

土壤學

上册

鄧植儀 著
彭家元

1951

中山大學出版組印

目 錄

頁數

第一章	緒 論	1
第一節	土壤之概論	1
第二節	土壤之物質成分	1
第三節	土壤與植物生長之關係	2
第二章	土壤物質之構成	7
第一節	物理的風化作用	7
第二節	化學風化作用	9
第三節	生物的作用	10
第四節	土壤體之演進	11
第三章	土壤之分類	14
第一節	成因的分類又名地質的分類	14
第二節	特殊物質起著分類法	17
第三節	土質粗細分類又稱機械分析分類法	18
第四節	土壤調查分類法	21
第五節	世界各重要土屬	25
第四章	土壤機械分析及土粒之重要理化性	27
第一節	機械分析之原理	28
第二節	機械分析法畧說	28
第三節	土粒之重要理化性	30
第五章	中國土壤畧說	32
第一節	蕭氏之中國土壤研究	32
第二節	梭布氏中國土壤之研究	34
第三節	東三省之土壤	34
第四節	蒙古新疆之土壤	37
第五節	長城與黃河流域之土壤	39

第六節	淮河平原土壤	41
第七節	沖積平原土	41
第六章	土壤之物理性	47
第一節	土之質地及結構	47
第二節	土粒之排列	47
第三節	土壤之比重	49
第四節	土壤之孔度	50
第五節	土粒之數目	51
第六節	土壤粒子之表面積	52
第七節	土粒之有效平均直徑	52
第八節	土壤之色澤及氣味	52
第九節	土壤粒子之形狀	53
第十節	土壤之成形性	54
第七章	土壤之水	55
第一節	水之性質及其功用	55
第二節	植物需要水量	56
第三節	土壤中水分之供給	56
第四節	吸着水	58
第八章	土壤之水(續前)	60
第一節	毛細管水	60
第二節	重力水	64
第九章	土中水分之保持與調節	67
第一節	土中水分之散失與保持	67
第二節	耕作與土壤水分之關係	70
第三節	土中水分之調節	72

第一章 緒論

第一節 土壤之概念

土壤釋義 考近代應用科學之發達史，大都借助於純粹或自然科學之發明與研究所得不鮮。農業科學一應用科學也，自其研究自然界方面而言之，則有動植物與土壤之部分，而土壤之有科學的研究，初由地質學家與化學家而發其端，依地質學家之定名，地球之外層曰地殼，其深度可以推考者，隨地不同，極不一致，但最多不過九萬五千英尺。(1) 佳奇氏 (Geikie) 研究歐洲化石之構成，推定其平均深度，達七萬五千英尺。(2) 此地殼本完全為岩石，第經種種分解化變，其表面不復常見岩石，而為一層輕鬆物質所蓋附，此輕鬆物質，乃由巖石分解變遷而成，地質學家名之曰石毯 (Regolith)，蓋取其輕鬆如毯，被蓋巖石之意。此石毯最表之層，植物能仰給以資生蕃殖者曰土壤。故土壤者為地殼之表層，抑亦為石毯之最表層，大概由巖石風化變遷構成之微小粒子與有機物質及生物參合而成，并含有空氣與水，足以支持植物，資其生長蕃殖，間接維繫人類及動物之生存者。但因土壤之研究日漸普遍，範圍日廣，方面日增，所得智識日新月異，土壤科學漸有形成獨立之勢，故根本對於土壤觀念，漸有其新見解。此乃俄國都高沙夫 (Dokuchaiev) 固陵加 (Glinka)，德之黎民 (Rammann) 美之希路吉 (Hilgard) 諸氏數十年萃其精力于各方土壤之研究結果之曙光也，依此新見解，則土壤為一自然物質，位于地殼之表層，其本體常鬆軟，其發育情形與生成特徵，因環境之變遷而有差異，有成帶狀之分佈，有成局部之分佈者，故研究全世界之整個土壤體，與局部之特殊體，亦各具其原則與方法，此誠土壤科學史之一大轉變也，自科學之立場而言，此種觀念，有將土壤學演成一獨立自然科學之趨勢，但吾人須知研究任何科學，根本在求真知真理，苟得其真諦灼見而運用，則農業科學本身自易尋求其革新方法，而裨益于應用。故此種新轉變，惹起一般自然科學家與農業科學家尤其是土壤學家之一大注意也。

且也，土壤研究，在最近三四十年来，關於微生物之研究發明諸多，于自然及應用科學方面均增加智識不鮮，故土壤觀念，決非如前之地質學者與農業科學者之單簡見解可概括之也。

第二節 土壤之物質成分

自整個土壤體之觀念與解釋言之，既體上述，然土壤體之演成，在其主要物質上受氣候有機質及水之運動三種力量之影響，在未分別研討三大力量作用之前，應先說明其物質上大致成分。

土壤之物質大別之可分為兩類，一為無機的，一為有機的。無機的包括礦物質與水及空氣而言，有機的則為動植物遺棄肌體。自其數量比較言之，除堆植土外，大概有機物比無機物少。就乾土之重量計算，無機物恆佔百分之九〇至九九，雖然，有機物質量比較微少，而其效用於作物甚大，蓋以其含有之氮磷鉀等質易受土壤中微生物之作用，而資養植物也。

土壤中之生物，其種類甚繁；而以黴菌及細菌類為主，尤以細菌為重要，其數量之多寡，因土力及各種關係而有差異；大概一公分之礫層砂質土，約有二百萬至三百萬，中等沃壤約三百至五百萬，上等沃壤自五百萬至一千萬。其生活狀況，或定居一地，或居處靡定。其蕃殖易否，恆視環境衛生情形否適合，與食料是否豐富以為斷。其需要之生活條件與一般生物相似也。

無機質既恆佔一大成分，而礦物質又為主幹，此礦物之來，由于岩石風化而構成，是則地殼成分，與各種主要礦物之相差，不可不畧為論及，

以便將來之討論焉。

地殼之平均成分 土壤既屬地殼之一部分，故其互相關係之處頗多，在未研究土壤各種性質之前，對於地殼之成分，宜知其大畧。據美國地質調查所克力氏 (E. W. Clark) 之估算，地殼內容各原質成分如下表：

表(1) 地殼固體部(九三%)深度一萬公尺

(3) 各原質比較量百分率

原質	%	原質	%	原質	%	原質	%
氧	47.29	鎂	2.68	碳	0.22	錳	0.03
矽	27.21	鈉	2.36	氯	0.01	氟	0.01
鋁	7.81	鉀	2.40	磷	0.10	銻	0.01
鐵	5.43	氫	0.21	錳	0.08		
鈣	3.77	鈦	0.33	硫	0.03		

