

林業特刊第四十六號
COA Forestry Series No. 46

國立台灣大學地理系合作

82年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編
A Compilation of 1993 Soil Conservation and
Watershed Research Project Reports



中華民國八十三年四月

82年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編

A Compilation of 1993 Soil Conservation and
Watershed Research Project Reports



北林圖 A00052636

行政院農業委員會

編印

國立台灣大學

600335

中華民國八十三年四月

書名：八十二年度水土保持及集水區經營研究成果彙編
編者：姜善鑫 吳輝龍
發行人：孫明賢
發行所：行政院農業委員會
地址：臺北市南海路三七號
電話：(02) 381-2991
展示處：中華民國政府出版品展售中心
地址：臺北市衡陽路二十號三樓
電話：(02) 382-1394
印刷者：英杰企業有限公司
地址：臺北市復興南路二段 293-3號10樓之一
電話：(02) 732-1234
中華民國八十三年四月初版一刷
非賣品

ISBN 957-00-3467-X (平裝)

序

八十二年度本會主管「創新農業科技研究發展」支助之「水土保持及集水區經營研究」各項試驗研究計畫，其研究成果報告，經彙編成冊，提供水土保持及集水區經營研究及實務工作人員參考。本會對參與各項試驗研究人員之貢獻表示感謝，並希望這些成果能推廣應用，藉以加強國內水土保持之研究發展和提昇水土保持科技水準，同時促進國際間的交流。

本彙編可分為二大部分：第一篇為土壤沖蝕及其控制方法之研究，有21篇論文；第二篇為集水區治理及保護之研究，有28篇論文。總計49篇論文，成果相當豐碩。

本彙編之完成承蒙各計畫執行人之配合、各研究群召集人之審閱、台灣大學地理系姜善鑫教授、陳玗小姐和蕭惠美小姐之協助編輯，及本處水土保持科吳輝龍科長之策劃與編審，得以如期出版，謹致謝忱。

行政院農業委員會

林業處處長



中華民國八十三年四月

目次

CONTENTS

序

第一篇：土壤沖蝕及其控制方法之研究

1. 土壤沖蝕與生產力之研究 ----- 盧光輝、姜善鑫、林俐玲、
葉節耀、林木連 --- 1
Impact of Erosion on Soil Productivity
2. 土壤沖蝕與保育之研究 —— 陡坡地果園土壤流失
觀測 (2) ----- 黃俊德、徐森雄、陳慶雄、吳嘉俊、張賢明 --- 12
Study on the Soil Erosion and Conservation —Measurement of soil
and water losses from steeply sloping orchards (II)
3. 陡坡地覆蓋作物對土壤性質及水土流失影響之研究 ----- 鄭慶生 --- 26
Effects of Different Cover Crops on Soil Properties and Soil
and Water Losses on the Steep Slopeland
4. 陡坡地坡度坡長利用上限之研究 ----- 吳嘉俊、黃俊德、徐森雄 --- 30
Study of Upper Slope-length and Slope Steepness Limits on Steeply
Sloping Lands
5. 高山茶園覆蓋草類生長及管理方法之研究 --- 陳右人、蔡俊明、詹義信
蔡右任、馮鑑淮 --- 43
Studies of Growth and Management of Grass Cover for Tea Garden
in High Mountain Area
6. 坡地土壤有機質及養分含量之研究 ----- 楊秋忠、蘇秋華 --- 57
Studies on contents of organic matter and nutrients in slopeland
soils
7. 坡地果園土壤管理與施肥改進觀察 ----- 羅瑞生、林烈輝、鄭榮賢 --- 67
Observation of Soil Management and Improvement Technology of
Fertilizer Application on sloping Orchard
8. 坡地果園水土保持綜合處理之比較 ----- 黃和炎、呂俊堅、陳溪潭 --- 80
Comparisons of Soil Conservation Practices and Structures for
Slopeland Orchard

