

北海道根釧地方に分布する主要火山性土の 理化学的性質

松中 照夫* 三枝 俊哉*
松原 一實* 菊地 晃二**

未熟火山性土には次のような特徴が認められた。すなわち、粒径が粗く固相率および気相率が大きく、液相率が小さい。仮比重は大きく、透水性が良好で保水性はやや劣る。腐植含量が少ないため、窒素供給力や塩基保持能は小さく、リン酸固定力は弱い。これに対し、厚層黒色火山性土は、未熟火山性土と全く逆の理化学的性質を有し、黒色火山性土は、未熟火山性土と厚層黒色火山性土の中間的な性質が認められた。これらの理化学的性質にみられる土壌間差は、主に火山灰の噴出源からの距離に伴う粒径組成の差異と腐植の集積程度によってもたらされると考えられた。

緒 言

地力保全基本調査⁷⁾によると、根釧地方の調査した耕地面積128,400haのうち実に87%は火山性土が占めている。これらの火山性土を構成している火山灰の分布や堆積様式についての調査は、古く山田²⁾が実施し、さらに瀬尾ら²³⁾によって山田の調査結果が一部改められたが、これらの調査によって当地方における火山灰の噴出源、堆積様式および分布などのほぼ全貌が明らかにされた。

しかし、それらの報告によると、当地方の火山灰の積層状態および分布は複雑で、精査されたにもかかわらず農業生産の面で十分に活用されているとは言いがたい。そこで、大村ら²⁰⁾は、当地方の表層を構成する火山灰から土壌の地域区分を行い、土壌の腐植含量が少なく、リン酸固定力が弱く、養分保持力に劣った火山灰が主体をなす内陸地域と、腐植含量が多く、リン酸固定力と養分保持力の大きい沿海地域、および両者の中間的な性質を示す中間地域の三地域に分けた。これらの各地域における主要な土壌は、北海道農牧地土壌分類第2次案⁸⁾によれば、内陸地域は未熟火山性土、

中間地域は黒色火山性土、沿海地域は厚層黒色火山性土が対応している。これに松原ら¹⁵⁾が軽石層が中心となっている火山放出物未熟土の地域を加えた4土壌地帯に区分した。最近完成された60万分の1の北海道土壌図²⁵⁾においてもこの4種の土壌で大きく区分されている(図1)。これらの土壌のうち、その分布面積からみて未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土が根釧地方の主要な火山性土である。

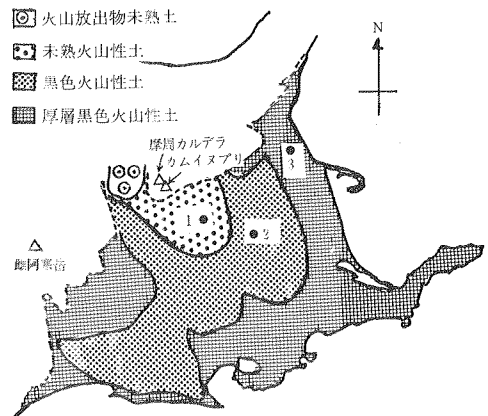


図1 根釧地方の火山性土の分布と代表地点の位置

(北海道土壌図, 60万分の1, 1985²⁵⁾を火山性土を中心に簡略化した)

1. 標茶町虹別, 2. 別海町上春別, 3. 標津町北標津

1985年7月15日受理

* 北海道立根釧農業試験場, 086-11 標津郡中標津町

** 同上(現北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町)

すでに、これらの火山性土における化学性の差異については報告されているが⁶⁾、その差異をもたらした要因についての検討は不十分であった。さらに、各火山性土の物理的な性質や水分特性および窒素供給力などについては、未検討のままである。

そこで上述した未検討課題を含め、本報では改めてこれら三火山性土の理化学的性質についての違いを明らかにし、各火山性土に造成される草地の肥培管理に関する研究の基礎資料を得ようとした。以下にその結果を報告する。

調査および実験方法

1. 土壌の物理性について

(1) 粒径組成, 三相分布, 仮比重

未熟火山性土, 黒色火山性土, 厚層黒色火山性土に属する合計70地点の採草地の表層(0-15 cm)から100m³/容採土管で採取した乱さない土壌試料を供試して, 仮比重および圃場容水量に相当するpF1.5における三相分布を測定した。さらにこのうちの代表的15地点の試料の風乾細土を用いて粒径組成をピベット法で分析した。

(2) 土壌の水分特性

未熟火山性土, 黒色火山性土および厚層黒色火山性土の代表地点をそれぞれ標茶町虹別, 別海町上春別, 標津町北標津の採草地に設定し, 各火山性土の表層と下層の特徴層位から100m³/容採土管で採取した土壌サンプルについてpF 0-pF 1.5までは土柱法で, pF1.5-4.2までは遠心法によりpF-水分関係を測定し, 微分操作によってpF-水分分布曲線を求めた。また, 同様にして採取したサンプルを用いて飽和透水係数を定水位法で測定した。これらの測定は, いずれも3反復で実施した。

上記の代表地点および未熟火山性土と厚層黒色火山性土についてはさらにもう1地点を加え計5地点において, 水の積算浸入量をシリンダ法により5反復で測定した。結果は, 最大および最小の積算浸入量を示した値を除いた3反復の平均値で示した。なお, これらの測定は現地の草地で行ったので, 測定の前に地表面の牧草を刈取り除去した。

2. 土壌の化学性について

(1) 窒素供給力

主要火山性土地帯の採草地(未熟火山性土=9点, 黒色火山性土=8点, 厚層黒色火山性土=9点)および放牧地(未熟火山性土=7点, 黒色火山性土=7点, 厚層黒色火山性土=9点)の土壌表層(0-5 cm)から採取した計49点のサンプルを風乾細土にして分析に供した。分析項目と分析方法は以下のとおりである。全窒素(T-N): サリチル硫酸法。全炭素(T-C), 腐植: チュウリン法。無機態 N: 10%KCl で抽出後コンウェイの微量拡散法。無機化N量: 各土壌の最大容水量の60%水分で30℃ 4週間培養した時に放出された無機態N量から培養開始時の無機態N量を差し引いて求めた。

(2) リン酸吸収係数, 塩基交換容量

根室管内の105地点の採草地の表層(0-20cm)より採取した土壌を風乾細土にして分析に供した。リン酸吸収係数は2.5%リン酸アンモニウム溶液(pH7.0)を用いる常法, 塩基交換容量(以下, CECと略す)は簡便さの点からピーチ法によった。

