

月下旬に於て一回其以後約十日置に総て四回の撒布をなせば殆んど被害なきまでに豫防し得らるゝは余の實驗する所なり此の撒布期は岡山縣内は略同じか

るべきも地方によりては多少の差あること當然なりと信ず唯撒布の時季と方法等研究せられんことを望む  
(大正八年十二月)

## 土 壤 の 肥 瘠

(一)

農學博士 大 杉 繁

### 緒 言

土壤の肥瘠に就て講演するに先だち本問題の意味に就て一言するの要ある可し本題の意味を實用的立場より解釋すれば或る土壤に或る作物を栽培したる場合の收穫物の多寡は即ち其土壤の肥瘠を表すものと云ひ得可きも收穫物の多寡は單に土壤の良否にのみ關係せず作物の生育に關係ある總ての事項の良否に支配せらるゝものなり従て土壤其物の良否のみが即ち收穫物の多寡を來す原因と考ふる事能はざる場合ある可し或は之等外界の事情を同一として考ふる場合に於ても作物の種類を異にする場合又土壤の作物に對する影響は必ずしも同一ならず元より總ての事

情如何なる作物を栽培したる場合に於ける土壤の肥瘠に就て信用す可き研究成績を擧ぐる事は土壤學攻究の最終目的には相違なきも研究事項極めて錯雜し少くとも今日の進歩の程度にては頗る困難なる問題なる可し然れども以下論述する所必ずしも實際問題に觸れざるに非ず或は之れに觸れ或は之れと全く相離れ極めて漠然たる意味に於て論述するの止なきなり従て以下記述する事項の中或は研究の資料として或は實際栽培の事に當るに際し多少の參考とするに足るものあらば演者の満足する所とす若し其れ他日研究の後眞に實用するに足るの成績を擧げん事は演者終生の目的とす

以上の意味に於て土壤の肥瘠を論ずるに當り其方法は種々の方法ある可きも演者は先づ次の四項に就て作物生育に及ばず關係の主要を述べ或は先人の成績を記載し之れを批評し又は演者の實驗成績を附加して以て土壤肥瘠の如何なるものなるかの主要を記さんぞす

- 第一項 土壤の化學的成分の關係
- 第二項 土壤の理學的成分の關係
- 第三項 土壤の細菌の關係
- 第四項 土壤中の有害物の關係

## 第一項 土壤の化學的成分の關係

即ち土壤中の作物に必要な養分と作物生育の關係なり問題に入るに先だち作物或は植物の營養分に就て記載するの必要ある可し植物の營養分に就て注意するに至れるは蓋し西紀一六〇〇の年代以後の事なる可し即ち始めてヘルモント氏は水を以て植物の營養なりとし定量の土砂に柳を栽培し單に水を供給するのみにて二年の後柳は其重量を増加せしに砂は其重量を減少せざる事を實驗せりボイル氏も亦大體同

様(植物は異にす)の實驗を試みたる結果結論して云はく水より鹽類「スビリット」油等生成せられ以て植物の營養となる可しとなせり

西紀一六五〇年「グラウバー氏」は硝石を以て植物の營養物なりとなす假説を提出し肥料の價值及び土壤の肥瘠は全く右硝石の存在に依りて支配せらるゝものとなせり

「クーベル氏」は腐植質中に含有せらるゝ一種の物質を以て營養物となし

「ペールハーグ氏」は植物は土壤の汁液を吸収して自己の營養物となすと考へ右汁液を以て動物體及植物體の腐朽せるものより生ずと考へたり

以上の如き論戰の間に農業の實際的方面は著しき進歩をなし西紀一七三〇年ゼスロー、タール氏耕耘の作物生育上缺く可らざる事を強説し土壤の微粒を以て植物の營養に必須の物質なる事を主張せり西紀一七五〇時代以後作物營養に關する立論舊觀を改めアリサー、ヤング氏は植物の營養物を以て一つの物質に歸する從來の諸説を難じ種々實地栽培試験の結果空氣、水、土粒、種々の鹽類、脂油及火熱等何れも生育に必須のものとし營養問題の決定に關し植木鉢試

驗及植物體の分析の必要なるを強説せり西紀一七七一  
年ダリストレー氏は植物は空氣を清淨にし動物は  
之れを不潔にする働ある事を發見せりインゲンハウ  
ツ氏は光線の存在に於てのみ植物が空氣を清淨にな  
す働ありて暗所にては其働き動物の場合と同様なる  
事を發見せり西紀一八〇〇年代に至りソーシウル氏  
の定量的試験法發見に依り植物營養に關する研究は  
長足の進歩をなせり即ち氏は植物の呼吸及炭酸瓦斯  
の同化せらるゝに就き定量的解決をなし更に植物體  
の灰分に就ても亦有力なる成績を挙げたりデービー  
氏はソーシウル氏の如く植物が炭素を盡く空氣中よ  
り攝取するものとせずして寧ろ一般には植物は炭素  
を地中より吸收すとなし脂油、油煙等の効果を以て  
其炭素の含有量高きに依るとせり  
ペルチエリウス氏は又同様に植物は其炭素を土壤中  
の腐植質より吸收すとせり

西紀一八三四年「ブッサンゴー氏」は栽培試験及定量  
分析の方法に依り輪栽の影響に就て詳密なる攻究を  
試み「ズブレンデル」氏は植物體内の無機分に就て研  
究して體内の無機分の植物生育に必要な可きを推  
定せり

西紀一八三八年「シュグユラー氏」始めて土壤の物理  
的方面に就て研究を試みたれども殊に記載するの新  
發見を得ざりき

然れども西紀一八四〇年「リービッヒ」氏名著「農學  
及生理學に應用したる化學」を發表するに至りて従  
來の學界に甚大なる變動をもたせり氏は腐植質を  
以て炭素の給源となす從來の學説を打破して植物は  
只其炭素を空氣中の炭酸瓦斯より攝取するものとし  
て更に水素及酸素は水より窒素は「アンモニヤ」より  
攝取すとなし又礦物質物の營養に缺ぐ可らざるを力  
説せり然れども氏は窒素の給源を以て空氣中の「ア  
ンモニヤ」にて充分なりとし肥料としては單に「アル  
カリ」及磷酸鹽を供給するを以て足れりとなせる  
は蓋し餘りに礦物質に重きを置き過ぎし結果にして  
ロース氏及ギルベルト氏等（一八四七—一八五五）の  
詳細なる栽培試験の結果遂に窒素肥料の必要を承認  
するの止むなきに至りたれども蓋し氏の礦物質説は  
近時植物生理化學及施肥上の根底をなすものにし  
て其效績の威大なる事論を用ひず氏は所謂「リービ  
ヒ」氏最少率を發見し養分の場合に於ては種々の養  
分中一成分にして不足せんか他成分は如何に存在す

