

微地形と畑土壌の性状ならびに傾斜改良による変化

Soil Properties of Undulating Farmland and Changes with Slope Improvements by Backslope Cutting and Foreslope Filling

齊藤万之助* 高宮信章**

Mannosuke SAITO and Nobuaki TAKAMIYA

火山性土からなる波状性を帯びた畑地において、傾斜改良前後の土壌の性状を調査した。土壌はカタナを形成し、微地形により土壌の性状は異なっていた。表土扱いを伴う傾斜改良により圃場は平坦になり、Ap層の性状は均一化した。しかし、表土扱い、切盛土の際の作業機の運行により土層は緻密化し、構造破壊が生じていた。

《傾斜改良；改良山成工；構造破壊；カタナ》

Soil properties of undulating farmland, consisting of volcanic ash soils, were investigated before and after slope improvements by backslope cutting and foreslope filling techniques.

Soils were of a catenary association. Their properties change with microtopography, and are modified by erosion-deposition during more than 70 year cultivation. Slope improvements with the surface soil treatment resulted in a more homogeneous Ap horizon in the improved field but compaction and structure breakdown of all soil horizons improved.

Keywords: slope improvement, backslope cutting and foreslope filling, structure breakdown, catena.

波状性を帯びた畑地帯では、一筆の圃場でも微地形により作土の色が変わり、斜面上部や凸部では褐色系、斜面下部や凹部では黒色系を呈していることがよくある。腐植集積^{17,18,21)}に加え、開墾後の土壌侵食状況^{13,16)}が異なるため、腐植含量に差が生じたことが主因とみなされる。このような圃場では土壌肥沃度が不均一であり、さらに傾斜が5度以上になると機械作業の能率、精度が低下する³⁾など、営農に支障をきたす場面が生じやすいと思われる。

改良山成工によって傾斜改良した火山性土からなるこのような圃場において、改良前後の土壌の性状を調査した。以下、微地形による土壌の分布、性状の相違、傾斜改良に伴う土壌の変化について検討した結果を報告する。

1. 調査地と調査方法

調査圃場は、女満別町大東の標高65~75mの波状性丘陵地にあり、面積は9.6haである(図-1)。この圃場は、国営直轄かんがい排水事業女満別地区内にあり、畑地かんがい営農技術の確立に資するため、1980年から営農改善技術調査圃としてかんがい施設が整備されている。

傾斜はほとんど2~5度であるが、部分的に7~20度という急傾斜のところがある。このため、1982年秋に図-1の点線で囲んだ部分3haが改良山成工で傾斜改良(以後、改良と記す)された。切土、盛土の最大深さはそれぞれ2.5m、4mであった。表土扱いをしたため、切盛土による改良に先立ち、表土(作土を含む腐植層)を集積し、改良後このまき戻しが行われた。緻密になった下層土を膨軟にするため心土破碎も施工された。

その後、図-1の左のブロックの下部でも、一部傾斜改

*土壌保全研究室長 **同室員

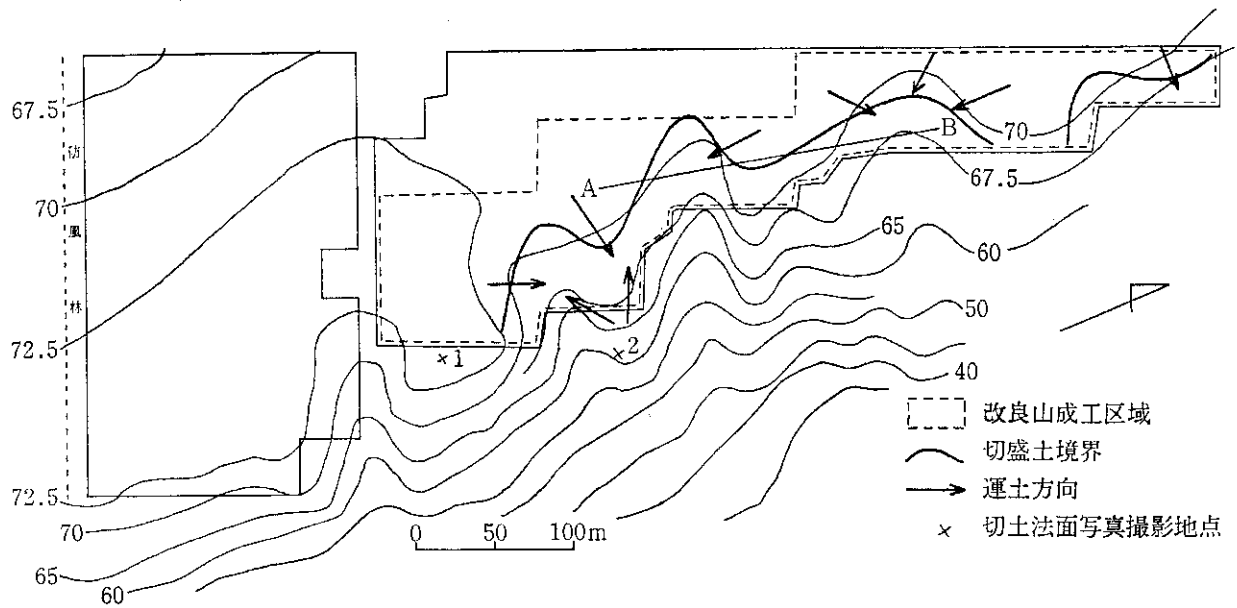


図-1 調査圃場図

良されている。

土壌調査は、改良前には1979年秋に圃場全域を対象として、原則として35m方眼法により選定した89地点で、改良後には1作後の1983年秋に改良区域のうち秋播小麦が作付されていた約半分の区域を除き、10×20mメッシュを組み、90地点(切上部66地点、盛土部24地点)でそれぞれ行った。各地点で土層構成を調べ、作土層(Ap層)を採取した。それとともに、改良前にはAp層厚ないし腐植層厚、改良後には表土戻し層厚を測定した。断面調査は、改良前後にそれぞれ3および5地点で行った。その際、物理性測定用試料は改良前には層位ごとに、改良後には10cmごとに50cmまで採取した。未耕地土壌も、防風林(図-1左側)の数地点で調査した。

この圃場のある地域への入殖は、1908年(明治41年)頃といわれ、調査圃場も開畑後70数年は経過しているものと思われる。図-1の圃場下部の急傾斜地は林地になっていたが、土壌にはかつての耕作が跡が認められた。この部分も、1980年に改良山成工により畑が造成されている。

採取した土壌の分析項目および分析法は、次のようである。粒径組成:超音波前処理・比重計法、pH:ガラス電極法(土液比1:2.5)、腐植:乾式燃焼法(堀場炭素分析装置)、全窒素:ケルダール法、CEC・交換性塩基:ショーレンベルガー法・蒸留法・原子吸光法、磷酸吸収係数:磷酸アンモニウム液法、容積重・三相分布:実容積法、pF-水分曲線:砂柱法(<pF 1.5)・遠心法(pF 1.8~3.8)。

