

## 第四章 土ノ化學的及微生物學的性質

### 第一節 土ノ化學的性質

62. 土壤化學ノ一斑 土壤化學ハ土壤ノ化學分析及其化學の特異性及肥料等ヲ研究シ、土壤ノ中ニ行ハレル化學的變化ヤ植物ノ營養ニ關スル土壤ノ關係ヲ論ズル學問デアル。土ノ成立ヤ其化學的作用並ニ土ノ分類ナドモ亦論究サレル。此ニハ土壤化學ニ關スル一端ヲ述ベルニ止メル。

土壤化學ハ第十八世紀ノ始カラヘーるす (Hales, 1727)、ぜねびーや (Senebier)、そーしゅーあ (Saussure) ニ依テ研究セラレ、次イデデビー (Davy)、がぜりー (Gazzeri) 及たえや (Thaer)、しゅゑるつ (Schwerz)、こっぺ (Koppe)、ぶるがー (Burger) ナドニ依ツテ發達シタ。

殊ニぶるがーハ腐植土論ノ唱導者デアツタ。ぶーしんごーと (Boussingault)、をるふ (E. Wolff)、すとっくはると (Stockhardt)、ろーす (Lawes)、ぎるばーと (Gilbert) ハ腐植土中ノ窒素が必要ナモノトシテ所謂窒素論ヲ唱ヘタ。しふれんげる (Sprengel) ハ植物ノ營養トシテ土ノ礦物成分ノ必要ヲ指示シ、りーびっひ (Liebig) ハ植物ニ必要ナル礦物的營養分ガ土壤中ニ存在スル量及狀態ニ關係シ、炭酸及窒素化合物ハ空氣中カラ攝取スルコトヲ唱導シタ。即チ礦物質論是デアル。其後窒素並ニ炭酸石灰、加里及磷酸等ノ礦物質ハ植物ノ發育ニ必要デ共ニ地中ニナケレバナラナイコトガ知ラレタ。第十九世紀ノ終ニハくのぶ (W. Knop)、ふゑすか (M. Fesca)、おると (Orth)、はいんりっひ (K. Heinrich) 等ハ土壤化學ヲ研究シテ光彩ヲ放チ、しゅーね (Schöne, E. W.)、ひるがーど (Hilgard)、みちゅゑるりっひ (A. Mitscherlich) 等ハ更ニ土ノ物理的性質ノ知見ヲ擴張スルニカアツタ。

土の成立ハ岩石ノ風化ニ依ルモノデ、其風化ハ物理的及化學的作用ニ基クモノデアル。化學的作用ニハ水ノ存在ガ必要デ、地下水ノ性質ハ即チ此化學的作用ノ結果デアルトモ考ヘルコトガ出來ル。又酸素、炭酸及或鹽類ハ風化作用ヲ促進シ、水ノ働キヲ助ケル。即チ土ヲ組織スル岩石ニ對スル水ノ影響ハ一部浸蝕ニ依リ、他ノ一部ハ溶解ニ依ルノデアル。水ハ酸素ヲ溶シテ之ヲ保有シ、岩石ノ空隙ニ浸潤滲透シテ其酸化作用ヲ水ニ接觸シタ岩石面ニ及ボシ、而カモ毛管作用ハ此働キヲ廣イ區域ニ行渡ラセル。此酸化作用ハ岩石ヲ破壞スル一原因デアル。炭酸ハ水ニ溶ケ易ク、岩石ヲ破壞スル他ノ原因トナリ、其破壞力が純粹ノ水ヨリモ遙ニ強大デアル。又炭酸あんもにあノ如キ鹽類ハ亦水ニ溶ケ易イノミナラズ其岩石ヲ破壞スルカハ非常ニ猛烈デアル。

植物ノ發育ニ當リ其根カラ生ズル炭酸及有機酸ハ腐蝕性ヲ有シ、岩石ノ崩壊ヲ引起ス。又地中ニ居ル微生物ノ活動ヲ見逃セナイ。木ノ葉ヤ根ナドヲ喰ツテ之ヲ分解シ易イ状態ニシ、土ハ亦之ニ依ツテ粗鬆トナリ通氣ヲ良クスル。

