

# 利用多年生草類與豆科作物 控制逕流與冲刷

## Using Perennial Grasses and Legumes to Control Runoff and Erosion

經濟部水資源委員會副工程師兼課長

劉 金 龍

### 一、前 言

一種農藝上最有效的控制逕流與防止冲刷之方法，為設立良好的多年生草與豆科作物，作為土地表面之覆蓋。

依據計算每畝1吋之降雨量，其重量為113噸。每一畝2吋降雨連續1小時相當於四百萬呎磅的能量。此大量之水量任其流失固屬可惜，而針對裸露土地表面受雨滴打擊土壤流失與泛滿表面之水流漫延，實為一極其嚴重之問題。

土地表面覆蓋之目的為消利由降雨產生巨大的能量，與減低水流流過土地表面的流速，而防止土壤被雨水冲刷的效率，隨覆蓋程度成一正比。

在美國德州與奧克拉荷馬州，採用人工降雨觀測，其結果為：粘土耕作地，以稻草覆蓋，經六個月之

觀測結果指示，6%之逕流與0.1噸/畝之土壤流失，同一條件下，裸露地為44%逕流與21噸/畝之土壤流失。另外在4.5%坡地上以葛藤草與裸露地在同一面積內，其坡面長度為90呎上從事六年觀測，結果指示，有6吋長之葛藤生長的坡地，其每年之土壤流失量為小於1噸/畝，而裸露地為每年80噸/畝。兩者相差甚鉅。同樣在坡度7%，坡面70呎之休閒地，土壤為西西里壤土（Cecil Sandy Clay），每年流失土壤為100噸/畝，而種植牛毛草（Fescue Grass），土壤流失僅0.2噸/畝。以上所舉僅為一通常所見之現象，但很顯然表示，在農作耕地上，可用農藝的方法很簡單的控制由於雨滴之衝擊，土壤流失，地面上由於植物之生長可減少逕流的速率，並也控制冲刷之發生。以下再舉一例並說明之：

表一：從胡枝子（*Sericea Lespedeza*）與連續種植棉比較逕流與土壤流失

作 物	雨 量 吋	胡 枝 子			連 續 棉 作		
		逕 流 吋	百 分 率 %	冲 蝕 噸 / 畝	逕 流 吋	百 分 率 %	冲 蝕 噸 / 畝
第一期胡枝子與黎豆殘株	49.5	13.2	27	28.8	7.7	18	20.3
第二期胡枝子（已成長）	40.1	10.6	26	3.5	7.2	18	19.7
第三期胡枝子（有覆蓋）	51.8	7.7	14	1.3	10.3	20	21.8
第四期胡枝子部份作飼料	53.5	5.6	10	1.3	15.0	28	33.3
第五期	49.7	5.5	11	0.1	12.1	24	26.6
第六期	49.9	3.2	6	0.4	12.5	25	32.8
第七期	49.5	3.2	6	0.1	11.7	24	22.8
第八期	54.7	0.9	2	0.1	14.9	27	13.3
第九期	63.5	1.9	3	0	19.8	31	27.8
第十期	48.7	0.5	1	0	8.8	18	4.5
第十一期	40.0	0.1	—	0	8.8	22	6.9
第十二期	41.9	0.1	—	0	5.6	13	15.2

備註：耕地土壤為西西里壤土（Cecil Clay Soil）

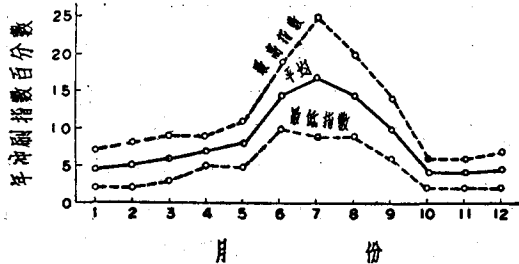
農作物之供於建立減低流速與控制冲刷，必須先將農作物建立成良好的系統為先解條件。例如在一陡

