度(107 年)衛星影像崩塌地判釋結果，區內計判釋 16 處崩塌，此外經本計畫現地調查及複核，另發現 2 處因規模較小且坡度陡峭而未能判釋之崩塌地，合計 18 處崩塌地，惟由於區內之崩塌地多位於源頭無路可達之處，故無法全數進行調查，僅能針對道路可達或目視可及之崩塌地進行調查，計調查 14 處，其餘 4 處則無法調查，詳 4-3 節內文。
2.表 7-1-3、圖 7-1-1 建議補附現況照片，以利相關單位後續辦理追蹤列管	2.感謝委員建議，已補附現況照片於表 7-1-3 及圖 7-1-1 中，詳 P7~P7-9。
3.第 2 章表 2-1-17 及表 2-2-6 內集水區土地巡查、取締部分，因涉及縣府及公所人力配置問題，無法預先量化年度巡查與取締次數，納入本案前期保育實施計畫執行及績效指標尚無實質意義，建議刪除。另建議增加清查集水區內年度土地開發、違規使用	3.感謝委員建議，表 2-1-17 為已核定之鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 104-107 年之經費執行及績效指標達成情形總表，其係水利署依行政院中長程個案計畫規定格式，及水庫集水區主要問題、保育治理目標等，並參考歷次審查會議各界意見，經檢討修

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
(濫墾、濫伐等)及超限利用等使用面積，是否造成水庫危害之分析。	正後之「水庫集水區保育實施計畫（參考範本）」之提報項目內容，原定內容、達成內容及經費均為彙整各權責單位所提供資料而來，以供檢視前期績效達成情形，故應無刪除之需求；另土地開發、違規使用及超限利用等因涉及各權責單位之業務執行與處置，於辦理土地巡查、取締、管理及宣導下，可降低相關違規情事，且由本計畫土砂環境健檢結果，計畫區屬優質水庫集水區，於近年無重大災害下，區內環境大致穩定，故現階段應無造成水庫危害之情形。
五、王委員國樑	
1.執行團隊在執行本計畫期間非常的努力及用心，相關的成果報告也整理的相當完整，值得肯定。	1.感謝委員肯定。
2.報告封面格式請依本署相關規定調整；本文中部分文詞仍有誤植或誤繕、報告圖表力求清晰易讀，建議執行團隊再檢討修妥。	2.感謝委員指正，已依 貴署相關規定修正報告封面格式，並修正誤植之處及圖表呈現格式。
3.摘要建請以節錄各章節重點或重要數據，並儘可能以條列或圖表原則扼要呈現較妥適。	3.感謝委員建議，已修正摘要內容，採條列式節錄各章節重點及重要數據為主。
4.P1-2之1-3計畫範圍建議補充鯉魚潭水庫及士林攔河堰等及其集水區等在台灣地圖上大安溪的那個範圍較完整。	4.感謝委員建議，已補充鯉魚潭水庫集水區大致位於大安溪流域之中游區域，而越域引水之士林攔河堰集水區則位於大安溪流域之上游區域，並增加位置概圖如圖1-3-1所示，詳P1-2。
5.P1-5及P1-6相關本文進度及表1-5-1本計畫預定工作進度表等內容，係為執行階段控管資料，建議在成果報告中置於附錄中即可。	5.感謝委員建議，後續成果報告時，將刪除內文中之預定工作進度表等內容。
6.P1-6 歷年成果建議相關的內容建議條列或表列方式，將相關歷年的成果內容加以扼要呈現較完整。	6.遵照辦理，歷年成果已修正為表列方式呈現，並將內容進行扼要說明，詳P1-7~P1-12，1-6節內文。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
7.P2-34~P2-37 表 2-1-13 水利署中水局、表 2-1-14 水保局臺中分局、表 2-1-15 林務局新竹林管處及表 2-1-16 交通部公路總局第二區養護工程處等歷年整治一覽表等內容的完成，可否大致說明相關對集水區的正面效益較完整。	7.感謝委員意見，已補充於各權責單位治理及近年無重大颱洪事件侵襲下，區內無發生大規模崩塌及重大土砂災害，且能維持穩定供水，對集水區環境具有正面效益，詳 P2-33 內文。
8.P2-37 前期 104-107 年保育實施計畫成效與檢討相關的內容，建議能納入下一階段 108-111 年保育實施計畫內檢討及延續辦理較完整。	8.感謝委員建議，已納入鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-107 年)成效與檢討內容於下一階段之 108-111 年保育實施計畫中，並依民國 107 年 12 月 10 日水利署召開之審查會結果進行修正實施計畫內容。
9.P5-7 言及鯉魚潭水庫目前並無長期連續觀測之含砂濃度資料，建議未來能在集水區適度的位置建立相關的水質及濁度觀測，並能結合台電士林攔河堰相關的監測站資料綜整分析較務實。	9.感謝委員建議，目前中區水資源局於景山溪流量站、取水口處之水質測站及新開水域處之水質測站，均已針對濁度進行連續性觀測記錄，而含砂濃度部份則尚未建置，建議後續能於景山溪流量站處增設含砂濃度觀測，並能結合台電士林攔河堰之含砂濃度觀測資料進行綜整分析；水質部分初步建議可於集水區內三大支流建立長期測站(景山溪、雙坑溪與雙連溪流域)，並於不受越域引水所影響之河道建立流量站，可完全排除越域引水之影響，藉由長期觀測資料建置較完整之非點源污染模式資料庫，詳 P6-57。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
10.水庫集水區水質環境健檢建議能與集水區土地利用及環境敏感區位等，加以比對探討較妥適及完整。	10.感謝委員意見，水質環境健檢項目包含 CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢，與相關環境敏感區位並無直接關連性，惟由 6-1 節集水區水質污染調查結果，區內以非點源污染為主，主要來自果園(面積約 1,511.92 ha)所造成，以社區(面積約 292.63ha)為次之，並有部份為由林地(面積約 3058.34 ha)而來，顯示果園(農業利用)及社區(建築利用)土地面積越多，則所產生之非點源污染越高，而林地(森林)雖仍有一定產出量，但相較之下非為主要污染來源，故如能減少農業利用面積，增加森林面積，有助降低非點源污染產出量。
11.P7-36 在(四)合理化施肥宣導下之 2.水土保育宣導該段內容是否誤植，或有缺漏？	11.感謝委員指正，該項次編號應為第(五)水土保育宣導，並已修正該處項次編號，詳 P7-37。
12.P7-42 表 7-3-1 鯉魚潭水庫集水區工作指標表及 P7-43 表 7-3-2 士林攔河堰集水區工作指標表等，並部分的欄位內容為「-」，建請補充說明其理由，或未來藉由滾動式方式檢討補充較合適。	12.感謝委員建議，已補充註解「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列於表 7-3-1 及表 7-3-2 備註中，詳 P7-43~P7-44。
13.P7-45 ~P7-47 表 7-3-3 鯉魚潭水庫集水區各項工作預期指標、表 7-3-4 士林攔河堰集水區各項工作預期指標等，並部分的欄位內容為「-」，建請補充說明其理由，或未來藉由滾動式方式檢討補充較合適。	13.感謝委員建議，已補充註解「-」表示該指標項目權責單位經評估暫無需求，故未編列，未來每年依環境變化滾動檢討評估需求編列於表 7-3-3 及表 7-3-4 備註中，詳 P7-46~ P7-48。
14.P7-50 相關鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年實施後的預期成果，建議能如士林攔河堰般，應有較量化的數據說明較妥適及完整。	14.感謝委員建議，已補充量化數據可控制土砂量約 2.08 萬 m^3 於預期成果中，詳 P7-51。
六、本局經管課	

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
1.淤積率雖約為 6.48%，惟依據圖 5-1-3 歷年淤積情形仍有上升之趨勢。但在崩塌率近 1~2 年較無上升之趨勢，其淤積之來源為何？	1.感謝委員意見，鯉魚潭水庫之土砂來源包含集水區外之越域引水輸砂量，以及集水區內之土壤沖蝕量與崩塌土方量，由 5-2-1 節土砂生產環境評估結果，106 年越域引水輸砂量約 2.42 萬 m^3，年土壤沖蝕量約 31.4 萬 m^3，年平均崩塌量約 8.5 萬 m^3，由評估結果可知，於近年崩塌率無明顯上升趨勢下，仍有因降雨沖刷產生之土壤沖蝕量下移，並形成鯉魚潭水庫淤積之主要來源。
2.另外在健檢指標中並無含砂濃度之相關分析，以濁度來表示是否合理。	2.感謝委員意見，依據水利署「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」，含砂濃度指標為利用懸浮固體之濃度或濁度來評估水體水質，由於鯉魚潭水庫目前並無長期連續觀測之含砂濃度資料，故採用環保署及中水局濁度觀測資料進行評估，與「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」評估方法一致，應無不合理之處。
3.點源污水調查方面分為生活、畜牧及遊憩等三方面，並主要為生活污水，但區內是否有污水處理之戶數並無說明？後續建議改善方式可採 MSL，除 MSL 外尚有合併式淨化槽等，建議可加入說明。	3.感謝委員意見 (1)目前集水區內除新開生態池暫無污水處理設施，處理率為 0，詳 P6-44。 (2)目前氮磷去除型與磷去除型合併式淨化槽之專利技術主要由日本研發，而目前日本並無與台灣進行技術合作與出售現有氮磷去除型合併式淨化槽，故須請國內廠商自行尋求技術媒合或獨立開發磷處理技術，詳 P6-59~P6~60。
4.另在非點源部份，建議採 LID 之植生滯留槽方式作為主要削減方式，但文中建議設置 5,142 處可削減 7%，但目前國內並無設置那麼大之計畫且所需費用及用地也很可觀，除工程手段外尚有法規及宣導手段可用。	4.感謝委員意見，於非點源削減策略，經考量可行性、用地取得、易達性及教育性等，擬針對鄰近庫區之雙坑橋與歸安橋旁農業集中區下緣之公有地設置植生滯留槽，並建議後續依其效果評估是否推行至其他污染熱區

