

1405/17.2序

台灣水土保持事業在四十年代創始起，至五十年代初期實已奠定了相當基礎。夏之驊先生分別以霧社集水區經營及全省集水區規劃着手推行。繼之藍敦艾克顧問來台，大力推行農地水土保持，而我同仁亦在保土增產的目標中致力於示範推廣。集水區方面亦開始進行治理調查。周恒先生在省立農學院致力於教學研究，并籌辦水土保持系。

五十年代初期，本學會在周恒先生領導創立後，水土保持步上了發展階段，研究方面為中央農建計劃的重點支持，才得以系統地展開試驗計劃，其中張雙滿先生等更進行果園水土保持之研究，所獲資料先後經農復會、農發會、農委會與農牧局編印「台灣水土保持試驗研究彙刊」一至四輯。水土保持手冊亦據以完成二度修訂，處理項目由九項增至二十三項，使台灣農地水土保持之技術體系在資料支持下，初步定型。

集水區及工程方面之研究、調查及規劃亦告開始。葛錦昭先生等在林試所設立十六個試驗集水區，德基、石門、曾文、白河等水庫集水區亦先後完成調查規劃。盛志澄先生更推動泥岩治理計劃，森林、水利、水土保持合作等計劃，加以大肚山、八卦山、紅土台地先後治理成功，因而產生了今日的治山防洪及坡地防災方案。

調查規劃方面，繼早期之農林邊際土地調查及土地利用調查之後，近年來進一步根據新訂的土地可利用限度分等標準，完成了山坡地土地利用調查、土壤調查及山坡地農牧發展區規劃，建立了相當完整的基本資料。

由於土壤沖蝕特性、台灣降雨沖蝕指數、上游集水區泥砂來源、坡地覆蓋與數覆對土壤物理性質之影響、植生根系、青灰岩植生復舊等基本研究，使台灣水土保持漸步上計量科學水準，期望今後對技術及規劃上獲得充分的科學支持，俾事業能得到進一步的更新與強化。

水、土、植物為最主要環境資源，在農地保育技術上幸已完成坡地農場綠化技術體系，美國大力推行之不中耕運動，事實上吾人早已推行多年。本學會支持環境綠化協會的成立與發展，而水土保持計劃也將擔當山坡地綠化的重大任務，誠如李副總統登輝先生最近指出：「凡此實為福國利民的工作」！

由於盛志澄先生在聯合國及美國推行台灣水土保持方法，以及不少會友在技術援外及學術活動之豐碩成果，特別在陡坡及熱帶兩方面的資料與技術，國際上對台灣水土保持之引用與重視，更日甚一日，應該是台灣水土保持的世界性貢獻。

茲值二十年會慶，緬懷諸先進會友的創業，二十年來會友們持續的努力，方有今日成果之規模；所幸青年會友人才輩出，希望慶祝三十年會慶時，吾人將擁有更為豐碩的成就，以奉獻於國家及人類，幸甚焉！

廖 綿 濟 謹識

民國七十五年十二月

目 錄

1. 台灣土壤沖蝕現象及其防治途徑.....	夏之驊.....	1
2. 水土保持的真諦.....	周 恆.....	23
3. 台灣之集水區經營.....	葛錦昭.....	30
4. 由水土保持觀點論台灣八七水災.....	盛志澄.....	53
5. 台灣水土保持技術之發展.....	廖綿濬.....	80
(1)本省所推行水土保持方法之商榷.....		80
(2)台灣水土保持技術及其標準.....		88
(3)台灣水土保持之研究發展.....		92
6. 台灣坡地資源與水土保持.....	廖大牛.....	114
7. 坡地農業與水土保持.....	余惠生.....	124
8. 台灣的崩坍地.....	李三畏.....	130
9. 台灣山坡地農業資源之調查規劃.....	卞六安.....	144
10. 台灣坡地土壤沖蝕性.....	王新傳.....	156
11. 水土資源之保育.....	柳 楷.....	160
(1)水資源之保育.....		160
(2)土壤之保育.....		165
12. The slanting hole rain gauge proposed for hillslope hydrology	江水哲、梁 昇.....	169
13. 黑胡桃根系分佈與土壤性質之關係.....	顏正平.....	179
14. Influence of crop covering and mulching on soil properties of slopelands in Taiwan.....	萬鑫森、張賢明.....	193
15. 台灣河川上游集水區之泥砂來源與控制.....	何智武.....	203
16. 台灣降雨沖蝕指數之研究.....	黃俊德.....	214
17. 台灣西南部青灰岩(泥岩)裸露地植生復舊之研究(第三報).....	邱創益.....	232
18. Studies on the groundwater distribution and its investigation techniques in Taiwan.....	陳信雄.....	260

臺灣土壤沖蝕現象及其防治途徑

夏之驛

- | | |
|----------------|-------------|
| 一、前言 | 四、土壤沖蝕因素之分析 |
| 二、土地利用發展之經過 | 五、防治土壤沖蝕之途徑 |
| 三、土壤沖蝕現象之分類與分級 | |

一、前言

土壤發生沖蝕現象，最主要的導因，是地上保護物受到破壞。所謂地上保護物，包括生長的林木、草類、作物或是堆積在地面的落葉、枯枝、腐草、碎石等一切可以覆被土壤的東西。因此在一般情形之下，土壤被裸露的部份越大，或者表土被犁鋤的次數越多，土壤被沖蝕的機會和程度也就跟着更多更深。

