

有珠山火山性土壌における混層耕の効果*

小林 茂** 宮脇 忠** 山口正栄*** 後藤計二**

Effect of Mixing Layers by Mechanical Power on Volcanic Ash Soils at Usu Series

Shigeru KOBAYASHI, Tadashi MIYAWAKI,
Masae YAMAGUCHI and Keiji GOTOH

有珠山火山性土壌は、北海道南西部に位置する洞爺湖の北部台地上の表層に分布し、主として有珠山火山灰 b_1 (U_a-b_1) からなり、さらにこの層の直下に堆積する埋没腐植層は、不明火山灰と羊蹄ローム A 層 (Y ローム A) からなっている。表層の U_a-b_1 層はち密化し、この地方に作付されている作物の多くは、浅根性の豆類に偏向していた。本報は、自然状態にある U_a-b_1 層と埋没腐植層との混層耕、さらに混層耕後の施肥法について検討した。

その結果はつぎのとおりである。この地方で栽培されている主要作物の中で、てん菜、ばれいしょ、小豆は、混層耕によって顕著に増収した。その主な要因は、作土 U_a-b_1 および埋没腐植の両層が反転混層されることにより、ち密な U_a-b_1 層が膨軟化し、かつ下層土壌の易有効水分容量が増加して乾燥期における下層からの水分供給が容易になることにある。混層耕後の施肥法は、初年目は磷酸肥料を重点にし、2年目からは窒素肥料を重点に施用する。豆類、てん菜など磷酸の肥効の高い作物については、初年目と同様に2年目以降もなお磷酸肥料を増肥する必要がある。

I 結 言

北海道における混層耕の適地は、凡そ10万haと推定され、その大部分は火山性土壌地帯にみられる。混層耕の効果については、戦前山田⁹⁾によって認められたが、本格的な研究と事業は、戦後農地開発の必要性にともなう不良火山性土の改良と、大型耕耘機械の開発によって主として開拓事業の中で急速に進められた。しかし、その効果の内容については、成層状態によって異なり、大垣⁹⁾はその得失を指摘している。本報告では、洞爺湖北部台地上に分布する有珠山火山性土壌について、表層の有珠山火山灰 b_1 (U_a-b_1 と略

記、ただし、作土には U_a-IIa を混ずる) からなるち密層と、その直下の埋没腐植層である不明火山灰 (噴出源不明) および、羊蹄山古期火山灰 (Y ロームと略記) の A 層との混層耕を実施し、その効果の主要因として理学的の改善を認めたので、その結果と、混層耕後の施肥法について併せて報告する。

本稿を草するにあたり、道立上川農業試験場場長 (元道立中央農業試験場化学部長) 森哲郎氏には、終始有益な助言を賜り、また、道立中央農業試験場化学部長松代平治氏には校閲をいただいた。さらに同部山本晴雄、高橋市十郎ならびに上坂晶司の各研究員には、当研究遂行上多大の援助を、現地試験の実施に際しては、洞爺村農協営農指導部の職員各位にも多大の協力をいただいた。それぞれ記して深く感謝の意を表する。

II 試験方法

1 土 壌 条 件

この試験は、虻田郡洞爺村宇香川の台地で行ったも

1974年11月15日受理

* 本報の一部は 1971年10月および1973年10月
日本土壌肥料学会講演会で発表した。

** 北海道立中央農場試験場 夕張郡長沼町

*** 同上 (現北海道立上川農業試験場 旭川市永山町)

ので、この地帯は Y ローム上に薄層の不明火山灰が堆積し、さらにその上部に U_s-b_1 (作土には U_s-Ia を混ずる) の覆った成層状態をなす緩波状性台地

である。試験地の土壌断面ならびに理化学的性質は、表1の1~3に示した。上層 50 cm 内外までは細砂の多い砂壤土で、容積重が大きく、特に第2層の U_s-

表 1-1 土 壌 断 面 形 態

番 号	層 序	層 厚 (cm)	礫	土 色	構 造	可 反 性	粘 着 性
1	AP 層 (U_s-Ia) (U_s-b_1)	0 ~ 19	極 少	5 Y 4/2	粒 状 細塊状	弱	な し
2	IIC 層 (U_s-b_1)	19 ~ 55	な し	7.5 Y 4/2	無 構 造	〃	〃
3	IIIA 層 (不明火山灰)	55 ~ 65	〃	10 YR 2/2	細塊状	強	中
4	IVA 層 (Y ローム)	65 ~ 78	〃	7.5 YR 2/2	〃	〃	〃
5	IVB ₁ 層 (〃)	78 ~ 90	〃	7.5 YR 4/4	塊 状	中	や や 強
6	IVB ₂ 層 (〃)	90 ~	〃	7.5 YR 4/6	塊 状	弱	〃

