

國立復旦大學叢書

# 水土保持學概論

陳恩鳳著

商務印書館發行

國立復旦大學叢書

# 水土保持學概論

陳恩鳳著

商務印書館發行

一九五〇年十二月再版

國立復旦大學叢書  
水土保持學概論一冊

◎(61427)

基價捌元

印刷地點外另加運費

著者 陳恩鳳

發行人 陳懋解  
上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 各地商務印書館

\*\*\*\*\*  
\* 版 權 所 有 \*  
\* 翻 印 必 究 \*  
\*\*\*\*\*

## 自序

我國西北部淡栗鈣土（黃土）區與南部紅壤區土壤侵蝕皆烈，尤以前者為最，所謂「黃災」，久為吾人所疾首。治本改良之道，唯水土保持工作是賴。查斯項工作之研究，與於北美，北歐土地利用甚為合理，土壤鮮生侵蝕，故此成為專門科學，不過二十年內事。

著者久事土壤調查，兼作土壤肥力試驗，深知斯項工作之重要。近因執教復旦農院，擔任斯課教學，遂集北美與國內材料編成講義，美國材料大致根據 Q. C. Arye: Soil Erosion and its Control, 1936; A. F. Gustafson: Conservation of the Soil, 1937; H. H. Bennett: Soil Conservation, 1938 等三書，國內材料則根據中央地質調查所土壤研究室及著者歷年調查所得。初稿既成，同學王君方維、楊君感孝等堅以斯學方興，國內尚鮮注意，應予提倡，並願代將原稿整理為請。嗣經覆校，雖深知所集材料過少，尤以國內為甚，且偏重土壤方面，他如水利工程、植物方面未能詳述，不無偏而不舉之弊，然皆限於目前環境與所學，只獲容圖增補。因名“水土保持學概論”者，願作國內斯學之前導，拋磚引玉，意在於斯；補偏救弊，當自勉之。全稿既成，復承李連捷先生熱心校訂，特此誌謝。

陳恩鳳寫於重慶北碚 一九四九年一月一日

# 目 錄

第一章 緒言	1
(一)名詞釋義 (二)土壤爲人類生活最大資源 (三)土壤生成與保持 (四)土壤侵蝕發生及其損害 (五)世界土壤侵蝕概況 (六)我國土壤侵蝕概況 (七)防止土壤侵蝕之原則 (八)近代各國保護土壤之設施與機構	
第二章 土壤侵蝕方式及其對於農業之損害	9
第一節 土壤侵蝕方式	9
(一)片狀侵蝕 (二)溝狀侵蝕 (三)陷穴侵蝕 (四)崩塌侵蝕 (五)沿岸侵蝕 (六)飛砂侵蝕	
第二節 水蝕損害	12
(一)土壤全體損失 (二)土壤精華部份損失 (三)農田掩沒之損失 (四)灌溉水池與渠道之淤塞	
第三節 風蝕損害	14
第三章 土壤侵蝕因子	15
第一節 降水	15
(一)年雨量 (二)降雨強度 (三)降雨與流失 (四)流失水量計算公式	
第二節 坡度	20

(一)坡度	(二)坡長	
第三節	土壤性狀	22
(一)質地	(二)構造	(三)石礫
(四)土層厚度與底土性	狀	(五)土壤特殊性質
第四節	天然植物	28
(一)一般效用	(二)森林	(三)草原
第五節	作物與耕作方式	31
(一)地面暴露與土壤侵蝕	(二)作物種類	(三)耕作方式
第六節	其他因子	32
(一)冰	(二)道路	(三)動物穴
第四章	土壤侵蝕防止方法	33
第一節	增加土壤吸水量	34
(一)土壤吸水量之測定	(二)土壤吸水量之增加方法	
第二節	施肥與輪作	39
(一)施肥	(二)輪作	
第三節	等高種植	41
(一)等高橫行種植之利	(二)農人種植之習慣	
第四節	等高條植	44
(一)設計資料	(二)條之寬度	(三)條寬差異限度
(四)輪作	(五)畸形地帶之管理	(六)等高條植與梯田之關係
(七)撇水溝		
第五節	梯田	50