2. 結 果

(1) 土 壤 母 材

調査圃場のある一帯は、火山灰土壌地帯である^{1,19)}。以下の事実から、対象圃場の土壌は屈斜路軽石流堆積物/美幌層を母材としたものであると判断した。

改良山成工で造成された圃場(図-1の改良部の下の区域)の切土のり面において、表層には数mmの安山岩を主体とする外来岩片を含んだ黄褐色の砂壤土質~壤土質(野外土性)の火山灰が水成堆積物を覆って、地形なりに70~100m程度堆積しているのが観察された(写真-1)。この火山灰は、性状および産状から屈斜路軽石流堆積物I⁵⁾(32,000年BP)の噴出に伴って舞い上がった、同質の火山灰が堆積したもの^{7,14)}(熱雲堆積物)と思われる。0~40cmとそれ以下の2層に分かれるように見受けられたが、両者の性状にあまり差異がなく、断面調査では識別が困難であったので、以下では両者を区分しなかった。最表層には、樽前山火山灰a層(Ta-a)、雌阿寒岳火山灰a層(Me-a)、カムイヌプリ火山灰5a層(Km-5a)がそれぞれ数cmの薄層で降下堆積している^{1,19)}。最も古いKm-5aで500年前のものである。これら新期火山灰は、未耕地では層状に堆積しているのが観察されたが、畑ではAp層に混入し、その一部を構成しているものと思われる。

屈斜路軽石流堆積物下の二次堆積物は、美幌層^{2,15)}とみなされ、凝灰質の礫、砂、粘土を主体とし、性状は場所による変異が大きいように見受けられた。

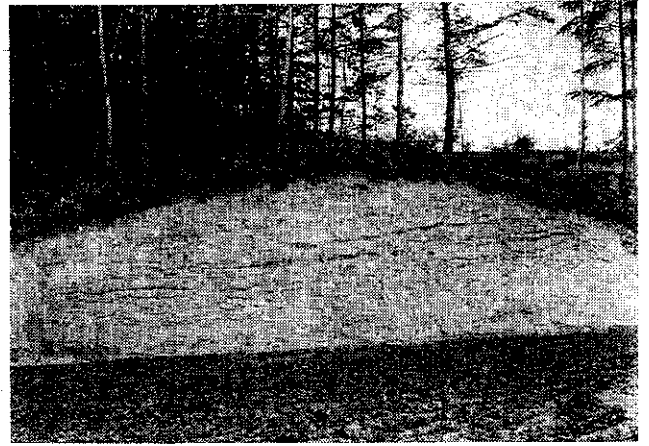
(2) 土 壤 の 分 布 と 断 面 形 態

改良前の土壌は、Ap層以下は腐植に乏しくAp層の

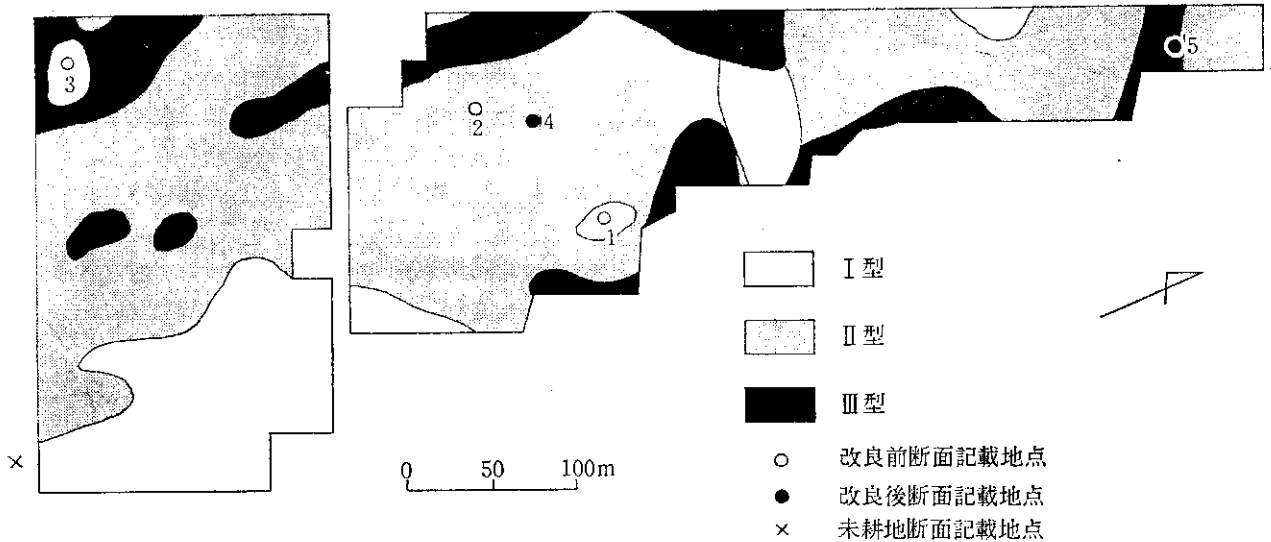
No. 1



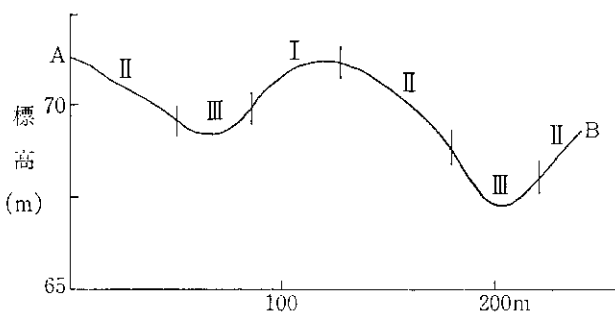
No. 2



写真—1 切土のり面の土層構成 (撮影位置は 図-1 参照)



図—2 土 壤 区 分 図



図—3 地形と土壌分布

腐植含量が5%以下(I型)と5%以上(II型), 腐植層が30cm以上(III型)に区分した。Ap層は最大30cmであるから(後述), III型は腐植層がAp層より厚い土壌を意味している。図-2はその分布図である。

図-1, 2から明らかなように, I型は緩斜面上部ないし凸部, III型は緩斜面下部ないし凹部, II型は両者の中間域やほぼ平坦なところに分布している。この地形と土

壌分布の関係を図-1のAB線について示すと, 図-3のようになる。この場合, 最大傾斜は6度程度である。このような土壌の連続的な変化は, 基本的には微地形による水分環境の相違により生じたもの(カテナ)である。