坡地上，建立良好的葛藤，胡枝子之生長，須時4年。表一列出胡枝子與連續棉作在同一坡地內比較之結果。

## 二、冲刷指數

所謂冲刷指數，指一未被保護之土地內在當一次降雨對該一土地內所促成之冲刷數值<sup>(1)</sup>，而此一數值供給冲刷控制之工作基準。尤着重在一次三十分鐘之最大暴雨強度所產生之總動能，此表示降雨產生之動能引起冲刷而以數值表示冲刷之危險程度。冲刷指數或危險性，依地質與季節性。在一年內夏季的冲刷危險性較為其他季節為重，因暴雨與一瞬間的驟雨常在夏季局部性的發生。但上述之驟雨不一定平均下降於一個地區內，而常常發生在每年之五至八月四個月間。參照圖1。永久性的草類在此期間必須發揮保護的作用。假設保護之作用確實則在此一段時適當的控制，使災害減少。

圖1. 防冲指數月份分佈曲線



通常吾人以10年頻率之暴雨為設計之根據，供給最適當之保護對策，而不是25年或50年之頻率。因為50年頻率之暴雨究竟很少，且2年頻率連續發生25次時反較50年頻率一次之暴雨災害為大。

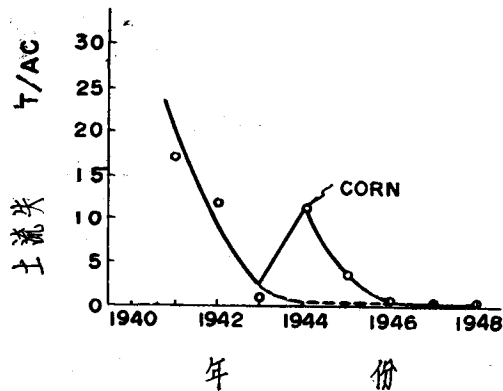
為協助統一，一年至一百年頻率之30分至24小時暴雨，表2列出美國喬治亞州之暴雨資料為例。表內每兩年一次之暴雨量為2.2吋，或大於2.2吋，可望於2小時週期內降下。此項資料可代表美國東南部之暴雨情況，但同樣頻率下，在東部海洋如佛州或高地山區，暴雨則有增無減。

## 三、條 栽

條栽為一種良好的地面覆蓋方法，因為冲刷為一種過度性之形成。當良好的覆蓋在陡坡地上形成時，雖在第一年，冲刷指數較高，但第二年起，每一年在每一畝內減少一噸。相對的在同一土地內，如地面無覆蓋的玉蜀田內，冲刷之數超出每一年每一畝有二噸之多。參照圖二。但玉蜀田內重新建立良好的覆蓋後上項之最重冲刷立即消失，而土壤流失成為每一畝地一噸之標準。

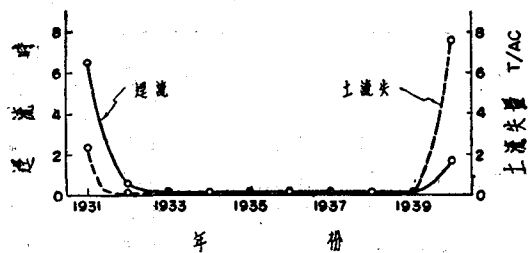
混合草種10%之砂質壤土坡地上，具有特別的控

圖2. 年平均土流失比較（坡長70呎  
坡度15%胡枝子與玉蜀）



制冲刷之能力。如圖3，植草之第一年整個周期間逕流與土壤流失很高，但第三年後，逕流與土壤流失均消失，但第八年之第二期栽棉時期逕流與土壤流失又恢復第一年之狀況。以上說明，該坡地在混合植草階段除第一年因草類尚未達到完全成長時逕流與土壤流失無法避免，但草類成長後，則頗有效控制逕流與土壤流失。然一旦除草栽棉後，兩者同時激增，而其狀況則恢復未種植草類之狀況。栽植棉樹後之第二年，逕流仍然有增加之趨，但土壤流失則保持與第一年相同之程度。以上之狀況係由10年年平均雨量46.6吋，最大為59.2吋，最低為34.7吋下進行觀測之結果。

