

始





最新農業教授資料

前文部省國定
農業書編纂委員
矢田鶴之助
長野縣立下高井
農學校校長
神戶昌平
合著

中卷

大正
14. 6. 13
內交

東京
合資
會社
六盟
館

291-364

序

教授の効果は教授の準備の完否に由りて多少あり、殊に農業の如き多岐多端の學科に在りては、教授の實際に當る者に豊富なる知識と充分なる準備とを必要とするは言を俟たず。曩に矢田神戸の兩氏は農業の全般に互れる教授の資料を編纂して教授者に多大の便益を與へられしが今回更に一大努力を拂ひて根本的に増補改訂を施し、以て最新の學說を網羅せる改版大資料を世に公にせんとす。余之を聞きて本版は前版よりも一層農業教授の改善進歩に資すること大ならんと信じ其の卷頭に於て喜を陳べて序文となす。

大正十四年春

農學博士 澤村 眞

序

二

緒言

星移り物替り斯くて時運の然らしむる所必要の促す所各種學校に於ける農業教授の研讀及び斯學の攻究年と共に進み既往に比すれば眞に面目を一新せるの觀あるも、之が教授に將た學究に最も不便を感ずるは、一般に適當なる資料の缺乏に在るを以て、曩に國定準據農業教授資料二卷を編述し、更に最新農業教授資料の名目の下に一大増補を行ひ、聊か時勢の要求に應ずるものありしに、汎く江湖の歡迎を享け前後通じて貳拾餘版を重ねるに至りたるは、著者の望外とする所なりし。然るに幾多の自然科學を基礎とせる農學の範圍は頗る廣汎にして、之が資料をば能く上下の二卷中に網羅し盡すことを得ず、尙ほ且つ斯學の進歩に伴へる最新の學說を補充するの必要を感ぜしを以て、

更に大正十年續卷を編述し、重ねて農業の教授と學究とに對し
資する所ありたるも、大正十二年九月一日の大震火災は此等教
授資料の紙型を烏有に歸せしめ、從來の努力は一朝にして遂に
水泡に屬せり、然りと雖も之を永久に廢刊して世の期待と需要
とに背くに忍びざりしを以て、茲に現代に順應する如く根本的
に改訂を加へ、上中下三卷となし、三度新裝を施して斯界に見ゆ
ることとなりぬ、希くは能く其の名に背くことなくして其の實
を收め得んことを、敢て一言を陳べて緒言となす。

大正十四年四月

著者識す

凡例

一、本書は現代農學の骨子たるべき、重要事項を選定し、主として
小學校並に實業補習學校に於ける、農業教授の參考資料に供
せん爲に編纂せるものなるも、亦一般農學研究の資料として
極めて適切のものたるべし。

二、本書は各卷とも最新の學說並に實際的事項を網羅せんこと
に力め、且つ其の主要項目に涉りては特に細説し、殆ど他に參
考書を要することなくして、之が教授を完からしめんことを
期したると共に、尙ほ成るべく多數の圖畫を挿入して解説に
便ならしめたり。

三、本書を用ふるに當りては、其の地方の農業に顧み且つ農會の
調査農事試験場の成績等を参照して、實際的知識を養成せん

ことに注意するは、農業教授上頗る緊切とする所なり。

四、凡そ教授は教師の教へ能ふ所のものにあらずして、生徒の學び能ふ所のものたるべしとの原則に準據し、生徒學力の程度と地方農事の實況とに鑑み、之が教材の分量と深淺とを加減し、且つ其の適否を研究し、以て取捨選擇宜しきを得んことを力めらるべし。

五、本書編纂に就きては、農學士内藤親義氏の助力を得たること多く、實に其の一半は同氏を俟つて成れるものと稱すべきなり、茲に卷首に特記して之が感謝の意を表す。

大正十四年四月

著者識す

最新農業教授資料 中卷

目次

| | |
|---------------|----|
| 第一編 土 壤 | 一 |
| 第一章 土壤の生成 | 一 |
| 第一節 岩石の風化 | 二 |
| 第二節 本邦主要岩石の風化 | 二 |
| 第三節 風化物の堆積 | 一七 |
| 第二章 土壤の化學的成分 | 二〇 |
| 第一節 土壤の瓦斯成分 | 二〇 |
| 第二節 土壤の液體成分 | 二二 |
| 第一項 土壤の吸濕水 | 二二 |
| 第二項 化合水 | 二三 |

第三項 吸收水……………三

第四項 地下水……………四

第三節 土壤の固體成分……………五

第一項 土壤の無機成分……………五

第二項 土壤の有機成分……………六

第三項 土中有機物の分解……………七

第三章 土中微生物の作用……………七

第一節 土中バクテリアの數……………七

第二節 アンモニア酸酵……………八

第三節 硝化作用……………九

第四節 硝酸還元作用……………九

第五節 遊離窒素固定作用……………七

第一項 根瘤バクテリア……………七

第二項 窒素固定菌……………七

第六節 窒素の循環……………七

第四章 土壤の理學的成分……………八

第一節 土壤の器械的分析……………八

第二節 理學的成分を基礎とせる土壤の分類……………九

第五章 土壤の理學的性質……………九

第一節 土壤の色……………九

第二節 土壤の組織……………九

第三節 土壤の凝集力及び粘着力……………九

第四節 土壤の容量及び比重……………九

第六章 土壤の水に對する性質……………九

第一節 土壤の保水力……………九

第二節 土壤の毛細管引力……………一〇

第三節 土壤の水蒸氣凝縮性……………一〇

第四節 土壤の透水性……………一〇

第五節 土壤の蒸發性……………一〇

第七章 土壤の通氣性……………一二

第八章 土壤と溫熱との關係……………一五

第九章 土壤の化學的性質……………二〇

第一節 土壤の吸收作用……………二〇

第二節 土壤の反應……………二五

第十章 土壤の肥瘠……………三〇

附錄

土壤豐饒力の檢定……………三七

第十一章 土壤改良……………四〇

第一節 客土……………四二

第二節 沈泥……………四四

第三節 燒土……………四七

第二編 植物生理

第四節 植樹……………五〇

第五節 排水の方法及び效果……………五二

第一章 植物體を構成する物質……………六二

第一節 植物體を構成する有機物……………六四

其の一 無窒素有機物……………六四

其の二 含窒素有機物……………六七

第二節 植物體を構成する無機物……………六五

第三節 植物體中の原素及び其の效用……………六七

第二章 植物榮養分の吸收作用……………六八

第三章 有機物の生成作用……………七〇

第一節 炭水化物の生成……………七二

第二節 含窒素有機物の生成……………七二

第三編 肥料

目次

六

第一章 施肥の目的……………二二四

第二章 肥料の主要成分……………二二六

第三章 植物の必須成分と水耕法……………二二八

第四章 肥料三要素の效用及び化合態……………二三四

第五章 肥料の分類……………二三二

第六章 動物質肥料……………二三三

 第一節 人糞尿……………二三三

 第二節 厩肥……………二三二

 第三節 堆肥……………二三二

 第四節 家禽糞……………二三四

 第五節 蠶糞……………二三三

 第六節 魚肥……………二三三

第七章 植物質肥料

第七節 血粉及びタンケージ……………二二八

第八節 骨粉……………二二八

第九節 骨炭及び骨灰……………二二九

第十節 海鳥糞……………二二九

 第一節 綠肥……………二二九

 第二節 藁稈類……………二二〇

 第三節 稗皮類……………二三三

 第四節 燠炭肥料……………二三四

 第五節 米糠及び麸類……………二三九

 第六節 油粕類……………三三四

 第七節 農産製造粕類……………三三〇

 第八節 接種肥料……………三三三

第八章 礦物質肥料……………三三五

目次

七

第一節 硫酸アンモニア……………三五

第二節 智利硝石……………三四二

第三節 硝酸石灰……………三五二

第四節 石灰窒素及び窒素石灰……………三五四

第五節 過磷酸石灰……………三五五

第六節 重過磷酸石灰及び其の他の磷酸肥料……………三五六

一、重過磷酸石灰……………二、トーマス燐肥

三、沈澱磷酸石灰……………四、磷酸アンモニア

第七節 加里鹽類……………三七二

一、スタツスフルト加里鹽……………二、硫酸加里

三、加里鹽の性質及び施用

第八節 草木灰……………三六一

第九章 調合肥料……………三六四

第十章 間接肥料……………三六五

第一節 石灰……………三六六

第二節 刺戟肥料……………三九三

第十一章 肥料の配合……………三九五

第十二章 肥料の評價及び試験……………四〇四

一、肥料の評價……………二、肥料の試験

第四編 農藝化學實驗法……………四一四

第一 土壤實驗……………四二四

第一章 土壤の化學的實驗……………四二四

第一節 化學實驗上の用語……………四二四

第二節 化學實驗上の注意……………四二六

第三節 試薬の調製……………四二八

第四節 土壤水分の檢出……………四三二

第五節 有機物の檢出……………四三三

目次……………九

第六節 窒素の検出……………四四

第七節 無機物の検出……………四五

第八節 満掩石灰及び苦土の検出……………四六

第九節 鐵礬土及び磷酸の検出……………四六

第十節 硫酸曹達及び加里の検出……………四七

第十一節 鹽素の検出……………四七

第十二節 土壤吸收力の検定……………四八

第二章 酸性土壤に關する實驗……………四五

第一節 酸性土壤檢出法……………四五

第二節 酸性の種類檢定……………四七

第二 植物成分實驗……………四八

第一章 無機成分實驗……………四八

第二章 有機成分實驗……………四九

第一節 澱粉の實驗……………四〇

第二節 糖類の實驗……………四一

第三節 脂油の實驗……………四二

第四節 蛋白質の實驗……………四三

第五節 單寧の實驗……………四四

第六節 蔞酸の實驗……………四六

第七節 酒石酸の實驗……………四七

第八節 林檎酸の實驗……………四八

第九節 枸橼酸の實驗……………四九

第十節 茶素の實驗……………四九

第十一節 ニコチン(Nicotien)の實驗……………五〇

第三 水及び牛乳の實驗……………五〇

第一章 水の實驗……………五〇

第一節 物理學的檢査……………五一

第二節 化學的検査.....四五二

第三節 細菌學的検査.....四五七

第二章 牛乳の實驗.....四五八

第一節 牛乳濃淡の檢定.....四五九

第二節 牛乳脂肪量の檢定.....四六〇

第三節 牛乳成分の實驗.....四六一

第四節 牛乳混和物の檢出.....四六二

第五節 牛乳防腐劑の實驗.....四六三

第四 肥料實驗.....四六四

第一章 肥料成分實驗.....四六四

第一節 窒素の檢出.....四六五

一、アンモニア檢出法.....四六五

二、硝酸檢出法.....四六五

三、有機態窒素檢出法.....四六六

四、シヤナミッド態窒素檢出法.....四六六

第二節 磷酸の檢出.....四六九

一、磷酸一石灰檢出法.....四七一

三、磷酸三石灰檢出法.....四七一

二、磷酸二石灰檢出法.....四七一

四、有機態磷酸檢出法.....四七一

第二章 肥料夾雜物檢定.....四七二

第一節 水分の檢定.....四七二

第二節 土砂の檢定.....四七二

第三節 木質物の檢定.....四七四

第四節 動物質及び植物質の鑑別.....四七五

第五節 脂肪の檢定.....四七六

第六節 工場廢棄物の檢定.....四七七

第三章 肥料含有有毒成分檢定.....四七七

第一節 遊離硫酸の檢定.....四七六

第二節 硫青酸化物の檢定.....四七六

第三節 過鹽素酸化物の檢定.....四七九

| | |
|------------------|-----|
| 目次 | 一四 |
| 第四節 硫化物の検定 | 四七九 |
| 第五節 昇汞の検定 | 四八〇 |
| 第五編 農業氣象 | 四八一 |
| 第一章 溫熱と植物及び氣溫と地溫 | 四八一 |
| 第二章 霜害及び雹害の豫防 | 四九二 |
| 第三章 日光と植物及び霖雨の害 | 五一 |
| 第四章 旱魃と水源及び洪水 | 五九 |
| 一 濕氣と森林 | 五七 |
| 二 雨量と森林 | 五八 |
| 第五章 風及び防風林 | 五七 |
| 第六章 天氣及び天氣豫報 | 五四九 |
| 第七章 風土と作物 | 五六一 |
| 目次終 | |

最新農業教授資料 中卷

第一編 土壤

第一章 土壤の生成



土壤の三大效用

地球上陸地表面の大部分は、土壤を以て被覆せらるゝものにして、土壤には次の三大效用を有するが故に能く植物を生育せしむることを得るものなり。

(一) 土壤は植物體を支持して、其の倒伏を免れしむ。

(二) 土壤は其の中に保有する水分を植物根に供給す。

(三) 土壤は植物の生育に、必要な養分を供給す。

凡そ土壤には種類多く、肥瘠も亦一様ならざるも、苟も植物の生育する以上は、必ずや右の三大效用を有するものとす。

第一節 岩石の風化

風化作用の意義

風化作用の主要因

土壤の主要なる部分は岩石の崩解に依りて生成せるものなり、抑、地殻を構成せる堅牢なる岩石も、決して永久不變のものにあらずして、絶えず物理的及び化學的變化を受けて漸次に崩壊分解するものなり、斯の如き變化を稱して風化作用 (Weathering) と云ふ。風化作用は極めて複雑なるものなれども、之を大別して物理的變化及び化學的變化となし得べく、前者は岩石の形の變化するに止まるものにして崩壊作用と呼び、後者は形の變化に加ふるに組成分の變化するものにして分解作用と稱す。此の兩變化は常に相伴ひて進行するものにして、岩石は之が爲に其の形狀を變じて細粒と成り、漸次分解して土壤を生成するに至るものなり。次に風化作用を惹起すべき作用の主要なるものに就きて説述すべし。

一、**温度の變化** 凡そ物體は水を除くの外、何れも温度昇れば膨脹し、降れば收縮するものなるが故に、岩石も亦此の理に因りて温度の高低に従ひ膨脹收縮するものにして、其の膨脹するの度は礦物の種類によりて同じからず、而して多くの岩石は例へば花崗岩が長石、石英及び雲母より成るが如く、通常數種の礦物より組成せらるゝが故に、温度の

水は最大の機時に於て膨脹し、氷は最大の機時に於て收縮す

變化に伴ふて岩石の膨脹する有様は各部相異なるものなり。今其の數種を例示せば次の如し。

| 礦物 | 膨脹係數 |
|-----|----------|
| 石英 | 0.000036 |
| 正長石 | 0.000017 |
| 角閃石 | 0.000028 |
| 電氣石 | 0.000022 |
| 方解石 | 0.000020 |

又同一の礦物にても軸の方面によりて膨脹係數を異にす、されば等軸晶系の礦物のみは何れの方面にも膨脹係數等しけれども、他の晶系のもは軸の方面によりて異なること、次の一二の例の如し。

| 礦物 | 膨脹係數 |
|-----|---------------|
| 角閃石 | 0.000081 (短軸) |
| | 0.000084 (中軸) |
| | 0.000095 (長軸) |

石 英

〇〇〇〇〇〇七六九〇(主軸)
〇〇〇〇〇〇一三八五(副軸)

温度の變化は岩石にヒビを生ぜしめ、遂に破壊す。

されば温度の變化頻繁にして膨脹收縮交々至るときは、各礦物の相接觸せる部分に所謂ヒズミ(歪み)を生じ岩石は爲に凝集の鈎合を失ひて破壊するに至るべし。温度の變化が岩石の破壊を惹起すことは、晝夜の温度に激變ある熱帶地方及び夏冬の温度に大差ある大陸内地に於て甚だしきを認む、彼の亞刺比亞及び亞弗利加の沙漠などに於ては、燧石の如き堅硬なる岩石が、晝夜の温度の激變の爲に音を發して破壊することありと云ふ。されど温度の變化により岩石の組織に弛緩を來たし大小種々の割目を生ずるは如何なる地方に於ても多少見る所の現象なり。而して一旦岩石に割れ目の生ずるや、空氣水等茲に侵入す、此の水冬間凍結すれば百分の九の容積を増加するが故に、其の膨脹によりて堅牢なる岩石をも破壊するに至るものなり。今厚さ五分の鐵球を作り、之に水を充たし密栓して寒冷劑氷と食鹽を以て冷却し、内部の水を氷結せしむれば鐵球は容易に破壊すと云ふ。

二、空氣の作用 空氣が岩石を風化する作用は、之を大別すれば機械的及び化學的の二方面とす。空氣の機械的作用は即ち風の作用にして、山地にては屢、岩石の突出部を吹

空氣の化學的作用

潰し、又岩片砂礫を吹き打ちて之が崩壊を促し以て風化を進むるものとす。空氣の化學的作用は主として酸素及び炭酸が岩石の風化を促進する作用を云ふ、而して機械的作用は猛烈なるも一時的なれど、化學的作用は徐々なるも間斷あることなし、要するに此等兩種の作用は常に共同して岩石の風化を促すものなり。次に化學的作用を説述すべし。

(イ) 酸素の作用

岩石を構成する諸種の礦物は、一般に鐵又は滿掩の初級酸化物を含み、此等のものは空氣中の酸素に依り漸次酸化せられて高級酸化物に變じ、容積外形を變じて組織弛緩し遂に崩解するに至る。彼の岩石の割目或は表面に錆(赤色)の生ぜるものは、通常岩石中の酸化第一鐵が酸化せられて酸化第二鐵と成り、更に水を取りて水酸化第二鐵と成れるに由るものとす。



酸化第一鐵 酸素 酸化第二鐵



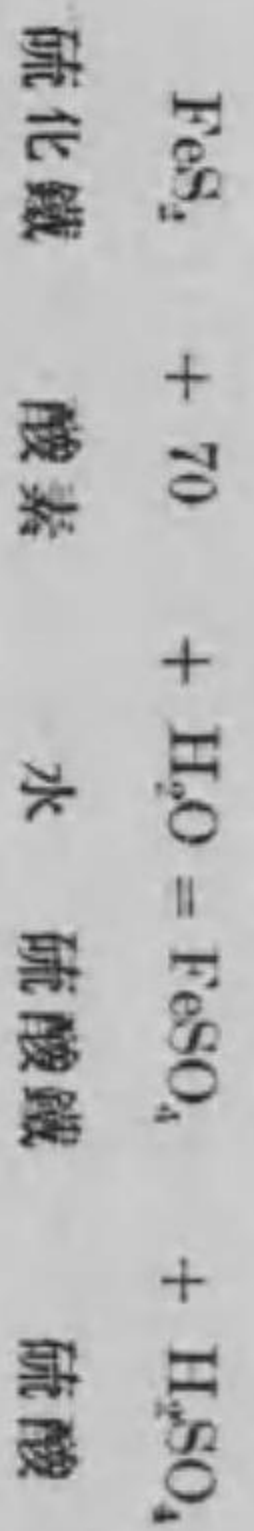
酸化第二鐵 水 水酸化第二鐵

岩石を構成する多くの珪酸鹽は、多少の鐵化合物を含有するものにして、殊に火山岩

岩石中に存在する鐵の酸化作用

に於て然りとす然るに鐵は珪酸鹽と成りて存在する間は安定の状態に在るも一度酸化せられて酸化鐵と成る時は珪酸との結合力を失ひて粉末状態に變ずれば岩石の破壊せらるゝに至るは理の見易き所なりとす。

又空氣中の酸素は多くの岩石中に含有せらるゝ硫化鐵に作用して硫酸鐵及び硫酸を生ず其の化學的變化を示せば次の如し。



硫化鐵 酸素 水 硫酸鐵 硫酸

斯かる化學的變化の際に生成せらるゝものは水に溶解し去りて岩石の崩壊を助くるのみならず硫酸の如きは岩石の諸成分に作用して更に諸種の化學的變化を惹起するに至るものなり例へば炭酸石灰に作用すれば石膏を生じ、磷酸三石灰に觸るれば最後磷酸一石灰を生ずるが如し。

(ロ)炭酸の作用 凡そ天然の水には炭酸瓦斯を溶有せざるもの殆どなし實に空氣中の炭酸瓦斯は水と相俟つて岩石中の諸成分特に炭酸鹽に作用して可溶性の物質を生じ水の爲に洗ひ流さるゝものなり。今其の一例として炭酸石灰なる方解石が炭酸を溶存する水に依りて可溶性の重炭酸石灰に變ずる有様を示せば次の如し。

炭酸石灰は重炭酸石灰に變じて溶解す

珪酸鹽類は炭酸水と依りて成る



方解石 炭酸 水 重炭酸石灰

炭酸水の分解作用中特に注目に値すべきものは彼の珪酸鹽類に及ぼす作用なり。即ち珪酸鹽は何れも炭酸を含める水に溶解す其の際加里曹達石灰鐵等の炭酸鹽を生じ其の一部は溶解し去り、一方に於ては珪酸を遊離し其の大部分は流れ去るも最後に粘土を残留するものにして此の粘土は不純陶土の稱呼なり。長石類が陶土 (Kaolin) に變ずる化學的變化は複雑なるも其の概要を示せば正長石 ($\text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$) が炭酸に作用せらるれば炭酸加里を生ず、即ち



右の中に存する加里は炭酸鹽と成りて溶解し去ると同時に珪酸の一部も炭酸の作用を受けて遊離珪酸と成り、 4SiO_2 に相當する分は膠狀質と成りて溶解し去る、即ち

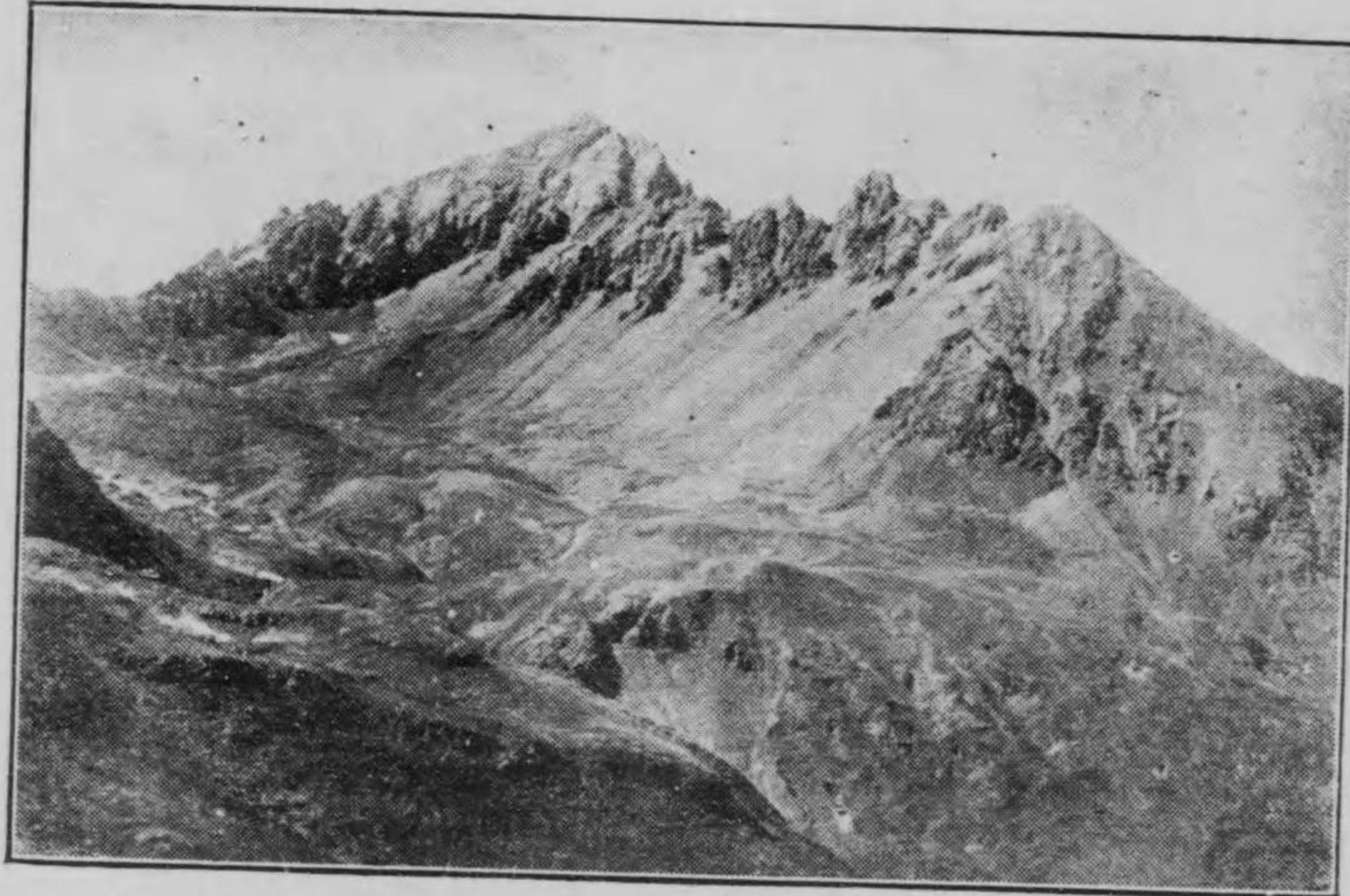


而して後に残れる $\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$ は加水作用を受けて水と結合して陶土と成る。

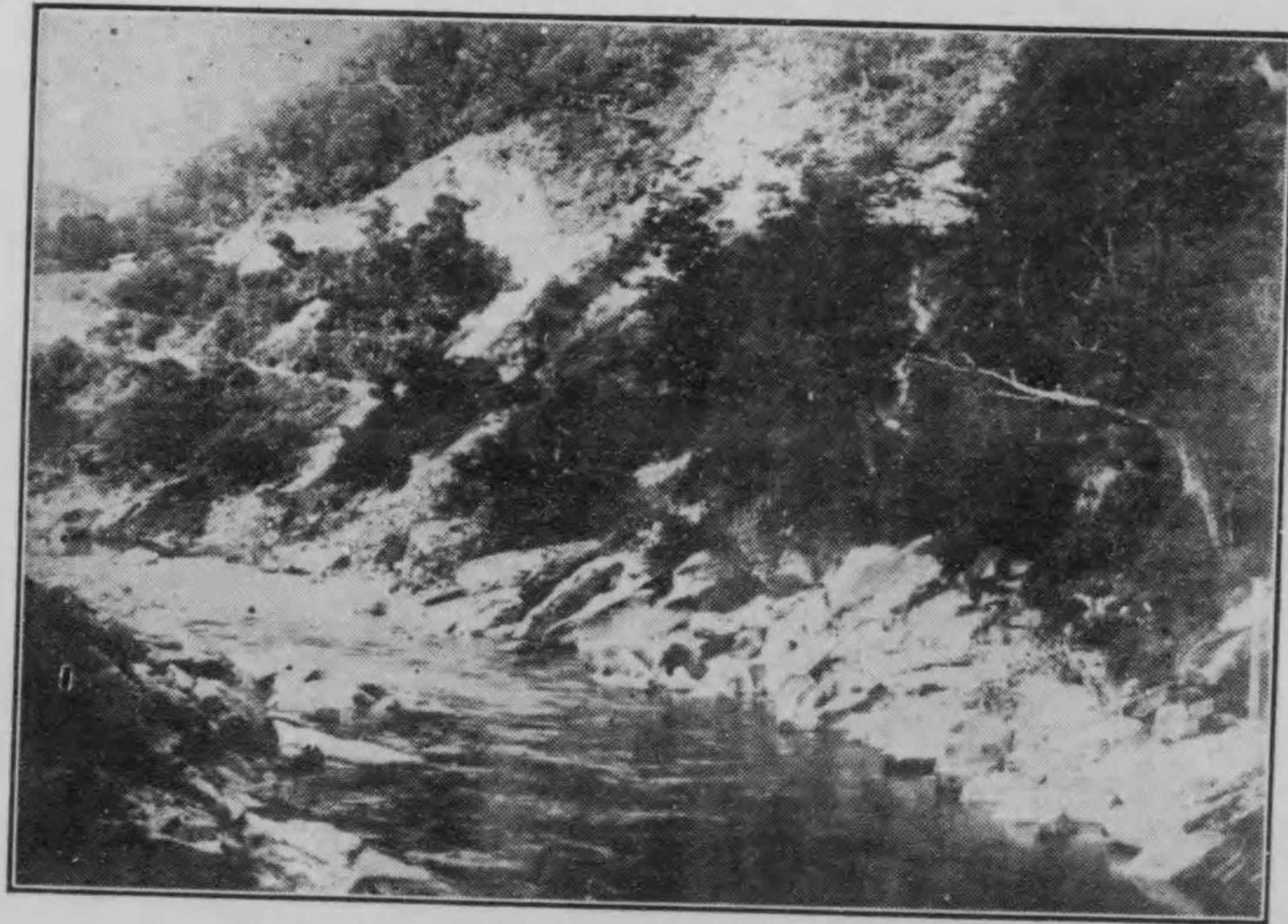


以上述べたる諸變化を總括し、一式を以て示せば次の如し。

化 風 の 石 岩



(山スルエフネス州ドラロコ米北) 成生の地斜傾と壊崩の石岩



(岸沿の川曾木縣阜岐) 谷蝕水の石崗花

的水の機
的作用械

の流圖
狀水解
水侵蝕

最新農業教授資料 中 卷



凡て珪酸化合物が風化作用を受けたる結果粘土と成ることを陶土化作用 (Kaolinization) と稱す。而して一般に粘土が土壤構成の主要成分たる點より觀る時は、炭酸の珪酸鹽類に及ぼす作用は、岩石の風化上最も重要なものと云ふべきなり。

三、水の作用 此も亦機械的と化學的との二作用に大別することを得。機械的作用は



即ち水蝕にして流水が岩石を削磨する作用なり。彼の點滴石を穿つが如し。一般には水蝕作用なるも、こは主として水の爲に運搬せらるゝ砂礫に原因するものなるが故に水の量及び速力に關係す。されば下流よりも其の水勢急なる上流に於て力大なるものなり。

氷結せる水即ち氷が高山の雪線以上に於て河の如く運動するものを氷河と稱し、此の氷河が轉動の際兩岸の岩石を破壊する作用は著しきものなり。彼の歐洲大陸の中

水の化學的
作用

加水作用は
岩石を溶解し
易く水に化合
する

不純水は
岩石の溶解力
に富む

部以北には其の土壤水河に依りて生成せるもの少からずと云ふ。水の化學的作用の中岩石の風化に影響を及ぼす力の大きなものは加水作用及び溶解作用とす。

(イ) 加水作用

水は種々の岩石に働きて無水化合物を含水化合物に變ずる作用あり、彼の硬石膏が石膏と成り酸化第二鐵が水酸化第二鐵と成るが如き其の例とす。加水作用は岩石が水を吸収して分解する作用にして、一般に含水化合物は之を無水化合物に比較すれば其の容積増大し且其の質柔軟となる場合多きが故に岩石の崩壞上に及ぼす影響大なりとす。

(ロ) 溶解作用

水の岩石成分を溶解する力は岩石の分解上注目すべきものにて、清水にても岩鹽石膏等を溶解し水量増加する時は更に種々の礦物を溶解するものなり。例へば方解石の如きは通例清水に溶解せざるものと見做さるゝも其の〇・一三乃至〇・三四三分は一萬分の蒸溜水に溶解し、燐灰石の如く甚だしく不溶性のものと認めらるゝものにて、尙其の一分は三十九萬三千分の蒸溜水に溶解するものとす。然るに天然水は炭酸瓦斯硝酸及びアンモニヤを含有し其の溶解力を増大せるのみならず鹽化物硝酸鹽類等を溶解含有する水は、又種々の成分に作用するを以て、天然水の岩石風化を助長することは著大なるものなり。

動物屍體の作用

四、生物の作用 諸種の生物は岩石の風化作用と密接の關係を有するを以て、今之を動物植物及び微生物の三作用に分ちて説述すべし。

(イ) 動物の作用 動物は其の生活體或は屍體に依りて岩石の分解を助くるものなり。動物屍體の岩石に及ぼす作用は主に化學的作用に屬す蓋し動物體の腐朽するに當りては酸素を要するが故に之に觸接する酸化物より酸素を取りて炭酸瓦斯を發生し又硫酸鹽の如きものを還元して硫化物を生ずるの外、屍體の分解によりて直接炭酸瓦斯及び有機酸等を生じ岩石に作用するものなり。

生活動物の作用

生活動物の作用は化學的並に機械的なり、土龍野鼠等は土壤中に穴を穿ち之を崩壊するも、蚯蚓及び蟻等にも亦此の作用あり、ダーウキン(Darwin)氏は蚯蚓の力のなることを説けり、即ち蚯蚓は心土を地表に運び土壤を輕鬆ならしめ、又蟻の如きは其の穴の中に植物の葉其の他の有機物を引き入れ、土壤中の有機物を増加せしむ、尙同氏の調査に據れば蚯蚓が一ヶ年一エーカーに對して加ふる腐植質の量は一〇噸以上に達し又其の排泄物中には〇・一八%のアンモニヤを含有すと云ふ。

植物の根と根酸との作用

(ロ) 植物の作用 植物の作用にも機械的と化學的との二方面あるも、共に動物の作用より一層著しきものあり、彼の植物の根が岩石に存する細微の間隙内にも能く其

圖解 根酸の溶解作用の受けたる大理石の根の痕跡、大理石

微生物は岩石の表面に作用す



の根を入れ、永き年月の後には遂に岩石を破碎するに至ること、盛岡市の石割櫻の如き之が一例とす、又植物の根酸(Root Acid)が岩石を溶解するが如し。

實驗 能く磨きたる大理石板上に豌豆の種子を置き之に細砂を覆ひたる後適度の水濕を與へ其の發芽を待ち水にて洗ひ落し之が板面を檢する時は、蚯蚓の匍匐せし如き痕跡を認むべし、是即ち豌豆の根酸によりて溶解したるものとす、又地衣類、苔類等は能く岩石の表面に存する龜裂中に其の細根を侵入せしめて生育し枯死する時は腐植質を生じて更に益、岩石を崩解せしめ、遂に高等

植物の生育に適する土壤を生ぜしむるものなり。

(ハ) 微生物の作用 微生物も亦岩石の風化に關係を有するものにして、近來微生物中には無機物のみを養料として生活するもの發見せられたるが、此の如きものには在りては露出したる岩石上に生育し得るものにして、彼の硝化菌の如きは空氣中に存在する少量のアンモニヤ炭酸瓦斯等を攝取して能く岩石の表面に生育し其の作用に依りて岩石の風化を助長するものなり。此の他硫黃バクテリア、鐵バクテリア等

火山噴出
瓦斯の化
學的的作用

の如き無機化合物に作用する細菌類も亦岩石の風化と關係を有す。要するに微生物は形狀甚だ小にして其の生活に適したる所に在りては極めて微小なる間隙にも入り得べく、又殆ど總ての土地及び氣候に於て生活し得るものなるが故に岩石の風化上に及ぼす影響は蓋し少なからざるべし。

五、火山の作用 火山地方に於ては常に地中より亞硫酸瓦斯硫化水素炭酸瓦斯或は水蒸氣等を噴出し、此等の瓦斯體は岩石の成分に化學的變化を及ぼし之を風化するの作用あり、又亞硫酸瓦斯は水と混じ酸化すれば硫酸と成り、岩石の成分に作用して明礬石膏等の如き硫酸鹽を生じ或は硫化水素と亞硫酸瓦斯と作用して硫黃を遊離せしむる等諸種の化學的變化を起し、岩石の風化を促進するの力あるものなり。

第二節 本邦主要岩石の風化

軟質及質
物の崩れ
易なるの
大粒の崩
しは崩れ
易し

凡て地上の岩石は前節に述べたる如き諸種の風化作用を受けて崩解し遂に土壤を形成するに至るものなり、されど岩石は其の種類によりて風化の難易一様ならざるものとす。彼の粘板岩泥板岩等の如き水成岩及び片麻岩は其の質軟かなるを以て崩解し易きも、硬質のものは分解すること難く、又火成岩にても花崗岩の如く礦物粒の粗大

本邦主要
岩石の風
化

なるものは其の質硬きも崩解し易し、之に反して輝綠岩閃綠岩等の如く堅硬にして緻密なるものは崩解容易ならざるものなり。又石灰成分に富める岩石は特に崩解し易し蓋し此の種の岩石は炭酸を含む水に遇ふ時は其の石灰成分は速に崩解せらるゝに因りてなり。今本邦に於ける主要なる岩石の風化によりて生ずる土壤の一斑を述べし。

一、花崗岩(Granite) 本岩の風化するや、長石最も速に分解するも殊に多量の鐵分を含有する時に於て然りとす、此の如く長石の風化する場合には黃色乃至褐色の粘土を生じ、尙多少の分解せざる片塊を含有す。次で雲母も亦徐々に分解して酸化鐵を有する粘土に變り尙幾分は原形を存す、而して石英は容易に風化作用を受くることなきを以て、永く粒子と成りて存在するが故に、花崗岩の風化によりて生成せる土壤は常に多少の砂子を混じり理學的性質良好にして生産力大なるを常とし、稻作地として殊に良質の米を産するを以て名あり。

二、石英斑岩(Quartz porphyry) 本岩の主成分は長石雲母及び石英にして花崗岩と同じ、されば風化によりて生ぜる土壤は、一般に粘性を帯び前者の風化土壤に類似す。

三、石英粗面岩(Tiurite) 本岩は第三紀に噴出せる新火成岩にして外觀は石英斑岩に類

し、長石雲母及び石英等より成るを以て其の分解の状態及び生成土壤も前兩者に類するも、植物養料たるべき成分少なきを以て、其の生産力は花崗岩及び石英斑岩の分解によりて生ぜる土壤よりも稍劣るを常とす。

四・閃緑岩(Diorite) 本岩の組成は花崗岩に似たるも石英を含有するものと然らざるものとありて、之が石英の有無によりて風化の成果を異にす、即ち石英を含有するもの、風化するや長石及び角閃石は粘土を生じ、石英は砂と成りて存するを以て、此の種の閃緑岩より生ぜる土壤は頗る花崗岩の風化せるものに類す。