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
5.CTSI 歷年之變化趨勢較忽高忽低，其主要原因為何。	農地，詳見 P6-62~P6-66。 5.感謝委員意見，因第二季、第三季葉綠素-a 含量大多呈現優養狀態(>15 μg/m3)，分析其原因葉綠素主要為受藻類生物量所影響，藻類又與環境因子間有很密切的關係，其中又以水溫、pH 值、溶氧量之影響最為顯著，浮游植物獲得較佳之生長條件，故使葉綠素-a 含量提升，而呈現優養狀態，使 CTSI 值呈現季節性變動，詳 P6-12~P6-17。
6.水庫集水區保育實施計畫於未來 108-111 年間所施作之項目是否有回應到健檢指標之結果，是否有不足之處	6.感謝委員意見，由本計畫土砂環境健檢結果進行，計畫區屬優質水庫集水區，於近年無重大災害下，區內環境大致穩定，保育策略除進行既有構造物修復及加速崩塌復育外，以集水區管理、災後復建及緊急搶修為主，並採滾動檢討，與 108-111 年保育實施計畫施做項目及內容一致；由水質環境健檢結果，CTSI 介於貧養~優養，屬一般水庫集水區，且點源污染處理率為 0，農業非點源污染潛勢總磷量約 6.04 噸/年，惟鯉魚潭水庫集水區非屬都市計畫區，且因聚落分散，故 108-111 年保育實施計畫中，相關權責單位暫無規劃生活污水處理設施，亦尚未訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
7.Chap7 治理策略及方法，其內容大概為各種方法手段之說明，內容是否太多太雜，應針對本水庫集水區可行之方法加以論述。	7.感謝委員意見，經本計畫調查及土砂環境健檢評估結果，集水區環境大致穩定，屬優質水庫集水區，維持保育治理即可，故集水區保育策略除進行既有構造物修復及加速崩塌復育外，以集水區管理、災後復建及緊急搶修為主，並採滾動檢討，惟為避免未來集水區環境因地震、颱洪事件而產生重大變化，故針對集水區調查項目研擬保育治理原則及執行策略，並依調查結果擬具保育處理計畫，以供未來執行之參考；於水質改善部份，水質環境健檢及集水區水質環境評估結果，依點源污染及非點源污染之短中長程目標可實際實行之方式進行論述，點源污染短程目標可藉由污染源管制等政策面著手、中程階段可開始推行社區呈層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)之設置，先建立示範區並評估成效，遠程階段可藉由長期計畫設置呈層複合土壤系統。非點源污染可先藉由合理化施肥宣導，減少農地多餘肥料流入水庫與加強水庫集水區土地巡查、取締及管理及宣導執行面著手，中程目標可開始設置植生滯留槽，並於鄰近庫區之農地先設置示範場址，遠程目標以於污染熱區設置植生滯留槽為目標，詳P7-38~P7-41。
七、本局石管中心	
1.摘要缺水庫河川水質分析及水質環境健檢之說明。	1.感謝委員指正，已修正於摘要中。
2.摘要中 SWMM、LID 請加英文全名。第 6-43 頁 SWMM 為第一次出現，亦請加英文全名。另 HSPF、VAST、SWAT、PLOAD 亦同。	2.感謝委員指正，摘要已修正，另 SWMM、HSPF、VAST、SWAT、PLOAD 名稱已增加英文全名於 P6-45~P6-46 中。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
3.表 4-3-2 建議加崩塌型態一項。	3.感謝委員建議，已增加崩塌型態欄位於表 4-3-2 中，詳 P4-46~48。
4.集水區評估中序列分級由表 5-2-8~9 中，數值較高區域開始排序，然而值為零為何以 14 代表(崩塌率的部份)？又以數值大小比較，而不是一範圍值代表，應有說明理由依據。	4.感謝委員意見，有關未來整治需求子集水區評估級序之給定，主要為依 2-1-10 節劃分結果，將區內劃分為 4 處子集水區及 14 處集水分區，故集水分區之序列為從序列 1 至序列 14，而子集水區則由序列(1)至序列(4)，如評估指標項目值相同者，則給定相同序列，並採用統計之四分位數評估各評估指標累積序位，針對累積序位屬前 25%以上者，方評為相對具整治需求之區域，非單以數值大小進行比較，詳 5-2-2 節內文。
5.有關 CTSI 歷年變化趨勢圖，原認為(期中報告)為與時間成線性關係，但第 6-13 頁指出水庫優養化情形有降低情形，怎麼從圖 6-2-5 中看出，宜有進一步說明。	5.感謝委員意見，為了解 CTSI 改變情形，另比對 2003 年士林攔河堰越域引水前、後之 CTSI 超標率，顯示於越域引水增加水量與水庫集水區管理工作之落實及民眾種植用藥方式改變下，水庫優養化情形有明顯降低，詳 P6-17 圖 6-2-9。
6.第 6-39 頁倒數 4~5 行指出相關係數，請補上線性迴歸分析圖。	6.感謝委員意見，因迴歸分析主要為利用自變數來預測應變數的一種統計方式。而本計畫只是將歷年 CTSI 藉由統計方法呈現其趨勢，在不考慮自變數與因變數之因果關係下修正為使用皮爾森相關係數(Pearson product-moment correlation coefficient)來探討其相關性。故無加上線性迴歸分析結果，詳 P6-41。
八、本局湖管中心	
1.P2-17 人口統計 107 年 9 月，P6-2 生活污水用水量 104→106 年(以最新公布統計資料)。	1.感謝委員意見，已採用經濟部水利署各項用水統計資料庫 105 年統計結果，苗栗縣每人每日用水量平均為 242 公升進行計算，詳 P6-2~P6-4。
(二)P6-2 污水量/用水量以 0.8 推估，建	(二)根據「台灣地區家庭污水量及污染

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
議補充參考資料來源	量推估研究」(內政部營建署，民國 91 年)，污水量與用水量之比值範圍多在 0.7~0.9 之間，而大部分地區均採用 0.8 比值來推估每人每日污水量，詳 P6-2。
九、本局鯉管中心	
1.因本年度無颱風事件，使 SWMM 模擬結果僅能作為參考使用，報告中並建議後續可建立長期採樣資料，能否就採樣頻率及地點另行提出更具體建議，提供本局未來辦理之參考。	1.感謝委員意見，建議可於集水區內三大流域建立長期測站(景山溪、雙坑溪與雙連溪流域)，可每月針對各項水質項目監測一筆資料，另於颱洪時期派員進行連續採樣以採得污染峰值，並於不受越域引水所影響之河道建立流量站，可完全排除越域引水之影響，藉由長期觀測資料建置較完整之非點源污染模式資料庫。
會議結論	
1.本計畫執行調查、分析等項目方向正確，但計算數據、依據及產出部份請再檢核，並與本署保育事業組本年度委託研究結果進行比對分析。	1.遵照辦理，已針對土砂與水質部分進行比較分析，在土砂部分，已蒐集水利署委託北科大辦理之「107 年度水庫集水區保育課題研析策略規劃」期末報告(初稿)進行比對，經比對各項目健檢量化評估結果，具有一致性，並無顯著差異，顯示鯉魚潭水庫集水區之土砂生產環境及水質環境並無明顯變化情形，詳 5-1 及 6-3 節內文；水質部分點源污染因區內目前尚無設置污水處理設施，故點源污染處理率為 0，與北科大分析結果一致，非點源污染部分由單位污染負荷法所算出總磷輸出量約 8.15ton/yr，總氮輸出量約 50.42ton/yr，北科大單位污染負荷法所算出總磷輸出量約 7.59ton/yr，總氮輸出量約 49.35ton/yr，可知在總磷與總氮產出量分析結果略有差異，推測原因為土地利用數據不同所導致。

期末報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
2.經研商本期末報告書原則認可，請參酌各委員及出席代表意見修正，相關數據修正後並再請委員審視認可，於107年12月12日前將修正報告送達本局憑辦。	2.遵照辦理，本計畫已依委員意見進行相關數據及方案內容修正，並致林委員及張委員請益，並取得委員認可，據以修正報告內容。

