

表 2.6-3 水庫集水區陸域動物測線及測站變更位置後之分析比較表

測線(變更前)	變更說明	周邊環境差異		物種差異(優勢物種)	
		變更前	變更後	變更前	變更後
B	測站 B1、B2 位置挪動	林緣及草地過渡帶	樹林環境	洋燕、白頭翁、紅嘴黑鵯、綠繡眼、台灣野兔	繡眼畫眉、洋燕、白頭翁、紅嘴黑鵯、台灣野兔、台灣獼猴
R(C)	2 處測站均變更	無人擾動的樹林	少人擾動的樹林間的小徑	紅嘴黑鵯、繡眼畫眉	紅嘴黑鵯、繡眼畫眉、洋燕
Q(D)	測站位置全部變更	幽情谷的溪谷	大壩邊的樹林環境	白頭翁、洋燕、麻雀、台灣野豬、台灣鼯鼠	白頭翁、洋燕、麻雀、赤腰燕、台灣野豬
G	3 個測站挪動位移 50~100 公尺	人為擾動的草生灌叢	維修道路，上坡處為樹林，下坡處為草生灌叢	繡眼畫眉、褐頭鷓鴣、白頭翁	繡眼畫眉、白頭翁、綠繡眼、台灣獼猴
M	無變更	無變更	無變更	-	-
N	無變更	無變更	無變更	-	-
P(O)	2 處測站均變更	溪谷及其旁的林緣	溪谷旁均為樹林	綠繡眼、褐頭鷓鴣、白頭翁	繡眼畫眉、綠繡眼