されど石英を含まざる本岩の風化によりて生ぜるものは、土壤粘重に過ぎて理學的性質良好ならざるにより、生産力亦劣るを常とす。

五・安山岩(Andesite) 本岩は一名富士岩とも稱し之に數種あるも、本邦に普通なるは輝石安山岩にして、多くは粘質の土壤を生じ、理學的性質良好ならず。養分の含量は著しく差異ありて概言し難きも、一般に膠質物(Colloid)に富み肥料成分を吸収する力大なり。

六・玄武岩(Basalt) 玄武岩は暗黒色を呈し柱狀に裂けて奇觀を呈するもの多し。本岩の風化作用を受くるや先づ長石次に輝石分解し遂に酸化鐵に富める褐色の粘質土を

生ず。此の種の土壤は加里燐酸石灰苦土等を比較的多く含有するものなり。

七・片麻岩(Gneiss) 本岩は長石石英雲母より成るを以て、其の成分花崗岩と同じく唯片狀をなすを異なりとす。随つて之が風化に依りて成れる土壤は花崗岩の風化せるものと類す。

八・雲母片岩(Biotite Gneiss) 本岩は片麻岩と異なり殆ど長石を含まざることなく主として雲母と石英とより組成せらる而して加里雲母を含むものは、苦土雲母を含有するものよりも風化し難し、本岩の風化生成物は何れも雲母の風化によりて粘土を生じ、石英は砂粒と成りて其の中に残留す。

九・泥板岩(Shale) 本岩は板狀を呈する軟質の水成岩にして一に頁岩と稱す。粘土の固結したるものなれば容易に風化して粘質土を生ずるものなり。されど其の種類によりて風化に難易あり、石灰質のものは最も容易に分解するも、珪質のものは唯機械的に崩壊せらるゝものとす。

一〇・石灰岩(Lime Stone) 本岩の風化するや、炭酸石灰の一部は重炭酸石灰と成りて流失し、殘餘は不純物と共に残留して石灰土を形成するを普通とするも、本邦の如き降雨多き地方に於ては漸次に流失するを以て石灰土を形成し難しとす。

一、砂岩(Sand Stone) 本岩は粘着性の物質に依りて結合せられたる砂粒より成るが故に風化作用に依りて其の粘着物分離する時は直ちに崩壊して砂粒を生ず。之によりて生成せる土壤は砂粒及び之が結合物質の如何に依りて其の生産力一様ならざるものなり。

二、凝灰岩(Tuff) 本岩の風化に依りて生ぜる土壤は一般に生産力大ならざるも殊に火山灰を多量に混する土壤に於て其の然るを見る。是理學的性質良好ならざるのみならず植物養分を含有すること多からざるに因るものとす。

以上説述せし如く岩石の種類によりて其の風化の成果物に差あるのみならず之が分解に難易あるものとす。一般に石灰岩を除くの外は概して火成岩は水成岩に比して速に分解行はるゝものなり。是水成岩は既に一度風化作用を受けたるものより成立するが故に分解し難き所以なり。

又岩石の風化に影響を及ぼすものは其の位置及び氣候とす。一般に傾斜せる位置に在りては其の風化生成物他所に運び去らるゝこと平坦地に於けるよりも著しきが故に新なる岩面の露出する場合多く随つて風化作用も亦進行速なり之と同一の理によりて岩石の表面が草木に被はるゝことなき時は然らざる場合よりも風化作用の行

岩石の位置及び氣候は風化作用に關あり

はるゝこと著しきものなり。氣候の寒暖乾濕も亦風化作用に關係を有す。寒冷乾燥の氣候に於ては溫暖濕潤なる氣候に於けるよりも風化し難し。前者に在りては主として崩壊作用行はるゝも、後者にては分解作用も亦能く行はるゝものなり。

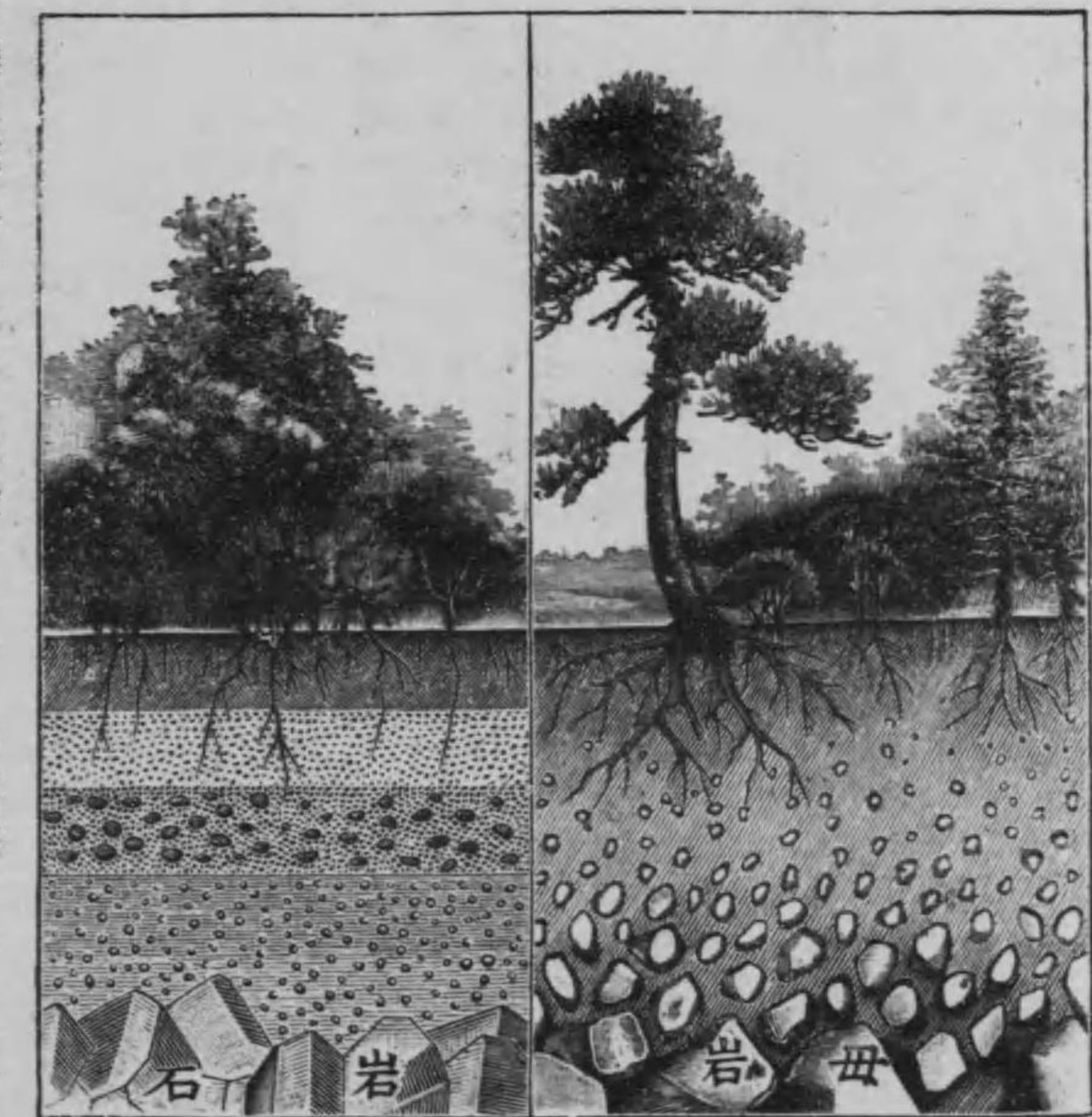
第三節 風化物の堆積

岩石風化の結果生成せる石礫砂泥等は、多くは原位置に止るものにあらずれど、生成せられたる場所又は其の附近に存する土壤は之を定積土・又は原生土(Secondary Soils)と稱す。此の種の土壤は通常其の土層淺く、含有する礫は常に多少の圭角を有し、下層の母岩(Mother Rock)と同質なりとす。随つて其の成分性質等は母岩を標準として推知することを得べしと雖も、母岩の分解生成物は必ずしも悉く定積土中に存するものにあらずるが故に時としては母岩と之より生成せる土壤とは著しく成分を異にするものあり。殊に石灰の風化土の如きものに於て然りとす。

岩石の風化生成物が河水海水水河又は風等の作用によりて他處に運搬せられ、沈積して生じたる土壤を運積土(Transported Soils)と云ふ。河水は既に述べたるが如く、上流地方に於ては水勢盛にして岩石を侵蝕崩壊して之を運搬し、下流に至り水勢緩なるに

定積土及其性質

圖解
右、定積土
左、沖積土



沖積土の
特徴及
性質

の礫は流水によりて運搬せらるゝ間、摩擦によりて圭角を失ふものにして、又其の礫の種類が定積土に於けるが如く單純ならざるは流域に在る種々の岩石を破碎して運び

従ひ、比重大なるものより順次沈積して土壤を形成す。河岸及び河口に在る土壤は、多くは此の種に屬し之を河成・沖積土と稱す。又海水によりて運搬せられたるものが沿海地方に於て沈積し土壤を形成する時は之を海成・沖積土と稱す。

沖積土中に含有する礫は定積土と異なりて圭角なく、且種々の岩石の破片より成れるを常とす。蓋し沖積土中

氷河土の
生成及
特徴

來るに由るものとす。斯くして沖積土は一般に種々なる岩石の風化物を含むが爲め、種々の養分を含有し定積土に於けるが如く養分偏重の虞なし、且沖積土に於ては土砂亦概して定積土よりも細微にして植物の生育良好なるを常とす。

氷河の作用に依りて沈積せし土壤を氷河土 (Fluviatile) と云ふ。本邦には氷河と認むべきもの無かりしため、隨つて此の種の土壤を見ることなきも、北米加奈太アラスカ獨逸、澳大利等には、洪積期に生ぜし氷河土を見ること多し。

氷河にも河川と同じく、破壊運搬及び沈積の三作用ありて、此の沈積は氷河の盡きて水の融解する際に生成するものとす。此の氷河土は通常細微なる一種の粘土礫及び巨礫より成り、此等の礫及び巨礫は河川に依りて運搬せられたるものとは異なりて、表面に磨り搔かれたる條痕を有す。

風は又岩石の風化物を運搬堆積する作用ありて、飛砂又は砂丘の移轉等に與るものなり。彼の支那黄河附近に存する黄土 (Loess) は、ゴビ沙漠邊より風の爲に運ばれたる土粒の沈積して生じたるものなりと云ふ。

本邦の北海道東北地方關東地方及び九州の南部地方等に多き火山灰土は、火山の噴火せる際、火山灰の噴出堆積したるものなり、此の點より見れば、火山灰土も亦風の作用

風の土壌
生成作用

火山灰土
の生成及
性質

による一種の運積土と云ふことを得べし。火山灰土は細微の土粒より成り殆ど礫を
含むことなく、濕へば膨脹して空氣の流通を害し、乾けば輕き粉末と成りて微風にだも
飛散し又冬間には霜柱を生じ植物の生育沖積土に劣るを常とす。

第二章 土壤の化學的成分

土壤の化學的成分は、其の成因生成等を考ふれば略推知するに難からずして、土壤は
岩石の破片及び之が分解に依りて生ずる所の種々の無機物を含むや明かなり。尙ほ
岩石の風化は空氣水の作用に依りて起るのみならず、生物も亦實に一の有力なる成因
たるを以て、土壤中には又生物に由來する有機物を含むや疑なき所なり、此の他土壤中
には空氣水等を含む。今次に土壤の化學的成分を、瓦斯體成分、液體成分及び固體成
分の三節に分ちて説述すべし。

第一節 土壤の瓦斯體成分

土壤中固體又は液體によりて充たされざる空隙は、瓦斯體を以て充たさるゝものな
り、而して土壤に存する瓦斯體は、一定の成分を有するものにあらずして、常に交流作用

土壤の化學的
成分

土壤中の
空氣

土壤中に於ける炭
酸瓦斯の量

によりて地上部の空氣と交替しつゝあるものとす。然れども土中の瓦斯體成分は地
上の空氣とは稍異なるものにして、土壤中の空氣は割合に酸素の量少く炭酸瓦斯に富
み、且深層に在りては常に水蒸氣を以て飽和せらるゝものとす。

土中炭酸瓦斯の量

土中空氣の炭酸瓦斯を含む量は、ベッテンコーフハー (Be
tenkofer) 及び シュレージンゲ (Schlösing) 諸氏の研究せし結果に據れば次の如しと云ふ。

1. 炭酸瓦斯及び酸素の百分率数の合計は二一なり。
2. 炭酸瓦斯の量は大いに差異あるものにして一%より一〇%に至る、而して酸素の
量は一〇―二〇%なりとす。
3. 炭酸瓦斯の量は一般に土壤の深さと共に増加す。即ち五〇―六〇糎までの深さ
にありては、炭酸瓦斯の量は下部に至るに従ひて増加す、是、表面近き所は炭酸瓦斯
の生成少きにあらずして、換氣作用盛んなるに因るものなり。
4. 炭酸瓦斯は夏季及び秋季に於ては一年中の他の時季よりも多し、是、植物の根は呼
吸作用に依りて多量の炭酸瓦斯を排出するのみならず、有機物の分解作用も盛ん
なるに因るものとす。

土中の空氣の割合に酸素に乏しきことは、土壤中に於て絶えず酸化作用の行はれつ

ある事實を考ふれば明かなりとす又炭酸瓦斯の割合に多きは主として土壤に於ける有機物の分解に原因するものなるも亦土中無數に存在する細菌其の他の生物の呼吸作用に依りて生ずる炭酸瓦斯も其の一因たるべし。

第二節 土壤の液體成分

土壤中の液體成分の主なるものは水にして之に多少の有機物及び無機物を溶解して存在す。此の土壤中の水は其の存在する有様によりて次の如く區別して考ふることを得るものとす。

第一項 土壤の吸濕水(Hygroscopic water)

凡そ固體は其の表面に空氣中の水蒸氣を凝縮するの性を有し土壤の如く疎鬆なるものに在りては此の性殊に著しとす。土壤の吸濕水は土壤の成分、空氣中の濕度溫度に依りて大いに異なるものにして埴土は砂土よりも其の量多く腐植質に富める土壤は然らざるものよりも多し又空氣中の濕度高き時は之を含むこと多く溫度の關係はアンモン(Ammon)氏の研究に據れば攝氏一〇度に於て斯かる水分を含むこと最も多く

土壤吸濕
水量の多
少

之より昇降すれば其の量を減すと云ふ。

土壤吸濕
水量の多
少

測定法 土壤の吸濕水を測定するには土壤を通常の溫度に乾かしたる後攝氏一〇度乃至一一〇度に熱して去りたる水分の量を求むるに在り。

第二項 化合水(Combined water)

土壤の化合水は土壤の各種成分中に化合状態をなして存在する水分にして攝氏一〇〇乃至一一〇度に於て乾燥したる土壤を更に灼熱して其の灼熱損失量より腐植質の量を減する時は之を得べし。土壤の化合水は土壤の成分に依りて差異あるものにして一般に粘質の土壤に多く砂土に少し而して含水珪酸鹽水酸化鐵水酸化礬土の如きものは何れも化合水を含むものなり。

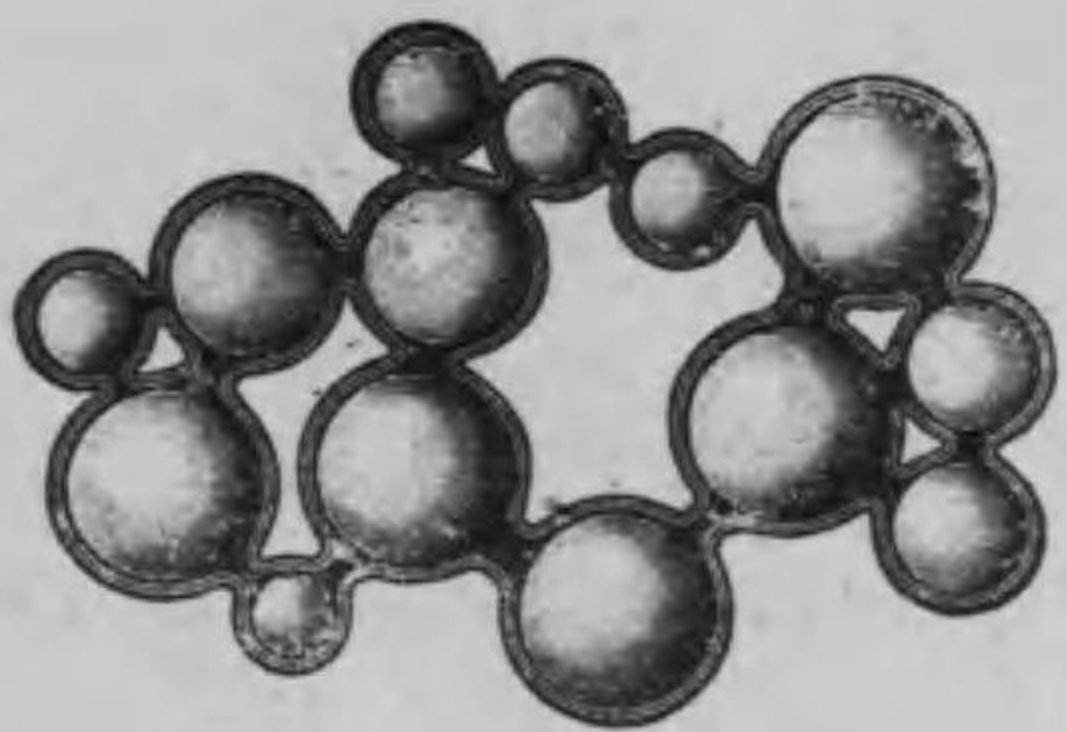
土壤化合
水量の多
少

前項の吸濕水及び化合水は土壤の成分としては必要なれども植物の生育に對しては著しき影響なし又天然には土壤が吸濕水及び化合水のみを含む場合は殆どなきものなり。

第三項 吸收水(Absorbed Water or Capillary water)

土壤の吸水と其の含有物

地上に降下せる水分の一部は、土壤中に入りて粘着力又は毛細管力に依りて吸收保持せらるゝものなり、斯くの如き水分の大部分は土粒を圍繞せる液膜と成りて存在せる場合多く、空氣及び土壤中に於ける諸種の溶解性物質を含める稀薄溶液なり、之を以て斯かる水分は植物生育上至大の關係を有し肥沃なる土壤に在りては、其の中に植物栄養上必要な成分を十分に含有することを要す。



土壤の分解と其の含有物

土壤の吸水を採りて檢すれば、其の中には多量の炭酸瓦斯を含有するを常とし、其の他の成分に至りては土壤に依りて大いに異なれども、石灰鹽硝酸鹽硫酸鹽及び少量の鹽化物等は其の普通なるものにして、加里及び磷酸等は一般に多からざるものなり。

第四項 地下水(Underground water)

地上に降下せる水の一部は土壤を通じて深く浸入し、透過し難き層に達して茲に地下水と成り、重力の法則に従つて運動し適當の位置に至りて泉水と成る。

地下水の高と排水の關係

地下水の高は植物生育上重大の關係を有するものにして、地下水面高きに過ぐれば表土は常に濕潤にして寒冷なるのみならず、空氣に缺乏を來すを以て植物生育上に不利益なる影響を及ぼすは明なり、斯くの如き場合に於ては排水を行ひて地下水面を低下せしむるを要するも、若し此の平時に於ける地下水面が地表より三尺以内なるが如き場合には、排水を行ふを必要なりとす。

第三節 土壤の固體成分

土壤は岩石に由來せるが故に、其の崩壊物及び之が分解に依りて生じたる諸種の無機物を含有するのみならず、腐朽せる生物體即ち有機物をも含むものなり。されば土壤の固體成分を無機成分及び有機成分の二項に分ちて述べべし。

第一項 土壤の無機成分

凡そ土壤の無機成分は主として岩石の風化生成物より成るも、尙ほ少量の有機物の分解より生じたる無機成分を含有す、其の他耕地に在りては、礦物質肥料即ち過燐酸石灰草木灰硫酸加里等の施用に依り次第に増加するものなり。斯くの如く無機化合物

土壤の無機成分

の種類は頗る多きも、其の主なるものは珪酸 (SiO_2) 、硫酸 (SO_4) 、炭酸 (CO_2) 、磷酸 (PO_4) 、硝酸 (NO_3) 等の酸及び加里 (K_2O) 、曹達 (Na_2O) 、石灰 (CaO) 、苦土 (MgO) 、酸化鐵 (Fe_2O_3) 、酸化マンガン (MnO) 、礬土 (Al_2O_3) 、アンモニヤ (NH_3) 等の鹽基なり。此等の酸と鹽基とは互に相化合して種々の鹽類を形成するを普通とするも、珪酸炭酸礬土及び酸化鐵等には遊離状態をなして存在するものあり、而して以上の諸成分中最も多く土壤に存するものは珪酸にして礬土之に次ぎ酸化鐵更に之に次ぐものとす、其の他のものは分量一般に甚だしく、特にアンモニヤ硝酸等の窒素成分、磷酸加里の如きは之が含有量最も少し、是窒素磷酸加里が肥料の三成分たる所以なり。今次に無機成分の主要なるものに就きて説述すべし。

一、珪酸(Silica) 植物の直接養分としては必要ならざるも、土壤の理學的性質と關係を有す、即ち珪酸は砂礫の主成分と成りて土壤を粗鬆ならしめ、空氣及び水の透過を佳良ならしむ、又珪酸は粘土の主成分をなし、土壤の水分及び養分の吸収に關係し且つ土壤を重粘ならしむ、即ち砂分と粘土とが適當の割合に混在する時は、始めて土壤の理學的性質を佳良ならしむるものとす。

珪酸の化合状態は無水珪酸、珪砂又は含水珪酸礬土、粘土と成りて土中に存在すること最も多量なれども、又加里其の他の鹽基と化合し、成は含水珪酸の如き形をなして

凡そ地殻の六割六分は珪酸より成ると云ふ

珪酸の化合状態

陶土及び粘土

土中に於ける酸化鐵の化合物

酸化鐵と土壤の着色

多少存在す、而して珪酸加里は能く植物に吸収せらる。本邦土壤中、鹽酸に溶解する珪酸の量は平均〇・二%内外なりと云ふ。

二、礬土(Alumina) 土壤中珪酸鹽水酸化物等と成りて存在す、含水珪酸礬土は即ち陶土にして此の不純なるものを粘土と呼び、何れの土壤にも存在し、其の生産力と密接の關係を有す。水酸化礬土は土壤中膠質物と成りて存在し、加里アンモニヤ磷酸等を吸収する力あり。本邦土壤中礬土の平均含量は九・三七%なり。

三、鐵(iron) 鐵は土中に酸化物、水酸化物、硫酸鹽、磷酸鹽、炭酸鹽、珪酸鹽等と成りて存在す、而して酸化鐵に二種あり、其の一は酸化第二鐵 (FeO) にして、其の二は酸化第一鐵 (Fe_2O_3) なり、鐵と化合せる磷酸は植物に依りて吸収せらるゝこと容易ならず、又水酸化鐵は膠質物として肥料を保有する效あり。土壤中五%以上の酸化鐵を含めるは鐵に富めるものにして、〇・五%以下は鐵を含有すること極めて少きものに屬す。

酸化鐵は土壤に着色する主成分にして、表土の黃色乃至赤褐色を呈するは酸化第二鐵の存在に由る。又空氣の流通悪しき下層土の青色を帯ぶるは酸化第一鐵を含むに因るものにして、其の空氣に觸るゝや漸次に赤褐色に變ずるは、酸化第二鐵の生ずるに原因するものとす。

鐵の酸化と還元

土中鐵の含有量

滿俺は刺戟作用を有す

土壤中に於て空氣の流通不十分なる場合には、有機物の分解に當り酸化第二鐵は酸素を奪はれ還元せられて酸化第一鐵と成り、又再び空氣に觸るれば容易に酸化せられて酸化第二鐵に變じ、尙ほ水の存在する場合には水酸化鐵と成る。若し土壤中に多量の酸化第一鐵存在する時は、他の化合物中の酸素を取りて酸化するが故に、植物の根は十分に呼吸作用を営むこと能はざるを以て、其の生育不良となるものなり。元來酸化鐵は植物の生育上必要の成分なれども、植物の之を要する量少く、其の過多なるは却つて生育に害あり、而して本邦の土壤は一般に鐵を含有すること多く、其の平均量は酸化第二鐵三六八%にして、酸化第一鐵三%なりと云ふ。

四滿俺(Manganese) 滿俺は廣く土壤中に分布せらるゝも其の量極めて少く、主として酸化物或は水酸化物と成りて存在し、水には不溶性なるも瓦斯を含有する水には溶解す。滿俺は植物の榮養上必須のものにあらずるも、其の鹽はロイブ博士麻布博士等の研究に據れば植物の生育を刺戟するの效ありと云ふ。

滿俺が植物組織中に存することは植物を灰化せしむるとき植物灰の多少青色を呈するを以て其の證となす。

五石灰(Lime) 石灰は土壤中に最も普通に存在するものにして、其の量少きは痕跡に

石灰の植物に對する間接效用

土中苦土の化合物

止り多きは三〇%に達するあり、我が國は一般に氣候温暖多濕なれば、土壤中に石灰を含有すること少く平均含量〇六四%に過ぎずと云ふ。

石灰は主として炭酸鹽と成り存在するも、亦磷酸鹽硫酸鹽腐植酸鹽珪酸鹽等をなし、此の中硫酸鹽を除きては何れも水に溶解せず、併し炭酸瓦斯を含有する水には溶解す。石灰は植物の榮養分として必要なものなりと雖も、一般の土壤中には作物の需要に對しては不足なき程度に含有せらるゝを以て、直接肥料として之を用ふるの必要ある場合少し、されど土壤の理學的性質を良好にし、且不溶性の磷酸及び加里等を可溶性に變ずるなど幾多の效用を有す。又ロイブ博士麻布博士の研究に據れば、土壤中石灰と若土との割合適當なるにあらざれば植物の生育良好ならずと云ふ。

ホール(Hall)氏に據れば、土壤中炭酸石灰の含量一%以下なるときは、特に石灰肥料を施用するの必要ありと。

六苦土(Magnesia) 苦土は岩石中に在りては石灰と作ひ、主として珪酸鹽をなし、其の他炭酸鹽磷酸鹽腐植酸鹽等と成りて存在し、其の炭酸鹽のみは炭酸を含有する水に溶解す。苦土は植物の榮養分として必須成分の一なるも、通常土壤中には十分に含有せらるゝが故に肥料としては施用するの要なし、唯土壤の理學的性質を改良する

加里的施用と本邦の土壤

ため、或は石灰との割合を適當にする等の爲に施すことあり。彼の乾候帯の鹽土 (Salt Soil) 中には硫酸苦土を多量に含有するも、我が國土壤の苦土の平均含量は〇・八二%なりと云ふ。

七・加里 (Gull) 加里は主ら珪酸又は腐植酸と化合して存在す、其他加里長石加里雲母等の分解に依りて生ずる炭酸加里あり、又硫酸加里硝酸加里鹽化加里等と成りて存するものあれども、通常土壤中に存在する量は作物の需要に對して不足なるを以て肥料として施すの必要あり、是加里が肥料三成分の一たる所以なり。我が國の土壤は加里を含有すること比較的多く、其の量平均〇・一八六%に及ぶ。一般に酸性岩の風化より生じたる土壤は、鹽基性岩より生成せる土壤に比すれば多量の加里を含有するを常とす、而して此の給源たる礦物は、正長石加里雲母等其の主たるものなり。

八・曹達 (Soda) 曹達は土壤中珪酸鹽炭酸鹽硫酸鹽硝酸鹽等と成りて存在し、又腐植質中に吸收せられて所謂腐植酸曹達と成りて存す。曹達鹽は加里鹽に比し土壤に吸收せらるゝこと弱く水によりて流亡し易し、是海水の曹達鹽を含むこと多き所以なり、加里は土壤中に殘留して陸生植物の體中に入るが故に、陸生植物の灰分に加里多く、海藻の灰分に曹達多き所以なり。

曹達の土壤學的性質を惡變する

又曹達鹽は土壤の理學的性質に關係を有し膠質物の形成を助長するが故に、土壤の粒子團組織の形成を妨げ、其の理學的性質を惡變す、是海水の浸入せし土壤及びアルカリ土壤又は智利硝石を連用せし土壤等の理學的性質の不良なる所以なり。我が國土壤中曹達の含量は〇・一七%なるが、植物の榮養上重要な關係を有するものにあらず。

磷酸に對する鐵及土の作用

九・磷酸 (Phosphoric Acid) 磷酸は土壤中にて多くは磷酸三石灰、磷酸礬土及び磷酸鐵として存在す。此の中磷酸三石灰は根酸 (Root Acid) に依りて溶解せらるゝも、鐵及び礬土の磷酸鹽は根酸に依りて溶解せらるゝこと少きを以て、土壤中鐵及び礬土の多きは磷酸溶解の爲には適當ならず、されど一面に於ては鐵及び礬土の存在は、磷酸の吸收力を増し、其の流亡を防ぐことを得、而して不溶解なる鐵及び礬土の磷酸鹽も、石灰を加ふれば可給態に變ずるを以て農業上差支なし。

磷酸は植物の榮養上重要な關係を有するも、其の土壤中に含有せらるゝ量は極めて少く〇・五%以上に達すること稀にして、有名なる露國の黑土も〇・六%を含有するに過ぎず、我が國土壤の磷酸平均含量は〇・〇九%にして、一般に花崗岩の崩壊より成る土壤には之を含有すること多く、又火山灰土にも多量に存すれど、可給態の磷酸は少

硫酸は施用の要なし

し、是關東地方等に於て磷酸肥料の效果大なる所以なり。

一〇 硫酸 (Sulphuric Acid) 硫酸は主に石灰燄等と化合して存在するも、空氣の流通良好ならず、酸素の缺乏し易き所に於ては、硫酸鹽還元せられて硫化物と成り、植生を害する虞あり。硫酸は植物の營養上必要なるものなれども、通常土壌中には植物の需要に對して缺乏を告ぐることなき程度に含有するを以て、之を肥料として施すの必要なしとす。而して我が國土壌の硫酸平均含量は〇・一四%なり。

土中アンモニアの給源

一一 アンモニア (Ammonia) アンモニアは諸種の鹽類と成りて土壌中に存在すれども、其の量極めて少く、通常〇・〇〇一四—〇・〇〇一%にして平均〇・〇〇五七%なり。而して其の一部は空氣中より來れども、大部分は有機物質が土壌中に於て腐敗する際に生成せらるゝものにして、炭酸腐植酸等と化合し鹽類を形成して植物に吸収せられ、或は漸次硝化作用を受けて硝酸に變化したる後に利用せらるゝものとす。

土中硝酸の生成

一二 硝酸 (Nitric Acid) 土壌中の硝酸は、一部は空氣中より雨水と共に降下せるものなれども、大部分は土壌中に行はるゝ硝化作用に依りてアンモニアより化成せられたるものにして、加里曹達石灰苦土等と化合して存在するも、其の量に至りては極めて少く、ウォルフ (Wolff) 氏の研究に據れば、普通耕土中の平均量は〇・〇一五—〇・二%な

土中に於ける炭酸の作用

りとす。されば植物營養上人為的給與を要する所以なり。要するに土中に存在する窒素は主として有機化状態をなすものにして、其のアンモニア又は硝酸の状態をなすものは、其の量甚だ少きを常とす。是、土中窒素成分の流亡を防ぐことの肝要なる所以なり。

一三 炭酸 (Carbonic Acid) 炭酸は土壌中に遊離し、或は種々の鹽基と化合して炭酸鹽重炭酸鹽と成りて存在す。其の遊離状態のものは、空氣中に無水炭酸 (CO₂) として存在し、水に溶解して炭酸水をなす。炭酸瓦斯は空氣中より來れども、亦有機物の分解及び植物根の呼吸作用等に依りて生ずること著し、特に石灰に富める土壌に在りては、炭酸石灰と成りて存するが故に、其の量豊富なり、而して炭酸の量は土壌の種類に依りて異なるれども、平均〇・一乃至〇・一%なりとす。

土壌中の炭酸は植物の營養上直接に必要なものにあらずと雖も、石灰鹽と成りては土壌の理學的性質に關係を有するのみならず、炭酸水は土壌成分の溶劑として重要な作用をなすものなり。

一四 鹽素 (Chlorine) 土壌中の鹽素は加里曹達石灰苦土等の鹽化物をなして存在し、何れも水に溶解す。海水中の鹽化物は、土壌中より雨水に依りて溶解し去られたるもの

鹽素の植生に對する効果

アルカリ
の生成

弗素の土
中に多く
存在する
場合

の蓄積せしものなり。鹽化物は其の量少き時は、多くの植物に對し有效なりと雖も多量なる時は有害作用を呈す、アルカリ土壌の害は一部は鹽素に基づくなり。鹽素は海水中より風浪の爲に飛散し、風力に依りて再び陸地に還るが故に、海岸の空氣及び土壌には比較的鹽分を含むこと多し、乾燥地方にては風の爲に送られたる鹽素化合物堆積するも、雨水に依りて運び去らるゝことなきを以て、集積してアルカリ土壌即ち鹽土を生ず、濕潤地方に於ては雨水の洗滌作用盛なるが故に、假令海嘯の如き海水を被りたる土壌も、數年にして鹽分除去せらるゝと云ふ。

一五弗素 (Fluorine) 弗素の微量は一般土壌中に存するも、比較的によく含まるゝは螢石、燐灰石等の崩壊より成れる土壌又は動物の骨及び血液等を肥料として施用したる場合なりとす。弗化物は植物に對して有害なれども、其の微量が土壌中に存在する時は、植物の刺激劑と成りて有効の結果を呈するものゝ如し。

土中無機成分の量 今我が國の土壌中に存在する諸種無機成分の量を、次に表示すべし。但し表中の數字は、強鹽酸にて一時間煮沸せる際に溶出せる諸成分の量を示すものとす。

強鹽酸に
溶出せる
土中無機
成分の量

| 成分名 | 平均 | 最少 | 最多 |
|------|-------|------|-------|
| 珪酸 | 一三% | 〇・八% | 三三% |
| 礬土 | 八% | 〇・五% | 二二% |
| 酸化鐵 | 六% | 〇・三% | 二〇% |
| 酸化滿俺 | 〇・四五% | 痕跡 | 二五% |
| 石灰 | 〇・六三% | 痕跡 | 五〇% |
| 苦土 | 〇・八七% | 痕跡 | 六〇% |
| 加里 | 〇・二〇% | 痕跡 | 一二% |
| 曹達 | 〇・二八% | 痕跡 | 一二% |
| 磷酸 | 〇・二二% | 痕跡 | 〇・五五% |
| 硫酸 | 〇・一三% | 痕跡 | 〇・五% |

又土中に於けるアンモニヤの量は、外國に於ける調査に據れば通常〇・〇〇〇二乃至〇・〇〇〇八にして、硝酸の量は、大約〇・〇〇五乃至〇・二五三%なり。

尙ほ我が國の土壌中に含有する磷酸加里石灰苦土の平均量を、歐米のものに比較すれば次の如し、但し%を以て示す。

本邦と歐米の土壌比較

| | 日 | 英 | 獨 | 佛 | 米 |
|----|------|------|------|------|------|
| 磷酸 | 〇・二二 | 〇・二五 | 〇・二〇 | 〇・二一 | 〇・一七 |
| 加里 | 〇・二〇 | 〇・四四 | 〇・二八 | 〇・二六 | 〇・四一 |
| 石灰 | 〇・六三 | 三・八三 | 一・三五 | 四・二〇 | 一・三一 |
| 苦土 | 〇・八七 | 〇・三九 | 〇・二五 | 〇・二〇 | 〇・六一 |

第二項 土壌の有機成分

土壌は最初岩石の風化に依りて生じたるものなるが故に、植物生育上必須なる無機成分を含有すと雖も窒素化合物に缺乏せるを以て高等植物は直ちに生育すること能はず、先づ地衣蘚苔等の如き、雨露中の窒素成分に依りて生育を遂げ得る所の、下等植物の蕃殖するに止れども、漸次此等のものが生活力を失ひ腐朽する時は、多少の有機物質を残留し其の量漸く増加するに従つて、高等植物も生育し得るに至るべし。

斯くの如く生育したる植物體の腐朽する時は、諸種の化合物を生成し酸素の供給十分なる場合には、炭素は炭酸瓦斯と成り水素は水に變じ窒素はアンモニヤに變化すれども、有機物の一部は暗色の固體物質即ち腐植質(Humus)に變化す、殊に酸素の供給不十

土中窒素の高等植物の生育

腐植質の生成

分なる時は腐植質の生成多しとす。

腐植質の性質

腐植質の生成 腐植質は輕き膨軟なる無定形の物質にして普通暗褐色を呈し種々の分解の程度に於ける有機化合物の混合物にして、尙ほ絶えず分解變化しつゝあるものなり、されば其の化學的組成の如きも一定することなし。

今土壌中に於て腐植質の形成せらるゝ作用即ち腐植化作用(Humification)を想像するの便に供せんが爲に、木材の腐朽する際に起る化學的組成の變化を示すこと次の如し。

| | 炭素 | 水素 | 酸素及び窒素 |
|--------------------|-------|-----|--------|
| 新鮮なる櫟材 | 五〇・六% | 六〇% | 四三・四% |
| 櫟材の腐朽によりて生ぜる淡褐色の物質 | 五三・六% | 五二% | 四一・二% |
| 櫟材の腐朽によりて生ぜる暗褐色の物質 | 五六・二% | 四九% | 三八・九% |

此の如く櫟材は腐朽するに従つて漸く暗色を呈し、且其の成分は百分數(%)の上にて次第に炭素に富むものにして、有機物の土中に於て腐植質と成る場合も亦之に等しく、漸次炭素に富み且暗色を加ふるものなり。

凡そ有機物の土中に於て分解するや、空氣流通の良否に依りて或は酸化分解をなし又は還元分解をなすものなり、而して酸化分解の際に生ずる腐植質は、中性反應を呈し

木材腐朽の化學的變化

酸の供給
の良否と
腐植質の
種類

植物の生育に適するも、還元分解の際に生ずる腐植質は酸性反応を呈して植物に有害なり。前者は之を中性腐植質(Mild Humus)と云ひ、後者は之を酸性腐植質(Acid Humus)と稱す。

