

根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う

土壤肥料学的諸問題について

第3報 泥炭層中に挟在する火山灰の灰白化現象

早 川 康 夫† 奥 村 純 一†

THE CHARACTERISTICS OF PEAT SOIL AND ITS PROBLEMS ON SOIL AND MANURE SCIENCE ACCORDING TO THE DEVELOPMENT IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT.

III. The Phenomenon of Greyish Colored Volcanic Ash Soil in the Layer of Peat Soil

Yasuo HAYAKAWA & Jun-ichi OKUMURA

I 緒 言

前報²⁾⁴⁾では根釧地方の低湿地帯に広く分布する泥炭地 41,000 ha の開発に際する土壤肥料学的な 2~3 の問題について、代表的な釧路泥炭および現在開墾途上にあるパイロットファーム内泥炭をとりあげ調査したのであるが、その一般的な性状を強調すれば、これら泥炭は火山灰に類似の化学性を示すほどに摩周統または雄阿寒統火山灰の影響を受けている事実を認めた。そして地表下 20~30 cm に挟在する火山灰は、元来火山灰土壤としての特性を示す最大要因と考えられる R_2O_3 がきわめて少ない点もまた観察しえたのである。

既報と重複するが、ここに再び泥炭層中に挟在する火山灰を鶴居村雪裡の高台に埋積する摩周統 aC 層および雄阿寒統 a₂C 層と比較して第 1 表に掲げた。

すなわち、前述のように高台の火山灰にくらべて明らかに TAMM 氏液可溶無機膠質物が少なく塩基類もまた同様であり、従って磷酸吸収力は $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に低下し、砂質沖積土のような数値を示していた。その上、この火山灰層は泥炭という巨大な腐植層に挟在されながらも、全く黒染されず灰白

色に保持されていることは興味をひくものであった。しかし、挟在火山灰層の灰白化現象は根釧地方の泥炭地に止まらず、古くは岡本¹⁾の指摘をはじめ、道内各地でも広く観察された調査成績が多いにもかかわらず、その成因についてはあまり知られていない。

第 1 表 埋積地を異にする火山灰の特性

(乾土 100g 中)

採取場所	火山灰名	pH (H ₂ O)	無機膠質物		磷酸 吸収力	置換 酸性基
			Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
泥炭中	摩周統 aC 層	4.8	607	293	572	1.69
	雄阿寒統 a ₂ C 層	4.8	760	93	367	1.33
高台地	摩周統 aC 層	6.2	793	347	1,407	2.64
	雄阿寒統 a ₂ C 層	5.9	1,293	133	2,526	2.30

そこで、今回は泥炭層中に挟在する火山灰の灰白化現象について 2~3 の考察を加えたので報告する。なお、挟在火山灰層は高台火山灰に比較して、N/5 HCl 可溶 P_2O_5 がすこぶる多い点についても付随的な問題として検討した。

釧路泥炭と対比させるための試料採取に際し、当該地域の泥炭または、podzol 土壌の特性のご表示ならびに試料送付の労を蒙りした北海道開発局官房開発調査課泉谷、金山岡技官および北海道立農業試験場空知支場黒川

技師、同じく宗谷支場平島技師に衷心より謝意を表する次第である。

II 試 験 方 法

まず釧路泥炭を、 R_2O_3 の溶脱、集積作用が顕著に認められる浜頓別および樺岡で採取した podzol 土壌と比較し、あわせて北海道における代表的な篠津泥炭およびサロベツ泥炭についても検討した。ついで釧路泥炭を供試し、牧草について肥料3要素試験を実施して、磷酸の天然供給力を検し、さらに挟在火山灰における R_2O_3 の溶脱機構を、鶴居村雪裡高台地で採取した摩周統、雌阿寒統火山灰および浜頓別土壌第5層を使用して2～3の実験を試みた。

なお、供試土壌の採取地点とその profile は第1図および第2図に掲げたとおりであり、その概況は次のとおりである。

釧路泥炭……釧路市鳥取町郊外昭和地区で採取せる低位泥炭で、その詳細は第1報²⁾でのべたので省略する。ただし、昭和第1幹線排水溝の設置以来8年を経過しているため、既報で採土したときよりもやや乾燥しており、従って分析値に若干の差異が認められたのは当然であった。

篠津泥炭……国鉄札沼線、石狩金沢駅より北東約1.5km、石狩郡新篠津村39線で採取した。なお、当地域は詳細な土性調査³⁾がなされ、また、付近は水田化のための送泥客土工事が進められている。植物景観はホロムイスゲ、ワタスゲ、ツルコケモモ、ヤチヤナギ、ミズゴケなどであり、泥炭の構成植物も同様である。

第1層 0～18 cm 黒褐色 H=2～3 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ツルコケモモ)

第2層 18～21 cm 灰褐色 樽前統 aC 層火山灰

第3層 21～64 cm 褐色 H=3 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ツルコケモモ)

第4層 64～92 cm 褐色 H=3 ホロムイスゲ (ツルコケモモ)

第5層 92 cm～ 褐色 H=3 ホロムイスゲ (ツルコケモモ)

サロベツ泥炭……天塩郡豊富町市街より円山

(洪積台地)を経て西方へ約1km、上サロベツ原野南部地区を横断して稚咲内へ通ずる道路付近で採取した。なお当地区は北海道開発局^{5,6,7)}、北海道農業試験場¹⁰⁾などにより各種の土壌調査がなされ、かつ草地化に際する栽培試験も実施されている。植物景観はミズゴケ、ホロムイスゲ、ヌマガヤ、ツルコケモモ、ガンコーラン、ヤチヤナギ、イソツツジ、ワレモコウ、イワノガリヤスが主体を占め、泥炭の構成植物はミズゴケ、ホロムイスゲ、ヌマガヤ、ツルコケモモなどである。

第1層 0～12 cm 黒褐色 H=2～3 ヌマガヤ—ホロムイスゲ—ミズゴケ (ツルコケモモ)

第2層 12～27 cm 茶褐色 H=4 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ツルコケモモ)

第3層 27～42 cm 黒褐色 H=3 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ヤマドリゼンマイ)

第4層 42～72 cm 黒褐色 H=3 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ツルコケモモ)

第5層 72 cm～ 黒褐色 H=4 ホロムイスゲ—ミズゴケ (ヌマガヤ)

浜頓別 podzol 土壌……枝幸郡浜頓別町市街よりオホーツク海岸寄りに約1.5km、頓別川の河口に生じた砂丘地で採取した。植生はクマイザサ、ツルコケモモ、スギゴケである。

