

七家灣溪集水區之遙測監測

主 持 人：李培芬

協同研究人員：李玉琪

李玉玫

陳宣汶

林菁卿

賴建盛

內政部營建署雪霸國家公園管理處 委託
國立臺灣大學動物學系 執行

中華民國八十五年六月

摘要

本研究整理歷年來有關「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之相關研究文獻，並配合野外實地的調查，完成文獻資料庫和地理資訊系統 (GIS) 資料庫，以作為建立「櫻花 吻鮭野生動物保護區」監測系統之基礎。本研究並整理了83篇研究報告，並建立了19個GIS圖層。從已有的衛星影像資料，估算1990年和1993年之植生指標 (vegetation index, NDVI和LAI)，比較保護區內之植被覆蓋和變遷情形，顯示保護區內的植被覆蓋有好轉的趨勢，然而核心區域的植被覆蓋卻比緩衝區的情形差，需有進一步之復原工作。由於其他資料的收集時間不長，或收集方法不同無法比較，故本研究就有關「櫻花 吻鮭野生動物保護區」未來的研究內容，提出建議，以充實保育監測系統之基本資料，以便將來之資料分析，並就保護區內之經營管理工作，提出建議事項。

Abstract

An ecological monitoring system for the land-locked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) at Chichiawan stream, Tai-Chung County, Taiwan was established. A through review of reports and scientific literature, and field inventory were conducted to determine the elements of the system. A reference database was created to store the information. Several data layers of geographic information system (GIS) extracted from the literature were created in Arc/Info format. These two basic databases were analyzed to provide a basis for the foundation of the monitoring system. The vegetation indexes (NDVI and LAI) calculated from 1990 and 1993 SPOT images were compared in a GIS environment. They both indicated an overall improvement of the vegetation cover in the refuge. However, the cover within the core areas still need further effort to restore its vegetation. Based on the finding, this study suggested further several research topics that can provide important data input to the system and can be used for further monitoring of the salmon population. It also recommended management strategies to protect the habitat of this endangered species.

目錄

摘要.....	1
英文摘要.....	2
目錄.....	3
圖目錄.....	4
表目錄.....	5
前言.....	6
研究方法.....	9
資料庫建立.....	10
地理資訊系統建檔.....	10
櫻花 吻鮭野生動物保護區現況.....	11
自然環境.....	11
土地使用現況.....	11
潛在環境災害.....	13
資料庫.....	14
文獻資料庫.....	14
地理資訊系統資料庫.....	15
現場調查.....	19
初步資料分析.....	20
保育監測系統之建立.....	28
經營管理之建議.....	35
研究資料之收集.....	35
保育監測系統.....	35
保護區管制事項.....	36
引用文獻.....	38
附錄一、櫻花 吻鮭之相關研究文獻目錄.....	40
附錄二、本研究所建立之「櫻花 吻鮭野生動物保護區」 之各種地理資訊系統圖層.....	51
附錄三、本研究報告所附之光碟片檔案目錄.....	102

圖目錄

圖一、研究流程	9
圖二、1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Normal Differences Vegetation Index, NDVI)	22
圖三、1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生 指標 (Leaf Area Index, LAI)	23
圖四、1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指 標 (Normal Differences Vegetation Index, NDVI)	24
圖五、1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生 指標 (Leaf Area Index, LAI)	25
圖六、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」1990年至1993年 NDVI之變遷情形	26
圖七、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」1990年至1993年 LAI之變遷情形	27
圖八、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之保育監測系統	29

表目錄

表一、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之地理資訊系統圖層 目錄.....	16
表二、「櫻花 吻鮭野生動物保護區1995年暑期七家灣溪 (一號壩至三號壩)各種溪流棲地型態之特色」之地 理資訊系統圖檔說明範例.....	19
表三、1995年暑期七家灣溪(一號壩至三號壩)各種溪流棲 地型態之特色.....	20

前言

櫻花 吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*)，又名梨山鱒、台灣鱒，屬於鮭科， 吻鮭屬，為台灣特有亞種。根據古生物地理的研究推測，櫻花 吻鮭原屬於溯河性迴遊魚類，在第三季冰河末期時，由於地殼劇烈變動、台灣地形隆起及溫度升高等因素，形成今日「陸封性」的特殊生活類型，也是全球所有陸封性鮭魚分布的最南界。早在民國二十七年日本人就將其訂為「天然紀念物」加以保護，以避免此珍貴之魚種遭受混種、濫捕和破壞，導致滅絕之命運。

櫻花 吻鮭原先廣泛分布於大甲溪上游之合歡溪、南湖溪、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等支流，其中以司界蘭溪、七家灣溪數量最多。櫻花 吻鮭生存所需棲息環境較嚴格，需有適當之蔽蔭、冷冽清淨之溪水，且有水瀨、急灘及深潭之多樣化的河床與礫石底質，和豐富的水棲昆蟲等條件，且對水溫的要求亦十分嚴格，許多的研究均顯示櫻花 吻鮭未曾出現於水溫超過攝氏 18 度的水域中。

由於人為直接及間接與自然因素之影響，導致櫻花 吻鮭棲地有惡質化現象，造成族群量銳減，民國五、六十年代時僅剩下司界蘭溪和七家灣溪有其蹤影，至民國七十三年再調查時，只在七家灣溪約七公里左右的河段尚有櫻花 吻鮭之存在，數量估計僅約二百餘尾。鑑於櫻花 吻鮭有滅絕危機，政府相關單位相繼推動了一連串的保育工作：

- 民國六十三年起辦理大甲溪水質之環境及高山魚類生態保護調查，並建造一座櫻花 吻鮭自然繁殖場，進行復育研究。

- 民國六十六年台灣省林務局將櫻花 吻鮭棲息地劃為國有林自然保護區。
- 民國七十三年經濟部依文化資產保存法指定公告櫻花 吻鮭為珍貴稀有動物。
- 民國七十四年行政院農業委員會接辦自然生態保育工作，實施人工復育及放流工作，以增加溪流中櫻花 吻鮭族群量。
- 民國七十五年行政院農業委員會加強櫻花 吻鮭的生態保育研究工作
- 民國七十八年行政院農業委員會依野生動物保育法，將櫻花 吻鮭列為瀕臨絕種保育類野生動物。
- 民國八十一年內政部依國家公園法，將七家灣溪集水區劃入雪霸國家公園範圍，並由雪霸國家公園管理處負責管理。
- 民國八十四年九月行政院農業委員會依野生動物保育法，將七家灣溪億年橋以上之集水區公告為野生動物重要棲息環境。
- 民國八十五年行政院農業委員會計畫將七家灣溪集水區規劃為「櫻花 吻鮭野生動物保護區」，全區面積共計約7,095公頃。

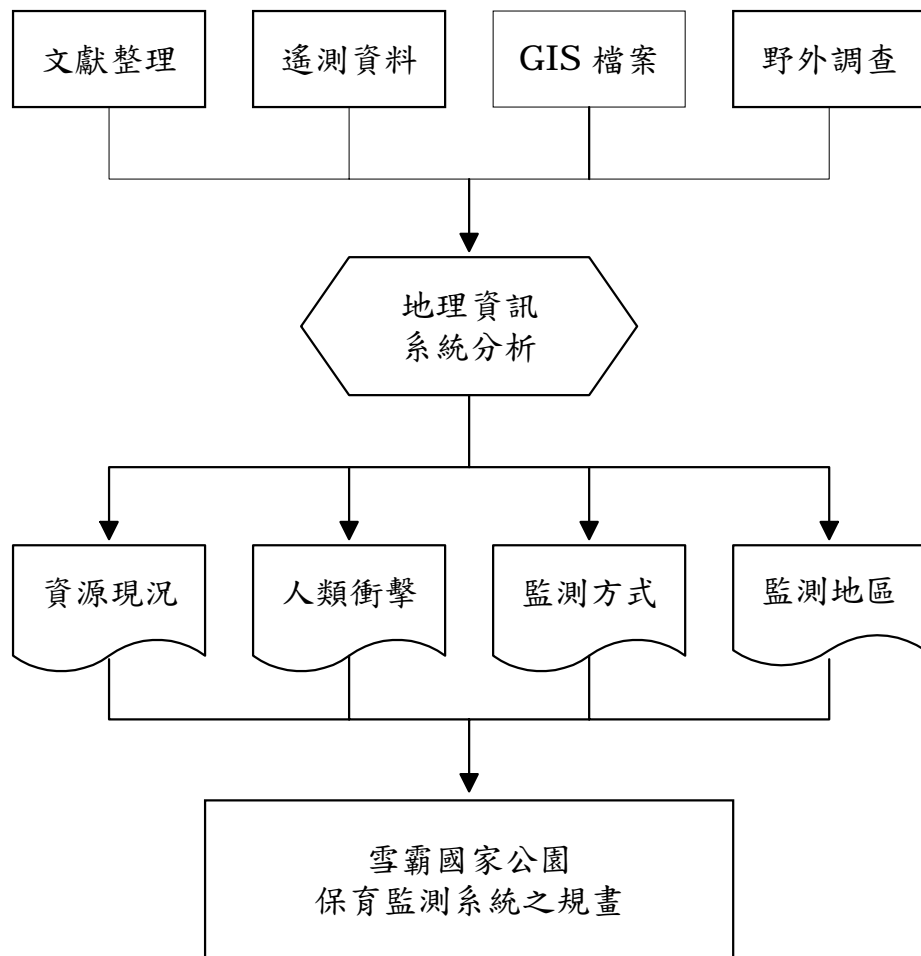
為了保護櫻花 吻鮭，政府各相關單位花費了許多之人力和研究經費，進行許多的現場調查，也收集了許多寶貴的資料，這些傳統的

調查方法均為現場探勘，再將其結果描述或描繪於文字、表或圖上，由於所用的尺度較小，這些研究所能涵蓋的範圍較小，且其時程亦較短，但在地廣人稀的集水區上游，交通不便，若完全以這種方法進行，不僅費時耗力，也無法顧及全面之生態環境變化。因此可利用遙測資料提供的廣大面積之資訊，應用於櫻花 吻鮭所在的七家灣溪集水區，並配合地面資料之收集，進行七家灣溪集水區監測，建立「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之生態監測系統。

本研究之目的在於建立「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之生態監測模式，以七家灣溪集水區為範圍，整理各種相關之研究文獻與報告，以地理資訊系統 (Geographic Information system, GIS) 為平台，建立各種環境因子圖層，作為監測系統之基礎，並依據目前的相關資訊，提出進一步資料收集內容之建議與分析事項，完成「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之生態監測系統，作為保護櫻花 吻鮭資源之決策資訊。

研究方法

本研究之流程如圖一。採用文獻整理與野外調查，利用GIS建立資料庫，作為監測系統之基礎，並依據目前的相關資訊，提出建議與資料分析事項，完成生態監測系統，作為保護櫻花 吻鮭資源之決策資訊。



圖一、研究流程

資料庫建立

本研究先建立「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之相關文獻目錄與資料庫，並依據這些研究成果的整理，建立保護區之各種地理資訊資料庫。

地理資訊系統建檔

本研究採用 Environmental Systems Research Institute (ESRI) 的ARC/INFO 地理資訊系統為本研究之主要平台，所有的資料，均儘可能地予以數化成GIS 之圖層，若不能精確數化者，則亦以較粗略之方式標定其位置，若有描述性資料，則亦建立其屬性資料庫，以DBF 格式儲存。

另外有許多資料則是在建好基本資料後，經過計算而得，如利用數化的等高線資料，轉成網格式的DTM (Digital Terrain Model)，再經計算成坡度和坡向圖層。利用這些標準的流程本研究共得19份圖層。每一份圖層完成後，均有一份描述性的資料 (meta-data)，記錄相關的建檔資訊。

櫻花 吻鮭野生動物保護區現況

自然環境

保護區以北界和西界較高，主要山峰均在三千公尺以上，高山連綿；東界和南界較低，海拔均在三千公尺以下。七家灣溪為大甲溪上游支流，溪谷右岸寬闊平坦，有河階地發育，左岸有數處沖積扇階地發育。

本區地質由始新世四稜砂岩層和漸新世水長流層所構成，兩者由東北至西南向之斷層所分隔。四稜砂岩層分布於保護區之西北側，以厚層淺灰色到灰白色石英岩質砂岩和石英岩為主，亦有些許暗灰色頁岩和板岩；水長流層分布於保護區之東南側，以黑色硬頁岩和輕度變質的頁岩和板岩為主。此外七家灣溪沿岸階地多屬侵蝕性河階，表層之沖積層淺且薄，板岩岩盤常出露於階地崖(張石角 1989)。

本區為寒帶重濕型氣候區。根據中央氣象局之統計資料(中央氣象局 1991)，年均溫為 16.1°C ，以六至八月為高溫期，月均溫以一月最低(9.2°C)、七月最高(21.6°C)，一日最高溫可達 29°C 。年雨量約為2,200公釐，雨量以七至九月較大，十一至一月較少。

土地使用現況

經管本區的單位非常多，有臺灣省林務局、行政院退輔會（武陵農場）、內政部營建署雪霸國家公園管理處和臺灣省的臺中縣（行政區界）等。分述如下：

林務局部份

天然林面積達4,167.33公頃，包括針葉林或針闊葉混合林，樹種則有香杉、鐵杉、雲杉、帝杉、冷杉、紅檜、扁柏、松類、槠櫟類、楠木類、其他闊葉樹等；人造林（包括針葉林或針闊葉混合林）面積1,727.65公頃，造林樹種有紅檜、香杉、槠櫟類、松類、二葉松、台灣杉、樟樹、大葉楠、赤楊、檉木、木荷、雲杉等；其他為草生地面積為451.17公頃，崩壞地為251.43公頃，溪流地池沼面積44.89公頃，其餘土地則為岩石礫地、道路、苗圃等。

林務局的武陵山莊位於大甲溪事業區29林班，該山莊之建物總面積為1,128.56平方公尺，基地面積3,388.72平方公尺，目前有套房和通鋪，共可同時容納192人住宿，此外尚有工作人員宿舍。

武陵農場部份

位於保護區範圍內土地412.4公頃，其中已開發利用者含茶園5公頃、果園51.35公頃、蔬菜地47.06公頃、建築物用地約2.5公頃、道路暨公共設施等約8公頃，合計約113.91公頃，其餘298.49公頃為未開發利用地，均為針葉、闊葉混合林及草生地等天然林地；已開發利用中除安置榮民場員外，均屬農場直營事業用地。

雪霸國家公園管理處部份

根據雪霸國家公園的計畫分區資料，本保護區內有國家公園的生態保護區、一般管制區和遊憩區等三類分區，其中生態保護區的面積最大，約6,722.15公頃，一般管制區次之，約396.84公頃，遊憩區面積最小，約4.6公頃。

潛在環境災害

保護區的潛在環境災害對於櫻花 吻鮭有直接或間接危害者，大致包含颱風、森林火災、林木砍伐和崩坍地及人類活動等。在颱風方面，根據民國三十五年以來的歷次颱風路徑資料統計顯示，每年颱風發生的時間主要在七至九月間，雖然每一個經過台灣的颱風對於本區的影響並不相同，但大抵而言，由於本區環境特殊，對魚類棲地均有重大的影響。在森林火災方面，本區可說是台灣的高危險地帶，由民國五十二年至八十年的統計顯示，發生在大甲溪流域的次數約有111次，其中有31次發生在保護區的範圍內 (林朝欽 1993)，而發生的地點則在人類活動區 (如墾植區、住家附近) 較多，且其燃燒範圍常擴及至臨近之林地。在崩坍地方面，因區內地質脆弱，故有許多崩坍地存在，山坡的崩坍是造成河水混濁的主因之一，暴雨時，七家灣溪的溪水常呈現污濁狀態 (張石角 1989)。綜合上述，自然因素與人類活動對於本區溪流和魚類棲地的品質，有非常大的影響。