中性腐植
質の效用

中性腐植質 此のものは温度適當湿度中庸にして空氣の供給十分なる場合に、有機物が分解するとき生ずるものにして、土壤の理學的性質を良好ならしむると共に、其の分解に際し遊離する窒素其の他の養分は植物に依りて利用せられ、又發生する炭酸瓦斯は土壤中の無機成分を可溶ならしむ、故に中性腐植質は可給態養分を徐々に遊離する給源と成るものなり。

酸性腐植
質の生成
と植生に
對する害

酸性腐植質 此のものは空氣の流通悪しく水分が常に過剰に存在するとき生ずるものにして、強き酸性反應を呈す、アンモニヤ水に能く溶解し、アンモニヤを含む水が此の土層を通過すれば、褐色の膠狀液を生じ、大いに植物の生育を害す、多く沼地(Moorland)に生じて泥炭土(Peat Soil)を形成す。酸性腐植質は學者に依り次の如く區分せらる。

酸性腐植
質の區分

- (1) ウルミン及びウルミン酸 Umin and Umic Acid (ムルター Mulder 1840)
- (2) ヒューミン及びヒューミン酸 Humin and Humic Acid (スプレングェル Sprengel 1826)
- (3) クレン酸及びアボクレン酸 Oenic and Apocrenic Acid (バルツィウス Balzsius 1839)

腐植質物
と腐植酸

(1)は分解不十分のものにして褐色を呈す、(2)は分解進みたるものにして黑色を呈す、(3)は更に分解の程度進みたるものにして、尙ほ一層分解すれば無機物と成るものなり、されど此等のものは未だ確定せる物質にあらず。

腐植質とアルカリ、デトマー(Denier)氏は腐植質をアルカリに對する性質に依りて二種に區別せり。其の一はアルカリに不溶解のものにして腐植質物(Humus substance)と稱し、他はアルカリに溶解し其の溶液に鹽液を加ふるとき沈澱するものにして腐植酸(Humic Acid)と稱す。此の分類に従へばウルミン及びヒューミンは前者に屬し、ウルミン酸ヒューミン酸クレン酸アボクレン酸は後者に屬す。

腐植質の
組成は複
雜なり

腐植質の組成 既に述べたるが如く腐植質は、動植物が種々の程度に於て分解して生じたる、諸種有機化合物の混合せるものなれば、ムルター(Mulder)氏は土中に含まれる有機物を論じ、盡さんと欲せば、有機化學の大部分を説述せざるべからずと唱へたる程、其の組成複雑なれども、之を其の原物質に比すれば、水素及び酸素を含有すること少くして窒素及び炭素に富むものなり。

種々の炭水化物を加壓蒸熱する時は腐植質に類する物質を生じ、又酸を以て處理する場合にも之を得べし。例へば甘蔗糖に強硫酸を加ふれば、黑色を呈し、土中の腐植質

人工腐植質と天然腐植質

に類似せる物質を生ず之を人工腐植質と稱し、土壤中に存在する腐植質を之に對して天然腐植質と云ふ。此の二者の著しく異なる點は、前者は全く窒素を含有せざるに在り、其の他の成分に至りては能く類似すること次の如し。

| | 炭素 | 水素 | 酸素 | 窒素 |
|-------|------------|-----------|------------|-----------|
| 人工腐植質 | 六三・九% | 四・六% | 三二・五% | — |
| 天然腐植質 | 五六・三—五九・〇% | 四四・四—四九・% | 三二・七—三六・〇% | 二八・一—三六・% |

右の如く腐植質天然腐植質は炭水酸三元素の外常に窒素を含有す、而して其の窒素の化合態は未だ明ならざるも、シュライナー(Schreiner)氏の研究に據れば、土壤より分離せられたる含窒素有機物には、クレアチニン(C₄H₇ON₃)、ヒポザンシン(C₂H₄N₂O)、ザンシン(C₆H₈N₂O₂)、ヒスチジン(C₆H₉O₂N₂)、アルギニン(C₆H₁₁O₂N₂)、マシニン(C₆H₁₀O₂N₂P)等あり。要するに腐植質中の窒素は、植物に吸収せられ得べきアンモニヤ態をなすもの極めて微少にして、其の大部分は種々の有機化合態をなし、徐々に分解してアンモニヤと成り漸次に植物に吸収せらるゝものとす。

氣候の差異と腐植質

ヒルガード氏等(Hilgard and Taft)の研究に據れば、氣候の差異に依りて腐植質の量及び其の所含窒素の量に差あること次の如し。

腐植質中の燐酸

土中の腐植質量

腐植質中の窒素

乾候地土壤(八種平均)

〇・七五%

一・五八七%

三・〇四%

五・二四%

腐植質は又少許の燐酸を含有するものにして、其の燐酸の一部はニュークレンなどの有機化合態をなすものゝ如し。如何となれば水蒸氣に曝すときは著しく可溶性と成るのみならず、酸類に不溶性にしてアルカリ類に溶解するなど、ニュークレンに類する所多ければなり。要するに腐植質中の燐酸は、徐ろに可給態に變ずるものとす。

腐植質は陰性膠質物質なり

腐植質は一種の膠狀物質にして水を能く吸収し膨脹す、腐植質の他物に對する作用は、化合量の法則に従はず、單に其の表面に於てのみ現はるゝ吸着作用(Adsorption)にして、化學反應にあらず、腐植質の溶液に電流を通すれば、腐植質は陽極に沈澱してゲル(Gel)と成る故に、腐植質は膠狀物質にして而かも陰性膠狀物質(Negative Colloid)に屬す。

腐植質の多少と土壤の分類

土中腐植質の分量 凡そ土中に存在する腐植質の分量は、多きは二割以上に及び少きは二分以下なるも、クノップ(Knapp)氏は腐植質の多少によりて土壤を次の如くに分類せり。

〇—二五%

腐植質に乏しき土壤

| | |
|--------|-----------|
| 二五—五% | 腐植質稍乏しき土壤 |
| 五—一〇% | 腐植質中庸なる土壤 |
| 一〇—一五% | 腐植質に富める土壤 |
| 一五%以上 | 腐植質過量なる土壤 |

我が國にては一般に一割以上の腐植質を含有するものを腐植質土壤(Humy Soil)と稱す。要するに土壤を灼熱する際に損失する量は、主として腐植質の量に相當するものにして、彼の泥炭土の如きは、約七割の有機物を含むものあり。

●土中腐植質の定量法 ●土壤中の腐植質を定量するには、グランドー(Grandau)氏の法あり即ち次の如し。

供試品一瓦を採り一%の鹽酸にて浸出し、其の濾液が石灰及び苦土の反應を呈せざるに至るまで鹽酸にて洗滌し、次に水を以て鹽酸を洗滌し去りたる後、之を一對一のアンモニヤ水一五坵中に三—四時間浸したる後濾過し、稀薄アンモニヤ液にて洗滌す。斯くして得らるる暗色の溶液は、豫め秤量せる白金皿に入れて蒸發し、攝氏一〇〇度にて乾燥し秤量す、而して後之を灼熱し灰化して灰分量を定め、前記乾物より減じ腐植質の量となす。

腐植質の定量法

土中の腐植質は寒地に多し

土壤の性質と腐植質の量

尙一法は一定量の土壤を重クロム酸加里と硫酸とを用ひて酸化し、發生する炭酸瓦斯を測定し、腐植質の炭素量を五〇%と見做し、得たる炭酸瓦斯量に〇・五四五四を乗じ腐植質の量となすなり。

腐植質は微生物の作用に依り、或は動植物質が自ら分解して生ずるものなれば、土中腐植質の含量に差異を來すは、主として氣候及び土壤の性質如何に因るものなり。一般に熱帶地方にては温度高く有機物の分解盛なるを以て、腐植質の土中に集積するものと少く、之より南北に赴くに從ひ、漸く其の量を増加するものなり。我が國にては東北地方及び北海道樺太に於て、腐植質に富める土壤の多く存するは、其の原因主として温度の關係より來るものとす。

土壤の性質も亦腐植質の集積に大なる關係を有すること明なり。若し土壤粘重にして空氣の流通悪しく温度亦低きときは、有機物の分解盛ならざるを以て腐植質集積すること多く、これに反し空氣の流通良好にして温度高く且適量の水を含む所の土壤に在りては、有機物の分解促進せらるるを以て腐植質の集積すること少かるべし。我が國にては火山灰に富む第四期古層地の土壤は、一般に腐植質を含むこと多きが如し。又同質の土壤と雖も、之が利用法に依りて腐植質の含有量を異にす、例へば耕地にては

腐植質の集積すること林地牧草地よりも少く、畑地にては田地に於けるよりも少きが如し。

腐植質の効果 土中に於ける腐植質の効果の主なるものを擧ぐれば次の如し。

腐植質は植物に對し窒素化合物の給源となる。獨逸の碩學テューヤ(Thier)氏が腐植質説(Humus Theory)を出し植物榮養の給源は腐植質に在りと唱へしは其の効果を過大に認めたるの誤りはあれども、されど根據なきにはあらず。凡そ雨露中に含まれて地上に降下するアンモニヤ硝酸等の化合窒素は、固より植物根に吸収せらるゝと雖も、其の量たる甚だ少くして到底腐植質中の窒素に比すべくもあらず、但し腐植質中の有機窒素は、微生物の作用に依りてアンモニヤ態又は硝酸態に變化したる後、始めて一般植物に吸収せらるゝものにして野生植物の如きは主として之に依り窒素化合物の供給を受くるものとす。されど彼の山毛櫨の如く菌根(Mycorrhiza)を生ずる性あるものは、腐植質多き土壤に生育する場合には、根の外を被へる微菌の菌絲に依りて直ちに腐植質中の有機窒素を吸収するが故に例外とす。

腐植質は諸種の可給態養分を土中に増加す。蓋し腐植質は自ら分解して可給態養分を増加するのみならず其の分解の際に生ずる炭酸腐植酸などに依りて、土中の不

酸性腐植質は強大な吸収力あり

可給態養分を可給態に變ずるも、殊に腐植酸が不溶性の磷酸鹽に作用して可溶性に變ずるの效は著しきものなり。されば此の作用は、遊離腐植酸に富める彼の泥炭土などに於て多く現はるべきものとす。堆肥中に混入せる骨片磷酸粉等より可給態の磷酸を生ずるは蓋し堆肥醱酵の際に生ずる腐植酸炭酸等の作用に因るは明なり。但し茲に注意を要するは酸性腐植質に富む土壤に鹽化加里、硫酸加里等の中性鹽を施す時は此等鹽類は遊離腐植酸の爲に分解せられて、鹽酸硫酸等の如き強性の酸を遊離し却つて植生を害する虞あること是なり。

(三) 腐植質は種々の植物養分を吸収保蓄す。此の作用は特に酸性腐植質に於て著しとす。何となれば酸性腐植質は遊離の腐植酸に富みて鹽基を吸収する力大なるが故なり。但し斯くして酸性腐植質に吸収せられたるものは、容易に植物に吸収利用せられ難しとす。彼の泥炭土に於ては多量に施肥するにあらざれば普通の收穫成績を擧げ難き所以のものは、泥炭土中の酸性腐植質は肥料を十分に吸収して飽和するにあらざれば植物の吸収を許さざるが爲なり。凡そ植物根の土中養分を吸収する際には、植物根の膠質物と土壤の膠質物との間に、吸収力の競争行はるゝものにして、植物根の膠質物の吸収力弱ければ、植物は養分を吸収すること能はざるものとす。

腐植質は
土質を良
好ならし
む

腐植質は
土壌に黒
色を附す

されば此の如き土壌には、先づ石灰などを十分に施して、其の吸収力を飽和せしめたる後に施肥するを有効とす。

(四) 腐植質は土壌の理學的性質を改良す。腐植質を砂土に混入すれば、其の砂粒を膠着するの結果疎鬆なる組織を化して稍堅密ならしめ、以て水分及び養分の吸収力を増加す。又粘質の土壌に客入すれば腐植質と粘土とは相合一して複合體と成る。此の複合體は一種の粒子團組織と見做すべきものにして、粘土に比し膠着性を減じ、其の緻密なる組織を變じて稍疎鬆多孔ならしめ、以て氣水の透過を良好ならしむるの效あり。尚ほ腐植質は疎鬆多孔性を以て、水及び空氣中の水蒸氣を吸収する力に富めるに依り、多少旱害を軽減するの效をも有するものとす。

(五) 腐植質は其の色黒きを以て、土温を高む。土壌の黒色は多くは腐植質の存在に由來し、色黒き場合には陽熱を吸収すること大なるを以て、土壌の温度を高め、以て作物の生育を助長するものとす。凡そ排水良好にして黒色を呈する土壌は、其の健全なる表徴と見ることを得べし。ラマン(Raman)氏に據るに、五—一〇%の腐植質は砂土に黒色を附すと、彼の豊沃を以て有名なる露國の黒土には二—一六%の腐植質を含有すと云ふ。

腐植質は
過多は土
中の空氣
を缺乏す
來

腐植質過多の害 凡そ腐植質の適量即ち五%内外の有機物は、何れの土壌に對しても必要なれど、泥炭土の如く其の集積多きに過ぐる時は、土壌は過濕に陥り、空氣の透過杜絶せらるゝが故に種々有害なる還元作用を惹起し、土中に多く含まるゝ酸化第二鐵は還元して酸化第一鐵と成り、又硫酸鐵は還元して硫化鐵を生ずべく、而して此の硫化鐵に酸の作用する時は、硫化水素を發生するものにして、硫化水素は植生に有害なるものなり。

又腐植質の集積すること多きに過ぐれば、酸性腐植質を生ずるも、此のものは既に述べたる如く遊離腐植酸を含有すること多きを以て、土壌に酸性を帶ばしめ、植物の生育を害するものなり。此の如き土壌を改良するには、排水を行ふと共に石灰を施して其の酸性の中和を圖るに在りとす。

第三項 土中有機物の分解

土壌中有機物の分解に二種あり、一は空氣の十分存在する場合に起る分解にして、酸化分解(Decay or Eromakusis)と稱し、他は空氣の供給不十分なる場合に起る分解作用にして、還元分解或は腐朽(Humification)と稱す。此の兩作用は別個に起るものにあらずし

有機物の酸化分解の生成物

て表面には酸化分解起り内部には還元分解起るを見るなり。
酸化分解 此の分解に依りて生成する物質は概して簡單なる化合物にして炭酸瓦斯アンモニア硝酸亞硫酸瓦斯等なり。又有機物中の無機成分は植物の吸収に適する形態に變じ蛋白質及びアミノ化合物等の窒素はアンモニア態と成り植物に利用せらるゝに至る而して此の酸化分解は主として好氣性腐敗細菌(Aerobic Putrefaction)の作用に依りて起るものなり。

有機物の還元分解の生成物

還元分解 此の分解に依りて生ずるものは炭酸瓦斯沼氣水素硫化水素酸化窒素窒素等なれども有機物の大部分は多少暗色を帯びたる分解し難き物質に變化す是即ち腐植質なり。

還元分解の場合も多少微生物の作用に依るものにして嫌氣性又は非酸素細菌(Anaerobic Bacteria)の爲に起る。纖維の如きはメタン醱酵を起して炭酸瓦斯及びメタン瓦斯を發生す即ち次の如し。



纖維 水 炭酸瓦斯 沼氣

又窒素化合物は、ロイシン、チロシン、インドール、スカトール、アミン類、アンモニア等之

有機物の分解の最適温度

有機物の分解と水の多少

生ず、或る場合にはメタン醱酵、アンモニア醱酵の外、水素、醋酸、乳酸、酪酸等の醱酵を起すを見る。還元分解が微生物の作用に依らず、有機物それ自身にて起る時は泥炭化作用(Verkohlung)と稱す。

有機物の分解と外界の影響 有機物の分解は主として細菌の作用に依りて行はるゝものなれば、温度、湿度、中庸にして酸素の供給十分なる時に、其の分解旺盛なりとす。

- (一) 有機物の分解と温度との關係 土壤中有機物分解の温度は、攝氏三〇乃至五〇度位の時最も適當なるものゝ如し。之に關係せる學者の研究は一様ならざるも、ウォルニ(I. Walin)氏に據れば、温度昇るに従ひて炭酸瓦斯の發生量も亦大と成り、六〇度に於て最大と成り、之より昇れば減少すと、又コステチエツフ(Kostychev)氏に據れば、炭酸瓦斯の發生量の最大なるは三五度内外にして、其の最高温度は六〇乃至八〇度なりとす。
- (二) 有機物の分解と濕氣との關係 土中の濕氣少き時は有機物の分解作用衰へ、全く乾燥すれば分解作用も亦止むに至る、されど土壤含水量多くして過濕となれば、空氣の透過を阻害し爲に分解衰ふるものなり。ウォルニ氏に據れば、種々の含水量の土壤に於ける炭酸瓦斯の發生量は次の如くなり、但し六八%の水分を含める土壤

が攝氏一〇度に於て發生する炭酸瓦斯の量を一とす。

| | | | |
|----------|-------|------|-------|
| 炭酸瓦斯の發生量 | 攝氏一〇度 | 六・八% | 六二・八% |
| 同 | 二〇度 | 一・〇 | 九・一 |
| 同 | 三〇度 | 一・六 | 二六・七 |
| 同 | 同 | 三・四 | 三一・〇 |
| 同 | 同 | 同 | 四〇・五 |

有機物の分解は酸素の多少に關す

(三) 有機物の分解と酸素との關係。有機物分解の速度は、酸素の適量が存在する時に於て最も盛に行はるゝものにして、次に泥炭及び砂を混合したるものに、諸種の割合に酸素を含みたる空氣を通じて行ひたる試験の結果を示さん。但し二%の酸素を含む有したる時に生じたる炭酸瓦斯の量を一としたる比較數なり。

| | | | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| 通じたる空氣中の酸素含有量 | 二% | 八% | 一五% | 二二% |
| 炭酸瓦斯發生量 | 一・〇 | 二・九 | 三・〇 | 三・五 |

(四) 有機物の分解と其の物質の性質成分との關係。有機物の分解は、其の物の土壤中に含有せらるゝ量及び其の物質の微細度に依りて異なるのみならず、其の化學的組成に依りて大いに異なるものなり。

含窒素有機物は分

諸種の有機物中最も分解の容易なるは、蛋白質其の他溶解し難からざる含窒素有

り解容易な

機物はなり、豆科植物の莖葉が禾穀類の稿程に比して分解速かなる所以は蓋し前者は可溶性含窒素有機物に富み、微生物の榮養として好適するに因るものとす。又無窒素有機物中、糖類澱粉は分解し易く、纖維は分解し難し、樹脂單寧等は極めて分解困難なるものにして、此等の物質に富む植物は分解容易ならざるものなり。林地の落葉類は稍、窒素に富むも、其の分解すること却つて窒素に乏しき稿程類に劣る所以のもの、主として此等落葉中に、樹脂單寧等の含まるゝこと少なからざるに因るが故なり。

肥料として施用せらるゝ有機物中、動物質は植物質に比して分解容易なるも、特に尿素馬尿酸等の切く窒素に富み新陳代謝に依りて生じたるものは、其の分解最も速かなり。又植物質有機物中、新鮮なるものは分解容易にして、其の一旦乾燥せるものは假令再び之を濕ほすも、其の分解は頗る新鮮なるものに劣るを常とす。又既に多少分解したる有機物は、之を新鮮なるものに比するに分解遙かに困難なり、是、蛋白質糖類の如き分解し易きもの先づ分解し、纖維其の他分解し難きもの殘留するに因りてなり。

(五) 有機物の分解と土壤の性質との關係。土壤の性質も亦有機物の分解と大なる關係

動物の排泄物は分解し易し

気水の透
通良好は
有機物は
分解易し

を有するものにして、粘重なる土壤に在りては其の含有する水分の量多きが爲、有機物の分解すること少く、従つて腐植質の集積すること多きも、一般に氣通佳良にして適量の水分を含む土壤に在りては、有機物に乏しきを常とす。又腐植質の量は土壤の深さに依りて異なるものにして、通常深きに従つて其の量を減ず、即ち表土に多く下層に至るに従つて減ずるものなり。

第三章 土中微生物の作用

土壤は常に多少の間隙を有するものにして、此の間隙中には空氣及び水の存在する外種々の微生物生育し、或はバクテリア、カビ、酵母等の如く植物界に屬するものあり、或はアミイバ、インフゾリア、ネマトーダ等の如く動物界に屬するものもあるも、此等微生物の中最も耕種上重要な關係を有するものは蓋しバクテリアなりとす。されば先づ土中細菌の一斑に就きて述べ、進んで土壤中に存する窒素化合物の變化に關係を有する數種のバクテリアの作用を説述すべし。

第一節 土中バクテリアの數

土中微生物の種類

土中のバクテリアの數

土中のバクテリアの數に關係のある事情

凡そ土壤中には種々の可溶性無機鹽類及び含窒素有機物存在するを以て、頗るバクテリアの蕃殖に適するのみならず、肥料として土壤に加ふる所の糞尿堆肥厩肥等の中には甚だ多くのバクテリアを含有するを以て、土中バクテリアの多き亦推知するに難からざるべし。今如何に多くのバクテリアが土中に生存するかを示さん爲一例として、アダメツツ(Admetz)氏が砂土壤土各一瓦に就きて計りたるバクテリアの數を示せば、即ち次の如し。

- 砂土の表層 三八〇、〇〇〇
- 壤土の表層 五〇〇、〇〇〇
- 砂土二〇—二五種の深さ 四〇〇、〇〇〇
- 壤土二〇—二五種の深さ 四六〇、〇〇〇

バクテリアの土壤中に存在する數は、外界の事情に依りて大いに異なるものにして、マギオラ(Maggiola)氏の研究に據れば一般に次の如き關係を有す。

1. バクテリアの數は、土地利用の法を異にするに依りて多少あり。即ち林地は耕地よりも少く、耕地は宅地よりも少きを常とす。
2. バクテリアの數は、海面よりの高さに依り異なるものにして、高度を増加するに依つ

て減少するを常とす。

3. バクテリアの数は、土壤組織の粗密及び空氣透過の良否と關係を有す。即ち土壤の組織密にして空氣の透過不良なる所は其の數少し。

4. 土壤の性質はバクテリアの數と關係を有するものにして、酸性反應を有するものに在りては、中性のものに比してバクテリアを有すること少し。蓋しバクテリアの中性を好み、酸性を厭ふに由る。但しカビは稍、酸性反應を有する土壤に於て、能く蕃殖するものとす。

5. 耕地に於けるバクテリアの數は耕勦の方法及び肥料の種類施用量等に依りて差あるものにして、耕勦丁寧にして施肥多き土壤は、之を耕勦粗放にして施肥少きものに比するに、バクテリアを含むこと多し。特に厩肥堆肥等の有機肥料を施用する時は、一時大いに増加するものとす。

6. 土壤の表層は其の下層よりも、バクテリアを含むこと多し。バクテリアの最も多く存在するは、地下一尺以内の處にして、之より以下は深さの増すに従つて、通氣不良温度不適當にして養分の含量も亦減少するがため、バクテリアの數著しく減じ遂に全くバクテリアの存在を認めざるに至るものなり。之に關するフーストン (Houston)

土壤の深
とバク
テリアの
増減

土中に生
存するバ
クテリア
の種類

氏の研究成績を示せば次の如し。

表土一瓦中に含むバクテリア數

一、六八八、〇〇〇

地下一尺の深さに於ける土壤が含むバクテリア數

一、一〇〇、〇〇〇

地下三尺の深さに於ける土壤が含むバクテリア數

一、七四、〇〇〇

地下六尺の深さに於ける土壤が含むバクテリア數

四一〇

7. バクテリアの數は、冬よりも夏に於て多く、乾候に於けるよりも濕候に於て多きを常とす。エンゲベルゲン (Engelberg) 氏等の研究に據れば、一般バクテリアの發育に最も適當なるは、土壤の水分が其の孔竅の七割乃至八割を充たす時なりと云ふ。

8. バクテリアの數は、栽培する作物の種類に依りて多少あり。ストーラウ (Stollau) 及びエルネスト (Ernst) 兩氏の研究に據れば、ツメクサを栽培せる土壤にては、其の一瓦中に七八百萬のバクテリアを含有するも、之に隣接せる畑にて大麥を栽培せる處にては、一瓦の土壤中に百萬乃至二百萬のバクテリアを含むに過ぎずと云ふ。

土壤中に存在するバクテリアの種類は極めて多く、空氣水肥料等諸種の物質中に含まるものは、皆土中に入るを以て殆ど枚舉に違あらず、フレンケル (Frenkel) 氏は嘗て普通の耕土より四拾種以上を分離し得たりと云ふ。此等數多のバクテリア中、耕種上最

も重要な關係を有する腐敗バクテリア硝酸還元バクテリア遊離窒素固定バクテリア等に就き、以下節を追うて説述せんとす。

第二節 アンモニヤ醗酵

アンモニヤ醗酵の意義及びその必要

アンモニヤ醗酵(Ammouiacal Fermentation)とは、含窒素有機物が微生物の爲に分解せられて其の中の窒素がアンモニヤ又はアンモニヤ鹽に變ずる作用を云ふ。窒素は植物に對して必須の營養分たるに係はらず、有機化合態に在りては直ちに植物に吸収され難きが故に、一度分解してアンモニヤと成ることは農耕上頗る重要な作用なりとす。



尿素 水 炭酸アンモニヤ

尿素の變化の細及菌學的分解

斯かる變化は普通人尿の貯藏せらるゝ時に行はるゝものにして、此の作用を起すバクテリア中最も初めに發見せられたるは、ミクロコッカス、ユレア(Micrococcus Ureae)なりと雖も、現今に於ては此の特性を有する數種の微生物發見せらるゝに至れり。又腐熟

腐敗菌の種類

せる有機肥料の中に含まるゝ腐敗菌類は、概ねアンモニヤ醗酵を起す作用を有するものにして、其の最も普通なるものはバチルス、ミコイデス(B. Mycoidea)、プロテウス、バルガリス(B. Proteus Vulgaris)及びバチルス、フリユオレットセンス、リクエファシエンシス(B. Fluorescens Liquefaciens)等なり。

アンモニヤ醗酵に於ては、アンモニヤの外尙種々の化合物を生じ、蛋白質中に含有せらるゝ硫黄はメルキヤプタン(Mercaptan)硫化水素と成り、水素は水を生ずる等、其の分解する状態に於て種々異なる物質を生ずることは勿論なりとす。

腐敗菌の利用の實験

腐敗菌の利用とアリニット。有機肥料の施用に當り、強き分解作用を有するバクテリアを土壤中に加へ、其の作用に依りて有效なる窒素化合物を生ぜしめん爲にストックラサ(Stocklass)氏は、バチルス、メガテリウム(B. Megatherium)及びバチルス、フリユオレットセンス、リクエファシエンシス等を骨粉に混じて土壤に加へたるに、植物は窒素及び磷酸を多く利用し得たることを實驗せり。

アリニットの効果の疑問

右に類するものにして、空中の遊離窒素を土壤中に固定し、植物の營養となすと稱せらるゝアリニット(Alinit)と稱する商品は、バチルス、メガテリウムに類するバチルス、エレンバチエンシス(B. Ellenbachiensis)を純粹培養したるものなり、故に之を腐植質に富め

る土壤又は遅効の窒素肥料と共に施す時は其の効を大ならしめ得べき場合あるは此の理に據るものとするも、此のアリニットの效果に就きては今日未だ判明せず、多くの實驗の結果は無効に屬するものゝ如し。

(一)實驗 二〇〇c.c.入三角壺を採りて、之に次記の溶液一〇〇c.c.を入れ、更にペプトン(〇・一%)を加へたる後、畑土少許を加へ温暖なる暗所に保つべし。斯くして拾數日を経たる後、其の上澄液少許を採り、ネスラー試薬の反應に依りてアンモニヤの存否を検すべし。

| | |
|------|-----|
| 水 | 一立 |
| 磷酸加里 | 五瓦 |
| 硫酸苦土 | 二五瓦 |
| 鹽化曹達 | 二五瓦 |

此の實驗に用ふる畑土中にはアンモニヤの存せざることを肝要とす、又畑土の代りにアンモニヤ醗酵菌の純粹培養せられたるものを用ふれば更に可なり。

(二)實驗 同上三角壺三個を採りて、何れも土壤を容れ、其の一は其の儘と、他の二個には魚肥の粉末若くは肉粉を混じ、其の内一個はフォルマリンを以て殺菌すべし。而

アンモニヤ醗酵の實驗

アンモニヤ醗酵の實驗



土壤のみ容れたるもの



土壤に魚肥末を加へ殺菌したるもの



同殺菌せざるもの

して何れにも適當の濕氣を與へ、綿栓を施して暖處に放置すること數日の後、各土壤の一部分を、取り水を以て浸出し之が浸

出液に就きて、アンモニヤの反應を検すべし。

一般の場合には、土壤のみを容れたるものは、微量のアンモニヤの存在を認め、魚肥若くは肉粉を加へたるものは、アンモニヤの反應著しく、又フォルマリンにて殺菌したるものは、殆んどアンモニヤの存在反應を呈することなきものなり。

第三節 硝化作用

硝化作用(Nitrification)とは、土壤中に於てアンモニヤ又はアンモニウム鹽が微生物の作用に依りて、硝酸又は硝酸鹽に變ずる作用を云ふ。硝酸を生じたる場合には、土壤中に存在する鹽基と結合して結局硝酸鹽と成るなり。植物はアンモニヤの形に於けるよりも、寧ろ硝酸の化合態に於て窒素を吸收するを常とするを以て、硝化作用も亦農耕

硝化作用の意義及び利益

上有益なる作用なりとす。
 凡そ土壤中の含窒素有機物は、バクテリアカビ等の生理的機能に依り、アンモニウム鹽類に變ずるのみならず、或は肥料として或は降水中に含まれて、自然に土中に加はり來れるアンモニウム鹽類の量も、亦決して少からざるにも係はらず、普通畑土中に發見せらるゝアンモニウム鹽の量甚だ少き所以のものは、土壤中に於て斷えず硝化作用の行はるゝに因るものなり。

硝化作用の變化

硝化作用の原因に就きては往時は空氣中の酸素の爲に、直接アンモニヤ態窒素が酸化作用を受けて硝酸態に變ずるものと考へられしが、1889-1898年露國のワイノグラツキヤト(Winogradsky)氏の研究に據りて、細菌の作用に基づくものなること明瞭となれり。

硝化作用の第二段は、亞硝酸態窒素を經て、硝酸態窒素に變化する。

此の硝化作用は、一段の變化を經るものにして、夫々異なる細菌の爲に行はるゝものなり。即ち第一段はアンモニヤ態窒素が亞硝酸態に變ずる作用にして、亞硝酸化作用(Nitritation)と稱し、亞硝酸菌(Nitroso Bacteria or Nitrosomonas)の掌る所なり、其の變化は次の如し。



第二段の變化は、亞硝酸態窒素が硝酸態に變化する作用にして、硝酸化作用(Nitratation)と稱し、硝酸菌(Nitro Bacteria)の掌る所にして、硝酸の生成は次の如し。



以上二種の細菌を總稱して、硝化バクテリア(Nitrification Bacteria)と稱す。

亞硝酸菌はアンモニヤを酸化して亞硝酸となすの力を有するも、更に其の亞硝酸を酸化して硝酸となすこと能はず、又硝酸菌は亞硝酸を酸化して硝酸となすの能力を有するも、アンモニヤを酸化して亞硝酸となすこと能はざるものなり。

故に此等兩種のバクテリア共に存在するにあらざれば、硝化作用は行はれざるものとす。通例畑土中には以上兩種のバクテリア共に存在するを以て、畑土にアンモニヤ鹽を施す時は容易に硝酸鹽類と成るものなり、但し水田に於ては水分過多にして空氣に缺乏するがため、硝化作用殆ど行はれざるものとす。

硝化バクテリアの特性

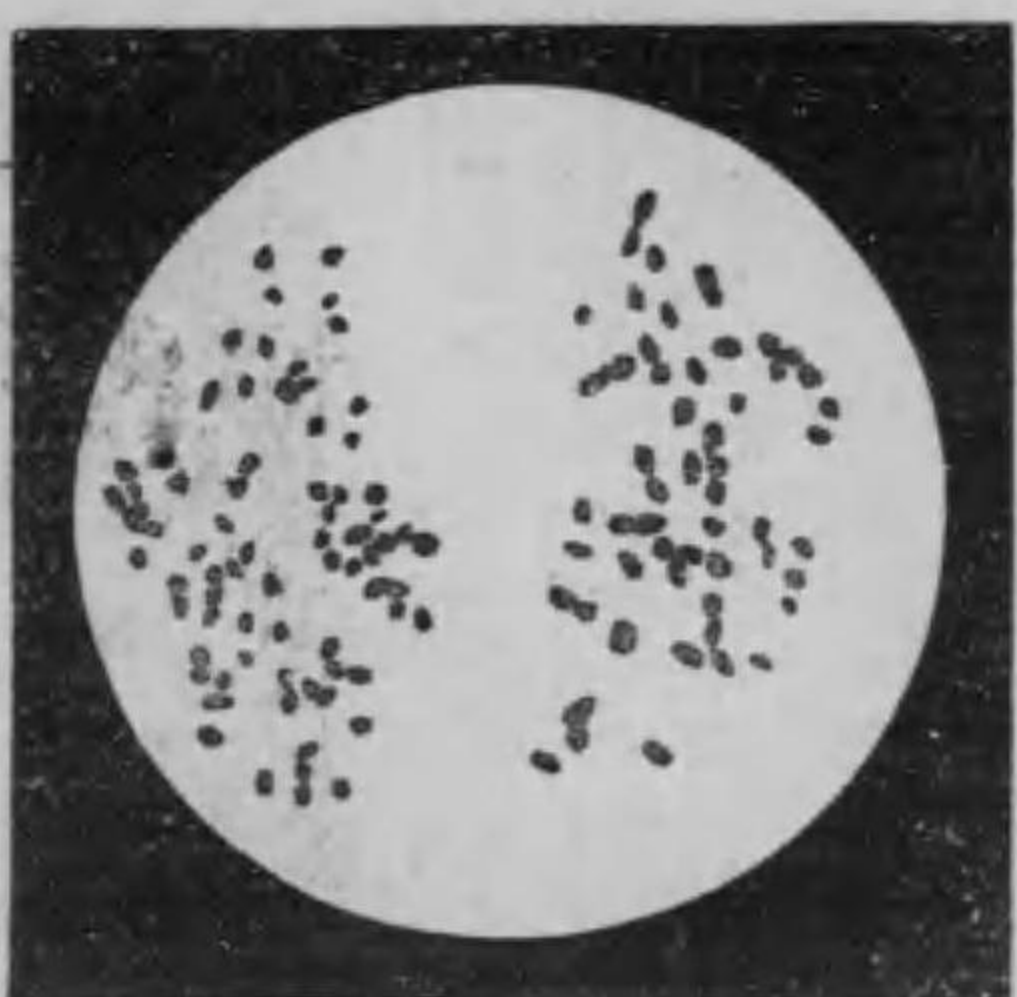
亞硝酸菌及び硝酸菌は、普通のバクテリアと異なりて

亞硝酸菌の圖解



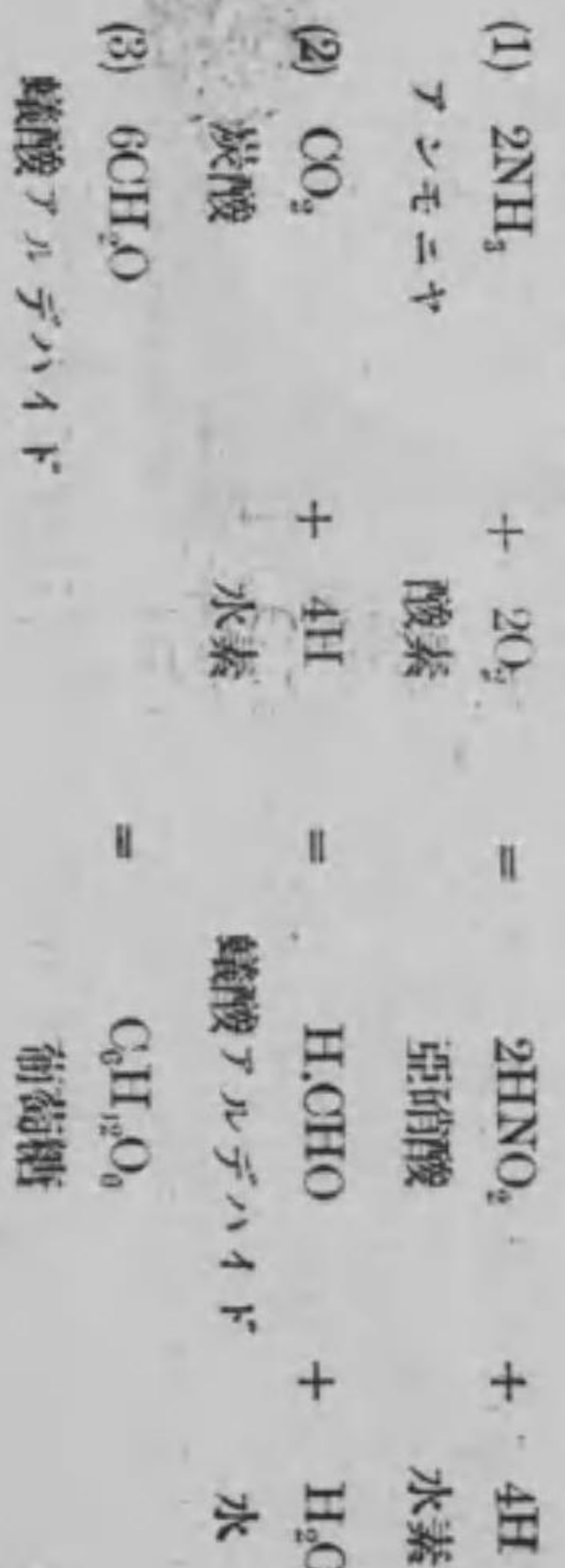
葉緑粒を
缺ける硝
化バクテ
リアの同
作用

硝化細菌
の作用



有機物を吸収することなく、却つて高等植物と等しく全く無機物に依りて養はるゝも、

此等葉緑粒を有することなき細菌が、如何にして有機物を合成するかと云ふに、窒素の給源としては夫々アモンニウム鹽又は亞硝酸鹽を攝取し、炭素は空氣中の炭酸瓦斯又は炭酸鹽を利用するなり。而して炭酸瓦斯又は炭酸鹽を分解して同化作用を行ふに、高等植物の如く全く光線を必要とせず、アンモニヤ又は亞硝酸の酸化の際生ずる化學的エネルギーを以て同化作用を営むなり。オスカー・レーヴ(O. Löw)氏は亞硝酸細菌の



