

【 緒 論

天北地方とは、一般に北海道北部の宗谷支庁全管内(利尻、礼文の離島を除く)、留萌支庁管内北部(幌延、天塩、遠別)、網走支庁管内北部(雄武、興部、西興部、紋別)および上川支庁管内北部(中川、音威子府)などを指しているが、これらに関する厳密な定義はない。

当該地方の開拓の歴史は古く、主として海岸線に限られ漁業が中心であった。しかし、内陸部は辺境な地理的条件と冷涼な気象環境のために開発が遅れ、農業を目的として入植したのは明治31年(歌登町)をもって嚆矢となし、その後大正末期の鉄道開通により各地の開墾が開始されたといわれる。当時は穀菽経営を主体としていたが、劣悪な気象条件下における子実生産は不利であることを

第 1 表 天北地方と根釧地方(中標津)および道央(札幌)の気象対比

地名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
気 温 平 均 (C°)													平均
稚 内	-5.9	-5.6	-1.8	4.0	8.4	12.2	16.7	19.6	16.6	10.7	3.0	-2.9	6.2
浜 頓 別	-8.3	-7.4	-3.4	4.4	10.0	13.1	17.7	19.6	15.9	9.9	1.3	-4.5	5.7
枝 幸	-7.4	-6.8	-2.9	4.1	8.7	11.2	16.0	18.3	15.8	9.6	1.8	-3.4	5.4
雄 武	-7.8	-7.1	-3.3	4.0	8.6	11.1	15.9	18.0	15.3	9.2	1.5	-3.6	5.1
中 標 津	-8.6	-8.6	-3.7	3.2	8.9	12.6	16.9	19.3	15.5	9.4	2.5	-4.4	5.2
札 幌	-5.5	-4.7	-1.0	5.7	11.3	15.5	20.0	21.7	16.8	10.4	3.6	-2.6	7.6
平 均 降 水 量 (mm)													合 計
稚 内	94	62	65	63	78	70	112	105	152	129	120	112	1,160
浜 頓 別	130	94	64	38	54	71	103	108	113	106	84	70	1,035
枝 幸	109	75	81	68	82	106	126	156	130	112	93	102	1,239
雄 武	67	50	57	50	73	93	115	144	111	82	71	49	960
中 標 津	41	31	70	80	106	103	110	141	191	122	79	56	1,130
札 幌	111	83	67	66	59	67	100	107	145	113	112	104	1,134
平 均 日 照 時 間 (h)													合 計
稚 内	42.4	78.7	146.0	183.9	202.6	176.9	163.8	179.8	188.4	156.8	72.8	37.6	1,629.8
浜 頓 別	57.5	92.1	120.3	152.9	171.2	138.1	126.0	121.3	157.5	143.6	82.5	45.0	1,408.0
枝 幸	72.8	100.8	149.0	194.1	192.2	137.3	129.8	133.0	168.3	152.1	96.2	66.7	1,592.3
雄 武	88.2	109.7	166.1	198.1	189.6	158.8	146.3	139.2	171.7	159.8	111.3	88.6	1,727.2
中 標 津	139.2	149.5	169.0	173.0	157.0	135.5	108.1	119.1	125.9	145.4	134.4	119.3	1,675.4
札 幌	98.6	112.1	157.9	198.6	212.6	204.5	189.7	200.8	173.0	165.6	111.5	91.3	1,916.1

項目	最深雪量	5~10月の日照時間	晩霜日	初霜日	無霜期間
地名	cm	h	(月 日)	(月 日)	(日)
稚 内	90	1,068.3	5. 6	10. 18	167
浜 頓 別	113	857.5	5. 19	10. 8	142
枝 幸	113	912.7	5. 15	10. 20	158
雄 武	67	965.4	5. 17	10. 19	153
中 標 津	75	791.0	5. 26	10. 1	129
札 幌	81	1,146.2	5. 11	10. 9	151

体験することによって、導入作物も根菜類に切替えられ、稚内市勇知地区、歌登町など、馬鈴薯特産地として名声を博する地帯も出現するに至った。

一方、作物生育期間における寡照、低温の気象環境を克服しうる作物は、必ずしも登熟を必要としない牧草以外にないことを

知り、酪農経営に踏切った先駆地域は道東の根釧地方である。作物生育条件がほぼ類似する天北地方も、これよりの刺戟と農民自身の自覚によって遅ればせながら経営の転換が開始されたのである。

これらの情勢とほぼその期を同じくして、農業基本法の制定によって作物の選択的拡大政策が樹立されると、天北地方の草地開発化に拍車がかかり、ここに根釧地方とともにいわゆる天北農業と称せられる「草と牛」を基幹とする主畜酪農経営に燭光を見出し、その確立に努力を続けているのである。

我が国における草地農業 (Grassland farming) の代表的地域である根釧地方、小岩井、外山牧場、那須、八ヶ岳山麓、蒜山地方、阿蘇、霧島山麓などの主要地帯は、いずれも火山性土に被覆された地帯である。このことは、牧草による収益が牛の腹を通す迂回生産であって利益率が低く、農家経営を成立させるには大面積を要するため、市乳生産を主とする都市酪農やブリーダー地帯を除き、地代の高い土地への牧草導入は疎外されるためであろう。つまり、草地は低地力の火山性土で、しかも条件の悪い山麓傾斜地帯にその中心を置かざるをえない必然的な宿命を負わされているのであって、今後もこの傾向をたどることは想像に難くないのである。

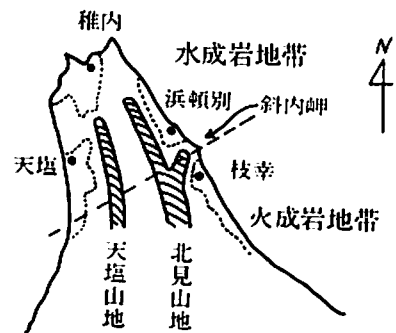
さて、天北地方の農業は低湿地の泥炭地帯よりも比較的開発の容易な台地上の重粘土地帯に展開し、さらに草地農業へと転換する過程をたどっているのであるが、近年、北海道開発局重粘地研究グループ(北川、松野、佐久間、近堂)によって、丘陵性台地は海成または湖成洪積段丘であること、さらに重粘土と呼称されている土壌の分類学的位置付けが明確化されるに至った。すなわち、天北農業はこれら鈣質土壌に立脚しているのであって、我が国の主要酪農地帯が火山性土である点と大きく趣きを異にするのである。

火山性土は火山よりの噴火拋出によって地表に被覆堆積したもので、一様な拡がりや整然たる層状を形成する場合が多い。山田⁹⁷⁾は摩周統火山性土壌の分布範囲について調査した結果、標準堆積

地点を中標津町計根別地区に求め、これをもって根釧火山性土壌の代表断面と見なした。引き続き早川⁸⁾は当該地点の土壌や、根釧農試圃場を用いて edaphological な解明を実施し、この成果は Pilot Farm をはじめとする根釧全管内の草地造成管理技術に組み込まれ、高く評価されたのである。すなわち、火山性土は噴出源からの遠近によって、火山灰層の理化学性⁷⁸⁾、化学性⁷⁴⁾に差を生ずることが近年明らかになりつつはあるが、本質的な母材が異なるわけではなく、代表地点の解析をもって地域性を論じうることはある程度可能である。一方、鈣質土壌は地質母材、生成年代、生成風化過程などの諸要因が複雑に錯綜しており、火山性土のように単純ではない。

そこで、天北地方における地勢や出現する土壌に関する一般的特性について述べるとつぎの通りである。

地勢は北見、天塩の両脊梁山系が天北地方のほぼ中央を南北に走っているが、標高は低く、これより海岸にかけて丘陵地、山麓緩斜面、海岸段丘、河岸段丘などの地形となり、草地酪農の基盤となる地帯は主として数段よりなる段丘面である。また、これらの山系に源を発する10有余の河川流域には大小の湖沼と、これに付随する泥炭地帯が沖積地として存在しているが、酪農圃の真空地帯として草地開発化の気運にある。土壌母材²⁶⁾は大別して利尻火山噴出物、未固結堆積物、古赤色風化殻および固結堆積岩からなる。地質的には第1図に掲げたが、浜頓別町斜内岬に突出する日



第1図 地質分布模式図

高果層群を境に、北部は水成岩地帯と南部は火成岩地帯に模式的に分けることができる。このように天北地方の土壌は複雑な因子の組合せであるが、草地酪農の展開の場として考えるならば、主として洪積段丘面上に生成される土壌の性格について検討を試みれば十分である。

まず、土壌の生成作用は当該地域の気候環境によって大きく支配されるものである。従来より出現する土壌型と気候との関係について、土壌地理学の見地より検討が行なわれており、とりわけ R. LANG の Rain factor, A. MAYER の N-S-Quotient に関する論議が多く、これの我が国における適用性については日下部⁴⁰⁾、菅野⁴²⁾の研究がある。

天北地方の気象観測値から算出される Rain factor および N-S-Quotient は、佐々木⁷⁵⁾によれば枝幸で 216.9, 919, 稚内で 191.4, 659 であるという。この値はポドソル性土壌の出現を示唆するものであり、とくに北農試の分類²⁸⁾による東側のオホーツク海面気候区に属する東天北地域は年平均気温 5°C 強を示すから、土壌の水分洗滌条件さえ具備すればその可能性は高いのである。

この考え方を根拠として気候的土壌型に関する研究について三宅、田町^{56), 57)}は、幌延町間寒別附近以北に真のポドソルが存在することを認め、他の大部分はポドソル性土壌出現の可能性があるとし、その後、石塚、佐々木^{34), 35), 36)}によって本研究が伝承された。さらに佐々木⁷⁵⁾は北海道土壌地理論のなかで詳細な検討を行ない、天北地方は北部北海道地域として分類し、排水良好な中性岩～塩基性岩土壌では Gray brown podsollic soil - Leached brown forest soil - Brown forest soil という連続した発達を見、排水不良になるとグライ層の発達、泥炭の出現を見、また酸性岩あるいは酸性の母材に由来する土壌では Podsol または Brown podsollic soil が見出されるとした。

以上の諸研究は、気候的土壌型を主体とした純粋な pedological research であり、とくに本州で

山岳地帯により見られないポドソル性土壌が当地方の農耕地帯に出現することは注目に値すると考えられる。

さて、天北地方には広大な洪積段丘地が発達し、この上にいわゆる重粘土の分布がみられる。北農試の調査によれば、第 2 表に掲げたように農用地面積に対する比率はすこぶる高い。この場合、瀬尻ら^{81), 82)}は農学会法に準拠した系、統、区

第 2 表 重粘土の分布 (北海道農試)

支庁	項目	重粘土帯	重粘酸性地帯	重粘酸性過湿地帯	重粘過湿地帯	合計	農用地面積に対する比率
		(ha)	(ha)	(ha)	(ha)		
宗谷			66,105.7	7,086.0		73,191.7	88.7
網走		9,155.1	35,822.3	18,320.3	2,379.1	65,696.8	42.6
留萌			30,529.0			30,529.0	55.0
全道		60,897.2	387,630.5	60,726.8	2,796.1	512,250.6	16.0

の命名法を用い、最細分類の区単位は母材および表層、下層の特徴に基づいて設定されている。従って重粘土は分類基準に該当せず、当該地区が重粘土地帯であるという表現をとった。

重粘土は北海道における 5 大特殊土壌の一つとして挙げられているもので、農作業および肥培管理上に取り扱いの困難な粘質、堅密な土壌についての慣行的に使用している用語である。つまり、重粘土とは生成論的分類位置を規制しているのではなく、各種の生産障害要因が集約された意味が包まれているのであって、pedo-edaphological な範疇に属していると考えべきである。それゆえに、瀬尻らも前述のような調査分類法をとったのであろう。

北海道開発局重粘地グループ²⁸⁾は土壌調査に表層地質学的手法を導入駆使し、数年間にわたって道北地方における重粘性土壌の生成分類と土地改良の関係について詳細な研究を実施した。このうち重粘土に関する報告を紹介するとつぎの通りである。

- 1) 道北地方の台地に出現する土壌型を下降式分類体系によって分類すると
成帯性土壌 { ポドソル性土壌
酸性褐色森林土

成帯内性土壤 { 疑似グライ土
 停滞水グライ土
 泥炭土
 クロボク土(利尻ローム)

およびこれらの重型よりなっている。いわゆる重粘性土壤の多くは疑似グライ土で代表される成帯内性土壤であり、その工学的特性は水分環境に強く規制される。

2) 母材の特性により重粘性土壤を区別すると

- ① 海岸、河岸段丘堆積物として陸水～潮水性の環境に堆積した粘土を母材としたもの
- ② 古赤色風化殻に由来する粘質なものと
- ③ シルト岩、頁岩の風化物を母材とする残積土
- ④ 斜面堆積物の角礫を含むシルト、粘土を母材としたもの

これらのことより、典型的な重粘土(紋別市小向土壤のような)は疑似グライ土で、①を母材にしているものが多いことがわかった。

すなわち、本研究によって重粘性土壤の生成条件と、分類上への位置づけがなされたことになり、今後における土壤改良、肥培技術などの対策を推進する上でもこの業績は高く評価されるべきである。彼らの分類から考えると重粘土地帯といわれていた宗谷管内は、疑似グライ土として取扱われている浜頓別町ボンタチナイ、その他数地区を除いては成帯性土壤となるわけで、意識的に鈹質土壤地帯(もちろん、重粘土地帯も含むが、強調できなくなった)と呼び変える必要がある。

つぎに、これらの段丘面においては、連続的に各種の土壤型が見出される。この様相を土壤学的にはカタナと称しており、微地形の差により酸性褐色森林土—疑似グライ性土壤—泥炭質グライ土—泥炭土などが出現するのである。石塚、佐々木、本間³⁷⁾は当別町中小屋地区において、地形の高低差により連続変化する土壤型を認めた。この研究は本邦におけるカタナに関する最初の報告であろう。その後、本州においても林地、山岳土壤では梅村³⁹⁾、近藤⁴⁰⁾、山谷¹⁰⁾、牧野⁵¹⁾の地形や気温、湿度の変化が激しいことによる土壤型の出現や、粗腐植の集積、樹種、林相との関係などについて

の研究がある。天北地方の土壤については、佐々木⁷³⁾が浜頓別町周辺の農耕地を中心に瀬尾ら⁸²⁾の分類による土壤区をカタナの見地より検討を加え、佐久間⁷²⁾は雄武町曙地区においてカタナ土壤の理学性に関する研究を水文学的に行なっている。すなわち、天北地方の気候条件から考えて、周期的洗滌条件型の水分条件を具備しながらも、微地形の差と土壤母材の難透水性の影響が土壤の水分環境を規制するのである²⁶⁾。平坦な農耕地帯でこのように特徴的なカタナの傾向を示す地域は他にみられない。

以上、洪積段丘上に分布する重粘性土壤の性格が明確化され、さらにカタナに関する配慮を認めざるをえないので、天北地方における土壤の牧草生産力を検討するに際しては、土壤型を念頭に置くことによって組織的、系統的に研究を進めることができ、edaphologyとpedologyの関連追究にも有力な手段であるといえよう。

天北地方には昭和17年、紋別市小向に紋別重粘地試験地(現北農試重粘地研究室)の設置を見、特殊土壤としての重粘性土壤の改良対策試験が開始された。昭和38年には道立農試宗谷支場(現道立天北農試、浜頓別町)に土壤肥料科が新設され、ここに因、道一体の組織的な研究体制が確立され今日に至っている。

現在までに発表された諸成績をみると、土壤理化学性に関する報告が圧倒的に多い。まず、深耕、心土耕および堆肥の併用効果によって、堅密な柱状、カベ状などの土壤構造を破壊、膨軟化し、根圏の拡大を策することから試験が開始された。続いて、構造間の有効孔隙の増加や粘質な性格の改善によって耕耘性の効率化を図った海砂の客入試験²⁷⁾が行なわれた。一方、土壤水分の調節に関しては、下層土の過湿を排除する目的で暗渠の深さ、間隔などについて検討が加えられた。しかし、B層は堅密で土壤水分の関与する有効孔隙に欠乏しており、乾燥時は旱魃、多雨時はB層が不透水層となって地上停滞水を生じて湿害を惹起せしめ、暗渠のみでは効果が薄いことが知られた。従って、心土破碎工法^{22), 24)}を併用することによってB層を破壊して通気、通根性および有効水

分の保持を良好にする技術が確立されるに至った²⁹⁾。

以上の実証試験とは別に、理学特性の研究については森、増島ら、箱石ら⁴⁾は土壌微細構造と孔隙性について検討し、木下ら⁴³⁾は有効孔隙量の不足による土壌水分保持力の貧困性について述べた。また、重粘地グループ²⁶⁾は道北地方に分布する土壌型の性格を明らかにした上で、土壌の理化学性と土地改良法を論じ、前述実証試験との関連性を明確化して体系づけたのである。

以上のことから重粘性土壌の理学的な一般特性をまとめると、基本的性質(粒度組成、密度、三相分布、構造など)、工学的性質(硬度、アッターベルグ限界、破壊の強さ)および水分物理性(浸透能、水分恒数、水分保持機構など)の不良性に集約しうることになる²⁶⁾。

