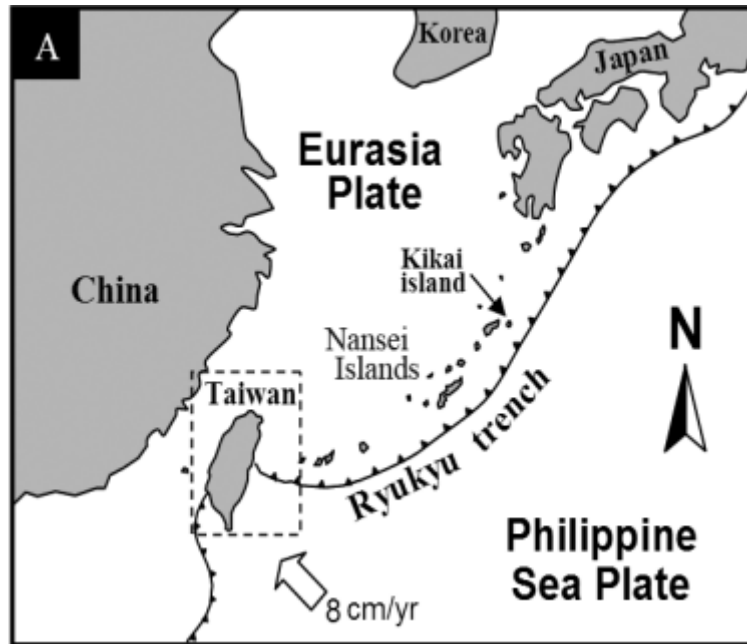


# 土壤概論與土壤調查

簡士濠

# 台灣地理特徵

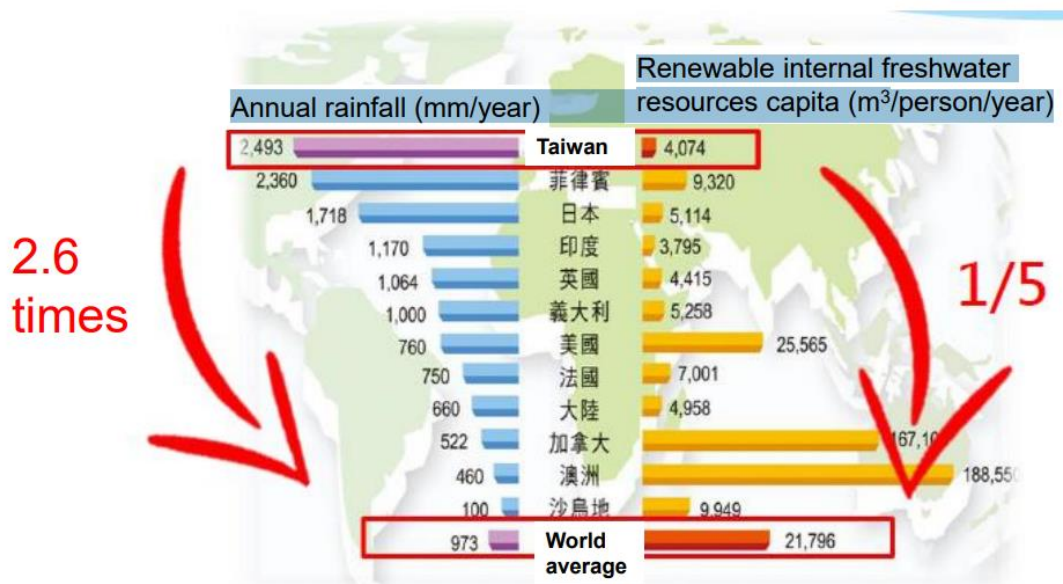
- 總面積：36,000 km<sup>2</sup>
- 坡度面積 ( $\geq 100$  m) : 74%
- 最大高程：3,952 m
- 山坡地平均高程：660 m
- 山坡地平均坡度：25 度



## 總降雨量與人均內陸淡水資源

台灣年平均降雨量約 2500 毫米/年，是世界平均水平的 2.6 倍，但人均可再生內陸淡水資源卻遠遠低於世界平均水平，約 4000m<sup>3</sup>/person/year。

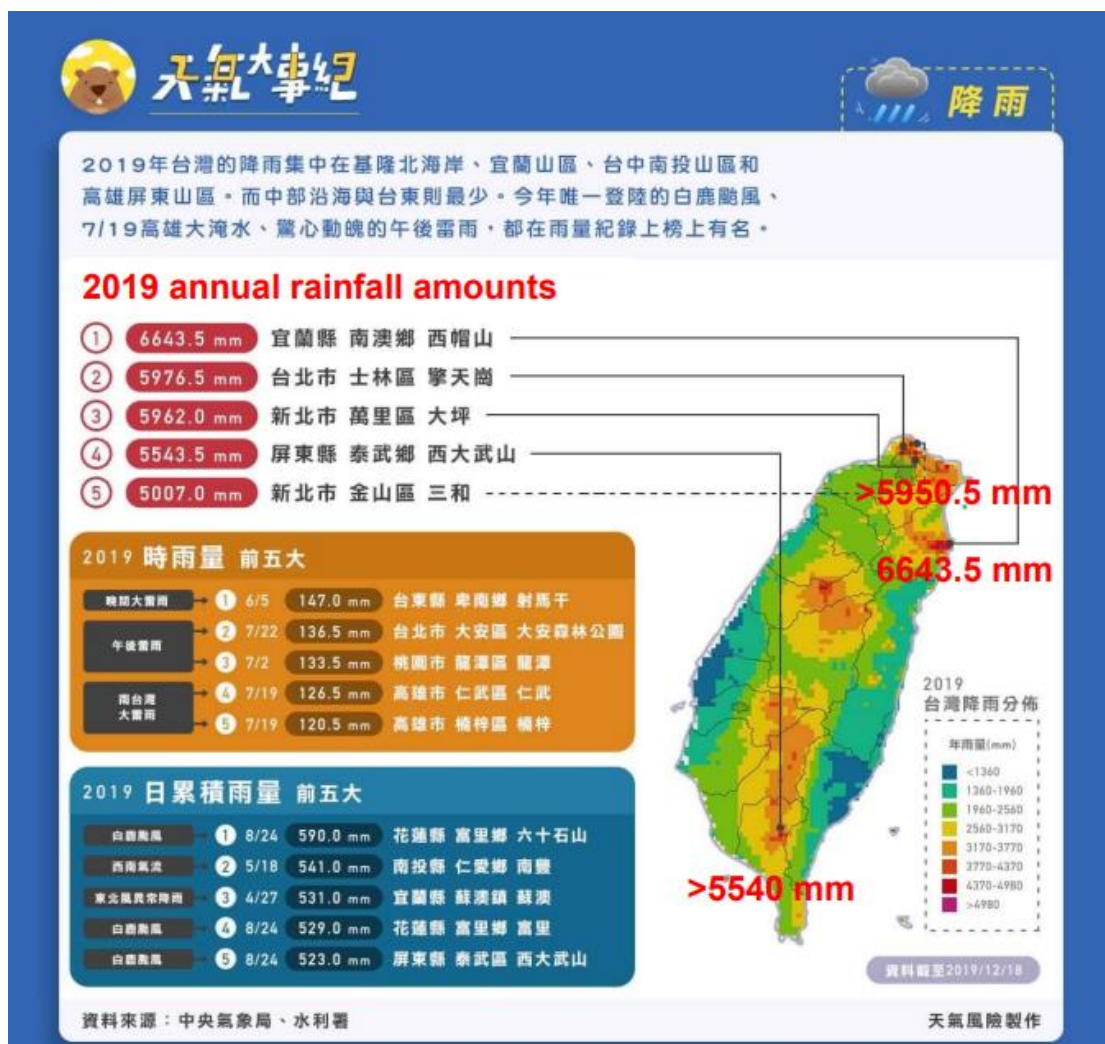
那是因為台灣地形陡峭，若沒有水庫，在雨季降下來的水幾乎無法保存，八成水資源不是蒸發就是直接流入大海，所以水資源利用率不到兩成。



這是 2019 年台灣降雨量的分佈。

我們可以發現台灣的年降雨量非常高，台北每年雨量超過 5900mm/year，甚至台灣東部的宜蘭也有大約 6600mm/year。

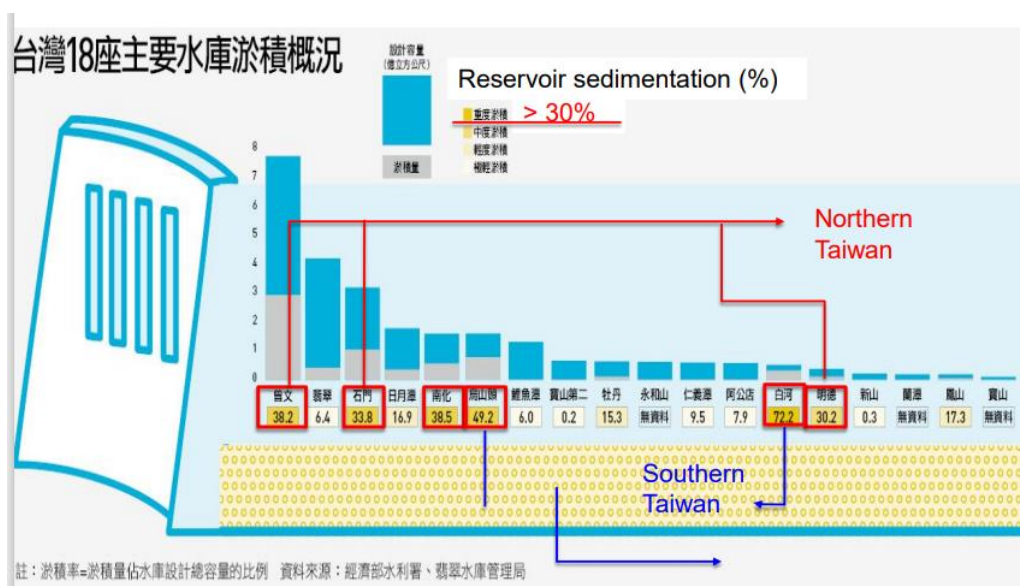
而在台灣南部雖然每年 5500 mm/year，比其他地方較低，但對於全世界來說還是非常高的年降雨量。