即ちアンモニヤは酸化作用を受けて水素を發生するものにして、其の發生機の水素は炭酸を還元して蟻酸アルデハイドを合成し、其の蟻酸アルデハイドは葡萄糖に變ずると云ふにあり。

硝化作用に影響を及ぼす事項

硝化作用は農耕上重要な關係を有するを以て、

硝化バク
テリアの影
響に及ぼす
事項

常に其の作用の旺盛なることを圖らざるべからず幸に硝化バクテリアは酸性反應を呈する林地を除き到る處に蕃殖するを以て、吾人は之が蕃殖に適當なる條件を與ふれば足れり、其の主要なる事項は次に擧ぐるが如し。

(一) 硝化バクテリアの養料は、適量に存在することを要す。一般に加里鹽、石灰鹽、硫酸鹽、磷酸鹽及び炭酸鹽の如き礦物質は硝化バクテリアの養料として必要なるも、有機化合物は之に反して効なきのみならず、可溶性有機物の存在は、却つて硝化バクテリアの蕃殖を妨ぐるものなり。

(二) 硝化作用には土壤の反應微アルカリ性なるを可とす。一般に細菌は、微アルカリ性にて最も能く蕃殖に適するものなるが、此の事は特に硝化バクテリアに於て著しきを見る。何となれば本細菌は、其の作用の結果亞硝酸、硝酸等を生ずるを以て、此等の酸と結合すべき鹽基を要するが故なり。されど強アルカリ性は勿論硝

硝化作用の最適温度

化作用に害あり、土壤の酸性と成るを防ぐには炭酸石灰最も適當なり、是、生成せらるる酸を中和して炭酸瓦斯を發生し、此の炭酸瓦斯は硝化バクテリアの榮養と成ることを得るに因るものとす。

(三) 硝化作用を盛ならしむるには、温度の適當なることを要す。我が國の土壤に於ける硝化作用は夏季に於て旺盛なるも、冬季に至れば殆ど中止するは、主として温度の關係に因るものにして、氷點以下に於ては此の作用全く行はるゝことなし。シレーシング(Sherwin)氏に據れば、硝化作用は攝氏五度に於て徐々始まり、温度上昇するに従つて漸次旺盛と成り、三七度は最も適當なる温度にして、之より昇るに従つて再び衰へ、五五度に至れば全く停止するに至ると云ふ。

(四) 硝化作用には適當の水分を要す。風乾状態の土壤中に於ては硝化作用行はれず、或る程度までは水分を増加するに従つて、硝化作用次第に旺盛と成る。デーラン氏は小器に一〇〇瓦宛土壤を容れ、此等に夫々異なる分量の水を加へ、硝子鐘の下に置き、九〇日を経過したる後、其の中に生成せられたる硝酸の量を檢せしに、次の如き成績を得たり。

注加水量

土壤一〇〇瓦中の硝酸量

| | |
|-----|-----|
| 五厘 | 二五厘 |
| 一〇厘 | 二六厘 |
| 一五厘 | 二七厘 |
| 二〇厘 | 二九厘 |
| 二五厘 | 三七厘 |

斯く水の増量と共に硝酸の形成せらるゝ量を増加す。されど水分過量なれば不可なり、是、水田に於て殆ど硝化作用の行はれざる所以なり。

(五) 硝化作用には空氣の供給潤澤なるを要す。硝化作用は一種の酸化作用なるが故に、酸素の供給潤澤なる所に於て盛に營まるゝものにして、水田に於ては畑地に於けるが如く硝化作用の起らざるは、土壤の間隙水にて充たさるゝが故に、酸素の供給不十分なるに因るものとす。シレーシング氏は、五本の硝子管に腐植質に富める土壤を各二庭宛容れ、之に通ずる空氣中の酸素の量を異ならしめ、數箇月間放置したる後、其の中に生成せられたる硝酸の量を檢したるに、次の如き成績を得たり。

| | |
|--------|------------|
| 空氣中の酸素 | 生成せられたる硝酸量 |
| 一五% | 四五七厘 |

水田に硝化作用の起らざる理由

コルマに
據れば
氏の實
験に
%を
含む
最も
一畝
以下
及一
畝以
下
に
六
共
六
に
と
云
ふ

| | |
|------|-------|
| 六〇% | 九五七庭 |
| 一一〇% | 一三二五庭 |
| 一六〇% | 一六二六庭 |
| 二一〇% | 二四六六庭 |

之に依りて見れば、土壤中に存在する酸素の量の多少によりて、生成せらるる硝酸の量に大なる差異を生ずるは明なり。是、力めて耕土を耕鋤することの、作物生育上に利ある所以なり。

(六) 硝化作用には直射光線を避くるを要す。微生物は一般に其の蕃殖上直射光線を忌むものにして、硝化バクテリアに於ても日光の直射に逢ふ時は、其の作用阻害せらるるのみならず、遂には其の生活力を失ふに至るものなり。ソイカ(Soybean)氏の實驗に據れば、一〇〇立方糶の尿より生じたる硝酸及び亞硝酸態の窒素は次の如しと云ふ。

| | | |
|-----------|-----|------|
| 日光に曝したる場合 | 第一例 | 第二例 |
| 日光を避けたる場合 | 一九庭 | 一一〇庭 |
| | 八六庭 | 三六〇庭 |

硝化作用の實驗

實験 硝化作用を實驗せんとせば、次記の培養液を三角壺に入れ、液の膚薄きを要す。

- 水 一〇〇 c.c.
- 硫酸アンモニヤ 〇四瓦
- 硫酸苦土 〇〇五瓦
- 磷酸加里 〇一瓦
- 炭酸石灰 三〇瓦

第四節 硝酸還元作用

硝化還元作用(Denitrification)は脱窒作用とも呼び、アンモニヤ酸酵硝化作用等とは反對なる農耕上不利益の作用にして、細菌の爲に硝酸が還元せられて亞硝酸と成り更にアンモニヤと成り、其の作用旺盛なる場合には遊離窒素を生ずるものとす。

硝酸態窒素を亞硝酸又は更に進んでアンモニヤに變ずる細菌と、硝酸態窒素を遊離窒素に還元して本來の脱窒作用を營む細菌とあり。前者は農耕上さまで不利益なら

農耕上不利益なる硝化還元作用

有害なる
硝酸還元
菌の種類

す、是、生じたるアンモニヤは土壤に吸収せられて其の儘植物に利用せられ、更に再び硝
化作用を受けて硝酸態と成るを得るも、後者は全く有害細菌にして植物に最も必要な
可給態の窒素を減少せしむるが故なり。此の種の細菌には數種あり、即ちバチルス、
デニトリファイカンス (*B. denitrificans*)、バチルス、デニトリファイカンス、アギリス (*B. denitrificans*、*anaerobius*)、バチルス、ピオチアネンス (*B. pyocyaneus*) 等は其の主なるものなり、而して其の
多くは既肥糞釋などより發見せられたるものにして、此等を土壤に施すがため従つて
土壤にも此等バクテリアの存在すること少からず。

硝酸還元菌の性状

硝酸還元菌の蕃殖には常に有機物の存在を必要とす、此の細
菌は炭酸瓦斯を分解して有機物を作る機能なきを以てなり。窒素養分としては硝酸
鹽亞硝酸鹽の外に、アンモニウム鹽又はペプトンを利用す。

脱窒作用は空氣の流通なき所に於て最も盛に行はるれども、又酸素の存在に於ても
全く止まるものにあらず、是、硝酸還元菌は元來好氣性のものにして、空氣中の酸素を取
りて呼吸せしものなるが、次第に硝酸鹽中の生活に馴れ、硝酸鹽中の酸素を攝取して呼
吸するに至り、漸く嫌氣性の如く成りたるものなればなり。

硝酸還元
に依る窒

硝酸還元
菌は嫌氣性
と成れり

硝酸還元菌は吾人の想像する如き大なる還元作用をなすものにあらず、何となれば

素の損失
は大なら

腐敗有機物中には多數の此の種細菌生存すれども、硝酸鹽なきを以て其の作用を遅く
するを得ず、有機物分解して全く存せざるに至れば、始めて硝化菌の蕃殖を見、硝酸鹽を
生ずれども、エネルギーを供給する有機物なきを以て、硝酸還元菌生存するを得ず。斯
く硝化菌と硝酸還元菌との生活状態は全く相反し、硝化菌が優先の位置に在るを以て、
硝酸還元菌に依る大なる窒素の損失はなきものなり。

硝酸還元作用軽減上の注意

硝酸還元菌の蕃殖を妨ぐるは農耕上必要のこと

に屬するも、之が注意すべき事項を擧ぐれば即ち次の如し。

(一) 空氣の供給を潤澤にすべし。此の目的を達するには耕鋤回数を多くするにあり、是、
硝酸還元菌は空氣の供給不十分なる所に於て、其の作用大なるが故なり。

(二) 有機物を多量に施用することを避くべし。乾草糞釋肥等の有機物を多量に施用
すれば、硝酸還元作用を促進するに至る理由は、單に此等の物に硝酸還元菌の附着せ
るのみにあらず、此の種細菌に對して炭素を供給し、エネルギーを發生せしむる材料
となればなり。之を以て能く腐熟したる糞釋類を施す時は、新鮮なる有機物を土壤
に加へたる場合よりも、窒素の損失を少くすることを得るものとす。デーラン氏は
硝酸鹽を澱粉と共に土壤に施したる場合には、硝酸鹽の殆ど全部が還元せらるゝも、

此等の有機
物には細菌
に對して炭
素の給源と
するものと
するものと
するものと

硝酸還元作用の實驗

稗稈を加へて土壤の1%に達せしむる時は硝酸窒素は其の三分の一を損失せしのみなりしことを實驗せりと云ふ。

(三) 水田には智利硝石を施すべからず。水田に於ては有機肥料を用ひざる時と雖も尙ほ智利硝石を施用せざるを可とす。蓋し硝酸の還元依りて遊離窒素の發生する不利あるのみならず硝酸鹽は流失し易く且つ其の還元依つて生ずる亞硝酸も亦作物に對して有害なるが故なり。

(四) 腐植質土には排水を行ひ石灰を施すべし。畑地にても排水不良なるか腐植質多きに過ぐる時は表層土にても硝酸還元作用起るが故に排水を行ふこと石灰を施すこと耕鋤を十分に行ふこと等は此の還元作用を妨ぐるに有效なりとす。

硝酸還元菌の蕃殖は石灰特に生石灰の施用に依りて大いに阻止せらるゝことはスチュツァー氏の研究に依りて明なり。

實驗 硝酸還元作用を實驗せんとするには次の如き培養液を試験管又は三角壺に入れ其の中に既肥又は水田の土壤を少し入れて温暖なる暗所に保つべし此の際酸素の存在を忌むが故に酸素を除ける空氣又は水素瓦斯中にて培養すべし然るときは硝酸鹽は速かに分解せられて液面に窒素瓦斯の細かき氣泡の生ずるを見るべし。

アンモニア化合物より直ちに窒素を遊離する場

| | | | |
|------|----------|------|---------------|
| 水 | 一立 | | |
| 肉エキス | 一〇瓦 | 乙液 | 枯草浸出液 一〇〇c.c. |
| 甲液 | ペプトン 一〇瓦 | 硝酸曹達 | 〇一瓦 |
| 食鹽 | 五瓦 | | |
| 硝酸曹達 | 五瓦 | | |

硝酸還元作用以外の脱窒作用 脱窒作用には硝酸より遊離窒素を發生するものゝ外アンモニア化合物又は含窒素有機物より直ちに窒素又は窒素化合物を發することありと云ふアンモニア化合物の場合を示せば次の如し。



こも亦細菌の作用に屬しカゼラー(Kazera)氏は之をバクテリウム、アゾトフルオレッツセンス(Bact. azotofluorescens)と命名せり。彼の夏季砂土等に於て有機窒素肥料の驚くべき消失は一部此の種の變化に因るものゝ如し。

第五節 遊離窒素固定作用

高等植物には空氣中の窒素を利用して有機物を作る機能なけれども下等植物たる

遊離窒素
固定作用

微生物には、直接空氣中の窒素を同化して之を利用し得るものあり、此の作用を遊離窒素固定作用と稱し、其の微生物を窒素固定菌と云ふ、其の主なるものは細菌にして二種に大別せらる。

遊離窒素
固定の二種

遊離窒素を固定する細菌の一是、豆科植物の根に共生して其の作用を營むものにして之を根瘤バクテリアと稱し、他の一是、土壤中に獨立して生活し、以て空氣中の窒素を固定して自體の蛋白質を形成す、之をアゾトバクテリヤ (Azotobacter) と稱す。

第一項 根瘤バクテリア

一般に土壤中に存在する窒素化合物の量は僅少なるに係はらず、豆科植物の之を含有する量は比較的多きを常とす。即ち此の種の作物は他種の作物と異なりて、連年特に窒素肥料を施用することなきも能く生育繁茂し、肥料及び土壤中に含まれたる窒素の總量よりも、尙多量の窒素を自己の體中に貯ふるものなり、此の事實は永く農學界の疑問たりしが、遂に一八八六年獨逸のヘルリーゲル (Hellriegel) 氏に依りて解決せられ、尙フランク (Frank)、ノツベ (Nobbe)、ヒルトナー (Hiltner) 氏等に依りて確められたり、即ち豆科植物の根には一種の根瘤ありて、此の中に生活する細菌は、豆科植物をして遊離窒素

永く疑問
たりし豆
科植物と
窒素の關
係

を攝取同化せしむるものとす。

根瘤バクテリアの分類及び共生作用

豆科植物と共生して遊離窒素を固定せしむる細菌は、之をバチルス・ラヂシコラ (*B. radicicola*) と稱し、ヒルトナー氏は之を二種に分ちたり、即ち第一種に屬するものは豌豆蠶豆菜豆ツメクサ等と共生する細菌にして、これをリゾビウム・ラヂシコラ (*Rhizobium radicicola*) と稱し、第二種に屬するものは大豆・ルビン等と共生し得るも、前種の植物とは共生し能はざる細菌にして、之をリゾビウム・バイエリンキア (*Rhizobium beijerinckii*) と稱す。



大豆及
豌豆根
瘤の圖
解

豆科植物の種子の發芽に際し

根瘤の形
成とバク
テリアの
ナロイド

其の根毛の先端より侵入し、根の内皮部中に於て速かに蕃殖すれば、内皮細胞は盛に分
裂増殖して、茲に根瘤を形成するに至る。根瘤中に生存する細微の棍狀物又はY字狀
物は即ち根瘤バクテリアにして、棍狀物漸く變形すれば終にY字狀物と成る。斯かるも
のを特にバクテロイド(Bacteroid)と稱す。根瘤バクテリアは豆科植物體中より諸種の養
分を攝取し、同時に土壤中の遊離窒素を同化し、化合態の窒素に變ぜしめて之を植物に
供給し、以て其の生長繁茂を助くるものなり。されば豆科植物は根瘤バクテリアの共
生する場合に、窒素以外の養料に十分施せば旺盛なる發育を遂げ得べきも、之に反
して根瘤バクテリア共生せざる場合には、假令他の養料を潤澤に施すも、窒素を供給せ
ざれば其の生育不良なるを常とす。是、明に豆科植物が根瘤バクテリアの共生に依りて、
窒素養料を攝取し得る證なりとす。

遊離窒素
の同化順
序

豆科植物が遊離窒素を同化するは、根瘤バクテリアとの共生作用(Symbiosis)によるこ
とは明瞭なる事實なれども、其の共生作用が如何なる順序に依りて遊離窒素を固定す
るやに至りては、未だ明ならざる點多し。今ロイ博士の説明に従へば、根瘤バクテリ
アは先づ遊離窒素を吸収して之を亞硝酸アンモニウムに變化し、
$$\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{NO}_2$$

亞硝酸アンモニウム

根瘤バク
テリアの
養分

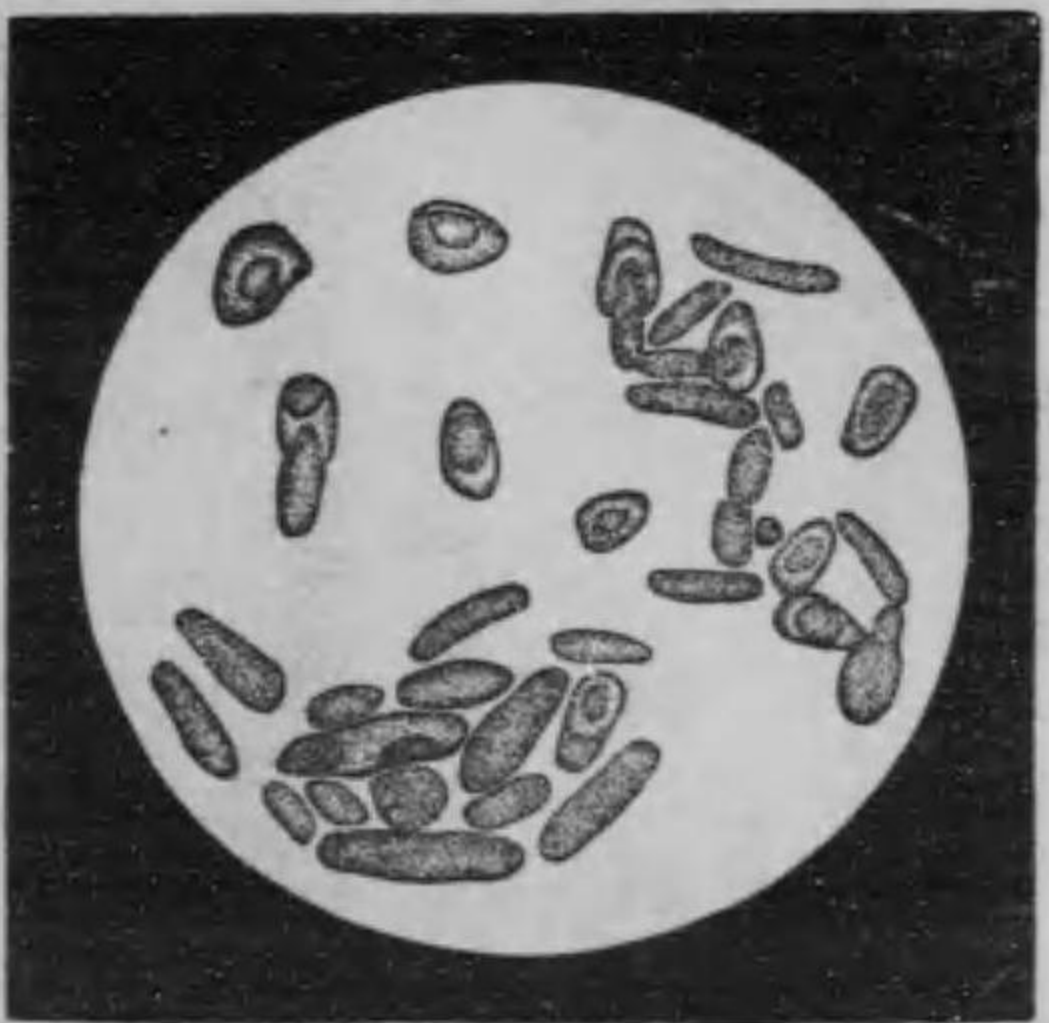
此の亞硝酸アンモニウムは、忽ち還元せられてアンモニヤと成り、周圍の植物組織に
より吸収せられて蛋白質の生成に用ひらるゝものゝ如し。
根瘤の生成に必要な條件 豆科植物を栽培して其の生育を旺盛ならしめん
には、須らく根瘤バクテリアの勢力を逞うせしめざるべからざるは前述せしが如し。
從來の試験に據れば、根瘤の生成に必要な養分は、磷酸加里石灰等なりとす。腐植
質は其の量多きに過ぎざる時は能く根瘤の生成を助くるものなれども、可溶性窒素化
合物就中硝酸鹽は其の生成に有害なり、水も亦其の量過多なる時は之が生成を妨ぐる
ものなり。されば豆科作物を栽培して、能く空氣中の遊離窒素を同化固定せしめんと
欲せば、豫め土地の排水を圖り、磷酸加里石灰等を十分に施し、硝酸鹽の如き可溶性窒素
肥料の施用を避くること肝要なり。

第二項 窒素固定菌

土壤中には根瘤バクテリアの外に、尚ほ植物と共生することなくして、單獨に空氣中
の遊離窒素を同化固定する數種の細菌生存す。之を總稱して窒素固定菌又は窒素集積
菌と云ふ。此の種の細菌に就き最初に研究せるはキノグラツキー(Winogradsky)氏にし

根瘤バク
テリア以
外の窒素
固定菌

圖解
クロスト
リヂウム
アナム



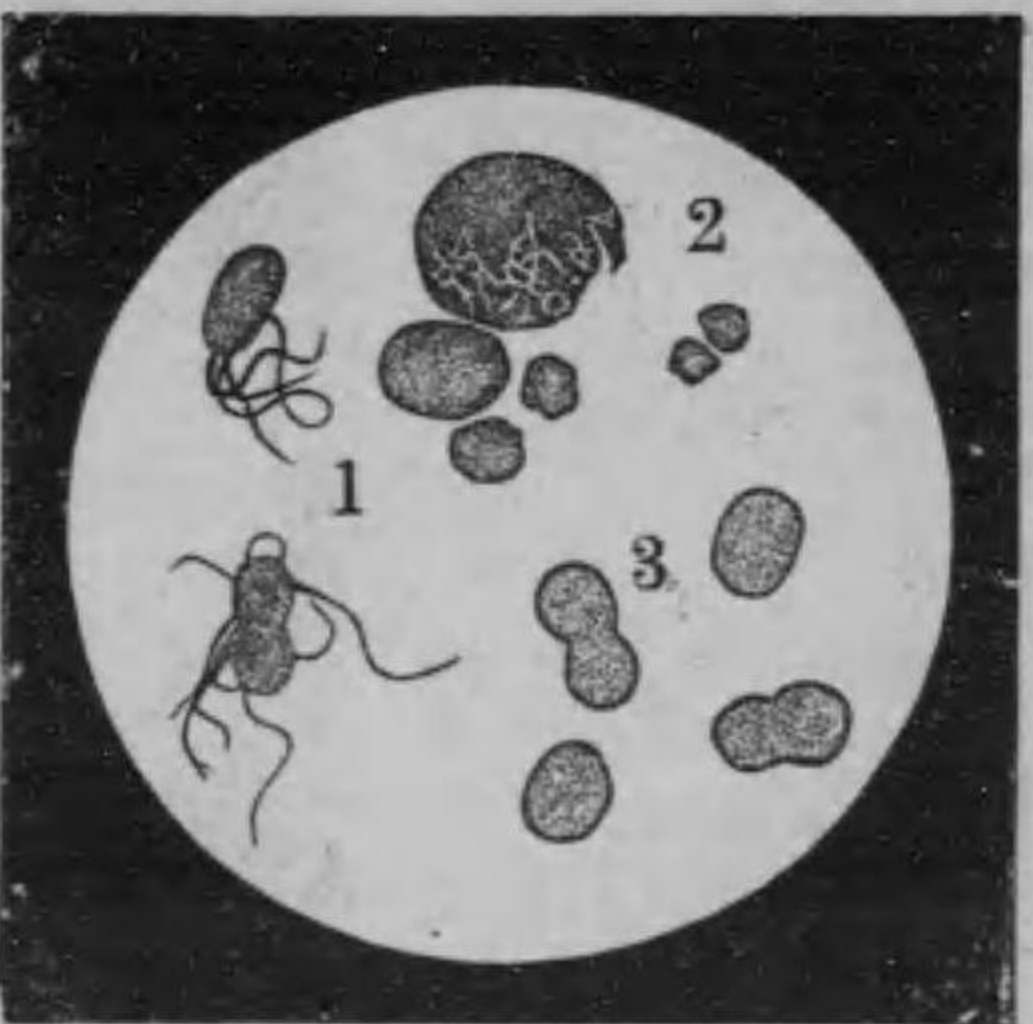
て氏は一八九五年に於て露都ベテログラードの土壤中より一種の細菌を發見して、之にクロストリヂウム、バストリアナム(Clostridium Pasteurianum)の名を與へたり、其の説に據れば此の細菌は嫌氣性にして酸素を嫌ふが故に、土中に在りては好氣性細菌と共生作用を営み、後者によりて酸素を吸ひ盡されたる空氣中より、遊離窒素を攝取し之を同化するものゝ如しと云ふ、されど其の窒素固定力は微弱なるを以て、今日にては殆ど人の注意を惹かざるに至れり。

現今窒素固定菌として重要視せらるゝものはアゾ

アゾバク
テルの
發見

トバクテルなり、此の細菌は一九〇一年始めてバイエリンク(Beijerinck氏に依りて發見せられたるものにして、之にアゾトバクテル、クロオコツカム(Azotobacter Chroococcum)の名稱を附せり。其の後學者の研究に依りてアゾトバクテル、アギリス等數種のアゾトバクテル發見せられしが、其の窒素に對する固定力は種類によりて強弱あるが如し。アゾトバクテルが空氣中の遊離窒素を攝取するや、之を炭水化物と化合せしめて蛋白質を作り、之を以て自體を養ふものゝ如く、其の化合に要するエネルギーは糖類の分

圖解
アゾバク
テルの
培養
實驗



解によりて生ずるものゝ如し、尙ほ此のアゾトバクテルが遊離窒素を同化するに就きては、酸素の流通自在なることを肝要とし、若しも酸素の流通にして不十分なる時は、糖類の分解も亦不十分にして、従つて遊離窒素と炭水化物と化合して蛋白質を生ずることも亦十分ならずと云ふ。土壤を耕鋤して氣通を良好にするの肝要なる理由は一は此の點に存すべし、又此の細菌は石灰成分に富める土壤に於て蕃殖盛なりとす。

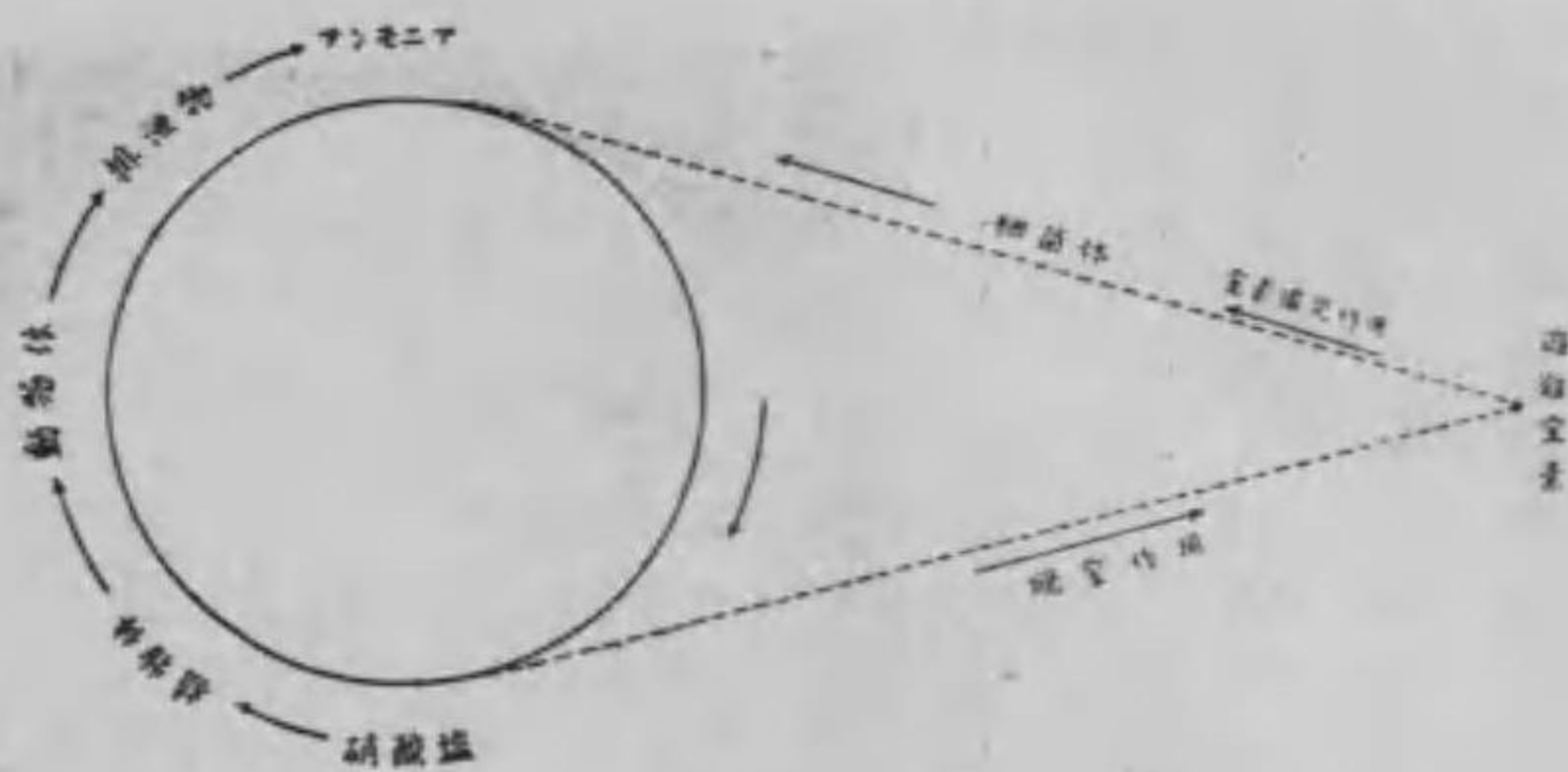
實驗 アゾトバクテルを培養するには、次記培養液の一〇〇c.c.を取りて三角壺に入れ、之に畑土少許(一乃至二瓦)を混じり、温暖なる暗所に保つべし。然る時は數日にして液面に薄き被膜を生ずるを見るべく、此の膜中にはアゾトバクテル存在するものなり。

水 一立 マンニツト 二〇瓦 磷酸加里 〇・二瓦

第六節 窒素の循環

圖解
土壤中心
として
窒素の
循環を
示す

土壤の
理學的
成分



以上説述せる所に據りて見れば、窒素は土壤を中心として常に循環すること、恰も環の端なきが如し。即ち動物體より排泄せられたる窒素化合物例へば尿素尿酸の如きものは、アンモニア醗酵の結果アンモニアを生じ、此の物硝化作用を受けて硝酸と成り、植物の爲に吸収せられて其の體を構成し、或は一部分分解せられて遊離窒素と成りて空氣中に飛散し、再び遊離窒素固定菌の爲に化合態に變化せられて、植物の榮養分と成り以て植物體を構成し更に動物の爲に利用せられたる後、再び體外に排泄せらるゝものにして、其の循環の状態は圖を以て示すが如し。

第四章 土壤の理學的成分

土壤の理學的成分の主なるものは即ち礦物成分にして、大小種々の粒子より成るも、之を大別して礫砂及び粘土の三種となす。之を土壤の理學的三成分と稱し、通例次の標準に依りて類別せらる。

礫 (Gravel)

直徑四耗以上の粒子

砂 (Sand)

直徑四耗以下〇〇五耗以上の粒子

粘土 (Clay)

直徑〇〇五耗以下の粒子

細土

右の礫及び砂は要するに土壤の骨格をなし、其の間に微細なる粘土の存在するは恰も筋肉の骨に於けるが如し、而して此の微細なる土粒は植物養分の貯藏所として重要な作用を有す。されば之が骨肉兩者適當の割合に存在し、相俟つて初めて豊沃なる土壤として缺くべからざる條件の一端を備ふと稱すべきなり。

土壤の理學的成分は、作物生育上往々化學的成分よりも却つて影響を及ぼすこと多きを見る、前者は土地改良に依りて漸く改良することを得るに過ぎざれども、後者の缺點は肥料の施用に依りて、比較的容易に改良することを得ればなり。

礫は岩石の風化の未だ十分ならざる物にして、之に角立ちたるものと圓味を帯びたるものとあり、前者を角礫と云ひ後者を圓礫と稱す。角礫は原生土に普通なるものにして、圓礫は沖積土等の中に存在し、水蝕作用を受けたるものなり、礫は早晚風化して砂粘土等を形成するものなるも、角礫は一般に圓礫よりも風化容易なり。

礫は植物の榮養と直接の關係なし、されど土壤の基骨成分として缺くべからず、ハザド (Hazard) 氏は獨逸ザクセン地方の土壤を研究し、二五%の礫及び一二五%の粗砂

土壤の
理學的
成分
は重し

角礫と
圓礫

礫の多
少と生
産力

砂の効用
及び種類

粘土の性質
及び効用

は土性を良好ならしむるを認めたり、されど礫の過多なるは、地味をして礪確ならしめ大いに生産力を減少せしむ。礫の量一〇%以上の土壤には、礫質 (Gravelly) なる形容詞を附して呼ぶ。

砂。砂は礫に次ぎ粗大なるものにして、水に對しては殆ど不溶解なるが故に、植物の養料たること能はざれども、其の理學的性質とは至大の關係を有するものなり、即ち土壤をして疎鬆ならしめ爲に粘着力を減じ、空氣及び水の流通を佳良ならしむるの效あり。尙ほ砂には永久的のもの、と一時的のもの、とあり、石英より成れる砂は前者に屬し、長石雲母等より成れるものは後者に屬す、而して後者は早晚風化作用を受けて、粘土及び植物養分を生ずるものなり。

粘土。粘土は極めて微細なる土粒より成り、水を吸収する性質に富み、漏へば粘重と成り、乾けば其の形を保有すれども、收縮固結して龜裂を生ずるを常とす、又水を含める粘土を灼熱すれば固結し、再び水を吸収する性質を失ふものなり。粘土の純粹なるものを陶土と稱し、白色にして陶器製造に用ひらるれども、普通の粘土は多少の不純物を含み、綠藍暗黃赤色等を呈す。

粘土の成分中植物養分に關係を有するものは、泡沸石にて、濃鹽酸にて土壤を浸出す

るとき溶解するものなり、陶土は植物の養分としては直接の效なきも、養分を保持し其の貯藏所の用をなすものなり。

第一節 土壤の器械的分析

土壤の器械的
分析の意義

篩を用ふる
土壤分析法

水の利用
に依る土

土壤を土粒の直径に依りて區分し其の量を定むることを、土壤の器械的分析 (Mechanical Analysis of Soil) と稱す。我が國にては粒徑四耗以上ものを礫、四耗以下ものを細土と云ふ、又細土中粒徑〇〇五—四耗のものを砂、〇〇五耗以下のものを粘土、〇五耗以下のものを細微土と稱す。

土壤を分析するには、圃場の數ヶ所より代表的の土壤數疋を採集して混和し、風乾後軽く砕きて、孔徑四耗の篩にて篩別するに在り、篩上に残れるものは礫にして、篩を通過せしものは細土なり。されど礫には往々細土が密着して分離し難く、眞の礫と認るこ

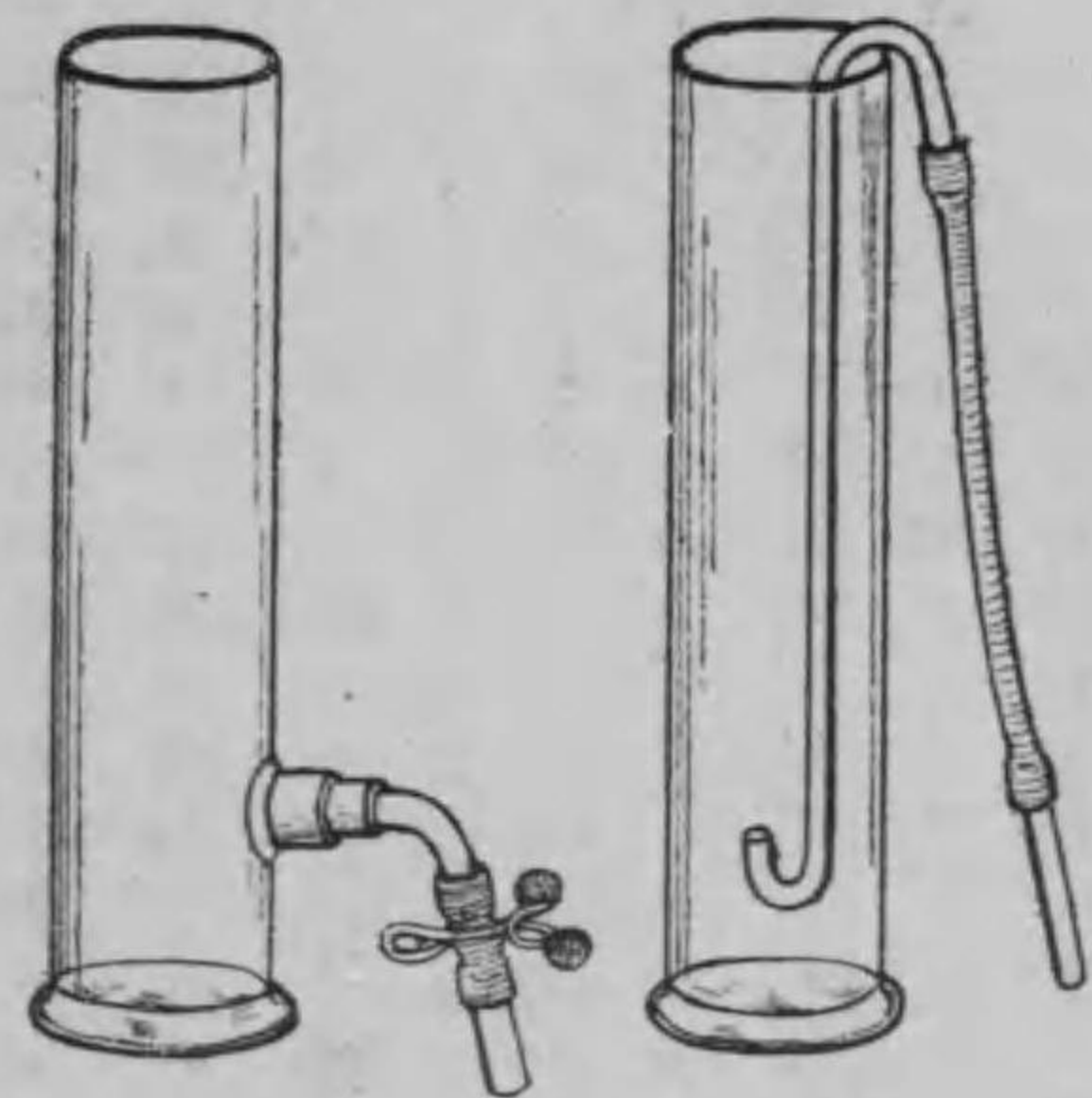
とあるを以て、正確を期する爲には四耗の篩上にて水洗し、細土を礫より除き、風乾後其の重量を秤るを良しとす、原重量より礫の重量を減すれば細土の量を得べし。

