

岩手県南部丘陵地帯の火山灰性新規造成畑 における耕土層の問題点と対策について

小野剛志・石川格司・白旗秀雄

Problems and Remedial Methods of soils in Newly Created Fields
on a hill covered by thick tephra in the south region of Iwate prefecture
by

Tsuyoshi ONO, Kakushi ISHIKAWA and Hideo SHIRAHATA

目 次

I 緒 言	3. 土壤熟化対策と耕土理化学性の変化
II 調査地域および調査方法	4. 小麦収量と土壤の理化学性
1. 調査地域、圃場の概況	IV 総合考察
2. 調査および分析方法	V 要 約
III 結果および考察	VI 引用文献
1. 地形と土壤の分布	VII Summary
2. 原土の理化学的性質	

I 緒 言

“新しいわて農業”確立計画¹⁾によれば岩手県における農用地造成は北上、奥羽両山系の大規模開発を基調とし、展望年次(昭和54年~63年)迄に畑、樹園地12,000ha、草地35,500haが目標面積とされている。しかし農地開発地は最近では急傾斜地が多くしかも表土扱いが適切に行なわれない場合が多く造成に際しての土壤の移動と不良下層土の露出による生産力の低下が問題となっている。

本来畑土壤は、生物活動の場として腐植と養分に富む表土(A層)を主体とし、しかも開墾以来継続された農作業の結果として生物生育に適する様改良されてきたものである。一方生物作用および人為的影響の小さい下層土は一般に作物生育に適する場とは言えず、これが露出して作土化した場合には可及的速かに生産力の高い耕土へと転化する事が急務となる。

しかしながら造成によりいかなる下層土が出現するかは地域の地質、地形、土壤の堆積様式、ならびに造成工法(切土深、面積等)によって異な

り、また土壌熟化の対策についても出現する下層土の性質によって様々である。これまでの深さ約1mの土壌調査のみならず、大型土木機械の及ぶ範囲のむしろ地質的下層土の調査が造成に際して必要とされる所以である。

筆者らは岩手県内における地質および堆積様式の異なる各種新規造成畑についてその耕土層の問題点と対策を検討中であるが本報はその中で県南部奥羽山系の火山灰性丘陵地帯での新規造成畑を対象としたものである。なお累積性火山灰で被われている本地域は多くの地質及び土壌学的研究の蓄積があり、造成耕土層の問題点を検討するための格好の場と言える。

本報では上記累積性火山灰層が造成によりいかなる表土層を形成し、そして各種出現土層はいかなる問題をもち、それが畑地化によってどのように変化しているかについて明らかにした。又このような土壌の生産力と青刈作物すき込み等の効果について、小麦を指標作物として検討した。そこで以上の結果をとりまとめ報告する。

本研究は、東北農政局計画部資源課および岩手県農政部農地開発課の依頼により計画され、両課および岩手県農政部農産普及課からの御援助を得た。また研究の実施に際しては東北大学農学部庄子貞雄教授、水沢農業改良普及所金野弘希専門改良普及員、南都田生産組合佐藤昇組合長、農産普及課佐々木邦年次席専技、岩手農試千葉明環境部長および環境部(土壌肥料)の皆様にも数多くの御助言と御援助を頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。

II 調査地域および調査方法

1. 調査地域、ほ場の概況

調査対象地域は胆沢郡金ヶ崎町大字永沢、大森後、国営駒ヶ岳地区開拓パイロット事業受益地の第7農場である。

本地域は焼石連峰の一つである駒ヶ岳の山麓東部に連なる丘陵地帯である。標高は237~275mで国土調査²⁾によれば起伏量100m未満のゆるやかな丘陵地帯に属し、岩手県地質説明書³⁾によれば、安山岩質集塊岩地帯とされている。

ば、安山岩質集塊岩地帯とされている。

中川ら⁴⁾は本地域の丘陵及び古期段丘を被う火山灰を新しいものから順に黒沢尻、前沢および一首坂火山灰と命名した。侵蝕の少ない平坦面ではこれらの火山灰は10m以上も累積しており、下部ほど年代が古く、風化が進み、重粘質火山灰土層となっている。黒沢尻火山灰層のうち最下部に堆積している村崎野浮石(軽石)層は焼石連峰を噴出源として南北に分布する2つの軽石層のうち南側に分布するものであり年代は4~7万年前と推定されている。⁵⁾ 軽石の上部の火山灰層はやはり累積性のもので、赤土層は1万~2万年前の旧石器出土層、その上部の黒ボク土は1,000~5,000年の土器(平安~縄文)出土層に対比される。⁶⁾

本地域の気象は大平洋岸から北上山地を経て60~90kmも離れているため内陸山岳型の特徴をもった積雪寒冷地である。近傍平野部の水沢緯度観測所では年平均気温10℃、年降水量1,200mmとなっているが現地気象は同観測所より夏季の気温で2~4℃低く、雨量も1.5倍程度多くなっている。降雪期間は140日、根雪日数は110日、無霜日数は160日程度である。⁷⁾

本地域内の調査圃場は前記第7農場のうち第1団地(6.7ha)と第2団地(5.2ha)である。いずれも昭和41年から42年に牧草地造成がなされたが昭和51年には第1団地に水平階段状(水田基盤)に再造成がなされた。昭和53年より両団地は農用地開発事業地区畑作営農推進を目的とした新墾畑輪作体系調査圃場として、牧草-大豆-緑肥-馬鈴薯-小麦を基本とした輪作体系とそれにとりまなう地力増強対策が実施され、更に第2団地では上記作物の他に高冷地野菜(短根人参、レタス、大根等)の導入も行なわれた。⁷⁾

2. 調査および分析方法

両圃場の造成後の土壌は駒ヶ岳土地改良区により作成された1,000分の1地形図を基に検討した。

第1団地水平造成後の切土部では各種下層土の母材(軽石、赤土等)が出現し、著しく複雑であり、正確な分布を記録する下層土出現図(各種母材の分布図および土壌図)を作成した。

累積火山灰の垂直分布について団地横の露頭を基本断面とし約4 m深迄の調査を行なった。造成土壌については約1 mの試坑調査地点を設け、毎年同一場所で作上を採取分析する定点調査を数ヶ所両団地に設けた。

採取土壌試料は実験室での以下の分析に供した。

1) 土壌物理性：100 cc 採土管に採取した試料は全重、実容積測定後三日間減圧飽水させ、大起理工製変水位透水器を用いて飽和透水係数を測定した。その後 pF 1.5 を砂柱法で pF 2.7 および pF 4.2 を遠心法で測定し、110°C乾燥重を求めて仮比重と三相分布を計算した⁸⁾

三相分布および孔隙分布はいずれも容量百分率で表示し、透水係数は cm/sec で表示した。孔隙分布に上記 pF 値を用いた理由は、pF 0~1.5 を粗孔隙（重力水）pF 1.5~2.7 を粗毛管孔隙、pF 2.7~4.2 を細毛管孔隙、pF 4.2 以上を不動水（非自由水）としたためである。⁹⁾

2) 土壌化学性：風乾後 2 mm 篩を通過した試料につき、pH をガラス電極で測定した。Δ pH は pH (KCl) - pH (H₂O) 値、等電点 Z.P.C (zero point of Charge) は Δ pH がゼロとなる pH 値とみなした。¹⁰⁾

また Y₁ は N-KCl 抽出液 125 ml を中和する

に要する 0.1 N NaOH の ml で示した。置換性塩基は風乾土 2.5 g に N-酢酸アンモニウム液 50 ml を加え、1 時間しんとう後のろ液につき石灰 (Ca)、苦土 (Mg) を原子吸光法加里 (K)、ナトリウム (Na) を炎光法で分析した。¹²⁾ 塩基置換容量 (CEC) はシヨーレンベルガー法、有効態リン酸は Truog 法リン酸吸収係数は M/100 正リン酸法¹²⁾ を用いて分析した。可給態銅 (Cu) および亜鉛 (Zn) は 0.1 N HCl 抽出液につき原子吸光法で分析した。

III 結果および考察

1. 地形と土壌の分布

図 1、2 に第 1 および第 2 団地の造成前の地形を 1 m 等高線で示した。第 1 団地の中央には南東へ尾根面が伸びており、その南側は谷面で水路がある。勾配は最大 200°/° (11°) 最小 30°/° (0.7°) で平均 50°/° (3°) である。一方第 2 団地は南～南東向の最大勾配 300°/° (17°) 最小勾配 40°/° (2°) の斜面とその上部に続く 5°/° (0.3°) の平坦尾根面からなる。