表 1-2 理 学 的 性 質

番 号	粒 形 組 成 (%)				土 性	100 cc 容 中				真 比 重	水分容量 (cc)			硬(山 中 式) 度(mm)
	粗 砂	細 砂	シ ル ト	粘 土		容 積 重 (g)	固 相 容 積 (cc)	液 相 容 積 (cc)	気 相 容 積 (cc)		pF 0~1.5	pF 1.5 ~2.7	pF 2.7 ~3.8	
1	15.6	51.7	23.2	9.5	SL	121	46	39	15	2.66	15.1	9.8	12.6	13
2	19.8	46.3	26.2	7.7	SL	142	54	35	11	2.66	10.8	11.8	6.7	26
3	2.6	31.1	40.3	25.9	Lic	81	34	55	11	2.42	10.7	4.9	12.3	19
4	1.4	42.9	41.2	14.4	L	81	32	57	11	2.52	10.3	5.7	11.4	19
5	1.1	52.2	34.8	11.1	L	—	—	—	—	—	—	—	—	20
6	2.1	52.0	34.2	11.6	L	72	28	60	12	2.56	9.0	8.6	10.4	21

表 1-3 化 学 的 性 質

番 号	pH		置 換 酸 度 (Y ₁)	腐 植 (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	塩 基 置 換 量 (me/100g)	置 換 性 塩 基 (mg/100g)			塩 基 飽 和 度 (%)	可 ア ニ 溶 ル ウ 性 ミ ム (mg/100g)	有 効 態 磷 酸 (mg/100g)	磷 酸 吸 収 係 数
	H ₂ O	Kcl							CaO	MgO	K ₂ O				
1	5.7	4.7	1.3	2.8	1.7	0.14	12	16.2	280	10	18	67	276	31.8	808
2	6.0	5.0	1.9	0.5	0.3	0.02	17	13.4	297	14	14	87	260	16.6	711
3	5.9	5.1	0.6	7.2	4.3	0.38	11	27.2	516	23	21	73	378	7.5	1,193
4	5.8	5.0	1.3	11.5	6.9	0.47	15	35.6	629	29	30	68	874	4.4	2,130
5	5.9	4.9	1.3	8.7	5.2	0.37	14	32.4	314	16	34	39	—	4.9	2,542
6	5.7	5.0	1.3	5.7	3.4	0.39	9	21.0	144	14	30	31	—	1.3	2,410

b_1 層はち密で、干ばつ時には山中式硬度計で 29 mm に達することも稀ではない。このため作物根の伸張は浅く、栽培作物も豆類に偏重し、てん菜などは少なかった。下層の埋没腐植層は容積重がやや小さく、細塊状構造が発達しているが、易有効水分容量 (pF 1.5~2.7) が著しく少ない。また、第4層以下の Y ローム層では、可溶性アルミニウムが多く、磷酸吸収係数の高いのが特徴である。

2 ほ場における試験区の内容

混層耕の施行は、大型円板プラウにより深さ 80 cm まで耕起し、これと対比して普通耕は、初年目に深さ 20 cm までボトムプラウで耕起した。2年目以降はいづれもロータリ耕を 15 cm の深さにかけた。この両区にてん菜、ばれいしょを初年目として、てん菜—ばれいしょ—小豆の順序で3年輪作を行った。なお混層耕区には、初年目に土壌改良資材として、消石灰 8

kg/a, 熔成磷肥 10 kg/a を作土 20 cm に混和し, 施肥量は道施肥標準, 栽培法は当地方の慣行法にしたがった。また, 試験 2 年目の両区に, テンシオメーターを深さ 15 cm, 35 cm, 55 cm にそれぞれ設置し, 水分経過を測定した。測定位置の土壌は, 普通耕では作土層, U_s-b_1 層, 不明火山灰層であり, 混層耕においては 15 cm が作土層, 35 cm と 55 cm は U_s-b_1 層にあたっていた。

III 試験結果

1 主要作物に対する混層耕の効果

表 2 に普通耕と混層耕の年次別収量を示した。普通耕に比べ, 混層耕は 3 作物とも各年次に亘って増収している。混層耕による土壌断面の変化の状態を図 1 に, 混層耕後の理化学的性質について表 3 の 1~2 に示した。混層耕によって, 実際は各土層が図 1 のように遷条に反転され, 表層部のみがその後のハロウイングによって各土層が混合され, 作土を形成している。

