

根室釧路地方に分布する摩周統火山性土の特性と 其の地力維持に關する研究

囑 託 石 塚 喜 明

技 師 早 川 康 夫

元 副 手 乙 井 馨

目 次

I 摩周統火山性土の特性に就いて	36
(1) 供試土塊	36
(2) 各層の化學組成及び粒徑分布	37
(3) 鹽基置換容量	39
(4) 腐植と礫土との關係	40
(5) 總括及び結論	41
II 摩周統火山性土の開墾後に於ける地力推移に就いて	41
(1) 供試土塊	42
(2) 酸度及び置換性石灰	42
(3) 磷酸の固定及び加里の流亡	44
(4) 窒素の消長	47
(5) 腐植及び鹽基置換容量	50
(6) 總括及び結論	53
III 摩周統火山性地帯の新墾畑と經年畑に於ける施肥法に就いて	54
(1) 供試畑の土壤成分	54
(2) 新墾畑と經年畑に於ける肥料三要素比較試験	54
(3) 新墾畑と經年畑に於ける堆肥用量試験	56
(4) 總括及び結論	59
IV 摩周統火山性土の磷酸の固定に就いて	59
(1) 供試土塊	59
(2) 溶液の反應と磷酸固定	60
(3) 磷酸の浸透力	64
(4) 磷酸吸收量と時間との關係	68
(5) 硅礫比と磷酸含有量との關係	71
(6) KCl, HCl 及び H_2O_2 處理と磷酸固定との關係	73
(7) 磷酸添加に依る置換容量の増加	76
(8) 總括及び結論	76
V 摩周統火山性土の腐植の性質に就いて	77
(1) WAKSMAN 氏の近似的分類法に依る腐植の分離	77
(2) SIMON 氏法による腐植の分類	79
(a) 無前處理の場合	79
(b) NaCl, HCl で前處理を行つた場合	81
(c) NaOH, NaF 溶劑で浸出を續けた場合	82
(d) 石灰を添加し、又は添加せず incubate せる場合	84
(e) 耕地土壤の場合	86
(f) 摩周統各層土壤に Al_2O_3 及び腐植を添加せる場合	87
(3) 總括及び結論	89
VI 摩周統火山性土に於ける磷酸肥料不可給還化防止に關する一考察	89
VII 摘 要	91

I 摩周統火山性土の特性に就いて

根釧地帯は北海道の東端に位し、海流の影響を受け春季融雪遅く、晩春より初秋に至る迄濃霧の來襲を受ける爲、夏期気温低冷にして日照少なく、往々にして、6月中、下旬に至るも晩霜を見ることあり、而も秋、冬季に於て、晴乾を持續し、初霜早き爲、農作物中夏收作物並びに、根莖類以外のものは栽培には好適とは云い難い。而も此の地方の大半は摩周統火山性土にて被われ、幾度か綜合開發の對象となりつつも、其の効果必ずしも擧らず、開拓可能地 53 萬町歩中既墾地僅かに 6 萬町歩であり、本邦に於ても最も未開の状態にある。然し、當地方の火山性土は、頗る腐植に富み、開墾 4~6 年頃迄は比較的生産力が高いのであるが、其の後、急激に低下し所謂低位生産地となつてしまう場合が多い。然も一旦地力低下すれば、之を恢復するに多大の努力を必要とするに至るのである。而も當地方の農家は當初から是等火山性土の特質を理解せず、大面積を以て此の低位生産力を補う方向に進んで來たのである。従つて、現在地力の低下した耕地は非常に多く、此の恢復には堆厩肥、綠肥の増産等主畜農業と相結んで、眞剣な努力と研究が残されている譯である。従つて此の種火山性土の特質を究め、夫れに基く適切な對策を樹立し得れば、前途極めて明るきものと確信し、此の研究を企圖したのである。

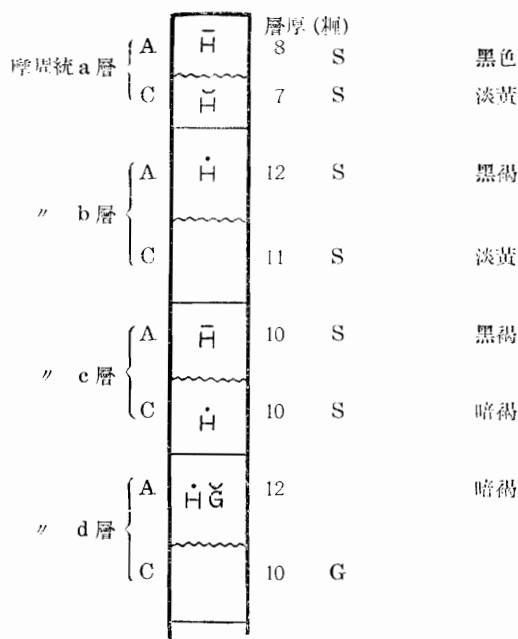
本報は、其の第一着手として根釧地方に廣く分布し、其の表土を構成する摩周統火山性土、a, b, c, d の 4 層の物理的、並びに化學的特性を研究した結果である。

本研究は、當時の北海道立農業試験場根室支場長三島京治氏の絶大な御援助と御助言を頂き初めて遂行出来得たものであり、茲に深甚の謝意を捧げる次第である。

(1) 供試土壤

當地方の土性調査は根室地方の 1/3 が漸く完了したに過ぎず、釧路地方に至つては一指も染めていない状況である。従つて、當地方全般に亘る火山性土の分布に就いては、元根室支場長山田忍博士の報告が唯一の手掛となるのである。氏の報告

に依れば、當地方火山灰地帯は摩周統火山性土を以て被われ、年代を異にする火山灰 a から l に至る 10 數層が相重なつて堆積しており、而して耕作土最も關係の深いと思われる上層部約 80 cm は、大部分の地域が摩周統 a, b, c, d の 4 火山灰を以て構成せられている。依つて先ず、此の 4 層に就き調査を進めることとした。土壤採集地は標識的堆積を示す中標津町字計根別、舊海軍飛行場附近で、此の邊の土壤断面に就いては前掲の山田氏の報告に詳細に發表されており、其の概略を述べると第 1 圖の通りである。



第 1 圖 採集地點の土壤断面圖

即ち、一般に摩周統 a, b, c の 3 層は微細な磨粉狀火山灰で、各層其上部は多少風化して腐植を含有し黒色を呈している。此の部分を実は摩周統 a, b, c 層の A とし、更に下部の腐植含量少ない部分を C とした。摩周統 d 層は浮石質の軟かい礫を含み、同様に腐植に富む部分 A と、少ない部分 C とに分けた。

當地方 (中標津町) は年平均気温 (10 箇年平均) 5.63°C, 降水量 915.5 mm, 相對濕度 74.03% で Lang の雨量係数は 163, MEYER の N. S 係数は 558 となり、高い價を示している。

第 1 表 摩周統各層の完全分析 (無機物百分中)

土 層 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O	Total	硅礫比	
摩周統 a 層	A	63.12	18.35	5.25	0.37	0.17	5.05	2.49	1.22	1.52	0.20	0.53	1.50	99.77	5.84
	C	68.38	18.39	5.31	0.32	0.15	3.28	1.03	0.52	0.79	0.17	0.55	1.13	100.02	6.28
" b 層	A	64.88	17.02	7.88	0.46	0.18	2.83	2.51	0.95	1.15	0.25	0.60	1.48	100.19	6.46
	C	68.05	14.11	8.24	0.42	0.23	3.29	1.46	0.87	1.25	0.22	0.41	1.33	99.88	8.15
" c 層	A	58.18	19.59	9.36	0.47	0.25	3.99	2.28	0.97	1.20	0.20	0.63	2.85	99.97	5.02
	C	60.53	16.66	10.29	0.47	0.23	3.83	2.34	1.06	1.29	0.25	0.64	2.59	100.18	6.14
" d 層	A	57.00	19.16	12.31	0.51	0.22	3.93	1.57	0.87	1.05	0.19	0.74	3.32	100.87	5.05
	C	58.04	16.99	13.41	0.43	0.25	3.52	1.59	0.85	1.15	0.23	0.75	2.51	99.72	5.77

第 2 表 熱塩酸分析 (細土百分中) 及び磷酸吸収係数

土層名	水分	灼熱減	鹽酸不溶解分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	磷酸吸收係數	
														Al ₂ O ₃		
摩周統 a 層	A	8.35	22.73	82.4	6.51	3.79	0.48	0.06	1.85	1.67	0.13	0.13	0.12	0.10	2.90	1,533
	C	2.87	5.71	90.8	4.91	3.56	1.06	0.07	1.24	0.97	0.06	0.06	0.19	0.07	2.34	1,473
" b 層	A	6.58	13.87	84.4	3.62	3.31	2.25	0.09	0.84	1.88	0.04	0.04	0.14	0.06	1.80	1,821
	C	2.66	3.13	88.8	3.42	3.10	3.65	0.09	0.98	1.48	0.03	0.03	0.24	0.06	1.87	1,413
" c 層	A	8.68	18.25	77.6	2.62	5.65	3.86	0.08	0.83	1.43	0.07	0.07	0.18	0.05	0.79	1,837
	C	7.99	13.09	81.6	2.58	5.30	3.95	0.12	0.57	1.03	0.03	0.03	0.10	0.05	0.83	2,061
" d 層	A	8.53	12.81	79.2	2.12	6.37	4.10	0.11	0.50	1.05	0.04	0.04	0.25	0.04	0.56	2,065
	C	6.65	6.39	85.2	1.98	6.14	5.13	0.16	0.98	0.98	0.05	0.05	0.16	0.05	0.55	2,093

(2) 各層の化學組成及び粒徑分布

是等各層に就き完全分析を行つた結果は第 1 表の通りである。

之に依れば硅酸含量中位で本邦に於ける安山岩質火山性土に普通に見られる組織であつた。而して摩周統 c, d 層は地表近くに堆積している a, b 兩層に較べ硅礫比が小であり、又鐵が c, d 兩層に於て著しく多かつた他、各層間に際立つた差異は見受けられなかつた。

次に熱塩酸分析を行つた結果は第 2 表の通りである。

即ち、摩周統 c, d 兩層は a, b 兩層に較べ鐵、礫土の含量極めて高く反之硅酸は極めて少ない。従つて硅礫比を見ると a, b 層と c, d 層の間には極めて大きな差が認められる。

HARASSOWITZ¹⁾氏は硅礫比 2~1 の場合を Allitic siallite, 1 以下を Allitic ないと稱し遊離の礫土

の存在することを認め、是等遊離礫土の存在の可能性を礫土性 (Alliticity) と呼ぶことを提唱した。夫れに依れば摩周統 a 層以外は何れの層も礫土性を有する土壤であり、特に摩周統 c 及び d 層は礫土性が極めて高いと云える。又第 2 表中、石灰は概して摩周統 a 層に多く、又磷酸に就いては第 1 表完全分析に於ては各層間に大差なく、其の價も 0.2% 前後であつたが熱塩酸分析では礫土性の高い摩周統 c, d 兩層に於てその含量著しく低下し、乾土中 0.05% 前後であつた。而も磷酸吸収係数も c, d 兩層に於ては a, b 兩層に較べて著しく高く、是等の層に於ては、磷酸の固定や不可給態化の極めて大きいことが想像されたのである。

一般に當地方の火山灰は降灰年次よりすれば、比較的新しいものであり、山田氏は摩周統 a 層を 250 年を越えないであろうと推定され、更に前述の様に低温多濕で風化は殆んど進んでいないと推

定され得るのである。事實 HARDY⁶⁾ 氏の三酸法に滲出する珪酸も割合少なく、全珪酸の2割程度であつた。

此の方法は HARDY 氏も其の報告で指摘している様に、膠質物質を分離して之に就いて処理を行うのが適當の様であるが、一應氏の行つた方法に準じ原土を瑪瑙の乳鉢で磨碎したものに就き分析を行つた。即ち第3表に示す通り a, b, c, d 各層共腐植に富む A は、腐植含量の少ない C よりも三酸法可溶珪酸及び之が全珪酸に對する比率は高く、又摩周統 c 及び d 層は摩周統 a 層 A を除く他の土壤に較べ全珪酸に對する比率は高く、又摩周統 c 及び d 層は摩周統 a 層 A を除く他の土壤に較べ全珪酸に對する可溶珪酸の比率が高かつた。又第2表熱塩酸分析に於ける塩酸不溶物の割合も摩周統 c, d 兩層は小さく、是等から考え

第3表 三酸法可溶珪酸

土 層 名		三酸法可溶珪酸	全珪酸に對する可溶珪酸
摩周統 a 層	A	17.71	28.05
	C	12.06	17.63
" b 層	A	8.50	13.10
	C	8.72	12.81
" c 層	A	15.50	26.64
	C	14.92	24.64
" d 層	A	14.84	26.03
	C	13.91	23.96

て摩周統 c 及び d 層は、a, b 兩層に較べ風化分解が進んでいるのであらうと推定される。そこで腐植を除く爲に 30% H_2O_2 で前処理を行い、ピベット法で各層の粒徑分布を調査すると第4表の通りであつた。

第4表 各土壤の粒徑分布及び比重（無機物）

土 層 名	2~0.25 mm	0.25~0.02 mm	0.02~0.01 mm	0.01~0.002 mm	0.002 mm 以下	Sand	Clay	比 重	
摩周統 a 層	A	6.37	69.10	15.59	7.05	1.91	91.06	8.94	2.36
	C	2.81	66.29	22.13	7.18	1.59	91.23	8.77	2.33
" b 層	A	9.63	50.99	20.63	6.05	2.70	91.25	8.75	2.44
	C	20.11	62.51	9.97	5.16	2.25	92.59	7.41	2.18
" c 層	A	12.79	65.65	10.08	7.13	4.35	88.52	11.48	2.58
	C	7.92	72.78	8.24	6.63	4.43	88.94	11.06	2.56
" d 層	A	13.64	66.78	9.09	5.66	4.83	89.51	10.49	2.57
	C	40.04	47.72	4.68	4.04	3.52	92.44	7.56	2.60

即ち、過半量のものが 0.25~0.02 mm の間に含まれ粘土は何れの層も 12% 以下である。此の中摩周統 c 及び d 層は a, b 兩層に較べ 0.002 mm 以下の所謂土壤膠質と見做される部分が凡そ2倍含まれ鉱物質部分に於て風化が進んでいるものと考えられた。又比重も有機物を除いて同様に測定したが、c, d 兩層が僅かに大であつた。

是等各層の膠質部分の特性を調査する目的を以て TAMM 氏の方法に従い、遊離の膠質無機物として存在すると考えられる珪酸、鐵及び礬土を測定し第5表に掲げた。

即ち摩周統 c 及び d 層は、a, b 兩層に較べ特

に礬土の含量著しく多く a b 兩層の 2~3 倍にも

第5表 珪酸、磷酸アンモン可溶の珪酸鐵及び礬土（乾土百分中）

土 層 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Total	
摩周統 a 層	A	0.046	2.109	0.079	2.234
	C	0.050	1.655	0.095	1.800
" b 層	A	0.044	2.208	0.130	2.382
	C	0.052	2.039	0.199	2.290
" c 層	A	0.071	4.731	0.219	5.021
	C	0.124	5.732	0.318	6.174
" d 層	A	0.174	5.230	0.170	5.574
	C	0.160	6.199	0.139	6.498

達している。

同様の目的を以て關⁷⁾氏の方法に依り、10% Na_2CO_3 溶液で5分間土壌を煮沸し、此の際溶出する硅酸、鐵及び礬土の量を測定した結果は第6表の通りである。此の中遊離礬土とは硅礬酸複合体の組織を $3\text{SiO}_2 \cdot 1\text{Al}_2\text{O}_3$ と假定し、之以上に餘る礬土の量を算出した。

第6表 10% 炭酸曹達に依り溶出する硅酸、鐵及び礬土(乾土百分中)

土 層 名		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	遊離礬土
摩周統 a 層	A	0.136	0.458	0.042	0.381
	C	0.084	0.774	0.026	0.727
" b 層	A	0.136	0.861	0.075	0.784
	C	0.083	0.776	0.018	0.726
" c 層	A	0.120	1.151	0.061	1.083
	C	0.092	1.262	0.026	1.210
" d 層	A	0.136	1.373	0.029	1.296
	C	0.076	1.435	0.021	1.412

即ち此の方法を以てしても摩周統 c 及び d 層は礬土の溶出量著しく多く、従つて遊離礬土の量は a, b 兩層の3倍を越えており、c, d 兩層が土壤膠質に富むと同時に、礬土性も亦極めて大なる

ことが推量されるのである。以上の様に摩周統 c, d 兩層が特に礬土性が高いが、之に關し、關氏は四國の普地土壤に就いて研究され、斯る火山灰土壤はラテライト風化を受けたものと説明し、他方川村⁸⁾氏は之に反對し火山灰が地上に降り積つた時既に塩基を多量に含み塩基性反應を呈したものと想像され、特に硅礬比の小さい理由は是等安山岩質火山灰土の安山岩そのものが小さい硅礬比を示すからであらうと述べ、テラロサと同様 STREME 氏の所謂岩石土壤型のカテゴリーに入るべきものと推定されているが、摩周統 c 及び d 層の礬土性も母岩そのものの特性に依るものと思われる。

(3) 塩基置換容量

前述の通り、當地方の土壤中には極めて粘土膠質が少なく、従つて是等の土壤に於ては置換容量は腐植に左右されるものであらうことは容易に推定されるのである。依つて摩周統各層に就いて醋酸アンモニアを加え塩基置換容量を測定 (A. O. A. C 法) し、又同時に 30% H_2O_2 處理に依り土壤中の有機物の大部分を分解せしめ同様に測定し、其の結果を第7表に掲げた。又常法に依り窒素吸收係数をも含せ測定して第7表に示した。

第7表 鹽基置換容量及び窒素吸收係數

土 層 名	腐 植 (%)	鹽基置換容量 (乾土 100 g 中 m.e.v.)	吸 收 鹽 基 (乾土 100 g 中 m.e.v.)	鹽基未飽和度 (%)	H ₂ O ₂ 處理 鹽基置換容量 (乾土 100 g 中 m.e.v.)	窒 素 吸收係數	
摩周統 a 層	A	15.82	38.4	16.1	58.17	2.3	589
	C	2.67	8.7	2.4	72.65	1.5	247
" b 層	A	8.94	24.9	3.7	85.04	2.7	465
	C	0.82	4.9	0.7	85.39	2.0	212
" c 層	A	10.99	25.7	7.5	70.76	5.4	617
	C	7.89	18.9	5.6	70.30	5.0	567
" d 層	A	6.62	18.6	4.8	74.13	6.8	553
	C	1.81	7.3	1.4	82.99	6.7	415

即ち、原土に於ては、腐植の多い土壤が置換容量も亦大きく置換容量と腐植含量は高い相關を有していたのである。然し一旦之を H_2O_2 で處理し腐植を除くと、例えば摩周統 a, b 兩層に於ては置換容量 2 m.e.v. 前後で、極めて低い値を示し従

つて是等の層に於ては置換容量は腐植に依り左右されることが明瞭である。之に對して摩周統 c, d 兩層に於ては、 H_2O_2 處理で腐植を除いた後も其の置換容量は 5~6 m.e.v. を示し、無機膠質に基づく置換容量の占める割合の多いことを示してい

た。同様の傾向は窒素吸収係数にも見られ、例えば d 層 C は a 層 C 及び b 層 C に較べ腐植含量略同量にも關らず前者が特に高い値を示した。

次に TOOTH⁹⁾ 氏及び MATTSON¹⁰⁾ 氏は、硅礬比の異なる土壤又は遊離鐵の含量の異なる土壤に、硅酸曹達液を加えた處、硅礬比の小さいもの程、又遊離鐵の含量大きいもの程 SiO_2 の吸収量高く、又塩基置換容量も大きくなつたと述べているが、今是等摩周統各層に硅酸曹達を塩酸で中和し、後透析して $\text{SiO}_2\text{-Sol}$ を作り、土壤 10 g に對して 120 mg の SiO_2 に相當する $\text{SiO}_2\text{-Sol}$ を加え、12 時間後に硅酸吸収量及び塩基置換容量を測定した。其の結果は第 8 表に示す通りである。

第 8 表 硅酸吸収量及び硅酸添加土壤の
置換容量の増加

土 層 名	SiO_2 吸収量 (乾土 100 g 中 mg)	鹽基置換容量 (乾土 100 g 中 m.e.v.)	置換容量増加 量 (乾土 100 g 中 m.e.v.)
摩周統 a 層 {A	47.8	41.9	3.5
{C	44.5	12.1	3.4
" b 層 {A	54.1	29.2	4.3
{C	51.4	7.3	2.4
" c 層 {A	73.9	40.1	14.4
{C	69.0	33.2	14.3
" d 層 {A	64.0	33.6	15.0
{C	65.7	20.4	13.1

即ち、摩周統 c 及び d 層は a, b 兩層に較べ硅酸吸収量及び塩基置換容量の増加が極めて大きい、之は添加せる $\text{SiO}_2\text{-Sol}$ が土壤中の遊離礬土

と結合し、硅酸礬土複合体を形成するものと想像出来るものである。此の點摩周統 a, b 兩層の様に、元來遊離礬土を多量に含有していない土壤に於ては、例え $\text{SiO}_2\text{-Sol}$ を添加するも特に塩基置換容量の著しい増加が認められなかつた。

(4) 腐植と礬土との關係

以上の通り摩周統 a, b 兩層は、其の塩基置換容量の殆んどが、土壤中の腐植に基因している。即ち、極言すれば、ガラスに腐植を混合した状態であり、從つて此の層に於ては腐植の消耗は地力維持の見地からは致命的であり、腐植の消耗即ち地力低下となるのである。之に反して摩周統 c, d 兩層は幾分なりとも無機膠質を含んでおり、先の 2 層とは多少條件が異なつている。然し乍ら遊離礬土の多いことは三宅¹¹⁾ 氏、KENTH¹²⁾ 氏、GILBERT¹³⁾ 氏等の見解に従えば作物に極めて悪い影響を與える様であり、加うるに礬土と腐植とが結合し其の性質を劣化せしめることも考えられるのである。此の點に就いては林¹⁴⁾ 氏は WAKSMAN 氏の腐植分類中、礬土を多量に含む β -fraction は然らざる α -fraction に較べ塩基置換容量は 1/3 に過ぎないと述べ、又細田¹⁵⁾ 氏は大山原火山灰腐植は一般に Fe 及び Al と強く結合して Podsol 型であるが、特に生産力の高い土壤は一部遊離し、Ca, Mg と弱く結合して存在するものと思われると報告している。

依つて 30% H_2O_2 で處理して土壤有機物を分解させる際に遊離してくる硅酸、鐵及び礬土を測定したが、その結果は第 9 表に示す通りである。

第 9 表 H_2O_2 處理に依り遊離して来る硅酸、鐵礬土及び WAKSMAN 氏法腐植組成

土 層 名	H_2O_2 處理に依り遊離して来る			C 1 g と結合せる Al_2O_3 量 mg	WAKSMAN 氏法腐植組成	
	SiO_2 (乾土 100 g 中 mg)	Al_2O_3 (乾土 100 g 中 mg)	Fe_2O_3 (乾土 100 g 中 mg)		α -fraction (%)	β -fraction (%)
摩周統 a 層 {A	11	326	114	35.9	4.45	1.28
{C	5	170	10	111.1	0.32	2.47
" b 層 {A	3	902	34	175.9	2.53	5.84
{C	2	12	4	255.4	0.21	1.09
" c 層 {A	4	1,132	28	179.3	2.38	4.07
{C	3	1,037	19	229.9	1.87	5.32
" d 層 {A	4	607	11	169.7	2.01	3.99
{C	4	245	5	225.9	0.85	3.19

即ち、 H_2O_2 処理の際、摩周統 c, d 兩層に於ては極めて多くの Al_2O_3 が遊離し、従つて炭素 1g に對する腐植の量は是等 2 層に於て頗る大である。又 WAKSMAN 氏法の腐植組成中、摩周統 c 及び d 層に於ては β -fraction が著しく大となつており、礫土と結び着いている型の腐植の多いことを示すものである。以上の様に腐植と礫土との複合体に就いて今のところ明確にすることが出来ず之を否定する人も非常に多いのであるが、腐植と礫土は何れも當地方火山灰土壤中極めて多く含まれており、是等が何等かの形で關係を有しているのではなからうかと想像される。

(5) 總括及び結論

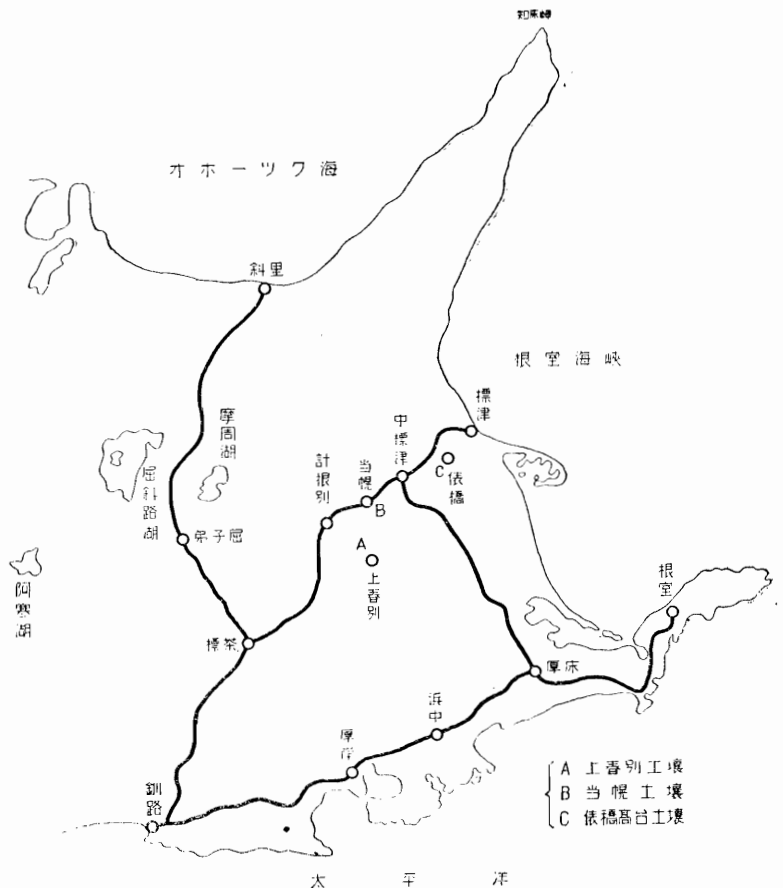
根釧地方に分布する摩周統火山灰層の代表的な 4 つの層即ち、摩周統 a, b, c, d 層に就いて、理化學的特性を調査したが、其の結果摩周統 a, b 兩層は未風化状態で、無機膠質極めて少なく養分の保持は殆んど腐植質に依り行われているのである。之に反し摩周統 c, d 兩層は前 2 層に較べて無機膠質の含量高く、之に基く塩基置換容量も或る程度存在している反面遊離礫土の含量が極めて高い。従つて地力を維持するには摩周統 a, b 兩層の腐植の減耗を防止すると共に c, d 兩層の礫土性を低下せしむることが必要である。

II 摩周統火山性土の開墾後に於ける地力推移に就いて

茲に根釧原野の地力維持對策を考究する前提問題として、根釧原野の表土を構成する摩周統 a, b, c, d の各火山灰層の物理化學的性質に就いて調査し I に於て之を報告した。

次に未墾地土壤は自然の植生下で一應安定な形として長期間堆積され來つたのであるが一度開墾と云う人為的作用が加えられ、耕起攪拌、反轉され、加えて耕種肥培が行われると未墾の場合とは全く異なつた條件下に置かれることとなり、従つて未墾土壤とは異なつた性質を有する土壤となつて行くのである。然し之も漸次永續的人為條件下に於て新しい平衡状態即ち、所謂熟畑土壤となるのである。

根釧地方に於ては一般に開墾後 5~6 年は極めて高い生産力を示すが、其の後急激に地力の減耗を來すと云われている。是等の現象も此の土壤の特質及び開墾に伴う性質の變異に基くことが多い様に考えられる。依つて茲に開墾年次別に土壤を採集し其の理化學性を検討し、之が開墾年次と共に如何に變化し行くかを調べ、開墾後 5~6 年



第 2 圖 試料採集地略圖

目を境としての生産力の急激なる低下を防止し、永く地力を維持する方策を樹てんと試みたのである。

尙本報の実施に際しては、特に技術補横山潔氏の手を煩わした所多かつた。茲に深甚の謝意を表する次第である。

(1) 供試土壤

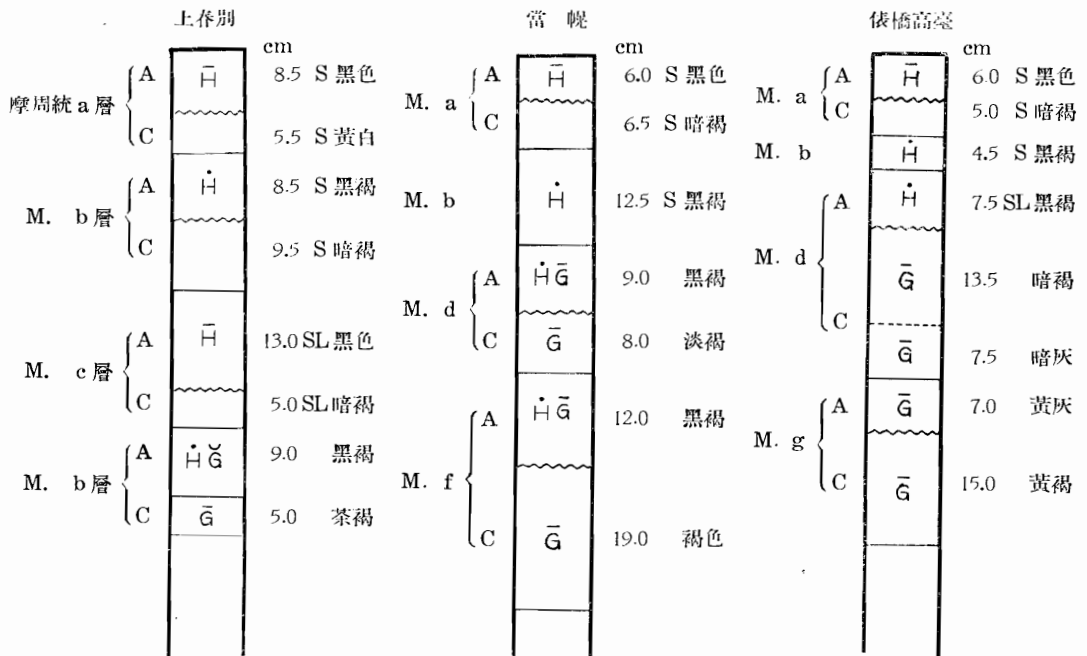
本研究に當り最も注意すべきは試料採取である。本來は同一土壤統内に於て開墾年次を異にし、然も類似の形式に依り農業が営まれている土壤を採用することが理想的であるが、斯る土壤の採取は勿論不可能なため、可及的に此の條件に近いものを選択することとした。採集地は次の箇所である。