# 台灣主要水庫淤泥

全台灣共有 18 座水庫，分別是石門水庫、翡翠水庫、寶山第二水庫、永和山水庫、明德水庫、鯉魚潭水庫、德基水庫、霧社水庫、日月潭水庫、湖山水庫、仁義潭水庫、白河水庫、烏山頭水庫、曾文水庫、南化水庫、阿公店水庫、高屏溪攔河堰、牡丹水庫。

我們可以由下圖看到淤泥狀況最嚴重的是曾文、石門、南化、烏山頭、白河、明德，白河幾乎只剩 30%可以儲存水源。但不是因為台灣不想清淤泥，而是因為台灣在清淤泥方面也有難處，像是原有淤泥清太慢新的淤泥來太快，而且清出來的淤泥沒有地方可以放置…等等原因，導致淤泥處置工程遲遲無法積極處理。



# 台灣複合式災害

台灣主要面臨 4 種複合式災害

- ◆ 土壤流失
- ◆ 山崩
- ◆ 土石流
- ◆ 落石

台灣政府主要關注山崩及土石流，很少關注土壤流失及落石。

但土壤流失及落石一旦發生災害，對下游居民也是會造成生命威脅的，所以我們理應都要重視這 4 個災害。

而這個中心就是都在研究有關於台灣自然災害的的研究室，總分成 4 個組別，分別是土砂監測模擬組、坡地防災科技組、天災風險分析組及地震災害評估組。

Disaster Prevention Technology Research Center,

Sinotech Engineering Consultant, Inc.

<http://dptrc.sinotech.org.tw>

# 水土保持法

為實施水土保持之處理與維護，以保育水土資源，涵養水源，減免災害，促進土地合理利用，增進國民福祉所制定。

- ◆ 山坡地保育利用條例（1976 年起）
- ◆ 山坡地保育利用條例實施細則
- ◆ 水土保持法（1994 年起）
- ◆ 水土保持法實施細則
- ◆ 水土保持手冊（2019）

制定相關子法規，全面進行高山林地、山坡地以及海岸的水土保持監督與管理工作

- 其法律精神主要規範水土保持義務人應依據水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護

- 對於非農業使用行為，應先擬具水土保持計畫
- 對違規者進行相應處罰
- 建立水土保持專業技師規劃設計及監造簽證、水土保持保證金及代為履行制度

- 對於需要特別保護地區，劃定特定水土保持區

# 台灣的水土流失狀況

台灣每年有 384 百萬噸的懸浮沉積物被運送到外海，160 百萬噸的河床沉積物，加起來超過 500 萬噸的沉積物在流失，而台灣平均侵蝕率為 5.2mm/year。

所以開發的地方越多，土壤流失狀況也越嚴重，加上台灣本身地質脆弱、地形陡峭、多高山少平原…等原有自然環境，導致台灣容易產生泥砂災害。

✚ 台灣大部分土壤流失情形大多都是因為不適當的農業行為和過度使用坡地造成的。

✚ 從 1976 年建立土壤沖蝕潛勢圖，需要的基本數據有土壤沖蝕因子(K 值) 和降雨沖蝕指數(R 值)。

- ◆ 山坡地土壤調查(1976-1987)

- ◆ K 值分布 (萬學者及黃學者，1989)

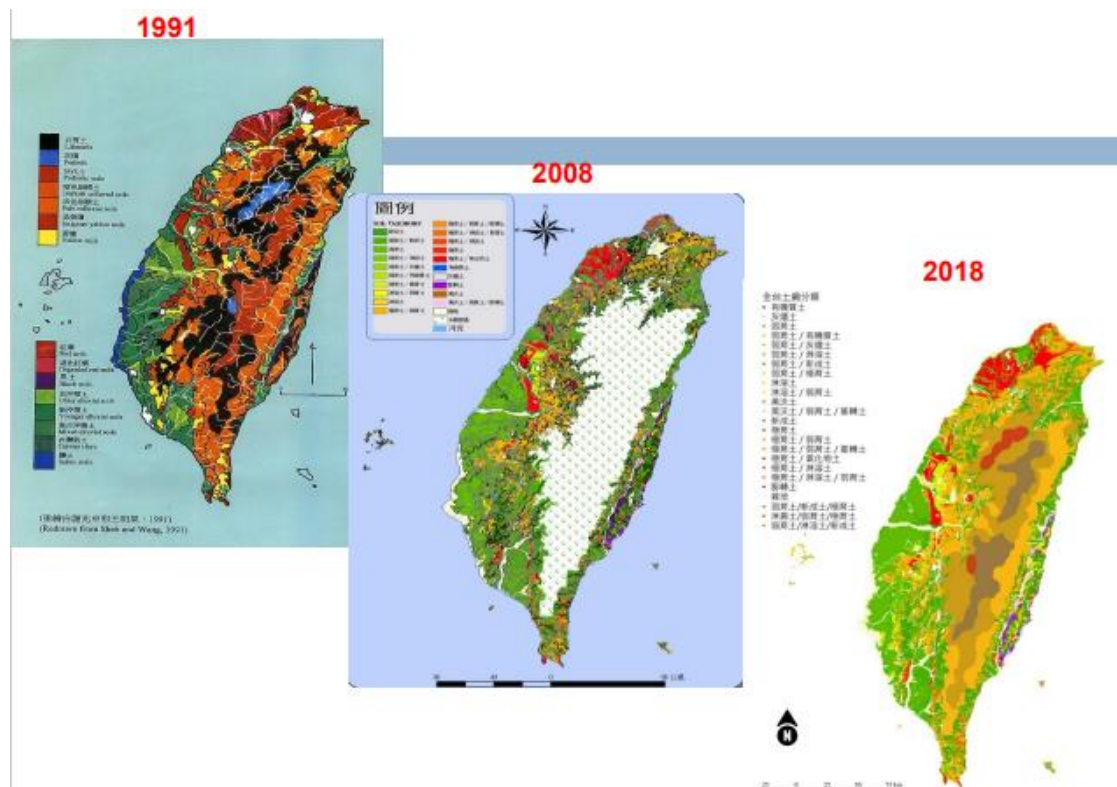
- ◆ R 值分布 (黃學者…等人,1979 及魯學者…等人,2005)

- ◆ 台灣重要流域的土壤潛勢圖分布狀況(陳學者…等人，2009 及林學者…等人，2012)



# 台灣土壤調查史

- ✚ 在 1920 年有一位日本科學家來台灣進行土壤調查，製作台灣 pH 值以及地質地圖。
- ✚ 從 1950 年後 50 年以來，有 20 個土壤重要調查項目。
- ✚ 對人類生活做出貢獻，像是農業發展、土壤教育…等等。
- ✚ 郭鴻裕先生在農業試驗所建置了亞洲最大的土壤陳列館，館藏土壤樣本數超過一百萬筆，全球排名第三，將紙本土壤資料數位化、繪製出一張張全台土壤資訊圖、建立土壤資訊平台，整合作物生長資訊，從而精確預測產量。



# 台灣近 50 年重要調查項目(1946-2016)

- (1)台灣勘察土壤調查 (1946-1952) — 台灣農業研究所 (TARI), 農業委員會
- (2)土壤調查和土壤肥力評估—台灣肥料股份有限公司 (TFC)
- (3)桃園縣土壤調查—TFC
- (4)台灣煙草生產土壤調查—台灣農學院農業化學系
- (5)農場土壤調查—台灣糖業股份有限公司 (TSC)
- (6)農林用地土壤調查—TARI
- (7)廣西鄉茶葉生產土壤調查—台灣大學農業化學系 (DAC/NTU)
- (8)台灣鹽漬土詳細調查—DAC/NTU
- (9)彰化縣鹿港地區土壤調查與土地利用 — TFC
- (10) 沿海鹽漬土土壤調查—TSC
- (11) 台灣農村土壤詳細土壤調查—國立中興大學 (NCHU) (1962-1976) 和 TARI (1974-1979)
- (12) 台北盆地南部地區土壤調查—TFC
- (13) 台灣森林土壤勘測土壤調查—台灣省林業局

- (14) 台灣丘陵土壤詳細調查(1980-1988)－台灣省丘陵農牧局
- (15) 污染土壤調查 (1984-2000) － NCHU、NTU、農業化學與毒物研究所(TACTRI)、國立屏東科技大學(NPUST)
- (16) 台灣高地土壤生產力等級調查 (1986-1990) －國立中興大學土壤科學系 (DSS/NCHU)
- (17) 台灣森林土壤詳細土壤調查，海拔 1000m 至 4000m (1993-2002) － TFRI
- (18) 台灣農村土壤詳細網格土壤調查 (2000-2010) － TARI
- (19) 不同土壤管理系統後的土壤質量監測項目 (1997-2007) －TARI
- (20) 台灣土壤資源信息建立項目(第一階段) (2008-2016) － TARI

## 8 項最重要的土壤調查項目

### 台灣選點土壤調查（1946-1952）

在 1946-1952 年台灣的土壤調查，由 TARI 進行土壤調查。

他們還發布土壤調查報告、土壤測繪。

由 TARI 進行土壤調查

- ◆ 出版 8 卷土壤調查報告：台中、澎湖、台南、高雄、屏東、桃園、新竹、苗栗
- ◆ 1:100,000 比例尺的土壤圖
- ◆ 土壤測繪單位：土壤分類、土壤類型和土相，隨後對所有土壤進行調查
- ◆ 土壤分類學（1938 年，美國農業部）