同時ニ亦水モ浸込ミ易クナリ、土ヲ組織スル岩石ノ崩壊ヲ助長スル。はんぜん (v. Hansen) ハ 1 へくた一ノ耕地ニ 13 萬ノ微生物ガ居ルト云ツテ居ル。

地中ニハ無機物ノ外尙ホ少量ノ有機物ガアル。是レ動物ヤ植物ノ遺骸ナドノ腐敗ニ依ツテ生ズル腐植物デ、直接植物ノ營養トハナラナイガ、其分解ニ依ツテ出來タ物質ハ土壤ノ成分ヲ變化シ、間接ニ植物ノ營養ヲ作ル。即チ腐植物ハ細菌ノ作用ニ依リ主トシテ炭酸及あんもにあニ分解セラレ、植物ノ吸收シ易イ形トナリ、又岩石ノ風化作用ニ必要ナルモノトナル。斯クシテ天然土壤ガ耕地ニ變ルノデアル。土ノ主ナル種類、砂土、礫土、粘土及石灰土ニ更ニ腐植土及沮洳土ハ生物ノ遺骸ト多量ノ水ヲ含ンデ居ル。前ノ四種ノ土壤ハ礦物質ノ成分ヲ主ナルモノニスルガ、沮洳土ニハ礦物質ノ外ニ有機物ガ

多分ニ含マレアル。沮洳土ニハ高沮洳及低沮洳又ハ縁地沮洳ナドノ別ガアリ、充分ナ排水ヲ行ヘバ低沮洳地ハ草野トナル。即チ地下水ヲ地表以下 50 糎マデニ沈下スレバ多クノ場合ニ草野トナルベク、之ヲ 1 米マデ沈下スレバ耕地トスルコトガ出來ル。勿論排水シタ上ニ粗砂、礫土、泥灰土ナドヲ 10 乃至 20 糎ノ厚サニ被覆スル上ニ相當ノ施肥ヲ行ヘバ良イ。高沮洳地ハ深サ 50 乃至 50 糎ノ溝渠ヲ作り、幅 8 乃至 10 糎位ノ縁堤ヲ作ツテ排水ヲ行フ外深サ 15 糎位ニ鋤返シテ二三同行ヒ、且ツ適當ナ施肥ヲ行フテ良シトスル。他ノ壤土ヲ用ヒテ高沮洳地ノ上ニ被覆スルコトハ勿論耕地トシテ良結果ヲ收メ得ラレル。

沮洳地ノ下層ニハ屢々黑色ノ緻密ナ泥炭ガアルカラ之ヲ掘揚ゲテ燃料トスルコトガ出來ル。

土壤ノ化學分析ハ土ノ中ノ成分ノ性質ヤ數量ヲ明瞭ナラシメルモノデアルガ、先ヅ土ノ機械的分析ヲ行ツテ其物理的性質ヲ知り、後ニ土ノ個々ノ成分ヲ定メベキデアル。之ニハ土ヲ細カニシテ先ヅ薄メタ鹽酸ヲ以テ處理シ、次ニ濃硫酸ヲ以テ、最後ニ弗化水素酸ヲ以テ處理シテ各成分ハ一般ノ化學分析ノ方法ニ依ルベキモノデアル。

種々ナル強酸ニ依リ土壤ノ中ニ含マレアル植物ノ營養分ノ總量ヲ知ルコトガ出來ルガ之ハ土壤ノ收穫量ヲ定メルモノデハナク唯其收穫ノ形ヲ定メルニ過ギナイ。土壤ノ中ニ營養分ガ如何ニ溶ケ得ルカ、即チ耕地ノ吸收性ノ多少ヲ知ルコトガ土壤ノ收穫量ヲ知ルニ必要デ、溶ケタ鹽基類殊ニあんもにあ及酸殊ニ磷酸ヲ吸收シ得ルカヲ知ルコトガ收穫量ヲ定メル方法デアル。此吸收ハ一部ハ物理的デ、一部ハ化學的デアル。物理的ノ作用ハ地中ノ水ヲ表面張力ヤ毛管作用ニ依ツテ又ハ滲透作用ニ依ツテ廣イ區域ニ散布シ、化學的ノ作用ニ於テハ鹽基類ニ依リ土ノ成分ニ作用スル鹽類ヲ土ニ固定シ、酸類ニ依