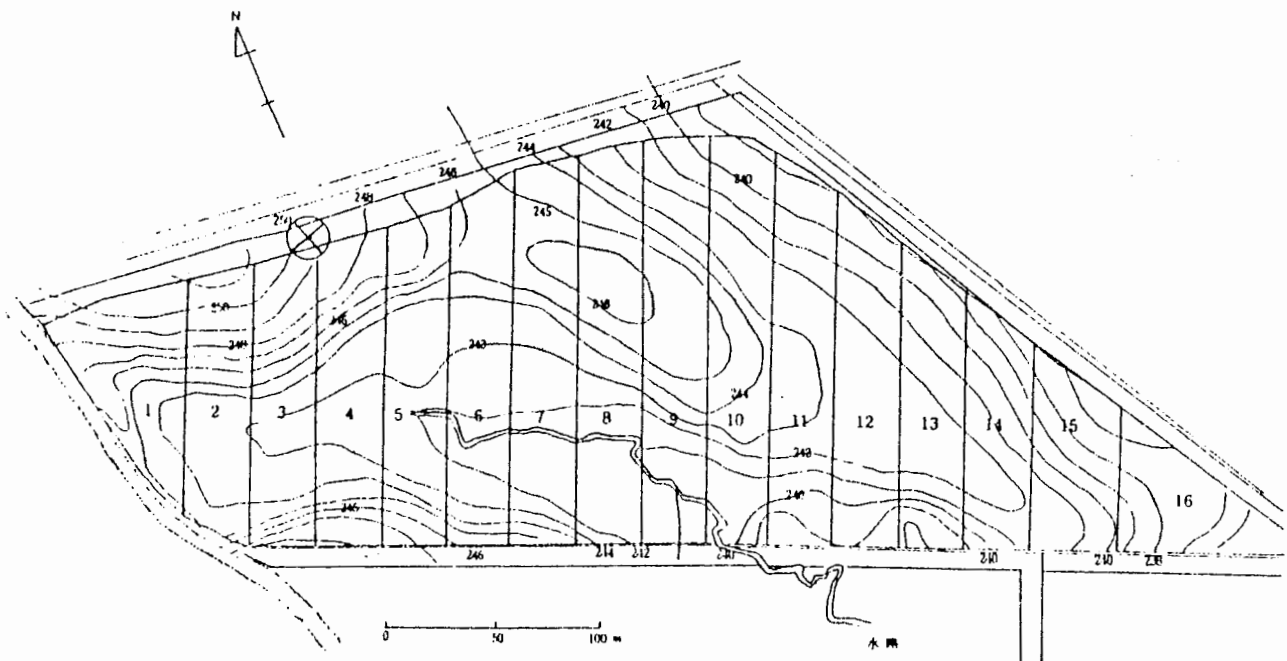


図 1. 第 1 団地造成前の地形図 (1 m 等高線)

⊗ は基本断面調査地点、図中の数字は標高 (m) 及び農区番号

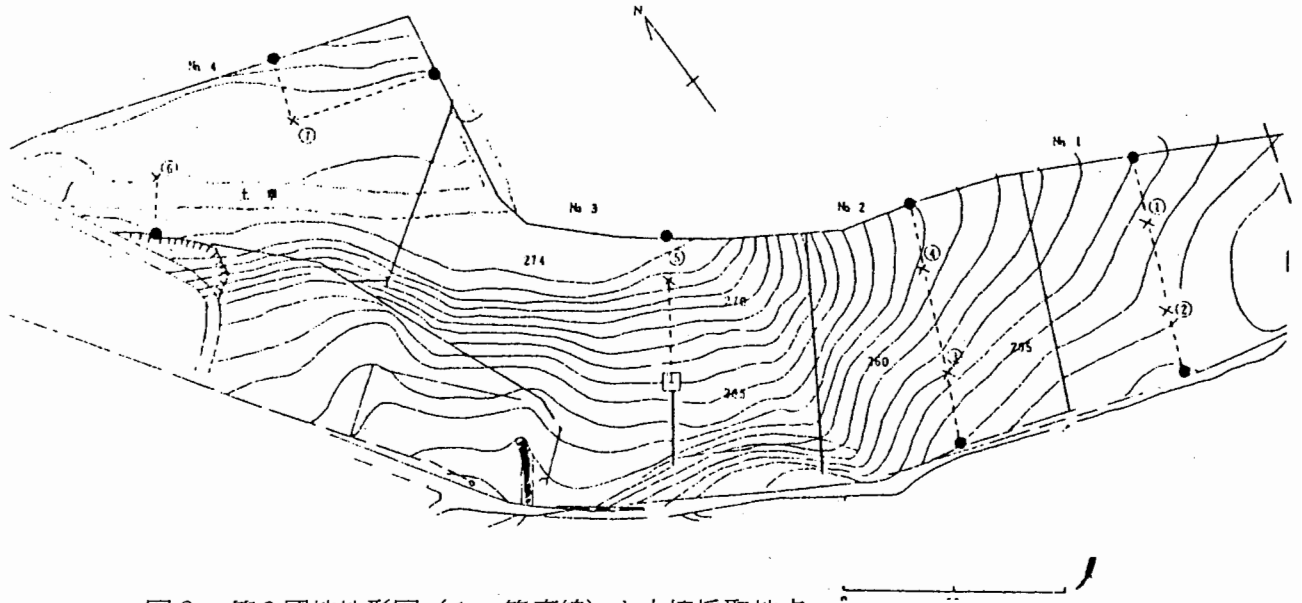


図2. 第2団地地形図(1m等高線)と土壌採取地点
 図中の数字は標高(m)、定点および農区番号

図3には未耕地原土の基本土壌断面を示した。本露頭では約1mの軽石層を下部に有する黒沢尻火山灰層とその下に約15cmの火山砂礫層をはさむ前沢火山灰層とが観察された。軽石層の直上には白色のギブサイト斑が多数存在し酸性環境での溶脱環境を示している。¹³⁾また前沢火山灰層では下部ほどMnの黒色結核が多く観察された。

図3に示す様に、断面は上部から下部にかけてI黒ボク、II火山灰a、III軽石、IV火山灰bの4

つの母材に大別された。火山灰aとbは同じく重粘緻密な土層であるが、火山灰b(前沢火山灰)の方が年代が古く、後述する様に土壌化学性および粘土鉱物組成が異なっている。

各層母材の主要粘土鉱物を既往の文献より、黒ボクと火山灰a層がAl-パーミキュライト、¹⁴⁾軽石層がアロフェンおよびイモゴライト、¹⁴⁾火山灰bがハロイサイトである。¹⁵⁾

層	cm	土色(湿)	土性	母材	主要粘土鉱物
I	0	10YR 1/1 黒	L i C	黒ボク	Al-パーミキュライト
	30	10YR 4/6 褐	H C	火山灰 a	
II	85	7.5 YR 5/6 明褐	H C		軽石
	145	7.5 YR 7/8 明黄褐	S C		
III	230	2.5 Y 7/5 "	S L	固結火山砂	ハロイサイト
	245	7.5 YR 6/6 橙	L i C	細粒軽石	
IV	265	7.5 YR 6/6 "	H C	火山灰 b	火山灰 b
	345	10YR 7/6 明黄褐	S C	火山砂礫	
V	360	7.5 YR 5/6 明褐	H C	火山灰 b	

図3. 基本土壌断面図

図4には水平造成がなされた第1団地の造成模式図を示した。原地形の尾根面には基本断面に示すI～IV層が堆積していたが、造成により切土部にはこれら下層土が露出して作土化し、盛土部（かつての谷面）では混合母材の土壤となっている。従って図5の第1団地土壤図（母材出現図）に示される様に、かつての尾根面である切土部には、IV（火山灰b）→III（軽石）→II（火山灰a）→I（黒ボク）の順に基本断面の下部層から表層にかけての母材が順に出現し作土となっている。地力保全調査事業方式での土壤分類によればこれらの土壤は黒ボク層が25cm以上表層に存在する場合を除きすべて淡色黒ボク土造成相（人為的に攪乱された土層が35cm以上の淡色黒ボク土）に分類される。

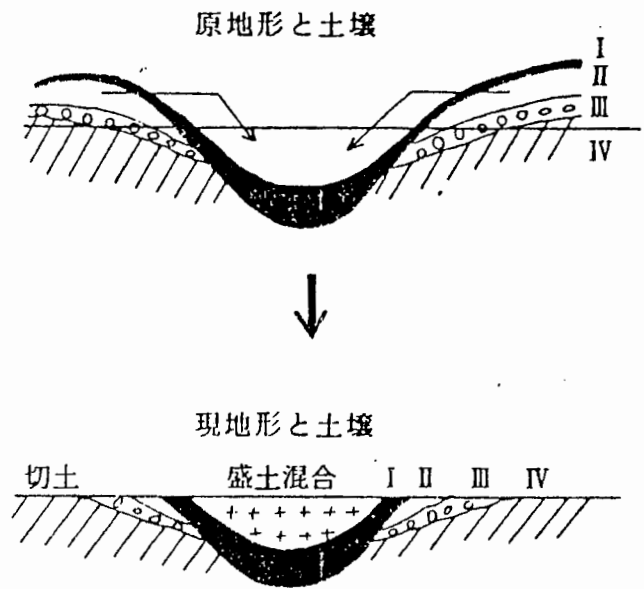


図4. 第1団地造成模式図

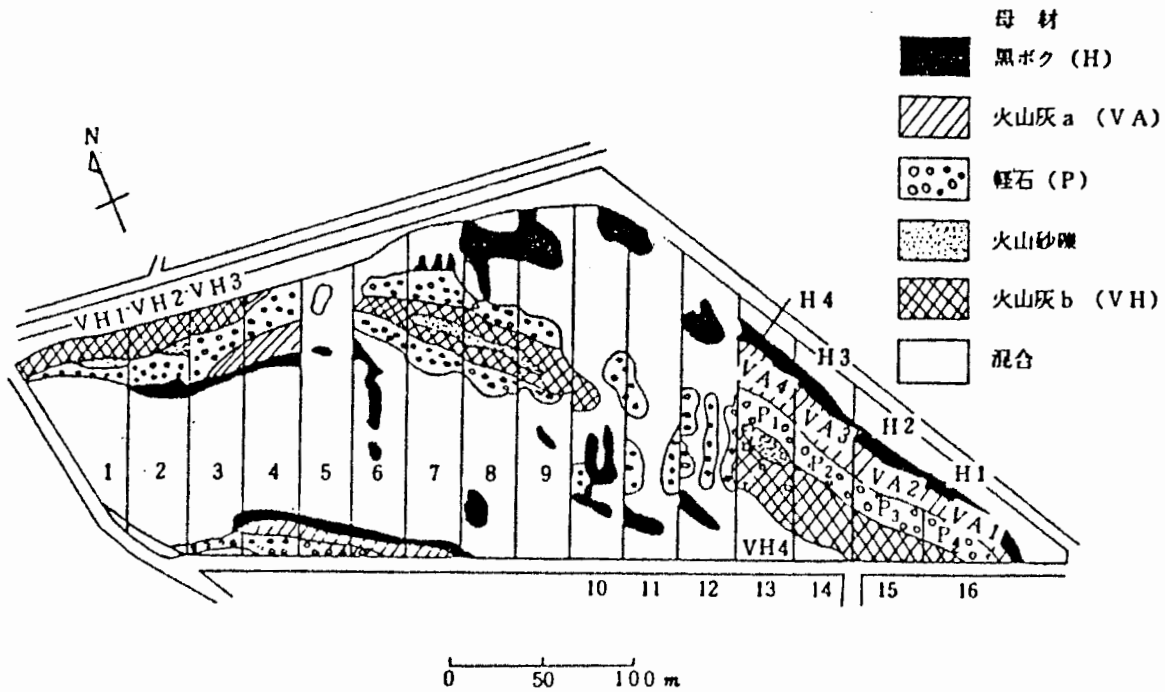


図5. 第1団地土壤図（57年10月15日）

2. 原土の理化学的性質

表1、2には基本断面各層より採取した原土の理化学性を示した。

物理性を母材別にみると、黒ボク層と軽石層は仮比重、固相率が低く気相率、全孔隙率が高く、孔隙分布も良好であるが透水係数のみは軽石層で

最低となっている。逆に火山灰aおよびbは仮比重、固相率、不動水含量（ $pF > 4.2$ ）が高く気相率、全孔隙、透水係数が低い緻密で通気通水性が悪い性質を示している。