9. 水土保持植生草種繁殖方法研究 ----- 陳紫淵、黃維東 ---	85
Studies on Propagative Methods of Grasses for Soil and Water Conservation	
10. 水土保持植物材料之研究——耐瘠性之研究(Ⅱ) ----- 顏正平 ---	88
Research on Plant Materials for Soil and Water Conservation —— Sterility Tolerance (Ⅱ)	
11. 崩塌地植生特性及其保育功能之研究 ----- 林信輝、陳意昌 ---	98
A Study on the Vegetation and its Function in Slope Protection for Landslide Areas	
12. 藥劑除草影響坡地水土保持覆蓋植物之研究(一) ----- 陳明義、李貽華 ---	113
Effects of Herbicide Application on Cover Vegetation at Slopelands (I)	
13. 坡地環境品質可容許土壤流失量之推估 ----- 盧光輝、姜善鑫、蔡博文 ---	125
Assessment of Environmental Quality Based Soil Tolerance Limit	
14. 坡地土壤沖蝕量推估之研究(二) ----- 張賢明 ---	136
An Estimation of Soil Losses on Slopelands(Ⅱ)	
15. 陡坡地開發對水資源影響之研究 --- 吳嘉俊、黃俊德、徐森雄、黃國楨 ---	141
Study on the Influence of Sloping Land Development on Water Resources	
16. 中高海拔地區土壤沖蝕之觀測試驗 ----- 林俐玲 ---	163
A Study of Soil Erosion on the Middle and High Elevation Areas	
17. 不同敷蓋材料對陡坡地土壤水分變化 及沖蝕控制之研究 ----- 吳嘉俊、徐森雄、黃俊德 ---	166
Study of the Effectiveness of Different Mulching Materials on Soil Moisture Variations and Erosion Control for Steep Sloping Lands	
18. 坡面噴植材料之特性及其應用技術之研究 ----- 林信輝、張俊斌 ---	175
A Study on the Characteristics of Spraying and Application Techniques Materials for Revegetation On Slopes	
19. 土壤沖蝕與生產力研究觀測網之建立 ----- 盧光輝、葉節耀、林木連 ---	184
Establishment of Erosion on Soil Productivity Assessment Study Network	
20. 坡地土壤有機腐植質之增進研究 ----- 游繁結 ---	194
Improvement of Organic Humus for Slopeland soils	
21. 高爾夫球場植生管理對水土保持衝擊之研究 ----- 林信輝、陳意昌 ---	205
Influences of Turf Grass Management for Golf Courses on Soil and Water Conservation	

第二篇：集水區治理及保護之研究

1. 以運動波方程式探討應用合理公式之合適性研究(三)	
高爾夫球場 ----- 王如意、謝平城 ---	214
Study on the Applicability of the Rational Method by Kinematic-wave Equation Approach(3) in Golf Links	
2. 防砂壩開口後滯洪與逆坡消能塊之研究(二) ----- 段錦浩 -----	235
A Study on Flood Detention of Check Dam with Opening and Adverse Slope Energy Dissipation Block (Ⅱ)	
3. 坡地開發與邊坡穩定調查及防治技術之研究(一) ----- 陳信雄、楊蔚宇 ---	252
The Study on Investigation and Prevention Techincs of the Slope Land Development and the Slope Stability	
4. 上游坡面之土地利用對輸砂特性之影響 ----- 黃宏斌 ---	266
The Effect of Landuse on Characteristics of Sediment Transport on Upstream Slopeland	
5. 土石流攔阻壩上應力分析 ----- 劉格非 ---	276
A Study on the Stress Distribution of a Debris Dam	
6. 土石流危險度探討與治理對策(一) ----- 江永哲 ---	285
The Investigation of Risk and Management Policy for Debris Flow(Ⅰ)	
7. 固床工間距之調查與研究 ----- 游繁結 ---	299
Investigation and Study on the Interval of Groundsill in Wildstream	
8. 都市化小集水區之逕流特性與泥砂產量研究(一) --何智武、蘇苗彬、林致遠-	312
A Study on Runoff Characteristics And Sediment Yield of Urbanized Watershed	
9. 棄土泥沙問題對策研究 ----- 蘇苗彬 ---	322
Research on prevention of soil loss problems for dumped soils	
10. 山坡地設置廢土場對環境影響之研究 ----- 劉正川 ---	348
Study of the Waste Soil Filed Established on Mountain Area for Environment Effects	
11. 間歇放淤防砂壩可行性之研究 ----- 蘇重光 ---	350
Study on the Feasibility of a Check Dam of Periodic Silt-releasing Type	
12. 原型無護坦防砂壩安定性之研究(一) ----- 蘇重光、林親義 ---	365
Study on the Stability of a Prototype Check Dam without Apron (I)	

