

台灣水土保持及集水區經營 研究成果摘要彙編

**Memoir of Soil Conservation and
Watershed Management Research in Taiwan**

74農建—4.1—源育—50（21）

行 政 院 農 業 委 員 會
林 業 處 保 育 科
中 華 民 國 七 十 四 年 六 月

目次

序

一、水文與氣象

1. 台灣降雨沖蝕指數之研究..... 1
2. 山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查.....17

二、土壤、地質及地形

1. 覆蓋及敷蓋對坡地土壤穩定性之影響.....21
2. 覆蓋與敷蓋對坡地土壤表面電荷量之影響.....28
3. 台灣西北部及南部土壤沖蝕與土壤流失量.....32
4. 台灣坡地土壤流失量之推估.....44
5. 坡地土壤結核之成因.....52
6. 台灣東部海岸山脈火山灰土之分布及其性態之研究.....58
7. 流域侵蝕區之自然環境及堆積區之土壤特性與農業活動之相關性研究.....61
8. 山坡地開發社區土壤強度調查.....63

三、沖蝕與逕流

1. 不同放牧強度對水土流失之影響.....65
2. 山坡地果園經營對水源水質之影響.....67
3. 小集水區逕流指數之建立.....70
4. 森林緩衝林帶對農藥之過濾作用.....73
5. 攔砂壩模型試驗及水理特性分析之研究.....76
6. 溪流斷面糙率分析及模型試驗之研究.....82
7. 溪流系統中匯流與分流水理分析及模型試驗之研究—花蓮嘉農溪個案研究(一).....87
8. 坡地開發與逕流特性關係之測定與調查研究.....90
9. 小集水區土地開發與保育處理對逕流量及泥沙產量之影響.....94
10. 試驗集水區逕流係數之推算.....98
11. 藉試驗參數推算小集水區洪峯流量.....101
12. 利用特性曲線法推算集水區之流量歷線.....104

四、坡地排水

1. 草溝水理特性之觀測.....105
2. 陡坡地複式斷面排水溝水理特性模型試驗之研究.....107

五、蝕溝控制

1. 台灣蝕溝控制與排水方法之研究(一)(二).....118
2. 地滑、蝕溝控制、路坡穩定之觀察研究及增進青灰岩地區之土地利用121

六、崩塌地調查、處理及研究

1. 遙測技術在崩塌地調查上之應用123
2. 崩塌地調查方法之研究125
3. 桃園龍潭崩塌地之研究127
4. 土石流災害調查方法之研究130
5. 崩塌地調查及處理模式之研究134
6. 管式傾斜計測定坡地滑動可行性探討138
7. 地滑區簡易處理方法之基礎研究141
8. 上游集水區沖蝕崩塌之研究 一崩塌地及沖蝕溝變化之觀測.....144
9. 地滑觀測之研究147
10. 光正地滑地之研究.....151
11. 國有林地處理實驗工程154

七、防砂堤調查及研究

1. 上游集水區保護工程效用之探討.....157
2. 東部攔砂堤設計型式之調查分析與試驗研究159
3. 攔砂堤攔阻懸移質淤砂之效益分析.....162
4. 防砂堤成本模式之建立.....164

八、道路水土保持

1. 農路路面植草及其維護之研究167
2. 山地道路維護護坡及排水工程調查.....170
3. 林道路面沖蝕調查.....172
4. 暴雨型態及坡面安全保護之試驗研究.....175
5. 暴雨引起坍方及其保護之試驗研究.....179
6. 林道邊坡穩定方法之研究.....186
7. 邊坡穩定排水處理效果之觀測.....189
8. 山坡地道路水土保持現況調查.....191

九、水土保持農藝方法

1. 台灣坡地主要作物水土保持方法.....194
2. 坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之研究.....196

3. 陡坡地芒果園百喜草覆蓋及敷蓋方法比較試驗	199
4. 坡地蕉園平台階段栽培與農藝方法之效益	201
5. 陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性及鳳梨生育及產量影響之研究	204
6. 鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究 (I)	207
7. 坡地麻竹園水土保持方法之觀察	210
8. 坡地麻竹園水土保持方法比較試驗	212
9. 覆蓋作物對坡地荔枝栽培之影響	214
10. 雜糧作物坡地栽培與水土保持方法試驗	216
11. 覆蓋與敷蓋對東台坡地桑園之影響	220
12. 桑園覆蓋作物栽培及管理技術研究	222
13. 葡萄柚水土保持方法之比較試驗	224
14. 溫帶果園覆蓋作物水土保持效果觀察	226
十、水土保持植生方法	
1. 礦區植生方法之研究 (一) 石灰石區	229
2. 礦區棄石地邊坡綠化覆蓋試驗	231
3. 防止坡面沖蝕乳化瀝青之合成及應用	233
4. 烏山頭水庫庫邊植生試驗及植生工程示範	235
5. 台灣西南部青灰岩 (泥岩) 裸露地植生復舊之研究	237
6. 水土保持植生材料選育及裸露地植生方法試驗	241
7. 植物根系固土能力之研究	243
十一、山坡地調查規劃	
1. 坡地農場水土保持基本資料建立及電腦分析之研究	245
2. 山坡地保育利用規劃資訊系統發展	247
3. 台北桃園新竹山坡地崩塌潛在地區航照調查研究	250
4. 苗栗台中山坡地崩塌潛在地區航照調查研究	254
5. 山坡地地下水調查技術之研究	257
6. 坡地社區災害調查與檢討	259
7. 地貌解剖法用於台灣坡地土壤調查之評估	261
十二、集水區調查規劃	
1. 東部地區治山防洪整體調查規劃	263
2. 蘭陽地區治山防洪整體調查規劃	266
3. 從白河水庫集水區調查規劃論中小型水庫集水區經營治理	268

4. 翡翠水庫集水區土地利用調查	279
5. 清水水庫集水區調查規劃	284
6. 國姓、寶山、東興、仁義潭、鳳山等水庫集水區治理調查規劃	286
7. 四重溪、東港溪集水區調查規劃	289
8. 鳳山溪集水區調查規劃	292
9. 石門水庫集水區物理性、化學性及生物性水質調查	294
10. 谷關上游集水區生態調查與分析（一）（二）.....	297
11. 北勢溪上游集水區逕流量及水質變化觀測研究	299

附 錄

- 一、台灣水土保持試驗研究報告彙刊第一輯至第四輯目次總目錄
- 二、農發會支助六八～七二年度山坡地保育利用研究報告彙編目錄
- 三、上游集水區試驗研究成果彙編（農業重點研究計畫）

台灣水土保持及集水區經營研究成果摘要彙編

序

自農復會、農發會以迄於本會，二十多年來均相繼致力於台灣水土保持及集水區經營治理工作之推動；以現場實際遭遇問題為導向，將研究發展與示範推廣結合為一體，成立各項調查規劃及試驗研究計畫，以促進我國水土保持及集水區經營科技之發展。其間完成研究報告計百餘種，其中不少研究成果甚具學術及實用價值，亦有不少尚待再進一步做深入之研究。

為便於參考應用及研訂今後研究方針與重點，本會特於民國七十四年度成立「水土保持研究成果摘要彙編」[74農建-4•1-源育-50(21)]計畫，經商請歷年研究計畫之執行人撰寫摘要，據以彙整編印成冊，以廣傳播及推廣運用。

本書共選取89篇計畫成果，其中包括水文與氣象2篇、土壤地質及地形8篇、沖蝕與逕流12篇、坡地排水2篇、蝕溝控制3篇、崩場地調查處理及研究11篇、防砂埧調查及研究4篇、道路水土保持8篇、農藝方法14篇、植生方法7篇、山坡地調查規劃7篇及集水區調查規劃11篇。惟限於篇幅，未能刊載各該報告全文，如需參閱原報告，請逕向計畫之執行人索閱。

本書之順利出版，實多賴各位摘要撰寫者之配合與支持，特此謹致謝意。

行政院農業委員會
林業處保育科 謹識
民國七十四年六月

台灣降雨沖蝕指數之研究

77 (ARDP) - 5 • 2 - N - 94/17), 78 (ARDP) - 5 • 2 - 140 (A-1)

79 (ARDP) - 3 • 2 - N - 190(A-1)

執行機關：國立屏東農專

執行人：黃俊德

摘要者：黃俊德

一、計劃目的

土壤沖蝕係降雨沖蝕土壤之能力 (Erosivity) 與土壤內在受蝕性 (Erodibility) 相互作用之結果。因此早期 W.D. Ellison, P.C. Ekern and R.J. Muckenhiem, G.R. Free, Y. Mihara, W.H. Wischmeier and D.D. Smith, C.W. Rose, F. Bisal, 與其他諸多學者均致力於研究各種促使土壤產生沖蝕之降雨特性，如降雨量，降雨強度，雨滴大小，雨滴末速，一場降雨中雨滴大小之頻度分佈情形及雨滴打擊地面之能量等以解釋地面發生沖蝕之原因與程度。W. H. Wischmeier 更自 1955 年費了三年多時間利用電算機分析 35 個水土保持試驗站之 8,250 個水土流失試驗資料，結果發現 EI_{30} 指數與土壤流失量之間呈高度相關。從此 EI_{30} 指數隨即被改寫成降雨沖蝕指數 (Soil erosion index, 簡稱為 R-index), 且被公認為衡量降雨對土壤沖蝕能力之最佳尺度。在水土保持工程上，R-index 可直接代入土壤沖蝕萬用公式 ($A=R.K.L.S.C.P.$), 以估計農地，森林集水區與公路邊坡等之土壤流失量，或為農業經營上選擇水土保持方法之依據。在沖蝕原理之研究上，亦得做為暴雨分類之用並藉此瞭解某一地區之暴雨特性。有鑑於本省在此方面亦有其需要性，乃自 1975 年底收集全省各地之降雨資料，著手於「臺灣降雨沖蝕指數」之研究。年降雨沖蝕指數 (R-index) 係累積全年 EI_{30} 指數除以 100 所得之商數。 EI_{30} 指數係指一次降雨總動能量與該次降雨中最大 30 分鐘降雨強度之乘積 ($EI_{30} = KE \times I_{30}$)。降雨動能量即由 $KE = 916 + 331 \log I$ 算出。 I_{30} 即由自記雨量記錄紙中直接找出。調製年等降雨沖蝕指數圖之過程中，在降雨特性相近似，且自記雨量計分佈密度高之地區較為容易，其結果亦甚為正確。反之，在地形因素複雜，降雨特性變化大或雨量記錄不夠完善之處則有困難。美國東部 37 州之等降雨沖蝕指數圖，係 W.H. Wischmeier 與 D.D. Smith 收集 1930 年起 22 年間該區域內 35 個水土保持試驗站轄區內 2,000 多個雨量站（其中 181 個自記雨量站）之降雨記錄資料加以研究，於 1965 年製成。

臺灣之氣候就一般而言，雨量之分佈高山多於平地，東岸多於西岸，南北兩端為雨量最多之地區。降雨強度大致隨月雨量之變化，由北向南遞增，遂形成無良好覆蓋下各地之土壤沖蝕程度在南部較北部嚴重，高山地區嚴重於丘陵地帶情形。但由於有十分之四面積位於亞熱帶區域，各地之降雨量性隨複雜地形而變化，此種現象益增推測無自記雨量記錄地區

降雨冲蝕指數之困難。本研究於 1975 年開始，首先按氣候分區，將全台灣分為八區，並以中央氣象局所屬各測候所之雨量記錄，推測區內各地之降雨冲蝕指數。先後已發表「台灣西南部降雨冲蝕指數之研究」，「台灣中部降雨冲蝕指數之研究」，「日月潭之降雨冲蝕指數」，「台灣北部之降雨冲蝕指數」。嗣後為早日完成本項工作，剩餘地區之降雨冲蝕指數就不再分區而合併進行研究。

本文為「台灣降雨冲蝕指數之研究」之總報告。內容包括過去未曾發表地區之全部結果外，對已發表若干地點之降雨冲蝕指數亦根據新近獲得之降雨資料重新修訂一併列入。

二、計劃執行經過要述

(一)研究材料：本研究引用之主要資料有：

- 1.中央氣象局所屬基隆、新竹、台中、日月潭、高雄、恒春、花蓮與台東八處測候所，自 1957 年至 1976 年止之日卷自記雨量記錄紙。
- 2.台灣各地平均降雨量在首先三篇報告中曾經分別引用「台灣降雨特性之研究」，「台灣雨量資料分析」，及歷年之農業氣象旬報。自 1978 年 6 月水資會出版「台灣雨量記錄」後，就改引用此項記錄。連過去已發表之各地降雨冲蝕指數亦全部根據此資料，重新推測，並修訂於本報告中。

(二)研究方法：本研究依下列步驟進行。

- 1.利用 $KE = 916 + 331 \log I$ 公式算出降雨強度與降雨動能量對照表。
- 2.自八處測候所之日卷自記雨量記錄紙中，查出 1957 年 20 年間各地每 30 分鐘之降雨量。再從上項對照表查出其動能量。並算出各月與各年之降雨冲蝕指數。
- 3.利用八處測候所實測之年降雨量為自變數，年降雨冲蝕指數為因變數，求迴歸關係式以便推測附近各雨量站之降雨冲蝕指數。
- 4.以各雨量站之月平均降雨量為資料，利用差距測定分類法 (Distance measures for the classification of observed paint patterns) 將全台灣 200 個雨量站給予歸類於八處測候所中，以便應用各測候所年雨量與年降雨冲蝕指數之迴歸關係式推測各非自記雨量站之年降雨冲蝕指數。
- 5.應用海生法 (Hazen method) 分別求各測候所降雨冲蝕指數之機率年值與各種頻率之日暴雨冲蝕指數期望值。
- 6.另自各測候所實測月降雨量與月降雨冲蝕指數之迴歸關係式，推測各非自記記錄雨量站之月降雨冲蝕指數，再求各月降雨冲蝕指數月分配之百分率。
- 7.以全部雨量站降雨冲蝕指數月分配之百分率再利用差距測定分類法，將台灣按降雨冲蝕指數之特性分為若干區。

三、計劃成果

自 1957—1976 年基隆、新竹、台中、日月潭、高雄、恒春、花蓮與台東八處測候所之日卷自記雨量記錄紙中，查出降雨量，並求相應之 R_{11} 指數，各年累計之結果如表一所示。以表一中之年降雨量為自變數，年降雨冲蝕指數為因變數，求非線性迴歸方程式列如表二。

表一：台灣主要測候所降雨量 (mm) 與年降雨沖蝕指數

年 度 year	基 隆 Keelung		新 竹 Hsinchu		台 中 Taichung		日月潭 Sun moon lake	
	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index
1956	、	、	、	、	1683.7	612.1	、	、
1957	3133.0	424.5	1571.1	383.1	1420.4	750.0	1573.9	286.8
1958	2780.6	858.6	1210.1	214.7	1127.9	343.6	1856.0	440.3
1959	2183.9	493.9	2251.2	922.2	2353.0	1765.2	2987.1	1650.3
1960	2468.3	501.6	2264.6	1140.9	1629.3	782.9	2875.2	1683.8
1961	2160.4	334.0	1209.8	231.9	1133.8	310.4	1856.6	666.3
1962	2542.6	393.8	1571.1	295.3	1321.9	523.3	2018.0	738.3
1963	1356.6	235.3	1202.7	377.0	1558.0	884.3	1664.8	734.1
1964	2830.6	424.9	1132.5	403.0	1087.6	541.2	1463.5	499.1
1965	2661.0	420.7	1157.3	194.2	1466.0	776.0	1934.3	645.8
1966	3305.4	494.9	2023.4	570.2	1542.8	317.8	2366.4	827.2
1967	3162.8	681.1	1161.8	202.1	1182.7	602.5	1709.3	642.3
1968	2854.2	547.5	1877.0	364.3	1702.0	544.0	2052.4	472.3
1969	3100.7	444.7	2398.9	794.4	1547.5	536.1	1489.5	344.5
1970	4356.8	683.8	2325.0	1016.1	1528.9	583.1	1990.8	577.3
1971	2713.7	449.8	1272.2	383.1	848.1	224.4	1538.2	502.6
1972	2486.7	435.6	2020.5	595.3	2149.4	1259.2	3192.6	1379.6
1973	3243.0	597.6	1633.0	445.3	1432.5	720.4	2184.6	749.5
1974	4631.7	810.0	2353.7	1020.9	1511.1	513.7	2669.7	905.2
1975	3279.0	601.8	2266.9	755.5	1656.1	460.6	2619.2	957.8
1976	2223.4	225.7	1684.3	485.1	、	、	2507.1	1130.6
平 均	2873.8	503.2	1729.4	539.7	1494.2	652.6	2127.5	791.7

年 度 year	高 雄 Kaohsiung		恒 春 Hungchung		花 蓮 Hualian		台 東 Taitung	
	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index	降 雨 量 rainfall	R-指數 R-index
1957	1336.1	513.0	1722.7	770.6	1962.5	496.5	、	、
1958	1153.4	575.1	2416.1	2437.8	2410.0	660.6	、	、
1959	1550.9	465.3	2386.4	1604.0	1962.8	731.4	1795.0	713.9
1960	1360.8	563.1	1999.4	1089.0	2026.7	642.7	1296.1	350.4
1961	1318.5	692.5	3006.3	2965.6	2300.2	645.3	1914.2	629.0
1962	1257.9	1075.4	1601.0	813.9	2323.7	968.2	986.8	393.8
1963	593.6	139.4	765.6	286.8	1516.1	362.1	847.9	319.2
1964	695.4	206.7	1590.8	853.5	2401.2	597.3	1051.5	450.3
1965	1094.2	332.9	1155.8	656.0	2313.8	735.3	、	、
1966	882.1	293.4	1672.4	738.8	1462.3	244.6	、	、
1967	1116.5	436.4	1790.7	879.5	2840.9	1328.1	1410.0	373.5
1968	1594.8	501.4	2736.8	1730.4	2542.6	465.8	2124.1	734.9
1969	787.8	157.5	1826.9	903.7	2436.5	910.7	1441.2	505.8
1970	1019.0	353.7	2580.2	1960.0	2032.9	592.5	1552.7	519.0
1971	599.6	206.9	1588.1	1284.0	2424.8	553.2	1743.1	396.2
1972	1466.1	383.7	2147.4	1004.5	2005.8	459.8	1457.4	355.2
1973	1424.5	580.7	2445.8	1490.5	2240.8	611.6	2377.2	1017.5
1974	1514.9	913.0	3619.9	2403.0	3108.9	650.9	2796.6	1242.0
1975	1930.4	675.7	2105.4	884.8	2089.4	653.1	1251.6	286.0
1976	917.6	466.7	1130.8	338.6	1288.8	162.5	1719.5	576.5
平 均	1180.8	476.6	2014.4	1254.8	2184.7	623.7	1608.5	553.9

表二：年降雨量與年沖蝕指數之迴歸關係

地 點 Location	迴 歸 關 係 式 Curvilinear Regression	相 關 係 數 Correlation Coefficient
基 隆 Keelung	$\hat{y} = 0.160431 \times 1.00505$	0.7214
新 竹 Hsinchu	$\hat{y} = 0.000908 \times 1.77232$	0.8904
台 中 Taichung	$\hat{y} = 0.005393 \times 1.59188$	0.8133
日 月 潭 Sun Moon Lake	$\hat{y} = 0.001330 \times 1.72727$	0.8905
高 雄 Kaohsiung	$\hat{y} = 0.031847 \times 1.24950$	0.6636
恒 春 Hungchung	$\hat{y} = 0.009394 \times 1.54102$	0.8792
花 蓮 Hualien	$\hat{y} = 0.000968 \times 1.78277$	0.6852
台 東 Taitung	$\hat{y} = 0.147691 \times 1.10974$	0.9077

表 三：台灣各地之年降雨沖蝕指數

Table 3: R - index in Taiwan

地 點 Station	年 平 均 雨 量 Average annual rainfall(M.M.)	統 計 期 間 Period	R - index
基 隆	3222.7	1901 ~ 1976	551.9
乾 溝	3034.8	1952 ~ "	519.5
四 堵	3543.1	1951 ~ "	607.2
竹 子 湖	4799.5	1931 ~ "	824.6
瑞 芳	5319.7	1949 ~ "	914.7
五 堵	3998.1	1963 ~ "	685.9
火 燒 寮	5815.2	1906 ~ "	1000.6
宜 蘭	2753.0	1935 ~ "	470.9
冬 山	3833.9	1958 ~ "	657.5
富 貴 角	2030.1	1900 ~ "	600.8
台 北	2085.9	1897 ~ "	693.3
淡 水	1994.3	1897 ~ "	640.3
西 林	1715.4	1952 ~ "	490.2
竹 園	1805.2	1926 ~ "	536.6

三	峽	2184.5	1903 ~ 1976	752.5
大	溪	2182.7	1948 ~ "	715.4
八	德	1770.2	1954 ~ "	518.3
平	鎮	2026.1	1909 ~ "	658.5
復	興	2635.5	1912 ~ "	1049.4
石	門	2453.8	1941 ~ "	924.6
觀	音	1657.9	1926 ~ "	461.5
關	西	2280.1	1965 ~ "	811.8
湖	口	1606.7	1903 ~ "	436.5
新	竹	1716.2	1938 ~ "	490.7
竹	東	2003.2	1903 ~ "	645.4
大	關南	2316.0	1912 ~ "	834.6
竹	南	1411.7	1950 ~ "	347.1
後	龍	1483.3	1921 ~ "	378.9
大	湖	2056.6	1903 ~ "	676.2
三	義	2033.0	1927 ~ "	662.5
苑	裡	1208.4	1941 ~ "	263.5
新	店	2206.9	1951 ~ "	766.2
卓	蘭	2011.9	1903 ~ 1976	974.9
台	中港	1223.6	1941 ~ "	441.9
月	眉	1625.3	1936 ~ "	694.2
土	城	1971.7	1944 ~ "	944.1
番	子寮	1644.3	1941 ~ "	707.2
台	中	1737.9	1897 ~ "	772.3
橫	山	1493.4	1942 ~ "	606.7
南	投	1824.4	1904 ~ "	834.4
大	城	1122.9	1946 ~ "	385.4
萬	合	1306.9	1945 ~ "	490.7
溪	湖	1289.2	1952 ~ "	480.1
永	靖	1473.2	1946 ~ "	593.7
員	林	1411.6	1951 ~ "	554.7
彭	化	1419.0	1922 ~ "	559.3
二	水	2055.2	1922 ~ "	1008.5
大	義	1290.3	1946 ~ "	480.8
鹿	港	944.5	1963 ~ "	292.7
後	安寮	1032.3	1961 ~ "	337.1
林	內	2057.5	1904 ~ "	1010.3
飛	沙	1276.2	1931 ~ "	472.5
褒	忠	1296.0	1943 ~ "	484.2
斗	南	1678.8	1947 ~ "	730.9
北	港	1407.6	1946 ~ "	552.2

溪 口	1430.1	1957 ~ 1976	566.3
月 眉	1625.3	1931 ~ "	694.2
永 和	1377.7	1931 ~ "	533.7
馬 稠 後	1396.1	1944 ~ 1975	545.0
義 竹	1518.1	1946 ~ 1976	622.8
南 庄	2354.5	1900 ~ 1976	887.2
橫 龍 山	2502.5	1912 ~ "	985.7
天 狗	2416.7	1954 ~ "	928.1
雙 崎	2606.2	1959 ~ "	1057.4
雪 嶺	3467.2	1971 ~ "	1731.2
馬 達 拉	2858.9	1972 ~ "	1240.6
環 山	2202.8	1944 ~ "	790.8
梨 山	2222.7	1949 ~ "	803.2
達 見	2418.4	1937 ~ "	929.2
八仙新山	2437.2	1948 ~ "	941.7
天 輪	2352.7	1953 ~ "	886.0
大 南	2223.2	1916 ~ "	803.5
鞍 馬 山	3238.7	1960 ~ "	1538.9
翠 巒	2334.5	1937 ~ "	874.2
清 流	2182.9	1937 ~ "	778.5
國 姓	2223.4	1949 ~ "	803.6
埔 里	2188.1	1903 ~ "	781.7
北 山	2080.8	1951 ~ "	716.7
天 池	4599.6	1951 ~ "	2820.7
廬 山	2601.1	1936 ~ "	1053.8
武 界	2462.8	1932 ~ "	958.9
興 萬 大	2300.2	1950 ~ "	852.2
開 化	1774.2	1948 ~ "	544.2
和 社	1864.8	1949 ~ "	593.1
集 架	2373.7	1904 ~ "	899.8
明 潭	2353.5	1941 ~ "	886.6
溪 頭	2736.8	1949 ~ "	1150.5
玉 山	3140.1	1943 ~ "	1458.9
阿 里 山	4149.8	1933 ~ "	2361.4
竹 山	2314.2	1949 ~ "	861.2
龍 神 橋	1984.5	1956 ~ "	660.4
望 鄉	2488.8	1960 ~ "	976.4
草 嶺	2569.2	1965 ~ "	1031.6
卡跨托灣	1676.1	1969 ~ "	493.6
大 湖 山	3287.6	1953 ~ "	1579.3
中 埔	2980.9	1932 ~ "	1333.5

達邦	2659.5	1900 ~ 1976	1095.0
大埔	2536.7	1957 ~ "	1009.1
照興	2613.4	1950 ~ "	1062.4
土境	3113.6	1951 ~ "	1437.7
新豐	2994.3	1955 ~ "	1343.9
古夏	3115.9	1951 ~ "	1439.5
甲仙	2852.1	1951 ~ "	1235.5
美邊	3018.4	1958 ~ "	1362.6
小林	2872.8	1960 ~ "	1251.1
馬里山	3516.8	1961 ~ "	1774.2
表湖	3116.6	1963 ~ "	1440.1
三地門	3120.0	1965 ~ "	1442.8
阿禮	4131.8	1961 ~ "	2343.7
水山	2812.8	1961 ~ "	1206.3
龍泉	2682.0	1949 ~ "	1111.0
向陽	3865.4	1973 ~ "	2088.8
嘉義	2088.5	1923 ~ 1976	964.0
南靖	1759.5	1914 ~ "	765.0
崁子頭	2077.4	1940 ~ "	957.0
西口	2385.3	1931 ~ "	1154.0
柳營	1596.6	1931 ~ "	671.0
尖山埤	1786.9	1936 ~ "	781.0
麻豆	1788.7	1915 ~ "	782.0
漚汪	1569.6	1931 ~ "	656.0
將軍	1572.5	1927 ~ "	657.0
玉井	2494.3	1927 ~ "	1225.0
二溪	2055.9	1936 ~ "	944.0
左鎮	2252.7	1949 ~ 1975	1068.0
烏山頭	2043.2	1931 ~ 1976	936.0
溪海	1677.6	1935 ~ "	717.0
新化	1878.3	1931 ~ "	836.0
崎頂	1931.4	1951 ~ "	868.0
台南	1766.8	1897 ~ "	769.0
木柵	2291.4	1952 ~ "	1093.0
古亭坑	1793.8	1952 ~ "	785.0
阿蓮	1680.9	1952 ~ "	719.0
車路墘	1793.9	1924 ~ "	785.0
前鋒子	1760.9	1945 ~ "	766.0
本洲	1777.6	1945 ~ "	776.0
楠梓	1931.4	1931 ~ "	868.0
鳳山	1822.6	1947 ~ "	802.0

高 雄	1749.7	1931 ~ 1976	759.0
旗 山	2445.4	1904 ~ "	1193.0
屏 東	2355.2	1904 ~ "	1134.0
林 園	1669.6	1946 ~ "	713.0
四 林	2281.8	1951 ~ "	1087.0
萬 丹	1984.5	1951 ~ "	900.0
東 港	1845.7	1904 ~ "	816.0
泰 武	4388.6	1940 ~ "	2627.0
來 義	2582.4	1954 ~ "	1284.0
里 港	2376.1	1925 ~ "	1148.0
大 營	2167.7	1954 ~ "	1014.0
加 祿 堂	1932.4	1954 ~ "	868.0
紹 家	2783.3	1955 ~ "	1919.0
大 武	2590.5	1940 ~ "	1717.9
大武(嘉峰)	3515.3	1957 ~ "	2750.8
大 漢 山	3822.3	1968 ~ "	3129.2
牡 丹	3347.8	1903 ~ "	2250.9
恒 春	2238.1	1897 ~ "	1371.4
福 山	2946.5	1912 ~ "	994.0
孝 義	3624.3	1940 ~ "	1423.0
粗 坑	2631.5	1951 ~ "	817.1
白 石	2361.9	1940 ~ "	677.6
鞍 部	2230.9	1954 ~ "	613.8
嘎 拉 賀	2300.3	1956 ~ "	647.3
南 山	2100.4	1954 ~ "	552.9
太 平 山	3234.4	1950 ~ "	1168.3
土 場	2781.0	1949 ~ "	899.3
池 端	4109.6	1964 ~ "	1769.1
天 埤	3352.4	1903 ~ "	1243.1
南 澳	3351.2	1956 ~ "	1242.3
山 脚	5651.7	1935 ~ "	3072.8
大 灣 水	2514.4	1937 ~ "	755.2
溪 畔	2069.5	1951 ~ "	538.9
合歡啞口	2542.2	1959 ~ "	769.7
托 博 關	2114.6	1965 ~ "	559.4
陶 塞	2376.2	1969 ~ "	684.7
花 蓮	2047.1	1901 ~ "	528.8
大 觀	4473.8	1952 ~ "	2049.5
鳳 林	2332.5	1928 ~ "	663.0
清水第一	2019.0	1951 ~ "	516.3

壽 豐	1823.3	1951 ~ 1976	432.7
高 嶺	3321.9	1962 ~ "	1223.6
西 林	2321.0	1968 ~ "	657.4
玉 里	2163.4	1948 ~ "	582.0
富 源	2682.3	1948 ~ "	844.7
立 山	2176.8	1958 ~ "	588.2
三 民	2044.8	1963 ~ "	527.8
忠 勇	2134.9	1958 ~ "	568.7
新 港	2357.6	1940 ~ "	675.4
菁 菜	2990.8	1957 ~ "	1020.0
鎮 西 堡	2190.3	1954 ~ "	594.6
池 上	2011.4	1938 ~ "	685.0
富 里	2062.6	1960 ~ "	704.0
霧 鹿	1804.3	1939 ~ "	607.0
瑞 豐	2143.1	1947 ~ "	734.0
鹿 野	1984.3	1947 ~ "	674.0
台 東	1855.4	1901 ~ "	431.0
里壠 20 林班	2716.0	1968 ~ "	955.0
里壠 40 林班	3370.0	1968 ~ "	1214.0
大 南	2534.8	1951 ~ "	885.0
林 班	2766.1	1968 ~ "	975.0
太 麻 里	2278.6	1935 ~ 1975	786.0
大 武	2761.0	1968 ~ "	973.0

表四 美國南部正常年雨量與年降雨沖蝕指數

Table 4. Normal annual rainfall (m.m.) and R-index in Southern United States

Location	normal annual rainfall	R - index range for 22 yrs. data	Probability values of R-index		
			50 %	20 %	5 %
Florida :					
Jacksonville	1328.4	283 ~ 900	540	693	875
Miami	1196.4	197 ~ 1225	529	784	1136
Georgia :					
Atlanta	1214.2	116 ~ 549	286	377	488
Savannah	1158.3	197 ~ 886	412	571	780
Louisiana :					
New Orleans	1615.4	273 ~ 1366	721	1007	1384
Mississippi :					
Vicksburg	1249.9	165 ~ 786	365	493	658
Puerto Rico :					
San Juan	1526.6	203 ~ 577	345	445	565
Texas :					
Brownsville	805.3	46 ~ 552	267	386	549
Dallas	873.8	93 ~ 630	263	396	586

表五：主要地點年降雨沖蝕指數之觀測值及50%，20%，5%，1%之機率年值

Table : 5 Observed Range and 50 %, 20 %, 5 %, and 1 % Probability Values of Erosion Index at Main Locations

地 點 Location	沖 蝕 指 數 Values of Erosion Index				
	觀測20年之範圍 Observed 20- year range	50 %機率 50 % probability	20 %機率 20 % probability	5 %機率 5 % probability	1 %機率 1 % probability
基隆 Keelung	226-859	488	638	806	974
新竹 Hsinchu	194-1141	498	771	1107	1470
台中 Taichung	224-1765	544	831	1381	2257
日月潭 Sun Moon lake	287-1684	705	1066	1583	2217
高雄 Kaohsiung	139-1075	440	660	935	1239
恒春 Hungchung	287-2966	1124	1792	2664	3689
花蓮 Hualian	163-1328	581	814	1111	1448
台東 Taitung	286-1242	479	701	1087	1658

表六：一次暴雨沖蝕指數期望值

Table : 6 Expected Magnitudes of Single Storm Erosion Index Values

地 點 Location	降 雨 沖 蝕 指 數 期 望 值 Index Values Normally Exceeded Once			
	1 年 1 year	5 年 5 years	20 年 20 years	100 年 100 years
基隆 Keelung	100	156	222	287
新竹 Hsinchu	149	266	451	696
台中 Taichung	206	396	625	885
日月潭 Sun Moon lake	136	320	717	1416
高雄 Kaohsiung	96	214	563	1405
恒春 Hungchung	284	451	812	1445
花蓮 Hualian	163	299	523	841
台東 Taitung	78	179	419	889

自表二可知年降雨量與年降雨沖蝕指數間呈高度之相關關係，頗適合利用該迴歸式推測附近非自記記錄雨量站之年降雨沖蝕指數。在推測非自記雨量站之降雨沖蝕指數時，先以各站歷年來之月平均降雨量利用差距測定分類法給予歸類，得歸類於基隆者 9 站，新竹 23 站，台中 28 站，日月潭 52 站，高雄 37 站，恒春 6 站，花蓮 33 站，台東 12 站。然後以表二中式推測各站之年降雨沖蝕指數如表三，並繪成年等沖蝕指數圖（如圖 1）。

自表三與圖 1 可看出台灣各地之年降雨沖蝕指數遠比美國南部雨量較多地區（年雨量約 1,000—1,500 mm）之年降雨沖蝕指數（表四）高出甚多。台灣南部大部分山區及北部四個小區域年降雨沖蝕指數均在 1,000 以上。其中超出 2,000 者有 10 個雨量站，超出 3,000 者有屏東縣春日鄉大漢山與宜蘭縣大同鄉山脚兩雨量站。此種現象充分顯示台灣降雨之特性及山坡地區土壤沖蝕問題之嚴重性。

W.H. Wischmeier 所求美國各地之年平均降雨沖蝕指數，係以 1930～1951 年各年降雨沖蝕指數之算術平均值為準，如將統計年限加以延長，所得結果未必相同。本研究係利用迴歸式，以過去所有雨量記錄之平均值推測降雨沖蝕指數。因其記錄年限較長，所得結果，代表性較高，對降雨量反常之年份，亦可利用表二之各迴歸式推測降雨沖蝕指數為本方法之特點。但表二中少數年份之相關係數不甚理想。今後宜繼續增加資料參與分析，俾利於提高迴歸式之精度。

台灣各地之年沖蝕指數可直接從表三或圖一中檢出。50%、20%、5%及1%機率之年沖蝕指數可由表五獲得。如預測一次暴雨沖蝕指數期望值即須查表六。

僅以各地年降雨沖蝕指數不足描述一年內各季之降雨特性，因此年降雨沖蝕指數之各月分配情形至為重要。在土壤沖蝕萬用公式中，亦需以此數值計算各作物期別之 C 值。計算各月降雨沖蝕指數之百分率，須以自記雨量記錄為依據。但在台灣大多數雨量站缺乏自記記錄。乃自各測候所 1957～1976 年各月降雨量與各月降雨沖蝕指數之迴歸關係式，推測各非自記記錄雨量站之月降雨沖蝕指數，進而求其百分率。台灣 200 個雨量站之月降雨沖蝕指數百分率利用差距測定分類法給予歸類分組即可依各月之降雨特性將全台灣分為 12 區如圖 2。每區之降雨沖蝕指數月分配百分率累積值如圖 3～8。

從圖 3～8 之各圖中可看出，本省東北部之降雨沖蝕指數分配比較均勻（自 4 月～11 月），西南部比較集中（自 5 月～8 月）。各地之水土保持措施，如配合此特性，效果將更顯著。

四、英文摘要

Studies on the Rainfall Erosion Index in Taiwan

Chung-teh Hung *

Abstract

Soil erosion is a function of the erosivity of the rain and the erodibility of the soil. Since W.H. Wischmeier found that there existed the high correlation between EI_{30} - index and soil erosion, later EI_{30} - index transformed into R-index was recognized as a suitable scale for measuring the power of the rain which caused erosion. This R-index can be substituted directly for the universal soil erosion equation (A.R. K. LS. C. P.) for the prediction of soil erosion or used as a criterion for the choices of soil and water conservation methods.

The propose of this study is to predict R-index in Taiwan and then to prepare a rainfall iso-erodent map. This paper indicates 12 geographic areas based on distribution of the erosion index over the island. The values of R-index in Taiwan are higher than those of the southern United States where rainfall is considered heavy. Generally, the values of R-index in Taiwan are over 1000 on slopeland, in some places even 3000. This fact clearly shows that the rainfall characteristics which causes the soil erosion of slopeland is really a major problem in the island.

*Professor Department of Soil and Water Conservation, Taiwan Provincial Ping-Tung Institute of Agriculture, Ping Tung, Taiwan.

五、黃俊德（1979）台灣降雨沖蝕指數之研究。中華水土保持學報 10（1）：127-144。

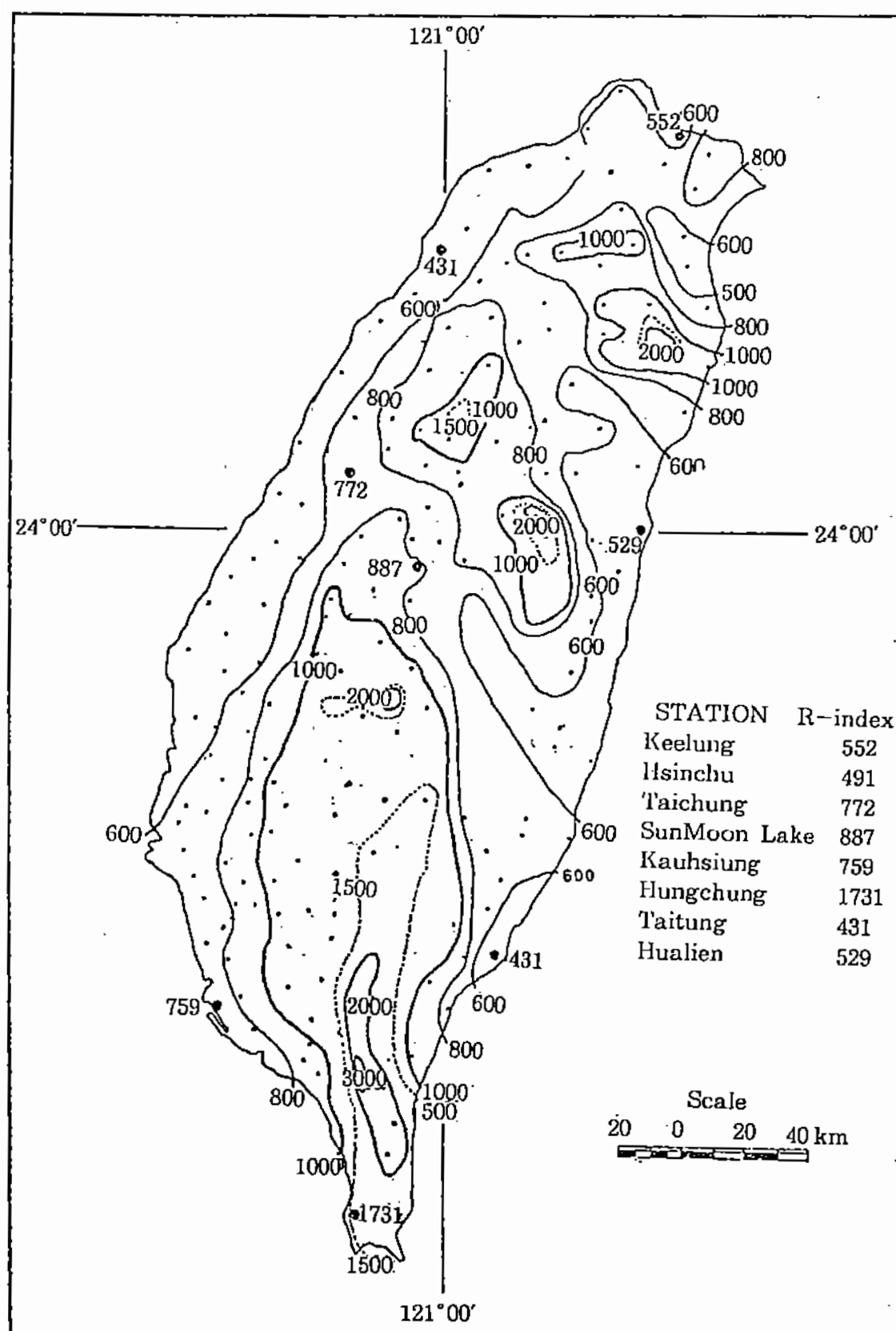


Fig. 1: Rainfall erosion index isomap in Taiwan

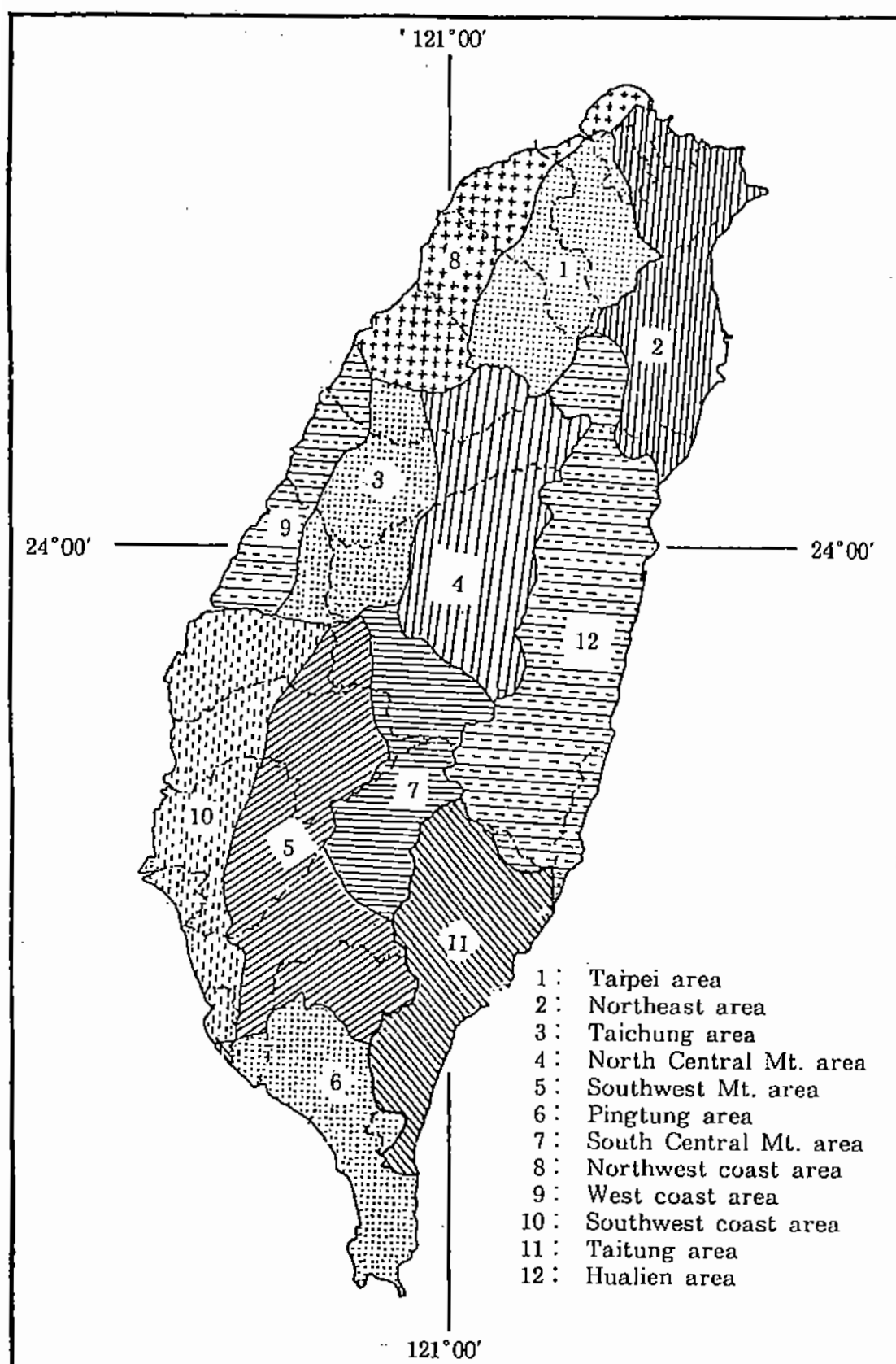


Fig.2: Geographic areas based on distribution of the erosion-index

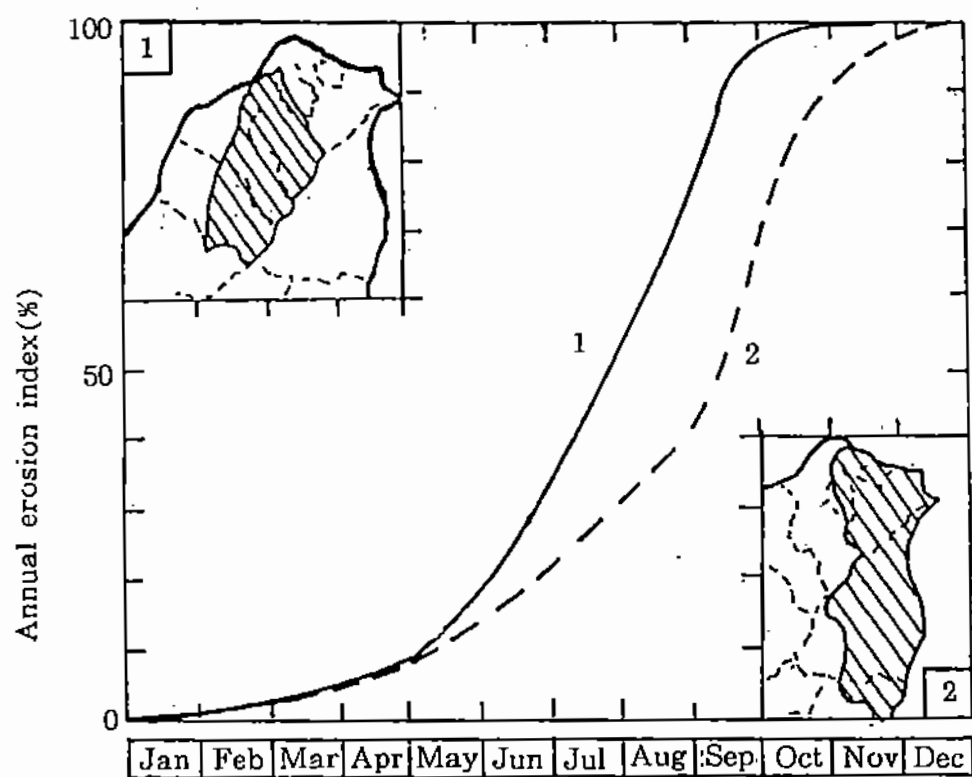


Fig. 3: Erosion-index distribution curves of part 1 and 2.

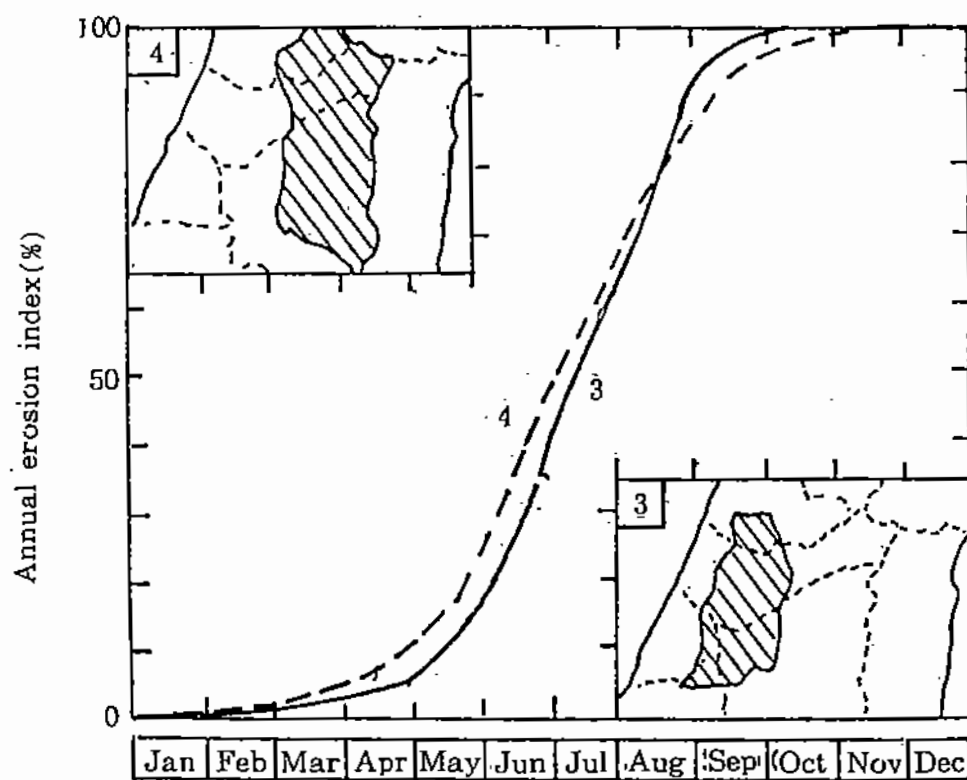


Fig. 4: Erosion-index distribution curves of part 3 and 4.

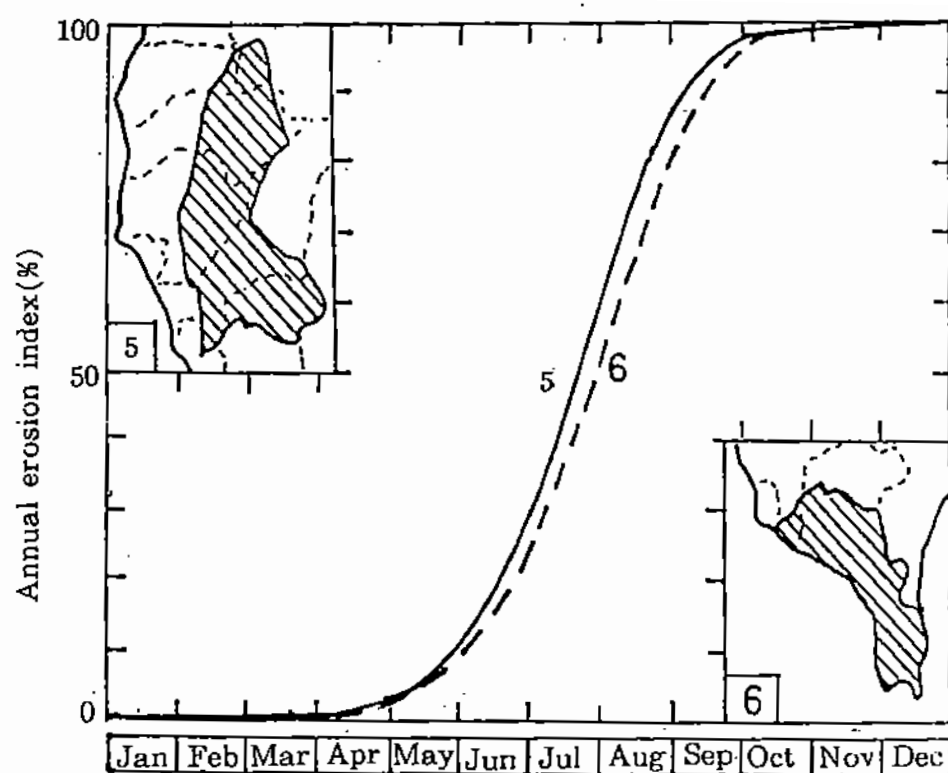


Fig. 5: Erosion-index distribution curves of part 5 and 6.

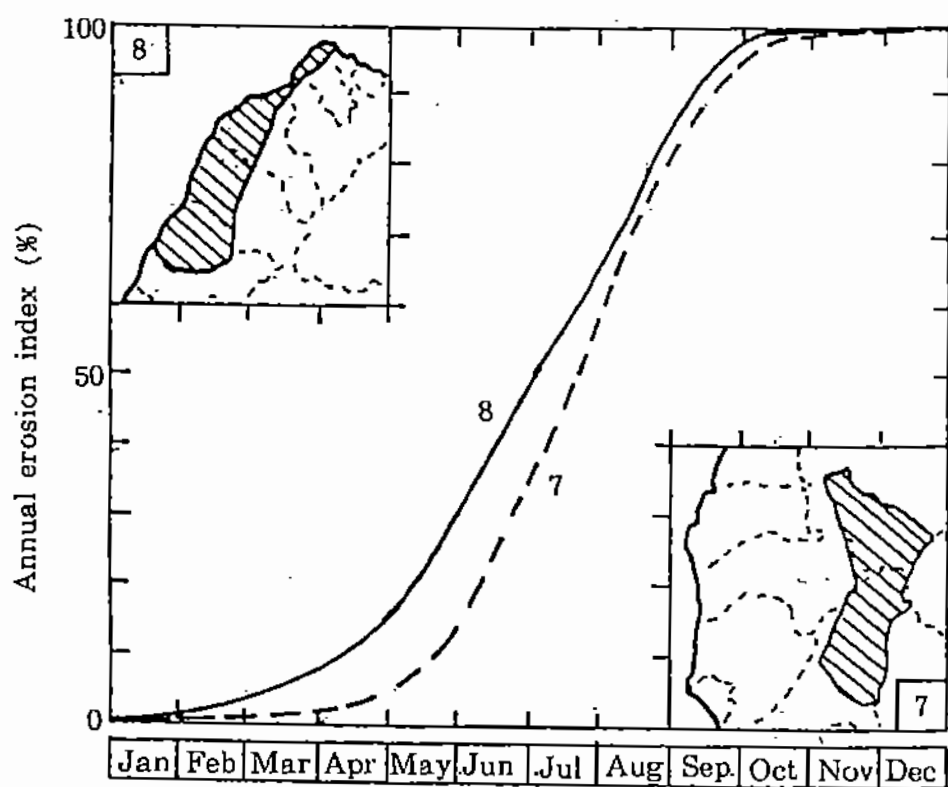


Fig. 6: Erosion-index distribution curves of part 7 and 8.

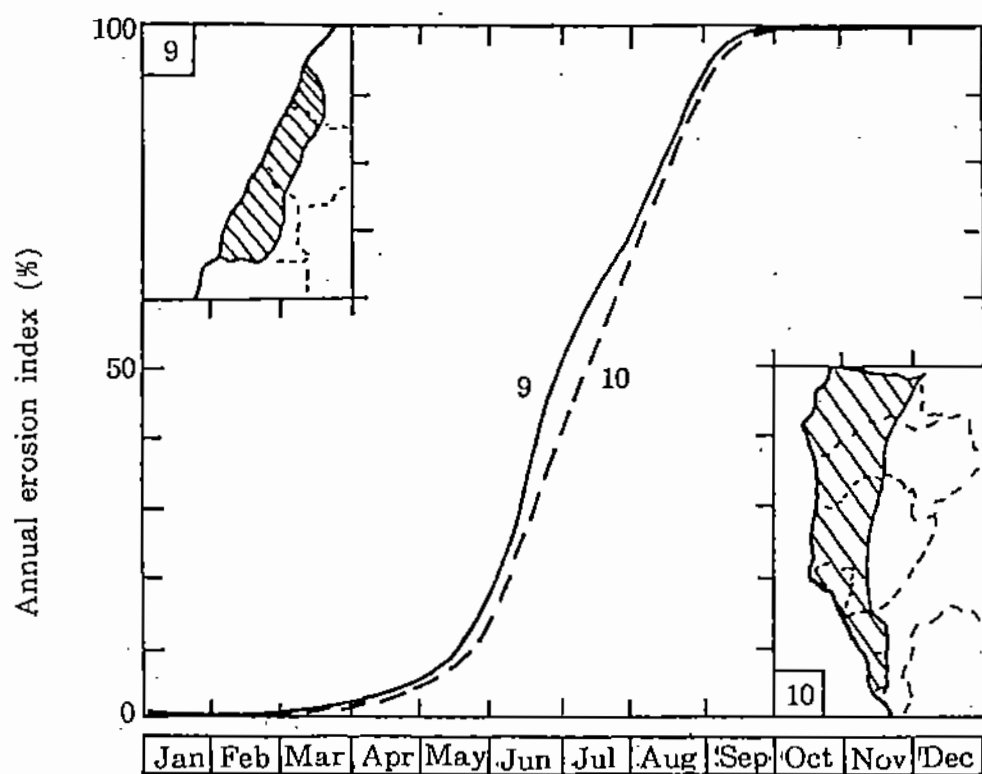


Fig. 7: Erosion-index distribution curves of part 9 and 10.

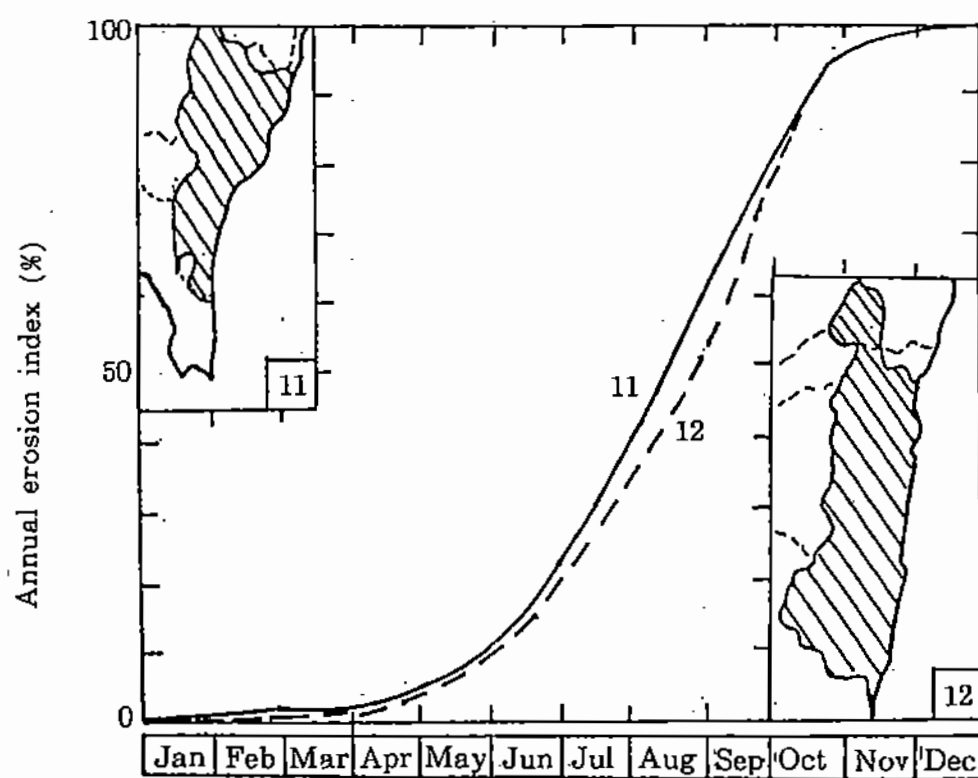


Fig. 8: Erosion-index distribution curves of part 11 and 12.

山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查

79-ARDP-3.2-N-172, 69 農建-4.1-源-047(3)

70-農建-5.1-源-37(7), 71 農建-4.1-源-24(1)-4

執行機關：台灣省山地農牧局・國立屏東農業專科學校

執行人：台灣省山地農牧局 余嘉雄

國立屏東農專 徐森雄

摘要者：國立屏東農專 徐森雄

一、計劃目的

蒐集農業發展區內，坡地之農業氣象資料與實際瞭解土壤水分之季節變化情形，探討土壤水分變化與降雨、蒸發等氣象條件之關係，進而尋求蒸發散量之簡易推測方法，俾供土壤水分管理及農業發展規劃之參考。

二、計劃執行經過要述

(一)實施地點與調查期間：

- 1.南投縣中寮鄉廣興村，調查期間自民國70年12月至71年6月，主要作物為香蕉。
- 2.南投縣魚池鄉台中農業改良場魚池分場，調查期間自民國71年1月至6月，主要作物為柑橘。
- 3.嘉義縣梅山鄉雙溪村，調查期間自民國68年1月至71年6月，主要作物為柑橘、梨。
- 4.屏東縣內埔鄉台灣鳳梨公司老埤農場，調查期間自民國67年7月至71年6月，主要作物為鳳梨。
- 5.台東縣成功鎮，調查期間自民國68年2月至70年6月，主要作物為柑橘。
- 6.台東縣池上鄉土地銀行池上蠶桑農場，調查期間自民國68年2月至71年6月，主要作物為桑樹。
- 7.花蓮縣瑞穗鄉土地銀行鶴岡茶場，調查期間自民國70年7月至71年6月，主要作物為茶樹。

以上七處除屏東縣老埤地區由屏東農專水土保持科負責外，其餘六地區由山地農牧局企劃組及有關工作處執行。

(二)觀測與調查項目：

1.氣象觀測：

設立氣象觀測站，逐日觀測有關氣象因素，其項目及採用儀器如下：

氣溫及濕度：百葉箱、乾濕球溫度表，最高及最低溫度表，溫度及濕度自記計。

風速：三杯式風速自記計。

雨量：傾倒式雨量自記計及雨量器。

蒸發量：小型蒸發皿（口徑20cm）。

地溫：兩針式隔測地溫自記計，深度 10 及 30 cm。

日照：約旦式日照計。

2. 土壤水分調查：

(1) 每隔兩週在觀測地點，擇平坦地及斜坡地各採取土壤樣本三重覆。

(2) 土樣包括地表及地中 10，20，30，40 及 50 cm 六個深度，以烘乾法求得土壤水分含量。

3. 土壤物理性測定及機械分析：

於各地點，分取平坦地及斜坡地土壤樣本，測定有關各項物理性與質地。

三、計劃成果

(一) 氣象資料：

有關各地區逐月份之各項氣象資料如月平均氣溫、絕對最高氣溫、絕對最低氣溫、平均日較差、平均氣溫、平均濕度、降雨量、降雨日數、日照時數、蒸發量等已分別刊載於本計畫之逐年報告中，於此從略。

(二) 土壤水分之季節變化：

根據土壤取樣之實測結果，於中寮、魚池與梅山等地區，斜坡地與平坦地之變化趨勢雖大致相似，但土壤水分常數不同，平坦地者多在有效水分範圍內變化；而斜坡地者，地表至 10 cm 深度，於少雨季節常在凋萎點以下。老埤地區之鳳梨園，行間經塑膠布敷蓋後，表土層之含水量較畦間未敷蓋者為高，惟及於較深深度時，兩者之差異不顯。池上地區僅擇坡地取樣，由於土質粘重，且風速較大，蒸發旺盛，表土之含水量經常在凋萎點以下，地中 10 至 50 cm 間之水分含量差異甚小，於乾旱期間容易低至凋萎點以下。成功地區，平坦地之土壤取樣地其含水量較高，經常超過田間容水量，且其變化幅度亦較斜坡地者為大。鶴岡地區平坦地與斜坡地土壤含水量之變化趨勢亦大致相同，表土層之含水量於少雨亦降至凋萎點以下。

(三) 蒸發散量之估算率：

從土壤水分收支之計算中，得悉利用桑士偉 (Thornthwaite) 氏之方法，推求蒸發散量，據以求得之土壤水分含量，除雨季與實測值較為接近外，旱季之差距頗大，而利用日下部 (Kusakabe) 氏之方法，推求蒸發散量，據以求得之土壤水分含量與實測值之變化趨勢，頗為接近，誤差值亦小。各地區由蒸發量來推算蒸發散量之估算率，列如下表：

地	點	蒸發散估算率(%)
梅 山	平 坦 地	30
	斜 坡 地	45
老 埤	平 坦 地	30
	斜 坡 地	30
成 功	平 坦 地	40
	斜 坡 地	40
池 上	斜 坡 地	35
鶴 岡	平 坦 地	60
	斜 坡 地	70

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫之氣象觀測工作，多由當地農民或合作機構之員工負責，實施前予以訓練，如其意願高者均能順利推動，因此執行前之地點選擇甚為重要。土壤水分之取樣調查工作，由農牧局技術人員負責，均能如期執行。

五、繼續研究之方向

宜藉已建立之坡地農業氣象觀測站，繼續從事坡地氣候條件與果樹生育相關關係（即物候現象）之研究，以供坡地果樹適栽之規劃參考。

六、結論與建議

山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查計畫，雖僅擇取七處實施，但前後四年之執行期間，不論氣象觀測或土壤取樣工作均投入甚多人力，共同合作下始克完成。本省現有之各種氣象測站多設置於低海拔之平坦地區，位於山坡地農牧發展區內且足供今後坡地農業發展規劃參考者頗為稀少，因此本計畫設置之氣象測站，在計畫結束後，其觀測工作仍設法繼續下去，所有參與此項工作人員，均能對氣象資料之重要性有所共識，應是計畫執行成效之一。

土壤水分之季節變化受當地氣候影響，本計畫除以土壤取樣法測知外，並嘗試利用日下部氏方法以蒸發量估算蒸發散量，進而從土壤水分收支觀念，推測土壤水分之季節變化。推測值與實測值相較結果，其變化趨勢頗為接近，偏差值僅為該地飽和含水量之15～20%左右，此法足供日後土壤水份估算之參考。

七、英文摘要

The purpose of this project "Investigation of climatical conditions and soil moisture on slopeland" was to collect agrometeorological data as well as to investigate soil moisture status in the specific areas and that had been progressed from July 1978 to June 1982. Seven agrometeorological observatories were established at Chung-liao & Yu-chih (Nan-tou Hsien), Mei-san (Chia-i Hsien), Lao-pei (Ping-tung Hsien), Cheng-kung & Chih-sang (Tai-tung Hsien) and Ho-cang (Hwa-lien Hsien).

The agrometeorological data and seasonal variation of soil moisture status had been expressed in previous yearly reports.

The phenomenon of soil moisture balance at selected specific areas had been treated, and the evapotranspiration in those areas had been estimated by kusakabe's method.

八、余嘉雄、徐森雄（1984）山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查山坡地保育利用研究報告彙編，pp.1-13.

覆蓋及敷蓋對坡地土壤穩定性之影響

78-ARDP-5.2-N-140A-2

執行機關：國立中興大學

執行人：萬鑫森、陳清茂

摘要者：莊治宗

一、計劃目的

坡地墾種後，土壤有機物逐漸減少；為補充土壤有機物，除施用堆廐肥外，可以種覆蓋作物或敷蓋植物殘株。穩定之土壤可以維持一定之滲透性，減少土壤流失。測定土壤穩定性之方法甚多，但到目前為止，尚無一公論標準方法。比較言之，Gardner之多重濕篩法似優於其他諸法。多重濕篩法之優點在於可以表示各級粒徑之土壤團粒分佈情形；由其對數平均粒徑之大小來判別土壤穩定性。

覆蓋及敷蓋對土壤穩定性之影響，雖以往多有研究，然多偏重於某一單一粒徑團粒之穩定性，無法得知各粒徑團粒分佈之全貌，仍不足以表示土壤之真正穩定性。本文之目的即在探求覆蓋及敷蓋對各級粒徑團粒分佈及土壤穩定性之影響。

二、計劃執行經過要述

(一)研究材料

本試驗以本省現正進行之水土保持試驗區的土壤為材料

A.鳳山熱帶園藝試驗分所荔枝園、檬果園水土保持處理試驗區。

B.南投縣集集鎮香蕉園、荔枝園水土保持試驗區。

C.南投縣名間鄉崁腳村桑園水土保持試驗區。

(二)研究方法

土壤團粒穩定性之測定：多重濕篩法。

三、計劃成果

鳳山荔枝園及檬果園水土保持試驗區於66、67兩年採取土樣，其結果如表1及表2。由表中可以明顯看出兩年中均以百喜草全園覆蓋區之團粒最為穩定，此因百喜草生長勢力強勁，覆蓋情形良好，全年覆蓋率概在90%以上。至於大葉爬地藍全園覆蓋區之團粒亦很穩定，乃大葉爬地藍於雨季覆蓋情形可達70%，但在乾旱期發生落葉或枯死現象，故乾旱及夏季前期之覆蓋率較低，多在50%以下，此種現象可能造成在本兩年試驗結果團粒穩定性稍有變化。

團粒平均粒徑及其有機質含量之相關性示如圖1。其差異已達1%之顯著水準。

集集香蕉園及荔枝園水土保持試驗區土壤團粒穩定性如表3及4，其結果亦以百喜草全園覆蓋區最高。二試區之團粒平均粒徑與有機質含量關係如圖2所示。亦達1%之顯著水準。

表1. 鳳山荔枝園土壤團粒及有機物分析結果

Table 1. Results of aggregate analysis and organic matter content of Feng-Shan litchi field soil.

處理 Treatment	平均粒徑 Mean diameter			標準誤差 Standard deviation			有機物(%) Organic matter		
	(mm)						土壤團粒 Soil Aggregate		
百喜草全園 覆蓋區 Bahia grass covering	1977	1978	1977	1978	1977	1978	1977	1978	1977
	2.90	3.20	0.122	0.072	2.27	2.43	2.48	2.86	
大葉爬地藍 全園覆蓋區 Indigofera covering	0.45	0.17	0.033	0.175	1.22	1.03	1.65	1.32	
稻草全園 覆蓋區 Straw mulching	0.23	0.24	0.213	0.188	1.55	1.58	1.53	1.94	
淨耕區 Clean cultivated	0.11	0.12	0.142	0.156	0.48	0.46	1.10	1.02	

表2. 鳳山檸檬園土壤團粒及有機物分析結果

Table 2. Results of aggregate analysis and organic matter content of Feng-Shan mango field soil.

處理 Treatment	平均粒徑 Mean diameter			標準偏差 Standard deviation			有機物(%) Organic matter		
	(mm)						土壤團粒 Soil Aggregate		
百喜草全園 覆蓋區 Bahia grass covering	1977	1978	1977	1978	1977	1978	1977	1978	1977
	2.98	2.04	0.137	0.027	1.71	2.08	1.41	1.65	
大葉爬地藍 全園覆蓋區 Indigofera covering	0.25	0.58	0.237	0.029	1.71	1.73	1.66	1.55	
戀風草全園 覆蓋區 Weeping love-grass mulching	0.28	0.68	0.230	0.126	1.26	2.18	1.15	1.33	
淨耕區 Clean cultivated	0.15	0.09	0.080	0.089	1.68	1.51	1.15	0.86	
自然雜草全園 覆蓋區 Native grass covering	0.37	0.46	0.149	0.015	1.01	1.18	1.09	1.23	

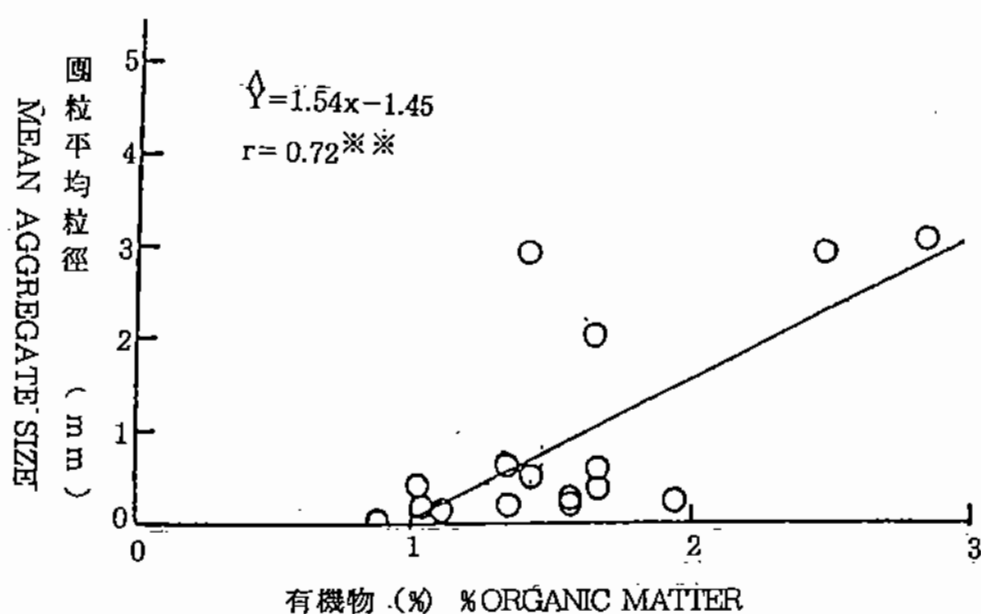


圖 1 鳳山土壤團粒平均粒徑與有機物含量之關係
FIG. 1. Correlation between mean aggregate size and organic matter content of Feng-shan soil.

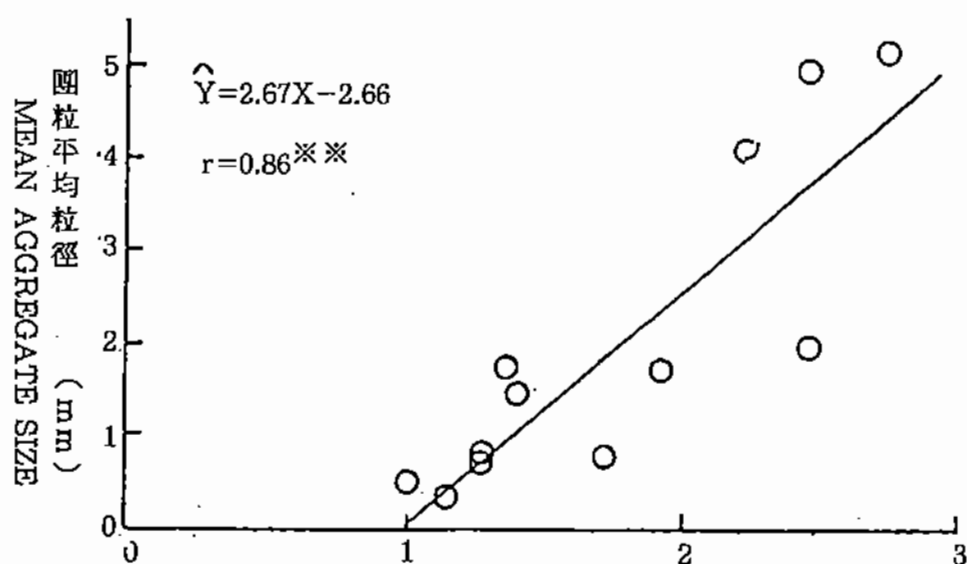


圖 2 集集土壤團粒平均粒徑與有機物含量之關係
FIG. 2. Correlation between mean aggregate size and organic matter content of Chi-chi soil.

表3 集集香 園土壤團粒及有機物分析結果

Table 3 Results of aggregate analysis and organic matter content of Chi-Chi banana field soil.

處理處	平均粒徑 Mean diameter (mm)	標準偏差 Standard deviation	有機物 Organic matter 土壤團粒 Soil Aggregate
百喜草全園覆蓋區 Bahia grass covering	4.95	0.062	2.48 2.43
百喜草條狀覆蓋配合敷蓋區 Bahia grass strip covering and mulching	(1) 1.70 (2) 0.75	0.099 0.140	1.90 1.91 1.68 1.72
草帶(5)公尺 Bahia grass strips (5 m wide)	(1) 0.95 (3) 0.75	0.083 0.195	1.62 1.40 1.39 1.27
淨耕區 Clean cultivated	0.55	0.175	1.11 1.08

(1) 覆蓋部份(Grass covered soil)

(2) 敷蓋部份(Mulched soil)

(3) 淨耕部份(Clean cultivated soil)

表4 集集荔枝園土壤團粒及有機物分析結果

Table 4 Results of aggregate analysis and organic matter content of Chi-Chi litchi field soil.

處理處	平均粒徑 Mean diameter (mm)	標準偏差 Standard deviation	有機物 Organic matter 土壤團粒 Soil Aggregate
百喜草全園覆蓋區 Bahia grass covering	5.28	0.055	2.50 2.72
盤固粒草全園覆蓋區 Pangola grass covering	4.20	0.062	1.84 2.21
喜多莖全園覆蓋區 Desmodium covering	1.78	0.045	1.72 1.34
百喜草條狀覆蓋配合敷蓋區 Bahia grass strip covering and mulching	(1) 1.99 (2) 0.77	0.079 0.068	1.78 2.44 1.59 1.27
淨耕區 Clean cultivated	0.32	0.172	0.89 1.15

(1) 覆蓋部份(Grass covered soil)

(2) 敷蓋部份(Mulched soil)

表 5 名間桑園土壤團粒及有機物分析結果

Table 5. Result of aggregate analysis and organic matter content of Ming-Chien mulberry field soil.

			平 均 粒 徑		有 機 物(%)	
處	理	Mean	標 準 偏 差	Organic matter		
Treatment		diameter	Standard	土	壤 團 粒	
		(m m)	deviation	Soil	Aggregate	
百喜草條狀	A	(1)	1.16	0.256	1.27	1.37
覆蓋配合敷蓋區		(2)	0.89	0.219	1.08	1.10
Bahia grass strip covering and mulching						
百喜草條狀	B	(1)	1.41	0.098	1.39	1.46
覆蓋配合敷蓋區		(2)	1.25	0.070	1.20	1.53
Bahia grass strip covering and mulching						
百喜草條狀	C	(1)	2.32	0.172	1.85	1.81
覆蓋配合敷蓋區		(2)	1.50	0.213	1.52	1.43
Bahia grass strip covering and mulching						
喜多莖全園						
覆蓋區			0.30	0.100	0.82	1.08
Desmodium covering						
戀風草全園			1.19	0.203	2.10	1.87
覆蓋區						
Weeping lovegrass mulching						
淨耕區			0.57	0.098	0.95	0.97
Clean cultivated						

A. 桑樹密植(Closely planting of mulberry)

B. 桑樹寬行密植(Broad rows with closely planting of mulberry)

C. 桑樹雙行密植(Double rows with closely planting of mulberry)

(1) 覆蓋部份(Grass covered soil)

(2) 敷蓋部份(Mulched soil)

名間桑園試驗區中三個試驗區配合桑樹栽植方法而種植 1.7 公尺、1.5 公尺、1.2 公尺不同寬度的百喜草條狀覆蓋，乾早期刈割敷蓋於條狀覆蓋之間，團粒穩定性如表 5 仍以覆蓋部份較高，而覆蓋部份團粒穩定性與敷蓋量多少有關，亦即條狀覆蓋區較窄之桑樹密植區，刈割草量較少，敷蓋部份團粒穩定性亦較低。

試驗區土壤團粒平均粒徑與有機質含量關係如圖 3，亦達 5 % 之顯著水準。

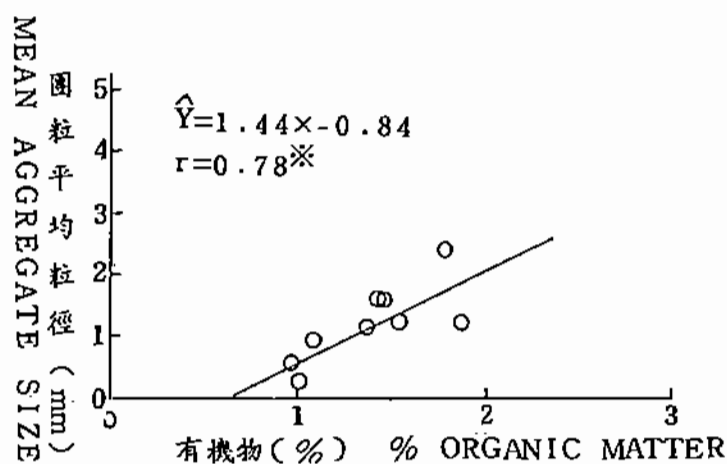


圖 3 名間土壤團粒平均粒徑與有機物含量之關係

FIG.3. Correlation between mean aggregate size and organic matter content of Ming-Chien soil.

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

由實驗證明覆蓋對土壤團粒穩定性較敷蓋高，然覆蓋情形受乾季及雨季之影響其覆蓋率，其結果如表 1 及 2 之大葉爬地荳全園覆蓋區團粒穩定性稍有變化可看出。

敷蓋之情形亦受高溫多雨之夏季影響敷蓋物之腐爛，且敷蓋材料之品質及降雨情況之不同，其敷蓋率必然不同，團粒穩定性亦有變化。因此敷蓋區均以在雨季開始之前實施，敷蓋率以 100 % 為準。

五、繼續研究之方向

1. 應針對水土保持處理試驗區，各種覆蓋率對土壤團粒穩定性之分析。
2. 實施全園處理敷蓋後，在不同敷蓋率（即經過一段時間）土壤團粒穩定性之變化。
3. 各種田間常見敷蓋材料，對土壤團粒性之影響。

六、結論與建議

綜合以上所得可知下列兩點：

1. 覆蓋區之土壤團粒穩定性較敷蓋區高，此因覆蓋所供應之有機物可均勻分佈於全土壤；

而敷蓋物分解後之有機物只能隨水分下移在土壤孔隙中，不能深入團粒之內部。

2. 覆蓋作物中以非豆科植物對土壤團粒穩定性之效果較豆科植物好。Kroth and Page(27)亦得相似之結果。因一般豆科植物分解較快，對團粒化之效應固佳，但就長時期之膠結力而言仍以難分解之非豆科植物效果較大。

七、英文摘要

The purpose of this paper was to study the effect of crop covering and mulching on the stability of aggregates on slope-land soil. Samples were collected from the experimental plots for soil and water conservation study at Fengshan, Chi-Chi and Ming-Chien.

From data obtained, We can see the following facts:

1. A higher aggregate stability was obtained from crop covering plots than from mulching plots mainly due to even distribution of newly formed organic matter by the root system of cover crops.
2. Soil in the nonlegume plots had a higher aggregate stability than that in the legume plots. Legumes usually have narrow C/N ratios and are easy to decompose. Nonlegumes have wide C/N ratios and decompose slowly. This means that nonlegumes can provide the soil newly formed organic matter for a longer period of time than the legumes.

- 八、陳清茂·萬鑫森(1979)：覆蓋及敷蓋對坡地土壤穩定性之影響。中華水土保持學報第十卷第二期 pp.121~130。

覆蓋與敷蓋對坡地土壤表面電荷量之影響

69 農建 - 5.1 - 源 - 032 (7)

執行機關：國立中興大學

執行人：黃俊義·萬鑫森

摘要者 莊治宗

一、計劃目的

經濟環境的變遷，坡地保育利用，已成為當前農業發展及經濟建設的重點。減少水土流失，培育及保蓄土壤肥力，以維持永續農業，實乃為目前坡地開發之首要課題。

土壤肥力之保持，取決於陽離子交換能量 (Cation exchange capacity) 之大小；而陽離子交換能量係受土壤表面電荷密度及其比表面積所影響。覆蓋及敷蓋除了有保土蓄水之功效外，還有增加土壤有機質及影響土壤之磷素含量之情形。從土壤電化學研究發現磷酸根為特性吸附陰離子 (Specific adsorption anion)，有高親和性 (High affinity)，當被土壤吸收後，降低了土壤零電點 (Zero point of charge) 使土壤表面負電荷量增加，即增加了土壤陽離子交換能量，陽離子不易被淋洗而流失。有機質分解後，其分解物亦有降低土壤零電點之作用，因而增加土壤表面電荷量。本文之目的旨在探求覆蓋及敷蓋對坡地土壤表面電荷量之影響情形，盼此研究結果對坡地土壤管理上有所貢獻。

二、計劃執行經過要述

(一) 研究材料

實驗土壤採集於鳳山熱帶園藝試驗分所西北向山坡，坡度為 19° ，覆蓋及敷蓋處理已達十五年之久的荔枝園水土保持試驗區，分別採集其表土 (0-16 cm) 及底土 (16-32 cm)，覆蓋及敷蓋處理分別為 1. 百喜草 (*Paspalum notatum*) 覆蓋區，2. 大葉爬地藍 (*Indigofera spicata*) 覆蓋區，3. 稻草敷蓋區，4. 淨耕對照區。小區面積為 $5\text{ M} \times 15\text{ M} = 75\text{ M}^2$ 。

(二) 研究方法

1. 土壤粘土礦物之鑑定：X-ray 繞射法。
2. 土壤機械分析：吸管法。
3. 土壤比表面積之測定：BET 法。
4. 土壤表面淨電荷之測定：以 $\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{HCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 表示之。
5. 土壤零電點之測定：電位滴定曲線法。
6. 土壤有機質含量之測定：重鉻酸鉀氧化法。
7. 土壤有效性磷含量之測定：Bray's No.1 法。
8. 土壤陽離子交換能量之測定：中性醋酸銨法。
9. 土壤交換性鉀鈉鈣鎂含量之測定：中性醋酸銨液抽出法。

10.土壤交換性鋁含量之測定：氫化鉀抽出法。

11.土壤可溶性含量之測定：飽和抽出法。

三、計劃成果

- 1.試驗土樣以X-ray 繞射法鑑定，其結果含有高嶺土 (Kaolinite)，蛭石 (Vermiculite)，白雲母 (Muscovite)，石英 (Quartz)，長石 (Feldspar)，針鐵礦 (Goethite)，及少量之磷礦石 (Apatite)，屬於混合型膠體土壤。
- 2.土壤之比表面積與粘粒含量呈正相關。試驗土樣因處理不同，土壤流失量亦異，致表土粘粒含量略有差異而影響比表面積，表土比表面積以百喜草覆蓋區較稻草覆蓋區及淨耕對照區為高，底土因粘粒含量未變，故比表面積沒有顯著差異。(見表一)
- 3.覆蓋及覆蓋處理可增加土壤有機質及有效性磷含量，兩者均能降低土壤零電點，使土壤表面電荷量增大。
- 4.覆蓋作物尤其百喜草，根系可補充有機物於全層土壤，因之，底土之表面電荷量有極顯著增大。
- 5.土壤表面電荷量之計算值與實測值相差甚大(見表二)，其原因是計算值未包括永久電荷部份，故一般均較實測值為小。
- 6.陽離子交換能量 (Cation exchange capacity, CEC) 因測定時將土壤 pH 調整至 7，故所得數值均甚大，約較以 0.01N NaCl 為支持電解質時之實測值大 3—4 倍不等。
- 7.如以 0.01N NaCl 為支持電解質之實測值表示土壤陽離子交換能量，則表土 pH < 5.5 時，其數值與有效陽離子交換量 (Effective cation exchange capacity, ECEC) 較接近；pH > 5.5 時，則與抽出鹽基總量 (Sum of extracting bases, SEB) 較接近。底土不論 pH 大小，其數值均與抽出鹽基總量較接近。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

比較土壤表面電荷量之計算值與實測值(見表二)結果相差甚大，其原因乃 Gouy 理論所推算者僅為可變表面電荷 (Variable surface charge)，台灣土壤又多為混合膠體型，尚包含有定表面電荷，而計算值未包括之，故一般均較實測值為小。另比較計算值與實測值，發現二者在支持電解質濃度高時反而較濃度低時接近，此與 Gouy 理論相反之結果乃因台灣土壤多為沖積土，鹽分含量高，如能將鹽分洗去，可能於低濃度會較接近。

五、繼續研究之方向

應以實驗證實對混合型膠體土壤，所推導新的數學模式之適用性，對台灣土壤的應用。

六、結論與建議

(一)土壤陽離子交換能量與土壤保肥力關係密切，為土壤最主要之性質。測定土壤陽離子交換能量方法，在溫帶土壤並無問題，但用於熱帶及亞熱帶土壤，常有偏高之情形，主要

表一 鳳山荔枝園覆蓋及敷蓋處理之土壤理化性質分析結果

Table 1. Chemical and physical properties of soils with crop covering and mulching at Feng-shan litchi field.

處 理	機 械 分 析			比表 而積	有機質	有效 性磷	土壤 反應	陽離子 交換量	鈣	鎂	鉀	鈉	抽出鹽 基總量	鋁	有效 陽離子 交換量	可溶 性鹽	
	Mechanical analysis																
	砂粒	粉粒	粘粒														
Treatments	Sand	Silt	Clay	Surf.	O.M.	Phos.	pH	CEC	Ca	Mg.	K	Na	Sum of extracting bases	Al	ECEC	soluble salts	
	%			M ² /g	%	ppm	meq/100 g								ppm		
百喜草覆蓋區 Bahia grass Covering	表土	45.80	33.45	20.75	18.10	2.08	43.75	5.78	16.26	3.55	0.32	0.37	0.44	4.68	0.28	4.96	2018
	底土	52.23	28.67	19.10	16.49	1.31	37.59	6.08	13.65	3.25	0.32	0.17	0.54	4.28	0.00	4.28	892
大 葉 爬 地 藤 覆 蓋 區 Indigofera covering	表土	54.93	25.29	19.78	16.00	0.83	7.35	4.80	11.57	0.84	0.19	0.21	0.39	1.63	1.30	2.93	1091
	底土	52.71	26.37	20.92	16.20	1.13	4.90	4.59	11.13	0.60	0.13	0.16	0.52	1.41	1.59	3.00	979
稻草敷蓋區 Straw mulching	表土	59.42	23.00	17.58	14.67	1.63	26.60	5.80	13.39	1.80	0.42	0.37	0.48	3.07	0.00	3.07	1012
	底土	53.83	25.00	21.17	16.73	1.43	19.95	4.97	11.74	1.08	0.22	0.33	0.44	2.07	1.13	3.20	953
淨耕對照區 Clean cultivation	表土	57.82	23.08	19.10	14.75	0.62	9.10	4.80	10.87	0.82	0.13	0.13	0.13	1.51	1.18	2.39	322
	底土	57.53	22.55	19.92	16.24	0.47	1.40	4.55	10.44	0.50	0.07	0.14	0.14	1.25	1.60	2.45	688

表二 鳳山荔枝園覆蓋及敷蓋處理之土壤表面電荷量、鹽基總量、有效陽離子交換量及陽離子交換量
Table 3. Surface charge, sum of extracting bases, effective cation exchange capacity and cation exchange capacity of experimental soils with crop covering and mulching at Feng-shan litchi field.

支持電解質 Supporting electrolyte	百喜草覆蓋區 Bahia grass covering				大葉爬地藤覆蓋區 Indigofera covering				稻草敷蓋區 Straw mulching				淨耕對照區 Clean cultivation			
	表土		底土		表土		底土		表土		底土		表土		底土	
	(1) 計算值		(2) 實測值		(1) 計算值		(2) 實測值		(1) 計算值		(2) 實測值		(1) 計算值		(2) 實測值	
meq / 100 g																
0.000N NaCl	—	3.95	—	4.95	—	1.80	—	1.20	—	3.38	—	2.15	—	1.65	—	1.13
0.001N NaCl	0.60	4.08	0.55	5.08	0.11	1.95	0.08	1.33	0.39	3.55	0.14	2.23	0.10	1.75	0.07	1.20
0.01N NaCl	1.89	4.60	1.74	5.33	0.35	2.15	0.24	1.55	1.24	3.80	0.45	2.43	0.31	2.00	0.21	1.40
0.1N NaCl	5.98	4.75	5.51	5.55	1.10	2.75	0.75	2.63	3.93	4.08	1.43	3.50	0.97	2.40	0.65	2.35
抽出鹽基總量 ⁽³⁾ Sum of extracting bases																
	4.68		4.28		1.63		1.41		3.07		2.07		1.51		1.25	
有效陽離子交換量 ⁽⁴⁾ ECEC																
	4.96		4.28		2.93		3.00		3.07		3.20		2.39		2.45	
陽離子交換量 ⁽⁵⁾ CEC																
	16.26		13.65		11.57		11.13		13.39		11.74		10.87		10.44	

(1) 由 Gouy-Chapman 公式計算土壤之陽離子交換量。

(2) 以土壤實測之 pH 值，由電位滴定曲線求得之陽離子交換量。

(3) 中性醋酸鈉 (1N NH₄OAC pH=7) 抽出液。

(4) 交換性陽離子量之總合。

(5) 醋酸鈉 1N NaOAC pH=8.2 飽和，中性醋酸鈉 (1N NH₄OAC pH=7) 抽出。

由於改變土壤 pH 所致。在未得測定此類土壤陽離子交換能量方法之前，可以下列途徑獲得其近似值。

1. 以 0.01N NaCl 為支持電解質時所測得電位滴定曲線上取 pH_o 為起點， $pH - pH_o$ 處之表面電荷量為土壤陽離子交換能量； pH 為不加酸鹼時土壤溶液之反應， pH_o 為土壤零電點。

2. 當 $pH > 5.5$ 時，取抽出鹽基總量為土壤陽離子交換能量。

3. 當 $pH < 5.5$ 時，取有效陽離子交換能量為土壤陽離子交換能量。

(二) 坡地果園覆蓋百喜草或叢生雜草均可以增加土壤有機物及有效性磷含量，降低土壤零電點，因而提高土壤保肥力。但覆蓋大葉爬地藍效果較差。

七、英文摘要

The purpose of this paper was to study the effect of crop covering and mulching on the surface charge of a slope-land soil. Samples were collected from Feng-shan litchi experimental plots for soil and water conservation study.

From data obtained, we can see the following facts:

1. X-ray diffraction showed that the soil contained kaolinite, vermiculite, muscovite, quartz, feldspar, goethite and small amount of apatite.
2. The specific surface of surface soil under Bahia grass (*Paspalum notatum*) covering was higher than those under straw mulching and clean cultivation. However, there was no significant difference in specific surface of the subsoil among various treatments.
3. Soil treated with crop covering and mulching increased organic matter and available phosphorus. Both in turn decreased pH_o and thus increased the surface charge density as well.
4. A higher surface charge of subsoil was obtained from crop covering plots than those from the other plots mainly due to even distribution of newly formed organic matter by root system of covering crops, especially for Bahia grass covering.
5. There were great differences between the computed surface charges and the experimental values partly due to the fact that the permanent charge component was not included in the computed surface charge.
6. Cation Exchange Capacity, CEC, was much higher than the experimental surface charge mainly due to the method used for CEC determination which made the solution $pH = 7$.
7. The value of surface charge determined by potentiometric titration with 0.01N NaCl as supporting electrolyte was used as the standard of cation exchange Capacity. The values of surface soil approached the Effective Cation Exchange Capacity, ECEC, when $pH < 5.5$, and approached the Sum Of Extracting Bases, SEB, when $pH > 5.5$. However, all values of the subsoil approached the sum of extracting bases for any pH range.