使土壤覆被物受到破壞的最主要原因，却是人類對於土地的利用方式。人類為要利用土地去生產衣食住行的各種原料，不得不把天然生長着的植物覆蓋加以破壞。人工栽培的各種作物，多不可能像原始的天然森林或草原那樣天衣無縫地覆被着土壤。有很多的時候，已被開發利用了的土地，更不得不在風雨季節裏完全暴露在大自然中各種猛烈的沖蝕力破壞力之下。

這樣的使用土地，每經過一次的生產，土地便失去了一層或深或淺的表層肥土。所以有人說這幾乎可以叫做開曠式的使用土地。到表土沖蝕無存的時候，土地便成挖空了的曠場，再不能作任何生產的利用了。

開曠式的土地利用，一方面是由於使用土地的人們的愚昧無知，但另一方面却是由於人口的急速增加，迫使更多數更愚昧的人們去使用條件更壞的土地。

一個國家的財富，大家都知道並不在銀行或金庫之內，而是在他的生產資源、生產技巧、生產能力和生產能力的延續上面，特別重要的是生產能力和生產資源的延續。土地不僅能夠生產，而且是天然資源中僅有的一種可以自己更新、延續生產的重要資源。所以土地不但是一切文明之母，而且是一切生產的根源。

如果讓土地沖蝕現象在臺灣擴大或加深下去，使本來已感不足的土地資源，不聲不響地漸漸變成挖空了的曠山的話，請問我們將何以對我們的下一代？除了我們的過失之外，我們還有什麼可以交給下一代和再下一代？

二、土地利用發展之經過

在檢討臺灣土壤沖蝕現象本身之前，吾人不得不先檢討臺灣土地利用發展的經過和歷年來人口的增加趨勢所引起土地利用關係上各種變遷的情形。

臺灣在十七世紀初年，還是草昧未開的「荒島」。在荷蘭人尚未經營臺南沖積平原以前，從中國大陸來到臺灣各地的，以漁民和商人為最早最多。

至 1624~1661 的 37 年間，荷蘭人由中國大陸移入臺灣多數人民從事植蔗製糖，同時種穀自給。可是在發展臺灣土地利用上，僅僅限於今臺南市附近曾文溪兩岸的沖積土地，即今善化、佳里、麻豆等的一小區域。而且在鄭成功從荷蘭人手中收復臺灣時，臺南附近的農耕技術，還非常原始。楊英

從征實錄上有次舉的記載：「……惜乎土民耕種，未得其法……英去年……隨鴉蚊港，路經四社（指善化、灣裡、佳里、麻豆一帶）……目覩……土民送種採拔，不識鋤鎌割種之便，一甲之稻云採數十日方完，訪其開墾，不知犁耙鋤之快，只用尖鐵刮鑿，一甲之園，必一月以上方犁完播種。至近水濕田，置之無用如此，雖云廣土衆民，竟亦人事不齊，地力荒廢……」。

簡單而不十分固定的農耕，雖已在臺南附近當時七個番社部落開始進行，但是一直到十七世紀末葉，西臺灣的大部份，還是麋鹿成群、荆莽膠結的荒蕪未闢之地。清康熙 36 年(1697年)間，仁和郝永河氏於 4 月 7 日由現今的臺南市出發，從陸路乘坐牛車，經過現在的麻豆、佳里、新營、嘉義、民雄、斗六、社頭、彰化、線西、沙鹿、大甲、苑裡、後龍、新竹、南寮下、八里坌等地，於同年 5 月 5 日到達產硫地點即今北投的附近。這些地方，當時都是番社。郝氏沿途停留踏勘，逐日寫記，他的標本紀游一書（一名採硫日記）中所記下的大都是身歷其境的臺灣西部當時土地利用的目視實況，遠非傳聞追記者可比。現在節引原文，來分條證明當時西臺灣土地資源尚未開發的情形：

第一：當時西臺灣沿海平原和部份丘陵荒地，除疏疏落落幾處番社外，很少人烟，尤難見到定型的農墾。日記 18 頁上說：「……惜者蕪地尙多未闢……」。在 21 頁臺灣竹枝詞解題上又說：「……臺郡之西，俯臨大海……山外平壤，皆肥饒沃土，惜居人少，土番（指住在平地的番人）又不務稼穡，當春計食而耕，都無積蓄，地力未盡，求闢土十一耳……」。

第二：隨處可見茂密的原始森林，絕少童山濯濯的景象。日記第 25 頁記述臺南市到麻豆一帶當時森林茂密的情形說：「是日過大洲溪（今鹽水溪），歷新港（今佳里南 5 公里南海埔邊西）、嘉溜灣社（今善化又名灣裡）、麻豆社，雖皆番居，然而作木陰森……」。28 頁敘述今大甲至清水一帶的地面植物被覆情形時說：「乃策杖披荆拂草而登，既趾蹟，荆莽膠結，不可置足。林木密如蝟毛，聯枝累葉，陰翳盡暝，仰視太虛，如自井底窺天，時一窺見而已。前山雖近在目前，而密樹障之，都不得見……」。又 34 頁述今內北投一帶情形說：「復入深林中，林木蒼鬱，大小石皆不可辨，老藤纏結其上，若虬龍之環繞……」。