附錄B 期中報告會議審查意見辦理情形

開會時間：107年07月19日（星期四）上午10時

開會地點：本局二樓第1會議室

會議主持人：顏副局長詒星

出席人員：

林委員 鎮洋

馮委員 正一

李委員 堅明

王委員 國樑

范委員 世億

經管課

石管中心

湖管中心

鯉管中心

黎明工程顧問股份有限公司－張協理 慶武、葉組長 國樑、林志勇、王彤

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
一、林委員鎮洋	
1.期中報告書已有大幅進步，亦符合期程要求。	1.感謝委員肯定。
2.鯉魚潭水庫未來若聯合運用，將比現在更重要，故本計畫評估之結果係屬重要課題。	2.感謝委員，經本計畫之調查評估結果，於近年無重大颱洪事件侵襲造成重大土砂災害下，區內環境大致維持相對穩定，淤積率約 6.48%尚屬輕微，水庫水質介於貧養至優養化狀態，多維持在普養附近，主要污染源為由非點源污染而來，相關成果並已提供各權責單位參考，據以提出 108-111 年預定辦理工作內容，以期達成土砂減量入庫、改善水源水質及水資源永續利用之目標。
3.圖 6-2-5 CTSI 歷年變化趨勢圖若要作為健檢水質變化之用，宜分越域引水前後二階段分析(圖 6-3-1 須修正)。	3.感謝委員指教，已依越域引水營運時間點修正為越域引水前及越域引水後，詳圖 6-3-1 及圖 6-3-2 所示。
4.SWMM 建模大致合理，但水量模擬(景山溪流量站)2015 年 R2=0.62，2016 年 R2=0.82 尚有精進空間，TP/SS 模擬以庫區來當控制點，不符實際。	4.感謝委員指教，已重新檢視相關參數設定值，以精進模擬結果，水文模擬部分於 107 年上半年 R^2=0.87，107 年下半年 R^2=0.93；水質模擬使用景坪橋之水質採樣結果進行水質模式率定，MAPE 為 36%，落於合理預測範圍，符合實際情形。
5.污染熱區為 F 子集水區，但雙連溪民宿及農耕亦非常密集，其相對應減污具體措施為何，可達目標為何？	5.感謝委員指教，(1)由單位面積負荷法及 SWMM 水質模擬結果，以景山溪子集水區為主要總磷汙染熱區，以雙連溪子集水區為次要總磷產量，顯示雙連溪子集水區亦具有污染削減之需求性。(2)因集水區內點源汙染尚未接管，且有大面積果園提供非點源汙染之汙染量，故建議點源處理措施可採聚落式污水處理措施配合呈層複合土壤系統 MSL(Multi-Soil Layers)或水肥車進行處理；非點源汙染可於單位農地內設置植生滯留槽

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	進行處理，預期可達污染減量目標。
6.目前水質改善計畫(如簡報 P.60)，尚屬一般原則論述。	6.感謝委員指教，點源處理措施可以水肥車或呈層複合土壤系統 MSL 進行處理，層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)作為現地點源汙水處理措施，在水庫集水區內全區設置 381 處便可達 75%之總磷削減率；非點源汙染可於單位農地內設置植生滯留槽進行處理，若僅在汙染熱區內進行設置需設置 5,142 處，可達到全區總磷總量之 7%削減率。
二、馮委員正一	
1.第 4-3 節崩塌地之破壞型態請參考 2017 水保手冊之分類方式，依「移動型式」分為「墜落、翻倒、滑動、流動、潰散」與「材料」(岩石、粗顆粒土壤、細顆粒土壤)來進行分類。	1.感謝委員意見，已參考 2017 年版水土保持手冊工程篇崩塌地處理章節之崩塌分類方式，並已依移動型態分類為墜落、翻倒、滑動、側滑、流動等 5 類，依地質材料分為岩石、粗顆粒為主土壤及細顆粒為主土壤，修正調查分類結果，詳 P4-37~P4-48。
2.崩塌地圖資判釋的不錯，但仍以現地調查與查核較為直接，報告中「崩 01」~「崩 14」之崩塌地諸多為順向坡平面型滑動，應將這些崩塌地之坡面與地層位態實際現場量出，並列入報告。	2.感謝委員肯定，已針對道路可達之崩塌地尋找其露頭，以量測地層位態，列入報告中，詳 P4-37~P4-48。
3.請列出需要加強監測的區位(點、線或面)。	3.感謝委員意見，經由現地調查及衛星影像崩塌地判釋結果，區內環境大致穩定，暫無明顯致災區域，故建議後續可每年採用衛星影像進行判釋及監測，並於颱洪過後進行巡視，如有新增災害時則依災害情況進行緊急搶修或災後復建，並依滾動檢討保育計畫及執行計畫內容。
4.請具體列出需進行「保育處理」的區位(點、線和面)，與各區位在處理後	4.感謝委員意見，已具體列出需進行保育治理區位及預期效果，因區內無重

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
之預期效果。	大致災區域，故處理計畫以既有構造物修復及崩塌地復育需求之點位為主，暫無需擴展至線和面之治理，詳 7-1 節內文。
5.同上，請具體列出需進行「水質污染削減」的區位，(點、線和面)，與各區位在處理後之預期效果。	5.感謝委員意見，點源處理措施可以水肥車或呈層複合土壤系統 MSL 進行處理，層複合土壤系統(Multi-Soil Layers)作為現地點源汙水處理措施，在水庫集水區內全區設置 381 處便可達 75%之總磷削減率；非點源汙染可於單位農地內設置植生滯留槽進行處理，若僅在汙染熱區內進行設置需設置 5,142 處，可達到全區總磷總量之 7%削減率，詳 6-5 節及 7-2 節內文。
三、李委員堅明	
1.建議製作 1~2 頁成果摘要。	1.感謝委員建議，已製作成果摘要於報告內文中，以利參閱。
2.第 3-9 頁有關 107 年第一期衛星影像崩塌地判釋成果，彙整如表 3-3-1，請研究單位補充說明表內崩塌筆數與面積如何估算。	2.感謝委員意見，本計畫崩塌地判釋為透過內業單像判釋(數化)及外業調查檢核後，確認崩塌筆數，再透過 ArcGIS 軟體擷取崩塌地面積等資訊，相關方法已補充於 3-3 節 P3-8~P3-10 內文中。
3.第 3-13 頁提及整體而言，鯉魚潭水庫集水區之新增崩塌面積及新增崩塌率有下降趨勢，然圖 3-4-2 顯示 107 年相較於 102-106 年，均呈現較高的新增崩塌面積及新增崩塌率，另本文提及，崩塌復育面積及崩塌復育率有下降趨勢，顯示崩塌地逐漸趨於穩定的現象，此段敘述是否有問題？	3.感謝委員意見，99~104 年資料為依據林務局針對國有林地崩塌地判釋結果進行分析，因範圍未涵蓋全部計畫區範圍，故判釋之成果將比實際狀況為少，為避免混淆，已刪除圖 3-4-2 中 99~104 年資料，而由整體而言，鯉魚潭水庫集水區之新增崩塌面積及新增崩塌率有下降趨勢，顯示區內已無大規模崩塌情形，而崩塌復育地面積及崩塌復育比亦呈現下降趨勢，顯示以往崩塌地逐漸復育而趨於穩定，詳 P3-15 內文。

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
4.第 4-18 頁圖 4-1-3 之調查點選擇與總數會影響調查結果的代表性，請補充說明依據與合理性，另建議應維持固定調查點做長期觀察與追蹤，才可掌握其變化情況。	4.有關調查點位，除參考以往災害點位外，主要係針對水庫集水區內之野溪、土石流潛勢溪流、崩塌地、道路水土保持及坡地水土保持，於道路可達、目視可及之範圍進行全面性調查，未有設限，以瞭解集水區之現況，而本年度因無颱風直接侵台，且集水區內亦無發生強降雨事件，經持續追蹤結果，本年度區內環境並無明顯變化，建議後續鯉管中心可定期於每年汛期後進行觀察與追蹤，以掌握集水區環境之變化。
5.第 4-19 頁表 4-1-1 之處理對策的建議相當重要，請補充說明「持續觀察」之意義，及其他相關建議，例如河道整理係指已整理或建議未來整理，如果是後者，後續處理的規畫為何？	5.有關處理對策中「持續觀察」主要為環境現況無立即危險或惡化情形、道路無法到達、無直接保全對象及暫無治理需求性之處，以採持續觀察方式處理，而河道整理為建議後續處理方式，為避免混淆，已修正欄位名稱為建議對策，以供權責單位後續處理規劃之參考。
6.第 5-1 頁水庫集水區土砂產生環境健康檢查所列的四項指標(水庫淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及濁度等)，請補充其依據，另集水區健檢應是本計畫的最重要工作項目之一，請研究單位補充說明前章(第 2-4 章)內容與第五章的連結性。	6.本計畫土砂生產環境健檢所列四項指標，除依據工作項目辦理外，並參考水利署民國 106 年「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」之執行方法與成果辦理，並已補充與 2~4 章調查分析成果之連結性，詳第五章內文。
7.第 5-1 頁表 5-1-1 之淤積率定義，請補充說明總容量之剩餘容量之意義，另請補充說明如何藉由上開四項指標綜合判斷土砂生產環境的健康情況？	7.感謝委員指正，已修正表 5-1-1 淤積率定義，另於綜合判斷部份，主要為參考水利署民國 101 年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」，以庫容淤積率(25%)及崩塌率(1%)進行分類結果，計畫區屬優質水庫集水區，維持一般保育即可，詳 5-1 節內文。
8.第 5-19 頁表 5-2-8 之健康等級(A、B、C、D)的判定不清楚，請補充說	8.感謝委員意見，已修正改採集水區崩塌率、森林覆蓋率、年土壤沖蝕深度