(一)梯田效益	(二)梯田種類	
第六節 草原與森林		54
(一)草原	(二)森林	
第五章 梯田之修築		61
第一節 梯田設計		61
(一)梯田之坡度限制	(二)梯田之大小	(三)梯田田面坡
度	(四)梯田橫斷面	(五)梯田載水量
第二節 梯田修築		67
(一)條築方法	(二)修築費用	(三)梯田保護
第三節 出口		69
(一)人造出口	(二)牧場	(三)林地
(四)天然排水溝		
(五)農場邊界與路溝		
第六章 切溝之防止		72
第一節 植物防止法		72
(一)乾草與枝葉	(二)雜草與豆科植物	(三)籐與灌木
(四)喬木		
第二節 堤壩防止法		74
(一)堤壩設計	(二)溝頭保護	(三)枝堤
(四)金屬網堤		
(五)碎石堤	(六)木堤	(七)整石堤
(八)水泥堤	(九)	
土堤		
第七章 風蝕之防止		85
第一節 乾旱區風蝕之防止		85

第二節 腐殖土區風蝕之防止	87
第三節 河海沿岸風蝕之防止	87
第八章 浪蝕之防止	88
第一節 河岸侵蝕之防止	88
(一)樹木 (二)藤類 (三)草類 (四)工事	
第二節 海岸湖岸侵蝕之防止	90
第九章 公路侵蝕之防止	91
(一)坡度 (二)撇水溝 (三)路旁坡面保護植物 (四)路 溝排水	
第十章 中國主要土類之侵蝕現象	93
(一)淡栗鈣土 (二)紅壤 (三)漠鈣土 (四)黃壤 (五) 紫色土 (六)棕壤 (七)灰棕壤 (八)高山草原土壤 (九)黑鈣土與栗鈣土 (十)灰壤 (十一)沖積土 (十二) 濕土 (十三)鹽漬土與泥炭壤	
結語	97



# 水土保持學概論

## 第一章 緒言

(一)名詞釋義 吾人初謂保土學(Soil Conservation),近又改稱水土保持學(Soil and Water Conservation),在學理上無甚異處,僅為名詞之改進而已。緣侵蝕土壤最烈或最廣泛之因子為水,吾人能調節水之流動,則可保土不被沖失,可知保水即所以保土;再地面土壤一經保全,植物始獲生長,而此二者皆為地面最主要之保水物質,試觀光滑石面,降水不旋踵而逝,可知保土亦所以保水,相互因果不可分離,故名水土保持,其義更切。

(二)土壤為人類生活最大資源 人類文化或生活無論衣、食、住、行,所需原料皆賴土壤供給。俗諺有謂「萬物土中生」,實非妄言。一般所謂農業,實乃最大最精巧之工業,此種工業乃以土壤為原料,植物為機器,製成吾人所需之食物、衣料、木材等;又以牲畜為機器,製造吾人所需之乳肉與皮毛;此種原料之多,尙難以精確數字統計,其構造之精,亦非任何機械所能媲美,此皆顯然事實。是謂土壤為人類生活最大之資源,何可非議。乃因其數量之多與分佈之廣,常為吾人忽視;然若一旦損失,則吾人必隨而絕跡。斯又證土壤之有無直接關係人類存亡,若謂僅影響國家興衰,尙不足以喻其重要。因之古諺有云:「有土斯有民,有

民斯有財」，實已早爲我國先哲所熟知。

(三)土壤生成與保持 土壤之生成極緩，其速度隨岩石性質及各地氣候而異。母岩質地堅硬主含石英者難風化，質地軟弱主含雲母者易風化；高溫多雨足促岩石之風化與土壤之發育，低溫少雨反之。根據美國地質學家 T. C. Chamberlin 氏估計，岩石風化速度平均每呎土壤需時一萬年。設吾人耕地土厚二呎，即需時二萬年。可知目前地面所存之土壤，皆歷若干世代之遺產，吾人務須慎爲保存，傳諸後代。