化学性はいずれの層もpH(H₂O)が4台の極強酸性を示し、軽石を除き置換酸度（Y₁）も20以上と極めて高い。ΔpH（pH(KCl) → pH(H₂O)）

は普通マイナスの値をとるがここでは軽石層のみがプラスに逆転している。これは軽石層の粘土鉱物が可変荷電のみのアロフェン及びイモゴライトであるため、極度の塩基の溶脱によってZPC

(等電点)以下にまでpHが低下した事を示している。¹⁰⁾ 軽石原土の透水係数が最低である事は、ZPC以下のプラスチャージでアロフェンが分散し、¹⁶⁾それが孔隙内の目づまりを生ぜしめた結果とも考

表1. 原土の物理性

層	母材	仮比重	三相分布			全	孔隙分布				飽和透水係数 cm/sec
			固相	液相	気相		pF0~1.5	1.5~2.7	2.7~4.2	4.2<	
I	黒ボク	0.57	22	49	29	78	22	13	17	26	2×10^{-2}
II	火山灰a	0.96	35	57	8	65	7	6	15	37	6×10^{-5}
III	軽石	0.65	29	61	10	71	9	8	25	29	3×10^{-6}
IV	火山灰b	1.09	38	57	5	63	4	2	9	44	2×10^{-5}

えられる。

置換性塩基含量および塩基飽和度は火山灰b層を除き極めて低レベルにある。しかしA層バーミキュライトを主体とする黒ボクと火山灰a層は相対的にK含量が高い傾向がある。火山灰b層はその上部層より溶脱された石灰、苦土の集積により塩基が富化したものであり、ハロイサイドの生

成する環境と考えられる。

有効態リン酸はいずれの母材もゼロに近く、リン酸吸収係数は火山灰bで1,000台となる他はすべて2,000以上であり、特に軽石層のリン酸吸収係数が最大となっている。

可給態銅含量は黒ボクで低く、可給態亜鉛含量は火山灰a層と軽石層で低い値となっている。

表2. 原土の化学性

母材	pH		Δ pH	Y ₁	CEC me	置換性塩基(mg)			塩基飽和度 %	有効リン酸 mg	リン酸吸収係数	0.1NHCℓ Cu Zu -ppm-	
	H ₂ O	KCl				CaO	MgO	K ₂ O				Cu	Zu
黒ボク	4.3	4.1	-0.2	44	31	25	1	10		2	2140	0.2	1.4
火山灰a	4.4	4.1	-0.3	30	19	41	7	8		2	2090	0.6	0.9
軽石	4.8	5.0	+0.2	2	13	27	2	1		0	2340	0.2	1.0
火山灰b	4.8	3.8	-1.0	29	21	117	61	18	36	1	1420	1.1	3.6

3. 土壌熟化対策と作土の理化学性の変化

本地域の土壌の問題点は原土の理化学性にも示した様に各種塩基、燐酸、微量要素の欠乏と強酸性などの不良化学性、そして火山灰a、b層に特徴的な重粘、緻密で透水、保水性が悪い等の不良物理性が上げられる。その他にも低い硝化能等の不良土壌微生物性も予測される。

このような土壌では土壌改造(塩基、燐酸、有機物投入)を行わずに作物を栽培できる様な条

件にはない。そこで調査開始年より土壌養分的な改良目標として表3の値を設定した。

改良資材は苦土炭カルとBMようりんんでpH矯正、塩基とリン酸の富化およびほう素の補給をはかり、銅欠乏対策として特に小麦作時に硫酸銅4kg/10aが施用され、さらに土壌物理性と生物性改良のために堆肥および緑肥のすき込みを行った。

資材投入は苦土炭カルがライムソー、BMようりんがブロードキャスター、堆肥がバケットマニアスプレッダーそして硫酸銅が人力により各

表 3. 作土の養分改良目標値

pH (H ₂ O)	置換性塩基 mg/100g			有効リン酸 (トルオーグ態) mg/100g	
	CaO	MgO	K ₂ O	普通畑	野菜畑
6.0~6.5	200~300	20~40	15~30	5~10	15~20

々全面散布後ロータリーで混合した。緑肥は第1団地での小麦作付前にソルゴー（ラッキーソルゴー）が栽培され、約8t/10a全量を新墾プラウで約30cm迄すき込んだ。なお、排水対策としては第1団地盛土部のかつての水路跡に地表水停滞が

みられるため暗渠が埋設され更にそれと直角にサブソイラーによる弾丸暗渠（補助暗渠）を通して亀裂を入れた。

作土の化学性の年次変化を年次毎の全測定地点平均値として表4に示した。これより両団地作土

表 4. 作土の化学性の年次変化（各年度全測定値の平均）

団地	年度	pH (H ₂ O)	CEC (me)	置換性塩基 (mg)			塩基飽和度 %	塩基バランス		有効リン酸 mg	リン酸吸収係数	腐植 %	T-N %	C/N	測定点数
				CaO	MgO	K ₂ O		Ca/Mg	Mg/K						
I 水平畑	53	5.4		99	48	10		1.5	11.5	3.8	1940	1.3	0.07	11.0	2
	54	5.7		133	48	30		2.7	3.1	10.7	2200				4
	55	5.8	17.8	158	45	37	52	2.7	2.8	17.3	1860	4.1	0.19	12.3	15
	56	5.9	21.7	199	46	47	55	3.6	2.5	19.7	1820	5.4	0.12	24.4	19
	57	5.8	18.7	197	40	24	51	4.5	4.8	7.2	1900	3.3	0.14	13.7	30
II 山成畑	53	6.1		375	6	6		52.3	2.4	4.0	2120	14.4	0.50	15.0	3
	54	5.7		303	10	19		21.8	1.4	3.1	1930				2
	55	6.1	26.6	404	58	44	68	5.5	3.1	24.2	1740	10.6	0.42	14.5	7
	56	6.0	33.2	367	46	50	50	6.1	2.4	24.3	1800	13.0	0.32	23.5	7
	57	6.0	27.9	328	45	34	52	5.4	3.7	10.8	1850	11.7	0.31	21.8	11
目標 (好適) 値		6.0 ~ 6.5	20<	200	20~40	15~30	80	<6	2<	16					

とも年々塩基及びリン酸の富化がなされ、ほぼ目標値に到達している事が認められた。しかしこの結果は年次による分析点数が大きく異なるため、特に第1団地の様な各種母材が出現する圃場に於ては試料によるバラツキが大きかった。

そこで表5には57年度第1団地の切土部での作土を母材毎に採取し、その化学性を分析した結果を示した。いずれの母材も未耕土原土に比較すると塩基 (Ca, Mg)、有機態リン酸の富化とpHの上昇、Y₁の低下が認められ、輪作5年間で改善されたことが判る。しかしながら黒ボク土では依然低pH高Y₁で酸性が強く、0.1N-HCl可

溶銅も欠乏水準にある。軽石土はpHが高い割には塩基含量が低く、リン酸吸収係数が著しく高く有効リン酸が富化し難い。火山灰bはもともと塩基含量が高くリン酸吸収係数も低く、酸性矯正塩基およびリン酸の富化は他母材に比較して容易である。

また表5には両団地定点より57年度に採取した作土の分析結果も示した。母材は第1団地は盛土の混合母材、第2団地は黒ボクが主体である。

第1団地定点 (盛土) はpH、塩基含量が全体的に高く、リン酸吸収係数と有効リン酸の値にバラツキが大きいことよりみて火山灰bと軽石の混

表5. 母材別作土の化学性(57年10月15日採取試料、但し*印は56年採取原土)

