

第三屆原住民華碩科教獎 研究成果報告

團隊編號：2011018

主辦單位：華碩文教基金會
國立清華大學
行政院原住民族委員會
原住民族電視台

第三屆華碩科教獎作品說明書

作品名稱：大武山兩側對稱下的青山綠水
(屏東縣與台東縣的山地生態環境研究)

團隊名稱：大武山下的小飛鼠

編號：yabit2011018

指導老師：周孚平、陳淑芬、胡天國

參賽學生：古巧真



作品名稱：大武山兩側對稱下的青山綠水

（屏東縣與台東縣的山地生態環境研究）

摘要

水土保持：運用農、林、牧、水力等特有的技術或合理的方法，防止山區、丘陵區水土流失的工作。根據此水土保持的定義，我們共同討論出以下四個方向的實驗，並以屏東縣與台灣山區來做對應比較。

（一）土壤與水土保持的關係：

- （1）沙土孔隙大，水分較易流失，沙也會流失。
- （2）黏土孔隙小，水分較不易流失，但超過田間含水量，黏土滲水性差。
- （3）壤土可使植物達到水分吸收，以及氣體交換的功能。

（二）農作物與水土保持的關係：

- （1）軸根系深根的植物，水土保持性強。
- （2）鬚根系深根的作物與土壤接觸面積大，水土保持性佳。
- （3）鬚根系淺根植物，例如檳榔，水土保持差。
- （4）沒種植物的壤土，水土保持也差。

（三）山坡地傾斜角度：山坡地傾斜角度愈大，水分、土壤愈容易流失。

（四）土質硬軟與水土保持：

濫墾山坡地，會導致土質鬆軟，土質愈鬆的土，水土愈容易流失。不僅破壞自然景觀，還會影響生態。所以水土保持真的非常重要。

壹、研究動機

以前在國中生物課或高中生物課都有介紹到「植物的營養器官與其功能」的單元。其中介紹到植物根的外形構造與功能，課文中提到：在形態上，單子葉植物的根通常由細鬚狀的根所組成，稱為「鬚根系」；此種根系與土壤的接觸面積特別大，故利於物質的吸收，還能緊緊抓住土壤，防止土壤流失。

我們心想：真的所有鬚根系植物都能有效防止土壤流失嗎？於是上網查了一些資料，並開始針對我們所有屏東地區的農作物的根系與土壤作一實驗性的研究與探討。

近幾年來土石流的災害頻傳，新聞報導時常報導山坡地水土保持不佳，而造成重大災情，希望藉由這次的研究來了解土石流的情況，已達成水土保持的目的。

在近幾年，每次不管一到夏季會是颱風天或是大雨雨季，就會常看到電視新聞說哪個地方有土石流會山林的災害，也有人說山坡地都是種植大量的檳榔才會有土石流的，但是屏東也是種植很多但是為什麼就是較少聽說過有土石流災害的發生所以想了解，種植的植物跟土壤跟自然環境的要素是否有很大的關聯想是著來探就看看。

每當豪雨或颱風來臨時，經常聽到有關山區土石流的災情，電視報導也將當地滿目瘡痍的情況報導在電視螢光幕前，而根據一些地理學者指出這些災害都是山坡地水土保持不當所造成，像是在山坡地種植檳榔、開發觀光業、盜取木材的山老鼠等等都是造成土石流的重大原因，但是居住在屏東的我們，為什麼沒有土石流的災情傳出？屏東不也是出產檳榔的重要地區嗎？還是有什麼我們不知道原因，以上種種的原因促使我們想研究的動機，這也讓大家費盡心思研究出這份「屏東縣與台灣山區的水土保持」的作品。

貳、研究目的

這次研究的目的是想了解為什麼很多地方種植的數種類都是差不多但是為什麼偏偏很多地方很長發生土石流但屏東卻不會。試著想了解是否屏東水土保持是否有做一些比較特殊的方式或方法來保持水土保持的良好，藉此也可以讓各的地區去做個對照及參考如何去讓水土保持變的比較好，比較沒有山林災害的發生。本研究的目的是利用不同土壤、不同植物、不同坡度等等不同的變因知道整個土石流造成的不同區別。

- (一) 不同土壤與水土保持的關係：分：沙土、黏土、壤土
- (二) 不同植物與水土保持的關係：分：不種植物、鬚根系植物、軸根系植物
- (三) 山坡度傾斜與水土保持的關係：分：30 度、45 度、60 度
- (四) 土壤軟硬與水土保持的關係。

- (五) 屏東縣作物與水土保持的關係。
- (六) 探討臺灣山區的環保問題。

參、研究設備及器材

- (一) 悅氏 2000 cc 寶特瓶 8 支
- (二) 250 毫升量筒 1 個
- (三) 500 毫升燒杯 8 個
- (四) 工地裡的沙土
- (五) 農地裡的黏土
- (六) 菜園裡的壤土
- (七) 量角器一個
- (八) 記錄紙一本

