

第四章 土壤侵蝕

25. 土壤及土壤學 河川又ハ一般ニ地表水タルト地下水タルトヲ問ハズ、土壤ハ水ニ接觸スル限り、或ハ物理的ニ流勢ノ爲ニ移動セラレ、或ハ化學的ニ可溶性ノ物質ガ水ニ溶カサレル。斯クシテ土壤ノ受ケタ變化ハ所謂土壤侵蝕トナリ、或ハ流水ニ依ツテ運搬セラレル沈澱物トナリ、或ハ水ニ溶カサレタ溶解物トナリ、侵蝕ノ現象トシテハ徐々ニ現ハレルガ、而カモ非常ニ廣汎ニ亘ルノデアル。近クハ支那ニ、遠クハ米國ニ、又印度、亞弗利加其他ノ地方ニ、土壤侵蝕ノ問題ガ輒近大ナ關心事トナリツ、アリ、殊ニ山岳起伏ノ多イ地方又ハ砂漠ナドノ地方デハ最モ多ク此侵蝕ニ惱マサレツ、アルコトガ判ツタ。河川工學ノ方面カラ見レバ河水ノ溷濁、沈澱物ノ堆積、河口ノ壅塞ナドハ土壤侵蝕ノ結果デアツテ、決シテ閑却ノ出來ナイ現象デアル。從來水ヲ對照トシテ研究セラレツ、アツタ河工ハ更ニ土ヲモ取擧ゲテ考一考スル必要ニ迫マラレツ、アルニ至ツタ。尤モ從來トテモ此方面ヲ全然無視シタ譯デハナイガ、少クモ水以上ニ土ヲ考ヘルコトガ河工ニ肝要デアルコトヲ云フノデアル。

土壤學ハ土壤ナル特種ノ自然產物ニ關シテ科學的ニ研究スルモノデ、自然科學ト云フヨリモ寧ロ應用科學トシテ永ク考ヘラレ來ツタ。即チ農學ノ一科デアツタ。獨逸ノ地質學者フールー（Fallou, F. A.）ハ始メテ土壤學ヲ從來ノ桎梏カラ開放スルコトヲ試ミタガ、尙ホ土壤ノ分類ヲ地質學及岩石學ノ原則ニ置イタ爲メ、土壤學ハ地質學ニ從屬スルヲ免レナカツタ。然シ幾クモナク土壤型ノ特別種ハ地質學ヤ岩石學デハ充分説明ガ出來ナイコトガ明カトナツタ。元來土壤ハ地殼ノ外皮ノ地質的ニハ最モ若イ而カモ風化シタモノデアツテ、外ノ地質成層ト同ジク地球史ノ一部ヲ爲スモノニハ相違ナイ。此廣イ意

味デ、らまん (Ramann) ハ土壤學ハ地質學ノ一部デ、地殻上層ノ地質學ト呼ブヲ適當トスルト言ヒ、土壤ヲ定義シテ地殻ノ堅實ナル上層ノ風化シタモノダトシタ。1901年露西亞ノ土壤學者ヤリロフ (Yarilov) ハ地質學ト土壤學ノ關係ヲ述ベテ、地質學ハ地球ノ死ンダ部分ヲ論ジ、土壤學ハ絶エズ變化シツ、アル、活キタ地表被覆ヲ研究スルモノダト述ベタ。此活キタ地表被覆ハ常ニ日光ノ輻射ヲ受ケ、大氣ノ降水、生物ナドニ依ツテ變化ニ曝サレテ居ル。岩石ノ死塊ト、絶エズ變化シツ、アル爲メ活物ト呼バレ得ル土壤トノ區別ハ實ニ此ニ存スル。但シ大部分ノ土壤ノ本ハ岩石デアラカラ、岩石學及鑛物學ハ歴史地質學及動力地質學ヨリモ土壤學ニ縁故ガ近イ。今日岩石學ハ岩石ノ起源ノミナラズ、其風化ヲモ併セ扱ツテ居ル。

然シ岩石學者ハ土壤學者ト異ツタ觀點カラ風化ノ方法ヲ研究シテ居ル。即チ後者ハ岩石ノ轉變ノ状態及變化ニ興味ヲ有スルガ、之ハ岩石學又ハ鑛物學ノ方法デハ定義スルコトガ出來ナイ。岩石ハ其組成鑛物ニ從ツテ之ヲ分類スルコトガ出來ルガ、然シ土壤中ノ明カニ認めラレ得ル鑛物ハ土壤型ヲ定メル目的ニハ多ク必要デナイ。是レ土壤ヲ成ス岩石又ハ成土岩石ハ唯數種デアラ爲デ、土壤形成ニハ決シテ主ナ要素デナイコトガ多イ爲デアル。

19世紀ノ終頃米國カリフォルニアノ土壤學者ヒルガルド (Hilgard) ヤ、露西亞人ドクニャーイフ (Docuchaiev) 及シビリチスグ (Sibirtzev) ハ、各別ニ氣候ガ土壤形成又ハ成土ニ對シテ非常ニ必要ナ役割ヲ演ズルコトヲ證明シタ。露西亞ニハ全然從來ト行方ヲ異ニシタ學派ガ此方面ニ活動ヲ始メタ。

1909年(4月14-24日)ハハンガリーノ地質學院ハ其創立40年ノ紀念祭ニ當リ、世界ノ學者ヲぶたペすとニ招請シタ。是レ實ニ第一回國際土壤地質學會ヲ爲シタモノデ、土壤學 (Pedology or Soil science) ガ一個ノ科學ニ發展シタ基標ヲ爲シタ。斯クシテ土壤學ハ他ノ科學カラ開放サレルニ至ツタノデ

アルガ、其研究ノ目的物ハ自然ニ生産シタ土壤自身デアツテ、猶鑛物ノ智識ガ、鑛物學唯一ノ目的デアル如ク、土壤ノ智識ガ土壤學唯一ノ目的デアル。而シテ地質學、岩石學、鑛物學、化學、物理學、植物生理學、植物生物學、細菌學及或程度ノ動物學ハ土壤學ノ補助科學ヲ爲シテ居リ、今日デハ更ニ物理土壤學、化學土壤學、生物土壤學、生理土壤學、生成地圖土壤學及應用土壤學ナドニマデ小分サレルニ至ツタ。即チ1924年第四回土壤學會ガ羅馬ニ開カレタ時、上ニ擧ゲタ大部門ニ分レテ檢討ヲ進メタ。即チ以下ノ觀點カラスレバ一般ニ論ゼラレル土壤學ハ主トシテ農業方面ニ活用セラルベキモノデアアルガ、河工ニ關スルモノトシテハ主トシテ物理土壤學及化學土壤學ヲ擧ゲナケレバナラナイ。

土壤學ハ純科學ノ部分ト、應用ノ部分トアルカラ、之ヲ亦一般土壤學及應用土壤學ニ分ケルコトガ出來ル。一般土壤學ハ分ケテ4部トナシ、其第一部ハ土壤ノ起源及之ニ關聯シタ土壤形成ノ要素及現象ヲ論ジ、第二部ハ土壤ノ物理的、化學的及生物學的性質ヲ論ジ、精密ニ且ツ科學的ニ土壤ノ特性ヲ知ルベキ科學的基礎ヲ與フルヲ主眼トシテ居ル。第三部ハ土壤系統及全然新シイ一般ノ土壤系統ヲ用ヒテ土壤型ヲ區別スルコトヲ論ズルモノデ、第四部ハ土壤圖示學及土壤圖ノ原理、性質及目的ヲ論ズルモノデアル。

精密ニ土壤學ノ範圍ヲ説明スル爲ニハ土壤ノ精密ニ定義ヲ與ヘルヲ必要トスル。多クノ土壤學者ハ尙簡單ニ土壤ヲ以テ固體地殻ノ外部風化シタ地層ダト主張シテ居ルガ、現在ノ土壤ノ智識ニ照セバ、此定義ハ不適當ナルヲ免レナイ。元來岩石ハ安定及凝固ノモノデ、土壤ハ植物ガ發育シ得ル種子及根ノ柔床デ、且ツ植物界ノ支持トナリ、又食物ヲ供給スル所デアル。岩石ハ死鑛物デアアルガ、土壤ハ植物生育ノ根源ヲ爲シテ居ル。土壤學ハ耕作土壤ト農業植物ノ間ニ存在スル關係ニ限ラレテハナイケレドモ、土壤ノ最モ著シイ性質

ノ一ハ此ニ高等植物ヲ栽培シ得ルコトニ在ル。例ヘバ鹹地ノ鹽分ガ多キニ過グル爲メ、植物ノ生育ニ適シナイケレドモ、若シ鹽分ノ充分ナ量ヲ除去スレバ、有望ナ耕地ニ化スルコトガ出來ル。砂漠ナドモ水分ガ不足シテ居ル爲メ、植物ガ發育セズ、不毛ノ地トナツテ居ルケレドモ、若シ源泉ノ類ヲ見出し、又ハ灌溉ヲ行フトキハ其土地ハ忽チ豐饒ナ耕地又ハ植物ノ生育地トナル。此理由カラやりらダハ土壤ヲ以テ絶エズ變化シツ、アル活キタ地皮デ、常ニ日照降水及活キタ有機物ノ爲ニ常ニ變化ヲ受ケテ居ルモノト述ベタノハ至言デアアル。同ジ様ナ定義ヲひるガ一どガ與ヘテ居ル。

土壤ハ斯クノ如ク生物圈ニ屬シ、有機物生活ガ存在スル地殻ノ外層デアアルガ、非生物ノ岩石圈ハ實ニ地殻ノ上層デ而カモ生氣ヲ有シナイモノデアアル。但シ生物圈ハ勿論淡水鹹水ヲ含ミ、湖海ノ泥土ヲ包含シテ居ル。此泥土ハ物理的ニハ極メテ土壤ニ近ク、今屢々之ト區別スルコトガ困難デ、有機物ニ富ンデ居ル。然シ泥土ハ水ヲ以テ覆ハレテ居ル爲メ、土壤ノ空氣ト密接シテ居ルノト異ツテ居ル。淡水鹹水モ其化生ノ状態ハ土壤ト異ナリ、且ツ其大部分ハ水デ、之ニ若干量ノ溶解シタ物質ヲ含ンデ居ルガ、土壤ニ至ツテハ、水ノ40乃至50%ヲ含ンデ居ツテモ、尙水ニ溶解シナイ不溶解性ノ物質ヲ含ンデ居リ、土壤内ニハ分散ノ状態ニ在ルモノハ礦物ヨリモ寧ロ水デアアル。

容積及分量ナドカラ見レバ生物圈ハ地球ノ他ノ圈類ニ比較スレバ比較的微小ナモノデアアルガ、凡テノ生物ノ源ヲ爲シテ居ルコトニ想到スレバ輕視スルコトノ出來ナイ存在デアアル。土壤ハ斯クシテ非生物界ト生物界ノ間ノ中間ニ在ツテ、凡テノ生命ノ根源トナリ、又之ヲ支持スル役目ヲ働イテ居ル。自然ノ産物トシテハ地球ノ固形體ノ成分ヲ形クリ、之ガ爲ニハ地質學ノ範圍ニ屬スルコト猶大氣又ハ雰圍氣ニ同ジキモノガアル。土壤生成ハ岩石圈ニ大氣及生物圈ノ作用シタ結果トシテ母岩トハ異ツタ性質ヲ有スルニ至ツタモノデ、