母材	No	pH		Y ₁	CEC		置換性塩基 mg			飽和度%	塩基バランス		Truog P ₂ O ₅ mg	リン酸吸収係数	0.1NHCl可溶(ppm)			採取月日
		(H ₂ O)	(KCl)		me	CaO	MgO	K ₂ O	Ca		Mg	K			Cu	Zn		
水平畑(母材別)	H 0*	4.3	4.1	43.8	30.5	25	1	10	2	18.0	0.2	2.0	2142	0.15	1.40	10/15		
	黒ボク 1	4.9	4.4	18.3	27.8	112	17	25	19	4.7	1.5	4.6	1836	0.05	0.95			
	2	4.7	4.4	15.2	29.2	168	46	24	30	2.6	4.4	8.0	1814	0.05	2.15			
	3	4.9	4.4	13.9	29.6	112	26	20	19	3.1	3.0	9.2	2014	0.00	1.45			
	4	4.8	4.4	13.5	26.9	140	43	26	28	2.3	3.8	12.5	1848	0.20	1.95			
	Va 0*	4.4	4.1	29.7	19.3	41	7	8	6	4.2	2.0	2.3	2086	0.55	0.85			
	火山灰 1	5.2	4.6	8.1	17.2	154	8	10	35	13.8	1.8	1.8	1486	0.75	1.05			
	2	5.0	4.5	8.5	19.0	140	33	18	36	3.0	4.2	4.7	1730	1.00	2.35			
	3	5.1	4.8	4.9	19.2	210	65	37	59	2.3	4.1	15.4	1770	1.00	2.00			
	a 4	5.1	4.4	12.1	19.0	112	35	16	31	2.3	5.1	5.5	1790	1.15	1.50			
	P 0*	4.8	5.0	1.6	13.0	27	2	1	4	3.9	1.5	0.0	2792	0.20	0.95			
	軽石 1	5.8	5.8	1.6	11.4	113	36	13	53	2.2	6.4	0.5	2474	1.15	1.45			
	2	5.7	5.7	1.3	14.6	154	31	19	50	3.5	3.8	1.4	2388	1.95	2.45			
	3	5.7	5.7	0.5	15.6	203	35	17	59	4.1	4.8	0.5	2422	2.10	1.95			
	4	5.4	5.7	3.0	11.9	59	13	9	24	3.2	3.3	0.3	2480	0.35	1.35			
	Vb 0*	4.8	3.8	28.7	21.2	117	61	18	36	1.4	7.9	1.0	1422	1.10	3.55			
火山灰 1	5.6	4.5	2.2	20.0	210	88	18	61	1.7	11.4	4.3	1164	2.85	5.10				
2	6.3	5.3	0.6	21.1	343	95	14	81	2.5	15.8	6.5	1026	4.20	6.15				
3	5.9	4.8	3.2	20.5	238	106	13	68	1.6	19.0	25.1	1038	6.10	6.10				
b 4	5.6	4.9	2.1	19.4	252	118	17	78	1.5	16.2	13.8	900	4.00	3.50				
No 4	6.7	5.8	0.4	15.2	285	31	29	81	6.6	2.5	4.0	2060						
5	6.5	5.7	0.5	15.5	229	40	36	70	4.1	2.6	4.0	2170						
6	6.2	5.4	0.4	18.1	238	43	39	63	4.0	2.6	11.2	1980						
7	5.7	4.6	6.3	16.9	111	16	18	30	5.0	2.1	0.8	2160						
7a	6.1	5.1	0.8	16.9	187	30	28	52	4.5	2.5	7.2	2210						
10	6.8	6.1	0.5	20.2	476	33	21	94	10.3	3.6	15.0	1352	0.95	2.30				
11	6.5	5.6	0.6	18.7	280	15	19	59	13.4	1.8	4.9	1840	1.20	1.65				
No 1	6.2	5.5	0.7	28.9	469	47	36	68	7.1	3.0	19.9	1596	0.45	5.50				
2	5.9	5.0	1.4	32.5	336	41	21	44	5.9	4.5	7.8	1870	0.20	2.20				
3	5.9	5.1	0.9	31.1	357	31	19	47	8.2	3.8	5.8	1874	0.00	0.80				
4	5.8	5.0	1.4	29.6	364	34	13	50	7.7	6.1	6.7	1828	0.00	0.95				
5	5.0	4.3	21.3	21.6	84	13	24	19	4.6	1.2	5.2	1786	0.30	1.25				
6	5.8	4.9	1.7	29.9	266	53	26	42	3.6	4.7	11.5	1834	0.15	4.25				
7	5.7	4.7	3.3	25.2	224	42	30	42	3.8	3.2	14.4	1722	1.90	2.90				
目 標 値		6.0	3	以下	200	20	15	80	6	2	16		0.1	1	7/13 (小麦跡)			
		6.5	3	以下	300	40	30	80	以下	以上			0.2	1				

合物が大半を占めていると考えられる。

第2団地定点の塩基含量は第1団地定点と同様富化されているが、黒ボクのCECが高いため塩基飽和度はやや低下している。また第1団地黒ボク土と同様に可給態銅含量が不足する地点がある。定点No.5は地形図(図2)に示される様に斜面の頂部にあるため黒ボク表層が侵蝕されてその下部の火山灰aが露出する。そのため他の定点の分析値と異なり塩基、リン酸が少なくpHも低い。

以上の様に作土の化学性は年々改良されているものの母材の違いによる影響が大きい。

しかしながら作土の化学性は一般的に改良が容易であるがロータリー耕起の及ばない次層土以下に関してはかなりの困難が予想される。また土壤物理性の改良は化学性改良に比しても困難が大きいと考えられる。そこで第1団地の切土部に出現する各種母材の作土およびその下層土(作土と同一地点で採取した15cm以下の試料)の物理性および化学性を検討した。なお試料はいずれも56年度採取である。

表6は第1団地14農区切土部の作土および下層土の物理性および化学性の分析結果である。同一農区内であるため作付体系、施肥、耕起等の肥培管理条件はいずれの地点も同一である。

作土の物理性は火山灰a、bおよび軽石で仮比重、固相率、不動水含量が低下し、気相率、全孔

隙、低pH領域水分、透水係数が増大しており良好な物理性に变化していると認められる。特に軽石作土の透水係数は最大で、最低であった原土からの変化の度合いが著しいものである。これは塩基富化によりZPC以上にまでpHが上昇し、ΔpHがマイナスと正常化している事からアロフェンの分散が抑制され粗孔隙及び粗毛管孔隙が透水孔隙としての機能を発揮したものと考えられる。黒ボク作土は黒ボク原土に比してやや仮比重増加と粗孔隙減にともなう透水性低下が認められるが依然良好な物理性となっている。そしていずれの母材も作土化した場合には原土に比してより均一化の傾向がみられる。これは人為的な施肥、耕起碎土および作物根等の影響と考えられる。

しかし耕起の影響の小さい次層土では母材の性質が理化学性に対してより大きく反映しており、火山灰a、bでは三相および孔隙分布とも原土とほとんど変わらないのに対して軽石下層土では孔隙分布及び透水係数が軽石作土に近い値となっている。次層土の化学性をみても火山灰a、bでは原土に近く、軽石では作土に近い値を示す。但し軽石下層土の塩基含量は作土のほぼ半分の値である。これは軽石作土の透水性が極めて大きくなったため塩基の下層移動が生じ、pHおよびΔpHの正常化が次層に於ても作土同様に行なわれ、軽石次層土の孔隙分布と透水係数の変化を生ぜしめ

表6. 耕地化による母材別土壤理化学性の変化

	組 材	仮 比 重	三 相 分 布			孔 隙 分 布				飽和透水 係 数 cm/sec	pH			CEC me	E _x - Base mg			B.S.D %	Truog P ₂ O ₅ mg	P-吸	
			固	液	気	全	0	1.5	2.7		4.2	H ₂ O	KCl		Y ₁	C _a O	M _g O				K ₂ O
作 土 (0~ 15cm)	I 黒ボク	0.57	26	47	27	74	9	16	23	26	3×10 ⁻³	5.5	4.3	7	33	163	31	34	24	16	2100
	I 火山灰a	0.80	28	32	40	72	21	15	11	24	7×10 ⁻²	5.9	4.5	3	30	184	50	38	33	25	1880
	I 軽石	0.55	18	37	45	82	30	14	17	21	1×10 ⁻¹	6.6	5.0	0	19	186	47	40	52	7	2260
	I 火山灰b	0.99	35	38	27	65	5	12	14	30	1×10 ⁻²	5.6	4.7	3	15	223	102	61	80	31	1020
次層土 (15cm 以深)	II 火山灰a	1.12	12	54	4	58	1	4	16	37	3×10 ⁻⁴	5.1	4.2	29	45	43	13	10	5	1	1780
	II 軽石	0.71	28	46	26	72	16	14	18	24	9×10 ⁻³	6.5	6.1	0	18	90	24	19	27	2	2580
	II 火山灰b	0.97	37	60	3	63	1	4	14	44	1×10 ⁻⁴	4.7	4.0	22	39	123	87	18	23	2	1360

物理性 ← → 化学性

たものと考えられる。一方火山灰 a、b ではもともと重粘土層であるため軽石土の様な塩基の下層移動は生ぜず、逆にトラクターによる圧密を強く受け硬盤層化したものと考えられる。

表1と表6の原土と作土と次層土の物理性のデータを用いて主成分分析を行なった結果を因子

負荷量と因子得点の合成図として図6に示した。主成分分析を行なった理由は、物理性各測定項目間に極めて、高い相関が認められたため、測定項目をグループ分けして母材の性質をより明確にするためである。

