

# 粗粒火山性土の地力増進に関する研究

## 第1報 登別町における混層耕後の土壌管理について

野村 琥† 中山利彦††

### STUDIES ON THE INCREASING OF SOIL PRODUCTIVITY IN COARSE VOLCANIC ASH SOILS IN HOKKAIDO.

#### I. On the Soil Management after Mixing Layers by Mechanical Power in Noboribetsu Town.

KO NOMURA & Toshihiko NAKAYAMA

北海道に広く分布する粗粒火山性土壌は理化学性が悪く、生産性はきわめて低い。かかる地帯の中で、特に理化学性の異なる薄層の火山灰層が累積したところでは、土層改良として深さ 60cm 位まで耕起して各層を破碎混合する混層耕が従来行われてきたが、下層土の性状によっては一時的に減収することがあり、この減収を防ぐ土壌管理法として、石灰、磷酸肥料とともに牧草を鋤込むのが有効であることを認めた。

#### 【 緒 言

北海道には沖積世に噴出堆積した火山灰に由来する土壌が広く分布している。これらのうち、一般に粗粒で養肥分が少なく、さらに性状の異なる火山灰層が、薄く何層にも累積しているものがあり、この場合は作物根の生長範囲も制限を受け、作物の収量がほかの土壌に比してきわめて低い状態である。従来かかる土壌の地力増進対策として、薄層の火山灰を破碎混合する、いわゆる混層耕が山田<sup>10)</sup>によって提案され、土地改良事業として取り上げられているが、下層土の性状によっては混層耕後直ちに作物が増収にならない場合もみられる。したがって下層土の性状によって混層耕後の土壌管理については、一率にある対策のみによって良好な結果は期待されず、幅広い対策を知

る必要がある。

今回道央南部 胆振地方に分布する火山灰地帯で、表土が流亡のため浅くなり、さらに施肥管理が不十分なため、3要素欠乏のほかマンガン欠、硼素欠などの症状がみられる登別町で実際に大型機械を使用して混層耕を実施した後の土壌管理について試験を行ない、2, 3の知見を得たのでここに報告する。

本研究の開始に当たりご懇篤なご指導を賜った、北海道大学石塚喜明教授に深く感謝の意を表す。また、現地の土壌についてご教示をいただいた同佐々木清一教授、ならびに現地試験に援助をいただいた登別町役場、同町開拓営農指導所、農業改良普及所の方々に厚くお礼申し上げる。

#### II 試験方法

##### 1) 現地試験圃場

幌別郡登別町札内地区(開拓地)については、昭和30年に石塚、佐々木<sup>11)</sup>により発表されている。

† 根釧農業試験場

†† 北見農業試験場

試験圃場はこの地区内の北部標高約 300m, 傾斜 2~3° の段丘地に設けられ, 土壌断面の表面付近には 3 層の有珠統火山灰があり, 下層には腐植

含量の頗る多い噴出源不明の火山灰が存在する。土壌断面および, 一般理化学性は次のとおりである。

Tab. 1 Soil profil of experimental field (Before cultivation)

Horizon	Depth (cm)	Profil	Soil class	Color	Structure	Hardness	Viscosity	Series of volcanic ash	Sample number
1	0-11		H-SL	D. Br.	Pea-like	Loose	Weak	U-A	1
2	-25		H-SL	G. Br.	Pea-like	Compact	No		
3	-32		G	G. W.	Single	Compact	No	U-B	3
4	-42		G(S(G))	G. W.	Single	Compact	No		
5	-65		H-C	B.	Pea-like	Loose	Weak	Unknown volc. ash	2
6	65-		H-C	B. Br.	Pea-like	Loose	weak		

Tab. 2 The physical properties

Sample number	Humus (%)	Mechanical analysis (International method)				Soil class	Specific gravity		Distribution of 3-phases			Porosity (%)
		Coarse S.	Fine S.	Silt	Clay		Apparent	Real	Air (%)	Liquid (%)	Solid (%)	
1	7.0	30.6	45.2	19.2	5.4	S L	0.75	2.58	31.5	39.5	29.5	71.0
2	21.4	0.6	16.3	50.7	32.3	SiC	0.37	2.37	6.0	78.4	15.6	84.4
3	7.4	22.0	45.3	23.0	9.4	L						

Tab. 3 The chemical properties

Sample number	pH		Exchange Acidity $y_1$	Hydrolytic acidity $y_1$	Total -C (%)	Total -N (%)	C/N	C. E. C (me/100g)	
	H <sub>2</sub> O	KCl						pH 7.0	pH 5.0
1	5.7	4.6	1.8	19.0	4.06	0.26	15.6	11.0	8.0
2	5.6	4.2	4.4	72.0	12.41	0.62	20.0	83.7	57.0
3	5.6	4.4	0.7	28.0	4.29	0.33	13.0	26.3	—