八、黃俊義·萬鑫森 (1981)：覆蓋及叢生對坡地土壤表面電荷量之影響，中華水土保持學報第十二卷第二期 pp.25 ~ 35。

台灣西北部及南部土壤沖蝕與土壤流失量

70 農建—5.1—源—37 (4)

71 農建—4.1—源—24 (4)

執行機關：國立中興大學

執行人：萬鑫森、黃俊義

摘要者：莊治宗

一、計劃目的

土壤沖蝕乃為降雨對土壤之沖蝕能力 (Erosivity) 與土壤對降雨之沖蝕性 (Erodibility) 相互作用之結果。土壤沖蝕性指數乃為土壤對沖蝕之分離及搬運作用之抵抗能力，表示土壤沖蝕性之高低。本文乃依 Wischmeier 等氏 (1971) 土壤沖蝕性線解圖 (Soil erodibility nomograph)，決定土壤沖蝕性指數 k 值。並同時調查有關土壤流失資料，估算各採樣地點之土壤流失量，其目的在於發現各採樣地區有無加強水土保持處理之必要。

二、計劃執行經過要述

(一) 研究材料

本文研究材料乃配合山地農牧局土壤調查隊採集台灣西北部苗栗、新竹、桃園、台北諸縣地區之山坡地土壤；取樣位置及地點見圖一及表一。台灣南部高雄、屏東地區之山坡地土壤；取樣位置及地點見圖三及表三。

(二) 研究方法

1. 取樣地點現場調查：

- (1) 地況調查：包括坡度、坡長、土壤深度、土壤構造、沖蝕程度……等。
- (2) 土地利用現況調查：包括作物種類、生育狀況及覆蓋率……等。
- (3) 水土保持處理及維護情形調查：包括水土保持設施之種類及現階段維護狀況。
- (4) 供試驗用之土壤分析樣品的採集。

2. 土壤沖蝕性指數 k 值：依照 Wischmeier 等氏 (1971) 所發展農田及建築地之土壤沖蝕性線解圖，只要分析下列五個土壤參數：土壤粉粒細砂 (0.002—0.10mm) 含量，土壤粗砂 (0.10—2.0mm) 含量，土壤有機質含量，土壤構造 (Soil structure) 和土壤通透性 (Soil permeability)，即可依圖解查知土壤沖蝕性指數 k 值⁽¹⁵⁾。參數之測定方法如下：

- (1) 土壤粉粒細砂 (0.002—0.10mm) 含量：濕篩法及吸管法。
- (2) 土壤粗砂 (0.10—2.0mm) 含量：濕篩法。
- (3) 土壤有機質含量：Walkley-Black 法。
- (4) 土壤構造：依美國農部 (1951) 土壤調查手冊測定之⁽¹³⁾。
- (5) 土壤通透性：依美國農部 (1951) 土壤調查手冊測定之⁽¹³⁾。

- 3.土壤流失量：調查取樣供試地點之現況資料，以通用土壤流失公式（ $A = R K S L C P$ ）所推估之土壤流失量⁽¹⁶⁾。
- 4.土壤容許流失量：依美國水土保持局（1973）通用土壤流失公式以土壤深度所建議之容許土壤流失量⁽¹²⁾。

三、計劃成果

本研究之土壤沖蝕性指數 k 值乃依 Wischmeier 等氏（1971）土壤沖蝕性線解圖所推估，台灣西北部結果見表一及圖二；台灣南部結果見表三及圖三。土壤沖蝕性指數，其值愈低，表示土壤抗蝕性愈強，反之愈弱。本文設定土壤沖蝕性指數 k 值小於 0.20 以下者為低蝕性土壤，在 0.20～0.40 間者為中蝕性土壤，大於 0.40 以上者為高蝕性土壤。

苗栗地區共取樣廿五處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.028～0.308 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者佔 84%，在 0.20～0.40 間者佔 16%。本區尚少開發利用，且大多為低蝕性土壤，新闢並有水土保持處理者，依通用公式估算之土壤流失量均在容許土壤流失量以下；然已開發利用而蔽蓋不良之地區仍需加強水土保持處理。

新竹地區共取樣十八處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.028～0.468 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者佔 45%，在 0.20～0.40 間者佔 50%，大於 0.40 以上者佔 5%。本區由於地勢較陡，中蝕性土壤居多，依通用公式所推估之土壤流失量仍超過容許土壤流失量，故本區有加強水土保持處理之必要。

桃園地區共取樣十三處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.042～0.332 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者佔 69%，在 0.20～0.40 間者佔 31%。本區為紅土台地，地勢較平緩，低蝕性土壤居多，但由於土地坡長較長，管理欠佳，常有層狀沖蝕發生，依通用公式所推算之土壤流失量仍超過容許土壤流失量，宜加強土壤管理及茶園樹間地表部份之覆蓋（或）及敷蓋。

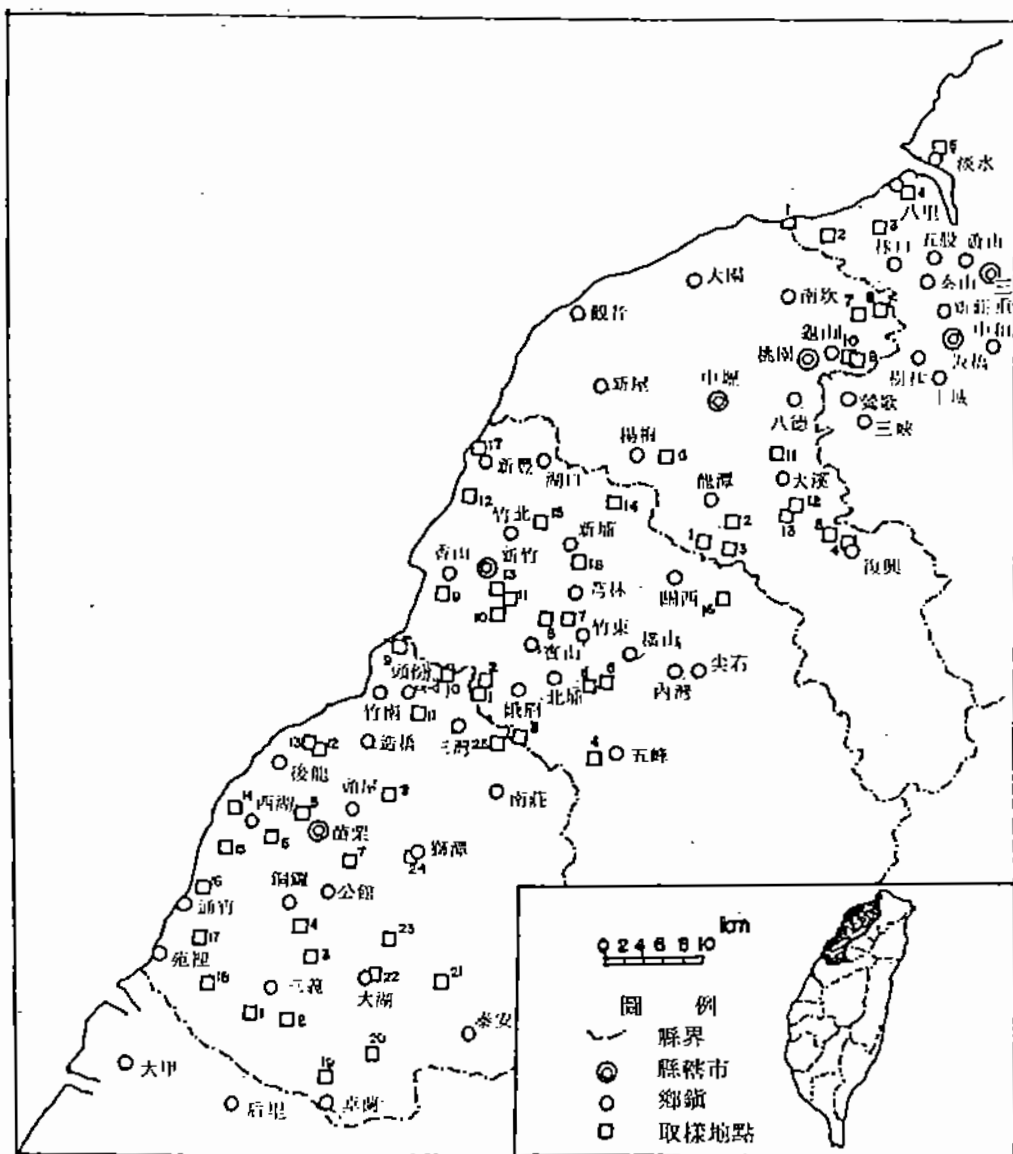
台北地區暫採取受西北季風影響較大之林口、八里、淡水等鄉鎮，共取樣五處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.145～0.35 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者有兩處，在 0.20～0.40 間佔三處。就五處現有 k 值資料研討，本區土壤屬低中沖蝕性。但因地處台灣北北西角，常受西北季風影響，蔽蓋不良之沿海山坡，依通用公式所估算之土壤流失量遠大於容許土壤流失量，而尚未開墾，天然值生蔽蓋良好之地區，仍維持甚佳之保土效果。

高雄地區共取樣廿四處，見圖三，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.12～0.39 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者佔 17%，在 0.20～0.40 間者佔 83%。屬中蝕性土壤。

屏東地區共取樣廿八處，見圖三，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.06～0.25 間，其中 k 值在小於 0.20 以下者佔 58%，在 0.20～0.40 間者佔 42%。以低蝕性土壤居多。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

(一)土壤採取需有通盤之代表性及區域性，且對取樣地點現場調查應十分明確；本文乃配合



圖一 台灣西北部山坡地土壤取樣位置圖

Fig. 1. The map of sampling locations in the northwestern Taiwan.

山地農牧局土壤調查隊採樣，並確實調查取樣供試地點之現況資料，以通用土壤流失公式 ($A = RmKSLCP$) 推估土壤流失量。

(二)至於 Wischmeier 等氏 (1958) 之通用土壤流失公式 (Universal Soil Loss Equation, USLE)，雖受學者批評，認為缺乏理論根據，但儘管如此，在應用上已極為普遍，且適合對台灣土壤流失量問題之探討。

五、繼續研究之方向

近二十年來，台灣對土壤流失問題雖然非常重視，但僅限於局部地區特殊狀況之探討。至於引用通用土壤流失公式，雖有一系列已發表之文獻或調查資料可參照，予合理之近似值；唯對土壤沖蝕性指數 k 值之決定，必須採樣分析不可，以估算土壤流失量，但因基本資料缺乏，一直未獲採行。因此，繼續研究之方向必須針對台灣尚未調查地區土壤進行土壤沖蝕性及流失量估算，以完成台灣地區土壤沖蝕性指數 k 值之研究；並依現場調查、現況資料及

表一 臺灣西北部山坡地土壤沖蝕性指數分析結果

Table 1. Erodibility indices of the soils of northwestern Taiwan.

取樣地點 Sampling location	樣本代號 Sample No.	土壤粉粒細砂含量 Silt + very fine sand (0.002-0.10mm)	土壤粗砂含量 Sand (0.10-2.0mm)	土壤有機質含量 Organic matter	土壤構造 Soil structure	*土壤通透性 Soil permeability	**土壤沖蝕性指數 Soil erodibility K T/A/Year Km T/ha/Year	
		%						
苗栗三義後山	ML-1	29.70	17.13	2.09	4	3	0.174	0.225
三義龍興車站附近	ML-2	20.36	36.38	1.32	4	5	0.118	0.152
三義彭厝	ML-3	15.76	31.91	1.01	1	5	0.072	0.093
銅鑼老鴿籠	ML-4	31.80	24.43	1.17	4	4	0.155	0.200
苗栗市西郊	ML-5	47.79	15.50	2.04	4	5	0.308	0.398
西湖北坑	ML-6	18.17	56.69	0.43	1	4	0.133	0.172
公館南河國小旁	ML-7	13.52	25.55	0.93	1	4	0.103	0.133
頭屋明德水庫	ML-8	9.00	29.28	0.84	4	5	0.087	0.112
竹南崎頂	ML-9	17.99	33.83	1.82	2	4	0.052	0.067
頭份坪頂	ML-10	15.68	52.92	0.41	1	3	0.028	0.036
頭份東興水庫	ML-11	18.10	27.89	1.01	4	2	0.108	0.140
造橋龍湖宮西邊	ML-12	38.68	27.78	1.29	1	4	0.155	0.200
造橋北極宮邊	ML-13	6.69	87.31	0.31	1	1	0.028	0.036
後龍雄店仔	ML-14	11.70	30.99	1.18	4	4	0.065	0.084
通霄龍龍宮旁	ML-15	40.96	30.68	1.53	4	3	0.303	0.391
通霄鎮東北丘	ML-16	17.99	15.72	2.02	4	4	0.085	0.110
通霄南勢	ML-17	15.74	33.73	2.41	1	4	0.102	0.132
苑裏燕埔	ML-18	34.43	27.24	2.47	4	2	0.164	0.212
卓蘭坪頂	ML-19	28.93	18.24	3.05	1	2	0.052	0.067
卓蘭拖車尾	ML-20	46.22	4.14	2.09	4	5	0.256	0.331
大湖中興村	ML-21	35.44	55.68	0.75	3	1	0.215	0.278
大湖大湖國中旁	ML-22	23.64	33.29	1.70	4	5	0.193	0.249
獅潭竹木村	ML-23	25.38	29.44	2.71	4	5	0.187	0.242
獅潭和興	ML-24	53.12	12.23	3.05	1	3	0.138	0.178
南庄田美	ML-25	50.40	7.70	1.85	1	3	0.192	0.248
新竹峨眉富興	HC-1	35.15	39.65	1.13	1	5	0.302	0.390
峨眉西富興頭	HC-2	42.69	21.64	1.36	1	5	0.212	0.274
北埔獅尾	HC-3	36.85	37.83	1.36	1	5	0.204	0.264
五峰桃山	HC-4	43.79	4.36	1.89	1	5	0.158	0.204
竹東橫修善堂旁	HC-5	60.60	19.04	1.39	4	5	0.468	0.605
橫山橫山莊丘	HC-6	52.57	23.70	1.66	1	5	0.300	0.388
竹東托盤山麓	HC-7	38.37	37.82	2.02	1	5	0.207	0.267
竹東二重埔觀音寺旁	HC-8	48.66	17.54	2.06	1	2	0.157	0.203
香山元格寺附近	HC-9	35.18	34.34	0.86	4	6	0.328	0.424
寶山寶豐牧場旁	HC-10	39.46	19.82	0.86	4	1	0.182	0.235

表一 臺灣西北部山坡地土壤沖蝕性指數分析結果 (續)

Table 1. Erodibility indices of the soils of northwestern Taiwan. (Continued)

新竹市新開東橋附近	HC-11	48.42	17.78	1.00	1	2	0.187	0.242
新豐塋新工專	HC-12	42.48	11.71	0.60	4	1	0.192	0.248
芎林芎林	HC-13	46.86	29.55	1.43	1	3	0.212	0.274
新埔照門	HC-14	38.69	32.58	1.19	2	4	0.222	0.287
竹北義民廟後山	HC-15	27.79	33.19	2.95	4	5	0.205	0.265
關西馬武脊	HC-16	20.26	29.34	1.79	2	1	0.028	0.036
新豐新莊子	HC-17	42.25	44.14	0.03	4	1	0.328	0.423
新竹青草湖	HC-18	30.42	17.31	2.16	4	2	0.122	0.158
桃園龍潭銅鑼圈合	TY-1	54.77	3.15	0.78	4	1	0.254	0.328
龍潭二角林	TY-2	50.16	16.35	3.70	2	2	0.163	0.211
龍潭二坪	TY-3	72.89	0.79	2.24	2	3	0.332	0.429
復興水源池	TY-4	46.15	9.84	4.26	2	1	0.042	0.054
復興三民	TY-5	13.48	46.54	1.33	1	1	0.025	0.032
楊梅楊梅交流道旁丘陵	TY-6	47.74	4.40	1.88	2	4	0.180	0.233
龜山下湖	TY-7	68.60	3.46	1.70	1	1	0.265	0.342
龜山新開高爾夫球場旁	TY-8	31.61	30.45	3.00	1	2	0.058	0.075
龜山太湖頂坑	TY-9	59.79	8.44	3.03	1	5	0.245	0.317
龜山坑國小旁丘陵	TY-10	52.95	12.78	3.72	1	3	0.136	0.176
八德仁善	TY-11	45.47	4.47	2.45	1	4	0.122	0.158
大溪三層	TY-12	34.20	18.16	2.59	2	4	0.118	0.152
大溪慈湖	TY-13	57.39	5.27	4.20	2	3	0.133	0.172
臺北林口下福	TP-1	15.70	61.01	0.51	2	1	0.350	0.452
林口頂福	TP-2	54.67	3.76	3.85	1	3	0.145	0.187
林口高爾夫球場旁	TP-3	59.16	4.37	1.64	1	1	0.182	0.235
八里觀音山麓	TP-4	61.68	17.48	2.59	1	3	0.283	0.366
淡水	TP-5	64.40	11.87	4.33	1	4	0.246	0.318

* 土壤構造 (Soil structure):

- 1.—極細顆粒 (very fine granular)
- 2.—細顆粉 (fine granular)
- 3.—中或粗顆粒 (medium or coarse granular)
- 4.—塊狀、片狀、團塊 (blocky, platy or massive)

** 土壤通透性 (Soil permeability):

- 1.—速 (rapid)
- 2.—中等至速 (moderate to rapid)
- 3.—中等 (moderate)
- 4.—慢至中等 (slow to moderate)
- 5.—極慢 (slow)
- 6.—極慢 (very slow)

表二 台灣西北部山坡地土壤通用公式所推算之土壤流失量

Table 2. Estimated soil loss of the soils of northwestern Taiwan.

樣本代號 Sample	可蝕性 Erodibility	沖蝕性 Erosivity	地形 Topography	作物 Crop	水土保持 Conservation	土壤流失量 Soil Loss	土 深 Depth of solum	容許土壤 流失量 Tolerance soil loss T (T/ha)	備 註 Remark ***
No.	Km	R	SL	C	P	A=RKmSLCP (T/ha)	D (cm)		A-T
ML-1	0.225	544	16.	0.0111	1	21.54	105	9.0	+
ML-2	0.152	641	13. (0.4)	*0.18 (0.18)*	1	(0.5)* 227.99(3.51)*	96	6.7	+(-)*
ML-3	0.093	624	0.30	0.011	1	0.19	110	9.0	-
ML-4	0.200	600	(0.2)	(0.013)	(0.5)	(0.16)	124	9.0	(-)
ML-5	0.398	394	16.	0.075	1	188.17	99	6.7	+
ML-6	0.172	372	7.7	0.30	1	147.80	94	6.7	+
ML-7	0.133	613	23.2 (1.2)	0.03 (0.011)	1	(0.25) 56.74(0.29)	133	9.0	+(-)
ML-8	0.112	567	16.5 (0.3)	0.08 (0.09)	1	(0.5) 83.83(0.85)	165	11.2	+(-)
ML-9	0.067	198	33.69	0.003	1	1.34	137	9.0	-
ML-10	0.036	380	10. (0.4)	0.18 (0.18)	1	(0.5) 24.62(0.49)	173	11.2	+(-)
ML-11	0.140	406	10.79 (0.4)	0.04 (0.038)	1	(0.5) 24.53(0.43)	61	6.7	+(-)
ML-12	0.200	370	13.	0.043	1	41.37	100	9.0	+
ML-13	0.036	358	1.18	0.20	1	3.04	110	9.0	-
ML-14	0.084	312	(0.4)	(0.10)	(0.5)	(0.52)	101	9.0	(-)
ML-15	0.391	311	15.5	0.043	1	81.05	80	6.7	+
ML-16	0.110	303	(0.3)	(0.013)	(0.5)	(0.06)	155	11.2	(-)
ML-17	0.132	332	(0.6)	(0.043)	(0.5)	(0.57)	99	6.7	(-)
ML-18	0.212	388	11.	0.16	1	144.77	123	9.0	+
ML-19	0.067	734	(0.6)	(0.09)	(0.5)	(1.33)	122	0.0	(-)
ML-20	0.331	785	11.	0.14	0.9*	360.13	84	6.7	+
ML-21	0.278	794	25.	0.26	1	1434.76	23	2.2	+
ML-22	0.249	732	16.	0.10	1	291.63	71	6.7	+
ML-23	0.249	726	12.	0.13	1	274.08	93	6.7	+
ML-24	0.178	707	13. (0.25)	0.012(0.09)	1	(0.5) 19.63(1.42)	120	9.0	+(-)
ML-25	0.248	623	6.7 (3.9)	0.04 (0.011)	1	(0.5) 41.41(3.31)	67	6.7	+(-)
HC-1	0.390	486	7.5	0.17	0.9	217.50	110	9.0	+
HC-2	0.274	470	2.2 (1.4)	0.20 (0.17)	1	(0.5) 56.66(15.32)	153	11.2	+(+)
HC-3	0.264	654	17. (0.4)	0.039(0.011)	1	(0.5) 114.47(0.38)	142	9.0	+(-)
HC-4	0.204	785	(6.0)	(0.013)	(0.5)	(6.25)	83	6.7	(-)
HC-5	0.605	634	10.47	0.09	1	361.43	154	11.2	+
HC-6	0.388	628	28. (0.4)	0.013(0.011)	1	(0.5) 88.69(0.54)	135	9.0	+(-)
HC-7	0.267	510	49.42	0.011	1	74.02	173	11.2	+
HC-8	0.203	479	43.42	0.09	1	379.98	61	6.7	+
HC-9	0.424	352	17. (2.5)	0.013(0.09)	1	(0.8) 32.98(26.86)	89	6.7	+(+)
HC-10	0.235	400	13.	0.09	1	109.98	107	9.0	+
HC-11	0.242	425	0.4	0.45 (0.10)	1	(0.5) 18.51(2.06)	150	9.0	+(-)
HC-12	0.248	344	5.16	0.19	1	83.64	170	11.2	+
HC-13	0.274	395	10.	(0.042)	(0.5)	(22.73)	112	9.0	(+)
HC-14	0.287	418	1.3	(0.042)	(0.5)	(3.28)	73	6.7	(-)

表二 臺灣西北部山坡地土壤通用公式所推算之土壤流失量 (續)

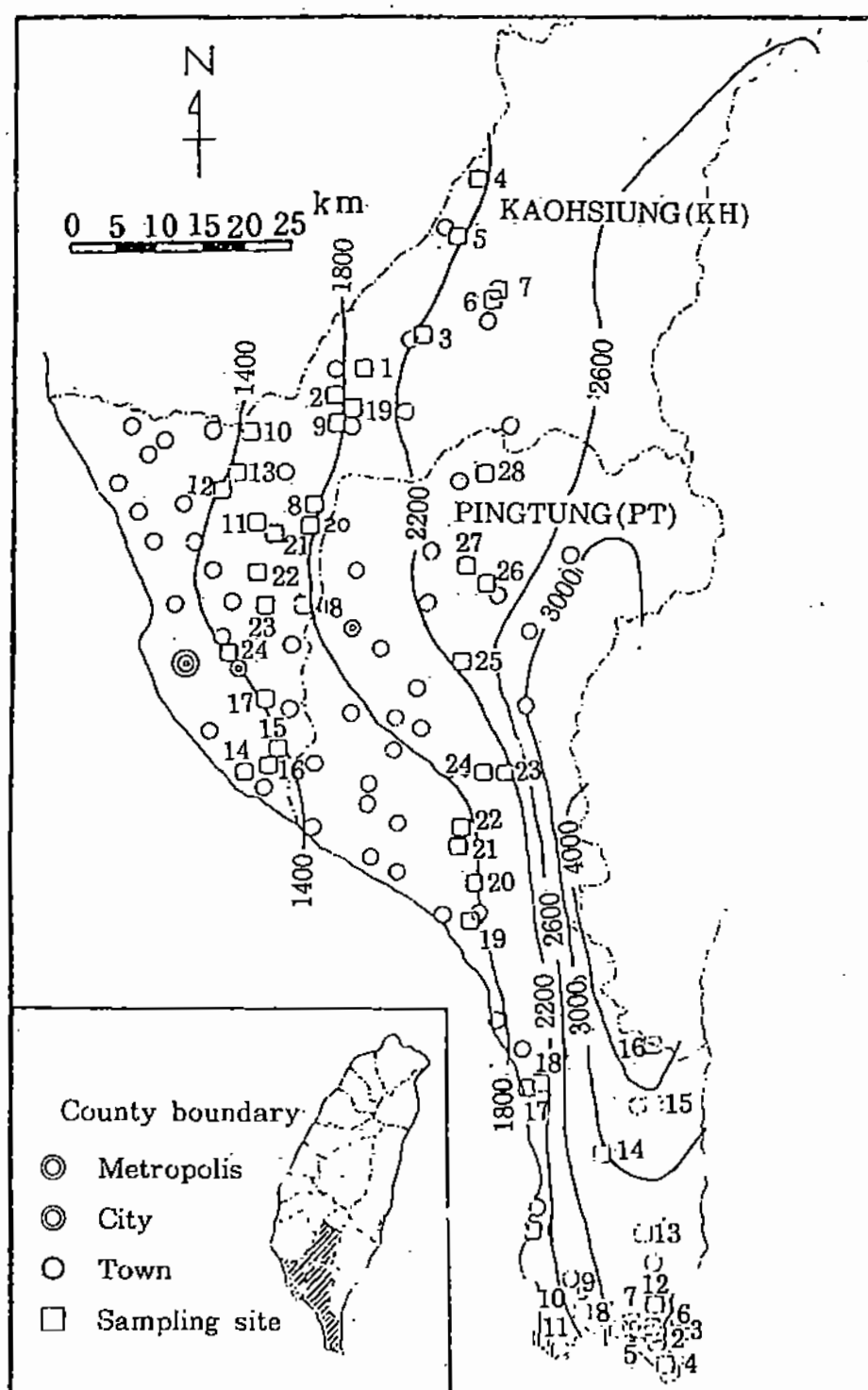
Table 2. Estimated soil loss of the soils of northwestern Taiwan. (Continued)

HC-15	0.265	392	23.79	0.039	1	96.38	152	11.2	+
HC-16	0.036	634	17.	0.04 (0.075)	1 (0.25)	15.52(7.28)	150	11.2	+(-)
HC-17	0.423	241	1.44	0.45 (0.15)	1 (0.5)	66.06(11.00)	154	11.2	+(-)
HC-18	0.158	457	1.2	(0.04)	(0.5)	(1.73)	156	11.2	(-)
TY-1	0.328	600	1.44	(0.26)	(0.5)	(36.84)	158	11.2	(+)
TY-2	0.211	617	2.72	0.038	1	13.46	120	9.0	+
TY-3	0.429	645	5.02	(0.17)	(0.8)	(188.91)	108	9.0	(+)
TY-4	0.054	867	41.99	0.011	1	21.62	75	6.7	+
TY-5	0.032	768	30.	(0.04)	(0.5)	(14.75)	90	6.7	(+)
TY-6	0.233	415	3.22	0.26	1	80.95	200	11.2	+
TY-7	0.342	410	2.08	(0.26)	(0.8)	(60.66)	163	11.2	(+)
TY-8	0.075	428	3.5	(0.043)	(0.8)	(3.86)	114	9.0	(-)
TY-9	0.317	478	20.	0.4	1	1212.21	55	6.7	+
TY-10	0.176	467	10.64	0.082	1	71.71	33	4.5	+
TY-11	0.158	458	1.	0.062	1	4.49	157	11.2	-
TY-12	0.152	634	174.28	0.011	1	184.75	45	4.5	+
TY-13	0.172	658	232.97	0.012	1	316.40	132	9.0	+
TP-1	0.452	332	17.	0.043	1	109.70	125	9.0	+
TP-2	0.187	362	5.79	0.013	1	5.10	173	11.2	-
TP-3	0.235	391	2.04	0.013	1	3.63	152	11.2	-
TP-4	0.366	400	10.	0.04	1	58.56	130	9.0	+
TP-5	0.318	433	1.49	0.011	1	2.26	171	11.2	-

* () 括號乃表示該取樣地點有水土保持處理。

**表該取樣地點略有簡易之敷蓋處理或不完全之畦作措施。

***表該取樣地點依通用公式 ($A = RKmSLCP$) 所推算之土壤流失量與容許土壤流失量之差，正者表宜加強水土保持工作，以維持該地區之永久農業。



圖三 台灣南部山坡地等土壤冲蝕性指數圖及土壤取樣位置圖
 Fig. 3. Isoerodent map of Southern Taiwan: The numbers on line indicate the erosivity indices in metric units and squares show the sampling sites.

表三 台灣南部山坡地土壤特性與沖蝕性分析結果

Table 3. Soil Characteristics and Erodibility in Southern Taiwan

樣本代號 Sample No.	土壤粉粒 細砂含量 Silt+very fine sand	土壤粗 砂含量 Sand	土壤有機 質含量 Organic matter	土壤構造 Structure *	土壤通透性 Permeability **	土壤沖蝕 性指數 K
	%					
KH-1	2.45	55.30	1.49	4	5	0.33
KH-2	4.75	58.93	0.50	4	4	0.39
KH-3	2.92	53.58	1.46	4	6	0.35
KH-4	5.40	54.35	3.71	4	4	0.25
KH-5	2.31	57.19	1.56	3	5	0.32
KH-6	1.80	61.80	1.89	3	3	0.31
KH-7	8.03	61.89	1.76	3	3	0.34
KH-8	41.75	32.83	1.13	3	4	0.23
KH-9	1.55	66.87	1.56	3	3	0.37
KH-10	6.15	61.61	1.46	3	3	0.34
KH-11	4.40	53.70	1.87	4	4	0.30
KH-12	4.25	53.99	3.63	3	5	0.24
KH-13	7.00	58.21	0.70	3	4	0.36
KH-14	10.12	54.22	2.34	4	3	0.28
KH-15	64.69	18.30	1.39	2	4	0.12
KH-16	2.84	50.26	2.02	4	4	0.25
KH-17	22.29	41.76	2.49	2	4	0.19
KH-18	41.87	41.12	1.16	3	4	0.31
KH-19	6.00	43.70	2.35	4	5	0.24
KH-20	25.37	42.19	2.60	4	1	0.19
KH-21	42.95	34.22	1.80	3	2	0.19
KH-22	12.21	59.98	2.60	4	4	0.37
KH-23	20.46	48.04	1.81	4	4	0.31
KH-24	15.13	48.07	1.79	4	5	0.32
PT-1	15.60	77.75	0.60	4	1	0.12
PT-2	14.75	67.65	1.52	4	1	0.09
PT-3	16.13	80.87	1.46	4	1	0.12
PT-4	19.02	56.45	3.10	3	1	0.06
PT-5	22.11	51.39	2.67	4	3	0.16
PT-6	32.15	20.50	2.07	3	2	0.10
PT-7	37.69	28.55	4.38	3	1	0.09
PT-8	43.01	11.32	2.12	3	1	0.13
PT-9	37.44	19.49	0.73	4	3	0.22
PT-10	30.75	25.34	4.68	4	1	0.07
PT-11	29.21	37.45	2.26	4	1	0.10
PT-12	8.02	90.08	1.13	4	1	0.06
PT-13	43.35	12.10	2.36	3	4	0.21
PT-14	46.96	4.40	3.28	4	4	0.22
PT-15	38.82	10.53	1.68	4	4	0.22
PT-16	38.91	10.05	3.06	3	4	0.25
PT-17	44.31	13.01	1.86	3	4	0.23
PT-18	43.31	10.88	1.00	3	4	0.24
PT-19	45.55	19.28	1.08	3	3	0.21
PT-20	45.21	18.29	2.50	3	1	0.15
PT-21	40.66	12.34	2.04	4	3	0.20
PT-22	43.30	9.53	2.40	4	3	0.19
PT-23	33.62	10.05	3.02	4	4	0.17
PT-24	38.75	13.75	1.06	4	4	0.23
PT-25	40.75	15.76	2.26	3	5	0.22
PT-26	34.85	19.15	2.04	4	1	0.13
PT-27	49.94	7.72	3.48	4	4	0.23
PT-28	46.52	10.40	3.55	4	4	0.22

*土壤構造(Soil structure)

- 1.一極細顆粒 (Very fine granular)
- 2.一細顆粒 (fine granular)
- 3.一中等或粗顆粒 (medium or coarse granular)
- 4.一塊狀、片狀、團塊 (blocky, platy or massive)

**土壤通透性 (Soil permeability)

- 1.一速 (rapid)
- 2.一中等至速 (moderate to rapid)
- 3.一中等 (moderate)
- 4.一慢至中等 (Slow to moderate)
- 5.一慢 (Slow)
- 6.一極慢 (Very Slow)

表四 台灣南部山坡地土壤試區通用公式各參數值，土壤流失量及容許土壤流失量
Table 4. Parameter Values, Soil Loss, and Soil Loss Tolerance of The Sampling Sites in Southern Taiwan.

樣 代 號	沖蝕性 Erosivity	可蝕性 Erodibility	地形 Topography	作物 Crop	水土保持 Conservation	土壤流失量 Soil Loss A=RmKm SLCP	容許土壤 流失量 Tolerance Soil loss T(T/ha)	備註 Remark*
No.	Rm	Km	SL	C	P	A(T/ha)	T(T/ha)	
KH-1	1950	0.43	19.0	0.04	1.0	637.26	4.5	+
KH-2	1770	0.50	0.4	0.05	0.25	4.43	6.7	+
KH-3	2220	0.45	8.7	0.003	1.0	26.08	6.7	+
KH-4	2180	0.32	8.2	0.13	0.25	49.88	6.7	+
KH-5	2200	0.41	5.7	0.04	0.5	102.83	6.7	+
KH-6	2350	0.40	1.2	0.013	0.5	7.33	11.2	+
KH-7	2360	0.44	13.48	0.011	1.0	153.97	4.5	+
KH-8	2180	0.30	20.5	0.011	0.25	11.06	9.0	+
KH-9	1780	0.48	0.8	0.09	0.5	30.76	11.2	+
KH-10	1450	0.44	17.5	0.042	1.0	446.60	4.5	+
KH-11	1600	0.39	14.0	0.013	0.5	56.78	4.5	+
KH-12	1420	0.31	24.0	0.17	0.5	898.01	6.7	+
KH-13	1440	0.47	21.0	0.17	0.5	1208.09	4.5	+
KH-14	1250	0.36	14.0	0.07	1.0	441.00	6.7	+
KH-15	1400	0.16	22.0	0.09	1.0	443.52	2.2	+
KH-16	1320	0.32	9.0	0.012	1.0	45.62	6.7	+
KH-17	1430	0.25	18.0	0.003	1.0	19.31	4.5	+
KH-18	1780	0.40	0.68	0.14	1.0	67.78	6.7	+
KH-19	1890	0.31	9.5	0.012	1.0	67.79	4.5	+
KH-20	1790	0.25	11.4	0.013	1.0	66.32	6.7	+
KH-21	1660	0.25	17.5	0.012	1.0	87.15	9.0	+
KH-22	1620	0.48	20.0	0.013	1.0	202.18	4.5	+
KH-23	1640	0.40	36.5	0.003	0.5	35.92	6.7	+
KH-24	1400	0.41	6.0	0.17	0.45	263.47	6.7	+
PT-1	2000	0.16	0.9	0.003	1.0	0.86	11.2	+
PT-2	2700	0.12	0.9	0.003	1.0	0.87	9.0	+
PT-3	2710	0.16	1.83	0.013	1.0	10.32	6.7	+
PT-4	2690	0.08	3.4	0.003	1.0	2.20	6.7	+
PT-5	2720	0.21	2.4	0.011	1.0	15.08	9.0	+
PT-6	2720	0.13	1.44	0.003	1.0	1.53	9.0	+
PT-7	2730	0.12	21.0	0.011	1.0	75.68	11.2	+
PT-8	2720	0.17	8.7	0.09	1.0	362.06	6.7	+
PT-9	2310	0.28	8.2	0.10	1.0	530.38	6.7	+
PT-10	1900	0.09	0.85	0.003	1.0	0.44	11.2	+
PT-11	2000	0.13	22.5	0.012	1.0	70.20	11.2	+
PT-12	2750	0.08	3.78	0.013	1.0	10.81	9.0	+
PT-13	2800	0.27	2.16	0.003	1.0	4.90	9.0	+
PT-14	2980	0.28	0.8	0.011	1.0	7.34	11.2	+
PT-15	3820	0.28	12.8	0.012	1.0	164.29	6.7	+
PT-16	4380	0.32	3.6	0.011	1.0	55.50	6.7	+
PT-17	2000	0.30	34.0	0.011	1.0	224.40	4.5	+
PT-18	2120	0.31	12.3	0.012	0.5	48.50	4.5	+
PT-19	1780	0.27	26.0	0.003	0.5	18.74	2.2	+
PT-20	1800	0.19	8.4	0.003	1.0	8.62	6.7	+
PT-21	1770	0.26	0.7	0.012	1.0	3.87	6.7	+
PT-22	1780	0.25	1.0	0.003	1.0	1.34	6.7	+
PT-23	2200	0.22	5.9	0.003	1.0	8.57	6.7	+
PT-24	2000	0.30	24.5	0.003	1.0	44.10	6.7	+
PT-25	2460	0.28	1.8	0.038	0.25	11.01	6.7	+
PT-26	2460	0.17	34.5	0.012	0.5	86.57	4.5	+
PT-27	2340	0.30	1.2	0.003	1.0	2.53	6.7	+
PT-28	2880	0.28	0.55	0.031	1.0	11.36	9.0	+

*表該取樣地點依通用公式 ($A = RmKmSLCP$) 所推算之土壤流失量與容許土壤流失量之差，正者表宜加強水土保持工作，以維持該地區之永久農業。

七、英文摘要

Soil samples collected from 113 sites in the Northwestern and the Southern Taiwan were estimated their K values via Wischmeier's nomographical method. According to our designation, most soils in these two regions are of low to medium erodibility. Attempts were also made for estimating the amount of soil loss of each sampling site with the respective K value using the Universal Soil Loss Equation, USLE. The results indicate that although some soils are low in erodibility, there are still soil losses greater than permitted partly due to high topographic factor and partly due to poor cropping management.

八、萬鑫森・黃俊義（1981）：台灣西北部土壤沖蝕性及流失量之估算。中華水土保持學報第十二卷第一期。p.p 57～67。

萬鑫森・黃俊義（1983）：台灣南部土壤沖蝕性及流失量之估算。中華水土保持學報第十四卷第一、二期。p.p 21～28。

台灣坡地土壤流失量之推估

73 農建—4.1—源—29(5)

執行機關：國立中興大學

執行人：萬鑫森、黃俊義

摘要者：莊治宗

一、計劃目的

土壤沖蝕性指數乃為土壤對沖蝕之分離及搬運作用之抵抗能力，表示土壤沖蝕性之高低。本文乃依Wishmeier等氏土壤沖蝕性線解圖（Soil erodibility nomograph），決定土壤沖蝕性指數k值。並同時將現場調查所獲得之有關土壤流失資料計入，以估算各採樣地點之土壤流失量，其目的旨在於探討各採樣地區有無加強水土保持處理之必要。

二、計劃執行經過要述

(一)研究材料

本文研究材料乃配合山地農牧局土壤調查隊採集台灣中部南投、台中、彰化諸縣市地區之山坡地土壤；取樣位置及地點見圖一及表一。

(二)研究方法

1.取樣地點現場調查：

- (1)地況調查：包括坡度、坡長、土壤深度、土壤構造、沖蝕程度……等。
- (2)土地利用現況調查：包括作物種類、生育狀況及覆蓋率及數蓋率……等。
- (3)水土保持處理及維護情形調查：包括水土保持設施之種類及現階段維護狀況。
- (4)供試驗用土壤分析樣品之採集。

2.土壤沖蝕性指數k值：

依照Wischmeier等氏（1971）所發展農田及建築地之土壤沖蝕性線解圖，分析下列五個土壤參數：土壤粉粒細砂（0.002～0.10mm）含量，土壤粗砂（0.10～20mm）含量，土壤有機質含量，土壤構造（Soil structure）和土壤通透性（Soil permeability），而圖解查知土壤沖蝕性指數k值。各參數之測定方法如下：

- (1)土壤粉粒細砂（0.002～0.10mm）含量：濕篩法及吸管法。
- (2)土壤粗砂（0.10～20mm）含量：濕篩法。
- (3)土壤有機質含量：Walkley-Black法。
- (4)土壤構造：依美國農部（1951）土壤調查手冊測定之。
- (5)土壤通透性：依美國農部（1951）土壤調查手冊測定之。

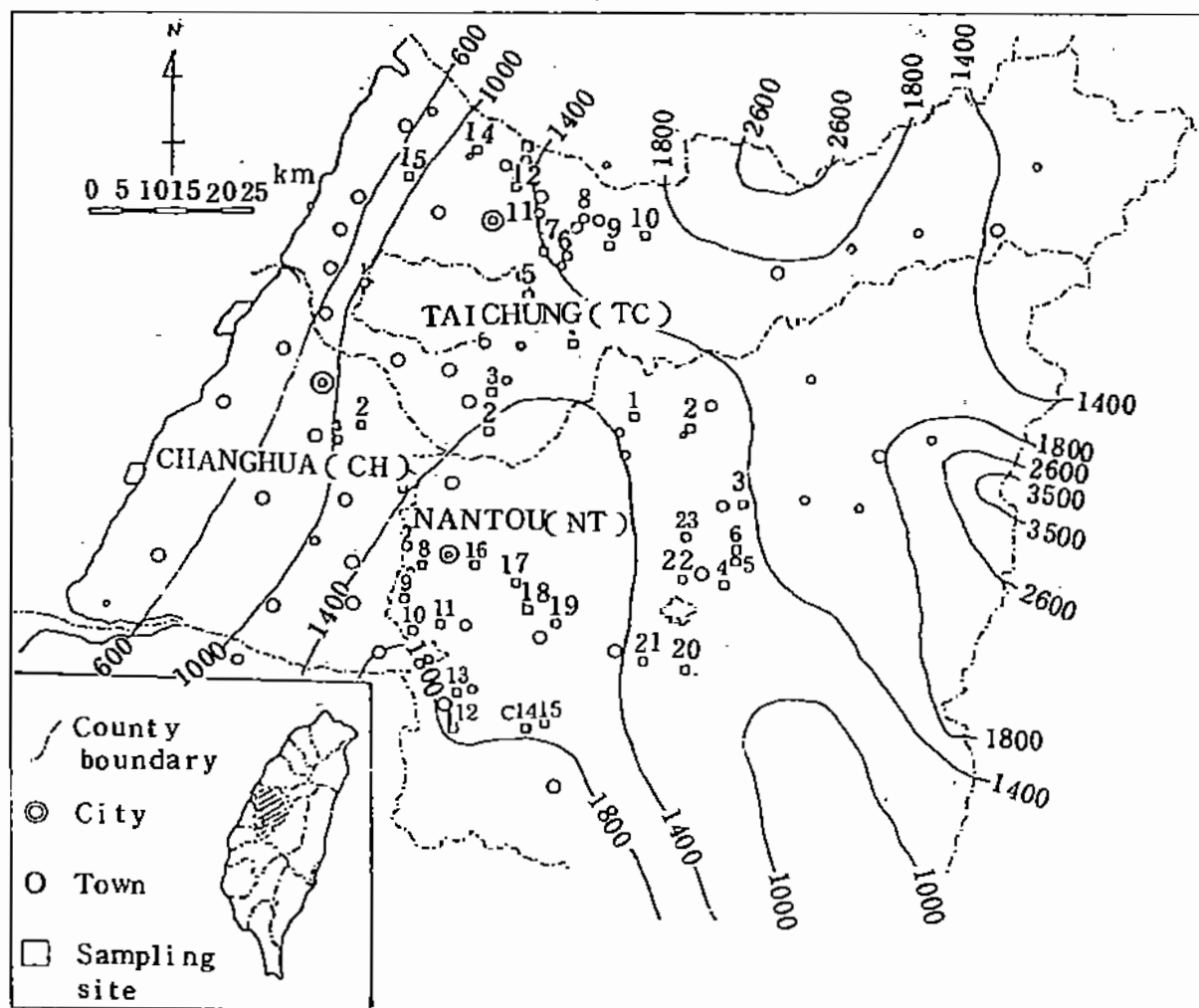
3.土壤流失量：

調查取樣供試地點之現況資料，引用通用土壤流失公式（ $A = Rm \quad Km \quad SLCP$ ）

)以推估土壤流失量

4. 土壤可容許流失量：

依美國水土保持局（1973）通用土壤流失公式以土壤深度所建議之容許土壤流失量⁽¹⁶⁾。



圖一 台灣中部山坡地年等降雨沖蝕指數及取樣位置圖

Fig 1. Isoerodent map of Central Taiwan: The numbers on line indicate the erosivity indices in metric units and squares show the sampling sites.

三、計劃成果

本研究之土壤沖蝕性指數 k 值乃依 Wischmeier 等氏（1971）土壤沖蝕性線解圖所推估，其結果見表一。

南投地區共取樣廿三處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.10~0.48

表一 台灣中部山坡地沖蝕指數分析結果

Table. 1. Erodibility indices of the soils of Central Taiwan.

取樣地點	樣本代號	土壤粉粒 細砂含量 Silt+very fine sand (0.002- 0.10 mm)	土壤粗 砂含量 Sand (0.10- 20 mm)	土壤 有機質 含量 Organic matter	土壤 構造 *	土壤通 透性 **	土壤沖蝕性指數 Soil erodibility	
Sampling location	Sample No.	—	— %	—	stru- cture	Soil perme- ability	K T/A/Year	Km T/ha/Year
南投國姓大旗村	NT-1	50.22	28.37	1.89	2	4	0.36	0.465
大坪頂	NT-2	42.46	3.75	2.06	4	1	0.10	0.129
埔里虎仔山	NT-3	54.00	8.21	2.27	4	2	0.25	0.323
東光	NT-4	33.36	32.69	4.57	2	4	0.115	0.149
過溪仙水農場	NT-5	73.13	5.88	2.99	2	4	0.35	0.452
水頭山隧道口	NT-6	53.13	10.31	2.85	4	1	0.215	0.278
南投武東	NT-7	48.35	4.55	1.55	1	5	0.28	0.362
南投橫山	NT-8	57.58	7.04	1.72	4	3	0.30	0.388
赤水	NT-9	54.54	3.74	1.58	4	3	0.26	0.336
名間松柏坑	NT-10	52.70	3.04	0.89	4	2	0.25	0.323
名間頂溝仔	NT-11	49.68	3.82	1.31	4	2	0.23	0.297
竹山外田	NT-12	54.19	16.57	1.99	3	4	0.301	0.389
延平照鏡山	NT-13	57.53	7.49	2.37	3	4	0.28	0.362
鹿谷廣興	NT-14	44.21	20.64	2.23	3	3	0.205	0.265
鹿谷永隆	NT-15	57.77	17.11	1.65	3	1	0.29	0.375
中寮包尾	NT-16	64.98	16.95	1.24	3	4	0.47	0.607
中寮社區附近	NT-17	61.86	25.21	0.47	3	3	0.48	0.620
中寮桃米坑	NT-18	72.41	2.99	0.82	2	4	0.44	0.568
集集北勢坑	NT-19	49.42	7.37	1.31	3	1	0.28	0.362
水里民和村	NT-20	35.40	22.76	1.20	2	4	0.16	0.207
魚池太平村	NT-21	52.60	3.73	1.58	1	6	0.24	0.310
魚池魚池茶場	NT-22	31.15	19.79	2.34	3	2	0.10	0.129
魚池新城附近	NT-23	51.00	18.25	1.17	3	4	0.33	0.426
龍井東海大學附近	TC-1	45.49	27.03	0.89	4	1	0.27	0.349
霧峰大台中山莊	TC-2	41.56	46.95	0.48	2	4	0.32	0.413
大里塗城慈惠堂	TC-3	51.03	23.76	1.89	3	4	0.32	0.413

表一 台灣中部山坡地沖蝕指數分析結果(續)

Table 1. Erodibility indices of the soils of Central Taiwan. (Continued)

台中外茅埔	TC-4	55.01	20.46	1.37	3	3	0.34	0.439
北屯大坑	TC-5	62.91	3.28	1.03	2	5	0.37	0.478
新社中興嶺	TC-6	59.23	15.13	3.09	3	4	0.32	0.413
新社水井村	TC-7	49.69	26.34	2.27	3	4	0.30	0.388
石岡德興村	TC-8	58.57	31.48	3.16	2	5	0.37	0.478
東勢新伯公	TC-9	42.58	43.30	1.51	3	3	0.30	0.388
東勢中坑坪	TC-10	68.77	12.89	1.92	1	5	0.42	0.543
豐原南崙里	TC-11	51.09	16.65	2.27	3	4	0.29	0.375
后里昆廬寺	TC-12	39.75	31.86	2.37	3	4	0.23	0.297
后里仁里村	TC-13	46.39	34.43	0.89	3	4	0.36	0.465
后里月眉	TC-14	57.96	18.46	2.20	3	2	0.30	0.388
清水海風里	TC-15	50.01	17.53	1.13	4	1	0.26	0.336
彰化芬園下樟	CH-1	54.30	21.18	0.86	3	4	0.38	0.491
芬園八股	CH-2	43.82	6.02	0.69	3	4	0.23	0.297
花壇橋頭	CH-3	38.15	44.99	1.44	2	4	0.25	0.323

*土壤構造(Soil structure):

1. - 極細顆粒 (Very fine granular)
2. - 細顆粒 (fine granular)
3. - 中或粗顆粒 (medium or coarse granular)
4. - 塊狀、片狀、團塊 (block, platy or massive)

**土壤通透性(Soil permeability):

1. - 速 (rapid)
2. - 中等至速 (moderate to rapid)
3. - 中等 (moderate)
4. - 慢至中等 (slow to moderate)
5. - 慢 (slow)
6. - 極慢 (very slow)

表二 台灣中部山坡地土壤通用公式所推算之土壤流失量

Table 2. Estimated soil loss of the soils of Central Taiwan.

樣本代號 Sample No.	可蝕性 Erosivity Rm	沖蝕性 Erodibility Km	地形 Topography SL	作物 Crop C	水土保持 Conservation P	土壤流失量 Soil loss $A=RmKmSLCP$ (T/ha)	土深 Depth of Solum D (cm)	容許土壤流失量 Tolerance soil loss T (T/ha)	備註 Remark A-T
NT-1	1393	0.465	20	0.041	1	531.15	60	6.7	+
NT-2	1350	0.129	2	0.11	0.25	9.58	150	11.2	-
NT-3	1356	0.323	7	0.011	1	33.73	100	9.0	+
NT-4	1469	0.147	12	0.011	1	28.89	60	6.7	+
NT-5	1427	0.452	10	0.05	0.6	193.50	80	6.7	+
NT-6	1418	0.278	8	0.038	1	119.84	160	11.2	+
NT-7	1533	0.362	1	0.043	0.45	10.74	300	11.2	-
NT-8	1617	0.388	20	0.011	0.8	110.42	70	6.7	+
NT-9	1667	0.336	1.6	0.011	0.5	4.93	200	11.2	-
NT-10	1782	0.323	1.1	0.043	0.25	6.81	120	9.0	-
NT-11	1629	0.297	1.2	0.043	0.25	6.24	100	9.0	-
NT-12	1782	0.389	24	0.003	0.8	39.93	120	9.0	+
NT-13	1738	0.362	1.5	0.043	0.25	10.15	150	11.2	-
NT-14	1785	0.265	1.12	0.24	0.25	31.78	100	9.0	+
NT-15	1785	0.375	2.24	0.09	0.25	33.74	120	9.0	+
NT-16	1579	0.607	8	0.17	1	1303.49	100	9.0	+
NT-17	1616	0.620	1.2	0.17	0.6	122.64	100	9.0	+
NT-18	1651	0.568	12	0.031	0.8	279.08	60	6.7	+
NT-19	1657	0.362	1.5	0.031	0.25	6.97	120	9.0	-
NT-20	1209	0.207	4	0.09	0.6	54.06	50	4.5	+
NT-21	1309	0.310	10	0.083	1	336.81	50	4.5	+
NT-22	1271	0.129	17	0.011	0.18	5.52	200	11.2	-
NT-23	1267	0.426	2.6	0.043	1	60.34	100	6.7	+
TC-1	1015	0.349	0.5	0.15	0.4	10.62	200	11.2	-
TC-2	1416	0.413	7	0.17	1	695.92	150	11.2	+
TC-3	1341	0.413	15	0.04	0.8	265.84	50	6.7	+

表二 台灣中部山坡地土壤通用公式所推算之土壤流失量(續)

Table 2. Estimated soil loss of the soils of Central Taiwan. (Continued)

TC-4	1294	0.439	6	0.011	0.5	18.75	40	4.5	+
TC-5	1297	0.478	7.5	0.17	1	790.45	50	6.7	+
TC-6	1436	0.413	0.7	0.031	0.12	1.54	150	11.2	-
TC-7	1400	0.388	2.2	0.24	0.5	143.40	60	6.7	+
TC-8	1533	0.478	0.6	0.10	0.12	5.28	50	6.7	-
TC-9	1524	0.388	1.8	0.04	0.5	21.28	50	6.7	+
TC-10	1640	0.543	1	0.038	0.25	8.46	100	9.0	-
TC-11	1420	0.375	0.4	0.085	0.8	14.49	70	6.7	+
TC-12	1333	0.297	5.2	0.24	0.3	148.22	70	6.7	+
TC-13	1353	0.465	3.4	0.012	0.12	3.08	40	4.5	-
TC-14	1150	0.388	3.1	0.003	0.3	1.25	90	6.7	-
TC-15	714	0.336	0.4	0.24	0.12	2.76	100	9.0	-
CH-1	1367	0.491	6	0.043	1	173.16	150	11.2	+
CH-2	1080	0.297	3	0.043	0.25	10.34	200	11.2	-
CH-3	1010	0.323	6	0.041	0.25	20.06	200	11.2	+

*表該取樣地點依通用公式($A = RKmSLCP$)所推算之土壤流失量與容許土壤流失量之差，正者表宜加強水土保持工作，以維持該地區之永久農業。

間，其中 k 值小於 0.20 以下者佔 17%，在 0.20～0.40 間者佔 70%，在大於 0.40 以上者佔 13%。本區正處於開發利用階段，各種坡地作物常見種植於境內山坡地，由於大多為中蝕性土壤，雖有水土保持處理，但依通用公式所推估之土壤流失量仍超過容許流失量，故本區宜有加強水土保持處理之必要。

台中地區共取樣十五處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.26～0.42 間，其中 k 值在 0.20～0.40 間者佔 93%，在大於 0.40 以上者佔 7%。本區多為中蝕性土壤，在大肚山境及頭嵙山層域全為紅土區，地勢較平緩，種植畦作密植甘蔗區，依通用公式所推算之土壤流失量低於容許土壤流失量；若種植枇杷，則推算之土壤流失量遠高於容許土壤流失量甚鉅，選擇適宜主作物，植（置）以覆蓋收蓋，均有助於防止水土流失。然其餘各區，常由於管理欠周、坡度太大、坡長太長，依通用公式所推算之土壤流失量超過容許土壤流失量。

彰化地區山坡地僅為八卦山城，共取樣三處，見圖一，土壤沖蝕性指數 k 值分析結果，介於 0.23～0.38 間。屬中蝕性土壤。三處樣品之主作物分別為龍眼、鳳梨、竹，依通用公式所推算之土壤流失量僅鳳梨區低於容許土壤流失量，顯示着坡地經營選擇合適主作物之

必要性。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

土壤因本身母質及外在地形、地貌、氣候、植生覆蓋數蓋情況、開墾程度及水土保持處理等影響不同，致沖蝕性指數亦因而有所差異。因此，土壤採樣需有全盤之代表性，本文乃配合山地農牧局土壤調查隊採集台灣中部山坡地土壤。

至於Wischmeier等氏(1958)之通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)，雖受學者批評，認為缺乏理論根據，但儘管如此，在應用上已極為普遍。

五、繼續研究之方向

近二十年來，台灣對土壤流失問題雖然非常重視，但僅限於局部地區特殊狀況之探討。至於引用通用土壤流失公式，雖有一系列已發表之文獻或調查資料可參照，予合理之近似值；唯土壤沖蝕性指數k值之決定，必須採樣分析不可，以估算土壤流失量，但因基本資料缺乏，一直未獲採行。因此，必須針對台灣尚未調查地區土壤進行土壤沖蝕性及流失量估算之研究。

六、結論與建議

台灣中部山坡地土壤，就全區域而言，多為中蝕性土壤；南投地區山坡地多屬中蝕性土壤，約佔70%，低蝕性者佔17%，高蝕性者亦佔13%；台中地區山坡地以中蝕性土壤為主，約佔93%，餘者為高蝕性者；彰化地區山坡地因僅為八卦山域，只選取三處，但就現有資料研討，全屬於中蝕性土壤。就土壤種類觀之，紅壤多為低中蝕性土壤，紅黃壤，黃壤，灰壤因風化程度遞減而沖蝕性指數有增高之趨勢。見表三。

表三 台灣中部山坡地土壤沖蝕性指數與土壤種類之相關
Table 3. Relationship between erodibility indices and soil kinds of Central Taiwan.

土壤沖蝕性指數 Erodibility	土壤種類 Soil kind			
	紅壤 Latosols	紅黃壤 Reddish brown lateritic soils	黃壤 Yellowish brown lateritic soils	灰壤 Podzols
0.00 - 0.10				
0.11 - 0.20	2	1		1
0.21 - 0.30	9	5	5	
0.31 - 0.40		2	8	4
> 0.40				4

七、英文摘要

The erosion is the interaction of two items — the rain and the soil. The effect of the rain is called erosivity and the effect of the soil is called erodibility. Soil erodibility is usually used as an indication of the degree of easiness of a soil to be eroded. According the designation given in the earlier paper (Wann and Hwang, 1981), we found that soils of central Taiwan are largely medium in erodibility. There is a trend that the erodibility increases inversely with the weathering degree of the soil.

Attempts was also made for estimating the amount of soil loss by using these K-values according to Universal Soil Loss Equation. The results indicated that the greater soil losses than permitted were partly due to the topographic factor and/or partly due to the poorly cropping management. Carefully and rigorously conservation practices should be therefore made for the permanent agriculture in these areas.

坡地土壤結核之成因

72 農建—4.1—源—56 (5)

執行機關：國立中興大學

執行人：萬鑫森、郭麗莉

摘要者：莊治宗

一、計劃目的

結核生成之主因雖因結核種類而異；但大體上有三個過程即溶解、移動、沉澱完全相同。結核成分之移動也都是上下方向垂直移動，甚少有側向移動情形。以上是平地土壤結核生成途徑；至於坡地土壤結核生成是否亦如此尚無文獻報告。

本文之目的有二：1.坡地土壤結核生成之途徑，2.坡地土壤結核生成之機制(Mechanism)。

二、計劃執行經過要述

(一)研究材料

本試驗以鳳山黃壤，內含高嶺石(Kaolinite)、蛭石(Vermiculite)、雲母(Mica)、石英(Quartz)、長石(Feldspar)、針鐵礦(Goethite)、及磷灰石(Apatite)等。表土為壤土、有機物1.3~2.3%、pH值4.6~5.6。取樣位置，計有三個坡面，其性狀如下：

1.水土保持試驗區樣果園坡面：坡度12°，坡長15m。

2.方向角西坡面：坡度17°，坡長20m。

3.方向角南30°東坡面：坡度15°，坡長35m。

每一坡面分上、中、下3個坡面，每15cm取一樣本至深度150cm為止。

(二)研究方法

分為結核量分析、結核成分分析及土壤pH測定三部份。

三、計劃成果

結核分佈曲線示如圖一至三，各剖面結核有三個共同點：(1)中、上坡剖面結核量高者，以大於2mm粒徑居多；下坡剖面則以大於5mm粒徑居多。這是結核具有由小粒徑結合成大粒徑之特性。(2)上坡剖面結核分佈曲線變化均較中、下坡面為小。此由於上坡剖面結核除溶自土壤外，別無來源；因之變化不若中、下坡剖面大。(3)以60cm深度為界，此線以上，結核量下坡最大，中坡次之，上坡最小；此線以下，結果正好相反。此由於坡地與平地不同，降水可順坡面斜向移動機會較多，但60cm以下，則受雨量限度，斜向移動較少。

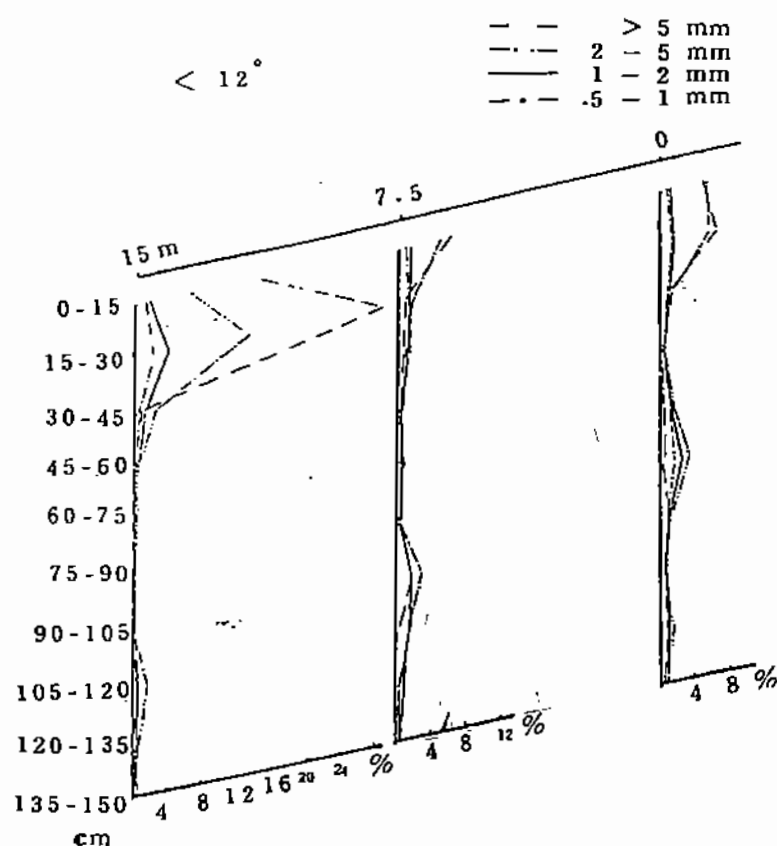
結核成分分析列於表一，由表一可見結核中鐵、錳含量遠較土壤中高。鳳山坡地土壤結核屬鐵錳結核或鐵結核而錳為伴同成分。結核中氧化鐵含量遠高於氧化錳，尤以大結核為然。

，約達 50 ~ 100 倍。鐵錳離子隨水在土壤中自上坡向下坡斜向移動，沉澱於下坡形成結核。一般而言，錳較鐵快，且鐵僅限於在上層（60 cm）土壤中移動。結核沉積於下坡剖面 30 ~ 60 cm 深處；結核量約為同深度中，上坡剖面之 5 ~ 7 倍。

表一 方向角南 30° 東坡面土壤結核中，鐵、錳含量比較

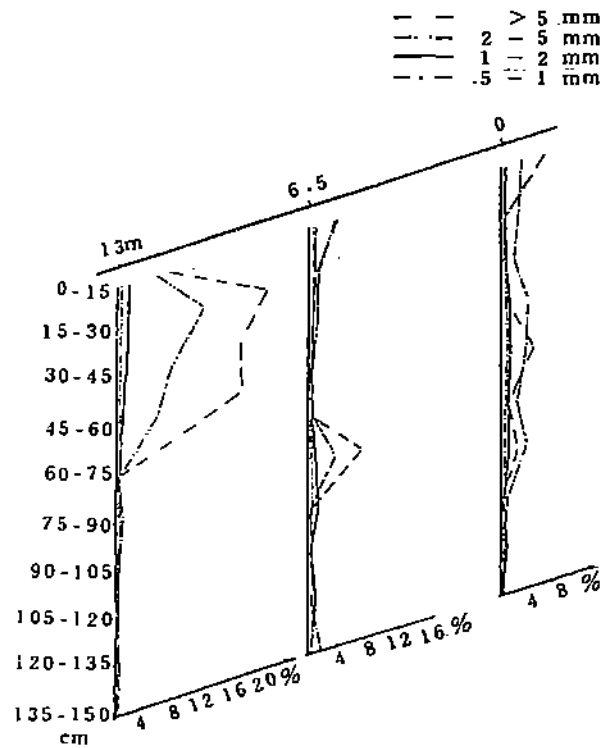
Table 1. Fe_2O_3 and MnO Content in the Concretion of Slopeland SE30°

		上 坡		中 坡		下 坡	
		Upslope		Midslope		Downslope	
		0-15 cm	60-75 cm	0-15 cm	60-75 cm	0-15 cm	60-75 cm
MnO	Soil. (%)	0.035	0.035	0.027	0.027	0.040	0.027
	Concre. (%)	0.263	0.252	0.240	0.186	0.470	0.273
	Concre./Soil	7.536	7.200	8.856	6.863	11.900	10.074
Fe_2O_3	Soil (%)	2.68	3.45	3.57	3.98	2.34	4.58
	Concre. (%)	15.79	13.41	17.85	13.87	21.95	17.52
	Concre./Soil	5.89	3.89	5.00	3.48	9.38	3.83



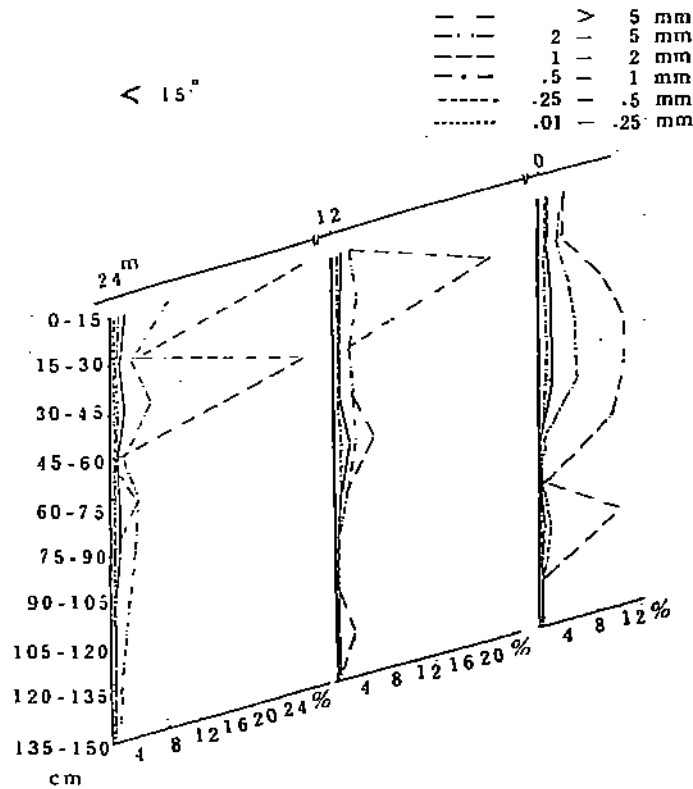
圖一 樣果園坡地結核重量百分比分佈圖

Fig. 1. Distribution of Concretions in Mango Field Slopeland



圖二 方向角西坡地結核重量百分比分佈圖

Fig. 2. Distribution of Concretions in Slopeland W



圖三 方向角30°東坡面結核重量百分比分佈圖

Fig. 3. Distribution of Concretions in Slopeland SE 30°

土壤 pH 測定結果列於表二，由表二可見土壤 pH 隨深度而遞增。若按溶解度積 (Solubility product) 原理，應該是下層有利於鐵、錳之沉澱。可是單從 pH 判定鐵、錳是否會沉澱不一定正確，理由有二：(1) 坡地降水多成地表逕流，向下滲透之水量較少，致未能將上層溶解之結核成分帶下；(2) 結核之形成，除 pH 外，尚與形成結核時土壤氧化還原電位 (Redox potential, Eh) 有關。

表二 三個坡面土壤 pH 值
Table 2. pH-values of the slopeland soils

		檬 果 園	南 30° 東坡面	西 坡 面
		Mango field	Slopeland SE30°	Slopeland W
		cm		
上 坡 Upslope	0—15	4.64	4.76	5.60
	15—30	4.46	4.94	5.28
	30—45	5.05	5.44	5.32
	45—60	5.72	5.62	5.62
	60—75	6.15	5.82	5.84
	75—90	6.22	6.15	6.08
	90—105	6.30	6.34	6.32
	105—120	6.42	6.65	6.55
	120—135	6.55	6.84	6.65
	135—150	6.75	7.00	6.74
中 坡 Midslope	0—15	4.55	4.82	6.15
	15—30	4.90	4.66	5.38
	30—45	5.64	4.75	5.34
	45—60	5.85	5.00	5.22
	60—75	6.22	5.22	5.58
	75—90	6.36	5.42	6.05
	90—105	6.60	5.48	6.24
	105—120	6.52	5.55	6.28
	120—135	6.52	5.66	6.28
	135—150	6.45	5.82	6.35
下 坡 Downslope	0—15	4.62	5.35	5.25
	15—30	4.55	5.28	4.85
	30—45	4.55	5.38	4.85
	45—60	4.85	5.26	4.84
	60—75	5.25	5.35	4.94
	75—90	5.35	5.56	5.05
	90—105	5.46	5.64	5.24
	105—120	5.45	5.72	5.35
	120—135	5.52	5.84	5.52
	135—150	5.64	5.88	5.72

鐵、錳分佈示於圖四和五。可見鐵在 60 cm 以下起伏不定，而錳先增後減。鐵、錳比 ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MnO}$ ratio) (表三) 由地表 57 至底層的 151，與地下水位影響的土壤結核由上向下遞減的鐵錳比相反。可見坡地土壤結核生成是受降水之影響，而非地下水位浮動的結果，又錳在小結核中含量較高，鐵在大結核中含量較高，與一般結果不同。或因坡地土壤錳沉澱物較鐵沉澱物易於溶解順坡流去致生成大結核之機會減少。

表三 方向角南 30° 東坡面下坡面結核平均鐵、錳含量

Table 3. Fe_2O_3 and MnO Content in the Concretions of Downslope of SE 30°

深 度 Depth cm	平均鐵含量 Ave. Fe_2O_3 Content %	平均錳含量 Ave. MnO Content %	鐵 錳 比 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{MnO}$
0 — 15	26.71	0.469	56.95
15 — 30	23.11	0.349	66.22
30 — 45	18.03	0.273	66.04
45 — 60	12.72	0.138	92.17
60 — 75	17.43	0.273	63.85
75 — 90	11.87	0.228	52.06
90 — 105	9.88	0.205	48.20
105 — 120	15.40	0.179	86.03
120 — 135	16.19	0.111	145.86
135 — 150	14.84	0.098	151.43

四、結論與建議

坡地土壤結核形成途徑與平地不同，試驗結果均顯示鐵、錳離子隨水溶液自上坡向下坡移動，沉積於下坡形成結核，即順坡斜向移動為主要途徑；由上層向下層移動為次要。形成結核之機制純為溶解及沉澱作用，受土壤 pH 及水分下滲之影響。

五、英文摘要

There are voluminous papers contributing to the soil properties of slopelands such as organic matter content, infiltration, fertility, etc. However, literature on the formation of concretions on slopelands is limited. The purpose of this paper is to investigate the route and mechanisms of concretions formed in a Fengshan slopeland soil.

From the results obtained, we find the following facts:

- 1) Only iron-manganese concretions were found in the Fengshan slopeland soil. The percentage

of iron oxide in the concretion was much higher than that of manganese oxide, especially for large concretions.

2) The constituents forming concretions came from upslope soil accompanying with water movement along the slope within the soil solum. In general, manganic ions move faster than ferric ions and ferric ions move within only the upper horizons.

3) The depth where concretions accumulated was 30--60cm. below surface. The percentage of concretions at this depth was five to seven times as much as for downslope profile higher than that for upslope profile.

4) The mechanisms controlling the movement of manganic and ferric ions seem to be the dissolution and precipitation under various acidity of the soil and intensity of rainfall.

六、郭麗莉・萬鑫森（1983）：坡地土壤結核之成因。中華水土保持學報第十四卷第一、二期。pp.107～117。

台灣東部海岸山脈火山灰土之分布及其性態之研究

79 (ARDP) — 3.2 — N — 190 (A — 6)

69 農建 — 5.1 — 源 — 032 (2)

執行機關：國立台灣大學

執行人：徐 玉 標

摘要者：湯 松 義

一、計劃目的

台灣東部海岸山脈火山灰土，因其理化性質之特殊，在坡地保育利用與作物栽培上有甚多問題存在，因而研究該土壤之基本性質並研討土壤保育與利用上之影響以及調查其分佈狀況，以作為坡地利用與規劃之參考。

二、計劃執行經過要述

1. 調查：利用地形圖，實際調查火山灰土之分佈面積、選點採樣及挖掘土坑，調查土層深度及剖面狀況，利用情形及水土保持有關之種種因素。
2. 土樣分析：採取之土壤樣本攜回試驗室進行以下之分析。
 - (1) 物理性：土壤機械組成分、容重、孔隙率、各種水分常數、有效水分含量、團粒安定度、滲透性等。
 - (2) 化學性：pH、有機物、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Na^+ 、 K^+ 、N、P等。
3. 蒐集各種有關資料：向當地鄉鎮公所、縣政府、林務局、水利會、農業改良場、以及山地農牧局等機構蒐集資料作為參考之用。
4. 撰寫報告：根據以上所得資料分析結果，撰寫着重土地利用限度及水土保持方面，供將來實地開發之參考。

三、計劃成果

1. 瞭解火山灰土之分佈面積及其性態。
2. 提供土壤分類標準基本資料。
3. 土地利用與土壤沖蝕關係。
4. 水土保持情形及其對策。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

現場僱工及土樣之輸送均很困難，均商得農牧局人員及車輛之協助，得以達成任務。

五、繼續研究之方向

本研究唯對旱地施與調查及分析，將來最好能繼續對已開發成水田者予以調查，可進一

步瞭解土性之各種變化。

六、結論與建議

(一)東部海岸黑色土之分佈，以東側臨太平洋之斜坡地較廣，西側縱谷僅有零星散佈，被覆在安山岩質集塊岩上，厚薄不定，隆起坡面，多僅留殘跡，緩斜或低窪處，有達一公尺以上。

(二)黑色土在未墾殖之坡面，多屬灌木林或草地，色澤較深，呈墨黑色，已開墾之水田，時間愈久，色澤愈淡，大多與砂頁岩沖積土相混，以至於很難辨別。

(三)黑色土較完整之剖面狀況：

1.火山黑土覆蓋層，呈深黑色，團粒構造鬆散，惟團粒體有時膠結頗堅硬，通氣及排水性良好，多根毛蟲孔。

2.火山黑土 pH 6.4 ~ 7.4，重量不及 0.8，真比重祇有 2.2，有機物含量在 2.8 % 以上，全氮量較低不及 0.15 %，故 C / N 比值高。

3.火山黑土覆蓋層之下為安山岩質集塊岩所風化之黃壤，有很明顯之混合過渡層，係黑色土受雨水滲入於黃壤中，土色自淺黑、棕黃至黃色，夾雜半風化之集塊岩碎石塊極多。黃壤係由母岩風化而成，質地粘重，密實濕潤，塑性強，保水力大，排水及通氣均差。

4.心土為母岩半風化層，多石塊，石塊間土質粘重，有石灰質褐斑，濕潤，緊密，排水性極差。

5.底層安山集塊岩母質。

(四)黑色土之剖面，一般是表層疏鬆，孔隙大，故保水力強，降雨或灌溉接受量較大，心土與黃壤混合孔隙空間多不及全體積 15 %，故如逢降雨量多，心土排水不暢，易形成臨時地下水位，增加水壓，而引起沖刷或崩塌。

(五)黑色土經耐水性團粒分析，顯示團粒化度高而安定，故以黑色土而言，其所具有之特性對抗蝕、保水均屬有利。

(六)黑色土之土地生產力，經有關因素之評斷，雖因地區所在位置而有差別，但仍值得開發，生產力頗高之土壤。

七、英文摘要

ABSTRACT

The hill and slop-eland of coast incuntain in eastern in Taiwan covered with a layer of black soil make a special scenery. In this study, the phisical and chemical properties and the limitation of usability of soil are observed in the field from the viewpoint of soil conservation. Also soil specimen each relative item are collected and analyzed.

Volcanic black soil layer appears indeep black and the aggregate structure of its soil particle is loose. Bat, on accassion the particle coheres pretty hard, and the airiness, drainage are in good codition, and the voids are full of caves of root and worm.

The pH value of volcanic black soil is 6.4--7.4, and bulk clensity less than 0.8, specific gravity only 2.2, the content of organic materials more than 2.8%, and nitrous content less than 0.15%. All of them vesult in a higher ratio of C/N.

流域侵蝕區之自然環境及堆積區 之土壤特性與農業活動之相關性研究

73 農建—7.1—源—32 (7)

執行機關：國立台灣大學

執行人：張石角、徐美玲

摘要者：徐美玲

一、計劃目的

研究流域之淤砂生產區（侵蝕區）之地形、母岩性質、地質構造、水文狀況、風化、侵蝕作用及其產物，以及河川之搬運、淘選作用與堆積區堆積物之特性及其地理分佈、成土作用、土壤特性之關係，並探討各因子與農業活動之相關特性，以提供平地農業區之基本土壤資料和山區風化、侵蝕狀況，以為農業經營和水土保持規劃之參考。同時根據本研究之成果為建立本省平地土壤按其起源及發生而歸類之系統予以學理上之說明。

本計畫乃以苗栗縣後龍溪集水區為研究對象，將其分為淤砂生產區及堆積區，以兩年時間分兩期各別加以研究。第一期計畫之目標在建立後龍溪上游各副集水區之地質、地形特性及河川搬運情況與淤砂產量和淤砂特性之關係。第二期計畫之目標在建立沖積平原土壤特性與各集水區自然條件及農業活動之關係。

二、計劃執行經過要述

第一期研究工作自72年7月開始至73年6月截止。本期計畫以二萬五千分之一等高線地形圖為調查基圖，將後龍溪上游集水區分成八個副集水區，由東而西依次為汶水溪、大湖溪、南湖溪、獅潭川、鹽水坑溪、老田寮溪、沙河及基隆河流域。利用文獻資料及野外勘查獲得各集水區之面積、岩質分佈、集水區侵蝕度、縱橫谷及U型、V型谷之分佈百分率，並於重要河段採取河川堆積物之樣本進行顆粒分析，再將所得地質、地形及河水搬運狀況等資料予以分析、探討其相關性並撰寫報告。

第二期研究自73年7月至74年6月止，本期計畫以五千分之一等高線地形圖為調查基圖，在圖上將各流域之河谷平原根據高差、距支流匯入主流地點之遠近及該支流集水區之地質、地形狀況加以分類，分別採樣研究以建立下游土壤特性與上游淤砂供應之關係。本期研究工作目前尚在進行。

三、計劃成果

第一期研究結果顯示，集水區之面積及侵蝕程度愈大，其於過去地質史上所供應的淤砂愈多。集水區水系中之V型谷，尤其是V型縱谷所佔比率愈高，集水區的地形愈不穩定。集水區各岩層之風化特性及其堅硬砂岩之組成比率決定所生產淤砂的特性，其與實際採得河牀堆積物之粒徑及岩石組成分配之差異即代表該集水區輸出淤砂之特性。

本研究中，汶水溪及大湖溪兩流域因其面積最大，故過去輸出淤砂最多，其區內目前之

坡度、高差及水系中V型河谷所佔的比率仍為各集水區之冠，故將來此二集水區仍為最重要之淤砂供應源。區內平面型地滑和落石頗多，又因區內堅硬砂岩約佔一半，風化崩壞後成為砂岩塊，故河牀上砂質礫石甚多。南湖溪流域因為一向斜谷，再加上區內地層相當平緩，故以往的輸砂量僅次於汶水溪及大湖溪流域，目前由於向斜谷右側已發展成穩定之傾斜坡，故日後淤砂生產將相當有限。西部之五個集水區因地層傾角甚大，多在 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，此一特色影響區內地形之發育，而以地表切割零碎、河川密度大為其特色。由於地層傾角超過 60° ，雖河川下切成V字型，也多有安定之邊坡，故淤砂產量少。南湖溪流域之西部以及老田寮溪流域中卓蘭層分佈面積廣泛，惟此地層以其年代新、膠結不固，容易風化成砂土，故該二副集水區所產之淤砂以砂土為主。其餘四個副集水區皆為小集水區，過去與將來所貢獻之淤砂量均不致太大。

四、結 論

由第一期研究得知各副集水區淤砂特性互有差異，第二期研究宜著重此等差異對沖積平原土壤特性的影響。

五、英文摘要

Abstract: This study aims to investigate the relationships between the physical environment and the characteristics of sediment yielded in the eight subwatersheds of Hou-Lung-Hsi. Parameters such as the area and the degree of erosion of each watershed, the proportion of different valley types, the sandstone ratio of the geological composition, the weathering characteristics of various rock strata within each watershed, as well as the grain size distribution, the sphericity and the roundness of river bed sediments are included in the analysis.

The larger area and the higher degree of erosion has a watershed, the greater amount are the sediments having been removed from it. The longer and higher density are the V-shaped valleys within a watershed, the more actively the geomorphological processes proceed. The weathering characteristics and the sandstone composition ratio influence the characteristics of the sediments yielded. And the difference between the characteristics of the sediments yielded and that of the sediments on the river bed reveals the possible characteristics of the transported load.

The watersheds of Wein-Shui-Hsi and Tai-Hu-Hsi are the two largest ones in the study area, therefore they have been the most important sediment suppliers in the past. Prevailing steep slopes and high relief in addition to high proportion of the stream being still V-shaped make mass-wasting very active in these two watersheds, and thus they will continue to contributed great amount of sediments in the future. The watershed of Nan-Hu-Hsi is mainly a longitudinal valley, the main stream has cut into the gently-dipping rock strata and has yielded sediments which was of the third greatest amount in the past among all watersheds. Nevertheless, the receding dip slope has presently come into a stable state and the watershed no longer supplies large quantity of sediments. In spite of high stream density within all the rest of the watersheds, being small and low-relieved, these watersheds do not make significant supply of sediments.

(Key-words: *watershed, erosion, sediment yield*)

六、發表資料：

徐美玲：1984年苗栗後龍溪流域上游集水區之自然環境與淤砂特性之研究，中華水土保持學報，第十五卷第一、二期。pp.57~70頁。

山坡地開發社區土壤強度調查

71 農建—1.3—源—60 (2)

執行機關：交通大學

執行人：許海龍

摘要者：許海龍

成果摘要

在台北縣境內山坡上擬於開發之區域，選取代表性之金山、新店（大台華城）、汐止等三處，作為現場地表面之土壤強度調查場所。

本文乃研究由現場野外降雨量與沖刷量之觀測與度量資料，從實際鑽探取樣供三軸靜定試驗結果，以及現地測量後求取縱斷面供電腦靜態穩定分析結果，互相印證。由土壤之C值及內摩擦角 ϕ 、降雨強度、地表面沖刷量、孔隙水壓力、體積應變等關係，了解該地區土壤強度之破壞舉動如下所示，俾供對該區域於坡地開發社區之規劃與設計之參考及農業區災害之防患。

觀測期間，儀器易受浸蝕，線路易受野生動物如（老鼠等）咬斷；尤其山區上觀測很不容易，需徒步上山，逢雨季更是艱辛。至於降雨量與沖刷量之野外觀測，係屬長期性與綜合性之工作，為求較多資料以供精確性之研判，建議應有2～5年之長期觀測，以收其功能與效果。今僅對本次實驗結果歸納如后所述：

- (一)金山區：風化角礫岩質之土壤，其C值 $0.12\text{kg}/\text{cm}^2$ ， ϕ 為23.5度，當降雨強度 $10.0\text{mm}/\text{hr}$ 時，或土壤內之孔隙水壓力上昇 $0.23\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，雖處裸露之靜態穩定條件下，土樣易被沖刷。
- (二)新店區：砂頁岩層或頁理發達之頁岩層，易受風化作用，當降雨強度 $15.0\text{mm}/\text{hr}$ 時，或土壤內之孔隙水壓力上昇 $0.56\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，雖處裸露之靜態穩定條件下，土層有崩落現象之可能。
- (三)汐止區：層裏細密之砂頁岩或砂岩層，欠堅實。當降雨強度 $12.5\text{mm}/\text{hr}$ 時，或土壤內之孔隙水壓上昇 $0.17\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，雖處裸露之靜態穩定條件下，土層易被移動。

英文摘要

Investigation on the Soil Strength on Slope Areas for Construction Development Hai-lung Hsu

Abstract:

The typical slope construction areas, Chinshan, Hsintien, and Shihchu in Taipei Prefecture are selected for the research work on the soil strength by survey, for this study under the data from the observation of the rainfall and rain-erosion. Taking the samples from the spots to make statical Triaxial test and the survey for the stability computer analysis, the relations of soil, C Value, Friction Angle, Strength against Rainfall, Surface Erosion, pore Water-Pressure, Change of Volumes, etc. are studied to understand the destroying movement on the soil strength, which are given as here under for the reference of planning and design of the community development in the slope constructions:

(1) Chinshan Area: Nature of Soil: Efflorescent gravel sand-stone

C Value: 0.12 kg/cm^2

ϕ : 23.5°

Strength at Rainfall, 10 mm/hr, or Rising value of pore water Pressure, 0.23 kg/cm^2 , the naked status in the stability, the soil is found easy to be washed away.

(2) Hsintien Area: Nature of Soil: Sand shale-stone or shale-stone which is found easy to be weathered.

Strength at Rainfall, 15 mm/hr, or rising value of pore water pressure, 0.56 kg/cm^2 , it is found the naked status in stability, the layers of the soil are easy to be collapsed.

(3) Shihchu Area: Nature of Soil: Sand shell rock or sand rock, not solid enough.

When the rainfall at 12.5 mm/hr, or rising value of pore water pressure is 0.17 kg/cm^2 , in the naked status, the layers are easy to slide.

不同放牧強度對水土流失之影響

71 農建—4.1—源—36 (7)

執行機關：台灣省畜產試驗所

執行人：鄭鑑鏘、彭炳成

摘要者：鄭鑑鏘

一、計劃目的

瞭解不同放牧強度對牧草復生能力及土壤理化性質之影響。

二、計劃執行經過要述

本試驗於民國68年9月於恒春畜產試驗分所大溪牧地設區，試驗進行前後測定土壤理化性質及土壤滲透率。68年及69年長期乾旱，水土流失觀測次數僅三次，70年6月中旬艾克颱風帶來196公厘雨量以後陸續觀測，全期水土流失觀測12次，總降雨量2510公厘。

試驗區於69年及70年分別進行4次及5次放牧，並觀測牧草產量。

三、計劃成果

由試驗觀測知，牧區經放牧後，土壤物理性質及化學成分均受放牧影響而改變。實施強放牧試區與輕放牧試區之地表逕流量及土壤流失量差異不顯著，輕放牧試區牧草復生能力比強放牧試區強。放牧區逕流水質經判定BOD（生化需氧量）及COD（化學需氧量）以瞭解牛隻放牧對水污染的程度，由測定結果知，放牧區地表逕流之BOD及COD均比墾丁飲用水高，但符合國家放流水及飲用水標準。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無。

五、繼續研究之方向

擬繼續探求新墾山坡地，經種植牧草覆蓋後放牧使用，土壤理化性質改變程度，俾供一般坡地保育利用之參考。

六、結論與建議

本試驗於台灣省畜產試驗所恒春分所進行，69年間實施強放牧及輕放牧各4次，強放牧試區盤固草復生能力比輕放牧試區差很多；70年間實施強放牧2次，輕放牧3次。試區土壤經放牧後，土壤酸度稍為增加，有機質含量增加，有效性磷酸及鉀也顯著增加，土壤化學成分顯然受放牧影響而改變。69年至71年觀測水土流失12次，總降雨量2,510公厘，放牧強度不同，地表逕流量及土壤流失量並無顯著差異，經初步探討，可能是試驗區長期經

牛隻放牧，土壤硬度已達某一限度，致使土壤滲透率差異不顯著，加上牧草覆蓋完整影響所致。

七、英文摘要

Runoff and Soil Losses from Different Intensive Grazed Pangola Grass Pasture

C.C. Cheng P.H. Pong

Summary

In 1980, quadruple experiments on heavy grazing and light grazing respectively were conducted at Heng-Chun Branch of Taiwan Livestock Research Institute. Again in 1981, trials were carried out duplicate on heavy grazing and triplicate on light grazing. Results indicated that the ability of Pangola grass to regrow in the region of heavy grazing was much less than that in light grazing.

The changes of soil property in the area after grazing were found to be slight increase in soil acidity, organic matter content and available phosphorus and potassium, showing the significant effect of grazing on soil chemical composition.

In 1980 and 1981 total rainfall in the region was recorded at 1711 mm and during this period ten observed data showed no significant differences in the total amounts of surface run-off and soil loss were observed for the different grazing intensity or for the different length of slope, ranging from 16 to 28 meter. The preliminary results may be attributed by the fact that the soil had been entirely covered and completely protected by forage crops. In addition, the hardness of the soil in this area after being grazing for many years may also have changed to the point that may result in no significant differences in the rate of soil infiltration and the amount of run-off.

八、鄭鑑鏘·彭炳成(1984)不同放牧強度對水土流失影響，山坡地保育利用研究報告彙編，pp.214~222。

山坡地果園經營對水源水質之影響

70—農建—5.1—源—37(9)

71—農建—4.1—源—24(1)

72—農建—3.3—源—35(1)

執行機關：國立台灣大學

山地農牧局第二工作處

執行人：丁昭義、詹連昌

摘要者：詹連昌

一、計劃目的

台灣人口逐年增加，因而本地之耕地逐漸轉變成住宅、工業等用地，可耕地日漸縮小。爲了解決農業用地之需要，因此不得不開發山坡地以增加糧食生產。一旦山坡地開發後，勢必產生各種污染問題，尤其是山坡地果園的經營，使用大量的農藥，農藥本身即具有或強或弱的毒性，而大部份的山坡地未必具有絕對優良之水土保持。因此，吾人不得不對農藥的污染問題加以重視，尤其是農藥污染水源水質之問題更是應該加以注視之嚴重問題。

二、計劃執行經過要述

針對上述問題，筆者等受農業發展委員會之委託，自民國70年7月起至72年4月止爲期三年，在苗栗縣卓蘭鎮食水坑一小集水區進行山坡地果園使用農藥及果園經營對水源水質之影響的觀測工作。

本計畫初期在探討果園經營上使用農藥後，降雨所造成逕流中，農藥成分之測定，並檢測土壤中氮、磷、鉀等肥份流失情形。並在集水區數點取樣，以了解不同集水區面積所產生逕流中農藥成份及土壤肥力流失變化情形。同時爲了更進一步明瞭，追蹤果樹噴洒農藥污染水源之起始現象，在施用農藥的果樹之主幹及樹冠下各設截流器，以便取樣分析。

三、計劃成果

本研究在苗栗縣卓蘭鎮食水坑92公頃試驗地設四個取樣站，另選一小面積果園爲施藥區，經調查、分析所得結論如下：

- (一)食水坑果園與林地之水樣中，其中含氮、含磷及含鉀量，均有因降雨而增加之趨勢。而林地土壤肥力之流失遠較果園者爲小，是故果園之經營若能加以良好的地表覆蓋及良好水土保持處理，則可防止泥砂之冲刷與減少土壤肥力之損失。
- (二)噴施農藥後，若適逢降雨則有助於將果樹上之農藥流失至地面，甚至污染水源水質，且流失量爲數不少。梨樹噴施大生45及錫蟻丹，爲期一個月內，噴三次。在雨季中農藥之流失率達35%~46%，若果園有良好的地表覆蓋，均有助於降低農藥之污染水質。
- (三)日雨量大小爲影響山坡地水源水質的主要因素，通常晴天或小雨並不影響水質，但一般

言之，日雨量達 10 公厘以上時，則水中所含成份有顯著變化而影響水質。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)取樣之時間—計畫執行中以每逢降雨後即取樣連繫上較困難。為探求水源水質之連繫變化，以長期每天固定時間取樣方式以符觀測之需要。
- (二)豪雨期之取樣方法—水源水質受降雨之影響為主，而小集水區之坡地果園，逕流時間短促，原預訂在豪雨期以每小時或數小時之時距取樣，但人力上無法機動及豪雨間取樣工作困難，而難以進行。如能裝置定時定量自動採樣設備可迎刃而解。
- (三)逕流量之測定—在集水區中設置一量水堰，其目的在求逕流量與流出水源水質成分函量之變化關係。但在 22.6 公頃之集水區範圍內所設置之水堰，常因幾次豪雨而堰前池受淤砂影響，而影響觀測工作。而水位記錄器之精度不夠，不適用於短促時刻之尖峯流量記錄。其解決方法，流量觀測應以巴歇爾槽設施。同時配置較精確（以分計算單位）之水位記錄器，則觀測分析資料更精準。

五、繼續研究之方向

- (一)設置及充實量水設施及取樣設備，可深入了解影響水源水質之物質之量及時間之變化情形。
- (二)同時可觀測分析溪流中水中生物之變化情形，以生物指標判斷水質之影響程度。
- (三)在果園內設置小試區以觀樣分析果園內逕流最初產生之水質狀況，以便供探討整個逕流流動過程之變化情況。

六、結論與建議

山坡地果園經營對水源水質的影響，經過三年期取樣分析，所得結果，降雨量之大小，為影響水質的主要因素。但山坡地各種作物及耕作經營方式，土壤等性質均可影響農耕地逕流水的水質。本報告所探討，僅代表中部地區梨樹果園經營結果對水源水質之影響。全省其他地區，以作物、地形、土壤質地及經營管理等分別各種情況，應予以小面積 3～5 公頃範圍內觀測取樣分析，使能了解本省不同山坡地開發經營形態，對水源水質之影響程度，以資比較，並為借鏡參考。

七、英文摘要

The Qualities of Stream Flow Influenced by Pear Orchard Management on Slope Lands

L.C. Chan

J.Y. Ding

Summary

The purposes of this study were to understand the effect of management of orchard and precipitation on the water quality. The stream waters obtained from four sampling station at Su-Sguei-Keng watershed in Cholan and samples of throughfall and stream-flow of rainfall on pear after being applied by pesticide at small experimental block were gathered and analyzed.

The results of this study were summarized as follows:

1. In general, total dissolved N, P and K in surface water from orchard and forestry tend to be high as rainfall increasing. However, nutrient losses from forestry is less than agricultural production regions. Therefore, good conservation practices and vegetation cover could decrease soil and nutrient losses from cultivated slope lands.

2. Rainfall promote pesticide leaching from tree with a significant amount and even contaminating surface water. About 35%–46% of Dithan M-45 and Plictran is lost from pear tree during raining after being applied three times within one month. Also, nice management and vegetation cover on orchard could lower the degree of contamination of pesticide on water quality.

3. The amount of daily precipitation is the most important factor influencing the water quality of slope land. The dissolved chemical composition of water flowing from agricultural land is variable markedly and affect water quality as daily rainfall over 10mm level.