第1層 (A_1) 0～8 cm 灰褐色

第2層 (A_2) 8～21 cm 灰色 漂白層

第3層 (B_2) 21～40 cm 茶褐色 集積層

第4層 (B_3) 40～65 cm 黄褐色 漸移層

第5層 (C) 65 cm～ 灰褐色

樺岡 podzol 土壌……稚内市、国鉄樺岡駅より東方約0.5km、グイ松の植生する神社境内で採取した。母材は頁岩および泥岩の残積土である。

第1層 (A_0) 0～3 cm 暗黒色 マツ葉などの粗腐植層

第2層 (A_1) 3～5 cm 黒灰色

第3層 (A_2) 5～10 cm 灰褐色 漂白層であるが顕著ではない。

第4層 (B_1) 10～25 cm 黄褐色

第5層 (B_2) 25～55 cm 黄褐色 土壌構造の縦の亀裂にそって鉄が集積

第6層 (C) 55 cm～ 灰白色

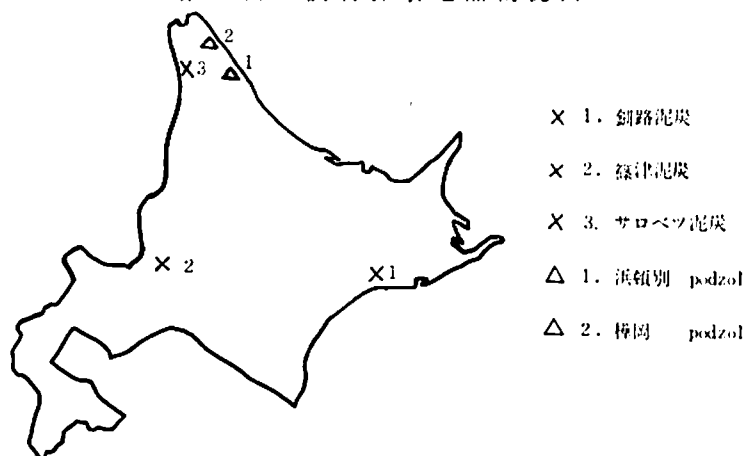
III 試 験 結 果

1. 釧路泥炭と篠津、サロベツ泥炭および浜頓別、樺岡 podzol 土壌との比較

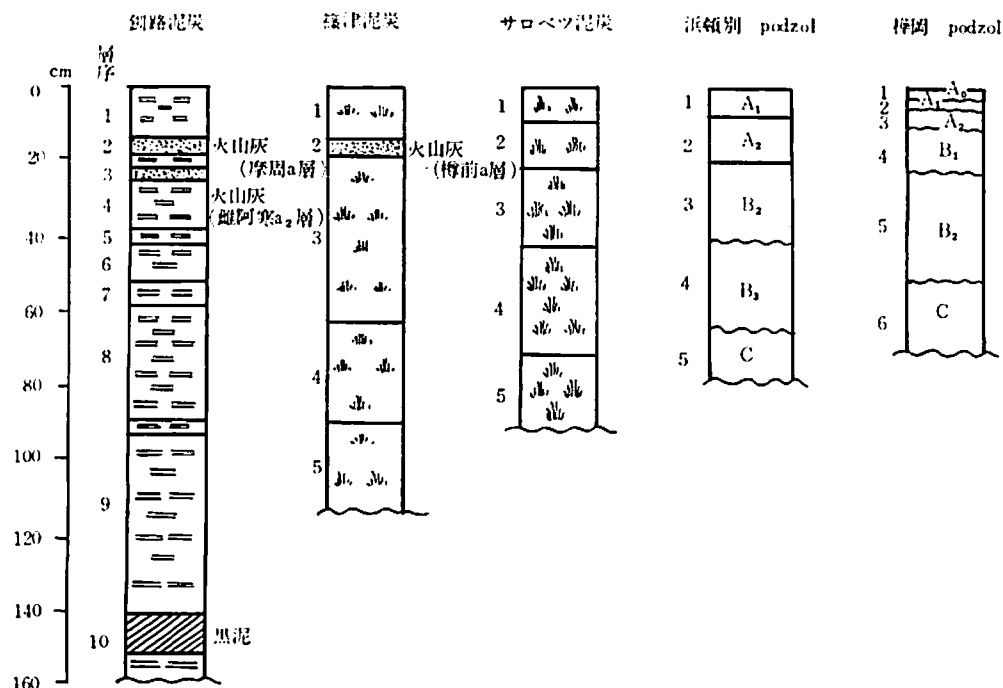
泥炭層中の火山灰が灰白色をていする事実を検討するのに先立ち、摩周統、雌阿寒統火山灰を挾

有する釧路泥炭、樽前統火山灰を挾有する篠津泥炭および火山灰の影響が全くないと考えられるサロベツ泥炭を供試して、まず、その一般的化学性を比較し、その結果を第2表に掲げた。なお、篠津泥炭に挾在する火山灰の対象として千歳市美々高台地で採取した樽前統 aC 層をも併記した。

第 1 図 試料採取地点概況図



第 2 図 土 壌 断 面



釧路および篠津泥炭はともに火山灰の混入によって上層の灰分含量が多く、とくに第1層は40%および61%を示し、物理的性状は泥炭であるけれども泥炭としての定義を逸脱したといっても過言ではないほどであった。従ってこの影響は明らかに C.E.C. 磷酸吸収力などに見られ、サロベツ泥炭とは好対照を示した。

一般に泥炭は窒素の潜在地力が高いとされており、T-N は富化状態にあるけれども、無機態窒素は必ずしも多いとは考えられなかった。釧路泥炭においては昭和幹線排水溝の効果によって乾燥化の傾向にあり、第1報では地表下40cm以下より $\text{NO}_3\text{-N}$ が激減していたのに対し、今回は地表下60cm以下にその傾向を認めた。一方篠津およびサロベツ泥炭は地下水位が高く、そのため硝化作用が抑制されているようであった。

C. E. C. は前述のように火山灰の混入を伴う

釧路および篠津泥炭の第1層が低かったほかは一般に 50 me/100g 前後を示した。しかし、既往の諸泥炭の分析結果からみれば、この値は多いとは考えられなかった。塩基未飽和度は各泥炭ともにすこぶる高かった。

泥炭はその腐植酸に由来する酸性によって pH は低いものであるが、ことに釧路泥炭の第4~7層では pH 3.1~3.7 の極強酸性を示し、この成因については、第1報で降灰火山灰から溶出した SO_3 によるものであらうと推論した。山田、田村²⁰⁾は道東に分布するアトサヌブリ統火山灰を調査した際も強酸性をていする地点は SO_3 に富み、水溶性 SO_3 が 200~300mg/100g のとき pH 4.6~4.8 を示したと報告している。釧路泥炭の場合は 700 mg/100g を越えるものもあって、pH の低下はこの種の無機酸と、腐植酸の両者によっておこされた現象で、 SO_3 が特定の層に多かつ

第2表 泥炭地各層の一般化学性 (対照として樽前統 aC 火山灰層も併記)