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
明。	及年平均崩蝕深度等指標，以排序方式，並採用四分位數評估累積序位75%以上之大克溪、坪林溪、爽文溪及景山溪為相對具整治需求集水分區，以景山溪子集水區為相對具整治需求子集水區，詳 5-2-2 節內文。
9.第 6-38 頁有關水質環境健康指標包括 CTSI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢等三項指標，與本計畫採用 SWMM 水質模式模擬之關聯性為何?另如何判斷水質健康情況?請補充。	9.感謝委員指教，依調查及分析結果，鯉魚潭水庫水質環境之關鍵課題為集水區內之營養鹽(總磷)汙染，由於點源污染處理狀況及農業非點源污染潛勢均會影響集水區營養鹽之產出量，如無適當處理，營養鹽進入水庫後，將會影響水庫之 CTSI，透過 SWMM 水質模式可推估水庫集水區內非點源汙染量及汙染熱區分佈，再透過 LID 模組模擬相關措施設置後之總磷之去除效率，進而訂定出具體可實行之目標與策略；國內目前判斷水質健康有 RPI、WQI_5、WQI_8 與地面水體分類及水質標準等指標可作為參考標準，而本計畫河川水質為使用 RPI 與地面水體標準判斷水質健康狀況，水庫水質則採用 CTSI 作為指標判斷其優養化狀況。
四、王委員國樑	
1.未來成果報告格式請依本署相關規定調整；另報告本文內相關時間的表達如民國及西元建議統一國內以民國，國外以西元的原則呈現較妥適。	1.感謝委員建議，已修正報告內文相關時間，統一國內以民國，國外以西元呈現，報告格式並依 貴署相關規定調整。
2.第一章前言請區分計畫緣起、計畫目標、計畫範圍、工作項目、工作構想、歷年成果等節較完整。	2.感謝委員意見，已修正第一章內容，並增加歷年成果。
3 P2-2 圖 2-1-1 鯉魚潭水庫集水區地理位置圖是相當重要的圖示，建議能單獨以 A3 尺寸折頁的方式來呈現較妥適，另因鯉魚潭水庫為離槽水庫，主	3.遵照辦理，已將地理位置圖改為 A3 折頁呈現，並將士林攔河堰集水區位置加入苗栗縣縮圖中，詳 P2-3 圖 2-1-1。

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
要水源是來自士林堰，建議補充士林堰集水區的內容較完整。	
4.P2-13 圖 2-1-8 鯉魚潭水庫飲用水水質水量保護區範圍圖是否正確？各範圍除似乎有差異外？其原因為何？建請再加強說明，並就各保護區顏色的區隔再加強，另顯示似乎鯉魚潭水庫未劃設自來水水質水量保護區，是否合理？	4.感謝委員指正，原使用之相關圖資為由國土測繪圖資服務雲查詢而得，經比對其圖資似未全面更新至最新公告，故範圍上略有差異，本計畫已至政府資料開放平臺下最新公告之飲用水水源水質保護區、自來水水質水量保護區及地質敏感區(山崩與地滑)等圖資，並重新套繪更新至報告內文中，詳 P2-13~P2-17 內文。
5.P2-27 表 2-1-11 鯉魚潭水庫颱風事件與水庫淤積對應表中，96 及 101 年淤積統計負值的原因為何，建議加以說明或註明較妥適。	5.感謝委員建議，已於表 2-1-10 及表 2-1-11 加註 96(第 11 期)及 101 年(第 16 期)淤積測量資料受測量方法改變及誤差因素，而產生負值情形。
6.水庫基本資料、大尺度環境監測及集水調查等相關的圖資或報表資料建議執行團隊能將以數位化或電子化，並能系統性的整理及建置，可做為未來持續辦理工作或調查評估的基礎，甚至未來可擴大其加值利用的功能。	6.遵照辦理，於成果報告提送時將提供相關圖資(Ar 與鯉管中心既有 GIS 系統相容之 shp 檔)，以利鯉管中心直接使用，並做為未來辦理工作或調查評估的基礎。
7.相關水庫集水區土砂生產環境健檢，建議能就大安溪士林堰集水區及鯉魚潭水庫上游之各次集水區相關土砂環境敏感區位，最後能用圖示說明，並標明可能的主要砂源及可能的因應對策建議較完整。	7.感謝委員建議，本計畫已依鯉魚潭水庫集水區土砂環境評估結果，繪製相對土砂環境敏感區位圖，如圖 5-2-3，並標明可能的主要砂源區及因應對策建議，另因本計畫僅針對鯉魚潭水庫集水區進行相關調查與評估，並未涵蓋士林攔河堰集水區範圍，故無法繪製士林攔河堰集水區土砂環境敏感區位圖。
8.相關水庫集水區水質環境健檢，建議能就大安溪士林堰集水區及鯉魚潭水庫上游之各次集水區相關水質環境敏感區位，最後能用圖示說明，並標明可能的主要汙染源及可能的因	8.感謝委員建議，本計畫已依鯉魚潭水庫集水區水質環境評估結果，繪製相對水質環境污染熱區區位圖，並標明可能的主要污染源及因應對策建議，詳圖 6-4-8 至圖 6-4-9，另因本計

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
應對策建議較完整。	畫僅針對鯉魚潭水庫集水區進行相關調查與評估，並未涵蓋士林攔河堰集水區範圍，故無法繪製士林攔河堰集水區水質環境敏感區位圖。
9.因本年度為鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(103-107)之最後一年，應有相關的成效及成果，建議執行團隊應就本期的成果加以扼要的補充較完整。	9.感謝委員建議，本計畫已蒐集各權責單位辦理「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(104-107 年)」執行內容，並補充執行成果於報告 2-1-9 節內文中。
10.治理策略及方法，因未來下階段要協助撰擬 108-111 年階段的集水區保育實施計畫，建議除依據修正全國區域計畫外，可能也要參採國土計畫較完整。	10.感謝委員建議，已參採國土計畫內容，修正治理策略及方法，詳第七章內文。
11.目前相關治理策略及方法期中的成果大多是原則性的內容，建議未來能依鯉魚潭水庫集水區的特性或關鍵課題，加以具體擬定對策及方法較務實及妥適。	11.感謝委員建議，已依鯉魚潭水庫集水區的特性或關鍵課題，針對需進行保育治理區域具體提出改善對策，詳 7-1、7-2 節內文。
12.因水庫集水區相關的權責單位眾多，也分屬不同部會或地方政府，如何能落實權責分工可能是最大的問題，建請執行單位協助中水局思考如何進行。	12.感謝委員意見，本計畫已依相關調查及分析結果，研擬「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(草稿)，供相關權責單位審閱及修正預定辦理工作內容與目標後，據以研擬「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」，中區水資源局並已於 10 月 30 日前提送水利署，待核定後，並將據以協調各權責單位研擬各年度執行計畫，以落實權責分工。
13.因前瞻水環境計畫中刻正辦理加強水庫集水區保育實施計畫，目前有 106-110 年 8 月的經費可挹注相關水庫集水區保育治理的工作，建請執行團隊可思考協助建議中水局或鯉魚潭水庫集水區各相關單位等可爭取及善加利用。	13.感謝委員意見，本計畫已依相關調查及分析結果，研擬「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」(草稿)，供相關權責單位審閱及修正預定辦理工作內容與目標後，據以研擬「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 108-111 年」，因集水區土砂生產環境

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	及水質環境尚屬穩定，未有顯著破壞或嚴重污染，而需立即投入大規模治理情形，故預定辦理之保育治理工作以災後緊急處理、定期維護及巡查取締為主，於執行期間並採滾動式檢討，經費則由各權責單位自籌經費辦理。
14.因鯉魚潭水庫為離槽水庫，主要的水源來自士林堰，未來相關士林堰集水區的保育治理分析建議能儘量蒐集並納入整體分析較完整。	14.感謝委員建議，已蒐集士林攔河堰集水區保育治理實施計畫內容，其辦理水庫集水區水土保育、水質監測及提升、土地使用管理及教育宣導等工作，預期可減少河道土砂量約 80.25 萬 m^3，及庫區淤積約 45 萬 m^3，並維持發電設施之運轉，減少無法發電情形，詳 7-2-3 節內文，而由 5-2-1 節分析結果，106 年士林堰越域引水輸砂量約 2.42 萬 m^3，約佔該其淤積量之 4.4%，於執行保育實施計畫及士林攔河堰操作管理下，可降低越域引水輸砂量，而在越域引水水質部份，由 6-2-2 節分析結果得知，其屬未(稍)受污染，且符合甲類水體標準，且於越域引水後，鯉魚潭水庫優養化情形有逐步降低，顯示越域引水後對鯉魚潭水庫水質有正向效益。
五、范委員世億	
1.本案工作執行請再釐清計畫範圍是否含士林攔河堰上游集水區，P1-1 文中提到不含士林攔河堰，報告中仍提及？	1.感謝委員意見，本計畫主要為針對鯉魚潭水庫集水區範圍進行基本資料蒐集、大尺度環境監測、集水區調查、土砂生產環境健檢及水質環境健檢，並依結果研擬治理策略及方法，於士林攔河堰部份，僅為蒐集其地文及水文資料。
2.P2-32 提到相關計畫成果未能完整推動，因目前正達組織再造，未來環資部將成立水資源保育署，可預見未來	2.感謝委員意見，原該段論述為針對民國 86 年台灣省鯉魚潭水庫管理局所進行之水庫集水區水土保持第二期