リ土中ノ鹽基類ヲ溶カス（但シ磷酸及一部ノ硅酸ヲ除外スル）。あるかりニ於テハ大部分石灰及まぐねしやニ對シテ交換作用ガ行ハレ、石灰及まぐねしやノ吸收ニハ土ノ炭酸化合物ガ特ニ作用スル。磷酸ハ地中デ石灰及まぐねしやノ炭酸化合物ニ依ツテ並ニ三二水酸化物ノ炭酸化合物ニ依ツテ保有セラレル。

土壤ノ吸收力ハ風化ノ爲ニ地中ニ開放セラレタ物質ヲ保有シ、其營養分ヲ保持スルニ與ツテ力ガアル。但シ土中ノ溶液中ニ營養分ガ缺亡スルニ至レバ土粒ニ吸着的ニ附着セラレテ居ル可溶性ノ物質ガ代用トナル。即チ窒素ガあんにやくノ形トナツテ結合スルコトガ多イ程其土地ハ收穫ガ多イ。然シ之ニモ除外例ハアル。而シテ濕氣ヤ溫度ナドハ勿論亦收穫ニ關係ガ少クナイ。

63. 土ノ化學作用ト地氣 土中ノ瓦斯又ハ地氣ノ性質ハ土ノ化學作用ニ影響スル所ガ多イ。炭酸ハ地殻ノ表層ヨリハ深層ノ方ガ多ク含有セラレテアル。殊ニ滲透性ノ土質ニ於テハ深い程炭酸ガ多イ。又夏日ハ冬ヨリモ多イ。氣壓ガ低クナレバ CO<sub>2</sub>ノ量ハ増シ夜間ハ表層ノ方ガ CO<sub>2</sub>ガ多イ。是等ノ關係ハ既ニ第二章第三節地氣ノ處ニ詳論セラレテアル通りデアル。酸素ハ深層ニ於テ常ニ少イ。地氣ノ中ニ含マレテアル酸素ハ普通ノ大氣ノ 20.9%ニ比シ平均 16 デアル。又地氣ノ中ニハ 0.5 乃至 0.8%ノ **あんにやく** 及炭化水素ヲ含ミ、且ツ硫化水素ノ痕跡ヲ存シテ居ル。

64. 化學的成分ト植物ノ發育 植物ガ其發育ニ要スル營養物ヲ分析シテ見レバ炭素、水素、酸素、窒素、硫黃、磷、ぼたしうむ、まぐねしうむ、かるしうむ及鐵デアツテ、炭素ト一部空氣カラ取ラレル酸素及窒素ノ少許ヲ除ケバ以上ノ諸元素ハ皆土カラ取ラレルモノデアル。植物ハ亦土カラ珪素、そびうむ、鹽素及他ノ元素ヲ取ルケレドモ其發育ニ必要ナモノデハナイ。野菜ニハ窒素ノ一部ヲ直接空中カラ取ルモノモアルガ、多クノ植物ハ土ノ中カラ之ヲ

攝ルノデアル。又硫黃ハ主ニまぐねしうむ、かるしうむ及他ノ金屬ノ硫酸化合物トナツテ土中ニ存在シ、磷ハかるしうむ、まぐねしうむ及鐵ノ磷酸化合物トナツテ居リ、ぼたしうむ、曹達及他ノ鹽基類ハ珪酸及硝酸化合物トナリ、炭酸かるしうむ及炭酸まぐねしうむハ亦多クノ土ニ普通ナル成分デアル。

化學的ニ見テ土壤ノ中ニ含マレテアル是等ノ成分ト作物ノ要スル成分トノ過不足ハ即チ施肥ノ必要ガ起ル譯デアルガ、之ハ全然本書ノ述べバキ範圍外デアルカラ之ニハ論究シナイノミナラズ、工學的ニハ土ノ化學的成分ハ關係ガ極メテ少ナイ。唯地下水ノ性質ハ土ノ化學的成分ニ影響セラレルコトガ少クナイノミナラズ、土ノ器械的分析ニモ亦多少ノ關係ノアルコトハ嘗テ述べタ通りデアル。