試料採取地	層名	pH (H_2O)	T-N (%)	無機態 N (mg/100g)		T-C (%)	灰分 (%)	C.E.C. (me)	置換性塩基 (me)	塩基未飽和度 (%)	水溶性 SO_3 (mg/100g)	磷酸 吸収力	N/5 HCl 可溶 (mg/100g)		
				$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$								P_2O_5	K_2O	CaO
釧路	1層	4.3	1.46	63.49	9.45	27.26	40.05	39.78	5.66	85.8	15	1,744	16.4	23.2	150.0
	2層 (樽前統 a 火山灰)	4.8	0.11	3.82	2.48	1.76	94.16	4.48	1.69	62.2	53	572	27.4	1.6	54.3
	3層 (雄阿寒統 a ₂ 火山灰)	4.8	0.06	0.90	3.15	1.01	96.45	4.08	1.13	72.3	111	367	29.8	1.6	39.7
	4層	3.7	2.06	49.98	15.53	35.48	23.38	51.00	5.66	88.9	84	1,839	17.0	5.6	123.0
	5層	3.2	1.74	35.57	15.53	41.05	22.51	53.04	3.39	93.6	58	1,574	5.9	2.8	213.0
	6層	3.1	1.90	31.29	27.24	44.80	13.12	54.26	3.26	93.9	775	1,155	4.8	2.0	195.0
	7層	3.2	1.66	30.62	29.49	45.15	10.27	53.04	4.69	91.1	364	1,144	8.5	1.3	119.1
	8層	4.2	1.43	34.67	1.12	42.90	16.77	35.70	10.75	69.8	211	2,080	6.5	1.6	280.0
	9層	4.2	1.37	32.87	3.37	36.36	29.42	40.80	15.85	61.1	110	1,189	10.4	2.3	425.0
	10層 (黒泥)	4.3	0.91	34.69	2.47	18.68	55.92	43.86	18.11	58.7	101	1,118	14.6	5.2	235.0
篠津	1層	4.4	0.95	11.04	5.35	15.80	61.35	22.44	3.83	82.9	124	1,355	13.0	7.7	77.0
	2層 (樽前統 a 火山灰)	4.7	0.11	2.70	0.45	1.39	96.00	3.06	1.83	40.1	135	800	19.9	2.0	36.0
	3層	4.2	1.55	52.69	3.15	39.13	15.25	66.70	5.66	76.5	121	1,584	10.9	5.7	95.0
	4層	4.3	1.49	39.63	0.45	45.15	9.41	48.96	11.30	76.9	172	1,285	9.7	3.7	252.0
	5層	4.7	1.55	44.03	0.90	35.35	10.57	41.82	8.49	79.6	154	494	7.4	2.0	135.0
千市台 歳高	樽前統 aC 層	6.3	0.23	4.05	2.25	0.12	95.81	2.64	1.90	28.0	54	1,045	10.4	2.8	93.0
サロベツ	1層	4.4	1.49	38.73	9.46	42.30	12.31	55.08	23.21	57.8	95	376	18.0	50.3	440.0
	2層	4.1	2.38	22.07	5.40	44.20	6.00	40.80	20.94	48.6	75	248	8.5	9.7	430.5
	3層	4.4	1.60	24.77	3.15	43.85	9.94	53.04	16.98	67.9	62	260	6.1	16.7	276.0
	4層	4.2	1.87	35.13	1.35	41.35	17.24	49.98	14.15	71.6	57	775	8.6	10.3	188.0
	5層	4.7	1.83	25.22	1.80	45.45	6.72	56.30	12.45	77.8	—	190	4.2	7.7	144.0

たことは地下水の影響で集積されたと考えるのが妥当と思われた。

N/5 HCl 可溶成分についてみれば、挟在火山灰層は P_2O_5 に富み、 K_2O 、 CaO などの塩基類が少なく、泥炭層はその逆の傾向を認めた。しかし、サロベツ泥炭では各成分とも表層より漸減していた。

つぎに各泥炭の土壌断面を観察したとき、

① 挟在火山灰層を有する釧路、篠津泥炭は上層より泥炭—火山灰(灰白色)—泥炭へと連なり、かつ前報で紹介したように火山灰が R_2O_3 を失っている。

② サロベツ泥炭は構成植物が各層とも同一で黒褐色をていしておりながら第2層のみ茶褐色であった。

という事実は A_1 、 A_2 、 B_2 、 C 層と埋積する podzol 土壌の断面に類似していると考えられる

のである。そこで供試泥炭について TAMM 氏液 (pH 3.25) 可溶無機膠質物、WAKSMAN の α 、 β fraction および塩基類などを調査し、その結果を第3表および第3図に掲げた。なお、前掲した燐酸吸収力についても併記した。

これによれば TAMM 氏液可溶無機膠質物中 R_2O_3 は釧路、篠津両泥炭とも挟在火山灰層に少なく、その直下の泥炭層に集積することを認めたが、サロベツ泥炭でも若干その傾向を示した。

WAKSMAN 法による α 、 β fraction をみると

① 釧路泥炭…… α fraction は表層より下層へ漸減を示すが、 β fraction すなわち有機無機複合体、とくに有機物と一半酸化物との複合体と考えられるものは挟在火山灰層に少なく、その下層に多く集積していた。

② 篠津、サロベツ泥炭…… β fraction の動きは表層より漸減した。

第3表 泥炭地各層における無機膠質物、腐植および塩基

試料採取地	層名	無機膠質物 (mg/100g)			WAKSMAN による腐植 (%)		1N- CH_3COONH_4 可溶塩基 (mg/100g)			燐酸吸収力
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	α -fraction	β -fraction	K_2O	CaO	MgO	
釧路	1層	152	747	1,267	24.22	1.76	38	98	28	1,744
	2層 (摩周統 a 火山灰)	248	607	293	4.34	1.47	5	8	15	572
	3層 (雄阿寒統 a ₂ 火山灰)	224	760	93	1.51	1.05	5	10	16	367
	4層	172	867	1,280	33.66	0.84	13	108	22	1,839
	5層	136	493	2,240	34.97	1.36	8	108	19	1,574
	6層	140	476	2,280	33.25	1.56	9	55	19	1,155
	7層	128	333	1,187	35.00	1.67	8	75	18	1,144
	8層	188	843	787	26.58	1.48	7	231	30	2,080
	9層	281	683	840	32.69	1.36	7	324	36	1,189
	10層 (黒泥)	156	447	1,547	21.96	2.86	9	271	54	1,118
篠津	1層	288	1,227	759	9.62	7.81	13	66	22	1,355
	2層 (樽前統 a 火山灰)	220	640	279	2.44	6.05	7	16	15	800
	3層	240	1,147	1,133	30.39	5.35	11	83	26	1,584
	4層	180	480	547	29.13	2.31	8	176	38	1,285
	5層	388	600	587	24.94	1.82	8	117	36	494
千代田市台成高	樽前統 a C 層	244	753	339	0.43	1.54	12	22	18	1,045
サロベツ	1層	80	253	1,213	32.06	1.36	39	222	98	376
	2層	84	400	599	32.06	1.01	20	197	94	248
	3層	80	507	653	30.70	0.71	27	150	82	260
	4層	140	693	479	27.44	0.89	20	117	64	775
	5層	152	506	533	32.77	0.69	32	97	100	190

