

造林涵養水源 拯救水庫

— 鯉魚潭水庫集水區林地利用與森林經營之個案研究



胡 弘 道

出生年月：民國三十二年一月二日

學 歷：國立台灣大學森林系學士、碩士
德國 Freiburg 大學理學博士

經 歷：步兵排長
國立台灣大學森林系助教、講師、副教授
台大實驗林管理處副處長及教研組主任、教授
德國 Humboldt 獎學金受獎人

現 職：台灣大學森林學系教授

摘要

鯉魚潭水庫雖只啟用 6 年餘，然已呈現水質優養化及泥砂堆積日益嚴重之問題。本文經由分析鯉魚潭水庫集水區之現況後，探討此集水區實際之林地利用與森林經營之問題，冀謀尋求解決或減少水庫危機之途徑。本研究以五千分之一最新航測圖為藍本，將同比例尺之林地地籍圖套繪後，分取部分之公、私及國有林，攜 GPS 至現場做實際之核對，並分析此區之森林經營問題。

由調查結果發現，私有林地幾無林分存在，公有林除在甚陡之峭壁及甚陡坡保存小塊森林外，較平坦之地皆已變成果園，國有林班地之面積雖不變，但實際森林覆蓋率已不到一半面積，顯示公、私、國有林班地之濫墾情形極端嚴重。

為使達到此水庫預期目標，建議有關機關應對公、私、國有林地速作完善清理及處置，並運用各種技術層面，謀求解決目前遭遇之問題。為使落實全民造林運動，應首先將有限經費，全力放在水庫集水區之林地，擇用最適之育林體系，建造最佳之水源涵養及土砂扞止林。

壹、濫墾林地 影響水源涵養

不管是天然或人工林，當其生長環境受不同程度干擾時，則森林的功能也將呈不同程度的減少或消失，其減少程度與林地利用型的改變及森林經營的方法有著密切的關係。在各類森林經營中，尤以水源涵養林的經營，最屬重要且牽涉的問題也最多。

森林對人類歷史文明的演進，有著極深遠的影響。森林若遭破壞，則對當地及周遭的環境與生活品質，必產生嚴重的不良後果，如印尼森林火災所產生之霾害及南美林地的濫墾，皆使人類居住的環境，日益惡化。本省林地利用與森林經營的問題，在各個水庫集水區，或多或少都有類似的情況發生，不良的後果也常重覆出現，如曾文水庫水質的污染，雖已談論多年，然仍未改善且有繼續惡化之勢（陳，1997），林地濫墾的問題，也持續無解。許多水庫使用壽命的提早終結（姜，1991），則與嚴重的土壤沖蝕有關。最近之研究顯示，主要台灣集水區之年平均沖蝕土壤深度為7.09mm，是大陸黃河集水區的3.5倍，美國密西西比河區的28倍；據科學家所訂一地區每平方公尺土壤流失的可容忍上限為1.14kg，台灣全境為10.64kg，已是容忍上限之9.3倍，由此可見台灣的河川集水區土壤沖蝕問題有多麼嚴重（姜，1996）。無庸諱言，此與集水區之林地不當利用及森林經營良窳擺脫不了關係。

森林可延緩洪峰，調節乾早期之河川流量，此為森林在區域水收支之最重要功能。同樣具意義者為其對污水之淨化力，台灣森林集水區，由於山坡地的不斷開發，每逢暴雨或豪雨所發生土壤沖蝕與土石流危害，已有加劇之勢。為確保水資源、維護水庫水質、緩和豪雨及沖蝕危害，集水區之合理森林化與正確森林經營應是最佳策略。覆蓋不良之森林，大雨後之

逕流量及洪峰流量必然大幅增加，此乃因森林減少後，使截留作用減少之直接效應。森林腐植質與森林土壤中良好的孔隙分布，對水資源涵養具直接效益。台灣山勢陡峻，雨多且常是暴雨及豪雨的形態，若無良好森林的保護，則不僅水庫壽命將快速縮短，且水資源亦將因而大量快速流失。

森林可大大緩和降雨抵達林地的時間，再加上森林土壤所增加之滲透力，因而減少並延緩地表逕流的發生。在高強度降雨（50 ~ 200 mm/hr）之陡坡，不同土地利用型之滲透力大小，依次為森林 > 砍伐跡地 > 草生地 > 裸露地。不同的林型可因樹冠特性，根特性及所形成腐植質特徵之不同，對水收支及水源涵養的功能產生十分不同的影響，因此集水區造林樹種的選擇與配置，將顯得格外重要。

本篇研究報告之目的在調查鯉魚潭水庫集水區之林地利用現況並分析此區與水庫水源有關之森林經營問題，俾供有關單位作為經營改善之參考。

貳、鯉魚潭區 污染淤積嚴重

一、集水區之環境

(一) 位置、地形與面積

鯉魚潭水庫集水區位於台灣中北部、苗栗縣境之南（圖1），係大安溪支流景山溪所形成之集水區，壩址以上之集水面積53.45平方公里，流域平均標高498.90公尺，平均坡度為41.9%。北側與後龍溪集水區界，餘三面均與大安溪主流集水區為鄰，集水區內最高峰為大克山，標高1,187公尺，為一東西向狹長之集水區。

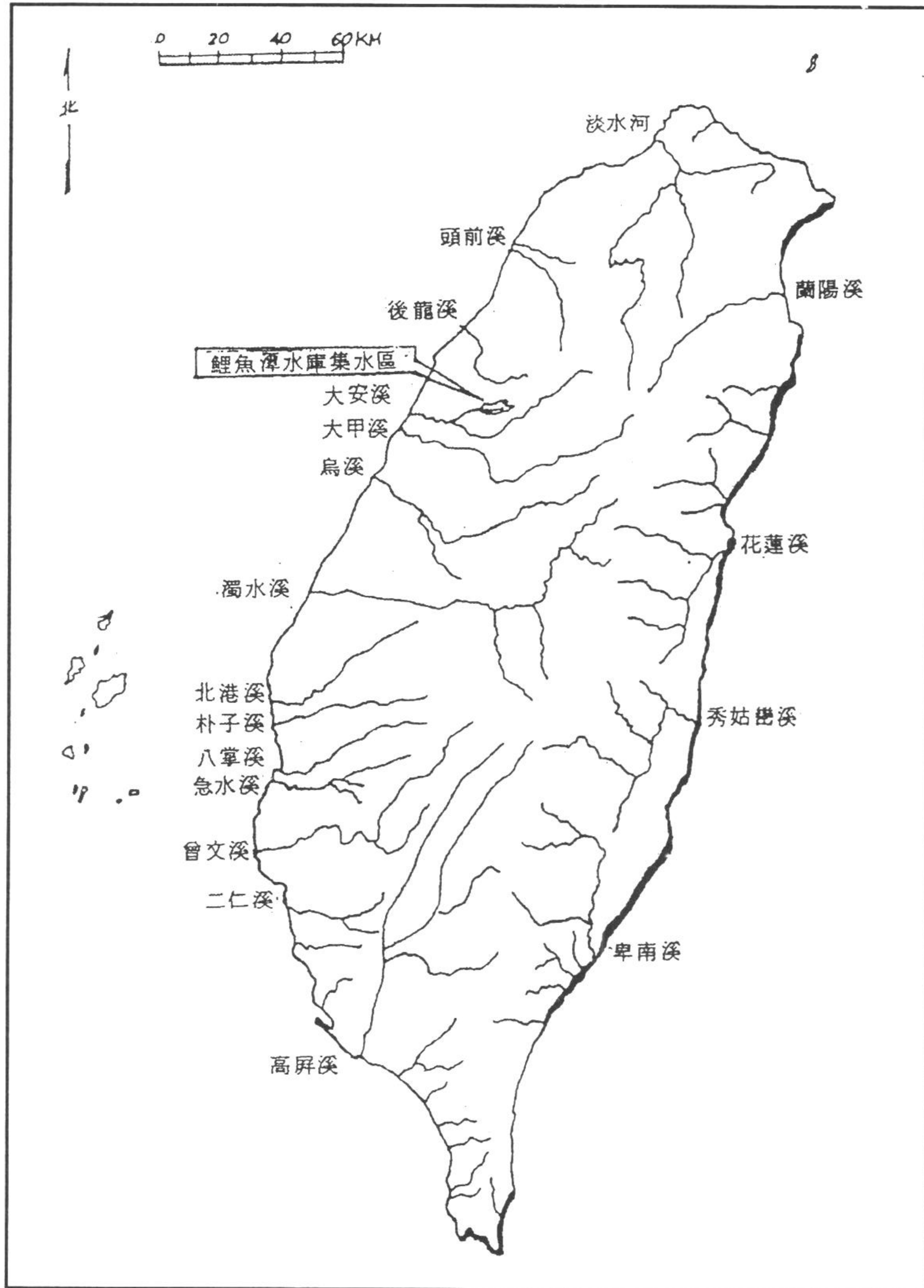
集水區之行政區域包括卓蘭鎮景山、坪林與西坪三里及大湖鄉新開、栗林二村。集水區主流為景山溪，發源於司令山和大克山附近，流向大致由東向西發展，於高速公路附近與大安溪主流會合，其河道因長年受水流切割形成深峽谷地形，兩岸多為岩壁，河道因深入岩盤使其縱向坡度較緩。主流河道長17.2公里，集水區內小溪眾多，成樹枝狀分布，區內之地表覆蓋良好，屬一森林集水區（台灣省農林廳山地農牧局，1983）。

(二) 地質

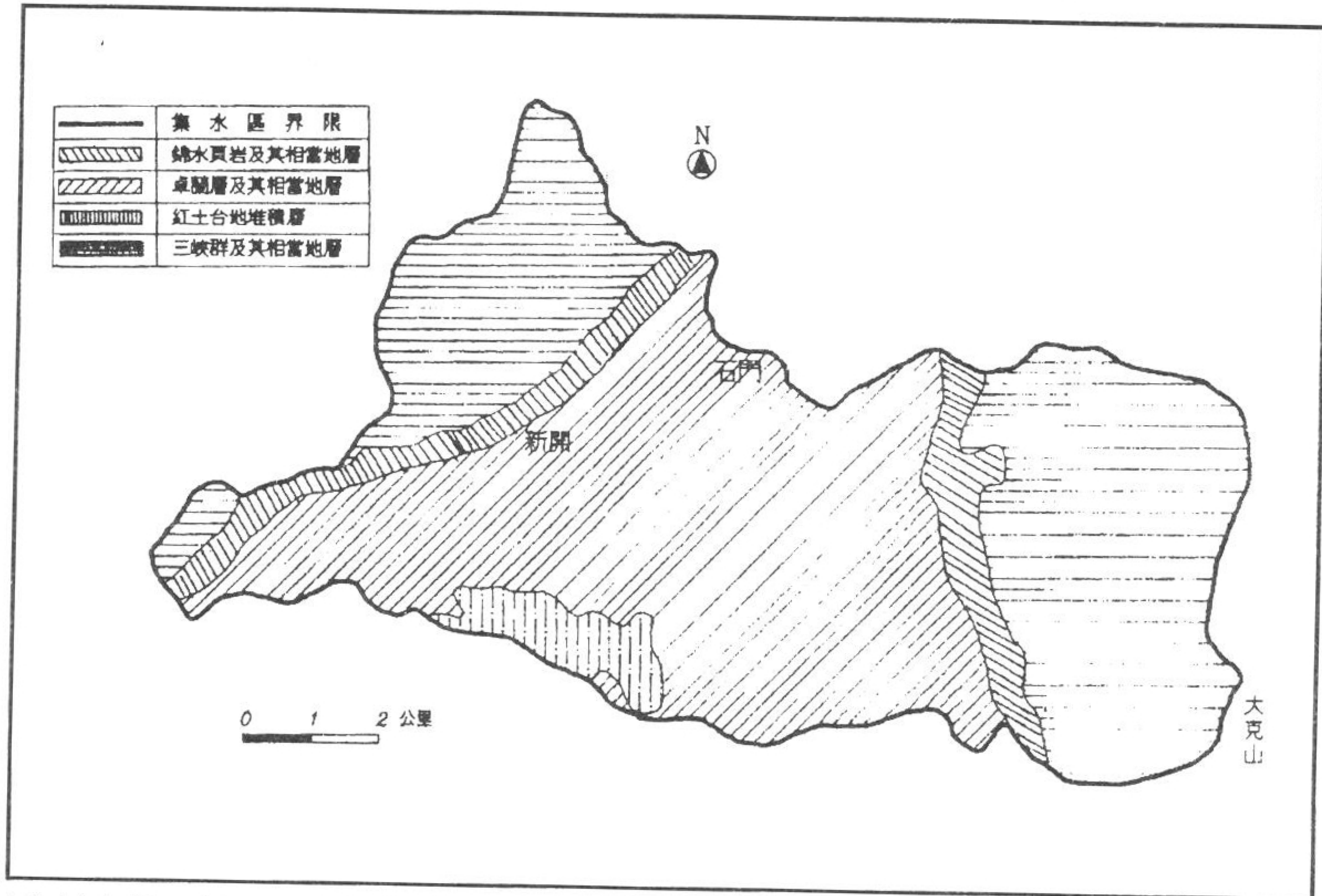
本集水區一般地質構造主要為砂岩、間有砂質頁岩，近大壩處則以礫岩或泥岩為主，如圖2所示。分類上可分為錦水頁岩層（P1）、卓蘭層（P2）、紅土台地堆積層（Q3）、三峽群（MS）等，形成年代則介於上新世之間。因頁岩中每相鄰兩層面，相距極近，多呈薄頁狀易裂性的結構，裂開面常與層面平行，經外力成用後易造成崩塌之發生。

(三) 土壤

圖一 鯉魚潭水庫位置圖



圖二 鯉魚潭水庫集水區地質分布圖



(資料來源：鯉魚潭水庫集水區保育調查規畫報告，民國 72 年 9 月。)

本集水區土壤以灰黃色崩積土為主，面積約佔集水區之 44%，分布於較陡之丘陵地；石質土次之，約佔 29.7%，分布於大克山、司令山及關刀山等較陡之高山地區，另有沖積土、暗色崩積土、黃棕色黃壤、黃紅色黃壤、紅棕色紅壤、褐壤等夾雜其間，土壤分布如圖 3。

