

契約編號 100407A28

保育研究編號 100-05

委託研究編號 100-04-8-02



行政院農業委員會林務局

南投林區管理處

卡社溪魚類多樣性調查與外來種移除委託計畫

結案報告書



行政院農業委員會特有生物研究保育中心

中華民國 102 年 5 月

目錄

摘要.....	1
Abstract.....	3
1.1 計畫緣起及目的.....	4
1.2 工作範圍.....	6
1.3 工作項目、內容及流程.....	7
1.3.1 重要工作項目.....	7
1.3.2 年度工作流程.....	8
1.4 進度甘梯圖.....	9
第 2 章 研究方法.....	10
2.1 計畫目標.....	10
2.2 調查方法.....	10
2.2.1 樣站之選定.....	10
2.2.2 環境因子調查.....	12
2.2.3 魚類多樣性調查.....	13
2.2.4 外來魚種(虹鱒)族群評估.....	14
2.2.5 外來魚種(虹鱒)之移除.....	21
第 3 章 卡社溪流流域概況.....	26
3.1 地理位置及環境概況.....	26
3.2 物理環境因子與氣候.....	28

3.4 樣站現勘.....	29
第 4 章 河川生態調查	34
4.1 歷史生態文獻蒐集.....	34
4.2 河川環境因子現況調查	35
4.2.1 物理環境因子：.....	35
4.3 魚類多樣性現況調查.....	38
4.3.1 卡社溪魚類相.....	38
4.3.2 虹鱒分布範圍.....	38
4.4 外來魚種(虹鱒)族群量評估.....	44
4.5 外來魚種(虹鱒)移除.....	49
4.5.1 國外外來魚種移除文獻案例	49
4.5.2 外來魚種虹鱒對棲地環境之影響	53
4.5.3 外來魚種移除方法分析.....	55
第 5 章 結論與建議	58
第 6 章 參考文獻	64
附錄一 期初工作報告審查會議委員審查意見回應表.....	68
附錄二 期中報告審查會議委員審查意見回應表.....	80
附錄三 期末工作報告審查會議委員審查意見回應表.....	88
附錄四 計畫展延之相關公文	92

圖目錄

圖 1. 卡社溪流域範圍.....	6
圖 2. 工作流程.....	8
圖 3. 卡社溪流域調查樣站.....	11
圖 4. 魚類相調查樣站 GPS 定位點位置示意圖	13
圖 5. 卡社溪流域虹鱒族群量評估樣站	15
圖 6. 電魚法與釣魚法捕獲虹鱒體長頻度比較	22
圖 7. 卡社溪流域與林班地之分布.....	26
圖 8. 中央山脈保育廊道與各野生動物重要棲息環境.....	27
圖 9. 卡社溪流域歷史文獻魚種分布.....	35
圖 10. 卡社溪下游樣站漁獲組成.....	42
圖 11. 卡社溪各樣站漁獲組成.....	42
圖 12. E1 樣站採樣之魚體體長及數量分布	47
圖 13. E2 樣站採樣之魚體體長及數量分布	47
圖 14. E3 樣站採樣之魚體體長及數量分布	47
圖 15. E4 樣站採樣之魚體體長及數量分布	48
圖 16. E5 樣站採樣之魚體體長及數量分布	48
圖 17. 臺灣櫻花鉤吻鮭域外放流時間表	63

表目錄

表 1. 各樣站物理環境因子調查結果.....	36
表 2. 各樣站物理環境因子調查結果.....	37
表 3. 卡社溪流域魚類調查名錄.....	40
表 4. 卡社溪流域各樣站魚類數量.....	41
表 5. 標識-捕捉法之族群數量評估.....	46

照片目錄

照片 1. 生態調查照片.....	25
照片 2. 卡社溪調查樣站.....	32
照片 3. 卡社溪流域魚類相.....	43

摘要

卡社溪為一高山原始森林溪流，為臺灣第一長河濁水溪之上游重要支流，其部分河段峽谷、瀑布等天然屏障多，地形險峻，人跡難至。本計畫排除人力難以抵達河段，於卡社溪主流設置 4 個固定樣站，分別為 F1、F2、F3 與 F4；支流及部分主流則增加不固定樣站輔以補充調查，分別為 R1、R2、R3、R4、R5 及 R6。在虹鱒族群量評估試驗中則設置 5 個評估樣站，分別為 E1、E2、E3、E4、E5(其中 E1 與 F3、E5 與 F4 位置相同)。

自 100 年 10 月至 102 年 3 月，除雨季、交通中斷或受天候因素影響期間無法前進山區調查外，於卡社溪流域共進行 43 站次的魚類資源與棲地環境因子調查，共計捕獲 5 科 6 種 725 尾魚類。在魚種組成上，上游部份目前僅發現人為放流之鮭科魚類虹鱒(437 尾，佔總漁獲 60%)，並未發現其他魚種或蝦、蟹類；下游漁獲部分則有鯉科的臺灣鏟頰魚(161 尾，佔 56%)、臺灣石鱚(24 尾，8%)，平鰭鰍科的臺灣間爬岩鰍(81 尾，佔 28%)、鰕虎科的明潭吻鰕虎(14 尾，5%)、鮭科的短臀鮭(8 尾，3%)；上述除了虹鱒為外來種外，原生魚種除臺灣鏟頰魚外，其餘為臺灣特有種魚類，特有種比例達 66.7%。調查期間卡社溪流域雖歷經數個鋒面、颱風及梅雨之影響，惟環境因子變化不大，棲地狀態相當穩定。上、下游水體亦並無明顯之變化，水質良好，長期符合甲類陸域地面水體之標準。

另調查結果顯示，現階段虹鱒分布河段之海拔下限為 765m(樣站 F2)，該地因河水切割岩盤形成河寬極窄(約 2m)、流速湍急的 V 型峽谷地形，屬冷水性魚類的虹鱒推測受限於下游高水溫限制，F2 以下河段並未發現虹鱒蹤跡；另上限部分為海拔 2178m 處，該地有天

然巨石群與大型倒木堆積，阻礙水流形成瀑布景觀，由於水位落差頗大，虹鱒難以克服溯游而上，在瀑布上游河段並未發現任何魚類分布。

虹鱒分布範圍已確定後，以標識-捕捉法中之剪脂鱗法進行族群量評估試驗，初步推估卡社溪虹鱒分布之河段(長 35.8 km，海拔落差 1413m)，總族群量約為 16 萬 5,600 尾。另比較電魚法、刺網、釣魚法 3 種漁法之移除效率，將不同漁法單位努力量標準化後(3 人 1 組，每日)，評估電魚法之移除效率最佳，釣魚法次之。電魚法不僅機動性高，亦能在短時間內達成較高之移除效率，且較無體型選擇性，建議優先採用，另不適合操作深水域可輔以釣魚法以補其不足。

關鍵字：卡社溪、族群評估、虹鱒

Abstract

The Kashe Creek, a headwater creek of the Choshui River, which the partial of section are Canyon and Waterfall terrain.

The period of research was October 2012 to March 2013, hydrological and hydraulic conditions, water quality and fishes were investigated at 43 sampling stations on Chingshui Creek, which is a tributary to the Kashe Creek. In the end of the investigated, a total of 6 species which belong to 5 families of fishes were collected.

In the upstream of Kashe Creek, the population of dominant fish is *Oncorhynchus mykiss* (60%), however, the crab has never been found; in the downstream, the population of dominant fish is *Scaphesthes barbatulus* (56%), the second are *Hemimyzon formosanum* (28%) and *Acrossocheilus paradoxus* (8%).

During the investigation, the ranged of water pH is between 7.8 to 10.0, conductivity of water is between 122 $\mu\text{s}/\text{cm}$ to 506 $\mu\text{s}/\text{cm}$, moreover, dissolved oxygen in water is between 8.2~10.5 mg/L. The water quality in samplings stations were classified as Category A.

We used “cut adipose fin method” of ethnic evaluation tests to determine the range of *O. mykiss*. Preliminary estimated the total ethnic group number of *O. mykiss* are about one hundred and sixty five thousand six hundred;. Better removal efficiency of alien species is Electric fish method.

Keyword : Kashe Creek、population assessment and rainbow trout

第 1 章 前言

1.1 計畫緣起及目的

卡社溪為臺灣第一長河濁水溪上游支流，其主流發源於標高 3,241m 之牧山南側，流域遍及南投縣信義鄉東北部與仁愛鄉南端一小部分，涵蓋南投林區管理處轄屬丹大事業區第 1 林班至第 13 林班，發源後先向東南再轉西南奔流，於阿桑托洛注入濁水溪。卡社溪因地理位置偏遠，人煙罕至，交通不便造成的天然屏障使其少受人為干擾與破壞，至今仍保有原始森林溪流風貌，是臺灣少數全河段無人工構造物及人為污染的河川，更蘊育了豐富的野生動物資源。依據汪靜明教授 1990 年至 1992 年的調查結果顯示，卡社溪下游有臺灣鏟頷魚、臺灣石鱚、粗首鱨、臺灣間爬岩鰍、埔里中華爬岩鰍及短臀鮭、明潭吻鰕虎等 7 種原生種魚類棲息，上游僅發現多年前人為放流之外來種冷水性魚類虹鱒 (*Oncorhynchus mykiss*)，未發現其他魚種或蝦、蟹類蹤跡。卡社溪因溪水終年清澈冷冽，7 林班以上河段幾無原生魚種蹤跡，依據本中心 1997~1998，2002，2005~2006 年的調查結果顯示，海拔 1,885-2,050m 間的卡社溪上游河段僅有虹鱒的分布，在 2 月及 3 月更發現其自行繁衍的稚魚族群出現。

行政院農業委員會為了落實「中央山脈生態廊道」的理想，提供臺灣野生動物完整的棲息空間，以達生態保育與國土保安之目的，於 2000 年 2 月 15 日依據野生動物保育法公告「丹大野生動物重要棲息環境」，卡社溪流域正位於公告區域內。惟「丹大野生動物重要棲息環境」劃設前（約 1980 年），民間人士早已自行由國外引進虹鱒於卡社溪進行多次人工放流，迄今虹鱒亦已適應當地環境並建立健康且

能自行繁衍的野生族群。目前，外來種入侵已成為全球性的生態危機，除威脅到當地原生物種多樣性外，亦嚴重衝擊到當地原已脆弱的生態系統。日本「種的保存法」中明文範，對於危害到一般或是被保護物種的生存與棲地，或其它法定保護區中出現的外來生物，政府有責任設法將之驅除，或禁止民眾在環境生態敏感地區野放外來生物。

卡社溪為臺灣少數至今仍完全未受污染及開發壓力的原始森林溪流之一，在丹大野生動物重要棲息環境的生態體系中扮演了相當重要的角色，目前棲息於其上游水域的虹鱒族群，雖因水溫限制未向下游河段擴散入侵，惟仍有影響卡社溪原生魚種向上洄游、分布、壓縮生存空間及利用相同資源之競爭與排擠之虞，基於保護生物多樣性及原生物種之生存，將臺灣原無分布且族群量龐大無滅絕之虞的外來經濟性養殖魚種虹鱒從卡社溪完全移除，維護「丹大野生動物重要棲息環境」溪流生態多樣性，已成為未來主管機關永續經營管理必須面對的課題。

1.2 工作範圍

本計畫工作範圍為卡社河流域，除進行魚類資源普查外，並於外來種魚類虹鱒分布區段進行移除試作。

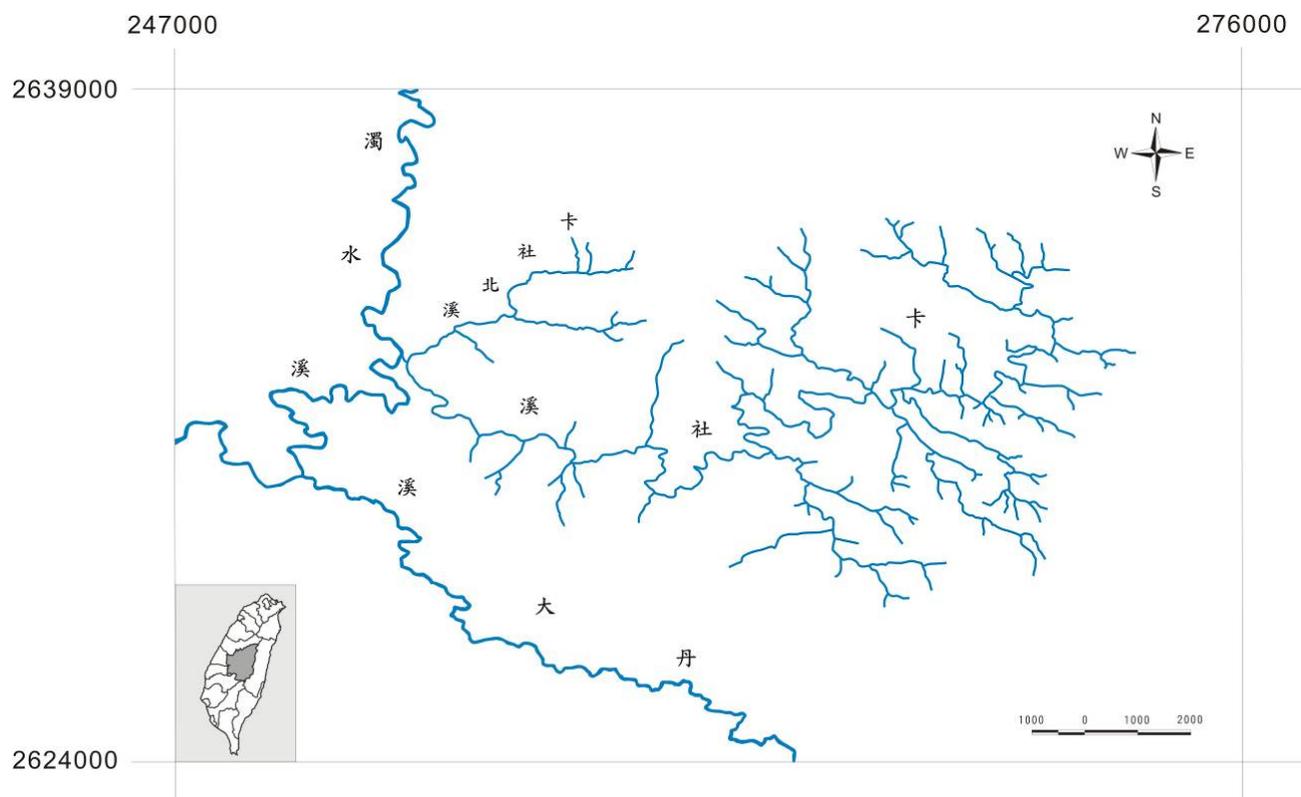


圖 1. 卡社河流域範圍

1.3 工作項目、內容及流程

本計畫針對卡社溪進行文獻資料蒐集與魚類資源普查，以瞭解卡社溪魚類多樣性現況，並就入侵卡社溪流域之虹鱒或其他外來種魚類分布水域之海拔高度上、下限加以究明，評估外來魚種的族群數量，利用各種具體可行之方法進行外來種移除試作並評估其效率，期未來能還給臺灣原生魚類原來的生存空間，健全丹大野生動物重要棲息環境溪流生態。在交通狀況許可，無颱風、豪雨等不可抗拒之天災影響下，調查工作在乾季期間預計每月進行1次，雨季期間在人員安全無虞下儘量持續進行。

由於卡社溪幅員遼闊，地處舟車難至的偏遠山區，欲使虹鱒族群量顯著降低，除本計畫移除試作時之初步移除外，實有待後續正式全面移除工作的持續推動。本計畫亦將就移除試作之成果與經驗，評估後續移除工作所需人力、物力，提供有關單位未來是否繼續辦理移除工作之施政參考。

1.3.1 重要工作項目

1. 文獻與資料之蒐集。
2. 調查河段樣站的選取與設置。
3. 進行卡社溪流域魚類資源普查，瞭解魚類多樣性現況。
4. 究明入侵卡社溪流域外來魚種分布之海拔上、下限並估算其族群數量，瞭解外來魚種入侵現況。
5. 建議具體可行之外來魚種移除方法，並評估後續移除工作所需之人力及經費需求，提供有關單位未來是否繼續辦理移除工作之參考。
6. 研究調查資料彙整、分析與報告撰寫。
7. 研擬卡社溪生物多樣性保育與永續經營管理之具體建議。

1.3.2 年度工作流程

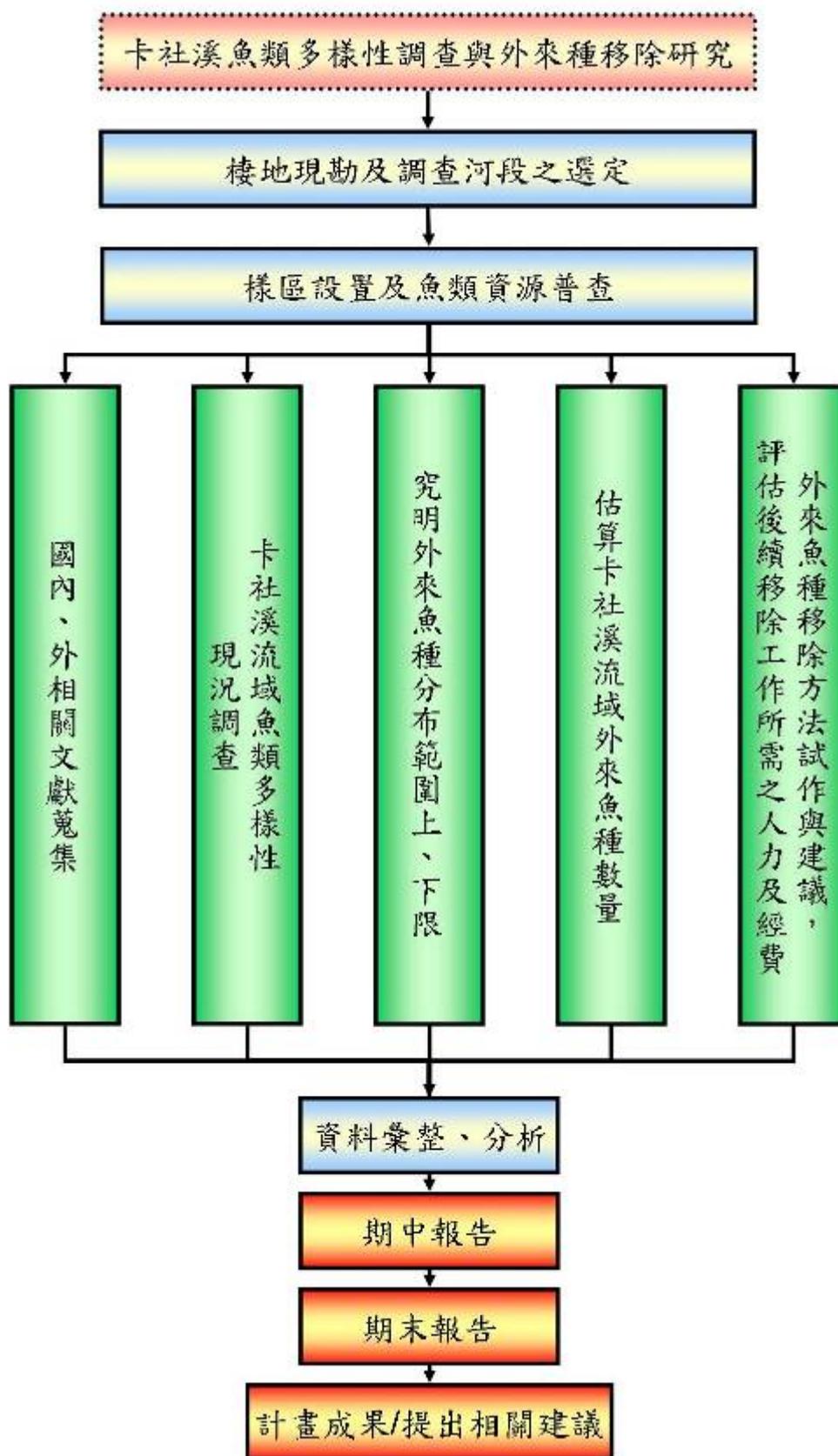


圖 2. 工作流程

1.4 進度甘梯圖

項次	工作項目\年、月別	100年				101年							
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	國內外文獻與資料蒐集												
2	卡社溪魚類多樣性現況調查												
3	究明外來魚種分布範圍海拔之上、下限												
4	估算卡社溪外來魚種族群量												
5	進行外來種移除試作試建議具體可行之移除方法、之效率評估及後續處理之相關所需人力、經費之推估												
6	建置魚類多樣性現況生態資料庫及研擬相關之具體建議												
	研究資料彙整、分析與報告撰寫												
	報告書編輯印製												
	預定進度累積百分比	5	20	35	40	45	50	55	65	70	80	95	100