I~III型および改良後の切土部と盛土部の土壌断面は, 図-4のようであり, 微地形による断面形態の変化, 改良に伴うその変化を明瞭に読みとることができる。

まず, I~III型で腐植含量2%以上の層は, I~III型の区分基準からI, II型ではAp層に限られる。図-4ではAp層(=腐植層)厚は25~30cmであるが, I, II型で測定したそれは15~30cmの範囲にあり, CVは13%と均一であった($n=67, \bar{x}=24.4\text{ cm}, s=3.1\text{ cm}$)。III型および改良後のAp層厚も同様であった。これに対し, 図-4のIII型では埋没腐植層(II A12層)があるため, 腐植層は50cm以上に及んでいる。ただし, 1m以上の場合もあり, 場所による変異が大きく($n=22, \bar{x}=51.3\text{ cm}, s=21.6\text{ cm}, CV=42\%$), 図-4の断面は腐植層厚のやや

厚
で
い
多
で
な
16.
下
で
型
け
I,
る

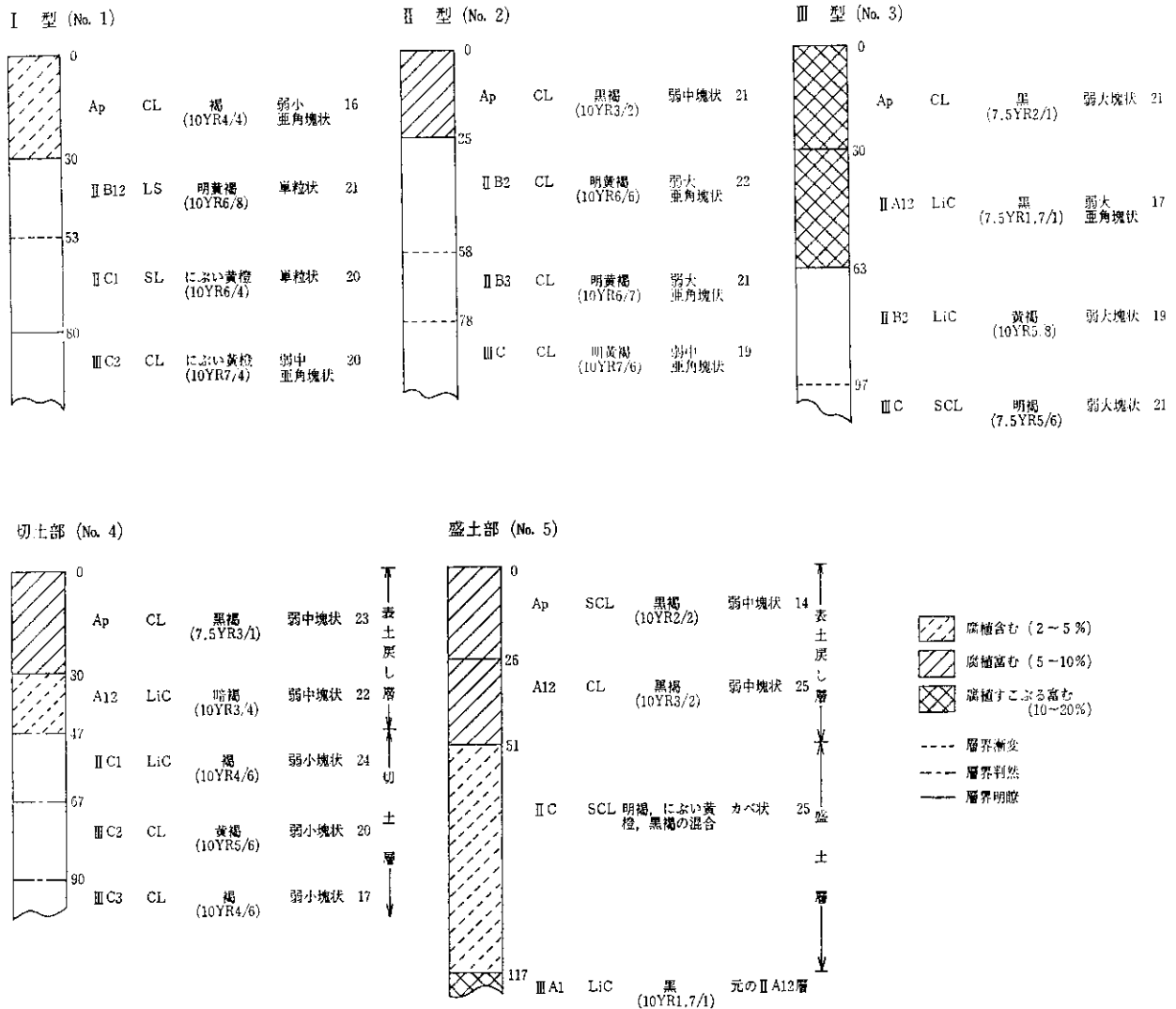


図-4 改良前後の土壌断面柱状図 (記載は層名, 土性, 土色, 構造, 硬度の順)

厚い部類に属する。

Ap 層の腐植含量は、I 型で含む、II 型で富む、III 型ですこぶる富むと、I 型から III 型に向かって増加している。統計的に見てもこの傾向は変わらないが、III 型の多くは 10% 以下であり、この断面の腐植含量は III 型でも多い方である。また、I 型では 2% 以下のものはなかった (図-7 参照)。III 型の II A12 層の腐植含量は 16.5% あり、Ap 層 (12.0%) より多い。

土性は I ~ III 型の Ap 層とも中粒質 (CL) であるが、下層土では I 型は粗粒質、II 型は中粒質、III 型は細粒質であった。

Ap 層は構造の発達はあまりよくなかった。硬度は I 型に比べ、II、III 型では大きい、これは調査地点における作業機械の運行の差異によるものであろう。なお、I、II 型の Ap 層には、耕耘によって下層土が混入しているのが認められた。下層土も、全般に土壌構造の発達が

よくなかった。III 型の II A12 層はやや膨軟であるが、他は硬度が 20 以上ありかなり堅密であった。

I 型の 80 cm 以下 (III C2 層) には層理が認められ、水成堆積物 (美幌層) を母材とした層位と判断された。III 型の 63 cm 以下はやや湿性を帯びていた。

改良後の断面でまず目につくのは、腐植を含まないし富む表土戻し層が 50 cm 前後あることである。90 地点の測定結果では、この層厚は $\bar{x}=35.7$ cm, $s=9.4$ cm, $CV=26\%$ でほとんど 25~50 cm の範囲にあり、図-4 の断面の値は大きい方である。土性は表土戻しがなされた土層の土性を反映して、中~細粒質になっていた。つまり、表土扱いは表土戻し層、ひいては Ap 層の土性や腐植含量 (後述) の均一化をもたらしたといえる。

表土扱いや切盛土の際の作業機の運行により、圧縮、練返しが生じ、改良前の下層土より表土戻し層、盛土層は緻密になっていた。調査した断面の中には硬度が 30

表-1 I~III型の断面の理化学性(乾土当たり表示)