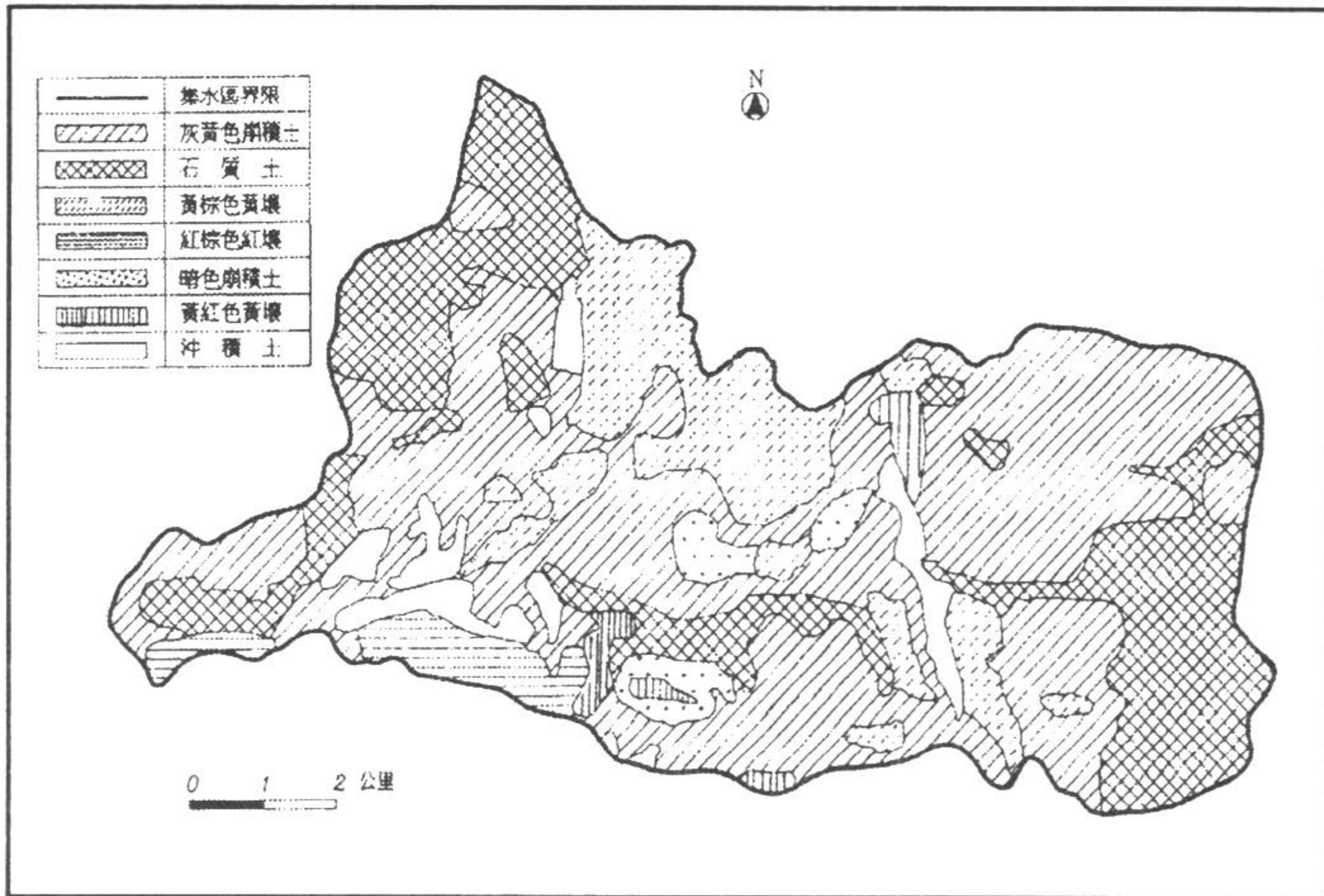
(四) 人文

本集水區內人口於 71 年統計為 7,888 人，至 82 年 6 月為 6,792 人，10 年內減少 1,102 人，呈負成長。

(五) 交通

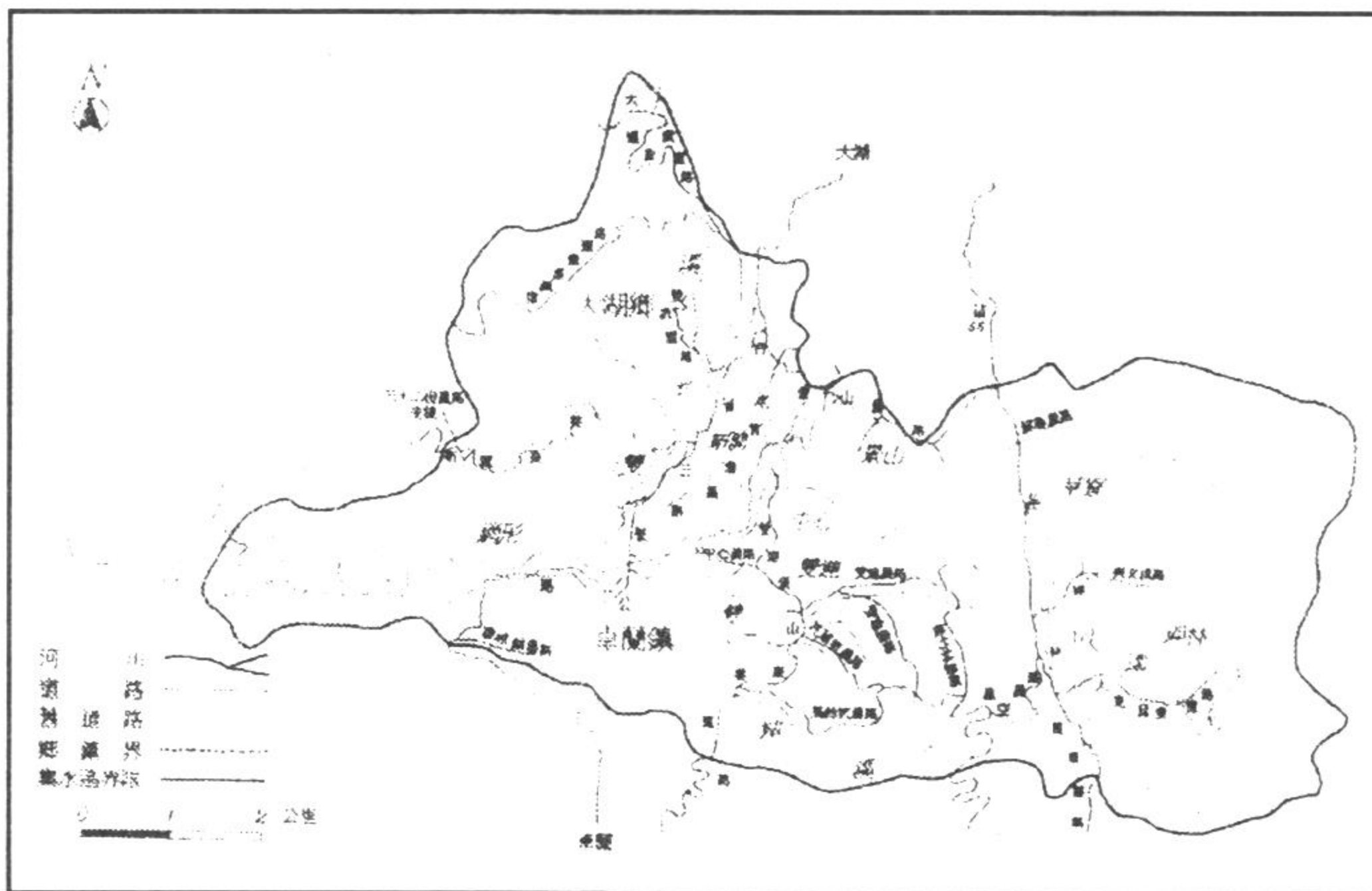
本集水區主要道路為台三號省道及苗 55 號縣道，南北向貫穿本集水區

圖三 鯉魚潭水庫集水區土壤分布圖



資料來源：鯉魚潭水庫集水區保育調查規畫報告，民國 72 年 9 月。

圖四 鯉魚潭集水區行政區域及道路分布圖



，其它尚有產業道路 5 條，區內道路阡陌縱橫交錯並尚不斷開築，除東側因大克山、司令山阻擋外，西可達勝光、三義、連接山線鐵路、三義交流道與台九號省道。本集水區之道路分布，示於圖 4。

(六) 氣象

依據苗栗公館鄉蠶蜂改良場測站 1989 ~ 1994 之年報資料，年平均溫度為 21.8℃，以 1 月之 14.8℃ 最低，7 月之 28.1℃ 最高；相對溼度全年平均約 83%，以 10 ~ 11 月之 79% 最低，2、3 月之 86% 最高；東北季風與西南季風對本集水區影響均有限，東北季風始於 10 月下旬至翌年 3 月止，西南季風始於 7 月至 9 月下旬，年平均風速 2.6m/s；年平均蒸發量 436.2mm；由於受到梅雨季節及颱風之影響，降雨集中在 5 月至 9 月，佔全年降雨量之 70%，集水區年平均降雨量 2,567.6mm。

(七) 土地利用

1. 土地權屬

本集水區面積 5,345 公頃，依據水土保持局第二工程所之計畫報告（1997），土地權屬統計資料，如表 1。私有地 1,740.29 公頃，佔集水區面積之 32.56%，林班地 1,273.05 公頃，佔 23.82%，國有林解除地 1,215.35 公頃，佔 22.74%，公有地 455.30 公頃，淹沒區河川地等未登錄地計 661.01 公頃，其分布情形大致為：林班地分布於集水區東西兩側，其中第 10、11 林班地位於集水區西側，第 17、18、19、20、21 林班地位於集水區東側，國有林解除地則位於集水區中部偏東，私有地則分布於集水區各地。土地權屬實分布圖示於圖 5。

2. 土地可利用限度區分

本集水區除國有林班地 1,273.05 公頃外，根據水土保持局第二工程所完成之土地可利用限度查定共計完成 3,410.94 公頃，查定結果，宜農牧地 2,209.07 公頃，佔調查面積 64.7%，宜林地 1,122.14 公頃，加強保育地 28.64 公頃，其他土地包括道路、建地及河溝等計 51.10 公頃，宜農牧地大多位於集水區中部，林班地分布於左右側，林班地與宜農牧地間則夾雜著宜林地，少部分加強保育地則位於拖沙尾與景山之間，土地可利用限度如表 2 所示，山坡地土地利用限度圖示於圖 6。

3. 土地利用現況

依據元裕工程技術顧問有限公司從民國 85 年 11 月 8 日之衛星影像資料，同時配合最新航空照片判釋及現場調查之結果，以果園之 3,095.90 公頃最多，約佔 57.92%，其次為建築物、道路、砂石及雜林，詳細情形如圖 7 及表 3 所示。

二、集水區之危機

(一) 宜林地的超限利用

宜林地的超限利用，即所謂之“濫墾”。本集水區之宜林地共計 2395.19ha（包括國有林班地），扣除至 86 年 4 月所統計實際之森林覆蓋面積 631.14ha，則此區超限利用達 1764.05ha，此可說是目前此區之最大危機。

(二) 農藥與廢棄物之污染

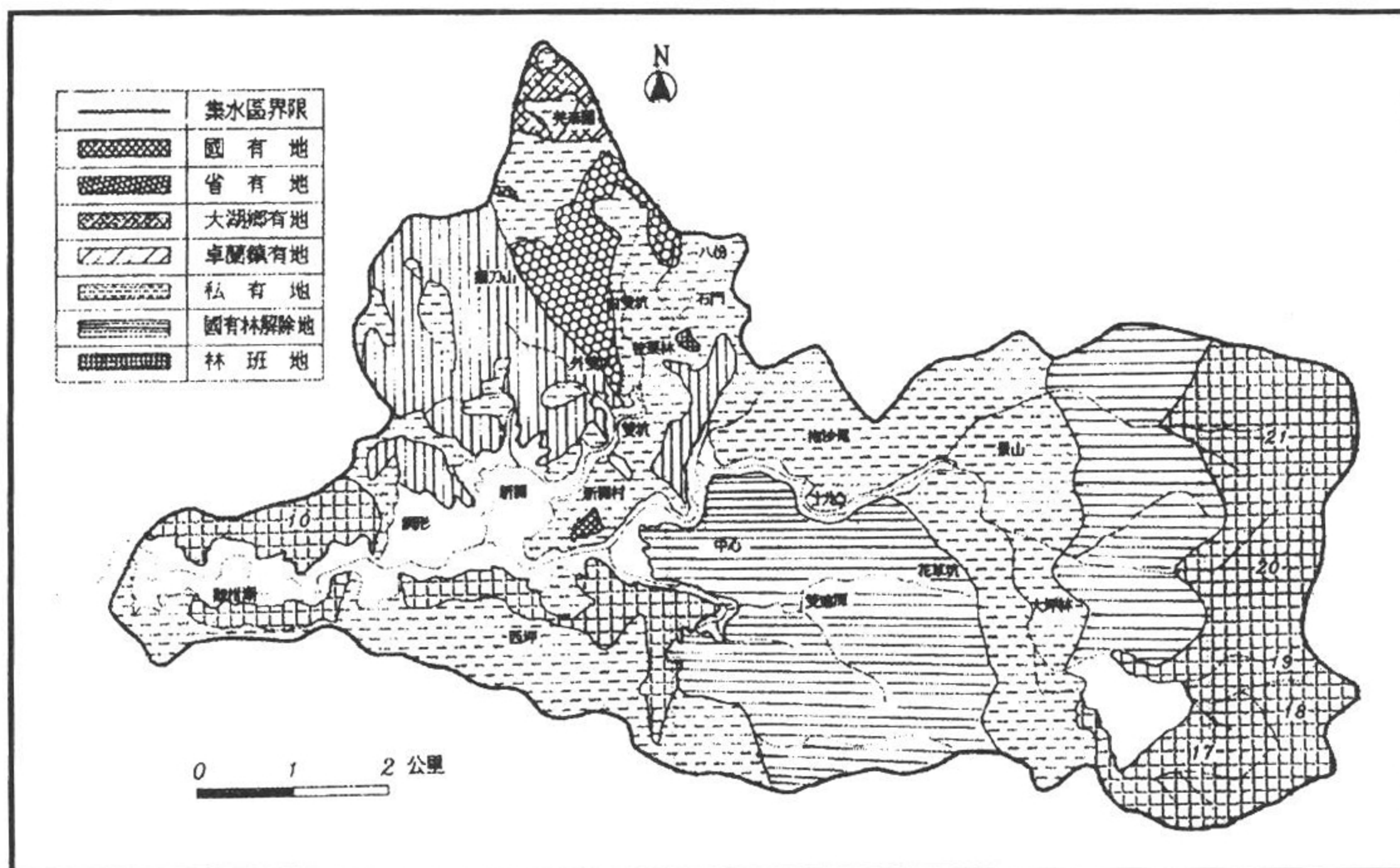
此區之果園面積共計 3,095.9ha，水稻田 110.70ha，此等作物每年必需施用大量農藥及肥料，且在溪溝沿岸或水庫邊缺少有效的森林緩衝帶，故污染物很容易隨雨水流入溪溝及水庫中，污染危機主來自此。其它污染

表一 土地權屬統計表

權 屬 別	面積 (公頃)	百分比 (%)
國有地	8.04	0.150
省有地	91.10	1.704
縣有地	0.13	0.002
卓蘭鎮有地	305.46	5.715
大湖鄉有地	50.57	0.946
私有地	1,740.29	32.559
林班地	1,273.05	23.817
國有林解除地	1,215.35	22.739
淹沒區河川地未登錄地	661.01	12.368
合 計	5,345.00	100.00

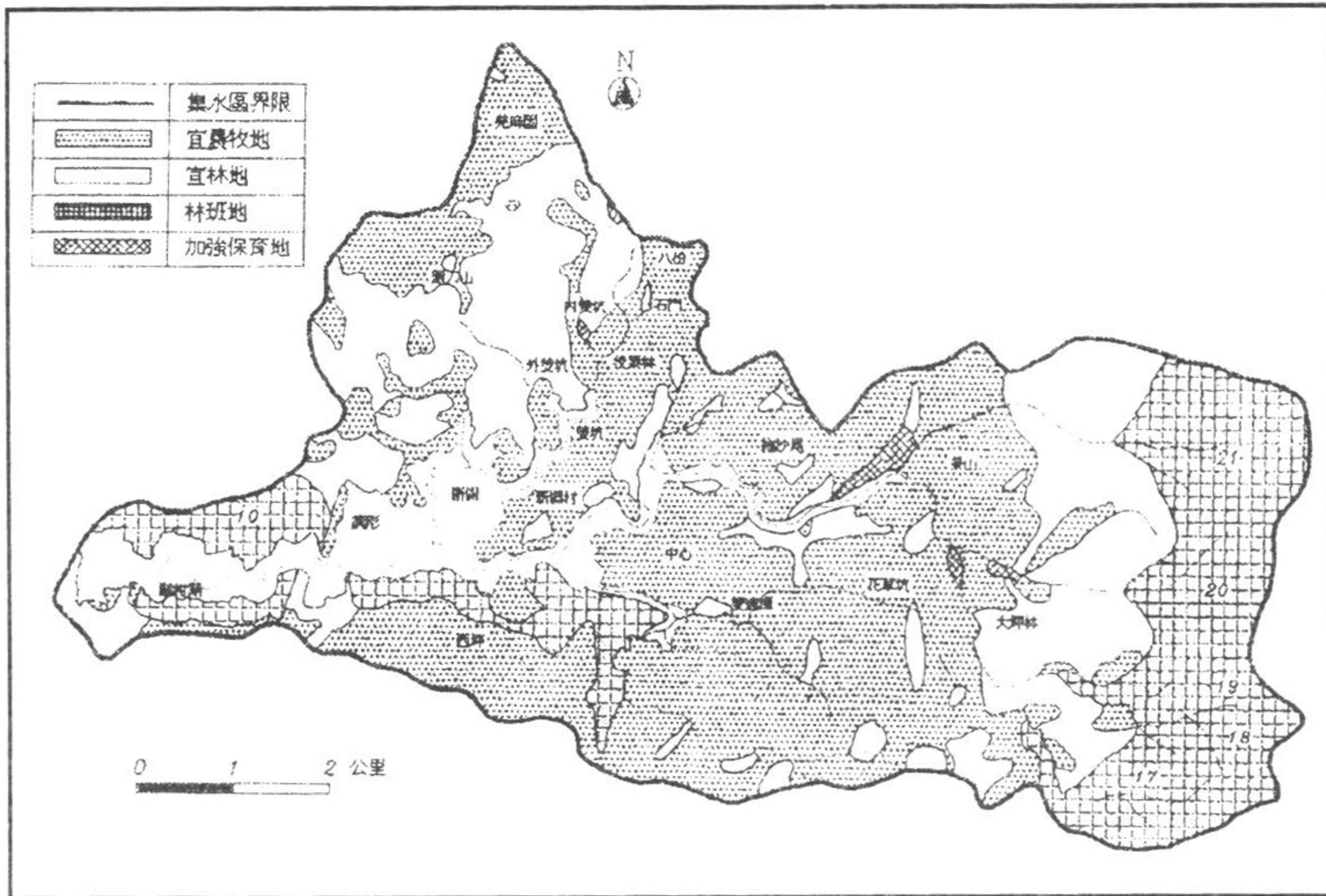
資料來源：水土保持局第二工程所（民國 82 年）

圖五 鯉魚潭集水區土地權屬分布圖



資料來源：鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期整體治理規畫報告，民國 82 年 8 月。