(一) 丁昭義、詹連昌 (1982) : 山坡地果園經營對水源水質之影響, 中華林學季刊 15 (2) : 61 ~ 72。

(二) 丁昭義、詹連昌 (1984) : 山坡地保育利用研究報告彙編 p.111 ~ 135, 國立中興大學編印。

小集水區逕流指數之建立

73 農建—4.1—源—21 (7)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：盧惠生、林壯沛

摘要者：盧惠生

一、計劃目的

本省山多平地少，人口密度大，坡地開發利用為現今必行的趨勢，然坡地開發將破壞原有之植生及土壤物理性質，減低土壤滲透能力，增加地表逕流，唯地表植生與土地利用變異後，逕流量之預估成為一項重大問題。本計畫之目的，參照美國水土保持局通用之逕流估測公式，以本省以往二十年來逕流流失試驗資料，建立適合於本省坡地之逕流指數，以為坡地開發規劃時，進行逕流量之預估。

二、計劃執行經過要述

- 1.民國七十二年九月計畫核定後，購置NEC 16位元小型電腦，同時蒐集以往本省水土流失試驗數據資料。
- 2.民國七十三年元月完成逕流指數電腦程式，同時開始將本省以往逕流小區試驗資料建立電腦資料庫。
- 3.民國七十三年三月後陸續完成鳳梨園與香蕉園各類水土保持處理之逕流指數。

三、計劃成果

鳳梨園與香蕉園不同水土保持處理逕流指數（CN）如下：

土地 利用	水 土 保 持 處 理	土 壤	坡 度（%）	逕流指數CN值
一年生鳳梨	平台塔段	粘質壤土	20	23
一年生鳳梨	等高密植敷蓋稻草	粘質壤土	20	25
一年生鳳梨	等高密植	粘質壤土	20	29
一年生鳳梨	等高疏植	粘質壤土	20	51
一年生鳳梨	上下行疏植	粘質壤土	20	62
二年生鳳梨	平台塔段	粘質壤土	20	26
二年生鳳梨	等高密植敷蓋稻草	粘質壤土	20	28
二年生鳳梨	等高密植	粘質壤土	20	31
二年生鳳梨	等高疏植	粘質壤土	20	43
二年生鳳梨	上下行疏植	粘質壤土	20	51

三、四年生鳳梨	平台階段	粘質壤土	20	23
三、四年生鳳梨	等高密植敷蓋稻草	粘質壤土	20	24
三、四年生鳳梨	等高密植	粘質壤土	20	26
三、四年生鳳梨	等高疏植	粘質壤土	20	30
三、四年生鳳梨	上、下行疏植	粘質壤土	20	32
鳳梨休閒期	老株放任生長	粘質壤土	20	21
鳳梨休閒期	虎爪豆	粘質壤土	20	70
鳳梨休閒期	殘株敷蓋	粘質壤土	20	26
鳳梨休閒期	等高畦甘藷	粘質壤土	20	61
香蕉園	(1)天竺草草帶刈草敷蓋	粘質壤土	23	44
香蕉園	(2)天竺草草帶刈草不敷蓋	粘質壤土	23	61
香蕉園	(3)南非鵪草草帶刈草敷蓋	粘質壤土	23	50
香蕉園	(4)戀風草草帶刈草敷蓋	粘質壤土	23	43
香蕉園	(5)戀風草草帶刈草不敷蓋	粘質壤土	23	56
香蕉園	(6)內斜式平台階段表土不處理	粘質壤土	23	36
香蕉園	(7)淨耕區	粘質壤土	23	63
香蕉園	(8)內斜式平台階段表土處理	粘質壤土	28	33
香蕉園	(9)內斜式平台階段表土不處理	粘質壤土	28	53
香蕉園	(10)水平式平台階段表土處理	粘質壤土	28	26
香蕉園	(11)水平式平台階段表土不處理	粘質壤土	28	26
香蕉園	(12)單株平台	粘質壤土	28	50
香蕉園	(13)草帶法	粘質壤土	28	56
香蕉園	(14)淨耕區	粘質壤土	28	71
香蕉園	(15)山球兒豆覆蓋	砂質壤土	35	34
香蕉園	(16)大葉爬地藍覆蓋	砂質壤土	35	24
香蕉園	(17)百喜草覆蓋	砂質壤土	35	30
香蕉園	(18)天竺草覆蓋	砂質壤土	35	44
香蕉園	(19)夏季大豆葛藤覆蓋	砂質壤土	35	48
香蕉園	(20)稻草敷蓋	砂質壤土	35	18
香蕉園	(21)淨耕區	砂質壤土	35	80

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫所用之逕流資料，大多為以往廿年來逕流小區試驗資料，部份資料因限於過去試驗設備的精密度較為不足，致影響逕流指數（CN）之可信度，冀希今後加強坡地水土流失試驗，增加坡地水土流失試驗設備。

五、繼續研究之方向

本計畫完成後，應進一步以野外人工降雨設備從事降雨強度與水土流失之試驗，尤其是降雨強度較大時之水土流失情形，更為重要。歷年來本省之洪水泥沙災害，皆因降雨強度大而雨量多之降雨造成。

六、結論與建議

以逕流指數（CN）值推估逕流量，逕流量與降雨量間的關係式並非直線式而為曲線式，即降雨量較小，逕流率較低，降雨量較大，逕流率增加，較為符合自然現象。

本計畫所建立之逕流指數乃由水土流失小區試驗資料分析而來，由於試驗區坡長較短，所測之逕流資料與集水區試驗之逕流資料稍有差異，因而影響本計畫逕流指數之適用範圍。

七、英文摘要

Study on the Runoff Curve Numbers for Small Watersheds in Taiwan

Due to overpopulation and shortage of plain, slopeland development and utilization may play a very important role in Taiwan. As a result of slopeland development and utilization, vegetation cover and the physical properties of soil will be destroyed. This caused lower infiltration capacity and higher runoff during the wet seasons. The major object of this project was to establish runoff curve numbers under different crops and soil conservation treatment by means of SCS method.

森林緩衝林帶對農藥之過濾作用

78—B 21—N—1024

執行機關：台灣大學

執行人：丁昭義、陳信雄

摘要者：陳信雄

一、計劃目的

本研究之目的在探討森林緩衝帶對於農藥之過濾能力，以供將來開發坡地以及經營集水區之參考。

二、計劃執行經過要述

模式研究之農藥選用水溶性之 2, 4-D 鹽類及水不溶性之四氯丹。選擇台灣大學實驗林溪頭營林區之柳杉林地及蓮華池滲漏計為試驗地。溪頭營林區之柳杉林地設立 10 公尺之緩衝林帶，而農藥之噴施量為四氯丹 1.00 g/m^2 及 2, 4-D 0.83 g/m^2 。蓮華池之緩衝帶設有 8.5 m 之長，兩種農藥之噴施量各為 1.33 g/m^2 ，並在農藥內加入農藥噴施量的 2.5 % 的螢光劑以做為追蹤流水路徑之用。以玻璃瓶作為採集水樣之容器，蓮華池滲漏計採集地點在逕流及地下水口，取樣頻度為 24 小時採集一次。大學池取樣頻度為每星期一次，地點在試驗地前排水溝及大學池內。又在蓮華池滲漏計各區中線之上、中、下坡段採取土樣，以備分析之用。由水樣或土樣中用溶劑（辛烷—異丁醇—2：1）抽出四氯丹後，經濃縮、純化（回收率 85 %）再以氣體色層分析法測定之。以紫外線光譜儀直接測定水樣中的 2, 4-D，再用氣體色層分析法輔助測定。

三、計劃成果

由表 1 窺知蓮華池 2, 4-D 之流失量，似乎與降雨量與逕流及地下水量並沒有明確之相關性，但是百喜草的地下水中之 2, 4-D 含量，却比杉木區地下水之 2, 4-D 之含量高出很多。這可能是由於杉木已鬱閉，所以雨水被樹冠攔截後，順樹幹滲至地面之緣故，而百喜草中之 2, 4-D 含量相當多，此可能歸因於百喜草之莖葉對雨水沒有什麼攔截之能力，所以地面上之 2, 4-D 很容易被溶入水中。再看溪頭大學池中之 2, 4-D 含量亦不多，由此可證明良好之緩衝林帶的確有減少水溶性農藥污染水質之傾向。四氯丹之農藥，經分析水樣及土壤結果，除在蓮華池之百喜草滲流中，發現可能為四氯丹之初期分解物之外，其餘均無疑見。又在土樣之分析中，經 15 週後，在蓮華池杉木區之上坡土壤中尚含有 0.03 ppm (wt.) 外，其他土區之土樣均未見存在。大學池柳杉造林地之水樣亦見四氯丹之存在。由此證明水不溶性四氯丹，如在具有十公尺左右之緩衝林帶施用時，即不會污染水源。不過在此地之緩衝林帶，其坡度在 34° 以下，而地表有充分的覆蓋植物，而且沒有任何之崩塌現象。

表 1 蓮華池及溪頭之螢光劑及農藥之分析結果

Table 1. The Analytical data of Uranine and 2,4-D at Lien Hua Chi and Shi-tou experimental Stations.

週次	蓮華池 杉木區		蓮華池 杉木區		蓮華池 百喜草區		蓮華池 百喜草區		蓮華池 降雨量		蓮華池 杉木區		蓮華池 百喜草區		溪頭 溝		溪頭 池		溪頭 降雨量 (mm)
	逕流量 (ppm)	2,4-D (ppm)	地 地	下 下	逕流量 (ppm)	2,4-D (ppm)	地 地	下 下	逕流量 (mm)	2,4-D (ppm)	逕流量 (mm)	2,4-D (ppm)	逕流量 (mm)	2,4-D (ppm)	螢光量 (ppm)	2,4-D (ppm)	螢光量 (ppm)	2,4-D (ppm)	
1	53	6.9	2	18.2	2	3.2	3	83.8	32.6	2.953	34.114	1.401	19.086	127	-	118	-	-	
2	66	6.6	3	17.9	1	3.1	5	179.7	13.9	2.515	8.148	0.400	8.334	237	-	150	-	0.2	
3	96	3.5	3	33.0	2	4.5	7	225.4	9.5	2.035	9.053	0.408	8.468	80	-	191	-	5.7	
4	148	-	2	14.7	-	1.4	3	20.5	1.6	0.012	0.346	0.067	0.224	98	-	92	-	20.1	
5	271	2.3	12	60.9	2	5.0	4	332.4	7.9	1.198	0.351	1.653	0.926	141	-	151	-	42.3	
6	125	0.7	3	7.6	1	-	1	113.8	1.9	0.003	0.130	0.056	0.034	51	-	113	-	7.9	
7	191	1.1	3	4.5	1	0.1	1	43.0	5.7	0.613	0.141	0.249	0.593	10	-	12	-	0.2	
8	111	3.7	4	12.7	1	-	4	29.5	4.7	-	0.050	0.066	-	3	-	94	-	12.8	
9	607	16.9	3	11.7	3	2.6	-	231.2	10.5	1.290	0.262	0.255	0.942	9	5.7	12	4.1	9.2	
10	437	1.8	2	5.9	3	2.9	1	155.8	5.5	-	0.176	0.125	0.928	8	3.7	9	3.2	0.7	
11	339	5.0	3	4.5	3	4.0	3	157.8	50.3	23.529	15.833	1.792	33.286	28	4.6	26	6.0	18.9	
12	193	2.0	4	7.6	2	0.8	2	114.0	1.3	-	1.127	0.005	0.648	-	-	-	-	-	
13	291	1.3	6	7.4	1	0.5	2	77.2	2.7	-	0.234	-	-	-	-	-	-	-	
14	296	5.3	-	-	1	0.2	1	50.5	2.3	0.108	-	0.006	-	-	-	-	-	-	
15	74	0.4	5	4.9	1	-	2	28.0	11.3	0.678	1.103	0.103	5.150	-	-	-	-	-	

四、結論與建議

- (一)農藥之種類繁多，性質各異，所以使用於易引起水污染之地區，應慎加選擇與限制。
- (二)農藥如選用短效性及不溶性者，對水質之影響最小。
- (三)良好之水土保持，以及適量、適時、適當的使用農藥，為保持優良水質之必要條件。

五、英文摘要

The purpose of this research is to study the role of forest buffer strips in prevention of stream water contamination by pesticides applied on sloping farms. It is hoped that the results obtained from this study will provide basic reference for developing slopeland.

Water soluble 2,4-D salt and water insoluble difolatan were used for this model study. The Cryptomeria plantation at Chi-tou, Experimental Forest of National Taiwan University, and lysimeter located in Lien-Hua Chii were used as testing sites.

Difolatan (1.00g/m^2) and 2,4-D salt (0.83g/m^2) were sprayed on the cryptomeria plantation (Sprayed area 697m^2 , slope 34°), and a 10m forestry buffer strip was established on the down hill side of the sprayed area. In the same manner, both difolatan (1.33g/m^2) and 2,4-D salt (1.33g/m^2) were sprayed on the upper side of lysimeter (1.5m), and the down hill portions (8.5m) were served as buffer strips.

From the results of this study, it is concluded that the forest buffer strips can prevent water pollution caused by the water insoluble pesticides (difolatan), and it can also decrease degree of water pollution by the water soluble pesticide (2,4-D Salt).

六、本文發表在中華水土保持學報 Vol. 10 (1) pp. 115 ~ 126 (1979)

攔砂壩模型試驗及水理特性分析之研究

70 農建—5.1—源—07 (2)

執行機關：國立台灣大學農業工程學研究所

執行人：王如意、施嘉昌、陳增壽、朱金元

摘要者：王如意

一、計劃目的

本計畫之研究目的為探討水流通過攔砂壩之水理特性，從事水工模型試驗。先以動床試驗分析經過攔砂壩所造成之淘刷深度及淘刷長度，並提出合適之保護方法；再應用定床試驗壓力公佈之情形，求出在一固定洪水量下，當主壩高度固定後，其適當之護坦長度及主副壩之重疊高度，研擬最佳設計標準，以增加攔砂壩之功能與安定性。

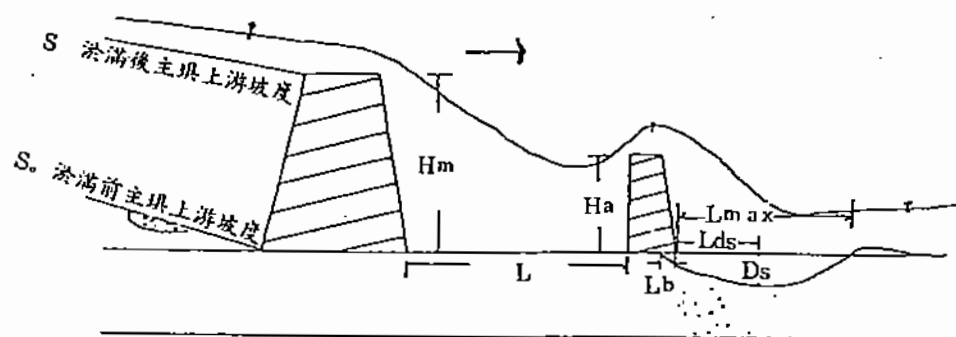
二、計劃執行經過要述

本計畫係在國立台灣大學水工試驗所建造攔砂壩水工模型，進行試驗，研究方法如下：

1. 現場調查本省攔砂壩，收集有關壩體材料、型式、尺寸、壩址地質、土壤結構、滲透性及結構冲刷損害情形與當地降雨、流量及其他有關資料，以供分析、研究。
2. 依據調查所得資料，製作具有代表性之攔砂壩模型。在主壩模型下游設置護坦與副壩，並在副壩下游鋪設動床或其他消能設備。
3. 在本試驗中，因有自由水面，水流主要受重力影響，故設計之各種比例換算均以福祿律為準，其配置情形及符號說明如圖 1。
4. 以主壩高度 H_m ，副壩高度 H_a 及護坦長度 L 為參數，相互變動，試驗副壩下游之冲刷情形及消能狀態。
5. 在定床模型中，量測水面線與水舌位置，並於壩下游護坦上，量測溢流水在撞擊護坦後之壓力分佈。
6. 以動床及定床試驗之結果，求得最輕微冲刷及最佳消能狀態時，各參數之迴歸關係及適當之護坦長度與副壩高度。

三、計畫成果

- (一) 試驗結果顯示，當主壩高度一定時，副壩所具有之總能量 E_a 隨流量之增大而增加，與護坦長度之變化並無明顯之關係。當副壩高度固定時，主壩高度高者，其副壩能量 E_a 與主壩能量 E_m 之比值 E_a / E_m 較小。當主壩高度固定時，副壩高度較低者，其能量相對損失。 $(E_a - E_m) / E_m$ 較大，表示消能效果較佳；而當副壩高度固定時，主壩高度較高者，其能量相對損失亦較大。此即表示採用高主壩與低副壩時，其消能效果較佳。
- (二) 當流量固定時，護坦長度對冲刷狀態之影響並非絕對的。在某些流量下，護坦長度之加長反而使副壩底部之淘刷長度 L_b 加大；但在某些流量時，增加護坦長度亦可收到若干效果。據此可知，增加護坦長度並非一絕對有效之消能辦法。根據試驗結果，高主壩與



Hm : 主壩高度	
Ha : 副壩高度	Lb : 副壩底部之淘刷長度
L : 主副壩間距	Ds : 副壩下游冲刷深度
So : 淤滿前主壩上游坡度	Lds : 副壩底至冲刷最深處之距離
S : 淤滿後主壩上游坡度	Lmax : 副壩底至冲刷最遠處之距離

圖 1 模型試驗主副壩佈置及符號示意圖

低副壩之配置對副壩底部之淘刷 L_b 而言，應較為有利。

(三)主副壩高度對副壩下游冲刷深度 D_s 之影響，一般而言，副壩愈高者，其 D_s 值愈大；副壩高度較小者，其 D_s 值亦愈小。而主壩高度愈高者其 D_s 值較小；主壩高度較小者，其 D_s 值較大。由此可知，副壩高者其能量相對損失小，消能效果差；而主壩較高者其能量相對損失較大。

(四)護坦長度較短者，其冲刷坑較深，但淤積情形較不嚴重；而護坦長度較長者，其冲刷坑較淺，但相對的其淤積情形較嚴重；副壩高者，不但冲刷坑較深，淤積亦較嚴重；副壩較低者其冲刷坑較淺，但離壩稍遠處有局部冲刷現象。

(五)一般為防止溢流水冲刷破壞下游，在下游面鋪設護塊，其長度大多以 Bligh 公式計算，其式為：

$$L_r = 0.6 C_b \sqrt{D_b} \dots\dots\dots (1)$$

式中， L 為下游鋪設護塊之長度； D_b 為下游護塊末端至堰頂之高度； C_b 為 Bligh 之砂粒值。(1)式之估計值，僅考慮壩之高度，並未涉及流量 Q 之因素，故由(1)式推算之護塊鋪設長度不足，仍有冲刷情事發生。由試驗得知， D_s 、 L_{ds} 、 L_{max} 等值，均隨流量 Q 之增大而加大。因此由 Bligh 公式所估算之護塊長度，在小流量時尚可保護河床，但當洪水來時，仍難免造成冲刷流失，終致壩體破壞。依試驗結果判斷，如使河床受到良好保護，護坦長度以 $\frac{1}{2} (L_{ds} + L_{max})$ 之長度為佳。

(六)構成副壩下游冲刷坑形狀之 L_b 、 L_s 、 L_{ds} 、 L_{max} 等因素，依據試驗結果，可以下列試驗式予以推估：

1. 副壩底部之淘刷長度 L_b ：

$$L_b = 74.7641 + 12.4047 \log E_s - 1.6094 \log q + 14.8068 \log L \dots\dots\dots (2)$$

式中， E_a 為主壩能量， q 為單位寬度流量。

2. 副壩下游冲刷深度 D_s ：

$$D_s = -106.805 + 11.875 E_a \dots\dots\dots(3)$$

$$D_s/L = 0.001227 (gL^3/q^2)^{-0.155364} (d/L)^{-0.241718} \\ (H_a/L)^{-1.869541} (H_m/L)^{-0.613639} \dots\dots\dots(4)$$

3. 副壩底部至冲刷最深處之距離 L_{ds} ：

$$L_{ds} = 19.096 + 3.635 q \dots\dots\dots(5)$$

$$L_{ds}/H_a = 3.006074 (gH_a^3/q^2)^{-0.356} \dots\dots\dots(6)$$

4. 副壩底部至冲刷最遠處之距離 L_{amx} ：

$$L_{amx} = -6.637 + 8.858 q \dots\dots\dots(7)$$

(b) 依試驗得知之主副壩頂之流速及總水頭，可由下列迴歸式加以估算：

$$E_a/H_a = 2.421028 (gH_a^3/q^2)^{-0.165} \dots\dots\dots(8)$$

$$H_a \cdot V_a/q = 0.946238 (H_a \cdot V_m/q)^{0.968} \dots\dots\dots(9)$$

式中， V_m 、 V_a 分別表主壩頂與副壩頂之流量。

(c) 圖 2 表示在不同主壩高度及不同流量時，主副壩間之動水壓變化情形，由圖中得知，在 H_a/H_m 約等於 0.45 時，即使 H_a/H_m 值再增加， H_a/H_o (H_a 為主副壩間之動水壓， H_o 為主壩所具之總能量) 值之衰減甚為有限，故在設計時，副壩高約等於 0.45 倍主壩高度即已足夠。

(d) 由圖 3 可得知，當 $L/H_m > 2.0$ 時，所有曲線均趨於穩定， H_a/H_o 值之變化亦少，顯示護坦長度 $L > 2.0 H_m$ 以後，副壩下游之動水壓即趨於穩定，再增加護坦長度，其效果亦不會有顯著改善。因此，主副壩之間距 L ，選擇 $L = 2.0 H_m$ 即可適用。

(e) 主副壩之間與副壩下游之動水壓，根據試驗結果，可以下列方式估算：

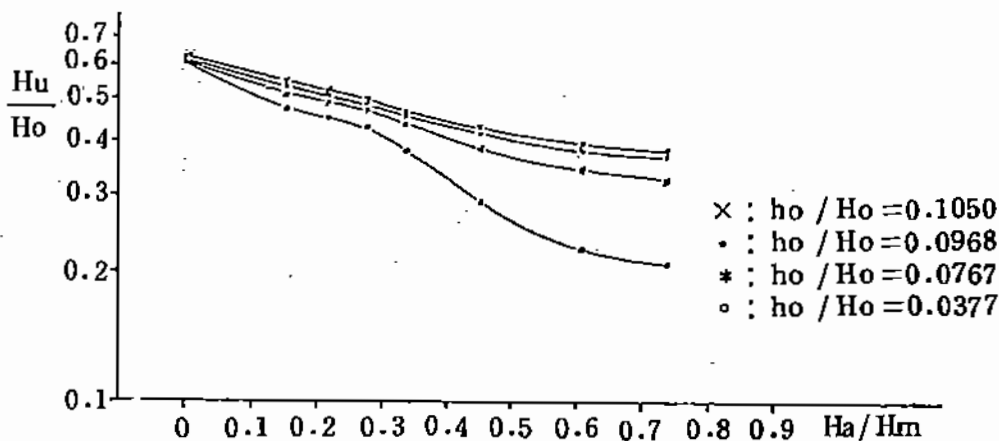


圖 2. 主副壩之間在不同副壩高度時動水壓之變化情形

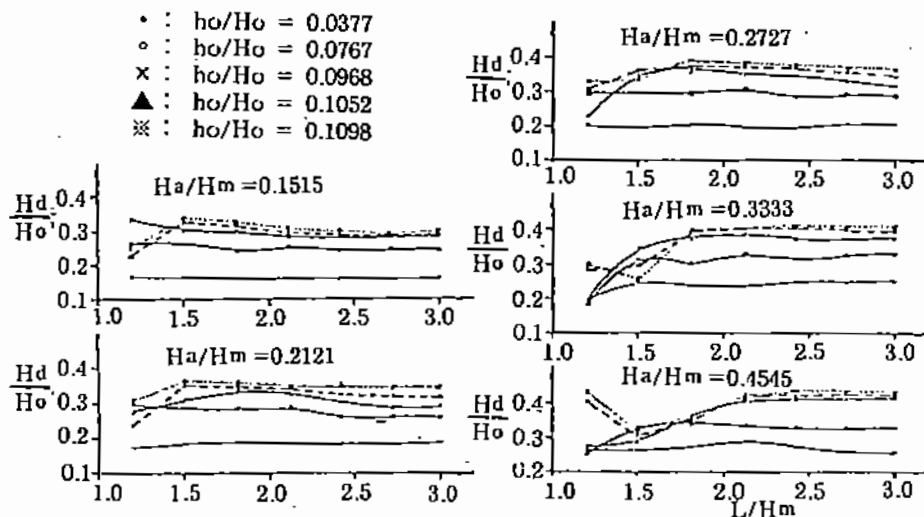


圖 3. 副堤下游在不同護坦長度時之動水壓變化情形

$$H_u/H_o = 0.5391 + 0.5484 h_o/H_o - 0.6408 H_s/H_o \quad (10)$$

$$H_s/H_o = 0.0497 + 2.2594 h_o/H_o + 0.3221 H_u/H_o \quad (11)$$

式中， H_s 為副堤下游動水壓， h_o 為主堤頂之水深與流速水頭之和。

(二)主副堤間水舌落點 L_u (最大動水壓發生處)，可以實驗式預估如下：

$$L_u/h_o = 0.8927 + 0.606 H_j/h_o + 0.5304 H_u/h_o \quad (12)$$

式中， H_j 為主副堤之高差，即 $H_m - H_s$ 。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫執行中尚未遭遇重大之困難。

五、繼續研究之方向

本研究之試驗係以清水為之，與實際山洪暴發之景象不盡相符；未來繼續研究之方向，可增加加砂試驗，以模擬土石流之流況。

六、結論與建議

(一)為保護下游河槽，減少冲刷，宜採用較低之副堤。

(二)護坦愈長， D_s 、 L_{ds} 、 L_{max} ，值雖有減少之趨勢，但效果並不顯著；由本試驗得知，如採用較長之護坦長度以期達到消能目的，其效果可能不盡理想。

(三)構成副堤下游冲刷坑形狀之四種主要因素 L_b 、 L_s 、 L_{ds} 、 L_{max} 等均可利用統計迴歸分析之方法求得定量之解析。

- (四)爲求副壩下游河槽受良好之保護，護塊鋪設長度宜修正爲 $\frac{1}{2}(L_{ds} + L_{max})$ 。
- (五)就動水壓而言，在任一流量下，當 $H_s/H_m = 0.45$ 後 H_s/H_o 之衰減有限，所以副壩高度採用 0.45 倍之主壩高度較爲經濟。
- (六)只要護坦長度超過水舌之落點時，增加護坦長度對降低動水壓之功效並不大；就主副壩間之動水壓而言，採用護坦長度 $L = 1.5 H_m$ 即已足夠。
- (七)就副壩下游之動水壓而言， $H_s/H_m = 0.45$ 且 $L/H_m = 2.0$ 可達到穩定之狀態。
- (八)就整個攔砂壩系統而言，較經濟且有效之配置可考慮採用以下設計方案：
1. 副壩高度等於 0.45 倍主壩高度。
 2. 護坦長度等於 1.5 倍主壩高度或 1.3 倍之主壩總水頭。
 3. 護塊鋪設長度 $= \frac{1}{2}(L_{ds} + L_{max})$ 。
- (九)主副壩之間及副壩下游之動水壓大小，可利用實驗式加以預估。

七、英文摘要

Model Test on Hydraulic Characteristics of Check Dam for Sediment Control in Upstream Watershed by Ru-yih Wang, Jin-yuan Ju, Tzen-show Chen and Charles C.C. Shih

Summary

According to recent investigations made by The Mountain Agricultural Resource Development Bureau, there were more than one hundred and seventy or one-fifth of the existing check dams destroyed by scouring at the downstream end of the auxiliary dam.

In this study, hydraulic model tests for analyzing the characteristics of flow and the scouring at the downstream end of the auxiliary dam were carried out in order to find out theoretical and experimental bases to modify design criteria for check dams. Some important results obtained from this study can be conclude as follows:

1. The discharge over main dam in this model test can be calculated by $Q = CBH^{1.5}$ and discharge coefficient $C = 2.3215$ can be adopted.
2. The scouring profile at the downstream end of auxiliary dam can be estimated by empirical equations as follows:

$$L_b = 74.7641 + 12.4047 \log Ea - 1.6094 \log q + 14.8068 \log L$$

$$Ds = -106.805 + 11.875 Ea$$

$$Lds = 19.096 + 3.635q$$

$$Lds/Ha = 3.006074 (qHa^3/q^2)^{-0.356}$$

$$Lmax = -6.637 + 8.858q$$
3. For well protection of a channel bed, the length of block displayed about $\frac{1}{2}(Lds + Lmax)$ is recommended.
4. The height of auxiliary dam equals to 0.45 times that of the main dam is acceptable.
5. The length between main dam and auxiliary dam is long enough if choosing $L = 1.5H_m$ or $L = 1.3H_o$.

6. The dynamic pressure between main dam and auxiliary dam can be checked by
 $H_u/H_o = 0.5391 + 0.5484 h_o/H_o - 0.6408 H_a/H_o$
7. The dynamic pressure at the downstream end of auxiliary dam can be calculated by
 $H_d/H_o = 0.0497 + 2.2594 h_o/H_o + 0.3221 H_a/H_o$
8. The point where the nappe impacts the apron can also be estimated by
 $L_u/h_o = 0.8927 + 0.0606 H_j/h_o + 0.5304 H_o/h_o$

The above results obtained from model tests are valuable reference for designing a check dam. The approach adopted in this study can be applied for planning in hydraulic engineering.

八、本計畫成果尚未曾發表。

溪流斷面糙率分析及模型試驗之研究

71 農建—4.1—源—25 (2)

72 農建—4.1—源—59 (1)

執行機關：國立台灣大學水工試驗所

執行人：王如意、黃偉慶

摘要者：王如意

一、計劃目的

本研究之目的乃藉水工模型試驗探討流速分佈、水位、坡度、斷面形狀及砂粒大小與糙率 n 值之關係，再探討渠道邊牆對水流之影響；同時，針對彎曲渠道之複雜性，以多種條件將問題簡化，分析彎曲渠道之阻力，進而推估渠道之 n 值，以供有關工程設計之參考應用。

二、計劃執行經過要述

本計畫自民國 70 年 7 月起分二年在國立台灣大學水工試驗所室內及室外試驗渠槽進行模型試驗，並配合理論分析，相互比較驗證，以合理推估渠道曼寧 n 值。

本研究採用梯形及矩形二種規則斷面配合不同坡降進行試驗；並針對河道彎曲之不同曲率半徑及彎曲角度等變化，與直線渠道相比較，其試驗方法分述如下：

1. 以因次分析探討各種情況下影響水流水理現象之因子，並建立無因次函數量間之關係式。
2. 以合板製作人工糙度模擬各種渠道之粗糙表面以變化曼寧 n 值。
3. 以小型精密流速儀、水位計及閘門分別量測流速、水位及流量。
4. 以各種斷面形狀、大小及坡度之模型，量測不同流量、水位及糙度之流速分佈，並推估 n 值。
5. 變化渠道之寬深比，量測兩側邊牆對水流之影響情形與範圍。
6. 以直線渠道試驗所得結果為基礎，量測彎曲渠道中各種不同曲率半徑及彎曲角度之水面縱、橫剖線、超高及流況。
7. 研究彎曲渠道中曲率半徑大小對曼寧糙率係數之影響，並探討其與直線槽間之差異及影響程度。
8. 以理論方法及統計迴歸方式推求曼寧 n 值與有關參數之數理函數關係。

三、計劃成果

本研究之試驗操作主要分為三部份，分別為直線渠道糙度試驗、邊牆影響試驗及彎曲渠道試驗，共操作百餘次試驗。

矩形直線渠道部份，考慮粗糙渠床之等速渠流，並使模型水槽內為完全發展之紊流，形成完整之速度剖面，依 Prandtl-Von Karman 流速分佈定律將其流速分佈以對數函數表

示：

$$\frac{v}{V_*} = \frac{1}{k} \ln \frac{y}{m k_s} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中， n 為曼寧糙率係數， V_* 為剪力流速， k 為 Von-Karman 常數， y 為垂直座標， m 為比例常數， k_s 為 Nikuradse 氏砂粒糙度。將(1)式對水深積分，可求出斷面平均流速，與曼寧公式比較得：

$$\frac{n \sqrt{g}}{h^{1/6}} = \frac{1}{\frac{1}{k} \left(\ln \frac{h}{m k_s} - 1 \right)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

由試驗數據可求出寬廣渠道中 Von-Karman 常數之迴歸方程式：

$$k = 1.81 \cdot \left(\frac{h}{k} \right)^{0.20} \cdot S^{0.35} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中， k 為人工糙度高， S 為渠道坡降。曼寧 n 值之推估則以相對糙度及坡降表示為：

$$\frac{n \sqrt{g}}{k^{1/6}} = 0.91 \left(\frac{h}{k} \right)^{0.04} S^{0.33} \quad \dots\dots\dots(4)$$

至於梯形斷面渠道，本試驗以邊坡 1 : 1 之斷面為主，暫不考慮兩側邊坡之變化，得出之結果為：

$$\frac{n \sqrt{g}}{k^{1/6}} = 1.45 \cdot \left(\frac{R}{k} \right)^{-0.13} \cdot S^{0.34} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中 g 為重力加速度， R 為水力半徑。

人工糙度高 k 與 Nikuradse 氏砂粒糙度 k_s 間之關係式，亦由試驗結果建立如下：

$$\frac{k_s}{k} = \frac{30}{4.77 \cdot \left(\frac{h}{k} \right)^{0.42}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

將(6)式代入(2)式，可得：

$$\frac{n \sqrt{g}}{h^{1/6}} = \frac{1}{\frac{1}{k} \ln \left(4.77 \left(\frac{h}{k} \right)^{1.42} - 1 \right)} \quad \dots\dots\dots(7)$$

邊牆影響試驗部份，採用底床粗糙而邊牆平滑之矩形斷面，試驗數據經分析後，其邊牆影響範圍可表示為：

$$\frac{W}{B} = 3.5 \left(\frac{B}{h} \right)^{-1.2} \dots\dots\dots(8)$$

式中， W 為邊牆影響範圍， B/h 為寬深比。

在邊牆影響範圍內，局部最大流速發生之位置 y_m 與橫向座標 w/W 之關係繪於圖1，而斷面內之流速分佈則以等流速線表示如圖2。

彎曲渠道試驗部份，考慮由渠道彎曲所致之曼寧 n 值增量 n_c ，與相同狀況下直線渠道之曼寧係數 n_s 比較，可將水流流經彎曲渠道之糙率 n 表示如下：

$$n = n_s + n_c = n_s \left(1 + \frac{n_c}{n_s} \right) \dots\dots\dots(9)$$

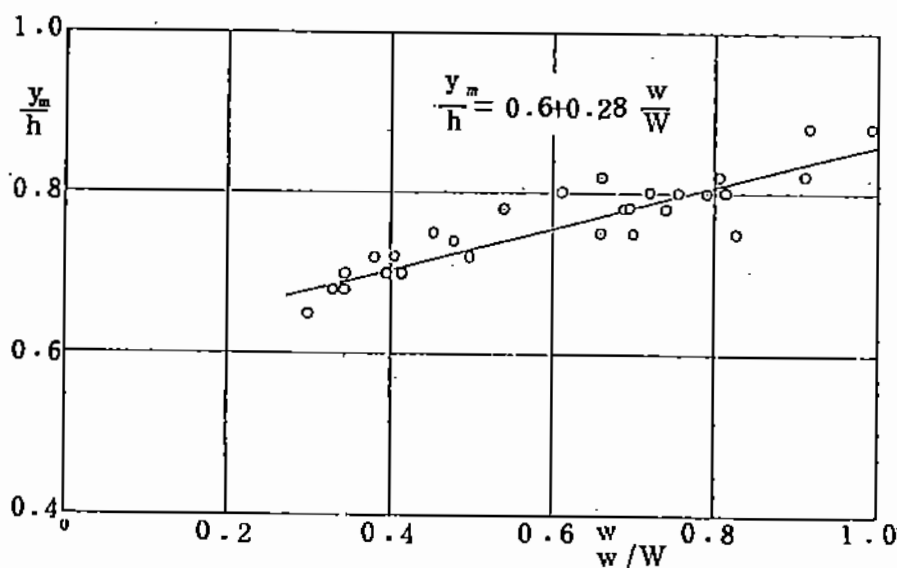


圖1. 邊牆影響範圍內局部最大流速位置圖

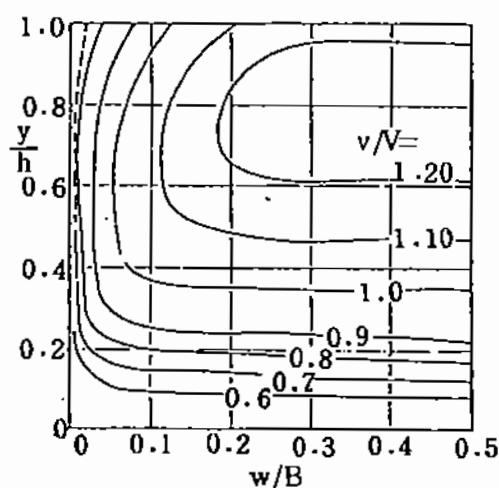


圖2. 矩形斷面渠道等流速線圖

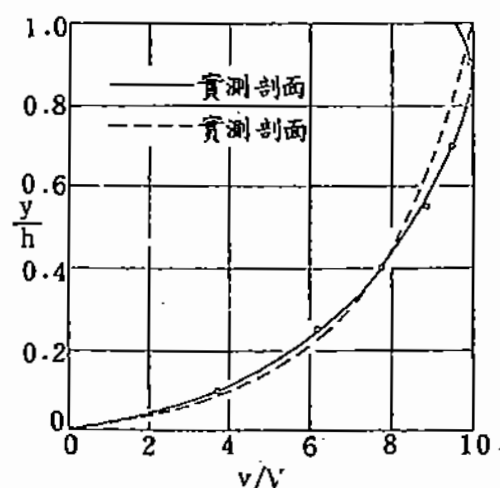


圖3. 理想流速剖面與實測剖面關係圖

根據(9)式，依試驗數據所得之迴歸方程式為：

$$\frac{n_c}{n_s} = 0.76 \cdot \left(\frac{B}{r_s} \right)^{-0.016} \cdot (F_{rs} - F_{rc})^{1.07} \dots\dots\dots(10)$$

式中， F_{rs} 、 F_{rc} 分別為直線渠道與彎曲渠道終點之福祿數， r_s 為曲率半徑。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫執行過程中尚未遭遇太大之困難，惟為快速且精確測讀試驗流速、水位數據，化費不少人力及時間建立自動化測記線上作業系統。

五、繼續研究之方向

本計畫偏重於梯形及矩形之平直及彎曲河渠在不同流況下之糙率推估，未來繼續研究之方向可進一步更深入地探討不規則河道變化、主槽與淺灘俱有之洪水平原之糙率試驗研究。

六、結論與建議

1. 本研究經水工試驗證實，在直線寬廣渠道中，水深、渠道坡降及渠床表面糙率為影響曼寧 n 值之主要因素。
2. Nikuradse 氏砂粒糙度 k_s 係以管壁粘砂之平均粒徑表示，而在明渠水流中仍受普遍應用，本試驗以明渠水流中人工糙度高 k 與 k_s 加以比較，建立(6)式之關係，如此，即可依據渠流深度、相對糙度及能量坡降等因素推求曼寧 n 值，如(7)式，使渠道曼寧糙度係數之推估更形方便。
3. 渠道斷面形狀亦足以影響 n 值，主要係因在非寬廣渠道中，考慮兩側邊牆之作用，將使曼寧 n 值增大。
4. 在寬廣渠道中，依其流況可分為受邊牆作用下之邊牆影響區域及中央部份之二維流區域；而在寬深比小於 5 之深狹渠道中，斷面內即不存在二維流，整個斷面均受邊牆作用之影響。
5. 矩形渠道內邊牆影響範圍應為其寬深比之函數，推估之方程式如(8)式。
6. 水流流經彎曲渠段時因彎曲效應所產生之額外阻力包括表面阻力、形狀阻力、波浪阻力及底床結構阻力，此等阻力將造成多餘之能量損失，使渠道阻力係數增大。
7. 彎曲渠道水流之流況甚為複雜，本試驗在忽略其垂直方向流速分量之條件下，推估其由彎曲效應所致之糙率增加率，如(10)式，並依(9)式計算水流流經彎曲渠道之曼寧糙率 n 值。

七、英文摘要

Studies on the Analysis of Roughness Coefficients and Model Tests for Varied Cross-Sections of Stream

Ru-yih Wang and Wei-hsing Huang

Summary

An accurate estimating of discharge in streams and channels is a very important subject in engineering application. Manning's formula is the most commonly used equation in open-channel flow computations. In applying the Manning's formula, however, the roughness coefficient n is usually considered to be a constant for a particular type of material formed in a channel bed without regard to the other variables. This study was conducted to determine the related variables affecting Manning's roughness n , and to derive some simplified regression equations for the reference of future practical applications.

Model tests were employed in this study to investigate the velocity distribution in channels with different channel shapes, slopes and discharges for estimating Manning's n . Besides, based on data obtained from flows in straight channel, the effects of channel curvature on flow characteristics and roughness coefficient were also discussed.

Flows in natural streams and channels are complicated by several features, including surface roughness patterns, bed configuration, channel geometry, fluid and sediment properties. Therefore, dimensional analysis was resorted to and functional relationships for straight and meandering channels were derived. The study herein presents the analytical approaches and the test results that can be used as a reference for further study.

八、本談畫成果曾發表於

黃偉慶·王如意：「渠流斷面糙率分析及模型試驗之研究」，第二屆水利工程研討會論文集，第187～201頁，台北市國立台灣大學，中華民國73年6月29～30日。

溪流系統中滙流與分流水理分析及模型試驗之研究 ——花蓮嘉儷溪個案研究(一)

73 農建—4.1—源—21(1)

執行機關：國立台灣大學水工試驗所

執行人：王如意、何興亞

摘要者：何興亞

一、計劃目的

本計畫之目的在於藉水工模型試驗探討溪流系統中滙流與分流河段內主、支流在不同河寬、流量及交會角度情況下之水理特性，再配合水力理論分析，相互驗證比較，並依分析結果，尋求較合理之水力演算所需水理條件，例如能量方程式或動量方程式等，以建立一套較佳之溪流系統水力演算模式，再選擇花蓮嘉儷溪為本研究個案研究分析之依據，以驗證該模式之適用性。

二、計劃執行經過要述

本計畫自民國七十二年七月開始執行，預定兩年內完成，第一年之研究重點為滙流模型試驗與數學模式之建立；第二年之研究重點則在於分流模型試驗與嘉儷溪個案研究。目前本計畫執行已滿一年，主要工作內容包括滙流河段水力分析、滙流模型試驗與數學模式等。在滙流河段之水理分析中，經由各種水理條件之分析與比較，選擇連續方程式與能量方程式為本計畫數學模式中滙流水理條件處理之依據。在滙流模型試驗中，配合理論分析，進行 84 組模型試驗，其中包括二種渠道坡度，三種主、支渠交會角度，三種主、支渠寬度比及五種主、支渠單位寬度流量比。依據模型試驗結果求得兩類滙流河段能量損失與相關參數之迴歸方程式。應用模型試驗之結果，本計畫建立一套數學模式，此模式不但可考慮滙流河段之水理特性，尚可分析水流流經橋樑、洪水平原及各種堤線佈置方案等之流況，經由模型試驗結果之驗證與比較，證實此模式精度與適用性均頗為理想。

三、計劃成果

本計畫第一年已完成 84 組滙流模型試驗及滙流水理分析，此外，溪流系統水理模式亦已初步完成。第二年之預期成果如下：

- (1)求得分流河段主、支流在各種河寬、流量及交會角度情況下，其水深、流量及流速等之關係。
- (2)尋求滙流與分流河段內水力演算較合理之水理條件。
- (3)建立完整且適用之溪流系統水力演算數值模式。
- (4)嘉儷溪個案研究。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫執行中所遭遇之主要困難為缺乏嘉儷溪個案研究所需之地形及水文等資料。爲了深入瞭解嘉儷溪之情況，本所曾進行兩次實地勘查，並商請山地農牧局第六工作處協助交通工具，由本所 12 位同仁組隊前往進行河川斷面及地形等測量工作。至於嘉儷溪個案研究所需之水文資料（如流量及水位等），目前尚無直接之測量或記錄資料，是以本計畫中擬以嘉儷溪附近之水文站資料，依據流域面積及地形因子等關係推衍之。

五、繼續研究之方向

本計畫繼續研究（第二年）之方向如下：

1. 分流模型試驗；
2. 建立完整之溪流系統水力演算模式；
3. 嘉儷溪個案研究。

六、結論與建議

本計畫尚未全部完成，第一年（滙流水理分析、模型試驗及數學模式等）研究之結論如下：

- (一) 比較滙流河段水理條件之處理方法可知：動量法中未知變數較多，在應用上較爲繁複；能量法之應用較爲簡便，若能深入瞭解滙流河段能量損失情形，並正確估算之，則水力演算之誤差可相對減小。
- (二) 本計畫滙流模型試驗中包括二種主流坡度，三種主、支流交會角，三種支流與主流寬度比及五種支流與主流單位寬度流量比等 84 種試驗組合。試驗範圍中主流之福祿數約爲 0.16 ~ 0.53，支流之福祿數約爲 0.04 ~ 0.38。故可知，在亞臨界流情況下，本計畫滙流模型試驗之考慮參數與涵蓋範圍均甚廣。
- (三) 本計畫模型試驗之渠道斷面均爲矩形，在自然河川中河道斷面形狀甚不規則，若考慮河道斷面形狀對滙流段能量損失之影響，則須作更深入之研究。
- (四) 本文中假設滙流段之能量損失分爲摩擦損失與混流損失兩部分，並予以分離處理。在本文模型試驗範圍內，摩擦損失較混流損失爲大，摩擦損失約爲總能量損失之 89%，混流損失僅爲總能量損失之 11%。本文模型試驗中滙流段之分析斷面距離滙流點爲 1 至 2 倍渠寬，若分析斷面與滙流點之距離增加，則混流損失所佔之比例將更小。
- (五) 在本文模型試驗中混流能量損失甚小，且受模型試驗精度之限制，導致由試驗結果所求得之混流能量損失迴歸方程式相關係數較低。由於混流能量損失甚小，所以在數學模式水力演算過程中，即使混流能量損失之計算誤差稍大，但對於水深及水位之計算精度影響甚微。
- (六) 比較本文模型試驗結果與數學模式計算值，可知數學模式計算水位之精度相當理想，可供本省溪流整治規劃設計之應用。

七、英文摘要

Studies on the Hydraulic Analysis and Model Tests for the Junctions of Stream System — A case study of Chia-Nung Chi, Hua-Lien (I)

Abstract

The purpose of this project is to study the hydraulic characteristics for the junctions of stream system by model tests, and to find out applicable conditions for constructing an appropriate mathematic model. Chia-Nung Chi, Hua-Lien is chosen as a case study for the verification of mathematic model. This project is scheduled to be completed in two years. The first-year studies lay emphasis on the construction of mathematic model and the model tests for junction flow, and the second-year studies will comprise the model tests for separation flow and case study of flow simulation in Chia-Nung Chi.

This study includes the theoretical analysis and the model tests for junction flow, and the detailed derivations of mathematic model. The continuity and energy equations are adopted as theoretical basis for junction flow simulation. Eighty-four different combination sets of the model tests are performed, including 2 channel slopes, 3 contained angles, 3 width ratios and 5 ratios of discharge per width between main channel and tributary. Two kinds of regression equation for energy loss are obtained from the results of the model test and applied to the mathematic model. Various hydraulic conditions for junction, bridge and flood plain are also considered in the mathematic model, and the results of computation are in good agreement with those of the model test. The approach adopted in this study can be used as a reference for practical applications of river regulation in Taiwan.

八、本計畫成果尚未正式發表。

坡地開發與逕流特性關係之測定與調查研究

70—農建—5.1—07(5)

71—農建—4.1—源—25(6)

72—農建—4.1—源—59(4)

執行機關：台灣省林務局

國立中興大學水土保持學研究所

執行人：陳繁首、何智武、段錦浩

摘要者：段錦浩

一、計劃目的

隨著本省工商業之發展及林業集約經營所需，林道之大量開闢及坡地之開發利用乃成為今後必經之重要措施。惟由於本省之地質及水文環境特殊，林道及山坡地開發之後，生態平衡必然遭受嚴重破壞，而災害之發生當以「水患問題」為其主要決定因素。據此，本計畫乃利用坡地開發與逕流特性關係之野外實驗方法及調查現階段各主要林道排水設施之缺失，以瞭解逕流對各階段坡地開發度之影響，藉以謀求解決其排水問題之對策，進而使林道之開闢及坡地社區之開發獲得合理及安全之保障。

二、計劃執行經過要述

1. 本計畫之試驗地點設在台南新化林場內，其處理方式乃模擬坡地開發之程度，以集水區平行流域法選四個小集水區，A區一直保持原始之植生覆蓋作為試驗對照區，B、C及D三區則施行不同程度之開發度，以比較其逕流特性之變化。
2. 主要林道之土壤沖蝕觀測，則選宜蘭太平山林道及台東利嘉林道，其方法乃以林道及其上、下邊坡上，每隔適當長度各選一控制斷面進行鐵樁之打樁，以測定各場暴雨逕流所產生之土壤平均沖蝕深度及沖蝕總量。

三、計劃成果

本計畫已如期完成，其成果列於結論之中。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

1. 目前多數之研究計畫起迄月份均需配合會計年度，對於必須依靠暴雨資料作為分析依據之計畫甚感不便，擬建議有關當局考慮擬訂可行方案，使此等計畫能配合水文年或日曆年，以避免因研究進度無法配合而影響研究之成果。
2. 雨季中若乾旱少雨，則難以測定坡地開發逕流特性，無從分析探討其相關性及利弊得失。為減免此種天然條件之限制，盼能設置室內模型試驗設備，並由室內試驗資料與野外試驗資料互作比較及驗證。

五、繼續研究之方向

利用坡地開發與逕流特性及表土沖蝕量關係之野外試驗，以集水區試驗平行流域法，對坡地開發為社區之開發過程中及開發成社區後水土保持之處理與不處理，在逕流量、洪峯流量及土壤流失量之變化及其關係上加以探討，並觀察分析人工保育處理措施之效果。

六、結論與建議

1. 台東利嘉林道在 69 年度內下降一場頻率年約為一年左右之暴雨，其土壤平均沖蝕深度為 1.04 cm；於 70 年度內共下降三場頻率年約為一年左右之暴雨，其土壤平均沖蝕深度為 0.76 cm；而於 71 年度內，因林道已長滿雜草，故未有明顯之沖刷產生。宜蘭太平山林道於試驗期間各下降五場頻率年約為一年左右之暴雨，其林道平均沖刷深度為 0.804 cm；而於第三年度開始，亦因已逐漸恢復自然植生，故該林道已呈穩定狀態。
2. 逕流係數 (C_R) 隨降雨量 (P ; mm) 及開發度 (X %) 之增大而提高。未開發者， C_R 值為 0.27，開發度為 8%，15% 及 30% 時，則分別提高為 0.4，0.5 及 0.76；即開發後 C_R 值分別增大為未開發時之 1.5，1.9 及 3 倍。其復因子迴歸關係式為

$$C_R = 0.162 + 0.0105X + 0.0012P + 0.0000942XP$$

惟經過自然植生保育之後，開發度 15%，30% 所對應之逕流係數分別降為 0.35 及 0.44，或為原開發時之 0.7 及 0.6 倍左右，由此顯示，自然保育之效果頗佳。惟在降雨量較大（約為 340 mm）時，則降雨量之影響較植生之影響顯著，其逕流係數大致相近，在 0.6 ~ 0.77 之間。植生後之逕流係數與降雨量及開發度之複因子迴歸關係式為

$$C_R = 14.7911 P^{0.714} (100 - X)^{-1.61}$$

3. 洪峯逕流係數 (C_P) 亦隨降雨量 (P ; mm) 及開發度 (X %) 之增大而提高。未開發時， C_P 值為 0.60，開發度 8%，15% 及 30% 時，則分別提高為 0.65；0.68 及 0.77，即開發後之 C_P 值分別為未開發時之 1.1，1.15 及 1.3 倍左右。洪峯逕流係數與降雨量及開發度之複因子迴歸關係式為

$$C_P = 0.46 + 0.00523X + 0.00168P + 0.0000175XP$$

惟經過自然植生保育之後，開發度 15%，30% 所對應之洪峯逕流係數分別降為 0.54 及 0.70，或為原開發時之 0.8 及 0.9 倍左右，由此得知，保育效果雖不如第 2 項之結果，但仍具效果。惟在較大暴雨時之降雨量之影響仍較植生之影響顯著，其洪峯逕流係數則大致接近，在 0.92 ~ 0.98 之間，植生保育後之 C_P 與開發度及降雨量之複因子關係式為

$$C_P = 0.118 + 0.0159X + 0.00238P - 0.0000448XP$$

4. 經頻率分析求得降雨量 (P ; mm) 與頻率年 (T ; yr) 間之關係如下式所示：

$$P = 180.87 + 57.56 \ln T$$

試驗期間所得之三場年最大日雨量之頻率年及其相對應之逕流係數及洪峯逕流係數列如下表：

年 度	降 雨 量 mm	最大降 雨強度 mm/hr	頻 率 年	逕流係數 (洪峯逕流係數)			
				開 發 度 0 %	開 發 度 8.15 %	開 發 度 15.1 %	開 發 度 29.4 %
70	180	52	0.985	0.28(0.682)	0.72(0.784)	0.81(0.829)	—
71	173	32	0.872	0.31(0.667)	—	0.735(0.771)	0.92(0.948)
72	292	52	6.894	0.773(0.964)	—	0.603(0.978)	0.73(0.924)

〔註：72年度為自然植生保育期〕

5. 集水區泥砂產量 (Y ; t/ha) 隨降雨量 (P ; mm) 及開發度 ($X\%$) 之增加而增加。在開發度小於 15 % 時，沖蝕量仍屬有限，且其增加幅度不大；開發度提高至 30 % 時則呈顯著增加之趨勢。未開發時，單位面積泥砂產量為 $4.814 \text{ t}/\text{ha}$ ，開發度為 15 %，30 % 則分別增為 20.423 及 $43.976 \text{ t}/\text{ha}$ 。泥砂產量與降雨量及開發度之複因子關係式為

$$Y = 1.2589 \times 10^4 P^{0.747} (100 - X)^{-5.88}$$

又經自然植生保育之後，泥砂產量較前為減少，惟其變化過程不甚穩定。

七、英文摘要

This project used the field experiment of watershed parallel method to discuss the influences of slopeland development to runoff characteristics and soil loss. Besides, we investigated the challenges of drainage of forest road at stages, and the condition of soil erosion in forest road and its sideslope. According to the results of above experiment and analysis, we could get the relative data and models among every influence factor.

The relationship of runoff characteristics and soil loss to degree of development are collected as following table:

before conservation	degree of development (%)	0	8	15	30
	average runoff coefficient	0.27	0.40	0.51	0.76
	ratio	1.00	1.50	2.00	3.00
	average peak runoff coefficient	0.60	0.65	0.68	0.77
	ratio	1.00	1.08	1.13	1.28
	soil loss (ton/ha)	4.81	—	20.42	43.98
	ratio	1.00	—	4.20	9.00
conservation by natural vegetation	average runoff coefficient	0.26	—	0.35	0.44
	ratio of original degrees of development	0.96	—	0.69	0.58
	average peak runoff coefficient	0.39	—	0.54	0.70
	ratio of original degrees of development	0.65	—	0.79	0.91

小集水區土地開發與保育處理對逕流量 及泥沙產量之影響

73 農建—4.1—源—21(2)

執行機關：中興大學

執行人：何智武、段錦浩

摘要者：段錦浩

一、計劃目的

台灣開發山坡地事件日益增加，而大多數坡地開發工作僅著於如何取得最大土地利用空間，未配合適當之水土保持處理而任意開發，以致逕流隨之增大，土壤流失量亦因而劇增，造成坡地本身及下游地區嚴重之水污染、洪水及土石災害。因之本計畫主要在求得山坡地開發水土保持同時處理或不處理在逕流量、延時、尖峯流量及土壤流失量之變化及關係，以供日後建立山坡地開發與水土保持處理規範之參考。

二、計劃執行經過要述

試驗地設於中興大學新化林場，於區內選擇自然條件類似之四個鄰近之小集水區（代號A、B、C、D，面積約0.5公頃，坡度在 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 左右），A區不開發作為對照區；B、C兩區開發度相同（均為30%左右），其中B區模擬一般社區大規模開發，設有簡易水土保持處理（如輪胎式擋土牆、排水道）；C區則模擬分區開發，而無水土保持處理，兩區皆以相同比例之塑膠布覆蓋以代替建築物及道路等不透水人工構造物；D區則於開發後（開發度約20%），不加塑膠布覆蓋，以模擬於坡地大整地大開挖後，工程未完成前之地表裸露面；同時以自記雨量計測定雨量，量水堰（配合水位計）測定逕流量，再以分水沈砂池檢驗逕流量及測定土壤沖蝕量，由此觀測結果，探討表土沖蝕之變化及程度。

三、計劃成果

本計畫已如期完成，其結果列於結論之中。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)試驗區位於山中，雨季時交通便道沖蝕嚴重，車輛難以進入，須步行進入，頗為不便。
- (二)集水區面積小，集流時間短（約1~2分），無法由水位記錄中觀測開發度對集流時間之影響。
- (三)因集流時間短，無法由雨量記錄紙觀測集流時間時段內之最大降雨強度，供分析洪峯逕流係數之用，故分析時以十分鐘之最大降雨強度代替之。
- (四)試驗進行須配合大暴雨，惟今年（七十三年）無大暴雨，只能以中、小型暴雨進行分

析。

五、繼續研究之方向

- (一)增加坡地社區之開發度，了解開發度對逕流量、洪峯逕流量及泥砂產量之影響。
- (二)以觀測樁測定表土沖蝕變化、土壤流失情況及流失量、探討坡面之沖蝕型態及發生原因，作為坡面安定處理及設計安全排水系統之參考。
- (三)預估距河溪不同距離之開發區及裸露地，因沖蝕產生之泥砂可能流入河溪之百分比，以供分析及探討上游河溪輸砂量估算中使用。

六、結論與建議

(一)依試驗數據分析，得結論如下：

- (1)逕流係數與降雨量，十分鐘之最大降雨強度有較大之增加比例，而與降雨延時，平均降雨強度之增加比例則較為平緩，且相關性亦低。平均逕流係數如下表所示：

	A 區	C 區
平均逕流係數	0.104	0.280
倍 數	1	2.7

可知坡地社區開發後，不論其保育設施為何，均使逕流量增加，集流時間縮短，此項增加之逕流量加重下游排水系統之負擔。

- (2)洪峯逕流係數隨降雨量，十分鐘最大降雨強度，降雨延時之增加而增加，唯其相關性以和降雨延時之關係較差。平均洪峯逕流係數如下表所示：

降 雨 情 況		A 區	B 區	C 區	D 區
無 臨 前 降 雨	平均洪峯逕流係數	0.355	0.473	0.447	0.400
	倍 數	1	1.33	1.26	1.12
有 臨 前 降 雨	平均洪峯逕流係數	0.483	0.655	0.585	0.570
	倍 數	1	1.36	1.21	1.18
	無臨前降雨時之倍數	1.36	1.39	1.31	1.43
不加區分整體考慮時	平均洪峯逕流係數	0.395	0.600	0.535	0.467
	倍 數	1	1.52	1.35	1.18

可知坡地開發後，其洪峯逕流量亦有增加，唯增加之倍數遠小於逕流量增加之倍數。

(3)單位面積之泥砂產量隨降雨量、降雨延時、一小時最大降雨強度及平均降雨強度之增加而增加，但與平均降雨強度之相關性較差，而與降雨量有較佳之相關性。於計畫執行期間得單位面積累積泥砂量如下表：

	A 區	B 區	C 區	D 區
累積雨量 (mm)	1200	1200	880	775
單位面積累積泥砂產量	9 噸	50 噸	50 噸	146 噸

可知坡地社區的開發，均使泥砂量增加，唯增加之比例，以開發後未完工時之開發區最為恐怖。

註：上列表之洪峯逕流係數、逕流係數、泥砂產量數據僅供比較用；其中A區為對照區，開發度0%；B區模擬大規模開發，開發度30%；C區模擬分區開發，開發度30%；D區模擬未完工之開發區，開發度20%。

二、建議：

- (1)坡地開發後，使逕流量、洪峯流量及泥砂產量增加，為達開發後之逕流量不大於開發前，可考慮於開發區下游設遲滯湖，將短時間之洪峯流量暫時貯蓄，俟稍後才逐漸放流，以減少洪峯流量，並沉澱因開發所增之泥砂量，避免對下游地區造成災害。
- (2)坡地開發之同時，即應配合水土保持措施，防止暴雨來時，使工地發生崩塌及基礎被沖失，對下游造成災害。因而整地工程應與水土保持工程同時施工。

七、英文摘要

This annual project was to study the relations among the slopeland development, runoff characteristics and soil yields by the method of field experiment. We made the experiment by the control watershed method to discuss the relation and the variation of the flow discharge, peak flow discharge and soil yields, and the effect of artificial-conservation treatment after the slopeland has been developed for community with or without treatment of soil and water conservation.

According to the analysis from experiment data, our conclusions are shown in the following table:

district		A	B	C	D
degree of development (%)		0	30	30	20
runoff	average runoff coef.	0.104	—	0.280	—
	ratio	1.0	—	2.7	—
peak runoff	average peak runoff coef.	0.395	0.600	0.535	0.467
	ratio	1.0	1.52	1.35	1.18
soil yields	accumulative rainoff (mm)	1200	1200	880	775
	unit area accumulative soil yields (tons/ha)	9	50	50	146

Remarks: District B is in unique large-scale development with conservation treatment.
District C is developed in many small areas without conservation treatment.
District D is a unfinished development case.

試驗集水區逕流係數之推算

69 農建—5.1—源—036 (11)

70 農建—5.1—源—07 (10)

執行機關：國立成功大學

執行人：徐義人

摘要者：徐義人

一、計劃目的

從事集水區之經營治理，充分了解其水文特性，對於集水區長期規劃極為重要，且有助於水源之涵養、泥砂之控制、流量之調節。逕流係數為水文特性中極為重要之參數，目前推算中、小集水區集流點之洪峯流量時，最常者為合理式，即 $Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$ （式中， r ：最大平均降雨強度， A ：集水面積， f ：逕流係數），由此知集水區內設計上應採用之 r 值估算出後，由 r 值之大小立即可決定洪峯流量 Q ，現今，一般工程技術人員係憑藉集水區之地文狀況，參考坊間水文學或河工學課本，而直接採用經驗之概略值，往往產生誤差。實際上欲精確推算集水區之逕流係數極為困難，因逕流係數直接表示了集水區內降雨與逕流之間所存在之微妙關係，兩者之間亦非單純之水文模式所能表現出，蓋集水區之逕流現象受地文特性及降雨特性之影響頗大，影響前者最大者計有(1)降雨前土壤乾濕程度（含初期流量、土壤含水量、地下水位）(2)地表覆蓋程度(3)坡向、地形、林相等。影響後者（降雨特性）計有降雨量、延時、降雨之地域分布等。這些因子受時間與空間之影響，頗難定量地表示出，故欲合理推算逕流係數極為困難。本文採用線形模式中較具代表之逕流函數法來推演集水區之逕流係數，成果可作為估算此參數之參考。

二、計劃執行經過要述

逕流係數（ f ）之嚴密定義應為某時間內（一個水文年、一個月、一天或暴雨時間）集流點之總逕流量與總降雨量之比值。但集水區之雨量與集流點之逕流量係時時刻刻在變化，故其逕流係數亦因時而變，並非定值。降雨期間，吾人於下游集流點所測得之流量係降雨扣除入滲等損失後之雨量所形成的，故理論上，吾人若能求出無降雨損失時（即 $f = 1$ ）之流量歷線，將實測流量歷線上某時刻之流量與此 $f = 1$ 之流量歷線上對應時刻之流量相比，可求出該時刻之逕流係數，將實測流量歷線及 $f = 1$ 時所得之流量歷線兩者所涵蓋在（ $Q-t$ ）平面上之面積相除，則可求出該暴雨期間之平均逕流係數（average runoff coefficient）（因 $f = 1$ 之流量歷線所涵蓋面積值適等於該暴雨期間之總雨量），又洪峯時刻附近之逕流係數亦可由上述之兩歷線洪峯時刻附近之對應流量值計算出。本文係借用 Sherman 氏之單位歷線學理所假設之一種函數來間接推算試驗集水區之逕流係數。先將集水區可能產生之單位歷線用一適當之函數表示，此函數稱為逕流函數（runoff function），依過去集水區之水文資料，求出該函數中若干最適當之係數，再依單位歷線之合成假定求出 $f = 1$

時之合成流量歷線後，如緒言所述可求出吾人所要之逕流係數。

三、計劃成果

本文所作之分析得知森林試驗集水區大致小於 0.6 然而必須注意此地係以小集水區為對象（皆小於 1 km^2 ），上游面較大規模之集水區，其逕流係數亦可照上述之分析方法推算。森林集水區皆屬上游，坡度極陡，理應有較大之逕流係數，然由於森林之覆蓋有阻礙表面水流下之趨勢，增加表面逕流入滲之機會，此可視為逕流係數偏低之主要原因。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

分析中有感於分析資料之缺乏，希望本省各試驗集水區能蒐取充分之短期間之雨量資料，以供本模式進一步探討。

五、繼續研究之方向

利用其他水文模式來探求集水區之逕流係數，並與本研究成果作一比較。

六、結論與建議

森林集水區試驗為一長期性觀測、分析之研究工作，極待研究之項目甚為繁多，包括之專業知識甚廣，其中與水文學具有極密切之關係，本文就水文學中最重要之降雨與逕流之關係，活用了日本佐藤、吉川兩博士所倡導之逕流函數法，推算出無降雨損失之流量歷線，藉此與實測之歷線比較，來推算逕流係數，蓋若考慮集水區地文與降雨諸因素，此因素如何定量表示，又如何以數學模式表示極為困難，唯有藉用實測與理論值來間接估算，此為逕流函數法在此種應用水文學上之最大優點，選取若干較為精確之水文資料推算，大致可以了解此種試驗集水區內逕流係數之變動情況，以作為森林集水區經營、規劃時之參考，當然增大逕流係數固然可增加表面逕流，於下游乾旱期間，有助於水源之供應，然於洪水期間，若能減低逕流係數，除可減低中、下游之洪禍外，並可使地表逕流儲蓄為地下水源以為乾旱時期之用。因此如何運用工程技術使此一逕流係數於適當期間，滿足吾人之需要，亦為今後研究森林集水區水文特性之重要課題。

七、英文摘要

Runoff coefficient is a very important parameter of hydrologic characteristics. At present, engineers estimate runoff coefficient directly by examining physiographic conditions, then choosing an approximate data recorded in textbook of hydrology and river engineering. In reality, it is very difficult to estimate the runoff coefficient precisely. This is because runoff coefficient indicates directly the relation between rainfall and runoff; it can not be estimated simply by a hydrologic model. Also, runoff in a watershed is in a very complicated way affected very significantly by physiographic conditions and rainfall factors. Factors which affect physiographic conditions significantly are (1) antecedent soil moisture conditions (initial streamflow, soil moisture storage and groundwater

level), (2) ground cover condition and (3) aspect, terrain, forest type etc; while those relate to rainfall are (1) amount of rainfall (2) duration of rainfall and (3) geographical variation of rainfall. Since these factors are, in turn, related to time and space, it is rather difficult to quantify them. Thus, it is not easy to derive a rational runoff coefficient. The purpose of this paper is to estimate not only average runoff coefficient of storm, but also runoff coefficient of peak flow and any time for the reference of different hydrologic analysis by means of the runoff function method.

藉試驗參數推算小集水區洪峯流量

農發會 72 農建—4.1—源—59 (3) 研究計畫

執行機關：國立成功大學

執行人：徐義人、呂珍謀

摘要者：徐義人

一、計劃目的

水資源之規劃利用乃目前重要課題之一。而台灣地區之水資源較具經濟規模者，大抵都已開發。未開發利用者大部份屬於小集水區流域之水資源。本計畫之目的，乃希望能由試驗參數的方法建立一推估小集水區洪峯流量之方程式，以作為小集水區流域洪峯流量推估之用。

二、計劃執行經過要述

本計畫分兩期，第一期完成表面糙度之率定試驗並分析其結果，同時亦完成模型情況一的試驗，第二期完成模型情況二、三、四之試驗並分析比較其結果。模型狀況如下述：

情況一：流域形狀為矩形（長 4 m × 寬 1.5 m）集水面積 6 m^2 ，主流長度 4 m，主流平均坡度 183‰，流域平均坡度 140‰。

情況二：流域形狀為梯形（上底 2.5 m，下底 1.5 m，高 4 m），集水面積 8 m^2 ，主流長 4 m，主流平均坡度 183‰，流域平均坡度 140‰。

情況三：流域形狀為梯形，主流平均坡度 200‰，其他條件與情況二相同。

情況四：流域形狀為矩形，主流平均坡度 200‰，其他條件與情況一相同。

三、計劃成果

由試驗方法所得的結果，與理論推估的洪峯流量互相驗證。誤差在百分之五以內，若能得到流域地文參數相互配合，則此方法可應用在缺乏流量雨量記錄的小集水區流域上推估洪峯流量之用。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

1. 試驗中表面狀況糙度之率定，由於通過表面之水深僅為 3 ~ 5 公分，以三點法測流速，定位誤差頗大，因此每一種流量至少量測三個斷面，每一種表面狀況均做了不下十次的試驗，再由這許多的數據分析其結果。
2. 逕流量測試驗中，流域狀況面積為 6 m^2 和 8 m^2 ，集流時間在 10 秒左右，流量過程曲線不易量測，乃利用波高計量測下游集流口之水位變化連續記錄，再將體積化為流量而分析結果。

五、繼續研究之方向

本計畫最終之目的乃希望能建立一組聯立方程式，配合流域其他地文參數，以推估洪峯流量。而流域其他地文參數的分析則需大量的水文資料和地文資料互相配合分析始可得。因此若能獲得實用的水文（如雨量與流量）及地文（如流域大小、形狀、表面狀況，土壤狀況等）資料，做進一步的分析，將可獲得適用本省流域之地文參數值。

六、結論與建議

(1)試驗結果分析所得流域地文及水流運行條件因子對流域逕流運行之影響參數 r 之值。整理如表 5—1。

表 5—1 地文因子與參數 r 之值

流 域	形 狀	集 水 面積 F (m^2)	主 流 長度 L (km)	形 狀 因 子 F/L^2	主流平 均坡度 I_1 ($\%$)	流域平 均坡度 I_2 ($\%$)	各表面狀況之 r 值		
							A	B	C
Case 1	矩形	6	4	0.37	183	140	1.443	1.332	1.59
Case 2	梯形	8	4	0.5	183	140	1.429	1.335	1.561
Case 3	梯形	8	4	0.5	200	140	1.532	1.431	1.652
Case 4	矩形	6	4	0.37	200	140	1.475	1.423	1.626

(2)就表面狀況之糙度而言，所採用來模擬地表狀況之地毯，經率定後，其由曼寧公式求得之 n 值有 $n_B > n_A > n_C$ 之關係。表示地毯的粗糙程度 $B > A > C$ 。又就理論來說，表面愈粗糙者，其遲滯水流運行的效果愈佳。意即如在流域其他水文、地文因子均相同的情況下，表面愈粗糙者其集流時間將愈長。而在相同流域狀況下， r 值愈小則集流時間愈長。由表 5—1 可知 r 值大小關係與理論互相吻合。

(3)就主流平均坡度而言，相同的流域形狀，相同的集水面積，相同的形狀因子，相同的流域平均坡度，相同的表面狀況下，其 r 值 I_1 大者 r 值大，反之亦然。表 5—1 之結果與理論吻合。

(4)就形狀因子而言，表 5—1 中其他地文狀況相同的流域，形狀因子較大者， r 值大部份較大。而實際關係是否如此單純，不無疑問。若能獲得更多的形狀因子與 r 值資料，作更進一步的分析，則必能求得形狀因子與 r 值更明確的關係。

(5)綜合以上之論點，本文中試驗所求得之參數 r ，乃一合理之參數，殆無疑義。至於 r 值與各地文因子的關係是否能夠化成簡單之函數關係呢？則有待更進一步的研究了。

(6)本文中洪峯流量及洪峯到達時間之計算方程式裡，同時考慮了一般流域中各種有效的地

文、水文等自然因素。因此此一方程式必然能夠適合在各種不同地文條件下的流域之洪峯流量之計算，由於實際而且有用的資料取得困難，故無法就本文中之演算模式予以實際之檢核，乃本文最大之遺憾。

七、英文摘要

Studies on the peak flow rate at a small catchment has been carried out for a long time. Those methods, such as the Rational Method, being oversimplified the complexities of drainage basin, using nonreliable estimated parameters, cause the obvious discrepancy between the observed and computed data. In this paper the author tried to formulate a peak flow simultaneous equations for a small catchment by its geographic and precipitation characteristics. Using those simultaneous equations, it is hope that, more reliable peak flow value of the small catchment can be easily estimated for the engineering design use. The theoretical studies of this paper are based principally on the result of Liu and Wang (1980).

利用特性曲線法推算集水區之流量歷線

73 農建—4.1—源—21(4)

執行機關：國立成功大學

執行人：徐義人、詹明勇

摘要者：詹明勇

摘要

台灣地區由於地理條件之先天因素，除了二十一條主要河川之流域面積較大外，其餘均屬於小型之集水區。在此等集水區中表面逕流之形成及洪水歷線之型態是集水區經營、水土資源利用中不可或缺的研究課題。根據出發點之不同，洪水歷線之推算有所謂的水文演算及水力演算兩種。而此兩種計算方法中，水力方法是以物理上之運動方程式及質量守恒方程式以差分法將上述之方程式依假定之條件變為顯式或隱式之方式而求其聯立方程式之解。而水文方法則以流域之條件（水文、地文參數），配合連續方程式，求得設定參數值之大小而得到所謂的核心函數或反應函數，以供日後之使用。

在農委會之支持配合下，本計畫以水力方法中最精簡的方式去計算本省地區小型集水區的流量歷線。計畫中所使用之資料為台灣省林業試驗所經營的石門試驗集水區中歷年的降雨及流出歷線。由於此法中利用到流量（ q ）及儲水量（ s ）之關係

$$s = kq^p$$

所以，一開始便以現有之資料作迴歸式之計算，以求得 k 、 p 二值，依此二值再根據日本建設省的手冊中查出可能相對之等價粗糙係數 N 值，有了上述的流域參數，即利用國立成功大學水利工程學系中的微算機繪圖系統中得到實際歷線及計算結果之比較。

執行上述之工作中，本計畫碰到了資料上的困擾。由於降雨及逕流並非同步，所以我們在計算時結果雖然型態（shape）粗犷，但整個歷線之位置卻有平移之現象。為此，我們參考周文德博士之文獻，以主觀之方式將降雨作時間上之平移。結果，乃在預料之中洪峯位置之偏差量減少許多。本計畫之成果仍以修正後之成果呈現出來，但為求實際之客觀條件，若有進一步之實證資料驗證，當屬最佳之策。

經由農委會之補助，作者在七十三年度，另以通用水文模式為集水區之洪水演算作進一步之研究，希望由此二方法可得到互相比較及實證之成效。

英文摘要

The shape and occurrence of flood flow in catchment outlet is important in the management and development of watershed. To estimate the shape and peak of a flood can be a hydrologic or hydraulic approach. In the project, the most simplified hydraulic method — characteristic method, was adopted to be the main tool. Coefficients of this method were determined by the rainfall — runoff data in two experiment catchments. The area of these two catchments is about 70 hectares. To give the final result of this method, hydrographs with real observed data and calculated curve were plotted in the grid paper. They show that the characteristic curve method can be used in the small catchments for predicting flood flow conditions.

草溝水理特性之觀測

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所、山地農牧局

執行人：王孝才、張賢明、李木青、陳簡

摘要者：王孝才、張賢明、李木青、陳簡

一、計劃目的

1. 建立本省草溝規範，使用省工經濟的植生方法，解決本省坡地排水問題。
2. 尋求適用於台灣草溝使用之流速公式。
3. 探求百喜草草溝之粗糙率。

二、計劃執行經過要述

本試驗以百喜草美國品系 (U.S.A. Bahia grass *Paspalum notatum* Flugge) 為材料，溝面採用寬淺式拋物線型斷面草溝，代表公式為 $Y = kx^2$ ， k 值採 0.3，並以 72 小時連續通水以瞭解草溝之耐久性及其可靠性。

三、計劃成果

1. 百喜草在未通水前及流量在 0.001 C.M.S. 以下時，其水流速度在 0.5 m/sec 左右，百喜草仍不致倒伏，水流以層流型態流動。
2. 流量大於 0.001 C.M.S. 流速大於 0.5 公尺/秒以上時，百喜草葉部份被水流能量壓倒，即形成保護溝面之襯砌層，水流在草溝中以兩種型態存在，一為少部份水量在主流兩側，形成寬約 20~30 公分、深約 1~2 公分之薄層水流，在表土上面流動，一為大部份水量在百喜草倒伏之葉片襯砌層上，呈水花狀以亂流型態向下游躍進。
3. 由於草溝植草方式係採用整齊之三角形種植，行株距為 20 公分 × 20 公分。
4. 通水期間，百喜草均未被沖失。

四、結論與建議

百喜草襯砌溝面之草溝，最大容許流速達每秒 5 公尺；安全流速在每秒 3.33 公尺左右。草溝溝面之粗糙率在 0.059 至 0.075 之間，其平均值為 0.067。在相同之流量下，溝面沖蝕總量與溝面坡度成正比。水流含沙量與溝內水流放流時間成反比。此種排水溝可適用於面積在 0.5 公頃以下之農場，最大洪峯流量為 0.293 立方公尺，最大溝長之限制為 35 公尺。使用此種排水溝時需注意溝內雜物之清除，適當的澆水和施肥，雨季後之維護，補植及割草以防止草類老化，達到植草排水溝之最大功效。

Observation of Grassed Waterway

H. T. Wang H. M. Chang M. C. Lee J. Chen

Summary

Bahia grass, be popularly applied to lining of drainage ditches on slopeland farm in Taiwan, has been found that it has effectiveness to decrease erosion and to consolidate the soil on the bottom of the ditches, so the drainage ditches is protected from erosion. This observation is aimed to observe and test the hydraulic characteristics of the flow in the ditch to help establishment of a design criterion for the grass waterway in the future.

The observation and test results that the max. velocity of the flow in the grass waterway, without occurrence of erosion in the waterway, is 5.0m/sec, and roughness coefficients of the grass waterway range from 0.059 to 0.075. It is recommended that the grass waterway is expedient to be a drainage ditch in a slopeland farm where has an area smaller than 0.5 ha., and the maximum flow capacity of the ditch is limited to 0.293 CMS. The length of the grass waterway will be also less than 35 meters.

五、王孝才・張賢明・李木青・陳簡（1979）：草溝水理特性之觀測。中華水土保持學報第十卷第二期 p. 53 ~ 66。

陡坡地複式斷面排水溝水理特性模型試驗之研究

70 農建—5.1—源—37(8)

71 農建—4.1—源—24(1)第5子計畫

執行機關：國立台灣大學水工試驗所

執行人：王如意、陳增壽

摘要者：王如意

一、計劃目的

為解決本省山坡地及坡地社區之排水及防止沖蝕等問題，本計畫擬採用一種複式斷面之模型排水溝，進行水理試驗研究，並探討其適用性，以建立基本水理資料，俾為將來推廣應用時水理設計之依據。

二、計劃執行經過要述

本計畫自民國69年7月開始執行，全程計畫為二年，在國立台灣大學水工試驗所從事試驗研究。

本研究之試驗設計如下：

(一)本試驗模型斷面採用下部為直角等腰三角形斷面，其上銜接拋物線型斷面之複合型斷面，三角形採用 Soil Cement 材料，其上之拋物線型斷面以土質材料塑造，土質溝面種植百喜草，使其成活、繁殖而成完全覆蓋。

(二)百喜草經長期多項水土流失觀測試驗證實，為一優良之覆蓋作物，具有下列特性：

1. 可採分株法繁殖，移植後容易成活，生長快速。
2. 平均株高達40公分，覆蓋完密，能控制土壤沖蝕及雜草生長。
3. 根系網結作用強，地上部份生長旺盛。
4. 耐旱、耐浸、耐蔭。

由以上四點觀之，百喜草頗能符合草溝草種之要求，故本試驗選擇百喜草為試驗之草種。

(三)試驗模型排水溝總長7.5公尺，坡度可從55%至100%任意調整作水理試驗。排水溝斷面以溝底為中心呈左右對稱，三角形部份左右水平長及高各為7.5公分，其上之拋物線型部份左右水平各長20公分，高12.5公分。

(四)排水溝下方設一消能池，長120公分，寬80公分，高50公分。池之末端往前每隔5公分設置一槽，共置八槽，以試驗不同之尾水長度；在同一槽中，每5公分高設不同之尾水板，共十片，以試驗不同之尾水板高度。

本研究之重點在於探討坡度大於50%時之複式斷面排水溝模型之水理特性，並研究其適用性。文中研析下列水流通過草溝時之水理特性：

(一)高速流所帶來之穴蝕及夾氣問題。

(二)邊坡植生時，水流對土壤之冲刷與渠身穩定問題。

三)排水溝出口處消能池中噴射流之消能情形。

本文針對此三項，研析基本水理資料，同時研討人工降雨對坡地排水溝之逕流與沖蝕之影響，俾供將來推廣應用時水理設計與規劃之依據。

三、計劃成果

本試驗操作分四部份，第一部份為探討夾氣流時之水理現象，陡坡水槽水流從 55 % 開始試驗，每次增加 5 % 坡度，每種坡度試驗各六組不同之流量，由試驗數據結果顯示當坡度大於 75 % 時，夾氣率 $\bar{C}$ 與福祿數 F 之關係可表示如下：

$$\bar{C} = A + BF^2 \quad \text{.....(1)}$$

其中係數 A 、 B 之值如圖 1 之表中所示。當坡度大於 75 % 時夾氣率 $\bar{C}$ 及流速 U_0 之關係可表示如下：

$$\bar{C} = A' + B'U_0 \quad \text{.....(2)}$$

其中係數 A' 、 B' 值如圖 2 之表中所示。而夾氣率 $\bar{C}$ 與糙度 n_0 之關係可表示如：

$$n_0 = A'' + B''\bar{C} \quad \text{.....(3)}$$

其中係數 A'' 、 B'' 之值如圖 3 之表中所示；若不考慮坡度因素時，則 $A'' = -0.0007$ ， $B'' = 0.0404$ ，相關係數 0.860。

不同坡度水流之夾氣量與距入口距離之定性關係如圖 4，不同斷面、不同坡度間流量與流速之定性關係繪如圖 5 中所示，由圖中發現上游斷面流量對流速之變化靈敏度較小，而下游斷面則較大，且相同流量時，同一斷面之流速隨坡度而增加，其最大流速高達 6.5m/sec，且當流量增大時，流速將有增加之趨勢。

第二部份為探討高流量時之沖刷現象，試驗時僅操作 55 %、60 %、65 % 三種坡度，試驗所用土壤經土壤試驗分析結果如表 1。未沖刷前之土壤顆粒頻率曲線與沖刷後之床載土壤顆粒頻率曲線如圖 6 所示，由圖中可知沖刷前顆粒之平均粒徑為 0.093 cm，沖刷後顆粒之平均粒徑為 0.13 cm。試驗時不同坡度水流中沉滓之濃度與床載量，經整理分析後如圖 7，由圖中得知沖刷量與時間成反比，且流量愈大時，沖刷量有愈大之趨勢；而不同坡度之總沖刷量表如圖 8，圖中可得知沖刷時間愈短時，實測值與理論值較接近，當沖刷時間較長時，實測值與理論值之誤差則較大。

第三部份為消能池之探討，由水工模型之壓力顯示板得知自由落體水舌所形成的動水壓呈極不規則之跳動變化，因此在分析計算時取上限與下限之平均值，而動水壓力係由實測壓力扣除尾水深而得，由動水壓之資料變化中，可得下列之綜合結果：

- (一)當尾水位低於臨界水墊深度時，水舌呈掃出現象，而池底所受之動水壓幾乎等於全部動能水頭，壓力看板之上、下限振動變化為最頻。
- (二)當尾水位相當於臨界水墊深度時，動水壓上、下限變化為最大值，變化頻率仍與臨界水墊時相若，但上、下限之振幅突然劇變，因此臨界水墊之判斷，則利用此振幅突變現象區分之。
- (三)當尾水位高出臨界水墊深度時，水墊開始發生作用，而動水壓開始有急劇減少之傾向。

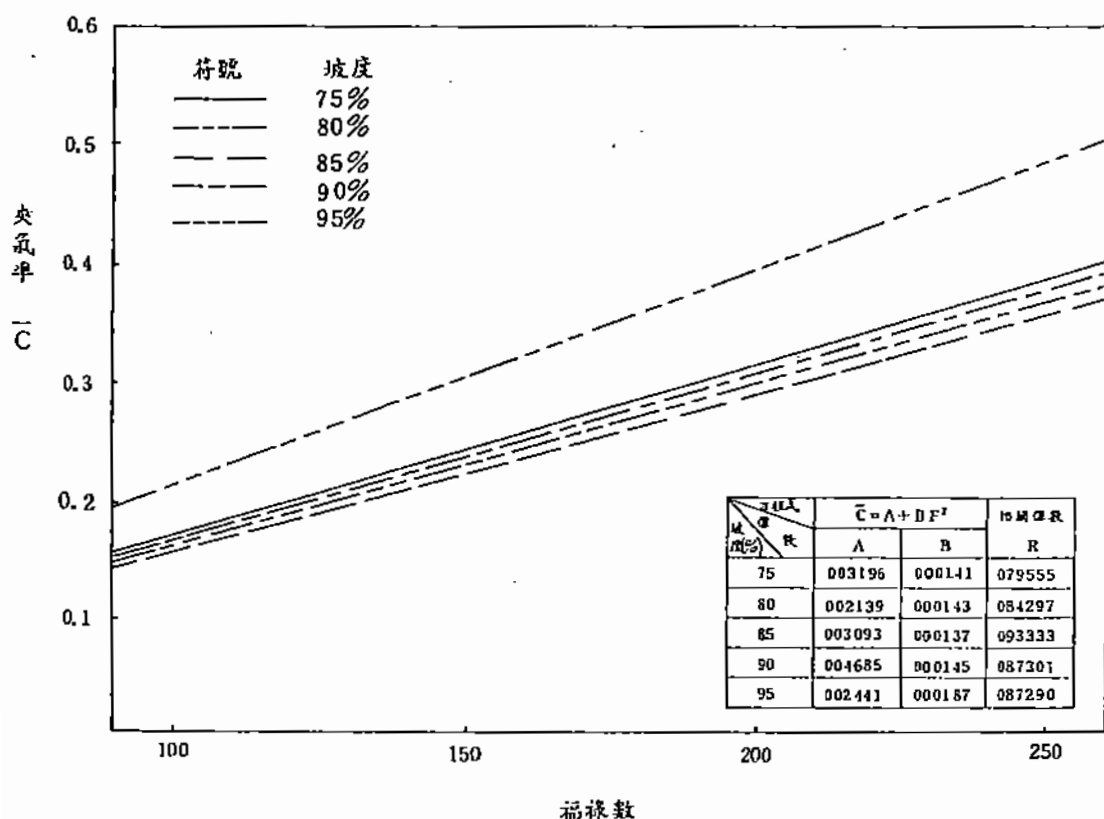


圖 1 夾氣率與福祿數平方之關係圖

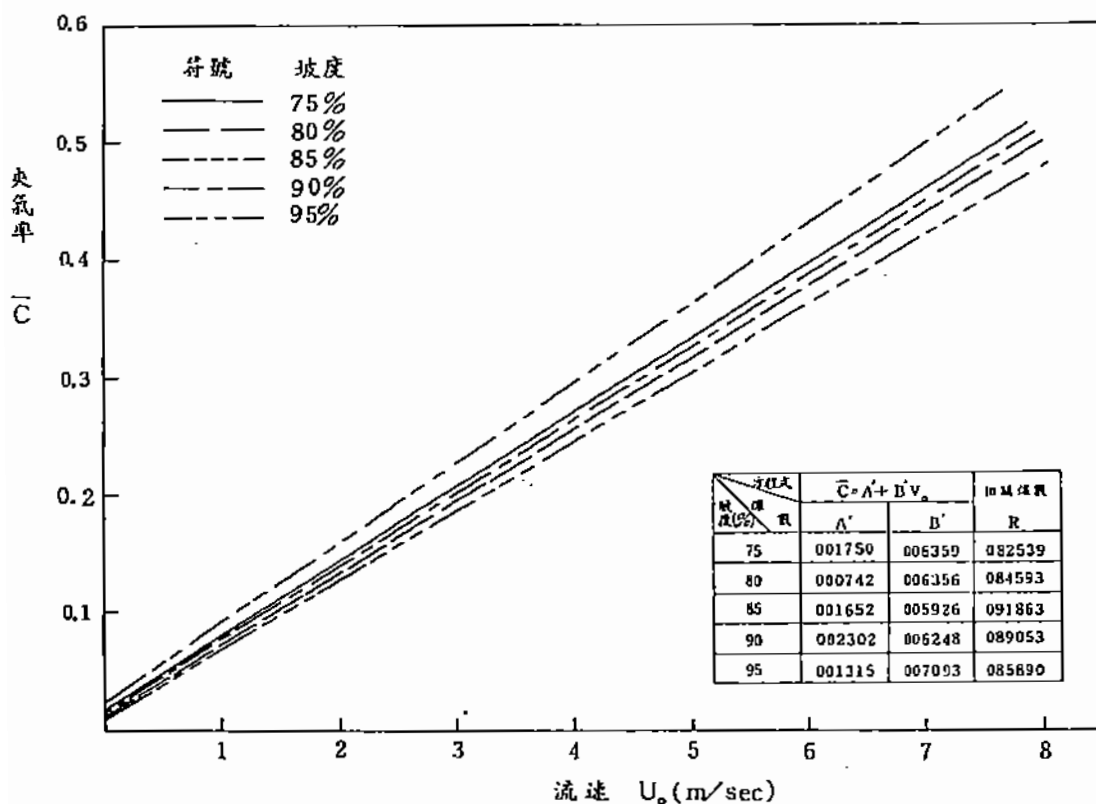
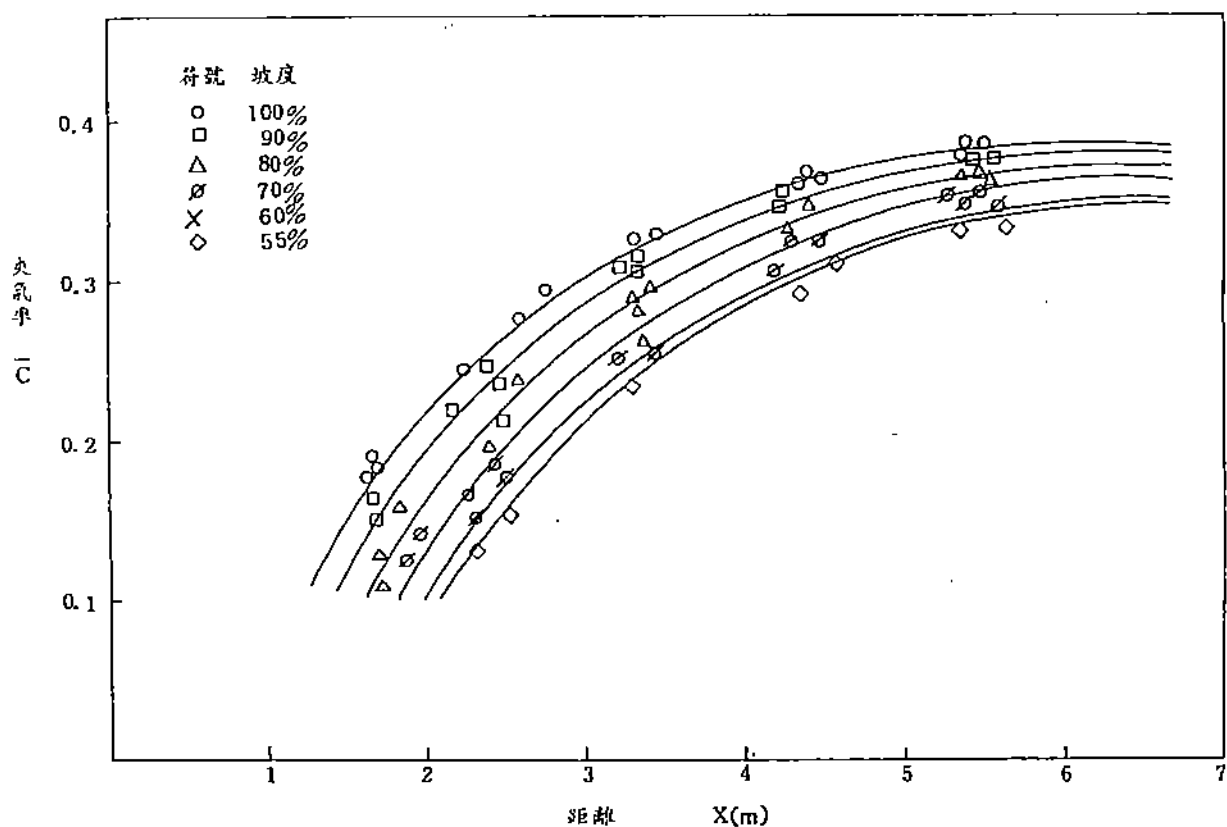
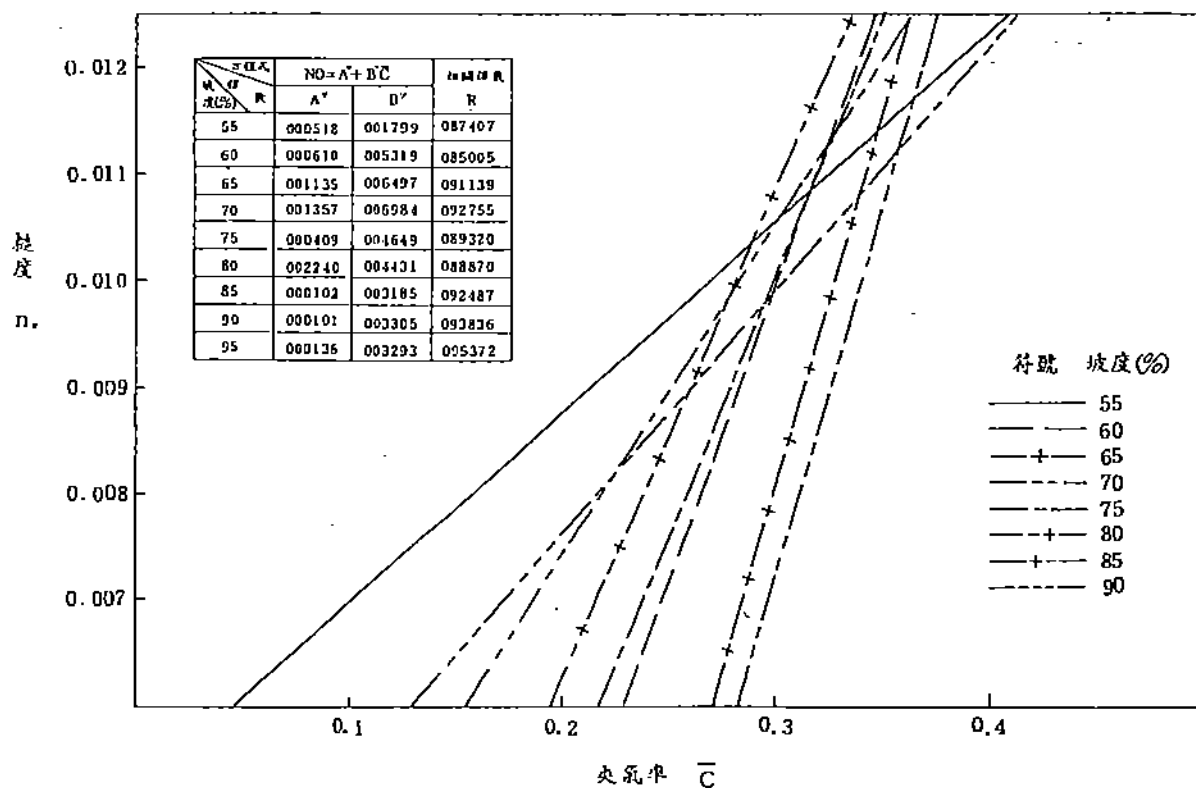