Ex-Bases in pH 7.0 (me/100g)			Degree of saturation (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Absorption coefficient	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * (mg/100g)	0.2N-HCl soluble (mg/100g)	
CaO	MgO	K <sub>2</sub> O				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
4.0	1.4	0.2	50.9	1,101	5.8	23.9	16.6
23.4	2.6	0.6	31.8	2,828	tr.	9.8	29.9
7.9	1.5	0.3	36.9	1,137	1.3	11.4	16.8

\* TAYLOR'S method

2) 混層耕の方法

Tab. 1 によると腐植に富む作土層はわずか 11 cm 内外で、第 2 層 (11~25 cm) はやや未風化な火山灰層で、特に問題になるのは 25~32 cm の礫層、32~42 cm の砂礫層で、これらの層が作物生育の障害になっていると考えられるので、ドイ

ツ製大型混層耕プラウを用いて約 60 cm 内外まで反転耕起した。このため耕起初年目は畜力、機械力による整地碎土が不可能で、地表にかなり凹凸があった。混層耕 1 年目秋の断面を普通耕区のそれと対比してみると Fig.1,2 のとおりである。

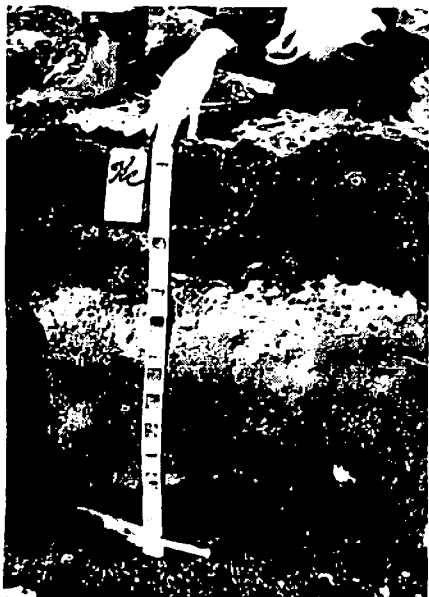
混層耕区の圃場は全体として規則正しい断面を

Fig. 1 Soil profil of usual plowing plot



Profil	Soil class	Sample number
0 ~ 11 cm	$\overset{\circ}{H}$ SL	1
11 ~ 25 cm	$\checkmark H$ SL	
25 ~ 42 cm	G (GS)	2
42 ~ 65 cm	$\bar{H}$ C	
65 ~	$\bar{H}$ C	3

Fig. 2 Soil profil of mixing layers plot



Profil	Soil class	Sample number
0 ~ 21 cm	$\bar{H}$ Lic	1
21 ~ 32 cm	G	
32 ~ 15 cm	$\checkmark H$ SL	2
15 ~ 60 cm	$\overset{\circ}{H}$ SL	
60 ~	$\bar{H}$ C	3

示さないが、Fig. 2 をみると混層耕実施後の表土は、Fig. 1 の下層 (42~65cm) が反転されて露出したものとみられる。現在の大型機械を使用して60cm 以上も耕起した場合は、完全に混層することが不可能であった。将来このように深くまで混層耕を実施する場合は、十分な混層のできる機械の開発研究が必要と考えられる。

3) 栽培試験設計

大型機械で混層耕を行なった圃場で、次の考えで土壤管理法につきA, B 両試験を併行して実施した。

A 試験……炭カル、磷酸肥料などいわゆる開拓地耕土培養資材の施用による増収効果の判定。

B 試験……牧草を栽培し炭カル、磷酸肥料とともに鋤込んだ場合の効果の判定。

なお、A 試験は3年、B 試験は4年継続した。

A, B 両試験の設計は Tab. 4, 5 に示すとおりである。

供試面積は1年目 45m<sup>2</sup>、2目以降は 20m<sup>2</sup>。

混層耕は1年目に実施し、2年目以降は普通耕により実施した。

A B 両試験とも2反復で、耕種法は現地慣行により実施した。

なお、B 試験の3年目迄に鋤込んだ牧草の地上部、地下部合計量は約 1,500 kg/10a 内外である。

III 試験成績

1) 生育、収量調査成績

4年間にわたり本地帯の主作物を供試して栽培試験を実施したが、各年次の生育、収量について概説すると次のとおりである。

(1) A 試験

1年目はてん菜とデントコーンを作付けしたがてん菜の生育をみると、混層耕区の初期生育は普通耕区より良好であったが、中期 (7月中旬) に至ると両者の差はほとんどなくなり、収穫期の根部収量は逆に普通耕区の方が高かった。根部の形