綜合的ニ土壤形成要素トデモ言フベキ特種ノ事情及要素ニ依ルモノデアアル。是等ノ要素ハ種々ナ土壤型ヲ招來スルモノデ、土壤ノ何物タルカ精密ナ觀念ヲ擲マント欲スナラバ、土壤ノ起源及形成ヲ論ズル所ノ土壤生成學 (Soil genetics) ヲ學ブテ最良トスル。是等ノ土壤形成ノ要素ニ依ツテ土壤ノ組織及物理的化學的及生物學的性質ヲ異ニシ、非生物界ト生物界トノ差異ヲ來シテ居ル。同様ニ生物圈ハ岩石圈ト大氣ノ間ニ在ルト同ジク、亦生物界ト礦物界ノ間ニ介在シテ之ガ連繫ヲ爲シテ居ル、無機物が生キタ有機物ニ變ハルモ、又死ンダ有機物が再び無機化合物ニ復歸スルノモ、共ニ土壤ノ中ニ於テ行ハレル。即チ土壤ハ凡テノ生命ノ搖籃デ且ツ墳墓ノ地デ、“汝ハ塵埃デ復タ塵埃ニ還ヘル”トカ又ハ火水風土ノ輪廻ヲ説クナド、同ジク宇宙ノ大眞理ヲ喝破シテ居ル觀ガアル。

土壤ハ絶エズ變化ト變形ヲ受クルモノデアアルカラ、すてばと (Stebatt) ハ岩石礦物ハ靜的系統ニ屬スルニ反シテ、土壤ハ動的系統ノモノデ、近代土壤學ノ著シイ姿ハ土壤ノ動的性質ノ認識デアアルト言ツタ。從ツテ眞ニ土壤ヲ理解セント欲スレバ、唯其現狀ノミヲ考ヘルノヲ以テ足レリトシナイ。何トナレバ其現狀ナルモノハ動的變化ノ一部ニ過ギナイカラデアアル。即チ過去並ニ現在ノ歴史ヲ知り、少クモ將來ノ發達ヲ豫想シナケレバナラナイ。

26. 土壤生成學 土壤ガ如何ナル原料又ハ母岩カラ形成セラレ、母岩ヲ土壤ニ化スル要素及夫々異ナル土壤型ニ進展セシメル進化ノ方法ヲ研究スル學問ヲ土壤生成學ト呼ンデ居ル。

土壤ノ出來ル第一階段ハ固イ岩石ノ天然風化デアアル。尤モ岩石ニハ黃土、砂利、砂、泥炭ナドノ様ナ粉狀ヤ柔カナモノモアルガ、然シ一般ニ土壤形成ノ第一階段ハ硬イ岩石ノ粉塵ニ在ルト考ヘルコトガ出來ル。地殻ノ硬イ外皮ハ空氣ト接觸スレバ早晚風化崩壞スルノデアアルガ、風化ノ方法ハ一部物理的、

他ノ一部ハ化學的ノ變化ニ依ルノデア。搗テ、加ヘテ生物學的要素ガ風化ニ加ハルガ、物理的及化學的ノモノガ風化ノ主ナル影響ヲ爲シテ居ル。

土壤ヲ形成スル地質學及岩石學の要素ハ次ノ如ク分類サレル。

(1) 動力學的要素

- (a) 物理的風化
- (b) 侵蝕
- (c) 河川、湖沼及海底沈澱物
- (d) 氷河地層
- (e) 空中塵埃
- (f) 風生沈澱物

(2) 礦物化學的要素

- (a) 土壤形成ノ岩石
- (b) 礦物
- (c) 化學的風化

地質學カラ知ラレル動力學的要素ハ今暫ラク措イテ論ゼズ。今茲ニハ少シク礦物化學的要素ニ關シテ述ベルコト、スル。

地球ノ最外部ノ地殼ハ主ニあるみの硅酸化合物即チ Si-Al (Sial 又ハ Sial 地帯、地表水第二章第一節 10 参照) カラ成立ツテ居リ、地表以下凡ソ 16 籽ニ達シ、くらーク (Clarke, F. W.) ヤワシントん (Washington, H. S.) ノ研究ニ依レバ其成分ハ次ノ如クデア。

第七表 深サ 16 籽ニ達スル地殼ノ平均化學的組成

元素ノ比率		酸化物ノ比率	
O	46.46	SiO ₂	59.08
Si	27.61	Al ₂ O ₃	15.23

元素ノ比率		酸化物ノ比率	
Al	8.07	Fe ₂ O ₃	3.10
Fe	5.06	FeO	3.72
Mg	2.07	CaO	5.10
Ca	3.64	MgO	3.45
Na	2.75	Na ₂ O	3.71
K	2.58	K ₂ O	3.11
Ti	0.62	H ₂ O	1.30
H	0.14	TiO ₂	1.03
P	0.12	MnO	0.12
C	0.09	CO ₂	0.35
Mn	0.09	P ₂ O ₅	0.29
S	0.06	Cl	0.05
Cl	0.05	SO ₃	0.03
Br	0.04	C	0.04
F	0.03	其他	0.29
其他	0.50	計	100.00
計	100.00		

上表カラ見レバ地殼ノ 75 乃至 80% ハ O、Si 及 Al カラ成リ、換言スレバ SiO₂ 及 Al₂O₃ カラ成ツテ居ル。今若シ水界及氣界ノ重量比ヲ取レバ岩石界ノ 93.06% ニ比シテ夫々 6.91 及 0.03% ヲ成シ、其化學成分ハ次ノ如クデア。

第八表 地殼内外ノ化學成分

(括弧内ハ 1918 年合衆國地質調査所ノ計算)

	火成岩 88.41%	石版石 3.72%	砂岩 0.70%	石灰岩 0.23%	水界 6.91%	氣界 0.03%
SiO ₂	59.12 (61.69)	58.11	78.31	5.19	H ₂ O 96.24	N 75.77
Al ₂ O ₃	15.34 (15.47)	15.40	4.76	0.81	Cl 2.07	O 22.89
Fe ₂ O ₃	3.08 (2.71)	4.02	1.08	0.54	Na 1.14	A 1.23
FeO	3.80 (3.54)	2.45	0.03		Mg 0.14	H ₂ O 0.27

	火成岩 88.41%	石版石 3.72%	砂岩 0.70%	石灰岩 0.23%	水 界 6.91%	氣 界 0.03%
MgO	3.49 (3.87)	2.44	1.16	7.89	Ca 0.05	CO ₂ 0.04
CaO	5.08 (4.98)	3.10	5.50	42.57	K 0.04	
Na ₂ O	3.84 (3.48)	1.80	0.45	0.05	SO ₄ 0.27	
K ₂ O	3.13 (3.14)	3.24	1.32	0.33	Br 0.008	
H ₂ O	1.15 —	4.99	1.63	0.77	C 0.008	
CO ₂	0.102 —	2.63	5.04	41.54	I 0.00018	
TiO ₂	1.050 (0.82)	0.65	0.25	0.06		
ZrO ₂	0.039 —					
P ₂ O ₅	0.299 (0.30)	0.17	0.08	0.04		
Cl	0.048 —			0.02		
F	0.030 —					
SO ₃		0.65	0.07	0.05		
S	0.052 —			0.09		
(CeY)O ₃	0.020 —					
Cr ₂ O ₃	0.055 —					
V ₂ O ₅	0.026 —					
MnO	0.124 —					
NiO	0.025 —			0.05		
BaO	0.055 —	0.05	0.05			
SrO	0.022 —					
Li ₂ O	0.007 —					
Cu	0.010 —					
Zn	0.004 —					
Pb	0.002 —					
C		0.80				

上表カラ見レバ火成岩ハ地殻内外ヲ一括シテ 88% ヲ越エ、岩石圈ノ 95% = 達シテ、水成岩ハ僅カ=其 5% = 過ギズ、石版石ガ 4%、砂岩ハ 0.75%、石灰岩ハ 0.25% = 止ル。更ニ又火成岩中ニ存在スル主ナル礦物群ノ比率ヲ見ルノモ面白イ。即チ長石ガ 59.5%、角閃石及輝石ガ 16.8%、石英 12.0%、雲母 3.8%、他ノ礦物 7.9% 併セテ 100.00% ヲ爲シテ居ルガ、長

石及角閃石、輝石並ニ石英ガ殆ド大部分ヲ占メテ居ル。而シテ風化セザル元來ノ礦物ハ土壤ノ最モ少イ活動部ヲ組立テ居ルヲ普通トシ、化學的ニ風化シタ部分ハ土壤ノ形成ト土壤ノ性質ヲ現ハスニ特別ノ重要性ヲ持ツテ居ル。

27. 風化ノ起原 第一 風化ノ要素トシテノ水 礦物及岩石ガ空氣ニ接觸シテ化學的風化ヲ受ケル場合ニ、最モ有力ナ要素ハ水デアツテ、氷雪ハ與カラナイ。水ニ溶解シタ物質及ビ、空氣中ニ生ジ、又ハ土壤自身ノ中ニ生ズルモノ、例ヘバ硝酸、あんもにや、酸素、炭酸、鹽酸化合物、硫酸化合物及腐植性物質ハ亦化學的風化ニ關係ガ深ク、就中炭酸及酸素ヲ其最ナルモノトスル。固形體ガ水ニ溶解スル度ハ著シク異ツテ居ル。純碎ナ水ハ殆ド岩石ヲ溶解シナイガ、炭酸カルシウム (CaCO₃) ヤ炭酸マグネシウム (MgCO₃) ナドハ炭酸ヲ含ム水ニ溶解シ易ク、容易ニ可溶性ノ重炭酸鹽類ヲ作ル。普通ニ純粹ナ溶液ト考ヘラレルガ、實際ニハ化學反應ヲ伴ツテ居ル。同様ニ炭酸ヲ稍々溶解性ノ磷酸鹽類ヲ不溶解性ノモノニ變ヘル。更ニ硅酸鹽類ノ様ナ不溶解性ノモノモ、少シク純粹ノ水ニ溶ケ、後ニ炭酸ナドニ分解サレル。

第二 水ノ電氣分解 水自身ハ唯僅カニ遊離イオンニ分離スル性質ヲ有シ、コーラウシヨ (Kohlrausch) ヤはいどわいらー (Heydweiler) ニ從ヘバ、攝氏 22° ノ溫度デ純粹ノ水千萬りトると中ニハ H⁺ イオン 1 瓦及 OH⁻ イオン 17 瓦ヲ含有シ、水 1 瓦分子ニ等シイ。此ノ水ノ電離ハ溫度ノ上昇ト共ニ増スモノデ、正電氣ヲ帶ビタ水素イオンヲ H⁺ デ表ハシ、負電氣ヲ有スル酸化水素イオンヲ OH⁻ デ表ハセバ、次ノ等式デ表ハサレル。



電離ハ質量作用ノ理ニ從フカラ、括弧ヲ以テ水 1 りとると内ニ在ル瓦分子トシテ計算シタ分子又ハイオンノ濃度ヲ表ハセバ

$$\frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K \quad [39]$$

水ハ唯僅許リいおんニ分レルカラ、 $[\text{H}_2\text{O}]$ ハ定數ト考ヘルコトガ出來ル。K ハ勿論一定ノ溫度ニ對シテハ定數ヲ爲シ、從ツテ

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{O}]K = K_w \quad [40]$$

K_w ヲ名ツケテ水ノ電離定數ト云フ。例ヘバ 22°C ノ溫度デ、 K_w ハ凡ソ 10^{-14} ナル値ヲ示シ、換言スレバ 1 リットルノ水ハ H^+ 又ハ OH^- ノ 10^{-7} 即チ 0.0000001 瓦ノいおんヲ含ンデ居ル。是レ明カニ電離シナイ H_2O ハ比較的非常ニ多ク、之ヲ定數ト考ヘテモ差支ナイコトヲ示シテ居ル。 K_w ガ溫度ノ變化ト共ニ變化スル理由ハ $[\text{H}_2\text{O}]$ ガ K ヲモ敏感ニ溫度ノ變化ニ影響セラレル爲デアル。