13. 應用合理公式推算洪峰流量之相關條件研究(一)			
—— 利用實測水文資料 ——	陳明杰	---	376
Study on the Conditions for Peak Flow Estimation by Rational Formula with Observed Hydrological Data			
14. 公共工程廢棄土再利用可行性之研究(一)	易任、陳增壽、黃偉慶	---	392
Suitability of Waste Soil Re-utilization (I)			
15. 上游集水區溪流量及水質特性之分析與應用	鄭皆達、陳秋楊、蘇瑞榮	---	394
Analysis and Application of Streamflow and Water Quality Characteristics of Headwater Watersheds in Taiwan			
16. 森林集水區對水質維護的功能	金恆鑣、夏禹九、翁松元、劉瓊羆	---	408
Response of the Fu-Shan Forest to Acid Precipitation			
17. 人工林與天然林集水區溪流水文及水化學	劉瓊羆、孫正春、夏禹九		
	漆陞忠、金恆鑣	---	413
Streamwater Chemistry Changes of a Hardwood watershed Fifteen Years After Converting to a China Fir Plantation			
18. 坡地水文模式在集水區規劃上之應用(一)	盧惠生	---	420
Studies on the Use of Hillslope Hydrologic Models in Watershed Planning (I)			
19. 台灣上游集水區洪峰流量計算法之評估，推導與應用(3)－不同洪峰流量計算方法在台灣上游集水區之應用	鄭皆達、夏禹九、蘇瑞榮	---	436
A Study of the Origins, Characteristics and Determination Methods of Peak Flows for Upstream Watersheds in Taiwan (3)			
—Application of a Different Approach			
20. 臺灣西南部泥岩地區農業用雨水貯集供水系統之調查研究(I)	朱壽銓、簡碧梧	---	445
Study on Agriculture Rainwater Catchment Systems of Mudstone Areas in Southwestern Taiwan			
21. 集水區區位與其開發率之研究 —— 阿公店水庫集水區	張石角	---	462
22. 冬山河集水區水文觀測計畫	楊秉崑、顏啓照	---	464
Hydrological Observation on Tung-Shan River Watersheds			
23. 高爾夫球場設置水文環境影響評估之研究	陳信雄、楊蔚宇	---	479
Impact of Golf Course Construction on Hydrological Environment			
24. 高爾夫球場開發地區沉砂池設施效率之探討(一)	游繁結、陳樹群	---	493
The Efficiency of Settling Basin for Developing Golf Course (I)			

25. 應用地理資訊系統及HEC-1水文模式探討台灣中部 上游集水區降雨逕流之關係 ----- 鄭皆達、林維侃 ---	513
A Study on Rainfall-Runoff Relationships of an Upstream Watershed in Central Taiwan with Geographical Information System and HEC-1 Hydrograph Package	
26. 利用地理資訊系統建立山坡地之土石流數值地理模式 ----- 游繁結 ---	529
Using the Geographic Information System to Establish the Debris-flow Numerically Geographic Model on the Slopeland	
27. 上游集水區坡地水文監視儀器購置 ----- 盧惠生、胡蘇澄、林壯沛 ---	541
Procurement of Instruments for Hillslope Hydrology Monitoring in Up-stream Watersheds	
28. 不同土地利用土壤入滲量之研究 ----- 陳信雄、楊蔚宇、王端欽 ---	544
The Study in Infiltration Capacity of Soil for Different Land Utilization	

土壤沖蝕與生產力之研究

Impact of Erosion on Soil Productivity

盧光輝

姜善森

林俐玲

葉節耀

林木連

Lo K. F. A. Chiang S. H. Lin L. L. Yeh C. Y. Lin M. L.

摘要：本研究計畫旨在評估土壤沖蝕與生產力之相互關係，並探討沖蝕影響土壤肥力的主要因素。計畫第二年已完成之重要成果包括：田間水土流失觀測資料顯示，土壤流失與地表數蓋有密切之關係。以3種不同施肥量處理，2種不同沖蝕量處理，2重複進行田間試驗栽培魯冰與玉米。結果顯示土壤沖蝕是造成農作物減產之主要原因，施肥可以減輕土壤沖蝕對生產量之衝擊程度，但是仍然無法補救沖蝕造成之損害。以表土與底土盆栽在溫室栽培玉米及油菜生長。結果與田間試驗類同，初步顯示溫室試驗有助縮短田間長期觀測。比較三種栽植作物，油菜產量受到土壤沖蝕之影響最大，玉米次之，而以魯冰產量損失最少。此結果也得知栽植油菜，可允許之土壤流失量較玉米與魯冰更要少。

(關鍵詞：土壤沖蝕因子、土壤生產力模式、作物管理、土壤沖蝕可容許量、土壤肥力)

Summary: The objectives of this study are to assess the interrelationship between erosion and soil productivity and to investigate the impact of soil removal on soil fertility. The second year of this study has been devoted to conducting both field and greenhouse productivity experiments. Results from field and greenhouse studies indicated that soil erosion is the major factor causing yield decline. Fertilizer input has reclaimed most but not all of the losses resulting from soil removal. The greenhouse experiments had shown to be able to complement and to further reduce the time spent in conducting long-term field-scale experiments. Research results also point to the fact that vegetable crops are most sensitive, followed by maize and lupin, to erosion-induced damage. This leads to the conclusion that stricter soil loss tolerance limit should be imposed on vegetable crops than on maize and lupin. Field-observed data also indicated close relationship between soil and water losses and the percentage of surface cover.