また、 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 可溶塩基中 CaO , MgO は無機膠質物の場合と同様な行動を示した。

すなわち、これら成分はその行動に強弱はあるが、挟在火山灰層より溶脱を受け、その直下の泥炭層に集積しており、前述の土壤断面の観察を裏付けるように podzol 的な様相をていしていた。そこでこの点を podzol 土壤と比較すれば、その傾向がさらに明瞭になると考えられる。道内の podzol 土壤については古く三宅、田町¹⁵⁾より佐々木¹⁶⁾に至るまで多数の調査研究がなされ、podzol または podzolic な土壤が主として道北部に存在していることが知られている。これらの結果にもとづき、道内で周知の土壤である浜頓別および樺岡土壤について泥炭の場合と同様に一般化学性、溶脱および集積成分について調査し、この結果を第4、5表および第4図に掲げた。

これによれば、第4表による土壤の一般化学性は各成分とも下層ほど減少し、何んら一般鉾質土壤と異なるところはないが、第5表に掲げた諸項目によって podzol 土壤としての特質を明確化させているのである。

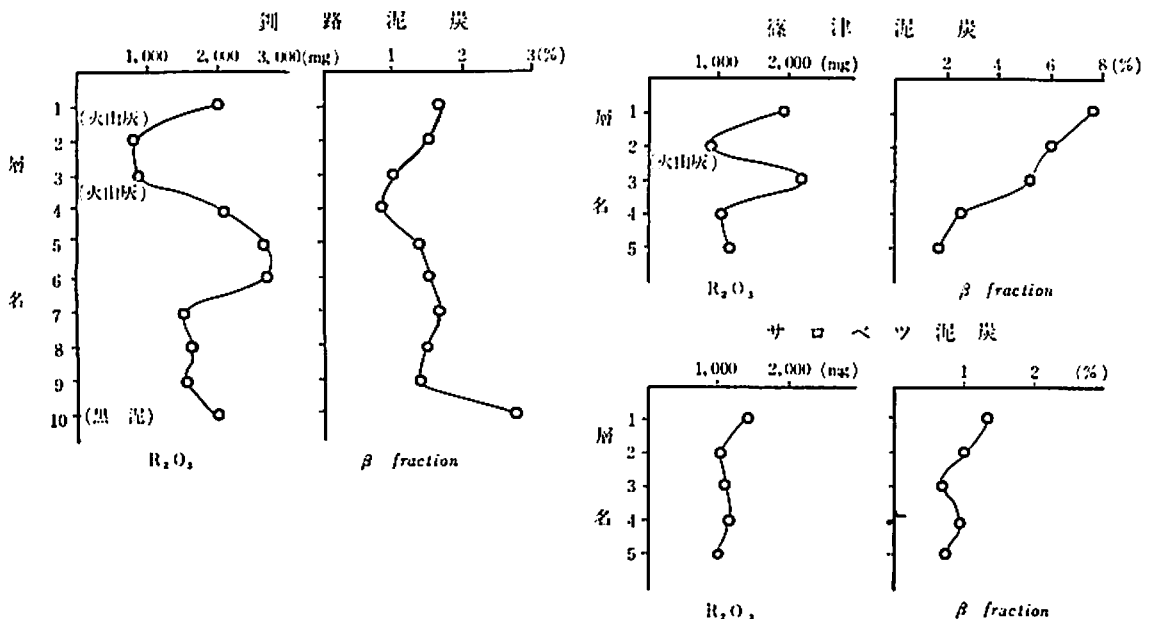
podzol 土壤の生成過程については各国で多数の研究がなされており、内山¹⁸⁾がこれについて

総説しているが未解決分野がすこぶる多いようである。しかし生成条件の1つとして表層に Mor humus が蓄積されていることに異論はない。

すなわち供試土壤は針葉樹の落葉枯死によって生じた粗腐植中のある種の酸が土壤中の R_2O_3 と選択的に作用することによって A_2 層の漂白層を生じさせ、さらに B_2 層に R_2O_3 を集積させたもので、この傾向は浜頓別土壤に強いようであった。この際、 R_2O_3 と結合した腐植、すなわち β fraction と称される部分も R_2O_3 の行動に伴って同様な傾向を示した。

あらゆる土壤の生成作用において有機物、塩基類、 R_2O_3 、粘土などの諸成分が蓄積、変質、溶脱などの作用を受けるものであるが、その自然条件にもとづく作用の強さによって種々の土壤が生成されるものである。すなわち、挟在火山灰層を有する供試釧路、篠津両泥炭は酸性有機物に富み、漂白、集積層を具備し、塩基未飽和度が高く、全層とも強酸性を示しており、明らかに podzol に類似の溶脱、集積作用を強くうけたものと考えられる。従って泥炭層中の挟在火山灰は podzol 土壤の A_2 層に相当するもので、同層中の R_2O_3 が溶脱を受けて失われ、この結果腐植が鉄・礫土