水ハ實ニ化學的ニ一様ナ液體ノ中デ全然特種ノ位置ヲ占メテ居ル。所謂電解物ノ溶劑トシテノ其特性、殊ニ溶ケタ電解物ノいおんニ電離ヲ著シク増ス特性デアル。此現象ハ水ガだえれき性又ハ誘電性ノ高イ結果デアル。

第三 水ノ電離定數ト電氣分解物ノ關係 電氣分解物ガ水中ニ融ケレバ多少いおんニ分レル。而シテ若シ後者ガ H^+ いおんヲ含ム場合ニハ水中ノ H^+ いおんガ其數ヲ増スノハ當然デアル。今 $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$ デ、 K_w ハ一定溫度及濃度デハ定數ヲ爲シテ居ルカラ、 $[\text{H}^+]$ ノ増加スルカラニハ $[\text{OH}^-]$ ノ方ハ之ニ反シテ減少シナケレバナラナイ。又之ニ反シテ溶解シタ電氣分解物ガ $[\text{OH}^-]$ ヲ増ス場合ニハ之ニ應ジテ $[\text{H}^+]$ ガ減少シナケレバナラナイ。斯クシテ水中ニ水素いおんノ量ヲ増ス所ノ酸類ハ勿論 $[\text{H}^+]$ 又ハ水素いおん濃度 C_H ノ値ヲ増加スルガ、之ニ反シテあるカリ溶液ハ $[\text{OH}^-]$ 又ハ C_{OH} ノ値ヲ増加スル。換言スレバ凡テノ水溶液ハ酸性ナルカ又ハ中性若クハあるカリ性ナルカニ從ツテ水素いおんト水酸化いおんヲ含ンデ居ル。中性水溶液ハ水素

いおんト水酸化いおんノ等量ヲ含ムモノデ、 22°C デ C_H 及 C_{OH} ノ値ハ精密ニ各 10^{-7} デアル。酸性溶液ニハ C_H ガ増シ、あるカリ溶液ニハ C_{OH} ガ増加シテ居ル。

以上ノ理由カラ任意ノ溶液ノ $[\text{H}^+]$ 及 K_w ガ知ラレバ直チニ $[\text{OH}^-]$ ヲ計算スルコトガ出來ル。

第四 pH ノ値 丁抹ノ化學者ゼウレンゼン (Sørensen) ハ始メテ pH ノ値ナル語ヲ用ヒ、水素いおん濃度ノ負對數ヲ表ハシタ。次表ハ若干ノ酸類及あるカリ溶液ノ pH ノ値及水素いおん濃度 $[C_H]$ ヲ表ハシタモノデ、數字ハ $\text{pH} = -\log C_H$ (ジーンチぐれりあ博士ガ電導性ノ基礎ニ依リ計算シタモノデアル(よらんどニ從フ))。

第九表 酸類及あるカリ溶液ノ pH 及水素いおん濃度表

		N		N/10		N/100		N/1000	
		C_H	pH	C_H	pH	C_H	pH	C_H	pH
酸類	HCl	7.92×10^{-1}	0.101	9.23×10^{-2}	1.034	9.7×10^{-3}	2.013	9.9×10^{-4}	3.004
	HNO_3	7.97×10^{-1}	0.098	9.30×10^{-2}	1.031	9.8×10^{-3}	2.008	9.95×10^{-4}	3.002
	H_2SO_4	5.17×10^{-1}	0.286	5.88×10^{-2}	1.231	8.1×10^{-3}	2.091	9.4×10^{-4}	3.026
	枸橼酸	1.54×10^{-2}	1.12	4.6×10^{-3}	2.337	1.21×10^{-3}	2.916	2.53×10^{-4}	3.596
	醋酸	3.8×10^{-3}	2.42	1.32×10^{-3}	2.879	4.1×10^{-4}	3.387	1.18×10^{-4}	3.928
あるカリ溶液	KOH	1.29×10^{-14}	13.89	1.12×10^{-13}	12.95	1.05×10^{-12}	11.98	1.02×10^{-11}	10.90
	NaOH	1.38×10^{-14}	13.86	1.12×10^{-13}	12.95	1.07×10^{-12}	11.97	1.05×10^{-11}	10.98
	NH_4OH	2.69×10^{-12}	11.57	7.07×10^{-12}	11.15	2.51×10^{-11}	10.60	8.51×10^{-11}	10.07

上表カラ見ラレル如ク、鹽酸、硝酸、硫酸ノ如キ強酸ハ同一濃度ノ弱酸枸橼酸、醋酸、磷酸ナドニ比シテ有力デアルノハ其水素いおん濃度ガ遙ニ高イ爲デアル。今定規 0.01 ノ HCl 又ハ HNO_3 ノ pH ノ値ハ凡ソ 2 デ、枸橼酸 1% ハ定規 0.052 ニ應ジ、其 pH ハ 2.13 デ、2% ハ定規 0.104 ニ應ジ、其 pH ハ 1.95 デアル。即チ硝酸 HNO_3 ノ定規 0.01 ノ效果ハ枸橼酸 1%

及 2% ノ效果ト同一デ、兩者共定規醋酸ヨリ強ク、醋酸 6% = 應ジテ居ル。あるかり溶液モ亦強弱ノ 2 種 = 分類スルコトガ出來ル。但シ弱あるかりデハ強あるかりヨリモ C_H ノ値ハ小サク、pH ノ値ハ大キイ。更ニ高濃度デサ イ NH_3 ノ pH ノ値ハ強あるかり溶液 NaOH 及 KOH ノ pH ヨリモ著シク小サイ。

土壤ヤ岩石ノ風化ニ對シテ、二酸化炭酸ヤひゅーみっく酸ハ特別ナ働キヲシテ居ル。次表ハゐーぐなー (Wiegner) ガ得タ或濃度ノ CO_2 ノ pH ノ値デアル。

第十表 CO_2 ノ pH ノ値

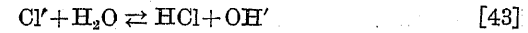
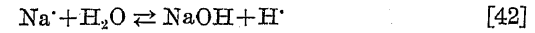
攝氏 18° ノ空氣中ノ CO_2 容積百分率	攝氏 18° ノ空氣中ノ CO_2 氣壓ニテ表ハス	攝氏 18° ノ水 1000 立糶中ニアル CO_2 互ニテ表ハス	pH	摘 要
0.03	0.0003	0.00054	5.72	空中ノ CO_2 平均量
0.30	0.003	0.0054	5.22	地氣中ノ CO_2 平均量
1.00	0.01	0.0179	4.95	地氣中ノ CO_2 多量ナルモノ
10.00	0.10	0.1787	4.45	
100.00	1.00	1.7870	3.95	一氣壓ノ水中ニアル CO_2

ひゅーみっく酸ノ電離常數ハ醋酸 1.82×10^{-2} ノ飽和セルモノト炭酸 3.0×10^{-7} ノ間ニ在ル。又こつつまん (Kotzmann) = 從ヘバ N/10 ノ遊離狀ひゅーみっく酸ノ pH ハ 3.19 と 3.40 ノ間ニ在リ、へっせるまん (Hesselmann) = 從ヘバ獨逸しわるとつわど (Schwalzwald) デ採取シタふます又ハ腐植土ノ pH ノ値ハ 3.6 乃至 4.1 ノ間ニ在ツタ。即チ前者ノ純粹ナひゅーみっく酸ハ後者ノ如ク天然ふます物質ヨリハ低イ pH ノ値ヲ持つテ居ルガ、是レ天然ノ狀態デハ、ひゅーみっく酸ガ凡テ吸收シタ鹽基ヲ失ツテ居ラナイ爲デアル。斯クシテ N/10 ノひゅーみっく酸ノ pH ノ値ハ醋酸ノ N/100 ノ pH = 略ボ等シク、ひゅーみっく酸ハ炭酸ヨリハ強イ。

第五 水ニ溶ケタ鹽類ノ電氣分解 水ニ溶ケタ鹽類ノ 1 部又ハ全部あにょん及かしょんニ分離スル。



斯ク分レタいおんハ水ニ反應シテ次ク如クナル。



溶解シタ鹽類ハ強イ酸ト強イあるかりノ結合デアル爲メ、電解ハ亦強イ酸及強イ鹽基ヲ生ズル。非常ニ薄イ溶解デハ前ノ第二第三ノ反應ハ全ク式ノ左側ノ様ニナリ、溶液ハ中性トナリ、H 又ハ OH トラモ濃度ニ變化ヲ見ナイ。

次ニ雨水ノ中ニ含マレテアルモノデ、化學的風化ヲ起スモノヲ見ルニ、水ハ酸素ヲ含ムコト多ク、又更ニ炭酸ヲ含ムコトガ多ク、之等ハ窒素ヲ含ムヨリモ多イ。酸素ハ酸化シ得ベキモノハ之ヲ酸化シテ、岩石ヲ組成シテ居ル礦物ノ多クハ既ニ之ヲ酸化シ去ツテ居ルガ、唯鐵ヤ滿俺ハ尙酸化サレツ、アル。硅酸化合物中ノ鐵ヤ滿俺、又ハ鐵ト硫酸化合物ナドガ種々ノ酸化作用ニ依ツテ水酸化物トナツタリ、又ハ遊離硫酸ナドヲ生ズル。

水ニ溶液シタ炭酸ノ作用ハ可ナリ大キイ、水中ニ在ル炭酸ハ大部分無水炭酸トナツテ居リ、極少部分ガ溶ケテ H_2CO_3 トナツテ居ル。此炭酸水ハ甚シク炭酸鹽類ヤ硅酸鹽類ニ反應スル。是レ炭酸水ガ礦物ノ化學的風化ノ一要素タル所以デ、殊ニ $CaCO_3$, $MgCO_3$ ヤ $FeCO_3$ ナドヲ溶カス力ガ多ク、是等ハ硅酸鹽類ノ分解物ノ中ニ屢々見出サレルモノデアル。

空氣ハ亦若干量ノあんにやヤ三酸化及五酸化窒素ヲ含ンデ居リ、ぶーしんがーと (Boussingault) ハ 1 年ノ降雨デ 1 ha ノ地面ニ齎ラス窒素化合物ノ量ハ凡テ 2.7 珎ニ上リ、内あんにや窒素ガ 1.82 珎、硝酸ガ 0.88 珎ガ

ト云ツテ居ルガ、此數字ハ諸家必ズシモ一致シナイ。

くらーク (Clark) = 從ヘバ岩石圈ノ火山岩ノ内ニ存在スル Cl ノ量ハ平均 0.063% デ、石灰岩ノ中ニ在ルモノガ 0.02% デアル。之レ淡水ノ中ニ在ル鹽化物ノ起原デ、延イテハ海水中ニ蓄積シテ居ル。但シ鹽化物ハ化學的風化ニ影響ガ少ナイ。

硫酸ヤ硫酸鹽類ハ黄鐵礦及白鐵礦ナドカラ來リ、又ハ有機物ノ還元ニ依ツテ有機的硫黃ナドカラ來ル。有機的硫黃カラ或ル細菌ハ硫化水素 H_2S ヲ發生シ、第一硫酸鐵ノ形デ鐵ヲ沈澱セシメル。空氣ト接觸スレバ硫酸 H_2SO_4 ガ出來ル。斯クノ如クシテ出來ル硫酸ノ量ハ多クナイニセヨ、土壤ヤ水中ニ硫酸化合物ガ分散シテ居ルヲ見レバ、如上ノ方法ハ可ナリ普通デアル。且ツ硫酸ハ強酸デ、化學的風化ニ大キナ働ヲ營ムノデアル。土壤中ニ碳酸鹽類ガ屢々硫酸鹽類ト共ニ存在スルガ、乾燥シタ土地ニハ石膏ノ集積ハ稀デナイ。