(3) 有効態リン, 交換性塩基

先に報告した実態調査¹⁶⁾の結果から, 根室半島部を除いた692地点の採草地の土壌(0-5 cm)における分析データを用いて, 傾度分布を各火山性土ごとに求めた。

有効態リン(以下, 有効態Pと略す)は, Bray No.2法で分析したが, 土:液比=1:7で実施した。交換性塩基: 1N酢酸アンモニウム溶液(pH 7.0)で抽出後, カリ(K)とナトリウム(Na)は炎光法, カルシウム(Ca)とマグネシウム(Mg)は原子吸光法で分析した。

調査結果

1. 代表地点の土壌断面と主な理化学性

代表地点における土壌断面と各層位の主な理化学性を図2および表1に示した。未熟火山性土の表層部は, 草地造成時の抜根などにより雌阿寒岳火山灰a層(Me-aと略)がかなり除去されており, 腐植含量が少なく粒径の粗いカムイヌプリ岳火山灰2a層および4a層(Km-2aおよびKm-4aと略)が厚く堆積している。また, 下層は腐植含量が多く細粒質のカムイヌプリ岳火山灰1f層(Km-1fと略)が存在している。黒色火山性土は, Km-2a, Km-4aの層厚が薄く, 腐植

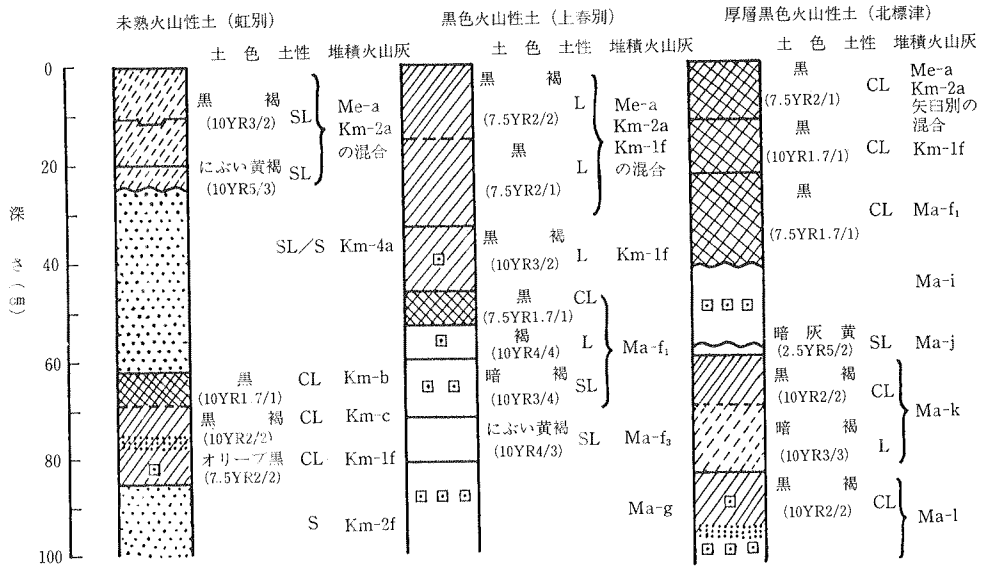


図2 主要火山性土の代表地点における土壌断面

表1 代表地点における土壌の一般理化学性

火山性土	層位	層厚 (cm)	粒 径 組 成 (%)				土性	pH		Y ₁	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	リン酸 吸収係数	塩基* 交換容量 (me/100g)
			粗砂	細砂	シルト	粘土		(H ₂ O)	(KCl)						
未 熟 火山性土	1	0-11	24.8	41.1	26.8	7.3	SL	7.1	6.8	0.5	0.19	2.29	4.0	690	7.7
	2	11-20	23.8	44.5	26.4	5.3	SL	6.7	5.7	0.5	0.21	2.65	4.6	740	8.8
	3	20-25	30.9	40.7	18.8	9.6	SL	6.1	5.0	0.7	0.09	1.33	2.3	580	3.2
	4	25-35	16.2	52.0	19.5	12.3	SL	5.9	5.0	0.5	0.03	0.51	0.9	300	1.7
黒 色 火山性土	1	0-15	11.5	37.5	38.7	12.3	L	6.6	5.6	0.4	0.43	5.53	9.5	1360	21.0
	2	15-33	9.4	39.4	41.4	9.8	L	6.8	5.9	0.4	0.35	4.69	8.1	1500	18.2
	3	33-46	16.6	38.8	35.7	8.9	L	6.8	6.0	0.3	0.23	3.18	5.5	1960	11.3
厚層黒色 火山性土	1	0-12	13.4	31.4	38.0	17.2	CL	6.7	6.0	0.5	0.48	7.50	12.9	2390	31.5
	2	12-23	13.4	29.9	39.6	17.1	CL	5.9	5.0	0.4	0.50	8.33	14.4	2440	32.5
	3	23-42	13.9	24.0	40.1	22.0	CL	5.6	4.9	1.5	0.48	9.53	16.4	2720	39.6

* ショウレンベルガー法

含量の多いKm-1fが比較的浅い位置に堆積している。このため、粒径がやや細くなり腐植含量が未熟火山性土より高まり、リン酸吸収係数やCECも大きくなっている。一方、厚層黒色火山性土は、未熟火山性土で1m以下に、黒色火山性土では46cm以下に存在する細粒質の摩周岳火山灰f₁層(Ma-f₁と略)が23cmの位置に出現する。この上部にも比較的腐植含量の多い矢白別層(Yaと略)およびKm-1fが分布し、これらの層とMa-f₁が主に表層を構成している。その結果、多腐植でリン酸吸収係数やCECが黒色火山性土よ

りさらに高まっていた。

以上のように、当地方の主要な三火山性土の理化学性は、土層を構成する火山灰の性質を反映し土壌間差が明らかに認められる。そこで、さらに詳細に各火山性土における物理性と化学性の差異を比較検討した。

2. 粒径組成, 三相分布, 仮比重

図3は腐植含量と粒径組成の関係を示したものである。腐植含量と砂含量(粗砂+細砂)との関係は高い負の相関が認められた。また、シルトおよび粘土含量はいずれも腐植含量と有意な正の相

