

地下水

第一章 地下水と土

第一節 地下水と土ノ關係

1. 氣象學、表水學及地水學 我地球ノ内外ニ在ル水ヲ研究スル學問ノ中
デ空中ニ在ル水ヲ論ズルモノハ氣象學デ、地表ニ在ル水ヲ研究スルモノハ表
水學ト呼バレ、地中ニ在ル水即チ地下水ヲ論究スル學問ハ地水學又ハ地下水
學デアル。地水學ハ斯クノ如ク地表以下ニ在ル水ニ關スルモノデアルカラ、
土トハ密接ノ關係ガアリ、更ニ其輪廻ノ點カラ空中ノ水ニモ關係アリ、又地
表ノ水トモ唇齒輔車ノ間柄ニ在ルノハ言フ迄モナイ。

2. 地下水と土及岩石 一口ニ言ハバ地中ニ潜在又ハ潛行スル水ハ所謂地
下水デアルケレドモ尙仔細ニ考ヘテ見レバ土ヤ岩石自身ノ中ニモ相當ノ水ガ
アル許リデナク、土ノ粒ト外ノ粒ノ間又ハ岩石ト外ノ岩石ノ間ニモ亦水ガ潛
在シテ居ル、換言スレバ地中ノ水ニハ土粒ヤ岩石ノ中ニ其形ヲ保ツ爲ニ成分
ノ一部分トシテ含マレテアルモノモアルガ、通例之ヲ岩濕ト唱ヘテ普通ノ地
下水ノ中ニハ之ヲ入レナイ、而シテ地下水ノ研究トシテハ先ヅ之ヲ保ツ所ノ
土又ハ岩石ノ性質ヲ知ラナケレバナラナイ。

3. 土ノ語源 土ハ我國上古ノ語ニ「ひち」ト云ヒ、又「つち」トモ云ヒ、
亦更ニ「はに」ナドトモ云ツタ、「ひち」トハ泥沙ノ土ヲ云ツタモノデ、泥土
沙土ノコトデアル、水漬ス所ノ土ヲ「ひち」トモ云フガ、古語ニ「ひち」ト
云ヒ、「ひたち」ト云フノハ皆漬ス意味デアル。

又「つち」ハ土地ノ音ノ如ク言フケレドモ大地ハイヅクマデモ一土塊デア
ルカラ「つゞき」ノ義デ、つきがちトナリ「つち」トナツタモノダト見エル、

土ニハ黃土、白土(堊)、黑土(墟)、藥土ナドノ別ガアル。

言海ニモ「つち」土ハ (1)此地球ノ大塊ヲ組成シ、山野ヲ成スモノ、(2)或ハ其中ノ岩石鑛物ト別ケテ地球ノ表面ヲ被ヒ、柔クテ草木ヲ生シ立ツルモノト説明シテアル、つちかふ(培)ナド云フノハ土ヲ被ヒ草木ヲ養フコトヲ云フノデアアル。

又英語デハ Soil ト云フ。近代羅典語ニハ土 (Soil, ground) ヲ Solea ト云ツタ。文化羅典語ノ Sole ハ勿論草鞋ノ底ヲ表ハシタモノデ、土ヲ意味シタ Solum ト紛ハシイ。佛蘭西語ノ Sol ハ實ニ之カラ來タモノト考ヘラレテ居ル。而シテ Solea 及 Solum ハ共ニ同一ノ語源ヲ有スルコトハ明デアアル。又之ト別個ニ Soil ト云フ言葉ハ「よごす」ト云フ意味ヲモツテ居ルノハ面白イ。古佛語ノ Soil, Souil ハ野豬ノ泥ダラケニナツテノタクリ居ル處ノ意味デ、羅典語ノ豚ヲ Soillus ト呼ブモノカラ轉訛シタモノデアアル。

第二節 土ノ成立

4. 土ノ生因 土又ハ土壤トハ地表ノ岩石鑛物が風化シテ出來タ物質デ、其中ニハ屢々腐朽シタ生物ノ遺物ナドヲ含ンデ居リ、植物ノ生育ニ必要ナル營養分ヲ供給シテ居ル。其耕作ニ關係アルモノヲ特ニ土壤ト云フコトモアルガ、此ニハ土ト土壤トハ同一ノモノトスル。又土砂ナドト呼バレルモノモ土ト同一物デアアルガ、寧ろ生物ナドニ關係ノナイ意味ニ於テ用ヒラレル。農耕ノ出來ル範圍ノ土ヲ表土ト云ヒ、其下ノ土ヲ下土ナドト云フコトモアル。