圖 2 不同坡度間夾氣量與流速之關係圖



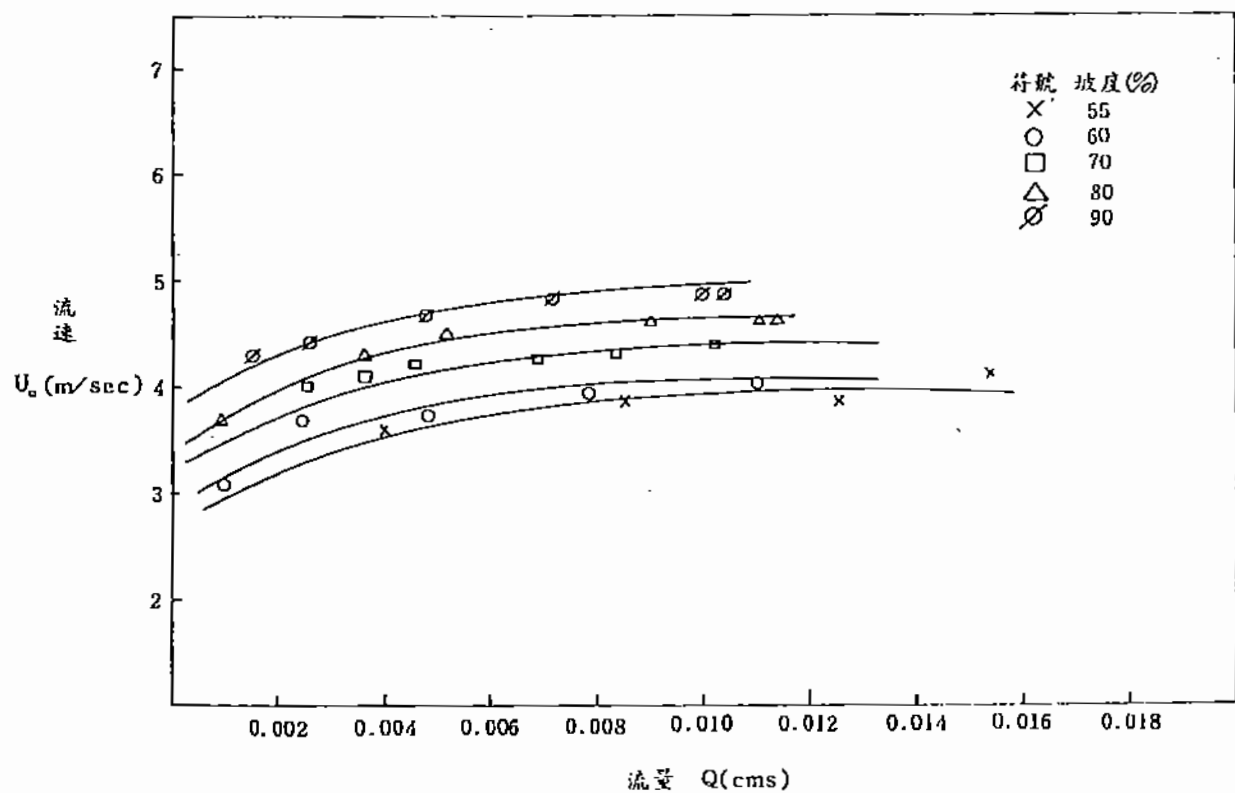
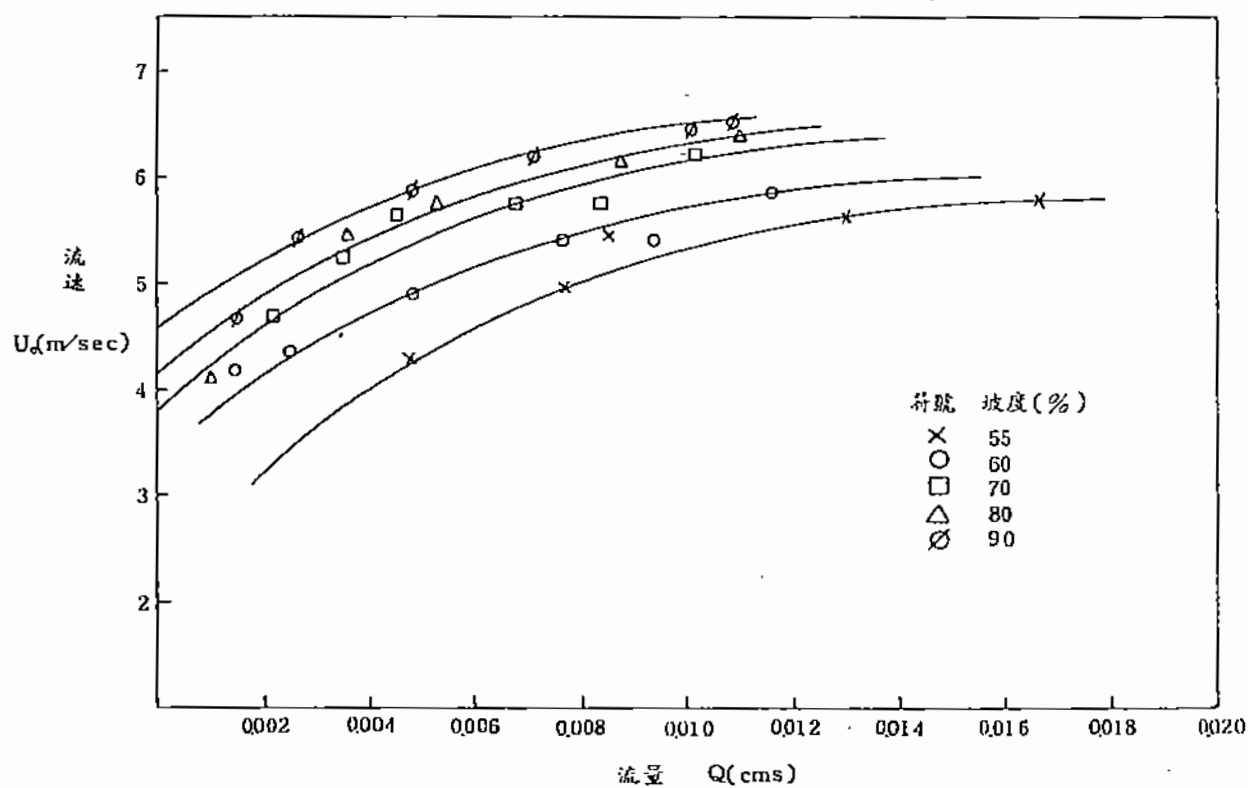
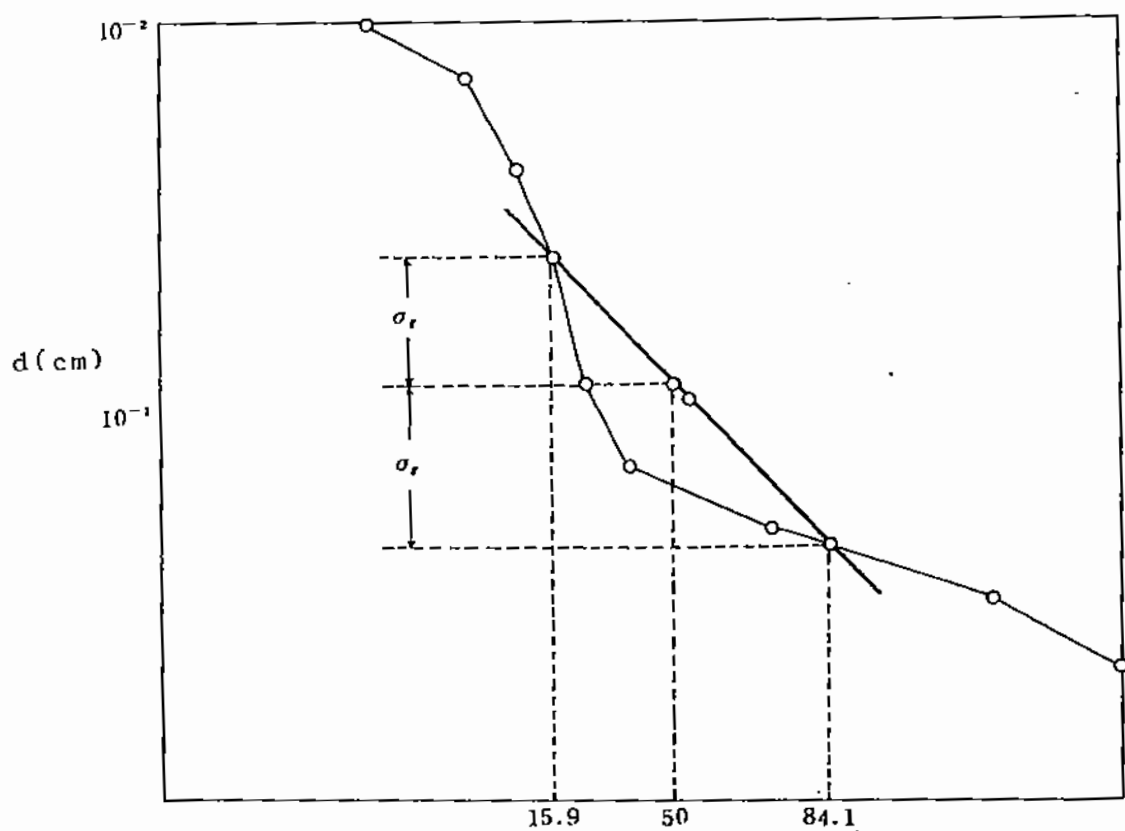


圖5 斷面流速與流量之關係圖



冲刷前土壤颗粒频率分布曲线图

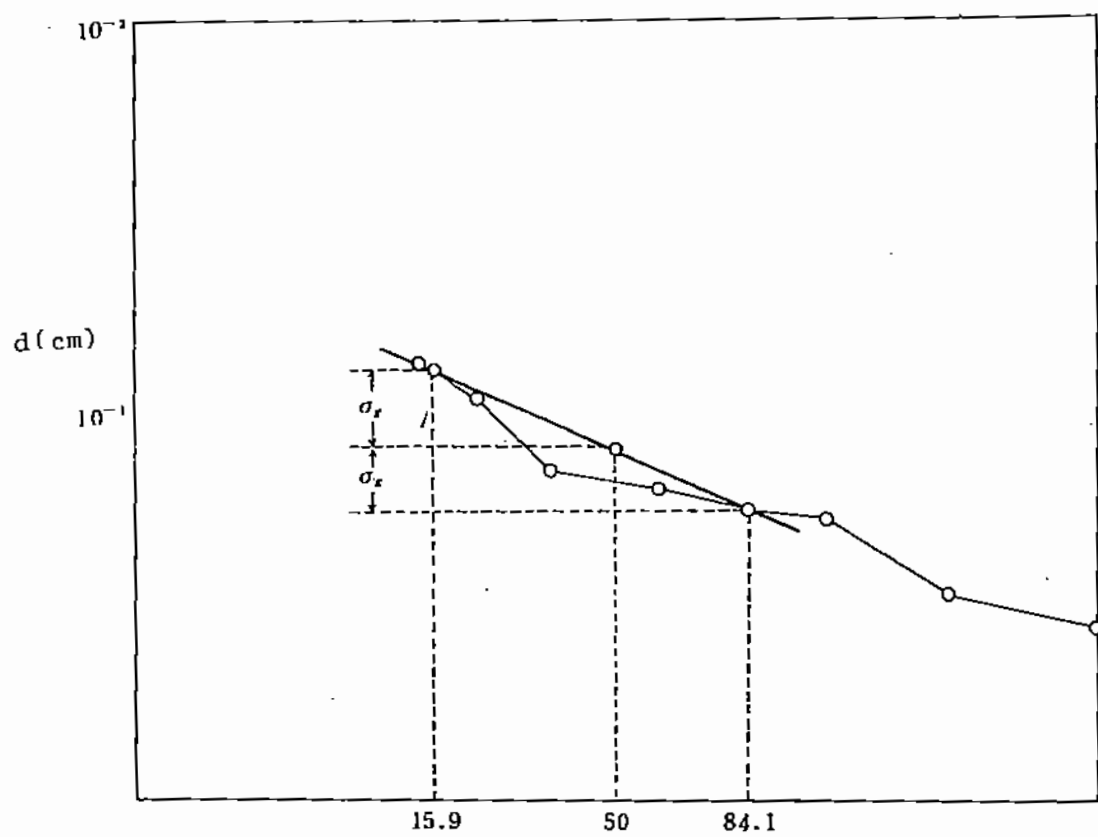
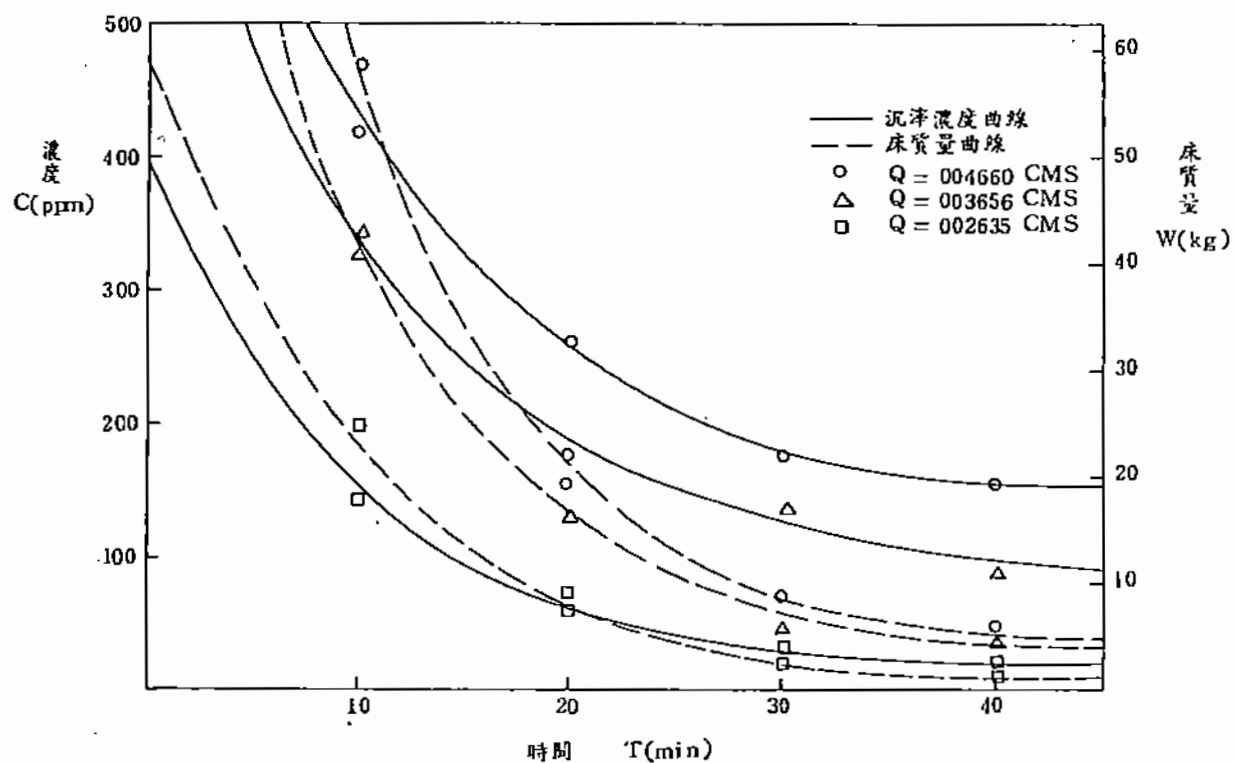


圖 6 冲刷後土壤颗粒频率分布曲线图



坡度60%時實驗沉降濃度與床質量對時間之關係圖

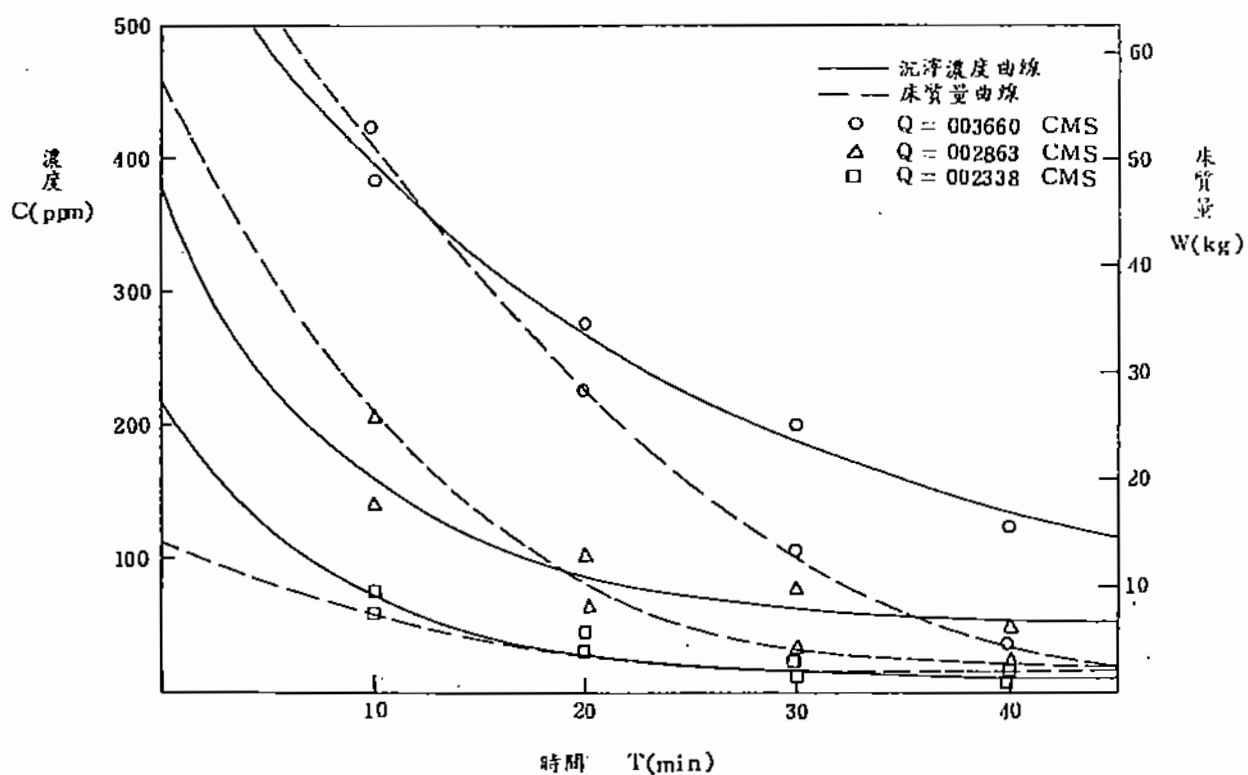
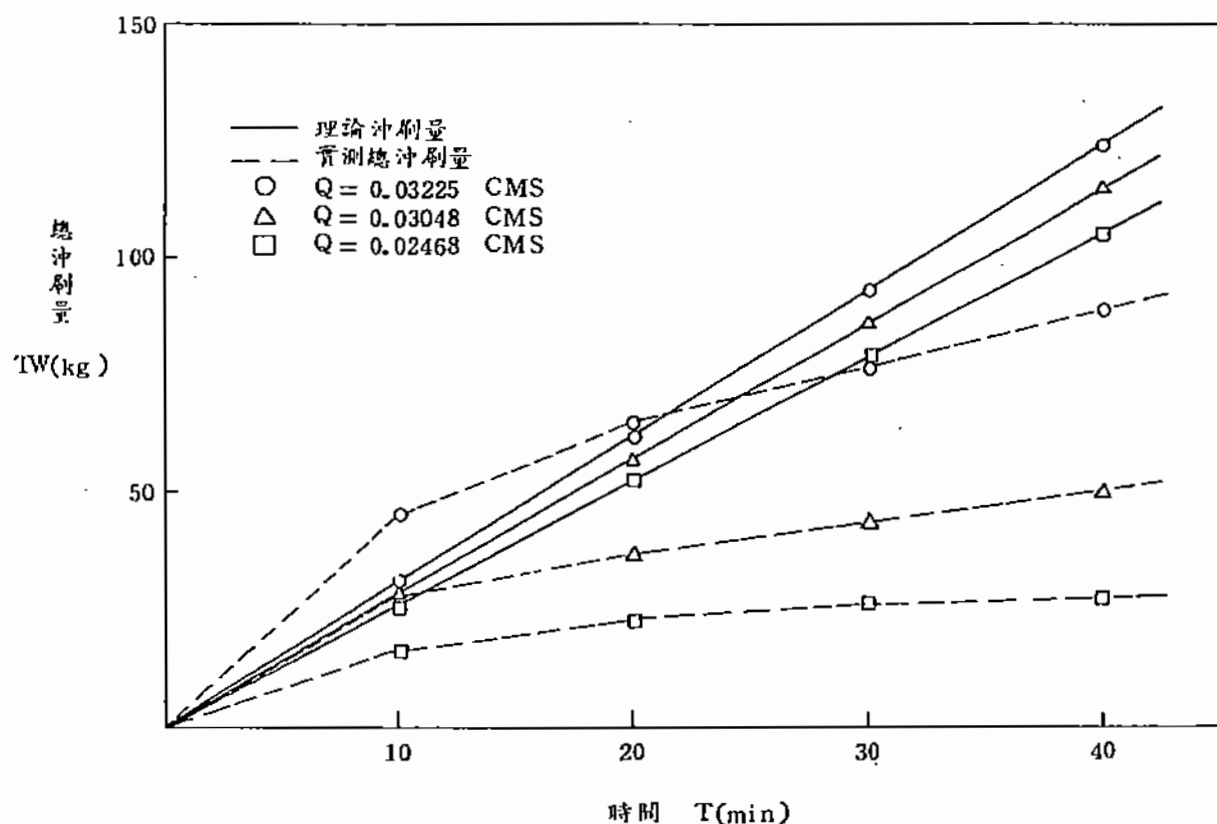


圖7 坡度65%時實驗沉降濃度與床質量對時間之關係圖



坡度55%時實驗總沖刷量與理論值對時間之關係圖

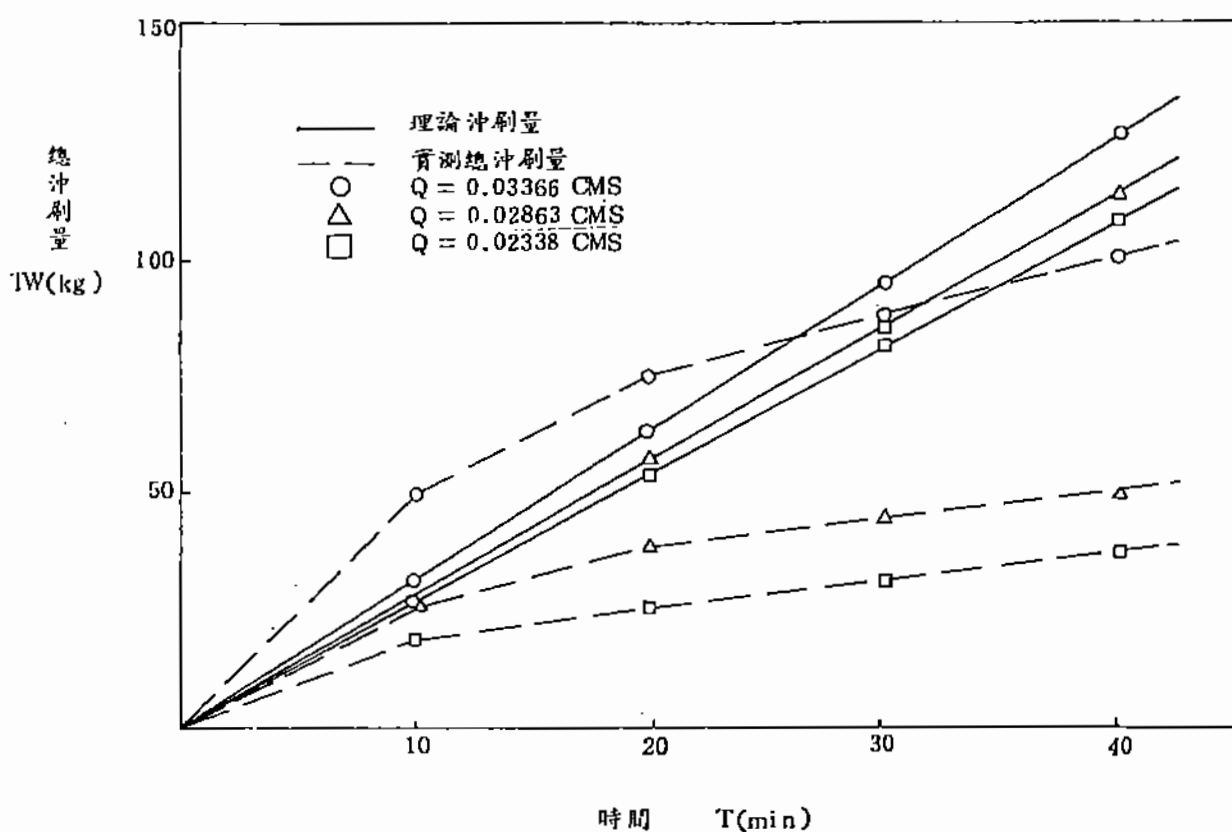


圖8 坡度65%時實驗總沖刷量與理論值對時間之關係圖

表 1 試驗土壤分析結果表

試 驗 項 目	平 均 值
含 水 比 w	30.5 (%)
比 重 G_s	2.651
濕 密 度 γ_t	2.03
乾 密 度 γ_d	1.72
空 隙 比 e	0.808
空 隙 率 p	0.447
液 性 限 度	27.2
塑 性 限 度	19.18
D_{10}	0.026 (cm)
D_{50}	0.117 (cm)

第四部份爲人工降雨對排水溝影響之探討，由試驗中可歸納如下之結果：

- (一)稽延時間係同時接受雨量強度及降雨延時之影響。
- (二)流量尖峰時刻因降雨延時而改變。
- (三)植生茂密可以增加截流，而使逕流減少。
- (四)流域或河流比降影響尖峰流量，在某一程度以內，尖峰流量係隨比降之增加而變大，在陡坡地排水溝中，溝槽比降甚大，因此相同降雨強度時，比在緩坡時尖峰流量增大。

本計畫執行期間曾遭遇若干技術性困難，如複式斷面陡坡設計及裝置、改變坡度輪軸設置、人工降雨模擬計之設計與消能設施之試驗量測等，皆能參考有關文獻並竭盡思慮，及時予以解決。

五、繼續研究之方向

本計畫由於受到模型尺寸及試驗時間之限制，使邊坡植生在陡坡複式排水溝中實施之可能性尚未臻理想。今後如能選擇合適之地點實施現場試驗，並考慮加入土石流模擬實際流況，則獲致之結果精度必可大爲提高。

六、結論與建議

- (一)在陡坡排水溝中，流況甚為複雜，高速水流中有夾氣現象，由於坡度過陡，流速並非為等速流，而係加速度，流速隨著流程增加而漸趨為等速流。水流中夾氣量亦隨加速度而增加，至水道下游處為等速流時乃趨於定值。
- (二)陡坡高流速水流中夾氣率成為一項重要之考慮因素。當夾氣量愈大時，糙度之增加率亦愈大；坡度愈陡時，夾氣量亦愈高。
- (三)由於坡度陡峭，當考慮複式斷面時，流量超過底部V型混凝土槽即對土質邊坡產生嚴重之沖刷，此時將使整個流況改變，護坡植草亦將遭破壞而不能發揮其截洩之功能，同時水流中之交波現象及呈水花狀之亂流型態躍進跳動，使沖刷現象更為加劇。
- (四)草類的生長與季節有很大之關係，當夏季時草葉茂盛遮蓋溝面；當秋冬時枝葉稀疏溝面蕭條。在模型中由於受到模擬形態及時間之限制，使原種植處根系無法自由發展而發揮較強之固結保持土壤能力，因此在夏季雖溝面茂密，部份百喜草被水流動能壓倒，形成局部之襯砌層而使水流呈水花狀以亂流型態向下游躍進，但亦無法保護根系部份，使土壤免遭沖蝕之損害。
- (五)當護坡不能發揮截洩之功能時，沖蝕總量與時間成正比，携砂率與時間成反比。
- (六)根據試驗結果，在消能池中常達臨界水墊流時約33.6%能量消滅，超過臨界水墊流後將有更多之能量被消滅，此種消能效果如與一般洩槽式比較，則洩槽中因摩擦而損失之能量僅佔總能量微小百分數，故需輔以其它形式之消能設施。自由落體水舌則有上述極為有效之消能效果，因此若能設法保護水舌落下所致動水壓時，則可用較小規模之工程解決消能之問題。
- (七)水墊深度增加對於動水壓及其振幅有大幅度減少之效果，根據試驗得知以1.5倍左右之臨界水墊深度即可，而消能池長度之延伸則需視經濟及設計安全程度而定。
- (八)水舌從渠流出口至消能池面時，其形狀上可能為扭轉體，在時間、空間上均作不規則之變形，加以空氣之混合，流速在池中之擴散甚為複雜，無法完全以簡單之理論加以描述。
- (九)在陡坡地中，降雨本身對於邊坡植生之排水影響不甚大，但若考慮降雨於整個集水區而言，則其逕流量將對排水溝產生影響。

七、英文摘要

Model Test on the Hydraulic Characteristics of Compound Section in Drainage Ditches on steep Slopeland

Abstract

Slopeland development in Taiwan has become booming in recent years. Consequently, some disadvantageous outcomes, such as soil erosion in watershed, degradation of land production, debris pollution and flood damage usually occurred. Consideration of efficiency and economy for drainage

of steep slopland, a new device by applying compound drainage ditch with grass vegetation is experimentally proposed.

To study hydraulic characteristics of flow passing through compound drainage ditch, model test has been adopted. Air concentration of high velocity flow in the more air concentration and roughness can be found. On compound drainage ditch with grass vegetation will be eroded when flow discharge is large and erosion rate is inverse proportional of time. The best dissipation layout of a free submerged jet in plunge pool can directly apply the hydraulic theories and with verification of hydraulic model test, the optimum dimension of energy dissipator can be obtained. For the study of rainfall impacts on soil erosion, simple rainfall simulator by applying different intensities and durations of rain on the drainage ditch has been tested.

八、本計畫成果尚未正式發表。

台灣蝕溝控制與排水方法之研究(一)(二)

78 (ARDP) — 5.2 — N — 140 (A — 3)

72 農建 — 3.3 — 源 — 57

執行機關：中興大學水土試驗所

執行人：何智武、段錦浩

摘要者：段錦浩

一、計劃目的

台灣山坡地之地質脆弱，地勢陡峻，雨量豐富而分佈不均，兼之颱風及暴雨之交迭侵襲，與廣大面積之濫墾與開發，使逕流在短時間內迅速集中，形成大小不同之蝕溝，破壞土地，損害農工生產至鉅，有鑒於此，本研究計畫在農復會之支援及指導下，乃從事蝕溝治理與排水系統設置之研究。

本省廿餘年來水土保持之實施，已完成許多蝕溝控制之處理，惟對於以往處理方法之效果，以及經濟與技術上之各項問題，仍有待檢討，所以蝕溝系統處理效果評估，也在農發會之委託下，針對蝕溝控制已有效果之區域性水土保持計畫區及坡地保育利用區之蝕溝控制措施，從事現場觀測，並配合有關資料之收集，作有系統之整理分析與探討，期能建立其技術規範，以供今後推行之依據。

二、計劃執行經過要述

關於蝕溝控制與排水方法研究資料之搜集方面，國內部分有農復會、公路局、及興大水土保持、森林、土木學系等五十餘份資料外，尚有歐美地區有關之學術及執行機構提供之資料，一共獲得約二百五十份重要文獻。

於第一期計畫內，進行(一)台灣地區蝕溝控制與安全排水系統設置現況(二)歐美地區蝕溝控制與安全排水方法簡介(三)台灣與歐美地區蝕溝控制與排水方法之比較與檢討等三項研究。並於第二期內，進行(一)文獻簡介(二)理論分析(三)現場觀測(四)模型試驗(五)比較與探討等五項研究，使室內分析作業與現場野外之調查工作，齊頭並進。曾經赴新竹之寶山及關西，苗栗之通宵，三義永森農場，彰化之八卦山台地，嘉義之達邦及大埔，台南之關廟，新化，南化，台東之富岡，池上等地作現場了解，以供分析研究之參考。

另外蝕溝系統處理效果評估及示範，其地點選在大肚山橋頭寮溪，虎頭崎坑、鹿寮北溪、及台東之富岡、池上等地區，依各不同地區，進行(一)地文資料之整理與分析(二)水文資料之整理與分析(三)經濟分析資料整理等三項來判斷蝕溝控制構造物及水土保持措施之價值及效果。

三、計劃成果

計畫成果如期完成，並列於結論中。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

節制埧應用於蝕溝控制，由於缺乏經驗，冒然採用市面售賣之預鑄鋼筋混凝土柱（R C 柱），因該類 R C 柱未能依鋼筋混凝土理論計算其斷面與鋼筋配量，致無法承受巨大之水壓所生之彎矩而折斷，因此我們該探討其水壓所生之彎矩，必須遠小於 R C 柱所能承受之最大彎矩方可。最好自行設計交工廠依設計圖作預鑄 R C 柱，如此免遭折斷之命運，才能達到穩定。

五、繼續研究之方向

在蝕溝控制方面：

- (1) 藉重國外專家之學理與技術，作為參考，並時常與其連繫，互相交換新知識。
- (2) 土壤與地質之調查及水文與氣象站之建立，乃發展山坡地之重要工作，應及早建立完成。
- (3) 構造物之形狀、位置與材料，均影響構造物之安定，目前本省尚無一定的標準與準則，故須及早建立規範以便設計最佳之構造物，以達成穩定蝕溝之目的。

在排水系統方面：

- (1) 加強資料之搜集，以利設計規劃之實施，並改進構築方法與材料，以節省人力物力。
- (2) 排水系統之改進，明溝與暗渠排水方式，各有其優劣點，而在本省可行性如何，有加以探討研究之必要。

另外對於蝕溝控制之處理方法，應長期繼續再作觀測，並避免人為重大破壞，以便作一系統之規劃或建立一健全之處理模式。

六、結論與建議

- (1) 蝕溝溝底為鬆軟之破碎堆積物，R C 柱不易豎立，用上凸型埧較易穩固，中軸角 $\theta = 90^\circ$ 時，為極佳之節制埧構造。
- (2) 透水節制埧中，以雙籬透水性節制埧為較佳，因施工簡便，成本經濟，又可延緩逕流，減低沖蝕，增進淤積，促進蝕溝之穩定度。
- (3) 本計畫之各種透水埧，埧體中石頭粒徑，以採用混合粒徑為佳，而且孔隙體積愈大，透水比率愈高。

僅就研究過程，提出三項建議：

- (1) 野外試驗，本研究之埧型均就小型蝕溝之沖蝕防治而言，故最好選定寬度 5 公尺以下之小蝕溝方符實用。
- (2) 鐵絲網網孔之密度，鐵絲粗細，所能承受之壓力與埧體石頭厚度之關係，因限於設備有待作更進一步之探討。
- (3) 有關輪胎節制埧之 R C 立柱，必須按 R C 設計，方符安全需要。

至於蝕溝系統處理效果之評估，其結論與建議如下：

- (1)大肚山觀測區之砌石造重力埧，經過二、三十年之考驗仍然完整，且蝕溝已達穩定狀態，此乃證明本區之蝕溝控制已獲成效。
- (2)蝕溝控制設計規劃，若適當配合上游水土保持處理，則可減小攔砂埧之規模而達成較經濟之目標。
- (3)於觀測區內，攔砂埧之鉛絲蛇籠護坦，對埧體安全甚為重要，惟鉛絲極易銹蝕，故需常維護，埧頭有不穩定者，應速採復舊措施。

七、英文摘要

The problems of gully control and drainage facilities on hilly land in Taiwan are very serious and complicated.

The research results can be summarized as follows:

- (1) Theoretical mechanics analysis indicates that convex check dam can transmit the pressure of centric pole to the banks, and when $\theta=90^\circ$, theoretically, it has no any pressure acting on centric pole, due to the pressure acting on the pole being transmitted to the banks.
- (2) The gravel with good gradation is the best material for filling the porous check dam. Also, it is a low cost material in good workability.
- (3) In Ta Tu Shan field investigation area, there are 25 functioned masonry check dams of twenty-thirty years old. This proves that the masonry check dam is suitable for lateritic terrace deposits of this region.
- (4) Ta Tu Shan field investigation area implement soil and water conservation works very good. So the sediments decrease in this watershed and fourteen check dams are not full up to now. Hence the dam height could decrease, if soil and water conservation management is good enough.

八、何智武、段錦浩、劉正川（1978）台灣蝕溝控制與排水方法之研究。中華水土保持學報 9(1): 115 ~ 150 ; 9(2): 19 ~ 34。

地滑、蝕溝控制、路坡穩定之觀察研究及 增進青灰岩地區之土地利用

74—B21—N—858(A)

執行機關：山地農牧局

執行人：洪楚寶

摘要者：賴宏明

一、計劃目的

- 1.研究觀察護坡綠化穩定工作以爲將來規劃參考。
- 2.試驗觀察富日倍凍在斜坡穩定工作上之適用性。
- 3.研究青灰岩安定性及滲透性之改良。
- 4.崩塌地區地滑觀測及砂石粒徑分析研究。
- 5.觀察及搜集青灰岩地區水文資料。
- 6.示範新型地滑控制，河川整流及蝕溝控制之工程構造物。

二、計劃執行經過要述

本計畫由台中縣政府、苗栗縣政府及本局水土保持組負責執行工作並由農復會技術指導。公路局第三區工程處負擔配合款，本局水土保持組負責籌措支應。

三、計劃成果

- 1.完成道路護坡綠化穩定工作植生 15,000M²，防落石網（南部橫貫公路）2,000M²，協助有關機關辦理植生護坡綠化之設計。
- 2.觀察富日倍凍在坡地果園及路面工程之適用情形。
- 3.施用石膏、有機質、以改良青灰岩之安定性及滲透性。
- 4.地滑及粒徑分析觀測。
- 5.完成台中市大坑地滑控制工作。
- 6.青灰岩地區之水文及淤砂觀測。
 - (1)計畫區內水文資料之搜集及淤砂觀測。
 - (2)阿公店上游四個已完成土埧上之淤砂觀測並將所得資料加以分析。
- 7.完成防砂埧二座，整流一四〇公尺及蝕溝控制一處（潛埧五座，排水一二〇公尺）。

四、繼續研究之方向

- 1.產業道路及農路植生護坡綠化穩定宜繼續研究，減少路基塌方維護行車交通安全。
- 2.青灰岩地區水文及淤砂所得資料宜再加強分析，使該區土地能獲得充分利用。
- 3.對地滑地，蝕溝控制工程宜派遣赴國外研習進修增加知識。

五、結論與建議

本計畫完成後效益顯著對爾後治山防洪工作及崩場地之處理技術可做為示範觀摩，並做為設計參考之資料。

遙測技術在崩塌地調查上之應用

76 (ARDP) — 3.3 — N — 66

執行機關：台灣大學

執行人：陳 信 雄

摘要者：陳 信 雄

一、計劃目的

本研究之主要目的，是利用遙測設備及儀器，諸如紅外線攝影，熱射儀之地溫調查等，探測崩塌地區之潛力，描繪崩塌地區地下水脈之動向，希望利用遙測技術，建立探測崩塌之動向及滑動潛能，作為今後崩塌地治理工作，及山坡地興建道路或其他工程之參考。

二、計劃執行經過要述

本研究調查地區分別為台北近郊，桃園龍潭、彰化民族新村、南投縣延平初鄉、林試所蓮華池分所、烏山頭水庫、德基水庫上游以及台東、知本等地區，進行紅外線攝影調查。並選定最具崩塌地代表性的龍潭三水村大北坑之大崩山，作為研究崩塌動向及滑動潛能之主要地區。

三、計劃成果

使用紅外線攝影進行崩塌地的調查工作，可以看出幾個崩塌地所具的特性：

- ①露頭岩石類別及地層構造：各種岩石具有不同的崩塌類型及地層的特殊構成，從照片的判釋可以顯示整個崩塌情形。
- ②崩塌地砂石的流向及堆積狀況：由於露頭地及砂石堆積地在水份含量及構成上在 I R 照片顯示着相當大的差異，因此可以判定崩塌由何處而起，其走向為何。
- ③地層表面含水量分佈情形：含水量多的地區會減少土壤摩擦力，這也是一般造成崩塌及地滑的主要原因之一，而 I R 照片能看出一大片土層表面，何處聚集着最多的水份，很可能是將要發生崩塌的地方。
- ④崩塌地附近植生狀況及復舊景觀：植生的生長情形可能指出的情形有二種，其一是植生特別茂盛之處，水份供應充足，比較容易造成崩塌。其二若植生枯死，可能是地層不穩或開始滑動，造成根系之破壞。

對於紅外線攝影在崩塌地調查上之可行性，諸如崩塌地地質特性之判斷，以及與地下水之關連性，奠定野外調查上之基礎。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

以 I R 攝影調查崩塌地存在着一個最大的缺點，就是其所獲得的資料是很表面的，因此它無法探測地下水位深度以及滑動層的深度。因此調查時需配合電探或熱射儀方不至有太大

的失誤。

五、結論與建議

崩塌地的發生與山坡地開發是因果關係的必然現象，如何減少或制止因山坡地開發所引起之災害，將是今後台灣國土資源開發上，絕不可忽略的問題。而崩塌地的調查，其方法雖多，但要求一有效之方法，則尚在摸索的階段，遙測技術的利用，除之節省調查的時間外，更重要的是提高了調查上的精確度，由本研究闡明其可行性。如何精確的探測崩塌動向及滑動潛能，有賴於熱射線之探測，螢光計之地下水追蹤，陸水學上之水質檢查，地下水檢層、地下水位變動調查、地下水抽水試驗、以及地層電阻探測等，是為崩塌地調查以及處理最基礎且最重要的研究項目。

六、英文摘要

The Applications of Remote Sensing Techniques in Investigation Landslide (I)

Hsin -- Hsiung Chen

Abstracts

To overcome the shortcomings of the conventional investigation methods, which can not locate the definite position of the movement of groundwater in and around the landslide area, the more accurate and effective techniques the remote-sensing techniques could be introduced. Infrared photographing and the application of precision radiation thermometer to survey the conditions of ground water movement and to provide the exact method of landslides treatment were described in this paper.

崩塌地調查方法之研究

77—B21—N—966(A)

執行機關：台灣大學

執行人：陳 信 雄

摘要者：陳 信 雄

一、計劃目的

探討崩塌地調查上之新技術，利用遙測設備，諸如紅外線攝影，熱射儀裝配自動記錄，期能正確且迅速的探測地溫，再加上實地地溫儀之鑽測，相互應證，希望能藉遙測技術，探測崩塌地區地層滑動之潛力，描繪地下水脈之動向，以發掘新調查法之可行性，作為今後崩塌地治理工程及山坡地開發上之參考。

二、計劃執行經過要述

選擇本省最具代表性之地層滑動地區—桃園縣龍潭鄉三水村大北坑，作一系列之調查與研究，其中包括已經產生之崩塌地的特性調查，以及未發生崩塌之坡地其崩塌傾向之預測。

第一種方法是「紅外線攝影調查法」，利用彩色紅外線底片之特性，蒐集已崩塌地區之範圍、地質、形態、水分及植生等資料，並對未崩塌地區事先作分析與預測。

第二種方法是「地溫調查法」，其應用的原理，是根據在一般情況下，影響地溫最大的因素為地下水脈，而崩塌地之產生及動向，與崩塌地內外之地下水脈有密切關係，因此利用地中溫度計，在崩塌地調查地溫變化情形，找出地下水脈並分析其發展傾向。

第三種方法是利用熱射儀配合自動記錄，探測地表溫度、描繪等溫線圖，藉以與紅外線攝影，地溫探測相互對照，求其在崩塌地調查上之可行性。

三、計劃成果

紅外線攝影則從地表水份含量差異，和植生異常之情形，較正確的顯示出整個崩塌地的範圍，不同種類和型態的岩石，反射可見光和紅外線的程度也不同，呈現在紅外線照片上往往有極明顯的差異。在崩塌地的植生，可見到兩種狀況：其一為植生茂盛且色彩特別鮮紅，乃因地表水或淺層地下水供應充足，其二為植生枯萎呈黃褐色，因土壤之滑動或崩落而破壞其根系。在崩塌地上能觀察到所述之二種類別。至於植生之復舊景觀，可作為判斷崩塌地發展的指標之一，在復舊迅速之處，顯示該崩塌已穩定下來。地溫探測之應用於崩塌地調查，其主要目的乃在找尋地下水脈的路徑，深度及直徑，經由調查的結果顯示在地下水脈流經的路徑或是地下水位較高的地方，會使該處的地溫和附近的地溫比較之下，有顯著降低的現象，換句話說，在測線上所測得地溫較低的點，可看成有地下水脈流經該處。由熱射儀之掃描探測，可以明顯的描繪出地層滑動之範圍以及龜裂與隆起部份，對崩塌地調查初步調查及樹立細部調查計畫，提供精確資料。

四、 結論與建議

紅外線攝影乃利用 $0.4\mu \sim 0.9\mu$ 之波段，比普通攝影的 $0.4\mu \sim 0.7\mu$ 多出近紅外光的部份，可得較豐富的資料的條件下對地表水之分佈，崩塌地型態、地質種類，崩落物流動方向及堆積位置及植生之變異等予以全盤的初步瞭解，再配合地溫鑽測及熱射儀之掃描，由地溫高低的變化，前者對地下水脈，後者對伏流水，予以正確的描繪，做為崩塌地的形成與地下水脈的存在之關係的佐證。

英文摘要

Studies on methods of landslide survey (II)

Hsin — Hsiung Chen

In order to understand the effects of groundwater to the slope stability in landslide areas, the more accurate and effective techniques, such as infrared photographing and precision thermo-radiation recording, were carried in a typical landslide area at Lung-tan, Taoyuan Hsien. After a series of investigations, such as topographic survey, earth resistance prospecting, observation wells boring, strain-gauge installation, infrared photographing, ground temperature and precision radiation thermometer investigations, were carried out at Lung-tan landslide area.

The results shows that our methods could not only overcome the shortcomings of the conventional investigation methods, which can not locate the precise position of the movement of groundwater in and around the landslide area, but also could provide the exact methods of landslide treatment.

桃園龍潭崩塌地之研究

78—B21—N—995

執行機關：台灣大學

執行人：陳 信 雄

摘要者：陳 信 雄

一、計劃目的

本研究乃利用紅外線攝影，地溫調查及熱射儀，調查典型的地層滑動區龍潭，瞭解本地區地層滑動的表面動向後，以利用前變計，探測崩塌地區地層滑動之潛力，藉爾推定地層之滑動量，作為今後崩塌地治理工程及山坡地開發上之參考。

二、計劃執行經過要述

本研究之主要對象為，位於桃園縣龍潭鄉三水村大北坑之地層滑動區。將PVC pipe 截切成2 m為單位之短管，並在單位短管之中點粘貼位置對稱之二片 strain gauge。將已粘貼妥當之 pipe strain gauge 運到現場。將已決定安裝深度之單位 pipe，依順序放入已鑽好之井孔內。各單位 pipe 之間以套管連接之。但於安裝時務必注意，使紅色計號導線測之 strain gauge 面向著上坡。（滑動側），總計有8個井孔，以調查滑動面所在的深度及方向，把握其滑動潛力大小。由研判出各觀測井之滑動面位置，則便可描繪出地層滑動區之滑動面形狀，並計算其土方量及安全係數，以為處理之依據。另外取研判為滑動面處之鑽探岩心（core）以不攪亂及當時含水率之條件下，使用盒式剪力試驗機，求得岩心之C、 ϕ 值，做為安定計畫之依據。由經常觀測所得各觀測井之平均水位高度為：一號井、2.19 m，二號井、0.75 m，三號井、11.64 m，五號井、9.25 m，七號井、4.63 m。並計算求得其孔隙水壓力。

三、計劃成果

各個井孔之滑動面深度如圖1所示，再依地形圖做成一號、二號、三號、七號變形計此滑動區主軸之滑動面縱斷面圖。茲為了方便計算起見，將全滑動土塊分割成每10 m為單位之 slice，以 slice I～slice VI 為A區，slice ①～⑧為B區，並計算A、B二區之安全係數。

依藤原明敏氏之調查，認為崩積土類或破碎帶等之滑動面，其凝聚力 $C = 0.5 \sim 2.0 \text{ t/m}^2$ 內摩擦角 $\phi = 15 \sim 25^\circ$ 而本試驗求得之

$$C'_A = 0.80 \text{ t/m}^2 \quad C'_B = 0.48 \text{ t/m}^2 \quad \phi'_A = 37.1^\circ \quad \phi'_B = 17.2^\circ$$

由計算所得A，B二區的安全係數均小於1，即A、B二區土塊均極不安定。

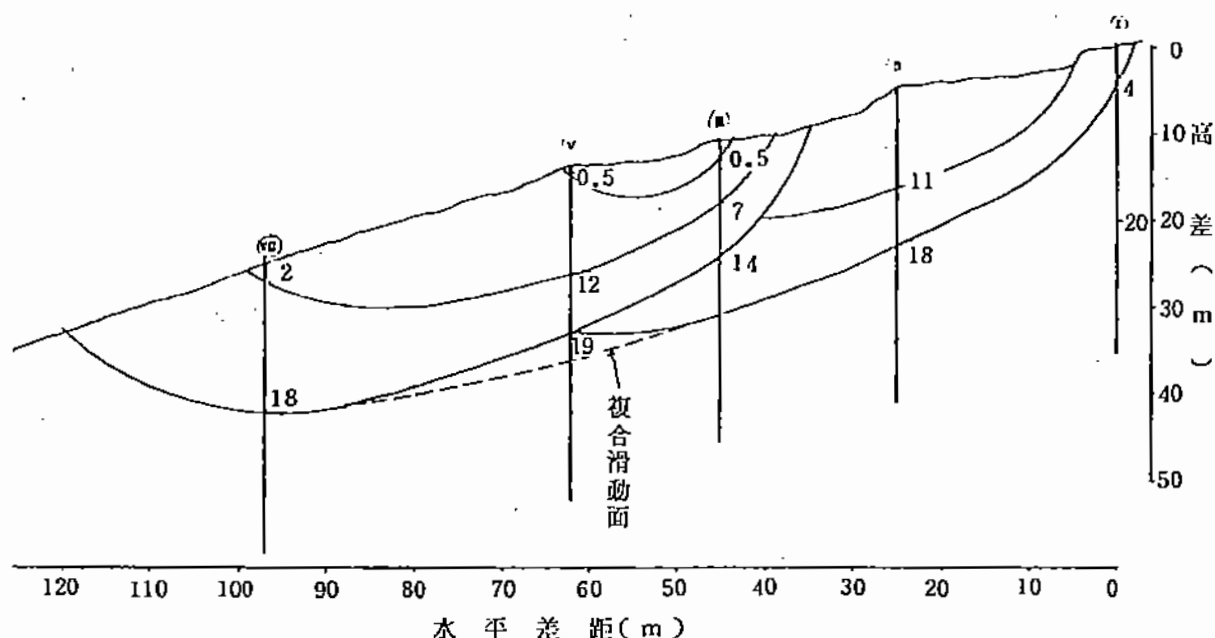


圖1 龍潭地滑區頭部之滑動面位置

Fig.1 The location of sliding surface in the head of Lung-Tang sliding area.

表1 A, B二區之安全係數

Table 1 The factor of safety of Block A and B.

	C' (t/m ²)	$\Sigma \ell^2$ (m)	ϕ' (°)	$\tan \phi'$	$IW_n \cos \theta_n - U_n \ell_n$ (t/m)	$IW_n \sin \theta_n$ (t/m)	FS
A 區	0.80	66.0	37.1	0.76	769.8	758.1	0.85
B 區	0.48	101.1	17.2	0.21	2182.8	1143.3	0.63

四、結論與建議

- (1)應變計應用於潛移型之地滑調查方面，更能充分發揮其效用，更能把握其微細部分的滑動機構。
- (2)降雨及降雨頻度對地層滑動有極密切的影響，即其為促使地層發生滑動之主要誘因。滲透到滑動面之雨水，使滑動面之土粒子間摩擦力減少，微細土粒子溶出，土質結構更形鬆散，孔隙水壓增大，當土壓達到某一限度，便開始產生滑動。
- (3)本試驗地之滑動面大抵有兩層。依求得之安全係數來看，很有繼續滑動之危險。尤其B區（安全係數0.63）更是極不安定。若不施以人工處理，甚而使滑動區範圍擴大。
- (4)山應變計與食鹽地下水檢層試驗結果，知悉此地層滑動區之滑動面與地下水位間有極密

切之關係。吾人深知，滑動層之粘土有易吸水，難排水之特性。一旦吸水後即發生膨潤現象，引起地層滑動。因此如何排除降雨時之地表水為處理本區之治標方法。而如何集聚地下水予以排除，乃是制止本區繼續滑動之治本方法。

五、英文摘要

Studies on Method of Landslide Survey (III)

Hsin-Hsing Chen

By using the pipe strain gauges, it is possible to assure the location of sliding layers and their extent of movement.

In this experiment, eight pipe strain gauges with two meter interval, symmetrically glued with foil strain gauges, were installed under the earth of Lung-Tang sliding area to investigate the location of sliding layers and their extent of movement. By the accumulated strain of pipe strain gauges on the sliding axis, it was found that there were two sliding layers and two different sliding blocks in this area. The samples on the sliding layers were taken separately and their shearing strength were measured. Viewing from the factor of safety, it is concluded that the two sliding blocks are apparently unsteady, but Block B is obviously more serious. Therefore, extensive treatment are necessary.

土石流災害調查方法之研究

73 農建—4.1—源—46(2)

執行機關：台灣大學

執行人：陳 信 雄

摘要者：陳 信 雄

一、計劃目的

以現場河床坡度，粒徑分佈曲線， D_{50} 參數，河道屈曲角等，推導現場土砂運移模式，並與室內渠槽試驗模式比較，以明瞭土砂運移後之河床物理因子在土石流發生過程中所扮演之角色。

二、計劃執行經過要述

本計畫選取二條野溪作為試驗對象，一為沿高速公路之大窠坑溪支流，一為西仕巖風過境後受害亦嚴重之水碓窠溪之支流。

首先，在照相機之觀景窗內加裝一繪有 1 公分 × 1 公分正方形黑框之透明紙框，選定取樣點後，先將採樣點河床表面上之雜物、雜草清除，繼而取相機於採樣點上取像，如框架內之粒徑有較細砂粒存在，或於相片上不易辨認時，須採一袋約 500 公克之土樣，回實驗室做篩分析。同時取一採樣罐做含水量、比重及孔隙比等試驗。

表層採樣完畢後，將表層礫石移走，露出下層被大礫石遮蔽之小粒徑礫石或細粒土壤，再置框架取像。之後再視沖淤狀況依地表下 20 公分、30 公分及 40 公分取樣，以求得完整的粒徑分佈曲線。同時就兩條野溪進行河床縱斷面、橫斷面、坡度、河道屈曲角之測量。

三、計劃成果

野外調查資料之分析如有室內渠槽試驗資料所得結果之佐證或比較，將更能顯示出其意義。因此，本研究以何智武氏之渠槽試驗數據加以整理，求出渠槽試驗模式如下：

$$D = (0.732 \ln q + 7.097) \ln S + (6.524 \ln q + 50.797) \quad (r=0.93) \dots\dots\dots ①$$

其中， q 之單位為 cms/m ， D 之單位為 mm 。

由上述知起動流量固定為常數時，被帶動之沉滓粒徑 D 與坡度 S 間有半對數之函數關係。亦即起動流量固定時，被帶動之沉滓粒徑會隨著坡度之增大而有對數性之增加。

將大窠坑溪支流河床所測得之資料加以整理分析，得下列模式：

$$D_{50} = 76.2 \ln S + 258.8 \quad (r=0.71) \dots\dots\dots ②$$

若在河道彎曲處取屈曲角 θ 時，則河道屈曲角與河床表面之代表粒徑 D_{50} 之函數關係可為：

$$D_{50} = \exp(0.0167 \theta + 2.858) \quad (r=0.61) \dots\dots\dots ③$$

另將河床表層之代表粒徑 D_{50} 與其所遮蔽之代表粒徑 D_{50} 作表 1 比較，得表層粒徑大小

約為其所遮蔽者之 3~6 倍。深度愈增加，粒徑大小亦有增加之趨勢。

在假設流量一致之情形下，由①、②二式可知，在粒徑大小分佈無限制下，坡度增加，被流量帶走之粒徑大小必然會增加。此乃因坡度增加，流速、流量相對增加，使帶動土砂能量增大之故。

兩個起動流量模式：

1. CSU 型：

$$q = -3.040 \times 10^{-3} D \log S - 4.078 \times 10^{-3} D^{0.76} \dots\dots\dots ④$$

2. 蕭克立得 (Schoklitsch) 氏型：

$$q = 1.403 \times 10^{-5} D^{2.02} S^{-1.30} \dots\dots\dots ⑤$$

將現場資料代入上二式計算，求得各粒徑之 q 值，列如表 2。

因此可預知的是，祇要下次流量超過 0.391 立方公尺每秒每公尺（蕭氏型之平均起動流量值）時，這條野溪將會普遍再發生一次土石流災害。

由③式之關係知，河道屈曲角愈大時，河床表面之代表粒徑愈大。此乃因河道彎曲時，正常河道流路受阻，流速頓減，河流之輸砂能力驟降，因此河流本身所挾帶之較大粒徑便沉積下來。

表 1 表層粒徑與淺層粒徑之比較

坡 度	表 層 粒 徑 D_{50} (mm)	地下 5 公分處 D_{50} (mm)	地下 20 公分處 D_{50} (mm)	地下 40 公分處 D_{50} (mm)
0.105	37	6	8	9
0.114	25	7	—	—
0.061	14	4	5	—
0.185	18	7	—	—
0.096	42	6	6	—
0.052	53	10	—	—
0.017	19	6	29	—
0.035*	60	29	7	—

*：屈曲角為 45°

四、結論與建議

在現場無完整資料之情況下，將河床表面所能得到之各物理因子加以調查分析計算，再與室內渠槽試驗之成果比較，得到以下三點結論：

(一)由試驗資料整理出之粒徑與坡度關係式

表2 粒徑與起動流量表

D (mm)	q (cms / m)	
	C S U 型	蕭 氏 型
37	3.917 E-02	5.812 E-02
58	7.972 E-02	1.334 E-01
91	7.111 E-02	2.379 E-01
37	4.695 E-02	6.284 E-02
104	1.964 E-01	4.130 E-01
231	1.253 E-01	1.210 E+00
25	2.463 E-02	3.060 E-02
19	3.112 E-02	2.688 E-02
139	3.394 E-01	7.793 E-01
14	2.160 E-02	1.743 E-02
79	1.057 E-01	2.208 E-01
171	1.782 E-01	7.882 E-01
18	3.516 E-03	1.334 E-02
178	2.839 E-01	9.699 E-01
42	5.937 E-02	7.965 E-02
328	—	1.774 E+00
53	1.235 E-01	1.590 E-01
19	6.523 E-02	6.012 E-02

$$D = (0.732 \ln q + 7.097) \ln S + (6.524 \ln q + 50.797) \dots\dots\dots ①$$

即在流量為固定常數下，D將隨S增大而作對數之增加。

二由現場資料經迴歸分析後得土石流經過後所遺留之粒徑與坡度關係式

$$D_{50} = 76.2 \ln S + 258.8 \dots\dots\dots ②$$

坡度之係數值與常數值均較試驗資料者大，但趨勢一致。

三由現場資料經迴歸分析後得土石流經過後所遺留之粒徑與坡度關係式

$$D_{50} = \exp(0.0167\theta + 2.858) \dots\dots\dots ③$$

得河道屈曲角愈大，河床表面之代表粒徑則作指數增加。

五、英文摘要

Studies on the Method of Debris Flow Disaster Investigation

Hsin — Hsiung Chen

This project is, with photogrammetry, to take the image of creek bed surface to which sediment or debris transport has happened, and simultaneously to investigate the bed slope and deflection angle of creek. After using weight apportioning method and method of test for sieve analysis to get grain distribution curve, we can then calculate D_{50} parameter.

The physical factors which have been lain field, through process of regression analysis, are induced field model and compared with the model of flume experiment to understand the role which themselves played.

崩塌地調查及處理模式之研究

69 農建—5.1—源—036(1)

70 農建—5.1—源—07 (1)

執行機關：台灣大學

執行人：陳信雄

摘要者：陳信雄

一、計劃目的

乃根據過去六年的現場調查資料，以及兩年的處理結果，研議出地層滑動的主要因素，以坡面穩定條件為背景，應用庫倫氏（coulomb）理論，蒐集崩塌地處理前後各項必要土力資料，予以分析計算，演繹出適當的坡面穩定理論式，期能奠定今後判斷坡面穩定之標準。

二、計劃執行經過要述

本研究乃選擇位於桃園縣龍潭鄉三水村大北坑之崩塌地區，採取滑動較為明顯的地點的土樣，進行土壤力學試驗，一方面採取位於滑動面之上層，粒徑較大的砂質土，進行定水位透水試驗，另方面則採取滑動面之泥岩從事變水位透水試驗。其次，採取鑽探之岩心土樣，進行排水直接剪斷試驗，及非排水直接剪斷試驗，以及無圍單軸壓縮試驗，以求取砂質土，泥岩之 C 、 ϕ 值，以及泥岩的單軸壓縮強度。再將試驗及野外調查之資料，代入坡面穩定理論式中，分別計算擋土牆之設計最高，土壓之大小，以及整坡後之坡度，以及凝聚力等項目，做為今後山坡地開發，產業道路開闢等坡面保護工程之參考。

三、計劃成果

由砂質土之定水位透水試驗的結果，其滲透係數為 $1.5 \sim 3.7 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ ，滑動面附近泥岩之滲透係數其平均值為 $2.6 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ ，兩者之比為 1:10，足見泥岩之滲透能相當差，對表層砂質滲透而來之水分，無法迅速予以排除，於是形成一暫時性之地下水位，因此每逢豪雨，地表則形成沖蝕等之激烈變動。由排水與非排水直接剪力試驗結果，由於土壤含水量的變化則使 C 、 ϕ 值產生差異，一般隨著含水率的增加砂質土則降低其內部摩擦角，稍增加其凝聚力，而泥岩則隨著水分的增加降低其 C 值，增加其 ϕ 值。由單軸壓縮試驗的結果得本地區泥岩之單軸壓縮強度為 $6.5 \text{ t/m}^2 \sim 8.4 \text{ t/m}^2$ 。其次根據鑽探岩心之試驗資料，由理論式之應用，予以試算土壓，俾能推算滑動層之動力，並考驗理論式之適應性，繼而根據所推衍的坡面安定理論式，推算處理工程後，土體凝聚力強度之變化，在理論式之應用上，滑動區域是屬於有凝聚力之複合地表面，茲將理論式之應用的計算順序列述於次：

(1) 計算所需之資料：

W_1 (土體單位重)： 1.5 t/m^3

C (凝聚力) : 1.00 t/m^2 (以含水率最恰當時為準)

δ (內部摩擦角) : 20°

θ (擋土牆傾斜角) : 75°

γ (坡面傾斜角) : 10°

α (滑動面坡度) : 推算值

φ (土壓對垂直方向之傾斜角) : 75°

H (滑動頭部至末端之高差) : 26 m

(2) 推算結果 :

(a) 擋土牆限界高之計算 :

$$h_e = \frac{2C \sin \theta \cos \delta}{W \sin(\theta + \gamma) \sin(\theta - \gamma)} = \frac{2 \times 1.0 \times \sin 75^\circ \times \cos 20^\circ}{1.5 \times \sin 85^\circ \sin 10^\circ} \\ = 7 \text{ (m)}$$

本地區滑動面深度由應變計觀測的結果為 5 ~ 7 m 之間, 因此擋土牆之高度應設計為 8 m

(b) 土壓之計算 :

$$E = \frac{U \sin(\alpha - \gamma_1) \sin(\alpha - \delta) + V \sin(\gamma + \beta - \alpha) \sin(\alpha - \delta) - Z}{\sin(\alpha - \gamma_1) \sin(\alpha - \delta + \varphi)}$$

經計算的結果, 滑動區域的主動土壓為 58.2 噸, 滑動面之傾斜角為 16°

(c) 坡面穩定公式之應用

由圖 1 :

$$\gamma = 40^\circ \quad \gamma_1 = 25^\circ \quad \gamma_2 = 10^\circ$$

$$H_{B1} = 10 \text{ m}, H_{B2} = 15 \text{ m} \quad \delta = 20^\circ \quad W = 1.5 \text{ t/m}^3$$

$$\text{則 } \alpha + \frac{\gamma + \delta}{2} = 30^\circ$$

$$C = \frac{W \cdot H \sin^2 \left(\frac{\gamma - \delta}{2} \right)}{\sin \gamma \cdot \cos \delta} = 0.37 \text{ t/m}^2$$

由圖 1 :

$$\cot \beta_1 = \frac{H_{B2} \sin \gamma}{H_{B1} \sin(\gamma - \gamma_1) \sin \gamma_1} - \cot \gamma_1$$

$$\therefore \beta_1 = 8^\circ 20'$$

$$U = \frac{W \cdot H_{B1} \sin(\gamma - \gamma_1 - \beta_1)}{2 \sin \gamma \sin(\gamma_1 + \beta_1 - \gamma_2)} = 2.3 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$V = \frac{W \cdot H_{B2}}{2 \sin(\gamma_1 + \beta_1)} = 19.6 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$\tan 2\alpha = \frac{U \sin(\gamma_2 + \delta) - V \sin(\gamma_1 + \beta_1 + \delta)}{U \cos(\gamma_2 + \delta) - V \cos(\gamma_1 + \beta_1 + \delta)}$$

$$2\alpha = 58^\circ \quad \alpha = 29^\circ$$

$$C = [U \cdot \sin(\alpha - \gamma_2) + V \cdot \sin(\gamma_1 + \beta_1 - \alpha)] (\sin \alpha - \cos \alpha \tan \delta) \\ = 0.35 \text{ t/m}^2$$

由上述計算可知本崩場地經整坡後，形成之複合坡面，滑動面之坡度為 29° ，其凝聚力為 0.35 t/m^2 。

四、結論與建議

- (1) 由滲透試驗及土壤剪斷強度試驗可知，黏質土的強度，與水分的多寡有密切的關係，砂質土所滲透下來的水分，聚集在黏土層的表面，減低其抗剪強度，促使滑動經常發生，給予本地區之所以發生地表嚴重沖蝕及淺層滑動之定量上的解釋。
- (2) 針對本省崩場地之特性，即滑動面之頭部形成大規模之崩落後，促使下方地區坡面不斷的變形，因此首先對頭部視為單純坡面之土體，演繹出理論式，推算其土壓，然後將下方地區視為複合坡面之滑動地區，經整坡之處理工程後，應用理論式推算其滑動面及凝聚力，證實凝聚力於滑動面形成最大值。
- (3) 由本研究的結果，今後山坡地開發填方時擋土牆構築，以及挖方時擋土牆之保護工程之安定計算，可應用理論式予以推算，以提高其安全度。

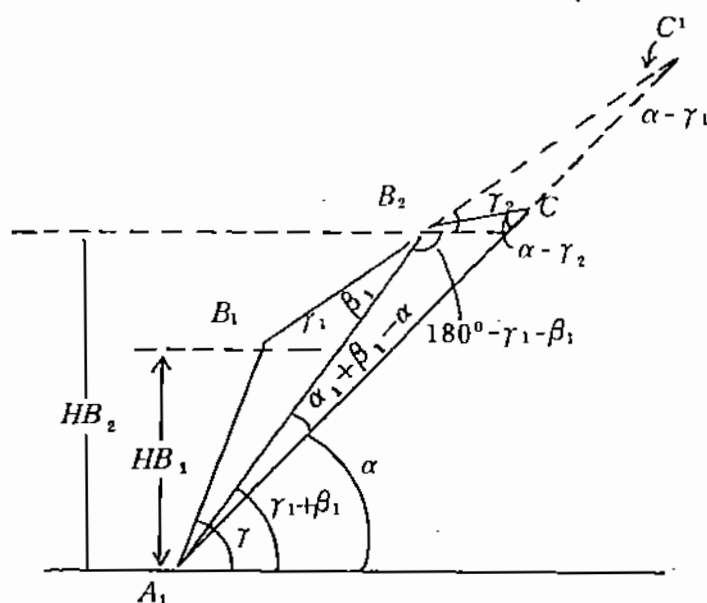


圖 1 三個坡面以上之安定計算

五、英文摘要

Studies on Models of Landslide Survey and Treatment

Hsin-Hsiung Chen

Summary

The main purpose of this paper is to study, discuss and findout, according to the data from survey on-the-spot in the last six years and the results of treatment of two years, that the major factor for stratum to slide is based upon the condition of slope stability as background, to apply Coulomb's theory, to collect various data of soil strength before and after the treatment of landslide analyze and calculate them, and deduce the proper theoretical formula of slope stability after the treatment of slopeland.

As a result of this study, we hope to offer the information of safe guarding the safety of slope-land development area to the protectors of nature who blindly object to the development of slope-land, so that they will be able to look at the necessity of slopeland development in this province without bias or distortion.

六、本文曾發表於中華林學季刊 Vol. 15 (2) : 33 ~ 59 (1982)

管式傾斜計測定坡地滑動可行性探討

79—1.5—N—1029 (G)

執行機關：國立中興大學

執行人：江永哲

摘要者：江永哲

一、計劃目的

近年來，由於人口的增殖以及建設的推進，本省平地已不敷使用，坡地利用勢在必行，但是坡地使用與平地者有別，坡地有其特殊的環境，如崩塌現象即為衆所週知者。

崩場地是坡地使用上的禁忌，必須遠離。但是，吾人如何去判斷坡地有崩塌現象呢？目前使用最廣者為管式傾斜計。本探討即利用管式傾斜計來測定坡地之滑動，以證實管式傾斜計之功效。因此，本試驗之目的有以下三點：

- (1)探討管式傾斜計測定坡地斜面滑動之適宜性。
- (2)探討坡地滑動與管式傾斜計變動量間之相關性。
- (3)確定本省今後利用管式傾斜計測定坡地滑動之可行性，以為推廣使用之。

二、計劃執行經過要述

(一)試驗地儀器設置：

- (1)中興嶺試驗地儀器設置：在安定區設置一混凝土造之傾斜計放置台，兩組管式傾斜計依東西向和南北向分別安置於台面上，刻度盤分別朝向東方和北方，調整使其水平，刻度盤同時歸零。在不安定區亦同時設置兩處傾斜計放置台，兩者在南北方向上相距約 50 公尺。同時，在本試區亦設置了兩處伸縮計以測定地表位移量以及一台虹吸式自記雨量器記錄雨量。
- (2)后里試驗地儀器設置：分別在暫時安定區與不安定區設置一混凝土造之傾斜計放置台，兩組管式傾斜計擺置方式亦同中興嶺試驗地者。

(二)資料搜集與整理：

1.中興嶺試驗地：

- (1)資料來源：屬於原始資料。
- (2)資料收集方式：以實地親自收集方式進行。
 - (a)地表傾斜變動資料之收集方式：暫時安定區及不安定區之資料收集採：①隔日收集共 156 次；②每日收集共 174 次；③每週收集共 15 次。
 - (b)雨量資料之收集方式：於 1979 年 4 月在不安定區設置一台虹吸式自計雨量器。自 1979 年 5 月 1 日至同年 8 月 4 日止，共收集日雨量 96 次。
 - (c)地表位移量之收集方式：於 1979 年 4 月在試區設置兩處伸縮計。自 1979 年 4 月 1 日至同年 6 月 10 日止，共收集地表位移量 14 次。

(3)資料整理：以彙錄法整理之。

2.后里試驗地：

(1)資料來源：屬於原始資料。

(2)資料收集方式：以實地親自收集方式進行。

(a)暫時安定區之地表傾斜變動資料收集：以不定期觀測實施。自1979年3月23日至同年7月22日止，共20次。

(b)不安定區之地表傾斜變動資料收集：以不定期觀測實施。自1979年3月23日至同年7月22日止，共20次。

(3)資料整理：以彙錄法整理之。

三、計劃成果

1.中興嶺試驗地：

(1)暫時安定區與不安定區原始資料的討論：

根據試驗資料顯示：山管式傾斜計紀錄出來的資料與區內地表變動情況相當一致；證明了管式傾斜計具有相當的實用性。而且於滑動區的不同位置設置地表傾斜觀測點，所得的結果不會相同；因此，選設適當傾斜計觀測位置，才能正確地預測滑動區的存在與否。

(2)各觀測點地表最大傾斜角與雨量關係的討論：根據試驗資料顯示：在不安定區之兩處測點所測得之地表最大傾斜角與豪雨量之相關係數分別為0.95與0.83，均呈高度相關，而豪雨是導致坡面崩滑的重要誘因，所以使用管式傾斜計測定坡地斜面是否滑動是合適的。

2.后里試驗地：

(1)暫時安定區原始資料的討論：在20次觀測中，最大傾斜角為零者不曾出現；於觀測終止時之累積變動量在南北方向為668″，在東西方向為354″。

(2)不安定區原始資料的討論：在20次觀測中，最大傾斜角為零者不曾出現；於觀測終止時之累積變動量在南北方向為1019″，在東西方向為4030″，坡面崩滑異常嚴重。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本試驗在執行過程中，並無遭遇大困難；僅因觀測地點不同時，測得的傾斜方向也會發生不一致的現象，因此必須慎選具有代表性的觀測點，才能正確地預測滑動區的存在與否。

五、繼續研究之方向

后里試區之觀測因採不定期觀測，測次不多，致使各觀測點地表最大傾斜角無顯著差異存在，今後若有機會，應繼續研究，以使管式傾斜計的效用獲致更明確的結果。

六、結論與建議

本試驗即利用管式傾斜計來測定坡地之滑動，以證實管式傾斜計之功效。得到下列諸項結論：

- (1) 管式傾斜計置於安定之坡地，其記錄並非有趨近於零之情形，地球內部及外部所加於之干擾均可引發管式傾斜計之記錄。
- (2) 在崩塌地之適當位置安放管式傾斜計，始可正確地測出地表變動之情況。
- (3) 管式傾斜計測定坡地斜面之安定性探討，必須在豪雨期實施，才能準確地發覺它的功效。
- (4) 設置管式傾斜計來測定坡地滑動，必須由訓練有素之專家來負責。

七、英文摘要

According to the more progress of community, it is unavoidable to use slopeland today. While using a slopeland, we met several problems especially the "landslide"

As known to us that there is no profit, more over have great harms, to use a slopeland where is a landslide. The most way to judge whether the slopeland is a landslide today is to use the instrument of Tilting gauge. The subject of this study is to prove the functions of Tilting gauge, and the results by using it to investigate the slide of slopeland are as follows:

- (1) When putting Tilting gauge on a slopeland where is no collapsing, we found that the record of Tilting gauge didn't approach to 0, because of the interference of the activity of the earth.
- (2) When setting Tilting gauge on the proper position of a landslide, we would obtain correct answer from the record.
- (3) The function would be clearly found, when putting Tilting gauge on a slopeland to investigate its stability during the period of pouring rain.
- (4) The use of Tilting gauge to investigate the slide of slopeland must be practiced by the trained expert.

八、江永哲、吳龍柱、游繁結（1980）管式傾斜計測定坡地滑動可行性探討、中華水土保持學報 11(2)：1～31。

地滑區簡易處理方法之基礎研究

69 農建—5.1—源—036(5)

執行機關：國立中興大學

執行人：江永哲

摘要者：江永哲

一、計劃目的

坡地之開發利用，在本省有限之土地資源下，乃勢在必行之政策。惟本省受自然環境地質、地形、土壤及降雨等不利因素之影響，致坡地之開發利用，往往事倍功半，再加上人為開發整地之不當，遂導致崩塌、地滑等災害之頻頻發生，人民生命財產之損失慘重。

考崩塌、地滑之防治方法，為數繁多，惟所需經費往往相當龐大；再者，工程之施工曠日費時，緩不濟急，理當尋求一些簡易之處理方法，以有限之經費、人力，對小規模或淺層性之崩場地或地滑地給予及時之治理，一者防止災害之擴大於一時，再者有效穩定坡面，避免表土之加速沖蝕，更甚而期能防範坡地開挖整地時之災害發生於未然，是為本研究計畫之目的。

二、計劃執行經過要述

(一)試區佈置：

- (1)為探討小面積地滑地施以簡易處理方法之功效，本試驗於后里地區選擇一塊地滑地，上設 $10\text{ m} \times 50\text{ m}$ 之試區三個，各試區間挖一條寬 0.5 m ，深 $1 \sim 1.5\text{ m}$ 之順坡排水深溝，並兼作試區分隔之用。
- (2)三試區以逢機之方式分別施以壓實處理，石灰處理及對照區。
- (3)處理之初，壓實區及石灰區地表上之覆蓋物先予剷除，而對照區則始終保持原狀，未加任何處理。
- (4)壓實區以直徑 50 cm ，高 40 cm ，重 45 kg 之圓木頭，舉離地面 30 cm 錘下，每一落點共錘 4 次，錘前全面均勻噴洒水分，以增加壓密效果。
- (5)石灰區以含 CaO 90% 以上， MgO 2%， SiO_2 0.5% 及其他物質之生石灰共 800 kg ，散施地表，平均每平方公尺之石灰含量約為 1.6 kg 。
- (6)各試區內分別設置水管式傾斜計一組，以比較處理之效果。

(二)觀測試驗項目：

- (1)傾斜計之觀測：自民國六十九年三月一日至同年六月二十五日止，採隔日觀測，共觀測五十九次；自民國七十一年一月二日至同年六月二十六日，採不定期觀測方式，共觀測三十八次，合計共獲得九十七次，歷時一七九日之觀測資料。
- (2)直接剪力試驗：分別採取各試區之擾亂土與不擾亂土，以快剪方式，測定各試區土壤之凝聚力與內摩擦角。

(3)阿太堡限度之測定：分別測定各試區土壤之液性限度與塑性限度，以求出塑性指數，並比較土壤性質之變化。

(4)孔隙率之測定：以圓筒法採取土樣並用以測定各試區之孔隙率。

(5)滲透試驗：以單圓筒定水頭法，測定各試區之水分滲透率，歷時 2 小時。

三、計劃成果

三個試區分別施以壓實處理、石灰處理及對照處理，並分別採取土樣以測定土壤之凝聚力、內摩擦角、液性限度、塑性指數、孔隙率與滲透率，以及配合傾斜計之觀測，以比較處理之效應，其結果如下：

(1)壓實處理與石灰處理均無法有效地改良土壤之凝聚力、內摩擦角、液性限度及塑性指數，但却可使土壤孔隙率及滲透率顯著的降低。

(2)壓實處理相對的可使坡面顯得較穩定，而石灰處理之功效則仍有待探討。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

以上在執行過程中，並沒有遭遇大困難，惟本試驗所採用之方法仍有多項缺失，有待改進，一為壓實區僅對表土壓實之，而未分層壓實，且未控制在最佳含水之狀況下實施，是其缺點，應謀求改善試驗設備以改進之；二為石灰區之石灰施用量仍不足，且僅敷洒於地上，無法充分發揮其作用，應考慮以攪拌或其他方式改良之。

五、繼續研究之方向

希望以後再有機會，進行更進一步的研究，如經費許可，則可施用於深層而規模較大之崩塌、地滑上，以深入探討其對坡面穩定之功效。

六、結論與建議

由調查結果知該地滑之原因不外：(1)填土增加上方土壓；(2)地質破脆，土壤質地不佳；(3)滲透水沿不連續面流動等因素，經採壓實方法及填加石灰方法處理後，結果發現其在改善土壤之凝聚力、內摩擦角、液性限度、塑性指數等物理性質方面，無顯著之功效；但對減少孔隙率，減緩滲透率之功效，却極為顯著，此結果對地滑之處理略有助益。

七、英文摘要

In order to understand the effects of corrective treatments for landslide, a three-treatments experimental site was set up in Hou-li to compare the various effects among compaction, quick lime and check plot. Cohesion, angle of internal friction, liquid limit, plastic index, porosity and infiltration rate were measured for the plots during observation period. In cooperation with the observation of tilting gages and the effects of treatments, the following results were obtained:

1. Both of compaction treatment and quick lime treatment did not rise up the values of the cohesion, angle of internal friction, liquid limit and plastic index of soil to an effective range.

2. Owing to the porosity and infiltration rate were significantly reduced, compaction treatment might be regarded as a better measure on the slope stability than the others, however, the effect of quick lime on correcting landslide did not identified in this experiment.

八、江永哲、游繁結（1982）地滑區簡易處理方法之基礎研究、水土保持學報第15輯1
~22頁。

上游集水區冲蝕崩塌之研究—崩塌地及 冲蝕溝變化之觀測

71 農建—4.1—源—25 (13)

72 農建—4.1—源—59 (9)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：漆陞忠、黃正良

摘要者：漆陞忠

一、計劃目的

乃為從生產泥砂來源之最上游集水區內，研究調查冲蝕崩塌之各種原因，以及如何延緩自然冲蝕速度，防止崩塌點與面的增加及擴大，建立有系統的研究調查資料，研判分析具體有效之處理防治方法，提供今後林業經營、集水區經營治理及上游集水區自然資源開發利用上之參考。

二、計劃執行經過要述

蒐集歷年來本省各上游集水區內崩塌地、各種不同地況及土地利用目的區內之冲蝕與崩塌資料。選定可供觀測追蹤調查，具有代表性之崩塌地，以攝影、打樁實測及電探等方式，調查觀測崩塌地之變化，並研究調查其崩塌原因及有關資料之蒐集。同時在扇平、蓮華池、德基水庫集水區、石門水庫集水區等上游集水區內，調查有良好森林覆蓋林地、砍伐跡地、造林地及其他土地利用目的土地內，及其林道兩旁未經處理或已實施處理之冲蝕溝，調查觀測其冲蝕發生的原因及演變發展過程狀況，處理方式之效果。並蒐集各觀測調查地區之地質、土壤、植被環境、降雨量及其他有關資料，以供分析研判。

三、計劃成果

根據觀測調查結果及參考本省以往文獻資料與歷年來參與崩塌地有關之調查、林道邊坡穩定研究等資料，綜合研判分析結果；本省上游集水區冲蝕與崩塌發生之主要原因，在自然地理條件上，係受地形陡峻、地質脆弱、土層淺薄及氣候多雨而雨量集中的影響。人為的因素，則受林業經營作業、修築道路、或土地開發利用執行工作技術上的疏忽，及政策觀念上的偏差，未能在事前預為防範處理，以致在冲蝕崩塌之後，無法補救，或者欲加處理時，限於經費而採用不適當之處理方式，則效果不彰。

(一)本省崩塌地之類型及成因，大致可分為三大類：

- 1.地質脆弱母岩風化劇烈型：此類型崩塌地，多數均分佈在高海拔地區，或山峯嶺線地區。崩塌原因為母岩結構欠佳，在伐木、開闢林道、或其他土地利用經營作業、破壞其原有的生態環境之後，地表裸露或岩層曝露之後，母岩風化劇烈及逕流集中，或因豪雨及岩層裂隙間之水分在寒冬結冰所造成之崩解等作用，都是可能引起崩塌的因素，本省高海拔地區山峯附近甚為常見。例如玉山、合歡山克難關、奇萊大山、雪山、

佳陽大山等山峯之崩塌型態均屬之。處理方法雖然可以用工程方式加以處理，但施工困難、費用高，以本計畫追蹤調查之畢祿山至大禹嶺間之森林開發處820林道七公里右側上坡之崩場地所構築之攔砂壩工程，多已破裂，效果並不很佳。因此對於該類型地區，應絕對避免擾動，俾減低其繼續惡化之可能性。

2.老崩積層崩場地型：該類型之崩場地，多發生在上游集水區沿溪流之兩岸、或林道邊坡兩旁。本省山區因造山運動，地形陡峻，很多地區均為崩積土層，地質土層結構欠佳，含有大量之崩積碎石，每遇颱風豪雨，或較長時間降雨之際，土層中滲入大量雨水，使土壤水達於飽和狀態，甚而有從破裂岩隙中滲漏至含水層，形成地下滲流。其膨脹壓力及滲流作用常會使滲流層面上欠穩定之土石，因重力的作用順下傾之滑動面而蠕動。故當其重力失却平衡後，則會變成大面積之位移繼而形成崩塌。森林經營作業、道路修築，都是破壞其穩定的主要誘因。本計畫追蹤調查之扇平林道崩場地，即是很明顯的地質結構欠佳之崩積層地區，而且其地層中有很明顯的含水層，連年不斷地崩塌且甚難處理。處理方法，必須採用排水設計良好之工程方式。根據日本治山專家渡正亮氏建議：該類型崩場地，宜採用格籠工法，即是以其重力結構與良好之排水功能來達到穩定其繼續擴大與淘深的效果。

3.坡面不穩而引起之崩塌型：該類型之崩塌，完全是導因於河溪之自然淘刷、逕流沖蝕、及道路修築與人為的某種土地利用目的之施工所造成，破壞山坡面原有之安定之後才導致的崩塌。這種崩場地或大或小在本省各地最為普遍而常見。防治方法，一般多採用擋土牆或駁坎工程以補救其坡脚被挖部份之穩定，但多數工程結構物因為排水措施不良而在豪雨時發生破裂，引起更嚴重的再崩塌的情形。

(二)沖蝕溝形成的原因及演變過程

上游集水區內沖蝕溝之形成，主要原因是在地形陡峻地區內實施經營作業，改變土地利用型態及開闢道路，破壞原有的生態環境之故。再經雨季期中強度降雨而形成之地表逕流，匯集沖蝕地形低凹之溝谷，或者流經道路橫貫凹地及原有溝谷所形成之缺口，逐漸沖蝕淘刷，尤其以道路上邊坡低凹溝谷斷面缺口與路面形成一段落差之處，不但不斷地會沖蝕淘刷至路面之深度，而且因為此刷深的作用，使沖蝕溝逐漸擴大並向上坡延伸，繼而形成一條明顯而嚴重的沖蝕溝。至於道路下邊坡，多會因鬆軟填土之沉陷、流失、滑落等情形而形成一條條新的蝕溝。往往沖蝕溝擴大或淘深之後，遇有颱風豪雨更會發展成為崩塌。

四、繼續研究之方向

本省一般護坡工程排水措施，尤其崩場地多以崩積物為回填料，易於貯積大量水分，故宜改採層面聚水排水方式，今後將研究使用各種適合材料，進行排水方式之試驗。

五、結論與建議

一般對於初期發展過程中的沖蝕溝，並未予以重視，而是待沖蝕溝已經演變成崩塌災害，或者影響安全及交通中斷時，才考慮防治補救之道。但是若能在沖蝕溝尚未擴大或發生淘刷之初，預作簡易而經濟的處理，則更能達到災害防治及維護的目的。例如在作業區內，利

用現場材料，如枯枝殘材、塊石等在低凹谷地構築水獺壩、木石壩、拋石處理。在道路斷面缺口處使用廢輪胎、鐵絲籠、或者預鑄水泥柱等易於搬運材料構築潛壩、攔砂壩、格籠壩等，既有防治沖蝕穩定的作用，又具有排瀉逕流水的功效，如此則更可避免崩塌災害的發生。

屏蔽那及中興嶺地滑觀測之研究

69 農建—5.1—源—36(6)

70 農建—5.1—源—07(3)

執行機關：國立中興大學

執行人：謝 豪 榮

摘要者：謝 豪 榮

一、計畫目的

觀測阿里山屏蔽那及中興嶺大坑之地滑地在颱風季節與豪雨時之移動量、間隙水壓、地下水位之變動情形等，以研討各種工程處理後之效果。

二、計畫執行經過要述

計畫實施期間，自民國六十七年七月一日起至民國七十年六月三十日止，每期以一年為限，共計三年。

(一)屏蔽那地滑地：

第一年期，首以測繪地滑地區之地形圖，挖掘集水井排除地下水，在地滑地區埋設應變計以探求滑動面及移動狀況為執行要點。第二年期除繼續前期集水井排水及儀器觀測外，並增設截水溝，以處理地表水，觀測施工後之地下水位變動情形，以探求施工效果，並實施植生工程以穩定崩場地之邊坡。第三年期繼續儀器觀測，並測定地滑地粘土之各種物理性質及利用生石灰或其他土壤穩定劑處理以探求其穩定效果。

(二)中興嶺地滑地：

第一年期施行地表與地下之排水處理及擋土牆與攔砂填之處理，同時在滑動區內裝設伸縮計、水位計、應變計等儀器以觀測各種抑止工程施工後之移動量和降雨量與地下水位之關係，以探討其施工效果。第二年期繼續觀測颱風季節之豪雨與地滑地移動量，間隙水壓，地下水位等之關係。第三年期繼續儀器觀測，並測定地滑地之各種物理性質及利用生石灰或其他土壤穩定劑處理以探求其穩定效果。

三、計畫成果

(一)屏蔽那地滑地：

本地滑地區經實驗處理後，經過民國七十年之兩次颱風時之暴雨襲擊，森林鐵路之人工隧道上段之崩場地未再引起崩塌，可說已收到維持行車安全及路基穩定之效果。

(二)中興嶺地滑地：

對中興嶺地滑地實施地表水及地下水處理，經處理後試驗區已無太大之移動；實施移動量、抽水量之觀測，結果顯示降低地下水位為抑止滑動最有效之方法。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

(一)屏遮那地滑地：

- 1.集水井開鑿後無法立刻接下電源，使實驗進行受阻。
- 2.在雨季豪雨來臨時，其逕流量與地下水量超過集水井之抽水馬達之負荷甚多，無法抽完而使水位升高，淹沒井口與窪地，導致抽水馬達及自動控制機之故障，因試驗地之交通不方便，加上無專人管理，故障後又無法隨時給予修護，致無法取得完整之抽水資料。

(二)中興嶺地滑地：

- 1.地滑地上之農耕習性雖大部改為旱作，但仍有三分之一土地是種植水稻，故勸導改為旱作。
- 2.受豪雨影響，部份排水溝、跌水牆有龜裂現象，應即刻修補，以防繼續破壞。

五、繼續研究之方向

地滑乃為地層滑動之現象，係指坡地土塊因地下水或重力之影響，使土壤失去平衡而移動之現象。但這種滑動與地滑地粘土的理化性質及地下水之潤滑作用有關。因此，今後研究方向乃加強對土壤性質、各種地下水之排防法（如電氣排水等）、集水井之大小與位置及間隔之研究，以收地滑防制之最大效果。

六、結論與建議

中興嶺地滑地之處理工程共分三期辦理，第一期（67年度）之工程為排水溝691.62 m，擋土牆80 m（二、三號）集水井二座，鑽探三孔。第二期（68年度）之工程為排水溝254 m，擋土牆60 m（一號擋土牆及二號擋土牆延長），集水井一座，鑽探一孔，攔砂壩一座，路邊溝337 m。第三期（69年度）工程為排水溝100公尺，抽水井一座，經第一期施工後雖承受68年5月下旬之273mm之豪雨，僅使東山公路下陷15cm，經第二期工程施工後，在69年8月28日之諾瑞斯颶風時，其降雨量雖達300.5公厘，但除該區在下方之擋土牆上側之土層有明顯之移動情形外，以整個試驗區言，大致上尚無太大之移動發生，尤其東山公路之路面只有稍微之下陷現象發生而已，第三期工程施工後，先後經5.28水災、裘恩颶風（6月18日）、愛妮絲颶風（9月3日）之侵襲，目前除實驗地右側之邊坡發生部份崩塌與排水溝末端部之跌水槽略遭破壞之外，整個實驗區之地層無發生太大之移動情形，尤其東山公路路基無任何下陷現象，由此可見本試驗地經處理後，已顯出極大之防治效果。至於降雨量與地下水位之變動情形，因受農民灌溉用水滲漏之影響及抽水用電費之未能配合，尚無法找出其相關性。

屬於試驗地之屏遮那人工隧道上方之崩場地，經實地觀測與調查結果，仍由二萬平車站南方柳杉林窪地所匯集之地表水與地下水之潛動所造成，為抑止試驗地之崩塌面積繼續擴大，一切工程均放在如何地減少流入崩場地內之逕流與滲漏之地下水上。本試驗雖先後在二萬平車站南方之柳杉林窪地開鑿三個集水井與車站北方緊接崩場地山方開鑿一個集水井以排地

下水。但每逢大雨仍然無法排完，水位升高，後使窪地成為池塘而引起抽水和馬達之故障，不過由於民國 68 年 9 月在窪地邊緣山坡沿山腹所開鑿之長 237.6 m、寬高各 1 m 之截水溝，發揮了效果已防止了逕流大量地流入崩塌地和減少地下之滲透水。故本試驗經本年度（民國 70 年）之二次颱風時之暴雨襲擊，森林鐵路之人工隧道上段之崩塌地未再引起崩塌，可說已收到維持行車安全及路基穩定之效果。

綜觀目前兩實驗地之狀況，治理工程方面尚有加強之必要外，觀測研究及守視工作仍須繼續辦理才可獲得確切之成果。茲將兩試驗地之建議事項分條，簡述如下：

A、中興嶺地滑地：

1. 地滑地上之農地目前雖大部份已改為旱作，但還有三分之一土地仍然是種植水稻，故應勸導改為旱作。
2. 旱作部份之枇杷園與梨仔園，仍然用畦間灌溉法，有採用噴灑灌溉之必要。
3. 受裘恩及愛妮絲颱風之豪雨影響，部份排水溝已有下陷或龜裂現象發生，應即刻給予補修，以防水溝之繼續破壞。
4. 滑動部末端之跌水槽已遭破壞，如不修護，必受溪流之不斷下切侵蝕，形成基腳之淘空，使崩塌逐漸向上發展，而危及擋土牆之安定。
5. 滑動區末端之左側（稻田部份）沿山脚邊緣有開闢一條（即 4 號）排水溝之必要。
6. 滑動區上端左側坡地之新崩塌地必即刻給予修護以維持排水溝之暢通。
7. 各集水井抽水機所使用之電費應與農民協調解決，以免經常被切斷電源而影響試驗之進行。

B、屏遮那地滑地：

1. 窪地沿線鐵路邊緣之排水溝均引入窪地，有改道之必要。
2. 在崩塌地內溝谷，應建築排水溝，以避免因溪流之下切作用而引起局部土體之不安定。
3. 位於二萬平窪地舊有之排水溝之較新建之排水溝略高影響逕流之暢通有浚深之必要。
4. 在崩塌裸露地斜面雖以種植克育草及台灣赤楊，恢復植生覆蓋，但受梅雨及颱風之雨水冲刷後表土之流失甚為嚴重，使覆蓋效果不甚理想。
5. 崩塌地下端部，溪床因受流水之淘刷，沿溪流應增設低高度之攔砂埧群，以防止水流之下切作用。
6. 窪地內集水井之抽水馬達有增加馬力之必要。

七、英文摘要

This paper summarized the field and the laboratory experimental results for preventing the landslide in Chung-Hsing-Ling and Pin-Zau-Nair. According to the results of investigation, We made the drainage treatments in surface and underground in both area. The surface ditch has operated to draw run-off out of the landslide region. The collecting wells have digged in order to drain out the groundwater which exists in the sliding layer.