第三：平原或非林地區，當時也多是荆棘叢生、茅草高過一丈以上。日記 27 頁述今彰化線西至大肚一帶，茅草茂密覆蓋地面的情形說：「入茅棘中，勁茅高有丈餘，兩手排之，側體而入，炎日溽茅上，暑氣蒸鬱，殊覺悶甚。透蘆草下一徑，僅容蛇伏……五步之內，已各不相見，慮或相失，各聽呼應之聲，以約遠近……」。第 36 頁總述臺島西部草生地情形時，又有記載說：「……一望平原，罔非茂草，勁者覆頂，弱者蔽肩。車駛其中，如在地底，草梢割面破頂，蚊蚋蒼蠅吮肌體，如飢鷹餓虎，撲逐之亦不去……」。同頁又有「出戶則修草沒肩，古木膠結，不可名狀。惡竹叢生其間，咫尺不能見物……」。

第四：當時西部沿海平原，鳴禽萬態，野牛無數，還有麋鹿、狐貉、猿猴成群結隊，漫山遍野都是。日記第 28 頁記今大甲、清水一帶丘陵荒地情形說：「……惟野猿之上下跳擲，向人作聲，有若老人之咳……」。又 31~32 頁記述當時桃園至新竹間洪積臺地野生動物孳生情形時曾說：「前路竹塹南寮山中，野牛甚多，每出千百成群，土番能生致之，俟其馴乃役用之……」。途中遇麋鹿羣之群甚夥。乃驅狼勇獲三鹿。至南坎入深澤中披荆度莽，冠履俱敗，直狐貉之窟而非人類所宜至之所也……」。第 34 頁述內北投一帶之景況有說：「樹上之禽聲萬態，耳所創聞。目視其狀若得涼風襲肌，幾忘炎暑……」。

當時臺灣是這樣的地曠人稀。而在另一方面，與臺灣僅一水之隔的中國大陸，從明代末葉起，連年飢荒戰亂，人民更常受外族的侵凌，為要逃避兵燹徭役和凶年的租稅，尤其是外族的凌辱，沿海各省像福建、廣東和浙江，遂常有成群結隊，移殖臺灣的冒險行爲。這種向海外發展的活動，當時大多數是民間所發動，但有時也受到地方官署經濟的補助或技術的輔導。這種鼓勵在文獻上有紀錄可考的，至少有次舉數例：

臺灣通史卷 28 農業志內，有下面一段的記載：「崇禎間（1628~1644年間）熊文燦撫閩，值大旱，謀於鄭芝龍，乃招餓民數萬人，人給銀三兩，一牛，一畝，載至坑溝，令其墾田築室。秋成收穫，倍於中土，以是來者歲多」。彰化縣志卷六第 2 頁載有：「自紅夷（指荷蘭人）至臺，就中土遺民，令之耕田輸租，以受種十畝之地，名爲一甲，分上中下徵粟，其或塘隄圳修築之費、耕牛農具種子，皆紅夷資給，故曰王田……」。

但是受到官廳的熱烈鼓勵，去耕墾草萊未開土地資源的實例，要靠官兵屯墾。鄭成功於入臺之初，即深受大軍缺糧的困惱，故於荷蘭人尚在孤城困守之際，即已開始其屯墾制度。且於受荷蘭乞降之前，即已收穫了屯墾所種之穀物。楊英從征實錄第 152 頁載有：「永曆 16 年（1661 年）4 月 25 日，藩（指鄭成功）以臺灣（荷蘭人）孤城無援……困俟其自降。隨將各鎮，分派汛地屯墾」。又：「同年 5 月 2 日，二程官兵到達臺灣，6 月亦令各赴汛地墾殖」。臺灣外紀也有：「……成功曰：……故昨日躬身踏勘……細視上地，甚是膏腴，當效寓兵於農之法，庶可餉無匱……其餘諸鎮，按鎮分地，按地開荒……插竹爲社，斬茅爲屋，圍生牛牧之以犂，使野無曠土而軍有餘糧……」。

臺灣通史卷 17 有這樣的記述「……及經（鄭成功之子）嗣立，諮議參軍陳永華乃籌長治之策，盡心經畫，建保里之方，布屯田之制，開漁鹽之利，伐林木之材，內保農桑，外興貿易，十數年來，移民大至，多至數十萬人」。

總之，大陸人口移向臺灣，是臺灣土地資源急速地被開發利用的主要動力。雖然這種由大陸向臺灣移殖的運動，有時受到鼓勵，有時又受到限制，但仍漸漸被經過了兩百年以上直到今天。這一事實，在臺灣土地利用發展的史頁上，寫下了不可磨滅的重要影響。