資料庫

本研究所建立有關「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之資料庫，大致可分為歷年來相關之文獻記錄和圖面式之地理資訊系統 (GIS) 檔案。文獻資料庫是收集日本人在台迄今所有與櫻花 吻鮭和七家灣溪附近之研究文獻，每份文獻均以標準格式 (李培芬與林曜松 1994) 建檔，資料庫可做為瞭解櫻花 吻鮭生態資訊的重要參考指引。

以地圖呈現方式之GIS檔案，則是由本研究整理上述之文獻資料中，找出研究資料可以重新以地圖的方式整理的研究報告，配合保護區的1:10,000的像片基本圖與1:25,000之地形圖，界定其研究位置，將這些研究報告地圖化，以Arc/Info之格式建檔而成。

文獻資料庫

有關櫻花 吻鮭的研究報告，計120篇 (附錄一)，其中以英文撰寫者有39篇，以中文撰寫者計66篇，以日文發表者則有15篇。資料的時間從1917年至1995年，其中1950年以前，有13篇，1951年至1975年間有11篇，1976年至1985年間有16篇，1986年至1990年有45篇，1991年雪霸國家公園成立後迄今則有35篇。

這些研究的內容大致包括櫻花 吻鮭的基本生物學資訊，如遺傳組成與變異、棲地喜好、生殖情形、空間分布、族群量與季節性變化，以及七家灣河流域之土地變遷情形。這些研究報告有的是發表於科學性雜誌之文章、專書、研討會之文章、一般之研究報告與論文 (碩

士或博士)，自1989年以來，已有3篇與櫻花 吻鮭有關之博士論文，分別是汪靜明(1989年)、戴永禔 (1992年)和曹先紹 (1995年)，由此可見櫻花 吻鮭在學術界所受到的重視程度。

地理資訊系統資料庫

本研究所收集的GIS資料，大致上包括研究區之自然環境、植被、海拔、坡度、坡向、地質、水系、動物分布、遙測資料(航空照片、SPOT與Landsat衛星影像)、植生指標、植生指標變遷、魚群分布與族群量變遷、地面水質測量監測、溪流棲地分布、生殖期產卵巢分布等(表一)。所有之圖層分別建立其meta-data之格式(如表二)與內容(參見附錄二)。

這些資料均以目前市場佔有率頗高的GIS系統(Arc/Info)建檔，並均以CD-ROM的方式儲存(參見附錄三)，且已交給雪霸國家公園管理處，方便日後繼續研究之參考與監測系統資料的累積。

表一、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之地理資訊系統圖層目錄

圖 檔 名 稱	檔案格式	內 容
sbbnd85	Arc/Info	「櫻花 吻鮭野生動物保護區」範圍
riv85	Arc/Info	溪流圖
cont85	Arc/Info	等高線圖 (依據1:10,000像片基本圖數化而成)
mt85	Arc/Info	山岳之分布
riv30m	Arc/Info	「櫻花 吻鮭野生動物保護區」核心區範圍
plant85	Arc/Info	植被分布
rd85	Arc/Info	道路 (包括登山路線)
prec85	Arc/Info	全年總雨量
temp85	Arc/Info	全年平均溫度
salmon30	Arc/Info	30年代櫻花 吻鮭分布點
salmon70	Arc/Info	70年代櫻花 吻鮭分布點
sb_dtm	Generic binary	Digital Terrain Model (12.5 m)
sb_slope	Generic binary	坡度
sb_asp	Generic binary	坡向
sb_dcore	Generic binary	「櫻花 吻鮭野生動物保護區」核心區範圍
CHC83	Arc/Info	陳弘成教授1994年水質監測點
CHC84	Arc/Info	陳弘成教授1995年水質監測點

圖檔名稱	檔案格式	內容
CCC	Arc/Info	曾晴賢教授之族群調查資料
sens1	Arc/Info	張石角教授(1994)之環境災害敏感區調查
JLC	Arc/Info	莊鈴川先生之櫻花 吻鮭研究
LCS	Arc/Info	賴建盛先生之溪流型態調查
DYT	Arc/Info	戴永禎教授之河段鮭魚調查
I636	ERDAS lan	1990年1月之SPOT衛星影像
I754	ERDAS lan	1993年12月之SPOT衛星影像
SB9501	ERDAS lan	1995年1月之LANDSAT衛星影像
870817	ERDAS lan	1987年之航空照片數位影像
80P83	ERDAS lan	1991年之航空照片數位影像
920718	ERDAS lan	1992年之航空照片數位影像
90LAI	Generic binary .bmp	1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Leaf Area Index, LAI)
93LAI	Generic binary .bmp	1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Leaf Area Index, LAI)
95LAI	Generic binary .bmp	1995年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Leaf Area Index, LAI)
90NDVI	Generic binary .bmp	1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Normal Differences Vegetation Index,

圖 檔 名 稱	檔 案 格 式	內 容
		NDVI)
93NDVI	Generic binary .bmp	1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Normal Differences Vegetation Index, NDVI)
95NDVI	Generic binary .bmp	1995年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標 (Normal Differences Vegetation Index, NDVI)
NDVI_DIF	Generic binary .bmp	「櫻花 吻鮭野生動物保護區」 1990年1月至1993年12月NDVI 之變遷情形
LAI_DIF	Generic binary .bmp	「櫻花 吻鮭野生動物保護區」 1990年1月至1993年12月LAI之 變遷情形

表二、「櫻花 吻鮭野生動物保護1995年暑期七家灣溪(一號壩至三號壩)各種溪流棲地型態之特色」之地理資訊系統圖檔說明範例

-
- 1.檔 名：sbbnd85
 - 2.資料內容：七家灣溪集水區範圍
 - 3.屬 性：面 (polygon)
 - 4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處
臺中縣武陵櫻花 吻鮭重要棲息環境範圍圖
 - 5.建檔日期：1996年03月13日
 - 6.建 檔 者：李培芬
 - 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
 - 8.資料格式：Arc/Info
 - 9.資料取得方式：ftp 140.112.80.51
-

現場調查

為了瞭解七家灣溪之現況，本研究於1995年7月～1996年2月間進行了詳細之現場調查，依現場勘察結果，將七家灣溪流域之棲地區分為深潭、淺瀨、緩流和梯狀潭等四大類，以圖面方式記錄這些類型

棲地之分布與地點，並以GIS建檔，其圖檔請參見附錄二。這四大類溪流棲地型態的資訊如表三。

表三、1995年暑期七家灣溪（一號壩至三號壩）各種溪流棲地型態之特色

型態	總面積 (公頃)	個數	平均	最大	最小
深潭	1.4	40	350	1268	61
緩流	0.4	9	472	998	131
淺瀨	1.8	29	608	2217	111
梯狀潭	1.8	33	532	2061	95

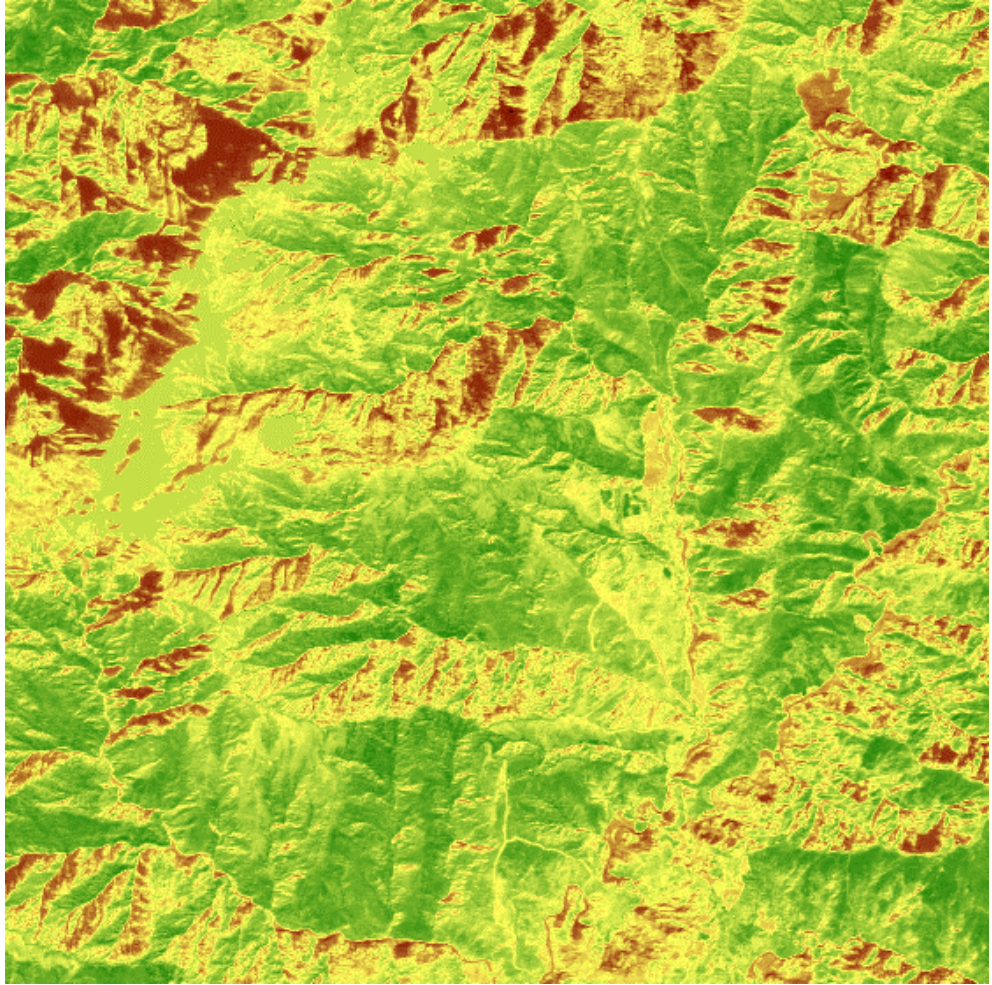
初步資料分析

由於過去相關的研究可供比較者並不多，這些報告中或因其研究時程短，仍不易看出結果，或因資料有欠缺，故在櫻花 吻鮭的族群量季節性變化和空間上的變異上，仍需有更進一步的完整資料方可進行，有關此節將於監測系統中說明，在此略過。

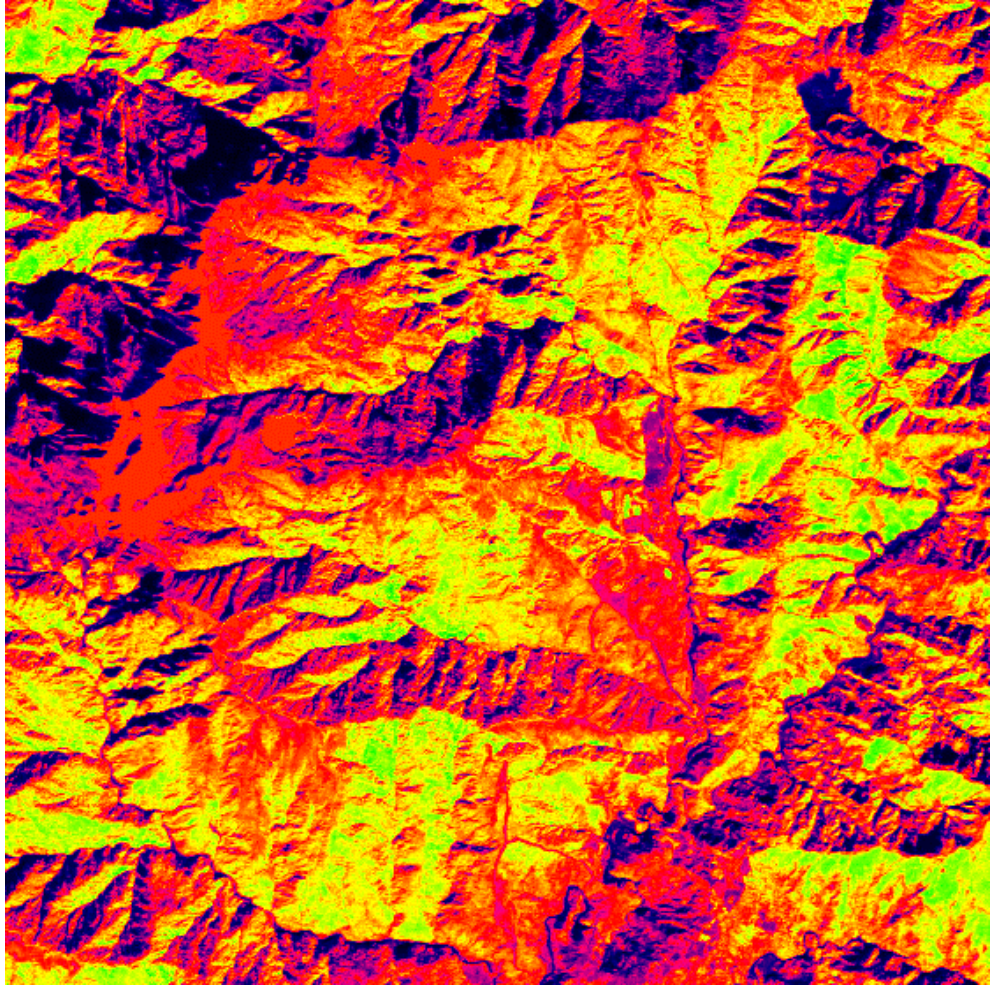
目前可以先進行分析的為衛星影像的部份。由於研究經費上的限制，本研究僅收集到1990年1月和1993年12月之SPOT影像，以及1995年1月之Landsat影像，由於資料已經過前期處理，且經過空間校正，故可直接進行分析。

以 SPOT 影像計算 NDVI (normalized vegetation difference index, $\frac{(IR-R)}{(IR+R)}$) 和 LAI (leaf area index, $\frac{IR}{R}$)，目前已有許多研究 (如 Running and Nemani 1988, Tucker et al. 1986) 顯示這些植物生長指標能反應出生態系之光合作用、蒸發作用、生長量、植被覆蓋等情形，故若能取得同一地區不同時期之影像，則可以瞭解整個生態系之變遷情形，對於經營大範圍、大區域之環境非常重要。