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
該署業務會與林務局、水保局業務重疊，故請再論述此段內容。	治理調查規劃工作，因時值 86 年修憲，及 87 年政府訂頒「臺灣省政府功能業務與組織調整暫行條例」與「政府再造綱領」期間，且因當時治理權責尚不甚明確，故未能完整推動，為避免與現階段組織再造混淆，已刪除相關論述，詳 P2-33 內文。
六、本局經管課	
1.本計畫已對於範圍內之野溪、坡地、道路及農地辦理現勘，惟建議於各調查整理表內有待改善治理之對象，列出其治理權責單位。	1.遵照辦理，已列出有待改善治理對象及其權責單位，詳 7-1 及 7-2 節內文。
2.本計畫核心工作(第七章)僅列出治理原則，而非針對本計畫範圍提出具體改善對策。	2.感謝委員指教，已依調查及相關分析結果，針對需進行保育治理區域具體提出改善對策，詳 7-1、7-2 節內文。
3.P5-19 各項評定標準為何?請補充說明。	3.感謝委員意見，已修正改採集水區崩塌率、森林覆蓋率、年土壤沖蝕深度及年平均崩蝕深度等指標，以排序方式，並採用四分位數評估累積序位 75%以上之大克溪、坪林溪、爽文溪及景山溪為相對具整治需求集水分區，以景山溪子集水區為相對具整治需求子集水區，詳 5-2-2 節內文。
4.P6-5 表 6-1-3 之流達率引用之依據，請補充。	4.感謝委員指教，引用依據為行政院環保署水污染防治實施方案規劃作業手冊，已描述於表 6-1-3 中。
5.P2-39，首段應修正為「台中市和平區」。	5.感謝委員指正，已修正誤植處，詳 P2-44 內文。
七、本局石管中心	
1.圖 6-3-1，CTSI 歷年變化趨勢圖，時間與 CTSI 值是線性關係，R2 是多少?有進行線差分析嗎?為何不是雙曲線或指數函數?請補充。	1.感謝委員指教，(1)因迴歸分析主要為利用自變數來預測應變數的一種統計方式，而本計畫係將歷年 CTSI 藉由統計方法呈現其趨勢，在不考慮自變數與因變數之因果關係下，修正為使用皮爾森相關係數 (Pearson product-moment correlation coeffici-

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	ent)來探討其相關性，因不進行迴歸分析，故不探討其 R^2 及殘差分析。 (2)在進行迴歸分析圖前通常會由散佈圖觀察其分布找出合適之迴歸模型，經判斷 CTSI 值與時間之分布並無雙曲線或指數函數等非線性關係。
2.第 6-38 頁，若 CTSI 值與時間呈線性趨勢，然而 CTSI 突然上升時，如何能解釋優養化獲得改善，宜有因應之解釋。	2.感謝委員意見，藉由歷年環保署水質實測資料可知 CTSI 指數於一年內會有週期性變化，通常在夏秋之際其值為最高，其原因可能為於深水層礦化之磷於秋季之混合期 (autumn turn-over)回到表水層，使表層藻類獲得營養鹽使的 CTSI 指數升高，就長期趨勢而言，經分析 CTSI 值與時間之相關係數為-0.19，可知時間尺度拉大後，鯉魚潭水庫之 CTSI 於越域引水後呈下降趨勢，詳 P6-39~P6-40。
3.表 6-4-3 中編號 S8、S11，總磷比其他高很多，其原因為何?請補述。	3.S8 為雙坑溪水系進入庫區之匯流區，S11 則為景山溪與雙連溪水系進入庫區之匯流區，其總磷較高之原因為此兩區位於山區與庫區之交界處，且平均坡降大幅降低，因此上游之汙染物會因降雨沖刷，往位於下游處這兩區累積，加上本身集水分區所產生之汙染物無太大之入滲與蒸發散損失便直接進入庫區，而造成單位面積年產量之值較高。
4.第 6-23 頁，水質資料分析指出中度污染受懸浮固體所影響，又從總磷含量過高說明是受污染，為何懸浮固體過高之原因是什麼?宜再敘明。	4.感謝委員意見，河川汙染指數(RPI)係以 DO、BOD、SS 與氨氮之值進行計算，並未包含總磷，由分析結果，RPI 主要影響因子為 SS，而為瞭解大安溪總磷污染情形，本計畫採甲類水體標準進行討論，得知總磷甲類水體達成率約 37.3%，顯示大安溪集水區內仍有一定程度之污染源，詳 P6-22~P6-29；而大安溪 SS 之濃度主

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	要大型降雨事件相關，可推測來自於山區或鄰近農業區之降雨沖刷及崩塌情形所產生。
5.第 1-5 頁流程圖，在水質環境健檢一欄，請再增加水質環境評估一項。	5.感謝委員意見，已增加水質環境評估於圖 1-5-1 工作執行構想流程圖中。
6.本次為期中報告，建議增加一章說明初步成果，另請將 7-4 節後續代辦事項移至初步成果之後。	6.感謝委員建議，已修正期中報告章節順序。
八、本局湖管中心	
1.第六章生活污水量請補充出處。	1.感謝委員意見，已補充生活污水量為依依經濟部水利署 104 年統計結果，苗栗縣每人每日用水量平均為 236 公升，詳 P6-2。
九、本局鯉管中心	
1.農藥檢測請說明規劃在何條件下進行檢測採樣。	1.為瞭解水庫原水中農藥含量，本計畫參考北區水資源局及環保署「保護人體健康相關環境基準」檢測項目，針對總有機磷劑、氨基甲酸鹽類、除草劑、總有機氯劑、五氯酚及其鹽類、毒殺芬等類別，並於 8 月 29 日針對鯉魚潭取水口處進行取樣，由分析結果，各類別多為未檢出或低於定量偵測極限，詳 6-2-4 節。
2.相關土砂防治、水質改善計畫防治策略需配合不同位置提出適合具體的建議方案。	2.感謝委員意見，已針對土砂防治、水質改善計畫防治策略提出適合之具體建議方案，詳 7-1 及 7-2 節內文。
3.鯉魚潭水庫水質評估分析，因每年氣候條件不盡相同，為避免評估結果失真，建議增加取出歷年降雨氣候條件相同的事件進行評估分析。	3.遵照辦理，已添加降雨資料於圖 6-3-1 及圖 6-3-2，顯示 CTSI 變化大致與每年之降雨豐枯水期之趨勢一致。
會議結論	
1.SWMM 模式採樣實測時機點請黎明公司再審慎斟酌，使分析成果更具參考性。	1.經蒐集相關文獻、與北科大水環境中心何教授及中國文化大學土地資源系陳教授討論後，針對景坪橋、景山流量站及歸安橋處定期採樣，如有明顯降雨事件時則增加採樣次數，並依

期中報告會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	實測結果進行水質模式率定驗證，以符實際。水文模擬部分於 107 年上半年 R^2=0.87，107 年下半年 R^2=0.93；水質模擬使用景坪橋之水質採樣結果進行水質模式率定，MAPE 為 36%，落於合理預測範圍，符合實際情形。
2.請將鯉魚潭水庫第一期保育實施計畫成果，結合現場調查分析資料做檢討，於期末報告時提出建議。	2.遵照辦理，已納入第一期保育實施計畫成果，結合現場調查分析資料做檢討，並提出相關建議，詳 2-1-9 節內文。
3.本委託服務依據契約規定，承攬廠商(黎明公司)應於 107 年 6 月 14 日前提送期中報告書送達本局審核，廠商於 107 年 6 月 13 日送達本局，符合契約規定。	3.敬悉。
4.經研商本期中報告書原則認可，請參酌各委員及出席單位意見修正，於 107 年 8 月 7 日前將修正後期中報告書送達本局憑辦。	4.敬悉。

附錄C 第一次工作會議審查意見辦理情形

開會時間：107年04月20日（星期五）下午02時

開會地點：鯉管中心2F會議室

會議主持人：顏副局長詒星

出席人員：

經管課

石管中心

鯉管中心

黎明工程顧問股份有限公司－葉組長 國樑、林志勇、王彤

第一次工作會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
一、本局經管課	
1.水質資料係引用環保署，但現有的採樣點是否能代表集水區之 CTSI 指標 or 各項其他指標？另是否有需再增加採樣點。	1.感謝委員意見，行政院環保署於鯉魚潭水庫內已設置 3 處水庫水質測站(詳圖 6-2-1)，檢測時間為由 1994 年 12 月開始迄今，檢測資料已達 20 年以上，能代表鯉魚潭水庫水質 CTSI 指標及葉綠素-a、透明度及總磷等指標長期間之變化情形，故應不需再增加採樣點。
二、本局石管中心	
1.三年的 CTSI 能說明此值呈現下降趨勢，此指標說明水體水質改善，宜斟酌。	1.感謝委員意見。本計畫之 CTSI 指標為依據環保署 1994 年 12 月~2018 年 4 月之檢測結果，並以對應之採樣時間為 X 軸進行線性迴歸分析其趨勢，由分析結果鯉魚潭水庫之 CTSI 主要呈下降趨勢，顯示優養化情形有逐漸改善，詳 P6-38 內文及 P6-39 圖 6-3-1。
2.集水區崩塌有無進行子集水區區分，以利評估何處崩塌情形，若無應有解釋說明(簡報第 14 頁圖，看起來是有區分)。	2.本計畫依照鯉魚潭水庫集水區之水系、地形等立地條件，將集水區劃分為 4 個子集水區，並於子集水區下再劃分為 14 個集水分區(詳 2-1-7 節內文)，並依劃分結果作為大尺度環境監測(詳第三章內文)、集水區調查(詳第四章內文)及相關健檢評估(詳第五、六章內文)區分使用。
3.歷年崩塌率<0.5%，環境頗為穩定，認定的依據是約 20 年資料，建議說明應以崩塌潛勢說明較為妥適。	3.感謝委員建議，因崩塌潛勢需藉由長期性資料，配合降雨、地形、坡度、地質、土壤、土地利用及道路等等條件，進行嚴謹的科學交叉分析方能有相關成果，且因鯉魚潭水庫集水區歷年崩塌率均<0.5%，由歷年趨勢而言，崩塌地面積及崩塌率主要呈遞減趨勢，顯示環境頗為穩定，屬優質水庫集水區(詳 P5-3~P5-5 內文)，故建議如有需求時再行另案辦理。