土壤物理性の全項目は図6に示すように第1主

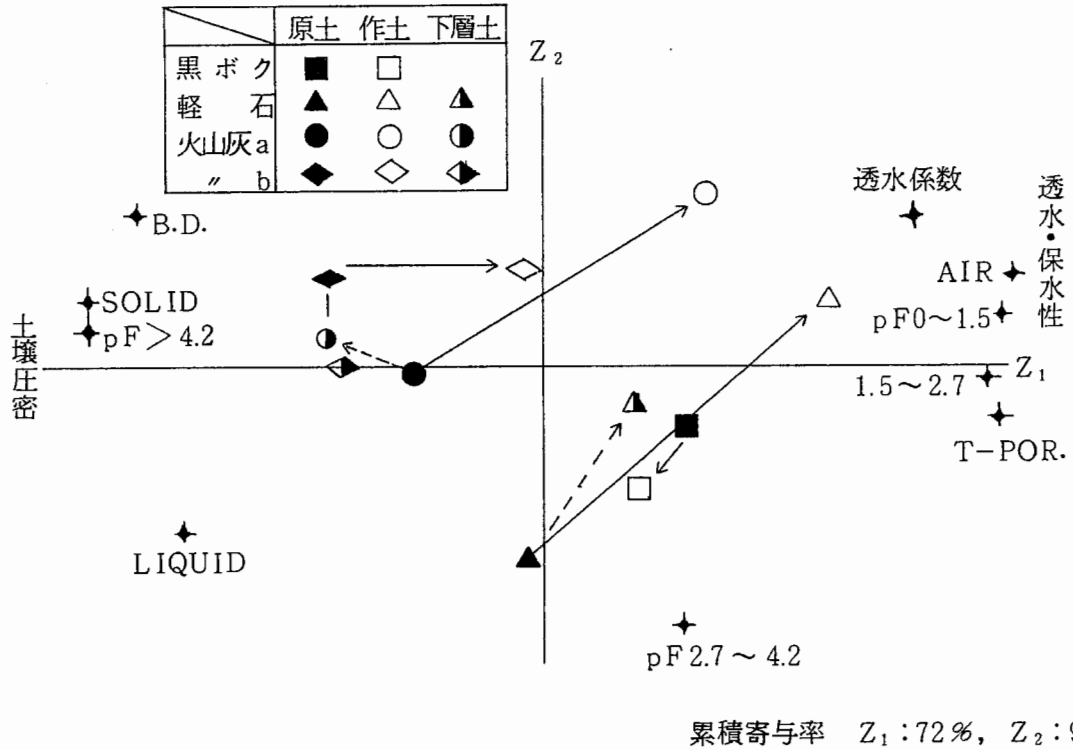


図6. 土壤物理性の主成分分析

成分 (Z_1) で72%、第2主成分 (Z_2) を加えて90%が説明できる。 Z_1 軸の右側は気相率、全孔隙、粗孔隙、粗毛管孔隙 (pF 1.5 - 2.7)、透水係数の因子で占められ、透水性に関する因子グループである。一方、左側は固相率、不動水 ($pF > 4.2$)、仮比重等、土壤圧密に関する因子グループである。図6の結果より軽石土は作土化によって透水性が著しく増大し、下層土になっても同様の傾向で圧密を受け難い事が判る。火山灰 a、b は作土化によって軽石と同様透水性の増大が認められるが、下層土となった場合は軽石と異なり強く圧密を受けた不良物理性を示す。

物理性と同じ試料を用いた化学性の主成分分析結果を図7に示した。化学性では2つの主成分軸で区切られる象限毎に、第1象限が土壤酸性、第2がリン酸吸収係数、第3がマイナスチャージ、

第4が土壤養分に分けられた。図より黒ボクと火山灰 a はほぼ同じ化学性を示すが、軽石土はリン酸吸収係数が、火山灰 b は養分含量が高い等、粘土鉱物の性質を反映している。いずれの母材も作土化による化学性の動き (pH 上昇、養分富化) はほぼ等しく、かつ大きい。しかし下層土では、軽石のみ作土に近い変化傾向を示し、火山灰 a、b は原土とほぼ等しい化学性となっている事が認められる。

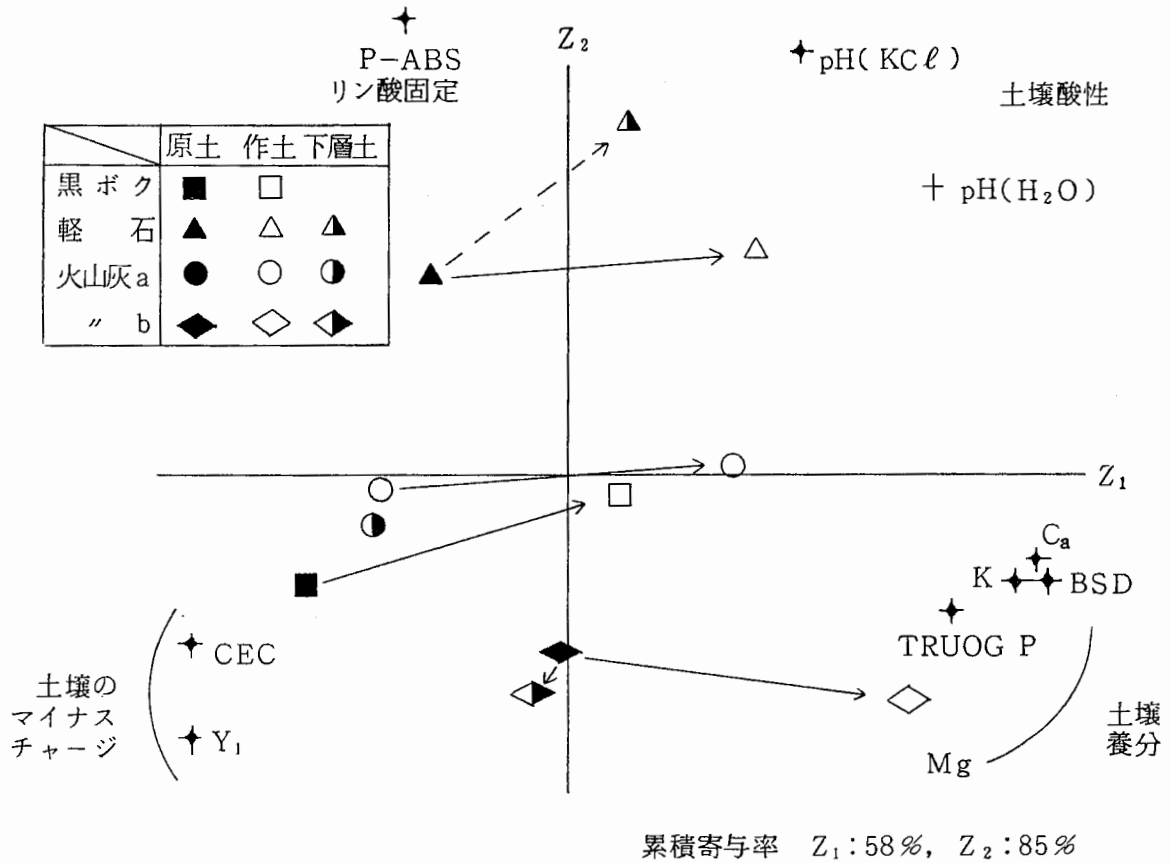


図7. 土壤化学性の主成分分析

4. 56年度小麦収量と土壤理化学性

図8には56年度第1団地小麦調査地点を示した。No.4～6は定点調査位置であるがいずれも盛土部のため、7aの切土部を追加した。No.4～7a迄

は前年小麦播種前に青刈ソルゴーが全量(約8t/10a)すき込まれた地点である。ソルゴーのすき込みのない対照地点として南側の小麦畑(切土

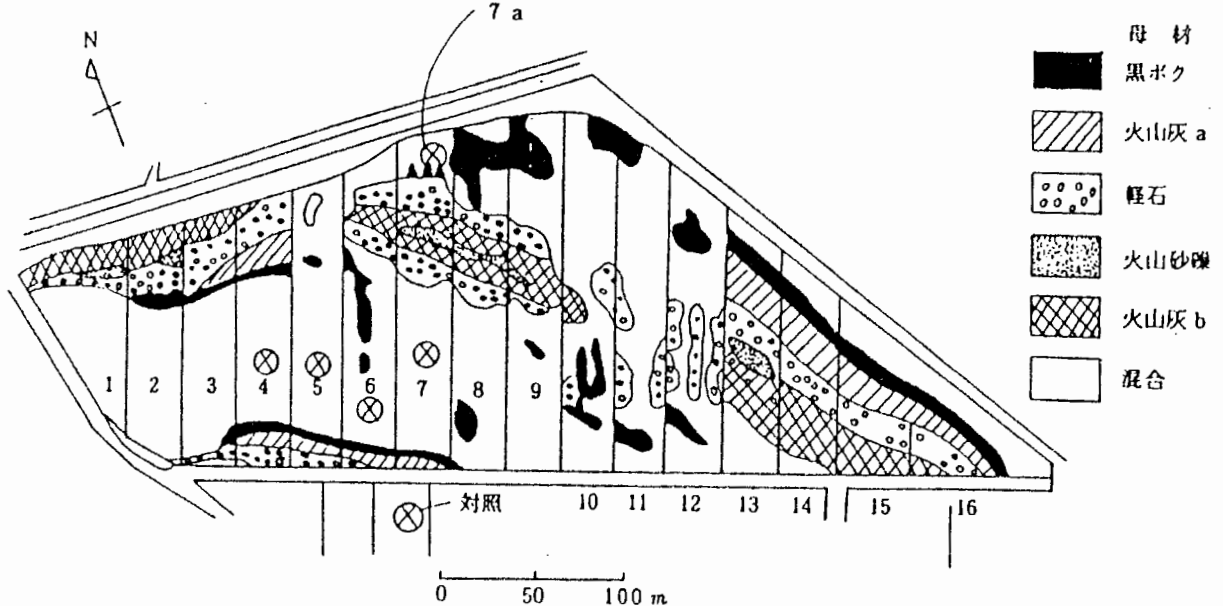


図8. 第1団地小麦収量及び跡地土壤調査地点

部)を設けた。なお第2団地の小麦調査は定点No.6とNo.7(図1参照)付近のゆるやかな丘陵地平坦面で行なった。いずれも黒ボク土でソルゴーはすき込まれていない。

本項では以上の地点でのナンブコムギの収量調

査と跡地土壌の調査結果をもとにして①第1団地(水平畑)と第2団地(山成畑)の収量差、②第1団地での収量不安定要因、③第1団地でのソルゴーすき込み効果、等について考察する。

表7に各地点の小麦の収量調査結果を示した。

表7. 57年度小麦収量調査結果(各地点の平均値)

団地・地点	母材	ソルゴー すき込み	稈長	穂長	穂数	全重	稈重	精子実重	備考
			cm	cm	本/m ²	kg/10a	kg/10a		
1. 水平4	混 合	+	80.0	7.1	386	907	618	289	盛土部
5	〃	+	85.6	8.6	483	1043	741	303	〃
6	〃	+	82.0	7.8	485	1017	683	334	〃
7	〃	+	82.1	7.5	524	1063	715	348	〃
7a	火山灰a	+	82.4	8.0	510	1520	989	531	切土部
対照	火山灰b	-	86.6	8.7	448	1107	733	374	〃
2. 山成6	黒ボク	-	93.4	9.1	496	1210	776	434	馬鈴薯後
7	〃	-	99.6	9.4	776	1610	1058	552	人参後
7'	〃	-	97.3	9.1	493	1150	728	422	大根後