肆、研究過程或方法

- (一) 將 8 支寶特瓶平躺，上方用小刀割開一個長方形開口，裝土。
- (二) 1 號瓶內裝 2.5 公斤的沙土，傾斜 30 度角。
- 2 號瓶內裝 2.5 公斤的黏土，傾斜 30 度角。
- 3 號瓶內裝 2.5 公斤的壤土，傾斜 30 度角。
- 4 號瓶內裝 2.5 公斤翻鬆的壤土，傾斜 30 度角。
- 5 號瓶內裝 2.5 公斤鬚根系（地毯草）的壤土，傾斜 30 度角。
- 6 號瓶內裝 2.5 公斤軸根系（芋頭）的壤土，傾斜 30 度角。

7 號瓶內裝 2.5 公斤的壤土，傾斜 45 度角。

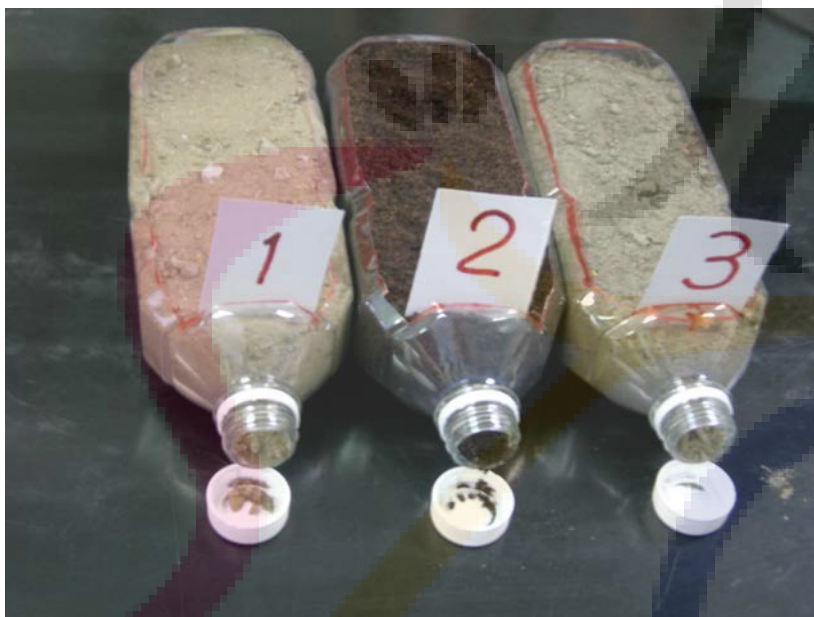
8 號瓶內裝 2.5 公斤的壤土，傾斜 60 度角。

(三) 將 8 支裝有土壤的寶特瓶到立傾斜，瓶蓋開口朝下。

(四) 第一組實驗：(1、2、3 號瓶內加水 500 毫升)

不同土壤與水土保持的關係：

分：沙土、黏土、壤土



(五) 第二組實驗：(3、5、6 號瓶內加水 500 毫升)

不同植物與水土保持的關係：

分：不種植物、鬚根系植物（地毯草）、軸根系植物（芋頭）



(六) 第三組實驗：(3、7、8 號瓶內加水 500 毫升)

山坡度傾斜與水土保持的關係：

分：30 度、45 度、60 度



(七) 第四組實驗：(3、4 號瓶內加水 500 毫升)

土質軟硬與水土保持的關係：



(八) 做以上實驗時，加水後要記得把各瓶蓋把開漏水，下面用燒杯接著水。

(九) 以上各組實驗，均做三次試驗，再求其平均。

(十) 紀錄以上各組實驗的數據。

(十一) 各組實驗數據（三次平均值），進行分析討論。

(十二) 環顧台灣農作物與水土保持的關係。



伍、研究結果

(一) 第一組實驗：不同土壤與水土保持的關係

【分：(1) 沙土、(2) 黏土、(3) 壤土】

● 1、2、3 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

第一次實驗

	1 號瓶	2 號瓶	3 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	300	50	170
出沙（毫升）	150	0	0