るも植物は順等なる生育をなす事能はずとせり此事は養分に就てのみならず苟くも植物生育に關係ある總ての事項は皆同様の關係あるものにて即ち植物の生育は種々の關係要素の中最少量に存在する部分に支配せらるゝものなるを發見せり後「ウオルフ氏」は種々の營養分の中特種のものはその一部分は他の成分に依り代用し得らる可きを發見せり例へば曹達が加里の一部分を代用し得るが如き此好例なりとす或は「クノップ」氏に依り水耕法と稱し既知の成分を有する培養液を以て植物を栽培する方法發見せられ植物營養に關する研究益々正鵠の域に達し以て今日に至れり以上の如く或は栽培試験に依り或は植物體の分析に依り植物生育に必須の營養素を左の十元素となすを普通とす、即ち炭素、水素、酸素、窒素、硫黃、磷、鐵「マグネシウム」「カルシウム」「ホダツシウム」之れなり尙滿庵、沃素、弗素等は或る植物に存在し之を少量に與ふる時は生育の状態可良となれども必須の營養素には非らざる如く單に刺戟質物として時に應用する事を得可し珪素は常に植物體内に存在すれども必要缺く可からざる成分には非らざるが如くたゞ之が施用に依り生育可良となる場合あれば

此點一雙研究を要す可し曹達は植物體内に常に存在すれども欠く可からざる成分には非ずたゞ加里の一部分を代用する働きあれば適當に施用せば奏効あらんも其實用法に就ては尙は幾多の試験を要す可し以上は植物の營養物に關する大要の記載にして更らに之が給源に就て考察するに以上十元素の中炭素は空氣中より水素は水として酸素は水及空氣中より硫黃は土壤中の硫酸鹽の如き給源にて充分とせらるゝ如きも近時硫黃を施肥して効果ある事を報告するものあれども此硫黃は植物に營養物として吸收せらるゝよりは他の間接の作用に依るなる可し、鐵は土壤よりの供給を以て充分とせらるゝを普通とし只特種の作物特種の場合に於てのみ鐵鹽の施用を有利とするが如し「マグネシウム」は土壤の供給にて足り、只殘餘の窒素、磷、ボタツシウム、及「カルシウム」に就て少しく攻究を試むるの要あるべし先づ窒素に就て考ふるに作物の要する窒素の量は次表に依り大体を知り得可し

即ち一町歩の收穫物に就き(單位キログラム)  
 小麥六馬鈴薯七五、砂糖大根七五、落の蔓一〇〇、  
 煙草一〇〇、豌豆一〇〇、稻八三等

右の窒素の給源に就て考ふるに先づ空素中には「アンモニア」及硝酸の微量を含有し雨水或は降雪に際し其幾部は土壤に供給せらる可く其量は場合に依り一定せざるべきが故に此に關係する研究成績は相一致せざるも大體一年間に一町歩に對し二〇「キログラム」を出でざる可し（東京農科大学に於ける結果は一五・七「キログラム」尙は之等の可溶性窒素が土壤に降下せし後流失せらるゝ事あるを考ふれば空氣中より植物に吸収せらるゝ窒素の量は荳科植物の如く空氣中の遊離窒素を利用する力ある作物の以外の場合には前記二〇キログラムより著しく少しとするを適當とし従つて作物の要求する殘餘の窒素を盡く土壤の供給に仰がざる可らず土壤の窒素の含量は其種類に依り異なるも大體〇・一％位と考ふるを穩當とす可く従つて之を深さ三〇厘米面積一町歩に對して計算する時は大體四〇〇キログラムとなり此窒素全部が植物に利用せらるゝとせば別に窒素に就て考慮するの要なきも土壤中の窒素は「アンモニア」或は硝酸の如く直に植物に利用せらるゝ形態には寧ろ微量に存在し大部分は有機化合物の形態に存在して分解の後「アンモニア」或は硝酸に變化したる後始めて利

用せらるゝものなれば前記計算の四〇〇キログラム中其直接利用せらるゝは微量なる可し土壤中の窒素の植物に利用せらるゝ割合は種々の事情に依り影響せらる可きが故に一定の數字を擧ぐる事難きも大體前記全窒素の百分の二位と見做す事を得可きが如く假りに此數字を用ふれば前記の四〇〇キログラムの窒素中植物に吸収利用せらるゝは八〇キログラムとなり之を前に掲げたる植物に必要なりとせらるゝ數字と比較するに多くは少しく不足せるが如く之れに空氣中よりの供給を加ふれば兎に角一作は差支なく第二作第三作に至りて人工的に供給する事なければ窒素の大なる不足を來す可き事明なるべし磷酸の場合に就ても同様、に其一町歩の收穫物の要求する數は大體左記の如し（單位キログラム）  
穀類平均三〇、馬鈴薯三〇、砂糖大根三五、豌豆三〇、之れに依る時は作物の要する磷酸の量は窒素に比し著しく少量なれども作物は磷酸を空氣中より少しも攝取する事能はずして全部土壤中より吸収せざる可らず土壤中の磷酸の量は窒素の場合と同様に土壤より著しく異なるも平均〇・一％位とするを穩當とす可く此中植物に利用せらるゝは假令ば磷酸一石灰或