土壌区分(地点番号)		I型(No. 1)				II型(No. 2)				III型(No. 3)			
層名		Ap	II B2	II C1	III C2	Ap	II B2	II B3	III C	Ap	II A12	II B2	III C
深さ(cm)		0-30	30-53	53-80	80-100+	0-25	25-58	58-78	78-100+	0-30	36-63	63-97	97-120+
粒径組成 (%)	粗砂	33.1	62.8	62.1	18.6	20.3	16.2	20.4	13.5	19.6	12.2	17.2	38.5
	細砂	26.1	24.3	21.9	30.4	40.7	32.8	35.8	33.0	35.1	29.5	27.6	21.8
	シルト	21.1	5.9	8.0	26.4	20.2	26.5	27.4	32.6	24.9	25.3	26.5	18.4
	粘土	19.7	7.0	8.0	24.6	18.8	24.5	16.4	20.9	20.4	33.0	28.7	21.3
土性		CL	LS	SL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	LiC	LiC	SCL
pH (H ₂ O)		5.9	5.8	5.7	5.9	6.2	5.8	5.7	6.2	5.7	5.3	5.9	6.2
pH (KCl)		5.0	5.0	4.8	4.7	5.4	5.1	4.8	4.8	4.7	4.5	4.9	4.8
腐植 (%)		2.6	0.5	0.2	0.6	6.7	1.5	0.6	0.3	12.0	16.5	1.8	0.6
全窒素 (%)		0.11	0.03	0.02	0.02	0.30	0.07	0.02	0.03	0.41	0.47	0.08	0.03
C/N		14	10	6	15	13	12	17	6	17	20	13	12
CEC (me/100g)		16.8	7.5	8.7	14.4	26.1	16.1	15.0	14.7	35.3	45.7	19.5	15.0
交換性塩基 (me/100g)	Ca	13.34	1.48	1.42	3.85	10.13	3.14	3.04	3.10	8.30	5.74	3.08	2.72
	Mg	0.68	0.22	0.25	1.09	1.20	0.38	0.40	3.45	1.45	1.23	2.34	2.45
	K	2.30	0.76	0.87	0.96	1.39	1.54	2.53	1.01	0.95	0.91	1.18	1.45
	Na	0.31	0.42	0.45	0.85	0.35	0.67	0.42	0.84	0.45	0.51	0.83	0.78
	計	6.63	2.88	2.99	6.75	13.07	5.73	6.39	8.40	11.15	8.39	7.43	7.40
塩基飽和度 (%)		40	30	34	47	50	36	43	57	32	18	38	50
磷酸吸収係数 (mg/100g)		1360	980	860	1070	1480	1570	1290	1080	2620	1950	930	850

表-2 改良後の断面の理化学性(乾土当たり表示)

土壌区分(地点番号)		切土部(No. 4)					盛土部(No. 5)		
層名		Ap	A12	II C1	III C2	III C3	Ap	A12	II C
深さ(cm)		0-30	30-47	47-67	67-90	90-110+	0-26	26-51	51-117
粒径組成 (%)	粗砂	16.9	8.8	8.0	15.8	11.0	21.3	20.0	22.0
	細砂	40.1	34.2	35.4	37.2	35.4	37.9	37.8	44.5
	シルト	20.2	30.2	30.8	30.0	36.6	18.8	21.0	17.3
	粘土	22.8	26.8	25.8	17.0	17.0	22.0	21.2	16.2
土性		CL	LiC	LiC	CL	CL	SCL	CL	SCL
pH (H ₂ O)		5.9	5.6	5.9	6.0	6.1	6.0	5.9	6.0
pH (KCl)		5.2	4.9	4.7	4.8	4.8	5.2	5.1	5.1
腐植 (%)		7.8	2.6	0.8	0.7	0.5	5.6	5.6	3.7
全窒素 (%)		0.27	0.09	0.04	0.03	0.02	0.18	0.19	0.12
C/N		10	10	7	8	8	10	10	10
CEC (me/100g)		21.8	11.5	10.0	9.0	11.2	17.7	15.6	14.5
交換性塩基 (me/100g)	Ca	5.0	2.34	3.55	2.63	3.05	3.84	3.58	3.06
	Mg	1.74	0.53	1.55	1.94	2.02	1.15	0.93	6.19
	K	2.68	1.85	0.27	0.69	1.14	2.18	1.74	1.26
	Na	0.25	0.82	1.17	0.84	0.82	0.55	0.19	0.45
	計	10.07	5.54	6.54	6.10	7.03	7.62	6.44	10.96
塩基飽和度 (%)		46	48	65	68	63	43	41	76
磷酸吸収係数 (mg/100g)		1440	1710	950	990	840	1520	1420	1250

を越す場合もあり、土層の緻密化に場所による変異がかなりあるように見受けられた。これは、施工精度に関係することであろう。切土の最上層(ⅡC1層、美幌層)の硬度が24と下層より高いのは、作業機の運行による土層の圧縮の影響と思われる。盛土層は腐植に乏しい部分がほとんどであるが、盛土作業によりこれと腐植層が混合したり、層状になっていた。このため、この層の腐植含量は土層全体としては含む程度になっていた。また、117 cmから元の腐植層(ⅡA12層)が出現し、この断面では70 cm弱の盛土がなされたことがわかる。

北海道の農牧地土壌分類⁴⁾によると、Ⅰ型は火山放物未熟土、Ⅱ型は未熟火山性土ないし褐色火山性土、Ⅲ型は厚層黒色火山性土に相当する。ただし、Ⅲ型のAp層の腐植含量はほとんど10%以下であり(図-7参照)、腐植層厚のそれほど厚くない場合には、黒色火山性土の範疇に入る。改良後の土壌は、腐植層は厚いが腐植含量や土色から褐色あるいは黒色火山性土造成相と呼ぶべきものであろう¹⁰⁾。しかし、この種の土壌の分類はなお検討の余地があるように思える。

(3) 理化学性

既述の土性や腐植含量のほか、CEC、燐酸吸収係数などの化学性にも、Ⅰ～Ⅲ型の間には明瞭な差異が、そして改良後の表土戻し層ないしAp層にその均一化が認められる(表-1, 2)。

Ⅰ～Ⅲ型のAp層のCECは、それぞれ16.8, 26.1, 35.3 me/100 gと腐植含量に比例して増加していた。腐植の多いⅢ型のⅡA12層で最も大きな値となっていた。腐植に乏しい下層土では粘土含量にほぼ対応し、Ⅰ型で一番少なくなっていた。表土扱いにより、改良後のAp層の値は均一化している。