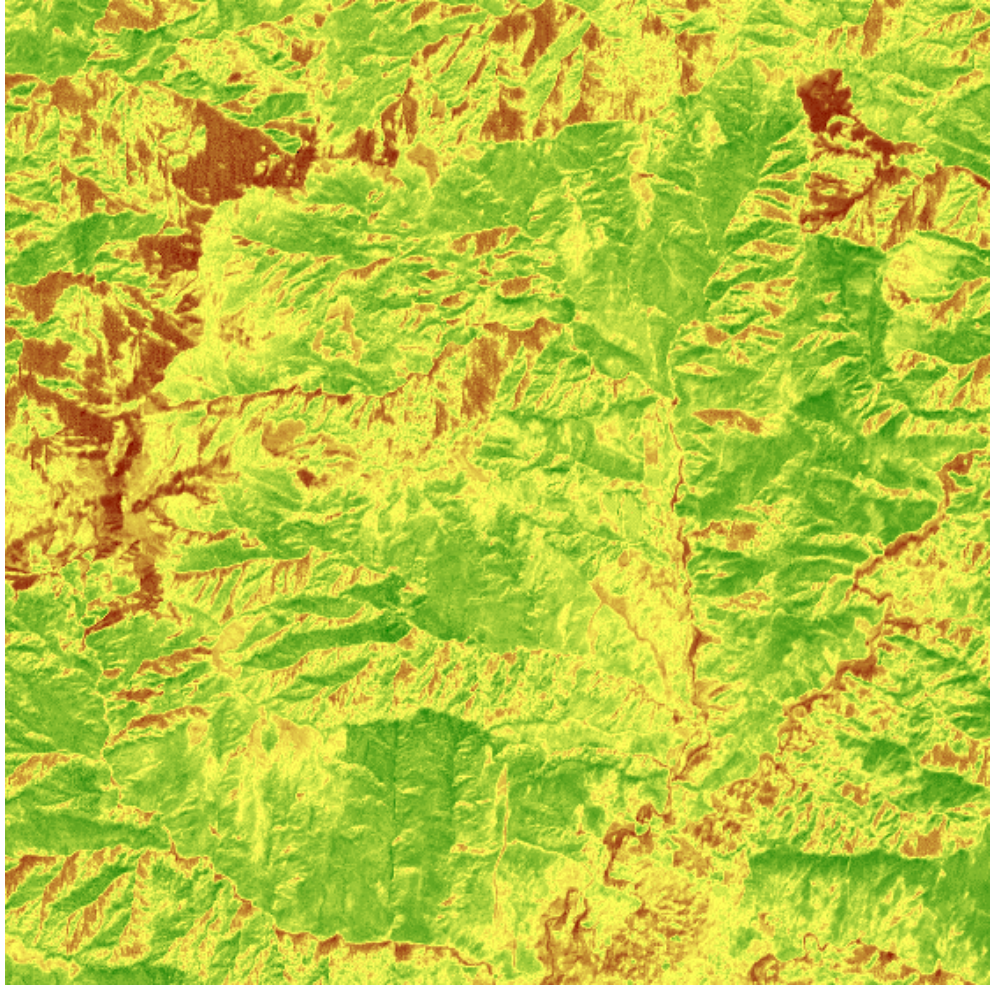
利用 SPOT 影像所得到 1990 年 1 月和 1993 年 12 月之 NDVI 和 LAI 分別見於圖二至圖五，比較 NDVI 在這兩年間的差異，整體而言保護區內之植生狀態有轉好的趨勢，許多地區的植生指標在 1993 年時均較 1990 年為佳，若將這兩個圖層以 GIS 方式相減 (即 1993 年 12 月圖層的像元的 NDVI 值減去 1990 年 1 月相對應位置像元之 NDVI 值)，得到大部份的像元之 NDVI 值均為正值，代表保護區內之植生狀態有適當之保護 (圖六)。同樣的情形也可見於 LAI 之情形 (圖七)。



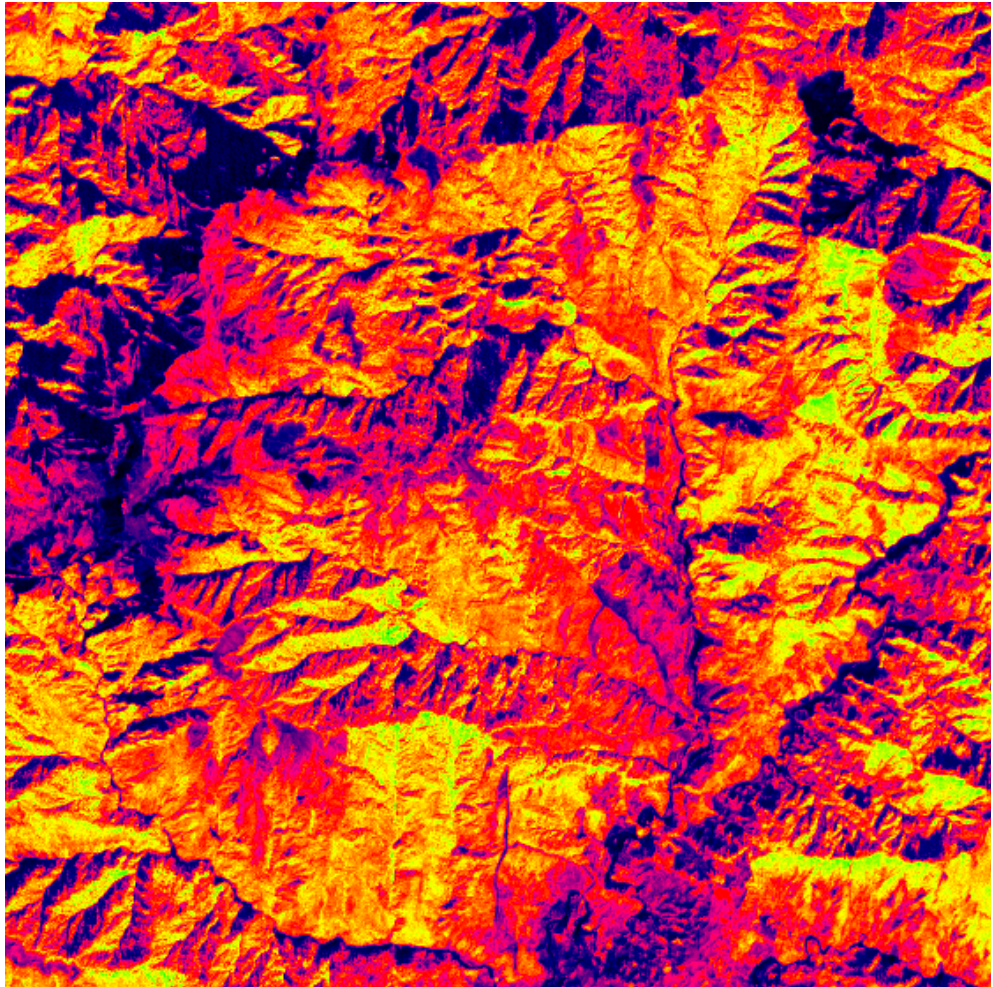
圖二、1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標
(Normal Differences Vegetation Index, NDVI)



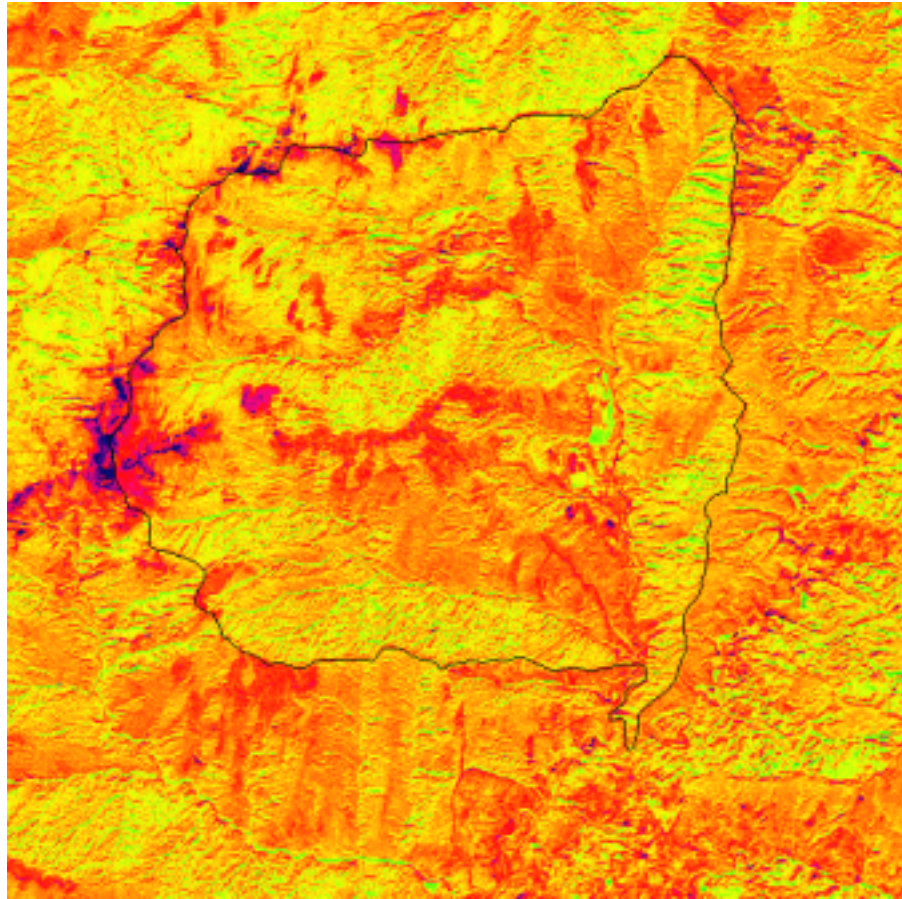
圖三、1990年1月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標
(Leaf Area Index, LAI)



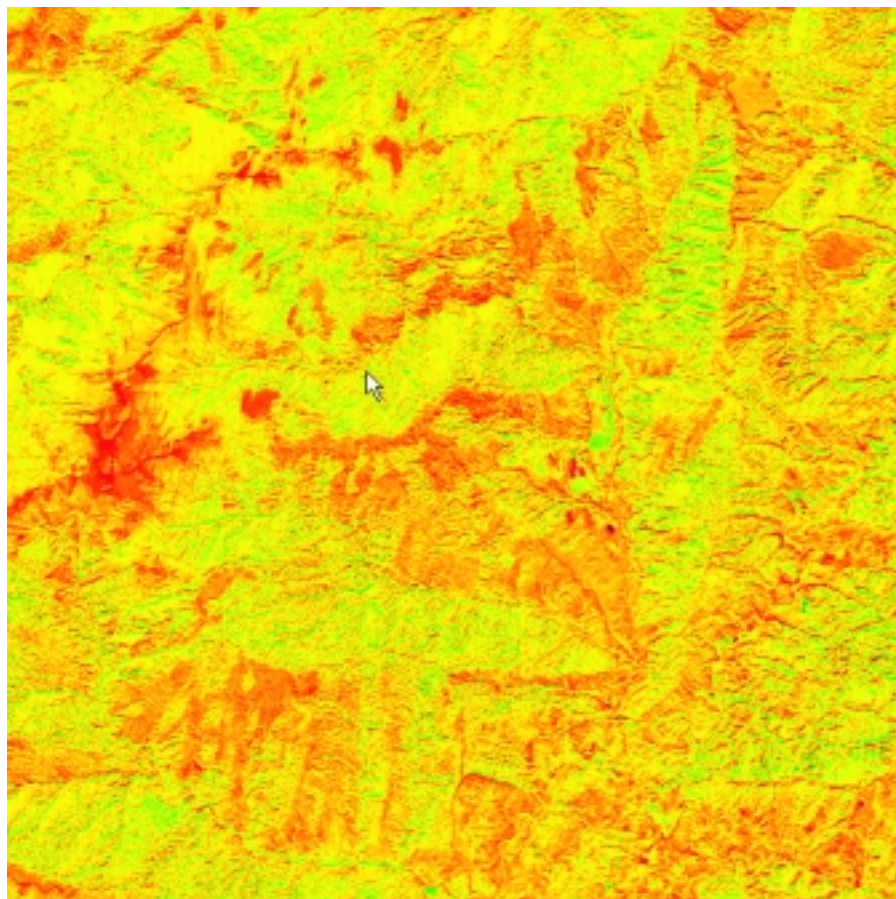
圖四、1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標
(Normal Differences Vegetation Index, NDVI)



圖五、1993年12月「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之植生指標
(Leaf Area Index, LAI)



圖六、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」1990年至1993年NDVI之變遷情形



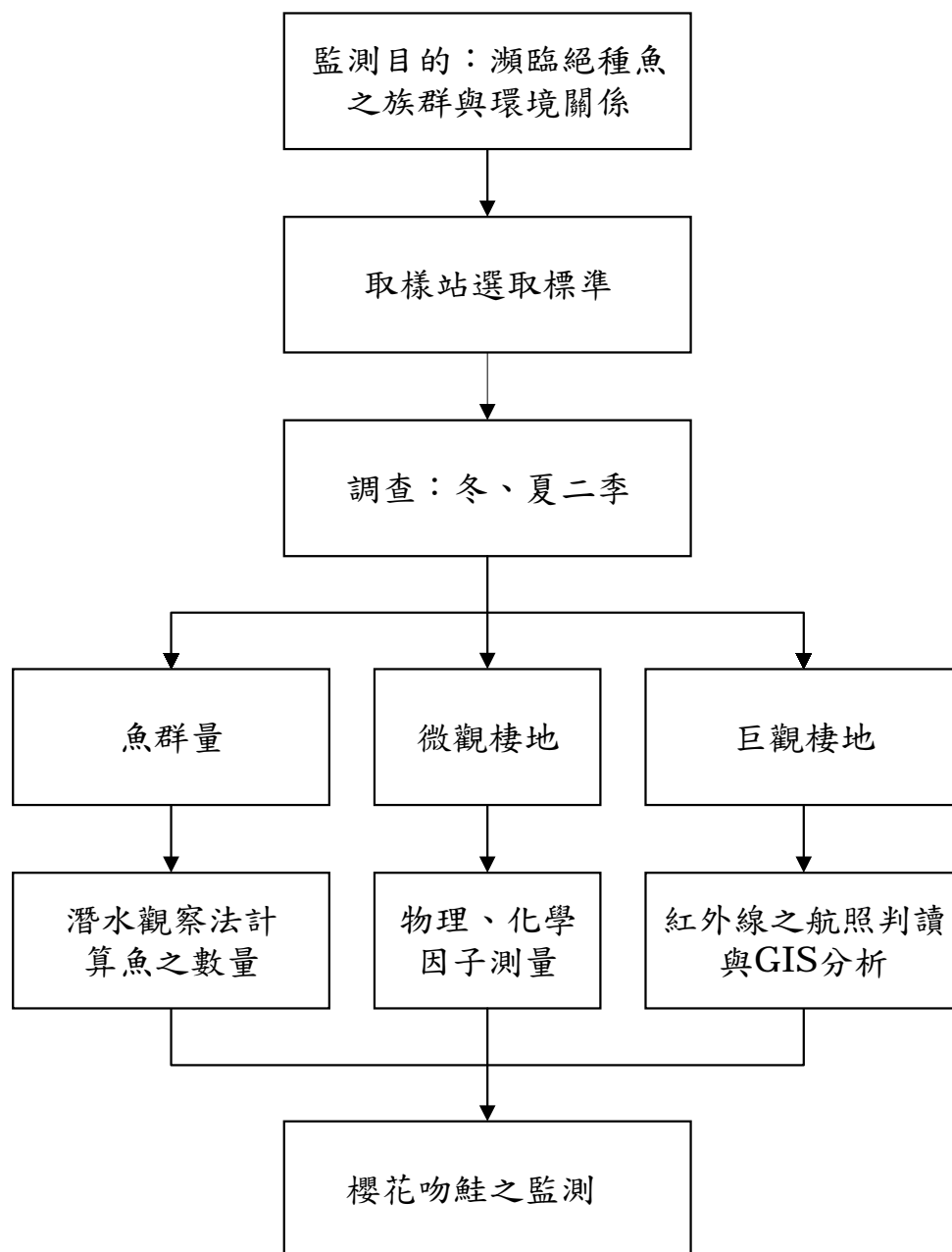
圖七、「櫻花 吻鮭野生動物保護區」1990年至1993年LAI之變遷情形

然而若仔細察看NDVI和LAI在各區域之變化情形，在保護區的核心區域大多有較低之數值，亦即這些區域的植生狀態，並不如保護區內的其他地區好。雖然在1990年至1993年間的變遷有好轉的趨勢，但其植生狀態仍需進一步的努力。