表 2 主要作物の年次別収量 (kg/a)

耕起法	収 量	昭和 44 年		昭和 45 年		昭和 46 年	
		てん菜	ばれいしょ	ばれいしょ	小豆	小豆	てん菜
普通耕	収 量	412	302	359	6.8	16.0	442
	割 合	100	100	100	100	100	100
混層耕	収 量	437	343	448	11.1	18.0	537
	割 合	106	114	125	163	113	121

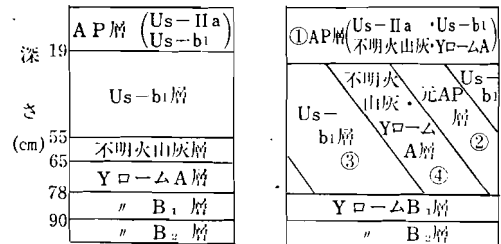


図 1 混層耕前後の土壌断面

表 3-1 混層耕後の理学的性質

番号	粒形組成 (%)				土性	100 cc 容 中				真比重	水分容量 (cc)			硬山 中 度 (mm)
	粗砂	細砂	シルト	粘土		容積重 (g)	固相容積 (cc)	液相容積 (cc)	気相容積 (cc)		pF 0~1.5	pF 1.5~2.7	pF 2.7~3.8	
①	13.9	48.8	27.0	10.3	L	119	45	42	13	2.67	11.8	11.8	12.4	9~10
②	14.9	51.3	24.4	9.5	SL	134	50	44	6	2.55	7.7	12.5	8.8	13~15
③	14.8	51.2	26.6	7.3	SL	137	54	40	6	2.66	9.2	10.8	11.4	15~17
④	2.2	32.8	43.7	20.2	CL	—	—	—	—	—	10.4	6.7	10.8	15~17

備考 本表の番号は, 図 1 の混層耕後の断面中の番号を示す。

表 3-2 混層耕後の化学的性質

番号	pH		置換酸度 (Y ₁)	腐植 (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	塩基置換量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			塩基飽和度 (%)	可アニ 遊ルウ 性ミム (mg/100g)	有効態 磷酸 (mg/100g)	磷酸 吸収係 数
	H ₂ O	KCl							CaO	MgO	K ₂ O				
①	5.6	4.5	2.5	2.0	1.2	0.08	16	18.4	332	18	18	71	296	12.3	903
②	6.2	5.0	0.6	3.4	2.0	0.15	14	14.0	306	21	22	89	—	26.2	876
③	5.7	4.8	1.3	0.5	0.3	0.02	18	13.6	281	16	17	82	—	16.6	711
④	5.9	5.0	0.6	10.1	6.0	0.47	13	31.8	548	30	26	68	—	3.9	1,898

る。このため作土は混層耕前に比べシルト, 粘土が若干増加し, 易有効水分容量も増加しているが, 有効態磷酸はおおよそに低下している。一方, 混層耕後の下層土壌は, 土層が遷条となっていてばらつきが多いけれども, 混層前に比べると硬度が低下し, また, 立