上春別土壤～別海村字大廩 40線0號

當幌土壤～中標津町字當幌 11線7號

依橋高臺土壤～中標津町字依橋高臺 11線7號

當地方はIに報告せる通り摩周統 a, b 層を初めとし、10餘層の火山灰が堆積している地帯であり、先ず採集地點の未墾土壤の特性を明かにする爲、原土として上層部約 30～50 cm を夫々の火山灰層に分けて採集し、又耕地に就いては初年目より年次別に供試土壤を採集し同時に参考として毎年堆肥を施與し、所謂肥沃土壤として高い生産力を挙げつつある既墾地土壤をも採集した。然して當地方の慣行耕起深度は 12～15 cm で従つて此の深さ迄の土壤を表土とし、更に此の表土の下 15 cm を心土として採集した。依つて此の間に含まれる火山灰層は、採集地點に依り多少異なることとなる。第3圖は採集地點の土壤断面の概略の圖である。



註 G (礫) 及び H (腐植) の頭上の記號 () (含む) 。 (富む) - (頗る富む) を示す

第3圖 採集地土壤断面

(2) 酸度及び置換性石灰

農林省開拓局が開拓地の土性調査成績を集計した結果全國開拓地の7割を占める火山灰土には、強酸性のものと、中性に近い反應を呈するものと

があり、前者は酸性腐植火山性土で全國各地に分布し、又同じ火山灰土中反應中性に近いもので、石灰に豊富なものと著しく缺乏しているものと2種がある。前者は關東南部地區、藏王山塊東側山

麓地帯、岩手山麓地帯等に、後者は所謂普通式土壌に属するもので四国、南九州地区に主として分布すると報告された。先ず是等の問題を検討する

爲に第10表に3地区に於ける各火山灰層の酸度及び置換石灰の量を測定し、上述の成績と比較した。

第10表 未耕地各火山灰層の酸度及び置換石灰

上 春 別				當 幌				俵 橋 高 臺						
土 層 名	置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石 灰 %	土 層 名	置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石 灰 %	土 層 名	置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石 灰 %			
M. a 層	A	4.38	36.29	0.39	M. a 層	A	6.06	48.96	0.11	M. a 層	A	10.98	45.13	0.06
	C	1.14	9.96	0.09		C	3.48	26.63	0.04		C	7.89	30.59	0.03
M. b 層	A	2.28	31.28	0.11	M. b 層		3.93	33.76	0.08	M. b 層		10.57	38.71	0.04
	C	1.44	10.54	0.13										
M. c 層	A	1.80	35.69	0.14	M. d 層	A	1.41	34.16	0.15	M. d 層	A	4.16	36.58	0.05
									C		1.85	23.66	0.05	

各火山灰層共 pH は 5.8~6.0、微酸性で各層間に著しい差異は認められず、又置換酸度は極めて小さいが、加水酸度は比較的高い値を示す。而も腐植の多い層が少ない層に較べ酸度が高かつたが、之は腐植酸と何等かの関連性を有するものと思われる。又3地区の中、俵橋高臺地区が最も酸度が高かつた。置換性石灰は HISSINKA 氏法で測定したが、腐植の多い層に於て其の含量高く、特に最地表部にあつて腐植を最も多く含む摩周統 a 層 A に於て置換石灰含量極めて高かつた。且つ3地区の土壌を比較すると酸度の最も高かつた俵橋高臺地区が置換性石灰量低く、酸度と置換性石

灰とは逆比の関係にあつた。

本州に廣く分布している酸性腐植火山性土は例えば、弘法氏¹⁶⁾の報告では座光寺の未耕地は pH 4.9、全酸度 71.2、置換性石灰 0.02%、西天龍は pH 4.7、全酸度 75.5、置換性石灰 0.02% であり、斯る火山性土に於ては石灰の施用は、熟固化を促進して生産力を高めることは、容易に豫想される所であるが、摩周統火山性土の様に酸性が弱く石灰に割合富む土壌に於ては、石灰の施用が特に効果ある土地改良法となり得ないと思われる。次に年次別に採集した土壌に就き同様測定した値を第11表に掲げる。

第11表 耕土に於ける開墾後の酸度及び置換石灰の推移

上 春 別					當 幌				俵 橋 高 臺					
土 壤 名		置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石灰 %	土 壤 名		置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石灰 %	土 壤 名		置換酸度 3 y ₁	加水酸度 y ₁	置換石灰 %
表 土	2 年目	1.47	27.72	0.21	3 年目	4.95	40.84	0.12	1 年目	6.33	39.70	0.08		
	3 "	1.29	25.25	0.22	4 "	1.62	29.40	0.12	3 "	7.17	40.54	0.09		
	4 "	1.38	30.10	0.16	5 "	1.89	33.76	0.14	6 "	3.57	37.75	0.13		
	10 "	1.11	23.41	0.19	9 "	1.62	32.03	0.15	11 "	1.86	34.20	0.19		
	23 "	1.44	23.34	0.26	23 "	1.32	33.56	0.18	24 "	2.21	37.13	0.14		
	肥沃畑	0.78	21.63	0.40	肥沃畑	0.99	28.76	0.29	肥沃畑	1.17	32.76	0.23		
心 土	2 年目	1.74	29.21	0.22	3 年目	2.64	42.03	0.12	1 年目	5.49	32.92	0.05		
	3 "	1.08	26.33	0.18	4 "	2.34	30.64	0.09	3 "	7.29	36.14	0.05		
	4 "	2.37	35.49	0.15	5 "	1.65	31.38	0.19	6 "	2.31	33.76	0.14		
	10 "	1.76	23.51	0.12	9 "	1.74	26.28	0.21	11 "	1.74	31.38	0.13		
	23 "	1.53	25.49	0.14	23 "	2.04	32.32	0.15	24 "	3.84	36.85	0.09		
	肥沃畑	0.66	12.62	0.35	肥沃畑	1.50	29.65	0.30	肥沃畑	1.50	31.68	0.13		

弘法氏の前報¹⁶⁾ や又塩入柏木兩氏¹⁷⁾ が三方原開墾地で行つた試験成績でも酸度及び置換性石灰含量の推移を見ると、何れも熟間化に依り著しく置換性石灰含量増加し、且つ置換酸度は次第に中性に近づいておりこの様な石灰の増加及び酸性の中和こそ熟間化の必須條件とされておられるが、當地方の様に最初から置換性石灰多く酸度も中性に近い土壤は、斯の様な推移は餘り明瞭に現われておらず、僅に置換性石灰が増加しているに過ぎないが、堆肥を施與した所謂肥沃畑は一段と酸度小さく置換性石灰量も多かつた。表土と心土では

特に取上げて述べる程の差は認められなかつたが、3 地區の中では未墾地の場合と同様依橋高臺地區が比較的酸度高く置換性石灰の含量低かつた。

(3) 磷酸の固定及び加里の流亡

I で述べた様に當地方の火山性土は何れも磷酸の固定が著しいが、是等3地區に於ても當然略々同様の結果を示す筈であり、第12表に熱塩酸分析に依る硅酸、鐵及び礬土の含量を、又第13表には硅礬比及び磷酸吸收係数を掲げた。

第12表 未墾地各火山灰層の熱塩酸可溶性硅酸及び鐵礬土(乾土百分比)

上 春 別					當 幌					依 橋 高 臺							
土 層 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	土 層 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	土 層 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃			
M. a 層	A	4.70	3.61	0.78	4.39	M. a 層	A	4.85	4.38	0.41	4.79	M. a 層	A	4.61	4.09	1.21	4.30
	C	4.51	3.17	1.26	4.43		C	4.26	3.72	0.88	4.60		C	4.34	3.16	1.04	4.20
M. b 層	A	2.67	5.67	2.26	7.93	M. b 層	A	3.09	4.07	1.92	5.99	M. b 層	A	3.35	4.44	1.62	6.06
	C	2.55	3.91	2.97	6.91		C	3.09	4.07	1.92	5.99		C	3.35	4.44	1.62	6.06
M. c 層	A	2.82	5.46	2.70	8.18	M. d 層	A	1.67	7.84	2.58	10.42	M. d 層	A	1.91	12.97	2.31	15.28
	C						C						C	1.65	10.60	2.64	13.24

第13表 未墾地各火山灰層の硅(鐵)礬比及び磷酸吸收係數

上 春 別					當 幌					依 橋 高 臺				
土層名	硅礬比	鐵礬比	磷酸吸收係數		土層名	硅礬比	鐵礬比	磷酸吸收係數		土層名	硅礬比	鐵礬比	磷酸吸收係數	
M. a層	A	2.21	1.26	1.747	M. a層	A	1.83	1.79	1.778	M. a層	A	1.91	1.62	1.828
	C	2.41	1.94	1.208		C	1.91	1.70	1.559		C	2.33	1.92	1.548
M. b層	A	0.80	0.64	1.975	M. b層	A	1.29	1.00	1.883	M. b層	A	1.28	1.05	1.861
	C	1.10	0.75	1.549		C	1.29	1.00	1.883		C	1.28	1.05	1.861
M. c層	A	0.88	0.63	2.070	M. d層	A	0.36	0.30	2.543	M. d層	A	0.25	0.23	1.732
	C					C	0.36	0.30	2.543		C	0.27	0.23	2.382

即ち、摩周純 a, b 兩層は比較的硅酸が多く鐵礬土の含量は低い。之反 c, d 兩層は硅酸少なく鐵礬土の含量は極めて高い。従つて c, d 兩層に於ては硅礬比又は鐵礬比が a, b 兩層に較べ低く礬土性が高い。又硅(鐵)礬比と磷酸吸收係數とは相關高く、例えば ROMIE¹⁸⁾ 氏は稀酸に溶ける鐵礬土が多い程磷酸固定力高く、又 TOTH¹⁹⁾ 氏は硅礬比と磷酸固定力とは逆比例する等多数の研究が發表されている。當地方の火山灰土に於ても第

12, 13 表の通り、熱塩酸可溶の鐵礬土の含量高く且つ硅(鐵)礬比の小なる摩周純 c, d 層は特に磷酸吸收係數が大であつた。

本州に廣く分布する酸性火山灰土に就いての研究結果の多くは未墾地は極めて礬土性高く磷酸の缺乏が激しく、年次を経るに従ひ置換石灰が増し硅礬比が高くなり遊離礬土が減少すること、即ち礬土性土壤の性質の喪失が見られることが指摘されている。然るに當地方の耕地に於いては下層に

第 14 表 耕地に於ける熱鹽酸可溶硅酸及び鐵、礬土(乾土百分比)

	上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺				
	土壤名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	土壤名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	土壤名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
表 土	2 年目	5.03	3.92	0.91	4.83	3 年目	4.00	3.73	1.48	5.21	1 年目	5.85	3.44	0.98	4.42
	3 "	4.76	4.16	1.20	5.36	4 "	3.58	2.87	1.76	5.63	3 "	4.17	3.17	1.55	4.72
	4 "	4.67	3.61	1.54	5.15	5 "	3.50	4.10	1.19	5.29	6 "	4.79	3.23	1.81	5.04
	10 "	3.79	4.68	1.60	6.28	9 "	3.91	5.02	1.01	6.03	11 "	3.75	3.00	3.16	6.16
	23 "	4.07	5.64	1.53	7.17	23 "	4.15	4.91	1.33	6.24	24 "	4.34	3.29	3.01	6.30
	肥沃畑	3.63	3.73	1.58	5.31	肥沃畑	4.26	4.16	1.53	5.69	肥沃畑	4.91	3.25	2.83	6.08
心 土	2 年目	3.86	4.33	1.53	5.86	3 年目	2.94	4.56	2.65	6.21	1 年目	3.05	4.79	2.29	7.08
	3 "	4.24	3.98	1.61	5.59	4 "	2.63	5.69	2.59	8.29	3 "	2.88	4.68	2.09	6.77
	4 "	3.78	3.77	2.62	6.39	5 "	2.35	5.26	2.93	8.19	6 "	2.76	5.08	2.41	7.49
	10 "	2.57	3.91	2.08	5.99	9 "	3.00	6.07	2.60	8.67	11 "	3.31	4.21	3.17	7.48
	23 "	3.48	5.01	1.57	6.58	23 "	3.39	5.05	2.61	7.66	24 "	3.47	4.15	2.91	7.06
	肥沃畑	4.16	4.77	1.55	6.32	肥沃畑	3.62	4.16	1.84	6.00	肥沃畑	3.41	3.32	2.75	6.07

第 15 表 耕地に於ける硅(鐵) 礬比及び磷酸吸収係數

	上 春 別				當 幌				俵 橋 高 臺			
	土壤名	硅礬比	硅鐵礬比	磷酸吸 收係數	土壤名	硅礬比	硅鐵礬比	磷酸吸 收係數	土壤名	硅礬比	硅鐵礬比	磷酸吸 收係數
表 土	2 年目	2.17	1.91	1.555	3 年目	1.82	1.47	1.547	1 年目	2.88	2.46	1.513
	2 "	1.94	1.67	1.565	4 "	2.12	1.23	1.678	3 "	2.23	1.72	1.673
	3 "	2.19	1.74	1.519	5 "	1.45	1.23	1.634	6 "	2.51	1.87	1.784
	4 "	1.37	1.14	1.695	9 "	1.45	1.18	1.547	11 "	2.12	1.28	1.869
	10 "	1.22	1.05	1.719	23 "	1.43	1.24	1.668	24 "	2.34	1.44	1.703
	肥沃畑	1.65	1.28	1.688	肥沃畑	1.74	1.42	1.678	肥沃畑	2.58	1.66	1.782
心 土	2 年目	1.51	1.24	1.584	3 年目	1.09	0.80	1.960	1 年目	1.08	0.83	2.059
	3 "	1.81	1.45	1.550	4 "	0.78	0.65	2.080	8 "	1.04	0.82	2.070
	4 "	1.70	1.19	1.769	5 "	0.76	0.56	2.015	6 "	0.92	0.71	2.215
	10 "	1.11	0.84	1.661	9 "	0.84	0.66	1.717	11 "	1.33	0.91	1.960
	23 "	1.18	0.99	1.649	23 "	1.14	0.86	1.811	24 "	1.42	0.99	1.982
	肥沃畑	1.43	1.17	1.601	肥沃畑	1.47	1.16	1.561	肥沃畑	1.74	1.14	1.834

摩周統 c, d 層の様に極端な礬土性の高い火山灰層が存在する爲に必ずしも上述の様な経過を示さない。

即ち、表土に於ては何れも鐵、礬土含量増加

し硅礬比が低下して開墾後年次を経るに従ひ礬土性は寧ろ高まつて來ている。從つて磷酸吸収係數は開墾年次の経過に従ひ大となつてゐる。心土に於ては上春別の様に礬土性の特に高い層、即ち摩

周統 c, d 層が地表より遙か下方に存在している場合は年次の経過と共に礫土性は高まるが、依高臺や常幌地區の様に c, d 兩層が地表より比較的淺い所に存在する時は逆に礫(鐵)礫比は大きくなる様であり、c, d 兩層の位置に依り礫土化の方向が決定される様に見受けられる。又毎年堆肥を搬入した所謂肥沃畑土壤は何れも礫礫比大で、磷酸吸收係數小さく堆肥の効果顯著であつた。此のことは要するに表土のみを考える時は所謂熟間化の経過は礫土性の消失を伴ない、塩入、弘法兩氏²⁰⁾の見解と本質的に一致しているのであるが、常地方の様に特別の堆積状態を示す地方に於ては開墾後耕土の深くなるにつれ、c, d 層が表層と混じ一時的に礫土性が却つて上昇することが起り得るのである。此のことは本火山性土の本質的問題では

ないが營農の實際に於ては看過し得ないところである。又夫れと共に考えられることは常地方は土壤の凍結著しく地下 1m 以上に達し、此の際塩基類が水分の上昇に伴なつて上層に運搬されると考えることが出来²¹⁾、晩秋より融雪期にかけては寧ろ表土と塩基の集積が行われる傾向にあり、是等が礫土性の増加に或る程度の役割を果しているとも考えられる。

火山性土の新墾地に於ては磷酸の著しい缺乏を示すことは多少の強弱こそあれ全國同じ傾向にあり、常地方の火山性土も其の例に洩れない。今未墾地の火山灰層に就いて N/5 HCl 可溶磷酸及び王水可溶磷酸を測定した。其の結果は第 16 表に示す通りである。

第 16 表 未墾地各火山灰層の磷酸及び加里(乾土 100 g 中 mg)

上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺							
土 層 名	N/5 HCl 可 溶 性		王水可 溶	磷酸關 係溶解 度 (%)	土 層 名	N/5 HCl 可 溶 性		王水可 溶	磷酸關 係溶解 度 (%)	土 層 名	N/5 HCl 可 溶 性		王水可 溶	磷酸關 係溶解 度 (%)			
	P ₂ O ₅	K ₂ O				P ₂ O ₅	K ₂ O				P ₂ O ₅	K ₂ O			P ₂ O ₅	K ₂ O	
M. a 層	A	10.48	22.3	108.4	9.7	M. a 層	A	9.17	16.7	83.9	10.9	M. a 層	A	7.29	16.2	76.5	9.5
	C	8.75	16.3	75.4	11.6		C	8.49	18.6	73.3	11.6		C	7.00	17.9	65.9	10.6
M. b 層	A	6.73	12.6	74.4	9.0	M. b 層	A	6.63	17.7	89.3	7.4	M. b 層	A	4.45	27.3	55.9	8.0
	C	3.20	13.2	61.6	5.2		C	2.71	20.8	92.4	2.9		C	2.12	25.6	70.1	3.0
M. c 層	A	2.10	15.7	72.3	2.9	M. d 層	A	2.71	20.8	92.4	2.9	M. d 層	A	2.12	25.6	70.1	3.0
	C	2.10	15.7	72.3	2.9		C	2.71	20.8	92.4	2.9		C	2.71	29.0	76.5	3.5

上表に依れば前述の通り摩周統 c, d 兩層が著しく礫土性高く磷酸の固定も激しく、従つて N/5 HCl 可溶の所謂可給態磷酸が非常に少ない。又 LEMMERMANN 氏 法に依り王水可溶磷酸を測定したが、是等各層間に特に著しい差は認められなかつた。即ち土壤に含まれている全磷酸含量は各層共略々等量であるが、可給態磷酸の量は各層の性質に依り著しく異なるのである。今 N/5 HCl 可溶性磷酸に對する王水可溶磷酸の百分比をとり LEMMERMANN 氏の所謂關係溶解度 (Relative Löslichkeit) を計算すると第 16 表に示した通り摩周統 c, d 層は著しく小さい値を示し磷酸の大部分が不可給態化していることがうかがわれた。

次に耕地の場合に就いて第 17 表に示した。磷酸は土壤に固定され易く他へ流亡することの少な

い要素である爲、施與された磷酸質肥料は作物に吸収されるか、或いは不可給態として土壤に固定され僅かり部分が可給態として土壤中に存在するのである。従つて王水可溶性磷酸は年次を経るに従い、増加しているのであるが、N/5 HCl 可溶性磷酸は一定の傾向を認め難く磷酸の關係溶解度は年次と共に低下していた。肥沃畑に於ては何れも可給態磷酸の含量大で、堆肥の磷酸可給態化の効果が顯著に認められた。又心土に於ては摩周統 c, d 層が比較的淺く存在し、心部が一部是等の層により形成されている常幌、依高臺地區の N/5 HCl 可溶性磷酸含量は低かつた。然し磷酸の形態を溶剤に依り嚴密に區別することは本質的に困難である。例えば作物の種類や又同一作物でも生育初期と後期では磷酸の吸収能力も大いに異なると思

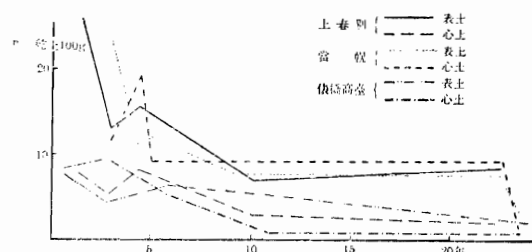
第 17 表 耕地に於ける開墾後の磷酸及び加里の推移 (乾土 100 g 中 m/g)

	上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺				
	土壤名	N/5 HCl 可 溶 性		主水 可溶	關係溶 度	土壤名	N/5 HCl 可 溶 性		主水 可溶	關係溶 度	土壤名	N/5 HCl 可 溶 性		主水 可溶	關係溶 度
		P ₂ O ₅	K ₂ O				P ₂ O ₅	K ₂ O				P ₂ O ₅	K ₂ O		
表 土	2 年目	8.87	25.8	78.1	11.4	3 年目	7.91	23.5	72.4	10.9	1 年目	6.27	8.4	64.8	8.1
	3 "	8.90	12.7	80.9	11.0	4 "	7.60	10.7	67.3	11.3	3 "	6.48	4.9	70.8	9.4
	4 "	9.09	15.5	89.2	10.2	5 "	9.35	11.8	108.4	8.6	6 "	7.00	5.8	77.6	8.9
	10 "	7.15	7.0	92.9	7.7	9 "	8.35	8.2	106.2	7.9	11 "	5.98	5.2	85.9	7.9
	23 "	8.23	9.5	126.9	6.5	23 "	8.24	8.5	123.2	6.7	29 "	5.35	3.5	129.6	4.8
	肥沃畑	22.63	19.5	176.8	12.8	肥沃畑	17.21	22.4	142.4	12.1	肥沃畑	13.01	5.8	114.8	11.9
心 土	2 年目	7.23	7.4	75.4	9.6	3 年目	4.61	11.3	62.0	7.4	1 年目	4.30	8.9	53.4	8.1
	3 "	7.71	5.3	79.9	9.6	3 "	4.15	19.9	71.8	5.8	3 "	4.82	9.5	51.0	9.4
	4 "	7.93	8.9	87.1	9.1	5 "	4.61	9.7	83.5	5.5	6 "	5.11	5.3	57.4	8.9
	10 "	7.43	3.0	82.2	9.0	9 "	4.65	9.2	94.6	4.9	11 "	4.57	1.8	57.4	7.9
	23 "	7.09	2.9	90.7	7.8	23 "	4.94	9.2	98.0	5.0	24 "	4.90	2.4	102.0	4.8
	肥沃畑	18.31	13.7	152.6	12.0	肥沃畑	10.35	6.3	130.7	7.9	肥沃畑	12.11	5.4	101.8	11.9

われる。従つて一般に當地方の耕地に於ても毎年磷酸質肥料を用うることに依り次第に禁土性を消失し磷酸缺乏の程度が緩和されるものと推定されるが、今回の實驗に於いてはこの點に就いては確認出来なかつた。

加里に就いては、當地方火山性土の未墾地には第 16 表の様に極めて多量に含まれ、何れの作物も加里質肥料の必要を認め得ないであろう。然し年次を経るに従い其の減耗著しく當初の 1/3 に低下する。此の経過を第 4 圖に示す。

即ち第 4 圖に示す通り 3~5 年目に於て急激に減少しており、此の時期を過ぎては明かに加里肥料の施與を必要とするものと思われる。



第 4 圖 耕地に於ける可給態加里の推移

(4) 窒素の消長

土壌中の窒素の大部分は蛋白質であり、植物遺体若しくは腐植と極めて關係が深いことは云う迄もない。従つて未墾地各火山灰層中炭素含量の多い土壌は亦窒素も多く、且つ未墾地の腐植を多く

第 17 表 未墾地各火山灰層の炭素窒素及び炭素率

上 春 別				當				幌				俵 橋 高 臺			
土 層 名	C (%)	N (%)	C/N	土 層 名	C (%)	N (%)	C/N	土 層 名	C (%)	N (%)	C/N	土 層 名	C (%)	N (%)	C/N
M. a 層	A	10.58	0.34	31.1	M. a 層	A	6.85	0.54	12.7	M. a 層	A	5.23	0.30	17.5	
	C	1.32	0.12	11.5		C	2.79	0.27	10.3		C	3.07	0.22	13.9	
M. b 層	A	5.33	0.25	21.7	M. b 層		4.25	0.31	13.8	M. b 層		4.60	0.32	14.4	
	C	1.30	0.08	16.8											
M. c 層	A	4.59	0.18	25.5	M. d 層	A	5.11	0.36	14.2	M. d 層	A	4.32	0.29	14.9	
												C	3.61	0.20	18.2

集積した土壤に於ては窒素に較べ炭素の量極めて多く、従つて炭素率極めて大で細菌の繁殖不充分であらうと推定されるが、是等の關係に就いては第17表に示す通りである。

未墾地に一度耕起反轉が行われ、空氣の流通が

良好になると土壤中に堆積されていた腐朽物質は急激に分解を始める。特に窒素の減耗の激しいことは第18表に示す通りである。然し開墾後間もなく有機物の分解速度も衰へ平衡状態となり標準炭素率を示す様になる。

第 18 表 耕地に於ける開墾後の炭素、窒素及び炭素率の推移

	上 春 別				當 幌				俵 橋 高 臺			
	土層名	C (%)	N (%)	C/N	土層名	C (%)	N (%)	C/N	土層名	C (%)	N (%)	C/N
表 土	2 年目	5.03	0.40	12.6	3 年目	5.59	0.44	12.7	1 年目	6.00	0.38	15.8
	3 "	4.67	0.40	12.7	4 "	5.49	0.38	14.4	3 "	6.07	0.41	14.9
	4 "	4.82	0.34	14.2	5 "	5.30	0.40	13.3	6 "	5.91	0.30	19.7
	10 "	3.52	0.28	12.6	9 "	5.28	0.36	15.1	11 "	5.41	0.31	17.4
	23 "	4.21	0.27	15.6	23 "	5.02	0.37	13.6	24 "	5.07	0.28	18.4
	肥沃畑	4.48	0.33	13.6	肥沃畑	5.35	0.44	12.1	肥沃畑	5.36	0.42	12.8
心 土	2 年目	3.88	0.30	13.1	3 年目	5.60	0.32	17.5	1 年目	4.28	0.29	14.8
	3 "	3.61	0.31	11.7	4 "	4.25	0.33	12.9	3 "	4.86	0.28	17.6
	4 "	4.61	0.37	12.6	5 "	4.88	0.41	11.9	6 "	5.21	0.36	14.3
	10 "	2.76	0.18	15.1	9 "	4.87	0.38	13.0	11 "	5.07	0.27	19.1
	23 "	3.54	0.22	16.1	23 "	4.25	0.33	12.9	24 "	4.79	0.26	18.0
	肥沃畑	3.83	0.30	12.7	肥沃畑	5.34	0.42	12.8	肥沃畑	5.39	0.39	13.9

第 19 表 未墾地各火山灰層の無機態窒素(乾土 100 g 中 mg) 及びアンモニヤ化率

上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺							
土 層 名	NH ₃ -N 100g 中 mg	NO ₃ -N 100g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率	土 層 名	NH ₃ -N 100 g 中 mg	NO ₃ -N 100 g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率	土 層 名	NH ₃ -N 100 g 中 mg	NO ₃ -N 100 g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率			
M. a	A	6.00	0.95	15.19	2.06	M. a	A	3.63	0.15	19.62	3.65	M. a	A	2.97	0.16	7.30	2.44
	C	1.23	0.37	4.85	4.22		C	1.10	0.22	7.85	2.89		C	1.72	0.26	3.60	1.63
M. b	A	1.14	0.30	6.00	2.42	M. b		0.83	0.20	4.27	1.38	M. b		1.57	0.27	3.38	1.06
	B	0.42	0.20	2.74	3.56												
M. c	A	1.26	0.78	3.22	1.83	M. d	A	1.59	0.23	2.38	0.65	M. d	A	1.52	0.18	2.90	1.01
													C	1.46	0.21	2.98	1.50

開墾に依つて腐植の分解が促進され炭素及び窒素が次第に減耗するのであるが、其の中表土に於ては窒素は 5~6 年を境にして急激に減少する様である。然し心土に於ては斯る急激な減耗は起さず徐々に其の含量が低下している。然し一方炭素含量に於ては表土心土共に斯る急激な減少は起らない。肥沃畑に於ては窒素含量高く炭素率は略々

標準値を保っている。

未墾地に於ては易分解有機物を豊富に含んでゐるが長年の堆積に依り酸素缺乏を起し還元状態となり、アンモニアの集積は起るが硝酸の含量は極めて少なかつた。之を第19表に示す。

土壤中の易分解性窒素は乾土効果に依り容易に無機化して、アンモニア態窒素に變るもので、之

を利用してアンモニア化成交量及びアンモニア化成率を算出した。即ち乾土を満水状態で 28°C, 21 日間 incubate し、発生せるアンモニア態窒素をアンモニア化成交量とし、又之から乾土処理前の原土のアンモニア量を差引いた量の全窒素に對する百分比をアンモニア化成率とした。概して未墾地各火山灰層中、腐植に富む層に於てアンモニア化

成交量が高いのであるが、特に摩周統 a 層 A は著しく大きく、之に反し摩周統 c, d 層の様地下深く存在する古い火山灰層は低い値を示した。又アンモニア化成率も略々之に準じており、従つて摩周統 a 層は易分解性窒素を多く含み、b, c, d 3 層の土壤窒素は前者に較べ無機化し難かつた。耕地に於ける無機化は第 20 表に掲げた通りである。

第 20 表 耕地に於ける無機態窒素(乾土 100 g 中 mg) 及びアンモニア化成率

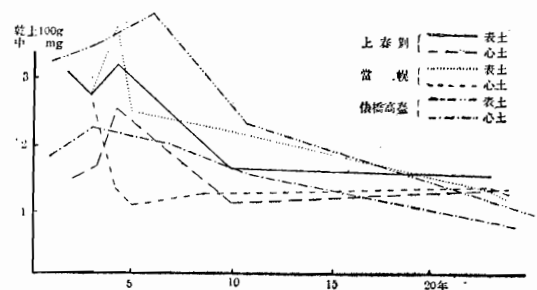
	土壌名	上 春 別				土壌名	當 幌				土壌名	俣 橋 高 臺			
		NH ₃ -N 100 g 中 mg	NO ₃ -N 100 g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率		NH ₃ -N 100 g 中 mg	NO ₃ -N 100 g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率		NH ₃ -N 100 g 中 mg	NO ₃ -N 100 g 中 mg	アンモ ニア化 成量	アンモ ニア化 成率
表 土	2 年目	1.50	1.55	11.08	2.75	3 年目	1.46	1.36	11.64	2.64	1 年目	1.26	0.90	9.03	2.39
	3 "	1.11	1.71	9.36	2.48	4 "	2.11	1.74	6.94	1.84	3 "	1.98	1.75	8.29	2.03
	4 "	1.94	1.20	7.68	2.22	5 "	0.96	1.55	9.03	2.26	6 "	0.88	3.25	6.64	2.23
	10 "	0.92	0.85	4.86	1.76	9 "	0.93	1.34	6.29	1.77	11 "	0.74	1.66	6.39	2.06
	23 "	0.89	0.73	5.58	1.75	23 "	0.64	0.60	5.63	1.52	24 "	0.69	0.35	5.05	1.83
心 土	肥沃畑	0.63	1.93	10.01	3.03	肥沃畑	0.58	3.17	8.98	2.03	肥沃畑	0.54	3.36	6.81	2.00
	2 年目	1.02	0.53	5.92	2.00	3 年目	1.37	1.34	7.35	2.29	1 年目	1.06	0.84	2.67	1.42
	3 "	0.99	0.73	6.16	1.99	4 "	0.95	0.53	5.14	1.54	3 "	1.33	0.96	3.64	2.06
	4 "	1.77	0.92	8.99	2.46	5 "	0.74	0.40	3.99	0.97	6 "	0.94	1.18	5.06	1.39
	10 "	0.51	0.63	3.01	1.72	9 "	0.59	0.80	5.82	1.55	11 "	0.74	0.94	3.32	1.25
土	23 "	0.51	0.87	3.87	1.76	23 "	0.69	0.75	4.18	1.28	24 "	0.54	0.34	3.92	1.47
	肥沃畑	0.67	0.55	6.40	2.15	肥沃畑	0.88	1.27	7.47	1.79	肥沃畑	0.42	1.18	5.67	1.46