最後ニ腐植物及死有機物ノ分解ノ際生ズル H_2O 一みくく酸ハ岩石ノ風化ノ有力ナ要素デアツテ、酸トシテハ水素いおん濃度ヲ増シテ礦物ノ化學的分解ヲ増進シ、乳劑ヲ作ル保護ころいどトシテハ膠質消散ノ安定ヲ増シ、不溶解風化物ノ移動性ヲ増スノデアル。

第六 硅酸鹽ノ溶解性ニ對スル電解ノ效果 地殼ノ大部ハしま又ハ硅酸鹽カラ成ツテ居ルコトハ既ニ述ベタ通りデ、從ツテ土壤ノ主ナル母體ヲ成スコトヲ知ルコトガ出來ル。然ルニ硅酸鹽ノ化學的風化ハあるかり及あるかり土類ノかしん即チ K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ガ強イ分離ノ状態ニ於ケル水酸化物ト溶解スルニ依ルモノデアル、 CO_2 ガ多クアレバ稍々溶ケ難ク、且ツ分解シ難イ $Ca(OH)_2$ ヤ $Mg(OH)_2$ ハ容易イ碳酸鹽トナリ、著シク Ca 及 Mg かしんノ溶解性ヲ増ス。碳酸ハ此ニ特別ナ働キヲ營ム。鐵ヤ滿俺ハ硅酸鹽ノ中ニ在ツテ通例双價ノ形ヲ爲シ、其水酸化物ハ水ニ不溶解性ノモノデアルガ、炭

酸ガ多クアツテ重碳酸鹽ヲ作ラス限りハ沈澱スル。但シ酸素ニ觸レ、バ酸化鐵、酸化滿俺及水酸化物ハ沈澱スル。

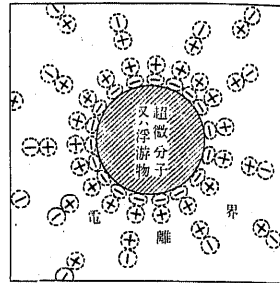
Si ヤ Al ハ最モ抵抗力ニ富ミ、其酸化物ト水酸化物ハ不溶解性デアル。從ツテ普通硅酸鹽ノ風化シタ後殘渣トナツテ集積シ、他ハ多少灰汁トナル。就中 Al_2O_3 ハ最モ胃サレ難ク、 SiO_2 ガ殆ド全ク灰汁トナルニ、 Al_2O_3 ハ殘存スル。硅酸鹽ノ表面ニ於ケル風化地殼ガ可動成分ノ中ニ少クナリ、殘渣ハ大部分 Al_2O_3 , SiO_2 及稀ニ Fe_2O_3 デアルノハらまんノ風化論ニ從ヘバ、水ノ電解及之ニ次グ所ノ分解ヤ灰汁化ニ歸スベキモノデアル。硅酸鹽ノ風化ノ結果トシテ、以上述ベタ如ク、或種ノ不溶解性ノ化合物ガ殘リ、新ニ化合物ヲ作ルコトガアル。

第七 硅酸鹽風化ノ不溶物 (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) ニ對スル水ノ膠質化學的効果 膠質様ノモノトナツテ分離スルハ明瞭ニ説明セラレル物理的状態デハナイ。即チ 100 みくろん (μ) ヨリ大キイ粗分離ト 1μ ヨリ小サイ分子分離ノ間ノ連續的階段ノモノデアル。

膠質分離ハ一種ノ溶液デ安定シテ居リ、其膠質分子ハ附着凝集シナイ。時トシテハ水ガ非常ニ小サイ超微分子 (ultramicros) ノ周圍ヲ包ンデえまるそいど (Emulsoids) トナリ、又外ノ場合ニハ分離分子ニ電荷ノ反撥デ、凝集ヲ妨ガ、浮游物 (Suspensions) トナル。

電荷ガ分子ニ如何ニ働カニ關シテハ、おーぐなノ説ニ從ヘバ、分子ノ運動カラ摩擦電氣ガ起リ、電荷ヲ生ズル。斯クスレバいおんハ分離分子カラ離レルカ、又ハ分離分子ニ依ツテ分離界カラ運去ラレル。孰レノ場合ニモ分離ノ爲ニ電荷ヲ引起ス。例ヘバ分離分子ノ爲ニ負いおんガ運去ラレルカ、又ハ分離分子ノ爲ニ分離界カラ正いおんガ齎サレ、バ、分離分子又ハ超微分子ハ負電荷ノモノトナル。今分離ノ起ツテ居ル所ニ 1 個ノ正ト 1 個ノ負極ヲ持

來レバ平素負性ノ粘土ヤふますノ分子ハ正極ニ移動シ、正分離ノ分子ハ負極ニ移動スル。浮游物ノ電荷ハ通例甚ダ高く、其容積ニ比例シテ増加スル。ゐぐな一ハ分離シタ各浮游物又ハ分子ヲ以テ二重ノいおん層ヲ以テ包圍セラレテアルモノト假定シ、内側ノいおん殻ハ人ノ皮膚ガ手ニ附着シテ分子ノ電荷ヲ定メ、分離ノ安定ヲ定メル層ヲ爲シテ居リ、外側ノいおん殻ハ内殻トハ反對ノ電荷ヲ持ツたいおんカラ成リ、内殻ノ電力及分離界ノいおんト動力的平衡ヲ保ツタ厚イ層ヲ爲シテ居ルトシタ。第二十七圖ハ之ヲ示シタモノデ、浮游ノ安定ハ繫ツテ分子ノ電氣ぼてん



第二十七圖 いおんヲ含む電離界内ノ超微分子

ンシヤルニ在ル。ゐぐな一ハ次ノ公式ニ依ツテ之ヲ表ハシタ。即チ V ヲ電氣ぼてんシヤル、n ヲ外殻ノいおんノ數、ε ヲ個々ノえねるぎ一ノ量、δ ヲ内外兩殻ノ間ノ距離、D ヲだいえれき常數、r ヲ分子ノ半径トスレバ

$$V = \frac{n\epsilon\delta}{Dr^2} \quad [44]$$

實驗ニ依レバ一般ニ膠質分子ノぼてんシヤルハ 16 乃至 58 ミリぼるとノ間ニ在ツテ、ぼてんシヤルガ一定限度ノ下ニ降レバ電離物ハ凝集スル。此限度ハいおん外殻ノ厚サヤ、いおんノ水和ノ度ニ依ツテ異ナル。例ヘバせしうむ (Cæsium, Cs, 原子量 132.91) 粘土ノぼてんシヤルニ比スレバりちうむ (Lithium, Li, 原子量 6.940) 粘土ノぼてんシヤルハ高クテ、其膠質溶液又ハそーる (Sol) ト呼バレルモノハ更ニ安定デアアル。りちうむいおんノ水和ノ度ハ最も高く、せしうむノ水和ハあるカリ金屬カシムン中最低デアツテ、水素ハ最小水和ノ性質ヲ持ツテ居ル。從ツテ種々ナルカシムンいおんデ飽和シタ粘土

ノ安定ハ H 粘土、Cs 粘土、K 粘土、Na 粘土、Li 粘土ト順々ニ増加シテ居ル。複價あるカリ土類金屬ハ二重電荷ヲ有シ、其粘土ハ單價カシムンノモノヨリハ安定ノ度ガ少ク、Ba 粘土、Sr 粘土、Ca 粘土、Mg 粘土ノ順ニ安定ヲ増シテ居ル。そぢうむノ飽和シタ土ハ直グ液狀ヲ呈シ、かるしむむノ土ハ凝結スルノハ之ガ爲デアアル。

膠質分子ハ非常ニ細カイカラ、亦非常ニ細カイ濾過物ノ外ハ之ヲ抑留スルコトハ出來ナイ。非常ニ細カイ電離ノ膠質溶液即チそーるハ土中ニ在ツテハ眞ノ溶液ト同ジク移動スルコトガアル。但シ砂濾ナドノ場合ニ砂粒ノ如キ粗大ナ物質ニ纏綿スル膠質分子ハ濾水ノ中ニ浮游シテ居ル土砂細菌ナドノ異物ガ、亦電離ノ膠質分子又ハ溶液ニ包マレテ、前ニ述ベタ砂粒ノ周圍ノ膠質分子ニ抑留サレルノデアアル。

第八 水道ニ用ヒラル、砂濾ト濾膜 今日上下水道ニ使用セラレル砂濾又ハ炭濾ナドハ殆ド全部膠質分子ノ理ヲ應用シタモノト云ツテモ穴勝過言デナイ。即チ上水道ノ迅速濾過機ナドニ用ヒルあるみな装置ノ如キハ人工的ニ迅速ニ濾膜ヲ作ル所ノ膠質様物質ヲ硫酸銅ノ如キモノデ作ツテ、之ヲ濾水ニ混和シテ速ニ砂粒ノ周圍ニ膠質様物質ノ附着ヲ促進シ、斯クシテ水中ノ土砂細菌ヲ抑留スル作用ヲ營マシメルモノデアアル。勿論緩速濾過即チ藥品ヲ用ヒナイ自然濾過ニ於テハ、水中ニ現存スル膠質分子ガ漸次濾過池ノ濾床即チ細粗ノ砂粒等ニ抑留サレルヲ待ツモノデアツテ、洗ツタ許リノ濾床ハ所謂濾膜ガ完全ニ形成サレズ、又餘リ多クノ膠質分子ガ濾床ニ停滯スルトキハ、抑留ノ限度ヲ超エル爲メ、既濾過水ノ中ニ逸脱シテ流去ル土砂細菌ヲ見ルニ至ルノハ當然デアツテ、適當ニ濾過ノ時間ハ洗ツタ許リノ濾床デモナク、又餘リ多ク濾過シタモノデモナク、僅カニ其中間ノ若干時ニ限ルコトハ見易イ道理デアアル。唯ダ人工ニセヨ自然ニセヨ、濾膜ノ形成ト濾過速度ノ關係ハ別ニ研

究ヲ要スルコトハ言フマデモナイ。

現在使用セラレル急速濾過ノ濾速ハ殆ド緩速濾過ノ 40 倍ニ達シ、濾床ノ面積ハ前者ハ後者ノ 40 分 1 デ足ル勘定デアル。

第九 硅酸鹽ノ風化ニ依ツテ生ズル膠質様物質 硅酸、水酸化あるみに、 μ 及び二酸化鐵ハ硅酸鹽ノ風化ニ依ツテ生ズル膠質様物質デアル。

一 硅酸 硅酸鹽ガ分解スレバ硅酸ヲ生ズル。此分解ノ際及其後ニハ眞ノ溶液トナリ、又種々ノ形トナツテ現ハレル。膠質電離カラ非常ニ早ク SiO_2 ガ沈澱シ、種々ナ密度ノ硅酸膠質物ヲ作ルガ、更ニ眞ノ溶液即チ分子狀電離ヲ爲スモノモアル。

天然ノ風化ノ際ニハ硅酸ノ溶液ハ通例あるかり硅酸鹽トナツテ現ハレルガ、之ガ漸次分解シテあるかり及硅酸ノ分子溶液トナリ、後者ハスクシテ分子電離物トナル。斯クシテ風化ノ間ニ硅酸ハ始メ分子溶液トナツテ現ハレ、永ク現狀ヲ維持シテ、化學反應ニ加ハルニ至ルノデアル。