# 台灣農村土壤詳細土壤調查 (1962-1976, 1974-1979)

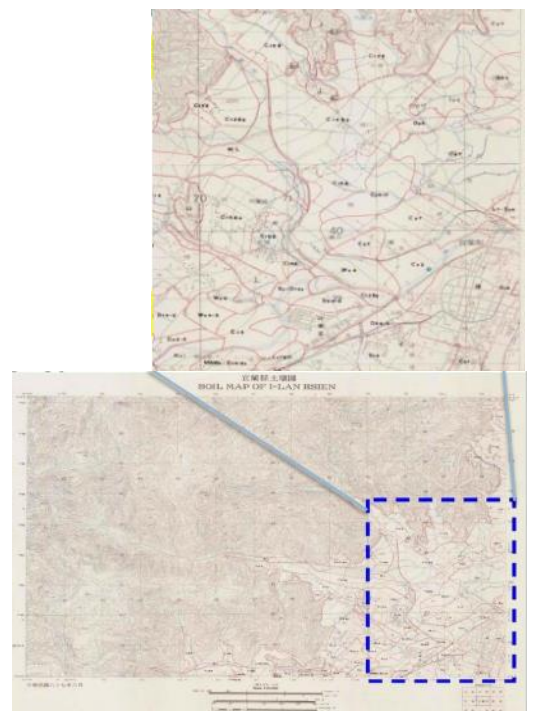
國立中興大學 (NCHU) 和 TARI 完成了 11 捲土壤調查報告  
土壤調查書籍，從 1962 年至 1979 年約 15 年間，調查出 1:  
25,000 比例尺之 180 張土壤圖。

由 DSS/NCHU 在 1962-1976 年進行土壤調查

- ◆ 出版 7 冊土壤調查報告
- ◆ 發布了 90 張土壤圖 (1:25,000)
- ◆ 建立 342 個土壤系列
- ◆ 土壤類型 (土壤系列+表面紋理)

由 TARI 在 1974-1979 年進行土壤調查

- ◆ 出版 4 冊土壤調查報告
- ◆ 發布了 88 張土壤圖 (1:25,000)
- ◆ 建立 278 個土壤系列
- ◆ 土壤類型作為測繪單位



# 台灣丘陵土壤詳細調查（1980-1988）

完成 13 卷全台山地調查書，在 1980 年至 1988 年調查出約 215 幅土壤圖，土壤圖比例尺為 1:25,000。

## 山地農牧局土壤調查

- ◆ 13 卷全台灣丘陵土壤調查報告
- ◆ 215 幅土壤地圖，比例為 1:25,000
- ◆ 建立 432 個土壤系
- ◆ 土相（土壤系列+地表紋理+坡度）



# 台灣高地生產力等級土壤調查 (1986-1990)

國立中興大學 (NCHU) 在 1986 年至 1990 年間對台灣高地生產力等級進行土壤調查，並將本次調查的土壤生產力分為四類。

最終完成了 1:25000 比例的台灣高地土壤生產力等級土壤圖，共 168 幅。

由 DSS/NCHU 進行土壤調查

◆ 建立了 4 類土壤生產力，取決於

◇ 土壤剖面質地變化

◇ 不同土壤深度形成的灰色斑紋

◆ 出版 168 張台灣高地土壤生產力等級土壤圖(1:25,000)

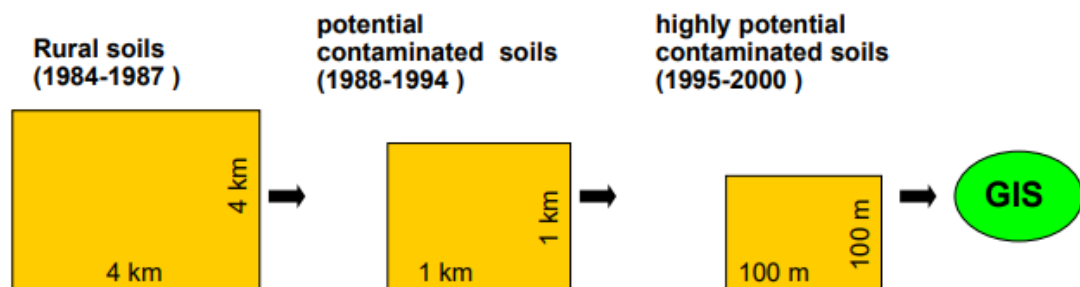
## 土壤污染的調查(1984-2000)

NCHU、NTU、TACTRI 和 NPUST 一起對受污染的土壤進行了非常詳細的土壤調查。

首先，他們使用非常粗略的分辨率調查土壤，從 4km \* 4km，提高到 1km \* 1km。

最後他們使用另一種方法，他們只關注非常小的地塊，100 m\* 100m 來檢查土壤的真實污染，然後將真實狀況數字化到 GIS 系統中。

由 NCHU、NTU、TACTRI、NPUST 一起調查土壤污染



- ◆  $\geq 10,000$  土壤採樣點、利用 GIS 系統，找出包括潛在污染點 150 個、重污染點 5 個。



# 台灣山區森林土壤詳細土壤調查 (1993–2002)

調查台灣森林土壤大約是 1993 年到 2002 年。這個項目是由台灣林業森林研究所進行的。他們發表了 10 卷土壤調查報告和 200 多張土壤圖，比例尺 1：50000。

森林土壤可以歸類為弱育土(Inceptiso)、新成土(Entisol)、淋餘土(Alfisol)和極育土(Ultisol)。那麼弱育土和新成土在森林土壤中佔 75%以上

## 由 TFRI 進行土壤調查

- ◆ 出版 10 冊土壤調查報告
- ◆ 出版 $\geq 200$  張土壤圖 (1:50, 000)
- ◆ 分類 9 個土綱
- ◆ 建立 $< 50$  個土系。

## 森林中的主要土壤分布

Soil Orders	Area (km <sup>2</sup> )	% of land use
Inceptisols	7,415	44
Entisols	5,923	35
Alfisols	1,805	11
Ultisols	1,250	7

# 台灣農村土壤詳細網格土壤調查 (2000-2010)

在 2000 年到 2010 年期間，我們也有由 TARI 土壤調查出非常詳細的台灣農村土壤網格。

我們每 250m 採樣一次土壤剖面，並基於 1:5,000 區域照片。

我們得到了許多不同深度的土壤，包括 0-15、15-30cm、30-60cm、60-90cm、90-120cm 和超過 120cm 的深度，採樣點總共超過 130,000 個土壤剖面。

並對全台 78 萬份土壤樣本進行分析並建立數據庫。

最終將這些數據庫數字化，輸入 GIS 系統，輸入台灣國家土壤信息系統。

## 由 TARI 進行土壤調查

### ◆ 採樣間隔 Sample interval

✧ 基於航照 1:5000，所以將採樣點設為每 250m 一個

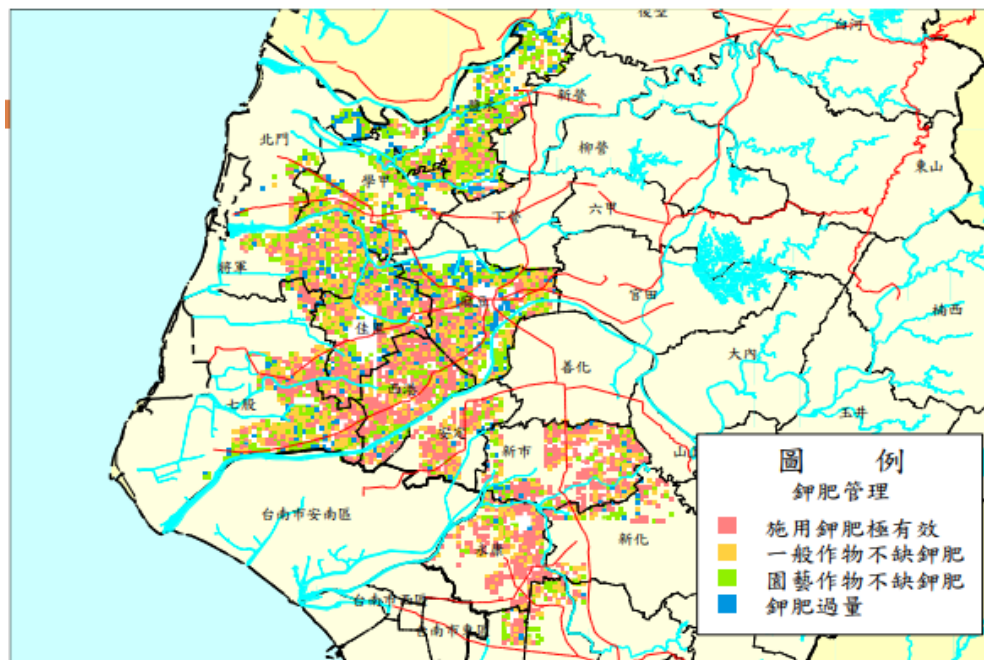
### ◆ 採樣深度

✧ 0-15cm、15-30cm、30-60cm、60-90cm、90-120cm 以及 120-150cm

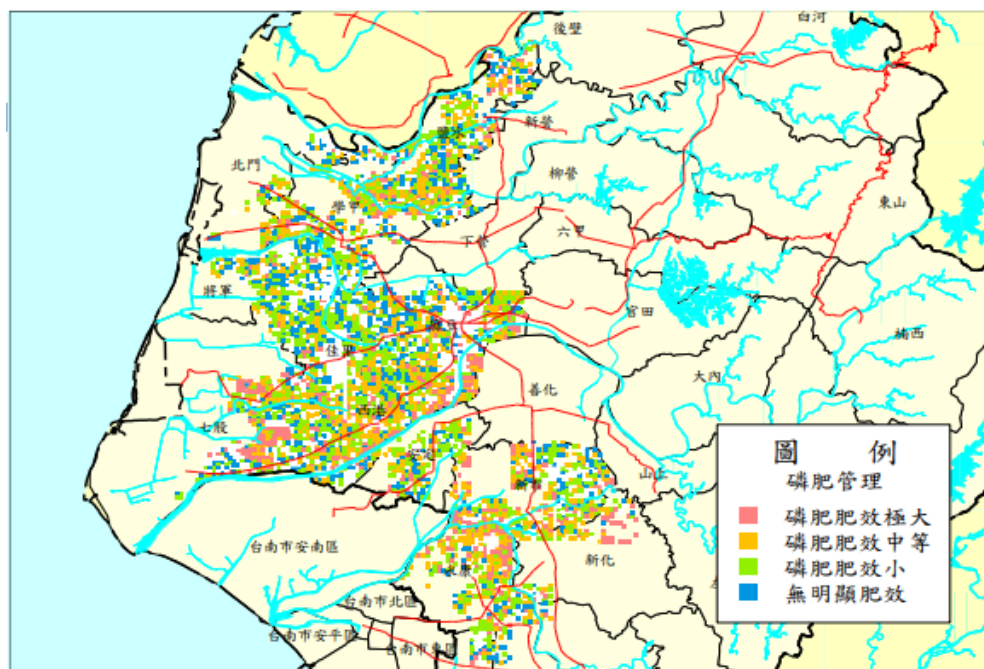
### ◆ 全台灣有 $\geq 130,000$ 土壤剖面 (780,000 土壤樣本)