第3図 泥炭地各層における R_2O_3 , β -fraction の動き

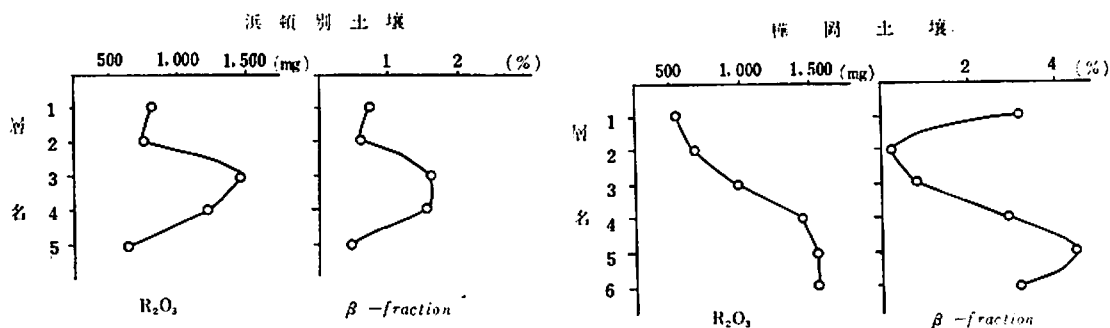


第 4 表 podzol 土壤各層の一般化学性

試料採取地	層名	pH (H ₂ O)	T-N (%)	無機態 N (mg/100g)		T-C (%)	灰分 (%)	C.E.C (me)	置換性塩基 (me)	塩基未飽和度 (%)	磷酸 吸収力	N/5 HCl 可溶 (mg/100g)		
				NH ₃ -N	NO ₃ -N							P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
浜頓別	1層 (A ₁)	5.2	0.17	7.42	1.58	4.24	88.37	11.89	4.60	61.3	600	12.4	16.7	64.3
	2層 (A ₂)	5.2	0.06	3.01	0.14	1.74	96.06	7.69	2.38	70.3	720	9.4	5.2	26.0
	3層 (B ₂)	5.0	0.09	4.05	0.45	1.70	94.56	9.79	1.55	84.1	985	35.4	4.5	64.3
	4層 (B ₃)	5.6	0.06	5.85	2.25	1.24	96.36	5.93	1.01	82.9	998	23.4	4.0	45.0
	5層 (C)	6.1	0.04	1.12	0.08	0.50	98.44	3.49	1.10	68.4	650	12.6	5.2	16.0
樺岡	1層 (A ₀)	4.3	1.11	36.47	0.90	28.70	31.27	46.45	13.13	71.7	1,080	34.9	61.6	520.0
	2層 (A ₁)	4.5	0.46	9.23	2.02	7.74	77.71	25.88	8.01	69.0	733	16.5	13.7	179.4
	3層 (A ₂)	5.0	0.11	6.07	0.90	3.12	88.19	15.39	4.42	71.2	968	10.5	8.8	98.0
	4層 (B ₁)	5.2	0.17	12.15	1.36	2.46	87.96	17.49	2.97	83.0	1,350	6.5	10.3	105.0
	5層 (B ₂)	5.1	0.17	12.83	0.22	1.99	84.43	20.99	4.30	79.5	1,710	6.2	9.7	95.0
	6層 (C)	4.9	0.11	26.56	0.46	0.68	88.82	16.67	5.15	69.1	1,160	6.2	9.7	48.0

第 5 表 podzol 土壤各層における無機膠質物、腐植および塩基

試料採取地	層名	無機膠質物 (mg/100g)			WAKSMAN による腐植 (%)		1N-CH ₃ COONH ₄ 可溶塩基 (mg/100g)			磷酸 吸収力
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	α -fraction	β -fraction	K ₂ O	CaO	MgO	
浜頓別	1層 (A ₁)	168	377	433	3.99	0.70	26	80	24	600
	2層 (A ₂)	180	99	633	0.42	0.61	8	35	15	720
	3層 (B ₂)	184	555	899	0.31	1.62	9	16	16	985
	4層 (B ₃)	264	566	666	0.06	1.57	8	4	14	998
	5層 (C)	260	244	411	0.03	0.45	9	6	14	650
樺岡	1層 (A ₀)	160	299	244	15.93	3.14	75	211	80	1,080
	2層 (A ₁)	144	144	543	3.62	0.21	22	148	46	733
	3層 (A ₂)	200	399	588	1.24	0.82	14	68	34	968
	4層 (B ₁)	404	222	1,221	0.63	2.87	17	40	24	1,350
	5層 (B ₂)	244	510	1,032	0.65	4.31	16	70	29	1,710
	6層 (C)	252	155	1,409	0.67	2.99	14	92	31	1,160

第 4 図 podzol 土壤各層における R₂O₃, β -fraction の動き

と複合体を形成しえないために、火山灰層は灰白化現象を起すものであると思われた。

一方サロベツ泥炭は、その位置する道北部が釧路市、新篠津村などより podzol を生成しやすい気象条件にありながら、分析値に溶脱、集積の傾向が認め難いのは地下水位が高かったことによるもので、茶褐色化した第2層に、もしも火山灰層が存在するならば釧路、篠津両泥炭の場合と同様な灰白化現象をおこさせる環境にあることを暗示していた。

2. 挟在火山灰層が P_2O_5 に富み、 R_2O_3 を失う現象

前項で、供試泥炭の一般化学的性質を調査した際、挟在火山灰層は R_2O_3 、塩基類の溶脱が顕著であるにもかかわらず、N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 のみがすこぶる多く定量されたことは、同じ漂白

層を有する浜頓別、樺岡土壌において P_2O_5 が表層より下層へ漸減する傾向に対して特異な現象と考えられた。

そこで、まず釧路泥炭の第1層、挟在火山灰(第2, 3層)および第4層を 1/5,000 a ワグネルポットに充填し、牧草(イタリアンライグラス)を播種(0.15 gr/pot)して肥料3要素試験を実施し、その収量調査成績を第6表に掲げた。なお、3要素区の施肥量は N, P_2O_5 , K_2O 各 0.5 g で硝酸ソーダ、過石、硫加の形態のものを使用した。播種期は昭和35年7月1日、収穫期は同年10月28日であった。

これによれば、各層とも3要素区に比較して無加里区の減収割合はそれほど認められなかったが、無窒素、無磷酸区の場合は顕著で、とくに N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 に富む火山灰層(第2, 3層)

第6表 牧草の肥料3要素試験成績

区 別	項 目	第 1 層 (泥炭)		第 2, 3 層 (火山灰)		第 4 層 (泥炭)	
		生草重 (g)	比 率	生草重 (g)	比 率	生草重 (g)	比 率
無 肥 料 区		11.3	10.7	13.0	17.1	14.0	17.9
無 窒 素 区		19.7	18.7	10.8	14.2	19.0	24.5
無 磷 酸 区		18.2	17.3	14.7	19.3	19.5	25.1
無 加 里 区		97.7	92.8	53.8	70.7	76.6	98.9
3 要 素 区		105.2	100.0	76.0	100.0	77.4	100.0

第7表 磷酸の形態 (mg/100 g)

層 別	項 目	HCl 可 溶 性			林・滝・島 法		全 磷 酸
		N/5	1 N	2 N	無 機 磷	有 機 磷	
釧 路 泥 炭	1 層	16.4	33.0	44.4	tr	62.3	206.2
	2 層 (M-a)	27.4	31.6	51.1	8.2	26.6	156.9
	3 層 (Me-a ₂)	29.8	43.5	63.6	8.9	24.0	162.3
	4 層	17.0	23.4	27.1	tr	130.2	190.2
	5 層	5.9	10.4	16.1	tr	118.3	171.6
	6 層	4.8	9.0	12.2	tr	106.4	204.8
	7 層	8.5	13.9	16.8	tr	97.0	194.2
	8 層	6.5	10.0	11.5	tr	96.2	212.8
	9 層	10.4	13.2	20.2	tr	105.5	202.2
	10 層 (黒泥)	14.6	26.4	32.2	tr	78.7	199.5
雪 裡 高 台	摩周統 a 火山灰 (M-a)	9.8	17.1	20.2	3.9	25.9	141.0
	雄阿寒統 a ₂ 火山灰 (Me-a ₂)	4.3	8.7	17.1	tr	29.8	151.6

においてさえも 19.3 の比率に過ぎなかった。そこで供試釧路泥炭中に含有される P_2O_5 の形態について 2~3 の実験を試み第 7 表にその結果を示した。なお、挟在火山灰の対象として阿寒郡鶴居村雪裡高台地で採取した摩周統 aC 層、雌阿寒統 a₂C 層についても実施し、これを併記した。