第一次工作會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
4.RPI 河川污染指標，如何操作、監測分析，須有敘述。	4.感謝委員意見，RPI 河川污染指數,指數係以水中溶氧量(DO)、生化需氧量(BOD_5)、懸浮固體(SS)、與氨氮(NH_3-N)等四項水質參數之濃度值，來計算所得之指數積分值,並判定河川水質污染程度,其計算及比對基準如 P6-23 表 6-2-9 所示。
5.沖刷係數與崩塌深度二者有無不同，宜說明該係數意義。	5.感謝委員意見，降雨沖蝕指數(Rm)及土壤沖蝕指數(Km)為通用土壤流失公式(USLE)推求集水區年平均土壤沖蝕量之係數之一(詳 P5-9~P5-10 內文)；而崩塌深度為推估集水區新增土方量之估算依據,係以新增崩塌斜面積乘以平均深度據以估算新增崩塌量(詳 P5-14 內文)。
6.如何由土砂控制、水質改善之各項指標項中，評估健檢狀況，並由模式分析，該如何回應到治理對策，應有敘明。	6.由第五章水庫集水區土砂生產環境健檢結果，以集水區崩塌率指標、森林覆蓋率指標、土壤沖蝕量及年平均崩塌量進行評估,以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區;由第六章水庫集水區水質環境健檢污染熱點分析結果,以景山溪子集水區為鯉魚潭水庫之污染熱點區,並依據計畫區狀況,研擬相關治理對策如第七章內文。
三、本局鯉管中心	
1.簡報第 16 頁 2012 年越域引水率 104.29%超過 100%,似乎不合常理，請檢視數值。	1.感謝委員意見，經檢視相關資料數值，並無發現記錄資料有誤植情形，而 2012 之記錄資料因士林攔河堰越域引水量高於該年鯉魚潭水庫平均入流量，不合常理，故不列入統計分析，詳 P2-21~P2-22 內文。
2.水庫上游農牧使用所佔範圍不少，水質檢測項目僅 pH、、、濁度、氨氮及總磷等,請就集水區農牧業性質增加具代表性類別的農藥檢測。	2.遵照辦理，為瞭解鯉魚潭水庫農藥之含量,後續配合計畫區農牧使用農藥項目及噴藥高峰期,於鯉魚潭取水口處進行 1 次代表性類別的農藥檢測。

第一次工作會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
3.環保署於107年4月於士林堰上游象鼻橋開始辦理一次河川水質檢測，另本局於106年7月亦於象鼻橋取樣作飲用水水源水質檢驗相關資料可供參考。	3.感謝委員建議，本計畫已蒐集相關資料並進行分析，由分析結果得知象鼻橋其水體屬未(稍)受污染，詳P6-36~P6-37內文。
四、主席	
1.簡報第8頁第11次淤積測量淤積率下降原因請說明。	1.感謝主席意見，第11期水庫淤積測量因改以多音束方法施測，由於測量方法改變故造成淤積容量有所誤差，致使總容量之淤積容量為-43.22萬 m^3，已做說明於P2-25表2-1-10註5說明中。
2.簡報第9頁崩塌率是否會逐次累積請說明。	2.感謝主席意見，崩塌率為依據各期崩塌地判釋結果進行分析而得，因崩塌地會降雨、地震事件及整治與自然復育等因素影響，故各期之崩塌地面積與分佈均不一定，故崩塌率為單期結果，不會逐次累積。
3.簡報第17頁民宿、餐廳屬哪一種污染源。	3.感謝主席意見，民宿及餐廳係屬點源污染中之遊憩污水，本計畫以訪談與GIS圖資了解遊憩各集水分區內之露營區與民宿之房數與營帳數，進而換算為遊憩人口，並經分析計畫區遊憩污水污染量如表6-1-2所示。
4.簡報第22頁非點源污染削減率如何計算。	4.感謝主席意見，非點源污染削減率之計算，為利用SWMM模式分析現況污染生產情形，以及設置相關改善措施後之污染生產情形，並據以計算非點源污染削減率。
會議結論	
1.本次工作會議所討論議題內容原則認可，請黎明工程顧問股份有限公司依與會單位意見修正納入期中報告中。	1.敬悉。
2.有關水質再增加農藥檢測項目，請黎明工程顧問股份有限公司於鯉魚潭	2.遵照辦理，後續配合計畫區農牧使用農藥項目及噴藥高峰期，於鯉魚潭取

第一次工作會議審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
取水口處進行1次檢測分析。	水口處進行 1 次代表性類別的農藥檢測。

附錄D 工作執行計畫書審查意見辦理情形

開會時間：107年02月08日（星期四）下午02時

開會地點：第三河川局5F會議室

會議主持人：顏副局長詒星

出席人員：

林委員 鎮洋

馮委員 正一

劉委員 希平

王委員 國樑

楊委員 明鐃(蔡政新代)

經管課

集管中心

鯉管中心

黎明工程顧問股份有限公司－張協理 慶武、葉組長 國樑、林志勇

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
一、林委員鎮洋	
1.離槽水庫應先掌握不同水系水質、水量(比例)及混合後水質關連(越域/本集水區面積≒447/53 km^2≒8.5 倍)。	1.感謝委員指教，鯉魚潭水庫之水源，除由區內雙坑溪水系、景山溪水系及雙連溪水系匯集而成外，並包括由士林攔河堰越域引水之水量，由鯉魚潭運轉資料及台電公司卓蘭電廠資料分析得知士林攔河堰平均越域引水量約佔鯉魚潭水庫平均入流量之79.53%，區內水系入流量約佔20.47%，由於區內僅於景山溪設有流量站，無法由實測流量瞭解區內水系之入流量及比例，詳 P2-21~P2-22 內文；另依.本計畫第 1 次水質採樣結果，雙坑溪、景山溪及雙連溪檢測各項水質大致符甲類水體標準，僅雙坑溪之總磷值與三站之生化需氧量之值介於甲類與乙類間，而越域引水出口所有項目皆達到甲類水體標準，顯示其水質未受污染狀況佳，詳 P6-36~P6-37 內文，本計畫後續並將於第一次颱風豪雨後，以持續掌握不同水系水質及混合後水質關連性。
2.表 2-1-5 集水區人口統計表如景山里全在集水區內嗎(此影響到後續點源污染計算，如 P3-28)，遊憩人口宜加強。	2.感謝委員意見，經統計畫區內實際之門牌分佈，並以訪談方式求得每戶平均人口數，據以估算區內常住人口以及生活污水污染量如表 6-1-1 所示；另以 GIS 圖資了解各集水分區內之露營區與民宿之分佈，並進行訪談得知房數、營帳數與實際遊憩人口，並估算其汙染產生情形如表 6-1-2，相關內容詳 P6-2~P6-4 內文。
3.P3-4 績效指標、衡量標準及目標值是大家一起比，還是自己跟自己比？	3.本計畫包含集水區健檢評估及整體治理規劃，各項績效指標、衡量標準及目標值僅為針對鯉魚潭水庫集水區所訂定，而依據行政院 106.07.10 院臺經字第 1060022839 號函核定之「前瞻基礎建設計畫--水環境建設

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	加強水庫集水區保育治理計畫(核定本)」及水利署水庫集水區保育實施計畫參考範本內容(106 年)，擬定工作指標項目如表 7-3-1 所示，並由鯉魚潭水庫集水區內各權責機關共同訂定推動，後續本計畫將協助彙整各權責單位針對鯉魚潭水庫集水區訂定之量化目標，以供後續保育實施計畫推動及控管，詳 P7-49~P4-50。
4.大雨是帶來污染還是稀釋作用？此涉及後續採樣計畫宜具體擬定？	4.降雨初期因逕流之沖刷，使地表與土壤中累積之污染源大量淋洗出，故豪大雨初期逕流水往往含有高濃度之營養鹽而造成污染，隨著降雨之持續，地表及土壤中之污染源隨沖刷而逐漸減少，故豪大雨後期之逕流營養鹽濃度大多已降低，轉為稀釋作用，本計畫後續將依承諾事項，於第一次颱風豪雨後及水庫發生重大事件後第一時間針對雙坑溪、景山溪、雙連溪水系及越域引水出口等 4 處進行水質採樣及分析工作，以瞭解豪大雨對水質之影響。
5.為何採用 SWMM 模式(P3-56)？與 Vollenweider 如何結合？如何切割子集水區？	5.感謝委員指教，SWMM 之水質模式可模擬水污染負荷量以評估集水區之污染熱點(hot spot)，並可預測 BMPs 及 LID 之施作功效及削減率，故本計畫採用 SWMM 進行水質環境評估，並以 SWMM 模擬之現況污染量，以得知鯉魚潭水庫集水區之總磷污染量與汙染熱點，而 Vollenweider 模式部分於 5/15 拜訪北科大林鎮洋、何嘉浚與陳起鳳老師之討論中陳起鳳老師提到因本區有越域引水與庫區的水體混和之問題，與此模式其本身參數設定之所需資料不足，故不建議本計畫使用此模式；而子集水區之切割，使用 BASINS 將依計畫區水