第 2 章 研究方法

2.1 計畫目標

為維護卡社溪當地的水生生物多樣性及原生物種的生存空間，本計畫針對卡社溪流域進行魚類資源普查與相關文獻蒐集，期可更加瞭解當地原生物種的分布現狀以及入侵外來種魚類分布之海拔上、下限，並進一步評估其現有族群量，提供相關單位對當地生物多樣性保育與永續經營管理施政之參考。計畫期間研究團隊亦將利用不同的移除方法捕捉外來魚種並評估移除成效，提供未來若有需要推動移除工作時之參考。

2.2 調查方法

2.2.1 樣站之選定

為瞭解卡社溪魚類多樣性現況，並究明入侵卡社溪流域之虹鱒或其他外來種魚類分布水域之海拔高度上、下限，本計畫依據 2009 年河川情勢調查作業要點草案相關內容規範進行魚類資源普查。卡社溪主流全長約 42 km，固定樣站原擬每隔 10 公里設置 1 站，因部分河段天然屏障多且地形險峻不易到達，故排除人力難以抵達之主流河段設置 4 個固定樣站，由下游起依序為 F1、F2、F3、F4；另輔以補充調查之不固定樣站共有 6 站，支流部分為 R1、R2，主流部分為 R3、R4、R5、R6，樣站分布位置如圖 3。

2.2.2 環境因子調查

於進行魚類資源普查時，同時針對選定樣站之現場物化棲地環境進行計測，以瞭解各樣站之水文(溪寬、水深、流速、流量、氣溫、降雨量、底質組成及覆蓋度等)、水質(水溫、酸鹼值、溶氧量、導電度、濁度等)現況。將卡社溪現況、歷史參考文獻與本研究團隊過去之調查結果予以彙整分析，俾進一步瞭解卡社溪長期之環境變遷情形。其調查項目如下：

1. 水文測量：

在調查人員可橫越之溪流及適當水流深度、速度下，利用穿越線方式量測河寬、水深及流速(流速器為 AEM1-D, JFE Advantech, Japan)，量測斷面包含瀨區及潭區，在進行穿越線調查時亦一併量測底質組成，並記錄選定河段樣站之左、中、右岸之覆蓋度，覆蓋度主要以球面遮蔽計(Spherical Densimeter, Model-C) 記錄在該樣點受到溪畔林木所遮蔽的百分比。

依 Platts et al. (1983)底質分類標準分為 I ~ V 級：

底質等級		底質粒徑範圍 (cm)
I	巨石或岩盤 (boulder)	>25.6
II	圓石、大礫石(cobble)	12.8~25.6
III	卵石、小礫石 (pebble)	6.4~12.7
IV	碎石、砂礫 (gravel)	2.0~6.3
V	砂泥之砂、泥 (sand)	<2.0

2. 水質測量：

於選定樣站進行水溫、酸鹼值、溶氧量、導電度、濁度等調查。主要採用儀器為 Wissenschaftlich - Technische Werkstätten (WTW)

公司製造之綜合水質測定儀(Three – Multi 3430)來測量氣溫 (temperature；單位 $^{\circ}\text{C}$)、水溫(water temperature；單位 $^{\circ}\text{C}$)、酸鹼值 (pH)、溶氧量(Dissolved Oxygen, DO；單位 mg/L)、導電度(water conductivity；單位 $\mu\text{s}/\text{cm}$)等諸項因數。另混濁度(water turbidity；單位 NTU)則使用由 ROMANIA 製造的濁度計(HANNA, HI98703)測量。

2.2.3 魚類多樣性調查

本計畫擬參考 2009 年 1 月水利規劃試驗所製定的「河川情勢調查作業要點(草案)」中水域生物調查頻度及各物種調查方法之規範，並視樣站現地情況酌予修正調查方法。

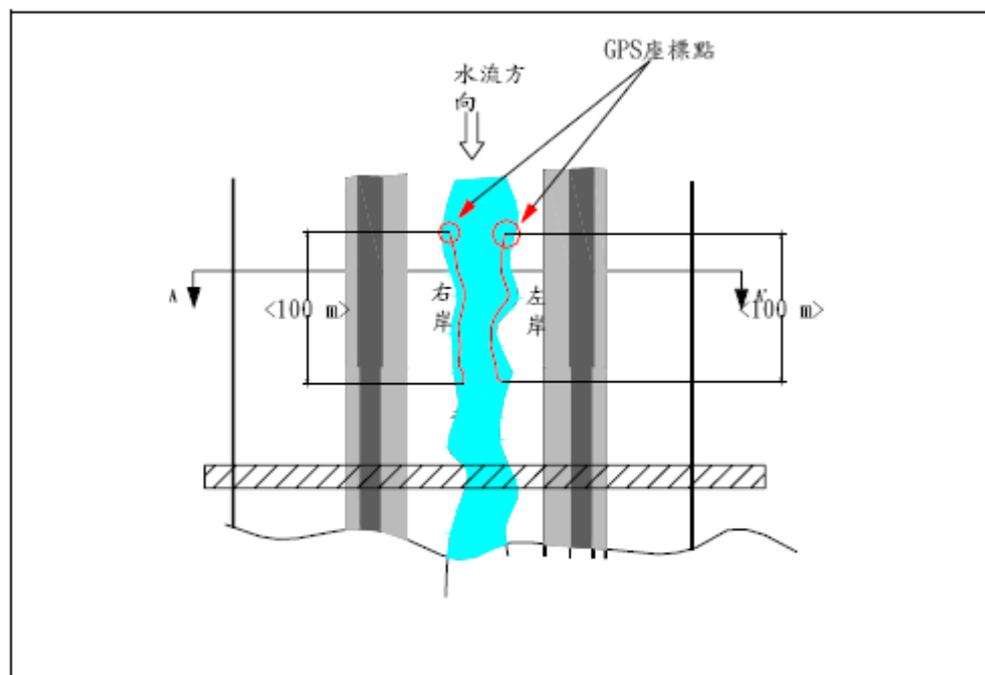


圖 4. 魚類相調查樣站 GPS 定位點位置示意圖

於卡社溪流域主流設置 4 個固定與數個不固定補充樣站，每一樣站調查時選擇 50 m 長河段，於該水域內視棲地環境組成、水文狀況、棲地複雜度等情況，依據不同需求以不同漁具及漁法來採捕河川魚

類。主要使用之漁具為直流電（110 volt）背負式電魚器，採捕時在樣區以 Z 字形路線由下游往上游間歇性放電捕撈，並以穩定速度進行（取樣時間約為 30 分鐘）。過程中將控制適當的電流輸出使魚體暫時暈厥以進行撈捕作業，並儘量減少對個體的傷害。另於濱溪淺灘處或魚類移動時必經途徑上，輔以陷阱法之中、小型蝦籠(直徑為 12cm)、魚籠(寬 45 公分，高 30 公分，全長約 7 公尺)捕捉。如遇深水域(水深超過 80cm)則以手拋網、刺網(依據棲地類型或對象魚種體型來選擇不同網目大小)、潛水及釣魚法輔助採集，並儘可能於野外鑑定種類、計算數量、測量體全長（TL； total length，至 cm）及體重（BW; body weigh，至 g），在資料記錄完畢後，隨即將原漁獲釋放回原棲地，如捕捉到外來魚種則予以移除不釋回，俾儘量降低對當地生物群聚之衝擊，其過程中並詳細記錄外來種之分布範圍，以瞭解外來魚種分布之上、下限。

為了合法使用電魚器進行魚類調查，研究人員在計畫執行前已向漁業署申請電魚許可，另外，也會在每次調查前至樣區所在地的警察局或派出所報備。

2.2.4 外來魚種(虹鱒)族群評估

2.2.4.1 樣站之選定

當外來魚種分布範圍之海拔上、下限確立後，於其棲息河段選取 5 個適合電魚法操作之樣站來進行族群量標識-捕捉法評估，每一樣站長 50m，上、下游皆以適當網目之網地橫斷阻隔。樣站由下游起分別為 E1、E2、E3、E4 及 E5，族群評估樣站與魚類資源普查樣站有 2 個樣站重疊，E1 為固定樣站 F3，E5 為固定樣站 F4，另 E2~E4 則介於固定樣站 F3 與 F4 之間，E1~E5 地理位置如圖 5。

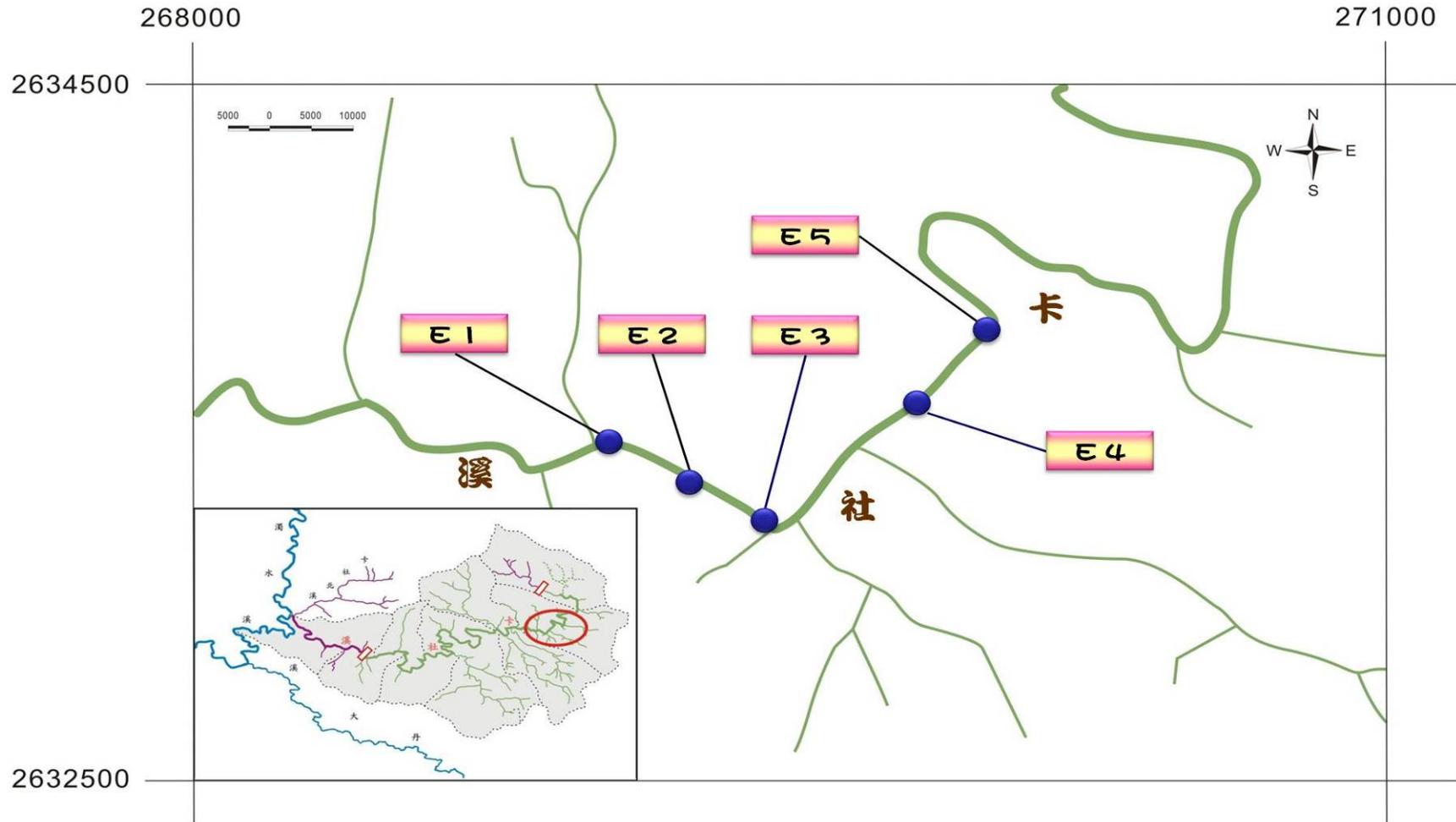


圖 5. 卡社溪流域虹鱒族群量評估樣站

2.2.4.2 評估方式文獻彙整

為有效移除外來種，移除前必須先估算外來種族群量，才能監測移除作業之成效是否達到預期效果。對於溪流魚類族群估計廣泛應用之方法為標識-捕捉法及移除法，本計畫之族群數量依據不同棲地型態、捕獲效率、採樣時間及方法與魚種選擇性多寡來決定其估算方式。

1. 標識-捕捉法：

標識-捕捉法主要用於魚類的洄游和魚類多樣性資源之相關研究，此方法是將於自然水域中捕捉到的魚類，在其魚體上附加標識或在魚體上造成刻缺後釋放回原水域，重新捕捉時可據以研究魚類的洄游、分布、生長、遷移和評估族群量。利用標識魚類的再捕捉率以及體長、體重等生物學數據，可以估算標記魚類種群之變動，評價移除族群之成效。此方法可分為記號法(Marking)與標誌法(Tagging)，可同時採用此兩種方法，以利放流個體之辨認。

(1) 記號法：以不影響及傷害魚類活動為前提，將魚體部分構造製造些微變化或切除，常用方法為剪鰭法、烙印法、染色法、螢光法、刺青或同位素法。上述方法中，較方便於野外操作且較常被採用的標記為體外標記法中的剪鰭法，此方法於國外研究主要應用在鮭、鱒魚類上。一般認定切除脂鰭(adipose fin)對魚類游泳行為影響較小，是鮭、鱒魚類最佳的標識部位，另外，無脂鰭魚類之胸鰭、背鰭及尾鰭等也常被選為標識部位(林等,1996)。

(2) 標誌法:在魚體上結附可供辨識之標籤，可分為體內標誌與體外標誌。體內標誌因成本及人力考量較少被採用，體外標誌可提供明顯的識別，通常利用線狀結構之標誌穿過魚體將之固定於體外並做上辨識之號碼或標籤，以對魚體之生理及行為影響最小且能長期存在於魚體以供辨識為前提。

估算方法有Petersen method(又稱為Lincon index)、Schnabel method(Seber,1982)與Jolly-Seber method等三種。

(1) Petersen method(又稱為Lincon index)

從目標魚種之族群裡隨機取樣做上標識後放回魚群，相隔一段時間，待標識個體與未標識魚群充分混合後，再使用相同漁法捕捉目標魚種，統計其中帶有標識之個體數來推估族群大小。此方法假設條件為(A)回捕標識魚數(r)對總捕獲量(c)之比例與標識魚總數(m)對族群量(N)的比例相同；(B)標識魚的死亡率與非標識魚的相同；(C)標識魚之捕獲率與非標識魚相同；(D)標識無消失；(E)標識魚於族群中為隨機分布，採樣亦為隨機的；(F)標識期間標識魚無出生、死亡、遷出及遷入(李,1990)。

推估方程式為：

$$\hat{N} = \frac{m \cdot c}{r}$$

式中： \hat{N} ---標識時之族群估計量

m ---標識魚數

c---總捕獲量(標識魚+非標識魚)

r---回捕標識魚數

(2) Schnabel method(Seber,1982)

當Petersen method所回收標識過低時(如小於10%)，藉由增加捕捉次數與標識魚數，可有效地增加標識回收率。以一種標識進行多次取樣與上標之方法，標識魚數隨著取樣次數而增加，每次採樣只記錄標識魚數與非標識魚數(林等,1996)。

推估方程式為：

$$\hat{N} = \frac{\sum(C_t M_t)}{\sum R_t + 1} \quad V\left(\frac{1}{N}\right) = \frac{\sum R_t}{\sum(C_t M_t)}$$

式中： \hat{N} ---標識時之族群估計量

M_t ---第 t 次標識之魚隻數

C_t ---第 t 次採樣時，捕獲之魚數

R_t ---第 t 次採樣時，捕獲之標識魚數

如累計捕獲標識魚多於50尾之情況，則適用於Schumacher and Eschmeyer(Seber,1982)，此法的信賴區間的估算法式較複雜，主要由估計值倒數的信賴區間反推之(Kreb,1989)。

推估方程式為：

$$\hat{N} = \frac{\sum(C_t M_t)}{\sum R_t M_t}$$

$$V\left(\frac{1}{N}\right) = \frac{\sum\left(\frac{R_t^2}{C_t}\right) - \frac{(\sum R_t M_t)^2}{\sum(C_t M_t^2)}}{s-2}$$

$$S\left(\frac{1}{N}\right) = \sqrt{\frac{V(1/N)}{\sum(C_t M_t^2)}}$$

$$\frac{1}{N} \pm t_\alpha S\left(\frac{1}{N}\right)$$

式中：S ---採樣數

t_α ---由(100- α)%信賴區間對照查Student't-table所得

(3) Jolly-Seber method :

此方法適用於大範圍之河段，採樣點之設定限制較少，採樣時間間隔可較長且不須相同間隔，整個研究可持續進行而無時間之限制，研究期間愈長，獲得族群資料愈多。每次採樣主要於每1尾回收上標魚的前一次捕獲時間之記錄，而非其初上標時間，因此在重複回收的次數愈多，所得資料愈完整。此方法假設條件為(A)每次採樣，每隻魚的捕獲機率相同；(B)兩次採樣間，每隻魚的存活機率相同；(C)標識無消失；(D)採樣之時間間隔與時間可變異(林等,1996)。

推估方程式為：

$$N_t = \frac{M_t}{\alpha_t} \quad \alpha_t = \frac{m_t + 1}{n_t + 1} \quad M_t = \frac{(s_t + 1)Z_t}{R_t + 1} + m_t$$

$$\Phi_t = \frac{M_{t+1}}{M_t + (s_t - m_t)} \quad \lambda_t = \frac{N_{t+1}}{\phi[N_t - (n_t - s_t)]}$$

$$B_t = N_{t+1} - \phi[N_t - (n_t - s_t)]$$

式中： m_t ---第 t 次採樣時，捕獲之已標識魚隻數

u_t ---第 t 次採樣時，捕獲之非標識魚隻數

n_t ---第 t 次採樣時，捕獲魚隻數

s_t ---第 t 次採樣時，釋回之魚隻數

R_t ---第 t 次採樣時，標識並釋回之魚隻，並在後續捕獲之魚數

Z_t ---第 t 次採樣時，未捕獲而在後續捕獲之已標識魚數

α_t ---第 t 次採樣時，標識魚之比例

M_t ---第 t 次採樣時，標識魚族群之估計魚數

N_t --- 第 t 次採樣時，估計之總魚群數
 Φ_t --- 第 t 次採樣至第 $t+1$ 次採樣之魚群存活率
 λ_t --- 第 t 次採樣至第 $t+1$ 次採樣之魚群增加率
 B_t --- 第 t 次採樣至第 $t+1$ 次採樣之魚群增加魚數

2. 移除法：

不需使用標識，也不需即時將捕獲魚隻釋回溪段中，此方法常與電魚法配合，於小型溪流魚類進行族群估計。為多次連續採樣之族群估計方法，每次採樣之魚隻不需釋回原溪段，連續採樣次數為 3~5 次或至無捕獲魚隻時為止(及捕獲魚隻數量為 0)，採樣次數愈多，可信度愈高。此方法假設條件為(A)再進行採樣期間，族群內被捕獲的每一尾魚機率均為恆定的，並且採樣時間愈短愈好，以降低可能之差異；(B)每次採樣方式與時間均相同，以致每次採皆有相同之努力量(林等,1996)。

$$\begin{aligned}
 \text{推估方程式為：} \\
 C = \frac{-\sum Y_i(K_i - \bar{K})}{\sum (K_i - \bar{K})^2} \quad \hat{N} = \bar{K} + \frac{\bar{Y}}{C}
 \end{aligned}$$