圖六 鯉魚潭水庫集水區山坡地土地利用限度圖



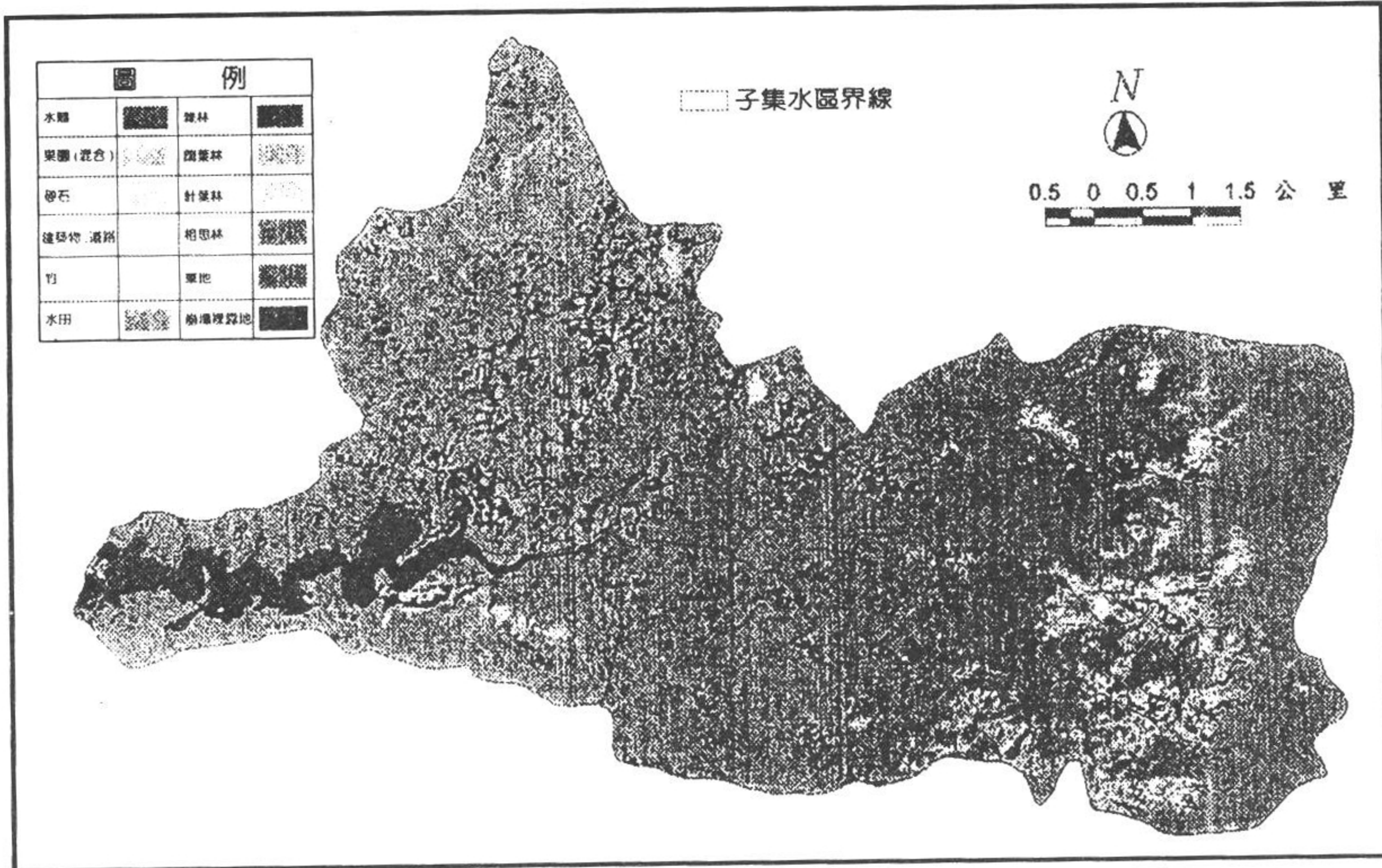
資料來源：鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期整體治理規畫報告，民國 82 年 8 月。

表二 土地利用限度類別表

土地可利用限度類別	面積(公頃)	百分比(%)
宜農牧地	2,209.07	64.76
宜林地	1,122.14	32.90
加強保育地	28.64	0.84
其他道路、建地、河溝等	51.10	1.50
合計	3,410.95	100.00

資料來源：水土保持局第二工程所（1993）

圖七 鯉魚潭水庫集水區土地利用圖



物，如家庭污水、事業廢水、畜牧廢水等，將直接或間接流入水庫中，亦使水庫的水質日趨惡化。

(三) 林道開闢與建築

本集水區之林道密度雖未有確實統計資料，然由83年航照圖與目前實際之道路現況比較，可知林道開闢仍不斷增加，且因此導致之崩塌與沖蝕亦多處發生；此外，甚多道路邊坡仍有鬆踏現象及缺少良好排水設施，亦使沖蝕加劇。一些新的建築設施，建於水庫附近邊坡及小溪附近，不僅房子危險，也增加土壤沖蝕至水庫與溪流中。

(四) 水庫淤積與污染

鯉魚潭水庫於民國81年竣工蓄水啟用，標高300公尺以下之水庫總容量為12,606.93萬立方公尺。依據水庫管理局之淤積測量結果，81年至85

表三 鯉魚潭水庫集水區土地利用現況調查表

(單位：公頃)

小集水區 土地利用	水體	果園	砂石	建成區	竹子	雜林	針葉樹	相思林	草地	崩塌地	水田	總面積	平均 坡度
雙坑溪	18.59	742.63	170.95	4.96	0	99.98	11.95	0.51	98.1	0.67	89.58	1,238.00	48.16%
景山溪	185.82	1,068.78	158.04	7.14	0	119.28	67.76	27.04	22.9	15.8	21.08	1,632.23	
雙連溪	1.8	719.99	38.84	10.31	0	62.95	0.06	11.11	1.16	0.1	0.03	916	
蘇魯坑	7.77	245.68	18.26	257.89	2.99	39.8	0.98	33.01	0.57	0.69	0	607.63	
爽文坑	0.33	134.77	18.51	180.13	0.38	30.38	0	50.9	0.22	5.48	0	415.62	
大克溪	0.13	85.86	15.27	144.39	1.62	19.44	0	34.69	0	0	0	301.4	
流壁下坑	0.13	98.17	12.86	114.71	0.78	26.79	0	49.78	0	0	0	303.19	
小計	214.56	3,095.90	432.73	719.55	5.72	398.62	19.74	207.06	123	17.3	110.7	5,345.00	
百分比 (%)	4.01	57.92	8.1	13.46	0.11	7.46	0.37	3.87	2.3	0.32	2.08	100	

資料來源：引自元裕工程技術顧問有限公司報告（1997年6月）

年平均水庫容量每年減少 2.32 萬立方公尺，85 年 4 月至 86 年 4 月 1 年即減少 52.18 萬立方公尺，淤積量大幅增加，淤積情形頗為嚴重。此水庫主要引水來源來自大安溪支流景山溪，台灣省政府環保處公告景山溪為甲類水體，83 年至 86 年自來水公司每月派員檢測一次，依據元裕工程技術顧問有限公司將其資料分析結果，已顯示污染危機，其主要污染情形為：（1）大腸菌數之數值偏高，（2）水體中氨氮含量偏高，各年年平均皆超過水質標準，顯示該區域受有機污染物污染，（3）總磷含量偏高，表示有人為污染，（4）水體受農藥污染，（5）水庫水質有優養化現象，水體水質介於乙、丙類之間。

（五）野溪邊坡的土壤沖蝕

大克溪、流壁下坑溪、爽文坑溪、哆囉固溪等溪床坡度甚陡，邊坡多處缺乏植生護蓋與護坡設施（圖 8, 20, 26, 27），大部土壤皆甚疏鬆，因此沖蝕相當嚴重，如在龍鳳瀑布旁，水保局二工所於此溪段構造潛壩四座，全部淤滿，且左岸護岸基礎被洪水淘空，似此野溪邊坡之土壤沖蝕危機不可忽視。

（六）崩塌地的沖蝕

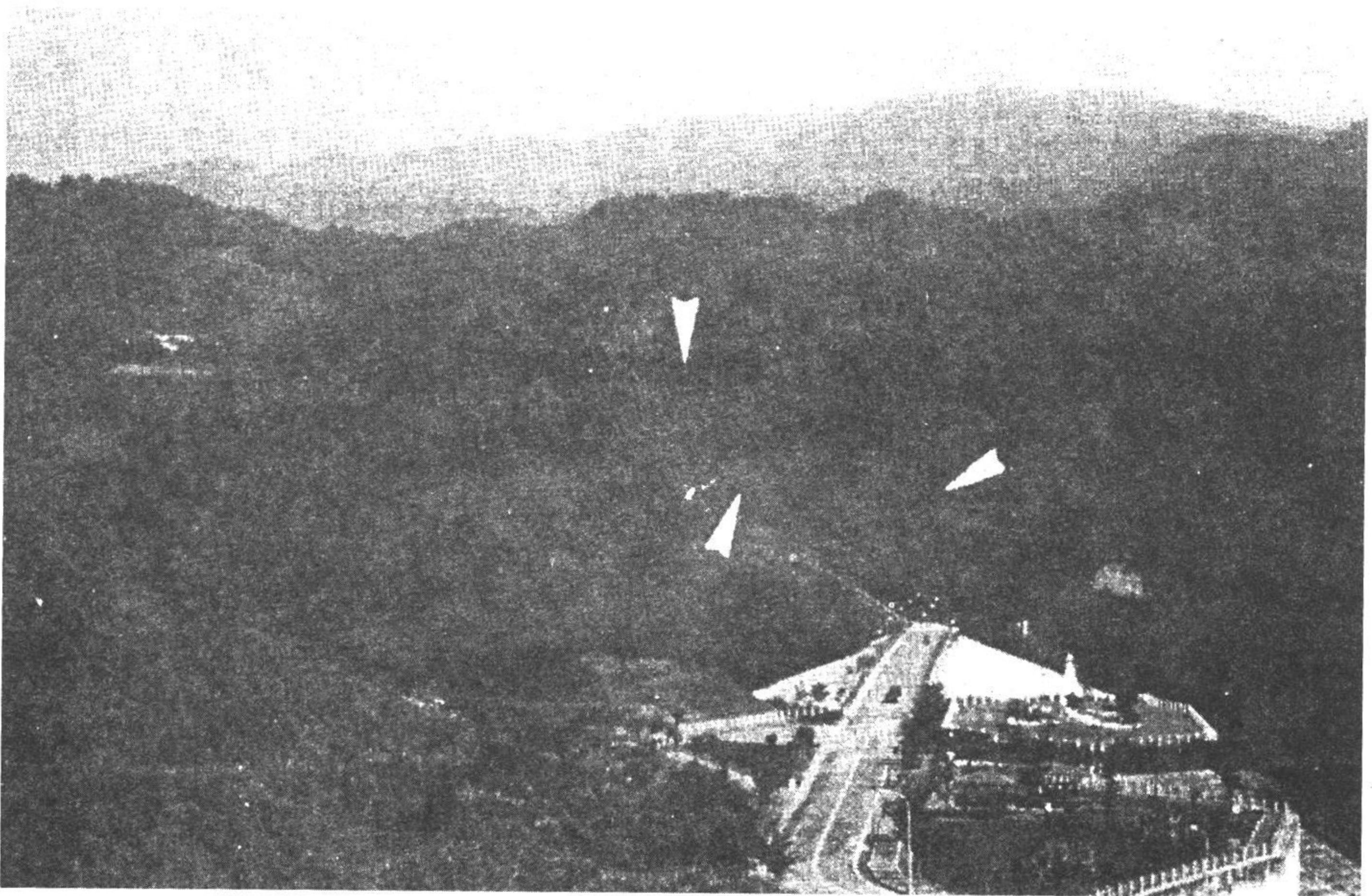
依元裕顧問有限公司（1997）之調查結果為，現有崩塌地 32 處，崩塌地滑面積 575,875 平方公尺，崩失體積約 216,000 立方公尺，地滑體積約 790,000 立方公尺。崩塌位置以溪流左側山腹 16 處最多，海拔高在 301 ~ 400 公尺者佔 23 處，植生覆蓋為果園者 15 處，雙坑溪佔 20 處，因逕流集中所造成有 11 處，屬較不安定有 11 處。為維護水庫壽命，實有整治崩塌地之必要。

(七) 遊樂區的開發

鯉魚潭水庫集水區設置有龍華瀑布（林園渡假村）及大克山森林遊樂區，因遊樂區開發所增加的硬體設施所導致雨水滲透力的減少及開發工程期間之棄土問題及雨季之土壤沖刷，可能破壞溪流沿岸的植生，亦增加泥砂流入水庫，致縮短水庫使用壽命。遊樂區因遊憩活動所帶來的主要衝擊為垃圾及下水道所造成之水污染，與土壤及植生的破壞。目前雖缺乏因遊樂區開發及遊憩活動所引起之沖蝕及污染資料，但如不加以有效預防及限制，則遲早對水庫產生不利效應。



圖八 哆囉固溪邊坡
疏鬆，土壤易被沖
蝕



圖九 水庫邊坡上之濫墾地栽植檳榔（箭頭指處）

參、圈定地籍 實勘使用現況

將大坪林段、卓蘭段及南湖段、內註明有林地編號之五千分之一地籍圖，套入本集水區所包括同為五千分之一之航測圖上（83年出版），分別自雙坑、豐田、水流東、雙蓮、景山、坪林等選定下列公私有林之地籍號，然後攜帶衛星定位儀（GPS45）至現場，配合航照圖作現場核對，以確定其林地利用現況，並予以照相。所選定之林地號及所在之經緯度分別為：景山區（林三二九：N 24° 21' 3" ~ 8" - E120° 51' 33" ~ 43"）；坪林區（林二七一之3、二七一之4、林二八六、林二八七、林二八九、林二八一之1、林二八一之2、林二八三之1、林二八三之3、林二八三之4、林二八三之5、林二六八、林二六八之1、林二六八之2、林二六八之3、林二六八之4、林二六八之5、林二六八之6、林二六八之9、林二六八之10），以上各地號為沿花草坑農路兩旁分布者（其經緯度在N24° 19' 53" - E120° 51' 00" ~ 31"），林二九〇之3、林二九〇之4、與林二九〇之6（N24° 20' 22" ~ 27" - E120° 51' 48" ~ 56"）、林二九三、林三〇五之14、林三〇五之15（N24° 20' 45" - E120° 51' 44"）、林三三一（N24° 20' 51" ~ 21' 00"），此區並觀察林園渡假村及文炎橋附近之土地利用現況（以上屬此坪林區之林地號者皆為民國71年由國有林放領而來）；水流東私有林地號為林一三二七之78（N24° 20' 48" ~ 52" - E120° 49' 27" ~ 31"）、林一三二九之11（N24° 21' 50" ~ 55" - E120° 49' 33" ~ 38"）；豐田在24° 21' 41" ~ 42" - E120° 48' 7" ~ 9"之範圍在航測圖標示為闊葉林者予以現場核對；卓蘭鎮之公有地列為林地者，在雙連區選林一三二〇之1（N24° 22' 5" - E120° 48' 12.4"）、林一三二〇之50、一三二〇之46、一三二〇之49（N24° 21' 40" - E120° 48' 12.4"）、林一三二〇之302、林一三二〇之657、林一三

二〇之 329、林一三二〇之 325 (N24° 21' 13" - E120° 48' 15")；此外就現場所發現坡度 > 28° 之超限利用地，以 GPS 確定緯度位置後，再在航測圖確定其位置，並確定其地上栽培之作物。國有林班之 10、11、17、18、19、20 則至現場調查有無濫墾地，並以 GPS 確定濫墾在航測圖之位置。