表 1 臺灣歷年人口與土地開發經過概況

公曆	國曆	人口	開發土地面積	開發地區	土地利用之重要形式及其變遷
1597	明隆慶元年	閩省發出海通商捕魚船引 150 張，每船最少以五人計則其時來臺者爲數千人不遠。		北港、蚊港，基隆、淡水。	漁撈或販賣糧食豬鬃等。
1624	明天啓 4 年	荷蘭駐臺兵民 2,800 人。		安平、臺南市。	以結管制度合力開拓荒地植蔗製糖，輸出日本中國，並收王田租稅等利。
1631	明崇禎 4 年	荷蘭船首次載運中國移民 1,703 人至臺。		除安平、臺南市外，多在今佳里、善化、麻豆三地區。	值 1635 年一年輸至日本蔗糖達 130,000 斤。
1637	明崇禎 10 年			(同上)	糖產約增至 400,000 斤。
1640	明崇禎 13 年	中國移民 3,538 人。合計共約 11,000 人。		(同上)	植蔗之外，漸多種稻以求自給。
1644	明崇禎 17 年	中國移民共計 30,000 戶或 100,000 人。	除已墾者外，新開計 350 甲。	擴張至新化、新港等五個番村。	糖米之外，漸有豌豆、菸草等雜作及果木。

臺灣土壤沖蝕現象及其防治途徑

1645	明崇禎18年	(同上)	新開約 3,000 甲。	(同上)	
1650	明永曆4年	至少 100,000 人以上。	10,000 甲。	臺南市外，擴展至新港、麻豆、佳里、善化、新化、灣裡、卓猴等地七個番社。	糖米、雜作、果園等。
1652	明永曆6年		稻田達開田的三倍，以全社總量與每甲產糖率推算，得知當時蔗園約 3,000 甲，稻田 9,000 甲，合計約 12,000 甲。	漸擴展北至北港、東近新化、南至阿公店。	輸往日本蔗糖增至 8,000,000 斤或 10,640,000 磅。
1661	明永曆15年	於原已移住臺灣人口之外，增移官兵及軍眷約 30,000 人。		安平及臺南市為官衙宅第之地，墾殖已擴展至文賢、仁和、仁德、長治、歸仁、永康、善化等 24 里。	鄭成功入臺設軍兵屯墾營盤地 40 餘處，就地自耕自給，並及山林坡地，沿海各澳設置網位、罾位，捕魚徵稅。
1664	明永曆30年 (即清康熙3年)	鄭經帶往臺灣官兵及眷口約 7,000 人。			種稻多於種蔗，歲僅一熟，不用肥料。
1668	康熙5年	中國大陸移臺者共約 200,000 人。	鄭氏屯墾所開拓之田園合計約 18,454 甲。	南至鳳山、恒春，北至嘉義、雲林、彰化、埔里、苗栗、新竹、淡水、基隆各據點。	以官兵屯墾方式開闢荒地，成立所謂營盤田及屯墾地至七十二鎮，遍及臺灣西部各平原。惟尚屬點狀的開發，而未至面的發展。
1672	康熙11年	「數十萬人」			蔗糖生產減至 100 萬斤，而稻米產量由於屯墾制度之實施已大為增加。同時積極開發漁塢、鹽田、臺灣鐵線和砍伐林木。
1683	清康熙22年	鄭氏亡，清軍入臺。	19,000 甲。	(同上)	(同上)
1684	清康熙23年	此後數年，漸有出大陸者，人口略有減少。	水田 7,534 甲，旱地 10,920 甲，合計 18,454 甲。		
1696	清康熙35年			七漢人越中央山脈初至東臺灣探險。	

1720	康熙 59 年	泉州施姓、吳姓、楊姓及粵人張姓的家族移墾。		就彰化迤西至今線西人此一帶開墾田園。	
1796	清嘉慶元年			開始宜蘭地區的墾拓。	吳沙招漳州、粵籍人民來宜蘭地區實行三語台墾。
1811	清嘉慶 6 年	2,003,861			
1821	清道光元年			臺東、花蓮初有漢人移居。	
1843	清道光 23 年	2,500,000			1860 年前後，烏龍茶運銷北美，植茶者日盛，以臺北、新竹等縣為主產地。
1902	清光緒 28 年	3,050,000			1903 年日人首次以香蕉輸日，從此獎勵生產，並對日輸出。
1919 至 1915	清宣統 2 年 至 民國 4 年止		日人舉辦土地調查，於農地之外，另行編定官有林野 916,775 甲、民有林野 6,961 甲。		自 1912 年起，因發現竹子坑仙人種香蕉，種植香蕉之面積，遂由前此之 800 公頃左右逐年增加。至 1915 年已增至 8,472 公頃，三年間，竟增加三倍之多。
1921	民國 9 年	3,660,000			1923 年起，日本拓植農林株式會社在基隆增設新廠，創製紅茶，香蕉栽培面積增至 3,920 公頃。
1930	民國 19 年	4,590,000			1930 年起，日人在基隆等地利用丘陵山地，大量提倡其種各種進口及本地樹薯。香蕉面積增至 11,551 公頃。
1940	民國 29 年	5,870,000			香蕉栽培面積增至 13,639 公頃。1941 年為 21,272 公頃，為日據時代栽培面積最高之一年。
1948	民國 37 年				苗栗縣等擴大香茅栽培面積，開闢原屬林莽山地達 15,000 公頃。植茶面積達 33,023 公頃。