計劃編號：82科技-2.6-林-12(2)

執行機關：中國文化大學土地資源學系

一、前言

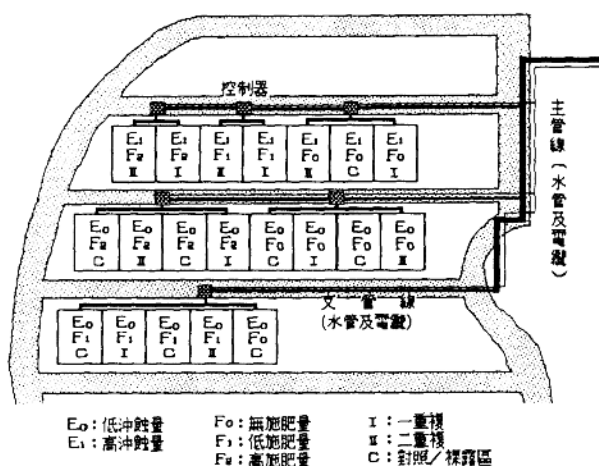
土壤在水、風和人為三種因素的破壞之下，已加速地表流失。而土壤生成非常緩慢，即使在熱帶地區，在自然條件非常有利的情形下，土壤生成速率也是小於農地流失速率。土壤沖蝕對農地生產力有很大影響，土壤沖蝕同時也把土壤中的養分帶走，地力減弱，作物生產量亦隨之下降。減產程度與土壤類別、土壤深度、地形及作物種類有非常密切之關係。熱帶地區較其他地區遠為嚴重，原因是此地區（包括台灣）地質鬆碎、土壤高度風化、淺薄與脆弱（El-Swaify et al., 1984）。研究結果已指出土壤沖蝕是造成許多農作物減產之主要原因，其中以馬鈴薯和玉米受到之影響最大（Lo, 1989）。雖然施肥可以減低土壤沖蝕對生產量之衝擊程度，但是仍然無法補救土壤造成之損失災害。一旦表土被沖蝕後，會導致土壤生產力降低，土壤被逕流帶離農地後，沉積物進入河流中，可導致水源污染、引致下游環境品質劣化，愈演愈烈。

美國水土保持局於1977年開始評估土壤沖蝕對作物產量之影響，隨後多位專家於1981年發展出EPIC模式（Williams et al., 1983; Williams, 1985），此模式可模擬100年以上土壤沖蝕對植物生長之影響和其相關過程。在量化土壤生產力及環

境品質之衝擊程度，國外已有相當的進展。在國內及熱帶農業環境，這方面進展仍然存在嚴重之鴻溝（盧光輝，1990）。本研究以不同土壤與地理、氣候環境，評估土壤沖蝕對不同作物產量之衝擊程度，並探討沖蝕影響土壤肥力之主要因素。如能瞭解其間之相互關係，加上對土壤沖蝕過程之瞭解，則必然有助於訂定土壤沖蝕可允許限度（T value），提供最佳土壤管理策略選擇，長久繼續保持農地生產力，使土壤資源永續不絕。土壤生產力之維護更能控制土壤沖蝕所造成之嚴重災害及損失，對將來水土保持整體功能與效果，會有顯著的幫助。

二、試驗區近況

本計劃試區設置於新竹縣寶山鄉新城段，台灣省農業試驗所寶山試驗農場之山坡地，距新竹市約8公里。為配合研究計畫目標及經過多位專家學者研商結果，試驗處理擬定為高（E1）、低（E0）兩種沖蝕程度，施肥程度則分為高（F2）、低（F1）、無（F0）三等級。高沖蝕量是利用推土機將30公分表土挖走，低沖蝕程度代表無表土沖蝕，保持原土狀態。施肥量則以作物最適當量為高施肥量，50%最適當量為低施肥量，不施加肥料為無施肥量。加上二重複及裸露對照區，已建立之試區數量共20個，試區試驗處理配置如圖一。



圖一 寶山農場試區實驗處理規劃配置

由於受限於山邊溝設置，小區坡長祇能延伸至 7 公尺長，4 公尺寬。小區下坡面底邊設置一倒三角形之水平集水槽，將逕流完全收集，並經由輸水軟管將其導入三組水桶。每組水桶內裝有分水設置，分水後，三組水桶總逕流容量可達 3,500 公升。