これによれば、全磷酸 (Na_2O_2 熔融法による) は火山灰層 (第 2, 3 層) が 150~160 mg に対して泥炭層は約 200 mg で、各種濃度の HCl 可溶性 P_2O_5 とは逆の傾向を示し、火山灰層は大部分が不溶性 (鉱物として) 無機磷で占められ、泥炭は過半が有機磷の形態であった。これを雪裡高台の火山灰と比較すれば、全磷酸、有機磷はほぼ同量であるが、HCl 可溶性 P_2O_5 の形態で存在または集積しているものがすこぶる多いことになる。しかし、前述の牧草栽培試験の結果から、これら P_2O_5 (本邦で N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 は有効態であると見なされている) はすべてが有効態であるとは思われないけれども、火山灰層 (第 2, 3 層) の無機酸の牧草は生育後半に至って伸長度が回復の傾向を観察したことから、HCl 可溶性 P_2O_5 の土壤中における R_2O_3 、腐植などとの結合力は高台地火山灰のそれより強いとは考えられなかった。

すなわち、一般に腐植の少ない火山灰土壤中における P_2O_5 は主として R_2O_3 と結合するもの

であるが、挟在火山灰は R_2O_3 が溶脱をうけており、このため鉄・礬土との結合が弛くなった P_2O_5 が多量に含まれていると考察された。

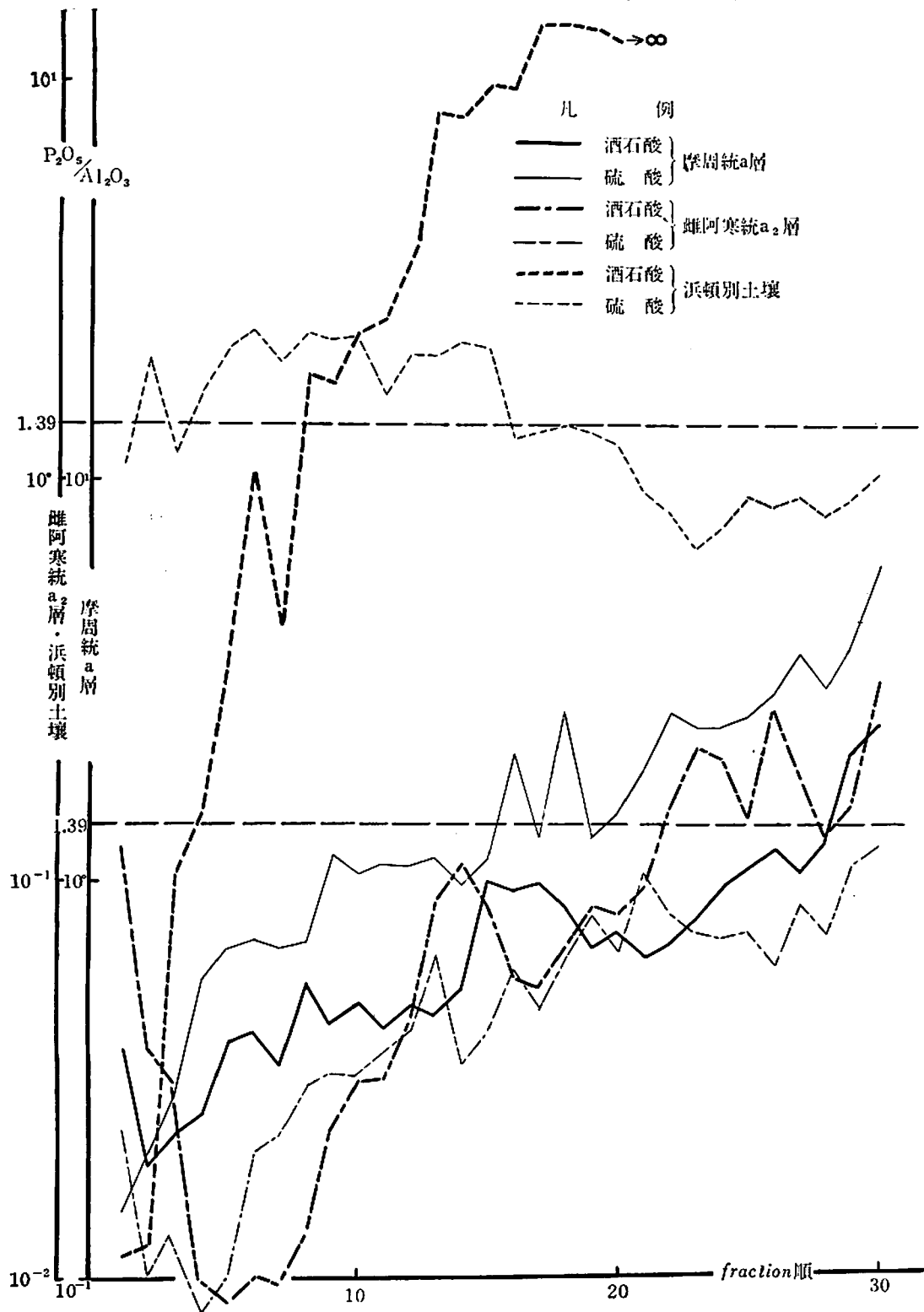
前項では、挟在火山灰層中の R_2O_3 の溶脱は podzolic な作用が関与していることを指摘したが一般に podzol 化作用をおこさせる原因については、古くより諸説、諸研究がある。最近では表層の新鮮有機物から易溶性として分離されたり、分離過程で生成されてくるキレート化合物との結合によって R_2O_3 が可溶化されて移動すると説明する考え方が強調され¹²⁾¹⁸⁾、また、RUSSEL¹⁵⁾は蓚酸、クエン酸、酒石酸またはタンニン酸などの有機酸は、たとえ稀薄溶液においてもすべての配位結合の形態で R_2O_3 を移動させるとのべており、これら有機酸類は Mor 層における糸状菌の代表的な代謝副産物と考えられている。近年 podzol 生成過程を追求する手段として、カラムを用いて前述有機酸類を流し dynamic に研究が進められており、例えば THORP ら¹⁷⁾は A₂ 層、B₂ 層を認知したと報告している。

供試した釧路泥炭は有機酸のほかに強酸性の原因である SO_3 も多量に含有しており、これらが前述の R_2O_3 と P_2O_5 に及ぼす関係を知るために、雪裡高台地の摩周統 aC 層、雌阿寒統 a₂C 層および浜頓別土壤第 5 層を用いて次の実験を試

第 8 表 浸出液を異にした場合における添加物の溶出量 (mg/5 cc)