肆、果園檳榔 侵蝕公私林地

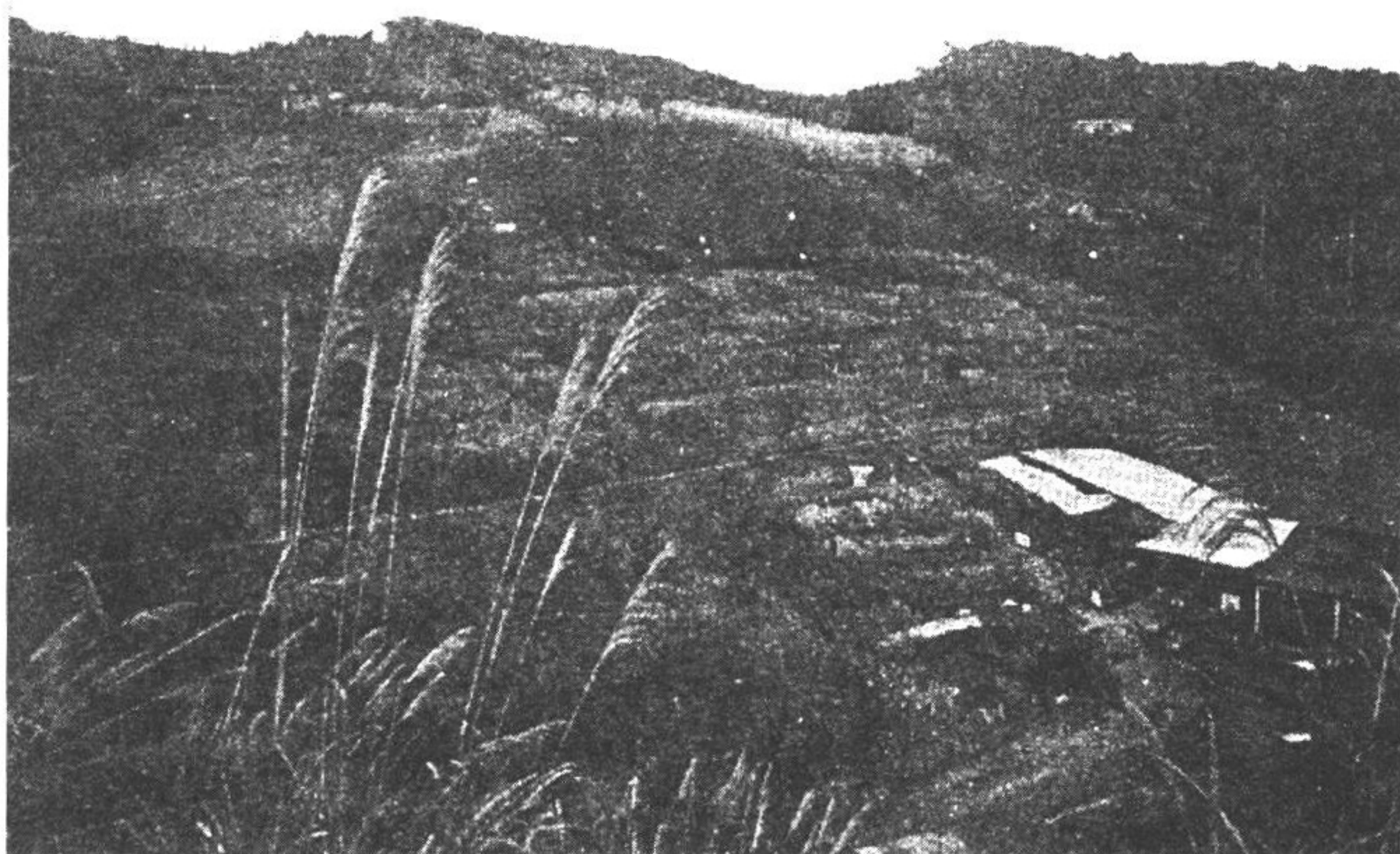
根據現場林地利用現況之調查結果，發現私有林地幾無林分存在，亦即原在航照圖標示為闊葉林者已近乎消失；公有林除在甚陡之峭壁上及峭壁延伸之急陡坡仍保有小塊森林外，在坡度仍稍緩處，即有濫墾發生；民國 71 年由國有林放領後之私有地林地（見圖 5 之土地權屬），不管是在坪林林道或花草坑農路，除半山腰上急陡處（ $> 45^\circ$ ）仍保有森林外，可謂幾已變為果園或檳榔園（圖 10、11、12、13）。國有林班地，於 10、11、17、18、19 及 20 各林班皆可見有濫墾地（圖 14、15、16、17）。



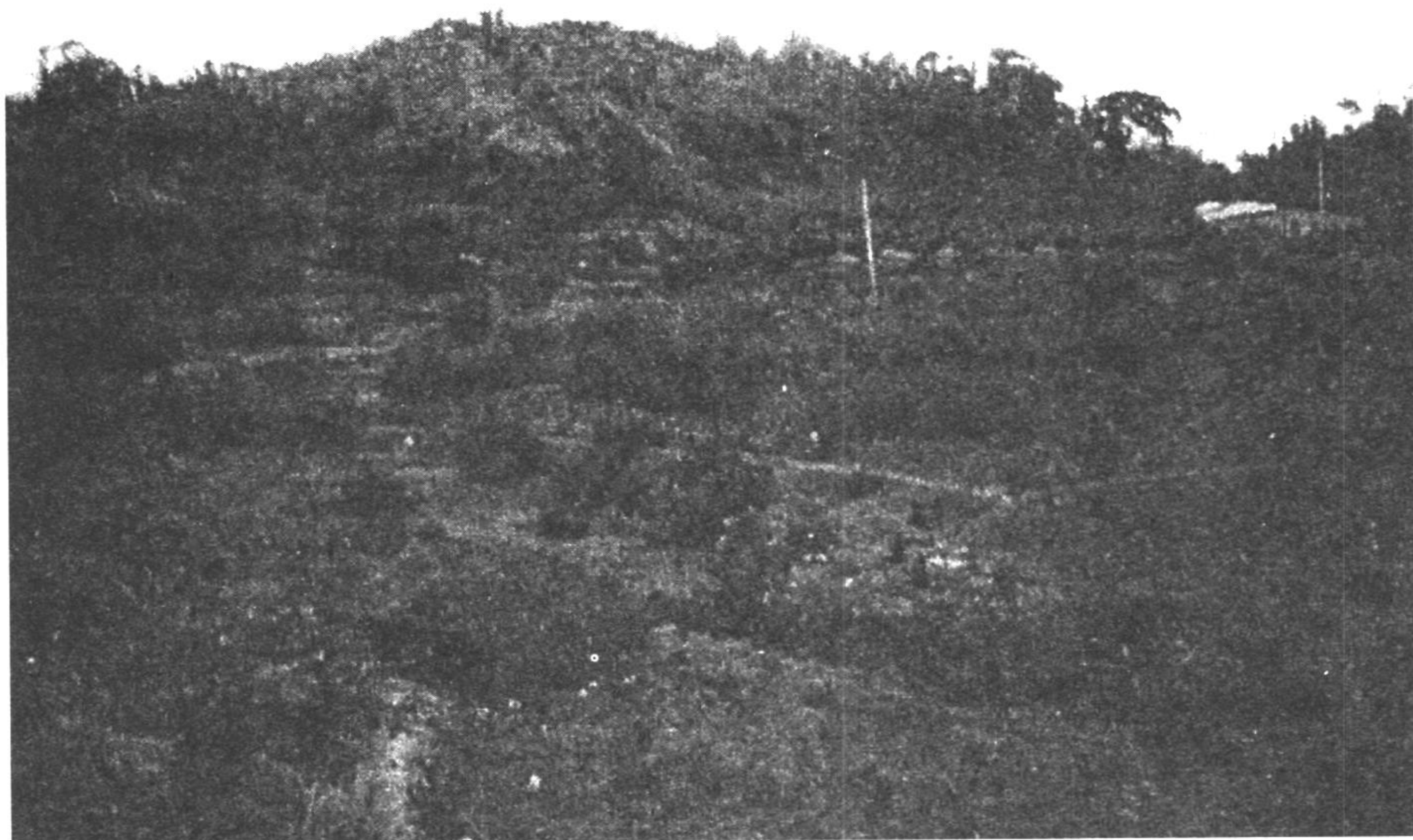
圖十 坪林區苗 55 線放領地之濫墾情況



圖十一 坪林區林園度假村周圍放領地之濫墾情況



圖十二 坪林區小風空放領地之超限利用



圖十三 坪林區花草坑農路旁放領地之超限利用

景山區私有林地（林三二九）現栽植一大片柑橘，其鄰近之陡坡亦皆栽植有柑橘、梨、檳榔等，其下方哆囉固溪之一百多公尺長邊坡嚴重裸露（圖 8, 18）。水流東區於雙和橋兩旁之林地（林一三二七之 78 及一三二九之 11）原為闊葉林，除存有少許桂竹外，現亦墾植為柑橘園及梨園，此處之坡度大部皆大於 30° （圖 19、20），圖 20 之下方為雙坑溪之最上游，接近分水嶺。雙坑區之卓蘭鎮公有林地（林一三二〇之 302、林一三二〇之 657、林一三二〇之 329、林一三二〇之 323）亦皆大部墾植為柑橘園及梨園，此區之坡度亦大部在 30° 以上，只要上部稍斜處即有濫墾發生（圖 21、22）。其它私有林地，如位於坪林區民國 71 年之放領地，更有在



圖十四 國有林 11
林班之濫墾及雜草
被覆

(N24° 20' 27" ~ 29",
E120° 48' 50" ~ 53")



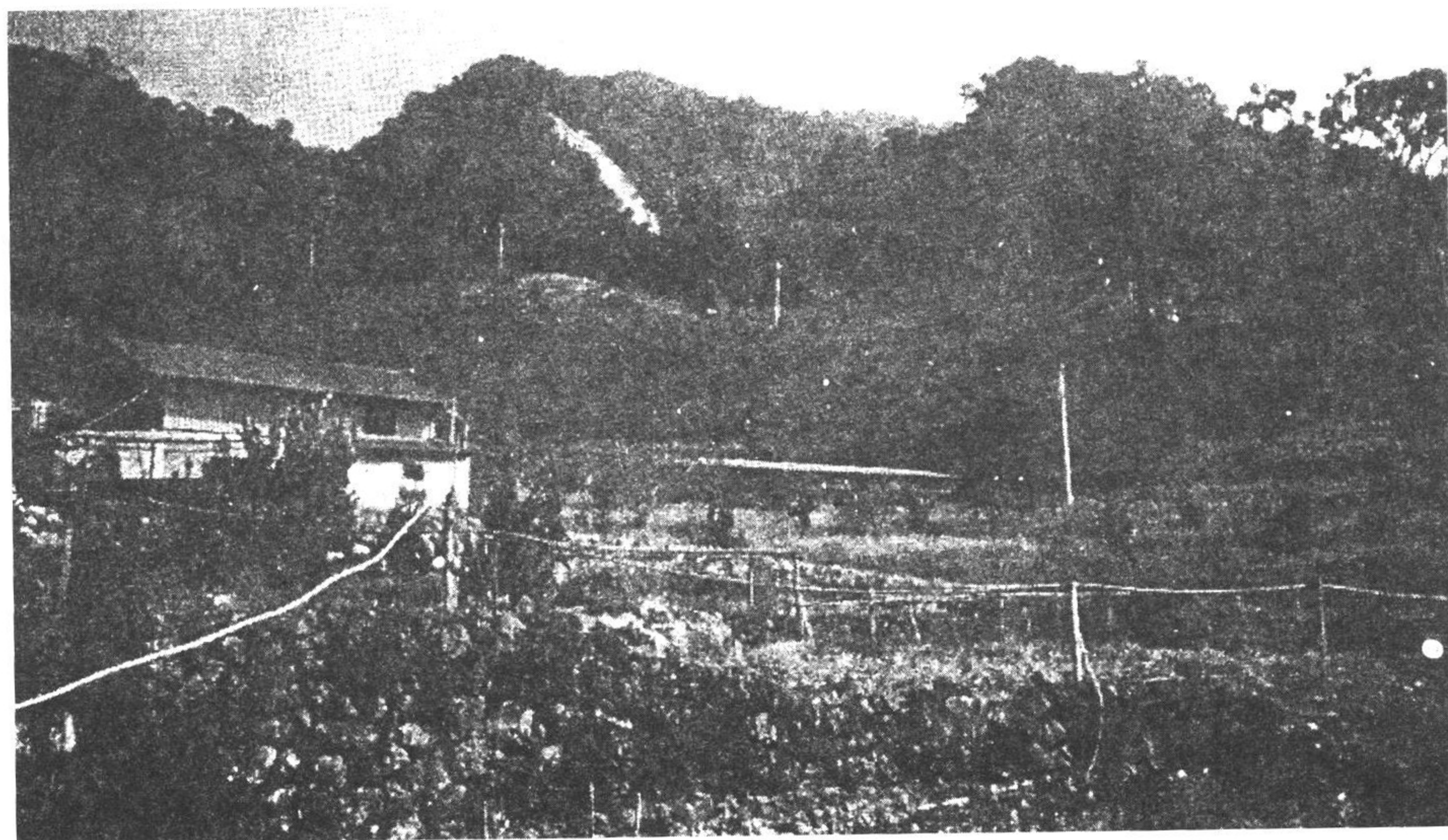
圖十五 國有林 17 林班之濫墾 (N24° 19' 31" ~ 41", E120° 52' 30")

大於 45° 之陡坡墾植大片檳榔（圖 23），此處之經緯位置為 $N24^\circ 19' 44'' \sim 50'' - E120^\circ 51' 16'' \sim 23''$ 邊坡下之溪溝水因有攔砂壩阻擋，已長有甚多綠藻。大克區於 20 林班交接處、位於文和橋附近之私有地，亦於坡度大於 45° 處遍植檳榔，並似乎已侵入蔓延至國有林班地，有待林務局詳細鑑定。

位於 10 林班（水壩旁之西邊山坡）之國有林地，自水面以上約有一公頃以上之栽植檳榔濫墾地（坡度 $> 30^\circ$ ）（圖 9，箭頭指處），於 11 林班之濫墾地則位於台三線、坡度 $> 40^\circ$ 以上之坡地（經緯位置為 $N24^\circ 20' 27'' \sim 29'' - E120^\circ 48' 50'' \sim 53''$ ）栽植有柑橘（圖 14 左），17 林班與 18 林班交界處（經緯位置 $N24^\circ 19' 31'' \sim 41'' - E120^\circ 52' 53'' \sim 53' 11''$ ）有大片之柑橘墾植地（圖 15），坡度亦在 40° 以上，此似為最近開墾者，18 林班於停車場之東方，亦有一大片濫墾地（圖 16），19 林班則在莒光橋附近亦有在陡坡（ $> 40^\circ$ ）上栽植柑橘及蔬菜（經緯位置 $N24^\circ 19' 58'' \sim 59'' - E120^\circ 52' 43'' \sim 45''$ ）（圖 17）。豐田區在台 3 線旁之私有地亦有於坡度 $> 45^\circ$ 處，栽植大片果園（ $N24^\circ 20' 21'' - E120^\circ 48' 9'' \sim 11''$ ）。此外，於水庫上游處，仍有甚多於陡坡或近水庫岸邊栽植柑橘。此外，因開路而使土崩嚴重以在台三線及雙坑區之新鯉農路較多（圖 24），新鯉農路邊坡雖予水泥灌漿護坡，但仍抵擋不住土壤膨脹之壓力而被破壞（圖 25），此情況亦可見於苗 52 公路。



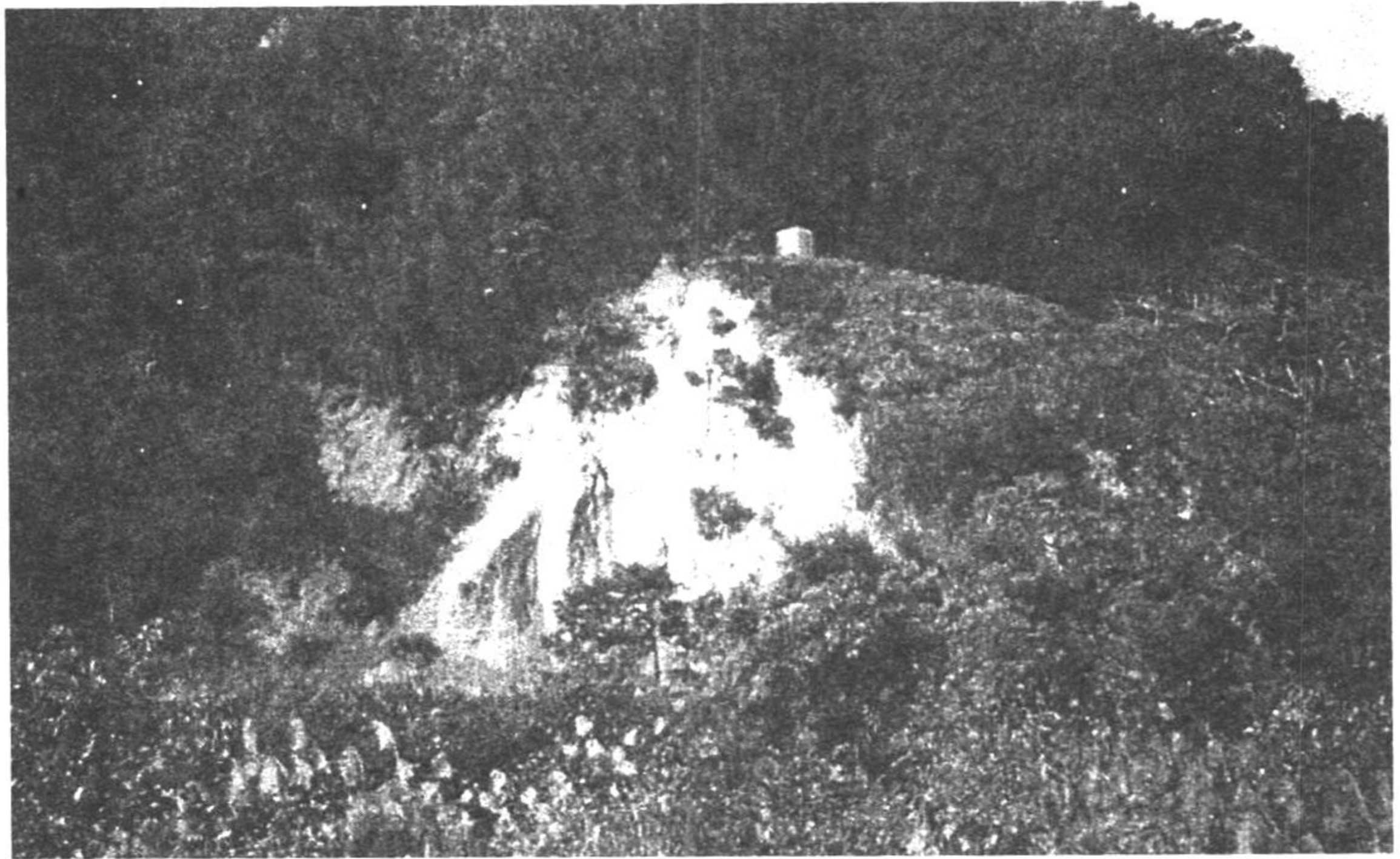
圖十六 國有林 18 林班之濫墾
(大克山遊樂區停車場上方)