土壤之保存狀況，試以美國爲例，可見梗概。當十七世紀之初，北美尚屬原始狀況，東部雨量豐富，地面全爲森林掩護，針葉樹與闊葉樹混生；中西部雨量漸少，由濕草原而乾草原，卒達漠境，只生稀疏雜草。其間影響土壤存失之因子，如於東部，雨水之冲刷力雖大，但森林之保護力特強，土壤未嘗侵蝕；中西部雨水較少，草原亦足保護；只漠境植物過少，不免風蝕爲害。可知在天然狀態下，大部土壤所受破壞力與保護力適成均衡，而獲保存，只於漠境缺乏保護。雖然地面之受風雨冰及其他重力之侵蝕，無時不已，整個地面無時不在侵蝕中，其速度雖緩，但隔若干萬年，地形亦必有所改觀，此乃地質侵蝕，顯與土壤侵蝕各異其趣。

稽之我國古代情形亦復如是，根據若干記載，江淮以南森林葱鬱，陝甘一帶竹林遍生，及至河西綠洲，唐代尚設四郡，植物由東南向西北漸疏，雨量亦由東南向西北漸少也。

(四)土壤侵蝕發生及其損害 在自然狀況下，各種因素對於土壤所生之保護力與破壞力，每趨平衡，嗣後土壤侵蝕之發生，純由人爲破

壤，使其暴露，以致為風水冰等所襲擊。所謂人為破壞，初乃迫於食物尋求，繼為不合理之管理，簡言之，土壤侵蝕之發生，乃由於吾人利用土地之不當。仍以新興美國為例，最為逼真。當純由土人居住時期，因人口稀少，未嘗破壞自然平衡；繼移民遷入，砍伐東部森林，以廣農田；早耕中部草地，以增農產；放牧西部草原，以殖牲畜；甚至焚毀林木，以為鉀肥；此外利用各種副產如樹皮、松脂之類，濫加破壞，侵蝕隨生。復因當時運輸工具不佳，耕地例須集中城郊，峻峭山坡亦加耕植；再加車道作侵，侵蝕橫生，為患無已。

土壤侵蝕引起之損害，在農業方面有三：（一）土壤全體損失，（二）細粒與腐殖質損失，（三）植物易溶養分損失在水利方面亦有三：（一）河道溝渠或水管之淤塞，（二）航運水量之失衡，過多或過少，（三）堤岸橋樑或其他工事之破壞。至因土面不能蓄水，河流淤塞，而引起洪水泛濫，吾人生命財產之損失，更屬常見事實，所謂「黃災」，已為吾人所熟聞矣。

美國所受土壤侵蝕之損害，根據保土局 1935年 G. L. Fuller 氏統計，因水蝕廢耕農地四百萬畝，風蝕九百萬畝，尚有六萬萬畝已受嚴重之損害，此種數字因時變動，增加速率甚大。又據化學土壤局 1935年統計，美國因侵蝕廢耕之土地 1910年為一千萬畝，1935年增至五千萬畝；因表土流失產量減少之土地，達一萬二千五百萬畝；尚有五萬一千三百萬噸細粒淌至河口，其他大量停滯於內陸低地或水道者尚不及計；二萬七千萬噸溶解物質內含六千三百萬噸之植物養分悉被冲刷，此量相當於全美所產玉蜀黍應需養分量之二十一倍；另有一萬六千五百萬

嗽牧地，因過度放牧而損失其肥力者，達百分之四、五十；上列耕地損失數字，相當於全美耕地面積三分之一強，其餘農地中百分之七十五，亦皆受侵蝕之損害，可畏孰甚。須注意者，雖亦有瘠地因沖來之物質而增高肥力者，但究少數，且乃損彼益此，並非實際增益也。

(五) 世界土壤侵蝕概況 亞洲土壤侵蝕以小亞細亞及中國西北部為最烈，皆文化發達最早，土地利用最久之地，因管理不當，受害至為慘烈。非洲之撒哈拉大沙漠，史載曾有森林，近則風蝕甚烈。南北美洲因移民遷入，濫伐森林，土壤侵蝕，相當劇烈。熱帶各地如雨量豐富，植物生長茂盛，易得保護，土壤侵蝕一般不烈。