Tab. 4 Design of A-Experiment

	1st year	2nd year	3rd year
Soil and fertilizer treatments	1. U. P. -S. F. 2. M. L. -S. F.	1. U. P. -S. F. 2. M. L. -S. F. 3. M. L. -I. F.	1. U. P. -S. F. 2. U. P. -I. F. 3. M. L. -S. F. 4. M. L. -I. F.
Crops	a) Sugar beet b) Dent corn	a) Potato b) Sugar beet	a) Dent corn
Amounts of fertilizer (kg/10a)	a) Sugar beet : N-7.5, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -9.0, K <sub>2</sub> O-3.8, Compost-1,900. b) Dent. corn : N-6.8, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -7.9, K <sub>2</sub> O-6.4, Compost-1,100. to each plots spread CaCO <sub>3</sub> and Dolomite-190.	a) Potato : N-7.0, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -8.0 (16.0)* K <sub>2</sub> O-6.5, Compost-1,700. b) Sugar beet : N-12.0, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -14.0(28.0)* K <sub>2</sub> O-8.0, Compost-1,900. to No.2 and 3 plots, spread CaCO <sub>3</sub> -1,000 and Fused-phosphate-80.	a) Dent corn : N-8.0 (12.0)*, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 8.0 (16.0)*, K <sub>2</sub> O-6.0, Compost-2,000. to No.3 and 4 plots spread CaCO <sub>3</sub> -1,000. and Ca-Superphosphate-500.

Remarks : U.P. : Usual plowing  
M.L. : Mixing layers  
S. F. : Standard fertilizer  
I. F. : Increasing fertilizer  
( )\* : Amount on increasing fertilizer plots

Tab. 5 Design of B-Experiment

	1st year	2nd year	3rd year	4th year
Soil and fertilizer treatments	1. U. P. -S. F. 2. M. L. -S. F.	1. U. P. -S. F. 2. M. L. -S. F.	1. U. P. -S. F. (Grass was plowed as green manure ) 2. M. L. -S. F. ( // )	1. U. P.-S. F. 2. U. P.-I. F. 3. M. L. -S. F. 4. M. L. -I. F.
Crops	Oat (Grass was seeded)	Grass	Dent corn	Sugar beet
Amounts of fertilizer (kg/10a)	N-4.1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -4.5, K <sub>2</sub> O-2.6, Compost-1,100.	N-3.0, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -4.5, K <sub>2</sub> O-4.5	N-8.0, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -8.0, K <sub>2</sub> O-6.0, Compost-2,000. to No.2 plots spread CaCO <sub>3</sub> -1,000 and Ca-superphosphate-500.	N-12.0 (16.0)* P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -14.0 (28.0)* K <sub>2</sub> O-8.0, Compost-2,000.

Tab. 6 Results of A-Experiment

Treatments number	1st year (Beet)						1st year (Dent corn)	
	Circumference of root (cm)		Length of root (cm)	Yields		Root yield rate (%)	Top length at maturity (cm)	
	8. 19	10. 21		Leaves (kg/10a)	Roots (kg/10a)			
1	13.7	25.0	16.9	3,734	2,351	100	253	
2	13.4	24.0	19.4	3,464	2,262	96	224	
3	—	—	—	—	—	—	—	
4	—	—	—	—	—	—	—	
1st year (Dent corn)			2nd year (Sugar beet)					
Yields (Raw-matter weight) (kg/10a)	Yield rate (%)	Circumference of root (cm)		Length of root (cm)	Yields		Yield rate (%)	
		8. 18	10. 21		Leaves (Kg/10a)	Roots (kg/10a)		
3,155	100	18.7	22.8	16.4	1,640	2,420	100	
2,694	85	17.8	22.6	16.9	1,415	2,295	95	
—	—	18.4	22.9	18.2	1,365	2,470	102	
—	—	—	—	—	—	—	—	
2nd year (Potato)				3rd year (Dent corn)				
Large size	Yields (kg/10a)			Yield rate (%)	Top length at maturity (cm)	Yields(raw matter weight) (kg/10a)	Yield rate (%)	
	Medium size	Small size	Total					
446	722	221	1,389	100	237	2,196	100	
326	512	219	1,059	76	245	2,646	120	
402	477	247	1,126	81	237	2,113	96	
—	—	—	—	—	240	2,446	111	

Tab. 7 Results of B-Experiment

Treatments number	2nd year (Grass)		3rd year (Dent corn)		
	Yields (dry weight) (kg/10a)	Rate (%)	Top length at maturity (cm)	Yields (raw weight) (kg/10a)	Rate (%)
1	199	100	256	3,278	100
2	189	95	263	3,694	113
3	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—

4th year (Sugar beet)			Yields		Rate (%)
Circumference of root (cm)	Length of root (cm)	Leaves (kg/10a)	Roots (kg/10a)		
8. 19	10.22				
14.8	19.1	3.465	1,985	100	
15.9	19.9	4.553	2,107	106	
16.6	19.6	4.275	2,265	114	
16.4	22.3	4.080	2,350	118	