註：因 105 年 5 月湖山水庫進入試營運期間蓄水，過往監測測站及路線均受蓄水影響，無法抵達或已沒入水中，故 105 年 7 月起進行調整。

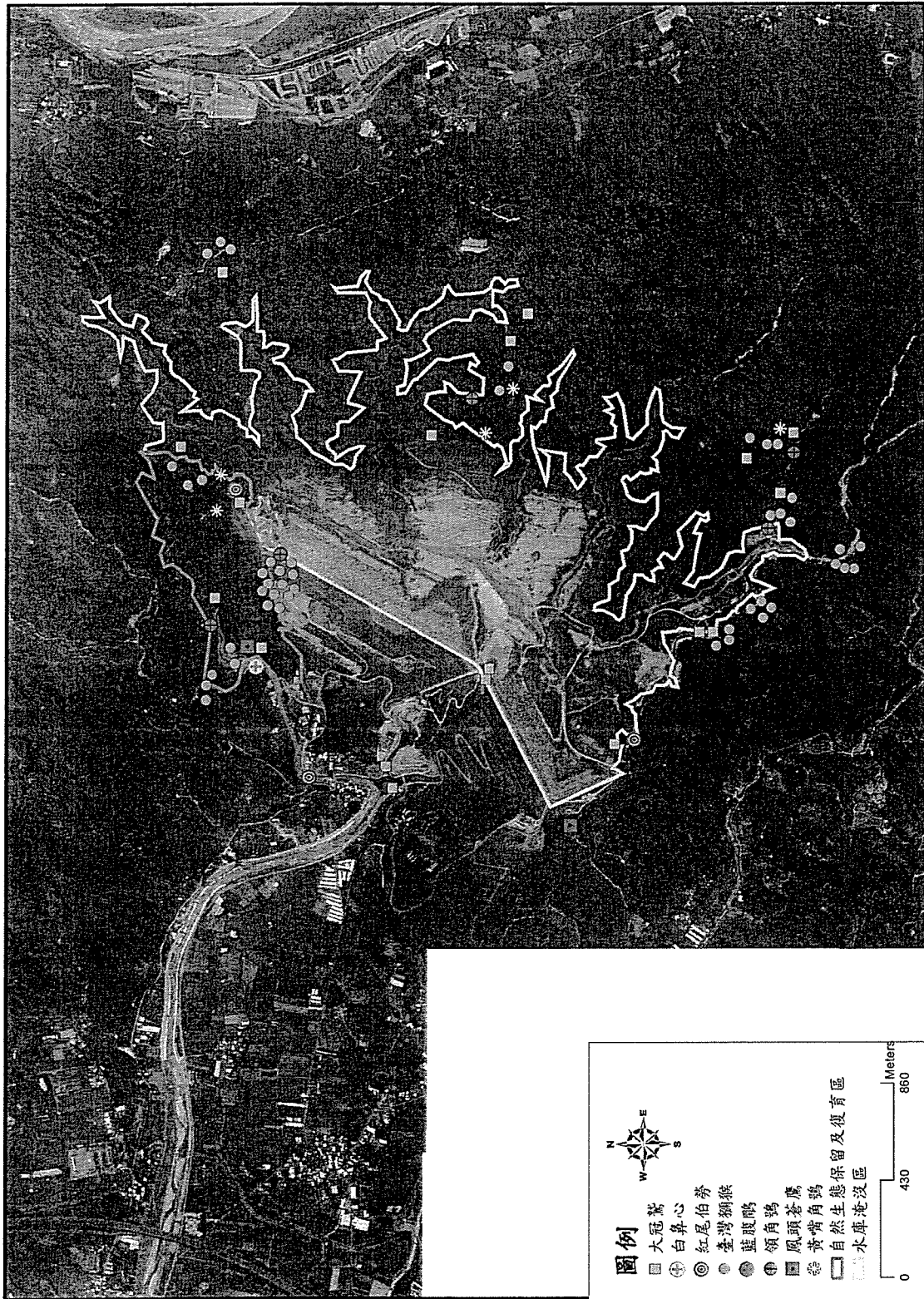


圖 2.6-1 水庫集水區與自然生態保留及復育區陸域動物保育類分布圖

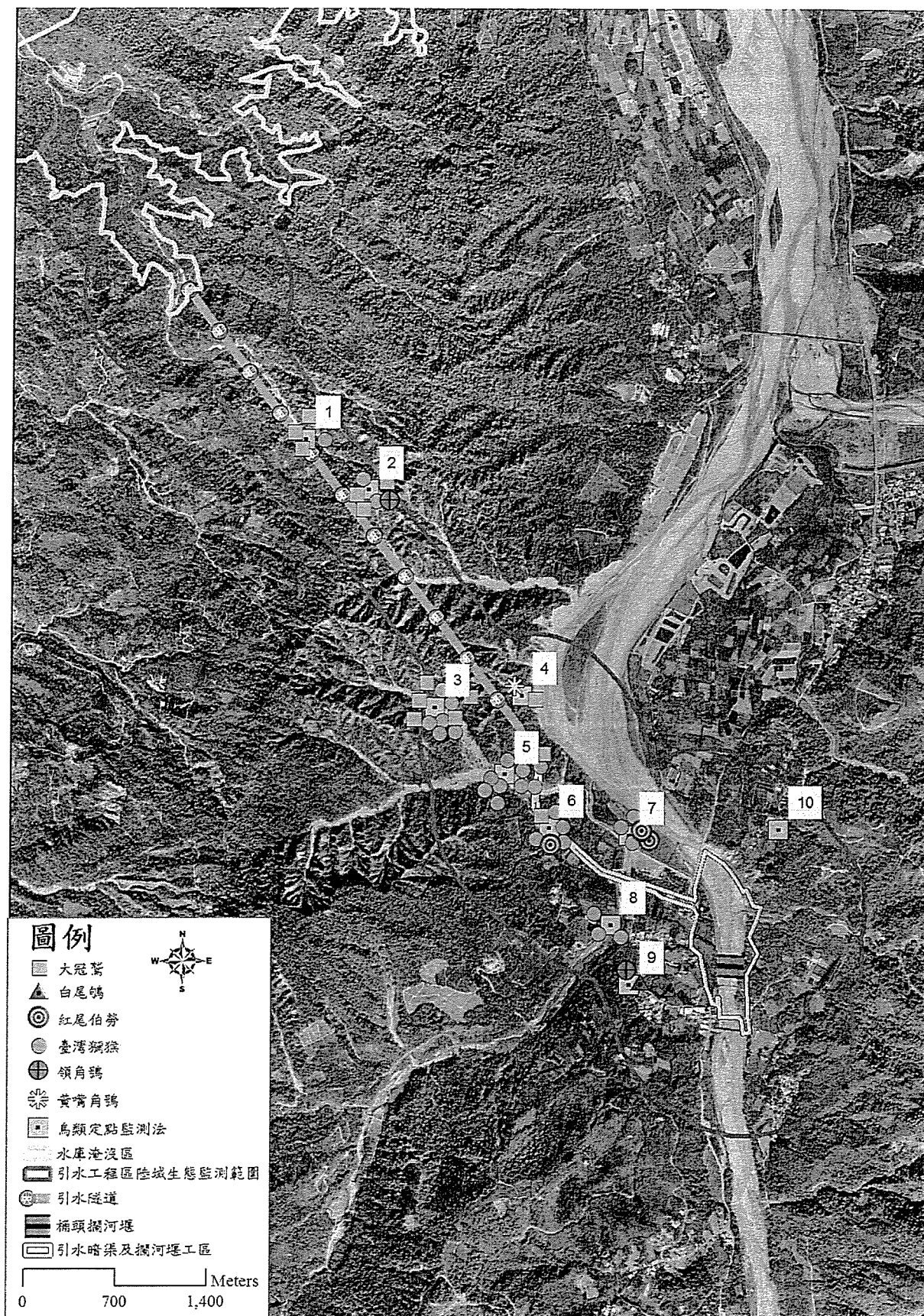


圖 2.6-2 引水工程區陸域動物保育類分布圖

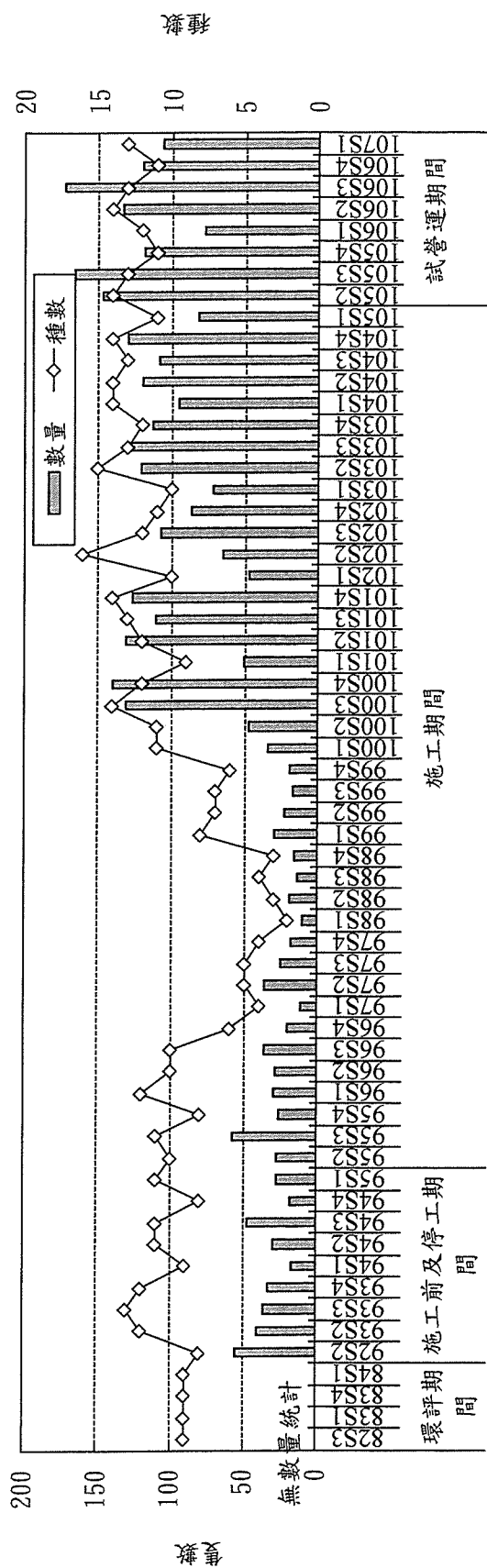


圖 2.6-3 水庫集水區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析圖

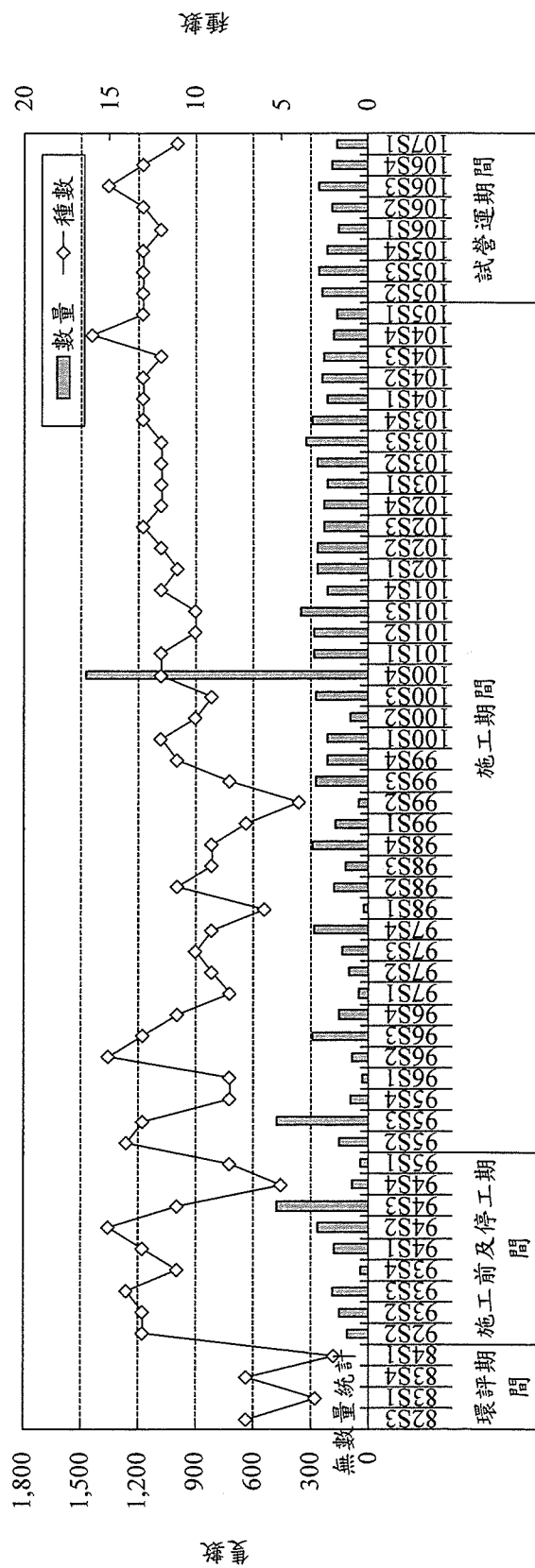


圖 2.6-4 水庫集水區歷年雨棲類監測種數及數量比較分析圖

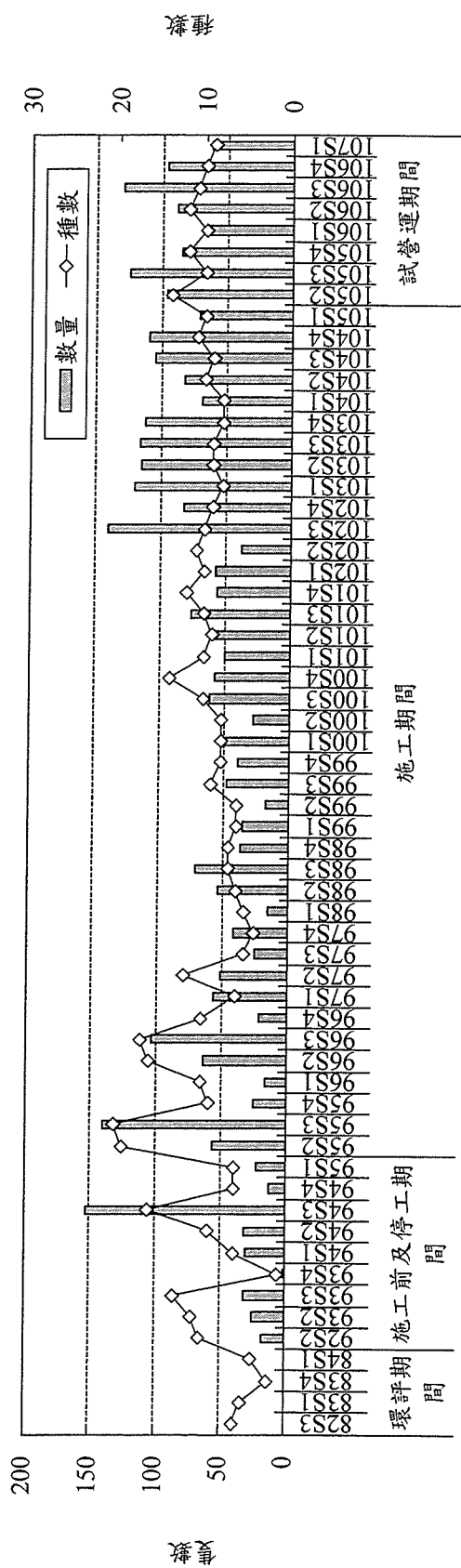


圖 2.6-5 水庫集水區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

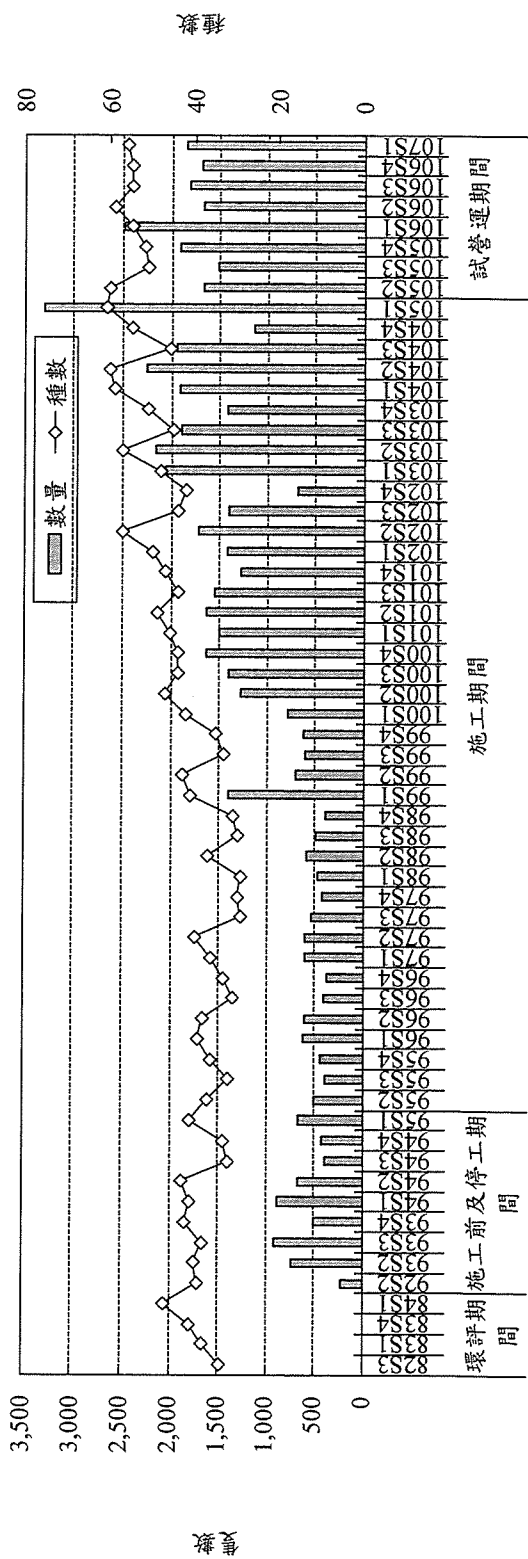


圖 2.6-6 水庫集水區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

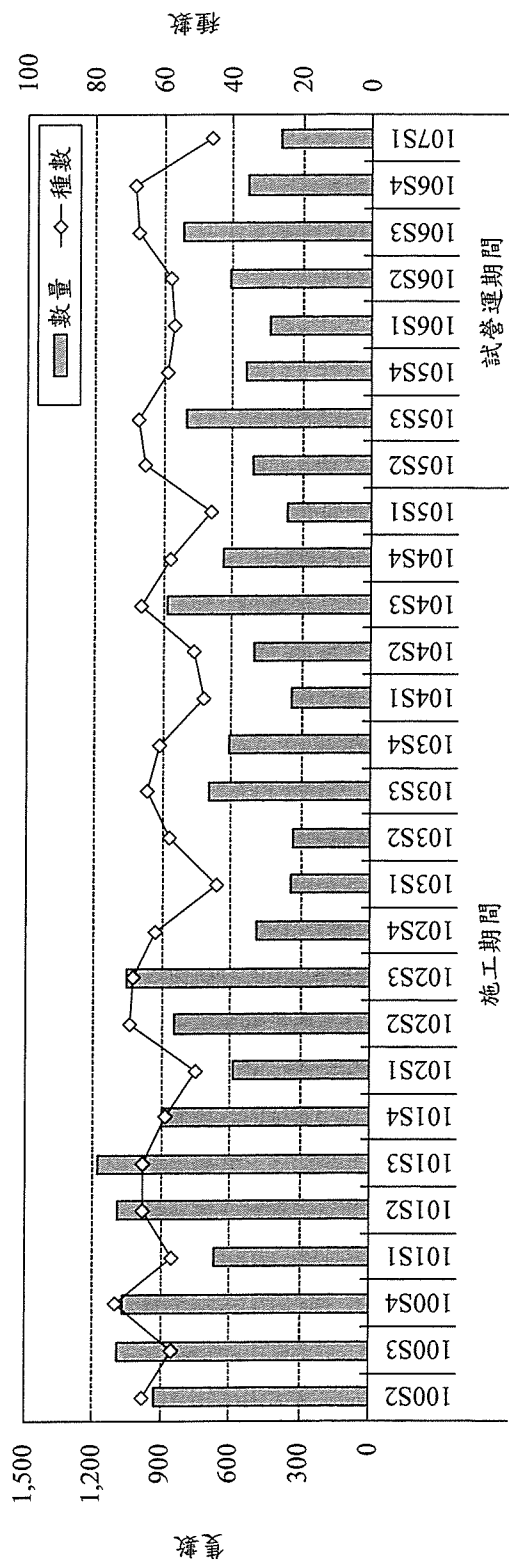


圖 2.6-7 水庫集水區歷年蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

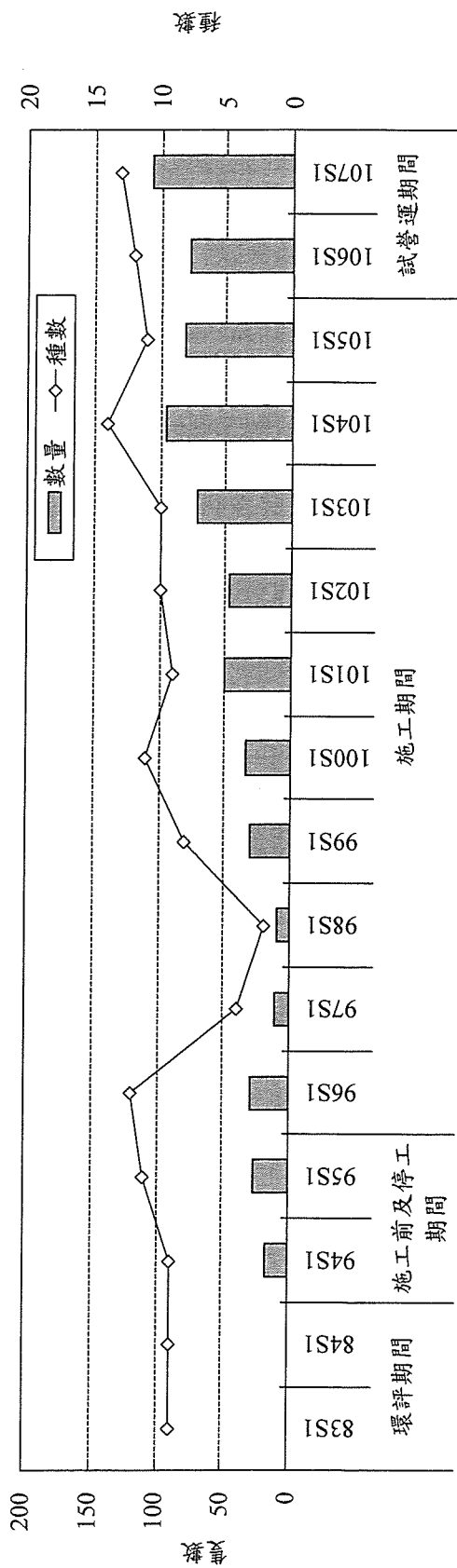


圖 2.6-8 水庫集水區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析圖

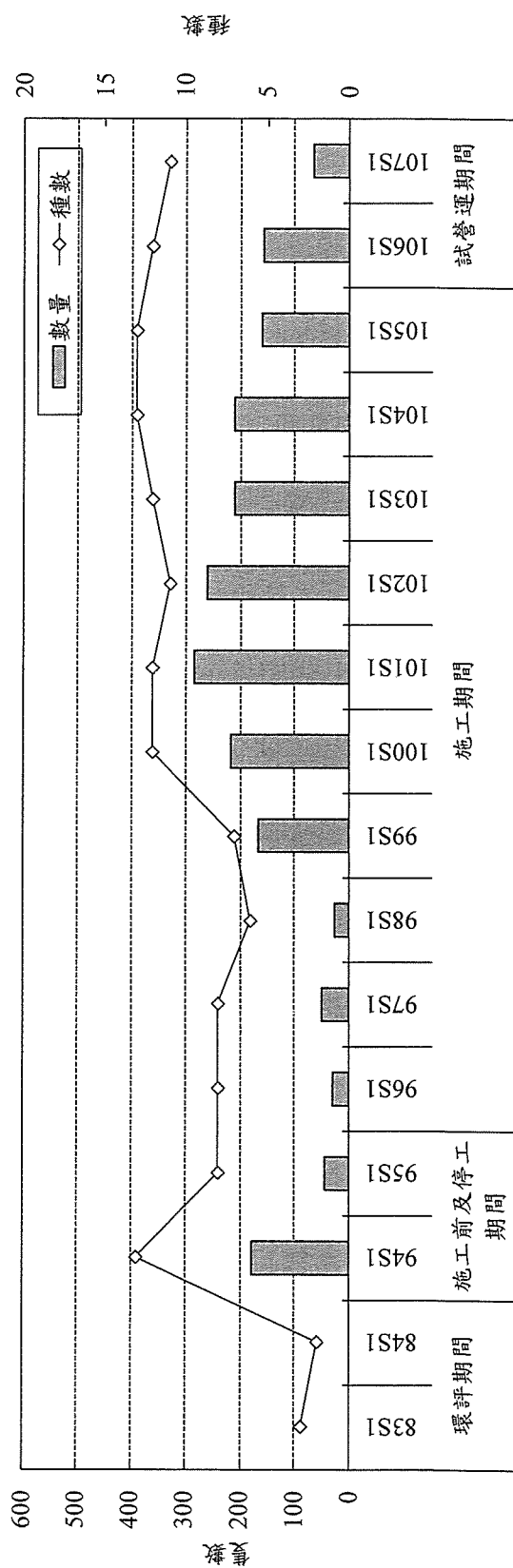


圖 2.6-9 水庫集水區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析圖

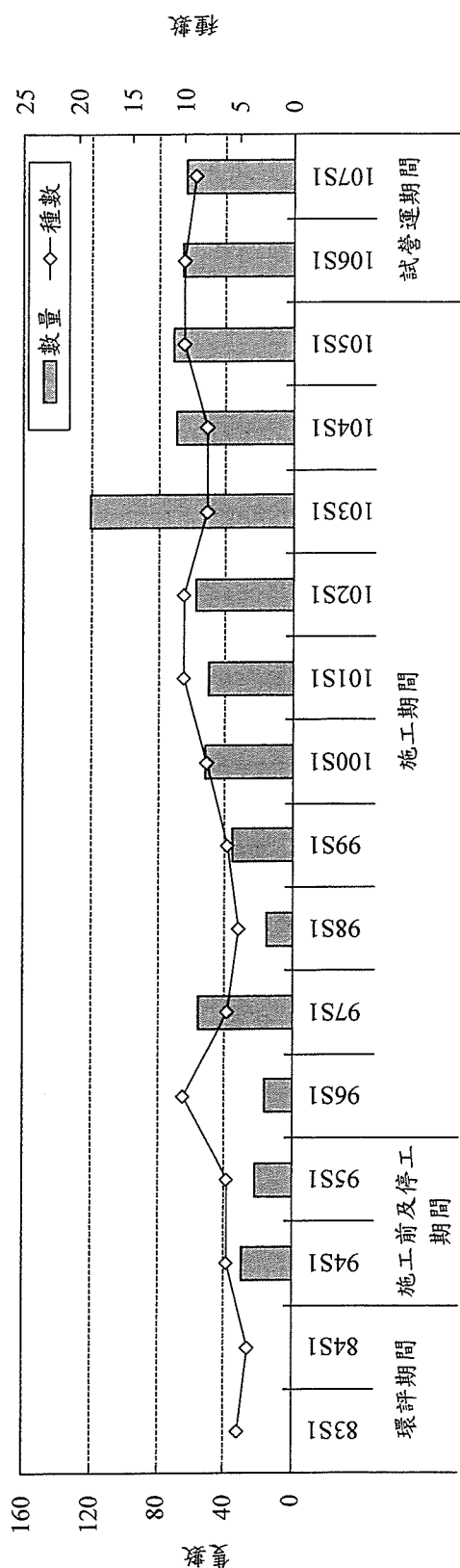


圖 2.6-10 水庫集水區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

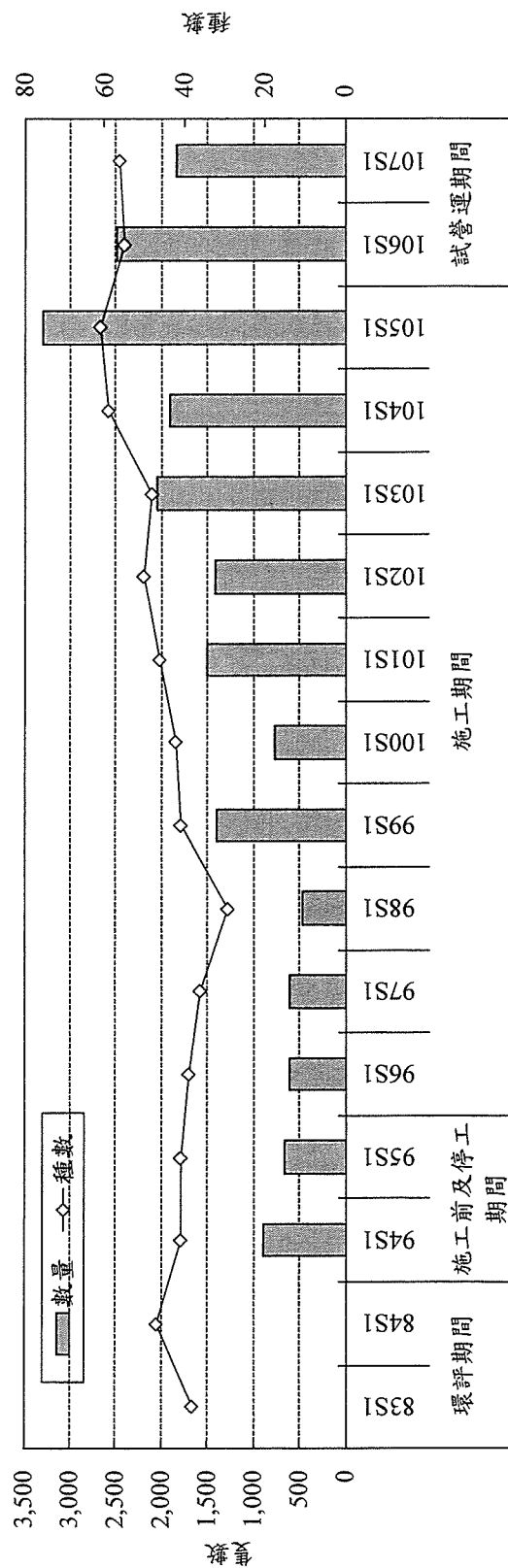


圖 2.6-11 水庫集水區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

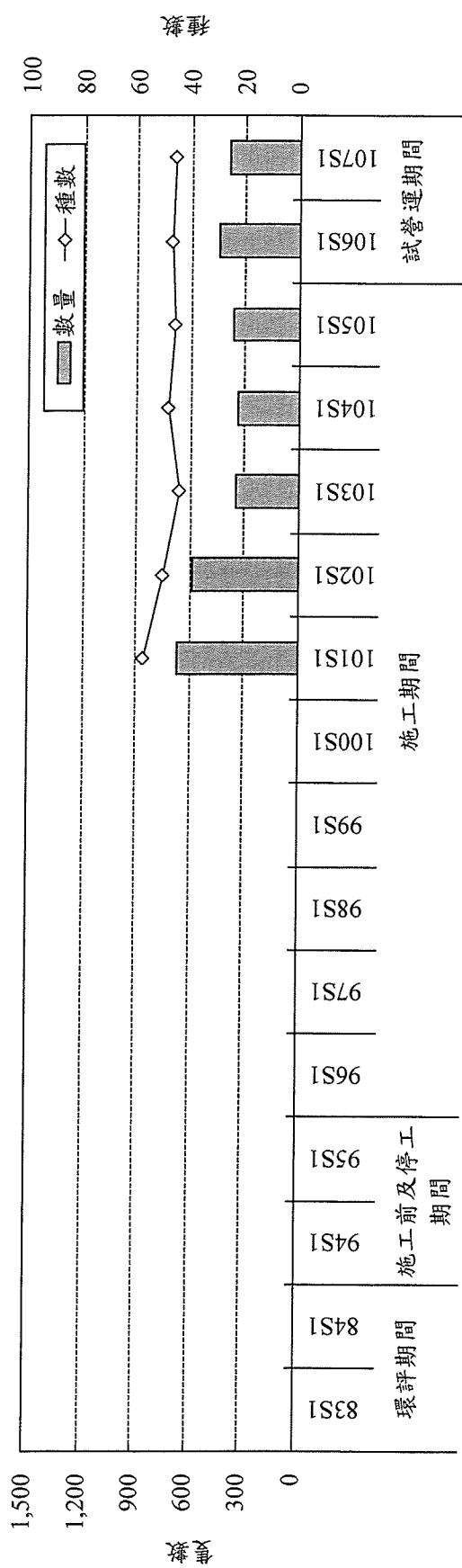


圖 2.6-12 水庫集水區歷年同季蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

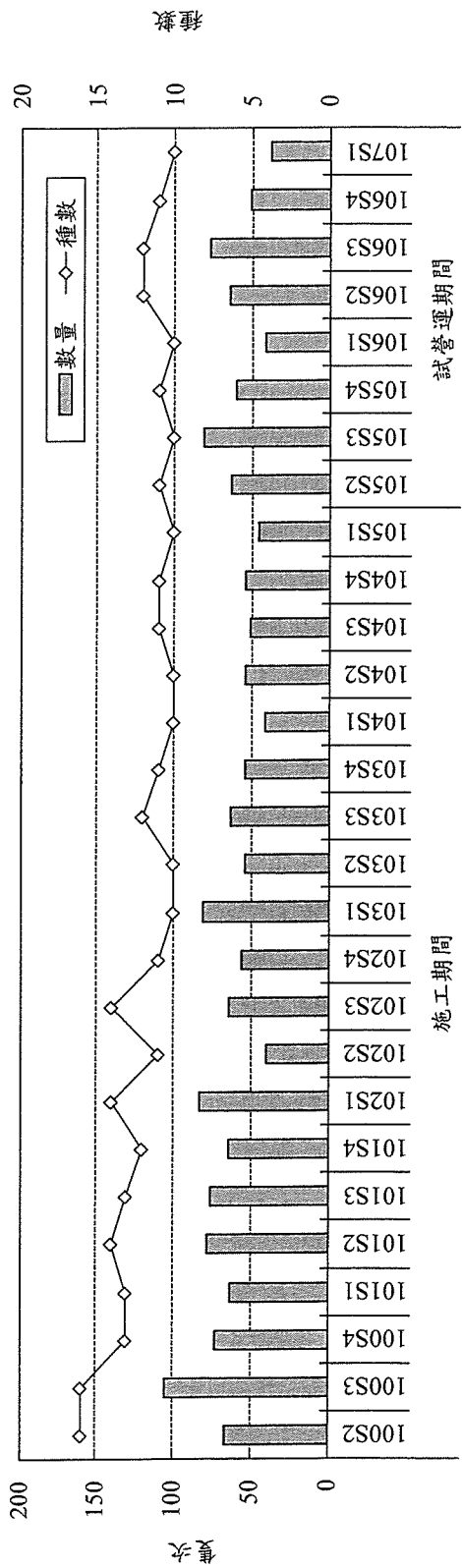


圖 2.6-13 引水工程區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析圖

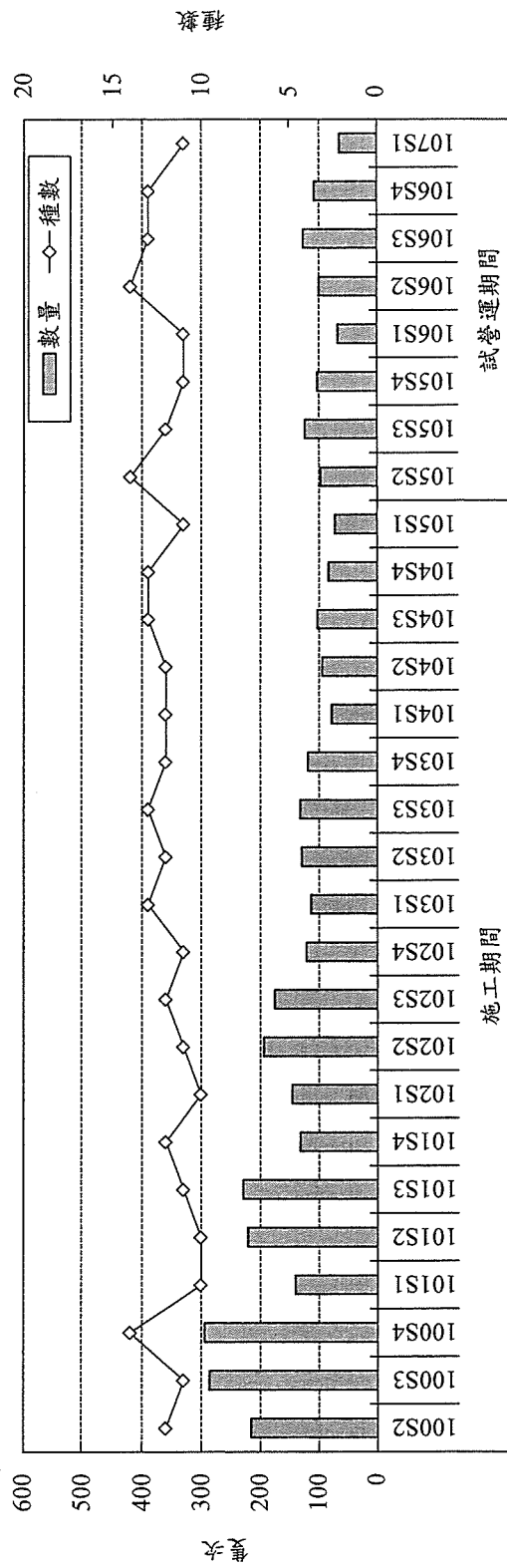


圖 2.6-14 引水工程區歷年兩棲類監測種數及數量比較分析圖

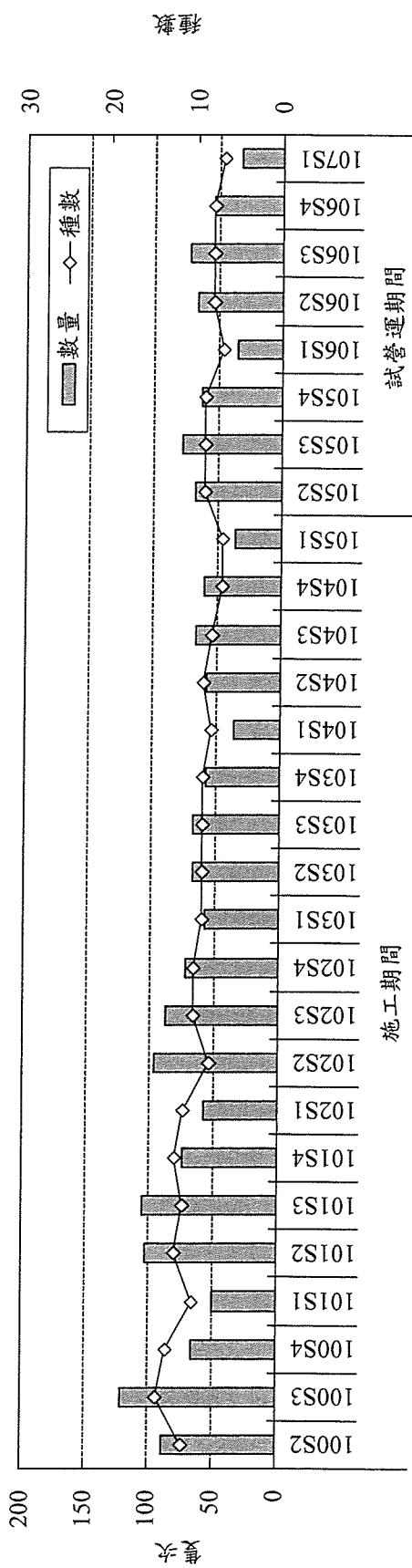


圖 2.6-15 引水工程區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析圖

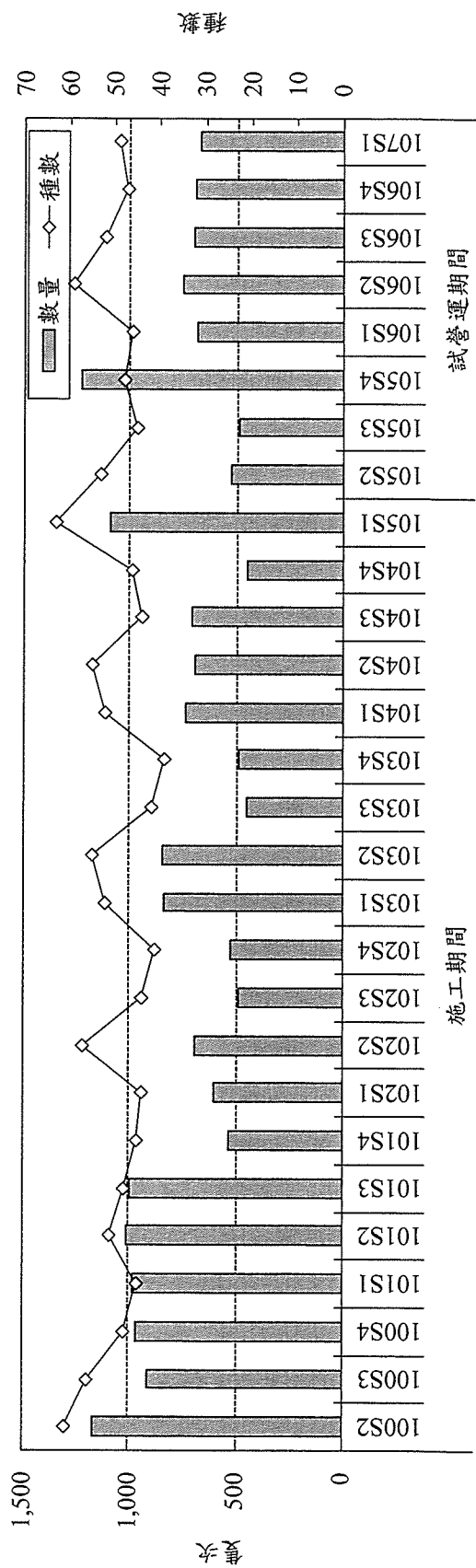


圖 2.6-16 引水工程區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

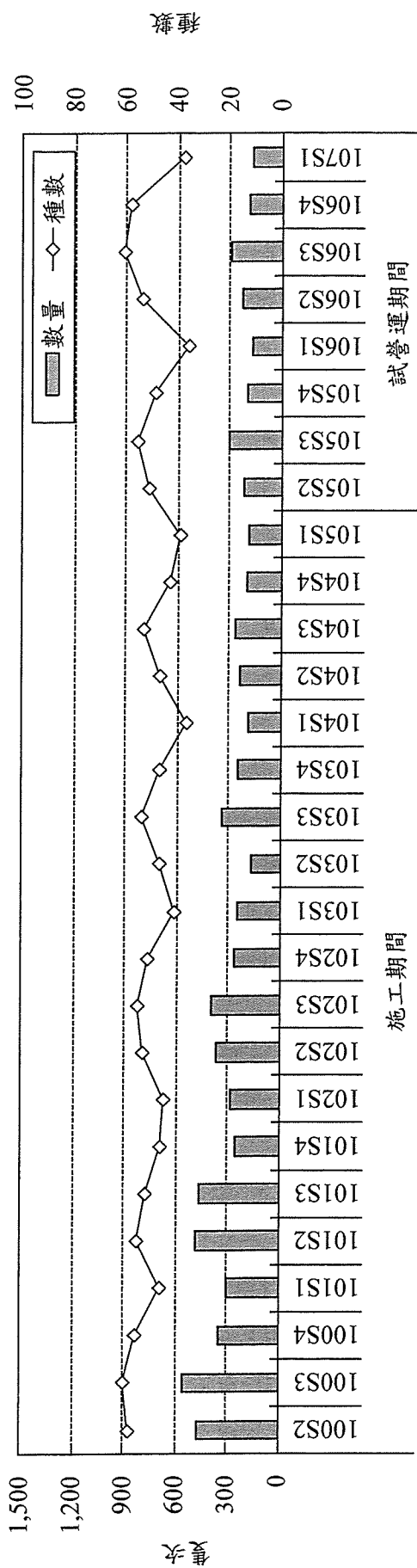


圖 2.6-17 引水工程區歷年蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖

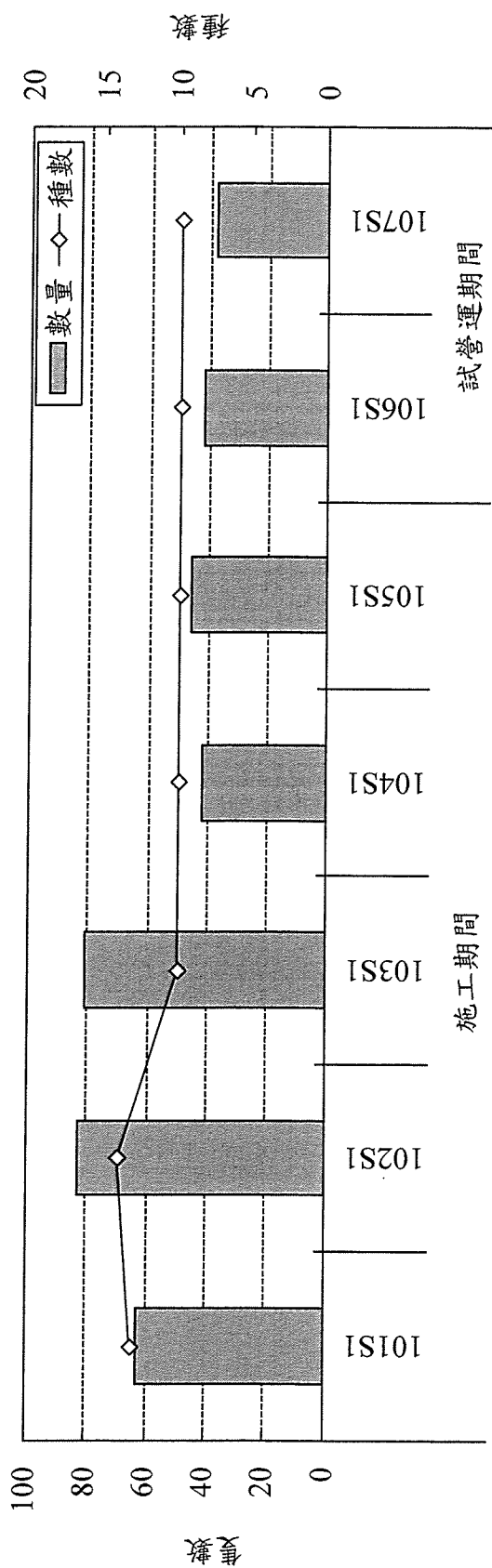


圖 2.6-18 引水工程區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析