北歐土地利用至為合理，故無土壤損害之虞。日本境內多火成岩，原為易蝕山嶺，惟其林政至佳，亦無侵蝕危害。

(六) 我國土壤侵蝕概況 我國為古農國家，土地利用甚早，至今已具三千餘年歷史，農民雖知土壤重要，但因缺少科學知識，尙未能完成保護土壤之使命。雖於若干區域土壤保持尙屬精密，如四川梯田之修築，砂塘之設施，皆足取法。誠如美人羅德明氏(W. C. Lowdermilk)所謂：「1710年四川紅色盆地環境惡劣，人口僅十四萬五千人，今已憑人工構築之美妙梯田生產足供四千五百萬人生活所需之物質，故中國農業技術之高，自有稱許之處。」

至於我國南部之水稻田，亦具防蝕功效，但此種設施主為蓄水，以便種稻，究為巧合之事實。反觀我國西北部砂漠區之風蝕，黃土區之水蝕，則又慘烈無比，世鮮其匹。根據羅德明之記述：「森林既盡，河流亦塞，肥土已去，人煙繼絕，如斯悲狀，不忍卒目。」可知曾受人為破壞。惟

證以目前此帶造林極感困難，雨量稀少，甚至草類難生，推測古代縱有森林，但必不至如何繁茂與普遍，森林一經破壞，恢復不易，蓋已屆所謂邊際地帶矣。由上述南方宜稻，故獲遍作梯田，西北乾旱，甚至植物稀疏，又證自然因子每足限制人為行動也。

根據朱克貴氏研究，我國土壤依其侵蝕程度可分七區，詳見插圖，茲分述於下：

1. 極微度侵蝕區 本區包括各地所有水田與梯田區，多屬濕土，面積不大，大部分佈於淮河以南平原及零散谷地，如長江、西江下游及洞庭、鄱陽湖岸皆是。此等田面如建築適當，皆甚平坦，鮮受水流破壞作用，故土壤侵蝕極微，每為觀察者所忽視。

2. 微度侵蝕區 本區雨量適中，因地形較平及土質較黏，僅生微度土壤侵蝕。包括秦嶺、大巴、大別諸山及其附近起伏旱地，華北平原暨武夷山嶺地帶，主為棕壤及一部份灰棕壤，面積亦狹。吾人在此區域內若留意觀察，每逢雨後地面可見小溝狀之侵蝕痕跡，幸地面植物繁茂，風蝕作用甚微。

3. 中度侵蝕區 本區雨量雖仍適中，地面已經蝕成大小不同之水溝，因植物茂盛，侵蝕作用緩度發展，為害不甚嚴重。多見於丘陵地帶，如四川紫色土及貴州一部黃壤區皆屬之。

4. 強度侵蝕區 本區雨水充沛，侵蝕作用進行甚烈，雖植物成長甚速，可生相當防蝕功效，仍有大部份表土及一部份底土沖失，使農田失其效用。包括長江以南湘、贛、粵、桂、黔、滇紅壤及西康高山草原土地帶。

5. 極強度侵蝕區 本區侵蝕作用劇烈，以致大面積土壤沖失，且常發生寬度數尺至數十尺之U形及V形侵蝕溝。要因地面植物稀少，缺乏保護，與土壤母質鬆脆，不相黏結所致。包括甘、寧、青、陝、豫、晉等省各種栗鈣土所在地帶。

6. 半濕潤境風蝕區 本區雨量稀少，且多分佈於夏季，通常風力甚大，故在夏季常起微度之水蝕，冬季地面暴露，風蝕作用進行顯著。包括東北各省灰壤、黑鈣、土及棕壤分佈地帶。

7. 乾旱境風蝕區 本區位於乾旱地帶，地面缺乏植物掩護，細砂隨風吹揚，甚有僅留光滑石礫者，包括蒙古、寧夏、新疆諸省沙漠地帶。

根據上述，可知我國大部土地已遭受強度土壤侵蝕，微受侵蝕之水田或沖積平原面積甚小，雖詳細損失尚乏統計，已足證水土保持工作在我國之重要。

(七)防止土壤侵蝕之原則 侵蝕土壤之主要因子為水與風，在天然狀況幸賴森林或草類保護，鮮受侵蝕之危害。可知防止侵蝕之基本原則為恢復原生植物，只於地面平坦，無侵蝕危害者，始宜耕作。惟事實上人口日增，需食日多，平坦區域所產食糧遠不敷吾人所需，故須利用微坡之地勉事耕作或放牧。此種坡地之利用，既須視各區地理環境規定其坡度之範圍；尚須加保護設計，如行等高條植、梯田等，庶免侵蝕發生。舉凡各地可農可牧地區坡度之測定，各種坡面耕作方法與保護工程之研究，皆於後章詳述之。