又依據克力氏估算地殼十英里深各種普通礦物比較量之百分率如次

(4) 表(2) 地殼內各種重要礦物量比較

礦物	%	礦物	%
長石類	57.8	粘土	1.0
角閃石及輝石類	16.0	碳酸化物	0.5
石英	12.7	褐鐵礦	0.2
雲母	3.6	其他	8.2

第三節 土壤與植物生長之關係

植物之生長，大概受兩種情形之支配與撫育而發展：(一)屬於肌體內者，(二)屬於外界者。屬於肌體內者，茲不具論。而屬於外界者可例舉之有六：(甲)立足地，(乙)熱，(丙)光，(丁)氧氣，(戊)水，(己)營養料。此六條件中，除光之外，其餘悉可由土壤供給，其全部或一部分。蓋(甲)立足地土壤質體輕鬆，植物駐立其間，根部可發展自如。(乙)熱則須受大氣之溫度影響。(丁)氧氣與(戊)水，土壤蘊蓄之以供植物之需。至(己)營養料則大部分可由土壤供給之。考植物得健全之生育，必須有碳，氮，氧，磷，鉀，鈣，鎂，硫，鐵，十質。比十質中，除碳氧氮可由空氣及水供給外，餘須取之於土。近自固定氮氣之細菌發見後，知空中之氮，可由土壤吸收，經一度之變化，而效用于植物，是則空中氮氣可間接營養植物矣。此外種種物理情形，亦有其支配植物生長之力量，於茲暫不具論。

植物生長，可分三時期而討論之：(一)曰萌芽時期，(二)曰發育時期，(三)曰成熟時期。其于各時期中所需各項情形與乎其他一切影响其生機者，次第論列之如下。

【一】萌芽時期

(一)吸水 種子當萌芽時期，其第一步之作用發始其生機者，厥為吸水，種子內所藏貯之營養料，得相當之水分，合宜之溫度，即起化學變化，由固體變為液體，以供胚胎之用，而萌芽焉。吸水率之緩速，恒視溫度之高下水中是否有溶解鹽而有差。

(二)溫度 試分置豆種子于冷水及同量暖水中，經二十四小時後，比較其吸水量，在暖水中之豆，其吸水量較在冷水者大，故種子萌芽在暖土者較速于在冷水。溫度高下，匪特影响種子吸水之速率，且影响種子內各種化學變化焉。溫度影响種子萌芽，既若是其重要，則各類種子萌芽時最適宜之溫度，應當考究。茲畧舉數種普通農業作物萌芽時所需溫度(華氏表)表示于下：

表(3) 普通作物萌芽溫度

作物	英雲	紫赤	蜀黍	玉蜀黍	稻	小麥	小麥
溫度最宜	70	40	90	43	86	75	75
溫度最低	40	40	90	43	86	40	40

(三) 氧氣 當萌芽之時，組織新肌，發生根芽，均須能力以效用。此能力何由來，即由貯蓄之營養料受氧化而生，故得氧氣以化育之。生氣勃焉。是故土中空氣流通不受水淹沒者，種子萌芽甚易。至于水稻，則在水中亦可萌芽，其能力之來，大概多由于所蓄養料之一部分自經分解，化物而生氧氣，以氧化其餘養料。所謂分子內之呼吸 (Intramolecular Respiration) 是也。

(四) 種子與土壤之接觸 種子與土壤接觸之點愈多，則其吸收水分易而且多，生機易于發達。然土粒愈幼小，則接觸之點較多，故播種之前，宜鬆碎土壤；下種之後，稍壓實之，則土中水氣自易上升。

(五) 溶解鹽質之影響 倘土壤中富有可溶于水之鹽質，則土中水(又稱土液)之鹽量大，播種其間，常因吸收水分緩，而萌芽不易。試分置豆或麥於同量之汽水及鹽水中，經一日之後，鹽水中之種子幾絕無吸水。若鹽分過高，種子不萌芽焉。又如鹼性之土，可溶鹽分甚高，種子常不萌芽；或雖萌芽而不齊整。其故大都因吸水不易，然間有因鹽類中有毒害種子生機之物質，妨止其萌芽焉。

(六) 無機物非要品 常見種子萌芽於燒屑砂土或木屑上者，較于肥美土壤者尤善，以知種子萌芽無需仰給于土中無機物也。萌芽需為水與氧氣及適合溫度，蓋以種子內貯有養料，足備萌芽之用。碩大之種子，有自萌芽而至開花，雖不給以養料，亦可維持者；但幼小種子則不然。

【二】發育時期

(1) 無機物 種子萌芽於木屑上雖速，然不久而葉變黃，或至凋謝，惟種子之播於土壤者，雖萌芽或較遲，但由苗而秀，秀而實。故植物之生長發育，必有所賴於土中之物質也。試將植物化分而檢査之，所含之質，必有碳、氧、氫、氮、硫、磷、鈣、鎂、鉀、鐵、此十者名曰植物生長要素。其他如鈉、氯、矽、等植物每吸收之，然非必需之物質，此十要素中，由空中供給者為碳、氧、氮，其餘七者則仰給于土。

(2) 吸收鹽質量 植物吸收土壤液中之鹽質之多寡大概受下列三項情形之限制：

(a) 土中可受吸收之鹽量 土中可受吸收之鹽質分量高，則植物吸收之自多，否則反是。

(b) 吸收後能否同化 譬如含某質之鹽，經吸收後，其鹽之全部或其中某質可以同化，在植物肌體與他物質組成新物質，而有特殊效用者，則此種含某質之鹽被吸收之量自較他不能同化者或不大需要者為多。如硝酸鈉與氯化鈉相較是也。

(c) 植物之種類 不同類之植物，生長於同一土壤中，其吸收性及吸收能力不同，而吸收之量亦異。

(3) 吸收要素量隨生長時期而變遷 不同類之植物，吸收要素之量固有不同；即同是一植物，其吸收之能力，亦隨時變遷，德國都高路試驗場 (Ducal Agricultural Experiment Station in Bernburg) 曾研究此問題，茲擇錄其成績於後。(5)

(a) 小麥每英畝吸收一氧化二鉀之數量：幼時八十八磅，既秀時一百二十三磅，結實時一百二十二磅，成熟時七十二磅。

按此則成熟小麥所含之一氧化二鉀，較初生時為少，是於成熟時即鹽或由根葉等部通過流出體外也。故植物所含各要質量，至成熟時而減少者，鉀質之外，氮亦常然；惟磷質則反是，至成熟期而增加。蓋磷質多聚於種實，故欲種實多者，如稻麥之屬，於秀實之時，非有充分之磷鹽以資給之不為功。磷質至成熟時吸收尤多，此穀類之通性也。惟馬鈴薯之吸收量有特殊之處，其吸收鉀、磷、氮三者之量，由初生以至成熟，按

時遞增焉。茲再舉其研究成績如次：
 (b) 馬鈴薯每英畝吸收一氧化二鉀之數量：塊根初出時四十七磅，塊根出後一月七十八磅。塊根出後二月一百十二磅，成熟時一百四十三磅。