試區採用滴水灌溉方法有效管理土壤水分，更可減低對水土流失觀測之干擾。每區各有控制閥、電磁閥，以調節出水量。並在小區安裝土壤水分張力計，當張力降至 -0.5 bar 時即行滴灌。

為配合進行氣象因子對作物影響之試驗，已妥善安裝氣象觀測儀器計有：(1) 自記溫濕度計：週卷記錄紙。(2) 蒸發皿：120 cm 直徑。(3) 自記地溫計：6 支，感應器採用防水白金阻抗式，測定深度為 5、10、20、30、50 和 100 公分。(4) 自記風向風速計：螺旋槳式。(5) 自記日照計：熱電推式，測定波長範圍為 400 至 700 nm。(6) 自計雨量計：傾斗式，每次之傾倒雨量

為 0.1 公厘。日照計與雨量計能將感應所產生之類比信號，經過信號轉換器，傳送至資料搜集器，連續記錄每小時日照量與 10 分鐘降雨量。

三、結果與討論

(一) 田間實驗：

1. 氣象觀測

本計畫執行期間，所得之各項氣象資料列如表 1。寶山之氣溫大體與臺灣北部略同，由四月開始，其平均氣溫都在 21℃ 以上，七、八月為最熱，七月最高溫達 41.2℃。從十二至翌年三月為冬季，一月最低溫降到 3.2℃ 左右，極為寒冷。本試區因受位置與地形之影響，三月至五月風力變弱、風向不定。六月至八月風勢較強，平均風速超過每秒 2 公尺、最多風向為西南風。十二月至三月冬季東北季風期間，平均降雨最少，尤以二月較為乾旱，平均雨量不足 30 公釐。夏季西南季風盛行時雨量豐

沛,六月平均雨量超出400公釐,但八十二年七、八月間,因受全球異常氣候影響,新竹地區也較歷年乾旱,平均雨量比冬季降雨還要低。日照量與降雨量之季節分佈類同,冬季平均每天日照量都低於每天300 ly,

而夏天則遞增至平均每天600 ly以上。綜合而言,四季中以夏季較為適合農作物生長,冬季則因濕度、雨量與日照量銳減,影響農產收成。

表 1 寶山農場 81年12月~82年08月 氣象資料

年、月	溫 度 (°C)			相 對 濕 度 (%)			雨 量 (mm)	平 均 地 溫 (°C)						風 速 (m/s)	風 向	日 照 量 (ly/天)	蒸 發 量 (mm)
	最高	最低	平均	最高	最低	平均		5 (cm)	10 (cm)	20 (cm)	30 (cm)	50 (cm)	100 (cm)				
81-12	28.5	8.8	17.8	97.6	31.0	67.6	54.4	19.2	19.6	18.3	17.7	16.8	15.0	*	*	*	48.6
82-01	27.8	3.2	14.3	88.0	24.0	68.1	103.6	17.0	16.6	15.3	14.7	14.6	12.2	*	*	364.96	42.6
82-02	30.1	9.0	17.3	92.8	32.0	67.6	27.4	18.2	17.7	16.1	14.8	13.4	11.6	*	*	210.05	51.6
82-03	32.2	10.0	17.8	86.2	40.8	69.7	169.0	19.1	18.7	17.0	15.7	13.8	12.3	1.1	V	392.82	71.8
82-04	32.0	13.2	21.1	84.5	31.0	63.4	190.0	21.7	21.3	19.6	18.8	15.7	15.0	0.9	V	407.85	64.5
82-05	32.2	18.9	25.8	85.0	41.0	67.3	165.2	26.1	25.7	24.2	22.2	18.9	18.4	0.7	V	612.86	73.3
82-06	39.0	20.1	30.2	86.0	37.9	64.8	427.4	28.7	27.6	26.0	24.0	20.7	20.2	2.5	SW	769.41	119.4
82-07	41.2	27.8	34.0	96.0	34.0	65.9	21.0	32.4	31.0	29.4	27.0	23.1	22.9	1.5	SW	896.15	153.0
82-08	41.0	19.7	34.8	84.0	38.0	68.0	58.1	31.9	30.4	29.3	28.8	23.9	23.4	0.5	SW	784.79	119.6