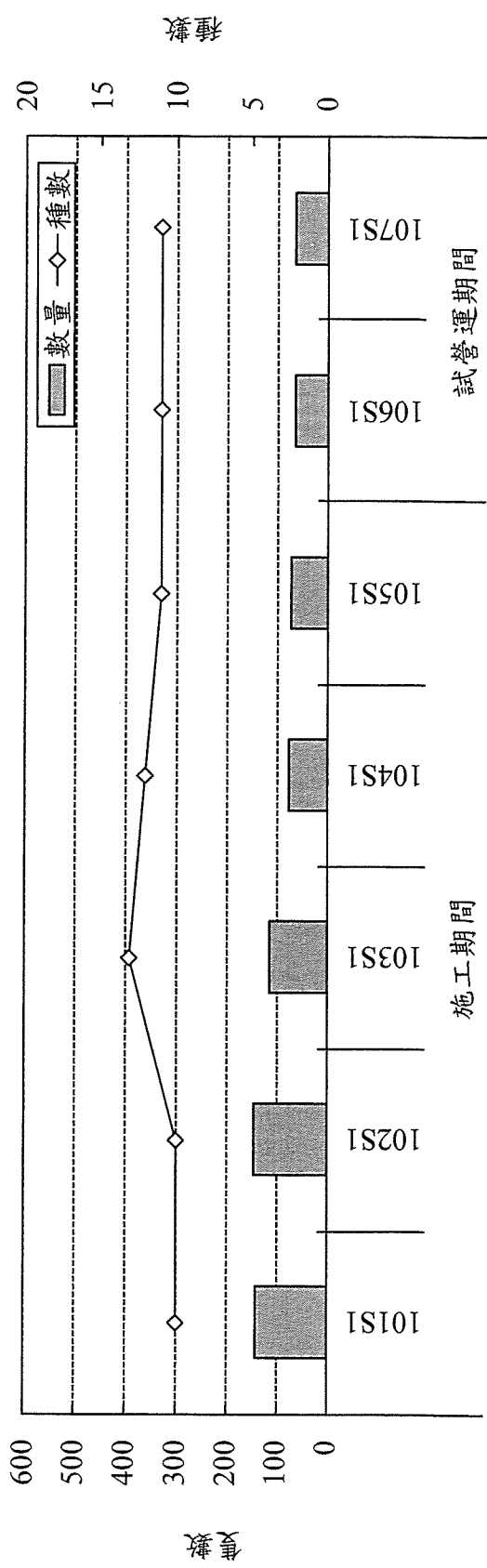


圖 2.6-19 引水工程區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析

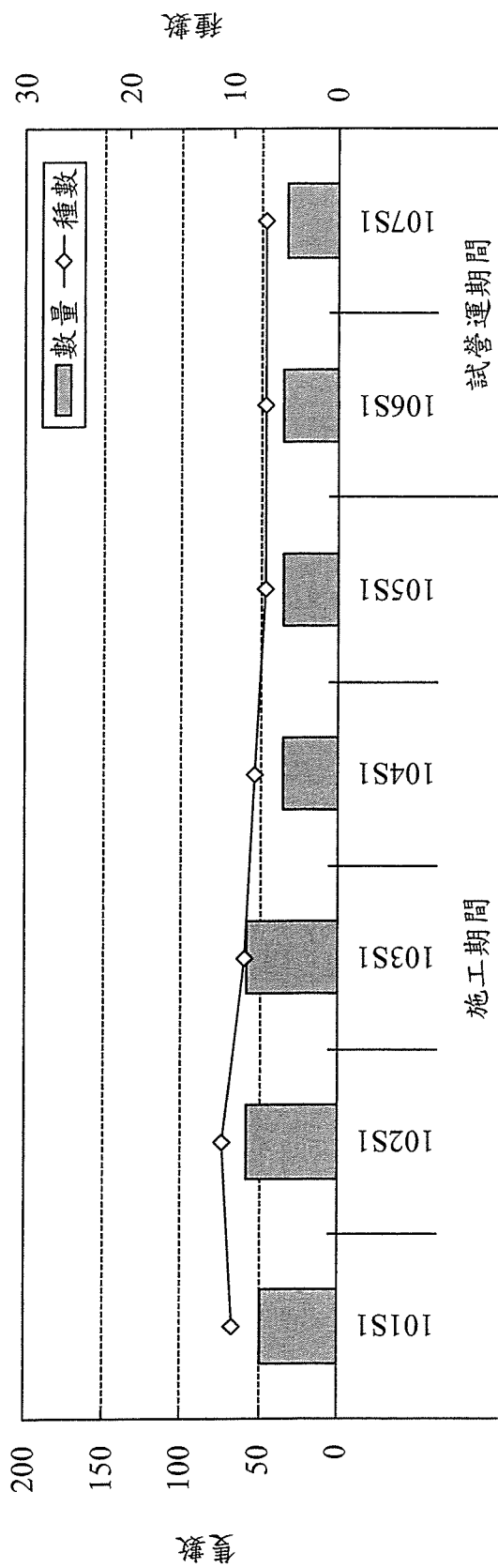


圖 2.6-20 引水工程區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析

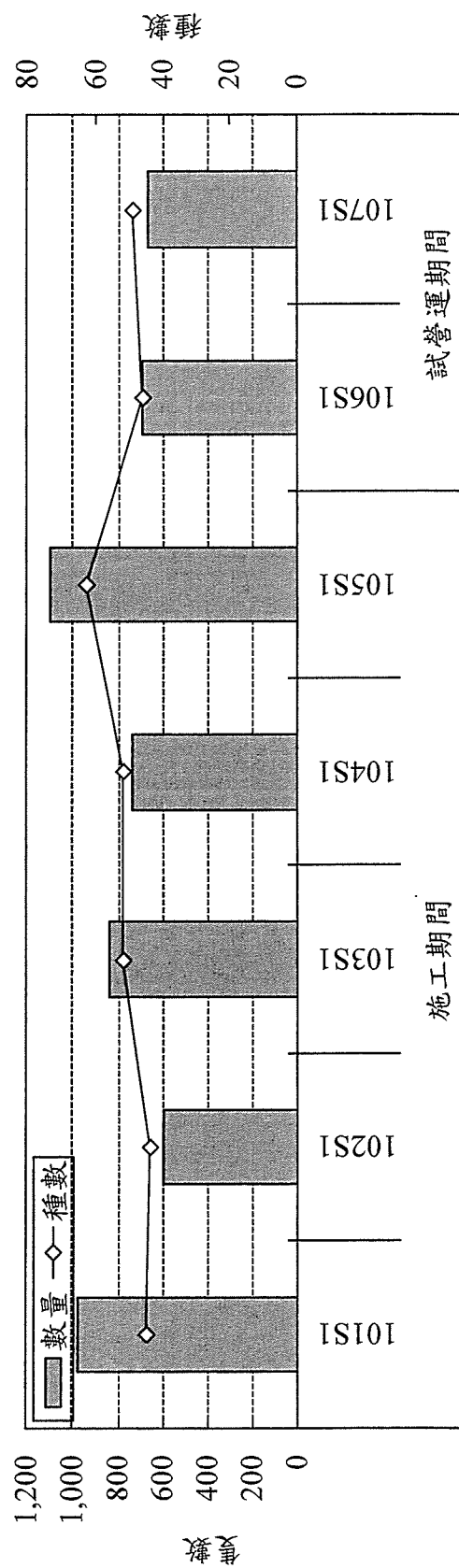


圖 2.6-21 引水工程區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

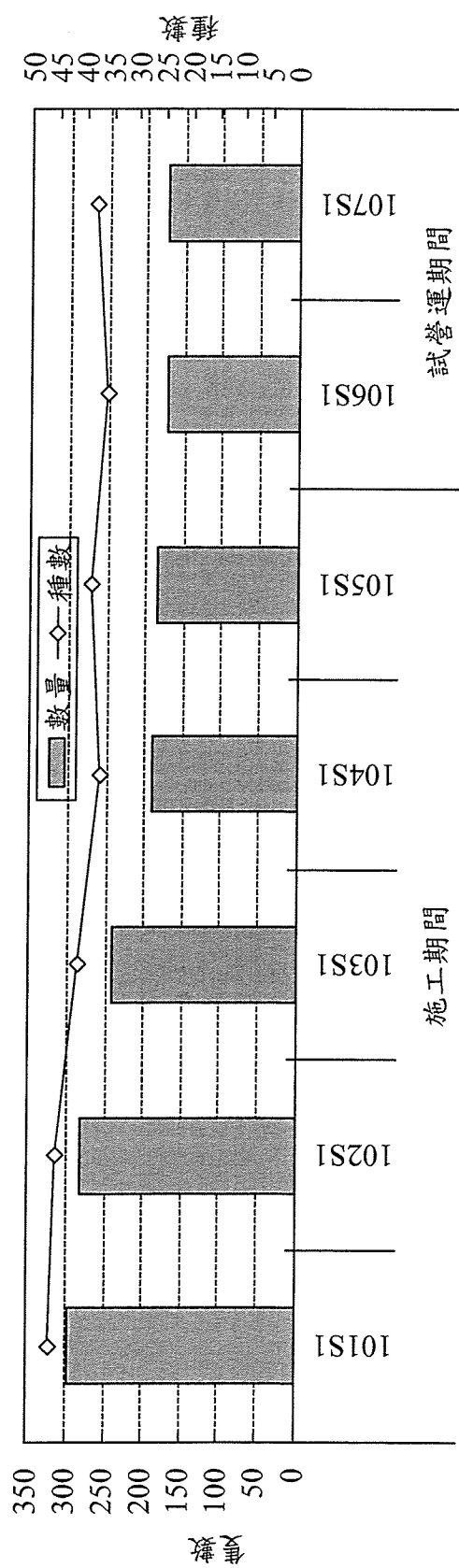


圖 2.6-22 引水工程區歷年同季蝴蝶監測種數及數量比較分析圖

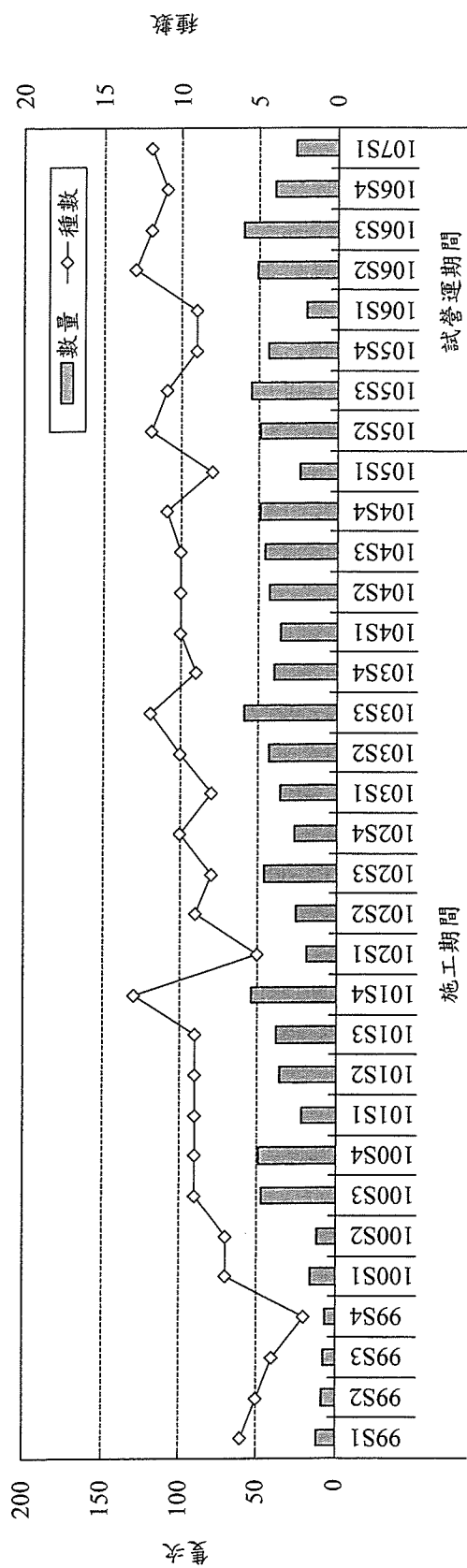


圖 2.6-23 自然生態保留及復育區歷年哺乳類監測種數及數量比較分析

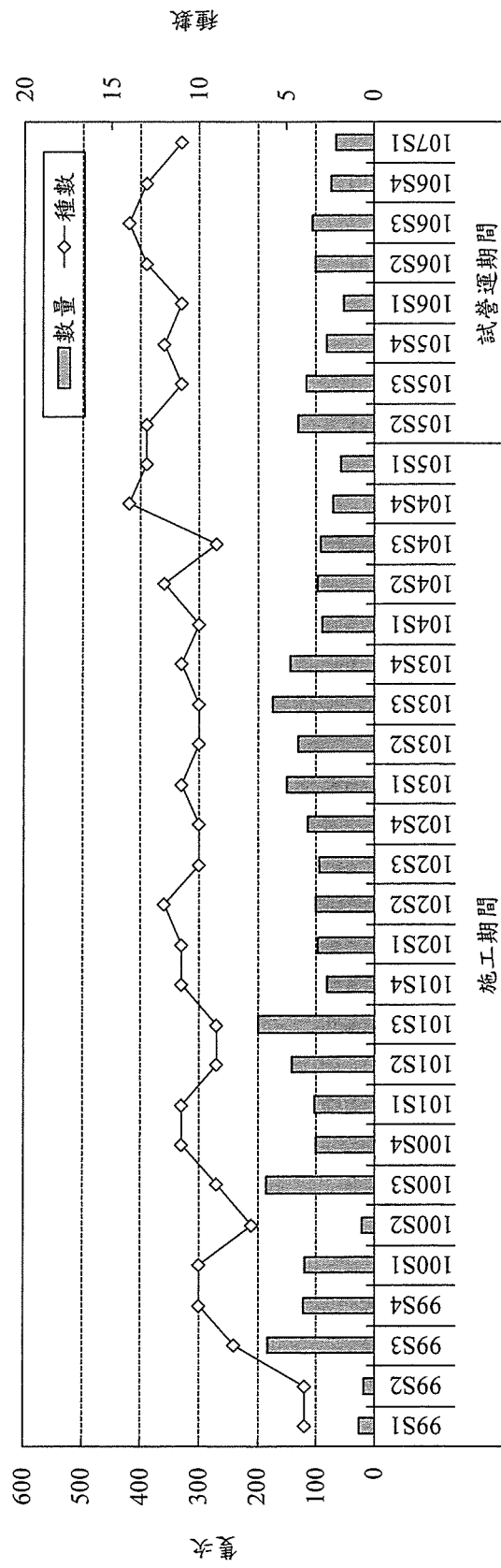


圖 2.6-24 自然生態保留及復育區歷年兩棲類監測種數及數量比較分析

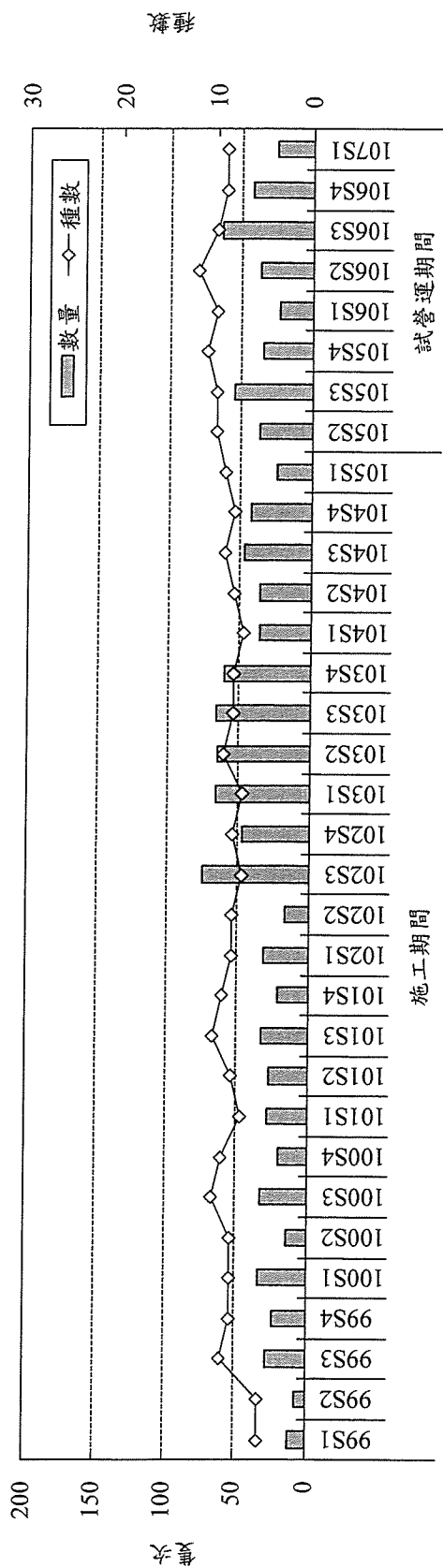


圖 2.6-25 自然生態保留及復育區歷年爬蟲類監測種數及數量比較分析

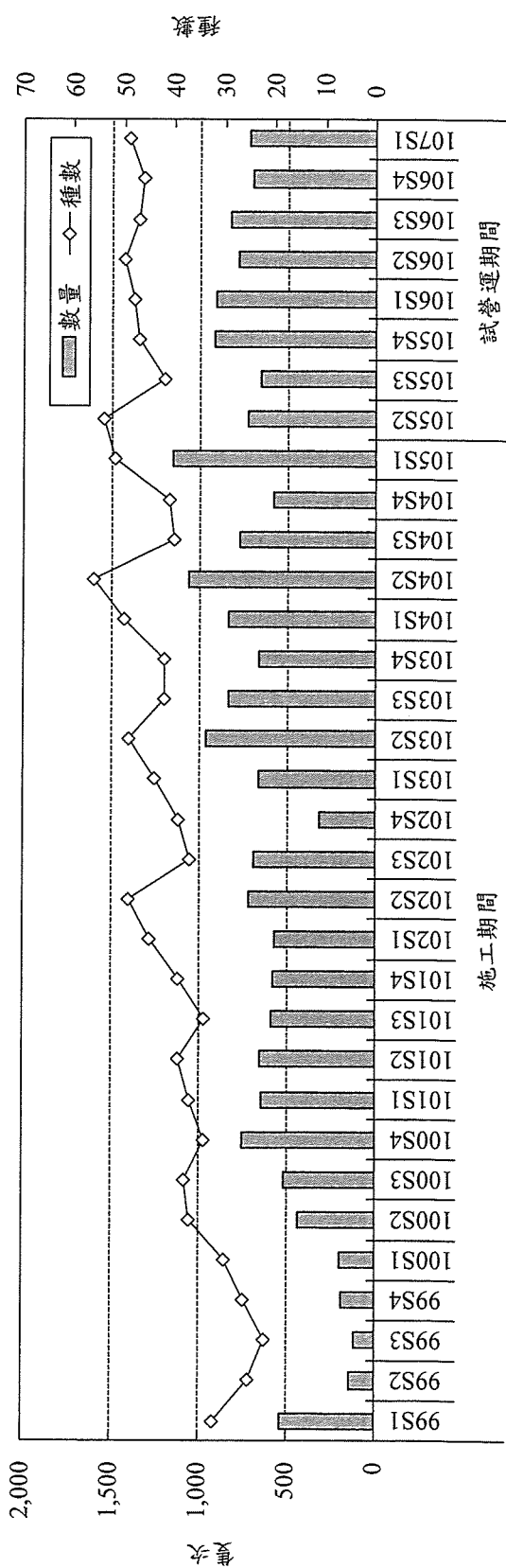


圖 2.6-26 自然生態保留及復育區歷年鳥類監測種數及數量比較分析圖

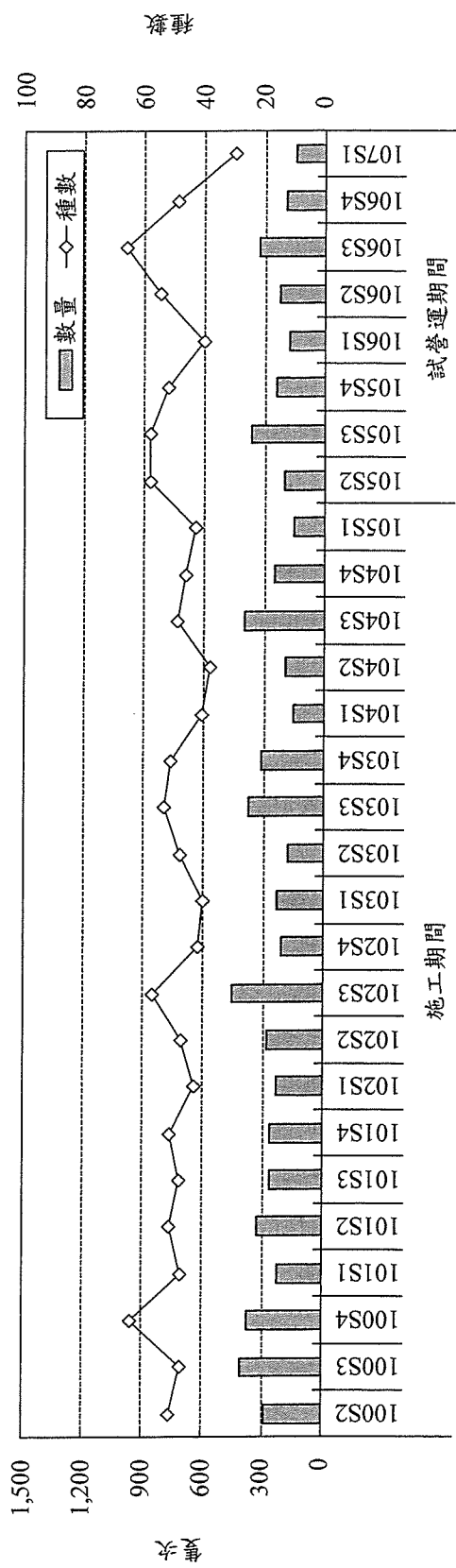


圖 2.6-27 自然生態保留及復育區歷年蝴蝶監測種數及數量比較分析圖

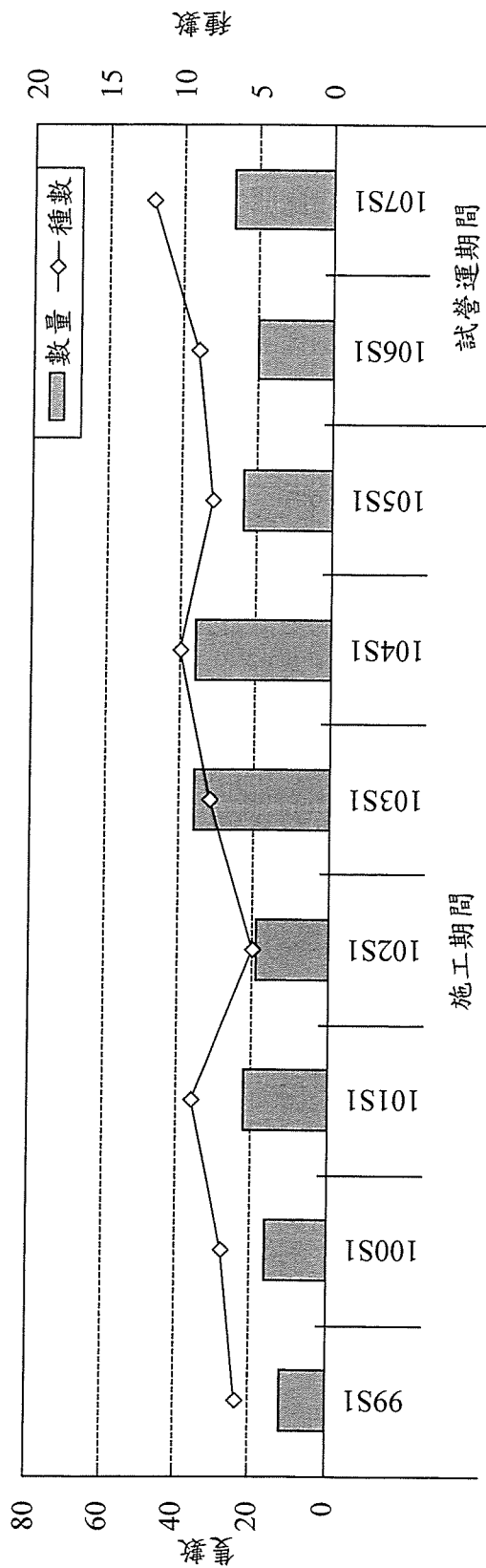


圖 2.6-28 自然生態保留及復育區歷年同季哺乳類監測種數及數量比較分析

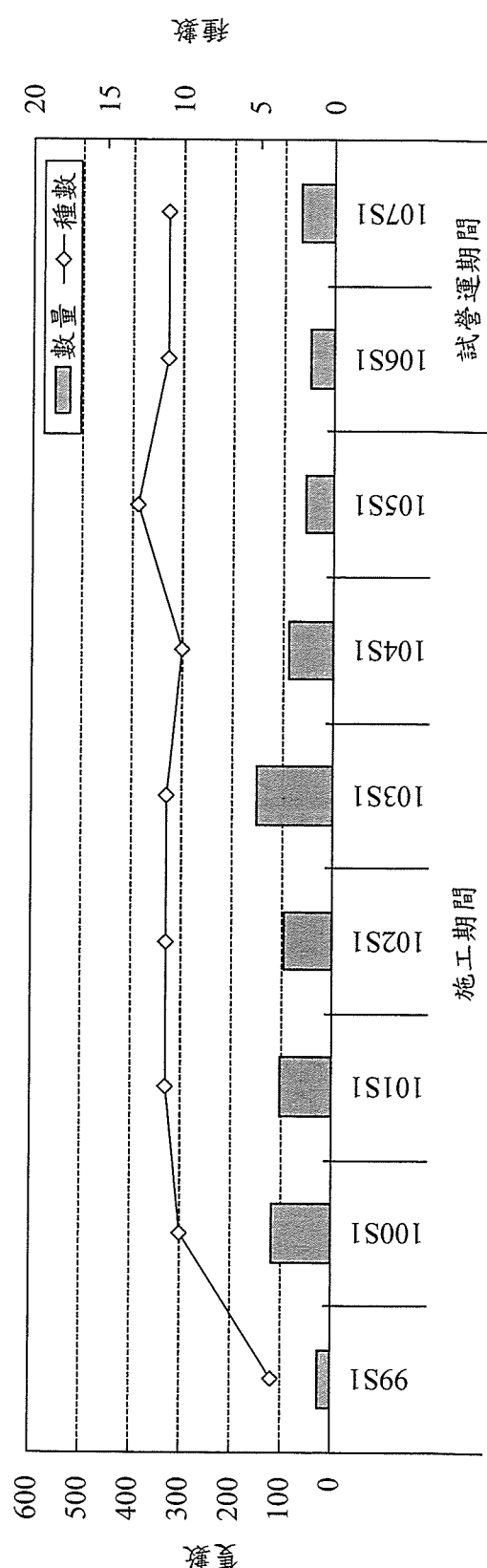


圖 2.6-29 自然生態保留及復育區歷年同季兩棲類監測種數及數量比較分析

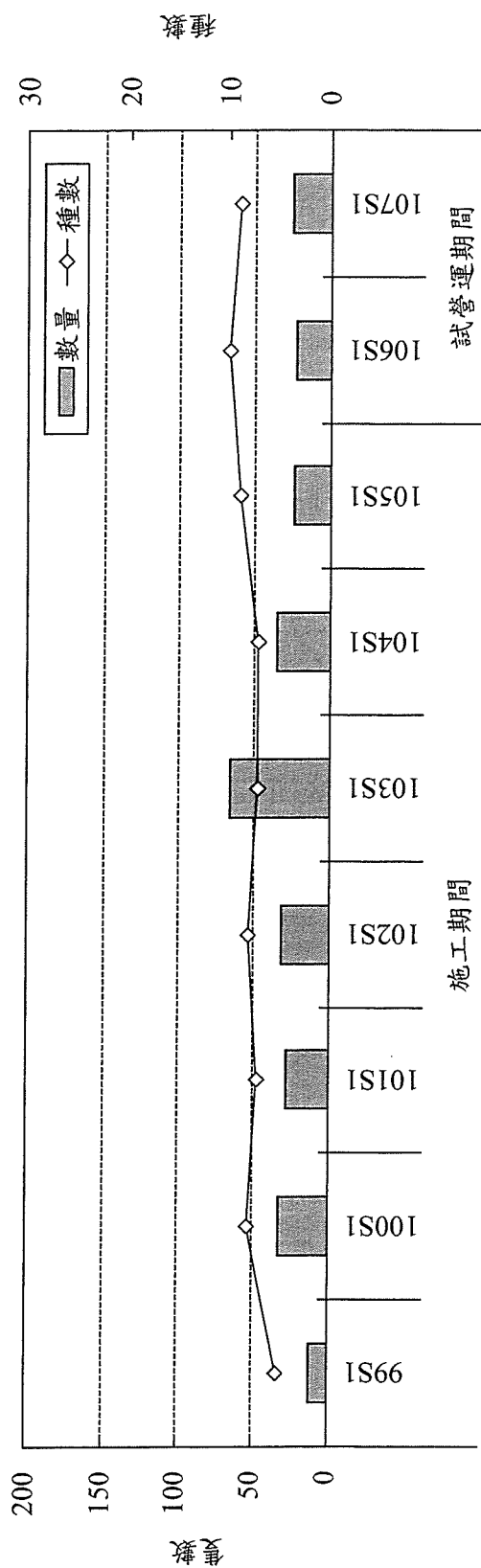


圖 2.6-30 自然生態保留及復育區歷年同季爬蟲類監測種數及數量比較分析

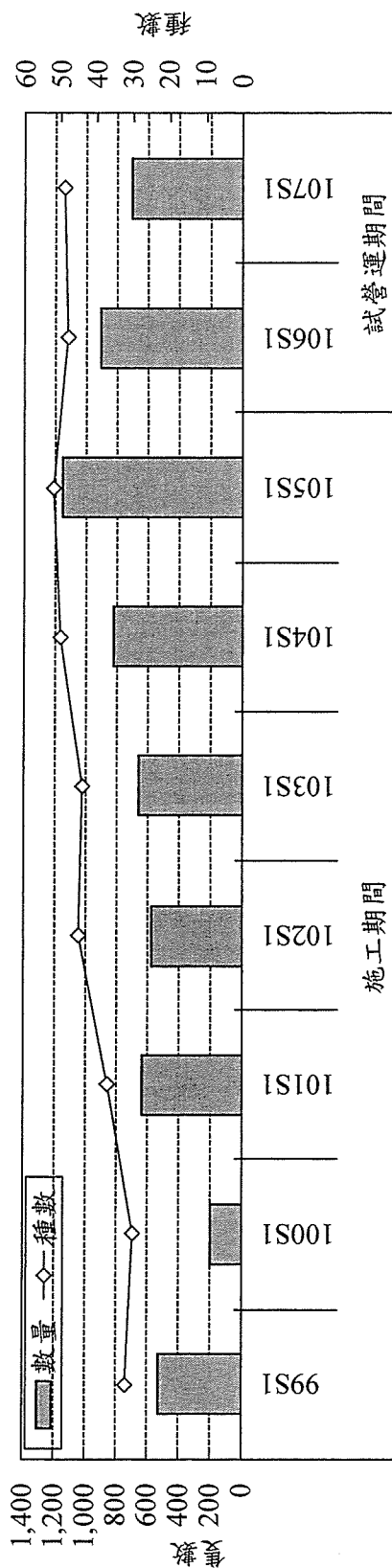


圖 2.6-31 自然生態保留及復育區歷年同季鳥類監測種數及數量比較分析圖

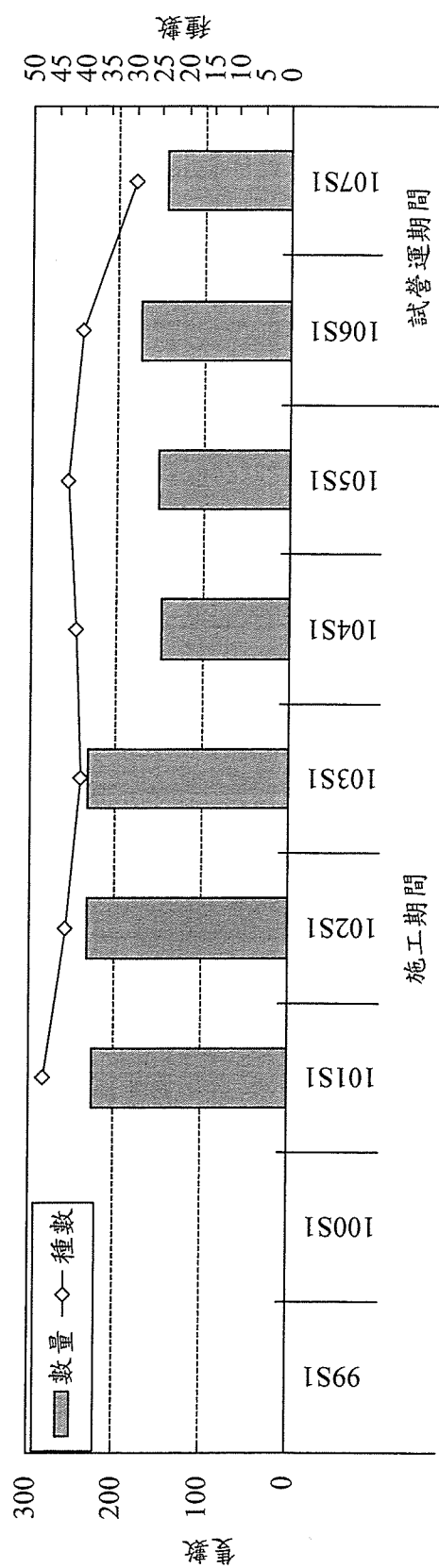
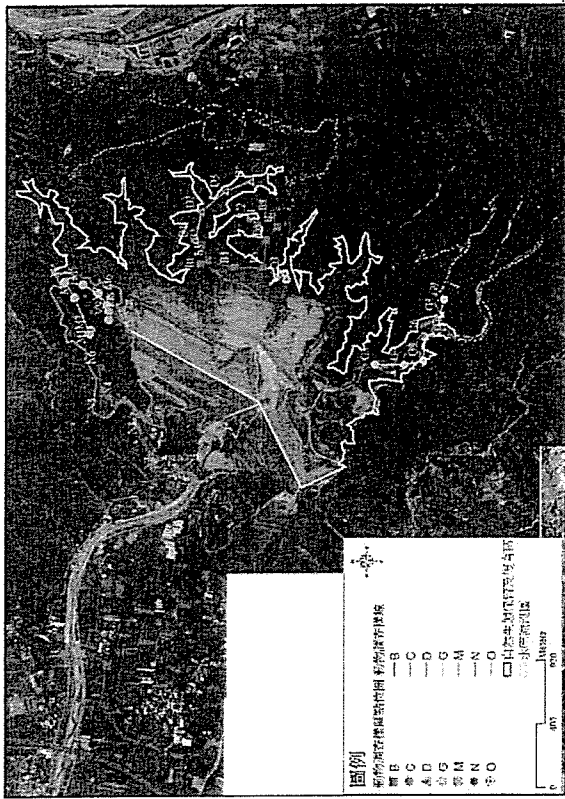
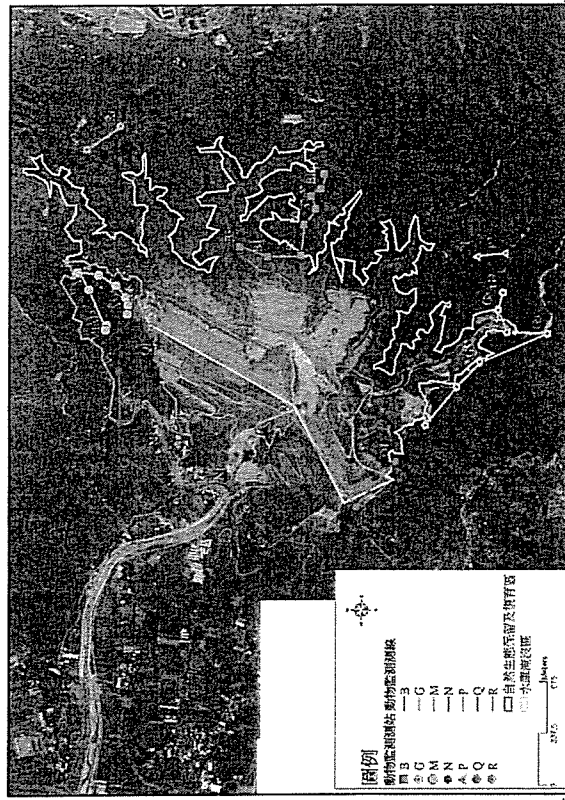


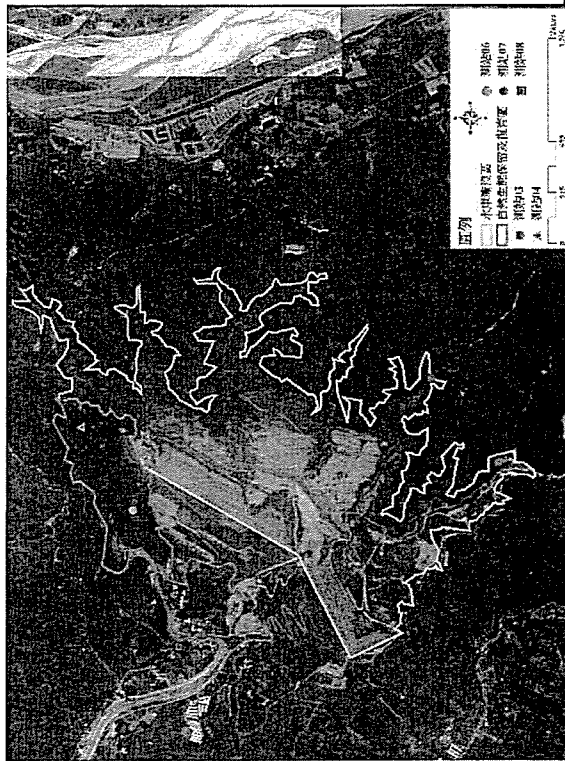
圖 2.6-32 自然生態保留及復育區歷年同季蝴蝶類監測種數及數量比較分析圖



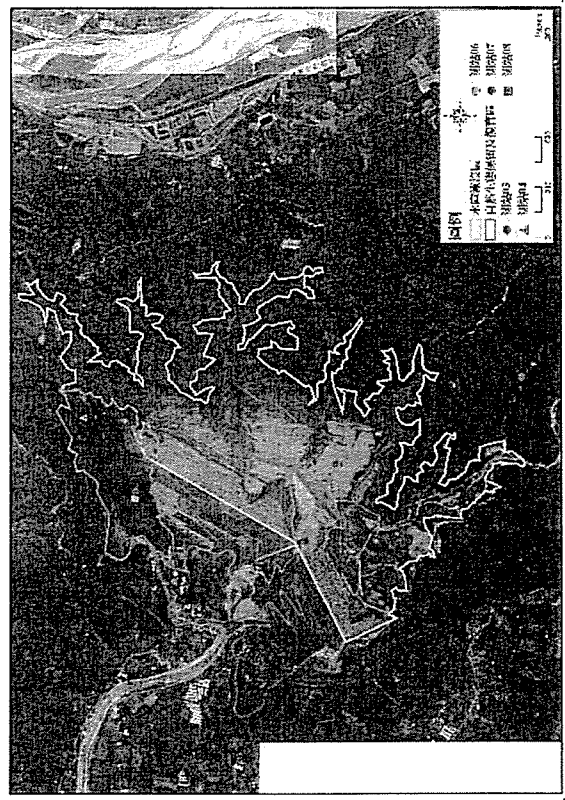
原陸域動物樣線



調整後陸域動物樣線 B、C、D、G、O



原陸域植物測站



調整後陸域植物測站 3

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 2.6-33 湖山水庫水位升高後陸域生物測站變更(105 年 7 月後)

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，目前庫區範圍內多處均已開挖而成裸地，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 irisan*)、大冇榕(*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、大冇榕、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。

二、植物物種組成