式中： K_i --- 第 i 次採樣前捕獲魚數總合

Y_i --- 第 i 次採樣捕獲之魚數

$\bar{K} = \frac{(\sum K_i)}{s}$ --- 平均累加捕獲魚數

$\bar{Y} = \frac{(\sum Y_i)}{s}$ --- 平均捕獲魚數

\hat{N} --- 估計之族群量

C --- 估計之捕獲率

S --- 採樣數

2.2.4.3 族群量評估試驗試作

考量卡社溪地處偏遠，交通困難，本計畫主要依據上述方法(1)記號法中的剪鰭法（脂鰭）來進行族群量評估試驗。

調查人員在虹鱒分布範圍內，參考前人文獻，選擇海拔高度765~2178m間之河段設置5個長50m之評估樣站，由下游起分別為E1、E2、E3、E4、E5(其中E1與F3、E5與F4位置相同)，每一樣站內皆有潭、瀨、流等不同流水型態之棲地。試驗前先於樣站上游與下游各長20m、高1.8m、網目3.4cm之尼龍製攔截網橫斷阻絕，使樣站內試驗對象族群獨立，避免試驗期間與樣區外之族群交流而影響評估準確性。隨後再使用背負式電魚器於樣區內以Z字型路徑由下游往上游間歇性放電捕撈，進行第1次標識採樣，採集到之魚體全部進行脂鰭切除標識作業，隨即釋放回樣站內，但逢機選擇3尾標識個體為對照組不放流，靜置於樣區內岸邊緩流處，俾觀察受試個體經放電及切除脂鰭後於試驗期間之生理狀態。翌日，再次施予相同漁法進行第2次標識再捕採樣，統計標識放流後再捕率，推估單一樣站虹鱒族群量。主要採用Petersen method(又稱為Lincon index)來估算總族群量。

前揭試驗假設前提為(1)回捕標識魚數對總捕獲量之比例與標識魚總數對族群量的比例相同；(2)標識魚的死亡率與非標識魚的相同；(3)標識魚之捕獲率與非標識魚相同；(4)標識無消失；(5)標識魚放流後於族群中為隨機分布，採樣亦為隨機的。

2.2.5 外來魚種(虹鱒)之移除

移除河川外來魚種較常採用的之漁法有電魚法、釣魚法、陷阱法、刺網或手拋網等。

1. 電魚法：

為效率較佳之漁法，英國於 1945 年左右就開始利用此方法去除河川中無經濟價值之魚種。使用漁具為交流電（110 volt）背負式電魚器，採捕時在樣區由下游往上游間歇性放電捕撈，並在下游處放置攔截網以避免外來魚種之脫逃，並輔以其他漁法同時使用。

2. 釣魚法：

適用於較深水域（水深超過 80cm），以釣竿、釣線、釣鉤、浮標與餌料構成之釣組，直接利用手竿或甩竿等來釣取目標魚種，此法主要作為輔助採樣之用。

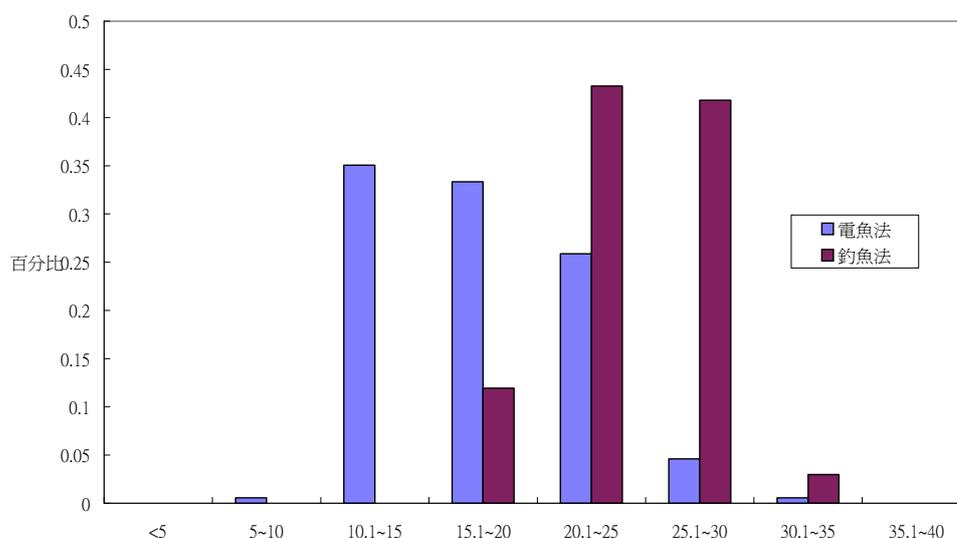


圖 6. 電魚法與釣魚法捕獲虹鱒體長頻度比較

據 1997 年行政院農業委員會特有生物研究保育中心比較以電魚法、釣魚法採集卡社溪虹鱒之漁獲體長(圖 6)結果顯示，釣魚法漁獲體長明顯大於電魚法。因大型虹鱒游泳能力較強且常棲息於深潭，而電魚器的有效範圍較小，且受限於人為與安全因素無法於深水域或人員無法站立的湍急水域操作，致大都捕獲到淺水域或較緩水域的小型

魚。另使用釣魚法人員毋需涉水，且因所採用的釣鉤大小與漁獲個體口裂大小息息相關，釣鉤大小對於漁獲體型具選擇性，直接影響捕獲個體的體長分布。

3. 陷阱法：

亦為迷阻漁法，主要利用魚類之生態習性(如移動、棲息、攝食)而設計之捕魚方法。設計易進難出的漁具放置在魚類移動時所經之途徑，利用其密閉性而造成遮蔽效果加以捕捉，或於漁具內放置餌料引誘魚類進入攝食，使之無法逃出，達到採捕之成效。較常見陷阱漁具有蝦籠、魚籠等。

(1) 蝦籠：為被動式的陷阱漁具，主要捕獲對象為蝦類及小型魚類。

使用的蝦籠為市售白色塑膠製小型蝦籠，入口直徑為 12 公分。每 1 個樣區放置 6 個蝦籠，蝦籠入口朝下游的方向，設置在適合蝦、蟹類棲息的石縫或移動的路徑，其中 3 個蝦籠內放置小塊的秋刀魚肉為餌料。放置時間為 1 天，翌日回收後立即鑑別物種，測量漁獲體長與體重後隨即將捕獲的個體放回原來的溪段。若有當場未能鑒定的種類則以 75%之酒精浸泡後攜回實驗室再行鑒定。

(2) 魚籠：俗稱蛇籠，寬 45 公分，高 30 公分，全長約 7 公尺，前後兩端為袋網，中段設計了 10 個 45 公分×30 公分×37 公分的誘魚陷阱，陷阱入口直徑約 15 公分。並在每一陷阱內放入少量豆粕當誘餌，魚籠入水前將一端固定於岸邊，再將魚籠由水淺往水深方向展開，放置時間為至少 1 天(隔夜)。

4.手拋網或刺網法

- (1) 手拋網：或稱八卦網，手拋網上端有一繩索相連，底部則為沈線，使用者利用腰力與臂力的揮動，技巧性的將網子於空中張開並落於目標水域中。此方法適用在沙質且流速緩慢的水域，流速太急或水太淺效果均不理想，因捕捉面積有限，所以通常用以輔助採集。
- (2) 刺網：多用於捕捉水層中活動性較強的魚種，其網目大小與所捕捉魚類體型成正比例，如土鯽魚網(細網,單層,網目 3 吋,網地長 30 丈,高 1.5 丈)，溪哥網(中粗,單層網,網目 6~7 分,網地長 20 丈,高 6 尺)。刺網常直放在靜、緩水層中，與水流垂直或平行。其最上層為繫有保麗龍之浮子網，可浮於水面，底部則為繫有鉛塊之沈子網，藉由浮子浮力與沈子重力張開網地，將刺網擺設至適當的水層深度，以羅刺及纏絡之方式捕捉觸網之魚類。惟此網具於水層中不可放置太久，以儘量縮短漁獲掛網時間，降低魚體損傷。

本計畫使用電魚法、釣魚法與刺網進行虹鱒移除試作，並比較3種漁法所需人力及捕獲效率，提供未來推動正式全面移除作業時之參考。

照片 1. 生態調查照片



族群量評估試驗之上下游攔截網



標識-捕捉法中之剪脂鰭



電魚法



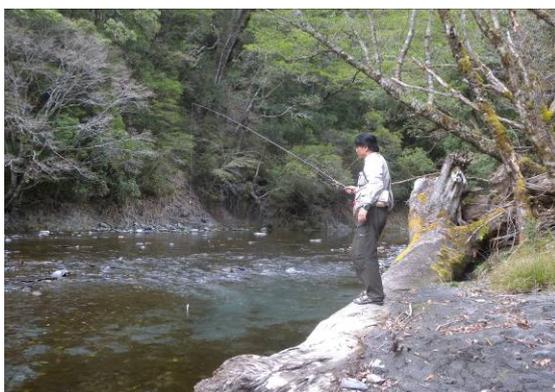
穿越線測量



架設流刺網



流刺網設置完成



釣魚法

第 3 章 卡社溪流域概況

3.1 地理位置及環境概況

卡社溪位於臺灣中部南投縣信義鄉東北部，為濁水溪上游溪流源頭，主流發源於標高 3,239m 之干卓萬大山南側（傅,2002），全長約 42 km，流域面積 168 km²。卡社溪屬於南投林區管理處丹大工作站所管轄之丹大事業區，亦在丹大野生動物重要棲息環境內，卡社溪流域分布範圍為丹大事業區中第 1~13 林班地。位於丹大事業區中的卡社溪屬高山原始森林溪流，河床兩旁具有堅硬穩定的基石岩盤與叢密的森林覆蓋，具有良好的保土蓄水功能，並且溪流澄澈具原始景觀，景色隨四季有所變化，極致優美。

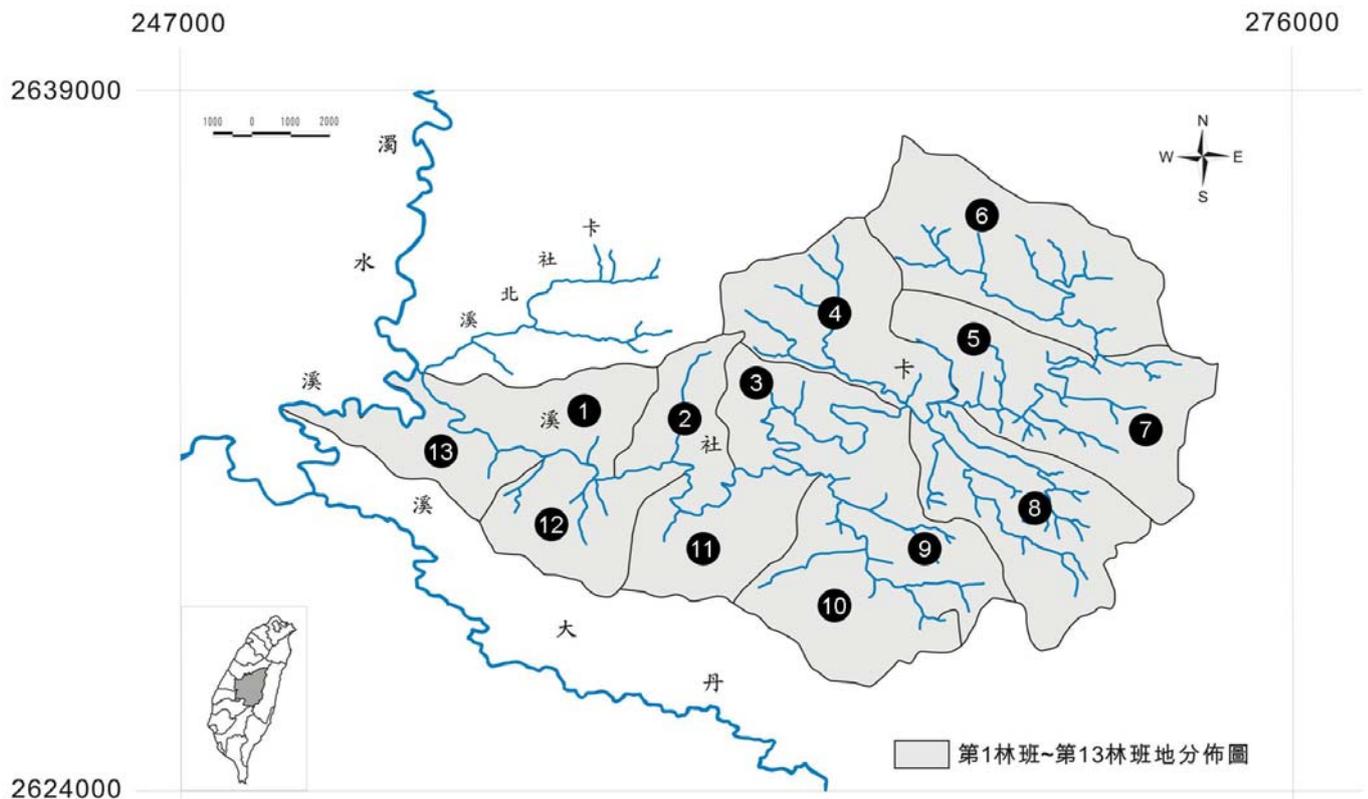


圖 7. 卡社溪流域與林班地之分布

丹大事業區地勢自東向西走向，東部為中央山脈崇山峻嶺，西部地勢則較平坦，其中的丹大溪發源於東部北丹大山（2,954m），沿中央山脈脊稜，南向經關門山（3,052m）、大石公山（3,048m）至丹大山（3,074m）等，與源自千卓萬大山(3,239m)，向西經卓社大山（3,343m），沿脊稜中間再分支向東西走向雙子山（2,998m）之卡社溪流流域做區隔（傅,2002）。此區域面積遼闊，微氣候受局部影響而變化劇大，跨越亞熱帶、暖溫帶及冷溫帶等 3 個氣候帶。植群類型因海拔高低懸殊落差，形成垂直森林帶林相豐富多變，自低海拔的亞熱帶闊葉林、暖溫帶針闊葉混生林，到高海拔的冷溫帶針葉林、高山草原等都有，多樣化的棲息環境，孕育豐富的野生動植物資源，且丹大野生動物重要棲息環境為「中央山脈保育廊道」之重要中樞，占地面積達 109,952ha 為最大。

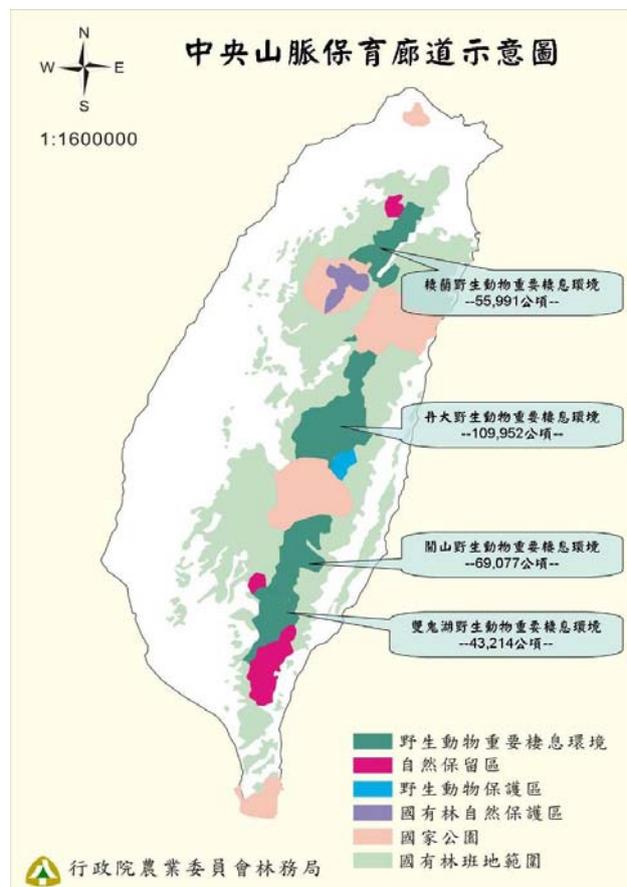


圖 8. 中央山脈保育廊道與各野生動物重要棲息環境

中央山脈保育廊道即是藉連接中央山脈地區的高山林地、自然保留區、野生動物保護區、自然保護區及國家公園，成為連綿不絕的綠色廊道，程和林（1992）提出自然保護區保護對象包括野生動物、原生植物或獨特的地形、地質或綜合性的，就內容言，應包括（1）代表性的林型。（2）特殊的生態環境。（3）稀有或瀕臨絕滅危機的動植物。其設置的目的基本在於（1）保存原始之自然資源並觀察其演進。（2）提供科學實驗研究場所。（3）繁衍生物及維護生態體系。而自然保護區的功能又可歸納為：（1）提供各種生態體系代表性例證。（2）提供植物演替與其他生物及物理現象長期研究機會。（3）提供基準值，以作為檢定因人類活動所引起自然作用與系統改變程度之依據。（4）可作為長期保持遺傳複雜性之基因庫。（5）可作為稀有及有絕滅危機之生物種類之保護區（柳,1992b）。可見此保護區對於生物多樣性維護、保存物種基因庫及相關學術研究中均扮演著不可或缺的重要角色。

3.2 物理環境因子與氣候

1. 雨量

卡社溪流域位於濁水溪上游源頭之集水區，由於地處偏遠且人車進入不易，此區域並未設置水文站或氣象站。惟參考鄰近水文站歷史資料，卡社溪流域之平均年雨量約為 2440 mm（1950~2009），2009 年降雨總量約為 2524 mm，其中降雨日數以 3 月到 9 月較多，3~9 月為雨季，6 月上旬至 9 月底因西南季風盛行雨量較豐，故常有豪雨發生。

2. 水量

據行政院農業委員會特有生物研究保育中心 1997~1998、2002、2005~2006 年卡社溪生態調查資料顯示，卡社溪上游第 5,7 林班地在乾季之平均流量為 0.4~0.6 CMS，雨季之平均流量為 1.4~2.4 CMS，但 2005 年因雨量較多，雨季平均流量明顯偏高。另參考汪（1992, 1994b）歷史調查資料，發現卡社溪多年來流量變化不大，顯示卡社溪不僅終年有水，棲地狀況亦相當穩定。

3. 水質

據行政院農業委員會特有生物研究保育中心 1997~1998、2002、2005~2006 年之水溫長期監測結果觀之，卡社溪一整年度之平均水溫縱使在夏季亦未高過 18°C，水體溶氧量皆在 8.0 mg/L 以上；pH 值平均為 8.4；導電度平均為 170 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ；濁度均在 1.5 NTU 以下，皆與汪（1992, 1994b）之物理環境因子調查結果相近，顯示卡社溪水溫、水質均佳，且具有良好、穩定的棲地環境。

3.4 樣站現勘

行政院農業委員會特有生物研究保育中心曾於 1997~1998、2002、2005~2006 年於卡社溪第 5、7 林班地河段進行生態調查，當時其二樣站即為本計畫之 F3 與 F4 樣站。該河段兩岸具有堅硬穩定的岩盤，森林植被覆蓋茂密，水色終年清澈見底，水文穩定，底質歧異度大，流、瀨、潭等不同流水型態皆具。

樣站現勘歷史照片如下：

1988 年



2000 年



2002 年



2002 年





照片 2. 卡社溪調查樣站



F1



F2 (虹鱒分布下限之下游處)



F3



F4



R1



R2



R3



R4



R5



R6



虹鱒分布上限下游處



虹鱒分布上限上游處

第 4 章 河川生態調查

4.1 歷史生態文獻蒐集

卡社溪流域地處偏遠山區，受到險阻之地形與交通不便等因素限制，使卡社溪之生態調查研究更具難度與挑戰性，因此迄今相關之調查研究文獻極為有限。本研究團隊顧問汪靜明教授（1992, 1994b）自 1991 至 1993 年曾於卡社溪進行陸域動物相、魚類相及溪流生態之調查研究，其中記錄到的魚種計有 9 種，包括鮭科之虹鱒（*Oncorhynchus mykiss*）；平鰭鰍科之臺灣間爬岩鰍（*Hemimyzon formosanus*）、埔里中華爬岩鰍（*Sinogastromyzon puliensis*）與鯉科之臺灣石魚賓（*Acrossocheilus paradoxus*）、臺灣鏟頷魚（*Onychostoma barbatula*）、粗首鱨（*Opsariichthys pachycephalus*）；鮰目之臺灣鮰（*Liobagrus formosanus*）、鮠科之短臀鮠（*Pseudobagrus brevianalis brevianalis*），以及當時通稱為川鰕虎（*Rhinogobius brunneus*）的鰕虎科魚類，其中臺灣鮰、埔里中華爬岩鰍為現今政府公告之保育類野生動物。在卡社溪上游 5、7 林班之溪段，僅棲息著人為放流的外來種魚類虹鱒外，其他林班（5、8 林班交界處與 8 林班）上游溪段均無任何魚類或蝦蟹類之蹤跡(圖 8)。另本中心葉助理研究員明峰(本研究團隊之共同主持人)1997~1998、2002、2005~2006 年於卡社溪第 5、7 林班地溪段之調查亦僅記錄到虹鱒 1 種魚類(圖 8)，顯示卡社溪流域上、下游河段的魚種組成有明顯之差異，上游水域為外來種魚類虹鱒的天下。