開墾に依る無機態窒素の推移に就いては、塩入氏²⁹⁾の詳細な報告にある通り、開墾當初は易分解性有機物の急激な分解が起り、此の爲土壤中の酸素が消費されて還元状態となり、生成せるアンモニアは硝酸態となることなく、其のままの形で集積されるが、年次を経ると土壤中の易分解性有機物が減少し、分解に要する酸素の消費が少なく従つて土壤中の酸素は割合豊富で、生成されたアンモニアは直ちに酸化されて硝酸態窒素となる。第 20 表に示す通り、當地方の無機態窒素の推移も略々此の線に沿ひ消長しており、而して 10 年程経た耕地の表層に於ては硝酸態も又アンモニア態の窒素も何れも其の集積が減少した。又心土に於ては斯る影響を受けること少なく無機化は表土に較べ何れも少なかつた。是等無機態窒素の年次によ

る變遷は第 5 圖に示す通りである。

即ち開墾後 5 年前後で急激に其の含量が低下していた。

又アンモニア化成交量及び化成率は土壤中の易分解性有機物の消長を現わすものであるが、前述の通り開墾當初は大で年次を経るに従ひ小さくなつ



第 5 圖 年次別による無機態窒素の推移

た。心土に於ては是等の傾向顯著でなく、従つて易分解性有機物の少ないことが推定される。肥沃畑に於てはアンモニア化成量及び化成率が大であつたが之は堆肥施與の効果と思われる。塩入氏²⁰⁾は開墾當初は窒素の潜在地力高く窒素肥料の補給は極く少なくとも良いが、開墾後 5~6 年を過ぎる頃より作物に依つては窒素の缺乏を訴えると述べておられるが常地方に於ても其のことあるを豫想し得るのである。

(5) 腐植及び塩基置換容量

第 21 表 未墾地各火山灰層に於ける水分、灼熱損量及び腐植(%)

上 春 別				當 幌				俵 橋 高 臺						
土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植	土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植	土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植			
M. a層	A	21.96	17.09	18.15	M. a層	A	9.01	15.06	11.52	M. a層	A	14.29	10.98	9.00
	C	3.50	4.80	2.27		C	5.56	8.02	5.00		C	9.35	8.93	5.28
M. b層	A	7.86	13.34	9.26	M. b層		13.05	9.50	7.32	M. b層		14.81	13.32	9.92
	C	4.60	4.98	2.23										
M. c層	A	10.45	12.18	7.90	M. d層	A	13.20	10.27	8.80	M. d層	A	12.52	18.66	7.44
											C	12.76	14.53	6.22

第 22 表 耕地に於ける水分、灼熱損量及び腐植(%)

	上 春 別				當 幌				俵 橋 高 臺			
	土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植	土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植	土 壤 名	水 分	灼熱損量	腐 植
表 土	2 年目	7.19	11.25	8.58	3 年目	6.39	14.36	9.61	1 年目	10.63	14.16	10.37
	3 "	6.24	11.27	8.03	4 "	6.86	12.68	9.50	3 "	9.52	15.24	10.45
	4 "	7.11	11.85	8.30	5 "	5.91	12.45	9.12	6 "	7.95	15.45	10.17
	10 "	6.41	8.05	6.06	9 "	6.13	12.91	9.09	11 "	7.66	13.49	9.37
	23 "	5.72	9.86	7.24	23 "	6.61	12.04	8.69	24 "	6.89	13.97	8.94
	肥沃畑	7.58	9.67	7.71	肥沃畑	7.27	12.13	9.20	肥沃畑	7.24	14.38	9.23
心 土	2 年目	5.70	9.51	6.67	3 年目	9.59	13.99	9.64	1 年目	16.98	13.55	7.38
	3 "	6.21	9.21	6.22	4 "	9.44	13.10	7.32	3 "	15.17	13.70	8.37
	4 "	6.03	10.72	7.94	5 "	8.28	13.61	8.41	6 "	13.24	14.72	8.96
	10 "	5.73	7.55	4.77	9 "	7.79	12.03	8.40	11 "	14.59	13.46	8.73
	23 "	5.92	7.78	5.78	23 "	7.27	10.91	7.32	24 "	12.44	13.50	8.25
	肥沃畑	6.99	8.67	6.59	肥沃畑	7.17	11.90	9.20	肥沃畑	12.85	13.25	9.29

開墾當初、腐植多く、従つて水分や灼熱損量も高く、年次を経るに従つて次第に減少して行くが、其の程度は割合に少なく 1% 前後に過ぎず、主と

土壤の生産力は有機物の存在に負うところ大なるため、耕土に一定量の有機物を維持することは實際問題として重要な一課題である。先ず、各火山灰層の有する腐植を測定し第 21 表に掲げる。

土壤有機物の最大の給源は、植物遺体の蓄積であり、従つて、最上層を占め摩周統 a 層 A は、腐朽物質をも含め、腐植の含量は最大であつた。灼熱損失量は大略有機物の量と比例し、又腐植は結合水を多量に含む爲水分含量も高く、概して腐植の多い層が高い値を示した。

して易分解性有機物の減少に留まり、他の有機物は極めて安定な形にあるものと豫想されるのである。

又毎年堆肥を施與した肥沃畑に於ても腐植の集積は割合に少なく、然らざるものに比し僅かに高いのみであり、堆肥の様に比較的分解し易い腐植は分解が極めて早く、施與した堆肥は年内に其の大部分が分解されて集積することは割合に少ないものと推定される。

土壤腐植の最大の給源となる植物遺体は分解を受けて其の大部分は、より簡單にして安定な化合物を経て究極には CO_2 、各種炭素化合物、メタン、アンモニア、硝酸等となつて再び生物体に攝取されるか、又は大氣中に逸散して行く。又他方腐植酸と總稱される比較的安定で暗褐色、又は黒褐色の高分子、無定形物質も生成されるのである。曾て ÖDEN 氏は土壤アルカリ浸出液に酸を加えて沈澱する部分を Huminsäure とし、沈澱しない部分を Fulvosäure として 2 つに分つたが、WAKSMAN 氏²³⁾ は 1926 年土壤のアルカリ抽出液を酸に依つて分別沈澱せしめ、之を 100°C で乾燥秤量して α -fraction としたが、之は腐朽物質及び腐植酸に相當し、リグニンの性質に富み有機質土壤

に多い。又濾液の部分を pH 4.6~5.0 の微酸性迄 NaOH で中和し、沈澱する部分を同様乾燥秤量して β -fraction としたが、之は灰分に極めて富むもので無機質土壤に特有な腐植で泥炭土の如きものには之を缺くものであるとし、更に WAKSMAN 氏は此の部分は恐らくアルミニウムの有機化合物であろうと述べているが、之は ÖDEN 氏の Fulvosäure の一部、若しくは Huminsäure と Fulvosäure の中間に相當するものである。

未墾地各火山灰層に於ては第 23 表に示した通り α -fraction は腐植を多く含んでいる層に於て著しく、特に最地表部摩周統 a 層 A に於てその含量は高かつた。又 β -fraction は寧ろ b, c, d 層の様に地下に存在し且つ礫土の高い層に於て著しかつた。即ち WAKSMAN 氏の言を借りれば是等の層に於ける腐植はアルミニウムと結合しているものが多いと推定される。然も林氏²⁴⁾の報告に依れば是等 β -fraction は α -fraction に較べ塩基置換容量 1/4~1/20 で極めて不活性とのことであり、之が増加は好ましからざる現象と思われる。

第 23 表 未墾地各火山灰層に於ける WAKSMAN 氏法腐植組成 (%)

上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺							
土 層 名	α-fraction		β-fraction		土 層 名	α-fraction		β-fraction		土 層 名	α-fraction		β-fraction				
	乾燥量	灰分	乾燥量	灰分		乾燥量	灰分	乾燥量	灰分		乾燥量	灰分	乾燥量	灰分			
M. a 層	A	3.68	0.058	2.29	1.62	M. a 層	A	3.56	0.054	1.50	0.40	M. a 層	A	2.99	0.064	5.43	2.93
	C	0.59	0.045	2.40	1.16		C	1.75	0.112	4.16	1.70		C	2.27	0.130	5.89	1.69
M. b 層	A	3.24	0.084	7.34	3.27	M. b 層	A	2.30	0.102	5.21	1.85	M. b 層	A	2.73	0.218	6.81	3.75
	C	0.41	0.053	3.75	1.61		C	1.90	0.086	3.85	2.28		C	0.89	0.032	4.85	3.17
M. c 層	A	2.49	0.054	5.34	1.81												

耕地に於ける WAKSMAN 氏法に依る腐植の組成の推移は第 24 表に示した通りであつた。即ち年次を経るに従い何れの地區に於ても β -fraction が増大して行くのである。然も此の増加に際しては β -fraction の灰分も同時に増大し、實際には植物遺体の様な NaOH に不溶な有機質も減少すると思われるので、全炭素の増加は起らず第 22 表の通り全腐植含量は年次の経過と共に減少を辿るものと思われる。即ち年次を経るに従い礫土と結び

ついた部分が増大し不活性の度合を増すものと思われる。但し肥沃畑土壤は α -fraction 含量一般に高く易分解性腐植含量の高いことを示していた。

次に土壤の養分保持力は主として塩基置換容量で示され、而も土壤中の置換容量を左右する最大因子は無機膠質及び腐植にあることは周知の通りである。既に I で述べた通り、當地方の火山灰土は極めて無機膠質の含量少なく、従つて置換容量は主として腐植の含量及び質に依り決定されるこ

第 24 表 耕地に於ける WAKSMAN 氏法腐植組成 (%)

	上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺				
	土 壤 名	α-fraction		β-fraction		土 壤 名	α-fraction		β-fraction		土 壤 名	α-fraction		β-fraction	
		乾燥量	灰分	乾燥量	灰分		乾燥量	灰分	乾燥量	灰分		乾燥量	灰分	乾燥量	灰分
表	2 年目	1.25	0.086	2.30	2.04	3 年目	2.97	0.079	1.83	1.74	1 年目	2.93	0.140	4.89	1.56
	3 "	1.23	0.095	2.90	1.53	4 "	3.26	0.032	1.69	1.46	3 "	2.56	0.108	5.53	2.91
	4 "	1.35	0.064	2.60	2.27	5 "	3.25	0.047	2.29	1.62	6 "	2.91	0.130	6.53	4.04
	10 "	1.26	0.048	3.56	3.20	9 "	3.24	0.068	2.98	1.72	11 "	3.07	0.145	4.62	3.44
	23 "	1.23	0.084	3.53	2.49	23 "	3.36	0.064	4.38	2.13	24 "	3.08	0.080	6.78	4.86
土	肥沃畑	2.97	0.054	4.45	2.78	肥沃畑	2.98	0.049	4.09	3.02	肥沃畑	3.05	0.113	6.21	2.84
心	2 年目	1.70	0.096	2.50	1.93	3 年目	2.88	0.060	4.29	3.18	1 年目	1.54	0.129	3.73	1.82
	3 "	1.23	0.095	3.20	1.90	4 "	1.72	0.066	4.70	3.11	3 "	2.14	0.083	4.23	2.20
	4 "	1.93	0.134	3.29	2.64	5 "	2.26	0.032	4.99	3.08	6 "	2.01	0.080	3.39	2.19
	10 "	0.74	0.049	4.40	3.45	9 "	2.49	0.050	4.12	2.45	11 "	2.03	0.045	8.82	5.43
	23 "	1.15	0.045	4.26	2.51	23 "	2.19	0.042	6.12	2.23	24 "	2.42	0.046	6.24	3.55
土	肥沃畑	1.39	0.070	2.79	2.40	肥沃畑	3.35	0.100	4.27	2.34	肥沃畑	2.75	0.093	6.17	3.20

となる。依つて未墾地の各火山灰層に就き A. O. A. C. 法に依り塩基置換容量を測定し、其の結果を第 25 表に掲げた。

I に示した通り腐植の多い層は塩基置換容量大であるが、摩周統 c, d 兩層は無機膠質も割合多

く、之に基く置換容量も認められ、比較的高い價を示した。又窒素吸収係数も同様の傾向を示した。上春別地區は塩基未飽和度比較的大で、第 10 表の加水酸度の高いのは之に起因していると思われる。

第 25 表 未墾地各火山灰層に於ける鹽基置換容量及び窒素吸収係数

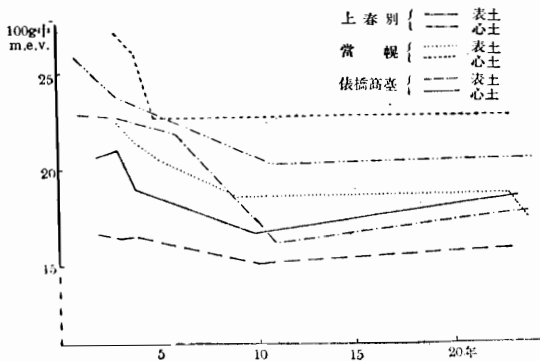
上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺							
土 層 名	置換容量 (100 g 中) m.e.v.	吸收鹽基 (100 g 中) m.e.v.	鹽基未飽和度 (%)	窒素吸收係數	土 層 名	置換容量 (100 g 中) m.e.v.	吸收鹽基 (100 g 中) m.e.v.	鹽基未飽和度 (%)	窒素吸收係數	土 層 名	置換容量 (100 g 中) m.e.v.	吸收鹽基 (100 g 中) m.e.v.	鹽基未飽和度 (%)	窒素吸收係數			
M. a 層	A	34.2	19.6	42.8	274	M. a 層	A	23.3	4.9	78.8	388	M. a 層	A	22.8	2.3	89.9	458
	C	5.8	2.9	49.4	47		C	10.6	1.8	83.0	302		C	11.2	2.2	80.3	335
M. b 層	A	23.6	4.8	79.6	495	M. b 層	A	19.9	3.5	82.4	462	M. b 層	A	20.9	1.1	94.6	510
	C	5.4	1.9	64.9	292		C	29.7	4.3	85.7	658		C	25.8	2.6	89.8	596
M. c 層	A	24.6	8.0	67.6	533	M. d 層	A	29.7	4.3	85.7	658	M. d 層	A	25.8	2.6	89.8	596
	C	24.6	8.0	67.6	533		C	25.3	3.1	87.9	652		C	25.3	3.1	87.9	652

耕地に於ける塩基置換容量及び窒素吸収係数は第 26 表 に示した通りであるが、各地區共表土を形成する火山灰は摩周統 a 層若しくは b 層との混合土壤であり、是等の火山灰層は特に無機膠質に乏しく置換容量は殆んど腐植に基くことは I に

述べた通りである。従つて開墾後急激に易分解性有機物の減耗が起り 5~6 年を境として置換容量も著しい低下を見せているが、其の状況は第 6 圖に示す通りである。

第 26 表 耕地に於ける鹽基置換容量及び窒素吸収係數

	上 春 別					當 幌					俵 橋 高 臺				
	土壤名	置換容量(100g中) m.e.v.	吸収鹽基(100g中) m.e.v.	鹽基未飽和度(%)	窒素吸収係數	土壤名	置換容量(100g中) m.e.v.	吸収鹽基(100g中) m.e.v.	鹽基未飽和度(%)	窒素吸収係數	土壤名	置換容量(100g中) m.e.v.	吸収鹽基(100g中) m.e.v.	鹽基未飽和度(%)	窒素吸収係數
表 土	2 年目	20.81	6.23	70.1	327	3 年目	22.37	5.07	77.3	426	1 年目	22.79	4.82	78.9	369
	3 "	21.11	6.08	71.2	359	4 "	21.33	4.95	96.8	382	3 "	22.64	4.26	81.2	418
	4 "	19.03	4.06	78.7	320	5 "	20.58	4.64	77.5	315	6 "	21.90	5.80	73.5	396
	10 "	16.95	5.21	69.3	252	9 "	18.43	4.36	76.3	328	11 "	16.15	4.70	70.5	358
	23 "	18.92	5.71	68.8	264	23 "	18.57	4.86	73.8	325	24 "	19.92	5.08	74.5	345
	肥沃畑	20.32	9.93	51.1	313	肥沃畑	21.00	7.04	66.5	398	肥沃畑	22.89	8.42	63.2	371
心 土	2 年目	16.75	3.11	81.4	338	3 年目	27.05	7.19	73.4	594	1 年目	25.87	1.40	94.6	588
	3 "	16.55	3.93	76.3	339	4 "	25.85	5.64	78.2	538	3 "	24.91	1.92	12.3	535
	4 "	16.72	4.11	75.4	377	5 "	23.88	6.73	76.8	542	6 "	21.15	3.11	85.7	576
	10 "	15.12	2.33	84.6	208	9 "	22.47	7.00	68.9	449	11 "	20.12	2.54	88.9	518
	23 "	15.84	2.63	83.4	266	23 "	22.70	5.05	77.8	412	24 "	20.31	2.26	88.8	457
	肥沃畑	18.81	4.07	78.4	302	肥沃畑	23.47	8.50	63.8	390	肥沃畑	21.76	3.13	85.3	489



第 6 圖 耕地に於ける鹽基置換容量の推移

即ち 5~6 年目に於て置換容量の急激な低下が起り、其の後、大略平衡状態となつた。之より開墾土壤と既墾地土壤との變異點は凡そ 5~6 年目にあると推定出来る。又肥沃畑は高い置換容量を示した。同様な傾向は窒素吸収係數の場合にも見られる。又心土に於ては摩周統 c, d 兩層が比較的地表近くに存在する當幌、俵橋高臺地區が特に置換容量及び窒素吸収係數が高かつたが、之は I に述べた通り、是等 c, d 兩層が a, b 兩層に較べ割合に無機膠質に富んでいることに依ると思われる。

又鹽基未飽和度は年次と共に僅かに低下しているが之は腐植中の鹽基未飽和の割合、即ち水素イオンの割合を示すもので、從つて加水酸度と極めて密接な關係を有すると思われるが第 11 表の耕地に於ける加水酸度の推移も略々年次と共に減少を辿つており、是等の間に密接な關連性のあることが認められたのである。

(6) 總括及び結論

根釧地方に廣く分布する摩周統火山性土の開墾後に於ける地力の推移を調査したが次の結果を得た。

i) 酸度は中性に近く年次の経過に依り僅かに低下せるのみで、著しい變遷は認められなかつた。

ii) 硅礬比は、年次の経過と共に寧ろ小となり礬土性が増大した。從つて磷酸吸收係數は年次と共に増大した。

iii) N/5 HCl 可溶性加里は流亡特に著しく、既墾畑に於ては開墾當初の凡そ 1/3 に過ぎなかつた。

iv) 全窒素及び無機態窒素は開墾後 5~6 年に於て急激に減少した。又アンモニア化成も略々同様に低下した。

腐植及び鹽基置換容量も同様開墾後 5~6

年目に於て急激に減少し、以後平衡に達した。

vi) 堆肥を毎年施與し地力を培養し來つた所謂肥沃畑は、燐酸加里の含量高く、又硝化作用盛んであり、置換容量も高く良好な状態にあつた。

以上の通り根釧地方の開墾畑 5~6 年目を境として土壤の性質著しく變化するので、従つて之を境として耕種法や施肥法も當然變えて行かねばならない。特に堆肥の補給に力を注ぎ又開墾畑に於ける燐酸質肥料の偏重を止め、肥料三要素の配合を合理的に行わなくては行けない。

III 摩周統火山性地帯の新墾畑と經年畑に於ける施肥法に就いて

根釧原野の大半は摩周統火山性土に被われており、従つて今日迄の多くの試験成績が示す様に開墾當初の燐酸肥料の効果は特に著しく、當地方の農家は肥料と云えば過燐酸石灰を想起する程であ

り又、事實過燐酸石灰の單用でも相當の収量を挙げ得るのである。然し II に述べた通り、開墾後 5~6 年で土壤の性質は一變し、新墾畑と非常に異なつた性質を有する様になる。従つて燐酸肥料の單用が當然行詰るのである。當地方の農家が 5~6 年以後急に地力が低下すると嘆ずる理由の一半は、是等土壤の性質の變化に起因するものと思われる。是等土壤の理化學性の變遷に就いては、II に報告せる通りである。依つて茲に實際開場を用い開墾畑及び開墾後 20 年を経過せる經年畑に於ける肥料三要素試験及び堆肥用量試験を実施し比較検討して見た。

(1) 供試畑の土壤成分

新墾畑としては當支場敷地内で、前年夏開墾した畑であり、經年畑としては開場以來 20 數年使用して來た當場試験開場を用いた。其の土壤の性質は第 27 表に示す通りである。

第 27 表 新墾畑及び經年畑の土壤成分

土 壤 名	腐 植 率 (%)	窒 素 (%)	原土中無機態窒素			乾 土 効 果			N/5 HCl 可溶性	
			NH ₄ -N 乾土(100g 中 mg)	NO ₃ -N 乾土(100g 中 mg)	合 計 乾土(100g 中 mg)	NH ₄ -N 乾土(100g 中 mg)	NO ₃ -N 乾土(100g 中 mg)	合 計 乾土(100g 中 mg)	P ₂ O ₅ 乾土(100g 中 mg)	K ₂ O 乾土(100g 中 mg)
新 墾 畑	13.26	0.492	2.277	0.105	2.382	5.277	0.525	5.802	8.75	23.47
經 年 畑	9.77	0.297	0.836	0.750	1.636	1.771	1.341	3.112	14.98	7.85

摩周統火山性土は、比較的新しい火山灰であり風化はまだ充分でなく粘土含量 10% 前後で砂土に属するが、腐植含量著しく高く此の爲開墾當初に於ては一應養分の流亡は免がれている。然し開墾後 5~6 年で分解され易い形の腐植は、大半消失しリグニンを主体とした不活性の腐植が残るのである。従つて第 27 表にも示した様に 5~6 年を境として、土壤中の窒素は著しく減少し無機態窒素も新墾畑に於ては、アンモニア態窒素が多く硝酸態窒素は少ないが、經年畑に於ては、之と逆で而も無機態窒素の含量は減少している。乾土効果も同様で經年畑は新墾畑に較べ窒素潜在地力が低かつた。N/5 HCl 可溶性加里も同様の傾向にあり、新墾當初の 1/3 に減少し N/5 HCl 可溶性燐酸のみ稍々増加していた。即ち經年畑は新墾畑に較べ、腐植窒素及び加里が激減し燐酸の缺乏が稍

々緩和された状態にあると思われる。

(2) 新墾地と經年畑に於ける肥料三要素比較試験

昭和 27 年燕麦 (ビクトリー 1 號)、及び馬鈴薯農林 1 號を用いて三要素試験を実施し夫々新墾經年畑の収量を比較した。試験區は 15 m 平方 1 區制で、天候調順、略々正常の生育をなしたものと認められる。

燕麦の場合

燕麦の新墾畑と經年畑に於ける三要素試験の収量を第 28 表に掲げた。新墾畑では從來認められている通り無燐酸區が極めて劣り、予收収量比は三要素を 100 として、凡そ 10 で無肥料區と略々同程度であり又、燐酸單用區は 78 で新墾畑に於ては燐酸肥料のみ施しても兎も負相當の収量を挙げ得ることを示していた。反之經年畑に於て最も收

第 28 表 新墾畑及び經年畑に於ける燕麥收量比較

試 驗 區 名	新 墾 畑					經 年 畑				
	反 當 收 量 (kg)			子 實 收 量 比 (%)	子 實 總 重 × 100	反 當 收 量 (kg)			子 實 收 量 比 (%)	子 實 總 重 × 100
	總 重	莖 稈	子 實			總 重	莖 稈	子 實		
無 肥 料 區	102.6	65.2	25.6	9.1	25.0	324.9	160.8	123.2	42.5	37.9
無 窒 素 區	390.2	241.5	128.0	45.4	32.8	411.7	202.2	168.5	58.1	40.9
無 磷 酸 區	112.2	70.1	28.3	10.1	23.2	462.3	246.0	183.0	63.1	39.6
無 加 里 區	925.8	616.9	254.9	90.5	27.5	511.5	270.0	204.1	70.3	39.9
三 要 素 區	1,024.3	662.3	281.7	100.0	27.5	710.5	371.3	290.0	100.0	40.6
窒 素 單 用 區	135.1	72.8	31.7	12.3	23.5	434.4	214.9	188.0	64.8	43.3
磷 酸 單 用 區	611.8	316.7	221.1	78.5	36.1	429.0	215.0	173.2	59.7	40.4
加 里 單 用 區	130.4	76.1	33.2	11.8	25.4	390.2	183.9	159.0	54.8	40.7

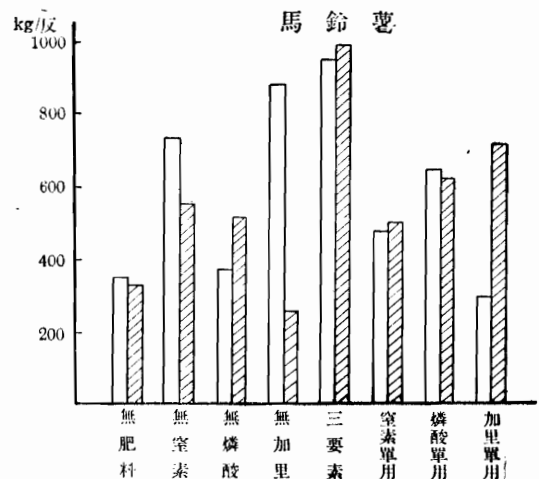
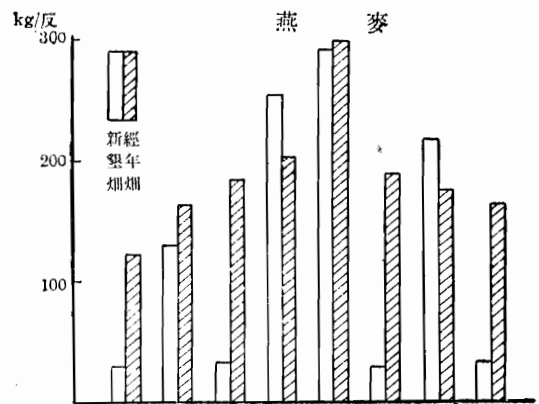
(註) 三要素區, 反當り施肥量 N 3 kg, P₂O₅ 4.5 kg, K₂O 2 kg.

量の低かつたのは無窒素區であり, 磷酸と共に窒素及び加里の缺乏が目立つて來ている。然し當地方は日照濕潤で莖葉徒長し, 倒伏し易い傾向が見受けられる爲窒素肥料の過用は特に注意を要する。又 $\frac{\text{子實重量}}{\text{總重量}} \times 100$ は新墾畑が小さい。

馬鈴薯の場合

馬鈴薯の新墾畑と經年畑に於ける三要素試験の收量を第 29 表に掲げた。馬鈴薯は特に窒素加里を割合に多く要求する作物であるが, 新墾畑の様に磷酸が極度に少なく生理障害を起す所に於ては燕麥同様無磷酸區が最も收量が低い。然し經年畑に於ては前述の通り土壤中の窒素加里が減少している爲, 無窒素區無加里區に於て其の收量は著しく低下した。特に無加里區は無肥料區よりも收量が低い。夫れは開花始頃, 即ち塊莖の着生が始まると間もなく激しい加里缺乏症を起し枯凋してつたからである。又加里單用區は窒素及び磷酸單用區よりも收量大で, 經年畑では加里肥料の馬鈴薯收量に及ばず影響極めて大きいと云える。又澱粉價を見ると新墾畑では經年畑に較べ極めて低い價を示したのであるが, 之は當地方の新墾畑は窒素及び加里が極めて多く然も之が腐植と附隨している爲, 生育の後期迄其の供給が旺盛に行われて塊莖が水分含量を高める爲であらう。

以上の關係を圖示すると第 7 圖の通りである。



第 7 圖 新墾畑と經年畑に於ける肥料三要素試験收量比較

第29表 新墾畑及び經年畑に於ける馬鈴薯收量比較

試 驗 區 名	新 墾 畑					經 年 畑				
	反當り塊莖收量 (kg)			塊 莖 收量比 (%)	澱粉價 (%)	反當り塊莖收量 (kg)			塊 莖 收量比 (%)	澱粉價 (%)
	中	小	計			中	小	計		
無 肥 料 區	10.81	334.58	345.39	37.7	12.3	21.33	293.21	314.54	32.6	15.2
無 窒 素 區	153.63	586.52	740.15	80.9	12.8	89.97	461.22	551.19	57.2	17.6
無 磷 酸 區	47.45	333.25	380.70	41.6	10.9	145.43	503.87	649.30	67.4	17.4
無 加 里 區	280.33	590.65	870.98	95.1	12.3	0	239.27	239.27	24.8	14.0
三 要 素 區	233.54	981.96	915.50	100.0	13.4	163.29	800.47	963.76	100.0	16.1
窒 素 單 用 區	53.32	418.56	471.88	51.5	11.9	71.05	433.23	504.28	52.3	16.0
磷 酸 單 用 區	131.30	481.21	612.51	66.9	12.8	98.91	507.68	606.59	62.9	16.4
加 里 單 用 區	34.92	258.05	292.97	32.1	11.0	113.17	561.81	675.08	70.1	15.6

(註) 三要素反當リ施肥量 N 3.8 kg, P₂O₅ 4.9 kg, K₂O 3.8 kg.

(3) 新墾畑と經年畑に於ける堆肥用量試験

新墾畑の場合

IIに述べた通り新墾當初は易分解性有機物を多量に包有する爲、金肥及び堆肥の用量は自ら經年畑とは異なる可きである。今新墾地開墾として昭和22年當支場所屬の未墾地を開墾し、第1年目

蕎麥、第2年目大豆を栽培し試験を開始せるも、野兎の被害を受けた爲茲に昭和24, 25, 26年の成績を掲げ是等の關係を検討することとする。但し試験區は一區面積30平方mであり、供試作物は第3年目エローデントコーン、第4年目馬鈴薯(農林1號)第5年目燕麥(ビクトリー1號)で夫々當根室支場標準耕種法に従つた。

第30表 開墾後3年目 エローデントコーン收量比較

試 驗 區 別	草 丈 (收穫時) (cm)	反 當 生 草 收 量 (kg)	同左收量比 (%)	反 當 乾 草 收 量 (kg)	同左收量比 (%)	乾燥減割合 (%)
金肥 不施用, 堆肥 不施用	177.4	1,423.2	100	724.7	100	49.08
〃 〃 堆肥 300 貫	212.0	2,184.6	154	1,095.6	151	50.11
〃 〃 〃 500 貫	219.4	2,986.4	190	1,322.7	183	55.71
〃 〃 〃 700 貫	216.8	3,266.3	230	1,358.1	187	58.42
金肥 半量施用, 堆肥 不施用	192.8	2,289.8	161	1,133.0	156	50.52
〃 〃 堆肥 300 貫	206.2	2,766.0	194	1,374.6	190	50.31
〃 〃 〃 500 貫	223.8	2,794.7	196	1,235.5	171	55.79
〃 〃 〃 700 貫	209.3	2,849.7	200	1,137.6	157	60.08
金肥 標準施用, 堆肥 不施用	201.9	2,409.8	169	1,177.4	163	51.14
〃 〃 堆肥 300 貫	209.4	2,854.7	201	1,360.4	188	52.35
〃 〃 〃 500 貫	215.9	3,019.7	212	1,322.6	183	56.20
〃 〃 〃 700 貫	234.2	3,103.0	218	1,260.7	174	59.33

(註) 金肥標準區反當リ施肥量 N 4.5 kg, P₂O₅ 6.0 kg, K₂O 1.9 kg.