圖十七 國有林 19 林班之濫墾(N24° 19' 58" ~ 59", E120° 52' 43" ~ 45")

圖十八 哆囉
固溪邊坡泥
岩裸露及竹
林濫墾成果
園

(N24° 21' 5" ~
7", E120°
51' 41" ~ 44")



圖十九 水流東區雙合橋附近之超限利用

(N24° 21' 44" ~ 48", E120° 49' 33" ~ 37")



圖二十 水流東區雙坑溪上游坡地之超限利用
($N24^{\circ} 21' 49'' \sim 52''$, $E120^{\circ} 49' 32'' \sim 34''$)

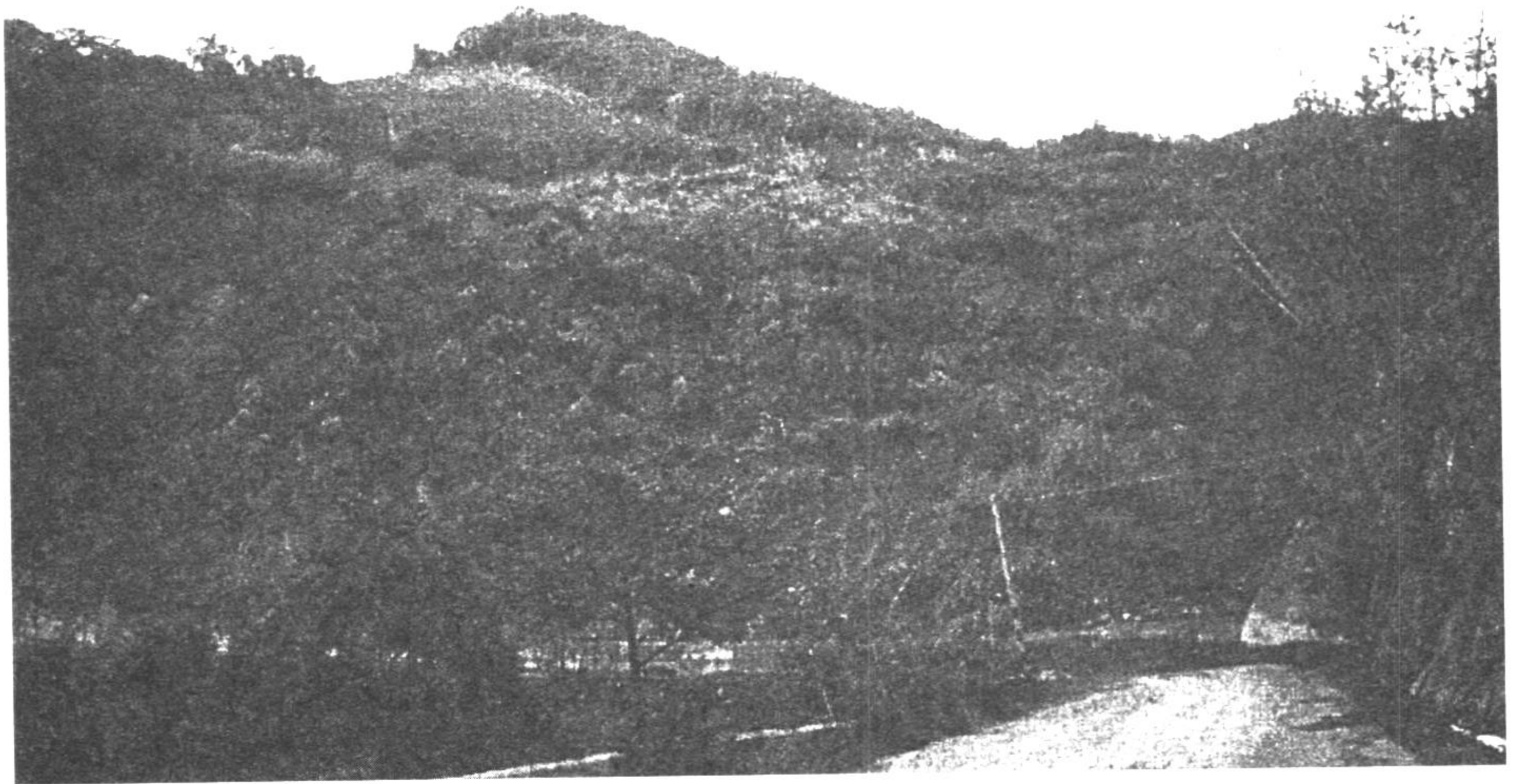
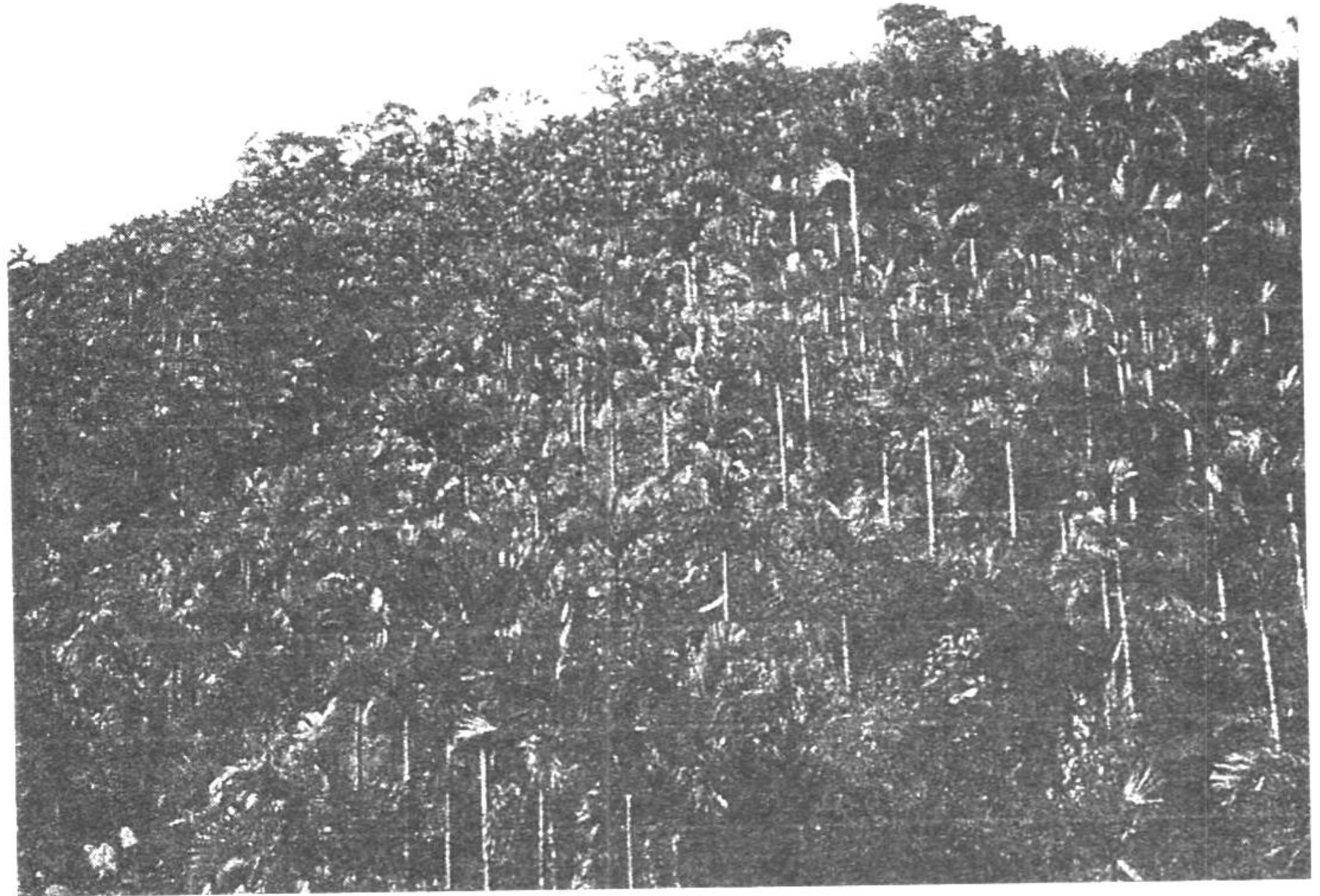


圖二十一 卓
蘭鎮公有林地
之濫墾

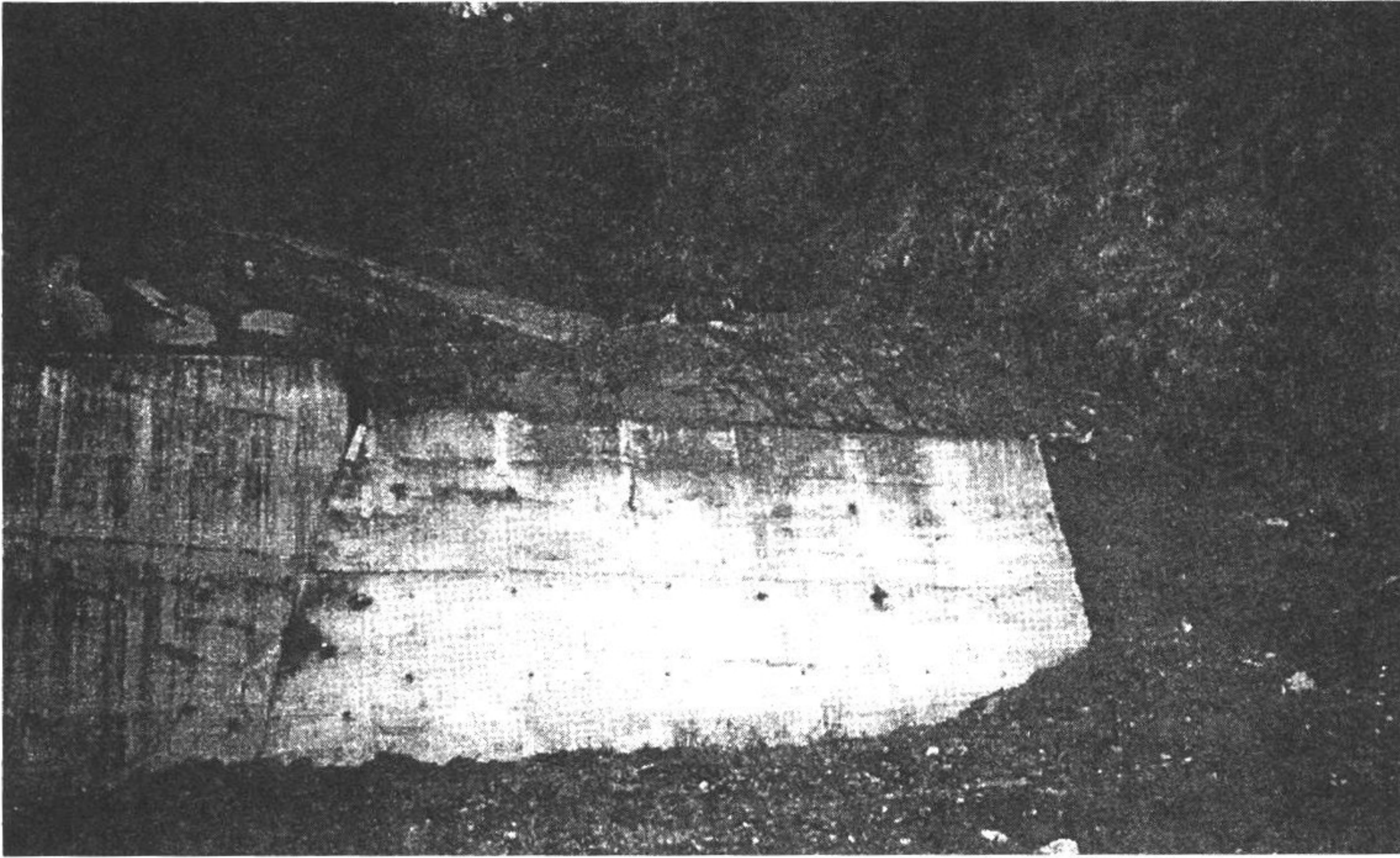
($N24^{\circ} 21' 19'' \sim 28''$, $E120^{\circ} 48' 4'' \sim 21''$) (雙坑區)

圖二十二 卓蘭
鎮公有林地之
濫墾

(N24° 21' 18" ~
26", E121° 48' 22"
~ 31") (雙坑區)



圖二十三 坪林區放領地之超限利用 (栽植檳榔) (坡度 > 45°)



圖二十四 新
鯉農路沿線
因築路引起
之崩塌



圖二十五 新鯉農路邊坡使用灌泥漿牆多處破裂，邊坡有構樹天然更新苗

伍、獎勵造林 集水區勤復育

由地籍圖所得林地位置，經套繪於航測圖後再至現場核對之結果，發現幾乎所有私有林皆已轉變為果園或檳榔園，部分原已為果園之林地，則仍是果園。本集水區之果園面積達 3,095.90ha，佔 57.92%，砂石及建地區佔 21.56%（1,152.28ha），而現存之森林（包括竹林）只 631.14ha（佔 11.80%）由此可見此集水區對水源涵養、防止土壤沖蝕、延緩洪峰與調節河川流量的功能及對污染的淨化力，必然十分有限。就整個集水區而言，土地超限利用及濫墾的情形可謂十分嚴重，尤其嚴重的是，在甚多超過 30° 的陡坡，已看不到森林，望眼所及盡是果園，即使有森林，也殘缺不全，整個景觀，實令人怵目驚心。作為水庫水源的集水區若要起死回生，則非從林地利用與森林經營予以正確的導引不可，下列各節所述乃針對本集水區之切身問題，分別提出問題的影響層面，作為改善的依據。

一、宜林地的超限利用問題

本集水區除國有林班地 1,273.05 公頃外，根據水土保持局第二工程所完成之土地可利用限度查定，其它公私有之宜林地面積只 1,122.14 公頃，從民國 71 年解除國有林地 1,215.35 公頃（見表 1）看，則可想像當初解除國有林為私有地應是濫墾衍生的後遺症，當濫墾演變成無法管時，則林地自失去意義，這是此區森林面積日益減少的主要原因。依據本省山坡地管制條例中，有謂省（市）主管機關得查定水庫集水區或河川保護帶為宜林地。此區之主管機關是鯉魚潭水庫管理局，還是宜林地的管理問題另屬林務局或縣政府？還是水庫管理局只管水庫的範圍？若相互推託，則宜林地的面積，實質上必日益縮小。因此，宜林地的管理問題，必須徹底切實執行，否則鯉魚潭水庫的有效使用壽命，必如今日已近乎終結之白河水庫

、阿公店水庫與明德水庫。

依據本省山坡地可利用限度分類標準，宜林地之土地等級為五級地，亦即屬五級地者，應該造林，只宜經營森林。五級地由坡度及土壤深度決定，在了解五級地之特徵前，先將本省山坡地之坡度級及土壤層級說明於表4。