本季監測共記錄植物 111 科 350 屬 468 種，依植物型態區分，共包括 95 種喬木，70 種灌木，64 種藤本，239 種草本，以草本植物為主(51.1%)；依植物屬性區分，共包括 29 種特有種(包含 7 種特有變種和 1 種特有品型)，341 種其他原生種，68 種歸化種，30 種栽培種，以其他原生物種最多(72.9%)；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，因工程造成裸地面積增加，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 29 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(*Acer albopurpurascens*)、青楓(*Acer serrulatum*)、布朗藤(*Heterostemma browni*)、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*)、臺灣樂樹(*Koelreuteria henryi*)、山香圓、烏皮九芎(*Styrax formosana*)、石朴(*Celtis formosana*)、圓果冷水麻(*Pilea rotundinucula*)、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*)及三柰(*Zingiber kawagooii*)；7 種特有變種，分別為三斗石櫟(*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，因施工階段水庫挖掘工程造成族群減少，進入試營運期後擾動減少，本季監測留存族群數量維持穩定。

五、植物測站監測分析

水庫集水區測站共有 5 處測站(測站 3、4、6、7 及 8)，其中有 3 個測站(測站 4、6 及 7)位處自然生態保留及復育區，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。

(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，因為氣溫高且水分充足，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*)、山棕(*Arenga engleri*)、拎樹藤(*Epipremnum pinnatum*)和龍眼樹等物種，其餘物種覆蓋度均低於 5%。本季監測測站內的優勢物種組成與上季相似，但本季氣溫較上季低，地被總覆蓋度下降，但優勢種原本即佔有較多面積，因此覆蓋度變動不大，僅低覆蓋物種有所增減。

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、姑婆芋(*Alocasia odora*)和銳葉牽牛為主要優勢種，其餘尚有臺灣矢竹、大黍(*Panicum maximum*)、小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha*)和印度牛膝(*Achyranthes aspera* var. *indica*)等植物，其餘物種覆蓋度均

為 5% 以下，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，因氣溫下降導致總覆蓋度稍減。

(二) 歧異度分析

1. 木本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 1.23~1.77，最優勢度指數(N_2)介於 2.78~4.98，均勻度指數(Es)介於 0.74~0.82；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 1.95~2.14，最優勢度指數(N_2)介於 4.21~4.74，均勻度指數(Es)介於 0.50~0.53；本季各測站物種尚稱豐富，但均勻度介於均等至中等的情況。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。本季氣溫較低，整體覆蓋度較上季減少。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，因而另設置新測站因此資料有不連續性。

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，陸域生物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，