土壌の化学的性質に関しては森、佐々木ら^{59)、60)}、近堂⁴⁷⁾、重粘地グループ²⁶⁾など pedologist による土壌生成分類を目的とした性格—例えば、粘土鉱物、塩基置換性、無機膠質物など—が解明されつつあるが、土壌生産力との関連下で検討されたデータに乏しい。すなわち、地質母材に由来する強酸性対策としての石灰適量試験が多く、さらに浅薄耕土に対する有機物施用、そして磷酸施肥など、前述土地改良に付随する土改資材の効果試験に偏重した嫌いがあった。従って、各土壌の層別に関する生産力特性、とくにA層の重要性(無機成分、腐植の性格など)、そして栽培作物との反応など edaphological な解明については未知の点が多すぎる。

以上のように、天北地方において土壌の化学性より理学的性質の追求と改善策が先行したのは、①重粘性土壌の改良による一般畑作物の根圏確保を標榜していた、②段丘土壌の性格が不明のため、すべて重粘性土壌として取扱っていたなどに起因すると思う。もちろん、これらの試験結果は段丘土壌における土地改良事業と直結し、劣悪な理化学性の改善による作物の飛躍的な増収に寄与した役割りはきわめて大きいのである。

しかしながら、冒頭に述べたように、天北地方が草地酪農に転換した現時点において、対象作物

が根菜類から牧草に切替ったことによる意義を土壌肥科学的観点から改めて検討してみる必要がある。

1) 草地造成法との関連から

草地造成法は耕起法と不耕起法に大別されるが、前者については耕起、砕土、整地の一連作業工程よりなり、一般畑作物と何ら相異なる点がないので学問的興味はもっぱら後者に集中し、これに関する諸研究が多い。三股ら⁵⁵⁾による蹄耕法の技術確立と平行して、デスクングなど表層を攪拌する程度の機械工程の導入法¹⁷⁾、雑草と牧草の再生力の差を利用する掃除刈法¹⁷⁾、放牧方式との組合せによる方法¹⁸⁾、フロストシーディング法などが開発された。引き続き道内各地で実証試験が行なわれ、現在における研究方向は不耕起造成の要因解析^{19)、65)}に重点がおかれている。

以上は火山灰地帯を中心とした結果であるが、天北地方でも開発局²⁴⁾による重デスク方式、クリヤリングブレード方式、及川ら⁶³⁾による蹄耕法をも含めた不耕起諸方式による牧草収量は、造成後2～3年目で耕起法のそれに匹敵することが明らかになった。

すなわち、不耕起造成法の要点は、牧草種子が土壌へ密着することによる円滑な水分供給と、幼牧草と雑草の生育競合の調整にある。従って、牧草のスタンドさえ確立すれば、事後は適切な施肥管理によって徐々に耕起法の収量に到達することになる。ここで特徴的なのは牧草根圏と土壌の密度であって、他の一般作物では到底生育不能な条件を克服—適応—しうるのが牧草であると考えられる。その点火山性土における土壌理化学性はある程度緩和された状態にあるが、天北地方の鉱質土壌であっても本法が成功する理由を考えると、牧草は土壌理化学性の悪影響をマスクしてしまう可能性が高いと思われる。

2) 土地改良との関連から

天北地方の農業基盤として供試されるいわゆる重粘性土壌(疑似グライ土など)は、母材や風化過程に由来する化学性よりはその理学上の不良性が問題視されやすい。これの基礎研究と改善策については既述したが、改めて小向土壌を用いた池ら³¹⁾

の基盤整備に関する試験結果をもとに考えてみたい。

まず、昭和41年度において心土破碎(堅密なB層の破壊と地表水の排除)や弾丸暗渠、土管暗渠の渠間距離の組合わせ(水管理対策)による試験で、対照区(収量指数100)に対し、最高収量をえた区は馬鈴薯で心破+弾丸暗渠5m区(指数289)、燕麦も同区(指数123)、アカローバは心破+弾丸暗渠2.5m区(指数106)となった。昭和42年には各牧草を供試し、対照区に対する最高収量を挙げた区の指数は、チモシー:100、オーチャードグラス:102、アカローバ:130、アルファルファ:188であった。また、昭和42年における総合土地改良区(心破、暗渠、深耕、砂客土の併用)の効果は、甜菜で収量指数255であるのに対し、牧草は132を示した。

以上の事実から、根菜類の増収率が高く、さらに地表停滞水による湿害の防止にも卓効がある。しかし、牧草では管理作業面にその効果は顕著であるが、増収効果は意外に鈍感であることが理解される(アルファルファの場合は土壌の湿性を嫌うので効果は高い)。

すなわち、かつて天北地方が根菜栽培を主体としていた時代の重粘性土壌に対する土地改良は、何をさておいても先行する必要性があった。草地酪農に転換し、未利用農用地をも大幅に草地化しようとしている現在では、理学性改善の優先性を固執する根拠に乏しいようである。また佐久間²⁾によれば、土地改良の使命は疑似グライ土の特徴的な水分環境や堅密なB層を根本的に改変して酸性褐色森林土のそれと類似の状態に近づけることにあるという。このことから考えると、当地方に分布する土壌型のうち必ずしも土地改良を必要としない農用地も多いことになる。さらに、土地改良事業が導入されない不耕起造成法の成立する意味をも考慮しなくてはならない。

以上述べたように、牧草は一般畑作物と異なっており、劣悪な土壌の理学性にあまり拘泥せず、適切な肥培管理によって容易に増収が約束されると考えられるのである。一般に欝質土壌は火山性土壌よりも高地力であるとされており、事実昭和40年

農林省統計によれば、ほぼ同一気候条件下にある根室地方の混播牧草収量との比較でも1,520kg/10aに対し、当地方は2,750kg/10aと1.8倍の高収である。換言すれば、普通作物栽培条件下では劣悪な天候と土壌の理学性とその持てる生産力をマスクしていたと考えるべきであり、牧草はこの阻害性を除去しうる作物であると思う。

基盤整備の効果は付随する肥培管理技術の確立によってさらに加速度的に増大する可能性が大きく、より高次の目標収量を掲げうるものの、当面の問題としては草地の維持管理対策が必要と考えられるのである。

以上のことより、当面天北地方の草地研究に対する土壌肥料学的問題点は、理学性もさることながら、化学特性に重点をおいた生産力増強法にあると思う。幸い、草地酪農の展開地である段丘面を中心に各種土壌が出現するので、牧草を **sign crop** として主要土壌の **edaphological** な検討を試みよう企画したものである。

本稿を草するに当たり、本研究遂行の途次および取極めについて、北海道大学名誉教授石塚啓明博士には終始懇切なご指導をいただき、ご校閲を賜わった。また、北海道大学教授広瀬可恒博士および同教授田中明博士には本稿のご校閲をいただいた。本研究の途次および取極めに際する種々の問題点と2、3の実験について北海道大学教授佐々木清一博士と文部教官矢沢正士氏、北農試土壌第一研究室長羽道三氏と農林技官天野洋二氏には種々のご指導とご便宜をいただいた。また、帯広畜産大学名誉教授山田忍博士には、本研究の遂行に際して有益なご助言をいただいた。

本研究は昭和38年度より道立天北農試土壌肥料科に設置された農林省草地土壌指定試験事業の研究成績のうち、主として昭和42年度以降の分について取極めたものである。この間、前場長松村宏氏(現道立新得畜産試験場長)、現場長高倉正臣氏および道立中央農試化学部長森哲郎氏には終始変わらぬご激励をいただいた。そして、前農技研化学部長石沢修一博士(現神戸大学教授)、前北農試農芸化学部長江川友治博士(現農業技術研究所長)をはじめ農林省関係各位には適切なご指導をいただいた。

筆者が昭和35年より草地土壌の研究に従事して以来、現在に至るまで直接あるいは間接の指導者として北農試草地第一研究室長早川康夫博士には変わらぬご叱声とご教示をいただいた。本研究の取極めに際し、当場の前土

壤肥料科長豊田広三博士（現草地試山地支場土壌肥料研究室長）および前同科員平島利昭氏（現道立根釧農試草地科長）によって開始され、筆者らによって継続された試験結果の一部も使用させていただいた。また、同僚の研究職員大崎玄佐雄氏、関口久雄氏（現道立根釧農試土壌肥料科）、坂本宜崇氏および山神正弘氏には本研究の遂行に当たり絶大なるご協力をいただき、有益な論議をともにする機会をえた。その他、本研究に関し諸先輩、同輩諸氏からご助言とご便宜をいただいた。

以上の諸氏に心から感謝の意を表する次第である。

II カテナに出現する土壌型の特徴比較

1 目的

天北地方における草地酪農の基盤となる地域は、主として数段よりなる洪積段丘地である。当該土壌の耕起時における土色を観察すると必ずしも一様ではなく、また、均一施肥条件下でも牧草の初期生育は不整を示すことが多い。さらに利用中の草地における植生の景観は、局所的に縞状またはモザイク状の草生や濃淡の葉色を呈したり、時にはイグサ、スゲなどの湿性植物の混生を目撃する場合にしばしば遭遇する。すなわち、これらの現象は一見平坦状の農耕地であっても、微地形の差と水文学的条件によって生成された数種の土壌型が入り組み、この影響が植生に反映した結果であると考えられる。

さて、当地方に出現する生成的土壌型は、成帯性として酸性褐色森林土、ポドソル性土であり、成帯内性として疑似グライ性土壌が段丘台地上に生成され、これら3土壌の相互移行型が土壌亜型として数多く認められている。その上、土壌母材の種類が多く、しかもこれと土壌型の組合せは多岐に及ぶことになり、画一的な肥培法では適切な草地の維持管理は期し難いのである。従って、これら土壌の生産的特徴を検討する場としては、カテナ的に連続配列を示す地点を求めて要因解析を実施することが効率的であろう。

前述のように、出現する土壌型が植生を強く規制することは疑いのない事実である。しかるに、カテナは pedological に取扱われる例は多いが、edaphology にまで言及した研究は少ない。石塚、

佐々木ら³⁷⁾は当別町において地形の高低差により出現する土壌型と植生が対応することを認め、また山田³⁸⁾、田村³⁹⁾は十勝における火山灰土壌をカテナ的概念で乾性型から過湿型に至る4土壌型に大別し、これに関する植生について報告している、などにすぎないのである。

天北地方におけるカテナは、必ずしも地形の高低差や拮かりがなくとも、狭少な面積内で出現するのが他地域に見られない特徴である。

以上の諸点に着目し、当地方の代表的な土壌型の出現するカテナを材料として edaphological に検討しようとするものである。

2 天北農試場内に出現するカテナ

1) 試験地の概況

道立天北農試（浜頓別町）第2圃場の明渠排水溝（深さ1~1.5m）の断面をみると、天北地方を代表する土壌型—酸性褐色森林土、疑似グライ性酸性褐色森林土、ポドソル性土壌、泥炭質グライ土および泥炭土壌—がカテナ的配列をしていることを認めた。

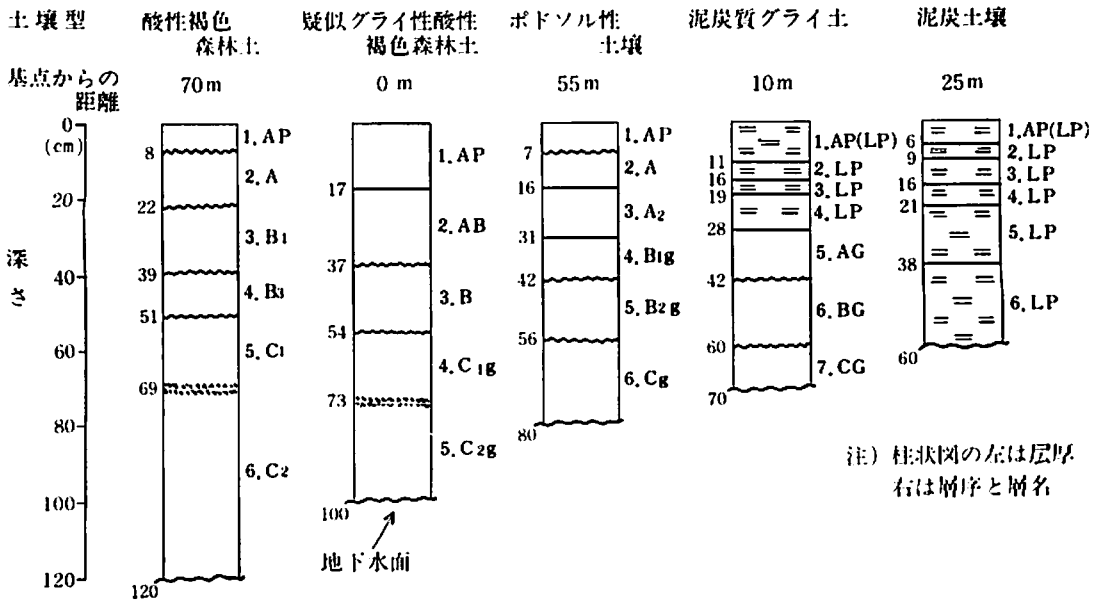
調査当日は排水溝内に地下水が停滞していたので、地表面より水位までの深さを測定したところ、基点と酸性褐色森林土の出現する地点の高低差は約20cmにすぎず、両地点間の距離も約80mであった。

当試験地点は浅茅野台地の末端で、古砂丘⁴⁰⁾に堆積した海成洪積層（砂礫岩、泥岩質、利尻ローム混入）であって海岸段丘（T₂下位面）となっている。

供試した5土壌の断面柱状図は第2図の通りであり、その詳細はつぎのようである。

酸性褐色森林土（以降の報文中にはB.Fと略称する）…1層（0~8cm）：Ap層、黒褐色（5YR_{2/6}）、粉状構造、密度粗。2層（8~22cm）：A層、黒褐色（7.5YR_{2/6}）、粉塊状構造、密度粗。3層（22~39cm）：B₁層、暗褐色（10YR_{2/4}）、塊状構造、密度粗。4層（39~51cm）：B₂層、褐色（10YR_{2/4}）、垂角柱状構造、密度中。5層（51~69cm）：C₁層、褐色（10YR_{2/4}）、角柱状構造、密度密、鉄膜あり。6層（69cm~）：C₂層、明褐色（7.5YR_{2/6}）、角柱状構造、密度密、鉄膜、マンガン結核あり。

疑似グライ性酸性褐色森林土（略称PsB.F）…1層



第 2 図 供試土壤の断面柱状図

(0~17cm) : Ap層, 黒褐色 (10YR $\frac{3}{2}$), 粉状構造, 密度粗。2層(17~37cm) : AB層, 褐色(7.5YR $\frac{4}{3}$), 塊状構造, 密度中。3層(37~54cm) : B_g層, 灰褐色(7.5YR $\frac{6}{3}$), 角柱状構造, 密度密, 斑鉄斑紋あり。4層(54~73cm), C_g層, 灰橙色(7.5YR $\frac{6}{3}$), 角柱状構造, 密度密, 斑鉄斑紋多し。5層(73cm~) : C_{2g}層, 灰橙色(7.5YR $\frac{6}{3}$), 角柱状構造, 密度密, 斑鉄斑紋きわめて多し。

ポドソル性土壤(略称 Pod)… 1層(0~7cm) : Ap層, 褐色(7.5YR $\frac{4}{3}$), 粉塊状構造, 密度粗。2層(7~16cm) : A層, 黒褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$), 塊状構造, 密度中。3層(16~31cm) : A₂層, 褐灰色(7.5YR $\frac{6}{3}$), 塊状構造, 密度中。4層(31~42cm) : B₁層, 褐色(7.5YR $\frac{4}{3}$), 垂角柱状構造, 密度密, 鉄斑被膜あり。5層(42~56cm) : B_{2g}層, 褐色(7.5YR $\frac{4}{3}$), 角柱状構造, 密度密, 鉄斑被膜多し。6層(56cm~) : C_g層, 明褐色(7.5YR $\frac{6}{3}$), 角柱状構造, 密度密, 鉄斑被膜多し, マンガン結核あり。

泥炭質グライ土(略称 P.G)… 1層(0~11cm), Ap層(Lp…構成植物ヨシ), Post 法分解度 H=4, 黒褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$), 粉塊状構造, 密度粗。2層(11~16cm) : Lp層(ヨシ, 火山灰混入), H=4, 暗褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$)。3層(16~19cm) : Lp層(ヨシ), H=5, 黒色(10YR $\frac{1}{4}$)。

4層(19~28cm) : Lp層(ヨシ), H=3, 暗褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$)。5層(28~42cm) : AG層, マック, 黒色(10YR $\frac{1}{4}$), カベ状構造, 密度中, 粘性大, 管状鉄斑, ヨシの根が貫入。6層(42~60cm) : BG層, 黄褐色(10YR $\frac{4}{3}$), カベ状構造, 密度中, 粘性大, 斑紋鉄斑きわめて多し。7層(60cm~) : CG層, 淡褐灰色(7.5YR $\frac{7}{4}$), カベ状構造, 密度大, 粘性大, 管状鉄斑多し, 強グライ性。

泥炭土壤(略称 Peat)… 1層(0~6cm) : Ap層(Lp…ヨシ), H=4, 黒褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$), 粉塊状構造。2層(6~9cm) : Lp層(ヨシ, 火山灰混入), H=4, 褐灰色(7.5YR $\frac{4}{3}$)。3層(9~16cm) : Lp層(ヨシ), H=4, 黒褐色(7.5YR $\frac{3}{2}$)。4層(16~21cm) : Lp層(ヨシ), H=5, 黒色(10YR $\frac{1}{4}$)。5層(21~38cm) : Lp層(ヨシ), H=3, 褐色(7.5YR $\frac{4}{3}$)。6層(38cm~) : Lp層(ヨシ), H=3~4, 黒褐色(5YR $\frac{2}{2}$)。