塩基飽和度は、pH(H₂O)の低いⅢ型のⅡA12層で最も小さいが、Ⅰ, Ⅱ型では差異と判然としない。切土層(美幌層)はCECが粘土含量の割には少なく、pH(H₂O)は6前後、塩基飽和度は60%以上あり、屈斜路軽石流堆積物からなる層位と性状が異なるようであった。

燐酸吸収係数も、Ap層でⅠ型からⅢ型に向かって大きくなっていった。これも改良後には均一化する傾向にあるといえよう。Ⅲ型のⅡA12層で最大値を示した。

(4) 物理性

容積重(図-5)は硬度と対応はよくないが、Ⅰ型>Ⅱ型>Ⅲ型であり、Ⅰ型のⅡC1層で極大値、Ⅲ型のⅡA12層で極小値を示した。改良後の値は深さ50 cmまでであり、ほぼ表土戻し層に相当する。盛土部>切土部であり、Ap層では作物の種類(切土部: バイレショ、盛土部: ダイズ)や管理作業の差異を反映したものであろう。

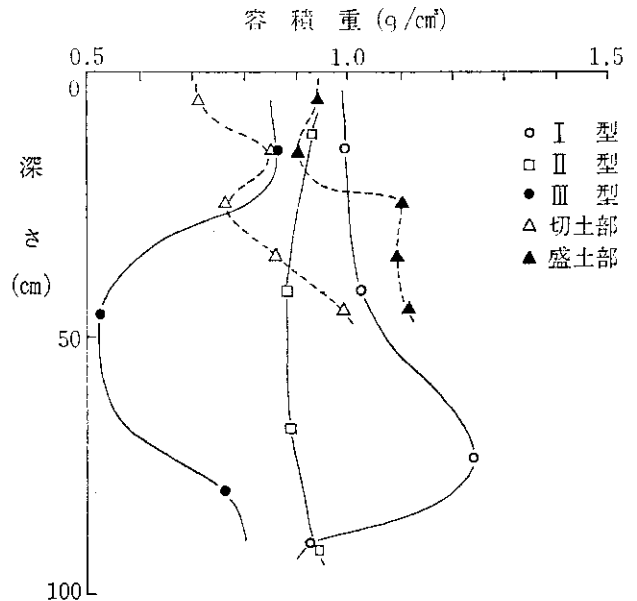


図-5 容積重の断面分布

Ap層より下部では、硬度の割には大きくないが、盛土部でⅠ型より大きく、切土部ではⅠ型とⅡ型の間値であった。

三相分布は、図-6のようであった。固相(Vs)は容積重から明らかなように、Ⅰ型>Ⅱ型>Ⅲ型であった。Ⅰ型では液相(VL)が少なく、気相(VA)が多い傾向にある。Ⅲ型は全孔隙は最も多いが、液相はⅡ型とあまり変わらず、このためⅡA12層の気相は30%あった。これに対し、改良後のAp層より下部は気相が少ない。この三相分布をpF値(図の右端)と対比させると、Ⅰ型ではpF 2.3~2.5の範囲にあるが、Ⅱ型、Ⅲ型では下層ほど低pFの傾向にあった。しかも、全体としてⅠ型からⅢ型に向かってpF値が低くなっていた。このことは、Ⅰ型が最も乾燥型であり、Ⅱ型、Ⅲ型と湿潤になることを示しており、断面の性状と一致する。改良後の調査時には、切土部の方が盛土部より乾燥度合が強く、また改良前の調査時より下層土は乾燥していた。

保水性(孔隙分布)を見たのが表-3である。粗孔隙(<pF 1.8)は、Ⅰ型で多くⅡ型で少ない傾向にある。pF 1.8~3.0(生長有効水分量: RAM)の値は、Ⅱ型の下層土で少なかった。pF 3.0~pF 3.8の値はいずれも少なく、>pF 3.8の値はⅢ型>Ⅱ型>Ⅰ型といえよう。この中においてⅢ型の腐植にすこぶる富むⅡA12層は、<pF 1.8, pF 1.8~3.0, >pF 3.8の値とも大きかった。

改良後には改良前に比べ、Ap層より下部で粗孔隙、RAMが顕著に減少し、>pF 3.0の細孔隙が増加する傾向を認めうる。この傾向は、固相の大きい盛土部で著し

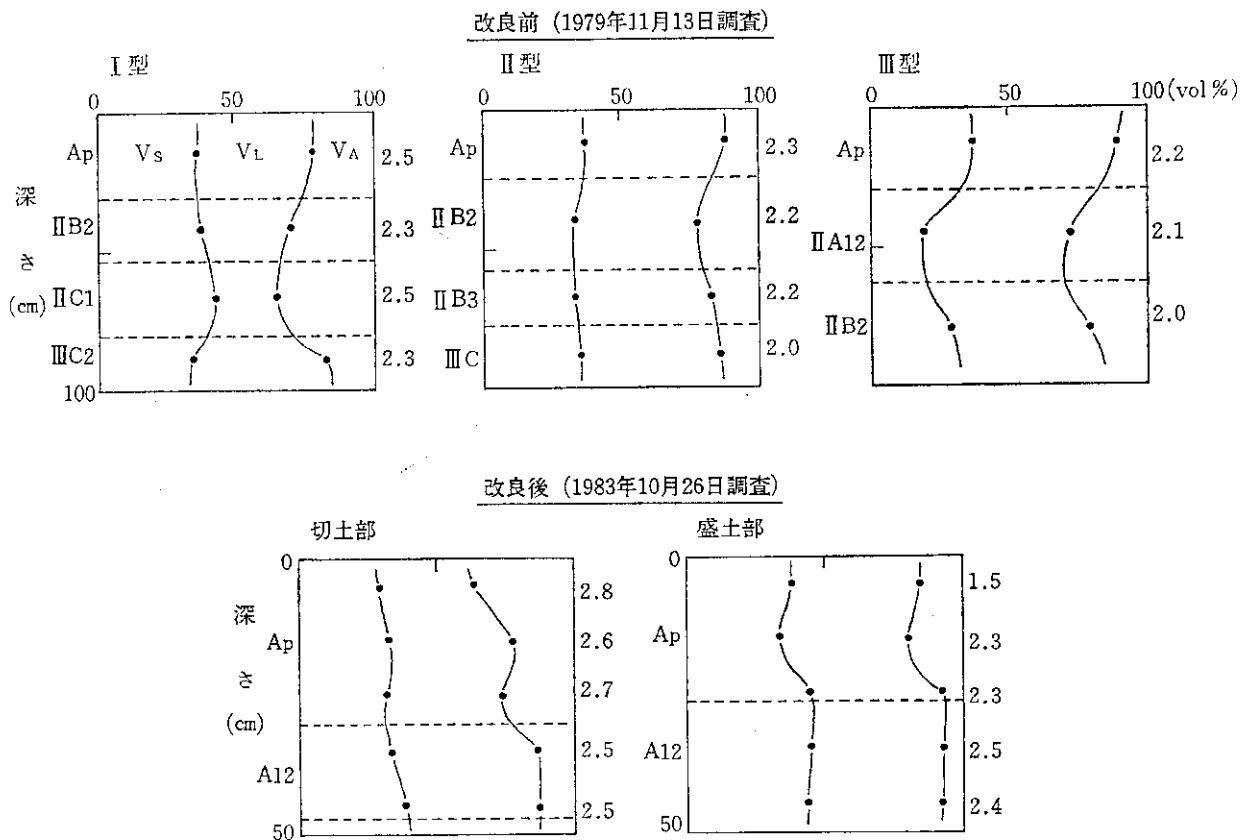


図-6 改良前後の三相比 (右端の数字は pF 値)