圖3. 10%坡地上混合植草後水土流失關係圖

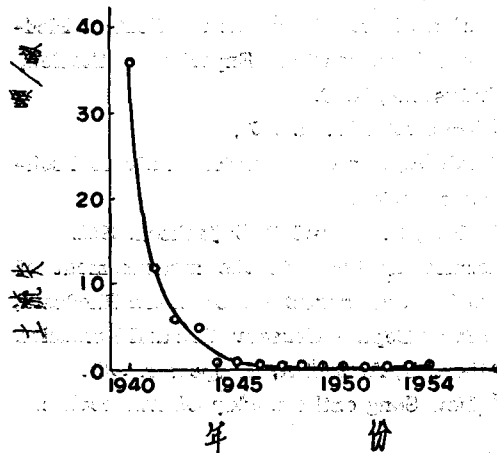


## 四、輪作與冲刷

草類之混合輪植；胡枝子(*Sericea Lespedeza*)，葛藤(*Kudzu*)，百慕達(*Coastal Bermuda*)，與豆科或穀類作物配合栽培，可確實的控制逕流與冲刷。以下舉一顯著的例子供參考。在一陡坡地的箱具試驗(Plot Test)內，採用葛藤—葛藤—玉蜀之十年輪作。經過觀測，發現此種方式很有效。圖4，示年平均冲刷減低至0.54噸/畝之土壤，逕流為2.88吋/年。此時年平均雨量48.27吋，但葛藤在第二輪期時，開始之二年稍有消退之現象，因玉蜀採收後，

葛藤無法控制立刻完全逆速成長。另外更其功效的方法為牛毛草 (Fescue) — 牛毛草 — 玉蜀輪作。可在第一年內完全成全，而可適應正常經營系統：包拘收刈為糧秣之用。對於玉蜀之栽植，只將地面中耕耙平則可。此種輪作方式已在喬治亞州研究十年，而現正繼續試驗研究中。其十年研究之結果為：坡長70呎，11%坡度，在七年周期內，每年只有3.6%之逕流與0.9噸/畝之土壤流失。因此在此種經營之下，平台階段之開關可減少採用。

圖4. 年平均土流失，(葛藤—葛藤，玉蜀輪作，坡長70呎，坡度11%)



類似之耕作系統在較緩之坡度；70%試作時，也證明輪作確有控制冲刷之功效。雖然在兩年之行植或4年一輪之地區，每年只有4.2吋的逕流與2.4噸/畝的土壤流失。3年輪作，則平均每年只有1.4吋之逕流與0.7噸/畝之土壤流失。參照圖三。

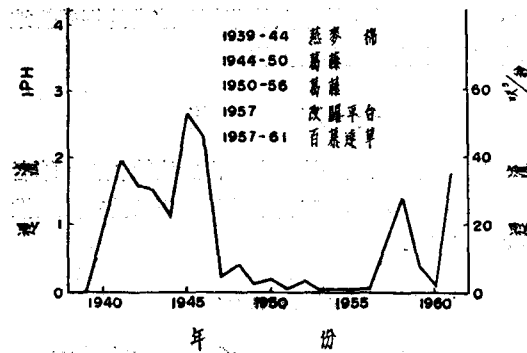
### 五、有效的經營方式

自一處面積有19畝的平台階段的地區內，顯示有效的經營方式為，採用2年輪作方式。也即燕麥與棉混植—葛藤—百慕達。此方式如在第一、二年，燕麥與棉混植期，地面無充分的覆蓋時逕流率很高，但恢復良好的覆蓋後，整年的逕流率則低而平穩。參照圖5

大體上來說，良好的經營方式可以減少逕流，雖然經過長期的乾旱，突然暴雨發生也不致產生嚴重的水土流失。由圖6可知，如1948年11月間一次暴雨17吋，整個集水區內，雖有十分完善的覆蓋，整個區內的逕流達最高峰。因此良好的經營方式為一個必要的措施。對整個為減少土壤冲刷所採用的方式的評價，在喬治亞州的加答荷河 (Chattahoochee River)

