

農事改良叢書

— 3 —

土と「コヤシ」の話

和歌山縣立農事試験場



遠藤茂旧蔵資料

10608-21-733

表紙裏の題名

土の性質と利用

和歌山県立文書館



目次

1. まえがき	1
2. 土粒の大きさと名前	1
3. 土壌中のガス	2
4. 土壌中の水分	2
5. 土壌の礦物成分と作物栽培との関係	3
珪 酸 鉄 アルミナ マンガン マグネシア 硫 黄 銅 亜 鉛 砒 素 ニッケル	
6. 腐植と地力	8
7. 土壌は肥料成分を吸収する	8
8. 開墾地土壌	10
9. 酸性と其の改良	11
10. 水田土壌	13

1. ま え が き

肥料を合理的に施用することは作物栽培上最も重要な問題である。然し一般に肥料のやり方を研究するに當つて土壤の諸性質に就ての研究を怠つて居るためにやゝもすると片手落になり其の成果を充分にあげることが出来ない場合が多い。肥料は土を通して作物に吸収されるものであつて作物栄養吸収の仲立としての土壤に關する一般的な問題に就いて以下述べることにする。

2. 土粒の大きさと名前

土壤は岩石の風化して出来た大小の礦物粒子を主体とし之に動植物体から来る有機物、微生物及粒子の間隙に入つたガス、水分等から出来て居るのであるが土壤粒子の大きさに就ては日本では次の様に之を分類命名して居る。

粒 徑	{	2	ミリメートル	以上		礫
		2	←————→	0.25	ミリメートル	粗砂
		0.25	←————→	0.05	〃	細砂
		0.05	←————→	0.01	〃	微砂
		0.01	ミリメートル	以下		粘土

粘土の中、更に粒徑 0.001 ミリメートル以下の部分の微粒子を「土壤膠質」と言つて最近膠質の諸研究が著しく進歩し施肥技術に貢獻するところが多い。

吾々が通常土壤の名前として用ひて居る砂土、壤土等は上記各粒子中の粘土分が土壤中に占める割合を以て言ひあらはして居る即ち

		砂 土	————	粘土	12.5	以下
		砂壤土	————	〃	12.5	←————→ 25.0%
		壤 土	————	〃	25.0	←————→ 37.5%
		埴壤土	————	〃	37.5	←————→ 50 %
		埴 土	————	〃	50	% 以上

土をよぶのには通常上記五つの名前を用ひ、この田の土は粘土であると言ふようなことは適當でない。これらを土性と言つて圃場の土壤が何れに屬するかによつて施肥の要領も異り例へば砂土、砂壤土等では肥料を適當に分施した方がよいとか粘土、膠質が少いと石灰窒素の分解が円滑にいかないことが多いとか或は礦毒工場廢水等有毒物による被害が砂土、砂壤土に多いこと等土性に應じて考慮を要することが多い。

3. 土壤中のガス（空氣）

土壤粒子の間隙は全体の 30~50 %（砂土よりも埴土の方が多い）あるがこの隙間にはガス（空氣）及水分等が充たされて居る。土壤中のガスは大體大氣の組成に似て居るが通常根及微生物の呼吸、有機物分解等による炭酸ガスが稍多く又水蒸氣も多くなつて居る。之等のガスは自然に大氣と入れ代つて更新されて居るが耕耘は之を助長して酸素を與へ根の呼吸作用を助け生育をよくし又肥料の分解を円滑にする。排水不良による作物の被害は土壤空氣の不足によることが多い。堆肥の施用、適量の石灰の施用或は土壤を寒氣にさらすこと等は土を膨軟にして間隙を多くし空氣を充分補給出来て作物に好結果を與へる。然し適量の炭酸ガスは土の中の成分を溶かして効き易くし又有害物を中和して消す効果もある。

水稻の根は畑作物程酸素を必要としないが然し或程度與へられることが必要で之は水に溶けた酸素により補給されて居る（水田では 1日に深さ 5分の水が地下に滲透する程度がよいと云はれる）

4. 土壤中の水分

土壤の中には高熱でも離れないものからいつも流れて移動し易い水分に至るまで各種の水が含まれて居るが普通作物体中に 75~85 %の水分を含み水藻等では 97%も含むものがあり作物生育には水分が不可欠であることは言ふまでもない。又水は肥料を溶して吸収出来るようにし作物体内に入り各部に之を運搬する。水稻は其の栽培期間中に晩稻で 7000 ~