表四 本省山坡地之坡度級別、坡度範圍及土壤深度別

坡度級別	坡度範圍 (以百分比表示)(括號內為角度)	土壤層級	深度 (公分)
一級坡	<5	甚淺層	<20
二級坡	5~15	淺層	20~50
三級坡	15~30	深層	>50~90
四級坡	30~40	甚深層	>90
五級坡	40~55		
六級坡	>55 (>28.7°)		

五級地之土地特性為：甚深層、深層、淺層及甚淺層之六級坡；甚淺層之五級坡；甚淺層之六級坡；淺層之五級坡土壤沖蝕嚴重者；甚淺層之四級坡土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩者。本集水區之小集水區除雙連溪範圍外，其餘皆在五級坡以上，大克溪範圍更屬六級坡。若以全區已查定之宜林地2,395.19ha（包括國有林班地）計算（尚有35.24%面積未查定）

，扣除至 86 年 4 月所統計之森林覆蓋面積 631.14ha，則此區超限利用至少達 1,764.05ha。如此大面積的濫墾，不管是在私有地或公有地及國有林班地皆到處可見（圖 9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23），放眼所及不可謂不令人怵目驚心，也令人難以想像，為何當初會選此地作為飲用水庫水源。此現象顯示在台灣，單靠法規已無法維持林地的完整，訂出之宜林地沒人去遵守，都以農地的形式去經營農作物或園藝作物，如此普遍蔓延，全台灣似已成風尚，屆時再放領，則不知台灣還有幾個可作飲用水庫的水源。公有林及國有林的濫墾，更暴露長久以來林地管理的嚴重問題。林班地缺乏明顯的界樁也是引起濫墾的原因，當巡山人員更換時，因無界樁可作鑑定，每每就增加濫墾的機會，久而久之，地上物就難處理了。此問題雖亦見於其它水庫集水區，然就整體比例言，此區林地的濫墾問題，相對上應是較嚴重的。本集水區屬新竹林管處之大湖工作站管轄 10、11、17、18、19、20 及 21 林班，實際之租地造林只有 18 林班之 1.29 公頃，民國 58 及 59 年間曾作濫墾地清理，各林班之清理面積分別為 10 林班 16.6 公頃、11 林班 32.86 公頃、17 林班 28.42 公頃、19 林班 32.86 公頃、20 林班 6.69 公頃、21 林班 7.26 公頃，共計 152.27 公頃（大湖工作站檔案資料）。由目前之情況看，濫墾地如不再作確實之清理與管理，則林班地永遠是一筆爛帳。

依據沖蝕力學原理，坡度因子對沖蝕有重大影響。在自然狀況下，坡度若超過 30° ，即易發生大量崩塌，若再經人為擾動，將更趨嚴重。根據日本林業試驗場於 13° 以上之坡地所作長期觀察分析，各類土地利用與土壤沖蝕量之關係，顯示森林地的沖蝕量比其它任何土地利用型小（見表 5），本集水區之山坡大都在五級坡以上，故森林覆蓋面積的減少，必將加速土壤沖蝕與水庫泥砂的堆積。

表五 不同土地利用型與沖蝕量

(日本林業試驗場，1970)

土地利用型	平均年沖蝕度 (mm)	年間流出泥砂量 ton/ha
森林地	0.2	1.8
草生地	2.1	2.1
農耕地	14.8	14.8
裸露地	6.7	87.1
荒廢地	23.6	306.9

二、宜林地的森林化必須限期完成

鯉魚潭水庫集水區目前實際森林覆蓋為 631.14ha，只佔總集水區面積之 11.80%。以如此小的森林面積比例，要其發揮對水庫涵養水源，防止洪水及扞止土砂流動的功能，實在是強其所難。此區目前以果園面積最廣達 3,095.9ha，草生地 123.09ha 佔第三位、水田 110.70ha 佔第四位，崩塌地 17.30ha（元裕工程，86 年）。依據日本林業協會（1985）之報告，降水每小時滲入土壤滲透量以闊葉林之 270mm 最大，針葉林之 245mm 次之，草生地之 190mm 再次，崩塌跡地及山區道路則分別只 98 及 11mm。由此可見，在多雨的台灣山區，如為涵養水源及避免逕流的損失，實有全面森林化的必要。日本九州大學林學系山地水文與森林立地學教授竹下敬司（1983）曾經評估森林及各種土地利用之降雨滲透量，亦以優良森林覆蓋之 > 370mm/天最大，而水田、旱地、樹園地及放牧地與高爾夫球場等則差甚多

(見表 6)。如以鯉魚潭水庫集水區現有劃定之土地利用標準區分，除國有林班地 1,273.05ha 外，根據水保局第二工程所完成之土地可利用限度查定，公私有宜林地佔 1,122.14ha，加強保育地 28.64ha，共計 1,150.78ha，應積極設法完成造林及森林化，則水源涵養功能才可確保。前已述及此區之森林覆蓋面積（包括竹林）只 631.14ha，然國有林班地佔 1,273.05ha，顯然國有林班地的土地利用現狀大有問題。名義上掛的是國有林，然其土地利用可能是五花八門，此中值得檢討的問題殊多，如租地造林後的土地利用是否依契約進行？為何不造林？如何改善？林務局是否有管理能力？如移交給水管局管理是否會比現況好？等等都值得作全面檢討改進。如不檢討改善，依樣因循下去，則集水區的環境必持續惡化。加強保育地，造林的條件及林木成長的條件較差，然於此區並非不可克服，如有必要，應委託學術研究單位去執行完成森林化，荒山都可造林成功，遑論此區了。

此區之宜林地若以國有林班地之 1,273.05ha 及已查定之公私有宜林地 1,122.14ha，扣除現有森林覆蓋面積 631.14ha，則實際濫墾地計 1,764.05ha，此應儘速分年由水資局、水管局、縣府、農委會等相關單位優先編列預算，或由全民造林運動集中火力，在此區限期造林成功，另有 35.24% 面積尚未查定其土地利用別，亦應儘速確定宜林地之面積及位置。全民造林運動的口號十分響亮，但缺乏重點，如果先將重點放在少數重要之水庫水源集水區，則由此再推展至其他宜林地，全民造林運動才有實效，否則還是如往常，最後仍流於空談。

表六 森林及不同土地利用狀況之降雨滲透量

(竹下敬司，1983)

森林：土地利用	降雨滲透量 (mm/天)
優良森林	>370
普通森林	160~350
不良森林	60
農地造林地(前為水田)	40
被踏實林地、表層沖蝕的林地	20
自然草地、野地	115
旱地耕作面	90
旱地、樹園地	47
水田	15
放牧地、高爾夫球場	10~20
道路、市區硬鋪面	0

三、森林集水區之良好育林體系，是涵養水源與減少沖蝕的手段

台灣森林集水區，由於山坡地的不斷開發，每逢暴雨或豪雨所發生山崩與土壤沖蝕已有加劇之勢。每逢暴雨過後，河川上泥砂與石粒之堆積至為明顯。鯉魚潭水庫集水區因地質脆弱、土壤疏鬆，故若重現一場重現期距20年，一日暴雨量為485mm時，則可造成每公頃沖蝕量約117.14噸，泥砂淤積量為35.43噸(林，1993)。所以有如此大量的泥砂淤積，顯然與此區之森林覆蓋面積太小有關。森林可大大緩和降雨抵達林地之時間，乃由其各層之作用(圖28、29)。森林土壤所增加之滲透力，可減少並延

緩地表逕流的發生。阿爾卑斯山草生地於乾季下雨後，即刻有一高的表面逕流，森林區則需2～7天後才有逕流（Otto，1984）。在高強度降雨（50～200mm/hr）之陡坡，不同土地利用型滲透力大小，依次為森林>砍伐跡地>草生地>裸露地。

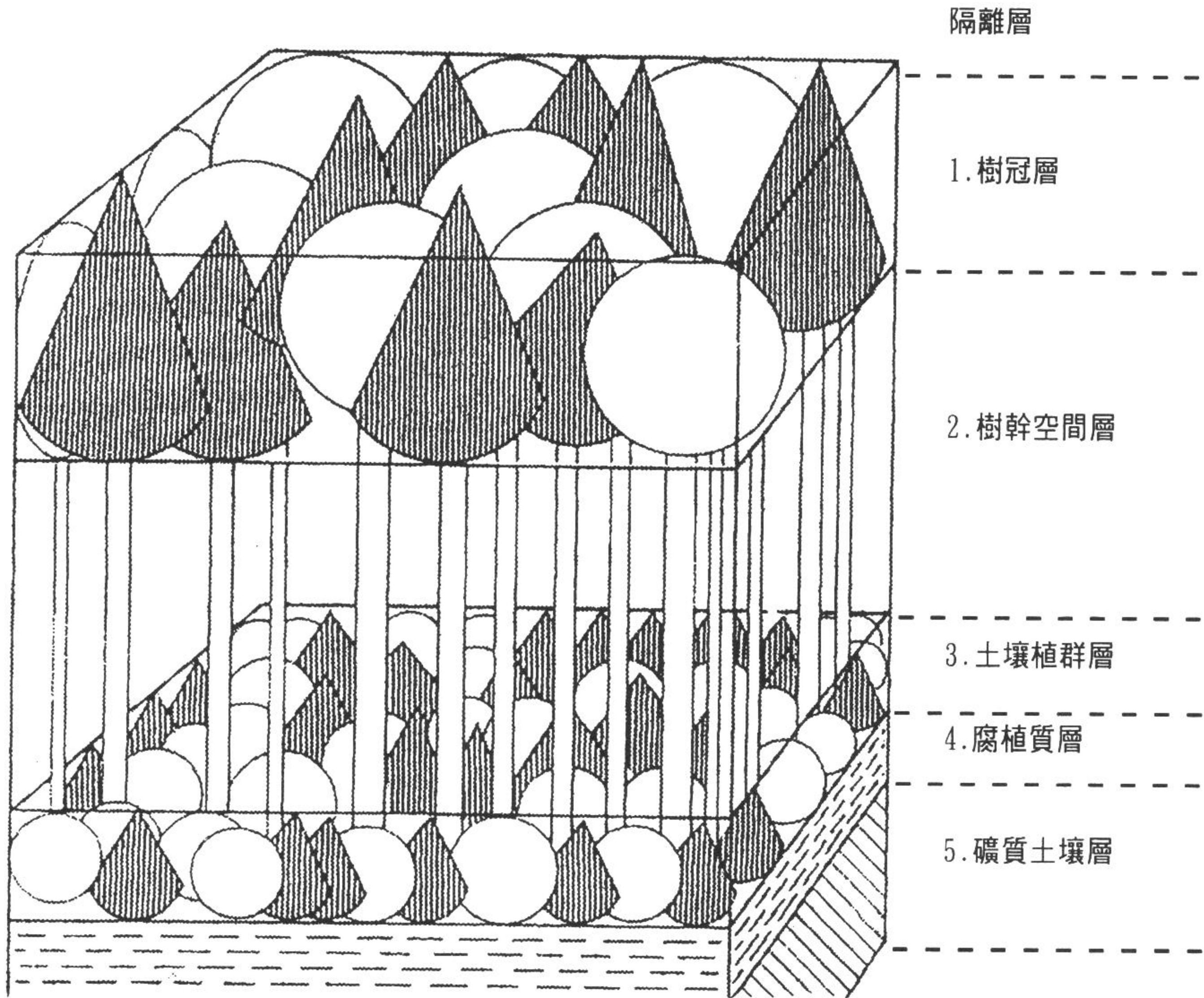
森林的消失與林地的擾亂，將使水土保持功能大大降低，故土地利用與管理方式至為重要。林地內之地表植群及落葉等地被有機物，應極力維持。複層林的建造，是使林地回復接近自然狀態及達到最佳森林生態功能的最佳人為方法。依本區林道網的密布，採用擇伐式的育林作業，亦無多大困難。此外，混淆林的建造與經營，則是基於森林保護上最好的營建方式。

（一）複層林的營造

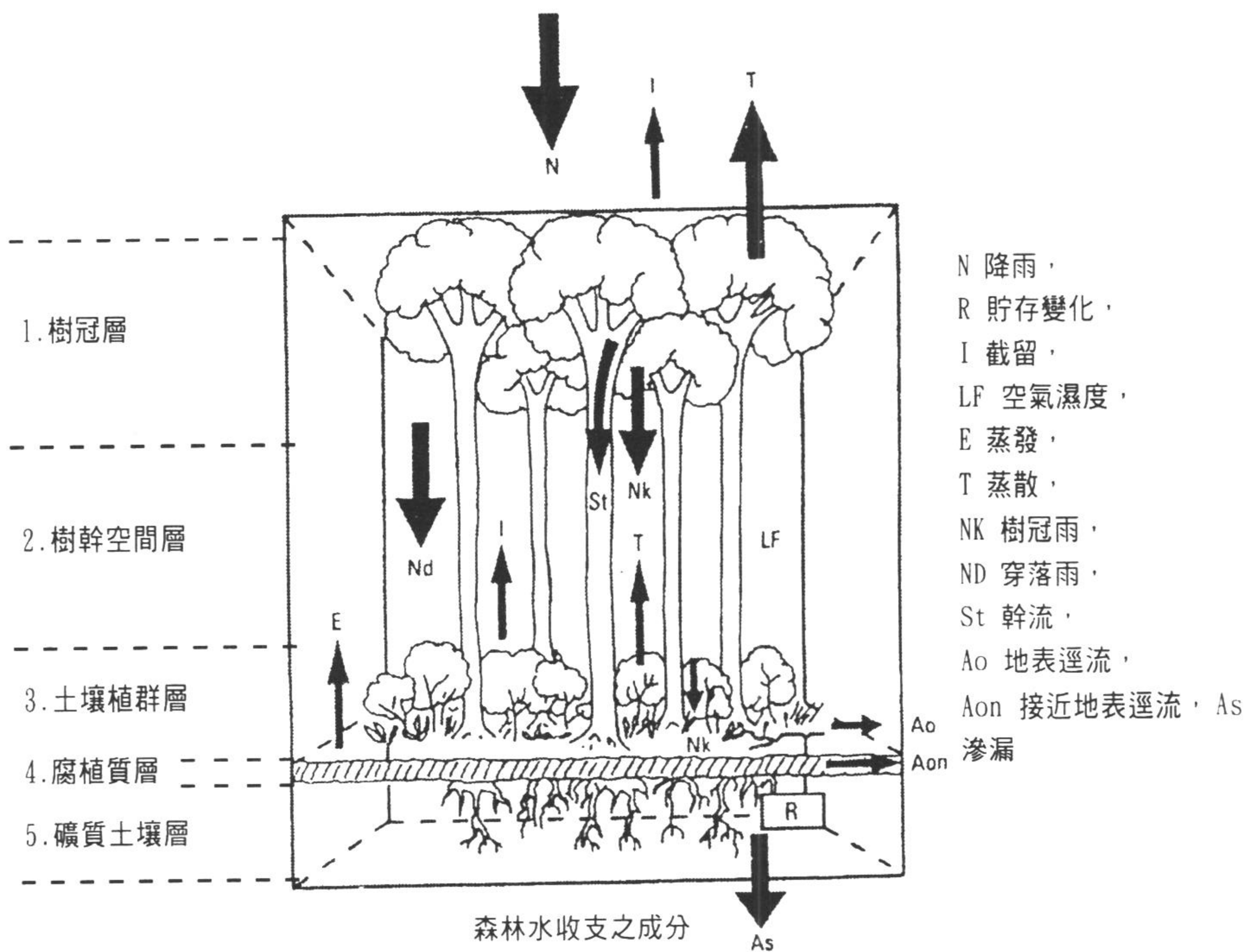
就以台灣多雨的山區言，森林垂直的空間結構（圖28），應以複層林的方式，最有利於水庫集水區的經營。複層林的樹種，陽性樹種與陰性樹種皆可採行，如同為陽性樹種，欲建造成複層林，則需待上層樹冠破裂，才能維持穩定。此複層林的樹種特性與混合結構，將在下節中予以討論。

森林所建造之三度空間，導致垂直方向的不同結構，亦即在土壤表面上林分佔有之生長空間。所有森林有一個或許多個樹冠空間、一個樹幹空間、一個接近土壤植物層之空間、一個腐植質空間及一個根系的空間。再者，林分有一林分內部結構及一林分邊緣結構，其對水收支與土壤沖蝕能有不同程度的影響。複層林之垂直結構能是二層或多層的，一般建造二層林較為容易，只要對複層林木之光需求能予以滿足，應無問題，其他只是技術層面的，應可解決。複層林結構中較複雜的多層林、傘伐林及擇伐林，在此稍予說明。

圖二十八森林之層次及其垂直空間結構之基本式樣



圖二十九 森林各層次與水收支成份之關係



A. 多層林：

如果樹冠明顯地以許多垂直高度，相互分開，則產生多層林。此能在混有不同生長力樹種或不同生長律動之情況下，下層樹木在優勢木的樹冠層下部之樹幹空間分布，或為正成長的更新幼苗。