体的に易有効水分容量が増加するなどの改善効果が認められた。磷酸は混層耕によって作土では減少したが, 下層土では作土の埋没によりむしろ多くなっている。

図 2 は 2 年目は場での等水分張力分布図である。こ

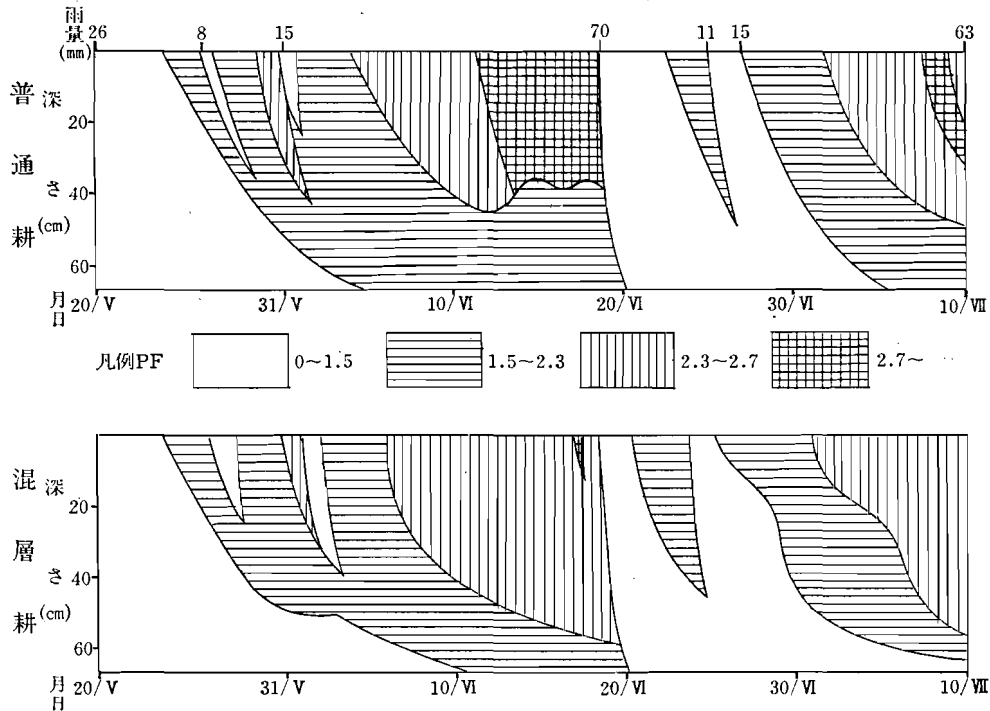


図2 等水分張力分布図

の年の雨量は、平年に比べやや少なく、干ばつの権相をみせ、普通耕では6月中旬に深さ40 cm前後まで1週間余も pF 2.7以上で経過したが、混層耕ではわずか1日であった。このような傾向は7月上旬にも認められ、立体的な土壌の易有効水分容量の改善によって、乾燥期における下層からの水分供給が容易になったことが明らかである。

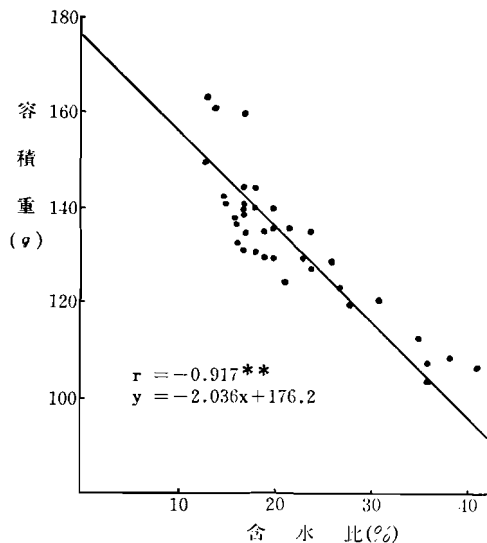
2 混層耕効果の要因解析

(1) U_0 — b_1 土壌のち密性

作土直下の U_0 — b_1 層は、干ばつ時に山中式硬度計で29 mmに達する盤層で、作物根の伸長を抑制している。この土壌の水分、容積重の変化が、ち密性におよぼす影響について検討した。

1) 方法：当地方の U_0 — b_1 層から、容積重の種々異なる土壌を100 cc採土管に採取し、含水比と容積重を測定した。また、容積重が136 gおよび146 gと異なる地点の U_0 — b_1 層から、100 cc採土管に土壌を採取して、所定の含水比になるまでデシケーター中で減圧脱水せしめた後丸東製作所の一軸圧縮試験機LK-50で圧縮応力を測定した。

2) 結果：図3によると、 U_0 — b_1 土壌の含水比と容積重との間には、 $r = -0.917^{**}$ と非常に高い負の相関関係が認められ、 U_0 — b_1 土壌は乾燥するにともなっ

図3 U_0 — b_1 土壌の含水比と容積重の関係

て、容積重を増大することが確認された。また、表4によれば、容積重が小さいと、含水比10%まで水分が減少するにつれて、圧縮応力は高くなり、容積重が大きいと、さらに低水分まで高くなっている。小容積重系列における含水比13%は、 pF 3.8の水分量にほぼ

表 4 U_s-b_1 土壌の容積重, 含水比と
圧縮応力 (kg/cm^2)

容積重 (g)	含 水 比					
	5	8	10	13	17	19
136	1.26	1.60	1.69	1.60	1.39	1.00
146	3.07	2.41	—	2.08	—	2.01

LK—50 による。

相当する。

(2) 下層からの水分供給

前述のように、混層耕によって下層土壌の易有効水分容量が増加し、かつ、6～7月の干ばつ期に、表層の水分張力が普通耕より低く経過して、下層からの水分供給に差異のあることが推察されたので、次のような実験を行った。