## 第二節 土ノ微生物學的性質

65. 地中ノ微生物ト硝化作用 最近地中ノ有機質ニ關スル研究ハ頗ル進歩シタト言ハレテ居ル。活力ノナイ遲鈍ナ土ハ植物ノ營養トナリ得ル化學的物質カラ成立ツテ居ルノニ其中ニハ無數ノ微少ナ生物又ハ細菌ガ繁殖シテ其土ノ豐饒ヲ齎ラシテ居ルノハ不思議ト云ヘバ亦不思議ト云フベキデアル。脚下カラ取ツター立糞ノ土ノ中ニハ 1.5 百萬カラ 2 百萬ノ細菌ト無數ノ微生物ガ棲息シテ居ル。而シテ土ノ中ニ深ク入ル程其數ハ減少シテ 2 米内外ノ深サニ於テハ一般ニ其數ガ極メテ少ナイ。

多クノ肥料又ハ有機物ノ地表ニ近クアルモノハ細菌ノ力ニ依ツテ分解セラレ、植物毛根ノ吸收シ易イ化合物トナル。是レ實ニ細菌ト微生物ノ活動ニ依ルモノニ外ナラナイ。是等微生物ノ活動状態ハ明カニハ知ラレテナイガ、其變化ノ道程ナドハ稍々知ラレテ居ルモノモアル。例ヘバ如上ノ作用ニ必要ナ窒素ハ硝酸鹽ノ形トナツテ供給セラレル。動物ノ排泄物ノ如キ有機物ヲ土ニ

加ヘルト其中ノ窒素ハ酸化セラレテ結局硝酸石灰、加里又ハ他ノ鹽基性ノモノトナル。樹ノ根ヤ葉又ハ腐植土ナドノ中ノ窒素ハ遅カレ速カレ硝酸鹽トナルガ是レ皆細菌ノ力ニ依ルモノデアル。從テ土ヲ熱シタリ又ハ消毒劑ヲ加ヘテ細菌ヲ殺セバ以上ノ作用ノ起ラヌヲ見レバ明カニ之ヲ證明スルコトガ出來ル。此作用ヲ硝化作用ト呼ブ。

腐植土ノ中ニ在ル含窒素蛋白質化合物ガ分解スル状態ハ頗ル複雑デアル。即チ不溶解性ノ蛋白質ハ腐敗菌ノ力ニ依ツテペふとん等ノ溶解性蛋白質トナリ、更ニあみど屬ノモノトナリ、更ニ最後ニハあんもにあ化合物ニ變ル。あんもにあ化合物ハ更ニ微生物ノ種々ナル種類ノモノニ依ツテ作ラレ、最後ニ酸化シテ硝酸鹽トナル。

硝化作用ハ攝氏 5°乃至 6°以上ノ溫度ガ必要デアルカラ冬ハ此作用ガ行ハレナイ。夏期攝氏 24°位ノ時ニハ硝化作用ハ盛ニ行ハレル。又細菌ハ空氣ノ乏シイ所デハ活動シ得ナイカラ水漬カリノ土ノ中デハ此作用ハ杜絶スル。石灰又ハ苦土或ハ其炭酸鹽ノ如キ鹽基類ノ存在ガ亦必要デ、且ツ適度ノ濕氣モ亦必要デアル。乾イタ土ノ中デハ硝化作用ハ已ンデ仕舞フ。

以上述べタ所デ耕作ニ細菌ノ必要ナルコト、排水ヲ良クスルノ必要及石灰類ノ不足シタ土ニハ時々之ヲ施スノ必要ナルコトガ知ラレル。

硝酸鹽ハ非常ニ水ニ溶ケ易ク、雨ニ洗去ラレル可能性ガ多イ。然シ植物ノ之ヲ吸收スルコトモ亦容易デアル。此他脱硝菌ノ活動ノ爲ニ硝酸鹽ガ消失スル虞ガアル。是等ノ細菌ハ硝酸鹽ヲ亞硝酸鹽ニ還元シテ、最後ニ之ヲあんもにあ及瓦斯狀ノ窒素トシテ大氣中ニ放散スル。