8000石の水が要ると言はれる。
尙土が保有し得る水の量も埴土の方が多い。

5. 土壤の礦物成分と作物栽培との關係

吾國の土壤に含まれる礦物成分を分析した結果は次の様になつて居る

有機物	8.58	石灰	0.63
珪酸	12.61	マグネシア	0.87
アルミナ	7.75	カリ	0.19
鉄	5.77	ソーダ	0.20
窒素	0.23	燐酸	0.11
マンガン	0.32	硫酸	0.13

其他微量の銅、亜鉛、硼素、ニッケル、塩素、砒素等が含まれて居る。
之等各成分に就て吾々に直接關係のある問題のみを拾つて述べて見ることとする。

(珪酸)

稻藁灰中の 80% 麥稈灰の 70% は珪酸であつて之等作物は多くの珪酸を吸収するものであり特に珪酸は莖葉の表面を丈夫にして「イモチ」に對する抵抗性を増し倒伏を防止する等の効果がある。然し土壤中にも多く含まれ又堆肥には多量の有効珪酸が含まれて居るから通常肥料として施す必要はない。

(鉄)

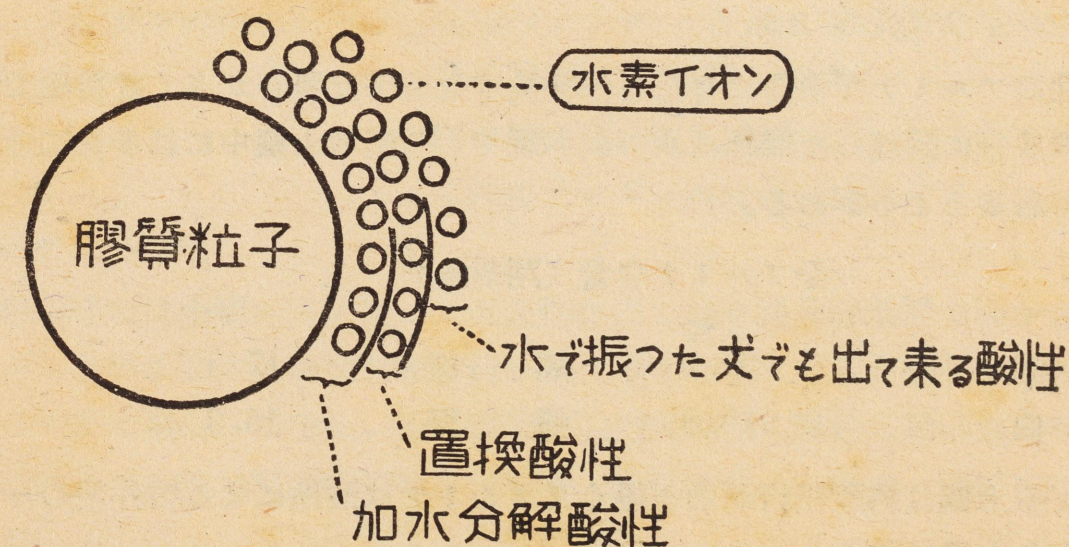
土壤中には比較的多量の鉄が含まれて居るが水田土壤の中には鉄不足になつて居るところが多く本縣に於ても生育後期にゴマハガレ多發し下葉の枯上り多く秋落症狀を呈する水田は殆んど之に原因し盛夏に硫化水素と言ふ腐卵臭のガスが発生する。かゝる水田の土壤を分析して見ると「游離酸化鉄」と言つて他の物と化合して居ない活性の鉄が作土中に少く下層に抜けて居ることがわかる。その溶脱の程度によつて水稻秋落の程度を判定出來ると言つてもよい。

秋落水田（長田、富田）と普通田（農試）の游離酸化鉄

	(長 田)	(富 田)	(農 試)
地 表	0.06	trace	1.21
	2.89	0.21	1.58
	1.82	1.18	0.93
		0.88	

水田では水をはつて空氣（酸素）が通らないために土壤が還元状態になり鉄は可溶性の亞酸化鉄となりこの際硫化水素ガスが多量に溶けて居ると一層可溶性になり水の下層への浸透に伴はれて作土から抜けて降下し「スキ床」以下の有機物の少い酸化層に到り再び酸化鉄となりこゝに集積する。水田作土は還元型の鉄により青灰色となり又スキ床以下の赤褐色乃至黄赤色の部位は鉄が集積したところである。下層に至つて地下水面の上部には鉄の赤褐色の斑点が出来る。