馬鈴薯每英畝吸收五氧化二磷之數量：初生時八磅，成熟時二十八磅。
 馬鈴薯每英畝吸收氮質之數量：初生時四十五磅，成熟時一百一十一磅。
 馬鈴薯收放各要素之能力與穀類有異者，蓋或因其塊根作用所至。當成熟之時，其莖根所含水分甚大，故能保留各要素不至留失體外，復歸于土。惟穀類當成熟時，根漸乾枯，各要素之化合物易隨水氣而外流散失也。

按此試驗成績，其于生長時期每英畝所需各要素之量，不能據為絕對標準。因各處氣候不同，土性有異，則植物吸收養料之量自有變更也。然各種植物性相類者如此，相異者又如彼，斯亦足供一比較焉。由上試驗成績而推之，植物于成熟期所含各要素之量，未必其生長全期所吸收之總數量也明矣。

(4) 普通農植物吸收三要素之量 前段所論植物十要素中取諸土者凡七，此七要素中以氮磷鉀三者為最要，因土中所有者為數無多，恒須賴乎補助以維持其供養能力，此肥料之施用之旨也。茲將普通每公畝農植物於成熟時平均含有三要素之數量(公斤)列表于下，以資比較。

表(4) 普通作物成熟時含三要素量(公斤)

農植物名	每公畝產量(公斤)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
稻	穀	41.0	.50	.34	.16
	稿稈	51.8	.25	.11	1.12
	合計	92.8	.75	.45	1.28
小麥	子實	20.0	.37	.16	.10
	稿稈	35.6	.17	.08	.22
	合計	55.6	.54	.24	.32
大麥	子實	22.0	.40	.18	.11
	稿稈	28.0	.15	.05	.29
	合計	50.0	.55	.23	.40
燕麥	子實	18.0	.40	.14	.11
	稿稈	34.0	.17	.07	.40
	合計	52.0	.57	.20	.51
玉蜀黍	子實	40.0	.45	.20	.17
	幹	68.0	.51	.17	.90
	合計	108.0	.96	.37	1.07
棉	棉絲	3.4	.01	.00	.02
	棉子	7.4	.23	.09	.09
	果皮	4.6	.12	.04	.08
	葉	6.5	.20	.08	.11
	幹	7.4	.11	.04	.10
	根	2.8	.03	.02	.04
	合計	32.1	.70	.28	.44
亞麻	子實	10.0	.44	.17	.09
	莖幹	20.0	.17	.03	.21
	合計	30.0	.61	.20	.30
馬鈴薯	薯	150.0	.53	.24	.86
	莖葉	48.0	.28	.03	.01
	合計	198.0	.81	.27	.87
甘薯	薯	136.0	.31	.12	.62
	竹蔗	1024.0	.93	.88	.32
全株甜菜	玉蔗	1755.2	1.58	1.51	.54
	根部	340.0	.54	.27	1.12

豌豆	豆	20.0	.78	.20	.25
	蔓	39.5	.41	.08	.43
	合計	59.5	1.14	.28	.68
落花生	豆	17.0	.49	.09	.08
	蔓	68.0	.28	.05	.45
	合計	85.0	.77	.14	.53
大豆	全株	113.0	.57	.17	.68
	葉	18.0	.79	.09	1.02
烟蘿	莖	366.0	.71	.37	1.41
	葉部	90.0	.23	.07	.41
矮瓜	茄子	45.0	.09	.02	.14
	瓜	226.0	.38	.14	.68
西椰	椰	630.0	.02	.65	.62
	桑	60.0	.02	—	—

(c) 蛋白質類 (Protein) 此種食料含碳氫氧氮硫或鎂磷質。是由碳水化合物與氮磷等質之化合物，經種種變化而成；如蛋白質、麵筋、乾酪素等是。

以上三種食料，植物製造之，原以自給；或貯藏於種子、塊莖或塊根等處，留作蕃殖之用，抑亦動物食料之源也。

(7) 植物體內各種食料分量比例隨時變易。植物于幼小時期，細胞薄膜所含蛋白質類之分量，比較碳水化合物或脂肪油等為多；迨植物漸長，細胞膜漸變為纖維質，(屬碳水化合物) 加以其他碳水化合物如小粉糖等亦增多，則蛋白質類之比重漸低，至成熟時而尤甚。飼料之草，每于秀時收穫，其蛋白質類之比重較成熟時為高。故豆科植物或燕麥之屬，欲用作飼料者，宜于成熟前刈穫之。

(8) 各要素之效能 各要素經植物吸收後，其在植物體內必各有其特別任務；否則于植物生機不發生密切關係，植物何徒費其能力以同化之。第各要素在植物肌體中如何效力之處，吾人尚未盡透識茲就所知而確切證明者舉數要素而畧言其主要效能如次。

(a) 鉀 此質有助第一種食料(碳水化合物)組成之效能，如含小粉質成分高之穀薯類，與糖質成分高之甘蔗甜菜等，均經試驗，以受鉀質肥料以資助而豐收。

(b) 磷 氮 此三者為製造蛋白質類之要質，不可有缺者也。氮質有助葉莖發育之能，磷為細胞分裂必須之質。然細胞分裂，植物始發育也。

由上表觀之，每畝需用氮之數量以蔗為最高，其次為豌豆，玉蜀黍，落花生，烟等，再次為稻，麥，麻，棉之屬，而以甘薯，西瓜，矮瓜，荊桑，椰菜等為最少。磷之需要量，以甘蔗為最高，椰菜次之，其他各植物則無大出入，而以矮瓜所吸收者為最少。每畝鉀之用量以薑薑為最高，稻甜菜烟玉蜀黍馬鈴薯等次之，而以矮瓜所用之數為最少。

(5) 三要素在植素肌體內之分配氮，磷，鉀三者，各有其特殊效用，故在植物肌體內之散布各有不同。大抵氮磷二質多分配於種實，而鉀則多聚於葉莖等部。故農產品何部分銷售于外，何部分留用而歸還于土，與農田土力之消耗有密切關係也。

(6) 植物造成之食料 人之食料大都直接或間接取諸植物，而植物本身造成之食料，為研究便利起見，依其含有之物質，大別之有下列之三種：

(a) 碳水化合物 此種食料，含有碳氫氧三質。由吸收空中二氧化碳與水經光合作用及他種化學變化而成。如糖，小粉，纖維質等是。

(b) 脂肪與油 此種食物所含有之質，亦是碳氫氧，惟氫氧之成分比例與碳水化合物不同，是由碳水化合物經復什之變化而成；如各種油脂是。

(c) 鈣 此質有令細胞膜堅強之能，助葉成長之功。
 (d) 鐵 此質有運輸磷之效能。
 (e) 鐵 鐵能助植物葉綠之構成，缺之則葉淡黃不綠。
 (9) 土中適用養料量之關係 各要素之在土中，本原質狀態而獨立，乃與他種原質化合而成種種物質。須知植物祇能吸收液體之養料，譬如以磷質而言，若所成之化合物易溶於土液，始能受植物根之吸收而有裨益。否則土中所藏雖富，亦無所用。每見土壤經化學分析，磷之成分不弱，而植物生長其間，仍發見缺乏磷質之現象者；此無他，大抵質量雖多，而能溶解適用之數有限或不足也。