土壤ノ中ニ存在スル細菌ノ中デ大氣中ノ窒素ヲ以テ窒素化合物ヲ作ルカノアルモノハ耕作上極メテ必要デ所謂窒素固定ノ力ヲ持ツテ居ルモノデアル。

其働キヲ營ム爲ニハ地中ノ腐植土又ハ植物ノ遺物等カラ炭化水素又ハ他ノ

炭酸化合物ヲ供給シナケレバナラナイ。

又野菜ノ根ニ多イ或細菌ハ毛根ニ近ク侵入シテ小結節ヲ作ル。是レ非常ニ窒素ニ富ンダモノデ根粒ばくてりやナド、呼バレテアル。

以上ハ農作物ノ發育ニ關聯シタ細菌發育ノ一端ニ過ギナイガ、尙ホ他ノ地表ニ近イ土ノ中ニハ多クノ細菌ガ存在スルコトヲ想像スルコトガ出來ル。一般ニ數米ノ深サニ於テハ細菌ガ極メテ稀デアル事實ヲ考ヘレバ地下水ガ細菌ノ爲ニ汚染セラレル事ハ地表ヲ經由シテ地中ニ達スル間ト、純眞デ無細菌ノ水ガ地表ニ近ク來ル際ニ人爲的ニ細菌ヲ保有スルニ至ル爲デアル。

66. 土ノ中ノ水ト植物 作物發育ノ點カラ見レバ土ノ中ニハ是非共水ガ必要デアル。即チ植物ノ毛根ハ土中ニ滲込ンデ水ニ溶ケタ養分ヲ攝取シ、之カラ樹幹草莖ヲ經テ葉ノ纖維ニ送ラレ、此カラ水分ヲ空中ニ放散スル。蒸面蒸發又ハ蒸散作用ガ即チ之デ、斯クシテ植物ハ發育シ、生長スルノデアル。1ヘクタールニ作ラレルきやべぢハ天氣ガ晴朗ナレバ1日 25噸ノ水ヲ蒸散スルヲ考ヘレバ如何ニ土中ノ水ガ農作物ヤ植物ニ必要デアルカノ一端ヲ窺フコトガ出來ル。勿論植物ノ種類ニ依リ此需水量ハ同一デナイガ、農園ナドノ作物ニハ平均一噸ノ乾物量即チ作物カラ全部水分ヲ除イタ場合ノ物質ノ重量ニ300乃至500噸ノ水ヲ吸收シナケレバナラナイノデアル。而テシ若シ之ガ雨量ヨリ多ケレバ即チ外カラ灌溉ニ依ツテ水ヲ供給スル必要ガ起ル譯デアル。

一般ニ植物ノ生長ニハ水ガ土中ニアルヲ必要トスルガ實際ニハ土ノ中ニハ植物ノ有無ニ係ラズ水分ガ含マレテアル。土ノ含水量ハ其粒ノ間ノ空隙ニ關スルモノデ、此空隙ハ前ニモ述べタ通り凡ソ土全體ノ容積ノ 3割乃至 5割デ、此ニハ水ト空氣トガ占有シテ居ルノデアル。

然シ此空隙ニ水ガ一杯填充スレバ即チ水漬カリノ状態トナリ植物ハ其根デ吸收ガ出來ナクナル。其最モ適度ノ含有量ハ空隙ノ 4割乃至 6割位ノ時デ

アルト言ハレテアル。此状態ノ時ハ土粒ノ周圍ニハ水ノ薄膜ガ出来テ空隙ノ間ニ空氣ガ入り其間ヲ自由ニ循環スルコトガ出来ル。植物ノ毛根ガ生育ニ必要ナル營養ヲ吸收スルノハ實ニ此薄膜ニ於テスルデ所謂吸揚作用ニ依ルノデアアル。砂ノ中デ水分ガ 1.5% 以下、粘土ノ中デ 8% 以下トナレバ植物ハ萎縮シテ枯死スルノデアアル。

又土中ニ地下水ガ滞留シテノ水面ヲ爲シテ居ル場合ニ其水ハ土粒ノ間ノ毛管引力ニ依ツテ相當ノ高サマデ吸上ゲラレル。粗砂ノ間デハ水ノ上リガ遅ク、而カモ其高サハ大デナイガ、粘土ノ如キ細イ粒ノモノ、間デハ水ノ上リガ遅ク、而カモ其高サハ大デアアル。