この図は 11 頁へ



硫酸根肥料の還元により生成する硫化水素ガスの発生が少く土壤中に鉄が多ければ無害の硫化鉄に沈澱するが之が逆になると硫化水素は根の水分吸収に伴はれて根の周辺に押寄せて来て此處で酸化鉄により硫化鉄（黒）となるが更に硫化水素が多くなるとその酸性液に溶解されて根周辺は白くなる。こうなれば硫化水素は自由に根に侵入しその害作用により根をいため秋落の原因を起すのである。秋落土壤の改良対策としては上記活性鉄を作土に補給することが必要で客土、含鉄物の補給等が実際に効果をあらはすのである。

各種土壤の游離酸化鉄

	%		
長田山土	0.59	下里川泥	0.63
龍門山土	6.70	肥鉄土（福井）	8.23
下里山土	2.26	下津山土	6.16

其他老朽化水田土壤改良対策としてはスキ床の鉄集積層の掘上げ床締め無硫酸根肥料の施用、堆厩肥その他施肥法の改善等各種の方法が考へられるが此處にはその細部に就ては省略する。

尙鉄過剰の害に關する研究は未だ少いが、微生物の働きがにぶくなり有機窒素の無機化に支障を來すとか或は磷酸肥料（水溶）の固定による無効化が多くなること等が考へられる。

（アルミナ）

活性のアルミナが多量に含むと作物栽培上有害な場合が多く既耕地ではこの成分に關連した問題は少いが本縣でも開墾地土壤中には多量に含まれて居るところがある。

全アルミナ含量（開墾地）

	%		
潮 岬	20.1	隅 田	17.5
白 濱	10.8	戀 野	15.3

かゝる土壤は磷酸肥料が効き難く又アルミナは酸性による害作用の一因であると言はれる。

（マンガン）

本縣の田邊市附近から海岸沿ひに東牟婁郡に至る既耕地に數年來裸麥（小麥には出ない）のマンガン欠乏症が点々と発生して居る其の症状は最初から發育稍不良であるが特に1月末頃から莖葉の緑色が全般に淡くなり所々に褐色の線（点が連続して線になつたもの）が出来生育が極めて不良になり甚しいのは黄色になつてしまふ。その対策としては次の方法が効果的である。

イ、工業用硫酸マンガン反當2貫を播溝直下に他の元肥と混施する。

ロ、2月初旬發病したものに化學用硫酸マンガン5~10匁を水1斗に溶しヤシ油2cc加へ反當5~6斗を2~3回撒布する。

これらの地帯のマンガン欠乏の原因は土壤が石灰系肥料の連用等により中性乃至微アルカリ性に傾いて居るためマンガンが不溶性になつたことによるもので土壤は何れもP.H6.5~7.8程度になつて居る。従つて寧ろ生理的酸性肥料を用ふる方がよく又水田ではマンガン欠乏症があまり出ない。

老朽化水田の作土中には鉄と同様マンガンも下層に溶脱して居る通常鉄集積層の下方に小礫の周圍に黒紫色をなした点々があるのはマンガンの集積である場合が多い。このマンガンの溶脱状況は秋落究明の資料となる。

マンガンの檢出——— 塩酸ベンチデン 0.05 g を醋酸 10 cc に加熱溶解し水を加へて100ccにする。

別に試料を濾紙上に置き之に上記液を滴下すればマンガンあれば青色を呈す。

（マグネシア）

静岡縣等では小麥にマグネシア欠乏症が出て居り又最近米國ではマグネシア欠乏症に關する研究が相當行はれて居るようであるが本縣では柑橘園の一部に発生して居る。その症状は葉が黄褐色に變色して來るもので1樹の中でも枝の部分的にあらはれる。塩化マグネシウム、硫酸マグネシウムの撒布によつて恢復すると言はれる。

菜種に對するマグネシウムの効果に就ても各所で研究されて居る

(硫黄及銅)

本縣下數個所にある礦山は何れも黄銅礦を掘るところが多く此の礦石は銅、硫黄、鉄より成り風雨に晒されて銅は硫酸銅等になり溶けて下方耕地に流入し硫黄は硫酸となりて何れも作物に被害を及ぼす。水稻は銅其のものゝ被害で酸性の蔽害は少いが裏作麥、豆等は銅の生理的害作用と硫酸々性の害が併せ加つて大害を受ける。これらの對策としては石灰の施用により酸の中和と同時に銅の被害を軽減する。その他硫化ソーダと石灰の混施により効果が高くなる。

尙土壤を酸性に誘き度い場合は硫黄を施用すればよい。

(亞鉛)

柑橘の斑葉病として古く本縣で發見された亞鉛欠乏症に就ては既に一般に知られて居り硫酸亞鉛の撒布(他藥劑と混合)により効果があることは今更述べる迄もない。

(砒素)