1) 方法：普通耕と混層耕の各土層から、100 cc 採土管に土壌を採取し、丹原の方法に準じた図4のような実験装置⁷⁾ (手製)で、とうもろこしを24日間栽培

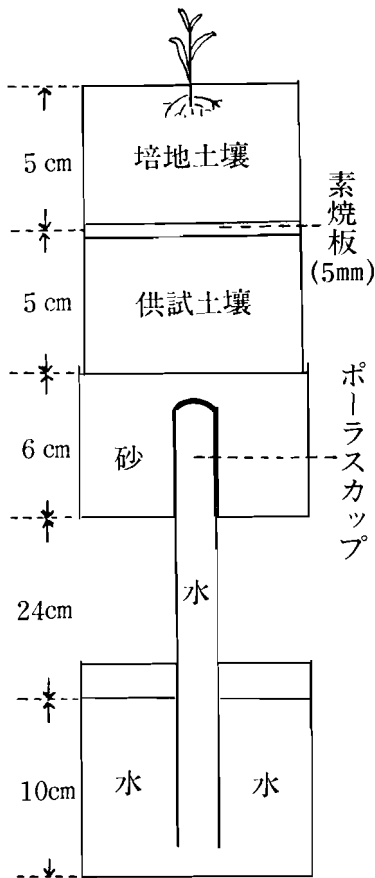


図 4 実験装置

して、とうもろこしの生育と水消費量、ならびに、易有効水分容量との関係を検討した。なお、とうもろこしの吸水により減少する水の補給は、水面とポラスカップの間差を 28 cm (pF 1.45)～36 cm (pF 1.55) の範囲内に保つようにした。

2) 結果：とうもろこしの乾物重と、1日あたり水消費量 (とうもろこしの葉面からの蒸散量+土壌からの蒸発量)、1日あたり水消費量と易有効水分容量 (pF 1.5～2.7)、および、とうもろこし乾物重と易有効水分容量との間には、それぞれ、 $r=0.893^{**}$, $r=0.835^{**}$, $r=0.762^{**}$ と非常に高い正の有意な相関が得られた。表5によれば、とうもろこし乾物重は、普

表 5 易有効水分容量および水消費量と
とうもろこしの生育

土 壤 名	耕起法	易有効水分容量 (pF 1.5 ～2.7) (cc)	水消費量 (mm/day)	同左 比率	とうもろこし 乾重量 (g)	同左 比率
U_s-b_1	普通耕	11.9	6.14	100	0.203	100
	混層耕	11.5	6.79	111	0.190	94
不明火山灰	普通耕	4.9	2.23	36	0.074	36
	混層耕	6.7	3.73	61	0.130	64
元 AP	混層耕	12.5	6.06	99	0.176	87
Y ローム B ₂	普通耕	8.6	4.99	81	0.175	86

通耕から採取した不明火山灰土壌がもっとも低く、かつ、易有効水分容量も著しく少なかった。このことは、この範囲の孔隙を通過する水分量は著しい規制を受けるものと解される。一方、混層耕の土壌は易有効水分容量が増加し、通過する水分量も多く、とうもろこしの乾物重も増大しているが、しかし、他の土壌にはおよばなかった。

3 混層耕後の施肥法

(1) 埋没腐植土壌の三要素供給力

混層耕後の施肥法を確立するにあたり、初めに埋没腐植土壌 (不明火山灰と Y ローム A 層) の三要素 (N , P_2O_5 , K_2O) の供給力について検討した。

1) 方法：埋没腐植土壌を、土塊が碎ける程度にまで風乾し、碎土後 5,000 分の 1a のポットに充填して、無肥料、無 N 、無 P 、無 K 、三要素の各処理区を設け、アルファルファを供試して、 N , P , K の施肥反応をみた。施肥量は、ポットあたり、 N : 0.29 g (硫酸アンモニア), P_2O_5 : 0.5 g (磷酸 2 ナトリウム), K_2O : 0.5 g (硫酸カリウム)。pH (H_2O) は、6.5 になるよう炭酸カルシウムを施用した。

2) 結果: 表6にアルファルファの乾物量を, また, 表7にはアルファルファの養分吸収量を示したが, 無 P 区の乾物重がもっとも低く, 三要素区に比べわずか 0.8% に過ぎず, 磷酸吸収量も他区に比べ著しく少なかった。無 N 区は 12%, 無 K 区は 7% の

表 6 埋没腐植土の三要素試験における
乾物収量 (g/Pot)

収 量	施 肥 処 理				
	無肥料	無 N	無 P	無 K	NPK
乾物重量 (g)	0.08	4.57	0.04	4.83	5.20
同 上 割 合	2	88	0.8	93	100

表 7 埋没腐植土の三要素試験における
養分吸収量 (mg/Pot)

養 分	施 肥 処 理				
	無肥料	無 N	無 P	無 K	NPK
N	—	118.8	—	114.0	116.0
P ₂ O ₅	0.4	16.9	0.1	21.7	25.5
K ₂ O	2.4	121.1	0.9	111.6	139.9