內，1930年前測出平均輸沙量為400ppm，而1960年

圖5. 19.2 畝集水區內最大逕流率



測出平均輸沙量為25ppm。由此可見土地耕作之改良與集水區經營之改良可顯著的減低河流的含沙量。

圖6. 年平均降雨與逕流關係土地面積19.2畝

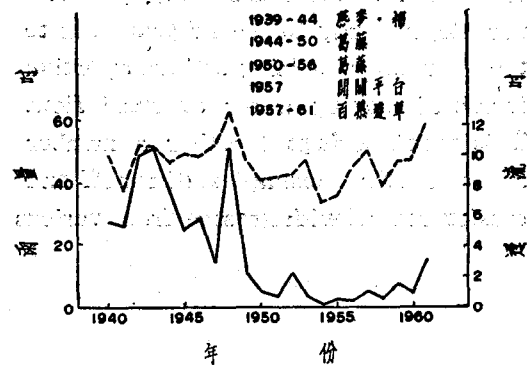
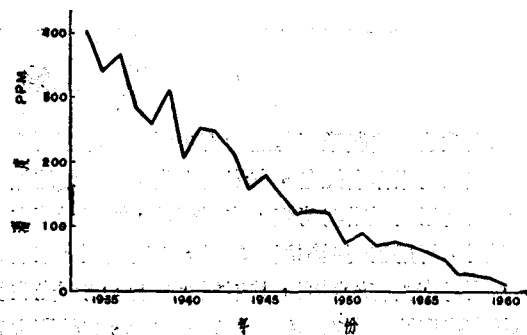


圖7. 年平均濁度



### 六、結 論

種植草類在初期與連續條栽作物相類似在發揮控制逕流與冲刷作用上，效力並不太顯著。但一經完全成長與經過良好的養護，則發揮顯著的控制逕流與冲刷的作用。

一次強烈的暴雨可能在生長良好的草地上，有大

量的逕流發生。但並不產生嚴重的土壤流失。然一但失去草類覆蓋時，則土壤之流失隨逕流之增加而突然增大。因此良好的種植永久性草類與適當的經營耕地則為控制水土流失之必要措施。

### 七、尾 語

本文為美國水土保持季刊刊出之連續報告，筆者將之節譯，以供本省現正從事坡地水土保持作業與推廣試驗之參考。

### Summary

The beating action of the raindrop, little but powerful, dislodges individual soil particles, destroys soil structure and initiates the soil erosion process. Unprotected soil surfaces are completely vulnerable, not only to the raindrop, but to the tremendous cutting and transporting forces of moving water overland flow. This article brings together a number of outstanding examples of runoff and erosion control with grasses from various

conservation experiments throughout the Southeast.

### 參 考 文 獻

1. Adams, W. E. and R. N. Dawson. 1964. Cropping system studies on Cecil Soil.
2. Carreker, J. R. and A. P. Barnett. 1953. Rainfall and Runoff Characteristics on a small watershed in the Southern Piedmont.
3. Copley T. L; L. A. Forest; A. G. Mccall; and F. G. Bell, 1944. Investigation of eroded control and reclamation of eroded land at the Central Piedmont Conservation Experiment Station, Statesville, N. C.
4. Wischmeier, W. H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation.
5. Hudson, N. W. and P. C. Jackson. 1962. Results achieved in the measurement of erosion and runoff in Southern Rhodesia, Federal Dept. of Conservation and Extension.
6. Albert, F. A; and A. H. Spector. 1959. A New Song on the muddy Chattahoochee.

### 徵 稿 簡 則

1. 本刊歡迎有關農業工程之論著，譯述，專題研究，學術講座，資料統計等稿件，如屬譯稿，請附寄原文，或註明原作者姓名、書刊名稱及出版時間地點。
2. 來稿請用稿紙繕寫清楚，註明標點，並請附英文標題及英文摘要，以便與國外學術刊物交換。文內如有插圖，請用透明紙繪製並加墨，以便製版。來稿文責作者自負。
3. 本刊對來稿有增刪權，其不願刪改者，請預先註明。
4. 具有學術性之文稿，經刊載後，致送該文抽印本五十本，不另致稿酬，但可參與該年度論文獎之競選。不用之稿件，當即退還。
5. 稿末請作者註明真實姓名，簡歷及通訊處，如用筆名發表，亦請註明。
6. 來稿請寄：臺北市羅斯福路臺灣大學農業工程學系內農業工程師學會學術組編輯部收。