土 壤	浸出液	fraction 順 溶出量	1	2	3	4	5	6~25	26	27	28	29	30	合 計
摩周統 a 層	酒石酸	P_2O_5	2.30	1.42	1.00	0.85	0.82	.....	0.57	0.50	0.52	0.56	0.54	21.95
		Al_2O_3	5.79	7.35	4.38	3.25	2.03	.....	0.48	0.48	0.41	0.27	0.21	46.40
	硫酸	P_2O_5	2.28	1.85	2.03	2.35	2.50	.....	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	59.66
		Al_2O_3	14.61	8.61	7.01	4.07	3.64	.....	0.39	0.31	0.56	0.39	0.20	75.45
雌阿寒統 a ₂ 層	酒石酸	P_2O_5	0.31	0.12	0.08	0.04	0.03	.....	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	1.58
		Al_2O_3	2.77	2.96	2.57	4.18	4.60	.....	0.19	0.27	0.30	0.24	0.13	39.26
	硫酸	P_2O_5	0.14	0.05	0.05	0.02	0.04	.....	0.10	0.12	0.10	0.10	0.12	2.61
		Al_2O_3	5.75	5.07	4.15	3.59	3.59	.....	1.53	1.33	1.22	0.96	0.96	64.41
浜頓別土壤第 5 層	酒石酸	P_2O_5	0.08	0.05	0.12	0.11	0.11	.....	0.28	0.37	0.31	0.33	0.31	6.76
		Al_2O_3	4.70	2.47	1.09	0.75	0.30	.....	tr	tr	tr	tr	tr	10.36
	硫酸	P_2O_5	0.22	0.67	1.30	1.27	1.40	.....	2.19	2.44	3.57	3.66	3.62	55.59
		Al_2O_3	0.21	0.33	1.10	0.77	0.65	.....	2.51	2.67	4.32	3.98	3.50	45.88

注) fraction 順の 6~25 は省略した。

第5図 溶出液中の P_2O_5/Al_2O_3 比 (Semi log グラフ使用)

みた。

すなわち、供試土壤各 30gr に P_2O_5/Al_2O_3 の分子比を 1.39 となるように $^{32}P_2O_5$ 120mg, Al_2O_3 86.3 mg を添加して、一度低温乾燥したものを 100 cc 容カラムに充填し、上部より M/30 酒石酸または M/30 硫酸 200cc を流す。浸出速度は 5～6 滴/min. とし、これを 5 cc ごとに fraction collector で捕集、30 試料を得た。溶出された $^{32}P_2O_5$ は G-M counter で測定、 Al_2O_3 は Aluminon 法で比色し無添加原土から浸出される Al_2O_3 を差し引き、その結果を第 8 表に、また P_2O_5/Al_2O_3 の分子比の推移を第 5 図に掲げた。(この場合、添加した Al_2O_3 は R_2O_3 の指示物質として取扱った。)

これによれば各土壤とも P_2O_5 , Al_2O_3 の溶出量は酒石酸より硫酸の場合に多かったけれども、 P_2O_5/Al_2O_3 の分子比で比較すればはなはだ興味のある事実を認めた。

すなわち、

$P_2O_5/Al_2O_3 = 1.39 \cdots P_2O_5$ と Al_2O_3 が同時に溶出

〃 $> 1.39 \cdots P_2O_5$ が Al_2O_3 よりも先に溶出

〃 $< 1.39 \cdots Al_2O_3$ が P_2O_5 よりも先に溶出

であるが、

① 摩周統 aC 層

酒石酸で溶出すると先に Al_2O_3 が leaching をうけ、No. 29 で漸く P_2O_5 が多くなるが、硫酸の場合は No. 16 で P_2O_5 の溶出量が Al_2O_3 を上回った。

② 雌阿寒統 a₂C 層

酒石酸、硫酸ともにきわめて分子比が低い、すなわち Al_2O_3 が P_2O_5 よりも先に溶出する状態に終始した。

③ 浜頓別土壤第 5 層

酒石酸の場合、それも前半にのみ Al_2O_3 の溶出が活発で、後半では P_2O_5 も溶出してしまい、また硫酸では P_2O_5 , Al_2O_3 が同時に溶出された。

すなわち、摩周統 aC 層は酒石酸によって弱い

キレート作用が Al_2O_3 に働き、雌阿寒統 a₂C 層では酒石酸、硫酸ともに Al_2O_3 に対する作用方向が著しかったことから、選択的に R_2O_3 が溶脱され、 P_2O_5 が残存したと考えられる。これに対して浜頓別土壤第 5 層では有機酸のみが R_2O_3 の leaching に関与するものであり、それに随伴して P_2O_5 までも溶出されるために N/5 HCl 可溶 P_2O_5 が少なかったものと考えられる。

以上のことから釧路泥炭層に挟在する火山灰から R_2O_3 が溶脱される現象、および P_2O_5 が一見して集積されるがごとき印象を与えるような現象には、有機酸のほか硫酸などの無機酸も関与し、これらの複合作用の形が本現象をおこさせる一原因を担っているもので、この点が podzol 土壤と異なる特質であろうと考察された。

IV 考 察

一般に火山灰は鉄・礫土に富み、腐植と複合体を形成しやすいために、鉄質土壤より腐植含量も高く、その堆積速度も迅速なのが普通である。例えば昭和 18 年洞爺湖畔、昭和新山の隆起によって降灰した有珠統 a₀ 火山灰層¹⁹⁾には、すでに数 cm の厚さに腐植が生成されているほどである。

このような特質を有する火山灰が泥炭という巨大な腐植層中に存在すれば、腐植に黒染するはずであると考えるのは至極当然である。しかし、釧路泥炭中の火山灰層はかえって灰白色をていしており、この原因について浜頓別および樺岡土壤と比較調査したところ、火山灰中の R_2O_3 が podzol 的な溶脱作用によって失われ、この結果腐植が鉄・礫土と複合体を形成しえないために灰白色をていしていることがわかった。この現象には地下水が大きく関与しており、釧路泥炭の場合は、昭和幹線排水溝が泥炭層中の水位を低下させることによって、地下水が上下に移動し、このために前述の作用がさらに強く働き、火山灰層の灰白化現象をますます顕著なものに思われた。

同様に篠津泥炭でも挟在火山灰の灰白化現象が認められたが、釧路泥炭の場合ほどその作用が強いとは考えられなかった。これは樺前統火山灰が粗粒質で、かつ無機膠質物が多くなかったからで

あろう。

これに対し火山灰の影響がないサロベツ泥炭でも、茶褐色化した第2層に火山灰層が存在すれば、灰白化現象を起す環境にあらうと考察したが、この推論はサロベツ泥炭に限らないと思う。すなわち、podzol 的な溶脱作用には水の関与する役割りが大きく、例えば第2報で検討した床丹地区泥炭地では地表下 20 cm の摩周統 a 層が灰白化しているのに対し、地下水位以下に存在する火山灰層は腐植に黒染されたり、赤褐色を起している事実をはじめ、十勝、胆振、日高⁸⁾ および渡島地方¹⁾ などでも、同様な傾向が観察されている。従って地下水が上下に移動しうる泥炭地であれば、道内各地でもその作用に強弱はあらうが、この灰白化現象がおこされるものと考えられた。