B.Fは腐植が上層より下層へと漸減し, C₂層に若干の鉄斑を認めるが, 透水傾向は洗滌型で排水は良好である。PsB.Fは下層に斑紋, 鉄斑が生成され半湿性である。農試験場内においてはB.FとPsB.Fの2土壤型が大部分で, 通称重粘土といわれている疑似グライ性土壤は認められない。Po dは下層にg層を認めており, 地下水型ポドソルと

考えられる。漂白層である A_2 層は層厚 15cm であるが、その下位部がやや酸化的な徴候を示しており、微傾斜面にあるので土壌が弱い 2 次的な集積をうけたのではないかと推定しているが詳細は不明である。当カテナのなかでポドソルが出現することは、他の土壌型もポドソルの溶脱、集積の影響をうけているのではないかと考えられる。P.G はいわゆる亜泥炭土壌と同じで、下層の鉄質土壌は強グライ性を示す。本土壌はヨシを構成植物とし、分解度が高く、Peat においても同様である。P.G および Peat の 2 層に若干の火山灰の痕跡を認めたと、雌阿寒梳火山灰¹¹⁾ではないかと思われる。

以上のことを総括すると、伏武カテナを含め天北農試場内に出現する土壌は、地下水の影響を受けやすい酸性褐色森林土およびその亜型であって、しかもポドソル的な働きをうけている土壌といえそうである。換言すれば、主土壌型は第 7 次分類試案⁷⁾の Andic aquic dystrochrept と表現しうると考えられる。

2) 粒径組成と一般化学性

まず、第 3 表に各土壌の粒径組成と 3 相分布について掲げた。

B.F の土性は LiC~CL で、下層は粘土含量が少なくなった。全体として気相の割合は他土壌より高く、従って上から下への洗滌型の水分環境をとるものと思われる。

PsB.F は B.F よりも微砂、粘土が多く、3 層 (B) では粘土 41% と集積の傾向がある。また本層より下層は固相率が高く気相率が低下していた。

Pod は LiC の土性を示すが、4 層 (B_{1g}) はポドソル化作用による粘土分の集積層と考えられ、気相率、孔隙率も低い。本土壌の下層は固相が高まり、気相の低下が目立った。

P.G はカテナの低位斜面に位置する関係上、泥炭質部分には土砂の混入量が多く、とりわけ鉄質土壌 (5 層) の直近上位層はこの影響が強い。また 2 層における灰分の主体は混入火山灰によると思われる。5 層以下はグライ層で HC の土性を示し気相率も低い。これは地下水の上下移動によって

大きな粒径部分が沈下し、粘土分が残留集積したことを意味するもので、本表からも首肯しうる。

Peat も P.G の泥炭質部分と類似の傾向であるが、下層は液相で飽和された状態にあり、気相率が小さい。微地形によって生成された泥炭質土壌では高位傾斜面よりの土砂流入が特徴的で、泥炭としての定義⁹⁾を逸脱する可能性もありうる。この影響は土壌物理性よりも化学性に及ぼす場合が大きい¹⁰⁾と考えられる。

つぎに一般化学性について調査した結果を第 4 表に掲げた。

B.F の pH は下層になるほど上昇し、弱いグライ化作用をうけているように考えられる。T-N, T-C は漸減の傾向にある。無機態窒素は上層では $NO_3-N > NH_4-N$ であるが、下層になるとこの傾向が逆転するのは当然である。N/5HCL 可溶磷酸は 1 層でも 4.6mg/100g に過ぎず、有効態磷酸の欠乏がうかがわれる。一方、加里は上層に多いが、土壌の保有する量のほかに生物学的な還元によるものも多いと思う。

PsB.F の pH は下層になると若干増加するが顕著ではない。Y₁ は 13~17 の間にあり B.F よりやや高い。一方、T-N, T-C は 1 層が 0.5% および 6.28% であるが、下層では急に減少するのが特徴的である。この様相は後述する浜頓別町ボンニタナイ地区で認められる典型的な疑似グライ土では、1 層のみに腐植の集積がなされている事実に類似している。これは下層土の水分環境と理化学性の影響によると思われる。無機態窒素は $NH_4-N > NO_3-N$ で、B.F よりやや湿性化することによる微生物相の差¹⁰⁾であろう。N/5HCL 可溶成分については B.F と同様の傾向を示す。

Pod では表層の pH は低く強酸性を呈し、下層は漸増する。Y₁ は 4 層 (集積層) でやや高まった。また、T-N, T-C, 無機態窒素についても 3 層の溶脱層は少ないが、その直下層では多くなり、ポドソルとしての特徴の一端を示した。表層は腐植の集積量が多いのであるが、無機態窒素は依然として少なく、磷酸についても前記と同様である。加里は表層に多量含まれるが、腐植という形での

第3表 粒径組成と3相分布

酸性褐色森林土

層名	粒径組成(%)					土性	3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性		固相	液相	気相		
1 (Ap)	7.24	26.05	32.00	25.20	LiC	30.6	41.7	27.7	69.4	2.48	
2 (A)	9.27	21.62	37.65	21.85	CL	30.2	44.6	28.2	72.8	2.54	
3 (B ₁)	10.19	44.54	26.60	12.60	L	28.2	49.3	22.5	71.8	2.66	
4 (B ₂)	11.62	56.36	19.25	7.25	SL	29.6	54.4	16.0	70.4	2.64	
5 (C ₁)	12.58	54.52	20.85	7.45	SL	36.9	49.3	13.8	63.1	2.70	
6 (C ₂)	16.05	43.56	29.20	9.55	SL	43.0	45.5	11.5	56.0	2.73	

疑似グライ性酸性褐色森林土

層名	粒径組成(%)					土性	3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性		固相	液相	気相		
1 (Ap)	3.92	11.10	37.55	38.35	LiC	30.5	50.5	19.0	69.5	2.48	
2 (AB)	10.71	16.62	37.10	33.65	LiC	37.9	48.2	13.9	62.1	2.68	
3 (B)	4.48	9.95	42.90	41.65	SiC	42.5	47.0	10.5	57.5	2.77	
4 (C _{1g})	7.04	30.65	32.50	29.40	CL	44.4	44.9	10.7	55.6	2.87	
5 (C _{2g})	17.93	51.41	3.85	26.00	SCL	45.0	44.3	10.7	55.0	2.81	

ポドソル性土壌

層名	粒径組成(%)					土性	3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性		固相	液相	気相		
1 (Ap)	9.64	28.55	20.50	24.65	LiC	24.0	51.5	24.5	76.0	2.41	
2 (A)	3.32	13.16	40.35	28.45	LiC	26.3	63.5	10.2	73.7	2.29	
3 (A ₂)	8.45	20.58	33.80	33.80	LiC	42.6	47.7	9.7	57.4	2.51	
4 (B _{1g})	8.19	20.66	25.65	40.95	LiC	39.7	46.1	14.2	60.3	2.69	
5 (B _{2g})	10.68	41.64	23.25	20.55	CL	41.2	48.1	10.7	58.8	2.69	
6 (C _g)	19.11	45.45	23.10	9.20	SL	41.1	50.2	8.7	58.9	2.72	

泥炭質グライ土

層名	粒径組成(%)					灰分(%)	3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性		固相	液相	気相		
1 (Ap)					H	29.65	15.7	63.3	21.0	84.3	2.13
2 (Lp)					H	42.12	15.4	67.9	16.7	84.6	2.13
3 (Lp)					H	27.06					
4 (Lp)					H	40.76					
5 (AG)	0.40	10.56	17.40	62.75	HC		14.4	70.6	15.0	85.6	2.02
6 (BG)	2.02	7.60	31.75	55.80	HC		25.1	66.2	8.7	74.9	2.59
7 (CG)	1.33	8.84	37.10	51.40	HC		31.7	67.4	0.9	68.3	2.55
							42.1	57.8	0.1	57.9	2.61

泥炭土壌

層名	粒径組成(%)					灰分(%)	3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性		固相	液相	気相		
1 (Ap)					H	30.49	18.9	56.6	24.5	81.1	1.49
2 (Lp)					H	34.22	12.4	71.9	15.7	87.6	1.65
3 (Lp)					H	23.85					
4 (Lp)					H	25.68					
5 (Lp)					H	16.48	11.8	65.7	22.5	88.2	1.95
6 (Lp)					H	35.36	10.8	82.5	6.7	89.2	1.57
							9.2	85.8	5.0	90.8	1.67

第4表 一般化学性

酸性褐色森林土

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			N/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	計	P ₂ O ₅	k ₂ O
1 (Ap)	5.35	4.65	9.6	0.44	5.58	9.61	12.7	0.59	1.29	1.88	4.6	22.3
2 (A)	5.40	4.60	11.2	0.42	5.58	9.61	13.3	0.45	1.46	1.91	2.0	15.4
3 (B ₁)	5.30	4.80	7.4	0.34	3.52	6.07	10.4	0.58	1.47	2.05	4.3	8.6
4 (B ₂)	5.50	5.00	3.3	0.34	3.21	5.52	9.4	0.74	0.54	1.28	4.7	5.5
5 (C ₁)	5.60	5.05	3.4	0.26	2.67	4.60	10.3	0.62	0.26	0.88	3.9	4.4
6 (C ₂)	5.70	4.75	7.2	0.16	1.07	1.84	6.7	0.55	0.10	0.65	1.2	8.4

疑似グライ性酸性褐色森林土

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			N/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	計	P ₂ O ₅	k ₂ O
1 (Ap)	5.65	4.40	13.5	0.50	6.28	10.79	12.6	1.43	0.59	2.02	2.1	16.3
2 (AB)	5.65	4.40	16.1	0.26	3.12	5.36	12.0	0.99	0.64	1.63	1.0	9.4
3 (B)	5.75	4.30	19.6	0.13	0.59	1.02	4.5	0.86	0.28	1.14	0.4	9.3
4 (C _{1g})	5.75	4.35	17.2	0.05	0.24	0.41	4.8	0.81	0.32	1.13	0.4	10.5
5 (C _{2g})	5.70	4.25	17.1	0.08	0.48	0.81	6.0	0.68	0.46	1.14	0.9	13.5

ポドソル性土壌

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			N/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	計	P ₂ O ₅	k ₂ O
1 (Ap)	4.90	4.20	26.8	0.76	9.68	16.66	12.7	1.22	0.20	1.42	2.9	22.5
2 (A)	4.90	4.30	12.5	0.65	8.61	14.82	13.2	1.09	0.45	1.54	4.8	15.9
3 (A ₂)	5.40	4.35	21.9	0.24	1.96	3.37	8.2	0.68	0.23	0.91	1.8	11.6
4 (B _{1g})	5.05	4.30	27.8	0.26	2.64	4.55	10.2	0.72	0.58	1.30	2.7	16.9
5 (B _{2g})	5.10	4.50	22.2	0.13	2.26	3.88	17.4	0.77	0.31	1.08	2.8	4.2
6 (C _g)	5.30	4.55	17.1	0.18	1.82	3.14	10.1	0.70	0.06	0.76	6.0	4.3

泥炭質グライ土

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			N/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	計	P ₂ O ₅	k ₂ O
1 (Ap)	5.30	4.60	35.0	1.02	19.06	32.77	18.7	2.02	1.23	3.25	12.0	18.3
2 (Lp)	5.00	4.50	13.3	1.51	20.22	34.78	13.4	2.26	1.13	3.39	6.0	18.6
3 (Lp)	4.90	4.30	34.2	1.36	14.24	24.48	10.5	2.14	0.41	2.55	9.4	9.0
4 (Lp)	4.90	4.25	41.8	0.89	13.51	23.31	15.2	1.84	0.73	2.57	3.9	6.9
5 (AG)	4.75	4.00	51.8	0.34	5.17	8.89	15.2	1.27	0.82	2.09	1.0	7.6
6 (BG)	4.80	3.85	55.5	0.13	1.64	2.83	12.6	0.76	0.26	1.02	1.0	5.4
7 (CG)	4.85	3.90	53.8	0.10	0.77	1.33	7.7	0.62	0.25	0.87	0.3	7.2

泥炭土壌

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			N/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	計	P ₂ O ₅	k ₂ O
1 (Ap)	5.00	4.50	43.7	1.49	24.71	42.52	16.6	1.64	1.41	3.05	11.3	21.2
2 (Lp)	4.95	4.40	31.3	0.99	12.95	22.28	13.1	2.31	0.97	3.28	8.8	13.4
3 (Lp)	5.05	4.60	25.9	2.09	28.94	47.78	13.8	2.01	1.04	3.05	13.1	22.0
4 (Lp)	4.50	4.00	28.8	2.17	29.58	50.90	13.6	2.55	0.83	3.28	9.3	8.8
5 (Lp)	4.20	3.90	31.6	2.09	34.70	59.70	16.6	1.67	0.93	2.60	7.4	8.2
6 (Lp)	4.15	3.95	49.0	1.83	25.25	43.44	13.8	1.67	0.79	2.46	4.9	6.0

第5表 CEC、置換性塩基および各塩基の全分析結果(100g当たり)

酸性褐色森林土										
層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1 (Ap)	26.2	1.51	0.84	0.61	0.24	12.1	0.84	0.50	1.36	2.20
2 (A)	23.4	1.59	1.00	0.40	0.23	13.8	0.69	0.65	1.86	2.06
3 (B ₁)	25.9	1.28	0.28	0.27	0.23	7.9	0.70	0.99	1.32	1.54
4 (B ₂)	26.7	1.36	0.24	0.15	0.28	7.6	0.82	0.81	1.10	1.26
5 (C ₁)	23.9	0.60	0.40	0.14	0.39	6.4	0.92	0.79	1.12	1.32
6 (C ₂)	14.2	0.88	0.10	0.28	0.52	12.5	1.06	0.67	1.20	1.88

疑似グライ性酸性褐色森林土										
層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1 (Ap)	23.4	2.75	1.44	0.27	0.39	20.7	0.84	0.70	1.28	2.08
2 (AB)	13.7	1.00	1.00	0.18	0.25	17.7	0.98	0.62	1.60	2.44
3 (B)	14.2	1.24	1.81	0.21	0.30	25.1	0.63	0.66	1.32	1.24
4 (C _{1g})	14.6	1.47	2.13	0.24	0.36	28.8	0.74	0.53	1.44	1.88
5 (C _{2g})	18.8	1.91	3.05	0.36	0.54	31.1	0.77	0.61	1.70	2.06

ポドソル性土壌										
層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1 (Ap)	33.8	6.18	2.41	0.53	0.36	28.0	1.17	0.61	1.18	2.10
2 (A)	25.7	3.43	1.73	0.35	0.23	22.3	1.02	0.46	1.60	2.02
3 (A ₂)	14.9	2.23	1.36	0.16	0.18	26.4	0.57	0.55	1.64	1.00
4 (B _{1g})	23.7	1.83	1.32	0.17	0.30	15.3	0.73	0.55	1.86	1.48
5 (B _{2g})	23.7	0.88	0.32	0.11	0.32	6.9	0.49	0.61	1.44	1.42
6 (Cg)	23.2	0.68	0.08	0.12	0.33	5.2	0.45	0.54	1.06	1.58

泥炭質グライ土										
層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1 (Ap)	49.3	19.64	1.56	0.38	0.45	44.6	1.55	0.27	0.80	1.94
2 (Lp)	51.1	6.53	1.36	0.39	0.58	17.3	0.27	0.20	0.50	1.26
3 (Lp)	50.6	3.03	1.24	0.17	0.34	9.4	0.18	0.21	0.68	1.20
4 (Lp)	46.3	2.51	1.16	0.14	0.41	9.1	0.12	0.20	0.74	1.60
5 (AG)	39.4	2.07	0.48	0.19	0.37	7.9	0.12	0.17	0.80	1.96
6 (BG)	22.4	1.16	1.69	0.13	0.32	14.7	0.16	0.17	1.52	2.20
7 (CG)	18.2	1.51	2.73	0.18	0.29	25.9	0.16	0.27	1.70	2.14

泥炭土壌										
層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1 (Ap)	45.6	18.33	4.89	0.47	0.45	52.9				
2 (Lp)	37.9	9.80	3.12	0.26	0.31	35.6				
3 (Lp)	60.0	8.61	3.57	0.49	0.49	21.9				
4 (Lp)	65.7	3.91	1.28	0.21	0.42	8.8				
5 (Lp)	56.8	2.11	0.88	0.17	0.39	6.2				
6 (Lp)	62.8	1.36	0.68	0.11	0.51	4.1				

植物遺体からの供給による割合が高いと考えられる。

P.Gの上層は腐植質でありながらpHは高く、Ap層として的人為的な処理の介入によったものと思う。T-Nは1%を越えT-Cも極めて高く、泥炭としての性格は具備されている。5層以下は鈣質土壌で、その上部は腐植に汚染されているが、6、7層はグライ土壌で、T-N、T-Cも少ない。無機態窒素は $NH_4-N > NO_3-N$ であるが、泥炭質部分におけるその合計量は意外に少なかった。磷酸と加里はいずれも前記3土壌より多く認められた。とくに加里は土壌中における保持力が弱く¹⁰²⁾、開墾後たちまち減少する性格のものと考えられる。

PeatはP.Gと同様な土壌条件であるが、腐植の集積量が多いのでT-N、T-Cに富んでいた。また Y_1 が高い値を示したのは、土砂の混入と人為条件の介入によるためだと思ふ。