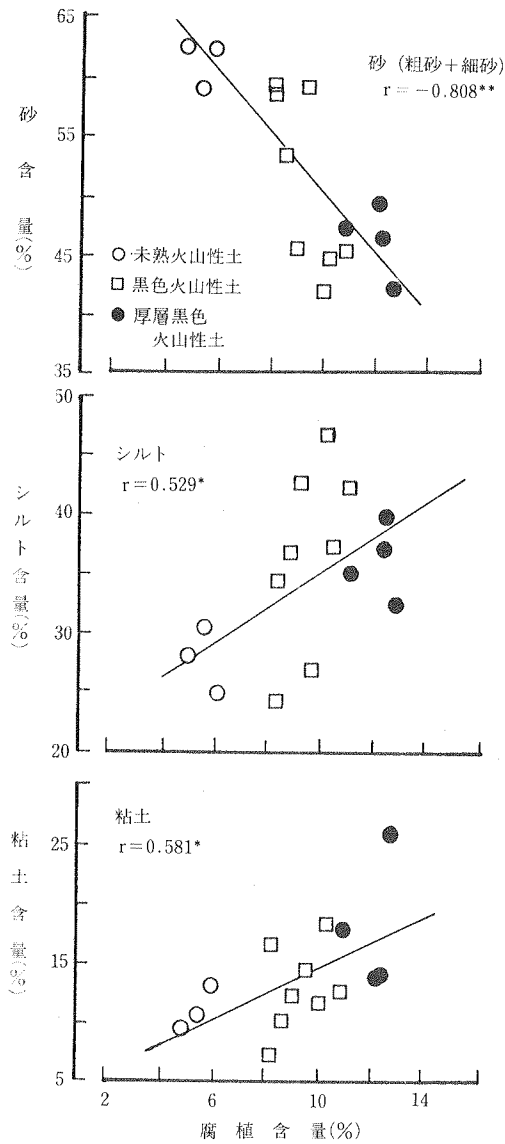


図3 土壤の腐植含量と粒径組成の関係
 (図中のrは相関係数, * : 5%水準で有意
 ** : 1%水準で有意, 以下の図でも同様)

関を示した。各火山性土ごとにみると、未熟火山性土の3点はいずれも腐植含量が5%内外にあり、砂含量が多く、シルトおよび粘土含量の少ない粗い粒径組成であることがわかる。これに対し、厚層黑色火山性土の4点は腐植含量が12%内外にあり、砂含量は少なく、シルト、粘土含量の多い細かい粒径組成であった。黑色火山性土は腐植含量が8~11%程度であり、砂、シルト、粘土の各

含量はいずれも未熟火山性土と厚層黑色火山性土の中間的な値であった。

図4は圃場含水量に相当するpF1.5における三

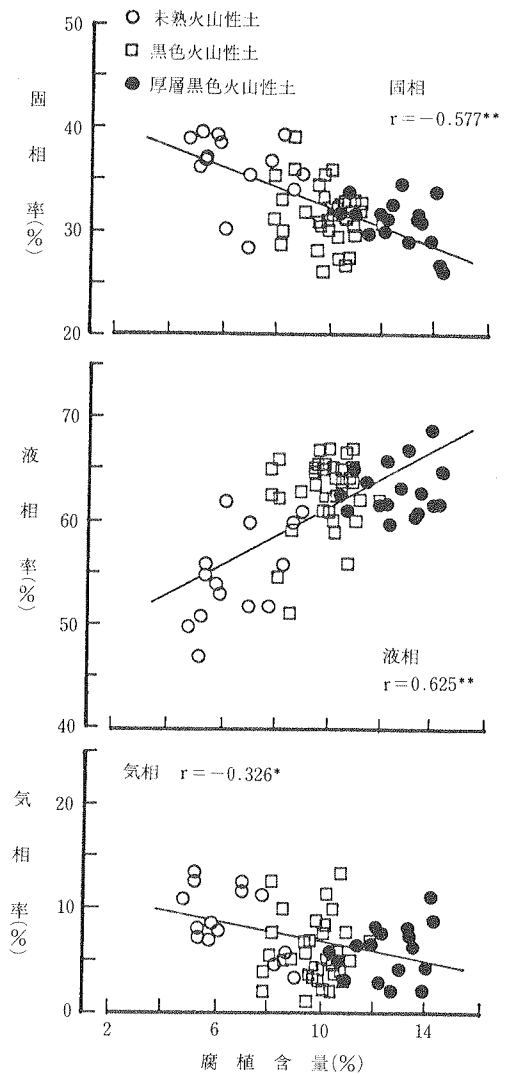


図4 土壤の腐植含量と三相分布 (pF1.5) の関係

相分布と腐植含量の関係を示したものである。固相率は腐植含量の増加に伴い低下し、これに代わって液相率が明らかに上昇した。気相率も腐植含量と弱い負の相関を示した。各火山性土ごとにみると、腐植含量の少ない未熟火山性土は固相率と気相率で高く、液相率が低い。これとは逆に腐植含量の多い厚層黑色火山性土は固相率と気相率が低く、液相率が高い。黑色火山性土はこの両者の

中間的な三相分布を示した。

腐植含量が多いと固相率が明らかに低下するため図5に示したように、仮比重と腐植含量との間には極めて高い負の相関が認められた。未熟火山

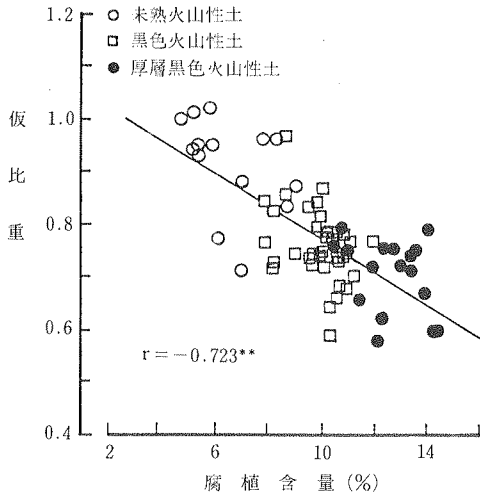


図5 土壤の腐植含量と仮比重の関係

性土の仮比重は0.7~1.0に分布し、厚層黑色火山性土では0.5~0.8の範囲にあった。黑色火山性土の場合はこれまでの結果と同じく未熟火山性土と厚層黑色火山性土の中間的な値であったが、仮比重の分布幅は他の火山性土より広く0.6~1.0に分布していた。