つぎに高台に埋積する摩周統、雌阿寒統などの火山灰中の N/5 HCl 可溶性 P_2O_5 はきわめて少なく、10 mg/100 g 以下の場合が普通であるが、挟在火山灰層は逆に 30 mg/100 g にも達し、磷酸吸収力も 500 以下で一般火山灰とはすこぶる趣きを異にしていた。この事実は R_2O_3 の溶脱を受けた podzol 土壌 A_2 層には認められないことから「 P_2O_5 に富み、 R_2O_3 を失う」機作は podzol 土壌とは異質なものであらうと考えられる。この点について摩周統および雌阿寒統火山灰原土を供試し、添加 P_2O_5 と Al_2O_3 の溶出分子比を検討した結果、 R_2O_3 と選択的に作用する有機酸のほか硫酸などの無機酸も関与し、この複合作用の形で podzol 的な溶脱機構を R_2O_3 に付与したものであり、牧草3要素試験、2~3の土壌分析などの結果から、挟在火山灰層中の P_2O_5 は集積したのではなく、 R_2O_3 との結合が弛くなった P_2O_5 が HCl 可溶性の形態に変化したために、あたかも集積されたような印象を与えたものと推定された。従って挟在火山灰層に対する1年生牧草（イタリアンライグラス）の短期間栽培試験結果では無磷酸区が多収は望めなかったけれども、多年生牧草を供試した場合はその生育相は好転するものと考えられ、さきに筆者の1人が行なった実験^{1) 3)} がこれを裏付けるであらう。

V 摘 要

釧路泥炭層中に挟在する摩周統および雌阿寒統火山灰は、いずれも泥炭という腐植層に黒染されずに灰白色を起している現象について、同様に樽前統火山灰層を挟有する篠津泥炭および火山灰の影響がないサロベツ泥炭もあわせ供試し、浜頓別および樺岡の podzol 土壌と比較検討した。

実験結果を要約すると次のとおりである。

1. 釧路および篠津泥炭は上層より泥炭—火山灰（灰白色）—泥炭と埋積し、かつ火山灰は R_2O_3 、 β -fraction、塩基類などを失っており、その直下の泥炭は集積層としての性質を具備していた。すなわち供試泥炭は、その作用力に強弱はあらうが podzol 的な溶脱作用をうけていることがわかった。

2. podzol 土壌と比較したところ、泥炭層中の挟在火山灰は podzol 土壌の A_2 層に相当するもので、 R_2O_3 が溶脱をうけて失われ、この結果、腐植が鉄・礬土と複合体を形成しえないために、火山灰層は灰白色を起していると考えられた。

3. サロベツ泥炭でも第2層に火山灰層が存在すれば灰白化現象をおこさせる環境にあらうと推論した。

4. 釧路泥炭の挟在火山灰層が R_2O_3 を失なう機構について調査したところ、Mor humus に由来する有機酸のほか硫酸も関与し、これらの複合作用の形が R_2O_3 溶脱の一原因を担っているようであった。

5. 付随する問題として、挟在火山灰層には HCl 可溶性 P_2O_5 がすこぶる多かった。これは P_2O_5 が溶脱され難かったことのほかに、 R_2O_3 が失われたために R_2O_3 との結合の弛くなった P_2O_5 が増加したことによる。

引 用 文 献

- 1) 早川康夫, 1958; 根室地方に分布する摩周統火山性土の腐植の特性について（第1報）特に腐植中の有機態窒素及び磷酸について、道立農試集報, 第3号, 71頁
- 2) ———, 1960; 根釧地方泥炭の理化学的特徴と

- 開発に伴う土壤肥科学的諸問題について（第1報）
釧路泥炭の一般的特性，道立農試集報，第6号，106頁
- 3) ———，橋本久夫，1961；根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験（第5報），牧草地土壌としての特性発現過程と窒素，磷酸，加里の供給力について，道立農試集報，第7号，16頁
 - 4) ———，奥村純一，1961；根釧地方泥炭の理化学的特徴と開発に伴う土壤肥科学的諸問題について（第2報），根釧パイロットファーム内泥炭地の草地造成に際する肥培法，道立農試集報，第7号，35頁
 - 5) 北海道開発局官房開発調査課，昭和34年；下サロベツ原野泥炭分布埋藏調査
 - 6) ———，昭和36年；サロベツ川左岸地区泥炭分布埋藏調査
 - 7) ———，———；サロベツ泥炭地の生成について（ノート）
 - 8) 北海道農業試験場，昭和26年；北海道における農牧適地の土壌地帯概説，北海道農業試験場土性調査報告，第1編
 - 9) ———，昭和29年；石狩国泥炭地土性調査報告，北海道農業試験場土性調査報告，第4編
 - 10) ———，昭和31年；天塩国泥炭地土性調査報告，北海道農業試験場土性調査報告，第5編
 - 11) 北海道立農業試験場，昭和35年；北海道開拓地土壌調査報告書
 - 12) 川口桂三郎，松尾嘉郎，久馬一剛，1959；キレート化合物及びキレート作用の土壌学への応用（綜説），日土肥誌，30巻，130頁
 - 13) 三宅康次，田町以信男，1934；北日本における土壌の生成過程（第1報），気候的土壌型，日土肥誌，8巻，353頁
 - 14) 岡本春夫，1934；泥炭地土壌並びに之に伴う漂白層について（予報），日土肥誌，8巻，257頁
 - 15) RUSSEL, E. J. 1950；Soil Conditions and Plant Growth（藤原ら訳），621頁，朝倉書店
 - 16) 佐々木清一，昭和35年；北海道土壌地理論，102頁
 - 17) THORP, J., L. E. STRONG, E. CAMBLE. 1957；Experiment in Soil Genesis — The Role of Leaching. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 21, 99.
 - 18) 内山修男，1960；土壌の生成論についての2，3の考察（綜説），日土肥誌，31巻，131頁
 - 19) 山田 忍，1958；火山噴出物の埋積状態から見た沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究，地団研専報，第8号
 - 20) ———，田村昇市，1958；フトサヌブリ統火山性土の酸性化の要因について（第2報），日土肥誌，29巻，193頁

Summary

This report was intended to make clear the following subjects. The phenomenon of greyish colored volcanic ash soil in the layer of peat soil.

The observations may be thus summarized.

1. TAMM's R_2O_3 , WAKSMAN's β -fraction and bases are leached from volcanic ash soil in Kushiro and Shinotsu peat soil, and are accumulated in peat soil layers directly under the volcanic ash soil. That is to say, the mechanisms of leaching and accumulation process in the peat soil are similar to podzolization.
2. Sandwiched volcanic ash soil layers correspond to the A_2 -horizon of podzol soil, they showed greyish white because of difficulty of forming a complex between humus and R_2O_3 .
3. The writers deduced that the phenomenon would occur in Sarobetsu peat soil containing no volcanic ash soil, if volcanic ash soil did exist there.
4. One of the mechanisms of R_2O_3 -leaching in the sandwiched volcanic ash soil, is caused by a complex reaction between organic acid and sulfuric acid.
5. There is much P_2O_5 in the layer of volcanic ash soil. The reason may be the difficulty of leaching of P_2O_5 , and increase of P_2O_5 bound weakly with R_2O_3 .