✧ 台灣國家土壤資訊，納入 GIS 系統

通過這張土壤調查圖可以非常詳細的了解台南市的肥力分佈狀況，通過 GIS 顯示的地圖可以更詳細且一目了然的知道土地肥力的分佈情形。



(郭鴻裕, TARI)



(郭鴻裕, TARI)

# 不同土壤管理系統後的土壤質量監測項目 (1997-2007)

農業委員會想要製定一些政策來管理不同的土系。

所以他們想知道管理前和管理後的土質變化。以此來建立土壤質量指標，並知道如何管理台灣的農業土壤。

## ◆ 選擇 150 個鄉村土壤測點

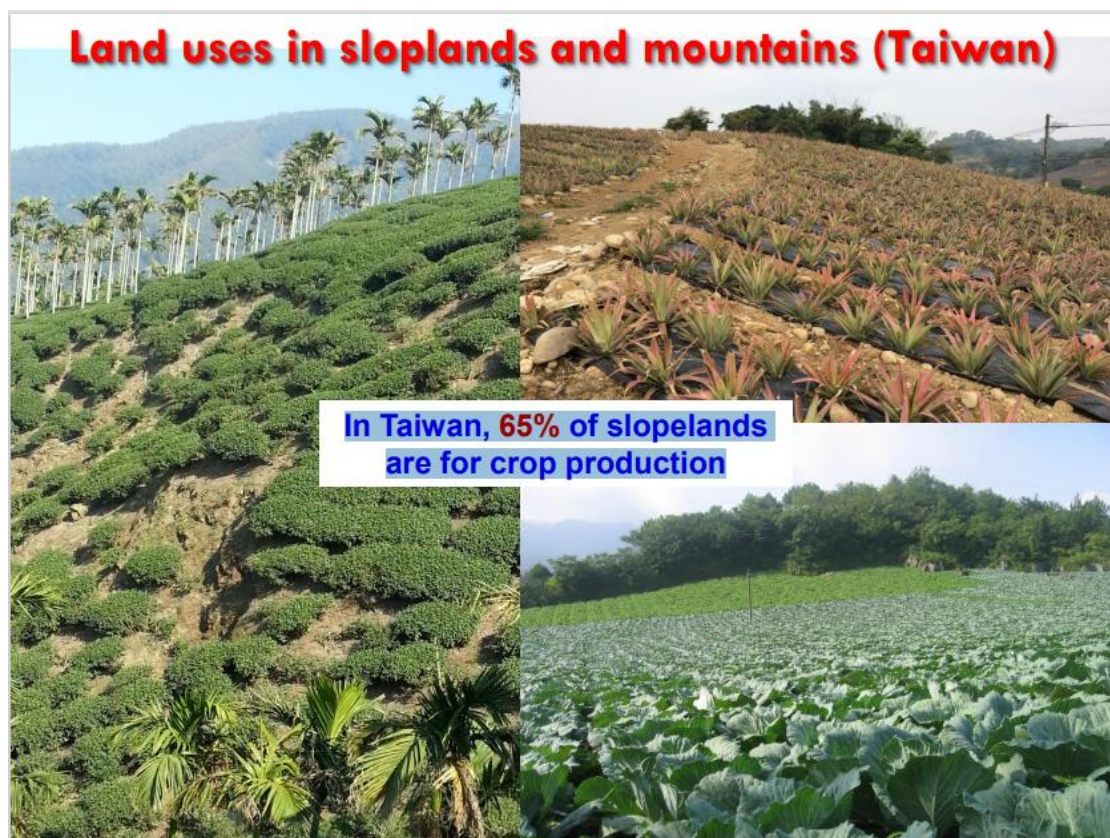
- ◇ 包含不同的土壤、農作物、氣候條件
- ◇ 監測各個測點的土質變化

## ◆ 土質指標

- ◇ 土壤質地
- ◇ pH 值
- ◇ 有機碳
- ◇ 總氮
- ◇ 交換性鉀、鈉、鈣、鎂、錳
- ◇ 可溶性鐵、錳、銅、鋅、鎘、鉛、鉻、鎳（用 0.1M HCl 萃取）
- ◇ 有效磷、鉀、鈣、鎂、鈉、硼、銅、鋅、鐵、錳  
（由 Mehlich #3 溶液提取）

## 在台灣山坡地與山地之土地利用

在台灣平地佔台灣總面積的 26%，山地佔台灣總面積的 74%，然而在山坡地會有 65% 來種植農作物，像是茶、鳳梨... 等等。因台灣地形陡峭多高山，導致平地可使用農地很少，所以人民都改往山坡地種植農作物。相對的也造成山坡地有不當開路、濫墾、濫伐... 等行為，因不適當的開發，最後土壤變得更加脆弱且保護力相較於原先狀況也減少許多，當降雨來臨時，容易導致災害的發生。





# 造成土壤流失的原因

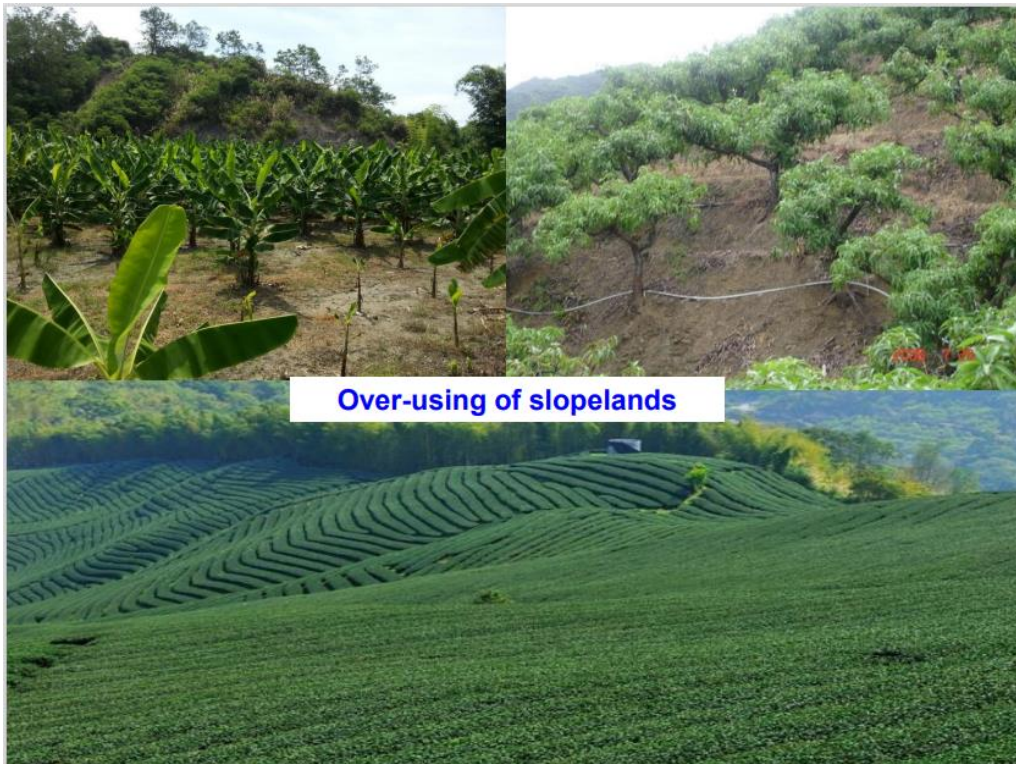
## 1. 山坡地超限利用 Over-using

依山坡地保育利用條例規定查定為「宜林地」或「加強保育地」內，不實施造林，而從事農、漁、牧業之墾殖、經營或使用，稱為山坡地超限利用。如於上述土地內，從事開發建築、經營遊憩、設置墳墓等非農業使用者為違規使用行為，則不屬於山坡地超限利用。