3. 水分特性

各火山性土の代表地点における特徴的な層位(各火山性土とも表1の第2層目)とそれより下の層位(未熟火山性土は表1の第4層, 黑色火山性土および厚層黑色火山性土は第3層)から採取した試料を用いて作成したpF-水分曲線は、図6のとおりである。この図から明らかなように各火山性土によって保水性が異なることが理解できる。すなわち、腐植含量の少ない未熟火山性土は保水性が小さく、黑色火山性土から厚層黑色火山性へと腐植含量の増加に伴って保水性が高まった。しかし、pF4.2における水分率(容積%)も同時に高まっている。これは作物に利用不可能な水も多く保持されていることを示している。したがって、作物に有効な水分量の差異については明らかでない面がある。そこで、pF-水分分布曲線を示すと図7のようになった。

未熟火山性土は表層および下層ともpF1.8と

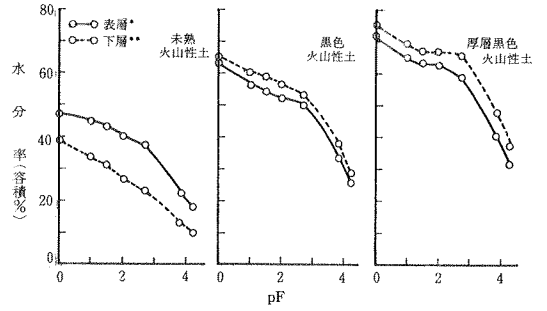


図6 主要火山性土のpF-水分曲線

* 各火山性土とも、表1の第2層目より採取。

** 未熟火山性土は表1の第4層目から、黑色火山性土と厚層黑色火山性土は表1の第3層目から、それぞれ採取。

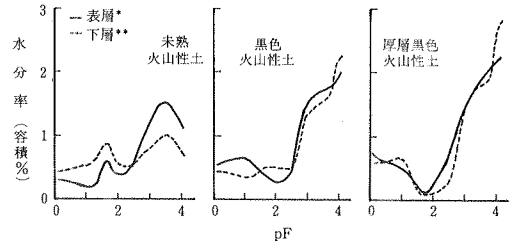


図7 主要火山性土のpF-水分分布曲線

*, ** 図6と同じ。

pF3.5付近の二つに水分分布のピークが存在した。これは、佐久間ら²¹⁾によると多孔質な軽石質砂を主構成成分にする粒径の粗い火山性土における水分分布の特徴であるとされている。一方、厚層黑色火山性土における水分分布はpF1.8まで減少しつづけ、それ以降の高pF領域で急激に増加していた。黑色火山性土の場合には厚層黑色火山性土と類似した水分分布であったが、pF1.8付近での水分分布の低下が厚層黑色火山性土ほど明らかでなかった。水分分布を各pFごとに比較すると、表2のとおりである。pF1.8からpF3.8までの易有効水分量は三火山性土に大きな差異がなく、高pF領域の難有効水分量を含めたpF1.8からpF4.2までの全有効水分量は、腐植含量に対応し未熟火山性土、黑色火山性土、厚層黑色火山性土の順に増加した。つまり、三火山性土における保水性は、pF3.8からpF4.2までの難有効水分量において大きく異なっていた。

次に透水性についてみると、表2に示した飽和透水係数でみるかぎり土壤の粒径組成の粗い未熟

表2 代表地点における土壌の水分特性

火山性土層位	水分分布 (vol.%)				飽和透水係数 (定水位) (cm/sec × 10 ⁻⁴)
	pF0—1.8	pF1.8—3.8	pF3.8—4.2	pF1.8—4.2	
未熟表層*	5.7	19.0	4.8	23.8	7.33
火山性土下層**	10.8	15.1	3.2	18.3	6.67
黒色表層	9.9	20.4	7.5	27.9	6.07
火山性土下層	7.7	20.3	8.8	29.1	4.67
厚層黒色表層	8.9	22.7	8.8	31.5	1.33
火山性土下層	8.6	19.4	10.4	29.8	2.10

*表層：各火山性土とも表1の第2層目より採取，**下層：未熟火山性土は表1の第4層目から，黒色火山性土と厚層黒色火山性土は表1の第3層目からそれぞれ採取。

火山性土で大きく黒色火山性土，厚層黒色火山性土と腐植含量が多くなるにつれて飽和透水係数は小さくなった。また，図8に示したように現地における水の浸透能（積算浸入量）においても各火山性土の透水性の違いが明らかに認められ，未熟火山性土では1時間当たりの浸入量が75mmから105mm程度であるのに対して，厚層黒色火山性土では30mm程度と少なかった。

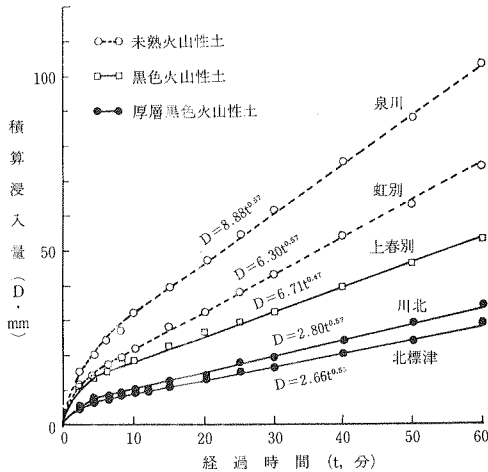


図8 水の積算浸入曲線

以上の結果から，未熟火山性土は，他の二火山性土に比較して，固相率，仮比重が大きく，粒径は粗く透水性が良好で，保水性にやや劣る土壤であると指摘できる。また，厚層黒色火山性土は，未熟火山性土とは逆の物理的性質を有しており，黒色火山性土は未熟火山性土と厚層黒色火山性土の中間的な特性を示した。