壤分析法

には静水を利用するものと動水を應用するものとあり、前者は静水中に浮遊する粒子の沈下する速度は其の大きさに依りて異なることを應用したるものにして、即ちキューン(Kühn)氏及びジコルスキー(Sikoriski)氏の方法の如きは之に屬す。後者は流水の速度異なる時は、之に依りて運び去らるゝ土粒に、大小の別あることを應用したるものにして、シエーネ(Schöne)氏及びネーベル(Nebel)氏の方法の如きは之に屬す。流水を應用したるものは静水を用ふるものよりも土粒を細別するに適すれども、時間を要すること多く、手數亦煩雜なるの不便あり。

キューン氏分析法

シエーネ氏分析法

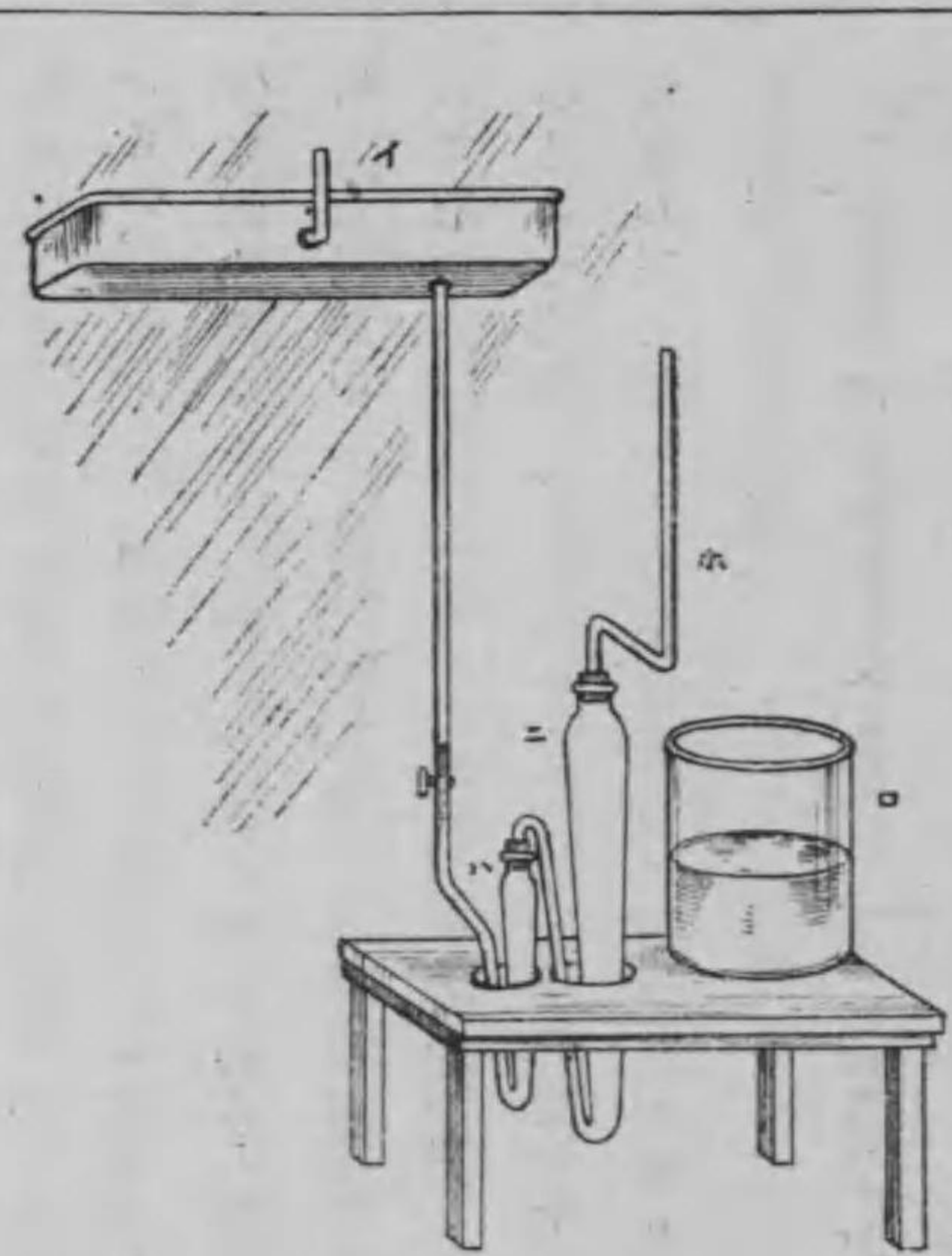


○ 樋直徑八五種の圓筒にして、其の底より五種ほどの上方に嘴口を有するか、或は嘴口の代りに一個のサイホンに附屬せしむ。此の裝置によりて砂と粘土とを分析するには、先づ直徑二耗の篩を通過せる風乾土三〇瓦を採り、之に水を加へて煮沸し、土粒の固結せるものを解き離したる後、其の全體を前記の圓筒に移し、更に水を加へ水の深

シエーネ氏分析法

シエーネ氏分析法

水、ニ、ハ、イ、析、シ、圖
ル、メ、管、大、小、受、器、器、器、器
ト、ワ、洗、洗、槽、分、分、分



さを二八種となし、數分間攪拌すべし。斯くて静置すること一〇分間の後、嘴口を開くか、又はサイホンを引ひて濁りたる上水を去り、再び水を入れて攪拌し、第二回以後五分間宛静置して上水を去るべし。此の如く屢、同法を反覆し、其の上水の全く濁らざるに至るを見れば、其の沈澱せる土粒を乾かして秤量し、以て砂の量となすものとす。要するに此の法は、大體に於て砂と粘土とを分類し、以て土壤の理學的分類を行ふに便するに

ありと知るべし。
シエーネ氏分析法 本法はシエーネ氏の創案を、オルト氏に依りて改良せられたるものなれば、シエーネオルト法(Schöne-Orth Method)とも稱す。之が裝置は水槽大小二個の淘洗管(Urinator)パイプメートル(淘洗管内の水速を知る爲の刻度管)及び此等を連結せる管より成る。此の裝置を用ひて淘洗分析を行ふには、先づ石礫を除け

る風乾土の一定量を採り、水を加へて煮沸し細かき土粒の固結せるものを解かざるべからず。斯くして調製したる材料は之を静置して放冷し、其の上層の濁水は之を装置の大淘洗管(シエーネ管とも云ふ)中に注入し、其の沈澱せる土層は之を小淘洗管(オルト管とも云ふ)中に入るべし。次で水槽より水を導き、活栓を以て其の水の流出量を種々に加減する時は、之に應じて直径の大小を異にせる粒子は、ビーズメートルの下端なる小孔より流出するものとす。同一の水速に依り流出せる土粒は、之を一集し乾かして秤量し以て其の百分数を定む。シエーネ氏の實驗に據れば、水速と土粒の大きさとの關係は次に示すが如し。

| | |
|------------|-------------|
| 淘洗管内の毎秒の水速 | 淘洗せらるゝ土粒の直径 |
| 〇・二耗 | 〇〇一耗以下 |
| 二・〇耗 | 〇〇一乃至〇〇五耗 |
| 七・〇耗 | 〇〇五乃至〇一耗 |
| 二五〇耗 | 〇一乃至〇二耗 |

尚右の淘汰分析を行ふには、豫め大小二種の淘洗管内の水速と、之に對するビーズメートル内の水高を併記したるものとを調製し置くべし。

第二節 理學的成分を基礎とせる土壤の分類

土壤中に含まるゝ理學的三成分たる礫砂粘土及び石灰腐植質等の多少は、土性に及ぼす影響少からざるを以て、此等の含有量を基礎として土壤を分類すること、最も普通に行はる。

礫土の細別及び性質

砂土の種別及び性質

- 一 礫土 (Gravel Soil) 通常礫土と稱せらるゝは、石礫の含量六〇%以上のものにして、細微土の量は三〇%を超えざるものとす。礫と粘土との割合に依りて、砂質礫土、壤質礫土、植質礫土等に細別すること行はるゝも、如何なる土壤にても礫の量一〇%以上を有するものは、凡て之に礫質なる形容詞を冠するなり。
- 二 砂土 (Sandy Soil) 通常單に砂土と稱せらるゝものは、八〇%以上の砂分を含有する土壤にして、砂土類中粘土を含むこと多きものを壤質砂土と稱し、石灰に富むを石灰質砂土、腐植質に富むを腐植質砂土と稱す。

植物生育に對する關係は、砂の大き及び性質に依りて一様ならず、即ち砂の小なるものは其の大なるものよりも植物生育に適し、又砂の長石雲母等より成れるものは、其の石英より成れるものよりも肥沃なりとす。蓋し精砂は粗砂よりも保水力強く、長石雲母等より成れる砂は、所謂一時的の砂にして、早晩分解して植物養分を生ずるも、石英は所謂永久的の砂に屬し、如何に分解の度を進むるも遂に養分を生ずることなきを以てなり。

砂土の缺點は、輕鬆に失し、水分及び養分を吸収保持する力少きことなり、されど有機肥料を施して腐植質を増加する時は、其の土性を改良し、地力を増進することを得るものとす。

砂土は其の極端なるものを除けば、我が國の如く降雨多き地に在りては種々の作物を栽培し得べきも、特に甘蔗、棉、甘藷、落花生、多くの果菜類及び果樹等は、一般に此の種の土壤に好適するものなり。

埴土の性質及び種類

三、埴土 (Clay Soil) 砂土と正反對なる土壤にして、六〇%以上の粘土と四〇%以下の砂とを含有し、粘板岩、泥板岩、頁岩等の風化に依りて生じ、此の他一般に長石雲母等の珪酸鹽に富む岩石より生成するものなり。

比較的埴土に適合する作物は、大豆、小豆、小麦、粟、大麦、豆、等なるべし。

埴土の種類及び場所

埴土類中砂を含むこと多きものを壤質埴土と稱し、石灰に富むものを石灰質埴土、腐植質に富むものを腐植質埴土と云ひ、等は埴土中にて生産力高きを常とす。埴土は一般に植物養分に富むも、理學的性質は不良にして、水を含有すれば著しく粘着性を増し、乾燥すれば固結して、破砕し難き土塊と成り、同時に龜裂を生じ、植物の根を害す。又土中氣水の流通不良にして、根は酸素缺乏のため呼吸困難と成り、殊に水の停滞する時は、根の腐敗を來たすことあるものなり。されど客土法、燒土法、石灰の施用等に依りて、之が土性を改良すれば、生産力を増加すべし。

四、壤土 (Loamy Soil) 壤土は砂土と埴土との中間に位し、三〇—六〇%の粘土と其餘は砂とより成立す。此の種の土壤中、埴土に近きものを埴質壤土と稱し、砂土に近きものを砂質壤土と云ひ、石灰に富むものを石灰質壤土、腐植質に富むものを腐植質壤土と云ふ。

壤土は砂土と埴土との缺點は有せざるも、其の長所をば兼備するものにして、各種土壤、其の理學的性質最も良好なるものなり。土中氣水の透過中庸に、且つ水分及び養分を吸収保持する力も適當にして、廣く各種作物の栽培に適する肥沃の土壤なり。

五、石灰土 (Lime Soil) 一五%以上の炭酸石灰を含有する土壤を云ひ、石灰を含める岩石

石灰土は我が國に存在せず

腐植質土の性質

の分解により生じたるものにして、砂土、壤土、埴土等の中に炭酸石灰を含有するものなり。

石灰土は氣候乾燥なる地方に存在するものにして、我が國の如き降雨多き地に在りては、炭酸石灰は炭酸水によりて洗滌し去らるゝを以て殆ど此の種の土壤の存在を認めざるものとす。石灰土中炭酸石灰の含量多きものは地味瘠薄なれども、粘土及び砂粒を混すること多きに從ひて豊沃の度を増加するものとす。

六、腐植質土 (Humus Soil) 二〇%以上の腐植質を含み黒褐色を帯び膨軟なる土壤なり、乾燥すれば粉狀と成り水を吸収する力強く、全く水を以て飽和する時は其の含水量は土壤重量の數倍に達し得べく、且つ著しく膨脹して泥狀に化す。養分を吸収する力に富むと雖も溶解性鹽物質に乏しく、低溫の位置に在るものは酸性を呈し植物生育に對して諸種有害なる物質を生じ、其の他硝化バクテリアの如きも殆ど生育することなきを以て生産力に乏しきものなり。

腐植質土を改良するには石灰を施して酸性を中和し、且つ排水を行ひて土中に氣水の透過を圖り以て有害物を酸化せしめ、硝化作用の促進を講ずることを肝要とす。

第五章 土壤の理學的性質

第一節 土壤の色 (The Color of Soil)

土壤着色は腐植質及び鐵質の因

土壤を構成する主成分たる石英、炭酸石灰、陶土等は元來無色のものなれども、通常微細なる状態に在りて之より生ずる光線全反射のため白色を呈す。又腐植質及び鐵の化合物は、最も普通に土壤に着色せしむる成分にして、腐植質は其の量に從つて土壤に暗色褐色乃至黑色を呈せしむ。土壤に綠色を帯びしむるは主として酸化第一鐵の存在に原因し、通常海底其他空氣の流通不十分なる深層の土壤に於て之を見る、斯かる土壤も之を空氣に觸れしむれば漸次酸化して酸化第二鐵に變じ黄色褐色乃至赤褐色と成るものなり、普通土壤の黄色乃至赤色を呈するは酸化第二鐵の存在に因るものとす。熱帯地方の紅土 (Laterite Soil) の赤色なるは蓋し鐵が高温のため甚だしく酸化せられて生じたるものにして、腐植質を含まざること亦其の赤色を鮮明ならしむるの一因なりとす。一般に黑色を帯ぶる土壤は豊沃なりと稱せられ、露國の黒土の如き就中其の著名なるものなり。

土壤の色に濃淡の差を生ずるは腐植質、酸化鐵等の着色料の多少に基づくこと勿論

含水量も
土色に關
係を有す

なるも亦土壤の含有する水の分量によりて影響せらるゝことも大なるものとす故に

同一土壤も晴天長く續けば淡色と成り、雨後には暗色と成るものなり。

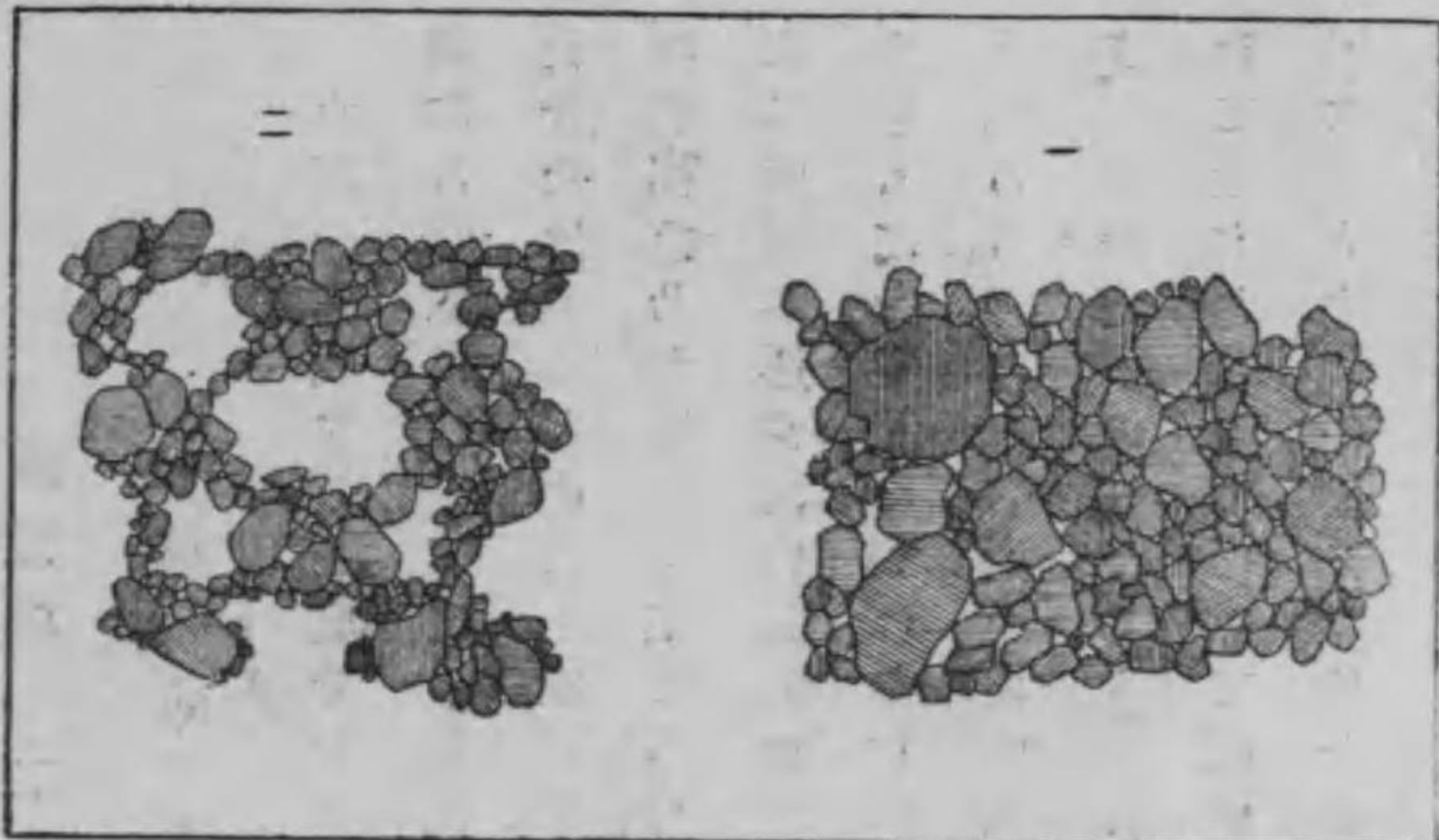
第二節 土壤の組織

(Internal Structure of Soil)

單粒組織の構成

圖解 (一) 單粒組織の土

(二) 團粒組織の土



土壤の組織とは、土壤を構成せる土粒分子結合の状態を云ふ。土粒が如何なる状態に相重積するやを考ふるに其の種類多けれども之を大別して單粒組織及び團粒組織又は團粒組織となすことを得べし。

單粒組織 (Single Grained Structure) 單粒組織とは各土粒が夫々獨立して集積するものを云ひ、各土粒が大なる場合は土壤構造の最も簡單なるものなるも實際には殆ど存在することなく、唯海底又は沼底等にある細砂より成る土壤は、此の種類に近きものと

團粒組織の成立と場合

團粒組織の成立と場合

云ふべし。一般には各土粒は其の大きさを異にし、大粒の間に小粒のものが入り込みて其の空隙を填充するが故に、大いに孔隙の容積を減少するものとす、而して土壤を構成する土粒自身が多孔性なる時は孔隙性は大と成る、珪砂を含む土壤よりも、石灰石又は腐植質を含む土壤は孔隙性大と成るものなり。

團粒組織 (Crumbled Structure) 此の團粒組織は土粒の微細なるもの數個相結合して、稍大なる土粒即ち團粒を形づくり、其の團粒個々相結合し以て土壤を成すものにして、此の團粒即ち團粒組織は、同大同質の土粒より成る土壤に於ては成立するものにあらず、是、凝集力何れの方向にも同一なればなり。又粗砂より成る土壤にても此の現象は起ることなし、何となれば土粒間の凝集力小に失するが故なり。

團粒組織は大小不同の土粒より成る土壤に於て、膠質物の如き膠着材料 (Cementing Material) 存する時に形成せらるゝものなり、天然の土壤には此の種類の組織をなすもの多く、殊に耕耘せる土壤に多し。

團粒組織の孔隙 凡そ團粒組織の土壤は二種の孔隙を有するものなり。其の一は團粒組織を形成する各土粒の間に存する小孔隙にして、其の二は團粒組織に存する大孔隙なり、前者は水を保有するに適し、後者は空氣を容るゝに可なり。此の如く團粒

團組織を有するものは、空氣を容るゝ大孔隙と水を保有する小孔隙との割合適當にして植物根の滋殖甚だ佳良なるも、單粒組織に在りては其の割合適當ならずして、或は埴土に於けるが如く小孔隙のみ多く存在し能く水分を保有するも空氣の流通悪しきものあり、或は砂土に於けるが如く大孔隙のみ多く存在し空氣の流通佳良なるも水分を保有する力甚だ弱きものあり。されば土壤は粒子團組織を有すること甚だ肝要なりとす。

粒子團組織を與ふる方法

石灰又は腐植質の施用、冬間の耕鋤及び燻燒等は、皆以て埴土に粒子團組織を與ふるの效あり、又砂土に粒子團組織を與へんとするには、粘土腐植質等を與ふるを可とす。尙ほ土壤の粒子團組織は、降雨などに依りて漸次破壊せられ單粒組織に變ずるものなれば、時々粒子團組織を與ふること必要なりとするも、之が最も有效なる一般的方法は耕鋤を行ふに在り。

耕鋤説一斑

耕鋤の目的は要するに土壤に適當なる集合狀態即ち粒子團組織を與ふるに在り、然る時は風化作用能く行はるゝを以て、肥料を施したると同一結果を生ずるなり、且つ理學的性質良好と成るを以て植物根能く滋殖し、而して空氣の適當なる供給は有用微生物の蕃殖を進め有機肥料の効果を速かならしむるのみならず、窒

土壤に
粒子團組織
を與ふる
法

耕鋤の
利益及び
利ツル
説

素の固定作用も旺盛と成り窒素肥料の量を節減することを得べし。ツル(Jethro Tull)氏の耕鋤説(Tillage Theory)は今日より觀れば謬説たるを免れざるも、耕鋤の効果を力説せるものなり。此の説に據れば植物養料は土壤粒子より來るものにして、植物根が之を吸収する爲には細末となすの必要あり。此の細末化作用(Pulverisation)は天然にも起れども、耕鋤を完全に行へば作物の生育を助け收穫量を増加することを得べしと、而して氏は耕鋤さへ十分に行へば、輪作及び施肥の不要なることを唱へ、肥料の效は其の腐敗醱酵に依りて土壤の細末化を助長するに在りとせり。

第三節 土壤の凝集力及び粘着力

土壤の凝集力

凝集力(Cohesion)とは、或る物體を分離せんとする際に起る抵抗力にして、土壤に在りては土粒の相牽引する力を云ふ。土壤の凝集力強ければ耕鋤し難く、

弱ければ耕鋤し易し、但し凝集力弱きに過ぐれば、植物を土中に支持すること難きが故に、土壤の凝集力は須らく適度ならざるべからず。

凝集力は粒子の大小によりて異なり、粗粒の石英砂より成る土壤は其の凝集力極めて微弱なりと雖も、之を粉碎して細末となせば凝集力は次第に増加す、是、分子間の引力

土壤凝集
力の強弱

土壤凝集力の検定法

は距離の平方に反比例するを以てなり、又凝集力は土粒の化學的成分によりて一様ならず即ち粘土最も強く砂及び腐植質最も弱し。此の他土壤中に含まるゝ水量及び鹽類も、凝集力と關係を有するものにして、水分の含量中庸なるとき最大の凝集力を有す、又食鹽は凝集力を増加すれども石灰鹽は之を減少す、是前者は土壤中の膠質物の形成を助け、後者は膠質物の凝固を誘起するものなればなり。

土壤凝集力検定法 土壤を濕はして圓柱を形成し之を壓碎又は屈撓するに足るの力を計るを常とす。シューブラー(Schubler)氏は純粘土の壓碎に要する力を一〇〇とし之と對照して主なる土壤成分の凝集力を示すこと次の如し。

| 土壤成分の種類 | 凝集力 |
|---------|-----|
| 純粘土 | 一〇〇 |
| 普通粘土 | 八二三 |
| 腐植質 | 八七 |
| 石灰砂 | 〇 |
| 珪砂 | 〇 |

土粒の大小と粘着力の強弱

凡そ耕鋤の難易は單に土壤の凝集力のみによるにあらすして又實に農具を構成する物質と土壤との粘着力及び兩者の摩擦に依りて異なるものなり。
土壤の粘着力 粘着力(Adhesion)とは相異なる物體の間に起る分子間引力にして、土壤と農具との間に起る粘着力は、大いに耕鋤の難易と關係を有するものなり。粘着力は凝集力と同様に、土粒の大小組織の粗密土壤の成分含水量及び農具の材料等によりて異なるものなり。

土粒は小なるもの程粘着力大なり、各種の土壤分中最も大なる粘着力を有するは粘土にして、珪砂は最も此の力に乏しとす、含水量は増加するに従ひて粘着力大となれども、或る程度を超過する時は却つて減少するものなり。農具の材料中木材の粘着力は、多くの實驗の結果に據れば鐵に對するよりも平均一〇—二五%大なりと云ふ、而して含水量の多少に基づく粘着力の差異は、農具を構成する物質の相違によりて生ずるものよりも却つて大なるが如し。

土壤粘着力検定法 ハイニンリツヒ(Heinrich)氏の粘着力検定法は、即ち風乾土を採り、飽和容水性の五〇%に相當する水を加へて大なる容器に入れ、其の表面を平滑となし、一〇匁平方の面積を有する木材或は鐵製の方形板を壓着し、其の板の中央部に附屬せ

土壤粘着力の検定法

る鈎に糸を附し、滑車又は天秤によりて分銅を加へ之を分離するに要する重量を檢し、以て粘着力の大小を定むるに在り。

第四節 土壤の容重及び比重

土壤の容重
の粗意及
の精密二
法様比の土

土壤の容重 (Volume weight) とは、一定容積の土壤の重量にして、粗影なる状態に於ける重量と、緻密なる状態に於ける重量とは大いに異なるが故に、通常粗密二様の状態に於て容重を求むるものとす。

容重秤定法 粗状態に於ける容重を秤するには、内容一〇〇立方寸の黄銅製の圓筒に細微土を入れ、机上に於て三回軽く叩き、上部に生じたる空隙は更に細微土を以て補ひ硝子棒にて表面を平にして秤量す、同一の操作を五回反覆し、其の平均結果より圓筒の重量を減ずるに在り。

密状態に於ける容重は、前と同一の圓筒に細微土を少許宛入れ、其の度毎に机上に於て十分叩き、遂に全容器を充たし、最早容積を減ずることなきに至りたる後秤量す、五回以上同一の操作を行ひ、其の平均數を探り、圓筒の重量を減ずる時は求むる容重を得べし。

土壤の重量
と耕鋤
の難易

右の土壤の粗状態は、土壤を能く耕鋤したる當時の状態に擬し、密状態は耕鋤後數多の日數を経て、土粒沈定せる時の状態に擬したるものなり。

本邦土壤の容重は粗状態に於て約七・一五乃至一・一九七瓦密状態に於て一・〇八二乃至一・一五〇九瓦にして、粗密兩状態を平均する時は一・〇〇八瓦なりとするも、一般に珪砂石灰を含むこと多き土壤は最も大なる容重を有し、粘土に富むもの之に次ぎ、腐植質を含むこと多きものは其の容重最も小なり。

輕土及び重土 通常農家の稱する土壤の輕重は、直に土壤の重量に就きて云ふにあらずして、耕鋤の難易を云ふものなり。されば砂土を輕しとなし、埴土を重しとなすも、眞の重量より云ふ時は正に之と相反し、埴土は軽く砂土は重し、彼の腐植質土の如きは重量の小なる點より云ふも、將た耕鋤の容易なる點より呼ぶも、名實共に輕土と稱すべきものなり。

容重秤定の目的 土壤の容重を秤定する目的は、一定容積中に在る土壤の重量又は養分の量を知るに肝要なるが爲なり、而して面積一段歩深さ一〇寸の土壤の重量は、土壤容重の約百萬倍に相當するが故に、容重一〇〇瓦の土壤は、面積一段歩深さ一〇寸に換算せば二萬六千六百貫となり、一段歩五寸の深さとせば約四萬貫となるべし。

土壤容重
の目的
的秤定
的工業
は土壤
を二〇
立て
計〇貫
とす

土壤の比重

土壤の比重は之を假比重と真比重との二種に區別することを得べし。

土壤假比重の意義及び算出

土壤の假比重 假比重 (Apparent Specific Gravity) とは、土粒間に空氣を含めるまゝの比重にして、前述の方法に依りて得たる容重より、其の中に含有せらるゝ水分の量を減じ、一〇〇を以て除する時は、粗密兩狀態に於ける土壤の假比重を得らるべきものなり。



圖解
イ、容重秤
ロ、銅製の筒
比重量筒

本邦土壤の假比重は粗狀態に於て〇五四乃至一〇五にして、密狀態に於て〇七八乃至一五三なり。又假比重は土壤深淺の位置に依り異なるものにして、一般に其の深さを増すに従つて増加するを見る是、蓋し地表に在りては腐植質を混すること多く、且つ土粒の細微なるに由るものなるべし。

土壤の真比重 真比重 (Real specific Gravity) とは、空氣を全く包含せざる狀態に於ける土壤の重量を、同容積の水の重量に比したるものにして、土壤實質の比重なり。

真比重檢定法 土壤の真比重を檢定するには比重量 (Pycnometre) を用ふ。其の法先づ壘中に蒸餾水を充て、攝氏十七度に於て其の重量を秤り、

土壤真比重檢定法

次に其の水を少しく除去し、〇五粒以下の風乾土一〇瓦を加へ、土粒より發散する氣泡の全く去るに至るまで徐ろに之を温め以て氣泡を驅逐すべし、次に水を加へて壘を充たし、攝氏十七度半に冷却せしめて秤量す。今假りに蒸餾水を充てたる壘の重量を六二八九三四瓦とし、一〇瓦の土及び水を入れたる壘の重量を六八八三四瓦とすれば、

- 水及び壘の重量 六二八九三四瓦……(イ)
 - 土の重量 一〇〇〇〇〇瓦……(ロ)
 - 土水及び壘の重量 六八八三四瓦……(ハ)
 - 土に依りて交換せられたる水の重量 三九一〇〇瓦……(ニ)
- (イ)と(ロ)との合計より(ハ)を減じたるもの

即ち三九一は、一〇瓦の土に依りて交換せられたる水の重量なり。されば三九一を以て一〇を除したる商二五六は、其の土壤の真比重なり。

本邦土壤の真比重は凡そ二三九乃至二七四の間に在り就中最も普通なる真比重は二六前後なりとす、而して土壤成分たる礦物即ち長石石英雲母輝石角閃石等の比重は二三乃至三〇にして、最も普通なるは二六乃至二七なり。されど酸化鐵は比重大にし

て五・一乃至五・二なり、故に鐵に富む土壤は比重大にして、腐植質を多く含める土壤は比重小なりとす。

第六章 土壤の水に對する性質

土壤と水との關係は植物生育上頗る重要なことなるも、之を大別して二種となすことを得べし、即ち其の一は土壤に水の加はる方面にして、他の一は土壤より水の減ずることとなり、而して此の二つの差に相當するものが、土壤中に存する水量なりとす。以下順次節を追ふて之を説述すべし。

第一節 土壤の保水力

保水力及
び含水量
の意義

土壤面に達せる水は其の一部は地表の低きに沿うて流去し一部は蒸發し去ると雖も、其の殘餘は地中に滲透するものにして、土壤は斯かる水の一部を吸收保有する性質あり、之を土壤の保水力又は保水性と稱し、其の水の量を含水量(Water Capacity)と云ふ。

二種の保水力 土壤の保水力に二種あり、其の一を最小保水力(Smallest Water Capacity)と稱し、他を最大保水力(Greatest Water Capacity)と云ふ。

最小保水
力及び保
水力の最
大意義

最大保水
力と最小
保水力の
比較

最小保水力とは、土壤の毛細管引力に依り水を保有する力にして、最大保水力とは、土壤が飽和せられたる状態に於て水を含有し得る力なり。今土壤の下部を水中に浸し置く時は、下部に於て多量の水が保留せられたる後始めて上部が浸潤せらるゝを見る、即ち上層は毛細管引力に依りて水分を吸收保有するに過ぎざるも、浸水せる下層は土粒の孔隙悉く水を以て充滿せらるゝものなり、而して其の上部に於ける含水量は土壤の最小保水力を示し、下部に於ける含水量は最大保水力を示すものとす。最小保水力は最大保水力に比すれば小なるものにして、一土壤に於て兩者を比較すれば即ち次の如し。

| | 最大保水力 | 最小保水力 |
|-----|-------|-------|
| 石英砂 | 四九・〇% | 一三・七% |
| 粘土 | 四六・〇% | 二四・五% |
| 鋸屑 | 七六・四% | 四五・〇% |
| 重土 | 三九・二% | 一一・七% |

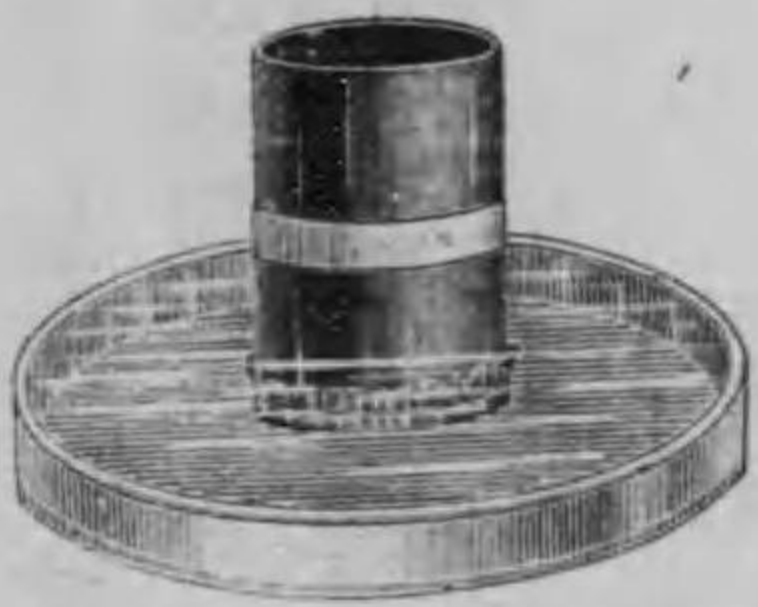
容量検定法 土壤の含水量を示すに二様あり、其の一は重量百分率を以てするものにして、一〇〇瓦の土壤が何瓦の水を容るゝやを示し、其の二は容量百分率を以てす

二種の容量の検定法

るものにして、一〇〇立方種の土壤が何立方種の水を容るゝやを示すものなり。普通容量百分率と云ふ時は、重量百分率を以て示すものを呼ぶも、植物生育上よりすれば、容量百分率を以てする方其の關係大なりとす。容量検定法次の如し。

硝子圓筒の内徑五五種高さ五種のもの二個を重ね、紙を以て糊着け密に接合せしめたる後、其の一端に濾紙を當て更に其の上を金巾にて被ひ、絲にて緊縛して底となすべし。

圖解 容量検定の装置



次に右器中に、風乾細微土を填充して廣き皿内に安置し、之が皿内に水を盛ること深さ五耗ならしめ、以て土壤の水を吸ひ上ぐるに放任すること二十四時間ならしむるも、此の間絶えず減少したる水を補ひ、常に五耗の水高を保たしむるを要す。斯くて其の接合部より分離し、兩面より五乃至一〇瓦の土壤を採りて其の重量を檢し、更に之をば攝氏一〇〇度乃至一一〇度に於て乾燥して恒量となすべし、之が前後重量の差即ち乾燥の爲に失ひたる水量をば、乾土重量の百分率に改算する時は、重量による容量を得べし。

既に重量による容量を得たる時は、之に容重即ち假比重を乗すれば、容量による容量を得らるべきものなり、即ち次の如し。

$$\text{重量百分率} \times \text{容重} = \text{容量百分率}$$

容量に及ぼす影響の事

凡そ土壤の容量は、土壤の成分、土粒の精粗組織の粗密温度の高低、植物の有無等によりて異なるものなり。

- (一) 土壤の成分 諸種の土壤成分中、容量最も大なるものは腐植質にして、粘土之に次ぎ、石灰砂珪砂等順次容量小なるものなり。
- (二) 土壤の精粗 土壤の粒子は一般に細微なるに従ひて容量大なるものなり、而して土粒一齊に細微なるときは、其の容量最も大なりとす。ウォルニー氏が石英砂を以て試験せし結果を示せば次の如し。

| 粒徑(耗) | 容量百分率 |
|-----------|-------|
| 一 | 三六六 |
| 〇・二五—〇・五 | 四三六 |
| 〇・一一—〇・一七 | 六〇三 |
| 〇・〇一—〇・〇七 | 三五五〇 |