岩石ノ風化ハ崩壞及分解ノ二ノ作用カラ成リ、崩壞ト云フノハ器械的作用デ、分解ト云フノハ化學的作用デアアル。大凡岩石ハ溫度ノ變化ニ遇ヘバ破壞スル。即チ寒冷ノ爲ニハ收縮シ、溫暖ニ出遇ヘバ膨脹スルノハ岩石モ他ノ一般ノ物體ト同一デ、寒暑溫度ノ變化ノ爲ニハ岩石ハ崩壞スルノミデナク、一部

分ニ熱ヲ受ケタリ又ハ之ヲ失フガ爲メ歪ミヲ生ジテ破壊ヲ見ルニ至ルモノデアアル。又岩石ノ間ニ介在シテ居ル水分ガ氷結スレバ容積ノ膨脹ヲ引起シテ破壊力ヲ逞ウスルノデアアル。其外岩石ノ破片ハ雨ヤ流水水河ナドニ侵蝕セラレテ漸次小クナリ、風ナドニ飛散セラレ、且ツ是等ニ運搬セラレル間ニ漸次磨滅シテ圓味ヲ帶ビ、飛瀑ハ岩角ヲ削ツタリ、氷河ハ山岳ヲ摺減ラシ、砂丘沙漠ナドノ土砂ガ風ニ運バレテ漸次細カニナルノハ皆岩石ノ崩壞デ、之ニ加フルニ岩石ノ間ニ發育スル植物ノ根ハ其割目ニ匍込ンデ徐々ニ之ヲ破壊スル如キモ亦器械的風化ノ種類ト考ヘルコトガ出來ル。

次ニ水ニ溶解シテアル酸素ハ鐵分ヲ含ム岩石ニ作用シテ之ヲ酸化シタリ、又火山ノ瓦斯ハ直接間接ニ岩石ニ對シテ酸化作用ヲ營ンダリ、又還元作用ナドモ行ハレル。又岩石ハ水ヲ吸收シテ自ラ分解スルコトハ酸化作用ト相俟ツテ珪酸鹽及金屬酸化物ニ多ク見ラレル。水ハ常ニ種々ノ物質ヲ溶解スルカヲ持ツテ居リ、岩石中ノ可溶分ハ水ニ溶サレ、雨ヤ雪ハ大氣中ノ炭酸瓦斯ヲ溶カシテ地下ニ降り、殊ニ生物ノ屍體ニ接シテ腐敗ヤ分解ニ依ツテ生ジタ炭酸瓦斯ヤ有機酸等ヲ溶解シ、石灰岩ニ洞窟ヲ穿テ所謂鍾乳洞ナドヲ生ズルニ至ルノデアアル。

斯クノ如ク岩石ノ風化シタルモノガ土トナリ、土ニハ粘土、泥土、砂、礫等トナリ、時トシテハ之ヲ總稱シテ土砂ナド、呼ブコトハ前ニ述ベタ通りデ、其破片ノ稍々大ナルモノハ之ヲ砂礫ナド、モ呼ブ。而シテ土ハ礬土、加里、曹達、石灰、苦土、酸化鐵、珪酸、磷酸、炭酸、硫酸、硝酸、鹽素等ノ無機成分ト共ニ表土ニハ若干ノ有機成分ヲ含ンデ居ル。

即チ地表ニハ動物ガ棲息シ、植物ガ發育シテ居ル結果トシテ高等ナル生物ヤ下等ナル生物又ハ各種ノ作物、厩肥、堆肥、魚肥ナドノ動物肥カラ來ル所ノ有機物が地中ニ含マレテ所謂窒素肥料ノ源ヲ爲シ、又腐植質ノ土ノ中ニハ

微生物ノ作用ニ依リ各種ノ分解ヤ細菌ノ發育ヲ助長シテ居ル。以上ノ外ニ土粒ノ間ニ含マレテ居ル水ハ亦其中ノ空氣ト相俟ツテ肥料ノ中ノ溶解性物質ヲ溶シ、又前ニ述ベタ様ニ鑛物ノ或成分ヲモ溶シテ稀薄ナ土壤溶液ヲ形成シテ居ル許リデナク、岩石ノ中ニハ自身ニ岩濕ト呼バレル水分ヲ含ンデ居ル。土ノ中ノ空氣ハ普通ノ空氣ニ比較スレバ炭酸瓦斯及窒素ニ富ミ、水蒸氣ヲ含ムコトガ多く、酸素ノ量ガ少イ。