第30表に示す開墾第3年目エローデントコーンを栽培した場合、金肥及び堆肥の施與量が多い程生草收量が大であつたが、是等金肥及び堆肥の

施與量の多い區は何れも水分多く倒伏も起り易く、結局乾草收量は「金肥半量、堆肥300貫施與區」が最大となつた。

第 31 表 開墾後 4 年目 馬鈴薯収量比較

試 験 區 別			草 丈 (開花終) (cm)	反 當 り 塊 莖 収 量 (kg)					澱 粉 價 (%)	反 當 り	同 収 量 比
				大	中	小	合 計	同 収 量 比 (%)		澱粉収量 (kg)	
金肥不施用,	堆肥不施用		54.8	0	100	670	770	100	16.4	119	100
〃	〃	堆肥 300貫	68.5	11	600	1,040	1,651	213	14.9	229	191
〃	〃	〃 500貫	81.5	11	667	1,120	1,798	233	13.9	232	193
〃	〃	〃 700貫	87.4	67	720	1,020	1,807	235	13.5	226	190
金肥半量施用,	堆肥不施用		66.1	54	673	700	1,427	185	16.2	216	183
〃	〃	堆肥 300貫	81.4	80	1,160	883	2,123	276	15.2	301	253
〃	〃	〃 500貫	88.8	223	673	847	1,743	228	14.8	242	204
〃	〃	〃 700貫	92.3	133	640	867	1,640	213	12.4	187	157
金肥標準施用,	堆肥不施用		70.6	127	807	840	1,774	230	16.2	270	227
〃	〃	堆肥 300貫	85.8	87	1,040	847	1,974	256	15.0	276	232
〃	〃	〃 500貫	91.7	327	760	770	1,857	241	13.7	236	190
〃	〃	〃 700貫	93.6	167	687	820	1,674	217	12.1	186	150

(註) 金肥標準反當り施肥量 N 4.5 kg, P₂O₅ 4.88 kg, K₂O 3.75 kg.

第 31 表に示す通り開墾後第 4 年目、馬鈴薯(農林 1 號)を栽培した場合、金肥及び堆肥の施與量が多い時は莖葉繁茂しすぎ一部倒伏し、澱粉價も

亦著しく低下した、従つて塊莖収量及び澱粉収量共に、「金肥半量、堆肥 300 貫施用區」が最高比率を得た。

第 32 表 開墾後 5 年目 燕麥収量比較

試 験 区 別	草 丈 (收穫時) (cm)	反 當 り 總 重 量 (kg)	反 當 り 莖 稈 重 (kg)	同収量比 (%)	反 當 り 子 實 収 量 (kg)	同収量比 (%)
金肥 不施用, 堆肥 不施用	87.0	235.5	105.0	100	96.6	100
" " 堆肥 300 貫	111.5	402.0	215.5	205	218.0	226
" " " 500 貫	123.0	551.5	280.0	267	230.0	236
" " " 700 貫	134.0	627.5	344.0	328	238.0	246
金肥 半量施用, 堆肥 不施用	125.5	477.0	217.5	207	222.0	230
" " 堆肥 300 貫	127.0	604.0	290.0	276	271.6	280
" " " 500 貫	130.5	608.0	315.5	300	250.0	261
" " " 700 貫	136.5	611.5	345.0	329	226.0	234
金肥 標準施用, 堆肥 不施用	129.0	569.5	295.0	281	235.0	243
" " 堆肥 300 貫	132.0	595.5	317.5	302	238.0	246
" " " 500 貫	135.5	636.5	348.0	331	250.6	259
" " " 700 貫	137.0	622.0	350.5	334	231.6	240

(註) 金肥標準反當り施肥量 N 3.57 kg, P₂O₅ kg, K₂O 1.86 kg.

第 32 表に示す通り、開墾後 5 年目、燕麥(ビクトリー 1 號)を栽培した場合、金肥及び堆肥の施與量が多い程莖稈収量は増大したが倒伏を起し、反

當り収量は却つて減少し結局、「金肥半量、堆肥 300 貫施用區」が最高子實収量を挙げた。

以上の様に新墾地に於ては易分解性腐植含量極

めて多い爲、堆肥の効果は餘り顯著ではなく、堆肥 300 貫施用區に於て既に最高收量を擧げている。依つて新墾畑に於ては、堆肥及び金肥は寧ろ控え氣味に施與する方が安全性が高いのである。但し金肥の中、新墾畑は特に磷酸分を必要とすることは前述の通りで、従つて磷酸肥料の施與は充

分行うべきである。

經年畑の場合

經年畑に於ては易分解性有機物は既に殆んど消耗し盡し、又窒素も加里も其の含量が低下していることは前述の通りである。今、當根室支場に於て開場當初より試験圃場として使用している畑の

第 33 表 經年畑に於ける燕麥收量比較

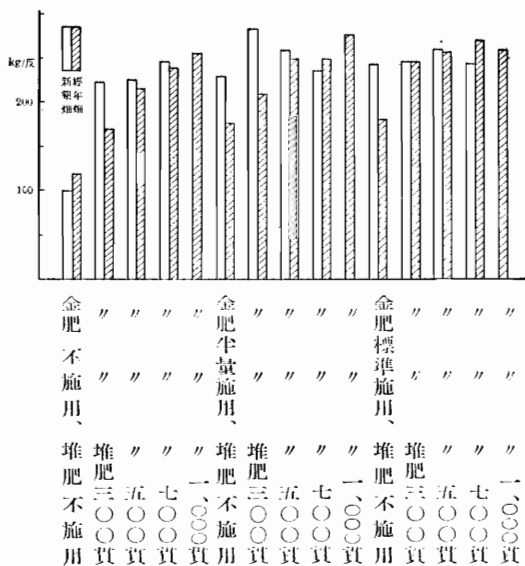
試 驗 區 別	草 丈 (收穫時) (cm)	反 當 り 總 重 量 (kg)	反 當 り 莖 重 (kg)	同收量比 (%)	反 當 り 子 實 收 量 (kg)	同收量比 (%)
金肥 不施用, 堆肥 不施用	81.0	299.0	139.0	100	113.5	100
" " 堆肥 300 貫	115.0	385.0	186.0	134	165.8	146
" " " 500 貫	117.5	500.5	247.5	178	209.3	186
" " " 700 貫	136.0	552.5	266.6	192	233.8	206
" " " 1,000 貫	137.5	610.5	305.0	219	250.0	221
金肥 半量施用, 堆肥 不施用	101.5	393.0	187.5	135	169.0	149
" " 堆肥 300 貫	127.5	475.5	235.0	169	204.3	180
" " " 500 貫	137.5	595.0	295.0	212	239.0	211
" " " 700 貫	141.5	610.0	307.5	221	242.5	214
" " " 1,000 貫	144.0	659.0	342.5	246	260.5	230
金肥 標準施用, 堆肥 不施用	113.5	437.5	215.0	155	175.5	155
" " 堆肥 300 貫	134.0	570.0	285.0	205	238.0	210
" " " 500 貫	141.0	632.5	330.5	238	250.0	220
" " " 700 貫	144.5	670.7	352.5	254	260.3	229
" " " 1,000 貫	144.5	657.5	358.0	257	250.5	221

中、數年來堆肥を施與せぬ圃場を用いて新墾畑の場合と同様昭和 26 年燕麥(ビクトリー 1 號)を用いて堆肥施與量試験を行つた。其の結果は 第 33 表に示す通りである。但し金肥標準施用區の金肥量は新墾畑の場合と同量である。

即ち、「金肥標準, 堆肥 1,000 貫施用區」のみ一部倒伏して子實の收量減を見た他は金肥及び堆肥の多い區程、莖程收量、子實收量が高く、金肥半量, 堆肥 1,000 貫施用區及び金肥標準, 堆肥 700 貫施用區が最高收量を擧げた。以上の通り經年畑に於ては堆肥及び金肥の効果が顯著である。

之を新墾畑の燕麥收量と比較して、第 8 圖に示した。

即ち、經年畑に於ては堆肥の効果顯著であり、其の施與量の増加と共に子實收量も漸増しているが、新墾畑に於ては堆肥多用區に於て一部倒伏を



第 8 圖 新墾畑と經年畑に於ける燕麥收量比較

見、却つて減収することは第8圖に示す通りである。

(4) 總括及び結論

根釧火山性土の新墾畑と經年畑の肥料施與法の差異に就いて、三要素試験及び堆肥用量試験を通じて考察を加えた。

i) 燕麥及び馬鈴薯を用いた三要素試験に於ては、開墾畑は何れの作物の場合も特に磷酸の缺乏著しく、最少養分律を支配しているものと思われる。經年畑に於ては、燕麥は窒素缺乏の影響最も大であり、馬鈴薯は加里缺乏が最も顯著に現われた。

ii) 堆肥用量試験に於ては、新墾畑は易分解性窒素を多く含む爲、堆肥を多量に施すと倒伏や其の他病害虫等に侵され易いが、經年畑では堆肥の施與は収量を著しく増大せしめた。

iii) 従つて根釧地帯の火山性土新墾畑に對しては磷酸肥料を主とし、堆肥、窒素及び加里肥料は寧ろ幾分か控えた方が無難であるのに對し、經年畑では、先ず堆肥を充分に施すことが必要で、且つ磷酸の他窒素や加里の補給を合理的に施用しなければならない。

iv) 新墾畑土壤に轉換する時期は概ね、開墾後5~6年目で、此の時期に於て作物の選定や耕種法、施肥法の適否を誤ると生産量激減し、且つ地力の回復も容易ではない。

IV 摩周統火山性土の磷酸の固定に就いて

義に I に於て當地方の表土を形成する摩周統 a, b, c, d 各火山灰層の物理、化學的性質を調査し、第1及び第2層を形成する摩周統 a, b 兩層は一般に未風化の状態にあり、其の置換容量の大部分を腐植に負つてゐるのに反し、第3及び第4層を構成する c, d 兩層は少々分解も進み、無機質膠質に基く置換容量の存在をも示すが、然し非常に礬土性の高いことを報告した。

以上の様に火山性土に於ける礬土性の問題は、必然的に磷酸の肥効に關係し、磷酸肥料の施與量及び施與法は直接作物の生産量を支配する最大因子の一つとなるのである。例えば根室支場開墾畑に於ける肥料三要素試験の成績は既に III に於て述べた通りであるが、其の概略は第34表の通りである。

第 34 表 根釧地方火山性土新墾畑三要素試験 (%) (昭和 27 年)

作物	試 験 區								
	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	三要素	窒素單用	磷酸單用	加里單用	
燕麥	9.1	45.4	10.1	90.5	100.0	12.3	78.5	11.8	
馬鈴薯	37.7	80.9	41.5	95.2	100.0	51.5	66.9	32.1	

(三要素區を 100.0 とし、他區の比率を以て示す)

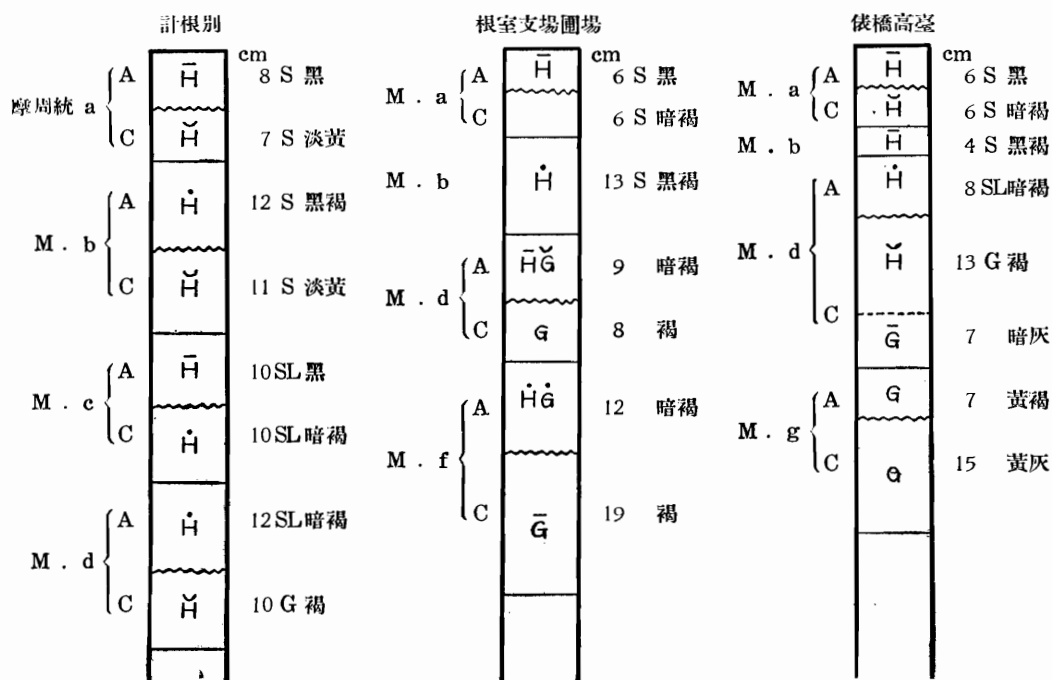
以上の通り無磷酸區の収量は無肥料區の夫れに近い價を示し、又磷酸單用區に於ては三要素區に迫る収量を擧げ得ることから、此の地方の農家の磷酸質肥料使用量は莫大であり、又實際に其の効果も著しいものがある。經年畑に於ては勿論第34表の比率とは異なり、斯く迄磷酸の効果顯著ではないが、磷酸の要求量極めて大であることには變りなく、此の地方にとつては、磷酸質肥料の合理的施與法の確立は重大な問題となつてゐるのである。依つて茲に摩周統各層の磷酸固定に就いて

の基礎資料を得、之を磷酸肥料の合理的施肥法確立の資に致さんとして、是等の實驗を行つたのである。

(1) 供試土壤

供試土壤は I と同様根室國中標津町計根別舊海軍飛行場附近に於て摩周統 a, b, c, d の4層を夫々腐植に富む部分 A と腐植の少ない部分 C との2つに分ち合計8箇採集した。

又耕作畑土壤としては計根別、依達高臺及び根室支場試験圃場の3箇所に於て、夫々經年畑肥沃

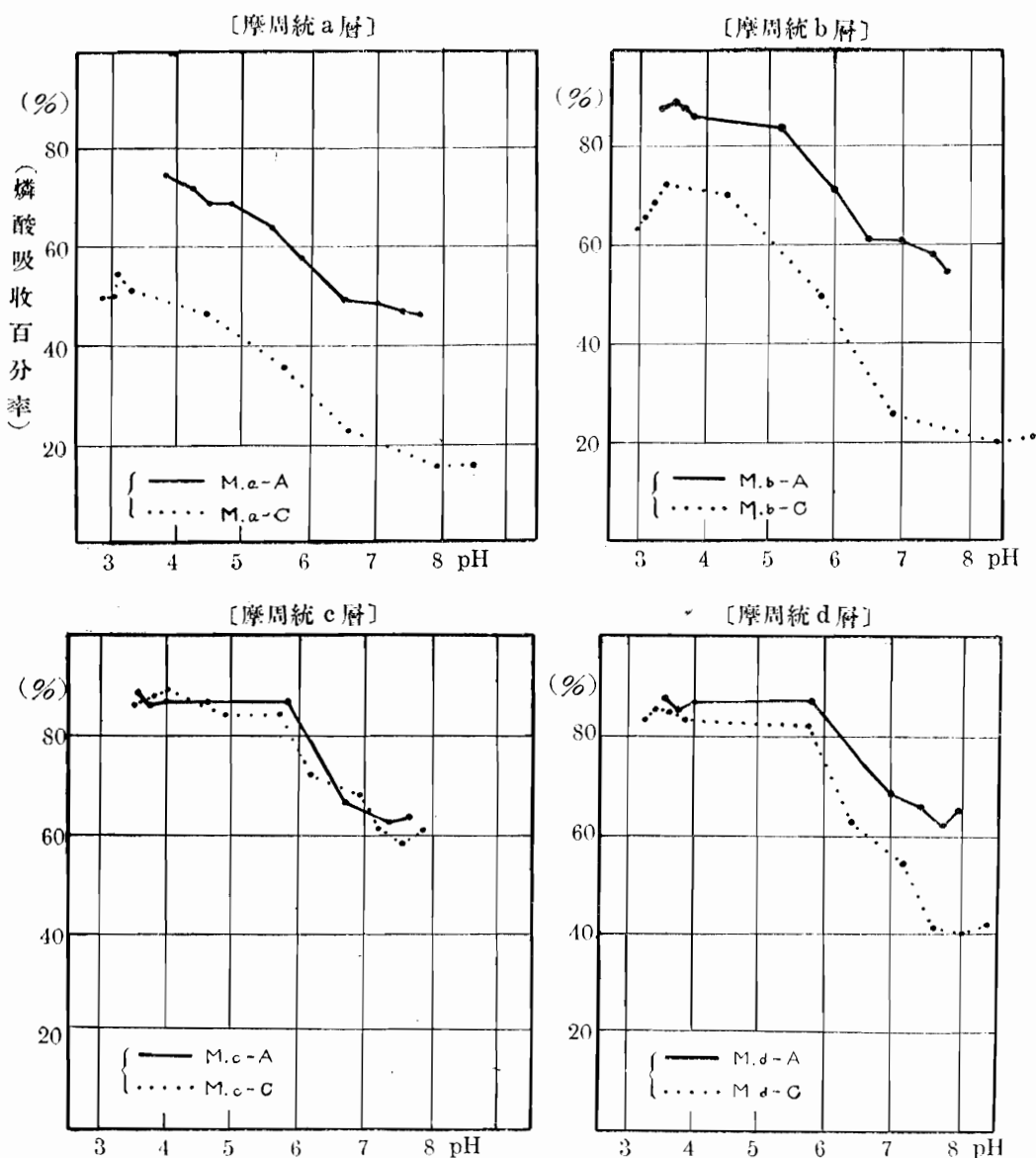


註 G (礫) H (腐植) の頭上の記号 () (含む) ・ (含む) - (頗る含む) を示す

第 10 圖 採集地土壌断面圖

第 35 表 摩周統各層の磷酸吸収率と pH

摩周統 a	A	濾液の pH	3.87	4.26	4.47	4.81	5.46	5.81	6.54	7.02	7.40	7.67
		磷酸吸収百分率	75.2	73.7	70.6	69.9	65.5	59.7	50.2	49.7	48.3	47.9
	C	濾液の pH	2.90	3.01	3.13	3.35	4.48	5.67	6.62	7.48	8.04	8.53
		磷酸吸収百分率	51.0	52.3	55.8	53.2	47.7	38.2	22.3	19.5	15.7	16.5
M b	A	濾液の pH	3.37	3.50	3.62	3.87	5.18	5.96	6.51	7.03	7.46	7.65
		磷酸吸収百分率	88.8	90.6	89.9	88.5	86.8	74.5	62.9	62.0	59.5	55.7
	C	濾液の pH	3.04	3.17	3.22	3.32	4.39	5.89	6.98	7.79	8.51	9.06
		磷酸吸収百分率	65.1	67.2	70.6	74.2	72.4	50.0	27.3	25.9	20.8	22.3
M c	A	濾液の pH	3.51	3.71	3.97	4.55	5.76	6.19	6.74	7.10	7.36	7.51
		磷酸吸収百分率	88.3	86.5	87.2	86.9	87.6	78.1	67.5	65.9	63.9	65.0
	C	濾液の pH	3.53	3.73	3.95	4.87	5.63	6.13	6.88	7.26	7.54	7.83
		磷酸吸収百分率	88.3	87.3	87.9	86.0	85.5	73.6	68.2	63.6	59.4	61.4
M d	A	濾液の pH	3.56	3.62	3.91	4.34	5.72	6.48	7.00	7.48	7.79	7.90
		磷酸吸収百分率	88.3	86.7	87.7	87.5	90.2	78.9	69.7	67.5	65.1	59.2
	C	濾液の pH	3.20	3.33	3.51	3.70	5.75	6.34	7.17	5.67	8.17	8.38
		磷酸吸収百分率	85.6	86.5	86.8	85.1	84.9	64.4	56.5	43.9	43.2	38.6



第 11 圖 摩周統各層の磷酸吸型

即ち、是等火山灰各層は、何れも其の濾液が pH 3~4 にて最高吸収量を示し、塩入氏の所謂第 4 型土壤に入るものと思われる。此の中、摩周統 a 及び b 層は略々類似の吸収型式を採つたが、腐植の少ない摩周統 a 層 C 及び b 層 C に於ては、腐植の多い a 層 A 及び b 層 A に較べ遙かに吸収量低く、腐植の存在が磷酸吸収を増加せしめることを認めた。又、摩周統 c 及び d 層に於ては、何れ

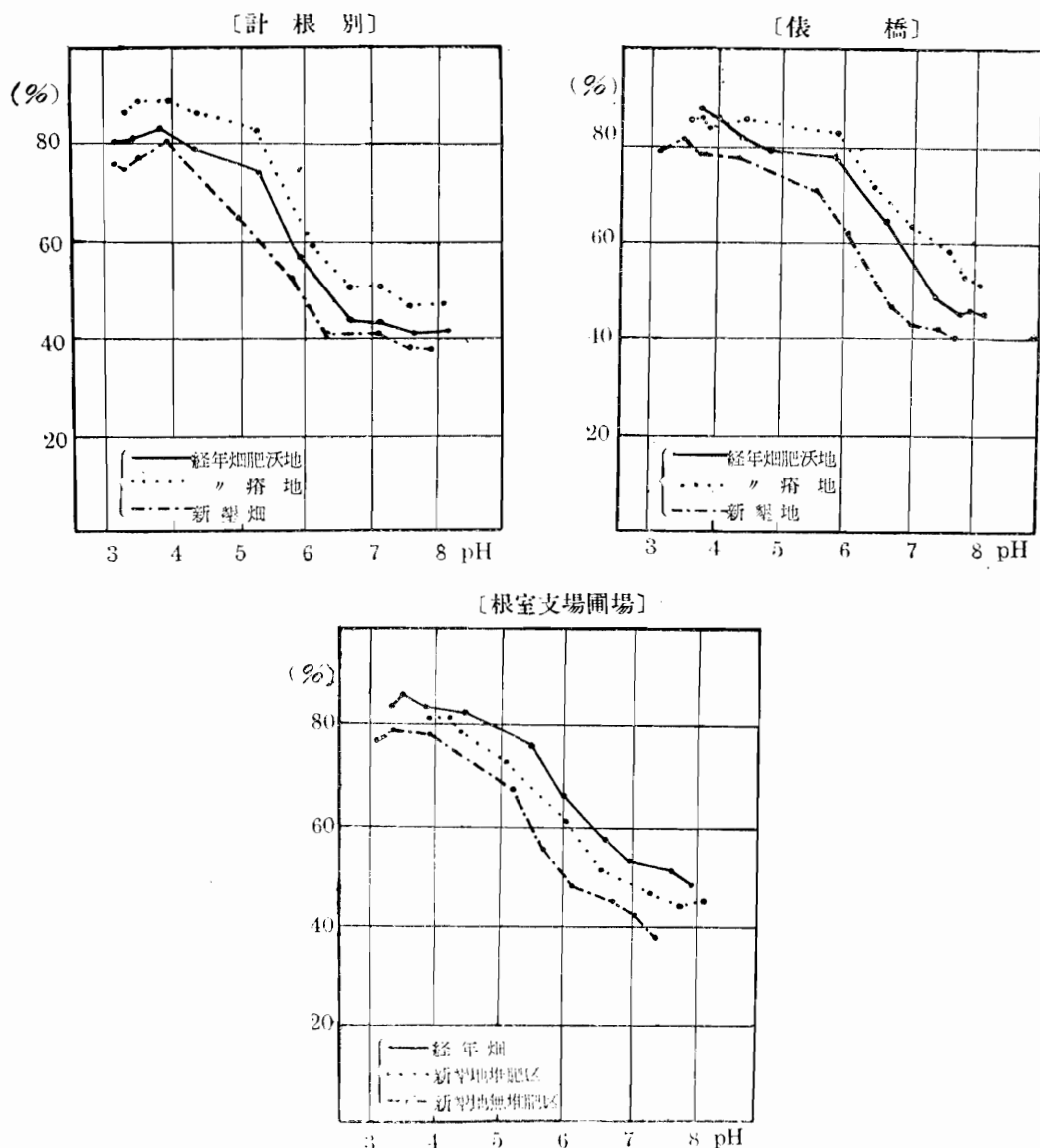
も pH 5.8 附近で 90% 前後の高い吸収量に達して、以後一應平衡を保つたが之は土壤の磷酸吸収力が強大で、溶液中の磷酸の大部分を吸収し盡した結果頭打ちの形となつたもので、是等摩周統 c 及び d 層が a 及び b 層に較べ磷酸の吸収が甚だ強いことを示すものである。

次に耕地に於ける磷酸吸収型式であるが、先に弘法氏¹⁶⁾は各地の火山灰土壤に就いて磷酸吸収

型を測定され其の中、座光寺、西天龍火山灰土壌は熟圃化に依り、礬土性が低下する爲に明かに磷酸吸収量の減退することを認めたが、十勝茅室土壌のみは逆に磷酸の吸収量が増加したと報告された。此の點に就き II に於て根釧地方火山性土耕地に於ては、年月の経過と共に寧ろ礬土性の上昇することを指摘して置いた。今回此の實驗に於ても再び此の傾向即ち、磷酸吸収量は新墾畑よりも経年畑に於て著しいことを認めた。耕作畑土壌

に於ける磷酸吸収量との關係を第 12 圖及び第 36 表に示す。

即ち耕土に於ては経年畑は、新墾畑に較べ磷酸吸収量多く、且つ毎年堆肥を搬入施與せる所謂肥沃畑は瘠畑に較べ磷酸吸収量低く、從つて當地方の耕地に於ては年月の経過と共に磷酸吸収量増大し、且つ此の傾向は堆肥を施與せぬ耕地に於て一段と顯著であつた。又、依橋高臺土壌は先の摩周統 c 及び d 層に於ける様に pH 5.8 附近で磷酸



第 12 圖 耕作畑の磷酸吸収型

第36表 耕作畑の磷酸吸収量と pH

計 根 別	經年畑	肥沃地	濾液の pH	3.21	3.49	3.87	4.41	5.44	5.96	6.79	7.26	7.71	8.19
			磷酸吸収百分率	81.0	82.8	85.1	80.6	73.4	60.9	49.9	45.7	41.9	43.0
		瘠地	濾液の pH	3.37	3.55	4.09	4.47	5.34	6.17	6.72	7.25	7.72	8.01
			磷酸吸収百分率	87.2	92.5	92.2	89.1	85.4	57.9	52.5	52.1	47.2	48.1
		新墾畑	濾液の pH	3.15	3.18	3.49	4.01	5.08	5.75	6.43	7.20	7.59	7.85
			磷酸吸収百分率	82.7	82.3	82.0	83.0	67.3	50.2	42.5	42.2	39.9	38.8
	依橋高臺	肥沃地	濾液の pH	3.63	3.94	4.30	4.49	5.86	6.56	7.23	7.62	7.86	8.02
			磷酸吸収百分率	88.3	86.1	83.1	82.9	79.3	67.7	50.5	48.8	48.5	82.3
		瘠地	濾液の pH	3.56	3.68	3.73	4.28	5.78	6.37	7.06	7.50	7.74	7.93
			磷酸吸収百分率	87.6	86.3	84.3	83.8	84.1	72.9	64.2	60.0	54.6	53.2
		新墾畑	濾液の pH	3.18	3.30	3.56	4.20	5.60	5.98	6.64	6.99	7.41	7.61
			磷酸吸収百分率	80.2	82.9	80.3	79.8	71.4	63.6	48.6	46.0	43.5	40.2
根室支場圃場	經年畑		濾液の pH	3.22	3.36	8.89	4.38	5.49	6.02	6.68	6.98	7.68	7.90
			磷酸吸収百分率	85.0	87.6	86.0	83.6	77.6	66.5	57.3	54.4	51.7	49.2
	新墾畑	堆肥區	濾液の pH	3.85	4.20	4.48	4.96	5.09	6.12	6.79	7.38	7.72	8.19
			磷酸吸収百分率	84.8	83.2	80.9	76.8	74.5	60.3	51.5	47.3	45.5	45.1
		無肥料區	濾液の pH	3.00	3.25	3.88	4.62	5.17	5.66	6.19	6.85	7.07	7.48
			磷酸吸収百分率	78.2	80.1	79.1	76.2	67.8	55.2	48.5	44.2	42.8	38.9

吸収量最大となり、以後平衡に達したが、之は礫土性大で磷酸吸収力の強い d 層が最上層部の近くに存在し、此の層の影響を受けて之と類似の吸収形式を採つたものと推定される。