梨園或は蔬菜園轉換水田に於て水稻生育が斑狀に不良となるのは砒酸鉛による砒素の害であると言はれて居る。砒素は畑状態で無害となり水田状態で害が出て来る。水稻に對する對策としては石灰、硫黄等の施用、畦立栽培等がある。

尙砒素はかゝる土壤中で比較的表面上に集積して居るようである。

(ニッケル)

福井縣産肥鉄土にはニッケルクロム等が微量含まれて居る。肥鉄土を客土する場合に荷車から降したところ等多量に土壤中にたまつた場所で裏作麥及玉葱等に被害を受けた例が本縣にもある。麥は始めから生育稍不良であるが特に四月上旬葉に縦に條斑が出て生育極めて不良となる之はニッケル過剰の害であると考えられて居る。

尙ニッケルに限らず金屬過剰の害は砂土、砂壤土の圃場の方が大であり緩衝力の低いことによるものと思はれる。

6. 腐植と地力

濕田等で堆厩肥を澤山施用しても効果があらはれない場合がある、以前は堆厩肥さえやれば地力は増強され作物が増収すると思はれて居たのであるが最近の研究では之が土壤中で分解され次の様に眞正腐植酸に迄進んで始めて地力が高くなるものと考へられて居る。

有機物(堆厩肥)→腐朽物質→眞正腐植酸

眞正腐植酸は腐植が無機コロイドと結合したもので有機物が眞正腐植酸に迄分解が進むためには次の土壤條件が必要とされる。

イ、酸素が適當に供給されて酸化分解が円滑に行はれること

ロ、カルシウム(石灰)が適量存在すること

濕田或は未墾地土壤は有機物が腐朽物質として澤山あつてもその後の分解が進まず地力は高くない。新墾地を熟畑化し地力増強をはかるには之を開墾し且手入をよく行つて酸素を土壤中に補給し又石灰を施用することによつて速進される。濕田は之を乾田化することによつて目的を達し得るのである。

穀作田として四石以上も穫れる田は往々にして老朽化水田の近邊にあることは本縣に於てもその例が多い。水田では水が相當下層に浸透するような田の方が堆肥の分解はよく進む老朽化水田は堆肥の分解は早いが一面前記根の障害が大きく秋落が甚しいため増収出来ない。この様な水田では客土等により一面土壤條件を秋落型から改善し他面堆厩肥を増施すれば地力は飛躍的に向上し高位收穫田になるのである。

乾土効果の高いことは腐朽物質の多いことを示しそれが直に地力の高いことを意味するものではない。

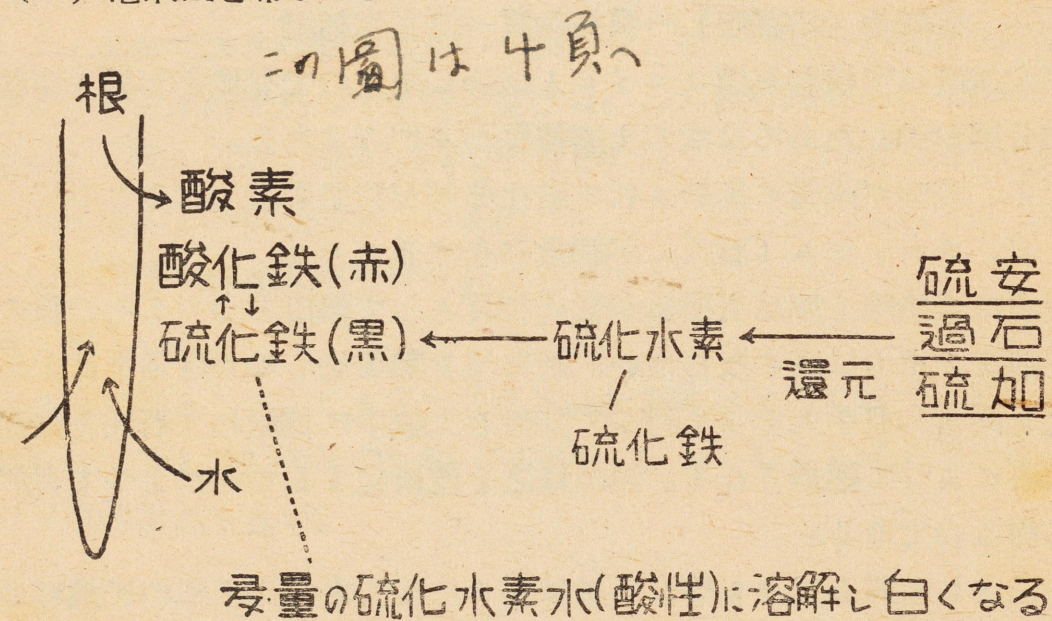
尙堆厩肥の施用は諸種の養分を供給すると共に土壤の理學性を良好にし砂土に於ては養分吸収力を増大し埴土に於ては之を膨軟にして作物根の發育を助長する。