(10) 植物有揀選吸收之能 氮質所成之化合物足供植物之吸收而又最普通者，厥為硝酸鹽及銨鹽，但植物吸收氮質化合物，各因其本性而異。如水稻喜吸銨鹽，而玉蜀黍則喜吸硝酸鹽。吸收他質之化合物亦然。此迨因各種植物之特性或習慣使然，施用肥料應當注意者。

(11) 水之作用及需要量 水之效用于植物處甚多，茲揭其要者有四：

(a) 潤澤葉之細胞促進 酸氣之吸收量，使碳水化合物之製造速率增加。

(b) 調劑植物體溫 譬若炎熱之時，植物吸收用水量較多，其故因葉面之蒸發較大也，蓋蒸發需熱，而植物本體之溫度以降。故氣溫愈高，蒸發加速，以調節之；否則植物體溫升至某點（各植物不同）而生機停息也。

(c) 組織各種肌體之用。
 (d) 運輸土中溶解鹽上升于植物體內。

水既若是其大用，故各種農植物所需要水量不可不考究。茲舉各普通作物曾經研究之成績列表如次；

(6) 表內所列之數為每單位乾物質需要水量，例如小麥之乾物質一斤需二二五斤水也。
 (註明) 表中所列之成績，同是一種作物，何以需水量參差如此，大概因研究之地點不同，土壤各殊，氣候不一所致。

表(5) 作物需要水量比較

研究者	作物	羅氏及基路拔氏 Lawes and Gilbert	耶路里高氏 Hellriegel	烏路尼氏 Wollny	傾氏 King
作小大燕紫青赤雲英豆	麥	225	359		
	麥	232	310	393	774
	麥	249	402	557	665
	英豆	235	330	453	477
			262	477	

據中山大學農學院丁穎教授之研究，在該學院第一農場水稻田調查水稻灌溉水之報告，綜核三年之平均數，早稻東莞白每單位乾物質需要 64.41，晚造竹粘需 619.30。(7)

(12) 尤與植物生機之關係 植物生機之道有二，一曰製造食料，二曰生長，即組織新肌體之謂。植物猶動物然，各部肌體隨時更替組織。然此生長之道，非有食料以資給其能力不可，此食料從何而來，即其自製者也。植物受太陽之光力，由葉綠素吸收之，運用本能，使葉所吸收之二氧化碳與水而生變化，製成糖類與小粉等食料。

7. 參看丁穎農科水稻灌溉水調查報告書 P. 17, 1933

(13) 溫度與植物生長之關係 溫度之最宜于植物製造食料者，亦即最宜其生長。溫度太低，生機不靈，過高亦生窒碍。最合宜之溫度，大概各地不同；而不同種之植物亦互異。麥，黍類以華氏表七十五度為最宜。植物于日間製食料，而于夜間生長；故溫暖之夕，宜其生長。

(三) 成熟時期

成實者所以保其種之蕃殖也。植物通性，每于情形不宜其繼續生長時，即秀而實，以保其種。倘情形仍宜其生長，則繼續生長，故欲植物之結實者，則其結實時需要條件，不可不知之，譬如氣質爲催促生長之物，若土中適用氮質物豐富，而溫度又宜于生長，則其植物之枝葉茂生而不秀，或秀而不實，此常有事也。作物之中，有利用其種子者，如穀實類；有利用其莖葉者，如蔬菜飼草類。用有不同，宜各因其性而栽培利用之。

既明植物生長要義，則土壤之于植物非獨一居停而已，猶資以養料及水也，就居停而言，則溫度之適宜與空氣之流通，以保植物之健全，不可不講；以養料而言，則各要素之來源變化，受何影響，便生何種作用，以供植物之吸收，不可不知。此均土壤學初級當研究之問題，至如何管理與改良及保存地力，則又進一步焉。

第二章 土壤物質之構成

土壤物質，大都由岩石得來，然其何由而來？巖石何能分解化變，則必有種種力量操持其間；此種力量之要者，大抵爲大氣中之日光，熱力，風，雨，霜，雪，與自然界之各種生物，此種力量發生之變化，有屬於物理的（又稱機械的）有屬於化學的，有屬於生物的，而統稱其現象曰風化（Weathering）。但此風化力量所構成之土壤物質，未必能永久積聚於原地點而成土壤，蓋風化而來之岩石物質，常受風，水，之力而轉移其位置也。土壤物質構成後，仍繼續其風化而無時或息；此亦環境力量所影響者，所謂天行健，強而不息也。岩石風化之現象，既可分爲物理的，化學的，或生物的；爲利便討論起見，土壤物質之構成法，亦依此而分別論列。

第一節 物理的風化作用

岩石受環境力量而起變化，大都由物理方面始；而其所受之力量，大概不外乎大氣中之熱與水及風之影響，所謂熱之影響者，空氣溫度之升降也。水之影響者，包括冰霜而言。茲分別論之：

（一）熱之變遷 岩石由一種或多種礦物結合而成，其礦質吸受日光熱力而漲，俟冷則縮，惟漲縮之度，每種礦質有其特殊之係數。且吸收熱量，又每因其顏色不同而有差別，例如花崗岩中各礦質受熱而漲，其漲度不同，互相擠迫，甚至爆裂而分解。又如岩石爲單質一二礦質所組成者，如石灰巖砂巖之類，雖鮮因不同礦質之漲縮而分裂，但此種巖石之礦質，仍有漲縮，其結果漲縮頻仍，而位置搖動，團結之力量變弱，解體之現象漸起焉。此種事實，在溫度變遷劇烈之地，如大陸高原高山之處，尤爲顯著；蓋其日夕溫度相差，常有達至華氏表六七十度。如司土里魯屈氏（H. von Streerwitz）（1）報告，美國南部德沙司州（Texas）土蘭司辟皋（Transpecos）之地，每日夕溫度相差由六十五至七十五度，故其地之岩石分解甚速。又據李榮士通（Livingstone）（2）調查，在非洲某部，岩石面之溫度在日間有昇至華氏表一百三十七度，但至夜深溫度大降，漲縮變更異常之大，會見零碎石片，重至二百磅者，亦分解而脫離母巖。又據希路吉氏（Hilgard）（3）云，冰山所在地，日夕溫度相差至一百三十度以上；接觸冰山之花崗巖，常因日夕溫度變遷，致新成之石粉石碎滿目皆是。其他如亞洲中部之高原，都有其相似之現象。我國西部高原，如青海，西藏，雲，貴，廣西等處，亦不乏此種現象也。考巖石之漲縮度各有不同；據巴列氏（Barlett）（4）研究各種巖石每增華氏表一度，平均漲度如下：