表 8 混層耕後の施肥法試験における作物別, 年次別収量 (kg/a)

施 肥 処 理	昭和 44 年			昭和 45 年			昭和 46 年			昭和 44 年			昭和 45 年			昭和 46 年		
	て ん 菜			ば れ い し ょ			小 豆 (残 効)			ば れ い し ょ			小 豆			て ん 菜 (残 効)		
	収 量	根 量	同 割 左 合	収 量	根 量	同 割 左 合	収 量	根 量	同 割 左 合	収 量	根 量	同 割 左 合	収 量	根 量	同 割 左 合	収 量	根 量	同 割 左 合
標 肥	437		100	448		100	18.0		100	343		100	11.1		100	537		100
N 増 肥	432		99	478		107	19.4		108	316		92	12.1		108	574		107
P 増 肥	486		111	459		102	20.2		112	373		109	12.2		109	564		105
P 欠 除	—		—	—		—	16.8		93	—		—	—		—	—		—
NP 増 肥	457		104	477		106	20.1		112	361		105	13.1		117	533		99
NPK 増肥	508		116	479		107	21.2		118	360		105	13.9		125	541		101
鶏 ふ ん	504		115	476		106	22.0		122	—		—	—		—	—		—

※ 増肥したことを示めす。

よる効果がてん菜, ばれいしょともに高く, 2~3年目では小豆で高く認められた。また, 3年目の小豆に設けた P 欠除区は, 若干減収しており, てん菜ではわずかに P 増肥の残効を認めている。K の増肥効果は年次に関係なく, 小豆, てん菜で 10% 内外の増収として認められているが, 残効については明らかでない。N は初年目ではいずれの作物も増肥効果はなかったが, 2~3年目において認められている。

N については, 埋没腐植層の腐植からの N 供給も考えられたので, 弘法, 大羽によるソモン変法による腐植の形態を分析した。また, 同一風乾土壌を湛水状

減収で, 三要素と大差はなかった。

(2) 混層耕後の施肥

混層耕実施後は, 作土と下層土が混合されるので, 作物の施肥法も混層耕前とは異なることが予想されたので, 当地方の一般的な輪作に基づいて, 三要素 (N, P₂O₅, K₂O) の施肥法を検討した。

1) 方法: 昭和 44 年を初年度として, 初年目にてん菜とばれいしょを作付し, てん菜—ばれいしょ—小豆の 3 年輪作で実施した。施肥処理は, 標肥 (道施肥標準, てん菜 a あたり, N 1.0 kg, P₂O₅ 1.4 kg, K₂O 1.0 kg, ばれいしょ, N 1.1 kg, P₂O₅ 1.8 kg, K₂O 1.2 kg, 小豆 N 0.3 kg, P₂O₅ 1.0 kg, K₂O 0.5 kg), N 増肥, P 増肥, NP 増肥, NPK 増肥 (増肥はいずれも標肥の 50% 増量) および, 鶏ふんの各処理とした。なお, 3 年目には, 小豆の標肥の一部を P 欠除とし, 小豆の P 増肥と, てん菜, 小豆の N 増肥はそのまま増肥し, 他の各区は標肥相当量を施用して残効をみた。

2) 結果: 表 8 に混層耕後の施肥処理について, 各作物の年次別収量を掲げたが, 初年目では, P 増肥に

態でインキュベートし, 毎週アンモニア化成長量を測定しながら, 5 週間継続して, 可給態化する N 量を推定した。その結果によると, 不明火山灰, Y ローム A 両土壌ともに, 水酸化ナトリウム抽出で RF は 70 以上と高く, $\Delta \log K$ は 0.4 以下で低く, かつ, PQ は 50% 前後であった。なお, ピロリン酸ナトリウム, 弗化ナトリウムで抽出しても同傾向であった。アンモニア化成長量は, 腐植の多い不明火山灰, Y ローム A 両土壌とも, 5 週目でも 2.5 mg で少ないが, 不明火山灰はアンモニアの生成が 1 週目から起り, 非常に無機化し易いことを認めた。