斯クノ如ク水ハ土ト岩石ノ間ニ纏綿シテ居ルカラ、地下水及地表水ヲ研究スルニハ土ニ關スル智識ガ必要デ、土ヲ知ルニハ亦岩石ノ性質ヲ知ラナクレバナラナイコトニナル。

5. 土ノ種類 土ハ其生成ノ起源、理化學的性質及成分等カラ之ヲ分類スルコトガ出來ル、即チ生成ノマ、其根源タル岩石上ニ止マル所ノ土ハ其母岩カラ風化シタ跡ガ明ニ解カリ、表層ハ土化シテ居ルガ内部ハ崩壊霉爛シツ、アル岩石デ、更ニ下層ノ母岩ハ未ダ變化セズニ存在シテ居ル。此種ノ土ヲ定積土ト呼バレテアル、例ヘバ花崗岩カラ風化シテ出來タ土ハ花崗岩土ト呼バレ、片麻岩カラ出來タ土ハ之ヲ片麻岩土ト云フノ類デ孰レモ定積土ノ種類デアル。又一旦母岩ガ風化シテ土トナリ、水ノ爲ニ流サレテ他ノ岩石等ノ上ニ運搬セラレ、又ハ風ノ爲ニ吹飛サレテ所謂砂丘ナド、ナツテ存在スルモノヲ沖積土ト云ヒ、氷河ノ爲ニ移動シタ土ヲ洪積土ト云ヒ、更ニ火山ノ噴出物カラ成ルモノハ火山灰土ト呼バレテアル。而シテ沖積土、洪積土又ハ火山灰土ハ孰レモ母岩カラ離レタ處ニ運バレテアルカラ之ヲ總稱シテ運積土ナド、呼ブ。

土ハ其色カラ赤土、黒土、黃土ナドニ分類シ、其保溫力ノ差異カラ暖土及冷土ニ區別シ、水ヲ含有スル力即チ保水力カラ乾土及濕土ニ分ケラレテアル。土ハ其一般ノ狀態カラ砂、泥、粘土、礫母、黃土、腐植土ナドニ區別シ、更

ニ黒土、赭土、火山噴出物ナドヲ之ニ加ヘル人モアル。又土ヲ器械的ニ分析シテ其粒ノ大小ニ依ツテ之ヲ篩別シ、更ニ淘汰又ニ沈澱ナドニ依リ種別スルコトガ出來ル。粒ノ直徑200 耗以下ノモノヲ一般ニ土ト呼ビ、轉石以下粘土マデノ土ヲ次ノ如ク分類シ、粒ノ大サヲ定メルコトガ出來ル。

土ノ種類	粒ノ大サ(耗)	土ノ種類	粒ノ大サ(耗)
轉石	100—20	泥土	0.05—0.005
粗礫	20—2	粘土	0.005 以下
細礫	2—1		
砂	粗砂	1—0.25	
	中砂	0.5—0.25	
	細砂	0.25—0.1	
	極細砂	0.1—0.05	

北米合衆國土壤局デハ砂ノ粒大サヲ 2 乃至 0.5 耗、泥土ヲ 0.5 乃至 0.005 耗、粘土ヲ 0.005 耗以下トシテアル。此外粒ノ大サニ依リ土ヲ分類スル階級ハ國ニ依リ又人ニ依ツテ多少ノ差異ガアル。

粒ノ大サノ外ニ土ノ構造、配列、熱ノ傳導度ナド其ノ物理的性質ハ其化學的成分ニ伴ツテ水ニ對スル關係ヲ複雑ナラシメ、延イテハ土ノ凝集力トカ荷重ノ下ニ生ズル抵抗力ナドノ異同ヲ來スモノデアル。

土ノ粒ノ大サニ就テ北米合衆國 まいあみ (Miami) ノ五大堰堤及 ちーとん (Tieton) 堰堤竝ニ我國臺灣ノ河南大圳烏山頭土堰堤ノ淘汰分析ニ據ツタ結果ヲ示セバ次ノ通りデアル。

第一表 堰堤ノ土粒ノ大サ

土ノ種類	粒ノ大サ(耗)	三箇所ノ平均	五箇所ノ平均	四箇所ノ平均	六箇所ノ平均	四箇所ノ平均	五箇所ノ平均	ちいといとん	十*八地點平均
細礫	2-1	0	0	0.075	0	0	0	0	0.90
粗砂	1-0.5	0	0.08	0.025	0.017	0.45	0.1	0.1	1.54
中砂	0.5-0.25	0.033	0.02	0.3	0.05	0.85	0.3	0.1	3.26
細砂	0.25-0.1	3.6	2.6	3.55	1.4	6.4	3.0	0.3	46.02~
極細砂	0.1-0.05	17.5	14.7	23.7	13.8	23.7	18.2	6.3	44.58※
泥土	0.05-0.005	58.5	59.6	52.0	59.6	49.5	55.9	82.0	3.54 8
粘土	0.005 以下	21.4	22.9	20.1	25.1	19.1	22.2	11.9	