二 酸化あるみに μ 硅酸鹽ガ風化スレバ Al_2O_3 ナル非移動性ノ分解物ヲ生ズ。従ツテ硅酸鹽ノ風化シタ場合ニ生ズル耗リ目ハ Al_2O_3 ト SiO_2 ノ比ニ歸スルノデアル。

三 二酸化鐵 硅酸鹽中ノ鐵ハ通例複價デアルガ、風化ノ際ニハ通例 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ノ如ク三價トナリ、安定ノモノトナル。之レ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ニ似タ膠質ヲ有スルガ、安定ノ度ハ之ニ及バナイ。

四 化學的風化物 先ツ物理的性質ニ就イテ見ルニ、風化ニ依ツテ生ジタモノ中ニハ水ニ溶ケ、移動シ易ク、且ツ灰汁ヲ生ジ易イモノモアルガ、又他ノモノハ全ク又ハ殆ド全ク不溶性デ、風化殘渣トナツテ集積スル。溶解シタモノハ分子的ニ溶解シタモノト、甚ダ細微ナ膠質分離即チそーるヲ爲スモノトアル。不溶性ノ部分ハ結晶ヲ爲スモノト無成形ノモノトアリ、後者ハヌ

ラヌラシタ膠質物ノモノト固體ノモノトアル。

次ニ化學的性質カラ論ズレバ、風化ニ依ツテ生ジタ分解物中ニハ明瞭ナ化合物ガアル。大部分ハ鹽類デ、多少水中ニいおんヲ生ズル、是等ノモノハ最モ活潑ナ風化物デアルガ、容易ニ水ニ溶ケテ、一般ニ灰汁化シ、風化殘渣中ニ再ビ之ヲ求メルコトハ出來ナイ。此殘渣中ニハ CaCO_3 、 CaSO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ナドノ明瞭ナ鹽類モアルガ、大半ハ不明ノ化合物ノ混合シタモノデアル。

礦物ナドノ場合ニハ、其表面ハ水ニ溶ケテ罅隙孔竅ナドヲ作り、溶液ナドカラ沈澱シタ不溶物ナドヲ以テ一部又ハ全部充サレルコトモアルガ、結晶母岩カラ判レテ存在スル物モアル。例ヘバ長石ノ場合ニ、唯あるかり性ノモノハ水素ニ依ツテ置換サレ、硅酸ノ一部ハ灰汁化シ、最モ硬イ核ハ殘ツテ舊來ノ長石ノ代リニ陶土トナル。又黑色雲母カラ鐵ガ抽出サレテモ、此礦物ノ原ノ分子構造ハ害ハレズニ在ル。橄欖石ノ場合ニハ Mg ト Fe ハ凡テ無クナツテ、跡ニ殘ルモノハ純粹ナ硅酸膠質物デアル。

硅酸鹽風化ヲベーレンド (Behrend) ハ粘土、陶土、及らてらいトノ 3 種ニ分ケタガ、陶土ヲ粘土ノ 1 種トスレバらてらいトト粘土ノ 2 トナル。

陶土ト呼バレルモノハ結晶礦物デ、濃硫酸デ分解スルガ、鹽酸デハ分解シナイ所ノ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ナル成分ヲ持ツテ居ル。膠質分離ノあるみに μ 水酸化硅酸鹽ヲあるふえーん (Allophane) ナド、呼ブ人モアル。ぼーきさいト (Bauxite) ハ主ニ酸化あるみに μ 單水酸化物 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 又ハ $\text{AlO}(\text{OH})$ カラ成ツテ居ル。

らてらいト (Laterite) ハ主ニ酸化あるみに μ 結晶性三水酸化物、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 又ハ $\text{Al}(\text{OH})_3$ カラ成ツテ居ル。

28. 土壤形成ノ要素 前ニ述ベタ物理的化學的風化ナドヲ外ニシテ、土壤

形成ノ要素トシテ考フベキモノハ次ノ各種ガアル。但シ之等ノ多クハ經トナリ、緯トナリ、相關性ヲ有スルモノガ普通デ、今之ヲ略説スルニ止メル。

第一 氣候 前ニ述ベタ如ク、大氣ハ地殼ヲ包ンデ居ル關係上、岩石鑛物ノ上ニ及ボス影響ガ深刻且ツ多方面デアアルガ、是等大氣ノ影響ノ強弱ハ局地的氣候ノ状態ニ依ルノデアアル。氣候ガ濕潤ナレバ岩石ノ風化及灰汁化ハ乾燥シタ地方ヨリモ活潑デアアル。又氣候ガ溫暖ナル所ハ一般ニ寒冷ナル所ヨリモ作用ガ強イ。氣温ノ變化ガ甚シケレバ岩石ノ物理的風化ハ殊ニ強イ。降雨ガ蒸發及滲透ヨリモ多イトキ、其水ハ地表ヲ流レテ、侵蝕、沈澱、洪水ナド、ナツテ流水ノ動力的作用ヲ及ボス。蒸發ノえねるぎハ地中ニ滲透シタ水ヲシテ可溶性ノ鹽類ヲ荷ツテ毛管作用ニ依リ上層ニ昇リ、且ツ蒸發セシメ、地表ニ集積シテ屢々白色物質ヲ表面ニ滲出スル。所謂**凝花**セシメル。

以上ハ氣候ガ直接土壤形成ニ及ボス結果デアアルガ、更ニ生物圈ニ及ボス氣候ノ影響ガ間接ニ土壤形成ニ關係ヲ有スルコトハ非常ニ大ナルモノガアル。即チ植物トカ、微生物トカ、動物サテハ人間迄氣候ノ支配ヲ受ケテ、是等ガ土壤形成ニ少ナカラザル役目ヲ及シテ居ル。又氣候學ノ點カラ見レバ大洋ノ氣候ハ人類ノ棲息シテ居ル大陸ト必要ノ程度ヲ同ジクシテ居ルガ、土壤學ノ點カラハ、前者ガ大陸ノ氣候ニ必要ナル影響ヲ及ボシ、從ツテ又土壤ノ發達ニ影響スル範圍ニ於テノミ興味アルモノデアアル。

氣候ノ種類ヲ概説スレバ (1) 大洋型、(2) 大陸型、(8) 砂漠型、(4) 沿岸型、(5) 貿易風型、(6) 森林型、(7) 山地型、(8) 島嶼型ナドガアリ、又更ニ熱帶、溫帶、寒帶ナドノ地帯ニ區別スルコトモ出來ル。

第二 現地及水理 局地的及水理的状态ハ屢々土壤ノ種類ヲ作ルニ必要デアアル。但シ是等兩者ハ相關的ノモノデアアル。今山地ニ於テハ一般ニ勾配ガ急デ、排水モ完全デアアルガ、平地ニ於テハ地盤ガ平坦デ、縦シ多少ノ畝リガア

ルニセヨ、水排ケハ必ズシモ良クナイ。前者ニ於テハ急傾斜ヲ流レル水ハ侵蝕ニ依ツテ絶エズ地皮ヲ洗流スケレドモ、後者ニ於テハ傾斜ノ緩急ニ應ジテ粗大ナル沈澱物ヨリ始メ、細微ナルモノヲ遠クニ送ツテ委棄スル。斯クシテ土壤侵蝕ノ一端ガ表ハレル。以上水理ナドノ状態ヲ外ニシテ、或ハ後ニ述ベル森林草野ノ有無多少、植物ノ種類、又ハ腐蝕質地皮ノ有無ナドハ雨水ヲ吸收停滯スルニ大ナ差異ヲ生ジ、更ニ葉面蒸發ヤ地中滲透ナドモ亦皆山側平地ノ雨ノ影響ヲ引起スノデアアル。

第三 天然ノ植物 天然植物ノ發育ハ疎密必ズシモ一定セズ。或ハ密林天ヲ鎖ザス處モアリ、或ハ疎木僅カニ見ラレルコトモアル。前者ニ於テハ藜苔雜草ナドガ樹下ニ茂ラナイガ、後者ニ於テハ日光ガ透徹シテ樹上樹下共ニ枝葉ガ繁茂スルノガ常デアアル。以上樹林ノ繁茂如何ハ氣候ト土壤ノ物理及化學的性質ニ依ツテ異ナル。

地上地下活キタ植物ト土壤トノ關係ハ言フ迄モ無イガ、更ニ枯死植物ハ土壤ノ有機物ノ大部分ヲ供給シテ、無造作ニふます又ハ腐植土ト呼バレルモノヲ爲ス。

第四 動物 動物界ハ或程度迄直接氣候ニ關係シテ居ルガ、更ニ天然ノ植物及土壤ノ状態ニ密接ニ關係ヲ保ツテ居ル。又動物界ハ土壤及植物ニ影響ヲ有シテ居ル。

土壤形成ニ役目ヲ働イテ居ル動物ハ土中ニ棲息スルモノト、地表ニ住ムモノトノ二ツニ分ケルコトガ出來ル。地鼠ノ各種ハ前者ニ屬シ、他ノ多クノ動物ハ後者ニ屬シテ居ル。以上各種ノ動物ガ土壤形成ニ關係淺カラザルコトハ此ニ贅言ヲ要シナイ。

第五 微生物 佛國ノ大學者ばすとらー (Pasteur) ハ始メテ世ニ微生物 (Microbe) ガ無カツタナラバ凡テノ有機生活ハ終焉ヲ告グベキコトヲ指摘シ

タ。蓋シ死セル有機物ハ簡單ナ化合物ニ分解セズ、又之ガ爲ニ植物ノ營養トナリ、新シイ有機生活ヲ營ミ得ナイ爲デアル。此細菌ノ活動ガ主ニ行ハレルノハ土中ニ於テスルノデアツテ、土壤ノ形成ニ微生物ノ働キ實際ノ役目ハ最モ興味津々タルモノデアル。但シ此役目ハ寧ロ間接的ノモノデ直接的ノモノデナイ。即チ微生物ハ土中ニ在ル動植物ノ死ンダ有機物ヲ漸次分解シテ土壤ノ有機物ニ特種ノ性能ヲ與ヘテ所謂腐植土又ハふますト呼バレルモノトスル。

ばすとらるハ早く既ニ葡萄酒酵母 (Yeast) ガアルコトヲ確メタコトガアツタ。其後 1897 年をるに (Wollny) ハ腐植土物質ノ形成ヲ述ベテ微生物 (Micro-organism) ヲ説明シタガ、其著書ニハ黴 (Mould) ト酵母 (Yeast) ヲ其中ニ含ムモノトシタ。現今ノ科學デハ土壤ノ微生物ヲ藻類 (algae) ノ植物カラ酵母及黴、あくちのまいせつと (actinomyces), 細菌 (bacteria) 及ぶろとぞあ (Protozoa) ノ動物ニ至ルマデニ大別シ、更ニ又小分サレタル。れニテ (Löhnis) ハ普通ノ牧場ノ厚サ 25 糎ノ一層ニ含有セラレタ細菌ノ重量ヲ推算シテ面積 1 ha (重量 4,000 噸) ニ付キ 400 疋、他ノ微生物ヲ 600 疋トシタ。從ツテ厚サ 25 糎ノ一層ハ 1 ha ニ付キ活キタ微生物 1000 疋ヲ持ツテ居ル勘定デアル。今有機物ノ平均含有量ヲ 3% ト假定スレバ細菌ハ日々其重量ノ 100 乃至 1,000 倍ノ物質ヲ分解スルコトガ出來ルカラ、土壤 4,000 噸ノ中ニアル細菌 400 疋ハ有機物 120,000 疋ヲ取扱ハナケレバナラナイ (重量ノ 300 倍トシテ)。此量ハ 1 日又ハ 2 日ノ中ニ細菌ニ依ツテ分解サレルコトガ出來ル。然シ細菌モ足ラズ、土壤ノ有機物ノ抵抗及四圍ノ事情ナドカラ、上記ノ數字通りニハ細菌ノ働キガ起ラナイ。