總括言之，防止土壤侵蝕之原則有二：一為根據各地自然環境合理利用；再為謀增加農產，利用緩坡耕作，必須加以適當保護。

(八)近代各國保護土壤之設施與機構 北歐諸國及亞洲日本之土地利用皆甚合理，土壤侵蝕向鮮發生，有關土壤保護設施每多包括於森林行政與法規內，如各種保安林之釐定，其中防水林、海岸林、防砂林等，皆以保護堤岸與土壤為目的，故無特種組織專司其事。

美國以初期移民破壞地面庇護過烈，發生嚴重之侵蝕，故其保護土壤之設施與機構最為完善。其發展經過可供國人參考，大致可分兩個時期，一為研究時期，再為示範時期。約於一百五十年前美東南部人民已試用等高條植與築梯田，1903年農部開始作各坡面排水測定，1914年公路局與農業工程局更作梯田試驗，嗣後各大學及試驗場從事各種流失測定，1929年國會決定撥款為農部森林局、化學土壤局、農業工程局綜合各地研究資料之用，以上為研究時期。1938年成立土壤侵蝕局 (Soil Erosion Service) 於內政部，由 H. H. Bennett 氏主持，規模漸大，1934年國家資源委員會水利組曾估計全國每年因土壤侵蝕所受損失達四萬萬美金，提議每年支款二千萬美金為防止水土流失之用，1935年改土壤侵蝕局為保土局 (Soil Conservation Service) 隸屬農部，規模頗大，所用人員包括土壤、農藝、農場管理、農業工程及森林等部門專家，廣設示範區於全國各地，其目的在使農民及社會人士明瞭土壤侵蝕不僅可以防止，同時尚可增加食用、牧用、纖維用之作物生產，以上為示範時期。現正入推行時期。

我國土壤侵蝕雖極嚴重，但截至目前，山林仍舊摧傷，峻坡依然耕植，迄無人過問，更不為政府注意。關於水土保持之研究亦寥不足數，十八年前金陵大學森林系美籍教授羅德民氏曾測定華北黃土與棕壤區之

流失量，近年中央地質調查所、中央農業實驗所、黃河水利委員會、福建省農業改進所與農林部水土保持實驗區，亦作土壤侵蝕調查與小規模流失測定，因受物力限制，少有成績。1948年羅德民氏復來吾國，適逢政府提議建設西北之際，因又有發動斯項工作之呼聲，卒成泡影。誠以我國遭受土壤侵蝕之嚴重，若圖挽救，需要人力物力較之美國有過之無不及也。



## 第二章 土壤侵蝕方式及其對於農業之損害

### 第一節 土壤侵蝕方式

土壤經吾人不合理之利用，其植物庇護破壞後，隨為風雨冰及他種重力如道路、水溝等所襲擊，因而發生各種方式之侵蝕，概括可分六類，茲列簡表如下，以資對照。

侵蝕方式	主要侵蝕因子
(一)片狀(Sheet)	水、冰、風。
(二)溝狀(Gully)	水、冰、道路。
(三)陷六(Sink hole)	水。
(四)崩塌(Land slide)	水、道路。
(五)沿岸(Sea shore and river bank)	水、風。
(六)飛砂(Sand Storm)	風。

由上可知侵蝕土壤最主要之因子乃為水與風，且常共同作用，如狂風暴雨交作，地面侵蝕最烈；再如颶風與浪，引起沿岸崩塌。水之發生侵蝕，緣於降水不能為地面掩護物與土壤所吸收；其於平地滯積低處，其於坡面則成逕流，隨流率之大小，挾帶土壤植物下移，是為侵蝕。冰之侵蝕作用，多發生於春暖冰融之時，冰塊每挾一部土層或融成混漿而流失。風則因其機械力吹走大小土粒，移往他處。低平道路因易積水，久而逐漸下切，成為深溝。再傍坡道路所成切面，每致崩塌。此皆各種因子