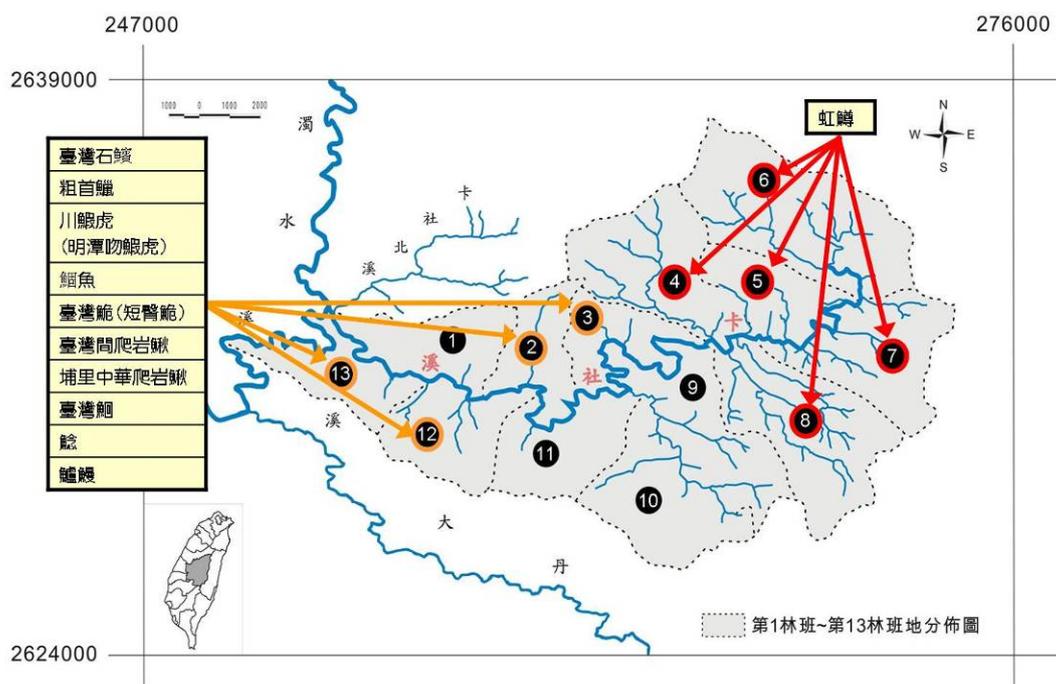


圖 9. 卡社河流域歷史文獻魚種分布

4.2 河川環境因子現況調查

4.2.1 物理環境因子：

100年10月至102年3月調查期間各樣站之物理環境因子調查結果如表 1。各樣站氣溫介於8.3~28.5°C間，水溫於8.2~21.2°C間，濁度為0.2~3.0 NTU間，pH介於7.8~10.0間，溶氧量介於8.2~10.5 mg/L間，導電度介於122~506 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 間，皆符合甲類陸域地面水體pH值在6.5~8.5、導電度在750 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下、溶氧量在6.5 mg/L以上之標準。下游樣站之氣溫、水溫、濁度及導電度均高於上游樣站。

4.2.2 水文環境因子：

調查期間各樣站之物理環境因子調查結果如表2。各樣站平均水深介於7.2~38.2 cm間，平均流速介於0.21~0.77 m/sec間，流量於0.11~6.33 cms間。因沿途支流水量陸續匯入，主流下游樣站F1、F2流量較上游樣站F3、F4多。

表 1. 各樣站物理環境因子調查結果

樣站	調查日期	氣溫 (°C)	水溫 (°C)	濁度 (NTU)	溶氧量 (mg/L)	導電度 (μ s/cm)	pH
F1	2011 10/20	28.5	20.9	2.2	8.6	244	8.3
	11/22	24.7	16.3	2.3	8.5	281	8.2
	12/27	19.5	14.7	2.5	8.2	223	8.2
	2012 1/4	16.8	13.6	1.3	9.8	359	8.6
	2/14	15.1	11.9	1.6	8.8	294	8.5
	2013 1/17	17.7	12.3	2.6	10.3	369	7.8
	2/26	25.9	17.8	1.5	9.7	400	8.9
	3/14	17.4	16.5	2.5	9.9	384	9.2
F2	2011 10/21	24.2	17.1	1.8	8.6	197	8.5
	11/23	20.6	15.3	1.8	8.2	201	8.1
	12/28	15.7	13.5	1.6	8.8	243	8.5
	2012 1/5	13.9	12.9	1.8	8.9	351	8.5
	2/22	14.5	10.8	0.9	8.4	169	8.4
	2013 1/17	15.9	10.9	1.1	10.5	359	8.6
	2/28	15.3	15.9	0.6	9.2	389	9.5
	3/14	16.8	16.1	1.0	9.8	373	9.1
F3	2011 10/28	13.8	11.6	1.3	8.7	173	8.4
	11/24	17.8	11.7	1.4	8.7	163	8.4
	12/20	13.4	11.1	1.6	8.7	155	8.4
	2012 1/10	12.8	10.9	1.6	8.6	177	8.3
	2/16	11.9	11.6	1.9	8.3	180	8.5
	2013 1/23	12.7	9.1	0.2	9.3	173	9.6
	3/19	17.2	14.3	0.6	9.7	193	9.9
F4	2011 10/27	14.9	12.1	1.2	8.4	165	8.4
	11/25	16.4	11.6	0.3	8.7	157	8.1
	12/20	14.1	10.9	0.6	8.4	138	8.4
	2012 1/10	13.6	10.7	0.6	8.7	144	8.0
	2/15	15.3	10.4	1.4	8.8	176	8.4
	2013 1/24	8.3	8.2	0.3	9.4	172	9.3
	3/20	15.1	11.2	1.0	8.9	201	9.4
R1	2011 10/19	24.5	18.7	3.0	8.7	286	8.4
	2013 1/18	13.4	14.1	1.6	9.8	451	8.7
	2/26	19.7	18.7	0.4	8.8	506	10.0
	3/15	16.3	15.9	1.0	9.1	447	8.8
R2	2011 10/18	26.7	21.2	2.8	8.3	314	8.5
	2013 1/18	12.5	13.7	1.2	9.3	450	8.4
	2/26	19	18.5	1.7	8.6	499	9.0
	3/15	19.2	17.8	2.3	9.1	374	9.2
R3	2011 11/24	21.3	11.2	1.2	8.8	122	8.2
R4	2013 3/21	12.8	12	0.8	9.1	193	9.4
R5	2013 1/23	12.7	9.1	0.2	9.3	173	9.6
	3/19	16.8	12.3	0.7	8.6	192	9.9
R6	2013 3/20	16.8	12.4	1.0	8.6	195	9.5

表 2. 各樣站水文環境因子調查結果

樣站	調查日期	平均水深 (cm)	平均流速 (m/sec)	流量 (cms)	水面寬 (m)	底質組成百分比(%)					
						BQ1	BQ2	BQ3	BQ4	BQ5	
F1	2011	10/20	25.3	0.52	4.18	19.2	62	18	6	5	10
		11/22	27.9	0.53	4.27	18.4	48	25	13	9	5
		12/27	29.8	0.59	4.12	16.6	35	22	24	13	7
	2012	1/4	19.3	0.44	3.55	21	62	19	6	3	10
		2/14	27.0	0.51	3.68	17.8	45	21	12	7	15
	2013	1/17	29.0	0.77	4.79	20.6	46	27	18	10	0
		2/26	22.1	0.55	2.08	20.4	58	26	9	8	0
	3/14	28.8	0.59	3.93	21.8	46	27	13	12	1	
F2	2011	10/21	33.2	0.51	4.7	21.3	36	31	19	9	6
		11/23	36.8	0.57	5.25	19.6	29	33	16	14	8
		12/28	37.9	0.67	4.89	16.4	28	35	17	15	6
	2012	1/5	30.5	0.52	3.42	18.2	69	14	0	12	4
		2/22	36.1	0.72	4.67	15.8	43	22	23	9	3
	2013	1/17	37.5	0.58	6.33	23.8	43	12	11	28	6
		2/28	32.0	0.51	2.6	20.8	47	29	21	2	0
	3/14	30.6	0.48	3.21	20.2	44	26	22	9	0	
F3	2011	10/28	38.2	0.42	2.29	14.25	27	14	43	16	0
		11/24	34.4	0.48	2.42	13.85	27	12	28	24	9
		12/20	29.9	0.54	2.57	12	20	29	30	13	8
	2012	1/10	31.4	0.43	2.64	15.4	15	22	39	18	7
		2/16	32.9	0.33	1.33	12.35	15	8	15	25	38
	2013	1/23	17.6	0.34	0.75	12.3	30	21	28	20	0
	3/19	12.3	0.29	1.17	23.8	65	13	20	2	0	
F4	2011	10/27	32.8	0.28	1.47	13.3	35	2	12	15	36
		11/25	32.9	0.26	1.61	15.4	33	7	17	18	25
		12/20	30.4	0.27	0.97	9.9	23	14	22	21	19
	2012	1/10	29.4	0.31	1.22	10.5	36	5	17	17	25
		2/15	30.3	0.27	1.13	10.5	42	5	8	6	39
	2013	1/24	27.6	0.49	1.47	10.75	20	34	30	17	0
	3/20	21.7	0.23	0.61	10.9	27	10	11	25	26	
R1	2011	10/19	18.7	0.27	0.37	6.8	6	19	29	24	21
	2013	1/18	12.6	0.73	0.56	5.9	51	14	31	5	0
		2/26	32.0	0.33	0.25	7.36	52	9	38	2	0
		3/15	14.2	0.34	0.43	7.93	33	17	37	12	0
R2	2011	10/18	20.9	0.24	0.23	4.7	14	20	35	20	12
	2013	1/18	16.6	0.37	0.35	5.13	24	4	52	16	4
		2/26	7.2	0.22	0.11	7.53	46	10	35	8	1
		3/15	8.0	0.24	0.2	7.5	28	8	51	12	1
R3	2011	11/24	12.6	0.39	0.42	8.2	51	8	15	14	12
R4	2013	3/21	19.1	0.57	0.89	7.33	76	9	11	3	0
R5	2013	1/23	17.6	0.34	0.75	12.8	30	21	28	20	0
		3/19	20.5	0.4	1.29	12.25	58	20	20	2	0
R6	2013	3/20	16.7	0.21	0.53	13.7	17	7	32	42	4

4.3 魚類多樣性現況調查

4.3.1 卡社溪魚類相

本計畫於 100 年 10 月至 102 年 3 月期間於卡社溪流域共進行 43 站次之魚類資源普查，調查人員以背負式電魚器共計捕獲 5 科 6 種 725 尾(表 4)魚類，分別為鯉科(Cyprinidae)的臺灣鏟頰魚(*Scaphesthes barbatulus*)、臺灣石鱚(*Acrossocheilus paradoxus*)；平鰭鰍科(Homalopteridae)的臺灣間爬岩鰍(*Hemimyzon formosanus*)；鰕虎科(Gobiidae)的明潭吻鰕虎(*Rhinogobius candidianus*)；鮡科(Bagridae)的短臀鮡(*Pseudobagrus brevianalis brevianalis*)；鮭科(Salmonidae)的虹鱒(*Oncorhynchus mykiss*)；其中虹鱒為外來種，其餘為臺灣原生種，除臺灣鏟頰魚外，其他均為臺灣特有種(表 3，照片 1)，特有種比例達 66%。就中、下游樣站漁獲組成觀之，數量最豐者為臺灣鏟頰魚(161 尾，佔 56%)，其次為臺灣間爬岩鰍(81 尾，佔 28%)，臺灣石鱚(24 尾，8%)，明潭吻鰕虎(14 尾，5%)，數量最少為短臀鮡(8 尾，3%)(圖 9)；另上游漁獲僅虹鱒 1 種，其數量(437 尾)占全溪段各樣站總漁獲之 60%(圖 10)。分布於中、下游水域之魚種多為臺灣一般河川常見魚種，惟相較於歷史文獻記載，本計畫記錄到之魚種數減少了 3 種(表 3)，包括粗首鱚及保育類的埔里中華爬岩鰍、臺灣鮡。

4.3.2 虹鱒分布範圍

因中、下游樣站(F1、F2、R1、R2)海拔高度較低，水溫較諸於上游相對偏高，屬冷水性魚類的虹鱒在調查期間皆未在 F2(海拔高度 765m)以下水域出現，推測其可能無法適應該溪段夏季高水溫環境。F2 樣站因屬 V 型峽谷，兩岸峭壁緊峙，河寬至此突然急遽限縮(約僅 2m)，淙淙溪水穿越峭壁縫隙向下奔流，對映背後湛藍天空，形成當

地原住民所謂的「一線天」特殊天然景緻。「一線天」水深流急，地形險峻，已形成人類進入中游河段的天然屏障，雨季或豐水期甚至可能成為下游魚類的上溯障礙。因無法以手持流速計實測，惟調查人員初步估測流速應達 2.0 m/sec 以上。

分布於上游樣站(F3、F4、R3、R4、R5、R6)之魚種與歷史文獻記載並無差異，均僅有為虹鱒 1 種，其可能原因除受中游落差極大之天然瀑布所阻外，上游較低的水溫環境（冬季曾出現 0°C 左右水溫）亦是阻礙中、下游非冷水性的臺灣原生種魚類向上游擴展分布的重要因素之一。另調查人員發現卡社溪海拔 2178m 處(270038, 2635880)，因河道中有 10 餘公尺高之天然巨石群與大型倒木堆積，阻礙水流形成瀑布景觀，由於水位落差頗大，虹鱒難以克服溯游而上，為卡社溪魚類分布上限，在瀑布上游河段並未發現任何魚類分布。

虹鱒有陸封型（終生在河川、湖泊中生活）和降海型（即通常指入海生長的鋼頭鱒）兩種，卡社溪之虹鱒屬陸封型之冷水性魚類，一般最適宜水溫為 10~18°C，對水中溶氧量很敏感，在 6.4 mg/L 以上時較適其生長，2 mg/L 以下時死亡，適宜之水體 pH 值為 6.5~8。調查期間發現 10 月下旬至 12 月間為虹鱒之繁殖期，魚體腹部飽滿，輕撫即可刺激雌魚排卵或雄魚排精。另 3~4 月濱溪緩流區輕易可見 3 cm 左右之仔稚魚群棲息，顯示虹鱒相當適應卡社溪棲地環境（海拔高度 765~2178m 間，長度約 35.8 km），且迄今仍能健康地自我繁衍。

表 3. 卡社河流域魚類調查名錄

中文科名	英文科名	中文名	學名	特有性	保育等級	1991~1993	1997~1998,2002, 2005~2006	2011.10~2013.03
鯉科	Cyprinidae	臺灣鏟頷魚	<i>Scaphesthes barbatulus</i>			v		v
		臺灣石鱚	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	◎		v		v
		粗首鱚	<i>Zacco pachycephalus</i>	◎		v		
平鰭鰍科	Homalopteridae	臺灣間爬岩鰍	<i>Hemimyzon formosanum</i>	◎		v		v
		埔里中華爬岩鰍	<i>Sinogratromyzon puliensis</i>	◎	III	v		
鰕虎科	Gobiidae	明潭吻鰕虎	<i>Rhinogobius candidianus</i>	◎		v		v
鮠科	Bagridae	短臀鮠	<i>Pseudobagrus brevianalis brevianalis</i>	◎		v		v
鮰科	Amblycipitidae	臺灣鮰	<i>Liobagrus formosanus</i>	◎		v		
鮭科	Salmonidae	虹鱒	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	▲		v	v	v

特有性：◎ 臺灣特有種、▲ 外來種。

註：1991~1993-汪靜明教授(1992,1994b)

1997~1998,2002,2005~2006-本中心(第5、7、8林班)

2011.10~2013.03-現況調查

表 4. 卡社溪流域各樣站魚類數量

樣點	海拔	GPS(97二度分帶)	調查日期	臺灣石鱚	臺灣間爬岩鰍	臺灣鏟領魚	明潭吻鰕虎	短臀鮠	虹鱒	合計
F1	663	255595 2632850	2011 10/20	—	4	7	4	—	—	15
			11/22	—	5	10	2	—	—	17
			12/27	—	2	5	3	—	—	10
			2012 1/4	—	1	3	1	1	—	6
			2/14	—	1	7	3	1	—	12
			2013 1/17	—	—	—	—	—	—	—
			2/26	13	10	1	—	—	—	24
			3/14	6	9	3	—	—	18	
F2	765	255595 2632850	2011 10/21	—	2	10	—	—	—	12
			11/23	—	1	6	—	—	—	7
			12/28	—	4	5	—	—	—	9
			2012 1/5	—	1	6	—	—	—	7
			2/22	—	5	5	—	—	—	10
			2013 1/17	—	6	15	—	—	—	21
			2/28	—	4	24	—	—	—	28
			3/14	—	5	17	—	—	22	
F3	1955	267906 2633743	2011 10/28	—	—	—	—	—	11	11
			11/24	—	—	—	—	—	9	9
			12/20	—	—	—	—	—	13	13
			2012 1/10	—	—	—	—	—	9	9
			2/16	*	*	*	*	*	*	*
			2013 1/23	—	—	—	—	—	10	10
			3/19	—	—	—	—	42	42	
F4	2059	269570 2634195	2011 10/27	—	—	—	—	—	15	15
			11/25	—	—	—	—	—	27	27
			12/20	—	—	—	—	—	16	16
			2012 1/10	—	—	—	—	—	8	8
			2/15	—	—	—	—	—	6	6
			2013 1/24	—	—	—	—	—	14	14
			3/20	—	—	—	—	52	52	
R1	628	254369 2634719	2011 10/19	—	—	8	—	—	—	8
			2013 1/18	—	—	—	—	—	—	0
			2/26	2	4	5	—	1	—	12
			3/15	3	3	3	—	2	—	11
R2	638	254325 2633143	2011 10/18	—	4	10	1	—	—	15
			2013 1/18	—	—	2	—	—	—	2
			2/26	—	4	5	—	1	—	10
			3/15	—	6	4	—	2	—	12
R3	1953	267209 2633708	2011 11/24	—	—	—	—	—	35	35
R4	2013	269207 2633382	2013 1/23	—	—	—	—	—	10	10
			3/19	—	—	—	—	—	31	31
R5	1981	268690 2633547	2013 3/21	—	—	—	—	—	102	102
R6	2033	269669 2633701	2013 3/20	—	—	—	—	—	27	27
魚類合計(尾)				24	81	161	14	8	437	725