第二次實驗

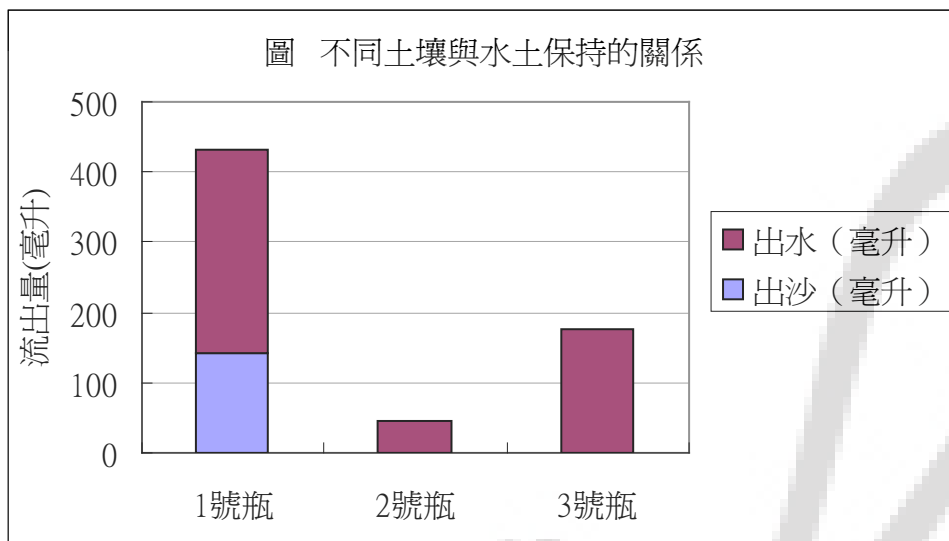
	1 號瓶	2 號瓶	3 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	280	40	180
出沙（毫升）	140	0	0

第三次實驗

	1 號瓶	2 號瓶	3 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	290	45	175
出沙（毫升）	143	0	0

三次平均

	1 號瓶	2 號瓶	3 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	290	45	175
出沙（毫升）	143	0	0



01. 出水 (沙) 量：沙土 > 壤土 > 黏土
02. 水土保持性：黏土 > 壤土 > 沙土

(二) 第二組實驗：不同植物與水土保持的關係

【分：(3) 不種植物、(5) 鬚根系植物（地毯草）、(6) 軸根系（芋頭）】

● 3、5、6 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

第一次實驗

	3 號瓶	5 號瓶	6 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	170	100	30
出土（毫升）	0	0	0

第二次實驗

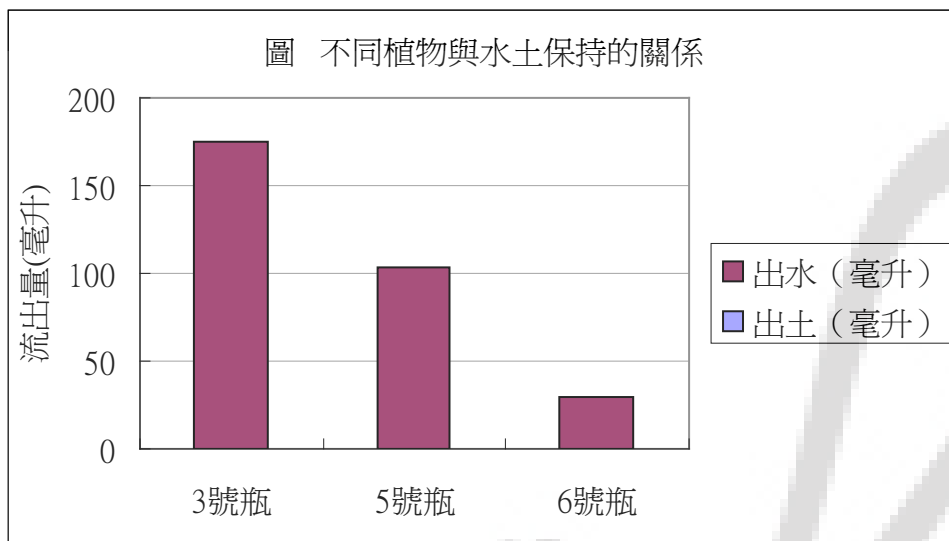
	3 號瓶	5 號瓶	6 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	180	110	40
出土（毫升）	0	0	0

第三次實驗

	3 號瓶	5 號瓶	6 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	100	20
出土（毫升）	0	0	0

三次平均

	3 號瓶	5 號瓶	6 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	103	30
出土（毫升）	0	0	0



01. 出水量：不種植物 > 地毯草 > 芋頭
02. 出水量：不種植物土壤 > 鬚根系土壤 > 軸根系土壤
03. 水土保持性：軸根系土壤 > 鬚根系土壤 > 不種植物土壤

(三) 第三組實驗：山坡度傾斜與水土保持的關係

【分：(3) 30 度、(7) 45 度、(8) 60 度】

● 3、7、8 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

第一次實驗

	3 號瓶	7 號瓶	8 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	170	200	240
出土（毫升）	0	20	40