* 烏山頭ニハ外ニ 4 乃至 2 耗ノ 0.54 テ含ム。

~ 烏山頭ハ細砂ヲ 0.25 乃至 0.02 トセリ。

※ " 極細砂ヲ 0.02 乃至 0.002 トセリ。

8 " 泥土又ハ粘土ヲ 0.002 以下トセリ。

土ハ其化學的成分カラ石灰質土、腐植土、鹽基性土、酸性土ナドニ區別セラレルガ、農作上ニ極メテ關係ガ深イ。

施肥ニ依ツテ土中又ハ肥料自身ノ溶分ヲ水ニ溶解シテ植物ノ吸收ニ便ナラシメ、又ハ細菌ノ作用ニ依ツテ微生物ノ發育ヲ促ガシ、作物ノ吸收ヲ可能ナラシメルナド、地表ニ近イ耕地トカ又ハ草野ナドニハ土質ノ變化ガ非常ニ多ク行ハレツ、アルノデアル。

農耕上輕土及重土ナドノ區別ガアル。輕土ト云フノハ砂礫及壤土ノ一部ヲ耕シ易イ土質ノモノヲ云ヒ、重土ト云フノハ埴土及壤土ノ一部ヲ耕スニ困難ナル土ヲ云フノデアル。

地球上ノ全陸地ヲ土壤ノ種類ニ依ツテ分ケルコトハ頗ル空漠タル問題デアアルガ、今其一例トシテちろー(Tillo)ガ定メタ割合ヲ擧ゲレバ次ノ如クデアアル。

但シ之ニハ水ニ掩ハレテアル氷地、岩盤、岩盤ト土トノ間ノ過渡期ノ土及氣孔ヲ有スル普通ノ粗鬆土ノ四種ニ分ケテアル。

第二表 地表ノ土質

番 號	土ノ種類	面積百分率
I	氷 地	10.7
II	岩 盤	9.8
1	氷河ニ侵蝕セラレタルモノ	4.5
2	風ニ侵蝕セラレタルモノ	5.3
III	過渡期ノ土	3.6
IV	粗鬆土	75.9
1	定積土	38.4
a	壩 母	16.1
b	赭 土	22.3
c	山砂利	0.0
2	運積土	37.5
a	海成土	0.0
b	氷成土	7.1
c	沖積土	4.5
d	風成土	25.0
α	飛 砂	6.2
β	細土洗滌物	15.2
γ	黃 土	3.6
e	火山噴出物	0.9
計		100.0

6. 土ノ主ナル成分 土ヲ調べテ見レバ砂ヤ粘土ナドノ様々ノ粒ノモノガ多數集ツテ出來テ居リ、其中ニハ更ニ大小ノ石礫ナドガ介在シテ居ル。然シナガラ土ノ組織トカ水ヲ保有スル量トカ其他色々ノ性質カラ土ヲ四種ニ分ケルコトガ出來ル。砂土、粘土、石灰土及腐植土ガ是デアアル。

砂土 又ハ簡單ニ砂ハ石英ノ粒デ肉眼デモ之ヲ見別ケルコトガ出來、又ハ指ヲ以テ摩擦スレバ其砂ヲ識別スルコトガ容易デアル。又土ノ中ニ水ヲ加ヘテ振盪スレバ砂粒ハ下ニ残ツテ河ヤ海ナドノ岸ニ見ラレル様ナ砂ノ沈澱トナル。化學的ニ純粹ナ砂ハ珪酸 (SiO_2) 又ハ石英デ透明ナ硝子狀ノ礦物デアルガ、普通ニハ酸化鐵ガ混ツテ多少不純トナリ、且又黃褐色トナツテ居ル。砂カラ成ツテ居ル土ハ甚シク粗鬆^{ソカク}デ水ヲ保有スル力ガ乏シク、蒸發ガ速ク、日中ハ非常ニ暑クナツテ夜間ハ亦之ト反對ニ非常ニ冷エ、植物ノ發育ニハ不適當デアル。然シ砂ハ粗鬆デアルガ、植物ノ根ガ張ルニ都合良ク、空氣ヤ水ガ入ルニハ抵抗ガ少ク、殊ニ乾キ易クテ排水ニ適シテ居ル。