1952	民國 41 年	9,590,000 (或近於 10,000,000)	829,200 (或876,100) 公頃。	香蕉栽培面積：15,689 公頃，香茅栽培面積：25,922 公頃，茶栽培面積：37,998 公頃，鳳梨栽培面積：5,849 公頃，樹薯栽培面積：10,719 公頃，其他易於招致沖蝕作物之栽培面積約 30,000 公頃，合計約 400,000 公頃。
1953	民國 42 年	約 10,000,000	872,738 公頃。	香蕉栽培面積減為 12,718 公頃，鳳梨栽培面積約為 5,670 公頃，香茅栽培面積：24,222 公頃，茶栽培面積增至 39,073 公頃，樹薯栽培面積：9,038 公頃，其他易致土壤沖蝕之作物約：350,000 公頃，合計約 440,000 公頃 (以上僅為易於招致土壤沖蝕作物之栽培面積)。

現在為要闡明這種影響的現象，特以下列數項，來作總括式的說明：

(1) 在十七世紀中，大陸的農業技術與經驗，已遠較臺灣島上土著民族更為成熟而進步，不過最初到臺灣開墾闢土的人口，並不都是以農出身的老農。

(2) 當時在臺灣開發利用土地資源的主要目的，是在求急功近利，在求眼前溫飽，往往在開墾時並沒有長住久守的通盤打算，因此最初也缺少較永久性的各種農業設施。

(3) 最初農地的取得，與其說是依賴一定的法規制度，不如說是全憑努力的有無、資金的多少和權力的大小。

(4) 定耕和永佃的制度是後來纔逐漸發展出來的。

(5) 當時很普遍的以不擇手段而尋求近利的近乎開墾式的農墾結果，於不知不覺中，造成了廣大的土壤沖蝕和沖蝕所引起的各種禍害；往往不僅將已墾的一點點土地終至瀕於毀壞或變劣，甚至比墾地更為寶貴的許多天然資源，也通統給澈底斷送。

(6) 由於上述這些關係，土地利用的形式時常會有改變。耕作難以穩定，因而棄舊開新、粗放掠奪的經營存在皆然。特別在丘陵臺地，墾種旱作的地區為甚。除了較平地區漸作水田定耕者外，一般坡地旱作，很缺少定耕農業中重要的永久性設施，如人工灌溉、平土作壟、構築階梯田等。

(7) 每在大陸人口大量移臺的時期，土地資源的開發，便加快一次，原始林地草原便要被急速地破壞一次，同時一般土地利用的形式，也起了較為重要的一度改變。

(8) 日據時代的「拓殖」、「開發」，除水田區域外，幾全集中於旱地的墾殖。諸如香蕉、茶、鳳梨、甘蔗等，都是種在抗力薄弱而必需加強水土保持設施的臺地丘陵地帶斜坡上面的作物。又如樹薯的推廣、香茅的發展，日人在這些「特產獎勵」之下，尤其在二次大戰中，造成了臺灣土地資源中廣大的沖蝕禍害，影響無窮。

(9) 由於總人口和農業人口的逐年增加，食之者日眾，光復後對於公私土地利用之管理與指導顯

有鬆弛，濫伐山林肆意開墾之風，變本加厲；加以戰後國內外市場種種突發刺激，農作物價值往往此起彼落，使作物與費無度，更使國公有土地中的墾墾地，難望有合理之改良設施。

多數臺灣農民雖漸感地力之日趨劣化與生產成本之不斷抬高，然而由於未明土壤沖蝕之過程與有效之防止方法，遂致土壤沖蝕之嚴重現象普遍發生，已受沖蝕而致廢棄的土地，各地都有。如不速謀對策，勢將萬劫難復！

三、土壤沖蝕現象之分類與分級

(一) 分類

臺灣土壤沖蝕的現象，可依其沖蝕力來源的不同，分成三類十六型如下表：

表 2 臺灣土壤沖蝕之分類

沖蝕現象分類		主要沖蝕力	沖蝕過程與沖蝕現象的主要特徵	發生地點示例
類	型			
A 水力 沖蝕	1 表面 結膜現象	雨點、雨水、逕流、流水、海潮等	旱區或乾燥而細碎疏鬆的土壤，突然遭遇陣雨或短時的噴水澆潤，常在土壤表面結成薄薄的一層泥膜。乾後結成薄層的硬皮，往往堵塞土壤上下通風的孔隙，使以後雨水向下滲透的速度和數量大為減低，因而造成更多的逕流去沖蝕危害鄰近的土地。	臺南、高雄、南投、雲林、嘉義等縣荒廢裸露地、旱作土地及部份水田。
	2 薄層 沖蝕	雨水	由於雨點的打擊和雨水逕流的沖刷，使土地表面均勻而薄薄的一層表土，被沖蝕而移動。因表土內有機質和細粒土壤的流失，往往使土色由深而淺，但不易為一般人所發覺(圖 1 及圖 2)。	新竹、苗栗、臺中、南投、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東及東部各縣山坡旱作地。
	3 細紋 淺溝沖蝕	雨水	由於雨水過多或逕流開始集中，於薄層沖蝕之下，更進一步鑿成多數由上而下有直有曲的細紋小溝。若干小溝的下端，往往匯聚而成稍稍較深的裂溝；其普通的深度和寬度約在 30 公分左右(圖 3 及圖 4)。	新竹三姓、新城一帶的丘陵坡地，苗栗境內丘陵臺地，臺中潭子至霧峯山邊的果園、竹筴地和旱作地等。
	4 寬平 淺溝沖蝕	挾沙的雨水逕流	堅實而黏重的土壤，在暴露狀態下，受到挾帶沙塵的雨水不斷地澆流沖刷，便會形成溝底寬廣而溝邊圓平、坡度平緩的淺溝沖蝕(圖 5)。	桃園中壢、臺中公館等處紅土臺地。
	5 窩坑 沖蝕	挾帶石塊的雨水逕流	底層堅硬的土壤，在急坡傾斜之下，受到雨水逕流的沖洗，特別是在逕流中帶有較大而有尖銳棱角的石塊不斷地向底層墜落時，遂在沖蝕溝的底端形成一連串的窩坑，甚致擴大到彎彎曲曲的螺旋狀的狹窄深溝沖蝕(圖 6)。	臺南左鎮南北一帶五山。

