

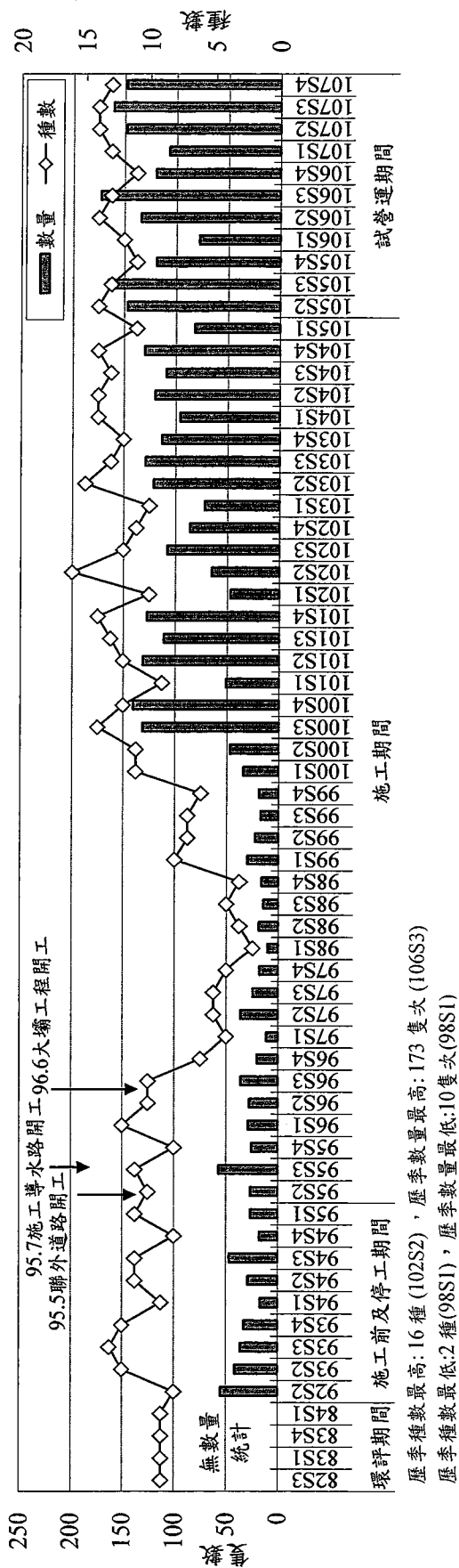


圖 2.6-4 水庫集水區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析圖

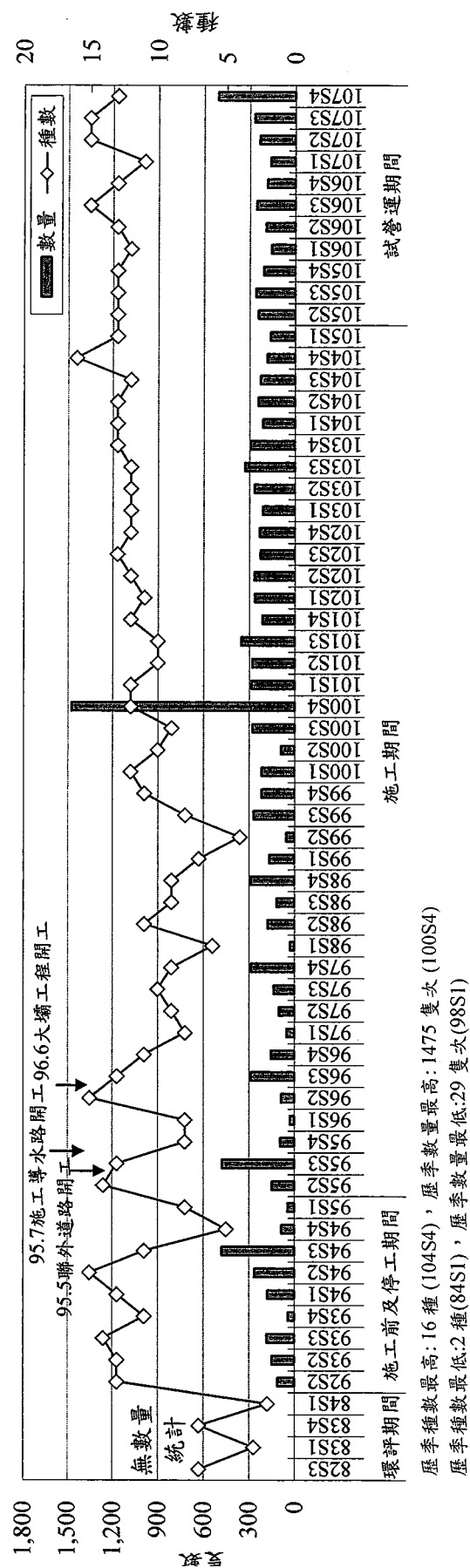


圖 2.6-5 水庫集水區歷年兩棲類監測種數及數量比較分析圖

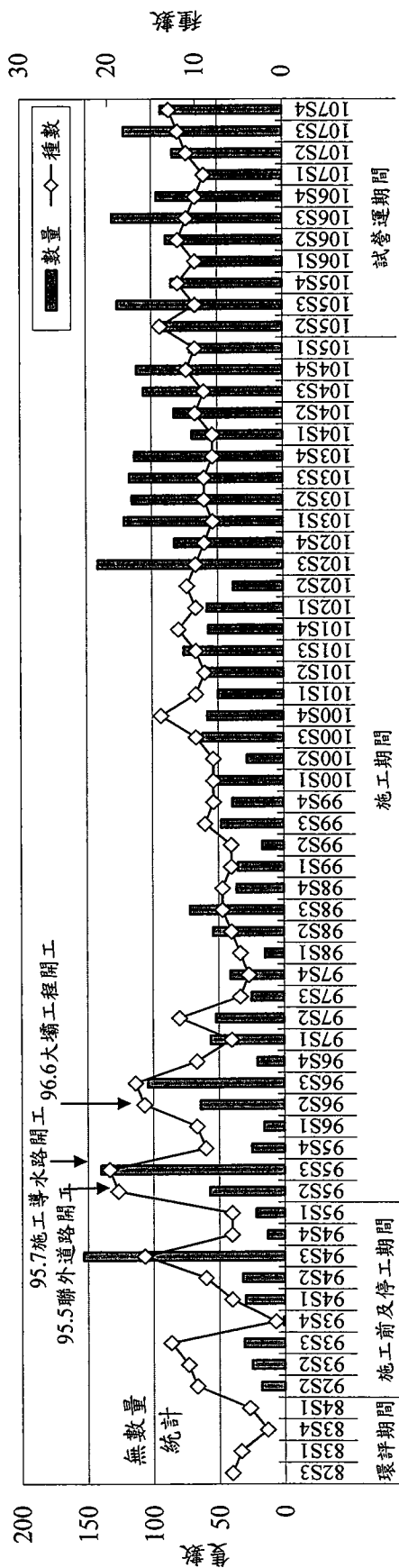


圖 2.6-6 水庫集水區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

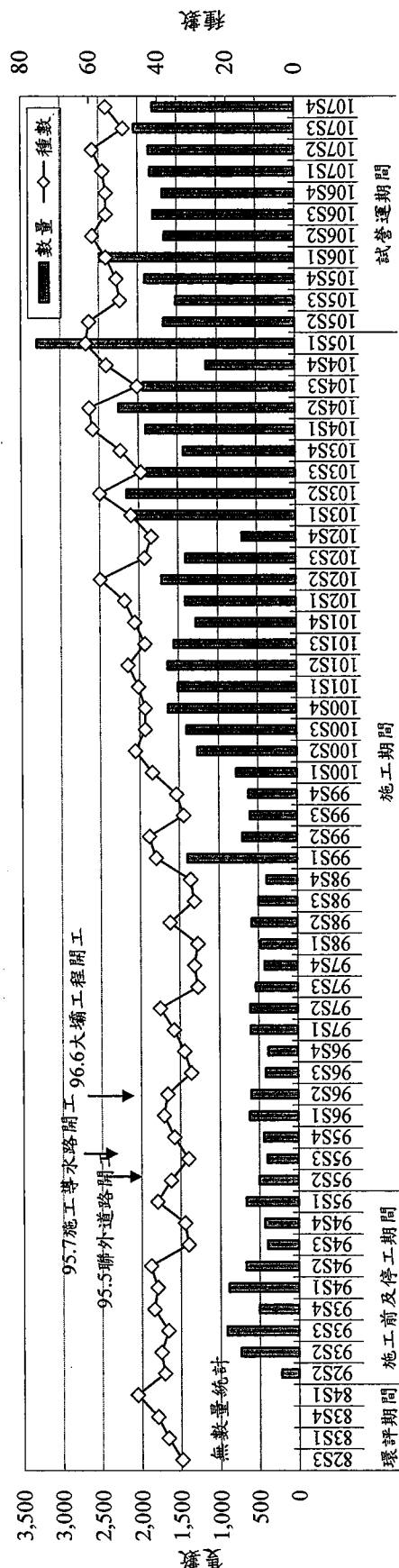


圖 2.6-7 水庫集水區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

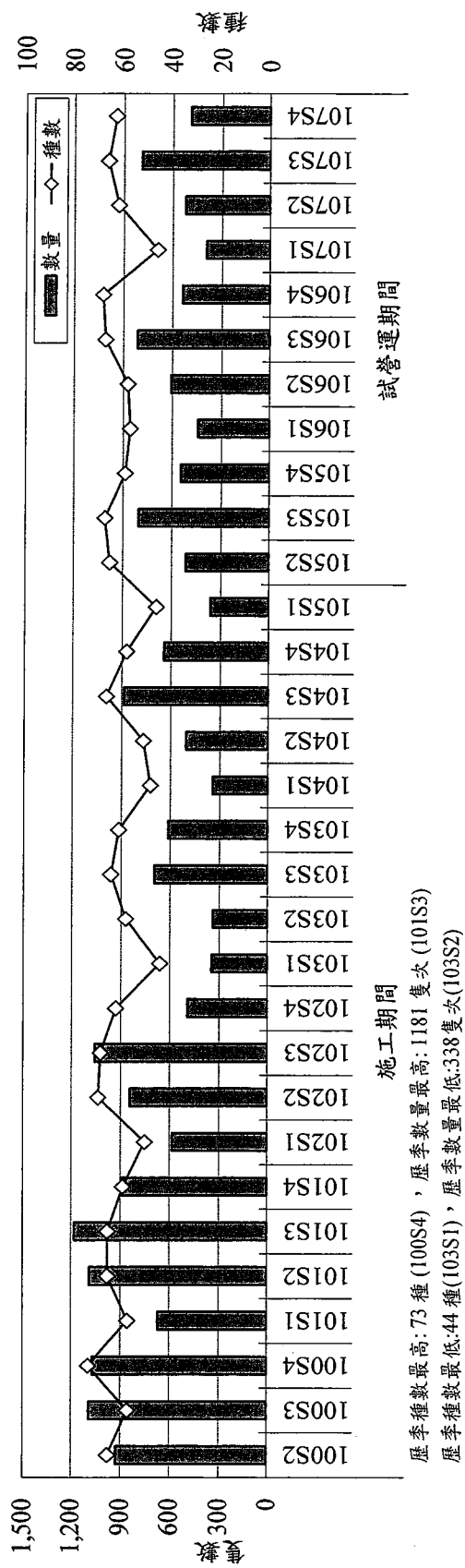


圖 2.6-8 水庫集水區歷年蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

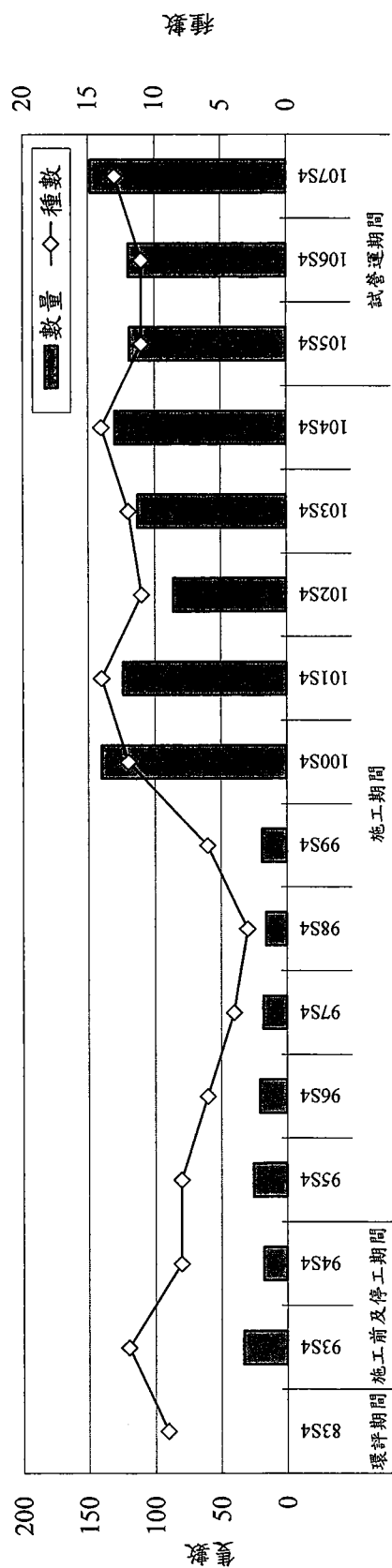


圖 2.6-9 水庫集水區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析圖

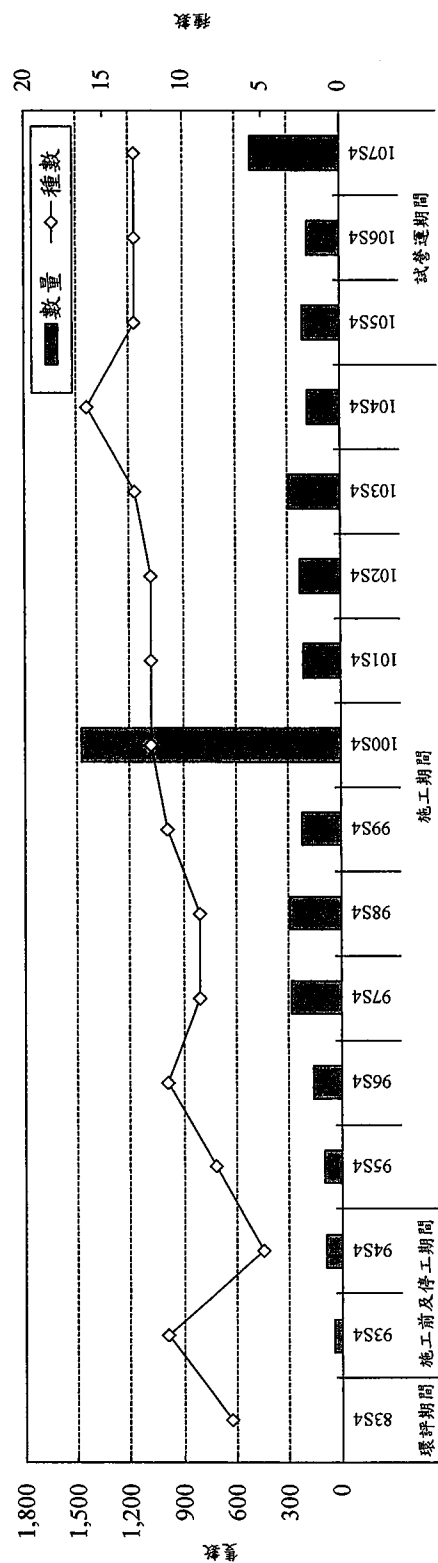


圖 2.6-10 水庫集水區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析圖

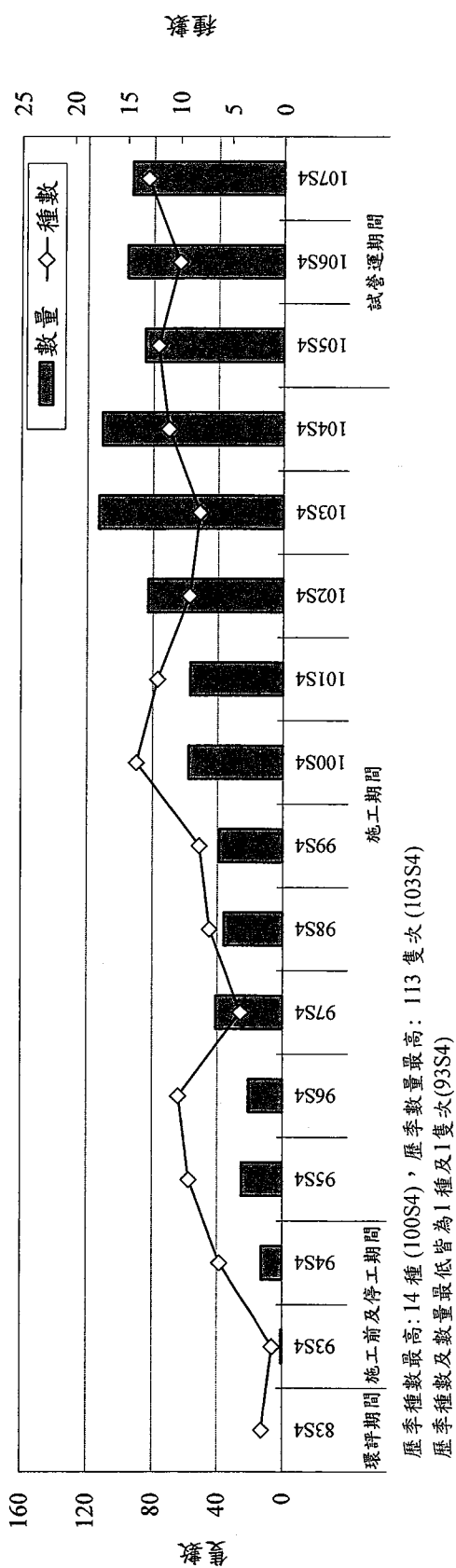


圖 2.6-11 水庫集水區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

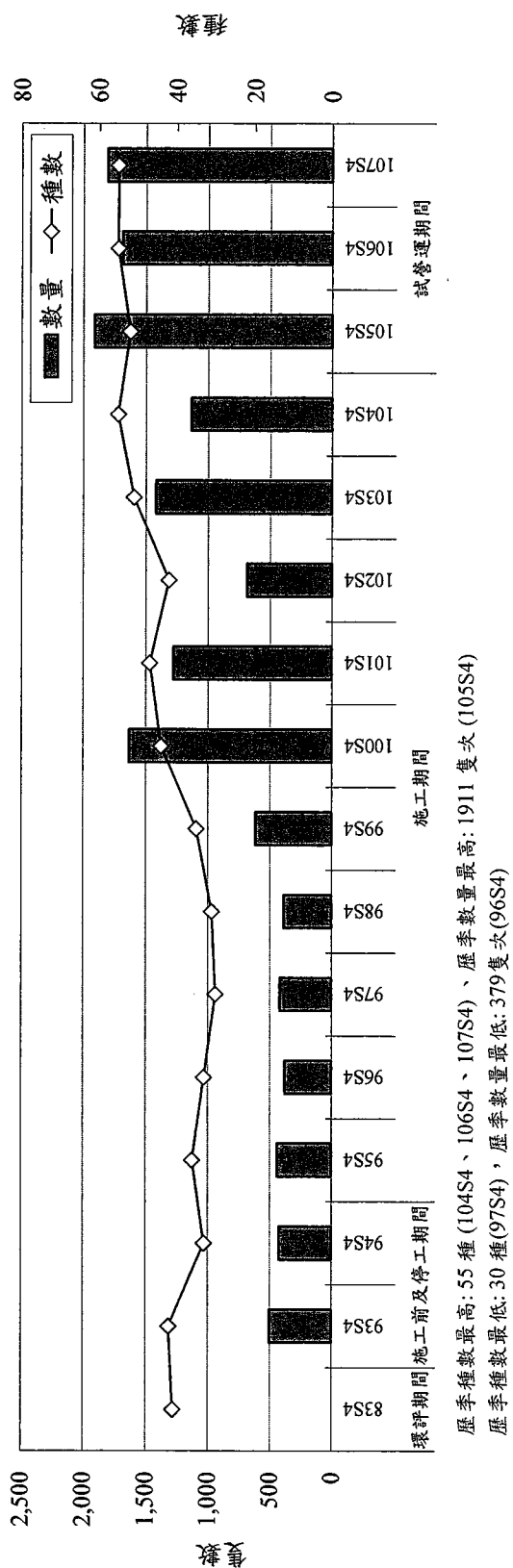


圖 2.6-12 水庫集水區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

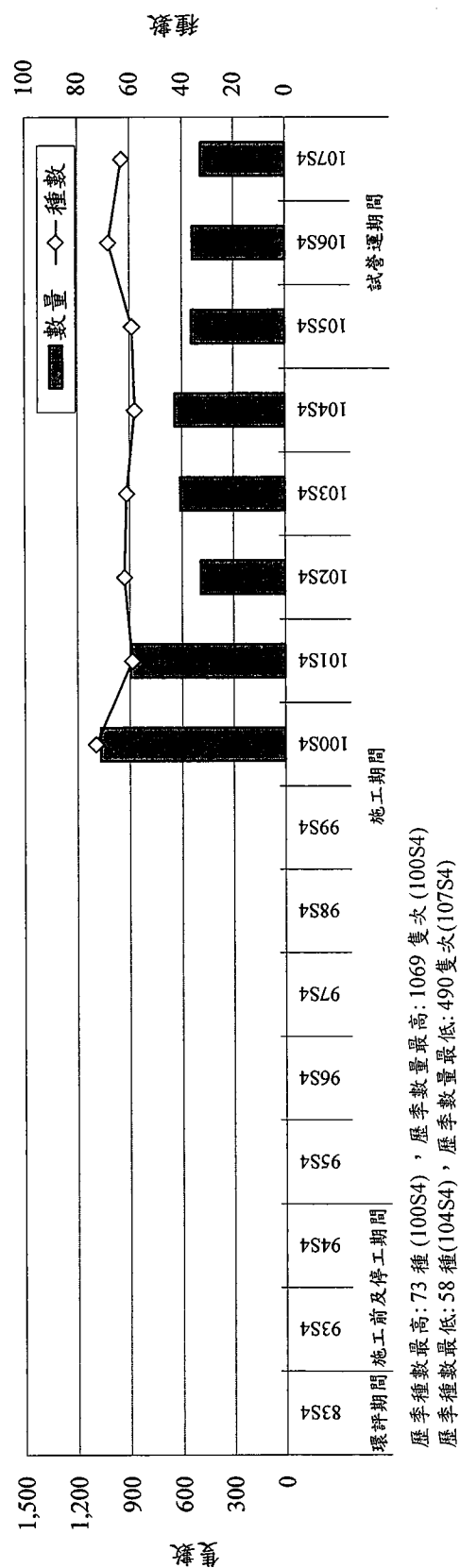


圖 2.6-13 水庫集水區歷年同季蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