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	系分佈及特性，區分為雙坑溪、景山溪、雙連溪及鯉魚潭水庫等 4 個子集水區，並細分為 17 個集水分區，如 P6-47 圖 6-4-3 所示。
6.本計畫計算 CTSI 還是 RPI？	6.鯉魚潭水庫水質已由環保署設置 3 處樣站定期監測，於河川水質部份則無相關檢測站資料可供應用，故本計畫水質環境檢檢指標係以 CTSI 為計算，詳 6-3 節 P6-38~P6-39 內文。
7.P3-29 流達率採 0.35 依據為何？export coeff 清楚嗎？	7.因影響流達率之因素極多，且必須對各排水路進行水質及流量之實測，方能據以估計流達率，然鑑於本階段之時間及經費限制，無法對各排水路(集流分區)進行實測之工作，因此本規劃之流達率為參考相關文獻及研究結果，並將各不同流域特性之流達率建議值整理如 P6-5 表 6-1-3 所示，考量鯉魚潭水庫集水區流域特性區分屬郊區，流達率一般介於 0.1~0.6，故本計畫取其平均值 0.35 進行估算，詳 P6-5。
8.本水庫關鍵污染物為何？hot spot 在那裡？	8.感謝委員指教，由此次現地採樣可發現於庫區樣站中其水質項目中較突出的項目為雙坑溪之總磷質，其餘水質項目皆接近甲類水體標準，故推測本水庫關鍵污染物應為總磷，本計畫利用 SWMM 中之水質模式進行模擬，由分析結果鯉魚潭水庫集水區之污染熱點(hot spot)為景山溪子集水區，詳 P6-51~P6-53。
9.BMPs 建議稱最佳管理技術以取代作業。	9.感謝委員指教，已修正 BMPs 為最佳管理技術，詳 P7-37~P7-44 內文。
二、馮委員正一	
1.工作進度表未顯示期中、期末時，具體要完成那些工作項目百分比等，也	1.感謝委員意見，已補充需完成之工作項目及百分比，並依執行順序進行表

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
應顯示先後順序之規劃等。	列，詳 P1-6 表 1-3-1。
2.調查階段首重污染來源區的詳細調查(天然與人為污染)。由歷年的歷史資料應歸納水質、濁度等各指標的變動範圍，並深入探討變動原因。也應建立各指標的基準值，與建議應該採取行動的門檻值。	2.感謝委員意見，本計畫經針對污染源進行詳細調查及 SWMM 模擬分析結果，計畫區之污染熱點(hot spot)為景山溪子集水區，詳第六章內文。而計畫區之水質 CTSI 主要集中於 40~55 之間(普養~優養狀態)，其變動原因主要為受氣候條件及降雨因素所影響(詳 P6-17~P6-22)；於濁度部份，依環保署監測介於 1~5NTU 之間，惟其為晴天採樣，故無法反應降雨時期之變化情形，依中水局資料集中於 10~50NTU 間，變化趨勢大致隨降雨情況而改變。於基準值部份，經參考水利署 2012 年「台灣地區水庫整體保育規範計畫」及 2017 年「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」之門檻值採 CTSI > 50。
3.歷史資料建議針對 921 地震、2004 72 水災、2009 莫拉克水災等大事件深入比對與討論。	3.感謝委員建議，本計畫蒐集計畫區歷史颱風豪雨資料之降雨量，並比對該期水庫淤積量資料，由比對結果，鯉魚潭水庫歷年之淤積情形主要與重大颱洪事件成現正相關，詳 2-1-6 節內文。
4.土砂收支分析、打荻氏公式、SWMM 等模式之使用，應慎重選用所代入之參數。	4.感謝委員意見，本計畫使用之模式採用相關參數，為經參考相關研究後提出，並經 4 月 20 日第一次工作會議審議認可後使用。
5.緩衝帶、滯留池等應有「清理」的機制。	5.感謝委員意見，緩衝帶、滯留池、植生草溝等相關設施之定期清理保養維護已加入結構性 BMPs 之設置原則內，詳 P7-38~P7-39。
6.執行策略及方法應一併建議先後順序，經費分配等。	6.感謝委員建議，本計畫依集水區調查、大尺度環境監測及土砂環境健檢結果，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，而依水質環境健檢結果，以景山溪子集水區為鯉魚潭

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	水庫之污染熱點區，並依據計畫區狀況，研擬相關治理策略如第七章內文，後續將提供相關成果予各權責單位參考，以針對鯉魚潭水庫集水區訂定預期指標、優先順序及經費分配。
7.衛星影像判釋所得資料，應需現地複查。	7.依本計畫購買 107 年 01 月 28 日 SPOT 7 衛星影像進行崩塌地判釋結果，區內計有 16 處崩塌，面積約 2.21ha，經本團隊現地調查及複核結果，除判釋 16 處崩塌地外，另發現 1 處因規模較小且坡度陡峭而未能判釋之崩塌地(崩 07)，以及 1 處購置影像日期後所產生之新增崩塌(崩 06)，詳 4-3 節 P4-37~P4-47 內文。
8.相關水土保持處理可參考 2018 年新版水土保持手冊。	8.感謝委員意見，已參考新版水土保持手冊內容更新集水區保育執行策略及方法，詳 7-1 節內文。
9.土砂防治之策略應有「動態調整」、「可調式」的觀念，以因應土砂量隨時間之變動。	9.感謝委員建議，已將「動態調整」、「可調式」的觀念納入土砂防治策略中，詳 P7-12~P7-18 內文。
10.農地使用之調查與後續管理措施應提出。	10.依計畫區內最新內政部「國土利用調查圖資」，區內農業利用土地面積約 1,536.6ha(約佔 28.8%)，經現地調查結果，種植種類大多為高接梨、柑橘、甜柿、香蕉、草莓等經濟作物，及部份檳榔等淺根性植物，另有部份坡地已進行改植造林，並依調查結果提出後續管理措施於 7-1-5 節內文中。
三、劉委員希平	
1.本計畫進行鯉魚潭水庫之地理檢查，可利用 GIS 針對土石流潛勢和衛星影像做不同降雨強度之沖刷潛勢，分為不同威脅強度，以作整治優先順序和經費分配。	1.感謝委員意見，因不同降雨強度之沖刷潛勢需配合長期性之觀測結果(如小尺度之沖蝕針、河川水質監測資料及降雨資料等)據以評估，因相關資料多尚無觀測資料，故建議後續以另案方式進行觀測及評估；另依集水區調查、大尺度環境監測及土砂環境健

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	檢結果，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，後續將提供相關成果予各權責單位參考，以針對鯉魚潭水庫集水區訂定預期指標、優先順序及經費分配。
2.不同支流沖刷潛勢可用河川水質監測點，針對濁度和導電度和水位高度計作即時監測，在不同降雨強度下和該支流河川水質變化之參考。	2.感謝委員建議，因區內目前僅由中區水資源局於越域引水隧道出口之景山溪下游河道設有一處流量站，以監測景山溪(含越域引水匯流)之水位、流量及濁度資料，故相關資料仍屬缺乏，故建議後續以另案方式進行觀測及評估。
3.鯉魚潭水庫水質是健檢重要指標，亦要分上述潛勢區和第 2 點意見之監測結果，作整治規劃參考。水庫土砂產生率和集水區泥砂遞移率有關，建議將本水庫做分區治理和管理。	3.依計畫區水系之分佈及特性，可區分為雙坑溪、景山溪、雙連溪及鯉魚潭水庫等 4 個子集水區，經集水區調查、大尺度環境監測及土砂環境健檢結果，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，而依水質環境健檢結果，以景山溪子集水區為污染熱點區，故後續建議以景山溪子集水區為未來整治需求，其它子集水區則以管理為主。
4.鯉魚潭整體水質變化情況和上述三點意見相關，整治技術在不同流域之成效，亦須做充分評估，建立在上述 GIS，流況監測和水質變化調查結果上。	4.感謝委員指教，本計畫經相關分析後，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，且其亦為鯉魚潭水庫之污染熱點區，並依據計畫區狀況，研擬相關治理策略如第七章內文，後續將提供相關成果予各權責單位參考，以針對鯉魚潭水庫集水區訂定預期指標、優先順序及經費分配。
四、王委員國樑	
1.建請本委辦計畫相關的工作，未來要凸顯相對減砂入庫及改善水質等主要效益來呈現，並應建立在鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫(民國 103-107 年)的既有成效基礎下進行	1.感謝委員指教，已參考核定執行中之「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫」既有成效基礎，配合本計畫調查及分析結果(詳第三章~第六章內文)，研擬相關治理策略，並凸顯減砂入庫及