註：— 無採集到目標魚種；* 電魚器故障無法使用。

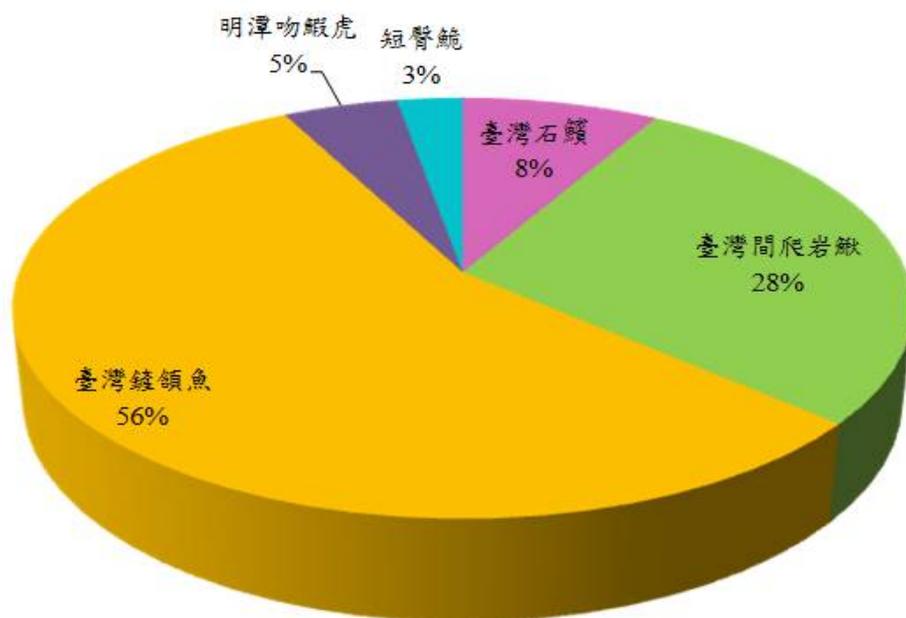


圖 10. 卡社溪下游樣站漁獲組成

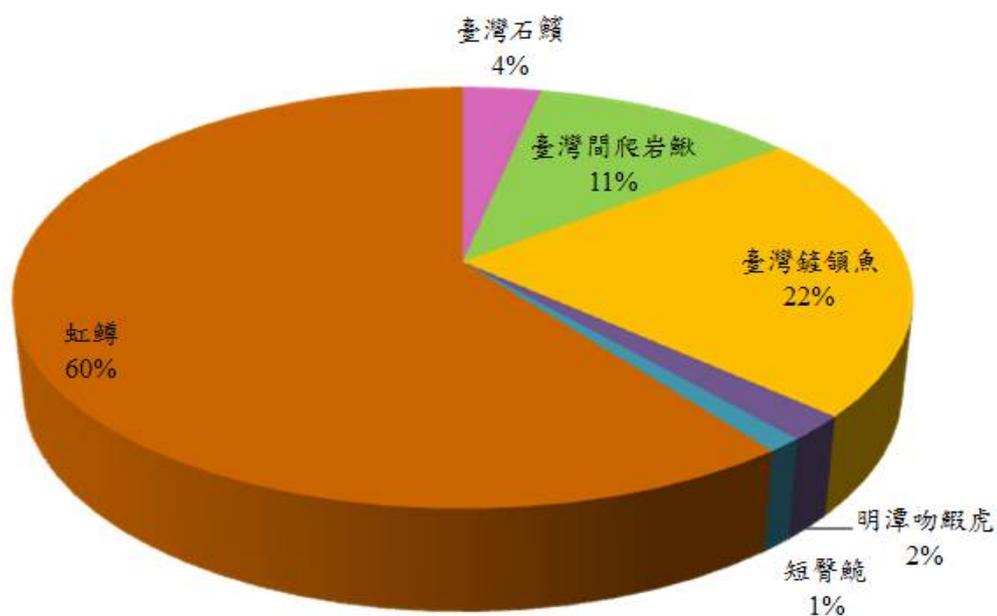


圖 11. 卡社溪各樣站漁獲組成

照片 3. 卡社溪流域魚類相



臺灣鏟頷魚



臺灣間爬岩鯪



臺灣石鱚



明潭吻鰕虎



短臀鮠



虹鱒

4.4 外來魚種(虹鱒)族群量評估

確定對象魚種分布範圍、評估族群量、選擇適當之移除漁法、估計全面移除所需之人力與物力、移除後溪流環境之經營管理，是推動移除河川外來種魚類時必需陸續面對的課題。本計畫在確定卡社溪虹鱒分布範圍後（海拔高度 765~2178m 間之河段，長度約 35.8 km），考量所需之人力、物力、交通、時間等因素，選擇標識-捕捉法中之記號法(切除脂鰭)進行虹鱒族群量評估試驗。

於 2013 年 3 月 19 日~3 月 21 日在虹鱒分布範圍內，選定 E1、E2、E3、E4、E5(其中 E1 與 F3、E5 與 F4 位置相同)進行族群量評估試驗，於樣站上游與下游以攔截網橫斷阻絕，使試驗對象族群獨立，避免影響評估準確性。估算方式以 Petersen method 進行各樣站之族群推估。

在 E1 樣站第 1 次採樣共 42 尾均進行標識，標識後放回 39 尾，3 尾為對照組，漁獲體長分布以 15-16cm(8 尾)數量最豐，第 2 次採集之總漁獲量為 77 尾，其中 10 尾為標識魚，其體長分布均以 16-17cm(12 尾，4 尾)為多，以 Petersen method 推估 E1 樣站族群量為 300 尾(圖 12)；E2 樣站第 1 次採樣共捕獲 102 尾進行標識，標識後放回 99 尾，3 尾為對照組，漁獲體長以 18-19cm 最多(17 尾)，第 2 次再捕總漁獲量為 86 尾，其中 38 尾為標識魚，漁獲體長與第 1 次採樣相同皆以 18-19cm 為多(17 尾，8 尾)，推估 E2 樣站族群量為 224 尾(圖 13)；E3 樣站第 1 次採樣共 31 尾，1 尾死亡，剩餘 30 均進行標識，標識後放回 27 尾，3 尾為對照組，漁獲體長以 15-16cm 最多(10 尾)，第 2 次再捕總漁獲量為 29 尾，其中 2 尾為標識魚，漁獲體長亦以 15-16cm 為豐(7 尾)，推估 E3 樣站族群量為 392 尾(圖 14)；E4 樣站第 1 次採樣共 27 尾均進行標識，標識後放回 24 尾，3 尾為對照組，漁獲體長

分布以 14-15cm(10 尾)數量最豐，第 2 次採集之總漁獲量為 29 尾，其中 7 尾為標識魚，其體長分布均以 15-16cm(8 尾)為多，推估 E4 樣站族群量為 99 尾(表 5，圖 15)；E5 樣站第 1 次採樣共 52 尾均進行標識，標識後放回 49 尾，3 尾為對照組，漁獲體長分布以 16-17cm(12 尾)數量最豐，第 2 次採集之總漁獲量為 46 尾，其中 16 尾為標識魚，其體長分布均以 18-19cm(12 尾)為多，推估 E5 樣站族群量為 141 尾(圖 16)。上述試驗期間各樣區對照組個體生理狀況皆正常，無死亡或傷並情形發生。

E1~E5 樣站初估之族群量算術平均數為 231.2 尾/50m，因卡社溪虹鱒分布範圍河段長度為 35.814 km，估算全流域虹鱒總族群量約為 16 萬 5,602 尾。

表 5. 標識-捕捉法之族群數量評估

體長分布 (cm)	E1			E2			E3			E4			E5			總隻數 (尾)
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
12-13	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13-14	2	6	0	6	6	3	2	1	0	1	2	2	0	1	0	32
14-15	4	9	1	13	15	5	3	5	1	10	7	1	1	3	0	78
15-16	8	12	0	9	7	4	10	7	1	2	8	0	8	5	1	82
16-17	6	15	4	9	7	3	3	3	0	4	6	2	12	7	4	85
17-18	5	13	1	15	9	5	3	3	0	1	4	1	7	4	2	73
18-19	3	5	0	17	17	8	0	3	0	3	2	1	8	12	4	83
19-20	6	7	1	9	10	2	1	6	0	0	0	0	7	8	2	59
20-21	2	3	1	9	7	4	3	1	0	2	0	0	4	4	2	42
21-22	0	3	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12
22-23	1	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
23-24	2	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13
24-25	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
25-26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
26-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
總隻數(尾)	39	77	10	99	86	38	27	29	2	24	29	7	49	46	16	578
平均族群數	300			224			392			99			141			232

註：N1-第 1 次採樣之魚數進行標識。

N2-第 2 次採樣之總魚數含標識魚隻及未標識魚隻。

N3-第 2 次採樣之標識魚數。

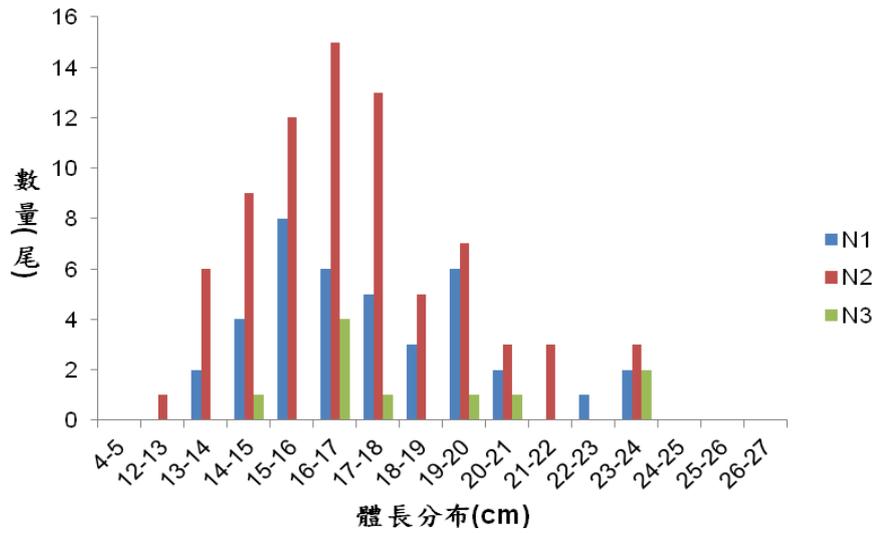


圖 12. E1 樣站採樣之魚體體長及數量分布

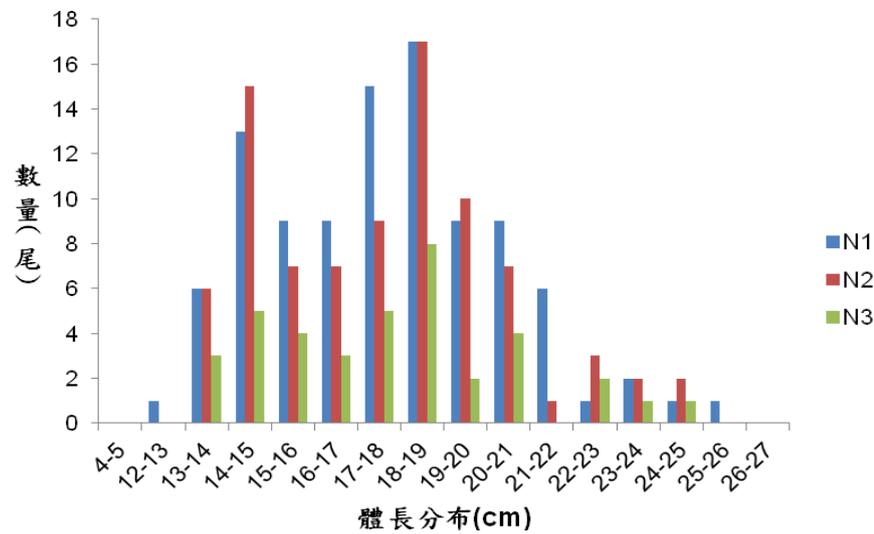


圖 13. E2 樣站採樣之魚體體長及數量分布

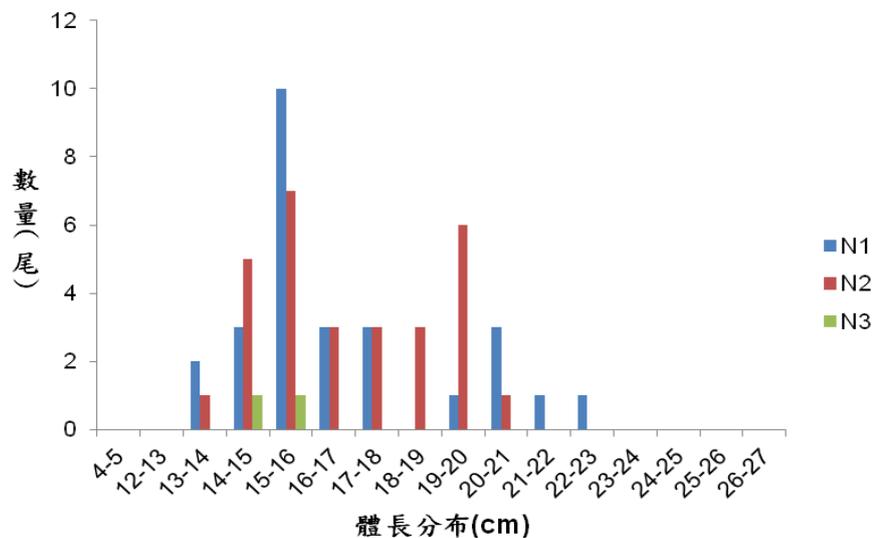


圖 14. E3 樣站採樣之魚體體長及數量分布

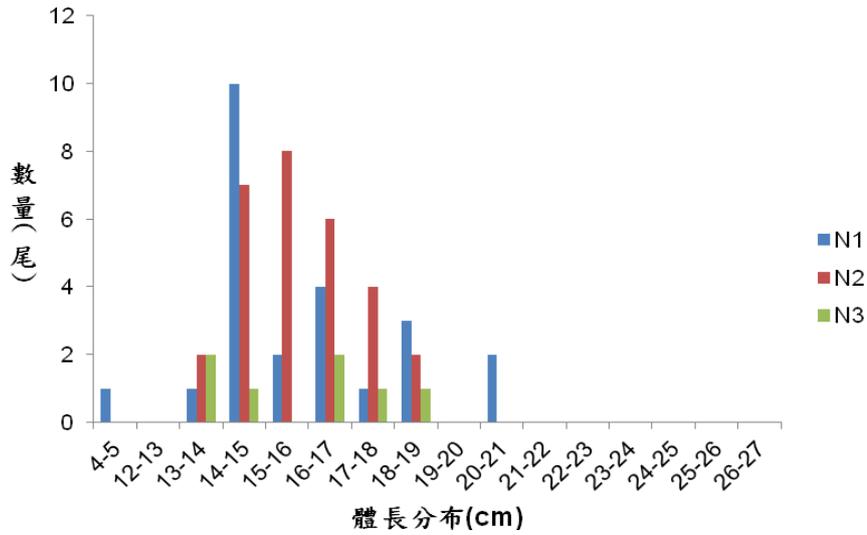


圖 15. E4 樣站採樣之魚體體長及數量分布

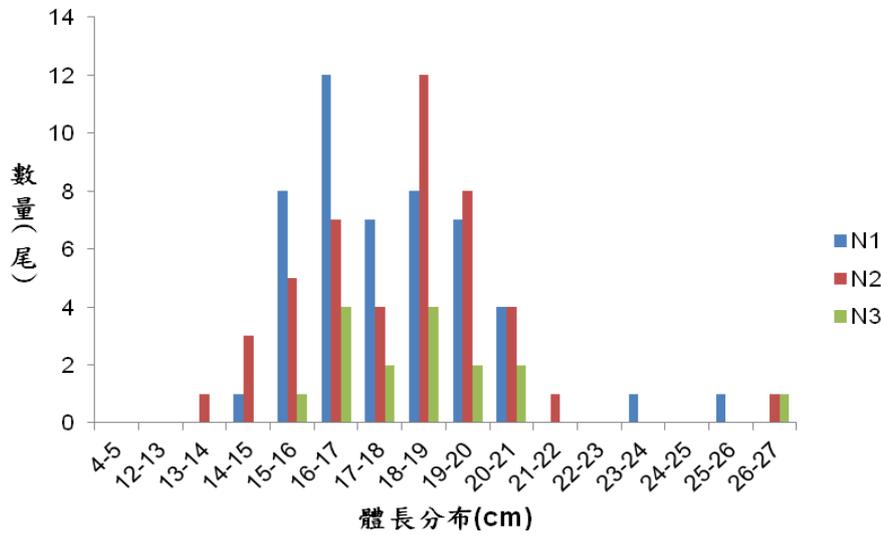


圖 16. E5 樣站採樣之魚體體長及數量分布

4.5 外來魚種(虹鱒)移除

4.5.1 國外外來魚種移除文獻案例

(1)英國

於 1945 年左右就開始利用電魚法移除河川中無經濟價值之魚種，使用漁具為交流電（110 volt）背負式電魚器，利用多組電魚器一起進行捕撈，採捕時從樣區下游往上游間歇性放電，並在下游處可放置攔截網以避免外來魚種之脫逃，並輔以其他魚法同時使用。

(2)美國

- A. 化學方法：魚藤酮是熱帶植物產生的一種毒素，在自然環境中可被光與熱分解，對於水生生物及魚類為劇毒，但對鳥類及哺乳類則為低毒性。魚藤酮常被用來除去有害原生魚種之外來魚類，以恢復原生魚種之族群結構與數量（Bettoli & Maceina 1996 年）。北美 30 年代已廣泛使用在湖泊、池塘與溪流來進行魚類族群管理與評估，並建立魚藤酮安全性管理機制。例如 1975 年，佛羅里達州使用魚藤酮來移除一個面積約 0.2 公頃的小水池中的吉利慈鯛；美國馬里蘭克羅夫頓池塘，使用除草劑(敵草快與草甘膦)來降低氧氣含量，然後再用魚藤酮來毒死對象魚種(Hilton 2002)；2009 年美國伊利諾伊州進行控制外來種入侵，開始大規模毒殺亞洲鯉魚，但其對不同魚種造成之毒性不一，且易殺死非目標魚種，對水中無脊椎動物及浮游生物亦會造成一定之影響，常需一定時間後才能恢復當地之生態平衡。因此使用魚藤酮或毒魚藥劑時，需要了解其生態效應

及對非目標生物的傷害並評估水體、水溫與水質、公眾意見、水權與生態環境等相關因子，以降低對生態造成之衝擊。另一案例則是使用 Antimycin，其為一種抗生素，被用在 Great Smoky Mountains National Park 移除水域中的虹鱒，進而保護當地溪鱒(ESPN, 2003)。

- B. 物理方法：使用刺網、陷阱、電氣、或釣具等，可以對現有的族群提供一個低水準的控制效果，但無法移除，因為只會選擇性地移除一定大小的魚(NatMangPln)。用電捕移除已經有幾個實例，在許多地方取代了毒魚劑。如於美國科羅拉多河流域，使用「電捕法」移除美洲紅點鮭，成功地恢復科羅拉多河流域的割喉鱒 (*Oncorhynchus clarki pleuriticus*) 族群；另在移除美國內華達國王峽谷國家公園 60 個湖泊流域的美洲紅點鮭 (*Salvelinus fontinalis*) 的行動中，使用「單絲刺網」，成功地恢復瀕危的山地黃腿蛙 (*Rana muscosa*)；在華達山脈湖中，使用「刺網」，比魚藤酮更有效和更具成本效率；美國華盛頓州萊納山公園，使用「網捕」來從高山湖泊中移除美洲紅點鮭，成功地恢復西北蠟螈 (*Ambystoma gracile*) 族群；同樣方法被用在加拿大阿爾伯塔省的大角湖，研究移除非原生魚類後的營養相互作用影響。最後此移除方式使能湖泊中的動植物全面或部分恢復(Vrendenburg, 2004; Knapp & Matthews, 1998; Hoffman 等人, 2004; Parker & Schindler, 2006)；美國蒙大拿州埃烏克克里克使用活的無脊椎動物為釣

餌移除美洲紅點鮭，並成功地恢復受威脅的本地公牛鱒(*Salvelinus confluentus*)和割喉鱒(Nakano 等人, 1998)。

C. 生物方法：利用增加天敵數量，達到減少其族群的目的。

(3) 日本

主要利用外來魚種之繁殖階段來進行產卵場之破壞、捕捉稚魚及成魚方式(滋賀縣農業教育訊息中心, 2006; 環境省自然環境局, 2009)。

A. 繁殖抑制：

a. 成魚之移除(產卵期+活動期)

可使用小型三枚網與人工產卵場一起施行會有高成效，另可放入不具繁殖能力之雄魚，如將雄魚之輸精管截斷之方式來減低其繁殖受精能力，或利用遮光型筐網捕捉法提高捕獲產卵親魚之效率。

b. 產卵棲地之破壞或移除卵(活動停滯期)

先觀察外來魚種親魚天然產卵區域，並將其範圍預做記號，於可能產卵之範圍放置人工產卵場，誘導產卵之親魚於範圍內產卵，同一時間並放置上述之小型三枚網來捕捉在此區域產卵之親魚，在捕獲親魚後將人工產卵場回收並移除親魚產下之卵，以達到降低繁殖之數量；另可於水域較清澈之親魚產卵區域覆蓋一層沙子，使親魚放棄其產卵區域或於此區產卵後，使卵不易孵化。但此方式破壞產卵場後沙子會經由水流而減低其成效，因此要於產卵期間約 5~8 天每天定期實施一次，於產

卵場較狹窄之水域其抑制繁殖之成效較佳，但不適用水體不透明之水域。

c. 稚魚之移除(仔魚期+稚魚期)