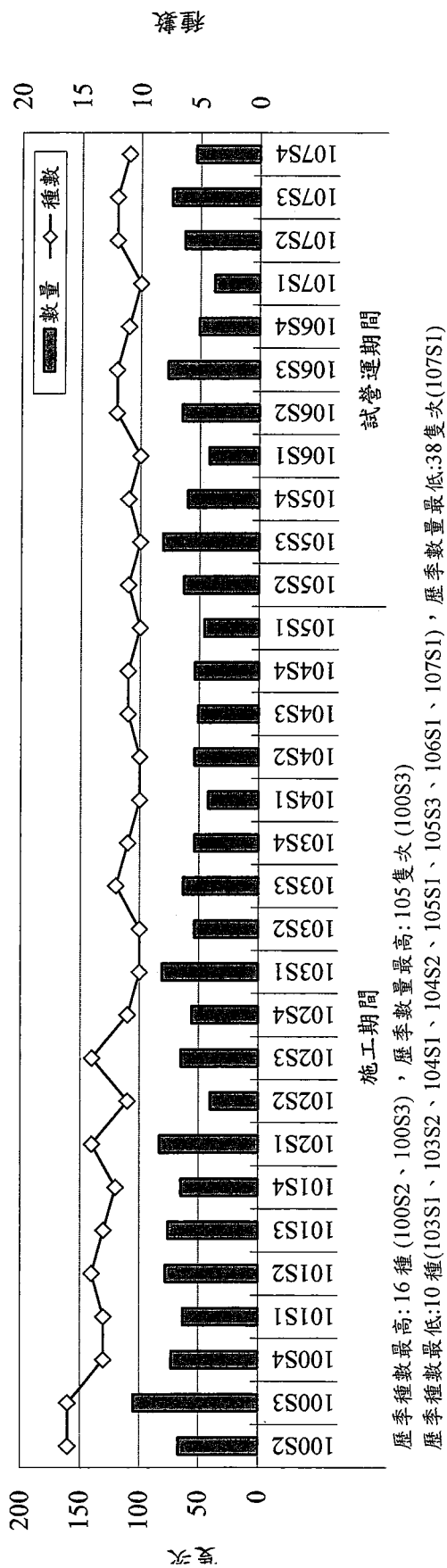


圖 2.6-14 引水工程區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析圖

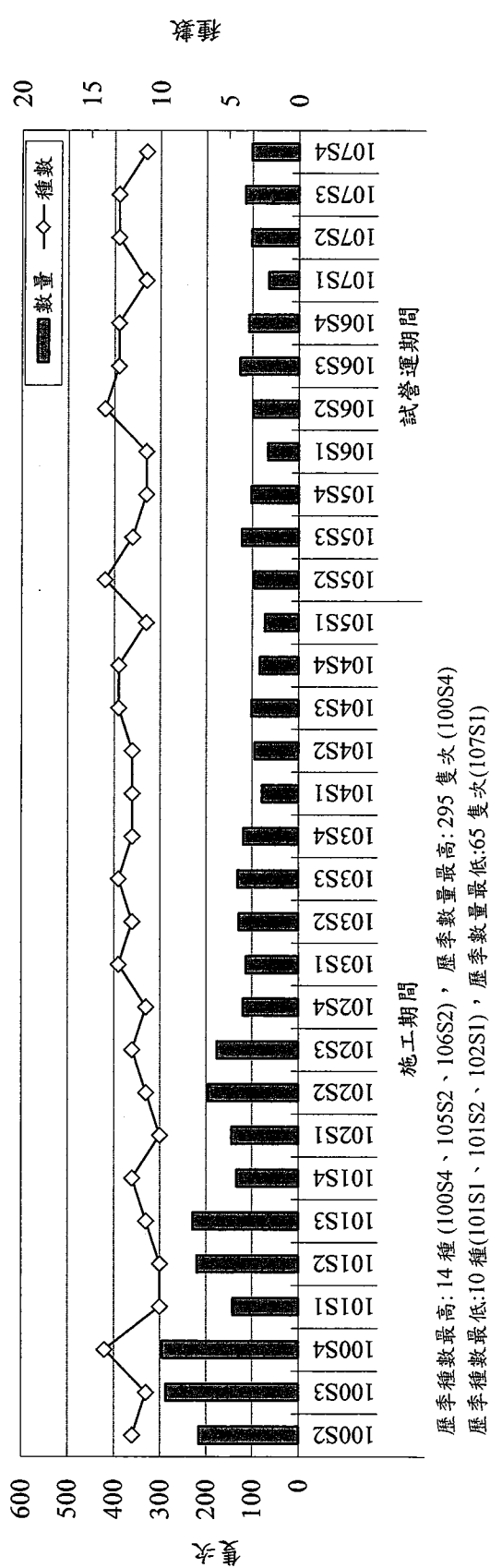


圖 2.6-15 引水工程區歷年兩棲類監測種數及數量比較分析圖

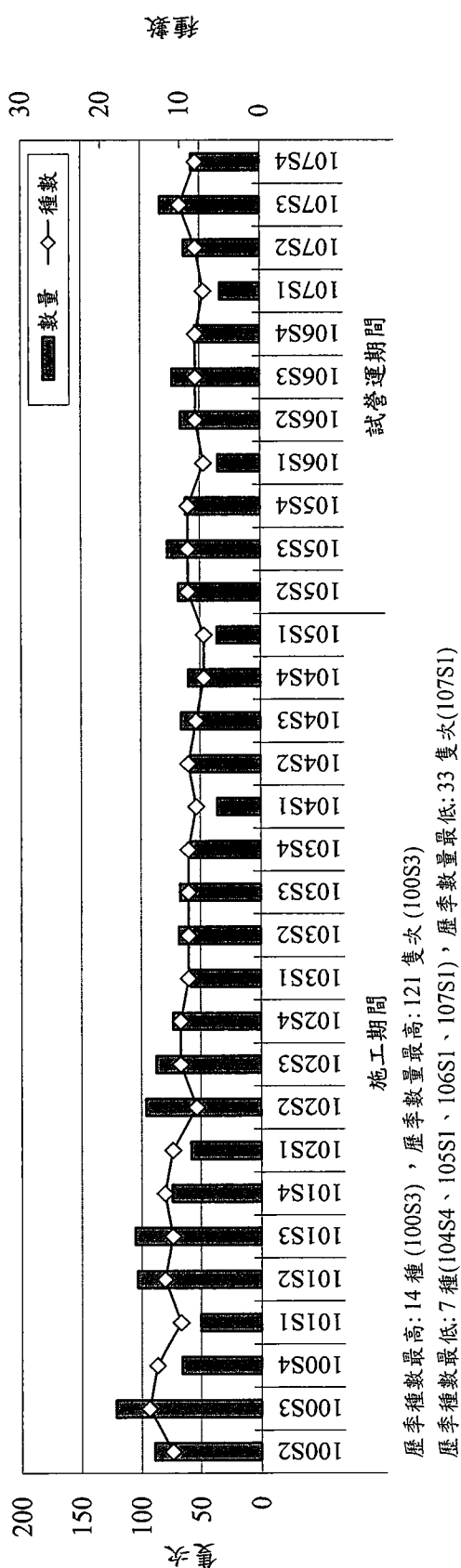


圖 2.6-16 引水工程區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

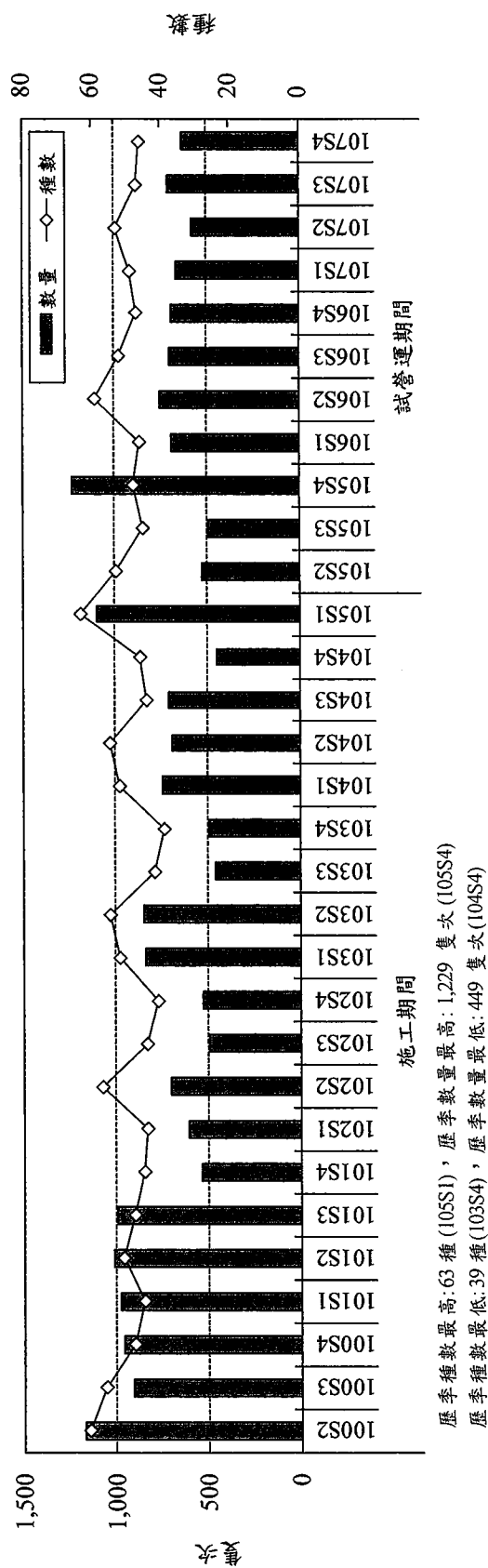


圖 2.6-17 引水工程區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

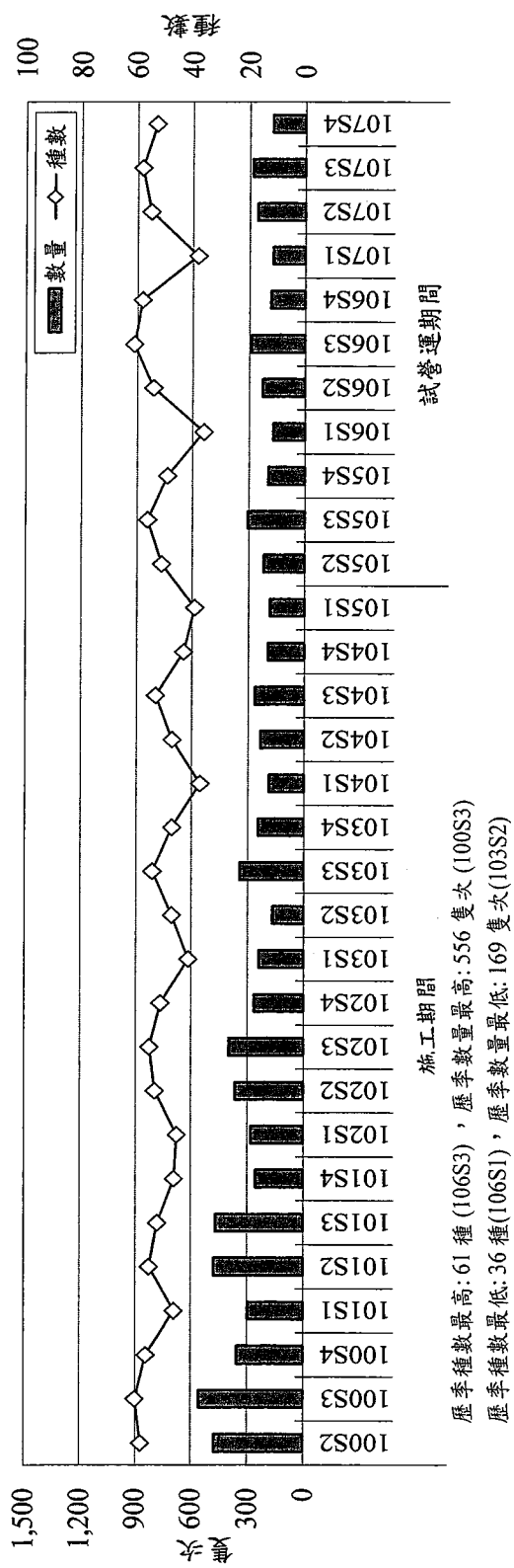


圖 2.6-18 引水工程區歷年蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

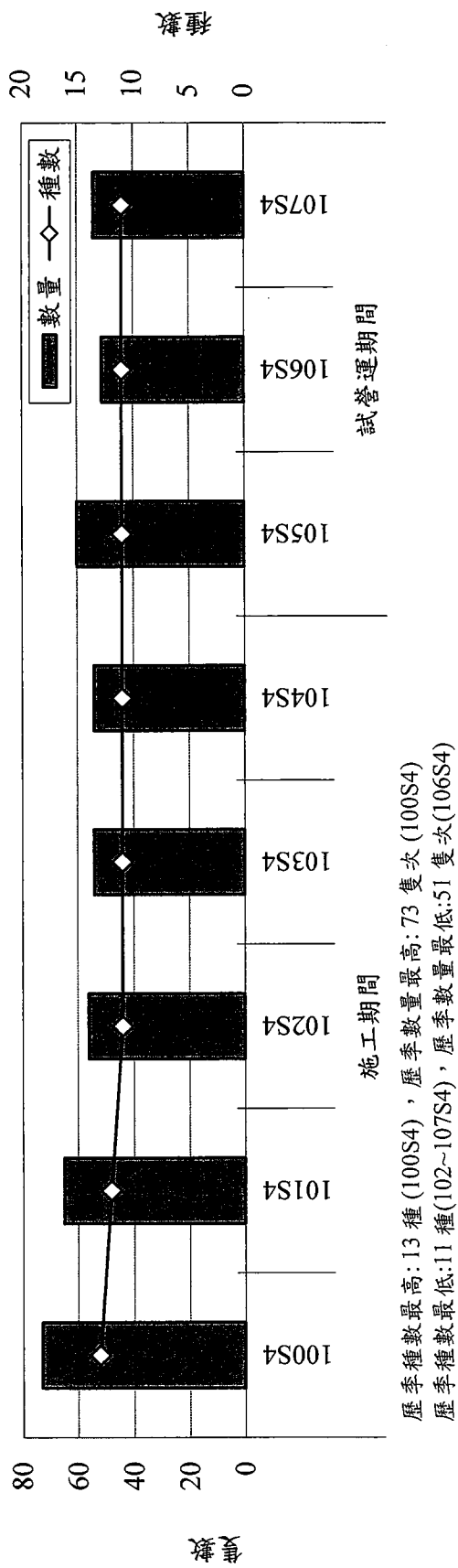


圖 2.6-19 引水工程區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析

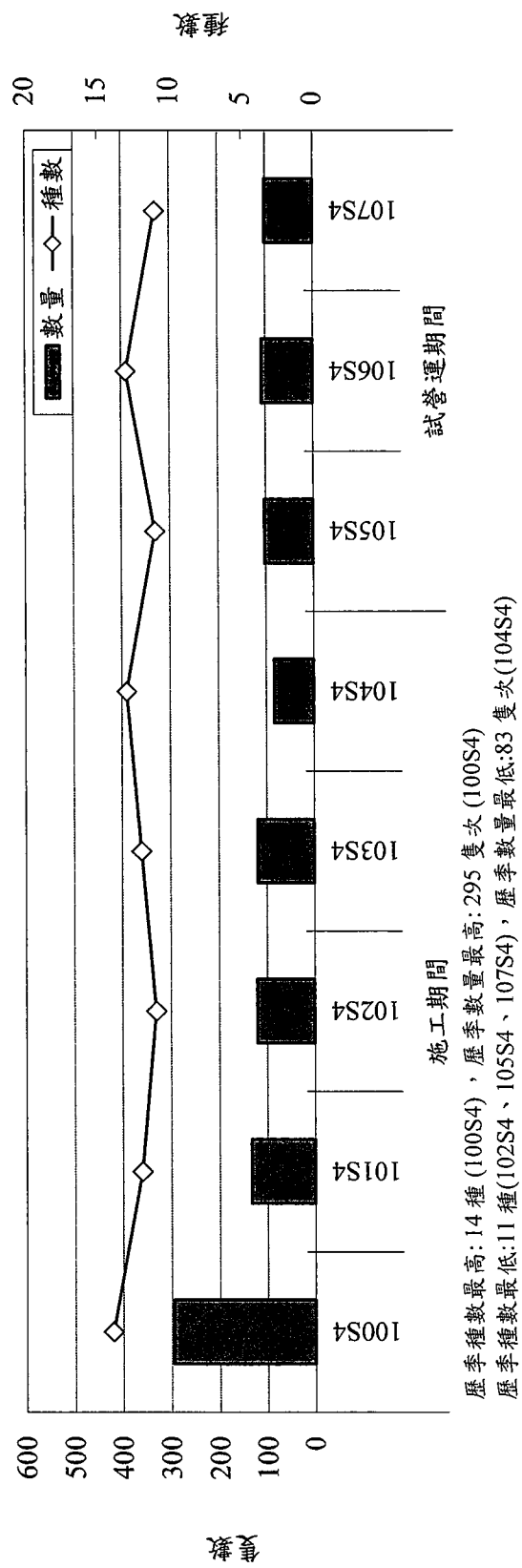


圖 2.6-20 引水工程區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析

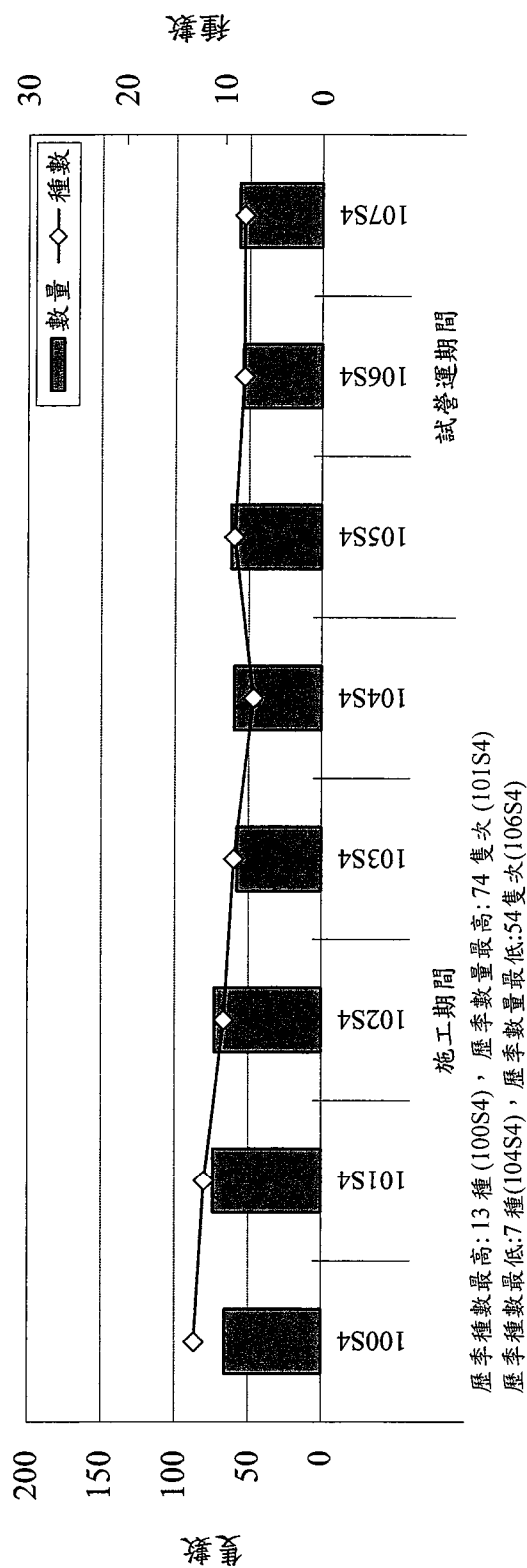


圖 2.6-21 引水工程區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析

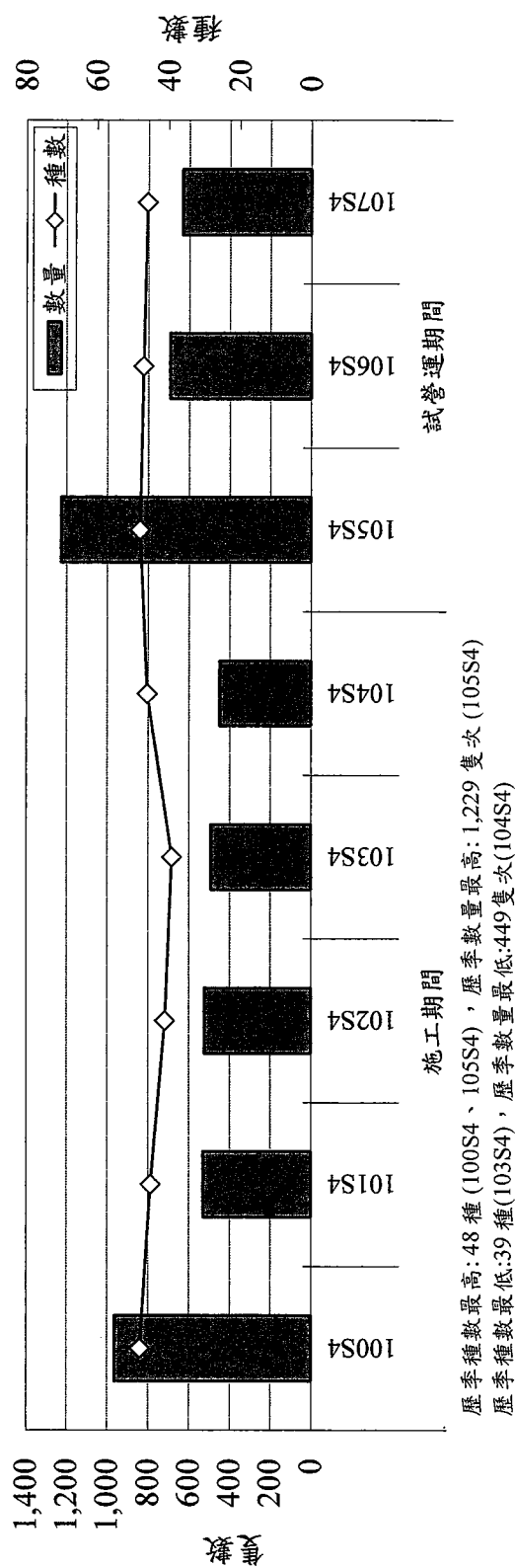


圖 2.6-22 引水工程區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

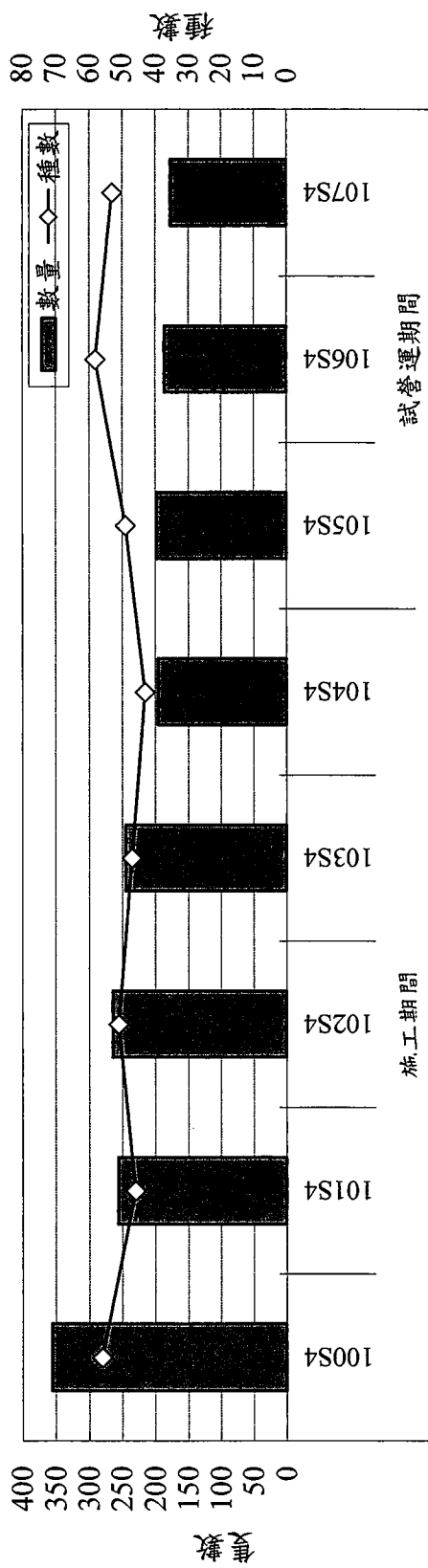


圖 2.6-23 引水工程區歷年同季蝴蝶監測種數及數量比較分析圖

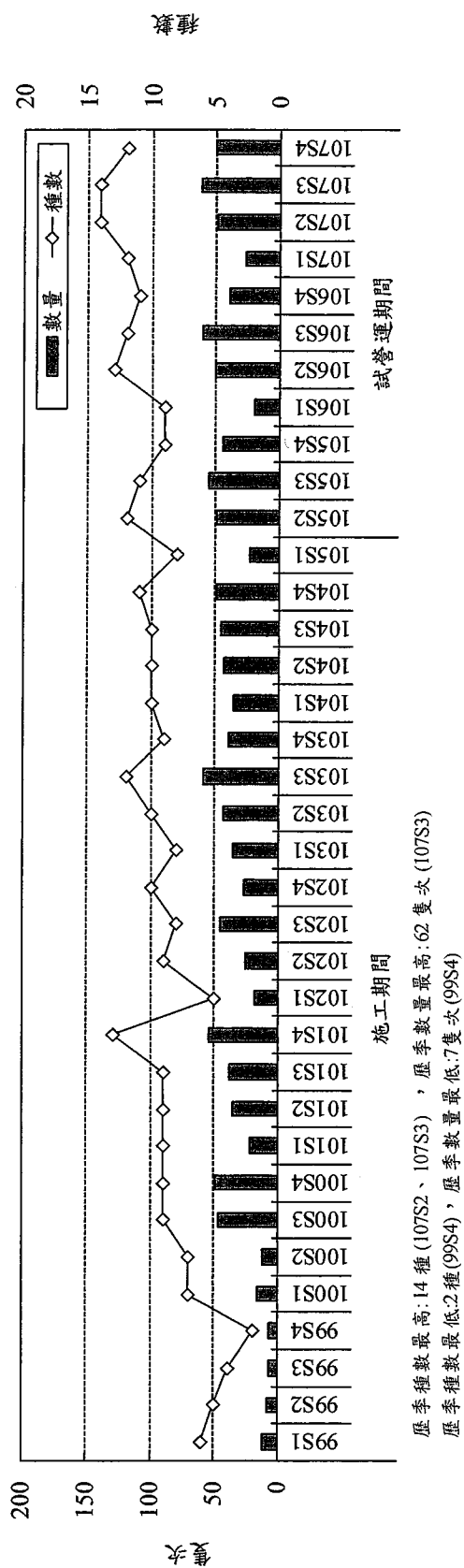