花崗巖

每呎漲 .00004825 吋

砂岩

每呎漲 .00000532 吋

大理石（Marble）

每呎漲 .000015668 吋

土壤物質之構成

(二) 水之作用 水之流動，對於土壤物質構成有絕大關係。流水挾砂石泥以俱行，不但為冲刷與鑿運河身之利器，且砂石等互相磨擦成爲粉末，構成土壤物質。流水之功能，隨速度而速增，若流速增加，則冲刷力亦隨而增加。河面之增廣，與河床之浚深，多由於流水搬運物之磨擦而生之機械作用，故清流冲刷力小，濁流冲刷力大；小溪橫流之地，每經大雨之後，發見兩岸崩塌冲刷者，即此例也。

在高原地方；河流之作用是侵蝕；在平地時便是沖積。但河流中所含泥砂，在平原沉積，遠不及隨水流入海洋者之多。據地質學者之估計，北美洲米西西北河每年帶下之砂泥有 746,934,400 立方呎 (5) 若長此工作，北美洲全部可於四百五十萬年前爲平地，與海平線同高。我國黃河，每年運入海之砂泥估計有 1763) 兆立方呎，(6) 較諸米西西北河多一倍有奇，假設堆積在一百萬平方呎面積上，可以堆成一萬七千五百呎之高山。又每年從長江流入海之砂泥，堆在同一面積上，可成一萬一千呎高山。一年如此，幾千年幾萬年又當如何？此足見海底沉積數量之宏大也。據事實之推考長江出口處，經一千三百年間，便長出一崇明島，何況在悠久之地質時代耶。擴大言之，凡平津，平浦，平漢，滬甯等鐵路所經過之大平原，多係沖積所成，故稱爲沖積平原。換言之，即此一片茫茫平原，係被自西徂東之河流如黃河，長江，漳河，滹沱河，白河等衝刷而來之泥砂所堆積而填平者。於此可見水之作用之偉大矣。

海濱潮汐之漲落，常有巨大之侵蝕力，往往巨大巖石亦被衝擊震撼而呈凹凸之表面。且當漲退時，必挾多少物質以去，隨即變爲細碎物質。譬如石英經水力激盪反覆磨擦則變爲砂粒，長石則變爲瓷泥或粘土，並流失一部分之鈉，鈣，鎂，諸成分。

(三) 凝水水之作用 巖石受溫度變遷影響，致生爆裂之紋，而漸成罅隙，其罅間每藏有水，當氣溫降至冰點時，即凝結成冰，其體漲大。膨漲之度，每百個單位容積，漲成一百零九單位，換言之，其膨漲力每平方呎有一百五十噸。即等於一百四十一倍空氣壓力，膨漲壓力如是宏偉，岩石雖堅，豈能禦之。故溫度變遷甚大之境，若遇霜雪，岩石之分裂尤迅速也。

(四) 風之作用 大氣流動則生風，風之刮刷作用，有類乎水，常能挾持沙泥，利用其本身速度，所過岩石受其挫刮，而漸消耗。此種現象，在大陸高原高亢之地，尤爲顯著。我國西北部及美國西北部高亢之地，每發生砂風，玻璃窗常受砂風之敲擊，而漸呈朦昧，或竟至不透明。在華盛頓之國立博物院陳列玻璃窗片來自葛角 (Cape Cod) 之燈塔，乃受砂風之打擊至不透明。此種原理近則應用於工業上製各種玻璃畫片焉。

(五) 冰山之作用 冰山發見於寒帶地。當春夏之際，天氣溫暖，溶解流離，由高趨下，所過山谷高原，磨擦巖石，挾帶礦物及有機物至低下原隰溫暖之地，而盡行溶解。所負之物就地積聚而成土壤，于北美北歐多有之，據地質學者推論，前當大冰時期，冰山所掩蓋之地，廣數百英里，其高數千呎，侵入北美北歐各地而成此土。就美國一部分調查，其土之構成時期甚近，大概屬於第四紀之洪積期，面積約有五十萬方哩。

1. 參看 E. W. Hilgard-Soils, P. xxiii

2. 參看 A. Geikie-Text Book of Geology P. 675 or G. P. Merrill Rocks Rock-Weathering and Soils, P. 2 foot note.

3. 參看 E. W. Hilgard-Soils P. xxiv

4. 參看 Lyon and Buckman-The Nature and Properties of Soils P. 4 foot Note

5. 參看 Whitson and Walster-Soils and Soils Fertility—pp. 21—21

6. 參看 A. D. Hall-Soils—P. 90

7. 參看丁穎—中山大學農科水稻灌溉水調查報告書—P. 17, 1929

第二節 化學風化作用

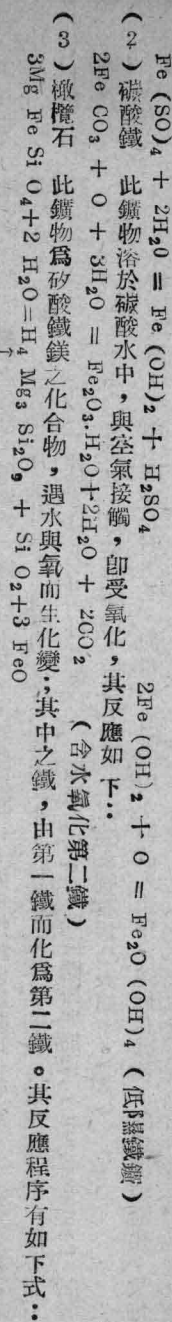
土壤物質之物理的構成法，大抵在乾燥之地雨水缺乏之境，進行至為顯著。而化學的構成法則不然，須在雨水充足之區域，進行較易。蓋化學之變化，以氧化，還原，水合，碳酸化，及溶解諸作用為主；但均以水之存在，始易進行，茲分論之。

(一) 氧化 岩石之中，常含有鐵質之礦物。而第一鐵，感受空氣，漸化為第二鐵。如硫化鐵，碳酸鐵，鈣鎂等礦質物（如橄欖石，雲母，角閃石，輝石類等），均含有第一鐵化合物，或第一，第二鐵雜合之化合物，倘加水而分解或氧化，其進行較易。茲分別列舉其變化如次。

(1) 硫化鐵 此礦物在氧氣不甚充足之情形時，初變為硫酸亞鐵，其反應可以下列方程式表示之：

$$FeS + 2O_2 = FeSO_4$$

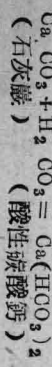
但硫酸亞鐵溶於水，并易分解為氫氧化鐵 $[Fe(OH)_2]$ 而呈褐色。其硫酸分離，或變為硫化氫而散失，至氫氧化鐵，一遇氧氣充足，其第一鐵，即氧化而為第二鐵。其反應如下方程式：