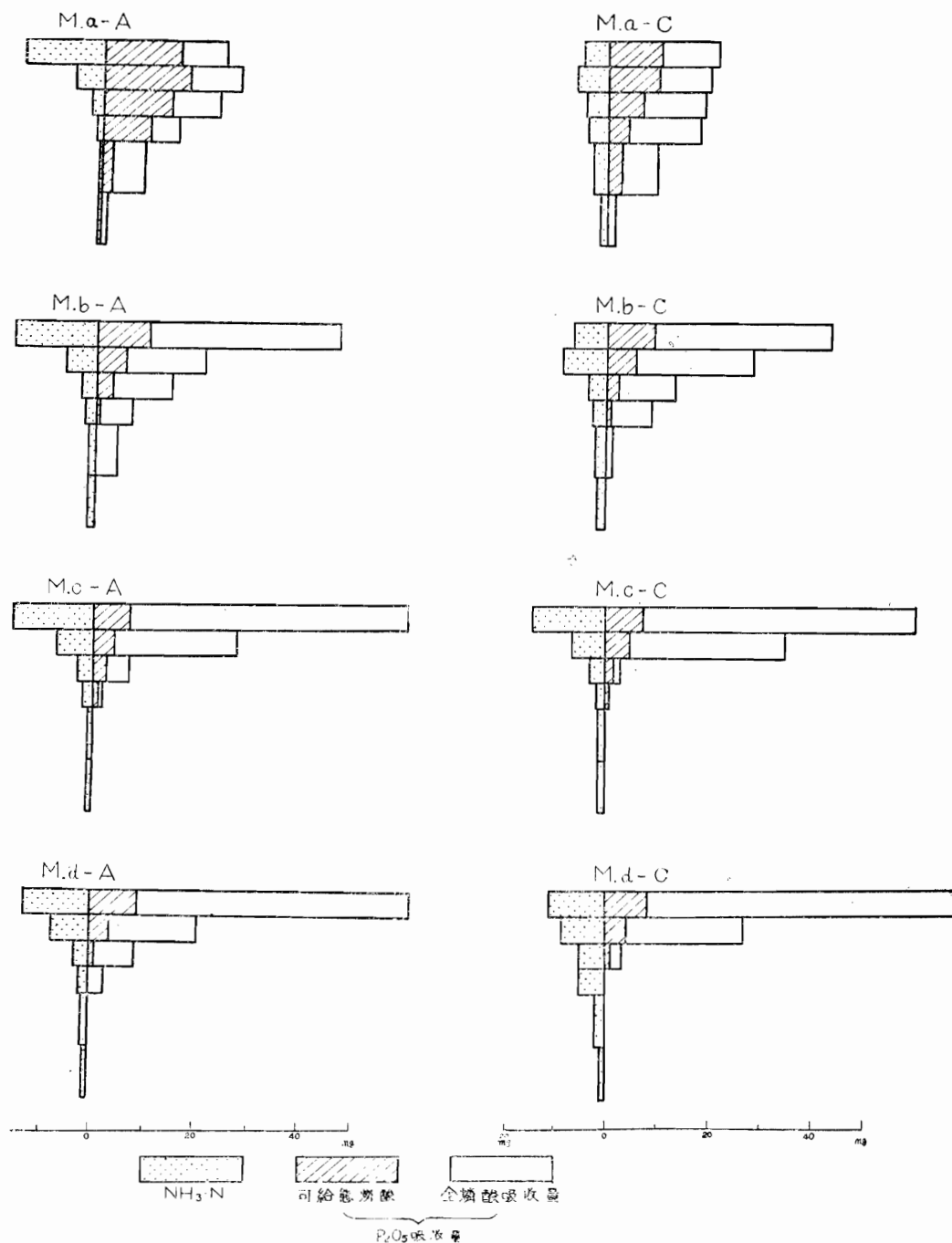
(3) 磷酸の滲透力

以上の様に磷酸吸収力の強い礫土性土壤であれば、磷酸肥料を地表より施與せる場合磷酸は地表面の薄い層に吸収されて了い、下層部へ滲透し難いものと推定される。是等に關し調査せんが爲、HECK 氏⁽²⁸⁾の方法に準じ徑 6 cm の硝子管に 12 cm の高さ迄土壤をつめ、之に磷酸アンモン (P_2O_5 100 mg; NH_4-N 27.2 mg を含む) 50 cc を加え、後蒸留水 500 cc を添加、一夜靜置し、土層各部に就き (上半部 6 cm は之を 1.5 cm 宛 4 層に、下半分は 3 cm 宛の 2 層に計 6 層に分つた) 先ず 1% 枸橼酸可溶性磷酸及び王水可溶性磷酸を測定して置いて、之より磷酸アンモン添加土壤の 1% 枸橼酸可溶性磷酸より原土の夫れを差引いたものを可

給態磷酸殘存量とし、又磷酸アンモン添加土壤の磷酸全量から、原土王水可溶性磷酸量を差引いたものを磷酸滲透量とし、又磷酸滲透量と可給態磷酸殘存量の差を磷酸永久固定量とした。

先ず摩周統 a, b, c, d 層に就き、第 37 表に其の滲透量を示し、又第 13 圖に之を圖示した。又參考迄にアンモニア態窒素の滲透量をも併せ測定したが、之は $N/1 NaCl$ を加え置換溶出せる NH_3-N を常法に依り測定し、磷酸の場合と同様に其の滲透量を算出したものである。

即ち摩周統 a 層は、他の 3 層に較べ最も磷酸滲透性大で、而も可給態で吸着されている部分が非常に多く、磷酸肥料施與上好ましき土壤であるが、之に就いては I に述べた通り、未風化狀態の部分多く、活性礫土の含量小で磷酸の不可給態化することが少ないものと思われる。又腐植に富む摩周統 a 層 A は腐植の少ない a 層 C に較べ滲透は少ないが、可給態として吸着されている割合が多く、



第 13 圖 摩周統各層の磷酸及び窒素の滲透力

第 37 表 摩周統各層の磷酸及び窒素の滲透力

	cm	摩周統 a 層 A			摩周統 a 層 C			摩周統 b 層 A			摩周統 b 層 C		
		P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)
1st	1.5	23.17	13.30	15.04	21.14	10.49	4.20	47.65	10.29	15.12	44.26	8.53	6.78
2nd	1.5	25.36	15.89	6.55	20.17	9.53	5.37	20.94	5.01	5.71	29.50	6.71	8.36
3rd	1.5	22.40	12.56	2.41	19.30	6.47	4.03	15.03	3.75	2.60	13.37	1.82	3.09
4th	1.5	13.10	8.52	1.43	18.48	3.10	3.67	8.07	0.12	1.83	9.17	0.10	2.11
5th	3.0	15.05	1.68	1.01	19.13	3.15	4.98	8.30	0	1.47	3.64	0	3.60
6th	3.0	0.74	0	0.80	2.08	2.50	3.20	0	0	0.49	0	0	2.54
滲透水中		0	0	0	0	0	1.73	0	0	0	0	0	0.67

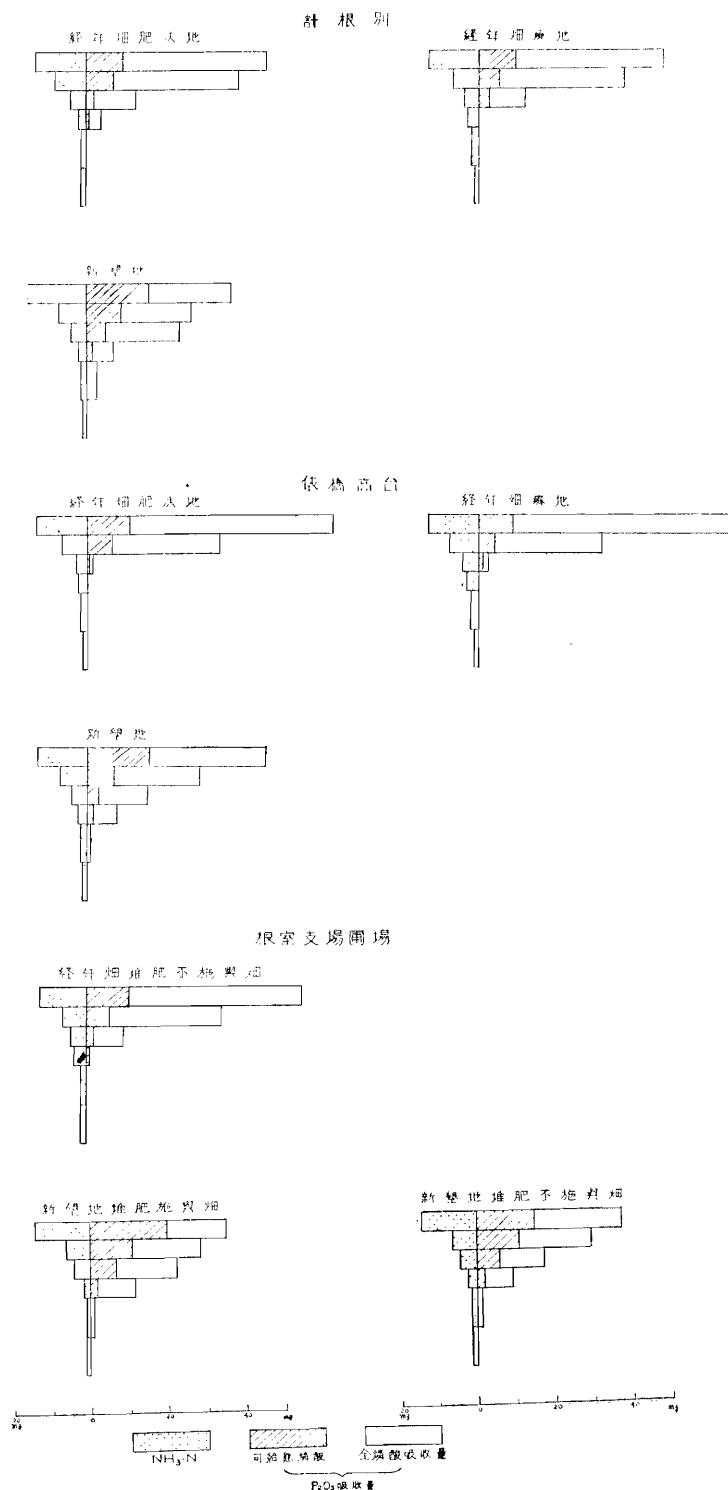
	cm	摩周統 c 層 A			摩周統 c 層 C			摩周統 d 層 A			摩周統 d 層 C		
		P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ・N 滲透量 (mg)
1st	1.5	60.62	7.40	15.89	61.17	6.55	13.92	61.99	8.39	12.56	69.81	7.41	10.06
2nd	1.5	28.86	4.50	6.10	35.06	4.19	6.44	25.72	3.98	7.08	26.67	4.42	7.11
3rd	1.5	7.74	2.96	2.31	2.87	1.18	2.70	9.51	0.85	3.15	3.47	0.67	4.34
4th	1.5	2.74	0.59	1.44	0.88	0	1.36	2.76	0	2.07	0	0	3.42
5th	3.0	0	0	0.85	0	0	1.10	0	0	2.19	0	0	1.41
6th	3.5	0	0	0.62	0	0	0.31	0	0	0.16	0	0	0.82
滲透水中		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

是等腐植は磷酸を可給態として保持していることが認められた。又、アンモニア態窒素の吸着は殆んど腐植の含量に支配され、a 層 A で其の殆んど大部分の窒素が表面に吸着されたが、a 層 C に於ては滲透水中に於ても尙其の一部が認められ滲透性が極めて高かつた。之に依つても摩周統 a 層が無機膠質を殆んど有せず、養分の保持が主として腐植に負つていることが推察され得た。次に摩周統 c 及び d 層は何れも非常に磷酸吸収力高く、磷酸は殆んど下層に滲透せず、表面 1.5 cm 間に 60~70% が吸収され、而も其の大部分が不可給態として固定されていた。之は此の層が極めて礫土性高く、従つて磷酸固定が強大であることに依るものと思われる。依つて斯る土壤に磷酸肥料を施與する時には何等かの磷酸固定の防止手段を施さね限り、其の肥効は著しく低下することが豫想される。アンモニア態窒素の滲透は斯る礫土性と

は殆んど關係がなく、専ら腐植及び無機膠質の多少に依り左右されているものと推定された。又摩周統 b 層は a 層と c, d 兩層の中間に位する滲透様式を示していた。

次に耕地土壤に就き磷酸及び窒素の滲透量を第 38 表及び第 14 圖に示す。

即ち耕地に於ては新墾畑と經年畑とを較べると後者が滲透力小となつていた。之は II に述べた通り長期間の耕起に依り、次第に礫土性が増大することに依るものと思われる。又、計根別と依橋高臺とでは、後者が b 層薄く a 層の直下に礫土性高い d 層が存在している爲、此の層の影響を受け磷酸吸収量は計根別土壤に較べ遙かに大となつていた。又無堆肥の拵畑と堆肥を毎年施與せる肥沃畑とでは、後者が僅かに滲透性大で磷酸が不可給態化されること少なく、従つて堆肥が磷酸の利用度を高める効果のあることを認め得た。



第 14 圖 耕作畑土壤磷酸及び窒素の滲透力

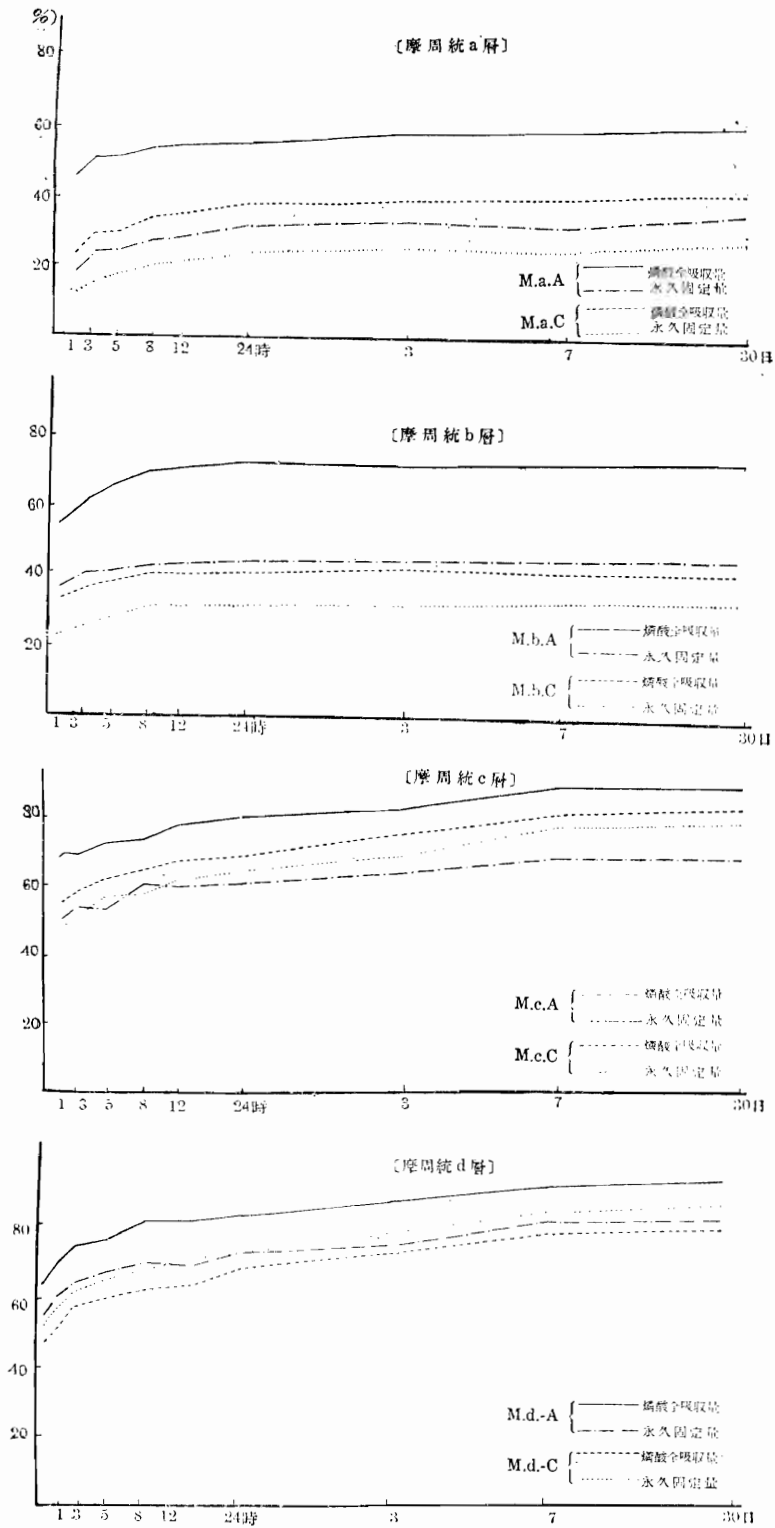
第38表 耕作畑土壤磷酸及び窒素の滲透力

			經年畑肥沃地			經年畑瘠地			新墾畑		
			P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ·N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ·N 滲透量 (mg)	P ₂ O ₅ 滲透量 (mg)	可給態 P ₂ O ₅ 量 (mg)	NH ₃ ·N 滲透量 (mg)
計 根 別	1 st	1.5	45.29	9.94	12.41	47.79	9.60	12.22	37.89	15.18	14.09
	2 nd	1.5	38.58	6.92	7.23	38.49	5.65	6.71	27.24	7.17	6.95
	3 rd	1.5	2.22	2.00	3.11	12.92	2.66	2.90	22.71	3.33	3.36
	4 th	1.5	0	0.11	1.52	0.90	0	1.94	7.53	1.52	1.01
	5 th	3.0	0	0	1.86	0	0	2.29	4.40	0	1.14
	6 th	3.0	0	0	1.05	0	0	1.15	0	0	0.67
	滲透水中		0	0	0	0	0	0	0	0	0
			經年畑肥沃地			經年畑瘠地			新墾畑		
俵 橋 高 臺	1 st	1.5	63.00	10.96	12.32	65.47	10.80	12.28	46.38	15.15	13.04
	2 nd	1.5	34.73	6.06	6.83	32.38	4.96	6.85	28.21	6.81	6.90
	3 rd	1.5	2.22	0.11	2.84	2.13	0.56	2.70	16.35	3.21	3.77
	4 th	1.5	0	0	2.27	0	0	2.09	6.37	1.33	1.44
	5 th	3.0	0	0	1.84	0	0	1.94	2.71	0	1.51
	6 th	3.0	0	0	0.76	0	0	2.29	0	0	0.53
	滲透水中		0	0	0.31	0	0	1.15	0	0	0
			經年畑			新墾畑堆肥區			新墾畑無肥料區		
根 室 支 場 圃 場	1 st	1.5	55.37	10.37	12.21	35.42	18.46	14.52	38.74	14.39	13.75
	2nd	1.5	34.21	5.85	6.33	28.26	11.55	5.43	30.37	10.61	5.73
	3 rd	1.5	9.40	1.72	3.39	22.50	6.78	3.67	18.50	5.28	3.40
	4 th	1.5	0.98	0	2.72	11.03	1.60	1.23	9.61	1.14	1.04
	5 th	3.0	0	0	1.49	2.75	0	1.41	2.75	0	1.84
	6 th	3.0	0	0	1.05	0	0	0.95	0	0	1.48
	滲透水中		0	0	0	0	0	0	0	0	0

(4) 磷酸吸収量と時間との關係

土壤に依る磷酸吸収は所謂 time reaction であり、其の速度は土壤の性質に依り相異なるも概して極めて早いものとされ、例えば RAVICOVITCH 氏²⁹⁾ は、Ca-飽和土壤を用いた場合、2 分間に添加せる磷酸の 88% が吸収されたと報告している。然し同場に於ては土壤との直接接觸が不充分で、其の吸収には相當の目時を要するものと思われ、HIBBARD 氏³⁰⁾ 或いは DAVIS 氏²⁹⁾ 等は 1~12 箇月を要すると報じている。是等の反應速度は土壤の磷酸に對する吸収力の減退並びに吸収されずに

残つてゐる磷酸量の減少に依り低下し、又添加せる溶液量に依つても異なるものである。今磷酸アンモン 50 cc (P₂O₅ 20 mg を含む) を土壤 5 g に加え 15 分、30 分、1 時間、3 時間、5 時間、8 時間、12 時間、24 時間、3 日間、1 週間、1 箇月後に夫々溶液中に吸収されずに残つた磷酸を測定し、之を磷酸吸収量とし、次いで直ちに残土より 1% 枸橼酸可溶性磷酸を測定し、土壤の全磷酸吸収量の中、可給態のまま吸収されている磷酸の量を算出した。そして全吸収量より 1% 枸橼酸可溶性磷酸を差引いた量を永久固定量とした。



第 15 圖 摩周統各層の磷酸吸収量と時間

第 39 表 摩周統各層の磷酸吸収量と時間 (%) (添加量に対する吸収百分比)

土 層 名		15 分	30 分	1 時	3 時	5 時	8 時	12 時	24 時	3 日	7 日	1ヶ月	
摩周統 a	A	磷酸全吸収量	43.6	45.1	48.5	52.5	54.1	56.4	57.7	58.3	59.7	61.5	62.6
		永久固 定 量	9.5	11.3	13.8	18.9	22.0	22.8	25.3	27.8	27.5	28.9	29.3
	C	磷酸全吸収量	20.5	22.6	25.6	29.4	33.3	35.9	37.0	37.7	39.1	39.3	40.8
		永久固 定 量	8.7	10.9	12.3	17.3	21.4	22.1	22.7	24.9	26.3	28.0	28.4
M b	A	磷酸全吸収量	55.3	57.4	60.1	62.3	67.2	70.6	71.7	73.2	72.9	74.9	75.1
		永久固 定 量	34.2	38.3	38.6	40.0	41.0	42.7	43.6	44.5	45.2	45.9	46.1
	C	磷酸全吸収量	28.8	31.1	33.1	35.7	37.1	41.2	42.7	43.3	43.0	43.7	44.3
		永久固 定 量	20.9	22.1	23.9	25.3	27.4	31.0	31.8	32.2	32.0	33.5	34.2
M c	A	磷酸全吸収量	62.8	64.1	70.6	71.9	74.9	76.1	79.4	83.3	85.7	91.3	93.7
		永久固 定 量	45.4	47.7	52.1	55.9	57.8	61.6	62.1	63.3	67.9	73.4	75.2
	C	磷酸全吸収量	50.3	52.1	55.8	59.8	63.1	65.7	68.4	72.4	77.1	85.0	89.6
		永久固 定 量	44.1	59.9	63.5	65.5	68.3	70.2	71.0	74.5	79.3	86.8	88.1
M d	A	磷酸全吸収量	66.7	68.4	73.8	75.6	78.9	80.1	81.8	85.6	90.9	96.7	98.5
		永久固 定 量	57.1	59.9	63.5	65.5	68.3	70.2	71.0	74.5	79.3	86.8	88.1
	C	磷酸全吸収量	52.5	56.4	61.1	63.2	67.3	69.8	71.7	74.5	81.9	87.6	91.8
		永久固 定 量	48.8	51.9	55.4	58.3	60.1	63.7	65.2	69.8	77.7	83.2	87.8

先ず摩周統 a, b, c, d 層に就き之を比較すると第 39 表 及び 第 15 圖の通りである。

以上の様に磷酸の固定は非常に短時間中に反應が進むらしく、15 分間以内に既に其の大部分が吸収され、其の後 8~12 時間迄は漸次吸収量は増加し、以後殆んど平衡状態を保ち、極く僅か増加するのみであつた。而も其の増加の状態は可給態の部分は略々平衡状態で進行するが、永久固定の部分が徐々に増加し、結局全体の磷酸吸収量を増大せしめている様である。但し摩周統 c 及び d 層は時間に關係なく増加しているが、之は c, d 兩層が磷酸の吸収力強大で添加せる磷酸量、即ち 20 mg/5g では平衡に達しなかつた爲であり、従つて更に多量の磷酸アンモン液を加えると他の層と同様の経過を辿るものと思われる。又摩周統 a 及び b 層の腐植に富む A と然らざる C の部分を比較すると、前者は後者より磷酸吸収量遙かに大で

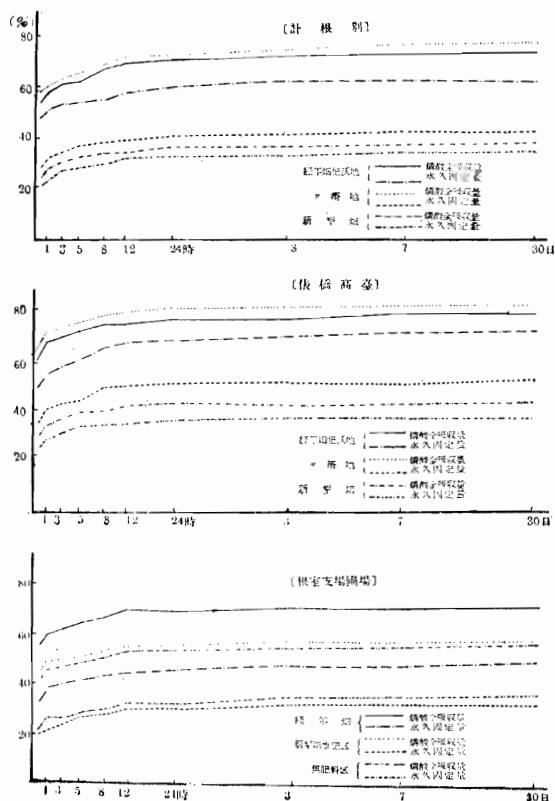
あり、腐植が磷酸を吸収保持することが明かであるが、腐植は磷酸の永久固定を防ぐに役立つとされている通り、上圖に於ても全磷酸吸収量と永久固定量との差即ち可給態磷酸量は腐植の多い A の部分が頗る大となつており、磷酸施與上腐植は有利に作用していること明白である。

次に耕地に於ける状態に就いては 第 40 表 及び 第 16 圖に示す通りである。

吸収量と時間との關係は摩周統 a, b 兩層と略々同様の経過を辿り 8~12 時間で平衡に達した。又新犁畑は經年畑よりも磷酸全吸収量及び永久固定量共に大で、其の差即ち可給態磷酸の量少なく磷酸肥料利用上不利な状態にあると認められる。又堆肥を毎年施與した所謂肥沃畑は然らざるものに比し、永久固定量少なく可給態磷酸含量は遙かに高くなつていた。

第 40 表 耕地の燐酸吸収量と時間 (%)

土 層 名			15分	30分	1 時	3 時	5 時	8 時	12時	24時	3 日	7 日	1ヶ月
計 根 別	經年肥沃地	燐酸全吸収量	58.8	60.4	63.4	66.7	67.7	72.5	75.2	76.9	75.8	76.5	77.1
		永久固定量	29.9	31.0	32.2	33.9	36.3	36.9	37.4	38.1	38.0	38.4	39.5
	瘠地	燐酸全吸収量	60.1	61.9	64.5	67.4	69.5	73.9	77.9	78.8	77.5	81.5	81.2
		永久固定量	31.2	33.5	35.3	37.9	40.4	41.8	42.4	43.9	43.4	46.0	46.7
	新墾畑	燐酸全吸収量	51.8	53.7	55.1	57.2	58.2	59.9	63.4	64.8	66.1	65.8	66.5
		永久固定量	22.9	24.8	26.9	29.0	31.1	33.8	34.5	35.1	36.5	37.0	37.9
	依橋高臺	燐酸全吸収量	64.6	65.9	67.9	70.9	75.4	77.1	78.5	77.8	79.7	80.7	81.4
		永久固定量	31.6	32.7	34.4	37.3	40.6	41.1	42.5	43.5	43.1	44.1	44.3
		燐酸全吸収量	66.0	68.9	71.6	73.0	76.9	80.1	82.4	83.9	84.8	82.9	85.4
		永久固定量	35.3	38.5	42.9	44.7	45.5	50.9	51.7	52.2	52.9	52.5	54.7
根室支場圃場	經年畑	燐酸全吸収量	51.6	57.8	60.5	64.3	66.7	67.9	70.8	71.2	71.5	73.2	74.8
		永久固定量	33.2	34.5	38.6	41.1	42.5	43.6	44.7	48.9	49.1	50.6	51.8
	新墾畑	燐酸全吸収量	44.5	45.2	49.9	50.1	51.4	53.6	55.7	57.8	59.1	58.7	59.5
		永久固定量	19.1	2.90	21.9	24.7	28.1	28.5	30.9	32.1	35.0	35.0	36.1
	堆肥區	燐酸全吸収量	41.6	43.9	45.1	48.7	46.9	50.8	55.1	55.7	56.7	58.1	59.2
		永久固定量	20.9	22.3	25.9	27.5	28.9	30.7	32.4	35.8	36.2	37.7	38.0
	無肥料區	燐酸全吸収量											
		永久固定量											



第 16 圖 耕地の燐酸吸収量と時間

(5) 硅礬比と燐酸含有量との關係

以上燐酸吸収量と土壤との關係に就き述べたが、是等吸収量に相異を來す原因を考察して見ることとする。

先ず硅礬比と燐酸吸収量との關係に就いては、TOTH 氏⁹⁾ 或いは SCARSETH 及び TIDMORE 兩氏³¹⁾ の報告にある通り $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ に逆比例して燐酸吸収量が増減することは、當地方の火山性土に於ても該當する事實の様である。摩周統火山性土に於ける硅礬比と燐酸吸収量との關係は既に I 及び II に於て其の一部について述べたが、今改めて是等の關係を検討する。

先ず熱塩酸可溶性の SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 を夫々測定し、之より硅礬比を算出した。又過酸化氫達熔融法 1% 枸橼酸可溶の P_2O_5 を夫々測定し、兩者の比から所謂關係溶解度 (Relative Löslichkeit) を出し第 41 表に之を掲げた。

即ち、摩周統 a, b 兩層は c, d 兩層に較べ遙かに硅礬比高く、又熱塩酸及び 1% 枸橼酸可溶性燐酸は著しく少ない。然るに過酸化氫達熔融法に依る全燐酸の量は、各層間に著しい量の相異を認

第 41 表 摩周統各層に於ける砒礬比及び磷酸含量

土 層 名	熱 鹽 酸 可 溶 性				全 磷 酸 (mg/100 g)	熱鹽酸可 溶 磷 酸 (mg/100 g)	枸橼酸可 溶 磷 酸 (mg/100g)	關 係 溶 解 度	
	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	砒 礬 比					
摩周統 a 層	A	6.56	3.74	0.84	2.97	196.16	98.45	7.26	3.70
	C	4.92	3.56	1.06	2.35	234.28	79.73	8.67	3.71
M. b 層	A	3.62	3.31	2.25	1.86	219.11	64.45	7.97	3.64
	C	3.42	3.10	3.65	1.88	226.35	68.45	9.32	4.12
M. c 層	A	2.65	5.65	3.86	0.80	194.63	48.24	5.09	2.61
	C	2.58	5.30	3.95	0.83	186.82	46.77	4.28	2.29
M. d 層	A	1.92	6.37	4.10	0.51	199.35	44.81	3.69	1.85
	C	1.40	6.14	5.14	0.39	227.36	47.84	2.71	1.19

め難く、而も P₂O₅ 含量 0.2% 弱と云う値は非火山灰地の磷酸含量と比較し著しく低い値とは云い難い。従つて當地方の火山性土に於ては、全磷酸として一般土壤と較べ遙かに低い含量を有するも、是等土壤の磷酸固定力が著しく強大で、其の不可給態化著しい爲磷酸の缺乏が顯著なものと推定される。例えば DYER 氏は 1% 枸橼酸法で可給態磷酸を定量した際 10mg 以下であれば、磷酸に著しく缺乏せる土壤と判定すると決めているが、第 41 表に示す通り、當地方の火山灰土は何れの層に於ても 10 mg を越えることはなく、特に摩周統

c 及び d 層に於ては 5 mg 前後であり、缺乏の程度が一段と激しいものと推定される。又、LEMMERMANN 氏は此の 1% 枸橼酸可溶性磷酸の全磷酸に對する百分比を關係溶解度とし、之が 10% を越える時は、磷酸質肥料を要しないと述べているが、是等火山灰土の各層の關係溶解度は此の標準値に較べ遙かに低い値であり、磷酸質肥料の多量に要することを示していた。