圖 2.6-24 自然生態保留及復育區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析

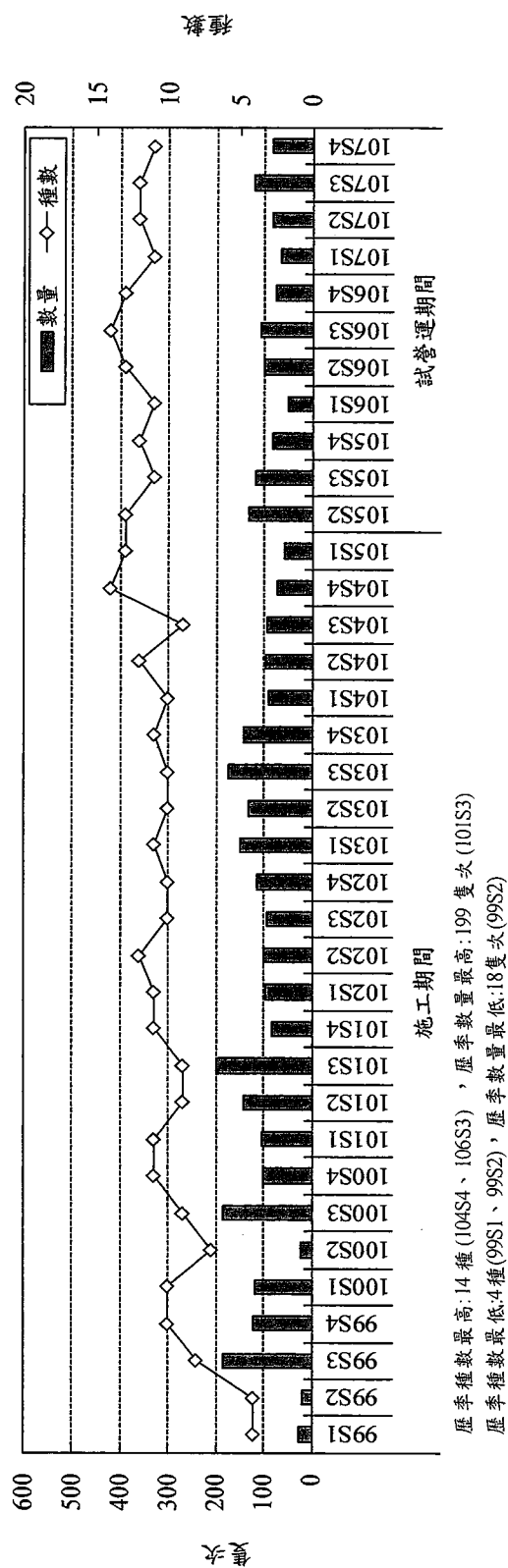


圖 2.6-25 自然生態保留及復育區歷年兩棲類監測種數及數量比較分析

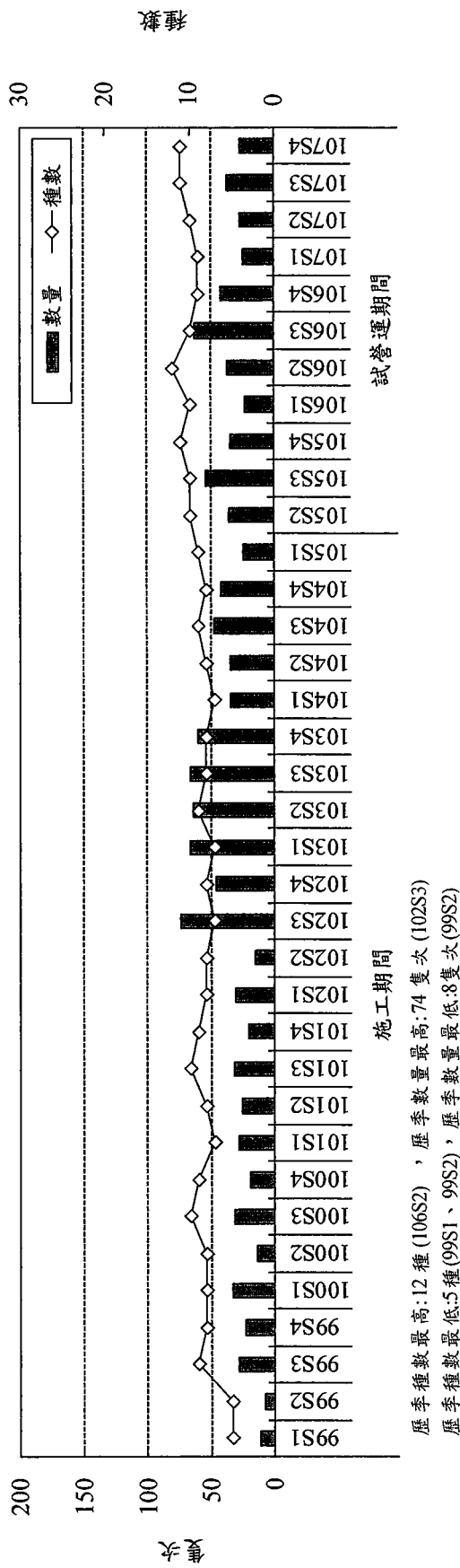


圖 2.6-26 自然生態保留及復育區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析

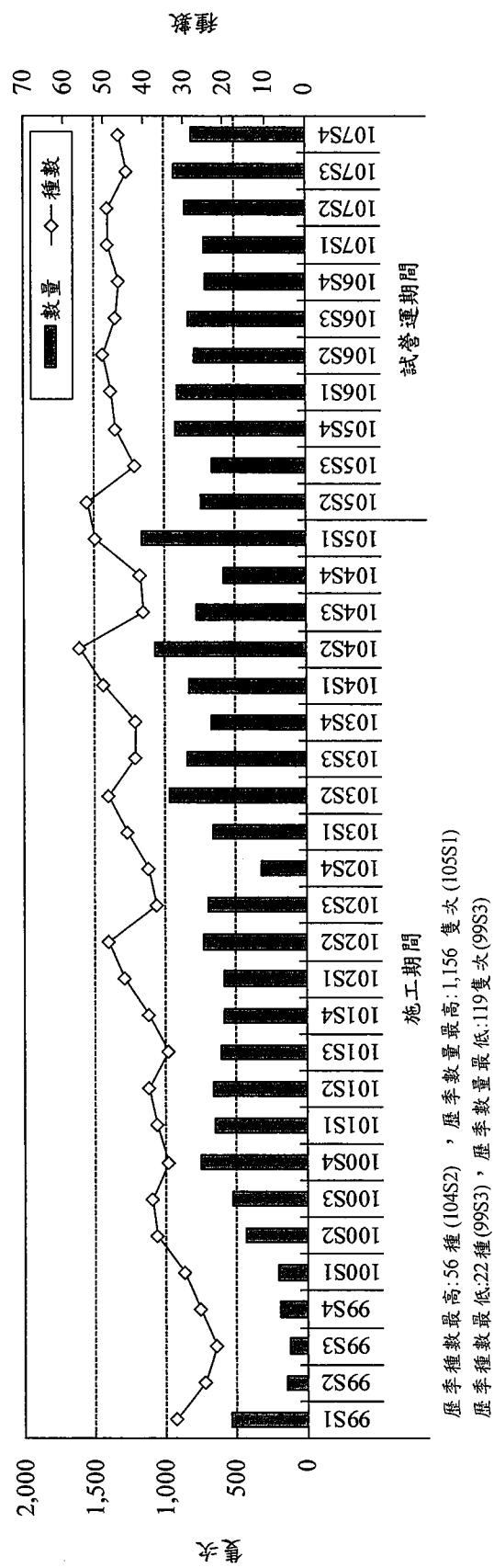


圖 2.6-27 自然生態保留及復育區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

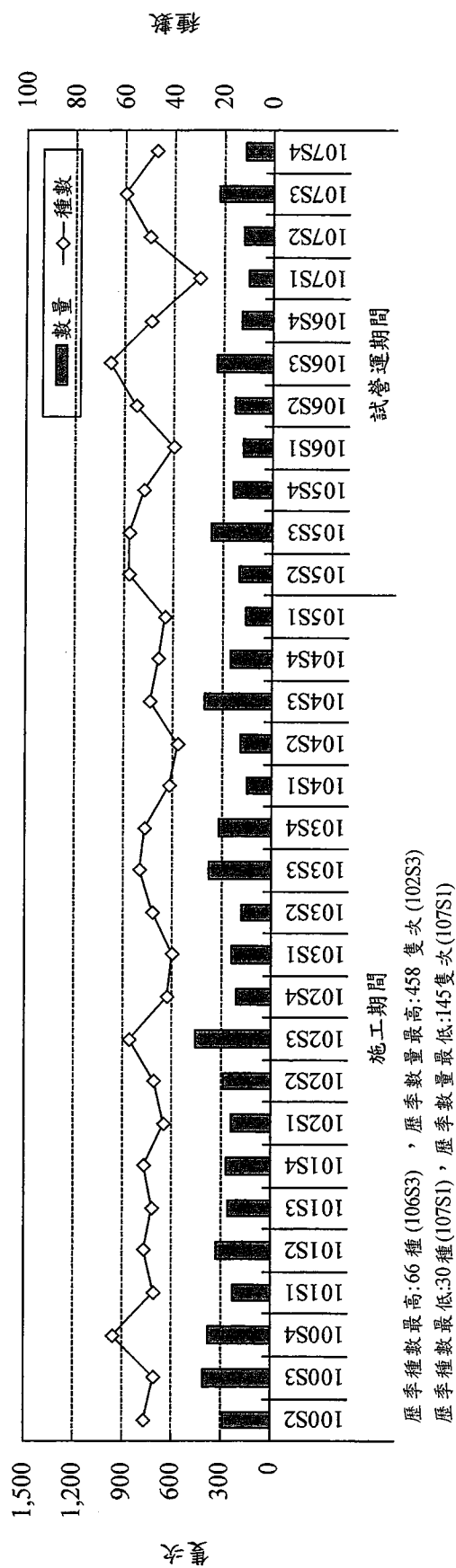


圖 2.6-28 自然生態保留及復育區歷年蝴蝶監測種數及數量比較分析圖

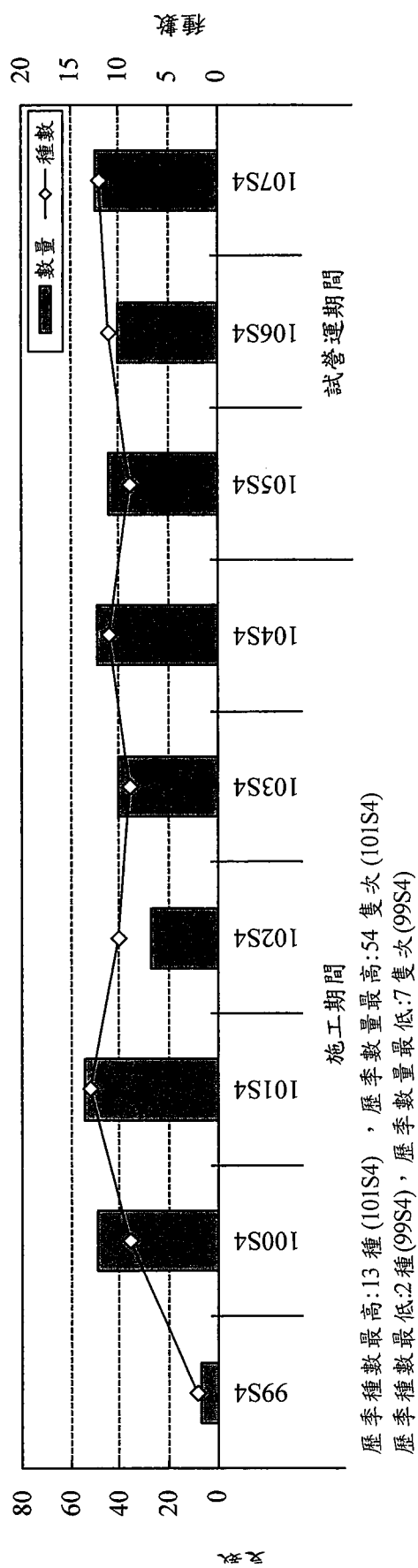


圖 2.6-29 自然生態保留及復育區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析

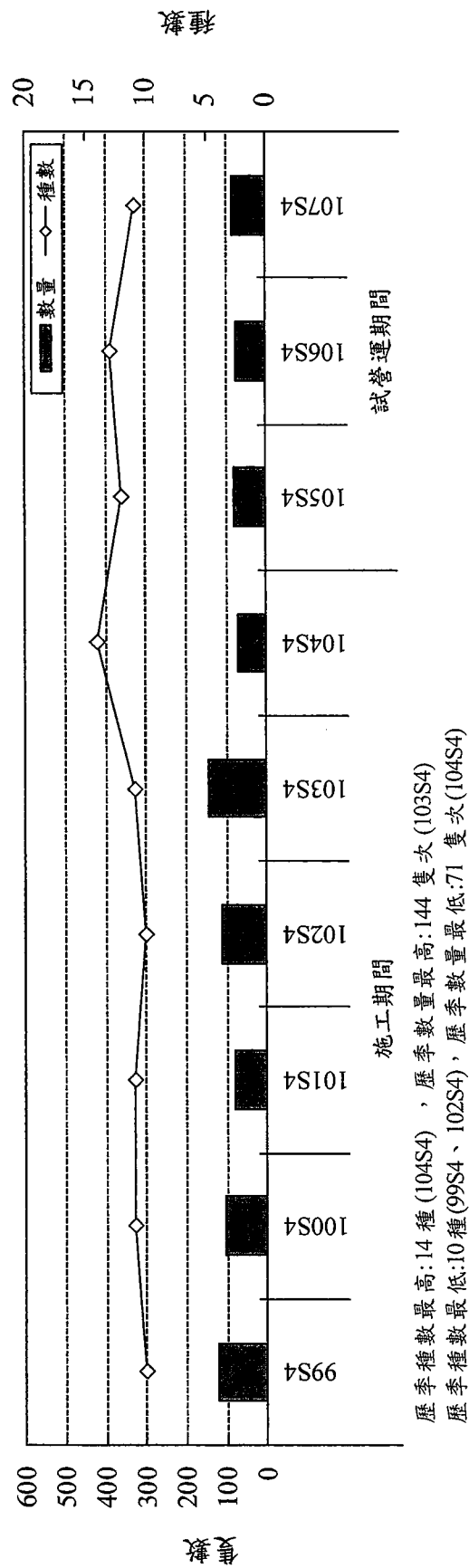


圖 2.6-30 自然生態保留及復育區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析

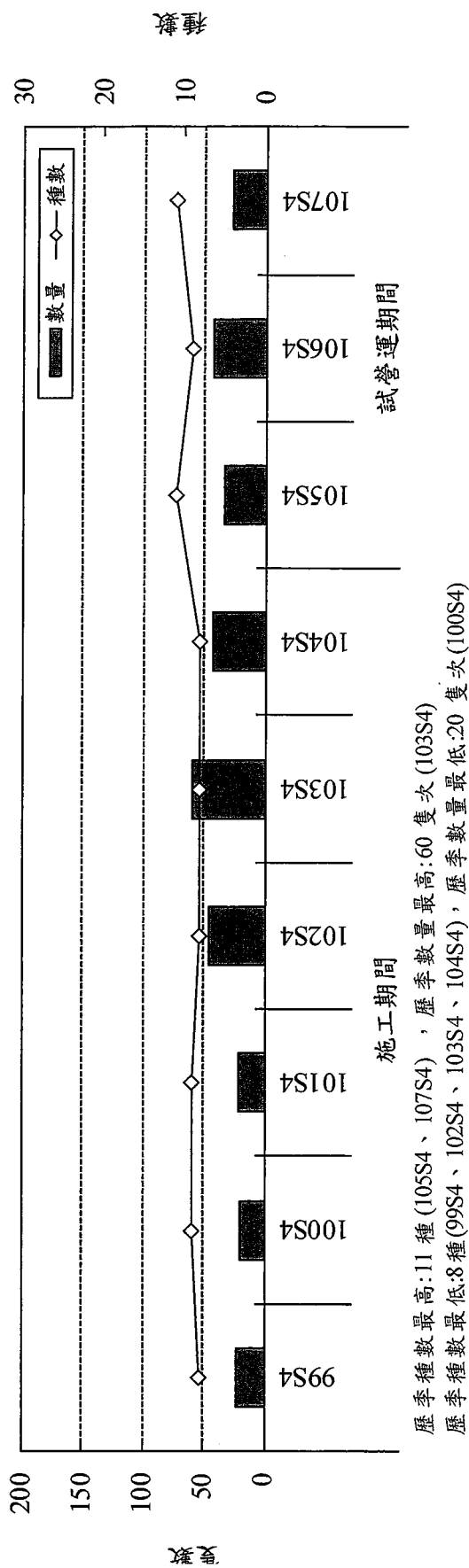


圖 2.6-31 自然生態保留及復育區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析

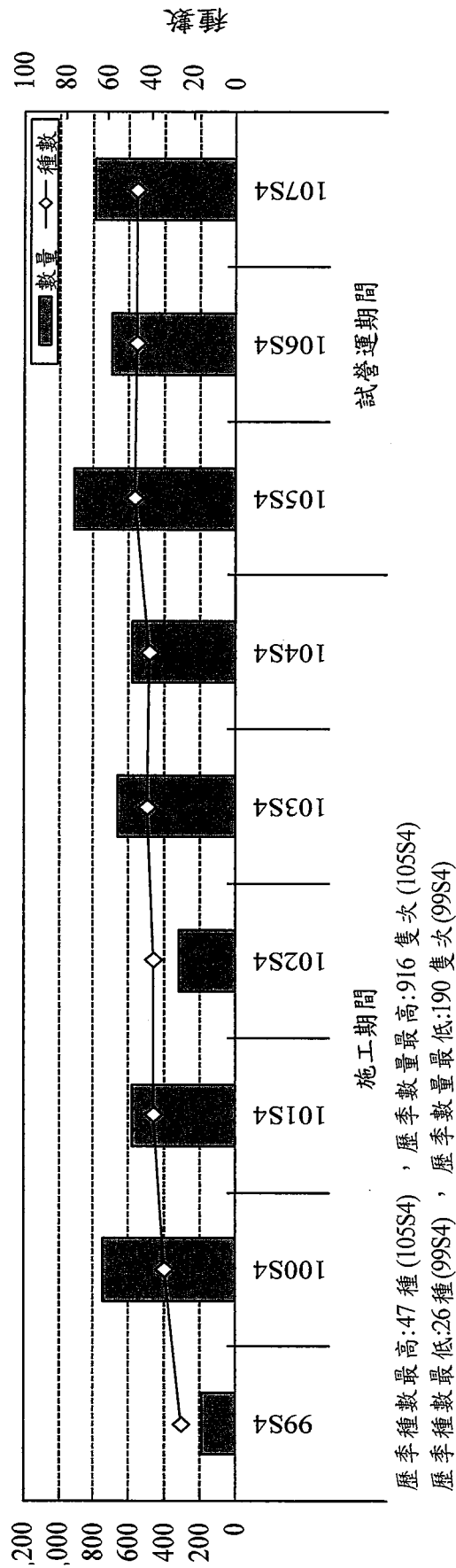


圖 2.6-32 自然生態保留及復育區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

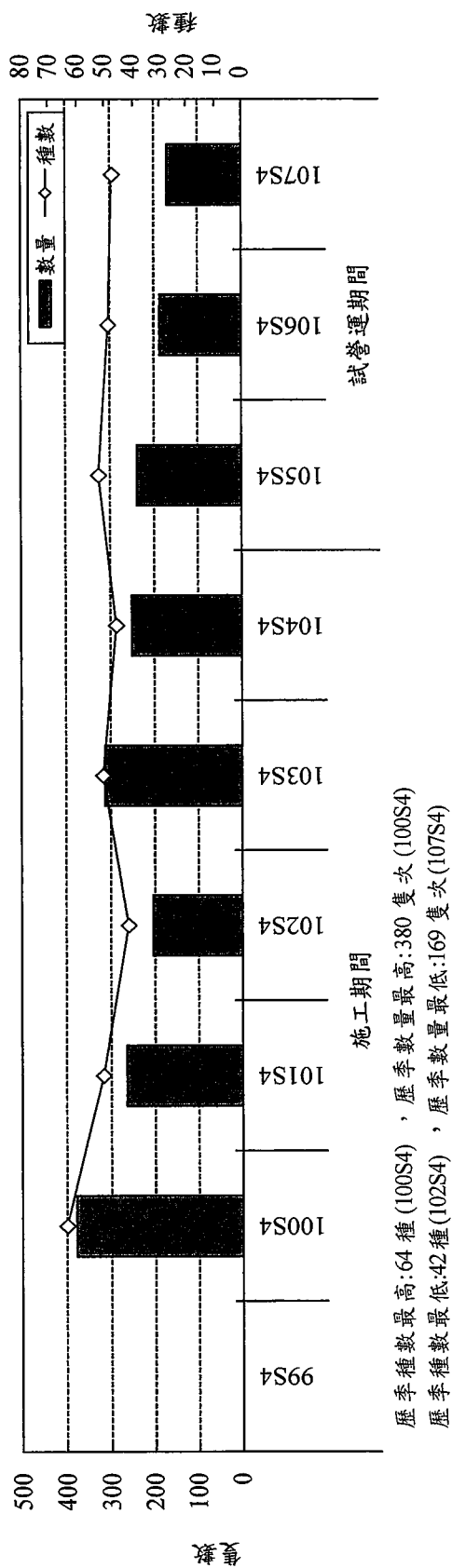
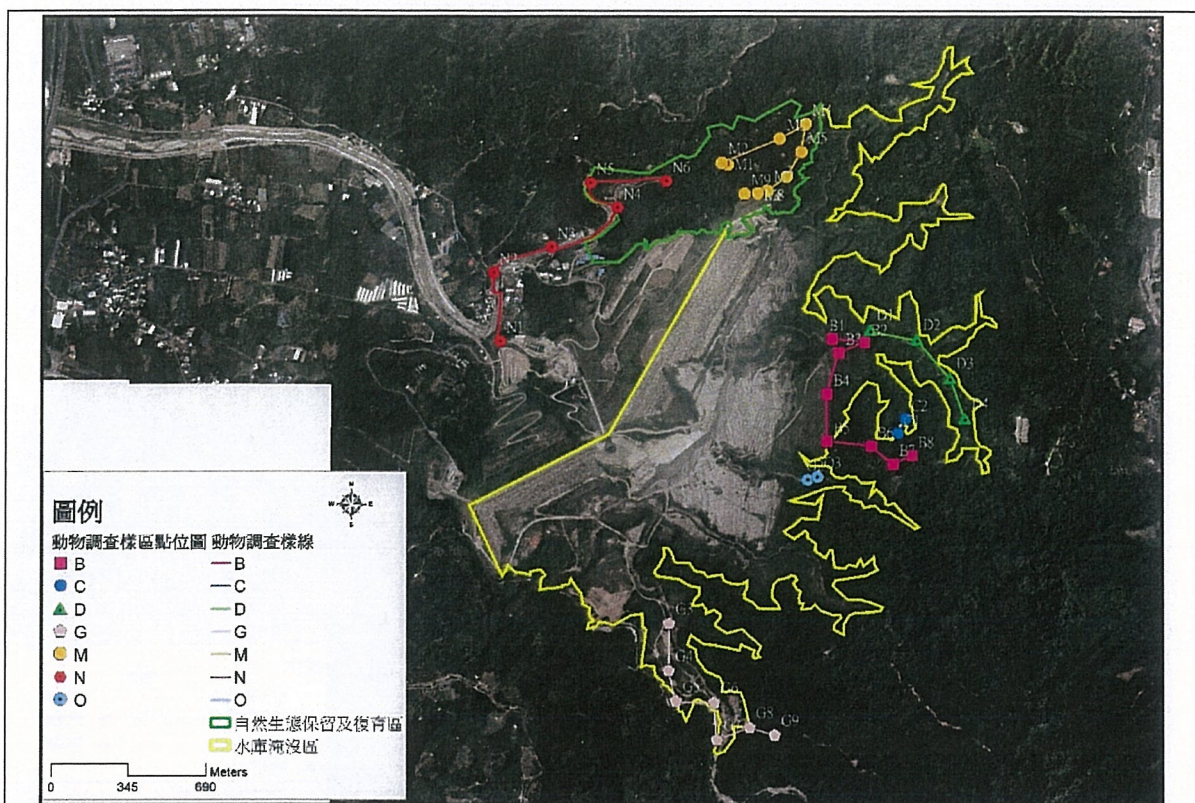
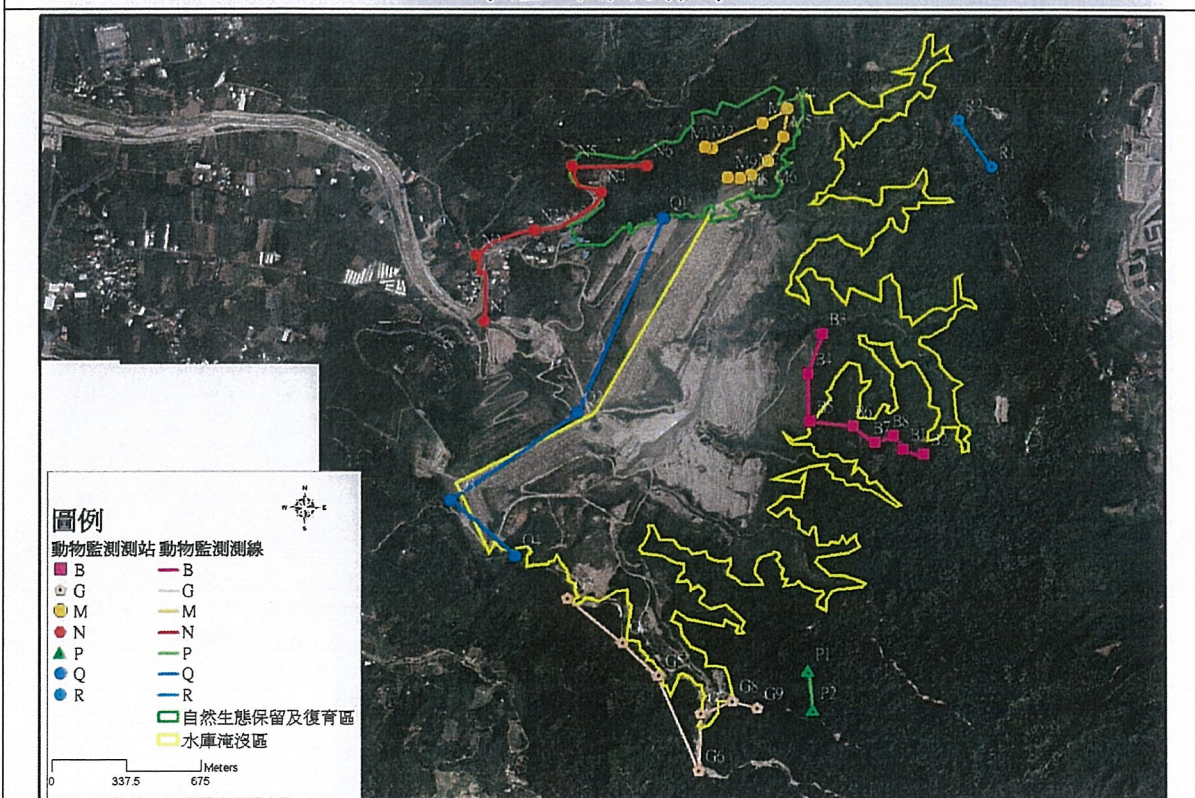