細菌ハ通例えんちーむ (enzymes) トシテ知ラレテ居ル有機的・非生物的ノ力デ化學的變形ヲ遂行スル。

土壤ノ含ム微生物ノ中ニハ分解スルモノモアリ、又有機物ヲ合成スルモノモアル。れニテハ土壤ノ中ニ微生物ヲ分ケテ 3 種トシタ。即チ (1) 炭素ヲ含ム物質ヲ分解シ又ハ合成スル微生物、(2) 窒素化合物ヲ分解シ又ハ合成スル微生物、(3) 礦物質化合物ヲ變形スル微生物、是デアル。

今土中ノ微生物ニ依ツテ行ハレル化學的變形ノ最モ必要ナルモノヲ見ルニ、死ンダ有機物が土中ニ在ツテ分解シ、腐植土質ノモノガ出來ル變形ヲるにハ二大別シテ、黴又ハえれまこーしす (Eremacausis) (英, Moulding; 獨, Verwesung) 及腐敗又ハびとれふあくしん (Putrefaction, 獨, Fäulnis) トシタ。土壤ノ有機物分解ノ以上 2 種ノモノハ亦好氣及嫌氣分解ト呼ブコトガ出來、通例兩種共同ニ行ハレテ居ルガ、唯同一程度ニ於テシナイ。是レ異ナル土壤ノ間ニハ兩種ノ分解ガ比較的異ナル強度ニ於テ行ハレル爲ニ外ナラナイ。

死滅ノ植物及動物有機物ハ主ニ次ノ化合物カラ成ツテ居ル。

- (1) 水ニ溶ケル炭水化合物 (砂糖等) 及水ニ溶ケザル但シ容易ニ電氣分解スベキモノ (糊、いにりん、ぐりこーげん等)、
- (2) 植物纖維 (纖維素、りぐにん、半纖維素、ペクチン)、
- (3) ぶろてーん及種々ノあみーど、
- (4) ぐりせらいど (油、脂、りぼいど)、
- (5) 染料 (くろゝひいる、へまちん)、
- (6) 灰分

らまんハ天然ノ腐植土ヲ次ノ 4 種ニ分類シタ。即チ (1) たーふ (Turfs), (2) もーんど (Mould), (3) まる (Mull, 土中ニ棲ム動物ノ分泌物) 及 (4) 化學的ニ沈澱シタ腐植土質ノモノ是デアル。土壤學ノたーふト稱スルモノハ多少腐植土化スル物質カラ成ル有機質植物ヲ云フノデ、元ノ植物組織ハ肉眼デ

認メルコトガ出來ル。もーるどと呼バレルモノハ腐敗シタ植物ノ残渣デ、植物組織ハ顯微鏡ノ助ヲ籍ラナケレバ認メラレナイモノデアアル。

第六 人類 人類ハ亦土壤形成ノ最モ有力ナ要素ノ一デアアル。即チ人ハ土壤ノ天然花卉ヲ變ジ、之ヲ移植スルカヲ持ツテ居ル。蓋シ人類ノ活動ハ農業林業畜産業ナドノ全般ニ涉リ、是等ハ皆土地ヲ開墾シ、或ハ干拓シ、土壤形成又ハ變化ノ因ヲ爲サナイモノハナイ。

29. 風ノ作用ニ依ル土壤侵蝕 以上主トシテ水ノ作用ニ依ル土壤侵蝕ヲ述ベタガ、以下風ノ作用ニ依ルモノヲ述ベテ見ル。最近ノ研究ニ依レバ、波斯、ばびろん及あしりヤナド過去ノ大帝國ノ衰亡ハ主ニ雨、洪水及風ニ依ル土地ノ磨削ニ基イテ居ル。北亞弗利加ノ大都市ノ遺跡ガ今尙沙漠ノ砂ノ中ニ埋没シテ居ルガ、是レ氣候ノ變化ナドニ依ル證人デハナク、天然力ノ平衡ト人ノ交渉ノ結果デアアル。不適當ナ又ハ無分別ナ耕作及自然林ノ濫伐ハ地表ヲ風雨ノ無統制ナ作用ニ曝ラシ、之ガ結果トシテ沃土ノ表層數種、稀ニハ 30 種ヨリ厚イモノガ洗流サレ、又ハ吹飛バサレタ。例ヘバ佛蘭西ト西班牙ノ境ヲ爲シテ居ルピレニ一サ山脈ノ南側（西班牙側）ハ荒廢シテ居ルノニ對シテ、佛國側ガ比較的豐饒ナ理由ハ前者ノむーあ人ニ依ツテ山林ガ破壞濫伐セラレタ爲ダト云ハレテ居リ、或人ハ歐洲黎明期ノ森林濫伐ハ希臘及羅馬帝國滅亡ノ主因デアツタト極論シテ居ル。

科學ノ進歩シタ今日天然資源ノ浪費ガ止ンダ證據ハ無イガ、之ニ反シテ農業工作ノ機械化ガ益々廣ク發達シタ爲メ、過去ニハ見ナカツタ沃土ノ破壞ガ急速ニ進展シテ、風ヤ雨ニ依ル土壤侵蝕ハ世界ノ多クノ部分ニ於ケル眞劍ナ經濟問題トナツタ。北米合衆國ニ於テ此事實ハ特ニ尖鋭化シ、亞弗利加ノ中部及北部ニ於テ其惡化ノ事態ニ勝ルトモ劣ラズ、支那西部及蒙古地方並ニ中央亞細亞寡雨ノ地方ハ其地域ノ廣イ丈ケニ禍根ハ深刻且ツ廣汎ニ互リ、將

來ノ經濟問題トシテ人類ノ興亡乃至禍福ノ上ニ懸ツテ居ル課題デアアル。其他加奈陀濠洲及他ノ地方ニモ同様ノ困難ガ起ツテ居ル。其中デモ無分別ナ又ハ不適當ナ農耕ニ伴ツテ水ノ爲ニ起ル土壤ノ侵蝕ハ、前ニモ述ベタ通り世界至ル所ニ見ラレル現象デアアルガ、更ニ過去現在ニ於テ起ツタ甚シイ破壞ハ實ニ風ノ作用ニ依ル土壤侵蝕ニ原因シテ居ル。中央亞細亞ノ沙漠カラ風ノ吹送ツタ土砂ハあびしにヤノ高地ニ於テ太陽ヲ暗カラシメ、1902 年亞弗利加ノ北岸あるぜりヤカラ飛來シタ砂雲ハ伊太利、英國、丁抹及露西亞デ目撃サレタ。北米合衆國ナドデモ中部地方ノ西ニ起ツタ砂嵐ハ 1934 年 5 月ニ米國ノ廣範圍ニ涉ツテ日光ヲ遮リ、太陽ヲ微カニシタコトガアル。

1914 年乃至 18 年ニ互ツタ世界大戰ハ北米合衆國ノ風蝕ノ原因ヲ爲シタ。即チ從來無分別ニ耕作ヲシテ將來ノ厄介ノ基礎ヲ置イテアル上ニ、1917 年以後穀物價格ノ飛躍ハ從來牧場ナドニ充テ、アツタ土地ノ肥沃ナ表層ヲ耕地化シタ處ガ多カツタ。元來風ニ依ル土壤侵蝕ハ年雨量 500 耗以下ノ乾燥地域ニノミ甚シク見ラレルノデアアルガ、底土ハ新氷河紀ノ砂質漂砂デ、草ガ生エテ水牛ノ棲息スル所デアツタ。又處ニ依ツテハ腐蝕土ノ多イ黒土ガ或深サマデアツテ牧草トシテ良カツタガ、少シ乾イタ所ハ草土ハ薄ク、壤土ハ數種ニ過ギナカツタ。黒土地方ハ先ヅ破壞サレ、瘠セタ地味ノ地域ハ牧草ヲ得ル處トシテ保タレテアツタ。然ルニ 1917 年ニ犁鋤ハ是等薄イ土ニ侵入シタ。雨が多イ間ハ腐植土モ相當保持サレタガ、旱魃トナレバ地下貯水ハ乏シクナリ、輕イ土ハ植物ヤ腐植土ニ依ツテ保タレズ、平原ノ烈風ニ逢ツテ飛散シ始メタ。農鋤ハ亦土壤ノ緊結力ヲ破リ、風ハ豐饒ナ表層ヲ飛バン去リ、固マツタ心土又ハ底土ガ殘ルノミデ、而カモ之ハ農耕ニ適セズ、1934 年ニ肥沃ノ表土 3 億噸ガ 1 日ノ間ニ大西洋ノ海中ニ飛去ツタト推定サレテアリ、又或場合ニハ飛砂ノ爲ニ 120 へくたーノ畑ヤ林地ガ僅カノ時間ニ埋盡サレタト云

フ様ナ驚異ノ事實ガアル。

合衆國ノ風蝕ノ甚シイ處ハ主ニ中部地方ノ西デ、みししーびー河ノ東ニ達スルわいおみんぐ州ノ砂塵盆地ト呼バレル地方、テキサス州ノばんはんどの地方ナドガ最モ有名ダ。其外おくらはま及ころらどヤにめきしこ、ねぶらすか、かんさす、南だこた及あるかんさすニモ廣イ風蝕地域ガアル、太平洋岸ノわしんとん及おれごんヤべるとんと及めーぬノ東部ナドニモ少規模ノ處ガアル。

我日本本土ニハ南西恒風ヲ受ケテ居ル薩摩トカ又ハ東海岸ナドニ狭イ砂丘ガアル外ハ甚シイ風蝕ノ處ハナイガ、是等ハ砂丘工ノ部ニ述ベル。飛砂ヲ阻止スルニハ髓草 (Marram grass, *Psamma arenaria*) ナドガ有效トサレテアル。

30. 土壤侵蝕ノ根本的考察ト防止對策 地表ノ高イ部分ハ雨露河川等ノ爲ニ磨削セラレテ漸次低クナリ、其泥土ハ低イ部分ニ沈澱堆積シテ漸次之ヲ埋メツ、アル現象ハ地上至ル所ニ見ラレルコトハ人ノ能ク知ル所デ、所謂物理的變化ニ屬スル(地表水第二章第二節參照)。更ニ又前ニモ述ベタ如ク、化學的作用ニ依ツテ土壤ノ可溶性ノ部分ハ分解シ溶解セラレテ、侵蝕ノ他ノ一因ヲ爲シテ居ル。斯クノ如クシテ地表ノ多クノ部分ハ絶エズ緩慢ナル速度ヲ以テ變化ヲ受ケツ、アルモノデ、河川溝渠ノ如キハ單ニ流域内ノ水ヲ窪ニ集メテ低イ方ニ向ツテ之ヲ流下セシメツ、アル許リデナク、更ニ又緩慢ナル速度デ侵蝕シタ土砂ヲ水ト共ニ低所ニ流シ或ハ凹窪ニ沈澱セシメテ居ル。即チ河川ハ實ニ水及侵蝕セラレタ土壤ノ兩者ヲ流シツ、アルモノデ、從來ノ河川工學又ハ河工ハ唯主トシテ水ニ就テノミ取扱ツタ傾向ガアリ、會々砂防侵蝕ニ就イテ論ジタモノモ、河工ニ關シタ一附帶ノ現象ヲ述ベタニ過ギナイ觀ガアツタ。即チ洪水ヤ旱魃ニ依ル河水ノ豊凶ニ對シ、之ヲ調節スルハ河工ノ前