7. 土壤は肥料成分を吸収する

硫酸を水田追肥に施用した場合湛水したまゝであつてもアンモニアは

3~4日もすれば殆んど土に吸収されてしまふそれは土によつて吸ひ取られるような感さへするのである。

土壤の微細な粒子即ち膠質粒子は強酸性（P.H4以下）の場合を除いて普通表面が陰（－）電氣性を帯びて居る。そして一方肥料成分であるアンモニア、加里、石灰等は溶液中陽（＋）電氣性を帯び硝酸、磷酸等は陰（－）電氣性を帯びる。



反對の電氣が引合ひ同種の電氣は斥け合ふのは自然の現象でアンモニア加里等は水田に於ても比較的流れ難いのはこの爲で硝酸（硝安の成分）は水田では水の動きによつて容易に流亡してしまふものである。

滲透水による養分の損失		
(滲透要素量) %		
水田状態	窒素	30.7
	磷酸	0.8
	加里	21.6
畑状態	窒素	16.9
	磷酸	0.4
	加里	6.9

磷酸は膠質化學的には吸収され難いのであるが硝酸と違つて実際には上表の様に最もよく土壤に吸収保持される。これは土壤中の鉄、アルミナ（膠狀水酸化物）及石灰と化合して溶け難いものになることが主なる原因で過磷酸石灰等は施用した部分に永く止つて居ることが多く之等が元肥に施用すると言ふ理由は作物が初期に磷酸欠乏を起すと最後迄健全に育たないと言ふこともあるが今一つは追肥では磷酸を土中根の下方に送入れることが出来ない（滲透して行かない）と言ふ理由或は流亡の心配のないこと等によるものである。

尙膠質微粒子の少い砂質土壤は肥料成分吸収性が弱く水溶性肥料は適當に分施しなければ流亡を來すことが多い。

以上は主なる吸収性に就て述べたのであるが其他機械的吸收、物理的吸收及微生物体の養分として吸収されること等がある。

8. 開墾地土壤と施肥

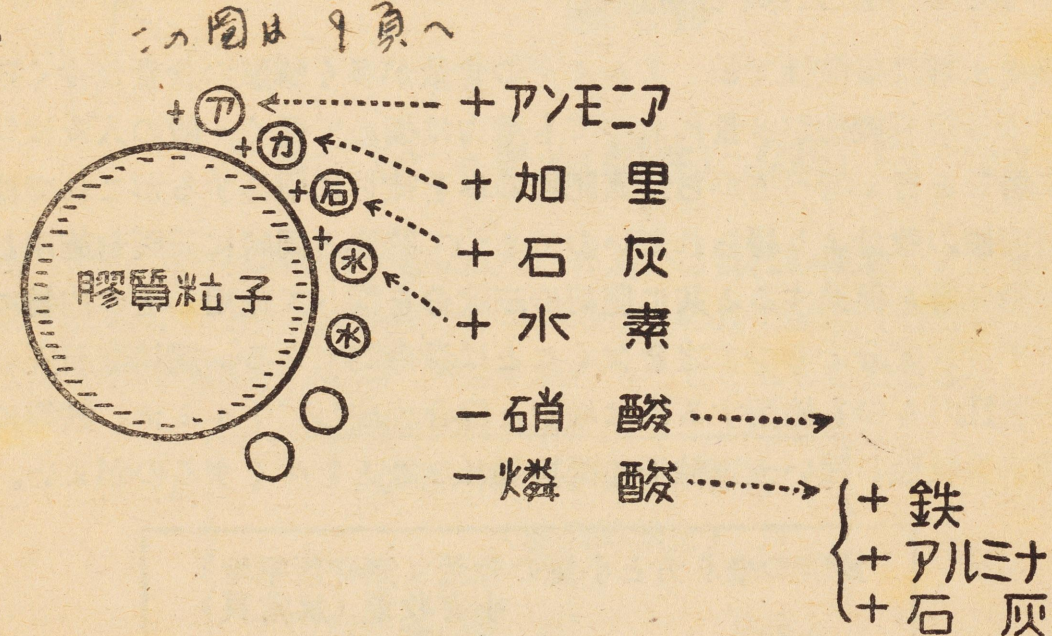
新墾地土壤は強酸性で鉄、アルミナの含量が多く磷酸の含量が少く落葉等の未分解有機物が多量にあつても地力は極めて低く一般の人々は只やせて居ると言ふ考へ方から窒素肥料のみを徒らに増施するがこれでは無肥料同様の收量より得られないのであつて開墾と同時に石灰を施用して有機物分解を促進すると共に肥料の三成分を揃へて施用しその内特に磷酸は不可欠成分であつて之を欠くことは致命的である。過磷酸石灰の如き水溶性のものを施用するには堆肥と混合埋施してアルミナ、鉄等による磷酸吸収性の強い土壤粒子に直接觸れることを少なくするのがよい。