目前基地範圍內多處均已開挖而成裸地，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，部份區域則由於地形陡峭不易抵達，且擾動少而有較好之林相。經監測後發現，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、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*)、青芋麻(*Boehmeria nivea* var. *tenacissima*)、臺灣澤蘭(*Eupatorium cannabinum* subsp. *asiaticum*)、大有榕、穿鞘花(*Amischotolype hispida*)、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)及紫花藿香薷(*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*)、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、紫花藿香薷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 108 科 331 屬 452 種，依植物型態區分，共包括 95 種喬木，72 種灌木，64 種藤本，221 種草本，以草本植物為主(48.9%)；依植物屬性區分，共包括 31 種特有種(包含 7 種特有變種和 1 種特有品型)，326 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(72.1%)，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 1 季(本季)最高，種數則介於 387~456 種間，以 106 年第 4 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，本季因氣溫較低有部分植物進入休眠。

三、臺灣特有種

本季監測共記錄 31 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、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(*Tarenna gracilipes*)、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(*Cissus pteroclada*)、三葉崖爬藤、臺灣青芋、桂竹、臺灣矢竹及三奈；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(*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。歷季監測可見邊緣區域有許多大香葉樹幼苗，本季幾乎不存，可能與樹冠更加茂密有關。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、鵝掌柴、咬人狗、白袍子、大有榕和澀葉榕，林下依覆蓋度由高至低排列分別為粗毛鱗蓋蕨(*Microlepia strigosa*)、姑婆芋、大線蕨(*Colysis pothifolia*)、薄葉玉心花和柚葉藤等，其餘物種覆蓋度為 5%以下。

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*)，地被植物以香澤蘭(*Chromolaena odorata*)、大花咸豐草、小花蔓澤蘭和水雞油等覆蓋度較高，其餘物種均為 5%以下，先前崩塌處已不明顯且有完整植被覆蓋，本季氣溫下降，地被覆蓋度較上季減少，但優勢種組成和上季相似，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(*Boehmeria densiflora*)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、密花芋麻和香澤蘭為主，其餘物種覆蓋度均低於 5%。本季因氣溫較低地被總覆蓋度較上季稍低。

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，且部分地被層的木本植物開始晉級生長，即胸高直徑超過 1 公分；覆蓋度依序為觀音座蓮、棕葉狗尾草、香澤蘭、龍船花、小花蔓澤蘭和金午時花(*Sida rhombifolia*)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，但優勢種組成變化不大，本季因氣溫降低，整體覆蓋度稍微減少。