圖 2.6-33 自然生態保留及復育區歷年同季蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

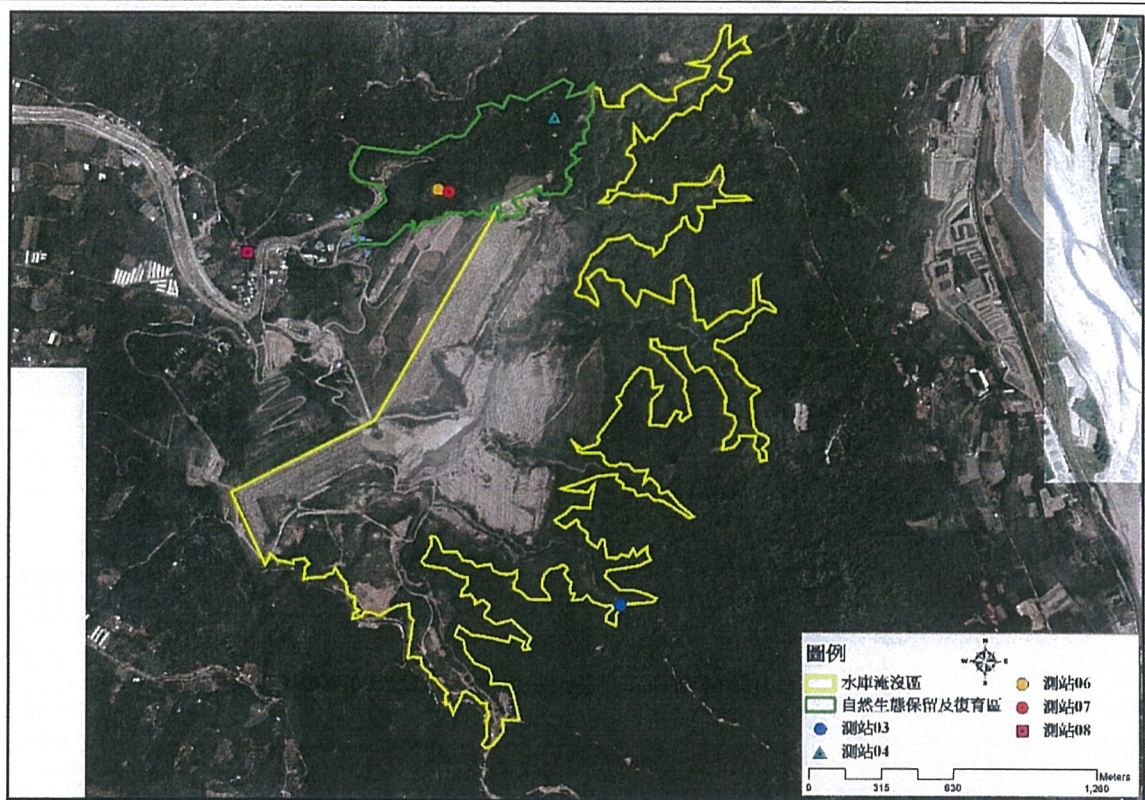


原陸域動物樣線

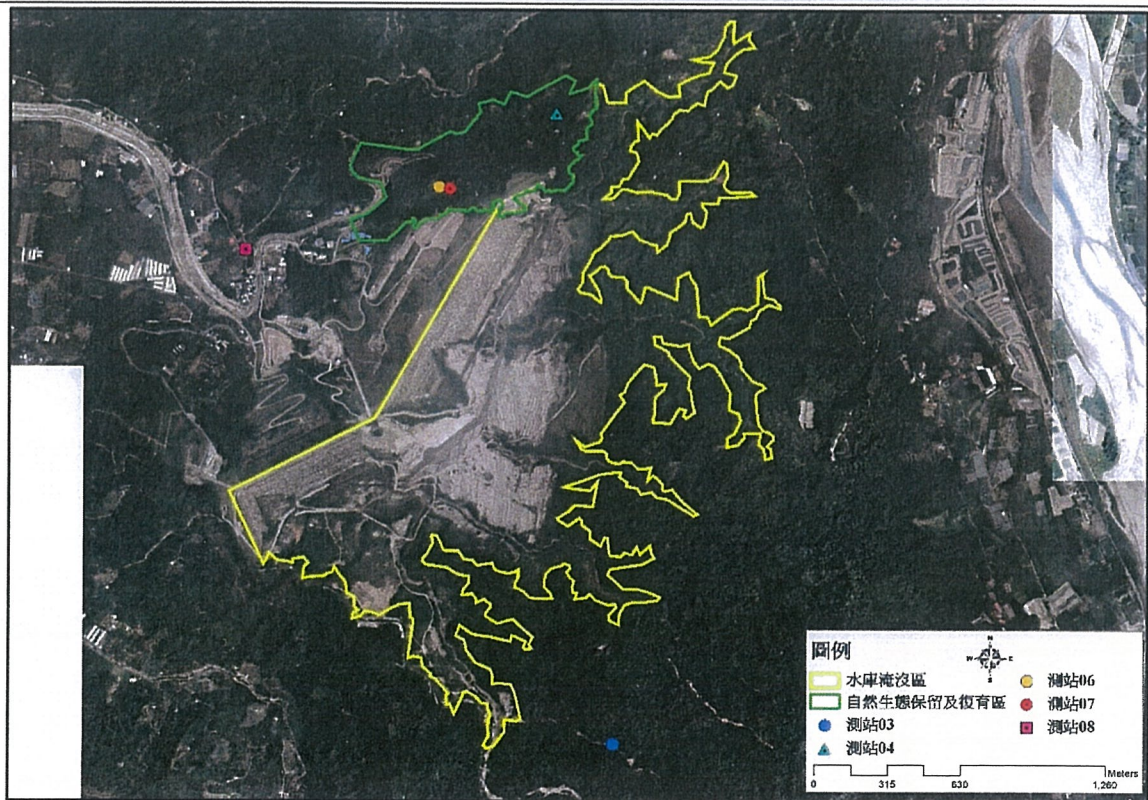


調整後陸域動物樣線 B、C、D、G、O

圖 2.6-34 湖山水庫水位升高後陸域生物測站變更(105 年 7 月後)



原陸域植物測站



調整後陸域植物測站 3

圖 2.6-34 湖山水庫水位升高後陸域生物測站變更(105 年 7 月後)(續 1)

樣線/測站	蓄水後影響	建議	變更後續影響的課題
B	B1、B2 將因蓄水淹沒，其他測站仍可抵達，但路程需增加約 40 分鐘	將 B1、B2 往 B8 方向延伸	B1、B2 目前位於幽情谷入口處，環境屬凹谷，樹林較少，變更後將以樹林為主，且後續比對將略有差異(灌叢生物減少，樹林物種略增)
C	仍可監測但可能淹沒，路程需增加約 40 分鐘	改設置為庫區東北邊的 R 樣線	棲地環境類似
D	全部淹沒，無法監測	改設置於大壩沿線至觀景台周邊上 Q 樣線	設於大壩上，因一側為水域一側為草地，可觀看鳥類變化，其他生物亦可觀察，但可能數量較少。
G	G3、G4、G6 可能受蓄水淹沒	將 G3、G4、G6 往庫區遷建道路挪動	G3、G4 因過往擾動，閒置後周邊環境以草生灌叢為主，如挪動後環境及物種將有局部變更，且後續比對將略有差異(灌叢生物減少，耐擾動物種或水鳥增加)
O	全部淹沒，無法監測	改設於 G9 周邊農用道路的 P 樣線	1.O 樣線現況為溪谷環境，周邊以草生灌叢為主 2.改設於 G9 周邊的農用道路，環境較不受干擾，但環境差異較大，以樹林為主
M	不受影響	—	—
N	不受影響	—	—
植物測站	測站 3 將被淹沒	改設於 G9 周邊的農用道路周邊	距離不遠，物種及數量略有差異，但差異不大

圖 2.6-34 湖山水庫水位升高後陸域生物測站變更(105 年 7 月後)(續 2)

2.7 陸域植物

2.7.1 水庫集水區

本計畫區植被大致為次生林、竹林或果園，目前多處經人為開發，屬人為擾動較頻繁區域，易受人為活動所干擾，因此自然度均偏低，無法顯現植群之穩定結構與形相。為瞭解監測範圍內植群之可能變化與當地稀有鳥種八色鳥之棲地，測站之選擇以人為擾動較少自然度較高區域為主。由於施工陸續展開，99年第1季監測期間發現，原本測站2、測站5及測站9已遭工程干擾而無法繼續監測，103年第1季監測發現測站1、10、11及12因大壩工程已進入施工末期，為確保水庫未來蓄水後之水質，位於淹沒區範圍內之地表須進行必要之地表清除，因此無法繼續監測，故本計畫延續先前植物測站3、4、6、7及8，共5個測站進行監測。105年第4季將測站植物測站4、6及7劃入自然生態保留與復育區討論，故本計畫延續先前植物測站3及8，共2個測站進行監測，監測結果如以下說明。

一、植被概況

本區域大致以次生林、廢棄果園、檳榔園、竹林及草生地等為主，目前庫區範圍內因已進入試營運期，水庫已開始蓄水，而各植被環境現況說明如下：

(一)次生林

此類植被為本區域自然度最高環境，主要分布於坡地人為擾動較少區域，林內少有大徑木，多為中小徑木，經長期自然演替已有大量物種進駐，如咬人狗(*Dendrocnide meyeniana*)、澀葉榕(*Ficus irisana*)、大有榕(*Ficus septica*)、豬母乳(*Ficus fistulosa*)、九節木(*Psychotria rubra*)、鵝掌柴(*Schefflera octophylla*)、山香圓(*Turpinia formosana*)及火筒樹(*Leea guineensis*)等，與低海拔之榕楠原始林相似，其物種以桑科榕屬為主，如未受人為擾動將可演替為榕楠林。

(二)廢棄果園

此類植被在監測範圍內佔有相當大面積，主要以果樹—龍眼樹(*Dimocarpus longan*)為主，因長期未整理而有大量物種進駐，而進駐物種與次生林相似，如咬人狗、澀葉榕、大有榕、豬母乳、九節木、鵝掌柴及山香圓，其下層植被目前仍以陽性物種為主，如馬纓丹(*Lantana camara*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、三角葉西番蓮(*Passiflora suberosa*)、銳葉牽牛(*Ipomoea indica*)及小葉桑(*Morus australis*)等。

(三)竹林

多以小區塊鑲嵌於各林區內，物種以麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)為主，竹林下物種較少且多生長不良，以陽性物種或灌木為主。

(四)草生地

多位於擾動頻繁區域，如開發擾動較少之間隙或新崩塌地，其物種以禾本科及陽性先驅物種為主，並有少量灌木鑲嵌其中。

(五)裸地

由於本區域內曾有大面積開發，但隨工程的進展及閒置，有大面積的裸地漸由草生灌叢取代，因此裸地面積逐漸縮小。

(六)水庫水域

目前水庫已進入試營運階段，水庫已開始蓄水，然而因未達滿水位，周邊仍有大面積草生灌叢生長。

二、植物物種組成

本季監測共記錄植物 111 科 353 屬 470 種，依植物型態區分，共包括 95 種喬木，71 種灌木，65 種藤本，239 種草本，以草本植物為主(50.9%)；依植物屬性區分，共包括 32 種特有種(包含 8 種特有變種和 1 種特有品型)，338 種其他原生種，69 種歸化種，31 種栽培種，以其他原生物種最多(71.9%)，植物歸隸屬性統計及植物名錄則詳見附錄三。

歷年監測結果科數介於 103~116 科間，以 100 年第 4 季到 101 年第 2 季及 102 年 4 季最高，種數則介於 426~510 種間，以 102 年第 3 季最高，大致而言，物種數變化不大，且主要以陽性物種為優勢，過去因工程導致裸地面積增加，使陽性物種進駐機率增加，但隨工程穩定，各物種演替及增長，物種數漸回復穩定。

三、臺灣特有種

本季監測共記錄 32 種特有種(其中包含 8 種特有變種和 1 種特有品型)，分別為樟葉槭(*Acer albopurpurascens*)、青楓(*Acer serrulatum*)、布朗藤(*Heterostemma brownii*)、岩生秋海棠(*Begonia ravenii*)、黃肉樹(*Litsea hypophaea*)、香楠(*Machilus zuihoensis*)、疏花魚藤(*Derris laxiflora*)、山芙蓉(*Hibiscus taiwanensis*)、土防己(*Cyclea gracillima*)、桶鉤藤(*Rhamnus formosana*)、薄葉玉心花(*Tarenna gracilipes*)、臺灣欒樹(*Koelreuteria henryi*)、山香圓、烏皮九芎(*Styrax formosana*)、石朴(*Celtis*

formosana)、圓果冷水麻(*Pilea rotundinucula*)、翼莖粉藤(*Cissus pteroclada*)、三葉崖爬藤(*Tetrastigma formosanum*)、臺灣青芋(*Colocasia formosana*)、臺灣油點草(*Tricyrtis formosana*)、桂竹(*Phyllostachys makinoi*)、臺灣矢竹(*Pseudosasa usawai*)及三奈(*Zingiber kawagooii*)；8種特有變種，分別為田代氏澤蘭(*Eupatorium clematideum* var. *clematideum*)、三斗石櫟(*Lithocarpus hancei* var. *ternaticupula*)、大葉楠(*Machilus japonica* var. *kusanoi*)、圓葉布勒德藤(*Bredia hirsuta* var. *rotundifolia*)、玉山紫金牛(*Ardisia cornudentata* subsp. *morrisonensis* var. *morrisonensis*)、臺灣何首烏(*Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum*)、山油點草(*Tricyrtis formosana* var. *stolonifera*)、臺灣芭蕉(*Musa basjoo* var. *formosana*)；1種特有品型，為山枇杷(*Eriobotrya deflexa* forma *deflexa*)。

四、稀特有植物

稀特有植物中記錄環保署「植物生態評估技術規範」所公告環評等級為3之臺灣地區稀特有植物圓葉布勒德藤1種，圓葉布勒德藤主要零星分布於幽情谷一帶，因前期的施工階段水庫挖掘工程造成族群減少，於現階段進入試營運期後擾動減少，爰本季監測留存族群數量維持穩定。

五、植物測站監測分析

水庫集水區原有5處測站(測站3、4、6、7及8)，其中3處測站(測站4、6及7)位於自然生態保留及復育區內，因報告內文將自然生態保留及復育區以獨立章節方式呈現，因此，測站4、測站6及測站7將改於自然生態保留及復育區一節中說明，本節僅分析測站3及測站8。

(一)組成分析

1.測站3

本測站原位於南勢坑溪支流崙尾坑溪，海拔高度約196公尺，因試營運期後水庫開始蓄水造成道路無法通行，於105年第3季更換監測位置。新測站位於舊測站東南側約400公尺處，植被類型均屬人為擾動後自然演替而成，但由於本區域人為擾動較少，因此物種及植株數量均多。整體而言，因擾動較少，植被生長狀況良好，植被上層以龍眼樹最為優勢，其他尚有三斗石櫟、大香葉樹(*Lindera megaphylla*)、白匏子(*Mallotus paniculatus*)和石苓舅(*Glycosmis citrifolia*)等，徑級多為中小徑木；下層植被由於林下較潮濕，因此有明顯優勢物種。地被層物種依覆蓋度由高至低排列分別為冷清草(*Elatostema lineolatum* var. *majus*)、細葉複葉耳蕨(*Archniodes*

aristata)、柚葉藤(*Pothos chinensis*)、龍船花(*Clerodendrum kaempferi*)、拎樹藤(*Epipremnum pinnatum*)、山棕(*Arenga engleri*)和穿鞘花(*Amischotolype hispida*)等物種，其餘物種覆蓋度均未達 5%。本季氣溫及降雨量較上季減少，因此地被總覆蓋度較上季稍減，但差異不大，而優勢種原本即生長較強勢且佔有較多面積，因此本季覆蓋度變動不大，僅次優勢種的龍船花及穿鞘花等物種覆蓋度有所增減。

2. 測站 8

本測站位於基地外邊緣且鄰近道路，海拔高度約 130 公尺，本區屬廢棄果園。然而，於 104 第 2 季發現，測站因周邊私人用地開路，造成測站內約 40% 受影響，其中地被影響較大，而木本層僅有部分小苗受影響。測站內上層植被以血桐(*Macaranga tanarius*)和龍眼樹最為優勢；下層植被以龍眼樹小苗為主要優勢種，其餘尚有姑婆芋(*Alocasia odora*)、小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha*)和三葉崖爬藤等植物，其餘物種覆蓋度均未達 5%，測站內龍眼樹幼苗大量拓殖，成為地被的主要優勢種，測站內曾進行人工綠美化工程，並栽植山黃梔(*Gardenia jasminoides*)稚樹若干株，過程清除部分地被，本季恢復良好，優勢種組成與上季相似，由於氣溫與降雨量較上季減少，因此地被覆蓋度明顯稍減，但差異不大。

(二) 歧異度分析

1. 木本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 1.20~1.72，最優勢度指數(N_2)介於 2.65~4.90，均勻度指數(E_s)介於 0.72~0.85；大致而言，物種越豐富或越少單一優勢種情況發生，則其均勻度越高，如測站 3 均勻度屬良好的情況，反之則單一優勢種越是明顯，如測站 8 以血桐為優勢，因此均勻度屬均等級別。整體而言，測站內物種組成與株數與上季並無太大變化，因此歧異度及均勻度並無太大差異。

2. 草本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 1.98~2.09，最優勢度指數(N_2)介於 4.04~4.34，均勻度指數(E_s)介於 0.47~0.48；本季各測站物種尚稱豐富，但均勻度皆為中等的情況。整體而言，草本植物之均勻度皆較木本植物低，主要原因是林下環境受樹冠遮蔽影響，物種大多為耐蔭物種，而樹冠孔隙下方則會出現少量陽性物種，故造成組成較不平均的情況。測站 8 因上層喬木於 104 年第 2 季受到人為干擾，光線充足之下許多

草本植物快速生長茂盛，而 106 年第 1 季因種植綠美化植栽導致地被清除，目前恢復良好。本季正逢冬天乾季，氣溫降低且降雨量減少，故整體覆蓋度較上一季減少。測站 3 於 105 年第 3 季受水庫集水區開始試營運期間蓄水影響無法監測，因而另設置新測站造成資料有不連續性。

2.7.2 引水工程區

因應湖山水庫工程計畫第三次環境影響差異分析報告之變更，故自 100 年第 2 季起新增引水工程區沿線之生態環境監測計畫，陸域生態監測範圍為引水工程基地及其周圍外推 500 公尺，以及引水隧道上方兩側 200 公尺範圍內。本計畫區植被大致為次生林、竹林、果園、草生灌叢、農耕地、河川、裸地及人工建物等，目前多處經人為開發，屬人為擾動較頻繁區域，易受人為活動所干擾，因此自然度均偏低，無法顯現植群之穩定結構與形相。為瞭解監測範圍內植群之可能變化，測站之選擇以人為擾動較少自然度較高區域為主，共 4 個測站進行監測，如圖 2.7-2 所示，監測結果如以下說明。

一、植被概況

本區域大致以次生林、廢棄果園、檳榔園、竹林及草生地等為主，目前基地範圍內均已完工，而各植被環境現況說明如下：

(一)次生林

此類型植被為本區自然度最高的植被類型，目前植被大致呈現演替初期至演替中期階段，部份區域則因地形陡峭不易抵達，且擾動少而有較好之林相。經監測發現，本區次生林先前曾有居民種植及採收竹子，故林內有大量竹叢鑲嵌其中或成片生長，但部分演替較好的區域，林相已漸回復至低地榕楠林之結構。目前林中之自然演替仍不斷進行，林相結構尚稱良好，且自然更新亦佳，上層木本物種主要以土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)、臺灣雅楠(*Phoebe formosana*)、澀葉榕、大有榕、山黃麻(*Trema orientalis*)、大葉楠及山香圓等物種組成，下層地被植物則有小花蔓澤蘭、毛蓮菜(*Elephantopus mollis*)、青葙麻(*Boehmeria nivea* var. *tenacissima*)、臺灣澤蘭(*Eupatorium cannabinum* subsp. *asiaticum*)、大有榕、穿鞘花、斜方複葉耳蕨(*Arachniodes rhomboides* var. *rhomboides*)、姑婆芋、冷清草、克氏鱗蓋蕨(*Microlepia krameri*)及觀音座蓮(*Angiopteris lygodiifolia*)等物種，依其演替狀況略有差異，如未受人為擾動將可演替為榕楠林。

(二)竹林

包含天然分布之竹林與人為栽植的物種。大致以桂竹、麻竹及綠竹(*Bambusa oldhamii*)為主，其中以桂竹分布最廣，全區均有分布，除成片生長，亦可發現成叢的竹林散在次生林中。因竹林有排他作用，其他物種較難於空隙中生長，僅偶可見大頭艾納香(*Blumea riparia* var. *megacephala*)、倒地蜈蚣(*Torenia concolor*)、生根卷柏(*Selaginella doederleinii*)等草本夾雜其間；人為栽植之竹林皆位於平地或低海拔區域，主要為綠竹及桂竹，其用途為食用或工藝用，人為除草及維護動作頻繁，地被植物相亦較單純。

(三)果園

零星分布於各區，種植物種包含檳榔(*Areca catechu*)、香蕉(*Musa sapientum*)、番石榴(*Psidium guajava*)、柚(*Citrus grandis*)等果樹。底層人為除草頻繁，其下物種及族群量深受人為活動影響，僅見大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)、菁芳草(*Drymaria diandra*)、昭和草(*Crassocephalum crepidioides*)、克非亞草(*Cuphea cartagenesis*)等先驅草本分布其間。

(四)草生灌叢

主要分布於河床地或溪流沿岸區域及山坡崩塌地上，由自然力或人為干擾所造成，生長之植被以五節芒(*Miscanthus floridulus*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、象草(*Pennisetum purpureum*)、棕葉狗尾草(*Setaria palmifolia*)等禾本科植物或大花咸豐草、葛藤(*Pueraria lobata* ssp. *thomsonii*)、火炭母草(*Polygonum chinense*)及紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum*)等陽性草本，並隨演替時程，陸續有喬木小苗進駐如血桐、構樹(*Broussonetia papyrifera*)及山黃麻等苗木。

(五)農耕地

零星分布於各區，面積並不大，以種植茶(*Camellia sinensis*)、稻(*Oryza sativa*)及蔬菜等作物為主，由於人為擾動頻繁，僅餘田埂有大花咸豐草、菁芳草、昭和草、紫花藿香薊及克非亞草等先驅草本分布其間。

(六)河川

主要為清水溪及其支流，經監測範圍的東南側區域。河床屬於天然沖刷而成，水流通過處無植被分布，僅於部分沙洲及河岸兩側有少量濱水植物，可見者有木賊(*Equisetum ramosissimum* subsp. *ramosissimum*)、蘆竹(*Arundo donax*)、甜

根子草(*Saccharum spontaneum*)、鴨跖草(*Commelina communis*)、短葉水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)等，生長位置受溪水沖蝕影響，不定時會變化。

(七)裸地

區域中以礫石環境組成，以山谷崩塌地為主，其表面幾乎無植物生長，僅少量陽性草本植物散生其中。

(八)人工建物

包含了房舍、道路、空地及停車場等，是自然度最低之區域。本區表面幾乎無植物生長，僅少量先驅性草本植物散生其中，所見皆為人為栽植的行道樹或園藝物種，常見者為馬拉巴栗(*Pachira macrocarpa*)、金露花(*Duranta repens*)、大葉桃花心木(*Swietenia macrophylla*)、絲瓜(*Luffa cylindrica*)等。

二、植物物種組成

本季監測共記錄植物 107 科 334 屬 455 種，依植物型態區分，共包括 96 種喬木，72 種灌木，63 種藤本，224 種草本，以草本植物為主(49.2%)；依植物屬性區分，共包括 33 種特有種(包含 8 種特有變種和 1 種特有品型)，327 種其他原生種，63 種歸化種，32 種栽培種，以其他原生物種最多(71.9%)，植物歸隸屬性統計及植物名錄則詳見附錄三。

歷年監測結果科數介於 99~108 科間，以 106 年第 1 季至 107 年第 2 季最高，種數則介於 387~458 種間，以 107 年第 3 季最高。因山谷崩塌造成裸地的變化以及人為農業活動，造成外來物種的進駐，大致而言，物種數變化不大，目前物種仍緩慢增加中，待環境穩定後，物種數應可逐漸穩定，本季因氣溫及降雨量減少，部分植物的葉候呈現枯黃狀態。

三、臺灣特有種

本季監測共記錄 33 種特有種(其中包含 8 種特有變種和 1 種特有品型)，分別為長葉鳳尾蕨、樟葉槭、青楓、岩生秋海棠、土肉桂、黃肉樹、香楠、疏花魚藤、山芙蓉、土防己、桶鉤藤、薄葉玉心花、臺灣樂樹、小花鼠刺(*Itea parviflora*)、山香圓、烏皮九芎、石朴、圓果冷水麻、翼莖粉藤、三葉崖爬藤、臺灣青芋、桂竹、臺灣矢竹及三柰；8 種特有變種，分別為田代氏澤蘭、大葉楠、圓葉布勒德藤、玉山紫金牛、臺灣何首烏、細葉麥門冬(*Liriope minor* var. *angustissima*)、山油點草、臺灣芭蕉；1 種特有品型，為山枇杷。

四、稀特有植物

稀特有植物中記錄環保署「植物生態評估技術規範」所公告環評等級為 3 之臺灣地區稀特有植物圓葉布勒德藤 1 種，圓葉布勒德藤主要記錄於引水工程區隧道上方稜線區域，以及河床開挖工程區之邊坡草叢中。