は二石灰の如くに水溶性或は比較的可溶性の無機化合物の形態に在るものなれば前記〇・二%の磷酸は悉く作物に利用せらるゝものに非ず全磷酸の中幾何が作物に利用せらるゝかは土壤の種類及種々の事情に依り相違す可きも大凡前記全磷酸の千分の五を以て利田せらるゝ割合と見做す事を得可し此數字を用ひ一町歩の土壤の植物に供給し得る磷酸の量を窒素の場合と同様に計算すれば二〇キログラムとなり此量を以てしては僅に一作を支ふる事すら容易に非る事前記作物の要求量と比較すれば一目瞭然なり更に加里に就ても同様にして特種の土壤を除くの外常に人工的に加里を補ふの要ある也以上の如く窒素、磷酸、加里の三成分は常に人工的に所謂肥料として之等の三成分を供給するの要ありて吾人は之を肥料の三成分と稱す而して幾何量の以上三成分を施す可きかは作物の種類に依り其要求量を異にし或は土壤養分に對する吸収力を異にすれば從而施肥量に影響あるは當然なれども又他に土壤中の吸収せらるゝ可き養分の多少に左右せらるる前記計算に就ては全成分量或は其利用せらるゝ率を一定にして計算を試みたれども實際に於ては土壤に依り著しく差異を示すものにし

て此大小は即ち成分上より見たる土壤の肥瘠の別るゝ所とすされば土壤養分中作物に吸収利用せらるゝ部分を可吸態養分と名くる時は此可吸態養分量を決定するは土壤の肥瘠を批評する上に於て重要な事項なる事自明の事なるべし  
更に石灰に就て考ふるに植物の要求量に對し土壤中の石灰の量は充分なりと考へられ従つて植物養分の供給なる意味に於て特に石灰を補給するの必要なしとせらるゝが如し實際土壤中の作物に吸収せらるべき石灰の量は窒素磷酸の如き他の養分に比し著しく大なる場合多きは事實なれば右の結論は大體に於て正當なるべきが如きも温暖多濕なる本邦に於ては比較的可溶性の石灰の流失する機會の豫想外に大なる場合多き事近時に至り簡明され従て簡單に前記の如く結論する事の困難なる場合に到達せり尙石灰は土壤成分の分解を進め土壤の理學的性質を改良し或は土壤中の植物生育に有害なる物質に對し除害的效果を有する等種々の間接の作用を有し假令は實際施したる石灰が養分として吸収せらるゝ事なくとも作物の生育は上記の間接の作用に依りて好結果を來たす事あるべく此兩者の區別をなす事困難なれども兎に

角石灰は屢々施用するの必要あれば之も亦土壤の良否に關係ある成分とす此等四成分の決定にあたり實際作物を試験土壤に栽培し施肥の種類、分量を相違せしめて得られし結果を以て土壤の肥瘠を決定する所謂栽培試験法は最も信頼す可き方法なれども其年次を要する點に於て或は種々の土壤種々の作物に就て一々試験を實行する事可成困難の問題なれば此方法の攻究と同時に一方に實驗室内に於て分析の方法に依つて之を決定する方法の攻究の行はるゝなり演者は後者に就て其大要を述べんとす

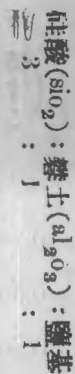
普通土壤の化學的分析に於ては窒素は全窒素を磷酸加里、石灰の如きは熱濃厚鹽酸に可溶性の部分を分析定量するものなれば普通分析に依り表はさるゝ數字が作物に利用せらる分量を表はすものに非ざる事既記の如く化學分析の結果の多少に依り植物に利用せらる部分の多少を類推するに過ぎず而も之れ眞に類推にして屢々想像全く誤れる場合なきを保せず著しき例としては火山灰土中の磷酸は分析結果に於ては沖積地に比し著しく大なるを普通とすれども作物に利用せらるゝ部分の量は前者は極微にして後者は比較的多きが如き場合あり此例は寧ろ極端の例なれ

ども分析結果に餘りに重きを置く事能はざるは眞理なり

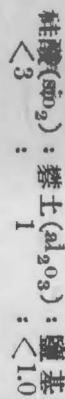
然れども右分析結果をある標準數に比較して以て土壤中の養分の批評を試みんとするものあり此試みは數多の學者に依り實行せられ従つて其數字は皆能く一致するに非ず今一例として「ウワルトマン氏」の數字を記載すれば次の如し

| 土沃         | 土沃         | 土沃     |
|------------|------------|--------|
| (のき)       | (のき)       | (のき)   |
| 肥の         | 肥の         | 肥の     |
| 施要         | 施要         | 施要     |
| する         | する         | する     |
| 0.20—0.40% | 0.40—0.50% | >0.50% |
| 0.10—0.15  | 0.15—0.25  | >1.25  |
| 0.50—1.5)  | 1.50—3.00  | >3.00  |
| 0.10—0.20) | 0.20—0.30  | >0.30  |

殘餘に排して次の如く



なれば飽和せる土壤にして次の如く



右表の如き標準數と實際分析したる數字と比較して其土壤の良否を推定し得ざるに非ざれども之れ元より推定に過ぎず近時「ガンス」氏は土壤分析の結果を（鹽酸に分解せられし成分）各成分の分子數に換算し（各成分の分子量を以て分析結果を除し）礬土の分子數に比較したる各成分の分子數の割合所謂分子比を計算して硅酸、礬土、鹽基類（硫酸及磷酸等の硅礬酸以外の酸に結合せりと考へらるゝ數外を減じたる

|              | 瘠薄土<br>(各成分を要するもの)<br>(各施あるも) | 瘠土<br>(及加里)<br>(磷酸及加里)<br>(を施するもの) |
|--------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 加里           | 0.08—0.12%                    | 0.12—0.20%                         |
| 磷酸           | 0.04—0.07                     | 0.07—0.10                          |
| 石灰           | 0.10—0.25                     | 0.25—0.50                          |
| 窒素<br>(ノベグ氏) | 0.03—0.06                     | 0.06—0.10                          |

なれば鹽基に對して未飽和の土壤なりとし酸性土壤は後者に相當すとせり土壤の鹽酸に分解せられし硅酸、礬土及び硫酸、磷酸等に結合せる鹽基以外の鹽基類が主として所謂硅礬酸の鹽類として存在す可きは想像に難からざれば上記の如く排列して比較せば土壤の性質を批判し得可し唯氏の如く上の限界數字が果して飽和、未飽和の區畫に用ひ得らるるや否やは疑問なれども若し大體同一事情に在る土壤の一方が他の土壤に比し上記の如く排列の結果硅酸及鹽基の數字が小なる場合には前者は後者に比し洗滌作用を受ける事大に従つて養分量も亦少かるべきなり今參考の爲め演者が分析したる土壤に就き例證せん