Besides, in order to research the operational effect of restrain engineerings, such as sabo dam and retaining walls, We installed the instruments of expansion gauge, water gauge and underground strain gauge in Chung-Hsing-Ling landslide to observe the displacement of the ground, and the relationship between rainfall and ground water level before and after the restrain engineerings.

八、已發表

1. 中興嶺地滑地之觀測：中華水土保持學報第十一卷第二期。
2. 中興嶺與屏遮那兩地滑地之研究：中華水土保持學報第十二卷第一期。

光正地滑地之研究

70 農建— 5.1—源— 07 (3)

71 農建— 4.1—源— 25 (8)

72 農建— 4.1—源— 50 (3)

執行機關：國立中央大學、台中市政府

執行人：謝豪榮、賴炳燦

摘要者：謝豪榮

一、計畫目的

該地區位於光正山坡地保育利用計畫區內全面約 15 公頃。每逢暴雨均引起滑動，阻碍交通與農產品之運輸，影響民生至鉅。紅心湖地滑地位於大坑溪西岸與東岸之光正國小河階地、隔岸相對，面積約 3.3 公頃；麻竹窩地滑地位於田螺湖南側，明德橋北側之凹谷中，面積約 23.9 公頃，於民國 70 年 9 月 3 日愛妮絲颱風時，使兩地區引起嚴重之滑動，多數房屋龜裂及產業道路崩塌和下陷，威脅人民生命財產之安全。針對地滑地區先實施水文、地質及電探與鑽探相配合之滑動面調查研究，並實施地表水及地下水之排水工程，同時裝設應變測定計，觀測該地區施工後之效果，以探討其誘發滑動之潛因及誘因，據此實施根本之防治方法。

二、計畫執行經過要述

(一)地形測量：

測繪地滑區域之地形圖以供分析滑動狀況和處理工程之依據。

(二)移動量之觀測：

在地滑地區鑽探 5—6 孔，並分別埋設應變測定管，以每公尺間隔 2 gauge A.A 法裝設應變測定器。以 ME-21 B 型測定之，每週測定一次。

(三)間隙水壓之觀測：

地滑區埋設間隙水壓測定計一座，其受壓器為 PD50 PK 型 90430 B，最大測定值為 1.0kg/cm^2 ，受壓面積為 4.5cm^2 ，以 MD 型間隙水壓測定器測定，每週測定一次。

(四)地下水位之觀測：

觀測應變管之水位，作為該地區地下水之水位，每週測定一次。

(五)降雨量之觀測：

在兩地滑地內各裝設自記雨量計以取得各地滑區之降雨資料。

(六)伸縮計之觀測：

在地滑地區裝設伸縮計以觀測移動量之變化情形。

(七)地溫之測定：

測定滑動區內地溫之變化，以探討地溫變化與移動量之相關關係。

三、計畫成果

光正地滑地以應變測定管觀測結果獲知可分 A、B 兩個不同之滑動區與滑動方向，其滑動深度均在 10 m 以下，以集水井排出地下水與建截洩溝以排地表水與在墳墓下側道路下以駁坎處理等工程處理後，已收到部份抑止滑動之效果。實施應變測定管、地下水位及降雨量觀測，發現移動量受地下水往上升之影響大於降雨量或降雨強度之影響。

紅心湖地滑地在上下兩條產業道路間之滑動部份興建五個平台埕段以排地表水外，並在第二與第三埕段間興建直徑三公尺，深十公尺之大型集水井，以排地下水。經各工程處理後，目前該地區已成穩定狀態。

四、計畫執行中遭遇之困難及解決方法

受經費之限制，建鑿之兩座集水井，井深及排水措施不盡理想，對於抑止滑動之功效而言，未達預期之效果。

五、繼續研究之方向

如欲抑止或緩和地滑之危害程度時，不但需要了解該地滑地之發生過程與狀況，同時亦需使用各種調查方法究明其發生之成因及構造而對症下藥才能收事半功倍之效。

實施地滑地抑止工程時，須實施地表水與地下水之排水工程，地層尚在滑動狀態下，如何設置排水構造物，為一重要之課題，因此，經濟而又有效之簡易排水法與構造物之設置為將來研究之方向。

六、結論與建議

由觀測應變測定管測定兩地滑區之水位得知地下水位與降雨量之相關性頗為密切；而其邊坡之安定係數則隨地下水位之升高而降低，尤其在高水位時，其安全係數較乾旱季節之低水位時降低甚多。因此，對於地滑地之處理當以如何排除地表水及地下水，並配合適當之抑止工程構造物為當務之急。

紅心湖地滑地之治理工程，由於今年未逢暴雨之來臨，各工程構造物均未損壞，無法看出其功效；至於其地下水位甚高，則由於已興建大型之集水井以排洩地下水其效果當可預期，惟美中不足之處為修建上方產業道路所剩餘之棄土，目前均堆積至下邊坡，形成荷重於滑落頭部之現象，將來逢豪雨時將由於棄土之含水而極易引起第二次之滑動而帶來更大的災害。

光正地滑地本年度鑿建四座集水井（三座為小型，一座為大型），除一座小型之集水井因經費之關係尚未接通電源外，餘均發揮其排除地下水之功效；但在墓地下側地區目前仍然還繼續有緩慢移動之跡象。因此除本年度在道路下側（No. 2 排水溝與 No. 3 排水溝內）所增建之擋土牆外，下年度當更進一步對該地區加強實施地下水之排除工程與抑止工程（如 Anchor work 釘錨法或 Pile work 打樁法），以抑止其滑動。

七、英文摘要

Summary

Kwang Cheng landslide area is about 41 ha. Because it had happened since 1981, Some of the house, road surface had been cracked or fallen and had become a threat to the people in this region.

For studying the causes of the landslide, we settled the expansion gauge, water gauge and underground strain gauge to observe the displacement of the ground, and the relationship between rainfall and ground water level.

八、光正地滑地之研究：國立中興大學水土保持學報第十五輯。

國有林地滑地處理實驗工程

69 農建—5.1—源—16 (3)

70 農建—5.1—源—07 (3)

71 農建—4.1—源—24 (3)

執行機關：國立中興大學、台灣省林務局

執行人：謝豪榮、陳繁首

摘要者：謝豪榮

一、計畫目的

本計畫以應變測定管探討仁壽地滑地及屏遮那地滑地和交力坪地滑地滑動之原因，並實施地表排水及地下排水、邊坡穩定等工程以觀測其成效，進而探討其根本防治工程。

二、計畫執行經過要述

- 1.測繪地滑地的地形圖。
- 2.利用電氣探測的方法配合鑽探以探求滑動面與地質構造。
- 3.埋設應變計以探求滑動狀況。
- 4.在崩場地點實施噴播工程。
- 5.觀測地下水的抽出量與降雨量的關係以探討抽水效果。

三、計畫成果

- 1.以應變測定管探討仁壽地滑地及屏遮那地滑地滑動之原因，並實施地表排水及地下排水、邊坡穩定等緊急之處理措施，以控制土塊之移動量。
- 2.交力坪地滑地在中央排水溝兩側增設支線排水溝和內斜式平台塔段之截水溝後地表水之截水效果大為增加，屏遮那地滑地裸露斜面種植克育草及台灣赤楊，恢復植生覆蓋後，表土之流失大為減少，台灣赤楊之生長狀況良好。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (1)仁壽地滑地之平台塔段因排水效果不良，故於70年度又在平台內側增設寬100公分、深60公分、後壁100公分之截水溝與中央排水溝相接。
- (2)屏遮那地滑地於69年度在窪地設置一口集水井以抽水機排除地下水，但在雨季每逢大雨均無法排完，而使水位升高淹沒窪地，導致抽水機故障。為彌補此缺點，70年度在窪地新開鑿No.2、No.3二口集水井，在二萬坪崩場地頭部開鑿No.4集水井，採用直向排水法抽地下水。並於井內附裝2個浮筒開關及裝置自記水位計、水錶以自動記錄水位變化情形及排水量等資料。

五、繼續研究之方向

以應變測定計、伸縮計等儀器之觀測記錄來探討地滑發生之原因及鑑定處理工程之最有效方法。惟在應變測定計之資料分析上，尚有很多問題待解決，如何尋找一確實而簡便之分析法並配合電腦之處理，為將來研究之方向。

六、結論與建議

屏遮那人工隧道上方之試驗地，經實地觀測與調查結果，仍由二萬平車站南方柳杉林窪地所匯集之地表水與地下水之潛動所造成，為抑止試驗地之繼續擴大，如何減少流入崩塌地內之地表水與地下水，和在崩塌地內如何興建防砂工程以穩定滑落崖斜坡與溪谷河床之安定，為首要工作。

本試驗雖先後在二萬平車站南方之柳杉林窪地開鑿三個集水井，與二萬平車站北方，緊接崩塌地上方開鑿一個集水井以排地下水，但每逢大雨仍然無法排完，使窪地成為池塘而引起抽水馬達之故障，不過由於69年度在窪地邊緣山坡沿山腹所開鑿之截水溝，防止了大量之逕流溢流至崩塌地和減少其地下水，加上在崩塌地內興建之蛇籠駁坎、護岸蛇籠與攔砂壩等防砂工程之功效，已穩定了崩塌崖斜坡與溪谷河床之安定。故本年度內雖屢次遭強烈颱風暴雨之侵襲，試驗地內未再引起崩塌，可說已收到維護鐵路路基與行車安全之效果。

仁壽地滑地自實施排水工程和塔段工程後，在裘恩颱風時雖因鐵路上側之噴漿斜坡引起塌方而使鐵路交通中斷。但經修護後，受莫瑞與愛妮絲兩颱風之侵襲時，只引起No.1塔段斜坡之表層滑落，把公路山邊溝淤滿而已，對於整個試驗地而言不再有大滑動現象發生。由此可見本試驗地經處理後已顯出極大之防治效果。

綜合目前兩試驗地之狀況，治理工程方面尚有加強之必要外，觀測研究及守視工作仍須繼續辦理，才可獲得確切之成果。茲將兩試驗地之建議事項分條敘述如下：

1. 屏遮那地區—

- (1) 窪地沿線鐵路邊緣之排水溝，林管處工務課均把它引入窪地，有改善之必要。
- (2) 在崩塌地內之溝谷，應以整流工程處理，以避免因溪流之下切作用而引起斜坡之崩塌。
- (3) 位於二萬平窪地舊有之排水溝其末端部較新建之排水溝略高，影響逕流之暢通有潛深之必要。
- (4) 在崩塌裸露地斜面雖以種植克育草及台灣赤楊恢復植生覆蓋，但受梅雨及颱風之雨水冲刷後，表土之流失甚為嚴重，植生效果不甚理想。
- (5) 集水井之抽水馬達必再增加馬力，以應雨季時之排水。

2. 仁壽地區—

- (1) 鐵路上方左側之削壁在裘恩颱風時，再引起新的大崩塌而埋沒下側之攔砂壩與排水溝，為發揮其防砂效果應加高原有之壩高和清淤其水溝。
- (2) 在鐵路路旁堆積之大量崩積土必立即移走，以免因荷重之附加於斜面而引起新的滑動。
- (3) 位於滑動區末端之河床有刷深之跡象，應設置潛壩以穩定其河床。
- (4) 公路上方No.1平台塔段必須實施護坡工程，以穩定其斜坡，防止泥砂淤滿道路山邊

溝而溢滿至路面。

(5)公路下側須新開一條排水溝與其上側之主排水溝銜接，以利地表水之排出。

(6)在No. 2平台塔段下有大量之地下水溢出，在平台上應設置集水井以排地下水。

七、英文摘要

This paper summarized the laboratory and field experimental results for preventing the landslide. In the laboratory, the chemical and physical properties of the land-slide clay were studied.

In the field experiment, We made the drainage treatments in surface and underground in this area. The surface ditch has operated to draw run-off out of the landslide region. The collecting wells have digged in order to drain out the groundwater which exists in the sliding layer. Besides, in order to research the operational effect of restrain engineerings, we installed the instruments of expansion gauge (displacement recorder), water gauge and underground strain gauge in landslide areas to observe the displacement of the ground, and the relationship between rainfall and ground water level before and after the restrain engineerings.

八、本研究報告已於中華民國七十年十二月出版之國立中興大學水土保持學報第十四輯發表。

上游集水區保護工程效用之探討

69 農建—5.1—源—036 (14)

70 農建—5.1—源—07 (13)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：劉浚明、楊炳炎、黃良鑫

摘要者：林壯沛

一、計劃目的

台灣地形陡峻，河川短促，每次颱風都帶來大量的豪雨，造成洪患和泥砂災害，而森林對防洪和防止土砂的功能有限。因此，本省在森林集水區經營上，除作妥善規劃之外，尚需要集水區保護工程的配合，祈能減輕河川下游泥砂淤積和洪水災害發生的程度。

蘭陽河流域上游集水區的河床類似於本省東部上游集水區的河床，具有沖淤河床的特性，根據山地農牧局的調查報告（1979）指出，蘭陽河流域上游集水區的溪流河床因崩塌地的發生造成嚴重的淤積，影響公路橋樑的橋孔排洪空間。從1979年起即在蘭陽河流域上游集水區構築攔砂壩，希能調節河川輸砂量而防止河床繼續淤積。由於目前台灣上游集水區治理所採用的保護工程多以攔砂壩為主，工程投資經費相當大，其實際的效益如何，深受一般人的重視。本試驗為探討此項治理工程的效用性，乃定期觀測河床橫斷面和縱斷面，攔砂壩在豪雨前後的淤砂量，並分析淤砂粒徑的組成。依所得的資料以分析攔砂壩對河床輸砂和河床形態的影響，作為評估的依據，以為上游集水區治理的參考。

二、計劃執行經過要述

由於欲瞭解攔砂壩的效用程度，在基本上需要進一步瞭解攔砂壩在構築後對集水區河床的影響，執行本計畫時，乃選擇蘭陽流域之松羅集水區、圓山集水區和石頭集水區等作為觀測地點，定期於颱風豪雨前後觀測壩後淤砂的累積量、淤砂粒徑組成、以及河床斷面變化等，並與豪雨雨量和崩塌地之資料作分析比較。

1. 淤砂量測量—以經緯儀正切視距法測量壩上游河段淤砂地形，製成不同時期淤砂等高線圖，再依等高線計算土方，求得各時期的淤砂累積量。
2. 淤砂粒徑分析—壩後河床固定位置，挖取 $100 \times 100 \times 100$ 公分砂樣，通過大型美國標準方型篩及小型標準篩，再分別計算不同篩號砂樣重量停留與通過的百分比。
3. 河床斷面變化觀測—設定壩下游護塊排列處和橋樑底下等處的河床斷面，定期用水準儀測量其高程變化。

三、計劃成果

1. 各集水區構築攔砂壩後，測得年比淤砂量相當接近蘭陽流域之平均輸砂量 $54\text{m}^3/\text{ha}$ 。
2. 構築在各集水區的攔砂壩對下游河床都引起顯著的刷深作用，帶走大量的泥砂至下游，

並且刷深作用延伸超過 1 公里。

3. 根據攔砂壩的淤砂粒徑分析資料，顯示多屬於粗粒徑的材料，推斷其來源應屬於河床的淘刷或崩塌，甚少來自坡面沖蝕。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

溪流河床的沖淤過程具有週期性，常因集水區內的植生改變和極端氣候的發生，導致崩場地週期性的發生，堆積大量粗粒徑的材料於河床上，於一次暴雨被溪流攜帶至某一區域而停下，俟下次暴雨再隨溪流下移，河床時高時低，對於河床質的搬運過程、河道寬度及坡度變化之瞭解造成時限與經費之困難，以後類似此種計畫若能酌予增加經費與延長計畫年限，將使此類計畫執行更為順利。

五、繼續研究之方向

1. 進一步探討崩場地崩潰的過程、溪床泥砂來源、河床質的搬運過程與河床斷面變化，將可提供集水區溪流整治的參考。
2. 加強謀求補救和防範攔砂壩下游河床刷深之研究，將有助益於減少溪流帶走河床質而引起橋樑和護岸基礎的危害。

六、結論與建議

1. 河床淤高現象是由於短期內大量崩場地的發生，進而影響橋樑排洪水路。
2. 興建攔砂壩造成下游河床刷深，帶走河床質引致橋樑和護岸基礎崩毀的危機。
3. 自集水區崩場地崩潰過程和河床質移動情形，分析集水區泥砂收支，將可提供集水區有效治理方法。
4. 山區道路橋樑排洪空間，除了考慮最大可能的暴雨流量之外，尚須注意河床的沖淤變化，提高橋面高度和加深橋樑基礎。

七、英文摘要

Channel profiles, accumulative amounts and particle size distributions of deposition above several check dams were observed periodically. The effect of dam construction on channel morphology and sediment transport characteristics were discussed. Results indicate that the deposited material resembles the coarse bed-loads in original stream bed and has the characteristics of particle size distribution of alluvial soils at young stage. The deformation of channel cross-sectional profiles after dam construction can be clearly distinguished to the extent that channel characteristics were changed. The channel scouring occurred downstream from dam sites triggered the removal of bed-loads in lower reaches and the destabilization of stream banks and bridge foundations. Installation of check dams may also foster unforeseen adjustment downstream from the dam sites. The effectiveness of these sediment control measures needs to be re-evaluated because of some adverse environment effects observed. The major factors suggested are not only the channel accretion in upper streams, but also the characteristics of mass erosion processes and stream channels themselves.

- 八、劉浚明、楊炳炎、黃良鑫（1983）上游集水區保護工程效用之探討、林試所試驗報告第 386 號 p. 14。

東部攔砂壩設計型式之調查分析與試驗研究

69 農建—5.1—源—036(8)

執行機關：林務局、國立中興大學

執行人：陳繁首、何智武、段錦浩

摘要者：段錦浩

一、計劃目的

本計畫以東部地區重要河川現有攔砂壩之調查資料為依據，配合現場與模型試驗及理論分析，探討各種壩型之安定條件，設計數種適合當地之攔砂壩，以建立該地區攔砂壩之初步設計規範。

二、計劃執行經過要述

本計畫在農發會及林務局全力支持下，選擇臺東地區之利嘉溪及文里溪作為試驗對象，對該河溪進行河床沖淤現況調查，以進行河道輸砂量之觀測實驗，並於室內分析，設計攔砂壩模型，進行水理與滲透模型試驗及壩體穩定力學分析，據此，以改進現有攔砂壩，進而建立攔砂壩之初步設計規劃。

三、計劃成果

本計畫已如期完成，其結果列於結論之中。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

由於計畫期限內之雨季未有較嚴重之暴雨發生，經現場測定及分析結果，河床斷面並無顯著之變化，以致影響研究之成果，其對此項問題之解決辦法乃利用計畫期限之下年度的雨季繼續在臺東現場做河床質採樣及河床斷面測量，作為上年度資料之補充，並進一步進行研究，以期獲得較為可靠之結果。

五、繼續研究之方向

由於本計畫之研究僅採取利嘉溪和文里溪進行攔砂壩設計型式之調查分析與試驗研究，故未能建立相當健全而完整之攔砂壩設計規範，今後應廣泛對東部其它河溪之攔砂壩進行研究分析，且對於泥砂移動現象進行長期之觀測及研究分析，以期能達成建立健全而完整之設計規範和建立真正能適用於各河溪之輸砂公式之雙重目標。

六、結論與建議

(一)結論：

本計畫之研究成果分為文里溪、利嘉溪以及模型試驗三部份歸納成三點結論，並提出三

項建議如下：

(1)文里溪部份：

斷面No.1~No.11在67年7月至68年8月期間，以代表粒徑 D_{85} 之推估結果最接近實測值，只超出6.8%，其次 D_{95} 超出實測值44%；至於 D_{50} 之推估結果為實測值之5倍，個別法為實測值之5~9倍。68年9月至69年10月以 D_{40} 最接近實測值，只超出3.5%，其次 D_{30} ，小於實測值20.5%，而 D_{50} 為實測值之5倍左右。

斷面No.16~No.26在67年7月至68年8月期間，以 D_{80} 最接近實測值，沖刷量僅超出30%，其次為 D_{85} ，沖刷量少41%。至於 D_{50} 之估算值為實測值之7倍。68年9月至69年10月期間以 D_{60} 較接近實測值，沖刷量少72%，其次為 D_{80} ，沖刷量超出2.3%，而 D_{50} 則為實測值之5.3倍。

綜合以上結果顯示，蕭克立哥公式對於此河段之適應性難以一種規定之粒徑反應出此間段之輸砂量，若以 D_{50} 估算，則大約為實測值之5倍。

(2)利嘉溪部份：

在67年7月至68年8月期間，以個別法(一)之估算結果最接近實測值，沖刷量僅少1.6%；其次為 D_{85} ，少於實測值4.8%。而 D_{50} 則少於實測值49%，個別法(二)則少於實測值9.8%。

在68年9月至69年10月間實測值僅淤積 1356m^3 ，但蕭氏公式估算結果却皆產生沖刷，為其量之5倍至10倍之間。故對於降雨量雖大，但降雨強度甚小時所產生之流量，較輸砂量較小，此時蕭氏公式之估算值將產生相當程度之誤差。

由上述各項結果顯示，在未進一步探討及作合理修正之前，文里溪暫以代表粒徑 D_{50} 估算結果之 $\frac{1}{5}$ ，而利嘉溪則以個別法(一)之估算結果做為實際現場之輸砂量，或可提供做為該集水區泥砂治理及規劃設計之參考。

(3)壩體模型試驗部份：

若攔砂壩高度介於6倍至24倍之溢流水臨界水深之間，或4倍至16倍溢洪道高度之間，且有適當之護坦長度及副壩高度，則溢流水能在靜水池內形成穩定水躍，並達成72~89%的消能效率，但由此亦可知，護坦及副壩之消能作用仍屬有限，溢流水越過副壩後尚保留28~11%之能量，故副壩下游之保護工程仍待加強。

(二)建議：

(1)輸砂公式所推估之輸砂量，主要為河床本身沖蝕所產生之輸砂量；亦即在泥砂供應充足時，其所得結果方屬正確。故在泥砂來量不同狀況下（如每次洪水期間，集水區內發生不同程度之山崩）產生之實際輸砂量與推估所得之輸砂量，必有相當程度之誤差發生。為求正確合理之輸砂量，對於該集水區泥砂供應情形有所瞭解，始能選擇出真正代表該地區之輸砂模式。

(2)估算河川輸砂量須有精確之流量、流速、水深或水力半徑等水理要素。文中以集水區外之雨量資料及應用歷線分析以推導各控制斷面流量大小，其結果與實際情形是否相符，甚難預料。若今後能利用現場攔砂壩處設置自記水位計與自計雨量計，則對於輸砂量之估算研究與探討，將有莫大的助益。

(3)泥砂移動現象錯綜複雜，所需資料極多，需長期觀測與研討分析，方能獲得較理想之成果，非短期之內所能克竟事功，故建議有關機構對此一方面之資料加強蒐集，做系統性之分析整理，並進行長期性之合作研究，以期建立真正能適用於各河溪之輸砂模式。

七、英文摘要

Investigation and Experiment of Sabo Dam in East Taiwan

Fuan-So Chen¹ Chih-Wu Ho² Ching-Hao Tuan³

Abstract

The object of this project was to study the sediment character of mountain stream in East Taiwan. And from this, we discussed the probable problems of sabo dam built on the thick alluvial stream bed, such as the influence of overflow to dam's stability, and the relationship of the efficiency of the overflow energy dissipation to apron length and secondary dam height, etc.

From the results of experiment, analysis and discussion, we obtained the following three conclusions.

- (1) Before further discussion and reasonable modification, Wen-Lii Stream used twenty percent of estimated result of the representative grain size D_{50} to be as the actual sedimentation quantity temporarily. Lih-Jia Stream used the estimated result of the first method of individual grain size to be as the field sedimentation quantity.
- (2) If the height of sabo dam lies between six times and twenty four times of the overflow critical depth, and the sabo dam has the adequate apron length, and the secondary dam height, then overflow will form a stable hydraulic jump in stilling basin, and the efficiency of energy dissipation will be from 72 to 89 percent.
- (3) The bedload discharge of natural stream being estimated by the formula must trace back to the sediment-source.

-
1. Chief, Section of Shelter Forest, Division of Forestry Management, Taiwan Forestry Bureau.
 2. Professor, Research Institute of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University.
 3. Associate Professor, Research Institute of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University.

攔砂壩攔阻懸移質淤砂之效益分析

70 農建—5.1—源—37 (10)

執行機關：國立台灣大學

執行人：張石角

摘要者：張石角

一、計劃目的

台灣已建攔砂壩甚多，惟對攔砂壩之功效，迄未做過調查分析，根據調查，為害水庫最烈者殆為細粒質淤砂，攔砂壩應具有相當程度之攔阻懸移質淤砂之功能，此計畫即擬對此問題予以調查研究，以供今後攔砂壩設計之參考。

二、計劃執行經過要述

- (一)於水庫集水區選二、三座攔砂壩，在其上下游各裝設自動採樣器，以採取洪水時期及平常之懸移質淤砂。
- (二)比較河水懸移質淤砂量與攔砂壩之位置及其距崩塌地之遠近等關係，並比較各攔砂壩上下游所採懸移質淤砂量的變異，分析攔砂壩對於攔阻懸移質淤砂之能力。

三、計劃成果

- (一)曾文溪之淤砂為全省之冠，且以懸移質淤砂為主，經調查西口本流建有一座攔砂壩，惟早已淤滿，此攔砂壩充分發揮攔砂功能。
- (二)調查集水區淤砂之來源—分析上游集水區之岩性與地形以探究淤砂發展因素。

四、繼續研究之方向

- (一)攔砂壩對攔阻淤砂有實具功效，但位置選擇不當則功虧一簣，故研究之方向應以集水區上游之地形地質為研究對象，選擇最佳之壩址以收實效。
- (二)研究淤砂量突增的原因。

五、結論與建議

- (一)攔砂壩為抑止淤砂流入水庫之有效手段。
- (二)烏山頭水庫淤砂治理關鍵在於裸岩壁淤砂生產之控制及其移動之抑止。
- (三)建議：目前水土保持措施似乎着重攔砂壩，其效果尚稱良好，但有待加強；至於植生工作以其需時甚長方能見其效果，故宜立即規劃實施。

六、英文摘要

Abstract

The siltation problem of Wu-Shan-Tou Reservoir has been very serious, especially after the completion of Tsengwen Reservoir in 1974, the output water of which is led to our reservoir through a tunnel. The sediments deposited in the reservoir come from two sources: the suspended load of the introduced Tsengwen River water and the sediments derived within the watershed concerned.

This study covers the mechanism of sediment-production observed in the field, the geological and geomorphological characteristics of the problematic areas (bad land), the area distribution of the problematic areas, the functions and effectiveness of checkdams in the watershed. Methods other than checkdams are proposed, which are considered to be effective in protecting the out-cropped mudstone surfaces from erosion and other deleterious processes. The causes of the sudden increase of siltation after the completion of Tsengwen Reservoir is also discussed.

七、張石角 (1982) 烏山頭水庫集水區攔砂埧效益及淤砂問題、中華民國工程環境學會會刊第三期 pp.73 ~ 90 。

防砂壩成本模式之建立

73 農建—7.1—源—32(6)

執行機關：中興大學

執行人：梁 昇

摘要者：梁 昇

一、計劃目的

防砂壩是溝蝕控制的主要構造之一，其功能有直接攔蓄河川挾砂量，鞏固河心、護岸，防止河床冲刷與整疏等作用。其設計準則決定於建造目的，溝谷大小與坡降、土質、河川挾砂量，一定設計洪峯的降雨特性與經費，建造單位，區域特徵等等。上述的功能參數，設計準則參數加上承包商良莠，決標制度與監工等都可能影響防砂壩的建造成本。唯上述參數資料均散失不可得，而尚有直接影響成本的一些規格變數可資探討其與成本之關係，其研討方法應如何，其結果有何用途，是本計畫研討的重點。

二、計劃執行經過要述

本計畫以中部地區為樣本地區，包括大安河流域及大甲河流域共收集到有完整資料的防砂壩 91 座。完整資料包括能在地圖上正確定位，有建造決標價額，施工日期，壩長，壩高，壩頂寬，小路運搬距離，公路運搬距離。

利用上述資料，以 BMDP 2R (1981 年版) 中的前進—後退逐步方式 (Forward & Backward Stepping) 進行複迴歸推估式之配合，複迴歸推估式可示如式 1 與式 2：

$$\begin{aligned} \text{Cost}^d &= a + b_{11} \text{TW} + b_{21} \text{TW}^2 + b_{12} \text{DH} + b_{22} \text{DH}^2 + b_{13} \text{DL} \\ &\quad + b_{23} \text{DL}^2 + b_{14} \text{HL} + b_{15} \text{LN1} + b_{25} \text{LN1}^2 \\ &\quad + b_{16} \text{LN2} + b_{26} \text{LN2}^2 + \cdots + e \\ &= \widehat{\text{Cost}}^d + e \end{aligned} \quad \text{式 1}$$

$$\text{決選準則} \quad \text{極小} \quad \frac{N}{\sum} e_i^2 \quad \text{式 2}$$

防砂壩成本模式，依區域、流域、集水區、壩型四種特徵參數推求。以供探討不同地理規模的差異。

三、計劃成果

1. 最佳成本次方依最大 R^2 與最經濟獨立變數數目為判斷標準，得如表一。由表一知成本 0.1 所得推估式最佳。

表一 不同規模下防砂埧成本模式中成本次方的選擇

區域規模別		成本次方, d	R ²	獨立變數
中部區域		0.1	0.8621	5
流域	大甲溪	0.1	0.8969	4
	大安溪	0.1	0.9080	6
德基水庫上游集水區		0.1	0.7053	4
德基水庫上游集水區重力埧		0.1	0.6743	4

2. 各區域規模防砂埧最佳模式如表二。

表二 不同規模下防砂埧最佳成本模式

區域規模別		最佳推估式	R ²	估值標準誤差	原樣本標準差	變數
中部區域			0.8621	0.01182	0.3038	DL HL DH LN1 TW
流域	大甲溪		0.8969	0.1053	0.2685	DL TW LN2 DH LN1
	大安溪		0.9080	0.1103	0.3084	DH LN1 TW DL
德基水庫上游集水區			0.7053	0.0854	0.1363	DL TW LN1 LN2
德基水庫上游集水區重力埧			0.6743	0.0887	0.1332	DL TW LN1 LN2

由表二知，流域所得的成本模式有最大的解釋量 R^2 。亦即依流域分可利用諸成本建造因子得到最大的詮釋力。故以流域的成本模式來解釋各成本因子與成本的關係最為可靠。

3. 如大甲溪流域的防砂埧成本如式 3

$$\begin{aligned}\widehat{Cost}^{0.1} = & 1.46857 + 0.02075 DL - 0.000080982 (DL)^2 \\ & + 0.14574 DH - 0.00611 (DH)^2 + 0.00579 LN1 \\ & - 0.00003737 (LN1)^2 - 0.00067664 HL \\ & + 0.00704 (TW)^2 - 0.00015388 (LN2)^2 \dots\dots\dots \text{式 3}\end{aligned}$$

此式內 DL 最為敏銳， DL 一旦增加，成本即刻大幅上升。 DH ， $LN1$ ， TW 依次次之。但 HL 及 $LN2$ 則為負影響，甚為奇怪。若進一步探討 $LN2$ 的影響，小路運搬距離可能有許多意義的結論，如決標過程商議或監工制度等均可能有關。

4. 本模式建立不但可用於預算，審議尚有助於防砂埧設計改進、最佳埧型的選擇或效益評估作業。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

防砂埧成本資料大部分的單位均不願公開，令人疑惑不解。最後幸有山地農牧局出版「台灣島防砂埧調查報告」（1982年出版）一書方能收集到足夠的資料，提供分析。

分析方法中，亦難有合適的程式供配合資料，幸好中興大學電算中心及時引入 1981 年版 BMDP 套用程式，得以有解。套用程式分析法的解釋亦無法找到完整相關資料，幸賴本校應數系翁俊雄教授及美國地質調查所 Dr. N.C. Matalas 之協助，方克以成。

五、繼續研究之方向

應朝向全省資料之分析，全省資料可用資料達及千座，如能詳予分析，必有大用。

六、結論與建議

由成本因子以表達成本的內涵，藉以探討成本的特點是一極可行的方法。由有分析經驗的研究人員繼續進行全省性資料之探討，可對下列問題提供有效答案：效益評估，最佳壩型，管理制度的缺失，預算的合理化，區域特徵，機構特徵，設計上的改良重點。

七、英文摘要

The cost model of sabo dam could be indirectly evaluated by the following six parameters: length (DL), height (DH), topwidth (TW), HL (=DH x DL), transportation distance in highway (LN1), and transportation distance in accessory road (LN2). Normally, the cost of sabo dam increased with the increase of any above factors up to a maximum value and then decline. Some abnormal cases indicated that some problems occurring in design, management or concept. Moreover, the cost model practically can served as a useful tool in assessment and evaluation.

農路路面植草及其維護之研究

76 (ARDP) — 5.2 — N — 57 (11)

77 (ARDP) — 5.2 — N — 94 (16)

執行機關：國立屏東農業專科學校

執行人：程連瑞、陳慶雄

摘要者：陳慶雄

一、計劃目的

本省因土地面積有限，人口壓力日增，山坡地之開發利用，刻不容緩，且近年來政府積極推展加速農村經濟建設，實施綜合性水土保持之計畫，效益顯著，推行日廣，公共設施中，農路網之修建實為首要，俾利共同經營，共同運銷及農業機具之運行，以降低成本，增加農民收益。唯農路網之基線甚長，若均鋪以標準路面，所費不貲，故能在各種不同土壤種類之坡地農路，尋求被覆路面之適當草類，期以有效維護路面，防止沖蝕，以節省農路之維護費用，並尋求農路與山邊溝等交接處連絡道之穩定，是為本試驗之目的。

二、計劃執行經過要述

(一)試驗地點：

- (1)鳳山熱帶園藝試驗分所，土壤質地屬砂質粘壤土，pH值為4.7，有機質含量為1.7%。
- (2)左鎮鄉光和村青木農場，土壤質地屬粉質壤土，pH值為7.2，有機質含量為0.4%。
- (3)台南區農業改良場新化分場，土壤質地屬砂質壤土，pH值為5.1，有機質含量為1.2%。

試驗期間：自民國六十四年七月一日起至六十六年六月卅日止，歷時兩年。

(二)試驗材料：

- (1)百喜草 (Paspalum notatum; Bahia grass A 115)。
- (2)鐵線草 (Cynodon dactylon; Bermude grass)。
- (3)竹節草 (Chrysopogon aciculatus; Love grass)。

農路係以堆土機配合人工，構築農路面後，種植草苗，路面寬3.5公尺，路面中央高於兩側，略呈弧形，縱坡平均12%。

(三)試驗方法：

自民國六十四年十一月十八日至十一月廿一日，分別將各試區新築之農路路面，區分為三段，每段為一區集，計三區集，各區集又分為三小區，每小區長度均為10公尺，區集內各小區以逢機方法栽植各種草苗，行距30公分，株距20公分，農路兩側設有排水溝，呈梯形斷面，寬50公分，深20公分。

種植三週後，調查其萌芽率，自六十五年元月份開始，於每區集內，用方格法計算其覆

蓋率。六十五年五月十五日及六十六年五月七日，從預先埋設之塑膠管測定土壤沖蝕深度。六十六年五月中，採取各區土壤樣品，以定水頭方法測定其導水率（Constant Head Method test for Hydraulic Conductivity）。

三、結論與建議

- 1.就種植時間而言，本省南部雨量分佈不均，冬春乾旱期長，夏秋雨量過於集中，農路植草時，應儘量配合雨期開始時（五月），或於雨季終止前（九月下旬或十月上旬），以增加草類成活率，迅速生長，覆蓋地面，減少土壤沖蝕。本試驗各種草類於十一月中種植草苗，似嫌稍遲，致翌年雨季前，未能完全覆蓋，而使土壤沖蝕嚴重。
- 2.就種植草類而言，以百喜草及鐵線草能耐旱、耐壓，其維護農路，防止沖蝕效果甚佳，過去農家喜鋪碎石，以維護農路，根據試區附近之碎石農路，不但修築費用昂貴，且缺乏根系固結土壤，碎石間之縫隙大，易造成逕流，土壤流失殆盡，整個路面破壞，故此後農家之次要農路，應推廣覆蓋草類以維護為宜。
- 3.就土壤種類而言，鳳山試區為砂質粘壤土，新化試區為砂質壤土，同屬酸性，有機質含量尚多，草類生長均佳。但新化地區之雨量又比鳳山地區之降雨量多，故新化試區之草類生長又優於鳳山試區。左鎮試區為微鹼性之粉質壤土，底土有機質含量甚低，屬青灰色泥岩，土壤結合力弱，粒子小，但由於草類適應能力強，生長情況尚可，其維護路面，防沖效果亦優於一般鋪碎石之路面。
- 4.就防沖效果而言，在種植初期，鐵線草比百喜草好，但後期效果則百喜草遠勝於鐵線草與竹節草，故選用百喜草維護路面，應在雨季前使其生長，覆蓋完全，以發揮其效果。
- 5.就導水率而言，導水率與逕流和沖蝕有關，種植百喜草之小區，因根系發達，有機質含量增高，可以改善土壤之物理性質，促進透水性，故其逕流量小，土壤沖蝕量亦小。因此，百喜草最佳，鐵線草次之，竹節草最差。
- 6.一般農路經車輪走過後，即因土壤受壓實，而致草種生長不良，故可參考在國外，於植生之路面，鋪以碎石、磚塊、瀝青或混凝土塊等，以吸收輪胎之壓力，且可讓草種在此些材料之縫隙生長良好。

七、英文摘要

Study on Farm Road Maintenance by the Vegetative Method under Different Soil Conditions

Lien Jui Cherng* Ching Hsiung Chen**

Summary

1. This experiment was conducted separately at Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, Tainan District Agricultural Improvement Station-Shin Hwa Station and Ching Mu Farm in Tsou Chun. The experiment period lasted 2 years. (from July 1, 1975 to June 30, 1977).
 2. Generally, the Secondary Farm Road was better to use the vegetative cover methods and the species of grasses which we chose were good for erosion control and easy to grow. So the Bahia grass and Bermuda grass are the best and Love grass the second.
 3. The amount of rainfall is a factor which influences the growth of grasses. So the time for growing the grass is better in the beginning of rainy period (May) or before the end of rainy period (the end of September or the beginning of October) because the grass can grow very well and give the farm road a good cover during this period.
 4. The soil texture of Fengshan is Sandy Clay Loam and Shin Hwa is Sandy Loam. The soil of these two areas are acid soil and contain a few of organic matter. These grasses are easy to grow. But the amount of rainfall at Shin Hwa was much than that of Fengshan. So the growth of grasses of the Shin Hwa area is better than that of Feng Shan area. The soil texture of Tsou Chun area is Silty Loam, slight basic and containing very little amount of organic matter. Its subsoil is mudstone, the soil is not sticky and non-plastic under wet condition, but the grass can adapt it and grow well.
- So Farm Road Maintenance by the vegetative method is better than with the broken stone method.

- 五、1.程連瑞、陳慶雄(1976):農路路面植草維護之研究,中華水土保持學報,第七卷一期,P.1~14。
- 2.程連瑞、陳慶雄(1978):不同土壤農路路面植草維護之研究,中華水土保持學報,第九卷,一期,P.75~90。

山地道路維護護坡及排水工程調查

78 (ARDP) — 2.2 — N — 127

執行機關：國立中興大學

執行人：何智武、段錦浩

摘要者：林信輝

一、計劃目的

本研究計畫之目的在瞭解各道路之護坡與排水現況，並調查各道路其破壞與修護情形，除就量的問題調查統計外，對於特殊處理方法及其功效亦提出討論，比較各道路之經濟效益，分析其前因與後果，並就一般山地道路之開發，提出潛在之問題，研擬可行之解決方法，俾供其他單位參考。

二、計劃執行經過要述

本計畫選取不同類型之道路（包括不同地區、修建年度、地質、產物及經濟條件等）八條；即南投縣鹿谷鄉永隆產業道路、台中縣后卓產業道路及后里綜合區農路、桃園縣流霞產業道路、台北縣平廣產業道路、台南縣關山產業道路、台東池上蠶桑計畫區農路及花蓮鯉魚潭綜合計畫區農路等，作為主要調查地點。調查期間自民國 66 年 10 月起至 67 年 2 月底完成。調查項目分為農戶調查與護坡及排水工程調查兩部份。農戶調查部份，於道路沿線受益區域內擇取六至十戶受益農戶，調查道路開發前後之經濟生活情況，主要包括農家勞力在外就業情形、農產品運銷情形及作物種植面積、產量及生產成本等。並就不同年度之物價指數，比較道路開發對農民經濟以及對地區整體開發之影響。護坡與排水工程調查部分，除追蹤有關道路之原始設計、施工經費及歷年之養護經費、養護過程外，並就目前之管涵、護坡之破壞情形，探討破壞原因、分析其現況之處理方法，進而研擬其修護及改進方法。

三、計劃成果

就上述之調查與分析結果，歸納目前山地道路之開發問題如下：

1. 一般性之問題：

- A、未能依原設計規範限制大型車輛之行駛。
- B、配合款辦法所產生之困擾。

2. 設計上之問題：

- A、因水土保持之顧慮而改變原設計。
- B、設計者之人力、時間之限制。

3. 施工上之問題：

- A、施工時效受會計年度影響。
- B、推土機作業之缺失。

C、當地產物運輸與施工無法完全配合。

4. 養護上之問題：

A、平時保養之經費問題。

B、災害修護之時效。

四、結論與建議

1. 山地道路之規劃、設計必須有足夠的人力與財力，且應有足夠之時間從事調查與執行開發之工作。

2. 應增加至相當比例之水土保持工作經費，以提高山區道路之品質。

3. 道路維護費應擬定妥善之可行辦法，並應有充裕之固定經費。

4. 道路排水方法，邊坡穩定方法應予加強研究探討，期能獲得有效及可行之辦法。

七、英文摘要

Under different local conditions (location, the year of implementation, geology and economy), eight different types of hilly roads have been chosen for this project. The items of the investigation include the present situation of the slope protection and drainage, and the influence to the local economy after the construction.

In general, the finished construction works of slope protection are good enough. There are still many sections of roads lack of slope protection because of the shortage of fund, even though they have steep and weak strata. Sometimes, the land slide may cause the interruption of the road traffic. As for drainage engineering, the pipe culvert and box culvert should be set suitable, and the drainage of the hillside are very important too. Great rainfall may cause the sedimentation of the side-ditches. If the immediate clearing is not done, the erosion of the road surface will happen.

Because of the limitation of the natural condition and the shortage of fund, the hilly roads are not under good maintenance. It may be a good idea to organize the inhabitants as a local maintenance team. The duty of the team is to make the regular patrol and to do the minor maintenance to prevent from the big destruction.

For the convenience of local transportation and the development of the natural resources, it is necessary to build the hilly roads in spite of the great difficulties. Authorities have done so many in this field. Their achievements are very cheerful.

六、何智武、段錦浩、林信輝（1978）：山地道路維護護坡及排水工程調查，中華水土保持學報9(2)：119～142。

林道路面沖蝕調查

71 農建—4.1—源—25 (13)

72 農建—4.1—源—59 (9)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：林壯沛、盧惠生、漆陞忠、黃正良

摘要者：林壯沛

一、計劃目的

台灣地質脆弱、地形陡峻、河川短促、每年颱風暴雨來襲時雨量集中，加上森林集水區內開闢林道受時效與經費短絀限制，很少能兼顧到林道沖蝕問題之防治，乃造成林道沖蝕與崩塌，帶給下游地區泥砂災害；國外文獻報告已證實林地開闢道路會加速土壤沖蝕，增加溪流泥砂含量；是本省治山防洪之一大問題。

開闢林道造成加速沖蝕，常導致林道路面沖蝕破壞，影響林道通運；而建立與維護完整之林道系統，乃集水區與森林經營之重要項目，因而加強林道路面沖蝕影響因子及防治方法之研究極為重要。本試驗研究之目的，乃於不受林道養護影響之伐木區林道或廢棄林道，探討林道縱向坡度、路面入滲率、植被等因子與林道路面沖蝕之關係，做為治山防洪與林道構築規範之參考。

二、計劃執行經過要述

本計畫分兩年執行，試驗分別於畢祿溪 820 林道、扇平林道、蓮華池三角崙山林道及新山林道。第一年設置試驗區及觀測路面變化基準線，首先於四條林道設置平均坡度 0.5 度（0.87%）、3.0 度（5.24%）、5.5 度（9.63%）及 8.0 度（14.05%）等四種坡度變化路段之試區，每一坡度路段相隔 4 公尺設一觀測斷面，共七個斷面，以利各坡度路面沖淤變化資料之蒐集。每一條林道路面沖蝕觀測斷面橫寬設為 4 公尺，於觀測斷面兩側設置觀測基準樁，並以水準器調整兩基準樁於水平位置，再以蝕溝測定器（Rill meter）置於兩基準樁上，則可測得林道各斷面之路面變化，定距離照相及點繪其路面變化線，做為第一次之路面沖淤之基準變化線。

於經過一年（民國 70 年 11 月起至 71 年 10 月止）之雨季與颱風暴雨之後，再以蝕溝測定器置於原斷面兩側基準樁上，檢測各斷面之路面變化線，由第一次之路面基準線與第二次路面沖淤變化線之差量，可以得知該斷面之沖淤情形，若同時輸入電腦則可計算出每一條林道每一種坡度各個觀測斷面之沖蝕或淤積量。

於第二年同時配合單環圓筒法測定各種坡度之滲透率；每一個斷面定點測定路面恢復植生覆蓋百分率及調查各林道地區之降雨量及分佈情形，以供本試驗之研判與參考。

三、計劃成果

- 1.降雨量與降雨沖蝕指數、降雨沖蝕指數與土壤流失量分別呈高度相關關係，而各觀測林道地區之降雨量與降雨分佈情形不同，致形成各林道路面之沖蝕潛力不同，又加上各林道之地質、土壤狀況均有差異，乃造成各林道於同一坡度路段之路面平均沖蝕量均有差異。
- 2.各林道路面滲透率隨坡度增加而降低，致降雨時期降雨滲入土壤之水份減少，造成超滲雨量增加，地表逕流量增大，地表逕流沖蝕增高，故林道路面沖蝕能力隨林道坡度增加而增高。
- 3.各林道路面恢復植生覆蓋率隨坡度增加而減少，致減緩林道路面沖蝕與攔阻泥砂流失之作用減少，土壤流失之C值隨林道坡度增加而增高，故林道路面之土壤流失隨林道坡度增加而增大。
- 4.載重卡車經常輾壓林道路面，呈凹陷狀，降雨時，大部份之路面逕流均匯集流入凹陷之車輪軌跡內，坡度較大之路段，則因逕流流速增加而產生加速沖蝕，致林道坡度8.0度路段之路面沖蝕量偏高，超過本省平均土壤沖蝕量5 mm。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

執行本計畫時，常因埋設於林道觀測斷面兩側基準鋼樁，為不明情山之卡車司機或路過人員拔除，雖然發現後，皆及時再補上鋼樁，乃造成觀測資料收集之困擾，致部份觀測資料無形中漏失掉，經再三討論後，決定以測量方法，同時測出同一坡度路段七組鋼樁之相對位置及高程，以備鋼樁再被拔除後，可以立即根據該七組鋼樁之相對位置及高程自行補上，本計畫之試驗工作才得順利完成。

五、繼續研究之方向

- 1.進一步致力於不同之地質、土壤狀況及降雨特性（包括降雨量、降雨強度、降雨延時）與林道發生沖蝕與崩塌關係之研究，提供於今後治山防洪之參考。
- 2.林道排水不良，致逕流集中，產生加速沖蝕，形成蝕溝沖蝕，引起崩塌，是山地開闢道路，產生泥沙之主要原因。探討林道排水問題，加強排水方法之研究，減少沖蝕崩塌，促使林道構築規範更趨完善，是今後治山防洪必要條件。

六、結論與建議

由試驗結果顯示各林道路面滲透率、植生覆蓋率均隨坡度增加而減少，致林道路面沖蝕量隨坡度增加而增大，加以載重卡車輾壓路面呈凹陷，逕流集中，產生加速沖蝕，致坡度8.0度路段之路面沖蝕量增高，大於本省平均土壤沖蝕量5 mm。今後林道興築應盡量避免採用5.5度以上坡度之設計，建立好林道排水系統，廢棄林道儘快造林恢復植生覆蓋。

七、英文摘要

The relationship between surface erosion and forest road gradient was established using data collected from 4 study sites over one year period, from November 1981 to October 1982, to provide information for developing optimum road design guidelines. The selected gradients of forest road for this assessment were 0.5, 3.0, 5.5 and 8.0 degrees respectively. The results indicated that the surface erosion related positively to road gradient, but infiltration rate and vegetation cover related negatively to road gradient. It is suggested that, to reduce surface erosion, forest road gradient should be kept as low as possible.

八、林壯沛、盧惠生、漆隆忠、黃正良（1984）：林道路面沖蝕調查之研究，上游集水區試驗研究成果彙編 p.114 ~ 129。

暴雨型態及坡面安全保護之試驗研究

71 農建—4.1—源—25.4

執行機關：國立成功大學

執行人：劉長齡

摘要者：劉長齡

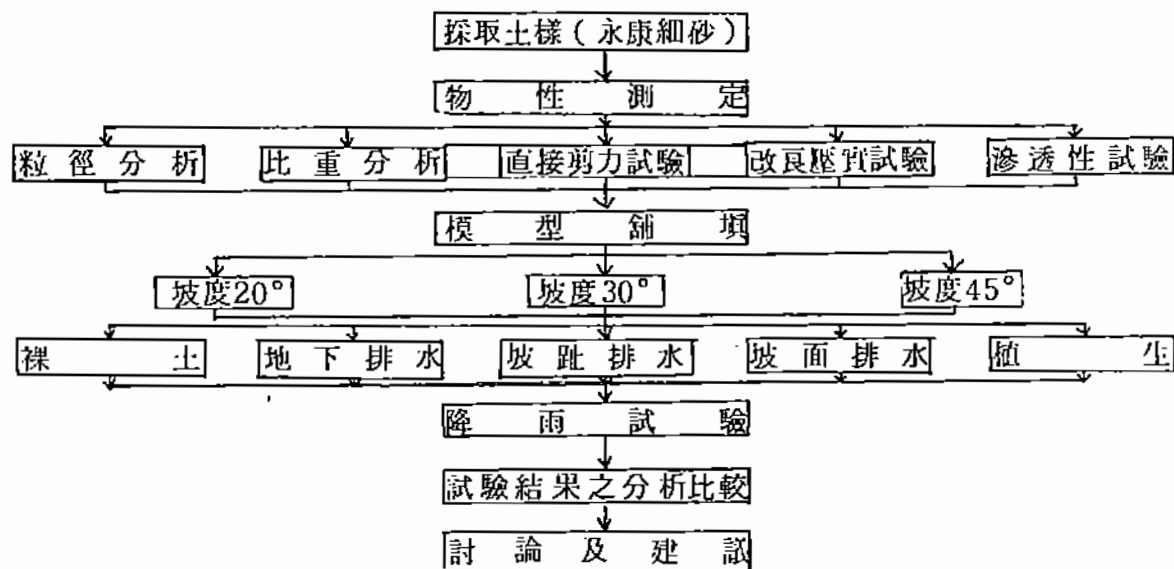
一、計劃目的

台灣地處西太平洋火山帶，山區及丘陵地約占全島之三分之二，且山勢陡峻，河川湍急，加以係典型海島性氣候，雨量充沛且集中，每年頻遭季節性梅雨、雷暴雨、颱風雨及西南氣流引起之暴雨，山地坡面之崩塌幾到處可見，因而造成產業道路之塌方，農林土地之流失，乃至掩埋農田，毀壞房舍，人命傷亡，對民生經濟及社會安全俱有重大之影響。故對坡地之崩塌及其預防與保護，必須深入了解以處理邊坡問題，始能防止或減輕災害之發生。

坡面之破壞，水的因素為重要之一環，為所公論。而水之直接來源厥為降雨，暴雨打擊坡面，造成沖蝕，提高地下水位，形成滑動。乃利用人工降雨打擊試驗坡面進行研究，並研擬不同保護方法觀其成效，俾減低邊坡災害之程度。

二、計劃執行經過要述

本試驗係採用永康細砂，雨量強度為 150 mm/hr 相當於在阿里山發生之最大雨量強度，坡度採 20°、30° 及 45°，坡面分裸土、地下排水、坡趾排水、坡面排水及植生（包括百喜草及韓國草）之降雨試驗。觀察及拍攝破壞過程，紀錄地下水位及土壤流失量，並測試破壞斷面。試驗流程見圖 1。



圖一 試驗流程

Fig.1 Flow chart

三、計劃成果

1. 試驗條件

取高速公路邊永康細砂試驗，採標準壓實度，試驗條件分為降雨強度 148~158mm/hr 降雨延時 40~80min、含水量 13.0%~21.7%、乾土重 1.16~1.39 g/cm³ 及壓實度 63.7%~76.8%。

2. 地下水位

坡面排水之水位上升較緩，且其終極上升水位亦較小，可知滲入較少，大部份由地表逕流流走。坡趾排水水位上升較地下排水為晚，但最大水位上升高度前者較後者為大，且二者之升降呈不規則，表示已發揮排水之功效。裸土者水位上升偏早，且水位上升亦大，顯示雨水滲入地下者甚多。

3. 破壞斷面

在同一保護工（或裸土），上端破壞係隨坡度增高而加大，裸土為被破壞最烈者，地下排水與坡趾排水破壞相近，而坡面排水之破壞輕微，若考慮植生工其破壞最輕微，韓國草尤勝於百喜草。

4. 流失土方

在試驗開始 60 分鐘以後，植生幾不流失，坡面排水流失之土方最少，依次為地下排水，坡趾排水及裸土，其試驗結果示如圖 2。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

1. 土樣之採取，因學校非施工單位，幸遇建商在永康高速公路附近山側取土託購運回。
2. 草苗之取得，如由草種培養勢必曠時費日，幸經中興大學林場贈送百喜草苗利用春節假期澆水施肥，以免耽誤試驗。
3. 降雨之不均勻，由於管路使用日久變形，乃予率定，調整管路平直至滿意程度。

五、繼續研究之方向

各種工程保護方法與效果，不同壓實度（修正與標準型之差別）之影響，陡坡（60°）之沖蝕與保護。次大之降雨強度（100mm/hr，75mm/hr）之沖蝕試驗，不同土質（細砂與泥岩）之比較等。

六、結論與建議

- (一)由地下水位及流失土方之結果，明顯可見坡面排水之保護效果最好，此乃因本試驗之降雨屬於短期暴雨，大部分雨量形成地表逕流，沖刷表土，不及深入地下，故在此種狀況下之降雨，若能作好坡面排水工程，大量宣洩地表逕流，則不僅坡面可免沖刷之害，亦可減小地下水位上升之漲幅，對邊坡的穩定具有良好的保護功效。
- (二)如降雨之情況屬於長期性之梅雨，地下水位往往因雨水的不斷滲入而大幅提昇，其對邊

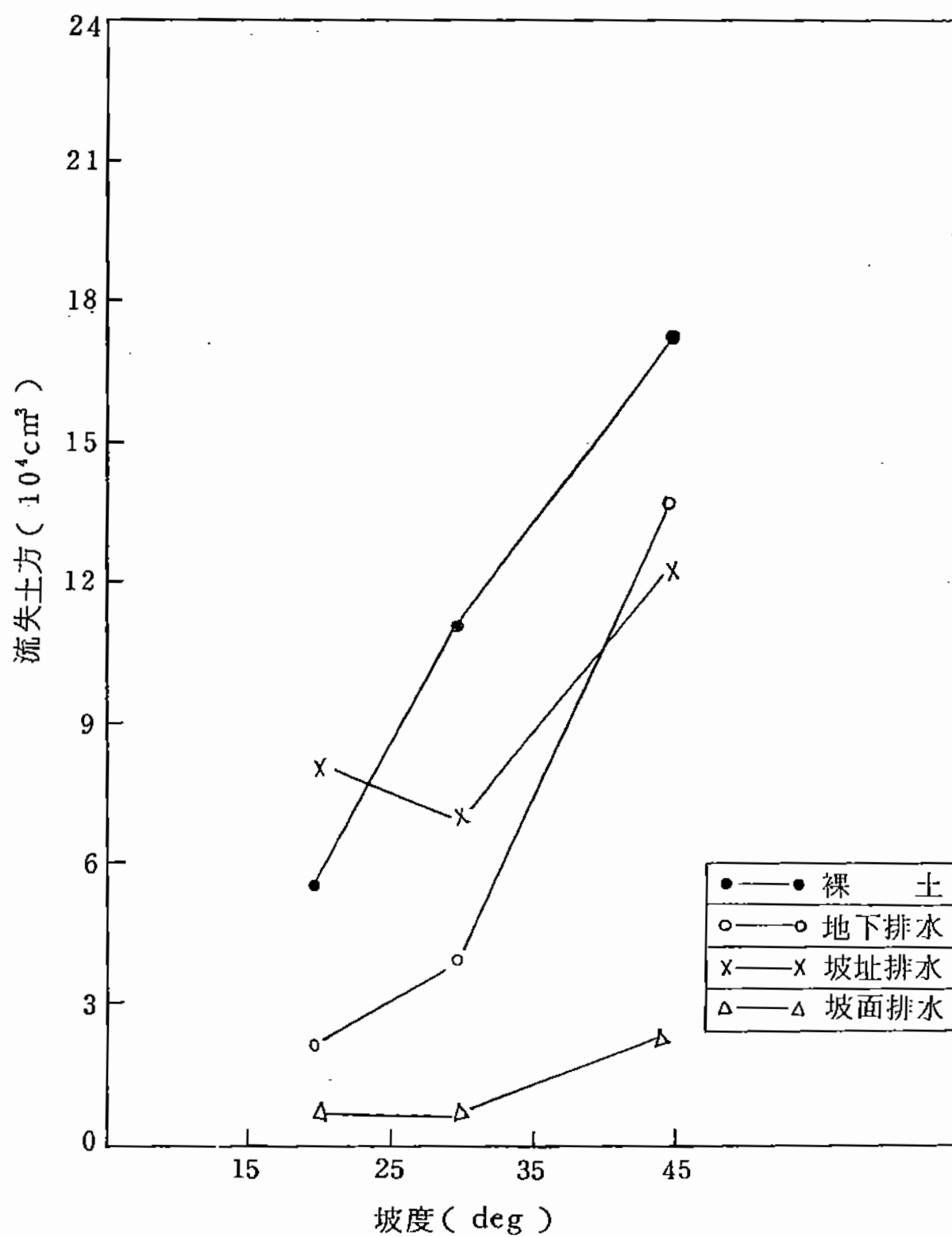


圖 2

- 坡之穩定性構成極大的威脅，此時則有賴於良好的地下排水設施，使大量滲入的地下水流得以排除，以維持坡面的安定，此項功效有待繼續由長期性微雨之降雨試驗求得證明。
- 三、由破壞斷面及流失土方之結果，可知在坡度較小時之坡地，其破壞情況較輕微，此因小坡度之邊坡，常雨水降下時，僅表層土壤受雨滴衝擊而鬆散，以致被地表逕流帶走，其因坡面土壤含水量加大而增加的滑動力很小（因坡度小），故其破壞現象只有表土沖刷，而無滑動或崩落，所以小坡度之保護方法宜著重於坡面之保護，如坡面排水工，噴水泥砂漿工或植生工等，均為有效的保護方法。
- 四、當邊坡之坡度愈大，其破壞之情況愈嚴重，因雨水降於坡面，不僅沖刷表土加劇，且由於表層土壤吸收水份，使含水量增加或達到局部飽和，因坡度大而使向下之滑動力大增，且因有效應力之減小而使抗剪力減小，此時則極易引起大量的崩落或滑動，所以大坡度之保護方法宜著重於擋土及排水兩方面上，排水工可減小滑動力，擋土工則可抵抗滑動力，如擋土牆、框籠工或蛇籠工等，均為有效的擋土結構物。

七、英文摘要

The side-slope stability under heavy storm and different protection are studied in the Artificial Rainfall Laboratory, National Cheng-Kung University.

Measurements and observations about ground water table, losing earth volume and the profiles during and after failure were carried out. The side slopes of 20° , 30° and 45° were adopted.

The bare soil of hillside was first selected under study, as starting point. Then protection such as vegetable growing, underground drainage, drainage at toe, surface drainage were successively attacked by artificial storm.

The degrees of success of different method are according to their losing earth volume and the raising of groundwater level.

- 八、劉長齡、喜界卜，民國 72 年 12 月，「暴雨型態及坡面安全之試驗研究」，中華水土保持學報，14（1，2）：119～139。

暴雨引起坍方及其保護之試驗研究

73 農建—4.1—源—46(3)

執行機關：成功大學

執行人：劉長齡

摘要者：劉長齡

一、計劃目的

關於邊坡穩定及其保護，曾對永康砂土之自然裸土、植生及地面排水等進行研究。茲為坡地保育，採用地下多孔排水管，配以乾砌卵石、漿砌卵石、噴漿及鐵絲蛇籠等情況，予以試驗。並以壓實度有採標準型及修正型，其對沖蝕之影響如何，亦亟待明瞭。觀測地下水之變化，量測流失土方、排水量，並測定最後破壞斷面。進行邊坡穩定電算分析求出最小安全係數，與試驗過程作一比較及驗證。

二、計劃執行經過要述

本研究之範圍，係包括永康泥質砂土進行坡度 30° 、 45° 及 60° 之一系列試驗，計有裸土、高田管地下排水，中層排水（管徑為 50mm 及 80mm 二種）以及乾砌卵石、漿砌卵石（包括有無排水設施），降雨強度採 150mm/hr 及 100mm/hr。試驗箱末端新加上一水平壅段，以模擬山邊溝或產業道路。降雨時間已超過 80min，二者俱為以往研究之改良。至於壓實度則有標準型及修正型二者互資比較。模擬設備所產生之動能與 Wishmeier-Smith 能量方程式比較，僅相差 1.6%，應在允許誤差範圍以內。另在陡坡度下，其承雨面積係隨傾斜角度之 $\cos \theta$ 之減小而減少，考慮予以修正。

三、計劃成果

1. 試驗條件（如表 1 及表 2）

取高速公路邊永康細砂試驗，採修正壓實度，試驗條件分為：(一)第一年：降雨強度 141 ~ 159 mm/hr，降雨延時 60 ~ 90 min，含水量 10.3 % ~ 20.6 %，乾土重 1.24 ~ 1.44 g/cm² 及壓實度 75 % ~ 86 %，(二)第二年：降雨強度 98 ~ 153 mm/hr，降雨延時 80 ~ 145 min，含水量 9.3 ~ 19.4 %，乾土重 1.25 ~ 1.45 g/cm³ 及壓實度 76 ~ 86 %。因新試驗設備於第二年開始應用降雨強度乃採 100 及 150 mm/hr 二種標準。

2. 地下水位

地下水為導致塌方之主要原因，因地下水位上升，使土體內部具有二種損害作用：(一)水自重及滲透力致使剪應力增加，(二)靜水壓力增加使土體之抗剪強度減低。由試驗得知無排水設施之地下水位較有排水設施者為高，管徑大小尚無顯著影響。

3. 破壞斷面

大部份破壞斷面之形狀略似弧形，且為坡趾型之破壞型態，乃因土樣為重模及均質之故

。電算分析邊坡穩定，假設破壞面為圓弧面，即根據此試驗事實為根據。至於具有保護土者則由與裸土交接面開始沖蝕直至破壞。

4. 流失土方

由試驗得知如下結果並示如圖 1（第一年）及圖 2（第二年）

(一)裸土與中層排水之流失體積百分比比較大，而底層排水之流失體積比較小。

(二)具有排水設施之乾砌卵石及漿砌卵石之流失體積比最小。

(三)在同一坡度下，具有 40 %保護坡面，其流失量較裸土無保護者小 20 倍。

(四)保護土中以漿砌卵石及噴漿處理沖蝕體積為最小，蛇籠護坡及有排水之乾砌卵石次之，而無排水之乾砌卵石又次之，以裸土之沖蝕土方為最大。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

由於降雨設備之逐漸老化，管路變形不能完全維持水平，乃使降雨量有不均的現象，後以較大之降雨強度（150 mm/hr）以減少誤差，並新建更精密靈活之設備，此項問題乃告解決。

五、繼續研究之方向

過去研究重點在於破壞試驗，即不同之雨量強度坡度保護方法之組合。今後研究注重在破壞之原因及預測，如地面逕流、土壤含水量及地下水位之變化等，與沖蝕合併構成坡段理論。

六、結論與建議

(一)壓實度低，滲透性較佳之土壤，其破壞型態為地下水滲透，使坡腳土質軟化，產生變形位移，致使坡腳瞬間崩塌，繼而往頂部擴張，此種破壞類型最為嚴重，宜迅速排除地下水，避免地下水上升太快，造成嚴重的塌方。

(二)壓實度高，滲透性較差之土壤，其破壞型態為地表逕流沖蝕，從輕微的指蝕到嚴重的沖蝕塌方，破壞規模不及地下水滲透者，因水往下之滲率小，地下水上升較慢，故宜排除地面水，避免坡面受到嚴重的沖蝕。

(三)有排水設施者除中層排水外，大都為輕微指蝕或稍嚴重之溝蝕，而無排水設施者大都為嚴重逕流沖蝕塌方而造成泥漿流。

(四)無底層排水且濾層非級配者之乾砌卵石，土壤細顆粒易被冲刷流失而造成淘空現象，以致坡面之卵石下陷，坡頂土壤受沖蝕而崩塌。

(五)有排水之乾砌卵石及有、無排水之漿砌卵石坡面受沖蝕之程度最輕微，可得底層排水及坡面保護雙重之功效。

(六)坡面受沖蝕而流失之土方，以裸土及中層排水為最多，而有排水之乾砌卵石及有、無排水之漿砌卵石為最少。

(七)若考慮毛細現象而將水位視為較高之自由水面，由電算分析結果顯示裸土之安全係數最低。其次為中層排水，而底層排水之安全係數最高，顯示出排水之功效，而此電算分析

結果與實際試驗結果甚為吻合。由此可知，對於細顆粒土壤之邊坡穩定分析，必須考慮因毛細作用水位上升之影響。

- (v)由於滲流面（亦即自由水面）的存在，往往使安全係數 $F.S.$ 值減小一半或更多，因此設置排水設施以防止滲流通過斜邊面乃屬必要。
- (vi)經迴歸分析得知，試驗測知之地下水位與流失土方之相關係數高達 0.9 以上，並從地下水位與流失土方關係圖顯示，地下水位落後降雨逾時一段後而增長，流失土方亦急劇增加，直至土壤崩落低於地下水面，地下水面乃復回降。
- (+)依理論及本試驗之結果知引起塌方之主要原因不論是地質因素、形態因素；或就外在、內在之因素之討論，不難發現“水”是引起邊坡崩塌之主要原因。而雨水是水之主要來源，由此可知，在防治或處理邊坡穩定時，必先解決排水之問題；由於滲流面（即自由水面）的存在，往往使安全係數 $F.S.$ 值減小一半或更多，因此設置排水設施以防止滲流通過斜邊面，乃屬首要之務。
- (ii)在自然條件下之邊坡，往往易由於本身或外來的因素導致坡地的破壞，故為維持邊坡之穩定，必須加以適當的保護措施，使坡地土壤不致遭受沖刷、崩塌、滑動及流滾等破壞現象。而邊坡之保護工程，不外乎排水工、坡面保護工及擋土工三方面，並可視實際情況需要，混合使用，以有效地保護邊坡之穩定。
- (iii)由破壞斷面及流失土方之實驗結果，可知在坡度小之坡地，其破壞情況輕微，此因小坡度之邊坡，當雨水降下時，僅表層土壤受雨滴衝擊而鬆散，以致被地表逕流帶走，且因坡度小土壤含水量提高而增加之滑動力很小，故其破壞只有表土沖刷，而無滑動或崩落，所以小坡度之保護方法宜著重於坡面保養，如坡面排水工、水泥砂漿噴鋪工或植生工等，均為有效的保護方法。
- (iv)常邊坡之坡度愈大，其破壞之情況愈嚴重，因雨水降於坡面不僅沖刷表土加劇，且由於表層土壤吸收水份，使含水量增加或達局部飽和，因坡度大而使向下之滑動力大增，且因有效壓力之減少而使抗剪力降低，此時則易引起大量的崩落或滑動，所以大坡度之保護方法宜重於擋土工及排水工兩方面，雙管齊下相輔相成，始克有效防止破壞；排水工可減小滑動力，擋土工則可抵抗滑動力，如擋土牆、框籠工或蛇籠工，均為有效之擋土結構物。
- (v)一般而言，無論邊坡之防治或處理工程，排除地下水與坡面水乃是當務之急，而植生不但可減少地表逕流沖蝕，並可保水養土，且有美化景觀之功效，然視實際狀況，再配合其它保護工程設施，以符合經濟、安全之原則，保土安民之道，莫甚於此。

表 1.1 試驗條件 (第一年)

實 驗	2	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
坡 度 β (deg)	30°	30°	45°	30°	45°	30°	45°	30°	45°	30°	45°
管 徑 D (mm)	50					50	50			50	50
降雨強度 i (mm/hr)	150	152	148	150	148	144	145	153	147	148	143
降雨延時 t (min)	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
濕土單位重 γ_m (g/cm ³)	1.64	1.51	1.64	1.4	1.56	1.52	1.54	1.49	1.42	1.40	1.53
含 水 量 w (%)	20.6	13.3	13.8	9.25	12.7	14	13.9	12.6	13	11.3	12.4
乾土單位重 γ_d (g/cm ³)	1.36	1.33	1.44	1.28	1.38	1.33	1.35	1.32	1.26	1.26	1.36
壓 實 度 (%)	82	80	86	77	83	80	81	80	76	76	82
飽和單位重 γ_{sat} (g/cm ³)	1.85	1.83	1.90	1.80	1.86	1.83	1.84	1.82	1.78	1.78	1.85
飽和時含水量 w_{sat} (%)	35.8	37.4	31.7	40.4	34.7	37.4	36.3	37.8	41.6	41.6	35.8
降雨後之 γ_m (g/cm ³)	1.81	1.77	1.90	1.70	1.84	1.77	1.80	1.76	1.68	1.68	1.81

表 1.2 試驗條件 (第一年)

實 驗	1	3	A	B	C	D	E	F	H	G	I	J
坡 度 β (deg)	30°	45°	30°	45°	30°	45°	30°	45°	30°	45°	30°	45°
管 徑 (mm)	50	50	50	50	80	80			80	80	50	50
降雨強度 i (mm/hr)	145	159	141	147	143	149	147	146	143	149	147	150
降雨延時 t (min)	60	60	90	80	80	90	80	80	80	80	80	80
濕土單位重 γ_m (g/cm ³)	1.5	1.37	1.54	1.61	1.51	1.46	1.56	1.56	1.56	1.58	1.50	1.51
含 水 量 w (%)	13.3	10.3	13	16.4	10.7	12.5	15.8	15.7	15.2	15.7	13.0	13.5
乾土單位重 γ_d (g/cm ³)	1.33	1.24	1.37	1.38	1.36	1.30	1.34	1.35	1.35	1.37	1.32	1.33
壓 實 度 (%)	80	75	82	83	82	78	81	81	81	82	80	80
飽和單位重 γ_{sat} (g/cm ³)	1.83	1.70	1.85	1.86	1.85	1.81	1.83	1.84	1.84	1.85	1.83	1.83
飽和時含水量 w_{sat} (%)	37.4	42.9	35.5	34.7	35.8	39.2	36.9	36.3	36.3	35.5	37.7	37.4
降 雨 後 γ_m (g/cm ³)	1.77	1.65	1.82	1.84	1.81	1.73	1.78	1.80	1.80	1.82	1.76	1.77

表 2.1 試驗條件 (第二年)

試 驗	A ₁	A ₂	A ₃	D ₁	D ₂	D ₃	B*	E*
坡 度 θ (deg)	30°	45°	60°	30°	45°	60°	45°	45°
護 坡 比 例 r_p (%)	60	60	60	60	60	60	60	60
降 雨 強 度 i (mm/hr)	150	150	148	150	148	150	153	100
降 雨 延 時 T (min)	80	80	80	80	80	80	80	80
濕土單位重 γ_m (g/cm ³)	1.45	1.67	1.56	1.40	1.56	1.50	1.51	1.45
含 水 量 w (%)	15.3	15.3	17.4	9.3	12.7	15.4	19.4	16.2
乾土單位重 γ_d (g/cm ³)	1.26	1.45	1.33	1.28	1.38	1.30	1.26	1.25
壓 實 度 C (%)	76	87	80	77	83	78	76	75
飽和單位重 γ_{sat} (g/cm ³)	1.78	1.90	3.83	1.80	1.86	1.82	1.79	1.77
飽和含水量 w_{sat} (%)	41.6	31.2	37.5	40.4	34.7	38	41.5	42.3

表 2.2 試驗條件 (第二年)

試 驗	B	C	E	F	b	c	e	f
坡 度 θ (deg)	45°	60°	45°	60°	45°	60°	45°	60°
護 坡 比 例 r_p (%)	60	60	60	60	40	40	40	40
降 雨 強 度 i (mm/hr)	153	146	98	100	149	148	100	100
降 雨 延 時 T (min)	80	110	145	135	80	100	125	120
濕土單位重 γ_m (g/cm ³)	1.55	1.55	1.55	1.54	1.64	1.51	1.56	1.54
含 水 量 w (%)	15.2	11.7	15.2	11.6	14.8	12.3	11.7	11.9
乾土單位重 γ_d (g/cm ³)	1.34	1.39	1.34	1.38	1.43	1.34	1.40	1.38
壓 實 度 C (%)	81	84	81	83	86	81	84	82
飽和單位重 γ_{sat} (g/cm ³)	1.83	1.87	1.83	1.86	1.91	1.83	1.87	1.86
飽和含水量 w_{sat} (%)	36.9	34.2	36.9	34.7	32.2	36.9	33.7	34.7

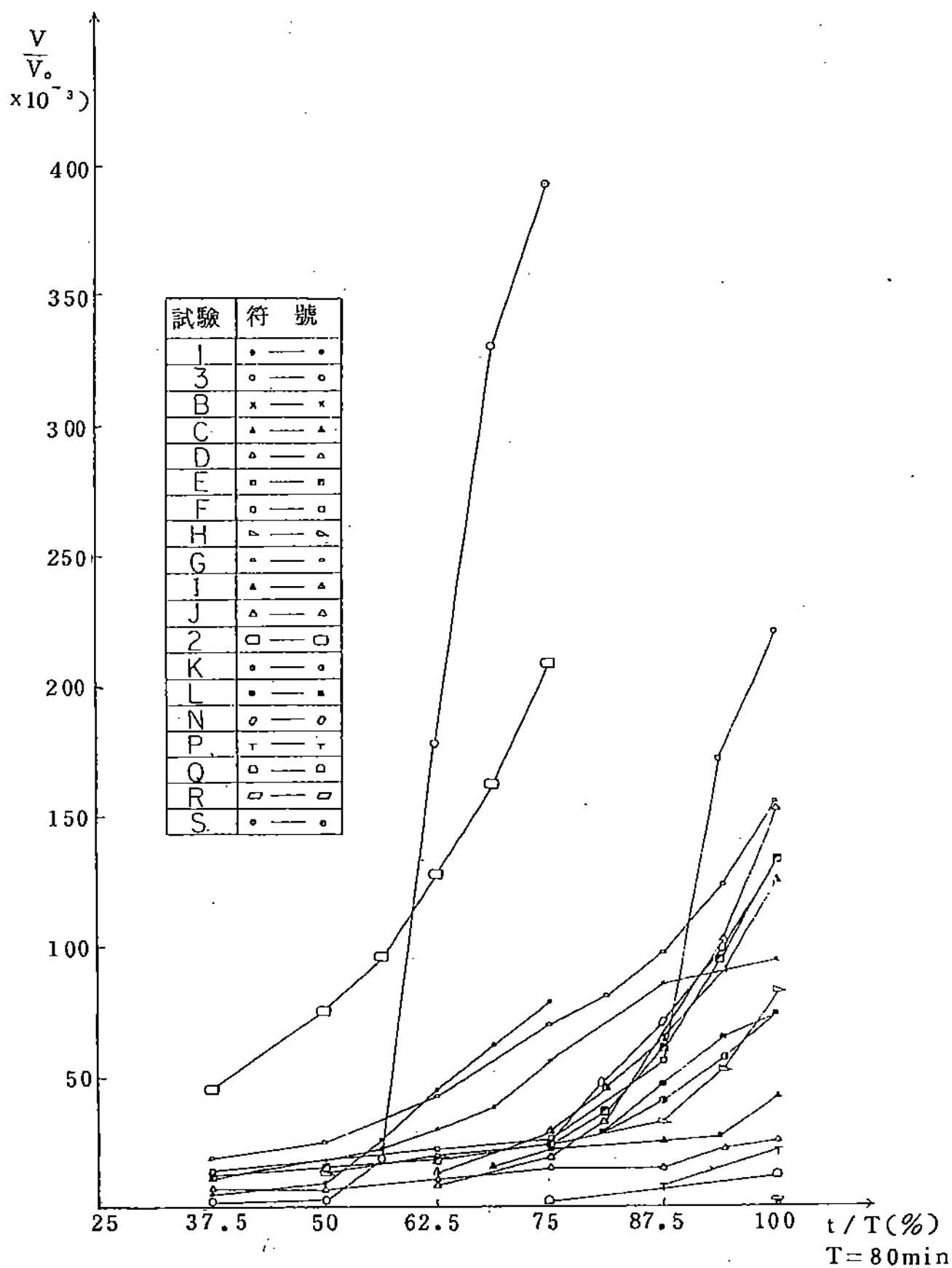


圖 1

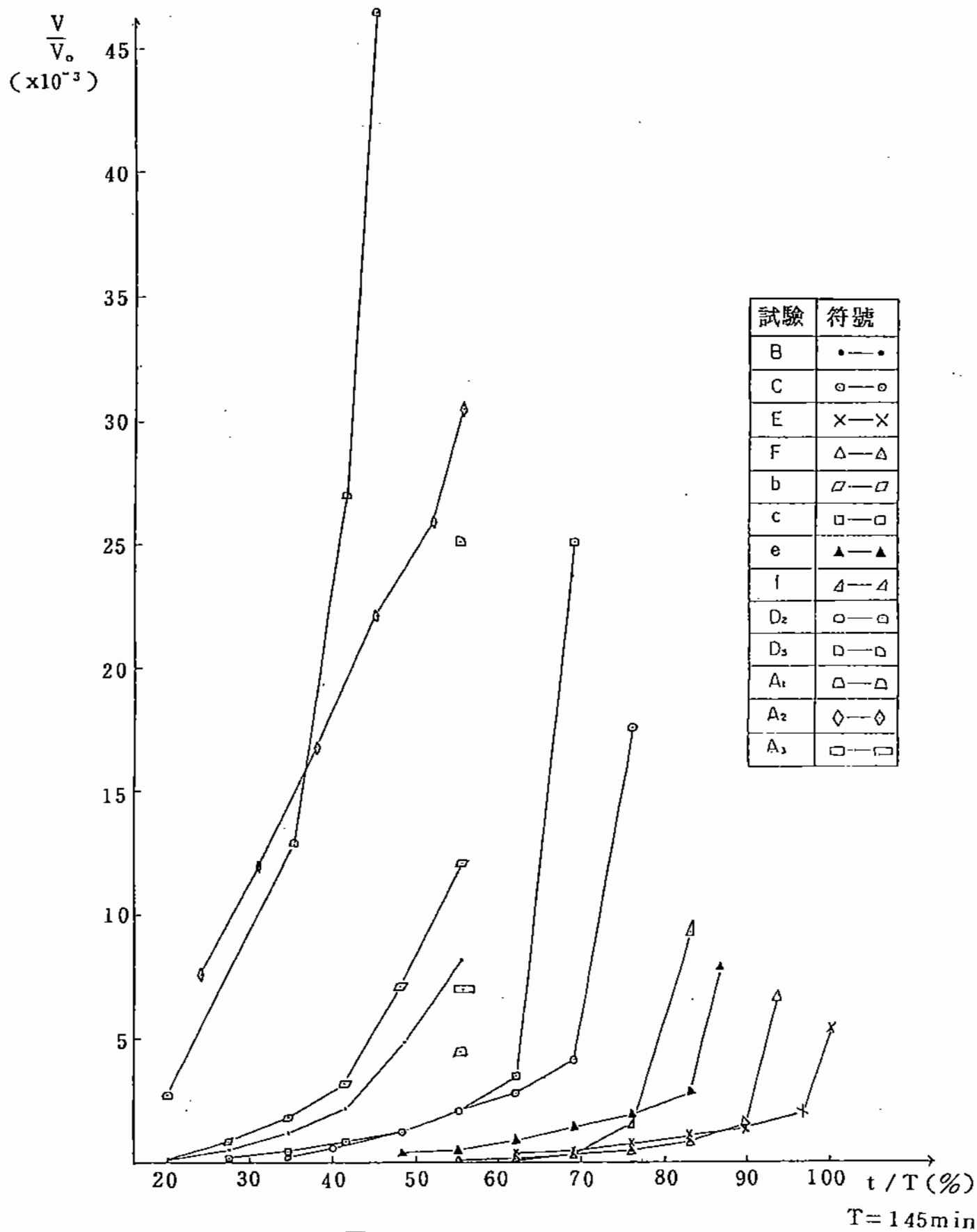


圖 2

林道邊坡穩定方法之研究

69 農建—5.1—源—036 Q2

70 農建—5.1—源—07 (11)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：漆陞忠、楊炳炎、盧惠生、

林壯沛、黃正良、唐凱軍

摘要者：漆陞忠

一、計劃目的

上游集水區林道之開闢與泥砂的移動極有關連，林道邊坡處理之良痞，影響沖蝕與崩塌災害發生的程度甚鉅。台灣各上游集水區內，因事實需要，不斷地在開闢林道及有關山區道路，同時也為維護道路而構築各種不同類型的邊坡處理工程。唯因本省地形陡峻、氣候特殊，而各地區之氣候型態、地質構造、地理環境迥異，至今尚無有系統之基本調查及較具體之參考資料。本項研究的目的：為欲明瞭本省林道邊坡沖蝕崩塌之根本原因，及探討穩定邊坡處理方式，期能逐步有系統的建立基本調查資料及應用規範，作為今後林道開闢及維護工作參考應用之依據。

二、計劃執行經過要述

(一)蒐集國內外有關文獻資料，設計調查表及設計處理試驗工程。

(二)於各林區主要林道選取實施邊坡處理地段設定試區、根據林道開闢蜿蜒轉折之坡向，分成北、東北、東、東南、南、西南、西及西北八個方向，調查該段林道上下邊坡之坡度、地質、土壤、植被、海拔高度、邊坡現況及處理方法，歸納分析其穩定性。

(三)選擇新闢及拓寬林道，調查雨季前後或颱風暴雨之後，林道邊坡沖蝕崩塌率及泥砂生產推估量。

(四)根據國內外有關資料文獻，及本省林道開闢方式與氣候地理現況，設計簡易經濟而適用之邊坡處理工法，進行效果觀察試驗。

三、計劃成果

(一)試區概況

調查區之分佈包括本省北部之蘭陽林區、文山林區、竹東林區、中部之大甲林區、大雪山林區、桧大林區、埔里林區、林試所蓮華池林區、南部之玉山林區、楠濃林區、林試所六龜林區、及東部之關山林區、共計十六條林道、190 個調查點。海拔高度分佈範圍：自海拔 380 公尺至海拔 2600 公尺。植物群落包括亞熱帶天然闊葉樹林、杉木類人工林、溫帶天然闊葉樹林、天然針闊葉樹混生林、溫帶天然針葉樹林。

(二)地質與土壤

調查區包括之母岩種類：有板岩、頁岩、板頁岩交錯區、石墨質頁岩、砂岩、砂岩頁岩

五層、碎石夾土壤之老崩積層。土壤多數為粘質壤土，其次為砂質壤土。其中以老崩積層之崩塌率最高 100%，其次為石墨質頁岩 83%。

㉓不同坡向邊坡穩定性之比較

根據 190 個調查點在八個方向中出現的頻率及不穩定坡向頻率，以東向、北向、東北向、東南向等陰坡面之機率較高。

㉔不同坡度範圍穩定性之比較

根據調查資料分析結果：以坡度 60 度至 80 度之坡度最不穩定，大於 80 度則多為岩壁、坡度 60 度至 40 度者無顯著差異。

㉕不同海拔高與邊坡穩定性之研討

本省林道多數分佈在海拔 500 公尺至 2500 公尺左右，以海拔 2000 公尺以上之高山地區林道之崩塌率最高 71%，其次為 1500 公尺至 2000 公尺地區 63%，比較穩定者為 1000 公尺至 1500 公尺範圍 36%。因此範圍內多自然地形變遷所形成之緩坡、台地及嶺線。海拔 1000 公尺以下地段，多沿河溪兩岸開築，亦有 50% 左右之崩塌率。

㉖林道邊坡處理方式之研討

本省林道邊坡處理方式，以漿砌石駁坎與擋土牆為最多。依次為混凝土駁坎、木石半邊橋、混凝土擋土牆、涵洞、鐵絲編籠、攔砂壩、混凝土過水路面、植生處理與編柵。處理方法最有效而實用者；以木石半邊橋及箱籠、蛇籠較佳，因其具有良好之排水功能，而凡以水泥漿砌之構造物均因排水不良，而多有斷裂、崩毀現象。

㉗新闢林道與舊林道拓寬後邊坡沖蝕崩塌率之比較

根據 1980 年 8 月 28 日諾瑞斯颱風後之比較調查，舊林道拓寬後之崩塌率高達 30%，而新闢林道則僅 10.3%，以崩積物體積計，前者每公尺崩塌坡所產生之崩積物為 1.07 立方公尺，後者則僅 0.14 立方公尺。其原因為拓寬林道更會使原邊坡之坡面加大所致。

㉘試驗工程

1. C 型排水溝：本試驗針對本省一般林道修築方式及多雨的氣候而設計之 C 型排水溝經試驗結果；其上面半遮蓋部份，具有防止崩積物堵塞排水之作用，C 型口仍能接受路面逕流水的功效。水溝採預鑄方式，安裝施工不受氣候環境的限制等優點。

2. 廢輪胎嵌石護坡及蝕溝控制法：採用廢輪胎中間嵌石，胎與胎之相連接以鍍鋅鐵絲組合，並配合水泥樁固定。坡面用平鋪方式，坡脚用階梯式重疊交叉組合，攔砂壩用重疊交叉塔式組合。經試驗結果，均為既經濟而有效之簡易施工方法。

3. 排水板（カルドレーソ）之應用：

採用日本設計之排水板作為擋土牆後代替背填卵石作為集水排水之施工方式，其橫向設管，剖接排水管再以三通管排除滲流水之方法效果甚佳，唯因材料價格太貴，爾後可以考慮採用本省相同原理材料進行試驗。

4. 箱籠護坡：用十號鍍鋅鐵絲編製箱形籠，鐵絲表面加以瀝青處理，再裝填卵塊石作為坡脚護坡處理工法，既有穩定的功效又兼具排水良好之作用。

5. 格籠護坡：用鋼筋混凝土製成之方柱組合成井字形、內填卵塊石，以為內壟溝谷，崩場地坡脚及崩陷道路邊坡處理最有效之工法，其穩定性極佳且兼具排水良好之功能。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本省林道分佈面積幅員甚廣，無法在計畫執行中作全面性調查，部份林道，因使用需要年限及時期而有崩塌中斷處，亦無法到達，故僅在計畫執行期中選擇可以調查地區進行。此外試驗工程設計亦經數度修正之後才獲較初步之結果，尚待更進一步研究。

五、繼續研究之方向

根據本計畫執行資料，除邊坡穩定方法之研討外，尚可進一步作邊坡崩塌類型之研究。此外排水板及改良背填卵石排水方式之研究，值得蒐集國內外有關資料，研究改良有關排水施工方式及適用材料之可行性及實用性。

六、結論與建議

本省林道開闢，基於事實的需要，仍然逐年地在增加，因開闢新林道或舊林道之維護及崩塌沖蝕等情形，均會導致下游河川及地凹地區泥砂之淤塞或災害。林道邊坡穩定的方法，並非一成不變，而是需要對現場環境因素的了解及道路利用目的之價值來決定。邊坡穩定是一種治標的補救措施，如果在林道開闢之初，能有較詳細的調查及正確的設計，則能節省投資費用與減輕災害損失。綜合上述調查研究結果，最主要的工作在於選線定線調查工作。根據本試驗調查之了解，林道由低海拔向內山修築時，沿河谷而上，最好選右岸向陽坡面，坡度大而地質條件差地區盡量避免，高海拔地區應減少支線道及臨時運材道，以索道代替為佳。邊坡處理宜採用排水良好之施工法，地質結構欠佳地段，在開闢道路時，宜預留護坡處理位置及降低坡面的投資，因在本省降雨強度下，在這種地區災變的發生，幾乎是不可能避免的，寧作一次的工程投資而減少連年維護不可估計的補救，仍然是經濟而有效的。

邊坡穩定排水處理效果之觀測

73 農建—4.1—源—21(8)

執行機關：台灣省林業試驗所

執行人：漆陞忠、盧惠生、

林壯沛、黃正良

摘要者：漆陞忠

一、計劃目的

本試驗之目的，乃是根據本省氣候、地形及特殊地理環境，以排水的觀念，採用本省現已發展成功之各種不織布，以及其他可供聚水排水之材料，設計用於擋土牆及駁坎工程，或穩定邊坡防治沖蝕之組合施工方法。觀測其各種處理排除邊坡土層中滲流水之效果及穩定邊坡實用性效用之參考資料，提供爾後穩定邊坡工程參考應用。

二、計劃執行經過要述

- (一)於蓮華池集水區傍之一林地坡面跡地上設置一處寬十公尺、長五公尺之試驗區，用水泥板間隔為寬各二公尺、深二公尺之五個小區，區下坡壁則構築二公尺高、二公尺寬之相連接擋土牆五面，各區之擋土牆背面排水處理方式，採用不同聚水排水材料組合。其中一區仍採用一般背填卵石及插管排水方式為對照區，其餘四區則採橫向水平裝設剖口管接三通管方式，各區牆背之聚水排水材料則用有網不織布、有管不織布、加強不織布與塑膠浪板、麻布袋與竹桿組合等四種不同處理。然後回填土石，牆面每支排水管下連觀測水量水槽一個以觀測每區滲流水之排出量及排水時間。每小區上方築有貯水槽一個連接瀝水管一支，裝設於每小區中央，作為人工定量瀝水測定試驗用。除分季節實施人工灌瀝測定外，並在雨季中測定天然降雨滲流排出資料以便探討其與人工灌水的差異。
- (二)選定一處已崩塌之坡壁，採用不織布將崩積土包捲成長條狀，橫向置於坡腳以穩定坡腳及防止崩積土面之沖蝕與滑落施工處理觀察試驗區，以觀測研究其實用性效果。

三、計劃成果

- (一)不同聚水排水材料處理試驗之初步觀測結果；在工程完工初期，每種處理之排水效果無甚差異，經過幾次豪雨，回填土石逐漸緊實之後，則以橫向設管夾不織布聚水排水材料之各區排水效果較佳，能在降雨後短時間內排出大量之滲流水。
- (二)不織布包土穩定崩場地之施工處理試驗之初步結果；確有防治土石流失之效，但所採用之短纖維製作之不織布抗張力欠佳，且經日曬雨淋及逕流沖蝕後，有破裂現象、現已改用長纖及抗紫外線不織布再行試驗中。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

採用不織布在試驗中發現短纖維製品之缺點，已經洽製作廠商換製長纖維及抗紫外線製品重新處理並繼續觀測。

五、繼續研究之方向

目前之試驗地區之土壤為粘質黃壤，僅係本省較大面積土壤類型之一種，但本省山地多為含石量較高之灰壤化崩積土，且多呈不穩定狀態，崩塌地發生處則多在該類型土壤地區。故本計畫繼續另在南部地區高雄六龜扇平林區崩積土地區再設一試區進行試驗。同時使用不織布捲土穩定崩塌地及水庫周邊防治沖蝕之觀察試驗，俾使國內發展之治山防洪水土保持材料能在經濟而實用的原則下，廣為利用，而且逐漸改變一成不變的工程方式，尋求適合本省特殊環境，簡易而經濟有效的水土保持工法。

六、結論與建議

本計畫尚在繼續執行中，無法提供具體結果。僅建議對於國外引進之技術及材料，應考慮對本省之地理氣候環境之效用如何？本省工商界能否有能力自行發展，如果國內產品能夠取代，則可盡量採用國產品，並多協助研究改良試驗以達預期之標準及需求。

山坡地道路水土保持現況調查

72 農建—7.1—源—22(3)

73 農建—7.1—源—32(3)

執行機關：山地農牧局

執行人：廖英文、廖大牛

摘要者：劉慶祥

一、計劃目的

坡地道路開闢必須鏟除植被挖填土石破壞地表穩定，對自然環境造成相當程度之困擾，政府基於國土開發導向與保育之職責，對已興闢之坡地道路水土保持情況應為必要之檢討與評估，本計畫之主要目的在於調查坡地道路損壞情形與維修需要，維護管理情形、功效與利用情形，評估道路開闢對水土保持影響檢討計畫與技術缺失而研提改善建議，以為往後開闢道路之參據。

二、計劃執行經過要述

本計畫係三年計畫自 72 年度起至 74 年度止，至 73 年度已辦理二年，計畫之執行按下列步驟進行。

- (一)資料收集：蒐集 59～71 年間所興闢之坡地農產業道路、長度、位置種類等有關資料分縣列具成冊。
- (二)擬定分年計畫：第一年辦理台北、桃園、新竹、基隆四縣市，第二年辦理宜蘭、苗栗、台中、彰化、南投、雲林、嘉義八縣市，第三年辦理台南、高雄、屏東、台東、花蓮五縣市。
- (三)編製調查表格，訓練調查人員。
- (四)外業勘查，以實地勘視全面調查方式進行。
- (五)資料整編與報告彙編。

三、計劃成果

72 年度完成基隆、台北、桃園、新竹等四縣市道路調查 300 公里。

73 年度完成宜蘭、苗栗、台中、彰化、南投、雲林、嘉義等八縣市道路調查 500 公里。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)基本資料並不齊全，道路興闢之緣起目的，執行經過情形等背景資料多數缺全記載或遺失，查考困難。
- (二)道路之維護除政府機關專案辦理者外，地方自行辦理之維修法理無案可稽，因此經常的維護情形僅能就訪視所得概括比較。

- (三)道路之損壞有時間性、季節性之差異，因調查時間之不同能產生不同之結果，這種差異在雨季前後尤其顯著，就整體分析之依據而言，難免會有影響。
- (四)道路沖蝕之估計缺乏定量依據，僅能以觀察做定性之描述。
- (五)調查人員主觀認定之不同容易在結果上發生差異。
- (六)本計畫執行中所遭遇之困難均對調查結果存或多或少之影響，為求誤差之盡量減少，本計畫以全面調查方式辦理，減少取樣之機率誤差，藉詳細之登載與統一之規格使人為與季節之影響降至最低程度。

五、繼續研究之方向

欲求全面瞭解坡地道路之狀況，間隔時間之調查工作是不稱的，應該由道路管理單位建立每一道路狀況資料，系統登載存錄，根據定性、定量指標予以經常性之統計分析，才能根本知曉問題徵結所在，掌握狀況發展。

六、結論與建議

- (一)坡地道路之毀損情況主要為表面沖蝕，土石崩塌、邊溝、涵管阻塞、級配流失、擋土設施崩毀等。
- (二)邊坡表面沖蝕與邊坡土質有關，初期以普通土最易沖蝕，間隔土、礫石土、風化軟岩而依序，與間隔經過六個月以及因普通土坡面植生恢復能力較高，邊坡面覆蓋率高於其餘土質，因此一般表面沖蝕以風化軟岩面為最高，礫石土、間隔土次之，普通土最低。
- (三)道路損壞以邊溝阻塞最為普遍亦最易衍生其他公害，初步統計結果平均阻塞率約為196公尺／公里，即為 $\frac{1}{4}$ 道路邊溝經常在阻塞之中，其中以農路316公尺／公里最高，乙種林道179公尺／公里次之，七級道路80.6公尺／公里最低。
- (四)坡地道路級配流失情況亦相當嚴重，平均損壞率約11%，主要發生於縱坡陡峻或迴灣路段，排水不良路段及重車超載嚴重道路。
- (五)駁坎、擋土牆構造物損壞原因可歸納為構造支撐力不足，透水功能不足，背填材料淘空、基礎下蝕淘空、施工不良等。
- (六)增加道路興建經費，每公里單價俾充分達成水土保持處理需求。
- (七)注意處理施工作業先行完成或保護設施，再行挖填土方並注意棄土安全。
- (八)逐步開發利用電腦設計以減省人力。
- (九)長程道路應全線規劃測量完成認屬可行後，再行分段開闢。
- (十)加強道路管理與維護，建立完整道路資料。

七、英文摘要

Abstract

This plan began in July, 1982 and intended to finish it until June, 1985. This investigation has been finished about 800K.M. up till now. The purpose of this plan is to understand the circumstances of the water-soil conservation of farm-roads on slope-land which have been built in Taiwan. According to the result, that we can decide to continue or not. The primary result of the investigation is that the construction of farm-roads on slope-land is harmful in water-soil conservation in the first few years. But after three year later the inference on water-soil conservation is small. The main problems of water-soil conservation of farm-roads on slope-land are side-ditch obstructed and grade on road surface washed away.