因稚魚與仔魚常成群出現在岸邊水深約 8cm~30cm 左右之緩流區，可利用小型定置網及三角撈網來進行捕撈，此漁法簡單且能把握精準之時期，可效避免捕捉非目標魚種。

B. 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；手拋網之機動性較高，於大部分地方均有可以操作，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，此法具網目選擇性，可選擇不同大小網目之刺網來捕捉不同體型之目標魚種。

b. 一般民眾可使用之漁法

釣魚法可用於水草繁盛、障礙物較多之處或深水域，操作簡便，一般民眾熟悉度較高，惟其漁獲效率較差，要達成一定效率需要人力較多因應。釣魚是許多民眾喜歡的休閒活動，利用此法移除外來種時，可廣邀民眾（志工）參與，除可增加民眾對河川魚類生態保育之參予感、提升民眾保育觀念外，亦可有效增加移除努力量。

c. 特殊漁法

利用電魚器於捕捉之範圍內放電將魚電昏，再進行捕撈，此機動性較高、效率較佳，並可針對水域深淺來決定使用不同之電魚工具來提取目標魚種，惟較具危險性，且使用前須經過相關單位之許可方可使用。

上述為國外移除外來魚種方法之案例，為各國政府考慮當地環境生態與專家學者建議後採用過之移除法，可提供未來推動移除卡社溪虹鱒工作之參考，若就卡社溪現況而言，未來若要移除虹鱒，建議以電魚法為主，釣魚法、刺網、陷阱法為輔。

4.5.2 外來魚種虹鱒對棲地環境之影響

臺灣的虹鱒多自北美或日本引進，主要目的為經濟性養殖。虹鱒係冷水性魚類，喜棲息於水質清澈、溶氧豐富的山川溪流中，適水溫大約 12 °C，可以容忍 10 °C - 24 °C 的水溫(FishBase, 2003)。成熟的虹鱒攝食昆蟲(水生與陸生)、甲殼動物、軟體動物、魚卵與小魚；幼鱒主要以浮游動物為食 (Cadwallader & Backhouse, 1983 in Fishbase, 2003)。

虹鱒的生長分為 5 個階段：(1) 魚卵期，即胚胎發育期，一般為 30 天到 46 天；(2) 仔魚期，時間為 20 天；(3) 稚魚期：仔魚期以後 5 個月；(4) 5 個月後至 1 年為年魚；(5) 成魚期通常指 15 個月後，體重在 1 斤以上，雌魚 3 齡開始性成熟，雄魚為 2 齡。虹鱒行體外受精，生長迅速、適應性強。產卵場在有石礫的河川或支流中，雌魚在河床碎石中挖凹洞，再產卵於凹洞中。每次產卵 700-4000 顆，卵呈橘紅色。然後雄魚讓卵受精，並用碎石覆蓋，可分多次產出，已知同一個體有繁殖 5 次的例子。(McDowall, 1990; FishBase, 2003)

因虹鱒適應力、攻擊性強，並會與共域之原生魚種競爭食物來源，因此會造成當地魚類種群聚結構的改變，造成原生魚種族群量下降，另亦會與相似的原生魚種雜交，增加疾病傳播之機會。其影響案例如：在美國，虹鱒從原生地引入其他地區後，因會與當地鮭魚雜交，影響其遺傳完整性甚致使其滅絕(如克拉克鱒(*Oncorhynchus clarki* subsp 1.))。其他受雜交影響的魚種，包括拉昂坦鱒魚(*O. clarki henshawi*)、金鱒魚(*O. aquabonita*)、紅帶鱒魚(*O. mykiss* subsp.)、吉拉河鱒魚與亞歷桑那州鱒魚(請參閱 *O. apache* 在 IUCN 紅皮書)(Fuller, 2000)。

在疾病傳播部分，在美國爆發之旋轉病是一種由原生動物 (*Myxobolus cerebralis*) 所引起的，會使鮭魚之神經系統功能產生障礙，並可能導致脊柱彎曲。使魚失去保持正確方向之能力，因此游泳時會一直旋轉(McDowall, 1990)。此疾病發生主要是經由孵化場飼養的鱒魚流放到野外而造成的，威脅到當地之原生魚種(Fuller, 2000)。許多引入虹鱒的國家已經發現此外來種對於當地原生魚種、兩棲動物與無脊椎動物產生負面影響。紐西蘭有學者懷疑，虹鱒會經由直接捕食和競爭覓食區而影響共域之原生魚種，而也有證據顯示，有相同的情況發生在美國例如駝背鯉魚(請參閱 *Gila cypha* 在 IUCN 紅皮書)、suckers 與 squawfish(Fuller, 2000)。

每種個當地生物都有其需要的自然生存環境，於自然環境中競爭、繁殖、演化，與周圍自然界及其他的野生物種構成穩定和諧之生態系平衡，如外來種引進或入侵，則此平衡必定會被打亂。外來物種已被全球公認會對生物多樣性、物種保存、農業和其他生態環境造成嚴重威脅，因此各國對於外來種之防治均有一定之規範。日本除地理

位置外，人民生活、文化與社會型態與臺灣相當接近，加上同為海島型國家，所以在制訂與執行外來物種之相關規範、組織架構與經驗上，日本是很好的參考對象。1993年日本對於野生動植物瀕危訂定「種的保存法」之法律規範，對於危害到一般或是被保護物種的生存與棲地，或其它法定保護區中出現的外來物種，政府有責任設法將之驅除，並禁止民眾於環境生態敏感地區野放外來物種。

本計畫之卡社溪流域於89年公告為「丹大野生動物重要棲息環境」，在公告前（約1980年），即有民眾自行將國外引進之外來魚種虹鱒多次放流至此流域之上游河段，迄今該河段仍可觀察到健康且能自行繁衍之野外族群。卡社溪為臺灣原始森林溪流之一，是少數至今全河段皆未受污染與開發之地區，在丹大野生動物重要棲息環境的生態體系中扮演了相當重要的角色。目前棲息於其上游水域的虹鱒族群，雖因水溫限制未向下游河段擴散入侵，惟對於卡社溪原生魚種向上洄游、擴展分布仍有壓縮其生存空間及利用相同資源之競爭與排擠之虞，基於生物多樣性的維護及原生物種的保育，移除臺灣原無分布的外來經濟性養殖魚種虹鱒是未來相關單位必需面對的挑戰。

4.5.3 外來魚種移除方法分析

考量不同移除方法之效率與利弊得失，毒魚法會對水域生態、水質與周邊環境造成一定程度之傷害，雖所需人力及成本較低，但生態平衡恢復則需一段時間，相對亦會引起社會各界不同之輿論，若非必要，建議暫不使用此法移除卡社溪虹鱒。初步建議以電魚法為主，刺網及釣魚法為輔，其效益評估分述如下：

(1) 電魚法：

以本計畫各樣區歷次調查結果觀之，若以 3 人 1 組，使用傳統背負式電魚器(12V-7AH) 由 1 人背負由下游往上游方向間歇性放電捕撈，另 2 人於電場下游處協助捕撈，進行時間約 0.5 hr，粗估平均單位努力捕獲量(CPUE，每 3 人每 0.5 hr)為 34.9 尾，若每日工作 8 hr，單位努力捕獲量(CPUE，每 3 人每日)為 279.2 尾。此法機動性高，效能較佳，所耗費之時間亦較少，稚魚及成魚皆可捕獲。惟過深或太過湍急之水域難以操作，可輔以釣魚法使用以補不足。

(2) 刺網：

以本計畫移除試作為例，刺網(單層，尼龍中粗網線，網目 7 分)以 3 人 1 組之人力置網，放置與收網間合計約需 1 hr，每日工作 8 hr 可敷設 8 組網具，粗估此法之單位努力捕獲量(CPUE，每 3 人每日)為 18.4 尾。

(3) 釣魚法：

以本計畫移除試作及前人調查為例，若使用 9 呎軟性短竿、1.2 號子線、1.6 號母線、6 號鈎鈎之鈎組，並以白蟲(蛆)為鈎餌) 於深水域、深潭垂鈎，3 人 1 組，每日垂鈎 8 hr，估計單位努力捕獲量(CPUE，每 3 人每日)為 175.2 尾。

進一步估計全面移除卡社溪虹鱒所需之經費，若僅使用電魚法移除，以每組 3 人，每日捕獲 279.2 尾為計算單位，假設卡社溪虹鱒總族群數 16 萬 5,602 尾可使用電魚法全部移除，以 1 組人力而言，所需作業天數約為 593 天。若欲利用天候、交通狀況較穩定的乾季移除(約為 10 月至翌年 3 月共 6 個月 24 周 120 個工作天)，則共需 5 組

人力。若 1 人 1 天薪資 2500 元，1 組人力(3 人)1 天薪資則為 7,500 元，5 組人力 1 天需 37,500 元，120 個工作天共需 450 萬元。以上為初步估算結果，交通往返、器材、裝備等相關費用並未列入，因尚難謂周詳，僅供有關單位評估移除作業先期之參考。

第 5 章 結論與建議

卡社溪因地理位置偏遠，交通不便，人跡難至，本計畫之推動深受天候及交通狀況影響，如 2012 年度 5 月起臺灣連續受到數個鋒面影響，氣候狀況極不穩定，山區豪、陣雨不斷，緊接梅雨鋒面夾帶大量雨勢來襲，6 月續受西南氣流、瑪娃與杜蘇芮颱風之外圍環流影響，以及泰利颱風帶來的強烈雨勢，造成各地溪水暴漲，災害頻傳，更造成丹大林道多處路基流失與嚴重坍方，7 月份雨勢雖有減緩但 8、9 月亦有數個颱風之外圍環流影響，10 月及 11 月則亦有鋒面來襲，天候狀況持續不穩定，且臺電公司因雨季來臨，考慮天候因素影響暫停電塔修護工程至 9 月底，因此丹大林道亦一併暫停搶修，以致前往卡社溪道路交通中斷。

100 年 10 月至 102 年 3 月間，排除受天候影響及交通中斷期間，本計畫於卡社溪流域共進行 43 站次之調查，包括主流 4 個固定樣站，分別為 F1、F2、F3 與 F4；主流與部份支流增設補充調查之不固定樣點，分別為 R1、R2、R3、R4、R5 及 R6。族群評估樣站 E1~E5 均位於上游區段。

1. 河川環境因子

調查期間各樣站氣溫介於 8.3~28.5°C 間，水溫於 8.2~21.2°C 間，濁度為 0.2~3.0 NTU 間，pH 介於 7.8~10.0 間，溶氧量介於 8.2~10.5 mg/L 間，導電度介於 122~506 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 間，皆符合甲類陸域地面水體 pH 值在 6.5~8.5、導電度在 750 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下、溶氧量在 6.5 mg/L 以上之標準。下游樣站之氣溫、水溫、濁度及導電度均高於上游樣站。另各樣站平均水深介於 7.2~38.2 cm 間，平均流速介於 0.21~0.77 m/sec 間，流量於 0.11~6.33 m^3/sec 間。因沿途支流水量陸續匯入，主流下

游樣站 F1、F2 流量較上游樣站 F3、F4 多。

2. 河川生態現況

有關魚類資源部分，調查間共捕獲 5 科 6 種 725 尾，其中除了虹鱒為外來種外，原生魚種除臺灣鏟頷魚外，其餘為臺灣特有種魚類，特有種比例達 66%；下游樣站優勢魚種為臺灣鏟頷魚(161 尾，占 56%)，其次為臺灣間爬岩鰍(81 尾，占 28%)，臺灣石鱚(24 尾，占 8%)，明潭吻鰕虎(14 尾，占 11%)，數量最少為短臀鮠(2 尾，僅 2%)，上游 R3 樣站以上之河段僅有虹鱒 1 種魚類，占總樣站漁獲之 53%(149 尾)。卡社溪之上游魚類相與歷史調查結果並無差異，但下游部分並未發現歷史文獻(汪靜明, 1992, 1994b)所記載之粗首鱖、埔里中華爬岩鰍及臺灣鮰。另臺灣石鱚僅於 102 年 2、3 月才有捕獲，之前先前並未發現，應與當年主流濁水溪魚類族群上溯卡社溪之狀況有關。

3. 外來魚種(虹鱒)總族群量及移除經費評估

卡社溪虹鱒分布於海拔高度 765~2178m 間之河段，長度共約 35.8 km，族群量推估約有 16 萬 5,602 尾，若欲於乾季期間移除，以電魚法 5 組人力共 15 人計，共需 120 個工作天、450 萬元。

4. 卡社溪水域生態環境經營管理建議

(1) 移除外來魚種

卡社溪河道相當穩定且無任何攔砂壩阻隔，兩岸具有堅硬穩定的基石岩盤與叢密的森林覆蓋，保土蓄水功能良好，底質歧異度大，瀨潭比例適當，不僅終年有水，水溫、水質亦佳，受颱風、豪雨影響小，濱溪植物覆蓋完整，全河段皆未受污染，是臺灣現今少數的原始高山溪流。虹鱒在分類上屬太平洋鮭屬的冷水性魚

類，經民間人士自國外引進於卡社溪放流後已成功建立健康且能自行繁衍的野生族群，就維持生物多樣性及「丹大野生動物重要棲息環境」經營管理的立場觀之，卡社溪的虹鱒應有移除的必要。

(2) 移除外來魚種行動策略建議

a. 時機

卡社溪虹鱒繁殖季約在每年 10~12 月，可選擇 9 月乾季初期開始即投入人力進行移除工作，大量採捕並移除虹鱒，可同時捕捉到繁殖親魚之族群，有利降低翌年新生族群加入量。移除工作可持續進行至隔年雨季來臨前，雨季期間則視丹大林道交通、天候、水文條件、人員安全等狀況適時適地進行移除，移除工作重複操作 2~3 年，期能將卡社溪虹鱒族群量降至最低。

b. 漁法

人力可及的淺、緩水域建議使用電魚法效率較佳，深、急水域可改採釣魚法與刺網。若考慮以毒魚方式將其完全移除，須注意民眾觀感及下游解毒之執行情形本計畫調查結果顯示，卡社溪上游河段僅有虹鱒 1 種魚類，尚未發現任何臺灣原生魚類蹤跡，建議未來在全面移除虹鱒前，經徵得相關主管機關同意並事先宣導儘量降低一般民眾不良觀感的前提下，於卡社溪上游河段以臺灣原生豆科植物魚藤（其所含的魚藤酮對昆蟲及魚類毒性較強，但對哺乳動物和人類毒性卻很小）進行小範圍、試驗性的麻醉移除試驗，評估移除成效並與其他移除方法成果比較，提供主管機關移除外來魚種的參考。

c. 人力

(i) 電魚法：

因涉及專業且危險性較高，建議由試驗研究機構研究人員或經其訓練過之專業魚類調查人員為之，惟事前應檢附調查人員名冊與相關書件向有關單位申請電氣捕魚許可。電氣捕魚每組配置3名人力，因卡社溪虹鱒分布河段長達35.8 km，建議於9月(繁殖季前、乾季初期)集中努力量投入多組人力(至少5組)，密集於虹鱒分布河段之上、中、下游同步進行虹鱒移除工作。

(ii) 釣魚法：

因操作過程危險性較低，且為深受國人喜愛的休閒活動，投入之人力除試驗研究機構研究人員或經有關單位訓練過之專業魚類調查人員外，亦可透過釣魚社團或社群網站號召國內廣大的溪釣同好加入，或鼓勵當地原住民部落於每年尋根與重要祭典期間擔任志工入山移除虹鱒。每位志工事前皆應接受釣技、漁獲處理與回報、河川生態保育、野外調查人身安全等相關講習與基礎訓練課程，結訓後核發釣魚證，在規定的時間於規定的河段垂釣，並將漁獲資料(如魚體長度、重量及捕獲數量)適時回報主管機關。

招募志工除可增加民眾對於河川生態保育的參與感外，亦可有效節省投入大量人力移除所需之經費。卡社溪因地理位置偏遠，人煙罕至，水質清澈凜冽無污染，

至今仍保有原始森林溪流自然美麗的風貌，因交通不便與入山管制，已成為許多民眾（尤其是溪釣釣友）嚮往已久的秘境。主管機關若有需要，移除初期可適度開放受過講習訓練、領有主管機關核發之釣魚證民眾前往垂釣，並本於取之山林、用於山林之原則酌收適當的保險、清潔、證照等費用，民眾依規定回報資料後即可擁有漁獲。民眾享受山林美景與垂釣之樂的同時，亦同時為河川生態保育盡一己之力，另外，政府機關不僅可節省移除人力經費之開銷，甚至有開放垂釣酌收費用之收入，可用於投入卡社溪生態環境的保育與經營管理，可謂一舉數得。

d. 經營管理建議

(i) 虹鱒生態區位空間之補充：

卡社溪為開放之水域，不僅終年有水且水量豐沛，即使投入大量資源移除，亦難以使卡社溪的虹鱒百分之百滅絕，若無後續完善的經營管理配套措施，因無競爭魚種，卡社溪剩餘的生物承載量將始殘存的虹鱒族群在2~3年內恢復現狀，以致之前的移除工作徒勞無功。另因卡社溪水體冰冷，全年皆在18°C以下，冬季甚有接近0°C的水溫，卡社溪中、下游一般原生魚種縱無瀑布等天然屏障阻絕溯游，恐亦難在卡社溪上游冰冷水域度冬。建議可以卡社溪原生之臺灣鏟頰魚與域外放流的臺灣櫻花鉤吻鮭補充虹鱒生態區位之空間。

(ii) 臺灣櫻花鉤吻鮭域外放流：

卡社溪曾被行政院農業委員會特有生物研究保育中心評估為國寶魚臺灣櫻花鉤吻鮭域外放流最適合的棲地，近 10 餘年來雖歷經多次颱風、豪雨及地震，但河道改變小，棲地環境相當穩定。未來若以卡社溪為域外放流地點，移除虹鱒、劃設野生動物保護區、加強保護臺灣櫻花鉤吻鮭的棲息環境則是必要的措施。如何研擬周延完善的保護區經營管理辦法，避免人為森林火災發生並有效管制任何可能破壞保護區棲地環境的人類活動，亦是有關單位未來必須審慎面對的課題。卡社溪虹鱒的移除與否及移除工作啟動時機，與未來是否實施臺灣櫻花鉤吻鮭域外放流與後續相關配套措施息息相關，亟待有關單位進一步的決策。建議域外放流前 3 年開始移除虹鱒，移除工作持續 3 年至開始放流，另同時請雪霸國家公園管理處進行種魚捕捉、馴養與人工繁殖工作，放流前 1 年孵出仔魚並進行人工培育，俾使第 3 年預備放流時之國寶魚皆長成 1 齡魚，提高放流後之天然環境適應力與存活率(圖 17)。