磷酸のやり方と小麦の收量（潮岬新墾地）	
小麦收量（反當貫）	
1 少肥	— 26貫
2 堆肥、磷酸無施用	— 0
3 堆肥、過磷酸混施	— 42
4 “ “ 分離施用	— 39
5 増肥	— 60
6 堆肥、溶磷分離施用	— 48

磷酸肥料として水溶性成分を含まない熔燐或はトーマス燐肥等は土壤中での不溶化が少くて良い結果が得られる。落葉等の未分解有機物が多量にある新墾土壤は開墾後その急激な分解によつて土壤は還元になり水田土壤に似た状態を呈し従つて新墾数年間は陸稻、里芋等沼澤作物の栽培に適することが多い。

9. 酸性と其の改良

土壤酸性の強さは $P.H$ として 1~14 迄の数で表はされ 7 を中性として少くなれば酸性、多くなればアルカリ性の強くなることを示す。吾國土壤は殆んど酸性で本縣でも一部を除いて $P.H$ 4~6.5 であり又麥作期間例へば $P.H$ 6 の圃場を水田状態にすることにより幾分 $P.H$ 價が大きくなり中性に近づくのが（アルカリ側へ寄る）普通で麥に施した過燐酸が一時難溶になつても水田で再び可溶になつて來るのも之に原因する。



土壤の酸性は工場廢水の硫酸流入等直接酸性物質による場合も時にはあるが多くの場合膠質粒子に吸引されて居る水素イオンによるものであつて石灰、加里等が根による吸収、流亡等によりなくなるとその代りに水素イオンが増加して來る最初の（内側の）水素イオンは強く吸収されて

離れ難く初期酸性をあらはし之を加水分解酸性と言ひ逐次水素イオンが増加して外側へ吸引されて來ると酸性が強くなり置換酸性をあらはすようになり更に進むと水で振つた丈でも水素イオンが容易に出て來て酸性を呈するに至る。

作物栽培に直接關係あるのは置換酸性より外側の酸性であつて置換酸性は大工原法により置換酸度として之を測定する。

置換酸度の測定——風乾細土 100g をとり 1N—KCI 250 cc を加へ 1時間振盪した後乾燥濾紙で濾過し、濾液 125 cc をとり、フェノールフタレインを指示薬として 0.1N—NaOH で滴定しこの滴定數を y_1 としその 3、5 倍を全酸度とする。

土壤が酸性になつて行く原因は礦山、工場廢水等直接酸性物質の流入する場合、生理的酸性肥料、下肥等の連用による場合（肥料自体が酸性のものもある）前記雨水或は根の吸収による塩基の溶脱等がある。作物には各々その生育に最適の $P.H$ の範囲があり酸性の強いときは之を改良しなければならない。

（作物の酸性に對する抵抗性）

最強——水稻、陸稻、エンバク、甘藷、バレイショ、里芋、柑橘、茶

強——小麥、粟、トウモロコシ、ソバ

稍強——油菜、ソラマメ、ヒエ、トマト、ダイコン

弱——裸麥、茄子、トウガラシ、エンドウ、瓜

最弱——大麥、ホウレンソウ、チンヤ、大豆、小豆、紫雲英

酸性土壤の改良法としては堆肥の施用、生理的酸性肥料を施用しないこと、燒土を行ふこと、燐酸肥料の施用等色々あるが直接的方法としては石灰の施用である。

石灰を用ひて酸性を中和しようとする場合土壤は之に反抗する力が働く之を緩衝作用と言ふ（この力は通常砂土よりも埴土の方が大きい）従つて $P.H$ や置換酸度から必要石灰量を計算しようとするのは嚴密に言つてあてはまらない。然し実用上は置換酸度から計算して概ね目的を達