大原獎農會果樹園土壤

|                                  | I          | II         | III         |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|
|                                  | % 分子比      | % 分子比      | % 分子比       |
| 灼熱の際の損失                          | 3.23 2.33  | 4.58 2.56  | 7.05 3.020  |
| 硅 酸( $\text{SiO}_2$ )            | 10.41 2.24 | 11.96 2.00 | 15.29 1.900 |
| 礬 土( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )   | 7.78 1.00  | 9.50 1.00  | 13.28 1.00  |
| 酸 化 鐵( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) | 1.61 —     | 2.98 —     | 3.39 —      |
| チ タ ン( $\text{TiO}_2$ )          | 0.05 —     | 0.03 —     | 0.01 —      |
| 磷 酸( $\text{P}_2\text{O}_5$ )    | 0.19 0.002 | 0.03 0.002 | 痕跡 —        |
| 酸化滿俺( $\text{Mn}_2\text{O}_4$ )  | 0.15 —     | 0.10 —     | 0.09 —      |
| 石 灰( $\text{CaO}$ )              | 0.67 0.156 | 0.40 0.073 | 0.32 0.031  |
| 苦 土( $\text{MgO}$ )              | 0.37 0.119 | 0.20 0.051 | 0.08 0.035  |
| 曹 達( $\text{Na}_2\text{O}$ )     | 0.42 0.080 | 0.40 0.066 | 0.18 0.048  |
| 加 里( $\text{K}_2\text{O}$ )      | 0.23 0.031 | 0.20 0.022 | 0.16 0.013  |
| 硫 酸( $\text{SO}_3$ )             | 0.11 0.018 | 0.21 0.027 | 0.02 0.0    |

今磷酸及硫酸は次の如く鹽基に結合すこせば上記の  
磷酸及硫酸の結合せる鹽基の分子數は次の如し

|                   |                                                                                               |       |            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|
|                   | I. $\text{P}_2\text{O}_5$ . 3 $\text{M}_2\text{O}$ . 1 $\text{so}_3$ . $\text{M}_2\text{O}$ . |       |            |
|                   | I II III                                                                                      |       |            |
| 磷酸及硫酸に結合せる鹽基      | 0.024                                                                                         | 0.033 | 0.000      |
| 鹽基の残余             | 0.370                                                                                         | 0.179 | 0.137      |
| 從て硅酸：礬土：鹽基：熱灼の際損失 |                                                                                               |       |            |
| I                 | 2.240                                                                                         | 1.00  | 0.370 2.33 |
| II                | 2.000                                                                                         | 1.00  | 0.179 2.56 |
| III               | 1.900                                                                                         | 1.00  | 0.127 3.02 |

之れに依れば上記三種の土壤は何れも不飽和土壤にして其程度はI II IIIの順に漸次烈しかるべし、今又大工原博士の方法に依り鹽化加里液を加へ土壤を浸出して其酸性を検するに次の如し

|     |     |     |      |
|-----|-----|-----|------|
| 酸性強 | I   | II  | III  |
|     | 6.6 | 8.2 | 16.8 |

土壤の酸性は土壤が鹽基に缺乏するほど烈しかる可きが故に上の結果は兩者よく一致するものと云ふ可く斯くの如くして土壤の性質を研究するは誠に興味ある事と信ず

上記は普通土壤分析結果に依りて土壤の性質を批判せんとする方法なれども又別に實際植物が土壤中より養分を吸収する状態を真似て所謂可吸態養分の定量を試むるものあり其方法は種々あれ共植物根が炭酸瓦斯又は有機酸を分泌し以て土壤養分を溶解すこ考へ或は炭酸瓦斯飽和水にて土壤を浸出し或は一%枸橼酸液稀醋酸液極めて稀薄なる鹽酸又は硝酸を以て土壤を浸出する方法あり又は土壤の養分は土壤に吸収せられ居る部分なる可しと考へ或は鹽化アンモニヤ液を加へて吸収せられし成分を浸出し或は電流を通じて浸出する等の方法あり何れも相等の參考となる事明かなれ共正確なる可吸態養分の定量を實行せん事困難なるべし近時土壤中の植物養分を以て可溶性の状態に在るものと考へ土壤溶液の研究漸く盛なり土壤溶液を得るに種々の方法案出せられしも最初は水を加へて浸出せられし部分の定量を行ひ又は滲透水の成分を分析して土壤溶液を攻究せしも土壤中の養分は大部分土壤粒子に強く吸収せられ居る溶液中に存在し従つて上記の如き簡單なる浸出の結果は眞の土壤溶液の成分を表はすものに非ずして此目的に向つては上記吸収せられし溶液を分離せざる可

らずとなし此分離に向つて種々の方法案出せられたり即ち人工植物根と稱して素焼の細圓筒を土壤に挿入し管の内部を眞空にして吸引して土壤の水分を集めんとするもの土壤に「アルコール」の如き液體を加へて土壤溶液と置換せんと試みたるもの遠心分離器にて分離せんとせしものパラフィン油を加へ強大なる壓力を以て抽出を試みたるもの等あり之等の諸方法に依りて得たる土壤溶液は實際の土壤液と多少異なるべき事分離せし量の少き等種々の缺點あり只最後の油壓法は他の諸方法に比し成績の見る可きものありて深く研究の價值あるべし近時ボコーカス氏は氷點降下法を應用して土壤溶液の濃度を測定するの方法を案出せり即ち溶液の氷點は溶解せし成分の量増加するほど降下も亦増加する事既知の事實なり又此方法則は溶液中に固体の存在せざる場合に就て立證せられたるものにして土壤等の固体粒子が共存せる場合果して適用し得可きや否やは頗る疑問なりとす然れども前記ボコーカス氏は種々の土壤に就て實驗を試み固体粒子の存在は土壤の場合には差支なき事を認め土壤液の濃度の測定法として發表せり其方法は大形の試験管に一五グラムの土壤及蒸餾水一〇耗