い。Ap層は下層土より粗孔隙、RAMが大きく、耕耘の影響と思われる。とくに切土部のそれは、改良前と変わらなかった。

0~50 cmのRAMは、第2層のRAMの多少が大きく影響し、Ⅲ型(108.4 mm)>Ⅰ型(85.7 mm)>Ⅱ型(80.0 mm)であった。改良後には切土部67.4 mm、盛土部42.3 mmと減少した。

改良後に断面調査地点でシリンダ法により測定したベーシックインテークレートは、それぞれの物理性を反映して切土部201 mm/h、盛土部17.3 mm/hであった。

このような改良に伴う変化は、表土戻し工程での土壌の圧縮、練返しにより構造破壊が生じ、固相の増加とともにpF 3.0以下の大孔隙の減少、pF 3.0以上の細孔隙の増加がもたらされたことを物語っている。それはまた改良前の下層土に比べ、改良後のAp層より下部では気相が少なく液相が多いにもかかわらず、pF値が高く乾燥した状態にあったことにも現われている。盛土層でも、表土戻し層と同様の変化が起きていることは容易に想像しうる。

切土部、盛土部の断面で物理性がかなり異なっていたが、すでに硬度に関して述べたように、主に施工精度に関係することと思われる。調査対象としたのは表土戻し

層のみといてよく、切盛土後に行われる表土のまき戻し—締固めに場所によるバラツキがかなりあったことを示すもので、切土部、盛土部それぞれに特有の現象ではないと考えるのが妥当であろう。

(5) Ap層の均一性

断面の比較から、Ap層の理化学性はⅠ~Ⅲ型でかなり異なるが、改良はその均一化をもたらしていることは上述した。その様子を図-7の腐植含量分布で検討してみる。

Ⅰ型は2~5%、Ⅱ型は5~10%、Ⅲ型は6~13%の範囲に分布し、Ⅱ型では5~8%のものが多く、Ⅲ型では6~8%のものが多く10%以上は少ない。平均値は当然Ⅲ型>Ⅱ型>Ⅰ型であり、それぞれの間有意差が認められた。2~13%のかなり幅広い分布で場所による変動が大きかったが、全体としては正規分布とみなされた。このことは、微地形により土壌が連続的に変化していることを示している。

これに対し、改良後には、尖度G₂が改良前の3.7から改良後には10.8となっていることでも明らかのように、平均値5.41%に付近に集中した、正規分布よりとがった分布となった。腐植層(Ap層、ⅡA12層)の厚さ、腐植含量や容積重から推定すると、Ap層のほかⅢ型

表-3 保水性

	土 壤	深 さ (cm)	保 水 性 (vol %)				0-50 cm の RAM (mm)*
			<pF 1.8	pF 1.8-3.0	pF 3.0-3.8	>pF 3.8	
改 良 前	I	0- 30	14.0	15.9	9.2	24.8	85.7
		30- 53	19.2	19.0	3.7	21.0	
		53- 80	24.9	15.2	2.8	14.0	
		80-100+	13.7	15.4	5.0	32.0	
	II	0- 25	7.1	19.0	5.9	30.8	80.0
		25- 58	17.0	13.0	4.2	33.1	
		58- 78	11.8	12.4	2.8	31.4	
		78-100+	11.7	10.7	12.2	30.5	
	III	0- 30	6.1	19.2	6.5	31.0	108.4
		30- 63	21.8	20.4	4.0	34.8	
		63- 97	19.4	9.5	6.6	36.6	
	改 良 後	切 土 部	0- 10	23.4	16.0	8.7	24.0
10- 20			10.7	15.6	11.2	28.0	
20- 30			13.3	16.5	10.3	26.7	
30- 40			8.4	12.1	9.7	37.3	
40- 50			10.8	7.2	8.6	35.8	
盛 土 部		0- 10	18.6	8.2	8.0	28.3	42.3
		10- 20	17.4	10.8	8.7	28.8	
		20- 30	4.9	7.7	8.4	35.0	
		30- 40	6.1	8.6	8.5	34.0	
		40- 50	5.1	7.0	8.5	35.7	

* RAM; pF 1.8-3.0

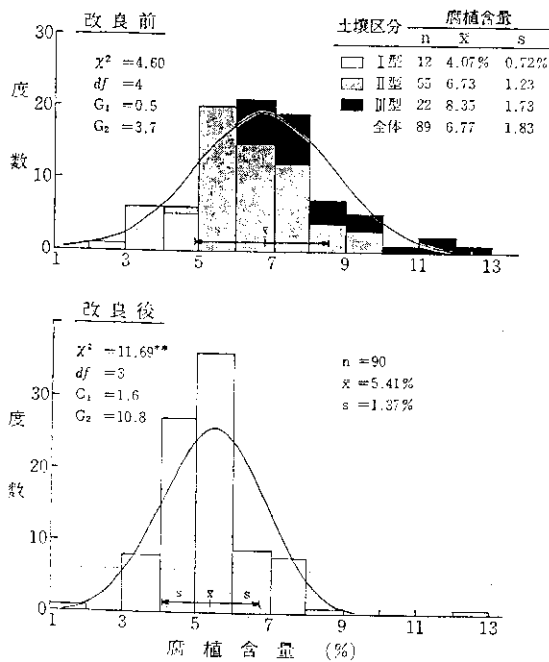


図-7 改良前後の Ap 層の腐植含量分布

の埋没腐植層 (II A12 層) のいくぶんかが表土扱いの対象とされたものと思われる。そして、腐植含量の異なる表土扱いの対象土層が、集積、まき戻しの過程で混合され、腐植含量のきわめて均一な表土戻し層ないし Ap 層が造成されたことがわかる。

Ap 層の均一化は磷酸吸収係数についてもいえる。これも I ~ III 型の断面でかなり異なっていることがうかがえたが、改良後には $\bar{x}=1450$, $s=155$, $CV=11$ ($n=90$) であった。