態は混層耕区の方が不整根が少なく、さらに根長もすぐれているが、根周において普通耕区より劣っていた。

デントコーンは生育の全期間を通して普通耕区が混層耕区よりすぐれていた。

以上1年目の成績からは混層耕後の土壌管理はかなり困難であることが予想された。

2年目は前年度のでん菜跡に馬鈴薯を、またデントコーン跡にはてん菜を栽培し、混層耕区には土壌改良用として10a当たり炭カル1,000kg、燐燐80kgを全面に散布した。その結果馬鈴薯では、混層耕(基肥区)は生育の全期間を通して普通耕(基肥区)より劣り、塊茎収量も減収になった。なお混層耕区で燐酸倍量処理は若干良く多少の効果もみられたが、普通耕区より低収であった。

てん菜では混層耕(基肥区)は普通耕に比し根長においてすぐれているが、根周は劣り葉根重は減収した。これは1年目と同じ傾向であった。

混層耕区の燐酸倍量処理では根周、根長ともにわずかながら普通耕区よりすぐれているが、効果があったとみることは早計であろう。

3年目は前年度のでん菜跡にデントコーンを栽培した。また混層耕区の土壌改良用として、10a

当たり炭カル1,000kg、過石500kgを全面散布した。作物の生育をみると、基肥系列では生育の初期から中期にかけては、混層耕区が普通耕区よりすぐれているが、生育の後期に至ると普通耕区が混層耕区よりまさるに至った。多肥系列でも普通耕区が混層耕区よりまさっていた。

以上3年間のA試験成績からみると、本地帯のように混層耕後埋没腐植質火山性土が地表にできる場所では、炭カル、燐酸肥料などを多量に施用しても増収効果は少なく、逆に一時的に減収することは免れないものようである。

## (2) B 試験

本圃場は1年目に燕麦に牧草を混播し、燕麦刈り取り後越冬させ、2年目春に追肥を行なって夏に1回刈り取った。3年目春に鋤込んだが、その際混層耕区には10a当たり炭カル1,000kg、過石500kgを全面散布した。このような試験圃場で3年目のデントコーンの生育、生草重をみると普通耕区よりも混層耕区がすぐれていた。

4年目は前年度のデントコーン跡(牧草鋤込みは前年に終了)にてん菜を栽培した。なお炭カル、過石は施用せず前年度の残効をみた。その結果、Tab. 7に示すように、基肥系列、多肥系列ともに混層耕区が普通耕区より生育、収量ともにすぐ

れていた。しかも混層耕基肥区は普通耕基肥区、同多肥区より増収した。すなわち混層耕後の土壤管理法としては炭カル、磷酸肥料とともに牧草を鋤込むか、多量の堆厩肥を施用することが適切であると考えられる。

次に混層耕後の土壤の変化について検討を加えた。

## 2) 混層耕による土壤理化学性的変化

### (1) 土壤理化学性的変化

大型機械で混層耕後、主な理化学性的変化をみると Tab. 8~10 のとおりである。

Tab. 8~10 をみると、混層耕により粒径組成

は大きく変化し、混層耕区の表土は砂分が減じ、シルト、粘土の多い LiC になっている。

6 mm の篩を通した生土について大起製団粒分析器にて水中篩別を行ない、耐水性団粒分析を行なった結果によると、Tab. 9 で明らかなように、混層耕区は普通耕区に比し耐水性団粒の総量で少ないばかりでなく、0.5mm 以上の大団粒のみ含まれ、0.5mm 以下の中小団粒が含まれていないことが注目される。このような団粒組成の内容が片寄っていることは、作物生育の環境として好ましくないと考えられる。しかし牧草を栽培し鋤込んだ B 試験区をみると、普通耕区では大団粒

Tab. 8 Changes of soil texture by mixing layers

Sample number	Depth (cm)	Mechanical analysis (%) (International Method)				Soil class
		Coarse. S	Fine. S	Silt	Clay	
U. P. -plot : No. 1	0-14	30.6	46.2	17.7	5.6	S L
U. P. -plot : No. 2	14-25	23.7	47.1	23.0	5.8	S L
M. L. -plot : No. 1	0-21	5.5	25.8	42.9	26.0	LiC
M. L. -plot : No. 2	21-45	26.9	41.4	25.9	5.8	S L
M. L. -plot : No. 3	45-60	26.1	46.1	19.1	8.5	S L

Tab. 9 Changes of waterstable aggregate (%)

Experiment	Sample number	2mm>	1-2mm	0.5-1mm	0.25-0.5mm	0.1-0.25mm	Total	0.25mm>
A-Experiment (3rd year)	U.P.-plot : No.1	4.9	7.1	7.7	11.2	8.4	39.3	30.9
	M.L.-plot : No.1	13.9	9.9	4.0	0	0	32.8	27.8
B-Experiment	U.P.-plot : No.1	7.0	11.3	10.3	16.3	6.2	51.1	44.9
	M.P.-plot : No.1	10.8	9.8	8.2	9.2	4.8	42.8	38.0