五、植物測站監測分析

(一)組成分析

1.測站 1

本測站原為環差監測中之測站 3，位於引水工程區上方旱溪東側坡地上，海拔高度約 381 公尺，坡度約有 45 度，曾經因為坍塌造成裸露地，但已生長大量植被，故恢復情形良好，106 年第 3 季約有 20%面積受土石沖刷造成裸露，本季可見裸露地區逐漸恢復植被，但地表土壤仍顯鬆動。因當地樹冠仍茂密加上落葉與卵石組成之基質較不穩定且乾燥，覆蓋度並不高。測站木本植物依百分比重要值由高至低排列分別為長梗紫麻(*Oreocnide pedunculata*)、大香葉樹、臺灣雅楠、鵝掌柴、大有榕、白匏子、石朴和澀葉榕，林下依覆蓋度由高至低排列分別為粗毛鱗蓋蕨(*Microlepia strigosa*)、臺灣蘆竹(*Arundo formosana*)、大線蕨(*Colysis pothifolia*)、克氏鱗蓋蕨、柚葉藤、細葉複葉耳蕨和長梗紫麻等，其餘物種覆蓋度皆未達 5%。

2.測站 2

本測站原為環差監測中之測站 2，位於引水工程區上方旱溪西側坡地上，目前木本植物依百分比重要值由高至低排列分別為大有榕、豬母乳、土肉桂、大香葉樹、鵝掌柴、羅氏鹽膚木(*Rhus javanica* var. *roxburghiana*) 和刺楸(*Aralia decaisneana*)，地被植物以大花咸豐草、香澤蘭(*Chromolaena odorata*)、海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)、小花蔓澤蘭、密花苧麻(*Boehmeria densiflora*)和大頭艾納香等覆蓋度較高，其餘物種均未達 5%，先前崩塌處已不明顯且有完整植被覆蓋，雖然本季氣溫及降雨量皆減少，但適逢小花蔓澤蘭繁殖季，因此整體覆蓋度明顯較上季稍增，其中，優勢物種的大花咸豐草和次優勢物種的香澤蘭、海州常山、熱帶鱗蓋蕨和小花蔓澤蘭等組成較有明顯變化，將持續監測觀察其更新情形。

3.測站 3

本測站原為環差監測中之測站 4，位於引水工程區上方旱溪卵石流西側坡地，測站 2 之南側，測站位於溪床上，常受到不定期的洪泛影響，而本季監測時發現測站內僅以羅氏鹽膚木、密花芋麻和血桐等小喬木至灌木為主，林冠呈現不連續狀態，地被植被因無喬木阻擋陽光而有較高覆蓋度，多以五節芒、香澤蘭和密花芋麻為主，其餘物種覆蓋度均未達 5%。本季因氣溫及降雨量降低，導致地被總覆蓋度明顯較上季減少。由於本測站優勢種多為耐乾旱物種，相較降雨量而言，氣溫可能成為影響植物生長的主要因子。

4. 測站 4

本測站原為環差監測中之測站 5，位於清水溪支流上游，為最東側的測站，海拔高度約 266 公尺，測站位於檳榔園周圍，為檳榔園間殘留並作為界線的次生林，因此本測站坡度約 45 度，測站內潮濕且氣候適宜植物生長。由於 104 年第 4 季監測發現測站檳榔園遭到大幅度人為干擾，周圍除檳榔、破布子(*Cordia dichotoma*)等經濟樹種以外之樹木皆遭伐除，測站內除檳榔外僅存一株小菲律賓榕(*Ficus ampelas*)未被伐除，地被植物基本上並非清除對象，但仍因為伐木過程受到大幅破壞，並有施灑除草劑的痕跡，部分種類消失，地表覆滿樹木斷枝殘葉，影響地被生長。本季監測發現裸露地區恢復情形良好，測站內許多木本植物的小苗因無喬木層阻礙而生長良好，如鵝掌柴、小葉桑和構樹等，且部分地被層の木本植物開始晉級生長，即胸高直徑超過 1 公分；覆蓋度依序為銳葉牽牛、家山藥(*Dioscorea batatas*)、觀音座蓮、金午時花(*Sida rhombifolia*)、小花蔓澤蘭、棕葉狗尾草、絹毛鳶尾(*Costus speciosus*)、構樹和香澤蘭等，其餘物種覆蓋度均低於 5%。由於測站曾受人為干擾嚴重，導致光度增加，使土壤種子庫打破休眠，地被層物種數大增，造成物種間競爭增加。本季氣溫及降雨量皆減少，但藤本植物大量生長導致整體覆蓋度明顯較上季增加。

(二) 歧異度分析

1. 木本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 0.99~2.04，最優勢度指數(N_2)介於 2.51~7.67，均勻度指數(E_s)介於 0.62~0.96；測站 1 因 106 年第 3 季曾崩塌導致植相些許改變，本季逐漸恢復，但優勢種組成略有差異；而測站 2 位於易崩塌之地形，本季監測植物生長良好，自然演替持續進行中，但容易回復至演替初期之環境；測站 3 木本植物與高大草本植物競爭，導致

生長較緩慢；測站 4 於 105 年第 4 季因農業活動造成植相改變，本季木本植物的小苗間競爭現象較明顯，物種變化仍持續進行中，除測站 4 屬於人為干擾外，其餘測站皆屬自然變化。物種自然競爭當中雖有少數較優勢物種，但各物種間相對優勢度並無太大差距，測站 1 的均勻度屬於均等，其餘各測站的均勻度均屬於良好狀態。

2. 草本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 1.48~2.72，最優勢度指數(N_2)介於 2.61~11.14，均勻度指數(E_s)介於 0.47~0.71；各測站物種介於 17~30 種，物種尚稱豐富，本區各測站受干擾較頻繁，因此均勻度偏低，因干擾類型不同導致測站物種組成有所差異。測站 1、2 曾受崩塌影響導致覆蓋度降低，本季測站 2 漸有回復跡象，優勢物種組成已逐漸穩定，僅零星物種增減，但測站 1 於 106 年第 3 季有自然崩塌現象，導致演替遲遲受阻，本季覆蓋度逐漸恢復；測站 4 曾受人為干擾嚴重，導致均勻度較低，本季地被植物因競爭導致物種數減少，覆蓋度較低的物種相繼消失，而優勢種以藤本植物為主。本季植物生長速度減緩，但仍有競爭現象，因此各測站屬於中等至均等狀態。

2.7.3 自然生態保留及復育區

本區植被大致為次生林、竹林、果園及咖啡園，目前部份區域經人為開發，人為擾動較頻繁，因此自然度局部偏低，植群結構較不穩定。各物種名錄詳見附錄三，監測結果如以下說明。

一、植物物種組成

1. 本季監測成果

本季監測共記錄植物 104 科 321 屬 406 種，依植物型態區分，共包括 90 種喬木，59 種灌木，63 種藤本，194 種草本，以草本植物為主(47.8%)；依植物屬性區分，共包括 28 種特有種(包含 7 種特有變種和 1 種特有品型)，289 種其他原生種，60 種歸化種，29 種栽培種，以其他原生物種最多(71.2%)，植物歸隸屬性統計及植物名錄則詳見附錄三。

2. 歷次監測成果

歷年監測未單獨統計自然生態保留及復育區植物種數，僅於 103 年第 3 季後開始針對性統計，歷年監測結果科數介

於 97~104 科間，以 106 年第 4 季、107 年第 1 季和 107 年第 4 季最高，種數則介於 382~407 種間，以 107 年第 3 季最高。整體而言，本區域無明顯擾動，物種變化小，物種變化主要受季節變化影響。

二、臺灣特有種

本季監測共記錄 28 種特有種(其中包含 7 種特有變種和 1 種特有品型)，分別為樟葉槭、青楓、臺灣羅漢果(*Siraitia taiwaniana*)、黃肉樹、香楠、疏花魚藤、山芙蓉、土防己、薄葉玉心花、臺灣樂樹、小花鼠刺、山香圓、烏皮九芎、石朴、圓果冷水麻、翼莖粉藤、臺灣油點草、桂竹、臺灣矢竹及三柰；7 種特有變種，分別為大葉楠、圓葉布勒德藤、玉山紫金牛、臺灣何首烏、細葉麥門冬、山油點草、臺灣芭蕉；1 種特有品型，為山枇杷。

三、稀特有植物

稀特有植物中記錄環保署「植物生態評估技術規範」所公告環評等級為 1 之臺灣地區稀特有植物臺灣羅漢果及等級為 3 之臺灣地區稀特有植物圓葉布勒德藤，主要分布於自然生態保留及復育區的聯外道路邊。另歷季曾有紀錄環評等級為 1 之臺灣地區稀特有植物臺灣萍蓬草(*Nuphar shimadai*)，屬於植物保存區水池中人為栽培植株，107 年第 1 季監測水池處於枯竭狀態，雖然自 107 年第 2 季監測已恢復水量但不見存活植株，本季監測亦無發現。

四、植物測站監測分析

(一)組成分析

1.測站 4

本測站為原測站 4 於 105 年第 2 季受步道興建與地下水觀測井施工破壞後所選定的新測站，同樣位於開發基地北側之自然生態保留及復育區，海拔高度約 250 公尺，屬次生林地；上層植被以豬母乳及大冇榕為主，其餘尚有菲律賓榕、水冬瓜(*Saurauia tristyla* var. *oldhamii*)、龍眼樹及大葉楠，但數量較少；下層植被以山棕為主，其次為觀音座蓮、麻竹、姑婆芋、柚葉藤、拎樹藤、野小毛蕨(*Cyclosorus dentata*)和小花蔓澤蘭等，其餘物種覆蓋度皆未達 5%，本季測站內除最優勢物種變為山棕外，其餘優勢種並無明顯變化，僅零星物種增減，107 年第 2 季因鄰近道路進行疏通作業，干擾測站邊緣植株生長，本季恢復狀況良好，但因氣溫及降雨量減少，使總覆蓋度較上季稍減，測站中心的植株雖無明顯變化，但仍需注意邊際效應造成的影響。

2. 測站 6

本測站為原測站 6 於 106 年第 1 季受步道施工破壞後所選定的新測站，同樣位於湖山主壩北側，海拔高度約 208 公尺，本區域屬廢棄果園，因此可於區內發現大量果樹，然而，久未整理致使部分木本植物進駐，如龍眼樹、山柚 (*Champereia manillana*)、大香葉樹和朴樹 (*Celtis sinensis*) 和樹杞 (*Ardisia sieboldii*) 等，但以過去留存的果樹—龍眼樹優勢度最高，具較大胸徑，其餘均為中小徑木，其中以山柚數量最多；下層植被以小花蔓澤蘭最優勢，其次依序為大線蕨、龍眼樹、柚葉藤、山棕和三角葉西番蓮為主，其餘物種皆零星生長於測站中，且覆蓋度均未達 5%。本季因適逢小花蔓澤蘭繁殖期而成為最優勢物種，其餘次優勢種並無明顯變化，後續仍持續監測。

3. 測站 7

本測站位於湖山主壩北側，海拔高度約 236 公尺，本區位於竹林周圍，故林下竹葉落葉層較厚，林內多屬小徑木，其中以香楠最為優勢，其次為鵝掌柴及九節木，其餘尚有龍眼樹、黃肉樹、臺灣雅楠、杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、山刈葉 (*Melicope semecarpifolia*) 和無患子 (*Sapindus mukorossii*) 等，但株數不多；下層植被以柚葉藤為優勢，其餘尚有龍眼樹、九節木、山棕、海金沙、白匏子和小花蔓澤蘭等，其餘物種覆蓋度皆未達 5%。因測站外緣步道綠美化工程已完成，人為干擾減少，雖然氣溫及降雨量減少，但本季小花蔓澤蘭覆蓋迅速增加，因此地被總覆蓋度稍減，但與上季相近，小花蔓澤蘭成為本季最優勢物種，其餘次優勢種組成與上季相似。

(二) 歧異度分析

1. 木本歧異度

各測站歧異度指數 (H') 介於 1.23~1.96，最優勢度指數 (N_2) 介於 2.85~6.08，均勻度指數 (E_s) 介於 0.71~0.83；大致而言，物種越豐富或越少單一優勢種情況發生，則其均勻度越高，各測站均勻度皆屬良好的情況，反之單一優勢種越是明顯；整體而言，測站 4 上季受人為干擾，導致上木層株數略微減少，雖然對優勢種組成並無明顯影響，本季恢復狀況良好，而測站 7 曾受綠美化工程影響導致組成稍有變化，本季因工程已完成，測站較無明顯變化，但近期測站 4 和 7 皆有人為干擾的記錄，將特別注意影響狀況。

2.草本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 2.23~2.41，最優勢度指數(N_2)介於 5.95~8.24，均勻度指數(E_s)介於 0.60~0.71；各測站物種數介於 22~24 種，尚稱豐富，本季均勻度皆屬均等級別。整體而言，草本植物之均勻度均較木本植物低，造成此一情況之主因為林下受樹冠遮蔽影響，林下物種集中於耐蔭物種，故出現組成較不平均的情況。原測站 4 於 105 年第 2 季受步道興建與地下水觀測井施工破壞影響，原測站 6 於 106 年第 1 季受綠美化工程破壞，因樣區替換，造成資料有較大差異。而測站 7 雖曾受綠美化工程干擾造成物種組成變化，目前地被恢復狀態良好；測站 4 於 107 年第 2 季受道路疏通工程影響，邊緣部分喬木和地被遭清除，本季恢復狀況良好，各樣區狀況將持續密切關注。

表 2.7-1 本季環境監測計畫生態監測行程表-陸域植物

時段	第一天 10/23	第二天 10/24	第三天 10/25	第四天 10/26
水庫集水區	測站及物種監測			
引水路沿線			測站及物種監測	測站及物種監測
自然生態保留及復育區		測站及物種監測		

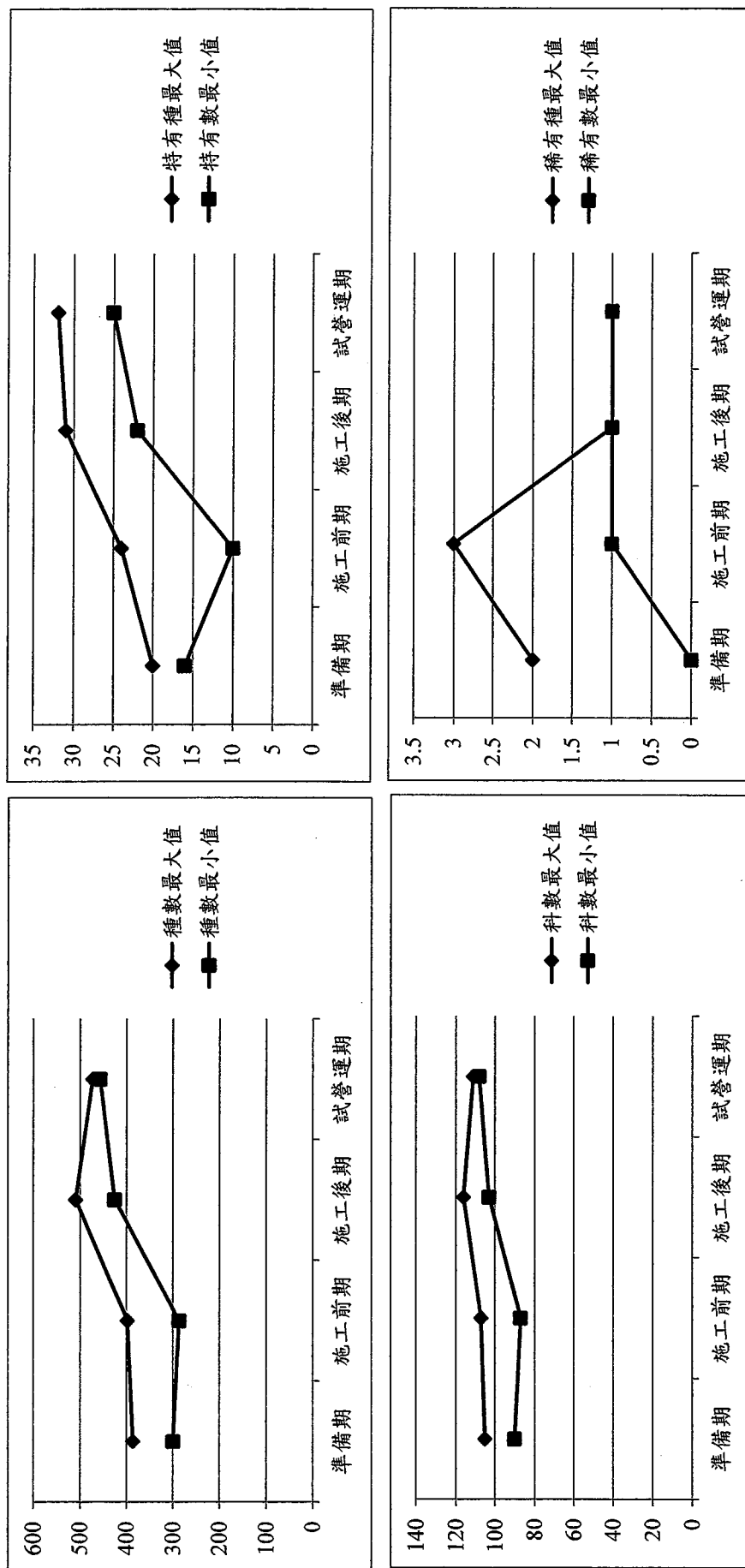


圖 2.7-1 歷期水庫集水區植物監測結果比較分析圖

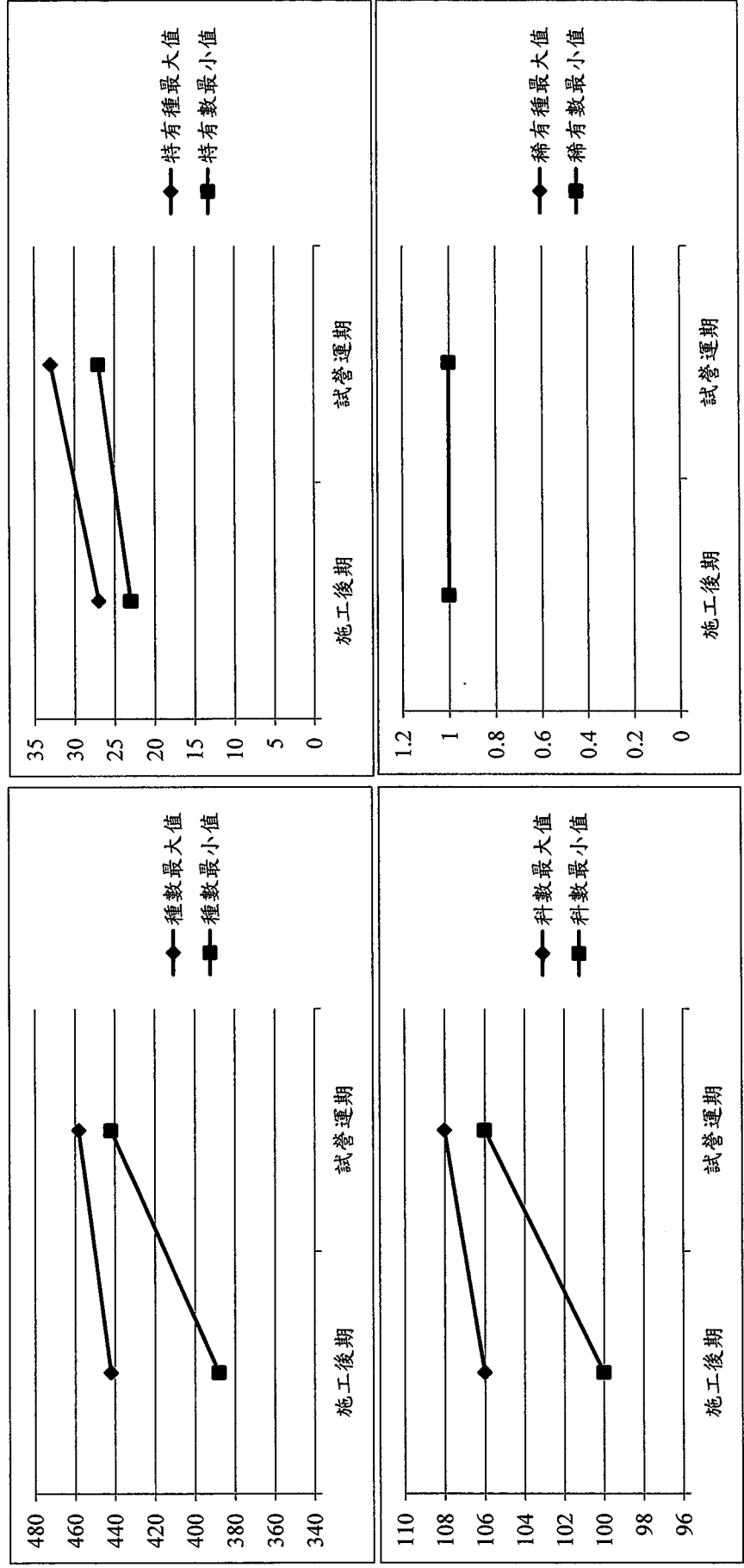


圖 2.7-2 歷期引水工程區植物監測結果比較分析圖

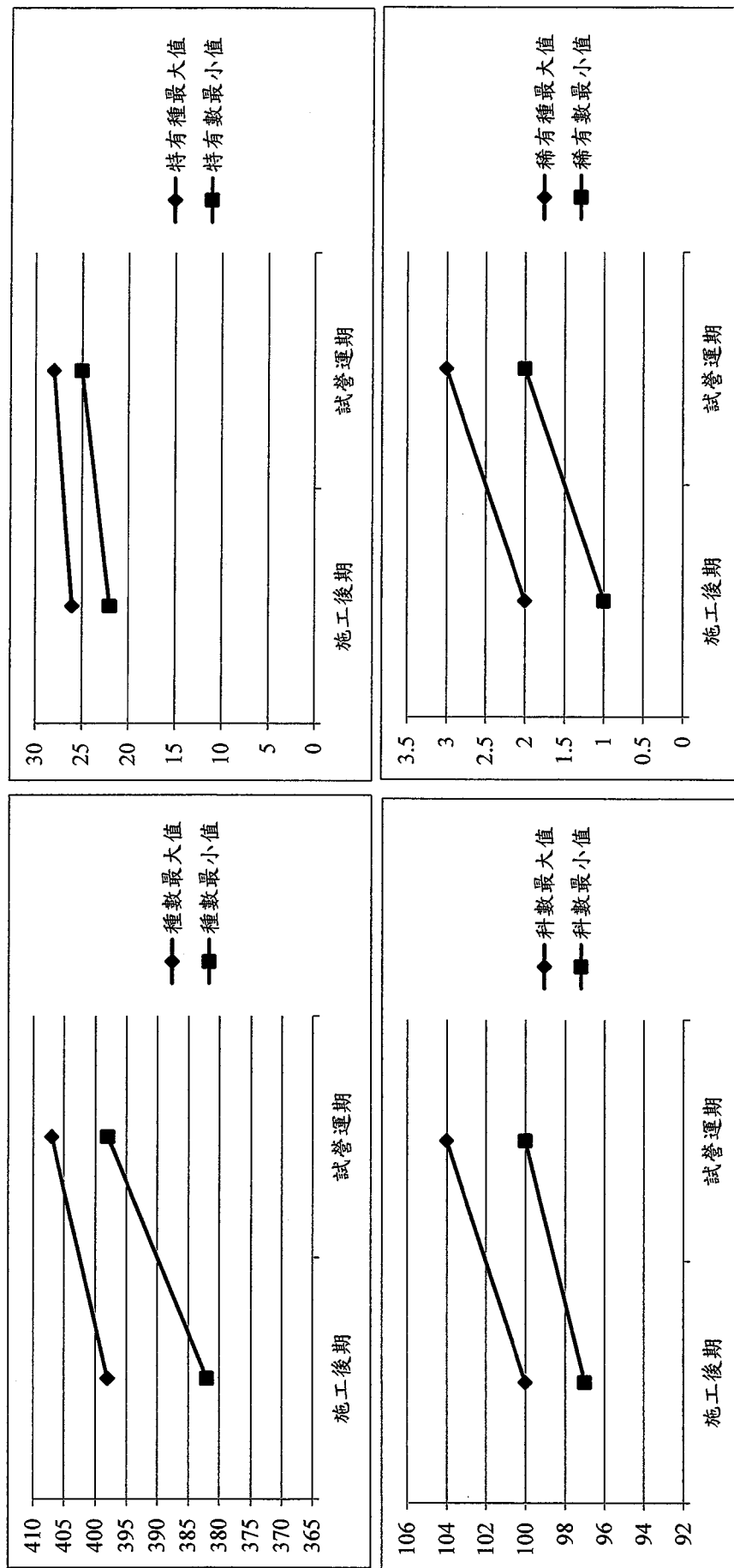
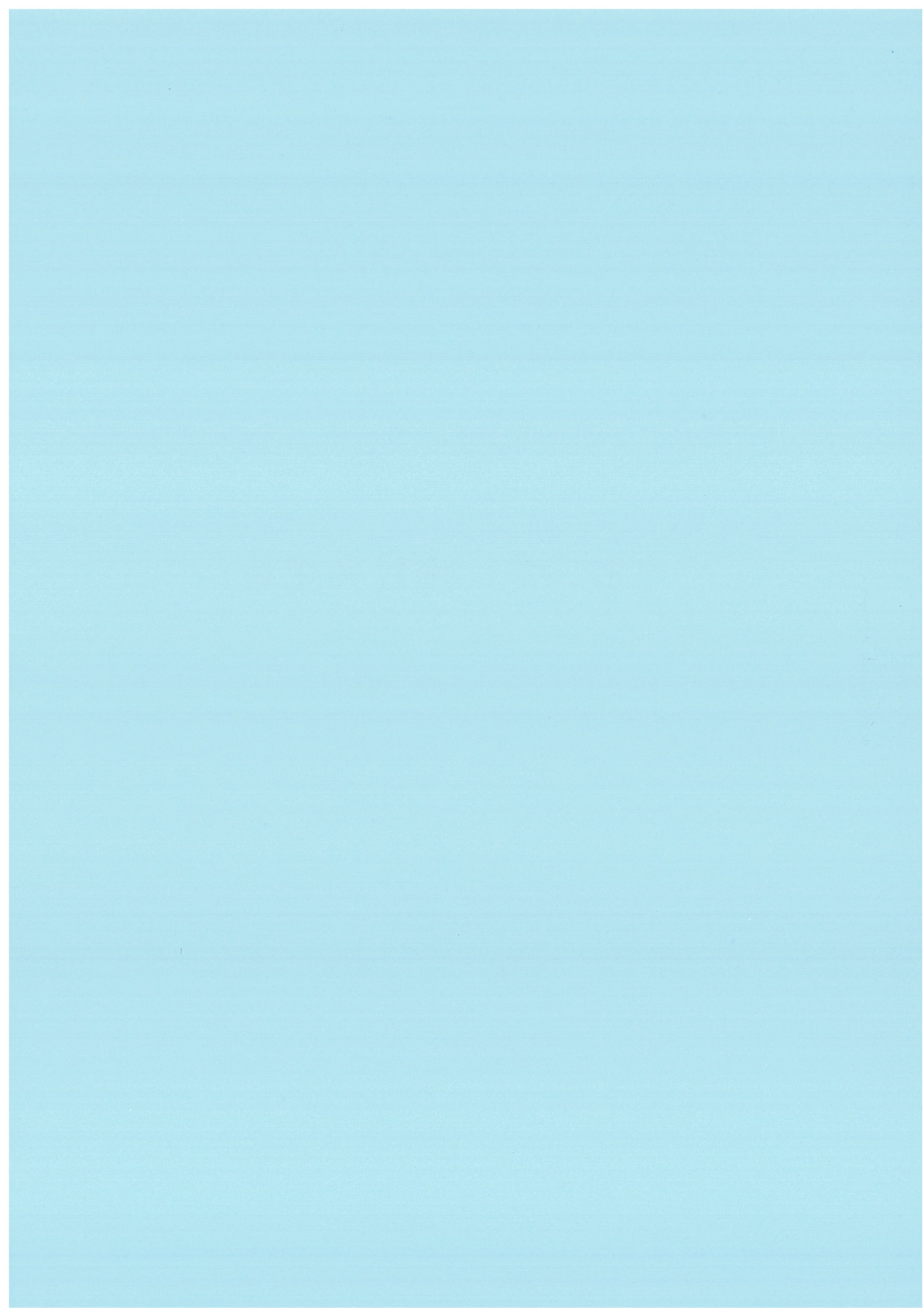