第二次實驗

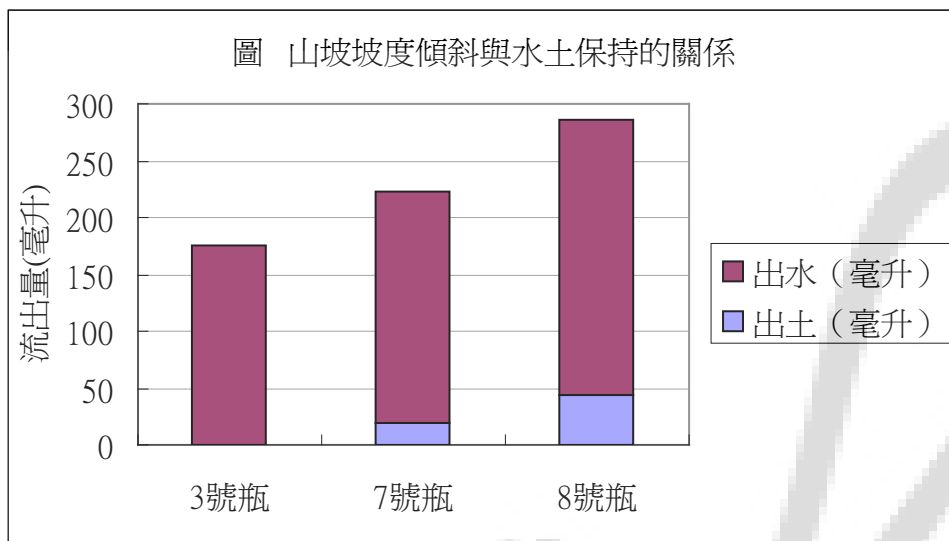
	3 號瓶	7 號瓶	8 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	180	210	250
出土（毫升）	0	20	50

第三次實驗

	3 號瓶	7 號瓶	8 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	200	240
出土（毫升）	0	20	40

三次平均

	3 號瓶	7 號瓶	8 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	203	243
出土（毫升）	0	20	43



01. 出水 (土) 量：傾斜 60 度 > 傾斜 45 度 > 傾斜 30 度

02. 水土保持性：傾斜 30 度 > 傾斜 45 度 > 傾斜 60 度

(四) 第四組實驗：土質軟硬與水土保持的關係

【分：(3) 菜園裡的壤土、(4) 翻鬆過的壤土】

● 3、4 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

第一次實驗

	3 號瓶	4 號瓶
進水（毫升）	500	500
出水（毫升）	170	240
出土（毫升）	0	10

第二次實驗

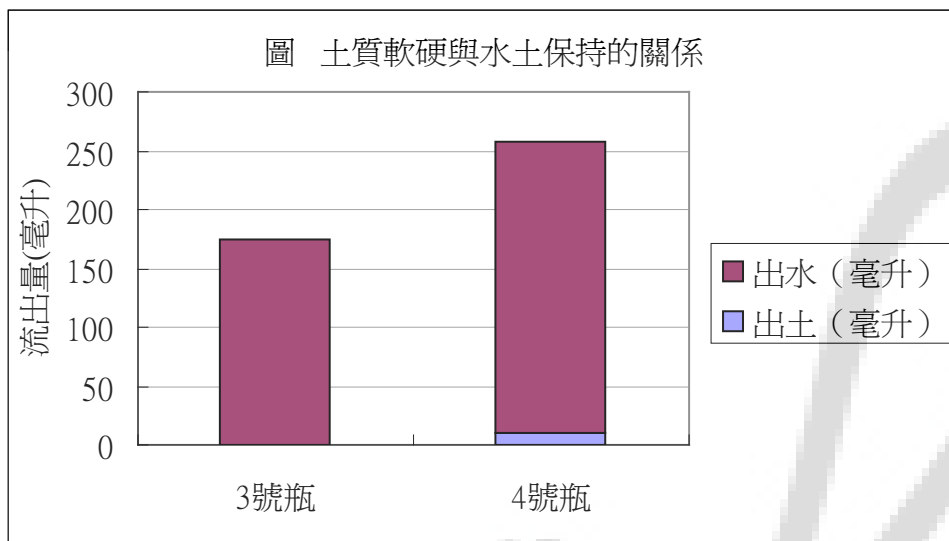
	3 號瓶	4 號瓶
進水（毫升）	500	500
出水（毫升）	180	250
出土（毫升）	0	10

第三次實驗

	3 號瓶	4 號瓶
進水（毫升）	500	500
出水（毫升）	175	250
出土（毫升）	0	10

三次平均

	3 號瓶	4 號瓶
進水（毫升）	500	500
出水（毫升）	175	247
出土（毫升）	0	10



01. 出水 (土) 量：翻鬆的壤土 > 未翻鬆的壤土

02. 水土保持性：未翻鬆的壤土 > 翻鬆的壤土

陸、討論

(一) 第一組實驗：不同土壤與水土保持的關係

【分：(1) 沙土、(2) 黏土、(3) 壤土】

● 1、2、3 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

	1 號瓶	2 號瓶	3 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	290	45	175
出沙（毫升）	143	0	0