之に依りて見れば、土粒の精粗によりて容量に約十倍の差あるものなり。

- (三) 土壤の組織 凡そ土壤の組織は密なるに従ひ、容量大となるものには自ら限度あり

容量に及ぼす影響の事

土粒の精粗に依りて容量に約十倍の差あり

りて、中庸の程度を越ゆる時は、含水量却つて減するものなり。蓋し各孔隙が毛管の性質を帯ぶるに至るまでは、粗より密に進むと共に含水量漸次増大するものとす。ウォルニー氏が腐植質石灰砂に就いて試験せし成績は次の如し。

| | |
|-------|-------|
| 組織の粗密 | 容量百分率 |
| 密なる組織 | 四四四 |
| 中庸の組織 | 五〇七 |
| 粗なる組織 | 四八一 |

(四) 温度の高低 土壤の温度の高低と含水量との關係に就いては、ハーベルランド氏が壤質泥土に對して試験せしものあり、即ち次の如し。

| | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| 温度 | 一〇〇度 | 五〇度 | 三二度 | 二〇度 | 一五度 |
| 含水量 | 四六二% | 四七七% | 五一八% | 五二六% | 五三一% |

右に依りて見れば、温度の下降と共に同一土壤の含水量の増加することを知るべし。されど天然に於ける土壤温度の範圍内に於ては、含水量に影響を及ぼすこと極めて小なるべし。

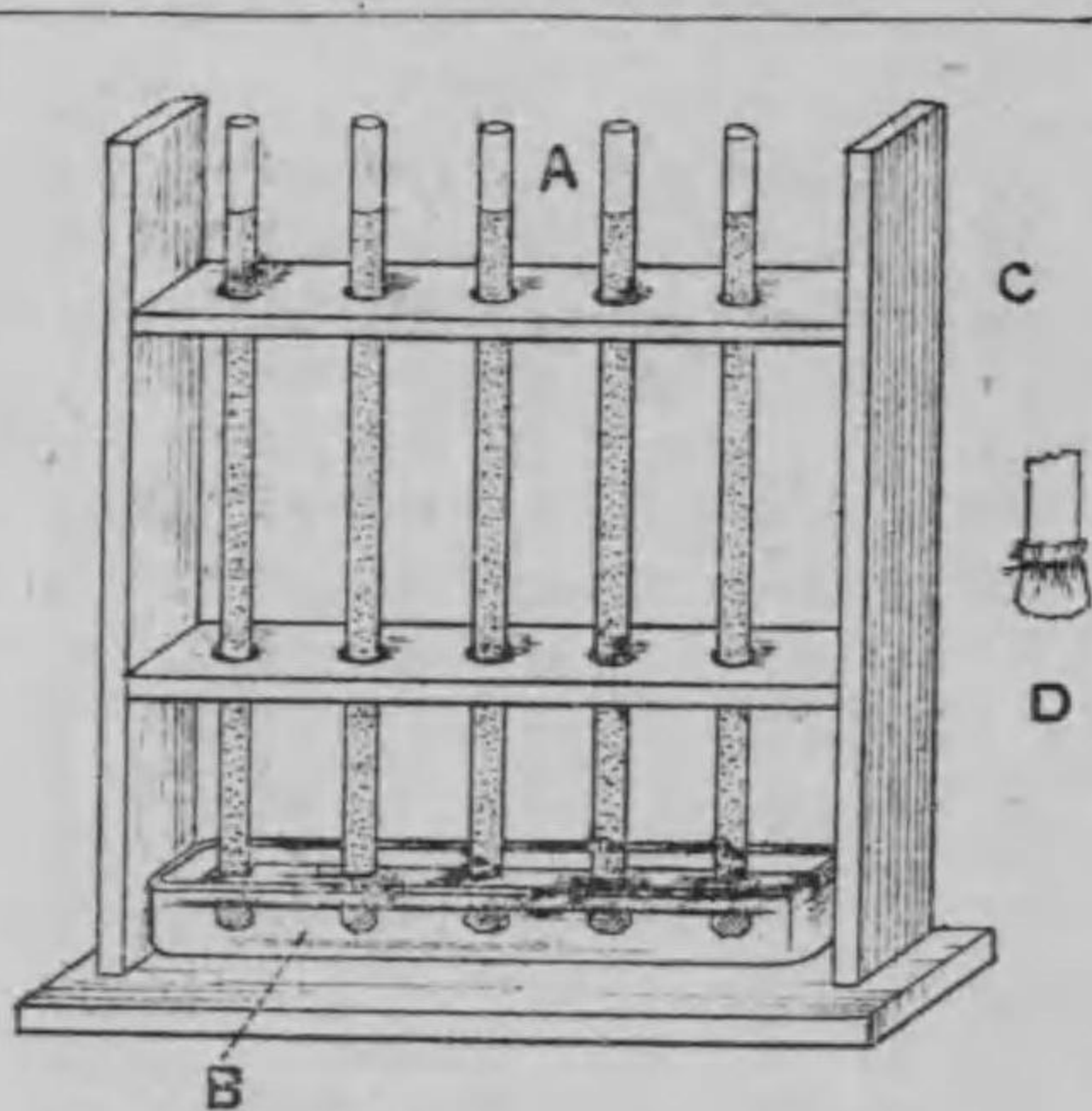
(五) 植物の有無 植物の生育する土壤に在りては、其の莖葉を通じて水分を蒸發するを

温度の低減と共に含水量を増加す

以て、植物の生育せざる土壤に比して水を保有すること少しとす。従つて水分を蒸發すること多き植物の栽植せらるゝ土壤は、蒸發すること少き植物の栽植せらるゝ土壤に比して、水を包含せらるゝこと少き所以なり。されば植物の有無は、土壤の含水量よりは寧ろ含水量に關係を有すと云ふことを適當とすべし。

第二節 土壤の毛細管引力

圖解土壤毛細管引力實驗 (A)土壤を充したる硝子管 (B)硝子水槽 (C)硝子管臺 (D)硝子管端を布片にて包みたる狀



第一編 土壤 第六章 土壤の水に對する性質

土壤の毛細管引力 (Capillary action) は、下層土より水が上昇する際に起る現象なり。一般に地表を降ること若干にして必ず地下水面に達するものにして、該水面以下に位する土壤は、其の孔隙悉く水を以て充滿せらるゝも、其の以上に位する土層内に在りては、其の孔隙の微細なる部分を通じ水は上昇して、最上部より蒸發する水を順次補ひつゝあるものなり。斯くの如く毛細管引力に依りて下層の水の上昇することは、植物生育上甚だ

肝要なることにして、管に所要の水分を植物根に供給するのみならず、一旦下層に流去せる養分を、上層に復歸せしむるの效あり。

毛細管引力検査法 直徑一—二種長さ一米の刻度硝子管の一端を濾紙及び金巾を以て被ひ、徐々に風乾細微土を入れ一定の高さに達せしめ、下端二種を水槽に浸し置く時は水は毛細管引力に依りて漸次上昇するが故に、一定時の後に水の上昇したる高さを讀むときは毛細管引力の大小を知り得べし。

毛細管 力に影響を及ぼす事項 土壤の毛細管引力に影響を及ぼす事項の、主なるもの擧ぐれば次の如し。

(一)土壤の成分 マイスネル(Maisner)氏は數種の土壤に就き、水の上昇する状態を検し次の結果を得たり。

| 土壤の種類 | 上昇せし水の高さ(厘米にて示す) | | | |
|-------|------------------|-------|-------|---------|
| | 半時間後 | 五時間半後 | 六時間半後 | 二十一時間半後 |
| 埴土 | 三四〇 | 一一〇〇 | 一一五〇 | 二〇〇〇 |
| 腐植質土 | 四〇〇 | 一一〇〇 | 一一四〇 | 一七七〇 |
| 砂土 | 四五〇 | 六二〇 | 六六〇 | 九〇〇 |

毛細管引力に及ぼす事項

埴土は水の上昇が高い

土粒の精粗により、粗土は水の上昇が大きい、細土は水の上昇が小さい

石灰土

六〇

三三〇

五四〇

七〇〇

右によりて見れば、水を吸上すること最も高きは埴土にして、腐植質土之に次ぎ砂土石灰土は更に之に次ぐものとす、而して砂土は當初水を吸上すること甚だ盛なるも、漸くにして衰へ埴土は之と反對の現象を表はす。

(二)土壤の組織 一般に液體が毛細管を昇る高さは、其の管の半徑に反比例するが故に、其の上昇する高さは構造に關係するものなり、土壤の組織密なる程水は高く上昇するのみならず、水量も亦多し、埴土は土粒細微にして組織密なるが故に、水の上昇すること高し。

鐵壓(Rollings)は土粒を互に接近せしめ毛細管引力を強むるを以て、水の上昇を助くるのみならず、蒸發作用を阻害す。此の理に依りて播種後鐵壓を行ふものとす。

(三)土層の状態 土層の状態も亦毛細管引力に影響を及ぼすものにして、各層の構造及び粒徑の異なるに従ひ其の關係大なり。一般に水は粗粒の層より細粒の層に入るは易く、之に反し細粒の層より粗粒の層に入るは難きものなり。されば下層より上層に至るに従ひ、土粒漸次に細微なる時は水の上昇適當なるも、細粒の層に粗粒の層存在するか、或は粗粒の層の間に細粒の層ある場合には、水の上昇は大

いに妨げらるゝものなり。

第三節 土壤の水蒸氣凝縮性

乾燥せる土壤は、大氣中より水蒸氣を吸収して之を凝縮せしむる性を有す。此の性質は土壤が水分を含むこと多きに從つて減じ、水分の量或度に達すれば却つて蒸發し去るなり、而して水蒸氣凝縮性は土壤の成分等に依つても異なるものにして、腐植質土最も強く、埴土之に次ぎ砂土最も弱し、又通常土粒の細微となるに從つて大となるを見る。されど此の作用に依りて吸収せらるゝ水量は概して甚だ少く、植物生育上殆ど影響することなきものゝ如し。

第四節 土壤の透水性

透水性(Percolation)は又滲透性とも稱し、水が土壤の孔隙を通じ下層に滲透する性質にして、植物の生育上重要な關係を有す。土壤に若し此の性を缺く場合には、一度其の面に達したる水は長く地表に停滞し、爲に植物は其の根の呼吸に必要な酸素を得ること能はざるべく、大いに其の發育を害せられ遂に枯死するを免れざるべきなり。

水蒸氣凝縮は性質に依りて様ならず

土壤透水性の效果

透水性に影響を及ぼす事項

されば降雨に際しては透水性に依りて雨水を下層に滲透せしめ、後上層の水分缺乏する時は、更に毛細管引力に依りて十分に下層の水を吸上することを得ば、植物の生育上に與ふる效果大なりとす。

透水性に影響を及ぼす事項

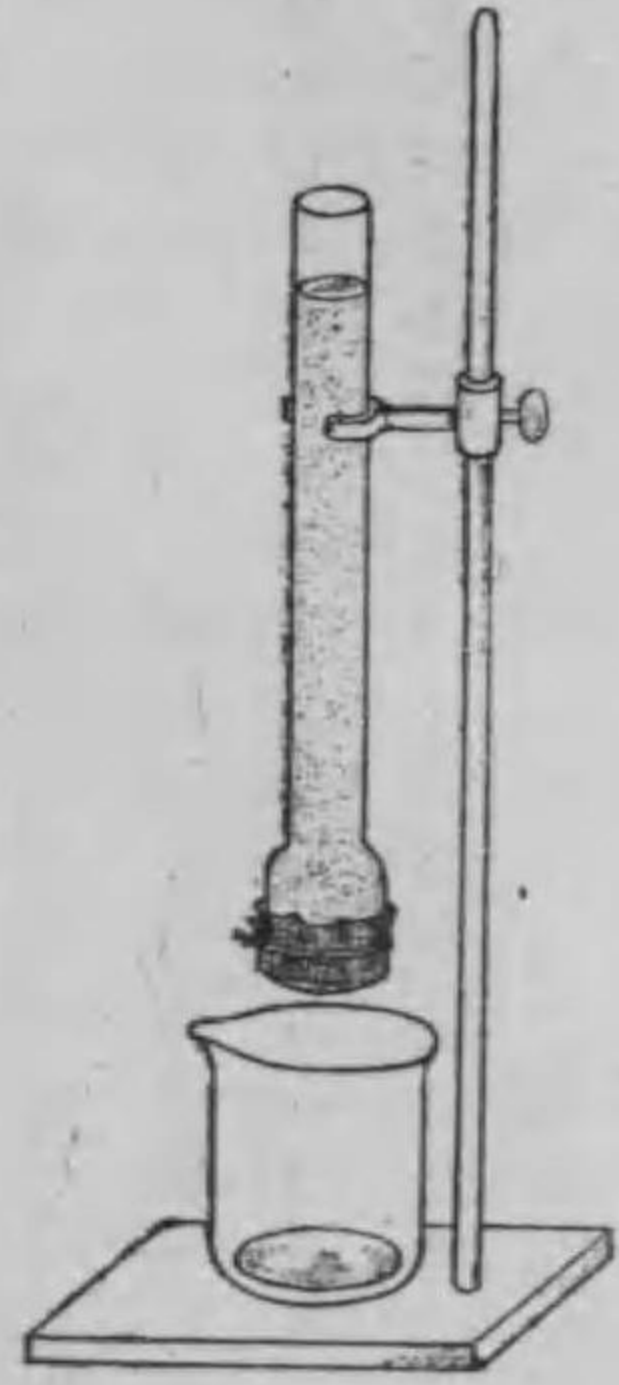
土壤の透水性は其の成分組織及び含水量等に依りて異なるものにして、粘土は最も透水性に乏しく、砂土は最も此の性に富み、腐植質土は其の中間に在りとす。又土粒の粗大なる程水は速かに滲透し得べく、精細なるに伴ひて透水性困難なり。下層土の性質も亦透水の難易に關係を有し、一般に上層が下層よりも土粒粗大なる時は容易に水を滲透すれども、兩層の差異著しく異なる場合には粗粒の層より細粒の層に水の滲入すること難し。又土壤表面の乾燥せることも、大いに透水性を減ずるものにして、早魃の際強き驟雨の後、道路の砂塵は表面のみ僅かに濕へるのみなることあり、或は乾ける腐植質土に於て、雨後地表には水溜り存するも、其の下層は少しく濕へるのみなることあるは種々の原因あるべきも、之が主なるものは液體の表面張力に因るものとす。此の故に土壤が既に濕へる時は水の滲透も容易なるものなり。

土壤の透水性

透水性の檢定法

透水性檢定法 土壤の透水性を檢するには高さ二五厘米三層を有する方形亞鉛筒

圖解 透水性を
簡易に
測定する
法



下部漏斗状をなせるものを取り下に綿を入れ其の上の漏斗状の所に粗粒石英砂を
 充たし先づ此の綿と砂とを濕して後秤量
 し其の上に一六種の厚さに風乾土を充た
 して更に秤量し其の差に依りて加へたる
 土壌の量を知り次に水を注ぎ水滴の全く
 滴下せざるに至り更に秤量して保水量を
 知り土壌の上部八極の高さだけ水を加へ其の水の全く滴下せざるに至る迄の時間
 を計りて透水性を比較するものとす此の實驗は數回反覆して平均結果を求むべく
 又著しく粘質なる土壌には此の法を適用し難きものなり
 此の他の簡易法としては圓筒状の硝子管を取りて土壌を充たし一定量の水が全く
 滴下し終るに要する時間を比較するも可なり

第五節 土壌の蒸發性

蒸發性の影
響に對する
土壌の性質

凡そ土壌は其の表面より水を蒸發する性あり之を土壌の蒸發性 (Evaporation of Soils)
 と云ふ。而して土壌面より蒸發する水量は種々の事情によりて相異なるも今其の主

及ぼす
事項

なるものを擧ぐれば即ち次の如し。

(一) 氣象の狀態 蒸發は氣温高く空氣乾燥せる時は盛なり又風の有無強弱に依りて蒸
 發量を異にするものにして靜穩なる天候に於ては土地に接せる空氣は速かに飽和
 せらるゝを以て蒸發すること少きも風強き時は土壌に接して夫より蒸發したる水
 蒸氣を含む空氣は直ちに他處に運ばれ交換せらるゝを以て其の蒸發量の増大せら
 るべきことは明かなり。

(二) 土壌の狀態 土壌が水を以て飽和せらるゝ時蒸發最も盛なり且つ土壌が粗狀態に
 在る場合には蒸發すること多し是空氣の透過自由なるのみならず蒸發を起す表面
 積大なるに因るものとす。されば鎮壓を行ひて土壌の組織を密にすれば蒸發量を
 減す彼の乾燥し易き夏季に菜菔等を播種するに當りて鎮壓を行ふの有効なるは人
 の知る所なり。

(三) 地表の狀態 土壌の表面黒色を帯ぶる時は其の然らざる場合よりも熱を吸收する
 こと大にして従つて蒸發も盛なり。又植物の有無は土壌の蒸發量に關係すること
 大なるものにして植物生育する時は單に土壌の表面より水分を蒸發するのみなら
 ず莖枝葉等よりも絶えず多量の水分蒸騰するを以て蒸發水量は大いに増加せらる

雜草の
除去は
早の
害を
減す

鎮壓は蒸
發水量を
減す

土壤蒸發
性の檢定
法

るものなり、されば早魃の際圃場の雜草を除去するは、早害軽減上有效なりとす。

(四) 土壤の耕勦 淺き耕勦も亦土壤水分の蒸發を防ぐ效あり、耕勦を行へば上層の反轉せられたる土にありては、水の蒸發盛んとなり速に乾燥すれども、下層は耕勦せられたる土層に依りて保護せられ蒸發衰ふるものとす。是、上層が被覆物と成りて日光風等を遮るのみならず、下層より上層に通ずる毛細管引力を切斷するを以てなり。

蒸發性檢定法 簡易なる檢定法は、金屬網の底を有する方形の箱に先づ濾紙を入れ次に供試土を充たし、水分を飽和せしめたる後秤量し、一定時間空氣中に放置して再び秤量し、其の蒸發量を檢するものとす。

要するに蒸發は土中水分の減少を來たすが故に、作物の生育を害することあり、されば夏季には稈刈草の類を以て土壤面を被覆し、之に依りて蒸發量を軽減するは耕種上甚だ重要な手入に屬す。

第七章 土壤の通氣性

土壤の通氣性
と容氣量

土壤の通氣性 (Air Content) は透氣性、或は容氣性とも稱し、土中に大氣を透過せしむる性質を云ふ、而して此の性質に依り、土壤に保たるゝ空氣の量を容氣量とは稱するなり。

土中に於ける
酸素の
効用

土中空氣の必要 土壤中の空氣は大氣中に於けるものと稍、其の成分を異にし、炭酸瓦斯に富み酸素に乏しきも、植物は根に依りて絶えず呼吸作用を營むが故に、其の生育上酸素の必要なることは勿論なりとす。之を以て土壤と大氣との間に長く交換作用起らざる時は、植物の根は十分なる呼吸をなすこと能はざるのみならず、土壤中に於て有機物の分解行はるゝや還元作用を惹起し、或は酸性腐植質を生じて植物の生育を害するに至るべし。

土壤容氣
量の大小

土壤の容氣量 容氣量は土壤の成分組織及び含水量等に依りて差異あり、凡そ諸種の土壤成分中容氣量最も大なるは砂にして、腐植質之に次ぎ粘土最も小なり。又細微の粒子より成る土壤特に粘土、又は腐植質の如き膠質物に富める土壤は、水分を含むこと愈多くして膠質物の膨脹亦益大なるがため、其の結果として土壤の孔隙漸く減じ、遂に全く空氣を含有せざるに至るものとす。

最大容氣
量と最小

土壤の孔隙は水を以て充たさるゝにあらざれば、空氣を以て填充さるゝが故に、孔隙量より土壤中の水分を減じて容氣量を得べし。容氣量は水を以て飽和せられたる時最小にして、土壤の風乾状態に在るとき最大なり、茲に於て最大容氣量と最小容氣量との別を生ず。最大容氣量は土壤の孔隙量より風乾土中の水分を減じたるものに相當

容氣量

し、最小容氣量は孔隙量より容量百分率の飽和含水量を減じたるものなり。

最小容氣量の價值 植物の生育と密接なる關係を有するは最小容氣量にして、此

の値大なるもの程土壤の理學的性質良好にして、殊に水を飽和したる場合に於て尙ほ能く空氣を適當に透過するは稻田として生産力に富める土性と云ふべきなり。

最小容氣量の小なる土壤には往々負數となるものあり、是孔隙の容積よりも吸収せし水の容積の大なることを示すものにして、水分を吸収したる爲に土壤の容積縮小し、水分は元の空隙以外の空隙をも充填するに到りしを以てなり。斯かる土壤が滯水の爲に濕潤となる時は、地温低減し養分の分解も行はれ難く根の發育も不良となる虞れあり。

通氣性の實驗法

通氣性の實驗 細長き無底の圓筒二個を取り、其の下端に細管を挿入せる栓を箆めたる後封蠟にて封じ、細管にはゴム管を挿し、更に之を丁字形細管にて連結したるものを適當の裝置に依りて支持し、一の圓筒には砂土を入れ、他の圓筒には同容積の埴土を入れ、此等の上端には先端を細くしたる細管を挿入せる栓を箆め封蠟を用ひて封じ、斯くて別器に於て發生せしめたる、アセチリン又は石炭瓦斯を丁字形細管に導くべし。然る時は瓦斯は土壤中を通過し、上端の細管より出づべきを以て之に點火

最小容氣量と負數となる場合

高温の植物の生育と低温の給源

し、其の火焰の大小を比較すべし、之に依りて砂土は埴土に比して通氣性大なることを知るを得べし。

第八章 土壤と温熱との關係

土壤の温度、土温は、植物の生育上重要な關係を有するものにして、土温が華氏三二度以下に降る時は、種子の發芽及び植物根の生理的機能は殆ど休止し、多くの農作物に在りては華氏四〇度以上に至らざれば、成長作用起らざるものゝ如しと云ふ。其の他肥料の分解、土壤成分の風化等の如きも、皆温度と密接の關係を有するが故に、土温の高低は直接將た間接に、植物の生育に大なる關係を有するものなり。

土温の給源 土壤温熱の給源は次の如き四の事項に歸するものとす、今其の主要

を説述すべし。

1. 太陽熱 太陽は直接に光線及び熱線を放射し、土壤は之を吸収して其の温度を高むるものなり。蓋し太陽熱は、土壤温熱の最も主なる原因とす。

2. 地心熱 地中に穴を穿ちて下降すれば、凡そ三七米を進む毎に攝氏一度の温度を増加するものとす。されば地表を降ること既に數千米に達するも頗る高温なるべき

も、元來地殻を構成せる岩石は熱の不良導體なるが故に、火山或は温泉近傍などの特別なる一部を除くの外、土温に影響を及ぼす場合極めて少きものなり。

3. 化學熱 土壤中の腐植質其の他有機化合物の酸化分解するに當りては熱を發生するも、綠肥厩肥等を多量に施用したる場合、或は温床内等の一局部を除くの外、土壤の温度に影響を及ぼすことは極めて微々たるべし。

4. 凝縮熱 土壤が水蒸氣を凝縮するに當り發生する熱量は、土壤の種類含水量等に依りて一様ならずれども、ステルバハ (Stellvert) 氏の實驗の結果に據れば、風乾土に在りては攝氏〇七—三五度を上昇し、全く乾燥せる土壤に在りては三—二度を 상승せりと云ふ。

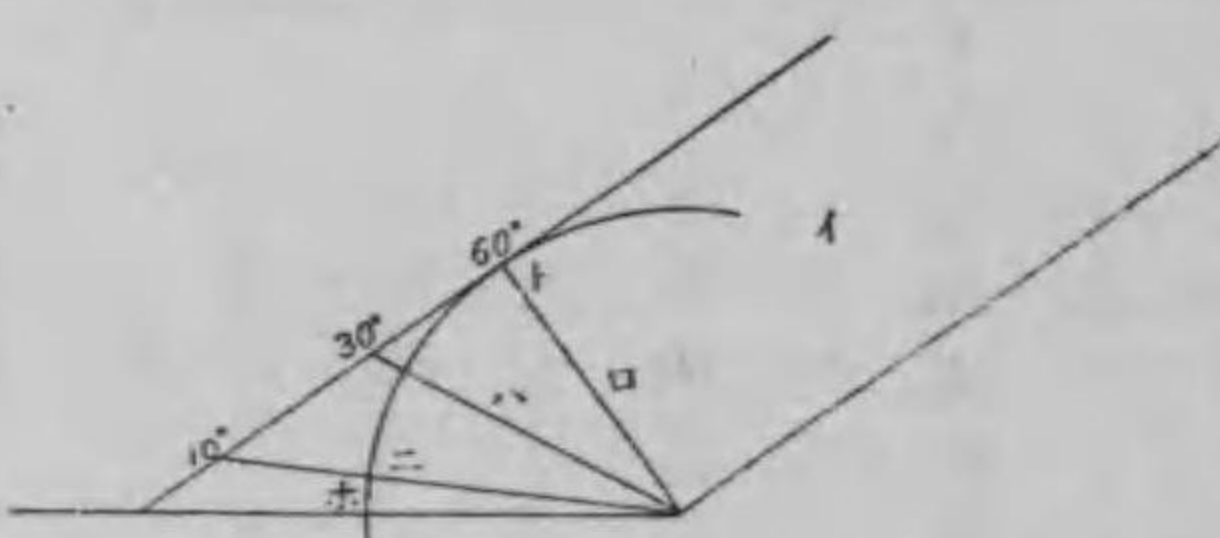
土温に影
響を及ぼ
す事項

土温に影響を及ぼす事項

土温の本源は太陽熱に在るものなれば、今之に基きて土壤温度の高低に影響を及ぼす主なる事項を擧ぐべし。

(一) 土壤面と太陽熱線 凡そ土壤は其の面に射來する太陽熱線の角度直角に近き程、多量の熱を受くるものとす。夏冬兩季に於ける寒暖の差、或は南面の傾斜地が北面の傾斜地より高温なるが如き、又は緯度の高低による冷温の別の如きも皆同一理によるものとす。従つて赤道直下の高温の如きは想像に餘りあるものにして、ハーシエ

圖解 傾斜角と土温との關係を示す
 (イ) 日光線
 (ロ) 地面線
 (ハ) 地面の傾斜角
 (ニ) 地面の傾斜角の餘角
 (ホ) 地面の傾斜角の補角
 (ヘ) 地面の傾斜角の餘角の餘角
 (ト) 地面の傾斜角の補角の補角
 (チ) 地面の傾斜角の餘角の補角
 (リ) 地面の傾斜角の補角の餘角



(二) 土壤の色 土壤の色は土温と大なる關係を有するものにして、殊に土壤の乾燥せる時に於て其の影響大なりとす。黑色のものは能く太陽熱を吸收し、赤色黄色之に次ぎ白色のものは熱を吸收すること最も少し、而して土壤の色は土壤の成分に依りて生ずるものにして、腐植質及び鐵化合物が最も著しき影響を及ぼすことは既に述べたるが如し。シュブラー氏は同質の土壤に油煙及び苦土を混じ、日光に曝露して試験せしに油煙を加へたる方華氏一三乃至一五度高かりしと云ふ。

(三) 土壤の比熱 凡そ土温は土壤の比熱の大小によりて高低あるものなり、若しも土壤の知るところなり。

ライン河邊の葡萄園にては葡萄を早熟せしめんがため地に黑色の立武岩粉末を撒布し、之に反して西班牙にては氣温高きを以て葡萄栽培に成功する處は白色土に限らるると云ふ、又高緯度の地方にて蔬菜の促成栽培を行ふに當り、其の床土に木炭末を撒布することは人

水と他
土の比熱
の対照熱

比熱の物質は
瓦の物質の一
度に要する熱
の量を云ひ其
の単位をカロ
リと例ふ
カリの攝氏一
度は攝氏一五
度を攝氏一五
度に要する熱
に要する熱

にして小なる比熱を有する時は其の大なる比熱を有するものよりも熱せられ易く、
従つて比較的高温に達するものなり。今土壤成分の比熱を水の比熱と對照して示
せば次の如し。

| | 等量 | 等容 |
|------|-------|-------|
| 水 | 一・〇〇〇 | 一・〇〇〇 |
| 腐植質 | 〇・四七七 | 〇・五八七 |
| 粘土 | 〇・二三三 | 〇・五六八 |
| 炭酸石灰 | 〇・二〇六 | 〇・五六一 |
| 石英 | 〇・一八九 | 〇・四九九 |

右の如く水は比熱最も大なるを以て、水分を含むこと多き土壤は然らざるものより
も温めらるゝこと少し。乾燥状態に於ける比熱は、腐植質土最小にして埴土之に次
ぎ砂土最大なるも、濕潤態に於ける比熱は正に之に反す、されば乾燥態に於ては腐植
質土最も速かに温度上昇するも、濕潤態に於ては砂土に於ける温度の上昇最も速か
なり、而して埴土は乾濕何れの場合に於ても、温度の上昇中庸なりとす。

(四) 土壤の水分 水は比熱大なるのみならず、土壤中の水分が蒸發する時は、熱を奪ふこ

水を含む
こと多
ければ土温
低し

被覆物の
土温の變
化を少
らしむ

雪は豊年
の兆

と大なるを以て土温を低下せしむ。キング(三三)氏は一立方呎の濕潤なる粘土より、
一封度の水が蒸發する場合には、粘土の温度を華氏一〇三度低下せしむることを計
算せり、されば同一種類の土壤と雖も水分を含有すること多ければ、其の熱せらるゝ
こと遅緩にして土温低きを常とす。

(五) 被覆物の有無 地上に稿、落葉等の被覆物存するか、或は植物生育する場合は、太陽
より熱を受くること少く、又放散することも少き故、温度の變化小となる、されば被覆
物ある地或は有毛地は之を裸地に比する時は夏冷かにして冬暖かなりとす。ウオ
ルニー氏は有毛地裸地及び五寸許の厚さに厩肥を以て被ひたる無毛地の三者に就
き、各三寸三分の深さに於ける土温を檢し、次の成績を得たり。

| 八月 | 草地 | 厩肥にて被ひたる無毛地 | 裸地 |
|-----------|----|-------------|--------|
| 一八七九度 | | 一九九〇度 | 二二二一度 |
| 一月 零下二八三度 | | 零下二八八度 | 零下三四七度 |

雪も亦冬間土壤を被ひて土温の降下するを防ぐ效あり、されば寒地に於て冬作の寒
害を被むるは、多く降雪量少くして寒氣の酷烈なる年に在りと云ふ、彼の雪は豊年の
兆なりとの諺は、此の防寒の效と及び降雪中に少量の窒素化合物を含める外、深山の

土壤の組成
及び熱伝導性

積雪は水源涵養の效ある等とに基くべきが。
(六) 土壤の傳熱性 一般に礦物岩石等は、水空氣及び有機物等に比して能く熱を導く性質を有し、土壤成分中砂粒は最も能く熱を導き粘土は之に次ぎ腐植質は最も少し、故に砂地は比較的深く熱せらるゝも、熱を放散することも亦速かにして、腐植質を多量に含有する土壤は黒色を帯べるが故に多量の熱を吸収するも、之を傳導する力小なるを以て、下層に於ける温度低きを常とす。凡そ土壤は水よりも、水は空氣よりも能く熱を導くが故に、土壤の組織は密なる程空氣の量少きが故に、粒は粗なる程含水量少きが故に、熱の傳導度は大となる理なり。

第九章 土壤の化學的性質

第一節 土壤の吸收作用

土壤の吸收作用

凡そ土壤には溶液中の諸成分を結合吸着して流失することなからしむるの性あり、之を土壤の吸收作用(Absorption of Nutrients)と稱す。土壤が植物養分を吸収する作用は、土壤の肥瘠と密接の關係を有するものにして、此の作用あるが爲に、土壤中に施したる

肥料も損失すること少きを得るなり。

吸收力の強弱

土壤成 中養分吸收に關係あるものは粘土腐植質炭酸石灰等に於て、其の他泡沸石水酸化鐵水酸化礬土等も亦關係を有するものとす。土壤の種類に就きては、壤土埴土等は養分の吸收力大なるも、砂土礫土等は粘土腐植質に乏しきを以て養分吸收力小なり、斯かる土壤に一時に多量の養分を與ふる時は、作物の利用し盡さざるに先だちて、水の爲に洗ひ流され養分の損失を招く不利あるものなり。

土壤に吸収せらるる鹽基と否らざるもの

諸種の鹽基中土壤に能く吸収せらるゝものは加里及びアンモニヤにして、曹達石灰、苦土等は吸収せらるゝこと遙かに少く、又酸類中にて吸収せらるゝこと割合に多きものは、磷酸及び珪酸の二種とす。是井水泉水等にアンモニヤ加里磷酸などの含まるゝこと少くして、曹達石灰苦土硝酸等の含有せらるゝこと多き所以なり。

吸收作用の原因

土壤の吸收作用は大別して、化學的吸収と理學的吸収の二種となすことを得べし。化學的吸収とは溶液中の鹽基又は酸根が、土壤成分の酸根又は鹽基と化合して不溶性の物質を形成するを云ふ、今アンモニウム鹽が泡沸石類に依り、磷酸が炭酸石灰に依りて吸収せらるゝ状態に就きて説述すべし。

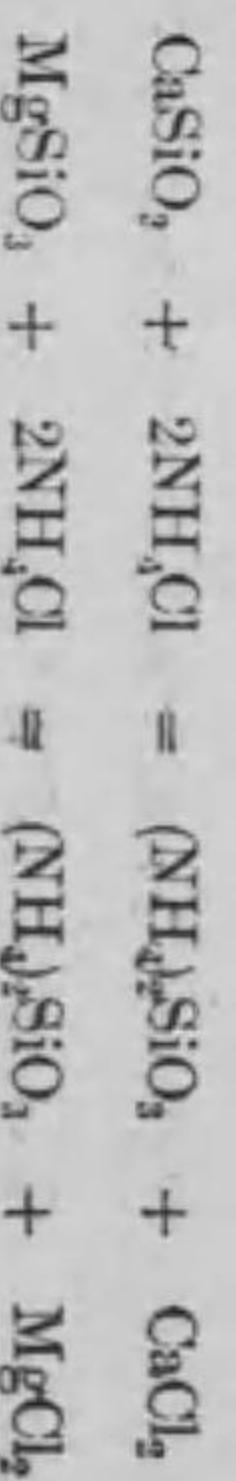
泡沸石は礬土とアルカリ―或はアルカリ―土類金屬との珪酸複鹽にして、此等礬土

化學的吸収作用

土壤の成分と吸收力の大小

アンモニアの吸収状態

以外の鹽基は容易に分離する性質あり、故にアンモニウム鹽の溶液に接すれば次の如き變化を生ず。

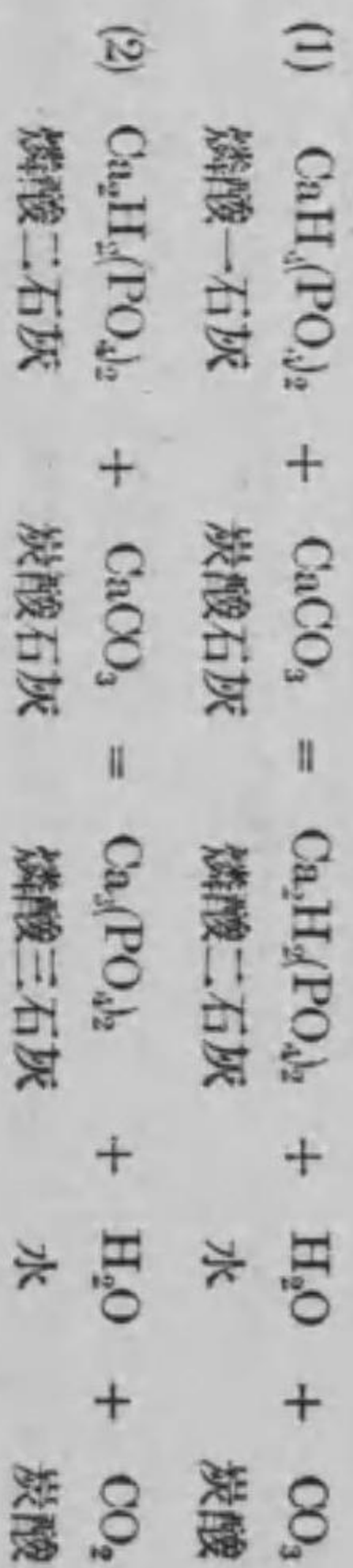


加里の吸収状態は殆どアンモニアの場合と異なることなし

斯くの如くして生じたるアルカリ土類金屬の鹽は溶解し去り、不溶性なるアンモニウム鹽が土壤中に保持せらるゝなり、一般に鹽酸に溶解する珪酸鹽多き土壤は、アンモニアの吸収力大なり、是、泡沸石様の物質多きに因るものとす。

磷酸の吸収状態

磷酸の吸収に關しては、土壤中の炭酸石灰炭酸苦土水酸化鐵水酸化礬土等が作用して磷酸が化學的に吸収せらる、土中の炭酸石灰が溶液中の磷酸を吸収する場合は次の如し。



理學的吸収作用

又理學的吸収とは土粒の表面に諸種の成分を吸着せしむるものにして、特に火山灰の如く細微にして且つ多孔質なるものは此の力甚だ強し、尙、粘土腐植質水酸化鐵水酸

土壤の吸収作用に關する一般法則

化礬土膠狀珪酸等の膠質物は強大なる吸着作用と相伴ひて化學的吸収をも營むものなり。

吸収作用に關する法則

土壤成分の外、吸収作用に關せる一般法則と認むべきものを擧ぐれば次の如し。

- 一、溶液の濃厚なるものは、稀薄なるものよりも吸収せらるゝこと多し。
- 二、溶液の量増加する程、吸収せらるゝ量も亦多し、されど一定の限度あり。
- 三、中性の溶液に於けるよりも、鹽基性の溶液に於て、鹽基の吸収せらるゝこと多きを常とす。
- 四、吸収作用の完結するには多少の時間を要す。從來の研究成績に據れば、アンモニアの吸収作用は凡そ三〇分間に完結するも、磷酸の吸収には凡そ二四時間を要すと、五、溶液の吸収量には限度あり、此の限度に達したる土壤を稱して、其の溶液に飽和せられたる土壤なりと云ふ。此の限度を示す數は即ち吸收係數なり。
- 六、吸収せられたる物質は水に溶解難きも、土壤固有の不溶性物質よりは溶解し易きものにして、植物は能く之を吸収することを得るなり。