## 2. 不適當農作行為 Unsuitable agricultural behaviors

耕作技術太差，導致土壤遭受破壞，或是施肥過量破壞土壤原先平衡

## 3. 種植檳榔樹 Betel nut planting

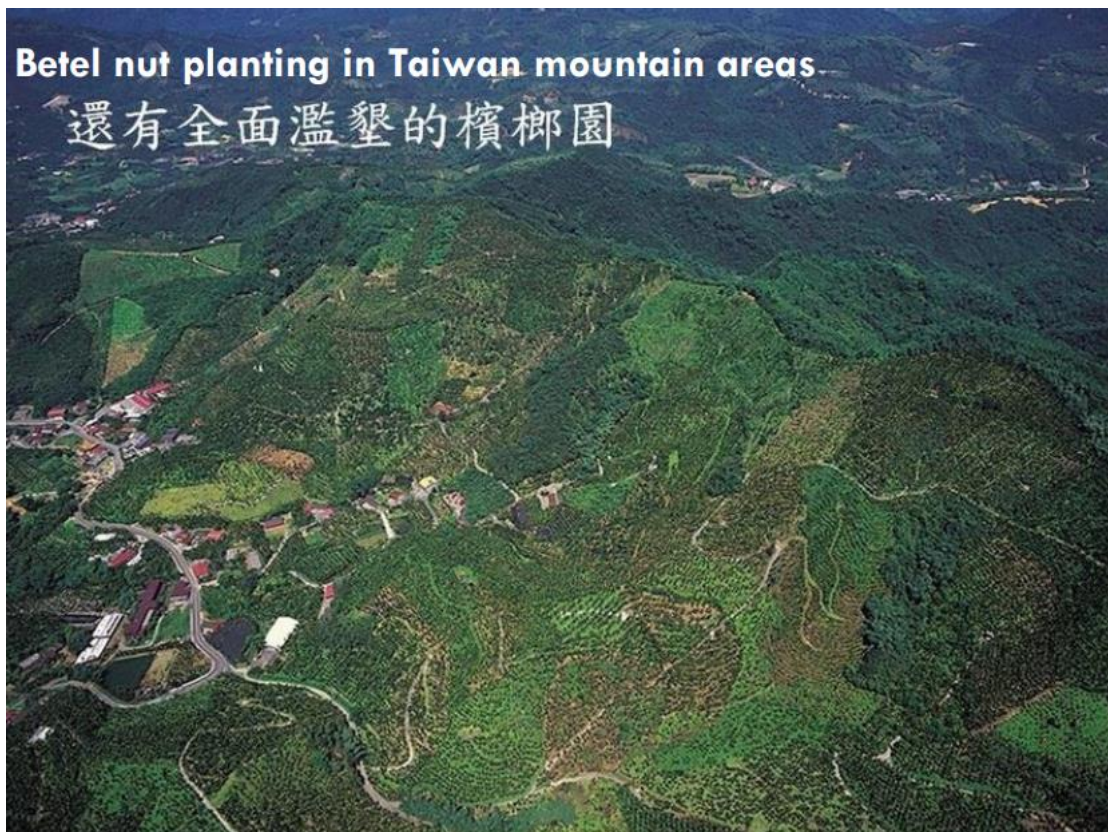




**Fruit gardens everywhere at watersheds  
in Taiwan mountain areas**



**Betel nut planting in Taiwan mountain areas**  
還有全面濫墾的檳榔園



# 在台灣的土地流失率

根據聯合國糧食及農業組織(FAO)，土壤沖蝕率分成三個類別

1. < 5 噸/公頃/年，是天然林所擁有，有非常好的表面覆蓋率
2. 50 to 100 噸/公頃/年，屬於中度或重度土壤流失率，通常在颱風季節較易發生。
3. 超過 200 to 500 噸/公頃/年，屬於極嚴重土壤流失率。



# 土壤流失評估方法

通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE), 為美國農業部土壤保持局自 1930 年代開始蒐集之土壤沖蝕數據為基礎並發展, 為了估算山坡地年土壤流失量。

修正版通用土壤流失公式 (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE; 或 Modified Universal Soil Loss Equation, MUSLE) 皆承襲 USLE 之基礎理論修正而成, 並以相似目的持續使用。

$$A = R * K * L * S * C * P$$

A: 土壤流失量 (公噸/公頃/年)

R: 降雨沖蝕指數 (百萬焦耳、公釐/公頃、小時、年)。

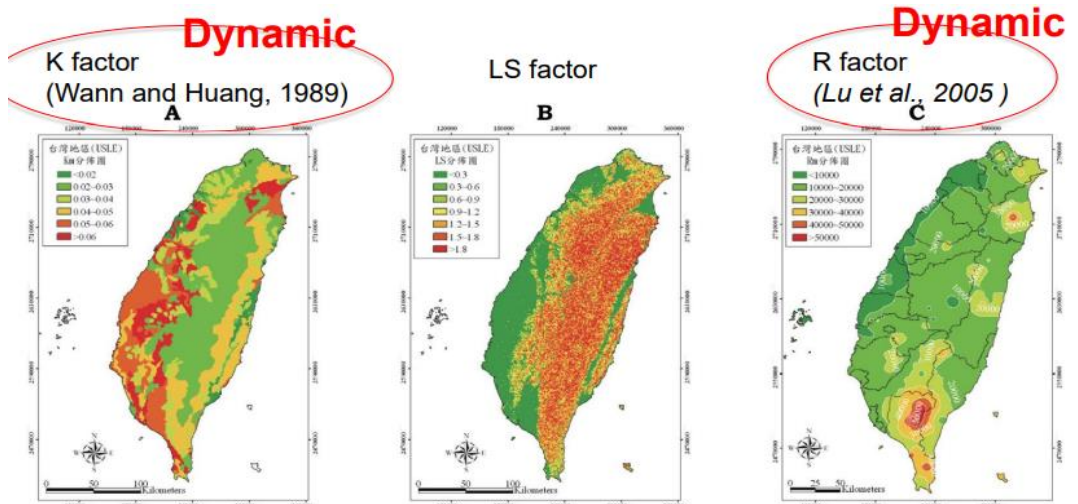
K: 土壤沖蝕指數 (公噸、公頃、年/公頃、百萬焦耳、公釐)