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
等較妥。	改善水質等主要效益(詳第七章內文)。
2.因鯉魚潭水庫為離槽水庫，主要的水源來自士林壩，相關士林壩集水區的資料雖非本計畫的主要工作，惟相關的分析建議能儘量蒐集並納入整體分析較完整。	2.感謝委員指教，本計畫已蒐集士林攔河堰水庫集水區地文資料，及蒐集卓蘭發電廠士林攔河堰含砂濃度及越域引水資料等納入整體分析中，詳2-2節內文。
3.在規劃過程，就土地利用的狀況，建議仍要就水庫集水區內相關內政部頒布的全國區域計畫相關的第一級環境敏感地區及第二級環境敏感地區等加以釐清分析探討，另就山坡地30%及山崩地滑等條件亦建請納入評析探討。	3.感謝委員指教，已蒐集內政部全國區域計畫之環境敏感地區資料，並套繪計畫區範圍釐清分佈情形，詳P2-12~P2-16內文，另由調查結果得知，區內之崩塌地多位於山崩與地滑地質敏感區與山坡地平均坡度大於30%之區域(詳 4-3 節內文)，坡地則多屬山坡地平均坡度大於 30%之區域(詳 4-5 節內文)。
4.本署保育事業組去年已就全國水庫集水區健檢進行過廣泛性的研析及探討歸納，建議本計畫在進行過程，可參考上述的成果加以利用，並針對鯉魚潭水庫的立地條件加以精進探討。	4.感謝委員建議，本計畫已蒐集 貴署保育事業組完成之「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」，並參考其成果加以利用及精進探討，詳第五章及第六章內文。
5.針對本水庫健檢評估及整體治理規劃的探討，相關水庫集水區各權責近年整治工程統計建請更新至最新資料外，另就未來需近中程必須辦理的的整治工作建議，可配合爭取水與發展之加強水庫集水保育實施計畫編列於林務局、水保局、環保署及本署等相關前瞻的預算中支應。	5.本計畫已蒐集及更新各權責單位近年整治工程至106年度資料，並經相關分析後，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，且其亦為鯉魚潭水庫之污染熱點區，後續將提供相關成果予各權責單位參考，並就近、中程需辦理之整治工作進行建議，以供各權責單位爭取鯉魚潭水庫集水保育實施計畫於相關前瞻計畫中的預算支應。
6.P2-37言及計畫區內有1條土石流高潛勢的溪流-苗縣DF056(大克溪)，未來針對其對水庫淤積的影響及可能必要的整治工作等，建請執行團隊要加以重視及加強研析。	6.由調查結果，苗縣DF056(大克溪)上游無明顯崩塌地，砂源減少狀況下，加上目前河道受相關整治工程，調整溪床坡度使輸砂能力降低，除護岸及固床工有局部基礎淘刷現象外，無明

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	顯破壞情形，而上游則為大塊石堆積，河道中無明顯下移，且已有草類叢生，整體而言大致穩定，故建議持續觀察，詳 4-2 節內文。
7.針對 103-107 年的鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫的總成效，建議執行團隊能協助中水局加以完成，也可藉由本期的成效，來擴展研擬下一期(即 108-111 年)水庫集水區保育實施計劃必要且迫切的工作較務實。	7.遵照辦理，後續將協助完成執行成果總報告，並依執行成效研擬 108-111 年之鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫。
8.保育實施計畫中未來預期效亦及影響相當重要，未來就相關的直接效益、間接效益、經濟成本分析等，要特別注意加強研析，並儘可能以量化的方式來呈現較妥適。	8.感謝委員意見，相關效益之分析將依照整體治理計畫之減災程度進行評估，並參考前瞻計畫「加強水庫集水區保育治理計畫(核定本)」、水利署「水庫集水區保育實施計畫參考範本」及「鯉魚潭水庫集水區保育實施計畫 104-107 年(核定本)」之預期效益及影響內容，加以研析及量化，詳 7-3-3 節內文。
五、楊委員明鐃(蔡政新代) 鯉魚潭水庫周邊為苗栗縣重要觀光軸線之一 ，尤其苗栗縣政府於三義台鐵舊山線推出「鐵道自行車 Rail Bike」並預計 107 年 6 月試營運，勢必帶動鯉魚潭水庫周邊觀光產業發展，因此，針對本案工作執行計畫提出下列幾點建議：	
1.集水區土砂生產環境指標部分，建議考慮現況及後續因觀光產業所帶來相關開發（包含農業、非農業、超限利用及違規使用等）所造成地表裸露等水土保持因素納入評估。	1.依據水利署「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」及本案工作項目內容，土砂生產環境健檢主要為依淤積率、崩塌率、森林覆蓋率及含砂濃度(或濁度)等指標，各項指標為針對執行期間之環境狀況進行評估，故無將未來環境可能產生之變化納入評估。
2.集水區水質環境健檢部分：報告書中生活汙水依戶政事務所人口統計資料推估似有失真，因大部分居民並非	2.感謝委員指教，本計畫原採保守方式，以鯉魚潭水庫集水區範圍涵蓋之村里人口估算生活污水污染量，現已

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
居住於集水區範圍，雖簡報提及區內民宿、露營區暫忽略不計，但後續觀光產業快速發展時建議仍應針對上述民宿、露營區、遊憩景點等因素納入評估。	經由依門牌分佈及訪談方式，估算區內實際常住人口與遊憩人口，並計算本區實際生活及遊憩點源汙染總量，詳 P6-2~P6-6。
3.農業非點源汙染部分採總輸出量計，因農業用藥與施肥有其季節性，建議依使用特性進行調查取樣、以利比對農業與水庫水環境相對性。	3.因不同作物污染負荷量及施肥量均不一樣，本次以 SWMM 水質模式模擬污染負荷量，並以環保署水庫水質監測及本計畫河川水質採樣結果進行驗證，以評估農業對水庫水環境之影響，模擬結果詳如 P6-47~P6-53。
4.有關保育執行策略及方法部分，建議採風險管理方式分區劃設高、中、低土砂生產區位及水環境汙染區位，以利後續資源共享原則提共相關土地管理或治理單位參酌	4.感謝委員意見，本計畫經調查及相關分析後，區內以景山溪子集水區為未來整治需求子集水區，且其亦為鯉魚潭水庫之污染熱點區，故後續建議以景山溪子集水區為未來整治需求，其它子集水區則以管理為主，後續並將提供相關成果予各權責單位參考。
六、本局集管中心	
1.P5-6，辦理”承”諾。	1.感謝委員指正，已修正誤植。
2.有關各策略執行單位建議列出，以供參考，也可成為日後補助經費的依據。	2.感謝委員意見，依據行政院 2006 年 3 月 20 日院臺經字第 0950010423 號函核定之「水庫集水區保育綱要」，各策略之執行機關及權責，詳列於 7-3-2 及 7-4-4 節內文中。
3.建議邀集相關單位與會，以釐清權責分工事項。	3.感謝委員建議，後續於將邀集相關單位與會，以釐清依據行政院 2006 年 3 月 20 日院臺經字第 0950010423 號函核定之「水庫集水區保育綱要」之權責分工事項。
4.似未見到關於生態方面的治理策略？另請了解有關集水區內生態保育之權責單位為何？	4.生態保育策略，依據前瞻計畫「加強水庫集水區保育治理計畫(核定本)」，為減輕治理工程對生態環境造成的影響，維護生物多樣性資源與棲地環境品質，本計畫各工程皆納入生態檢核作業；於執行及權責單位，經濟部（水利署）依 105 年訂頒「水庫

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
	集水區工程生態檢核執行手冊」，落實並深化生態檢核機制；農委會則依其生態檢核操作流程(林務局)或「環境友善措施標準作業書」(水保局)辦理相關作業；其他有關工程應配合公共工程委員會 106 年 4 月 11 日召開之「公共工程落實生態檢核機制」研商會議決議，工程主辦機關辦理新建工程時，依該機制辦理檢核作業，詳 7-1-8 節內文。
六、本局鯉管中心	
1.工作預定進度表較為粗略，僅列主項目，請補充主項下各細項作業項目預定期程。	1.感謝委員意見，已補充工作進度表細項作業預定期程，詳 P1-6 表 1-3-1。
2.水質檢測採樣時機施作方式請補充。	2.感謝委員意見，已補充水質檢測採樣時機及施做方式，詳 6-2-3 節內文。
會議結論	
1.請鯉管中心及黎明工程顧問股份有限公司於期中報告前加開一次工作會議。	1.遵照辦理，本計畫已於 107 年 4 月 20 日完成第一次工作會議。
2.針對報告中要選定的分析模式、方法、參數及基本數據，請於工作會議時進行詳細說明，審視合宜性，並找出相關課題，以為將來治理規劃之目標及達成策略。	2.遵照辦理，本計畫經參考相關研究後提出相關參數，並經 107 年 4 月 20 日第一次工作會議審議認可後使用，經相關分析後，建議以景山溪子集水區為整治需求，其它子集水區則以管理為主(詳第五章及第六章內文)，並據以提出集水區保育執行策略、水質污染消減執行策略及未來水庫集水區保育實施計畫之目標(詳第七章內文)。
3.健檢評估之取樣，請黎明公司盡可能加密取樣，以瞭解各種情境下之環境變化及趨勢。	3.本計畫執行期間預計進行 2 次採樣及分析工作(4~5 月、8~9 月)，為瞭解颱洪期間水質變化情形，本計畫並將於第一次颱風豪雨後或水庫發生重大事件後第一時間進行採樣，並以連續採樣方式進行加密取樣，以瞭解各種情境下之環境變化及趨勢。

工作執行計畫書審查意見辦理情形

審　查　意　見	辦　理　情　形
4.本次工作執行計畫書審查原則認可。	4.敬悉。

經濟部水利署中區水資源局出版品版權頁資料

鯉魚潭水庫集水區健檢評估及整體治理規劃

出版機關： 經濟部水利署中區水資源局

地址： 臺中市霧峰區峰堤路 195 號

電話： (04) 2332-0579 #2310

傳真： (04) 2332-0484

網址： http://www.wracb.gov.tw/mp.asp?mp=6

編著者： 黎明工程顧問股份有限公司

出版年月： 107 年 12 月

版次： 初版

定價： 新台幣 600 元

EBN： 10107T0044

著作權利管理資訊： 經濟部水利署中區水資源局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署中區水資源局同意或書面授權。

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署中區水資源局

電　　話： (04) 2332-0579

廉潔、效能、便民

經濟部水利署中區水資源局

地址：臺中市霧峰區峰堤路 195 號
網址：http://www.wracb.gov.tw/mp.asp?mp=6
總機：(04) 2332-0579 #2310
傳真：(04) 2332-0484

EBN：10107T0044
定價：新臺幣 600 元

鯉魚潭水庫集水區健檢評估及整體治理規劃

中華民國107年12月

經濟部水利署中區水資源局