する即ち全酸度 10 に對して反當炭カルで 40 貫消石灰で30 貫生石灰で 20貫施用すると大体 PH6.0~6.3 位になり一般作物の栽培に支障が無くなる。

酸性が強くて之を中和するに要する計算石灰量が多くなつても実際には一作に50貫を超えて施用すると他の障害を伴ふからさけるべきである。

嚴密に石灰量を求めるには土壤毎に種々の分量に石灰を加へて見てその P.H. を測り中和曲線をつくつて見て決定する。多くの土壤の中和曲線平均値から前記置換酸度の γ 1 を用ひて次式により石灰量を求めることも出来る。

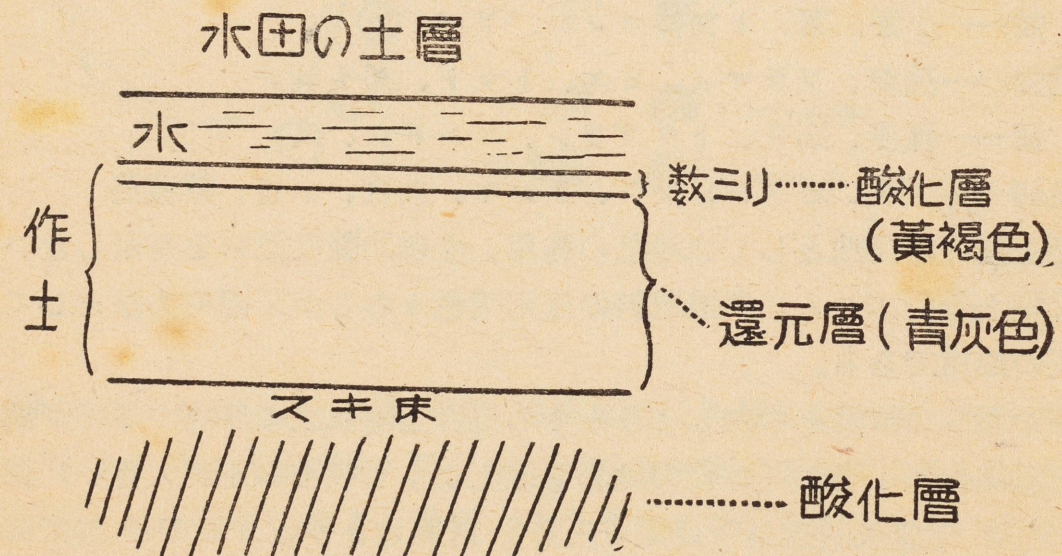
(炭カルを消石灰に直すには100:74比率による)

1町歩、厚さ20cm土壤中和炭カル(貫)= $26.6 \times 5.25 \gamma$ 1

土壤酸性の中和には消石灰、炭カル何れを用ひてもよいが水稻に對する石灰の施用は潜在地力の活用等中和以外の目的に用ふることが多く施用時強いアルカリ性を表はす必要ある場合が多いから消石灰を用ふる。

10 水田土壤

土壤は水田状態と畑状態とでは根本的に性質の異つたものになる。湛水して水田状態にすると有機物の分解による酸素の消費と外部からの空氣



の遮斷とで作土全部が還元状態に進むがやがて盛夏の頃になると表層部數ミリメートル丈が酸化層に變つて来る。その下方の作土は還元状態で保たれるが表面酸化層の直下の部分は特に還元が進んで居る場合が多いようである。又乾田二毛作田ではスキ床下方は酸化状態にある。

水稻は初期生育の頃土壤が急激に還元に進むと生育を害されることが多い。(多量の有機物の急激な分解)

硫安のようなアンモニア成分は還元層中で硝酸に進まず然も土壤によく吸収されて安定であるから元肥全屬施肥が有利である。硝酸(硫安の成分)は還元層に入るとき窒素ガスになつて飛散することが多いから注意を要する。

老朽化水田に於て硫化水素が発生するのも根本は水田土壤が還元になるからであつてガスの發生激しく根の障害が甚しいときは水を落して土壤を乾して即ち還元を弱め酸化にしてやるとガスの發生が止り被害から免れることが出来る。石灰窒素の成分シアナミッドは還元層では分解が円滑に進まず肥効が上らないことが多い、そのため濕田の元肥に之を施用する場合は表面に撒布してそのまゝでアンモニアに逆分解させその後鋤込む方がよい。