圖 2.7-3 歷期自然生態保留及復育區植物監測結果比較分析圖

第三章 檢討與建議



第三章 檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

3.1.1 空氣品質

歷年空品數據如圖 2.1-3~圖 2.1-17，依歷年趨勢圖可觀察出，本計畫之空氣品質監測結果於施工前(92 年 4 月~95 年第 1 季)、施工期間(95 年第 2 季~105 年第 1 季)及試營運期間(105 年第 2 季~107 年第 4 季)皆差異不大。

歷年監測數據除 PM_{2.5}、PM₁₀ 及 O₃ 因背景環境影響而曾略微超標，其餘測值較無特殊異常狀況發生，均可符合空氣品質標準。PM_{2.5} 之監測係從 102 年第 4 季起配合環評承諾開始執行，至本季止共計執行 21 季次，過往曾於 104 年第 4 季時有記錄到高值發生(梅林國小測站，82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)，分析高值發生原因，主要係因該次監測執行時適逢冷氣團夾帶大量污染物南下影響，致使當日之測值有明顯偏高狀況發生。另就 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 之歷年監測結果與空氣品質標準進行比對，目前已監測之成果偶有超標狀況發生，比對鄰近環保署斗六及竹山空品站之測值亦有相同之趨勢，及查詢環保署之空氣品質指標，均顯示臺灣西半部之指標污染物均為細懸浮微粒，因此本季測值偏高之情形，應受大環境影響。而臭氧係屬二次污染物，其濃度較易於日照強、擴散條件差之環境明顯升高，且就本計畫區之開發特性而言亦較不易產生臭氧污染(包含其前趨物質)，此測項偶有超標係受環境背景影響。

3.1.2 噪音振動

歷年噪音於棋山國小、桶頭國小、梅林國小及瑞竹國小偶有超標狀況，經比對監測逐時數據、現場監測紀錄表及確認品保品管後得知各測站於日間時段易因民眾及學生活動而導致噪音偶有超標狀況；而晚間及夜間時段之測值偏高係受自然背景音源所影響。此外，歷年噪音於引水隧道入口及引水隧道出口處亦偶有超標狀況，由過往之現場紀錄表及錄音檔，測值偏高係受蟲鳴及引水作業之水流聲影響，致使部分測站測值偶有超過音量標準。

歷年測站之日間及夜間 L_{v10} 振動位準，均符合日本振動規制法施行規則之參考基準，亦低於人體感受閾值 55 dB，無特殊異常。

3.1.3 營建噪音振動

歷次營建噪音振動之監測結果有部分均能音量超出噪音管制標準，惟均屬偶發事件，後續經追蹤改善後，已均可符合相關標準規範，另自 104 年大壩工程完工後，已較少超標情形。

3.1.4 水質水量

本季河川水質各測站測項均符合法規標準。

歷次數據顯示，本計畫懸浮固體於降雨後常有異常偏高之情形發生，且由本團隊不定期踏勘與空拍結果可知，測站上游存有一崩塌面(位於乾坑溪上，如圖 3.1-1 所示)，明顯可看到大面積之裸露面，因此當有降雨情形發生，將易受雨水沖刷滑落而使水質懸浮固體濃度偏高。

針對總磷測值常有不符合乙類水體水質標準之情形，分析主要污染來源係為鄰近農田使用之肥料，且降雨後易受雨水沖刷導致磷分溶入水體而被測得。本計畫部份水質測站位於清水溪上游河段，根據本團隊 106 年現勘空拍結果(如圖 3.1-2)可發現，其上游污染源主要可分為點源(聚落生活污水)及非點源(農業行為如果園及茶園)，其中非點源部分，因農業行為多會使用農藥殺蟲劑或使用肥料等，其成份多含有機磷及磷酸鹽等，且分析歷年總磷監測結果(如圖 3.1-3 所示)，歷年高值多發生於降雨過後、梅雨及豐水期間，雨水沖刷使的非點源污染進入清水溪，導致總磷測值易有超標情形發生。



圖 3.1-1 本計畫水質測站上游空拍探勘結果



圖 3.1-2 本計畫水質測站上游土地利用現況

3.1.5 交通量

本計畫交通量歷年監測顯示於雲 214 鄉道之路段服務水準，及台 3 省道-149 縣道路口之平均延滯服務水準較差外，其餘各路段及路口交通量皆屬良好至尚可等級，比對歷年交通服務水準與湖山工程之工進狀況如下：

1. 引水路及攔河堰工程分別於 100 年 12 月及 101 年 7 月陸續開工，經比對 149 縣道之交通量服務水準，顯示該工程施工期間並未對鄰近交通造成明顯影響。
2. 材料運輸道路(現已更名為水庫路)封閉施工期間，鄰近道路未測得明顯之交通增量，亦未有明顯之服務水準變化。105 年第 2 季道路開放後，道路服務水準均為 A~B 級。
3. 大壩工程對交通量之影響以當地社區之主要幹道(雲 214 鄉道測站)為例，由歷年監測成果顯示雲 214 鄉道之交通流量自 99 年起有波動較大之狀況，分析可能原因包含：本計畫施工狀況調整(如大壩工程之土方由區內平衡改為價購 1,152,500 方內運)、材料運輸道路開通及當地民眾用路習慣改變，均可能造成交通流量轉移之情形，惟近年之交通量及服務水準均已趨於穩定。

3.1.6 水域生物

一、魚類

(一)河川水域生物

清水溪三處測站中，桶頭吊橋測站種數多能維持在 5~8 種之間，但受上游崩塌地的輸沙影響，使得水體在雨季時因為降雨沖刷崩塌地，而將大量泥沙帶入水體中，使得水體常有混濁現象，且底質受到泥沙覆蓋。長期而言，對於魚類的生存產生較負面的影響。歷年監測結果在 98 年以後也顯示，游泳性的臺灣石魚鱖與粗首馬口鱖及底棲性的明潭吻鰕虎逐漸取代了原來的底棲性的臺灣間爬岩鰕與埔里中華爬岩鰕。桶頭橋測站在 98 年以前也有許多的埔里中華爬岩鰕，但是桶頭固床工施工期間與完工改變了原有的流水型棲地形態轉為靜水域的形態，使得泥沙會在此處累積並覆蓋棲地的現象非常明顯，不僅埔里中華爬岩鰕減少，魚類的種數與數量相對於清水溪另外兩處測站也較為減少，故 105 年後已鮮少監測到臺灣間爬岩鰕與埔里中華爬岩鰕。桶頭橋下游測站魚類種數與數量相較於另外兩處測站(桶頭吊橋測站與桶頭橋測站)豐富，亦為保育類埔里中華爬岩鰕數量較多的測站。由於本測站距離工區較遠，受到的影響相對較小，故魚類的種數與數量的變化，主要來自於自然因素所造成的棲地環境的變動。本季因為已逐漸進入非雨季，且清水溪三處測站因為棲地都呈現穩定的狀態，所以除了桶頭橋測站的種數及數量就較偏少之外，另兩處測站則呈現穩定的狀態。

梅南橋測站因為雨季與非雨季間的水量變化大，故種數與數量的變化較大，93 年第 3 季至 103 年第 4 季之間，種數與數量大多呈現偏少的狀態，惟 105 年第 2 季湖山水庫進入試營運期間後，位維持基礎生態流量使得本測站在非雨季時仍保持在有水流的狀態，因此棲地維持穩定，魚類的種數與數量也開始有增加的趨勢。本季於類的種數與數量大致已恢復到 106 年的狀態，但是監測到的魚類大多是在固床工下游的河段監測到，固床工上游則相對稀少，顯示固床工可能對魚類的縱向移動產生影響。

雷公坑溪上游測站因棲地環境穩定，故歷年監測結果於 100 年以後大多能維持在 5 種以上，101 年以後數量則有逐漸增加後，104 年以後則大致維持穩定的狀態。雷公坑溪下游測站在工程結束後已少有人為擾動的影響，使得棲地環境逐漸穩定，但是因為流量變動大，所以種數與數量常有較大的變化。本季雷公坑溪上游測站與雷公坑溪下游測站本季因為棲地環境穩定，故監測到的魚類種數與數量也大致呈現穩定的狀態。

(二)水庫水域生物

水庫區內兩處測站歷年監測結果，魚類無太大差異，幾乎都

是以外來種為主。本季因為水位上升蓄水量明顯增加，使得水域面積明顯增加，所監測到的魚類數量仍舊較為少。湖南(第一)取出水工附近測站本季僅監測到外來種的線鱧。

引水隧道出口附近測站的種數與數量雖然較為偏多水庫區內兩處測站偏多，但是受到引水與否的影響流量與流速變化大，所以數量的變化也較大。本季因為受到南勢坑溪上游防淤設施工程的影響，河道受到限縮以致流速增加，使得魚類種數與數量都略微減少，所以僅監測到較能抵抗急流的底棲性臺灣特有種魚類(臺灣間爬岩鰍與短吻紅斑吻鰍虎)。

二、水生昆蟲

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年水生昆蟲都是以耐污性低的種類為主，科數與數量在 103 年以前以「工程擾動」與「自然因素(梅雨、颱風或強降雨)」為主要的擾動因子，104 年以後工程擾動減少，自然因素(梅雨、颱風或強降雨)則成為影響水生昆蟲群聚的主要因素。由歷年資料也發現每年的雨季開始之後，因為水域面積增加，流速增加且水體混濁時，科數與數量都會略微減少，在非雨季時因為棲地環境穩定，所以科數與數量都較為增加。本季三處測站因為季節已逐漸進入非雨季，棲地環境穩定，故科數與數量都呈現穩定的狀態。

梅林溪梅南橋測站在 104 年以前，在雨季與非雨季之間，流量變化較大，在加上 94 年第 1 季至 103 年第 4 季之間，受到水庫工程及河道整治影響，科數與數量都較為減少。105 年第 2 季水庫進入試營運期間後，為保有水庫下游梅林溪的基礎生態流量，梅林溪在非雨季時仍可保持有穩定的流量，故棲地明顯較為穩定，水生昆蟲的科數與數量呈現逐漸增加的趨勢。但是 106 年第 4 季至 107 年第 2 季因五河局河道景觀工程的緣故，河道呈現完成乾涸的狀態，造成河道的樣貌出現明顯的變動。本季梅南橋測站的棲地狀態大致維持穩定，但是水體仍是非常混濁情形，雖然科數是歷年監測以來最多的一季，但是固床工的上下游監測到的種類卻有明顯的差異。固床工上游以耐污性較高且能在混濁水體中生存的靜水域物種為主(如小划蟾科、搖蚊科)，固床工下游則以偏好在水體濁度較低的流動水體棲息的物種為主(如扁蜉蟬科與石蠅科等)，顯示固床工也對水生昆蟲群聚產生影響。

雷公坑溪上游測站因為棲地環境相對穩定，各項環境因子都較為穩定且人為擾動少，所以水生昆蟲的科數與數量都較其他測站豐富。從歷年的資料可知，101 年第 4 季以後，科數與數量皆呈現逐漸增加的趨勢，僅 106 年第 3 季因為受到大水影響，棲地產生明顯的變動，使得科數出現明顯的減少。此外，每年的雨季

開始之後，因為水域面積增加或大水的影響，科數與數量都會略微減少，但是在非雨季時則會較為增加。雷公坑溪下游測站，因為雨季與非雨季流量變化較大，再加上 103 年以前有明顯的工程擾動，使得科數與數量明顯偏少，但是在 104 年工成逐漸完工以後，環境已逐漸穩定，水生昆蟲的科數變化也趨於穩定，但是數量因為受到流量的影響，仍有較大的變化，科數與數量在第 3~4 季流量較多的期間較為豐富。本季雷公坑溪兩處測站的水域面積與流量雖然都略微減少，但是因為棲地環境穩定，流速較緩且水體清澈，故監測到的水生昆蟲的科數與數量同樣仍屬豐富。

(二)水庫水域生物

水庫區內的湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近，其測站環境屬於靜水域，棲地類型為大型石塊與人造的水泥構造物，而且因為蓄水的關係，水位的變動仍大，所以歷年監測到的水生昆蟲的科數與數量相對較少。本季水庫區內兩處測站因原生長在岸邊的植物因水位升高而沒入水中，且監測時在水邊有許多可提供給水生昆蟲棲息的漂流木與漂流物，所以本季監測到水生昆蟲科數與數量都較為增加。

引水隧道出口附近測站的科數雖然相對較為穩定，但是數量易受到引水與否而有較大的變化。於豐水期因水體較為混濁，故優勢種以適應混濁水體的四節蜉蝣科為主，枯水期濁度較低時則有扁蜉科成為優勢種的情形。本季引水隧道出口附近測站有南勢坑溪上游防淤設施工程正在進行，雖然水生昆蟲的科數與數量仍屬豐富，但是棲地已出現部分的改變。據了解，該防淤工程已於 107 年 12 月底完成施工，後續將持續監測了解施工完成後，對水生昆蟲的科數與數量是否會有所改變。

三、蝦蟹螺貝類

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年種數與數量變化明顯受到攔河堰工程(102 年)及流量大且混濁的影響，但是在 103 年第 1 季以後因為工程多數已完工，故數量逐漸增加，但是因為降雨導致的棲地變動或季節變動，使得在各測站的數量有時會有較大的變化。本季桶頭吊橋測站與桶頭橋下游測站的種數與數量都大致維持穩定的狀態，而桶頭橋測站的種數也大致維持穩定，但是因為監測到大量的假鋸齒米蝦，所以數量是歷季監測以來最多的一季。

梅林溪梅南橋測站歷年因流量在雨季與非雨季時變化較大，再加上梅林溪河道整治工程的影響，因此在 103 年以前蝦蟹螺貝類的種數與數量非常稀少，直到 104 年第 3 季以後蝦蟹螺貝類的種數與數量才較為穩定。而 105 年第 2 季湖山水庫開始試營運後，本測站保持在全年皆有水流的狀態，也使得蝦蟹螺貝類的數量較

為增加且大致都能維持在 3 種以上。本季監測到的種數與 106 年第 2 季(4 月)同為最多的一季，而數量則因為監測到大量的假鋸齒米蝦、小椎實螺與囊螺，故數量有較為豐富。

雷公坑溪上游測站流量與環境狀態都較為穩定，故歷年監測結果的種數與數量都呈現穩定的狀態，僅 100 年第 3 季至 101 年第 2 季的種數較少，而 106 年第 3 季也因為受到大水影響，種數與數量較為減少。雷公坑溪下游測站在 102 年以前因受到引水路工程的影響，使得種數與數量都較為非常稀少，但是在 104 年引水路工程逐漸完工後，種數與數量都以有明顯的增加，本測站在有水流的狀態下，數量都已較為豐富。目前兩處測站大多能維持在 3~4 種以上。本季雷公坑溪上游測站因為棲地環境穩定，所以種數與數量都維持豐富且穩定的狀態。雷公坑溪下游測站因為已逐漸進入非雨季，所以河道面積略微縮小，也使得濱溪植物大多裸露於水面上，蝦蟹類棲地的面積減少許多，故本季監測到的種數維持穩定，但是數量則較為減少

(二)水庫水域生物

水庫區內的湖南(第一)出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站的種數在歷次監測中大致維持在 3~5 種與 2~4 種之間，但是數量的變化較大。本季湖南(第一)出水工附近測站的種數與數量大致維持穩定，另湖山(第二)取出水工附近測站的種數雖維持穩定，但因為監測到較多囊螺，故整體數量偏多。

引水隧道出口附近測站歷次監測時，棲地狀態大致都維持穩定，故歷次監測的種數大致在 3~4 種之間。本季監測到的種數與數量雖然都在歷年的變化範圍內，但是相對略微偏少，是否與南勢坑溪上游防淤設施工程有關，後續將持續監測了解。

四、浮游植物

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年的種數在 103 年以前因為攔河堰工程的影響，浮游植物的種數都較為少。另外施工挖掘等過程使得地表的營養鹽進入水體提供浮游植物利用，以致浮游植物的數量容易有較大的變化。104 年攔河堰工程結束後，工程擾動減少，故浮游植物種數與數量主要受到自然因子(如氣候、雨量與日照時間等)的影響，種數也較 103 年以前增加，而數量的變化也較為穩定。本季因為已逐漸進入非雨季，棲地環境與氣候都呈現穩定的狀態，所以種數與數量呈現穩定的現象。

梅南橋測站因流量容易受到降雨的影響，因此浮游植物的種數在 103 年以前較為偏少且數量變化大，104 年以後種數較 103 年以前增加，數量在 104 年以後的變化也較為穩定。105 年第 2

季以後湖山水庫進入試營運階段，使得梅南橋測站能維持全年有水流的狀態，故種數與數量的變化較為穩定。本季梅南橋測站監測到的種數與數量則大致呈現穩定的狀態。

雷公坑溪上游測站的棲地自監測以來環境大都呈現穩定的狀態，目前大致都能維持在 30 種以上；雷公坑溪下游測站在 104 年第 3 季以後棲地也逐漸穩定下來，在有水流的情形下，種數已逐漸增加，目前大致能維持在 20 種以上。雷公坑溪兩處測站的種數與數量主要受到環境因子的影響。本季雷公坑溪上游測站棲地環境呈現穩定的狀態，水體也維持清澈，且因為非雨季的關係流速較緩，所以浮游植物的種數與數量與歷年監測結果相比大致維持穩定的狀態。雷公坑溪下游測站本季棲地狀態維持穩定，且流量與流速都較為減少，故種數維持穩定的狀態，而數量相對歷年其他季次則較為偏多。

(二)水庫水域生物

水庫區內的湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站的浮游植物歷次監測結果在種數上大致維持在 15~20 種之間，僅部分季次較少。而數量在 105 年第 2 季時數量都明顯較其他季次高出許多，主要原因在於蓄水初期地表的營養鹽進入水體當中，當時又正值水溫與氣溫轉為溫暖的季節，使得浮游植物的數量明顯增加。本季水庫區內兩處測站的水位明顯上升，故種數雖然都在歷年變化內，但是較為偏少，數量則是維持穩定的狀態。藻類優養指數(ATSI)計算都呈現中養的狀態。引水隧道出口附近測站的浮游植物的種數在 105 年第 4 季以後大致呈現穩定的狀態。本季的種數與數量與歷次監測結果相比也呈現穩定的狀態。

五、附著性藻類

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年附著性藻類的種數在 102 年至 103 年受到桶頭攔河堰與桶頭固床工工程的人為擾動與上游崩塌地的輸砂作用導致底質受到泥沙覆蓋，種數明顯較少且變化較大，而 104 年工程大致完工後，種數的變化較趨於穩定，目前清水溪三處測站的附著性藻類大致都能維持在 25~30 種以上。本季清水溪三處測站監測到的種數與數量與歷年監測結果相比大致維持穩定，主要在於進入非雨季後，流速與混濁的現象都較為緩和，因此附著性藻類較易生長。本季藻屬指數(GI) 計算結果則是介於中度至嚴重污染水質，應是流速減緩後，營養鹽在部分緩流區累積，故監測到較多的腐水度指數中度的藻種，而腐水度指數(SI)則為中度污染水質。由歷年監測的結果來看，清水溪也大致處於輕度至中度污染水質。

梅林溪梅南橋測站在 102 年以前因為工程擾動使得附著性藻類的種數明顯減少，104 年以後種數與數量在流量穩定的狀態下，已逐漸增加，但是變化的幅度較大，自 105 年第 2 季湖山水庫開始試營運後，因全年保持有常流水的狀態，種數逐漸趨於穩定。本季種數與數量大致維持穩定的狀態，將持續監測種數與數量的變化，以了解附著性藻類的種數與數量恢復穩定的情形。

雷公坑溪上游測站因為環境穩定所以歷年的種數較為穩定，在 104 年以後，僅部分季次的數量有較大的變化；雷公坑溪下游測站在 104 年以後引水路工程完工，環境趨於穩定後，種數也呈現增加的狀態，目前兩處測站的種數大致都能維持在 30 種以上。本季雷公坑溪上游測站的種數與數量呈現穩定的狀態，藻屬指數(GI)與腐水度指數(SI)的計算呈現輕度污染的狀態，優勢種為低耐污性異極藻，顯示水質為輕度污染的狀態。雷公坑溪下游測站本季附著性藻類的種數與數量與歷次監測結果相比也呈現穩定的狀態。藻屬指數(GI)與腐水度指數(SI)的計算呈現輕度至中度污染的狀態，優勢種低耐污性異極藻與針杆藻，顯示水質為輕度污染的狀態。

(二)水庫水域生物

目前水庫區內的湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站在 105 年的監測皆未監測到附著性藻類，直到 106 年第 3 季以後，附著性藻類的種數與數量才較為穩定，但是仍有部分季次有較大的變化。湖南(第一)取出水工附近測站本季監測到的種數扣除未監測到的季次，為種數最少的一季，數量則維持穩定，但是以顫藻佔大多數，顯示水質狀態有略微轉的現象。湖山(第二)取出水工附近測站本季監測到的種數與數量扣除未監測到的季次，為最少的一季。本季兩處測站水位明顯上升且仍在繼續上升，故附著性藻類應處在生長的初期，因此種數明顯較少，而數量僅由少數物種(如顫藻)佔大多數。

引水隧道出口附近測站雖然大多可以監測到附著性藻類，但受取水與否的影響，流量的變動非常大，監測到的附著性藻類種數與數量常有較大的變化。本季引水隧道出口附近測站因為受到工程影響，河道限縮，而增加水流沖刷附著性藻類的強度，故附著性藻類的種數雖然維持穩定，但是數量則較為減少。

六、浮游動物

(一)河川水域生物

清水溪三處測站屬於流水域型態的測站，受流速快之影響，故浮游動物不易停留在該水域中，所以歷年因流量較大且流速較快，再加上水體有時經常較為混濁。因此清水溪三處測站的浮游動物大多呈現稀少的狀態。本季清水溪三處測站雖然都有監測到

浮游動物，但是數量人就呈現稀少的狀態。

梅林溪梅南橋測站由歷年的監測資料來看，本測站因為在雨季與非雨季的流量變動較大且水流流速屬於稍快的狀態，所以浮游動物的種數與數量同樣變化較大，但相較於其他測站仍屬於較為豐富的測站。於 105 年第 2 季湖山水庫開始進入試營運期間後，本測站全年保持流水的狀態，使得種數與數量的變化較為穩定。本季未監測到浮游動物，推估應是水體非常混濁，使得浮游動物較難以生存所致。

雷公坑溪的浮游動物在歷年監測結果中，兩處測站的種數與數量也大都呈現稀少的狀態，僅少部分季次監測結果較多，無法看出明顯的變化趨勢。雷公坑溪上游測站大多數的季次都能監測到浮游動物，但是種數與數量皆屬稀少。雷公坑溪下游測站只有少部分季次監測到浮游動物，而種數與數量也屬稀少。本季雷公坑溪上游測站未監測到浮游動物，而雷公坑溪下游測站雖然有監測到浮游動物，但是數量稀少，同歷年監測趨勢。

(二)水庫水域生物

水庫區內湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站因為棲地環境相同，屬於湖泊型的靜水域，所以浮游動物的變化情形也較為相似。歷年監測到的浮游動物的種數與數量相較於溪流型(清水溪、梅林溪、雷公坑溪)的棲地明顯較為豐富，僅少部分季次的數量較少。本季水庫區內兩處測站浮游動物的種數與數量則較為偏少，而最近三季的數量也呈現下降的現象，應是水位上升後，水域面積擴大，使得浮游動物的密度下降所致。位在南勢坑溪的引水隧道出口測站屬於溪流型水域且流量變化大，所以浮游動物的種數與數量大多呈現稀少的狀態。本季引水隧道出口測站因工程施作，所以河道受到限縮，緩流區減少，流速也較為增加，所以未監測到浮游動物。