保育監測系統之建立

櫻花 吻鮭存在的七家灣溪溪段（武陵農場迎賓橋上至七家灣溪上游桃山西溪六號壩底下約七公里），在武陸吊橋以下多處與遊憩區及農業用地毗鄰，溪流的水質受到各種污染直接的影響。全段因溪谷陡峭，自然崩塌容易發生，攔砂壩工程的興建，造成河流物理性質的改變，這些因素均影響到櫻花 吻鮭的族群。

因此，欲建立「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之保育監測系統，保障櫻花 吻鮭之存活，除了調查櫻花 吻鮭的族群動態外，亦需對其微觀棲地的物理性、化學性因子與巨觀棲地變遷進行長期監測，流程如圖八。



圖八、「櫻花吻鮭野生動物保護區」之保育監測系統

取樣站的選取

櫻花 吻鮭利用溪流的各種類型棲地，常因不同的生活期和不同的季節而有所差異，所以取樣站的選取，除了必須是具有代表性，反應出集水區的特性和自然現象外，並應包含櫻花 吻鮭的各種棲息地。以下為決定取樣站的幾點原則：

- 各取樣的長度或面積應該一致—利用相同(近)的面積或長度，可以計算出櫻花 吻鮭的密度，比較各站間的棲地品質。
- 各站所包含的範圍應有各類型的魚類棲地—魚類的棲地可分為深潭、緩流、淺瀨和梯狀潭，本研究的現場調查顯示取樣站長度為100公尺，即可包含這四大類棲地類型。
- 取樣站的交通狀況與隨機性—各取樣站的交通狀況應能容許在各種天候下到達，但如每站都設立在公路與溪流交界附近的溪段，則又無法比較出公路對溪流環境造成的衝擊。考慮取樣站的隨機性，以避開相同因子造成資料分析上的困擾。

調查方式

由於櫻花 吻鮭屬於瀕臨絕種的保育類動物，電魚法可能會造成魚體脊椎骨永久性傷害，所以建議採行浮潛觀察法進行數量估算。調查方式是在取樣站做族群估算或對有櫻花 吻鮭的溪段估全部計數(Total Count)。魚的大小分為二個等級，大於20公分者，定為大型

魚，大都為二齡以上的魚；5至20公分定為小型魚，是一齡魚及幼魚。5公分以下的個體，為稚魚，只出現於冬季至春季，不列入計算。調查時間一年分為冬、夏二季，分別在一月和七月執行，以避免干擾櫻花 吻鮭的生殖季。

溪流棲地型態的畫分

依據 (Bisson *et al.* 1988) 的分類方法，將溪流棲地型態畫分為十種，分別為：

- 「平瀨」 (glides)
- 「緩坡瀨」 (low gradient riffles)
- 「快急瀨」 (rapids)
- 「階瀨」 (cascades)
- 「次河道」 (secondary channels)
- 「側刷潭」 (lateral scour pools)
- 「溝潭」 (trench pools)
- 「下蝕潭」 (plunge pools)
- 「洄水潭」 (back water pools)
- 「壩潭」 (dammed pools)

然而，根據本研究之實際調查，建議將七家灣溪的溪流棲地型態分為深潭、淺瀨、緩流和梯狀潭等四大類。

調查的進行

調查者著潛水衣，由各站的下游開始，用浮潛觀察法以“Z”字型向上游前進，記錄每個溪段所見的櫻花 吻鮭的數量及大小，並記錄各魚所在的棲地型態。並估計各種溪流棲地型態佔各取樣站的百分比，用以分析櫻花 吻對各種棲地型態的偏好。

溪流微觀棲地之監測

溪流棲地理化因子是監測棲地改變的最直接方法，此部分可配合相關計畫施行。物理因子每季測量取樣站一次，化學因子每月測量一次，但在生殖季時應增加調查頻度。

物理因子

在各取樣站選定三條與水流垂直的穿越線 (Transect line) 做以下的物理因子測量：

溪寬：橫越兩岸水表面的寬度。通常記錄到0.1公尺即可。

溪深：沿穿越線上，每隔一公尺以木棍尺測得水深，通常記錄到0.01公尺即可。

流速：對測量水深的點，在水面以下水深約三分之二處，測該點的流速，即為該點溪深的平均流速。流速以炸彈型流速計測量。

流量：穿越線上的各測點流速和水深乘積的總和，即為該垂直剖面的水流總量。由於短距離內流量往往不會有太大變化，因此流量的計算只要在取樣站上各做一條穿越線。

底質：底質直接影響魚類的棲地和產卵場，間接影響到魚食物來源的水棲昆蟲等的生存，所以相當重要。底質可區分為：

1) 細沙 (sand) (包括有機碎屑)，直徑小於0.2cm

- 2) 小礫石 (quarrel)，直徑於0.2cm至1.6cm間
- 3) 大礫石 (pebble)，直徑於1.6cm至6.4cm間
- 4) 卵石 (cobble)，直徑於6.4cm至25.6cm間
- 5) 小巨石 (small boulder)，直徑於25.6cm至51.2cm間
- 6) 大巨石 (large boulder)，直徑大於51.2cm

化學因子

化學因子可記錄：

水 溫：屬於冷水性魚類的櫻花 吻鮭，對水溫的要求相當嚴格，過高或過低均有不良的影響，而櫻花 吻鮭的主要棲息地水溫在16°C以下。水溫的測量以溫度計在主流測量，或是以鐵籠保護高低溫度計，埋在溪水下方的石堆中，量取一段時間內的最高最低溫。

導電度：其強度以在當時溫度下，總離濃度的導電量來決定，與水中溶解之營養鹽及無機鹽有直接的關係。測量的方法是以導電度計直接放入水中測量，其常用的單位為ms/cm或microhos/cm。

混濁度：溪流會因懸浮物及浮游性生物的多寡，而影響水的混濁度。魚類的行為及生理狀況，常因混濁度的改變而有極大的影響。混濁度的測量需採水樣，依不同的濁度計之特定步驟測量，其單位為NTU (Nephelometric Turbidity Unit)。

硝酸鹽及磷酸鹽：硝酸鹽和磷酸鹽直接影響溪流的初級生產量，是造成水質優養化的主要化學因子。其來源通常為土壤中硝酸鹽及磷酸鹽直接流入溪中，或是降雨中溶解硝酸鹽。硝酸鹽及磷酸鹽在水中的濃度，與農業區的存在有絕對的關係，集水區內農業區所佔比例愈大，硝酸鹽及磷酸鹽的含

量就愈高。測量硝酸鹽及磷酸鹽的方法是將所採的水樣攜回，加入各種試劑逐一分析。濃度單位多以百萬分之一 (ppm) 來表示。

巨觀棲地之監測

巨觀棲地之監測，以遙測方式進行，利用航照系統取得七家灣溪流域 (保護區之核心區) 之航空照片 (最好為紅外線或彩色照片)，比例尺約在1:20,000，可委請林務局農林航空測量所進行資料之取得，保護區之緩衝區包含範圍較大，宜採用人造衛星影像進行，這些資料可交由專業人員進行分析。分析時，將判釋的結果轉繪於圖上，再利用GIS數化建檔，於GIS下分析棲地之變遷情形，監控不當之開發情形，並可估算開發之面積、森林覆蓋情形、河道變化等等，這些數據再與魚群數量估算和空間分布之資料合併研討。

經營管理之建議

根據本研究之結果，茲分別就研究資料之收集、保育監測系統和保護區管制事項，作以下之建議：

研究資料之收集

- 加強研發櫻花 吻鮭人工繁、養殖技術，並進行野外放流地點評估
- 研究如何改善櫻花 吻鮭之生存環境，並擴大其棲息空間與河道
- 加強櫻花 吻鮭基礎生物學之研究
- 持續櫻花 吻鮭族群量調查與空間分布之研究
- 持續櫻花 吻鮭棲地變遷之監測
- 利用遙測技術，加強「櫻花 吻鮭野生動物保護區」之生態環境監測

保育監測系統

- 持續累積櫻花 吻鮭之相關資料，如基礎生物學、族群之空間分布、棲地變遷等

- 資料累積後，進行微觀棲地變遷分析、族群之空間分布之季節性變化、族群動態分析、巨觀生態環境動態監測

保護區管制事項

(以下內容由「櫻花 吻鮭野生動物保護區保育計畫書(草案)」修改而成)

- 禁止騷擾、虐待、獵捕、垂釣或宰殺一般類及保育類野生動物等行為。
- 非經主管機關之許可，不得任意野放或引進生物。
- 禁止非法採取或砍伐野生植物等行為。
- 禁止任意丟擲或傾倒垃圾、排放污水及其他污染環境之行為。
- 進行各項調查研究工作，須經主管機關許可。
- 保護區公告前之區內既有建設、土地利用或開發行為，如對野生動物構成重大影響，主管機關得要求當事人或目的事業主管機關限期提出改善辦法，並應加強污水處理系統、廢棄物管理及植生綠化工作。

- 禁止疏浚、濫建、濫墾、濫伐、濫葬、採取岩石或礦物及其他破壞保護區自然環境等行為。但在不破壞野生動物主要棲地及影響野生動物棲息情況下，主管機關得採取必要之棲地改善、復育等保育措施，或設置相關之保育解說設施。
- 管制農藥、肥料之使用：應使用低毒性農藥，嚴禁使用經政府公告禁用之農藥及未經發酵之有機肥料。
- 現有農業經營設施應加強污染防治措施。
- 保護區公告前之核心區內既有之人為設施有妨害鮭魚生態者，應予限期改善；無法改善者，應予拆除。除因保育需要並經主管機關許可，不得新設任何設施。
- 禁止砍伐植物，並於劃設後立即進行全面造林。
- 非經主管機關之許可，禁止改變原有地形、地物。
- 禁止廢水、農業肥料及農藥之殘留物流入核心區域。
- 核心區內既有道路以外地區，非經主管機關之許可，不得進入。
- 減少農業生產，並逐年完成造林復育工作。
- 加強巡邏、制止、取締及查報各種破壞行為，並加強保育教育宣導、防火宣傳等工作。

引用文獻

- 中央氣象局. 1990. 中華民國臺灣地區氣候圖集. 中央氣象局.
- 李培芬、林曜松. 1994. 臺灣地區國家公園動物生態資料庫報告. 內政部營建署, 台北, 621頁.
- 李培芬. 1994. 雪霸國家公園保育監測系統之規畫研究. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 79頁.
- 戴永禎. 1992. 台灣櫻花 吻鮭之族群生態學研究. 國立台灣大學動物學研究所博士論文, 台北, 121頁.
- 張石角. 1989. 櫻花 吻鮭保護區規劃. 行政院農業委員會78生態研究第10號, 78頁.
- 林朝欽. 1993. 玉山、太魯閣及雪霸地區國有林森林火災之研究(1963-1991年). 中華林學季刊, 26(2):51-61.
- 曾晴賢. 1995. 櫻花 吻鮭復育研究. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 21頁.
- 莊鈴川. 1988. 櫻花 吻鮭資源生物學之基礎研究. 國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文, 台北, 92頁.
- Bisson, A. P., K. Sullivan, and J. L. Nielsen. 1988. Channel hydraulics, habitat use, and body form of juvenile Coho salmon, steelhead and cutthroat trout in streams. *Transaction of the American Fishery Society* 117:262-273.
- Running, S. W., and R. R. Nemani. 1988. Relating seasonal patterns of the AVHRR vegetation index to simulated photosynthesis and transpiration of forests in different climates. *Remote Sensing of Environment* 24:347-367.

- Tucker, C. J., I. Y. Fung, C. D. Keeling, and R. H. Gammon. 1986. Relationship between atmospheric CO₂ variations and a satellite-derived vegetation index. *Nature* 319:195-199.
- Wang, C. M. (汪靜明). 1989. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph.D. Dissertation, Iowa State Univ., Ames., 138 pp.

附錄一

櫻花 吻鮭之相關研究文獻目錄

- 賴建盛. 1995. 防砂壩對櫻花 吻鮭物理棲地影響之研究. 國立臺灣大學地理學研究所碩士論文, 台北, 112 頁.
- 曾晴賢. 1995. 櫻花 吻鮭復育研究. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 21 頁.
- 曾晴賢. 1994. 櫻花 吻鮭族群調查與觀魚台附近河床之改善研究. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 24 頁.
- 李培芬. 1994. 雪霸國家公園保育監測系統之規畫研究. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 79 頁.
- 林朝欽. 1994. 臺灣地區國有林事業區林火危險帶分級之研究. 林業試驗所研究報告季刊, 9(1):61-72.
- 張石角. 1994. 雪霸國家公園災害敏感區之調查與防範之研究(武陵地區). 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 44 頁.
- 林曜松、張明雄、莊鈴川、曹先紹. 1994. 櫻花 吻鮭棲地之調查研究 II: 大甲溪上游六條支流. 台灣省農林廳林務局保育研究系列 83-09 號, 49 頁.
- 汪靜明. 1994. 大甲溪魚類棲地改善計畫之三年生態評估研究. 國立台灣師範大學環境教育研究所, 台北, 289 頁.
- 汪靜明. 1994. 子遺的國寶—臺灣櫻花 吻鮭專集. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 174 頁.
- 吳祥堅. 1994. 國寶魚—櫻花 吻鮭(台灣鱒). 雪霸國家公園簡訊 1 (春季號).
- 內政部營建署雪霸國家公園管理處. 1994. 櫻花 吻鮭保育計畫. 內政部營建署雪霸國家公園管理處, 台中, 49 頁.
- 林朝欽. 1993. 玉山、太魯閣及雪霸地區國有林森林火災之研究(1963-1991) 年. 中華林學季刊, 26(2):51-61.
- 林朝欽. 1993. 國有林大甲溪事業區之森林火災及防火線. 林業試驗

- 所研究報告季刊, 8(2):159-167.
- 林朝欽. 1993. 應用地理資訊系統分析與界定森林火災危險地帶. 第十二屆測量學術及應用研討會論文集, 國立中央大學, 543-553 頁.
- 戴永禎、曹先紹、張崑雄、林曜松. 1993. 台灣櫻花 吻鮭空間與時間變異. 中央研究院動物研究所集刊, 32(2): 87-99.
- 林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永禎. 1993. 櫻花 吻鮭棲息地調查研究(I)－以七家灣溪上游、武陵溪為主. 台灣省農林廳林務局保育研究系列-82-07 號, 臺北, 46 頁.
- 汪靜明. 1993. 臺中縣魚類資源. 臺中縣政府, 臺中, 168 頁.
- 林朝欽. 1992. 森林火災資料庫之規劃與建立. 81 農建-12·2-林-15(3). 台灣省林業試驗所合作.
- 細谷和海、張昆雄、沼和健一. 1992. 台灣產鮭魚基鰓骨齒形檢定. 中央研究院動物研究所集刊, 31(3):213-220.
- 戴永禎. 1992. 台灣櫻花 吻鮭之族群生態學研究. 國立台灣大學動物學研究所博士論文, 台北, 121 頁.
- 汪靜明. 1992. 台灣淡水魚的生態保育. 台灣農業雙月刊, 28(2):79-85.
- 汪靜明. 1992. 河川生態保育. 國立自然科學博物館, 臺中, 189 頁.
- 汪靜明. 1992. 大甲溪魚類棲地生態研究及改善第二年期末報告. 國立彰化師範大學, 彰化, 166 頁.
- 林曜松、張崑雄、詹榮桂. 1991. 台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況. 中華民國第一屆國際野生動物保育研討會. 農委會林業特刊第 39 號, 165-172 頁.
- 林曜松. 1991. 溪流棲地一去不復返－櫻花 吻鮭的生態與保育. 科學月刊, 22(12):925-929.
- 汪靜明. 1991. 台灣河川的生態保育. 科學月刊, 22(12):930- 937.
- 汪靜明. 1991. 農業活動對於溪流及魚類生態之影響. 第二屆現代科技及應用研討會論文集. 美中科技協進會及東海大學承辦, 臺中, 136-161 頁.
- 邱健介. 1991. 探尋國寶魚櫻花 吻鮭的故鄉. 台灣林業月刊, 17(8):25-29.
- 汪靜明. 1990. 大甲溪魚類棲地生態研究及改善第一年期末報告. 國