* : 無記錄
V : 風向不定

2. 試區水土流失量測定

本試驗於八十一年十二月開始正式觀測水土流失量,至八十二年八月止觀測次數合計共十八次。於每次降雨後,採取土樣、水樣,調查分析各處理對逕流與土壤沖蝕量之影響,結果列如表 2。表 2顯示累積逕流量在表土沖蝕嚴重(E1)試區為多,比較不施肥裸露對照區(FOC),E1處理高出EO(無表土沖蝕)處理達 4.6倍。比較不施肥作物栽植區(FO),E1處理也高出達 3.6倍。可見表土被嚴重沖蝕後,裸露在地表之底土構造緊密,遇到多量雨水時,不易滲入土壤中,因而發生較多逕流。施肥處理對逕流影響,在無表土沖蝕試區不太明顯。故就對逕流之控制能力言,施肥多寡不會產生任何作用。在沖蝕嚴重作物

栽植試區,增加施肥量,逕流呈遞減之現象。當因其養份充沛,植物生長茂盛,土壤不致受雨點直接打擊,而可維持其耕犁後之良好構造、土壤滲透性較佳,故不易發生逕流。

表 2 寶山農場各小試區之逕流量

單位:公釐			
期 間:81年12月 - 82年08月 總降雨量: 763 公釐			
處 理	重 複 I	重 複 II	平 均
EOFO	42	36	39
EOF1	49	50	50
EOF2	48	33	41
E1FO	182	99	141
E1F1	81	144	113
E1F2	57	42	50
EOFOC	47	51	46
EOF1C	40	39	40
EOF2C	55	39	47
E1FOC	221	206	214

表 3 為累積土壤總流失量，二種沖蝕程度(E0、E1)均以裸露對照區為最多，而栽植試區為最少。比較不同沖蝕程度，土壤流失仍然以表土沖蝕嚴重試區為高，在不施肥、裸露情況下，表土沖蝕試區流失量，超出無沖蝕試區達 1.7 倍。在不施肥、栽植情況下，表土沖蝕試區則超過無沖蝕試區流失量達 3.5 倍。此與逕流發生之狀況頗相似，即逕流量大者土壤流失量亦多。本試驗於八十一年十二月栽植魯冰，是時植株甚幼小、根亦稀少，對土壤缺乏保護之能力，故開始水土流失觀測時，每逢大雨，所有試區都有多量土壤之流失，差異也非常少。以後隨著植株逐漸擴張，土壤流失量逐漸減少，尤其是施肥較多之試區。至接近收成期間，樹冠已擴張至可以遮蓋地面，雨水大部份受枝葉之攔截，土壤甚少直接被打擊，故流失量大為減少。因此，二種沖蝕程度，均以全量施肥栽植區，累積土壤總流失量為少。

表 3 寶山農場各小試區之沖蝕量

單位：公噸/公頃

期 間：81 年 12 月 - 82 年 08 月		總降雨量：763 公釐	
處 理	重 複 I	重 複 II	平 均
EoF0	2.76	2.73	2.74
EoF1	5.33	3.46	4.39
EoF2	3.34	4.36	3.84
EiF0	8.17	11.38	9.77
EiF1	19.33	15.41	17.37
EiF2	9.27	5.86	7.56
EoF0C	12.02	20.37	11.82
EoF1C	5.89	2.79	4.34
EoF2C	6.01	9.71	7.86
EiF0C	20.88	19.07	19.98

土壤在自然界中，原有其可允許之流失量，惟其最高限度由於土壤質地、土壤深度以及所受沖蝕程度而有不同，據美國之標準(Wischmeier & Smith, 1978)，最佳之土壤每公頃每年最多流失量不能超過十公噸，但若土層甚淺薄或者已有嚴重沖

蝕之土壤，則每公頃之流失量若超過 2.5 公噸，即將導致嚴重之後果，而須有完善之保土處理予以控制。依樣本試驗處理之土壤流失狀況，如表 3 所示，可知無沖蝕試區，僅不施肥裸露對照區，發生超過十公噸流失量，其餘各處理均屬於可允許之沖蝕程度。反之，嚴重沖蝕試區，則所有處理均高出 2.5 公噸可允許之流失限度。

3. 作物生育與產量調查

農業投資之目的為增加農作物之收益，其效果當以農產品之產量予以評價。本試驗係以評估土壤沖蝕對農地生產力之衝擊為目的，自以作物產量之多寡作為各種沖蝕處理效果之評價最為適當。