臺灣土壤沖蝕現象及其防治途徑

	6 尖底 斜壁深溝 沖蝕	雨水(集中的逕流)。	表層鬆軟而底層或其母質較為堅硬的土壤,受到雨水逕流集中後的沖蝕作用,往往形成 V 狀的尖底深溝沖蝕,溝底尖狹,兩溝邊普通成銳角(圖 7)。	南投、嘉義等縣各處山地。
	7 寬底 削壁深溝 沖蝕	雨水(逕流多而集中)	表層底層或其母質都是非常鬆軟的土壤,受到集中的逕流不斷的沖刷激動,常會形成溝底寬平,溝邊陡峭的 U 狀深溝沖蝕(圖 8 至 10)。	臺中大肚山、彰化八卦山等地的紅土臺地。
	8 複式 深溝沖蝕	雨水(逕流集中很多)	在 V 形的深溝沖蝕,繼續擴展到穿過較堅硬的土壤底層或其母岩時,如果再遇到較鬆軟的土層或其母質,便又會形成 U 形的深溝。所以在這種底層或其岩層硬軟相同的地區,便會同時有 V 形和 U 形的深溝沖蝕(圖 11 及 12)。	高雄古亭坑至田寮一帶丘陵地等。
	9 惡性 崎嶇溝谷 沖蝕	雨水	疏鬆土層之下,若為堅硬粘土或盤層土時,則其沖蝕結果,常致形成橫向溝邊發展之極度崎嶇的惡性溝谷沖蝕(圖 13)。	嘉義至小梅途中之看天田,臺南官田鄉新厝一帶母岩屬於青灰色沙質頁岩地區。
	10 岩石 冰川溝谷 沖蝕	雨水	土層中含有多量岩石碎片或巨大石塊,在逕流集中長時間沖蝕之下,土壤中間細部份均隨流水沖失,而留下多量之大小石塊堆積溝底;雨水不多時,溝底雖不見流水,而逕流復成暗渠於卵石碎岩縫隙之下緩緩流出,因而成爲潤滑劑,而使堆積溝底之岩石碎塊徐徐地向下滑動,故有岩石冰川的別名(圖 14)。	臺中大肚山一帶和彰化八卦山臺地礫石層的沖蝕崩落等。
	11 崩山 沖蝕	雨水	在陡峻坡地,凡其母岩之斜面平滑且其傾斜度甚大之土壤,若遇暴雨或久雨或雨後地震,均易發生崩山沖蝕,其進行過程,往往是突然而急速的。土層深厚時有時不論其下坡是否已有沖蝕現象,均可於半山坡上發生此種崩山崩山沖蝕,而在傾地底下崩壤地(圖 15 至 18)。	臺中大甲火焰山、南投仁愛鄉奧萬大與靜觀等母岩屬於崩山礫岩或千枚狀黏板岩地區。
風力 沖蝕	1 塵土 飛揚散失	季候風、颱風、 挾帶海水鹽鹼的 海岸風,挾帶塵 沙的內陸強烈風 等。	乾旱地區,凡土粒輕鬆細碎的土壤於強風吹激之下,最易隨風飛揚,飄失至數公里之外,其吹失過程,既不限於表層,更不分上坡下坡。凡在風位處,土壤屬於輕細鬆散(如粗砂、細砂、砂壤土等)而土粒乾燥且無覆蓋保護,便易發生此種吹失的沖蝕現象(圖 19、20)。	臺南下鯤身、麻豆至佳里一帶,高雄獅陀,雲林三條崙、彰化溪底、西港等地。
	2 塵土 沉落填積	風	隨風飛揚的塵沙,當風力遭受阻障或風速減小時,其所挾帶的塵沙就逐漸降落,往往淤填水圳、魚塢、陂池、農田、村舍及其他重要生產建設如鐵道、公路、厩房等(圖 21)。	彰化鹿港國光村一帶,雲林林厝寮許厝寮一帶。
	3 活動 砂丘沖蝕	風	沙丘的堆積和移動比較飛砂的移動與沉落雖更緩慢,但其砂量總多,路線所經,無論林木、房舍或其他建設,往往爲之推倒而填壓甚或埋沒(圖 22、23)。	彰化草湖、雲林麥寮附近一帶。