- 立自然科學博物館, 臺中, 72 頁.
- 汪靜明. 1990. 河流生態. 行政院農業委員會、國立自然科學博物館、台灣省立博物館共同發行, 臺北市, 72 頁.
- 林曜松、張崑雄. 1990. 台灣七家灣溪櫻花 吻鮭族群生態與保育. 行政院農業委員會 79 年生態研究第 001 號, 48 頁.
- 林曜松、曹先紹、張崑雄. 1989. 櫻花 吻鮭之生殖生態與行為研究. 行政院農業委員會 78 年生態研究第 008 號, 18 頁.
- 林曜松、曹先紹、張崑雄. 1989. 櫻花 吻鮭的生態與保育. 台灣大學動物學系生態研究室印行, 20 頁.
- 呂光洋、黃生、張明雄、張國治. 1989. 有勝溪固有魚種和溪流藻類之生態關係研究(三). 行政院農業委員會 78 年生態研究第 4 號.
- 張石角、張杏枝、陳紫娥. 1989. 櫻花 吻鮭保護區規劃. 行政院農業委員會 78 年生態研究第 10 號, 78 頁.
- 鄭枝修. 1988. 櫻花 吻鮭復育工作—魚道勘察規劃. 自然文化景觀調查研究計畫成果提要集(一). 林業特刊第十六號, 15-23 頁.
- 林曜松、曹先紹、張崑雄、楊平世. 1988. 櫻花 吻鮭生態之研究(二). 族群分布與環境因子間關係之研究. 行政院農業委員會 77 年生態研究第 012 號, 93 頁.
- 林曜松、楊平世、梁世雄、曹先紹等. 1988. 櫻花 吻鮭生態之研究(一). 魚群分佈與環境因子關係之初步研究. 行政院農業委員會 77 年生態研究第 023 號, 50 頁.
- 曹先紹. 1988. 武陵農場櫻花 吻鮭族群分佈與環境因子間關係之研究. 國立台灣大學動物學研究所碩士論文, 台北, 44 頁.
- 莊鈴川. 1988. 櫻花 吻鮭資源生物學之基礎研究. 國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文, 台北, 92 頁.
- 雷淇祥等. 1988. 大甲溪上游浮游生物相及水質之調查. 行政院農業委員會 77 年生態研究第 8 號, 30-33 頁.
- 林曜松. 1988. 櫻花 吻鮭的保育歷程. 大自然, 21:35-37.
- 汪靜明. 1987. 武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究. 行政院農業委員會 76 年生態研究第 010 號, 臺北, 86 頁.
- 李國欽、李貽華、邱展台. 1987. 七家灣溪櫻花 吻鮭保育區水域中農藥之調查與分析. 台灣省農藥毒物試驗所, 18 頁.
- 呂光洋、汪靜明. 1987. 武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究.

- 行政院農業委員會 76 年生態研究第 010 號, 77 頁。
- 余延基、賴仲義、黃長俊、楊明道. 1987. 櫻花 吻鮭繁殖試驗. 行政院農業委員會 76 年生態研究第 006 號, 41 頁。
- 張崑雄等. 1987. 櫻花 吻鮭之細菌、黴菌和病毒之研究(一). 行政院農業委員會 76 年生態研究第 009 號, 18 頁。
- 黃國靖. 1987. 七家灣溪水棲昆蟲相及其生態研究. 台大植物病蟲害研究所碩士論文, 147 頁。
- 雷淇祥、陳建初、陳昭寬、劉秉忠. 1987. 大甲溪上游浮游生物及水質之調查. 行政院農業委員會 76 年生態研究第 008 號, 87 頁。
- 闕壯狄、鄭枝修、張瑞欣. 1987. 櫻花 吻鮭魚道勘查規劃. 行政院農業委員會 76 年生態研究第 007 號, 53 頁。
- 徐亞莉、陳博勳、簡秋源、吳今洌等. 1987. 櫻花 吻鮭之細菌、黴菌和病毒之研究(一). 行政院農業委員會 76 年生態研究第 9 號, 18 頁。
- 余延基、賴仲義、吳聲森. 1986. 櫻花 吻鮭繁殖試驗報告. 行政院農業委員會 75 年生態研究第 003 號, 22 頁。
- 林曜松、梁世雄. 1986. 鮭鱒魚類生態. 自然文化景觀保育論文集(二) 鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會林業特刊第九號, 21-38 頁。
- 張崑雄、吳英陵. 1986. 櫻花 吻鮭復育現況及展望. 台灣農業雙月刊, 22 (4):32-37.
- 黃國靖、楊平世. 1986. 水棲昆蟲與底質環境之關係. 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會林業特刊第九號, 39-54 頁。
- 楊平世、林曜松. 1986. 櫻花 吻鮭的食性. 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會林業特刊第九號, 14-20 頁。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄等. 1986. 武陵農場河域之水棲昆蟲相及生態調查. 行政院農業委員會 75 年生態研究第 001 號, 48 頁。
- 興儀喜宣、中村廣司(林曜松譯). 1986. 台灣高地產梨山鱒(櫻花 吻鮭). 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會林業特刊第九號, 1-13 頁。
- 陳兼善. 1986. 台灣脊椎動物誌上冊. 第一次增訂版(于名振增訂).

- 台灣商務印書館, 臺北市, 442 頁.
- 曾晴賢. 1986. 台灣的淡水魚類. 台灣省政府教育廳, 南投, 183 頁.
- 余延基、賴仲義、吳聲焱. 1985. 櫻花 吻鮭繁殖試驗報告. 行政院農業委員會 74 生態研究第 003 號, 14 頁.
- 李思忠. 1984. 中國鮭鱒魚類地理分布. 動物分類期刊, 3:34-7.
- 曾晴賢. 1984. 為梨山鱒正名—鱒之頌. 大自然, 3:83-85.
- 台灣省山地農牧局. 1982. 台灣省防砂壩工程調查報告. 台灣省山地農牧局 (今台灣省水土保持局) 編印, 170 頁.
- 劉堂瑞、蘇鴻傑. 1978. 大甲溪上游台灣二葉松天然林之群落組成及相關環境因子之研究. 國立台灣大學農學院實驗林管理處通訊, 121:201-237.
- 鄭明能、于名振撰. 1976. 桃山櫻花 吻鮭自然繁殖場建造設計大甲溪上游水源水質環境與高山魚類生態保護調查計劃預報. 東海大學環境科學研究中心. 環境科學研究叢刊, 第廿三號, 22 頁.
- 鄧火土. 1959. 台灣高地產陸封鮭魚的形態與生態. 台灣省水產試驗所試驗報告 5:77-82 頁.
- Tsao H.S. 1995. An Ecological Study of The Habitat Requirements of The Formosan Landlocked Salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*). In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Colorado State University. Fort Collins, Colorado. pp.174.
- Lin, Y. S., Eric H. S. Tsao, Y. T. Day, and L. C. Jaung etc. 1994. Population of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan Stream. International Symposium on the Conservation of Endangered Animals, Taipei. April 19, 1994.
- Day, Y.T., H.S. Tsao, K.H. Chang, and Y.S. Lin. 1993. Spatial and temporal changes of formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chihiawan stream, Taiwan. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 32(2):87-99.
- Hosoya, K., K.H. Chang and K.I. Numachi. 1992. Character examination of the basibranchial teeth of the Formosan

- salmon. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 31(3):213-220.
- Sedgwick, S.D. 1992. The salmon handbook. Andre Deutsch, London, England. 242pp.
- Kato, F. 1991. Life histories of masu and amago salmon (*Oncorhynchus masou* and *Oncorhynchus rhodurus*) in Pacific salmon life histories. Edited by C. Groot and L. Margolis. Univ. British Columbia Press, Vancouver, pp:49-522.
- Nakano, S. T. Kachi, and M. Nagoshi. 1991. Individual growth variation of red-spotted masu salmon, *Oncorhynchus masou*, in a mountain stream. Jap. J. Ichthy., 38(3):263-270.
- Fausch, K. D., J. Lyons, J. R. Karr, and P. L. Angermeier. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. American Fisheries Society Symposium, pp:123-144.
- Jan, R. Q., L. C. Jaung, Y. S. Lin, and K. H. Chang. 1990. A morphometric and meristic study of the landlocked salmon in Taiwan, in comparison with other members of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae). Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica 29(3, supplement):41-60.
- Kimura, S. 1990. On the type specimens of *salmo macrostoma*, *Oncorhynchus ishikawai* and *O. rhodurus*. Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica 29(3, supplement):1-16.
- Kiso, K. 1990. Polymorphism of life form in masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in the rivers of southern Sanriku district, Honshu, Japan. Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica 29(3, supplement):27-40.
- Lin, Y.S., H. S. Tsao, and K. H. Chang. 1990. Population and distribution of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan stream. Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica 29(3, supplement): 73-85.

- 林耀松、曹先紹、張崑雄. 1990. Population and distribution of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan stream = 七家灣溪櫻鮭 (櫻花吻鮭) 之族群與分布. 中央研究院動物研究所集刊, 29(3, supplement):73-85
- Nakano, S. T. Kachi, and M. Nagoshi. 1990. Restricted movement of the fluvial form of red-spotted masu salmon, (*Oncorhynchus masou rhodurus*), in a mountain stream, Central Japan. Japanese Journal of Ichthy., 37(2):158-163.
- Numachi, K., T. Kobayashi, K. H. Chang, and Y. S. Lin. 1990. Genetic identification and differentiation of the Formosan Salmon *Oncorhynchus masou formosanus*, by the restriction analysis of mitochondrial DNA. Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica 29(3, supplement):61-72.
- Kairiyama, M. 1989. Comparative morphology and scale formation in four species of *Oncorhynchus* during early life. Japanese Journal of Ichthy., 35(4):445-452.
- Lin, Y. S. and K. H. Chang. 1989. Conservation of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou formosanus* in Taiwan, a historical review. Physiol. Ecol. Jap. Spec., 1: 647-652.
- Wang, C. M. (汪靜明). 1989. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan (台灣農業化高山溪流之環境品質及其魚類群聚生態學之研究). Ph.D. Dissertation, Iowa State Univ., Ames., 138 pp.
- Wang, C. M. J. and K.Y. Lue. 1988. Preliminary studies on native fishes in the Yeau-sheng stream, associated with Taiwanese masu salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*). ROC Council of Agriculture, COA Forestry Series (16):86-87, Taipei, Taiwan.
- Watanabe, Masao, and Y. L. Lin. 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan,

40(10):75-84.

- Machidori, S. and F. Kato. 1983. Spawning populations and marine life of masu salmon (*Oncorhynchus masou*). International North Pacific Fisheries Commission Bulletin No.43:1-138.
- Menzel, B.W. 1983. Agricultural management practices and integrity of instream biological habitat. F.C. Schaller and G.W. Bailey, editors. Agricultural management and water quality. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 305-329pp.
- Platts, W.S., W.F. Megahan, and G.W. Minshall. 1983. Methods for evaluation stream, riparian, and biotic conditions. United States Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT – 138. 98pp.
- Bond, C.E. 1979. Biology of fishes. Saunders College Publishing, Philadelphia. Pennsylvania, USA. 514pp.
- Kubo, T. 1976. Behavior and movements of the juvenile "masu" salmon *Oncorhynchus masou* during the stream life, in Hokkaido. *Physiol. Ecol. Jap.*, 17:411-417.
- Tautz, A. F., and C. Groot. 1975. Spawning behavior of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board. Can.*, 32(5):633-642.
- Heard, W. R. 1972. Spawning behavior of pink salmon on an artificial redd. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, pp:276-283.
- Kimura, S. 1972. On the spawning behavior of the fluvial dwarf form of masu salmon, *Oncorhynchus masou*. *Japanese Journal of Ichthy.*, 19(2): 111-119.
- Tanaka, S. 1963. Salmon of the North Pacific Ocean – Part IX: 3. A review of the biological information on masu salmon (*Oncorhynchus masou*). International North Pacific Fisheries Commission Bulletin (16):75-135.
- Behnke, R. J., T. P. Koh, and P. R. Needham. 1962. Status of

- the landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort). *Copeia*, 1962, No. 2: 400-409.
- Hikita, T.. 1962. Ecological and morphological studies of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) with particular consideration of phylogeny. *Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery*, 17:341-428.
- Behnke, J. R. 1959. A note on *Oncorhynchus formosanus* and *Oncorhynchus masou*. *Jap. J. Ichthy.*, 7:151-152.
- Neave, F. 1958. The origin and speciation of *Oncorhynchus*. *Trans. Royal Soc. Can. Vol VII, Series III, Section V*, pp:25-39.
- Kano, T. 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaga mountains of Formosa. *Publ. Shibusawa Inst. Ethnogr. Res.*:1-145pp.
- Kano, T. 1940. On the occurrence of *Oncorhynchus masou* in the mountains. *Zoogeographical Studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Publ. Shibusawa Inst. Ethnogr. Res.*, pp:86-90.
- Nakamura, H. 1938. Studies on the masu in the Taiko River. *Taiwan Fisheries Mag.*, 276: 15-22.
- Oshima, M (大島正満). 1934. Life-history and distribution of the freshwater salmons found in the waters of Japan. *Proc. Fifth Pacific Sci. Cong. Canada. 1933,5*: 3751-3733, plus 1-9.
- Oshima, M (大島正満). 1920. Notes on freshwater fishes of Formosa, with descriptions of new genera and species. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 72: 120-135. plus 1-3.
- Jordan, D. S. and M. Oshima (大島正満). 1919. A new trout from the mountain streams of Formosa. *Proc. Acad, Nat. Sci. Philad.*, (71): 122-124.
- Mayama, H. 1987. Ascending behavior of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in experimental fish-way. *Scientific*

- Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery, 41:173-153. (In Japanese with English summary).
- Ohkuma, K. and H. Mayama. 1985. On the studies of scale pattern and growth of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) : II. Growth and scale pattern of hatchery reared masu salmon returned in 1982. Hokkaido Salmon Hatchery Sci. Rep., 39:17-25. (In Japanese with English abstract).
- Ohkuma, K. and H. Mayama. 1984. On the study of scale pattern and growth of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) : I. Age and scale pattern in fresh water life. Hokkaido salmon Hatchery Sci. Rep., 38:25-31. (In Japanese with English abstract).
- Honda, N., T. Kataoka, M. Honshino, and Y. Seki. 1983. Studies on the reproduction of landlocked masu salmon, *Oncorhynchus masou*, in Okutadami reservoir. V. Studies on the growth and age of maturity of the landlocked masu salmon in Okutadami reservoir. Rep. Niigata Pref. Inland Water Fish. Exp. Stn., 10:13-20. (in Japanese).
- Maruyama, T. 1981. Comparative ecology on the fluvial forms of *S. (Oncorhynchus) masou masou* (Brevoort) and *Salvelinus leucomaenis* (Pallas) (Pisces, Salmonidae). I. Structure of Spawning redds and spawning sites in Kamidani, River Yura. Japanese Journal of Ecology, 31:269-284. (in Japanese).
- Utoh, H. 1976. A study of the mechanism of differentiation between the stream resident form of masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort). I. Growth and sexual maturity of precocious masu salmon parr. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 26:321-326. (in Japanese).
- Osanai, M (大島正満). and M. Otsuka. 1967. Ecological studies on the masu salmon, *Oncorhynchus masou* (Brevoort), of Hokkaido. I. Morphology and spawning habit of the masu

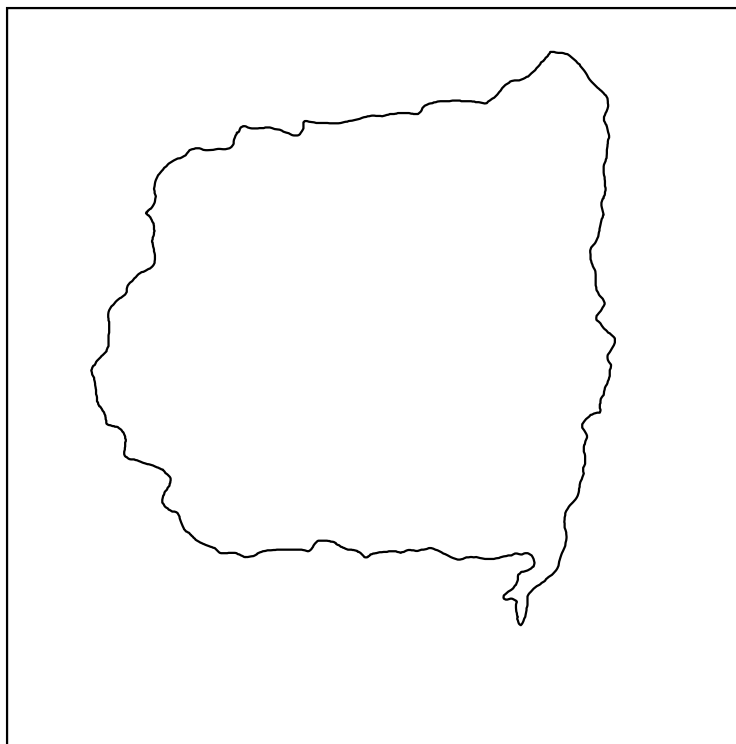
- salmon which ascends the river. Scientific Reports of the Hokkaido fish Hatchery, 22:17-32. (in Japanese).
- Oshima, M (大島正滿). 1957. Studies on the dimorphic salmons, *Oncorhynchus masou* (Brevoort) and *Oncorhynchus rhodurus* Jordan and McGregor, found in Japan and adjacent territories. Nire Pub. Co. Sapporo, 79 pp. (in Japanese).
- Koshigi, Y. and H. Nakamura. 1938. Highland salmon in Taiwan. Natural Monument (5) Dept. of Interior, Government of Formosa, 32 pp (in Japanese).
- 上野益三. 1937. 台灣大甲溪鱒的食性及寄生蟲. 台灣博物學報 27(166):153-159. (in Japanese).
- Oshima, M (大島正滿). 1936. Ecological study on the masu of the Taiko river. Botany and Zool., 4(2):1-13. (in Japanese).
- Oshima, M (大島正滿). 1934. On the glacial period and its relation to the biology.. Botany and Zool., 2(10):17-24. (in Japanese).
- Oshima, M (大島正滿). 1923. On the distribution of the freshwater fishes, and the biogeographical review of Taiwan and its vicinity. Zool. Mag., 35: 1-49. (in Japanese).
- Oshima, M (大島正滿). 1919. New species of salmon in Taiwan. Taiwan Nojiho, 151: 350-352. (in Japanese).
- 青木赳雄. 1917. 臺灣鱒的發現. 台灣博物學會會報第 32 號, 138 頁. (in Japanese).

附錄二

本研究所建立之「櫻花 吻鮭野生動物保護區」 之各種地理資訊系統圖層

圖檔名稱	頁	碼
sbnd85		
riv85		
cont85		
mt85		
riv30m		
plant85		
rd85		
prec85		
temp85		
salmon30		
salmon70		
sb_dtm		
sb_slope		
sb_asp		
sb_dcore		
CHC83		
CHC84		
CCC		
sens1		
JLC		
LCS		
DYT		
870817		
80P83		
920718		

- 1.檔 名：sbbnd85
- 2.資料內容：七家灣溪集水區範圍
- 3.屬 性：面 (polygon)
- 4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處
臺中縣武陵櫻花 吻鮭重要棲息環境範圍圖
- 5.建檔日期：1996年03月13日
- 6.建 檔 者：李培芬
- 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
- 8.資料格式: Arc/Info
- 9.資料取得方式:
ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：riv85

2.資料內容：溪流

3.屬 性：線 (line)

4.資料來源：台灣省林務局農林航空測量所

像片基本圖 (一萬分之一)

5.建檔日期：1995.12.14 (1st ed.), 1996.06.21 (2nd ed.)

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

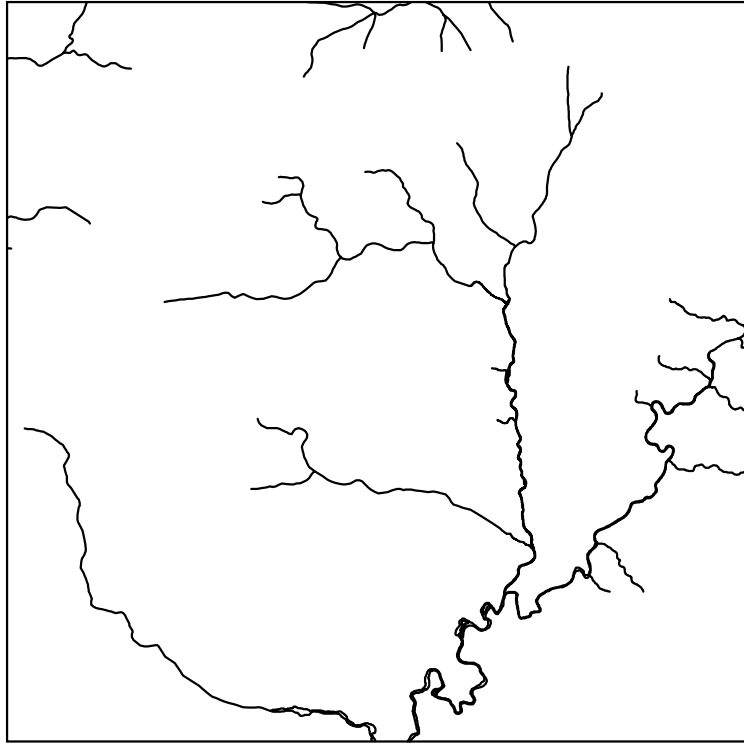
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式: Arc/Info

9.資料取得方式:

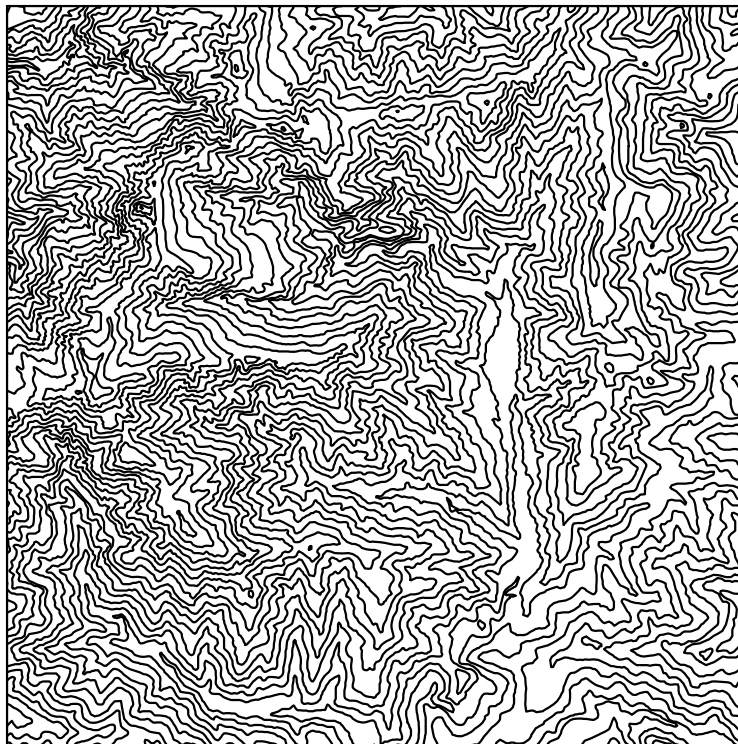
ftp, *** (如福山之資料目錄)



- 1.檔 名： cont85
- 2.資料內容：等高線 (海拔高度每100公尺)
- 3.屬 性：線 (line)
- 4.資料來源：台灣省林務局農林航空測量所

像片基本圖 (一萬分之一)

- 5.建檔日期：1995.12.13
- 6.建 檔 者：李培芬
- 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
- 8.資料格式: Arc/Info
- 9.資料取得方式:
ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名： mt85

2.資料內容：高山

3.屬 性：點 (point)

4.資料來源：台灣省林務局農林航空測量所

像片基本圖 (一萬分之一)

5.建檔日期：1995.12.05

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

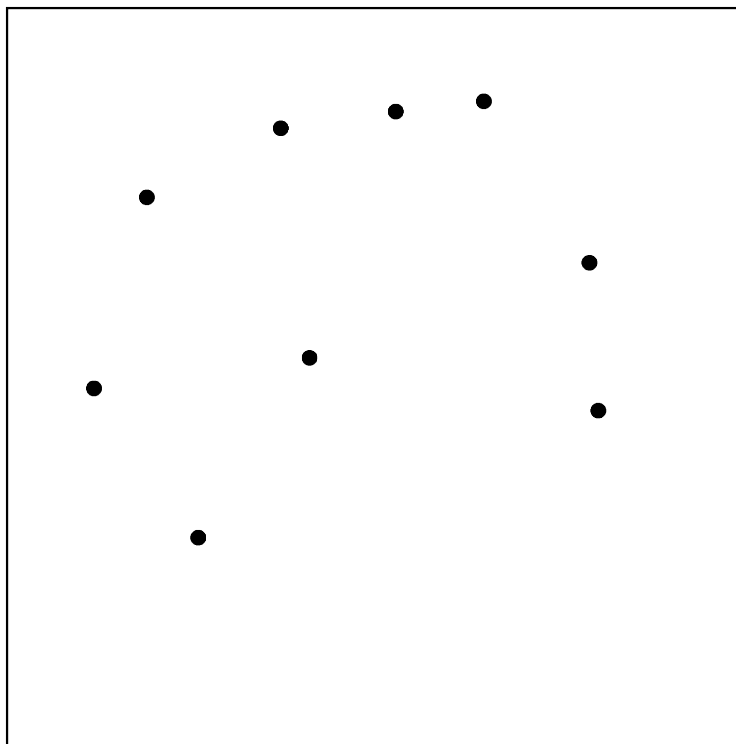
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式: Arc/Info

9.資料取得方式:

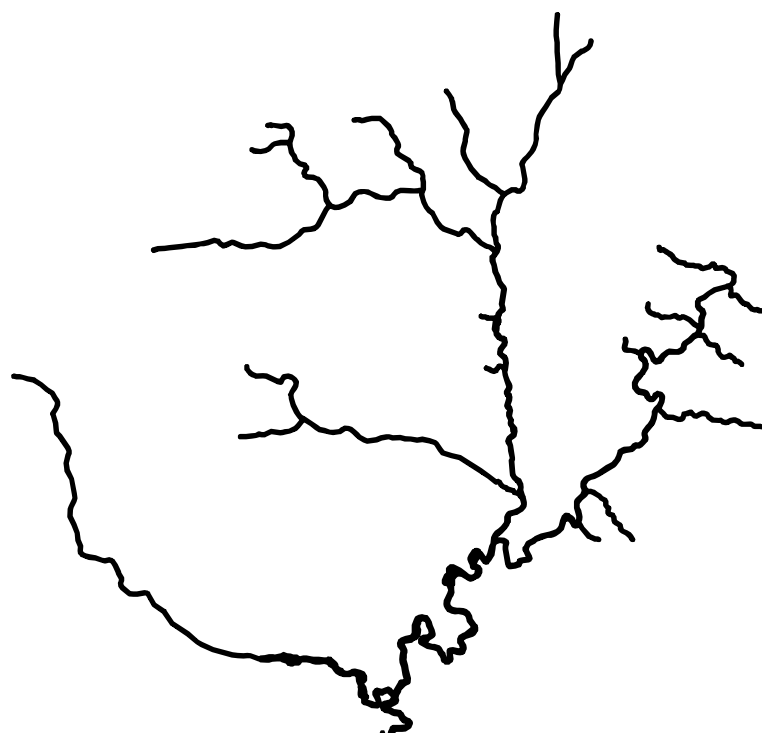
ftp, *** (如福山之資料目錄)



- 1.檔 名：riv30m
- 2.資料內容：溪流核心區30公尺範圍內
- 3.屬 性：面 (polygon)
- 4.資料來源：台灣省林務局農林航空測量所

像片基本圖 (一萬分之一)

- 5.建檔日期：1996.05.29
- 6.建 檔 者：李培芬
- 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
- 8.資料格式: Arc/Info
- 9.資料取得方式:
ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名： plant85

2.資料內容： 植被

3.屬 性：面 (polygon)

4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處

植被圖清繪

5.建檔日期：1995.12.12

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

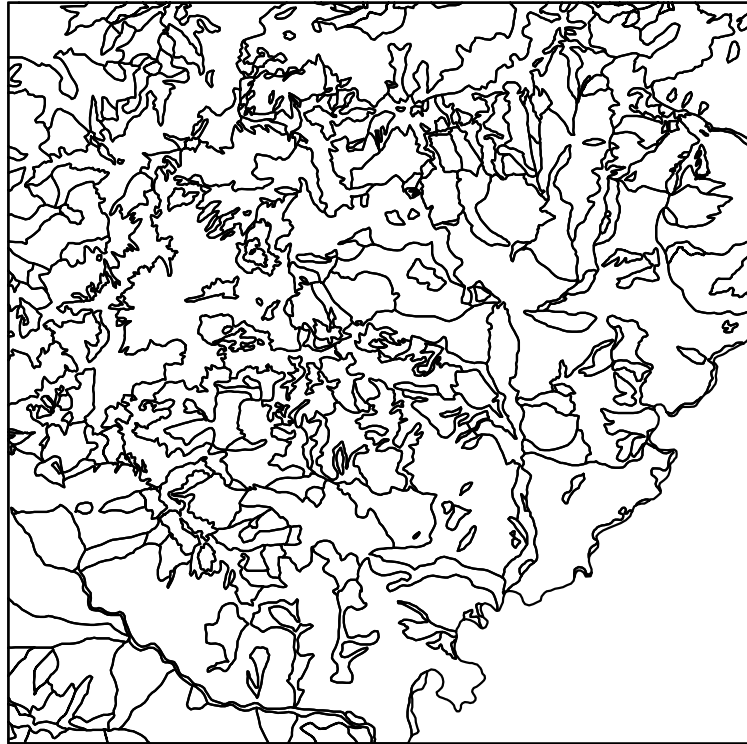
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式: Arc/Info