3. 考 察

図-2, 3に示した土壌の連続的な変化は、基本的には微地形に支配される水分環境の相違によるもの(カテナ)であり、道内の十勝岳火山灰 c 層 (To-c) からなる火山性土^{17,18)} や重粘土⁶⁾ でもすでに報告されている。降雨が微地形により再配分された結果として生じたものであり、図-6の断面の pF 値の相違に見るように、緩斜面上部や凸部は乾燥的、緩斜面下部や凹部は湿潤的になり、

戻りを

なほ

範囲では当然認められ

7か

土壌生成に差異が生じ、土壌が分化したのである。ただし、対象圃場では、湿性火山性土が生成するほどには水分環境は分化していなかった。

火山性土は腐植が集積しやすいため、これに土壌生成の差異が典型的に現われている(図-3, 7)。つまり、水分の多いところでは、少ないところより植物生育が旺盛であり、その結果腐植の集積も多くなり²¹⁾、それが保水性の増大をもたらし、植物生育、ひいては腐植集積の環境がさらに良好になるからである。

このようにして、水分環境によって腐植含量や腐植層厚とともに、他の諸性質も系統的に変化したものと考えられる。

この過程は主に未耕地状態で起こり、開畑後にはこれに加えて耕作や開畑によって加速される侵食など人為の影響を強く受けるようになる。対象圃場は、すでに述べたように、開畑後70年以上経過していると思われる。したがって、ここに分布する土壌は、未耕地での生成過程に耕地化以後の影響が加わったものである。

この圃場のある火山灰地帯は、冬期には土壌凍結が生じる⁸⁾。このため、地中に凍土層が残存する融解期には下層の凍結層への浸入は低いし、表層の融解層は水分が過飽和になっており、さらに凍結融解作用により土壌の耐水食性も低下しているため、わずかな傾斜でも水食が発生しやすい^{9,20)}。さらに、この地帯は春先に風食が発生しやすい²²⁾。

そこで、I型の分布する緩斜面上部や凸部では、表層土は乾燥しやすく風食を受けやすい¹³⁾、融解期や多雨期には水食により表土とともに養分も流亡し肥沃度が低下する危険性が大きい。逆に、III型の分布する緩斜面下部や凹部では、流亡した表土が再堆積する。このよう

な地形による流亡一再堆積と土壌との関係については、佐藤らの報告がある¹⁶⁾。

I, II型のAp層には、耕耘による下層土の混入が認められた(既述)。一定の深さで耕起されるため、侵食で失われたAp層を補充するような形で下層土の一部が作土化されることを示すものであろう。とくに、最も侵食を受けやすいところに分布するI型では、未耕地状態での腐植集積の低さに加え、これがAp層の腐植含量の少ない原因の一つになっているものと思われる。

ここで、防風林で調査した未耕地の土壌と畑土壌を対比し、耕地化の影響をみてみよう。図-8は、I型に相当する地形上の未耕地の断面(調査地点は図-2参照)である。II A12層の下部には鈍褐色のMe-aが認められ、腐植が集積し識別困難であるが、II A12層はTa-aとMe-aの一部からなっていると思われる。III A13層の下部には、土性が粗い鈍黄橙色のKm-5aが観察された。III A13層も同様の土性であり、これを母材としたものであろう(この周辺ではKm-5aの層厚は数cmである¹⁾)。それにしても、この層厚はやや厚いように思われるが、その理由はよくわからない。その下は、軽しような屈斜路軽石流堆積物からなっていた。この地域に降下堆積している新期火山灰は上述の3種であるから、色は下層よりやや淡いが腐植が多く膨軟な最表層(A11層)4cmは、風食によって飛散してきた表土の再堆積したものと推定される。これによって、この断面の層序を矛盾なく説明できる。A11層を除いても腐植に富むないしすこぶる富むA層は30cm弱あり、いずれも層粒状構造がよく発達していた。II型に相当するところでは、このようなA層の厚さは40~50cmであり、そのうちA11層は5cm程度であった。

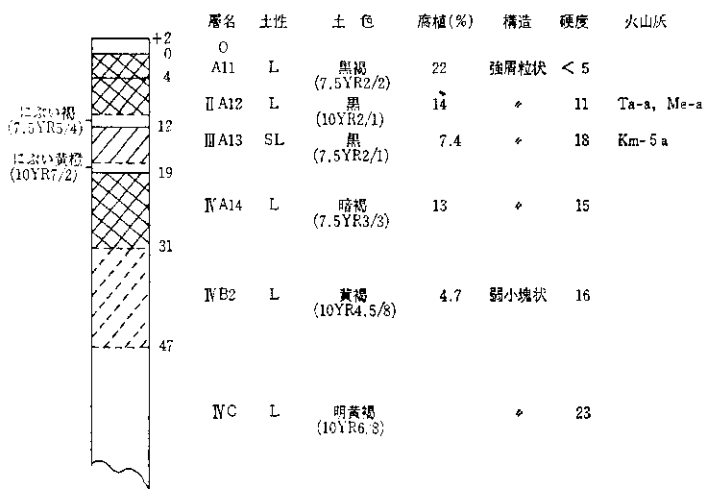


図-8 未耕地土壌の断面柱状図
(凡例 図-4に同じ、土性は野外土性)

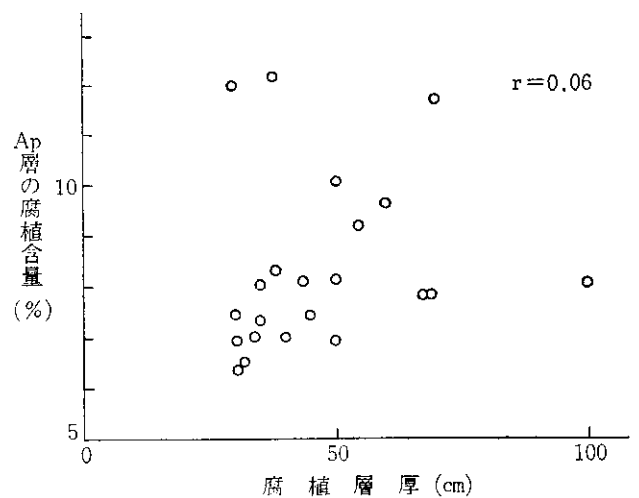


図-9 III型のAp層の腐植含量と腐植層厚との関係

A
それ
腐植
のと
区
を
れは
の
ない
耗と
堆積
量か
よ
によ
耕作
ある
が、
く景
侵食
微比
てき
化か
微
ど、
また
た
の
や
り、
己
性
扱
地
き
層
性
き
練
り、
は
も、
理
回復
土

よ、
忍め
で失
作土
金を
での
少な

を対
相当
であ
し、
aと
層の
され
とも
であ
られ
よう
峰下
互は
層)
した
を矛
よい
立状
は、
うち

.06

。関係

F9月

A層に比べ、図-4の畑土壌ではAp層の腐植の減少、それに伴う土壌構造の悪化が明らかである。耕作による腐植の減耗はよく知られているが、それと侵食によるものといえよう。