麥作中に施用した過磷酸は磷酸鉄等になり不溶性になつて居るが水田にすると P.H. が上昇して可溶性になる。

水稻は無肥料でも相當收量を上げ得るのは前記磷酸の可溶化、水による養分流入の外細菌、藻類による游離窒素の固定も見逃し難い問題である。最近窒素固定力の強い藍藻の研究が進められ之を 7月上旬接種して繁殖させ之を鋤込んで水稻の窒素源として或は逐年地力向上を來し增收効果をあげる事が出来る。(終)

執筆者 和歌山縣立農事試驗場技師 田中秀太郎

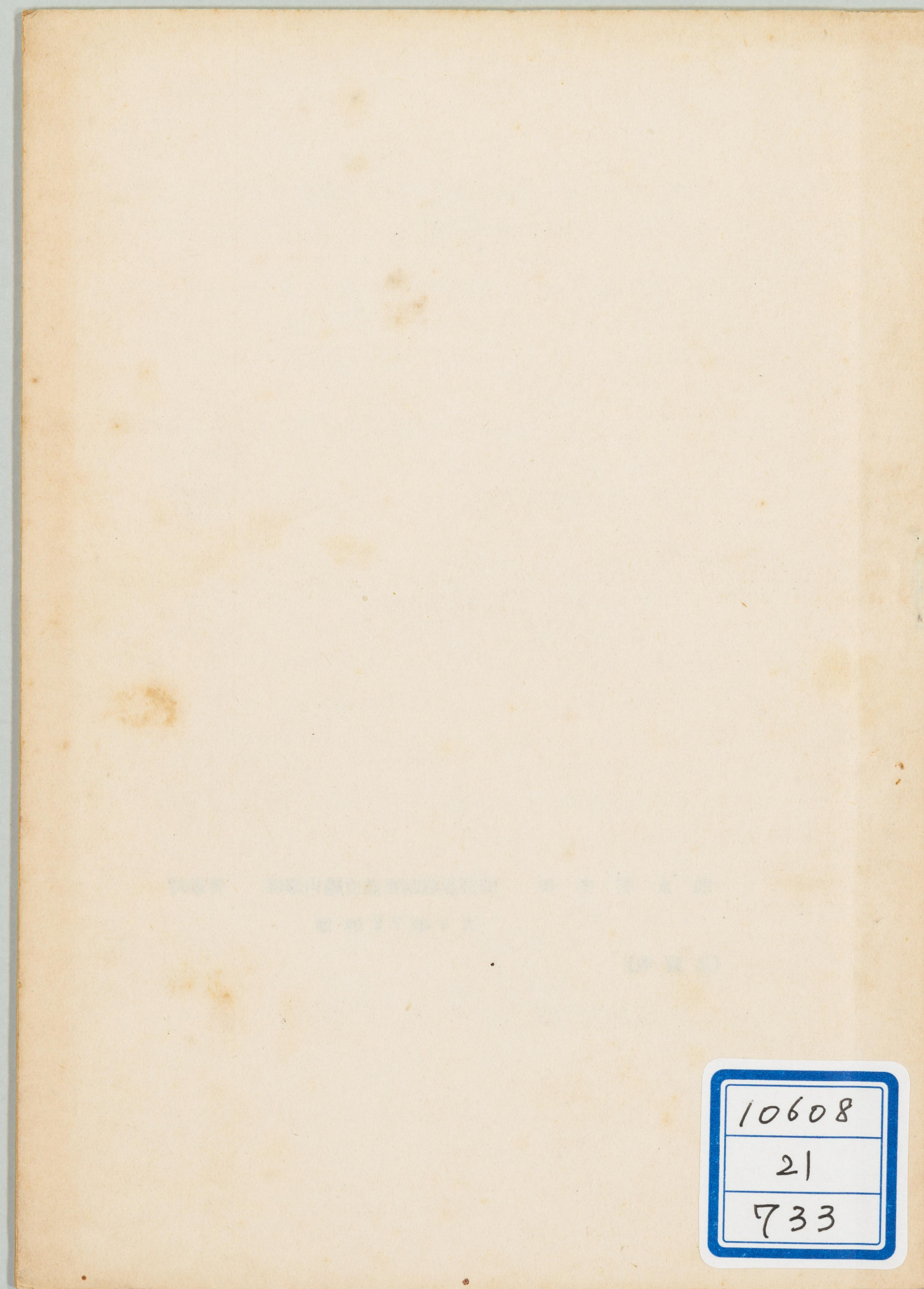
昭和27年9月

(非賣品)



遠藤茂旧蔵資料

10608-21-733



10608
21
733

7 8 9 **20** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **30** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **40** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **50** 1 2 3

遠藤茂旧蔵資料

10608-21-733