9.資料取得方式:

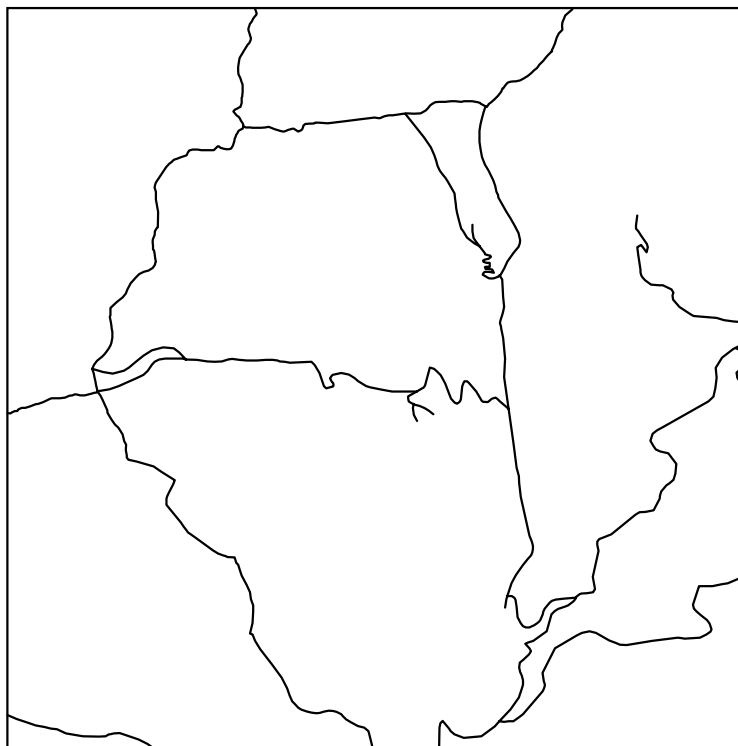
ftp, *** (如福山之資料目錄)



- 1.檔 名：rd85
- 2.資料內容：道路
- 3.屬 性：線 (line)
- 4.資料來源：台灣省林務局農林航空測量所

像片基本圖 (一萬分之一)

- 5.建檔日期：1995.12.05
- 6.建 檔 者：李培芬
- 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
- 8.資料格式：Arc/Info
- 9.資料取得方式：
ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名： prec85

2.資料內容：全年總雨量

3.屬 性：面 (polygon)

4.資料來源：中央氣象局

5.建檔日期：1995.12.13

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

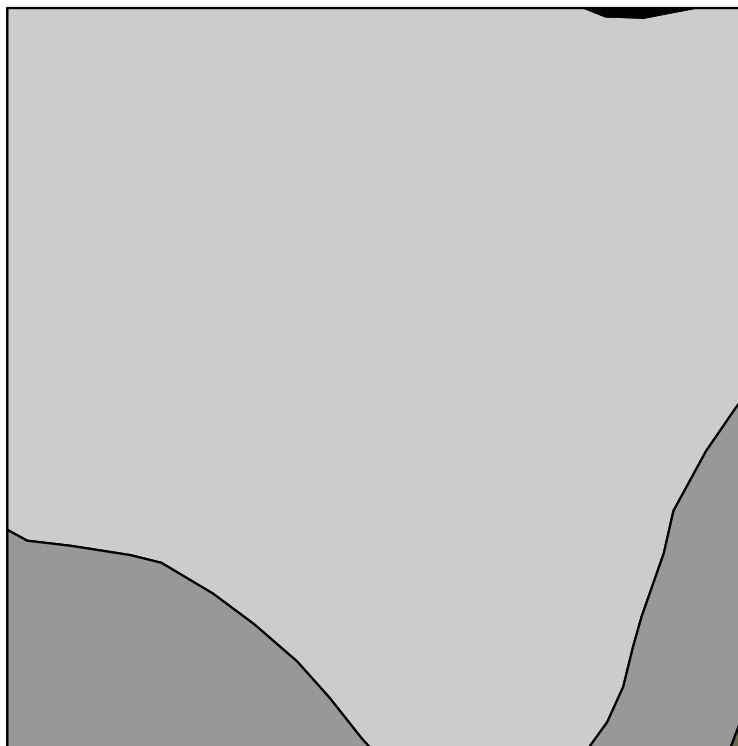
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式： Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：temp85

2.資料內容：全年平均溫度

3.屬 性：面 (polygon)

4.資料來源：中央氣象局

5.建檔日期：1995.12.13

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

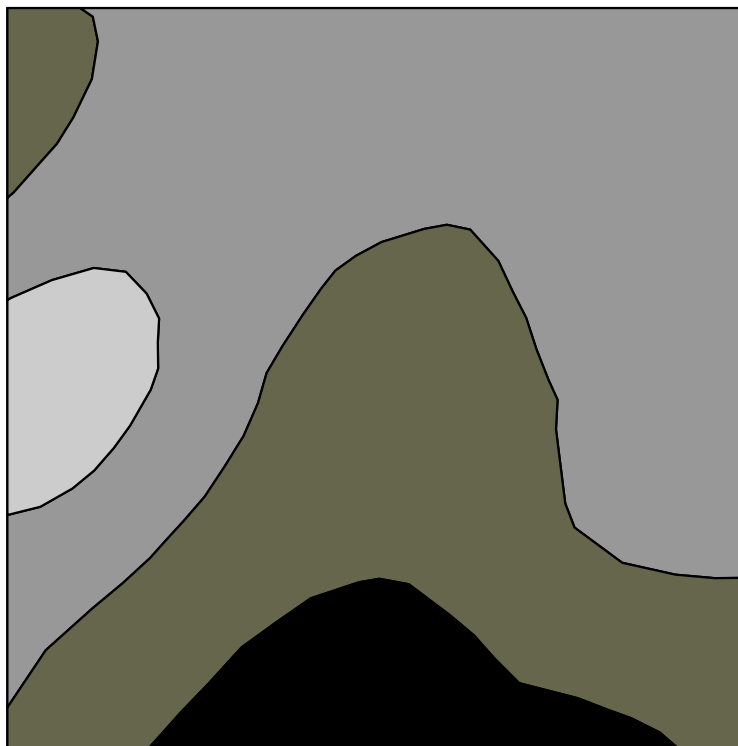
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：salmon30

2.資料內容：30年代櫻花 吻鮭分布點

3.屬 性：點 (point)

4.資料來源：

5.建檔日期：1994.01.31

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

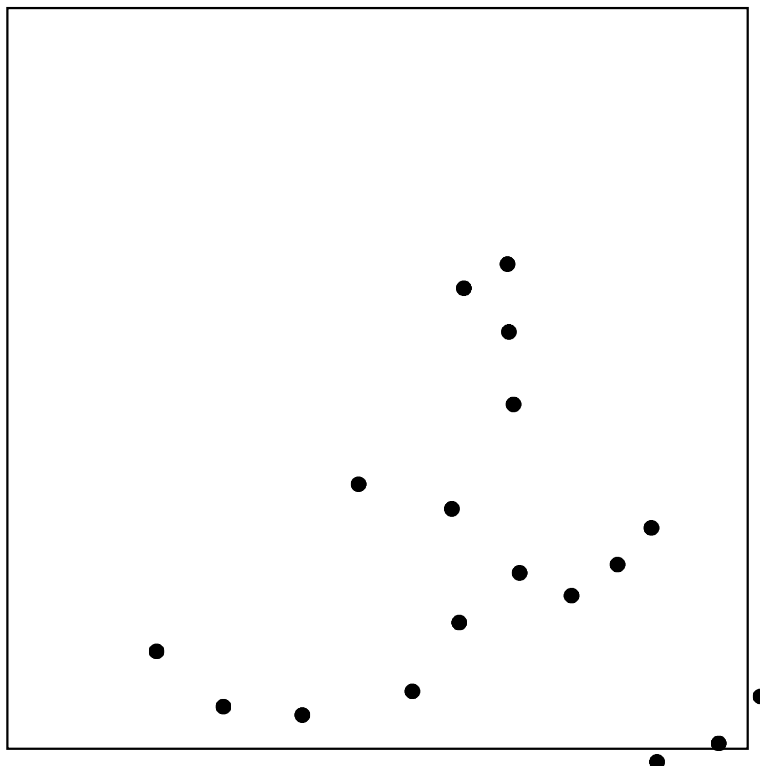
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：salmon70

2.資料內容：70年代櫻花 吻鮭分布點

3.屬 性：點 (point)

4.資料來源：

5.建檔日期：1994.01.31

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

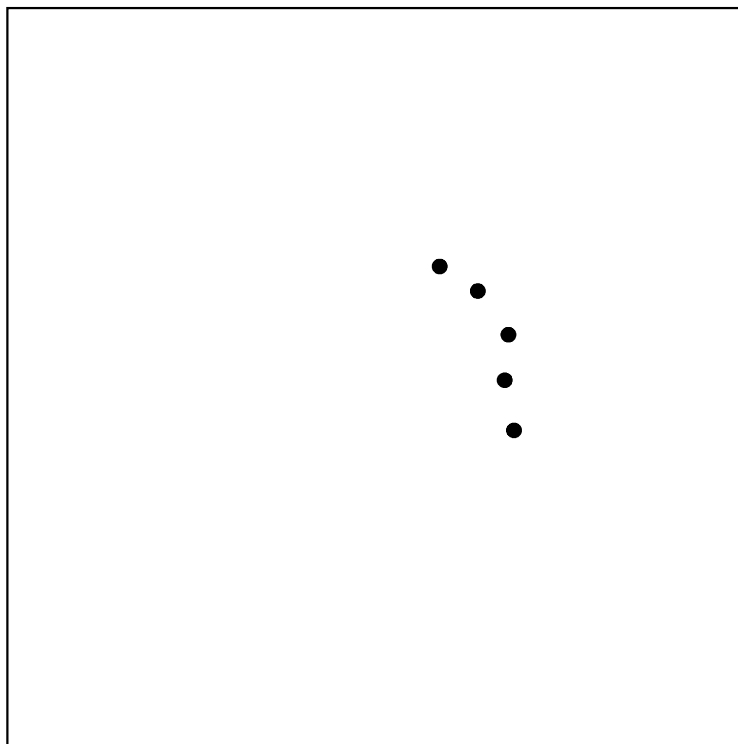
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：sb_slope.lan

2.資料內容：坡度

3.屬 性：影像圖

4.資料來源：等高線cont85圖檔

5.建檔日期：1996.06.10

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

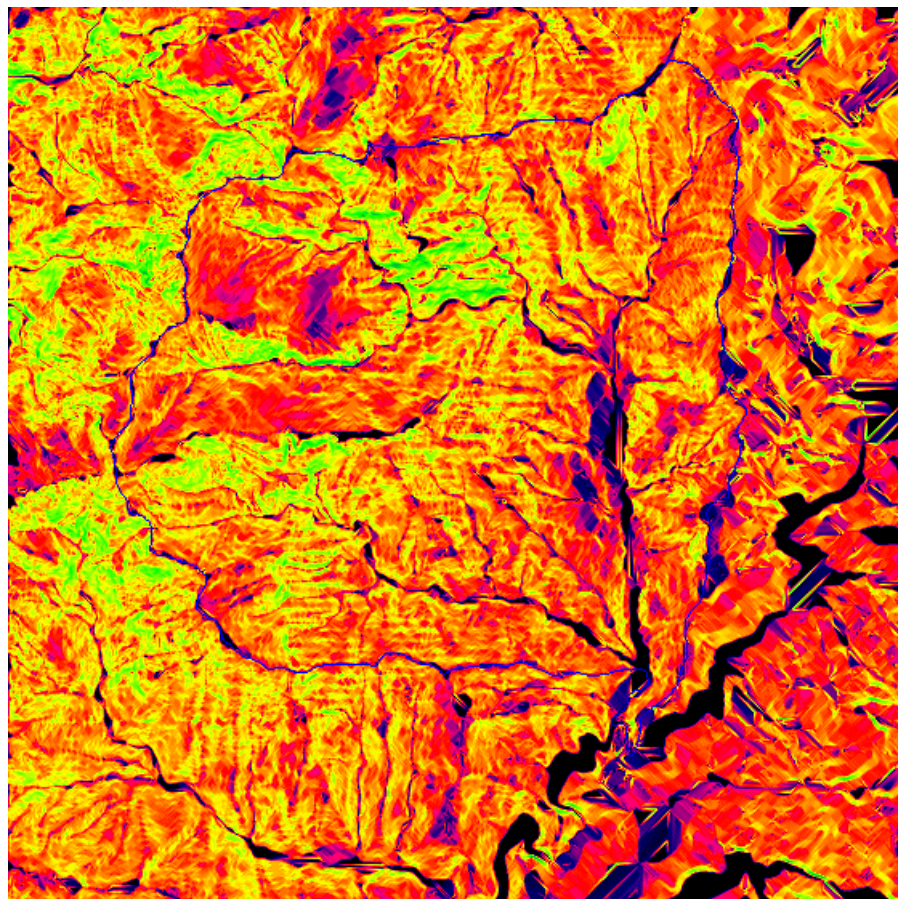
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：sb_asp.lan

2.資料內容：坡向

3.屬 性：影像圖

4.資料來源：等高線cont85圖檔

5.建檔日期：1996.06.10

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

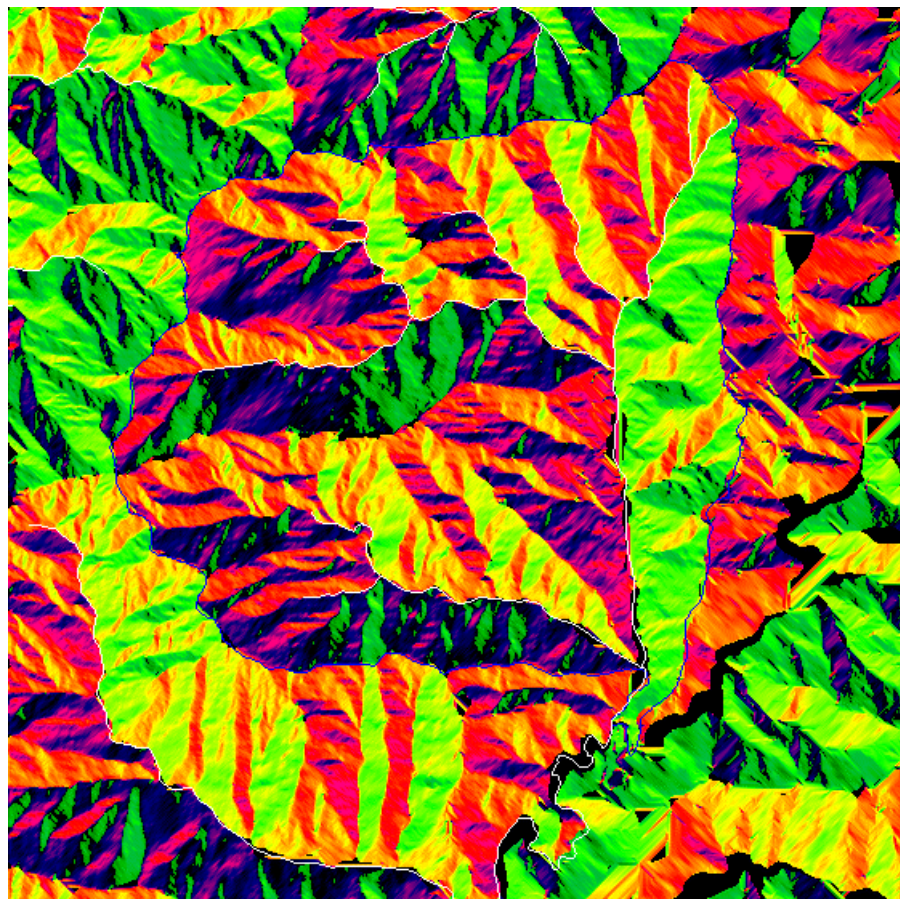
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：sb_dtm.lan