4. 土壌のN供給力

各火山性土地帯から採取した0～5cmの土壌の無機化N量を草地の利用方法別に示したものが図9である。無機化N量の土壌間差は，草地の利

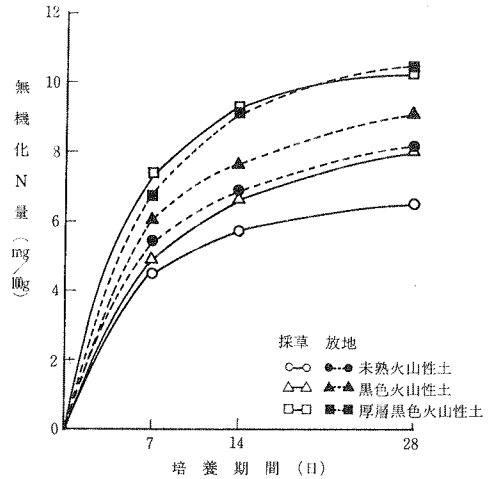


図9 土壌窒素の無機化状況

注) 土壌の種類，草地の利用方法ごとに，各サンプルの分析値の平均値を求めて図示した。

用方法にかかわらず明らかで，未熟火山性土，黒色火山性土，厚層黒色火山性土の順に無機化N量が増加している。草地の利用方法による差異をみると，腐植含量の少ない火山性土ほど，放牧利用によって土壌の無機化N量が増加することがわかる。分析した全サンプル(49点)についてT-N(y)と腐植含量(x)の関係は $y=0.023+0.042x$ の回帰式で与えられ，相関係数(r)は0.916**と極めて高い正の相関が認められた。また，無機化N量(y)と腐植含量(x)の間にも $y=-2.95+27.9x$ $r=0.796$ **の関係があり，これら

の間にも高い正の相関があった。

以上の結果から、腐植含量の多い厚層黒色火山性土は、他の二火山性土よりT-Nおよび無機化N量がともに多くN供給力の大きい土壌であると考えられた。これとは逆に、腐植含量の少ない未熟火山性土はT-N、無機化N量がともに少なく、黒色火山性土や厚層黒色火山性土よりN供給力の劣った土壌であると思われた。

5. CEC とリン酸吸収係数

当地方の火山性土のCECは腐植に依存しているため⁹⁾、腐植含量とCECとの間には極めて高い正の相関が認められた(図10)。腐植含量が6~10%に分布した未熟火山性土のCECは、10~25me/100gの範囲に入り、腐植含量が11~18%にあった

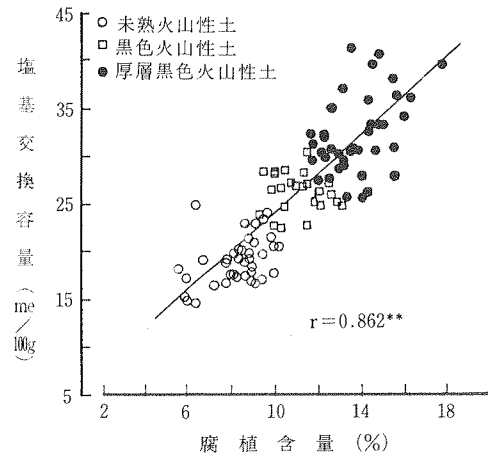


図10 土壌の腐植含量と塩基交換容量の関係

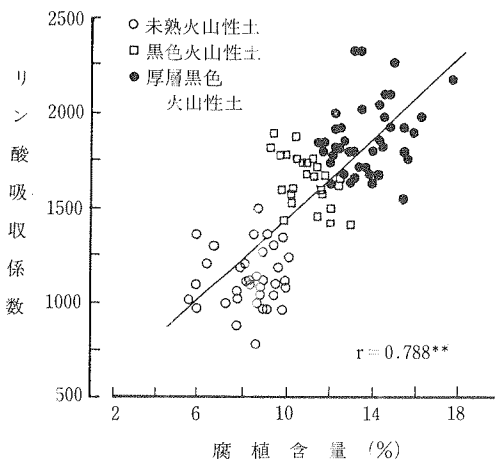


図11 土壌の腐植含量とリン酸吸収係数の関係

厚層黒色火山性土のCECは、25~45me/100gであり、本調査結果では両者が重なることがなかった。このような関係は先の報告⁹⁾とよく一致する。

リン酸吸収係数と腐植含量の関係も同様で、両者間に高い正の相関が認められた(図11)。北海道農牧地土壌分類⁹⁾によると、リン酸吸収係数は火山性土の分類基準の一つの尺度であり、土壌間差が明らかである。

6. 有効態養分含量

未熟火山性土地帯より263点、黒色火山性土地帯より179点、厚層黒色火山性土地帯より250点、計692点の採草地における0~5cmの土壌中有効態P、および交換性のカリ(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)を分析し、その頻度分布を示したものが図12である。

有効態P含量は各火山性土とも土壌診断における適正基準の下限值(10mg/100g)⁹⁾より低いものが大部分であり、極めて低含量であった。それでも、有効態P含量の頻度分布における土壌間差は明らかで、未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土とリン酸吸収係数が大きくなる順に低含量に分布する割合が増加している。

交換性K含量はPの場合と同様に、各火山性土とも大部分の土壌が土壌診断の適正基準の下限值(15mg/100g)⁹⁾を下回っており、低含量の割合が多い。しかし、この場合も土壌による違いは明らかで、CECが大きくなる順に低含量の分布割合が低下している。交換性Ca、Mg含量についても土壌のCECとよく対応し、CECの大きい厚層黒色火山性土では高含量に分布する割合が高まっていた。

以上の結果から、未熟火山性土はリン酸吸収係数が小さいため、他の火山性土より有効態P含量は高くなるが、N供給力、塩基保持能に劣る土壌であると特徴づけられる。一方、厚層黒色火山性土は未熟火山性土と逆の特徴があり、黒色火山性土はこれまでの結果と同じく両者の中間的な化学的性質を保有していることが認められた。これらの化学性はいずれも土壌中の腐植含量との間に密接な関係にあった。