01. 沙土孔隙大，水分較易流失，沙也會流失。
02. 黏土孔隙小，水分較不易流失。
03. 壤土最適合植物生長，雖然它沒有黏土的容水性強，但是壤土的間隙，可使植物達到水分吸收，以及氣體交換的功能。

04. 田間容水量（field capacity）：
 - (1) 當土壤被水充分浸溼，並且讓土壤中的可流動水充分的流失後，土壤所含的水含量。
 - (2) 也就是土壤所能容水的最大量。
 - (3) 如果超出田間容水量，多出的水就會流失。
05. 未達到田間容水量時，以黏土的保水力最好。
06. 超過田間容水量時，黏土的透水性差，地表上的水不易滲入黏土，水很容易於土表流失。
07. 以沙土種植的作物有：西瓜、蘆筍、香瓜、花生 …………… 等。
08. 以黏土種植的作物有：水稻、水生芋頭 …………… 等。
09. 以壤土種植的作物有：果樹、檳榔、甘蔗、陸生芋頭 …………… 等一般植物。

(二) 第二組實驗：不同植物與水土保持的關係

【分：(3) 不種植物、(5) 鬚根系植物（地毯草）、(6) 軸根系（芋頭）】

● 3、5、6 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

	3 號瓶	5 號瓶	6 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	103	30
出土（毫升）	0	0	0

01. 種植物的土壤，植物的根部較易留住水土。
02. 不種植物的土壤，水土保持效果差。
03. 鬚根系的植物有：檳榔、鳳梨、甘蔗、玉米、稻米 ……… 等。
04. 軸根系的植物有：蓮霧、芒果、芋頭、果樹 ……… 等。
05. 軸根系芋頭的水土保持比鬚根系地毯草來得好。
06. 一般果樹的軸根，通常深入土壤中愈深，水土保持愈好。
07. 雖然鬚根的植物細根多，但是如果是根系淺，水土保持有限，沒有深根的軸根系植物水土保持來得佳。例如檳榔是鬚根系，根系淺。所以一般檳榔無法做到水土保持的效果。
08. 雖然鬚根的植物細根多，但是如果是根系深，此種根系與土壤的接觸面積特別大，故有利於物質的吸收，還能緊緊抓住土壤，防止土壤流失，水土保持極佳。
09. 一般森林是深根的軸根系植物，加上旁邊有水土保持性佳的攀地性鬚根植物，所以是水土保持的良好樹種。森林是大地之母。

(三) 第三組實驗：山坡度傾斜與水土保持的關係

【分：(3) 30 度、(7) 45 度、(8) 60 度】

● 3、7、8 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

	3 號瓶	7 號瓶	8 號瓶
進水（毫升）	500	500	500
出水（毫升）	175	203	243
出土（毫升）	0	20	43

01. 山坡地傾斜角度愈大，水分、土壤愈易流失。
02. 山坡地必須種植水土保持佳的植物，否則很容易造成土石流。
03. 原住民山區大都種植芋頭，依照研究二的結果，芋頭的水土保持佳，因此幾乎沒有聽過：山區因為種植芋頭而導致土石流的事情發生。
04. 茶樹一般說是淺根性植物，通常種在丘陵地區。因為丘陵地區的氣候、氣溫、溼度等最適合茶葉的生長。
05. 茶樹的水土保持性不佳，但又必須在山坡地的丘陵地生長，所以規劃成梯田來種植，減緩山坡度傾斜造成水土保持不佳的弊端。但是多多少少是會造成土石流的原因之一。

(四) 第四組實驗：土質軟硬與水土保持的關係

【分：(3) 菜園裡的壤土、(4) 翻鬆過的壤土】

● 3、4 號瓶內加水 500 毫升（每瓶三次實驗平均）

	3 號瓶	4 號瓶
進水（毫升）	500	500
出水（毫升）	175	247
出土（毫升）	0	10

01. 土質愈鬆的土壤，因為土壤孔隙大，水分愈容易流失。
02. 開墾森林，種植其他作物，土質鬆軟，將會使土壤的水土保持降低，也很容易造成土石流的發生。
03. 不要濫砍伐山坡地蓋什麼小木屋或度假村，甚是森林遊樂區。因為會導致土質鬆軟，使土壤的保水土性變差，也很容易造成土石流的發生。而且原來土壤的植物生態已經平衡，水土保持效果佳。如果破壞平衡，不僅破壞自然景觀，還會引起水土流失，山崩路塌的危險。