耕地に於ける砒礬比及び磷酸含量に就いては第 42 表に示す通りである。

第 42 表 耕地に於ける砒礬比と磷酸含量

土 壤 名		熱 鹽 酸 可 溶 性				全 磷 酸 (mg/100g)	熱鹽酸可 溶 磷 酸 (mg/100g)	枸 橼 酸 可 溶 磷 酸 (mg/100g)	關 係 溶 解 度
		SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	砒 礬 比				
計 根 別	經 年 畑	肥沃地	4.30	3.63	1.71	2.05	214.17	82.77	4.22
	瘠 地	3.85	4.32	1.60	1.52	196.05	64.58	7.05	3.60
	新 墾 畑	4.33	2.99	1.84	2.46	187.82	58.26	7.25	3.86
依 橋 高 臺	經 年 畑	肥沃地	3.48	4.46	2.57	1.33	229.00	106.89	4.00
	瘠 地	3.11	4.50	2.73	1.18	206.93	79.74	8.24	3.98
	新 墾 畑	3.08	3.48	2.10	1.51	181.54	81.89	7.18	3.96
根 室 支 場	經 年 畑	3.12	3.96	2.89	1.34	238.56	83.82	9.36	3.92
	新 墾 畑	肥沃畑	2.59	2.84	2.73	1.56	207.13	90.55	4.86
	無肥料區	2.52	2.86	2.10	1.49	181.23	68.01	7.06	3.84

耕地に於ける傾向も略々同様で、砒礬比に就いては新墾畑は經年畑よりも大であり、礬土性は僅

か乍ら低く、従つて 1% 枸橼酸可溶性の磷酸は多くなつていた。又經年畑の中でも毎年堆肥を搬入

第 43 表 KCl 及び HCl 處理土壤の磷酸吸收量及び溶出鐵礬土 (風乾土 5 g 中 mg)

土 層 名		無 處 理		1N KCl 處 理		0.1 N HCl 處 理			1 N HCl 處 理			
		P ₂ O ₅ 全 吸收量	永 久 固定量	P ₂ O ₅ 全 吸收量	Al ₂ O ₃ 溶出量	P ₂ O ₅ 全 吸收量	Al ₂ O ₃ 溶出量	Fe ₂ O ₃ 溶出量	P ₂ O ₅ 全 吸收量	Al ₂ O ₃ 溶出量	Fe ₂ O ₃ 溶出量	
摩周統	a 層	A	11.66	5.56	9.64	1.50	4.01	43.0	trace	1.47	75.6	8.8
		C	7.54	4.98	7.19	0.78	1.90	56.2	trace	0.41	128.4	9.4
M.	b 層	A	14.74	9.90	13.29	0.90	3.11	62.8	0.1	2.16	104.0	12.2
		C	8.66	6.44	8.56	0.52	1.92	43.6	trace	1.50	62.9	10.1
M.	c 層	A	16.65	12.67	15.34	1.09	9.14	93.6	0.1	3.85	172.0	20.4
		C	14.48	13.14	13.58	0.64	11.05	90.2	0.1	3.59	266.4	17.2
M.	d 層	A	17.12	14.90	16.28	0.71	12.34	114.8	0.1	4.47	369.0	25.1
		C	14.90	13.96	14.53	0.52	10.46	108.8	trace	3.41	342.2	18.6

せる肥沃畑は然らざる畑に較べ礬礬比小となつており、堆肥の施與が礬土性の高まるのを防止するに効果のあることが認められた。

全磷酸は經年畑が新墾畑に較べ、其の含量が高く、施與された磷酸が流亡することなく、其の場所で土壤に固定されていることを示した。熱硫酸及び枸橼酸可溶性磷酸は堆肥を毎年施與せる肥沃畑に於て其の含量高く、従つて關係溶解度も大で、磷酸肥料施與上有利な状態にあることを示していた。

(6) KCl, HCl 及び H₂O₂ 處理と磷酸固定との關係

以上の様に礬礬比の高い程、即ち三二酸化物の多い程磷酸吸收量大となつてゐるが、是等土壤を KCl 又は HCl で處理し、其の三二酸化物を除去した場合、磷酸吸收量が如何に變化するかを検討した。即ち、風乾土壤 5 g に 1 N KCl 0.1 N HCl 及び 1 N HCl を夫々 50 cc を添加、3 時間振盪後 Cl⁻ の消失する迄水で洗滌し後、磷酸アンモン 50 cc (P₂O₅ 20 mg を含む) を加え、時々振盪し、12 時間後、夫々磷酸吸收量を測定した。同時に此の處理の際溶出する 1 N 鐵礬土を定量し、之を第 43 表として掲げた。

即ち 1 N KCl で土壤を處理し、之に就き磷酸吸收量を測定したが無處理土壤の吸收量と大差を認めず、特に置換石灰の特に多い摩周統 a 層 A 以外の土壤に於ては殆んど其の吸收量に變化を認めなかつた。此の處理に際し溶出する Al₂O₃ は第

43 表に示した通り極めて少量であり、腐植の少ない a 層 C, b 層 C に於ては特に其の溶出量は僅少であつた。又鐵の溶出量は各層共殆んど認められなかつた。

次に 0.1 N HCl 處理土壤の磷酸吸收量は無處理土壤に較べ、摩周統 a, b 兩層に於ては著しく減少せるも c, d 兩層は未だ相當高い磷酸吸收量を示した。一般に各層共此の處理に際して溶出する Al₂O₃ の頗る多いのに反し、Fe₂O₃ は痕跡しか認められなかつた。然も摩周統 a, b 兩層は c, d 兩層に較べ礬土溶出量一般に少なく、従つて磷酸吸収に作用する礬土の大部分は 0.1 N HCl で、其の殆んどが溶出してゐるのであろう。然るに c, d 兩層の磷酸吸收量は、1 N HCl 處理で初めて著しい減少を見せ、Al₂O₃ の溶出量は非常に大きく、且つ鐵も溶出した。之より推察すると c, d 兩層に於ては、磷酸吸収に關連する礬土は a, b 兩層に較べ多量に存在し、且つ 0.1 N HCl 不溶の難溶性の礬土も磷酸吸収に預つてゐると云えよう。

次に耕地の場合に就いて述べると、第 44 表の通りである。

耕地の場合新墾畑は經年畑よりも、又肥沃畑は瘠畑よりも 1 N KCl, 0.1 N HCl, 及び 1 N HCl 溶出の礬土及び鐵の量少なく、従つて之に比例し磷酸吸收量も小さかつた。之は II に於て述べた通り、此の地方の耕地は心土を構成する部分が礬土性の高い層であるため、耕起に依り次第に表土も礬土性が高くなる傾向があり、従つて經年畑は

第44表 耕地に於ける KCl 及び HCl 處理土壤の磷酸吸収量及び溶出鐵礬土量 (乾土 5g 中 mg)

	土 壤 名	無 處 理		1N KCl 處 理		0.1N HCl 處 理			1N HCl 處 理		
		P ₂ O ₅ 全 吸収量	永 久 固定量	P ₂ O ₅ 全 吸収量	Al ₂ O ₃ 溶出量	P ₂ O ₅ 全 吸収量	Al ₂ O ₃ 溶出量	Fe ₂ O ₃ 溶出量	P ₂ O ₅ 全 吸収量	Al ₂ O ₃ 溶出量	Fe ₂ O ₃ 溶出量
計根別	經年畑 { 肥沃地	15.38	7.82	14.50	0.84	3.08	58.2	0.1	2.20	145.1	14.24
	瘠地	15.76	8.72	14.92	0.95	3.48	56.0	0.1	2.39	152.7	16.79
	新 墾 畑	12.96	7.02	12.06	0.99	2.30	42.4	trace	1.37	102.5	12.13
依橋高臺	經年畑 { 肥沃地	15.56	8.70	14.96	0.76	4.21	61.0	0.1	2.41	145.6	18.51
	瘠地	16.73	10.42	16.16	0.81	4.58	72.1	0.1	2.58	182.8	20.22
	新 墾 畑	13.83	7.62	12.87	1.13	3.85	52.8	trace	1.81	115.7	14.61
根室支場	經年畑	14.24	9.76	13.65	0.63	4.73	69.4	0.1	2.83	134.6	19.18
	新墾畑 { 堆肥區	11.56	6.42	10.75	0.92	2.40	53.2	trace	1.73	91.3	13.89
	無肥料區	11.14	7.16	10.65	0.87	2.24	56.8	trace	1.51	104.1	14.06

新墾畑に較べ一般に礬土性は高く、而も無堆肥畑に於ては此の傾向が一層顯著であつた。又地區別に見ると、依橋高臺土壤が摩周統 d 層最も地表部に近く、爲に此の礬土性の高まる傾向が特に著しい。是等のことからして當地方に於ては Torn 氏³⁰⁾の述べる様に、稀塩酸可溶礬土と磷酸吸収とは密接な關係のあることが認められた。

次に當地方の火山性土が頗る腐植に富んでいるので、是等土壤中の腐植が磷酸吸収に對し、如何なる作用を及ぼしているかを確めんとした。先ず林氏³²⁾の方法に準じ土壤 5g に對し、30% H₂O₂ 10cc を加え、之を沸騰せる重鹽煎土にて腐植を酸化分解せしめ後乾燥し、之を3回繰返し腐植の大

部分を分解除去し、此の中、1つは H₂O₂ 分解後熱湯で充分洗滌し、分離せる鐵、礬土を除去したる後、前法同様磷酸アンモンを加えて磷酸吸収量を測定し、他方は、H₂O₂ 分解後直ちに磷酸アンモンを加え磷酸吸収量を測定した。是等の結果を第45表に掲げた。

此の際 H₂O₂ で腐植のみに作用し、礦物質の部分に何等作用を及ぼさないと考えることは危険であり、又茲に分離して来る鐵礬土が必ずしも腐植と結合していたものと云ふ難いが、例えば第45表の H₂O₂ で處理せる際に分離せる礬土の中、各層共腐植の多い部分は其の量頗る多く溶出し、腐植と密接な關係があると推定され得るので茲では

第45表 摩周統各層に於ける H₂O₂ 處理土壤の磷酸吸収量及び溶出鐵礬土量 (風乾土 5g 中 mg)

土 層 名	無 處 理		H ₂ O ₂ 處理後熱水で洗滌			H ₂ O ₂ 處理後熱水洗滌せず	
	P ₂ O ₅ 吸収量	永久固定量	P ₂ O ₅ 吸収量	Al ₂ O ₃ 分離量	Fe ₂ O ₃ 分離量	P ₂ O ₅ 吸収量	永久固定量
摩周統 a 層 { A	11.66	5.56	3.72	16.33	0.57	13.14	3.81
{ C	7.54	4.98	3.68	8.52	0.05	9.65	3.77
M. b 層 { A	14.74	9.90	5.83	45.14	0.17	16.55	6.85
{ C	8.66	6.41	5.42	4.63	0.04	9.41	5.63
M. c 層 { A	16.65	12.67	7.89	56.62	0.14	18.31	11.94
{ C	14.48	13.14	8.96	51.85	0.09	17.81	12.59
M. d 層 { A	17.12	14.90	10.31	42.02	0.05	19.52	13.83
{ C	14.90	13.96	10.98	11.78	0.03	19.05	12.62

一應腐植と結び付いていた鉄、礬土として考察を進めることとする。

比較を便ならしむる爲、無處理土壤の磷酸吸収量を再び掲げるが、此の第 45 表の中、 H_2O_2 で處理して熱水で洗滌分離する鉄、礬土を除いた土壤に就いての磷酸吸収量を見ると何れも無處理土壤に比べ著しく減少している。之から考えると腐植も磷酸吸収に預つて甚だ大なる影響を與えていることが分る。而も H_2O_2 で處理せる摩周統各層の腐植を含んだ所謂 A の部分と腐植り少ない C の部分とは磷酸吸収量に殆んど差が認められず、従つて此の摩周統火山性土の同一層中では、腐植を除いて了うと鐵物質的には殆んど大差が無いと云い得る。

此の際注意を惹くことは H_2O_2 處理土壤の磷酸吸収量が無處理土壤の磷酸永久固定量より低いことであり、而も兩者の差は腐植の多い部分に於て著しい。次に H_2O_2 で處理後分離せる鉄、礬土を除去せず直ちに磷酸吸収量を測定した場合、活性化された分離鐵礬土と結びつき、其の吸収量は著しく増大し、就中摩周統 c 及び d 層は添加せる磷酸の殆んど大部分を吸収して了つた。然し、之を前述の方法で永久固定量を測定したが、其の固定量は第 45 表最後の項に示す通り割合に少ないものであつた。此のことは磷酸を單に礬土と簡單に結合したのみで永久固定を行わず、永田氏³⁾

の研究にある通り礬土の複合体と結合して初めて永久固定を行うものと思われる。更に此の際の永久固定量は無處理の場合に較べ、何れの層に於ても磷酸吸収量が低い。即ち H_2O_2 で腐植を除去することに依り、永久固定量が小になつたのであり、之は腐植も其の一部分に於て磷酸を永久固定するものと考えられる。即ち、腐植の中には SWENSEN 氏³⁰⁾ 等が述べている様に腐植酸の陰イオンに依り、磷酸吸収を減少せしめ得るものと又、吸収しても可給態のまま吸着しているものと、此の他に上述の様に磷酸を永久固定してう部分が存在する様である。之に就いて野田氏³¹⁾ も火山性土で實驗され、強固に結合せる三酸化物とは之が活性である限り、磷酸と結合する力が大きいと述べられた。又各層間の H_2O_2 處理後の磷酸永久固定量を比較すると、摩周統 c, d 兩層は a, b 兩層に比較し大であるが、之は I に述べた通り c, d 兩層が礬土を多く含み、而も無機膠質量大で、鐵物質複合体に依り磷酸固定の行われる部分が多いものと思われる。

次に耕地に於ける是等の關係を見ると 第 46 表の通りである。

新墾畑は經年畑よりも、又肥沃畑は瘠畑よりも H_2O_2 處理土壤の磷酸吸収量が低い。之は腐植含量の相異のみでなく Al_2O_3 が次第に蓄積して礬土性が高くなつた爲である。特に礬土性高き摩周

第 46 表 耕地に於ける H_2O_2 處理土壤の磷酸吸収量及び分離鐵礬土

(風乾土 5 g 中 mg)

土 壤 名			無 處 理		H_2O_2 處理後熱水で洗滌			H_2O_2 處理後熱水洗滌せず	
			P_2O_5 吸収量	永久固定量	P_2O_5 吸収量	Al_2O_3 分離量	Fe_2O_3 分離量	P_2O_5 吸収量	永久固定量
計根別	經年畑	肥沃地	15.38	7.82	4.81	38.61	0.16	17.47	5.51
		瘠地	15.76	8.78	5.38	38.78	0.14	18.19	6.13
	新墾畑		12.96	7.02	3.82	34.02	0.17	15.53	4.28
依橋高臺	經年畑	肥沃地	15.56	8.70	6.25	39.18	0.15	18.82	8.42
		瘠地	16.78	10.43	7.80	42.40	0.16	19.01	8.46
	新墾畑		13.83	7.62	4.31	38.24	0.18	16.50	6.28
根室支場	經年畑	肥沃地	14.24	9.75	7.07	40.03	0.15	18.53	8.36
		堆肥區	11.56	6.42	3.71	34.37	0.16	15.16	4.62
	新墾畑	無肥區	11.14	7.16	4.25	36.02	0.15	16.19	4.83

統 d 層が地表近くに存在する依橋高臺地區に於ては、此の傾向顯著で其の吸収の様式は摩周統 d 層の夫れと類似していた。

(7) 燐酸添加に依る置換容量の増加

土壤に燐酸を加えた場合、此の燐酸が土壤中の礬土と結合し難溶性の複合体を作るとすれば、燐酸の添加に依り土壤の塩基置換容量に變化がある譯で、之に就き測定し第 47 表に掲げた。

即ち土壤に對し燐酸アンモンを P_2O_5 5 mg 添加後、A. O. A. C 法に依り其の置換容量を測定した。

第 47 表 摩周統各層に於ける燐酸添加に依る置換容量の増加

土 層 名	燐 酸 吸 收 量 (乾土 5g 中 mg)	原土鹽基 置換容量 (100g 中 m.e.v.)	燐酸添加土 置換容量 (100g 中 m.e.v.)	置換容量 増 加 量 (100g 中 m.e.v.)
摩周統 a 層 { A	12.57	38.37	40.45	2.08
C	8.59	8.74	11.40	2.66
M. b 層 { A	19.81	24.87	27.45	2.58
C	9.44	4.86	8.10	3.24
M. c 層 { A	26.66	25.74	37.45	11.77
C	25.36	18.85	31.10	12.25
M. d 層 { A	31.30	18.55	28.25	13.70
C	25.50	7.29	17.95	10.66

此の表の様に燐酸添加土壤の置換容量は、添加せざる原土に比べ何れも増加していた。而も燐酸吸収量と置換容量の増加量と略々比例し特に燐酸吸収量大で、礬土性の高い摩周統 c 及び d 層に於て其の増加量は著しかったところから、此の置換容量の増加が是等礬土と密接な關係にあるものと推定される。之より摩周統火山性土に對して燐酸を施す時は、礬土性を矯正すると同時に置換容量をも増加せしめ、特に摩周統 c 及び d 層の様な礬土性高き土壤に於て顯著なことは、燐酸に代る安價な礬土矯正材料が見出せれば非常に有利な土地改良法となると豫想される。

次に耕地に就いて是等の關係を見ると 第 48 表の通りである。

耕地に於ても略々同様の傾向を示した。即ち經年畑は新墾畑よりも又、瘠畑は肥沃畑よりも塩基

第 48 表 耕地に於ける燐酸添加に依る置換容量の増加

土 壤 名	燐 酸 吸 收 量 (乾土 5g 中 mg)	原土鹽基 置換容量 (乾土 100g 中 m.e.v.)	燐酸添加土 置換容量 (乾土 100g 中 m.e.v.)	置換容量 増 加 量 (乾土 100g 中 m.e.v.)
計 根 別				
經 年 畑 { 肥沃地	17.54	20.95	25.25	4.30
瘠 地	21.45	18.40	23.40	5.00
新 墾 畑	17.94	24.65	26.00	2.30
依 橋 高 臺				
經 年 畑 { 肥沃地	25.24	21.95	25.15	6.20
瘠 地	27.84	18.50	26.55	8.05
新 墾 畑	18.36	21.50	26.25	4.75
根 室 支 場				
經 年 畑	17.51	21.25	28.75	7.50
新 墾 畑 { 堆肥區	12.06	24.65	29.05	4.40
無 肥 區	13.12	19.50	25.50	6.00

置換容量増加量大なることを認め、更に依橋高臺土壤は計根別土壤に較べ其の増加量大であつた。以上の様に礬土質土壤に對する燐酸の施與は單に肥料成分の補給に留まらず、土壤の置換容量の増加をも計り得る。

(8) 總括及び結論

根釧原野に廣く分布する摩周統火山性土の特性に就いての調査研究の中、燐酸に關する諸種の試験を實施し次の様な結論を得た。即ち、

i) 摩周統火山性土は何れの層も礬土を多く含み燐酸の吸収固定が激しいが、特に摩周統 c 及び d 層は摩周統 a 及び b 層に比較し、燐酸吸収力大で且つ之を不可給態として永久固定することが多かつた。

ii) 耕地に於ては、經年畑は新墾畑よりも、又堆肥を施與しなかつた所謂沓畑は毎年堆肥を搬入せる肥沃畑よりも、燐酸を不可給態として固定することが多かつた。又地域的に見ると摩周統 d 層が地表部に近く存在する依橋高臺土壤は、計根別、中標津（根室支場同場）土壤に較べ此の傾向が著しかった。

iii) 燐酸は之を地表より施すも殆んど滲透せず、特に礬土性の高い摩周統 c 及び d 層は其の 60～70% を地表下 1.5 cm 間に吸収し、而も此の大部分を不可給態化して永久固定した。

iv) 磷酸の吸収は、其の大部分が極く短時間に行われ、以後 8 ~ 12 時間で略々平衡状態に達した。

v) 摩周統火山性土の全磷酸は 0.2% 前後で、其の含量は、一般土壤に比較し特に低いものとは考えられないが、枸橼酸可溶磷酸は何れも乾土中 10 mg 以下であり、土壤中の磷酸の大部分が不可給態として固定されていることが認められた。

vi) 腐植の中には、腐植酸の陰イオンに依り磷酸吸収を減少せしめ得るものと、又吸収しても可給態のまま吸着しているものと、この他に腐植と結合している礫土が未だ活性であつて、磷酸を不可給態化してう部分のあることが認められた。之は特に摩周統 c 及び d 層に於て著しかつた。

vii) 磷酸の添加に依り土壤の塩基置換容量が増加した。且つ、礫土性の高い土壤程此の傾向が著しかつた。

V 摩周統火山性土の腐植の性質に就いて

地力に最も大きな影響を與える土壤成分の一つに腐植が挙げられるが、特に摩周統火山性土の様な鑛質コロイドに乏しい土壤にあつては、腐植の地力に及ぼす影響は決定的となることは想像に難くない。然し、腐植を構成する物質の複雑さは現在の吾人の智識を以てしては、之を直接地力と結び付けて論ずる迄には明かにされていない。又其の研究法に於ても 1766 年 ACHARD 氏が泥炭をアルカリ溶液で抽出し、之に硫酸を加へ今日の所謂腐植酸に類似の物質を分離して以來、幾多の腐植に關する分析法が提案されたが、未だ眞に其の本質を示す系統的方法は確立しているとは云い難いのである。従つて今回の調査に當つては、今日最も廣く用いられている WAKSMAN 氏³⁶⁾の腐植の近似的分類法と SIMON 氏³⁷⁾等の獨逸學派の採つた方法とを選び、根釧路地方に廣く分布する摩周統火山性土中の腐植の質と量とを測定し、併せて之が地力との關連性の一端を明かにせんとして本試験を計畫したのである。

供試土壤は IV に用いた土壤を其の儘採用した。

(1) WAKSMAN 氏の近似的分類法に依る腐植の分離

土壤に含まれる有機物の量及び質は、云う迄もなく供給される植物遺体の量及び性質と其の分解に與る微生物の種類及び活動力に依つて支配されるのであり、従つて植物遺体の供給量が其の分解量を上廻る場合には土壤有機物は集積して行くのである。當地方の火山性土は I に述べた通り、腐植を多量に含む層が幾重にも堆積され、然も其の含量は極めて高く、屢々 10% を越えるのであるが、斯る現象は摩周統火山性土にのみ見られることではなく、本邦の至るところの火山性土に見受けられるのである。此の理由に關して川村氏³⁸⁾は、火山灰の腐植は主として草原時代に於けるカヤの如き禾本科草本の膨大多量な根系が主要な原料になつており、然も内的原因として土壤の保水力の莫大な爲、多濕で空氣の供給少なく、従つて有機物の分解遅々として進まない結果であるとされ、是等火山灰に多量に堆積する腐植は他の土壤の腐植と本質的に異なるのではなく、單に原料及び分解の速度が異なるのであると推定されておられる。之から考えると、當地方は北海道に於ても最も氣候に恵まれず低温で、一年の半分は土壤が凍結しており然も夏期濃霧に被われ、土壤の温度高く、植物遺体の分解には極めて不利な条件下にある。従つて最上層を形成する摩周統 a 層に至つては其の腐植含量 17% を越え、所謂腐植土に近い含量を示しているのである。然し摩周統 b 層以下の腐植は長年に亘り地下深く、嫌氣的状態で堆積埋没され來つたものであり、従つて是等の腐植は自ら表土の腐植とは異なる性質があるものと豫想される。そこで先ず摩周統 a, b, c, d の 4 層を WAKSMAN 氏の近似的分類法に従つて分析し、其の結果を示すと第 49 表の通りである。

以上の中、エーテル、アルコール及び水可溶性の部分は何れも少なく地力に著しい影響を及ぼすとは考えられないが、是等は概して最地表部を形成する a 層中に多く含有されていることからして、比較的新鮮な腐植中に多く含まれるものと思われる。又地表に近い層には、ヘミセルローズ及びセルローズが多い。而も之迄云われて來た通り

第49表 摩周統各層の WAKSMAN 氏法腐植成分量 (乾土 100 g 中 g)

土 層 名	エーテル 可 溶	アルコール 可 溶	水 可 溶	ヘミセル ロ ー ズ	セルロース	蛋 白 質	リグニン
摩周統 a 層	0.178	0.171	0.268	3.473	1.395	3.442	6.734
M. b 層	0.073	0.061	0.109	1.313	0.624	2.042	4.896
M. c 層	0.075	0.032	0.055	0.591	0.171	1.980	8.318
M. d 層	0.064	0.056	0.034	0.482	0.086	1.237	5.384

ヘミセルローズがセルローズよりも多く、従つて土壤中では寧ろヘミセルローズがセルローズよりも分解し難く多く残存する様である。蛋白質も略々同様の傾向を示し、地表に近い層程其の含量が大であつた。リグニンは之に反し下方に存在する摩周統c層に多かつた。之は4層の中c層が腐植を含む層最も厚く、而も下部迄腐植が浸透しているところからして、昔此の層が最上部を占めてい

た時他の3層より以上に草木の繁茂が旺盛であり、又其の期間も長かつたものと推定されるのであり、之が度重なる火山噴出に依る降灰で地下に没した後は、他の成分が殆んど分解し去り専らリグニンのみが残留したものと思われる。

次に各層の全腐植を100とした時の各成分の割合を求めると第50表の通りである。

即ち、摩周統a層に於てのみヘミセルローズの

第50表 摩周統各層の WAKSMAN 氏法による腐植成分の百分比

土 層 名	全 腐 植 (乾土に對 する%)	エーテル 可 溶	アルコール 可 溶	水 可 溶	ヘミセル ロ ー ズ	セ ロ ー ズ	蛋 白 質	リグニン	合 計
摩周統 a 層	16.91	1.05	1.01	1.58	20.54	8.25	20.36	39.82	92.61
M. b 層	10.34	0.71	0.59	1.05	13.70	6.03	19.75	47.35	89.18
M. c 層	12.86	0.59	0.25	0.45	5.90	1.33	15.40	64.68	88.61
M. d 層	8.18	0.79	0.68	0.41	5.89	1.05	15.20	65.82	89.76

百分比が高い他は、腐植成分中蛋白質及びリグニンの占める割合著しく大で、従つて地力に大きく影響を及ぼすのは蛋白質とリグニンであることは明白で、就中リグニンの占める割合殊に高く、而も摩周統c及びd層の様に地下に長年月堆積され來つた層に於ては、其の構成成分の過半量を占めている。之とても恐らく長年月の間に本來のリグニンのままでなく、一般には微生物の作用を受けリグニン複合体が空気中の酸素と結合し、化學的縮合を経て腐植酸となるのであらうと云われている。且つ以上の様に變化を受けたリグニンは元のリグニンと較べメトキシル基少なく、稀アルカリに溶解し易く、色は黒味を増し、又酸化され易く弱酸性で、蛋白質を含有しており、WAKSMAN氏の主張する所謂 Lignoprotein の形をとつているのであらうが、之に關しては異説もあり未だ完全に解決されてはいない。

次に耕地に於ける分析結果を示すと第51,52表の通りである。

下表に依り明かな様に一般に、耕地に於てもエーテル、アルコール及び水に可溶の成分やヘミセルローズ、セルローズの含量は何れも少なく、専ら腐植は蛋白質とリグニンに依り其の大部分が占められていることは、第49,50表に示したと同様であるが、只堆積を毎年施與していた肥沃地や、新築畑の様に概して生産力の高いと云われる耕地に於ては、ヘミセルローズやセルローズが僅かに高くなつており、瘠地はリグニンの占める割合が高かつた。細田氏³⁸⁾は高位收穫田はヘミセルローズ及びセルローズの含量が高いと報告されているが、之は乾土効果率(腐植の部分)に於て主として發揮せられることからして、斯る分解途次のものが多いことは直接生産力に關連するものとして、寧ろ活性度の低いリグニンよりも分解途次に

第 51 表 耕地に於ける WAKSMAN 氏腐植成分量 (乾土 100 g 中 g)

土 壤 名		エーテル 可 溶	アルコール 可 溶	水 可 溶	ヘミセル ロ ー ズ	セルロ ー ズ	蛋 白 質	リグニン
計 根 別	経年畑 { 肥沃地	0.087	0.076	0.235	0.974	1.498	2.354	4.504
	瘠地	0.117	0.116	0.183	0.744	0.365	1.866	4.556
	新墾畑	0.107	0.100	0.156	1.333	0.516	2.312	4.042
俵橋高臺	経年畑 { 肥沃地	0.154	0.132	0.295	0.752	0.436	2.153	4.374
	瘠地	0.160	0.133	0.218	0.644	0.320	1.757	4.187
	新墾畑	0.128	0.103	0.156	1.356	0.532	2.478	4.167
根室支場	経年畑	0.157	0.093	0.112	0.741	0.412	1.856	4.552
	新墾畑 { 堆肥區	0.140	0.110	0.203	1.106	0.489	3.375	3.702
	無肥料區	0.115	0.105	0.130	0.849	0.439	2.343	3.812

第 52 表 耕地に於ける WAKSMAN 氏法に依る腐植成分百分比

土 壤 名		全 腐 植 (乾土に對 する%)	エーテル 可 溶	アルコール 可 溶	水 可 溶	ヘミセル ロ ー ズ	セ ル ロ ー ズ	蛋 白 質	リグニン	合 計
計 根 別	経年畑 { 肥沃地	9.68	0.90	0.79	2.43	10.06	5.15	24.32	46.53	90.08
	瘠地	8.90	1.31	1.30	2.06	8.36	4.10	20.97	51.19	89.29
	新墾畑	9.39	1.15	1.07	1.66	14.20	5.50	24.64	43.05	91.24
俵橋高臺	経年畑 { 肥沃地	9.31	1.66	1.42	3.17	8.08	4.68	23.13	46.98	89.12
	瘠地	8.18	1.96	1.62	2.67	7.84	3.91	21.48	51.07	90.55
	新墾畑	9.91	1.29	1.04	1.54	13.67	5.37	25.01	42.06	89.98
根室支場	経年畑	8.85	1.78	1.05	1.26	8.37	4.67	20.97	51.43	89.53
	新墾畑 { 堆肥區	10.03	1.40	1.10	2.06	11.03	4.88	33.65	36.91	91.03
	無肥料區	8.65	1.33	1.22	1.47	9.82	5.07	27.09	44.07	90.07

ある粗腐植の多いことが、作物養分を供給する上に於て有利なことになるが、然し塩基置換容量はリグニン複合体の方が大きいと豫想されるので、是等の關係に就いては簡單ではなく、粗腐植の多いことは寧ろ窒素潜在地力が高く、之が爲に生産力が上ると考えるべきかと思われる。

(2) SIMON 氏法に依る腐植の分類

A) 無前処理の場合

腐植を質の立場から分類せんとした SIMON 氏の方法は、腐植の新しい解明法として廣く用いられ数多くの成績が發表されている。其の主なる原理は修酸ソーダ、弗化ソーダ等の石灰沈澱劑は中性に於て眞性腐植酸 (Echte Huminsäure) を溶解し、

又苛性ソーダは腐植酸のみならず其の前段階である腐朽質 (Rotte Produkte) の一部をも溶解し、其中 ODÉN 氏の pH 4 の醋酸ソーダ液を此のものの沈澱物に作用させると、眞性腐植酸のみ溶解すると云うのであり、是等の割合を腐植化の度合を示す基準とするのである。分析の方法は既に多くの報告に紹介されているが、今回測定した部分に就き其の大略を述べると次の通りである。

a) 浸出方法—乾土に對して、夫々 1:2 の割合で夫々 N/4 NaOH, N/4 NaF 及び N/4 Na-Oxalate を添加し、時々振盪しながら室温にて 24 時間放置後、水を加えて浸出溶液の濃度を N/8 にして乾土に對し 1:4 の割合にならしめ、更に 24 時間