以上各種氧化結果，其礦物之體積擴大，且變其結晶狀而為粉狀，易受風雨之力而遷移，則岩石原來之團結力變弱矣。凡此種鐵質，在未氧化之前，其顏色原是青藍或黑，但經氧化而成為第二價鐵之後，則變成黃色或褐色。廣州一帶之砂岩或花崗岩，紅岩原生土壤之呈赭色或黃紅色者，氧化鐵之顏色也。黃色者多含水分之氧化鐵也。

(11) 還原 還原適與氧化相反，在無空氣或空氣缺乏之環境始易發見。故在下層岩石或巖石為水所淹蓋者始有之。此種事實，每見於排水不良之土，其土中富有有機物，其中有有機酸之有還原性者，流入土之下層巖石，而巖石之色恒被奪去，此還原之作用也。此種作用，對於巖石風化進行甚緩，遠遜氧化之功。

(12) 碳酸化 空中所含之二氧化碳，受雨水洗下於巖石或水中，所含有之二氧化碳即成弱性碳酸，與巖石接觸，即生碳酸化之作用，巖石所含鐵質，多受其溶解，如石灰岩及長石其例也。其變化如下方程式：

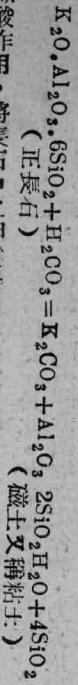


碳酸鈣不溶於水，而酸性碳酸鈣則易溶於水，故石灰岩易受碳酸之作用而分解也。

長石類礦物發見者凡九種，要為鋁矽酸與鉀鈉鈣等之化合物，乃火成岩之主要鐵質；茲舉其普通重要之正長石為例，以方程式表示其與碳酸反應

土壤物質之構成

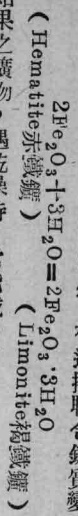
應如下：



此碳酸作用，將長石中之鉀質提出，足以滋養植物，同時並生成一新物質，曰磁土，故此種作用，又名磁土化，(Kaolination) 此磁土又稱粘土。

(四) 水合作用 (Hydration)

以上所論之氧化，雖在乾燥之空氣可以進行，惟不若有水分存在進行之迅速。而碳酸化之進行，則非有水不可；蓋水之功用，直接參加於反應之中，如長石之碳酸化。然水之氫氧二質，先與鉀化成氫氧化鉀 (KOH) 再變而成碳酸鉀，非如氧化作用，祇列於促進地位而已，但水之作用，除上列兩種外，有選擇聯合鐵質變成他鐵者，此種變化，名曰水合，或加水作用。舉例如次：



但此種水合結果之礦物，遇乾燥時，常能減去所含水分，或終盡失之，而還其本來體質者，此種現象，名曰去水作用 (Dehydration)。水合作用，常與氫化碳酸化并行不悖，故能深入岩層而進行，厥功甚偉。考岩石中之要礦，如橄欖長石雲母等，常受其作用，體積膨脹，或成粉狀，而岩石本體分解，漸成土壤物質。

(五) 溶之液作用

一八四八年羅造時昆仲 (Rogers) (7) 曾於美國科學雜誌中，發表一文，要謂純淨之水，能局部分解幾乎所有組成岩石之各種矽酸礦物，雖其效率甚微，然假以時日，仍可得相當數量以供試驗。若水帶有別種雜物，如碳酸，硝酸，或硫酸等，則溶解之力加強云。致天雨下降，經過空中，每帶下碳酸，若值雷電交作，則硝酸亦常有。據布升高氏 (Boussingault) 之研究，普通大氣之中，每萬份含有碳酸氣六份。又據英國路典斯德 (Rothamsted) 試驗場羅士及基路拔 (Laves and Gilbert) 之研究，每英畝面積，所得天雨中之硝酸及氫數量列表如下。(8)

表(6)每畝面積受天雨中硝酸及氫數量

年份	每英畝雨量 (磅數)	硝酸 (磅數)	氫 (磅數)	總計 (磅數)
一八五五	6633.32	2.98	7.11	6.63
一八五六	6160.51	2.80	9.53	8.31

雨水含有碳酸，硝酸，降於岩石之上，便起其溶解作用；迨流入土中，遇硫化礦物，即起種種變化；故每溶有硫酸於其間，而硫酸之溶解力漸顯著。又製造工廠或煉礦廠林立之地，其空氣常有硫化硫混雜其中，此亦與雨水以吸收硫酸之機會。復次水在土中，常溶有有機酸質，此亦予水以增加其溶解力之物質，但較無機酸為微薄耳。鹹水與淡水比較，其溶解岩石礦物之力量，曾經都力 (Thonole) 與左利 (Lyle) 諸氏之研究，但其結果相差極遠，聚論紛紜，尙難確定其力量之高下云。(9)

第三節 生物的作用

(一) 植物 植物之生於岩石之上者，其始多為苔蘚之屬，幼小之根，侵入石罅吸取食料，隨生隨滅，逐漸積成薄層塵土，吸收雨露，而較高等之植物可以生存其間，由此逐漸演進，草木滋生，根苗深入岩層，沁出有機酸物，足以分化鐵質，展拓岩隙，昔之童山濯濯者，今則滿目蒼葱矣，花崗岩之山麓，常見籐蘿依附，根深數尺，牢不易脫者，於羅浮山有之，又峯巖之七星岩上有鷄蛋花樹等生長石灰岩上婆娑可愛，其岩石漸化變而成土壤。查西江上游石灰岩露頭之處，面積不少，相似之現象，隨處均發見焉。

(二)動物與細菌 動物之分解岩石，不甚顯著，可得而言者，如各種螞蟻蚯蚓，能分泌有機物或侵蝕塵土，加以化變，再行瀉出，但此種工作，於分解岩石之功效比較甚微。

細菌之能促進岩石分解者，在一八九〇年門治氏 (Munnar) 威甘固洛士奇 (Widorski) 士維成 (Schloosing) 等 (10) 曾發表之。此種細菌乃硝化菌，於高山低地各種岩層石隙之處發見之，能吸收空中二氧化碳與同化碳酸鈣為有機物質，而分泌硝酸，其分解岩石之力量雖微，然以其普遍，厥功亦不鮮云。