表 9 弘坊, 大羽のシモン変法による腐植の形態

抽出剤	土 壤 名	抽出部 割合 (%)	土 壤 1 g あたり		沈澱部 割合 (PQ) (%)	相対色度 (RF)	$\Delta \log K$	
			腐 植 部 抽出部	腐植酸部			腐 植 部 抽出部	腐植酸部
水 酸 化 ナトリウム	U ₈ -b ₁	42	21.3	11.4	54	31.9	0.642	0.483
	不明火山灰	53	57.1	24.7	43	69.1	0.352	0.297
	Y ローム A	54	92.7	47.8	52	83.1	0.302	0.279
ピロリンサン ナトリウム	U ₈ -b ₁	33	16.9	9.5	57	38.5	0.743	0.463
	不明火山灰	46	50.0	31.0	62	76.5	0.516	0.490
	Y ローム A	63	107.8	66.4	62	77.8	0.377	0.280
フ ッ 化 ナトリウム	U ₈ -b ₁	20	10.4	5.1	49	29.8	0.785	0.578
	不明火山灰	24	26.0	11.9	46	57.8	0.426	0.298
	Y ローム A	27	46.6	15.5	33	60.9	0.577	0.372

備考 RF は K600 を 30 ml あたり KMnO₄ で除して, 1,000 倍したもの。

表 10 各土壌のアンモニア化含量 (mg/100 g)

土 壤 名	経 過 週 数				
	1 週目	2 週目	3 週目	4 週目	5 週目
作 土	0.0	0.63	2.50	2.56	2.51
U ₈ -b ₁	0.0	0.0	0.63	1.55	1.25
不明火山灰	0.63	1.25	1.61	2.19	2.50
Y ローム A	0.0	0.0	0.63	1.25	2.50
Y ローム C	0.0	0.0	0.63	0.76	0.94

IV 考 察

洞爺湖北部台地上の, 有珠山火山性土壌の混層耕の必要性については, 昭和 35 年に実施された北農試の土性調査¹⁾ 結果から, 下層に厚さ 20~30 cm の埋没腐植層(不明火山灰と Y ローム A 層)が存在することによって指摘された。また, 筆者³⁾ とも地力保全基本調査事業で, 昭和 43 年に土壌調査を実施し, 混層耕の必要性を一層明確にした。

混層耕の効果は, 土壌条件によって要因がそれぞれ異なるのであるが⁹⁾, 従来の成績の多くは, 門別⁴⁾ で代表されるように, 表層が浮石質の粗粒火山灰土壌で, 埋没する腐植土壌を反転混層耕することによって, 作土の保水力増加や, 化学性の改善に起因するものが多かった。しかしながら, 当試験圃の場合は次の点で異なっていた。すなわち, 作土直下の U₈-b₁ 層がち密であり, さらに, 下層の埋没腐植層は構造が発達しているにも拘らず, 壁面が密着し, 易有効水分容量が極めて小さいために, 乾燥期における表層への水分供給を制限し, U₈-b₁ 層を一層ち密化して, 作物根の伸

長を阻害するとともに, 作物に水分不足を起させていることが推定された。しかし, これらの層を反転混層耕することによって, ち密な U₈-b₁ 層が膨軟になり, 下層からの水分供給が増加することが認められ, 従来の混層耕と, 効果の要因が明らかに異なっていた。このような本土壌の作物生育に対する阻害要因については, U₈-b₁ 土壌の土壌水分と容積重との関係を調べた実験や, 各層土壌の毛管孔隙を通しての, 水分供給の違いをみた実験で解析された。また, 混層耕によるその要因の改良効果については, 筆者らの現地調査において, U₈-b₁ 層の硬度が普通耕で 25~29 mm であったのに対し, 混層耕初年目では, 12~17 mm と著しく膨軟化していたことや, テンシオメーターによる現地ほ場の水分張力測定で, 乾燥期における表層の水分張力が, 混層耕によって低く経過したことなどから確認された。しかしながら, 埋没腐植層の易有効水分容量が, 混層耕によって若干増加はしたものの, 他の土壌に比べれば未だ小さく, したがって, 乾燥期における下層からの水分供給の増加は, この埋没腐植層も含めて, 各土層が逐次に反転混層されたことによって, 易有効水分容量の大きい元作土や, U₈-b₁ 土壌が未反転の黄褐色ローム層に, 直接接したことに起因していると考えられる。

混層耕により作土は, 各土壌が混合されるので, 当然のことながら肥培管理もこれに適合したものでなければならない。とくに埋没腐植土壌の化学性については, 三要素試験の結果, 磷酸肥沃度の欠けていることが認められた。しかし, 埋没腐植土壌の可溶性アルミニウム, 磷酸吸収係数が高いとはいっても, 門別, 登