(五) 屏東縣的作物分布大致是：

01. 山坡地：芒果、芋頭【水土保持佳：深根軸根系】

02. 平地：檳榔、甘蔗 ……………。【水土保持不佳：淺根鬚根系】

蓮霧【水土保持佳：深根軸根系】

例如：(1) 芒果：鹽埔鄉、內埔鄉、來義鄉、枋山鄉、春日鄉、獅子鄉等。

(2) 芋頭：三地門鄉、霧台鄉、瑪家鄉、泰武鄉、春日鄉、來義鄉等。

(3) 蓮霧：里港鄉、鹽埔鄉、坎頂鄉、南州鄉、林邊鄉、佳冬鄉、枋寮鄉、枋山鄉等。【非山坡地】

(4) 檳榔：高樹鄉、長治鄉、竹田鄉、內埔鄉、潮州鎮、萬巒鄉、竹田鄉、新埤鄉、麟洛鄉等。【非山坡地】

(5) 甘蔗：萬丹鄉、南州鄉、枋山鄉等。【非山坡地】

03. 由於山坡地種植的作物大多是水土保持性佳的植物，所以幾乎沒有聽說：屏東縣因為種植作物而導致土石流。

(六) 臺東縣的作物分布大致是：

01. 山坡地：芒果、芋頭【水土保持佳：深根軸根系】

02. 平地：檳榔、甘蔗 ……………。【水土保持不佳：淺根鬚根系】

例如 (1) 檳榔：卑南鄉、台東市。【非山坡地】

(2) 甘蔗：卑南鄉、台東市。【非山坡地】

(七) 屏東縣內埔鄉國立屏東科技大學校門口附近的積水問題：

01. 屏東縣內埔鄉國立屏東科技大學，每年夏天颱風來臨或雨季時，都會造成校門口附近四公里道路及住家積水的情形發生。我們一直都認為是附近鳳梨園造成的水土保持不良的問題。經由訪談屏東科技大學水土保持系謝教授之後，打破了我們的迷思。其實屏科大附近的積水問題真正的兇手是：

(1) 原先屏東科技大學這一片山頭，都是種植芒果和刺竹的，光復前後，台鳳公司到此經營，改闢鳳梨園區。但是種植鳳梨必須水平種植，才能留住水分，在加上台鳳公司有良好的水土保持規劃，才不至於危害水土保持。近幾十年來承租給附近農民，而農民卻改種較有經濟價值的木瓜，由於種植木瓜不需要太多的水分，因此改為垂直種植。於是就好像在山坡地種植水土保持不好的植物一般，嚴重影響附近的種植規劃。難怪一到雨季時，水土就會被沖刷下來。

(2) 民國 75 年屏東農專（國立屏東科技大學的前身）新校區在此設校，促進附近社區的繁榮，因此附近的老埤村、中林村、龍泉村、東片村、大新村等社區，開始有新建築或在農地建築房舍。由於建築方式以及排水設施錯誤，導致山上流水急速流下，使得平地的中林路、老埤路和原勝路附近道路及住家到處淹水，因此下雨或颱風來臨時，排水溝來不及疏通山上流下來的水，才會造成積水。

02. 所以說：屏東科技大學附近的積水問題，真正的兇手是：建築方式阻礙排水、改種木水土保持差等二項原因。

03. 哎!水土保持真的很重要，不只影響居住品質，也直接關係著居民的生命財產安全。多關心我們所處的環境，不要因為一時方便，而破壞自然景觀。

(八) 屏東縣和臺東縣原住民的環境保護：

01. 不同土壤種植農作物的生長情形： 山上土壤的養分比較多，原因是：

- (1) 保護蚯蚓，以利翻鬆土壤，製造優質土壤。
- (2) 春夏季是小米的生長季節，七月底待小米採收後，將剩下的小米焚燒，翻土，當作肥料，輪耕地瓜、南瓜、生薑。
- (3) 秋冬季是地瓜、南瓜、生薑的生長季節，一月底待作物採收後，將剩下的作物焚燒，翻土，當作肥料，輪耕小米。

02. 不同土壤種植農作物的水土保持

- (1) 芋頭是軸根系植物，抓土力非常強，是水土保持性優良的植物。原住民山坡地，種植第二多的就是芋頭。不僅可以食用，又可以做好水土保持。
- (2) 山坡地最好種植根系深且廣，抓土性優良的植物，才不會造成水土流失，破壞大地資源。最好有梯田的保護措施。