半デアルト同時ニ、其流シ來ル所ノ侵蝕土壤ニ就イテハ、其因ツテ來ル所ノ原因ヲ究メ、其結果スル所ノ河筋海口ノ埋没壅塞ヲ研究シテ、之ガ對策ヲ施スルコトハ實ニ河工ノ他ノ後半デナケレバナラナイ。

1906年ノ頃カラ獨逸ノえんげるす教授ハ河工實驗室ヲ設ケテ、河流ニ依ル土砂漂流ノ變化ヲ研究シ、更ニ1914年ノ頃、米國ノぎるばーと (Gilbert) ガ水流ニ依ル土砂ノ流レヲ調査シタノハ此種ノ科學的研究ニ先鞭ヲ着ケタモノデアル。輓近瑞典ノふーるすとろーむ (Hjulstrom) ヤ英國ノリチャードソン (Richardson) ナドガ實驗室ヤ野外ノ研究ヲ行ツテ、侵蝕ヲ最少ナラシメル考案ヲ試ミタ。即チ侵蝕ノ水流ガ定流デアルカ、又ハ渦流デアルカ、更ニ地盤ノ傾斜又ハ流速ナドト共ニ、地盤ノ性質、土粒ノ大小、形態及密度並ニ其弛ク固マツタモノカ、又ハ固ク緊マツタモノデアルカナドノ二要素ガ此研究ノ二大眼目デアツタ。

實際ノ野外ニ於テハ是等ノ要素ハ相錯綜シテ分離スルコトガ困難デアル。從ツテ侵蝕ノ原則ヲ樹テルニハ弛ク固マツテ且ツ齊一ナ粒ノ人工水路ヲ作ツテ、先ヅ此ニ各要素ノ關係ヲ定メナケレバナラナイ。而シテ河床ノ上、種々ナ高サニ於ケル泥土運搬ノ平均量ト同垂直断面中ノ平均流速ヲ測定シ、篩ヒ集メタ土砂ノ底ヲ有スル河床ノ移動状態ヲ側面ノ硝子面デ觀測シタリナドシタ。流速ハ或ル風力計デ、泥土ハ光電的ニ細イ光線ヲ浮游スル砂ヲ含ム水流ニ送ツテ其吸收ヲ測リ、水流中ノ各點ニ就イテ之ヲ測定シタ。空氣ト水トハ單ニ粘性及浮力ニ差異ハアルガ、水中ノ實驗ト空氣中ノ實驗トハ實質的ニハ異ナル所ガナカツタ。

土粒ヲ撈揚ゲテ水流中ニ浮バシメルノハ主ニ其土ノ剪斷力即チ粘力ト底ノ流速勾配ノ相乘積ニ依ルモノデ、其複舊力ハ土砂ノ自然沈降ノ割合ニ依ツテ定メラレル。侵蝕又ハ洗掘ニハ重力ガ作用シテ任意ノ高サニ於テ水ガ泥土ヲ

含ム濃度ハ平均ノ値ヲ以テ變化シ、垂直斷面ノ大部分上ノ高サト指數的ニ減少スル。而シテ若シ河底ガ粗糲デ且ツ齊一ナ土粒カラ成レバ前ノ指數、從ツテ浮游ノ全泥土量ハ是等土粒ノ自由沈降ヨリモ速イ割合デ減少スル。從ツテ泥土濃度ノ對數ヲ高サト共ニ圖示スレバ殆ド直線ヲ爲ス一線ガ得ラレ、唯河床ノ近クガ稍々直線ニ外レテ居ル。此直線ノ傾斜又ハ切線ノ値ハ侵蝕係數又ハ洗掘係數ノ尺度トスルコトガ出來ル。與ヘラレタ流速勾配ニ對シ、水流ガ充分ナ渦流デ適當ナ混合ヲ爲ス時ハ、此係數ハ粒ノ大サニ反比スルコトガ知ラレタ。

天然ノ河川ニモ此關係ハ成立スベキデアルガ、勿論河底ハ齊一デナク、洪水時ニ或ル河ノ種々ナ深サカラ河水ノ資料ヲ採ツテ、其泥土ノ大サト濃度ノ關係ヲ分析シテ見タ所ガ、種々ノ曲線ヲ與ヘ、其曲線ノ傾斜ハ各々土粒ノ大サニ對シテ前ノ法則ガ成立シタ。水工學者ハ表面流速ト河底ノ傾斜又ハ水面勾配ヲ用ヒテ流速乃至流量及土砂ノ量ヲ測ル基調トシテ居ルガ、ころいど性土粒ハ稍々小サイモノデモ洗掘ガ少ク、混合土粒カラ成ル河床デハ凡ソ 0.1 耗ノ直徑ノモノニ最大ノ洗掘ガ起ルト云フ人モアル。此不合ハ恐クハ粘土分ガ有スル表面張力ニ依ルモノデアル。此除外例ハ表面流速ノ代リニ流速勾配ヲ以テ洗掘ヲ表ハセバ雲散霧消スル。蓋シ泥土又ハころいど性物質ヲ含ム水流中ノ流速變化ハ一様ナ流體中ノ縱速曲線トハ同一デナク、又大キナ土粒ガ浮游シテ居ル場合トモ異ナツテ居ル。

液體ガ土中ニ浸潤スル深サハ恐クハ眞ノ洗掘ガ始マル前ニ河床ヲ弛緩センメルニ最モ必要ナ影響ヲ持ツテ居ル。今雨水ナリ河水ナリ、水ガ土壤ノ上ヲ過グレバ化學作用ノ若干ガ起ルベク、殊ニ表土ガ石灰岩ナドカラ成レバ最モ然リデアル。然シ化學作用ハ起ルトモ起ラヌトモ、水ハ土ヲ小片ニ碎キ、或ハ其通過以前ニ土ヲ包圍シ、水殊ニ流水ガ有スル水壓又ハ水力ニ依ツテ、前

ニハ粘着シテ居ツタ土粒ヲ粉碎シテ之ヲ動シ、斯クシテ泥土ガ出來ル。時トシテハ河床ノ上ニ、又ハ半バ河床カラ頭ヲ出シテ居ル岩石石礫ガアレバ之ニ突當ツタ水ハ一種ノ渦流ヲ生ジ、其一部ハ河床ヲ掘起コスカトナリ、又他ノ一部ハ河床ニ平行ニ進ム代リニ、上方ニ持上ゲルカトナル。斯クシテ潜掘ノ現象ガ起ル。即チ以上ノ結果トシテ土砂ハ一方ニ於テハ水中ニ高く持上ゲラレ、他ノ一方ニハ突出物ハ益々深ク河床ノ中ニ埋没スル。彼ノ溪流ナドニ横ハツテ居ル大盤石ナドガ、漸次床中ニ埋没シ去ルコトガアルノハ之ガ爲デ、輾轉スル間ニ他ノ岩石ニ衝突相剋シテ恐ルベキ音響ヲ發スルコトガ稀デナイ。又土粒自身ガ周圍ヨリ稍々高ク床上ニ横ハツテ居ル時ハ其頭部ノ局部的流速ガ下部ヨリ大ナル爲メ、下流ニ推スカガ重力ヨリ大ナレバ引摺ラレ、輾轉スル。砂床ノ上ノ礫ナドガ瞬間的ニ河床ノ上ニ揚ゲラレルノハ如上ノ理ニ依ル。然シ間モナク床上ニ墜チテ亦曳摺ラレ、次第々々ニ跳躍シ且ツ流下スル。是レ重イ水中ノ物質ガ河底ヲ長躍シ續ケル一端ヲ述ベタモノデ、終ニ河床ノ移動砂洲ヲ作ルニ至ルノデアル。リチャードソンハ水流ガ泥土ヲ擔フ理ヲ説明シテ、之ヲ渦流、流速勾配及土粒ノ粒徑ニ依ルモノトシ、土粒ノ周圍ニ水ガ飽和シテ、自己ノ實容積ニ等シイ水ノ重サ丈ケ浮力ノ爲ニ輕クナリ、浮腰立ツタ水ト泥土ノ混合物ハ上半液體、下半固體トナリ、泥土ハ斯クシテ浮游ノ状態トナル。流水ノえねるぎハ勿論河床ニ近ク摩擦ノ爲ニ消耗セラレ、縱斷面ニ於ケル流速ノ分布ハ河床ニ近ク益々小サクナル外ニ、泥土ヲ負擔スル爲ニ亦えねるぎノ他ノ一部ヲ失フノデアル。

土壤侵蝕ノ徑路ハ此クノ如クシテ現ハレテ來ルノデアルガ、以上ノ觀點ヨリスレバ如何ニシテ理論的ニ侵蝕ヲ妨ゲ得ルグラウカ。段階又ハてれ一サヲ作ツテ耕地々盤ノ傾斜ヲ緩ナラシメルカ、又ハ作物植物ナドノ栽培ニ依ツテ流路ニ障害ヲ與ヘ、少クモ局部的ニ水ヲ滲ヘテ流速ヲ緩和スレバ侵蝕係數ヲ

小サクスル効果ハ確カニアリ、水ノ流出ヲ遅メ、地中ニ侵潤スル。是等ノ現象ハ砂防工ノ根本基調ノ一部トモナル。水工技術者ハ地盤ノ剪斷力ヲ保ツテ、而カモ流出ヲ妨ゲナイコトヲ望ム。河川溪流ナドデハ阻堰ノ類ヲ築キ、短距離毎ニ床閘ノ類ヲ設ケテ河底ノ勾配ヲ緩クスレバ流速ハ之ニ依ツテ緩和セラレ、侵蝕力ヲ軽減スルコトガ出來ル。是レ亦砂防工ナドニ廣ク用ヒラレルモノデ、耕地ナドデモ全面侵蝕ニ闘フ爲メ、矮小ナ蔬菜ナドヲ密栽シテ風ヤ雨ノ力ヲ殺グノハ同一ノ原理ニ依ル。

是等ノ方法ガ果シテ有效カ否カラ判定スル鍵ハ河川ヤ耕地ノ排水管ナドノ全泥土量ヲ調査スレバ判カル。泥土ノ濃度ト水深ノ間ノ指數法則ノ關係ヲ本トシテ、二ツノ高低兩地點ニ於ケル濃度ヲ夫々測定スレバ侵蝕係數ヲ定メルニ充分デ、之ト併セテ平均流速ヲ考ヘレバ、泥土運搬ノ全量ヲ知ルコトガ出來ル。從ツテ又觀測地カラ河上ノ正味ノ侵蝕ヲトスルコトガ出來ル。リチャードソンハたいん河デ光電管ヲ河ノ水深 $1/3$ ト $2/3$ ニ置イテ回轉翼型ノ測定器デ平均流砂ヲ測ツタト云ツテ居ル。ふゆるすのろーむハ實際ノ試料ヲふいりす河 (R. Fyris) ノうぶさら (Uppsala) デ取ツテ其泥土ノ量ヲ秤定シタガ、比較的緩流ガ1年間ニ運去ル泥土ノ量ハ素晴ラシイモノデ、平時ハ全ク清澄ノふいりす河ガ1年ニ6萬噸以上ノ溶解不溶解ノ物質ヲ流去リツ、アルノハ驚クベキ事實デアル。

次ニ土壤侵蝕防止ノ對策ヲ述ベンニ、水ヤ風ナドノ爲ニ起ル所ノ徐々トシテ、然シ絶エズ已ムコトノ無イ土壤侵蝕ハ、終ニ大キナ變化ヲ地表ニ與ヘツ、アルノデアル。之ガ北米合衆國ヤ支那ナドノ比較的廣漠タル地域ニ於テ、土壤侵蝕ガ非常ナ危険ヲ醸モシツ、アルコトガ最近世ニ知ラレルニ及ンデ、世界ノ大ナル注目ノ問題化シタノハ茲數年來ノコトデアル。聽ガテハ河水ノ淤泥モ其源ハ此土壤侵蝕ヨリ來ルモノデ、砂防工ナドニ於テ隨處ニ見ラレル