七、蜻蜓類

(一)河川水域生物

清水溪三處測站從歷年監測結果顯示蜻蜓在 5 月至 10 月之間的數量較為豐富，歷年蜻蛉目的種數在 1~12 種之間，主要都在 3~8 種之間變化，歷年監測之優勢種以薄翅蜻蜓與樂仙蜻蜓較為常見。本季清水溪三處測站蜻蛉目的種數與數量大致都呈現穩定的狀態。

梅林溪梅南橋測站歷年由於水量變化大，因此歷年來種數與數量的變化較大，種數在 1~16 種之間，主要都在 3~8 種之間變化，但是在 105 年第 2 季湖山水庫啟用後，在非雨季也保持有較穩定的流量，所以蜻蛉目的種數與數量有逐漸豐富的現象。優勢種以

薄翅蜻蜓與樂仙蜻蜓最為常見。本季為歷年監測以來種數與數量最多的一季。原因在於景觀工程結束後，濱溪植物與靜水域的棲地面積增加而提供蜻蛉目繁殖的棲地，但是棲地形態改變，使得蜻蛉目的種數與數量增加的情形是否能長久維持亦值得觀察。

雷公坑溪兩處測站歷年的種數大致在 5~11 種之間，也是臺灣特有種較為豐富的測站，種數與數量也較鄰近的清水溪三處測站豐富。由於蜻蛉目為環境是否穩定的指標之一，雷公坑溪上游測站除了 106 年第 3 季曾因大水造成棲地明顯的變動外，使得種數與數量減少外，本測站的種數與數量大致都穩定，僅在 105 年第 1 季因為寒害與 107 年第 3 季數量較少。雷公坑溪下游測站在 104 年的引水路完工後環境也趨於穩定，蜻蛉目的數量在有水流的狀態下，也能維持在豐富的狀態。本季雷公坑溪兩處測站因為棲地環境與氣候穩定，所以蜻蛉目的種數與數量都呈現豐富的狀態。

(二)水庫水域生物

目前歷次監測中，因為水庫區內的湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站，因為水位變化仍然較大，而且缺乏可做成蟲產卵與幼蟲生長的棲地環境，所以種數與數量都較為偏少。本季水庫區內兩處測站因為水庫水位上升後，沒入水中的植物，再加上漂流木與漂流物提供蜻蛉目繁殖的空間，所以吸引許多蜻蛉目的成蟲前來，使得水庫區內兩處測站本季監測到的種數與數量皆為歷年各次監測最多的一季。

引水隧道出口附近測站因為棲地的自然度較高，所以蜻蜓的種數與數量相對較為穩定。本季引水隧道出口附近測站的棲地雖然出現部分的改變，但是種數與數量大致維持穩定。不過棲地的改變係影響蜻蛉目的種數與數量之因子，後續將持續監測。

八、魚道效益評估

本監測結果重點整理，(1)本季監測桶頭攔河堰魚道中的單向籠並未捕獲到任何生物，但是以電氣法則監測到臺灣石魚鱖、纓口番婆夾坑溪魚鱖、纓口臺鰍、臺灣間爬岩鰍與埔里中華爬岩鰍；(2)固床工魚道中測定流速均大於 2m/s，為均大於一般魚類可以利用的流速；(3)固床工上方棲地已呈現泳游性魚類適合生存的環境，固床工下方棲地呈現不穩定的狀況；(4)本季四處測站物種相似度均低於 50%，應為近期降雨量較大所造成的現象；(5)何氏棘魷外來種對水生生物族群問題應持續觀察。

3.1.7 陸域生物

一、哺乳類

水庫集水區物種及數量的波動大致隨工程進展變化，但自 100 年度起使用蝙蝠偵測器，監測種類及數量明顯增加，另外，過往於幽情谷可發現臺灣野豬、食蟹獐等中小哺乳動物活動的活動足跡，但隨本案試營運及蓄水，監測路線變更，後續的中小型哺乳動物發現的痕跡將可能減少。本季哺乳類物種數及數量均在歷季波動範圍內，無明顯差異。進入試營運期間後，擾動已減少，可於水庫周邊多種植原生植物，以增加生物棲地及食物來源。

引水工程區哺乳動物雖隨工程變化波動，但種類及數量尚稱穩定，但於清水溪一側，因番婆夾坑溪環境特性造成局部山坳裸露，其河床兩側的山壁落差高，且因土石不穩，常有滑動，可能不利植物生長及生物通行，可選擇數處有崩塌的邊坡，進行打樁、固坡，並進行栽植及維護，以增加生物活動通道。目前現地已多處進行補植復舊，環境應可逐漸改善，後續應持續監測。

自然生態保留及復育區歷季數量雖有波動，但其物種數及種類大致穩定，將再持續進行監測。

二、兩棲類

水庫集水區物種及數量的波動大致隨工程進展變化，歷次波動大致屬穩定，無明顯差異，除 100 年第 4 季洽達梭德氏赤蛙大量發生聚集繁殖，造成數量暴增，而本季梭德氏赤蛙數量較以往監測略高，但未及 100 年第 4 季梭德氏赤蛙大發生之數量，應屬梭德氏赤蛙繁殖季造成之波動變化。本區蓄水後，梭德氏赤蛙棲息的溪流環境將減少或往上游移動，其數量或活動空間將可能變動，故應注意溪流上游的保護，以維持其棲息空間。

引水工程區歷季優勢物種大致相當，種數及數量除 101~104 年因施工逐漸下降外，其餘無太大波動。本區域測站多屬水量不穩區域，尤其以番婆夾坑溪除豐水期有少量水流外，其餘季次多為乾涸，且土石不穩常有波動，建議可於番婆夾坑溪周邊多種植植物，減少土石滑動機會，或於其下游規劃截水池，增加保水時間，以利兩棲類利用活動或繁殖。

自然生態保留及復育區歷季數量雖有波動，但其物種數及種類大致穩定，將再持續進行監測。

三、爬蟲類

水庫集水區物種及數量的波動大致隨工程進展變化，歷次波

動大致屬穩定，無明顯差異，主要為季節性變化。大致而言，除試營運及蓄水處較不適宜爬蟲類活動，其餘區域有較多植被可供爬蟲類棲息。進入試營運期間後，擾動已減少，可於水庫周邊多種植原生植物，以增加生物棲地及食物來源。

引水工程區於施工期間種數及數量均有下降趨勢，雖已有進行綠化工作且已有植物自然進駐，但因時間尚短，目前數量尚未恢復，可堆置石組或是利用枯倒木，營造適宜爬蟲類活動的空間。

自然生態保留及復育區歷季數量雖有波動，但其物種數及種類大致穩定。本季紀錄新增物種-「長尾真稜蜥」，長尾真稜蜥原分佈於臺南以南及臺灣東南部，但目前該物種分佈逐漸往北，於雲林、台中及苗栗一帶均有發現記錄，偏好棲息於林緣環境及草生灌叢處，後續將持續監測以了解該物種族群動態變化。

四、鳥類

水庫集水區於施工初期因環境變化較大，物種及數量明顯較少，隨工程影響範圍固定，數量逐漸回升，並於 105 年度因多數工程已結束，其物種及數量為歷年最高，大體上鳥類變化隨季節及施工影響狀況而波動。過往保育類物種記錄 20 種，包括魚鷹、朱鷲、藍腹鵲、東方蜂鷹、大冠鷲、赤腹鷹、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、灰面鵲鷹、林鵰、褐鵲、領角鴞、黃嘴角鴞、八色鳥、臺灣藍鵲、鉛色水鶇、白尾鵲、臺灣山鵲、燕鵲及紅尾伯勞。大致而言，多數保育物種仍可發現，但八色鳥數量近年偏低，臺灣藍鵲、鉛色水鶇、臺灣山鵲、燕鵲，於近幾年並未發現，可能與棲地形態變化有關，仍須再持續注意。進入試營運期間後，擾動已減少，可於水庫周邊多種植原生植物，以增加生物棲地及食物來源。

引水工程區於施工期間種數及數量均有下降趨勢，但隨施工後其及進入試營運階段，環境逐漸穩定，數量有緩慢增加回復趨勢，將再持續關注。

自然生態保留及復育區過往雖未進行施工，但因緊鄰水庫集水區，因此過往數量仍有局部隨季節變化及工程進度略有波動，但整體而言仍屬穩定，建議於可於規劃的步道兩側、坡面等開闢或大面積芒草區，種植具鳥餌、誘蝶、食草等功能的原生灌木或喬木，以提供生物利用。

五、蝴蝶類

水庫集水區監測結果，種數及數量僅有小幅度波動且以季節性變化為主。整體而言，蝴蝶類種數尚屬穩定，而隻數自 102 年第 4 季開始有逐漸減少的趨勢，而 103 年第 3 季隻數雖有回升，但仍然偏低，可能與 103 年部份測線(如 G3~G6)開始施工，造成

植被遭剷除、揚塵，讓蝴蝶類食物來源減少。105 年第 2 季起種數恢復情況良好，數量雖有持續回升，但仍不及 102 年第 4 季之前之數量。進入試營運期間後，擾動已減少，可於水庫周邊多種植原生植物，以增加生物棲地及食物來源。

引水工程區種數及數量僅有小幅度波動且以季節性變化為主。整體而言，蝴蝶類種數尚屬穩定，而數量逐漸下降，推測可能因監測時於 107 年第 1、2 季引水工程區測站 1、2 有記錄明顯的人為整地，107 年第 3、4 季則有明顯土石滑落跡象，而引水工程區測站 3 則因土石較不穩常有變動，河床上植物生長不良，造成蝴蝶類較少靠近。

自然生態保留及復育區歷季數量雖有波動，但其物種數及種類大致穩定，將再持續進行監測。

3.1.8 陸域植物

由歷季監測結果可知，其物種數為歷季累加資料，僅記錄曾出現或現有物種，較無法觀測出季節變化所造成之影響；歷季所增加之物種多為原生種並有部分的歸化種及栽培種。

引水工程區因夏季豪雨造成土石崩落，部分植被破碎化，產生明顯的裸露地，107 年第 1 季監測時發現裸露地區有大量的小花蔓澤蘭覆蓋，但 107 年第 2 季和第 3 季監測發現其覆蓋度相對降低，由於小花蔓澤蘭拓殖能力強且喜好陽光，可在光度較強的環境下迅速蔓延，且小花蔓澤蘭主要繁殖季為 10 月至翌年 2 月，本季監測時適逢繁殖季，因此在植被裸露地區覆蓋度大量增加，為此後續變化仍需密切關注。

本季小花蔓澤蘭入侵較明顯的測站為水庫集水區的測站 8(7%)、引水工程區的測站 2(15%)、測站 4(7%)和自然保留區的測站 4(5%)、測站 6(30%)、測站 7(5%)，建議在水庫集水區之農業活動頻繁區、自然生態保留及復育區之步道沿線及引水工程區之林緣或灌叢區，於夏秋季針對小花蔓澤蘭進行清除，將其枝條及根清除，並以焚燒方式處理。詳細移除方式參照 3.1.9 章節。

3.1.9 因應對策與建議

一、水質水量

本案於進入試營運期間進行蓄水作業，建議應定期於低水位期間清除邊坡草生地植被，以避免遭淹沒後帶入大量有機質，影響蓄水水質。

二、水域生物

(一)本季梅南橋測站五河局河道景觀工程已完工，現已恢復為有水流的狀態，惟棲地已明顯的改變，數條橫斷河道之水泥構造物(固床工)造成下游水量偏少，推測非雨季時，下游可能出現斷流的情形。此外，高低落差複雜的棲地已被整平成開闊的平面，造成原先擁有各種微棲地且流動性水域的河道，轉變為水體幾乎呈現靜止的狀態，使得水體只能以溢流的方式越過固床工。而 107 年第 4 季的監測結果也發現到，監測到的魚類數量主要集中在固床工下游，而固床工上游的數量明顯較少，顯示落差頗大且未設置魚道或提供縱向移動的相關設施的固床工對於魚類的縱性移動可能產生影響。此外，固床工隔離出上下游明顯不同的棲地形態也使得水生昆蟲群聚出現不同的變化。因此，建議持續監測水生生物後續種數與數量的變化，以確認該人工構造物是否產生影響。另外，本測站在非雨季時因為降雨量不足，以致流量明顯減少，而固床工又對於水體產生攔阻的作用。因此，建請湖山水庫管理中心與相關單位可研商是否增加放水量，以提高梅林溪下游的生態基流量，增加水體的流動性，避免水體流動性差，導致營養鹽濃度升高，促使有機物質累積，形成水質變差或優養化的現象。

(二)水庫區方面，本季湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站都呈現「中養」的狀態，較上一季(107 年第 3 季)略微好轉。觀察水體狀態，發現透明度仍偏高且水色呈現藍灰色，因此，建議多加留意該處水質變化，現尚不需要引進魚類來降低水質優養化的問題。此外，由於水庫區內的水源引自清水溪，所以清水溪的水質變化也同樣需要持續進行監測，並進行水源與水質的管控。

(三)歷季水庫區內監測到魚類仍是以外來種魚類為主，其中也包含掠食性的線鱧，雖然目前仍只有監測到零星個體，未見大型的成體或大量聚集的魚苗，多為 15 公分以下的個體，但是 107 年第 4 季監測到的數量有略微增加的現象。將持續監測以了解數量變化情形，詳述如下：

1.對於水庫區數量過多或對於原生種產生生存上威脅的外來

種之種數與數量應進行長期的監測，並提出外來種問題及相關建議，供管理部門參考。

- 2.除了長期的監測及民眾的環境教育外，可委由當地的環保或社區團體或其他專責單位進行定期的捕抓以抑制外來種數量的方式降低其威脅。由於湖山水庫仍屬管制區域，若要委由當地環保或社區團體或其他專責單位進行，應取得管理單位同意後方可進行。程建中等於100年也曾以延繩釣的方式在龍鑾潭捕抓線鱧，墾丁國家公園於104年曾與社區合作，試辦以人工放置籠具與垂釣的移除方式在龍鑾潭移除外來種。黃大駿等於106年與107年亦於龍鑾潭利用路亞(擬餌)釣法、延繩釣法與籠具(蝦籠、長沉籠)等方式進行線鱧與其他外來種的移除。上述方法除了可委由學術或專業團體進行之外，也可於適當的教學後，委由當地的環保或社區團體進行長期移除，以抑制外來種的數量，減少外來種對原生種的影響。相關操作方法與時機及頻率包括：

(1)個體數抑制

- A.一般漁法：定置網用於沿岸附近誘導目標魚種進入網內來進行捕獲；手拋網及刺網都具有網目選擇性，可選擇不同網目捕捉不同體型之目標魚種。手拋網之機動性較高，於大部分地方均可以操作，但對於水草茂盛及障礙物多之水域較難施行，且此方法較具技巧性，需熟稔技術俾提高漁獲效率；刺網為帶狀之漁具，利用阻斷魚群游動路徑來進行捕捉，但使用時須事先申請許可。
- B.誘餌漁法：該法亦稱為路亞釣法，以模擬魚類、蝦及昆蟲等生物，引誘魚類攻擊魚餌的釣法。該方法機動性高，可在發現魚蹤後再加以引誘，並可根據目標魚種及大小的不同更換不同的誘餌以降低誤捕的機率。同時也可以減少使用傳統活體魚餌因脫鉤而進入水庫當中，形成新的外來種。黃大駿等於龍鑾潭移除的結果也發現路亞釣法對於線鱧的誘捕具有一定的效果，尼羅口孵非季則以長沉籠的效果較佳。
- C.延繩釣法：該法主要用於海洋漁業，但是加以改良後則可用於湖泊水庫。使用方式同樣是在主繩上綁上若干數量的副繩，每一條副繩則綁有一只魚鉤，每一個魚鉤皆有魚餌，放置於水深較深的水域至少一天一夜誘捕掠食性魚類。

(2)時機及頻率

線鱧的繁殖期主要出現在夏季 4~9 月，可於該期間以網具捕撈幼體與成魚(梁與謝，2012)。黃大駿等人於 2017 年與 2018 年期間進行龍鑾潭移除工作，結果發現於 4 月與 5 月雨季來臨前，線鱧正要進入繁殖期，線鱧捕食行為開始變得明顯，施以路亞釣法對於線鱧的誘捕具有一定程度的效果。此外，4 月至 9 月水體較為溫暖，由於線鱧屬於偏好暖水域的魚類，在水溫較高的季節活動類較佳，因此，建議可在 4~9 月以路亞(擬餌)誘捕線鱧的成魚，另幼體會有聚集在一起的現象，建議監測人員若發現聚集在一起的幼體，可選用網具方式進行捕撈。然而，吳郭魚可於水溫 20 度以上開始繁殖，25-32 度為最適宜水溫，亦屬於暖水域的魚類，在水溫較高時活動力較佳，而覓食行為也較明顯，因此於 4~9 月捕抓線鱧同時，亦可一併進行捕撈吳郭魚(行政院農委會吳郭魚主題館)。黃大駿等人於 2017 年與 2018 年在龍鑾潭的移除結果發現，使用路亞(擬餌)捕撈方式雖可誘捕吳郭魚，但仍以長沉籠的效果較佳，因此建議以長沉籠誘捕為主。

依據目前監測資料來看，外來種數量不多，且湖山水庫水域面廣大且深，建議可嘗試前述方式辦理，考量人力與時間，移除頻率約兩個月進行一次，且移除期間則密集以前述方法操作 3-5 天捕抓線鱧，雖無法完全移除線鱧，但至少抑制其數量，往後則可再視外來種數量調整移除時間與頻率。

目前水庫區的監測資料僅有沿岸三處，因此建議仍應先持續監測外來種的族群數量，並增加監測測站，以了解外來種於何時與何處測站較多，以便未來進行移除作業時，能結合相關資料以達到抑制或移除的目標。

(3)來源釐清

引水隧道出口位於南勢坑溪，陳榮宗於 2007 年至 2008 年在南勢坑溪的調查並無外來種存在，而集水區其他溪流(崙尾坑溪與土地公坑溪)亦無外來種的調查紀錄。但是該次調查的測站位在距離本測站下游約 600 公尺處，而兩處測站之間尚有落差超過 2 公尺以上的壩體。因此若在引水隧道測站上游的南勢坑溪監測到外來種魚類則可判斷庫區內的部分外來種魚類，可能是順著水流進入到庫區，若是引水隧道測站上游的南勢坑溪未監測到外來種魚類，則可判斷庫區內的外來種魚類原先即已存在於庫區內。因此建議由監測團隊於南勢坑溪，即引水隧道測站上游進行 1~2 次的補充監測，以確認庫區內的外來種是由南勢坑溪進入庫區，或是庫區內原先即有尼羅口非非鯽或線鱧等外來魚種。此外，後續也應有長期監測累積資料以供往後分析魚

類群聚的變化。

- (四)本季桶頭攔河堰魚道的監測中，僅以電氣法監測到臺灣石魚鱖、臺灣間爬岩鰍、纓口臺鰍與明潭吻鰕虎，其中以臺灣間爬岩鰍的數量最為豐富。固床工魚道監測到的魚類數量有所增加，為本次監測值得注意地方。若清水溪環境中無太大的變動(如颱風或梅雨等帶來的大水)，四處測站的物種組成相似度應維持在50%以上，顯示具有魚道的桶頭攔河堰並無太大的縱向性阻隔。因此，颱風或強降雨過後，大多數的水生生物因順著大水往下游棲地移動，部分區域洄游的種類是否可以利用魚道快速地使各棲地的族群恢復，為後續觀察的重點。

三、陸域生物

本計畫湖山水庫處於試營運及蓄水期間，造成爬蟲類棲息空間減少及改變，且蓄水初期，爬蟲類將向水庫蓄水區外移動，現階段水庫蓄升速度慢，且已暫時穩定水位，可明顯減少爬蟲類傷亡，未來進入營運階段或水位有明顯變化，仍應減緩水位變化速度，以增加生物適應或移動時間。107年第4季於Q測線有綠美化工程，建議應於隔年春季前盡早完工；於G測線有防淤工程，建議於秋、冬季採集當地原生草籽，避免外來種(如大花咸豐草)，並大量灑播，待隔年春至吸引較多蝴蝶類來訪。

有關引水工程區，針對生態保育措施部份可規劃持續設置生態池或水盆，提供兩棲類繁殖及利用；目前雖已完工，但生物族群量尚未完全恢復，建議可多種植植物增加生物食物來源及躲藏棲地，並堆置石組或是利用枯倒木，營造適宜爬蟲類活動的空間；鳥類方面建議以具生態功能及多樣化的植栽進行復育或營造，以提供生物覓食及棲息空間；蝴蝶類方面建議於秋、冬季採集當地原生草籽並大量灑播，待隔年春至吸引較多蝴蝶類來訪。

自然生態保留及復育區近期的綠美化工程於本區進行施工，可能會對生物造成影響，後續應加強注意。部分測站如N樣線多屬人為擾動較大之區域，建議多種植原生植物，以提供生物利用。此外，由於環境的變化，未來植被復育除利用原生種外，本區域開闢的環境及過往大量人車進出，可能會有較多的外來物種進駐及擴散，應加強控管，以避免影響擴大。另外，環評等級1之臺灣地區稀特有植物「臺灣萍蓬草」為人為栽培於植物保存區。本(107)年度第1季監測時，發現水池處於枯竭狀態，植株矮小不明顯，生長勢不佳，自107年第2季監測已不見存活植株，且107年第3季和第4季監測皆無發現。後續建議補植臺灣萍蓬草於自然生態保留及復育區。

本季蝴蝶於水庫集水區、引水工程區及自然生態保留及復育區，種數雖然介於歷季同季之間，惟數量皆為歷年同季最低。氣溫

降低為其中一個影響因子外，其他因子係(1)水庫集水區因施工故有機具進出造成揚塵(3)引水工程區有土石不穩現象，影響河床植物生長(3)自然生態保留及復育區則受因農民耕作影響，影響蝴蝶幼蟲食物減少。未來可持續多種植具生態功能的植栽。例如：自然生態保留及復育區之綠美化工程多種植原生植物，或於綠美化工程之沿線、管理中心周邊及維修道路周邊種植蝴蝶喜好的蜜源植物及食草植物如黃荊、有骨消、杜虹花、龍船花…等，以吸引蝴蝶利用及繁殖。後續將持續關注前述因子改善情形，並關注蝴蝶數量變化。

再者，因應二原管施工區周邊因施工造成植物生長不佳，導致蝴蝶數量下降情形，其改善建議：

- (一)建議施工單位於車輛出入沿線加強灑水工作，減少工區揚塵。
另乾季時，用加壓水柱噴灑工程地點及砂石車出入沿線之樹木植被，以改善環境品質與植被健康。
- (二)植物可作為動物棲息場所，葉子、果實、花蜜則為動物食物來源，故植物保存的程度直接與動物生存有關，故工程應避免大規模開挖基地外圍植被，以維繫生物棲息環境。
- (三)除避免工程機具進入本水庫原蜜源植物區造成踩踏，更須進一步宣導工人、旅客、在地居民環境教育，禁止攀折樹木或獵捕蝴蝶。
- (四)進行綠化工作時，應多種植原生種的誘蝶蜜源植物，應避免種植馬櫻丹、繁星花、金露花等外來蜜源，以免導致區內蝶類大量吸食這些外來蜜源植物，降低區外鄰近地區，各種原生種植物的授粉機會。

針對小花蔓澤蘭改善建議，由於小花蔓澤蘭屬陽性物種且拓殖力強，喜好於陽光充足的區域，各文獻均指出小花蔓澤蘭並無法完全移除，僅能長期抑制，降低拓殖力。本案過往施工的引水道工程周邊及水庫集水區周邊開闢處，因棲地已多處呈現開闊，易造成小花蔓澤蘭大量繁殖，且於春夏季氣溫高且降雨量豐富的季節，常為其快速增生的時機，建議可參考特生中心資料(<http://conservation.forest.gov.tw/aspropaganda>)，於其開花結果前進行人工移除。建議在每年8月及10月各進行1次刈草、切蔓(高度50左右)和拔蔓，地表蔓藤儘量拔除，並清離林地或集中加以覆蓋、遮蔭以防再次萌蘖。拔蔓時宜連根拔起，儘量將蔓藤清除乾淨，若只是將藤蔓拉斷散落現場，以小花蔓澤蘭旺盛的繁殖能力很可能重新生根，難以發揮防治成效。依據現場調查及小花蔓澤蘭習性，歷季調查小花蔓澤蘭分佈區域多位處林緣，且有短草叢區域(約1公尺左右)，此環境可提供小花蔓澤蘭攀爬環境、日照充足(芒草區因生長較高，小花蔓澤蘭生長初期並不佔優勢)，且人為擾動相對較少，其他區域雖亦有分佈，但較少大面積生長；因此，本案小花蔓澤蘭生長較旺盛的區域，大致位於引水工程區的番婆夾坑溪、水庫集水區的維修道路旁(樹林旁)等區域，另外，小花蔓澤蘭種子多，