Tab. 10 Changes of soil moisture (%)

Experiment	Sample number	pF 2.0		pF 2.7		pF 4.2		Available* moisture
		Weight	Volume	Weight	Volume	Weight	Volume	
A-Experiment	U.P.-plot : No.1	38.6	29.3	31.4	23.8	15.4	11.7	17.6
	M.L.-plot : No.1	73.0	43.1	57.2	33.7	37.9	22.3	20.8
B-Experiment	U.P.-plot : No.1	43.7	33.6	34.4	26.5	17.1	13.2	20.4
	M.L.-plot : No.1	75.3	44.5	59.4	35.1	39.4	23.2	21.3

\* pF 2.0-4.2 : For KIRA'S theory

の増加が著しく、混層耕区では逆に大団粒が減少して、中小団粒の増加の著しいことがみられた。団粒形成の機作について江川ら<sup>1)</sup>は、初生団粒(小団粒)の形成には腐植酸が関与し、二次団粒(大団粒)の形成には蛋白質を主成分とする易溶性腐植の関与が大きいと述べているが、今回の試験でも牧草の鋤込みによって易溶性腐植が多量に添加され、このため耐水性団粒の顕著な増加があったものと考えられる。

土壌水分の変化についてみると、混層耕土壌の

pF 2.0, 2.7, 4.2 の各水分は普通耕土壌の各々に比して高く有効水分も多かった。牧草の鋤込みにより pF 2.0, 2.7, 4.2 の各水分含量が高まり土壌水分系の上に変化があり、有効水分も増加の傾向にあった。しかし上記の土壌水分系の変化がどの程度作物の生育、収量に影響におよぼしているかは今後の研究にまちたい。

### (2) 土壌化学性の変化

本試験における A, B 両試験圃場の化学性の変化の様相をみると Tab.11 のとおりである。

Tab. 11 Changes of chemical properties

Experiment	Sample number	pH		y <sub>1</sub>	T-C (%)	T-N (%)	C/N
		H <sub>2</sub> O	KCl				
A-Experiment (3rd year)	U. P. -plot : No 1	6.7	5.8	0.7	3.50	0.28	12.5
	M. L. -plot : No 1	6.3	5.5	0.8	9.36	0.44	21.3
B-Experiment (4th year)	U. P. -plot : No 1	6.7	5.7	0.3	4.98	0.34	14.6
	M. L. -plot : No 1	6.3	5.3	0.5	6.36	0.33	19.3

C. E. C. (mc/100g)	Ex-Base (me/100g)			Degree of Ca-saturation (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Absorption coefficient	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *
	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
15.1	10.4	1.2	0.5	69.0	1,423	9.1
57.4	33.5	1.8	0.5	58.4	2,274	19.7
19.1	10.7	1.0	0.2	56.5	1,181	12.0
32.1	18.4	1.4	0.3	57.4	2,120	16.7

\* TRUOG's method (mg/100g)

Tab.11 によると炭カル、磷酸肥料などの土壌改良資材の施用により、酸性矯正効果、土壌有効磷酸含量の増加はみられたが、作物生育に関連する土壌理化学性の変化にまで考察することは不可能であるので、後記の腐植、窒素の変化について検討する必要がある。

### (3) 土壌腐植の変化について

混層耕により下層の腐植含量の頗る多い火山性土が地表に出現したが、その後の年次の経過、土壌改良資材の施用、牧草の鋤込みなどによる土壌腐植の変化について検討した。

腐植の分別法は SIMON の原法を弘法、大羽<sup>6)</sup>が、さらにその一部を熊田<sup>7)</sup>が修正した方法によ

った。この方法で土壌腐植を酸可溶部(フルボ酸部)と酸沈澱部(腐植酸部)に分別した成績を次に示す。

Tab.12によると原土の表土(0~25cm)に比較して、下層土(42~65cm)の腐植酸部の占める割合がきわめて高く PQ (%) の高いことが特徴で、難溶性腐植が多いと考えられる。

混層耕実施後の腐植の変化については、Tab.13によると、年次の経過につれて PQ (%) は漸次低下し、逆にフルボ酸部の占める割合が高くなっている。このことは難溶性腐植の占める割合が低下し易溶性腐植の占める割合が増加しているものと考えられるが、特にこの傾向は牧草を鋤込ん



Tab. 12 Analysis of soil humus before soil management (cc of 0.1 N-KMnO<sub>4</sub>/Soil lg)