第四節 土壤體之演進

岩石受風霜雨雪及生物之種種作用，起複雜之變化，由固結之體變成粉碎之物，與有機質混合，吸收相當水分，足以滋生植物，遂成有用之土。但風化所成之分解物或化合物，不論其就原地或遷移他處而積聚，仍繼續受環境各種力量之風化推移，演成其特殊之體。故土壤本體云者，即地殼最表層，受相當風化之鬆軟部分是也。惟土壤本體所有之物質，其中有極難於風化或變化者，如石英粒子，有較易於風化者，如細土粘土成分。前者仿若土體之骨格，極少變化，但後者多帶有膠體物質性，而變象萬千，故又稱為粘土複雜物 (Clay Complex)。各個土壤體之識別，恆依據粘土複雜物演變之程度，與所表露之特徵而為之界說焉。故粘土複雜物，為土壤體之重要部分也。

吾人既認土壤可分成個體而研究，而其個體又受環境力量而演成，則其個體識別之法與受環境力量之如何演進，是不可不畧為申說。

土壤垂直切面 (Soil Profile) 土壤個體，在縱面或平面上，則言其發育分布之廣狹，有成為廣潤之帶狀者，有祇成崎零片段者。若就其垂直方面而研究之，則依據其垂直切面之特徵。所謂土壤垂直切面者，自土之表面向下垂直切開所得之面是也。在昔研究土壤，對垂直切面，多祇劃分其為表土底土二層次，而分別研究，此種層次之劃分，大都以農業利用為對象，而甚簡單。第自俄國學者研究土壤垂直切面之方法提示以來，研究之方日益精微，雖其方法之繁簡各有不同，然均從切面之實際表徵而劃分其自然層次，並根據其演進之理由則一也。試舉世界現有一二重要土壤體為例而論述之如下。

(一)灰土 (Podsol) 此屬土壤，在未殖墾 (處女土) 之前，其表面恆積有森林殘落之葉，或其他濃厚之自然草本，或苔蘚之類，厚度自數公分以至三十公分不等，腐化未透澈，色常棕或黑，而帶酸性反應，其下為礦質。土色灰，厚度常至三十公分以上，若屬砂質，則恆在二十公分以下。灰土層之下，其色棕黃或咖啡棕，其結構密實程度，因各情形而有差異至不一定，有鬆軟如剪絨，有結實如石子，有鬆實適中者。凡質地結實之土色，恆比鬆軟者黑，結實者多發見於砂質之土。就化學性言之，此層土較上層灰土，富於有機質及鐵鋁，而上層灰土，則富於二氧化矽。此層棕色土 (即B層) 之顏色，在上部為最濃厚，以次漸淺，而至下層 (即C層)。此土多發見於濕潤界而氣候較寒之區域。

(11)紅土 (Red Soils or Lateritic Soils) 此層土色帶黃紅或紅，有主張分為A.B.C.三層而研究者，如馬畢氏 (C.F. March) 等。其識別法謂A層色淡而質地較粗，B層積聚鐵鋁較多。而驗土及驗金屬基之流失較甚，以其風化進行透澈也。且B層中之下部或C層之上部，每有氫氧化鐵帶或粒核之形成。又有德國學者域羅氏 (P. Vageler) 則分四層而研究之。(1)為母巖或原始物質 (11)為分解帶 (Decomposition Zone) (12)斑帶 (Mottled Zone) (13)紅土 (Red Earth)。

由上兩例研究之，其土壤切面之表徵，與其理化性之差異，自始不必因其原始物質有特殊而致此，其所以致此之由，必有其重大原因在焉。蓋凡土壤體之演成，實緣三種重要力量之支配或影響。此三種力量即(1)氣候(2)土中水之運動與(3)土中有機物質之作用是也。茲分別而畧

論之。

(1) 氣候 土壤物質，固由風化而構成，而土壤本體亦受氣候風化之力量而演進。考氣候之影響，其最要之因子為溫度雨量及蒸發三者。以言乎溫度，則一年之中，最高最低及平均數如何，其恒差數如何，及在水冰點上下之溫度日期長短，均屬重要。蓋以溫度之高下，影響一切理化之變化甚大，而其時日之修短，亦與變化之大小透澈與否有密切之關係焉。故在熱帶之土，大抵風化深遠而透澈，溫帶次之，而寒帶又次之也。以言乎雨量，則每年雨雪總量幾何，分布勻否，每次最大數量幾何，均為重要。又言蒸發，則每年下雨次數，及每次之數量，與其蒸發量之比較，影響土壤中一切生物之生活情形均屬重要。

茲引希路吉氏 (B. W. Hilgard) 所研究乾濕境地各種土壤之結果，列表於下而比較之 (11.)

表(7) 乾濕區土受雨水流失物質成分比較

物質名	乾濕區土受雨水流失			物質成分比較		
	分析乾	百三十分	十均	分析四十分	百六十分	十均
不溶解物	77.82%			88.24%		
Al ₂ O ₃	7.89			4.30		
Fe ₂ O ₃	5.75			3.13		
CaO	1.36			.11		
K ₂ O	.73			.22		
P ₂ O ₅	.12			.11		
MgO	1.41			.23		
揮發物	4.94			3.64		

觀察上列分析表，不溶之物，乾境之土較少。換言之，即可溶之物較多，此雨量少之關係，致其流失量也。復按其他鋁，鈣，鈣，鎂，磷等均較豐富，益足以證明之。至腐有機物或有機物質，若管理土壤得法，則濕潤之境，保存較易，以其受 化之力較緩，不若乾燥之地，雨水少而土質鬆疏，細菌之作用，常能深入土層也。

(2) 土中水之運動 土中之水，來自雨雪，其數量之多寡，自與雨量及蒸發量有密切之關係，而在土中流行時，與土壤物質起種種變化，致有溶解於其中者。復因其流動方向有上行下行或橫面上之別，所溶之物質有被帶至土壤本體範圍之外而消失者，如紅土之缺乏鹼土鹼金物質是，有於體中某部或某層與積聚者，如紅土之有鐵鋁結核，及灰土之有鐵層是，由此遂形成切面各層次之特徵焉。

(3) 有機物質之作用 土中有機物質之多寡，恒視溫度之高下與水之多寡而為轉移，大抵溫度高雨量寒帶之區，溫度低雨量少，動植物之產量本較少，但以乾燥時期長，而腐化進行有限，結果可能保存之有機物質，每較大，至若溫帶之區，其情形界乎熱寒兩帶之間，土中腐有機物之量亦恆得其中焉。

土壤中之一有機物質，足以影響土壤本體之形性甚多，舉其要者言之，則灰土體之形成，將A層中之鐵鋁脫出，改變其顏色與化學性，其明顯者也，其他如一般黑土栗色土之特性，亦因其含有大量之有機物質焉。至若母岩或原始物質性及地勢如何，有時亦足影響土壤之演成者，如灰土化之進行，在粘密之結構中較難演進，致有變為棕土者，在英國國境內常見者也。又崇山峻嶺之土，因位置高度不同，半山之上下有演成二個以上之土壤體者，如歐洲之阿立 (Alps) 我國之衡山廬山是也。