以上のことより、各土壌型は粒径組成、土壌3相分布にその性格を反映したが、大なり小なりグライ化作用をうけているようである。また、B.F → Peatへと腐植の集積作用が強く働き、生物生活史のcycle過程から還元された無機態窒素、N/5HCL可溶磷酸、加里が随伴増加していた。

3) 置換性塩基

第5表に5土壌のSCHOLLENBERGER氏法によるCEC(塩基置換容量)、置換性塩基および各塩基の全分析結果について掲げた。なお、Peatにおける塩基の全分析はP.Gの泥炭質部分に類似するため省略した。

B.FのCECは25me前後を示す。置換性塩基のうちとくにCaOの欠乏が甚だしく、Ap層である1層でも1.5meにすぎず、下層では激減する。飽和度も一般に低く、酸性褐色森林土(塩基未飽和褐色森林土)の特徴を反映していたが、6層になると12.5%とやや増加の傾向を認めた。このことより下層はg層的傾向があると考えられる。全分析によるCaOは0.69~1.06%、MgO 0.5~0.99%、K₂O 1.10~1.86%で層間の差は判然としない。Na₂Oは1、2層が2.4%、2.2%と多く認められた。

Ps.B.FのCECは1層を除いて一般に低い値を示し、逆に置換性塩基量は下層ほど増加の傾向にある。従って飽和度は増大する結果となり、S.H. ELLISのいうhydromorphousの影響が強く現われた。全分析による各塩基の量はB.Fとほぼ同様である。

Podでは表層が腐植質なため植物の還元にもとづく置換性塩基が集積した傾向を呈し、CECも若干高くなる。3層の溶脱層ではCECは低いが、塩基のleachingがあまり顕著ではないので飽和度に特徴的な差はない。下層土の塩基は漸減し飽和度も低い。これは本土壌が地下水型であることに基づくと考えられる。全分析結果では各要素とも溶脱、集積の傾向が認められた。

P.Gの泥炭質部分はCaOの集積がとくに表層に著しく、飽和度はCaOによって支配された。これは低位泥炭であることのほか、かって石灰による酸性矯正が行なわれたことによると思う。しかし、その直下層からのCaO、MgOは極めて少なく、大部分が置換性のfractionであることを物語っている。CECは約50meを示す。5層以下の鈣質土壌は水没条件下のG層で、Ps.B.Fのg層のように置換性塩基の高まりは認められない。

PeatではP.Gの泥炭質部分をさらに顕著にした傾向を示した。一般に腐植質土壌におけるCEC

第6表 腐植1%当たりのCEC (me)

層名	CEC (me) (A)	腐植 (%) (B)	(A)/(B) (me)
泥炭質グライ土			
1 (Ap)	49.3	32.77	1.50
2 (Lp)	51.1	34.78	1.47
3 (Lp)	50.6	24.48	2.06
4 (Lp)	43.3	23.31	1.98
泥炭土壌			
1 (Ap)	45.6	42.52	1.07
2 (Lp)	37.9	22.28	1.70
3 (Lp)	60.0	47.78	1.25
4 (Lp)	65.7	50.90	1.29
5 (Lp)	56.8	59.70	0.95
6 (Lp)	62.8	43.44	1.44

は高い値をとることが多い。LYON & BUCKMAN⁵⁰⁾によると、腐植1%増す毎に2meのCECの増加が認められ、泥炭では3meを示すという。また、宮城県岩沼泥炭地における滝島⁸³⁾の成績から換算すると、3.02meなる結果がえられ、腐植化が進展するとこの傾向が強い。そこで第6表にP.Gの泥炭質部分とPeatにおける腐植1%当たりのCEC量を掲げた。

これによると、供試2土壌とも1~2meの範囲にあり、早川⁷⁾による釧路泥炭、松実⁵²⁾による美唄泥炭などの結果からも、一般に北海道の泥炭は腐植化があまり進捗していないようである。

以上のことより、置換性塩基は腐植生成量と相関があり、またCECはhydromorphousな土壌型ほど増加の傾向を示すことがわかったので、有機部と無機部に分けて考える必要がある。すなわち、鈹質各土壌をH₂O₂処理し、処理前のCECとの差を土壌有機物に依存するものと見なし、第7表にはこれらの結果を掲げた。

これによると、無機部のCECが13~25meを示し、粘土含量によってその多寡がきまるようであった。一方、有機部では地下水型土壌になるほど当該部分の占める割合が高くなった。

有機質部分の単位重量当たりのCECは、無機

第7表 CEC の 分 割

層 名	腐 植 (%)	CEC (me)		CEC (me)		比 率 (%)		
		処 理 前	処 理 後	無 機 部	有 機 部	無 機 部	有 機 部	
酸 性 褐 色 森 林 土								
1 (Ap)	9.61	26.2	21.1	21.1	5.1	80	20	
2 (A)	9.61	23.4	21.0	21.0	2.4	88	12	
3 (B ₁)	6.07	25.9	23.2	23.2	2.7	89	11	
4 (B ₂)	5.52	26.7	25.4	25.4	1.3	95	5	
5 (C ₁)	4.60	23.9	23.7	23.7	0.2	99	1	
6 (C ₂)	1.84	14.4	14.0	14.0	0.4	97	3	
疑 似 グ ラ イ 性 酸 性 褐 色 森 林 土								
1 (Ap)	10.79	23.4	17.5	17.5	5.9	75	25	
2 (AB)	5.36	13.7	12.8	12.8	0.9	92	8	
3 (B)	1.02	14.2	13.6	13.6	0.6	96	4	
4 (C _{1g})	0.41	14.6	14.1	14.1	0.5	96	4	
5 (C _{2g})	0.81	18.8	18.8	18.8	0	100	0	
ポ ド ソ ル 性 土 壌								
1 (Ap)	16.66	33.8	19.5	19.5	14.3	57	43	
2 (A)	14.82	25.7	18.7	18.7	7.0	73	27	
3 (A ₂)	3.37	14.9	14.2	14.2	0.7	95	5	
4 (B _{1g})	4.55	23.7	21.0	21.0	2.7	88	12	
5 (B _{2g})	3.88	23.7	22.2	22.2	1.5	93	7	
6 (C _g)	3.14	23.2	23.1	23.1	0.1	99	1	
泥 炭 質 グ ラ イ 土								
5 (AG)	8.89	39.4	27.9	27.9	11.5	71	29	
6 (BG)	2.83	22.4	17.9	17.9	4.5	80	20	
7 (CG)	1.33	18.2	17.7	17.7	0.5	97	3	

部に比べてはるかに大きいことは以前より知られている。カルボキシル基、フェノール、フェノール性水酸基がその担い手¹⁾で、腐植化の進行に伴ってCECが増大するという。しかし、久津那⁴⁾は同じCECであっても一方は腐植によるものであり、一方が粘土鉱物によるものであったとすれば、置換基の内容と意味は全く異なることを指摘している。

すなわち、本土壌は無機部におけるCECが一定機能と見なせば、有機部の増減によってCECが左右され、これが土壌の生産力に与える影響は大きいと考えられる。

4) 蓚酸-蓚酸アンモン可溶成分、磷酸吸収力など

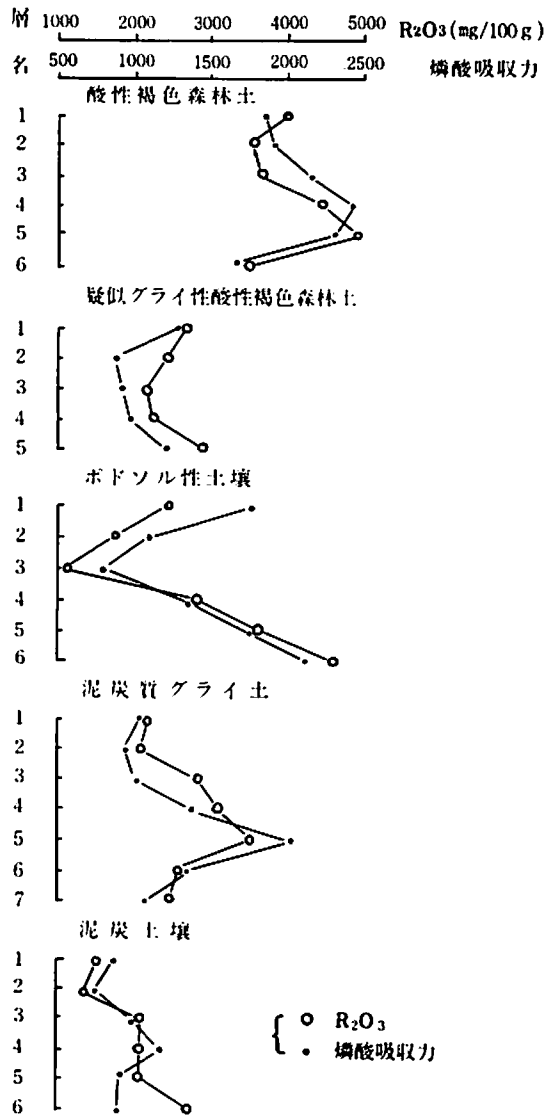
第8表にはTAMM氏による蓚酸-蓚酸アンモン(pH 3.25)可溶成分および全分析によるSiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃についての測定結果を、また第3図にはR₂O₃と磷酸吸収力の関係について掲げた。

B.FのTAMM氏液可溶成分は上層で4,000mg/100gを示すが、4, 5層で高まりをみせ6層では減少した。この傾向は磷酸吸収力、全分析各成分に反映した。一般にB.Fの形態的特徴は表層より腐植が漸減し、A₂層、B₂層を観察しえないものであるが、供試B.Fは易溶性無機膠質物の移動集積が行なわれており、明らかにポドソル化作用の影響が現われている。つまり、天北地方においては気候的土壌型から考えて、B.Fと称してもポドソル化作用は多少なりとも蒙っているとみるべきである。

PsB.FはB.FよりもTAMM氏液可溶R₂O₃、磷酸吸収力が少ない。また、表層より中位層へと減少し、再び5層で上昇を示すことは前述の理由に基づくものと考えられる。

Podは断面調査でA₂層、B₂層などが認められていることから、各分析成分ともポドソルとしての諸条件を具備した結果を示した。

P.Gでは2層(火山灰混入層)におけるTAMM氏液可溶成分、磷酸吸収力が減少し、その直下層より漸増の傾向にある。早川、奥村¹⁵⁾が火山灰を挟む泥炭層のR₂O₃が減少する原因について調査



第3図 R₂O₃と磷酸吸収力

した結果によれば、泥炭の保有するMor Humusと降灰火山灰に由来する無機酸の影響でポドソルの溶脱が行なわれたために、R₂O₃を失った火山灰は腐植に汚染されることなく灰白色を呈し、しかも直下層にはR₂O₃を集積させるという。本層におけるこの現象も同様な理由によるとみてよいと思う。また、5層のAG層ではR₂O₃の量が増大した。P.Gは鉄質土壌部分がグライ層で地下水が常時上下移動し、水位面に位置する本層がとくにFe₂O₃を集積させたと考えられる。一方P.G全

第8表 Tamm氏液可溶成分および全分析

酸性褐色森林土

層名	Tamm氏液可溶成分 (mg)					全分析 (%)		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1 (Ap)	299	1,113	2,885	3,998	4,297	60.3	5.6	20.3
2 (A)	549	1,513	2,044	3,557	4,106	60.4	5.9	19.1
3 (B ₁)	378	1,471	2,183	3,654	4,032	55.4	6.3	23.5
4 (B ₂)	378	1,085	3,398	4,483	4,861	55.7	7.0	26.6
5 (C ₁)	285	1,642	3,297	4,939	5,224	49.8	7.3	24.0
6 (C ₂)	121	1,128	2,284	3,412	3,533	48.3	7.0	24.3

疑似グライ性酸性褐色森林土

層名	Tamm氏液可溶成分 (mg)					全分析 (%)		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1 (Ap)	357	956	1,871	2,827	3,184	54.5	5.2	14.1
2 (AB)	307	856	1,529	2,385	2,692	62.3	6.8	18.4
3 (B)	321	642	1,427	2,113	2,434	62.7	6.6	20.8
4 (C _{1g})	328	971	1,242	2,213	2,541	60.7	7.5	22.9
5 (C _{2g})	528	1,170	1,772	2,942	3,470	58.9	6.3	23.8

ポドソル性土壌

層名	Tamm氏液可溶成分 (mg)					全分析 (%)		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1 (Ap)	357	942	1,485	2,427	2,784	59.8	4.4	15.6
2 (A)	299	1,013	743	1,756	2,055	59.2	3.6	12.4
3 (A ₁)	299	656	415	1,071	1,370	57.2	4.5	19.6
4 (B _{1g})	506	1,156	1,671	2,827	3,333	61.7	8.3	20.8
5 (B _{2g})	621	1,221	2,384	3,612	4,233	54.0	7.7	24.4
6 (C _g)	335	1,142	3,441	4,583	4,918	52.5	8.8	25.0

泥炭質グライ土

層名	Tamm氏液可溶成分 (mg)					全分析 (%)		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1 (Ap)	357	745	1,439	2,184	2,541	33.6	5.4	19.0
2 (Lp)	371	771	1,327	2,098	2,469	10.8	4.4	19.6
3 (Lp)	228	1,228	1,656	2,884	3,112	14.5	6.4	15.4
4 (Lp)	535	1,042	2,071	3,113	3,648	18.0	5.8	21.8
5 (AG)	428	2,326	1,200	3,526	3,954	53.5	14.4	21.9
6 (BG)	449	1,099	1,486	2,585	3,034	61.4	10.2	24.4
7 (CG)	435	813	1,686	2,449	2,934	59.5	10.0	24.5

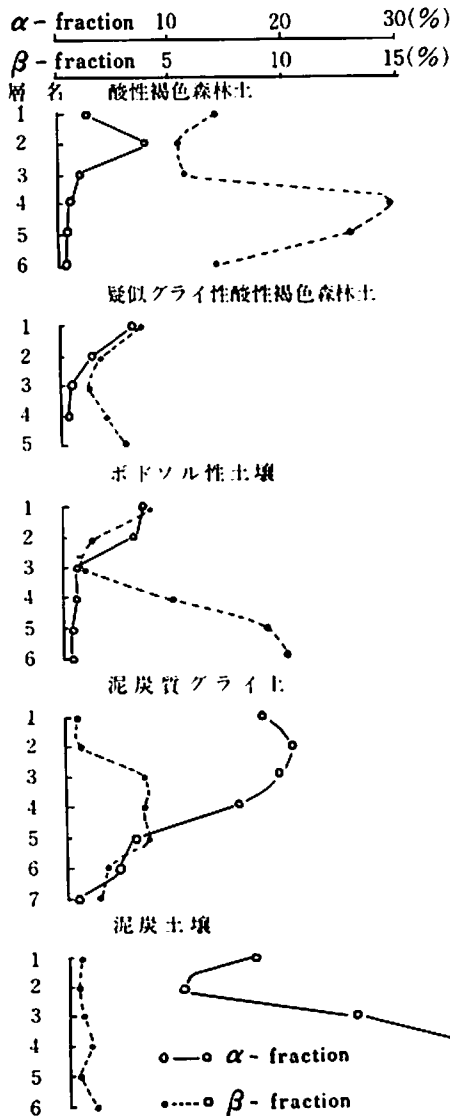
泥炭土壌

層名	Tamm氏液可溶成分 (mg)				
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total
1 (Ap)	278	785	742	1,527	1,805
2 (Lp)	271	399	929	1,328	1,599
3 (Lp)	221	471	1,571	2,042	2,263
4 (Lp)	164	614	1,428	2,042	2,206
5 (Lp)	442	328	1,685	2,013	2,455
6 (Lp)	328	842	1,871	2,713	3,041

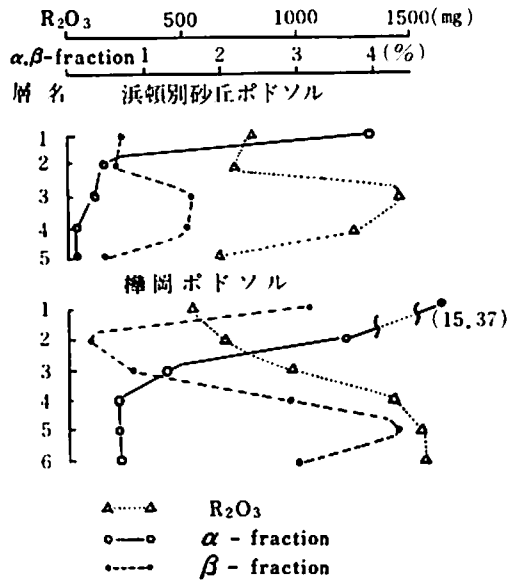
層を通じて考えると、泥炭質部分が溶脱的で、5層が集積の様相を呈しており、全体としてもポドソル化作用が営なまれていると見なすこともできよう。

PeatはP.Gの有機質部分と同様な傾向を示した。

以上の事実はWAKSMANによる α 、 β -fractionによってもさらに明確化されるものであり、この結果を第4図に掲げた。また、典型的なポドソルとして、すでに著名⁷³⁾な浜頓別町砂丘土壌および