子実収量は289~531kg/10a、その平均は388kg/10aであった。調査地点別に収量をみると、第1団地よりも第2団地で、(なお坪刈収量と全刈収量はほぼ一致した)切土部よりも盛土部で、そして同じ切土部で比較すればソルゴー無すき込

み区よりもすき込み区で各々高収となっている。表8に示した相関行列をみると子実収量には穂数全重、稈長が高い正相関を示すことより、良好な気象条件下で上記各区がそれぞれ旺盛な分けつと乾物生産が行なわれ、穂への転流も順調であっ

表8. 小麦調査項目の相関行列

n=19

項目No. No.項目	1 稈長	2 穂長	3 穂数	4 全重	5 稈重	6 子実重
1 稈長		*** 0.848	** 0.632	*** 0.723	*** 0.724	** 0.676
2 穂長			0.426	** 0.652	** 0.655	** 0.605
3 穂数				*** 0.817	*** 0.831	*** 0.743
4 全重					*** 0.985	*** 0.961
5 稈重						*** 0.899
6 子実重						

有意水準:***0.1%、**1%

た事がうかがえる。

表9には小麦跡地土壌の断面調査結果を示した。

表 9. 土壌断面調査 (57年 7 月 13~14日)
小麦跡地

地点 農区	土層	深さ cm	土色	※ 腐植	土性	構造	山 中 式 ち 密 度 λ CV mm %	透水性	小麦根	礫	母材	小麦収量 (平均kg/10a)
水平4	I	0-15	10YR4/6	H1	LiC	Gn 3	12.6 ⑧	良	富む	(軽石と礫含む)	混 合	289 (ソルゴー後 小麦)
	(盛土) II	15-25	"	H2	HC	bl 3	15.0 ⑨	"	含む	"		
	III	25-37	"	H1	"	Bl 2	2.3 5	不良	"	"		
	IV	37 +	10YR5/6	H1	"	"	21.8 5	"	なし	"		
水平5	I	0-12	10YR4/6	H1	LiC	Gn 3	12.8 ⑬	良	富む	("	303 (")
	(盛土) II	12-25	"	2	HC	bl 2	19.6 ⑭	中	含む	"		
	III	25 +	"	H1	"	Bl 1	22.6 4	不良	なし)		
水平6	I	0-15	10YR4/6	H1	HC	bl 1	15.6 ⑫	良	富む	("	334 (")
	(盛土) II	15-27	"	2	"	bl 1	17.4 ⑳	"	含む	"		
	III	27-45	"	1	"	Bl 3	23.4 2	不良	あり)		
	IV	45 +	"	1	"	Bl 3	22.4 8	"	なし)		
水平7	I	0-14	10YR3/4	H2	LiC	bl 3	12.0 ㉕	良	富む	("	348 (")
	(盛土) II	14-30	"	3	"	Bl 2	20.4 ⑭	"	"	"		
	III	30 +	7.5YR5/6	3	HC	"	23.8 6	不良	なし)		
水平7 a	I	0-10	10YR4/4 10YR5/6	H2	LiC	bl 2	15.2 ⑤	良	富む	("	531 (")
	(切土) II	10-20	10YR4/6 10YR6/8	2	SiCL	"	20.2 9	"	含む)		
	III	20-31	7.5YR4/4	2	LiC	"	19.6 ⑪	中	富む	"		
	IV	31-40	7.5YR4/6 7.5YR2/2	3	HC	Bl 2	23.2 2	不良	なし)		
	V	40 +	10YR6/8	1	SiLC	-		良	"	軽石層		
水平対照	I	0-15	7.5YR5/6 7.5YR3/3	H2	LiC	bl 2	9.4 ㉟	良	富む	なし	火山灰b	374
	(切土) II	15-30	"	2	HC	"	21.6 5	不良	あり	"		
	III	30-50	7.5YR5/6	1	"	"	21.6 7	"	"	"		
	IV	50 +	"	1	SL	"	"	"	なし	盤層		
山成6	I	0-15	7.5YR2/2	H4	LiC	Gn 3	11.4 ㉑	良	富む	なし	黒ボク	434 (ばれいしょ 後小麦)
	II	15-30	7.5YR3/2	3	"	Bl 3	23.0 8	中	含む	"		
	III	30-48	7.5YR3/2 7.5YR5/6	2	HC	" 2	21.0 9	"	"	"		
	IV	48 +	7.5YR5/6	1	"	" 2	20.2 2	不良	あり	"		
山成7	I	0-13	7.5YR2/2	H4	LiC	bl 2	9.0 ㉓	良	富む	なし	黒ボク	552 (入参後小麦)
	II	13-30	7.5YR3/2	3	"	Bl 2	20.2 ⑫	"	"	"		
	III	30 +	7.5YR5/6	1	HC	Bl 1	21.0 4	不良	あり	"		

※腐植：H4 すこぶる富む； H3；富む、H2；含む、H1；あり

(10-20%) (5-10%) (2-5%) (<2%)

422
(大根後小麦)

第1団地定点No.4~7はいずれも混合母材で断面内に軽石と風化礫を含む。No.7 aは40cm以下に軽石層が出現する事より切土部とみられるがその上部層は軽石と火山灰aが混合している。対照区は50cm以下に火山砂の盤層があるためその上部層は火山灰bの切土部分である。一方第2団地定点はいずれも上部が約30cmの黒ボク層で、その下部は火山灰aの重粘黄色土層となる。

断面内でのソルゴーすき込みの影響は、緻密度とそのバラツキ(CV%)に認められた。緻密度は山中式硬度計を用いて同一土層の異なる位置で6回測定し、その平均値とCV%を示した。その結果ソルゴーすき込み区では作土である第一層

(10~15cm)のみならず次層土(25~31cm)まで緻密度がやや低く、そのCV%も10以上の値を示すのに対してソルゴーのすき込まれていない対照区では次層土以下の緻密度は高く、バラツキも小さい。緻密度のバラツキが大きい事は各種土塊が形成され、大小のキ裂が生じている事を示しており、ソルゴーのすき込みにもなう下層土攪乱の結果とみられる。

小麦根は緻密度が21以下で、そのCV%が8以上の土層では例外なく観察され、ソルゴーがすき込まれた土層(25~31cm)まで根の伸長が可能であった事が分る。

すき込まれたソルゴーの形状は盛土部で太さ3~10mm、切土部で太さ2~3mm程度で、切土部の方が小さく分解も進んでいる様に観察された。これは盛土部での排水不良が原因とみられるが今後の検討に待たれる。

一方第2団地の小麦根は約30cm層厚の黒ボク内に集中しているが踏圧により緻密度の高くなった次層では少ない傾向がある。

表10には断面各層より採取した土壌の理化学性の分析結果を示した。ソルゴーすき込み区では、第II層迄仮比重、固相率、不動水含量の低下、全孔隙、粗孔隙、透水係数の増大等物理性の良化が認められた。しかしそれ以下の土層は緻密で透水性の小さい不良物理性となっている。これらの傾向は図9に示した物理性の主成分グラフ(Z_1 と Z_2)上でソルゴーすき込み層が下層土よりも作土(第I層)に近い値となっていることからもうか

がえる。

ソルゴーすき込みは化学性に関しても塩基の第II層への補給とpH矯正等の効果が認められる。前項でも指摘した通り本土壌(特に火山灰aとb)は重粘緻密なために浅耕土になり易く、この様な効果は評価できる。しかしそれ以下の土層に関しては依然不良理化学性が問題として残されている。

一方黒ボク土である第2団地の土壌はプラウ及びロータリーによる深耕が容易なため、深さ30cm迄の黒ボク土層が物理性、化学性とも改良されている。しかしそれ以下の火山灰a層は緻密で透水性が悪く、極強酸性で塩基、リン酸も少ない。従って第2団地の小麦の高収量は改良された黒ボク土によってもたらされたものであり、もしこの黒ボク土層が失なわれれば収量は激減するとみられる。

収量調査項目と作土の理化学性との関係を見るために、全項目の相関行列を作成し、その中から10%以上の有意性をもつ相関係数を抽出して表11に示した($n=9$)。子実収量に対しては緻密度のバラツキ(CV%)とCECが正の、仮比重が負の相関を示す。これは収量の高い第2団地黒ボク作土の仮比重が小さく、CV%とCECが高い事によるものである。CV%は全重に対しても正相関が認められた。穂数はMg/K比と正相関となっており、第2団地内でもMg/K比の高いNo.7地点の方が高収量となっている。

一方穂長、稈長に対しては理化学性24項目のうち約3分の1の9項目が10%以上の有意相関となり、穂長および稈長に対して作土の理化学性が大きく影響している。すなわち緻密度、仮比重、および固相率が負の、全孔隙および透水係数が正の相関を示し、稈長および穂長は土壌の緻密度が高まる程短くなり、孔隙が多く排水が良好になる程長くなる傾向がみられた。これらの項目はいずれも根圏に影響する因子である。化学性に関してはCEC、MgO、Mg/K比および有効態リン酸が増大する程、稈長および穂長が長くなっている。CECは子実同様黒ボク土での高収が原因とみられるが、MgO、Mg/K比、有効リン酸はいずれも土壤改良-特にようりんによるリン酸改造の影響が大きく、小麦作においても塩基バランスを

表10 小麦跡地土壌の理化学性 (57年7月13~14日採取)