(二)歧異度分析

1.木本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 0.90~1.84，最優勢度指數(N_2)介於 2.25~5.67，均勻度指數(Es)介於 0.57~0.88；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 1.49~2.85，最優勢度指數(N_2)介於 3.16~8.83，均勻度指數(Es)介於 0.48~0.63；各測站物種

介於 11~38 種，物種尚稱豐富，尤其測站 4 明顯增加許多，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，覆蓋度較上季稍減，主要因為本季非植物生長季；測站 4 曾受人為干擾嚴重，導致均勻度較低，本季地被物種數增加許多，而優勢種以先驅植物為主，測站 4 因有許多小苗出現導致均勻度呈現中等狀態，其餘各測站皆屬於均等狀態。

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 317 屬 401 種，依植物型態區分，共包括 87 種喬木，58 種灌木，61 種藤本，195 種草本，以草本植物為主(48.6%)；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)，285 種其他原生種，60 種歸化種，28 種栽培種，以其他原生物種最多(71.1%)；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 季和 107 年第 1 季(本季)最高，種數則介於 382~404 種間，以 106 年第 4 季最高。大致而言，因本區域並無明顯擾動，因此物種變化小，且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、黃肉樹、香楠、疏花魚藤、山芙蓉、土防己、臺灣萍蓬草(*Nuphar shimadai*)、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、臺灣矢竹及三奈；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。其中僅臺灣萍蓬草為人為栽培於植物保存區，其餘皆為野外自然生長。

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 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。另紀錄環評等級為 1 之臺灣地區稀特有植物臺灣萍蓬草，屬於植物保存區水池中之人為栽培植株，本季族群數量穩定。

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有榕為主，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；下層植被以觀音座蓮、山棕、麻竹和姑婆芋為主，其次為密毛小毛蕨(*Cyclosorus parasitica*)和柚葉藤等，其餘物種覆蓋度皆低於 5%，本季測站內主要優勢物種並無明顯變化，僅零星物種增減，總覆蓋度較上季稍減，主要變化在於低覆蓋物種的出現與消失，加上本季氣溫降低，大多數植物生長較稀疏所致。

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 245 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(*Champerea manillana*)、大香葉樹和朴樹(*Celtis sinensis*)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；下層植被以大線蕨、龍眼樹、柚葉藤、雙面刺、海金沙、樹杞(*Ardisia sieboldii*)和香澤蘭為主，其餘物種皆零星生長於測站中，且覆蓋度均低於 5%。本季優勢物種組成並無明顯變化，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，其次為九節木及鵝掌柴，其餘尚有龍眼樹、臺灣雅楠(*Phoebe formosana*)、黃肉樹、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、山刈葉(*Melicope semecarpifolia*)和軟毛柿(*Diospyros eriantha*)等，但數量皆少；下層植被以柚葉藤、九節木、小花蔓澤蘭、龍眼樹、山棕和海金沙為主，其餘物種覆蓋度均為 5% 以下。因測站外緣步道綠美化工程已完成，人為干擾減少，但本季氣溫降低，地被總覆蓋度略為減少，地被優勢物種組成與上季相似，僅有零星物種增減。

(二)歧異度分析

1.木本歧異度

各測站歧異度指數(H')介於 1.09~1.91，最優勢度指數(N_2)介於 2.60~5.50，均勻度指數(Es)介於 0.76~0.80；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 因人為干擾較少，物種組成與株數並無太大變化，而測站 7 曾受綠美化工程影響導致組成稍有變化，本季無明顯變化，但測站 6 和 7 位置較接近綠美化工程區，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 2.22~2.61，最優勢度指數(N_2)介於 7.00~8.80，均勻度指數(Es)介於 0.62~0.73；各測站物種數介於 18~26 種，尚稱豐富，本季均勻度皆屬均等的情況。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及測站 6 於 106 年第 1 季受綠美化工程破壞，因設置新測站導致資料有不連續性。而測站 7 因綠美化工程干擾造成物種組成變化較大，本季地被仍有消長，其中小花蔓澤蘭覆蓋度增加較多，後續仍須持續監測，必要時採取防範措施。

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 1/15	第二天 1/16	第三天 1/17	第四天 1/18
水庫集水區	測站及物種監測	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

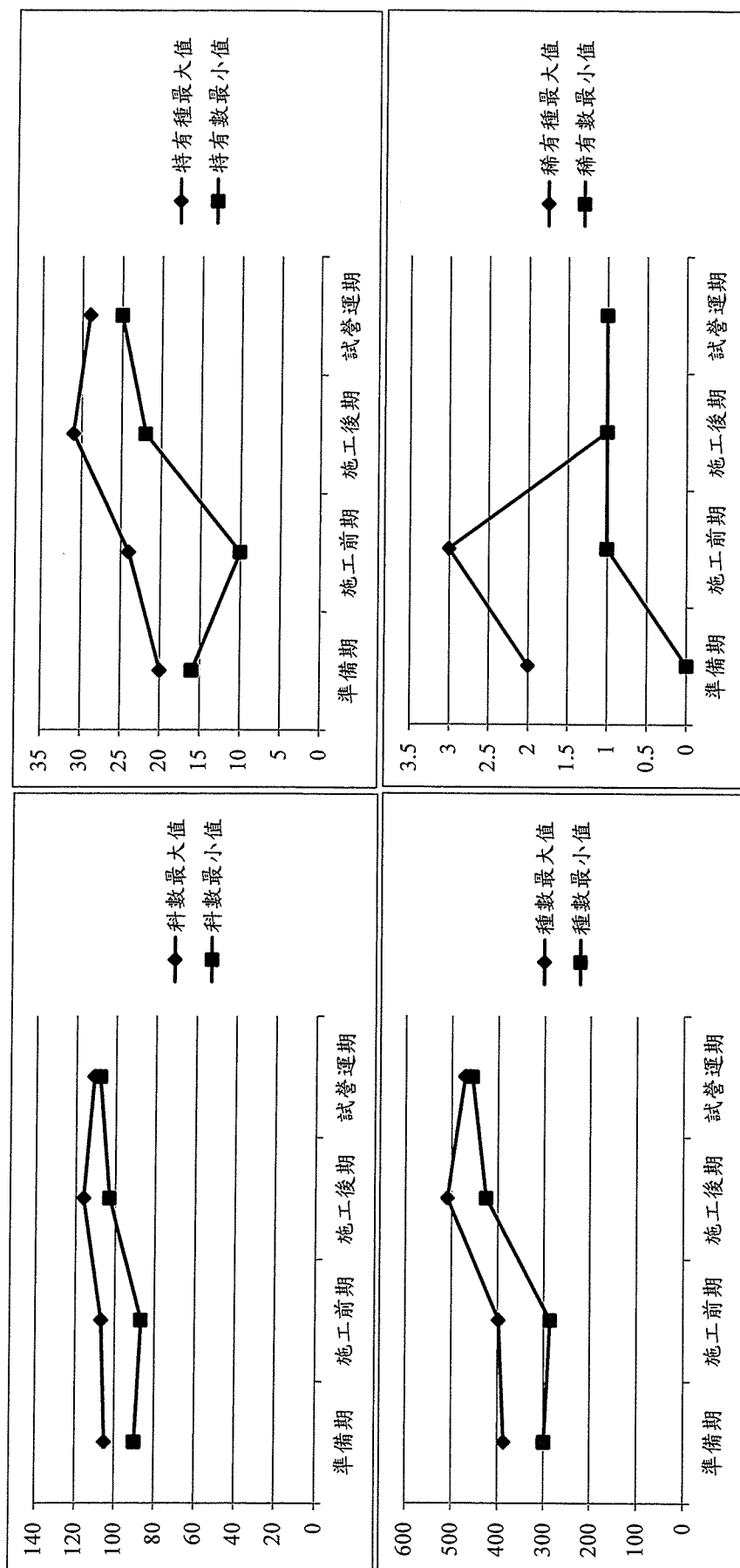


圖 2.7-1 歷期水庫集水區植物監測結果比較分析圖

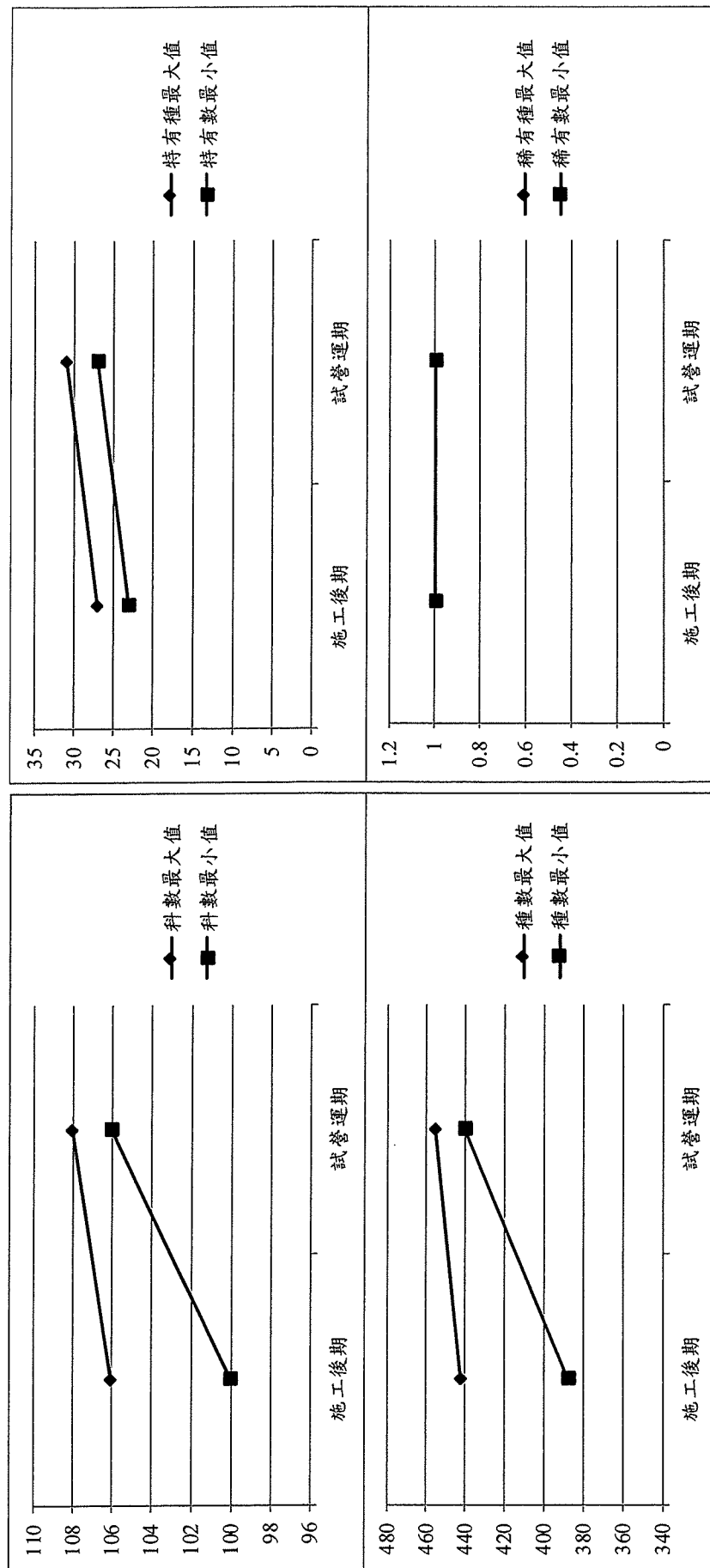


圖 2.7-2 歷期引水工程區植物監測結果比較分析圖

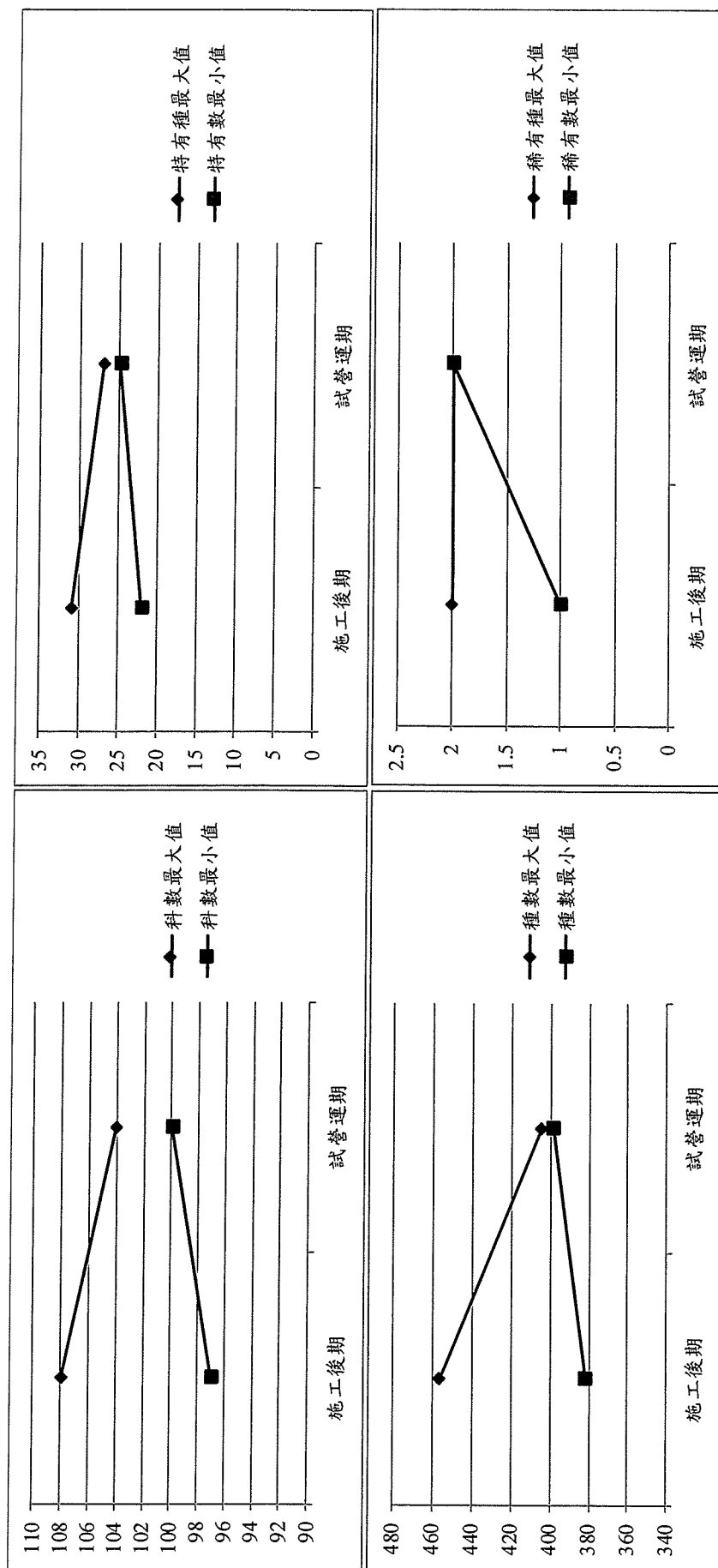


圖 2.7-3 歷期自然生態保留及復育區植物監測結果比較分析圖

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 1 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 18 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

歷年監測結果差異不大，惟自 102 年 8 月配合噪音管制標準加嚴後，部分測站夜間測值有超出管制標準狀況。

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。

3.1.4 水質水量

本季河川水質有懸浮固體及總磷測項超標情形。

針對本季南勢坑溪上游引水隧道出口下游及清水溪全仔社橋測站懸浮

固體有超標情況，全仔社橋超標推測主要因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；另引水隧道出口下游水質因承接引水道，而引水道水流速快及沖刷，因此導致測值亦有超標情況發生。歷次數據顯示，降雨後常有異常偏高之情形。本次 3 月 14 日於清水溪全仔社橋懸浮固體(33.5mg/L)略有超標情形發生(法規值為 25mg/L)，查詢本站鄰近之氣象局測站(草嶺測站)雨量觀測結果，於採樣前累計降雨量共計有 21mm，顯示於採樣前幾天有降雨情形發生，另由本團隊不定期踏勘與空拍結果可知，本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。

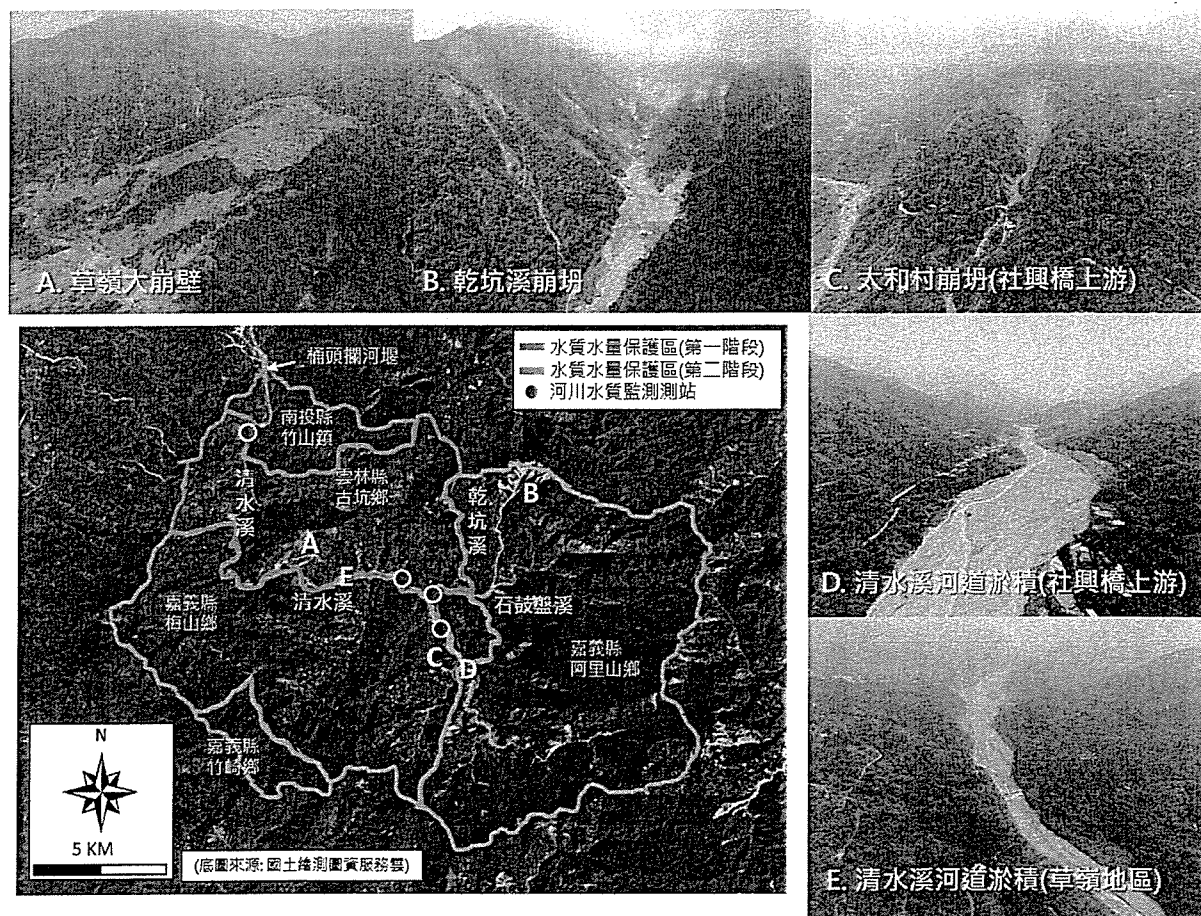


圖 3.1-1 本計畫水質測站上游空拍探勘結果

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，且分析歷年總磷調查結果(如圖 3.1-3 所示)，歷年高值多發生於梅雨及雨季期間，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 3.1-2 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，分析可能的原因包含：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