第4図 WAKSMANによる α 、 β -fractionの動き



第5図 Tamm氏液可溶 R_2O_3 とWAKSMANによる α 、 β -fractionの動き

稚内市樺岡土壌についても比較の意味で第9表、第5図に併掲した。

これによれば、 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第8表による諸成分の溶脱、集積傾向に全く類似していた。いわゆる β -fractionは R_2O_3 と結合した腐植体であって、山根⁹⁹⁾によりその性格が明確化され、今日では腐植の研究に際しそれほど有力な手法とはなりえなくなったが、 R_2O_3 の行動に一致する点については異論がないと考えられる。

比較に用いた浜頓別砂丘、樺岡両ポドソルはMor Humus中のある酸が土壌中の R_2O_3 と選択的に作用することによって A_2 層の溶脱層を生じさせ、さらに B_2 層に R_2O_3 を集積させたもので、この傾向は前者に強いようであった。

以上のことより、供試土壌は断面形態、一般化学性からみるとそれぞれの特徴を表現しているものの、無機膠質物およびそれに随伴する腐植の行動などから、その力に強弱はあろうが、ポドソルの溶脱作用をうけているとみてよい。

さて、これら諸項目を土壌型から検討すると特徴的な様相を示す。すなわち、 R_2O_3 、 β -fraction、

第9表 浜頓別砂丘、樺岡で採取したポドソルの化学性

採取地	層名	pH (H ₂ O)	T-N (%)	T-C (%)	CEC (me)	飽和度 (%)	TAMM氏液可溶成分 (mg)					有機酸吸収力
							SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	
浜頓別砂丘	1 (A ₁)	5.2	0.17	4.24	11.89	38.7	168	433	377	810	978	600
	2 (A ₂)	5.2	0.06	1.74	7.69	29.7	180	633	99	732	912	720
	3 (B ₂)	5.0	0.09	1.70	9.79	15.9	184	899	555	1,454	1,638	985
	4 (B ₁)	5.6	0.06	1.24	5.93	17.1	264	666	566	1,231	1,495	998
	5 (C)	6.1	0.04	0.50	3.49	31.6	260	411	244	655	915	650
樺岡	1 (A ₀)	4.3	1.11	28.70	46.45	28.3	160	244	299	543	753	1,080
	2 (A ₁)	4.5	0.46	7.74	25.88	31.0	144	543	144	687	831	733
	3 (A ₂)	5.0	0.11	3.12	15.39	28.8	200	588	399	987	1,187	968
	4 (B ₁)	5.2	0.17	2.46	17.49	17.0	404	1,221	222	1,443	1,847	1,350
	5 (B ₂)	5.1	0.17	1.99	20.99	20.5	244	1,032	510	1,542	1,786	1,710
	6 (C)	4.9	0.11	0.68	16.67	30.9	252	1,409	155	1,564	1,816	1,160

第10表 TAMM氏液処理による有機酸吸収力の変化

層名	原土の有機酸吸収力 (A)					TAMM氏液処理後の有機酸吸収力 (B)					(B/A) × 100				
	B.F	PsB.F	Pod	P.G	Peat	B.F	PsB.F	Pod	P.G	Peat	B.F	PsB.F	Pod	P.G	Peat
1	1,870	1,300	1,760	1,075	885	885	665	535	tr	tr	48	51	30	-	-
2	1,920	885	1,110	960	735	810	585	310	tr	tr	42	66	28	-	-
3	2,160	920	775	1,010	1,035	1,400	655	95	tr	tr	65	71	12	-	-
4	2,460	970	1,345	1,885	1,185	1,795	785	660	tr	tr	73	81	49	-	-
5	2,300	1,235	1,810	2,035	910	1,635	960	1,320	1,305	tr	71	75	73	64	-
6	1,685		2,120	1,305	895	920		1,635	355	tr	54		72	26	-
7				1,055					210					20	-

有機酸吸収力はB.F>PsB.F>Pod>P.G>Peatとなるがα-fractionは全く逆の傾向である。換言すれば、B.FよりPeatへと地下水型土壌になるほどfreeの鉄、礫土含量が低下するのである。しかるに全分析による両成分はPodを除き土壌によってあまり差を示していない。つまり、hydro-morphousであるほどその活性度が低下したと推論せざるをえない。この現象をさらに裏付ける目的で、TAMM氏液(pH 3.25)で可溶性無機物質物を除去した土壌について有機酸吸収力を測定し、無処理のそれと比較し、第10表に示した。

(B)/(A)×100が大きいかほど有機酸吸収力の減量は少ないことを意味するが、これによると鉄質土壌グループのうちB.Fの減少割合が大きく、PsB.Fはやや低い値を示す。Podは減量比が高く、活性R₂O₃の影響が強い。P.G、PeatではTAMM氏液で処理すると、有機酸吸収力はほとんどtraceとなり、

腐植とR₂O₃の結合力はそれほど強いものではなかった。

5) 腐植と窒素

前項の結果から、土壌型によって腐植集積量とTAMM氏可溶無機物質物に差異のあることを知ったので、まずこの両者の関係について調査した結果を第11表に掲げた。なお、成績はPeatを除いた4土壌の特定層について実施し、また、既述2, 3のデータについても比較併記した。

アセチルブロマイド処理による可溶性腐植は、易分解性の粗腐植で、各土壌のAp層に多く、下層土では減少しとくにPsB.Fでは顕著である。また、B.F→P.Gほどその量を増し、全腐植に対する比率も同様な結果をえた。さらに土壌をH₂O₂処理して腐植を分解し溶出するR₂O₃を測定すると、B.Fは多いが地下水土壌ほど減少し、P.Gでは逆に増加した。これらはTAMM氏液可溶量の

第11表 腐植と R_2O_3 の関係

土 壤	層 名	全 腐 植 (%)	アセナルプロマイド 処 理		H_2O_2 処 理		TAMM 液 可 溶 R_2O_3 (B) (mg)	(A)/(B) (%)	WAKSMAN法腐植	
			可溶腐植 (%)	全腐植に 対する比 (%)	溶出する R_2O_3 (A) (mg)	C1g 対 する R_2O_3 (mg)			α - fraction (%)	β - fraction (%)
B.F	Ap	9.61	5.54	57.6	952	170	3,998	23.8	3.35	6.94
	B ₁	6.07	3.11	51.2	896	254	3,654	24.5	1.97	5.80
PsB.F	Ap	10.79	6.40	59.3	600	97	2,827	21.2	6.39	3.30
	B	1.02	0.71	69.6	144	244	2,113	6.8	1.14	1.06
Pod	Ap	16.66	12.89	77.3	528	54	2,427	21.3	7.13	3.85
	A ₁	3.37	2.10	62.3	292	149	1,071	27.2	1.53	0.80
	B ₁	4.55	1.49	38.4	448	169	2,827	15.8	1.52	4.88
P.G	Lp(1)	32.77	18.41	56.1	1,620	84	2,184	74.1	17.47	0.58
	Lp(3)	24.48	14.27	58.3	1,860	130	2,884	64.5	19.34	3.63

20%前後であるのに対し、P.Gは過半を占めている。さらに炭素1g当たりの結合量を算出するとB層>Ap層で、両層ともB.Fが多い。

すなわち、hydromorphousになるほど上層が腐植を集積する過程をたどるのに対し、下層はグライ化やポドソル化作用によって減少し、しかも単位炭素量当たりの R_2O_3 含量が多くなる。一方、P.Gでは泥炭中の混入土砂から腐植層へ相当量の R_2O_3 が移行しているものと推察された。

以上の事実は WAKSMAN法による α, β -fractionの動向からも首肯しうる。

我が国における腐植に関する研究は、いわゆる腐植化学として物質論、形態論的な立場から検討されているものが多く、とくに火山灰土壌において詳細な報告が多数ある。腐植の意義を実際の農業生産と結びつけて考えるとき、長井⁵²⁾はSPRINGER法⁵³⁾、SIMON法⁵⁴⁾、TYULIN法⁵⁵⁾などの諸法を火山灰土壌の腐植研究にそのまま適用するのは多少問題があるとし、独自の腐植分画法を創出して各 fractionの生産に及ぼす位置付けを明らかにした。

すなわち、腐植を結合形態によって7種類(a₁, a₂, a₃, b₁, b₂, c, 不溶)に類別し、腐植化度の低いaグループ腐植は土壌中の存在形態が遊離型であるか、アロフェンもしくはゲル状 Al_2O_3 との結合形態であるかによって、a₁, a₂, a₃に分け、黒色

化度が高く化学的に安定した構造を有するbグループは、アロフェンとの結合形態であるか、結晶性粘土鉱物との結合形態であるかによってb₁, b₂, c腐植に区別した。そして、地力要因に対するaグループ腐植の役割が大きく、とくに作物への窒素給源は本グループ腐植によるとした。

さて、供試土壌は $\frac{\text{腐植量}}{R_2O_3 \text{の活性化}}$ Peatの傾向を有しており、これの生産力に及ぼす影響を検討する場合は、現在のところ長井による腐植分画法の適用が当をえた方法と考えられる。従って、本法によって調査した結果を第12表および第13表に掲げた。

まず、鉄質土壌についてみると、a₁腐植はAp層>B層で、Ap層はB.F→Podへと大きな値を示す。a₂腐植もAp層が多く、土壌型の傾向も若干ではあるが増加する。しかし、a₃腐植ではB.FはB層>Ap層となり、また他の土壌ではAp層とB層の差が接近し、土壌型による差も小さかった。bグループおよびc腐植は土壌による極端な相異が認められない。

すなわち、各土壌のT-CはB.F→Podへと増加するが、これに伴ってaグループのうちa₁腐植がこの傾向にresponseし、a₂, a₃腐植になるに従って順次鈍化してくる。つまり、ゲル状 Al_2O_3 との結合が強くなるa₂, a₃腐植はB.Fが最もおよび

第12表 腐植の分割 (炭素 mg/100g)

土 壤	層 名	a ₁	a ₂	a ₃	aグループ 小 計	b ₁	b ₂	c	合 計	残 渣	T-C
B.F	Ap	48	232	426	706	68	472	350	1,596	3,984	5,580
	B ₁	40	172	466	678	70	278	350	1,376	2,144	3,520
PsB.F	Ap	100	252	424	776	42	418	338	1,574	4,706	6,280
	B	38	95	132	265	tr	16	76	357	233	590
Pod	Ap	136	288	450	874	86	582	358	1,900	7,780	9,680
	A ₂	16	128	316	460	15	90	126	691	1,269	1,960
	B ₁	44	180	348	572	52	190	248	1,062	1,578	2,640
P.G	Lp(1)	316	532	1,164	2,012	150	1,762	1,284	5,208	13,852	19,060
	Lp(3)	298	1,080	1,984	3,362	350	1,994	1,158	6,864	7,376	14,240

第13表 全炭素に対する腐植各フラクション百分比 (%)

土 壤	層 名	a ₁	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	c	計	残 渣	T-C
B.F	Ap	0.86	4.15	7.63	1.21	8.46	6.27	28.58	71.42	100
	B ₁	1.13	4.88	13.23	1.99	7.89	9.94	39.06	60.94	100
PsB.F	Ap	1.59	4.01	6.75	0.67	6.65	5.38	25.06	74.94	100
	B	6.44	16.10	22.37	-	2.71	12.88	60.50	39.50	100
Pod	Ap	1.40	2.97	4.64	0.88	6.01	3.69	19.59	80.41	100
	A ₂	0.82	6.53	16.12	0.76	4.59	6.43	35.25	64.75	100
	B ₁	1.66	6.82	13.18	1.96	7.19	9.39	40.20	59.80	100
P.G	Lp(1)	1.64	2.76	6.04	0.77	9.15	6.73	27.09	72.91	100
	Lp(3)	2.09	7.58	13.93	2.45	14.00	8.13	48.18	51.82	100

第14表 各種溶剤に可溶の窒素 (mg/100g)

土 壤	層 名	弘 法・大羽法			長 井 法 ^(注)		T-N
		0.5%NaF 可 溶	0.5%NaOH 可 溶	0.05%NaOH 可 溶	a ₁ +a ₂ 腐 植 中	bグループ 腐 植 中	
B.F	Ap	21.6	34.2	11.0	6.0	5.0	440
	B ₁	9.0	16.1	9.0	5.0	4.0	340
PsB.F	Ap	20.4	37.7	15.0	7.8	7.2	500
	B	3.7	8.9	7.0	5.4	1.6	130
Pod	Ap	48.0	61.1	17.0	8.8	8.2	760
	A ₂	4.4	8.7	8.8	5.8	3.0	240
	B ₁	7.9	12.7	9.2	6.0	3.2	260
P.G	Lp(1)	66.1	102.1	41.2	15.6	25.6	1,020
	Lp(3)	103.0	136.0	64.0	17.4	49.6	1,360

注) 長井法のうち0.05%NaOHによる腐植分割法を用いた。

百分比も多く、地下水型になるほどその fraction が少ないことを意味するものと思う。とくに a₁ 腐植の意義について、長井⁶²⁾は無機化する有機態窒素の給源であり、作物はこの窒素をいわゆる地力窒素として利用するという。このことから考えると、a₁ 腐植の増加する地下水型土壌ほど窒素の供給源を多く含有することを示唆するものである。

P.G は泥炭質であるため前述土壌の傾向と異なり、各腐植の fraction が極めて多く、また Lp(3) 層は R₂O₃ の集積層で a₂ → a₃ 腐植ほど上層よりも大きな値を示していた。

以上の考え方に基づき、第14表には弘法、大羽法および長井法によって可溶化された窒素について調査した結果を示す。

これによれば、0.5% NaOH 可溶窒素は B.F → P.G と増加するが、0.5% NaF 可溶部は真正腐植酸とみなしうるために少ない。一方、長井による 0.05% NaOH の可溶窒素も同様な傾向である。つまり、これら溶剤に可溶態の窒素は土壌の腐植集積量や T-N 含量と相関関係があるけれども、植物による利用価値に乏しい b グループ腐植までも溶出する恐れがある。この意味で、0.05% NaOH 可溶態窒素の内訳としての (a₁ + a₂) 腐植—活性アルミナに対する非吸着部—における窒素の多寡は、窒素地力の一指標として考えられるのであり、本表からもその傾向を裏付けることができた。

第15表には実際に各土壌の各層を、水分60%、25°C、28日間 incubate して放出される無機態窒素量を掲げた。

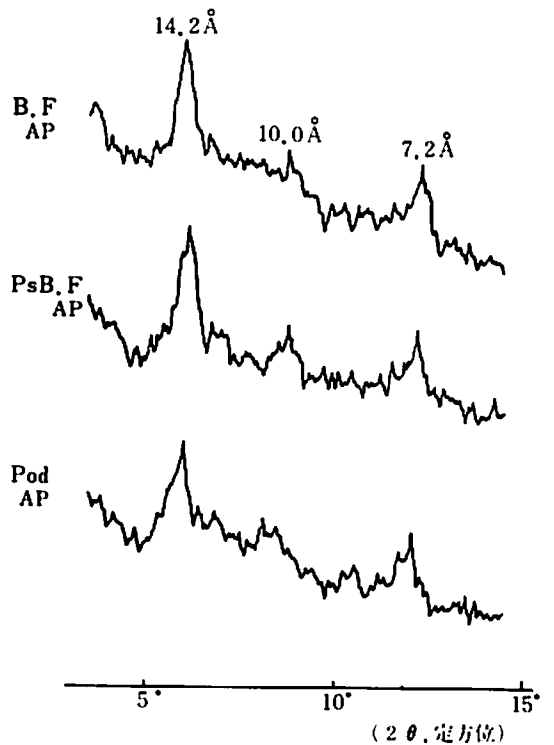
本表は微生物条件下における値で、その相の厚薄によって窒素量は前述の溶剤による様相と異なることがある。しかし、B.F は全般に少なく、

PsB.F や Pod の上層は多いが下層は減少し、有機質土壌になると微生物活性の高い上層は多いが下層は潜在窒素を保有するなど、これらの傾向はいままで述べた腐植と窒素の関係を反映させるものと思われる。

以上のことより、地下水土壌型になるに従って腐植量が高まり、窒素を放出しやすい質的条件を具備するに至ると考えられる。

6) 土壌の粘土鉱物

前項までの結果より供試各土壌は特徴的な化学



第 6 図 Mg 粘土の X 線回折像

第 15 表 Incubate による無機態窒素の放出 (mg/100g)

層名	生土を用いた場合					乾土を用いた場合				
	B.F	PsB.F	Pod.	P.G	Peat	B.F	PsB.F	Pod.	P.G	Peat
1	6.08	6.33	6.43	34.15	42.87	11.83	28.28	22.89	46.41	52.01
2	4.36	2.49	5.65	14.01	17.22	11.20	4.06	19.04	35.84	36.82
3	2.00	1.29	1.07	7.43	7.72	7.00	1.82	14.56	18.13	34.32
4	2.29	1.29	0.70	2.29	3.57	4.69	2.24	8.14	14.13	28.91
5	1.93	0.86	0.51	1.43	4.25	4.06	1.61	4.34	5.32	23.53
6	0.79		1.72	0.72	3.77	2.94		3.36	1.96	14.56
7				0.50					2.10	