本集水區之公有林及 10、11、17、18、19、20、21 林班之國有林，原來皆是天然闊葉林，陽性與陰性樹種分布其間，陽性樹種如構樹、楓香、油桐、台灣赤楊、山黃麻、相思樹，中度耐陰樹種如烏臼、台灣欒、樟、大葉楠、紅楠，陰性樹種如青剛櫟、長尾尖葉槲、短尾葉石櫟、火燒柯等，皆仍可在國有林之林班中發現。這些樹種原先能分布於多層林之各個適合的層次，但自日據時代起至今在上述 1,273.05 公頃之總造林面積達 691.66 公頃（含 476.13ha 天然更新），皆未嘗以複層或多層林的方式營造，日據時期共計造 33.99 公頃，造林樹種為樟、油桐及廣葉杉，光復後扣除以天然更新方式建造之 476.13 公頃外，實際以人工營建者只 215.53 公頃，所造樹種包括：相思樹、楓香、濕地松、杉木、江某、摩鹿加合歡、香杉、油桐及桂竹。當時建造方式，皆以單層林方式經營，乃完全以經濟觀點為主要目的，未嘗配合今日水庫之營運目的建造，若考慮水庫之目的，除應營造多層林外，樹種的選擇亦需同時考慮。

B. 傘伐林：

如果樹冠頂的均一鬱閉破裂，則產生垂直結構的多樣變化可能性。鬱閉樹冠頂的消失，開啟了光、熱、水的井狀結構，此提供同一樹種或其他樹種個體之較幼小個體，比在同一樹蔭下較佳的生活條件。光的井狀結構，給予天然更新幼苗空間，其能逐漸以不規則方式充填整個樹幹空間的高度。如果此結構持續或使經歷長期，則全部林分高度之垂直空間，終被樹幹所填充。此在部分平面上進行塊狀、群狀或叢狀之水平分布，吾人稱此

群狀方式填充林分高度之森林為傘伐林。

優勢林分部分之樹冠頂越稀疏，則其他樹種或更新幼苗群更多的能在最上部樹木層之樹冠下方，自井狀結構光線之核心處，向側方移動，以致能對土壤表面作更完善之庇護。因為它時時在進行移位，故一傘伐群的基本形為楔行，即最老及最高的林木在光井狀結構之核心，向外幼苗逐漸增加，但高的林木則逐漸減少。本集水區曾分別於 18 林班實施過楠、櫟類（71 年 3 月）、19 林班實施過楠、櫟類及濕地松（69 年）、20 林班實施過楠、櫟類與柳杉及 21 林班實施相思林與濕地松之天然更新，更新之面積共計 626.13 公頃，佔以上林班一半以上之面積，然就整體粗略的觀察，所欲更新之主要樹種生長及分布並不十分理想，此可能與缺乏後期之撫育如受光伐及整理伐有關，如 18 林班之松樹死亡，顯然與其樹冠受壓制致光不足有關，楠櫟類較能耐蔭，然濕地松及相思樹皆為陽性樹，若無較多的光空間，則生長會受較大影響。由於從幼苗生長至大樹需歷經 10 餘至 20 餘年，故在生育期間，若缺乏適當撫育，則主要目標樹種難以達成，反而一些耐蔭之雜木可生存其間。此方面因無資料可尋，在此無法作深入探討。不管如何，濕地松及柳杉皆屬針葉樹又為引進種，較不宜選定作為此區之更新樹種。相思樹由於樹冠較稀疏，對降雨之截留作用，較密實樹冠及枝下低之櫟類差，故前者對土壤之保護亦不如後者。

C. 擇伐林：

優勢林木層樹冠頂的水平結構，整體性多少鬆開時，則由光—熱—水進入所決定之變數，開啟了經由林木層整體垂直的樹幹空間，移入單株林木的可能性。同一樹種的更新或其他樹種的到來，不再以光井狀結構群狀的在其周圍集中，而是以完全的垂直空間及整體的水平空間相遇。如果一林分所有空間的面，被一或許多樹種之單一個體所充填，吾人稱之為擇伐

林。此種林分的建造，基本上不同於單層或多層林，但有順利過渡至傘伐林者。在其整個高度，空氣空間持續的以葉綠素填充。物質生產持續進行，而永久林乃自下部重新長出。理論上，擇伐林的壽命是無限制的。所有演化期是同時在同一面積遭遇，亦即所有生活期從幼苗至老樹皆有。

如果以樹幹厚度，即所謂的直徑級，來區分森林的木材蓄積，則得到木材蓄積的常態分布，此在擇伐林之樹幹直徑，從小至大是連續上升的，而同齡層林之常態分布，相當於鐘行之高氏常態分布。典型擇伐林之株數曲線，開始時最大，隨著直徑級增大，株數成明顯遞減；亦即，小直徑的頻度是高的，然後首先急降，再緩慢下降至大直徑。在具生產力的立地，中間層之株數常是相當少，林分多少是呈二層的，從小直徑級至中直徑級之株樹曲線急劇下降。此現象可解釋為，遮蔭一旦減少，中層之林木即迅速往上層生長。林木以此中層狀態可保持長久，然後以加強動態往上衝，當主要高生長停頓時，林木再度保持在上層。中層的此項動態行為，在同為陰性樹種之擇伐林能是明顯的。

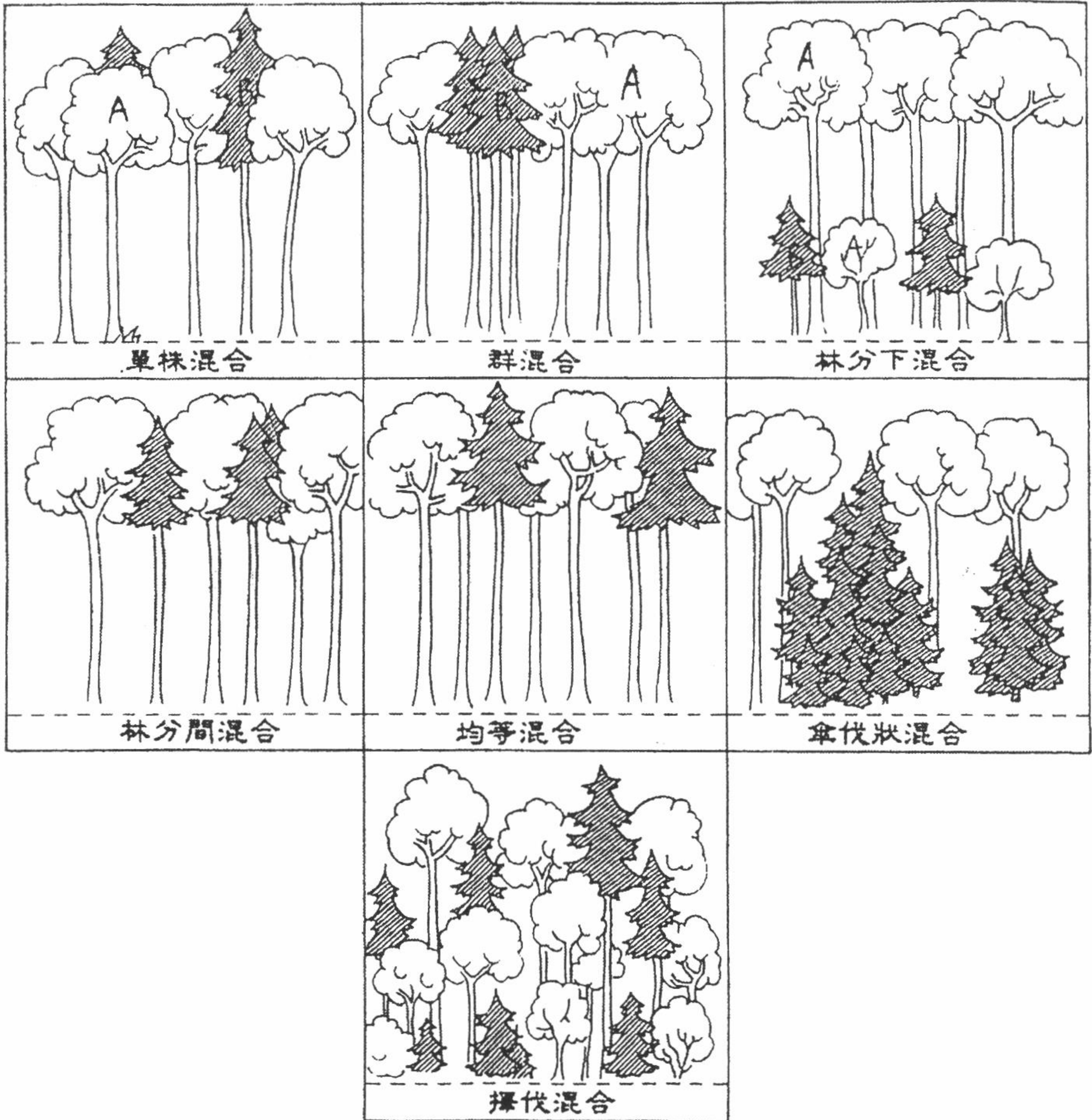
本集水區若能以較具耐蔭之一些殼斗科樹種，如櫟、青剛櫟或楠木等建造擇伐林，則不僅對水源涵養及土壤保護具較大意義，並且亦增加遊樂之觀賞價值。櫟類與青剛櫟的多量落葉，對水土保持亦較具意義。再者，殼斗科屬形成外生菌根之樹種，其在土壤及有機物層能形成優良的菌根體系，對水的過濾功能亦具十分重要的意義（胡及顏，1995）。本集水區因林道網甚為密布，對擇伐林的經營是有利的，尤以在已放領之國有林地，若能建造成擇伐林，則對此水庫更具正面的意義。最後，若欲在本區之各林班地，在著手評估建造成擇伐林前，應先對所有之主要陰性樹種，完成其結構分析的基本資料，以作為更新之依據。

(二) 混合林的建造

水庫集水區的森林建造，若能以混合林方式完成，則對減少森林風險與增加水資源涵養及減少土壤沖蝕，仍是較純林為佳。鯉魚潭水庫集水區之國有林班地，或多或少雖有不同樹種建造於同一林班地，然缺少有秩序的規畫，當初建造時，亦無強調達成哪一類的混合林形式。依目前已存在之狀況看，可以說是單株混合及群混合（圖 30），然若以社會結構分，則仍有林分下混合、林分間混合、均等混合、傘伐方式混合及擇伐方式混合，以上各方式之混合，如圖 30 所示。茲將圖 30 中之七種型式混合作如下之摘要說明（圖中空白樹冠設為主要樹種 A，斜線樹冠者為混入樹種）：

1. 單株混合：混入之樹種 B，或多或少摻雜在主要樹種 A 中。
2. 群混合：混入之樹種 B，以群體混在主要樹種 A 中。
3. 林分下混合：混合樹種 B，在主要樹種 A 之樹幹空間，大致成一層之分布。
4. 林分間混合：混合樹種 B，在主要樹種 A 之樹幹上部空間及其樹冠下部空間混合。
5. 均等混合：混合樹種 B 之樹冠，全部皆發生於主要樹種 A 之樹冠層。
6. 傘伐方式混合：混合樹種 B，或多或少以大的群體與主要樹種 A 成任意的垂直面混合。
7. 擇伐方式混合：混合樹種 B 與主要樹種 A，在樹幹空間之所有面，以單一樹幹混合。以上基本式樣，同樣的可敘述於超過二樹種以上之混合。

圖三十 單一林分成員依其社會位置之混合結構



依樹種群體之混合，本區國有林班地，可說已有群體混合之建造模式，然群體之配合，考慮上仍有不甚周全之處，例如選用混合之樹種並非最佳者，如杉木、相思樹、桂竹等；濕地松、摩鹿加合歡屬初次引進栽植於此之外來種，面積不宜栽植過多，否則適應不良，則後遺症殊大。此區以後應多混合栽植此區固有之一些殼斗科林木，如青剛櫟、櫛類等，以取代現有之針葉樹。在此所建造之混合林，未曾考慮各樹種間鄰近度之關係，此牽涉到較多技術層面，如可能的話，欲以建造最佳之鄰近度，亦會有利於水庫水源的維護。此外，水庫集水區亦可依各樹種之需光性，建造下述之混合林結構，其中以能形成複層或多層林者，對水資源之涵養及土壤的保護較佳。依樹種特性可作如下之混合：

1. 陽性樹種與陽性樹種—此混合林，待樹冠破裂時可建造成垂直複層林，一般形成單層林。
2. 陽性樹種與陰性樹種—此混合林，易達成森林動態平衡。
3. 陰性樹種與陽性樹種—此混合林，不易持久，適宜較弱陽性樹。
4. 陰性樹種與陰性樹種—此混合林，易形成動態的，較弱之耐蔭樹亦能抗拒淘汰。此種林分結構，能形成傘伐林及擇伐林。

本集水區自日據時期至今所栽植之人工林，大部皆屬陽性樹種，如濕地松、杉木、廣葉杉、相思樹、摩鹿加合歡、油桐、楓香等，故欲以這些樹種作複層林之混合栽植，難以達成。此區現有之一些中度耐蔭樹種，如烏臼、台灣櫟、樟與陰性樹種，如青剛櫟、櫛類等，應積極大量培養苗木，以使集水區能建造出理想之複層林或擇伐林之形式。此區建造之相思林，樹冠稀疏，影響暴雨時之截留作用，目前應可在此林下栽植青剛櫟或櫛類等耐蔭樹種，以期早日達成混合林與複層林之目標。此區竹林常以小群

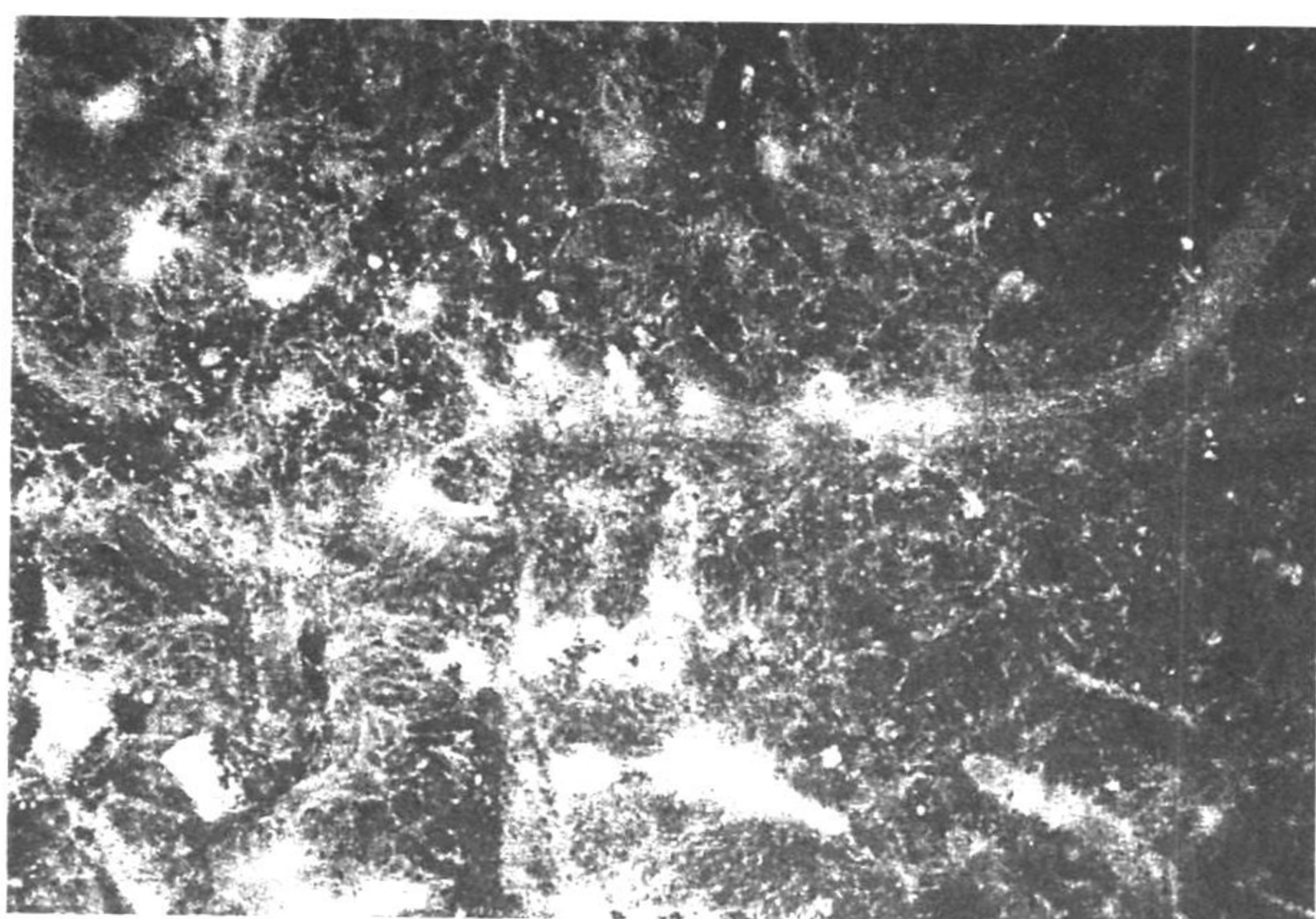
混交於其他林分或果園之間，依據王及劉（1992）之研究謂：毛竹林之截留量較針或闊葉林者小2～4倍，竹林之水源涵養亦較林木差，故應可改植其他較佳樹種。