清水溪的三處測站中，桶頭吊橋測站歷年監測結果在 94 年至 95 年的數量較為稀少，在 96 年以後則又逐增加。而 98 年以後臺灣間爬岩鰍與埔里中華爬岩鰍的數量有較為減少的現象，但是在 105 年第 4 季以後則有逐漸增加，而 106 年第 3 季因為受到洪水的影響，種數與數量都較為減少，但是 106 年第 4 季以後則逐漸恢復。桶頭橋測站因為棲地不斷受到泥沙的覆蓋且水體較為混濁，所以魚類歷年監測的結果，數量略少於桶頭吊橋測站與桶頭橋下游測站，僅 104 年的數量較為豐富，而 105 年因為接連受到大雨與颱風的影響，種數與數量都較為減少，106 年以後，種數與數量已逐漸增加，僅 106 年第 3 季同樣受到洪水的影響而減少，但是埔里中華爬岩與臺灣間爬岩鰍幾乎已在本測站消失。桶頭橋下游測站因距離施工區域較遠，因此歷年監測結果的種數與數量的變動，主要來自於自然因素所造成的棲地環境的變動，種數與數量也是清水溪三處測站中相對豐富與穩定的測站，104 年與 106 年至 107 年第 1 季都因為氣候與棲地環境穩定，種數與數量都較為增加。本季三處測站的棲地環境大致都呈現穩定的狀態，所以種數與數量呈現穩定的狀態。

梅南橋測站由於水量變化大，因此歷年來種數與數量的變動較大，93 年第 3 季至 103 年第 4 季之間，數量大多呈現偏少的狀態，但是 105 年第 2 季湖山水庫進入試營運其間後，使得本測站在非雨季時仍保有常流水，使得魚類的種數與數量開始有明顯上升的趨勢。本季因為五河局工程施作，許多棲地已被整平，而右岸河道的水流因配合工程需要已暫時被截斷，使得本測站呈現完全無水的狀態，而未監測到任何魚類。

雷公坑溪上游測站因為棲地環境穩定，所以歷年監測結果在 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的趨勢。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，但是因為水流量變動大，所以種數與數量常有仍有較大的變動。本季雷公坑溪上游測站棲地呈現穩定的狀態，所以種數與數量皆屬豐富，而數量因為監測到大量的補充群(臺灣石魚鱗、粗首馬口鱖、明潭吻鰕虎與短吻紅斑吻鰕虎等)，使得本季的數量為監測以來最多的一季。雷公坑溪下游測站本季因為水流量稀少，所以數量減少。此外，本測站在 106 年第 4 季之前有四河局的工程擾動，將持續監測以了解雨季來臨後產生的影響如何。

(二)水庫水域生物

水庫區內兩處測站歷年監測結果，魚類的種類與數量偏少且仍以外來種為主，而不同於引水隧道出口附近測站種類與數量較為豐富且以臺灣特有種為主。本季水庫區內兩處測站都仍然只監測到外來種(尼羅口孵非鯽)，而引水隧道出口附近測站仍是以臺灣特有種為主，種數為最多的一季，而數量也較為豐富。

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 年以前以工程擾動或是自然因素(梅雨、颱風或強降雨)為主要的擾動因子，而該段時期的科數也相對較少，104 年以後，隨著桶頭攔河堰大多數工程完工，在擾動逐漸減少之下，自然因素(梅雨、颱風或強降雨)已成為目前影響水生昆蟲群聚的主要因子，而 104 年以後水生昆蟲的科數與數量也相對於 103 年以前有增加的現象，尤其在非雨季時，科數與數量都更為豐富。此外，上游崩塌地的輸砂作用依然持續，而造成水體混濁與棲地覆蓋，使得目前的水生昆蟲以較能適應水體混濁的物種為主。本季桶頭吊橋測站與桶頭橋下游測站的科數與數量都因為氣候與棲地境穩定，所以水生昆蟲都呈現較為豐富的狀態，而桶頭橋測站因為泥沙覆蓋棲地的緣故，科數與數量都減少。

梅林溪梅南橋測站在 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，但是在 105 年第 2 季水庫進入試營運期間後，梅林溪在非雨季時仍保持有穩定的水流量，使得棲地明顯較為穩定，所以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 季受到五河局的工程擾動，使得棲地出現明顯的變動，而本季也因為工程施作，許多棲地已被整平，而右岸河道的水流因工程需要已暫時被截斷，而呈現完全無水的狀態，而未監測到水生昆蟲，對於後續可能產生的影響將持續監測。

雷公坑溪上游測站因為水流量與環境狀態都較為穩定，因此從歷年的資料可看出，101 年第 4 季以後，科數與數量都呈現逐漸增加的狀態，僅 106 年第 3 季因為受到洪水影響，棲地產生明顯的變動，使得科數出現明顯的減少。雷公坑溪下游測站，因為水流量變化較大，再加上 103 年以前有明顯的工程擾動，使得科數與數量明顯較少，但是在 104 年工成逐漸完工以後，環境已逐漸穩定，水生昆蟲的科數也趨於穩定的變動，但是數量因為受到水流量的影響，仍有較大的變動。本季雷公坑溪上游測站則呈現穩定的狀態，而雷公坑溪下游測站因為水流量已非常稀少，水生昆蟲的科數與數量略微減少，但是仍較 102 年第 1 季以前豐富。

(二)水庫水域生物

水庫區內的第一取出水工附近測站與第二取出水工附近測站，因為水庫區的水位的變動仍大，因此歷次監測結果的科數與數量仍不穩定。而引水隧道出口附近測站的科數則相對較為穩定，但是數量上受到引水與否而會有較大的變動。本季水庫區內兩處測站的科數與數量皆屬稀少，而引水隧道出口附近測站的科數大致維持穩定，數量則是歷次監測中最多的一季。

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及水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，因此數量已逐漸增加，但是桶頭吊橋測站與桶頭橋下游測站的數量在 104 年時達到高峰後，在 105 年第 3 季後數量有較為減少的現象，主要是受

到梅雨與颱風所帶來的洪水導致棲地有所變動與水體混較為混濁所致。而桶頭橋測站也在 104 年以後的數量較為偏少，主要是受到棲地不斷受到泥沙覆蓋所致。本季三處測站的種數與數量雖然都維持穩定的狀態，但是蝦類的數量仍然較少，而以螺貝類的數量較多。

梅林溪梅南橋測站歷年由於水流量容易受到降雨的影響，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變動較大，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，本測站成為有常流水的狀態，也使得蝦蟹螺貝類的數量較為增加，而目前大致都能維持在 3 種以上。而本季也因為工程施作，許多棲地已被整平，導致棲地出現明顯的改變，不少適合蝦蟹類躲藏的微棲地已消失，對於後續可能產生的影響將持續監測。

雷公坑溪上游測站因為水流量與環境狀態都較為穩定，因此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 季也因為受到洪水影響，種數與數量較為減少，但 106 年第 4 季已有所恢復。而雷公坑溪下游測站在 102 年第 4 季以前因受到引水路工程的影響，使得種數與數量都較為稀少，但是在 104 年引水路工程逐漸完工後，在工程擾動減少下，種數與數量已逐漸恢復。目前兩處測站大多能維持在 4 種以上。本季雷公坑溪上游測站棲地呈現穩定的狀態，所以種數與數量都呈現穩定的狀態，但是優勢種也由蝦類轉變為螺貝類。而雷公坑溪下游測站的種數維持穩定，數量則是略微增加，但是仍需持續監測以了解雨季來臨後，工程對於蝦蟹螺貝類的種數與數量的影響。

(二)水庫水域生物

水庫區內的第一取出水工附近測站與第二取出水工附近測站的種數在歷次監測中大致穩定維持在 3~5 種之間，但是數量的變動較大。本季第一取出水工附近測站大致維持穩定的狀態。而第二取出水工附近測站種數較為偏少，數量也是歷次監測以來最少的一季。是否單純為自然的變動或與週圍工程有關(第二取水塔施工所產生的如震動或噪音)，將持續監測。而引水隧道出口附近測站的種數與數量大致呈現穩定的現象，僅 105 年第 4 季與 106 年第 2 季的數量變動較大。而本季的種數雖然較為偏低，但是數量仍維持穩定的狀態。

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 104 年後有增加的趨勢且逐漸穩定維持在大約 15~30 種，而種數與數量的變動容易受到降雨等環境因子而有較大的變動，但是種數的變動雖然較 103 年以前大，不過數量的變化則相對較為穩定。本季三處測站的種數與數量大致都維持穩定的狀態，而透過群聚組成來看，水質大致處於輕度至中度污染之間。

梅南橋測站歷年由於水流量容易受到降雨的影響，因此浮游植物的

種數與數量在 103 年以前較為偏少，104 年以後種數較 103 年以前增加，而數量在 104 年第 3 季、105 年第 2 季與 105 年第 4 季有較大的變動。本季則因為配合工程施作，而右岸河道的水流因工程需要已暫時被截斷，而呈現完全無水的狀態，使得未監測到浮游植物，對於後續可能產生的影響將持續監測。

雷公坑溪上游測站的棲的環境大都呈現穩定的狀態，而與雷公坑溪下游測站在 104 年第 3 季以後也呈現穩定的狀態，所以種數呈現逐漸增加的趨勢並大致維持穩定，目前大致都能維持在 30 種以上，而在工程結束後，雷公坑溪兩處測站的種數與數量主要隨著環境因子的自然變化而變動。本季雷公坑溪上游測站的種數與數量都維持穩定的狀態，而雷公坑溪下游測站的種數與數量則較為增加，但是有經常大量在優養化水體出現的梅氏小環藻，顯示水質可能有優養化的現象，應是冬季水流量稀少所引起的短暫現象，但是仍需持續留意後續水質的變化。

(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，但是目前水庫的水位變化因基於蓄水安全仍有較大的變動，使得浮游植物的種數與數量仍有較大變動。本季水庫區內的湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站的種數大致維持穩定，僅數量有所變動。但是兩處測站的藻類優養指數(ATSI)計算結果都呈現優養的狀態，湖南(第一)取出水工附近測站也監測到數量較多的隱鞭藻，顯示水體有出現優養的現象。該現象應是水位較低所致，將持續監測水位逐漸升高後，優養的狀態是否也會逐漸減緩。而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，但是因為受到取水與否的影響，使得數量上會有較大的變動。而本季的種數也同樣呈現穩定的狀態。整體而言，透過群聚組成來看，水庫區三處測站自開始監測以來的水質大致處於輕度至中度污染之間。

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 104 年桶頭攔河堰與桶頭固床工逐漸完工後，在工程擾動減少後，呈現逐漸增加的狀態。而 102 年至 103 年之間則因為受到桶頭攔河堰與桶頭固床工工程及上游降雨導致底質受到泥沙覆蓋後，種數明顯較少且變動較大，但是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的種數與數量大致維持穩定的狀態。優勢種也都是以低耐污性的種類為主。藻屬指數(GI)與腐水度指數(SI)的計算結果則是介於輕度至中度污染水質。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，而 104 年以後，種數與數量在水流量穩定的狀態下，都有逐漸增加的現象，但是變動的幅度較大，而 105 年第 2 季湖山水庫開

始試營運後，水流量較為穩定後，種數也較為穩定，僅 105 年度 3 季較少，但是數量的變動仍較大。本季則因為五河局的工程施作，右岸河道的水流因工程需要已暫時被截斷，而呈現完全無水的狀態，而未監測到附著藻類，對於後續可能產生的影響將持續監測。

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 年以後有逐漸增加的現象，僅部分季次的數量有較大的變動。而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)的計算結果顯示水質為輕度污染的狀態。雷公坑溪下游測站本季為歷年監測種數最多的一季，但是優勢種以梅氏小環藻與直鏈藻為主，顯示水質有優養化的現象，應也是因為冬季水流量少而引起的短暫現象。而藻屬指數(GI)與腐水度指數(SI)也顯示此測站的水質較上游的雷公坑溪上游測站略差。

(二)水庫水域生物

目前水庫區內的第一取出水工附近測站與第二取出水工附近測站附著性藻類的種數與數量較不穩定，除了 106 年監測到附著性藻類的次數較多之外，其他季次則未監測到附著性藻類，主要是受到水位因為基於蓄水安全，而仍有較大的變動有關。本季兩處測站皆有監測到附著性藻類，第一取出水工附近測站的種數與數量則是有監測到附著藻類的季次中，最少的一季。第二取出水工附近測站則維持穩定的狀態。而引水隧道出口附近測站雖然大多可以監測到附著性藻類，但是監測到的附著性藻類種數與數量的變動仍大，應是引水與否造成水流量的變動非常大所致。而本季的種數也是歷次監測以來最多的一季，但是數量與歷次監測相比，仍然有較大的變動。

六、浮游動物

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年由於因水流量較大且流速也較快，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。而本季三處測站皆未監測到浮游動物，顯示浮游動物的種數與數量仍舊呈現稀少的狀態。

梅林溪梅南橋測站由歷年的監測資料來看，本測站因為水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變動較大，但相較為其他測站仍屬於較為豐富的測站。而在 105 年第季湖山水庫開始進入試營運期間後，在非雨季也能保持有常流水的狀態，使得種數與數量的變動較為穩定。而本季則因為五河局的工程施作，右岸河道的水流因工程需要已暫時被截斷，而呈現完全無水的狀態，而未監測到浮游動物，對於後續可能產生的影響將持續監測。

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都呈現稀少的狀態，而無法看出明顯的變化趨勢。而雷公坑溪上游測站

在 106 年第 2 季的種數為歷年監測以來最多的一季，但是數量同樣呈現偏少的狀態。而雷公坑溪下游測站的種數則以 100 年第 4 季最多，數量則以 104 年第 1 季最多，其它季次兩處測站的種數與數量則大多呈現稀少的狀態。本季兩處測站皆有監測到浮游動物，雷公坑溪上游測站的數量仍屬稀少，僅雷公坑溪下游測站種數與數量較為豐富。

(二)水庫水域生物

水庫區內第一取出水工附近測站與第二取出水工附近測站因為棲地環境相似，所以浮游動物的變動情形也大致相同。而此兩處測站因為屬於靜水域，所以浮游動物的種數與數量較其他溪流型態的測站豐富。本季第一取出水工附近測站的種數與數量大致呈現穩定的狀態，第二取出水工附近測站的種數與數量則較為偏少。而位在南勢坑溪的引水隧道出口測站屬於流動水域且水流量變化大，所以浮游動物的種數與數量仍舊呈現稀少的狀態。引水隧道出口附近測站本季浮游動物的數量雖然是歷年最多的一季，但是種數卻僅有 1 種。

七、蜻蜓類

(一)河川水域生物

清水溪三處測站歷年蜻蜓的種數在 1~12 種之間，主要都在 3~8 種之間變動，優勢種以薄翅蜻蜓最為常見。因為蜻蜓的活動範圍較大，所以種數與數量的變化較大。本季因為氣溫較為寒冷，而冬季原本就屬於蜻蜓活動不活躍的季節，再加上氣溫偏低。所以本季三處測站所監測到的蜻蜓都非常稀少。

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動較大，種數在 1~12 種之間，主要都在 3~6 種之間變動，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水流量，所以蜻蜓的種數與數量有逐漸豐富的現象。101 年第 3 季至 104 年第 1 季之間，種數與數量都較為偏少，而在 104 年第 2 季的種數與數量則有逐漸增加的現象，但是在 106 年第 4 季因為有五河局的工程擾動，使得棲地狀態有所改變，所以種數雖然有增加，但是數量卻略微減少。優勢種同樣以薄翅蜻蜓與樂仙蜻蜓最為常見。而本季梅南橋測站因為受到五河局的工程擾動，再加上棲地已完全乾涸，使得本季為歷年監測以來，首次未監測到蜻蜓。

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。由於蜻蜓為環境是否穩定的指標之一，雷公坑溪上游測站因為環境穩定未受工程影響，所以種數一直維持在豐富且穩定的狀態，雖然 106 年第 3 季曾因洪水造成棲地明顯的變動，但是種數與數量仍屬穩定，僅在 105 年第 1~2 季因為寒害使得數量較為減少。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，蜻蜓的數量也維持在豐富的狀態。本季雷公坑溪上游測站種數與數量都較為偏少，而雷公坑溪下游測站則未監測到，但是應屬自然的變動所致，但是仍須持續監測以了解，雨季來臨後，106 年第 4 季的工程是否對蜻蜓的種數與數量產生影響。

(二)水庫水域生物

目前歷次監測中，因為水庫區內的第一取出水工附近測站與第二取出水工附近測站，因為水位變化仍然較大，使得蜻蜓對棲地的利用有所影響，歷次監測的蜻蜓種數與數量的變動頗大且屬偏少。本季水庫區內第一取出水工附近測站蜻蜓的種數與數量較為減少，應屬自然的變動。而第二取出水工附近測站種數與數量也較為減少，除了自然的變動之外，第二取水塔施工所產生的噪音與震動可能也是影響的原因之一。而引水隧道出口附近測站的種數與數量也略微減少，但是因為週圍已無工程進行，所以應屬自然的變動。

八、魚道效益評估

本季魚道效益評估結果共監測到魚類 4 科 8 種與蝦類 1 科 2 種。魚類以何氏棘魷的數量最多，蝦類則是粗糙沼蝦較多。若比較各測站魚類與蝦蟹類的群聚組成，各測站數量較多的魚類都不盡相同，攔河堰魚道上方測站(魚道上方測站)為何氏棘魷、臺灣鬚鱨與臺灣間爬岩鰍；攔河堰魚道下方測站(魚道下方測站)則為臺灣石魚賓、明潭吻鰕虎、臺灣間爬岩鰍與何氏棘魷；固床工魚道上方測站(固床工上方測站)的種數偏少，而優勢種為臺灣石魚賓及何氏棘魷；固床工魚道下方測站(固床工下方測站)為何氏棘魷、臺灣石魚賓、粗首馬口鱮與高身小鰾魷。