L: 坡長因子。

S: 坡度因子。

C: 覆蓋與管理因子。

P: 水土保持處理因子。



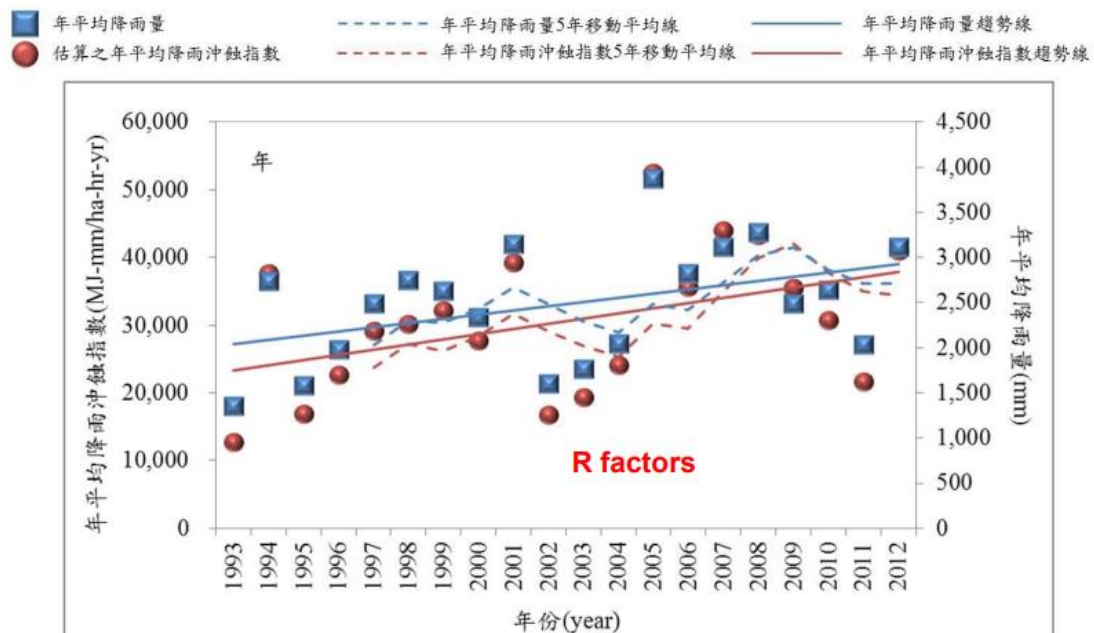
# 台灣降雨情況

台灣每年主要降雨在 5 月到 9 月。

近年來台灣降雨因氣候變遷的影響，導致強降雨的情況越來越常發生，我們可以發現每年降雨日數一直在減少，但降雨量卻不變。

下圖是 1993 年到 2012 年台灣的每年降雨量約在 3000mm 左右，藍色正方形是年平均降雨量，紅色圓形則是估算的年平均降雨沖蝕指數。

我們可以看到年降雨量越高，年平均降雨沖蝕指數就越高，可以知道兩者關係是成正比的，以及 R 值是不固定的因子。

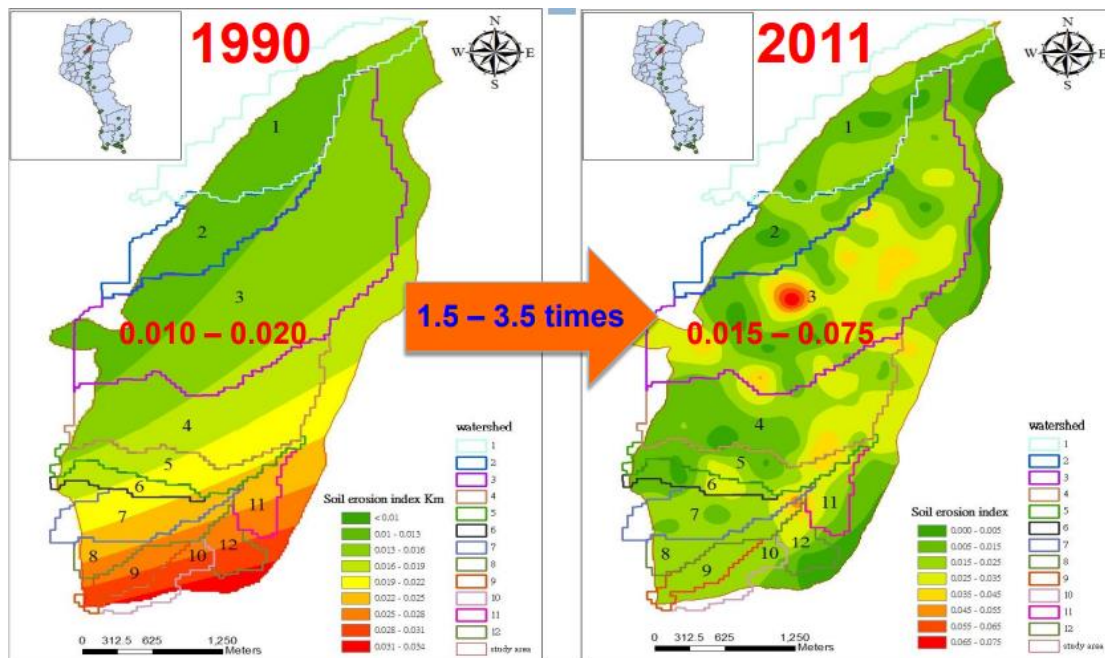


# 台灣南部梯田土壤沖蝕指數變化(K 值)

## 以老埤村為例

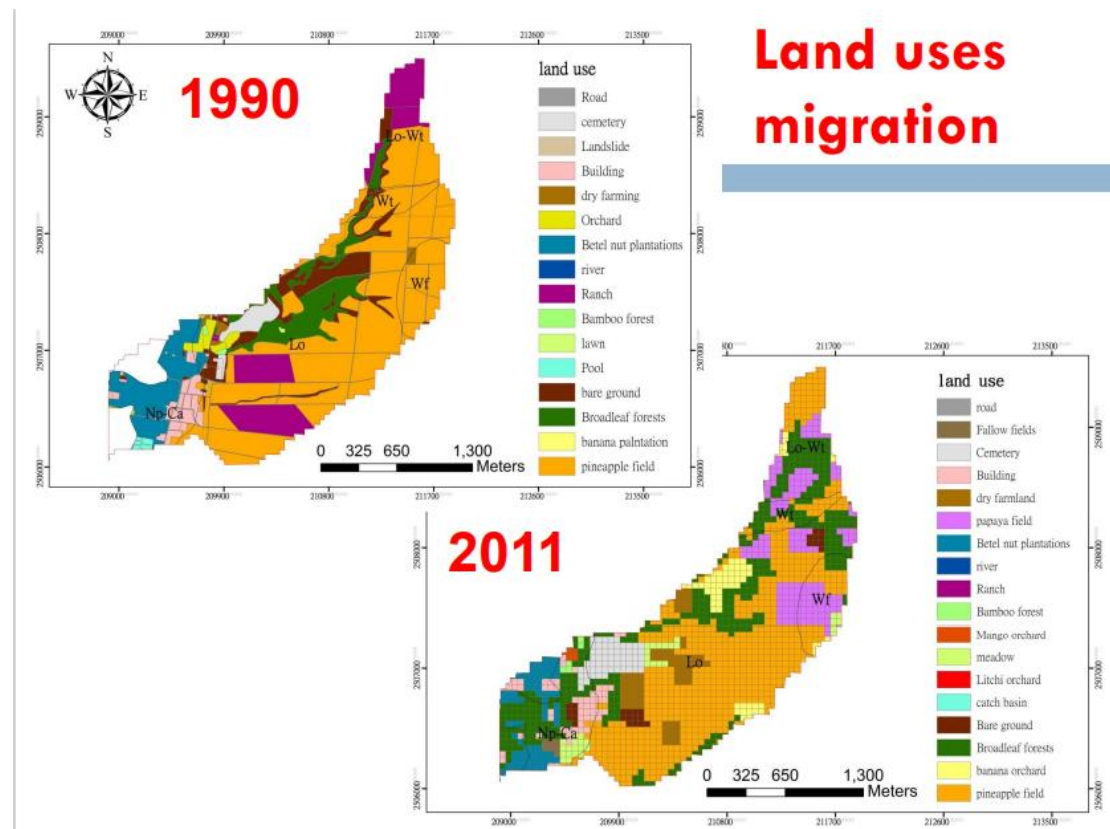
我們也可以知道 K 值也是不固定的因子

下圖是位在台灣南部的老埤村，我們可以由下圖的 3 號點看出，在 1990 年時 K 值範圍落在 0.01 到 0.02 中間，過了 20 年，2011 年時就增加 1.5-3.5 倍落在 0.015 到 0.075。



所以為甚麼 K 值會明顯的增加？

我們找出 1990 年以及 2011 年時的土地利用圖，我們可以發現原本 1990 年 3 號點這個地方是森林，過了 20 年後變成了旱地，原本森林地表覆蓋率良好，土壤流失較不會那麼明顯，變成了旱地之後，植物大量減少，當豪雨來臨時，少了植物保護，導致流失量增加。

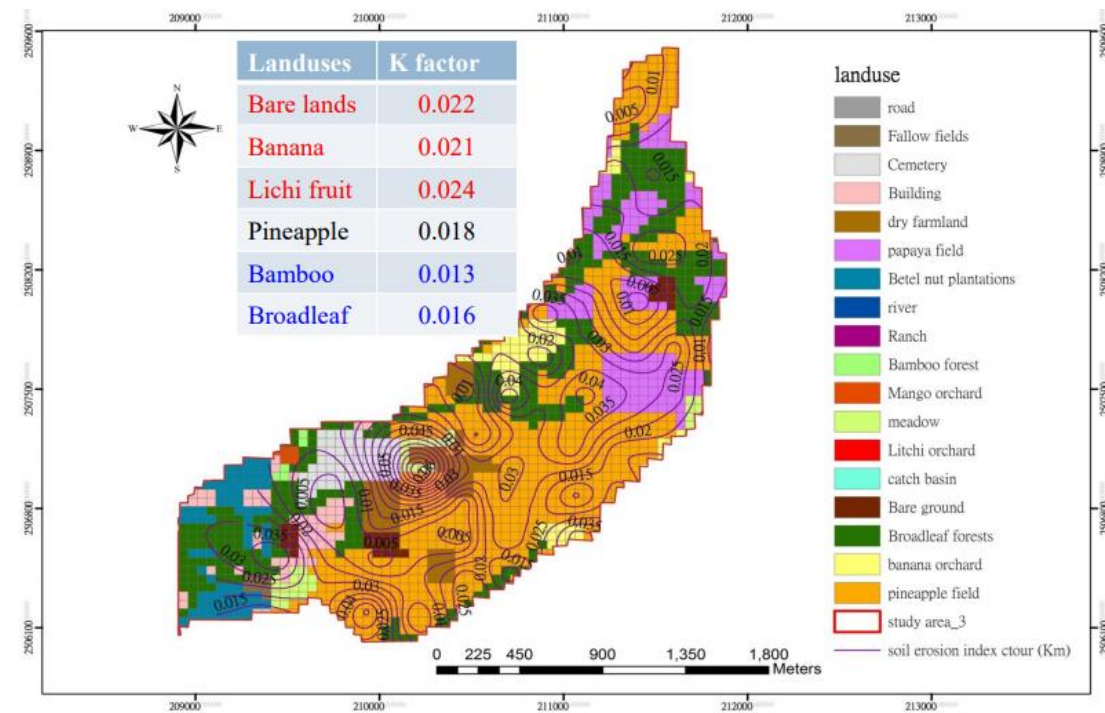


## 在農用山坡地中哪一種土地利用導致土壤沖蝕最嚴重？

這個是老埤的土地利用圖。

由下圖我們可以看到裸露地 K 值為 0.022，種植香蕉地 K 值為 0.021，種植荔枝 K 值為 0.024，種植鳳梨 K 值為 0.018，種植竹子 K 值為 0.013，闊葉林 K 值為 0.016。

所以土地利用若從林地變為種植地或是裸露地 K 值會增加許多，所以土地利用對 K 值影響很大。



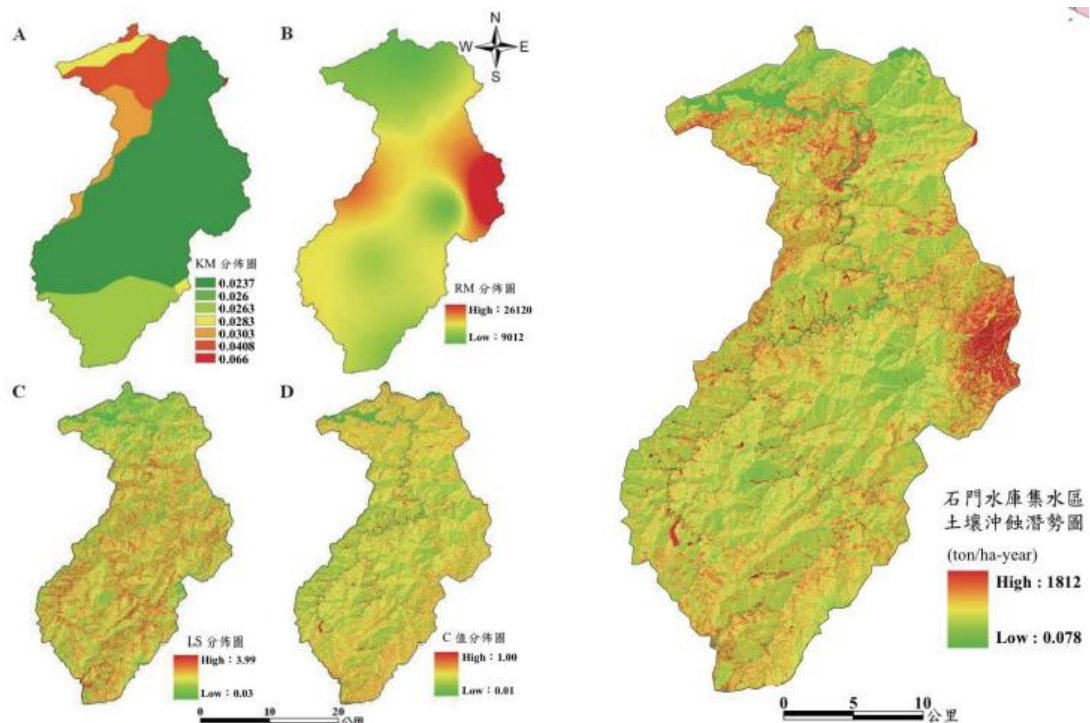


# 評估石門水庫土壤沖蝕狀況 (北台灣)

圖片 A 是 K 值分布狀況，圖片 B 是 R 值分布狀況，圖片 C 是 LS 值分布狀況，圖片 D 是 C 值分布狀況，最後融合 K 值、R 值、LS 值、C 值 就可以獲得土壤沖蝕潛勢圖。