Sample number	Depth (cm)	0.1 M-NaOH Extract			0.1 M-NaF Extract				
		Fulvic acid -c	Humic acid -c	Total	PQ (%)	Fulvic acid -c	Humic acid -c	Total	PQ (%)
1	0-25	27.5	30.0	57.5	52.2	9.0	16.5	25.5	64.7
2	42-65	43.5	186.0	229.5	81.1	15.0	102.0	117.0	95.3

Tab. 13 Changes of soil humus composition (cc of N-KMnO<sub>4</sub>/Soil lg)

Experiment	Sample (Surface-soil)	0.1 M-NaOH Extract			0.1 M-NaF Extract				
		Fulvic-acid-c	Humic-acid-c	Total	PQ (%)	Fulvic-acid-c	Humic-acid-c	Total	PQ (%)
A-Experiment (3rd year)	U. P. -plot	27.8	13.5	41.3	32.7	5.3	6.0	11.3	53.1
	M. L. -plot	34.5	84.0	118.5	70.9	7.5	30.0	37.5	80.0
B-Experiment (4th year)	U. P. -plot	31.5	27.0	58.5	46.2	14.3	15.0	29.3	51.2
	M. L. -plot	51.0	60.0	111.0	54.1	24.0	42.0	66.0	63.6

だB試験で著しく、フルボ酸部に易溶性窒素が多いという江川<sup>1)</sup>、細田<sup>2)</sup>、STEVENSON<sup>3)</sup>、FORSYTH<sup>2)</sup>らの考え方を引用すると、混層耕後に埋没腐植質火山性土が地表にでる地帯の土壌改良効果は炭カル、燐酸肥料とともに牧草などの有機物を鋤込むことにより著しいと考えられる。

次に腐植中の有機態窒素の無機化の様相について検討した。

#### (i) 土壌窒素の変化について

本試験において供試作物の生育状況を観察すると、A試験では混層耕区の前半は生育良好で、むしろ普通耕区よりすぐれているが、生育の中～後半期に至ると生育は鈍化し、収量は逆に普通耕の方が多かった。このことは混層耕により地表にでた腐植質火山性土の劣悪性によるためと考えられるが、特にこの下層土は全窒素含量は多いが易溶性窒素が少ないため、生育の後半になって作物の生育が鈍化し、遂には収量も普通耕区より劣る結果になったものと考えられる。

次にB試験をみると、3年目に牧草を鋤込んで作物を栽培し、4年目にはその残効を査定した結果では、混層耕区は生育の後半に至るまで普通耕区よりすぐれ、収量も増収した。

このことはA、B両試験設計の組み方から考え

て、鋤込んだ牧草の分解による窒素の放出により作物に対する養分の供給が豊富で、かつ均衡のとれたものであったためと考えられる。特に4年目のてん菜は、若干窒素が過剰気味の葉色であったが、結局混層耕区の根部は普通耕区より増収になった。もちろん牧草の分解による窒素の分解、放出のみが作物生育に好影響をおよぼしたものではないが、腐植質火山性土の土壌改良として、易分解性有機物添加の意義はきわめて大きいことがうかがわれた。

これについてさらに検討するため incubation により無機化する窒素量を測定した。すなわち、一定量の土壌をガラス筒に入れ加状態の水分にして、30°C で4週間恒温室内に入れて生成する NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N を常法により測定し、窒素の無機化量および全窒素に対する無機化率を測定した。次にその結果を示す。

Tab.14 によると、A試験では普通耕区は混層耕区よりNの無機化率が高く、土壌からNの供給能においてまさることが推察される。このことは供試作物の生育、収量と一致した傾向になっている。次にB試験成績をみると、牧草鋤込み後混層耕区のN無機化率は高まり、3年目では逆に普通耕区より高くなり、4年目の残効でも大幅に高い

Tab. 14 The mineralization of nitrogen in surface soil after 4 weeks' incubation (mg/100g)

Experiment	Sample (Surface soil)	Before incubation (A)		After incubation (B)		(B) - (A)		Inorganic -N (C)+(D)	Degree of nitrogen mineralized (%)
		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N (C)	NO <sub>3</sub> -N (D)		
A-Experiment	(2nd year)								
	U. P. -plot	0.79	0.67	0.55	14.91	-0.24	14.24	14.00	3.68
	M. L. -plot	1.41	0.45	0.91	13.91	-0.50	13.46	12.96	2.88
	(3rd year)								
B-Experiment	U. P. -plot	1.96	0.55	0.95	11.31	-1.01	10.76	9.75	3.48
	M. L. -plot	2.05	0.41	0.92	11.42	-1.13	11.02	9.89	2.25
	(3rd year)								
	U. P. -plot	1.82	1.16	1.28	11.37	-0.54	10.21	9.67	3.33
	M. L. -plot	1.97	0.58	0.81	11.15	-1.16	10.57	9.41	3.36
	(4th year)								
B-Experiment	U. P. -plot	3.10	0.33	0.94	11.54	-2.16	11.21	9.05	3.23
	M. L. -plot	3.10	0.37	1.59	20.38	-1.51	20.01	18.50	3.85