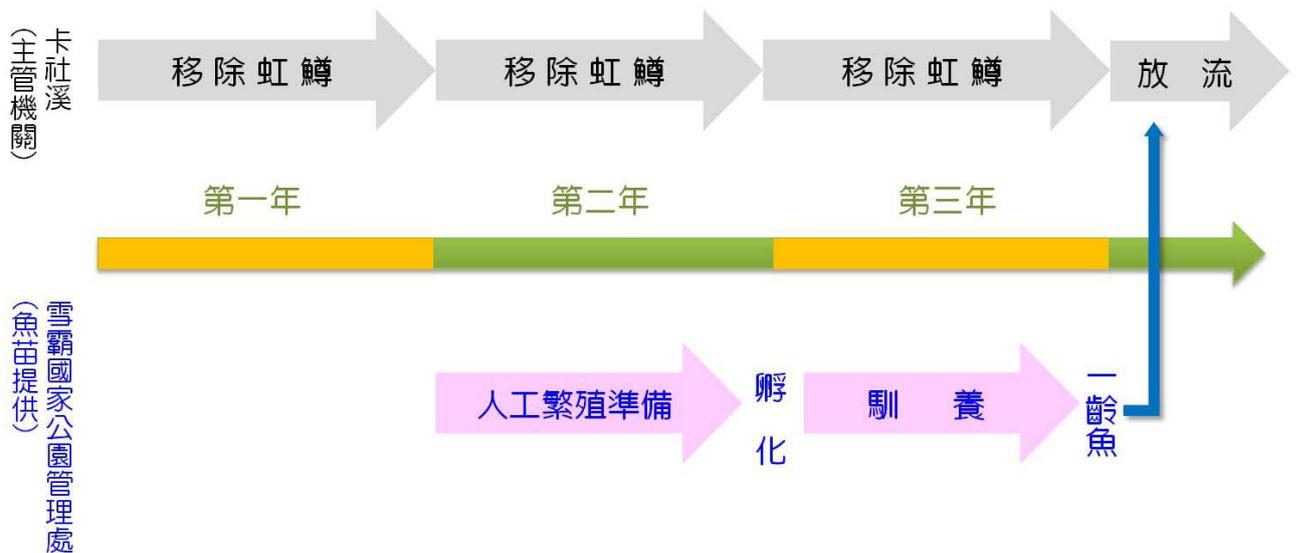


圖 17. 臺灣櫻花鉤吻鮭域外放流時間表

第 6 章 參考文獻

1. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。1999。野生動物資源調查方法手冊。247 頁。
2. 李訓煌、張世倉、林斯正、邱啟銘。1997。櫻花鉤吻鮭域外放流棲地可行性之評估研究(1/2)。臺灣特有生物研究保育中心八十六年度試驗研究計畫執行成果（棲地生態組）。第 101-109 頁。
3. 李訓煌、陳義雄、何平合、張世倉、葉明峰、沈慧萍、李旻旻、陳志煌。2002。全省河川生態補充調查與資料庫建立研究計畫(2/4)(中部地區)。經濟部水利處水利規劃試驗所。
4. 李德旺、林維玲、邱健介、蔡雅妮、張世倉。1993。臺灣中部地區河川魚類之調查。臺灣省特有生物研究保育中心八十二年度試驗研究計畫執行成果。
5. 李德旺、林維玲。1994。臺灣中部地區河川魚類之調查。臺灣省特有生物研究保育中心八十三年度試驗研究計畫執行成果。
6. 沈世傑。1993。臺灣魚類誌。國立臺灣大學動物系。臺北市。960 頁。
7. 汪靜明。1990。溪流生物群聚生態模式。森林溪流淡水魚保育研討會摘要集第 13~15 頁。行政院農業委員會。
8. 汪靜明。1992d。丹大事業區卡社溪動物相調查研究。臺灣省農林廳林務局南投林區管理處。64 頁。
9. 汪靜明。1994b。臺灣櫻花鉤吻鮭資源價值與教育。環境教育季刊。(23)：3-13。

10. 汪靜明。1997。丹大事業區卡社溪溪流生態及其魚類調查研究。林務局八十六年度溪流環境保育研討會。 65 頁。
11. 張世倉。2000。竿釣釣鉤對粗首鱺和臺灣馬口魚體長的選擇性。特有生物研究 2：44-53。
12. 陳義雄、方力行。1999。臺灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處。
13. 曾晴賢。1986。臺灣的淡水魚類。臺灣省教育廳。
14. 葉明峰、張世倉、李訓煌、林斯正。1998。櫻花鉤吻鮭域外放流棲地可行性之評估研究(2/2)。臺灣特有生物研究保育中心八十七年度試驗研究計畫執行成果（棲地生態組）。第 1-17 頁。
15. 林曜松、梁世雄合編。1996。淡水魚資源調查手冊。行政院農業委員會。第 19-47,76-80,85-105 頁。
16. 葉明峰。2005。建立臺灣櫻花鉤吻鮭衛星族群—卡社溪河川生態調查。行政院農業委員會特有生物研究保育中心主管科技計畫。94 農科-9.5.2-生-W2。
17. 葉明峰。2006。建立臺灣櫻花鉤吻鮭衛星族群—卡社溪河川生態調查。行政院農業委員會特有生物研究保育中心主管科技計畫。95 農科-11.5.3-生-W3。
18. 傅國銘。2002。丹大地區植群生態之研究。國立中興大學森林學系。
19. 殷名稱。1993。魚類生態學。中國農業出版社。第 192-196 頁。
20. 李思發。1990。淡水魚類種群生態學。農業出版社。第 155-162

頁。

21. 環境省自然環境局 野生生物課 外來生物對策室。2009。外來生物防除の手引き(地域におけるオオクチバス等防除の取組に向けて)。環境省出版。
22. 滋賀縣農業教育訊息中心。2006。琵琶湖オオクチバス等防除モデル事業調査 既存資料調査結果。近畿地方環境事務所。
23. FishBase. 2005. Species profile *Oncorhynchus mykiss* Rainbow trout.
24. McDowall, R.M. 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Heinemann Reed, Auckland, 533 pp.
25. Fuller, P. 2000. Nonindigenous fishes - *Oncorhynchus mykiss*. Nonindigenous Exotic Species website, US Geological Survey.
26. Bettoli, P.W.; Maceina, M.J. 1996. Sampling with toxicants. In: Murphy, B.R., Willis, D.R. (Eds) Fisheries Techniques. 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, MD.
27. Hilton, R. 2002. The Northern Snakehead: An Invasive Fish Species. Cambridge Scientific Abstracts.
28. Vredenburg, V.T. 2004. Reversing introduced species effects: experimental removal of introduced fish leads to rapid recovery of a declining frog. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 101, No. 20: 7646-7650.
29. Knapp, R.A. and Matthews, K.R. 1998. Eradication of nonnative

- fish by gill netting from a small mountain lake in California.
Restoration Ecology. Vol. 6, No. 2: 207-213.
30. Parker, B.R. and Schindler, D.W. 2006. Cascading trophic interactions in an oligotrophic species-poor alpine lake. Ecosystems. Vol. 9: 157-166.
31. Nakano, S., Kitano, S., Nakai, K., and Fausch, K.D. 1998. Competitive interactions for foraging microhabitat among introduced brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and native bull charr, *S.confluentus*, and westslope cutthroat trout, *Oncorhynchus clarki lewisi*, in a Montana stream. Environmental Biology of Fishes. Vol. 52: 345-355.
32. ESPN, 2003. ESPN Outdoors.

附錄一 期初工作報告審查會議委員審查意見回應表

一、會議名稱：「卡社溪魚類多樣性調查及外來種移除」委託計畫期初工作報告

二、時間：民國 100 年 10 月 13 日（星期四）上午 10 時

三、地點：南投林區管理處三樓會議室。

四、主持人：陳副處長耀榮（柯秘書杏春代）

五、出席人員：詳如簽到簿

記錄：蔡碧麗

六、討論事項及意見：

七、討論：

本處柯秘書杏春 審查意見	回應情形
1. 有關孫海橋索道（流籠），臺電最快在今年 11 月份會再架上，請工作團隊自行調整調查時程，並逕向本處丹大工作站聯絡之。	遵照辦理。
2. 本試辦計畫為期一年，乃基於卡社溪未來可能做為臺	感謝主席代為說明。

<p>灣櫻花鉤吻鮭域外放流衛星棲地之考量，方有今日之計畫執行。本計畫將成為推動移除河川外來種魚類工作之樣板，其執行成效亦攸關「丹大野生動物重要棲息環境」經營管理之政策制訂。</p>	
<p>3. 幾年前丹大林道中斷，工作人員前往卡社溪時發現魚群量多，虹鱒有向溪流上游分布之趨勢，是否因水溫上升之故，請留意究明。</p>	<p>謝謝委員指教，在調查期間會詳加留意。</p>
<p>4. 本計畫執行後，若無法完全移除外來種，請問要經幾年方可移除乾淨？國內曾有魚場放乾魚池內所有水量，讓魚池曝曬多日，待乾後再重新放水。但本案以上例方法執行有困難，請問若無法 100% 移除，則要剩多少虹鱒族群量，方有放流「臺灣櫻花鉤吻鮭」之可行性？</p>	<p>本計畫期程僅一年，具試辦性質，主要目的之一為建立卡社溪外來種魚類移除機制，並評估全面移除所需之人力與物力，提供主管機關未來施政之參考。惟參考國內、外移除案例，恐難有方法可將外來種魚 100% 移除，若移除大部分外來魚種族群量後，後續並無任何配套措施持續推動，殘存個體將因種內競爭力遽降而大幅提高其繁殖存活率，數個世代後即可達其棲地生物承載量。未來若欲於卡社溪推動臺灣櫻花鉤吻鮭的域外放流，建議放流前至少執行 1 個生活史周期的移除工作，設法將水域</p>

	內殘存的虹鱒數量降到最低。
5. 過去大型魚場曾用流刺網架在離「移除區域」較遠端，並進行擾動令魚群往流刺網衝；因此建議除電魚法外，再輔以驅趕法搭配流刺網方式嘗試之。	感謝主席指教，遵照辦理。

國立高雄師範大學生物科學系 梁教授世雄 審查意見	回應情形
1. 此計畫目的為移除外來種，依據報告中的外來種族群估算方法，除了 Petersen method 之外，Schnabel method 及 Jolly-Seber method 均需要多次採集，但計畫書內並未說明採集次數，若採集多次，則估算將更精確。	本計畫主要以 Petersen method 與移除法 (Zippin, 1958) 估算族群量。前者將採單次標識，採樣 2 次為之，並視情況酌以 Chapman 之主張加以修正。後者則將連續採樣 3~5 次，或採樣至不再捕獲對象魚種為止。謝謝委員指教。
2. 移除外來種併用多種採集漁法，採集效率會相互影響，進而對族群數量的估算會有誤差，應注意。	因本計畫為試作性質，使用不同漁法採集主要係為比較其效率高低，俾做為未來全面移除之參考，且不同漁法試做樣區不一，樣區間亦將相隔一段距離，應不致相互影響。謝謝委員指教。
3. 報告內容所提及之捕捉方式均針對成魚，對稚魚及卵	目前國內尚無捕捉外來種魚類魚卵之案例可稽，對於稚

<p>並未說明？如參考日本移除方法破壞產卵場時則需破壞當地棲地，那要如何維持共域的本土魚種之棲地及如何避免對自然環境及下游溪段的影響？</p>	<p>魚部分會使用網目較小之魚網來進行捕捉；因卡社溪上游目前只有虹鱒存在，並未發現共域之本土魚種，因此如要使用破壞產卵場之方法，因屬物理性的點狀局部破壞，干擾範圍有限，應不致對本土其他魚種或下游棲地造成影響。</p>
<p>4. 目前資料只有上游溪段才有虹鱒，是否應予移除，亦請一併評估。</p>	<p>詳如主席（本處柯秘書杏春）審查意見第2點，敬請參考。</p>
<p>5. 本案估算方法建議找適合之「固定面積」溪段，同時應以網具進行隔絕，再嘗試移除之，所估算數量較具說服力。</p>	<p>感謝指導，遵照委員指示修正辦理。</p>
<p>6. 有關破壞產卵場之方法持保留態度，建議以繁殖抑制法試之。即在其繁殖期（每年10-11月份），將親魚捕捉移除，優於破壞產卵場。因為虹鱒對環境之適應力很強，此法對其族群量控制較有效益。</p>	<p>虹鱒產卵多位於岸邊緩流，將遵照委員意見於繁殖季加強產卵場親魚之捕捉。</p>

<p>國立嘉義大學水生生物科學系 賴教授弘智 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
---------------------------------	-------------

<p>1. 本計畫較為艱困且重要，具有其指標性及特殊性意義。</p>	<p>感謝委員的鼓勵。</p>
<p>2. 魚類普查部分為延續性研究，據報告得知已有汪靜明教授調查資料(1992~1997)及有 1997~1998，2002，2002~2006 等 5 年資料，另是否有其他文獻資料(如 P.10~11 之文字與相片拍攝日期不同)，請說明之。</p>	<p>卡社溪魚類普查資料目前僅有汪靜明教授與本中心之歷史文獻可稽，本報告書所附相片拍攝日期未在歷史文獻期間內，係因在所述計畫期程外自行前往卡社溪蒐集水溫長期監測器資料時所攝。併列歷年棲地相片，主要為方便委員瞭解卡社溪多年來的棲地變遷情形。</p>
<p>3. 建議對虹鱒分布溪流與未分布且環境相近的溪流進行生態與生物相比較，以利進行危害及移除急迫性的評估，如水生昆蟲、棲地特性、水質、蝦、蟹、螺、貝類、底質、兩棲類...等等。捉到的虹鱒魚體要如何處理？是否可觀察胃內容物來做危害評估？以瞭解是否對生態有所危害？此對後續計畫的延續有相當的幫助。</p>	<p>虹鱒為冷水性魚類，分布於較上游水溫較低之水域，本土魚種分布於較下游水溫較高之水域，歷史調查資料顯示目前卡社溪的虹鱒尚未對本土魚種造成危害。</p> <p>因虹鱒與臺灣櫻花鉤吻鮭共域時之生存競爭力孰強孰弱未明，目前亦無相關試驗研究成果可資推測，為提高國寶魚放流之成功率，在未有相關試驗研究證實虹鱒不會威脅臺灣櫻花鉤吻鮭生存的情形下，建議未來放流之主政機關應設法儘量降低卡社溪虹鱒的族群量。另對虹鱒胃內容物的研究，若後續虹鱒移除與國寶魚放流相</p>

	<p>關計畫有機會持續推動，建議執行單位屆時應列為重點工作項目。謝謝委員指教。</p>
<p>4.原生魚種分布在中下游，虹鱒分布在中上游，水溫是否是決定其分布的關鍵環境因子？建議可將魚類分布結果與溪流高度、水溫甘梯圖做套疊，評估其擴大分布的可能性。</p>	<p>水溫確為決定魚類分布的關鍵環境因子，本計畫將究明卡社溪虹鱒分布水域的海拔高度上、下限及其棲地夏季最高水溫，瞭解卡社溪虹鱒地理分布現況。謝謝委員指教。</p>
<p>5.未明確說明使用之族群量評估法(P.14)與 P.13 的逕行移除是否有衝突？請說明如何區隔。</p>	<p>本計畫之魚類多樣性調查與擬採用之兩種族群量評估方法，將分別於固定樣站與不同的非固定樣站進行調查與試作，操作水域會有明顯的地理區隔，以避免相互影響。謝謝委員指教。</p>
<p>6.除調查評估及移除外，有無更積極的限制外來種放流行動(如宣導、公告、巡邏)，以避免相同問題再次出現。</p>	<p>將於期末報告時針對限制外來種魚類再度進入卡社溪研擬具體建議，提供主管機關施政之參考。</p>
<p>7.請問工作團隊移除魚體之處理法？</p>	<p>捕獲之外來種魚體，少部分會製作成標本保存，其餘部分將依遵照南投林區管理處指示辦理。</p>
<p>行政院農業委員會林務局 許技正曉華 審查意見</p>	<p>回應情形</p>

<p>1. P.6 移除工作在乾季期間每月調查 1 次，雨季期間儘量持續進行之工作量與合約所定是否符合。</p>	<p>卡社溪為原始森林溪流，地處偏遠山區，交通極為不便。因丹大林道沿線多處邊坡極為脆弱，易受天候影響而坍塌，雨季交通中斷情形年年皆有所聞，冒險進入山區恐危及生命與財產安全。雨季調查工作因受不可抗力與預測的天候影響，調查頻度實難以明訂，故合約僅予原則規範，研究團隊會在交通許可且不危及生命與財產安全的前提下儘量持續推動，敬請委員見諒。</p>
<p>2. 本計畫所設調查樣站，僅在主要流域進行調查，對其他支流之狀況是否可確實掌握？</p>	<p>在人力可及的前提下，將視棲地現況與需要於部分支流設置非固定樣站進行調查。</p>
<p>3. 外來種魚類族群量之評估，記號法與移除法之結果有部分矛盾，捕捉到的外來種魚會不會再放回溪中？</p>	<p>在移除法試作及魚類現況調查時捕捉到的外來魚種並不會放回溪中，記號法為標識再捕法的 1 種，標識個體會放回溪流再予捕捉。惟記號法與移除法將於不同樣站進行試作，且有明顯地理區隔，兩種方法應不致互相影響，謝謝委員指教。</p>
<p>4. 本次報告中所有介紹之國外移除方法，研究團隊是否會在本研究中增列？</p>	<p>國外之移除方法並非全可適用於國內河川環境，本團隊將衡酌卡社溪棲地現況選擇適用之移除方法加以試作，</p>

	並評估其成效。
育樂課林課長文牆 審查意見	回應情形
<p>1.淡水湖泊或溪流外來種魚類移除最大的挑戰,是如何迅速的找出外來種分布的範圍,以美國聖母大學團隊(2010年)執行亞洲銀鯉及大頭鱧入侵密西西比河,防阻該外來種進入危害五大湖區水域,利用環境中DNA檢測方法,針對丹大野生動物重要棲息環境中虹鱒等外來種魚類分布,有何有效之檢測方法,外來種魚類是否僅分布於卡社溪集水區流域或已蔓延至其他溪流?</p>	<p>依卡社溪歷史調查文獻顯示,多年前人工放流的虹鱒在第5林班以下之河段並無任何紀錄,其族群應無向下游蔓延之情形,本年度調查將持續予以追蹤。</p>
<p>2.根據丹野農場相關人員提供資訊,卡社溪集水區流域,於民國69年起至82年止,陸續放流4種外來種鱒魚,包括虹鱒、美國鋼頭鱒、美國銀鱒、日本櫻鱒(臺灣櫻花鉤吻鮭之另一亞種),已於卡社溪集水區流域繁衍成為外來種族群,本案建議除虹鱒外,上述其他外來</p>	<p>據研究團隊訪談丹野農場相關人員所獲資訊,多年前民間人士確實於卡社溪陸續放流多種鱒魚,惟最後僅有虹鱒成功適應卡社溪環境且能自行繁衍。迄今18年來,理論上他種鱒魚因無法於野外自行繁衍,現今應已滅絕,現有歷史調查文獻亦顯示僅有虹鱒1種鱒魚。另放流魚</p>

<p>種亦請計畫執行團隊列入移除對象，根據其特性提出有效移除方法。</p>	<p>種未聞包括日本櫻鱒，所獲資訊之差異將再訪談當時放流人士加以釐清。若調查發現其他外來魚種，將列入移除對象並提出有效移除方法。</p>
<p>3.該區位於丹大野生動物重要棲息環境內，水域中有保育類魚類（埔里中華爬岩鰍），更為保育類野生動物之重要水源地，請計畫團隊於執行時，務必遵照野生動物保育法及其相關法規範疇，建議數種有效移除方法，俾供本處經營管理使用。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>

<p>作業課 廖技正吟梅 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1.請於報告中述明外來種如何危害本土魚種，如占用棲地、食物競爭、獵食、是否會造成基因汙染...等。</p>	<p>因外來及本土魚種之適水溫有明顯差異，又因卡社溪有天然瀑布之高差限制，目前尚未發現虹鱒棲地有本土魚種共域。若調查發現，將就委員建議進一步評估其危害情形。</p>
<p>2.研究過程中請務必注意安全。</p>	<p>遵照辦理，感謝委員關心。</p>

<p>林政課 王技佐玉如 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
-----------------------	-------------

<p>1.有關虹鱒於卡社溪棲息環境中之生活習性，如繁殖季節、何處產卵、交配、覓食等，有否相關之研究資料或有否做過調查，建議能對此方面做瞭解，俾利作為移除虹鱒之參考(如日本之移除方法-抓親魚、破壞產卵場...等)。</p>	<p>將持續蒐集國內外虹鱒及外來種移除相關參考文獻，以作為日後移除之參考。</p>
<p>2.東方果實蠅在經過放射線照射後會產生不孕性，因果蠅的雌成蟲一生只交配一次，所以無法孕育下一代，請問虹鱒的生殖能力是否有相關的研究？</p>	<p>目前國內並無相關之研究，國外相關參考文獻亦無所聞，未來將持續予以關注，儘量蒐集相關文獻以供參考。</p>

<p>臺中工作站 詹技術士文輝 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1. 卡社溪屬高山原始森林溪流，本次計畫設置 4 個固定樣站，深入上游 40 公里，相當不容易。依計畫內容之調查方法所列環境因子調查，主要以固定樣站選擇 50m 長河道，進行水文、水質等微棲地監測，建議是否對河道兩旁林相、植被、土壤等一併調查，一般土壤的特性及森林落葉等都會影響水質，畢竟卡社溪交</p>	<p>魚類多樣性調查及外來種移除機制之建立為本計畫主要工作項目，研究團隊多為相關專業領域人力所組成。鑒於本計畫對象生物為魚類，且期程僅有 1 年，資源、時間皆相當有限，復因委員之建議需要植物與土壤等不同領域之專業人力，本計畫短期內恐難以兼顧。本團隊將在完成合約明訂工作之餘，盡力尋求其他專家學者之協</p>