上述之粘土複雜物，多由長石類或鐵鎂類礦物風化而成，其中成分異常複雜，且非一單純化合物體，大都為各種鋁矽酸之鹽混合而成。考長石橄欖石之風化程序，初則脫去鹼金一部分之鐵與二氧化矽，繼而鐵鎂，終而至三氧化二鋁，而達整個之解體，惟是脫出之物，其可溶於水之程度有不同，因而留存于水之數量各異，譬在雨量少氣候寒之地帶，化學之風化作用有限，匪獨鐵鋁之脫離幾全無，而鹼金鹼土金雖已脫離，仍有相當數量之積聚，故其粘土複雜物之演變程度不高。在溫暖地帶則不然，鹼金及鹼土金已有不少流失，而鐵鋁亦漸現分

離。若夫熱帶之區，鹼土與鹼土金屬能保存，且鐵鋁之脫離更形顯著，是故寒溫熱三地帶之土，可因其粘土複雜物中二氧化矽與三氧化二鐵，三氧化鋁之分子比率 $\frac{Fe_2O_3 + Al_2O_3}{SiO_2}$ 為分類之標準，抑亦實為各個土壤體之識別標準也。茲據黎芬伯氏 (Reifenberg) 之研究，根據各方研究土壤 矽鐵鋁氧之比率，將世界上各種重要土屬，分有下列之比率，特節錄之以資比較。

灰色砂漠土 (Grey desert Soils)	3.62
紅色砂漠土 (Red desert Soils)	2.08
鹼 土 (Alkali Soil)	3.01
褐色 土 (Brown Earths)	1.93
熱帶紅土 (Tropical red earths)	1.73
磚 紅 土 (Lateritic Soils)	1.28
草原土及黑土 (Prairie soils and Tshernosems)	3.17
灰 土 (Podsol Soils)	2.84
紅色石灰土 (Terra rossa)	2.43

1. 參看 4th Ann - Rep. Geo. Survey of Texas 1882. P. 144
2. 參看 Merrill—Rocks. Rock—Weathering and Soils p.161
3. 參看 Hilgard—Soils, P.2
4. 參看 Am. Jour. of Science, Vol XXII, 1832 P. 136
5. 參看 Merrill—Rocks. Rock—Weathering and Soils. P. 276
6. 參看 Merrill—Rocks. Rock. Weathering and Soils. P. 309
7. 參看 Am. Jour of Science. Vol.5.1845
8. 參看 Merrill—Rocks, Rock, Weathering and Soils, p. 155
9. 參看 Merrill—Rocks. Rock. weathering and Soils. pp. 173—174
10. 參看 Merrill—Rocks. Rock Weathering and Soils pp. 181—183
11. 參看 Hilgard. F. W.—Die Boden Arider und. humider Landart; Internat. Mitt. Boden kunde. Bd. Ipp. 415—523. 1912 of Lyonand Buckman The Nature and Properties of Soils, p,31

12 參看 Reifenberg A. "Die Klassifikation der Bodenart Grundder Zusammen Setzung ihrer Kolloidfra Kton. v. Vorsuel etacr allgemeiner Boden Klassifl Kation" Zeitr. Pflanz. DUNG. Bodenk 1933, 31A, pp. 287—303

土壤物質之構成

第二章 土壤之分類

土壤分類者，係以科學的方法，將一切土壤，依據其各種性質而類別之，以便於研究，而明其體用也。考土壤之分類法，大概可有四種：(一)曰成因分類法，又稱地質的分類法，(Classification based on Geological Relations) (二)曰特種物質超著的分類法，(Classification based on special prominent Soil constituents) (三)曰土質粗細分類法，又稱機械分析的分類法，(Classification based on soil texture or by Mechanical analysis) (四)曰土壤調查的分類法，(Classification based on soil survey) 四種方法之中，以土壤調查的分類法為最完備，除包括前三種法外，并及農作之關係情形焉，茲將各法分別而論之於次：

第一節 成因的分類又名地質的分類

土壤由巖石之風化物而構成，但巖石受風化而成之物，有就原地點積聚而成土者，曰定積土。(Sedentary Soils) 有受他種勢力遷運別方而積聚成土者，曰運積土。(Transported Soils) 但定積及運積土之中，其成因仍有差別，因而更分為下列八類。

定積土

- (一) 原生土又稱殘積土 (Residual Soil)
- (二) 堆積土 (Columose Soil)
- (三) 崩積土 (Colluvial Soil)
- (四) 沖積土 (Alluvial Soil)
- (五) 海洋土 (Marine Soil)
- (六) 冰山土 (Glacial Soil)
- (七) 湖成土 (Lacustrine Soil)
- (八) 風積土 (Aeolian Soil)

(一) 原生土 此土又稱殘積土，為農業使用最古之土。由原地岩石風化而成，未經移運他處，其土中礦物質之成分，大抵與母岩所有者相似，惟年湮代遠，其中成分往往流失，而與母岩迥異者有之。此類土之風化，大概比較完全，其中鐵質受氧化作用變為赤色或黃色，故土色大都濃厚者多，而淡薄者少。土壤呈層狀組織，若植物未經生長其間，通常缺乏有機質，而物理性質不良好。同一種岩石，而構成之原生土，其性質懸殊生產力迥異者亦有之，此殆因氣候之關係，或耕作人事之不齊也。原生土與運積土相異之主要點為下層組織，愈下愈粗，帶有砂礫之具有稜角者，最下則達於大塊之母岩，土層中之砂礫，即屬母岩之崩解碎塊而風化未完全者，其成分與母岩大致不差。

(二) 堆積土

此土富有機物，而礦質成分低，由湖沼或低澤之地，累年生長水生植物堆積而成。其土層之深度，由數尺以至數十尺不等，其有機物之腐化程度及多寡，亦不一致，因而有泥礫土 (Peat) 與腐泥礫土 (Muck) 之別。所謂泥礫土者，大概其中植物肌體如莖葉之屬之遺跡尚可分辨，而有機物之數量，在百分之五十(1)以上。至腐泥礫土之有機物肌體腐化較為進步，已不能辨其遺跡，其成分自百分之五十以下至十五不等。此等土壤之無機礦物，大都由昆連之高地洗下泥土得來，然仍作為定積土類者，蓋以其重要之物質，係由原地長成也。堆積土多發見於北溫帶及寒地帶，北美、英、德各處都有，以其地勢多屬低窪，恒患水濕，一經人工排水，即足改良土性，而成沃壤，但鉀質成分不豐足，改良之後，常須施以鉀肥補助。近世紀以來，歐美改良此種土壤成績極其美滿。我國現雖未普及地質農業等調查，未經發見大段堆積土，但西北區域，或不乏此等土壤。茲選錄各處堆積土之主要成分，與普通土比較而列表於此。(2)