ことが注目された。このNの無機化率と供試作物の生育、収量が一致した点から、かかる腐植質火山性土の土壌改良の指標としては前述の易分解性有機物添加の意義は大きいことが考えられる。

#### (5) 土壌燐酸の変化について

開拓地における不良火山性土の地力増進対策として、炭カル、燐酸肥料の施用が推進されている。これは不良火山性土は有効燐酸が少なく、ばん土性が強いいため燐酸吸収係数高く、経年の熟畑のような作物の吸収量に見合う程度の施肥燐酸では燐酸欠乏を起し、作物生育が不良になるため考えられた対策と思われるが、本地帯のような埋没していた腐植質火山性土の地表露出後に炭カル燐酸肥料の多量施用は酸性矯正、土壌中の有効燐酸の増加に顕著な効果は認められたが、作物の増収には結びつかなかった。腐植質火山性土の地力増進と増収対策として、燐酸の多量施用が効果的であることは南<sup>10)</sup>により報告されているが、本地の試験では効果が薄く、有機物の併用による効果区の高いことから考えて、混層耕により地表に露出した腐植質火山性土の改良にあつては、燐酸肥料の施用のみによる従来の改良法については今後再検討の必要がある。

## IV 考 察

粗粒火山灰の薄層が累積しているため作物根の伸長が妨げられ、かつ作土の養分分の欠乏した土壌で混層耕を行なえば耕土が深くなり、土層の均一化が起り、作物根の生長範囲が広くなり、次第に土壌の生産力が増進することは確かであろう。しかし一時的に混層耕の効果のあがらない場合もある。土壌断面調査および土壌分析によって下層土の性状が確かめられ、理論的に混層耕の利点とこれによる増収が考えられても、実際に機械力による混層耕が理論的なものと一致しない場合が多い。(例えば混層耕を予想しても下層土の反転で不良下層土が表層に現われる例も多い。)したがって、その混層の程度、土層の配列状態によって一率的な土層改良、土壌改良で効果の認められない場合も少なくない。このため混層耕を行なった後は適切な施肥法、その他化学的な土壌改良により収量低下を防止する必要がある、そのための全体的な視野に立った試験が必要と考えられる。

実際に機械力による混層耕の現状は理論的に想定せる混層耕の状態と異なり、下層土の反転に止まる場合が多い。この場合には機械力による十分な混層が必要ではあるが、現実にこの反転されて

地表にてた不良下層土（埋設された腐植質火山性土）の改良が重要となり、その性状の検討が大切である。

本試験は開拓地耕土培養事業の一環として、北海道に広く分布する粗粒火山性土に対する地力増進対策の確立を目標として、道内の主要火山灰地帯である胆振、日高、空知、十勝、根室各支庁管内に昭和35年以来計画設置された一連の試験の中の1つであるが、ほかの試験地においては、混層耕後比較的容易な土壤改良によって増収になったが、本試験地のみは減収を免れなかった。これは混層耕により地表に露出した埋設層の劣悪性が、あたかも道南地方に分布する壙土と類似の性状を呈するからであろう。しかし道南地方の壙土は磷酸肥料の多量施用により増収可能との南<sup>9)</sup>の報告があるが、本地帯では磷酸の施用のみでは増収不可能であって、前述のように炭カル、磷酸肥料とともに牧草を鋤込むことにより、初めて増収になった点から、同じような外観の腐植質火山性土といえどもその性状は異なったものと考えられる。したがって本地帯の埋設土層の生産性を考える場合は、易分解性の腐植と窒素に注目すべきであろう。

もちろん可給態の磷酸、その他の塩基類を軽視することはできないが、本試験成績から作物の生育、収量に最も関与したのは土壤中の窒素とみて差支えないと考えられる。このことは現地試験の供試作物の生育状況から炭カル、磷酸肥料施用のA試験では、生育の前半は混層耕区が良好であるが、中期以降は逆に普通耕が良好になり、収量も

良好であった。これに対し炭カル、磷酸肥料とともに牧草を鋤込んだ。B試験においては、混層耕区が終始普通耕区より生育良好で収量も高かった。今後施肥法に若干の問題はあろうが、混層耕後炭カル、磷酸肥料とともに牧草を鋤込むことがかかる腐植質火山性土の地力増進に役立つものとみられる。このことはさらに土壤を incubation して、アンモニヤおよび硝酸化成量を測定しNの無機化量、無機化率を求めた結果より明らかで、炭カル、磷酸肥料施用のA試験では、混層耕区は普通耕区に比較してNの無機化率低く、Nの供給の劣ることが推定される。さらに混層耕区のN無機化率が普通耕区より低いうちは作物生育も劣っていた。しかしB試験では炭カル、磷酸肥料とともに、牧草を鋤込むとN無機化率が高くなり、混層耕区の作物の生育、収量ともに普通耕区より良好になったことから混層耕後の腐植質火山性土の土壤改良としては炭カル、磷酸肥料とともに牧草のような易分解性有機物を多量に施用することが有効であると考えられる。