種の百分の一度迄目盛りある寒暖計を挿入し食鹽及水の混合物を以て試験管を冷却する時は遂に管内の土壤は氷結し寒暖計の示度は一定の處に止まるが故に之を以て其土壤の水點とし更に同様に蒸留水のみを氷結せしめし時の示度と比較し後者より前者を引きし殘餘は土壤液の水點降下の度數にして土壤溶液の濃度高きほど此降下も亦大なりとす今一例として演者が各地農事試験場の肥料區及無肥料區の土壤に就て得たる結果を列記すれば次の如し。

| 產 地    |       | 水 點<br>下 度 數 |
|--------|-------|--------------|
| 愛知縣試驗場 | 無肥料區  | 0.000        |
| 水 田    | 肥 料 區 | 0.005        |
| 群馬縣試驗場 | 無肥料區  | 0.035        |
| 畑      | 肥 料 區 | 0.065        |
| 同 水 田  | 無肥料區  | 0.021        |
|        | 肥 料 區 | 0.300        |
| 秋田縣試驗場 | 無肥料區  | 0.000        |
| 水 田    | 肥 料 區 | 0.070        |
| 廣島縣試驗場 | 無肥料區  | 0.103        |
| 畑      | 肥 料 區 | 0.253        |
| 山口縣試驗場 | 無肥料區  | 0.000        |
| 水 田    | 肥 料 區 | 0.093        |
| 福岡縣試驗場 | 無肥料區  | 0.050        |
| 水 田    | 肥 料 區 | 0.060        |
| 香川縣試驗場 | 無肥料區  | 0.060        |
| 水 田    | 肥 料 區 | 0.095        |

右成績はボユークラス氏の所説の如く氷點降下法を以て土壤溶液の濃度を測定し得る事を示す如きも此種の實驗は尙多數の材料に就き試驗するの要あり以上は主として土壤の無機成分に就てのみ肥瘠との關係を記載したれども尙土壤の有機成分即ち腐植質と稱する部分も亦植物成育に至大の關係あれば之に就て一言するの要あり腐植質は極めて複雑なる組成を有する有機化合物にして炭素、水素、酸素の外植物養分としては窒素、磷及吸收狀態に加里及石灰を含有す窒素は更に分解してアンモニヤ或は硝酸となり後植物に吸收せられ磷は分解極めて困難なれば作物に利用せらるゝ機會少かるべく加里及石灰は適當なる事情に於ては作物の養分として効果あるしと信ず又腐植質は作物に養分を供給するの働の外或は砂質の土壤に粘着力を與へ粘質土壤に對しては重粘性を輕減し或は土壤の養分に對する吸收力を増す等種々の間接的作用をも具備する故に土壤には常に有機質肥料を供給して腐植質の消耗を補はざる可らず土壤中の腐植質の組成に就ては極めて多數の研究あり腐植質の二大別として中性及酸性腐植質を擧ぐる事を得べし前者は其吸收力を飽和せられし腐植質にし

て植物生育に良好なる状態にあれども後者は洗滌作用を受けたものにして吸收成分を洗滌し去られ爲めに不飽和の状態に在り従つて酸性反應を呈し植物生育に不良の状態にあり或は排水し或は石灰を施し飽和の状態にせざれば長く植物に有害無益の状態を免れず。

腐植質の化學的組成に就てクレイン酸、アボクレイン酸、ウルミン、ウルミン酸、ヒュミン、ヒュミン酸等を分離し或は砂糖に濃厚酸類を作用せしめて生ずる黒色物との比較研究行はれたるも土壤中の腐植質が果してさる簡單なる組成を有するものなりや否や頗る疑問なりとすペンネレン氏等の精密なる研究に依れば極めて複雑なる種々の膠質有機物が互に結合して「コロイド、コンプレキス」を形成したるものなる事明かにし腐植質を以て簡單なる物質より組成せらるゝに非ざる事を證明せり近時シュナイター氏は再び腐植質より種々の物質を分離するの研究をなし含水炭素類、酸類、アルコール類、エステル類蛋白の分解生成物、脂肪、樹脂類等極めて多數の有機化合物を分離せり中に就き二ヒドロオキシステアリン酸及ビコリンガルボン酸は極めて微量にして強き有

害作用を有するを發見し通風惡き土壤の薄瘠なる原因が屢々此等化合物の存在に歸因し或は排水して酸化を進め或は石灰を施用して除害の實を擧げ得る事を發見せり麻生博士も亦鳥取縣の不毛なる黒土に就てビコリンガルボン酸の存在を確め石灰使用に依り除害し得可きを報告したり要之腐植質は種々の點より考へ植物生育に必要なれども其未飽和のものは却て有害なれば未飽和の原因を除去すると同時に石灰を以て飽和せしめざるべからず。

## 第二項 土壤の理學的 成分の關係

時間切迫せる爲め本項以下極めて簡單に講述せざる可らざるを遺憾とすされば出來るだけ普通照會せられ居る事實を略記し比較的嶄新と考へらるゝ事項に關し述べべし第一項に就ては土壤中の植物養分と土壤肥瘠の關係に就て述べたれども土壤肥瘠は單に土壤の養分の多寡に依りてのみ決定すべきものにあらず土壤の物理的性質例令ば空氣の流通、水の滲透性、温熱の吸收性等種々の理學性質を支配する所謂土壤の理學的成分にも支配せられ土壤成分の分析に就て

化學的及理學的兩方面より實行し普通土壤の分類に用ひ居る砂土、壤土、埴土等の分類は理學的成分決定の結果なり砂土は輕躁に過ぎ有機質肥料を以て此缺點を補ひ粘土は重粘に過ぎ有機質肥料石灰等を使用して此缺點を改良すべしとなす如き如何に土壤の理學的性質の植物生育に對し大切な事項なるかを示すものなり各理學成分の性質等は既に普く照會せられ居る處なれば之を省き茲に只極めて簡單なる分析法を照會せんとす。

土壤の物理成分或は器械的成分分析法は土壤を種々の大きさの粒子に分析する方法にして之れは對し種々の方法案出せられれども其方法の骨子とする處は一定の速の水中を移動する部分が一定の大きさを有すとの事項に基けるものにして此移動の速力を種々に變化したる場合移動せる各部分を秤量せば器械的成分の分析をなし得可し然れども上の理論は粒子の比重及形狀が同一なる時のみ正確に適用し得可き事にして土壤の場合の如く實際種々の比重及形狀を有せる粒子よりなる材料に就ては如何に複雑なる方法を取るも所謂淘汰せられし粒子の不均一なるを免れ難し然れども斯る程度の不均一は實用より論ず