時々振盪しつつ放置した後に濾液を分離する。

b) 浸出部一浸出液を稀釋して次の事項につき測定した。

相對色度 (RF)……SIMON の腐植標準液の KMnO_4 消費量に對する供試液の KMnO_4 消費量の割合 (%) を酸化値とし、又ブルフリッヒの Stufen-photometer の filter S_{81} を使用した際の標準液の消光係數と供試液の消光係數の割合を比色値とする。そして

酸化値：比色値 = 100 : X

より算出する X の値で標準液に對する供試液の單位炭素量を示す。

KMnO_4 消費量……前記の KMnO_4 消費量を原液 30 cc に換算したものを (a) とし、浸出液に稀硫酸を加えた際、沈澱しない部分、即ちフルボ酸に相當する部分の KMnO_4 消費量を (b) とする。沈澱部割合 (PQ)……上記 KMnO_4 消費量 (a) 及び (b) から次式に依り計算する。

$$\frac{(a)-(b)}{(a)} \times 100$$

之は ODÉN 氏の所謂 Huminsäure に相當する。

即ち Echte Huminsäure と Rotteprodukte とから成るものの割合を示すものである。

c) 沈澱部一浸出液を適量にとり供試液 100 cc に對し、1 cc の割合で Conc H_2SO_4 を加え、生じた沈澱を濾別して水で 2 回 洗滌した後、夫々 $\text{N}\cdot\text{NH}_4\text{OH}$ 及び pH 4 の醋酸塩緩衝液 (acb_4) を供試液と同量加え濾別する。此の濾液について $\text{N}\cdot\text{NH}_4\text{OH}$ 液で稀釋した後、前と同様相對色度 KMnO_4 消費量を測定する。

腐植化度 (HQ)……沈澱部に於ける $\text{N}\cdot\text{NH}_4\text{OH}$ 溶液に對する醋酸塩緩衝液の KMnO_4 消費量の割合で沈澱物中の眞性腐植酸の割合を示す。

上記の方法に依り摩周統各層の腐植を含む部位に就き NaOH , NaF 及び $\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$ に溶解する腐植の量に就いて測定すると第 53 表の通りである。

第 53 表 摩周統各層に於ける SIMON 法に依る腐植形態

土 層 名	溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部				
		相 對 色 度	KMnO_4 消費量		沈澱部 %	相 對 色 度		KMnO_4 消費量		腐 植 化 度
			a	b		NH_3	acb_4	NH_3	acb_4	
摩周統 a 層	NaOH	132.5	462	71	84.6	215.5	179.4	402	174	43.3
	NaF	107.5	162	62	62.2	157.1	155.4	129	89	69.0
	$\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$	99.8	156	54	65.4	115.5	79.7	105	87	82.9
M. b 層	NaOH	212.3	436	67	84.6	246.7	156.2	350	151	37.6
	NaF	104.3	128	59	53.9	183.7	158.7	81	69	85.2
	$\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$	61.5	109	47	57.3	95.9	65.8	75	61	81.3
M. c 層	NaOH	217.3	377	58	84.6	321.8	164.9	341	65	19.1
	NaF	82.7	84	34	59.5	51.9	46.9	52	40	76.9
	$\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$	55.6	35	12	65.7	69.1	32.1	39	29	74.4
M. d 層	NaOH	161.9	234	45	80.8	285.8	105.9	189	30	15.9
	NaF	60.8	60	26	56.7	37.0	30.6	36	30	83.3
	$\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$	48.6	16	6	60.0	42.3	28.8	12	9	75.0

上表の中 KMnO_4 消費量の中 (a) に就いては、 NaOH 浸出に於て摩周統 a, b 兩層は c, d 兩層に較べ僅かに多いのみで其の間に著しい差を認め難い。然るに石灰沈澱劑である NaF , $\text{Na}\cdot\text{Oxalate}$

浸出の場合に於ては、c, d 兩層は著しく其の消費量を減じ、是等溶劑に直接溶解する眞性腐植酸の極めて少ないことを示し、又其の浸出液の色も殆んど無色に近く、相對色度も小さい。沈澱部割合

に就いては NaOH 浸出よりも NaF 及び Na-Oxalate 浸出の力が小さく而も此の中、大部分が眞性腐植酸により占められていることは、腐植化度が高い値を示していることに依つても容易に推定され得る。沈澱部に於ては KMnO_4 消費量中、 NH_4OH で溶解する方は浸出液の硫酸沈澱物が、 $1\text{N}/\text{NH}_4\text{OH}$ で殆んど溶解するので前述の浸出部 KMnO_4 消費量 (a) と高い相関のあることが窺われる。然るに acb 4 に於ける消費量は摩周統 a, b 兩層に多く、c, d 兩層は少ない。従つて腐植化度は a, b 層 > c, d 層となり、見掛の上では a, b 兩層の腐植は腐植化が進んでいることとなる。依つて SIMON 氏の結論からすれば c, d 兩層の腐植は a, b 兩層に較べ好ましからざる状態にあると

云わねばならない。

B) NaCl, HCl で前処理を行つた場合

前述の様に摩周統 c, d 兩層の腐植が石灰沈澱剤に溶けて來ないことは、是等腐植が腐朽物質として存在している爲か、或いは是等溶剤に溶解し難い形に變つたものか何れかが問題となる。然し前述の WAKSMAN 氏法では、リグニンの含有率高く、腐植化が進んでいるものと考えられるのである。依つて SIMON 氏の試みた様に 5% HCl 及び NaCl で 60°C 30 分間温め、後 Cl^- を認めなくなる迄洗滌し、同様腐植の形態を測定したのである。之を第 54 表に掲げ、併せて此の前処理に際し溶出する CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 及び腐植を測定し第 55 表に示した。

第 54 表 NaCl, HCl で前処理を行つた摩周統各層の腐植形態

土 層 名	前 處 理 及 び 溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部					
		相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 %	相 對 色 度		KMnO ₄ 消費量		腐 植 化 度	
			a	b		NH ₃	acb 4	NH ₃	acb 4		
摩周統 a 層	NaCl	{NaOH	143.3	490	77	85.5	186.1	147.9	421	195	46.3
		{OaF	120.0	260	82	68.8	176.1	169.5	222	155	70.0
	HCl	{NaOH	187.0	432	48	88.9	212.2	133.7	390	206	52.8
		{NaF	134.9	156	56	64.1	183.4	128.4	102	84	82.3
M. b 層	NaCl	{NaOH	210.6	445	68	84.7	231.1	141.8	388	162	41.8
		{NaF	153.0	188	66	64.9	207.9	178.1	132	112	84.8
	HCl	{NaOH	204.1	472	42	91.1	252.8	148.1	430	317	73.7
		{NaF	153.3	222	51	77.0	144.5	176.9	178	151	84.9
M. c 層	NaCl	{NaOH	257.2	396	57	85.6	283.1	178.9	330	96	29.1
		{NaF	142.1	86	34	60.5	149.8	181.6	62	55	88.7
	HCl	{NaOH	205.8	491	42	91.2	263.5	138.0	452	309	68.4
		{NaF	158.9	249	46	81.5	143.2	173.3	196	174	88.8
M. d 層	NaCl	{NaOH	213.3	246	48	80.5	237.7	65.7	204	72	35.3
		{NaF	84.2	60	27	55.0	149.8	166.9	41	36	87.8
	HCl	{NaOH	160.8	380	47	87.6	212.5	165.4	329	282	85.7
		{NaF	168.1	243	54	77.8	175.3	195.4	258	246	95.3

第 55 表中、NaCl 処理の場合は Al_2O_3 , Fe_2O_3 は殆んど溶出せず、石灰のみ認められた。特に摩周統 a 層は是等石灰の溶出が著しかつた。又此の際腐植は各層共溶解することはなかつた。然るに

HCl 処理の場合は石灰の他鐵、礬土が非常に多く溶出し、特に c, d 層に於て著しく b 層之に次ぎ a 層は少なかつた。且つ此の際腐植が多く溶出したが、第 55 表に示す様に、摩周統 b, c 及び d 層

はa層よりも全腐植に對する HCl 可溶腐植の割合遙かに高く、是等 b, c 及び d 層に含まれている腐植は酸處理に依り可溶性になり易いことが認められた。

第 55 表 同上の際溶出する石灰、鐵礬土及び腐植の量(乾土 100 g 中 mg)

土層名	NaCl 前處理	HCl 前 處 理				
	CaO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	腐 植	同左の全 腐植に對 する比 %
摩周統						
a 層	575	650	1,172	68	117	0.69
M. b 層	272	289	2,060	180	114	1.10
M. c 層	283	301	4,397	353	136	1.05
M. d 層	169	266	4,601	259	147	3.13

第 54 表 NaCl 及び HCl 前處理土壤の腐植形態中 KMnO₄ 消費量 (a) に就いては、無前處理土壤第 53 表に較べ何れも高い値を示し、其の中摩周統 a 層のみは NaCl 前處理の方が HCl 前處理よりも KMnO₄ 消費量 (a) 大であり、他の三層に於ては HCl 處理が高い値を得た。同様に沈澱部割合も略々之と同様の傾向を示した。然も摩周統 c, d 層に於ては是等前處理土壤の醋酸緩衝液に溶

けて来る所謂眞性腐植酸の量が著しく増加し、腐植化度も頗る高い値を示した。即ち、是等の層に於ては原土のままでは腐植酸が NaF, Na-Oxalate 溶液に溶け難い形として存在しているのであり、前處理に依り初めて溶解し易い形に變化し、而も其の大部分が眞性腐植酸として溶出するのである。又 NaCl 前處理に於て Al₂O₃, Fe₂O₃ の溶出が見られず、置換石灰のみ溶出したが、斯る際には摩周統 b, c 及び d 層は殆んど前處理の効果は認められず、最表層を形成する a 層に於てのみ腐植溶解量の増加を見たことは、是等各層間の腐植の形態に相異のあることが豫想されるのである。次にフルボ酸は第 54 表の様に摩周統 c, d 層の NaF 浸出の場合を除き酸處理に依り減少するが、其の差は HCl 前處理の際溶出せる腐植の量よりも少なく、従つて酸處理に依りフルボ酸以外の腐植も多少溶解するものと思われる。

C) NaOH, NaF 溶剤で浸出を續けた場合

次に各層の土壤に就き SIMON 氏規定の浸出法を行つた後、更に N/8 NaOH, N/8 NaF 液にて濾液に色の無くなる迄洗滌を續け、茲に溶解せる全腐植を KMnO₄ で滴定測定し、之を正規の方法に依り浸出せる結果と比較し第 56 表に示した。

第 56 表 溶剤で土壤を浸出し續けた場合の腐植溶解量(乾土 100 g 中)

溶 剤	土層名	無 前 處 理 土 壤								HCl 前 處 理 土 壤							
		一回のみ浸出したもの				浸出を續けた場合				一回のみ浸出したもの				浸出を續けた場合			
		溶出せ る腐植 (mg)	同左全 腐植に 對する (%)	フル ボ酸 (mg)	沈澱部 (%)	溶出せ る腐植 (mg)	同左全 腐植に 對する (%)	フル ボ酸 (mg)	沈澱部 (%)	溶出せ る腐植 (mg)	同左全 腐植に 對する (%)	フル ボ酸 (mg)	沈澱部 (%)	溶出せ る腐植 (mg)	同左全 腐植に 對する (%)	フル ボ酸 (mg)	沈澱部 (%)
苛 性 曹 達	摩周統 a 層	541	32.0	83	64.8	771	45.6	222	71.2	500	36.9	56	88.9	690	47.7	213	69.1
	M. b 層	511	49.4	78	84.7	729	70.5	204	72.0	553	64.8	49	91.1	707	79.4	162	77.1
	M. c 層	422	34.4	68	84.6	702	54.6	230	67.2	575	55.3	49	91.5	910	81.3	194	78.7
	M. d 層	274	33.5	53	80.7	480	58.7	212	55.8	445	72.4	55	87.6	559	86.3	179	68.0
弗 化 曹 達	摩周統 a 層	192	11.4	73	62.0	274	16.2	201	26.7	183	15.1	67	63.4	297	24.5	173	41.8
	M. b 層	150	14.5	69	54.0	270	26.1	188	30.4	261	29.2	60	77.3	418	51.5	209	50.0
	M. c 層	98	7.6	40	59.2	259	20.1	199	23.2	292	33.3	54	81.5	601	53.7	163	72.9
	M. d 層	70	8.6	30	57.1	172	21.0	159	7.6	285	52.8	63	77.9	441	71.9	132	70.1

* HCl 前處理土壤に於ける全腐植に對する溶出腐植の 100 分比中には、HCl 前處理の際溶出する腐植を加算した。

即ち、NaOH, NaF 溶剤で土壤を洗滌し續けて行くと、之に溶解して来る腐植は正規の方法に依り一回のみ浸出せる場合と較べ増加するのであるが、其の大部分はフルボ酸であり、従つて沈澱部

割合は一回のみ浸出せる場合に較べ何れも低下する。又全腐植に對する溶解腐植の百分率は、摩周統 a 層に就いては洗滌を續けても其の値は小さいが、之は腐植化が進まず大部分が是等溶剤に溶解

する迄に至らない植物遺体として存在しているものと推定される。之に對して摩周統 c, d 層は酸處理を行つた場合全腐植の 80% 以上も溶解する。之は前述の様に是等兩層に含まれる有機物は腐朽物質又は腐植酸として存在はしているが、一時溶解され難い形となつてゐるものと推定される。又溶剤を續けて添加洗滌して行くとフルボ酸が非常

に多く溶出されたが、之は次に示す様に NaOH を溶剤として用いた場合、其の濃度が増しても同様の結果となるのである。即ち、今 NaOH を溶剤として腐植を浸出するに當り其の濃度を 0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10% として SIMON 法に準じ浸出した結果は第 57 表の通りであつた。

即ち KMnO_4 消費量 (a) は NaOH 濃度 1% 又

第 57 表 溶剤 NaOH の濃度を變えた場合の腐植形態

層名	NaOH 濃度 (%)	相對色度	KMnO_4 消費量		沈 澱 部 (%)	層名	NaOH 濃度 (%)	相對色度	KMnO_4 消費量		沈 澱 部 (%)
			a	b					a	b	
摩周統 a 層	0.1	51.5	39	15	61.1	摩周統 b 層	0.1	140.4	45	12	73.3
	0.5	121.2	245	129	47.3		0.5	231.3	218	87	60.1
	1.0	111.0	341	180	47.3		1.0	264.6	283	118	58.3
	2.5	94.0	300	248	17.5		2.5	187.3	265	152	42.6
	5.0	66.2	267	260	3.0		5.0	111.3	224	184	17.8
	10.0	47.9	283	278	2.2		10.0	83.7	191	186	2.6
摩周統 c 層	0.1	113.5	41	12	70.1	摩周統 d 層	0.1	73.9	36	7	81.1
	0.5	316.7	154	48	68.9		0.5	146.3	118	39	66.9
	1.0	329.3	204	92	55.3		1.0	222.2	180	87	51.7
	2.5	147.4	240	129	46.2		2.5	146.6	191	158	17.5
	5.0	84.5	198	159	19.3		5.0	90.3	186	174	7.5
	10.0	81.0	184	182	1.5		10.0	86.8	179	175	2.6

は 2.5% の時が最高であり、夫れより高くとも又低くなつても消費量 (a) は低下し、又相對色度も大略之と相關していたが、之は眞性腐植酸は濃度の高い NaOH で凝固沈澱するからである。然る

に KMnO_4 消費量 (b)、即ち フルボ酸は NaOH の濃度が濃くなるに従つて大となつた。故に沈澱部割合は NaOH の濃度大となる程小さな値となつた。

第 58 表 incubate 土塊の SIMON 氏法に依る腐植形態

土 層 名	溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部				
		相 對 色 度	KMnO_4 消費量		沈澱部 (%)	相 對 色 度		KMnO_4 消費量		腐 植 化 度
摩周統 a 層	NaOH	149.3	a	b		NH_3	ac.b. 4	NH_3	ac.b. 4	
	NaF	59.2	413	73	82.4	206.3	162.2	344	157	45.6
M. b 層	NaOH	190.7	133	59	55.6	74.9	95.7	94	76	80.9
	NaF	35.7	415	64	84.6	206.9	153.8	338	141	41.7
M. c 層	NaOH	35.7	102	53	48.0	47.3	53.8	64	56	87.6
	NaF	204.3	328	56	82.9	286.4	280.8	287	80	27.9
M. d 層	NaOH	57.8	55	26	52.7	62.3	58.0	33	25	75.8
	NaF	204.3	228	44	81.1	280.4	280.8	174	41	23.6
		31.3	57	33	42.1	27.6	24.6	38	32	84.2

D) 石灰を添加し、又は添加せず incubate せる場合

次に摩周統各層の土壤に容水量の75%の水を加え、1箇月 28°C で incubate した土壤につき同様 SIMON 法で腐植を測定し、第58表にこの結果を示した。

即ち第53表の無前処理土壤に較べ、相對色度 KMnO_4 消費量、沈澱部割合等何れも低下し、只腐植化度のみは若干上昇したのである。之を前と同様 NaCl 及び HCl で前処理を行い其の結果を第59表として示した。

incubate 土壤を NaCl , HCl で前処理し、腐植

第59表 HCl , NaCl 前処理せる incubate 土壤の腐植形態

土 層 名	前 處 理 及 び 溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部					
		相 色 對 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 (%)	相 對 色 度		KMnO ₄ 消費量		腐 植 化 度	
			a	b		NH ₃	acb. 4	NH ₃	acb. 4		
摩周統 a 層	NaCl	{NaOH	165.0	508	73	85.6	224.7	142.2	434	201	46.3
		{NaF	158.7	277	75	72.9	205.3	167.0	236	213	90.3
	HCl	{NaOH	196.8	442	407	89.4	235.2	226.4	401	243	60.6
		{NaF	205.4	172	53	69.5	208.2	148.4	114	107	93.9
M. b 層	NaCl	{NaOH	226.8	473	66	86.0	256.2	214.5	406	179	44.1
		{NaF	136.7	197	64	67.5	217.9	159.9	154	141	91.6
	HCl	{NaOH	266.1	549	47	91.4	284.1	315.0	512	422	82.4
		{NaF	228.1	270	48	82.2	221.8	171.8	186	180	96.8
M. c 層	NaCl	{NaOH	276.7	476	61	87.2	299.5	166.6	362	111	30.7
		{NaF	147.3	88	31	64.8	152.8	140.4	62	57	91.9
	HCl	{NaOH	281.4	618	45	92.7	276.1	278.8	528	418	79.2
		{NaF	212.5	249	45	81.9	218.4	218.4	201	190	94.5
M. d 層	NaCl	{NaOH	233.9	306	51	83.3	265.1	190.2	252	114	45.3
		{NaF	129.9	66	28	57.6	179.8	152.3	45	40	88.9
	HCl	{NaOH	214.2	473	46	90.5	265.0	286.8	370	336	90.8
		{NaF	258.3	264	51	80.7	160.4	243.4	216	216	100.0

第60表 添加土壤の SIMON 氏法に依る腐植形態

土層名	溶劑	浸出部				沈澱部				
		相對色度	KMnO_4 消費量		沈澱部 (%)	相對色度		KMnO_4 消費量		腐植化度
			a	b		NH_3	acb. 4	NH_3	acb. 4	
摩周統 a 層	NaOH	151.1	189	69	64.5	203.1	154.1	126	120	95.2
	NaF	60.0	91	54	16.9	54.7	66.4	53	44	83.1
M. b 層	NaOH	150.4	311	66	78.8	163.5	315.0	283	130	45.9
	NaF	45.9	78	57	26.9	44.8	48.8	55	49	89.1
M. c 層	NaOH	167.5	226	56	75.2	138.2	188.1	185	53	28.6
	NaF	44.2	37	25	32.4	43.1	49.5	29	24	82.8
M. d 層	NaOH	97.6	138	49	64.5	114.9	125.2	90	32	35.6
	NaF	36.5	45	26	42.2	28.7	23.2	34	29	85.3

を測定せる第59表と incubate せず前処理を行つた第54表と比較すると、相対色度 KMnO_4 消費量 (a), 腐植化度は何れも高くなつた。之は incubate することに依り、一時是等の數値が低くなり、SIMON 氏の見解からは好ましくない状態になつた様に見えるが、 NaCl , HCl で前処理することに依り却つて腐植化の進んでいることが分つた。

同様に 100 g の土壤に對し 1 g の炭酸石灰を

加え、 28°C で 1 箇月 incubate したものに就いて測定した値を第60表に示す。

石灰を加え incubate した場合は第53表の場合よりも、相対色度、 KMnO_4 消費量 (a), 沈澱部割合低下し、腐植化度のみが増加した。之を前と同様 NaCl 及び HCl で前処理を行い、石灰を除いて SIMON 氏法で測定し第61表に掲げた。

第 61 表 NaCl , HCl 前処理せる石灰添加土壤の腐植形態

土 層 名	前 處 理 及 び 溶 剤	浸 出 部				沈 澱 部				
		相 對 色 度	KMnO_4 消費量		沈澱部 (%)	相 對 色 度		KMnO_4 消費量		腐 植 化 度
			a	b		NH_3	acb 4	NH_3	acb 4	
摩周統 a 層	NaCl { NaOH NaF	182.6	536	72	86.6	207.8	148.1	450	219	48.7
		192.9	284	76	73.2	203.8	158.1	242	222	91.7
	HCl { NaOH NaF	216.9	469	48	89.8	263.0	254.4	416	282	67.8
		218.1	168	47	71.0	204.5	156.2	118	109	92.4
M. b 層	NaCl { NaOH NaF	238.8	524	69	86.8	254.5	141.1	450	213	47.3
		210.5	204	93	69.1	235.1	160.7	158	148	93.7
	HCl { NaOH NaF	281.4	534	50	91.8	278.7	371.6	528	446	84.5
		233.8	252	50	80.2	245.8	183.6	218	212	97.2
M. c 層	NaCl { NaOH NaF	262.2	504	64	87.3	290.7	136.2	456	149	32.7
		198.7	92	32	65.2	166.1	364.6	64	60	93.8
	HCl { NaOH NaF	260.0	602	39	94.1	305.5	357.3	519	434	73.6
		255.1	264	41	84.5	236.2	258.3	225	220	97.8
M. d 層	NaCl { NaOH NaF	235.7	300	51	83.0	251.9	152.6	264	122	46.2
		175.4	66	26	60.6	202.9	176.8	45	42	93.3
	HCl { NaOH NaF	228.3	443	47	89.4	262.7	295.6	362	352	87.8
		234.9	276	53	80.8	285.7	262.9	216	216	100.0

石灰を加え incubate せる土壤を NaCl , HCl で前処理し、SIMON 法で測定した場合と incubate しない土壤を同様前処理して測定せる第60表の場合を比較すると、相対色度、 KMnO_4 消費量 (a), 腐植化度何れも高くなつた。然し、第59表の石灰を加えず、incubate し、之を前処理せるものと較べると過半数は、相対色度、 KMnO_4 消費量 (a), 腐植化度が高くなつたが、逆に低下せるものもあり、従つて當地方の火山灰土に就いて石灰を添加し、1 箇月 28°C で incuate したのみでは、特に

腐植化を促進せしめ得るとは斷定し兼ねた。是等の關係に就いては SPRINGER 氏³⁹⁾ は石灰が多いものは、酸處理を行うと腐植と固く結合している石灰を除いて溶解し易くすると述べており、 NaCl に依つても同様の効果があるものと推定される。又 incubate したのみで溶解してくる腐植の量が減少することに就いては不明であるが、弘法氏⁴⁰⁾ の云われる様に腐植硅酸複合体の形成が促進され、腐植が一時溶解され難い形となるのであろうか。

E) 耕地土壤の場合

SIMON 氏の方法は腐植の質の問題を解明させるに極めて秀れた手段であるが、之を直接耕地土壤の地力判定に用いるには尙早の様である。即ち、地力の問題は極めて複雑な條件に依り左右され、

且つ其の中腐植の占める割合も未だ解明されていないからである。根釧地方火山性土の耕地土壤に SIMON 法を適用させ第 62 表として掲げたが、以上の様な理由に依り明確な結論は得られなかつた。供試土壤は III に使用せる土壤を其の儘用いた。

第 62 表 耕地に於ける SIMON 法による腐植形態

土 壤 名		溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部					
			相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 (%)	相 對 色 度		KMnO ₄ 消費量		腐 植 化 度	
				a	b		NH ₃	acb. 4	NH ₃	acb. 4		
計 根 別	經 年 畑	肥沃地	Na OH	142.3	399	59	85.2	211.9	181.5	337	102	33.2
			NaF	101.1	150	67	55.1	99.6	117.5	111	85	76.5
			Na Oxalate	70.5	149	71	52.2	92.5	94.3	85	81	95.3
		瘠 地	Na OH	144.8	382	57	85.1	214.0	157.3	315	95	30.2
			NaF	104.5	142	66	53.1	95.6	107.0	89	61	68.5
			Na Oxalate	68.5	139	69	50.2	90.8	75.2	73	59	80.8
	新 墾 畑	Na OH	128.6	384	76	80.2	185.9	118.4	324	106	32.8	
		NaF	101.8	157	70	48.9	113.4	91.1	111	91	81.9	
		Na Oxalate	83.5	136	71	47.6	98.1	91.2	71	66	92.9	
俵 橋 高 臺	經 年 畑	肥沃地	Na OH	183.9	433	68	84.3	196.8	104.6	331	92	27.8
			NaF	101.0	204	60	70.3	107.5	66.0	140	106	75.7
			Na Oxalate	56.3	99	53	46.5	71.3	86.8	63	60	95.6
		瘠 地	Na OH	185.9	357	88	75.4	199.8	127.6	285	62	21.8
			NaF	134.5	165	69	57.9	87.1	74.9	107	63	58.9
			Na Oxalate	40.0	94	64	32.6	63.0	57.1	66	60	84.2
	新 墾 畑	Na OH	198.3	421	76	81.9	207.6	158.7	369	95	25.7	
		NaF	149.0	202	67	66.5	120.9	148.5	149	94	63.1	
		Na Oxalate	85.1	138	68	51.0	97.2	74.9	65	62	93.9	
根 室 支 場	經 年 畑	Na OH	192.3	329	78	76.3	211.9	181.5	267	102	38.2	
		NaF	105.0	149	68	54.1	109.1	105.6	100	55	54.8	
		Na Oxalate	58.6	100	58	42.2	53.5	59.9	67	54	80.4	
	新 墾 畑	堆肥區	Na OH	159.5	414	78	81.2	209.7	176.5	365	145	39.7
			NaF	93.8	248	73	64.9	172.3	152.3	172	104	60.5
			Na Oxalate	74.5	133	68	48.5	85.6	60.3	84	83	99.3
		無肥料區	Na OH	144.5	383	78	79.6	192.5	172.8	309	109	35.3
			NaF	102.3	165	80	40.5	165.8	145.9	99	75	75.8
			Na Oxalate	76.8	117	56	52.4	94.2	63.1	76	72	95.2

即ち、計根別、依橋高臺及び根室支場面場の何れも堆肥を毎年施肥せる所謂肥沃地土壤に於て、KMnO₄ 消費量 (a) 及び沈澱部 acb 4 が多く、腐植化度も高く、眞性腐植酸の多いことを示した。又新墾地土壤も概して腐植の形態が良好であつ

た。以上の様に同一地點内に於ては、略々其の地力と一致したのであるが、例えば計根別と依橋高臺を較べると後者が一般に地力が劣るとされているが、NaOH, NaF 溶剤を用いた場合の KMnO₄ 消費量は逆に後者が大であり、僅か Na-Oxalate

第 63 表 NaCl, HCl 前処理耕地土壌の腐植形態

土 壤 名	溶 剤	NaCl 前 處 理						HCl 前 處 理					
		相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 (%)	腐 植 度	相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 (%)	腐 植 度	相 對 色 度	腐 植 度
			a	b				a	b				
計 根 別	經 年 畑	肥沃地 NaOH	186.9	442	57	87.1	42.5	206.6	456	46	89.9	48.1	
		瘠地 NaF	203.3	174	65	62.4	84.3	134.9	156	42	73.1	85.2	
		NaOH	227.0	408	56	86.3	41.9	188.3	476	58	87.8	47.6	
		NaF	197.3	162	67	58.6	79.8	126.5	152	39	74.3	84.1	
	新 墾 畑	NaOH	203.1	456	78	82.9	40.2	192.0	504	68	86.5	45.1	
		NaF	221.3	198	66	58.6	84.6	178.3	180	54	70.0	75.5	
依 橋 高 臺	經 年 畑	肥沃地 NaOH	199.5	450	69	84.7	46.0	200.2	476	66	86.1	58.2	
		瘠地 NaF	212.7	250	59	76.4	82.6	178.3	301	55	81.9	78.3	
		NaOH	171.4	364	81	77.7	35.5	200.4	477	74	84.5	51.8	
		NaF	191.3	214	62	71.0	80.2	168.9	279	59	81.5	75.7	
	新 墾 畑	NaOH	203.8	432	74	82.9	39.1	205.2	505	69	86.3	48.2	
		NaF	197.3	212	65	69.3	72.0	161.1	251	43	82.9	77.2	
根 室 支 場	經 年 畑	NaOH	191.8	360	80	77.8	42.6	214.2	486	66	86.5	67.9	
		NaF	165.3	186	67	64.0	66.4	171.8	257	52	79.9	68.0	
	新 墾 畑	堆肥區 NaOH	195.6	436	81	81.4	44.0	198.2	465	58	87.5	62.5	
		無料肥區 NaF	192.5	258	76	70.5	85.2	147.4	251	53	79.1	87.9	
		NaOH	180.1	406	79	80.5	37.1	191.0	459	63	86.3	50.4	
		NaF	165.8	188	82	56.4	88.6	172.2	196	59	66.3	84.6	

に浸出の KMnO₄ 消費量及び腐植化度が高いのみであつた。是等の土壤に對し、前回同様 NaCl, HCl で前處理を行い、其の結果を第 63 表に示す。

NaCl, HCl 處理で石灰や鐵、礬土を除くと、何れも第 62 表に較べ上昇しており、其の中地力が高いと云われている計根別土壤と根室支場堆肥區に見る通り、NaF 溶剤を用いた場合 NaCl 處理の KMnO₄ 消費量 (a) が HCl 處理の場合よりも大となつており、摩周統 a 層の場合と同傾向であり、他の土壤は摩周統 c, d 層の様に HCl 處理の方が NaCl 處理に較べ KMnO₄ 消費量 (a) は大であつた。即ち、計根別と根室支場堆肥區に於ける通り、一般に肥沃土壤と見做されるものに於ては NaCl の様に、主として置換石灰に作用する弱い溶剤で、腐植の溶解量が増加し、且つ是等の土壤に於ては沈澱部割合、腐植化度も高く、眞性腐植酸の割合が大であつた。