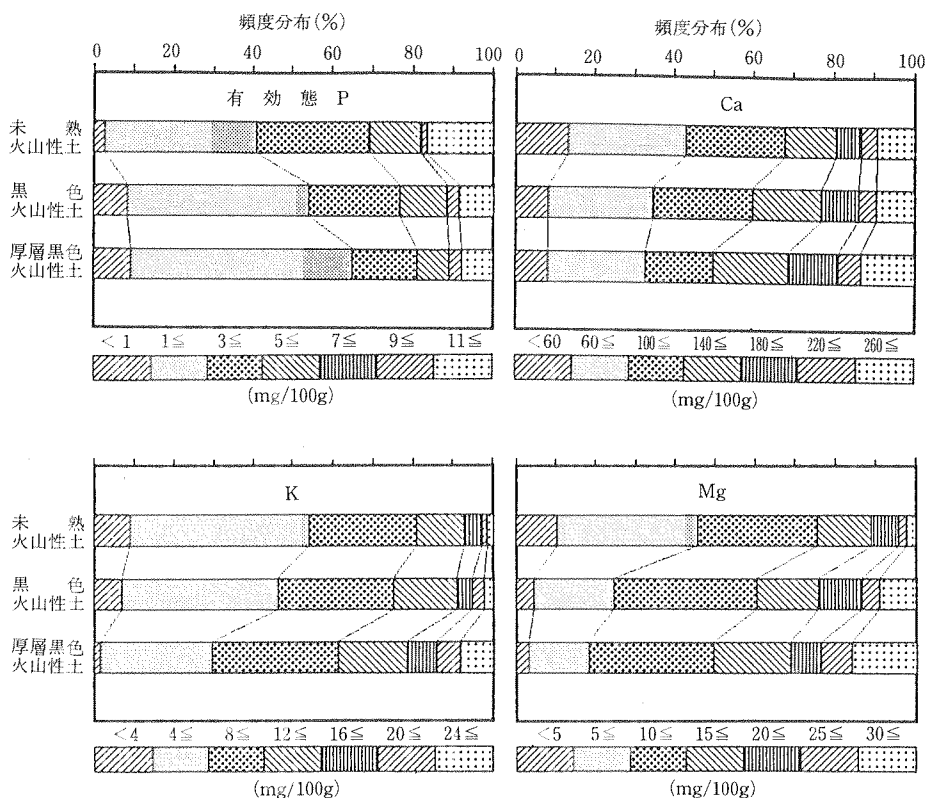


図12 土壌の有効態 P*および交換性塩基含量の頻度分布
*Bray No. 2法 (土:液 = 1:7)

考 察

一般に火山性土の理化学的性質は、それを構成する火山灰の種類や厚さに規制される。火山灰は通常、噴出源を基点とし偏西風によって流されながら漸次降下し地上に堆積する。そのため、噴出源からの距離や方向と地上に堆積した火山灰の種類や層厚、粒径との間には密接な関係がある³⁰⁾。すなわち、噴出源に近いほど粒径の粗いものが堆積し²⁶⁾、粒径が同じ場合には、輝石や長石類の重鉱物が多く含まれる²²⁾。

根釧地方の主要な火山性土である未熟火山性土、黒色火山性土および厚層黒色火山性土は図1に示したとおり、これらを構成する主要な火山灰の噴出源であるカムイヌプリ岳および摩周カルデラを中心にほぼ同心円状に南東方向に分布し、未熟火山性土が噴出源に近く、黒色火山性土、厚層黒色火山性土の順に噴出源より遠く位置する。し

たがって、土壌の粒径が未熟火山性土、黒色火山性土、厚層黒色火山性土の順に細かいのは、まず第1に噴出源からの距離が大きく影響しているものと考えられる。

また、この降下火山灰の粒径の差異は、堆積した火山灰の風化程度にも関与し、細粒であるほど風化が進みやすい。さらに降下年代が古いほど風化期間が長いので風化が進む。厚層黒色火山性土の表層を構成する主な火山灰は、当地方に分布する火山灰の中では比較的古いものが多い。しかも噴出源から遠いため粒径が細かいので、これとは逆の関係にある未熟火山性土に比較して風化程度が進んでいると考えられる。したがって、風化産物であるシルトや粘土含量は、未熟火山性土より厚層黒色火山性土において多くなるのであろう。

引法ら¹²⁾は、火山灰の風化によって生じるアロフェン質粘土が植物遺体から変成する腐植酸を高

含量に保持し、腐植粘土複合体として安定するため、火山灰の風化の進行に伴い、腐植が集積し粘土含量も増加することを報告している。本報でも腐植と粘土含量との間に正の相関を認めており、先に述べた各火山性土の粒径組成の差異による風化程度の違いは、各火山性土における腐植の集積度合にも関与しているものと思われる。

このように未熟、黒色、厚層黒色の各火山性土は、噴出源からの距離によってそれらを構成する火山灰の粒径組成や腐植の集積度合が大きく異なっている。腐植は、それ自身の比重が小さく海綿状の構造を持つので¹⁴⁾、腐植含量の増加とともに固相率が低下し、仮比重が減少すると考えられる。また、腐植は保水機能が大きく¹⁴⁾、腐植含量の増加は保水性を大きくする。したがって、厚層黒色火山性土の固相率や仮比重が他の火山性土より小さく保水性が大きくなったのは、主にこの火山性土に多量に集積した腐植に起因すると考えられる。さらに他の二火山性土と比較し未熟火山性土で透水性が良好で水の浸透能が大きく、保水性にやや劣るのは、この土壤の風化程度が低く、粗粒で腐植含量が少ないためであろう。

むろん、ここで対象とした土壤はいずれも草地から採取したものであるため、草地の経年化や利用方法によって三相分布⁹⁾および水分特性¹⁰⁾などが変化する可能性がある。しかし、これらの影響があったとしても各火山性土、とりわけ未熟火山性土と厚層黒色火山性土における物理性の差異は、極めて判然としていた。したがって個々の火山性土において、土壤の物理性が上述した草地特有の要因によって影響を受けているとしても、それらの影響は各火山性土が持つ固有の物理性を上回るほど大きいとは考えがたい。

次に化学性における土壤間差を検討してみる。まず各火山性土のN供給力における差異をみると、本調査結果では土壤の腐植含量とT-Nおよび無機化N量との間には、いずれも高い正の相関が認められた。したがって、本報の結果から土壤のN供給力を無機化N量によって評価すれば、腐植含量とT-Nの多い厚層黒色火山性土はN供給力が大きく、腐植含量やT-Nが少ない未熟火山性土はN供給力が小さいと指摘できる。

早川^{2,3)}によると、当地方の火山性土は開墾後数年間、粗腐植や植物遺体などのいわゆる栄養腐植の

分解が旺盛で、これに伴い無機化するN量が多い。しかしその後は、真性腐植酸やヒューミンなどの割合が高まり耐久腐植として土壤に残留するため、腐植やT-N含量が多くても無機化N量が少ないとされている。この傾向は、とくに埋没火山灰層(山田²⁰⁾の分類による摩周統C、D火山灰層)において著しい。したがって本報の結果は、上述した早川の指摘^{2,3)}と一致していない。