れば差支なかるべし本邦に廣く紹介せられ居るシェーネ、ラルト氏の淘汰分析法は稍複雑なる裝置と分析の操作又比較的繁鎖にして各地方にて遍く實行するに困難なる場合ありと聞く依て茲には殆ど裝置を要せず操作も亦極めて簡單なる一方法を紹介せんとす四ミリメートル直徑の篩を以て篩過し四ミリメートル以上の粒子の割合を定め粗礫と稱す篩過せし土壤一〇グラムに「アンモニア」水を加へて磨碎し一インチに對し百孔を有する篩にて篩ひ篩ひ上の部分は乾燥秤量し更に一ミリメートルの直徑の篩にて再び篩過せしめ篩上の部分の量を定め細礫と稱す一ミリメートル以下の部分は計算により割合を定め粗砂と稱す一インチに對し百孔ある篩を通してし部分は圓筒に移し高さは八、五糎迄水を加へ充分攪拌せる後二十四時間放置し混濁せる液は沈澱物と分離し更に水を加へ同様に行ひ液が混濁せざるに至りて止む混濁分は蒸發乾燥し秤量する時は粘土を得べし沈澱物には同圓筒にて一〇糎迄水を加へ攪拌せし後、百秒間放置し液部を別ち液の清澄なるに至る迄此操作を繰返し沈澱物は乾燥秤量して細砂分の割合を定む混濁せる液部は圓筒内にて七、五糎の高さ迄水を充

たし攪拌せる後一二、五分間放置し液部と沈澱物を分離し此操作を液部が清澄なるに至る迄繰返す液部は蒸發乾燥して秤量する時は細微「シルト」分の重さを得沈澱物は「シルト」と稱する部分なり以上の如くにして一本の圓筒と篩に依り礫(粗礫、細礫)砂(粗砂細砂)シルト(シルト及細微シルト)粘土分の定量を行ふ事を得べし

以上の分析の結果土壤が六〇%以上の礫と二〇—三〇%の砂を含有せば礫土と稱し八〇%以上の砂及一〇%内外のシルト及粘土分を含有せば砂土と稱し三〇—四〇%の砂及三〇—六〇%のシルト及粘土分を含有せば壤土三〇%内外の砂及七〇—七五のシルト及粘土分を含有する時は埴土と稱す以上限界の中間にあれば礫質、砂質、壤質等の名稱を附す理學的性質は腐植質及石灰の含量により影響せらるゝが故に之等も定量して以て理學的性質を批評するの用に供す

土壤の理學的成分の記載をなすに際し土壤の膠質物に就て略記す可し蓋し土壤の膠質物なる事は近時盛に論せられ種々の文獻に散見する所にして且つ土壤の理學的性質にも至大の關係あればなり膠質物とは

特種の物質に非ずして物質存在の狀態に就て命名せられし名稱なりされば同一物質にして或は膠質狀に或は昌質狀に存在する事を得可し先づ膠質溶液に就て略記すれば種々普通の溶液と異なる點あるも其擴散力の小なる事を舉ぐ可し普通の溶液に於ては溶解せし部分は擴散力極めて大なるが爲めに膀胱の如き動物性皮膜或は「ゼラチン」の如き他の膠質物を通じて容易に擴散すれ共膠質溶液に於ては此働き微小なれば之れに依り明かに區別する事を得可し又膠質溶液に強き光を照したる時適當の裝置に依りて液中に分布せる粒子の存在を認め得るも普通溶液の場合には粒子の存在を認むる事能はずされば膠質溶液とは沈降せざる程度に細末せられし粒子の液中に分布せられしものと考ふる事を得可く此粒子が一分子の大に細末さるれば普通の溶液となり此粒子膠質液の場合より更に大となり振盪、攪拌の如き外力を與へし時のみ浮遊せる如き場合は「サスペンション」と稱する土壤中に以上の如き膠質溶液をなす物質の存在を試験せんには一定の量假令ば一〇瓦の土壤に一定量の水例百蚝を加へ振盪器にて二—三時間振盪し後一〇—一二時間靜置液部の一定量を取り一分間二千回内

外の速度にて同轉する遠心分離器にて一五—二〇分間振盪分離し沈降す可きは沈降せしめ液部の一定量を膀胱或はコロチオン膜に入れ水中に浸し晶質物を驅出したる後(二—三日にて充分)液を蒸發乾固して秤量すれば膠質液をなせる部分の量を得演者が此方法に依り實驗したる成績に依れば土壤中には此意味の膠質物は殆ど存在せざるを確めたり(存在する場合も微量なり)普通土壤の膠質物の定量に土壤に「マラカイト綠」或は「チメレン青」の水溶液を加へ吸收せられし色素の量を定め居れども蓋し此量は土壤中の細末粒子及膠質狀沈澱の量即ち前記「ザスベンジョン」の量を示すものにして眞の膠質溶液の量に非ず此等膠質沈澱物は或は土粒と土粒を結合して所謂團粒組成を形成して良好なる性状を與へ或は土壤の養分に對する吸收力を助長する等有力なる働きあれば上記色素法に依る檢定は土壤の性質を批判する一助たる可きを信ず

土壤の膠質物に次で土壤の酸化力に就て一言す可し近時肥沃なる土壤は酸化力強しと稱し酸化力を檢定して土壤肥瘠を論せんとするものあり土壤の酸化力檢定には種々の方法考案せられしも酸化に依り顯著

なる變色をなす藥品を用ふるの方法便利なる可し此目的にて「アロイン」或は「フェノールフタリン」等賞用せらる演者は下記各地試驗場土壤各一〇瓦に〇、一%フェノールフタリン液一〇〇耗を加へ二時間振盪し十八時間放置の後酸化に依り生成せられし「フェノールフタレーン」の量を計りたるに次の成績を得たり。

| 無肥料區 | 瓦       | 肥料區     | 瓦 |
|------|---------|---------|---|
|      |         |         |   |
| 場田同  | 0       | 0.00040 |   |
| 同    | 0       | 0       |   |
| 同    | 0       | 0.00030 |   |
| 同    | 0       | 0.00006 |   |
| 同    | 0       | 0.00003 |   |
| 同    | 0       | 0.00004 |   |
| 同    | 0.00007 | 0.00025 |   |
| 同    | 0.00009 | 0.00100 |   |
| 同    | 0       | 0.00052 |   |
| 同    | 0       | 0.00012 |   |
| 同    | 0       | 0.00016 |   |
| 同    | 0       | 0       |   |
| 同    | 0       | 0.00029 |   |
| 同    | 0       | 0.00028 |   |