別のそれに比較すると低いから、土壤改良資材としての磷酸資材量も、門別、登別ほど要しないであろう。なお、埋没腐植層の下の方褐色 Y ローム層は、可溶性アルミニウム、磷酸吸収係数もすこぶる高いので、地形上（波状性台地のため、新期の火山灰は侵蝕などにより層厚が不規則である）この層が反転混層された場合は、適宜磷酸資材を増量する必要があるであろう。また、当試験で土壤改良資材としての熔成磷酸肥を、磷酸吸収係数の1%（作土深 20 cm として）に相当する a あたり 10 kg を施用した条件下で、混層耕初年目において、てん菜、ばれいしょの磷酸増肥効果を認め、2年目以降では豆類で効果が大きく、3年目のてん菜でも残効が認められたが、ばれいしょでは効果が少なかった。

野村ら⁵⁾は、埋没腐植土壌の腐植の性質が、混層耕後の作土に影響を与え、とくに、窒素の有効度が肥培管理に重要な役割を果たしていることを報告している。本試験はの埋没腐植土壌について、弘坊、大羽によるシモン変法で腐植の形態を検討した結果、腐植化の進んだ形態の腐植が、ほぼ2分の1を占めており、アンモニア化含量も、早川ら²⁾の成績に比べ少なかった。本試験では、作土における埋没腐植土壌（腐植含量10%内外）の混合は約5分の1弱にすぎず、その腐植含量も2%内外にしかならなかった。したがって埋没腐植土壌の混入による窒素の肥沃度増大効果は初年目だけで、次年目からは肥料窒素の増施効果が認められている。以上のことから、混層耕直後の施肥管理は、初年目は磷酸を重点に、次年目からは窒素を主体とするが、なお、豆類、てん菜などのように、磷酸の肥効の

高い作物にあつては、2年目以降においても磷酸肥料を増施する必要がある。

引用文献

- 1) 瀬尾春雄，後藤計二，他 1968：胆振国土性調査報告，一胆振支庁管内（市を含む）一，北農試土性調査報告第18編：151—159.
- 2) 早川康夫，橋本久夫 1961：根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験 第5報牧草地土壌としての特性発現過程と窒素，磷酸，加里の供給力について，道農試集報 7：22.
- 3) 北海道立中央農業試験場 1969：昭和43年度地力保全基本調査成績書〔洞爺湖畔地域，（虻田町，豊浦町，洞爺村）〕，：48—53. 89—94.
- 4) 昆忠男 1967：粗粒火山灰地の混層耕，北海道土肥研究通信 58. 28—50.
- 5) 野村誠，中山利彦 1967：粗粒火山性土の地力増進に関する研究，一登別町における混層耕後の土壌管理について一，道農試集報 15. 72—83.
- 6) 大垣昭一 1970：火山灰土の反転客土，一北海道における混層耕の効果について一，土肥学会編，近代農業における土壌肥料の研究，55—60. 養賢堂，東京.
- 7) 丹原一寛 1970：牧野土壌の物理性について，土壌の物理性 21. 30—31.
- 8) 山田忍 1928：根釧原野火山灰地方における混層耕，北農3 (8)，15—19

Effect of Mixing Layers by Mechanical Power on Volcanic Ash Soils at Usu Series

Shigeru KOBAYASHI,* Tadashi MIYAWAKI,* Masae YAMAGUCHI**
and Keiji GOTOH*

Summary

Mt. Usu volcanic ash soil which is distributed on the surface of the plateau on the north of Lake Toya, a caldera lake in the south-western part of Hokkaido is mostly composed of a compact "Us-b₁" volcanic ash layer. Immediately below the "Us-b₁" layer, there are buried humus layers which consist of "unknown" volcanic ash layers and the horizon A of Mt. Yotei loam.

In this area, most of the crops are of the shallow roots such as beans, because the compact "Us-b₁" layer which is situated in the upper profile hinders the elongation of crop roots.

The authors made a study on the amelioration of physical properties of these soils as a result of mixing the "Us-b₁" layer and the buried humus layers and, furthermore, on the improvement in application of fertilizers after the mixing of the soil layers.

The results obtained are as follows:

The yield of principal crops in this area, e. g., sugar beets, potatoes and adzuki beans increased greatly after the mixing of the soil layers. One reason why the yield increased is the sufficient elongation of their roots as a result of the induced swelling of the compact "Us-b₁" layer, and another is an ample supply of water from the subsurface layers in the dry season because the soils of the mixed layers have an increased capacity of readily available moisture.

In the first year after soil-layers mixing, the application of phosphate fertilizers as the main fertilizers is most important; from the second year on, that of nitrogen fertilizers as the main ones is most important. However as to the crop like beans and beets requiring much phosphate, the increased application of phosphate fertilizers is still important from the second year on as well as in the first year.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido 069-13,

** Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido 078-02,