本報の培養実験で供試した土壤は、草地の表層0-5 cmより採取したものであり、この土層には、草地の利用ごとに枯死する茎葉や根さらに放牧利用の場合には、家畜のふん尿および採食残草などの有機物がくりかえし還元される。しかもこの土層は、作土層内でもリン酸などの養分が多く¹⁹⁾、かつ好气的条件に恵まれて微生物活性が高く、還元される有機物の分解が最も盛んな層である²¹⁾。それゆえ、枯死した茎葉や根などの有機物はある程度分解され腐植化過程の中でいわゆる栄養腐植として草地の表層土壤中に残留していくと考えられる。したがって、耐久腐植を多量に集積した埋没火山灰層が草地造成時の耕起によって作土層の表層部を構成した場合でも、草地の表層に限れば、還元有機物に由来する栄養腐植が富化されると考えられるため、腐植に質的な変化が生じているものと思われる。本報の結果と既往の成果とが一致しなかった要因の一つに、このような草地表層土における腐植の質的な差異が考えられる。

草地の表層に還元される有機物が土壤の無機化N量に大きく影響を及ぼす¹⁸⁾と考えれば、土壤の無機化N量が放牧利用と採草利用とで異なり、前者で多かったのは放牧利用のほうが採草利用より還元される有機物量が多いためと理解できる。また、未熟火山性土は腐植が少ないため草地表層に還元される有機物が土壤の無機化N量に及ぼす影響が強く現れると考えられ、同時に放牧利用と採草利用の還元有機物量における差異も大きく反映されるものと思われる。そのため他の火山性土より未熟火山性土において、放牧地の土壤の無機化N量が採草地におけるそれを大きく上回ったのであろう。

当地方の土壤のCECの大小は、腐植含量の多少にその大部分を依存している⁴⁾。弘法ら¹³⁾も火山性土の表層土を対象とした場合、腐植含量とCECが正の相関関係にあることを認めており、腐

植の集積は CEC を増加させる要因であると指摘している。本調査でもこれらの報告と同様の結果が得られた。したがって腐植含量の多い厚層黒色火山性土の塩基保持能は大きく、腐植含量の少ない未熟火山性土のそれは小さいと考えられる。

一般に CEC の大部分を腐植に依存している火山性土においては、腐植に由来する荷電が典型的な変異荷電である²⁸⁾ため、土壌の pH が上昇すると CEC が増大し、逆に pH が低下すれば、CEC が減少する特性を持つ。未熟火山性土地帯における草地の土壌 pH は、経年化に伴い他の火山性土より早く低下する¹⁷⁾。この経年的な pH の低下は腐植含量が少ないため、もともと小さい未熟火山性土の CEC をさらに減少させることになる。一方、厚層黒色火山性土は腐植含量が多いので CEC が大きく、経年化に伴う草地の土壌 pH の低下がゆるやかであるため¹⁷⁾、CEC の減少も少ないと考えられる。それゆえ、草地が経年化するに伴い各火山性土における塩基保持能の差異はさらに大きくなっていくものと思われる。

火山性土のリン酸吸収係数は一般に大きく、表層土にかぎると本報で認めた結果と同様に、リン酸吸収係数が土壌の腐植含量と正の相関を有していることが多い^{11,13)}。弘法ら¹³⁾は土壌のリン酸吸収係数と腐植の集積とに關与する無機物はほぼ同一のものと推定し、北海道の火山性土の場合には A1 との關係が強いことを報告している。また Wada ら²⁷⁾の指摘によれば、火山性土の A₁ 層のリン酸吸収係数は、腐植と複合体を形成する A1 の貢献度が最も大きく、ついで Fe の影響が大きい。これらの報告から、厚層黒色火山性土では腐植の集積とともに A1 や Fe の腐植複合体が形成され、これがリン酸吸収係数を大きくさせたと考えられる。未熟火山性土では風化度が低く、腐植の集積がわずかであるためリン酸吸収係数が小さいであろう。

図12に示した各火山性土における土壌 (0-5 cm) の P, K, Ca, Mg 含量の頻度分布は、いずれも各火山性土のリン酸吸収係数および塩基保持能からみて妥当な結果である。通常、これらの要素は施肥されるものであるため、施肥量が異なると大きく変化する。しかし、当地方の慣行施肥量は土地帯間に大差がない¹⁷⁾。したがって、本報で示したように土壌の化学性をよく反映した結果に

なったと思われる。

以上の検討結果から、当地方の火山性土の理化学的性質を支配している主な要因は、土壌の粒径組成と腐植含量であると考えられる。すなわち、噴出源からの距離によって各火山性土を構成する火山灰の粒径組成や堆積様式が決まる。この粒径組成は風化度合に影響を及ぼし、風化程度の差異や堆積した場所の水分環境²⁴⁾が、腐植の集積度合に關与する。腐植の集積度合は、物理性における三相分布、仮比重、保水性に影響を及ぼし、化学性では N 供給力、塩基保持能およびリン酸固定力と關連して土壌の有効態養分含量にまで影響する。

このように当地方の主要な三火山性土は、土壌の粒径組成や腐植含量の違いから理化学的性質を大きく異にしていることが明らかとなった。とくに、未熟火山性土は保水性にやや劣り、透水性が良好な上に塩基保持能が弱いので、施肥要素の溶脱防止に配慮した施肥管理が望まれる。この土壌では、N 供給力の増強対策を含めた有機物の富化対策が重要な課題であろう。また、厚層黒色火山性土はリン酸吸収係数が著しく大きいため、草地の造成段階および維持段階を問わずリン酸の肥培管理に十分な注意が必要であろう。本報で明らかにした各火山性土における理化学的性質の差異が草地の牧草生産力に及ぼす影響は、今後の重要な検討課題である。