我們可以知道石門水庫的北邊及東邊土壤沖蝕較為嚴重，南邊則是沖蝕情形最低的地方。

我想是因為北方及東方為上游，河水較為湍急且陡峭導致沖蝕較高。而南邊則是接近於下游且地面平緩，沖蝕力量較為消退。



# 台灣防止水土流失的方法

台灣常見的水土流失防治技術，方法有工程法、農藝法和植被法三種。

大部分的工程方法，可能是在河流中使用的，而農藝方法，較常在坡地上使用。

可以將這三種方法結合在一個坡地上，也可以使用一種方法施作在坡地，一切決於當下坡地的環境狀況。

## 農業方法

1. 等高種植
2. 平台種植
3. 覆蓋
4. 草溝

## 工程方法

1. 滯洪池
2. 沉砂池
3. 排水設施
4. 擋土設施

5. 防砂壩
6. 梳子壩
7. 丁壩
8. 土壩
9. 堤防
10. 護岸
11. 固床工
12. 整流工

## 植生方法

1. 播種
2. 直接播種
3. 噴值
4. 植生袋
5. 土包袋
6. 植樹
7. 草植





Groyne (spur dike)



Retaining wall



Silt check



Open concrete grid



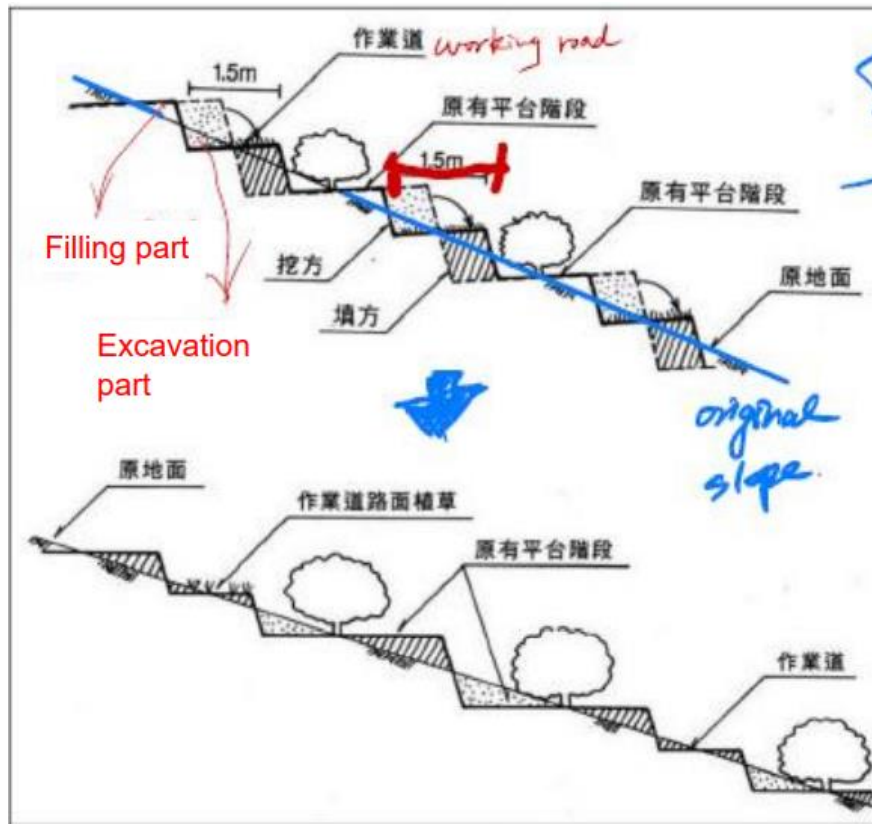
Ground sills established in riverbank



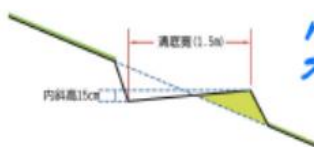
Contour planting



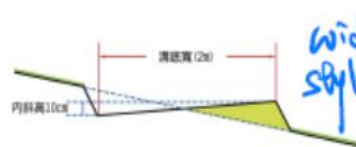
Bench terrace



Bench  
Terrace



■ 窄式山邊溝字面圖 (資料來源：水土保持學 2017)



■ 寬式山邊溝字面圖 (資料來源：水土保持學 2017)

■ 山邊溝之坡度、溝底與坡度

原地面坡度 (S)	溝底寬 (B)	溝底高 (H)	溝底寬 (B)	溝底高 (H)
(%)	(m)	(m)	(m)	(m)
3	1.7	0.9	20.0	30.01
4	2.3	1	25.0	35.02
5	2.9	1.1	22.0	27.03
6	3.4	1.2	28.0	20.04
7	4.0	1.3	18.0	18.05
8	4.6	1.4	17.5	17.56
9-10	5.1 - 5.7	1.5-1.6	16.02-16.0	16.72-16.8
11-15	6.3 - 8.5	1.7-2.1	15.49-14.0	15.55-14.16
16-20	9.1 - 11.3	2.2-2.6	13.75-13.0	13.92-13.26
21-25	11.9 - 14.8	2.7-3.1	12.86-12.4	13.14-12.78
26-30	14.8 - 16.7	3.2-3.6	12.31-12.0	12.72-12.53
31-40	17.2 - 21.8	3.7-4.6	11.94-11.5	12.50-12.39
41-55	22.3 - 28.8	4.7-6.1	11.46-11.0	12.39-12.05

(資料來源：水土保持學 2017)

Vertical D

垂直距離計算公式

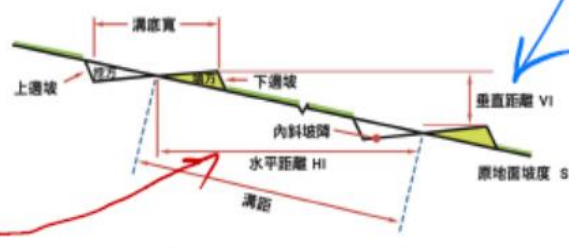
$$VI = \frac{S+6}{10}$$

horizontal D

水平距離計算公式

$$HI = \frac{VI}{S} \times 100 = \frac{S+6}{S} \times 10$$

式中：VI：垂直距離 (m)；SL：溝底 (m)；HI：水平距離 (m)；S：原地面坡度 (%)



# 在荔枝園試驗區用不同農藝方法減少土壤流失(蔣學者，2005)

這個試驗區位於國立屏東科技大學的水土保持戶外教室，以標準試驗區的規格製作，坡度 31 度，坡長 22.13 米，寬 4 米，這個研究是蔣學者在 2005 年所發布。

本研究在該地做 4 個試驗區，由 A 至 D 並在上面種植荔枝，且用不同農藝方法來觀察土壤流失狀況。

A 方法是草皮覆蓋，B 方法是草溝，C 方法是裸露地，D 方法是草渣覆蓋，我們由下表可以看到 C 方法土壤流失最多為 2820kg，地表逕流含量 86.9m<sup>3</sup>，而有排水溝加上草皮覆蓋的保護讓土壤流失最少為 2.13kg，地表逕流含量 11.9m<sup>3</sup>，由此可見，地表逕流越大土壤流失也會越多。

Treatments	techniques	Soil losses (kg)	Runoff contents (m <sup>3</sup> )
A	Cover with grass	75.6	46.7
B	Cover with grass; drainage ditch	2.13	11.9
C	Without cover and mulching	2820	86.9
D	Mulching with grass residuals	123	48.9





## 工程方法

工程方法一種是地工植生毯(RECPs)和噴植，RECP 依材料特徵可分為立體狀與平面狀沖蝕毯，平面狀無明顯凸起物或資材填料孔隙，作為植生工程之覆蓋材能有效發揮防沖蝕效果，立體狀具有厚度之毯身結構；立體狀將可提供植生資材填縫於孔隙之中，避免雨水將之帶去。

噴植工法是常配合 RECP 植生的常見工法，噴植裡面會加入黏著劑、保水劑、化學肥料、有機堆肥…等等，使種子更良好的附著在植生毯上。

所以首先會先用植生網覆蓋地面然後再噴灑種子，為了讓種子在未發芽前，遇到降雨時，可以減少種子被沖掉的可能性。

另一個是打樁編柵，每個樁的距離可能是 30-50cm，將樁敲打至土裡，並露出三分之一。但是這種方法預防土壤沖蝕不是很好，所以現在我們不再使用這種方法了。

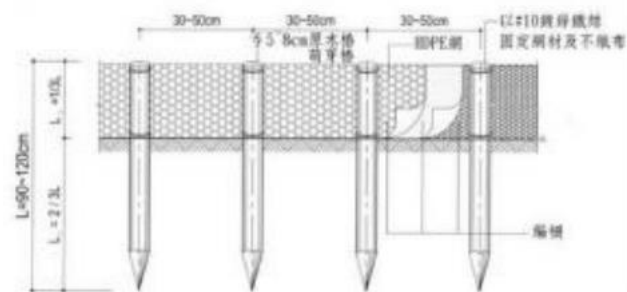
## Covered by rolled erosion control products (RECPs) and Spray seeding



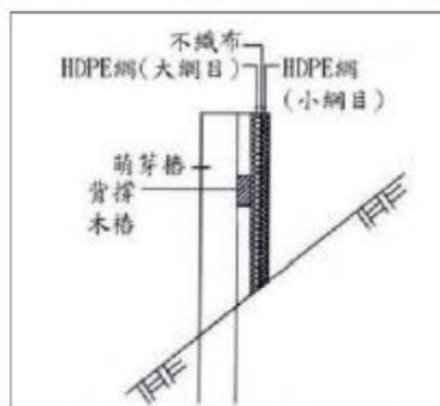
## Piling and wadding



打格編網



附圖 11.打格編網正面示意圖 (水土保持手冊-生-2-30 頁)