03. 山坡地的水土保持

- (1) 山地土壤，因為蚯蚓翻鬆土壤，使地表水分容易滲入土壤當中，不容易形成逕流，再加上山坡地植被密集，所以水土保持佳；相對平地土壤水土保持較差。
- (2) 梯田的水土保持較佳。因為梯田像樓梯，可以阻止土壤向下滑動的衝擊力，並且水會有類似地下水涵養土壤的作用，也就是土地可以充分利用每一滴水，達到水土保持的作用。
- (3) 梯田邊緣用板岩堆砌的水土保持最佳。梯田邊緣用板岩堆砌，更可以阻止土壤向下滑動的衝擊力，讓土壤不至於過度移動，多餘的水可以順著板岩流到下一層梯田，防止土壤崩塌的危險，更能達到水土保持的作用。
- (4) 為什麼會想到要利用板岩呢?
這是老祖先的智慧，板岩又是原住民的特色，板岩到處都是，隨手可得。

(九) 探討臺灣的檳榔種植問題：

01. 報章媒體都在強調：吃檳榔容易得到口腔癌，而且種植檳榔也容易造成水土保持的問題。檳榔是淺根鬚根系作物，鬚根廣，但只在表土層散布，因此不能做到水土保持的效果。
02. 全台灣種植檳榔的縣市前三名是。南投縣、嘉義縣、屏東縣。為什麼南投縣信義鄉神木村和嘉義縣阿里山鄉或中埔鄉在賀伯颱風來襲時，造成嚴重的土石流問題，而屏東縣也是檳榔重要產區，卻未因檳榔而傳出土石流的問題呢？其實綜觀三縣的檳榔種植區域，可以發現：南投縣和嘉義縣的檳榔種植區都在山坡地，而屏東縣則種在平地鄉鎮。高樹鄉、長治鄉、竹田鄉、內埔鄉、潮州鎮、萬巒鄉、竹田鄉、新埤鄉、麟洛鄉等。【非山坡地】
03. 南投縣信義鄉神木村：
農民租用國有地，卻濫墾森林、山坡地，種植高冷蔬菜及檳榔等作物，九二一大地震和賀伯颱風侵襲，都為神木村帶來土石流災害，造成生活及生命財產嚴重的威脅。
04. 嘉義縣阿里山鄉賀伯颱風造成土石流災害，也是因為農民租用國有林地種植檳榔，造成水土保持不良的情事發生。
05. 屏東縣和臺東縣的山坡地沒有種植檳榔，所以沒有造成嚴重的土石流問題。

(十) 探討臺灣山區的環保問題：

01. 以自然環保的方式從事山間的耕種，才能維護環境，永保人與自然的和諧生存。

02. 臺灣的土地面積大約有三分之二是山區，並且超過 1000 公尺的高山林立，30 度以上的坡度比比皆是，所以山區的環境保護極其重要。

03. 為什麼山區災禍連連：

(1) 近年來接二連三的大地震造成土石鬆動，地層結構改變；但是請注意，921 大地震前，臺灣山區就已有土石流的問題。所以大地震只是急速加深了土石流災害的強度，而地震並非原凶。

(2) 山區開發管理機制有待加強：
許多沒有環境保護觀念的經濟活動長期以來進入山區，包括了農業、觀光業、建築業、盜林業，與為了各式開發所築的道路。

(3) 違法開採破壞環境：在人煙稀少的山區，低道德觀念的人員，經常目無法紀，任意處理開發中廢棄的土石，或砍伐森林資源得到非法利益。

(4) 臺灣的山區地形、雨量與土壤結構原本就容易合併造成山崩、山洪與土石流，但是過去從未如此嚴重，顯見其中有人為的因素。今後政府官員、學者專家應加強對山區民眾宣導山區環境保護與安全問題。

04. 解決山區環境災害原因小結論與建議：

(1) 加強管制山坡地開發：
如果無法有效管制山坡地開發，山坡地的超限建築、高爾夫球場、無規劃的觀光產業與農業等，未來只會多不會少，將繼續殘害山區環境，危害山區民眾的生命安全。

(2) 加強環境教育與道德教育：

教育體系中甚少品德與環保教育，不知是明知而不教，亦或不知故無法教？前人之惡若不能用教育改善，可是會代代遺傳的。

05. 對本土生態環保問題的若干省思：

(1) 面對今日生態污染問題的嚴重，政府單位傾向以科技解決生態問題，缺水蓋水庫，缺電蓋核電廠，缺生態保育則劃定國家公園，人定勝天的心態展露無遺，以經濟利益做為衡量之最終標準，無視社會成本的考量與人文關懷，更缺乏對上天、對大自然的敬畏，使生態環保政策的制定執行，動則得咎，難以落實。

(2) 當山田的土力漸失時，並非任其自然棄置，而是有計劃的進行造林的復育工作。Tukutaya 人（泰雅族塞德克亞支德克塔亞群）選擇以台灣赤楊樹做為造林樹種，是具多重功能性的考量：