四、水庫及溪谷沿岸應速建造森林緩衝帶

此集水區由於果樹栽培面積廣泛，檳榔樹亦有蔓延之勢，因之農藥與肥料的污染必十分嚴重。依據鯉魚潭水庫83年至86年2月由自來水公司分析水庫水質總體評估結果，顯示水質已快速惡化，水庫水已呈優養化，水質中殘餘農藥多數超過地面水體分類及水質標準（特別是有機磷劑），顯示水體受農藥污染。再者，如欲減少或防止土壤沖蝕之污染，若缺乏一有效的森林緩衝帶予以過濾，則水庫水質必快速變劣，水庫使用壽命也要提早終結。有良好森林覆蓋的土壤，具有豐富的微生物族群及良好的菌根體系（圖31），因此其對過濾、緩衝及變形的功能具有相當優良的效益（胡，1993）。不管是外生菌根或是囊叢枝菌根，皆有過濾離子的功能（胡及顏，1995；顏等，1997）。森林緩衝帶究需多寬，應分別對土壤沖蝕之抑制效果及過濾功能予以考慮。國外研究所建議者，一般在30～60m（林及李，1997），但與各地之環境，如污染量、坡度、地形等有關；國內在此方面之研究亟待加強，故少資料可參考。依據丁及陳（1981）之研究結果謂：若在溪流兩側設有30m以上之森林緩衝帶，可顯著降低農藥大量流入水源，若使用易溶解之克氯苯，則緩衝帶必須增至60m才能見效。不管如何，在建立完整有效的緩衝帶前，水庫管理單位對集水區的農藥使用及施肥應予以管制。鯉魚潭水庫旁及溪流兩岸可見甚多果園，或檳榔園直接在溪旁（圖8、9、20、23、26、27），此不管是由水庫管理單位或林務單位負責，皆應儘速限期建造完成，勿使口號喊了十數年，還是沒有人去行動。到底誰該負責？上級應再明確交代，否則還是兩個和尚沒水喝。

五、崩塌地的造林

本集水區之崩塌地有 17.30 公頃，第一期執行已投資 29,057,685 元（元裕工程技術顧問有限公司，1997 年），但未見有在此崩塌地之造林同步措施，實在是目前台灣治山所犯之最大弊病，尤以水庫集水區為甚。硬體工程是不得已之措施，崩塌地之穩定若能以造林趨於安定，則不僅可節省經費，且亦較合乎自然法則，若真正無法以森林化達到穩定之效果，則只好以硬體工程輔助。目前本省各處之治山，首先只考慮以工程法去克服，再其次才願意投資造林，並不是很正確的作法。日本已有很多在山地的試驗，證明造林成功後，能減少或防止山崩的發生（日本林業技術手冊，1979）。本區崩塌地有 20 餘處，有些是開林道所造成（圖 24），有些則因陡坡之上方土壤崩塌而成，有些則因暴雨、豪雨而引起，不管其形成原因為何，不應任其雜草叢生，有必要優先予以造林。崩塌地一開始即呈裸露，許多陽性的先趨樹種較能適應，如台灣赤楊、山黃麻、白匏子等，若



圖三十一 具優良外生菌根體系之森林土壤

稍有庇蔭時，則可栽植構樹苗（在濕潤土）或台灣欖（在較乾燥地）。待苗木逐漸長大成林木後，林木根群繫縛土壤的力量，將使土壤崩塌減小。不同樹種對防止土場有不同效果，以根系發達及深根性者佳，如青剛櫟。易崩塌之山坡或崩塌地應使森林持久

保持鬱閉，只有活力旺盛的森林，才能充分發揮防止坡地崩塌的實質功能（阿部和時，1997）鯉魚潭水庫集水區因甚多陡坡且土石流潛在危險區特多（游等，1991），故只有保持鬱閉的森林，才是減少土石流發生與減少山崩的最自然法則。

六、獎勵及輔導農地造林的政策，應優先全力放在集水區

農委會所設獎勵農地造林已由6年之25萬，提高至25年之53萬，然效果仍然不彰，且衍生少許問題，殊值檢討改進。林木是較長期的作物，尤以水庫集水區育林，其育林方式與獎勵措施更須周全，不宜與一般或劣等農地同樣考慮。如何再適度提高獎勵金，則是與環保效益及公權力間取得最適平衡點所必須再慎重考慮的。依山坡地保育法，主管機關得將水庫集水區或河川保護帶查定為宜林地，由於經濟的誘因過大及公權力不張，故即使依法改變為宜林地，亦難有造林成效。若所訂獎勵措施，雙方皆可接受，則水庫集水區的森林化自無問題，若政府一時經費不足，則可選定較重要之位置先予獎勵造林，然後再逐步就次要位置予以改善。目前不管林地等級及重要性為何，皆一視同仁，似有欠妥。本區農地佔了三千餘公頃，影響水庫水源與水質殊巨，獎勵農地造林，應集中火力在此。若所訂出合理優惠的獎勵仍不可行，則一切只有依法執行，以後水庫集水區因栽培農作所受外力衝擊的損失，政府自無補助的理由。

獎勵及輔導農地造林，若全面施行不易，或可分二階段進行，即採取所謂的混農林業。此一方面農民損失不致太大，政府也可減少一次支出太多經費，對水庫集水區之水源及土壤沖蝕皆有改善的效果，尤以在即將面對WTO的問題，在農業已無利可圖時，將使獎勵造林政策易於施行。

七、全民造林運動的檢討

(一) 緣起與目標

森林是台灣的命脈，如果沒有森林的保護，人民不可能有安康的生活，農作及住宅皆能因森林的毀壞而消滅；因之，保林、愛林、育林是作為現代國民應有的道德標準。不幸的，台灣何其多因個人之唯利是圖，而破壞原本良好的森林並予以無情的踐踏，許多森林已是柔腸寸斷，慘不忍睹。肥了個人，犧牲的卻是全體社會大眾的生活品質，使生活籠罩在惡質環境下。近年來因山上高經濟作物的拓展迅速，更加速破壞森林生態，使水土保持功能喪失，引發嚴重生命財產的損失與政府因救災重建而不斷的舉債。民國85年8月1日賀伯颱風肆虐，造成中部山區洪水暴漲，土石崩塌、交通幹線、橋樑柔腸寸斷，村落破垣殘壁，人民傷亡、財產損失慘重，觸目所及真是慘不忍睹。如此之慘劇，只一夕間豪雨即能造成，若非森林覆蓋的大量消失，絕不致此境。痛定思痛，今後實應加強林地管理問題及防止林地超限利用的繼續擴大發生。政府在全民之期盼與共識下，遂於85年10月19日，由李登輝總統主持全民造林運動誓師大會，宣布全民運動全面展開。

此運動之目標有三，即（1）建立全民愛林、育林、保林之觀念，達成國土保安、涵養水源及減輕天然災害；（2）全面清查、取締違規使用之林地、超限利用之山坡地，實施造林；（3）推動平地及山坡農牧用地之造林，綠化生活環境。

(二) 檢討與建議

全民造林運動已實施一年半，除林務局及大學實驗林之例行造林工作外，成效十分有限。下述之瓶頸若無法突破，則全民造林運動，將步農地

造林之後塵，了無作用。

1. 私有林主或租地造林者，造林意願不高

政府為鼓勵林農造林，造林獎勵金由原來每公頃 6 年補助 15 萬元，提高至每公頃 20 年補助 53 萬元，但若與檳榔、果樹、高冷蔬菜等高經濟作物比較，獎勵誘因尚嫌太少，故林農造林意願不高。86 年度國有林租地造林只完成 452.65 公頃，大學實驗林之合作造林承租者，造林近乎零。現有私有林之主人，雖保有良好森林，但因無補助，有醞釀要砍伐森林，再尋求補助者。補助方式應再檢討。

2. 濫墾地收回有限，收回造林屢遭人為破壞

取締濫墾不易，收回之林地造林後復遭被取締者之惡意破壞，屢次補植仍未能成功又因取締不易，而讓破壞者逍遙法外，且繼續毀損造林木，致造林成效大打折扣。對此不法分子，應嚴加懲罰，否則根本無嚇阻作用。

3. 提供造林之苗木無法配合林農之需求

由於無法事前調查林農對苗木種類需求意願，致培育之苗木常與需求脫節，造成浪費，是以育苗應早先作完整規畫。

4. 造林面積小且分散，森林功效不易發揮

目前除林業機關造林面積較大外，一般承租地及私有地造林面積皆小，平均尚不足一公頃，且分布零散，應設法使相鄰近之林農聯合造林，以充分發揮森林功效。

5. 造林地來源有限

近因森林伐木作業減小，可供新植造林地來源亦隨之減少，目前可供

造林之地為（i）造林失敗地；（ii）災害崩壞地；（iii）濫墾收回地；（iv）保安林加強造林地；（v）試驗之小面積伐採地；（vi）超限利用地。其中濫墾地，不管是在林務局或大學實驗林與公有林，皆難以收回造林，任其維持目前之現狀，致鼓勵造林成效受限。超限利用地，亦即一般宜林地不去造林，而是經營農作、果樹等，此超限利用地全省應有相當大的面積，尤以在各重要水庫集水區甚多，此對水污染與優養化影響甚巨，對土壤沖蝕亦影響嚴重。全省各水庫水源區之超限利用地到底有多少？應速查明，設法解決。森林法與山坡土地利用條例所訂出之宜林地毫無作用，森林法已被嚴重踐踏，國人的不守森林法也令人扼腕，如果濫墾地還是無法造林、超限利用地（包括國、公、私有林）依然種植果樹、高山茶、高山蔬菜或檳榔，則全民造林運動有何意義？該造林的地不先去造，卻只找一些無關痛癢的地先去交差了事，問題依然故我，想要把台灣森林搞好也難。

6. 造林經費應首先全力集中在水庫水源集水區

造林要有好的效果，一定要集中且較大面積的造，不能東一塊、西一塊，且事有輕重緩急，政府應先就對人民影響最大的地方去造林，邊際農地造林應予暫緩獎勵，在5年內若能將水庫水源集水區的宜林地栽植成功，比什麼全民造林運動有意義百倍。

7. 造林檢測工作不易落實

由於申請獎勵補助造林件數逐漸增加，以有限之人力進行驗收工作又無法有效執行，故造林成效是否屬實，獎勵金之核發是否得當，能造成主辦機關之困擾。建議由學校之育林學教授及林試所之育林系等專精人員，組隊核查，作為核發獎勵之依據。為避免投機林農先領取前6年之補助金

(新台幣 25 萬元) 後，即放棄育林或挖賣林木並再度改植經濟作物，致喪失獎勵之目的，且無法達到真正水源涵養、護土等之功效，應再要求寫切結書並追償補助之金額，唯有如此，才能達到真正的造林成效。

8. 森林撫育應再加強

全民造林運動似乎只管種樹，而忽略現有森林重要的撫育工作。惟有撫育能徹底持續執行，才能建造出好的森林，否則即使林地面積增加，但功能可能反而減小。

八、水庫集水區經營管理資訊的建立

水庫集水區若欲達到健全之經營與管理，則首先應建立地理資訊系統，此包括下述三類資料的資訊。

第一類：生物與物質資料：包括土壤、地質、坡度、地形、植群與動物資訊、土地利用、集水區及子集水區界線、行政區域等，這些屬於基本資料。

第二類：水文資料：包括雨量、逕流、洪峰、沖蝕、泥砂等。這類是治理集水區特別需要的資料，依此可作效益分析的基礎。

第三類：水文及管理資料：包括居民或農民資源、能力、意向、收入、就業狀況、公共設施、管理機構、以及推廣與政府獎助需要等，此是工作成敗所繫。

以上所屬集水區經營管理所需之資訊，鯉魚潭水庫集水區可說已近乎完整，但對農藥污染、肥料使用及公、私與國有林的各種動態資訊的常控仍必需加強，始能有助此水庫集水區的經營與管理。

陸、善用林地 水庫壽命延長

鯉魚潭水庫集水區，由於先天不良（大半為果園地）及後天失調（管理不當），水庫之淤積及污染問題，已有逐年惡化之勢。正確的林地利用與良好的森林經營，是使此水庫可獲較持久功能的最佳策略。有鑑於此，下列的問題及措施必需設法克服及解決；如是，此集水區才有光明的前景。

- 一、公、私有林地，應由縣政府及鄉鎮公所負責作完善的清理，林農如在限期內完成造林者，則給予較優厚的補助與獎勵，否則期限過後不再補助，並依法執行。
- 二、國有林班地之森林覆蓋面積已剩下不到一半，有必要再次清理，並放入全民造林運動之最重要造林地點；濫墾地放領，只會加速水庫惡質化。
- 三、民國七十一年放領之國有林地，佔集水區相當大的面積，現地目仍為林地者，應限期恢復完成造林，尤以超限利用地，應予列入全民造林運動之重點。
- 四、水庫及溪岸邊，應在水平距離建造至少 30 公尺之良好森林緩衝帶，在此範圍內，絕不允許栽植果樹或農作，如此才能減少土壤沖蝕與污染。
- 五、果園及檳榔園或超限利用地，應獎勵混農林業，在坡下儘量建造帶狀森林，如高級幣紙用之構樹。
- 六、選擇最適及最有價值之樹種，栽植在需要造林的地方，儘可能以複層林及混合林之方式建造。

七、林地管理有必要加強，老百姓的守法觀念及公德心應加強教導，公權力必須能伸張。

八、集水區內造成污染之措施，水管局應隨時取締。

柒、參考文獻

1. 丁照義、陳信雄，1981：梨山果園施用之農藥對德基水庫上下游水質之影響，中華林學季刊. 12（2），1-9。
2. 王彥輝、劉永敏，1992：毛竹人工林水文作用的研究，中國森林生態系統定位研究，東北林大出版社. 354-362。
3. 水土保持局第二工程所，民國82年鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期整體治理規畫。
4. 日本林業協會，1985：森林とみんなの暮らし，p. 62。
5. 日本林業技術手冊，1979：日本林業試驗場，1970：山地土壤と水の保全する關日米兩國の意見，13-16。
6. 元裕工程技術顧問有限公司，86年：台灣省鯉魚潭水庫集水區水土保持第二期治理調查規畫（水土保持部分）。
7. 台灣省山地農牧局，1983：鯉魚潭水庫集水區保育調查規畫報告。
8. 竹下敬司，1983：森林の水源かん養機能と山地の保全，九州大學公開講座9，新しり林業、林産業，九州大學出版會發行，85-104。
9. 林鎮洋、李祖川，民國86年：台灣地區水庫集水區分級分區技術之探討。（水庫集水區分級分區管理）研討會議資料。
10. 阿部和時，1997：山崩れと木の根の働き，林業技術 No. 660，12-15。
11. 胡弘道，1993：森林土壤學（修訂版），國立編譯館主編，茂昌圖書有限公司發行。

12. 胡弘道、顏江河，1995：煤礦棄土菌根造林地土壤中氮、硫及金屬離子之動態研究，台大實驗林研究報告 35（4），431-441。
13. 姜善鑫，1991：台灣的水庫與水資源，科學月刊 22 卷 4 期，250-265。
14. 姜善鑫，1996：水土保持與永續發展，台灣水土保持 18 期 1-8。
15. 陳明杰，1991：集水區不同土地利用之土壤孔隙大小分布之研究，中華林學季刊 24（4），93-101。
16. 陳秋楊，民國 86 年：德基水庫集水區治理與水質管理成效評估，“民眾參與水庫集水區管理”研討會，經濟部水資源局及台北科技大學土木系主辦，P. 15-30。
17. 陳昭明、蘇鴻傑、胡弘道，民國 78 年：風景區遊客容納量之調查與研究，交通部觀光局研究報告。
18. 黃禮隆，1992：川西亞高山暗針葉森林涵養水源性能的初步研究，中國森林生態系統定位研究，東北林大出版社，400-412。
19. 游繁結、王一琮、陳禮仁，1991：鯉魚潭水庫集水區土石流潛在危險區之預測研究，中華水土保持學報 22（2），39-65。
20. 顏江河，胡弘道，鍾旭和，1997：琉球松菌根造林在煤礦棄土對硫的吸收，台灣林業科學 12（4），475-480。
21. Otto, H. J., 1994: Waldoekologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 391p.