山崩ヤ地亡ナドノ災害モ亦此土壤侵蝕ノ片鱗ト見ラルベキモノデアル。

北米合衆國ノ土壤侵蝕ハ被害殊ニ甚シク、現在侵蝕ノ爲ニ完全ニ荒廢ニ歸シタ土地ノ面積2千萬ha、被害ノ激甚ナ處2千萬ha、甚シク地味ノ礫礫トナツタ處4千萬ha、危険ニ頻シツ、アル處4千萬haニ達シテ居ルト言ハレテ居ル。其外洪水ノ爲ニ河床ガ高クナリ、水流ヲ阻害シ、其損害年々數億弗ニ上ツテ居ル許リデナク、侵蝕ノ爲ニ耕地ガ洗ヒ流サレ、肥料ヲ施シテモ收穫ヲ増サナイ。

又支那ニ於ケル土壤侵蝕ノ統計ハ今俄カニ之ヲ得ルコトハ困難デアルケレドモ、北支ノ黄河ノ河水ニ依ツテ流サレツ、アル泥土ノ量毎年約10億噸、揚子江ニ依ツテ流サレツ、アルモノ毎年約4億噸ト推算セラレテアルヲ見テモ、如何ニ支那ノ黄土ガ侵蝕サレ易イカラ想像シ得ベク、支那全土ニ就イテ調査ガ完成シタ曉ニハ、土壤侵蝕ガ此東亞ノ地域ヲ蝕バミツ、アル恐ルベキ形而下的ノ敵ナルコトガ知ラレルグラウ。

我國ノ如キ面積狭小ナ處デハ勿論土壤侵蝕ニ依ル災害ハ北米ヤ支那ナドニ比較シ得ベキデハナイガ、山嶽ニ富ンデ傾斜ガ多イ爲メ、面積ノ割合ニハ輕視出來ナイモノガアル。殊ニ颱風ナドヲ眞トモニ受ケテ豪雨ガ少クナイ爲ニ、河川ニ流出ス土砂ハ稍々モスレバ濁浪天ニ漲ルコトガアリ、河床ハ高マリ、河口ハ埋没シ易イ。又山崩地亡ナドノ爲ニ狭イ區域ニ深刻ナ災害ヲ見ルコトハ古往來今其例ガ多ク、耕地ノ頽廢ヤ、山林ノ荒蕪ナドガ屢々見ラレル。

今土壤侵蝕ノ種類ヲ通覽スレバ前ニ述ベタ通り、水ト風ニ依ルモノデアツテ、殊ニ水ハ侵蝕ノ決定的素因デアル。侵蝕ハ層狀ト溝渠ノ二ツニ分ケルコトガ出來ル。層狀侵蝕ト云フノハ傾斜シタ地面ガ層又層徐々ニ剝削サレルモノデ、養分ニ富ンダ表層ノ腐植土又ハ耕土ナドガ、全面ニ亘リ次第ニ深く洗流サレルノデ、最モ惡質ノ荒蕪ヲ招グモノデアル。溝渠侵蝕ト云フノハ傾斜

ノ急ナ土地ニ稍々深イ水ヲ集メル小溝ガ凹窪ノ部分ニ成立シ、小溝ノ水ガ集ツテ溪流トナリ、漸次大キナ水路トナル。而シテ是等小溝ヤ溪流ガ出來ル他ノ一面ニハ之ニ集マル水ガ其通過スル地盤ヲ蠶食シ、斯クシテ沿道ノ土ヲ侵蝕スルノデアル。勿論是等2種ノ侵蝕ニハ過渡的ノモノモアリ、半バ層狀ニ、又半バ溝渠ヲ爲シテ侵蝕スルコトアルハ言フ迄モナイ。洗掘サレタ土壤ノ中、粗大ナモノハ傾斜ノ緩和ト共ニ先ヅ水路ヤ沿岸ニ沈澱シ、細微ナモノハ或ハ浮游シテ遠クニ運バレ、或ハ流速ノ無イ曲浦入江ナドニ停滞沈澱スル。是等ノ沈澱シタ泥土ハ或ハ貴重ナ耕地ヲ被覆シ、又ハ生育シタ植物ヲ枯死セシメル。此泥土ハ價値アル土壤ノ特性ヲ失ヒ、養分ニ富シダ可溶性ノ物質ヲ流シ去ツテ、收穫ノ少ナイ土地トナル。

風モ亦侵蝕ヲ招來シ、砂漠狀ノ平野ハ絶エズ風ニ吹カレ、或ハ黃砂トナツテ遠クニ運バレ、或ハ水流ニ依ツテ沿岸海中ナドニ運搬サレル。

侵蝕防止ノ對策ハ凡テノ素因ニ關スルモノデ、今其河川溝渠ヲ除ク陸地ニ就イテ大要ヲ擧ゲテ見レバ、土地ノ廣サ及傾斜、發育セル植物ノ種類及大サ、土壤ノ物理的及化學的特性、土地利用ノ期間及耕作ノ凡テニ涉ツテ居ル。

雨量ハ侵蝕ノ程度ニ對シテ決定的役割ヲ營ムモノデ、中ニモ短時間ニ大ナ強度ヲ有スル所謂豪雨ハ最モ侵蝕ヲ起シ易ク、特ニ危險性ヲ有スル。例ヘバ5月頃ノ植附時期ヤ、春秋其他地表ニ殆ド植物ノ發育シテ居ナイ時、或ハ後ニ發育セントスル時ナドニ降ル豪雨ハ最モ破壊ノ作用ニ富ム。

地盤ノ傾斜ガ侵蝕ニ及ボス影響ハ水ノ流速ニ關係ガ深く、河ヤ溝ノ場合ニ $v = \xi \sqrt{J}$ ヲ以テ流速 v ト傾斜 J ノ關係ヲ知ルコトガ出來ル。茲ニ ξ ハ常數ト水理均深ノ平方根トノ積カラ成ル函數ヲ表ハス。又流速ガ2倍スレバ其運搬力ハ4倍スルコトヲ考ヘレバ凡ソ想像ガ附ク。但シ流速ガ増セバ水ガ地中ニ滲透スル可能性ガ減少スル(地下水第五章、殊ニ第二節參照)。地表

1%ノ勾配ハ既ニ侵蝕ノ現象ヲ現ハシ、3%ヲ越エレバ、表面ノ水流ハ急ニ増加スル。階段ヲ設ケテ傾斜ヲ少クスレバ勾配ガ少クナル爲メ、侵蝕防止ニ好果ヲ及ボス。所謂テレ一サト呼バレル山腹ノ傾斜緩和法ハ此理ニ基ヅク。若シ最下ノ階段ノ終リニ畦ヲ設ケテ水ノ溢流ヲ防ギ、集ツタ水ハ同高線ニ沿ヒ小サイ勾配ヲ途中侵蝕ノ虞レガ無イ様ニ、天然人工ノ集水溝ニ導キ、之ヲ他ノ天然又ハ人工ノ水路ニ放流スルコトヲ圖ラナケレバナラナイ。然シ叨リニ多クノ雨水ヲ地中ニ滲入セシメルコトハ山崩地ニ等ヲ引起ス遠因トナル懸念ガアルカラ、避ケナケレバナラナイ(本書第十六章第五節參照)。

植物生育ノ侵蝕防止ニ及ボス影響ハ植物ノ種類ノ外ニ、發育シテ地盤ヲ被覆スル時間ニ依ツテ異同ガアル。森林ハ言フ迄モナク、雨ヲ遮斷スルカラ、侵蝕ニ對シテ最モ強イ保護力ヲ有シ、牧場、草野、果樹園ナドガ之ニ次ギ、禾穀ハ亦之ニ次イデ居ル。一般ニ蔬菜トカ果樹トカ云フ様ナ有用植物ヲ植エレバ、畑ニ雜草ノ繁殖ヲ嫌フカラ、侵蝕ノ方面カラノミ見レバ危險ニ曝サレル理窟デアル。是レ一般ニ耕作ニ比例シテ侵蝕ガ増加スル所以デナケレバナラナイ。

土質ト侵蝕ノ關係ヲ見ルニ、粗粒ノ土ハ細粒ノモノヨリ抵抗ガ多イ。不滲透質ノ粘土ハ磨削ニ對シテ或ル種ノ抵抗力ヲ持ツテ居ルガ、永ク水中ニ漬ツテ居レバ溶解浮游ガ始マル。礫母質土壤ハ侵蝕ニ對シテ最モ脆弱デアルガ、是レ粘土分ガ少クテ粘着性ニ缺ケテ居ル爲メデアル。土ガ化學的ニ結合シテ且ツ不溶性ノモノナラバ、雨水ノ穿入ニ對シテ抵抗力ガ強イガ、溶解シ易ク、又接合劑ガ水ニ溶解スレバ土ハ漸次侵蝕セラレル。反應ノ多イ有機物及石灰ナドヲ含ム土ハ固マル傾向ガ多イ。但シ土壤生成學ニモ述ベタ如ク、土壤ノ物理的及化學的性質ノ數字的關係及其侵蝕性ハ從來尙未ダ満足ノ程度ニ研究セラレテ居ラナイモノガ多ク、質的ニハ大綱ヲ知り得テモ、量的ニハ明瞭ヲ

缺クモノガ少クナイ。是レ土壤ガ有機物ナドヲ含ンデ生物化學的性質ノ複雑ガ加ツテ居ル爲デアル。

耕作ノ状態モ亦土壤侵蝕ニ影響ガ多イ。傾斜ノ土地ニハ廣イ耕地ヲ避ケテツ、表水ノ流路ニ沿ウテ侵蝕ガ多イコトヲ忘レテハサラナイ。從ツテ又傾斜地ニ沿ウタ狹長ノ耕地ハ成ルベク之ヲ分割シ、侵蝕防止ノ觀點カラ、排水畦ノ如キハ同高線ニ平行ニ設ケルヲ得策トスル。

以上ハ主トシテ陸地上ノ土壤侵蝕ヲ述ベタガ、是等侵蝕サレク土砂ハ小溝、溪流、河川等ニ送ラレ、其或ルモノハ河底ニ堆積シ、或ルモノハ遠ク河口ヲ出デ、海ニ放流セラレル。會々湖沼貯水池ノ類ガアレバ此ニ沈澱埋没スル。勿論溝ヤ河ヲ流レル流水ハ其河床ニ沿ヒテ一種ノ土壤侵蝕ノ作用ヲ爲スモノデ、河川ハ獨リ流域ノ水ヲ排除スル許リデナク、亦侵蝕ノ土砂ヲ流去ル仕事ヲ營ミツ、アルノデアル。其侵蝕ノ殊ニ甚シイ溪流ナドニハ砂防ナド、稱シテ土砂扞止ナドヲ企テラレルケレドモ、一般ニ河川ノ中流及下流ニ於テモ如何ニシテ侵蝕ヲ出來得ル限り防止シテ河川ノ安定状態ヲ保ツベキヤハ治水ノ大ナル眼目ノ一デ、更ニ河口ノ壅塞埋没ナドヲ如何ニシテ處理スベキヤハ又他ノ眼目デナケレバナラナイノニ、從來ハ餘リ多ク顧ミラレナカツタ觀ガアル。殊ニ流域ノ土質ガ侵蝕ニ對シテ抵抗力ノ少イ様ナ河川デハ、之ヲ利用スルニシテモ、又ハ洪水ヲ防禦スルニシテモ、所謂治水及利水ガ非常ノ困難ヲ與ヘルノデアル。