土壤の吸収力の效果

吸収作用の效果

土壤の吸収作用の效果の主なるものを擧ぐれば次の如し。

養分の溶
出と吸収
の相並行

一、土壤の吸収力は、植物養分を保有して流失の虞なからしむるの效あり。

二、吸収力は土壤溶液の濃度を調節するの效あり。肥料として施したる可溶性養分が、溶解状態と成りて濃厚溶液を作る時は、作物の根は之が爲に害を被むる虞あり、然るに幸に土壤には吸収力ありて濃厚溶液を作ることなく、一定濃度の養分として保有することを得るなり、而して根の吸収作用に依りて土壤溶液稀薄となる時は、先に土壤中に吸収保有せられたる養分の一部は、溶解し出づるを以て元の濃度に復す。根が溶液を稀薄ならしめんとする作用と、吸収せられたる養分が溶出する作用とは相並行するが故に、土壤中の溶液は或る期間殆ど一定の濃度を維持することを得るなり。

砂土の如き吸収力弱き土壤は、濃厚溶液を生じて植生を害することあり、砂土に濃厚なる人糞尿を施したる場合に作物の害を被むることあるは、主として之に基づくものとす。

三、吸収力は養分を普く土中に分布せしむる效あり。一旦土壤に吸収せられたる養分は、極めて細微に且普く土壤の分子間に分布せらるゝが故に、植物根に至る所之と接觸し容易に之を吸収することを得。吸収力大なる土壤に於て、可溶性肥料が不溶性

窒素及び
リン酸の吸
収係数

作物は土中
の養分を好
むるに於て

のものに比して効果大なるは蓋し之が爲なり。

土壤の吸収係数 養分に対する土壤の吸収力を表はす爲に、吸収係数又は吸収率 (Absorption Coefficient) を用ふ。窒素に対する吸収係数とは、風乾細微土一〇〇瓦が吸収したる窒素(N)の量の延を云ひ同様に、リン酸の吸収係数も、風乾細微土一〇〇瓦の吸収したるリン酸(P₂O₅)の量の延を云ふ。加里の吸収は窒素の吸収に準ずるを以て特に之が吸収係数は測定せざるを常とす。

第二節 土壤の反應

土壤の反應は多くは中性なれども時としては酸性又はアルカリ性反應を呈するものあり。我が國は降雨量多きを以て、石灰其の他の鹽基洗ひ流さるゝこと多くして、其の結果酸性土壤の存在すること頗る廣し。然るに作物は一般に中性反應を呈する土壤に好適し、酸性反應又はアルカリ性反應の強き土壤にては、其の生育甚だ不良なりとす。

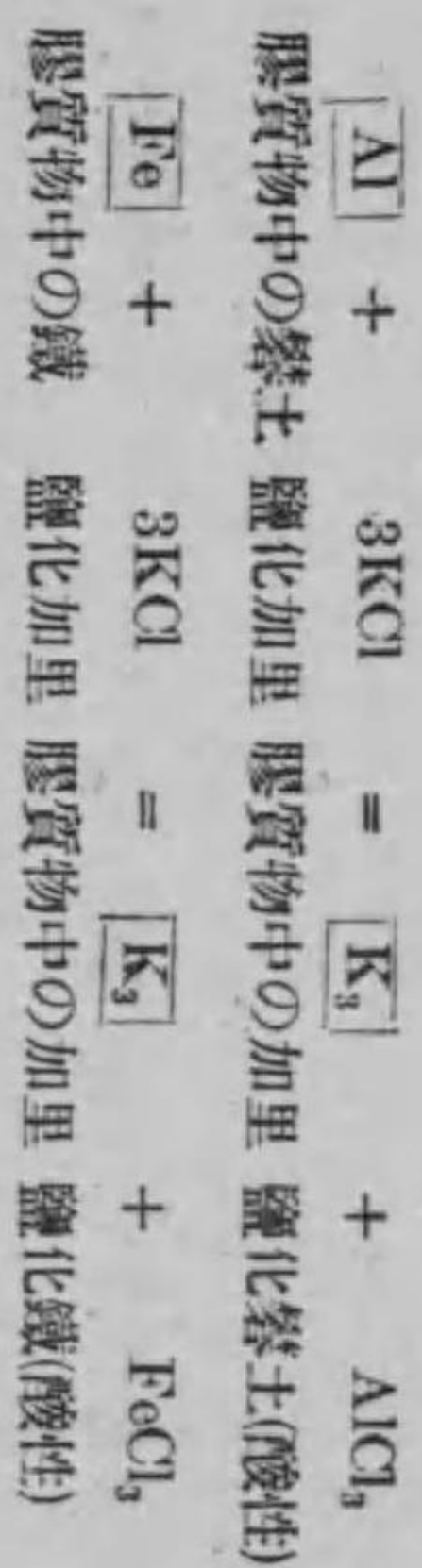
酸性土壤 酸性土壤に二種ありて、直接酸性反應を呈し其の水浸液が青色試験紙を赤變するものと、中性鹽類溶液を添加するとき、初めて酸性を現はすものとあり。

酸性腐植質土

酸性腐植質に因る酸性土壌 直接試験紙に酸性反應を呈する土壌中の成分には硫酸鹽酸等の無機酸又は酸性鹽腐植質等もあるも、此の中最も普通なるは腐植質にして其の酸性を呈するものを特に酸性腐植質(Acid Humus)と稱す。酸性腐植質は有機物多くして排水不良なる場合に生ず、故に沼澤地(Moorland)に多し、斯かる場所には酸性腐植質の外硫化物及び酸化第一鐵の如き亞酸化物様のものを生じ、益々不良の土壌と成るものとす。

中性鹽の添加に因る酸性土壌 膠質物によりて吸着せられたる鐵及び礬土の鹽類に依りて起るものにして、此の種の土壌は直接に酸性反應を呈することなく、鹽化加里硫酸アンモニウム等の如き中性鹽を以て處理することに依りて始めて酸性反應を呈するを常とす。蓋し膠質物は吸着力強きが故に、鐵若しくは礬土の鹽類を含有するも水を以て容易に之を溶出すること能はず、然るに之に中性鹽の溶液を添加する時は、茲に漸次鹽基の置換作用行はれて、可溶性の鐵若しくは礬土の酸性鹽を生ずるが故に、土壌は酸性反應を呈するに至るべきなり。(第四編農藝化學實驗法第二章酸性土壌に關する實驗參照)

圖解 大麥(吉野土壌) (一)標準(即ち酸性土壌) (二)炭酸石灰(五瓦加用) (三)同 (四)同 (五)同 (六)同 (七)同 (八)同 (九)同



されば此の種の酸性土壌には、肥料として硫酸アンモニヤ硫酸加里其他の中性鹽を施用するに適合せず。通常酸性土壌を改良するには、其の原因の如何を問はず、一面には適宜に炭酸石灰又は生石灰を加用して酸度の中和を圖ると同時に、他の一面には力めて酸性肥料の施用を避け、鹽基性肥料を用ふるに在りとす。

アルカリ土壌 アルカリ土壌とは、曹達加里苦土等のアルカリ鹽を多量に含みて、植物の生育に有害なる土壌を云ひ、一般にアルカリ性の反應を呈するも必ずしも然るにあらず。此の種の土壌は一般に降雨少き地方、或は海岸の



アルカリ
土壌の
解
本邦には
アルカリ
土壌少
し

アルカリ
土壌の
有害なる
所
以
植生に
害

沖積土などに存在するものにして、乾燥地にては其の降水は、土壌中に年々生成せらるる可溶性鹽を溶解し去るに足らざるが故に漸次蓄積量を増加すべく、殊に其の附近に可溶性鹽を含有する岩石あるか、或は海水面より風の爲に鹽分を吹き來る地方に在りては、一層アルカリ土壌を生じ易し。本邦内地にては海岸地方を除きては殆ど其の存在を認めざるも、臺灣には稍多く存在し、特に北米合衆國に多しとす、同國にては之を大別して、白色アルカリ土壌(White Alkali Soil)と黑色アルカリ土壌(Black Alkali Soil)との二種とす。前者は硫酸曹達の含有量多きが爲に白色を呈し、後者は炭酸曹達を多量に含むを以て、之が爲に溶解せられたる腐植質の着色によりて黑色を帯ぶるものとす。黑色アルカリ土壌は白色アルカリ土壌よりも、其のアルカリ性反應強く従つて植生を害することも多きものなり。

アルカリ土壌の有害 アルカリ土壌の植物生育に有害なる所以を舉ぐれば、凡そ次の如し。
一、土壌の帯ぶるアルカリ性反應の爲に、植物は生育を害せらる。アルカリ性の爲に植物は直接害を被むるの外、炭酸曹達地表に現はる如き場合には、植物の外皮を腐蝕せしめ、又炭酸曹達は粘土の粘性を増し、或は耕土の下層に粘土盤層(Chaypan)を形

アルカリ
土壌の
改良
法

成する等、土壌の理學的性質を惡變する虞れあり。

二、鹽類の濃厚なる溶液によりて植物の生育を害す。一般に植物は、〇・五%以上の濃度の鹽類溶液中に在りては生育を遂げ難きものなり、假令アルカリ性反應を呈せずとも、溶液濃厚なる時は、植物は原形質分離(Plasmolysis)を起し害を被むるものとす。

三、アルカリ土壌中には鹽化曹達鹽化加里等の鹽化物多し、而して鹽素の含量〇・三%以上に達すれば、植生に有害なり。鹽化曹達は土壌中に於ける諸種有用細菌の作用を妨ぐるのみならず、其の濃厚溶液は水分を吸収する力頗る強きが故に、植物體中に於ける汁液の循環を鈍くし、蒸騰作用を妨害するに至るものにして、一に之を鹽害(Salt Injury)と稱す。

アルカリ土壌の改良 アルカリ土壌を改良する捷徑の方法は、灌溉を行ひて土壌中に多量に存するアルカリ鹽を洗ひ去るに在るも、之が爲には豫め水の下層土に滲透する法を講じ置くことを肝要とす、然らざれば灌溉水は徒らに地表を横流し、鹽分除去に效なきことあり、又時としては數年間連續して灌溉を行ふにあらざれば、下層の鹽分を上層に致して、以前よりも却つて惡結果に終ることなしとせず。

尙ほ土壌中炭酸鹽多き場合には、石膏又は過磷酸石灰の添加によりて改良すること

を得べく、特に石膏を有効とす。即ち石膏は其の酸性に依りて、土壤のアルカリ性を中和するのみならず、石膏と土中の炭酸アルカリ鹽とは複分解をなして、中性の硫酸曹達と炭酸石灰とに變するものなり。

第十章 土壤の肥瘠

凡そ同一の肥培手入を行ふも作物の生育に差異あるは、主として土壤に肥瘠の別あるに原因するものにして、作物の生育良好なるを肥沃の土壤と呼び、之に反するを瘠薄の土壤と云ふ。肥沃なる土壤の備ふべき條件は頗る多きも、今其の主要なるものにして説述すべし。

肥沃なる土壤の備ふべき條件

可給態養分の定量

一、植物養分の豊富なること。土壤中に存する植物養分の全體が、直ちに其の榮養に資することを得るものにあらずして、土壤によりては化學分析の結果植物養分の豊富なるに係はらず、其の生育不良なるあり、是多くは不可給態養分に富みて、直ちに植物の吸収に適する可給態養分に乏しきに因るものとす。之が可給態養分檢定に就きては、學者の研究によりて一様ならず。

には一構の養分を適當とするか

不可給態養分も亦不要ならず

NaH₂PO₄氏は枸櫞酸アンモニウムの代りに、植物の根液中の酸に近き有機酸なる枸櫞酸を採用し、稀薄なる枸櫞酸に溶くる磷酸は枸櫞酸アンモニウムに溶解する磷酸よりも、實際に有效なる磷酸の量を示すことを明にし、且つ一%の枸櫞酸液が最も適當なりと主張せり。次でダイヤー(Dyer)氏の研究に據りて、一%の枸櫞酸液は植物の根酸(Root Acid)の平均酸度に近きことと分明となり、益々根據あることと認めらるゝに至れり。更にダイヤー氏は磷酸のみならず、加里も亦一%の枸櫞酸液に溶解するものは植物に有效なる研究成績を發表し、尙ほ一%の枸櫞酸液に溶解する磷酸量が、〇・〇一%以下なる土壤に在りては、磷酸肥料を施す必要あり又同様に〇・〇〇五%以下の加里を含むる土壤に在りては、加里肥料を施すの必要ありと述べたり。されど土壤の不可給態養分も不要なるものにあらずして、風化作用腐植酸の作用或は微生物の作用等に依りて、漸次に可給態に變じ植物を養ふの效あるものなり、而して可給態養分の生成上重要な關係を有するは、不可給態養分の化合態及び其の土壤の理學的性質なりとす、即ち不可給態養分にして甚だ分解し難き化合態をなすか、又は其の土壤の理學的性質不良にして、空氣水溫熱等に對する性質不良なる時は、可給態養分を生ずること少きを免れざるなり。

観察に依る土壌肥法

気水温に對する土質の好むべき性質

要するに土壤の化學的分析に依りては、到底十分に土壤の肥瘠程度を判定することを得ざるを以て實際に其の土地に作物を栽培し、之が生育の狀況收穫量等を基礎として、土壤中養分の多少を定むるものとす。

此の他土壤の肥瘠は觀察(Observation)に依りて之を知る法あり、例へば蚯蚓其の他の土中蟄伏昆蟲類が、土層中伏在すること深き程其の土壤肥沃なりと判すること是なり、是氣水の透過良好に風化作用の行はるゝ面積大なるの證なり、尙ほ其處に生ずる雜草の種類多き程其の土壤は肥沃なりと認む、即ち豆科植物は磷酸加里に富み窒素に乏しき土地に能く生育し、禾本科植物は窒素に富み磷酸に乏しき土壤に繁茂するが如く、植物の種類に依りて其の要する養分の種類を異にするなり、されば植物分類の各分科に互り雜草の種類多く生ずる程其の土壤は植物の生育に必要な各種成分を全般に互りて具備することゝなり、其の土壤は肥沃なりと知るべし。

二、土壤の理學的性質良好なること。凡そ土壤中に多量の養分を含むとも、土壤構成の基礎材料たる砂粘土及び腐植質等の含有量適當ならず従つて空氣水濕溫熱などに對する關係良好ならざる時は植物の生育を阻害するに至るべく、決して肥沃の土壤たるを得ざるなり。之に反して土中の水濕に過不足なく、空氣の透過佳良にして且

作土の深きと其の底土の性質と相反する

つ土温高き時は植物根の生活機能旺盛なるのみならず、有效微生物の蕃殖に適し風化作用も能く行はるべく、之が爲に諸種の可給態養分の生成せらるゝこと多かるべし。

此の肥沃なる土壤としては、作土の深きことも肝要なり、作土深き場合には植物根蔓延して養分を吸収するに適するのみならず、淺き作土に多く施肥したる場合の如く、「出來過ぎ」或は「肥抜け」等の虞れを招くこと少く、又水を保蓄すること多量に、且つ植物根も深く土中に侵入するが故に、旱害に抵抗する力大なりとす。

作土の深きと共に其の底土との關係亦適良なることを要す、即ち作土粘質なる場合には底土砂質なるが如く、一般に兩土の性質相反するを可とす、然る時は底土は作土の缺點を補ふに足るか又は其の長所を益、助長することを得るものにして、植物の生育上に利便を與ふること少なからざるべきなり。

三、有害物を含まざること。如何に植物養分を多量に含む、且つ理學的性質良好なる土壤なりとも、若し植生に有害なる物質を含有すること多き場合には、植物は到底十分なる生育を遂ぐるに能はざるは明かにして、結局瘠薄の土壤たるを免れざるなり、而して之には土壤の反應著しく酸性或はアルカリ性にして、植物の生育甚だ不良

植生に有害なる物質の二三

重金属類
中植生に
あるは鉄
の効
みと知るべし

砒素は植生に對し最も有害なる物

なる如き場合あるも、此の他往々土中に存して植生を害する、二三のものに就きて述べし。

1. 重金属類を含むこと。多くの重金属類は植生に有害作用を呈するものなり、又黄銅、錳、鉛、銻、亞鉛、銻等の如き硫化物を産出する地方にては、屢、此等の礦物末は流水中に混入し來りて田畑に沈澱し、次で酸化して硫酸を生じ、又可溶性重金属類と成りて植物の生育を害す。而して此等の重金属類は微量と雖も植生に害あり、例へばケーニツト(König)氏に據れば硫酸亞鉛の〇〇・〇五—〇一%の溶液は多くの植物の生育を害し、又稻は〇〇・五%の硫酸銅の溶液中にて其の生育を阻害せらるると云ふ。されど土壤には、多少此等の有害物を吸収して無害物に變ずる作用あるが故に、其の特性強き土壤に在りては其の被害少しとす、即ち腐植質石灰又は泡沸石等に富める土壤は重金属類の吸収力強く、砂土は此の力弱きを普通とす、又植物の種類に依りても之が抵抗力に差あるものなり、此の他砒素は多くの礦物中或は染色工場等の廢水中に含まれ、植生を害するものなり、而して此の有毒作用は、長岡博士の研究に據れば凡そ銅毒に十倍すと云ふ。要するに鑛山重金属の精煉所或は製造工場等より流れ來る水は、右等の有害物を含むる虞れあるものなれば、灌溉用水には適せざるものなり。

鑛毒地の改良法

鹽化植物の生なるに有害なる所有

鹽化植物の生なるに有害なる所有

凡そ鑛毒地を改良するには、多量の石灰及び有機物を施用するを有効とす、是、石灰は鑛毒に因る酸性物質を中和し、又可溶性重金属を不溶性の物質に變ずるを以て、植物に攝取せらるゝことなきが故に、有害作用を呈することなく、之と共に有機物は、鑛毒に依りて惡變したる土壤の理學的性質を改良する力あるものなり。されど砒素は石灰を施すも消毒の效少く、又有機物の施用も殆ど良結果を呈することなきが故に、最も恐るべきものなり。

2. 鹽化物を多量に含むこと。前述の如く植物は〇・五%以上の濃度の溶液中に在りては其の生育を害せらるゝものなるが、鹽化物は土壤に吸収せられずして溶液と成り存するが故に、植物の生育に害あるのみならず、其の交換分解に依りて生じたる鹽化石灰鹽化苦土鹽酸等の如きは、鹽化曹達即ち食鹽に比すれば、植生を害すること著大なり、而して鹽化曹達は何故植生に有害なりやに就いて、ビュルケルスタイン(Birger)氏の説に據れば、鹽化曹達は水を吸収する力強きが故に、植物體中に於て汁液の循環を鈍らし、大いに蒸騰作用を妨ぐるが爲なりと稱せしも、他の研究にては鹽化曹達溶液〇・二五%に至る迄は却つて蒸騰作用を促進するの效ありとのことなれば直

苦土の過
量は植物
に害あり

現今石灰
率は不足
力ならす

ちに首肯すること難く、植物生理上より論ずれば、植物體中に於ける有機酸は鹽化物に作用して遊離鹽酸を生ずるも、此の鹽酸は其の體中に於ける化合物の合成に用ひらるゝことなきが故に、植生に有害なりと云ふ。要するに鹽化曹達等の植生に對する影響は、其の分量に關するものにして、少量なる時は植物の生活機能を刺戟し、又土壤中の養分の適量を溶出する等の效あるものなり、而して土壤中に存する過量の鹽化曹達等を除去するに有效なる方法は、灌漑水に依りて之を洗ひ去るに在りとす。

3. 苦土の過量に含まるゝこと。土壤中に於ける苦土の量、石灰の量に比して著しく多量なる時は、植物の生育は不良なるを免れず、ロイブ (Loew) 氏の説に據れば、土壤中に於け可給態の石灰と苦土との割合一定なる時に於て、植物の生育は最も良好なり、而して其の割合は植物の種類に依りて一様ならず。苦土を一として計算せる斯かる割合を石灰率 (Lime factor) と呼び、此の石灰率は多くの禾本科植物にては一にして、甘藍及び葱頭は二、蕎麥大豆麥等は三なりと稱せらる。

されば土壤中の苦土に比して石灰の量著しく過量なる時には、苦土化合物を施し、又之に反せる場合には石灰化合物を施用して、其の石灰率を調節することは、或程度まで植物の生育を助長するに必要な處理なりとすべし。

以上の外
備ふべき
要件

學術的
地表的
土質的
沃度を
はする
ない

右の外、**有效なる微生物に富むこと**、**土壤の吸収力強大なること**、**地下水面の深さ適度なること**等は、肥沃なる土壤として具備すべき要件なりとす。従つて以上説述せる此等諸種の條件を備へざるものは、自然瘠薄の土壤なりと知るべきなり。

土壤肥瘠の總括として、次に萬朝報所載の澁谷順吉氏の寄稿に係る、土壤豊饒力の檢定なる一論文を掲ぐることにしぬ。

附 錄 土壤豊饒力の檢定

俗に此の土は肥えて居るとか瘠せて居るとか稱へて居るが、是は一般的話で嚴密に云ふと適當ではない、さりとて嚴密に學術的に土地の肥瘠を表明する尺度は示されて居ない、土地の肥瘠の度と、土壤の豊饒力とか或は生産力とか云ふものは必ずしも一致しないものである。即ち土地の生産力と云ふのは、一定の氣候の下に於て或作物の生産量の比較でなくてはならぬ、されば土地の生産力は、其の土地に於て其の作物を試培してのみ決定せらるべきである、何故なれば作物の生産量と云ふものは、植物の成長量とは必ずしも一致しない、即ち土壤中に栄養料を多く含んで居るならば、外くの場合其の植物の成長は旺盛であるに相違ないが、吾人の要求すべき部分の收量が、必ずしも

植物の養料を多量に含むが豊饒なるか

窒素の含有量は各土壌の差が少し

多いと云ふことは出来ないからである。然し是は餘りに理論的の所説で、多くの場合肥沃なる土壤に於ては作物の生産量多しと見て差支へない。そこで肥沃なる土壤或は豊饒なる土壤とは如何なる條件を具備すべきものであるかとの問題が生ずる。先づ普通の考によると、植物の養料を多量に含んで居れば肥沃と見てよいが、之のみでは無論十分でない、其の他にも多くの條件を考へ得るのである。今一步を譲つて植物の養料に依つて豊饒の度を定めるとしても其處に疑問が生ずる、即ち植物の養料と云ふても其の成分は甚だ雑多で、此等の諸成分を植物の要求する割合に含有することは望み難いことであるから、然らば何の成分を多量に含有するを以て、優れりとなすべきかと云ふのである。

それには吾人が人工的に補給する場合に、最も高價に計上せらるべき成分で、併も植物の生育に重要な役目をする成分と考へるのが至當である。然らば窒素を主眼とするものと云はねばならぬが、此の成分は土壤成分の化學分析に於て、普通其の數値上格段の差異を發見するのは稀なもので、一般の場合には皆近似の數値を示すものである。殊に其の土壤中に於ける窒素の形態でも、有機態の量が多いのであるが、其の有機態にも植物が吸収に容易なるものと、然らざるものとがあつて、此の兩者を分別的に定

土壤分析の數字大なるの價値大ならず

稀薄酸の分析と其の應用

石灰量と他の成分との關係

量することは可成り困難である。

又土壤の分析に理解の少ない人には、彼の土壤の鹽酸浸出物中の磷酸量とか、加里の量とかに就いて云爲することがある、無論此の分析表の上に表はるゝ成分の數字が、無價値であると云ふのではないが、此の數字が作物の生産力と云ふものと、密接の關係を表示せないことは、識者の既に知れるところである。即ち此の熱酸に溶解する礦物成分は、土壤の有する成分の殆ど全量とも稱すべき量で、(珪酸鹽を除く)植物の可給態の成分と云ふものとは、甚だ隔たりがあるのである。

此の點に於て植物の根から稀薄なる酸液が分泌せらるゝと云ふ想定の下に、(實は植物の根から分泌すると云ふのは間違ひらしく、偶、植物の根の汁液が酸であることから考へ出されたい)稀薄酸、枸橼酸或は醋酸鹽酸等の稀薄液で浸出することを考案せられたが、其の浸出量が甚だ微少である爲に、定量誤差も大きく、又浸出量を大ならしむる爲に、土壤の多量を處理せねばならぬから、或る特殊の場合の外は應用することが出来ない。

唯併し此の酸浸出液より定量せらるゝ石灰の量は、或種の判断に重要たり得るのである。それは石灰量の現存絶対量其のもの丈けでなく、或る他の成分との關係に於て

も大切なりとするのである。而して一般的に石灰量の多きは肥沃なりとせらるゝのである。實にヒルガード氏の如きは“A lime Country is a rich Country”とせへ稱へたのである。

彼のひと昔前にロイブ氏に依つて唱導せられた石灰率の問題は、今日では殆ど顧慮せらるゝことなく、又人工培養の場合に於てのその如く、實際の耕地に於ては重大なる問題ではないのであるが、併し或る特殊の場合には全然忘るゝことの出来ない問題であるらしい。

酸性土壌の問題

之に聯關して思ひ出さるゝのは、土壌の反應……酸性土壌と云ふ問題である。こは我が國知名の學者の發見唱導に係るもので、本邦内に其の分布が可成り廣く、所謂不毛地原野と稱せらるゝものゝ如きは大部分此の種の土壌であつたものであるから、一般の農業技術家農家の頭を刺戟し、未墾地問題も本問の研究に依つて解決せらるゝかの觀を呈した、併し之も現在では學術的に興味ある一問題として残さるゝものであつて、實際的問題として一種の領域を占有するに過ぎない様である。

それと云ふのも此の種の酸性土壌と云ふのは、土壌それ自身が酸性反應を呈すると云ふのでなく、一種の中性鹽類溶液の注加によつて、著しく酸性成分を現出すると云ふ

ので、實際に此の種の鹽類を、土壌に多量に注加することはあり得ないことであるし、又水田等で硫酸アンモニヤを用ふることもあり、所謂酸性土壌に遭遇することあるも、可成り強度の場合の外、稻が酸性に堪ふる力強き爲に、殆ど問題となり得なかつた様である。

當時此の種の土壌に石灰加用を推奨せられたが、實際此の酸性中和の爲もあらうが、一方に石灰其の物の添加が、或る種の有效現象を呈したものと考へられる。

脱漏作用による酸性土壌の色と肥瘠

彼の不毛地未墾原野の所謂酸性を呈する事實は顯著であるが、之は一般に岩石の風化の進行に伴ひ、脱漏作用 (Ent Kalkung) の行はるゝ結果であつて、其の極端の例は、我が國に見る様な紅土 (Red earth) である。此處に紅土と云ふことを引用したから、序に土壌の色といふことを考へて見やう、一般に黒っぽい色をした土壌は肥沃さうで、彼の秃けた土地赤松林地の様な赭土は、如何にも瘠せこけて生産力が乏しい様に見える。即ち此の色は實は腐植質の含量に起因するもので、比較的多くの場合正しいのであるが、如何に黒色で腐植質に富んで居ても、其の腐植質の種類により又は他の條件の缺けて居るために、耕作に用ひて不結果のあるを思はねばならぬ。

以上は多く化學的成分の方面に就いて考案したが、耕土を構成せる土粒の大小とか、

は土壤中に
微生物の
多きを
良しとす

土粒の岩
石學的研
究の必要

混合の割合とか云ふ理學的性質研究と、土壤の岩石學的(顯微鏡的研究とが必要である。元來土壤中に多量の微生物の存在することは知られて居つたが、其の微生物の活力の消長が、土壤の豐饒力の上に如何に影響するやと云ふ様なことは、餘り注意せられなかつた。併し能く考へて見ると、土壤に附加せられた種々の有機物でも肥料でも、腐敗分解し變化せなければ植物の利用する所とならぬのであるから、其の變化に關與する微生物主として細菌の活力の輕視すべからざるは勿論である。

又細菌以外の微生物例へばプロトゾアの類とか、或は又絲狀菌とか顯微鏡的綠藻類とかも、甚だ興味あるものと云はねばならぬ。

次に土粒の岩石學的研究であるが、之は岩石顯微鏡の利用に依つて、土壤を構成せる岩石細片の種類、風化の程度等を知り、従つて前記化學分析と相俟つて地力檢定上重要な役目をなすべきである。

之を要するに土壤の豐饒力を定めることは左程單純なものでなく、種々の方面の考察が必要で、一寸素人が考へる様に一二成分の分析に依つて、窺知し得るものではないのである。唯斯道の達人になると或る實驗的知識の片影から類推して、根據ある判斷を與へる場合があるし、又學者ならずとも深き熟練に生きた人は、一見して土地の判斷

を誤らぬ場合もあらうが、生兵法は兎角事を誤り易い。

第十一章 土壤改良

土壤改良
の意義

凡そ土壤は、其の生成の儘にては空氣水分及び温熱等に對する關係宜しきを得たるもの甚だ少く、常に理學的性質に於て缺くる所あるのみならず、其の包含せる化學的成分の量に於ても、作物の需要を充たすに足らざるもの甚だ多し。殊に本邦の土壤は、概して加里に富むも、磷酸及び窒素に缺乏せり。されば施肥に依りて之を補ふは勿論なりと雖も、其の他諸種の方法に基きて理學的性質を改良すると共に、養分の増加を圖り地力の増進を講ぜざるべからず、之を土壤改良と稱す。

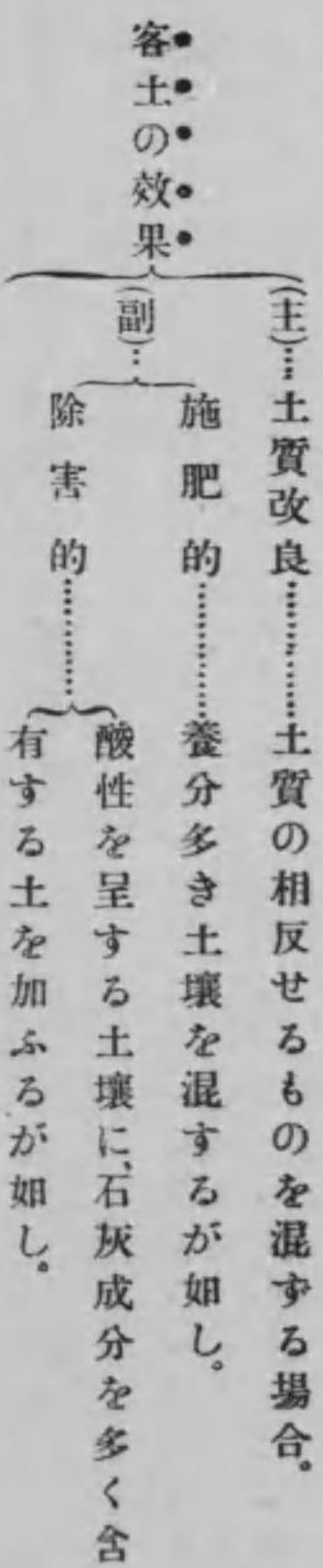
第一節 客土

客土とは異種の土壤を加入して其の土地を改良する法なり。例へば土質粘重なれば之に砂土腐植質土等を混じ、又砂土礫土等の輕鬆なる土壤には粘土を加ふるが如きを云ふ。

元來諸種の土壤中に於て其の最も植物の生育に好適なるものは、種々の物質を含有

客土の意義
及び効果

して一も養分に不足あるなく、且つ其の粒子の精粗適宜に相混じて良好なる状態を保てるものとす。若し夫れ植物の生育不良なるが如きは、養分不足なるにあらずんば、粒子精粗の配合其の宜しきを得ざるに由るか、若くは有害物の存在するに因れるものなり。斯かる土壤の缺點は、能く客土に依りて之を改良することを得べきも、之が主眼の目的は土壤の理學的性質の改良、即ち精粗の混合割合を變じて之を適當の状態に改むるに在りて、化學的性質の改良は偶々之に伴ひて生ずるの結果たるに過ぎざるなり。是、化學的の改良には別に施肥てふ比較的少費多效の良法ありて、敢て客土に依らざるも可なるが故なり。若し夫れ理學的の改良に至りては、施肥も亦一方法たる場合なきにあらざれど、其の效果の大小は決して客土に比すべくもあらざるなり。今客土の效果を表示すれば次の如し。



客土の方

粘土客入法 粘土の客入は、砂土泥炭土等を改良するに用ひらるゝ方法にして之に

は洪水の際沈澱せる泥土下水の泥土等最も適當なり、是、多量の養分を含むが爲なりとす。然れども此等の泥土は、酸性物質を含むことあるものなれば、之を其の儘用ふる時は、或は作物を害するの虞あれば、之を用ふるに先だち能く空氣に曝露し、以て之が酸化を促がすべく、若し之に少量の石灰を混する時は、直ちに酸性を中和し、且つ其の風化作用を促進するの效あり。若し其の土壤の下層に粘土を發見する時は、三四丈を隔つる毎に深溝を穿ち、之を掘取りて、圃面一様に撒布すべし。此の如くする時は、遠隔の地より運搬するに比して費用少きの利あり。

砂土客入法 砂土を客入すべき土壤は、粘土及び腐植質物過多なる土壤なりとす。前者には砂土の外腐植質土及び石灰を客入すべく、後者は砂土の外粘土及び石灰を客入すべし。又砂土客入も粘土客入の場合と等しく、其の下層土を檢し、若し砂質の心土ある時は、之を掘取りて用ふべきなり。

客土を行ふ時季

客土の時季 客土を行ふ時季は、粘土の場合には、秋冬の候之を圃上に撒布し、空氣に曝して崩解せしめ、翌春に至りて能く表土と混すべく、砂土の場合には、便宜の時に混入して可なり。但し其の改良せんとする粘土地は、豫め秋冬に耕起して畦立てし置くべし。是、粘土の固結を解き、十分に混和せしむるに必要の處理なりとす。

客土の注

客土の注意

客土を行ふに就きて注意すべき要點は次の如し。

- (1) 客土を行ふには、主客の兩土を十分に混和せしむるを要す。若し客土の撒布不平均なるか、或は其の混合不完全なる時は、一時生産力を減ずることなきにしもあらず。されば客土の撒布は平等になすべく、且つ成るべく、數回縦横に耕鋤して熟混すべし。
- (2) 混入すべき土壌量は普通には田圃の全面に、約一寸の厚さに積み得る量にて足れども、十分なる客土の效を現はさしめんには、一般に其の二三倍量を以てすべし。客土は主土の1%乃至5%位にして能く改良の望あれば、是客土法を行ふに最も適當せるものなり、而して客土を田圃の面に一寸の厚さに積むものとせば、一段歩に付約五立方坪の土量を要する割合となるものとす。

第二節 沈泥

沈泥の意義及び効果

砂土又は礫土を改良せんとする時若し灌溉の便ありて其の水多くの泥土を含有し、若しくは其の上流に於て適當なる土壌を發見する時は、之を水に混じて流下せしめ、地上に湛へて之を沈澱せしむ、是即ち沈泥法にして其の效果は殆ど客土法に等し畢竟するに沈泥のことたる灌溉にして客土を兼ねたるものなりと云ふべし。

沈泥の方法

彼の洪水の氾濫して淤泥を圃場の面に残し去るや、地力を増すこと大なるの事實は屢、吾人の經驗せる所にして、是實に天然の沈泥たるなり、埃及ナイル河の沿岸の如きは、天然の沈泥に依りて常に地力を増加しつゝありと云ふ。

沈泥の方法 沈泥は河邊の地に行ふに適當なる土壌改良法なり、其の法濁水を圃地に導き暫時の間之を其の圃上に湛へ、以て濁水中の泥土を沈澱せしめ、新たに淤泥の層を作りて後之を表土に混和するに在り、されど沈泥の法は、必ずしも其の濁水を全圃に導入するに限れるにはあらず、圃内の一部に此の法を行ひて後、其の泥土を全圃に擴撒するも可なり、其の法河岸の所々に若干坪の凹所を作り、河水を其の一方の隅より入れて他の一隅より流出せしむれば、流水は此の凹所に入りて其の速力を減ずるが故に、混有せる淤泥を凹所に沈澱し去るべし、此の淤泥を適宜の時に取りて近傍の田圃に撒布する時は、全く無肥料にて作物を栽培し得ること、其の例世に尠しとせざるなり。

第三節 燒土

燒土の意義

燒土とは土壤の表層を燒きて、其の質を改良する方法にして、原野牧場林地等を開墾せんとする際に行はれ、殊に粘重なる土質又は腐植質の過多なる土地に行ふ時は、其の

燒土の利益

利大なり。

燒土の利益 燒土は客土よりも、一般に其の勞力費用少くして、效能却つて大なり、今燒土に依りて得る利益を舉ぐれば次の如し。

- (1) 土質の改良 粘重なる土壤は粘性を減じ腐植質土は腐植質の量を減じ、空氣水分等に對する關係を良好にす。
- (2) 養分の増加 土中の無機成分の一部は、作物の吸収し得べき可給態に變化す。
- (3) 有害物減少 雜草の根及び種子害蟲及び其の卵有害バクテリア等を殺滅する外、遊離酸類、亞酸化物等の有害物を無害物となす。

燒土の方法

燒土の方法 燒土は、晩秋若しくは早春に行ふを良しとす、其の法先づ表土を一二寸の厚さに削り取りて、竹木藁其の他の燃料を堆積したる上に積み、火を點じて徐々に燒くべし、斯くて燒焼將に終らんとするに至れば、其の堆積を壓着して火力を全體に均しく及ぼすべく、圍り、燒焼全く終りたる時は十分冷却せしめたる後、一様に其の灰を全圃に撒布して、他の表土と混和せしむべし。