依魚類組成討論棲地多樣性，魚道上方、魚道下方與固床工下方測站因為底質多以礫石為主，且同時具有較多樣化的棲地類型，所以監測較多種的魚類，游泳性與底棲性的魚類皆較為豐富(臺灣石魚賓、何氏棘魷、臺灣間爬岩鰍與明潭吻鰕虎等)；固床工上方測站與固床工魚道測站幾乎以游泳性的魚類占大多數，且底質較缺乏石礫，使得偏好底質為石礫的魚種(何氏棘魷、高身小鰾魷與臺灣間爬岩鰍)在此兩處測站較少(如下圖 3.1-1)。就各次監測到游泳性及底棲性魚類組成百分比來說，固床工上方及固床工下方有漸漸以游泳性魚類組成為主。由此推論固床工上方及固床工下棲地已漸漸轉變成游泳性魚類適合的棲地。

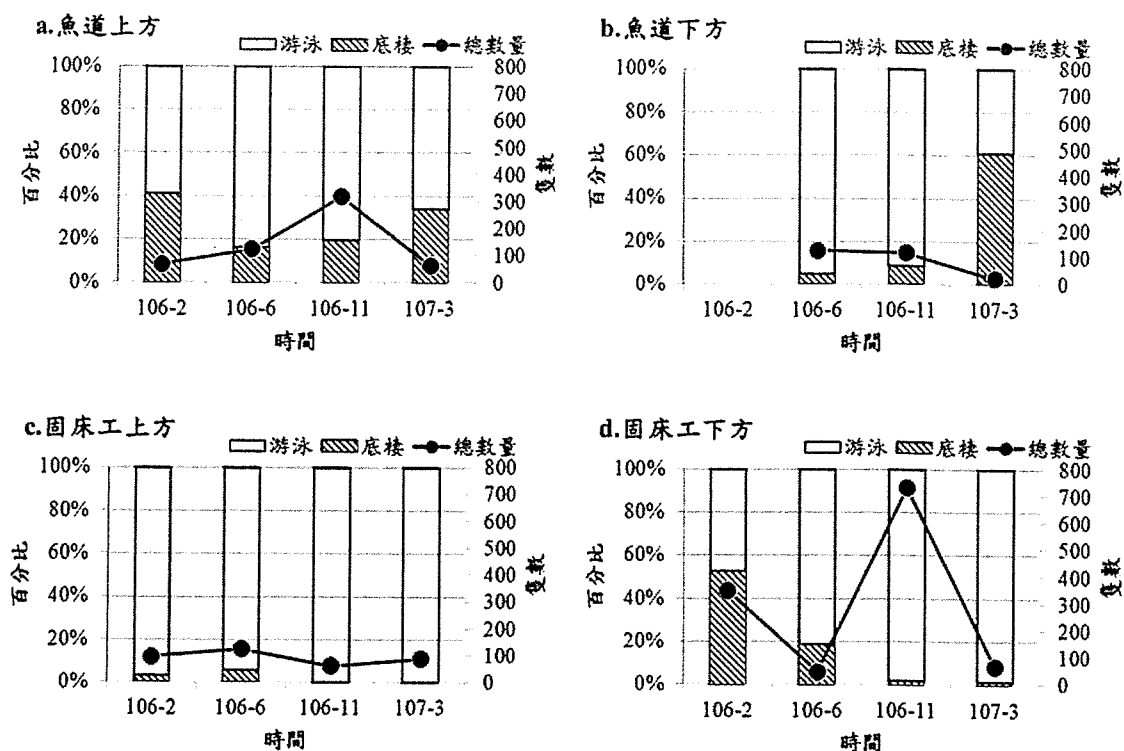


圖 3.1-3 各樣站歷次監測游泳性及底棲性魚類組成百分比及數量變化

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山豬、食蟹獾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，本季屬冬季，目前差異尚不明顯。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由於進行綠美化工程有人為活動，但目前尚無明顯影響，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 季洽逢梭德氏赤蛙大量發生聚集繁殖，造成數量暴增，其餘則屬穩定。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種優勢物種大致相當，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，尤其番婆夾坑溪除豐水期有少量水流外，其餘季刺多為乾涸，且土石不穩常有波動，可於番婆夾坑溪周邊多種植植物，或於其下游規劃截水池，增加保水時間。

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，顯示保留該區域對於當地之生態保護具有明顯正面之成果。

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。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，本季除季節變化外，大致與上一季相當。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。

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 19 種，包括魚鷹、朱鷗、藍腹鷗、東方蜂鷹、大冠鷲、赤腹鷹、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、灰面鵟鷹、林鷲、領角鴉、黃嘴角鴉、八色鳥、臺灣藍鵲、鉛色水鵪、白尾鵪、臺灣山鵪、燕鵪及紅尾伯勞。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、鉛色水鵪、臺灣山鵪、燕鵪，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，數量有逐漸回復趨勢，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，而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，並於完工後進行補植，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，推測可能與本季監測前氣溫偏低，且周基地內植被尚未恢復，密源植物尚少。

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，上季監測時發現裸露地區有大量的小花蔓澤蘭覆蓋，但本季監測發現覆蓋度相對降低，除自然保留區的測站 7 外，因小花蔓澤蘭生長速度快，兩季間可能迅速拓植。而小花蔓澤蘭主要繁殖季為 10 月至翌年 2 月，本季監測時皆有開花後而枯萎之現象，但小花蔓澤蘭拓殖能力強且喜好陽光，可在光度較強的裸露地迅速蔓延，因此後續變化仍需密切關注。

目前小花蔓澤蘭入侵較明顯的測站為引水工程區的測站 2(10%)、測站 4(5%)和自然保留區的測站 7(12%)，建議在自然保留區的步道沿線及引水工程區裸地周圍進行小花蔓澤蘭移除作業。

3.1.9 因應對策與建議

一、水質水量

本案已進入試營運蓄水期間，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)本季在梅南橋測站因為五河局工程施作，許多棲地已被整平並墊高，而右岸河道的水流因配合工程需要已暫時被截斷，而呈現完全無水的狀態，而未監測到任何水生生物，將持續監測以了解工程施作結束後，河川棲地與水生生物是否有逐漸恢復。

(二)水庫區方面，本季湖南(第一)取出水工附近測站監測到隱鞭藻出現，以藻類優養指數(ATSI)計算結果也顯示湖南(第一)取出水工附近測站與湖山(第二)取出水工附近測站水體呈現優養的狀態。而造成

優養化的營養鹽主要應來自地面逕流水與水位上升後使得原先沉積於地表的營養鹽重新進入當中，應屬於水位升高後所產生的自然現象。但是因為優養化的現象仍屬輕微，因此仍建議多加留意水質變化為主，而目前尚且不需要引進魚類來降低水質優養化的控制。此外，水庫區內的水源將引自清水溪，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)水庫區內監測到的魚類仍是以外來種魚類為主，其中也包含掠食性的線鱧，但是目前仍是只有監測到零星個體，而未見大型的成體或大量聚集的魚苗。因此將持續監測以了解數量的變化情形。針對外來種問題則提出以建議供管理部門作為參考：

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。此外，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。由於湖山水庫目前仍舊屬於管制區域，因此若要委由當地的環保或社區團體或其他專責單位進行，則應在取得管理單位之同意後方可進行。墾丁國家公園在 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，而程建中等於 100 年也曾以延繩釣的方式在龍鑾潭捕抓線鱧。而黃大駿等於 106 年也在龍鑾潭利用路亞(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。以上，方法除裡可委由學術或專業團體進行之外，也可以在進行適當的教學過後，委由當地的環保或社區團體進行長期的移除，以抑制外來種的數量。由於外來種進入生態系並建立穩定族群後，想要完全移除已相當困難。因此目前主要是以個體數抑制的方法來抑制外來種數量，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：

(A)個體數抑制

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。而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。

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。

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，而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來誘捕掠食性魚類。

(B)時機及頻率

線鱧的繁殖期主要出現在夏季的 4~9 月可於該期間以網具捕撈幼體與成魚(梁與謝，2012)。而吳郭魚於水溫 20 度以上開始繁殖，而 25-32 度為最適宜水溫，因此同樣可於 4~9 月進行捕撈(行政院農委會吳郭魚主題館)。而根據目前監測資料來看，目前外來種的數量並不多，因此移除頻率可兩個月進行一次，移除期間則密集的以上述方法操作 3-5 天捕抓線鱧，雖無法完全移除線鱧，但至少抑制其數量，往後則可視外來種數量調整時機與頻率。

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(中央水域)，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，能結合相關基礎資料以達到抑制或移除的目標。

(C)來源釐清

由於引水隧道出口位於南勢坑溪，引水隧道出口下游容易受到放水的影響，導致水流速與水流量出現劇烈的改變，可能因此導致棲地環境較不穩定，而影響魚類與其他水生生物棲息。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)也都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。因此建議可由監測團隊在南勢坑溪，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)本季在湖山(第二)取出水工附近測站週圍仍有第二取水塔的工程正在進行，以及在浮動碼頭的工程在距離湖南(第一)取出水工附近測站較遠處進行。施工過程中仍應留意泥沙進入水體當中，造成水質與水生生物的影響。

(五)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，但是電

魚採樣仍有捕獲游泳性魚類(何氏棘魷)及底棲性魚類(臺灣間爬岩鰱)，因此魚道應該還具備縱向串聯的功能。然而，本次監測固床工魚道並無捕獲任何水生生物，為本次監測值得注意的部分。本次監測觀察，固床工魚道由於桶頭橋下方泥沙堆積，造成棲地嚴重變化，使得在水量少的枯水期，固床工魚道因上方河道壅高造成流速變快，造成進入魚道的水流過強，使得該次監測並無捕獲任何生物。本次監測固床工魚道上下游的兩樣站(固床工上方及固床工下方)物種組成及豐度均有明顯的差異，再加上固床工下方游泳性魚類有漸增的情況。因此，固床工魚道周遭是否因固床工構造的設立已造成棲地嚴重變化，或是阻隔造成的影響，亦為爾後持續監測的重點。此外，本季監測到各站均有一定數量的何氏棘魷。何氏棘魷雖為臺灣特有種，但是在清水溪中屬於人為移入的外來魚種。何氏棘魷的出現可能經由主動掠食原生種及資源利用的壓縮造成臺灣石魚賓、臺灣鬚鰻、粗首馬口鰻及高身小鰈鰻等清水溪原生魚種減少，亦為需注意的議題。

三、陸域生物

隨本案的試營運及蓄水，將造成爬蟲類棲息空間的減少及改變，且蓄水初期，爬蟲類將向外移動，後續應檢討並研擬相對應之保護措施(如目前水庫蓄升速度慢，可明顯減少爬蟲類傷亡，但由於水庫地形高低起伏，仍建議須注意蓄水過程造成暫時性孤島的狀況，此則建議以人為方式協助移地)。

引水工程區建議可以延續生態保育措施之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。

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，並多種植原生植物，以提供生物利用。並建議在各區應可多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。此外，由於環境的變化，未來植被復育除利用原生種外，本區域開闊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。

近期小花蔓澤蘭於崩塌裸露地有覆蓋面積增加趨勢，主要因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闊處，因棲地已多處呈現開闊，易造成小花蔓澤蘭大量繁殖，因此建議可參考特生中心提供的資料(<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、切蔓和拔蔓，刈草和切蔓高度為 50 公分左右，地表蔓藤儘量拔除，並清離林地或集中加以覆蓋、遮蔭以防再次萌發。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。

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 噪音於引水隧道入口(桶頭端)及梅林國小有超標狀況，其餘測值均能符合相關之音量標準。	- 引水隧道出口(庫區端)附近於監測期間進行庫區邊坡滑落之取土工程，根據現場紀錄顯示，現場環境噪音源除水流聲之外，亦有卡車行駛之引擎聲。 - 梅林國小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，除蟲鳴蟬叫聲之外，於下午時段恰逢廟會活動之敲鑼打鼓聲，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、河川水質 河川水質於梅林溪及清水溪流域皆有懸浮固體及總磷測項超標。	懸浮固體測值超標情形，推測主要受區域地質脆弱影響，導致受雨水冲刷易使水體懸浮固體測值升高；歷次數據顯示，降雨後常有異常偏高之情形。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，且降雨後易受雨水冲刷導致磷分溶入水體而被測得。	河川水質於梅林溪及清水溪流域皆有部分測站懸浮固體及總磷測項超標。

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 2 月棋山國小及梅林國小、2 月北勢坑溪民宅之 PM_{2.5} 有超標之情形，其餘均符合空氣品質標準。	本季棋山國小、梅林國小及北勢坑溪民宅之 PM_{2.5} 超標情形，比對臨近同時段之環保署竹山空品站(26~65 µg/m³)與斗六空品站(22~77 µg/m³)均有超標，顯示懸浮微粒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)及梅林國小有超標狀況，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。 • 梅林國小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，主要噪音源為學校學童活動之聲音，判斷此乃造成監測值超標之原因。
三、河川水質 河川水質於梅林溪及清水溪流域皆有懸浮固體及總磷測項超標。	針對本季南勢坑溪上游引水隧道出口下游及清水溪全仔社橋測站懸浮固體有超標情況，全仔社橋超標推測主要因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；另引水隧道出口下游水質因承接引水道，而引水道水流速快及沖刷，因此導致測值亦有超標情況發生。歷次數據顯示，降雨後常有異常偏高之情形。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。
四、地面水質 地面水質於梅林溪(壩址下游)有錳測項超過保護人體健康基準。	湖山與湖南壩址於蓄水初期曾有錳超標之情形，且於桶頭堰上游(桶頭吊橋)錳亦曾有超標情況發生，由於梅林溪位於上述測站之下游，故推測主要受係受計畫區地質環境持續影響所致，導致測值略有高於保護人體健康基準。

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. 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。
7. 水野壽彥，1980，日本淡水圖鑑，保育社，日本。
8. 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。
9. 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。
10. 台灣生物多樣性資訊入口網 <http://taibif.tw/>
11. 台灣省農業試驗所(編)，1996，台灣昆蟲分類學研究現況，87 頁。
12. 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。
13. 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。
14. 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。
15. 交通部運輸研究所，1991，台灣地區公路容量手冊技術報告。
16. 向高世，2001，台灣蜥蜴自然誌，大樹文化。
17. 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。
18. 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。
19. 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。
20. 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。
21. 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。

22. 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。
23. 行政院農業委員會，2017，保育類野生動物名錄。
24. 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。
25. 行政院環保署環境檢驗所，環境檢測方法。
26. 行政院環境保護署，2002，植物生態評估技術規範。
27. 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。
28. 行政院環境保護署，2011，動物生態評估技術規範。
29. 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。
30. 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。
31. 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。
32. 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。
33. 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。
34. 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。
35. 行政院環境保護署，環境保護法令彙編，1998 年。
36. 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。
37. 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。
38. 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。
39. 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。
40. 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。
41. 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。

42. 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。
43. 汪良仲。2000。台灣的蜻蛉。人人出版社。
44. 沈世傑。1993。臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物學系。
45. 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。
46. 周立志、宋榆鈞、王岐山、馮紹周，1998，仙八色鸚繁殖習性及雛鳥生長的研究，東北師大學報 3:84-88。
47. 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。
48. 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。
49. 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。
50. 林春吉。2007。臺灣淡水魚蝦（上、下），天下文化出版社。
51. 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。
52. 林斯正。1999。台灣產蜻蜓科(蜻蛉目)幼蟲分類研究。私立東海大學生物系碩士論文。
53. 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。
54. 祁偉廉，1998，台灣哺乳動物，大樹出版社。
55. 邵廣昭、陳靜怡，2004，魚類圖鑑，遠流出版社，444 頁。
56. 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。
57. 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。
58. 津田松苗(編)，1962，水生昆蟲學。
59. 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。
60. 徐堉峰，2000，台灣蝶圖鑑第一卷。鳳凰谷鳥園。
61. 徐堉峰，2002，台灣蝶圖鑑第二卷。鳳凰谷鳥園。
62. 徐堉峰，2006，台灣蝶圖鑑第三卷。鳳凰谷鳥園。
63. 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。
64. 徐國士，1988，臺灣野生草本植物。臺灣省政府教育廳。
65. 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。

- 66.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。
- 67.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。
- 68.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。
- 69.張永仁，1999，昆蟲圖鑑，遠流出版社。
- 70.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。
- 71.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
- 72.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。
- 73.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。
- 74.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。
- 75.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。
- 76.許建昌，1975，臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草，臺灣省教育會。
- 77.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。
- 78.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。
- 79.郭城孟，1997，台灣維管束植物簡誌第壹卷，行政院農業委員會。
- 80.陳文德。2011。臺灣淡水貝類。國立海洋生物博物館，屏東縣。
- 81.陳義雄、方力行，1999，台灣河川湖泊魚類的生態特牲與棲地現況。
- 82.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。
- 83.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。
- 84.陳義雄、黃世彬、劉建秦。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。
- 85.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。
- 86.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。
- 87.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。
88. 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。
89. 楊平世，1992，水棲昆蟲生態入門，台灣省政府教育廳。
90. 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。
91. 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。
92. 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。
93. 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。
94. 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。
95. 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。
96. 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。
97. 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」。
98. 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。
99. 劉崇瑞，1960，臺灣木本植物圖誌，國立臺灣大學農學院。
100. 劉崇瑞、蘇鴻傑，1983，森林植物生態學，臺灣商務印書館。
101. 劉瓊蓮，1993，臺灣稀有植物圖鑑(I)，臺灣省林務局。
102. 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。
103. 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。
104. 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。
105. 賴景陽。1998。貝類(二)。渡假出版社，臺北市。
106. 濱野榮次，1987，台灣蝶類大圖鑑，牛頓出版社。
107. 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.
108. Birdlife International. 2001. Threatened Birds of Asia: the Birdlife

- International Red Data Bool. Cambridge, UK: Birdlife International.
109. 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.
 110. Erritzoe, J. and H. B. Erritzoe. 1998. *Pittas of the world*. Cambridge, UK: The Lutterworth Press.
 111. Huang, T. C. et al. (eds). 1993-2003. *Flora of Taiwan*, Vol. 1-6.
 112. 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
 113. Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*. 6: 21-27.
 114. Lambert, F., M. Woodcock. 1996. *Pittas, Broadbills and Asities*. Sussex: Pica Press.
 115. 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.
 116. Norton, S. F., 1991. Habitat use and community structure in an assemblage of cottid fishes'. *Ecology* 72(6)2181-2192
 117. 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)
 118. Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnologie* 7: 1-218.
 119. Sournia, A. 1978. *Phytoplankton Manual*, United Nations Educational, Scientific and cultural Organization. 337pp.
 120. 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
 121. Teels, B.M., 2002. Methods for evaluating wetland condition-- Developing metrics and indexes of biological integrity. 45.
 122. Whitmore, T. J. 1989. Florida diatom assemblages as indicators of trophic state and pH. *Limnol. Oceanogr.* 34: 882-895.
 123. Zelinka, M., Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewässer. *Arch Hydrobiol* 57, 387-498.