<p>通不是相當便利，利用本次調查機會，建立基本資料，可供日後相關研究參考。</p>	<p>助，謝謝委員的建議。</p>
<p>2. 有鑒於卡社溪交通不便及山區氣候不定，本次調查如需駐紮山區，基於安全考量，建議每日固定時段與轄管工作站或林管處聯繫，以便管理機關能隨時掌握調查團隊現況及位置。</p>	<p>遵照辦理，感謝委員關心。</p>
<p>3. p13.圖 6，魚類調查樣站 GPS 定位點位置示意圖，圖中所列 GPS 測點左、右兩岸各有一個，是何用意？一般河道兩岸若林相覆蓋率高，或河道不寬，均會影響 GPS 準確度。</p>	<p>p13.圖 6 為河川情勢調查作業要點(草案)之內容，分別定位左、右岸 2 點，可據以推算河寬。</p>

<p>育樂課 蔡技正碧麗 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1. 丹大孫海橋流籠已在 100 年 10 月 7 日由臺電公司拆除，在未復架設前請工作團隊務必注意調查人員進出安全，建議儘量雇用當地部落（如潭南、雙龍部落）之居民當揸工，協助路線引導及調查工作、見證調查</p>	<p>遵照辦理。</p>

<p>過程並適時宣導自然保育觀念。</p>	
<p>2. 建議特生中心在執行本計畫時，就每工作項目進行錄影存證，供未來經營管理或調查參考。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>3. 有關本案移除之外來種魚類，建議將之醃製集中保存後，贈送給鄰近部落之國小，供做營養午餐並進行保育宣導，期收敦親睦鄰及保育觀念向下紮根之效。</p>	<p>遵照辦理。</p>

七、結論：

本案同意通過，請特生中心依各委員及與會代表之意見，在合約規定時間內修正完竣，並於期中報告時回應。

八、散會：上午 11 時 50 分

附錄二 期中報告審查會議委員審查意見回應表

一、會議名稱：「卡社溪魚類多樣性調查及外來種移除」委託計畫期中報告

二、時間：民國 101 年 4 月 9 日（星期一）下午 2 時整

三、地點：南投林區管理處三樓會議室。

四、主持人：柯秘書杏春代

五、出席人員：詳如簽到簿

記錄：蔡碧麗

六、討論事項及意見：

七、討論：

本處柯秘書杏春 審查意見	回應情形
1. 本案是否備有水底攝影器材，輔以調查？請將水生和底棲生物於調查時一併拍攝記錄之。	僅有防水深度 3 米之數位相機，惟仍將遵照委員建議儘量拍攝記錄。
2. 請問目前本調查所捕獲之虹鱒最大尾有多長多重？若與國外比較其差異為何？請說明。	目前調查到體長最大為 26.0 公分，最重為 199 公克；歷史紀錄曾經調查到 31.8 公分，體重 277 公克，與國外比較個體相差懸殊，其原因可能因食物來源有限致野生虹

	<p>鱒個體偏小，或因調查使用之電魚器無法於深水域操作，難以捕獲較大虹鱒個體。</p>
--	---

<p>國立高雄師範大學生物科學系 梁教授世雄 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1. p.26 中 5 次調查之時間應於文字中敘述出。</p>	<p>感謝指導，遵照委員指示修正辦理。</p>
<p>2. 歷史文獻調查之採集次數與方法，請列出以助瞭解此次調查未發現當初魚種之可能原因。</p>	<p>將於期末報告中予以比較，以瞭解部分魚種尚未發現之原因。</p>
<p>3. 計畫中所採得虹鱒以外之魚種及數量均不多，若要移除，就學理欲完全移除而言，可採取毒殺，但應注意下游解毒工作及宣導。若毒魚有爭議，則將虹鱒河段以攔截網和其他河段分離後，再以多次電魚配合釣魚法，應有一定之效果。</p>	<p>期末報告會將較可行之移除方法優缺點予以比較分析，提供予主辦單位參考。謝謝委員指教。</p>
<p>4. 捕捉虹鱒是否可帶回，建議不再放回溪流中，且可以移除法估計數量，對委託單位之績效亦有助益。</p>	<p>目前調查所捕獲之虹鱒均帶回，並不放回原溪段，捕獲數量亦會列入年度移除數量中。</p>
<p>5. 就目前結果，執行單位對於該溪流虹鱒之移除策略，</p>	<p>特生中心於 1996~1998, 2005~2006 年先後推動櫻花鉤吻</p>

<p>使用方法必要考量及未來放流櫻鮭之可能等看法如何？請說明。</p>	<p>鮭域外放流評估調查計畫，發現卡社溪棲地相當穩定且與七家灣溪十分相似，若考量分散族群過於集中之風險，卡社溪是櫻花鉤吻鮭相當適合的衛星棲地。惟放流與否茲事體大，宜先審慎研議相關配套措施，並獲各界共識及上級相關之支持後再予推動。</p>
<p>6. 請補充分析虹鱒族群之體長分布及進行胃內含物分析以了解其食性。</p>	<p>遵照辦理，分析資料將於期末報告呈現。</p>

<p>國立嘉義大學水生生物科學系 賴教授弘智 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1. 報告中對溪流概況描述與文獻蒐集部分可整理合併成為背景資料，以利區隔前人研究部分與本計畫之成果數據。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>
<p>2. 目錄中第 5、6 章之頁碼有誤。</p>	<p>遵照委員指示修正辦理。</p>
<p>3. 摘要的第二段文字中的上下游定義並未十分明確，可用點位方式表示，使其調查範圍更加明瞭。</p>	<p>遵照委員指示修正辦理。</p>

<p>4. p3 圖 1 及 p8 圖 3 可增加說明，如樣站名稱、右下角臺灣圖示應標誌出溪流區段分布(位於濁水溪的位置區段)並以投射圖顯示及河川流域不同顏色(如紫與綠)的意義，使報告內容閱讀更為流暢。此資料難能可貴可供後續利用。</p>	<p>遵照委員指示修正辦理。</p>
<p>5. p4 工作項目內容，因此計畫已開始執行，建議將內容中本計畫「將」針對卡社溪的「將」字移除。</p>	<p>遵照委員指示修正辦理。</p>
<p>6. 計畫已開始執行，有關外來種數量評估及執行方法等應有較明確的敘述。</p>	<p>此部分會於期末報告中做詳細之敘述。</p>
<p>7. p24 表 1 水質測量結果的有效數字應合理化。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>
<p>8. 請補充已捕獲的虹鱒之生物學基礎資料(如體全長、體重等)及初步的努力量。</p>	<p>相關數據將於期末報告呈現。</p>
<p>9. p26 第 3 段內容雌魚體內「抱卵」，抱卵為甲殼類行為，建議改為生殖腺成熟。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>
<p>10.p28 請針對過去汪靜明老師所作之調查進行卡社溪下游歷史回顧，及特有生物研究保育中心調查卡社溪</p>	<p>遵照辦理，將於期末報告呈現。</p>

<p>上游歷史回顧，並以「點位法」進行分析比較其差異性。</p>	
----------------------------------	--

<p>作業課 許技士逸攻 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1.p34 虹鱒引入臺灣應超過 10 餘年，建議修正。</p>	<p>虹鱒約於 1980 年引入，將修正為 32 年。</p>
<p>2.建議調查時，觀察外來種虹鱒之掠食行為是否對其他(水生及濱溪)生物造成影響，如對蛙類(蝌蚪)。</p>	<p>本中心研究人員過去曾於卡社溪捕獲的虹鱒口中發現尚未完全吞嚥的蛙類殘骸，確定虹鱒會掠食蛙類。</p>
<p>3.建議 p27 可參考本處亦有調查過卡社溪河段部分魚類資料，亦可納入。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>
<p>4.請將所調查之原始 GPS 樣點座標，提供管理單位存參。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>

<p>育樂課林課長文墻 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1.本案丹大卡社溪自民國 69 年起有民間人士陸續引入放流 4 種鱒魚種類，但報告中目前僅調查到 1 種，其餘 3 種是否有可能出現於 F2~R3 間之河段？請說明原因；</p>	<p>多年前民間人士確實於卡社溪先後多次放流數種鱒魚，惟據訪問相關人士表示，僅虹鱒較能適應卡社溪環境且已可自行繁衍。理論上他種鱒魚因無法於野外自行繁</p>

<p>另防汛期將屆，有關本計畫未來將如何克服困難，並在人員安全狀況下，安排完成調查計畫期程？</p>	<p>行，32年來應早已滅絕，現有歷史調查文獻及本計畫調查結果亦顯示僅有虹鱒1種魚類，惟因F2~R3河段尚未調查，是否有他種鱒魚尚待究明。</p>
<p>2. 本案所介紹之國內外移除方法有很多種，究竟以何種方法在該地區實行最有效，且對生態影響最小？請在期末報告中提出具體有效、危害性最小之建議，俾提供本處爾後經營管理之參據。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>

<p>水里工作站 謝技正祚元 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>1. p8 圖3之虹鱒分布上限，請問是如何劃分的？</p>	<p>F4是固定樣站中最上游的樣站，該處仍有虹鱒分布，調查人員為找尋虹鱒分布上限，僅帶簡易個人裝備及電魚器沿途溯溪電捕，直至無虹鱒之處，才標示出上限之點位。</p>
<p>2. p22的照片1是表示樣站的照片嗎？</p>	<p>p22的照片為此計畫所設立之樣站照片。</p>

臺中工作站 詹技術士文輝 審查意見	回應情形
<p>1. 摘要第二段：除臺灣鏟頰魚外均為臺灣特有魚類，特有種比例高達 75%，應為除臺灣鏟頰魚及虹鱒外。</p>	<p>此節內容係針對下游河段漁獲之特有種比例加以描述，虹鱒僅分布上游河段，非下游河段漁獲，因此並未列入特有種加以計算比例。</p>
<p>2. 本次使用電魚器進行魚類多樣性調查，報告中有列舉各國外外來種移除方式，由於虹鱒在卡社溪屬於大型魚類，如果使用電魚器進行移除，放電到足以使虹鱒昏迷的電量，是否會造成其他魚類死亡？</p>	<p>本計畫調查所使用之電魚器電量可使魚類暫時昏厥，稍後即會復原，目前尚未發現電擊個體有死亡之情形。</p>
<p>3. 本次計畫成果之一，外來種移除方法之建議、評估後續移除工作所需之人力及經費需求，後續如果進行外來種移除之工作，很有可能就落在管理機關身上，建議除了移除方法之建議外，也可以進行工作人員之培訓，落實移除工作之進行。</p>	<p>此計畫後續之相關移除工作及培訓會事先與委託單位研議，使移除工作能落實且持續進行，以達此計畫之最大成效。感謝委員之建議。</p>
<p>4. 以完全移除的觀點，除卡社溪外周邊如卡社北溪或丹大溪是否有虹鱒的分布，建議是否設置不固定樣點進行調查。</p>	<p>本計畫已於卡社北溪設置不固定樣站 R1 及 R2，並未發現虹鱒的分布，調查人員往 R2 樣站之上游勘查，亦未發現虹鱒的蹤跡。丹大溪為濁水溪另一支流，以地理、水</p>

	<p>溫條件而言，F2 樣站已無虹鱒分布，故除非有人工野外放流族群，虹鱒應無法順流而下進入經濁水溪再上溯丹大溪。</p>
--	--

育樂課 蔡技正碧麗 審查意見	回應情形
<p>1. 請特生中心將期初工作報告及本次報告審查委員之意見及意見回覆表放入期末報告中。</p>	<p>遵照委員建議辦理。</p>
<p>2. p27 表 3 中臺灣鏟頷魚非臺灣特有種請修正。</p>	<p>遵照委員意見辦理。</p>
<p>3. p34 第 1 段所提到虹鱒同一個體有繁殖 5 次的例子，請問是如何觀察到？</p>	<p>此為國外文獻案例，卡社溪尚未觀察到類此情形。</p>

七、結論：

1. 本案同意通過，請特生中心依各委員及與會代表之意見，在合約規定時間內修正完竣。
2. 本案同意在原經費額度內，延長合約期限至 101 年 10 月 31 日止，請特生中心於 101 年 8 月 31 日前提出期末報告，以期資料能更完整呈現。

八、散會：下午 4 時 15 分

附錄三 期末工作報告審查會議委員審查意見回應表

一、會議名稱：「卡社溪魚類多樣性調查及外來種移除」委託計畫期初工作報告

二、時間：民國 102 年 05 月 16 日（星期四）上午 10 時

三、地點：南投林區管理處三樓會議室。

四、主持人：陳副處長耀榮（柯秘書杏春代）

五、出席人員：詳如簽到簿

記錄：蔡碧麗

六、討論事項及意見：

七、討論：

國立高雄師範大學生物科學系 梁教授世雄 審查意見	回應情形
<p>在報告之調查方法中敘述了多種方法，但並未其全部使用之，建議另列“文獻整理”之章節，分開敘述其實際使用與未使用之方法，以利閱讀。並建議章節宜以重點條列式進行撰寫，以利行政單位參考。</p>	<p>謝謝委員的意見，遵照辦理。</p>

<p>族群估算於何時開始執行？由於 Petersen method 含有高估數量之情形，因此是否可能利用多次捕捉之資料，進行較精準地估算？另該方法估算值之偏差是否可予以估計？</p>	<p>使用 Petersen method 估算族群量於 103 年 3 月 19 日至 21 日進行，共進行 5 站次標識再捕作業，每次標識放流皆隔夜後於翌日始再捕。試驗全程樣區上、下游皆使用攔截網將試驗樣區完全隔離，使樣區內、外魚類族群無法流通，並以 5 站次估算結果之算術平均數做為評估總族群量時之單位距離族群量，以儘量降低估算值之偏差。</p>
<p>未來管理之建議，可以發行釣魚執照之方式執行，惟人員進出應予以管制，並記錄如魚體其長度、重量及捕獲之數量等及記錄也應其留存，執照要求之金額及釣獲額度須再討論，應可有限制的縮減數量之成效。若考慮以毒魚方式將其完全移除，須注意民眾觀感及下游解毒之執行情形，同時不易到達之處也可能會造成執行不易之結果。</p>	<p>謝謝委員的建議，相關內容將於報告中予以補充。</p>
<p>捕捉時間可於 10~12 月間進行，除為枯水季之外，亦可減少魚種繁殖數量。</p>	<p>10~12 月為卡社溪虹鱒繁殖季，此時移除繁殖親魚之族群，有利降低翌年新生族群量。謝謝委員的建議，相關內容將於報告中予以補充。</p>

<p>國立嘉義大學水生生物科學系 賴教授弘智 審查意見</p>	<p>回應情形</p>
<p>本計畫執行難度高，能有此成果應給予相當程度的肯定。</p>	<p>感謝委員的鼓勵。</p>
<p>後續計畫建議探討魚類相變化的原因，與原始資料作比</p>	<p>本計畫期程僅至 2013 年 5 月，未來若有後續計畫，魚類</p>

較。	相變化的原因將納入計畫探討，謝謝委員的建議。
報告中所建議的電魚、網捕與籠具之方法恐無法全面性移除。以目前調查結果顯示，該水域並無其他魚類，若可確認此點，建議後續計畫中可先行小範圍試以毒魚方式進行，並將進行與建議之移除方法作比較，比較探討其成果，以作為後續移除外來魚種的參考案例。(建議可使用魚藤)	未來若有後續計畫，將參考委員建議並徵得相關主管機關同意後，在儘量不引起一般民眾不良觀感的前提下，於僅有外來種魚類分布的河段以魚藤進行小範圍、試驗性的毒魚移除試做並與其他移除方法之成果比較。提供主管機關未來移除外來魚種的參考。
「原生種」與「特有種」應加以釐清。	謝謝委員的指正，遵照意見修正。
相關報告內容之修改已於報告內文中呈現，請修正。	謝謝委員的意見，遵照意見修正。

育樂課 蔡技正碧麗 審查意見	回應情形
請加中、英文摘要。	遵照辦理。
請加計畫編號：保育研究編號 100-05、委託研究編號：100-04-8-02。	遵照辦理。
期末報告書請隨書各附報告書電子檔 CD 片一片。	遵照辦理。
Pag.1 例表第 2 行，漁法次之電魚法「不儘」機動性高，請修正為「不僅」...	遵照意見修正。

<p>Pag.4 第 5 行外來種移除「試」工作，請修正為「試作」； 第 10 行...除本計畫移除試作時之初步「宜」除外，請修正為「移除」。</p>	<p>遵照意見修正。</p>
<p>調查之原始資料請上傳至林務局「生物分布資料庫平台」。</p>	<p>遵照辦理。</p>

附錄四 計畫展延之相關公文

<第一次展延>

正本

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局南投林區管理處 函

55244
南投縣集集鎮民生東路1號

受文者：行政院農業委員會特有生物研
究保育中心

地址：542南投縣草屯鎮新庄里史館路456號
承辦人：蔡碧麗
電話：049-2365226-2504
傳真：049-2357598
電子信箱：a1304@forest.gov.tw

發文日期：中華民國101年4月16日
發文字號：投育字第1014240410號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：如主旨

檢 101.4.17 農特收字第 101360 / 1876 號

主旨：檢送「卡社溪魚類多樣性調查與外來種移除委託計畫」期中
報告會議紀錄1份，請查照。

說明：

- 一、依據本處101年4月2日投育字第1014240372號開會通知辦理。
- 二、請貴中心依各委員及與會代表之意見，在合約規定時間內修正計畫書內容完竣。
- 三、本案同意在原經費額度內，延長合約期限至101年10月31日止，請貴中心於101年8月31日前提出期末報告，以期資料能更完整呈現。

正本：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

副本：國立高雄師範大學生物科技系梁教授世雄、國立嘉義大學水生生物科學系賴教授弘智、行政院農業委員會林務局（請核備）、埔里工作站、丹大工作站、竹山工作站、水里工作站、臺中工作站、本處作業課、本處治山課、本處林政課、本處育樂課

處長劉稱成

<第二次展延>

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局南投林區管理處 函

地址：542南投縣草屯鎮新庄里史館路456號
承辦人：蔡碧麗
電話：049-2365226-2504
傳真：049-2357598
電子信箱：a1304@forest.gov.tw

受文者：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

發文日期：中華民國101年8月9日
發文字號：投育字第1014240861號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

樓 101 8.10 特發字第 101360 號
3871

主旨：有關貴中心申請展延承攬本處委託之「卡社溪魚類多樣性調查與外來種移除委託計畫」履約期限案，復如說明項，復請查照。

說明：

- 一、復貴中心101年7月31日農特棲字第1013603707號函。
- 二、依據本計畫採購契約書（契約編號100407A28）第十三條之(五)之2規定辦理。
- 三、貴中心業依約於101年4月9日完成本計畫之期中報告審查；該會議並同意在原經費額度內展延合約期限至101年10月31日止，貴中心應於101年8月31日前提出期末報告，以期資料能更完整呈現在案。
- 四、惟今年5月份受5波鋒面影響，天候狀況極不穩定，山區陣雨、豪雨不斷，緊接梅雨鋒面挾驚人雨勢來襲，不僅導致山洪爆發，更造成丹大林道多處路基流失與嚴重坍方。台電公司因雨季來臨，並考量梅雨、颱風等天候因素，暫停電塔修護工程至今年9月底，丹大林道暫停搶修，前往卡社溪道路交通中斷。

- 五、今年6月份臺灣續受西南氣流、梅雨鋒面與瑪娃、杜蘇芮颱風外圍環流影響，以及泰利颱風從南海北上通過台灣海峽所帶來的劇烈雨勢，各地溪水暴漲，災害頻傳，丹大林道柔腸寸斷。7月份雨勢雖有減緩，惟中部山區仍受局部性大雨、豪雨及午後雷陣雨影響，卡社溪天候狀況仍不穩定，尚屬實情。
- 六、另據貴中心歷史調查資料顯示，卡社溪外來種魚類虹鱒繁殖期約為每年10月至11月，若按原履約期限於今年8月結束調查工作，除僅就101年4月前之調查結果評估卡社溪虹鱒族群量背景資料稍嫌薄弱外，亦無法將今年新生族群納入，恐不利於計畫成果之參考性與完整性。
- 七、鑒於天候狀況極不穩定及交通中斷等不可抗力因素與調查人員、儀器之安全，並考量該計畫調查之完整性，本案同意依採購契約書第七條之(四)之1規定，在原經費額度內，將履約期限展延至102年5月31日止(貴中心應於102年4月30日前提出期末報告)。

正本：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

副本：行政院農業委員會林務局(請備查)、丹大工作站、水里工作站、本處會計室、本處育樂課

2012-08-09
15:34:49