此の他に、遙を設けて行ふ法あり、即ち深さ二尺許にして、幅三尺長さ二三間の坑を作り、中に燃料を充たし、其の上に乾土の片を覆ひ、又其の上に燃料を置きて、土片を載せ、此

燒土の注意

の如く層積して徐々に燒焼を行ふなり。

燒土の注意 燒土を行ふに就きて注意すべき要點を舉ぐれば次の如し。

- (1) 火力は強きに失せざるを良しとす、若し熱度高きときは、一旦溶解すべき性狀に變ぜる諸成分も、再び溶解し難きものに變ずるなり。例へば可溶性の磷酸鹽類の如きも、強熱に遇ふときは、磷酸鐵、磷酸礬土等の如き溶解し難きものに變ず、然るに熱度適當なれば、斯かる患なきのみならず、泥炭土の如きは、著しく其の性狀を改良して、養分を増加すること多きものなり。
- (2) 燒土の堆積餘り大なるときは、取扱



燒土の解
ふ狀土を行

上に不便多きが故に、一段歩の面積に凡そ十個を設くべく、又其の堆積の内部は成る

植樹の意

べく多くの間隙を生ぜしめ外部は却つて緊密ならしむべし。

第四節 植樹

植樹と稱するも必ずしも樹木を植ふるに限れるにはあらず往々牧草等を栽植することあり即ち圃場に充つべき土地に或年限の間喬木灌木若しくは草類を植ふる置くに在り斯くすれば土壤は次第に改良せられて遂に圃地と爲すに適するに至る但し此の土壤改良の目的の爲には喬木に在りては針葉樹よりも闊葉樹を栽植するを可とし灌木にては、るにしだはぎの類を可とし草類にては、つめくさうまごやしの如き荳草類を良しとす要するに瘠地にては能く成長し而も深根にして落葉の多きものを最も適當とす。

植樹の效果

植樹の效果 右の如き植物を栽植し置く時は其の成長の間は地面を蔽ひて風雨の爲に土地の養分を失ふことを減じ其の根は深處より養分を吸収し落葉は漸くに表土に物質を添加して次第に其の土壤を膏腴ならしめ加之根の蔓延は器械的に墾土を膨軟ならしむべく又其の根並に葉の腐朽物は砂土を重密ならしめて共に土壤の理學的性質を改良するの效ありされば植樹は休閒に比すれば土壤改良の效果頗る大なる

ものなり。

植樹の方法

植樹は前述の如き效果あるが故に新たに瘠地を開墾して圃場と爲さんとする場合には此の方法を用ふるもの甚だ多し而かも此の法は又一旦圃地となして其の地力の衰耗したるを恢復するに用ふるも可なり現今尙山間にして人烟稀疎なる土地にては、切替畑と稱して此の方法を用ふるものあり即ち無肥料にて作物を栽培し、地力衰耗して生産減少する時は之に樹木を栽植して森林(多くはならくぬぎ等の矮林)となし若干年の後其の樹木を伐採して再び圃地となし交互に樹木と作物とを栽植するもの是なり要するに切替畑は極めて粗放の農法たるを免れざるものなり。

第五節 排水

地下水及び排水

一般に土壤の下層には粘土の如き能く水を通ぜざる層ありて雨水の一部は地下に沈み此の層に至りて止まるものなり而して此の地下に停滞せる水を地下水と云ふ地下水は地面下四尺以内には在る時は、多くの作物は生育良好ならず。禾本科作物の如きは其の根地中に入ること淺きものなれども能く一二五米の深さに達し、小麦の如き二二米に達したる實例ありと云ふ。

地下水次第に上昇して既に地面に至れば土地は沼澤の如く變じ作物の生育を害す、斯くの如く作物の生育上に害を及ぼす餘分の水を總て悪水と稱し之を排除するの方法を排水と云ふ。

一、排水の方法

排水法に次の二種あり。

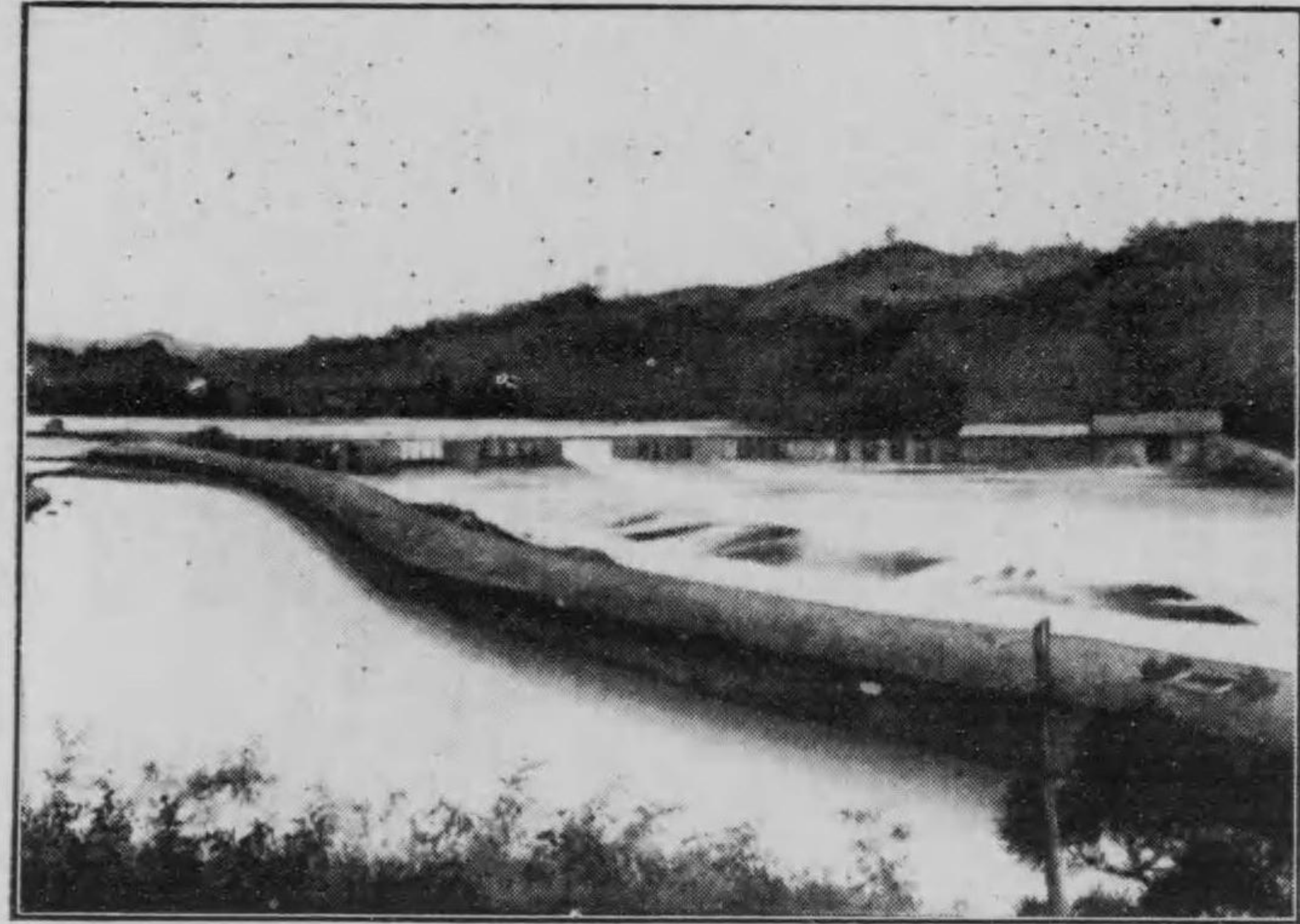
(一) 明渠排水

(二) 暗渠排水

明渠排水とは溝を地面に穿ちて悪水を流すを云ひ、暗渠排水とは地下に悪水を通ずる路を設けて排水するものを云ふ。此の二種の利害得失を考ふるに、明渠排水法は暗渠排水法に比して次の如き不利あり。

- (1) 徒に地積を費すこと。
- (2) 修理の爲に毎年少からざる勞費を要す。
- (3) 耕耘上の不便あること。
- (4) 肥料の流失多きこと。
- (5) 害蟲害菌及び雜草を蕃殖せしめ易き虞あり。

明渠排水の不利



(水用治明川作矢縣知愛) 堰水分の水用溉灌



(田水園灣松島鍋京東) 事工設埋の管土水排

明渠排水法

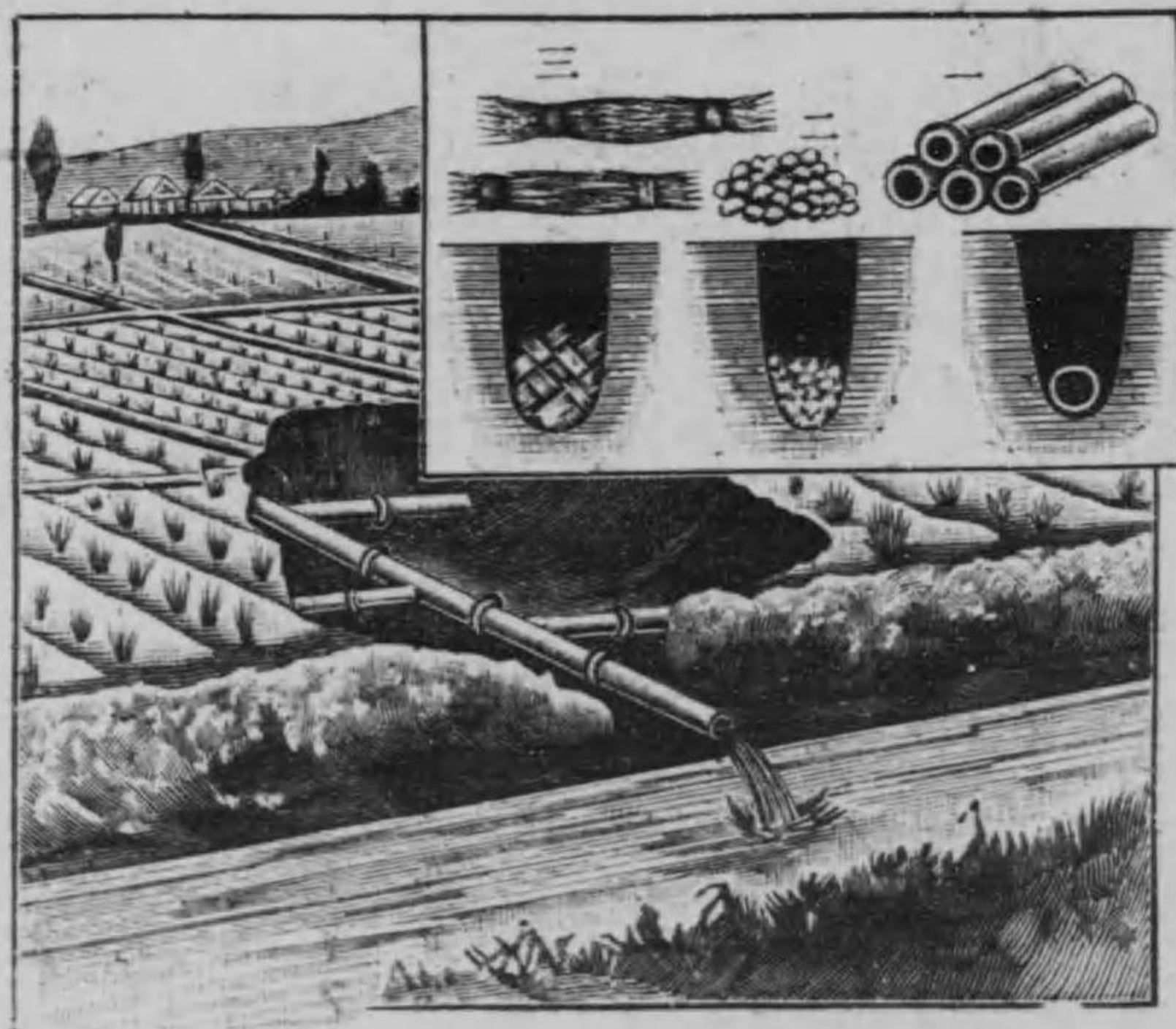
暗渠排水法

一、暗渠排水法
二、土管排水法
三、石管排水法

簡易暗渠排水法

(甲) 明渠排水法

明渠排水法は濕地を改良して田圃とする如き場合に適し又草地に於ける排水の如き或は林地に於ける排水の如き少許の費用にて排水するを要するの場合に於て而も地價低廉にして地積を費すこと多きも敢て意とするに足らざる時は此の法に依るべし。



(乙) 暗渠排水法

暗渠排水法に次の二種あり。

(1) 簡易暗渠排水法

(2) 完全暗渠排水法

簡易暗渠排水法とは礫木石等を以て設くるものにして完全暗渠排水法とは土管を以てするものなり。

簡易暗渠排水法 此の法の最も簡單なるは地を掘り開き其の溝底に八寸乃至一

完全暗渠排水法

尺の厚さに石礫を積み上に芝土又は藁稈の類を敷き土を覆ふものなり、石礫は其の大きなるものを下に小なるものを上に積むを法とす、土質軟かにして石礫の重さに堪へ難き時は、亀朶を以てす、亀朶は直径六七寸乃至一尺の束とし、三本を溝底に埋むるものなり、又木の丸太或は竹を以てすることあり、丸太は生松を可とす、直径二三寸のものなる時は、數本を溝底に横たへ、其の上に砂利を置くべし、されど此等の暗渠は、次第に土砂が孔隙を塞ぎ遂に排水力を失ふに至る虞あるものなり。

完全暗渠排水法 此の法は素焼の土管を用ひ、其の直径の大小に依りて吸水管及び集水管に區別す、吸水管は直接悪水を吸収する小土管にして、通常直径五センチメートル以下の土管なり、集水管は吸水管の水を集めて流去せしむるものにして、直径六五センチメートル以上の土管を用ふ、土管の長さは五〇センチメートル位のものを普通とす、地下水が土管内に吸収せらるゝは、一に其の土管接續の罅隙を通過するものなるが故に、周囲の壁よりも多少滲入するものあるべしと雖も、こは微量にして論ずるに足らず、罅隙は小なるべからざるに似たれども、實際は反て密に突き合せられたるを良しとす、其の能く密接したるものに於ても、水の吸収には毫も差支なく、二十管の續目に存する罅隙の面積は總計殆ど其の土管の孔の横斷面積に等しと云ふ、土管排水は簡易

暗渠の敷設

暗渠排水法に比し、效力完全に且つ保存年限長き利ありて、暗渠排水法の最も進歩したるものなり。

暗渠の敷設 暗渠を敷設せんに、先づ其の土地を精密に測量して溝を穿つべし、之を穿つには其の大なる部分即ち排水口より始めて漸次源に達すべく、土管を埋むる順序は之と反對になすべし、其の他尙注意すべき事項を擧ぐれば次の如し。

暗渠の深さ 排水の目的は、地下水面を作物の生育に適する深さに迄下すに在り、されば暗渠の深さは此の目的を達し得る程度をなすべきべからず、通例四尺内外を適當とす。

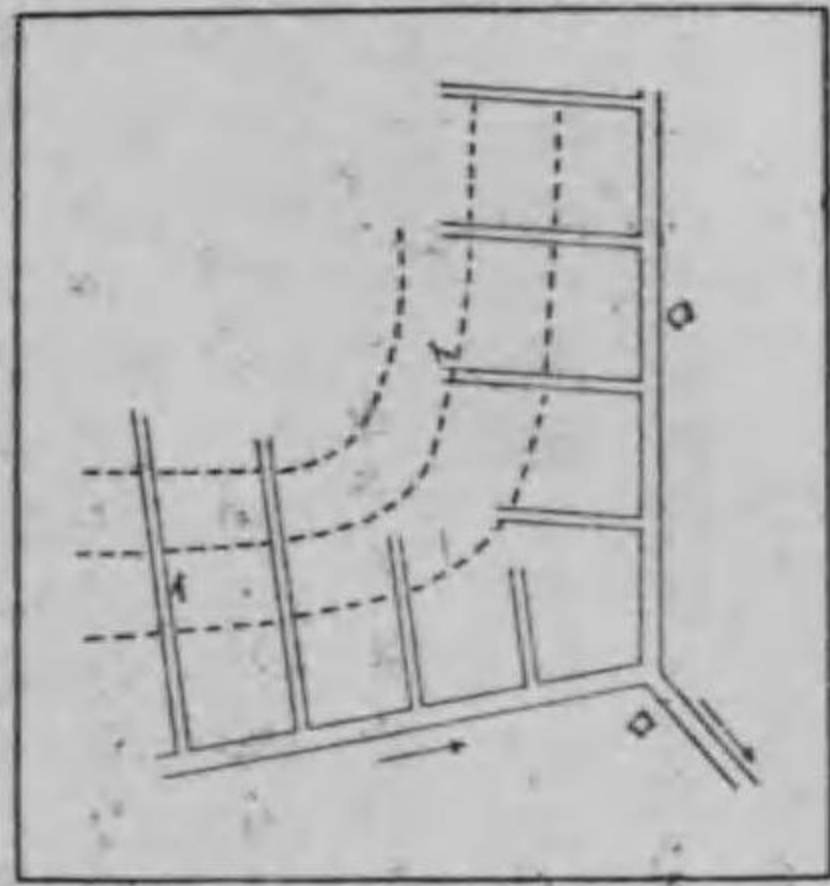
暗渠の距離 暗渠配置の距離は深さ四尺なる時は三間乃至五間以内とし、一渠の長さは六十間以内に止むるを可とす、而して渠は少くも百尺に付き二寸四分の勾配あることを要す。

暗渠配置法 暗渠の配置法は常に土地の勾配に沿うて平行に配置するを法とす、然る時は渠の吸水作用が兩側に於て平行に行はれ、且つ渠に最大勾配を與ふるの利あり、而して地下水を吸収せしむべき支渠には小管を用ひ、吸収したる水を集めて排泄すべき幹渠には大管を用ふ、前者を吸水管と云ひ、後者を集水管と稱すること前述の如し。

機械力に依る排水法

機械力に依る排水法 自然の地形を利用して水を低きに流れ去らしむるは簡易にして有効なる法なれども、土地水面より低くして、機械力に依らざれば到底水を排除し得ざることあり例へば和蘭に於ける埋立地の如き、北米、シシッピーの三角洲中の低地の如き、皆機械力に依りて始めて排水をなし、又ボート河の沿岸六十萬英畝の土地は、

圖解
1. 吸水管
2. 排水管



現今機械力に依りて排水しつゝありと云ふ、本邦に於ても利根川、信濃川、木曾川沿岸の地など、機械力を用ひて排水すべき土地少しとせず、又現に排水しつゝあるものあり。排水に應用せらるゝ機械力の主なる装置は、風車及び動力唧筒なり、而して我が國の如き風の方向及び其の強弱一定せざる所に在りては、風車は不適當なり、之に反して汽力或は電力唧筒は其の利用の範圍廣汎にして且つ有効なるが故に近年歐米諸國にては、天然の地形を利用して排水し得べき所にても、尙之を使用するもの多きに至れり、蓋し之を採用するの得失は、一に費用の如何に屬す。

二、排水の効果

地下水面の高きに過ぐる田圃に作物を栽培するは、恰も底孔無き植木鉢に、植木して、

時々灌水するが如し、植木鉢に底孔を設くるの必要あるを知らば、何人も亦排水法を施すの必要なることを了知するを得べし。

今排水を行ふに依りて、如何なる効果あるかを詳述せん、に、奥國の學者ヴィンセント氏は實に次の十一箇條を挙げたり。

- (一) 土地の處分に凝滞なからしむ。卑濕の土地殊に壤土質の濕地は、軟泥脚を没して人畜共に働く能はざること多く、爲に適當に土地を處分すること能はずと雖も、排水して之を乾地となす時は、自在に仕事をなすを得て、處分に凝滞の患なからしむ。
- (二) 適當の期節に耕鋤することを得。埴土地及び壇土地の如きは、雨後融雪後等に於て直ちに耕鋤すること能はず、爲に播種移植等の時期を失ふこと多し、然るに排水は能く此の不都合を除去し、随つて作物の栽培期日を増加するに依り、生産に従ふの日子を長くするの益あり。
- (三) 耕鋤を容易にして其の勞費を減す。濕地は其の乾燥せる時に於ても耕鋤に勞多く、且つ其の乾燥するを待ちて耕さんとすれば、一時に勞力を集めざるべからざるが故に、平素之に應ずるが爲に餘分の器具家畜等を備ふるを要し、人夫も亦豫め多く之を準備せざるべからず、其の徒費決して少しとなさず、加之後日降雨に際し作物に被害

排水の効果

なからしめんが爲には畦溝を深くして高畦の上に作物を栽培せざるべからず是營に土地の小面積のみを利用するの不經濟たるに止まらずして此の如き整地は、平作りを爲すものと其の勞費同日の談にあらず、今排水して乾地とすれば能く此の勞費を減ずることを得べし。

(四) 土地を清潔ならしむ。濕地には自ら濕地を好める雜草繁茂して之を除去するに多くの勞力を要すべく、且つ害菌害蟲共に蕃殖し易くして、作物の生育を害すること多し、排水すれば全く此の患を減ず。

(五) 表土を深からしむ。排水を行ふ時は、空氣深く土中に入りて風化の作用を遅うし、土壌を破碎分解するの結果恰も深耕を行ひたるが如し、且つ排水を行ふ時は深耕をなすに容易なるが故に、耕作者自然に深耕をなすに至り、作物も亦其の根を下すこと深くして、漸次に表土即ち作土を深くするに至るものなり。

(六) 作物の生育を速かにす。濕地は低温なるが故に、作物の發生成長及び成熟を遅からしむ、然るに排水する時は其の患を除去す。

(七) 土地を完全ならしむ。濕地は作物其の根を下すこと淺く、莖稈爲に強大なるを得ず、早時には深處より水を吸ひ上ぐるに能はずして枯死し、寒冷の候には又霜柱の爲

に扛起せられて枯死するに至るもの多く、大雨に際しては表土洗ひ去られて甚しく其の地の豐饒力を減ずることあり、總て濕地は少しの障害にても、作物をして容易に其の影響を受けしむる患あれども、排水は能く此の患を除くものなり。

(八) 土壤の温度を高からしむ。排水の結果は其の土壤の温度を高むること著し、而して其の温度を高むるの度は、土地の事情に依りて差異あるべしと雖も、攝氏の五度半を高めたるを實驗せしものあり。されば排水は恰も緯度一度を移すが如しと云ふ。一般に排水せる時は、春は早くより秋は遅く迄作付をなすことを得るものとす。

(九) 土中に有害物なからしむ。土中に存する水量多きに過ぐる時は、土粒の孔隙水の爲に填充せらるるが故に、空氣に缺乏を來して遊離酸素の供給十分ならざるが爲に、作物の根は呼吸作用を妨げられ、其の活動不完全なるのみならず、往々土壤の成分に酸化作用起らずして、還元作用起り、酸化物は亞酸化物と成り、硫酸鹽類は鹼化物と成り、而して此等の亞酸化物、硫化物等の如き低級の酸化物は、作物の生育を害する虞あるものなり。されば排水に依りて過剰の水を除去することは、土中に有害物の發生を防止するに肝要の處理なりとす。

(一〇) 肥料の效能を完からしむ。肥料は多く土中に於て化學的變化を起し、或は細菌の

作用を受けたる後始めて作物に吸収せらるゝものなり、而して此等の變化を起すに必要なるものは空氣なるが故に、空氣に缺乏せる濕地にては肥料其の效を完うすること能はず、且つ濕地に於ては作物其の根を下すこと淺きが故に、下層に降りたる肥料は殆ど之を吸上すること能はざるも、排水は能く此等の不利を除去するの效あるものなり。

(一) 作物の收量を増加し品質を良好にす。凡そ土壤濕潤なるときは空氣も亦濕潤にして蒸發盛なるを得ず、養分の運行を妨げらる、又養分既に充實せる後は乾燥に依り始めて成熟を完うするものなるも、土壤の過濕は之を妨ぐるものなるを以て、排水の必要なることを知るべし。要するに以上説述せし幾多排水の效果は相伴ふて以て作物の收量を増加し品質を良好ならしむるに至るものなり。

水田の排水 排水は獨り畑地に必要なるのみならず、水田に施しても其の效果著大なるものなり、何となれば由來稻は水草にあらざるを以て、徒に水の停滯するを好まず、水田の排水を自由にし、惡水を除き去る時は、能く空氣を土中に導きて地温を高め生育を良好ならしむるのみならず、其の成熟するに當りては田面を適宜に乾燥せしむることを得るものにして、稻作の後更に他の作物を栽培するを得べし、即ち水田の裏作是

なり、蓋し地温の高低は作物の播種及び成熟の遲速に關するが故に、排水に依りて地温を高むる時は、東北寒冷の地方にても尙能く二毛作を行ふを得べし、假令二毛作を行ふに至らずとも、稻作は之が爲に一層の豊穰を致すこと疑ふべからず、水田に排水の設備を爲すは當今の一要務なりと云ふべし。

第二編 植物生理

第一章 植物體を構成する物質

植物生理の一斑に通せんには、先づ植物體を構成する物質の何たるやを知らざるべからず、凡そ植物體中に最も多く含有せらるる物質は水にして、其の量は植物の種類によりて異なるのみならず同一植物に在りても其の體の部分等によりて一様ならざるものなり。次に農作物の含水量を示さん。

| 農作物の含水量 | | 作物 | |
|---------|--------|-------|--------|
| 作物 | 含水量(%) | 作物 | 含水量(%) |
| 苹果 | 八二・二 | 苜蓿 | 九〇・九 |
| 玉蜀黍種實 | 一〇・九 | 玉蜀黍葉莖 | 七九・八 |
| 胡瓜 | 九六・〇 | 葱頭 | 八七・六 |
| 馬鈴薯 | 七八・六 | 甘藷 | 七一・一 |
| 南瓜 | 七三・四 | 米 | 一二・六 |

植物體を攝氏百度に於て乾燥するときはその水分を去ることを得、其の水分を去りたるものを固形物(Dry matter)と云ふ。此の固形物を酸素の供給を十分に於て燃焼する

有機物と無機物の區別

ときは、大部分は氣體と成りて飛散するも一部は灰分と成りて残留す、即ち前者を有機物と呼び後者を無機物と稱す。

有機物と無機物との區別 元來有機物とは、有機體即ち動植物の生活力に依りて生成する物質にして、此の生活力に依らざれば生成せられざるものとして名けたるなり、即ち蛋白質澱粉砂糖尿素等の如きものは、到底人工的に作り出すこと能はざるものとして、此の如き物質に與へたるの名稱なりとす。然るに西曆千八百二十八年に於てウエーラー(Wöhler)氏が其の實驗に於て、偶然にも尿素の人工的に生成し得べきことを發明せしより、今日にては蛋白質を除くの外は大抵之を製出し得るに至れり。茲に於てか有機物てふ名稱は甚だ不合理となれり、されば今日にては一般の化學者は、有機物とは炭素の化合物中に於て、其の分子の構成複雑なるものを稱するものとして、之に關する化學を有機化學と呼び炭素 C 、一酸化炭素 CO 及び炭酸 CO_2 を除くの外、炭素の化合物は皆悉く有機化學に於て論ずるを常とす。之に依りて觀れば有機物無機物の區別は、明確を缺くものありと云はざるべからず。

我が農藝化學に於ては炭素の化合物にて燃ゆべきものを稱して有機物と云ひ燃えざるものを無機物と稱す。此の定義に従ふときは決して區別上に不明の點あるこ

となし、されば炭酸は素より無機物に属すべしと雖も、一酸化炭素及び軽炭化水素 CH_4 の如きは、其の構造式の簡單なるにも係はらず、其の可燃物質なるが故に之を有機物となすなり。

第一節 植物體を構成する有機物

植物體を構成する有機物は之を大別して無窒素有機物及び含窒素有機物の二とす、以下逐次之を説述すべし。

其の一 無窒素有機物

無窒素有機物の種類

總て無窒素有機物は炭素酸素の二原素より成るものあり、或は炭素酸素水素の三原素より成るものありて其の種類頗る多しと雖も、植物體中に含有せらるゝ主なるものは次の如し。

- 一 炭水化物
- 二 脂油
- 三 蠟
- 四 樹脂及び樹膠
- 五 芳香油
- 六 色素

炭水化物の解

七 單寧

八 有機酸

(一) 炭水化物 此の物は植物體中に廣く分布し、且つ貯藏物質として重要なものにして炭素酸素水素の三原素より成り、其の酸素と水素とは水 H_2O を組成する割合に化合し、之が炭素と化合するが如き状態をなすが故に、炭水化物或は含水炭素と稱する所になり。

炭水化物は種類頗る多きも、皆無色無臭中性にして乾燥すれば白粉狀をなし、之を熱すれば褐色と成り、後黒色と成り遂に分解して炭酸と水とを生ず、本書に於ては便宜上澱粉屬、葡萄糖屬及び甘蔗糖屬に區別して説述すべし。

(甲) 澱粉屬 之に屬するものは $C_6H_{10}O_5$ の符號を有し、澱粉糊精細胞膜質及びイヌリンの如きは其の主要なるものとす。

(イ) 澱粉 非結晶性の物質にして大抵の植物體中に存せざることなし、而して細胞内に在りては常に小粒狀をなせり、其の特に多量に存在するは種實塊莖塊根等にして、例へば米の如き馬鈴薯の如きは殆ど全體澱粉によりて充滿せらるゝと稱するも可なり、粒子の大小及び形狀は植物によりて一樣ならざれども、一般に其の面に層狀を見る、こは含有水の分布に差あるに因るが如し、何となれば之を酒精中に投ずれば水

澱粉の性質及び所在

馬蹄粉の解糖内細胞粉



分の吸出せらるゝによりて其の層紋を消失すればなり、澱粉粒は水を含むこと凡そ二割位にして其の比重は一五乃至一六なり、澱粉は之を水と共に熱すれば漸くに膨大し其の外層破壊して遂に糊と成る、而して之を乾燥すれば塊状をなし、再び水と共に熱するも膨大せず、又糊は一旦氷結せしむる時は大いに性質を變するものにして、恰も海綿様のものと成り、之を水と共に熱するも再び糊を生ぜざるものなり、多量の水と共に澱粉を熱すれば全く溶解せるが如き觀ありて且つ能く濾紙を通過すと雖も、此の物は決して動植物の膜を通過すること能はず、故に澱粉は熱湯によりて眞正の溶液たらしむること能はざるものとす。

澱粉は沃度に遇へば著しき反應を呈するも、糯米黍(モチキビ)稗(モチアハ)等の澱粉は沃度に遇ひて赤紫色を呈す、こは眞の澱粉にあらずして「アミロ、デキストリン」なるが故なり。

澱粉は稀酸類と煮沸すれば漸くに溶解して糊精と成り、遂に葡萄糖に變化す、又澱粉は酵母によりて麥芽糖と成り、葡萄糖に變化す、而して四十五度乃至五十五度の温

度に於て最も盛なるものにして之を糖化作用と稱す。

(ロ)糊精 (デキストリン)一に英國ゴムの稱あり、無色可溶性の物質にして澱粉糖化の際に生ずるところの中間生成物なり、植物體中に存すること多からざるものにして、唯澱粉に富みたる種子の發芽する場合に存するを見る、是酵母「チアスタース」の作用に依りて澱粉より變化せしものなり。

(ハ)細胞膜質(セルロース) 一に植物纖維素と稱す、單に纖維素と稱することあれども、動物の纖維素即ち「ファイブリン」と混じり易き恐あり、細胞膜を構成せる物質にして、如何なる植物も此の物質の多量を存せざるなし、されど亦何れの細胞膜に在りても、純粹の植物纖維素より成るものあらずして「ペクチン」質物を混す、綿及び亞麻の纖維並に根菜果實の柔組織の細胞膜は此の物質より成るものとす、細胞膜は細胞の發育するに従ひ其の分子間に種々の物質を蓄積して其の性質に變化を及ぼす、即ち「ハイドロマル」を稱する化合物を貯ふれば木質を生じ、又細胞膜に弾力性に富みたる角皮質を生ずるときは角皮と成り、水の滲入滲出を許さず、又栓質を貯ふれば栓皮と成り、細胞膜質は褐色を呈し、弾力を帯び引伸し易く成り、殆ど水を透さざるに至る、又、葉樹の葉及び木質部の如く、細胞膜内に脂質の加入するものあり、又李類の如く、其の細

糊精の生成

細胞膜質の生成及び性質

胞膜變化してゴムを生ずるものあり、或は亞麻種子の如く細胞膜糊化して水を吸収するときは著しく膨大するものあり。

細胞膜質は結晶せず又水アルコール「イーサー」等に溶解せざるものなり然れども強硫酸に溶解し之を稀薄にして煮沸すれば糊精及び葡萄糖に變化す、又細胞膜質の硝酸化合物は所謂火綿にして爆發劑に用ふるもの是なり、此の火綿を「イーサー」及び「アルコール」の混液に溶解せしものを「コロデオイン」とす、彼の人造絹絲は此の「コロデオイン」より製したるものなり。

(一) イヌリン 此の物は澱粉細胞膜質等の如く廣く植物界に分布するものにあらずして、或る種の植物即ち牛蒡天竺牡丹其の他の菊科植物の地中器管中に存在する一種の澱粉なり「イヌリン」は容易に温水に溶解し沃度によりて黄色を呈す又アルコールに遇へば凝結して球狀の晶形をなし稀酸類と共に煮沸すれば果糖を生ず。
(二) 葡萄糖屬 此の類は $C_6H_{12}O_6$ の符號を有するものにして、葡萄糖及び果糖は其の主要なるものなり。

(イ) 葡萄糖 可溶性又は結晶性の物質にして、少量には廣く植物體の汁液中に存するも、葡萄、苹果、櫻桃、梨其の他甘味ある果實の中には多量に含有せらる即ち次の如し。

| | |
|-------------|--------|
| 葡 萄 | 二〇—三〇% |
| 成 熟 せ る 苹 果 | 七—一〇% |
| 櫻 桃 | 九—一〇% |

葡萄糖の溶液は分極光線を右轉する性あるが故に一に右轉糖の稱あり、此の物は甘味強からざるが故に菓子製造の原料等には用ひざるも、酵母の作用を受くれば容易に酒精と炭酸とを生ずるにより酒類の製造に供せらる、又還元力強きが故に盛に染工料に使用せらる。

マンノース 葡萄糖と密接の關係を有するものにして其の化學的構造は全く同一なり、此の物は菴藷の莖葉中に少量に存在し、又橙皮其の他一二の植物の種實中にも含有せらると云ふ。

(ロ) 果糖 此の物は葡萄糖に隨伴して凡ての甘味ある果實中に存し、又蜂蜜中にも存在す、葡萄糖に比すれば結晶し難く、又分極光線を左轉するの性あり故に左轉糖と稱す、甘味は略、甘蔗糖に等し、「イヌリン」及び甘蔗糖を稀酸類と共に煮沸して製することを得べし。

(丙) 甘蔗糖屬 此の類は $C_6H_{10}O_5$ の符號を有す、之に屬する主要なるものは甘蔗糖、麥

果糖の所在及び性質

甘蔗糖の所在及び性質

芽糖及び乳糖等なり。

(イ) 甘蔗糖 單に蔗糖とも稱し甘蔗甜菜蘆粟玉蜀黍及び糖槭等の汁液中に存する事多く、其の他少量には大抵の植物體に含有せらる。水には溶解し易けれども酒精には溶解し難し、葡萄糖と同じく分極光線を右轉するの性あり、稀酸類と共に煮沸すれば、水の一分子を取りて葡萄糖と果糖とを生ずること、 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ の如し、甘蔗糖は酵母の作用により直ちに醗酵して酒精を生ぜずと雖も、一旦先づ葡萄糖と果糖とに變化し、然る後に酒精を生ず。

麥芽糖の生成及び性質

(ロ) 麥芽糖 麥芽中に存在し澱粉より化生せられたる物なり、麥芽の多少甘味を有するは主として此の物の存在に因るものとす、此の糖は麥芽の酵母ヂアスタース〔唾液の酵母、ブチアリン麴の酵母、インバーテース等〕によりて澱粉より生ずるものにして、澱粉に富みたる種子の發芽する際に生ずること多し、飴の甘味は専ら此の糖に歸すべきものにして、其の味の甘蔗糖より淡きは人の能く知るところなり。

麥芽糖は澱粉より化生せらるゝものなれども、少量には遊離して植物體中に存す、大豆中には甘蔗糖と共に少量の麥芽糖を含み、金蓮花の莖中にも亦存在すと云ふ。

乳糖の性質

(ハ) 乳糖 此の物は哺乳動物の乳汁中に存在すれども、植物體中には含有せらるゝこ

脂肪は脂肪酸とグリセリンとより成る

と少し、甘味に乏しく稀酸類と共に煮沸すれば、葡萄糖と、ガラクトースとを生ず。

(ニ) 脂肪 俗に「アブラ」と稱するものには、常温度に於て固體なるものあり、液體なるものあり、而して其の固體なるを脂肪〔(一)〕と稱し、液體なるを油若くは脂油〔(二)〕と稱す、此等は共に脂肪酸と稱する有機酸と、グリセリンとの化合物なり、脂肪及び脂油を構成する脂肪酸には種々あれども、次の三種を主なる物とす。

- Ⅰ. パルミチン酸 $(C_{16}H_{33}O_2)$
- Ⅱ. ステアリン酸 $(C_{18}H_{35}O_2)$
- Ⅲ. オレイン酸 $(C_{17}H_{33}O_2)$

此等脂肪酸とグリセリンとの化合物の名稱は次の如し。

- Ⅰ. パルミチン $C_{15}H_{31}(C_{16}H_{33}CO_2)$
- Ⅱ. ステアリン $C_{17}H_{33}(C_{18}H_{35}CO_2)$
- Ⅲ. オレイン $C_{17}H_{33}(C_{17}H_{33}CO_2)$

右の「パルミチン」及び「ステアリン」は常温度にありては固體をなし、「オレイン」は液體をなし、脂肪及び脂油は多く此の三者の混合物にして、「オレイン」を多く含めば脂油と成り、「パルミチン」「ステアリン」を多量に含むときは脂肪と成る。