本試驗於八十一年十二月開始作物栽植，選定作物為魯冰。主要原因為此數種作物適合冬季生長，養份需求不多、其直立生長之特性，有利調查生長過程。肥料用量為高施肥用量，每公頃 400 公斤磷肥，及低施肥用量，每公頃 100 公斤磷肥。植株距離依茶業改良場之前進行魯冰試驗推薦之株距 10 公分、行距 100 公分，每小試區 4 行。自 12 月 9 日種植，3 天後陸續萌芽，大部份生長良好，少部份缺株亦全部予以補植。以後定時調查魯冰株高，並以定點照相方法測定魯冰覆蓋狀況。魯冰生長高度測定如表 4，表中顯示魯冰初期生長緩慢，種植兩個多月才達 10 公分，可能受到一、二月平均溫度及日照量偏低之影響(見表 1)。後期生長速率逐漸加快，到接近成長時，生長速率接近每天 1 公分。魯冰株高均以高施肥量試區為高，不施肥試區最低。比較沖蝕程度處理，則表土嚴重沖蝕處理較表土沖蝕力處理較無表土沖蝕處理低，尤其是不施肥試區之間，差異較明顯。

表 4 寶山農場魯冰栽培試驗株高

單位：公分

試 驗 處 理			種 植 天 數					
			76	83	92	97	106	120
E ₀	F ₀	I	12.4	12.8	13.1	18.6	28.4	49.4
		II	11.7	13.7	15.3	20.4	28.3	52.2
		平均	12.1	13.3	14.2	19.5	28.4	50.8
	F ₁	I	12.2	13.7	17.2	20.1	30.4	58.8
		II	12.7	13.6	17.3	21.8	26.2	40.5
		平均	12.5	13.7	17.3	21.0	27.8	49.7
	F ₂	I	12.5	13.6	17.8	22.4	32.3	61.2
		II	13.1	16.1	18.4	26.3	40.3	69.8
		平均	12.8	14.9	18.1	24.4	36.3	65.5
E ₁	F ₀	I	11.3	12.5	14.6	17.7	25.6	44.8
		II	9.8	9.8	12.8	14.6	19.0	36.4
		平均	10.6	11.2	13.7	16.2	22.3	40.6
	F ₁	I	10.4	11.8	15.1	17.8	22.3	51.2
		II	12.2	12.6	15.4	19.8	34.4	61.4
		平均	11.3	12.2	15.3	18.8	28.4	56.3
	F ₂	I	14.3	16.4	21.5	24.3	38.6	66.8
		II	17.6	19.2	28.6	33.1	48.7	74.2
		平均	16.0	17.8	25.1	28.7	43.7	70.5

E₀:表土E₁:底土F₀:無施肥F₁:低度施肥F₂:高度施肥

I :第一重複

II :第二重複

表 5列出利用網點分析得出之作物覆蓋率結果。由表中可知，由於當初生長較慢，經過兩個月生長期，魯冰祇可提供20% 覆蓋率；但接近魯冰四個月成長期，

地表覆蓋率可達到90% 以上。大體而言，嚴重沖蝕可導致覆蓋率降低，增加施肥量，可增加植株覆蓋功能，但仍不能完全比照無表土沖蝕處理之覆蓋效果。

表 5 寶山農場魯冰栽培試驗覆蓋率(%)

試 驗 處 理			種 植 天 數										
			21	28	42	56	63	70	77	91	98	105	121
E0	F0	I	12.2	17.3	*	*	29.4	34.3	49.0	66.7	78.4	93.0	98.0
		Ⅱ	14.3	18.4	43.0	49.0	35.3	40.2	65.7	75.5	85.3	93.9	99.0
		平均	13.3	17.9	43.0	49.0	32.4	37.3	57.4	71.1	81.9	93.5	98.5
	F1	I	11.1	12.2	40.2	39.0	74.5	80.4	85.3	91.2	94.1	96.1	100
		Ⅱ	13.3	18.8	34.0	40.2	66.7	62.7	77.5	92.2	93.1	95.1	100
		平均	12.2	15.5	37.1	39.6	70.6	71.6	81.4	91.7	93.6	95.6	100
	F2	I	14.9	16.3	22.4	23.0	26.5	25.5	37.3	43.1	65.7	88.5	98.0
		Ⅱ	13.3	17.3	17.0	21.0	26.5	25.5	34.3	52.9	59.8	87.0	97.9
		平均	14.1	16.8	19.7	22.0	26.5	25.5	35.8	48.3	62.8	87.8	98.0
E1	F0	I	9.7	18.1	19.6	25.0	27.5	29.4	45.1	60.8	66.7	85.3	100
		Ⅱ	11.5	20.8	20.0	22.5	24.5	24.5	34.3	46.1	51.0	77.0	92.2
		平均	10.6	19.5	19.8	23.8	26.0	27.0	39.7	53.5	58.9	81.2	96.1
	F1	I	8.2	17.0	19.0	21.0	25.5	25.5	24.5	35.3	43.1	61.0	75.5
		Ⅱ	13.0	16.0	21.0	20.0	23.5	24.5	28.4	35.3	48.0	62.0	89.0
		平均	10.6	16.5	20.0	20.5	24.5	25.0	26.5	35.3	45.6	61.5	82.3
	F2	I	12.0	17.3	17.6	21.6	23.5	25.5	29.4	*	39.2	58.0	77.0
		Ⅱ	15.7	16.7	19.6	*	25.5	26.5	28.4	41.2	54.9	81.4	93.9
		平均	13.9	17.0	18.6	21.6	24.5	25.0	28.9	41.2	47.1	69.7	85.5