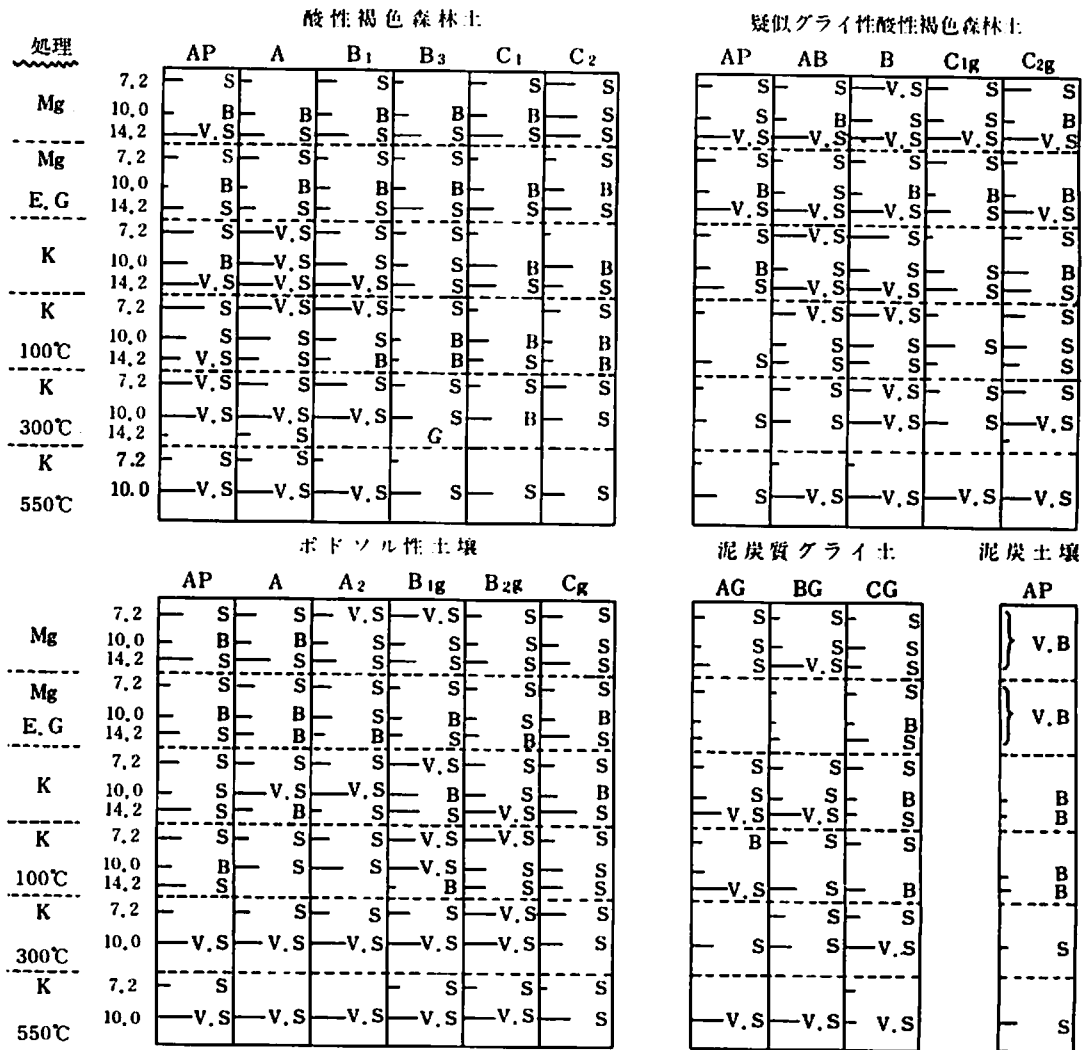
性を示した。その主要母材は砂礫岩、泥岩質、利尻ローム混入であるが、特性の担い手となる粘土鉱物について検討を試みた。

試料は腐植を除去した土壌より粘土($< 2\mu$)を採取し、JACKSON法⁵⁰で脱鉄処理した後、一部は醋酸マグネシウムによるマグネシウム粘土(以下Mg粘土を略称する)を作成し、また、これをEthylene glycol 処理(Mg E.G)した。粘土を醋酸カリウムによって処理したカリウム粘土(K粘土)はそれぞれ100°C、300°C、550°Cで1時間加熱した。以上の

試料を定方位としてX線回折した。なお、実験条件はつぎの通りである。

対陰極：Cu、フィルター：Ni、管電圧：30kv、管電流：10mA、スリット：1mm-0.15mm-1mm、scanning speed：2°/min.、chart speed：2cm/min.、scale factor：8、multipiler：1、time constant：2。

まず、B.F、PsB.FおよびPodの各Ap層におけるMg粘土の結果を第6図に示し、ついで各土壌型各層におけるMg粘土、Mg E.G、K粘土、K



S : Sharp V.S : Very Sharp B : Broad V.B : Very Broad

第7図 カテナ各土壌のX線回折図(20.定方位)

粘土 100°C ~ 550°C 加熱処理による X 線回析図を Goss & ALLEN³⁾ にならって取纏め第 7 図に掲げた。

すなわち、B、F における Mg 粘土の X 線回析像をみると、14.2 Å、10.0 Å および 7.2 Å に peak が認められ、この様相は Ps B、F や Pod でもほぼ同じ傾向であった。従って第 7 図は各処理の回析像を列記することの煩雑さを回避する意味で簡略化された形で表わしてある。

B、F：前述のように Ap 層の Mg 粘土は 14.2 Å、7.2 Å に強い peak が、10.0 Å には弱い底面反射があった。E、G 処理では 14 Å の回析像が 17 Å に移動していない。また K 粘土では 1 価のカチオンのために 10 Å が強くなった。加熱処理で 10.0 Å の peak が尖鋭化する。これらの傾向は各層ともほぼ同様である。

Ps B、F：各処理による回析像の変化は B、F に類似すると考えられる。

Pod：A₂ 層で 10.0 Å の回析像がやや強く現われた点を除けば、各層の傾向は前述の様相に一致

した。

P、G：供試した AG ~ CG 層は鈹質土壌部であり、その上層は泥炭層である。すなわち、本土壌の AG 層は他の土壌の A 層に相当するもので、全体の peak はやや弱いように考えられた。

Peat：泥炭層中に雌阿寒統と推定される火山灰層の痕跡を認めたが、この影響のためか回析像は broad であった。

すなわち、Peat を除く 4 土壌の X 線回析像は 14.2 Å > 7.2 Å > 10.0 Å に peak が認められ、しかもその反射強度も土壌型によってあまり異なることがわかった。

つぎに、同じ試料を用いて示差熱分析 (DTA) を試み、特定層についての結果を第 8 図に掲げた。

これによると、B、F は 130°C 附近に吸着水の脱水に基づく大きな吸熱があり、550°C 附近に吸熱 peak が、880°C 付近では弱い broad の発熱がある。また、310°C 付近では弱い吸熱を認めた。

一方、Ps B、F、Pod および P、G の各層は、B、F における 310°C の吸熱を除けばほぼ類似の傾向がみられた。

以上のことから考えると、X 線回析実験および DTA 曲線より、本カテナを形成する各土壌の粘土鈹物は 14 Å 鈹物 (多分パーミキュライト)、7 Å 鈹物 (カオリン) および 10 Å 鈹物 (イライト) と推定される。しかし、B、F における 310°C 附近の吸熱 peak はギブサイトで、土壌中における無機膠質物含量が高いことに由来するものと思われた。

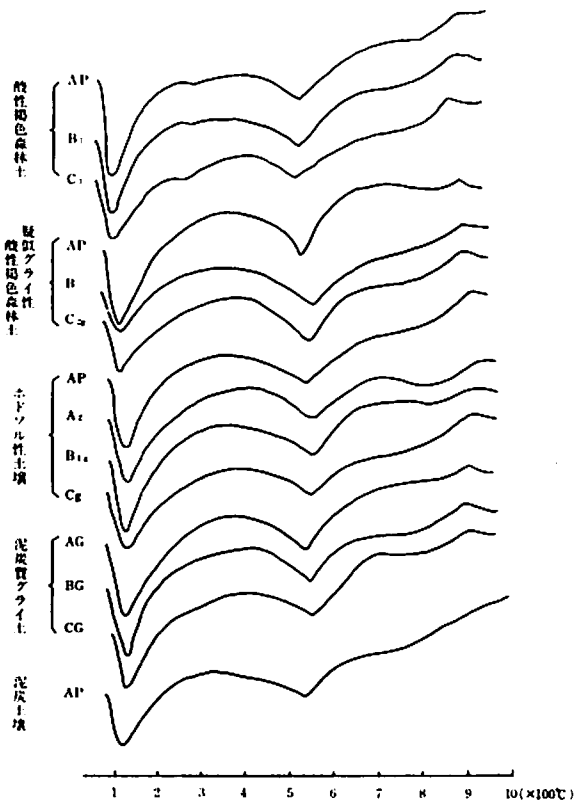
また、Peat の 1 層は全体としてアロフェンの存在が考えられ、しかも近辺土壌からの土砂の混入による影響も見逃がすことはできないと考えられた。

3 金ヶ丘地区に出現するカテナ

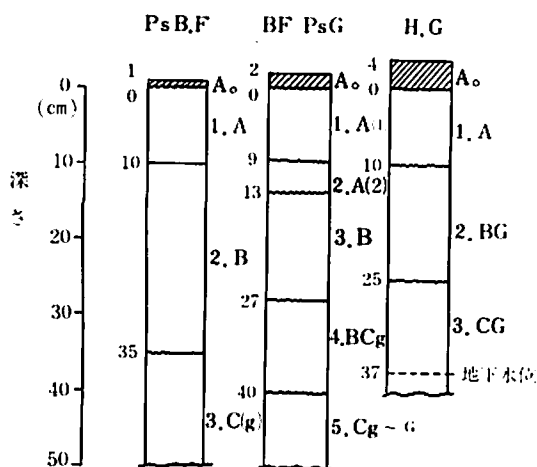
1) 試験地の概況

浜頓別町金ヶ丘地区はポンニクテナイ段丘面に属し、非同結シルト岩を母材としており、Ⅲ-2 でも述べるように疑似グライ性酸性褐色森林土 (Ps B、F) が dominant な地帯である。

当地域内を縦断する道道浜頓別一常盤線沿



第 8 図 各土壌の D.T.A 曲線



第9図 供試土壌の断面柱状図

いの未耕地(クマザサ密生地)において、疑似グライ性酸性褐色森林土(以下Ps B,F)を主型とし、褐色森林土性疑似グライ土(BF PsG)一腐植質グライ土(H,G)一泥炭土壌(Peat)が約100 mにわたってカテナ的配列をしている地点を選定し、前節と同様な手法によってこれら土壌の検討を試みた。なお、泥炭土壌については性格的には同一と考えられるので省略した。

第9図に出現3土壌の断面柱状図を示した。

供試各土壌ごとに検討すると、

Ps B,F …… A₀層(1 cmの層厚)。1層(0~10 cm) : A層, 黒褐色(7.5 YR 2/3), 塊状構造, 密度粗。2層(10~35 cm) : B層, 明褐色(7.5 YR 5/6), 塊状構造, 密度中。3層(35 cm~) : C(g)層, 明橙褐色(7.5 YR 7/6), 角柱状構造, 密度密, 斑鉄および粘土被膜あり。

B,F PsG …… A₀層(2 cmの層厚)。1層(0~9 cm) : A₁層, 黒褐色(7.5 YR 2/2), 塊状構造, 密度中。2層(9~13 cm) : B(2)層, 褐灰色(7.5 YR 6/2), 小塊状構造, 密度やや密, 弱い溶脱の徴候あり。3層(13~27 cm) : B層, 灰褐色(7.5 YR 5/4), 塊状構造, 密度密。4層(27~40 cm) : BCg層, 灰橙色(7.5 YR 7/4), 垂角柱状構造, 密度密, 斑鉄および粘土被膜あり。5層(40 cm~) : C_g-G層, 灰黄橙色(10 YR 7/3), 角柱状構造, 密度密, 斑鉄およびグライ斑混, 粘土被膜あり。

H,G …… A₀層(4 cmの層厚)。1層(0~10 cm) : A層, 黒色(7.5 YR 2/1), 塊状構造, 密度粗。2層(10~25 cm) : BG層, 黒褐色(10 YR 3/2), 塊状構造, 密度中, 斑鉄, グライ斑あり。3層

第16表 粒径組成と3相分布

層名	粒径組成(%)					3相分布(%)			孔隙率(%)	真比重
	粗砂	細砂	微砂	粘土	土性	固相	液相	気相		
疑似グライ性酸性褐色森林土										
1 (A)	3.70	17.93	38.00	32.20	LiC	32.3	49.0	18.7	67.7	2.56
2 (B)	5.45	14.93	42.90	33.50	LiC	39.3	42.4	18.3	60.7	2.59
3 (C _(g))	4.10	21.18	33.75	40.70	LiC	52.3	38.5	9.2	47.7	2.74
褐色森林土性疑似グライ土										
1 (A ₁)	3.25	15.59	44.15	26.60	SiC	25.0	48.5	26.5	75.0	2.50
2 (A ₍₂₎)	4.15	5.03	58.15	28.30	SiC	41.8	40.1	18.1	58.2	2.75
3 (B)	3.65	5.17	53.95	34.10	SiC	43.6	43.5	12.9	56.4	2.65
4 (BC _g)	1.85	10.09	44.40	42.15	SiC	45.2	43.3	11.5	54.8	2.71
5 (C _g -G)	1.60	7.74	37.75	51.70	HC	48.0	47.2	4.8	51.0	2.74
腐植質グライ土										
1 (A)	0.60	0.41	43.40	41.05	SiC	22.7	65.5	11.8	77.3	2.68
2 (BG)	0.50	4.55	44.90	42.10	SiC	34.7	55.3	10.0	65.3	2.83
3 (CG)	1.05	10.66	44.00	42.20	SiC	43.0	50.1	8.9	59.0	2.76

第17表 一般化学性

層名	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	C/N	inorg-N (mg)			H/5HCL可溶(mg)	
	H ₂ O	KCL						NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total	P ₂ O ₅	K ₂ O
疑似グライ性酸性褐色森林土												
1 (A)	5.25	3.90	12.2	0.48	6.79	11.71	14.1	0.77	0.42	1.19	0.69	34.0
2 (B)	5.40	3.80	14.3	0.20	2.31	3.99	11.6	0.67	0.30	0.97	0.55	15.8
3 (C _g)	5.55	3.70	15.4	0.04	0.33	0.57	8.3	0.45	0.35	0.80	0.46	13.8
褐色森林土性疑似グライ土												
1 (A ₁)	4.80	3.80	21.1	0.49	7.77	13.39	15.7	0.83	0.42	1.25	1.30	20.0
2 (A ₂)	4.85	3.55	23.5	0.20	2.83	4.89	14.2	0.68	0.28	0.96	0.47	11.4
3 (B)	5.00	3.75	25.4	0.21	2.76	4.75	13.1	0.47	0.25	0.72	0.35	9.3
4 (BC _g)	5.15	3.80	25.3	0.04	0.87	1.51	21.8	0.49	0.32	0.81	0.16	8.5
5 (C _g ~C)	5.30	3.65	29.0	0.05	0.71	1.21	14.2	0.35	0.35	0.70	0.16	11.4
腐植質グライ土												
1 (A)	4.80	3.85	23.0	0.66	10.60	18.26	16.1	1.10	0.91	2.01	1.52	40.8
2 (BG)	4.95	3.80	25.0	0.38	5.68	9.78	14.9	0.66	0.35	1.00	1.05	16.3
3 (CG)	5.25	3.70	25.2	0.07	0.71	1.22	10.1	0.55	0.35	0.90	0.22	10.0

(25cm~) : CG層, 黄褐灰色 (10 YR 4/1), 亜角柱状構造, 斑鉄, グライ斑多し, 粘土被膜あり, 湧水面 37cm.