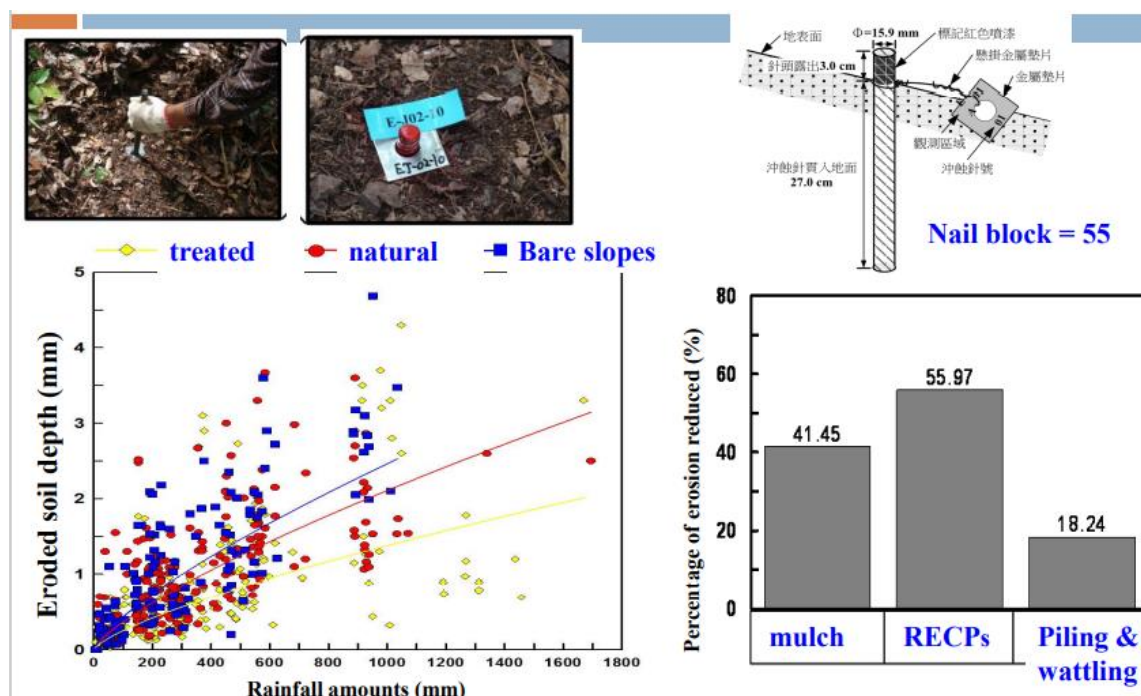
# 不同工程方法在石門水庫減少土壤流失 的案例研究

(Linnet, 2013) 2008.09 – 2010.12

該研究是 Linet 公司在 2013 年所發布。

他們在曾文和石門流域使用了三種工程方法，分別是覆蓋、  
地工植生毯和打樁編柵。

從 2008 年 9 月到 2010 年 12 月持續監測且記錄數據，發現  
可以有效控制土壤流失方法是地工植生毯可以防止 56%的土  
壤流失，第二個是覆蓋方法，可以防止 41%的土壤流失，最  
差的是打樁編柵法，只能防止 18%的土壤流失。



# 防止土壤表層流失策略

1. 制定山坡地使用規範
2. 要開發山坡地時，要選擇適合的農藝和工程技術減少土壤流失速率，特別是在高度水土流失的區域，要更加注意。

## 一、坡度：

指一筆土地平均傾斜比，以百分比表示之，其分級如下：

- （一）一級坡：坡度百分之五以下。
- （二）二級坡：坡度超過百分之五至百分之十五以下。
- （三）三級坡：坡度超過百分之十五至百分之三十以下。
- （四）四級坡：坡度超過百分之三十至百分之四十以下。
- （五）五級坡：坡度超過百分之四十至百分之五十五以下。
- （六）六級坡：坡度超過百分之五十五。

## 二、土壤有效深度：

指從土地表面至有礙植物根系伸展之土層深度，以公分表示之，其分級如下：

- （一）甚深層：超過九十公分。
- （二）深層：超過五十公分至九十公分以下。

(三) 淺層：超過二十公分至五十公分以下。

(四) 甚淺層：二十公分以下。

**山坡地土地之可利用限度分類標準如下：**

一、宜農、牧地：應符合下列規定之一，並依水土保持技術規範實施水土保持處理與維護：

(一) 一級坡至三級坡。

(二) 甚深層、深層及淺層之四級坡。

(三) 甚淺層之四級坡，且其土壤沖蝕輕微或中等及下接軟質母岩。

(四) 甚深層、深層之五級坡。

(五) 淺層之五級坡，且其土壤沖蝕輕微或中等及下接軟質母岩。

二、宜林地：應符合下列規定之一，並造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地：

(一) 甚淺層之四級坡，且其土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩。

(二) 甚淺層之五級坡。

(三) 淺層之五級坡，且其土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩。

(四) 六級坡。



三、加強保育地：屬沖蝕極嚴重、崩塌、地滑、脆弱母岩  
裸露之土地。

我們由下圖可以看到 1、2、3、4 級坡屬於農業用地；5 級  
坡屬於宜林地；六級坡屬於加強保育地。

Degree	Slope gradients		
S1	< 5%	Degree	Soil depth (cm)
S2	5% - 15%	D1	> 90
S3	16% - 30%	D2	51 - 90
S4	31% - 40%	D3	20 - 50
S5	41% - 55%	D4	< 20
S6	> 55%		

Criteria	Degree		properties	
Agricultural uses	I		(S1, D1); (S1, D2)	
	II		(S1, S2, D1); (S2, D2); (S1, D3)	
	III		(S4, D1); (S3, D2); (S2, D3)	
	IV	1	(S5, D1); (S5-S4, D2); (S4-3, D3); (S1-3, D4)	
		2	(S5, D3); (S4, D4)	Without disturbance
Forest only	V		(S6, D1-3); (S5-6, D4); (S5, D3); (S4, D4)	
Conserved	VI		Severe soil erosion (gully erosion)	

# 台灣防止水土保持流失的策略

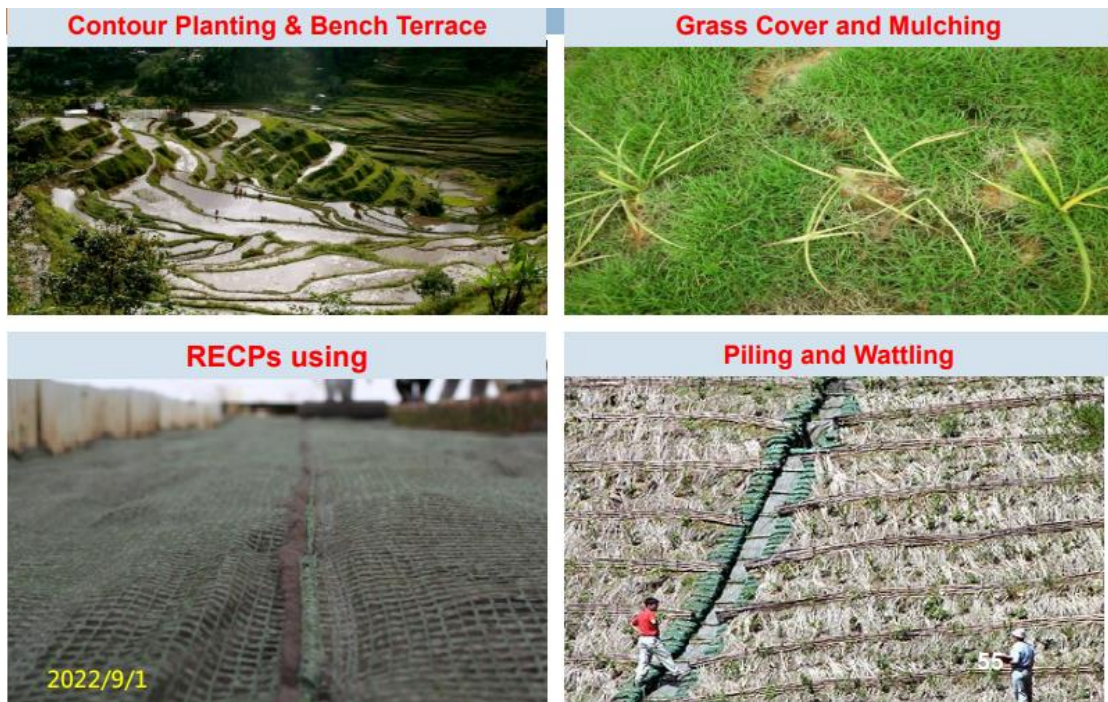
依過去 3 年台灣減少表層土壤流失的最佳管理實踐（BMP），

我們可以得出結論

對於農藝方法，等高種植和梯田種植最佳。

對於農業用途的坡地，也許草覆蓋並結合排水溝是防止坡地水土流失的良好做法。

對於工程方法可能地工植生毯是減少土壤流失的最佳方法。



## 結論

台灣由於地形陡峭，山坡地所佔的比例又是全台的70%以上，所以土壤流失情形較為嚴重，但礙於人力及經濟並不能一起整頓，只能先從較嚴重的地方開始整治，所以我們認為製作土壤潛勢圖是必要的，也需要先建立基礎數據，也就是 R 值、K 值及 C 值，建立之後我們就能知道土壤流失最嚴重的區域，就能先將資源給予這個地方。我們也需要觀察土壤流失率高的地方，觀察當地狀況，並選擇最適合當地的水土保持方法來減少土壤流失情形，因地制宜的水土保持方法，是最能保持該區環境最好的方式。