- ① 台灣赤楊樹是原生樹種，樹苗取得容易。
- ② 以台灣赤楊樹造林的土地燒墾後對小米的種植非常好，地力肥沃。
- ③ 考量此樹長的快，可防止土石의流失。
- ④ 赤楊樹砍下之木頭易劈耐燒，是家中柴火的主要來源；這種積極且多功能的造林效益，是部落傳統自發造林的主要誘因。

(3) 今日為護守台灣的自然生態，最重要的地區在於中央山脈及其兩側山區的森林保育，要如何才能讓造林政策落實，相信對原住民傳統自發造林的文化因素的理解，將是造林能否成功的關鍵。

- (4) Tukutaya 人的燒墾耕作與造林復育的方式，看似原始，卻是其先人經驗及傳承的累積。順著土地循環再生的自然機制耕作，地盡其利，物盡其用，既能滿足人的生活所需，亦有助於土地的永續生存，這種人與自然和諧共生的智慧，值得效法學習。

06. 如何救台灣山區？

以下提供幾項拯救台灣山區環境的建議：

- (1) 平地土地炒作是首惡，應全面改革土地政策，回復合理價位。
- (2) 加強環保與道德教育，才能在未來阻止以往造成的禍害。
- (3) 維護原住民環保文化，吸收他們與山林相處的傳統。
- (4) 上位者要有品德人格，有魄力維護山區環境，如此才能打開救亡圖存之門。
- (5) 切勿把責任完全推給天災，才能務實地面對預防災害問題。
- (6) 以臺灣目前的政治、社會、經濟、文化、教育、官僚、道德、環保與法治的綜合條件看來，雖然不樂觀，但是與其絕望以對，不如盼望、期望我們的國家能做好山區防災工作。

柒、結論

- (一) 水土保持真的很重要，它也是自然景觀的特色之一。
- (二) 沙土孔隙大，水分較易流失，沙也會流失。
黏土孔隙小，水分較不易流失。
- (三) 壤土最適合植物生長，雖然它沒有黏土的容水性強，但是壤土的間隙，可使植物達到水分吸收，以及氣體交換的功能。
- (四) 種植物的土壤，植物的根部較易留住水土。不種植物的土壤，水土保持效果差。
01. 一般果樹的軸根，通常深入土壤中愈深，水土保持愈好。
 02. 雖然鬚根的植物細根多，但是如果是根系淺，水土保持有限，沒有深根的軸根系植物水土保持來得佳。例如檳榔是鬚根系，根系淺。所以一般檳榔無法做到水土保持的效果。
 03. 雖然鬚根的植物細根多，但是如果是根系深，此種根系與土壤的接觸面積特別大，故有利於物質的吸收，還能緊緊抓住土壤，防止土壤流失，水土保持極佳。
 04. 一般森林是深根的軸根系植物，加上旁邊有水土保持性佳的攀地性鬚根植物，所以是水土保持的良好樹種。森林是大地之母。
- (五) 山坡地傾斜角度愈大，水分、土壤愈易流失。山坡地必須種植水土保持佳的植物，否則很容易造成土石流。
- (六) 01. 土質愈鬆的土壤，因為土壤孔隙大，水分愈容易流失。
02. 不要濫砍伐山坡地蓋什麼小木屋或度假村，甚是森林遊樂區。因為會導致土質鬆軟，使土壤的保水土性變差，也很容易造成土石流的發生。而且原來土壤的植物生態已經平衡，水土保持效果佳。如果破壞平衡，不僅破壞自然景觀，還會引起水土流失，山崩路塌的危險。

- (七) 屏東縣由於山坡地種植的作物大多是水土保持性佳的植物，所以幾乎沒有聽說：屏東縣因為種植作物而導致土石流。
- (八) 每年雨季或颱風來襲時，屏東科技大學附近的積水問題，真正的兇手是：建築方式阻礙排水、改種木水土保持差等二項原因。
- (九) 檳榔是淺根鬚根系作物，鬚根廣，但只在表土層散布，因此不能做到水土保持的效果。
- (十) 屏東縣山坡地沒有種植檳榔，所以沒有造成嚴重的土石流問題。
- (十一) 臺灣的土地面積大約有三分之二是山區，並且超過 1000 公尺的高山林立，30 度以上的坡度比比皆是，所以山區的環境保護極其重要。以自然環保的方式從事山間的耕種，才能維護環境，永保人與自然的和諧生存。

捌、參考資料及其他

- (一) 319 鄉 (屏東縣)，天下雜誌出版。
- (二) 新學友國語辭典。
- (三) 訪談國立屏東科技大學水土保持系謝教授。
- (四) 上網：key in 「水土保持」、「田間容水量」、「檳榔」。

玖、謝誌

感謝台東縣海端鄉胡天國先生及屏東縣泰武鄉彼得那·斐寧老師及國立屏東科技大學水土保持系謝教授的協助，使本實驗能順利完成，特此誌謝。