台灣坡地主要作物水土保持方法

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：廖錦濤、王孝才

張賢明、鄭慶生

摘要者：張賢明

一、計劃目的

台灣近年來人口增加迅速，因而平地工廠及房舍林立相對減少，故坡地農業經營適當之發展實為必然趨勢，然坡地與平地之條件迥異，且又有特殊嚴重之土壤沖蝕問題，環境條件及社會經濟等，亦多與外國不同，國外之資料不能逕予應用，故自民國45年起，從事一系列之水土保持試驗，期確立水土保持方法，以達保持水土及增產之效果，同時使土地能達到永續利用。

二、計劃執行經過要述

山坡地開發利用後，如缺乏適當之保育處理或栽培管理不當，則易引起嚴重之水土流失。自民國45年起，在全省數地區設置坡地作物水土保持試驗區，以探求數種主作物之最佳水土保持方法。

三、計劃成果

1. 鳳梨園以等高密植及稻草敷蓋有良好蓄水保土及增產效果，而休閒期可有效利用殘株敷蓋較能提高後期產果量，並能減少萎凋病之發生。
2. 香蕉之栽培在產量上以平台階段為較優，但因構築成本高，維護困難，而以草帶法使之逐年自然形成，草帶草種以戀風草及百喜草為宜，並用百喜草或戀風草刈草敷蓋，而不致香蕉生長及產量產生影響，如配合山邊溝更可用至 26° 之陡坡。
3. 幼齡柑桔園及檸檬園均可應用百喜草條栽加敷蓋以有效控制水土流失。
4. 荔枝園以百喜草全園覆蓋可有效控制水土流失量。
5. 自然雜草覆蓋在初期麻竹園中，似可發揮水土保持效果，如刈草敷蓋並中耕則能提高麻竹之產量。
6. 雜糧作物在坡地栽培，一般農藝方法均難以控制土壤之沖蝕，平台階段或以草帶法改善其坡度應有必要。

四、繼續研究之方向

其他果樹在坡地農場之管理方法及雜糧作物在坡地之栽培應有繼續研究之必要。

七、英文摘要

The method of soil and water conservation on Taiwan slopeland orchard

The purpose of this observation is to assess the effects of agronomic soil conservation methods for major plant. The results are summarized as follows:

1. The contour and close planting and mulching with straw is the best treatment of pineapple. And the ideal land use during the following season of pineapple orchard is suitable for mulching.
2. Banana plantation with level bench terrace conserves more soil and water and increase yield, its construction by farm machinery is more expensive. So the vegetative barrier may be adopted.
3. On the juvenile orange and mango orchard, strip-cover and mulching with Bahia grass which gives full cover and excellent soil conservation effect is worth to be adopted.
4. Bahia grass cover and mulching is the best method of soil and water conservation on lichee planting.
5. Volunteer grass cover and mulching method has maximum run-off and soil loss on slopeland's Taiwan-Giant-Bamboo plantation.

六、廖綿濬、王孝才、張賢明、鄭慶生（1978）：台灣坡地主要作物水土保持方法。集水區及河川之經理研討會論文集。

坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之研究

79 (ARDP) — 3.2 — N — 190 (B — 1) 等

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：鄭慶生

摘要者：鄭慶生

一、計劃目的

觀測各種覆蓋作物及敷蓋的水土保持效果及其對芒果和土壤理化性質之影響，以探討坡地芒果園最適當之覆蓋作物栽培制度與敷蓋材料，以作為推廣之依據。

二、計劃執行經過要述

本試驗於民國 59 年 8 月在鳳山熱帶園藝試驗分所試區試驗，供試果樹為海頓種芒果，小區面積為 $5\text{ m} \times 15\text{ m} = 75\text{ m}^2$ ，六種處理，四次重複，採完全隨機區集設計，每小區植芒果 3 株，行株距 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。各小區上端築山邊溝一條以截洩逕流。各處理為(1)百喜草全園覆蓋及敷蓋；(2)自然雜草覆蓋；(3)百喜草帶狀覆蓋及敷蓋；(4)大葉爬地藍全園覆蓋；(5)戀風草敷蓋；(6)淨耕區。各處理按時調查測定土壤流失情形，土壤水分含量，覆蓋作物鮮草產量和覆蓋率，土壤滲透率，土壤飽和導水率，土壤理化性，芒果葉片養分含量，芒果生育及產量。

三、計劃成果

本試驗於民國 59 年開始設置於鳳山熱帶園藝試驗分所東北向 8 度的坡地，茲將試驗結果摘要如下：

- (1) 覆蓋或敷蓋處理均有控制土壤流失之功能。各處理以百喜草全園覆蓋及敷蓋處理區之土壤流失深度最低，六年合計僅 0.3 公分。淨耕區土壤流失深度最高，六年合計達 7 公分。
- (2) 在乾旱季節表層土壤水分含量以戀風草敷蓋處理區最高，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區次之，淨耕區最低。可見敷蓋處理保水功效優於覆蓋處理。
- (3) 百喜草之生長勢強，地面莖葉茂密，故其覆蓋率最佳。
- (4) 土壤假比重、分散率、孔隙率、滲透率、飽和導水率及硬度測定結果顯示：覆蓋或敷蓋處理有改善土壤物理性之功效，而以百喜草全園覆蓋及敷蓋處理區之效果最佳。淨耕區最差。
- (5) 土壤化學性測定結果：百喜草覆蓋可提高土壤有機質含量，配合敷蓋時土壤有效磷、鉀之含量亦增加。淨耕區之土壤化學性則較差。
- (6) 芒果產量以戀風草敷蓋處理區最佳，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區次之，均增產，其他處理區則減產，而以大葉爬地藍覆蓋區產量最低。

根據上述試驗結果，坡地芒果園，在山邊溝間距範圍內，以採用百喜草帶狀覆蓋及敷蓋方法最佳。此方法不但具有防止沖蝕效果，且能改善土壤理化性，並有增產效果，實為簡易

、經濟且有效的水土保持方法。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

在不同坡度不同主作物下最適宜的百喜草帶狀覆蓋及敷蓋之寬度，和部份覆蓋作物對主作物減產的原因有待進一步探究。

六、結論與建議

坡地芒果園栽培覆蓋作物或實施敷蓋後，能有效控制土壤流失，改善土壤理化性。淨耕對土壤之流失最嚴重，土壤的理化性亦最差。

芒果產量以戀風草敷蓋處理及百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區較高，且具增產效果，其他處理區則有減產現象。

百喜草全園覆蓋及敷蓋處理對土壤流失的控制效果最佳，土壤物理性最好，且可提高土壤有機質及 pH 值，但土壤水分含量與有效磷鉀則以戀風草敷蓋處理最佳。實施敷蓋後可減低地面蒸發，保持土壤水分，敷蓋材料經礦質化後可增加土壤肥力，但敷蓋材料及其搬運等費用高且尚有若干缺點，值得考慮。百喜草為多年生覆蓋，密接地表，根系網結土壤力量及土壤保水力甚強，不易老化，但蒸散量大且茂密根系似有影響主作物根系推展之虞。

綜合以上結果，坡地芒果園以採用百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理最佳。本方法不但具有百喜草覆蓋之優點，且兼具敷蓋之優點，且可就地供給敷蓋材料，甚為經濟、省工。並可有效控制土壤流失，改善土壤物理性質，維持並增加土壤肥力，具有增產效果。

七、英文摘要

Study on Crop Covering and Mulching for Mango Plantation on Slopeland

Summary

The preliminary results are summarized as follows:

1. Both covering and mulching can effectively reduce soil loss. Among the treatments studied the lowest amount of eroded soil by 0.3cm in depth in six years was measured in the plot of covering and mulching with bahia grass, while 7cm depth of soil, the highest, was eroded from the clean cultivation plot.
2. The results of measurement of soil apparent specific gravity, dispersion ratio, porosity, infiltration rate, hydraulic conductivity indicate that grass covering or mulching can improve physical and chemical properties of the soil.

3. Increase in organic matter contents and pH value of the soil were found in bahia grass covered plot. In grass mulching plot, increase in available P and K were also measured.
4. The greatest yield of mango was recorded on plot of weeping love grass mulching and that of bahia grass strip cover and mulching plot, the second and the lowest mango yield was on indigofera covered plot.

Therefore, it is proved that strip covering and mulching with bahia grass incorporated with hillside ditching is the most effective and economical conservation practice for slopeland mango plantation.

- 八、鄭慶生（民國68年12月）：坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之研究，中華水土保持學報，第十卷第二期，p131～144。

陡坡地芒果園百喜草覆蓋及敷蓋方法比較試驗

73 農建—4.1—源—29 (4)甲

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：沈再發、鄭慶生

摘要者：鄭慶生

一、計劃目的

本試驗在探討陡坡地芒果園不同百喜草覆蓋及敷蓋方法對水土流失，地表養分流失，各層次土壤理化性質變化及主作物生育之影響，以提供陡坡地芒果園栽培管理及保育設計之依據。

二、計劃執行經過要述

本試驗自民國72年7月開始觀測，試區位於鳳山熱帶園藝試驗分所25°西向陡坡地上，小區面積 $3\text{ m} \times 15\text{ m} = 45\text{ m}^2$ ，供試果樹為海頓種芒果，行株距 $5\text{ m} \times 3\text{ m}$ ，每小區植3株，計有四種處理，重複二次，採逢機完全區集設計，各小區上端築有山邊溝一條阻截逕流，於第一區集下端設置逕流觀測池四組，觀測水土流失量。四種處理包括(1)百喜草全園覆蓋及敷蓋；(2)百喜草帶狀覆蓋及敷蓋；(3)清耕區；(4)對照區。一般方法管理，每逢降雨時觀測水土流失量，並按時進行土壤水分含量測定，土壤理化性測定，土壤導水率測定，土壤水分特性測定，土壤團粒分析，土壤滲透性測定及芒果生育調查等。

三、計劃成果

茲將本試驗第一年初步成果摘要如下：

- (1)逕流量測定結果，各處理以百喜草全園覆蓋及敷蓋區較低，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋區次低，二者差異不大，但與對照區及清耕區相較有極顯著的差異。土壤流失量及養分流失量測定結果，亦以百喜草覆蓋及敷蓋區較低，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋區次低，二者差異不大，但與對照區及清耕區相較有極顯著的差異。
- (2)根據土壤假比重、分散率、導水率、滲透率及土壤團粒分析等測定結果，各處理土壤物理性以百喜草全面覆蓋及敷蓋與百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理較佳。
- (3)土壤有機質含量以百喜草覆蓋及敷蓋處理區較高，清耕區及對照區較低，土壤交換性鉀含量以百喜草敷蓋部份較高，土壤有效磷含量則各處理之間差異不大。
- (4)旱季土壤水分含量以百喜草帶狀覆蓋及敷蓋區較高，其他處理區較低。
- (5)百喜草全面或帶狀覆蓋及敷蓋處理區之覆蓋率平均在92%以上覆蓋情形良好。
- (6)芒果生育調查結果顯示，各處理以百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區較佳。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

繼續在不同坡度的陡坡地上，以不同百喜草全面或帶狀寬度進行試驗，以確百喜草全面覆蓋及敷蓋或百喜草帶狀覆蓋及敷蓋方法在陡坡地之坡度限制。

六、結論與建議

根據本試驗第一年所得的初步結果知，在25°的陡坡地芒果園，採用百喜草全園覆蓋及敷蓋，或百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理均能有效控制水土流失及養分流失，且由土壤假比重、分散率、導水率、滲透率及土壤團粒分析等結果知二者的土壤物理性較佳。各處理區之土壤水分含量，土壤化學性測定及芒果生育調查等顯示百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理較佳，故百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理，似可應用於陡坡地芒果園，但是短期的結果，難獲得精確的結論，故需再繼續觀測，將所得資料一併整理分析，才能確定百喜草覆蓋及敷蓋方法在陡坡地芒果園防止水土流失之功效及對土壤性質及主作物生育之影響，期建立陡坡地良好的覆蓋栽培方式及陡坡地土壤管理方法。

七、英文摘要

Comparative Experiments of Bahia Grass Covering and Mulching Methods on Steep Slopeland of Mango Plantation

Summary

The results of the experiment in the first year was observed as followings:

1. Plots of covering and mulching with bahia grass, and strip covering and mulching with bahia grass treatments have the minimum run-off, but the range of changes is less between these two treatments. Maximum run-off is from check plot. Amount of soil and nutrient loss in each treatment is proportional to those of run-off.
2. The results of measurement of soil physical and chemical properties indicate that bahia grass covering and mulching treatment can improve physical and chemical properties of the soil.
3. During the dry season, the soil in the plot of strip covering and mulching with bahia grass has the greatest moisture contents than the soils in plots of other three treatments.
4. Plots of covering and mulching with bahia grass, and strip covering and mulching with bahia grass treatments obtain a sufficient cover rate.
5. The best growth of mango was recorded on strip covering and mulching with bahia grass plot.

坡地蕉園平台階段栽培與農藝方法之效益

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：王孝才、鄭慶生、張雙滿

摘要者：鄭慶生

一、計劃目的

本計畫在比較水土保持工程（水平排水式平台階段）與農藝方法（包括草帶法 2.5 公尺間距、草帶法 5.0 公尺間距及百喜草全面覆蓋與敷蓋處理）在香蕉園中，何者效益最高，以期獲得坡地蕉園之最經濟有效及利於田間管理作業之方法，以供應用上之參考。

二、計劃執行經過要述

本試驗於民國 59 年 9 月開始於南投縣集集鎮 13° （24%）東南向坡地上設區。採用逢機完全區集設計，小區面積為 $6.6\text{m} \times 15\text{m} = 99\text{m}^2$ ，每小區植蕉 18 株，行株距 $2.5\text{m} \times 2.2\text{m}$ ，三角形種植，每公頃種植 1800 株，小區上方構築山邊溝一條，於第 3 重複各小區下端設置水土流失觀測地，4 次重複，5 種處理包括：(1)水平排水式平台階段；(2)草帶法 2.5 公尺間距；(3)草帶法 5.0 公尺間距；(4)百喜草全面覆蓋與敷蓋；(5)淨耕區。每次降雨後觀測各處理之水土流失量，其他調查分析項目為：香蕉產量、土壤水分、滲透率、導水率、土壤肥力、真假比重及草帶坡度減小情形。

三、計劃成果

本試驗經六年之試驗，其結果可總括如下：

(一)水土流失量：

逕流量以百喜草全面覆蓋處理最小，淨耕區最大，土壤流失量與逕流量大小一致，百喜草全面覆蓋與敷蓋處理，4 年內僅流失土壤 0.364 tons/ha 。

(二)香蕉產量：

草帶法 5.0 公尺間距產量最高，淨耕區最低。百喜草全面覆蓋與敷蓋處理，亦可增產 12.8%。

(三)土壤水分：

乾旱季節以水平排水式階段土壤水分含量最高，百喜草全面覆蓋與敷蓋及淨耕區最低。

(四)土壤滲透率及導水率：

百喜草全面覆蓋與敷蓋處理最高。

(五)真假比重：

各處理間變化微小。

(六)土壤有機質及其他土壤化學性質：

百喜草全面覆蓋與敷蓋處理之有機質含量較多，如比較試驗前後期淨耕區之土壤有機質含量，則後期土壤中有機質含量有減少的趨勢。各處理土壤中有有效磷、有效鉀及 pH 在試驗結束時均較試驗開始時增加。

(4)草帶法坡度減小程度以間距 2.5 公尺為大。

由本試驗結果可知，在效益上水土保持農藝方法優於埕段栽培。百喜草全面覆蓋及敷蓋處理對沖蝕控制及改良理化性雖有很好的效果，但主作物香蕉產量稍低，有待研究改進。草帶法 5.0 公尺間距處理主作物香蕉產量最高，且合於機械作業便於管理。故坡地蕉園暫以實施戀風草草帶較為經濟有效。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

百喜草覆蓋及敷蓋處理方法對土壤有改善之效益，且為一種經濟簡易而有效的水土保持方法，但主作物香蕉產量稍低，有待在方法上進一步研究改進。

六、結論與建議

本試驗所得結果顯示，各種水土保持處理方法在沖蝕控制，增加主作物產量及改良土壤理化性方面，都有很大的效果。百喜草全面覆蓋之農藝方法，具有高度的防止土壤沖蝕與改良土壤理化性效果，但由於草種與主作物養水分競爭較大，初期對增產香蕉效果不高，如採用帶狀覆蓋與敷蓋，應可減少此缺點。草帶法 5.0 公尺間距處理之主作物香蕉產量最高，較適合機械及管理作業。但在減小坡度期間之水土流失量頗大，僅次於流失量最高的淨耕區，就水土保持效益而言則較遜。水平排水式埕段效果雖好，但構築及管理成本高昂，且限制作業機械使用等不適於採用。綜上所述，坡地香蕉園水土保持方法，暫仍以戀風草草帶法較為經濟。再者百喜草覆蓋及敷蓋在方法上，均有待進一步的探究，以其處理及耕作成本之低廉等，及對土壤改良之效益，或仍可能為可行方法。

七、英文摘要

Effects of Bench Terrace and Agronomic Practices on Slopeland Banana Plantation

Summary

This experiment was carried out on a 13° (24%) slope banana plantation with clay loam soil at Chichi, Nantou Hsien from September 1970 to December 1975. The object is to find out that effects of soil conservation engineering methods compare with agronomic practices between the hill-side ditches.

After six years, each soil conservation practice is highly effective than clean cultivated plot as check on the controlling of run-off and soil loss, the increasing of banana yield and the changing of soil physico-chemical properties.

In general, cover and mulching with Bahia grass is highly effective in terms of erosion control and the improvement of soil properties. The most appropriate soil conservation method for slopeland banana plantation is weeping love grass barrier with 2.5 meters spacing instead of drainage level terrace.

In view of economy and the results as mentioned, the authors suggest that strip cover crop and mulching with Bahia grass or other agronomic practices be employed as well as weeping love grass barrier with 2.5 meters spacing.

八、王孝才、鄭慶生、張雙滿（民國66年3月）：坡地蕉園平台階段栽培與農藝方法之效益，中華農學會報，新九十七期，p.88～100。

陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性及鳳梨生育及產量影響之研究

70 (ARDP) — 3.2 — N — 190 (B — 1) 等

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：鄭慶生

摘要者：鄭慶生

一、計劃目的

探求陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性及鳳梨生育和產量的影響，以瞭解水土保持農藝方法在鳳梨園中應用之坡度限制，提供本省陡坡地鳳梨栽培管理之依據。

二、計劃執行經過要述

本試驗於民國 64 年 9 月在本分所 20° 西向坡地上設區，小區面積為寬 3 公尺，長 20.67 公尺，共為 62 平方公尺，供試果樹為開英種鳳梨。3 處理，3 重複，採完全隨機區集設計。各小區上端築山邊溝以阻截逕流，於第一區集下端設置逕流觀測池三組。各處理包括：(一)鳳梨殘株敷蓋；(2)PE 布行間敷蓋；(3)不敷蓋。一般方法管理，每逢降雨時觀測水土流失量，並進行各項觀測調查如土壤水分含量測定，土壤水分特性測定，土壤滲透性測定，鳳梨葉片養分含量，土壤理化性分析及鳳梨生育和產量調查等。

三、計劃成果

本試驗於民國 64 年開始設置於鳳山熱帶園藝試驗分所西向 36% 的坡地上，經五年之試驗其結果摘要如下：

- (1)各處理水土流失觀測結果：逕流量以鳳梨殘株敷蓋處理區最小，而以不敷蓋區最大。土壤流失量和逕流量趨勢相同，鳳梨殘株敷蓋控制水土流失功能較大。
- (2)乾旱季節表層土壤水分含量在田間以 PE 布敷蓋處理區最高，殘株敷蓋處理區次之。而在畦間則以殘株敷蓋處理區最高，不敷蓋區最低。敷蓋處理可以減少土壤水分的蒸發。
- (3)土壤假比重、分散率、滲透率、導水率及團粒穩定性測定結果顯示：鳳梨殘株敷蓋處理有改善土壤物理性之功能。
- (4)土壤化學性質測定結果顯示：鳳梨殘株敷蓋處理可以提高土壤有機質和交換性鉀之含量。
- (5)鳳梨產量以鳳梨殘株敷蓋處理區最高，PE 布敷蓋區次之，均有增產之效果。鳳梨品質以鳳梨殘株敷蓋區最佳。

根據上述試驗結果顯示：在 36 % 的陡坡地鳳梨園，於山邊溝間距範圍內，採用等高密植鳳梨殘株敷蓋處理仍具有防止沖蝕，改善土壤理化性和增產效果，為經濟有效的水土保持方法。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

依本試驗顯示，所需殘株材料太多，是否可配合其他敷料，效果如何，值得進一步研究。

六、結論與建議

陡坡地鳳梨園實施等高密植及配合敷蓋處理之後，有減少水土流失的功效，僅採用等高密植不加敷蓋處理，水土流失量相當大。鳳梨殘株敷蓋處理的水土流失量最少，故其控制水土流失功效最大。

鳳梨殘株敷蓋處理可以減少地面蒸發，保持土壤水分，殘株腐爛經礦質化作用後可增加有機質及交換性鉀的含量。根據土壤假比重、分散率、孔隙率、導水率、滲透率、保水力及團粒穩定性測定結果顯示鳳梨殘株敷蓋可以改善土壤物理性，使土壤通透性提高，減少逕流冲刷，利於植物之生長，增加鳳梨產量，提高鳳梨品質。

故綜上結果，在20°陡坡地鳳梨園可以採用等高密植鳳梨殘株敷蓋的水土保持處理方法。本方法不但能有效的控制水土流失，改善土壤物理性，維持或增加土壤肥力，並具有增產效果。但所需殘株材料太多，是否可配合其他敷蓋材料，值得進一步研究。

七、英文摘要

Effects of Mulching in Steep Pineapple Orchard on Soil and Water Loss, Soil Physico-chemical Properties and Pineapple Growth and Yield

Summary

This experiment was carried out on a 36% slopeland at the Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station from September 1975 to February 1979. This study aims to study the effects of mulching in steep pineapple orchard on soil and water loss, soil physico-chemical properties and pineapple growth and yield treatments.

The preliminary results obtained are summarized as follows:

1. The plot treated with pineapple stubble mulching has the minimum run-off. Maximum run-off is from the plot without mulching. Amount of soil loss in each treatment is proportional to those of run-off.
2. During the dry season, the soil in the plot of pineapple stubble mulching has the greatest moisture contents than the soils in plots of other two treatments.
3. The results of measurement of soil physical properties indicate that pineapple stubble mulching treatment can improve physical properties of the soil.
4. Increase in soil organic matter contents and soil exchangeable potassium were found in pineapple stubble mulching plot.

5. The greatest fruit yield was recorded on pineapple stubble mulching plot, and the lowest fruit yield was on without mulching plot.

八、鄭慶生（70年12月）：陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質及鳳梨生育和產量影響之研究，中華水土保持學報，第12卷第2期，p.175～184。

鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及 鳳梨生育影響之研究 (I)

69 農建—5.1—源—034(3)

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：王孝才、鄭慶生、張賢明

摘要者：鄭慶生

一、計劃目的

比較不同的鳳梨殘株敷蓋方法及不同的施肥量對土壤理化性質及鳳梨生育和產量之影響，以探求鳳梨園殘株敷蓋方法及最經濟之施肥量，期提供改善鳳梨栽培管理及保育設計之依據。

二、計劃執行經過要述

本試驗自 1976 年在鳳山熱帶園藝試驗分所設區，觀測年期自 1976 年起至 1980 年止。小區面積為 2.7 公尺 × 10 公尺，等高三角形二列式栽植，畦間 100 公分，行間 50 公分，株間 30 公分，每小區植 126 株，鳳梨為正常開英品種。試驗計七種處理，三次重複，採完全逢機區集排列，各小區上端築有山邊溝一條以截洩逕流，各處理為：(1)鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料；(2)淨耕施全量肥料；(3)鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料；(4)鳳梨殘株地面敷蓋不施肥料；(5)鳳梨殘株垂直敷蓋不施肥料；(6)鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料；(7)鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料。調查項目包括鳳梨生育與產量、土壤水分、土壤理化性質、鳳梨葉片分析、土壤導水率、土壤滲透率及土壤水分特性曲線等。

三、計劃成果

本試驗第一更新期 (1976 ~ 1980) 試驗結果摘要如下：

- (一)鳳梨抽穗前生育調查結果顯示：各處理以鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料區生育較佳。垂直敷蓋有較地面敷蓋為佳之趨勢，但在統計上未達顯著程度。
- (二)乾旱季節表層土壤水分含量測定結果：一年生鳳梨園以對照區較低，與其他處理差異顯著。二~四年生鳳梨園則以不施肥之兩處理區較低，與其他處理區之間差異顯著。
- (三)土壤假比重、孔隙率、分散率、飽和導水率、滲透率及水分特性測定結果顯示：各處理土壤物理性以鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料區較佳，其土壤容積密度較小，通氣性，滲透性及保水力較強。又垂直敷蓋處理區較地面敷蓋處理區之土壤物理性為佳，但隨時間，其差異程度逐漸降低。
- (四)土壤化學性測定結果知：鳳梨殘株敷蓋後可增加土壤有機質、交換性鉀及有效磷之含量，故可減少肥料之用量。
- (五)各處理鳳梨二收合計產量以對照區較高，鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料區次之，鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 全量肥料區再次之，即殘株垂直敷蓋有較地面敷蓋為優之趨勢 (增產

6%)，但三者之間差異不顯著。而不施肥之處理區產量較低。

內根據上述測定結果知：在第一更新期鳳梨園，不論鳳梨殘株作地面或垂直敷蓋，利用鳳梨殘株敷蓋可節省 $\frac{1}{3}$ 肥料用量。惟鳳梨殘株敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 全面敷蓋處理區土壤理化性較垂直敷蓋處理區為差，致其生育及產量亦較差。但前者因未翻犁表土，有省工及減少水土流失之效益。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

鳳梨園經過一個更新期後，土壤理化性已有差異，且各處理鳳梨殘株供作下一更新期之敷蓋材料量差異很大，宜繼續作第二更新期試驗，可瞭解鳳梨殘株敷蓋之長期效果。

六、結論與建議

本試驗結果顯示：鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 全量肥料處理區、鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 全量肥料處理區及淨耕加全量肥料處理區三者之間產量差異不顯著，故可證明在本試驗近似條件下，於第一更新期鳳梨園利用鳳梨殘株敷蓋能減少三分之一肥料用量。雖然根據過去資料顯示，鳳梨殘株敷蓋配合全量施肥量能提高鳳梨產量，唯如肥料來源不易或價格昂貴時，增加的產量與節省的肥料費用，利益孰重，應予詳細權衡，尤於能源危機之際，節省肥料支用應較為經濟。利用鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 全量肥料處理，因土壤經過翻犁，對試驗前半期土壤物理性改善效果很大，且殘株歸還土壤可保持或增加地力，又有減少養分和水土流失的效果，為坡地鳳梨園可行的耕作方法。至於利用鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 全量肥料之處理，雖對改善土壤理化性及鳳梨生育效果較差，且較前者減產，但統計上未達顯著標準，惟因其未翻犁土壤，可減少土壤沖蝕及達到省工的目的，在第一更新期鳳梨園仍可採用，尤其勞力缺乏地區更為適合。

七、英文摘要

Effects of Surface and Vertical Mulching with Pineapple Stubble on Soil Properties and Pineapple Plant Growth (I)

Summary

The results obtained are summarized:

- (1) The treatment of pineapple stubble vertical mulching, with the fertilizer rate reduced to two-thirds, gave the best pineapple growth at the heading stage.
- (2) The treatment of pineapple stubble vertical mulching, with the fertilizer rate reduced to two-thirds, resulted in a better soil aeration, higher infiltration and water retention as compared to

other treatments, but the effect became less with time.

- (3) All stubble mulching treatments increased soil organic matter contents, exchangeable potassium and available phosphorus and thus saved the rate of fertilizer application.
- (4) As for pineapple yield of two harvests, there was no significant difference among treatments of clean cultivation with full rate of fertilizer, pineapple stubble vertical mulching with the fertilizer rate reduced to two-thirds and pineapple stubble surface mulching with the fertilizer rate reduced to two-thirds. However, the yield was the lowest in the treatments without fertilizer application.

It is concluded stubble mulching can save about one-third of fertilizer application for pineapple and gives better chemical and physical properties of the soil. Furthermore, surface mulching requires no plowing of the soil and thus saves labour and reduces soil loss.

八、鄭慶生（民國73年6月）：鳳梨園殘株致蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究（1），中華農業研究，第33卷第2期，p.141～152。

坡地麻竹園水土保持方法之觀察

77 (ARDP) — 5.2 — N — 94 (1)

執行機關：鳳山熱帶園藝試驗分所

執行人：王孝才、張賢明

摘要者：張賢明

一、計劃目的

本試驗為探求坡地麻竹園各種水土保持農藝方法，對控制逕流效果之程度及土壤各種水理特性之研究。

二、計劃執行經過要述

自民國 63 年 4 月至 66 年 4 月在南投縣集集鎮，坡度 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之山坡上進行，共設 1. 自然雜草覆蓋並刈草敷蓋不中耕、2. 自然雜草覆蓋並刈草敷蓋及中耕、3. 天竺草草帶並刈草敷蓋及中耕、4. 百喜草草帶並刈草敷蓋及中耕培土四種處理。

三、計劃成果

1. 逕流量以自然雜草覆蓋並刈草敷蓋及中耕處理為最小，年平均逕流率僅為 3.60%，而以百喜草草帶並刈草敷蓋及中耕培土處理最大，但其年平均逕流亦僅為 15.54%。
2. 百喜草草帶並刈草敷蓋及中耕培土處理中，草帶部位之飽和導水率最大，為 $4.23 \times 10^{-1} \text{ cm/min}$ ，而以自然雜草覆蓋並刈草敷蓋不中耕處理最小，僅 $6.84 \times 10^{-2} \text{ cm/min}$ 。
3. 土壤之保水力以自然雜草覆蓋並刈草敷蓋及中耕處理為最好， $\frac{1}{3}$ 巴時，含水量達 26.81%，15 巴時，含水量為 19.84%，百喜草草帶並刈草敷蓋及中耕培土處理次之，在 $\frac{1}{3}$ 巴時，含水量為 24.31% ~ 24.80%，在 15 巴時含水量為 18.43% ~ 20.14%，而以天竺草草帶並刈草敷蓋及中耕處理最差，在 $\frac{1}{3}$ 巴時，含水量為 23.41%，在 15 巴時含水量僅為 13.45%。

四、繼續研究之方向

目前麻竹筍產量以自然雜草覆蓋並刈草敷蓋不中耕處理為最高（平均每株年產量為 41.93 公斤），而以自然雜草覆蓋並刈草敷蓋及中耕處理最低（平均每株年產量為 21.94 公斤），但因此乃觀測植後之第一、二兩年所得結果，尚未達到正常產量情況，今後有待長期觀測後，方可作為改進坡地麻竹園之經營參考。

七、英文摘要

The purpose of this observation is to assess the effects of agronomic soil conservation methods on runoff and soil hydraulic properties. Four treatments, namely: 1) volunteer grass cover and mulching and no-intertillage, 2) volunteer grass cover and mulching and intertillage, 3) Guinea grass barrier with mulching and intertillage, and 4) Bahia grass barrier with mulching and intertillage and heaping up with soil around clump-base, were applied on a $20^{\circ} - 25^{\circ}$ slope at Chichi, Nantou County in April, 1974. The results of three years' observation are summarized as follows:

1) Least amount of runoff or annual runoff coefficient of 3.60% was recorded on the plot treated with volunteer grass cover, mulching and intertillage, while greatest amount of runoff having annual runoff coefficient of only 15.54% occurred on the plot treated with Bahia grass barrier with mulching, intertillage and heaping up with soil around clump-base.

2) Maximum soil hydraulic conductivity of 4.23×10^{-1} cm/min was measured in the barrier strip of Bahia grass and minimum one of 6.84×10^{-2} cm/min observed in the plot of volunteer grass cover mulching and no-intertillage.

3) Soil moisture retention capacity was tested and presented in decreasing order: 26.81% at 1/3 bar and 19.84% at 15 bar for soil sampled in the plot of volunteer grass cover and mulching and intertillage; 24.31–24.80% at 1/3 bar and 18.43–20.14% at 15 bar for soil sampled in the plot of volunteer grass cover and mulching and intertillage; 24.31–24.80% at 1/3 bar and 18.43–20.14% at 15 bar for those in the plot of Bahia grass barrier with mulching, intertillage and soil heaping up with soil around clump-base, and 23.41% at 1/3 bar and 13.45% at 15 bar for those in the plot of Guinea grass barrier with mulching and intertillage.

六、王孝才、張賢明 (1976) : 坡地麻竹園水土保持方法之觀察。中華水土保持學報第八卷第一期。p.12 ~ 24。

坡地麻竹園水土保持方法比較試驗

79—ARDP—3.2—N—190(B4)

執行機關：國立中興大學

執行人：梁 昇

摘要者：梁 昇

一、計劃目的

由於人口增加與可耕地有限的雙重壓力下，中華民國台灣島的農業發展走上陡坡地農田之耕作。西元一九六七年有「山坡地利用保育條例」之公布以強調坡地農業資源的適當利用。在此條例的指引下，比較選擇坡地麻竹園適當的水土保持方法。一些比較廉價的處理均以山邊溝為主，其他補助處理為副。到底那一種補助處理最好？須經實地野外試驗才能加以認定。

二、計劃執行經過要述

本計畫利用NSC—66—B0409—04(1)與77—ARDP—5.2.W—94(5)兩計畫的設備及資料繼續進行試驗。試地位於集集，四種處理各有一試區，試區大小為 $25 \times 36 = 900 \text{ m}^2$ 。處理別為野生雜草敷蓋中耕，三行天竺草草帶中耕，2.5公尺寬百喜草草帶中耕與休植四種。

觀測項目包括雨量、逕流量、泥沙量5公分表土、泥沙物化性質、麻竹產量、成本與收益。

三、計劃成果

- 1.如單論麻竹產量以野生雜草敷蓋中耕最佳。
- 2.綜合衡量試區逕流量，土壤沖蝕量，5公分表土的物化性質，成本與收益，以百喜草草帶中耕最佳。
- 3.一年休閒地除無麻竹收益外，試區逕流量、土壤沖蝕量5公分表土的物化性質均媲美百喜草帶區。
- 4.在低雨量強度下，四種處理沖蝕量差異極大，但當四小時逕流量大於32mm水深時，百喜草草帶的功能則與其他處理接近。此說明高強度降雨下水土保持的功能是有限的。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

經費太少，放棄部分分析，殊為可惜。

五、繼續研究之方向

研創更有效的試驗數據收集方法。

六、結論與建議

1. 坡地麻竹園上山邊溝配合的處理法應以能在麻竹蔽蔭下猶能生長良好，如預植的百喜草帶為佳。
2. 坡地農田如地力因土壤沖蝕過驟，只好偶而廢耕一年，在試地條件下，廢耕一年有極佳的地力回復功能。

七、英文摘要

This study attempts to find a suitable supplementary conservation measure for a sloping giant bamboo plantation in Taiwan already traversed by hillside ditches. Four treatments are compared: Bahia grass barrier, Guinea grass barrier, one-year fallow, natural grass cover. The experimental plot with 2.5m barrier of Bahia grass is found to give the lowest runoff, the lowest soil loss, the highest organic matter content, the best pH value in the upper 5cm of topsoil, and a reasonable young bamboo plantation in Taiwan," Hydrology of Humid Tropical Regions with particular Reference to the Hydrological Effects of Agriculture and Forestry Practice. IAHS publ, No. 140. 265-272. among the four treatments.

Liang, sheng Lewis, 1983, "Selection of Soil and Water Conservation practices for a giant bamboo plantation in Taiwan," Hydrology of Humid Tropical Regions with particular Reference to the Hydrological Effects of Agriculture and Forestry Practice . IAHS publ, No. 140. 265-272.

覆蓋作物對坡地荔枝栽培之影響

78 ARDP—5.2—N—140 (B—2)

執行機關：國立中興大學

執行人：翁 慎 微

摘要者：翁 慎 微

一、計劃目的

荔枝為本省主要之坡地經濟果樹之一，但本省之山坡峻陡、降雨密集，極易引起土壤沖蝕，故在山坡地上栽植果樹，必須先構築適當之水土保持設施以減少水土之流失，早期大都以推廣單株平台及各種平台階段為主，但後來發現單株平台之抑制沖刷功效有限，而平台階段之構築又費時費工，成本偏高，而段級又使機械之操作及段級間之運輸發生困難，故後來乃發展出坡地果園改良式山邊溝之構築，用以增進水土保持之效益及便利管理作業，此外又實行山邊溝植草及果園坡面植草覆蓋，經證明果園植草覆蓋並割草敷蓋可以被覆地面，阻截雨點衝擊及抑制土壤沖蝕，並具增加土壤有機質、改良土壤理化性質、抑制雜草生長、降低管理成本、緩和局部氣候及地溫之變化、改良果樹生長條件等效用。因此本計畫乃採用目前本省坡地果園常用之覆蓋草類作為試驗材料，以研究其對荔枝栽培之影響。

二、計劃執行經過要述

本試驗係在南投縣集集鎮東北郊北勢坑之山坡地進行，試區位置為北緯 $23^{\circ}50'$ ，東經 $120^{\circ}43'$ ，標高 340 公尺，坡向正東北，坡度約 13° ，縱向設置試區，共兩列，每列十小區，每小區長 12 公尺，寬 5 公尺，列間設二公尺寬之改良山邊溝兼作農路，各小區四周植戀風草一列為間隔。民國 62 年冬設立試區，在各小區中種植發育相似之二年生黑葉種荔枝苗三株，株距四公尺，試驗共設五種處理：A 為百喜草全面覆蓋，草長 30 公分以上時割草敷於樹冠下。B 為盤固草全面覆蓋。C 為喜多豆全面覆蓋。D 為百喜草條帶覆蓋。E 為裸露清耕作為對照。採逢機完全區集設計，以區集為重複，共四重複，二十小區。試區之管理按時進行並力求一致。試驗期間按時調查荔枝樹之幹圍、株高、抽穗率、結果率、產量、品質。每年定期分析葉片內之無機養分。每月測量地溫並與氣溫記錄對照，並按月測量各區土壤內之含水量，試驗前後並測定各區土壤之理化性質。第二區集設有集水槽用以測量水土流失量。本試驗自 64 年 9 月開始，至 67 年 5 月調查結束，資料經統計分析發表於國立中興大學農學院之農林學報第二十七輯。

三、計劃成果

由本試驗之結果顯示坡地荔枝園以百喜草全面及條帶覆蓋、盤固草全面覆蓋，其草株發育旺盛，覆蓋完密，可有效抑制土壤之沖蝕，減少水分之逕流，並可改善土壤之物理及化學性質，減輕地溫受局部氣候變化之影響及增進土壤之保水力，其中尤以百喜草條帶覆蓋之效

果最佳。而其與荔枝之水分、養分競爭現象則並不顯著。而喜多豆全面覆蓋則因其再生力較弱而覆蓋不全，使其表現與對照區相似，對照處理因園土表面缺乏植生保護，其土壤沖蝕極為嚴重，土壤物理性亦逐漸退化，土壤中之有機質、有效性磷及交換性鉀均逐漸減少，地溫之變化大而保水力亦較弱，而荔枝樹之發育及產量雖稍優於植草之處理，但未達差異顯著標準。因此坡地荔枝園植草覆蓋，雖然在初期可能與荔枝間有部份水分、養分之競爭作用存在，但對荔枝之發育並無嚴重不良之影響。以後荔枝樹逐漸長大，根群深入土層，覆蓋草類之影響當可逐漸消除，而其水土保持之效果則必可助長荔枝樹之發育，因此坡地荔枝園植草覆蓋，實可視為一種良好之栽培制度。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫執行期間並未遭遇嚴重之困難，只是試驗隔離本校較遠，交通較為不便而已。

五、繼續研究之方向

此類試驗應該長期進行，如此才能確實明瞭覆蓋作物對荔枝栽培長期之影響。

六、結論與建議

坡地荔枝園栽植百喜草等覆蓋草類，可有效防止水土之流失，並可改善園土之理化性質，對荔枝樹之發育及產量品質均無不良影響，此種栽培方法與制度應可加以推廣。

七、英文摘要

Effects of cover crops on the composition change of litchi and orchard soil condition were investigated from 1975 to 1977. Preparatory field work was underway two years before the experiment started.

Field experiments were conducted on a slopeland (facing northeast) in Nantao Prefecture. Randomized complete block design was chosen with 5 treatments and 4 replications. The 5 treatments were: A. Whole experimental area covered (complete coverage) with Bahia; B. Complete coverage with Pangola grass; C. Complete coverage with Hido-bean; D. Strip covered with Bahia; E. Control.

Various aspects of growth and development, yield and quality, and leaf analysis of litchi were investigated together with soil water content, physical and chemical properties, temperature change of soil as well as soil erosion and water loss.

Results indicated that treatment A, B, and D, in general, have the best soil and water conservation capacities. They improved soil physical property, reduce change in soil temperature without evidences of competition for water and nutrients between litchi and covercrops. Treatment C had similar tendency as E due to the weak growth of Hido-bean. Treatment E resulted in poor soil physical and chemical properties and greater variation in soil temperature; thus a severe problem in soil and water conservation. However, the growth and yield of litchi under such a treatment condition has not been affected as compared to the other treatments.

八、翁愷微（1978）：覆蓋作物對坡地荔枝栽培之影響，農林學報第二十七輯，p.163～171。

雜糧作物坡地栽培與水土保持方法試驗

78 (ARDP)—5.2—N—50

79 (ARDP)—3.2—N—179(A)

執行機關：台南區農業改良場

執行人：徐三吉、施清日、吳萬來、劉銘峰

摘要者：劉銘峰

一、計劃目的

探討坡地栽植雜糧作物之可行性及應採行之水土保持方法與措施。

二、計劃執行經過要述

(一)試驗期間：民國六十六年元月至民國六十七年二月。

(二)試驗內容：

本試驗係為第一階段之延續，以百喜草取代戀風草草帶，並仍以不同雜作二年輪作處理方式，從事探討坡地雜糧作物生產之可能性與百喜草之水土保持功能。

1. 試驗材料：

(1)作物種類：高粱、大豆、玉米、落花生、甘藷、木薯、小麥。

(2)水土流失觀測槽。

(3)百喜草草帶（試區中央及下邊坡種植）。

2. 試驗方法：

(1)試驗設計，完全逢機區集法，五處理，四重複，小區面積 $13\text{m} \times 8\text{m} = 104\text{m}^2$ ，除對照區外，各處理於試區中央及下邊坡各植1公尺寬百喜草草帶，上邊坡仍留原植戀風草草帶。以無草帶處理之二年輪作方式：高粱—落花生—甘藷—大豆—玉米之慣行輪作區為對照。

(2)試驗處理：

處理 1 (密植區)	{	第一年：高粱—大豆—玉米
		行株距 50cm×5cm, 50cm×10cm, 60cm×15cm
	{	第二年：落花生—甘藷
		行株距 30cm×5cm, 100cm×10cm
處理 2 (春、夏作 密植區)	{	第一年：甘藷—玉米
		行株距 100cm×15cm, 60cm×30cm
	{	第二年：高粱—落花生—小麥
		行株距 50cm×10cm, 30cm×5cm, 50cm (條播床寬20cm)

處理 3 (慣行法)	第一年：落花生—甘藷
	行株距 30cm×10cm, 100cm×25cm
處理 4 (慣行法)	第二年：玉米—大豆—高粱
	行株距 60cm×30cm, 50cm×20cm, 50cm×10cm
處理 5 (慣行法)	第一年：樹薯
	行株距 100cm×50cm
(對照區)	第二年：大豆—甘藷
	行株距 50cm×20cm, 100cm×25cm
處理 5 (慣行法)	第一年：高粱—落花生—甘藷
	行株距 50cm×10cm, 30cm×10cm, 100cm×25cm
(對照區)	第二年：大豆—玉米
	行株距 50cm×20cm, 60cm×30cm

(3)水土流失測定方法：每次雨後分別從各處理之觀測槽容水量，測定逕流量與逕流率，並就各處理觀測槽之A.B.C.不同層次逢機取樣，經105°C烘乾24小時後，計算流失之土壤乾重。

(4)試區坡度變化測定：每年乾季分別測定各試區上、下二階段之坡度變化程度。

(5)調查項目：逕流率、逕流量、土壤流失量、試區坡度、作物產量、經濟效益分析等。

三、計劃成果

- 1.以雨量分佈而言，雜作春作初、中期及秋作中、後期，均因缺乏足夠雨量，致其產量與品質俱劣，夏作則因長期雨季，高溫、多濕、寡照，作物容易徒長，收益低微。
- 2.本試驗之百喜草草帶設置配合雜作之雨季密植栽培，有助抑制水土流失，惟作物應選擇耐高溫抗濕及較具粗放栽培而地面覆蓋良好之品種，如甘藷台農五七號等。
- 3.各期雜作之水土流失均以生育初、中期或雨季始期較為龐大，此完全因整地、中耕、施肥等作業之施行，造成表土鬆軟助長了逕流與沖蝕。
- 4.百喜草草帶初植年份覆蓋未臻緊密，根系分佈淺窄，水土保持功能較弱，但種植滿一年後草帶結構堅實，根系分佈深廣，水土保持功能甚佳。百喜草草帶應於乾季種植，并妥予灌溉施肥以促其早日成長定型覆蓋。
- 5.百喜草草帶二年間淤土形成階段之程度，各小區以上邊坡田區坡度降低較小，平均約3°，下邊坡田區坡度降低幅度較大，平均為6.66°。二年間各草帶處理試區土壤流失總量為161.94MT/ha~295.04MT/ha。而對照區坡度降低雖只有1.5°，但二年間土壤流失量却高達487.26MT/ha，比草帶處理區高出39%~67%，足見百喜草草帶之處理殊有必需性。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

進行順利。

五、繼續研究之方向

無。

六、結論與建議

1. 在無灌溉條件下，在台灣南部坡地發展雜作，並非易事，以天然雨量分佈而言，春作初、中期及秋作中、後期因缺乏足夠雨量，產量與品質俱劣。夏作則因長期雨季，高溫多濕寡照，作物容易徒長，病蟲害亦多，致其產量低劣，經濟效益低微。
2. 各種輪作處理對水土流失似無顯著影響，但在雨季採用密植栽培，似有助抑制水土流失，惟應選擇耐高溫多濕之作物種類或品種。另各期作栽培期間水土流失量，皆以生育初、中期或雨季始期較為龐大，此完全因整地、中耕、施肥等作業之施行，造成表土鬆軟，助長了水土之流失。
3. 從不同輪作方式之雜作生產與水土流失檢討，由於雜作精耕程度極為頻繁，耕土缺乏持久安定性，各草帶處理區之水土流失量，雖較第一階段試驗有顯著降低，但距安全程度尚遠，為更進一步謀求水土保持措施與作物種類間之妥協配合，對於作物種類之選擇，栽培期作之安排，有待檢討，期能發揮草帶之水土保持功能，以初步觀察得知，選擇較具粗放栽培之作物（如甘藷等）以及將作物栽培季節安排在秋作，均為減少水土流失之有效措施。
4. 百喜草草帶初植年份，由於覆蓋度未臻緊密，根系分佈淺窄，每遇豪雨草帶上邊坡部份植株，易被埋沒或因逕流偶有蝕溝產生，均應及時設法整理修護。以各處理第一年水土流失量而言，初植年份之百喜草草帶水土保持功能較弱，此與徐、林、蘇三氏在陡坡地覆蓋作物水土流失觀測所獲結論一致。惟一年後草帶結構緊密，根系分佈深廣，雖有大量逕流亦不易被沖損，其上邊坡部份植株雖被淤土埋沒，仍可繼續生長，其因上邊坡流下肥沃泥砂，促使草帶生長更趨旺盛。
5. 百喜草草帶植株低矮，可減少與主作之空間生長競爭，但因其係葡萄莖極易擴展，應適時予以控制，又因其根系深廣，與草帶附近主作物對水、養份競爭吸收力甚強，必要時可施行斷根，以求改善。至於草帶建立後有害動物與害蟲得以棲身，難免對於主作物之栽培生產會有不同程度之影響，此為一般草帶共有弊端，宜隨時留意防治。
6. 百喜草草帶處理淤土形成塔段，各小區均以草帶上邊坡田區坡度降低較小，平均約在 3° ，草帶下邊坡田區坡度降低較大，平均為 6.66° ，此比張、王二氏之草帶法形成塔段觀察，二年間從原始坡度 21.5° 減至 6.25° ，及陸、劉、吳三氏之桑園草帶試驗二年內從原始坡度 19.88° 改正至 9.75° 均較緩慢。從各處理二年間土壤流失總量為 $161.94 \text{ MT/ha} \sim 295.04 \text{ MT/ha}$ 推論，百喜草草帶之設置配合二年輪作之雜作栽培，其淤土形成塔段不若其他作物之快速，蓋雜作本身亦有不同程度之覆蓋，有輕度減少土壤流失之作用。至於對照區因其坡面較長又無草帶設置，二年間雖僅從 $20^{\circ} 25'$ ，減少坡度只有 1.5° ，但其二年間土壤流失量高達 487.26 MT/ha ，比草帶處理區高出 $39\% \sim 67\%$ 足見百喜草草帶之設置有其絕對之必要性。

七、英文摘要

1. Bahia grass barrier in combination with close planting of upland crops that can provide good ground cover will significantly reduce soil loss.
2. Great amount of soil and water losses occurred at the earlier stage of crop growth and rainy season due to frequent cultivation practices needed.
3. During the first year, the bahia grass barrier was still not well established and thus soil and water losses were high. But during the second year, the losses were markedly reduced.
4. During the two year period of experiment, the slope of the upper portion of the plot, i.e., above the grass barrier, reduce averagely by 3° , while the slope of lower portion of the plot by 6.7° . The amount of soil losses from plots with grass barrier range from 162 to 295 MT/ha in two years. For the check plot, the slope reduced by only 1.5° , but soil loss was 487 MT/ha in two years. This indicated the necessity of bahia grass barrier for growing upland crops on sloping land.

八、徐三吉、施清日、吳萬來、劉銘峰 (1979) : 雜糧作物坡地栽培與水土保持方法試驗 (第二報) , 中華水土保持學報 10 (2) : 97 ~ 109 。

覆蓋與敷蓋對東台坡地桑園之影響

77 (ARDP)—5.2 N—94 (8)

78 (ARDP)—5.2—N—140 (C—3)

79 (ARDP)—3.2—N—190 (C—3)

執行機關：國立屏東農業專科學校

執行人：陳慶雄

摘要者：陳慶雄

一、計劃目的

雖然人造絲急劇發展，致使蠶絲業呈不景氣，但人造絲在許多方面並無法取蠶絲而代之。因而蠶絲業復被重視，各國之需求量亦急劇增加。故政府於加速農村建設中，在東台坡地設立養蠶專業區，從事養蠶生產。但東台坡地多為中新世軟質砂頁岩及青灰色泥岩，表土淺薄，缺乏腐植質，且肥力低，土壤極易受沖蝕，因此，如何做好水土保持以減少水土流失，保育土壤肥力，改善土壤理化性質，創造作物生產之最佳環境，以開發東台坡地，並維持其永續利用，實乃刻不容緩之事。

經多方試驗，證明坡地種植覆蓋作物或敷蓋後，可以防止土壤流失，增加土壤有機質含量與土壤養分，改善土壤理化性質，促進土壤團粒穩定，抑制雜草生長，降低管理成本，緩和局部氣候及地溫變化，改良作物生長等作用。而利用草類覆蓋與敷蓋均為達成保持及增進土壤肥力與促進坡地土壤水分保持之方法。故本試驗之目的乃採用目前本省坡地常用之覆蓋草類：百喜草、喜多豆及稻草敷蓋等作為試驗材料，以觀察其對東台坡地桑園之影響，作為日後東台坡地開發之水土保持方法與桑園管理之參考。

二、計劃執行經過要述

試驗場地：設置於台東縣池上鄉萬安村，台灣土地銀行所屬池上蠶桑場，原為一西南向未開發之山坡地，坡度為 $13^{\circ} \sim 16^{\circ}$ ，海拔360～370公尺之間，區內東北季風稍強，民國59～70年之年平均雨量為1786.9公厘，每年四月至九月為雨季，年平均溫度約為 22.6°C ，地下深層屬青灰色泥岩，表土經機械分析知，屬粘土質地。

試驗材料及處理：試區之設計為六種處理，重覆二次，小區面積各為 $6\text{m} \times 15\text{m} = 90\text{m}^2$ ，各種植台桑一號品種之桑樹，並施以正常之施肥管理，分六種處理如下：

- 1.淨耕對照區。
- 2.密植區（帶狀百喜草覆蓋與敷蓋）。
- 3.喜多豆全面覆蓋區。
- 4.寬行密植區（帶狀百喜草覆蓋與敷蓋）。
- 5.雙行密植區（帶狀百喜草覆蓋與敷蓋）。
- 6.稻草敷蓋區。

土壤採樣方法：於試驗初期及民國六十七年八月十三日及七十年六月九日，在各處理內，分上、下各三分之一坡面上之土層 0 ~ 30 公分及 30 ~ 60 公分深，採取土壤樣品，各兩點分別測出其土壤孔隙度、土壤含水量、飽和導水率、團粒安定度、pH 值、有機質含量、全氮、有效性磷與交換性鉀等，並在每處理內設置沖蝕基樁六點，於試驗期間測定土壤流失情形。

桑樹產量及生育情形調查：

桑樹產量調查係配合養蠶期間，於收割時採用植後低剪方式行之。每年刈桑三次，分別統計求其各處理平均每株條桑量、平均每株淨葉量、平均每株有效枝條長及在各處理內有效枝條中，隨機取樣，取 50 葉片量其葉面之長與寬而平均比較之。並於民國 71 年 10 月，採取有效枝條中，葉位相同之葉片進行養分含量分析分別比較之。

三、結論與建議

土壤疏鬆，水分充足與通氣良好為促使作物生長之三要件，任缺其一，首先將影響根系之發育與延伸，繼而減低水分及養分之吸收，最終降低產量，自不待言。山坡地之一般土壤較為貧瘠，立地條件亦差，因此，坡地開發先鋒之水土保持必先做好，才能談到坡地之利用。而從本水土保持之試驗結果得知，喜多豆在東台坡地生長不良，而以百喜草覆蓋與敷蓋之處理，確能達到控制土壤沖蝕與防止土壤養分流失，改善土壤理化性質，增加土壤養分及有機質含量，促進土壤團粒之安定，甚至由於百喜草根系之發育與延伸土中，致使其效果可達 60 公分之土壤深度。因而利於桑樹之生長，增加桑葉之產量，提高桑葉之營養價值，進而可提高蠶絲之品質與產量。因此，就水土保持、土壤管理與桑園經營而言，今後，東台坡地之開發利用，亦宜採用百喜草覆蓋與敷蓋或以稻草敷蓋。

七、英文摘要

The purpose of this study was an attempt to find out the influence of cover crops and mulching on the soil properties and the growth of mulberry trees on the sloping land in Eastern Taiwan. It could be used as the data to evaluate the productivity of sloping land in the area. The study was conducted in Taiwan Land Bank Chih Shang Sericulture Location from July 1975 to June 1982.

The results are summarized as follow:

1. The *Desmodium heterophyllum* is not a suitable cover crops in the area.
2. The strip planting, with bahia grass and mulching with straw have been certified as a good treatment to improve the soil properties, strengthen the soil aggregation stability, increase the contents of organic matter and more important reduce the soil erosion and soil nutrition loss.
3. Owing to the improvement of various condition of the soil, the mulberry trees will grow vigorously and silkworm will be well fed. Then we can get a better yield and better quality of silk.

五、陳慶雄（1983）：覆蓋與敷蓋對東台坡地之影響，國立屏東農專學報，第 24 輯，p. 209 ~ 219。

桑園覆蓋作物栽培及管理技術研究

73 農建—4.1—源—29(12)

執行機關：蠶業改良場

執行人：胡燕民、張衡盛、吳登楨、林進財

摘要者：張衡盛

一、計劃目的

覆蓋作物—百喜草，經有關機關及專家試驗，證明確為最好之坡地果園覆蓋作物，對水土保持或土壤理化性改良均有良好效果。

本試驗探究百喜草作為桑園覆蓋作物及敷蓋後，其對桑樹生育及對土壤理化性之影響，並就長期觀點，分析桑園經營管理成本，建立百喜草在桑園之栽培及管理技術，供今後示範及推廣之準據。

二、計劃執行經過要述

1. 百喜草培育管理

就上年度種植百喜草各試區，加以除草、補植、施肥等培育管理。

百喜草以細葉和闊葉兩種，田間設計採逢機完全區集，計五處理，三重複，小區面積 145.8 平方公尺，各小區桑樹 90 株。

五種處理方式如次：

A. 每行闊葉區：桑樹行株距為 1.8×0.9 公尺，小區內桑樹 90 株。每行行間 1.2 公尺種植闊葉百喜草。

B. 每行細葉區：同上。種植細葉百喜草。

C. 隔行細葉區：同上。隔行種植闊葉百喜草。

D. 隔行細葉區：同上。隔行種植細葉百喜草。

E. 淨耕區：同上。實施除草，地面裸露。（對照區）

2. 百喜草刈割及敷蓋工作，刈割時調查生草量並敷蓋於該試區桑樹株際。

3. 桑園病蟲害發生動態觀察及調查記錄。

4. 桑樹生長調查，包括枝條數、枝條長、收穫量、養蠶成績等。

5. 土壤理化性及地溫調查。

6. 經營管理成本分析。

三、計劃成果

1. 本計畫執行一年，在民國 72 年 9 月下旬栽植，漸入低溫，百喜草生長發根緩慢，至 73 年 3 月開春後，生長快速，至 6 月中旬佈滿試區，並僅第 1 次刈割調查，結果如下：

項 目 \ 處 理		A	B	C	D	E
草 長 公 分		50.2	54.4	46.2	50.1	0 (CK)
草量	1 m ²	2.1	1.57	1.55	1.97	0
公斤	一試區	306.18	228.9	112.9	143.6	(CK)

2. 桑樹生長及收量調查：因百喜草種植後，以73年3月開始發根生長至6月中旬滿3個月將近佈滿試區，對今年春期桑樹生長及產葉量，未顯著差異。

3. 桑園管理成本分析：

- (1) 百喜草覆蓋區，因種植後初年培育管理工作，勤於除草，較費人工，又須補施肥料，成本較高，產葉量亦未顯著增加。
- (2) 淨耕區以傳統方式耕作，即以耕耘機為主，除草以噴殺草劑。
- (3) 不論任何試區之桑樹修剪、整枝、收穫方式均以同一方法技術處理，在成本分析上並無差異。

4. 病蟲害發生情形：任何試區均尚未有病蟲害發生。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無。

五、繼續研究之方向

尋求桑園覆蓋作物品種，栽培管理方式，產量及養蠶成績，生產成本等。

六、結論與建議

本計畫執行第一年，未有完整資料報告，擬於下年度繼續辦理。

七、英文摘要

Mulberry cultivation cover crop — Bahia grass, large leaves and narrow leaves species, each was planted on every spacing or odd spacing of the mulberry plots, no Bahia grass planted as check plots. In view of the evidence of the preliminary data, grass weight and covered area of Bahia large leaves species plots were comparatively high, but no influence on mulberry leaves production.

葡萄柚水土保持方法之比較試驗

72 農建—4.1—源—56(2)

執行機關：國立中興大學

執行人：李慶瑞

摘要者：林昭達

一、計劃目的

葡萄柚近年來經農業有關機構輔導下，栽培面積逐漸增加，為山坡地頗有發展潛力之果樹，惟坡地葡萄柚園水土保持處理種植百喜草覆蓋時，百喜草究竟從土壤中吸收多少肥分？其與葡萄柚養分競爭之情形如何？有待探討，乃利用盆栽與田間試驗，以瞭解百喜草不同覆蓋度，葡萄柚和百喜草養分吸收之情形。

二、計劃執行經過要述

本試驗分室內盆栽及野外田間兩部份進行，於民國71年9月在中興大學做葡萄柚和百喜草養分競爭盆栽試驗，同年12月進行百喜草根部分泌液對葡萄柚幼苗生長之影響盆栽試驗，野外田間試驗設於中興大學之新化林場，百喜草覆蓋度之定義為試區種植百喜草面積與試區面積之比值，本試驗設計各處理之覆蓋度為：草帶區10%，帶狀覆蓋區72%，全國覆蓋區95%，淨耕區0%，利用土壤及植物體之分析以瞭解土壤理化性質和植物體的各種營養元素變化情形。

三、計劃成果

試驗結果如下：

1. 百喜草與葡萄柚養分之競爭以鉀肥較明顯。
2. 百喜草根部分泌液對葡萄柚幼苗之生長無顯著之影響。
3. 土壤理化性質之變化，淨耕區較其他處理差，百喜草全國覆蓋區除交換性鉀含量較草帶區低外，其餘各性質均較其他處理為佳。
4. 葡萄柚葉片銅含量和氮含量有極高的線性正相關。
5. 葉片鈣、鎂、錳之含量均與鉀含量有韻頤作用。
6. 高濃度之磷或鋅會阻礙鐵之吸收。

四、繼續研究之方向

坡地果園不同水土保持處理，肥料流失率及其逕流水之水質研究。

五、結論與建議

百喜草覆蓋初期與葡萄柚間養分之競爭，以鉀肥較明顯，若以長遠觀點而言，百喜草之

嗜鉀性，可避免坡地鉀素流失，帶狀覆蓋配合敷蓋，不僅可減少百喜草和葡萄柚競爭鉀素，且能使葡萄柚對百喜草殘株中高量鉀素之再利用，且百喜草能改善土壤理化性質，尤以孔隙率為明顯。

七、英文摘要

Effect of Different Densities of Bahia Grass on the Nutrient Uptake of Grapefruit Plants on the Slopeland

Summary

The purpose of this study is to find the effect of different densities of bahia grass on the nutrient uptake of grapefruit plants on the slopeland. The results are summarized as follows:

1. There was an obvious potassium competition between bahia grass and grapefruit plants in the initial stage of bahia covering.
2. The secretion of bahia roots had an insignificant effect on the growth of grapefruit seedlings.
3. Clean cultivation had a worse effect on soil properties than the other treatments and bahia grass covering was the best among them except for exchangeable potassium.
4. There was a highly linear correlation between copper and nitrogen in grapefruit leaves.
5. Calcium, magnesium and manganese content in leaves had an antagonistic effect with potassium content in leaves, respectively.
6. High concentration of phosphorus or zinc inhibited the iron uptake.

七、林昭遠、李慶瑞（1983）：百喜草不同覆蓋度對坡地上葡萄柚養分吸收之影響，中華水土保持學報，14（1，2）：29～45。

溫帶果園覆蓋作物水土保持效果觀察

79 (ARDP)—3.2—N—190 (C—S)

69 農建—5.1—源—032 (8)

70 農建—5.1—源—48

71 農建—4.1—源—24 (一)第九子計畫

執行機關：國立台灣大學

執行人：康有德

摘要者：陳 中、康有德

一、計劃目的

在高山地區陡坡地，設置矮性密植蘋果園一處，按果園山邊溝系統，栽植不同的覆蓋作物，比較其水土保持的效果以及對果樹生長與結果的影響，以期求知台灣山區果園設計規劃之標準及適當的水土保持方法。

二、計劃執行經過要述

68 年在南投縣仁愛鄉梅峰國立台灣大學附設山地農場，海拔 2,100 公尺選擇一坡向東，坡度 22 度的坡面，興建一水土流失觀測池，長 20 公尺，坡地寬依山邊溝垂距公式截為 12 公尺，分隔成四區，每區範圍 60 平方公尺，各有一組集水觀測池。

68 年春坡面種植果樹，品種 Starking Delicious/EM7 以 4×2 公尺平方密度定植，樹冠下清耕，行間帶狀植草；初期以百喜草與白花三葉草為觀察對象，經過三年（1979～81）的觀測顯示：

(一)祇要坡面覆蓋形成，兩種草在果園山邊溝系統組合下，從建園常年開始，即能表現出相當優越的水土保持效果。

(二)在台灣高山地區，（海拔 2,000 公尺）白花三葉草可以週年生長，保持四季長青；盛衰受溫度的影響小，受水份的影響大；形成覆蓋速度快，蔓延力強，不易受其他雜草的干擾，管理容易。

(三)百喜草在冬天停滯生長，生長盛衰受溫度影響大，受水份的影響小；形成覆蓋的速度慢，易受其他雜草的侵入，維護管理較費工。

(四)在兩種草混植的情形下，白花三葉草較百喜草有強大的生長優勢。

(五)割草數蓋量，百喜草較白花三葉草多，也較持久。

(六)由於試區中的果樹曾一度遭竊遺失，1981 年重新定植，初期（自 1981 年至 1983 年）不同處理間尚無明顯別。然而在同一坡面中上下行間的生長却有差異。

三、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

坡地果園覆蓋作物的研究，所考慮的不僅祇是水土保持效果而已；同樣重要的，還有覆

蓋作物與果樹之間生長時相互間的影響；以及果園經營管理的過程中，覆蓋作物與各項栽培作業的施行上彼此間的協調性。前者是透過土壤介質對植物社會各種關係的探討；後者則要配合各項栽培管理的新技術與作機械的發展趨勢定取舍；因此整個思想應有新的檢訂與歸納；同時在試驗實際的操作上除了妥善田間的各项實驗設計之外，應借重各個專長試驗室的知識、技術、儀器設備與研究成果，期能事半功倍的以最短的時間進行事實發現的過程。

四、繼續研究之方向

從第一階段的研究中大致已能確定：在覆蓋形成的條件下，百喜草與白花三葉草，即令在坡度達 22° （45%）的情況下，也能表現出高度的水土保持效果，但是在台灣高山風土的適應性與坡地果園經營管理的配合上，仍有未臻完美之處。因此，後繼的研究應指向對更多的草種進行試驗，同時關於試驗的項目設計上應針對其風土適應力，水土保持效果，對果樹生長的影響，以及坡地果園現代化栽培管理作業的相協性等四個要點作安排，以充份反應出現實情況的要求，為台灣高山的坡地果園找出真正合適的果園覆蓋作物。

因此，自1984年開始，在台灣大學附設山地農場除了百喜草與白花三葉草外，再收集屬於寒冷地區品種的黑麥草屬、雀麥草屬、克育草、果園草、大力士草與戀風草等共九種曾為政府推薦，民間流傳或外國溫帶果園廣為採用的草類重新進行試驗，其項目包括：

- A、生長表現：包括覆蓋率，形成的速度，織地的程度。週年生長的規律，是否四季長青。割草的敷蓋量及持久度。
- B、生物毒質的分析，與相對程度的檢查，包括覆蓋作物與果樹之間及不同的覆蓋作物之間的影響。
- C、水土保持效果。
- D、與果園各項栽培管理作業的植協性，包括中耕、割草、壓踏的忍受度，再生力與打滑性。

其中前兩項是較基本的，應在草類選別的當時作取舍；後兩項則較有人為調整餘地。

五、結論與建議

「果樹走向坡地」是今後台灣農業發展的重要趨勢，而「產量提升」與「品質精緻」又是今日農業無可迴避的時代要求。如何契合是關係台灣農業是否能再進步的重大挑戰。正確的土壤管理是果園經營成功的基礎，應有整體性的規劃與實施；而覆蓋作物的利用是其中重要的措施之一，如何將此措施安排的妥當，是本研究追求的目的。

儘管單純性是現代化果園管理的一貫要求，但豐富材料來源仍是一項值得努力的目標；所以在新一階段的研究裡，我們仍舊是從收集草種進行選別為起點，收集的方式除了繼續加強外國優良草類的引種外，本地野生種的採集也是重要途徑，選別的項目雖多，但仍以生長的表現及毒物質分泌之有無為關鍵。

七、英文摘要

Summary

1. Effects of soil and water conservation of the bahia grass (Paspalum notatum L. cv. A33) and white clover (Trifolium repens L.) as orchard cover crops on mountainous slopeland have been observed. Experimental orchard site, eastfacing slope with 22 degree (45%), was established at National Taiwan University Highland Farm, Mei-Feng, Nantou County, Taiwan. Apple trees, cv. Red Delicious on M VII rootstock, were planted to determine their growth and fruiting effectiveness. For the record of water run-off and soil erosion four lysimeters were erected. Four experimental plots were layouted as follows:
A. Counter strip cover of white clover; B. Counter strip cover of bahia grass; C. Counter strip cover of Bahia grass mixed with white clovers; D. Under clean cultivation as check.
2. According to the three-years records (1979—1981) the data showed that:
A. In white clover plot, it showed vigorously growth but less hay produced even keeping evergreen year round.
B. In bahia grass plot, the growth and ground covering showed slower than that of the white clover, but it produced much hays although the above ground portions wilted during winter season.
C. In mixed plot, growth of the bahia grass has been depressed by white clover in the first year.
D. Effects of the soil conservation were quite same between the cover crop plots, but they showed much better than that of the clean cultivation.

七、農發會支助，68～72年度，山坡地保育利用研究報告彙編63.6。

礦區植生方法之研究(一)石灰石區

69 農建—5.1—源—036 (10)

70 農建—5.1—源—07 (7)

執行機關：國立中央大學

執行人：顏正平

摘要者：林信輝

一、計劃目的

由於採礦頻繁，破壞生態環境，復因採礦築路及隨處堆置廢棄土石，遂使水土沖蝕，泥沙淤積及洪水成災，危害國家人民生命財產之安全，因此礦區的水土保持問題，頗受各有關單位之關注與重視，有鑑於此，自民國68年7月份起分別與台灣水泥公司白米礦場及亞洲水泥公司新城山礦場進行一系列礦區植生方法之研究。

二、計劃執行經過要述

本試驗分兩年完成，試驗項目包括下列三項：

1. 石灰石礦區棄石地種子撒播試驗

本試驗自民國六十八年十月至六十九年五月，由台灣水泥公司蘇澳台東礦場進行草類種子撒播試驗及林木種子撒播試驗。

2. 石灰石礦區棄石地植生木樁萌芽試驗

本試驗自民國六十八年十月自六十九年七月於台灣水泥公司蘇澳白米礦場進行。試驗分冬季、春季及夏季進行。植生木樁之選擇，以就地取材，即採即用為原則，試驗木樁包括九芎、水柳、小葉桑、白肉榕及雀榕。

3. 石灰石礦區植生綠化試驗

本試驗自民國六十九年九月至七十年三月於亞洲水泥公司花蓮製造廠新城山礦場之採掘地和棄土堆積地進行藤類覆蓋效能試驗，共選定十六種適生野生藤類，先進行扦插育苗，分別於採掘跡殘壁及棄土石邊坡兩不同的立地條件進行植生試驗。

三、計劃成果

1. 石灰石礦區棄石地種子撒播試驗

草類種子以營多藤成活率最高，賽蜀豆生長最佳。林木種子以濕地松成活率最高，引進之薩爾瓦多型銀合歡生長最佳，且成長亦最為迅速。冬季撒播與春季撒播兩者成活率間之差異不顯著。

2. 石灰石礦區棄石地植生木樁萌芽試驗

冬季打樁以九芎與水柳最佳，其餘小葉桑、白肉榕、雀榕之成活率均極低。春季打樁亦以九芎與水柳最佳，烏榕與白肉榕次之，小葉桑最低。夏季打樁因適逢台灣區近十年來之大

亢旱，致參試木樁均無萌芽。

3. 石灰石礦區藤類植生綠化試驗

乘土石堆積地，若以裸露地早期綠化覆蓋為目的，則以葎草、槭葉牽牛和清飯藤等三種藤類植物最佳。在採掘跡地，由於水分與養分之缺乏，生長與覆蓋緩慢，效果不佳。

四、繼續研究之方向

石灰石礦區採掘跡岩壁，因缺乏植物生長之土壤介質及乾旱、強光照之影響，故無法有效的達到預期成果。此項試驗需進一步就不同植生工法及植生材料之配合，以達到綠化之目的。又野生藤類其採種及種子繁殖方法尚乏人研究，種子亦無法購得，故尚待探討其採種時期，貯藏方法及促進發芽等，俾以大量應用於礦區，而如何改良土壤，增加保水能力，以抵抗乾旱時期之危害，係今後研究礦區植生方法重要課題之一。

七、英文摘要

Experiments were taken place in the remain highwall and the outerslope of tailings of Limestone area of Su-Ao and Hua-Lien area in Eastern Taiwan, respectively, the results were summarized as follows:

1. Intortum clover has the highest survival percent and Siratro grows fastest among the grass species; Slash pine has the highest survival percent and Salvador-type leucaena grows fastest and most vigorously among the tree species. Good growth of Taiwan acacia and Formosan ash were also observed. No significant difference was found between survival percentages broadcasted in winter and those in spring.
2. In winter and spring, vegetative stakes of Subcostate myrtle and water willow had significantly higher sprouting rates than Taiwan mulberry, white bark fig-tree and large-leaved banyan. But all stakes failed to sprout in summer due to drought.
3. Humulus scandens (Lour.), Ipomoea cairica (L.) Sweet and Polygonum chinense L. are the best three species of vines for revegetating and covering limestone tailings. However, in the remain highwall, there is no vine to be successful in growth due to lack of water and insufficient plant nutrients.

六、本計畫成果分別發表於下列刊物

1. 林信輝、陸象豫：石灰石礦區廢土石地植生木樁萌芽試驗，中華水土保持學報，11(2)：107～115(1980)。
2. 陸象豫、林信輝：石灰石礦區廢土石地植生覆蓋試驗，中華水土保持學報，11(2)：117～130(1980)。
3. 李耀旭、顏正平、林信輝：石灰石礦區藤類植生綠化試驗，中華水土保持學報，12(2)：45～58(1981)。

礦區棄石地邊坡綠化覆蓋試驗

71 農建—4.1—源—25 (9)

執行機關：國立中興大學

執行人：顏正平

摘要者：林信輝

一、計劃目的

以南投縣國姓鄉大益瓷土礦區為例，試驗研究其棄石地之植生與土質改良方法，期瞭解不同植生材料之適用性，俾供礦區邊坡穩定及植生覆蓋之參考。

二、計劃執行經過要述

試驗項目包括棄石地邊坡植生試驗與土質改良試驗兩部份，邊坡植生試驗選定包括肯特基草、克育草、紅燕麥、果園草、黑燕麥、營多藤、百喜草和百慕達草等八種草類種子進行撒播試驗以及八種草苗分別為百喜草、竹節草、百慕達草、兩耳草、五節芒、鋪地黍、紅毛草、天竺草進行草苗栽植試驗。而土質改良試驗分三項進行分別為強酸土土質改良試驗、棄土石施肥試驗及棄土石添加有機質土試驗，均以鋪地黍和菅草為植生材料。

三、計劃成果

粘土礦區棄石地以種子撒播植生效果不佳，種植草苗則以鋪地黍最好，百慕達草次之。強酸性粘土礦區棄土石之改良方法，對鋪地黍與菅草而言，以添加5%瀘泥之效果優於石灰。而施加肥料，則以氮磷之需求大於鉀肥，粘土礦區棄土石添加台中盆地有機質土有助於鋪地黍之生長，而菅草則否。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

由於粘土礦區棄土石之成份變化甚大，有關其成份無法做詳細之分區調查，僅能以pH值做概略之區分。

五、繼續研究之方向

棄石地土壤pH變化甚大。可能係含有硫化物，因受氧化變成硫酸根，使土壤pH值驟降，故耐硫酸植生材料之引入，有其研究價值。

六、結論與建議

一般而言，禾本科草類對鉀肥之需求量較大，本試驗結果恰好相反，可能是供試土壤中鉀之含量甚豐，或者是鈣含量過多而引起頤頤作用之故。

七、英文摘要

The purpose of this experiment is to choose the suitable grass-species and to find the effective ameliorating method for revegetating clay tailing in Gwo-Shing of central Taiwan. Results indicates that *Panicum repens* L. is the best grass among the eight tested species, amelioration with applying filter cake is better than lime, and fertilizer treatments with phosphorus, nitrogen is available than potassium for planting *Miscanthus Sinensis* Anders. and *Panicum repen* L., but added the alluvial soil of Taichung Basin is better to grow *Pancium repens* L. than to *Miscanthus Sinensis* Anders.

八、顏正平、林信輝（1982）：黏土礫區棄石地土質改良與植生試驗，水土保持學報，（15）：P. 45~64。

防止坡面冲蝕乳化瀝青之合成及應用

71 農建—4—源—24(1)第八子計畫

執行機關：私立輔仁大學化學研究所

執行人：周善行

摘要者：周善行

一、計劃目的

台灣地狹人衆，耕種面積有限，因此山坡地與砂礫地成爲農耕地，實爲刻不容緩，且具有高度經濟價值之途徑。本省許多山坡地因爲水土保持不良而塌方，造成生命與財產之極大損害。本計畫使用廉價之瀝青加以乳化，可達到水土保持之功效。

二、計劃執行經過要述

本計畫分兩階段實施，第一階段爲實驗室內之研究，主要在探討乳化瀝青之合成方法，並測量其安定性，以及與土壤結合之效果，以尋求最佳的配方，是在民國七十年七月一日至七十一年六月三十日期間實施。第二階段爲將實驗室之結果試用於選定之地區，以觀成效，並研究實施時之工程技術，是在民國七十一年七月一日至七十二年六月三十日期間，配合山地農牧局高速公路植生工程隊實施。

三、計劃成果

本計畫研究乳化瀝青之合成過程，及其對防止坡面冲蝕之效果。對於可能影響瀝青乳化過程之因素，諸如瀝青與陽離子界面活性劑之種類及其與水之混合比例，以及混合液之溫度與酸鹼度等，均曾加以詳細的分析研究。所製成之乳化瀝青並經過篩析試驗、殘渣試驗、儲存安定性試驗、以及靜置分離試驗等，獲得最理想之製造配方。氯化鈣與澱粉可加入製成的乳化瀝青中，以增加其儲存安定性。其中四種配方以不同的濃度與百喜草及百慕達草的種子混合，噴植於木柵萬芳社區一四〇高地之斜坡上，發現其植生效果良好，覆蓋率幾達百分之百，遠較未使用乳化瀝青者爲佳。然而，草種植生效果受乳化瀝青之種類與濃度之影響不大。因此，我們建議採用市售之乳化瀝青以水稀釋後，普遍作爲邊坡穩定綠化之用。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫所需之高效率乳化機無法在國內購得，後來由日本進口，需時較久，且維護不易。噴植試驗地區原爲台中縣大坑鄉產業道路，但因爲地方偏遠，實施不易，後協調山地農牧局改在木柵萬芳社區一四〇高地進行。

五、繼續研究之方向

可以研究如何降低製造成本，大量噴植之施工技術，與可使用的草種籽。

六、結論與建議

我們詳細地研究了乳化瀝青的合成過程，以及可能影響乳化程度的一些因素，獲得五種不同等級的乳化瀝青，並且將其中四種配方與百喜草及百慕達草的種子混合，做了植生效果的比較，發現每一種的植生率都十分良好。因此，我們建議以市售之乳化瀝青加水稀釋後，普遍作為山坡地水土保持與植生綠化之用。

七、英文摘要

Preparation and Application of Asphalt Emulsion for Slope Erosion Control

S.S. Chou

Abstract

This research project explored the preparation and application of asphalt emulsion for slope erosion control. The emulsification of asphalt was studied by varying the kind and relative amount of asphalt to cationic surfactants and water, and the temperature and acidity of the mixture. The resulting asphalt emulsion was passed through sieve test, residue test by evaporation, storage stability test and settlement test to find the best formulations. Calcium chloride and starch were added to increase the storage stability. Field tests of four of these formulations with seeds of Bahia grass and Bermuda grass on side slopes showed excellent results, far better than without them. However, the hydroseeding effect was not much affected by varying the kind and concentration of emulsified asphalt. Thus, it is suggested that grass seeds be mixed with commercial asphalt emulsions diluted with water for use in the greenification and stabilization of side slopes.

八、郭克敏、郭惠隆、周善行（1984）：防止坡面沖蝕之乳化瀝青之合成及應用，山坡地保育利用研究報告彙編。

烏山頭水庫庫邊植生試驗及植生工程示範

72 農建—3.3—源—49(4)計畫

執行機關：嘉南農田水利會

執行人：朱 榮 彬

摘要者：朱 榮 彬

一、計劃目的

烏山頭水庫是嘉南地區最重要的水源，民國六十二年曾文水庫完成後，兩水庫串聯營運，更發揮了它多目標的功能，烏山頭水庫近年來其淤積有偏高的現象，嚴重的影響它的有效壽命。

烏山頭水庫淤積的主因有五：

- (一)地質條件差：集水區內全屬半幼年期峽谷地形，為第三化灰泥質頁岩，乾燥時極硬，遇水即軟，為淤積的來源。
- (二)水位升降頻繁：與曾文水庫串聯作多目標運轉，水位不斷升降，影響邊坡穩定，造成土石塌方。
- (三)曾文～烏山頭觀光產業道路於民國六十四年開工至民國六十九年完工，此期間水庫泥砂淤積年平均高達三百餘萬立方公尺。
- (四)山坡地濫墾增加，破壞水土保持。
- (五)波浪作用力侵蝕：季候風長期造成風浪及動力遊艇航行沖擊邊坡形成土壤沖蝕。

沖蝕控制及邊坡穩定方法很多，在烏山頭水庫普遍栽植耐浸性良好之垂柳，工程部分以擋土柵消波防蝕，同時加強集水區水土保持工作，確實維護產業道路減少崩塌發生，並增闢第二引水隧道以減低水位升降之頻率，藉以延長水庫壽命，確保水庫涵養水資源功能。

二、計劃執行經過要述

為期減低烏山頭水庫泥砂淤積，亟應尋求一可行性之方法，自民國六十九年七月起，由台大農工系、嘉義農專水利科與嘉南水利會在農發會的支持下，即開始進行試驗研究，共計三年。

三、計劃成果

邊坡破壞之型態可分為三類：崩落、滑動及流潰，在烏山頭水庫邊坡的現場觀察，此三類型破壞皆可發現，造成水庫邊坡不穩定之因素有自然原因（地質、氣候）及人為的原因（山坡地開發、產業道路開闢、動力遊艇航行）。為減低邊坡破壞，通常以工程方法、植生方法、及行政管理處理之。工程方法中可分為排水工，坡面保護工及擋土工三種，排水工之目的在排除地表逕流及地下水流，不使在宣洩時傷及坡面坡趾；坡面保護工之目的在穩定坡面土砂及防止坡面沖刷；擋土工之目的在減緩邊坡，支承側向土壓，並防止塌方。在烏山頭水庫

邊坡穩定之工程方法，採用擋土柵作試驗，用PE塑膠網Rayon不織布與木樁之組合構造物，減緩地表逕流。植生方法為利用草類、林木等植生覆蓋地面，減少土表暴露，保護土壤的一種方法。在烏山頭水庫邊坡採用巴拉草、百喜草及鐵線草等植生方法試驗，未獲成功。但垂柳效果良好。行政管理方面，維護產業道路，減少崩塌發生，禁止濫伐，限制遊艇航速，加強水土保持措施。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

烏山頭水庫邊坡土壤發生嚴重沖蝕，為尋求有效植生方法，加以防止，曾先後試植苦蕒與海茄苳，但效果不彰。在民國七十年以水位54m為基準線先後栽植垂柳、巴拉草及鐵線草，但植生浸水過久（60天以上）成活率僅30%，水位57m以上成活率達85.7%，故改以水位58m為栽植基準線，向下坡栽植，成果較好。

五、繼續研究之方向

根據多年來，在烏山頭水庫執行試驗及調查測量工作之經驗，認為工程方法與植生方法應同時實施，才能立竿見影。此研究對減少水庫泥砂淤積，或可尋出解決之道。

六、結論與建議

烏山頭水庫雖為離槽水庫，但與曾文串聯運用後，淤積反更嚴重影響它的壽命。為確保此重要水源，應採取有效方法，使水庫邊坡穩定，沖蝕減少。

七、英文摘要

Summary

Siltation problem has been greatly menacing to expeditiously shorter the effective servicing life span of the Wushantou Reservoir which supplies the most quantity of water for agricultural use to the Chia-Nan Area in Southern Taiwan. Three factors account for the main attribution to the aggravation of siltation in the reservoir, namely pool geological formation of the watershed area. Wave action created at the water surface by the monsoon wind and significant and frequent fluctuation of the water surface in the reservoir.

Various methods of vegetation management and their respective effects to the control and mitigation of the erosion phenomena in the wushantou reservoir are discussed, based on the results of long-term experiments carried out in situs. It is included that the planting of weeping willows is the most effective one. An investigation into the reasons indicates that weeping willow has higher growth potential, stronger resistance to shallow water table and greater wave-break function.

To thoroughly solve the siltation problem in order to achieve satisfactory erosion control in the Wushantou Reservoir, it is recommended that besides the undertaking of vegetation management and engineering works, measures to reduce the fluctuations and wave actions of reservoir water surface be further carried out.

台灣西南部青灰岩（泥岩）裸露地 植生復舊之研究

73 農建—4.1—源—29(2)

執行機關：國立屏東農專

執行人：邱 創 益

摘要者：邱 創 益

一、計劃目的

1. 選定青灰岩地區適宜之植物及植生方法。
2. 探討植生對防止地表沖蝕之效果。
3. 選定水土保持效果佳且青飼料產量高之牧草植物。

二、計劃執行經過要述

本省青灰岩崩塌裸露地之分佈範圍遼闊，尤以西南部丘陵地區最廣，約在 3,000 公頃以上。其分佈北自嘉義，南至旗山，呈一狹長地帶。此地區之土壤沖蝕極為嚴重，南部主要水庫（如曾文水庫、烏山頭水庫、阿公店水庫、白河水庫及虎頭埤、尖山埤等水庫）均位於本區域內，若不加以有效防止地表沖蝕及善加保育，勢將繼續擴大惡地形之面積，為害下游嘉南地區數十座水庫之壽命及附近住民、農家生命財產之損失，因之本地區崩塌裸露地之植生綠化與坡面之穩定工作，實刻不容緩。

1. 試驗方法：

(1) 植生方法之比較：

在經過整坡及實施綠化基礎工程之坡面上，用篩圈（Mesh-ring）客土法、土壤袋（Soil-bag）客土法及直接客土法等，將優良之外來植物：百喜草（Bahia grass）、百慕達草（Bermuda grass）、羅滋草（Rhodes grass）、牧地狼尾草（Westindies pennisetum grass）與鄉土植物之台灣芒（Chinese Silver grass）、山鹽蔎（Roxbur sumac）、野桐（Japanese Mallotus）、銀合歡（Hedge Acacia）等適量混播於試區內，觀察植物之生長情形與植生之演進，藉以選出適宜青灰岩裸露地植生復舊用之植物，並探討植生覆蓋對土壤性質改善之效果。

(2) 植生對水土保持之效益：

在 35° 的青灰岩裸露坡面上，設置 2 × 7 m 之觀測區五處（分羅滋草單植區、百喜草單植區、木本植物區、百喜草與木本植物混植區及對照區（裸露地），分別裝置逕流測定裝置，測定不同植生覆蓋對土壤沖蝕與地表逕流之影響，以探討植生對水土保持之效益。

(3) 選出水土保持效果佳且青飼料產量高之牧草植物：

在青灰岩裸露坡面上，施肥料（有機質肥料 2 kg/m²、台肥 5 號肥料 0.2 kg/m²）後

，用直播法或用纖維棉植生帶，導入牧草植物之羅滋草 (Rhodes grass A2)、百喜草 (Bahia grass A105、A33，新萌、南國及 P.I 284172) 及百慕達草 (Bermuda grass)，以收安定坡面、減少地表沖蝕外，兼生產牧草，以誘導附近農民利用該廣大裸露坡面生產青飼料及從事畜牧事業，有效利用西南部廣大面積的青灰岩裸露地。

三、計劃成果

1. 植生方法之比較：

(1) 適宜植物及植生方法之選定：

青灰岩裸露地之植生復舊，可用直接客土法，將羅滋草、百喜草、百慕達草與山鹽荳（或其他），適量混合或單獨播於裸露地面上可以達到綠化之目的。

(2) 植生演進：

各種供試植物及入侵之鄉土植物，在旱季時（72.10～73.4）大都呈現植萎或落葉現象。但一進入梅雨季（5月7日除牧地狼尾草（一年生草類）及少數之百慕達草、百喜草及羅滋草外，均在短期內恢復生長或萌發新芽。試區內均有多種鄉土植物侵入（大指草、白花牽牛、假黃麻、細穗草及雀稗等），其中以牧地狼尾草試區內之種類最多，入侵數量亦大，各試區之植生正演進中。

(3) 植生對土壤性質之改善：

① 羅滋草地與裸露地之比較：

由土壤性質分析知悉，羅滋草栽植區之有機質與空隙率均增加，致使土壤可吸收更多的水份，同時亦增加土壤塑性限度及空隙比，因之直接剪力相對地提高，因而增加坡面之安定性，由此說明青灰岩裸露地導入植生覆蓋地面，對土壤之物理化學性質的改良有顯著之效果。

② 不同植生處理對土壤性質之影響：

泥岩裸露地植生綠化後，可以改良土壤之固相率與空氣率（孔隙率），利於植生之生長與根系之發育，促進附近鄉土植物之侵入及植物社會之演進。同時有增加內摩擦角之趨勢，收安定坡面之效。

(4) 植生對土壤抗剪力之影響：

由土箱試驗及田間試驗之測定值知悉，以百喜草栽植區之土壤抗剪強度最大，次為羅滋草區，再次為百喜草區及牧地狼尾草區，無植物生長之裸露地最差，木本植物之銀合歡栽植區與裸露地相近似，究其原因，或許由於銀合歡之主根雖發達，但細根稀少，對增加土壤抗剪強度之影響不大。

(5) 植生對地溫之影響：

a. 日溫度變化：

地表之日溫度變化，以裸露地最大，下午一時左右達最高，爾後緩慢下降，植物覆蓋地區溫度較低，變化亦較緩慢。土深二十公分處之日溫變化小，但裸露地之地溫仍較植生地區為高。

b. 月溫度變化：

夏季裸露地之地表溫度比植生地區為高，冬季則以植生地區為高。土深二十公分處之地溫變化亦較小。

2. 植生對水土保持之效果：

經初期（73.5～73.10中旬）獲得之資料知悉，以羅滋草區對地表沖蝕防止效果最佳，木本與草本植物混合區次之，裸露地（對照區）之土壤流失量及地表逕流量均大。本試驗繼續觀察測定中。

3. 青飼料之產量：

青飼料之產量（73.4.16播種，計年收三次）以羅滋草之產量最高，依次為百喜草之P.I 284172，南國及新萌，百喜草A105、A33及百慕達草之產量低，僅能供坡面覆蓋之用。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

無

五、繼續研究之方向

1. 銀合歡自然群落之處理（林相改良、林下栽植耐蔭性草本植物、保護地表）。
2. 草本與木本植物混播方法之研究。
3. 直接導入木本植物之研究。

六、結論與建議

(1) 適宜之植物及植生方法：

青灰岩裸露地之植生復舊，可用直接客土法，將羅滋草、百喜草與百慕達草與山鹽蒿（或其他），適量混合或單獨播於裸露地面上，可以達到綠化之目的。

(2) 植生對土壤性質之改善：

泥岩裸露地植生綠化後，可以改良土壤之固相率與空氣率（孔隙率），利於植生之生長與根系之發育，促進附近鄉土植物之侵入及植物社會之演進。同時有增加內摩擦角之趨勢，收安定坡面之效。

(3) 植生對土壤抗剪力之影響：

以百喜草栽植區之土壤抗剪強度最大，次為羅滋草區，再次為百喜草區及牧地狼尾草區，無植物生長之裸露地最差，木本植物之銀合歡栽植區與裸露地相近似。

(4) 植生對水土保持之效果：

以羅滋草區對地表沖蝕防止效果最佳，木本與草本植物混合區次之，裸露地（對照區）之土壤流失量及地表逕流量均大。

(5) 青飼料之產量：

以羅滋草之產量最高，依次為百喜草之P.I 284172，南國及新萌，百喜草A105、A33及百慕達草之產量低，僅能供坡面覆蓋之用。

七、英文摘要

Experiments on the Revegetation of Mudstone in Southwest Taiwan

Chuang-Yi Chiu

Summary

The mudstone is widely distributed in the southern region of Taiwan. It extends from Chia-Yi county through the northwestern region of Tainan to some northwestern parts of kaohsiung county forming a long area.