以上の成績中肥料區にして酸化作用のなき場合二つあれども他は皆な無肥料區に比し著しく酸化力大にして酸化力と肥瘠の間に相當の關係あるが如きも尙

は多數の實驗を要す

### 第三項 土壤の細菌の關係

土壤の細菌が土壤肥瘠に關係ある事は論を俟たず屢々土壤の細菌數を檢して土壤の肥沃度を知り得たす如き所論さへ見る處なり土壤細菌の種類は種々あれ共其肥瘠と直接關係あるは窒素に關係あるものなる可し依りて之に就て略記せんに次の如き種類あり(一)アンモニヤ化成菌(二)硝酸菌(三)窒素菌(四)根瘤菌、アンモニヤ化成菌は複雑なる有機化合物を分解して其中の窒素を「アンモニヤ」とする細菌にして有機質肥料又は腐植質中の窒素の植物に吸収せらるゝに至るは主として此細菌の作用に依る此を試験せんに一定量の土壤に水と及びカゼイン血粉の如き含窒素有機物を加へ一定時間の後生成せられし「アンモニヤ」を定量比較すれば可なり硝酸菌は「アンモニヤ」を更らに酸化して硝酸となす細菌にして二種の細菌の働きに依る即ち一は「アンモニヤ」を亞硝酸となし他は亞硝酸を硝酸となすものなり之を試験せんに土壤に硫酸「アンモニヤ」の如き適當の「アンモニヤ」劑を加へ一定時間の後土壤中に生成せられ

し硝酸の定量をなし比較すれば可なり。

窒素菌とは空中に存在する遊離窒素を同化し植物の生育に有効なる形態に變化する細菌にして此存在が土壤の良否に關係あるは自明の事なり此存在を試験せんに凡そ五百グラムの土壤に二%の「マンニツト」を加へ水分を加へて水分を適當になし二—三週間の後窒素の増加を分析すれば可なり人工的に培養して有力なる窒素固定力ある細菌培養物を得たりと稱し販賣する場合あれども土壤に態々之を添加する要ありや否や問題なる可し耕耘して空氣の流通を可良にし適當の石灰及有機物を供給して現存する細菌の働きを充分發揮せしむる事寧ろ急務なる可し根瘤菌とは特に荳科植物の根瘤中存在し空中窒素を同化する働きある細菌にして種々の種類あり荳科植物が窒素肥料を要せざるは全く根瘤菌の作用に依る此細菌の窒素固定力は頗る顯著なれば事情の許す限り荳科植物の栽培を行ひ之を綠肥として利用するは間接に空中窒素を利用する所以にして大に奨勵すべき事と信ず根瘤菌を人工的に培養して之れを土壤或は種子に接種する事は歐米に於て行はれ此培養物に「ニトラギン」「ニドロジャーム」「ハーモジャーム」

「レギウム、バクテリア」「ニトラギン、プロジウサ  
ー」等種々の名稱を附して販賣すれども普通の耕土  
に於ては常に此細菌存在すれば適當の有機物石灰、  
磷肥の補給をなし尙能く耕耘して通風を可良ならし  
むれば前記の如き培養菌を加ふるの必要な可し  
只新開地に荳科植物を栽培せんとする場合には前記  
の培養物を加ふれば顯著なる結果を得可きも此場合  
には既に度々荳科植物を栽培したる耕土を少しく表  
面に客土して大體同様の目的を達し得可し以上種々  
の細菌は積極的意味に於て土壤の肥瘠に關係ある細  
菌類なれども尙茲に脱窒素と稱し硝酸鹽を還元して  
遊離窒素となし窒素の損失をなす細菌あり空氣の流  
通悪しき場合に可溶有機物の存在し且硝酸鹽存在す  
る時は此作用を起す水田に硝石を施し殊に堆肥の如  
き有機質肥料を共に施す場合に此作用顯著に起り或  
は堆肥腐熟の際硝石の如きを混入する時は此作用を  
起して窒素の損失を來せども排水耕耘等に依り空氣  
の流通を可良ならしめ或は此作用の起る危險ある場  
合には硝石の使用及殊に有機質肥料との共用を避く  
る事に依り此原因に依る損失を防ぐ事を得可し。  
以上は土壤中の主なる細菌に就て眞に大要を述べた

るものなれども最後に附記したきは土壤細菌の部分  
殺菌の効果なり即ち土壤を百度内外に一、二時間加  
熱し或は二硫化炭素「トルエーン」等の殺菌劑の蒸氣  
に觸しめ全部の細菌の死滅せざる程度に一部分殺菌  
する時即ち所謂部分殺菌を行ふ時は土壤の生産力は  
著しく増加す此原因は或は土壤養分が有効性に變化  
せらるゝに依るとし或は土壤中の種々の細菌の中有  
害なる細菌の生活を抑制して有益なる細菌の生活を  
助長するにありとせられしも詳細なる研究に依り細  
菌を食物として生活する他の生物の生活を抑制して  
有用なる細菌の繁殖を盛ならしむるに在るが如し  
尙植物の細菌に對する影響も注意す可き事項なり  
即ち植物は根より有用なる物質或は有害なる物質を  
分泌して細菌の活動に影響し植物の土壤に對する關  
係は從來の如く單に養分の吸収、又は理學的性質に  
對する影響のみならず上記の如き他に重大なる作用  
のある可き事近時簡明しつゝあり輪作の影響として  
は從來養分の關係のみにて説明せんと試みたれども  
以上の如き方面よりも研究するは實に興味ある事と  
信ず。