粘土 ト云フノハ化學者ハ含水珪酸あるみな ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ヲ呼ブノデアルガ、其内陶土又ハ支那粘土ト云フノハ可ナリ純粹ナモノデアル。實際ニ粘土ハ凡ベテノ土ノ中ニアルガ多クハ比較的少量ニ過ギナイ。農夫ガ固粘土ナド、呼ンデ居ルモノデサヘ其中ニアル眞ノ粘土ノ含有量ハ1乃至2%ヲ出デナイ。然シ農業上粘土ト呼ブモノハ粘リノ強イ耕シ難イ物質デ非常ニ細ク、通例 0.005 粒以下ノ土デ、岩石ノ分解カラ出來タ砂ヤ他ノ物質ニ珪酸あるみなノ少量ヲ含ンデ居ルモノヲ指スノデアル。粘土ノ特性トモ云フベキモノハ其化學的成分デナク、寧ろ其物理的状態ニ關係シテ居ル。即チ濕ヘバ粘土ハ粘バツテ農具ヲ用ヒテ耕作スルコトガ困難トナリ、空氣ヤ水ガ自由ニ其中ニ滲入シ得ナイ。然シ粘土ハ乾燥スレバ堅クナリ、瓦ニ燒クコトガ出來ル。又能ク水ヲ保有シ、溫度ガ低クテ其溫度ヲ上ゲルニハ高熱ヲ要スル。從テ純農業上カラ見レバ全然粘土カラ成ル土ハ純粹ナ砂ト同ジク植物ノ發育上無用ノモノデアル。然シ其水ヲ吸收シテ保有スル力ガ大デアルカラ、加里トカ磷酸トカ又ハ窒素化合物ナドノ水ニ溶ケ易ク植物ノ營養ニ必要ナル成分ヲ吸收スルコトガ多イ。

石灰土 ノ純粹ナルモノハ炭酸石灰 (CaCO_3) カラ成リ、白色ノ固形體デアル。植物ノ營養分トシテハ少量必要デ、其多量ナルトキハ其發育ニ有害デアル。又石灰土ノミデハ之ヲ細ニ碎イテモ植物ノ發育ニ役ニ立タナイ。泥灰土ト云フモノハ凡ソ 1 割 5 分ノ石灰分ト 7 割 5 分ノ粘土ヲ含ンダモノデ谷底ナドニ見出サレ、耕作ニ適スル。之ニ砂ノ混ツタモノハ砂交リ泥灰土デ其中ニ石灰分ガ多イ程收穫ガ少イ。而シテ其收穫ノ多イモノハ所謂黃土デアル。黃土ハ洪積紀ニ風ノ爲ニ飛散シテ出來タモノデ屢々斷崖狀ヲ爲シテ屹直シ、大陸ノ中央無雨ノ地方ニ擴ツテアル。南北亞米利加、亞細亞ノ支那波斯地方、歐羅巴ノらいん及どなう河ノ孟谷ナドニ廣ク見出サレテアル。

腐植土 ハ動物ガ腐敗シテ土ノ中ニ殘存シタモノデ、泥沼土ノ如キハ其適例デアル。水分ヲ保有スル力が大デアルガ酸性デアル。乾ケバ輕ク、植物ノ根ヲ支ヘルニ勝ヘナイ。普通ノ植物ハ主ニ腐植土カラ成ル土ニ生育シナイ。

以上四種ノ土ヲ通覽スレバ各種共其自身デハ植物ノ發育ニ適シナイガ、然シ是等ガ適當ニ混合スレバ完全ナ土壤トナル。即チ早魃ヲ妨グル爲メ充分ナ粘土ト腐植土ヲ含ミ、新鮮ナ空氣ヲ入レ水漬カリヲ防グ爲ニハ充分ノ砂ガ必要デ、腐植土ノ酸性ヲ中和スル爲ニハ石灰土ヲ必要トシ、且ツ土ノ中ニハ植物ノ發育ニ必要ナ他ノ物質即チ肥料ノ類ヲ要スル譯デアル。

一般ニ粘土ノ 3 割乃至 5 割、砂ノ 5 割乃至 6 割ト植物ノ遺物ノ適當ナ量ヲ有スルモノハ普通ノ農業用ニ適當ナ土デ、壙塚ガ混ツテ且ツ其中ニ粘土ガ多ケレバ粘土壙塚トナリ、砂ガ多ケレバ砂混壙塚トナル。堅粘土ハ粘土ノ 5 割以上ヲ含ミ、輕砂ハ 1 割以下ノ砂ヲ含ンデ居ル。

後ニ述ベル如ク、土ハ篩ヲ用ヒテ器械的ニ細礫ヤ粗砂ヲ分離シ、殘餘ノモノハ淘汰ヤ沈澱ナドニ依ツテ砂、泥土及粘土等ニ分ケルコトガ出來ル。