A variety of serious problems caused by land use and the characteristics of mudstone subjected to be weathered, such as land slide and soil erosion have been recognized by the people in Taiwan. Revegetation techniques applied on these area are difficult because the soil with high salt content, low nutrients available for plants, high pH and hardness under dry condition.

The purpose of this study is to find out favorable plant species and new revegetation techniques. which can be successfully applied on the bared mudstone areas. The conclusion of this research can be made as follows:

- (1) The wilting percentage of plants in the growing period within each plot is high, but the influence on the total ratio coverage is small enough to be neglected.
- (2) The common soil topping method is the cheapest way, in the revegetation on mudstone areas is as successful as that of the method of mesh-ring and soil-bag.
- (3) In the plots treated by Rhodes grass (or pennisetum grass) mixed with fertilizer plant, the Rhodes grass has strong stem, best growing and widely extended character. Hence it has significant dominance which is harmful to the competition of the fertilizer plant and emigration of local species. Therefore, the growth control of Rhodes grass in the growing season and decrease of seeds ratio amount under mixing sowing condition is very important.
- (4) In the plots treated by mixing with Bermuda grass, Bahia grass and fertilizer plant, the height of stem of the Bermuda grass lower than that of Rhodes grass. Also, it doesn't grow and extend as fast as that of the Rhodes grass. As a result some bared regions can be found in those plots, these bared surface which is suitable to the growth of other species and is benefit to the emigration of the local plants. However the seed ratio decrease under mixing sowing condition and the control of Bermuda grass growth in the growing season is still essential.

水土保持植生材料選育及裸露地植生方法試驗

72 農建—4.1—源—56(1)

執行機關：國立中興大學

執行人：顏正平

摘要者：林信輝

一、計劃目的

台灣地質脆弱，地勢陡峻，加以豪雨輒降，地震頻仍，近來由於經濟成長迅速，社會型態愈趨於工業化與都市化，為大眾帶來許多物質享受，但相對地也為社會造成許多公害。也由於耕地面積狹小，人口眾多，對於山坡地利用急速擴張，使得邊坡破壞問題愈加嚴重，是故山坡地資源保育利用為一重要問題。為配合國土綠化，以及為達到山區、道路、社區及工業區等地的水土保持，本研究遂以水土保持植生材料之選育及裸露山坡地實際植生法實施為主要試驗目的。

二、計劃執行經過要述

(一)水土保持應用草類生育習性及種子繁殖試驗，本試驗包括下列三部份：

- 1.不同土壤之草類發芽率及初生長觀察—於民國70年12月20日起，在中興大學，以七種草種及七種土壤進行(1)土壤理化性質分析，(2)萌芽試驗，(3)觀測其生長情形。
- 2.草類根系調查—民國70年6月10日起，於中興大學，選用十種草種，採用木製(50×50×100 cm)四邊可拆之觀察箱土盆栽共十只。調查方法為：採45×90 cm之透明壓克力板，置木箱一邊，以不同色筆描繪其根系生長情形，並採土樣測其土壤水分。
- 3.根系固結土壤剪力試驗—民國70年12月至71年7月於中興大學選用七種不同草種。種植7個月後，以採樣薄管(φ 6 cm×10 cm)取樣，分含草根與不含草根土樣，測其抗剪力情形，並作比較。

(二)裸露山坡地植生方法試驗

- 1.交力坪仁壽崩塌地—民國72年2月7日於林務局玉山林管區管理處交力坪工作站，靠近阿里山鐵道之下方分四個主要地區進行噴播草種及栽植幼苗水土保持方法試驗。
- 2.大坑紅心湖—選用八種噴播草種及三種植生帶附種進行試驗。

三、計劃成果

經選取適用之水土保持草類為試驗材料，觀察其生長習性及種子繁殖試驗，並以直接剪力試驗，探討草類根系固土能力。試驗結果摘錄如下：

(一)不同土壤間以黃棕壤的發芽率及生長性狀最佳，青灰岩最差，不同草類間以菅草發芽率最佳，兩耳草最差。

(二)根系生長之觀測中根系總伸長量最大為羅滋草，最小為蜈蚣草。垂直方向生長以盤古拉草之比例較大，水平方向生長以南非鴿草之比例最大，地毯草最小。

(三)草類根系固結土壤具有提高土壤抗剪強度之效能，以百慕達草之增加量最大。

分別於阿里山交力坪及台中大坑紅心湖兩地，採用噴播、植生帶及植株栽種等植生方法，實際於裸露的山坡地上試驗。試驗結果是，於交力坪仁壽崩場地，噴播草種後再覆蓋草蓆，植生材料成活率高，生長佳。選用草種中，以白花三葉草表現最佳，適應力強且生長迅速，覆蓋率可高達90%。另外於大坑紅心湖的試驗結果是，銀合歡適生於此地，栽植銀合歡可迅速達到水土保持作用。植生帶的效果稍較噴播法好，但仍需依質地情況而決定植生方法。

七、英文摘要

This experiment investigated the growing habit and seed germination ability of seven suitable grasses for soil and water conservation. Direct shear force tests were also made to measure the shear strength magnitudes of grass roots. Besides, the field tests on revegetating the bare slopeland were taken at Ta-ken and Chiao-li-ping landslide area.

The results obtained are as follows:

- (1) Among various soils, the yellowish brown soil gives the best results of germination and growth of grasses, but the soil of mudstone gives the worst. Of different species, Japanese Silver grass has the highest germination rate, whereas Hilo grass has the worst.
- (2) As for root growth, the length of root extension is maximum for Rhodes grass, minimum for Ciliate Centipede grass. Pangola grass has a vertical root system, South african pigeon grass has a horizontal, and Carpet grass has a root system between those two types.
- (3) In terms of the magnitude of increasing the shear strength of soil, Bermuda grass is the best among the grasses tested.
- (4) White clover is the best species among tested plants at Chiao-li-ping landslide area, and Leucaena was adaptable for growing in Ta-ken area.

五、1.顏正平、林信輝、周天穎(1983)：水土保持應用草類生育習性及種子繁殖試驗。
中華水土保持學報。14(1,2)：7~20。

2.顏正平、林信輝、周天穎(1984)：水土保持植生材料選育及裸露地植生方法試驗。
。行政院農發會「山坡地保育利用研究報告彙編」p.222~235。

植物根系固土能力之研究

73 農建—4.1—源—29(1)

執行機關：國立中興大學

執行人：顏正平

摘要者：顏正平

一、計畫目的

植物根系因具有固結土壤及機械補強之作用力，可阻止表土流失及崩塌。另由於其具蒸發散作用，可減少水分含量，減低地滑發生之可能性，因此植物根系對水土保持邊坡穩定具頗大貢獻。

本研究目的在於探討水土保持應用甚廣之植生材料其根部之固土能力，並予以數量化，應用土壤力學試驗分析，以直接剪力測定含不同草種根系土壤之抗剪應力，以了解根系對土壤之補強效應，據此作為利用植生方法控制土壤沖蝕崩塌之重要參考。

二、計畫執行經過要述

(一)試驗材料

1. 植生材料包括百喜草、百慕達、毛穎雀稗、假儉草、台灣葛藤與營多藤等。
2. 供試土樣為經 10 號篩篩選後之后里紅土。
3. 試驗儀器包括訂製特殊規格之直接剪力儀，特為剪斷根系土壤而設計，與圓柱型壓克力透明容器，共兩種規格，為裂式夯實模用以培育草種。

(二)試驗方法

1. 土壤分層均勻夯實於容器內，於土壤上置入草種，再覆土後置於溫室中培育，歷經半年。
2. 草苗長成，根系均勻伸展後，進行直接剪力試驗，試驗土樣需達飽和狀態。
3. 試驗項目為剪力位移、剪力大小、時間變化、剪斷深度、根重、莖重、土壤單位容積重量、土柱重量、荷重、根之容積、重量與含水量等，並求得其相互關係。

三、計畫成果

1. 不含根系重模土第一層（8 公分深處）與第二層（16 公分深處），其抗剪應力對水平剪力位移之關係為抗剪應力隨位移增加而陡升至最大值，然後隨位移稍降至一定值。第二層之抗剪應力約為第一層的 1.3 倍，此係由於正應力之增加，致抗剪力隨之增加。
2. 含水量與抗剪應力之關係，為兩者成反比。
3. 含根系之重模土其抗剪應力對水平剪力位移作圖，抗剪應力隨位移陡升至最大值後即陡降。第二層抗剪應力約為第一層之 2 倍。抗剪應力大小排列為百慕達、百喜草、毛穎雀稗、台灣葛藤，惟尚須以根數及根半徑或根乾重等因子校正。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- 1.本試驗所須使用之直接剪力儀因須剪斷根系，其設計有別於一般土力試驗直剪儀，經一再改良與修正，因此耗時甚久而耽誤試驗進度，目前已趨於穩定，試驗亦如期展開。
- 2.土樣自薄管中取出常發生部份破壞或擾動，經一番測試後，應用頂出機與另一壓克力薄管配合即不復產生上述現象。

五、繼續研究之方向

- 1.探討不同載重、植株數量及深度下之抗剪應力與時間變化之關係。
- 2.剪力深度與R / T比之關係。
- 3.剪力面根斷面積與抗剪應力之關係。
- 4.根之容積重量與增加土壤抗剪應力之關係。
- 5.土壤剪應力與正應力之關係。
- 6.根系強化土壤模式之建立。
- 7.剪力試驗推定值與現場實測值之關係。
- 8.含根與不含根土壤之蒸發散與滲透率之比較。
- 9.草種在不同土壤狀況下如坩質粘壤土、壤質砂土、礫石等之抗剪應力比較。
- 10.木本植物根系抗剪應力之探討。

六、結論與建議

由試驗結果顯示，重模土不含根土柱第二層之抗剪應力約為第一層之 1.3 倍。含水量與抗剪應力成反比。含根土柱第二層抗剪應力約為第一層之 2 倍，抗剪應力大小順序為百慕達百喜草、毛穎雀稗、台灣葛藤、惟尚須作進一步修正。

七、英文摘要

The root systems of plant possess mechanical reinforcement to stabilize the slopeland. To measure the reinforcement value, direct shear method was applied. We measure the shear resistance of 10cm diameter soil column with roots and without root. The experiment result reveals that shear resistance and depth of soil column become direct proportion. The relation between moisture content and shear resistance is inverse ration. The quantity order of shear resistance of four plant root is Bermuda Grass, Bahia Grass, Sour Grass, Taiwan Kudzubean, from large to small. Under this conclusion, it still need to consider the root number, cross section or weight to correct the relation.

坡地農場水土保持基本資料建立及 電腦分析之研究

69 農建—5.1—源—034 (4)

70 農建—5.1—源—02 (11)

71 農建—4.1—源—36 (6)

執行機關：山地農牧局

執行人：廖 英 文

摘要者：張 隆 志

一、計劃目的

本計畫係先驅研究計畫，其研究目的為：

- (一)如何應用電腦將山坡地基本資料做有系統的組織儲存，使其成為資訊，便於更新與取用。
- (二)配合農牧發展區規劃需要，設計應用程式，輸出統計分析報表資料，提供規劃人員參考。

二、計劃執行經過要述

- (一)山坡地基本資料格式之研訂：依據資料性質以及規劃應用範圍，研訂資料組織及其儲存格式。
- (二)基本資料調查蒐集工作手冊之撰寫：為使資料蒐集有一標準可以遵循且能為電腦接受而加以處理，研訂工作手冊詳定每項資料調查方法，紀錄格式、編定統一代碼等。
- (三)基本資料調查蒐集：配合山坡地可利用限度查定，以地籍登錄之筆為單元，利用航照及現場核對，逐筆填寫各項資料，完成基本資料電腦簿記檔。
- (四)資料輸入儲存：將簿記檔之資料，以鍵盤直接輸入儲存於磁碟片，經過偵錯後再複製一分，完成基本資料磁碟檔。
- (五)資料輸出應用：利用應用程式檔，將儲存於磁碟片之資料分析統計，輸出報表提供規劃人員參考。

三、計劃成果

- (一)擬訂山坡地基本資料調查手冊：對於山坡地基本資料格式、調查紀錄方法以及譯碼均有詳細的規定，使山坡地基本資料趨於統一標準，且有利於電腦處理。
- (二)完成基本資料建檔程式，使山坡地基本資料之利用由靜態變為動態，亦即使資料變為資訊，提高資料應用價值，並改善資料儲存問題。
- (三)建立基本資料應用程式檔，可將儲存之資料濃縮成有用的資訊，提供規劃人員參考。
- (四)完成二十個地段，約 30,000 筆基本資料的建檔工作。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)為使資料能為電腦接受而加以處理，研訂基本資料簿記檔，與原來的資料記錄格式迥異

- ，一時之間，資料調查人員無法適應，經過舉辦訓練班的講解及說服始為大部分人接受。
- 二、軟體程式的設計乃為最困難的一環，因本局沒有電腦專業人員的編制，電腦業務的推動係由技術人員兼辦，對電腦接觸程度有限，無法應付所需軟體的設計業務，所幸本計畫由中央補助約僱一名程式設計師，經與其電腦公司的共同努力，才完成應用程式檔。
- 三、基本資料之輸入建檔，乃屬本計畫中最為費時艱難的一項工作，因本計畫所採之硬體係微處理機，資料輸入全賴鍵盤按鍵輸入，而基本資料之項目繁多，故資料輸入速度有限且易錯誤。

五、繼續研究之方向

山坡地所面臨的問題日益繁雜，其經營管理資訊化有其絕對的必要。但資料除了“主題”、“時間”等要素外，“空間”乃是其不可缺少的要素，尤其是山坡地的經營管理業務，極屬地理性的工作方向，因此資料空間分布特性的表達可提高資料的應用價值。地理資訊系統是以處理空間資料為主的資訊系統，因此建立地理資訊系統是本局發展電腦業務的最終目標。另外本局以有限的工程人力資源，掌管全省山坡地的產業道路，農路以及治山防洪工程業務，工作量之負荷甚重，因此本局電腦業務發展的另一個主題是工程電腦自動化設計，將產業道路、農路以及治山防洪工程的設計由電腦執行，以節省人力，提高工程品質。

六、結論與建議

山坡地基本資料乃為山坡地保育利用規劃管理的基礎資料，關係着整個山坡地資源之經營與管理。因此如何完成一套完整的基本資料，並將資料變成資訊以協助規劃與決策的正確性，乃是當前急需研究主題。由本研究計畫獲得的初步結果顯示，資料建檔後對於資料的保存、取用、更新等均極方便，不僅節省大量的存放空間，也節省很多資料再應用的處理時間。

當今資料蒐集技術已邁入新的里程，如遙測技術的發展應用，複加國內航空測量的即有成就與基礎，建議中央應及早規劃，促進建立地理資訊系統的實現，以提高自然資源經營管理技術的層次及績效。

七、英文摘要

Because of Taiwan's high population density and rapid expansion of urban/industrial areas, there is great pressure on the slopelands. The problems of conservation and use on slopeland become very complicated. In view of maximizing the utilization of limiting natural resources in Taiwan, proper planning is prerequisite to management of natural resources.

A information System provides the complete and timely information to support the accuracy of planning and decision-making. Therefore, data processing which convert the basic data into information for application is the main purpose in this project. In this paper, we not only define the structure, format and type for data storage, but also design the application program for data analysis to provide the useful statistical tabular report for planner. It had established the base for developing a geographic information system in future.

山坡地保育利用規劃資訊系統發展

73 農建—7.1—源—60

執行機關：山地農牧局

執行人：廖大牛

摘要者：張隆志

一、計劃目的

- 1.逐年建立山坡地基本資料檔，將資料轉換成決策及規劃單位所需之資訊，以為山坡地資源整體規劃之依據。
- 2.發展產業道路、農路自動化設計系統，將產業道路、農路之設計、繪圖等工作電腦化，以節省人力提高工程品質。
- 3.規劃設置一套電腦製圖系統（Computer graphic System），以為發展山坡地地理資訊系統（Geographic Infromation System）之基礎。

二、計劃執行經過要述

本計畫執行內容可分為三部分：

- 1.硬體部分：本局在省公務預算原編列有與省主計處電子處理資料中心連線作業經費，經與該中心研討結果，因本局發展方向性質特殊，連線作業方式不能符合需要而建議設置獨立系統。因此根據擬發展之業務，研訂計畫層報行政院主計處電子處理資料中心審議，於七十三年五月奉核定實施，奉核准之設備包括

(1)主機—VAX - 11/730。

(2)輔助儲存設備—RA81-AA 456 MB Disk TU80-AA 1600 BPI Tape。

(3)輸入設備—VT 101-AA VIDEO TERMINAL 漢通 5520 中文系統。

(4)輸出設備—DPK - 24H 列表機（中英文）LQ 1500 中英文列表機

(5)周邊設備—TEKTRONIX 4114 B GRAPHIC TERMINAL

CALCOMP 9000 DIGITIZER

CALCOMP 965 PLOTTER

以上所列之設備，除了CALCOMP 965 PLOTTER尚未進口外，其餘均於七十三年十一月底安裝完成。

- 2.軟體部分：本局負責全省山坡地產業道路，農路之設計與施工，每年約需完成一百五十公里，在有限的人力資源下，工作量的負荷相當沉重，因此發展產業道路，農路電腦自動化設計系統，是急需的重點工作。本項工作，由本局工程人員先行草擬系統規格，然後邀請本局與工作處有關的資深工程人員共同討論，研訂產業道路、農路電腦自動化設計系統規格說明書，經公開招標方式，委託電腦公司代為設計，預定於七十四年三月底前完成交貨。

- 3.人員訓練部分：本局並無電腦人員編制，電腦業務之規劃推動全由業務技術人員兼辦，因此人力資源尚有欠缺，為強化這方面之能力，除派員到各大學接受訓練外，亦由本局自行辦理基礎訓練一個班次共三十個人。

三、計劃成果

- 1.業經完成一套基本的電腦製圖系統，以為發展本局山坡地地理資訊系統之基礎。
- 2.建立產業道路、農路電腦自動化設計系統，使本局工程設計邁入電腦化的新里程，以節省人力並提高工程品質。
- 3.本局技術人員經基礎訓練後，加深對電腦應用之認識，並奠定其接受更進一步訓練課程的基礎，有利於本局電腦人力資源的強化。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- 1.本局無正式之電腦專業人員編制，因此在系統管理及軟體發展上之能力極為薄弱。有關系統管理正安排人員前往中央大學接受訓練，電腦專業人員目前由中央補助計畫約僱，期望能繼續支援，然再慢慢爭取編制，才是根本解決之策。
- 2.地理資訊系統是本局電腦發展的最終目標，因地理資訊系統是多種科技的整合，其所需的軟體、硬體均與一般的資訊系統不同。目前本局的硬體設備基本上尚缺影像處理的顯影機（Display）及影印機（Hard copy），有待中央補助分年購置，軟體方面的地理資訊系統程式裏（Package）亦希望能由中央自國外引進，分由有關機關應用，以節省發展時間及金錢。

五、繼續研究之方向

- 1.本局在工程設計方面，除了產業道路、農路自動化設計系統外，尚有防砂埧、整流工程、排水設施、農塘等治山防洪構造物的設計將繼續納入電腦化。
- 2.資料空間特性的表現，可增加資料的應用價值。本局掌管全省山坡地的經營管理、規劃與決策的正確性，有賴資訊的支援，因此建立山坡地基本的圖形與非圖形資料庫，完成坡地資源地理資訊系統乃是重點研究方向。

六、結論與建議

在社會經濟問題日益複雜的今日，資訊系統的應用是必然的趨勢。當今遙測技術的發展應用，使資料蒐集技術步入新的里程，遙測與地理資訊系統是一體的兩面，因此地理資訊系統將是研究的主流。地理資訊系統是決策的有力工具，其本質是多種科技的整合，不能一蹴即成，因此應及早籌劃，利用國內已有相當成就的航測為基礎，聯合有關單位促其實現。

七、英文摘要

Abstract

The socio-economic problems are getting complex and numerous at present. It is an absolute necessity that applications of information system assist the accuracy of decision-making. More accurate and timely geographic information made possible by computer graphic system would enhance the quality of the decision. Therefore, the geographic information system are powerful tools for managing natural resources to support decision-making. Mountain Agriculture Resource Development Bureau responds in development and management of slopeland in Taiwan. To establish a geographic information system for strengthening the management of slopeland is an absolute necessity. In this project, we defined a set of geographic information processing activities and completed a computer graphic system which consisted of a central processing unit, a digitizing tablet, a CRT monitor, a data storage device and a plotter. On the other hand, we are developing a software package for farm road automatic design. It has established the base of geographic information system.

台北、桃園、新竹山坡地崩塌 潛在地區航照調查研究

71 農建—4.1—源—24(4)

72 農建—7.1—源—22(4)

執行機關：山地農牧局第一工作處

執行人：吳正雄、曹明豐、張子良

摘要者：張子良

一、計劃目的

1. 建立山坡地可能具有潛在危險地區基本資料，劃定限制開發地區之可行性，提供坡地規劃利用與管制之參考，以期降低災害，而達地盡其利之最高理想。
2. 應用航照判釋技術，可得較精確完整之成果及提升時效。

二、計劃執行經過要述

本計畫自70年7月開始至72年6月止，分二年就有關台北、桃園、新竹三縣之山坡地具有危險潛能之地區分佈概況，以五千分之一航空照片圖及二萬五千分之一地形圖作為判釋描繪之依據，而後依判釋之航空照片圖至現場實施勘測及校對工作，並調查該危險地區形態、現場、崩塌原因等記錄於調查表上，再應用土壤、地質調查及氣象降雨資料研判分析其安定性，劃定可能危險地區以供參考。

三、計劃成果

台北、桃園、新竹三縣山坡地崩塌潛在地區，經調查所得計有崩場地648處，崩塌面積984.85公頃，茲將各縣崩塌情形列表於后：

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

1. 計畫執行地區過於廣大，參與人力之配合不足，工作難以達到整體性目的。若能以集水區為調查單元，並與土地利用潛力、潛在自然災害調查同時進行，完成合理之土地利用和管制計畫，以避免崩山成災之層出不窮。
2. 經費不足，使工作推行仍無法達成完整性目標。

五、繼續研究之方向

經濟的迅速發展，人口增加，水土資源需求日益增高以及其他非農業使用開發利用等壓力下，山坡地開發利用便成為解決這些問題的集中焦點。山坡地因自然環境條件特殊，有關山坡地土地利用潛力及潛在自然災害地區之基本資料頗為欠缺，在開發前如未能作適當之調查與規劃，而盲目的開發利用，將造成土地自然平衡之破壞，導致發生嚴重災害。為達成各種資源之保護，有效開發利用，今後在繼續研究之方向上，其中較為重要急迫的事項需能早

台北縣各鄉鎮市崩塌概況統計表

鄉鎮別	崩塌地處數	百分比(%)	面積(ha)	百分比(%)	體積(m ³)	百分比(%)	備註
石門鄉	1	0.28	0.63	0.13	2,205	0.06	
雙溪鄉	20	5.53	29.79	6.10	219,345	6.33	
金山鄉	10	2.77	22.52	4.61	100,390	3.19	
五股鄉	37	10.25	42.91	8.79	287,379	8.30	
樹林鎮	10	2.77	21.50	4.41	137,330	3.96	
泰山鄉	16	4.43	16.16	3.31	74,304	2.15	
土城鄉	3	0.83	11.15	2.28	126,100	3.64	
深坑鄉	24	6.93	13.89	2.85	78,428	2.26	
鶯歌鎮	8	2.22	24.30	4.98	210,450	6.08	
三峽鎮	8	2.22	16.20	3.32	173,090	5.00	
新店市	34	9.42	61.31	12.56	288,750	8.33	
瑞芳鎮	35	9.70	85.71	17.56	995,968	28.75	
萬里鄉	27	7.48	59.55	12.20	249,196	7.19	
汐止鎮	26	7.20	23.44	4.80	195,722	5.65	
新莊市	0	0	0	0	0	0	
貢寮鄉	18	4.99	1.95	0.40	11,053	0.32	
石碇鄉	32	8.86	15.74	3.22	74,900	2.16	
淡水鎮	2	0.55	1.20	0.25	4,950	0.14	
八里鄉	16	4.43	17.92	3.67	76,590	2.21	
林口鄉	16	4.43	9.26	1.90	32,906	0.95	
三芝鄉	2	0.55	1.54	0.32	12,675	0.37	
平溪鄉	10	2.77	10.45	2.14	98,400	2.84	
坪林鄉	5	1.39	0.95	0.20	4,280	0.12	
中和市	0	0	0	0	0	0	
合計	360	100	488.07	100	3,464,411	100	

桃園縣各鄉鎮市崩塌概況統計表

鄉鎮別	崩塌地 處數	百分比 (%)	面積 (ha)	百分比 (%)	體積 (m ³)	百分比 (%)	備註
桃園市	4	4.31	1.51	0.74	22,661	0.80	
大溪鎮	15	16.13	23.88	11.70	472,161	16.66	
楊梅鎮	7	7.52	12.21	5.99	41,853	1.47	
蘆竹鄉	8	8.61	42.98	21.07	468,829	16.54	
龜山鄉	35	37.64	100.82	49.43	1,525,486	53.82	
龍潭鄉	16	17.21	15.38	7.55	188,864	6.67	
平鎮鄉	1	1.08	2.70	1.33	29,700	1.05	
復興鄉	7	7.53	4.50	2.21	85,333	3.01	
合計	93	100	203.98	100	2,834,617	100	

新竹縣各鄉鎮市崩塌概況統計表

鄉鎮別	崩塌地 處數	百分比 (%)	面積 (ha)	百分比 (%)	體積 (m ³)	百分比 (%)	備註
新竹市	5	2.57	2.91	1.00	18,006	0.43	
竹東鎮	13	6.67	33.43	11.41	526,834	12.49	
關西鎮	32	16.41	96.94	33.09	1,884,516	44.68	
新埔鎮	39	20.00	25.92	8.85	240,143	5.70	
香山鄉	18	9.23	22.18	7.57	201,477	4.78	
新豐鄉	8	4.11	1.86	0.64	21,835	0.52	
湖口鄉	24	12.31	11.92	4.07	161,784	3.84	
芎林鄉	7	3.59	26.29	8.98	277,550	6.58	
寶山鄉	7	3.59	5.82	1.99	79,235	1.88	
峨眉鄉	7	3.59	5.64	1.93	142,138	3.37	
北埔鄉	13	6.67	47.95	16.37	461,383	10.94	
竹北鄉	11	5.56	4.37	1.50	100,053	2.38	
橫山鄉	9	4.62	6.01	2.06	91,513	2.17	
五峰鄉	2	1.03	1.63	0.56	11,794	0.28	
尖石鄉	0	0	0	0	0	0	
合計	195	100	292.87	100	4,218,270	100	

日實施者諸如：

- 1.山坡地保育利用區土地資源潛力及潛在自然災害調查。
- 2.集水區之分類調查。
- 3.合理的土地利用和管制條例研訂。

六、結論與建議

台灣是個多山的島嶼，有三分之二的土地資源是屬於山地，山區內蘊藏着大量的森林、礦產等豐富的資源，並提供百分之八十的水資源以及最清潔及廉價的能源供國民及農工商企業之用。山坡地崩塌潛在地區直接或間接影響有關資源之開發、或開發成果甚鉅，它可能破壞資源開發工作並造成災害，蛀蝕國家經濟，妨碍提高人民生活水準。為配合今後經濟發展、社會需求、防止或減少洪水和崩山災害程度，達成各種資源之保護和有效開發利用，建議如下：

- 1.實施山坡地區域性或地區性之整體規劃，首先建立土地資源潛力及潛在自然災害調查資料，慎重分析研究以資防患於未然。
- 2.釐定山坡地保育利用區合理之土地利用和管理制度，根據利用潛力和潛在災害評估法，作通盤計畫，確實執行。
- 3.目前概括性之山坡地崩塌潛在地區調查，祇能提供目前現有崩場地災害例區，對於預知往後可能發生潛在災害之警報效果甚微，但如能適時配合大比例尺地質圖並提供最新航空照片，將同一災害區作發生前後不同時間之研判及比對，則必能對預知潛在災害之研判有所助益。
- 4.加強執行機關與學術界之密切合作連繫，提升利用潛力和潛在災害評估法之研究，以謀解決之道。

七、英文摘要

The purpose of the project was to obtain basic data on hazardous area which could be latent in slopeland for planning and developing slopeland. The remote sense survey on preservation and conservation area of Taipei, Tao-yuan and Hsinchu prefectures were carried out from July, 1981 to June, 1983.

The results of this studies indicated that the cause of erosion in slopeland included the natural factors as topography, soil type, soil test etc., and induced factors as rainfall, earthquake and man-made erosion etc.

苗栗、台中山坡地崩塌潛在地區航照調查研究

73 農建—7.1—源—32(4)

執行機關：山地農牧局第二工作處

執行人：廖大牛

摘要者：孫明德

一、計劃目的

台灣本島因地勢特殊，且山多平地少，近年來更由於經濟快速成長及人口急遽增加，平地已不敷使用，山坡地之開發乃勢之所趨。山坡地的開發是項技術性與藝術性的工作，所需考慮的不止是資源保育、環境綠化，還需顧慮到安全、經濟與適度的開發。而山坡地隨著開發利用等建設工作之實施及豪雨的來臨，常導致山崩及地層滑動等災害，威脅生命安全，影響開發建設成果。本計畫在探求以航照技術之運用，判釋地形地質特性，並應用地質調查及氣象降雨資料，以研判分析崩塌地與各項影響因子間之相互關係及其安定情形，期能劃定可能具有崩塌潛在性之地區，以提供開發規劃之參考，使土地利用更趨於安全。

二、計劃執行經過要述

(一)調查地區：調查地區以山坡地保育利用劃定之範圍內共計 138,590 公頃，其中苗栗縣（十八鄉鎮）佔 86,610 公頃，台中縣（十九鄉鎮）佔 51,980 公頃。

(二)運用資料及工具

- 1.航空照片：以民國六十五年至六十九年拍攝，比例大約一萬七千分之一之航空照片作為室內判釋，描繪及現場核對之依據。
- 2.基本圖：以航照判釋資料，用五千分之一像片基本圖做為崩塌地確實位置之標定，並轉繪於五萬分之一地形圖作為調查成果圖。
- 3.地質：利用經濟部 63 年出版之台灣地質圖，71 年之地體構造圖及地質調查所之煤層分佈地質圖，用以研判地質之特性及分佈狀況。
- 4.土壤：依據台灣省農試所土壤概圖及山地農牧局之苗栗縣土壤圖，作為調查區域土壤分佈之研判。
- 5.水文：採用水利局分佈於調查區各測站歷年來之颱風豪雨及月平均降雨資料，作為崩塌地誘因之參考。
- 6.工具：以反光立體鏡判釋航空照片呈現之立體像，研判崩塌地之位置及其各項特性。

(三)調查作業：航空照片因受比例尺和解像度之限制，在照片上判釋出崩塌地後，仍赴現場作一般核對及重點校正，以補室內判釋之不足和校正判釋之錯誤。

(四)統計分析及成果圖調製：依據航空照片判釋與現場核對後之資料，予以統計分析崩塌與地質、坡度、坡向、降雨、溪流侵蝕、土壤、標高間相互之關係，並繪製各項資料圖，據以探求崩塌發生潛在之判斷，供山坡地開發之參考。

三、計劃成果

- (一)苗栗、台中兩縣經調查結果計有崩場地 122 處，崩塌面積約 113 公頃，佔調查面積之 0.08%，崩塌體積約 4,976,000m³，崩塌情形就其所佔比例而言嚴重性尚稱輕微。
- (二)崩塌近因以河岸沖蝕最多且降雨量愈多之區域可能導致崩塌之機會越多。
- (三)地質方面以砂頁岩互層之卓蘭層最易引起崩塌且多發生於地面坡度大於 30°，受西南氣流影響之南向坡。
- (四)土壤肥力較佳之黃棕壤，多位於 500 公尺以下之山坡地，由於地勢平坦，交通便利開發程度較高，植生狀況較差，相對崩塌可能性較高。
- (五)崩場地是否需要處理及處理之優先秩序，決定於崩塌所造成之災害對於生態環境是否造成直接或間接威脅，調查區內直接威脅者略高，因此在處理優序中極需處理比率相當高。
- (六)崩場地發生必然由於弱面之存在，並且具有導致剪裂帶形成之主誘因，崩塌發生後即達到不穩定平衡之狀態，並趨向於安定，若崩塌主誘因仍存在，則此不穩定平衡狀態必被打破，而崩塌規模繼續擴大。實施調查區內崩場地惡化程度比例甚高，必須加以排除誘因，使其維持安定。
- (七)崩場地處理方式毋需件件皆耗用大量經費施以工程處理，應因地制宜，以植生配合工程方法，達到經濟安全之目的。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)所能運用之航空照片過於老舊，研判得出之崩場地狀況與現地常有極大出入，而新近崩塌者，照片上未能顯現，有被遺漏之虞。為儘可能切合現狀，除照片上判釋所得之崩場地，另洽詢鄉鎮公所人員及當地居民有關崩場地點，赴現場勘查，以補照片之不足。
- (二)為補調查人員地質素養之不足，儘量利用地質圖及有關文獻，避免判釋時造成極度偏差。

五、繼續研究之方向

崩塌之發生受地質降雨之影響極大，不同地質有不同崩塌趨勢和形態，對於現有崩場地的地質條件做更詳盡之調查，則崩塌主因更能明晰。而水文資料分散各有關機構，蒐集不易，且崩場地無詳確降雨資料。如對於此項資料能彙集，並與地質條件相互比對，則在崩場地潛在地區之研判上裨益匪淺。

六、結論與建議

- 1.近三十多年來，我國在經濟發展上的成就，是有目共睹的，但由於偏重開發，疏忽保育，經濟發展愈高，對自然資源的破壞也愈形嚴重。當然運用開發的手段，達到經濟成長，為的是富足我們的生活，可是為了目前短淺的利益，卻必須犧牲後代子子孫孫賴以維生之自然環境時，能不愼思？因此在山坡地開發時必須針對山坡地之特性，地理景觀，自然生態之條件做一通盤考慮。
- 2.從事崩場地之研究，其特性之確實資料獲取是最重要的，因此“即時”的觀念是必需建

立，避免崩場地穩定後再探求時易導生偏差。

- 3.對於所有現場工作人員應加強其崩場地研究判定之基本知識，施以有關在職訓練，使每一工作人員均能搜集各項資料，擴充資料的領域及完備性，對坡地規劃時更具週詳性。
- 4.為配合資訊傳輸及整理之便捷，崩場地調查之項目、表格、方式希望能予以規格化、計量化，在崩場地處理和判定上更趨於客觀。
- 5.不連續面發達之砂岩，若下接頁岩或泥岩，在順向坡須防止坡趾開挖成河川淘刷後引起中至大規模平面型滑動，反向坡面須加強植生覆蓋，避免崖錐落石成堆積物滑動。
- 6.崩塌之發生與地質關係甚為密切，因此在開發規劃時，若有大比例尺之地質圖可資運用，則道路之選線，構造物之位置，開發方式均可避開具崩塌潛在性之地區。

七、英文摘要

SUMMARY

The investigated area is located in Miaoli & Taichung Hsien. Using topographic map and areial photographic interpretation matched with ground truth investigation, these factors including geomorphology, geology and rainfall affecting the landslide were studied. Those results were summarized as follows:

1. There are 122 points of landslide to be investigated. Being total, 113 ha and 4,976,000 M³ are accounted in landslide area and volume, respectively. For landslide area only, about 0.08% of whole investigated area, problem of landslide is not serious.
2. The happening of frequency of landslide is higher in which the slope of landsurface facing southward is over 30°, high amount of rainfall and lower vegetation cover area, sandstone and shale intercalated in the Cholan formation are also included.

山坡地地下水調查技術之研究

72 農建—4.1—源—50(1)

執行機關：台灣大學

執行人：陳 信 雄

摘要者：陳 信 雄

一、計劃目的

本研究的目的，在於蒐集各類探測地下水的技術，在理論上及實際應用上做深入的研究，尋求最迅速而確實的方法，就本省各種集水區地形，實施實地調查，分析各種地形地下水分佈與賦存特性，做成因地形別之地下水賦存模式，俾供今後水資源開發規劃設計上之參考。

二、計劃執行經過要述

本計畫為一長期性的研究，擬分年逐次實施調查研究，本年度為第一年之研究結果，分別對於調查地區之選定、分類，調查技術之探究，調查儀器之選擇等進行研究，預測本省地形別之地下水分布概況。地下水的賦存狀況與地形、地質有莫大的關係，一般而言，對地下水的調查，多半重視地質，尤其強調水文地質，而忽視地形的傾向，由地形與地下水的關係上顯示地下水形態的地下水位是由地形來決定，而構成地形的地質狀況亦有同樣價值存在。

首先就本省之集水區依地形條件大分為(1)河谷平原，(2)海岸平原，(3)三角洲，(4)扇狀地，(5)砂丘，(6)台地，(7)丘陵，(8)火山山麓，(9)山坡地，九個地形分類，探討各種地形之地下水賦存的狀況，並選定較具代表性的試驗地區，先行初步的調查，以瞭解地下水可能的存在狀態。

其次對於地下水賦存狀態之調查方法，諸如地質調查法，地溫及水質調查法，地下水位之觀測法，抽水試驗法，地下水食鹽檢層法等方法進行理論及應用上之探討。並且對於野外調查試驗上所使用的儀器，諸如日本橫河公司製造之 YEW3244 型，YEW3243 型，日本應用地質調查所製造之震波探測器 TR-4，義大利 Controls 公司出品之地質探測儀 E85 型等四種儀器，檢討其使用性及限制條件，並選擇適當的儀器以進行野外調查。

三、計劃成果

由地形分類之九個地形區域，分別選擇具代表性的地點進行探測，得到初步結果如下：

- (1)河谷平原：由新店溪上實地探測，一般堆積物愈厚，規模越大的溪谷，往往有良好的地下水含水層，而且舊河床地點往往有良好的地下水源。
- (2)台地：台地地區實施地下水探測時，其探測選點上相當的不容易，而且台地之地下水與沖積低地之地下水亦呈不連續的狀態，往往容易形成棲止水或地下水濕之存在。
- (3)扇狀地：乃山谷中之急流河川，在山地出口形成堆積之地形，往往有豐富的地下水脈，有些地區甚至出現湧泉的情形。

(4)丘陵：其地下水的存在狀態以存在於砂岩層中的被壓地下水為主，而丘陵地之構造可分為：①水平構造，②單斜構造，③向斜構造，④背斜構造等，本省由於受到激烈的地殼運動，因此幾無水平構造之丘陵，多半為背斜與向斜之丘陵，地下水之存在狀態以向斜丘陵含水層較厚。

(5)山坡地及山地

由於砂礫層不發達之故，因此往往缺乏良好的含水層，山地內之小山谷或有少許之地下水，而山頂及山腹則無良好之地下水層，然而有斷層存在及節理發達的地點，則可能有豐富的地下水。山坡地地下水的存在與否，視其是否由多粗大孔隙的砂岩層構成，以及補注區域範圍的大小而定。

四、繼續研究之方向

由於本省地形條件相當複雜，因而地下水的賦存狀態亦隨地形條件呈不一致的現象，今後有賴各個地形分區之充分的調查資料，始能瞭解每一種地形之特有的地下水位分布，因此應從全省九個地形分區，做進一步的地下水調查，並比較山坡地地下水之特性，做為今後山坡地規劃開發上之參考。

五、結論與建議

以上是針對山坡地地下水之調查，從地形與地質觀點提出根本的調查方法，由調查儀器分析方法，並綜合各種地下水調查技術，期能從地形地質的特徵，瞭解本省地下水賦存之特性，另方面根據地形特徵予以地形分類，由地形特徵描繪地下水之分布狀況。由於第一年為初步的調查準備階段，今後宜繼續此方面的調查研究，以陸續完成各種地形之地下水的調查研究，完成各種地形之地下水位等高線圖及地下水位分布圖，將有助於今後本省水資源規劃與開發。

七、英文摘要

Studies on the Ground Water Investigation Techniques in Slopelands

Hsin-Hsiung Chen

This study is based on the characteristics of topography of various watersheds to classify into nine types as follows for surveying and finding out the storage model of ground water due to topographic formation: 1. River valley; 2. Coastal plain; 3. Delta; 4. Fan-shaped land; 5. Sandduc; 6. Plateau; 7. Hill land; 8. Volcanic foothill; 9. Slopeland.

The result has been very helpful in the study on the characteristics of ground water hydrology. Besides, it would serve reference for the future survey and planning of water resources in Taiwan.

坡地社區災害調查與檢討

78 (ARDP) — 2.2 — N — 154

執行機關：國立台灣大學

執行人：張石角、李鹿萍

摘要者：張石角

一、計劃目的

調查台北市主要山坡地社區災害背景，包括其自然條件，土地利用與整坡方式，災害性質與分類，探討災害基本原因以爲災害防止對策之參考，並可供爲將來山坡地社區規劃之參考依據。

二、計劃執行經過要述

- (一)利用航照及大比例尺地形圖繪出主要坡地社區範圍。
- (二)搜集區域內歷年來災害發生地點及其背景。
- (三)地形與地質調查。
- (四)調查各主要社區之空間取得方式。
- (五)災害性質、規模及情況之調查。
- (六)歸納山坡地利用方式及災害之自然與人爲因素。
- (七)提出檢討及災害防止對策之建議。

三、計劃成果

檢討台北地區坡地社區災害原因，提出處理方法之建議，供將來坡地社區規劃之參考，亦可用以檢討已建及擬建山坡建築區之安全度。

四、繼續研究之方向

山坡地住宅建築區之災變性質與其所處地形位置之工程環境有密切之因果關係；換言之，崩山災變事前可經由其工程環境的特性予以預測，而達防避之目的，故今後吾人應研究的方向在於建立工程環境之基本資料。

五、結論與建議

- (一)研究地區之台北市山坡地住宅區，所處之地形位置不外(1)山谷；(2)坡頂；(3)崖下；(4)斜坡；(5)坡腳；(6)填方等。每一種地形位置做爲建築用地皆有其特定條件之限制，因此各有其特殊之工程環境。
- (二)自各地形位置工程環境之分析，以及災變個案之剖視，可知山坡地災變，並非於事前不可捉摸；事實上只要稍作調查，皆不難看出端倪。

三、若無視於工程環境條件之限制，盲目開發，何異濫墾？其不受災者幾希！若圖以工事對抗自然力量，仍屬不智之舉，蓋自然力量至大無窮，或可抑制其發作於一時，却不能持之久遠。災變之潛伏期雖有長短之分，其終將發生則一。故凡事對抗不若利導，證諸山坡地之開發亦然。

四、災變宜治其於隱微之時，藉收用力寡而功多之效；本文研究之結果，可用以檢討已開發及擬開發山坡地之安全性，以便及早採取防治或矯正之對策，以減少生命與金錢之損失，並維護珍貴之土地資源。

五、建議：為防患於未然，土地資源基本資料之建立為當務之急。

七、英文摘要

Abstract

An investigation into the topographical locations of the residential areas on the slopeland of Taipei shows that they fall into one of the following six categories: (1) shallow valley, (2) top of the cliff (3) toe of the cliff (4) slope (5) toe of the slope and (6) hills. Landslide disasters of different types have occurred to each of them in the past few years, and have caused considerable losses of properties and lives.

The present study reveals that all of the disasters were mainly due to the poor engineering environment of the construction localities in terms of engineering geomorphological and geological factors. This implies that the urban landslides are of calculable hazards and thus can be controlled or avoided beforehand.

The results achieved in the present study can be applied to estimate the security of the existing slopeland building sites as well as those under planning.

八、張石角（1980年9月）：台北市山坡地建築區之崩山災害，工程環境學會會刊，第一期，pp.69～85。

地貌解剖法用於台灣坡地土壤調查之評估

71 農建—1.3—源—60(1)

執行機關：國立台灣大學

執行人：張石角

摘要者：張石角

一、計劃目的

地形特徵為地質與動態地形作用之反映，其與土壤和植物、耕作等均有密切之因果關係。因此從事地形之解剖分析當可得出在地質、地形作用、土壤特性、植物和耕作方式均一地形區，並可做山坡地多目標利用規劃之基本圖。本研究擬將室內作業成果與現地勘查資料作充分之對照印證，並得出其間規律之關係，以評估此法在土壤調查上之應用價值及其極限，作為推廣之基礎。

二、計劃執行經過要述

(一)利用聯勤出版之五千分之一地形圖進行土地特性均一地形區之繪製，以建立研究地區內不同等級之地形單位，並推測其土壤特性。

(二)實地野外調查與上述地形區預測特性相比較，得出兩者間之規律性關係。

三、計劃成果

將研究地區以土地單元劃分法，將全區劃分成若干區帶，並各標示其土地特性，包括(1)坡度、(2)地形動力作用、(3)母岩質、(4)坡面類別、(5)土壤厚度等，以便利用各區土壤特性之掌握，並由研究之成果做成土類地理分佈之基圖，以節省大量之野外工作。

四、繼續研究之方向

土地單元劃分法就其同一土地特性給予歸類，對於土地基本資料之建立、採樣地點之選定、及簡化野外調查均有莫大助益，此法應亟須推廣。

五、結論與建議

(一)本研究以馬福一尖山和火燒崙—富興頭兩區為對象作地貌解剖分析。

(二)自大地理單元評估，即知馬福一尖山區屬高傾角、高起伏度、軟岩區，以地貌零碎、山坡陡峻，土地利用潛力甚低為其特徵；而火燒崙—富興頭區，則屬低傾角、高一低起伏度、軟岩區，以有長傾斜坡，有相當之農業生產潛力為其特徵。兩區在地形、土壤特性和土地利用上截然不同。

(三)自土地單元劃分法，將全區劃分成若干區帶，並各標示其土地特性，以便利用各區土壤特性之掌握，分佈範圍之確定，並可藉減少採樣地點，達到簡化野外調查之目的。

四)本法之非能取代田野土壤調查工作至爲明顯，致其精度有待專業土壤分佈圖之檢核。

英文摘要

Abstract

Landform anatomy is a newly devised method by the author for analyzing a given tract of slopeland in terms of land use capability into units with homogeneous properties. The parameters used in the categorization are: (1) Slope aspect, (2) slope angle, (3) Slope surface irregularity, (4) Kinds of bed rock, (5) Geological structure and (6) Relief. It has been observed from field studies that the characteristics of top soil has close relationship with the parameters of the land unit. This simplifies and improves the accuracy of the identification and demarcation of soil types in field survey.

Two regions in Hsinchu areas are selected for case studies.

東部地區治山防洪整體調查規劃

76B21—N—934

79(ARDP)—3.2—N—181(A)

執行機關：台灣省山地農牧局

執行人：陳 卓 勤

摘要者：陳 禮 仁

一、計劃目的

台東、花蓮兩縣境內多高山，河川密集，由於坡陡流急，且位處地震帶上，每遇颱風豪雨經常發生山洪暴發，沖蝕尤為劇烈，加以山崩地滑，鉅量砂石下淤，河床年見顯著增高，致洪災頻仍，造成田園流失、屋舍為墟，災民無數之嚴重損失。為徹底解決集水區問題，乃辦理本調查規劃計畫，以尋求有效之治理方案，確保東部資源及人民生命財產安全，促進開發東部之繁榮進步。

二、計劃執行經過要述

台東縣黃前縣長有鑑於東部地區災害頻繁，乃於六十三年十月致函謝前主席，建議省府組成專案小組實地勘查，針對需要釐訂具體有效治理計畫，分年分期實施。經謝前主席指示，省山地農牧局、水利局、林務局、台東縣政府於六十四年七月在前農復會支助下，展開台東縣治山防洪調查規劃工作。並完成「台東縣治山防洪治理計畫」於六十六年十二月提經台灣省政府第一四〇七次府會決議通過，原則可行，按優先治理順序分期處理，並附帶決議：「……請山地農牧局從速辦理花蓮縣治山防洪整體規劃工作。」該局乃於六十七年三月復在前農復會支助下展開該項工作。

為尋求規劃治理之完整性，以每一水系集水區為治理單元，按上、中、下游全盤規劃，其中林務局負責林班地內造林、崩塌處理與防砂工程；農牧局負責坡地內之水土保持處理、崩落地處理及野溪防砂工程；水利局負責下游防洪工程；縣政府則負責原野地、保留地造林及協調聯繫工作。

三、計劃成果

(一)完成「台東縣治山防洪整體調查規劃」，「台東縣治山防洪整體治理計畫概要」及「東部地區治山防洪整體治理初步規劃計畫概要」等報告。

(二)東部地區治山防洪整體治理初步規劃調查報告，提經中央及省府有關單位會同審議，根據綜合意見修正，所需總經費為 6,234,907,000 元，包括：(1)林業經營—造林 30,386 公頃，經費 1,506,165,000 元。(2)坡地水土保持—農地水土保持 10,590 公頃，坡地農業經營 8,700 公頃，蝕溝控制 153 處，經費共計 682,703,000 元。(3)崩落地處理—計 888 處，經費 898,154,000 元。(4)防砂工程—計防砂埧 120 座，野溪治理 114 處，

合計經費 1,617,525,000 元。(5)防洪工程—計堤防護岸 170,103 公尺，經費 1,321,772,000 元。(6)工程維護費—包括工程維護、災害搶修及評估研究經費，計 208,588,000 元。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

- (一)本集水區調查規劃範圍遼闊，山區又佔多數，由於時間緊迫，交通不便，部份地區無法到達現場調查者，皆以航照判釋為主。
- (二)本次調查規劃，項目繁多且分由各有關單位辦理，協調聯繫諸多不便，乃採規劃隊組織集中辦公方式，以尋求規劃治理之完整性。

五、繼續研究之方向

- (一)集水區經營治理工作係長期性之投資，不但需要龐大的經費和人力支持，更須科技的應用配合方能勝任。故仍需加強集水區試驗研究工作。
- (二)區域性之水文、地質、土壤、泥砂、地下水分佈及航空照片等基本資料欠缺，如何搜集整理，並加以電腦建檔，以節省人力、時間而能發揮調查規劃成果，謀求合理有效之治理方案，係今後努力研究之方針。

六、結論與建議

- (一)按各集水區歷年受颱風災害程度及對人民生命財產損失之嚴重性為依據，將花、東兩縣集水區排定優先治理順序。台東縣以太平溪、利嘉溪、太麻里溪、知本溪集水區為第一優先；花蓮縣則以木瓜溪、花蓮溪沿岸、秀姑巒溪沿岸集水區為第一優先。
- (二)本計畫經費共計 6,234,907,000 元，數字相當龐大，恐非政府財力一兩年之內所可負擔，故建議按優先治理秩序，擬分三期，每期四年共十二年完成。
- (三)請省府籌撥專款或申請中央補助辦理本計畫，並對於坡地之濫墾、濫伐，督促地方政府依法取締，嚴格執行。
- (四)集水區調查規劃為一綜合性技術，國內人才缺乏，政府應有計畫之長期培育並加強現有人員之訓練。

蘭陽地區治山防洪整體調查規劃

77—ARDP—2.2—N—98

78—ARDP—2.2—N—116

執行機關：山地農牧局、林務局、水利局、
宜蘭縣政府、森林開發處

執行人：陳 卓 勤

摘要者：林 親 義

一、計劃目的

為配合蘇澳港擴建及北迴鐵路興建後之重要課題——水患防治……等問題，對蘭陽溪……等主次要河川，包括上、中、下游實施治山防洪整體調查規劃，以便提出具體報告，俾供分年分期實施治理之依據，而解決蘭陽溪之水患，以促進其他產業發展。

二、計劃執行經過要述

本計畫由農林廳負責召集之台灣省森林水利水土保持聯合技術小組之建議，在山地農牧局 66、67 年度預算內編列規劃經費，並承農復會之經費補助，由林務局、水利局、山地農牧局、宜蘭縣政府及森林開發處等機關派員組成規劃小組，分別辦理林業經營、坡地水土保持、崩場地處理、防砂工程、防洪工程、道路護坡等之調查規劃工作，並由山地農牧局主辦，自民國 65 年 8 月展開工作至 67 年 6 月完成。

本計畫之執行係依據各機關之業務，採用分工之原則，就各機關人員之專長，實施治山防洪整體治理之各項調查規劃；即林業經營由林務局、宜蘭縣政府、森林開發處等就其業務範圍派員實施調查規劃；坡地水土保持、崩場地處理、防砂工程、道路護坡等由山地農牧局派員實施調查規劃；防洪工程由水利局、宜蘭縣政府派員負責調查規劃。並由參加人員就各項調查規劃資料加以整理，提出報告，由山地農牧局負責彙整，撰寫成蘭陽溪治山防洪整體調查規劃報告、新城溪治山防洪整體調查規劃報告、宜蘭河治山防洪整體調查規劃報告、得子口溪及蘇沃溪未印報告。

三、計劃成果

本計畫完成蘭陽地區之治山防洪整體治理之林業經營、坡地水土保持、崩場地處理、防砂工程、道路護坡、防洪工程等之調查規劃，並提出各項治理摘要及經費概算，其中林業經營造林面積計 7,180 公頃，需經費 311,600,000 元；坡地水土保持面積 3,820 公頃，需經費 76,400,000 元；崩場地處理需處理者 207 處，需經費 652,000,000 元；防砂工程需興建防砂埧 54 座，經費 1,650,000,000 元；道路護坡需處理 123 處，經費 30,000,000 元；防洪工程包括堤坡腳加強、丁埧、堤防加高、興建堤防等 192,336 公尺，經費 1,300,000,000 元；本經費係依據民國 68 年 7 月之物價計算。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫於執行時遭遇到之困難擬按調查規劃項目分別說明：

- 1.林業經營：由於本地區之面積遼闊且交通不便，實施調查規劃時間僅 20 個月，以致無法作全面性之現場調查，僅能依據以往之資料，配合實際需要作現場之抽樣調查，擬具林業經營之造林計畫。
- 2.坡地水土保持：依據山坡地保育利用勘判者，由於調查規劃期間短暫，僅能利用航照判釋及配合現場勘查，無法作全面性之調查規劃。
- 3.崩場地處理調查：本地區之崩場地調查，大部分係以現場調查為主；惟部分位處僻地，因交通不便，僅能依據航照判釋其位置及其崩塌概況，轉繪於地形圖上。經調查本流域有 365 處崩場地，部分因規模及位處僻地，無法作適當之處理建議，故列為無法處理者。
- 4.防砂工程：本流域之防砂埧經按崩場地概況、河床泥砂堆積狀況、河流特性等條件，依其需要性作規劃之依據，因此規劃 54 座防砂埧；至於小型之潛埧及蝕溝控制等，因限於時間及人員配置等，無法作全面性之規劃，以致未列數量。
- 5.道路護坡：本項調查僅限於山區道路之邊坡穩定調查，平地部分未予調查，因平地部分之道路邊坡穩定措施規模甚小，故未予調查在內。
- 6.防洪工程：本地區除蘭陽溪主流大多建有堤防外，其餘各溪大多未建堤防，故皆以其需要性作規劃，其中電火溪、得子口溪、宜蘭河等，因兩岸大部分皆未建堤防，故興建之堤防較多；至於堤防法線之決定係按河川之蜿蜒狀況、流量大小、河床坡度及水流特性等之考慮而得，至於洪水頻率之排洪量係依據區域排水標準而定，無法按洪水頻率之排洪量規劃，否則溪床斷面應加大甚多，則使用之私有土地較多，治理時將遭遇較多之阻力，故僅按區域排水之原則規劃。

五、結論與建議

本地區經調查規劃結果需治理經費 41 億元，由於經費龐大，建議考慮政府財力、人力負擔，分年分期按輕重緩急作有系統之治理。本區域之水文氣象資料，在中上游地區皆不甚齊全，以致對暴雨、洪水、崩塌、河道之輸砂等關係，未能作深入之研究，以探討有效之治理方法。目前本省對崩山治理之經驗尚淺，有待加強研究及吸收外國技術之必要，故建議成立崩場地治理研究機構及派員赴國外研習治山技術。

七、英文摘要

The main purpose of this project is to solve the problem of flood inundation for Lan Yang area. This planning project included six main items, i.e. management of forest landslope soil and water conservation, investigation of landslide treatment, sabo dam planning, protection of road slope, flood control engineering etc.

From the results of planning and investigation we found that if we want to solved this area's flood disaster we need to cost about 4.1 billion dollars. That is a large number of cost, so that this treatment plan is divided into 12 years to execute which can be finished. It is necessary to have about 342 million dollars every year.

In this area, many problems such as the relationship of hydrology, flood, typhoon, landslide, sedimented movement etc need to be studied. Those studies are very important and helpful for this area's treatment.

白河水庫集水區調查規劃

論中小型水庫集水區經營治理

本獨議係依據白河水庫集水區調查規劃所得各項資料，引伸討論本省中小型水庫集水區整體治理及經營管理問題。曾邀集水庫管理單位及有關機關共同研商，對水庫集水區所遭遇困難問題之研討並初步研擬可行性方案供參考。

一、問題探討

本報告所指中小型水庫係指本省境內，未設有專責治理機構之水庫而言。

國家完成一項水庫建設，利用其巨大容積的水資源，獲取珍貴的能源，潤澤大地，防止洪水的肆虐，地方蔚成繁榮，人類的文明得賴以進步，然而數十年或百年以後，由於水庫淤積所致惡劣後果很難想像，不僅良田淪為荒地，經濟上的損失自不用說，尤其值得憂慮的，後世再行興建水庫時，良好的壩址已不可多得，所以我們必須認識，良好的壩址亦是國家一項資源，置被泥砂淤滿的水庫於不顧，不僅重要的水資源遭到浪費，間接地為地方帶來災害，如何為老朽的水庫賦予新生命，實為一項不容忽視的課題。

臺灣的河川，流短且急，洪水量與枯水量的差別過於懸殊，地層為第三紀海相岩層所構成，地質構造相當脆弱，且頻有暴風雨的侵襲以及位於太平洋島弧地震帶上，致建設水庫的天然條件相當不利。

根據經濟部水資會的調查估計，臺灣地區由於人口增加，都市擴展以及經建的蓬勃成長，所有用水逐年激增，民國65年灌溉、自來水及工業用水等三主要標的用水量達168億立方公尺，利用地面水源者達135億立方公尺，佔總用水量的80.36%（內由水庫供給39億立方公尺，佔總用水量的23.21%），到民國85年時，上述標的用水總量估計將增為201億立方公尺，較65年需水量增加33億立方公尺，增加率為19.64%，其中自來水增加17億立方公尺（增加工業用地面積約一萬四千公頃），預估灌溉用水增加有限，目前西部各河川的枯水流量幾已全部利用，地下水源的開發亦極有限，地面水的利用，必須增建水庫調蓄，方敷所需。

水力發電雖僅佔全省總發電量的18%，畢竟這是我們僅有的，可靠的能源，在能源震撼的今日，火力、核能發電的原料一概仰仗他人，能源危機一旦發生，則我們所有的經建成果，無疑地必遭嚴重的打擊。

目前政府正積極的開發水庫，由於諸多天然不利條件的限制，投資巨大，又需考慮環境及社會問題，可說是相當的艱難，由於水庫的淤積，逐年減少容量，水量的調節愈感困難，為了保障我們既有的資源，所有水庫的生存問題，有待全面檢討。

茲將本省現有中小型水庫概況列如表IV-1。

表 IV - 1 台灣中小型水庫板況

水庫名稱	溪流	水庫位置	完工時間	填身材料	填高 (公尺)	填長 (公尺)	滿水面積 (公頃)	有效容量 (百萬立方公尺)	計畫總容量 (百萬立方公尺)	集水面積 (公頃)	功用	管理單位
烏山頭	大埔溪	台南縣官田鄉	民國13年	土	55.00	1,223.00	1,310.00	120.55	180.53	6,000.00	灌溉給水	嘉南水利會
虎頭埤	鹽水溪	台南縣新化鎮	民國10年	土	15.30	470.00	26.14	0.90	1.38	741.14	灌溉	嘉南水利會
鹽水埤	茄苳溪	台南縣新化鎮	民國44年	土	8.60	737.00	33.80	0.39	0.83	608.80	灌溉	嘉南水利會
後元埤	溫厝港溪	台南縣柳營鄉	民國45年	土	8.00	524.00	158.90	2.46	3.35	2,632.90	灌溉	嘉南水利會
白河	急水溪	台南縣白河鎮	民國55年	土	42.50	210.00	97.00	19.04	25.09	2,655.00	灌溉、給水、防淤	嘉南水利會
新山	基隆河	基隆市	民國63年	土	56.00	231.00	36.00	5.70	6.00	1,600.00	給水	台灣自來水公司
日月潭	濁水溪	南投縣魚池鄉	民國62年	土	304.00 (304.19.10)	164.00	819.00	142.28	171.52	33,382.00	發電	台灣電力公司
浮社	浮社溪	南投縣仁愛鄉	民國64年	泥漿土	114.00	225.80	350.00	127.86	150.00	20,485.00	發電	台灣電力公司
石岡	大甲溪	台中縣石岡鄉	民國64年	泥漿土	25.00	352.00		2.70	2.70		發電、灌溉、給水	台灣省水利局
天輪	大甲溪	台中縣石岡鄉	民國41年	泥漿土	54.00	92.00	12.00	0.46	0.82		發電、灌溉、給水	台灣省水利局
谷關	大甲溪	台中縣石岡鄉	民國51年	土石	85.10	149.00	62.00	7.12	17.10	70,780.00	發電	台灣省水利局
鹿寮溪	八卦溪	嘉義縣水上鄉	民國72年	土	30.00	270.00	55.00	1.47	3.78	750.00	給水	台灣糖業公司
尖山埤	龜重溪	台南縣柳營鄉	民國77年	土	30.00	256.00	82.00	3.44	7.70	1,060.00	給水	台灣糖業公司
暖溪	基隆河	基隆市暖暖區	民國16年	泥漿土	26.36	127.00	11.00	0.38	0.58	648.00	給水	台灣糖業公司
世濟湖	高屏溪	高雄縣鳥松鄉	民國32年	土	6.00	600.00	103.00	2.30	5.00	302.00	給水	台灣自來水公司
蘭潭	八卦溪	嘉義縣嘉義市	民國33年	土	31.00	340.00	70.00	5.50	6.15	3,100.00	給水	台灣自來水公司
龍鑾潭	保力溪	屏東縣恒春鎮	民國47年	土	8.00	1,967.00	175.00	3.63	3.79	923.00	灌溉	屏東水利會
西河	蝦堀溪	苗栗縣三灣鄉	民國41年	泥漿土	5.00	90.00	12.00	0.60	0.60	1,200.00	灌溉	新苗水利會
劍潭	中港溪	苗栗縣造橋鄉	民國46年	泥漿土	8.00	34.00	15.50	0.55	0.55	3,500.00	灌溉	新苗水利會
大埔	峨眉溪	新竹縣峨眉鄉	民國49年	泥漿土	20.40	99.00	120.00	4.20	9.00	10,000.00	灌溉	新苗水利會
扒子岡	老田寮溪	苗栗縣頭屋鄉	民國45年	土	12.00	47.00	2.90	0.07	0.07		灌溉	新苗水利會
青草湖	客雅溪	新竹市	民國45年	土	16.50	149.00	25.00	0.40	1.10	3,030.00	灌溉	新苗水利會
明潭	老田寮溪	苗栗縣頭屋鄉	民國49年	土	35.50	187.00	162.00	15.49	17.70	5,108.00	灌溉給水	新苗水利會
阿公店	阿公店溪	高雄縣燕巢鄉	民國42年	土	31.00	2,380.00	410.50	15.22	27.40	3,187.00	灌溉給水	阿公店水庫管理委員會
成功		澎湖縣湖西鄉	民國63年	泥漿土	10.50	503.50	32.00	1.04	1.08	490.00	給水	澎湖縣政府

註：有效容量為最近數字

由於水資源需求的持續增加，可供人類利用的水量已漸感不足，近三、四十年來世界各國都在從事水資源保育問題的研究，相應產生了「集水區經營」這一門學科，其主要目的：1. 水資源的量與質的維持或增加；2. 改進水流時間關係；3. 減少土壤沖蝕或泥砂為害；4. 減少洪患。本省完成於日據時代或光復初期的水庫，一向忽視水庫集水區的經營治理，致淤積日趨嚴重，直至民國五十二年，臺灣第一個規模宏大的多目標水庫——石門水庫完成，同年九月「葛樂禮」颱風帶來的暴雨，造成相當於原推估量24.5倍的水庫淤積量，才引起國內專家們的重視，並積極從事集水區治理工作，以致後來建造的曾文水庫規畫設計的同時，就籌劃水庫集水區的治理工作，與水庫興建齊頭並進，以求在經濟分析年限內，不致於因淤積影響其預期的功能。

茲將臺灣水庫的淤積情況，綜合統計，依各期淤砂測量報告，分析如表IV-2。

依表IV-2 資料顯示，其中以尖山埤水庫淤積最為嚴重，至民國44年止，總容量減少55.31%，但自45年起建造排砂隧道，於每年雨季前排砂後，其剩餘容量維持在民國44年時的 $3.44 \times 10^6 m^3$ 。阿公店水庫次之，總容量減少43.39%，烏山頭水庫減少33.20%，白河水庫減少24.14%，可見中小型水庫的淤積情形相當嚴重。大型水庫中，則以石門水庫較為嚴重，依這些水庫（約佔臺灣所有水庫90%蓄水量）的淤積情形而言，年平均淤積量為 $12.38 \times 10^6 m^3$ ，相當於每二年可淤滿一座白河水庫。

上述中小型水庫，淤積比較嚴重者如尖山埤、阿公店、烏山頭、白河等水庫有一共同的特徵，即位於臺灣西南部第三紀青灰泥岩地區，其所以如此是由於地質脆弱雨量強度過大，崩坍及人為管理不週之嚴重綜合後果，青灰泥岩乾季堅硬如石，遇水則表層溶化，或片片脫落，或層層沖失，在治理工作上，相當棘手。

水庫淤積對水庫的影響，大致有二：1. 有效容量的損失，減少水庫可調蓄的水量。2. 淤積量遠超過原設計時的推估量，淤砂線可能於計畫經濟年限內高於各進水口的標高，以致影響水庫的正常運轉，減低水庫的功能。

水庫集水區泥砂產生的原因是自然沖蝕與人為沖蝕兩種：自然沖蝕包括地質、風、雨、重力、地下水等，人為沖蝕則含農耕、伐木、築路、採礦等。自然沖蝕是無可避免的事，尤其是泥砂的產生與地質、雨量強度有關，故每一個水庫集水區應有其容許的泥砂量，亦即水庫的推估淤積量。人為沖蝕諸如陡坡地濫墾、濫伐林木、採礦、開闢道路，未注意道路排水問題等，在破壞集水區內坡地之水土均衡，致生產更多的泥砂，為害到水庫的生存問題

表 IV-2 台灣水庫淤積統計表

水庫名稱	計畫總容量 $10^6 m^3$		目前總容量 $10^6 m^3$		淤積量 $10^3 m^3$		淤積率 %		相當年平均沖蝕深度 (mm)
	標高	總容量	年度	總容量	總淤積量	年平均淤積量	計整年淤積量	總淤積	年平均淤積
白河	109.00	25,093.4	66	19,036.8	6,056.6	504.7	276.1	24.14	2.01
烏山頭	60.60	180,630	66	120,650	59,980	1,249.6		33.20	0.69
明德	61.00	17,704.4	64	15,493.2	2,211.2	442.2	136	12.49	2.49
尖山埤	41.84	7,700	44	3,441	4,259	236.6		55.31	3.07
阿公店	38.00	27,372.7	65	15,222.2	12,150.5	570.4		43.39	2.03
德基	1,409.50	262,207	67	255,855.1	6,3519	1,228.6	2,150	2.42	0.46
霧社	1,005.00	150,000	65	127,856.8	22,143.2	1,075.9		14.76	0.72
石門	245.00	309,120	66	267,170	41,950	2,893	800	13.57	0.93
曾文	225.00	712,700	68	686,949	25,751	4,177	5,600	3.61	0.59
合計		1,692,527.5		1,511,674.1	180,853.4	12,378.9		10.68	0.73

註：1. 尖山埤水庫於民國45年以後，因建排砂隧道，而未施測淤砂測量
2. 其他水庫因無淤砂資料從缺。

臺灣中小型水庫集水區的經營與管理，有下列幾點問題，猶待有關單位的重視：

1. 管理單位集水區保護工作職責不清，人員不足

臺灣現有水庫管理單位的組織，除石門、曾文、德基大型水庫設有專責機構管理外，其他水庫的管理單位，其組織及編制情形，經調查列如表IV-3。

表IV-3 臺灣水庫管理組織統計表

水庫名稱	管理機構	現有組織或編制	集水區治理
白 河	嘉南農田水利會代管	主任一人、管理股三人、水庫工作站二人	防砂工程由玉山林區管理處辦理林班地部份，其他部份無專人辦理
烏 山 頭	嘉南農田水利會	分工務及造林兩股：工務股四人，造林股三人	造林股辦理
明 德	新苗農田水利會	主任一人，其他七人	除專案治理計畫外無特定人員辦理
尖 山 埤	臺 糖 公 司	課長一人，分工務、林地兩股，工務股三人，林地股五人	林地股辦理
阿 公 店	阿公店水庫管理委員會	由水利局長任召集人，第六工程處處長兼執行秘書，無編制人員	防砂工程由農牧局第四工作處配合辦理。

註：上項資料僅限於日前可搜集到之部份。

水庫淤積的增加，主要來自集水區管理及維護工作的不夠，臺灣中小型水庫目前的管理重點，在於水庫水量營運的績效及工程機件的維護，由於水庫集水區管理組織編制人員的不足或闕如，以及缺乏專業人員，除少數水庫或有專案治理計畫外，維繫水庫壽命的集水區治理工作，零星推展，成效不彰，而且部份水庫的管理單位，由於業務上的輪調，常使熟悉業務人員中途他去，增加管理工作的困擾。水庫集水區的管理工作，應屬專業人才方可為功，尤以現有中小型水庫管理單位人少而事繁，更缺乏是項專才，現有人員年齡又偏高，顯有青黃不接之慮。

2. 治理經費不足

集水區治理所需經費甚為龐大，中小型水庫的營運收入，僅敷維持其經常費用，少數水庫還須償還水庫興建費用，遑論有餘裕的經費辦理集水區的治理工作。過去水庫集水區治理工作的推行，專案計畫者由中央及省府全額補助辦理，其他零星的治理工作，由省府有關機構配合中央，或全額補助，或按此比例配合辦理。

3. 集水區土地權屬

水庫集水區區域遼闊，土地權屬相當混雜，權屬於水庫的土地有限，幾乎祇有淹沒區部份，私有地佔的比例相當高（見表Ⅳ－4），公有地則各有其主管機構，水庫管理單位無權過問，形成管理上的死角，以致管理與治理工作脫節，茲提供白河等水庫集水區土地權屬一覽表（表Ⅳ－4）以供參攷。

各水庫集水區土地權屬一覽表

水庫名稱	土地權屬		水庫地	公有地	私有地	保護帶	其他	合計	備註
	百分比	面積							
白河	7.42	42.06	44.47				6.05	100	
	197.0000	1,116.5251	1,180.8041				160.6708	2,655.0000	
烏山頭	21.67	74.03	4.30					100	
	1,300.0000	4,442.0000	258.0000					6,000.0000	
明德	2.65	41.89	49.70				5.76	100	
	162.0000	2,558.5400	3,035.8200				351.6400	6,108.0000	
尖山埤	6.08	57.60	30.00				6.37	100	
	61.3060	585.4719	304.9210				64.7839	1,016.4828	
阿公店	12.43	26.32	58.31				2.94	100	
	396.0000	838.7000	1,853.4600				93.8400	3,187.0000	
德基	0.74	99.08				0.18		100	
	450.0000	60,638.0000				112.0000		61,200.0000	
霧社	1.66	98.34						100	
	340.0000	20,143.0000						20,483.0000	
曾文	3.54	93.04	1.75				1.67	100	
	1,700.0000	44,753.6000	842.79				803.61	48,100.0000	

4. 崩坍地問題

水庫集水區內的崩坍地爲水庫淤積之禍，安定崩坍地，減少其崩坍程度，則水庫的淤積可減少很多，台灣由於天然環境條件的限制，加上人爲破壞因素的徒增，以及崩坍地處理不爲人重視，致崩坍情形更形惡化，茲將白河等水庫集水區崩坍地概況列如表Ⅳ—5

表Ⅳ—5 各水庫集水區崩坍地概況表

水庫集水區名稱	調查年月	崩坍處數	崩坍面積		崩坍體積		單位面積率 %
			m ²	百分比	m ³	百分比	
白河水庫集水區	68.6	20	813,825	4.69	4,262,085	30.50	3.065
阿公店水庫集水區	58.8	64	2,043,444	11.76	—	—	6.412
明德水庫集水區	56.12	60	98,480	0.96	237,440	1.70	0.161
德基水庫集水區	63	596	10,280,000	59.17	—	—	1.680
曾文水庫集水區	53.12	178	1,494,755	8.60	5,807,989	41.56	0.311
石門水庫集水區	64	736	2,643,500	15.22	3,656,470	26.24	0.346
合 計			17,374,004	100	13,973,984	100	1.268

註：本表所列僅限於有調查規劃報告之水庫。

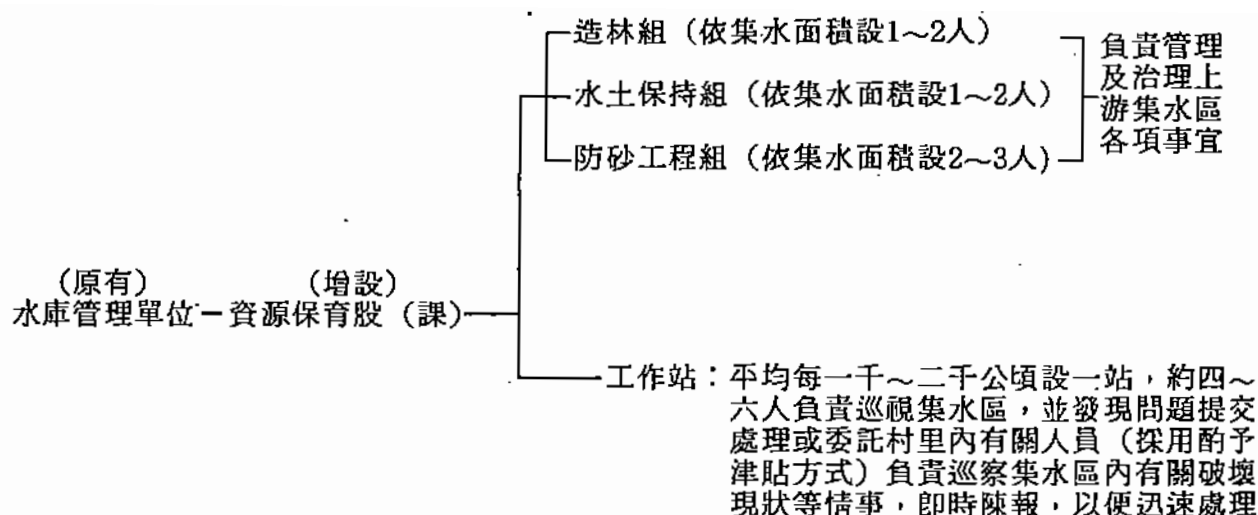
5. 社會、經濟因素

台灣由於經建成果的豐碩，導致社會經濟結構大幅度的改變，農村勞力大量移轉到都市，農產品價格偏低，和無適當的價格保障，農民耕作的意願陷於低潮，水庫集水區內的農地水土保持工作：農地小面積者，大部份屬於低收入，無法配合，大面積者，以爲奇貨可居，或採粗放經營，對於該項工作的推行，感到相當困難。

二、建議

1. 強化管理單位的組織

爲使水庫集水區管理工作步入正軌，必須強化其組織，於現有管理單位增設資源保育股（課），專司辦理水庫集水區的治理工作，其組織情形如下：



又水庫集水區管理涉及範圍廣泛，由於水庫管理單位，往往忽視集水區保護工作，且集水區土地各有其主管機關，事權不統一，水庫管理單位聯繫不易，宜在中央及省府指定專責機構負責辦理水庫集水區治理事宜。

2. 釐定集水區中長程治理計畫

水庫集水區內各項治理工作，包括農地水土保持、防砂工程、道路排水、崩坍地處理及林業經營等，目前中小型水庫的治理工作，祇能採取重點式的處理，對延長水庫壽命效果甚微，為了有效治理水庫集水區，必須預先有完整而具體的調查規劃，俾為日後治理的藍本。該項規劃調查工作，宜由有關單位或委託技術顧問公司辦理，以便釐訂計畫分年實施。

3. 人員訓練

為加強水庫集水區的治理，亟需召（儲）訓農、林業、工程、水土保持及有關法令之專業人才，由省府指定專責單位辦理。

4. 經費籌措

水資源是國家的一項重要資源，集水區治理所需經費甚鉅，宜由水庫管理單位營運收入5~10%配合中央及省府補助金額，予以辦理各水庫的治理及維護工作。

5. 劃一水庫集水區的管轄權或協調聯繫督導

由於水庫集水區的管理與治理工作脫節，擬仿照都市計畫法規，於每一水庫集水區，依山坡地可利用限度分類標準予以區分，送請中央立法，集水區內每一塊土地，依此準繩利用，由水庫管理單位嚴格執行，逾越規定者，由管理單位取締或送請法辦，以杜絕水庫淤積增加的人為因素。在上列辦法未獲准前，為維護水庫壽命，宜由水庫管理單位與土地各主管單位在行政及技術上取得充分聯繫及監督「山坡地保育利用條例」與「水庫集水區治理辦

法」有關條文的執行，由中央或省政府就現有的相關單位組成「督導聯繫小組」。

6. 加強各水庫集水區泥砂來源的分析

目前各水庫集水區的治理方式，偏重於防砂工程及農地水土保持工作，僅消極的防止淤砂的增加，攔阻泥砂進入水庫，而對泥砂的來源應如何控制與避免，未予積極地研究與分析，泥砂種類的區別有助於治理工作，推移質多，可能是崩山及溪流沖蝕多；懸移質多，可能是農地、表層沖蝕多，宜由研究機構勘查全省各水庫集水區淤積情況，及泥砂來源的分析，針對各水庫的實際情況，分別釐訂對策及遵循方案，以收事半功倍之效。

7. 定期辦理水庫集水區淤砂調查

為明瞭集水區的變遷，宜每三年舉行一次集水區航測調查，藉以針對實際情形以求治理工作的加強與改進。各水庫的淤砂測量，除曾文、石門每間隔一年舉辦一次，用以明瞭水庫集水區治理的成效，其他中小型水庫則隔二至五年不等才辦理一次，對於水庫淤積狀況的瞭解，似嫌不足，應縮短測量期距，每二至三年統一辦理淤砂測量一次。

8. 加強崩坍地處理的技術與實驗工作

崩坍地為水庫淤積的主要來源，如能減少崩坍地，當可減輕水庫的淤積量，臺灣因為地質脆弱，水庫集水區崩坍情形相當嚴重，目前祇有崩坍地的調查及成因的探討，至於處理方法，祇見零星且小面積的工程治理，成效有限，大面積的處理，猶待加強，宜遴選人員赴國外研習新的處理技術，同時國內加強實驗工作，依各種地質的崩坍地作系統性的實驗觀察以求最有效的方法，供作各水庫集水區治理的參考。

9. 水庫淤積的浚渫及排砂的可行性

積聚於水庫內泥砂的排除，有浚渫及排砂兩種；浚渫一途，短期內可能不符經濟原則，但就長遠觀點，可延長水庫的壽命，應是真正有效的投資。至於排砂，則以建造排砂道排除之，但僅適用於防洪或防砂、灌溉兩用的水庫，因灌溉非常年需水，可利用空餘的時間實施，唯其效果尚無定論，因水流在庫底所能沖開的淤槽寬度相當有限，而水流沖刷所能維持的時間，亦不容許水庫有大量排洩淤砂的機會，臺灣各水庫中，僅尖山埤利用此法，維繫水庫的壽命，相當有效。

10. 加強設立保護帶

於水庫庫邊地段設立保護帶，其目的在於延緩泥砂進入水庫的時間，及防止坍方的產生。本次調查，全省所有水庫當中，僅德基設立保護帶，其他各水庫均付之闕如，依「臺灣

省水庫集水區治理辦法」第四條規定，以水庫滿水位水平距離十五公尺為基準，坡度每增加百分之一，增加斜距離寬度一公尺的範圍設立保護帶。

11. 提高造林補助標準及增列水土保持經費

依「臺灣省林業經營改革方案」獎勵辦法的補助標準，每公頃造林地補助1,200元，引不起林農業者之興趣，茲為綠化水庫集水區，涵養水源，保護水庫，單位面積造林補助標準宜適當提高。

又鑑於目前限於經費，農地水土保持處理未能達到全額補助目標，加以農業經營不景氣，農村勞力缺乏，致使水土保持推廣，農民不易接受，似宜增列水土保持經費，俾予適當提高補助金額，以利水土保持推行，促進國土保安。

12. 有關觀光遊憩計畫不宜危及水庫保護措施

與水庫有關之觀光遊樂等計畫，應同時編列集水區保護措施計畫。

13. 加強集水區保護觀念的宣傳教育

水庫集水區內，濫墾、濫伐、濫建以及開闢道路等為水庫淤積增加的主要原因之一。濫墾問題除非加以遏止，否則這個問題必將導致災害，這是由於人口的增加和平原地區農地轉供城市擴展及公共設施所致，今後除非採取嚴厲的行政及法律措施，否則濫墾問題將會更形惡化，上述人為因素的減少，宜由省政府編列宣導手冊，交由水庫所屬地方政府，利用村里民大會作政令宣導，配合海報行之。

翡翠水庫集水區土地利用調查

69 農建—4.2—源—035(1)

執行機關：林務局

執行人：張一山

摘要者：張一山

一、計劃目的

保護台北市、縣民衆飲水無慮及供灌溉，並防範水患於未然計，將北勢溪爲主流，灣潭溪，鯉魚堀溪，金瓜寮溪，姑婆寮溪及後坑仔溪等支流流水匯集使主流更加壯大，溪水清澈長流，可供給台北市、縣民衆用水，因此政府計畫築壩蓄水，以調節水源爲目的。

二、計劃執行經過要述

本計畫調查時間自 68 年 7 月 1 日起至 69 年 6 月 30 日止爲期一年完成，翡翠水庫集水區範圍佔地面積 30,303 公頃 69，其中包括國有林班地文山事業區 15,998 公頃 59（文山事業區總面積 18,258 公頃，佔該事業區 87.63%），公私有地 14,305 公頃（大部分屬於私有地），林木總蓄積 1,568,690 立方公尺。

本集水區三角崙山爲最高峯海拔 1,028 公尺，森林結構以天然暖帶闊葉樹林爲主，琉球松及柳杉等人工林爲副。北勢溪橫貫其間，爲本集水區之主流，主流沿岸與支流鯉魚堀溪右岸，築有北宜公路，爲交通主要幹線，各村落之間步道十分發達，使得集水區內交通暢通無阻，本區氣候多霧，雨水充沛；大地覆蓋綠悠，早年茶葉發達，私有地多係種植茶樹，台灣光復後，茶葉景氣一直不佳，茶園荒廢不堪，或改植柑桔，或造林，或種植其他農作物，除國有林劃編爲保安林地地區尚有廣大天然闊葉樹森林外，公私有地內幾無完整天然闊葉樹林之存在，其間或存有稀疏之闊葉樹，其林相參差不齊。

三、計劃成果

茲就調查結果依林型及所有別列表如下：

(一)本集水區國有林班地與公私有地林型別面積表

林 型 別	總 面 積 (公 頃)	國有林班地面積 (公 頃)	公 私 有 面 積 (公 頃)	備 註
天 然 生 闊 葉 樹 林	14,819.79	11,275.61	3,544.18	
針闊葉樹人工混淆林	402.16	282.80	119.36	
柳 杉 人 工 林	2,007.60	1,236.52	771.08	
杉 木 人 工 林	9.44	8.32	1.12	
肖 楠 人 工 林	7.60	7.60	—	
松 類 人 工 林	7,158.70	1,901.56	5,257.14	
相 思 樹 人 工 林	126.52	58.80	67.72	
楓 香 人 工 林	196.52	183.20	13.32	
其他闊葉樹人工林	23.48	4.04	19.44	
竹 林	426.12	87.48	338.64	
水 稻 田	655.64	121.24	534.40	
其 他 旱 作 地	863.08	163.04	700.04	
果 樹	1,462.62	202.06	1,260.56	
茶 園	932.86	242.74	690.12	
草 生 地	465.92	122.96	342.96	
河 流	380.04	50.24	329.80	
社 區	134.46	18.24	116.22	
苗 圃	13.36	3.92	9.44	
墓 地	32.36	—	32.36	
產 業 道 路	86.28	1.96	84.32	
省 公 路	27.88	12.72	15.16	
崩 塌 地	44.62	23.54	21.08	
裸 露 地	38.32	—	38.32	
合 計	30,303.69	16,006.19	14,297.50	

二、本集水區內林型別林木蓄積表

林 型 別	總 材 積 (M ³)	國有林班地 材積 (M ³)	公私有地材積 (M ³)	備 註
一、天 然 林				
天然生闊葉樹林	1,043,167.50	863,468.52	179,698.98	
二、人 工 林				
針、闊葉樹人工林	27,961.72	21,642.83	6,318.89	
柳 杉 人 工 林	114,024.19	61,320.17	52,704.02	
杉 木 人 工 林	158.90	148.71	10.19	
肖 楠 人 工 林	285.00	—	285.00	
松 類 人 工 林	368,766.81	93,732.94	275,033.87	
相 思 樹 人 工 林	5,536.39	2,904.81	2,631.58	
楓 香 人 工 林	7,771.37	7,271.87	499.50	
其他闊葉樹人工林	1,018.09	175.17	842.92	
計	525,522.47	187,196.50	338,325.97	
總 計	1,568,689.90	1,050,665.02	518,024.95	

三、淹沒區林型面積及林木蓄積表

林 型 別	面 積 (公頃)	材 積 (立方公尺)	備 註
天然生闊葉樹林	147.26	8,995.59	
柳 杉 人 工 林	15.39	1,582.66	
杉 木 人 工 林	1.00	9.10	
松 類 人 工 林	154.15	8,991.48	
相 思 樹 人 工 林	2.50	158.13	
竹 材	5.00	50,000 (支)	
水 稻 田	54.75		
其 他 旱 作 地	24.50		
果 樹	271.86		
茶 園	33.58		
草 生 地	37.68		
河 流	186.50		
社 區	26.43		
苗 圃	9.44		
產 業 道 路	34.19		
崩 塌 地	5.13		
裸 露 地	15.00		
計	1,024.36	19,736.96 50,000 (支)	

四其他參考資料

1.本集水區產業道路面積達86公頃28，道路情況如表

道路名稱	起訖點	長度 (M)	備註
碧山產業道路	龜山～火燒樟	7,000	自壩址至火燒樟3,300M
碧山一號農路	火燒樟～後坑口	4,170	
碧山三號農路	後坑口～半天寮	6,740	包括自築農路2,000M
碧山四號農路	土地公廟～坑內	3,300	包括自築農路1,300M
碧山五號農路	火燒樟～後坑口	1,843	
碧山六號農路	後坑口～潭腰	3,140	包括自築農路2,500M
雙坪路	坪林～漁光	6,000	
新昇集會所路	粗坑～新昇集會所	685	
上昇路	雙坪路～大粗坑	6,000	
上德路	坪林～集會所	5,000	
虎寮潭路	雙坪路四公里～虎寮潭吊橋	1,000	
水德路	坪林～厚德岡坑	4,000	
大湖尾路	坪林～大湖尾	3,000	
鴛仔瀨路	九芎林～鴛仔瀨	1,500	
金溪路	鯉魚堀職訓隊～金溪	6,000	
灣潭路	黃樺皮寮北宜公路～灣潭	1,500	

2.保安林

本集水區共設十處保安林，均在國有林班地內，其中水源涵養保安林五處，面積9,596公頃68，墜石防止林1處，面積18公頃48，土砂扞止保安林4處，面積1,397公頃91，詳如附表

台帳 號碼	保安林 種類	面積 (公頃)	地點	土地所有別	採伐法
42	墜石防止	18.48	坪林鄉九芎林鴛仔瀨	文山事業區	擇伐為原則
42	水源涵養	65.46	坪林鄉冰釜坑冰釜淒坑大湖尾	"	"
54	"	122.22	坪林鄉金瓜寮姑婆寮四堵		擇伐或局部皆伐為原則
62	"	4,367.37	坪林鄉四堵、九芎林	文山事業區	暫禁伐採
70	"	1,627.66	雙溪鄉烏山、灣潭、三分子		擇伐作業為原則
91	"	3,414.00	坪林鄉四堵、刨牛寮、尖山湖		"
96	土砂扞止	399.02	雙溪鄉烏山、溪尾寮、料角坑		擇伐及局部皆伐為原則
102	"	209.32	坪林鄉蓬萊寮、灣潭、小格頭		擇伐為原則
103	"	316.50	石碇鄉小格頭		"
121	"	473.08	雙溪鄉尾寮、籐寮坑烏山、灣潭、大湖尾、大平、竹子山、後寮		"
	計	11,013.11			

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本集水區目前林況單位蓄積低微，荒地太多，質嫌過於薄弱，對水庫安全構成無限威脅，故加緊造林提高森林面積，實為當務之急。對公私有荒地宜以獎勵、補助、合作、收購、代行、或用其他方法加緊造林。

五、繼續研究之方向

(一)低蓄積林地以改良林相方法更新經濟價值高，伐期齡長樹種如琉球松、樟樹。

(二)加深研討崩場地治理方法，勿再有沖蝕致土砂流入溪內，並作雨後雨水之逕流，影響溪床單位面積淤積砂石量測定。

六、結論與建議

森林有涵蓄水源，保持水土，減低沖蝕，防洪作用，為確保本水庫安全，必須有良好治理方法，綜觀本次調查資料，本集水區總面積三萬餘公頃中，未立木地及低蓄積林地，竟佔全區三分之一強，森林本身結構不健全，有待加強，以保水庫安全之必要，故從嚴取締盜伐林木栽培香菇及禁止開墾，限制伐木，伐採應以擇伐，或小面積（10公頃以下）局部皆伐，採伐後迅速復舊造林。

清水水庫集水區調查規劃

69 農建—4.2—源—005

執行機關：山地農牧局

執行人：廖 英 文

摘要者：陳 仁 惠

一、計劃目的

計畫興建之清水水庫，為達成水庫上游集水區保護並延續水庫壽命與有效利用水資源，集水區內農地水土保持，崩場地處理，防砂工程等需要性調查規劃設計，林業經營，環境保護措施等工作極需辦理以配合水庫之興建施工。

二、計劃執行經過要述

本計畫承行政院農業發展委員會贊助，由山地農牧局負責執行，並請林務局辦理森林經營及東海大學陳炳煌先生辦理動物生態及林試所徐國士先生辦理植物生態等之調查工作。

調查規劃之前由山地農牧局派員先行研判航空照片，地形圖等有關資料後再前往現場詳細核對調查並按現場各種地形條件規劃適當之水土保持處理措施。

三、計劃成果

經調查規劃後完成並編印清水水庫集水區調查規劃報告，有關報告之概要略述如下：

- (一)清水水庫集水區位於濁水溪支流清水溪之上游，跨雲林及嘉義兩縣，區內人口4,719人，交通有阿里山森林鐵路及瑞中，科子林，瑞卓產業道路。
- (二)氣候為溫帶重濕型及溫帶潤濕型，平均溫度 10.6°C ，年平均蒸發量 $1,022.8\text{mm}$ ，年平均相對濕度88%，年平均雨量 $3,502.3\text{mm}$ ，為本省三大暴雨中心之一。
- (三)本集水區之土壤以礫質壤土分布最廣，其次為砂質壤土，而以石質土分布最狹；地質為中新世地層及上新世地層。
- (四)本集水區狀似圓形，平均寬度9.08公里，平均高度1,381公尺，平均坡度52%。
- (五)集水區總面積 $15,881.81$ 公頃，其中林班地面積 $12,956.81$ 公頃，山坡地保育利用條例實施範圍之山坡地面積 $2,925$ 公頃。
- (六)本集水區之植生環境可分為暖溫帶區及冷溫帶區；現有植被多為人工造林區，以竹林、柳杉、杉木為主，原生植被僅存於地形陡峭而砍伐後不易造林之區域；經調查結果集水區內計有種子植物96科399種及蕨類植物182種。
- (七)野生動物僅調查野生鳥類及野生獸類兩類，本集水區內野生鳥類經發現共88種分屬10目30科；野生獸類依據調查及訪問當地獵人結果計18種分屬6目11科。
- (八)本集水區之崩場地計58處，以阿里山溪集水區最多計33處，河流泥亦以此支流最嚴重。

(例)經調查估計本集水區水土保持處理經費計需 1,179,960,000 元，其中土地利用與調整 22,500,000 元，農地水土保持 261,020,000 元，森林遊樂及環境保育規劃費 23,500 元，崩場地處理 409,280,000 元，道路護坡及排水處理 46,680,000 元，防砂工程 416,980,000 元。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫執行時，位於深山因交通不便而無法到達現場之崩場地，則以航空照片判釋結果為依據。