## 第四項 土壤の有害物の影響

土壤中に有害物存在する時は其の土壤の宜しからざる事は自明の事なり土壤中の有害物を大別すれば、  
(一)多量の存在に依り有害作用を起す場合(二)微量の存在に依り有害作用を起す場合の二つの場合あり  
(一)は普通アルカリ土壤と稱する場合にして何れも土壤中に多量の可溶性鹽類(鹽化ソーダ、炭酸ソーダ)等の堆積に依り土壤の溶液濃厚となり植物生育に適せざる状態に在るものにして單に中性の可溶性鹽類の堆積せしは白色アルカリ土壤と稱し反應中性なり之れに炭酸曹達を混する時は黑色の土壤有機物を溶解し黑色の沈澱物を生ずるが故に黑色アルカリ土壤と稱し反應はアルカリ性なり之れ等は降雨少き蒸騰作用の盛なる地方又は海水を受けし土壤に存在す改良法としては灌漑排水して可溶性物を除去するを最も宜しとし石膏の使用も亦有效なり。  
(二)の場合として既記シュライナー氏の分離せる有機性毒物の存在する場合礦毒地の場合及土壤の反應酸性なる場合等を列記し得可し有機性毒物は酸化を

進め石灰を使用して除去し得可く礦毒地に於ては毒物の混合する原因を除き石灰の使用に依り大體除害し得可し土壤の反應酸性なる場合は或は茲に列記するは適當ならざる嫌あれど便宜茲に記載せん、之れに就て少しく述んに等しく土壤の酸性反應と云ふも未飽和腐植酸の存在、肥料の施用法宜敷を得ずして硫酸或は其酸性鹽の如き可溶性酸の堆積を來したる場合礦毒地に於て硫化礦の酸化に依り硫酸或は其酸性鹽の存在する場合等と之等の何れの場合にも適合せずして尙酸の存在すると同様の性質を表す場合と二つの場合あり後者は米國に於て陰性酸と稱し我國に於て礦質酸性土壤と稱するものなり此酸性土壤は激しく石灰の如き鹽基性物の流失したる結果土壤に鹽類液を加ふる時、鹽基の吸収の結果液の酸性に變化するに依る。

今少しく土壤の吸収に就て述んに大別して硫酸、磷酸の如き酸性物の吸収と石灰、加里の如き鹽基性物の吸収とに分つ事を得可し。

又吸収の方法に就て論すれば化學的變化の起りし結果不溶性化合物の生成に依りて起りし吸収と微粒子の表面の物理的變化と見做さる、吸着現象に依る場

合の二つに分類する事を得可し。土壤に依る酸性物の吸収は顯著ならず只磷酸が土壤中の鐵、礬土、石灰等と化合して不溶性磷酸化合物を作るに起因する化學的吸収を擧げ得るのみにして主として鹽基性物の吸収せらるゝのみなり其の方法も主として吸着作用にして不溶性化合物の生成に依る場合は顯著ならざる可し（此場合の化學的吸収と吸着とを明かに區別するは困難なり）以上の鹽基の吸収も二の場合あり一つは土壤が鹽基に飽和し居る時は新しき鹽基の吸収と共に土壤中の鹽基は液中に浸出せられ所謂交換的吸収をなす此場合鹽類液を加ふるも液は酸性に變化する事なし而れども土壤が鹽基に不飽和なる場合には吸収作用は非交換的に行はれ従つて鹽類液を用ふる時は液は酸性となる従つて酸性土壤とは鹽基に缺乏せる爲め土壤は鹽基に對し未飽和の状態にありて従つて非交換的鹽基の吸収を行ふ土壤なる事明かなり酸性土壤の水浸出液は中性なりとせられしも電氣的方法に依り精密に水浸出液の水素イオンの濃度を測定すれば明かに酸性なり今演者が數種の酸性土壤を用ひて測定せし結果を記載すれば次の如し

| 産地        | 水素イオン濃度 $P_H$ 指數 | 酸性度  |
|-----------|------------------|------|
| 島根縣乙立郡村會園 | 5.47             | 17.3 |
| 大分縣豐後郡    | 5.58             | 29.0 |
| 香川縣三豐郡    | 5.66             | 6.30 |
| 愛媛縣松山市    | 5.39             | 10.0 |
| 三重縣河藝村    | 5.39             | 16.1 |
| 同里        | 5.26             | 23.3 |
| 同社        | 5.45             | 12.0 |
| 愛知縣高師原村   |                  |      |

右表中  $P_H$  は水素イオン濃度の指數にして  $P_H 7$  なる場合は中性に「より大なるはアルカリ性に「より小なるは酸性なるを示す數字の意味は例令ば  $P_H 5$  なる場合は一立中に水素イオン

$$\frac{1}{10^5} = \frac{1}{100000}$$

百萬分の一グラム存在すとの意味なり又酸性度は土壤百グラムを十分の一規定鹽化加里にて浸出せし液を中和せるに用ひし十分の一規定苛性曹達の耗の數なり大工原博士の方法にては一規定鹽化加里を用ひ居る故に上の數字は大工原氏法に依る結果より著しく小なる可し右に依り酸性土壤の水浸出液が明かに

酸性なるを知る其原因は比較的溶解度低き一種の硫酸礬土及鹽化礬土の存在が主因なる可し酸性度の原因は右酸性物及所謂膠質含水珪酸礬土の鹽基に對する吸收作用に依る改良法としては石灰にて鹽基を飽和せしめ且有機質肥料を用ひて有機物を補ひ且磷酸は頗る缺乏するを普通とする故に磷肥を供給するの要あり

以上四項に於て記載せし事項は土壤肥瘠に關係ある主なる事項の極めて大要を述べたるものにして其中尙將來の研究を要す可きもの多く之等を以て直に實地に適用し得可しとは考へられざれども或は將來の研究上多少の參考ともならば演者の幸甚とする處なり(丁) (大正八年七月)

## 紫雲英の稻作に及ぼす影響及其有害作用の原因に就て

### 一、緒 論

稻作栽培に於ける紫雲英の影響と其有害作用を及ぼす原因について申上げたいと思ひます、つまり紫雲英を綠肥として與へると土壤の種類により又紫雲英の施用量とによつて稻作に著しい影響を呈し有害作用を現します、私は此の状態と有害作用の原因とを

農學得業士 小野寺伊勢之助

研究し紫雲英を多く與へて窒素肥料の代用をなし有害作用を除きたいと云ふのが終局の希望であります

### 肥料と勞賃

却説栽培に當りまして生産費の最も主なる地位を占めて居りますのは肥料代と勞賃であります、勞賃は各農家の自給として残る肥料代中何が一番金額が多