これら土壌は Ps B.F より B.F PsG → H.G へと平均 5度の微傾斜をもって順次配列して泥炭土壌に移行し, その高低差は約 9mである。

Ps B.F は上層の通気水性は良好であるが, 下層ほど粘着性が増加し, 斑鉄の生成と構造面に沿った粘土の被膜が認められる。B.F PsG は 2層で弱いポドソル的な溶脱の徴候を示すが, 土壌断面全体からみて疑似グライ化作用が強いと考えられる。H.G は 1, 2層ともに腐植を集積しており, 3層はグライ斑が多く, 湿潤時には本層内に出現した湧水面の上昇が予想されるので, グライ土の範疇にあると思われる。

以上の観察から, Ps B.F を主型とし, その水分環境によって疑似グライ土, グライ土を生成させており, ここでもポドソル化作用が認められる。

2) 粒径組成と一般化学性

第16表に各土壌の粒径組成と 3相分布を, 第17表には一般化学性について調査した結果を掲げた。

まず, Ps B.F の土性は LiC で下層ほど粘土含

量が多く固相率も高まった。B.F PsG は SiC で全般に Ps B.F よりも微砂以下の fraction に富み, 気相率が低く湿潤であった。また粘土含量は上層から下層へと順次が高まっており, 2層(溶脱層)からの移動による 3層への集積傾向は判然としなかった。H.G は微砂, 粘土の粒径部分が多く, かつ固相よりも液相の占める割合が大きく過湿状態を示した。

つぎに一般化学性についてみると, Ps B.F の pH (H₂O) は下層ほど若干の上昇を認め, 弱いグライ化作用のあることを示した。T-N, T-C は 1層にのみ多く, 2層以下は激減している。無機態窒素および有効態磷酸は極めて少ない。加里は表層にのみ集積していたが, 2層以下が 13~15mg/100g であることから, 腐植生成に随伴した部分をも含むためであろう。

B.F PsG の pH (H₂O) は下層ほど上昇し, Y₁ は Ps B.F よりやや高い。T-N, T-C は 1層にのみ集積しており, 疑似グライ土の特徴を示す。3層は 2層からの溶脱のためか T-N は若干の上昇がうかがわれるものの, 無機態窒素や T-C では本傾向が認められず, 2層のポドソル化作用は強いものではないと考えられる。磷酸, 加里につい

てはPs B.Fと同様であった。H.Gは1, 2層に腐植の集積が多く、これに随伴して無機態窒素および有効態リン酸、加里の増加を認め、pHの様相は前述2土壤に類似していた。

以上のことより、これらの分析結果は供試3土壤の性格を反映するものであった。

3) 置換性塩基

第18表に供試3土壤のCEC, 置換性塩基および

第18表 CEC, 置換性塩基および各塩基の全分析結果(100g当たり)

層名	CEC (me)	置換性塩基 (me)				飽和度 (%)	全分析 (%)			
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
疑似グライ性酸性褐色森林土										
1 (A)	26.2	3.08	1.84	0.75	0.41	23.2	0.82	0.60	1.42	1.28
2 (B)	23.0	1.07	0.85	0.34	0.24	10.9	0.50	0.53	1.64	0.92
3 (C _g)	23.3	1.46	3.04	0.32	0.35	22.2	0.32	0.71	1.48	1.20
褐色森林土性疑似グライ土										
1 (A ₁)	26.1	2.71	1.54	0.41	0.27	18.9	0.63	0.39	1.45	1.18
2 (A ₍₂₎)	25.1	1.50	0.89	0.23	0.15	11.0	0.37	0.35	1.60	1.04
3 (B)	26.2	0.71	0.60	0.17	0.09	6.0	0.35	0.48	1.57	1.12
4 (BC _g)	25.4	0.71	1.10	0.17	0.08	8.1	0.30	0.63	1.57	1.18
5 (C _{g-G})	26.2	0.92	2.19	0.25	0.15	13.4	0.32	0.75	1.64	0.87
腐植質グライ土										
1 (A)	29.5	3.51	2.29	0.84	0.61	26.9	0.63	0.74	1.35	1.04
2 (BG)	27.0	1.43	1.45	0.36	0.21	12.8	0.48	0.72	1.48	1.06
3 (CG)	24.6	1.12	1.44	0.23	0.12	11.8	0.38	0.86	1.57	1.20

第19表 CECの分割

層名	腐植 (%)	CEC (me)		CEC (me)		比率 (%)	
		処理前	処理後	無機部	有機部	無機部	有機部
疑似グライ性酸性褐色森林土							
1 (A)	6.79	26.2	19.8	19.8	6.4	75	25
2 (B)	2.31	23.0	19.7	19.7	3.3	86	14
3 (C _(g))	0.33	23.3	19.8	19.8	3.5	85	15
褐色森林土性疑似グライ土							
1 (A ₁)	7.77	26.1	19.4	19.4	6.7	74	26
2 (A ₍₂₎)	2.83	25.1	19.5	19.5	5.6	78	22
3 (B)	2.76	26.2	24.0	24.0	2.2	92	8
4 (BC _g)	0.87	25.4	23.9	23.9	1.5	94	6
5 (C _{g-G})	0.71	26.2	24.2	24.2	2.0	93	7
腐植質グライ土							
1 (A)	10.60	29.5	20.5	20.5	9.0	70	30
2 (BG)	5.68	27.0	22.9	22.9	4.1	85	15
3 (CG)	0.71	24.6	21.8	21.8	2.8	88	12

び各塩基の全分析結果について示した。

Ps B.F の CEC は 1 層で 26.2 me を示すが、下層は 23 me に低下していた。各塩基は 2 層で減少するが、3 層で再び上昇した。土壌全体としては塩基未飽和であり、この傾向は本土壌型の特徴を示すものであるが、同時に 3 層の飽和度が高まり疑似グライ化の様相も認めることができる。

B.F PsG も Ps B.F に類似の傾向であった。2 層（弱溶脱層）の CEC は若干低下するが、各塩基類はそれに対応せず、また全分析による成分の動きも判然としなかった。

H.G では 1 層および 2 層の CEC が増加し、各置換性塩基含量も前述 2 土壌より多い。この現象は前節でも述べたが、植物の腐植集積により還元添加されたことを意味する。塩基飽和度は最下層の 3 層で高まらず、一般的なグライ土の傾向に一致した。

このように Ps B.F → H.G へと hydromorphous になるほど CEC および置換性塩基の増加が認められる事実について、前掲第 7 表で用いた手法で H₂O₂ 処理によって CEC の分割を行ない、その結果を第 19 表に掲げた。

すなわち、各土壌とも無機部の占める比率は下

層になるに従って高まるのは当然であるが、地下水型土壌ほど表層に集積する有機物が CEC の担い手となることを物語るものであった。

4) 蓚酸-蓚酸アンモン可溶成分、磷酸吸収力など

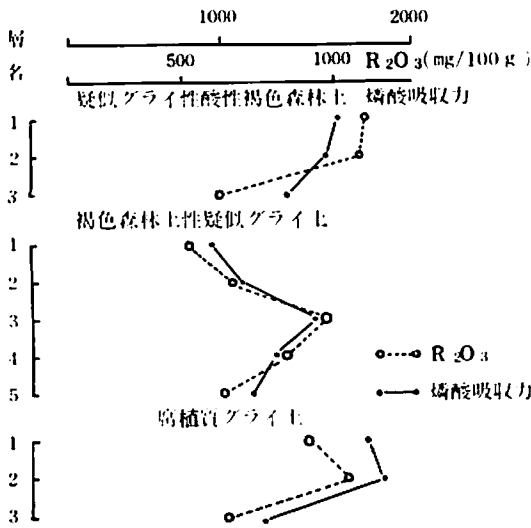
第 20 表には Tamm 氏液 (pH 3.25) 可溶成分および全分析による SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ について、また第 10 図には R₂O₃ と磷酸吸収力の関係についての調査結果を掲げた。

Ps B.F の Tamm 氏液可溶 R₂O₃ は 1, 2 層で 1,700 mg/100g を示すが、3 層では半減し、磷酸吸収力にも本傾向が現われた。すなわち、非固結シルト岩を母材とした土壌であるために、利尻ロームの影響のある前節のカテナ土壌より R₂O₃ 含量が少ないのは当然であろうし、また下層で減少する事実も酸性褐色森林土としての性格を反映していると考えられる。

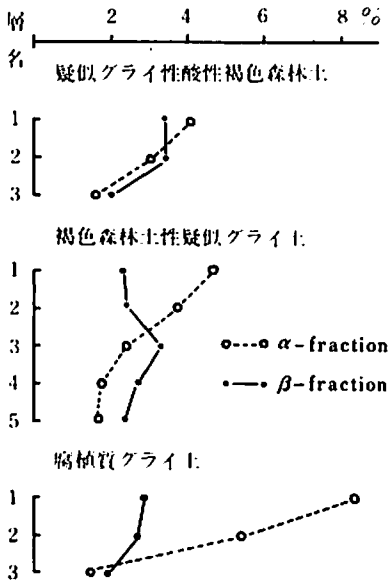
一方、B.F PsG では 2 層の溶脱層のみならず 1 層の R₂O₃ 含量が少なく、3 層、4 層にその集積を認め、同時に磷酸吸収力も対応した傾向となった。このことは、ポドソル化作用を受けていることを意味する。しかし、置換性塩基類や他の分析項目などの動きからみて、下層土で示された疑似

第 20 表 Tamm 氏液可溶成分および全分析

層名	Tamm 氏液可溶成分 (mg)					全分析 (%)		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Total	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
疑似グライ性酸性褐色森林土								
1 (A)	50	885	865	1,750	1,800	62.5	5.5	17.9
2 (B)	72	885	837	1,722	1,794	61.0	4.5	17.7
3 (Cg)	68	470	475	925	993	64.6	4.7	20.0
褐色森林土性疑似グライ土								
1 (A ₁)	81	400	412	812	893	63.7	3.4	15.9
2 (A ₍₂₎)	75	375	700	1,075	1,150	64.9	3.5	13.8
3 (B)	62	675	875	1,550	1,612	67.8	3.8	17.3
4 (BCg)	94	727	587	1,314	1,408	65.7	3.8	18.1
5 (C _g -G)	62	557	450	1,007	1,069	62.0	3.7	20.6
腐植質グライ土								
1 (A)	87	412	1,025	1,437	1,524	54.1	3.4	16.1
2 (BG)	87	813	765	1,678	1,765	60.2	4.3	15.9
3 (CG)	87	550	512	1,012	1,099	66.5	3.6	17.2



第10図 R₂O₃と燐酸吸収力



第11図 WAKSMANによる α ・ β -fractionの動き

グライ化作用を強調すべきで、上位層が受けたポドソル化作用は必ずしも支配的であるとは考え難い。すなわち、天北地方の土壤はその土壤型の如何を問わず、多少なりともポドソル化作用は蒙っているものであるとの前提に立つ方が土壤全体の性格を理解しやすいと思う。この考え方に立脚すると、前述のPs B.Fにおける2層のR₂O₃量が1層とほぼ同じ値を示した事実も首肯しうる。

この点についてさらに検討するために、第11図にWAKSMANによる α ・ β -fractionについて示したが、R₂O₃の移動の一指標となる β -fractionも同様な傾向を示すことからもうかがわれる。

H.GにおけるR₂O₃の垂直分布は2層が多い。これは上述の観点を支持する1つの現象であり、さらに地下水面の上下移動に伴うfree R₂O₃の腐植層への添加をも意味するものと思う。すなわち腐植質、泥炭質土壤などの湿性土壤における湧水面に直近する層では、しばしば、この傾向が認められており、土壤生成作用に起因するものではない。

つまり、H.Gにおける1、2層のR₂O₃含量がPs B.Fのそれにほぼ匹敵する値を示すのは、主としてこの理由によると考えれば、Ps B.FとB.F PsGの比較において、腐植含量は後者が多くなるのに対し、R₂O₃量、燐酸吸収力は逆に前者が高まっている。換言すれば、hydromorphousな土壤型ではR₂O₃が不活性化を蒙ると推論しうる。

この点についてさらに検討するために、TAMM氏液(pH 3.25)でfree R₂O₃を除去した土壤について燐酸吸収力を測定し、原土のそれと比較した結果を第21表に掲げた。

処理によって燐酸吸収力は減少するが、その比

第21表 TAMM氏液処理による燐酸吸収力の変化

層名	原土 (A)			TAMM氏液処理後 (B)			(B)/(A) × 100		
	PsB.F	B.FPsG	H.G	PsB.F	B.FPsG	H.G	PsB.F	B.FPsG	H.G
1	1,018	592	1,108	274	189	132	27	32	12
2	998	680	1,146	304	326	344	30	48	30
3	340	961	769	326	314	378	38	33	49
4		814			292			36	
5		739			288			39	

率は Ps B.F が B.F PsG に比べて大きく、H.G では上位層に顕著であった。すなわち、さきに述べた理由により H.G の低下現象を除いて考えると、2土壌は全分析による Fe_2O_3 、 Al_2O_3 含量がほぼ同じであるのに、B.F PsGの方が free R_2O_3 が少ないことを意味するものであり、従って前記推論を裏付けることができると思う。

5) 腐植と窒素

まず腐植と Tamm 氏液可溶 R_2O_3 の関係について調査した結果を第22表に掲げた。なお、本項においては3土壌の特定層 (A,B層) を供試した。

易分解性と思なされているアセチルブロマイド処理による可溶腐植は、A層に多くB層では減少した。A層間の比較では hydromorphous な土

第22表 腐植と R_2O_3 の関係

土 壤	層 名	全 腐 植 (%)	アセチルブロマイド処理		H ₂ O ₂ 処理		Tamm氏液可溶 R_2O_3 (mg)	(A)/(B) (%)
			可溶腐植 (%)	全腐植に対する比 (%)	溶出する R_2O_3 (mg)	C1gに対する R_2O_3 (mg)		
PsB.F	A	11.71	5.24	44.7	386	57	1,800	21.4
	B	3.99	2.36	59.1	154	67	1,794	8.5
B.FPsG	A ₁	13.39	8.02	59.8	185	24	893	20.7
	B	4.75	1.90	40.0	136	49	1,620	8.3
H.G	A	18.26	12.44	68.1	614	58	1,524	40.2
	BG	9.78	4.33	44.2	572	101	1,765	32.4

第23表 腐植の分割 (炭素 mg/100g)

土 壤	層 名	a ₁	a ₂	a ₃	aグループ小計	b ₁	b ₂	c	合 計	残 渣	T-C
PsB.F	A	66	121	515	702	45	113	784	1,644	5,146	6,790
	B	24	77	21	122	26	89	320	557	1,753	2,310
B.FPsG	A ₁	85	120	475	680	27	162	813	1,682	6,088	7,770
	B	20	69	37	126	30	101	310	567	2,193	2,760
H.G	A	139	237	409	785	79	280	1,315	2,459	8,141	10,600
	BG	75	261	188	524	29	190	897	1,640	4,040	5,680

第24表 全炭素に対する腐植各フラクションの百分比 (%)

土 壤	層 名	a ₁	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	C	計	残 渣	T-C
PsB.F	A	0.97	1.78	7.58	0.66	1.66	11.54	24.19	75.81	100.00
	B	1.03	3.33	0.90	1.12	3.85	13.85	24.08	75.92	100.00
B.FPsG	A ₁	1.09	1.54	6.11	0.34	2.08	10.46	21.62	78.38	100.00
	B	0.72	2.50	1.34	1.08	3.65	11.23	20.52	79.48	100.00
H.G	A	1.31	2.23	3.85	0.74	2.64	12.40	23.17	76.83	100.00
	BG	1.32	4.59	3.31	0.51	3.34	15.79	28.86	71.14	100.00

壤ほど増加の傾向を示す。つぎに H_2O_2 処理することにより腐植と結合していると考えられる溶出 R_2O_3 についてみると、Ps B.F に対し B.F PsG では少ない。このことは後者が free R_2O_3 を減じ、腐植の増加が認められることから当然と考えられる。つまり、単位重量当たりの炭素に結合する腐植量が少ないことにもなるわけで、B.F PsG の腐植は易分解性であることを意味しよう。H.G では H_2O_2 処理による R_2O_3 が多く、とくに BG 層における炭素 1g 当たりの量も多かった。これは地下水面の上下移動などに伴う極めて free な状態の R_2O_3 によるものと思われる。

つぎに供試 3 土壌の腐植の生産力的意義を検討するために、前節で用いた長井による腐植の分割を試み、その結果を第 23 表および第 24 表に掲げた。

各 fraction とも A 層 > B 層の傾向を示し、また抽出合計量は PsB.F → H.G へと増加するが、全腐植の様相からみて当然であった。各 fraction のうち、無機化する有機態窒素の給源とみられる a_1 腐植は地下水型土壌ほど多くなっており、この事実は作物生産性に寄与するところが大きいことを示唆した。しかし、 a_2 腐植では H.G が増加したのみで、 a_3 腐植では逆に Ps B.F が高かった。すなわち、 $a_2 \rightarrow a_3$ 腐植になるに従って、ゲル状 Al_2O_3 との結合に影響のある fraction が抽出されるわけであり、供試土壌間における R_2O_3 量の絶対値とその差が少なく、また全腐植は Ps B.F → H.G へと集積していることから考えて妥当性に

欠ける結果を示した。一方、前節で供試した利尻ロームの影響のある土壌における a グループ腐植の傾向は、hydromorphous な土壌ほど a_1 腐植は多いが、 a_2 、 a_3 腐植になるに従ってその差が少なくなっている。すなわち、本分割法は腐植質火山灰土壌に対して用いられた方式であるから、 R_2O_3 含量に富む場合の適応性が高いといえる。しかし供試した金ヶ丘土壌は R_2O_3 に乏しいために a_2 、 a_3 腐植の傾向は判然とした結果を示さなかったものと思われる。けれども、 a_1 腐植に限ってみると、地下水型土壌ほどその量を増しており、作物生産性を論ずる一指標となりえよう。

以上の腐植の性状に基づき、弘法、大羽法および長井法によって可溶化される窒素について調査した結果を第 25 表に掲げた。

弘法、大羽法により溶出する窒素は 0.5% NaOH 可溶 > 0.5% NaF 可溶であり、また土壌間においては両抽出液とも PsB.F → H.G へと増加したが、全窒素含量からみて当然と考えられる。一方、長井法による 0.05% NaOH 可溶窒素も類似の様相を示す。この内訳として窒素地力と相関がある ($a_1 + a_2$) グループ中の窒素含量も前述の傾向に一致していることから、hydromorphous な土壌ほど可給態窒素に富む腐植が集積されることを物語っていた。