常以土壤種子庫方式存在，如以人力清除後，需持續關注，以免因裸露，種子快速萌發。

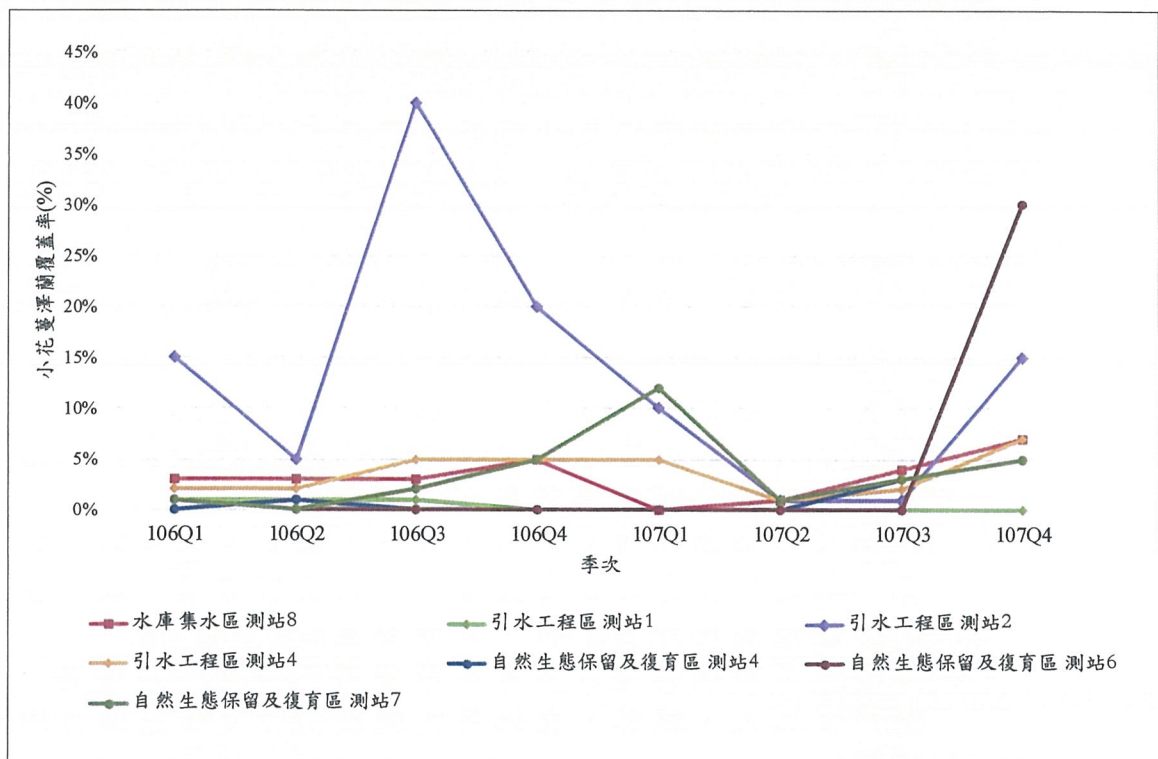


圖 3.1-3 歷年小花蔓澤蘭覆蓋度變化

四、CTSI 及 ATSI 差異分析

本計畫透過計算「卡爾森指數(CTSI)」及「藻類優養指數(ATSI)」評估湖山水庫之水質優養程度。

- (一)CTSI 係以水中的透明度 (SD)、葉綠素 a (Chl-a) 及總磷 (TP) 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，有關計算方式如下：

$$\text{卡爾森指數(CTSI)} = \text{TSI(SD)} + \text{TSI(Chl)} + \text{TSI(TP)} / 3$$

$$\text{TSI(SD)} = 60 - 14.41 \times \ln \text{SD}$$

$$\text{TSI(Chl-a)} = 9.81 \times \ln \text{Chl-a} + 30.6$$

$$\text{TSI(TP)} = 14.42 \times \ln \text{TP} + 4.15$$

經計算後，當 $\text{CTSI} < 40$ 為貧養狀態， $40 \leq \text{CTSI} \leq 50$ 為普養狀態， $\text{CTSI} > 50$ 則為優養狀態。

本季湖山壩址 CTSI 指標值為 57.95，湖南壩址 CTSI 指標值為 57.80，故水庫優氧化程度屬於「優養」狀態。

- (二)ATSI 係利用水庫出現藻種，依貧養(oligo)、普養(meso)和優養(eu)指標，以各級指標種出現的頻度計算藻類優養指數，有關計算方式說明如下：

$$\text{藻類優氧指數(ATSI)} = (\text{Foligo} + \text{Fmeso}) / (\text{Feu} + \text{Fmeso})$$

經計算後，當 ATSI>1.5 為貧養狀態，1.5~0.5 間為中養狀態，小於 0.5 為優養狀態。

本季湖南(第一)取出水工附近測站及湖山(第二)取出水工附近測站 ATSI 皆為 0.51，為「中養」狀態，引水隧道出口附近測站 ATSI 值為 2.00，為「貧氧」狀態。

(三)CTSI 及 ATSI 差異分析說明

兩者指標主要差異(1)CTSI 係透過物化參數計算結果，反映水庫當下水質優養狀況，無法說明水體長期優氧情形(2)ATSI 使用參數為生物性參數(藻類)，較能代表水體長期優氧情形(3)兩者指標進行採樣位置不同，故不同採樣地理位置，其水體狀況可能不同，呈現出來結果具潛在差異情形。

此外，CTSI 使用參數為透明度、葉綠素 a 及總磷，當次採樣易因季節變化及濁度影響，計算出來的結果有明顯差異。然而，ATSI 因使用藻類作為計算參數，則可以彌補 CTSI 受季節及濁度影響之缺點。

3.2 監測結果異常現象因應對策

一、上季異常環境監測結果與因應對策(參見表 3.2-1)

二、本季異常環境監測結果與因應對策(參見表 3.2-2)

表 3.2-1 上季監測之異常狀況及處理情形

異常狀況	因應對策	執行成效
一、環境噪音 上季噪音於引水隧道入口(桶頭端)、引水隧道出口(庫區端)、玉當山及瑞竹國小均有超標狀況，其餘測值均能符合相關之音量標準。	• 根據現場紀錄顯示，引水隧道出口(庫區端)之現場環境噪音源主要為水流聲。 • 引水隧道入口(桶頭端)及瑞竹國小之現場環境之夜間噪音源主要為蟲鳴聲。 • 玉當山於日間時段之均能音量有超標狀況，經現場監測錄音資料分析，主要噪音源為鄰近居民之廟會活動，晚間及夜間則主要為蟲鳴之聲音，判斷此乃造成監測值超標之原因。	部分測站日間測值受居民及國小校內活動而有超標之情形；部分晚間及夜間測值因受蟲鳴聲等自然背景音影響而有超標狀況發生。
二、地面水質 本季除桶頭攔河堰上游(桶頭吊橋)之大腸桿菌群略有高於飲用水水源水質標準外，其餘測站測值均能符合保護人體健康基準及飲用水水源水質標準。	由於桶頭吊橋測站屬本計畫之上游水質背景測站，且河道兩旁仍有民宅，因此可能會受到生活污水排入之影響。另比對環保署水質測站(桶頭攔河堰)測值，其近期測值介於$<10\sim 2.7\times 10^4$CFU/100mL，亦有部分測值超過法規標準，顯示上游水質有受沿線居民活動影響之虞。	檢視本計畫測站沿線土地利用狀況，除堰旁左側有聚落外，其上游處仍有農耕地及聚落，且查詢雲林縣政府所執行，報告中指出清水溪上游流經雲林縣範圍內，共有 29 處主要聚落及 41 處主要農作區，顯示上游仍有許多非點源污染，研判上述排水排入亦會影響清水溪水質。

表 3.2-1 上季監測之異常狀況及處理情形(續)

異常狀況	因應對策	執行成效
三、河川水質 河川水質於梅林溪流域及清水溪流域皆有懸浮固體及總磷測項超標；另梅林溪 9 月份有測站生化需氧量有超標情況發生。	針對本季梅林溪流域之南勢坑溪上游兩站(引水隧道出口上、下游)與清水溪流域各測站懸浮固體均有超標情況，清水溪流域超標主要因採樣前幾日午後有降雨情形，且由於清水溪流域地質脆弱，導致受雨水沖刷易使水體懸浮固體測值升高；另引水隧道出口上游水質受降雨影響，懸浮固體亦有升高情況發生，而下游測站水質除持續受上游水質影響外，因該河道亦承接引水道之水源，於採樣期間引水道之上游(桶頭地區)同時有降雨情形，因此引水道水流明顯偏高(115.2~2,022.6 m³/min)，因此受水流持續沖刷及上游水質影響，導致測值有超標情況發生。由歷次數據顯示，懸浮固體於降雨後常有異常偏高之情形發生。針對總磷測值常有不符合乙類水體水質標準之情形，分析主要污染來源係為鄰近農田使用之肥料，且降雨後易受雨水沖刷導致磷分溶入水體而被測得。 另本季南勢坑溪上游(引水隧道出口下游)之 9 月生化需氧量(2.9mg/L)略有超過乙類水體水質標準(2.0mg/L)，檢視歷次監測結果，雖曾有超過法規情況發生，惟近期測值均能符合法規標準，推測本次應屬偶發事件，後續將會持續觀察測值變動情形。	由歷次數據顯示，於降雨後或是豐水期間懸浮固體及總磷測值易發生異常偏高情況，由於懸浮固體主要因上游河段流經易崩塌地質環境，故當有降雨即因逕流沖刷偏高，而總磷則因上游農田使用之肥料，經雨水沖刷淋溶導致磷份溶入水體而被測得，且由歷年監測結果顯示，每年春季之梅雨、夏季之暴雨後，更易測得總磷污染值偏高之狀況。

表 3.2-2 本季監測之異常狀況及處理情形

異常狀況	原因分析與因應對策或後續追蹤
一、空氣品質 本季監測結果除 10 月樣仔坑回春寺、北勢坑溪民宅及 11 月棋山國小之 O₃ 8 小時有超標之情形，其餘均符合空氣品質標準。	• O₃ 8 小時超標情形，比對鄰近同時段之環保署斗六與竹山空品站均有超標或偏高，顯示臭氧濃度偏高與大環境之影響有關。
二、環境噪音 本季噪音於引水隧道出口(庫區端)及瑞竹國小有超標狀況，其餘測值均能符合相關之音量標準。	• 根據現場紀錄顯示，引水隧道出口(庫區端)之現場環境噪音源主要為水流聲。 • 瑞竹國小現場環境之日間噪音主要為學生活動；夜間噪音源主要為蟲鳴聲。

參考文獻

參考文獻

1. 山岸高旺，1998。淡水藻類寫真集，內田老鶴圖，日本。
2. 川合禎次，1985。日本產水生昆蟲檢索圖說，東海大學出版社，409 頁。
3. 中央研究院之台灣魚類資料庫(<http://fishdb.sinica.edu.tw/>)。
4. 中央研究院生物多樣性研究中心，2005。翡翠水庫藻類與水質關係之長期監測(V)，台北翡翠水庫管理局委託計畫。
5. 中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫(<http://shell.sinica.edu.tw/>)。
6. 中華民國野鳥學會，2016，台灣鳥類紀錄委員會報告。
7. 中華民國野鳥學會，2017，台灣鳥類名錄。
8. 中華民國野鳥學會，2019，台灣鳥類紀錄委員會報告。
9. 水野壽彥，1980。日本淡水圖鑑，保育社，日本。
10. 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮，1991。台灣野鳥圖鑑，亞舍圖書有限公司。
11. 王漢泉，2002。台灣河川水質魚類指標之研究，環境檢驗所環境調查研究年報，9:207-236。
12. 台灣生物多樣性資訊入口網 <http://taibif.tw/>
13. 台灣省農業試驗所(編)，1996。台灣昆蟲分類學研究現況，87 頁。
14. 巨廷工程顧問股份有限公司，2006。斗六堰魚道效益評估與改善方案規劃報告。經濟部水利署中區水資源局。
15. 巨廷工程顧問股份有限公司。2008。97 年度斗六堰魚道改善後水域生態監測追蹤。經濟部水利署中區水資源局。
16. 民享環境生態調查有限公司。2012。重點河川污染整治生態調查計畫-濁水溪、新虎尾溪、北港溪、愛河及阿公店溪流域。環保署委託調查計畫。
17. 田志仁，汪碧涵，2000。淡水多樣性調查方法與評估指標，東吳大學微生物學系，50 期。
18. 交通部運輸研究所，1991。台灣地區公路容量手冊技術報告。
19. 向高世，2001。台灣蜥蜴自然誌，大樹文化。
20. 朱達仁，2006。溪流複合式指標評估模式之建構。特有生物研究，8(1): 35-56。
21. 朱賢斌，1999。爬蟲類調查方法介紹及應用，台灣省特有生物研究保育中心，野生動物資源調查方法研習會手冊，83-93 頁。
22. 艾奕康工程顧問股份有限公司，2013。急水溪河川情勢調查，經濟部水利署水利規劃試驗所委託調查計畫。
23. 行政院農委會特有生物研究保育中心，1996。保育類野生動物圖鑑，行政院

農業委員會。

24. 行政院農委會特有生物研究保育中心，2007。「湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究計畫」(96 年度工作計畫)成果報告書。
25. 行政院農委會特有生物研究保育中心，2014。「湖山水庫工程計畫生態保育措施—森林、溪流生態系統之調查研究計畫」(103 年度工作計畫)成果報告書。
26. 行政院農業委員會，2017。保育類野生動物名錄。
27. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2012。臺灣維管束植物紅皮書初評名錄 A Preliminary Red List of Taiwanese Vascular Plants。
28. 行政院環保署環境檢驗所，環境檢測方法。
29. 行政院環境保護署，2002。植物生態評估技術規範。
30. 行政院環境保護署，2003，水中浮游植物採樣方法—採水法(NIEA E505.50C)，環署檢字第 0920067727A 號公告。
31. 行政院環境保護署，2011。動物生態評估技術規範。
32. 行政院環境保護署，地面水體分類及水質標準，1998 年 6 月 24 日修正公布，環署水字第 0039159 號令修正。
33. 行政院環境保護署，放流水標準，2016 年 1 月 6 日修正公布，環署水字第 1040110356 號令修正。
34. 行政院環境保護署，空氣品質標準，2004 年 10 月 13 日修正公布，環署空字第 0930072220 號令修正。
35. 行政院環境保護署，開發行為環境影響評估作業準則，2004 年 12 月 22 日修正公布，環署綜字第 0930092953 號。
36. 行政院環境保護署，噪音管制區劃定作業準則，2009 年 9 月 4 日行政院環境保護署環署空字第 0980078181 號令訂定發布。
37. 行政院環境保護署，噪音管制標準，2009 年 9 月 4 日環署空字第 0980078173 號修正。
38. 行政院環境保護署，環境保護法令彙編，1998 年。
39. 行政院環境保護署，環境音量標準，2010 年 1 月 21 日行政院環境保護署環署空字第 0990006225D 號令、交通部交路字第 0990085001 號令會銜修正發布。
40. 行政院環境保護署，環境影響評估法，2003 年 1 月 8 日修正公布，環署綜字第 09100255720 號。
41. 行政院環境保護署，環境影響評估法施行細則，2005 年 6 月 17 日修正公布，環署綜字第 0940045359D 號。
42. 行政院環境保護署，環境影響評估環境監測報告書格式，1997 年 5 月 26 日公告。
43. 行政院環境保護署環境檢驗所，2011。河川底棲水生昆蟲採樣方法(NIEA

- E801.31C)，環署檢字第 1000109874 號公告。
44. 吳俊宗、高麗珠、周晉文，1998。翡翠水庫浮游藻與水質關係研究(3)，臺北翡翠水庫管理局委託研究計畫。
 45. 呂光洋、杜銘章、向高世，1999。台灣兩生爬行動物圖鑑，中華民國自然生態保育協會。
 46. 汪良仲。2000。台灣的蜻蛉。人人出版社。
 47. 沈世傑。1993。臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物學系。
 48. 亞太環境科技股份有限公司，2008，97 年度河川環境水體整體調查監測計畫，行政院環境保護署委託計畫。
 49. 周立志、宋榆鈞、王岐山、馮紹周，1998。仙八色鵝繁殖習性及雛鳥生長的研究，東北師大學報 3:84-88。
 50. 周政翰，2004。台灣地區鼠耳蝠屬分類地位，私立東海大學生物學研究所碩士論文。
 51. 松木和雄，1978。台灣產春蜓科稚蟲分類之研究，台灣省立博物館科學年刊 21:133-180。
 52. 林良恭、趙榮台、陳一銘、葉雲吟，1998。自然保護區域資源調查監測手冊，行政院農業委員會。
 53. 林春吉。2007。臺灣淡水魚蝦（上、下），天下文化出版社。
 54. 林春富，1999。兩生類調查方法介紹及應用，台灣省特有生物研究保育中心，野生動物資源調查方法研習會手冊，76-82 頁。
 55. 林斯正。1999。台灣產蜻蛉科(蜻蛉目)幼蟲分類研究。私立東海大學生物系碩士論文。
 56. 林曜松、梁世雄，1996。台灣野生動物資源調查-淡水魚資源調查手冊，行政院農業委員會，181 頁。
 57. 祁偉廉，1998。台灣哺乳動物，大樹出版社。
 58. 邵廣昭、陳靜怡，2004。魚類圖鑑，遠流出版社，444 頁。
 59. 邵廣昭、陳靜怡。2005。魚類圖鑑-臺灣七百多種常見魚類圖鑑，遠流出版社。
 60. 邵廣昭、彭鏡毅、吳文哲主編，2008。2008 台灣物種多樣性Ⅱ.物種名錄。行政院農業委員會林務局。
 61. 津田松苗(編)，1962。水生昆蟲學。
 62. 胡鴻鈞、魏印心，2006。中國淡水藻類--系統、分類及生態。科學出版社，北京。
 63. 徐堉峰，2000。台灣蝶圖鑑第一卷。鳳凰谷鳥園。
 64. 徐堉峰，2002。台灣蝶圖鑑第二卷。鳳凰谷鳥園。
 65. 徐堉峰，2006。台灣蝶圖鑑第三卷。鳳凰谷鳥園。
 66. 徐國士，1980。台灣稀有及有絕滅危機之植物。台灣省政府教育廳。

67. 徐國士，1988。臺灣野生草本植物。臺灣省政府教育廳。
68. 徐國士、柳楷、呂勝由、楊遠波、林則桐、邱文良，1987。台灣稀有植物群落生態調查。行政院農業委員會。
69. 徐歷鵬，1997。台灣地區毛翅目昆蟲之分類研究，私立東海大學生物系博士論文，3706pp。
70. 特有生物研究中心。2013。卡社溪魚類多樣性調查與外來種移除計畫。行政院農業委員會林務局南投林區管理處委託計畫。
71. 康世昌，1993，台灣的蜉蝣目（四節蜉蝣科除外），國立中興大學昆蟲學研究所博士論文。
72. 張世倉、林斯正、邱啓銘、楊吉宗、李德旺。1997。「烏石坑溪棲地改善之研究(2/5)」。行政院農業委員會特有生物研究保育中心 86 年度試驗研究計畫成果。
73. 張世倉、林斯正、葉明峰、李訓煌。1998。「烏石坑溪棲地改善之研究(3/3)」。農委會特有生物研究保育中心 87 年度試驗研究計畫成果。
74. 張永仁，1999。昆蟲圖鑑，遠流出版社。
75. 曹美華、葉文琪、陳賜隆。2005。臺灣 120 種蜻蜓圖鑑。社團法人臺北市野鳥學會，臺北市。
76. 梁世雄，2005。淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用，高雄師範大學生物科學研究所
77. 梁世雄、謝寶森，2012。應優先管理入侵外來種魚類及鳥類治理手冊之編寫，行政院農業委員會林務局。
78. 莊明德、林志明、余嘉娟。2004。水利工程對生物群聚影響之研究—以赤蘭溪為例。臺灣水利，52(2): 82-91。
79. 莊明德、陳賜賢、李德旺。2008。八寶圳試驗魚道研究站試驗成果回顧與案例應用-以北勢溪防砂壩魚道改善設計為例。中華民國溪流環境協會第九屆第二次會員大會暨生態工程與溪流環境保育研討會。
80. 許建昌，1971。臺灣常見植物圖鑑，I-庭園路旁耕地的花草。臺灣省教育會。
81. 許建昌，1975。臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草，臺灣省教育會。
82. 許富雄，1999。兩生類及爬蟲類之調查方法，台灣省特有生物研究保育中心，野生動物資源調查方法研習會手冊，69-75 頁。
83. 許富雄、姚正得，1999。鳥類資源調查方法，台灣省特有生物研究保育中心，野生動物資源調查方法研習會手冊，49-68 頁。
84. 郭城孟，1997。台灣維管束植物簡誌第壹卷，行政院農業委員會。
85. 陳文德。2011。臺灣淡水貝類。國立海洋生物博物館，屏東縣。
86. 陳義雄、方力行，1999。台灣河川湖泊魚類的生態特性與棲地現況。
87. 陳義雄、方力行，1999。台灣淡水及河口魚類誌，國立海洋生物博物館籌備處。

88. 陳義雄、陳詠青，2005。台灣淡水魚類原色圖鑑第壹卷鯉形目，水產出版社。
89. 陳義雄、黃世彬、劉建泰。2010。臺灣的外來入侵淡水魚類。臺灣的外來入侵淡水魚類，基隆市。
90. 陳義雄。2009a。臺灣河川溪流的魚類指標——初級淡水魚類。國立臺灣海洋大學，基隆市。
91. 陳義雄。2009b。臺灣河川溪流的魚類指標——兩側洄游淡水魚類。國立臺灣海洋大學，基隆市。
92. 程建中、陳炤杰、郭耀綸、邱郁文、張珩、傅耀賢、黃大駿、蔡哲民、王建仁、沈英謀、陳淵琮，100 年度墾丁國家公園陸域長期生態監測計畫(龍鑾潭重要濕地長期生態監測)，墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
93. 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2017。106 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫。墾丁國家公園辦理計畫。
94. 楊平世，1992，水棲昆蟲生態入門，台灣省政府教育廳。
95. 楊平世、黃國靖、謝森和，1990。北勢溪之水棲昆蟲資源及生態研究(I)水棲昆蟲相及其相關生態，中華昆蟲，10:209-224。
96. 楊平世、黃國靖、謝森和，1990。北勢溪之水棲昆蟲資源及生態研究(II)水文因子及水棲昆蟲之羣聚結構，中華昆蟲，10:249-269。
97. 楊遠波、劉和義、呂勝由，1997。台灣維管束植物簡誌第貳卷，行政院農業委員會。
98. 楊遠波、劉和義、林讚標，2003。台灣維管束植物簡誌第伍卷，行政院農業委員會。
99. 楊遠波、劉和義、施炳霖、呂勝由，1998。台灣維管束植物簡誌第參卷，行政院農業委員會。
100. 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由，1998。台灣維管束植物簡誌第肆卷，行政院農業委員會。
101. 經濟部水利處水利規劃試驗所，2000。「雲林縣湖山、湖南水庫環境影響評估報告書(定稿本)」，經濟部水利處水利規劃試驗所。
102. 經濟部水利署中區水資源局，1996-2011。「湖山水庫工程施工期間環境監測季報告」。
103. 臺灣植物紅皮書編輯委員會。2017。2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。192 頁。
104. 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2010。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。
105. 劉崇瑞，1960。臺灣木本植物圖誌，國立臺灣大學農學院。
106. 劉崇瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學，臺灣商務印書館。
107. 劉瓊蓮，1993。臺灣稀有植物圖鑑(I)，臺灣省林務局。
108. 潘致遠、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮。2017。2017

- 年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北，台灣。
109. 鄭錫奇，1999。陸域哺乳類調查方法介紹與物種特徵辨識，台灣省特有生物研究保育中心，野生動物資源調查方法研習會手冊，32-48 頁。
 110. 鄭錫奇、方引平、周政翰。2010。臺灣蝙蝠圖鑑。行政院農委會特生中心。
 111. 賴景陽。1988。貝類(臺灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司，臺北市。
 112. 賴景陽。1998。貝類(二)。渡假出版社，臺北市。
 113. 濱野榮次，1987。台灣蝶類大圖鑑，牛頓出版社。
 114. Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. and Stribling, J. B. 1999. Rapid Bioassessment protocols for Use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. US. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
 115. Birdlife International. 2001. Threatened Birds of Asia: the Birdlife International Red Data Bool. Cambridge, UK: Birdlife International.
 116. Chen, I.-S. and K.-T. Shao. 1996. A taxonomic review of the gobiid fish genus *Rhinogobius* Gill 1859 from Taiwan, with descriptions of at least three new species. Zoological studies 35: 200-214.
 117. Erritzoe, J. and H. B. Erritzoe. 1998. Pittas of the world. Cambridge, UK: The Lutterworth Press.
 118. Huang, T. C. et al. (eds). 1993-2003. Flora of Taiwan, Vol. 1-6.
 119. Jackson, D. A., S. C. Walker, M. S. Poos. 2010. Cluster Analysis of Fish Community Data: "New" Tools for Determining Meaningful Groupings of Sites and Species assemblages. American Fisheries Society Symposium 73:503-527
 120. Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries. 6: 21-27.
 121. Lambert, F., M. Woodcock. 1996. Pittas, Broadbills and Asities. Sussex: Pica Press.
 122. Lin, R. S., P. F. Lee, T. S. Ding and Y. K. Lin. 2007. Effectiveness of playbacks in censusing the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) during the breeding season. Zoological Studies 46: 242-248.
 123. Norton, S. F., 1991. Habitat use and community structure in an assemblage of cottid fishes'. Ecology 72(6):2181-2192
 124. Phomikong, P., M. Fukushima, B. Sricharoendham, S. Nohara, T. Jutagate. 2014. Diversity and Community Structure of Fishes in the Regulated Versus Unregulated Tributaries of the Mekong River. River research and applications 30(10)
 125. Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnologie 7: 1-218.
 126. Sournia, A. 1978. Phytoplankton Manual, United Nations Educational, Scientific and cultural Organization. 337pp.

127. Tao, J. P., X. C. Tan, Z. Yang, X. Wang, Y. P. Cai, Y. Qiao, J. B. Chang. 2014 . Fish migration through a fish passage associated with water velocities at the Changzhou fishway (Pearl River, China). *Journal of Applied Ichthyology* 31 (1): 72-76
128. Teels, B.M., 2002. Methods for evaluating wetland condition-- Developing metrics and indexes of biological integrity. 45.
129. Whitmore, T. J. 1989. Florida diatom assemblages as indicators of trophic state and pH. *Limnol. Oceanogr.* 34: 882-895.
130. Zelinka, M., Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewässer. *Arch Hydrobiol* 57, 387-498.