E0:表土

F0:無施肥

I:第一重複

*:無記錄

E1:底土

F1:低度施肥

II:第二重複

F2:高度施肥

魯冰試驗於八十二年四月二十日採收，將植株整株拔起，並將植株與根分開稱重，表 6 列出平均每株株、根乾重。結果顯示在沖蝕嚴重試區，不施肥及施全量肥處理根、株均比無沖蝕試區低。減產程度不大顯著，不超過百分之八左右。只有施半量肥處理，表土沖蝕嚴重，試區產量不如同等施肥量沖蝕嚴重試區。除此以外，

施肥量在兩種沖蝕程度均能增加魯冰根、株重。由於表土沖蝕處理引起之產量差異不大，祇需要施加多量肥料，就可恢復大部份沖蝕所帶來之產量損失。因此，可看出魯冰不是一敏感作物，應可允許比較多之土壤流失量，而其產量也不會受到很大之影響。

表 6 寶山農場魯冰栽培試驗根、株重

單位:公克/株

試 驗 處 理		根 重			株 重		
		I	II	平 均	I	II	平 均
E0	F0	1.068	1.225	1.147	10.712	8.315	9.514
	F1	1.157	1.704	1.431	10.633	13.446	12.040
	F2	2.016	2.593	2.305	21.444	21.827	21.636
E1	F0	0.996	1.164	1.080	10.194	7.296	8.745
	F1	1.642	1.800	1.722	19.448	20.210	19.829
	F2	1.723	2.230	1.977	21.047	21.160	21.104

E0:表土

F0:無施肥

I:第一重複

E1:底土

F1:低度施肥

II:第二重複

F2:高度施肥

(二) 溫室實驗:

田間實驗量化土壤沖蝕與生產力之相互關係,需要長期觀測,又祇能探討單一土壤之反應。因此,本計畫田間實驗規劃處理也同時在溫室內進行,本年度已完成兩次試驗。

第一次在桃園縣埔心茶業改良場進行,先採集寶山試區表層(0-30cm)土壤、底層(30-60 cm)土壤,經風乾後磨碎,通過2公厘篩子,再盛裝盆中。試驗作物為玉米(台農1號),採兩種土壤層、三重複、三種施肥量,共18盆。施肥處理分為高(F2)、低(F1)、無(F0)三等級,表7列出施加肥料種類與重量。每盆栽植兩株玉米種子,種子發芽後取生長狀況相似者,每盆1株,每天澆水一至兩次。試驗自9月1日播種,3天後陸續發芽,至10月6日採收。玉米生長期間,每週測定株高,並觀察其生長情形,結果列如表8。株高調查結果顯示玉米生長快速,不到兩星期已達6公分高,一個月後,生長速率更加快至平均每天1公分左右。生長速率以高

施肥量比較快,就表土而言,種植四星期後,高施肥處理比無施肥處理玉米生長率快1.5倍;同樣情形,底土高施肥處理比無施肥處理,生長率更超出2.3倍。此結果證實肥料施加在底土所得之報酬率比表土為高。試驗結束後,調查其株重,並以清水將根系洗出,再置於烘箱內以70℃烘乾24小時後,測定其乾重。株重與根重分析結果如圖二、三。由圖二可知,利用表土層種植玉米,施半量肥所得之產量(株重)是施全量肥最佳產量之83%,不施加肥料,更祇能達51%。如用底層土產量更低,施全量肥是48%;施半量肥是43%;而不施肥祇有31%。根系生長情形大致與株重相似(圖三),不論施肥多寡,底土層根重量祇有表土施全量肥之31-35%。此顯著之差異,更能確實玉米生長於表土層較低土層土壤為佳。而且,因為減產幅度已超出50%,也就是說,沖蝕多過30公分表土,以玉米作物而言,已超出可允許之土壤流失量。