C 風力 併發 水力 沖蝕	1 內河 灘岸沖蝕	強風流水	由於臺灣河川比降甚大，水位漲高時流速亦大，而洪流所能搬動之岩石的直徑更是巨大。若在洪水前後遭受風力沖蝕，或破壞其堤堰，或淤填其原有之溪流通路，均易引致極難控制之灘岸沖蝕，且多發生於河川的南岸(圖24、25)。	西螺溪、虎尾溪之南岸或其河陰之灘邊。
	2 海濱 風沙沖蝕	潮汐、狹帶鹽鹼之海風、海濤等	海濱土地因其毫無屏障，時受海風的吹襲，且每多狹帶鹽鹼海水，激起滔天波濤，水假風力，沖蝕灘岸。有時潮汐退落，復加風力，亦可引致同樣的沖蝕現象。	彰化王功沙山、臺南北門、將軍一帶。



圖 1

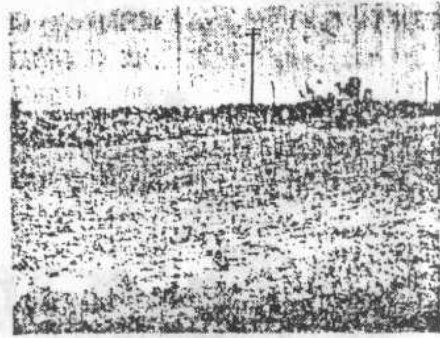


圖 2



圖 3

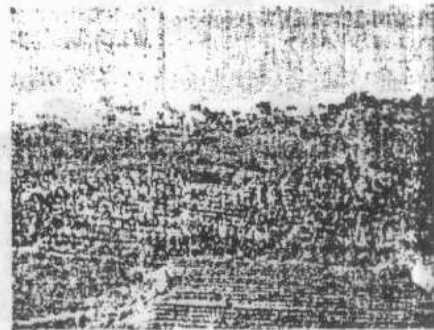


圖 4



圖 5



圖 6



圖 7

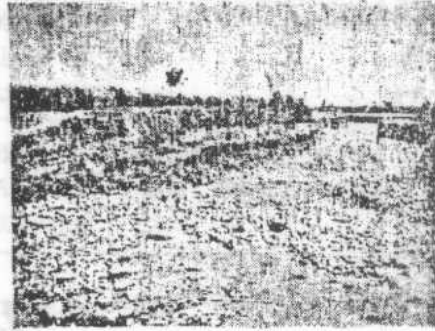


圖 8



圖 9

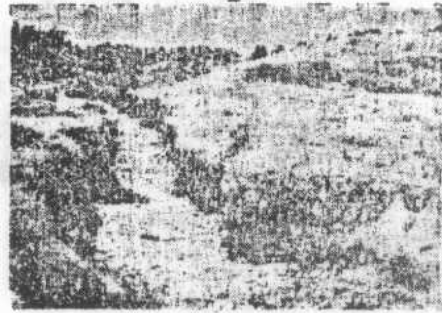


圖 10



圖 11

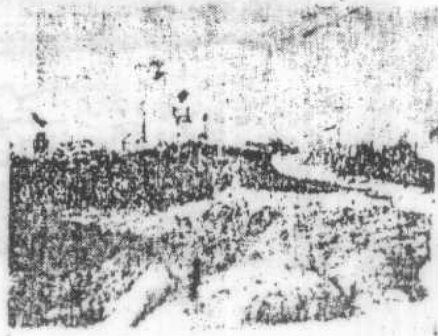


圖 12

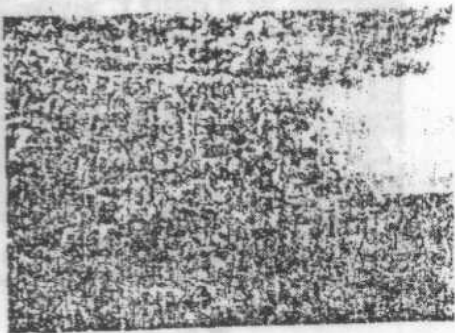


圖 13



圖 14

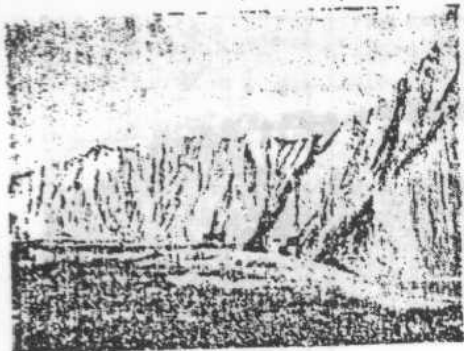


圖 15

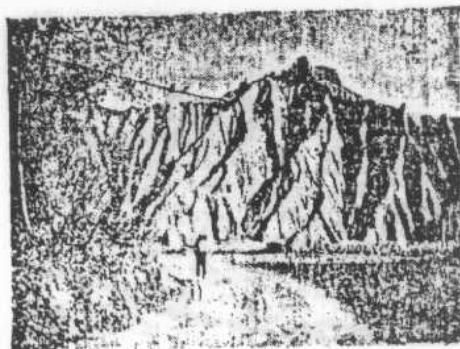


圖 16



圖 17



圖 18



圖 19



圖 20

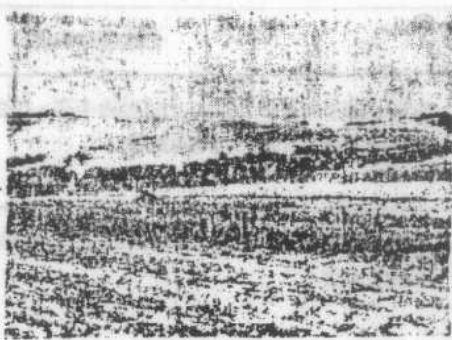


圖 21



圖 22

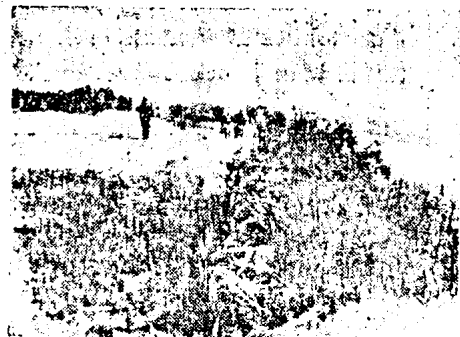


圖 23



圖 24



圖 25

(二) 分 級

土壤沖蝕程度深淺之分級，普通係以土壤原始剖面中已被沖蝕之深度或其已失去之層理關係，作為分級標準。但此種分級方法，在臺灣頗難適用。因臺灣分佈較廣之重要土壤，其層理發育多未顯著，加以地變頻仍，沖蝕劇烈，在臺灣有土壤形態調查以前，多數土壤已無原始剖面可尋。在不得已情形之下，則依各種土壤因沖蝕程度之不同以致其所需各種保育處理工作繁簡之互異，將其分為五級。其分級之標準與說明，列如表 3。

最近中美兩國技術合作所舉辦臺灣全島土地利用與森林資源之航空測量調查，即係採取著者建議，以本節所提之標準，先將土壤沖蝕及其他有關因素分級，進而依各土壤所為防止沖蝕需保育處理之繁簡，再將各種土地分成五級，並定名為土地保育問題分級，頗切實際需要。

表 3 臺灣土壤沖蝕程度之分級標準