今回の試験で鋤込んだ牧草の地上部、地下部の合計量は約 1,500kg/10a 内外で、その中の全窒素は1.2~1.3%であるから、鋤込まれたN量は10a 当たり約 19kg 内外である。このNのうちどの位が分解して、作物に吸収されたかは不明であるが、B試験の4年目のてん菜のN吸収量をみると Tab.15 のとおりである。

Tab.15 をみると、てん菜のN吸収量はかなり多く、有機物の分解により放出されたNが相当多く吸収されることを物語っていると思う。

Tab. 15 N absorption by sugar beet and leaving of N from green manured grass (kg/10a)

Experiment	N amount absorbed	N amount from fertilizer	N amount from grass
U. P. - S. F.	14.7	12.0	19.0
U. P. - I. F.	19.5	18.0	19.0
M. L. - S. F.	18.9	12.0	19.0
M. L. - I. F.	18.6	18.0	19.0

## V 摘 要

北海道に分布する粗粒火山性土のうち、性状の異なる薄層の火山灰が累積した地域で、大型機械を使用して60cm内外まで混層耕を実施した後の土壌管理について試験を実施したが、得られた結果を要約すると次のとおりである。

(1) 混層耕後の表土は、それまで地表下40~60cmの下層にあった腐植質火山性土が反転されて地表にでた土壌が大部分であった。従って腐植に頗る富む細粒質の土性になった。

(2) 混層耕区の土壌は耐水性団粒が減少したが牧草の栽培、鋤込みにより中小団粒の生成が著しく理化学性の改善が顕著であった。

(3) 供試作物の生育、収量と土壌理化学性の変化との関係についてみると、混層耕区は腐植含量が多く、全窒素も多いが、易分解性の腐植、窒素分が少なく、さらに可給態の各種養分も少なくこれらの悪条件が重なって普通耕に比べて減収したものと考えられる。また炭カル、磷酸肥料の多量施用によって塩基の補給、有効磷酸の増加は認められたが、作物の増収にまで至らなかった。しかし炭カル、磷酸肥料とともに牧草を鋤込むことにより、耐水性団粒の増加、土壌有効成分の増大特にNの無機化率の増大に伴う、土壌窒素供給能力の増加によって混層耕区の生育、収量は普通耕区よりまさるに至り、将来腐植質火山性土壌改良の一指針となるであろうと考えられる。

## 文 献

- 1) 江川友治ほか, 1957; 多年性牧草の導入による土壌理化学性の改良, 農技研報告B第7号.
- 2) FOKSYTH, W. G. C., 1947b; Studies on the more Soluble Complexes of Soil Organic Matter 1. A METHODE OF FRACTIONATION. Biochemical. J. 41. 176-
- 3) 細田克巳ほか, 1958; 黒土の腐植に関する研究, 土肥誌, 第28巻 第1号.

- 4) 石塚喜明, 佐々木清一, 昭和30年; 北海道開拓地土壌調査報告
- 5) 吉良芳夫, 1960; 畑地かんがい研究集録V
- 6) 弘法健三, 大羽裕; 続作物試験法
- 7) 熊田恭一, 1963; 腐植の抽出について, 土肥誌, 第34巻 第11号
- 8) 南 松雄, 昭和35年; 道南地方に分布する塩土の特性とその改良に関する試験  
第1報 理化学的性質と磷酸固定について, 道農試集 第5号
- 9) STEVENSON, F. J., 1960; Chemical Nature of the Nitrogen in the Fulvic Fraction of Soil Organic Matter. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24. 472.
- 10) 山田 忍, 1936; 根釧原野火山灰地地方における混層耕, 北農 第3巻 第8号.

## Summary

In Hokkaido Volcanic ash soils are widely distributed, and especially in the region where the soil consists of many thin volcanic ash layers of different properties the soil productivity is low.

We have made studies in Noboribetsu town on the soil management after mixing layers (depth 60 cm) using mechanical power.

The results obtained were summarized as follows;

- (1) On the surface soil after mixing layers, humus was increased and the soil texture was fine.
- (2) The Total of waterstable aggregate was decreased.
- (3) After mixing layers, the plant yield was decreased with only the use of  $\text{CaCO}_3$  and Ca-superphosphate, but the plant yield was increased with the use of  $\text{CaCO}_3$  and Ca-superphosphate after plowing the green manured grass into the soil.
- (4) After the above mentioned soil managements the notable changes of soil physical and chemical properties were recognized and especially small waterstable aggregates and N-supplying power were increased.