図-9は、Ⅲ型の腐植層厚とAp層の腐植含量の関係を示したものである。未耕地では、植物生育が旺盛であれば有機物の土壌への還元も多く、腐植層厚と腐植含量の間に正の相関が想定される²⁾が、図では相関はまったくない。したがって、図の無相関は、耕作による腐植の減耗と侵食されたより腐植の少ないIやII型の表土の再堆積によってもたらされ、それによってAp層の腐植含量が低水準に平準化したことも示すものであろう。

以上、I～Ⅲ型の土壌は微地形による生成環境の相違によってもたらされ、未耕地での生成過程が開畑以後の耕作や侵食などの人為的影響によって修飾されたものである。つまり、未耕地では微地形による水分環境の相違が、土壌の分化(肥沃度的に言えば、不均一化)に大きく影響する。開畑後は、耕作や開畑によって加速される侵食などの影響が土壌に加味される。かつ、侵食状況は微地形によって異なる。このようにして、これまで述べてきたような微地形による土壌の分化、肥沃度の不均一化が生じたのである。

微地形による土壌肥沃度の不均一性、侵食の危険性など、緩傾斜畑であっても、営農上不利益が生じやすい。また、傾斜が5度以上になると、機械作業にも支障をきたすようになる³⁾。

表土扱いを伴う傾斜改良は、平坦な圃場を造成し、このような障害性を解消する。改良の過程では、表土扱いや切盛土がなされるので、圧倒的に人為的影響が強くなり、改良後の土壌はまさに人工土壌である。

改良前後のAp層の腐植含量(図-6)、さらには断面の性状(図-4, 表-1, 2)の比較から明らかなように、表土扱いは表土扱い層ないしAp層の性状を均一化する。微地形により性状の異なる表土扱いの対象土層が集積、まき灰しの過程で混合されるからである。これに対し、下層土は切盛土の深さが場所によって大幅に異なるので、性状は変異の大きいものになる。

また、工事過程での作業機の運行により土層の圧縮、練返し一緻密化、構造破壊がAp層といえども生じており、耐食性は低下しているであろう。さらに、改良当初は耕耘によりAp層全体としては膨軟になったとしても、個々の土塊はきわめて緻密である^{11,12)}。しかし、管理状態にもよるが、Ap層は年々の耕作により構造性は回復するであろう。下層土、とくにAp層より下部の表土扱い層、盛土部では緻密化し、構造破壊が生じており、

作物生育にとって良好な構造性を確保するための下層土の改良には長年月を要するであろう。また、土層構成によっては土壌化の進んでいない切盛土層が表土扱い層の下に出現する可能性もあり、この改良も今後の課題である。

4. 要 約

波状性を帯びた火山灰土からなる圃場において、微地形による土壌の分布、性状の相違、その傾斜改良による変化を調査し、次のような結果を得た。

(1) 土壌はカタナを形成しており、微地形に対応して土壌の性状に系統的な変化が認められた。これは微地形に支配される水分環境の相違によってもたらされ、未耕地での生成過程が開畑以後の耕作や侵食などの人為的影響によって修飾されたものであることを考察した。

(2) 表土扱いを伴う傾斜改良により、表土扱い層ないしAp層の性状は均一になったが、表土扱いや切盛土により土層は緻密になり、構造破壊が生じていた。

謝辞 火山灰について、佐々木龍男氏ならびに富岡悦郎氏から有益な助言を得た。記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 網走支庁管内土性調査協会・北農試(1969): 女満別町土壌調査報告, pp. 77.
- 2) 地質調査所(1969): 1: 200,000地質図, 斜里.
- 3) 藤岡澄行(1981): 土地改良の実際(「土地改良と営農」研究会編), p. 282-287, 北海道開発協会.
- 4) 北海道土壌分類委(1979): 北海道農牧地土壌分類第二次案, 北農試研究資料, 10, 1-89.
- 5) 北海道火山灰命名委(1979): 北海道の火山灰分布図.
- 6) 重粘地グループ(1967): 北海道北部の土壌, p. 128-131, 北海道開発局.
- 7) 勝井義雄・佐藤博之(1963): 五万分の一地質図幅説明書, 藻琴山, pp. 42, 北海道開発庁.
- 8) 菊地晃二(1986): 網走管内における1984~1985年の積雪および土壌凍結, 土肥要旨集, 32, 209.
- 9) 長沢徹明・梅田安治・水谷 環(1987): 積雪寒冷地域の傾斜農地における融凍期の侵食問題, 北大農邦文紀要, 15, 282-292.
- 10) 農水省農技研化学部土壌第三科(1979): 土壌統の設定基準および土壌統一覧表, 第二次案(補遺), p. 4-12.
- 11) 沖田良隆・石渡輝夫・宍戸信貞・齊藤万之助(1986): 改良山成工で造成した畑土壌の理化学性, 土肥要旨集, 32, 250.
- 12) 沖田良隆・石渡輝夫・宍戸信貞・柿下 哲・中駄良

- 男・清田靖成・鈴木一弘 (1986): 改良山成工で造成した畑土壌の理化学性の変化, 北海道開発局技研論集, 29, 1545-1548.
- 13) 佐久間敏雄 (1978): 野外研究と土壌図作成のための土壌調査法 (土壌調査法編集委員会編), p. 60-70, 養賢堂.
- 14) 佐藤博之 (1968): 東北海道斜里地域における洪積世後期の火山灰と段丘, 地調報, 19, 115-126.
- 15) 佐藤博之・勝井義雄・垣見俊弘 (1964): 北海道弟子屈附近の段丘状地形について, 第四紀研究, 3, 273-283.
- 16) 佐藤拓次郎・吉田 亨・福地耕三・佐久間敏雄・相馬敏夫・小林信也 (1969): 北見地域における土壌保全調査について, 北海道開発局土試月報, 50, 67-117.
- 17) 田村昇一・山田 忍 (1958): 火山灰土の基本断面について, 土壌凍結地帯における火山性土の特性に関する研究 (第一報), 土肥誌, 29, 375-379.
- 18) 田村昇一 (1960): 火山灰土の基本土壌型とその理化学特性について, 同上 (第二報), 土肥誌, 30, 567-576.
- 19) 富岡悦郎・音羽道三 (1987): 網走支庁南部土壌調査報告, 北農試土壌調査報, 30, 1-223.
- 20) 山田 忍 (1969): 土壌凍結, 北海道農業と土壌肥料, p. 161-170, 北農会.
- 21) 山根一郎 (1973): 川渡山地草原における土壌と植生, ペドロジスト, 17, 112-129.
- 22) 横田廉一 (1976): 北海道の気候と農業気象災害, pp. 216, 文永堂.

*

*

*