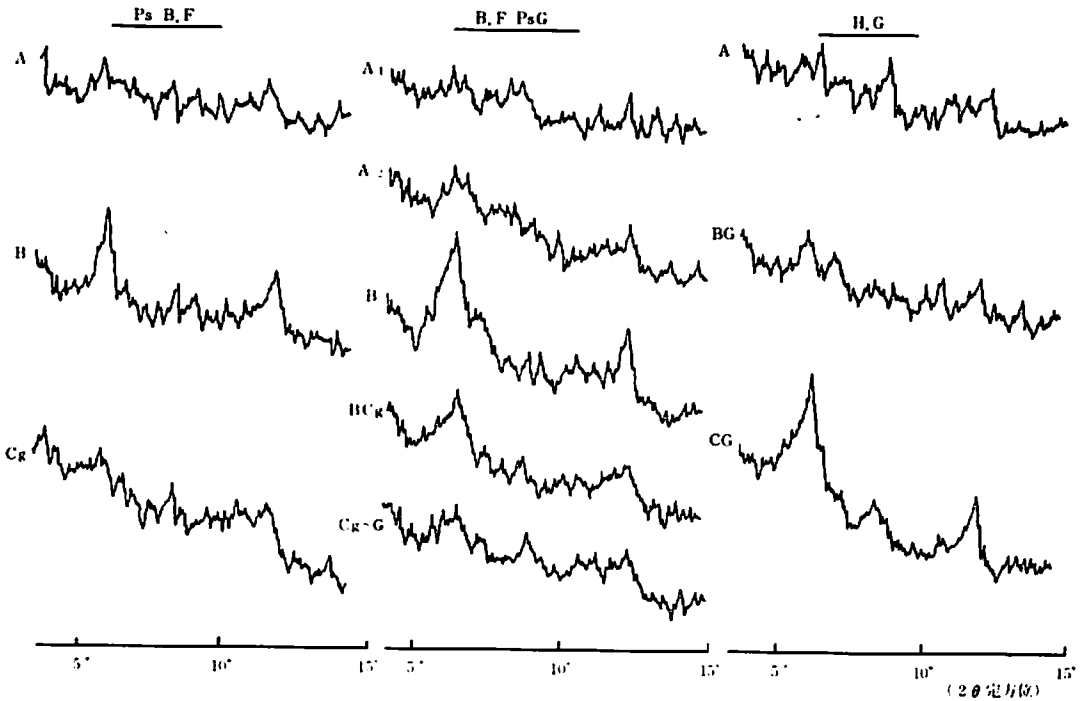
6) 土壌の粘土鉱物について

供試 3 土壌は非固結シルト岩を母材としているが、その粘土鉱物について検討した。なお、試料の作成法および実験条件は前節と同様である。

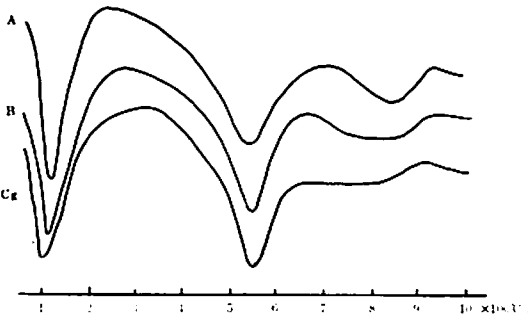
第 25 表 各種溶剤に可溶の窒素 (mg/100g)

土 壤	層 名	弘 法・大 羽 法			長 井 法 ^{注)}		T-N
		0.5% NaF 可 溶	0.5% NaOH 可 溶	0.05% NaOH 可 溶	$a_1 + a_2$ 腐 植 中	b グループ 腐 植 中	
PsB.F	A	21.6	52.0	10.0	4.9	5.1	480
	B	9.6	24.0	3.1	1.5	1.6	200
B.FPsG	A_1	25.6	57.6	15.9	7.9	8.0	490
	B	13.6	25.6	3.5	1.7	1.8	210
H.G	A	49.6	126.4	34.9	18.4	16.5	660
	BG	35.2	61.6	11.6	5.7	5.4	380

注) 長井法のうち 0.05% NaOH による腐植分画法を用いた。



第12図 Mg-粘土のX線回折像



第13図 Ps B.F. の DTA 曲線

まず、各土壌の Mg-粘土を定方位として X 線回折した結果を第12図に示した。なお同時に Mg-粘土のエチレングリコール (E.G 処理)、K-粘土およびその 100°C、300°C、550°C 処理についても実施したが、表示は省略した。また、Mg-粘土の試料を用いて示差熱分析 (DTA) を試みたのであるが、測定機器の関係から全試料を表示すると乱れを生じたので、3 土壌における各層の X 線回折実験の傾向から Ps B.F. の 3 層をもって代表し、他は補助的データに止めることとした。この

結果も第13図に掲げた。

まず、X 線回折実験における Ps B.F. の A 層は peak が弱く 14 A、10 A および 7 A に若干認められる程度であるが、B 層では 14 A、7 A がやや sharp となり、10 A は依然として小さかった。Cg 層では再び A 層の傾向に類似した。B.F PsG の A₁ 層、A₍₂₎ 層は Ps B.F. の A 層とは同様な curve を画いた。B 層も前記 B 層の傾向に等しく、BCg 層から Cg~G 層になるに従って再び Ps B.F. の Cg 層にほぼ一致した。H.G では A 層および BG 層が前述 2 土壌の A 層または A₁ 層の様相に類似の傾向となり、CG 層では 14 A、7 A がやや強い底面反射を示した。

以上の傾向を取纏めると

Ps B.F.	B.F PsG	H.G
A	< A ₁ A ₍₂₎ >	< A BG >
B	< B BCg >	CG
Cg	Cg~G	

の関係を見出しうる。すなわち、Ps B.F. の A 層は B.F PsG で A₁ 層、A₍₂₎ 層、H.G で A 層、BG 層

に分化しており、また Ps B.F の B 層は、B.F PsG で B 層および BCg 層、H.G で CG 層に対応している。しかし、Ps B.F の Cg 層は B.F PsG の Cg~G 層と同様な傾向にあるが、H.G で対応する層がなかった。これは当該土壌の CG 層よりさらに下部の層が水没条件下であったためと思われる、もし採取可能な状態であれば他の 2 土壌のそれと同様に底面反射の弱い peak を画いているであろう。

E.G 処理による 14 A の X 線回折像は各試料とも 17 A に移動しないことから、14 A 鉱物は多分パーミキュライトと考えられる。また、K-粘土では 1 価のカチオンのために 10 A が強くなり、100 C、300 C、550 C へと加熱処理することによって順次 10 A の peak が尖鋭化した。

また、DTA によれば 140 C および 550 C 前後に吸熱があり、920 C 近辺に弱い発熱反応が認められ、3 土壌ともほぼ同様な傾向を示した。

以上のことから考えると、各土壌とも B 層(または該当層)を除き一般に結晶度の低い粘土鉱物(14 A、7A、10 A 鉱物)であり、また供試土壌型同志が異質であるとは考え難かった。

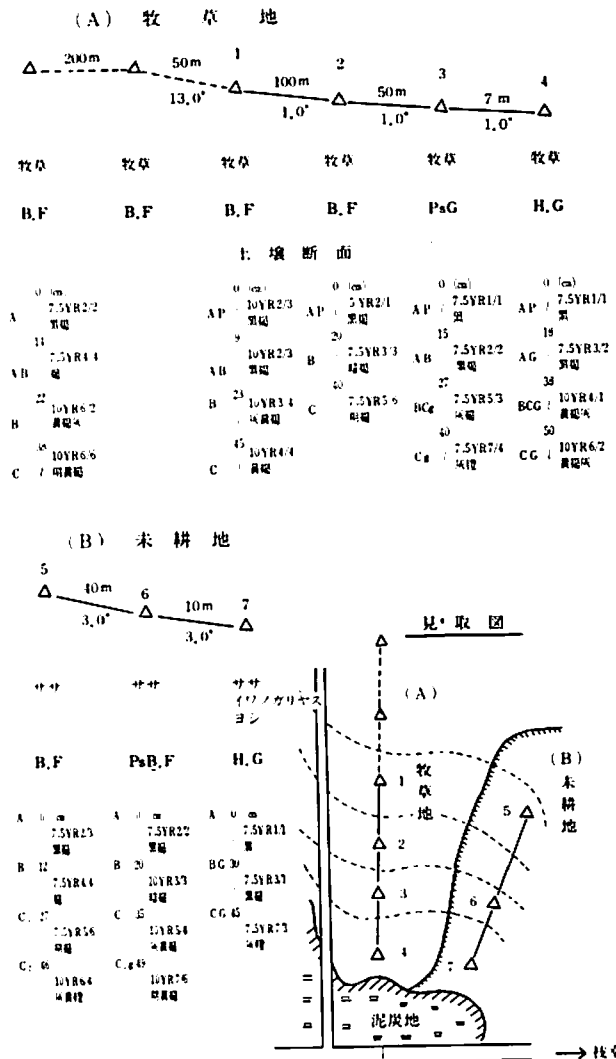
4 他地点におけるカテナの傾向

今まで述べたことより、カテナの特徴として土壌母材が異なっても土壌型が hydromorphous になるほど T-N、T-C、CEC などは増加するが、逆に可溶性無機膠質物などの減少を認めた。この現象について他地点でも検討を試みた。

そこで、枝幸町岡島 A および B カテナを調査した。第14図には土壌型の配列状況と土壌断面について掲げた。なお、土壌型は略号をもって表示したが、それぞれつぎの通りである。

B.F…酸性褐色森林土、Ps B.F…疑似グライ性酸性褐色森林土、PsG…疑似グライ土、H.G…腐植質グライ土。

枝幸町岡島カテナは砂岩、安山岩質を母材とす



第14図 枝幸町岡島のカテナ

る。Aは牧草地、Bは未耕地で両者とも同一泥炭地に傾斜している。AはNo. 3、No. 4 地点でグライの影響が強くなる。Bは斜面下位ほど植生がササからイワノガリヤス、ヨシに移り湿性型化する。

第26表には pH と R₂O₃ の分析結果を示す。

A…各土壌型の R₂O₃ は下層ほど低下の傾向を示し、グライ化するほど明確であるが、上層では逆の現象となった。

B…R₂O₃ は B.F より H.G になるほど低下した。

第 26 表 枝幸町岡島カタナにおける pH と R_2O_3 (TAMM 氏液可溶)

A カテナ

層	序	層名	pH (H ₂ O)	R ₂ O ₃ (mg)
1 ~ (B.F)	1	Ap	6.25	2,080
	2	AB	6.00	2,480
	3	B	5.35	2,580
	4	C	5.25	2,420
2 ~ (B.F)	1	Ap	5.15	2,020
	2	AB	5.00	3,280
	3	C	4.90	3,200
3 ~ (PsG)	1	Ap	5.45	2,680
	2	AB	5.30	2,500
	3	BCg	5.35	2,200
	4	Cg	5.50	3,860
4 ~ (H.G)	1	Ap	5.20	2,820
	2	AG	5.25	3,180
	3	BCG	5.30	1,660
	4	CG	5.30	1,700

B カテナ

層	序	層名	pH (H ₂ O)	R ₂ O ₃ (mg)
5 ~ (B.F)	1	A	5.00	4,120
	2	B	5.30	5,040
	3	C ₁	5.30	4,880
	4	C ₂	5.40	2,680
6 ~ PsB.F	1	A	5.25	1,800
	2	B	5.65	4,400
	3	C ₁	5.70	2,220
	4	C _{1g}	5.70	1,540
7 ~ (H.G)	1	A	5.10	2,660
	2	BG	5.50	1,900
	3	CG	5.40	2,100

これらのことから、値に若干の乱れがあるものの、土壌が地下水型化するほど R_2O_3 が低下する傾向を示し、既述のカテナに類似の様相を呈した。本地区は背後に火成岩地帯をひかえ、これの影響を母材に有する洪積段丘面上にあり、既説した水成岩等に由来するカタナと比較しても母材間

で差があるとは考えられなかった。さらに、同時に測定した pH は、Ap 層が人為的手段の介入で高まっていることを除けば、一般に下層ほど上昇しており、天北地方の土壌が水分環境によって支配されていることをここでも示唆している。

5 考 察

天北地方において出現する土壌は、地質的な成因、気象環境などによって規制されるが、近年、酸性褐色森林土を中心に、地下水の影響で疑似グライ性の土壌、ポドソル的な溶脱をうけた土壌および泥炭土壌などが主体を占め、これに各種の亜型が付随することが判明した。

一方、当地帯は酪農専業を標榜に草地在りが進捗中であるが、その造成管理法は画一的なうらみがある。従ってこれらの土壌の edaphological な特徴を知ることが、草地維持管理技術確立のためには急務と思う。

前述各土壌は微地形の差によって出現することが天北地方の特徴であることに着目し、天北農試場内および金ヶ丘地区においてカタナの配列を示す地点を選定し試験材料とした。

出現する各土壌は、その特性に基づく断面形態と一般化学性を示すが、そのほかに鉄質土壌ではつぎの 2 点が興味ある傾向として認められた。

① 下層土は pH が上昇し、塩基飽和度が高まる。

② 程度に強弱の差はあるが、ポドソル的な R_2O_3 の溶脱、集積がある。

気候的土壌型に関する三宅ら⁵⁶⁾、佐々木⁷⁵⁾の研究から、天北地方はポドソル性土壌が出現する可能性があるとし、また重粘地グループ²⁶⁾は当地方の水分環境は微地形、表層地質の性質と相まって成帯内性土壌の分布を規制するとした。すなわち天北農試土壌は浅茅野段丘上にあつて、水分環境が周期的洗滌型と考えられるために、地下水の影響のうけやすい、しかもポドソル的な働きをうけているとみられたが、金ヶ丘土壌では粘性が強くて従って前者ほど顕著な傾向ではなかった。

さて、土壌型からみると、天北農試土壌では腐植、窒素は B.F → Peat へと高くなるが、TAMM 氏液可溶の R_2O_3 や磷酸吸収力は逆に地下水型土

壤ほど低い値を示した。しかし、全分析による Fe_2O_3 、 Al_2O_3 は鉄質土壤間に大差がない。さらに粘土鉱物は 14 A、7 A および 10 A の順に強い底面反射を示し、B.F は DTA で弱いギブサイトの吸熱反応を認めた。本土壤の母材は砂礫岩、泥岩質および利尻ロームの混合物と考えられる段丘堆積物であるから、その堆積様式の均一性や母材の混合割合が **homogenous** であるかは疑問の向きがないでもない。とくに B.F は DTA による調査結果からロームの影響が強いと思われるので、これを加味すると本土壤はカテナ的 **sequence** と解すべきであろう。一方、利尻ロームの影響が認められないと考えられる金ヶ丘土壤でも、Ps B.F と B.F PsG の比較において腐植、窒素および R_2O_3 、磷酸吸収力の様相は天北農試土壤のそれにほぼ類似する。従って、両地区土壤の傾向から、**hydromorphous** であるほど Al_2O_3 を主体とした R_2O_3 が不活性化して反応系からはずれうる可能性が示唆された。

また、これらの関係は調査した他の地点でもほぼ認められ、さらに重粘地グループ²⁶⁾による雄武町曙地区段丘において、出現する B.F、PsG および P.G の無機膠質物間を比較しても同様な傾向をえていた。

カテナを一般斜面になぞらえるとき、下位では腐植が集積するのは当然であるが、微地形の差によって土壤型に相異があると考え、特徴的な性格が浮きぼりにされてくる。すなわち、腐植、窒素の集積と、これに組合わされる R_2O_3 によって土壤の生産力が規制されることになろう。腐植の特性を実際の農業生産に結びつけて検討するため長井法⁹²⁾を用いた。これによる結果から、天北農試土壤では **hydromorphous** な土壤型ほど窒素の給源と見なされる a_1 腐植が増加し、ゲル状 Al_2O_3 との結合が強くなる a_2 、 a_3 腐植になるに従って土壤間に差がなくなる。金ヶ丘土壤では a_1 腐植にのみ土壤型との対応がみられた。つまり、地下水土壤型になるに従って窒素を放出しやすい質的条件を具備するに至ると考えられた。

以上、2 地区のカテナ土壤の特徴から、土壤水分環境の影響が作物生産性を支配する大きな要因

となることがわかった。

6 要 約

天北地方に出現する土壤型は、酸性褐色森林土を中心に、地下水の影響で疑似グライ性の土壤、ポドソル的な溶脱をうけた土壤および泥炭土壤などが主体を占め、これに各種の移行型が亜型として付随する。これら土壤の生産的特徴を検討する場合は、カテナの配列を示す地点を求めるべきであろう。従って、カテナとして出現する土壤を用いて **edaphological** な比較検討を試みた。

天北農試場内において

1) 天北農試場内 (T₁ 段丘面に堆積した水成岩—砂礫岩、泥岩質、利尻ローム混入—) において、酸性褐色森林土、疑似グライ性酸性褐色森林土、ポドソル性土壤、泥炭質グライ土および泥炭土壤の 5 土壤型が 80 m の間に出現する。

2) pH、粘土、置換性塩基、 R_2O_3 、WAKSMAN の α -fraction などの一般的性質はほぼその土壤型に特有な傾向を示す。

3) 土壤型からみると、腐植と窒素は酸性褐色森林土→泥炭土壤へと高くなるが、 R_2O_3 、磷酸吸収力は逆に地下水型土壤ほど低い値を示す。

4) X 線回折、DTA から各土壤型ともほぼ同一粘土鉱物がえられ、酸性褐色森林土では若干のギブサイトが検出された。

5) 腐植の質は、地下水土壤型ほど窒素放出機作の点で容易になることを確認した。

金ヶ丘地区において

6) 金ヶ丘地区 (ボンニタチナイ段丘面、非固結シルト岩) において、疑似グライ性酸性褐色森林土、褐色森林土性疑似グライ土、腐植質グライ土および泥炭土壤が約 100 m の間に出現する。

7) 供試土壤の傾向は、天北農試土壤で示された 2)～5) の様相にほぼ類似した。

他の地区において

8) 岡島地区において、地下水型化した土壤ほど R_2O_3 含量が少なかった。

以上のことより、土壤水分環境の影響の強弱が作物生産性を支配する大きな要因となることが推