五、繼續研究之方向

本計畫報告可供為將來實施之參考依據，將來實施時乃須再行研究其可行方案，再編擬細部執行計畫。

六、結論與建議

(一)集水區內區分為宜農牧地計 771 公頃，應依照各地區之自然環境，適地適作在不妨害水土保持原則下規劃利用。

(二)水庫集水區之經營治理工作宜設專責機構，嚴格執行「水庫集水區治理辦法」之有關係文。

(三)由豐山村經千人洞，眠月至阿里山間，景色宜人，林型完整，宜闢為觀光遊樂區。

(四)集水區內殘存的天然森林應儘量保護，以利於野生動物之棲息生存。

國姓、寶山、東興、仁義潭、鳳山等水庫 集水區治理調查規劃

70 農建—4.2—源—33(2)

執行機關：山地農牧局

執行人：廖英文

摘要者：陳仁惠

一、計劃目的

擬議興建之國姓水庫及興建中之仁義潭、東興、鳳山及寶山等小型水庫集水區必須早日辦理調查規劃期能配合水庫施工，而為確保水庫壽命及使水庫發揮應有功能，常有賴良好之水庫集水區經營管理及適宜的保護處理措施。

二、計劃執行經過要述

本計畫承行政院農業發展委員會之贊助，國姓水庫由山地農牧局負責執行，並請林務局辦理森林經營調查，至仁義潭、東興、鳳山及寶山水庫等則交由山地農牧局第三、二、四、一工作處辦理調查規劃工作。

調查時因國姓水庫集水區面積較大，除先做航空照片判釋以瞭解集水區之崩塌地分布及溪流概況，草擬治理對策後再前往現場逐一核對，而寶山等四座中小型水庫則因集水區範圍較小，可直接用地形圖及必要用具前往現場調查。

三、計劃成果

完成國姓水庫集水區初步調查規劃報告及寶山等四座水庫水土保持調查規劃報告，茲其內容大要略述如下：

(一)國姓水庫集水區初步調查規劃報告

- 1.位於台灣中部南投縣境內，人口總計 10,279 人。
- 2.主要道有柑子林—惠蓀林場線及力行產業道路。
- 3.集水區總面積 43,179.97 公頃，其中林班地 24,844.64 公頃，其他一般公私有地 1,754.33 公頃。
- 4.氣候屬寒帶重濕氣候及溫帶重濕氣候，年平均溫度 20.7°C ，年平均雨量 2,210mm。
- 5.地質屬第三紀亞變質岩之廬山層，四稜砂岩，乾溝層，大桶山層及第四紀地層之台地堆積層。
- 6.集水區平均高度 1,492m，平均坡度 61.2%，起伏量 752.6 m，平均寬度 7.58 km，形狀係數 0.133，密集度 1/1.616，河川密度 0.533。
- 7.集水區淹沒區以上之土地，除林班地外之一般公私有地面積計 10,001 公頃，經區分調查其中 I～IV 級地計 2,447 公頃，V 級宜林地 7,314 公頃，VI 級加強保育地 1 公頃，其他建道什等不分級土地 239 公頃。

- 8.土地利用現況，以農牧利用之土地面積計 2,432 公頃，竹林木及草生地 7,330 公頃。
- 9.超限利用面積 1,363 公頃，而降限利用地面積為 1,378 公頃。
- 10.宜農地面積中已完成水土保持處理地 444 公頃，需加強維護者 232 公頃，目前為林木覆蓋之降限利用地 1,378 公頃，待實施水土保持處理面積 625 公頃。
- 11.本集水區之森林植物隨海拔高度氣溫變化形成①暖帶林②溫帶林③寒帶林。
- 12.森林總蓄積量 4,935,740 m³，其中國有林事業區 3,361,465 m³，中興大學實驗林 1,574,275 m³。
- 13.本集水區除北港溪本流外，尚有 16 條主要支流，各溪坡陡流急，冲刷力強易引起兩岸淘刷並挾帶大量泥砂下移。
- 14.集水區內崩場地計 287 處，崩塌面積 3,505,300 m²，崩塌體積 13,081,950 m³。
- 15.農業經營型態可分為①溫帶果樹區②一般果樹旱作區③河谷台階地水稻旱作區等三區。
- 16.依崩場地及泥砂來源，經勘選防砂填坡地 68 座，整流工 8 處，蝕溝整治 200 處。
- 17.經調查結果需要處理之崩場地計 97 處，其中亟需處理 35 處，暫緩處理 62 處。
- 18.現有道路需施以水土保持計 12 線 143 公里。
- 19.經概估集水區治理經費共計 24 億餘元，其中防砂工程 12 億，崩場地處理 253,206,000 元，道路水土保持 254,640,000 元，宜農地水土保持 253,540,000 元，宜林地造林 493,360,000 元。

〔二〕寶山水庫集水區

- 1.本集水區位於新竹縣寶山鄉山湖村，山湖村之居民有 172 戶 885 人。
- 2.依據鄰近地區新竹氣象站之資料，年平均雨量為 1,716.2 mm，年平均氣溫 21.9℃，年相對濕度 82.4%，年蒸發量 1,416.4 mm。
- 3.本集水區之土壤屬黃棕色磚紅化土，地質為上新世之卓蘭層。
- 4.集水區滿水位以上總面積 206 公頃，其中私有地 205 公頃，其餘為縣有地及原野地。
- 5.土地利用以種植木竹為主面積 157 公頃，其他尚有雜作及果樹。
- 6.經調查區分結果，宜農地面積計 135 公頃，宜林地 62 公頃，其他不分級土地 9 公頃。
- 7.本集水區土地降限利用地 102 公頃，而超限利用地 6 公頃。
- 8.本集水區之治理對策分為邊坡穩定處理，農地水土保持處理及防砂工程等三項計需經費 34,785,700 元。

〔三〕東興水庫集水區

- 1.本集水區位於苗栗縣三灣鄉，集水區總面積 465 公頃，滿水位面積 189 公頃。
- 2.本集水區屬台灣西部之淺山丘陵地，地質為上新世之卓蘭層。
- 3.本集水區總面積除淹沒區外之面積 276 公頃幾全為私有地，經土地區分所得 I～IV 級宜農牧地面積 231 公頃，V 級宜林地 39 公頃，其他（建道、什等）不分級土地面積 6 公頃。
- 4.本集水區之土地利用現況以造林地面積最廣其面積為 198 公頃，其次為茶園 29 公頃，果樹 27 公頃，休閒地 8 公頃，旱作 2 公頃，其他不分級土地 6 公頃。
- 5.本集水區之降限利用地面積 159 公頃，而超限利用地面積尚未達 1 公頃。

6.經調查估計本集水區之治理經費計需23,873,900元，擬分兩年執行。

(四)仁義潭水庫集水區

- 1.本集水區位於嘉義縣番路鄉與嘉義市之交界處，包括番路鄉兩個村及嘉義市三里，居民共有2,014戶，9,024人。
- 2.本集水區屬亞熱帶海洋氣候型，年平均氣溫22.9℃，相對濕度月平均71.5%，年平均雨量3,127.8mm，日平均蒸發量3.15mm。
- 3.土壤以灰色粉土及砂質壤土為主，地層屬上新世至更新世之頭嵙山層及現代之沖積層。
- 4.集水區總面積389公頃，水庫用地面積269公頃，本次調查集水區面積120公頃中宜農地面積113公頃，宜林地面積7公頃。
- 5.本集水區之治理工作項目分為農地水土保持處理及防砂工程等兩項，治理經費計需30,805,400元。

(五)鳳山水庫集水區

- 1.鳳山水庫位於高雄市小港區與高雄縣大寮鄉，林園鄉交界處。
- 2.依據小港氣象站之紀錄，年平均降雨量1,720mm，年平均氣溫24.3℃。
- 3.本集水區之土壤為紅土，地質在標高50公尺以上為珊瑚礁，以下為砂岩，頁岩及泥岩。
- 4.集水區總面積331公頃，其中公有地184公頃，私有地147公頃。
- 5.經土地區分結果I～IV級宜農地面積計178公頃，V級宜林地49公頃，其他（建道、什等）土地104公頃。
- 6.集水區內之土地利用以雜作面積133公頃為最廣，其他尚有木竹類及果樹等，一般而言，經營較粗放，甚至閒散不用。
- 7.主支流三條野溪沖蝕嚴重，經調查結果建議興防砂埧5座，蝕溝控制15處。
- 8.經估計本集水區之治理經費共需45,535,000元。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

計畫中辦理國姓水庫集水區調查規劃工作位於交通困難之地區，無法現場核對，調查時以航空照片判釋結果為主，又其治理對策因交通困難，執行之順序可延後視開發情況而定。

五、繼續研究之方向

本次調查規劃之成果供實施集水區治理之參據，執行時應再依現場狀況，以及農民意願，參照調查規劃報告擬訂細部計畫實施。

六、結論與建議

- (一)擬議興建之國姓水庫集水區宜農牧地面積2,447公頃，除已為農牧利用土地面積1,069公頃，應加強水土保持處理外，其餘現為林木覆蓋之降限利用地面積1,378公頃，將來如變更為農牧利用時應先妥為規劃，促使土地合理利用。
- (二)擬開闢之道路應於水庫興建前完成，以免開挖時造成大量泥砂流失而淤積於水庫中。
- (三)興建中之寶山、東興、仁義潭、鳳山等水庫於實施水土保持處理時，發生因農民意願低落及要求土地及地上物補償而造成執行困難，類此情況，應早謀對策因應。

四重溪、東港溪集水區調查規劃

71 農建—1.3—源—12(2)

執行機關：山地農牧局

執行人：廖英文

摘要者：陳仁惠

一、計劃目的

配合屏東縣綜合農業發展規劃，辦理屏東縣境內四重溪及東港溪待開發集水區調查規劃以符環境資源整體保育利用之要求。

二、計劃執行經過要述

本計畫承行政院農業發展委員會之贊助，由山地農牧局負責執行，並請林務單位草擬森林經營，並由山地農牧局總成。

調查規劃時先就航空照片先行研判，並配合地形圖，就集水區內崩場地，防砂工程，農地水土保持及土地利用現況等作一通盤瞭解，再前往現場核對，調查研擬治理對策，並估算所需治理經費。

三、計劃成果

完成四重溪及東港溪集水區經營治理初步調查規劃報告，其概要如下：

(一)四重溪

- 1.集水區位於屏東縣境內，西南面臨太平洋，南接保力溪，東與東部濱海集水區相壤，北鄰楓港溪集水區，地勢由東北向西南傾，形狀呈狹長樹葉狀。
- 2.行政區域屬屏東縣牡丹鄉與車城鄉之一部分。
- 3.交通以台 199 公路為主幹線，另有自牡丹至旭海，石門至分水嶺及大梅林道以及茄芝路林道等。
- 4.區內居民 1,120 戶，總人口 5,794 人。
- 5.本集水區屬熱帶潤濕氣候型，年平均氣壓 1009.5 mb，年平均氣溫 25.1°C，相對濕度 77.7%，全年蒸發量 1,876.5 mm，年平均風向 NE，年雨量為 2,744.2 mm。
- 6.本集水區之土壤為黃棕壤與石質土，地質為①中新世廬山層，②中新世中期瑞芳群，③中新世及更新世墾丁層，④中新世晚期三峽層，⑤更新世台地堆積層。
- 7.集水區平均高度 330.05 m，平均坡度 30.7%，坡度差異 5.04，起伏量 220.6 m。
- 8.集水區總面積 12,070.48 公頃，其中林班地 7,267.34 公頃，山地保留地 3,340 公頃，原野地 668.5 公頃，軍事用地 373.62 公頃，其他公私有地 421.02 公頃。
- 9.林班地面積 7,267.34 公頃中，造林地 5,025.65 公頃，天然林地 1,425.67 公頃，散生地 321.16 公頃，岩石地 193.47 公頃，溪流 124.53 公頃，開墾地 87.52 公頃，

水田 12.06 公頃，草生地 40.64 公頃，崖地 20.07 公頃，崩壞地 7.46 公頃，竹林 4.93 公頃，道路 1.47 公頃，建地 0.71 公頃。

10. 本集水區之土地除林班地外可供民間利用之土地面積 4,429.52 公頃中竹林及草生地 2,670.18 公頃，農牧利用面積 1,603.23 公頃，其他（建道什等）面積 156.11 公頃。而農牧利用地中，特用作物 874.64 公頃，水稻 473.07 公頃，雜作 209.44 公頃，果樹類 46.08 公頃。

11. 本集水區經營治理經調查所得需處理之項目及數量如下：

①農地水土保持

a. 待實施水土保持處理面積	390 公頃
b. 已實施水土保持處理需加強維護面積	46 公頃
c. 安全排水	39,000 公尺

②防砂工程

a. 防砂埧	17 座
b. 堤防	1,500 公尺
c. 蝕溝治理	30 處

③崩場地處理 15 處

④道路水土保持 30 處

⑤宜林地造林

a. 超限利用地造林面積	694 公頃
b. 宜林地草生地造林面積	66 公頃

12. 本集水區經營治理概估經費為 381,706,000 元，其治理項目及經費如下：

①農地水土保持	24,456,000 元
②防砂工程	236,000,000 元
③崩場地處理	39,500,000 元
④道路水土保持	10,750,000 元
⑤宜林地造林	76,000,000 元

(二)東港溪

1. 集水區位於屏東縣境內，北鄰陰寮溪，南接林邊溪。

2. 行政區域隸屬瑪家、泰武、來義、萬巒、內埔等各鄉之一部分，區內居民 3,424 戶，人口 19,491 人。

3. 交通有武潭—泰武，佳義—老埤，涼山產業道路等線。

4. 氣候屬熱帶重濕氣候型及溫帶重濕氣候型，年平均氣壓 1,011.4 mb，年平均氣溫 24.5°C，全年蒸發量 1,915.4 mm。

5. 土壤為沖積土及紅棕壤，地質屬中新世廬山層及更新世台地堆積層及現代沖積層。

6. 本集水區之平均高度為 463.98 m，平均坡度 39.69%，坡度差異 3.88，起伏量 415 m。

7. 總面積 9,179.15 公頃，其中林班地 1,362.66 公頃，山地保留地 6,607.62 公頃，

台鳳公司用地 796 公頃，其他公私有地 412.87 公頃。

8. 本集水區經營治理需處理之項目及數量如下：

①農地水土保持	
a. 待實施水土保持處理面積	968 公頃
b. 已處理需加強	121 公頃
②防砂工程	
a. 防砂埧	11 座
b. 整流工	7 處
③蝕溝治理	20 處
④崩場地處理	2 處
⑤道路水土保持—處理泰武及涼山	2 線
⑥宜林地造林（超限利用地）	632 公頃

9. 經營治理概估所需經費如下：

①農地水土保持	85,292,000 元
②防砂工程	153,300,000 元
③蝕溝治理	20,000,000 元
④崩場地處理	4,100,000 元
⑤道路水土保持	3,335,000 元
⑥宜林地造林	63,200,000 元
合 計	329,227,000 元

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

集水區之上游地區，因交通困難，人跡罕至，現場調查較為困難，調查時仍以航空照片判釋結果為依據，至治理對策則因視交通狀況相對減少。

五、繼續研究之方向

四重溪集水區，山坡地土壤貧瘠，更有落山風之季節風，對農業上之利用較難發展，擬議興建之牡丹水庫位於四重溪集水區內，是故水資源之開發利用應較農業開發利用有益，是故研究之方向在於水資源之利用及保護治理工作。

東港溪集水區溪流支流零散，坡地作物較為豐盛，故研究之方向在於農業開發利用較宜。

六、結論與建議

(一) 四重溪集水區經營治理需經費 386,706,000 元，東港溪集水區經營治理需經費 329,227,000 元，請政府籌列預算並成立專案計畫辦理。

(二) 為配合牡丹水庫之興建，座落於集水區內之防砂工程及崩場地處理以及坡地水土保持處理等，建議列入水庫興建費用之內優先施工。

鳳山溪集水區調查規劃

72 農建—7.1—源—22(2)

執行機關：山地農牧局

執行人：廖英文

摘要者：陳仁惠

一、計劃目的

鳳山溪主流兩岸人口密集，工商業發達，其下游更爲工廠林立地區，由於集水區尚未有系統的治理，每遇豪雨，屢爲氾濫成災，土地流失及公共設施損毀等，災情頗重，因以辦理鳳山溪集水區水土保持初步規劃調查以供治理之參據。

二、計劃執行經過要述

本計畫承行政院農業發展委員會贊助與指導，由本局負責執行，林務局協助辦理林業經營計畫及本局第一工作處辦理土地利用等調查工作，歷時一年完成。

三、計劃成果

完成鳳山溪集水區水土保持初步規劃調查報告，有關其內容概述如下：

- (一)本集水區隸屬桃園縣及新竹縣之一部分，包括桃園縣龍潭鄉兩村及新竹縣新埔、關西兩鎮及竹北鄉鐵路以東 10 村，橫山鄉三村，居民共計 106,952 人。
- (二)集水區總面積 23,433 公頃，其中私有地 21,463 公頃，公有地 1,970 公頃。
- (三)本集水區之氣候屬溫重濕氣候及溫帶潤濕氣候，年平均溫度 21.8°C ，年平均雨量 2,026 mm。
- (四)地質屬上新世，更新世及中新世之紅土台地，頭嵙山層，卓蘭層，三峽羣，瑞芳羣；土壤爲黃壤土，石質土，沖積土，紅棕壤和灰化石質土等。
- (五)本集水區周長 82 公里，本流長 35 公里，流域平均寬 6.69 公里，平均高度 0.24 公里，平均坡度 19.5%，起伏量 142.51 公尺，形狀係數 0.191。
- (六)本集水區之土地利用以木竹及草生地面積 10,657 公頃爲最多，依次爲茶園 4,614 公頃，水田及什作 4,360 公頃，其他建道什等土地 1,827 公頃，果園 1,235 公頃，未查定土地（林班地及保安林）740 公頃。
- (七)經區分結果 I～IV 級宜農牧地面積 14,582.8 公頃，V 級宜林地 6,153.75 公頃，VI 級加強保育地 128.75 公頃，其他 1,827.86 公頃，未查定土地 739.84 公頃。
- (八)超限利用地 612.5 公頃，降限利用地 4,987 公頃。
- (九)本集水區之森林面積 740 公頃其中國有林班地 386 公頃，區外保安林 354 公頃。
- (十)森林蓄積量 $31,870.21\text{ m}^3$ ，桂竹 195,230 支，綠竹 339 機。
- (十一)本集水區之溪流自關西以東部分呈放射狀分布，以西部分呈樹枝狀分布，關西以東支流

中石門溪集水區之亞洲水泥石礦，玉山石礦及一煤礦，其廢棄土石未妥為處理，遇雨時易造成土石流失。關西以西之各支流因地質質地較鬆，每遇豪雨，兩岸之農田及道路等常受危害。

(ㄅ)本集水區之崩場地計 29 處，大都發生在頭崙山層地區。

(ㄆ)參照山坡地農牧發展區編劃及大面積開發及保育利用之原則，選擇區內捌個地區以供將來編擬大面積山坡地保育利用計畫之參考，此捌區為龍潭三和面積 120 公頃，新埔汶水 150 公頃，新埔巨埔 100 公頃，新埔內立 150 公頃，關西下南片 150 公頃，關西南新 96 公頃，橫山沙坑 120 公頃，新埔大平 120 公頃。

(ㄇ)按各野溪情形分別建議興建潛堤 46 座，堤防 6,400 公尺，整流 14,000 公尺，防砂堤 5 座，護坡 550 公尺，蝕溝控制 25 處，崩場地處理 12 處，道路水土保持 15 線（處理 97 處），新闢產業道路 25 公里。

(ㄋ)集水區治理經費共需 387,132,000 元，其中農地水土保持 112,750,000 元，防砂工程 190,185,000 元，崩場地處理 10,543,000 元，道路水土保持 32,094,000 元，新建產業道路 387,132,000 元。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

本集水區大部分土地位於淺山地區，交通方便，較上游地區則因坡地地被植物生長較佳，執行上較為順利。

五、繼續研究之方向

本調查規劃係供集水區治理之參據，以資編擬細部執行計畫。

六、結論與建議

本調查規劃完成後應請有關單位從速籌措經費付諸實施，期使能促進本集水區之安定保護人民生命財產之安全。

石門水庫集水區物理性、化學性 及生物性水質調查

71 農建—1.3—源—12 (5)

執行機關：林業試驗所

執行人：鍾旭如

摘要者：顏江河

一、計劃目的

本省天然資源有限，而人口密度又高，因此土地利用極為集約，以各河川上游集水區為例，由於土地之超限利用，已對集水區之環境生態造成嚴重之衝擊。而年來更由於經濟發展迅速，社會繁榮，國民戶外活動日益頻繁，使上游集水區之生態環境，除了承受不合理的土地利用外，更受到人為的污染，而使集水區水質日益惡化，其結果為各集水區匯流水多呈污濁影響遊樂區觀瞻，減低戶外遊樂品質、降低水生生態體系之功能與構造。有鑑於此，故進行上游集水區生化水質調查工作。其目的乃在調查研究人為的土地及天然資源利用對集水區匯流水可能引起的影響，以供集水區經營治理之參考依據。

二、計畫執行經過要述

於70年11月及71年1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11月分別在本集水區及石門水庫設立10個取樣點分別採取水樣，進行下列各項檢驗：A、物理性水質調查包括水溫（Temperature）、硬度（Hardness）、電導度（Conductivity）、懸浮質（Suspended Sediment），B、化學性水質調查包括氫離子濃度（pH值）、鉀（ K^+ ）、鈉（ Na^+ ）、鈣（ Ca^{++} ）、鎂（ Mg^{++} ）、氟（ F^- ）、溴（ Br^- ）、磷酸根鹽（ $PO_4^{=}$ ）、硫酸根鹽（ $SO_4^{=}$ ）、亞硝酸根鹽（ NO_2^- ）、硝酸根鹽（ NO_3^- ）、游離氨態氮（ $NH_4^+ - N$ ）、凱氏氮（Kjeldahl-N）、溶氧（Dissolved Oxygen）及生化需氧量（Biochemical Oxygen Demend），C、生化性水質調查包括總大腸菌生菌數（Total Coliform Bacteria）及糞便性大腸菌生菌數（Fecal Coliform Bacteria）。

三、計劃成果

本計畫在石門水庫集水區進行為期一年之水質調查。結果顯示本區內除夏季暴雨期間水質之懸浮質及濁度呈污染之外，區內之其餘各溪流水質均合乎各種不同用水之既定標準。

四、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

上游集水區之面積廣闊且交通不便，對於取樣時間的控制及水樣的保貯問題極為困難，尤其在暴雨期常因交通中斷而致無法取樣，以及採樣地極為險峻。解決方法之一，乃於取樣地區之交通中心點，設立一臨時實驗站，以機動性之交通工具分路採取水樣，送至該臨時站，進行立即檢驗項目，再將水樣保貯冰箱中，集中送回室內實驗室進行分析工作；另一方法

則購置自動取水樣機，定時自動採水，再派人收集回實驗室，唯其費用甚鉅。

五、繼續研究之方向

本省集水區上游水質資料幾不存在，僅存之報告亦極零星，實不足以對集水區水質做全面性的探討，同時由於溪流水質之惡化，在流速急湍處往往因沖釋作用而無法測得，而被忽略掉，因此建議在流速較緩之區，（如水庫入水口）即應進行長期水質監視工作，以爲整個集水區水質惡化因子探究。

六、結論與建議

（一）物理性水質調查：

水溫在採樣點之間及月分上有所變異。最高水溫出現在石門大壩採樣點，此外海拔較低，壩面寬闊易受深輻射，故水溫高，夏季可達 26°C ，最低水溫出現在高海拔的巴陵採樣點，冬季在 12.4°C 。本集水區內水溫之變化主受氣溫的變化及熱輻射的吸收所影響。惟本報告中所測得之水溫爲量測時之瞬間水溫，其實際所代表之意義甚難評估。水溫與水中溶氧量之間具有密切之關係，是以水溫對水生生態體系具有直接及間接之影響，因此本集水區的水溫資料有待進一步地作系統的收集與分析。

硬度及電導度在各採樣點間及不同月分上皆無大變化，硬度維持在 100mg/c 上下，電導度約在 210micromhos/cm 左右，皆在容許範圍之內，並無污染之慮。

濁度在各採樣點及不同月分上出現極大變化。濁度爲水質重要物理性質，並與水中黏土、粉土、細沙、分散有機物及微小有機物等具有密切之關係，是以沖蝕及水中微生物過多等均足以提高水體的濁度。以本集水區而論，開路、濫墾、水利工程建設等可能爲引起溪水混濁之主因。本集水區上游之巴陵取樣點溪水清澈，其平均質在 1.35N.T.U. ，而高義取樣點則因採砂關係水質濁度偶而高達 44.5N.T.U. ，年平均質在 15.44N.T.U. 。最高濁度觀測值出現在夏季暴雨的水庫低層，高達 96N.T.U. ，顯示本區內土壤受沖蝕的情形極爲嚴重。

懸浮值在本調查中與濁度有一致的關係，巴陵取樣點平均值在 7.53mg/l 在甲類河川標準之內，而下游的高義昇至 15.21mg/l ，待至石門大壩有時高達 308mg/l （夏季水庫低層）顯示水庫受泥砂沈積情形極爲嚴重。

（二）化學性水質調查

氫離子濃度指數（pH值）在不同採樣點及不同月分間並沒有太大變異，在春季略有上昇之勢，而秋季略有下降之勢，以年平均來看各採樣點皆維持在 $7.14\sim 7.41$ 之間，都在本省河川分類標準中 $\text{pH } 6.5\sim 8.5$ 甲類標準範圍內。

生化需氧量與溶氧值在本調查區內有一致的變異情況，上游地帶，包括巴陵、高義與羅浮採樣點 B.O.D. 值在 $1.5\sim 1.8\text{mg/l}$ ，而在阿姆坪採樣點則突昇至 3.2mg/l ，已達到污染程度，表示阿姆坪露營區已遭人爲因子的水源污染。自此而下至水庫，其 B.O.D. 值又降至 2.1mg/l 左右，此一觀測結果似爲水庫的淨化作用。

磷酸鹽（ PO_4 ）在各取樣點之濃度均在用以檢測之離子層析儀的不可檢測範圍內。

(三)生化物水質調查

本集水區上游各採樣點之總大腸菌生菌數 (M.P.N/100 ml) 在 4000 M.P.N/100 ml，而至水庫則偶而高達 49,000 M.P.N/100 ml，可見阿姆坪至水庫之間由於人口聚集及遊樂活動的頻繁已對水質生化性質產生污染。

糞便性大腸菌生菌數在本集水區各採點並無差異，維持在 200 ~ 300 M.P.N./100 ml 之間。皆在標準用水範圍之內。

鉀鹽 (K^+)、鈉鹽 (Na^+) 及鈣 (Ca^{++})、鎂 (Mg^{++}) 離子濃度，在本集水區內所採之水樣皆未超出世界衛生組織所定之水質標準，並無污染之虞。

氯鹽 (Cl^-)、氟鹽 (F^-) 根據新店溪河川分類其上游段及中游段之氯鹽及氟鹽之最大容許量分別為 300 mg/l 及 0.8 mg/l，而本集水區所測得之氯鹽及氟鹽最高值僅 6.04 mg/l 與 0.52 mg/l，遠低於標準值。

凱氏氮 (Kjeldahl-N)、硝酸鹽 (NO_3^-) 及氨態氮 (NH_4^+-N)，一般而言，本集水區溪中之全氮量不高，平均在 0.3 ~ 0.4 mg/l，在各種不同用水之水質標準範圍內。根據新店溪上游段之水質標準，氨態氮不得高於 0.5 mg/l，準此而言，在本集水區各採樣點在測得之氨態氮之值均低於此一標準值，平均在 0.2 ~ 0.3 mg/l 之間。在自然狀態下硝酸態氮為氨態氮於好氧狀況下，由硝化菌硝化作用而成，本集水區各不同採樣點及不同月分所測得之硝酸鹽濃度維持在 1.0 ~ 1.5 mg/l，遠低於新店溪上游段之最大容許量 10.0 mg/l 甚多，因此就氮素及其化合物而言，本集水區之匯流水尚不致於對各種用途產生為害。

硫酸鹽 ($SO_4^{=}$) 濃度在本調查區內各採樣點所測得之硫酸鹽介於 36 ~ 48 mg/l 尚低於上游段及公共給水水源之最大容許量 250 mg/l 甚多。

溶氧值 (D.O.) 就整個集水區而言羅浮採樣點以上地區維持在 9.0 mg/l 以上，阿姆坪採樣點突降至 7.9 mg/l，流至水庫上層再上升至 8.5 mg/l，越往水庫下層 D.O. 呈緩慢下降之勢，然各觀測值皆在甲類河川所要求之 D.O. 值標準 (6.5 mg/l) 之上。

七、英文摘要

Stream water quality was monitored monthly from Nov. 1981 to Aug. 1982 in Shih-men Reservoir Watershed. Water samples were collected from ten study sites during the year and analyzed for the following parameters: temperature, pH, turbidity, conductivity, hardness, D.O., B.O.D., suspended sediment, total coliform, fecal coliform, total-N, NH_4^+-N , K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , F^- , Cl^- , NO_2^- , $PO_4^{=}$, Br^- , NO_3^{-2} and SO_4^{-2} . Results showed that no significant changes were found among different sites in total-N, NH_4^+-N and contents of cations and anions through out the year. As a result of the construction engineering in the upper stream of the watershed, the physical aspects of receiving water quality, however, has been severely affected. Results indicated that the range of turbidity and suspended sediment measurements are 0.72 N.T.U. to 44.5 N.T.U. and 1.6 mg/l to 69 mg/l, respectively. B.O.D. was slightly higher in Ah-Mu-Ping camping site area indicating that the recreational use of the site may have affected the biological aspect of receiving water quality. Total coliforms and fecal coliforms differed significantly from site to site and were closely correlated with the density of community residential use of the watershed.

谷關上游集水區生態調查與分析(一)(二)

72 農建—4.1—源—59(10)

73 農建—4.1—源—21(9)

執行機關：台灣省林業試驗所集水區經營系

執行人：楊炳炎、柳楷、金恆鑑、夏禹九、

徐國士、漆陞忠、盧惠生

摘要者：盧惠生

一、計畫目的

上游集水區多為森林地，森林經營方式對於林業及下游地區之防洪給水等有密切的關係。基於天然資源之生物、土壤、水、氣候及地文因子在同一生態體系觀念之下，應發揮整體生態體系之資源價值為原則，有賴於對組成生態體系之各種成份間相互關係之瞭解。本研究乃以谷關以上之集水區為調查範圍，建立資料庫，並以土地利用之適宜性與潛在性災害為經緯，擬定全省上游集水區分級方法，以為集水區整體經營之依據。

二、計畫執行經過要述

民國七十一年九月本計畫核定獲准後，開始向農林航空測量所購置谷關以上集水區萬分之一比例尺之航照圖。並由五萬分之一比例尺之地形圖將谷關以上集水區，以匯流入大甲溪主流之支流為原則，共劃分成34個面積大小不等之小集水區，俾利進行生態調查與分析。

民國七十一年十一月開始至七十二年九月間，以地形圖與航照圖進行各小集水區地形數量分析與土地利用判釋。地形數量因子包括：河溪級序、分岔比、河川密度、平均寬度、形狀係數、密集度、主流長度、主流河床縱剖、主流河床橫剖、高度面積百分率曲線、平均坡度、平均坡長、絕對高度分級、坡度分級、坡向分級等。

民國七十二年五月開始迄今進行各種環境因子之野外實際情況查定，並補充欠缺資料。包括植被、土壤、水文沖蝕等因子之調查。同時室內完成水文、沖蝕、氣象分析之電腦程式設計，並進行野外資料及樣品分析。

三、計畫成果

本計畫正在執行中，旨在瞭解谷關以上大甲溪集水區詳細的生態因子情況，依據生態因子情況，對該地區之土地予以合理的分類，瞭解各類土地在某種目的之集水區經營原則下，最適宜利用方式。評估集水區生態因子，並依相對穩定度賦予集水區指數，據以分析研判集水區沖蝕與泥砂潛在危害地區，供研擬治理對策之依據。

四、計畫執行中遭遇之困難及解決方法

本計畫涵蓋谷關以上大甲溪集水區，面積79,085公頃，範圍遼闊，地形陡峻，海拔高

度差異大，各種生態因子之野外實際情況查定頗為不易，增加野外調查之人力與時間，本所參與工作人員儘量配合本計畫之野外查定工作，冀希如期完成。

五、繼續研究之方向

本計畫完成之後，谷關以上集水區之各類土地將可獲得合理之經營原則，且有效的開發利用該地之天然資源。今後將以谷關上游集水區分類分級之原則，應用到本省其他重要上游集水區從事規劃與治理之參考。

六、結論與建議

谷關上游集水區生態調查與分析於本年度內已完成地形數量分析與土地利用分析，進行各類生態因子之野外查定。本年度將加強植生、土壤、水文及沖蝕等調查，並補充其他不足之資料，以達成擬定全省集水區分級的方法，訂定集水區指數，作為集水區整體經營的依據。

七、英文摘要

Investigation and Analysis of Ecological System on Up-stream Watersheds

Natural resources in Taiwan are rather limited. Due to distinction in ecological factors, the adaptability of land use in up-stream watersheds is also different. This project is to investigate the factors of ecological system, such as climate, topography, geology, soil, vegetation, hydrology, soil erosion, etc., which have a boundary within ku-kuan up-stream watersheds. Meantime, the classification method of up-stream watersheds in Taiwan would be established by the criterion of adaptability and potential damage of land use.

北勢溪上游集水區逕流量及水質變化觀測

73 農建—4.1—源—21 (11)

執行機關：文山林區管理處

執行人：張家棟、林大裕

摘要者：蕭仕榮

一、計畫目的

本省氣候特殊，雨量分佈不均，颱風豪雨或乾旱季節，常有水旱災害，在人口日益增加，工商業發展迅速的情形下，對水資源的需要更為迫切。台灣河川上游集水區為台灣地區水資源及森林資源之蘊藏區，林業經營與水資源之開發利用，深具密切關係，集水區內森林對水土資源保護功效，在定性方面已獲確認，但在定量方面迄未能有調查數據。本計畫之目的係為探討森林集水區河川水流之量 and 質，並與已開發利用之集水區之河川資料相互比較，以供集水區林業經營與水資源保育規劃之參考，並祈能藉此建立全省性森林集水區河川流量觀測之基礎。

二、實施地點

試驗地點位於北勢溪上游，農地集水區正確之地理位置為北緯 $24^{\circ}56'5''$ 東經 $121^{\circ}42'40''$ ，林地集水區正確之地理位置為北緯 $24^{\circ}54'10''$ 東經 $121^{\circ}43'52''$ ，兩者行政區畫均屬於台北縣坪林鄉（圖一）。

三、計畫執行經過要述

1. 初步勘查：本計畫實施之初，先邀請各有關機關派員會同前往北勢溪上游選定林地集水區與農地集水區各一處，並決定實施步驟及研商解決有關各項困難問題。
2. 試區測量：集水區選定之後，開始試區測量，並將測量結果輸入電腦，製作圖面資料。
3. 量水堰興建：外業測量完成後，發包量水堰工程，並在本處舊坪林工作站屋頂設立隔測式自記雨量計，俾從事該集水區之降雨量及沖蝕資料之收集。
4. 基本因子調查分析：為瞭解本試區環境概況，經派員逐步完成土地利用、地形、地質、土壤及植被等基本因子調查。並就土壤及植被調查結果，加以分析其物理化學性質及其體型 (life form)。
5. 量水堰增高：本試驗地坡度陡峻，溪谷狹窄，為避免暴雨洪峯期間水位高出水位計，失去設置意義，量水堰分別再予加高。
6. 河道整治：為提高試驗精確度，除農地集水區量水堰護坡擋水牆石罅漏水部份雇請臨時工予於補葺外，量水堰正前方河道急遽轉彎處，為平衡流速，確保水位水平，亦正洽商地主購買土地中，俟土地購買後，將迅即實施河道修直整治工程。
7. 靜水池設置：靜水池設置區業已規劃完成。現正呈請林務局核撥經費中，俟靜水池設置

完成後，即可開始進行各項試驗工作。

8. 水質測定分析：今後擬定每隔二週及各場暴雨前後赴現場量測水位高，並進行採擷水樣，以瞭解集水區開發與不開發情況下，對逕流量、泥砂產量及水質變化之影響。

四、供試地概況

1. 面積：農地集水區面積 24.8182 公頃，林地集水區面積 48.7123 公頃。
2. 地形：農地集水區略呈狹長而彎繞之帶狀，平均海拔高度為 356.5 公尺，平均方位為 $N13^{\circ}29'W$ 及平均坡度為 29.6° 。林地集水區呈菱形，平均海拔高度為 517.3 公尺，平均方位為 $S15^{\circ}16'W$ 及平均坡度為 28.9° 。兩集水區之溪流坡度陡峻，溪谷狹窄，呈幼年期河谷地形，其地形因素詳表一，地形及其河川縱斷面如圖二至十一所示。
3. 氣候：本試驗地民國 73 年（1～11 月）月雨量如表二所示，各月份雨量差異頗大，5 至 8 月份中因受季風影響，11 月及 12 月份因係雨季，雨量常較豐富，73 年最大月雨量為 132.0mm（6 月 3 日）。

表二 北勢溪上游集水區試驗地 73 年（1 月至 11 月）月雨量

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
雨 量	112.0	125.0	180.0	193.5	295.5	319.5	50.5	1126.0	183.0	272.5	453.0

4. 地質：

- (1) 農地集水區：地質屬於漸新世至中新世的大桶山層，由暗灰色頁岩和泥砂岩互層構成。
- (2) 林地集水區：地質屬於漸新世至中新世的澳底層，下段枋腳段，由砂岩夾有黑灰色頁岩的互層所組成，砂岩依其岩性分為砂質砂岩，鋁質砂岩及軟質砂岩，前者因溶有氧化鐵呈淡黃色。

5. 土地利用型態：農地集水區已開發區域種植茶葉與柑橘，未開發區域散生稀疏雜木或雜草叢生。林地集水區除極小部份屬於濫墾地外，餘均為茂密人工林或雜木林所覆蓋，其土地利用型態及其面積別分別如表三、四及圖十二、十三。

6. 植被：

- (1) 農地集水區下層植物較為簡單，主要為雞屎藤、懸勾子及蕨類植物所覆蓋，植物體型以表現溫帶山區氣候特徵之地上植物（*phoanerophytes*）為多，地中植物（*gryptophytes*）次之。
- (2) 林地集水區森林植生以殼斗科為最多，大戟科次之，林下多為上層闊葉樹之幼樹，灌木類以雞屎樹為主，大明橘及墨點櫻桃次之，地被植物多為蕨類，種類繁多。造林部份以琉球松、柳杉及杉木為主，混有少數之濕地松及樟樹，生長差異不大，植物體型以地上植物及屬於地下植物（*geophytes*）之蕨類為最多。

7. 土壤：分別於試驗地不同方位與坡度採取土樣後，委請林業試驗所土壤實驗室分析其理化性質（詳表五、六），其分析結果將作為探討與解釋農地集水區與林地集水區逕流量

與水質變化原因。為精確獲取水質變化資料，農地集水區山坡地茶園與柑橘園土壤農藥殘餘量，現正洽請台灣植物保護中心代為分析中。

五、試驗方法

農地集水區開發度大，茶園與柑橘園均未加以水土保持處理、表土裸露，以此當作對照區與尚未開發利用，且林木茂盛，植被豐富，表土覆蓋良好之林地集水區相互比較其逕流量，沖蝕量及水質變化情形。

其試驗方法係以自記雨量計測定雨量，量水堰（配合水位計）測定逕流量，再以分水沈砂池檢驗逕流量及測定沖蝕量，並採取水樣作水質測定分析，以此觀測河川水流之量和質。

六、計畫效果

1. 預期獲得北勢溪上游林業用地集水區與農業用地集水區內之水文變化不同資料，泥砂淤積沖蝕變化資料及水質變化資料，供集水區經營管理實用性之參考。
2. 建立全省性森林水文調查之基礎及示範，以供將來推廣之參考。

七、計劃執行中遭遇之困難及解決方法

1. 本處首次執行有關集水區經營研究計畫，難免有不虞之隙，求全之毀，敬請上級機關多惠予指導。
2. 林務局經費拮据，靜水池與沉砂工程配合款未能一次獲准全數撥款，影響工作進度至鉅。

八、繼續研究之方向

民國73年6月3日坪林地區暴雨，農地集水區量水堰前方泥砂淤積非常嚴重，泥砂量完全與量水堰等高，然而要建立暴雨特性與不同土地利用型態對逕流量，沖蝕量及水質直接變化，有賴繼續研究。

九、結論與建議

本研究計畫森林集水區與農地集水區河川水流之量和質，其比較數據可作為政府主管機關集水區林業經營與水資源保育規劃之參考。

十、英文摘要

The precipitation of Taiwan is not uniformly distributed through out the year. The drought and flood damage are also very often during dry season and typhoon season.

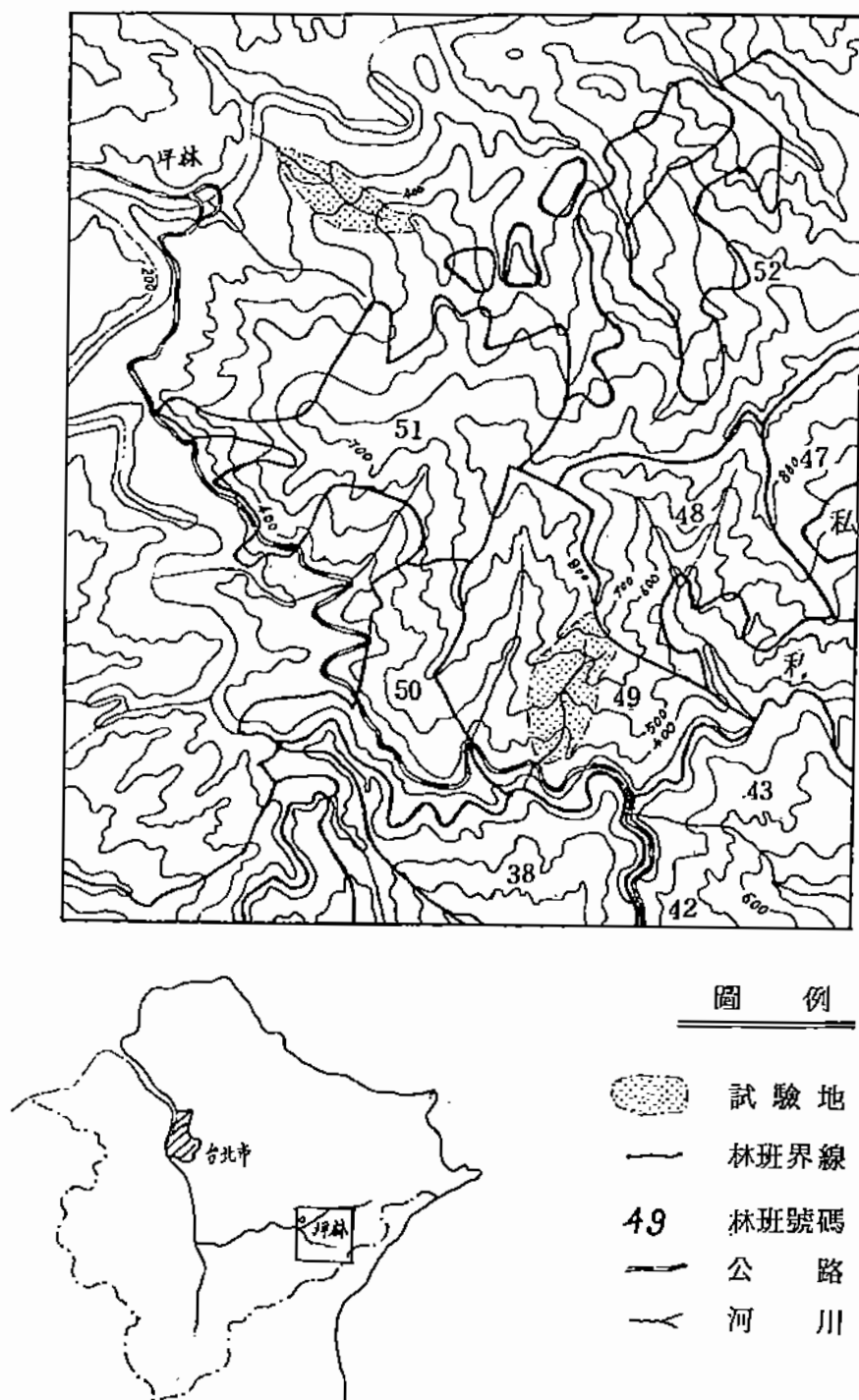
The main purpose of this study is to observe the variation of stream flow in forest watershed and to establish a foundation of forest watershed hydrological observation of Taiwan.

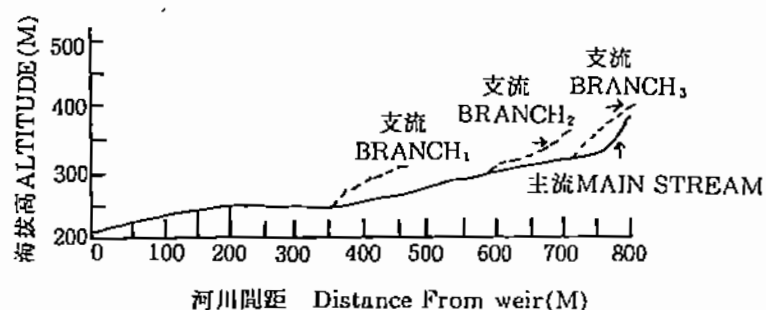
This experiment is conducting in the up-stream watershed of Pei-shyih river at Pyng-Lin district. It has been carrying out by Wen-Shan Forest District office since September 1983.

During the first year of this research, the investigation of basic factors, including climate, land-use types, topography, geology, vegetative cover and life form, were already accomplished. Soil samples were also taken from different sites and analyzed in physical and chemical properties.

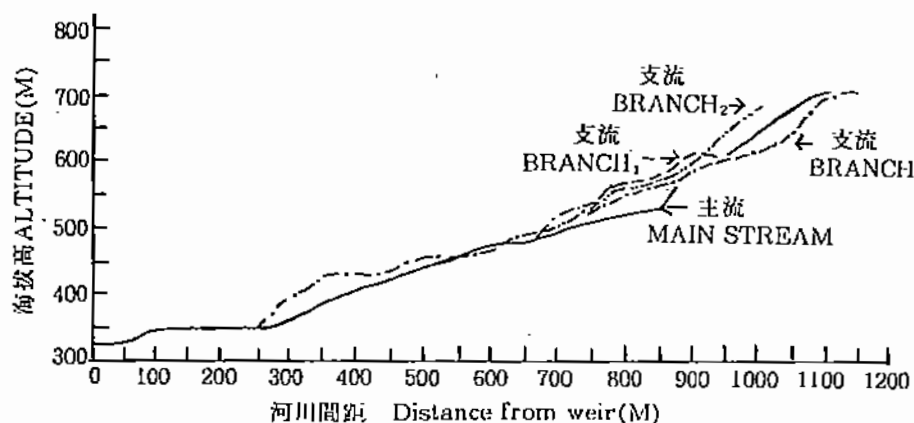
For water quality study, water samples will be took from each stilling basin to measure temperature, pH value, conductivity, pesticide, inorganic phosphorus, nitrogen, magnesium, calcium, etc.. Since high intensity rainfall will carry a considerable amount of sediment into the stilling basin, the accumulated debris in basin will be dredged out periodically or after a storm for measuring the bed load.

試驗地位置圖





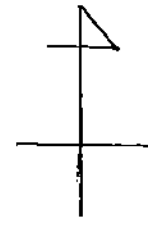
圖二 農地集水區河川縱斷面圖



圖三 林地集水區河川縱斷面圖

表一 北勢溪上游集水區試驗地地形因素

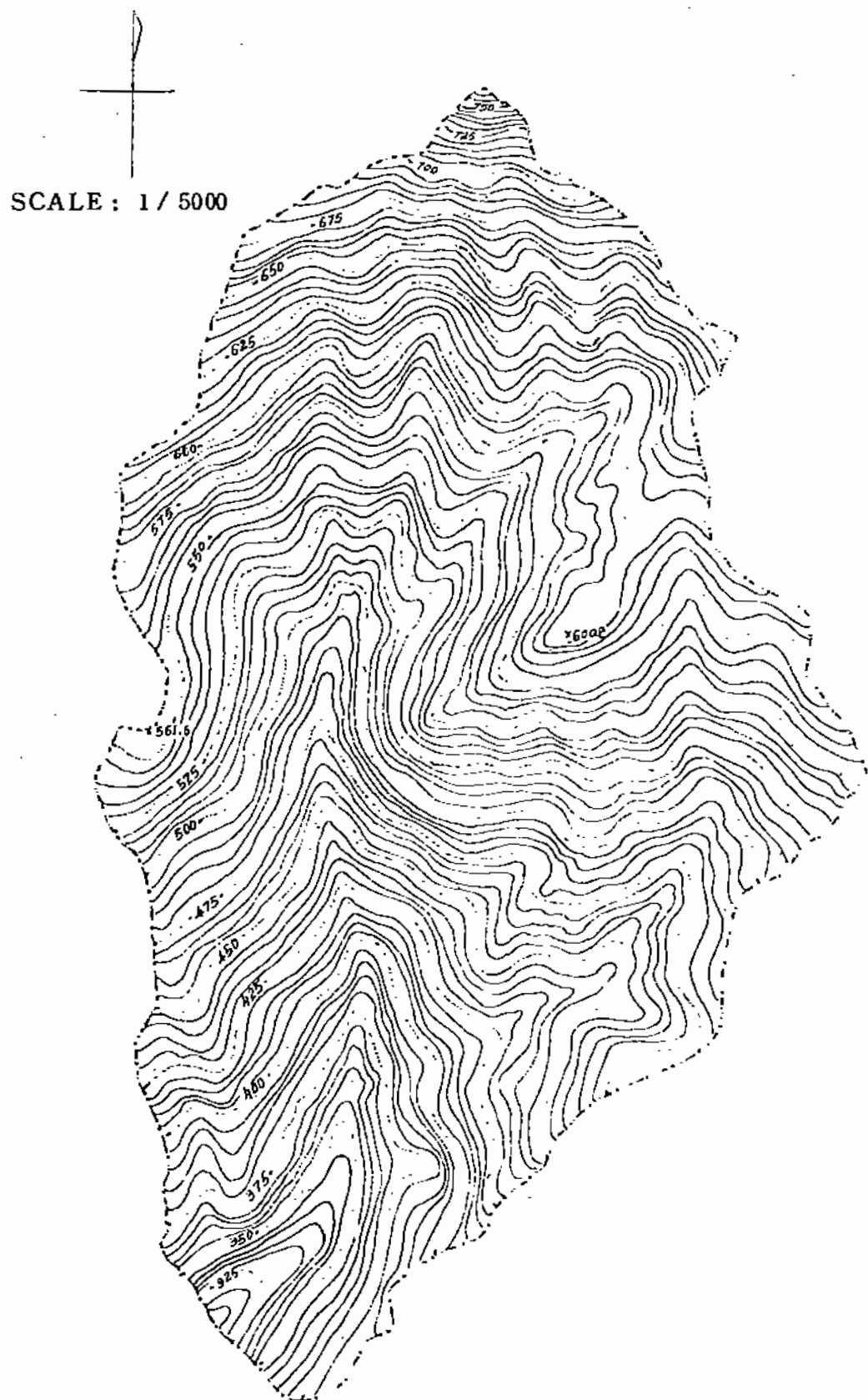
項 目 Item	集 水 區 名 稱	
	農地集水區	林地集水區
面積(A) Watershed area (ha)	24.8182	48.4723
周長(C) Circumference of watershed	2755.71	3127.33
溪流長度(C) Main stream length	850	1150
平均寬度(A/C) Mean watershed width	291.98	421.50
形狀係數(A/C ²) Form factor	0.34	0.37
密集度(2√LA/C) Compactness	0.64	0.79
平均坡度 Average altitude (m)	29.6°	28.9°
平均海拔高 Average elevation (m)	356.5	517.3
最高標高 maximum elevation (m)	566	765
最低標高 minimum elevation (m)	197	308
方 位 Aspect	N 13°29' W	S 15°16' W



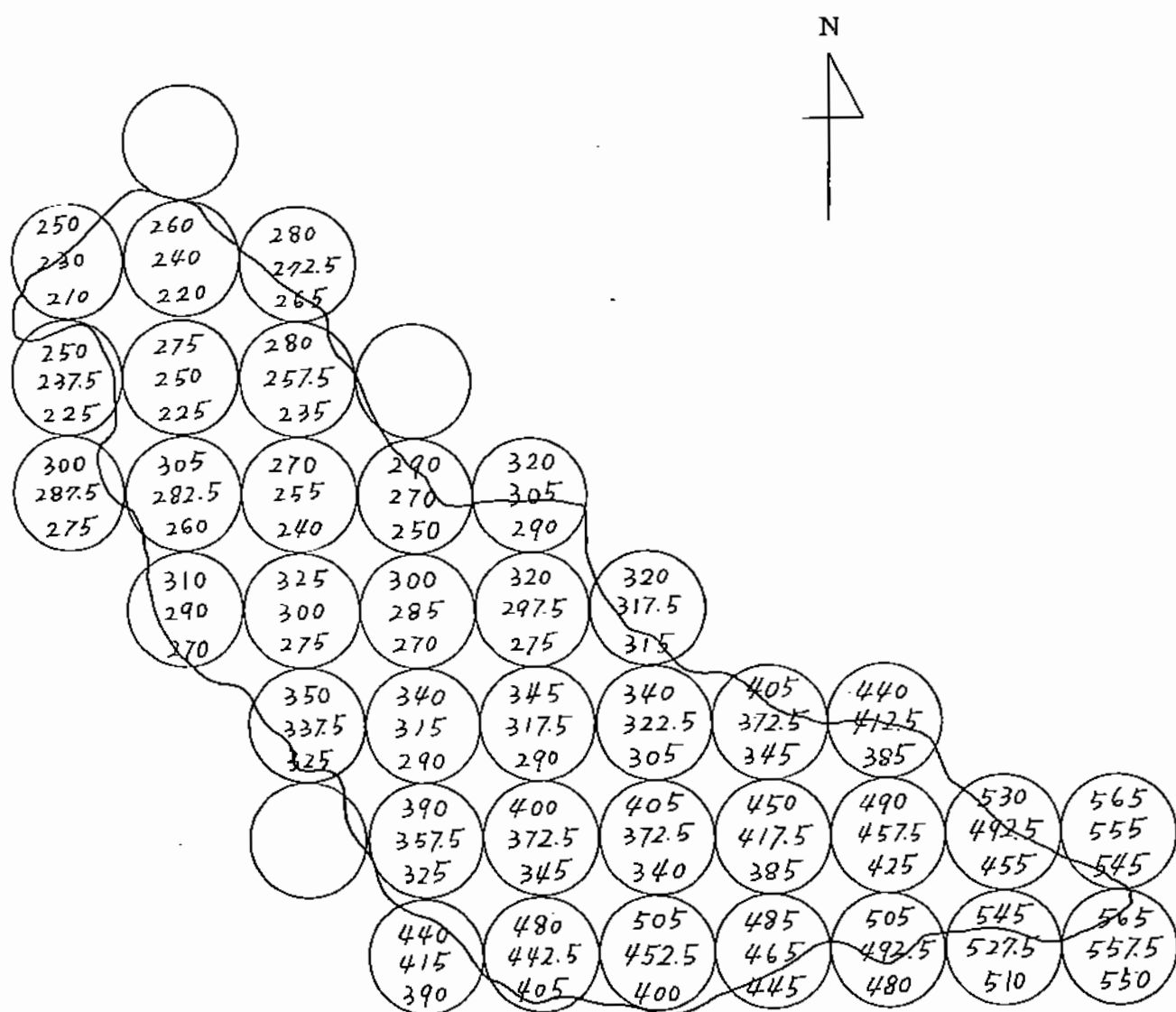
SCALE : 1 / 5000



圖四：農地集水區地形略圖

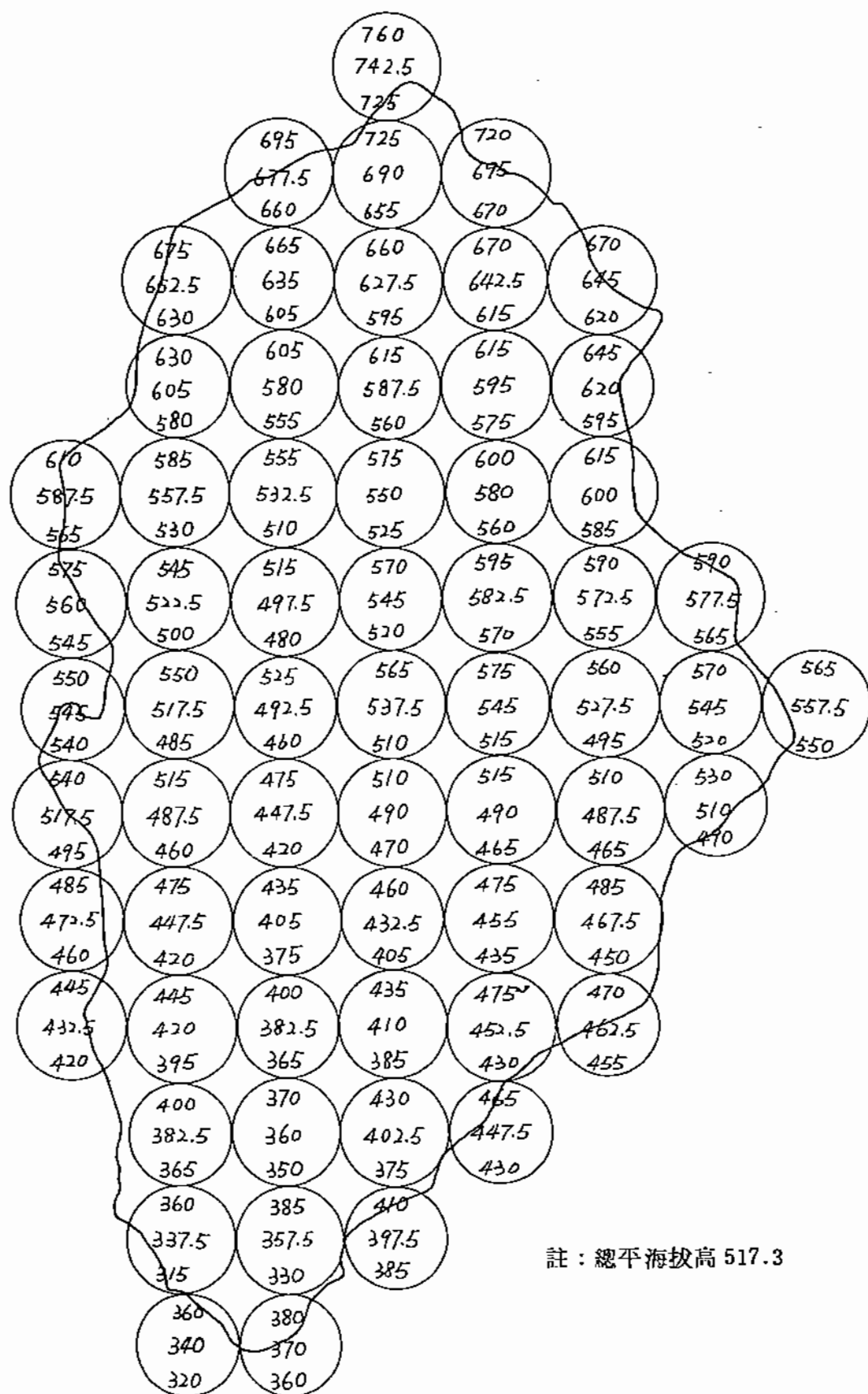


圖五：林地集水區地形略圖



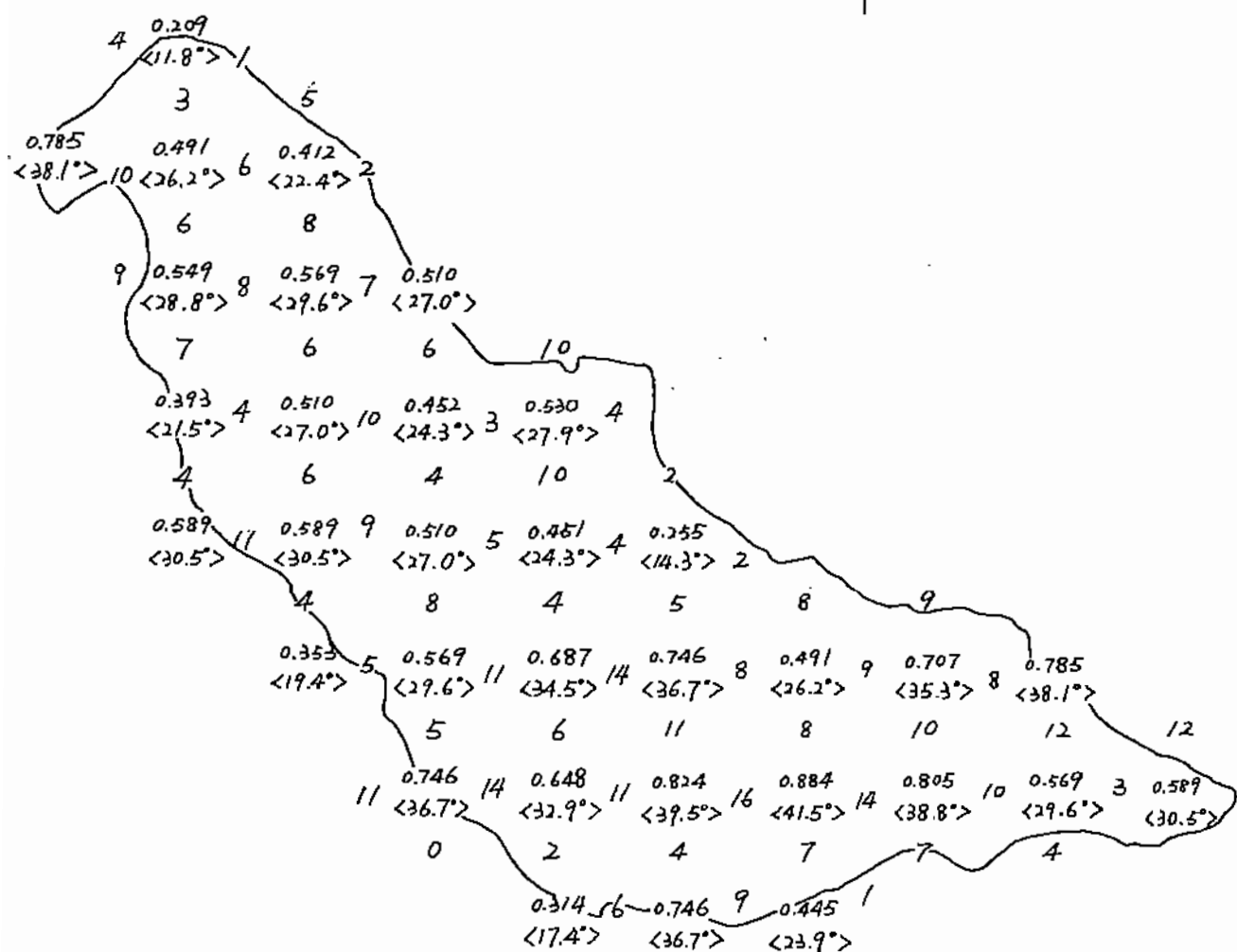
註：總平均海拔高 356.5^m

圖六 農地集水區平均海拔高分佈圖 S : 1/5000



註：總平海拔高 517.3

圖七 林地集水區平均海拔高分佈圖 S: 1/5000



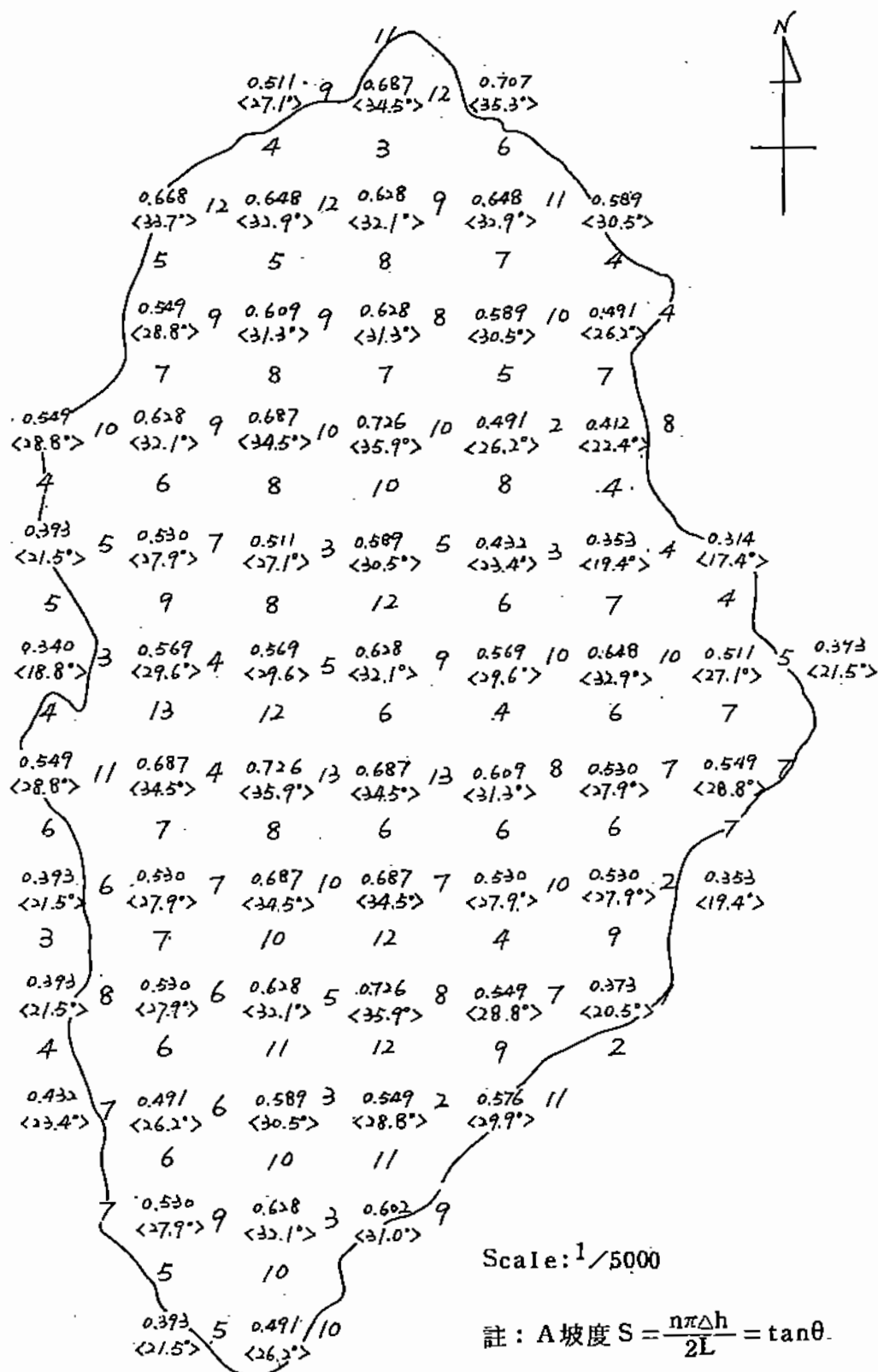
Scale: 1/5000

註: A 坡度 $S = \frac{n\pi\Delta h}{2L} = \tan\theta$

B 總平均坡度為 0.567

即 $\theta = 29.6^\circ$

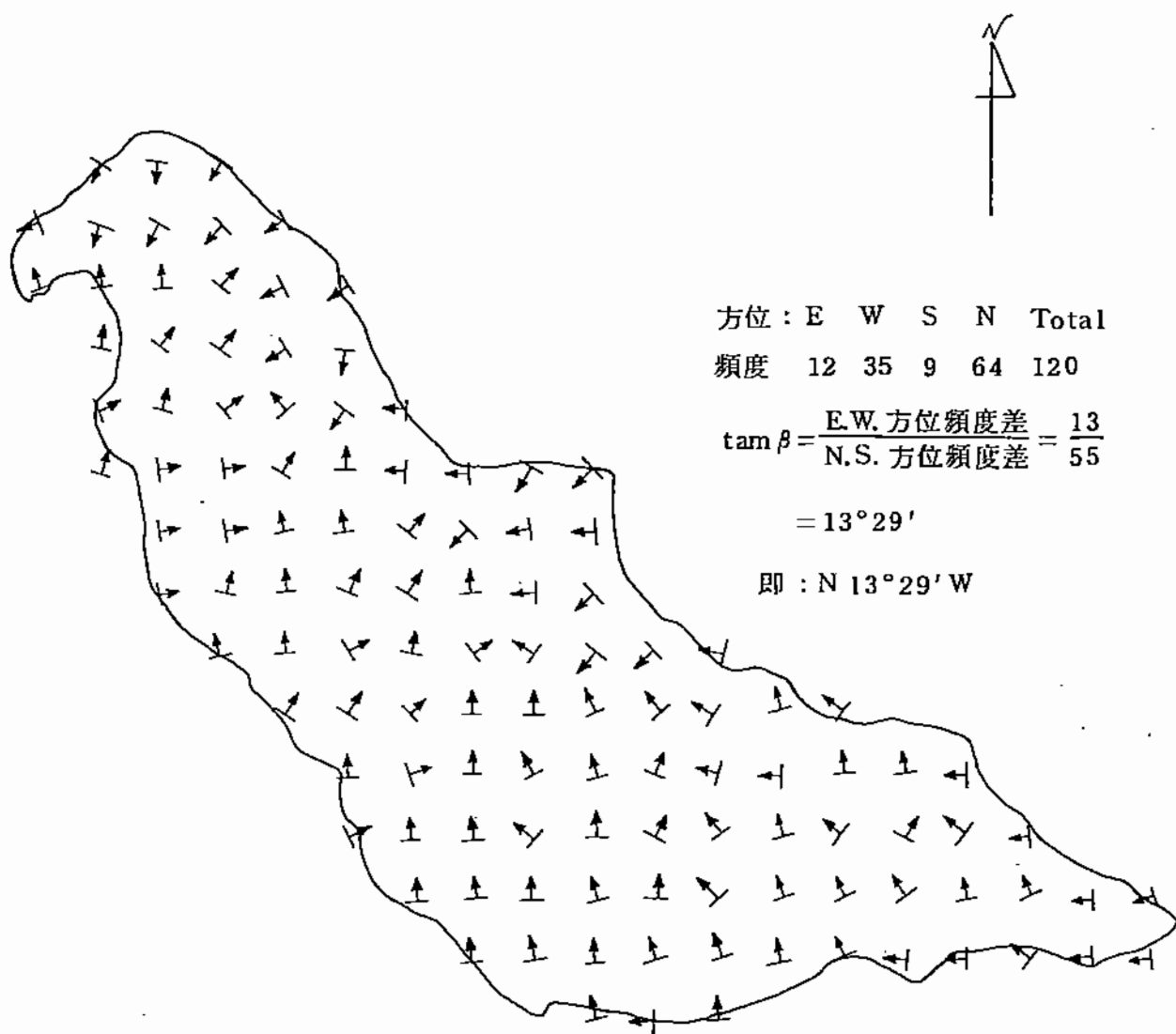
圖八 農地集水區平均坡度分配圖



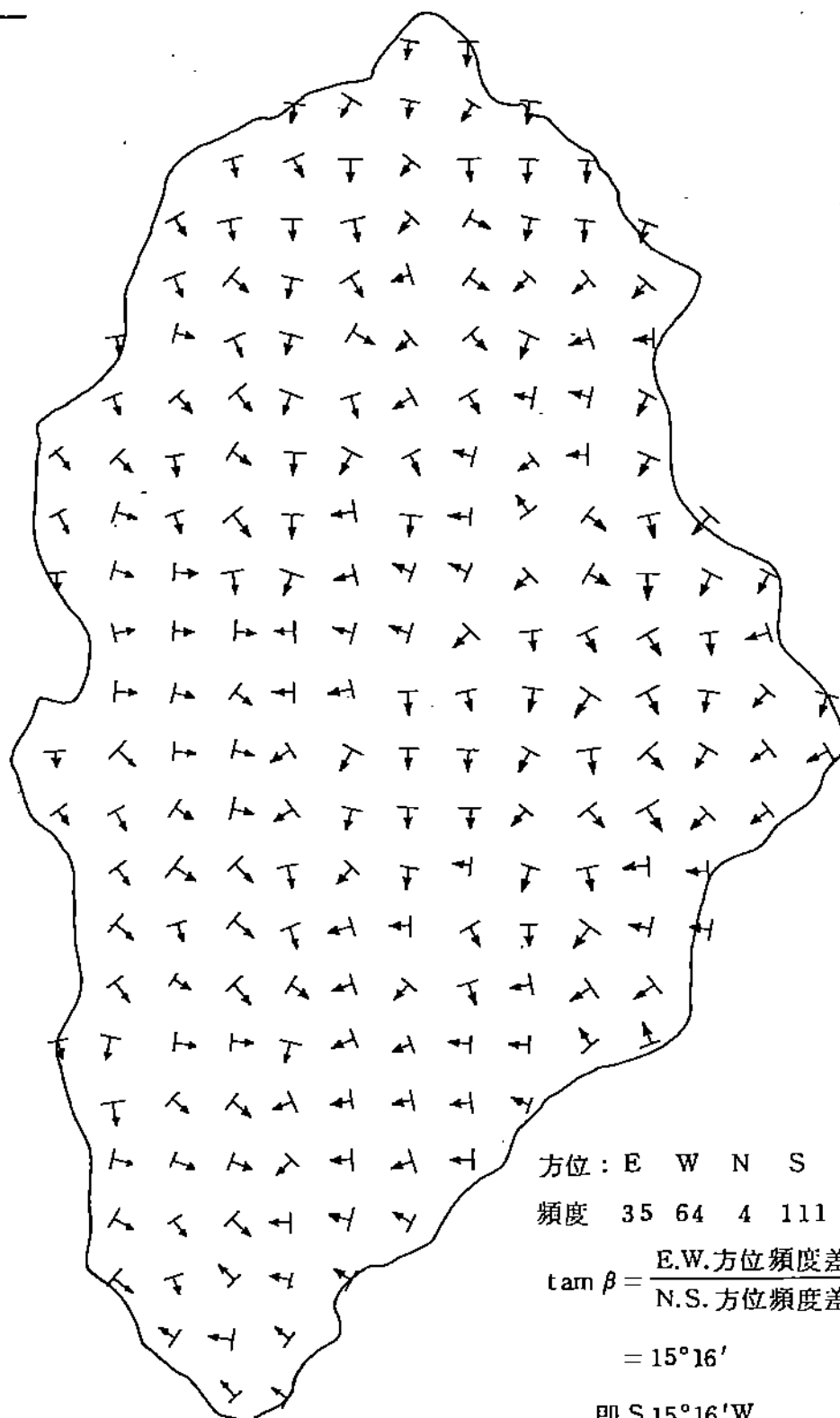
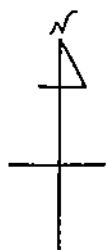
B 總平均坡度為 0.552

即 $\theta = 28.9^\circ$

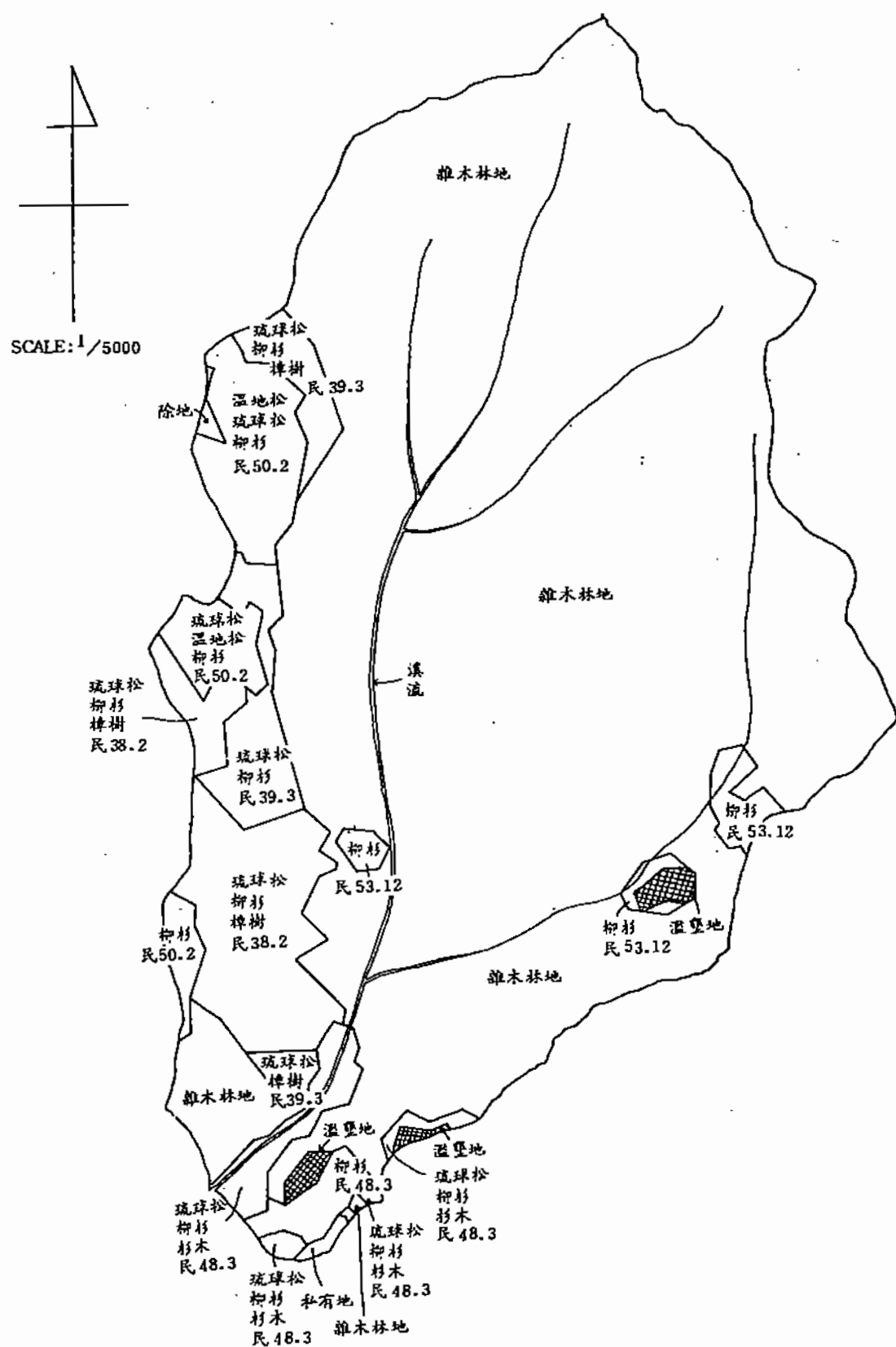
圖九 林地集水區平坡度分配圖



圖十 農地集水區平均方位圖



圖二 林地集水區平均方位圖 Scale: 1/5000



圖三：林地集水區土地利用型態圖

附錄：

歷年水土保持及集水區 經營研究專刊目次

附錄一

甲、台灣水土保持試驗研究報告彙刊第一輯目次

(台灣省山地農牧局民國58年印)

一、水土保持方法研究

1. 改良山邊溝水力試驗·····	1
2. 平台埕段蓄水功能之測定與調查·····	11
3. 山邊溝坡地上蓄水功能之測定與調查·····	21
4. 陡坡地排水系統調查研究·····	35
5. 埕段構築機研究試驗·····	41
6. 坡地耕作對於水土流失之關係試驗(一)·····	49
7. 坡地耕作對於水土流失之關係試驗(二)·····	99
8. 水土流失觀測試驗·····	133

二、茶園水土保持研究

1. 平鎮茶區黃棕色礫色紅壤土之水土保持試驗(一)·····	139
2. 覆蓋對幼木茶樹生長收量及製茶品質以及與土壤溫濕度之影響·····	153
3. 阿薩姆種茶園水土保持觀察試驗·····	165
4. 茶園水土保持觀察試驗·····	171

三、鳳梨園水土保持研究

1. 鳳梨園休閒期間水土保持處理比較試驗·····	179
2. 鳳梨園水土保持方法之研究·····	187
3. 鳳梨園敷蓋稻草試驗·····	205
4. 鳳梨園水土保持效益比較試驗·····	223

四、甘蔗園水土保持研究

1. 蔗田水土保持方法效益比較試驗·····	229
------------------------	-----

五、香蕉園水土保持研究

1. 蕉園台壁植草試驗·····	233
2. 香蕉埕段栽培與肥料效應·····	235

六、桑園水土保持研究

1. 桑園草帶法試驗·····	257
-----------------	-----

七、瓊麻園水土保持研究

·····	275
-------	-----

八、香茅園水土保持研究

1. 覆蓋與施肥對香茅草產量及收油量之影響..... 277

九、雜作園水土保持研究

1. 草帶法形成平台階段之觀察研究..... 295
2. The Result of Soil and Water Conservation Experiment on Farming of Special Crops..... 307

十、牧草及綠肥作物地水土保持研究

1. 不同坡度不同覆蓋下，土壤沖蝕、滲透及蒸發變異之測定..... 313
2. 牧草防沖功能試驗..... 329
3. 不同經濟草類在不同坡度上防沖效能及對土壤滲透影響之測定..... 337
4. 林下牧草耐蔭性及繁殖比較試驗..... 353
5. 有關流域管理之草類耐蔭性試驗..... 387
6. 綠肥作物保土功能試驗..... 409
7. 植生及覆蓋對坡地土壤滲透性之影響..... 421

乙、台灣水土保持試驗研究報告彙刊第二輯目次

(農復會特刊 18 號，民國 59 年)

前 言

一、水土保持基础研究

1. 臺灣坡地主要土壤之沖蝕性.....王新傳、林登鴻..... 1
2. 平台階段山溝邊逕流量之研究(初步報告).....廖綿溶、黃俊德、張雙滿..... 25
3. 新建平台階段土壤理化性質研究.....李蘭帝..... 35
4. 植物死覆蓋與土壤保水能力之研究.....張秋松..... 45

二、香蕉園水土保持研究

1. 坡地香蕉園水土保持方法比較試驗.....廖綿溶、王孝才、張雙滿..... 51
2. 坡地香蕉園草帶法試驗.....王孝才、廖綿溶、張雙滿..... 67

三、瓊麻園水土保持研究

1. 瓊麻水土保持之方法研究.....程連瑞、劉正平..... 85

2. 瓊麻不同覆蓋及疏密栽植對土壤流失及產量之影響·····	程連瑞、劉正平·····	115
3. 瓊麻園用草帶法控制沖蝕之研究·····	程連瑞、劉正平·····	143
四、茶園水土保持研究		
1. 洪積層坡地茶園不同水土保持處理效果之研究·····	朱惠民·····	165
五、鳳梨園水土保持研究		
1. 鳳梨園休閒期間水土保持處理比較試驗·····	張雙滿、黃俊德、王武彰·····	193
六、水土保持方法研究		
1. 果園敷蓋及覆蓋作物之研究（第一報）：坡地香蕉園敷蓋及覆蓋作物栽培之水土保持效益·····	張雙滿·····	201
2. 平台階段台壁植草之研究·····	黃俊德·····	215
3. 草溝之研究·····	廖綿溶、劉金龍、黃俊德·····	225
4. 兼路用洩水槽模型試驗·····	毛壽彭·····	235

丙、台灣水土保持試驗研究彙刊第三輯目次

（農復會特刊新19號，民國67年）

前 言

一、水土保持方法之研究

1. 山邊溝之改良研究·····	廖綿溶、程德森·····	1
2. 山邊溝粗糙率指數試驗進行報告·····	毛壽彭、甘俊二·····	19
3. 山坡株草地山邊溝間距觀察·····	鄭鑑鏘·····	27
4. 平台階段與山邊溝逕流量之比較觀測·····	廖綿溶、張賢明、林榮三·····	36
5. 單株平台水土流失觀測·····	張雙滿、王武彰、廖綿溶·····	43
6. 香蕉園平台階段階坡植草的水土保持效果與香蕉生長之研究·····	羅時晨·····	49
7. 平台階段上番石榴根系分佈之調查·····	張賢明·····	60
8. 坡地果園草帶間距試驗·····	王孝才、張雙滿、程仲武、鄭慶生·····	66

二、覆蓋作物之研究

1. 果園敷蓋與覆蓋作物之研究第二報：坡地柑桔園覆蓋作物與敷蓋之水土保持效益·····	張雙滿、鄭慶生·····	75
2. 果園主要覆蓋作物之蒸發散量·····	張雙滿、蔡鴻一·····	89

3. 果園主要覆蓋作物之蒸發散量 (第二報)	張雙滿、蔡鴻一.....	97
4. 覆蓋作物耐蔭性之初步觀察	席裕競、張雙滿.....	108
5. 主要覆蓋作物之土壤pH適應性試驗	張雙滿、蔡鴻一.....	122
6. 主要覆蓋作物根群分佈之研究	王武彰.....	127
7. 蕉園覆蓋作物之毒性與毒質鑑定	吳敏慧、謝學武、劉黔蘭、趙震慶.....	136
8. 陡坡地果園覆蓋作物與敷蓋觀察	王孝才、張雙滿、程仲武、鄭慶生.....	146
三、作物之水土保持方法研究		
1. 臺灣區百喜草 (Bbhia grass, paspalum notatum) 品種特性之研究	李文權、李國堅.....	155
2. 幼齡柑園水土保持方法之研究	廖綿溶、張賢明.....	165
四、其 他		
1. 兼路用凹面洩水槽模型試驗	毛壽彭.....	174
2. 人工防風設施對瓊麻栽培之影響	程連瑞、劉正平.....	194
3. 速成草類及人工防風設施對果園防風效能之研究	程連瑞、劉正平.....	225

丁、台灣水土保持試驗研究報告彙刊第四輯目次

(農發會資源保育特刊第1號, 民國72年)

一、沖蝕與逕流

1. 台灣降雨沖蝕指數之研究	黃俊德.....	1
2. 坡地田區逕流動態之模擬	顏清連、鄭 元.....	19
3. 利用台灣集水區粘土礦物特徵推測坡地土壤沖蝕來源	謝越平.....	31
4. 強度放牧對盤固草地水土流失影響試驗	鄭鑑鏘、謝昭賢.....	41
5. 有排水系統之坡地尖峯逕流	顏清連、鄭 元.....	49
6. 台灣西北部土壤沖蝕性及流失量之估算	萬鑫森、黃俊義.....	59
7. 坡地逕流模式之比較研究	顏清連、林崇民.....	85

二、水土保持方法

1. 草溝水理特性之觀測	王孝才、張賢明、李木奇、陳 簡.....	71
2. 農道路面植草維護之研究	程連瑞、陳慶雄.....	105
3. 不同土壤農路路面植草維護之研究	程連瑞、陳慶雄.....	123

4. Effects of Bench Terrace and Improved Hillside Ditch.....	廖綿濬.....	139
5. Improvement of Hillside Ditches in Taiwan.....	廖綿濬.....	145
6. 坡地蕉園平台階段栽培與農藝方法之效益	王孝才、鄭慶生、張雙滿.....	148
三、覆蓋作物		
1. 百喜草植物學上的分類及其生育特性.....	李文權.....	161
2. 百喜草種子發芽之機制及其發芽率之改進	李文權、羅時晟、李國堅.....	166
3. 百喜草之育種行為研究 I. 數量性狀之相關關係.....	李慶瑞、吳詩都.....	175
4. 喜水植物水分消耗特性之研究.....	陳清義.....	181
5. 覆蓋作物吸水型態及根系分布調查.....	張賢明.....	189
6. 覆蓋、敷蓋及施肥對香蕉養分吸收與水分利用之影響.....	湯兆南、譚鎮中.....	197
7. 百喜草覆蓋與敷蓋對香蕉養分吸收之影響.....	莊作權、簡宣裕.....	207
8. 坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之研究.....	鄭慶生.....	219
四、作物水土保持方法		
1. 坡地香蕉園草帶法試驗(第二報)	鄭慶生、王孝才、廖綿濬.....	233
2. 覆蓋作物對坡地荔枝栽培之影響.....	翁愷微.....	253
3. 雜糧作物坡地栽培與水土保持方法試驗(第二報).....	徐三吉、施清日、吳萬來、劉銘峯.....	263
4. 台灣坡地主要作物水土保持方法	廖綿濬、王孝才、張賢明、鄭慶生.....	276
5. Soil Conservation Measures for Steep Orchards in Taiwan.....	廖綿濬.....	291
6. 坡地麻竹園水土保持方法之觀察(初步報告).....	王孝才、張賢明.....	302
7. 水土保持處理與柳橙根系分佈關係之調查研究.....	李慶瑞.....	315
8. 覆蓋與敷蓋處理之芒果根系分布調查	張賢明、于慧珍、張慶生.....	341
9. 覆蓋與敷蓋對東台坡地桑園之影響(初步報告).....	陳慶雄.....	359
10. 覆蓋與敷蓋對東台坡地土壤理化性質之影響(第二報).....	陳慶雄.....	371
11. 陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質及鳳梨生育和 產量影響之研究.....	鄭慶生.....	379
五、土壤保育		
1. 百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性及水土流失之影響	簡宣裕、莊作權.....	389
2. 百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響.....	莊作權、簡宣裕.....	399
3. 果園水土保持方法之導水率測定.....	王孝才.....	409
4. 覆蓋及敷蓋對坡地土壤肥力之影響.....	黃俊義.....	415
5. Influence of Crop Covering and Mulching on Soil Properties of Slopelands in Taiwan.....	萬鑫森、張賢明.....	425
6. 陡坡地不同覆蓋作物水土流失觀測(初步報告)	徐三吉、林昭明、蘇錦松.....	435

7. 坡地幼齡柑桔園肥水用量及土壤污染之研究	黃和炎、徐三吉、李振源.....	439
8. 覆蓋與敷蓋對坡地土壤穩定性之影響	陳清茂、萬鑫森.....	457
9. 不同覆蓋坡地土壤滲透之探討	盧惠生、楊炳炎.....	467
10. 覆蓋及敷蓋對土壤結核量之影響	陳清茂、萬鑫森.....	477
11. 施用磷素對土壤物理性質之影響	莊治宗、萬鑫森.....	483
12. 矽酸鈉對土壤表面電荷及穩定性之影響	謝明志、萬鑫森.....	489
13. 覆蓋及敷蓋對坡地土壤表面電荷量之影響	黃俊義、萬鑫森.....	507
附 錄：		
台灣水土保持之研究發展	廖綿溶.....	519

附錄二

農發會支助六八～七二年度山坡地 保育利用研究報告彙編

(國立中興大學水土保持系編印，民國73年)

- 一、山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查……………余嘉雄、徐森雄
- 二、臺灣東部海岸山脈火山灰土之分佈及其性態之研究……………徐玉標、湯松義
- 三、坡地土壤結核之成因……………郭麗莉、萬鑫森
- 四、臺灣西北部及南部土壤沖蝕與土壤流失量……………萬鑫森
- 五、坡地逕流與沖蝕動態之模擬……………顏清連、陶偉麟
- 六、陡坡地複式斷面排水溝水理特性模型試驗之研究……………王如意、陳正漢
- 七、防止坡面沖蝕之乳化瀝青之合成及應用……………周善行、郭克敏、郭惠隆
- 八、坡地排水溝水理試驗之研究……………施嘉昌、顏清連、陳增壽、吳銘塘
- 九、山坡地果園經營對水源水質之影響……………丁昭義、詹連昌
- 十、坡地芒果行株距及作業管理關係之觀察……………劉銘峯
- 十一、山坡地新興作物（油茶、昂天蓮、丁香）引進選育栽培試驗
……………鄭宗元、楊政川、劉新櫻、朱成本、莊安清
- 十二、坡地果園省工經營觀察及示範報告……………陳永春、林國榮
- 十三、百喜草不同覆蓋度對坡地上葡萄柚養分吸收之影響……………林昭遠、李慶瑞
- 十四、覆蓋與敷蓋對東臺坡地桑園之影響……………陳慶雄
- 十五、臺灣高山坡地果園覆蓋作物的研究(1)百喜草與白花三葉草的生長
與水土保持效果……………陳 中、康有德
- 十六、不同水土保持方法、施肥量及滴灌對葡萄柚生長及養分吸收
的影響……………黃裕銘、莊作權、陳廷光
- 十七、山坡地農牧綜合經營技術研究……………劉銘峯
- 十八、不同放牧強度對水土流失影響……………鄭鑑鏘、彭炳戊
- 十九、水土保持植生材料選育及裸露地植生方法試驗……………顏正平、林信輝、周天穎

附 錄 三

上游集水區試驗研究成果彙編

(臺灣省林業試驗所集水區經營系編印, 民國 73 年)

一、集水區水文：

1. 試驗集水區逕流係數之推算.....徐義人
2. 藉試驗參數推算小集水區之洪峯流量.....徐義人、呂珍謀
3. 山坡地地下水調查技術之研究.....陳信雄
4. 坡地開發與逕流特性關係之測定與調查研究.....陳繁首、何智武、段錦浩
5. 蓮華池森林試驗集水區暴雨期溪水懸浮質及養分
濃度的變化.....金恒鑑、夏禹九、楊炳炎
6. 石門水庫集水區物理、化學及生物性水質調查.....鍾旭和、顏江河
7. 森林緩衝林帶對農藥之過濾作用.....丁昭義、陳信雄
8. 兩種固有常綠闊葉樹種之水分生理研究.....夏禹九、唐凱軍
9. 林道路面沖蝕調查之研究.....林壯沛、盧惠生、漆陞忠、黃正良

二、邊坡穩定：

10. 暴雨型態及坡面安全保護之試驗研究.....劉長齡、喜界卜
11. 崩塌地調查及處理模式之研究.....陳信雄
12. 邊坡土壤與補強物之力學效應.....李正義
13. 礦區棄石地植生試驗.....顏正平
14. 上游集水區沖蝕崩塌之研究—崩塌地及沖蝕溝變化之觀測.....漆陞忠、黃正良
15. 林道邊坡穩定方法之研究.....漆陞忠、楊炳炎、盧惠生、林壯沛、黃正良、唐凱軍

三、工程治理：

16. 溪流斷面粒徑分析及模型試驗之研究.....王如意
17. 攔砂壩模型試驗及水理特性分析之研究.....王如意、朱金元、陳增壽、施嘉昌
18. 東部攔砂壩設計型式之調查分析與試驗研究.....陳繁首、何智武、段錦浩
19. 上游集水區保護工程效用之探討.....劉浚明、楊炳炎、黃良鑫