F) 摩周統各層土壤に Al₂O₃ 及び腐植を添加せる場合

摩周統各層土壤 100 g に 1 g の AlCl₃ を加え、後水を加えよく攪拌し、之を 80°C の恒温器に入れ、乾燥する迄置き Cl⁻ の認められなくなる迄水で洗滌し、SIMON 氏法に依り分析し、之を AlCl₃ を加えず、他は全く同様に處理した土壤を對照として比較した結果を第 64 表に示した。

即ち礬土添加土壤の腐植形態は對照土壤に較べ KMnO₄ 消費量 (a)、沈澱部割合、腐植化度は何れも低下し、礬土を添加すると眞性腐植酸が溶解し難い形となることが推定された。

次に各層土壤に對し厩肥より分離せる腐植を添加し、28°C, 21 日間 incubate し、SIMON 氏法により分析し之を腐植を添加せず、單に incubate せる場合と對比し第 65 表として掲げた。但し、厩肥よりの腐植分離法は ODEN 氏の方法に準じ厩肥

第 64 表 礬土を添加した土壤の腐植形態

土 層 名	處 理, 溶 劑	浸 出 部				沈 澱 部					
		相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		沈澱部 (%)	相 對 色 度		KMnO ₄ 消費量		腐 植 化 度	
			a	b		NH ₃	acb 4	NH ₃	acb 4		
摩周統 a 層	對 照	{NaOH	135.5	465	71	84.7	185.7	155.3	401	179	44.6
		{NaF	130.3	210	73	65.2	182.6	140.9	152	88	57.8
	AlCl ₃ 添加	{NaOH	155.9	370	75	79.7	162.5	160.6	318	69	21.4
		{NaF	95.2	168	72	57.1	186.3	143.1	100	43	43.0
M. b 層	對 照	{NaOH	212.3	435	65	85.0	236.2	151.3	385	157	40.7
		{NaF	130.3	216	62	71.2	172.6	161.4	158	74	46.8
	AlCl ₃ 添加	{NaOH	222.9	408	62	84.8	152.5	156.0	367	76	20.7
		{NaF	61.4	144	64	55.5	115.1	78.5	86	39	45.7
M. c 層	對 照	{NaOH	213.3	385	49	87.0	285.3	149.1	333	71	21.5
		{NaF	169.5	72	26	63.8	180.1	96.9	50	22	44.4
	AlCl ₃ 添加	{NaOH	221.3	321	41	87.2	158.2	148.9	315	67	21.3
		{NaF	43.0	69	25	63.7	88.0	59.3	43	14	32.5
M. d 層	對 照	{NaOH	175.2	241	46	80.9	262.1	103.1	191	31	16.2
		{NaF	140.3	65	23	64.6	133.1	98.3	48	21	43.7
	AlCl ₃ 添加	{NaOH	269.1	219	43	80.3	162.3	156.0	180	29	16.1
		{NaF	42.7	59	20	66.1	86.5	59.1	41	12	29.2

第 65 表 腐植を添加した場合の溶解度

土 層 名	溶 劑	腐 植 を 加 え ず			腐 植 KMnO ₄ 消費量 50cc 相當添加				腐 植 KMnO ₄ 消費量 100cc 相當添加			
		相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量			相 對 色 度	KMnO ₄ 消費量		
			a	b		a	b	a 増加量		a	b	a 増加量
摩周統 a 層	NaOH	152.6	418	76	111.4	463	74	45	101.2	490	73	72
	NaF	72.2	130	54	74.5	170	56	40	77.8	214	58	74
M. b 層	NaOH	190.3	412	61	205.7	449	59	37	138.9	498	64	86
	NaF	45.3	118	53	41.4	166	54	46	37.4	216	59	98
M. c 層	NaOH	199.5	318	54	255.6	351	55	33	204.6	383	56	65
	NaF	62.4	68	24	67.9	106	27	38	61.5	132	30	64
M. d 層	NaOH	208.1	216	44	198.0	238	42	22	181.1	260	45	44
	NaF	45.0	55	30	39.6	81	31	26	33.7	88	32	33

を HCl で前處理し、後 N/8 NaF を加え溶解せる腐植を濾過分離し、稀硫酸で凝固せしめ、再び NaF で溶解し、之を各層土壤 10 g に對し N/10 KMnO₄ 消費量 50 cc 及び 100 cc 相當宛添加したものである。

第 65 表中 KMnO₄ 消費量 (a) 増加量とは、厩肥より分離せる腐植を加えた場合に NaOH, NaF 溶劑中に溶けて来る腐植の中、腐植無添加土壤に較べ増加した量である。茲で摩周統 a, b 層は c, d 層に較べ其の増加量大で、前者に於ては加えた

腐植の過半量が再び溶出するのに反し、c, d 層に於ては、腐植の溶出量少なく従つて増加量は著しく小であつた。故に摩周統 c, d 兩層に腐植を加えた場合、其の一部が不溶性のものに變るものと推定され得る。

3) 總括及び結論

根釧路地方に廣く分布せる摩周統火山性土の腐植に就いて、其の性質を調査し次の結果を得た。

i WAKSMAN 氏の近似的分類法の結果、最上部を形成する摩周統 a 層はセルローズ、ヘミセルローズ、蛋白質等が多く、之に反し其の下層にある摩周統 b, c, d 層では、リグニンの占める率が高かつた。耕地に於ては新犁畑や堆肥搬入畑に於てセルローズ、ヘミセルローズ及び蛋白質が多かつた。

ii SIMON 法に依り腐植を分類したところ、NaF, Na-Oxalate 等所謂石灰沈澱剤を用いた場合、摩周統 c, d 層は其の溶解度極めて少なかつた。然し、5% HCl で前處理をすると KMnO_4 消費量、沈澱部割合、腐植化度が甚だ増加した。之に反し、a, b 兩層に於ては HCl 前處理よりも寧ろ NaCl 前處理で腐植の溶解度は増加した。

iii NaOH, NaF 溶剤で濾液が着色しなくなる迄腐植の抽出を続けた場合、又は等溶剤の濃度を高めた場合、フルボ酸の溶出量が増加した。

iv 各火山灰土壤を incubate した場合、又之に石灰を添加した場合、何れも其の溶解度は減少したが、之に HCl 又は NaCl で前處理すると却つて溶解度は前より増加していた。

v 礬土を添加すると腐植の溶出は減少した。又腐植を添加した場合、礬土性の高い摩周統 c 及び d 層に於て特に其の溶解度は減少した。

vi 以上のことから當地方の腐植は石灰と弱く結合しているものと、鐵、礬土と固く結合しているものとあり、一般に前者が生産力高い様であつた。

VI 摩周統火山性土に於ける磷酸肥料不可給態化防止に関する一考案

火山灰土壤は磷酸の固定力が頗る大であり、磷酸の合理的施與法の確立が要望されており、従つ

て古くから之に關する多くの研究や方法が提唱されている。根釧路地方には、摩周統火山性土が廣く分布しているが、此の地方に於ける磷酸施與上の基礎的資料に供する目的で、是等火山灰土壤に於ける磷酸固定の程度及び是等土壤に石灰、硅酸、腐植を添加した場合の磷酸不可給態化防止の效果に就き簡単な實驗を行つた。供試土壤は IV に用いたものを其の儘使用した。

先ず常法に依り、各土壤に就き N/5 HCl 可溶性磷酸量と供試風乾土 10 g に對し、 $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$ 液 (P_2O_5 50 mg を含む) 10 cc を加え、重湯煎上で蒸發乾固し、後常法に従い N/5 HCl 可溶性磷酸を測定し、共に之を第 66 表に示した。但し、磷酸の定量は LORENZ 法に従つて行つた。尙第 66 表中、可給態磷酸回收率とは後者と前者の N/5 可溶性磷酸量の差の添加磷酸 50 mg に對する百分比を以て示した。

第 66 表 摩周統各層の N/5 HCl 可溶性磷酸量 (mg/乾土 10 g) 及び磷酸回收率

土 層 名	原土 N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	$\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$ 添加土壤	
		N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	可給態磷酸 回收率 (%)
摩周統 a 層	A	2.15	28.86
	C	2.00	29.97
M. b 層	A	0.59	12.01
	C	1.42	16.83
M. c 層	A	0.19	2.84
	C	0.33	0.56
M. d 層	A	trace	0.10
	C	1.95	3.90

第 66 表の様に是等摩周統 a, b, c, d 層の中、c 及び d 層は可給態磷酸の缺乏著しく、然も磷酸固定力甚だ大で $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$ を加えても其の大部分が不可給態で、N/5 HCl に不溶の形となつて了い、従つて其の可給態磷酸回收率は極めて低い値を示した。之に對し a 及び b 層は、斯の様な極端な不可給態化を示さなかつた。此のことより耕地に於ては是等の層の分布状態が、磷酸の固定力を左右する一因子となることは容易に想像されるものであり、之に就いては第 67 表に示す。

第 67 表 耕地に於ける N/5 HCl 可溶性磷酸量
(mg/乾土 10 g) 及び磷酸回收率

土 壤 名	原土 N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	CaH ₂ (P ₄ O ₇) ₂ 添加土壤	
		N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	可給態磷酸 回收率 (%)
計根別	經年畑 { 肥沃地	1.61	21.07
	{ 瘠地	0.37	13.66
	新墾畑	1.76	10.45
依橋高臺	經年畑 { 肥沃地	1.64	9.21
	{ 瘠地	0.57	5.28
	新墾畑	0.16	13.02
根室支場	經年畑	0.99	8.24
	新墾畑 { 堆肥區	3.37	16.17
	{ 無肥區	0.18	9.40

依橋高臺土壤は計根別土壤に較べ一般に磷酸回收率が低かつたが、之は前述の様に磷酸固定力の強い摩周統 d 層が地表近くに堆積している爲と思われる。又各地區の土壤共堆肥を施した場合は、其の磷酸回收率が高くなっているが、之は既に多くの人達に依つて指摘されている通り、堆肥が磷酸の不可給態化を防止するに役立つている結果と思われる。

次に石灰を添加せる場合に於ける測定結果を第 67 表に掲げた。

即ち、先ず土壤 10 g に Ca(OH)₂ 液を CaO として 100 mg を加え、重湯煎で蒸發乾固して後 CaH₂(P₄O₇)₂ を加えて N/5 HCl で、常法に従ひ可給態磷酸量を測定したものと別に CaH₂(P₄O₇)₂ 液を先に加へ、之を蒸發乾固して後 Ca(OH)₂ を加えたものの 2 つの場合に就き測定した。此の際第 66, 67 表に示した石灰無添加土壤に較べ磷酸回收率は何れも高くなり、就中磷酸固定力の大きい摩周統 c, d 層や又依橋高臺土壤に於ては其の効果が著しかつた。又石灰を先に加へ pH を大にして置き、後磷酸を加えた方が之を固定させて後石灰を添加し pH を上げて、其の溶解を圖るよりも磷酸の回收率は勝つていたが、之は一度固定して了つた磷酸を再び可給態に引き戻すことの困難なることを暗示するもので、永田氏³⁵⁾も土壤と固く結びついた磷酸は CaCl₂ を加へ 800°C に熱して

初めて可給態にすることを得たと述べており、従つて磷酸肥料施與に際しては、固定して了つた磷酸を利用せんとするよりも先ず、施與する磷酸を土壤に固定せしめない様な方策を考える方が効果が大きいと思われる。又一般に磷酸—石灰に石灰を加えると其の肥効が低下すると云われているが、鴨下氏³⁶⁾は火山灰土に炭酸石灰と過磷酸石灰を同時に加えても其の効果のあることを認め、又弘法氏¹⁶⁾も磷酸三石灰化は、夫れ程苦しくないと述べている。従つて磷酸—石灰は石灰を加えた際に起る磷酸三石灰化よりも土壤との固定の方が、磷酸不可給態化に及ぼす影響が大であると推察される。

第 68 表 石灰添加せる場合の N/5 HCl 可溶性磷酸量 (mg/風乾土 10 g) 及び磷酸回收率

土 層 名	Ca(OH) ₂ を先 に加えた場合 N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	磷酸添加後石灰 を加えた場合 N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	可給態磷酸 回收率 (%)	可給態磷酸 回收率 (%)
摩周統 a 層 { A	28.31	523.3	23.62	42.94
	C	29.58	55.14	22.45
M. b 層 { A	21.62	42.04	15.78	30.37
	C	27.45	50.61	21.19
M. c 層 { A	13.03	25.67	9.58	18.78
	C	9.77	18.87	7.14
M. d 層 { A	6.41	12.82	4.77	9.53
	C	11.45	22.91	4.87
計根別	經年畑 { 肥沃地	19.14	35.07	17.44
	{ 瘠地	16.69	32.63	13.81
	新墾畑	18.55	33.58	12.96
依橋高臺	經年畑 { 肥沃地	18.31	33.33	11.42
	{ 瘠地	11.73	23.33	9.64
	新墾畑	14.77	29.22	12.27
根室支場	經年畑	17.09	30.20	11.74
	新墾畑 { 堆肥區	24.88	43.03	17.56
	{ 無肥區	17.74	35.12	11.31

次に硅酸ソーダ及び腐植を添加せる場合の磷酸回收率を見ると 第 69 表に掲げる通りである。

第 69 表の中硅酸添加土壤は硅酸ソーダを水に溶かし、之を土壤 10 g に對し SiO₂ として 100 mg

第 69 表 珪酸及び腐植を添加せる場合の N/5 HCl 可溶性磷酸量 (mg/風乾土 10 g) 及び磷酸回收率

土 壤 名		珪酸添加土壤		腐植添加土壤	
		N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	可給態磷酸回收率 (%)	N/5 HCl 可溶性 P_2O_5	可給態磷酸回收率 (%)
摩周統 a 層	A	34.36	64.44	42.06	79.62
	C	36.10	68.20	48.10	92.20
M. b 層	A	13.03	24.87	37.81	74.43
	C	20.60	38.37	45.44	88.05
M. c 層	A	7.58	14.78	32.37	64.36
	C	11.67	22.78	26.83	53.00
M. d 層	A	15.76	31.52	35.14	70.30
	C	17.66	34.66	24.90	49.80
計根別	肥沃地	31.82	60.40	42.96	82.70
	瘠地	22.16	43.58	39.78	78.82
	新墾地	16.48	29.44	43.22	82.92
依橋高臺	肥沃地	11.82	20.36	40.01	76.74
	瘠地	8.45	15.77	36.67	72.20
	新墾地	13.03	25.74	41.80	83.28
根室支場	經年畑	22.73	43.47	37.63	73.27
	堆肥區	20.03	33.33	41.93	77.13
	無肥區	13.33	26.30	43.06	85.76

を加え蒸發乾固後前法に準じ、磷酸を加え乾燥した後 N/5 HCl を加え浸出し、其の濾液につき珪酸分離して磷酸を定量した。珪酸添加の場合も石灰の場合同様摩周統 c, d 層及び依橋高臺土壤に於て其の効果が著しかった。

又腐植添加土壤に就いては腐植を ODEN 氏⁴²⁾の方法に依り、堆肥より分離せる腐植を土壤 10 g に對し 100 mg 宛加え、 H_2SO_4 で元の土壤と同じ (pH 5.8 前後) に修正し、之を土壤に加えて以下同様に處理して磷酸を定量した。腐植は可給態磷酸回收率を高める効果著しく、何れも添加せる磷酸の 80% 前後が可給態として回收され、就中腐植の少ない層に於ては特に顯著な効果を示した。

以上の様に當地方の火山性土に於ける磷酸の不可給態化防止には、腐植の添加が最も効果大であり、又礫土性高い土壤に於ては石灰及び珪酸の効果も亦顯著であつた。

VII 摘 要

根釧地方の農家が現在直面している地力問題は、其の成否が直ちに農業經營を破滅に導く様な深刻な問題を孕んでいる。例えば當地方の主畜農業を支える牧草地の大半が氷年牧草地と稱し、反當乾草收量 30 貫に満たず、乳牛 1 頭を飼養するに要する牧草地も平均 1.5 町歩を占める有様である。勿論是等の原因に就いては土壤管理や施肥法以外の問題に依る事も多いが、作物生育の母胎たる地力の向上に負わされた分野も亦少なくない。従つて當地方火山性土壤研究の目的も先ず如何にして先進地農家のレベルに到達し、農業經營の合理化を計るかが問題の焦點であり、府縣で見られる様な高度の多收穫を競う地力問題とは多少其の趣が異なつていのである。然し地力其のものの定義からして極めて困難な問題であり、地力解明が巷間で云われている程容易な事ではないが、先ず第一に此の地方全般を被う摩周統火山性土壤の特性の調査から着手し、次の如き結論を得た。

(1) 摩周岳に噴出源を有する是等火山性土は何れも降灰年代淺く未風化状態にある。就中摩周統 a 及び b 層は、殆んど無機膠質を含まず、鹽基置換容量の大部分を腐植が負つている。之に反し、摩周統 c 及び d 層は前 2 層に較べて無機膠質の含量稍々高く、之に基づく置換容量も或る程度認められるが、反面遊離礫土の含量が極めて高かつた。

(2) 當地方は開墾後 4~6 年間は粗腐植の分解極めて旺盛で、従つて窒素及び加里の供給は豊富であり、且つ置換容量も高い。然し此の期間を過ぎると急激に生産力が低下するが、之は不活性の腐植のみが殘留し、乾土効果や可給態加里の含量低下し、以後略々平衡状態を持続する様になる爲と思われる。

(3) 以上の事實を實際に圃場試験を通じて検討したが、肥料 3 要素試験の結果では新墾地に於ては磷酸の缺乏著しく、之が最少養分律を支配していたが、經年畑では磷酸缺乏の程度が多少緩和され、代りに窒素及び加里の肥効顯著となり、特に馬鈴薯の如きは加里缺乏の爲、生育半ばにして枯

死する有様であつた。

堆厩肥に就いては新墾當初は土壤中に活性の腐植多く存在する爲、寧ろ控目に施與した方が結果が良かったが、經年畑では其の施與の効果顯著であつた。

(4) 是等の層に於ては何れも可給態磷酸含量著しく小であつたが、之は土壤中の磷酸全量が低い爲ではなく、遊離の礬土に富み磷酸固定力が強大な爲で、特に摩周統 c 及び d 層に於て著しく磷酸肥料を極めて短時間に、而も其の大部分を枸橼酸に不溶の所謂永久固定として不可給態化した。又腐植は其の陰イオンで磷酸固定を妨げるものであるが、是等火山性土の腐植の中には、之と結合する礬土が未だ活性であつて、磷酸を固定する部分の存在することを認めた。

(5) 摩周統火山性土は各層共割合に腐植に富んでいるが、最地表部を形成する摩周統 a 層や新墾畑土壤の腐植は所謂粗腐植に富み、易分解性の成

分を多く含んでいた。然るに地中に埋没されて存在する火山性土の腐植や經年畑の腐植は何れも不活性の部分が多く残留し、且つ次第に礬土と結合せる型の腐植が多くなる様であつた。

(6) 再び磷酸問題を探り上げ、磷酸肥料を施與する際の其の固定を防止する方法の二、三に就き試験を行い、厩肥より分離せる腐植が摩周統各層の土壤に對して最も効果のある事を認めた。此の他礬土性の高い土壤に對しては石灰や硅酸の効果も著しかった。

以上の様に主として土壤分析に依り、摩周統各層の特性を調べて來たが、結局當地方の地力維持の問題としては大別して、厩肥の様な有機質を補給すること、遊離礬土を抑えること及び開墾後急激に減少する養分を合理的に補給することが、最も大きな問題と思われる。依つて今後は是等に就いての實際問題を主として同場試験を通じ検討して行くつもりである。

参 考 文 献

- 1) 北海道農業試験場：北部根室原野土性調査報告。1953.
- 2) 山田 忍：火山灰地土性調査法について。土肥誌，14，752，1940.
- 3) 山田 忍：風積火山噴出物降下年代の推定とそれが應用。土肥誌，14，752，1940.
- 4) 關豐太郎：粘土質土壤及び礬土質土壤について。土肥誌，8，245，1934.
- 5) F. HARDY: Studies in Tropical Soil.; II some characteristic igneous rock soil profiles in British Guiana. South America. J. Agr. Sci., 21, 739, 1931.
- 6) O. TAMM: Ein Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponente des Gel-Komplexes in Boden. Medd. Stat. Skogsforss. XIX, 385, 1922.
- 7) 岡本春夫：泥炭地土壤並びに之に伴なう漂白層に就いて。土肥誌，8，263，1934.
- 8) 川村一水：土壤分類について。農及園，25，11，1950.
- 9) TOTH: Anion adsorption by soil colloids in relation to changes in free iron oxides. Soil Sci., 44, 299, 1937.
- 10) S. MATTSO: The laws of soil colloidal behavior. V. Ion adsorption and exchanges. Soil Sci., 31, 311 (1931).
- S. MATTSO and HESTER: The laws of soil colloidal behavior VII. The degradation and the regeneration of the soil complex. Soil Sci., 39, 75, 1935.
- 11) E. KENTH: Effects of phosphorus and lime in reducing aluminium toxicity of acid soil. Plant physiol., 21, 173, 1937.
- 12) B. GILBERT and F. PEMBER: Further evidence concerning the toxic action of aluminium in connection with plant growth. Soil Sci., 31, 267, 1931.
- 13) 林 常益，徳田太四郎：土壤腐植の鹽基吸收に就いて。札幌農學院會報，第29年度，222，1937.
- 14) 細田克己，高田秀夫：黒土の腐植に關する研究（第2報）。土肥誌，23，92.
- 15) 麻生博士喜壽記念會編：土壤肥料新説，80 1952.
- 16) 弘法健三：畑作施肥の諸問題。農學，3，30 1949.
- 17) 鹽入松三郎，柏木大安：畑地土壤の化學的研究（第2報）。
- 18) ROMIE and MATZGER: Phosphorus fixation by horizons of various soil types in relation to dilute acid extractable iron and aluminium. J. Am. Soc. Agron., 31, 99, 1939.

- 19) S. J. TOOTH: Anion adsorption by soil colloids in relation to change in free iron oxides. *Soil Sci.*, 44, 299, 1937.
- 20) 弘法健三: 土壌の生産力について. 農及園, 25, 15, 1950.
- 21) 山田 忍: 火山性土の凍結並びに融凍作用が土壌と作物に及ぼす影響. 土肥誌, 21, 268, 1951.
- 22) 鹽入松三郎: 土壌學研究, 163, 1952.
- 23) S. A. WAKSMAN: The origin and nature of soil organic matter or soil humus. II. Method of determining humus in the soil. *Soil Sci.*, 22, 221, 1926.
- 24) 林 常孟: 土壌腐植の α 及び β -fraction について. 札幌林學會報, No. 143, 46, 1938.
- 25) G. S. SCARSETH: The mechanism of phosphate retention by natural almino-silicate colloids. *J. Am. Soc. Agron.*, 27, 596, 1935.
- 26) L. E. DAVIS: Sorption of phosphate by non-calcareous Hawaiian soils. *Soil Sci.*, 40, 129, 1935.
- 27) 鹽入松三郎: 土壌學研究. 152, 1952.
- 28) A. F. HECK: Phosphate Fixation and penetration in soil. *Soil Sci.*, 37, 343, 1934.
- 29) S. RAVIKOVICH: Anion exchange. I. Adsorption of the phosphoric acid ions by soils. *Soil Sci.*, 38, 219, 1934.
- 30) P. L. HIBBARD: Factors influencing phosphate fixation in soils. *Soil Sci.*, 39, 337, 1935.
- 31) G. D. SCARSETH and J. W. TIDMORE: The fixation of phosphate by soil colloid. *J. Am. Soc. Agron.*, 26, 138, 1938.
- 32) 林 常孟: 土壌腐植に関する研究. 札幌林學會報, No. 146, 15, 1939.
- 33) 永田正直: 火山灰土壌中に於ける磷酸の行動に関する研究. 佐賀大學教室報告, 1951.
- 34) R. M. SWENSEN: Fixation of phosphate by iron and Aluminium and replacement organic and inorganic ions. *Soil Sci.*, 67, 3, 1949.
- 35) 野田昌也, 齋尾健二: 土壌中の鐵礬土に依る磷酸固定に就いて (第二報). 日土誌, 22, 273, 1952.
- 36) S. A. WAKSMAN and K. R. STEVENS: A critical study of the methods for determining the nature and abundance of soil organic matter. *Soil Sci.*, 30, 97, 1930.
- 37) K. SIMON and H. SPECHERMANN: Beiträge zur Humusuntersuchungsmethodik, *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.*, 8, 129, 1938.
- 38) 細田克己, 高田秀夫: 黒土の腐植に関する研究 (第2報). 各種溶剤による溶解量と炭素率に就いて. 土肥誌, 23, 92, 1952.
- 39) U. SPRINGER: zur Kenntnis der Bindungsformen der Humusstoffe, besonders in Waldböden. *Pflanzenernähr Düngung u. Bodenkunde (A)*, 45, 327, 1936.
- 40) 弘法健三, 村田賢介: 畑土壌の化學的研究 (第12報). 畑の水田化に伴う土壌諸性質の變化に就いて. 土肥誌, 21, 70, 1950.
- 41) 鴨下 寛, 岡田久江: 土壌に加えられた磷酸肥料の溶け方. 土肥誌, 23, 47, 1940.
- 42) 大杉 繁, 森田修二: 粘土酸及び腐植酸の化學當量に就いて. 日農化, 9, 274, 1933.
- 43) K. MIYAKE u. M. ADACHI: Chemische Untersuchungen Über die Widerstandsfähigkeit der Reisarten Gegen die "Imochi-Krankheit". *J. Biochem. N. Y.* 25, 1916.

Resume

1. Characteristics of Volcanic f Ash Soils Erupted from Mt. Mashu Which cover Nemuro and Kushiro Districts.

Nemuro and Kushiro districts in the eastern part of Hokkaido have an unfavourable climate for agriculture. Moreover, they are covered which volcanic ash soils erupted recently from Mt. Mashu. So, Nemuro and Kushiro are representative districts of low productivity in Hokkaido. These districts have repeatedly been chosen as sites for reclamation work. But, unfortunately, no good results have been obtained. About 53,000 ha. of flat land are left unclaimed. So, authors intended to make clear the characteristics of soil which covers these districts and to find out some fundamental idea for the maintenance of the fertility of that soil. These districts are covered with more than ten layers of volcanic ash erupted from Mt. Mashu. Authors selected four layers from surface which have direct effect on the crops cultivated there, and called them, Mashu-a, M-b, M-c and M-d, have some amounts of inorganic colloid which has exchange capacity. But in all these cases, the soils contain free

aluminium of considerable amount. So, in the case of M-a and M-b effort must be directed to prevent the soils from suffering the exhaustion of humus; and in the case of M-c and M-d, to prevent them from experiencing the unfavourable influence of free aluminium.

2. Transition of Fertility with the Maturing Process of Newly Reclaimed Volcanic Ash Soils Erupted from Mt. Mashu.

These districts are representative districts of low productivity in Hokkaido, but on the newly reclaimed soils cultivated for 5-6 years after reclamation people got good harvest. In this section we report our study on the transition of fertility with the maturing process of reclaimed soils and our attempt to preserve them from decrease of fertility. Then we have come to acknowledge the follow facts;

(1) The soils are almost neutral in reaction, but that character decreases slightly in the maturing process of reclaimed soils, and the silicate-alumino ratio of these soils decreases in the same way.

(2) Especially available potassium content of the matured soils decreases to $1/3$ in the newly claimed soils. Total nitrogen, inorganic nitrogen, humus and base exchange apacity decrease in the same way in 5-6 years after reclamation and then keep a constant level afterwards.

(3) The reclaimed soils contain a large quantity of rough humus, and have decomposed intensely for some years, but in the matured soils inactive humus has remained.

3. Difference of the Fertility as influenced by Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Manure in the Newly Reclaimaed Soils and Matured Soils.

In estimating the effects of the natural supply of nitrogen, phosphorus, potassium and manure in newly reclaimed and in matured fields, we obtained the following results;

(1) When phosphorus is not supplied to the newly reclaimed fields, the growth of oats and potatoes is injured severely; the ratio of the oat yield in the no-phosphorus plot was 10% to the complete plot, and potato was 40%. But in rhe matured fields, especially, potato plants died at the beginning of the growth of tebers in the no-potassium plot.

(2) The newly reclaimed soils contain much rough humus which is easily decomposed and rich in nitrogen and potassium, so we can't see the good effects of the manure in the newly reclaimed fields, on the other hand, in the matured fields we have good harvest as a result of the supply of manure.

4. Phosphate Eixation and Penetration on the Volcanic Ash Soils Erupted from Mt Mashu.

In this study of phosphate fixation, the volcanic ashes which erupted from Mt. Mashu were used in an attempt to ascertain definitely the compounds formed, and depth of penetration when a soluble phospate is applied to these soils. The results were as follows;

(1) Eevry layer of the volcanic ash soils especially M-c and M-d possess a content of free aluminium, so the coefficient of phosphate adsorption shows a very high value.

(2) The greatest phosphate penetration occurs in soils of neutral to slightly acid reaction. Either active calcium or aluminium inhibit the downward movement of phosphorus in soils in proportion to the amout present and inversely proportional to the solubilities of their compounds with phosphorus, whereas M-c and M-d, with a large amount of active aluminium, allowed very little penetration, the phosphorus being fixed and held largely in forms available with difficulty within 1.5 cm of the point of application.

(3) Reaction of phosphate fixation occurs easily, and then keeps a constant level after 8-12 hours from the time phosphorus is added to the volcanic ash soils.

(4) Organic matter of the M-c or M-d soils which contain active aluminium fixed the phosphorus in nearly non-available forms, but usually soils rich in humus inhibit phosphate fixation with their anions.

5. Characteristics of the Humus of Volcanic Ash Soils Erupted from Mt. Mashu.

In this chapter the characteristics of humus are investigated according to the method of WAKSMAN and SIMON. The results are summarized as follows;

(1) WAKSMAN's method; the top layer (M-a) contains large amounts of cellulose, hemicellulose and protein that are called rough humus, but lower layers (M-b, M-c, M-d) show great percentage of lignin. Amongst the newly reclaimed soils fertile soils which have been given large quantities of same manure in every year contain much cellulose, hemicellulose and protein.

(2) SIMON's method; as to the solubility for NaF and Na-Oxalate the humus of M-c and M-d is small, but when the soils is washed with 5% HCl then there is an increase in the solubility of the humus in the extract solution; most of the soluble substance is true humic acid. On the other hand, the humus of M-a and M-b shows always high solubility for the extract solutions without HCl treatment. When Aluminium is added to these soils or humus is mixed with these soils (especially M-c and M-d) the solubility of the humus is decreased for the extract solutions. As a result of this reaction it seems that some of the humus of the volcanic ash soils is strongly combined with aluminium, and that it shows poor activity. On the other hand the humus in highly productive soils is isolated and loosely combined with calcium.

6. Some Measures for Prevention of Phosphate Fixation on the Volcanic Ash Soils Erupted from Mt. Mashu.

As afore mentioned, the volcanic ash soils contain free aluminium of considerable amount, so we must overcome in those soils the unfavourable influence of free aluminium. Additional experiments of applying calcium, silicate and humus to the mixture of $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$ and volcanic ashes were made, accompanied with suitable blank plots.

The writers came to the conclusion that humus is most useful for the prevention of phosphate fixation with volcanic ash soils, then calcium and silicate are also useful with alluvial soils such as layers M-c and M-d.