農地 区	土層 深さ (cm)	仮 比 重	三相分布		全 孔 隙	pF 0 ~ 1.5 2.7 4.2	孔隙分布		透水係数 cm ² /sec	pH $\frac{H_2O}{KCl}$	Y ₁	CEC me	置換性塩基mg		塩基飽 和度%	塩基バランス Ca/Mg Mg/K	Truog P ₂ O ₅ mg	P-吸		
			固 相	液 相			1.5 2.7 4.2	2.7 4.2					CaO	MgO K ₂ O						
水平 4	I 0~15	0.88	30	38	32	70	27	6	15	21	8 × 10 ⁻³	15.2	285	31	29	81	6.6	2.5	4.0	2060
	II ~ 25	0.90	32	38	30	68	22	8	12	26	5 × 10 ⁻³	15.9	213	41	53	68	3.7	1.8	7.2	2050
	III ~ 37	1.04	40	55	5	60	1	4	15	40	1 × 10 ⁻⁶	13.5	75	22	7	29	2.5	7.4	0	2240
	IV 37 ~	1.03	39	55	6	61	1	3	14	43	2 × 10 ⁻⁷	12.8	66	15	8	26	3.2	4.4	0	2310
水平 5	I 0~12	0.93	33	38	29	67	18	7	14	28	8 × 10 ⁻³	15.5	229	40	36	70	4.1	2.6	4.8	2170
	II 12~25	0.94	34	49	17	66	12	5	17	33	6 × 10 ⁻³	14.5	163	31	33	56	3.8	2.2	0.8	2270
	III 25 ~	1.09	42	55	3	58	0	2	15	41	3 × 10 ⁻⁷	14.0	37	7	5	13	3.8	3.3	0	2380
水平 6	I 0~15	0.97	35	39	27	66	15	8	12	30	2 × 10 ⁻³	18.1	238	43	39	63	4.0	2.6	11.2	1980
	II ~ 27	0.82	30	40	30	70	23	7	12	28	9 × 10 ⁻³	18.6	280	54	86	78	3.7	1.5	15.2	1870
	III ~ 45	1.14	43	54	3	57	0	2	10	45	3 × 10 ⁻⁷	17.5	66	13	9	18	3.7	3.4	0	1980
	IV 45 ~											17.0	43	7	8	12	4.4	2.0	0	1980
水平 7	I 0~14	0.91	33	45	20	67	19	4	12	33	1 × 10 ⁻³	16.9	111	16	18	30	5.0	2.1	0.8	2160
	II ~ 30	0.73	27	43	30	73	30	7	13	23	4 × 10 ⁻³	17.2	102	17	12	28	4.3	3.3	0	2330
	III 30 ~	1.06	41	53	6	59	3	2	12	42	6 × 10 ⁻⁵	18.0	59	10	9	16	4.2	2.6	0	2260
水平 7 a	I 0~10	0.89	32	37	31	68	22	6	15	25	9 × 10 ⁻³	16.9	187	30	28	52	4.5	2.5	7.2	2210
	II ~ 20											14.2	132	24	19	44	4.0	3.0	0	2310
	III ~ 31											15.9	190	35	27	57	3.9	3.0	1.6	2040
	IV ~ 40											17.2	59	11	7	16	3.9	3.7	0	2190
	V 40 ~																			
水平対照	I 0~15	0.79	28	33	39	72	33	4	10	25	6 × 10 ⁻²	18.0	198	19	22	47	7.5	2.0	4.0	2070
	II ~ 30	0.98	36	43	21	64	13	6	13	31	1 × 10 ⁻³	18.6	145	24	22	37	4.3	2.6	1.6	2130
	III ~ 50	0.97	36	55	9	64	5	4	15	40	4 × 10 ⁻⁴	12.2	56	4	6	19	10.1	1.6	0	2150
	IV 50 ~																			
山成 6	I 0~15	0.82	32	48	20	68	8	8	18	34	4 × 10 ⁻³	27.7	496	56	50	78	6.4	2.6	9.6	1870
	II ~ 30	0.80	33	48	19	67	5	9	22	32	6 × 10 ⁻⁴	28.8	386	68	98	67	4.1	1.6	3.6	1960
	III ~ 48	0.91	34	56	10	66	4	5	8	49	1 × 10 ⁻⁶	21.1	144	20	29	32	5.2	1.6	0	2120
	IV 48 ~											18.4	75	6	6	17	9.0	2.3	0	1810
山成 7	I 0~13	0.67	24	39	36	75	21	8	11	27	5 × 10 ⁻²	26.1	290	49	19	51	4.3	6.0	11.2	2050
	II ~ 30	0.85	34	50	16	66	8	7	17	35	2 × 10 ⁻³	26.2	332	61	38	60	3.9	3.8	13.6	1960
	III 30 ~	1.12	42	54	4	58	1	1	14	42	3 × 10 ⁻⁷	18.2	49	11	5	13	3.2	5.1	0	1640

図9. 小麦跡地土壤物理性の主成分分析 (左図：因子負荷量、下図：因子得点)

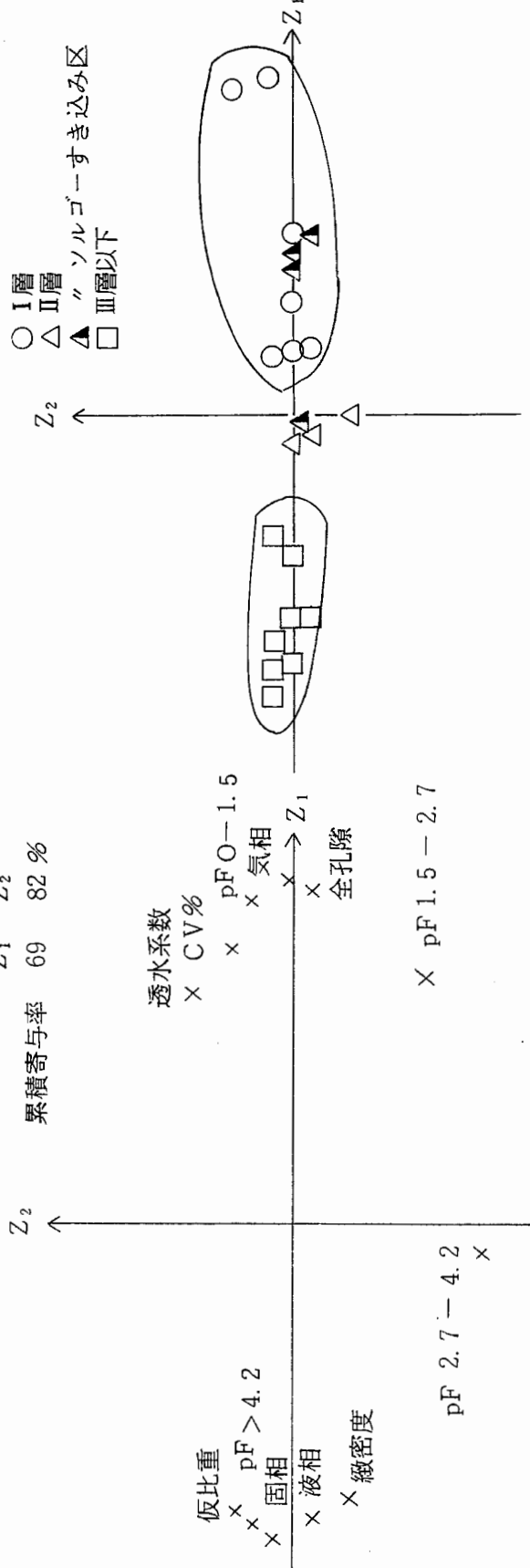


表11. 56年度小麦の収量調査項目と作土の理化学性との有意相関表 (n = 9)

	緻密度 (山中式mm)	緻密度の CV%	反比重	固相率 (%)	全孔隙 (%)	透水系数 (cm/sec)	CEC (me)	MgO (mg)	Mg/K	有効リン酸 (mg)
精子実収量 (kg/10a)		0.758*	-0.582 ⁺				0.584 ⁺			
稈重 (")										
全重 (")		0.735*							0.644 ⁺	
穂数 (本/m ²)									0.627 ⁺	0.584 ⁺
穂長 (cm)	-0.597 ⁺		-0.739*	-0.599 ⁺	0.585 ⁺	0.628 ⁺	0.795*	0.616 ⁺	0.627 ⁺	0.584 ⁺
稈長 (cm)	-0.689		-0.887 ^{**}	-0.766*	0.748*	0.632 ⁺	0.914 ^{***}	0.676 ⁺	0.840 ^{**}	0.645 ⁺

有意水準: ***0.1%、**1%、*5%、+10%

Ⅳ 総合考察

ニュージーランド労働開発省、水及び土壌局のパンフレット¹⁷⁾には、「土地は人類の最古の遺産であり、我々は生きるためにそれを借りているにすぎず、適切なる維持管理によって次の世代に引き継ぐべきものである」と書かれているように、我が国においても農用地即ち土地資源の維持確保は我々のみならず子孫の繁栄を支えるためにも重要な課題である。

最近における農用地開発の発展は農業者の組織力および開発技術の進歩の結果であり、かつて人力および畜力依存時代の小規模な農用地開発をへて、今日では大規模土木工事や土壌改良等によりこれまで水や交通の便が悪く低肥沃な地帯でも農用地開発が可能となってきた。

しかし農耕地が開発されるにつれて、開発対象地はいっそう利用困難な山麓および丘陵等の低肥沃高標高地帯に移り、その開発にはより大きなエネルギーとより高度な知識とが必要である。¹⁸⁾

肥沃な耕土を形成するためには人間の自然改造力が増せば増すほどより適切な改造法、維持管理方策が必要とされる。

以上の観点よりみれば本研究の対象地域は今後新規に大規模畑造成が行なわれる際の問題点を理解する格好の素材と考えられる。

本研究の対象とした県南部奥羽山系に連なる丘陵地は広く累積性の火山灰及び軽石に被われているため、切盛土による水平畑造成はかつて地下に堆積していた各種テフラ（火山灰及び軽石）を地表面に出現させ、不均一な耕土を形成させた。下層のテフラは軽石とそれをはさむ重粘質の古期火山灰層であるが、軽石土は強いリン酸固定力、有効態リン酸および塩基の欠乏、そして強酸性条件下での不良透水性が問題であり、古期火山灰土は重粘緻密で圧密を受け易く孔隙分布や透水性が不良になる等の物理性と極強酸性での作物に対するA₁毒性等が各々問題点として挙げられた。一方造成以前の表土である黒ボク層は良好な物理性を示すが、やはりA₁毒性およびC_u欠乏等の化学性に問題が残されていた。