沖蝕分級	分級標準說明	類型舉例	沖蝕程度
第一級	無顯著的任何沖蝕現象。土壤滲透率高，覆蓋良好，或坡度甚小，整地合理，無遠距離土壤移動現象。	A1	無沖蝕現象或僅有極微沖蝕現象。
第二級	有顯著的薄層沖蝕、細紋淺溝沖蝕或塵土飛散，坡度稍陡，地面覆蓋有顯著破壞。	A1、A2及輕度的 A3、B1及輕度的 B2	有顯著的沖蝕現象，但尚不嚴重。

第三級	有嚴重的淺溝至深溝沖蝕現象，其深度在 30 公分至 1 公尺之間，或深度在 15 至 30 公分的風砂堆積沖蝕。	嚴重的 A3, A4, 複期的 A5, 及 B2	沖蝕現象嚴重
第四級	飛砂堆積達 30 公分至 1 公尺之深度，或沖蝕溝谷深與廣均達 1 公尺以上，成 V 型或 U 型，尚可以植物方法救治者。	A6, A7, B8, C1	沖蝕現象甚為嚴重。
第五級	因沖蝕極端劇烈，表土無從固定，且沖蝕過程已侵入心土或母岩，不易以植物方法救治者。	A9, A9, A10, A11, B3, C1及C2	沖蝕現象極端嚴重。

四、土壤沖蝕因素之分析

左右或對土壤沖蝕程度的因素很多，概括起來說，是土壤性質、地形、氣候、覆蓋或土地利用等。這些因素中雖有時會有某一因素單獨發生重大影響，但一般土壤沖蝕大多是這些因素的綜合作用之結果。許多人有時會說某因素造成沖蝕，乃是在某種環境下，相對的強調該因素之作用而已，並不指那單獨因素，即為造成此種沖蝕的惟一因素。因為各因素間，其影響有許多是相乘的，也有許多是相消的，例如苗栗大湖的雨量記錄，其強度雖小，但地面過份暴露却增加了土壤沖蝕；另如南投境內的社頭雨量強度雖大，因地面覆蓋密集，土壤性質良好，沖蝕却極度輕微。以下為說明方便計，將有關影響臺灣土壤沖蝕之因素，分別敘述如次：

(一) 覆蓋

地面覆蓋具有保持水土的功效。因為覆蓋可以：(a) 削弱降雨對土壤的衝擊力量；(b) 抑低風速，保護土壤，避免飛失；(c) 減低土面逕流速率，截留水流中泥沙，使其含沙量減小，對土壤侵蝕的能力變弱。地面覆蓋，不僅指原始森林、樹木及天然草類等，凡具有以上的效能，即所栽培的作物、人工植造的樹林、果木，亦莫不具備覆蓋作用。不過因種類及覆蓋密度不同，其防止沖蝕的效能差異也很大；茲舉示如表 4 及表 5。

表 4 覆蓋種類對於水土流失量之影響

覆蓋種類	水分流失量佔降雨量比率(%)	每公頃每年泥沙損失量(公噸)
林地	1	0.4
草地	16	5.0
耕作地	25	99.0
暴露地	49	514.0

表 5 不同栽培方式對水土流失之影響 (雨量：21 吋，土壤：粉質壤土)

作物與處理	流失量(1935~1941)	
	水 (吋)	土 (公斤/公頃)
休耕地	3.74	20,266
玉米(連作)	1.75	6,178
輪作(玉米、燕麥、三葉草)	0.46	537
施肥之草地	0.13	21

註：栽培玉米，曾施用自給肥料 6 噸。