2.資料內容：海拔高度

3.屬 性：影像圖

4.資料來源：等高線cont85圖檔

5.建檔日期：1996.06.10

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

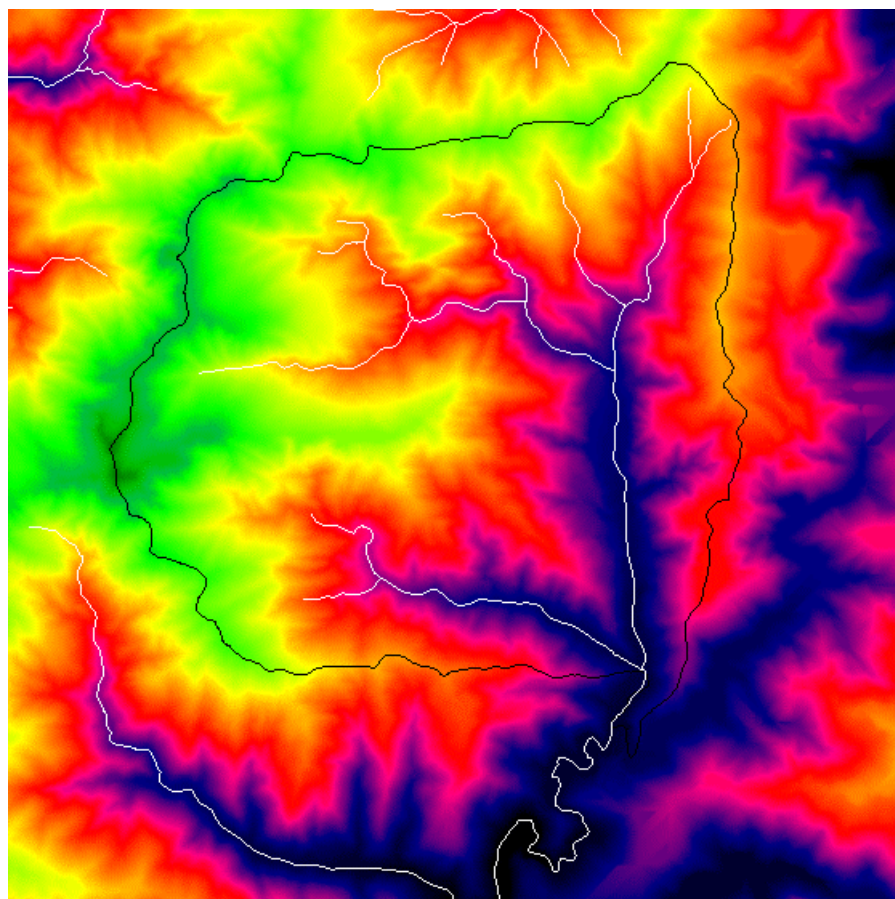
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

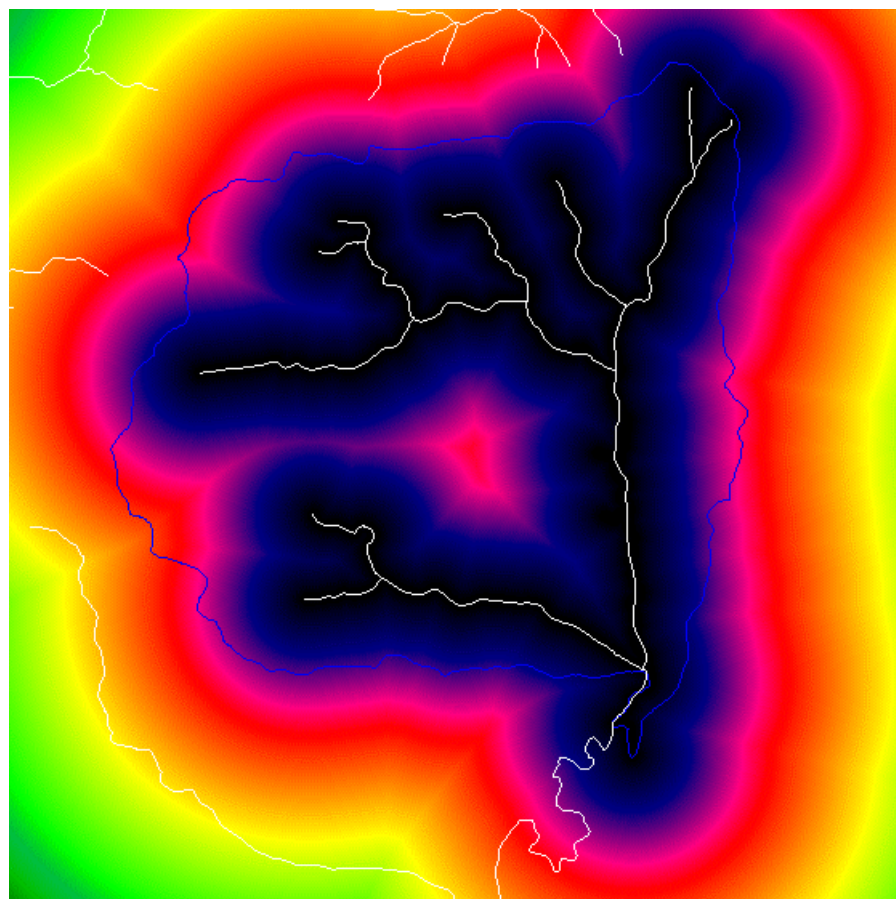
8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



- 1.檔 名：sb_dcore.lan
- 2.資料內容：距離核心區影響範圍
- 3.屬 性：影像圖
- 4.資料來源：溪流核心區30公尺範圍內riv30m圖檔
- 5.建檔日期：1996.06.10
- 6.建 檔 者：李培芬
- 7.連絡方式：李培芬
臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系
(02) 362-3501 (O)
(02) 3636837 (Fax)
leepf@ccms.ntu.edu.tw
- 8.資料格式：Arc/Info
- 9.資料取得方式：
ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名： chc_pt (83)

2.資料內容：陳弘成水質調查點

3.屬 性：點 (point)

4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處

陳弘成, 1994, 溪流水源水質監測系統之

規劃與調查—武陵地區.

5.建檔日期：1996.01.15

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

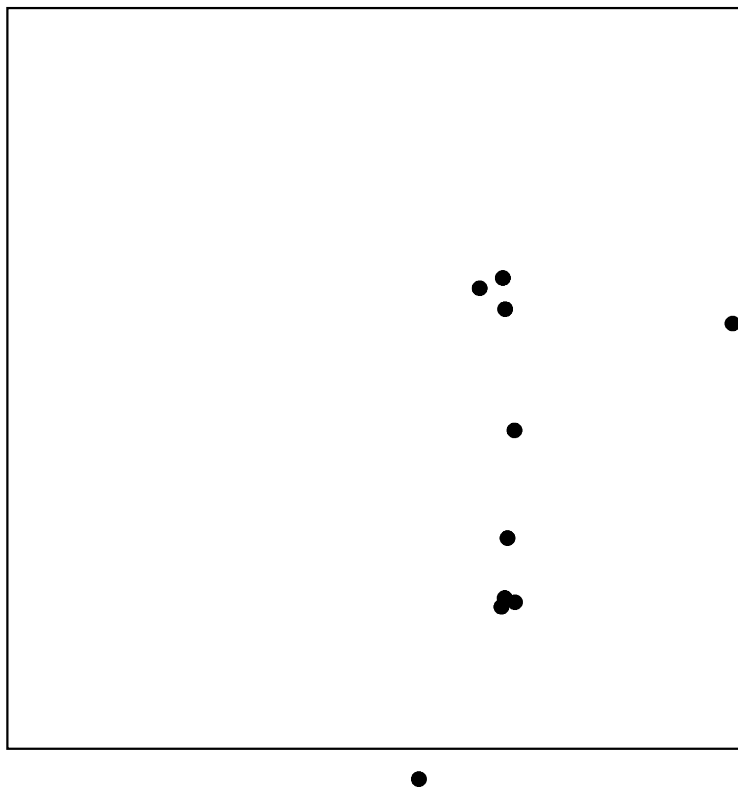
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式： Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名： chc_pt (84)

2.資料內容：陳弘成水質調查點

3.屬 性：點 (point)

4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處

陳弘成, 1995, 溪流水源水質監測系統之

規劃與調查—武陵地區.

5.建檔日期：1996.01.15

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

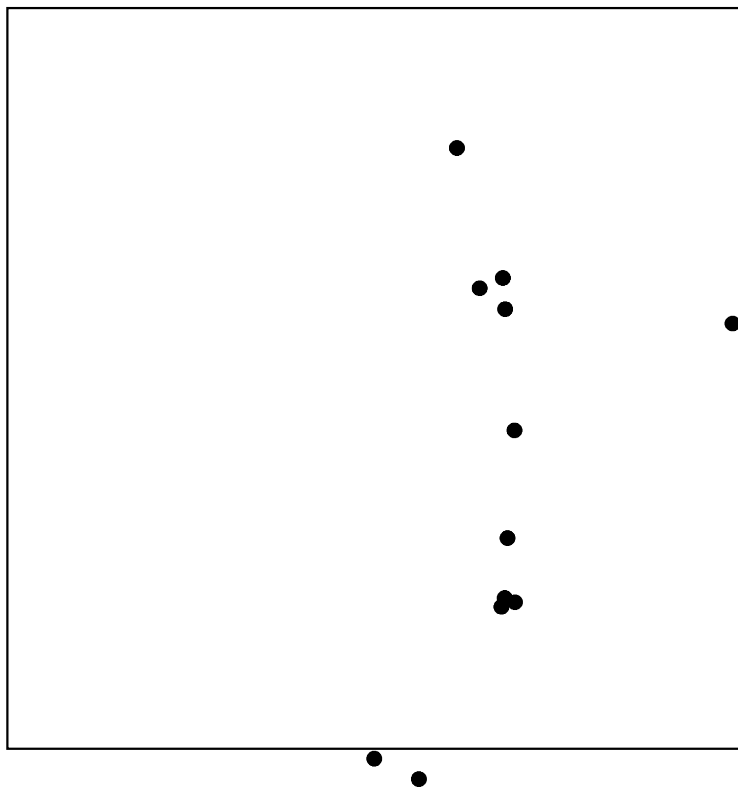
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式： Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



- 1.檔 名：ccc
- 2.資料內容：曾晴賢櫻花 吻鮭復育調查點
- 3.屬 性：點 (point)
- 4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處

曾晴賢, 1995, 櫻花 吻鮭復育研究.

5.建檔日期：1996.03.04

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

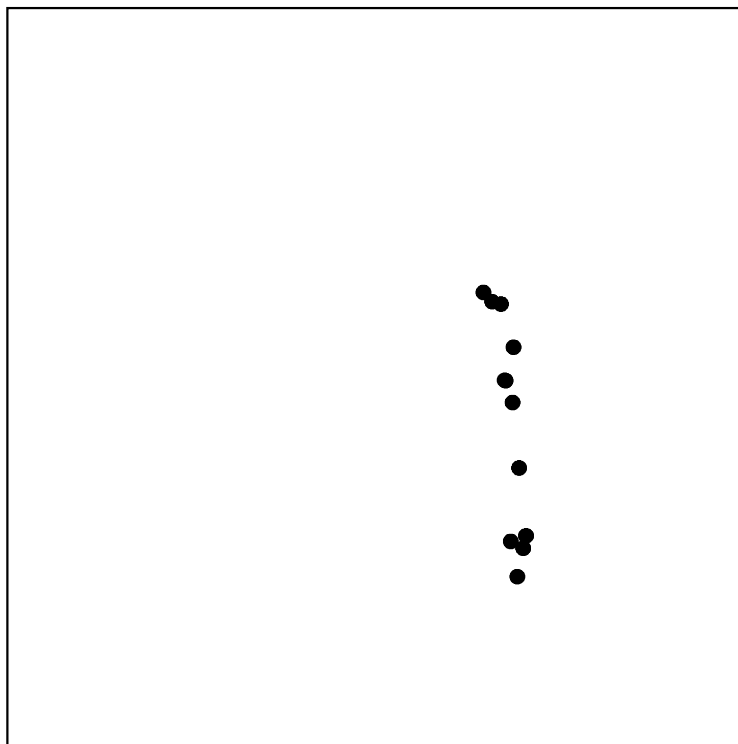
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



1.檔 名：sens1

2.資料內容：張石角武陵地區災害敏感區調查

3.屬 性：面 (polygon)

4.資料來源：內政部營建署雪霸國家公園管理處

張石角, 1994, 雪霸國家公園災害敏感區

之調查與防範之研究.

5.建檔日期：1995.12.12

6.建 檔 者：李培芬

7.連絡方式：李培芬

臺北市羅斯福路四段一號 國立臺灣大灣動物學系

(02) 362-3501 (O)

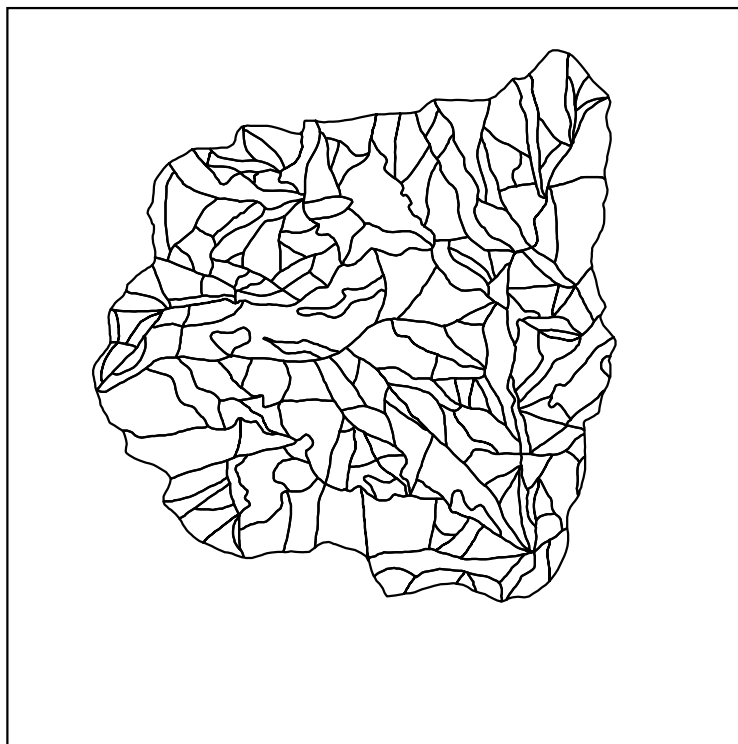
(02) 3636837 (Fax)

leepf@ccms.ntu.edu.tw

8.資料格式：Arc/Info

9.資料取得方式：

ftp, *** (如福山之資料目錄)



附錄三

本研究報告所附之光碟片檔案目錄

統一編號

002294850043