耕地作土の理化学性は年々土壌改良により向上

し、造成4年目にして平均値はほぼ目標値に達していた。しかし各母材毎にみれば、黒ボク土は強酸性によるA₁毒性が、そして軽石土では有効リン酸が低いこと等問題が残されている。

原土と耕土の理化学性の主成分分析を行なった結果、作土に関してはいずれの母材も改良が容易であるが、次層土に関しては特に古期火山灰で困難であることが認められる。畑土壌の肥沃度を考えるうえで、次層土および下層土の理化学性は重要な意味を持ち、Shoji et al¹⁹⁾は多雨条件下での土壌酸性化が我が国において作物根の伸長阻害の原因となる事を指摘し、三枝ら²⁰⁾は下層土の理化学性、特に酸性が弱い場合に麦類の基肥チッ素利用率が向上する事を明らかにした。

水平造成畑での青刈ソルゴーすき込みは次層土に各種土塊を形成させることにより三相および孔隙分布等の物理性を良好にし、また塩基含量、酸性等の化学性の改良にも有効であることが知られた。この様な条件下での小麦根は次層土迄伸長しており、小麦収量向上にも効果があった。

研究対象圃場の山成畑の表土は大部分黒ボク土で緩傾斜地では約30cmの厚さがあり有機物や土改資材投入により良好な作土となっている。しかし急傾斜地では土壌侵蝕により年々表土が流亡し、黒ボク層の下層である重粘な古期火山灰層が露出している。この様な地点では農地表面が裸地化される毎に作土が流亡するため、いかなる作土改良も無効であり、根本的な土壌侵蝕対策が必要とされる。

小麦を指標作物として土壌生産力を調査した結果、山成造成畑では急傾斜地を除き収量が高く、安定しているのに対し、水平造成畑では概して低く、又収量のバラツキが大きい。

小麦収量構成要素と作土理化学性の関係を調査した結果、緻密度のバラツキ（CV%）、全孔隙、透水係数等の透水要因が正の、そして仮比重、固相率等の圧密要因が負の相関を示し、物理性では通気通水性の改良が重要であることが知られた。また化学性ではCEC、苦土含量、苦土/加理比および有効リン酸がいずれも正の相関を示し、ようりん投入による土壌改良が重要であることが知られた。

以上の結果は物理性良好な黒ボク土—即ち自然表土を維持する様に造成を行なわねばならないこと、そしてその表土を守るために適切な手段がとられるべきであることを示している。また畑地における土壤改良は今後、作土のみならず次層および下層土迄をも考慮した対策がとられる必要があることをも示している。

今後各地で新規畑造成が行なわれる際には地域の地質、地形、土壤等の正確な知識をもとに、よりキメの細かい造成計画と、造成後の耕土維持管理を含めた長期的利用方策も考慮されるべきであるとする。

V 要 約

累積性の火山撤出物に被われた丘陵地帯での新規造成畑における問題点と土壤改良法について研究した。得られた結果は次の通りである。

- 1) 調査圃場は岩手県南部の奥羽山脈に連なる丘陵地上に位置し、10 mにも達する厚い火山撤出物に被われている。このような地域での水平畑造成は地下にあった各種テフラ（火山灰及び軽石）をモザイク状に地表に露出させる結果となった。耕土として問題の大きいテフラは軽石層および重粘火山灰層である。
- 2) 軽石土壤はリン酸固定力が高く、有効リン酸および置換性塩基が欠乏している。また極酸性環境下では軽石層の透水性は最低となる。重粘火山灰層は不良物理性と酸性が問題である。一方黒ボク土は物理性は良好なものの、強酸性と銅欠乏等化学性に問題がある。これらの母材的性質の違いは圃場内耕土層を不均一なものとしている。
- 3) 原土と耕土の理化学性を主成分分析で検討した結果、作土の理化学性改良は比較的容易に達成されているが、次層土および下層土改良は特に重粘火山灰土壌で困難であることが知られた。
- 4) 小麦を指標作物として土壤生産力を検討した結果、山成畑の黒ボク土では安定して収量が高いのに対し水平畑の重粘火山灰土では収量のバラツキが大きかった。
- 5) 重粘火山灰土では新墾プラウでの青刈ソルゴ

—すき込みにより次層土の物理性改良効果が認められ、排水良好な場所ではこの方法により小麦も増収した。

- 6) 小麦収量調査項目と土壤理化学性の検討から土壤物理性に関しては透水要因が正の、圧密要因が負の関係が認められ、ソルゴ—すき込みはいずれの改良に対しても有効であることが知られた。又土壤化学性に関してはCEC、苦土含量、苦土加里比、有効リン酸がいずれも正の相関を示し、リン酸、苦土による土壤改造と、表層黒ボクの重要性が明らかにされた。
- 7) 以上の結果をもとにして新規造成畑および土地資源に関する基本的な問題に関して考察した。

VI 引用文献

- 1) 岩手県“新しいわて農業”確立計画 P 232～235 岩手県 (1981)
- 2) 国土調査、土地分類基本調査、焼石岳(1981)
- 3) 岩手県 岩手県地質説明書
- 4) 中川久夫ほか、北上川中流沿岸の第四系および地形—北上川流域の第四紀地史(2)、地質雑、69、P 219～227 (1963)
- 5) 井上克弘、小沼敦、北上川中流域における黒沢尻火山灰の層序、分布と強磁性鉱物の化学組成、第四紀研究、20、P 1～14 (1981)
- 6) 小野剛志、庄子貞雄、岩手県北上市付近の火山灰土壤の生成について(2)母材と土壤生成、第四紀研究、17、P 15～23 (1978)
- 7) 東北農政局計画部資源課、新墾畑輪作体系調査中間報告書、駒ヶ岳地区 (1982)
- 8) 土壤物理性測定法委員会、土壤物理性測定法 (1975)
- 9) 本村悟ほか、土地利用形態の相違が土壤の物理性に及ぼす影響、昭和52年度農技研成績P 21～30 (1978)
- 10) Parfitt, R.L. Chemical Properties of variable Charge Soils, In: B.K. G. Theng (Editor), Soils With Variable Charge, P 167～194 (1980)
- 11) 岩手農試、簡易土壤分析法
- 12) 千葉明ほか、畑土壤改良基準策定のための基

- 礎研究3、有効磷酸目標設定方式による土壤改良法、岩手農試研報23、P 113 ~ 185 (1982)
- 13) Hsu, Pa Ho., Aluminum Hydroxides and Oxyhydroxides, In : Minerals in Soil Environments Published by soil Sci.Soc.Am., P 99~138 (1977)
- 14) Shoji S. and T. Ono, Physical and Chemical Properties and Clay Mineralogy of Andosols from Kitakami, Japan. Soil Sci. 126 P 297 ~ 312 (1978)
- 15) 井上克弘、吉田稔、胆沢扇状地段丘面の累積性火山灰土の粘土鉱物組成、岩手大農報、13、P 19 ~ 46 (1976)
- 16) Wada. K., Allophane and Imogolite. In: Minerals in soil Environment, P 630 ~ 632 (1977)
- 17) New Zealand Ministry of Works and Development, our Land Resources, P 79 (1979)
- 18) ジェレミー・リフキン、エントロピーの法則 祥伝社、竹内均訳 (1980)
- 19) SHOJI. S., Saigusa, M. and Takahashi, T., Plant Root Growth in Acid Andosols from Northeastern Japan (1) Soil Sci., 130, P124~131 (1980)
- 20) 三枝正彦、庄子貞雄、酒井 博、黒ボク土酸性がムギ類の施肥窒素吸収と生育収量におよぼす影響、土肥誌、54、P 460 ~ 466 (1983)

VII Summary

Problems and ameliorative methods of soils in newly created upland fields on a hill covered by cumulative volcanic ash and pumice were studied. Results obtained are as follows:

- 1) Study area is situated on the foot hill on the Oou range in the south region of Iwate Prefecture, and covered by thick tephra which reach 10m. Construction of terraced upland fields in such an area expose various tephra. Tephra which are not suitable as arable soils are pumice and heavy textured old volcanic ashes.
- 2) Pumice soil shows high phosphate fixation, low available phosphate and exchangeable cations contents. The pumice layer also shows very low water permeability in extremely acid circumstances. Old volcanic ash soils show poor physical properties such as compaction and water permeability and strong acid toxicity. Humus-rich volcanic ash soil (Kuroboku-soil) which is the original topsoil layer has good physical properties but Cu-deficiency and strong acid toxicity chemically. These various properties of each parent material make the arable soils ill-balanced.
- 3) Physical and chemical properties of original and arable soils were investigated by the method of principal component analyses. The results reveal the characteristic of parent materials and show that ameliorations are relatively easy in topsoil but difficult in second and subsoil layers especially in heavy-textured old ash layers.
- 4) Wheat was used as an indicator of soil productivity and its yield is high and stable in kuroboku soil, but low and unstable in similarly created fields which contain various tephra like mosaic.
- 5) Deep plowing with standing sorghum reveals effective methods of physical amelioration of second layers and wheat yields were also increased by this method especially in well-drained areas.
- 6) Studying the relationships between wheat yield factors and soil physical and chemical properties, water permeability shows positive and soil compaction shows negative correlation to yield factors.

CEC, Mg-content, Mg/K ratio and available phosphate are also positive for yield factors. These results show the importance of kuroboku-soil (original topsoil) and also the amelioration effective upon drainage compaction, cation and phosphate status.

7) Using the above results, problems of newly created fields and essential land resource were discussed.