67. 土ト細菌 山地、谷地及平地ハ衛生上ノ點カラ見テ非常ニ優劣ガアル。海面上 600 米乃至 800 米ノ高サノ土地ハ殊ニ健康ニ適シ、其日光ハ衛生上最モ優良デアアル。谷地ハ一般ニ日光ノ照射ガ不良デアアル爲ニ健康ニ適シナイ。殊ニ谷地ト特種ノ病氣トガ關係ノアルモノガ少クナイ。瘧疾<sup>くわちしすびす</sup>及風列陳病ハ谷地ニ多イ。平地ハ以上山地ト谷地ノ中間ト見ラレル。或地域ニ植物ガ繁茂シテ居ルカ又ハ裸地デ不毛デアアルカト云フコトハ衛生學ノ研究ニ必要デアアル。例ヘバ植物ハ熱ヤ水ヲ吸收放散シ、又農耕ハ地下水及空氣ヲ地中カラ攝取スルカラ植物ハ多ク土地ヲ乾燥セシメル。森林ハ殊ニ風土ニ關係ガ少クナイコトハ嘗テ述ベタ通りデアアル。樹林ノ根ハ土カラ水分ヲ吸收シテ所謂排水ノ用ヲ營ミ、又其生育シテ居ル附近ノ土ヲ固メル。

密林ハ風力ヲ和ゲテ地中カラ水ヲ吸上ゲ、附近ノ土ヲ乾燥セシメ、濕地ニ於ケル瘴癘ノ發生ヲ止メル。元來無數ノ寄生微生物ハ地中ニ棲息シテ、其數ハ地表カラノ深サト共ニ減ズル。然ルニ土ノ毛管作用ハ水ヲ地下水面カラ吸上ゲテ細胞ヤ胞芽ヲ塞グカラ、地下 2 米乃至 3 米トナレバ一般ニ死滅スル。腐植土ヤ粘土ハ砂ヨリモ多ク胞芽ヲ含ミ、耕地ハ非耕地ヨリモ亦胞芽ガ多イ。

細菌ノ中ニハ酸素ヲ好ム好氣菌ト之ヲ嫌フ嫌氣菌トアリ、後者ハ酸素ノアル所デ死ンデ仕舞フ。病原菌ハ地表ニ近ク、地表カラ僅カノ深サノ處ニ棲ンデ居ル。胞芽ノ生ズルノハ大部分土ノ硝化作用ノ結果デアアル。即チ動物質ガ酸化シテあんもにあ、亞硝酸鹽、硝酸鹽、脂肪ナド、ナリ、殊ニ石灰及石膏ノ存在シテ居ル所デ最モ多ク此作用ガ行ハレル。まらりやハふらすもちあむニ依ツテ生ジ、沮瀝地ノ暖濕ヲ好ム。其胞芽ハ過濕過乾ニ弱イカラ、洪水ヤ沈澱ハ胞芽ヲ一掃スルノ効ガアル。植林ヲ行ヘばまらりやノ多イ處ニ効ガアリ、ゆーかりふたす (Eukalyptus) 種ノ樹木ハ沮瀝地ニ植エテ排水乾燥ノ効果ガ多ク、延イテハ之ヲ衛生的ノ土地トスルコトガ出来ル。又地表ニハ浮腫及破傷風ノ細菌ガ棲息シテ居ル。又これらヤちふすノ細菌モ見出サレテアル。

地中ニハ消毒作用又ハ淨化作用ノアルコトハすとりーきにんノ溶液ヲ以テ證明スルコトガ出来ルガ、土ノ爲ニ傳染ノ危險ノアルコトハ凡テノ場合ニ之ヲ樂觀スルコトハ出来ナイ。

土ノ衛生的試験ハ物理的化學的及細菌的ニ分ケルコトガ出来ル。地下水ハ即チ亦土ノ中ニアル爲メ亦其溫度清濁色澤及化學的諸成分並ニ細菌の性質ニ於テ土ニ私淑スルモノト考ヘナケレバナラナイ。從テ其衛生的試験モ亦兩々相似タモノガアル。