謝 辞 本報告をとりまとめるにあたり、根釧農業試験場土壌肥料科の早川嘉彦、木曾誠二両研究職員には、有益な論議を共にしていただいた。根釧農業試験場田辺安一場長、中央農業試験場大垣昭一化学部長、高尾欽弥環境保全部長および根釧農業試験場土壌肥料科近藤 照科長には、本報告を校閲し、貴重な助言、指導をいただいた。記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 青峰重範, "火山灰土余話(4)". 農及園 55, 1227-1232 (1980).
- 2) 早川康夫, "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燐酸について" 北海道立農試集報, 3, 71-84 (1958).
- 3) 早川康夫, 橋本久夫, "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”. 北海道立農試集報, 7, 16-34 (1961).
- 4) 早川康夫, “根釧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2報, 腐植の塩基置換容量”. 北海道立農試集報, 9, 62-68 (1962).
 - 5) Higashida, S. and Takao, K. “Seasonal fluctuation patterns of microbial numbers in the surface soil of a grassland”. *Soil Sci. Plant Nutr.* 31, 113-121 (1985).
 - 6) 日笠裕治, 三枝俊哉, 菊地晃二, “根釧管内における草地の土壌診断に関する研究, 第1報, 土壌養分含量の実態について”. 北海道草地研究会報, 18, 77-81 (1984).
 - 7) 北海道立中央農業試験場, “地力保全基本調査総合成績書 北海道(1)”. 1978, p. 43.
 - 8) 北海道立中央農業試験場, “北海道の農牧地土壌分類, 第2次案”. 北海道立農業試験場資料, 第10号, 1979, p. 1-89.
 - 9) 北海道農務部農業改良課編, “土壌および作物栄養の診断基準 一改訂版一”. 1983, p. 17.
 - 10) 加甲艶照, 小田日出夫, 豊田広三, “傾斜草地の土壌保全に関する研究, V, 傾斜草地の水の浸入能”. 草地試研報, 18, 127-136 (1981).
 - 11) 加藤芳朗, “東海地方の「黒ボク」土壌の一般理化学性, 一火山灰土壌との対比を中心として”. *日土肥誌*, 41, 173-177 (1970).
 - 12) 弘法健三, 大羽 裕, “火山灰土壌の有機物含量・炭素率および腐植の形態と土壌の風化度・母材型との関係”. *日土肥誌*, 45, 227-233 (1974).
 - 13) 弘法健三, 大羽 裕, “火山灰土壌の腐植の集積要因および腐植が土壌の諸性質におよぼす影響”. *日土肥誌*, 45, 293-297 (1974).
 - 14) 前田 隆, 相馬尅之, 佐々木清一, “腐植が土壌の物理性におよぼす影響”. *農土論集*, 61, 9-17 (1976).
 - 15) 松原一實, 菊地晃二, “根釧地域における農業立地に関する研究, 第1報, 土層配列からみた土地改良および土層改良の可能性について”. *日土肥要旨集*, 29, 235 (1983).
 - 16) 松中照夫, 小関純一, 松代平治, 西陰研治, “根室地方の採草地における植生, 施肥量, 土壌の化学性が生草収量に及ぼす影響”. 北海道立農試集報, 49, 22-31 (1983).
 - 17) 松中照夫, 小関純一, 松代平治, 西陰研治, “経年変化に伴う草地生産力低下の土壌間差異”. *日草誌*, 29, 212-218 (1983).
 - 18) 三木直倫, 高尾欽弥, “経年酸性化草地における施肥窒素の利用率と土壌窒素供給力”. 北海道立農試集報, 51, 43-54 (1984).
 - 19) 三木直倫, 佐藤辰四郎, “草地における表面施肥”. 施肥位置と栽培技術. 日本土壌肥科学会編, 博友社, 1982, p. 49-91.
 - 20) 大村邦男, 赤城仰哉, “根釧火山灰草地の施肥法改善, 第1報, 採草地における土壌と牧草の無機組成の実態”. *北農*, 48(2), 20-37 (1981).
 - 21) 佐久間敏雄, 波多野隆介, “畑土壌における水および熱エネルギーの循環とその制御”. 北大農学部, 1985, p. 9-22.
 - 22) 佐々木清一, “火山性土壌の生成論的研究, 第1報, 北海道樽前岳火山に由来する安山岩質浮石質火山抛物体に就いて”. *日土肥誌*, 28, 59-63 (1957).
 - 23) 瀬尾春雄, 佐々木竜男, 富岡悦郎, 後藤計二, 片山雅弘, 天野洋司, “主としてカムイヌプリ岳火山灰の分布について”. 北海道農業試験場土性調査報告書, 第13編, 1963, p. 169-197.
 - 24) 田村昇市, “火山灰土の基本土壌型とその理化学的性質について”. *日土肥誌*, 30, 567-576 (1960).
 - 25) 富岡悦郎編, “北海道土壌図, 60万分の1”. 北海道農業試験場, 1985.
 - 26) Tujinaka, N.; Sasaki, T.; Maeda, T. and Sasaki, S. “The studies on the relation between pore distribution of volcanic ejectas and distances from crater”. *J. Facul. Agr. Hokkaido Univ. Sapporo*, 56, 267-291 (1970).
 - 27) Wada, K. and Gunjigake, N. “Active aluminum and iron and phosphate adsorption in ando soils”. *Soil Sci.* 128, 331-336 (1979).
 - 28) 和田光史, “土壌粘土によるイオンの交換・吸着反応”, 土壌の吸着現象. 日本土壌肥科学会編, 博友社, 1981, p. 5-58.
 - 29) 山田 忍, “火山性地土壌調査法と北海道における火山性土壌”. 北海道農試報告, 44, 1-93 (1951).
 - 30) 山田 忍, “火山性土壌”. 北海道農業と土壌肥料. 石塚喜明編, 北農会, 1969, p. 17-32.

Physical and Chemical Properties of the Main Andosols Distributed in Konsen District in Hokkaido, Japan

Teruo MATSUNAKA*, Toshiya SAIGUSA*,
Ichimi MATSUBARA*, Koji KIKUCHI**

Summary

There is an extensive distribution of andosols in Konsen district. Regosolic, ordinary and cumulic andosol are main among many andosols distributed in this district. The purpose of this study is to clarify the differences in the characteristics of physical and chemical properties of three main andosols.

The following characteristics were elucidated in regosolic andosol in comparison with two other andosols; 1) The composition of particle size in andosol was finer according to the length of distance from the crater. Regosolic andosol was distributed close to the crater, so that the soil texture in this soil was coarse. 2) Solid and gaseous phase ratio were high and liquid phase ratio was low in three phase distribution at pF1.5 in this andosol. Bulk density and water permeability in undisturbed soil were large, while water retentivity was small. These could be explained by the coarse texture and the low content of humus in regosolic andosol. 3) Nitrogen supplying power, cation retention power and phosphate retention coefficient were tended to increase with increasing in the humus content, and the humus content was lower in regosolic andosol. Therefore, nitrogen supplying power, cation retention power and phosphate retention coefficient were smaller in regosolic andosol.

The characteristics of physical and chemical properties of cumulic andosol which was distributed far from the crater were completely contrary to those of the properties in regosolic andosol. Ordinary andosol which was distributed between regosolic and cumulic andosol had the intermediate characteristics of physical and chemical properties between those of regosolic and cumulic andosol.

From the results, it appeared that the differences in the physical and chemical properties among three main andosols in this district were caused by the composition of particle size and the humus content in the soils.

*Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11, Japan.

**Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan.