

# 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

黒 沢 順 平

## 目 次

諸 言	1. 多収土壌と低収土壌
第1章 岩手県に分布する火山灰土壌の性状	2. 土壌改造に関する試験成績
I 二戸、九戸高原火山灰土壌	3. 土壌改造の方法
II 西岳、七時雨山周辺火山灰土壌	III 土壌侵食対策
III 岩手山麓周辺火山灰土壌	1. 傾斜畑作地帯の実態
IV 松尾、安代周辺火山灰土壌	2. 地力変動観測調査
V 駒ヶ岳周辺火山灰土壌	3. 土壌侵食対策
VI 紫波、和賀郡周辺火山灰土壌	IV 深耕、混層耕
VII 胆沢台地周辺火山灰土壌	1. 深耕、混層耕の効果
VIII その他	2. 混層耕に関する試験成績
IX 火山灰土壌の分類とその特徴	V 畑作振興と土壌改造
第2章 微量要素(特殊成分)欠乏とその対策	第4章 火山灰水田土壌の生産力増強
I 銅	I 火山灰水田土壌の特徴
1. 岩手県における銅欠乏研究の端緒	1. 土壌生産性から見た地域区分
2. 銅欠乏症状の特徴	2. 火山灰水田の特徴
3. 銅欠乏土壌の性状ならびに分布	II 火山灰水田の改良と安定多収
4. 銅欠乏土壌の改良対策	1. 苗素質の改善
5. 土壌中の銅含量と銅欠乏の原因	2. 施肥改善
II マンガン	3. 土壌改造
1. マンガン欠乏土壌の性状ならびに分布	4. 火山灰水田の改良と多収穫
2. マンガン欠乏土壌の改良対策	III 水稻赤枯れ(開田病)対策
III 硼 素	1. 赤枯れ発生機構
1. 硼素欠乏土壌の性状ならびに分布	2. 赤枯れ対策
2. 硼素欠乏土壌の改良対策	3. 論 議
IV 苦 土	第5章 総合論議
1. 苦土欠乏土壌の性状ならびに分布	1. 微量要素欠乏とくに銅および亜鉛欠乏
2. 苦土欠乏土壌の改良対策	2. 畑地力の増強とその生産力増進
第3章 火山灰畑土壌の生産力増強	3. 火山灰水田の改良
I 酸性土壌の改良	4. 赤枯れ開田病
1. 酸性土壌の分布	結 語
2. 酸性土壌の改良	文 献
II 堆厩肥、燐酸多肥を中心にした土壌改造	Summary

## 諸 言

日本のチベット。いつのころか、岩手県はこの異名をうけるようになった。古い社会経済関係が広範に残存している貧しい土地という意味であろうか。

岩手県に分布する土壌の状態を見ると、畑作地帯では北上山系をのぞく県北、奥羽山麓台地等その大部分が火山灰土壌であり、また水田においてもその4割近くが火山灰土壌およびその影響を受けている土壌である。さらに今後の開田、開畑の大部分が台地上の火山灰土壌であることから見ると、本県に分布する火山灰土壌の性状を明らかにし、生産力増強対策を樹立することがいかに大切であるか論を俟たないところで、岩手県の農業進展上大きな課題である。

本県に分布する火山灰土壌はその地域によって各々性状を異にしており、極度の磷酸欠乏、あるいは強度の酸性、各種微量元素の欠乏等々その生産力阻害要因を数多くあげることができる。その欠陥を正しく診断し、その積極的改良をはかって、地力を増強し、その上にたった施肥改善を行うことによって耕種管理もその効を發揮し、飛躍的な作物の増収を期待し得るものと信ずる。どんな作物を栽培しても増産できるような生産基盤を造成することが大切である。

今日の農業は集団組織の育成、省力機械化等々大きな改革がなされようとしており、こうした構造改善される農業を支えていくためには基礎となる地力がいかに大切であり、重要な役目をもっているかは論を俟たないところである。正しい診断の上にたった土壌改造、地力の増強が岩手県の隅々まで進められ、肥沃な土壌基盤の上に作物の増産が約束されるとき、チベットの名は永久に岩手県から消え去るのではなかろうか。

筆者は岩手県における火山灰土壌の調査研究を進めてきたが以下にその詳細について述べる。本研究は岩手県に広く分布する火山灰土壌の地帯別性状を明らかにし、微量元素を含めてその改良対策、生産力増強を重点に検討したもので、わが国各地の火山灰土壌の生産力増強についても幾分なりとも参考になりうるのではないかと期待する。

なお、火山灰土壌は厳密には母材が火山噴出物の土壌であるから、たとえ黒ボク様の土壌であってもその堆積様式よりみて非火山起源の母材よりなる場合は腐植質黒色土壌(黒ボク)として分類すべきであろうが、こゝでは農耕上の立場から耕作の行われている作土が黒ボクよりなる土壌を含めて火山灰土壌ということにした。したがって火山灰土壌は従来の概念よりかなり範囲が広められている。

本研究の推進には各方面から多数の方々の御支援と御鞭達を得たが、とくに、ご懇篤なるご指導とご助言を賜わり、ご校閲をいただいた東京農業大学横井利直博士、南礼蔵博士、蜷木翠博士に深謝の誠を捧げるものである。

また、東北にあって常々有益なる御指導と御高教を賜った東北大学藤原彰夫博士、岩手大学吉田総博士に深甚の謝意を表す。

さらに、種々御示教、御鞭達を賜った東北農試関係土壌肥料研究室長および多くの方々に対し衷心から感謝の意を表する次第である。

本研究は農林省指導のもとに行なわれた低位生産、地力保全両調査事業、ならびに開拓地土壌調査事業等によって得られた成績も数多く、こゝに農林省関係各位に謹んで謝意を表する次第である。

また、実施にあたり、終始激励と御便宜を賜った岩手農試元場長芳賀徳松氏、前場長山崎正氏、現場長藤巻竹千代氏、ならびに前化学部長として御指導をいただいた夏井和七氏に深甚の謝意を表す。

本研究は所属する岩手農試化学部(旧)で行なわれたもので部員の真摯な協力に負うところが多く、畑土壌については内田修吉、高橋利直、中野信夫、水田土壌については千葉明、菊池忠雄の各専門研究員にはとくに誠実溢るゝ助力を戴いた。こゝに銘記してその労に酬いたい。

## 第1章 岩手県に分布する火山灰土壌の性状

岩手県には県北部および奥羽山麓台地を主体に広く火山灰土壌が分布しているが、その性状はところによって異なり、噴出源別分布状況等は明らかにされていない。

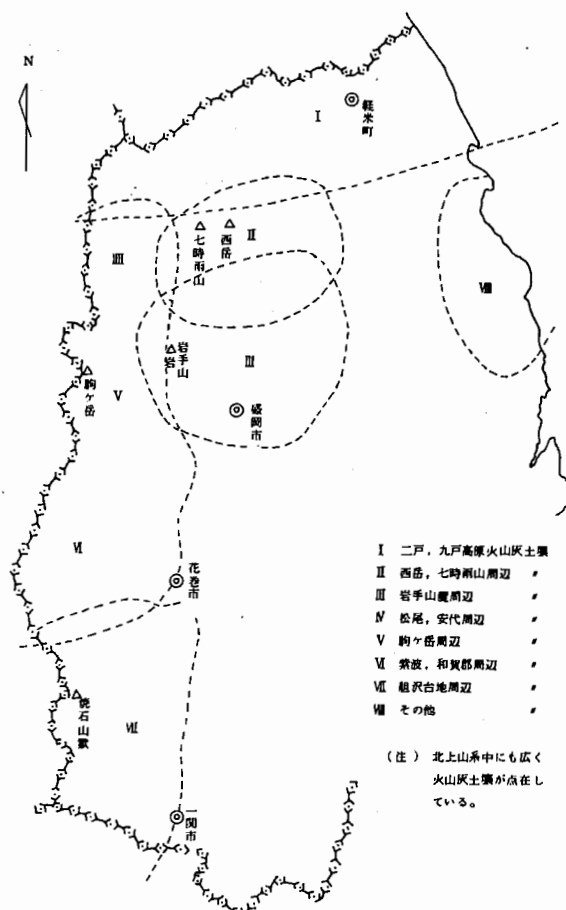
戦後、筆者らは農林省の指導のもとに、低位生産地、開拓地、牧野あるいは地力保全調査等々種々の土壌調査を行ってきたが最近にいたって断面形態の特徴、理化学的性質、あるいは粘土鉱物等から性質を異にする火山灰土壌の分布についてその概要を把握するにいたった。例えばその反応について見ると、火山灰によって岩手山のように中性のもの、西岳、七時雨山の微酸性、あるいは焼石嶽、駒ヶ岳のように強酸性のもの等、噴出源別に明らかにされ、関連して微量要素欠乏を見ても銅欠乏の発現はその顕著なものは焼石嶽と十和田、八甲田山火山灰土壌に限られ、岩手山火山灰土壌のようにその反応とも関連して、マンガン欠乏が出現しやすい等の特徴が見られる。したがって噴出源を異にする火山灰土壌の分布を明らかにすることは今後の農業および研究進展のためにもきわめて重要なことであって、これらの調査研究によって、さらに詳細に明確にされていかなければならない。いま、これらの火山灰土壌について断面形態、理化学的性質、粘土鉱物等から噴出源を異にすると思われる次のような分類を行なった。なお、北上山系にも広く火山灰土壌が散在することはすでに横井<sup>1)</sup>によって明らかにされている。

- 1) 二戸、九戸高原火山灰土壌
- 2) 西岳、七時雨山周辺火山灰土壌
- 3) 岩手山麓周辺火山灰土壌
- 4) 松尾、安代周辺火山灰土壌
- 5) 駒ヶ岳周辺火山灰土壌
- 6) 紫波、和賀郡周辺火山灰土壌
- 7) 胆沢台地周辺火山灰土壌
- 8) その他

### I 二戸、九戸高原火山灰土壌

#### 2 土壌の概要

岩手県の北部に東西に広く分布し、西から二戸郡では安代町の一部、浄法寺町、金田一村、福岡町、および一戸町の北部を包含し、九戸郡では九戸村、軽米町、種市町、大野村、および久慈市の北部に分布している。農耕地の土壌の多くは十和田、八甲田山の噴出による火山灰を被覆し、源から遠くなるにつれ薄くなり太平洋岸にいたっているが、沿岸でも南部ほどその堆積様式が不明瞭になっている。土性はおおむね中粒質で風積および水積性堆積よりなり、中央から西寄り一帯は風積土が多く、土性は粗粒質から中粒質で下層に浮石層が出現する(45~80cm)。しかし中央一帯には河川による二次堆積の部分もみられる。いずれも緩波状台地あるいは山間傾斜地等に分



第1図 火山灰土壌分布図

第1図 火山灰土壌分布図

(注) 北上山系にも広く火山灰土壌が点在している。

4 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

布している。

2 代表的断面特徴および理化学的性質

九戸郡軽米町大字晴山字晴山字高清水 17

第1表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0 ~ 31cm	SL	黒褐	富む	なし
II	31 ~ 41	SL	黒褐	"	なし
III	41 ~ 72	LS	暗褐	富~含	なし
IV	72 ~				浮石層

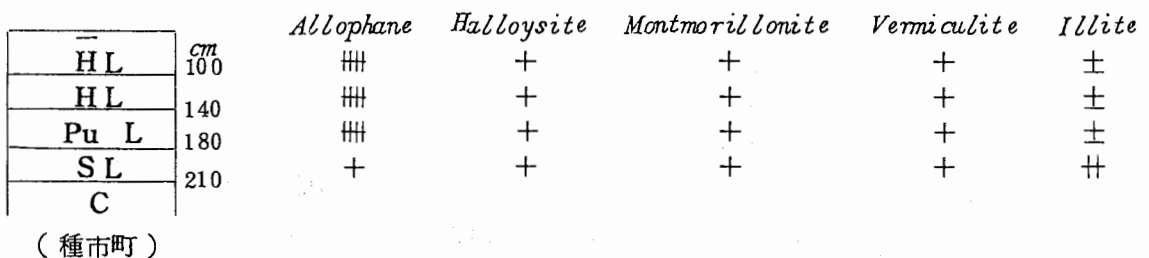
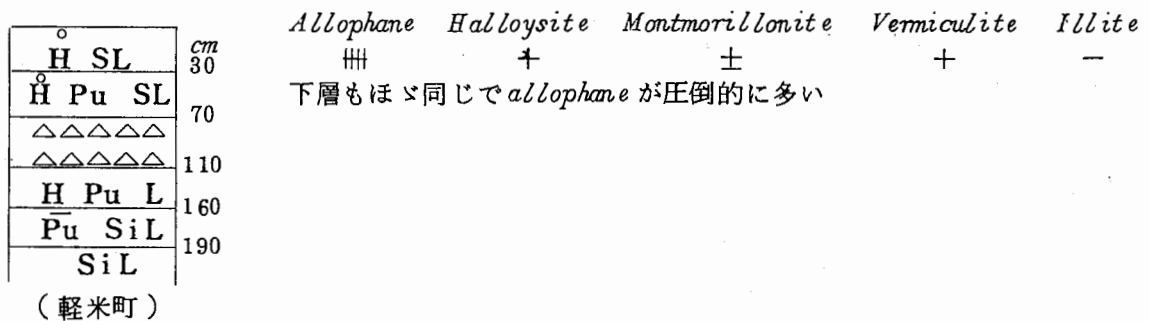
第2表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	粒径組成 (%)					容積重	※全炭素 (%)	全窒素 (%)	炭素率	腐植 (%)	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>
		粗砂	細砂	微砂	粘土	土性						H <sub>2</sub> O	Kcl	
I	0~31cm	45.2	32.7	19.2	2.9	SL	92	5.21	0.44	11.7	8.3	6.7	5.3	0.8
II	31~41	42.2	36.0	18.9	2.9	SL	94	3.89	0.39	9.9	6.2	6.4	5.3	0.4
III	41~72	51.4	36.1	8.8	3.7	LS	79	3.89	0.36	10.6	6.2	6.1	5.5	0.8

層位	層厚	塩容基置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 (%)	磷酸吸収係※
			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
I	0~31cm	16.9	222	8	14	46.9	1340
II	31~41	16.7	164	9	9	35.0	1560
III	41~72	16.9	127	10	11	26.8	2080

註) ※は乾土当り

3 粘土鉱物



第2図 粘土鉱物の状態

風積性火山灰の軽米土壌および種市土壌の粘土鉱物の調査結果は第2図のとおりでいずれも表層1 m内外までは *allophane* を主体とし、酸性は弱いが磷酸吸収係数は高く、かつアンモニア、加里などの保持力の弱い土壌である。ただし種市の土壌では2 m内外以下の下層土は *allophane* を主体としない良質の粘土を含む火山灰で、*halloysite*. *montmorillonite*. *vermiculite* のほかにやゝ多量の *illite* を含む。

吉田ら<sup>2)</sup>によれば岩手県内の火山灰土壌は九州あるいは関東地方の火山灰土壌に見られるように *allophane* から *halloysite* あるいは *hydrohalloysite* になるという経過をとらないで *vermiculite* のような2:1型の結晶構造をもつものに風化が進んでいくことが明らかにされている。

そのため、これらの層はかなり粘性の強い塩基吸着力も強い土壌となっている。これら *vermiculite* の多い土壌でも磷酸吸収係数は高い。

#### 4 生産力阻害要因

1) 軽鬆な腐植質火山灰土壌で、極端な急傾斜地が少ないにもかかわらず、風食および水食の影響が大きい。昭和36年のフェーン台風による災害などはその最たるもので、とくに沿岸に近い斜面の頂部では作土層の大半が飛散し海中に飛んだといわれている。

2) 有効磷酸に乏しく、磷酸吸収係数も表土の1,300内外から下層土の2,000へと高くなる。一般農家の磷酸施用量も少ないから各地に磷酸欠乏の生育相の作物が見られる場合が多い。

3) 土壌の反応が比較的弱いわりに各塩基共に少な目であって、とくに加里、苦土は欠乏症をおこしやすい。苦土欠乏はとうもろこし、麦類、大豆などにいずれも顕著に発生し、加里欠乏は大豆、小豆に多く見られる。

4) 微量要素欠乏では銅と硼素が顕著である。銅欠乏は主として麦類に見られ、硼素欠乏はなたね等に多く見られる。

5) 下層に浮石層が現われやすいところでは作物根の伸長が妨げられ、また土壌も乾燥しやすい。

## II 西岳、七時雨山周辺火山灰土壌

### 1 土壌の概要

二戸郡一戸町を主体に安代町の東部、浄法寺町の南部および岩手町、西根町にまたがる地帯に分布し、北は十和田、八甲田山系の火山灰土壌に、南は岩手山噴出による火山灰土壌、西は奥羽火山郡の酸性火山灰土壌に接し、その境界附近の堆積様式、理化学性等は複雑である。

標高300~500 mの高冷地帯であり、また南東部は北上山系寄り地形も7~18°の急傾斜地が多い。この地帯の農家は酪農および畑作を主体とし、水田は比較的少ない。

本地帯の土壌は主として西岳、七時雨山の火山灰と見られ、1 m以内に浮石層の起源するところは少なく部分的に第3層に浮石が認められ、また第2層附近に白色火山砂の固結した層(2~3 cm)が現われることがある。腐植層は標高、傾斜度、傾斜方向などによりその厚さ、腐植含量に相違が認められる。

### 2 代表的断面特徴および理化学的性質

二戸郡一戸町字西田子

6 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

第3表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~19cm	L	暗黄味	頗る富む	なし
II	19~32	SL	暗灰黄	富む	小円角礫含む
III	32~77	SL	にぶい黄味	富む	なし
IV	77~	L	灰赤黄	なし	なし

第4表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	粒径組成 (%)					容積重	全炭素 (%)	※全窒素 (%)	炭素率 (%)	腐植 (%)	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>
		粗砂	細砂	微砂	粘土	土性						H <sub>2</sub> O	Kcl	
I	0~19cm	24.2	30.3	37.9	7.6	L	54	7.42	0.60	12.4	12.9	6.1	5.4	0.5
II	19~32	34.4	49.1	10.0	6.5	SL	61	3.98	0.34	11.9	6.9	6.0	5.5	0.6
III	32~77	52.8	28.9	9.6	8.7	SL	60	1.83	0.19	9.5	3.2	6.2	5.8	0.6
層位	層厚	塩容基置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 (%)	磷酸吸収係数 ※							
			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O									
I	0~19cm	45.6	414	14	14	32.4	1400							
II	19~32	18.0	90	20	8	17.8	1990	註) ※は乾土当り						
III	32~77	15.8	70	7	7	15.8	2080							

3 粘土鉱物

		<i>Allophane</i>	<i>Kaolinite</i>	<i>Montmorillonite</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>
H CL	25 cm	卍	—	—	+	—
H CL	45	卍	+	+	+	—
CL	60	卍	+	—	卍	+
CL						

(奥中山)

第3図 粘土鉱物の状態

奥中山の土壌を例にとれば粘土鉱物の大半は非晶質鉱物の *allophane* であり、少量の結晶質鉱物の *kaolinite* および *vermiculite* を含む。

*allophane* 主体の土壌であるので磷酸吸収係数が大きく、塩基吸収の主体は腐植と *allophane* で塩基置換容量の大きい反面、その吸着強度は弱く肥料の流亡も考えられる。一方 *allophane* が主体なことより置換酸性は概して弱い傾向を示している。

4 生産力阻害要因

1) 土壌は腐植質火山灰土壌で磷酸の固定力がかなり大きく、磷酸吸収係数は 1500 から 2000 内外で有効磷酸にも欠乏している。

2) 酸性はあまり強くないが地域により苦土、加里含量の少ないところがあり、施肥管理によっては苦土、加里欠乏のおそれがある。

3) 地区の東部一帯は腐植層がうすく、窒素的な供給量は少なく作物の生育が劣る。

4) 全般に土壌が乾燥しやすく、とくに東部一帯は干害をうけやすく、また風食の被害が大きい。

### Ⅲ 岩手山麓周辺火山灰土壌

#### 1 土壌の概要

岩手山(2040 m)を中心とし北部から東部および南部にわたって広く扇状に分布している新期火山噴出物で、盛岡市の大部分、滝沢村、雫石町の東部、西根町、玉山村、岩手町に広く分布し農耕地に利用されている。

岩手火山の主な変動は5回あって最後の噴火は約300年前といわれている。石塚<sup>2)</sup>によって基本的には降灰年次ならびに堆積様式よりA、B、Cの3統に分類されており、土壌はいずれも岩手山の非固結火成岩に由来し、堆積様式はほとんど火山性の風積土である。岩手山の北部および北東部においては、山麓に近いところを除いて河川の影響をうけて二次的に堆積しているところも多い。地形は全般的に平坦地ないし波状台地をなしている。この土壌は全般に腐植含量が高く、土性は粗粒質あるいは中粒質で粒状構造を示し、ち密度は中で粘着性は弱く、透水性、保水性ともに大で燐酸の固定力も大きい。置換性塩基の含量は比較的多い。表土は置換性石灰に富み、pHは高いが加里含量の低いところが多くしかも塩基吸着の主体は腐植およびallophaneであるので塩基保持力も弱い。また有効態燐酸にも不足している。物理的障害性として刈屋、生出および岩手山麓北斜面の一部の砂礫層の存在と湧水による地下水の高上による障害とがあげられる。本地帯の北部は西岳、七時雨山周辺火山灰土壌に接し、西部は駒ヶ岳酸性の火山灰土壌に連続しており、それぞれ、西岳、七時雨山、駒ヶ岳の噴出に由来すると思われる火山噴出物と相錯し、さらに河川の影響による二次堆積土壌では一層その噴出源による分布地域の境界線は不明であって、現地調査よりの推定によらざるを得ない。

#### 2 代表的断面特徴および理化学的性質

##### 1) 岩手郡玉山村大字下田字生出 650

第5表 代表的断面形態 (岩手火山A統)

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~18cm	SL	黒	富む	角礫富む
II	18~21	SL	黒	含	なし
III	21~40	(G)	黒	含	礫層
IV	40~45	S	黒褐	含	なし
V	45~	SL	黒褐	富む	角礫含む

第6表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	礫含量 (%)	粒径組成 (%)					※全炭素 (%)	全窒素 (%)	炭素率	※腐植	pH	
				粗砂	細砂	微砂	粘土	土性					H <sub>2</sub> O	KCl
I	0~18cm	6.5	34.5	43.7	19.4	17.9	5.9	CoSL	6.63	0.49	13	11.4	6.3	5.6
II	18~21	3.7	38.0	61.9	18.4	10.7	3.8	CoSL	2.26	0.19	11	3.7	6.3	5.9
III	21~40	0.6	51.0	96.2	2.3	0.9	—	(G)	0.56	0.01	—	0.9	6.4	6.3
IV	40~45	4.9	5.5	63.1	18.1	7.1	5.0	LCoS	1.83	0.15	12	3.1	6.7	5.7
V	45~	9.2	2.8	32.3	25.8	25.3	4.4	SL	4.48	0.35	12	7.7	6.7	5.7

8 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

層位	層厚	置換酸度 Y <sub>1</sub>	塩基容量 置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 (%)	※ 酸吸収係数
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
I	0~18cm	0.2	22.3	50.4	30	9	81.0	1760
II	18~21	0.3	6.0	81	2	3	50.0	1220
III	21~40	0.1	—	—	—	—	—	160
IV	40~45	0.1	8.9	176	10	4	63.0	880
V	45~	0.1	25.5	50.4	28	14	70.5	1880

註) ※は乾土当り

2) 岩手郡滝沢村砂込(岩手火山B統)

第7表 代表的断面形態 (岩手火山B統)

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~15cm	L	黒	頗る富む	腐朽細角礫あり
II	15~26	L	黒	富む	" 含む
III	26~44	SL	黒褐	富む	" 富む
IV	44~60	SL	黒	富む	" あり
V	60~	SCL	褐灰	含む	なし

第8表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	粒径組成 (%)					容積 重	※ 全炭素 (%)	※ 窒素率 (%)	炭 素 率	※ 腐植 (%)	pH	
			粗 砂	細 砂	微 砂	粘 土	土 性						H <sub>2</sub> O	Kcl
I	0~15cm	7.6	28.7	34.3	31.2	5.8	L	78.4	6.76	0.53	12.8	11.6	6.1	5.4
II	15~26	12.0	9.9	38.9	39.1	12.1	L	61.9	7.09	0.52	13.6	12.1	6.6	5.8
III	26~44	11.4	18.5	55.8	19.4	6.3	SL	65.9	4.42	0.26	17.0	7.6	6.6	5.8
IV	44~60	11.1	10.3	63.6	21.3	4.8	SL	68.6	4.16	0.32	13.0	7.1	6.7	6.0
V	60~	10.8	12.6	52.5	15.8	19.1	SCL	68.5	1.91	0.17	11.2	3.8	6.8	6.0

層位	層厚	置換酸度 Y <sub>1</sub>	塩基容量 置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 (%)	※ 酸吸収係数	有※ 効態 磷(mg)
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
I	0~15cm	0.4	28.3	334	39	7	42.1	2340	2.4
II	15~26	0.2	32.0	431	54	4	48.1	2580	2.4
III	26~44	0.5	23.8	291	39	4	43.7	2600	1.2
IV	44~60	0.3	23.1	362	34	4	55.8	2560	0.4
V	60~	0.2	21.6	270	23	4	35.6	2560	0.4

註) ※は乾土当り

3) 盛岡市厨川(岩手火山C統)

第9表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~24cm	SL	暗黄味灰	頗る富む	なし
II	24~50	L	"	"	"
III	50~67	LFS	暗黄味赤	富む	腐朽礫含
IV	67~86	LFS	黄味灰	含む	"
V	86~100	LFS	にぶい黄赤	なし	富む
VI	100~130	S	"	"	浮石質礫層
VII	130~	CL	"	"	腐朽礫に富む



第10表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	礫含量 (%)	粒径組成 (%)					容積重	※全炭素 (%)	※全窒素 (%)	炭素率	腐植※
				粗砂	細砂	微砂	粘土	土性					
I	0~24	10.5	4.7	16.3	25.7	37.9	4.8	SL	48.1	8.16	0.60	13.6	13.5
II	24~50	13.7	4.9	17.6	36.4	30.1	0.1	L	44.3	4.98	0.43	11.6	7.4
III	50~67	18.4	7.2	11.8	47.4	(4.5)		LFS	43.8	3.78	0.31	12.2	5.3
IV	67~86	14.6	6.1	18.6	45.1	(3.9)		LFS	56.8	1.85	0.18	10.3	3.1
V	86~100	13.2	14.5	23.3	41.9	(7.0)		LFS	—	1.09	0.10	10.9	2.2
VI	100~130	4.2	44.7	75.2	15.2	4.4	0.8	S	—	0.42	0.04	10.5	0.5
VII	130~	6.0	3.7	21.1	21.5	33.8	19.6	CL	—	0.19	0.02	9.5	0.5

層位	層厚	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	※塩基置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度	※磷酸吸収係数
		H <sub>2</sub> O	Kcl			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
I	0~24	6.7	5.1	0.2	31.3	364	21	5	41.7	2600
II	24~50	6.7	5.9	0.1	26.0	221	31	5	32.0	2760
III	50~67	6.6	5.9	0.1	19.3	171	36	5	31.7	2880
IV	67~86	6.7	6.1	0.1	13.9	149	23	5	38.1	2730
V	86~100	6.8	6.2	0.1	11.2	102	19	5	32.6	2320
VI	100~130	6.8	6.0	0.2	4.1	35	4	5	30.4	1282
VII	130~	6.9	5.1	0.3	17.5	346	65	5	70.6	1085

註) ※は乾土当り

## 4) 岩手郡西根町山後(二次堆積)

第11表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~12cm	SL	黒	富む	礫なし
II	12~	SL	黒	—	—

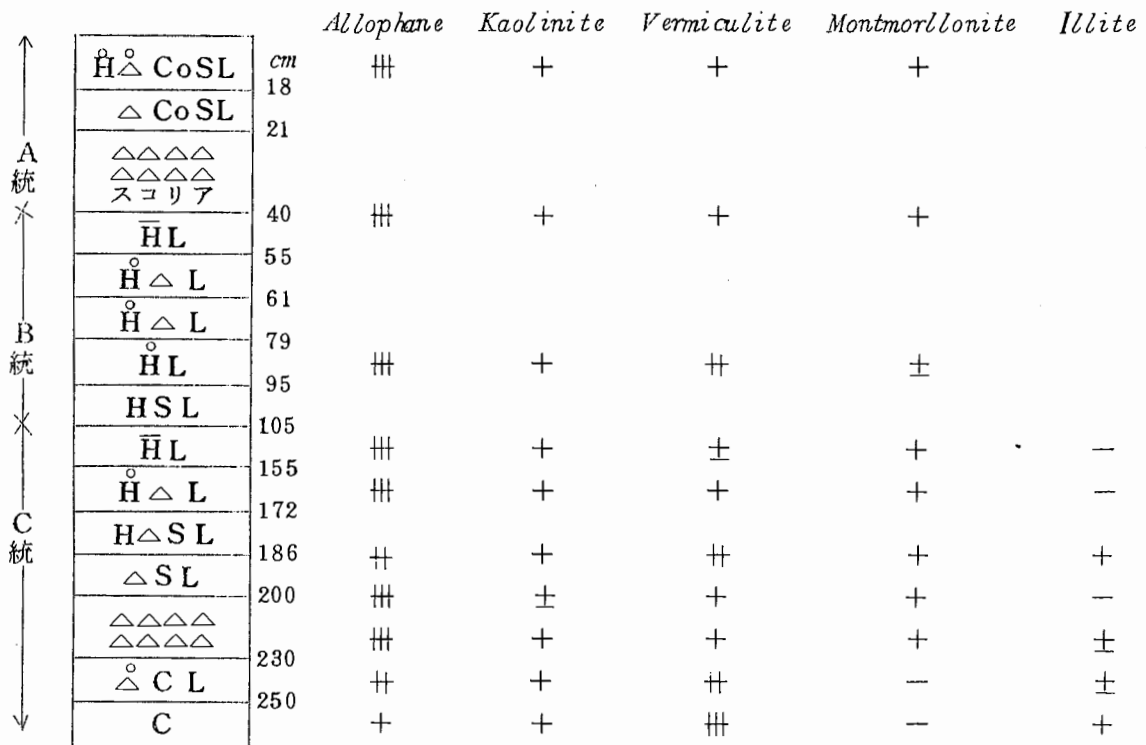
第12表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	粒径組成 (%)					容積重	※全炭素 (%)	※全窒素 (%)	炭素率	※腐植 (%)	pH	
			粗砂	細砂	微砂	粘土	土性						H <sub>2</sub> O	Kcl
I	0~12cm	3.5	53.4	15.8	27.0	3.8	SL	110.8	3.98	0.41	9.7	6.9	6.0	5.2
II	12~	5.7	40.3	30.3	20.5	8.9	SL	79.0	6.71	0.48	14.0	11.6	6.1	5.5

層位	層厚	置換酸度 Y <sub>1</sub>	※塩基置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度	※磷酸吸収係数	有※効磷酸 mg
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
I	0~12cm	0.3	15.2	167	38	7	39.2	1410	2.9
II	12~	0.1	26.3	408	55	8	55.4	1856	—

3 粘土鉱物



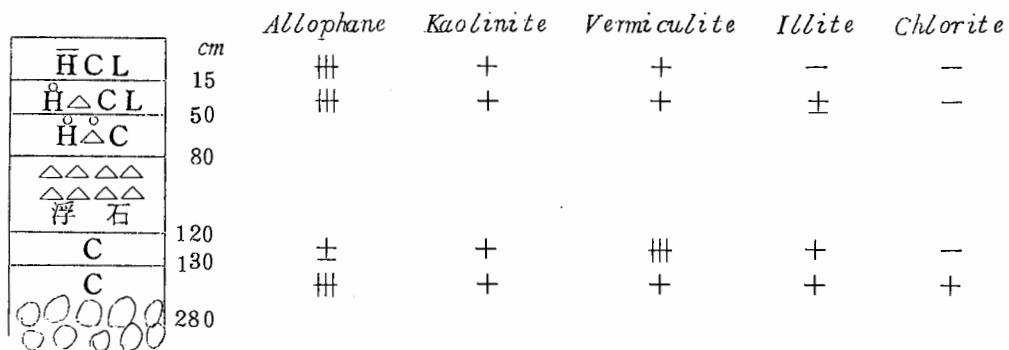
(滝沢村)

第4図 粘土鉱物の状態

岩手火山灰のA、B、C各統の層序を模式化すれば第4図のようになる。A統、B統はいずれも *Allophane* を主体とし、少量の1:1型鉱物(主として *Kaolinite*)と2:1型鉱物(主として *Montmorillonite* および *Vermiculite*)を含む。

しかしC統の第5層である浮石層以下の比較的粘土の多い層は *Allophane* が顕著に少なく *Vermiculite* が多いのが特徴的である。

これら粘土鉱物の相違は各土壌区でそれぞれ粘土含量および腐植含量との関係で特徴ある耕土を形成している。すなわちA統的性格の強い土壌は、磷酸吸収係数は顕著に高くないが、塩基吸着の主体は *Allophane* および腐植であり吸着力は弱い。これに対してC統的性格、とくにその下層土にあっては塩基吸着力が強く、これらのことはとくに水田の造成に当って大きな差となって現われている。すなわちA統的性格の強い土壌ほど漏水も溶脱も多い水田になりやすく、C統的性格の強い土壌など水持ちが良く流亡も少な目となる。



(小岩井)

第5図 粘土鉱物の状態

小岩井農場も岩手火山C統に属し、浮石層下に火山灰起源と思われる *Vermiculite* の多量に存在する層が認められる。なお、これらの *Vermiculite* はかなり *Montmorillonite* に近い形のもので  $K^+$  の固定は少ないことが知られている。

#### 4 生産力阻害要因

岩手山火山灰土壌を大きく A、B、C に分類したが、その 3 者についてそれぞれ阻害要因を比較検討する。

1) 土性は A 統から B、C と次第に細粒質になる傾向を示し、とくに A 統においては表土直下にスコリア層が出現するため、作物の根はこゝで伸長をさまたげられ、また毛細管現象も断ち切られるので養水分の供給も行なわれがたく、極端な干魃地帯になっている。このまゝの土層では水田化も不可能である。

これに対し B から C 統になると次第に細粒質になるので、干害も受けがたく、また開田も比較的行なわれやすい土壌になっている。

2) 燐酸についてみると、可給態燐酸は各土壌区共少ないが、燐酸吸収係数は土性も反映して、C 統が最も高く B、A の順に低くなっている。すなわち A 統の第一層の 1800 内外に比し、C 統の第一層は 2600 の高さを示し、これが生産力を大きく阻害する要因となっている。

3) 置換性の塩基は A、B、C 各統ともに比較的豊富であって、酸性も弱く、なかでも降灰年次の新しい A 統は石灰含量も多い。しかし加里含量は各土壌統共少なく、干害を受け易いこととも相俟って、各作物に明らかな加里欠乏症状も出易い。

4) 土壌の pH の高いことは作物の微量元素欠乏症の発生の原因となり、とくにマンガン、硼素の欠乏症がしばしば見られる。マンガン欠乏症は麦類に多く、硼素欠乏症はてん菜をはじめとする根菜類に多く見られる。これら微量元素欠乏は A、B、C 各統にわたり発生している。

5) その他主として物理的な阻害要因について見れば A、B、C 各土壌とも地形的には平坦ないしは緩傾斜地であるが、表層の粘土部分は腐植に富む軽鬆な火山灰であるから風食を受け易い。A 統は前記のように作土直下にスコリア層があり、これを深耕することにより土層の物理性を改良し得るが、下層土は燐酸吸収係数の高い土壌であるからこの点を加味した土壌改良対策が必要となる。また A 統の一部に低湿地が分布し、畑作物の湿害をまねいているところがあるが、これは岩手山からの地下水が湧水となって処々に出現しているためである。

6) 水田、畑の分布を見ると A 統には水田の面積が極めて少ないのに対し B、C 統では開田も盛んに行なわれ水田面積が多くなっている。

畑作農家では換金作物の栽培も思うにまかせぬことから一般に経営状態は芳しくなく、したがって施肥技術などに対する関心も低くなりがちで、そのことがさらに生産力を低くしているという悪循環もある。

## IV 松尾、安代周辺火山灰土壌

### 1 土壌の概要

主として二戸郡安代町（荒沢、田山）および岩手郡松尾村に分布し、強酸性の土壌で八幡平系の噴出による火山灰土壌と見られている。この地帯は七時雨山、西岳の西部に位置し、西端は奥羽背梁山脈に接し、秋田県に隣接している。積雪量が多く、寒冷なうえ、降水量も 1800~1900mm で土壌も腐植含量の多い火山灰土壌で土性は全般に中粒質ないしやゝ粗粒質で、反応は強酸性を示し、有効燐酸に

12 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

も不足している。

耕地は主として山腹傾斜地、山間溪谷地に分布しそのほとんどが傾斜(5~15°)地である。なお、この地帯の一部は三紀層土壌と火山灰土壌が入りこんでおり複雑である。

2 代表的断面特徴および理化学的性質

二戸郡安代町 細野

第13表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~10cm	L	黒 褐	頗る富む	礫なし
II	10~25	CL	暗黒褐	"	"
III	25~	L	暗黄燈	欠く	"

第14表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	腐植(%)	全炭素(%)	pH		置換酸度(Y <sub>1</sub> )	加水酸度(Y <sub>1</sub> )	置換性石灰(mg)	磷係酸吸収数
				H <sub>2</sub> O	Kcl				
I	0~10cm	14.2	8.24	5.8	4.7	4.9	31.3	86	1444
II	10~25	11.3	6.55	5.3	4.9	4.0	23.7	19	1700
III	25~	3.3	1.81	5.6	5.3	2.8	9.7	12	1862

3 粘土鉱物

		<i>Allophane</i>	<i>Halloysite</i>	<i>Montmorillonit</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>		
<table border="1"> <tr><td>HCL</td></tr> <tr><td>HCL</td></tr> </table>	HCL	HCL	cm	≡	+	-	≡	±
	HCL							
	HCL							
	10	≡	+	-	≡	+		
50	≡	+	-	+	≡			
		≡	+	-	±	≡		

(竜ヶ森)

第6図 粘土鉱物の状態

		<i>Allophane</i>	<i>Halloysite</i>	<i>Montmorillonite</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>				
<table border="1"> <tr><td>HL</td></tr> <tr><td>HL</td></tr> <tr><td>HL</td></tr> <tr><td>△△△△ △△△△</td></tr> </table>	HL	HL	HL	△△△△ △△△△	cm	≡	+	±	≡	±
	HL									
	HL									
	HL									
△△△△ △△△△										
25	≡	+	-	+	-					
70										
100										
	130									

(浄法寺)

第7図 粘土鉱物の状態

竜ヶ森、浄法寺土壌共に粘土鉱物の主体は *Allophane* であり、とくに浄法寺土壌においてはその性格が顕著であって、磷酸吸収係数も大きい。なお結晶質の粘土鉱物としては *Vermiculite*、*Halloysite*、*Illite* 等の存在もやゝ多い。県北部ではもっとも酸性の強い土壌を形成している。

#### 4 生産力阻害要因

- 1) 腐植質火山灰土壌で磷酸吸収係数は1500内外を示し、下層ほど高くなる傾向が見られ有効磷酸も少なく磷酸欠乏をおこしやすい土壌である。
- 2) 強酸性土壌の分布が広く、土壌反応の矯正が第一条件であるが、その他苦土欠症状の作物も多く見られる。下層にでてくる三紀層土壌はとくに塩基に欠乏しているため、その補給が必要である。
- 3) 地形の急峻なところが多く、しかも軽鬆な火山灰土壌であるから、風食、水食による作土の流亡も多い。
- 4) 堆厩肥の施用の年々少なくなっていることも作物の生産性を低めている原因の一つで、例えばてん菜に対する堆肥施用の効果はきわめて顕著なことが認められる。

### V 駒ヶ岳周辺火山灰土壌

#### 1 土壌の概要

本土壌は岩手郡雫石町を主体に盛岡市の西部太田附近、および松尾村の西南部に分布している酸性の火山灰土壌である。本地域は奥羽脊梁山脈の東部に位置して、北部の松尾村に接続し、基盤は新期に形成された火山にもとづく安山岩であるが、その上を火山噴出物が被覆している。火山活動は洪積期に多く見られ、多くの熔岩、集塊岩、噴出物を形成している。

火山活動の順位は次のようにいわれている。

葛根田 → 高倉 → 大白森、笹森、鳥帽子 → 大松倉、犬倉 → 岩手

これらの噴出物は、はじめは酸性の石英安山岩から次第に塩基性の橄欖岩、複輝石安山岩の方向に向っており、犬倉山噴出時には再び酸性の方向になっていて、この地帯はいわゆる駒ヶ岳火山群の噴出による酸性の火山灰土壌である。

この地区の土壌は全般に腐植にすこぶる富み、あるいは富む（二次堆積）土壌で、土性は粗粒質ないし中粒質で粒状構造が多く、磷酸の固定力大きく、土壌の塩基状態も低い方で自然肥沃度も低い。地形は緩傾斜ないしおおむね平坦である。

#### 2 代表的断面特徴および理化学的性質

岩手郡雫石町、西安庭 15

第15表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0~23cm	SiL	黒褐	富む	礫なし
II	23~50	SiL	"	"	"
III	50~	LiC	明褐	なし	"

第16表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	粗粒組成 (%)					容積重	※全炭素 (%)	※全窒素 (%)	炭素率	※腐植 (%)	pH	
			粗砂	細砂	微砂	粘土	土性						H <sub>2</sub> O	KCl
I	0~23cm	5.5	13.3	28.4	49.6	8.7	SiL	73.8	5.38	0.42	12.8	9.3	5.4	4.6
II	25~50	5.1	6.7	6.7	48.2	5.4	SiL	79.1	3.32	0.25	13.3	5.7	5.7	4.7
III	50~	4.6	5.3	5.3	32.9	26.0	LiC	97.0	0.83	0.08	10.4	1.4	5.9	4.5

層位	層厚	置換酸度 Y <sub>1</sub>	塩基容置換量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 <sup>②</sup>	磷酸吸収係数	有効態 <sup>※</sup> 磷酸 <sup>(mg)</sup>
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
I	0~23cm	2.5	18.8	51	18	21	9.7	2280	3.4
II	25~50	1.3	14.6	32	28	8	7.8	1940	—
III	50~	3.3	15.1	12	67	12	29.0	2100	—

### 3 粘土鉱物

		<i>Allophane</i>	<i>Montmorillonite</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>	<i>Halloysite</i>				
<table border="1"> <tr><td>HL</td></tr> <tr><td>HCL</td></tr> <tr><td>HCL</td></tr> <tr><td>HCL</td></tr> </table>	HL	HCL	HCL	HCL	cm	卅	士	卅	—	士
	HL									
	HCL									
	HCL									
HCL										
20	卅	士	卅	+	士					
60	卅	—	卅	+	+					
90	士	士	卅	卅	+					

(雫石町まがき野)

第8図 粘土鉱物の状態

雫石町まがき野の小丘陵地における土壌断面の粘土鉱物を調べた結果は第8図のようで、表層の黒ボク層は明らかに *Allophane* 主体であるが、下層になるに従って *Allophane* 的性格は薄くなり各種結晶質の粘土鉱物が多くなっている。2:1型粘土鉱物では *Vermiculite* が比較的多く表層から下層まで存在するのが特徴的である。当該土壌タイプに属するところで、腐植に富む層が表土となっていてところでは磷酸吸収係数は高いが酸性はそれ程高くない。しかし下層土が表土になっているような腐植の少ない地帯では酸性の強い粘性の大きい土壌となっている。

### 4 生産力阻害要因

- 1) 腐植質火山灰土壌で、磷酸の固定力が大きく有効磷酸に欠乏している。
- 2) 一部に酸性が弱く、塩基含量が多いところがあるほか、全般に強酸性で置換性石灰含量も少なく、保持力も弱いので酸性の害、また施肥管理によっては苦土、加里欠乏のおそれも十分に考えられる。
- 3) 全般に土壌が乾燥しやすく、干害をうけやすい。
- 4) 土壌が軽しうで風食、水食に弱く、とくに春期乾燥時の表土の飛散の被害は大きい。傾斜面上部での水食による作土の流亡による生育障害もしばしば見られる。

## VI 紫波、和賀郡周辺火山灰土壌

### 1 土壌の概要

本土壌は奥羽火山群その他の古い火山噴出物によって構成されている地域で、紫波郡都南村、矢巾町、紫波町、石鳥谷町、花巻市の西部をそれぞれ包括し、沢内村、湯田町にまたがる。このうち沢内村は東部を山によって囲まれ、いわゆる盆地地形を形成している。土壌は腐植にすこぶる富むないし富む壤土が多いが埴壤土地帯もある。下層には砂礫のみられるところもあり概して暗黄橙の埴壤土よりなるものが多い。

標高は 150 ~ 300 m で地形はおおむね平坦である。酸性が強く、塩基含量、有効態磷酸含量が乏し

い。また沢内村、湯田町地帯の畑は沢内盆地ならびに山間溪谷地に分布し西側は秋田県に隣接している。地形はおおむね平坦ないし緩傾斜で標高 300 ~ 450 m あり、降水量が多く湿潤による酸性腐植の堆積の影響のためか前者に比し腐植含量が多く、土性も中粒質から細粒質で、反応も前者よりも強酸性で有効磷酸はじめ各種の塩基含量が少ない。

## 2 代表的断面特徴および理化学的性質

紫波郡都南村 飯岡新田

第17表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0 ~ 23 cm	CL	黒褐	頗る富む	小円礫含む
II	23 ~ 35	CL	黒黄褐	"	
III	35 ~ 50	CL	黄茶	含む	
IV	50 ~ 90	S	黄茶	—	
V	90 ~	(G)	—	—	

第18表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	水分 (%)	容積重	容水量	pH		全炭素 (%)	全窒素 (%)	炭素率	置換容量 (me)	塩基飽和度 (%)
					H <sub>2</sub> O	Kcl					
I	0 ~ 23 cm	8.6	73	151	5.8	4.9	6.40	0.53	12.2	38.2	62.5
II	23 ~ 35	4.8	88	102	5.9	4.8	6.98	0.51	13.6	50.1	60.7
III	35 ~ 50	7.2	83	71	5.9	4.7	2.24	0.14	16.4	23.3	66.5

層位	層厚	置換性塩基 (mg)			燐係酸吸収数	窒係素吸収数	腐植 (%)
		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
I	0 ~ 23 cm	408	20	31	1728	626	11.0
II	23 ~ 35	560	36	9	1870	767	12.1
III	35 ~ 50	322	58	5	1558	588	3.7

和賀郡沢内村 貝沢

第19表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0 ~ 16 cm	CL	黒褐	頗る富む	礫なし
II	16 ~	C	暗黄橙	—	"

第20表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	腐植 (%)	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	置換性石灰 (mg)	燐係酸吸収数
			H <sub>2</sub> O	Kcl			
I	0 ~ 16 cm	16.9	4.7	3.9	24.1	18	1860
II	16 ~	2.5	4.8	4.2	9.2	—	1258

## 3 粘土鉱物

	cm	<i>Allophane</i>	<i>Montmorillonite</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>	<i>Halloysite</i>
HL	30	±	—	卅	—	+
C	70	±	—	卅	±	卅
C	90	±	—	卅	卅	卅

(沢内村貝沢野)

第9図 粘土鉱物の状態

この地帯の火山灰は岩手火山灰土壌とは異なり、噴出年代が古くその母材も酸性岩質である。岩手火山灰の粘土鉱物も噴出年代の古いものは *Allophane* が少なく、*Vermiculite* が多くなる傾向が見られるが、本地帯の火山灰は明らかに *Allophane* が少なく *Vermiculite* が多い。この *Vermiculite* は性格がかなり *Montmorillonite* に似たもので加里固定の少ない粘性の強いいわゆる良質な粘土層の主成分となっている。この火山灰は母材の影響もあり、塩基の欠乏した磷酸吸収係数の高い土壌地帯を形成している。

## 4 生産力阻害要因

- 1) 腐植質火山灰土壌で磷酸の固定力が中から大で有効磷酸にも欠乏している。
- 2) 全般に酸性が強く、とくに沢内盆地は強酸性で石灰、苦土などの塩基に欠乏しており、各種作物にその欠乏症状が認められる。
- 3) 湯田、沢内地帯では急傾斜地が多いうえに、土壌の耐水食性も弱いので水食の被害が大きい。
- 4) 下層の塩基状態も不良で自然肥沃度が低い。
- 5) 奥羽山系寄りの台地は全般に土壌が乾燥し易く、干魃の被害が多い。
- 6) 施肥の適正に欠け、とくに各要素のバランスに注意を要し微量要素欠乏も散見される。

## VII 胆沢台地周辺火山灰土壌

## 1 土壌の概要

本土壌はその大部分が焼石嶽の火山噴出物によって構成されている地域で、北から花巻市、北上市の一部、和賀町、金ヶ崎町、胆沢町、衣川村および水沢市、一関市の一部を含む広大な地域である。焼石嶽東方は、いわゆる胆沢扇状地を形成し、その台地上は畑、草地、樹園地等に利用されているが、近年開田化が進み今後の計画を包含すると約 400ha 余におよぶ予定である。北上市から花巻市にわたる土壌は、塩入の研究による黒沢尻土壌として有名である。おおむね平坦な台地をなし、腐植に富む火山灰質土壌よりなっている。

この地域は奥羽山系に源を発する豊沢川、寒沢川、尻平川、和賀川、胆沢川、白鳥川などによって形成された扇状地が主要地であり、花巻、和賀、胆沢扇状地などが大部分を占めている。これらの基盤は中新期、鮮新期、洪積期の軟弱な凝灰質砂岩または頁岩からなっている。大勢としては奥羽山麓より東方に向ってゆるく傾斜しており、奥羽山系の中央部に焼石嶽火山帯を構成する安山岩の噴出がみられ、土壌の表層は、これら火山に由来する腐植質火山灰土壌よりなっている。なお、これら扇状地が形成された時代には、火山活動も盛んであって、土層には円礫層もあることから相当水の影響を受けたものと考えられる。また、北上市飯豊附近から胆沢町にかけては下層に浮石層の出現する



ところが多い。標高は、おおむね 100～200 m である。地域中央部金ヶ崎町の西部、奥羽山麓地域には一次堆積の風積土壌が分布している。土壌はいずれも腐植に富むないしすこぶる富む砂壤土、壤土、埴壤土であり中粒質である。

これらは酸性が強く、各種塩基の欠乏、有効磷酸に不足する等、自然肥沃度も低く花巻市附近の扇状地など一部に有効土層 20～40 m の浅い地帯もある。さらにこの地域の特徴としては、銅、硼素などの欠乏症状が各種作物に発現著しいことであり、それらの施用効果も顕著である。また胆沢、和賀扇状地ではここ数年来かなりの開田造成が進み、透水不良に加え有機物の集積の多い水田ではいわゆる開田赤枯れ病の発生が著しく、生産が阻害されている。

## 2 代表的断面特徴および理化学的性質

胆沢郡胆沢町 宮沢原 49

第 21 表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0～16cm	SiCL	黒	頗る富む	礫なし
II	16～44	L	黒	"	"
III	44～	L	明褐	なし	"

第 22 表 代表的断面の分析成績

層位	層厚 (cm)	水分 (%)	粒径組成 (%)					容積重	※全炭素 (%)	※全窒素 (%)	炭素率	※腐植 (%)	pH	
			粗砂	細砂	微砂	粘土	土性						H <sub>2</sub> O	Kcl
I	0～16	9.4	4.8	28.8	45.6	20.8	SiCL	67	14.19	0.69	20.4	22.1	5.3	4.5
II	16～44	10.6	3.0	49.2	35.7	12.1	L	68	7.79	0.40	19.6	12.4	5.7	4.4
III	44～	7.0	6.4	56.4	24.2	13.0	L	105	1.51	0.22	6.7	2.4	5.0	4.5

層位	層厚 (cm)	置換酸度 Y <sub>1</sub>	置換容量 (me)	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 (%)	燐※吸収係数
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
I	0～16	15.8	34.8	103	6	19	10.6	2280
II	16～44	27.8	37.1	25	11	12	2.4	2380
III	44～	15.4	15.9	10	8	8	2.3	2060

※は乾土当り

## 3 粘土鉱物

HCL
HC
△△△△△
△△△△△

*Allophane Montmorillonite Vermiculite Illite Halloysite Chlorite*

30 cm	±	±	±	±	—
70 cm	+	±	±	±	+

(和賀町媒孫)

第 10 図 粘土鉱物の状態

18 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

		<i>Allophane</i>	<i>Montmorillonite</i>	<i>Vermiculite</i>	<i>Illite</i>	<i>Halloysite</i>	<i>Chlarite</i>
	25	±		≡	±	≡	±
	60	+		≡	+	≡	-
	110						
	170	+		≡	≡	≡	-
		+			≡	≡	

(金ヶ崎町野崎)

その2

この地帯の火山灰は焼石嶽が噴出源と考えられるが、県北部の火山灰と異なり粘土鉱物の主体が *Allophane* でないことが特徴的である。

すなわち 2 : 1 型粘土鉱物としては *Vermiculite* 1 : 1 型粘土鉱物としては *Halloysite* を含みこの両者が主要粘土鉱物を形成している。県下の一般的傾向として噴出年次の古いとみられる火山灰ほど *Vermiculite* の含量が多くなっている。

#### 4 生産力阻害要因

- 1) 腐植質火山灰土壌で燐酸の固定力が大きく有効燐酸にも欠乏している。
- 2) 強酸性で石灰飽和度が低く、作物生産の大きな阻害要因になっている。
- 3) 全般に苦土含量が少なく、各種作物に苦土欠乏症状が認められる。
- 4) 銅、硼素などの微量元素が欠乏しており、作物によってはこれがもっとも大きな制限因子となっている。微量元素欠乏は1つの要素のみでなく各種混発する場合も多い。
- 5) 下層の塩基状態も不良で、燐酸固定力の大きいことと合せて自然肥沃度が著しく低い。
- 6) 全般に土壌が乾燥しやすく過干になり易い。とくに浅耕土地帯はそのおそれが多い。
- 7) 一部表土に礫の多い地帯があり農機が使いにくかったり、根の伸長を害している。
- 8) 地形が殆んど平坦で一部 4 ~ 8° の緩傾斜地帯もあるが水食は著しく少ない。ただ表土が火山灰質で軽しようであるので、春期乾燥時の表土飛散による風食が若干認められるところもある。
- 9) 開田地では有機物の集積、透水不良などが開田赤枯病を誘発し生育を阻害している。

## VIII その他

### 1 土壌の概要

岩手県にはさらに三陸海岸北部の普代村、田野畑村、岩泉町(小本)の隆起海岸段丘上に火山灰が広く分布し、また北上山系にも散在している。いま三陸海岸北部の火山灰土壌について見ると次のようである。土壌は腐植にすこぶる富むか富む壤土および埴壤土で、ところにより下層に浮石層が出現する地帯もある。

### 2 代表的断面特徴および理化学的性質

下閉伊郡岩泉町大字小本字大牛内

第23表 代表的断面形態

層位	層厚	土性	土色	腐植	礫その他
I	0 ~ 13cm	L	黒 褐	頗る富む	礫なし
II	13 ~ 31	CL	黄 褐	含む	円礫含む
III	31 ~	CL	暗 黄 橙	なし	#

第24表 代表的断面の分析成績

層位	層厚	腐植(%)	pH		置換酸度 $y_1$	加酸水度 $Y_1$	置換性塩基 (mg)			燐係酸吸収数
			H <sub>2</sub> O	Kcl			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
I	0~13cm	13.3	5.4	4.5	4.1	57.7	44	41	15	2220
II	13~31	4.1	5.4	4.9	0.5	28.8	9	8	14	2360
III	31~	1.3	5.6	4.6	1.5	23.6	8	15	11	1700

## 3 粘土鉱物

		<i>Allophane Montmorillonite Vermiculite Illite Halloysite Chlorite</i>							
<table border="1"> <tr><td>H<sup>+</sup> CL</td></tr> <tr><td>CL</td></tr> <tr><td>C</td></tr> </table>	H <sup>+</sup> CL	CL	C	cm	卅		卅	±	+
	H <sup>+</sup> CL								
	CL								
C									
20	卅		卅	+	卅	±			
120	卅		卅	卅	+				

(普代村黒崎)

		<i>Allophane Montmorillonite Vermiculite Illite Halloysite Chlorite</i>							
<table border="1"> <tr><td>H<sup>+</sup> CL</td></tr> <tr><td>CL</td></tr> <tr><td>SL</td></tr> </table>	H <sup>+</sup> CL	CL	SL	cm	卅		卅		+
	H <sup>+</sup> CL								
	CL								
SL									
20	第2	4層も	<i>allophane</i>	が多い。					

(岩泉町大牛内)

第11図 粘土鉱物の状態

本地帯の火山灰土壌の粘土鉱物は *Allophane* が主体であるが *Vermiculite* の含量も比較的高い。燐酸吸収係数が高く塩基の欠乏した土壌が多い。

## 4 生産力障害要因

- 1) 燐酸の固定力が大きく有効燐酸に欠乏した土壌であって、この燐酸不足に由来した作物の生育不良はとくに開拓地に多く見られる。
- 2) 酸性がやゝ強く、置換性の塩基とくに石灰に欠乏している。
- 3) 土壌は表層ほど軽しようで、風水食の被害をうけやすく、海岸に面したところは偏東風(ヤマセ)の影響をうけ被害が大きい。
- 4) もともとは腐植質の火山灰土壌の堆積した地域が多いが風食により表層の腐植層が殆んど飛散し、下層土が露出した状態になっているところも多い。

## IX 火山灰土壌の分類とその特徴

岩手県の火山灰土壌はその推定される噴出源が数多く存在し、噴出源を詳細に追求することは重要でありながら今日まであまり行なわれていなかった。またその降灰範囲は広く一般沖積土壌にもかなり混入し、全県的に見ると火山灰の混入しない土壌がむしろ少ないといえる程である。

筆者は本県に広く分布する火山灰土壌を、その推定される噴出源、理化学的性質等を明らかにして分類を行なった。これらは今後の詳細な調査によって、さらに分布範囲、その性格等を明らかにしなければならないが、いまこれらの土壌別特徴とその主要な対策を一括して見ると第25表のとおりであ

る。

各々その噴出源を異にする火山灰土壌によってかなり明らかな特徴が見られる。まず酸性の程度をみると一般に盛岡市以南の県中南部に分布する火山灰土壌は焼石嶽、駒ヶ岳を主体とする奥羽火山群を噴出源とし、その噴出年代の古いことと相俟って強酸性で塩基欠乏の程度も甚だしい土壌を形成している。

このことはかつて筆者らが多年にわたって行なった開拓地、牧野等の未墾地の土壌調査結果によっても明らかなどころである。そしてその土壌は下層ほど酸性の強い傾向の見られるものも少くない。これに反して県北の火山灰土壌は概して酸性が弱く、とくに噴出年代のもっとも新しい(約300年前といわれる)岩手山火山灰土壌は塩基も比較的豊富でその反応も中性に近いことが特異である。たゞ噴出源が八幡平と推定される松尾、安代周辺の火山灰土壌のみは強酸性を呈している。

このようにその反応は噴出源を異にする火山灰土壌によってかなり異なっている。土壌改良的にも酸性の強いものほどその問題点が多い。さらに微量元素欠乏の関連性を見ても噴出源、反応との関係が見られ、苦土欠乏は強酸性のものに多く、銅の欠乏は強酸性の胆沢台地周辺火山灰土壌に最も甚だしいが、弱酸性の二戸、九戸高原火山灰土壌にも見られる。硼素の欠乏は各土壌に見られるがマンガン欠乏はその反応と深い関係を有し、岩手山中性火山灰土壌に多い。

さらに粘土鉱物の関係を見ると県中部以北の火山灰土壌は非晶質の *Allophane* が主要な粘土鉱物となっているのに対して県南の火山灰土壌は *Allophane* が少なく、結晶質粘土鉱物の *Vermiculite* が多くの土壌で主体をなし、*Halloysite* も少量であるが普通的に含まれる。

このように見ると噴出源を異にする火山灰土壌によって各々その性格を異にし、反応、塩基欠乏の程度、微量元素の欠乏、あるいは粘土鉱物等々細かくは種々の点において明らかにその差異が見られる。

いずれも有効リン酸に乏しくリン酸吸収係数が大きいことは共通であるがその程度は土壌によって差異が見られることは前述のとおりである。火山灰土壌は一般に輕鬆で畑地における地形傾斜の関連で土壌侵食が大きい。

第25表 火山灰土壌の分類，土壌別特徴

事項 区分	土 壤 名	推定噴出源	主 な 地 形	土 壤 分 類	微量要素 特殊成分 の欠乏	重 点 対 策	包括される市町村名	備 考
土壌が弱酸性あるいは中性で、その粘土鉱物がAllophaneを主体とするもの	二戸，九戸高原 火山灰土壌	十和田 八甲田山	高 原 地	層位 I IIa 23222 II IIa 33222 第三層は浮石層 III IIa 33221	Mg Cu	風食防止 銅，苦土欠乏対策	安代町（一部） 軽米町 浄法寺町 一戸町（北部） 金田一村 種市町 九戸 村 福岡町 大野村 久 慈市	1) 磷酸多用，有機物施用は共通対策として全土壌に必要 2) 土壌分類は開拓地土壌分類基準によった。
	西岳，七時雨山 周辺 火山灰土壌	西 岳 七時雨山	山 地 丘 陵 地 (急傾斜)	I IIa 23222 II IIa 33311 III IIa 33311	少	水食防止	一戸町 西根町（一部） 安代町（東部） 浄法寺町（南部） 岩手町（一部）	
	岩手山麓周辺 火山灰土壌	岩 手 山	台 地 裾 野	A 統 B 統 C 統 I IIa 24321 IIa 23221 IIa 23321 II IIa 34312 IIa 24221 IIa 24221 III IIa 34313 IIa 24321 IIa 34221	Mn B	混層耕 マンガン，カリ欠乏対策	盛岡市 玉山村 滝沢村 岩手町 雫石町（東部） 西根町	
土壌が強酸性でその粘土鉱物がAllophane Vermiculiteを主体とするもの	松尾，安代周辺 火山灰土壌	平 幡 平	山 地 丘 陵 地 (急傾斜)	I IIa 22212 II IIa 22211 III IIa 33211	少	水食防止 酸性改良	松尾村 安代町	
	駒ヶ岳周辺 火山灰土壌	駒 ヶ 岳	山 地 台 地	I IIa 22211 II IIa 32211 III IIa 32111	B	酸性改良 硼素欠乏対策	雫石町 盛岡市（太田） 松尾村（西南部）	
土壌が強酸性でその粘土鉱物がVermiculiteを主体とするもの	紫波，和賀周辺 火山灰土壌	奥 羽 火 山 群	台 地 山 地	I IIa 22111 II IIa 22111 III IIa 32112	Mg Zn	酸性改良 苦土，亜鉛欠乏対策	都南村（西部） 沢内村 矢巾町（＼） 湯田町 紫波町（＼） 石鳥谷町（＼） 花巻市（＼）	
	胆沢台地周辺 火山灰土壌	焼 石 獄	台 地 丘 陵 地 (扇状地)	I IIa 12211 II IIa 22211 第三層は浮石層 III IIa 32211	Cu Mg Zn	酸性改良 銅，亜鉛，苦土欠乏対策	花巻市（一部） 胆沢町 北上市（＼） 衣川村 和賀町 水沢市 金ヶ崎町 一関市（一部）	

第26表 開拓地土壌分類基準

大分類		第1次分類	第2次分類	第3次分類	第4次分類	第5次分類	第6次分類	
							土層の配列	乾湿
I 非火山性土	a 非火山灰土壌	1 腐植土 (黒色) 2 腐植質土 (暗褐色) 3 鈳質土 (褐色)	酸性の程度 1 極酸性 2 強酸性 3 弱酸性	土性 1 埴質 2 壤質 3 砂質	塩基欠乏の程度 1 塩基欠乏 2 非塩基欠乏	磷酸吸収係数 1 大 2 中 3 小		乾 普通 湿
	b 火山灰土壌	1 黒灰色 2 暗灰色 3 雑色	4 中性					
II 火山性土	b 火山性砂礫土	1 黒灰色 2 暗灰色 3 雑色						
	c 浮石土	1 黒灰色 2 黄灰色						
		腐植含量% 腐植土 20%内外以上 腐植質土 10%内外以上 鈳質土 5%内外以下	pH(KCL)の範囲 極酸性 3.9以下 強酸性 4.0~4.9 弱酸性 5.0~5.9 中性 6.0以上 Y <sub>1</sub> の範囲 極酸性 3.0~15.1 強酸性 15.0~6.1 弱酸性 6.0~3.1 中性 3.0~	粘土含量 C 50%以上 CL 37.5~49.9% L 25.0~37.4% SL 12.5~24.9% S 12.4%以内	塩基置換容量は腐植および粘土含量によって著しく異なるものであるからそれを考慮して判定する。一般に置換性石灰 125 mg/100 g を基準にして大別する。	磷酸吸収係数 大 75% 2100内外 中 50% 1400内外 小 25% 700内外 特別なときは極大極小を設ける。	乾：干魃頻発地 (常習干魃地) 湿：常時またはある期間、地表面より60cm以内が過湿のところ	

備考 1. 分類は原則として未耕土について行なう。  
2. 母材の地質及び地形を記載すること。  
(註) 開拓地土壌の特性とその生産性(横井時次)より

## 第2章 微量元素欠乏(特殊成分)とその対策

岩手県内の畑地には種々の微量元素欠乏が見られるがその主なものは銅、マンガン、硼素、苦土、亜鉛等でモリブデンの欠乏も見られる。これらの要素欠乏は単一要素の欠乏の場合もあるが、他の要素と相関連して混発出現するものが多い。最近本県の畑作物は微量元素の欠乏によってその生育収量が大きく影響されている例も多く見られ、たとえば陸稲ではその作付面積が激増しているが奥羽山麓等の主要畑作地帯で、苦土欠乏のためにはなはだしい生育不良をきたしている。また麦類におけるマンガン欠乏、そ菜の硼素欠乏等、見のがすことができない。これらは近年微量元素の補給源としての

重要な堆厩肥、自給肥料の施用量の減少、さらに適切な施肥管理等を欠く結果によるものと考えられる。

これら多くの微量元素欠乏は主として火山灰土壌に多く見られ、しかもその欠乏の程度は噴出源を異にした火山灰土壌によって異ることが見られる。例えば銅欠乏は十和田八甲田山系の火山灰土壌と、焼石嶽火山灰土壌に主として発現し、マンガン欠乏はその反応の関係もあって岩手山中性火山灰土壌に見られ、苦土欠乏は広く各種の火山灰土壌に見られるという状態である。マンガン欠乏はこのほかに非火山灰土壌の三陸海岸、宮古市周辺から陸前高田市にわたる広地域に発生し、これらについては昭和29年から調査研究を行なっている。

こゝでは岩手県に発生したこれら微量元素欠乏について、主として欠乏土壌の性状、分布、ならびに欠乏症状、改良対策等について述べる。

## [ 銅

わが国における銅についての研究は古くから行なわれているが、その多くは銅鉍害にもとづくもので、微量元素としての銅についての研究は少なく、また銅欠乏土壌についての報告は極めて少ない。

しかし、欧州ではヒースの繁茂しているような荒地の開拓地において銅欠乏に由来する病気にエンバクや他の穀類がかかるといわれ、病気の植物では葉の先端が萎黄病になり、穀類では種子ができなくなる。この病気は開墾地病あるいは先端黄化 (*yellow tip*) として知られ、初めは泥炭の成分の毒作用のためとされていたが、オランダの *Sjollerna* (1933) によって土壌に硫酸銅を施用し、治ることが確認された。その後 *piper* (1942) によって銅欠乏の結果かかる病気になることが確認された。

わが国においては、徳岡<sup>13)</sup>らが小麦の生育に対する銅の影響について植木鉢を用い、土耕試験を行なった結果、20ppm までの添加が小麦の収量を増加せしめたことを認めた。

また、藤原<sup>14)</sup>らは宮城県鳴子町の草地の土壌を用いて、三要素の他に苦土、苦土+銅を添加し、大麦の栽培を行なったところ、銅添加区は無施用に対し、穂重が約3.5倍になった。このことについては藤原は銅無添加区に銅欠乏の症状は肉眼的に認められなかったが、銅が潜在的に不足していたものと解し、このような銅欠乏土壌の存在を示唆している。さらに、藤原は東北各地でしばしば観察される不稔について微量元素欠除の水耕栽培の大麦と比較して銅の欠乏であることを確認した。

森田<sup>15)</sup>は、黒土に対して銅の施用試験を実施し、明らかにその欠乏を認め得る訳ではないが、しかし潜在的に若干の欠乏状態で、その補給により増収を期待することが可能であり、わが国の酸性の黒土には、このような土壌が多く、銅あるいはこれ以外の微量元素の施用によりある程度の増収を収め得るのではないかとしている。

安尾、渡辺<sup>16)</sup>らは銅の鉍害と作物の萎黄症状について研究し、銅鉍害は鉍害地のみでなく、果樹園、電話電線下等にもその障害が見られるとしているが、岩手県胆沢郡の畑作地帯においてはこれとは逆に電話電線下の麦類の生育が極めて良好なことが認められた。

### 1 岩手県における銅欠乏研究の端緒

岩手県の南部、胆沢郡胆沢町、若柳に於て、火山灰土壌に対する対策試験を小麦を供用して実施したところ、原因不明の不稔にかかり、殆んど収穫皆無のような状態であった。当初立枯病ではないかと考え、昭和31年には試験地を移し実施したが、再び同様な結果になった。昭和32年再度、若柳中学校の実習圃場内に試験地を設け、同様な試験に着手し、立枯病防除の目的をもって、ブラシロールを散布したが、またも前試験地同様の結果になった。しかし、このとき試験地の一部電話電線下のみは生育良好で、しかも稔実もよいことを発見するにいたった。

24 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

そこで、このような現象がこの地方に広く見られるか詳細に調査したところ、電話電線下はいずれも生育良好であることが見られた。

はじめ電話電線につもる雪の影響で雪腐れにでもかかる率が少ないかなどと考えたが、そのうちに電線から何か溶けてくる物質による影響はないかとの考えが浮び、水沢の電話局に連絡し電線が何で出来ているものかと問合せたところ銅であるとの返事でそれでは銅が雨水により溶けてかかった部分が生育が良いのではないかと考えた。

そこで、このことを究明するために、電話電線下の土壌と不稔を起した土壌を採取し分析を行なった。

第27表 分 析 結 果

土 壤	pH		置換酸 度 Y <sub>1</sub>	置換性 石 灰 (%)	磷酸吸 収係数	1:10 Hcl可 溶Cu (ppm)	Total Cu (ppm)	腐 植 (%)
	H <sub>2</sub> O	Kcl						
被害地土壌	5.55	4.80	2.17	0.22	1700	8.30	43.5	10.23
電話電線下 土 壤	5.20	4.60	5.83	0.13	1850	13.30	59.5	10.96

註 CuはCarbamate法による比色定量

この結果よりみると明らかに電話電線下の土壌はCu含量が高く、また酸度も高くなっている。このことから一応、銅の不足により不稔が発生するのではないかと考え、確認の目的を以て不稔を起した土壌を採取し、次の方法によって鉢試験を実施した。

5万分の1 ワグネルポット

供用作物 小麦ナンブコムギ

昭和33年10月、第28表に見られるような内容を以て、試験を実施した。

銅の添加量については1PPmから15PPmまで5PPmの巾で添加し、また不稔には、かなり硼素が関係するものと考え、硼素を添加する区を設けた。

鉄カル、珪カルについては、石灰の関係から銅の不可給化を惹起すると考えたが、一応参考のため設けた。

その結果、越冬前後には処理間の差は余り明瞭に見られないが、出穂直前項より肉眼でも判別できるような生育差が付き、しかも銅欠乏の症状が無添加区に見られてきた。

銅添加においては、いずれも生育が良好で銅施用の効果が顕著であった。硼素については当初考えたようにはならないで、生育はよくなかったが、無添加区に見られたような銅の欠乏症は発現しなかった。以上の収量結果は第29表の通りである。

第28表 試 験 設 計 (g/鉢)

区	名	硫 酸 銅	硼 酸	鉄 カ ル	珪 カ ル	備 考
1	無 添 加	—	—	—	—	N=0.5g/鉢(硫安)
2	Cu 1ppm	0.015	—	—	—	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =1.0g/鉢(過石)
3	" 5 "	0.074	—	—	—	K <sub>2</sub> O=0.5g/鉢(塩加)
4	" 10 "	0.147	—	—	—	三要素は各区に上記量を加用
5	" 15 "	0.221	—	—	—	
6	B 1 "	—	0.0214	—	—	
7	" 3 "	—	0.0643	—	—	
8	Cu 10ppm+B3ppm	0.147	—	—	—	
9	鉄 カ ル	—	—	3.75	—	
10	珪 カ ル	—	—	—	3.75	



すなわち、銅を添加した区は極めて良好で銅の添加効果の著しかったことが知られる。銅の添加濃度については、量の増加に従って良好な結果となり、どの程度の添加量により負の結果が出るのか把握することができなかつた。硼素の施用は外見には殆んど正常なるものと変りはなかつたが、穂は稔実せず、また、珪カル、鉄カルは生育収量とも悪かつた。

第29表 収 量 (g/鉢)

区	名	全 重	稈 重	穂 重	完全粒重
1	無 添 加	18.5	14.6	3.9	0.28
2	Cu 1 Ppm	26.0	12.2	13.8	9.64
3	" 5 "	30.8	14.2	16.6	12.41
4	" 10 "	30.0	13.0	17.0	13.10
5	" 15 "	32.3	14.8	17.5	13.35
6	B 1 "	19.5	13.9	5.7	1.48
7	" 3 "	19.0	13.9	5.2	0.82
8	Cu 10 Ppm + B 3 Ppm	28.5	13.9	14.7	10.40
9	鉄 カ ル	8.6	6.8	1.8	0.06
10	珪 カ ル	10.1	6.8	3.5	1.03

このような試験結果から本土壤は明らかに銅欠乏土壌であることが判明した。

## 2 銅欠乏症状の特徴

作物の欠乏症状は、主として大麦、小麦について確認しているが、他の作物については施用効果は充分認められるとしても、症状は確認するに至っていない。大小麦は概ね同様の症状で越冬前並びに越冬直後においては、正常なるものとあまり変りなく、伸長期に入って徐々に草丈の伸びが遅れ出穂期が近づくにつれ上部葉、ことに止葉に異常が目立ってくる。すなわち葉がまおれ丁度こより状となって葉の先端が黄白色に枯れてくる。穂は大抵の場合出るが、穂軸が完全に伸びきらず、止葉のすぐ上に穂がつくような状態となったり、穂が葉鞘に半分つつまれたような、いわゆる出すくみ状態となる。

しかも、これらの穂は殆んど結実しない。欠乏が極度に進むと畑全面このような状態を呈し収穫皆無の状態になることも珍らしくない。当初胆沢郡胆沢町において、電話電線下の土壌と欠乏地に生育した麦を初めて見たときは、まことに驚異的であった。その生育の外観的、様相は細かい点を除いて無肥料と完全区のように目立つものであった。

## 3 銅欠乏土壌の性状ならびに分布

岩手県内に分布する銅欠乏土壌は大部分黒色土壌で腐植に富む壤土～砂壤土の火山灰土壌である。県内における代表的銅欠乏土壌の分析結果を示せば第30表の通りである。

第30表 銅欠乏土壌の銅含量

採 集 地	pH		置換酸 度 Y <sub>1</sub>	腐 植 (%)	磷酸吸 収係数	塩基置 換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			Total CuO (PPm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
九戸郡軽米町	5.50	4.99	1.1	8.42	1,440	44.6	177	40	18	26.3
花巻市笹間	6.23	5.04	1.7	18.46	2,019	27.7	365	10	16	55.0
和賀郡和賀町	5.62	4.17	10.8	10.65	1,801	25.0	108	15	37	58.0
胆沢郡金ヶ崎町	5.51	4.38	10.0	8.21	2,019	29.6	176	18	37	60.0
" 胆沢町	5.72	4.35	5.4	13.19	1,610	23.7	97	16	7	50.0

銅の定量はCarbamate法による比色定量でTotalはピロ硫酸加里を加え熔融を行なった。

Total Cu 含量は25～60PPmの範囲であつて志波氏<sup>7)</sup>の上田市近傍の各種土壌の銅含量に比較して極めて少ない。従つて岩手県における銅欠乏は土壌中の銅含量の少ないことに大きな原因があるものと考えられる。

26 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

昭和34年からその分布調査を逐次実施中であるが、今のところ最初に発見した胆沢郡胆沢町（若柳）を中心にして北は花巻市附近から一関市にいたる奥羽山系よりの焼石嶽火山灰土壌と北辺の青森県境に近い九戸郡軽米町を中心とする十和田、八甲田山火山灰土壌地帯である。

また銅欠乏の発生した現地において麦類の被害程度との関連から土壌ならびに作物体を採取して分析を行なった。これによると1:10HCl可溶の銅、全銅ともに銅欠乏発現土壌ほど含量が少ない。作物体の各種成分について分析を行なった結果を見ると、銅含量と他成分相互の関連については不明で、全般的には銅欠乏症状のはなはだしいものほど銅含量は少なく、逆にN、SiO<sub>2</sub>含量が高い傾向である。

銅が欠乏すると植物の生育はわるくなるが蛋白質含量の対乾物%は上昇の傾向があるというLucas-Robert. Eの報告があるがN含量が高いのはこれと同様の傾向を示していると思われる。

胆沢台地周辺火山灰土壌  
(胆沢町周辺)

第31表 土 壤 分 析 成 績

地点 番号	被害 程度	pH		置換 酸度 Y <sub>1</sub>	置換性 石 灰 mg/100g	腐 植 %	磷 酸 吸 收 係 数	0.05N Kcl可 溶CuO PPm	1:10HCl可溶		Total CuO PPm
		H <sub>2</sub> O	Kcl						Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CuO PPm	
1	正常 甚	5.2	4.6	5.8	130	11.0	2068	0.96	2.36	16.65	74.5
		5.6	4.8	2.2	220	10.2	2008	0.52	2.95	10.39	54.5
2	"	5.4	5.3	0.6	260	11.0	1602	0.25	3.14	12.96	60.1
3	"	5.5	4.8	3.6	120	13.0	1846	0.34	2.70	6.39	61.3
4	"	5.1	4.5	10.0	90	16.0	2249	0.09	2.78	13.95	66.4
		5.3	4.7	6.1	70	13.4	1886	0.20	3.96	8.64	41.3
5	正常 軽微	5.6	4.8	2.1	260	10.7	1906	0.36	4.30	15.27	—
		5.1	4.4	9.8	120	10.0	2090	0.10	4.42	14.40	—

第32表 作物体分析成績

(風乾物中%)

地点 番号	被害 程度	部位	縮灰分	SiO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO ppm
1	正常 甚	茎葉	5.91	3.15	0.65	0.22	1.60	0.37	0.12	0.063	0.017	7.67
		"	8.36	3.75	1.69	0.41	2.50	0.39	0.27	—	0.018	4.86
2	"	"	12.25	3.55	—	0.46	4.60	0.63	0.34	0.077	0.005	5.63
		"	8.93	2.33	—	0.45	3.40	0.53	0.26	0.079	0.005	6.05
4	"	"	6.77	1.69	—	0.44	2.60	0.59	0.22	0.060	0.016	4.01
		"	9.29	2.03	—	0.53	4.20	0.62	0.16	0.047	0.013	6.89
5	正常 軽微	"	9.07	1.08	—	0.56	4.90	0.69	0.24	0.046	0.010	6.64
		"	9.07	1.08	—	0.56	4.90	0.69	0.24	0.046	0.010	6.64

註) 地点番号1は6月16日 その他は5月11日採取(小麦)

胆沢台地周辺火山灰土壌  
(金ヶ崎町から花巻市周辺)

第33表 土 壤 分 析 成 績

地点 番号	被害 程度	pH		腐 植 %	磷酸吸 収係数	置換性塩基mg/100g			置 換 容 量 me	1:10HCl 可溶CuO ppm	Total CuO ppm
		H <sub>2</sub> O	KCl			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
1	中	4.9	4.3	10.9	1800	42	4	29	24.0	7.0	67.6
2	正常	5.9	4.7	7.4	1360	253	28	22	21.2	12.0	65.1

3	中	7.3	6.1	10.9	1640	643	23	22	15.6	5.8	40.1
4	"	7.2	6.0	7.9	1480	610	6	20	24.0	7.8	67.6
5	"	4.7	4.2	12.9	1720	107	30	42	25.6	7.3	43.8
6	正常	6.3	5.0	11.7	1720	292	28	35	24.0	10.8	62.6
7	軽微	5.1	4.4	13.2	1720	135	24	48	24.4	8.3	47.6
8	中	5.7	4.5	15.3	1680	121	5	30	19.6	16.8	60.1
9	甚	5.3	4.5	18.4	1560	191	87	27	21.2	7.5	37.6

第34表 作物体分析成績 (風乾物中%)

地点 番号	被害 程度	SiO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CuO ppm
1	中	0.60	2.58	0.41	2.22	0.39	0.12	0.080	78	3.80
2	正常	1.37	1.56	0.37	2.06	0.45	0.18	0.092	73	4.66
3	中	1.43	1.41	0.40	2.50	0.28	0.13	0.081	34	4.85
4	"	1.30	0.95	0.23	1.95	0.25	0.15	0.075	47	4.79
5	"	1.37	3.56	0.56	3.14	0.58	0.18	0.116	161	4.29
6	正常	1.12	1.65	0.36	2.32	0.35	0.14	0.081	56	7.17
7	軽微	0.83	2.09	0.44	3.20	0.40	0.18	0.067	148	6.32
8	中	1.23	1.81	0.32	2.77	0.36	0.18	0.080	151	5.53
9	甚	1.28	2.37	0.57	3.04	0.77	0.19	0.070	122	4.37

二戸、九戸高原火山灰土壌  
(軽米町周辺)

第35表 土 壤 分 析 成 績

地点 番号	被害 程度	pH		置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	腐 植 % 收係数	磷酸吸 收係数	塩基置 換容量 me	置換性塩基 <sup>mg</sup> /100g			1:10HCl 可溶CuO ppm	Total CuO ppm
		H <sub>2</sub> O	Kc l					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
1	軽微	5.7	5.0	3.8	11.2	1160	51.2	299	32	30	17.0	53
	中	5.8	5.1	4.5	11.0	1160	57.0	299	50	30	14.4	32
2	軽微	5.5	4.9	6.0	12.5	1070	50.5	283	24	32	21.6	46
	中	5.4	4.8	11.1	13.3	740	53.8	260	44	45	22.8	53
3	軽微	5.6	5.1	4.5	3.8	796	36.8	194	38	23	13.6	41
	中	6.1	5.1	4.7	7.4	980	55.7	199	23	26	13.0	42
4	軽微	5.8	4.9	5.1	16.2	1180	60.9	427	28	26	17.0	64
	中	5.6	4.8	5.9	12.9	1090	58.3	371	16	26	14.4	46
5	軽微	5.8	5.2	3.2	8.3	920	43.4	260	36	19	15.8	52
	中	5.3	5.0	6.7	9.7	820	44.0	377	32	34	16.4	50
	甚	5.2	4.9	5.1	18.0	1098	60.5	352	22	20	11.6	44
6	軽微	6.1	5.2	4.5	7.2	1060	42.1	277	32	20	17.4	48
	中	6.1	5.3	5.9	5.9	1100	44.7	355	36	44	15.2	43
7	軽微	5.7	5.1	6.7	8.7	820	42.7	222	28	31	10.8	43

第36表 作物体分析成績 (風乾物中%)

地点 番号	被害 程度	SiO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CuO ppm
1	軽微	5.00	1.58	0.42	1.32	0.43	0.17	0.069	96	4.04
	中	5.78	2.01	0.56	1.48	0.40	0.24	0.099	82	3.44
2	軽微	4.87	1.93	0.40	1.65	0.36	0.20	0.062	95	4.51
	中	6.59	2.00	0.36	1.57	0.46	0.21	0.068	84	4.09

3	軽微	3.86	2.24	0.58	2.14	0.50	0.17	0.091	119	9.85
	中	6.47	2.87	0.64	2.20	0.50	0.16	0.068	110	3.89
4	軽微	3.31	1.80	0.53	2.02	0.52	0.22	0.047	94	5.40
	中	6.26	2.14	0.58	2.07	0.62	0.22	0.090	97	4.70
5	軽微	6.49	2.48	0.61	2.35	0.69	0.22	1.091	108	5.48
	中	6.97	2.88	0.65	2.40	0.63	0.17	0.072	108	5.00
	甚	6.47	2.40	0.44	2.06	0.72	0.28	0.143	97	3.73
6	軽微	8.36	1.63	0.37	1.44	0.48	0.16	0.060	60	7.29
	中	6.95	1.92	0.47	1.92	0.50	0.18	0.067	72	5.71
7	軽微	3.89	1.95	0.37	1.69	0.35	0.18	0.052	83	5.45

#### 4 銅欠乏土壌の改良対策

##### 1) 銅の土壌施用ならびに施用量

銅欠乏土壌に対する改良対策として、銅を施用することが最も適切かつ有効であるが、その施用量については、不明なので、その施用効果の確認と施用適量を把握する目的で試験を実施した。土壌は胆沢川により発達した河岸段丘上の黒ボク土壌である。

第37表 試験地土壌の化学性

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	磷酸吸 収係数	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			N/5HCl可溶 (mg/100g)		Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
I	5.7	4.3	5.4	13.2	1.619	23.7	97.0	16.0	7.0	3.50	36.3	55
II	5.4	4.6	8.0	8.1	1.676	19.1	79.0	21.0	20.0	0.44	11.3	58
III	5.7	4.6	8.8	0.8	1.448	11.5	72.0	18.0	10.0	0.95	79.5	50

第38表 銅施用量試験

昭 34)

事項 区名	欠乏程度	生			育			収量		
		草丈 12月1日 cm	草丈 3 17 cm	草丈 5 2 cm	7月8日			全重 Kg	子実重 Kg	同左 比率 %
					稈長 cm	穂長 cm	穂数 本			
1 無処理	卍	22.3	18.5	43.2	69.1	8.6	3.1	331.0	6.9	3.4
2 硫酸銅 2Kg	+	23.1	18.3	48.4	83.8	9.0	3.0	847.5	202.8	100.0
3 " 4Kg	○	23.1	18.8	51.2	87.0	9.3	3.3	864.0	250.8	123.7
4 " 6Kg	○	21.0	17.6	46.9	83.7	9.0	3.1	849.0	240.3	118.5
5 " 8Kg	○	22.0	16.4	46.1	82.9	8.9	3.6	787.5	226.8	111.8
6 P倍硫酸銅 4Kg	○	23.8	17.7	50.6	87.0	9.1	3.3	1101.0	295.8	145.9
7 銅 鋳 滓	卍	25.2	19.8	52.1	79.6	8.8	3.1	694.5	104.6	51.6

胆沢台地周辺黒ボク土壌(5本松)

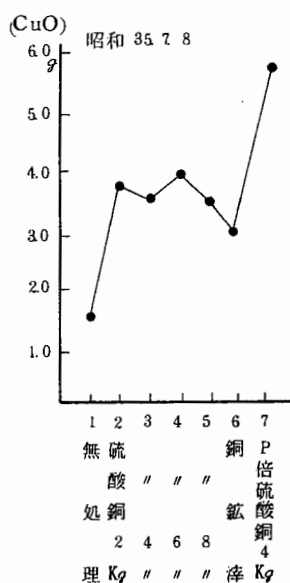
- 備考 (1) 供試作物 小麦(ナンブコムギ) (2) 1区 10 m<sup>2</sup> 2連  
 (3) 施肥量 N (硫安) 9.5 Kg (4) 銅 鋳 滓 112.5 Kg  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (過石) 12.0 (5) 播 種 9月26日  
 K<sub>2</sub>O (塩加) 8.0

試験結果によれば、銅の施用効果は顕著であった。銅欠乏の症状は越冬前ならびに直後において全くみられないが、種孕初期頃から発現し始めことに無処理、銅鋳滓において著しく発現した。銅の施用量間にも若干生育差が見られ、生育収量ともに硫酸銅 4Kg区が優った。また火山灰土壌であるため、磷酸増量の効果も著しく銅との併用において著しかったがこのことは他の銅欠乏試験地においても同

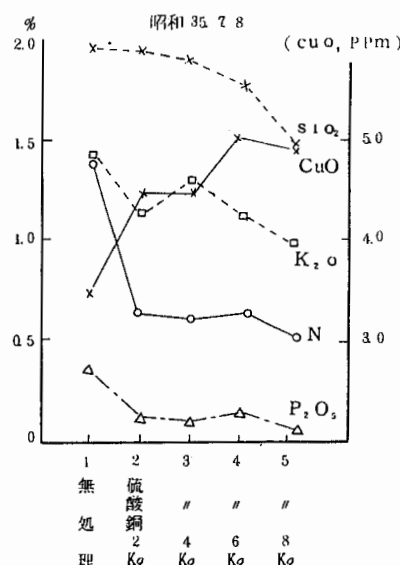
様であった。銅鉍率はそれ自体の銅含有量が少なく、多量に施すことにより、その効果は認められる。

銅の吸収量と施用量との間には明瞭なる相関はみられないが、施用した区は何れも銅の吸収量は増大し、ことに燐酸増量区においてその生育順調なことと相俟って吸収量の増加が著しい。無処理ならびに銅鉍洋区は著しく吸収量が少ない。また銅の施用量による茎葉中の各要素の成分含量をみれば、第13図の如く  $\text{SiO}_2 \cdot \text{N} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{O}$  等何れも施用量の増加に伴い、含有率の低下がみられ、とくにNについては無処理が異常に濃度が高く、その低下率も大きい。逆に銅については、その施用量の増加に従い含有量の増加がみられた。

以上の結果より施用量の適量は、ほぼ4 Kgと推定でき、それ以上の施用量はむしろ過剰となり、減収の傾向を示した。



第12図 処理による銅の吸収量 (茎葉)



第13図 銅施用量と各要素含有率 (茎葉)

2) 銅の持続効果

銅の土壤施用の場合、1作毎に銅を施用しなければならないか、あるいは1年1回の施用で充分か、また1回の施用により何作、何年その効果が持続するかを判定する目的で、前記施用量試験を麦作のみ3ヶ年間継続残効試験を実施した。麦作のみ行なっては厳密な意味の持続効果の判定にはならないが、持続性を早急に或程度判定する目的で、試験を実施した。

土壤条件は前記同様であり、銅のみは残効とし三要素は毎作同量施用した。

第39表 残効1年目調査成績

(昭 35)

区 名	生 育							収 量 (10a)		
	1 2月15日		3 29		6 27			全 重 (Kg)	子実重 (Kg)	同 左 比率 (%)
	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本)			
1 無処理	14.8	165.0	11.5	163.0	54.1	7.4	25.8	126.0	49.5	53.2
2 硫酸銅 2 Kg	14.5	176.5	12.0	182.0	63.2	7.8	66.0	264.0	93.0	100.0
3 " 4 Kg	15.6	170.0	13.9	189.3	72.3	8.1	78.5	459.0	187.5	201.7
4 " 6 Kg	14.5	136.0	12.3	172.8	62.1	7.7	66.8	354.0	130.5	140.3
5 " 8 Kg	15.3	166.5	10.6	165.3	63.9	7.5	66.0	366.0	150.0	161.3

第40表 残効2年目調査成績(昭36)

区名	生			育			収量(10a)		
	11月17日		5.15	6.26			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	16.3	129.0	41.4	—	—	—	—	—	—
2 硫酸銅 2 Kg	15.6	113.3	45.2	60.3	8.8	71.8	165.0	42.0	100.0
3 " 4 Kg	16.5	94.8	59.8	77.6	9.1	86.3	408.0	156.0	371.4
4 " 6 Kg	13.9	134.0	46.7	63.9	8.5	69.3	402.0	156.0	371.4
5 " 8 Kg	15.6	150.3	57.0	66.7	8.6	81.5	235.5	67.5	160.7

第41表 残効3年目調査成績(昭37)

区名	生		育			収量(10a)		
	11月30日	5.21	7.4			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	15.7	32.4	—	—	—	—	—	—
2 硫酸銅 2 Kg	14.5	49.4	59.5	8.0	50.5	147.8	37.5	100.0
3 " 4 Kg	17.0	67.2	75.5	8.9	80.0	458.3	186.8	498.1
4 " 6 Kg	14.8	50.2	66.8	8.5	69.5	245.3	99.8	266.1
5 " 8 Kg	15.4	52.8	66.5	8.0	64.5	304.5	126.8	338.1

3ヶ年間の試験の結果3ヶ年ともに硫酸銅4Kg施用区が最も優り残効の高いことも判明した。2Kg施用区では残効1年目にすでに銅欠乏症状がかなり発現し、3年目においては区全部が欠乏症状を示した。4Kg以上の施用では3年目に至るも欠乏症状の発現はみられないが、6Kg以上ではむしろ過剰のためか3年目に至るも4Kg施用区以上の生育収量を示すには至らなかった。

以上の結果より麦作3年目でも適量の施用であれば持続効果の高いことが確認できた。

### 3) 銅の施用時期ならびに施用方法

銅欠乏土壌に対して、銅の施用が最も有効かつ適切であるが、その施用時期は従来基肥と同時に施用する方法により試験を行なって来た。しかし、その施用時期の有効な範囲を把握すると同時に、基肥と同様に条施または耕起前全面撒布混和後、作条、施肥、播種を行なう両者の比較を行なうことが必要と考え、下記により試験を実施した。試験は花巻市笹間町、土壌は胆沢台地周辺の火山灰土壌に属し腐植に頗る富む黒色の壤土でその化学性は第42表のとおりである。

第42表 試験地土壌の化学性(昭36)

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	磷酸吸 収係数	塩基置 換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			N/5Hcl可溶 (mg/100g)		Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
I	6.2	5.0	1.7	18.5	2.016	27.7	265.0	10.0	16.4	0.88	16.3	55
II	5.9	4.9	2.8	2.1	2.329	11.2	72.0	11.0	16.0	0.69	40.0	60

第 43 表 銅の施用時期並びに施用法試験

(花巻市笹間町 昭 36)

区 名	生 育				收 量 (10a)			全 重 (Kg)	子実重 (Kg)	同 左 比 率 (%)
	1 2月7日		4. 4		6 29					
	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本)			
1 無 処 理	19.3	254.5	10.4	173.5	41.3	5.5	37.0	63.8	0.8	0.9
2 硫 酸 銅 条 施	16.7	200.5	11.9	176.3	73.0	7.9	70.0	391.5	84.0	100.0
3 硫 酸 銅 施 用 A	17.8	297.5	10.3	160.0	58.3	7.5	58.0	286.5	33.0	39.3
4 " B	17.9	205.3	9.8	162.0	44.7	6.6	47.0	126.0	13.5	16.1
5 " C	18.7	188.5	9.9	165.5	36.8	5.6	36.5	73.5	1.1	1.3
6 硫 酸 銅 全 面 撒 布	19.6	210.5	12.1	241.0	75.3	7.8	85.3	468.0	87.0	103.6

備考 (1) 供試作物 小麦(ナンブコムギ)

(2) 1区 10 m<sup>2</sup> 連

(3) 施肥量 N (硫安) 9.5 Kg

(4) 銅施用 A=4月4日

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (過石) 15.0 Kg

B=5月11日

K<sub>2</sub>O (塩加) 8.0 Kg

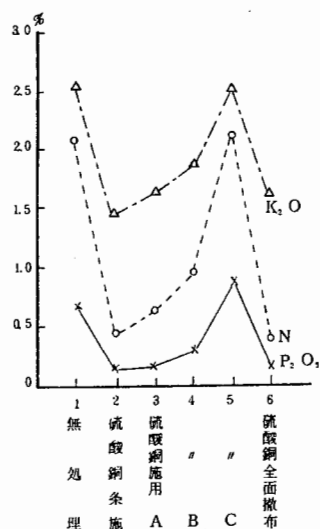
C=5月29日

(5) 硫酸銅施用量 10a当り 4 Kg

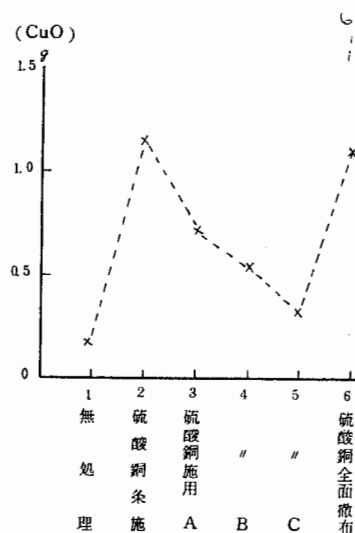
銅欠乏土壌に対しては、硫酸銅を基肥と同時に施用することが最も望ましい方法であるが、基肥と同時施用が出来得なかった場合にも何時施用すればよいか、この試験結果より明らかである。即ち施用時期が遅れば遅れるほど生育収量とも著しく劣った結果であり、施用時期としてはできるだけ早めに施用すれば、欠乏程度の軽減をはかりうる事が確認された。

茎葉を採取分析した結果は第14図のとおりで、各要素とも無処理並びに硫酸銅施用時期の遅れたもの程その含有率は高くなる傾向にあり、銅欠乏症状の激甚なるもの程三要素含有率の異常に高くなる結果を示した。

また、銅の吸収量については第15図のとおり欠乏症状の甚しいもの程吸収量は少なく、即ち基肥と同時施用したもの程その吸収量は高く、施用時期の遅れたもの程その吸収量は減少する傾向にあった。また銅の施用方法については、条施、全面撒布ともその効果に優劣はみられなかった。但し輪作等のことを考慮に入れるならば、尚今後の検討を要す。



第 14 図 茎葉に於ける三要素含有率(乾物)



第 15 図 銅吸収量(茎葉)

4) 銅の葉面撒布

銅欠乏土壌の改良対策には銅の土壌施用が最も良いが、これらの対策の講じられ得ない場合の手段としての葉面散布も一つの対策として考慮する必要がある、この目的を以て胆沢郡金ヶ崎町において現地試験を実施した。

土壌は黒色の火山灰土壌で、腐植に富む埴壤土で礫に富む。土壌の化学性は第44表のとおりである。

第44表 試験地土壌の化学性(昭36)

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	燐酸吸 収係数	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			N/5HCl可溶 (mg/100g)		Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
I	5.5	4.4	10.0	8.2	2.016	29.6	176.0	18.0	36.9	2.6	57.5	60
II	5.3	4.3	45.6	1.1	1.704	19.1	77.0	8.0	22.6	0.7	135.0	55

第45表 銅の葉面散布に関する試験

(胆沢郡金ヶ崎町 昭36)

区名	生			育			収量(10a)			
	12月7日		4.4		6.29			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	19.0	232.3	11.9	178.3	46.9	6.8	53.5	163.5	39.0	2.9
2 硫酸銅	19.3	207.8	11.8	176.0	70.5	8.5	83.3	385.5	136.5	100.0
3 { 葉面散布0.2% (越冬直後)	18.9	215.5	12.1	169.5	67.6	8.2	70.3	388.5	136.5	100.0
4 { " 0.4% (越冬直後)	19.3	178.3	12.0	181.5	67.4	8.4	69.8	414.0	141.0	103.3
5 { " 0.4% (5月上旬)	20.6	244.3	12.6	189.8	54.9	7.9	56.8	235.5	78.0	57.2
6 { " 0.4% (越冬前)	21.2	255.0	11.1	177.0	58.3	7.9	71.3	463.5	175.5	128.5
7 { 4.4式ボルドー (越冬前)	19.5	263.3	11.8	197.0	63.9	8.1	71.0	363.0	121.5	89.0
8 参考	19.3	233.3	10.9	162.3	60.2	7.9	63.5	207.0	52.5	38.5

備考 (1) 供試作物 小麦(ナンブコムギ)

(2) 1区 10 m<sup>2</sup> 2 連

(3) 10a 当り施肥量

(4) 硫酸銅 4 Kg

N (硫安) 9.5 Kg

(5) 葉面散布 硫酸銅各濃度区当り 1 l 散布

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (過石) 15.0 Kg

(6) 4.4式ボルドー 区当 1 l 散布

K<sub>2</sub>O (塩加) 8.0 Kg

(7) 参考サム 3 回散布(葉面散布剤として市販) 1,000 倍液 1 l

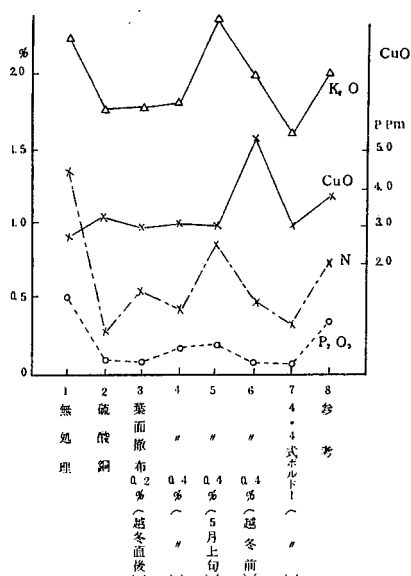
試験結果より葉面散布の効果も極めて高いことが認められた。すなわち、銅の土壌施用に比しても殆んど同等あるいはそれ以上の生育収量を示した。

散布時期についてみると、土壌施用の場合同様に早く散布することが効果的である。しかし、葉面散布の目的よりして越冬後の散布でも充分その目的は達せられるが、5月上旬では時期を失った感があり、その目的を達せられないようである。

これは収穫後の茎葉中の分析結果よりしても推察しうるところである。すなわち、銅濃度はさして変りはないが、他の三要素含有率が無処理等と同様高く明らかに異常であったと認めうる。

散布濃度については、2種の濃度のみの検定に終わったため判然としないが、本試験結果では0.2





第16図 茎葉中銅含有率と三要素含有率(乾物)

0.4%の濃度の差には余り大きな影響はないものと考えられる。薬害については、撒布後何れも若干蒙ったが詳細については不明である。

4・4式ボルドー撒布によっても、かなり被害を軽減できることが認められ、従ってかかる銅欠乏地帯においては雪腐病防除もかねてボルドーを撒布することは大いに意義のあるところと考えられる。

5) 銅と石灰との関連

石灰と微量元素、特にマンガン、硼素等においては石灰との拮抗関係の存在が知られているが、銅についても一般にそのように考えられているので、この相互の関係について明らかにする必要があると考えられる。従来知られているマンガンと石灰の如く石灰の加用により土壌の反応が中性からアルカリ性に傾くと置換性マンガンは、難溶性のマンガンに変化するが、銅についてもこのような関係があるものと考えられるので、この点を明らかにすべく試験を実施した。試験は和賀郡和賀町岩崎において行ない、土壌は黒色の火山灰土壌

で腐植に頗る富む軽しょうな壤土である。

第46表 試験地土壌の化学性(昭35)

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植(%)	磷酸吸収係数	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			N/5HCl可溶 (mg/100g)		Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O	
I	5.6	4.2	10.8	10.7	1,789	25.0	108.0	15.0	37.0	1.63	53.8	58
II	6.0	4.3	14.9	3.5	1,931	16.8	97.0	10.0	17.0	0.69	108.8	49

第47表 銅と石灰の相関試験

(初年目昭35 和賀郡和賀町岩崎)

区名	生				育			収量(10a)		
	12月7日		4.4		7.7			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	22.2	242.8	13.1	184.5	70.4	8.3	61.3	382.5	118.5	500.4
2 硫酸銅 4Kg	18.3	223.3	13.5	191.5	83.3	9.1	76.5	583.5	235.5	100.0
3 pH 4.5 "	19.7	226.8	14.5	188.8	84.7	9.2	78.5	568.5	237.0	100.6
4 pH 5.5 "	19.8	223.5	14.1	183.3	86.2	9.1	89.5	603.0	252.0	107.1
5 pH 6.0 "	20.8	221.3	14.9	204.3	88.8	9.3	86.3	643.5	270.0	114.6
6 pH 6.5 "	21.1	227.3	14.7	210.3	87.7	9.1	86.5	682.5	285.0	121.1
7 pH 7.0 "	20.5	231.8	14.9	220.3	89.1	9.4	92.3	663.0	276.0	117.2

第48表 銅、石灰の相関試験

(昭36) 2年目残効

区名	生育						収量 (10a当)		
	11月24日		5 16	7 4			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	22.5	6.4	66.8	81.3	8.8	79.3	394.5	114.0	41.3
2 硫酸銅 4 Kg	20.5	4.9	69.5	81.0	9.6	86.0	699.0	276.0	100.0
3 pH 4.5 "	1.7	7.6	69.1	91.7	9.5	100.3	709.5	285.0	103.3
4 pH 5.5 "	22.0	5.7	71.8	94.1	9.7	97.3	715.5	306.0	110.9
5 pH 6.0 "	22.5	6.2	71.2	85.9	10.0	94.5	834.0	337.5	122.3
6 pH 6.5 "	22.8	5.4	72.2	95.7	9.7	99.0	853.5	327.0	118.5
7 pH 7.0 "	24.8	5.7	71.7	95.6	9.7	95.3	846.0	339.0	122.8

和賀郡和賀町岩崎

備考 (1) 供試作物 小麦 (ナンブコムギ) (2) 1区 10 m<sup>2</sup> 2連  
(3) 施肥量 (4) 処理

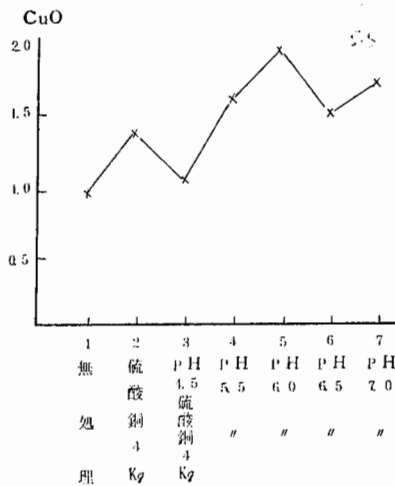
N (硫安) 9.5 Kg  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (過石) 15.0 Kg  
K<sub>2</sub>O (塩加) 8.0 Kg

無処理をのぞき全区に硫酸銅 4 Kg、炭カルは夫々の pH に相当する量を添加ともに 2年目は残効  
pH 4.5 (28.8 Kg) pH 5.5 (107.4 Kg)  
pH 6.0 (272.4 Kg) pH 6.5 (343.3 Kg)  
pH 7.0 (483.3 Kg)

第49表 pHの測定 (昭35)

区名	12月7日		4. 4		7 7	
	H <sub>2</sub> O	Kcl	H <sub>2</sub> O	Kcl	H <sub>2</sub> O	Kcl
1 無処理	5.70	4.46	5.65	4.50	5.55	4.41
2 硫酸銅 4 Kg	5.70	4.39	5.44	4.49	5.51	4.46
3 pH 4.5 "	5.61	4.46	5.89	4.65	5.69	4.59
4 pH 5.5 "	6.06	5.03	6.21	4.83	6.03	4.88
5 pH 6.0 "	6.17	4.93	6.33	5.27	6.20	5.10
6 pH 6.5 "	6.27	5.14	6.27	5.29	6.18	5.08
7 pH 7.0 "	7.14	5.94	6.45	5.62	6.69	5.71

石灰の添加により pH の増加を図ったが、実際には予定したとおりに pH が上昇しなかったことにも原因があると考えられるが、本試験結果よりは石灰と銅との関係についてはこの程度の pH の範囲においては銅の不可給化は起らず、むしろ石灰の添加により増収の傾向にあった。さらに第17図に見られるように銅の吸収量も増加し生育が良好であること



第17 茎葉における銅の吸収量

が認められる。

6) 銅、苦土の併用

本県における銅欠乏地帯は、殆んど火山灰土壌で、しかも酸性土壌地帯であるため、苦土欠乏が発現しやすく、銅欠乏と苦土欠乏が同一地帯にみられる。従って土壌の反応を適正に維持することは、この種の土壌管理上最も重要なことと考えられる。

銅欠乏地帯の土壌は、可溶性の銅に欠乏するばかりでなく、苦土、その他の塩基にも当然欠乏しているとみられるので、かかる土壌における畑生産のより増収並びに安定を図ることが肝要であり、この目的を以て本試験を実施した。試験は花巻市と軽米町の2ヶ所を選び、何れの試験地も火山灰土壌で黒色の軽しょうな土壌である。試験地土壌の特性は第50表並びに第51表の通りである。

第50表 試験地土壌の化学性(花巻市笹間町昭36)

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	燐酸吸 収係数	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			N/5HCl可溶 (mg/100g)		Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
I	6.2	5.0	1.7	18.5	2.016	27.7	365	10.0	16.4	0.9	16.3	55
II	5.9	4.9	2.8	2.1	2.357	11.2	72	11.0	16.0	0.7	40.0	60

(胆沢台地周辺火山灰土壌)

第51表 試験地土壌の化学性(九戸郡軽米町昭37)

層位	pH		置換酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	燐酸吸 収係数	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			Total CuO (ppm)
	H <sub>2</sub> O	Kcl					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
I	5.5	5.0	1.1	8.4	1.440	44.6	177	40	18	26
II	6.0	5.6	0.4	4.5	2.100	28.5	133	32	6	49

(二戸、九戸高原火山灰土壌)

第52表 銅と苦土の併用試験(花巻市笹間町昭36)

区名	生育						収量(10a)		
	11月24日		5.17	7.3			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	18.6	4.1	46.2	49.9	7.2	45.5	82.0	6.0	9.5
2 { p倍・硫酸銅 +硫酸苦土	25.1	5.8	68.6	88.3	9.6	112.0	718.5	270.0	428.6
3 硫酸銅+硫酸苦土	20.6	4.5	66.9	81.4	9.1	95.0	520.5	178.5	283.3
4 硫酸苦土	22.2	4.7	50.1	56.8	7.8	56.8	147.0	4.5	7.1
5 熔燐	21.7	4.4	47.9	51.4	6.8	58.8	135.0	12.0	19.0
6 硫酸銅	13.8	4.1	49.9	65.0	7.8	65.5	204.0	63.0	100.0
7 硫酸銅多量	11.1	1.5	39.2	53.1	7.3	44.5	102.0	27.0	42.9

備考 (1) 供試作物 小麦(ナンブコムギ) (2) 1区 10 m<sup>2</sup> 2連(3) 施肥量 N、9.5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15.0 K<sub>2</sub>O 8.0 Kg (4) 硫酸銅 4Kg 多量 15 Kg

(5) 硫酸苦土 40 Kg

生育初期における苦土の効果は顕著であったが、後期においては銅の効果は顕著である。したがってかゝる地帯においては明らかに銅が大きな制限因子となっている。銅添加における苦土の施用効果は大きく、硫酸銅単用に比し大巾な増収を示した。また燐酸増施の効果も大きい。硫酸銅多量区は生育初期から生育が阻害され、過剰害が顕著にみられた。

第53表 銅と苦土の併用試験(昭37)

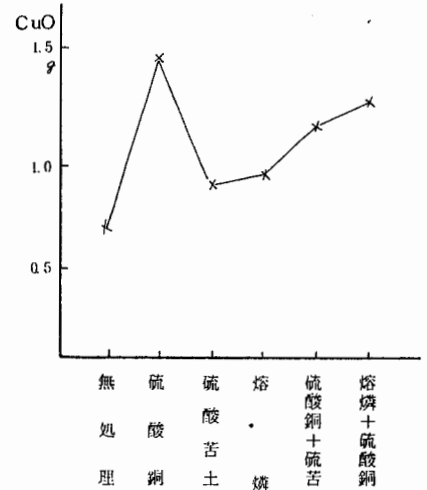
区名	生育						収量(10a当)		
	草丈(cm)			7月15日			全重 (Kg)	子実重 (Kg)	同左比率 (%)
	月日 12.14	4.22	5.20	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)			
1 無処理	16.8	19.7	56.8	59.3	7.5	84.3	253.2	38.3	12.2
2 硫酸銅	16.5	20.8	69.3	76.9	9.3	85.3	726.0	314.3	100.0
3 硫酸苦土	16.2	20.4	63.2	63.3	8.1	95.8	286.5	36.3	11.5

4 熔 磷	15.4	18.7	51.9	60.9	7.9	93.0	245.3	61.5	19.6
5 硫酸銅土 硫酸苦土	16.3	22.6	70.0	81.1	9.3	99.0	720.0	312.8	99.5
6 熔磷 + 硫酸銅	15.0	19.2	65.5	74.0	9.0	76.5	598.5	251.3	80.0

二戸、九戸高原火山灰土壌（軽米町）

備考 (1) 供試作物 小麦（ナンブコムギ） (2) 1区 10 m<sup>2</sup> 2連  
 (3) 施肥量 N 10.0 Kg (4) 硫酸銅 3 Kg  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15.0 Kg (5) 硫酸苦土 40 Kg  
 K<sub>2</sub>O 8.0 Kg

本試験地においても銅の効果は顕著である。第18図によっても銅添加区はいずれもその吸収量が増加している。苦土の添加は前記試験同様に初期の生育は良好であるが、後期において欠乏症状が発現し減収をきたした。



第18図 茎葉における銅の吸収量

### 5 土壌中の銅含量と銅欠乏の原因

土壌中の銅については他の必須元素のように詳しく研究されていない。山崎<sup>30)</sup>によれば「肥料としてあるいは殺菌剤として土壌に加えた大部分の銅は作土の部分に固定されている。土壌が強い酸性か、あるいは深耕されない限りは加えられた銅は作土中の腐植とキレート化合物をつくるからである。もちろん土壌中に陽イオンとして溶けているもの、粘土と結合していわゆる置換性として存在するものもある。したがって土壌有機物の含量、粘土鉱物の種類と量、土壌酸性等は土壌中の銅の溶解度あるいは有効度を支配する大きな因子である」と述べている。

筆者は 1958 年ごろから調査を始めて、実際に本県農耕地に顕著な銅欠乏症の生ずることを広く見出しているが、他県には少なく最近にいたって僅かに北海道、青森、宮城、福島等の諸県でそれぞれ 300 ~ 600 ha の欠乏地を推定しているに過ぎない。したがって作物の銅欠乏の原因は宮城県川渡系火山灰土壌について堤らの報告があるのみでいまだ究明されていない点が多く、今後の問題である。筆者は今日まで行なった試験調査の結果からその諸要因について検討してみた。

#### 1) 母材である火山灰の銅含量不足

各種土壌の全銅含量がはたしてどの程度であるか岩手県下についてもその調査成績が少ないが銅欠乏発生地は全銅そのものが不足していることが見られる。

Mitchell によれば鉍質土壌について一般に見られる全銅含有率は数 ppm から 100 ppm の範囲にあるといわれ、一方志波<sup>17)</sup>の調査による上田市周辺の各種土壌の銅含量の平均は 93.1 ppm であり、これから見れば本県に分布する銅欠乏発生土壌は第 54 表のように 20 ~ 50 ppm 内外でかなり少ない。未発生地の岩手山火山灰土壌では 100 ppm 内外であって明らかにその差が見られる。以上のことより見れば母材としての火山灰そのものの銅含量不足も遠因となり、それが腐植とのキレート結合等によって銅欠乏症をおこしているものと考えられる。

#### 2) 土壌中における可吸態銅の欠乏

可吸態銅の測定について 0.1N HCl 可溶銅、2% HNO<sub>3</sub> 可溶銅、pH.2 の HCl の可溶銅、EDTA 抽出銅等種々行なわれている。

最近堤らは宮城県川渡の腐植質火山灰土壌でポット試験を行ない、キレート結合によると考えられる腐植による銅の固定があり、この固定は腐植化の進んでいる中層において強く行なわれることを認

めている<sup>2)</sup>

本県の場合も銅欠乏の発生は腐植質の火山灰土壤に多く、しかも降灰年次からみても、岩手山火山灰土壤のように比較的新しい土壤には発現しないで、胆沢台地周辺火山灰土壤、二戸、九戸高原火山灰土壤のように古い火山灰土壤にその発現が見られ、また火山灰が混入し、かなり河川の影響を受けた黒ボク土壤にも顕著に見られるところから腐植との結合についてもその関連性が強く考えられたので数種の土壤を採取し、その検討を行なったのが第54表である。

これによるといずれも腐植による銅の固定が明らかである。しかし降灰年次の新しい岩手山火山灰土壤でも意外に固定は大きいという結果になった。甚だしい銅欠乏症を発現した胆沢台地周辺の火山灰土壤、ならびに周辺の黒ボク土壤ではもともと全銅が少なく、さらに腐植による固定で極端な銅欠乏をおこしている。また二戸、九戸高原火山灰土壤においても同様の傾向が見られ、下層の腐植の少ない土壤では固定が明らかに少なくなっている。しかし腐植含量と銅の固定量は必ずしも比例せず、これは腐植の質、あるいは他の要因と関連していることが考えられ、この点について今後の検討が必要である。

第54表 銅欠乏土壤と腐植と銅の結合関係

項目 地名	層 位	腐植 (%)	全炭素 (%)	Total CuO (ppm)	1:10 Hcl 可溶 CuO (ppm)	0.1N Hcl 可溶 CuO (ppm)	Humus 分解後 0.1NHcl 可溶CuO (原土当 ppm)	Humus に固定 された CuO (ppm)	固 定 率 (%)	備 考
(滝沢) 岩手山周辺 火山灰土壤	I	11.85	6.87	92.5	56.9	2.04	16.74	14.70	87	①滝沢土 壤は非 銅欠土 壤 ②五本松 堰袋土 壤は銅 欠激発 土壤
	II	5.67	3.29	105.0	60.7	2.45	16.58	14.13	85	
(五本松) 胆沢台地周辺 黒ボク土壤	I	11.35	6.58	25.0	4.7	0.56	1.55	1.00	64	
	II	9.32	5.40	30.0	5.6	0.74	1.27	0.53	41	
	III	4.86	2.82	32.5	8.1	0.92	0.95	0.03	3	
(堰袋) 胆沢台地周辺 黒ボク土壤	I	10.13	5.88	22.5	6.3	0.80	1.06	0.26	24	
	II	8.91	5.17	22.5	5.6	1.18	1.35	0.17	12	
(横沢原) 胆沢台地周辺 火山灰土壤	I	19.85	11.52	45.0	13.4	1.24	1.79	0.55	30	
	II	11.35	6.58	45.0	11.6	0.83	1.95	1.12	58	
(種市) 二戸、九戸高原 火山灰土壤	I	9.72	5.64	30.0	13.1	1.06	3.07	2.01	65	
	II	1.22	0.71	37.5	10.0	2.23	2.37	0.14	6	
(笹渡) 二戸、九戸高原 火山灰土壤	I	10.94	6.35	30.0	8.4	0.92	2.62	1.70	65	
	II	8.51	4.94	30.0	11.3	0.82	3.22	2.40	75	

### 3) 土壤反応との関係

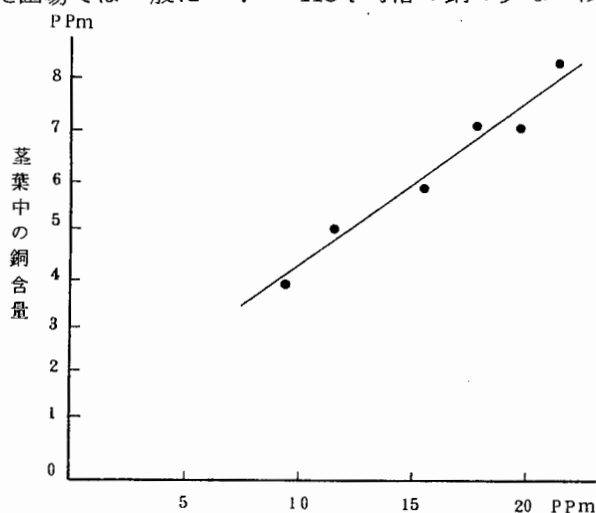
銅鉍害地においては石灰を施用し pH を上昇させることにより銅害を防ぐことができるという三井<sup>2)</sup>塚本<sup>2)</sup>らの報告がある。これより見ても当然 pH の高すぎるのは銅欠乏をひきおこす原因となることが予想される。

しかし本県において麦類を主体に調査した場合、土壤反応と銅欠乏の相関は殆んど見られないようである。胆沢町周辺においては pH (H<sub>2</sub>O) の 5.0 ~ 5.6 の範囲にいずれの土壤も入り、むしろ酸性

側であり、金ヶ崎町から花巻市にかけては4.5～7.3の広範囲にわたるが相関は見られず、軽米町周辺でも5.2～6.1の範囲で銅欠乏発現の相関は見られないようである。

また胆沢町における現地試験の結果でも  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  7.0  $\text{pH}(\text{KCl})$  6.0 内外まで石灰を施用しても生育は良好であって障害もみとめられなかった。これらのことから考えれば本県の場合は  $\text{pH}$  の上昇が銅欠乏の要因になっている場所は少ないものと見てよいと思われる。堤らも川渡土壌に対する適量の石灰施用はむしろ土壌中の銅を有効化せしめて効果があるとしている。

以上によって考察すれば、岩手県下に発生した銅欠乏は土壌の母材そのもの、銅欠乏に加えるに土壌中の有効銅の欠乏に基因するものと考えられる。また前述したように、筆者は被害発生地の土壌および作物体の調査分析を行なったが胆沢台地周辺における調査結果では第19図にみられるように0.05N-HCl可溶の銅1:10 HCl可溶銅あるいは全銅と茎葉中の銅含量はきわめて高い相関を示した。花巻以南の台地、軽米町周辺ではその相関が必ずしも高くない面も見られたが銅欠乏症の見られた圃場では一般に1:10 HCl可溶の銅の少ない傾向は明らかであった。



第19図 茎葉中の銅含量と土壌中の  
0.1 N HCl 可溶銅

これらの結果から土壌中の銅含量がどの程度の場合に銅欠乏の危険性があるのか、これは作物の種類によっても異なり、今まで述べた種々の条件が相関連し、調査成績等にも見られるようにかなりのフレがあって、その基準を決めることは困難であるが筆者の調査結果から大胆に考察してみると0.1N HCl可溶銅で1 ppm、1:10 HCl可溶銅で15 ppm、全銅で50 ppm附近にその境界値が見られるようであるがこのことは今後の調査研究によって究明しなければならない。

#### 銅抽出法

##### 1) 全銅

風乾細土0.5gを白金ルッポにとり2gのピロ硫酸加里を加え熔融後放冷する。これに1:10 HCl 30 ml加え、濾過して1:10 HClで洗浄し洗液と共に100 mlにメスアップし分析に供する。

##### 2) 1:10 HCl可溶銅

風乾細土5.0gを200 mlの三角フラスコにとり1:10 HCl 50 mlを加え温盪上で時々振盪しながら3時間浸漬する。これを濾過し、1:10 熱塩酸で洗浄後250 mlにメスアップし分析に供する。

##### 3) 0.1N HCl可溶銅

風乾細土5.0gを200 mlの三角フラスコにとり0.1N HCl 50 mlを加え1時間振盪後濾過し100 mlにメスアップし分析に供する。

##### 4) 腐植分解後の0.1N HCl可溶銅

風乾細土10.0gに20%過酸化水素を加え腐植の色が見えなくなるまで湯煎上で温める。以下前記0.1N HCl可溶銅と同様に処理する。

註)0.1N HCl可溶の銅で含量の極端に低い場合は全液を一たん蒸発乾固し、後1:10 HCl 10ccに溶解濾過して分析に供した。

## II マンガン

### 1 マンガン欠乏土壤の性状ならびに分布

岩手山中性火山灰土壤地帯にはしばしば麦類を中心にマンガン欠乏が発生している。他の火山灰土壤にも発生の可能性があるが、岩手県でもっとも集団的に発生し面積の大きいのが非火山灰土壤の三陸海岸南部の微酸性(中性)土壤地帯である。この地帯ではかなり前から麦類の生育が不良であったが、現地ではこれを麦のクセと称してなかばあきらめていた。これは農試より遠距離にあった関係もあって、その生育状態をよく把握できない状況にあったが、昭和28、29年頃から調査を行なったところ麦の生育状況が明らかに欠乏症状を呈しており、その地帯の土壤、生体を分析し、現地試験を行なった結果マンガン欠乏であることが判明した。さらにその後宮古市に至る三陸海岸一帯にも発生していることが判明した。このように本県の主要なマンガン欠乏地帯は岩手山火山灰土壤地帯と三陸海岸地帯である。いま、マンガン欠乏地帯の調査結果からその概要を見ると熱塩酸可溶のマンガン(MnO)は0.057～0.114%の範囲であって決して多い含量ではない。置換性マンガン含量は10ppm以下が大部分で正常土壤の17ppm以上に比し明らかに少ない。また、易還元性マンガンも正常土壤の50ppm以上に比して、その大部分が10～40ppmのものが多くいずれもマンガン欠乏症発現土壤には少ない傾向にある。反応は中性に近く置換性石灰に富むものが多い。正常土壤中で置換性マンガンに欠乏しているものもみうけられるが、このような土壤では易還元性のものが極端に多く含有している。以上のように麦類にマンガン欠乏症を発現させる土壤は一般に反応が中性に近く、置換性石灰に富み、置換性マンガンおよび易還元性マンガンが少ない。

麦の品種とマンガンについてみると、マンガン欠乏症状のあらわれた麦と正常な麦、茎葉中のマンガン含量は第55表に示すとおりで症状が発現したものは明らかにマンガン含量が少ない。

第55表 マンガン欠乏表(成熟期、茎葉)のMnO含量

麦の種類、品種	MnO(風乾物) ppm	麦の種類、品種	MnO(風乾物) ppm
大麦 会津7号	32.8	在来種	29.5
〃	44.3	裸麦クテハダカ	20.5
大麦 関取	22.1	〃	41.0
〃	32.8	〃	18.0
大麦 五畝四石	12.3	大麦五畝四石(正常)	76.9
〃	27.1	大麦シヨウキムギ(正常)	89.0

本県に発生したマンガン欠乏症状を麦類にみると、最大伸長期頃に葉脈に沿って葉の中央より少々先の部分から縦に黒褐色の破線を生ずる、いわゆる褐線萎黄状を呈し、下葉の巾が広くなり、褪色黄化し、出穂がおくれる。

また耐病性が弱まり、とくに白渋病には極端に罹病しやすくなる。裸麦が弱く、小麦が強いようで、その間には抵抗性の強弱がある。

### 2 マンガン欠乏土壤の改良対策

第56表 大豆に対するマンガン施用効果  
(Kg/10a)昭25

区名	全重	子実重	同比率
1 無施用	114.3	55.9	100%
2 硫酸マンガン1.9Kg	133.1	63.0	113
3 〃 3.8Kg	326.3	153.1	292
4 〃 7.6Kg	254.3	118.1	211

岩手山火山灰土壤(滝沢村 大川開拓地)  
大豆(岩手ヤギ1号)

第57表 麦に対するマンガン施用効果 (Kg/10a)

区名	稈重	同比率	子実重	同比率
1 標準	381.4	100	95.3	100
2 加里倍量	371.3	98	148.6	156
3 硫酸マンガン 11 Kg	489.8	128	211.5	222
4 同上無加里	456.0	120	221.1	232
5 堆肥	447.0	117	187.7	197
6 酸性肥料	298.9	78	125.8	132
7 総合改善	539.3	141	287.8	302

陸前高田市 気仙町(福伏)

裸麦(ダテハダカ)

堆肥区は1200 Kg

酸性肥料区は硫安、過石、硫加

## 1) マンガン欠乏対策

## (1) マンガン肥料の施用

麦に対する施用量は硫酸マンガン10a当り10～15 Kg位で基肥とする。また、0.5%程度の硫酸マンガンを葉面散布してもよい。硫酸マンガンは土壌施用、葉面散布のいずれでも効果が高い。しかし有効態マンガンの極度に欠乏している土壌では、追肥よりも基肥に施用するのが効果的であり、さらに追肥を併用するとより以上に増収が得られる。

(2) 土壌反応をしらべ中性～微酸性のところはなるべく酸性肥料を施用するようにつとめる。

(3) 石灰質肥料は施用をさけること。

(4) 土壌反応を低下させるため硫黄10～20 Kg程度施用する。

マンガン、硼素の施用効果は作物によって感応が異なり、麦類に対してはマンガンの効果が顕著であり、白菜に対しては硼素の方が効果的でマンガンの影響は少ないことから、これら微量元素は作物の種類により、また品種などによっても差異があるので十分考慮の上、対策を講ずることが大切である。

## Ⅲ 硼 素

## 1 硼素欠乏土壌の性状ならびに分布

硼素は土壌がアルカリ性に傾くと難溶性となり、欠乏しやすくなる。しかし土壌中の硼素含量そのものが少ない場合、あるいは強酸性のために溶脱した場合には作物への供給が不足するので土壌反応の高低にかかわらず生育が抑制され、欠乏症状の発現することが多い。欠乏限界は土壌中の水溶性硼素(B)が0.2 ppm以下で作物体には症状の発現をみない場合でも健全な生育を遂げ得ないことがある。

しかし作物によっても硼素要求度に差異があり、0.2 ppm以上でも欠乏症状の発現することもある。

最近ではリンゴにも硼素欠乏が広く見られ県内各地の火山灰土壌に広く発生しているが土壌がアルカリ性に傾いて難溶性になった場合、土壌中の硼素含量そのものが少ない場合の両者が存在している。前述の胆沢台地火山灰土壌は銅欠乏と硼素にも欠乏した土壌である。

硼素欠乏は古くから県内の火山灰土壌に見られていたが、てん菜のような硼素要求度の高い作物が栽培されるようになって次第に明らかになってきた。その症状はなたねにあっては不稔の現象として、



白菜、てん菜、カリフラワー等では粗皮、褐色斑状、あるいは芯腐れの症状としてあらわれ、収量ならびに商品価値を減ずることが多い。このような欠乏症状を呈する土壌では少々の硼素を施用してもとどめ得ぬことが多く、10a当り1~2Kg施さねばならぬことが多い。

## 2 硼素欠乏土壌の改良対策

### 1) 硼素欠乏対策試験成績

#### (1) なたね、大豆、白菜に対する効果

第58表 なたねに対する硼素施用効果

区 別	成 熟 期 草 丈 (cm)	収 量 ポット当り				B (ppm) 莖乾物中
		全 重 (g)	莖 重 (g)	子 実 重 (g)	同 比 (%)	
1 対 照	62.3	25.6	19.5	0.8	100	5.4
2 硼 砂 6.5 mg	91.5	57.7	24.7	22.1	2762	8.8
3 硫酸銅 5.0 mg	85.5	42.8	25.7	9.3	1162	4.4

供試土壌 胆沢町(若柳) 焼石嶽火山灰土壌

$\frac{1}{2000}$  ポット試験 アブクマナタネ

硼 砂 硫酸銅は1ポット当り施用量

第59表 大豆に対する硼素施用効果

区 別	莖 長		収 量 (ポット当り)			
	4月12日 (cm)	成 熟 期 (cm)	全 重 (g)	莖 重 (g)	子 実 重 (g)	同 比
1 対 照	53.0	103.0	56.5	27.0	13.8	100
2 硼 砂 5.0 mg	75.0	118.0	99.1	35.3	20.8	151

供試土壌 前表と同じ

$\frac{1}{2000}$  ポット試験 大豆ネマシラズ

第60表 白菜に対する硼素施用の効果

区 名	収 量						硼素欠乏症株(%)	
	結球重 (Kg)	同株数 (株)	同1株当 重量(Kg)	不結球重 (Kg)	同株数 (株)	同1株当 重量(Kg)	萎 縮	葉内側 変
1 硼砂 0 Kg	0	0	0	50	250	0.2	100	92
2 " 1	560.6	357	1.57	0	0	0	0	25
3 " 2	589.2	"	1.65	0	0	0	0	0
4 " 3	653.5	"	1.83	0	0	0	0	0

(駒ヶ岳周辺火山灰土壌 雫石町中沼)

硼砂無施用区の白菜は全く結球をみないばかりか欠株も多く、萎縮して葉の内側に褐変症状が発現した。硼砂10a当り1Kgの施用によって全株正常に結球し、褐変症状が25%の株に認められる程度になった。硼砂2~3Kgの施用では全く欠乏症状をみず、商品として立派に取扱いできるものになった。なお、カリフラワーおよびてん菜においてもほぼ同様の効果が認められた。

#### (2) てん菜に対する、B、Naの効果および跡作大豆に及ぼす影響

##### a、てん菜に対するBおよびNaの効果

硼砂の効果は、10a 当り 0.6 Kg の施用です  
でに表われ、3 Kg に至るまで施用量には関係  
なくほぼ 8~9% の菜根収量を高めた。この  
中で 2.4 Kg 施用区が 114% のすぐれた収量指  
数を示した。

芒硝は根部の肥大に更に大きく働き、10a  
当り芒硝 10Kg 施用して 117% の収量指数をあ  
げ、50Kg に至るまで更に菜根収量の増加をみ  
た。硼砂及び芒硝の施用によって、ともにブ  
リックス価を高めた。

菜根収量は硼砂及び芒硝の施用によってい  
ずれもよい収量となったが、特に硼砂施用の  
効果が高く表われた。硼砂 1.2 Kg の施用によ  
り最も高い 115% の収量を得た。

b. 跡作大豆に及ぼす B および Na の影響

前項のてん菜に対する B・Na 施用圃場を供  
用し試験を行なったが生育初期から収穫にい  
たるまで草体に対する B および Na の障害を  
認めない。子実収量についても硼砂を 3 Kg ま  
でおよび芒硝を 50 Kg まで多用してもその跡作  
大豆に対する負の影響を認めずむしろ正の効  
果が見られる。

2) 硼素欠乏対策

硼素を含むものには、硼砂 ( $B_2O_3$  36%  
B 12%) および硼酸 ( $B_2O_3$  17%) 等があ  
り、これらには水溶性の硼素が含まれている。  
また拘溶性硼素を含むものとしては BM 熔磷  
( $B_2O_3$  0.5%) FTE ( $B_2O_3$  10%) 等  
があつていずれも硼素肥料として有効である。

硼素の施用量は、土壌中の硼素欠乏度によ  
っても異なるが、白菜、大根のように硼素要  
求量の多い作物では 10a 当り硼砂 1.5 Kg を要  
し、欠乏度の甚だしい土壌では 2 Kg 位の施用  
を要することもある。しかし、硼素のような  
微量元素は硼砂として 10a 当り 1~2 Kg、成  
分 B としては 120~240 g の微量で足りる反  
面、過量になるときは生育抑制をまねくので  
過剰の施用はつつまねばならない。

第 61 表 てん菜に対する硼素  
ソーダの効果 (Kg/10a)

区 別	葉頭重	菜根重	同 比	可 製 糖 量
1 B・Na無施用	2.57	3.52	100%	0.47
2 硼 砂 0.6 Kg	2.70	3.82	108	0.49
3 " 1.2	3.08	3.82	108	0.50
4 " 1.8	2.81	3.87	110	0.50
5 " 2.4	3.00	4.04	115	0.53
6 " 3.0	2.86	3.83	109	0.50
7 芒 硝 10 Kg	2.67	4.14	118	0.56
8 " 20	2.82	4.14	118	0.53
9 " 30	2.98	4.33	123	0.57
10 " 50	3.26	4.56	129	0.59
11 硼砂 1.2+ 芒硝 30	3.12	4.33	123	0.53
平 均				
B・Na無施用(1)	2.57	3.52	100	0.47
硼砂施用(2-6)	2.89	3.88	110	0.50
芒硝 " (7-10)	2.93	4.29	123	0.56

岩手郡雫石町(駒ヶ岳火山灰土壌)

第 62 表 硼素ソーダの効果 (Kg/10a)

区 名	葉頭重	菜根重	菜根重 収量比	B x'
1 標 準	3.55	3.45	100	16.1
2 硼 砂 0.6 Kg	3.04	3.76	108	16.7
3 " 1.2	2.76	3.97	115	16.7
4 " 1.8	2.91	3.86	112	17.5
5 芒 硝 10 Kg	2.72	3.64	106	16.6
6 " 25	2.99	3.60	104	17.5
7 " 50	3.52	3.53	102	16.9

九戸郡大野村(二戸、九戸高原火山灰土壌)

第 63 表 跡地土壌における収量 (Kg/10a)

区 別	子 実 重	同収量比
1 硼砂及び芒硝無施用	160	100%
2 硼砂 1.2 Kg 施用跡地	181	113
3 " 1.8 " "	179	111
4 " 3 " "	183	114
5 芒硝 10 " "	178	111
6 " 30 " "	166	103
7 " 50 " "	172	107

岩手郡雫石町(駒ヶ岳火山灰土壌)

大豆(岩手ヤギ1号)

## IV 苦 土

### 1 欠乏土壌の性状ならびに分布

苦土欠乏は麦類を主体に古くから問題にされているが、今までの調査でも広く県内各種火山灰土壌に見られている。とくに最近にいたり陸稲の栽培面積が増え、その増収にあたって大きな障害になっている。

胆沢台地火山灰土壌で調査した結果によると、これらの土壌はpHが低く(4.2~5.2)置換性石灰がCaOとして乾土100g中24~97mg、苦土もMgOとして5~11mgに過ぎない強酸性苦土欠乏土壌である。

昭和40年胆沢郡金ヶ崎町胆沢台地火山灰土壌の苦土欠乏症状の発現した圃場について土壌調査ならびに表土の植物体を夫々発現程度により採取分析に供した結果は第64表のようである。

第64表 土 壌 分 析 成 績

採 取 地 点	耕 作 者 名	程 度	p H		置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	置 換 性 塩 基 (mg/100g)			MgO/ K <sub>2</sub> O
			H <sub>2</sub> O	Kc l		CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
大字西根字真折 147	木村正三	A	4.8	4.1	10.3	27	3	17	0.17
		C	4.5	4.1	15.3	20	2	17	0.11
" " 65	穴戸留蔵	A	4.9	4.2	9.9	35	5	17	0.29
		C	4.4	4.0	20.5	17	3	18	0.17
" 字桂 11	高橋徳蔵	A	4.8	4.2	14.9	99	5	22	0.22
		B	4.4	4.1	18.7	33	4	22	0.18
" 字濁沢26の2	齊藤良男	A	5.0	4.0	13.8	130	5	11	0.45
		B	4.7	3.9	21.5	75	2	10	0.20
大字永栄字中の又	高橋定治	A	5.1	4.3	19.1	76	10	19	0.53
		B	4.8	4.1	21.6	18	6	14	0.43

註 程度：A—健全 B—中程度 C—甚  
胆沢台地周辺火山灰土壌(胆沢郡金ヶ崎町)

表土を採取し分析に供したところ昭和23~25年に亘って行なわれた酸性土壌調査成績にみるとおり、もともとかなり酸性が強いことが伺われるが、今回調査した結果においてもあまり土壌酸性が改善されていないことが判明した。採取土壌全般についても酸性が強く、症状の発現程度によっても症状が激しく発現したところの表土はいずれも酸性がかなり強く、健全とみられる表土のpHは何れもやや高く4.8~5.1の範囲であるが症状の激しく発現した土壌は4.4~4.8のpH rangeである。

置換酸度Y<sub>1</sub>についてもpHと同様な傾向にありまた、置換性石灰についても同様である。置換性苦土については、全般にかなり低く、欠乏症が発現するのは当然である。苦土の欠乏は土壌中における置換性苦土が10mgを下廻ると発現するといわれ、また、置換性苦土は充分含まれていても置換性加里含量が異常に高くそれによる苦土欠乏の発現もあるといわれる。しかし、後者の原因によるものとは考えられず苦土欠乏土壌とみなしうる。苦土/加里についても何れも低く1に満たない現状である。

第65表 陸稲分析成績

採取地点	耕作者名	程度	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)
大字西根字真折 147	木村正三	A	2.24	0.62	4.5	0.28	0.29
		C	2.06	0.83	5.0	0.17	0.25
" " 65	穴戸留蔵	A	2.19	0.63	5.0	0.26	0.38
		C	2.79	0.74	5.0	0.08	0.26
" 字桂 11	高橋徳蔵	A	1.99	0.46	5.2	0.26	0.19
		B	2.42	0.64	3.0	0.16	0.26
" 字濁沢 26の2	斉藤良男	A	2.03	0.77	3.8	0.62	0.50
		B	2.38	0.62	4.6	0.20	0.11
大字永栄字中の又	高橋定治	A	1.80	0.50	2.7	0.46	0.36
		B	1.37	0.83	2.7	0.08	0.12

註) 程度は前記土壌分析に同じ

陸稲を同一圃場内の健全ならびに欠乏症発現株を採取分析に供した。

窒素については若干の乱れはあるが欠乏症状の発現したものほど高い傾向にあった。磷酸もほぼ窒素同様な傾向であり、明らかに代謝過程が攪乱された結果であろうとみられる。加里については余り明らかな差異はみられない。石灰については苦土欠乏症が発現したものほどその含量が少なく0.08～0.20%で健全とみられるものは0.26～0.62%で含量が多くなっている。苦土は明らかに欠乏症発現したものが少なく0.11～0.26%で、健全とみられるものは0.19～0.50%でやゝ多くなっている。

以上の結果を要約すれば

土壌は極端に酸性側に傾き、もともと酸性土壌であったものが改善されていない。

土壌中の石灰、苦土含量ともに極めて低く、これが作物におよぼす影響は大きく、陸稲体中のこれらの濃度も極めて低い。

陸稲における症状は下部葉は軟く垂れ下り黄褐に枯れ葉が巻きこんでいる。また、かなり生育が抑制され草丈も低い。

苦土欠乏症状は、ばれいしょ、クローバー、トマト等では葉脈間黄化の症状を呈し、小麦、陸作稲等も葉緑素がジュズ状玉様緑斑をなしさらに葉脈間黄化して縞状症状を示す、欠乏程度が甚だしいときは、生育も抑制され子実収量も皆無に近いことさえある。苦土欠乏発現の陸作稲は、生育が極めて劣り、分けつが抑制されて穂数の確保が著しく困難になる。欠乏を示す陸作稲の茎葉中の窒素濃度は正常なものより高く、苦土は症状発現株ほど低い。茎葉風乾物中における苦土含量は、8月ではMgO 0.03～0.08%、10月収穫期では0.04～0.14%に過ぎない。

また陸稲は下部葉が軟かく垂れ下り黄褐に枯れ葉が巻きこんでいるのも見られる。

## 2 苦土欠乏土壌の改良対策

### 1) 苦土欠乏対策試験成績

#### (1) 苦土基肥施用

第 66 表 苦土基肥施用の効果

(表 66-1) 陸作稲 (昭41)

区 別	10a 当り 収 量					跡 地 土 壤			
	ワラ重 (Kg)	玄米重 (Kg)	同 比 (%)	不稔粒 歩 合 (%)	屑 米 歩 合 (%)	p H (Kcl)	置換性塩基 (mg/100g)		
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
1 対 照	388	183	100	39.6	18.1	4.3	69	8	25
2 硫酸苦土 100 Kg	407	310	169	9.5	8.7	4.2	62	15	21

(表 66-2) 小 麦 (昭41)

区 別	収 穫 期		10a 当 収 量			稈 跡 地 土 壤			
	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	稈 重 (Kg)	子実重 (Kg)	同 比 (%)	MgO (%)	p H (Kcl)	置換性塩基 (mg/100g)	
								CaO	MgO
1 対 照	54.3	8.1	525	38	17	0.01	4.0	26	7
2 炭カル 450 Kg	82.6	9.4	525	220	100	0.04	5.4	656	25
3 炭カル 450 Kg 硫酸土 20 Kg	84.4	9.4	570	250	113	0.05	5.0	470	22

試験地 金ヶ崎町西根(胆沢台地火山灰土壌)

この試験地は石灰、苦土に欠乏した強酸性土壌である。苦土を施用しない場合には、陸稲、小麦共に葉脈間黄化の苦土欠乏症状を示し生育収量が劣った。

陸作稲の場合には、硫酸苦土を 10a 当り 100 Kg 基肥施肥することにより、玄米収量指数 169% となり苦土施用の効果が明らかにあらわれた。この場合、稔実歩合が極めてよく改善されたことが特徴である。小麦の場合には、炭カルの施用による pH の矯正によって、土壌中の苦土が有効化し稈重および子実重収量は飛躍的な増収を示した。

また、硫酸苦土 10a 当り 20Kg の施用によっても子実収重を 13% 増すことができた。

## (2) 苦土追肥の効果

苦土欠乏地現地調査の際に、生育途上の陸作稲について苦土欠乏症状を見出したが、これに硫酸苦土の追肥を行なった結果第 67 表のようにその効果が明らかに示された。すなわち、硫酸苦土の畦間追肥後、次第に苦土欠乏症状が消失して収量を増すことができた。

第 67 表 陸作稲に対する苦土追肥の効果

地 名	区 別	10a 収量		同 比		ワラ中 MgO (風乾物)		跡 地 土 壤		
		ワラ 重 (Kg)	精粒 重 (Kg)	ワラ 重 (%)	精粒 重 (%)	8 月	10 月	p H (Kcl)	置換性塩基 (mg/100g)	
									CaO	MgO
金ヶ崎町	1 苦土無施用	139	163	100	100	0.03	0.04	4.0	61	5
北 方	2 硫酸苦土 120 Kg	137	486	99	2,980	0.17	0.15	4.1	54	39
金ヶ崎町	1 苦土無施用	315	205	100	100	0.04	0.06	4.3	34	11
夏 栄 木	2 硫酸苦土 100 Kg	335	432	107	211	0.10	0.14	4.3	27	26
和 賀 町	1 苦土無施用	177	3	100	100	0.06	0.14	4.0	25	15
梅 の 木	2 硫酸苦土 120 Kg	192	123	123	4,228	0.11	0.23	4.2	18	20

硫酸苦土追肥は 7 月 13 日 (胆沢台地火山灰土壌)

## 2) 苦土欠乏対策

苦土欠乏は、前述のように、土壌 100 g 中の置換性苦土が概ね 10 mg 以下であるときに症状を伴ってあらわれやすい。しかし、土壌中の加里が豊富なときにはそれ以上の苦土があっても苦土欠乏を起こすことがあり、また、症状としてあらわれないときにも苦土の供給不足が生育を抑制することがあるので、苦土の施肥によって不足のないようにしなければならない。

苦土資材としては、硫酸苦土 (MgO 14～16%)、苦土石灰 (MgO 15～20%)、熔燐 (MgO 15%) のほか苦土入複合肥料等があり、これらを苦土成分 (MgO) として 10a 当り 10～20 kg を基肥に施用することがよい。施用法は、播溝施肥とした方が効果が高いようである。

作物の生育途上欠乏が確められたときには、前述の試験にもあったように硫酸苦土の畦間追肥によって、その後の生育を健全に回復することができる。この場合に施用する苦土資材は、速効性の硫酸苦土を基肥施用量程度畦間追肥する。また、硫酸苦土の 1～2% 液に添着剤を加用し、作物の生育中 3～4 回葉面散布しても効果がある。

以上のように苦土欠乏に対しては、苦土資材を基肥に施用するか、生育途上のものには追肥等で補って対処するが、いずれにしても、土壌酸性は苦土の流亡を促進するので石灰の投与によって酸性を矯正することを基本とせねばならない。

## 第 3 章 火山灰畑土壌の生産力増強

## I 酸性土壌の改良

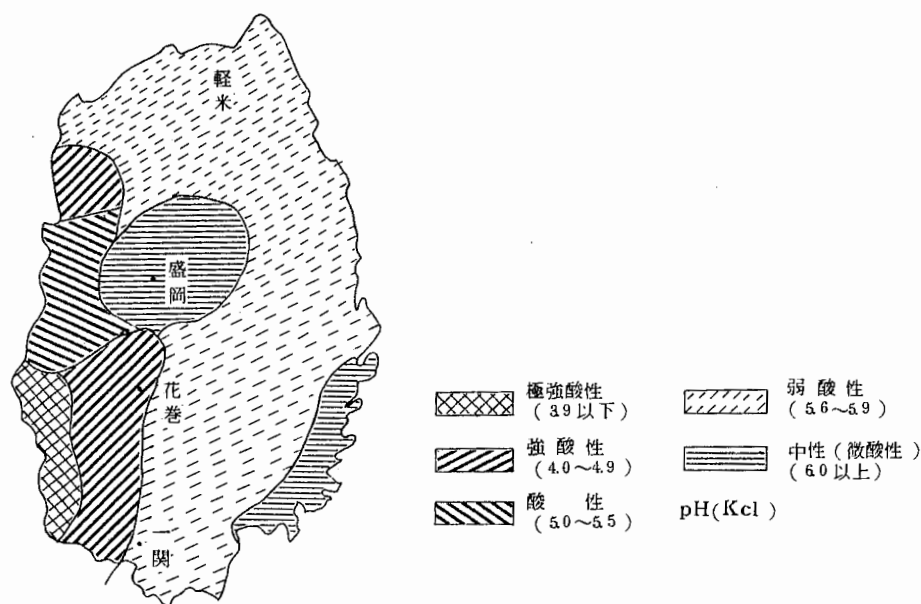
## 1 酸性土壌の分布

本県における酸性土壌の分布を見ると、火山灰土壌に強酸性のものが多く、非火山灰土壌地帯には少ない。噴出源を異にする火山灰土壌によって酸性の程度が異なり、これを大胆に分類してみると強酸性から極強酸性を示すものは、紫波、和賀周辺火山灰土壌および胆沢台地火山灰土壌である。中でも湯田、沢内地方、胆沢台地西部は県内で最も酸性がつよく、総面積の殆んどが  $Y_1$  6 以上 pH (KcI) 4.9 以下である。とくに開拓地等は酸性が強い。また場所により表層より下層が強いところもみうけられる。つづいて強酸性を示すものは松尾、安代周辺火山灰土壌、駒ヶ岳周辺火山灰土壌でこれらは微量要素欠乏とも相関連し、その改良を第一に考慮しなければならない地帯である。微酸性から弱酸性を示すものは県北の二戸、九戸高原火山灰土壌と西岳、七時雨山周辺火山灰土壌で岩手山麓周辺の火山灰土壌は中性から微酸性程度である。その他の北上山系を主体にした非火山灰土壌地帯では概ね微酸性から弱酸性程度である。

このように見ると県内では県北に比べて県南部が酸性が強く、また東部と西部では奥羽山系寄りの西部に強酸性土壌が多い。岩手山周辺火山灰土壌と三陸海岸南部地帯は麦類をはじめとしてマンガン欠乏症がみられ土壌中の置換性石灰含量も高く、反応も中性に近い。いま土壌別 (地帯別) に酸性の程度について 1 例を示せば第 68 表のとおりである。

第 68 表 土壤別(地帯別)酸性一覽表

項目 土壤別	層厚 cm	腐植 (%)	pH		置換度 (Y <sub>1</sub> )	磷酸吸 收係數
			H <sub>2</sub> O	Kcl		
胆沢台地火山灰土壤 胆沢町宮沢原 49 (極強酸性)	I 0~16	22.1	5.3	4.5	15.8	2280
	II 16~44	12.4	5.7	4.4	27.5	2380
	III 44~	2.4	5.0	4.5	15.4	2060
胆沢台地火山灰土壤 北上市飯豊字村崎野 (極強酸性)	I 0~16	7.2	5.1	4.4	8.2	2011
	II 16~33	3.3	4.8	4.3	17.6	1957
	III 33~	1.0	5.3	4.3	13.3	1814
紫波、和賀周辺火山灰土壤 和賀郡沢内村貝沢野 (極強酸性)	I 0~25	12.5	5.0	4.4	20.6	1889
	II 25~40	10.2	5.0	4.4	13.3	2060
	III 40~	8.0	5.0	4.0	16.0	1640
紫波、和賀周辺火山灰土壤 紫波郡矢巾町広宮沢 (強酸性)	I 0~50	10.2	4.8	4.4	7.3	1762
	II 50~75	8.2	5.4	4.4	8.9	1884
松尾、安代周辺火山灰土壤 二戸郡安代町矢神岳 (強酸性)	I 0~35	11.73	5.1	4.2	5.6	1800
	II 35~52	2.76	5.0	4.5	6.3	1750
駒ヶ岳周辺火山灰土壤 岩手郡雫石町西安庭 15 (弱酸性)	I 0~23	9.3	5.4	4.6	2.5	2280
	II 25~50	5.7	5.7	4.7	1.3	1940
	III 50~	1.4	5.9	4.5	3.3	2100
二戸、九戸高原火山灰土壤 九戸郡種市町八木 (弱酸性)	I 0~27	8.8	5.8	4.5	3.1	2267
	II 27~43	6.5	5.7	5.3	0.4	2503
	III 43~	1.2	6.4	5.8	0.4	2700
西岳、七時雨山周辺火山灰土壤 二戸郡一戸町字西田子 (中性)	I 0~19	12.9	6.1	5.4	0.5	1400
	II 19~32	6.9	6.0	5.5	0.6	1990
	III 32~	3.2	6.2	5.8	0.6	2080
岩手山周辺火山灰土壤 盛岡市下厨川 (中性)	I 0~24	13.5	6.7	5.2	0.2	2600
	II 24~50	7.4	6.6	5.9	0.1	2760
	III 50~67	5.3	6.5	6.0	0.1	2800



第 20 図 酸性土壤分布概要

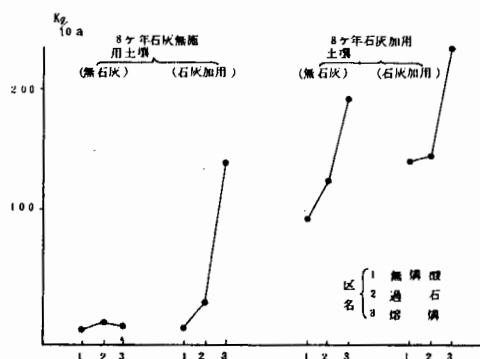
## 2 酸性土壌の改良

降雨および種々の酸は、土壌中の石灰を溶脱して土壌を酸性にする。

作物の中には、陸稲、えん麦等のように酸性に強いといわれる作物もあるが、これも比較的強いということであって、強酸性土壌では良い生育をなし得ない。

畑作物の多くは、中性近くで良い生育を遂げるもので、酸性土壌ではその矯正が第一に必要である。

土壌酸性の作物に与える害は、このように酸性そのもの害作用のほかに土壌が強酸性である場合、石灰および苦土の不足があげられ、また活性アルミニウムによる害作用とともに、アルミニウムとの結合による燐酸の不可給化が作物の生育を阻害する。このほか、硼素の溶脱、モリブデンの不足をまねく反面、マンガンが過剰をまねくことがある。また微生物の繁殖をも支配するので、これらのことから土壌の酸性は矯正されねばならないことが知られている。いま酸性土壌と施肥燐酸の肥効についてみると第21図にみられるように、強酸性土壌では燐酸の肥効が極めて低いが、石灰によって土壌反応を矯正するとき、その肥効がよくあらわれることを示している。また燐酸肥料の中で熔燐はアルカリ性で、炭カルと同様酸性矯正の働きがあるので、このような土壌では過石より熔燐の方が効果的である。しかし積極的多収を望む場合、十分な反応矯正石灰量と十分な燐酸を施すべきで、初期生育に必要な燐酸として過石の併用も考えねばならない。



備考

- 1) 3ヶ年平均
- 2) 胆沢台地火山灰土壌 (強酸性)
- 3) 麦作に区名の施肥をして本作は無肥料
- 4) 品種岩手ヤギ1号

第21図 石灰と燐酸による大豆収量

第69表 酸性土壌の石灰要求量に関する試験成績(昭27~29)

表69-1 飯岡土壌の化学性

土性	腐植 (%)	置換酸度 Y <sub>1</sub>	加水酸度 Y <sub>1</sub>	置換性石灰 (%)	pH	
					H <sub>2</sub> O	Kcl
L	11.5	12.0	50.0	0.18	4.8	4.2

表69-2 飯岡土壌の中和石灰量と収量

区別	炭カル用量		収量比				
	pot当り	10a当り	第1作大麦		第2作青刈大豆	第3作大麦	
			全重	子実重	全重	全重	穂重
1 無石灰	-g	-Kg	2	0	92	0	0
2 置換酸度中和量	7.2	187	100 (6.9g)	100 (4.5g)	100 (82.39)	100 (9.3g)	100 (5.1g)
3 加水酸度 "	36.3	967	204	364	120	125	278
4 Kcl 緩衝能 pH6.5 矯正量	50.0	1,332	254	444	114	135	333

( ) 内は1/5000ポット当り収量 第2作以後は石灰残効



表 69 - 3 同跡地土壤

区 別	第 1 作大麦跡地			第 2 作青刈大豆跡地			第 3 作大麦跡地		
	pH (KCl)	置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	置換性 石 灰 (%)	pH (KCl)	置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	置換性 石 灰 (%)	pH (KCl)	置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	置換性 石 灰 (%)
1 無 石 灰	3.9	13.1	0.21	3.7	15.8	0.16	3.7	27.2	0.16
2 置換酸度中和量	4.3	4.3	0.30	3.9	10.3	0.22	4.2	14.9	0.25
3 加水酸度中和量	4.8	0.5	0.40	5.1	2.3	0.32	4.1	3.9	0.19
4 KCl 緩衝能 pH <sub>6.5</sub> 矯正量	5.9	0.3	0.56	5.7	0.3	0.49	5.3	0.7	0.39

表 69 - 4 真城試験地の中和石灰量と収量

区 別	炭カル量 10 a 当 (Kg)	収 量		跡 地 土 壤		
		稈 重 (%)	子 実 重 (%)	pH (KCl)	置換酸度 Y <sub>1</sub>	置換性石 灰 (%)
1 無 石 灰	—	40	42	3.9	17.3	0.21
2 置換酸度中和量	168	100 (169 Kg)	100 (168 Kg)	4.1	8.9	0.29
3 加水酸度中和量	262	130	113	4.4	2.9	0.40
4 KCl 緩衝能 pH <sub>6.5</sub> 矯正量	987	160	152	4.7	0.6	0.44

( ) 内は 10 a 当収量

中和石灰量は、緩衝能曲線によるときはとくに多量の石灰量となることが多いので、土壤混和は念入りに行ない作土全層によく混じるようにしてはならない。混和が不十分なときは、部分的に強いアルカリ性となってかえって作物の生育を阻害することがある。石灰資材としては、炭カル、消石灰の外に熔燐や珪カルなどがあるが、所要石灰量が大量となるときは、炭カルを用いるかまた、熔燐と併用するのもよい。

土壤酸性は、硫酸や塩加のような酸性肥料の施用によっても促進されるので、これら酸性肥料を施す場合には、第70表に示すように酸を中和するだけの炭カルを施用するよう考慮したい。

第 70 表 酸性肥料中和に要する石灰量

現物10Kg当り	硫 安	塩 加	硫 加	塩 加	緑肥、野草
所要炭カル量	10 Kg	9	6	6	5

以上のように、土壤酸性は作物に与える生育阻害が大きいので、酸度矯正は作物栽培の必須要件である。しかしながら、過重の石灰投入は pH を必要以上に高め、むしろ硼素、マンガンを微量元素の欠乏をまねくので注意しなければならない。

## II 堆厩肥、燐酸多肥を中心にした土壤改造

### 1 多収土壤と低収土壤

生産力が高いといわれる土壤では、そこにどんな作物を栽培しても多収をあげているのが普通である。

そこで県北の畑土壤について多収をあげているほ場と、つねに低収の傾向にあるほ場について土壤

調査を行なって両者間の土壌理化学性の差異を比較して見た。このうち多収土壌について化学性の概要を示したのが第71表である。

第71表 多収土壌の化学性

調査町村名	土壌別	作物 10a 当収量	土層 の 深さ (cm)	pH H <sub>2</sub> O	全窒素N (%)	全炭素C (%)	置換性塩基 (mg/100g)			塩基置換容量 (me)	石灰飽和度 (%)	磷酸吸収係数	有効磷酸 (mg/100g)
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O				
玉山村	岩手山 中性火山 灰土壌	てん菜 63トン	0~23	7.0	0.52	5.22	489	66	25	21.9	80	704	39.2
			23~	6.6	0.76	9.75	788	108	17	32.9	85	1660	4.8
葛巻町	沖積土壌 (火山灰 混入)	大豆 765 Kg	0~30	6.6	0.77	7.70	810	75	31	50.0	57	1020	18.4
			30~50	6.6	0.58	7.40	622	56	18	41.0	52	1296	2.8
			50~	6.5	0.36	4.80	458	46	17	37.3	42	1090	2.0

すなわち、これら高位生産土壌に共通な理化学性として大要次のようなことがあげられるが、これらの多収土壌は、必ず長年にわたって堆肥の多投を行なっていることが特徴的である。

- (1) 作土層が深い。
- (2) 土壌反応が中性に近い。
- (3) 置換性塩基に富む。
- (4) 磷酸吸収力が強くなく有効磷酸に富む。
- (5) 微量元素等の欠乏がない。

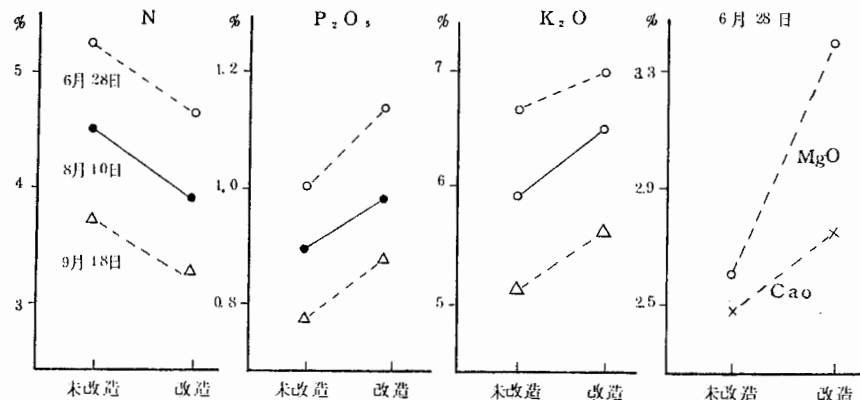
有効磷酸が少ないことは低収ほ場の最も明らかな共通点であり、本調査での低収土壌は作土の有効磷酸が3~6 mg/100gの範囲に過ぎない。これに反し多収土壌では13~42 mg/100gであった。そこで低収土壌において高位収量をあげるためには、品種、栽培管理はもとより、まず第一に、生産基盤である土壌欠陥の補正向上により、高位収獲土壌の性格に近づけることが肝要である。

## 2 土壌改造に関する試験成績

### 1) てん菜に対する土壌改造の効果

岩手山に由来する火山灰土壌は、反応は中性に近いが、主として磷酸、加里に不足する土壌である。そこでその欠陥を補正するため堆肥、熔燐の多投によって土壌を改造し、その結果第73表のようにてん菜では10a当り5.6トンの高収をあげた。

この場合、てん菜葉身中の養分濃度は、改造によって、磷酸、加里、苦土、石灰が高くなり、窒素濃度は逆に各時期を通じて低くなったが、このことは葉身中塩基含量の増加と窒素濃度の低下とあわせ考えると、耐病性附与的傾向も示したものと思われる。



第22図 てん菜葉身乾物中成分

第72表 土壤改造資材及び施肥量 (Kg/10a)

区名	土 改 資 材			基 肥		追 肥 硫 加
	消石灰	堆 肥	熔 燐	ビート化成	過 石	
1 未 改 造	300	2000		120		10
2 改 造	500	7500	750 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 142)	120 (N 12 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 156 K <sub>2</sub> O 96)	121 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 198)	10 (K <sub>2</sub> O 5)

注) 1. 熔燐 750 Kg 燐酸吸収係数 2560 (仮比重 0.7 耕土 10 cm) の 8%相当  
2. 試験地 滝沢村、岩手山中性火山灰土壌

第73表 てん菜 10 a 当収量

区名	葉 頸 重 (Kg)	根 重 (Kg)	収 量 指 数	
			葉頸重(%)	根 重(%)
1 未 改 造	4,539	3,606	100	100
2 改 造	5,531	5,644	122	157

第74表 改造による土壤の変化

区名	作土厚 (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	塩基置換容量 (me)	置 換 性 塩 基 (mg)				石灰飽和度(%)	塩基飽和度(%)	燐酸吸収係数	有効燐酸(mg)	土壤硬度
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O					
1 未 改 造	20	6.1	28.3	334	39	7	13	42	55	2560	2.4	17
2 改 造	28	6.2	30.6	517	166	14	17	60	90	1990	15.8	15

## 2) 小麦に対する土壤改造の効果

土壤改造の効果は燐酸施用量との関係において試験した。その結果、燐酸施用量の増加(10a 当り P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 84 Kg まで)に従って小麦の越冬後の生育が旺盛となり収量も増加した。

本土壤は燐酸吸収力が強く有効燐酸に欠乏した土壤であるが、本成績にもみられるように、このような土壤における収量向上は、その欠陥である燐酸を対象とした土壤改造がなされなければならぬことを示している。

燐酸の施用量は、本試験にみられるように P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10a 当り 84 Kg (燐酸吸収係数 2560、仮比重 0.7、耕土 10 cm の 4.7% 相当量) 以上施して土壤改造を行なうことが理想である。

第75表 小麦に対する土壤改造の効果(燐酸施用量)

区 分	越 冬 前 株 当 り 乾 物 重 指 数	10 a 当 り 収 量		土 改 資 材 の P は 過 石 共 通 施 肥 量 (Kg/10a)
		子 実 重	同 比	
1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 (Kg)	100 (%)	307 (Kg)	100 (%)	N : 6 + 3
2 " - 12	112	373	121	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 12
3 " - 36	117	403	132	K <sub>2</sub> O : 12
4 " - 84	128	433	141	品種、ナンブコムギ

## 3) 土壤改造効果の持続

前記のように堆肥、燐酸を主体にした土壤改造を行なった場合、経済的な問題を解明する意味も含めてさらに各作物に対する土壤改造効果の持続性を検討した。

52 岩手県下の火山灰土壌の分類とその生産増強対策

- (1) 陸稲、小豆、大豆に対する持続効果
- a 試験の場所 岩手郡滝沢村、岩手山中性火山灰土壌
- b 供試作物  
 第1作(土壌改造)てん菜  
 第2作(標準施肥)陸稲小豆および大豆
- c 土改資材施用量  
 改造10%区 10a当り  $P_2O_5$  168 Kg (過石P 1 : 4 溶磷P)  
 磷酸吸収係数 2400 仮比重 0.7  
 未改造区は pH 6.5 矯正量 タンカル 300 Kg  
 土改資材は第1作時のみ 第2作は各区共通肥料
- d 第1作 てん菜の収量

第76表 第1作てん菜の収量

区名	1株当根重		10a当り 根部収量	同指数
	6月28日	8月8日		
1 未改造堆肥 1500 (Kg)	31 (g)	326 (g)	4651 (Kg)	100
2 改造 10% 堆肥 4000	69	483	5159	111
3 改造 10% 無堆肥	58	421	5071	109
4 改造 5% 堆肥 4000	44	339	4887	105

- e 第2作 陸稲、小豆、大豆の収量

第77表 第2作 陸稲、小豆、大豆の収量(10a当り)

区分 (第1作時の区分)	陸 稲			小 豆			大 豆		
	わら重	玄米重	同比	茎葉重	子実重	同比	茎葉重	子実重	同比
(Kg)	(Kg)	(Kg)	(%)	(Kg)	(Kg)	(%)	(Kg)	(Kg)	(%)
1 未改造堆肥 1500	286	208	100	82	93	100	337	307	100
2 改造 10% 堆肥 4000	385	318	153	146	170	183	518	375	122
3 改造 10% 無堆肥	553	441	212	123	124	133	—	—	—
4 改造 5% 堆肥 4000	760	390	187	99	114	120	—	—	—
品 種	水野黒糯			大館2号			白目長葉		
施 肥 量	$N-P_2O_5-K_2O$ 8-10-10 無石灰、無堆肥			2-10-10 無石灰、無堆肥			2-10-10 無石灰、無堆肥		

生産阻害要因が主として磷酸に起因する本火山灰土壌において、土壌改造を行なった結果、第1作てん菜では、磷酸吸収係数の10%相当による磷酸の改造区が、根部収量5トンの収量をあげた。

第2作には陸稲、小豆および大豆を供試した。施肥量は各区同一であるが、各作物とも第1作時の土壌改造効果が持続してよくあらわれ、陸稲では改造10%無堆肥区の玄米収量が10a当り441Kgとなり、未改造に対する収量指数は212%を示した。また、小豆では、改造10%堆肥4000Kg区の子実収量が375Kgとなり収量指数122を示し、いずれの作物に対しても土壌改造第2作の効果が明らかであらわれた。

- (2) そ菜に対する土壌改造持続効果

主としてそ菜の輪作において、土壌改造資材としての燐酸用量と各作物にもたらされる改造効果の持続について試験した。

a 試験の場所 岩手山火山灰土壌

b 改造資材の投入と施肥

改造資材は第1作時区別のとおり全面撒布し土壌に混入し、第2作以後は各区とも作物毎に同一施肥量とした。

施用  $P_2O_5$  量 12.5 (Kg) 25 50 100 200

燐酸吸収係数相当率 0.75(%) 1.5 3.0 6.0 12.0

注) 1. 燐酸吸収係数 2400

2. 仮比重 0.7

3. 耕土 10 cm

4. 過石 1:燐2

c 供試作物

第1作—第2作—第3作—第4作

A 小麦—スイートコーン—レタス—大根

B 小麦—スイートコーン—小麦—白菜

(第1作小麦は翌春雪腐れにより全部枯死)

d 第2作—第4作の収量(輪作A)

第78表 第2作~第4作の収量(輪作A)(10a当り収量)

区名	第2作 スイートコーン		第3作 レタス			第4作大根
	有効雌穂数比	有効雌穂重比	結球部(外葉ナシ)			
			総重比	400g以上個	400g以上重	根重収量比
1 $P_2O_5$ 12.5 (Kg)	100(%)	100(%)	100(%)	40(個)	16(Kg)	100(%)
2 " 25	128	160	129	80	33	110
3 " 50	148	190	203	480	210	111
4 " 100	148	178	268	880	382	111
5 " 200	168	196	295	1360	606	121
6 " 100堆肥2000	162	199	280	880	425	126
	10a(6880本)	(1066Kg)	(1753Kg)			(8040Kg)
施肥量(Kg) N	5.5 + 7		15 + 10			10 + 10
$P_2O_5$	—		20			12
$K_2O$	3		12 + 8			10 + 5
品 種	ゴールデンクロスバンダム		グレートレーク 366			練馬大根
備 考				腐敗病多発適期前の収穫		

注) 第1作小麦の施肥量(Kg/10a) N: 7 + 3  $P_2O_5$ : 区名参照  $K_2O$ : 30

e 第2作~第4作の収量(輪作B)

第79表 第2作~第4作の収量(輪作B)

区名	第2作	第3作 小麦		第4作 白菜		
	スイートコーン	子実重	同 比	結球数	結球重	同 比
1 $P_2O_5$ 12.5 (Kg)		286(Kg)	100(%)	1080(株)	1253(Kg)	100(%)
2 " 20	前	413	144	1600	2240	179
3 " 50	項	391	137	2440	4636	370
4 " 100	参	520	182	2520	5141	410
5 " 200	照	598	202	2600	5148	411
6 " 100+堆肥2000		532	186	2448	4644	371
施肥量(Kg) N— $P_2O_5$ — $K_2O$ 品 種		9—12—12 ナンブコムギ		15+8—20—15+6 松島新二号		

## f 試験結果

第2作のスイートコーンにおいては、いずれも第1作における燐酸施用量が生育収量に影響をおよぼした。すなわち、スイートコーンでは各区とも同一施肥量にしたにもかかわらず、第1作において施用した燐酸量の多いほど生育収量を増し、 $P_2O_5$  200 Kg区では、 $P_2O_5$  125 Kg区比して、有効雌穂重量指数196を示した。

第3作におけるレタス、小麦においても、第1作における燐酸施用量の多少による影響が明らかにあらわれた。すなわち、レタスでは燐酸多量区程結球部重量が高まり、 $P_2O_5$  200 Kg区では収量指数295を示した。加えて1個400 g以上の収量は燐酸多量区程増加の傾向を示し、 $P_2O_5$  12.5 Kgが10 a当り6 Kgに過ぎなかったのに対し、 $P_2O_5$  200 Kg区では60.6 Kgの収量を得た。また、小麦においてもほぼ同様に第1作の燐酸施用量の多いほど子実収量を増し、 $P_2O_5$  12.5 Kg区では10a当り収量578 Kg、2.02%の収量指数を示した。

第4作には、大根および白菜を供試したが、白菜ではなお第1作における燐酸多施用の効果が明らかにあらわれ、大根の場合には、 $P_2O_5$  12.5 Kg区に対し $P_2O_5$  25~100 Kg区では収量指数110、 $P_2O_5$  200 Kg区が121を示した。白菜の場合には燐酸量の多いほど結球率が向上し、結球重では $P_2O_5$  125 Kgに対し $P_2O_5$  100~200 Kg区が収量指数410を示した。

以上の結果から、第1作に施用した燐酸量の多少が第4作にも影響していることが明らかとなった。このような土壌では燐酸を多投するほど土壌の欠陥が改造され、その持続年限も長期におよぶことが知られた。

## 3 土壌改造の方法

土壌改造は、低収土壌を高位生産土壌に改造するための手段である。このことについては山本<sup>37)</sup>による詳細な成績があるが低収な畑では、まずどこに欠陥があるかを適確に診断しなければならない。火山灰土壌では最も欠乏しているのが燐酸あるいは石灰であるが、苦土、加里をはじめとして、硼素、銅、マンガン等の微量元素が欠乏している土壌も多い。

燐酸は乾土100 g中有効燐酸3 mg以下では多収をのぞむことが出来ないもので、燐酸の補給を行ない、土壌を改造せねばならない。改造資材としての燐酸は燐酸吸収係数を指標とし、土壌の仮比重を考慮して、深さ10%の土壌に対し、吸収係数の10%を投入する。この場合、石灰、苦土のバランスから、 $P_2O_5$ を熔燐で80%、過石で20%の割合とする。改造の目安は、塩基飽和度80%、石灰苦土比6~10とする。例えば、燐酸吸収係数2500:仮比重0.7の滝沢土壌では、10a、10cmの深さを改造するのに $175\text{ Kg} (2500 \times \frac{10}{100} \times 0.7 = 175\text{ Kg})$ の燐酸を投入することになる。そしてこの80%を熔燐とし、20%を過石で施用する。熔燐には燐酸、石灰、苦土、けい酸をはじめとして、硼素、マンガン、鉄等も含まれているので、燐酸とともに各種要素の補給が行なわれる。

燐酸欠乏は火山灰土壌のもっとも大きな欠陥であり、熔燐は好適の改良資材であるが、このほかに、加里、銅、マンガン、硼素欠乏土壌では熔燐のみでは不足の場合が多いので診断の結果をもとにして必要量を施用する。

加里欠乏の場合は(置換性加里 $K_2O$  13 mg/100 g以下では欠乏があらわれ易い)加里を普通の2~3倍施用せねばならぬことがあるし、銅欠乏土壌(銅総量CuO 50 ppm以下)では10a当り4 Kgの硫酸銅を施用するとよい。また、硼素欠乏土壌(水溶性硼素Bおよそ0.3 ppm以下)では、白菜、てん菜、カリフラワー等には1~2 Kgの硼酸ソーダを施用する。また、マンガン欠乏土壌(置換性マンガン10 ppm以下)では硫酸マンガン10~15 Kgの施用で被害を回避することが出来る。

改良資材としての燐酸は、前述のごとく大量投入となるので、耕起前半量を、整地前残り半量を投入し、土壌によく混和するようにする。石灰、燐酸以外の資材は基肥と一緒に施用してよい。

### Ⅲ 土壤侵食対策

#### 1 傾斜畑作地帯の実態

土壤侵食に関する研究は早くから行なわれており、その成果も数多く示されている。

本県の畑作地帯の現状を見ると第80表のように傾斜畑は全畑地面積の約50%を占め、この中15度以上の急傾斜地は1万haをこえている。さらに平坦畑の水田化等に伴い、急傾斜地への畑造成が年々増えている状態である。これらの傾斜地では風水食による土壤侵食が繰返されているにもかかわらず、なお多くの農家は土壤生産力の減耗を助長するような耕作を続けている現状である。試験研究の成果を生かし普及するためには、先ず農家が土壤侵食に対し、どのように認識し、どのように考えているかを知ることが肝要である。

本県畑作の中心である二戸郡一戸町奥中山開拓地の波状丘陵性傾斜地帯とその南に接し、国道沿いに急傾斜の山を開いて耕作している岩手郡岩手町の農家について昭和37年10月に簡単な聴取調査を

第80表 郡(市)別畑の傾斜面積

(単位 ha)

傾斜 郡(市)名	傾斜					計
	3°未満	3°~8°	8°~15°	15~20°	20°以上	
岩手郡(含盛岡市)	1,822	5,970	7,445	2,502	899	18,668
紫波郡	77	816	2,101	0	0	2,994
稗貫郡(含花巻市)	1,530	1,584	671	170	30	3,995
和賀郡(含北上市)	2,582	561	802	105	0	4,150
胆沢郡(含水沢市)	3,275	848	374	314	0	4,911
西磐井郡(含一関市)	978	549	1,546	0	0	3,068
東磐井郡	220	1,776	2,700	2,566	0	7,262
上閉伊郡(含遠野市)	165	943	1,483	357	382	3,391
下閉伊郡(含釜石市 含宮古市)	1,748	3,588	1,136	521	58	7,051
九戸郡(含久慈市)	1,438	1,765	5,767	1,017	8	10,011
二戸郡	2,760	1,533	2,875	2,658	0	9,129
気仙郡(含大船渡市 含高田市)	90	1,977	425	0	0	2,496
江刺市	1,022	1,022	508	5	0	2,557
合計	18,409	22,221	27,836	10,215	1,438	80,119

(昭39.3 農地局資料)

実施した。折悪しく農繁期に当たったため男子は遠方に出向いており、老婦女の留守する農家が多くて期待した解答数を得られなかったが耕作責任者(男子)から得られた調査結果は第81表のようである。

第81表 聴 取 調 査

	調 査 項 目	一戸町中山 軽 井 沢	一戸町宇別 笹 渡	一戸町家向	一 戸 町	一 戸 町 軽 井 沢
①	田畑の耕地面積	田 0.7ha 畑 1.2ha	田 0.2ha 畑 4.0ha	田 0.7ha 畑 3.0ha	田 0.4ha 畑 2.0ha	田 0.5ha 畑 3.0ha
②	傾斜畑と平坦畑の割合	傾斜畑100% 東向	傾斜畑50%	傾斜畑70% 北向	傾斜畑25% 東向	傾斜地 100%
③	傾斜はどれ位か	15°～17°	20°～25°	13°	10°～13°	5°～15°
④	耕作年数	21年	3年	10～13年	8年	13年
⑤	作柄はどうか	上 100 下 150	上 < 下	上 100 < 下 130	上 = 下	上部は極めて劣る
⑥	どういう畦を作っているか	横 畦	縦 畦	横 畦	縦 畦	緩畦、横畦 急畦、縦畦
⑦	傾斜地と平坦地は何で耕作しているか	人 力	⊕ 人 力 ⊖ 人 力	⊕ 人 力 ⊖ 人 力	人 力	緩傾、畜力 急傾、人力
⑧	作付している作物名	ビートコーン 麦、大豆	⊕ ビート、 麦、大豆、 ヒエ ⊖ 牧 草	大豆、ビート コーン、 ヒエ		ヒエ、麦等
⑨	a 雨による土壌流亡に気付いているか	気付いている	気付いている	気付いている	雨で流れない	気付いている
⑩	b 風による土壌損失に気付いているか	気付いている	気付いている	気付いている(雨より多い)	気付いている	気付いている
⑪	c 困っていないか	困る	困る	困る	風で困る	困る
⑫	d a、bの防止対策を考え構じているか	横畦にしている	横畦など考えたが出来ない	牧草良いと解っている 構じていない	解らない	横畦の外解らない
⑬	e どうして構じていないか	今のところ横畦しか知らぬので良い方法があれば取り入れたい	労力の点でむずかしい 管理と労力	労力の点でむずかしく、 除々にやってゆく	畑が新しいので必要を認めない	縦畦にしている理由 イ畦が破壊される ロ 培土出来ない ハ作業がしにくい

岩手町沼宮内方面の農家の耕地面積の中、畑と水田の比は3:1から4:1であって、中には畑がほとんどという農家もある。畑で傾斜平坦の比を見ると7:3位である。今の傾斜地を耕作し始めたのは終戦後で傾斜度は約8°～30°と様々であるがほとんどが15°～20°位である。作付の作物は陸稲、麦、ヒエ、大豆、小豆、甘藍、等であるが、ヒエ、陸稲、麦等は傾斜面の上部では収量が半減するという事である。

風雨による土壌の流亡損失については、よくわかっているようである。対策としては横畦、枕畦、畦の方向を変える等があるが、少し傾斜度が強くなると皆縦畦にして何の防止対策もないのが現状で



## 結 果 一 覧

岩手町 小山沢	岩手町水堀	岩手町 沼宮内	岩手町 沼宮内	岩手町 沼宮内	岩手町御堂	岩手町御堂
田 0.3ha 畑 3.0ha					田 0.36ha 畑 1.2ha	田 0.7ha 畑 2.1ha
傾斜地 100%					傾斜畑70%	傾斜畑70%
13°~23°		20°~30°	7°	20°~30°	15°位	8°~20°
10年	5年	14年	13年	15年	17年	14年
上<中<下	上<中>下	上 100 下 200	上 < 下	上 100 中 140 下 180	上 100 中 130 下 160	上 100 中 140 下 180
緩傾、横畦 急傾、縦畦	縦 畦	縦畦はほと んど	横うね	横畦、縦畦	縦 畦	緩傾、横畦 急傾、縦畦
人 力	人 力	人 力	畜力、人力	急傾、人力 緩傾、畜力	傾、人力、 平坦、畜力	緩傾、畜力 急傾、人力
	ヒエ、タマ ナ、麦	ヒエ、タマ ナ、麦、大豆	大豆、アス バラガス	陸稲、ヒエ	ヒエ、麦、 大豆、陸稲	陸稲、大豆 麦、ヒエ、 タマナ
気がついて いない	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている
気がついて いない	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている	気付いている
困っていない	困っている	困っている	困らない	困っている	困っている	困っている
考えたこと がない	横畦、斜め 畦にして方 向を変える	牧草帯が いいと聞いて いる	横畦で充分 防げる	牧草を入 れるといいと 聞くがやっ ていない。	横うねで充 分だと思 うやってい ない	横うね、畦 の方向変え
◎将来酪農 をして上 部に牧草 予定	その他は知 らない	酪農をや っていない ので入れ ない。横 うねは畦 がこわれ る。耕地 少ない のでやら ぬ		気斜の横 畦は破壊 されるし、 労力が つらい。 牧草は酪 農をやら ぬので 入れない。	1.食ってゆ けるから 良い。 2.畦がこ われる。 3.牧草は 酪農で ないので やらぬ	横うね充分 出来ない理 由 1.労力が かかる 2.うねが こわれる

ある。横畦で防げるところでも横畦にしていないう農家がある。これらの理由は、横畦は多くの労力を要する。軽しよう土のため春先乾燥時には横畦はすぐくずれてうまくできない。横畦は肉体的につらい。耕地面積が小さいのでわざわざやるまでもない、等である。消極的に減収をなくする対策としては、上部、中部、下部と施肥量を変えたり、畑にセキを作って、そこに土水を集め、それを犠牲にして他の被害を軽減している。流れ出る土の量は相当なものでこれを水田に客土したり甚しきは川に捨てるという。傾斜地における耕耘は殆んど人力で畜力も機械力も楽には入らぬだけ傾斜がきびしい。ハンドトラクター等のある農家でも傾斜地の耕耘には使用せず水田の耕耘に用いるためだという。風

水食の防止には牧草が最も手取り早く効果があることを知っているが乳牛がいないと牧草を入れても何にもならないということでやっていない。例年春先の乾燥と風による土の飛散はスプリングクラ等による散水によって相当の防止効果を示すものと思われるがそれはまだ遠いことで、それだけの経費をかけてもこの地帯の作物では利益は目に見えているからという。一戸町奥中山附近は、傾斜地が多く、その上酪農地帯でもあるので急傾斜畑は牧草とし、緩傾斜畑は横畦としている農家も多い。とくに培土を必要とする作物は縦畦では土壌流去のため、うまく育たぬのでこれらの作物は緩傾斜地に横畦として行っている。

以上の調査結果によると緩傾斜地では侵食に対し無関心であり、気付いている農家もあるが15°以上の急傾斜地を耕作している農家では殆んどが土壌の流亡を年々見て心痛している。しかし従来縦畦として耕作してきているところでは、これを横畦になおすことの労力的困難さと、畑地帯の多くが軽しよう土であって、春先耕起時等は乾燥期でもあり、とくに横畦作畦がうまくゆかぬという、このように傾斜の強くなる程横畦にすることに困難を訴える農家が多いので、そのような急傾斜地ではとりあえず現在の縦畦のままでも土壌侵食を軽減するような方策を構じ指導しなければならない。とくに試験研究の成果を農家の実態に即した方法で指導奨励することが、保全耕作を普くゆきわたらせることになると考えられる。

## 2 地力変動観測調査

地力保全の見地から、昭和34年より、農林省指導のもとに、地力変動観測調査を行ってきたがその要点をまとめると次のようである。

### 1) 試験地の概要

#### (1) 位置

岩手県二戸郡一戸町奥中山、県農試高冷地試験地内

#### (2) 気象

年平均気温8℃であり、本県では最も寒冷な地帯である。10月初旬には初霜をみ、11月初めには初雪があつて、12月10日頃には根雪となる。これは翌年4月初めになって漸く消え、根雪期間は実に120日間の長期にわたっている。終霜は5月下旬頃であるが6月に入ってもなお霜に見舞われることがある。

雨量は年間1,200mm前後で、本県としては雨量中位である。

#### (3) 地形・地質

##### (a) 地形

奥羽山系西岳波状丘陵東南に位置し、ほぼ0°~15°の傾斜が連続した標高400~600mの高原地帯である。この試験ほ場は北西の傾斜畑地を8°に造成したもので、標高は450mである。

##### (b) 地力変動観測施設附近の地質

母材 火山性

堆積様式 風積土 (西岳、七時雨山周辺火山灰土壌)

#### (4) 土壌

第82表 土壌断面形態

層位	土色	腐植	土性	礫	構造	孔げき	粗密	可塑性	粘着性	湿り 湧水面
I 36cm	7.5 YR 2/2	H	L	—	細粒状	—	19	中	中	乾
II	7.5 YR 7/8	H	SL	—	粒状	—	20	極大	極大	乾

第83表 三相分布

(35.5.10 採土調査)

層位	土壌重量 (湿土) $g$	固相容積 (cc)	水分容積 (cc)	空気容積 (cc)	孔隙率 (%)
I	124.0	26.5	54.4	18.1	72.5
II	117.7	25.0	54.1	20.0	74.1

圃場における理化学性 原土 100cc 容中

第84表 機械分析

層位	粗砂 (%)	細砂 (%)	砂合計 (%)	微砂 (%)	粘土 (%)	土性	容積重
I	25.5	34.3	59.8	30.3	9.9	L	79.5
II	26.3	44.6	70.9	20.4	8.7	SL	87.3

国際法による粒径組成

第85表 土壌の化学分析

層位	水分 (%)	pH		置換酸度 $Y_1$	加水酸度 $Y_1$	有機物 (%)				塩基置換容量 (me)
		H <sub>2</sub> O	KCL			全炭素 C	全窒素 N	C/N	腐植	
I	5.56	5.7	4.9	2.9	30.4	8.8	0.59	14.9	15.1	29.8
II	7.35	6.2	5.3	1.6	23.0	2.1	0.08	26.3	3.6	15.7

層位	置換性塩基 (mg)			石灰飽和度 %	磷酸吸収係数	N/5HCl 可溶 (mg)			
	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
I	219.9	11.3	17.0	26.3	2,500	3.6	19.7	287.2	37.2
II	125.6	22.6	9.6	28.4	2,440	1.0	12.4	114.4	54.9

## 2) 降雨の状況と土水流去

第86表 降雨の状況と土水流去 (昭36~40年)

項目 年月	月降雨量 (mm)	降雨日数 (0.1mm以上) (日)	降雨強度		土水流去の日数		
			1.5mm/ 10分間以上 の日数 (日)	3mm/ 10分間以上 の日数 (日)	慣行よこ 畦 区	裸地 区	
昭36	7月	156.7	20	—	—	0	4
	8	165.5	10	4	3	(1)	3
	9	166.8	8	7	5	(2)	5
	10	90.3	18	0	0	0	0
	計		56	11	8	(3)	12
昭37	7	74.6	11	3	1	0	1
	8	123.7	13	5	1	0	2
	9	151.4	16	5	2	0	5
	10	57.5	13	1	0	0	0
	計		53	14	4	0	8

( ) は水のみ流去  
 ※印は慣行たて畦の  
 数値である。  
 (昭和39年以降)

昭 38	7	201.4	0	3	3	1(1)	3
	8	255.3	17	5	5	1	5
	9	104.3	15	2	1	0	2
	10	107.5	13	0	0	0	0
	計		45	10	9	2(1)	10
昭 39	7	118.4	13	6	2	* 1 1 1 4	2
	8	202.0	14	9	6		7(1)
	9	221.0	14	6	5		7
	10	55.0	10	1	1		1
	計		51	22	14		17(1)
昭 40	7	198.1	23	1	1	* 1 1 — 2	4
	8	42.4	19	1	0		1
	9	182.1	18	4	3		6
	10	54.9	14	1	0		2
	計		64	7	4		13

3) 降雨強度と土水流去

第 87 表 降雨強度と土水流去 (昭 37 ~ 40)

月 別	土水流去を生じた降雨				土水流去を生じない降雨			
	日 数	日降雨量 mm	降 雨 強 度		日 数	日降雨量 mm	降 雨 強 度	
			mm/1時間	mm/10分間			mm/1時間	mm/10分間
7月	10	6.0 ~ 62.0	3.8 ~ 46.0	1.7 ~ 15.0	17	5.2 ~ 23.8	1.4 ~ 7.0	0.2 ~ 4.0
8	16	8.0 ~ 80.3	5.0 ~ 27.0	2.0 ~ 14.5	14	5.0 ~ 30.0	1.6 ~ 10.0	0.6 ~ 3.0
9	20	5.4 ~ 48.0	2.0 ~ 16.0	0.7 ~ 9.5	14	5.0 ~ 17.9	1.0 ~ 9.5	0.4 ~ 1.4
10	3	4.5 ~ 25.0	11.0	3.0	14	5.0 ~ 18.9	1.5 ~ 6.0	0.4 ~ 2.8
計	49	4.5 ~ 80.3	2.0 ~ 46.0	0.7 ~ 15.0	59	5.0 ~ 23.8	1.0 ~ 10.0	0.2 ~ 4.0

日降雨量の多いときに、降雨強度の強いことが多いが、土水の流去は10分間あるいは1時間降雨強度の大小による傾向がみとめられる。裸地における土水の流去は、降雨強度が10分間およそ3mm以上のときにひきおこされることが多い。しかし土壌が乾燥しているときは10分間に3mmをこえても流去をみないで降雨が続いて土壌水分が高まっているような場合には10分間に1.7mmでもすでに流去をみることがある。

4) 土壌管理および作付と土壌侵食

(1) 無作畦裸地とたて畦裸地における侵食

裸地においては土壌侵食がはなはだしいがたて畦裸地としておいた場合は、無作畦裸地に比し侵食が助長され流去土量が30%増した。

第 88 表 たて畦裸地と無作畦裸地の比較

年 月	月降水量	流 去	裸地(無作畦)	裸地(たて畦)
昭 36年 8月(1ヶ月)	165 mm	流去水量 $m^2$ "土量a当 流出率	18.6 mm 88.7 Kg (100%) 11.2%	15.1 mm 115.9 Kg (130%) 9.1%

## (2) 土壤被覆と侵食

土壤侵食を防ぐためには、作物による土壤被覆度の向上が効果をもたらすが、全面牧草区はよく土壤を被覆し、36～40年の5年を通して流出率0であった。37年8月26日は、10分間14.5mmの降雨があり、裸地では14.6%の流出率に達したが、ヒエ、ソバ、大豆、てん菜、牧草作付区では土壤表面をよく被覆していたためと、それまで土壤が乾燥していたためか流去はおこらなかった。昭和38～40年を通して、8月、9月の多雨期間における土壤被覆度は、えんばく、大根、大豆、とうもろこし、牧草の順に被覆度が高くなり、土水の流去もまた、たて畦においては、ほぼ被覆度の向上とともに軽減される傾向がみられる。

## (3) 作物の種類と侵食

てん菜、青刈とうもろこしは、強雨期間中、長期にわたって葉部がよく土壤を被覆するので、たて畦であってもよく侵食を防止する。

第99表 作物の種類と侵食、7～9（3ヶ月間）

たて畦 (方向)	昭 36					昭 38			昭 39				昭 40				
	て ん 菜	小 麦 ・ 間 作 大 豆	ヒ エ ・ 小 麦	ヒ エ ※	裸 地	小 麦 ・ 大 豆	ヒ エ ・ 小 麦	裸 地	小 麦 ・ 大 根	大 豆	青 刈 と う も ろ こ し	小 麦	裸 地	馬 鈴 薯 ・ な た ね	青 刈 と う も ろ こ し	小 麦	えんばく・ （ドリル なたね）
流去率 (%)	0.4	3.0	4.5	4.7	10.9	5.6	6.0	14.8	5.2	0	0.6	12.1	1.5	0.6	0.7	1.84	
流去土量 (Kg/a)	1.9	12.8	34.4	24.2	160.9	40.4	21.2	181.1	7.8	0	0.9	31.4	238	34.2	3.7	48.0	

※は7月8月 2ヶ月間

## 5) 牧草帯による侵食軽減

たて畦の場合、傾斜の下端に巾1mの牧草帯をもうけることにより流出率が低下され、とくに流去土量が著しく少くなる。

第90表 牧草帯によるたて畦の侵食軽減

	牧 草 帯	流去水量 (mm/m <sup>2</sup> )	流去土量 (Kg/a)	流 出 率 (%)
大 豆 (たて畦) 昭38 7～9月	ケンタッキー31フェスク	22.4	17.4	4.4
	(オーチャードグラス ラジノクローバー)	26.1	51.3	4.7
	牧草帯なし	41.6	201.6	7.4
大 根 (たて畦) 昭39 8～9月	ケンタッキー31フェスク	39.6	17.3	11.8
	(オーチャードグラス ラジノクローバー)	27.1	6.5	4.9
	牧草帯なし	40.1	32.0	12.0

註) オーチャード、ラジノは混播

## 6) 融雪と土壤侵食

## (1) 5ヶ年の実態

融雪時における土壤侵食について調査を行なった。35年3～4月における融雪期には調査を開始していなかったが土水流去を認めた。36年3～4月には裸地およびたて畦区に僅かながらa当400～800gの土壤流去があった。37年から40年までの融雪期には、いずれの区からも土水の流去が行なわ

れなかった。

(2) 融雪と気温

最高気温がほゞ5℃になれば融雪を始め、10℃以上になって急速に融雪が行なわれた。これに加え降雨は融雪の速度を早めた。

(3) 積雪下の土壌凍結

積雪下では土壌の凍結は全く行なわれていない。なお最高積雪量は

37年 3月18日	90 cm
38年 3月5日	94 "
39年 3月22日	53 "
40年 3月12日	53 "

7) 4ヶ年における流去土水ならびに養分量

昭和36年から39年にいたる4ヶ年間に流去した土水量ならびに流去土壌にもなって失われた養分の総量は第92表のとおりである。

第91表 流去土水量

区名	流去水量 (mm/m <sup>2</sup> )					流去土量 (Kg/a)					流出率
	昭36 7~9月	昭37 7~9	昭38 7~9	昭39 7~9	計	昭36 7~9月	昭37 7~9	昭38 7~9	昭39 7~9	計	
裸地	53.51	10.38	82.94	67.05	213.88	160.9	73.3	181.1	31.4	446.7	10.65
全面牧草	2.77	—	0.29	—	3.06	0.7	—	—	—	0.7	0.15
たて畦A	14.55	—	31.40	3.52	49.47	12.9	—	40.4	0.9	54.2	2.46
" B	22.11	—	33.67	28.53	84.31	34.4	—	21.2	7.8	63.3	4.20
よこ畦A	3.85	—	5.98	—	9.83	—	—	3.6	—	3.6	0.49
" B	14.17	—	1.16	—	15.33	14.4	—	0.6	—	15.0	0.76

第92表 流去養分量 (a当)

区名	腐植 (Kg)	全窒素 (Kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g)	K <sub>2</sub> O (g)	CaO (g)	MgO (g)	砂 (Kg)	微砂+粘土 (Kg)
裸地	57.48	2.74	7.7	101.7	2056.1	330.5	257.9	188.8
全面牧草	—	—	—	—	—	—	—	—
たて畦A	7.87	0.40	1.1	18.6	384.1	55.8	20.8	33.7
" B	8.70	0.40	2.0	1.9	1748.4	47.5	33.5	31.0
よこ畦A	0.50	—	0.1	0.9	25.3	6.1	1.5	2.1
" B	—	—	0.3	3.9	81.3	13.1	7.4	7.6

註) 昭36、37、38年(7~9月)  
昭39 (7~10月)

### 3 土壌侵食対策

傾斜畑では風による土壌飛散のほかに、降雨によって年々土壌の流亡がひきおこされている。心土にくらべて肥沃化した表土が流下剥脱されると、傾斜地では下方から上方への持ち上げが困難なため、生産力は次第に低下してゆく。そこで傾斜地の耕作にあたっては降雨による土壌の流亡を防ぐように耕作を心がけねばならない。降雨による土壌侵食の実態を明らかにし、侵食を軽減防止するような栽培法を見出すために行なった前述の地力変動観測調査の結果をまとめて見ると(傾斜8度の腐植質火山灰土壌で)次のようである。

1) 土壌流去をひきおこす降雨は裸地においては普通3mm/1分間以上の降雨強度であるが、その

ときまでの降雨強度により土壌水分が高まっているときは1 mm/1分間でも流去をはじめめる。

2) たて畦裸地は無作畦裸地より流去土を多くする。

3) 裸地においては土壌流去は著しく行なわれるが、全面牧草とするときは土壌被覆がよく行なわれて侵食を防ぐ。また、てん菜のように被覆度が大きく、しかも長期にわたって土壌を被覆するものもよく侵食を防ぐ。

4) たて畦とよこ畦では、よこ畦が侵食を軽減防止する。

5) 密植栽培は、たて畦であっても侵食を軽減または防止する。

6) 裸地あるいはたて畦の場合でも、斜面を牧草帯により分割することによって、侵食を軽減することができる。

7) 裸地やたて畦から流れ去る土壌および養分量は莫大であり、土壌は次第に瘠薄化してゆく。

以上のように、傾斜畑にあっては、降雨による土壌侵食が甚だしいので、次のような対策を行なうことが大切である。

(1) よこ畦作をする。

(2) 全面牧草もしくは土壌被覆の大きい作物、密植栽培の採用

(3) 裸地期間を少なくするような作付体系をする。

(4) たて畦耕作を余儀なくされる場合は、たて畦のままでも侵食を軽減するような方法を取り入れること。すなわち前項の注意によるほか、牧草帯あるいは枕畦による斜面の分割などを行ない、侵食を軽減するよう努むることが大切である。

## IV 深耕、混層耕

### 1 深耕 混層耕の効果

畑作物の生産増強には、従来より耕土を深くすることによって根の伸長を促し、養分吸収を容易にすることが必要と云われている。しかし、土地条件、作物の種類、栽培管理の相違もあらうが、どこでも深耕が直ちに増収を来すとは限らず過去の成績ではその功罪は相半ばし、その間の確たる試験成績に乏しいのが現況と思われる。とくに大豆においては深耕の効果がでがたいと云われている。筆者らも県内の火山灰土壌で深耕の試験を行なったが単なる深耕ではその効果が判然としない場合が多く、前述のように深耕の上、土壌改良資材等によって土壌改良を実践することが大切なことが認められる。

しかし、作物の根圏の及ぶ範囲の土層の中に火山砂礫層 (Scoria) があると、その存在が植生に大きく影響し、そのまゝでは根の伸びがさまたげられ、また根圏領域の養水分に乏しく極めて低収である。このような場合、これを混層耕して上下の砂礫層のない土壌と混ぜることによってかなりの増収が期待できる。

筆者らは東北農試土壌保全研究室と共同で火山岩滓に被われた岩手山麓開拓地 (岩手火山A統) において4ヶ年間混層耕の効果に関する試験を行なった。それによると混層耕の効果は明らかで、現地農家 (開拓) は広くこの方法によって土層改良を行なっている。この土壌は、深さ15~30 cmの間が灰黒色の火山岩滓でその上下の層は比較的良質の土壌である。したがってこの土層を混層することによって増収ができたもので、すべて混層すれば増収が期待できるというのではない。先ず、土層の特性、その出現位置、厚さ、下層土の性状等を明確にし、深耕心土耕、下層混層耕等のいずれが適確であるかを決定すべきである。この場合土層改良と併行して土壌改良資材の適量投入と地力増進のための有機物の増施は生産力を増強する基礎であることを忘れてはならない。

2 混層耕に関する試験成績

1) 試験地

- (1) 場所 岩手県岩手郡玉山村(刈屋開拓) 岩手火山A統
- (2) 来歴 昭和22年開墾作付後、放棄されていた荒廃地で土層の攪乱はなく、殆んど平坦なところである。
- (3) 土壌

第93表 土 壤 断 面

層位	層 厚	土 色	土 性
I	0 ~ 15cm	黒 褐	腐植に頗る富む(細礫に富む)
II	15 ~ 30	灰 黒	火山岩滓(細礫)層(中央に厚さ5mm位の鉄盤あり)
III	30 ~ 53	黒	腐植に頗る富む壤土(細礫に富みきわめて堅硬)
IV	53 ~ 70	暗 褐	腐植に富む埴壤土(細礫を含み浮石混合)
V	70 ~ 90	暗 褐	腐植に富む埴壤土(細礫を含む)
VI	90 ~ 150	黒 褐	腐植に富む埴土(細礫粒を含む)

火山岩滓(Scoria)について

鉱物組成 腐植を除去した粒径2~0.25mmの試料についてポイント、カウンター積算器による概略の鉱物組成を示せば次のとおりである。

鉱 物	容量比
Plagio clase	19.5
Olivine	4.0
Hypersthene	2.5
augite	0.5
groundmass	73.5

この結果、火山岩滓は *Olivine Hypersthene-augitebasalt-ic andesite* (橄欖岩、複輝石、玄武岩質安山岩) に由来するものである。

粒径分布 試料30gを水中で1時間振盪して篩別した結果は次の如くである。

粒 径	<8 mesh	8~16 mesh	16~30 mesh	50~100 mesh	50~100 mesh	100 > mesh
割合(%)	11.9	32.4	38.6	8.0	5.7	3.4

(4) 土壌の主なる特性

第94表 土 壤 の 化 学 性

項 目 \ 層 位	I	II	III	IV	V	VI
pH(H <sub>2</sub> O)	6.0	6.2	6.4	6.0	6.0	5.8
置 換 酸 度 Y <sub>1</sub>	0.6	0.3	0.8	0.6	0.8	0.9
加 水 酸 度 Y <sub>1</sub>	17.6	6.3	23.1	20.3	15.3	18.9
全 窒 素 (%)	0.85	0.19	0.57	0.40	0.25	0.34
腐 植 (%)	18.83	2.39	12.71	9.10	5.61	7.66
置 換 性 石 灰 (%)	0.223	0.042	0.278	0.198	0.156	0.268
塩基置換容量(me)	33.80	3.09	43.24	35.43	29.60	49.92
磷酸吸収係数	2.078	787	2.232	2.381	2.347	2.198



第95表 機械組成

層位	礫	細土中(%)			
		粗砂	細砂	微砂	粘土
I	21.8%	4.5	7.1	11.1	37.3
II	51.4	92.7	1.1	1.4	4.1
III	12.7	24.2	10.1	17.2	48.5
IV	4.6	14.8	31.5	10.4	43.3
V	6.3	9.2	32.6	15.3	42.9
VI	5.2	8.4	16.7	11.7	63.2

## 2) 試験設計

第96表 試験区および内容

区名	内容
普通耕	第1層を深さ10cmまで耕起
下層混層耕	第1層を除去しておき、第2層(岩滓層)と第3層の上部15cmを混和した後第1層をもどす。
45cm混層耕	>深さ45cmまでを混層
P倍45cm混層耕	
75cm混層耕	>深さ75cmまでを混層
P倍75cm混層耕	

## 3) 混層耕の収量効果

第97表 第1作小麦の収量

(昭29.10a当)

区名	稈重	子実重	子実容量	指数(%)	
				稈重	子実重
	(Kg)	(Kg)	(石)		
普通耕	264.0	193.9	1.38	100	100
下層混層耕	361.1	244.9	1.75	137	126
45cm混層	473.3	294.4	2.10	179	152
P倍45cm混層	496.5	311.3	2.22	188	160
75cm混層	572.3	327.8	2.36	216	168
P倍75cm混層	612.0	336.4	2.42	232	173

小麦 ナンブコムギ 旋肥量 N: 7.5Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 5.6 (P倍 11.2)  
 K<sub>2</sub>O: 5.6Kg 堆肥: 1200Kg 炭カル: 80

第98表 第2作青刈大豆の収量

(昭30.10a当)

区名	生草重	乾物率	乾草重	生草重比率
	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
普通耕	1014.8	26.9	273.4	100
下層混層	1087.5	25.6	128.6	107
45cm混層	1122.0	24.9	279.4	111
P倍45cm混層	1134.8	23.3	298.9	112
75cm混層	1137.0	25.0	284.3	112
P倍75cm混層	1247.3	24.0	302.6	123

青刈大豆 刈系1号 旋肥量 N: 1.9Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3.8Kg K<sub>2</sub>O: 3.8Kg

第99表 第3作ばれいしょの収量

(昭31.10a当)

区名	総薯重 (Kg)	上薯重				屑薯重 (Kg)	収量比率(%)	
		大薯 (Kg)	中薯 (Kg)	小薯 (Kg)	計 (Kg)		総薯	上薯
普通耕	1917.4	70.9	1002.8	782.3	1863.4	54.0	100	100
下層混層	3372.4	1652.6	1315.1	529.5	3362.3	10.1	176	180
45cm混層	3547.5	1642.5	1582.1	298.1	3522.8	24.8	185	189
P倍45cm混層	3557.6	1423.1	1718.3	391.5	3532.9	24.8	186	190
75cm混層	3870.0	2070.4	1451.3	317.3	3836.3	31.1	202	206
P倍75cm混層	3992.6	1720.5	1784.6	451.9	3957.0	35.6	208	212

ばれいしょ 農林1号 旋肥量 N:7.5Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:9.4(P倍1.88) K<sub>2</sub>O:15.0Kg  
堆肥:1500 炭カル:120

第100表 第4作小麦の収量

(昭32.10a当)

区名	稈重 (Kg)	子実重 (Kg)	子実容量 (石)	指数(%)	
				稈重	子実重
普通耕	330.4	320.6	2.30	100	100
下層混層	472.5	370.5	2.68	143	116
45cm混層	474.0	392.3	2.80	144	122
P倍45cm混層	490.5	417.4	3.00	148	130
75cm混層	597.4	431.6	3.11	181	135
P倍75cm混層	595.9	422.3	3.04	181	132

小麦 ナンブコムギ 旋肥量 N:7.5Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:5.6(P倍1.12) K<sub>2</sub>O:5.6Kg  
堆肥:1500Kg 炭カル:75Kg

4) 混層による土壌の理化学性的変化

(1) 孔隙性

混層処理によって全孔隙率の垂直分布に大きな差異を生じないが、それを構成する各種のカテゴリの孔隙の割合の上では変化が認められる。とくに *Macropore* の垂直分布が混層により下層まで平均化されている。

第101表 全孔隙の垂直分布(容積%)

(昭31)

深さ	普通耕区	下層混層区	45cm混層区	75cm混層区
深さ cm	(%)	(%)	(%)	(%)
0~15	62.8	62.2	66.5	64.0
15~30	63.4	66.9	66.5	69.2
30~45	69.0	70.6	66.2	68.0
45~60	68.0	68.0	68.0	68.1

第102表 大孔隙の垂直分布(容量%)

(昭31)

深さ	普通耕区	下層混層区	45cm混層区	75cm混層区
深さ cm	(%)	(%)	(%)	(%)
0~15	22.8	—	24.0	20.2
15~30	48.0	—	32.4	26.9
30~45	10.9	—	24.3	28.8
45~50	7.5	—	5.4	24.7

註) 大孔隙:水柱40cmに対応する吸引圧で排除された孔隙

## (2) 有効水貯蔵能の垂直分布

孔隙性の質的变化に伴って混層処理により有効水の総量がやや増加するとともに、その垂直分布が平均化されることが認められる。

第103表 有効水貯蔵能の垂直分布(cc/土壌100cc)(昭30)

深 さ	普通耕区	下層混層区	45cm混層区	75cm混層区
0~15 cm	9.4	9.7	11.7	15.7
15~30	7.0	12.4	11.6	13.3
30~45	16.5	11.5	11.6	14.1
45~60	13.0	13.0	13.0	14.3

注) 有効水貯蔵能： $\frac{1}{3}$ 気圧(PF2.5に対応)から15気圧(PF4.2に対応)の吸引圧で排水された孔隙量より算出

## (3) 粘土含量の垂直分布

普通耕区においては第1層が26.5g/100cc、第2層(岩滓層)が3.5g/100ccで著しく少なく、第3層が31.2g/100ccで頗る多い。すなわち、その垂直分布は極端な楔形を示している。これに対して下層混層ならびに混層耕区ではそれぞれの混層方法に応じて一般に略々垂直な直線状に変化している。腐植含量、塩基置換容量の垂直分布も粘土含量の垂直分布の変化と相伴って同様の変化が認められる。

第104表 各区土壌の機械組成(昭30)

区 名	深 さ	礫 (2mm) 以上	細 砂 中 (%)				仮 比 重
			粗 砂 2~ 0.25mm	細 砂 0.25~ 0.05mm	微 砂 0.05~ 0.01mm	粘 土 0.01mm<	
普通耕	0~15 cm	34.2	41.5	7.1	11.1	37.9	0.93
	15~30	42.1	92.7	1.1	1.4	4.8	1.04
	30~40	15.9	14.0	22.0	10.1	53.9	0.64
	40~50	14.7	23.2	22.7	8.3	45.8	0.74
下層混層	0~15	34.8	63.2	12.4	3.8	20.6	0.93
	15~25	28.6	50.3	19.0	5.6	25.1	0.85
	25~35	25.2	54.8	16.4	5.4	23.4	0.82
	35~45	28.4	41.9	22.7	5.6	29.5	0.82
45cm混層	45~	18.2	17.8	17.1	7.9	57.2	0.66
	0~10	26.8	60.9	9.7	4.8	24.6	0.88
	10~20	21.0	40.7	18.9	7.8	32.6	0.72
	20~30	28.2	40.7	17.7	9.3	32.3	0.82
75cm混層	30~40	17.8	42.9	14.5	4.4	38.2	0.78
	40~	13.4	19.0	14.2	14.5	52.3	0.66
	0~10	19.8	44.3	16.6	5.6	33.5	0.69
	10~20	17.5	39.3	17.1	7.3	36.3	0.70
75cm混層	20~30	18.7	36.7	16.4	5.3	41.6	0.70
	30~40	13.6	36.1	15.4	4.7	43.8	0.64
	40~	22.0	30.7	10.4	10.6	48.3	0.66

## (4) 土壌窒素の無機化

層位別に各区の土壌を 30℃で 30 日間 incubate した場合、未墾地および普通耕区においては第 1 層 (10 ~ 15 cm) で風乾土の場合はもちろん、湿潤土の場合でもかなりの量の硝酸態窒素の集積がみとめられた。これに対し第 3 層 (30 ~ 45 cm) では未風乾の場合には窒素の無機化はすこぶる微弱である。また風乾土の場合では窒素の無機化は多いが主としてアンモニア態窒素の集積が認められる。第 2 層 (岩滓層) の窒素の無機化量は僅少であった。混層耕区の場合は未風乾の窒素の無機化量は一般に少なく風乾土でもやや多い。その際にアンモニア態窒素の集積は殆んど認められず、大部分硝酸態窒素に移行し、硝酸化成がよく行なわれた。

第 105 表 各区土壌窒素の無機化 (乾土 100 g 中)

区名	深さ	培 養 前			培養後 (30℃ 30日)			D - W	
		NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	$\frac{\text{NH}_3\text{-N}}{\text{NO}_3\text{-N}}$	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	$\frac{\text{NH}_3\text{-N}}{\text{NO}_3\text{-N}}$		
未 墾 地	0~15cm	W	1.37	0.28	1.65	1.05	4.36	5.41	mg
		D	1.38	0.09	1.47	0.25	8.98	9.23	4.00
	15~30	W	0.30	0.09	0.39	0.39	0.18	0.57	
		D	0.56	0.04	0.60	0.32	0.62	0.94	0.16
	30~45	W	0.31	0.07	0.38	0.45	0.20	0.65	
		D	0.70	0.02	0.72	6.01	2.24	8.25	7.24
普 通 耕	0~15	W	0.14	0.48	0.62	0.40	3.52	3.92	
		D	0.98	0.26	1.24	0.20	9.06	4.26	4.72
	15~30	W	0.02	0.09	0.11	0.30	0.10	0.40	8
		D	0.58	0.04	0.62	0.19	0.44	0.63	0.28
	30~45	W	0.98	0.16	1.14	0.35	2.00	2.38	
		D	1.94	0.14	2.08	—	2.51	9.28	5.99
下層混層	0~15	W	0.0	0.16	0.20	0.30	1.51	1.81	
		D	0.99	0.30	1.29	0.21	9.72	9.93	7.03
	15~30	W	0.02	0.11	0.13	0.35	0.32	6.67	
		D	0.57	0.04	0.11	0.39	3.00	3.39	2.24
	30~45	W	0.11	0.12	0.28	0.34	0.48	0.82	
		D	0.84	0.04	0.88	0.19	4.49	4.68	3.21
45cm混層	0~15	W	0.02	0.28	0.30	0.75	1.33	1.58	
		D	0.54	0.19	0.73	0.13	5.35	5.48	3.47
	15~30	W	0.09	0.28	0.37	0.35	1.30	1.65	
		D	0.63	0.17	0.80	0.20	5.46	5.66	3.58
	30~45	W	0.17	0.28	0.45	0.39	1.37	1.76	
		D	0.87	0.13	1.00	0.17	4.44	4.61	2.30
75cm混層	0~15	W	0.40	0.12	0.52	0.26	1.29	1.55	
		D	0.46	0.13	0.59	0.18	4.16	4.34	2.72
	15~30	W	0.45	0.37	0.42	0.35	1.49	1.84	
		D	0.63	0.19	0.82	0.21	3.83	4.04	1.80
	30~45	W	0.08	0.27	0.35	0.33	1.23	1.56	
		D	0.82	0.24	1.03	0.20	5.07	5.27	3.03

W=未風乾土 D=風乾土

## (5) N微生物相

未墾地の第 1 層は芝草の細根が多く、篩別不充分のため細菌、かび、放射状菌ともに多いが、第 2 層および第 3 層ではいずれも極めて少い。普通耕区と混層耕区を比較すると、かびは普通耕区の第 1

層に多いが第2層、第3層では混層耕区が多く、また細菌では混層耕区の方が各層共に多い傾向が認められた。

第106表 各区微生物相(乾土1g当の菌数)(昭30)

区名	深さ	糸状菌 × 10 <sup>6</sup>	細菌 × 10 <sup>6</sup>	放射状菌 × 10 <sup>6</sup>
未墾地	0~15 cm	18.9	83.7	6.6
	15~30	1.3	1.5	0.1
	30~45	1.8	3.0	0.1
普通耕	0~15	14.3	8.4	1.0
	15~30	3.4	6.0	0.3
	30~45	2.4	3.2	0.1
45 cm 混層	0~15	8.9	15.3	0.8
	15~30	7.7	8.3	0.3
	30~45	4.5	6.0	0.2

註) 小麦後作の青刈大豆の畦間より従々別に土壌を採取し(10月3日)均一に混ぜ8メッシュの篩で根を篩別し、平板法により測定した。

(6) 各区土壌の化学性

第107表 各区土壌の化学性

(昭30)

区名	深さ cm	置換酸度 Y <sub>1</sub>	加水酸度 Y <sub>1</sub>	全窒素 N (%)	全炭素 C (%)	C/N	腐植 (%)	塩基置換 容量me
普通耕	0~15	0.39	25.19	0.51	5.33	10.6	9.20	29.19
	15~30	0.29	6.19	0.08	0.68	8.8	1.18	6.55
	30~45	0.41	28.89	0.52	6.27	12.1	10.80	39.12
下層混層	0~15	0.33	22.31	0.48	5.42	11.3	9.35	32.86
	15~30	0.23	16.75	0.29	3.29	11.4	5.68	24.72
	30~45	0.42	11.31	0.30	3.41	11.3	5.88	24.44
45 cm 混層	0~15	0.34	17.25	0.31	3.66	12.0	6.31	24.87
	15~30	0.33	19.50	0.34	3.88	11.4	6.70	24.22
	30~45	0.51	20.69	0.36	3.91	10.8	6.75	26.75
P倍45 cm 混層	0~15	0.28	15.31	0.39	3.92	10.2	6.77	27.04
	15~30	0.25	19.19	0.35	3.65	11.2	6.82	27.57
	30~45	0.19	19.25	0.37	4.86	13.3	8.38	28.34
75 cm 混層	0~15	0.37	27.50	0.42	4.98	11.8	8.59	35.48
	15~30	0.29	21.13	0.42	4.70	11.1	8.10	31.85
	30~45	0.45	27.06	0.44	5.02	11.5	8.96	36.27
P倍75 cm 混層	0~15	0.33	17.19	0.41	5.03	12.4	8.68	34.75
	15~30	0.43	30.31	0.46	5.71	12.3	9.85	35.58
	30~45	0.28	21.13	0.44	5.29	11.9	9.13	36.06

## V 畑作振興と土壌改造

耕土を培養し、地力を維持増進することはいかなる場合においても基本的な課題である。

こゝに本県火山灰畑土壌についてその改良と生産力増強対策を総合的に述べると次のとおりである。先ず第一に酸性土壌の改良である。酸性土壌はいかに作物の生育に悪影響をおよぼすか、またその分布等についてはさきに述べたがこの改良なくして作物の増収はあり得ない。場所によっては表層より下層の酸性が強いところがあるので大型機械等による深耕が広く実施されるようになった場合、とくに注意を要するところである。土壌が酸性であってはどんな作物を栽培しても、またいかに周到的な肥培管理が行われても生育が不良であるのは当然のことである。かつて開拓地や耕土培養調査等に示した処方策の石灰施用量は大麦、小麦、大豆その他の主要作物が良好な生育をするのに必要な石灰量を土壌分析の結果から算出したものであるが、酸性土壌にはその矯正のための所要量は必ず投入しなければならない。その後も土壌の酸性を調べて流亡する石灰分を補給することが大切である。今日この酸性土壌に対する認識が十分でないことはまことに残念なことで、農業試験場等にもちこまれる作物(土壌)診断でもその原因が酸性によるものが非常に多い。作物の生育が不良であったら先ず現地において簡易検定器等によって診断することが習慣になるようのぞまれるところである。

次に堆厩肥等による地力の増強対策である。岩手県における畑土壌はその地力が年々消耗の方向にあると云っても過言でない。堆厩肥は主として水田作に向けられ畑への施用はきわめて少なく輪作体系をみても土壌に有機物が還元されることが少ない。

土作りに堆厩肥の重要なことは前にも述べたが多収土壌は必ずその農家が多年にわたって多量の堆厩肥を投入してきたことによってもわかるし、施用しないで多収をあげた農家は聴取調査等によっても見当らない。また土壌改造の試験成績にも述べたように、有機物施用の効果は明らかで堆厩肥の増投は単に目前の生産増強のためのみでなく、地力保全の見地から重視されなくてはならない。つとめて緑肥、牧草類をとり入れた輪作体系を確立し、飼肥料資源を自己の耕地より求める手段も構じられなくてはならないし、堆厩肥の増産につとめ、これが増施をはかることを常に心がけることが大切である。

第3に磷酸多肥である。

古くから石灰と磷酸増施は火山灰土壌の生産力増強に欠かせないものと云われている。有効磷酸に不足し、磷酸吸収係数の強い火山灰土壌に対して土壌改造のために思いきった磷酸の多投が必要である。その効果を持続するためには土壌によっては10 a当り1トンの溶燐をも必要とする。

深耕も土壌改良をとまなわないのでは意義がうすく石灰、有機物、磷酸等による土壌改造をぜひ必要とする。かつて筆者らは深耕に関する試験を各地の火山灰土壌で実施したが改良資材の投入をはからなければ、深耕そのものゝ効果は顕著でない場合が多い。今までのような平面的な施肥から前進して垂直的な下層の施肥、いわゆる耕土の肥沃化を進めねばならない。

さらに本県ではとくに重要なものに微量要素、特殊成分の欠乏がある。これらの欠乏のために収穫皆無になったり、また栽培作物を変えなければならなかった例は数多い。その具体的対策はすでに述べたとおりであるが、これらが単一にあるいは相関運して発生し大きな生産阻害要因となっているから常に作物の生育に注意し土壌診断を行ってその対策を誤らないようにすることが大切である。

また傾斜地の多い本県は、侵食が甚だしく、輕鬆な火山灰地は風食も多くて地力の低下をきたしているから、その対策も強く進めていかなければならない。

このように今まで述べてきた正確な土壌診断にもとづいた土壌改良を物理的にも化学的にも総合的に実施し、作物の好適根圏環境をつくるのが土壌改造である。したがって単なる土壌改良資材あるいは微量要素の施用のみではなく深耕を伴った有機物の増施、塩基の補給等積極的な総合的改良を必

要とする。

農業構造改善事業においても、とくに地力増強のための積極的施策を構ずることが大切で、地力を自然にまかせず、農家はもちろんのこと、国や県においても土壌改造を推進していくことが必要である。さきあげた火山灰土壌の生産阻害要因の強度の酸性、極度のリン酸欠乏あるいは微量元素欠乏等一連の要因は、有機物、塩基の補給、リン酸多投を中心にした前述の土壌改造によって除去され、生産増強の実をあげうるものである。こゝに本県の畑作振興は土壌改造を中心に進めなければならない。

農業の基盤は土壌であり、基盤整備の中心は土壌対策であらねばならない。にもかゝらず土壌改良事業はほんの付け足りにしか考えられない傾向も見受けられる。開拓地を含めて本県の畑作振興は生産阻害要因を完全に除去し、実際に生産が増強されるまでの施策が中心にならなくてはならない。多数の農民が近代化の恩恵に浴するためには、近代化し得る基盤の整備がなされなくてはならない。そしてその中心は今まで述べてきた生産増強対策としての土壌改造の完全実施である。寒冷地という厳しい自然条件の中にあるが、栽培管理の合理化はもとより、徹底した土壌改造を行ない、その上に立った施肥改善を行なうことによって耕種管理もその効を発揮し、飛躍的な農産物の増収を期待し得るものと信ずる、どのようにして農家負担を少くし、意欲を高揚して土壌の改造を実施し、農作物を増産させるか、関係者の努力を必要とする。

県は昭和42年から水稻50万トン事業(2割増産)の旗をかゝげ強力に推進してその実績をあげてきたが、畑作においてもその中核に土壌改造事業をとりあげ、畑作農家の営農振興をはかることが重要と考える。

## 第4章 火山灰水田土壌の生産力増強

岩手県における火山灰水田の面積は開田の進むにつれて年々増加しており、現在水田全面積の4割近くを占めている。

岩手県における米の収量を第108表を見ると昭和42年の10a当り平均収量は482Kgで全国第11位であるが、最近はおおむね10位内外にある。これを東北地方で見ると裏東北の山形、秋田、青森県は全国の最高収量レベルにあるに反し表東北の岩手、宮城、福島県はかなり低い。この原因は気象条件をはじめとして種々論議されているが、岩手県の場合、その大きな因子に火山灰土壌(開田地を含む)の低収をあげることができる。最近では火山灰水田の改良あるいは増収技術の進展によって、収量がかかなり伸びているがさらに今後期待するところが大きい。すなわち、本県の米収量を高めるためはその大半を占める北上川沖積水田の収量停滞を打破することはもちろんであるが、今後の開田地を含めて火山灰水田の収量増をはかることがより大切である。

第108表 東北各県における作付面積と収量

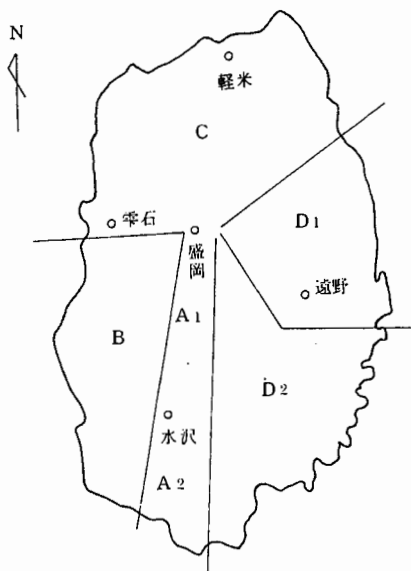
事項 県別	作 付 面 積				42年収量	42年 作況 指数	10a当 り平均 収量Kg	全国 順位
	35年 ha	40/35年	42年 ha	42/35年				
全 国	3,122,400	99.9	3,148,900	100.8	14119,000	111	448	—
青 森	77,300	103.9	85,400	110.5	462,900	113	543	3
岩 手	75,900	111.1	90,800	119.6	435,800	111	482	11
宮 城	114,500	103.1	122,500	106.9	583,100	109	476	13
秋 田	113,600	102.8	118,600	104.4	639,300	117	551	2
山 形	100,300	100.9	103,900	103.6	582,900	117	569	1
福 島	106,500	102.8	111,400	104.6	538,100	113	483	9

## I 火山灰水田土壌の特徴

### 1 土壌生産性から見た地域区分

岩手県は地形地質がきわめて複雑で、その水田分布を見ると、北上川沖積地帯が主体であるが全県下に散在している。

いま、土壌生産性から見て大胆に地域区分を行うと第23図のようになる。その主要地帯は古くから米どころと言われる盛岡周辺より南のA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>地帯で北上川河岸流域であるが、B、C地帯は火山灰水田地帯でこれにつぐ今後もっとも期待される地域である。D<sub>1</sub>D<sub>2</sub>地帯は遠野地方を除けば水田が散在する程度で面積も比較的少い。各地帯の特徴の概要を述べると次のようである。



第23図 土壌生産性から見た地域区分図

#### A<sub>1</sub>地帯

現在一応安全多収地と解されるが、A<sub>2</sub>地帯に次ぐ収量頭打ち地帯とも云い得る。施肥改善方式による土壌分類では、灰褐色土壌、グライ土壌、灰色土壌等が多く、収量を統計資料にみると、盛岡市、紫波郡、花巻市、北上市、稗貫郡、等上位のグループにある。さらに多収穫の県収量を見てもこの地帯に多く、収量1位は、過去16回中半数の8回を獲得している。とくに紫波郡で5回、盛岡市で2回、1位に入賞していることが注目される。

この地帯に属する旧岩手農試圃場は、その施肥基準がNPKそれぞれ8、8、8程度でA<sub>2</sub>に比し施肥量が多く、倒状も先ず少い。

#### A<sub>2</sub>地帯

この地帯はもっともはなはだしい収量頭打ちの地帯である。土壌は強グライ土壌、グライ土壌、灰色土壌、灰褐色土壌等が多く、また南部ほど泥炭質土壌、黒泥土壌が多い。沖積地帯にありながら一関市、西磐井郡（花巻）等は、A<sub>1</sub>地帯に比しはるかに収量が低く、古くから米どころと云われる水沢市、江刺市、胆沢郡はその停滞が明らかである。さらに多収穫の県収量を見てもこの地帯には第1位は過去16年間出ていない。この地帯に属する施肥基準は65、65、65位でA<sub>1</sub>に比し少なく、倒伏を起しやすく稲作りのやりにくい土壌である。排水不良田が多く南部ほどその傾向が強い。

#### B地帯

開田地が多く古い水田でも50年に満たない水田も少なくない。土壌は黒色土壌、黄褐色土壌等が多いが火山灰水田が多く、火山灰土壌の改良、施肥技術等の急速な進歩等によって収量が向上している地帯である。施肥改善試験地の成績をみるとこの地帯は無窒素区の収量は低いが、窒素を6、8、10、12Kgと増すごとに収量が向上しやすく、A地帯に比して稲作りの行ないやすい地帯とも云い得る。古くはいわゆる低位生産地と云われた地帯であるが、こゝ10年間にもっとも急カーブに収量が上昇している。もちろん磷酸の肥効も高い。

#### C地帯

もともとこの地帯を一括することには無理があるが、水田面積はこの地帯の中では岩手郡のみが多く全体の12.5%を占め、九戸、二戸、下閉伊郡は合わせても全体の9%に過ぎないのでC地帯として区分した。この中ではとくに東部沿岸地帯はヤマセの影響を受け易く気象的にも特殊な環境下にある



がその水田面積の少いこと、C地帯は一樣に火山灰の影響が大きいところから一括して大区分した。この地帯には火山灰の影響を受けた沖積水田が狭少ながら分布し、金田一、西根、玉山村等は盛岡、紫波に次いで平均収量の高いのが注目される。岩手郡はこゝ数年間に収量が激増している。また多収穫でも収量1位を過去岩手郡で2回、二戸郡で2回、計4回得ている。いふなればこの地帯は土壤改良による増収が尚かなり期待できるところと言えよう。

この地帯の代表的土壤は黒色土壤の漏水田でこれに属する農試本場の施肥基準は、開田というハンディもあるがNPKそれぞれ14、30、12程度である。

#### D<sub>1</sub>地帯

この地帯は収量も少なくまた水田面積も少ない。下閉伊郡がその主体を占めるが地形が複雑で、その水田は海岸を除いて山間狭隘地等に位置し、浅耕上が多い。また東海岸は偏東風の影響もみられ、秋落ち(老朽化)水田も少なくない。

#### D<sub>2</sub>地帯

この地帯は最も収量が低く、また水田面積も少ない。東磐井郡が比較的多くて全体の63%、気仙郡は23%に過ぎない。地形がとくに複雑でその水田は山間狭隘地等に位置し、浅耕土等も多く、また秋落ち(老朽化)水田も少なくない。地域別収量の推移を見ても気仙、東磐井郡等、終始低く多収穫はこの地帯に出していない。

第109表 土壤生産性からみた地域区分とその特徴

地帯(域)	所含地域	気候	地形	土壤の特徴	生育型	その他
A <sub>1</sub>	盛岡市、紫波市、稗貫郡、花巻市、北上市	やゝ寡照	河川流域低地	透水性 小～中 無機成分多 養分の吸着力大	初期生育良好 やゝ過繁茂 やゝ後期凋落 (中間型)	収量大
A <sub>2</sub>	水沢市、江刺市、胆沢郡、一関市、西磐井郡(花泉町)	寡照高温 温度較差小	河川流域低地	透水性 小～極大(排水不良) 低温地、泥炭地、 還元的、肥沃度 (土壤窒素)高い	過繁茂 後期凋落 倒伏多 登熟低下	収量中～大 (頭打ち)
B	盛岡以南の奥羽山麓台地	やゝ冷水 やゝ低温	火山性台地	透水性 中～大 火山灰、酸性、 酸化的、無細成分少	やゝ初期生育不良、稔実 やゝ良	開田が多い 収量中
C	雫石、盛岡、久慈をむすぶ線以北	低温、冷水 偏東風(東海岸)	火山性台地 山間高冷地	透水性 大～極大、火山灰 漏水、酸化的 性～微酸性	初期生育不良 穂数不足 寒冷 生育遅延	収量中 (東部沿岸小)
D <sub>1</sub>	盛岡、久慈をむすぶ線以南、宮古市、下閉伊郡一帯	早偏東風 冷風	山間地 (地形複雑)	透水性大 酸化的 浅耕土	初期生育不良 生育遅延	収量小 複雑
D <sub>2</sub>	釜石市、大船渡市、陸前高田市、気仙郡、東磐井郡	高温	山間地 (地形複雑)	透水性 中～大 花崗岩、古生層 浅耕土	穂数不足 (生育寡少型) 秋落ち	収量小 複雑

## 2 火山灰水田の特徴

私共の組先は平坦な沖積地の肥沃なところから米づくりを始め、台地上の火山灰水田はその後に開田したものが多。したがって火山灰水田は一般に水田としての歴史が浅いのが普通で、現在東北地方を中心に広く行われている開田もその多くは火山灰水田である。

本県に分布する火山灰水田を見ると腐植の多いものが多いが、胆沢台地等で開田工事の際、切土され下層の褐色土壌が表土になっているものもある。容積重の軽いことはこの土壌の特性でその反応は細かくは前述のように地帯によって異なるが、大別すると盛岡市附近を中心に北部は中性から弱酸性程度、南部は強酸性のものが多い。塩基置換容量は有機物が多いためかなり高く、粘土鉱物も前述のようであるがその主体は *allophane* で  $\text{NH}_4^+$ ・ $\text{K}^+$  の吸着基が少なく漏水によってこれらの肥料分が流亡しやすい。石灰、苦土などは岩手山土壌等で多く、南の酸性火山灰水田では塩基ことに苦土の含量が少ない。また磷酸吸収係数が高く、開田地等では 2,000 前後を示し、他の土壌の混入の多いところでは磷酸吸収係数が低くなるがおゝむね有効磷酸も不足した劣悪な土壌である。灌漑水について見ると融雪のおそい山間の沢水の利用されることが多く水温は低い。しかも低気温の影響も併せ考えねばならないので冷水灌漑に対する対策は十分考慮しなければならない。また火山灰水田は孔隙が多く粗しようのため減水深が大きく 1 日 150 mm におよぶものも見られる。

このように見ると火山灰水田ではとくに透水性、 $\text{NH}_4^+$ ならびに  $\text{K}^+$ の流亡防止、高い磷酸吸収係数および可給態磷酸の少ない土壌条件を中心にした土壌改良、施肥改善等が重要になり、初期生育の促進と合理的栽培法の確立等が重要である。本県中南部水田地帯の代表的地形の例として紫波郡矢巾町について、火山灰水田と沖積水田の特徴を見ると次のようである。

	火山灰台地水田	沖積水田
粘 土	火山灰、アロフエン、吸着力小	粘質、モンモリン系、アンモニヤ、カリの吸着力大
無 機 成 分	石灰、苦土、磷酸が少い	多い
酸 化 還 元	酸化的	還元的
生 育	初期生育不良、稔実やゝ良好	初期生育良好、後期凋落
灌 漑 水	冷水、漏水	排水不良

場所 紫波周辺火山灰土壌（紫波郡矢巾町）

第 2 4 図 火山灰水田と沖積水田の特徴

いま、本県火山灰水田の C 地帯の代表として岩手山火山灰土壌（中性）を、B 地帯の代表として胆沢台地周辺火山灰土壌（酸性）について断面形態、および理化学性を示せば次のとおりである。

## 岩手山火山灰水田

第110表 断面形態

層位	土性	礫	腐植	泥炭	原の土色	組織	斑結紋核	グライ	密度	可塑性	粘着性	湿湧り面
I 0~12 <sup>cm</sup>	L	S $\checkmark$ CO	H $\checkmark$	—	黒褐	—	—	—	16	中	中小	乾
II 12~27	SL	S $\checkmark$ CO	H $\checkmark$	—	"	細孔含	—	—	21	中	中小	"
III 27~53	SL	S $\checkmark$ CO	あり	—	褐	"	—	—	26	中	中小	"
IV 53~56	G	Scoria	あり	—	暗褐	"	—	—	—	中	小	"
V 56~78	SL	—	H $\checkmark$	—	黒褐	"	—	—	17	中	中小	"
VI 78~	SL	P $\checkmark$ u	—	—	褐	"	—	—	18	中	中小	"

第111表 理 学 性

層位	容積重 ( $\rho$ )	砂 (%)			微砂 (%)	粘土 (%)	粒径組成
		粗砂	細砂	合計			
I	73.3	28.5	35.5	64.0	31.6	4.4	L
II	68.4	16.1	59.5	75.6	18.6	5.8	SL
III	70.0	21.1	60.5	81.6	15.6	2.8	SL
IV	(81.6)	(40.4)	(39.9)	(80.3)	(16.4)	(3.3)	(G)
V	64.9	19.4	52.1	71.5	24.3	4.2	SL
VI	61.3	20.8	51.4	72.2	25.5	2.3	SL

第112表 化 学 性

層位	pH		置換酸 度 $Y_1$	加水酸 度 $Y_1$	全窒素 N (%)	全炭素 C (%)	C/N	塩基置換容量 (me)	置換性塩基 (mg)			磷酸吸 収係数
	H <sub>2</sub> O	KCl							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
I	6.1	5.5	1.2	25.3	0.48	5.55	13.6	34.3	289	40	10	2240
II	6.3	5.7	0.8	17.4	0.25	3.31	13.2	29.2	289	32	9	2320
III	6.6	5.8	0.8	13.0	0.11	1.46	13.0	25.4	179	48	8	2240
IV	6.6	5.8	0.8	13.8	0.11	1.72	15.5	19.0	145	64	6	2040
V	6.6	5.8	1.2	19.8	0.30	4.10	13.5	59.3	345	80	12	2240
VI	6.5	5.7	0.8	13.9	0.11	1.72	15.3	30.5	234	48	8	2320

## 胆沢台地周辺火山灰水田(焼石嶽)

第113表 断面形態

層位	土性	礫	腐植	泥炭	原の土色	組織	斑結紋核	グライ	密度	可塑性	粘着性	湿湧り面
I 0~15 <sup>cm</sup>	LiC	—	H $\checkmark$	—	黒褐	—	—	—	中	中小	中小	乾
II 15~26	LiC	—	H	—	"	細孔富	—	—	中大	中	中	"
III 26~70	LiC	—	—	—	濁橙	"	—	—	大	中	中	"
IV 70~90	LiC	p $\checkmark$ u	—	—	"	—	—	—	大	中	中	"
V 90~	S	p u	—	—	濁黄橙	—	—	—	大	小	小	半乾

第 114 表 理 学 性

層位	容積重 (g)	最大容水量 (%)	砂 (%)			微砂 (%)	粘土 (%)	粒径組成
			粗砂	細砂	合計			
I	75.4	89.6	4.7	20.6	23.5	21.9	27.2	LiC
II	73.8	73.8	4.7	12.6	17.3	27.2	34.8	LiC
III	69.3	69.3	2.5	13.4	15.9	29.5	30.2	LiC
IV	—	—	7.1	13.5	20.6	20.9	24.2	LiC
V	—	—	37.3	16.4	53.7	2.5	2.4	S

第 115 表 化 学 性

層位	pH (H <sub>2</sub> O)	置換酸度 Y <sub>1</sub>	全窒素 N (%)	全炭素 C (%)	C/N	塩基置換容量 (me)	置換性塩基 (mg)		磷酸吸収係数
							CaO	MgO	
I	4.8	12.9	0.33	4.29	13.0	22.0	59	13	2148
II	5.1	9.7	0.18	2.39	12.8	14.0	67	28	2340
III	4.7	25.0	0.08	0.71	8.8	10.1	59	19	2772

1) 要素欠除の影響

火山灰水田における要素欠除の影響を沖積水田土壌と比較してみると第 116 表のように窒素、磷酸加里、石灰、いずれもその欠除の影響は大きい、とくに窒素および磷酸の影響が大きい。この土壌は日減水深が 50 mm 内外で冷水の影響をうけやすく、とくに窒素の土壌からの無機化が遅れしかも量も少なく、磷酸不足の状態では分けつも少なく登熟も不良で甚だしい低収になることが認められる。したがって普通の場合火山灰水田は多くの施肥量を要し、4 要素試験を行った両土壌の施肥基準は沖積水田に比し火山灰水田は約 2 倍量を必要としている。

第 116 表 要素欠除の影響—沖積土壌と火山灰土壌の比較

表 116-1 わら重比

(Kg/10a)

区名 土壌	無 堆 肥						堆 肥 加 用					
	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	三要素	四要素	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	三要素	四要素
火山灰土壌 (滝沢)	92 (16)	123 (22)	154 (27)	427 (75)	478 (84)	566 (100)	118 (21)	143 (25)	193 (34)	449 (79)	472 (83)	554 (98)
沖積土壌 (本宮)	278 (47)	312 (52)	508 (85)	553 (93)	576 (96)	597 (100)	396 (66)	477 (80)	640 (107)	666 (112)	684 (115)	719 (120)

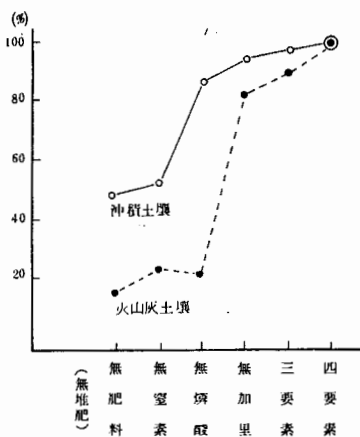
表 116-2 玄米重比

(Kg/10a)

区名 土壌	無 堆 肥						堆 肥 加 用					
	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	三要素	四要素	無肥料	無窒素	無磷酸	無加里	三要素	四要素
火山灰土壌 (滝沢)	59 (13)	99 (21)	96 (20)	378 (81)	431 (92)	469 (100)	81 (17)	112 (24)	122 (26)	399 (85)	415 (88)	478 (102)
沖積土壌 (本宮)	232 (49)	262 (55)	421 (88)	455 (95)	463 (97)	478 (100)	353 (74)	417 (87)	510 (107)	537 (112)	539 (113)	554 (116)

火山灰土壤 滝沢村農試本場  
 施肥量 4ヶ年の平均値 (Kg/10a)  
 N 12 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O 15  
 消石灰 50 堆肥 1000

沖積土壤 盛岡市本宮旧農試本場  
 施肥量 30ヶ年の平均値 (Kg/10a)  
 N 75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 K<sub>2</sub>O 75  
 消石灰 70 堆肥 1200



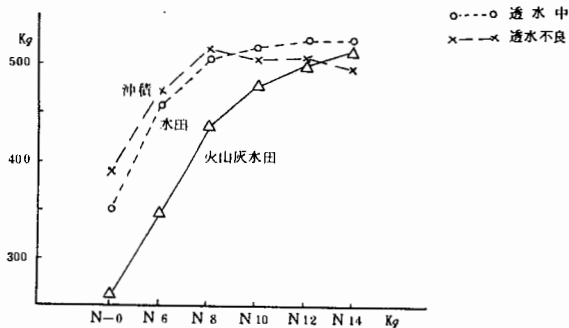
第25図 要素欠除の影響

かつて筆者らは県内の水田約60ヶ所で施肥改善に関する試験を行ったがその結果から要素別肥効の関係を検討すると、沖積水田はいわゆる潜在地力が高く、無窒素区の収量が高くて10a当り平均300~400Kgにあるが、窒素増による収量増はゆるやかでおおむね窒素8Kg位にヤマがあって、それ以上増施しても収量増にはなりがたい。収量頭打水田といわれる一因がこゝにも存在するものと思われとくに透水不良田(湿田)では基盤整備が必要である。

火山灰水田は無窒素区(地力)の収量ははるかに低く平均200~300Kgにあるが、窒素のresponseが大きく窒素増による収量増が大きくて12~14Kgでまだ上昇カーブをとることがある。窒素追肥の効果の大きい場合が多く磷酸の肥効の高いことはもちろん堆肥の効果も大きい。このように火山灰水田は地力(無窒素区の収量)は低いが施肥改善等によって増収に結びつきやすく稲作りを行いやすい土壌ということもできる。

2) 硝酸化成

近年ダムの建設により水の確保が可能になり大面積の開田が行われているが、実際は用水量のギリギリの線まで開田面積をふやしたり、あるいは漏水が多いなどの条件がからんで施肥面にも種々の問題が生ずる。例えば硝化作用に伴う窒素肥料の流亡もその1つである。岩手山火山灰土壤は沖積水田土壤に比べ硝化作用の進み方が極めて早い。これは腐植が多く、しかも塩基にも富んでpHも中性に近いことにも由来すると思われるが透水の多いことも一層その傾向を早めているようである。



第26図 土壤タイプ別N増による平均曲線

第117表 土壤分析表

層位	厚さ	腐植	置換性塩基 (mg)			土性
			CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
I	0~12 cm	H	289	40	10	L
II	12~27	H	289	32	9	SL
III	27~53	あり	179	48	8	SL
IV	53~56	あり	145	64	8	(G)

第 118 表 土壌および肥料の種類と硝酸化成

土 壤 別	肥 料 別	11月24日 (畑状態)		12月14日 (畑状態)		12月22日 (灌水)	
		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	NO <sub>3</sub> -N
岩手山火山灰土壌 (壤質) 岩手郡滝沢村	1 無窒素	2.11	0.68	1.26	1.95	1.01	1.19
	2 硫安	51.42	6.63	38.63	42.25	14.39	31.70
	3 石灰窒素	59.91	2.36	53.78	0.63	39.39	0.93
	4 ベントナイト化成	55.16	11.59	13.63	86.25	8.84	38.11
	5 硫加磷安	54.92	14.30	11.86	74.10	11.11	35.27
北上川沖積土壌 (壤質) 盛岡市本宮	1 無窒素	2.18	2.00	1.01	1.76	11.61	1.88
	2 硫安	58.07	1.46	48.89	2.47	44.19	4.46
	3 石灰窒素	40.75	0.83	40.52	0.44	40.95	0.77
	4 ベントナイト化成	60.08	2.91	61.86	2.54	41.41	8.12
	5 硫加磷安	52.32	2.94	55.80	4.42	48.48	5.57
北上川沖積土壌 (砂質) 水沢市黒石	1 無窒素	7.76	2.60	1.26	1.82	3.89	1.28
	2 硫安	53.24	1.91	37.89	5.59	37.26	9.28
	3 石灰窒素	54.15	2.17	45.70	0.91	39.89	4.64
	4 ベントナイト化成	56.41	3.17	37.62	10.14	32.51	13.69
	5 硫加磷安	63.70	1.87	35.04	5.98	31.81	10.67

註) 1/5000 ワグネルポットに N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O それぞれ 1g 加用、室内実験したもので最後の NO<sub>3</sub>-N は滲透水中のものをはかった。

11月14日から12月14日まで畑状態以後灌水、裸地

このような現象は普通水田での施肥にあたっては充分考慮しなければならないことであるが、とくに乾田直播を行う場合などはその影響が強く現われる。これらのことについて土壌による差異および肥料の種類による差異を見るためにポット試験を行った結果が第 118 表である。これによれば岩手山火山灰土壌に比べて北上沖積土壌ははるかに硝化作用の進み方がおそいことが明らかである。岩手山火山灰は漏水の極めて多いところが広く分布するからこの意味では充分の施肥対策を考えることが必要となる。また肥料の種類についてもかなり明らかな差が認められ、石灰窒素に比べ硫加磷安、ベントナイト化成のようなものはかなり早く硝化作用を受けやすいことが見られている。

このことから岩手山火山灰水田では漏水、硝化作用の進行と関連して、肥料の選択、施肥法等に注意を要し、つとめて硝化作用の進行しにくい肥料、さらには硝酸化成抑制剤入り肥料等を利用して施肥の合理化につとめることが大切である。

## Ⅱ 火山灰水田の改良と安定多収

### 1 苗素質の改善

火山灰水田や冷水灌漑地帯ではとくに苗素質が良好でなければ本田における生育に大きく影響する。古くから苗半作といわれ、近年は保護苗代が普及されるようになり植傷みの少ない初期生育の良好な苗を作ることができ、寒冷地の稲作は著しく改良発展するようになった。そのために低温下でも生体の増加を期待することができ、移植期を早めることが可能となり、栽培期間の巾が広められ収量をも増大させるようになった。

いま、東北においては安定多収の見地から基肥窒素量を減らし追肥を重点にした一連の技術が滲透しつつあるが、このようになると、ことさら素質のよい苗が要求される。寒冷地における健苗の育成

等については本谷らの研究があるが、苗代に磷酸を多施用し、それがとくに低温の年に効果が大きい等一般に普及技術化されている。苗代は畑か折衷にして硫酸根肥料を使用し pHは5前後、堆肥、磷酸の多用を行って全層に均一に混合し、このときの磷酸は33 m<sup>2</sup>当り 100~200 gとする等その成果をあげているが、さらに低温抵抗性を強めることができれば寒冷地や火山灰水田等では増収に大きく前進できる。

大麦等の畑作物は強力な鉄吸収能力があるが水稻は従来湛水下で育てられてきた関係等も影響して鉄の吸収能力は弱い。そこで水稻を畑で育苗する場合とくに鉄の供給に留意する必要がある。また畑苗代では磷酸の施用量を多くしているが苗の体内での鉄の不活性化も考えられ、キレート鉄の施用効果を検討した。またRNAについても検討したがRNAは土壤中において核酸分解酵素の影響により、無機態磷酸の形態まで分解されるが一部は高分子のヌクレオチドの形態でも吸収され核酸含有量が高まり生育を旺盛にするという藤原 51)の研究があり、これらのことを基礎にして、RNAが苗に吸収された場合苗の素質におよぼす影響等について低温処理を与え検討した。供試した土壌は岩手山火山灰土壌は岩手山火山灰土壌で、その理化学性は前述のとおりである。その効果は第120表に見られるように草丈、生体重、乾物率ともRNA、キレート鉄施用区が勝り2ヶ年とも同様の傾向が見られる。また第121表に生体分析の結果をみると標準区に比しN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とも僅かながらRNA、RNA+キレート鉄区が勝り、42年度の養分含量では各成分とも標準区に比し明らかに含量が高く、その傾向はRNA+キレート鉄、キレート鉄、RNAの順である。とくにRNA+キレート鉄、およびキレート鉄区のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO、SiO<sub>2</sub>含量の高いが目立っている。

第119表 試験区の構成 (m<sup>2</sup>当り)

年次	区名	N (硫安)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (過石)	K <sub>2</sub> O (塩加)	RNA	EDTA-Fe (mg)
昭 41	1 標準	35 + 5	60	40	—	—
	2 RNA	〃	〃	〃	2.4	—
	3 RNA+EDTA-Fe	〃	〃	〃	2.4	400
昭 42	1 標準	35 + 5	60	40	—	—
	2 RNA	〃	〃	〃	2.4	—
	3 EDTA-Fe	〃	〃	〃	—	400
	4 RNA+EDTA-Fe	〃	〃	〃	2.4	400

註) RNAはP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>施用量の1/25量を施用  
EDTA-Feは土壌1KgにつきFe 5mg施用  
Fe施用量は1m<sup>2</sup>厚さ10cm、容積重80として算出

第120表 苗調査成績

表 120 - 1

(昭41) 移植期(5月27日)調査

区名	発芽率 (%)	草丈 (cm)	生体重(g)		乾物率 (%)
			根をつけて	根を切って	
1 標準	98	13.4	9.7	5.9	26.6
2 RNA	98	14.6	10.7	6.8	26.6
3 RNA+EDTA-Fe	98	15.7	11.0	7.3	27.5

註) 草丈、生体重等は30個体、2連平均値

表 120 - 2

(昭 42) 移植期(5月29日)調査

区 名	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	根 数 (本)	第3葉鞘 高 (cm)	葉 令	最長根長 (cm)	乾 物 率 (%)
1 標 準	15.5	1.2	12.5	0.9	5.0	15.0	24.7
2 RNA	15.7	2.1	17.0	0.9	5.1	15.8	25.8
3 EDTA-Fe	16.4	2.4	16.5	0.9	5.1	15.6	25.7
4 RNA+EDTA-Fe	15.7	2.7	19.2	0.8	5.3	15.0	26.2

註) 各調査項目とも50個体 2連平均値

第121表 生体分析成績  
表 121 - 1 昭 41 (%)

区 名	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1 標 準	3.45	0.62	0.046
2 RNA	3.60	0.73	0.050
3 RNA+EDTA-Fe	3.51	0.69	0.050

表 121 - 2

昭 42 (%)

区 名	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>
1 標 準	4.14	0.32	3.22	0.050	0.34	0.17	3.38
2 RNA	4.42	0.42	4.49	0.057	0.64	0.24	4.88
3 EDTA-Fe	4.37	0.61	4.78	0.068	0.67	0.22	5.22
4 RNA+EDTA-Fe	4.51	0.65	5.02	0.071	0.65	0.30	5.43

また火山灰土壌と沖積土壌について発根調査を行った結果は第122表に見られるように、RNA+キレート鉄区が発根数、根長において最も勝り、次いでRNA単用区が勝っている。

42年に12℃の暗所低温下で発根調査を行った結果でも第122表(2)のようにRNAおよびキレート鉄施用苗が発根数、根長とも勝り施用効果が認められる。

第122表 発根調査成績

表 122 - 1 常温下調査

(昭 41)

区 名	A		B		備 考
	根 数 (本)	根 長 (cm)	根 数 (本)	根 長 (cm)	
1 標 準	5.5	2.5	4.4	2.5	A 火山灰土壌 (黒色土壌壤土火山腐植型)
2 RNA	8.0	3.3	4.6	3.3	
3 RNA+EDTA-Fe	9.6	4.5	10.0	4.5	B 沖積土壌 (灰褐色土壌壤土型)

註) 常温放置20日後における調査(数値は20ヶ体2連平均)



表 122 - 2 低温下調査

(岩手山火山灰土壌)(昭42)

区名	6月19日			6月27日			備考
	草丈 (cm)	根数 (本)	根長 (cm)	草丈 (cm)	根数 (本)	根長 (cm)	
1標準	15.2	3.8	1.0	16.1	5.2	2.4	12℃暗所
2RNA	15.9	4.2	1.6	16.7	5.8	3.6	6月6日~6月19日まで
3EDTA-Fe	15.6	4.5	1.5	16.5	5.7	3.2	常温 6月20日~6月27
4RNA+EDTA-Fe	16.2	5.7	1.9	17.0	6.7	4.7	日まで

註) 数値は10個体2連平均 根数は発生新根数

次に苗素質が生育収量におよぼす影響について検討した。RNAおよびキレート鉄施用苗を植付け、普通栽培を行ったものと、穂孕期に16℃暗所低温処理を実施したものの生育および出穂調査結果を第123表にみると、全期常温放置では生育および出穂期で僅かにRNA+キレート鉄施用区が勝る傾向が見られるが穂孕期、低温処理を実施した場合の出穂揃ではRNA+キレート鉄区は標準に比し6日促進しており、RNA単用は4日の足進が見られ、とくにRNAの低温に対する効果が大きい。

またこれら苗素質が収量に及ぼす影響は第123表に見られるように、全期常温放置の場合でも、標準に比しRNA およびRNA+キレート鉄施用区は全重、わら重、穂重、一穂平均着粒数、稔実粒数ともに勝ることが認められる。

一方穂孕期低温処理の場合には、さらにRNAおよびRNA+キレート鉄施用の効果が明らかに現われている。

第123表 穂孕期低温処理を実施した場合の影響

表 123 - 1 生育出穂調査

(昭41)

区名	7月11日		10月11日			出穂期			
	草丈 (cm)	茎数 (本)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	始 月日	期 月日	揃 月日	
1標準	全 期 常 温	32.5	6.0	60.2	13.7	7.0	8.24	8.26	8.28
2RNA		33.5	6.0	68.0	14.7	7.0	8.23	8.26	8.28
3RNA+EDTA-Fe		33.5	6.5	77.0	16.7	8.0	8.22	8.25	8.27
1標準	低 温 処 理	33.0	5.5	44.5	13.0	7.5	9.5	9.5	9.8
2RNA		32.6	6.0	51.7	12.7	9.5	9.1	9.1	9.4
3RNA+EDTA-Fe		34.2	6.5	56.7	14.5	9.5	8.30	8.30	9.2

註) 試験規模 1/5000 ワグネルポット2連  
 供試苗 RNA、EDTA-Fe 施用苗 2株(1株2本植)  
 供試土壌 沖積土壌(灰褐色土壌壤土型)  
 施肥量 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O それぞれ0.5g宛  
 低温処理 8月6日~15日まで10日間暗所16℃放置

表 123-2 収量および分解調査成績

(昭41)

区	名	ポット当収量 (g)			穂 ／ わら	一穂平均			歩合 (%)		
		全重	わら重	穂重		総穂数	穂実数	不穂数	穂実数	不穂数	穂実数
1 標準	全期常温	35.2	20.7	14.5	70.0	60.2	58.5	1.7	97.2	2.8	
2 RNA		45.5	25.5	20.0	78.4	69.9	67.4	2.5	96.4	3.6	
3 RNA+EDTA-Fe		50.6	27.3	23.3	85.3	76.7	74.2	2.5	96.7	3.3	
1 標準	低温処理	33.5	31.5	2.0	6.3	27.9	0.6	27.3	2.2	97.8	
2 RNA		35.8	32.3	3.5	10.8	29.3	3.1	26.2	10.6	89.4	
3 RNA+EDTA-Fe		44.7	39.5	5.2	13.2	37.4	5.0	32.4	13.4	86.6	

註) 低温処理は8月6日～15日まで10日間暗所16℃放置

次に生育全期冷水灌漑処理を実施した場合の影響を第124表を見ると生育収量とも標準に比し勝ったのがRNA+キレート鉄、次いでRNA、キレート鉄の順で収量指数はそれぞれ129、127、124%であった。いずれも耐冷水性の効果が認められ、穂実歩合を高めているのが特徴的である。

第124表 冷水灌漑下における生育収量分解調査

(昭42)

区	名	ポット当収量 (g)		収量 指数	一穂平均				穂実 歩合 (%)	収穫時		
		わら重	もみ重		総穂数	穂実数	不完全 穂数	不穂数		穂長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)
1 標準		134.3	67.4	100	82.7	47.0	20.1	15.6	57	92.5	20.2	18.0
2 RNA		125.1	85.9	127	84.8	67.0	7.2	10.6	79	95.7	21.3	31.5
3 EDTA-Fe		110.6	83.6	124	84.0	66.5	7.5	10.0	79	93.9	20.5	27.5
4 RNA+EDTA-Fe		120.1	87.1	129	87.2	75.3	6.9	5.0	87	99.8	21.5	33.5

註) 不完全穂とは比重1.06の塩水に浮んだ発育停止穂  
不穂とは穎のみで澱粉蓄積のない穂  
ポット栽培をした水口部分の水温  
6月中は約 14℃～17℃  
7月中は約 16℃～19℃  
ポット当り 3株植 1株2本植  
施肥量 N 1.0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.0 K<sub>2</sub>O 1.0g

このようにRNAおよびキレート鉄施用によって苗の生育は旺盛となり、各種成分含量も高まり量、質ともに勝ることが認められる。また、これらの施用苗の生育収量におよぼす影響については、とくに低気温低水温下において発根活着が良好であると同時に、施用苗は低気温下での障害不穂が少いこと、また冷水灌漑下でも無施用苗に比較して明らかに穂実歩合が高く収量も高いこと等から考えて、気温、水温いずれに対しても耐冷性の強い素質を具備することが認められる。

## 2 施肥改善

### 1) 堆厩肥、稲わらの施用効果

堆厩肥、稲わら等有機物の施用は基本的に作物に施用するというよりは土壌に投入してその地力を増強するにあると考える。

火山灰土壌で無堆肥栽培を続けると耕土が固くしまりやすくなり、とくに漏水により田面水がなくなって一旦き裂が生ずると例え灌水を行っても元にもどらず、漏水が止らないということはよく見られる現象である。この場合、堆厩肥を連年施用すると土壌は膨軟になり養分の補給の上でも農作業の

管理の面でもかなり楽になることもよく経験することである。第125表は岩手山火山灰水田の開田2年目から堆肥を連用した成績である。

第125表 堆肥の肥効 (Kg/10a)

区名	わら重					玄米重					比
	39年	40	41	42	平均	39年	40	41	42	平均	
1.無堆肥	420	428	578	456	374	374	492	362	549	444	100
2.堆肥	471	476	609	509	478	478	560	430	590	515	116

旋肥量 (Kg/10a) 昭39~40年 N 12 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20 K<sub>2</sub>O 10 堆肥 1300

昭41~42年 N 14 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 30 K<sub>2</sub>O 15 堆肥 1300

これによると堆肥1,300Kgの施用で各年次ともかなり高い増収率を示していることが認められる。このように一般に火山灰水田に対する堆肥の効果は高く、とくに透水の多い水田等においては十分施用して地力を高めることが大切である。

しかし最近水田に対する堆肥の施用は労力不足等から年々少くなる傾向でこれに代って稲わらの施用がすまめられている。このことは労力不足に対応する省力および有機物施用による安全多収ということで意義が大きい。近年コンバインとか生脱穀機が利用されているが収穫後の残がいの問題として稲わらの処理をいかすべきかが大きな問題となっている。

東北地方においても論議されているところであって、種々土壌条件によっても異なると思われるがおおむね10a当り風乾わらで600Kg生わらで1,200Kg位施すのが効果的である。透水性のよくない水田では施用量を少なくするのが安全で、また作業上から春施用でも田植の1ヶ月前までに施すことが大切である。しかし稲わらのすきこみは分解に伴う還元の助長、酸素不足による根圏障害、土壌窒素の一時飢餓がみられるのが普通であるからこのような状態をなくするために石灰、石灰窒素等の添加によって腐熟を早める必要がある。石灰窒素の添加量は稲わら100Kg当り成分量で0.4Kgを基準量とする。すきこみの方法はプラウ耕の場合は稲わらが下層にすきこまれるために生育遅延が認められるが、ロータリー耕の場合は比較的表層にすきこまれるので窒素飢餓がおこりやすいようである。土壌の排水状態または秋雨のためすきこみが困難な場合には春まで稲わらを撒布しすきこみ時に石灰窒素を添加するのも一方法である。

県内でも稲わら処理に要する労力および堆肥積みこみ労力の関係から野積放置とか、焼却する農家も認められているが土作りは稲わらを土に返す運動こそ大切であるから、石灰窒素添加によるすきこみとか、速成堆肥をつくるのが大切である。

第126表 稲わら鋤込み効果

(Kg/10a)

区名	事項		
	わら重	玄米重	同左比率(%)
無堆肥	427.5	406.0	100
堆肥1300Kg	476.3	462.1	114
稲わら鋤込み	435.7	426.5	105
稲わら鋤込(石灰窒素添加)	438.8	449.2	111

岩手山火山灰土壌(透水良)

石灰窒素添加量 稲わら100KgにつきN0.4Kg

2) 燐酸の増施と窒素との相関

火山灰水田に対する燐酸の増施はもっとも大切なことである。燐酸多用によって水稻体内の窒素%が増大せず、むしろ一般のものより低下しやすいことが知られている。このため一般沖積地でも燐酸多用によって初期生育が旺盛になって秋落的凋落を助長するとさえいわれる。したがって燐酸を増施したなら窒素も同時に多くすることが重要で生育後半まで肥効の持続するように窒素の施肥法で考えることが必要である。また逆に云うと燐酸多用下では窒素の多用が可能になり増収に結びつくことになる。このように燐酸の施用量を増すと窒素の施用適量がふえることは一般に知られているところでその相関の1例を示すと第128表のようである。また燐酸の施用効果は生育初期ごとに分けつ期に大きいことは明らかで、基本的には基肥施用であるが土壌によっては追肥の効果も見られ基肥燐酸が少いときに効果が見られる。これを第127表に示した。燐酸増施の反応は品種によってかなりの差が見られオ、トリ、フジミノリのような穂重型品種のものは分けつ期に非常に燐酸施用量に感応して分けつ数も多く後期は燐酸よりもむしろ窒素によく反応し、高い窒素濃度で登熟がよく行われるのに対しサ、シグレ、ハツニツキのような穂数型品種は分けつ期に窒素に感応しやすく登熟期には窒素よりも燐酸に感応し、燐酸の多い窒素濃度の低い条件で登熟がよく行われる傾向が見られる。このため品種により燐酸の効果のでやすいように施肥位置や施用量を変えた方がよく、つまりその品種の力を最高度に発揮させる方法をとることが大切である。

第127表 燐酸追肥の効果

昭42 (Kg/10a)

区名	わら重	精粳重	玄米重(比)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 吸収量	
				わ	ら
1 無追肥	641	693	570(100)	0.64	3.05
2 追肥1回	730	753	616(108)	0.88	3.77
3 追肥2回	748	758	619(109)	1.05	4.09

(岩手山火山灰土壌)

フジミノリ 旋肥量 N 16

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 基肥 10 追肥1回あたり10

K<sub>2</sub>O 15

珪カル 150 堆肥 1000

追肥時期 分けつ期および幼穂形成期

第128表 窒素、燐酸の肥効

(Kg/10a)

区名	わら重			玄米重			
	38年	39年	平均	38年	39年	平均	比
1 N10 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20 Kg	578	330	454	416	337	377	94
2 " 12 " 20	637	315	476	466	336	401	100
3 " 14 " 20	714	338	526	512	348	430	107
4 " 12 " 0	276	135	206	71	75	73	18
5 " 12 " 10	620	293	457	389	307	348	87
6 " 12 " 20	637	315	476	466	336	401	100
7 " 12 " 30	720	465	593	546	457	502	126

註) K<sub>2</sub>O 10 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> は過石 フジミノリ

また燐酸の施用量が20 Kg程度までであれば各種燐酸質肥効は大きな差がないのが普通である。しかし火山灰土壌の改良あるいは開田当初からの早期安定化の見地から燐酸を多投する場合、各肥料の特性が強くあらわれてくる。例えば第129表に見られるように土壌改良的な考え方で燐酸の多投を行なう場合、吸着燐量4%の過石では活着後の生育は旺盛であっても移植後1ヶ月程度で早くも葉色が淡くなる傾向が見られる。これに対して熔燐の場合では葉の褪色もほとんど見られず生育も旺盛になり玄米収量も増加する。熔燐系列と過石系列を

生育は旺盛であっても移植後1ヶ月程度で早くも葉色が淡くなる傾向が見られる。これに対して熔燐の場合では葉の褪色もほとんど見られず生育も旺盛になり玄米収量も増加する。熔燐系列と過石系列を

水稻の養分吸収量を第130表で比較すると磷酸含量の差は比較的少いが、珪酸、窒素、苦土等は施用量が多くなるほど熔磷系列の方がはるかに高くなる傾向が見られ、土壤改良資材としての熔磷の有利性がうかがえる。

第129表 磷酸質肥料の肥効 (Kg/10a)

区名	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 施用量	わら重							玄米重				比
		40年	41	42	40年	41	42	平均	40年	41	42	平均	
過石	吸着磷 1%	16	17	12	484	489	600	524	454	415	570	480	100
	" 2%	35	37	20	476	492	673	547	446	415	611	490	102
	" 4%	75	76	46	446	505	636	529	445	416	579	480	100
熔磷	" 1%	16	16	9	488	446	633	522	470	418	572	487	102
	" 2%	35	36	25	555	595	680	610	481	455	601	512	107
	" 4%	75	72	44	619	646	715	660	529	498	624	550	115

(岩手山火山灰土壤)

註) 施肥量 40、41年 N 12+2+2 K<sub>2</sub>O 10 Kg  
 42年 N 12+2+2+2 K<sub>2</sub>O 10+2+2 Kg フジミノリ  
 吸着磷 施肥磷+(1.5×1%<えん酸可溶P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、各因子とも10a当り作土より算定、作土重は容積重および作土の厚さより算定)

第130表 平均養分吸収量

区名		40~42年 平均養分吸収量 (Kg)					
		SiO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
過石	吸着磷 1%	92.4	10.0	2.6	12.8	2.8	1.4
	" 2%	103.3	9.9	4.0	13.9	3.0	1.6
	" 4%	101.3	9.9	4.4	13.9	2.7	1.9
熔磷	" 1%	92.1	9.5	3.1	13.3	2.4	2.1
	" 2%	109.5	10.3	4.3	15.8	3.1	2.4
	" 4%	124.4	11.7	5.7	17.8	3.3	3.0

### 3) 塩安、熔磷、珪カルの併用

水稻の安定多収のためにもっとも大きな阻害要因の1つに稔実の不良がある。農林省の調査によっても全国的に収量構成要素の面からみると穂数、粒数は上昇の傾向にあるが千粒重は停滞しているといわれる。この千粒重を大きくし一層みのりをよくすることは品種の特性、日照、その他種々の条件が関与して仲々むずかしい。第131表の成績によると塩安、熔磷の系列は標準(硫酸根)に比べ13%の増収になり、BM熔磷(硼素、マンガンを含む)は17%これに珪カルを加えると31%の増収になっている。磷酸多施用を中心にBM熔磷、珪カル等がよく効果をあらわしている。しかも問題のみのりの状態を見ると塩安(Cl)、熔磷(Mg)珪カル(Ca Si)等が入ることによって千粒重が重くなり稔実粒数を多くし、玄米が2mm以上の厚味のあるよく肥大した粒を多くしていることが注目される。生育の後半に硫酸根の多いことはかえって稔実を不良にしてくると云われるが、水稻の安定多収のために、みのりに関係の深い石灰、塩基をはじめこれらの養分を十分施用しておく必要がある。

寒冷地水田の安定多収の基本的技術は保温畑苗の使用、磷酸肥料の多施用、早植栽培などの初期生育の良化につとめ、深耕、有機物の施用、珪酸塩基資材の投入等によって稔実の良化につとめ、それぞれの品種のもつ肥料に対する特性の適応(多肥に耐え、より多く窒素を吸収できる品種)等の諸技術を導入することにある。これをベースとして冷害もかなり軽減され、さらに安定多収の方向も打出

しうると考える。

第 131 表 塩安、熔燐、珪カルの肥効 (昭 41)

区 名	玄 米 Kg/10a			一穂平均 稔実粒数	粗玄米の 厚さ2.0ミリ 以上のもの
	重 量	指 数	千 粒 重		
1 標準(硫安、過石、塩加)	428	100	20.6	62.6	64.5
2 塩安+熔燐+塩加	482	113	20.9	67.0	67.8
3 塩安+BM熔燐+塩加	500	117	21.0	69.2	70.0
4 塩安+BM熔燐+塩加+珪カル	561	131	21.6	78.5	74.5

フジミノリ 岩手山火山灰土壌 旋肥量 N 12 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60 K<sub>2</sub>O 15  
珪カル 150 堆肥 1500 Kg

第 132 表 塩安、熔燐、珪カルの施用と養分吸収量 (昭 41)

区 名	SiO <sub>2</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1 標準(硫安、過石、塩加)	106.3	8.6	4.0	11.7	2.5	1.8
2 塩安+熔燐+塩加	127.5	10.3	4.6	14.5	2.6	2.0
3 塩安+BM熔燐+塩加	125.9	10.6	4.7	14.3	2.5	2.5
4 塩安+BM熔燐+塩加+珪カル	135.2	12.6	5.1	16.6	2.9	3.2

(わら、粗含量)

### 3 土壌改造

火山灰畑土壌の生産力増強のために、有機物、燐酸等の多投による土壌改造の必要性を述べたが火山灰水田においても同様にとくに開田地等においては有機物、熔燐、珪カル等による土壌改造が必要である。

水稲はその生育期間中とくに分けつに対して体内の燐酸含有率をかなり高目にもっていくことが必要である。ところが火山灰水田や冷水田、山間水田、開田地等土壌中の燐酸含量の少ないところは土壌中の燐酸分を豊富にしておかないと燐酸含量は高くない。県中部以南の火山灰水田は強酸性の燐酸欠乏地帯が多くこれら塩基に欠乏した火山灰土壌の新開田土壌を改造し、開田当初から高位収量をあげるため、熔燐、珪カルによる土壌改造試験を行った。試験初年目は水稲体内の燐酸含有率を適正に高め、生育を旺盛にするための施肥燐と土壌燐の関係を検討した。その結果第 134 表のように土壌改良資材としての熔燐の肥効は高く、吸着燐量を燐酸吸収係数の 2%、4%、6% と高めることによって玄米収量は上昇し、また珪カル併用の効果も認められた。すなわち北上市飯豊の胆沢台地火山灰土壌開田地で試験したが、このようにして試験した生育を見ると附近の水稲とは全くちがった生育で、燐酸分の多いものほど、またそれに珪カルを併用したもののほど初期から見事な生育で草丈も高く茎数も多くて増収になった。

第 133 表 試験地土壌の理化学性

層 位	土 性	pH (H <sub>2</sub> O)	置換 酸度 Y <sub>1</sub>	腐植 (%)	全炭C 素(%)	全窒N 素(%)	置換性塩基 (mg)			塩基置 換容量 (me)	燐酸吸 収係数	有効態 燐酸 (mg)
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O			
I	SiL	5.3	0.4	6.1	3.5	0.3	66	25	22	20.4	1960	tr
II	SiCL	5.3	0.4	1.3	0.8	0.1	180	11	14	16.0	1660	tr

胆沢台地周辺火山灰土壌(北上市、飯豊)

第 134 表 熔燐、珪カルによる土壤改造(1)

昭 40 ( $\text{Kg}/10\text{a}$ )

区	名	N (硫酸)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O (塩加)	珪 カル	堆 肥	期含 待有 燐率 酸※	わ ら 重	玄 米 重	比	分燐率 け酸 つ含 期有(%)
			過 石	熔 燐								
1	吸着燐量燐酸吸収係数の 2%	10	20	24	10	—	1000	(%) 0.46	728	503	100	0.58
2	" 4%	10	20	68	10	—	1000	0.62	791	576	114	0.69
3	" 6%	10	20	112	10	—	1000	0.80	855	664	132	0.78
4	" 珪カル 4% 150 Kg	10	20	68	10	150	1000	—	836	648	129	0.70
5	" 珪カル 6% 300 Kg	10	20	68	10	300	1000	—	825	615	122	0.71

吸着燐量 = (1.5 × 1% ぐえん酸可溶 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) + 施肥燐

各因子とも 10a 当り作土より算定

作土重は容積重および作土の厚さより算定

品種 ハツニシキ ※分けつ期 水稻

引続いて 2 年目、3 年目と土壤中の有効燐酸含量、燐酸吸収係数を測定しながら吸着燐量の決定を行ない、さらに塩基飽和度を 60% および 70% になるよう珪カルの施用量を算出して試験を行った。その結果、珪カルの施用量はほぼ塩基飽和度の 60% で上限となり、70% ではむしろ減収の傾向を示した。

第 135 表 熔燐、珪カルによる土壤改造(2)

昭 41 ( $\text{Kg}/10\text{a}$ )

区	名	N (硫酸)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O (塩加)	珪 カル	堆 肥	期含 待有 燐率 酸※	わ ら 重	玄 米 重	比	分燐率 け酸 つ含 期有(%)
			過 石	熔 燐								
1	吸着燐量燐酸吸収係数の 2%	10	7	13	10	—	1000	(%) 0.46	698	533	100	0.49
2	" 4%	10	7	41	10	—	1000	0.62	743	571	107	0.68
3	" 6%	10	7	46	10	—	1000	0.80	761	601	113	0.68
4	" 珪カル 4% 150 Kg	10	7	36	10	158	1000	—	756	598	112	0.74
5	" 珪カル 6% 300 Kg	10	7	35	10	278	1000	—	720	591	111	0.68

第 136 表 熔燐、珪カルによる土壤改造(3)

昭 42 ( $\text{Kg}/10\text{a}$ )

区	名	N (硫酸)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O (塩加)	珪 カル	堆 肥	期含 待有 燐率 酸※	わ ら 重	玄 米 重	比	分燐率 け酸 つ含 期有(%)
			過 石	熔 燐								
1	吸着燐量燐酸吸収係数の 2%	10	—	3	10	—	1000	(%) 0.46	586	583	100	0.61
2	" 4%	10	—	21	10	—	1000	0.62	638	598	101	0.68
3	" 6%	10	—	23	10	—	1000	0.80	765	686	118	0.82
4	" 塩基飽和 60% 残効 4%	10	—	20	10	—	1000	—	780	645	111	0.77
5	" 塩基飽和 70% 残効 4%	10	—	23	10	—	1000	—	642	638	109	0.67

以上のように塩基の欠乏した火山灰水田においては、吸着燐量を燐酸吸収係数の 4% 程度になるように燐酸を施用すれば最高分けつ期内外の水稻体内の燐酸含有率はほぼ 0.6% 以上となり、かつ塩基

飽和度が60%程度になるように珪カルを施用し、さらに十分な堆厩肥を投入して肥沃化をはかれば、開田地であっても当初から10a当り600Kg以上の収量をあげようような土壌条件をつくることができる。磷酸質肥料の改良資材としてとくに熔燐をすゝめるのは、磷酸分のほか石灰、苦土、珪酸などを含んでいて肥沃な耕土層への改造が一度にできてしまうからである。磷酸は土壌中に蓄積され、磷酸吸収係数も徐々に低下してくるから施肥磷酸の所要量も急激に減少してくる。このような熔燐、珪カルが多投、さらに堆厩肥の施用を行った試験を各種の火山灰水田で実施したがいずれもその効果が顕著であった。したがってこの種の塩基に欠乏した火山灰水田、とくに開田地においてはこの改造方法を広く活用して増収をはかりたいものである。なお参考までに土壌改造資材として施用した肥料代の経済効果を見れば第137表のとおりで初年目でその肥料代を回収している。

第137表 土改資材費と経済効果

(昭40)

区 名	事 項		経 済 効 果			
	収 量		増収した 玄米代 (円)	増産した 熔燐代 (円)	増産した 珪カル代 (円)	実 収 益 (円)
1 無 処 理	521	100	—	—	—	—
2 磷酸吸収係数の4%熔燐	576	113	6,400	5,474	—	926
3 " 6% "	664	130	15,200	9,016	—	6,184
4 磷酸4%の熔燐+珪カル150	647	126	13,600	5,474	760	7,366
5 " 6% " + "	676	131	16,500	9,016	760	6,727

胆沢台地周辺火山灰土壌(北上市 飯豊)

磷酸吸収係数の4%相当の $P_2O_5$ は 68 Kg

6% " 112

この試験地は磷酸吸収係数の強い(1960)

開田3年目の焼石嶽火山灰土壌

容積重 930 g 作土 12 cm

#### 4 火山灰水田の改良と多収穫

##### 1) 火山灰水田改良の方向

火山灰水田の重要な対策として、漏水防止、冷水対策、施肥法改善、そして全般的栽培法の改良等があげられる。

漏水防止対策は水田造成(開田)に際して日減水深を30~40mm程度にできうれば最も好ましい。近年水田の造成にあたり岩大工法がとり入れられ好結果が得られているが、それができ得ない場合等漏水防止対策としてベントナイト、堆厩肥、ライ麦の施用による土壌の物理性の改善が行なわれている。漏水田では窒素不足になりやすく、水温も上昇せず、わらできは抑制される。また極度に漏水が少ないと倒状とわらできの増大にむすびついてくる。冷水対策は漏水を防止することによって水温は上昇してくる。低温の程度によって対応する技術を選ぶべきで礫層の上に火山灰土壌が堆積している遠野地方では昼間止水灌漑をしてまず地温の上昇をはかっている。とにかく、水温の低いときはそれを上昇させることが大切で、その上に健苗、磷酸多用、さらに核酸施用苗等の技術を加味することが大切である。

次いで施肥法であるが、これは火山灰土壌の特産である磷酸欠乏対策が改良の第一点である。それには前に述べた土壌改造的考え方で磷酸吸収係数の4%(2,000なら50Kg)程度の磷酸を熔燐に加え、水稲体中の磷酸含量を初期から高め、分けつを旺盛にし、さらに登熟も良化させる方向に進めねばならない。同時に珪カルの施用も行うが150Kg程度が標準で酸性火山灰水田ではやゝ多目にする必要が



ある。堆肥等有機物の併用ができればさらに効果的である。

このようにして肥沃な耕土層を造成しておけば火山灰土壌の新規造成田でも当初から 600 Kg以上の収量をあげることができる。このような改良を行なえば今度は窒素が問題になってくる。また火山灰水田では岩手山火山灰土壌のように硝化作用の進行が早く、施肥から灌水までの期間が1週間以上になると窒素肥料の流亡が極めて多くなるから注意を要する。このような場合は硝酸化成抑制剤入りの肥料の使用がのぞましい。

漏水が止ってくれば生産力は高くなるが、灌排水の操作がやりにくくなるほど漏水を止めると(例えば日減水深 10 mm 以下)根ぐされも起きやすく茎葉の割に粗のとれない収量頭打ちが生じてくるから注意を要する。日減水深を 30 mm程度にし、一方では磷酸を主体にした土壌改造を行ない、あわせて珪酸、塩基の供給が充分行われるような土壌にすればその後は主に生育相に見合せた窒素、すなわち合理的施肥法によって十分多収の目的を達し得る水田になる。

岩手県に分布する火山灰水田は前に述べた種々の噴出源を異にする火山灰によって構成されており、それぞれ細かい性質を異にするが、大別すると盛岡市以北の中性から微酸性程度、そして比較的漏水の大きい水田と盛岡市以南の強酸性で塩基に欠乏した水田に分けられ、いわゆる古くから低位生産田として低収を続けてきたが近年にいたって種々の土壌改良、施肥改善が進められ、今日ではすでに沖積水田に劣らない生育収量をあげうるまでに前進している地帯もある。水管理のできにくい沖積水田が収量頭打ちで停滞している間に火山灰水田は着々と前進を続け、大きく収量増は期待しうるまでになっている。

最近における県内の多収獲を見ても、かなり多く火山灰水田に見られ 700 Kg以上の収量をあげた例も少ない。

今まで述べてきた土壌の改良が進められ、肥沃な基盤の上に適品種、細かい栽培技術が体系化されるとき、火山灰水田の稲作は沖積地に優る高位収獲田になることが期待される。

## 2) 水稻多収獲の解析

岩手県は昭和 42 年から水稻 50 万トン達成事業を開始し昭和 46 年までに平均収量を 2 割高めることを第 1 の目的にしている。すでに初年目において好天にめぐまれたこともあってかつてない高収をあげ好スタートをきった。われわれが関係して実施した試験地の中でも 10 a 当り収量 700 Kg以上の収量をあげたところがかなりの多に達した。そこでこれらの多収条件の解析を行ない今後の安定多収のための当面のあるべき姿を策定し稲作向上に寄与する目的で検討を行った。

第 138 表 多収試験地の土壌

地名	土 壤 型	作土厚 (cm)	減水深 (cm)	置換性塩基 (mg)			塩基置換容量 (me)	磷酸吸収係数	1%くえん酸可溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	備考
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O				
1 滝 沢	黒色土壌壤土火山腐植型	12	4.0	209	40	10	34.3	2240	20	開田 5 年
2 西 根	" "	15	3.0	401	52	19	25.8	1580	6	" 11 年
3 石鳥谷	灰褐色土壌壤土型	16	3.0	257	55	16	16.9	820	11	
4 盛 岡	" "	12	4.0	228	52	13	27.6	650	—	
5 紫 波	" 粘土型	13	2.0	451	94	7	24.7	660	—	暗 渠
6 雫 石	泥炭質土壌粘土型	12	0	331	30	12	25.3	700	—	盛 土
7 沢 内	黒色土壌壤土火山腐植型	10	3.0	284	54	18	20.7	1300	—	切 土

第 138 表はその多収試験地の土壌条件の概要を示したもので、これによるとまず日減水深は、30~40 mmのところが多く、透水性の適切な水管理の行ないやすいことが多収にむすびつきやすいことが

うかがわれる。こゝでは火山灰および沖積土壌を含めて検討するが7地区のうち滝沢、西根、沢内の3地区が腐植に富む火山灰水田である。いずれも多年の土作りによって全般に塩基は豊富であり、連年の堆厩肥の多投、火山灰水田では燐酸の多施用を行っていることが見られる。これらの現地試験地において、いくつかの施肥設計がたてられその中から700 Kg以上の高収をあげた例が13例、つまり13の施肥法があったが、各試験地について1例づつ代表的な施肥設計をあげたのが第139表である。これを見ると基肥窒素量は例年とほとんど変りないが、幼穂形成期から穂揃期にかけての追肥あるいは固形肥料等の深層追肥が行われている。今後の施肥体系は先ず健苗の育成をことさら重点にしてすぐれた苗を使用して田植後の生育を旺盛にさせることが大切で、そうすれば基肥窒素は少な目に施用してその後の生育を調節しやすくなり安定した稲作りを行うことができる。今後の安定多収は健苗そして基肥窒素は少な目が基本条件となる。

第139表 多収(700 Kg以上)をあげた施肥設計 (Kg/10a)

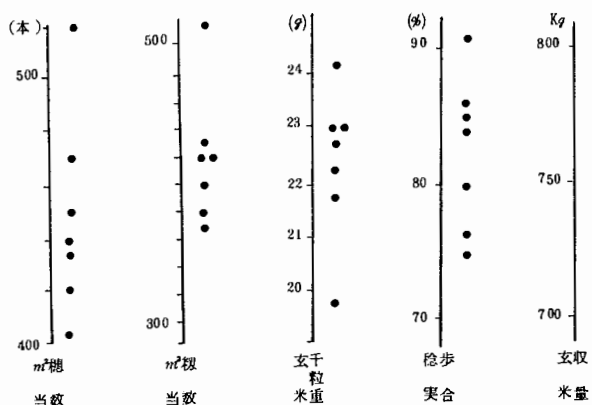
地名	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		珪カル	堆肥	収量	品種	備考
	基肥	追肥	過石	熔燐	基肥	追肥					
1 滝沢	12	3 + 2 (-25) (-10)	—	60	10	3 (-25)	150	2000	701	フジミノリ	緩効性肥料 固形肥料
2 西根	10	2 2 (-10) (0)	20	20	10	18 + 18 (-10) (0)	150	2000	707	"	
3 石鳥谷	8	2 + 2 + 2 (-10) (0) (+7)	16	10	8	18 18 18 (-10) (0) (+7)	150	1500	763	ふ系 69	
4 盛岡	6	9 (-35)	9 (-35)	6	3	9 (-35)	—	—	735	フジミノリ	
5 紫波	8	—	—	8	8	—	200	—	735	"	
6 雫石	10	—	—	15	10	—	400	—	804	"	
7 沢内	8	2 + 2 (-18) (0)	—	40	12	—	200	—	708	"	

追肥時期(-25) = 出穂前25日を示す。

また表に見られる紫波、雫石は追肥を行っていないが、珪カル多用を行なって土壌中の窒素の発現を多くしている。珪カルは全般に多用され、火山灰水田では熔燐を中心に燐酸の多用が行われて多収が得られている。また石鳥谷では緩効性肥料(Gu)の利用によって後半の秋落、凋落を防ぎ、いずれも稲作後半の養分吸収に意を用いているのが注目される。以上のような条件で得た収量結果は第140表である。

第140表 収量結果

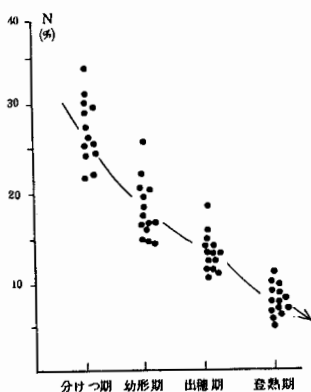
地名	一穂平均全粒数	m <sup>2</sup> 当穂数	m <sup>2</sup> 当全粒数(千)	有効茎歩合(%)	もみ/わら	玄米重(Kg)	玄米千粒重(g)	稔実歩合
1 滝沢	88.6	420	37.3	88	1.07	701	23.0	85
2 西根	82.3	436	37.7	82	1.15	707	22.3	80
3 石鳥谷	92.5	454	42.0	86	1.08	763	22.8	86
4 盛岡	100.0	526	52.6	82	1.33	744	19.7	75
5 紫波	100.8	403	40.6	70	0.84	735	23.0	92
6 雫石	92.0	470	43.2	74	1.26	804	21.8	76
7 沢内	95.6	442	42.2	83	0.90	780	34.3	84



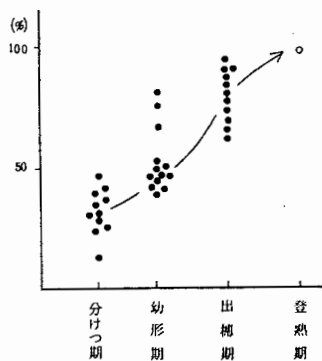
収量構成を見ると  $m^2$  当り穂数は 400 ~ 460 本  $m^2$  当り粒数は 3,600 ~ 4,300、玄米千粒重は 22 ~ 23 g、稔歩歩合は 75 ~ 85 % の範囲で 700 ~ 800  $Kg$  の収量が得られている。盛岡の固形肥料は特別で 744  $Kg$  が得られているが  $m^2$  当り粒数 52,600 と極端に多く、千粒重は 19.7 g と低く倒伏もあって不安定な生育を示した。

もともと本県は 700  $Kg$  以上の収量をあげることは仲々至難のことであるが 800  $Kg$  のものも見られ窒素の吸収状況を主体にして分解調査を行った。その傾向の正確性をさらに高めるために全区 13 例について検討を行うことにする。

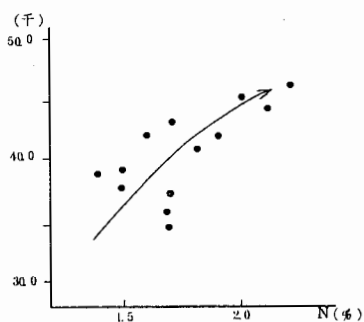
第 27 図 収量構成



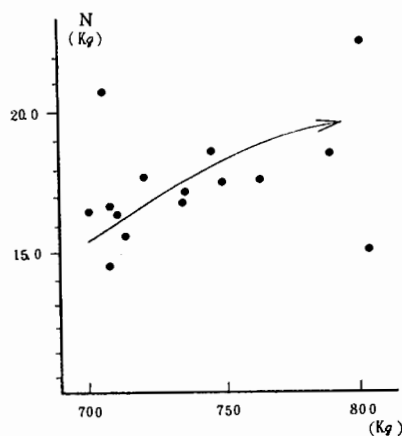
第 28 図 茎葉中 N 濃度



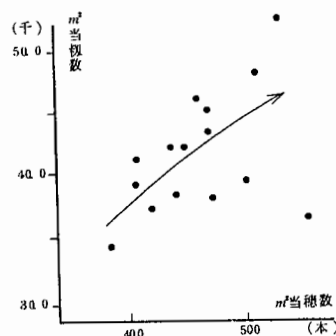
第 30 図 N 吸収比



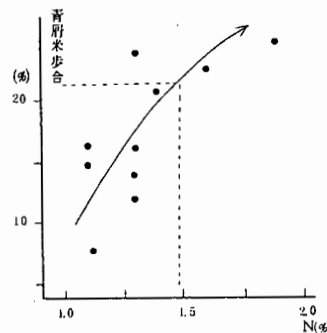
第 32 図 幼形期 N 濃度と粒数



第 29 図 N 吸収量と玄米収量



第 31 図 穂数と粒数

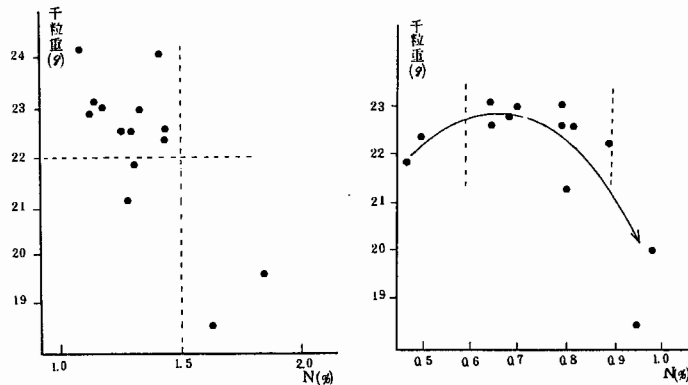


第 33 図 出穂期 N 濃度と青肩米歩合

茎葉中窒素濃度は分けつ期 2.2～3.0%、幼穂形成期 1.4～2.1%。登熟期 0.5～1.0%の範囲に入った。

一方窒素吸収量は最終的には 15～18 Kgの範囲に入ったが生育時期による窒素の吸収パターンは場所により異なり、出穂期からの吸収の割合も 5～40%の巾がある。

結局移植から幼穂形成期（最高分けつ期）、幼穂形成期から出穂期、出穂期以後の 3 段階を見ると平均的な窒素吸収割合は 4：4：2 程度と見られる。



第34図 N 濃度と千粒重

そのほか、各生育時期における窒素濃度と収量決定要素との関連性を検討すると、ほど明らかと思われるものは、まず  $m^2$  当り粒数は穂数増でとっている例が多く、幼穂形成期の窒素濃度が高いと粒数は多く、出穂期の窒素濃度が高まると青米、屑米歩合がふえ、ほど窒素含量 1.5% を越えると青屑米は 20% を越え千粒重も同様に窒素 1.5% 以下で安定し、さらに登熟期の窒素濃度は 0.9% 以上では千粒重が低下し、0.6～0.9% で安定の傾向である。

以上のような 42 年度の実績および過法に行なわれた試験成績結果を参考にして、玄米収量を 700 Kg 以上に見込む際の期待養分含有率および期待生育量を次のように策定した。

第 141 表 期 待 含 有 率

時 期	葉 身	フジミノリ 乾物 (%)		
		茎	葉	N 吸収比
分けつ期	N 3.5～4.5	N 2.5～3.0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0.6 以上 K <sub>2</sub> O 3.0 以上	40%	—
幼穂形成期	N 3.0～3.5	N 1.5～2.0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0.7 内外 K <sub>2</sub> O 2.0 以上	40%	6～7
出穂期	N 2.0～2.4	N 1.2～1.5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0.6 内外 K <sub>2</sub> O 2.0 以上	20%	12～14
登熟期	N 1.7～2.2	N 0.8 内外 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0.2 内外 K <sub>2</sub> O 2.0 以上	20%	15～18

期待生育量の 1 例

3.3  $m^2$  1500 本 (454 本/ $m^2$ ) 1 穂着粒数 85.5 粒  $m^2$  全粒数 38800  
 稔実歩合 80% ( $m^2$  完全粒 31000) 玄米千粒重 22.6 g 玄米収量 700 Kg

このように昭和 42 年は本県としては、はじめて 700 Kg 台の収量が各地に見られ、実際に得られたもの  $\searrow$  値について分析検討したが、この多収穫の姿を基本にしてさらに安定した高収量をあげる基礎にしたいものである。

### Ⅲ 水稻赤枯れ（開田病）対策

いわゆる水稻の赤枯れについての研究は関東以西の暖地に多く東北、北海道においては少ない。関東以西の水田に発生する赤枯れは旧田の発生が多く、その発生の様相、水稻の生理上の問題、養分吸収の問題等について多くの研究がなされ、とくに馬場、田島 42) ~ 48) ら山口 44) ~ 48) らによる研究に詳しい。

国外においては、インドネシア、マライ、セイロン等に発生する、いわゆる *Browning disease* (*Bronzing*) は、赤枯れと同一のものとは断定できないが、かなり徴候は類似しており、原因も同一の場合があるのではないかと思われ、これについては *F. N. Ponnamperna* 50) の報告がある。

東北においては本谷、吉野ら 39) 立谷 40) による研究があり、この場合は主として開田地に発生する赤枯れの問題として研究が行われている。暖地に発生する赤枯れと東北地方の開田地に発生する赤枯れが同一のものであるか否かについてもなお検討の余地があるが、暖地における赤枯れは一般に旧田で見られ、しかも長年続くのに対して、寒冷地における赤枯れは、その殆んどが開田地に発生し、しかも 2 ~ 4 年でその症状が消えることが特徴といわれる。寒冷地においては赤枯れ、すなわち開田病として調査研究されている。

岩手県においても開田地に見られるような赤枯れの発生は旧田においては殆んど認められず、一般農家でもとくに問題にされている例はない。本研究は岩手県下の開田地に発生した赤枯れ水稻についてその発生様相、品種間差異、土壌条件等を検討し、さらに栽培試験を行った結果の要点をとりまとめたものである。近年県下において開拓地を主体に集団的な開田造成工事が行われ、その際各地の水稻に原因不明の病害が発生し、農家は開田病と称しその対策の樹立が望まれていた。しかし研究の対象そのものが不安定で、継続的な研究をしにくいことや、その症状も年次を経るに従って自然に軽くなり、しかもその原因もかなり複雑でありそのようなことなどから、簡単には解決できないものとして放置されておかれた点が多かった。しかし昭和 35 年頃より県内の開田面積は急激にふえだし、しかも赤枯れが発生して著しい減収を呈するところがかなりの面積に及んだ。そのため今後さらに大面積の開田予定地を有している本県としては、ぜひ解決をしておかねばならない大きな問題となり、その原因と対策についての研究をはじめた。この調査を行うにあたり最も重点的な調査地区になったのは胆沢台地火山灰土壌の胆沢町の小山から前沢町の上野原にかけての約 1,000 ha の開田地であったが、この地区は昭和 34 年から開田工事を始め、以後毎年約 300 ha の造成工事を行ったので、開田前の概況、開田直後の赤枯れ発生状況、年次変化等を調査するのにきわめて好適な条件にあった。

また一方、県内の開田地も各地に増加し、本県の地質、土壌の多様性とも相俟って、発生の土壌条件が多岐にわたったことも、従来主として酸性の火山灰での研究が多かったのを、さらに一歩進めて各種土壌条件を解明するに好適な条件となった。

本県では暖地の報告に見られるような水稻の赤枯れ症状は一般の水田では殆んど見当らない。わずかに和賀郡東和町の山間湿地帯において赤枯れ症状らしいものが一時的に発生するが（現地ではこれを火イモチと呼んでいる）水稻の生育にも大きい影響は見られないという現地の報告がある。この地帯は腐植質の強湿田が多く、現地栽培試験の結果でも無加里区に赤枯れ斑らしいものが発生し、加里の肥効の高いところとなっているが、しかし普通の施肥量であれば殆ど影響は見られず、収量水準

も高いところである。

そのほか苗代跡地に赤枯様症状が発生した例が玉山村にあったが、まず本県の場合は旧田における赤枯れの発生は殆ど問題にならないというのが実情である。一方開田地における赤枯れの発生はかなりの面積に及んでいるし、その被害も大きい。したがって本県で赤枯れといえれば開田地の赤枯れを指すことが多く、本報告でもすべて開田地を対象にしている。

現地農家ではこの赤枯れを開田病または開墾病と呼んでいるが、開墾病と呼ぶ理由は開田地に発生する病害という意味のほかに開田当初にのみ発生する病害で次第に消失してくるという莫然とした意味も含んでいると考えられ、事実農家もそのように理解している。近年ブルトナーなどによる大面積の開田が各地に行われるようになったので、その被害も目立って多くなってきている。とくに奥羽山麓火山灰台地は地形や水利の関係で戦後急速に開田された地帯であり、この地帯の赤枯れの発生が著しく多かったのが特徴的である。

## 1 赤枯れ発生機構

### 1) 赤枯れ症状

#### (1) 葉身部の斑点

赤枯れの発生は大きく2回に分けられる。第1次発生は田植後2、3週から4、5週の間には発生するもので、岩手県であれば6月下旬から7月上旬にかけて急激に発生することが多い。この発生は被害がはげしい場合はズリコミイモチ様となるので収量に対する影響がかなり大きい。第2次の発生は穂ばらみ期に急激に発生するもので、それまで生育のよかった稲に一面の赤枯れ斑が発生することがある。これらの赤枯れ発生はその年の気象条件に影響されることが大きく、春から夏にかけての気温が高目に経過した年は発生が早く、またははげしい場合が多く、低目に経過した年は発生がおそいことが多い。とくに第2次の発生はかなり高温が続かないと見られず、しかもこの発生は概して腐植含量の高い水田に多く現われる。したがって条件によっては第1次の発生がはげしく第2次の発生の目立たない場合もあるし第2次の発生を見ることもある。もっとも一般的なのは第1次の発生で、この斑点のつき方は下位葉の葉身の先端から褐色の斑点が生じ、それが次第に広がる。この斑点も銹様の細かいものとイモチくずれのような大斑のものとあるがその発生の条件は明らかでない。しかし発生の頻度は銹様の場合がきわめて多い。

この斑点の発生は被害が軽い場合には新葉の出現により目立たなくなり、さらに葉身の全面にあった斑点が次第に部分的に集合したような形になり薄れていくが、被害のはげしい場合は葉身の先端が黄褐色に枯れあがり、生育が進むにつれて下葉の枯上りもひどくズリコミイモチ様の生育となり病斑は止葉にまで発生する。

ズリコミ様になった場合はイモチ病にも似た姿になるのでしばしばセレサン石灰の撒布などを行う農家もあるが、もちろん効果はない。第二次の発生の斑点は葉色の濃い水稻でものが多く、したがって斑点も第一次のものに比べよりコゲ茶色に近いものが多い。第二次発生のもものは発生の時期のおそいことも関係して収量に及ぼす影響は少ない。

この赤枯れ症状は一枚の水田全面に出ることもあるが、概して部分的にぼつぼつと発生することが多い。この症状にかかったところは遠くから見ても赤茶けた稲になるので、それと判別できるほどになる。

#### (2) 根部生育相

赤枯れ水稻の根を健全水稻の根と比較して見ると、明らかに不健全な様相を呈している。その中で最も多いタイプは根腐れであり、古い根ほどその徴候が激しく黒変しているものが多い。

もう一つのタイプは鉄の沈積で異常に赤くなっている根である。赤枯れの発生時期に健全な生育を

している水稻根はむしろ白色の太い根が多いが、鉄の異常に沈積しているようなタイプでは根毛が多く、しかもそれ等の根は全般に水分の少ない枯れたような感じのものが多い。根の活性の高いときには鉄の附着は少なく、活性の低下で吸着沈積するという石塚 52) 熊田 56) 等の報告もあるので、これらも根の不健全さを示していると考えられる。開田地帯ではとくに作付初年目はしばしば開田工事の遅れが原因で過熟徒長苗を植え、あるいは鋤床が定まらないために深植にもなりやすい。その結果二段根、三段根の発生をうながし、このような場所でもしばしば赤枯れの発生が見られる。

### (3) 節腐れ症状

赤枯れ、あるいは開田病といってもどこにでも見られるものではないから、はたしてこれが赤枯れかどうかの判定が問題になることがあるが、その判定に極めて有効なのは水稻の稈基部の黒変である。赤枯れ水稻の茎を縦に割って見ると、地中にある部分の節およびその周辺が黒くなり、その被害が激しければ激しいほど上位節にまでその徴候が現われ、また稈の伸長と共に上迄上ってくる。この現象を一応節腐れと呼ぶが、この節腐れは稲の刈取跡の土壌調査の場合でも刈株の茎を割ってそれをしらべることができるので、赤枯れ発生田か否かの判定も容易に行ない得る。この節腐れは根腐れ現象がまだ見られないような水稻でも発生していることもある。またこの節腐れをしらべる際に茎を割ると、丁度根腐れと同じような腐敗臭がする。このことは土壌中の有害物が水稻に吸収されてそれが節部に集積され、この部位の細胞の枯死をもたしているのではないかという考えをもたせる。下位節では節と節との間が真黒になってしまうこともある。

昭和 36 年胆沢町小山の中沢開田地の作付初年目の水稻について赤枯れの調査を行ない、同一圃場内における赤枯れ発生株と健全株の比較をしたのが第 142 表である。

開田当初はトワダの作付面積がかなり広く、70%程度を占め、その後ハツニシキが90%程度となり現在ではハツニシキとフジミノリが基幹品種になって、ハツニシキの栽培面積は80%程度になっている。当時赤枯れの発生はトワダに多く見られたが、トワダは早生で耐冷性の強い品種であり、冷涼な地帯に多い開田地には一応適した品種と考えられている。

第 142 年 赤 枯 れ 観 察 資 料

( 昭 36 )

地 点	品 種	田植期日	生 育 状 況	根 色 形 状	根ぐされ	節ぐされ	
1	A	トワダ	6月下旬	良	淡褐太	なし	なし
	B	"	"	中	白~黒 二段根	激	激
2	A	トワダ	"	良	—	なし	なし
	B	"	"	不良 葉色濃	—	あり	激
3	A	トワダ	"	中	二段根 褐	少	なし
	B	"	"	不良 枯土多	" Fe沈積	激	あり
4	A	不明	6月中旬	中	二段根 褐	少	あり
	B	"	"	不良	" "	あり	激
5	A	トワダ	6月20日	良	白	なし	なし
	B	"	"	不良	Fe沈積 二段根	あり	激
6	A	トワダ	6月9日	中	白~褐	なし	なし
	B	"	"	不良 生育遅延	白	多	激
7	A	トワダ	6月7日	中	褐太	なし	なし
	B	"	"	不良 葉色濃	Fe沈積 細根	少	激
8	A	チョウカイ	6月20日	中、望色濃	白~褐 太	なし	なし
	B	"	"	不良 枯上多	白~黒 二段根	多	激
9	A	トワダ	6月9日	中	褐太	なし	あり
	B	"	"	不良	白~黒 細根	激	激
10	A	陸羽132号	6月25日	良	褐	なし	あり
	B	"	"	中、葉色濃	Fe沈積	あり	あり

11	A B	トワダ "	6月 8日 "	やゝ不良 "	白～褐 "	あ 多	り な し 激
12	A B	チョウカイ "	6月 13日 "	不良、葉色濃 不良	Fe沈積大 " 細根	な 少	し な し 激
13	A B	トワダ "	6月中旬 "	中 不良 葉色濃	褐 Fe沈積 二段根	な 少	し な し 激

胆沢台地周辺火山灰土壌（A、病班少またはなし B、病班多）

## 2) 地質および土壌

岩手県下の開田地に発生した赤枯れは当初火山灰土壌地帯に極めて多かったために、その原因は主に燐酸欠乏に由来するものが多く、したがって当然暖地湿田の赤枯れとはその性格が異なるものと解釈されていた点が多かった。しかしその後県下各地に赤枯れが発生し、その土壌を調査した結果では土壌の母材としての化学性については各種のタイプがあり、一様に論ずることができないことが知られ、例えば最も問題になりやすい可給態の燐酸含量、あるいは燐酸吸収係数についても、開田当初の土壌でもあり燐酸含量は全般に低いところが多かったが燐酸吸収係数は500内外から2,300内外の高いところ迄あり、また置換酸度 $Y_1$ も1以上から30以上迄もあり、置換性塩基も石灰を一例にとれば20から250 mg、苦土でも10から250 mgというように広範囲にわたり、その他腐植含量についても全く同様に各種の土壌の存在することが認められている。したがって赤枯れ発生の第一的な原因はこれら土壌の母材的な養分の豊否にあるのではないと考えることができる。しかし一般的な見方をすると赤枯れの発生は火山灰土壌に多く見られるということもあるので、このような土壌地帯の開田面積が多いことのほかに二次的な要因として燐酸欠乏のような状態が水稻全般の生育を規制し赤枯れにもかゝりやすい状態になっていると考えるのが妥当であろう。つまり開田地帯の水稻の生育は（土壌の肥沃度）＋（赤枯れ発生要因）によって規制されるものと解釈され赤枯れの発生の主要因は外にあるものと考えられる。

赤枯れの発生は同一圃場においても同一施肥量でありながらボツボツと部分的に発生する例が多く見られるのでそのような部分を対象にして発生条件の検討を行った。その結果を要約すると次のようである。

(1) 有機物の多いところに発生が多く見られ、縦って鉍質土壌より腐植質土壌に発生し易い。しかしそれも一般に腐植として定量し出て来るようなものばかりでなく、新鮮な易分解性の有機物、例えば樹木根のようなものの存在が大きく影響する。そのため、いわゆる腐植の少ない褐色系の土壌であっても根の埋没により激しい赤枯れを発生することがしばしば認められる。

(2) 透水性の悪い土壌に上記の条件が重なると一層激しい赤枯れを呈する。透水性の比較的良い土壌でも開田初年目に激しい赤枯れの発生を見ることも稀にはあるが、しかしその持続性はほとんどなく、一年かぎりの場合が多い。滝沢周辺に発生する赤枯れはほぼ一年で消失するのに対し、胆沢周辺では何年も続く例が多いのはこのためと解される。

(3) 赤枯れ発生部分と非発生部分の土壌を比較すると発生部分の土壌は還元的傾向が強く、pHは高く、Ehは低く、 $Fe^{+2}$ が多く、しかも $NH_4-N$ の発現の多い形をとっていることは明らかである。土壌中の鉄含量あるいは有機物含量等によっては $Fe^{+2}$ の溶出が多くこのような場所での激しい赤枯れも見られるので $Fe^{+2}$ の影響も大きいと考えられる。透水不良な開田地において鉄資材を入れ激しい赤枯れの発生を見ている。赤枯れ水稻根では根腐れが多く見られるほかに、根の周辺に鉄が異常に沈着しているが、これが物理的にもかなり根の養分吸収あるいは呼吸の機能に影響を及ぼしているのではないかと考えられる。

(4) それ以外の土壌の母材的な影響の強い化学成分的なもの、例えば塩基含量、燐酸含量等については差は見られない。とくに燐酸含量については開田当初のためもあり、その地帯一般に水稻の生育



に大きな影響を与えているにしても、直接赤枯れに影響を与えている点は少ないことが観察される。

(5)新鮮有機物の急激な分解で有害物質が生じ、あるいは酸素不足の状態が根の活力を害し、根腐れ、節腐れを起していることは推定されるが、その有害物質の本体が何であるかは調査の結果では明らかになし得なかった。

(6)透水性が良い土壌はいずれも赤枯れの消失が早いということが観察される一方湧水地点における赤枯れの発生もしばしば見られる。湧水地点では水稲は冷水の影響をうけて生育不良になる例は一般に多く見られる現象であるが、赤枯れについて見れば冷水がかりのところではむしろ発生せず、水口から円形に遠い部分になるほど、つまり水温、地温の高いところに発生することが認められる。以上のことを考え合せると赤枯れの発生は滲透水中に存在する有害成分に影響をうけることが大きく、その滲透水の影響を受ける段々田のような場合赤枯れの発生が多くなるものと考えられる。

以上のようなことからさきに開田地の水稲の生育は(土壌の肥沃度)+(赤枯れ発生要因)により規制されるものと考えたが、さらにこの赤枯れの発生は(有害有機成分+ $\text{Fe}^{+2}$ )+(透水性)なる関係によってその被害の大きさ、あるいは発生の持続性が規制されると考えることが出来る。

### 3) 品 種

赤枯れの発生については品種間の抵抗性に強弱があることは多くの報告が見られる。例えば暖地の赤枯れについては馬場、島田 43) によれば農林 22 号、36 号が弱く、静岡農試の報告によれば秀峰、若葉が弱い。

一方開田地の赤枯れについての品種間の低抵抗性の研究は渡辺 53) 菊池 54) らにより検討され渡辺らによればチョウカイ、尾花沢 6 号、農林 21 号、北陸 60 号が弱く、菊池らによれば、ハッコウダ、トワダ、フジミノリ、農林 17 号、ヤマテドリ、ササングレ等が弱い。

本県の開田地に栽培される品種は一般に耐冷性の強い早生品種が多く、例えば藤坂 5 号、トワダ、フジミノリのようなものが多い。しかしこれら藤坂系統の品種はいずれも赤枯れに対しては極めて抵抗性が弱く、新開田地に栽培するには問題がある。これに対し中性品種であるがハツニシキは赤枯れ抵抗性が極めて強いことが認められる。

同一圃場に栽培したフジミノリとハツニシキを比較した場合、フジミノリでは葉身部の赤枯れ斑の発生、節腐れ、根腐れ等明らかに多く見られ、分けつも少なく生育も停止することも多いが、ハツニシキでは極端な不良条件以外では赤枯れ斑の発生や節腐れは見られず、また根腐れも少ない。

このような関係もあり県下の新開田地に作付される品種としてはハツニシキが極めて多い。次に赤枯れの発生し易い土壌条件に植えられたフジミノリとハツニシキの生育状況を見ると、赤枯れに弱いフジミノリのような品種は大抵の場合生育が遅延し出穂も遅れ、早生品種の性格が消されてくることが多い。岩手農試旧本場における品種試験の結果では、フジミノリは 8 月 3 日、ハツニシキは 8 月 7 日の出穂期で 4 日の差があるがこの関係は逆転してフジミノリの方がハツニシキよりも出穂が遅くなるという生育経過をたどることも多い。そのため農家において冷害対策の一つとしてとられる早生品種の選択というような場合にもかえって逆効果を生むような結果になりかねない 早生品種でありながら多収を期待でき、しかも赤枯れに強いということが本県の開田地の場合極めて望ましい条件なのであるが、現在、そのような品種は見当たらない。

以上のように赤枯れに対する抵抗性には明らかな差が見られるが、それではハツニシキの場合、そのような不良環境においても全く影響をうけないかと云えばそうではない。このことは例えばフジミノリで赤枯れの発生した水田に翌年ハツニシキを栽培したような場合によく観察することができるがハツニシキの場合、赤枯れの発生はまず見られないが、生育後期になり健全水稲では黄金色に美しく枯上ってくるのに対し茎葉にまだ青味が残っているうちに葉身の先端が赤味を帯びた褐色に枯れ上ってくる。この現象は火山灰土壌地帯にしばしば見られる磷酸欠乏の水稲ともかなり似た生育相である。この現象はハツニシキではフジミノリに比べてくに磷酸の吸収阻害が行われ易いのではないかと考え

られるが、このことについては後で検討する。このような状態であるからハツニシキであっても美しく登熟したものとそうでないものでは籾わら比や玄米収量にも差が出てくるであろうことは予想に難くない。

また条件が極めて不良な場所ではハツニシキでも赤枯れ斑、節腐れが発生する。この場合、トワダ、フジミノリ等に多く見られるようなサビ様の微細な斑点とはならず、ゴマ葉枯れの斑点に似たやゝ大型の斑点が粗に点在することが多い。またFe<sup>+2</sup>のごく過剰な条件においてもハツニシキの節腐れ症状を見ることが出来る。

一般農家では開田病であるからせいぜい赤枯れの発生も1、2年であろうという考え方をしている場合も多いが、条件によっては開田後10年をたった水田でもなお赤枯れの発生の見られるところもある。したがって農家では単に品種の選択のみならず、根本的な赤枯れ発生の要因を排除することに努めなければならない。例えば胆沢町の場合、昭和35年開田初年頃にトワダを栽培したところ激しい赤枯れが発生したため以後ハツニシキを基幹品種として栽培した。たまたま昭和38年は不順天候が予報されたので農家でも赤枯れの発生はないだろうという予想を立てて4日程出穂期の早いフジミノリを多く作付した。ところがその年もなおかなり激しい赤枯れが発生したという例があった。

4) 養分吸収

赤枯れ水稻の根が不健全に生育していることから養分的にとくに吸収の阻害されているものは何か、あるいはそれを多目に施すことにより被害を軽減させることはできないかと考えた。土壌調査の結果では新鮮有機物の急激な分解に伴う有害物質の生成、透水不良に伴う異常還元にもとづくものが極めて多いと考えられた。したがって問題は土壌条件を改善することにあると考えられたが、まず基本的な問題として養分吸収上の特徴を検討した。

第143表 フジミノリの赤枯れによる収量体内成分含有率、養分吸収量の変化

収 量 (Kg/10a)						事 項							
A			B			体内成分含有率 (%)			養 分 吸 収 量 (Kg/10a)				
葉身	茎(含葉鞘)	籾	葉身	茎(含葉鞘)	籾	成分	葉身	茎	籾	葉身	茎	籾	合計
1090	3630	4392	290	1411	1044	SiO <sub>2</sub>	A 740	590	232	807	2142	1019	3968
							B 465	415	210	135	589	219	941
						N	A 080	053	130	087	192	571	850
							B 185	107	162	054	151	169	374
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	A 008	009	045	009	033	198	240
							B 018	009	042	005	013	044	062
						K <sub>2</sub> O	A 164	210	049	178	762	215	1155
							B 146	184	039	042	260	041	343
						MgO	A 041	025	015	045	091	066	202
							B 021	025	014	006	033	015	054
						CaO	A 143	015	010	156	054	044	254
							B 099	016	009	029	023	009	061
						Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A 004	003	002	004	010	019	023
							B 007	004	003	002	006	003	011
						K <sub>2</sub> O	A 18	40	04	—	—	—	—
						N	B 08	17	02	—	—	—	—

註 A 健全水稻  
B 赤枯れ水稻

第144表 赤枯れ発生田におけるハツニシキの収量  
体内成分含有率、養分吸収量の変化

収 量 (Kg/10a)						事 項		体内成分含有率 (%)		養 分 吸 収 量 (Kg/10a)				
A			B			成分		葉身	茎	籾	葉身	茎	籾	合計
葉身	茎(含葉鞘)	籾	葉身	茎(含葉鞘)	籾									
1352	4793	7100	1158	4107	5316	SiO <sub>2</sub>	A	1490	985	330	2014	4721	2343	9078
							B	995	665	095	1152	2731	505	4388
						N	A	0.59	0.43	1.24	0.80	206	8.80	11.66
							B	0.66	0.54	1.47	0.76	222	7.81	10.79
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	A	0.05	0.07	0.51	0.07	0.34	3.62	4.03
							B	0.04	0.06	0.39	0.05	0.25	2.07	2.37
						K <sub>2</sub> O	A	1.28	2.58	0.43	1.73	12.36	30.5	17.14
							B	1.26	2.32	0.35	1.46	9.53	1.86	12.85
						CaO	A	1.21	0.18	0.04	1.61	0.86	0.28	2.75
							B	1.11	0.15	0.06	1.29	0.62	0.32	2.23
						MgO	A	0.17	0.19	0.21	0.24	0.91	1.49	2.64
							B	0.23	0.15	0.18	0.27	0.62	0.96	1.85
						Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A	0.03	0.04	0.02	0.04	0.19	0.14	0.37
							B	0.03	0.03	0.02	0.03	0.12	0.10	0.25
						K <sub>2</sub> O/N	A	22	60	0.3	—	—	—	—
							B	19	43	0.2	—	—	—	—

註 A 健全水稲  
B 不健全水稲

赤枯れ水稲の養分吸収の阻害はたとえば硫化水素のそれと類似した傾向をとる。このことは赤枯れが強還元状態において激発することから、硫化水素の発生条件とも似たような条件になり易いことにも関係しているものと考えられる。

赤枯れ水稲は健全水稲に比較すれば赤枯れ発生初期は窒素、燐酸、加里、いずれも吸収を阻害され含有率は低く、逆に珪酸、鉄の含有率は高い傾向が見られる。加里が低目に、鉄は高目という傾向は全期続くが、珪酸は後期になり低くなり逆に窒素含量は高くなり稲の姿は出来おくれとなる。

赤枯れ発生地の土壌は有機物の混入が多く、強還元状態を呈することが多いので、窒素の発現が後期まで続き、一方赤枯れ水稲は多くの場合生育の後期になり、多少なりとも回復してくることが多いので、土壌中の窒素を後期に多く吸収することになり窒素含量も高くなる。この生体中の窒素は可溶性の窒素が多いことも予想される。また窒素含量が高く加里含量が低いので、K<sub>2</sub>O/N比率は低下している場合が多い。

珪酸含量の収穫物中の低下は著しい。赤枯れ発生初期は珪酸の含有率はむしろ高目に経過しているが、収穫物中の含有率が極めて低いことは注目に値することである。この珪酸の含有率の低下が赤枯れ水稲の下葉の枯上りの多いことの原因と考えられる。燐酸は初期からかなり吸収が阻害されるようであるが、収穫物についてはその傾向は明らかでない。赤枯れの発生はしばしば火山灰土壌に見られ土壌本来燐酸に欠乏した地帯での発生が多いので燐酸の肥効の高い場合が多い。しかし燐酸の施用のみでは赤枯れの斑点は消失しないことが多く、同様に加里の体内濃度は終始低く推移し、したがって吸収量も少ないがこれも土壌施用の効果は殆ど認められないようである。このように健全水稲に対し赤枯れ水稲の体内成分はそのバランスがひどく崩れていることが知られる。そしてこれらのことは炭水化物や蛋白質の生成を攪乱し転流を妨げているであろうと考える。

以上一般的な体内成分の含有率の傾向について述べたが、38年調査の宮野目地区の水稲では加里含

量の低下の傾向の明らかでないこともあった。しかし、赤枯れの激しい水稲では生育は極端に悪くなり、収量も劣るから各成分ともその吸収量は極めて低くなることが認められる。

### 5) 摘 要

県下各地に発生した開田地の赤枯れ水稲の調査を行ない、その症状および発生の条件の検討を行なった。その結果は次のとおりである。

(1) 俗に開田病と云われる水稲の赤枯れは、移植後ごく早い一、二週間から約一ヶ月の間に発生するものと、穂ばらみ期に発するものとあり、さらにその両者の合併されたものがある。初期の発生は新鮮な易分解性の有機物の多量に存在する場合に見られ、後期の発生はやや難分解性の有機物、例えば黒ボクの存在などがかなり影響しているようで全般に高温時において赤枯れの発生が多いがとくに後期の発生はその傾向が顕著である。

(2) 赤枯れ症状は葉身部に生ずる褐色微細な斑点の他に、根腐れ、また時には鉄の異常沈着、稈基部の節腐れが特徴的である。とくに節腐れは赤枯れ発生の有無を刈株から判定できるので現地土壌調査に便利である。

(3) 赤枯れ発生の誘因となるものは土壌中の有機物の過多、とくに新鮮な易分解性の樹木根のようなものの存在が大きく影響しており、土壌の母材的な影響の強い一般的な養分の豊否は直接的な関係はないことが認められる。結局は有害物の生成吸収に伴なう根腐れ、養分吸収の阻害に起因するものが多いと考えられるが  $\text{Fe}^{+2}$  の過剰も赤枯れの原因となることが認められる。さらに赤枯れの発生を長びかせる要因としては土壌の透水性の問題があり、透水性の不良な湿田状態の水田では開田後 5、6 年でもなお激しい発生が見られるのに対し、透水性の良い水田では開田初年目にかんがりの発生を見ても以後は消失が明らかに早い。このことは透水性の良好な条件では異常還元に伴なう有害物質の流去が早いことにも起因すると解される。

赤枯れ発生田は非発生田に比べ還元的傾向が強く、そのため Eh の低下、 $\text{Fe}^{+2}$  の増大、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の含量の増大などの現象が見られるが、その他の化学成分、たとえば塩基含量、磷酸含量、アルミ含量等については傾向的な差異を認めることは出来ない。

(4) 開田地に栽培される品種としては早生穂重型のフジミノリと中性穂数型のハツニシキが多く、両品種は県の奨励品種にもとりあげられている。

フジミノリは赤枯れに極めて弱く、斑点の発生が甚だしく収量に及ぼす影響も大きい。一方、ハツニシキは斑点の発生は極めて少なく、収量に及ぼす影響もフジミノリに比べれば遙かに少ない。しかし赤枯れ発生地に栽培されたハツニシキはフジミノリと同様生育遅延も多少見られ、また葉身の先端が赤化する火山灰土壌での磷酸欠乏症の如き生育相をとり、その外養分吸収の阻害、アンバランス等フジミノリと同様に認められ、これが収量に影響を与えていることも認められる。

(5) 赤枯れに伴なう養分吸収の阻害は暖地に発生する赤枯れとかなり類似の傾向をとることが認められ、硫化水素による吸収阻害の傾向とも類似している点が多い。

水稲体内の成分含有率を見ると赤枯れ水稲では発生初期は窒素、磷酸、加里の含有率に低下の傾向が見られ、逆に鉄含量は高い。その後出穂期から収穫期にかけては珪酸含量の低下が著しく逆に窒素含量の増大が明らかである。加里は全期低目に鉄は高目に経過するケースが多い。珪酸の欠乏は下葉の枯上りの原因でもあり、また窒素含量の増大は赤枯れ水稲の出来おくれを助長する原因と考えられる。しかしいずれにせよ赤枯れ水稲の生育は健全水稲に比べて極めて不良なことが多いので全吸収量としてはいずれの成分も少ないことが多い。

(6) その他農作業の遅れによる徒長苗を使うこと、あるいは開田初年目のため鋤床が定まらず深植になることなども二段根、三段根の発生をうながし根腐れ、赤枯れの原因になることが考えられる。

以上のようなことから本県における赤枯れの発生は馬場、田島らあるいは山口らにより研究されている湿田の赤枯れとかなり類似したものであり、ただそれが開田という急激な物理的・化学的变化を受

けるために、その障害が一時的に急激に現われたものと解釈するのが妥当であろう。その徴候が暖地湿田地帯のように長く続かない理由はもともと純然たる湿田も少なく概して有機物の集積も少なく、また易分解性の有機物の分解も間もなく治り、さらに耕土も均一化してくるので赤枯れの発生も少くなり、そこに開田病といわれる所似もあると考える。

## 2 赤枯れ対策

### 1) 赤枯れ対策試験成績

#### (1) 赤枯れ発生に及ぼす要素欠除の影響

赤枯れの発生は無窒素、無加里、堆肥加用区に多い。しかし無加里でも収量に及ぼす影響は少ない。また磷酸と赤枯れの発生の相関は必ずしも明らかでない。開田初年目に有機物の多量を旋用することは赤枯れの発生を助長する原因となる。赤枯れの消失には中干し、排水が最も適切であるが、窒素の流亡に注意することも肝要である。

第 145 表 赤枯れに及ぼす要素欠除の影響

区名	生育調査			収量調査 (g/pot)					赤枯れ斑発生程度
	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	全重	わら重	穂重	穂/わら	穂重比	
1 無窒素	38.7	11.3	4.0	9.1	4.3	4.8	112	9	++
2 無磷酸	40.9	13.9	3.8	9.1	4.8	4.4	92	8	+
3 無加里	64.2	19.1	19.0	92.1	38.9	53.5	135	98	+++
4 三要素	62.5	19.8	17.5	95.8	40.8	54.7	134	100	+
5 中干	65.2	19.9	18.0	92.1	38.3	53.4	139	98	-
6 堆肥	62.3	17.3	8.5	68.4	31.5	35.2	112	64	+++

旋肥量 g/pot : N 1.0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.5 K<sub>2</sub>O 1.0 堆肥 200

#### (2) 腐植の種類と排水効果

岩手山火山灰土壌の地目の異なる土壌を採取して試験を実行した結果は第 146 表のようである。開田前の地目の如何により赤枯れ発生状態が異なると現地農家でよく云うことであるが、現地調査の結果でも山林 > 原野 > 普通畑の順序で多発する傾向が認められる。これらは腐植の量および質に関係することと思われ一概には述べられないが、試験の結果も一応それと似た傾向をとり、またいずれの土壌でも排水を行なうことにより赤枯れが少なくなり増収することも認められる。また赤枯れの発生の激しい針葉樹表土、原野表土、牧草畑表土などいずれも排水をおこなうことにより赤枯れが少なくなり増収率も高いことが認められる。

第 146 表 赤枯れに及ぼす腐植の種類と排水の影響 (昭 38)

区名	生育調査			収量調査 (g/pot)					対湛水区 収重比	
	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	全重	わら重	収重	収/わら	収重比		
湛水区	1 針葉樹表土	75.2	18.8	13.5	148.2	85.7	57.8	67	100	-
	2 広葉樹 "	81.5	19.4	13.7	155.7	85.7	64.2	75	112	-
	3 原野 "	75.5	20.2	12.8	134.3	74.2	53.2	72	92	-
	4 牧草畑 "	83.6	18.7	14.8	131.8	77.2	46.2	60	80	-
	5 普通畑 "	84.6	19.6	15.8	172.8	96.2	67.8	70	117	-
	6 針葉樹下層土	85.1	19.7	14.7	148.0	79.5	60.2	76	104	-

中 干 区	1 針葉樹表土	80.9	19.7	14.6	151.7	86.0	64.0	74	100	111
	2 広葉樹 "	81.5	19.7	14.0	165.7	85.6	67.3	70	105	105
	3 原野 "	80.6	20.2	13.9	146.2	80.0	64.5	81	101	121
	4 牧草畑 "	84.4	18.5	17.8	146.2	82.2	52.7	64	92	114
	5 普通畑 "	83.4	18.7	16.6	169.7	90.7	73.5	81	115	108
	6 針葉樹下層土	84.5	18.9	14.3	144.0	78.2	60.5	77	95	100

旋肥量 (g/pot) = N 1.0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.5 K<sub>2</sub>O 1.0

(3) 現地対策試験

昭和35年に開田し、なお赤枯れの発生が見られる胆沢町大畑平（焼石嶽火山灰土壌）において昭和39年に現地試験を行なった。現地でも排水溝を深く掘り中干をすることにより赤枯れの発生はかなり抑えることができる。中干しをした上での窒素あるいは珪カルの効果はかなり顕著である。珪カルの施用は中干しを行なわない場合でも効果の高いことが同種の試験において認められている。しかし珪カルも多量の投入は初期磷欠の症状を起させるので適量施肥が問題となる。フジミノリに比べてハツニシキは明らかに赤枯れ斑の発生は少なくまた収量水準も高い。しかしハツニシキであっても中干をおこなうことにより増収の可能性が一段と高くなるから、根本的にはやはり土壌管理に重点をおき、早くどの品種でも栽培できるような安定した土壌条件の水田にすることが肝要である。

第147表 赤枯れ対策試験

(昭39)

区 名	生育調査			収量調査 (Kg/10a)						
	稈長	穂長	穂数	全重	わら重	穀重	穀/わら	玄米重	同 比	
ハツニシキ	1 無 処 理	(cm) 75.1	(cm) 17.3	(本) 15.9	1152	567	585	103	461	100
	2 中 干	78.5	17.7	16.7	1203	590	614	104	484	105
	3 中干窒素増	82.6	18.3	18.1	1385	693	692	100	541	112
	4 同上珪カル	81.0	18.4	17.8	1535	773	763	99	594	129
フジミノリ	1 無 処 理	82.1	50.5	11.2	1104	567	537	95	424	100
	2 中 干	82.6	20.4	11.5	1107	556	551	99	434	102
	3 中干窒素増	83.5	20.2	10.7	1143	578	566	98	442	104
	4 同上珪カル	84.2	20.7	12.0	1241	630	611	97	476	112

施肥量 (Kg/10a) N 10 (増+2) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20 K<sub>2</sub>O 10 珪カル 200

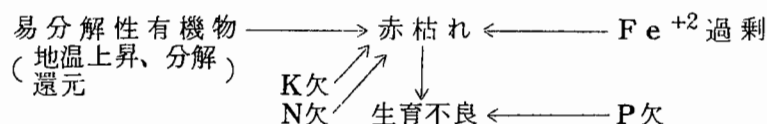
2) 赤枯れ対策

赤枯れの発生条件の検討とその対策を知るために栽培試験を行なった。その結果、赤枯れ発生の土壌条件としては現地調査にも見られたように新鮮な有機物の混入埋没によってもたらされる場合が多く、本来は腐植含量の少ない黄褐色系の土壌であってもそれらの混入により赤枯れの発生することが認められた。またこれに関連して開田前の地目の異なる土壌で赤枯れの発生を検討した結果、針葉樹、原野、牧草畑に赤枯れの発生が多く、普通畑に少なかった。現地においても山林の開田地に赤枯れの発生が多く、畑地に少ないということはしばしば見聞するところである。

土壌の肥沃度については、水稲本来の生育を規制する部面と赤枯れに及ぼす部面とを分けて考える必要がある。赤枯れの発生は窒素欠乏、加里欠乏という条件を附加するとさらに多くなる。赤枯れ水稲では初期窒素、加里の吸収阻害が行なわれるので、この傾向を一層助長するためと解される。磷酸の欠乏は加里の欠乏条件などに比べれば遙かに水稲の生育に及ぼす影響は大きい、初期の赤枯れの発生とは必ずしも相関性があるとはいえない。無加里では赤枯れの発生が多いが普通施肥適量以上の

量を施用してもその肥効は大きくない。燐酸の場合は土壌条件によっては後期回復期に入ってから  
の肥効が高いこともあるので加里に比べては増肥の期待性が大きい。このほか  $Fe^{+2}$  過剰によりハツニ  
シキのような抵抗性の強い品種にも赤枯れの発生することが認められた。しかし石灰、あるいは苦土  
についてはその影響は明らかでなかった。

結局赤枯れの発生と生育とは次に示すような関係を取り易いと考える。



赤枯れ回避の根本的対策は、中干、排水等による水管理であり、これを行なわないで土壌条件をそ  
のままにしておいては施肥改善対策による効果も出にくい。中干は出来るだけ地下排水を行なうこと、  
しかも期間も幼穂形成期前15日間程度、つまり岩手県であれば赤枯れの初期発生が見え始める頃から  
幼穂形成期迄出来るだけ土壌を酸化的にすることが有効である。地下排水を行なうことは赤枯れの発  
生の原因である有害物質が水溶性の物質と見られることに意義がある。そしてこの水管理と共に施肥  
管理を適切に行なうことにより、赤枯れを回避し収量の増大を図ることが出来る。開田地土壌では一  
般に燐酸に欠乏しているのをこれを十分に施した上で中干を行ない、また中干により窒素の損失を来  
す場合として窒素の増施、あるいは穂肥を考える必要の生ずる場合もある。

赤枯れ発生地での珪カルの肥効も高いことが認められる。赤枯れ水稲では珪酸含有率の低下が著し  
いが、珪カルの施用により珪酸の吸収を多くし同時に窒素、燐酸の吸収も有利にして下葉の枯上りも  
少なく収量の増大を図ることが出来る。過石との併用における珪カルの多量施用は(200 Kg程度で)  
生育初期に分けつ抑制などの燐欠的生育相をとることがある。しかし熔燐との併用であればこの傾向  
は300 Kg程度迄は殆ど見られない。

しかしいずれ珪カルの施用適量の問題についてはさらに検討を要すると考えられる。そのほか開田  
当初の未熟堆厩肥等、有機物の多量投入は赤枯れを助長することが認められる。赤枯れの発生状態と  
も考え併せて年次経過と共に除々に多施に努めることが必要である。品種について強弱のあることは  
現地調査の結果でも明らかであり、本県の開田地で最も栽培される可能性のある品種としてはハツニ  
シキの抵抗性が極めて強い。したがって赤枯れの発生が予想される新開田地では気温条件が許す範囲  
においてはハツニシキを栽培することが有利となる。しかし赤枯れの発生し易い土壌条件であっても  
燐欠様の葉身先端部の赤化、出来おくれの症状等も見られ、そのような条件では中干、窒素増、珪カ  
ル施用等一連の対策の効果がフジミノリ同様大きく現われることが認められている。

なお、赤枯れ発生の根本的原因と考えた有機物の分解により生成される物質が何であるかは明らか  
になし得なかった。これを明らかにすることができればさらに適切なあるいは簡便な赤枯れ対策のと  
られることが予想される。

### 3 論 議

岩手県下においてはダムの造成に伴ない約20,000haの開田計画がたてられ各地に開田が行なわれ  
ている。これら開田地の水稲の生産性を安定させ収量の増大を図ることは岩手県として大きな問題で  
あり、これが実現すれば県全体の米の生産量も飛躍的に増大することが考えられる。開田地において  
水稲の生産性の低い理由は概して環境条件が不良で気象等に恵まれず、また瘠薄な土壌条件にあると  
いうことが、その根本をなす場合が多いが、開田当初に発生する赤枯れ(開田病)に由来することも  
少なくない。そこで赤枯れの原因とその対策を解明しようとして現地調査、および栽培試験を行な  
った。その結果を要約すれば次のようである。

俗に開田病といわれる水稲の赤枯れは葉身部に発生する褐色の斑点のほか根腐れ、またときには

鉄の異常沈着、稈基部の節腐れが特徴的であり、とくに節腐れはその判定が容易で稲の刈株を見て赤枯れ発生の有無を知ることのできるため、現地土壌調査の際に有効な判定の指標となし得る。また農家においてしばしば赤枯れとイモチ病とを混同し薬剤撒布などをする場合があるが、この際の判定などにも有効である。

葉身部の斑点の発生は小斑のものと大斑のものとあるが、小斑のものが概して一般的であり葉身の先端から発生し次第に全面に広がる。被害が軽い場合は葉の伸長に伴ないその斑点は部分的に集合したような形となり斑点は目立たなくなってくるが、激しい場合は下葉は枯死し斑点の発生は止葉に及ぶ。また節間の伸長に伴ない節腐れも地上部にまで達する。

また、赤枯れ水稻の根に最も多く見られる現象は根腐れであるが、そのほかに鉄の異常に沈積した赤褐色の根毛の多い根もしばしば見られる。赤枯れ発生水田において畦畔部の水稻のみが健全に生育しているのを見ることが多いが、これらの根は白色の太いものが多い。赤枯れ発生の時期は土壌の性質と気温に影響され、移植期から分けつ期の気温が低い場合は発生が遅い。一般的な見方をすればその発生は2回に分けられ移植後1、2週間から1ヶ月間程度の間で発生し、これが第1次の発生で、さらに穂ばらみ期に急激に発生するものがあり、これが第2次の発生で、ほぼこの両者に分けられる。初期の発生は新鮮な易分解性有機物の多量に存在する場合に見られ、後期の発生はやや難分解性の有機物、例えば黒ボク等の存在がかなり影響しているようで、高温年での発生が多く、一般には初期の発生に比べ少ない。本研究での調査も第1次の発生のものが多い。しかしこの両者がだらだらと合併して発生することもある。

赤枯れの発生は新鮮な易分解性有機物の存在と土壌の透水性に影響されることが大きい。すなわち土壌の母材としての性格よりあらわれた養分の豊否等は、水稻の生育には大きな影響を与えているにしても赤枯れの直接的な原因ではない。例えば赤枯れの発生は火山灰土壌の磷酸欠乏地帯にかなり多く見られるので、そのため磷酸不足に由来すると考えられがちであるが、現地調査の結果でも栽培試験の結果でもそれが本質的な原因でないことは明らかである。磷酸問題についてのみ言えば例えば磷酸吸収係数の6%の $P_2O_5$  施用というような条件においてもかなり激しい赤枯れの発生は認められている。

地質的な見方をしても赤枯れの発生は各種の地層にその発生が認められる。

赤枯れ発生の直接の誘因となるものは土壌中の有機物の過多、とくに新鮮な易分解性の樹木根のようなものの存在が大きく影響しており、根腐れおよび有害物質の吸収に起因することが多いと考えられる。樹木根の多量に混入したような水田では土壌腐植の少ない褐色系の土壌であっても赤枯れは発生する。さらに赤枯れの発生を長びかせる原因としては土壌の酸化還元の問題があり、透水性の不良な湛水状態の水田では開田後5、6年でもなお激しい赤枯れの発生が見られるのに対し、透水性の良好な水田では開田初年目にかんがりの発生を見ても以後の消失は明らかに早い。

赤枯れ発生田の土壌を時期別に非発生田と比較すると、pH Ehは高目にまた活性 $Fe^{+2}$ 含量も高目に経過し、還元的傾向の強い例が多い。 $Fe^{+2}$ の影響についての一例としては三紀層の腐植含量の少ない土壌に含鉄資材を多量投入した結果赤枯れに強いハツニスキにも節腐れが発生し赤枯れと同様の症状を示し、 $Fe^{+2}$ 過剰の影響の大きいことも認められている。

また赤枯れの発生は窒素欠乏、加里欠乏という条件を附加するとさらに激しくなる。しかし実際の圃場においては赤枯れ発生時の土壌中の窒素あるいは加里の欠乏は殆ど問題にならず、むしろ土壌中に存在しても吸収できないような環境条件が問題である。

赤枯れに伴う養分吸収の障害は暖地における湿田の赤枯れの吸収障害の傾向とかなり類似することが認められる。すなわち水稻体内の含有率を見ると、赤枯れ水稻では発生の初期は窒素、磷酸、加里の三要素いずれも含有率低下の傾向が見られ、逆に鉄含量は高い。その後出穂期から収穫期にかけて稲はできおくれの傾向が著しく、珪酸の含有率の低下が著しく逆に窒素含量の増大が明らかである。加里は全期低目に、鉄は多目に経過する場合が多い。珪酸の欠乏は下葉の枯上りの原因でもあり、ま



た窒素含量の増大は赤枯れ水稻の出来遅れを助長する原因と考えられる。しかし、いずれにせよ赤枯れ水稻の生育は健全水稻に比べ極めて不良なことが多いので、全吸収量としてはいずれの成分も少ない。

開田地における赤枯れの発生は開田前の地目に影響することは現地農家においてもしばしば見聞するところである。腐植質火山灰土壌について地目の異なる土壌を採取し、赤枯れの発生程度を検討した結果、針葉樹、原野、牧草畑に発生が多く普通畑に少なく、このことは現地の聴取とほぼ一致する傾向である。しかし、これら土壌中の赤枯れ発生に及ぼすと思われる有機物の質については検討を加えることができなかった。

以上のことから開田地の水稻の生育は(土壌の肥沃度)+(赤枯れ発生要因)によって規制された赤枯れによる被害の程度は(有害有機成分+ $Fe^{+2}$ )+(透水性)により規制されることが多いと考える。赤枯れに対する抵抗性の品種間差異は明瞭であり、本県において開田地に多く栽培される可能性のある品種についてその大要を述べれば、まず早生品種であるトワダ、藤坂5号、フジミノリ等のいわゆる藤坂系統の品種は、いずれも赤枯れに対して極めて弱い。現在のところ赤枯れに対して強く、しかも耐冷性が強く、且つ多収を期待できる早生品種は見当らず、とくにフジミノリの栽培面積がかなり多いことから考えてこの赤枯れに弱いという性格は残念なことである。中性品種ではハツニシキが極めて強い。そのため本県の開田地で赤枯れの発生が予想されるような地帯では基幹品種として殆どハツニシキをとり上げている。ハツニシキは稈が弱く倒伏し易いので多収という点で問題があるがともかくハツニシキであればよほど土壌条件の不良な場合でないかぎり赤枯れ斑の発生あるいは節腐れの現象は見られない。しかし、これら品種間の抵抗性の差は斑点の発生程度、あるいは生育収量に及ぼす影響等を比較すればかなりの相違はあるが、ハツニシキであっても赤枯れの発生し易いような土壌条件のところ栽培されたものは明らかに生育の様相が異なり、また収量も劣ることが認められる。すなわちそのような土壌に栽培されたハツニシキは一般に燐欠の生育相をとり易く葉色は遅くまで濃く生育後期になり葉身先端部が赤褐色に枯れ上り、一方水稻体内の燐酸含量も一般に低くなる。そのほか珪酸含量の低下、窒素含量の上昇等の傾向はフジミノリ等赤枯れに弱い品種と同様であり、できおくれの現象も見られる。したがって根本的な対策は単に品種の選択ということのみでは解決されず、さらに基本的な環境条件の整備が必要となる。

赤枯れ回避の根本的対策は中干、排水等の水管理であり、このような対策を行わない施肥管理のみではその効果は極めて低い。中干、排水等の操作を行なった上での施肥の適正化が赤枯れを回避し収量を高め得る手段である。例えば開田地に多く見られる燐酸欠乏土壌ではこれを増施し、中干、排水等により窒素不足になることもあるから窒素を増施し、さらに珪カル施用により珪酸の吸収を多くし同時に窒素、燐酸の吸収も有利にして下葉の枯上りも少なく収量の増大を図ることができる。

現地調査の結果、赤枯れ水稻の収穫物中の珪酸含量の低下の著しいことが認められたが、一般に赤枯れ発生地での珪カルの肥効は高いことが栽培試験でも認められている。開田当初の未熟な堆厩肥の多量投入も赤枯れを助長することが明らかである。赤枯れの発生状態とも考え併せて、年次経過と共に除々に堆厩肥の多施に心がけ地力の培養に努めることが必要である。

以上のようなことから、開田当初土壌の透水性が不良であり、かつ有機物の混入が多く赤枯れの発生が予想されるようなところでは、とくに水田を新しく所有した農家にあり勝ちな、水稻であるから水は栽培期間中全期にわたりかけていなければならないというような考え方をやめて、水稻の生育期間とも考え併せて出来るだけ土壌を酸化的に、あるいは有害物質の流去に努め、それにより損失を来すと考えられる肥料はこれを補給することにより根は健全に、養分吸収は多くという稲の育て方をすることが必要である。土壌の透水性のみにこだわり過ぎて窒素不足の稲を作ると赤枯れの発生は少いが収量の増大は認められないということもあるからである。

このような考え方で水稻栽培を続け、早くどのような品種でも作付の出来るような状態にすること

が肝要で、そうした上でさらに堆厩肥、あるいは無機成分の積極的な増施を行ない地力の培養を図ってこそ、はじめて開田という呼び名を冠する必要のない水田になったと言えよう。

## 第5章 総合論議

岩手県に広く分布する火山灰土壌についてその推定される噴出源と理化学的性質を明らかにして分類を行ない、その主要な改良対策を樹てた。これらはすべて地力増強（土壌改良）を基本にした見地から農家の生産をいかにして向上させるかを土壌肥料の分野からとりくんできた調査研究をとりまとめたもので中でも土壌分類（土壌別特徴）、銅欠乏、土壌改造、赤枯れ開田病等に重点をおいて調査研究を行なったものである。こゝではその重点的事項について総合的にまとめると共に今までとりあげなかった関連性ある問題をも加味しながら論議を加えることにしたい。

先ず火山灰土壌の分類と土壌別特徴を最初に述べなければならぬが一括して第25表にまとめ、その論議を第1章Ⅹで行なったのでその詳細ははぶくことにする。本県における火山灰の降灰範囲は広く、一般沖積土壌にもかなり混入し、全県的に見ると火山灰の混入しない土壌がむしろ少ないといえる程である。これらの火山灰土壌は有効燐酸に乏しく、燐酸吸収係数が大きいことは共通的な点であるが、噴出源を異にする火山灰土壌によって各々その性格を異にし、反応、塩基欠乏の程度、特殊成分、微量元素の欠乏、あるいは粘土鉱物等、種々の点において明らかにその差異が見られる。しかし火山灰の噴出源、その特性等は今後の調査研究によってさらに明らかにされなければならない。

### 1 微量元素欠乏、とくに銅および亜鉛欠乏

本県における火山灰土壌を論ずる場合に、特殊成分を含む微量元素の問題を欠かすことはできない。その欠乏土の分布については前に述べたが作物の生育収量におよぼす影響は甚だ大きく、作物によってはその欠乏によって収穫皆無になることも少なくないからである。その主なものは銅、マンガン、硼素、亜鉛、苦土等であり、モリブデンの欠乏徴候も見られる。このうちマンガン欠乏のみは火山灰土壌よりむしろ中性あるいは中性に近い三陸沿岸南部の非火山灰土壌に多い。

マンガン、硼素、苦土欠乏等についてはすでにその性状、分布、改良対策等を試験調査結果にもとづいて述べたが、本県火山灰土壌に発現した微量元素欠乏の中で特記しなければならないのは銅欠乏である。筆者は日本でまだ農耕地での銅欠乏症が知られていなかった1958年ごろから調査を始めて実際に顕著な銅欠乏症の生ずることを見出した。その端緒は岩手県の南部胆沢台地周辺の黒ボク土壌で小麦を供用して低位生産地の対策試験を実施した際原因不明の不稔にかゝり、収穫皆無の状態であったが電線直下の小麦のみは生育良好で稔実もよいことに気がついた。この電線は銅線なことがわかり、おそらく雨水等によって溶けて土壌に落ちた部分の生育が良好になったものとの予想をたて土壌分析を行なったところ電線下の土壌は明らかに銅含量が高いことがわかり研究を開始した。

岩手県下に発現した銅欠乏について欠乏症状の特徴、改良対策等を要約すれば次のようである。

銅欠乏症状の特徴は、とくに麦類に顕著に見られ、症状は出穂前頃より発見し、上部葉がこより状にまくれ、しかも尖端は黄白色になりいわゆる *yellow tip* を示す。麦類のうち、大麦、小麦、えん麦は欠乏症状が発現しやすく、大、小麦の品種間には銅欠乏に対する抵抗性が明らかに認められる。

銅欠乏に対する感受性を、福島県の成績も参照しながら例示すると次のようである。

とくに敏感	大麦、小麦、えん麦
敏感	ライ麦

中 馬鈴薯、甘藷、玉蜀黍、なたね  
 どん感 オーチャード、レットクローバー、大豆  
 とくにどん感 陸稲、ソバ

銅欠乏の対策としては作物によっても異なるが麦類を例にすると硫酸銅を10アール当り4Kg、土壤施用することによって完全に恢復する。硫酸銅の葉面撒布も効果が高いが、撒布濃度は0.4%までであまり高い濃度では薬害の危険性がある。

さてこのような作物の銅欠乏の原因は何に基因するのか、その諸要因について検討してみた。Mitchell によれば鉍質土壤について一般に見られる全銅含有率は数 ppm から100 ppm の範囲にあるといわれ、一方志波の調査による上田市周辺の各種土壤の銅含量の平均は93.1 ppm であって、これから見れば本県に分布する銅欠発生土壤は20～50 ppm 内外でかなり少ない。未発生地の岩手山火山灰土壤では100 ppm 内外で明らかにその差が見られる。また土壤における可吸態銅について0.1 N Hcl 可溶銅含量を見ると、きわめて少なく、また腐植による銅の固定が明らかである。甚だしい銅欠乏症を発現した胆沢台地周辺の火山灰土壤ではもともと全銅が少なく、さらに腐植による固定もあって極端な銅欠乏をおこしている。また二戸九戸高原火山灰土壤でも同様の傾向が見られる。下層の腐植の少ない土壤では固定が明らかに少なくなっている。

以上のような結果から岩手県下に発生した銅欠乏は土壤の母材そのものの、銅欠乏に加うるに土壤中の有効銅の欠乏に基因するものと考えられる。

さらに土壤中の銅含量がどの程度の場合に銅欠乏の危険性があるのか、これは作物の種類によっても異なり、その基準を決めることは困難であるが筆者の調査結果から大胆に考察してみると0.1 N Hcl 可溶銅で1 ppm、1:10 Hcl 可溶銅で15 ppm、全銅で50 ppm 附近にその境界値が見られるようである。

またごく最近にいたって陸稲の栽培面積が増加するにつれ、新たに亜鉛欠乏が発見されている。この亜鉛欠乏も日本ではかんきつやこんにやくにはかなり見られていたが陸稲のようないわゆる普通作物に見られるのは本県が始めてのようである。いまのところ酸性を呈する県中南部の胆沢台地周辺火山灰土壤および紫波、和賀周辺火山灰土壤にのみ見られ、症状は陸稲の葉に褐紫色の斑点を生じ、生育が著しく遅延し、はなはだしくなると葉全面が褐紫色になる。表層の腐植質火山灰、および第二層の黄褐色火山灰土壤にも見られるが、現地での発生状況を見ると概して機械開墾か土壤侵食等によって表土の失われたところに発生が多い傾向である。亜鉛の葉面撒布、土壤施用によって症状が消失し、収量も向上する。

胆沢台地における試験の結果を見るとその改良対策としての亜鉛(硫酸亜鉛、水酸化亜鉛)の適量は土壤条件によって異なるが陸稲の場合Znとして10アール当り1Kgがよいようである。亜鉛欠乏については、いま研究に着手したばかりで今後の研究に俟たなければならない。

第148表 亜鉛欠乏陸稲のZn含量(乾物中)

区 別	葉 身 (ppm)	地上部全体 (ppm)
欠乏症の激しいもの	5.3	5.4
欠乏症の軽いもの	6.0	6.9

胆沢台地火山灰土壤(胆沢村)  
9月中旬採取

第149表 要素欠除栽培(水耕)によるZn含量

日 数	区 別	Zn含量 (ppm)
12日後	完 全 区	24
18日後	完 全 区	27
	Zn 欠 区	5.6
20日後	完 全 区	19
	Zn 欠 区	5.3
23日後	完 全 区	21
	Zn 欠 区	6.0

(東北大 大平氏)

胆沢台地火山灰土壤での亜鉛欠陸稲の分析値は欠乏症明瞭な水耕亜鉛欠水稲ときわめて近いZn含量を示している。

## 2 畑地力の増強とその生産力増進

畑作物の生産に大きな影響をもつ特殊成分、微量元素の問題については前に述べたのでこゝではふれない。火山灰畑土壌の土壌別地力増強対策を検討すると第 25 表のようで、それぞれ土壌によって相異なり、またその重要性も異なるが、酸性土壌の改良、有機物、リン酸多肥を中心にした土壌改造、土壌侵食対策等がその主要なものである。

耕土を培養し、地力を維持増進することはいかなる場合においても基本的な課題である。

酸性土壌の分布等については土壌別に第 25 表にも一括して示した。土壌が酸性であってはどんな作物を栽培しても、またいかに周到な肥培管理が行われても生育が不良であるのは当然のことである。酸性土壌にはその矯正のための所要量は必ず投入しなければならない。その後も土壌の酸性を調べて流亡する石灰分を補給することが大切である。

次に堆厩肥等による地力の増強対策であるが土壌改造の試験成績にも述べたように、有機物の施用効果は明らかで堆厩肥の増投は単に目前の生産増強のためのみでなく、地力保全の見地から重視されなくてはならない。

石灰とリン酸増施は古くから火山灰土壌の生産力増強に欠かせないものと云われている。深耕も土壌改造をとまなわれないのでは意義がうすく、石灰、有機物、リン酸等による土壌改造をぜひ必要とする。

本県は地形が極めて複雑なことも特徴で傾斜 8 度の西岳、七時雨山周辺の火山灰土壌で土壌侵食の調査を行った結果では、土壌流亡を発生せしめる限界強度は  $3\text{ mm} / 10\text{ 分}$  程度であるが、土壌水分の多い場合は  $1.7\text{ mm} / 10\text{ 分}$  でも流亡が発生することがみとめられる。その対策についても述べたが、このように今まで述べてきた正確な土壌診断にもとづいた土壌改造を物理的にも化学的にも総合的に実施し、作物の好適根圏環境をつくることが土壌改造である。したがって単なる土壌改良資材あるいは微量元素の施用のみでなく深耕を伴った有機物の増施、塩基の補給等、積極的な総合的改良を必要とする。

## 3 火山灰水田の改良

火山灰水田における地力増強のための主要な改良対策の方向を検討するに、育苗の健全化（苗素質の改善）、漏水防止、リン酸多肥による土壌改造、施肥改善、珪酸石灰の多用、さらには有機物の増施、開田病対策等が主要なもので、初期生育の促進と合理的栽培法の確立等がとくに重要である。

岩手県は有史以来幾度となく冷害に見舞われ、そのたびごとに悲惨な世相を露呈してきた。その原因は冷温ということが決定的要因であるが、その水田の立地条件によることも見のがすことができない。低温、寡照、冷水あるいは偏東風等その立地条件、土壌条件によって大きな影響を蒙り、これら被害の著しい地帯は標高の高い山間部水田であり、ことに新規開田、火山灰水田、漏水田地帯では不稔青立面積が著しく拡大されている。とくに初期生育不良、穂数不足等が気象、土壌条件等の関連で大きな問題点としてとりあげられる。

火山灰水田の稲作改良に関する研究は東北地域を対象として本谷ら<sup>39)</sup>によって土壌肥料的に報告されているが筆者らは本県内に分布する火山灰の土壌別立場から現地試験等も含めて研究を進めてきた。本県の火山灰台地水田は初期生育の促進のとくに重要なことから苗素質の改善について核酸物質の施用効果について試験を実施した。藤原<sup>51)</sup>は「核酸は土壌有機物の重要な成分である。細菌体内における N 同化と蛋白代謝は核酸により調節されるとの論は古い報告からすでに認められていた。吾々は高等植物の細胞中における核酸は蛋白の生合成に関与し、そしてとくに初期生育を促進させることを明らかにした。さらに核酸物質を高等植物に直接施すことにより、開花を促進させることができる」と述べている。

筆者は、火山灰土壌の畑苗にRNA、およびキレート鉄の施用によって苗の生育は旺盛となり、各種の成分含量も高まり、量、質ともに勝ることを認めている。またこれらの施用苗は本田において低気温、低水温下において発根活着が良好であると同時に、施用苗は低気温下での障害不稔が少ないこと、稔実歩合が高いこと等耐冷性の強い素質を具備することが認められている。鉄の施用は畑苗代でしかも燐酸多用という条件下における鉄欠乏に対応させた処置である。このことは今後の寒冷地帯稲作の安定多収に大きな効果をもたらすことが思われる。すなわち、苗素質が改善されて健苗が育成されれば基肥を無理して多肥しなくとも初期生育が良好となり、その後の生育の調節が行ないやすく、安定した稲作栽培が行ない得る。

燐酸および塩基に欠乏した火山灰水田においては、吸着燐量を燐酸吸収係数の4%程度になるように燐酸を施用すれば、最高分けつ期内外の水稲体内の燐酸含有率はほぼ0.6%以上となり、かつ塩基飽和度が60%程度になるように珪カルを施用し、さらに十分な堆厩肥を投入して肥沃化をはかれば、開田地であっても当初から10アール当り600Kg以上の収量をあげられるような土壌条件をつくることのできる。吸着燐量を燐酸吸収係数の4%程度にする施肥は初年目はかなり多量の燐酸施用量になることが多いが、この方法で3年ほど施肥を継続すると燐酸吸収係数の低下、可吸態燐酸の増加で必要施肥燐量はきわめて少量になってくる。したがって以後の燐酸施肥はごく早期の分けつに必要な燐酸を速効性のもので加えれば充分になる。改良資材としてとくに熔燐をすすめるのは、燐酸分のほかに石灰、苦土、珪酸などを含んでいて肥沃な耕土層への改造が一度にできるからである。

噴出源を推定した各種火山灰土壌別の改良対策については第25表に示したが、さらに具体的に透水性に関連して細かく改良対策の重要性を見ると第151表のとおりである。施肥の関係で水稲の生育をもっとも大きく支配するのは窒素肥料の施用法であって、最近には前に述べたように育苗技術の進歩に伴って基肥の量を比較的少くして後期栄養に重点をおく施肥法に変わりつつあるが、その基本型を示すと第152表のようである。

第151表 火山灰水田の分類とその改良対策

事項 区分	包含土壌(地帯)		土壌の特徴		生育相		
	透水性が良好でその大部分が弱酸性あるいは中性を示すもの	二戸、九戸高原火山灰土壌 西岳、七時雨山周辺 松尾、安代周辺 岩手山麓周辺 駒ヶ岳周辺		透水性 中~大 肥沃度 小~中 養分吸着力 小~中 燐酸欠乏	初期生育不良(低温冷水) 穂数不足 生育遅延 登熟不良		
透水性が不良でその大部分が酸性を示すもの	紫波、和賀周辺 胆沢台地周辺		透水性 小~中 肥沃度 小 養分吸着力 中 塩基、燐酸欠乏	初期生育やゝ不良 登熟やゝ不良 根ぐされ			
事項 区分	基盤整備		一般対策				
	漏水防止	明暗渠排水	苗素質	中干	水上温昇	赤枯れ病	珪酸塩基の補給
透水性が良好でその大部分が弱酸性あるいは中性を示すもの	床締め(岩大工法)ライ麦ベントナイト◎		燐酸多用苗◎		中間止水栽培○		○
透水性が不良でその大部分が酸性を示すもの		明暗渠○	○	中間灌干断水○		排水(珪酸)カル種○	珪カルの施用◎

註) 対策 最重点 ◎ 重点 ○ 燐酸多投、有機物補給は共通対策

第 152 表 窒素の旋肥方法

事項 区分	包含土壌(地帯)	旋 肥 法				
		基 肥	分けつ 盛 期	幼 穂 形成期	減 数 分れつ期	穂 揃 期
透水性が良好 でその大部分 が弱酸性ある いは中性を示 すもの	二戸、九戸高原火山灰土壌 西岳、七時雨山周辺 " 松尾、安代周辺 " 岩手山麓周辺 " 駒ヶ岳周辺 "	8~10	◎	○	○	× (北部)
透水性が不良 でその大部分 が酸性を示す もの	紫波、和賀周辺 " 胆沢台地周辺 "	7~8	⊗	○	○	

最重点 ◎ 重点 ○ 効果あり ⊗ 回避 ×

#### 4 赤枯れ開田病

本県に新規に開田される土壌はその大部分が台地上の火山灰土壌である。開田病(赤枯れ)の発生程度を見ると、土壌によって異なり、気温、水温、地温等の影響も相関連するが透水性に影響されるところが大きく、県中南部の火山灰土壌に多く、とくに焼石嶽が噴出源と見られる胆沢台地周辺火山灰土壌に多いことが特徴的である。盛岡市から一関市にいたる間の北上川の西縁に広大に分布している一連の洪積台地は複合扇状地形である。これら台地の下層は主として灰白色の凝灰岩質の粘土層からなり、花巻市以北ではこの層の上に漸移層および黒色火山灰層が堆積している。一方花巻市以南では粘土層上に浮石層(焼石嶽起源)が狭在しており、北上市附近ではこの層の厚さが2mにも達している。いずれにせよ県中南部以南の火山灰は粘土鉱物の主体も *Vermiculite* である上に下層に凝灰岩質の粘土層を有し透水不良をきたしやすい。この地区は20~30年前ごろから開田されたところが多く現在もなおかなり開田されつゝある。これらの透水性不良、気温、地温の上昇、開田地等が相関連して開田病を多くしている。開田病(赤枯れ)は岩手県の開田地に広く発生し、その減収被害も甚だ大きかったのでその調査研究に数年とりくみ、その対策を樹立した。

開田地の赤枯れ症状(とくに葉身部の斑点、根ぐされ、節ぐされ)等については前にくわしく述べた。

赤枯れが発生しやすい土壌であるか否か、さらにはその発生が長く続くかどうかの予測は開田前の地目、有機物含量、排水の良否等を考慮すればほぼ可能である。発生した赤枯れが激しく且つ長く続く最大の原因となるのは排水不良である。排水(地下滲透)良好な土壌であれば例え初年目に激しい赤枯れが発生しても2年目、3年目と急速に被害が軽減されていくが、排水不良な常に停滞水のある水田では4年も5年も激しい徴候が続き被害も大きい。以上のようなことから赤枯れが発生しやすいかどうかの目安はつけ得るが、一般的な土壌養分の豊否等によってはその判断は行ない難い。

赤枯れ発生の直接の誘因となるものは透水性の不良に起因する異常還元、および土壌中の有機物の過多、とくに新鮮な易分解性の樹木根、落葉等の混入が大きく影響していて、根ぐされおよび有害物質の発生吸収に由来することが大きい。有機物の分解の際に生成する有害物質の本体が何であるかは今のところ不明である。それが水に溶けてくるかたちのものであることは段々田において上田よりの滲透水の影響をうけるところに赤枯れが多発することによってもわかる。また土壌を水でリーチングしてその液をポットに加えただけで赤枯れを発生することを見てもわかる。赤枯れ発生田は非発生田に比べ還元的傾向が強い。そのため  $Fe^{+2}$  の含量も多い傾向が見られる。このようなところに含鉄資材を入れると、一層はげしい赤枯れを呈する。これらの有機物の分解に伴う有害物質および  $Fe^{+2}$  の

過剰な存在が赤枯れ発生の直接の原因と考えてよい。結局開田地の水稲の生育は(土壤の肥沃度)+(赤枯れ発生要因)によって規制され、赤枯れによる被害の程度は(有害有機成分+ $Fe^{+2}$ )+(不透水性)によって規制される。

赤枯れ発生の主要因は強還元に伴う有害物質の生成にあるから、これを水管理により除去する対策をたてることが第一である。

また赤枯れ水稲では、加里、珪酸の吸収阻害が大きく、逆に鉄含量は高くなる。珪カルの施用で斑点の発生を防ぐことはできないにしてもとくに後期の生育を旺盛にすることができる。また赤枯れ抵抗性は品種により明らかに異なるので適正な品種の選択が必要である。この他開田地の土壤は一般に瘠薄であるからこれらを加味した土壤改良的な考え方が赤枯れを回避し、しかも積極的な増収を図る対策となる。

いわゆる赤枯れについての研究は関東以西の暖地旧田の湿田に発生するものが多く、また国外においてはインドネシア、マライ、セイロン等に発生する *Bronzing* があるが、本県に発生している開田地の赤枯れは、これらとは様相を異にし、開田という急激な物理的、化学的变化をうけるためにその障害が一時的に急激に現われたもので、節腐れ等を伴い、その徴候が暖地湿田地帯のように長く続かないのはもともと純然たる湿田も少なく、また易分解性有機物の分解も間もなくおさまり、その分解生成物も流失または分解されるためであろう。普通には開田後4~5年でおさまるが、こゝに開田病といわれるゆえんもある。

## 結 語

岩手県下に広く分布する火山灰土壤はその推定される噴出源が数多く考えられるので、これを追求して噴出源とその火山灰土壤の分布範囲を明らかにするため、昭和23年より既耕地、開拓地、牧野について2万数千点の調査を行ない、断面形態の特徴、理化学的性質ならびに200ヶ所以上で行なった現地試験の成績を基に、主として農業的見地より7つの噴出源を仮定し、それに由来する火山灰土壤の分布を明らかにした。

第25表のように県下の火山灰土壤は各々その噴出源により、反応、塩基欠乏の程度、微量要素の欠乏あるいは粘土鉱物等種々の点にかなり明らかな特徴が見られる。磷酸含量に乏しく磷酸吸収係数が大きいことはすべての火山灰土壤に共通するところである。

現地栽培試験に基くこれら7種の火山灰土壤に対する生産増強の手段は第25表のようにそれぞれの土壤によって異なり、あるいはその重要度を異にするものであるが、酸性の改良、有機物、磷酸の多施を中心とした土壤改良、侵食対策、深耕、混層耕、微量要素欠乏対策等が主要なものである。

微量要素の欠乏はきわめて顕著で、とくに銅欠乏は本県において初めて発見されたもので、欠乏の甚しい地帯においては麦類の作付が急激に減少する傾向すら見られたものである。

上記の火山灰土壤の畑地としての分類はこれをそのまま水田土壤に適用しても差支えないものであるが、水稲生産増強の立場よりさらに土壤の透水性との関連について第151表のように再分類される。本県火山灰水田に見られる特異な現象は県南部の奥羽火山群および焼石嶽火山灰土壤に由来する水田において顕著な赤枯れの発生する水田が多いことである。

筆者は昭和33年県南部胆沢台地の黒ボク土壤において小麦増収試験を実施した際、小麦が原因不明の不稔にかゝり収穫皆無の結果を得たことがあったが、圃場の上を走る10数本の電線直下の小麦のみ生育良好なことに気付き、電線直下とすぐ隣りの収穫皆無の試験区の土壤分析を行なったところ、第27表のような結果を得、小麦の不稔が土壤の銅欠乏に由来することを確認した。それで全県にわたって主として麦類の銅欠乏症の調査を行ない、県北の十和田、八甲田火山灰土壤地帯の一部にも顕著な

銅欠乏地帯を確認した。

その後、銅欠乏地帯は宮城、山形、福島、京都、広島県下にも発見されているが、各県共その分布は不規則で分布の法則性は求められない。

土壌の銅欠乏に対する感受性は作物によって相当異なり、麦類はとくに敏感で、陸稲、ソバはとくに鈍感である。麦類を対象にすると土壌の銅欠乏の境界は本県下においては全銅で50 ppm、1:10 HCL 可溶銅で15 ppm、0.1 N HCL 可溶銅で1 ppm附近にあるものの如く考えられた。対策試験の成績は硫酸銅として10 a当り4Kg程度の施用で完全に防止することができるが、0.4%溶液の葉面散布でも早期に行なえば相当の効果が期待できる。

水稻赤枯れの顕著に発現する地帯は県南西部の奥羽火山群および焼石嶽山麓に発達する複合扇状台地上の水田で、台地の水田は灰白色の凝灰質粘土層を下層とする火山灰土壌で、新鮮な草木根や落葉を多く含む新開田で、透水性不良のためにこれらの有機物が急激に分解され、土壌は異常還元状態になり有害有機物を発生すると共に、元来多量に鉄を含有する火山灰土壌では還元によって多量の2価鉄を生じ、水稻根に沈着して根の呼吸作用ならびに養分吸収を阻害する一方、有害有機物のために甚しい場合には根腐れを生じ水稻の生育が甚だしく阻害される。

有害有機物の本性は明らかでないが、それが水溶性のものであることは段状水田で下段の水田の上段直下の部分がとくに赤枯れの甚しいことから類推される。

以上の事実より赤枯れ対策は根本的には排水によって土壌を酸化の方向に導くと同時に、有害有機物を除去することにあるが、中干しを充分行なうことによって赤枯れを防止することもできる。

さらに一般に云われる赤枯れは暖地の湿田に多く発生するもので、かつて千葉県下に広く見られたものは異常還元に伴なう $H_2S$ の早期発生に基因するものであり、南方諸国に見られるBronzingの如く活性アルミナに基因すると云われたものもある。しかし本県に発生した赤枯れは開田に伴なう土壌の急激な物理化学変化によって一般的に急激に現われるもので、有害有機物の分解が終り土壌の異常還元がなくなれば数年のうちには自然に消滅するもので、新開田に特有のものであるところから開田病と云われるものである。

## 文 献

- 1) 横井時次：開拓地土壌の特性とその生産性、農林省農地局（1961）
- 2) 石塚嘉明他：岩手山麓開拓地土壌について、農林省開拓局、岩手県農地部（1948）
- 3) 吉田稔ら：岩手県内の火山灰土壌の粘土鉱物（1968）
- 4) 吉田稔・宮内信夫：アロフェンを主体にしない火山灰土壌の燐酸吸収（1967）
- 5) 本谷耕一・石川昌男：段丘土壌の生成とその性質に関する研究、東北農試研究報告 第13号（1958）
- 6) 岩手県：岩手県地質説明書（1954）
- 7) 横井時次：土壌改良 第39号 P8（1955）
- 8) 田町似信男・花田慧：青森県における噴出源を異にする各火山灰性農耕土の特性とその分布、弘前大学農学部学術報告 第8号別冊（1962）
- 9) 横井時次：開拓地生産阻害要因とその対策、農林省農地局（1964）
- 10) 経済企画庁：土地分類基本調査、水沢、国土調査（1963）
- 11) 岩手県農林部編：岩手県農業の発展（1960）
- 12) *W stiles: Trace Elements in plants and animals.*
- 13) 徳岡松雄・魚秀辰：小麦の生育に対する銅の影響について 土肥誌 622（1940）
- 14) 藤原彰夫：微量要素に関する研究、東北大学農学部研究報告（1957）



- 15) 森田修二：黒土に対する微量要素の効果について、開拓地における生産力阻害要因別地力保全対策、農林省農地局(1964)
- 16) 安尾正元、渡辺敏夫：銅の鉍害と作物の萎黄症状について 土肥誌 講要 1、1 (1955)
- 17) 志波情時：土壌および緑葉中の微量要素含量について 土肥誌 22、26 (1951)
- 18) *Snell and snell : colorimetric methods of analysis*
- 19) *C S Piper : Investigation on copper deficiency in plants J. Agric. Sci 32 143 ~ 178*
- 20) *M. H. Miller and A J ohlrogge : Water - Soluble chelating agents in Organic Materials : II Influence of Chelate - Containing materials on the availability of trace metals to plants : Soil. sci soc. Amer Proc. 22、 228 - 231 ( 1958 )*
- 21) *S K Tobia and A. S. Hanna : Effect of copper sulphate added to irrigation water on copper status of Egyptian soil : 2 Free and-complexed copper. soil sci 92、 123 ~ 126 ( 1961 )*
- 22) 塚本正一郎ら：銅鉍害地に対する有機物料の効果 土肥誌 講要 1、2 (1955)
- 23) 三井進午、天正清ら：作物体の鉄、マンガン代謝に及ぼす銅の影響について第1報 土肥誌 28 505 ~ 507 (1958)
- 24) 三井進午ら：同上 第2報 土肥誌 31 451 ~ 454 (1960)
- 25) 三井進午ら：同上 第3報 土肥誌 31 455 ~ 458 (1960)
- 26) *E J Rusell : 植物生育と土壌(藤原彰夫ら共訳)*
- 27) *L. G Nelson, K. C Berger, and H. J Andries : copper requirements and deficiency symptoms of a number of field and vegetable crops soil, sci soc Amer proc. 20 69 ~ 72 ( 1956 )*
- 28) 中野信夫、黒沢順平：岩手県における麦類に対する銅欠乏の被害状況とその対策、農園 37 1738 ~ 1742 (1957)
- 29) 飯田一郎：長野県農業試験場報告 31号 (1967)
- 30) 山崎傳：微量要素と多量要素 (1966)
- 31) 黒沢順平ら：銅欠乏に関する調査研究第1報、岩手県農業試験場研究報告第8号 (1965)
- 32) 山本毅：機械化多収のための土壌基盤の改良について、東北農業研究第6号 (1964)
- 33) 山本毅、高橋達児：東北農業研究速報第4号 (1964)
- 34) 黒沢順平：燐酸欠乏土壌とその改良対策について、開拓地における生産力阻害要因別地力保全対策、農林省農地局(1964)
- 35) 山本毅、高橋達児：改良資材による畑土壌の肥沃化 第2報 東北農試研究報告第35号別冊 (1967)
- 36) 横井時次：土壌改良第85号 P1 ~ 4 (1959)
- 37) 山本毅：畑地の土壌改造、土壌肥料分野における試験研究上の問題点、第1集 (1965)
- 38) 野本亀雄ら：土壌反応と燐酸の効果 土肥誌 20、60 (1950)
- 39) 本谷耕一：東北における火山灰水田の稲作改良に関する土壌肥料的的研究 (1961)
- 40) 立谷寿雄：新規開田による水田土壌化現象および稲作の土壌肥料的改良方策に関する研究 (1961)
- 41) 本谷耕一：稲作多収の基礎条件 (1966)
- 42) 馬場起、高橋保夫ら：水稻の赤枯れに関する栄養生理的研究 第4報、日作紀 26 (1) (1957)
- 43) 馬場起ら：同上第5報 日作紀 27 (3) (1958)
- 44) 馬場起、田島公一：同上第6報 日作紀 29 (1) (1960)

- 45) 馬場赴、田島公一：同上第7報 日作紀 29 (3)
- 46) 馬場赴：関東地方有機物過多湿田における水稻の夏落および秋落とその対策、農園 29 (1) (1954)
- 47) 田島公一：水稻の赤枯れ病の原因と防除法、農園 38 (10) (1963)
- 48) 馬場赴、田島公一：加里と水稻の赤枯病加里研究3号 (1962)
- 49) 山口尚夫：千葉県における水稻赤枯れの実態と早植の効果 農園 33 (1) (1938)  
同上 33 (2) (1938)
- 50) *F. N. Ponnampperuma : The chemistry of Submerged soil in Relation to growth and yield of Rice* (1955) 熊田恭一、浅見輝男訳
- 51) 藤原彰夫：植物生育における核酸物質の効果に関する新知見 (1968)
- 52) 石塚嘉明、田中明：水稻の栄養生理、養賢堂 (1963)
- 53) 渡辺正、中村壮一：矢吹原開田地赤枯れ症と品種間差異 東北農業研究第1号 (1959)
- 54) 菊池猛雄、鎌田嘉孝ら：火山灰新開田における稲作改善に関する研究、岩手農試研究報告第5、6号 (1963)
- 55) 本谷耕一、速水昭彦：水稻の生育調整に関する栄養生理的研究、東北農試研究報告 第30号 (1964)
- 56) 熊田恭一、水稻幼植物の根圏土壌に関する研究 第1報 土肥誌 19 (5、6) (1951)
- 57) 井利一：湿田に関する土壌学的研究、新潟農試研究報告 第12号 (1961)
- 58) 萩原種雄：水稻の加里欠乏に関する知見 福岡農試 (1960)
- 59) 黒沢順平、千葉明ら：開田地におけるいわゆる水稻の赤枯れ症状について  
土肥誌 講要 (1962)  
全上 全上 (1963)  
全上 全上 (1965)
- 60) 千葉明：開田地における水稻の赤枯れとその対策 農園 40 (5) (1965)
- 61) 黒沢順平ら：水稻の赤枯れ(開田病)に関する研究 岩手農試研究報告第9号 (1965)
- 62) 本谷耕一：燐酸多肥による火山灰水田の施肥改善 農業技術第16巻第4号 (1961)
- 63) 山根一郎：土壌学の基礎と応用 (1960)
- 64) 農林省振興局研究部：施肥改善資料第13号 (1957)
- 65) 野本亀雄ら：畑、草地および園地土壌の肥沃度 土肥誌 39、1 (1968)
- 66) 本谷耕一ら：東北農誌研究報告 13 : 32 (1958)
- 67) 夏井和七、中野信夫：土肥講要 6 (1959)
- 68) 半沢正四郎：日本地質誌 東北地方 (1954)
- 69) 農林省振興局研究部監修：土壌肥料全編 (1958)
- 70) 農林省農業改良局農産課：低位生産地改良資料第29号、土壌調査方法序説 (1955)
- 71) 農林省農業改良局農産課：低位生産地改良資料第27号 酸性土壌と礫土質土壌 (1954)
- 72) 農林省農業改良局農産課：低位生産地改良資料第26号、地形と地図 (1954)
- 73) 農林省振興局農産課：低位生産地改良資料第35号 低位生産地調査事業関係実施要領 (1958)
- 74) 農林省振興局：農山漁村建設土地調査研修テキストⅣ 土壌調査
- 75) 堤道雄：腐植質火山灰土壌における銅欠乏について  
土肥誌 第1報 38 459 ~ 465  
第2報 39 121 ~ 125  
第3報 39 126 ~ 130  
第4報 39 131 ~ 136

Classification and Improvement of Volcanic Ash Soils in Iwate-Prefecture.

— With Reference to Amelioration of Copper Deficiency and Akagare Disease

( Newly Reclaimed Paddy Field Disease ) —

By

Junpei Kurosawa

Summary

The volcanic ash soils widely distributed in Iwate-prefecture had been assumed to have different origins. So, to clarify their origins and distributions, soil survey on layer characteristics and the physicochemical properties at more than twenty thousand profiles and also field experiments at almost two hundred places have been carried out since 1952. With these results, the seven origins and their distributions of volcanic ash soils were settled in the view-point of practical upland agriculture ( see Table 1 ).

As seen in the table, each volcanic ash soil has its special characteristics on degrees of base saturation, minor nutrients deficiencies and different constituents of clay minerals. Phosphorus deficiencies and higher phosphorus absorption coefficients are common characteristics of these volcanic ash soils.

Though methods of soil improvement are not always same for each soil, amelioration of soil acidity, heavy application of organic matter and of phosphate are fundamentally important. Soil amelioration, prevention of erosion, deep plowing, mixing layer plowing and application of deficient minor nutrients have secondary importance.

Minor nutrients deficiencies should be noted in these soils, especially, copper deficiency was firstly discovered here in Japan. Before the discovery and copper application, acreage of wheat farming of the district had been showing the strong tendency of gradual decrease.

The above upland soil classification is able to apply to the paddy fields of these volcanic ash soils in the same fashion. But as for the relationships with irrigation water, substituting items are added to the classification in the view-point of vertical water movement ( see Table 2 ). Methods of soil improvement of these paddy fields are also shown in the table. One phenomenon to be stressed in the prefecture was that so-called Akagare disease of paddy rice was found elsew-

here in the paddy fields derived from the Ohu volcanoes and Yakeishi-dake volcanic ash soils.

#### On copper deficiency

In 1958, the failure and distortion of ear development of wheat was found at a field experiment in Kuroboku (humic volcanic ash) soil on Isawa plateau, the southern part of Iwate-prefecture. The phenomenon was so severe that almost no grain yield was obtained in the experiment. But by the author, it was observed that only wheat grown under electric wires gave better normal growth. Soil chemical analysis was followed by the findings and this phenomenon was finally attributed to copper deficiency (see Table 3). Copper deficiency has been also found in parts of Towada-Hakkoda volcanic ash soils after soil survey covering all prefectural soils.

After the studies, copper deficiency has been found in other several prefectures, i. e., Miyagi, Fukushima, Kyoto and Hiroshima. Distribution of copper deficiency is believed to be very irregular and no mode of distribution has yet been discovered.

Sensitivity to copper deficiency depends on crops. Wheat and barley are most sensitive but upland rice and buckwheat are not sensitive. As far as wheat and barley are concerned, soil copper concentrations for the deficiency are less than 50 ppm as total Cu, 15 ppm as 1:10 HCl soluble Cu and 1 ppm as 0.1 N HCl soluble Cu (see Table 4).

By the field experiment for copper deficiency (see Table 5), basal application of 4 kg copper sulfate per 10 a was just enough for prevention of the deficiency. Leaf application by 0.4 % solution of copper sulfate gave good result if it was done in early growing stage of crops.

#### On Akagare disease

Akagare disease of paddy rice appears mainly in the fields distributed on the plateau of alluvial fan developed on the mountain foots of the Ohu volcanoes and Yakeishi-dake. The paddy fields consist of volcanic ash soils with greyish clay sub-layer of tuff, and they are always newly reclaimed fields which have high content of unmaturred organic matter, i. e., fresh roots and litters. These soil con-

ditions give the paddy fields extremely low redox potential because of drastic decomposition of the organic matter under submergence by irrigation water.

Consequently, much reduced iron accumulates in the soil and disturbs root aspiration by its sedimentation on root surface. In the same time, poisonous organic substance also accumulates in the soil and causes root rot. So, growth of rice is much disturbed.

Though nature of the poisonous organic substance is not still known, it must be water soluble because the disease appears mainly in the parts of fields just under the upper terraces where drainage and irrigation water goes downward. Seasonal changes of soil chemical properties of Akagare disease field were determined ( see Table 6 ).

Aakagare disease field were determined ( see Table 6 ).

With these results and observations, paddy rice would be cured of Akagare disease under higher redox potential of soils by giving good drainage of fields and also taking too much organic matter from fields. Practically, summer drainage of submerged water by stopping irrigation was also effective curing the disease ( see Table 7 ).

Akagare disease usually appears in poor drained fields of warmer district. Cause of the disease once prevailed in Chiba-prefecture was attributed to early evolution of  $H_2S$  under strong reducing condition of fields and that of similar disease "Bronzing" of paddy rice in South-Eastern Asia was said to be existence of too much active aluminum in soils. But Akagare disease appeared in Iwate-prefecture is believed to be occurred under drastic changes of soil physico-chemical properties after reclamation. So, if soils become to gain normal redox potential by several years cultivation after reclamation, the paddy rice is perfectly cured of Akagare disease. They are the reasons why Akagare disease is sometimes called as Kaiden-byo ( newly reclaimed paddy field disease ).

Table 1. Volcanic Ash Soils in Iwate-pref., Classification and their

Characteristics	Soils	Origins	Topography	Classification (Horizons)
Weakly acidic or neutral. Main clay mineral:allophane	Ninohe-Kunohe plateau. Volcanic ash soil	Towada-Hakkoda Mts.	Plateau	I. II a 2 3 2 2 2 II. II a 3 3 2 2 2 III. II a 3 3 2 2 1 IV. Pumice
	Nishi-dake, Nanashigure-san Mts. Surroundings Volcanic ash soil	Nishi-dake, Nanashigure-san Mts.	Hilly site, Rolling, (steap)	I. II a 2 3 2 2 2 II. II a 3 3 2 2 2 III. II a 3 3 1 1 1
	Mountain foot of Iwate-san Mt. Volcanic ash soil	Iwate-san Mt.	Plateaw Mountain foot	Seriese A S.-B S.-C I. II a24321 II a23221 II a23321 II. II a24312 II a24221 II a24221 III. II a34313 II a24321 II a34221
Strongly acidic Main clay minerals: all allophaned vermiculite	Matsuo-Ajiro surroundings Volcanic ash soil	Hachimantai Mts.	Mountaineous, Hilly (steap) site.	I. II a 2 2 2 1 2 II. II a 2 2 2 1 1 III. II a 3 3 2 1 1
	Komagatake Mt. surroundings Volcanic ash soil	Komagatake Mt.	Mountaineous, Plateau	I. II a 2 2 1 1 1 II. II a 2 2 1 1 1 III. II a 2 2 1 1 2
Strongly acidic Main clay mineral: vermiculite	Shiwa-Waga surrounding Volcanic ash soil	Ohu Volcanoes	Plateau, Mountaineous	I. II a 2 2 1 1 1 II. II a 2 2 1 1 1 III. II a 3 2 1 1 2
	Isawa plateau surrounding Volcanic ash soil	Yakeishi-dake Mt.	Plateau, Hilly. site (Aleuvial fan)	I. II a 1 2 2 1 1 II. II a 2 2 2 1 1 III. II a 3 2 2 1 1 IV. Pumice

## Characteristics.

Deficiencies of Nutrients	Methods of Improvement	Locations (Towns, villages Cities)	Appendix
Mg, Cu	Prevention of wind erosion Application of Cu and Mg	Ajiro-T. (a part), Karumai-T., Johoji-T., Ichinohe-T. (northern part), Kindaichi-T., Taneichi-T., Kunohe-V., Fukuoka-T., Ohno-V., Kuji-C.	<p>1) Heavy application of phosphate and organic matter is common practice for all soils listed here.</p> <p>2) Soil Classification here if of the standard listing for reclamation soils, Ministry of Agriculture and Forestry, Japan.</p>
negligible	Prevention of water erosion	Ichinohe-T., Nishine-T. (a part), Ajiro-T. (Eastern Part), Iwate-T.	
Mu, B	Mixing layer plowing. Application of Mn and K	Morioka-C., Tamayama-V., Takizawa-V., Iwate-T., Shizukuishi-T. (Eastern Part), Nishine-T.	
negligible	Prevention of water erosion, Amelioration of soil acidity	Matsuo-V., Ajiro-T.	
B	Amelioration of soil acidity Application of B	Shizukuishi-T., Morioka-C. (Ohta-Dist.), Matsuo-V. (South-Western part)	
Mg, Zn	Amelioration of soil acidity Application of Mg, Zn	Tonan-V. (Western part), Sawauchi-V., Yahaba-T. (Western part), Yuda-T., Shiwa-T. (Western part), Ishidoriya-T. (Western part), Hanamaki-C. (Western part)	
Cu, Mg, Zn	Amelioration of soil acidity Application of Cu, Zn, Mg	Hanamaki-C. (a part), Isawa-T., Kitakami-C. (a part), Koromogawa-V., Waga-T., Mizusawa-C., Kanegasaki-T., Ichinoseki-C. (a part)	

Table 2. Classification and methods of improvement for volcanic ash

Grouping of soils	Soils	Soil properties	Characteristics of growth of rice
Good drained, Mostly weakly acidic or neutral.	Ninohe-Kunohe Volcanic ash soil. Nishi-dake, Nanashigure surroundings V. A. S. Matsuo-Ajiro surroundings V. A. S. Iwate-san mountain foot V. A. S. Komagatake surroundings V. A. S.	Drainage:medium~good Fertility:low~medium Nutrients absorption: low~medium Phosphorus deficient	Poor growth in early stage by low air and water temp. Less numbers of ear. Retarded growth Poor ripening
Poor drained Mostly acidic	Shiwa-Waga surroundings V. A. S. Isawa plateau surroundings V. A. S.	Drainage:low~medium Fertility:low Nutrients absorption: medium Phosphorus and base deficient	A little poor growth in early stage. A little poor ripening Root rot

Note: ⊙ Most important treatment, ○ important treatment

Application of heavy phosphate and organic matter is common practice for all soils.

Table 3. Effect of electric wires on soil chemical properties.

Soils	PH		Exch. Acidity y <sub>i</sub>	Exch. Ca %	Phosphorus absorption coefficient	1 : 10HCl soluble Cu ppm / soil	Total Cu ppm / soil	Humus %
	H <sub>2</sub> O	HCl						
usual soil, Cu deficient	5.55	4.80	2.17	0.22	1700	8.30	43.5	10.23
Soil under electric wires	5.20	4.60	5.83	0.13	1850	13.30	59.5	10.96



soil paddy field.

Methods of improvement						
Basic treatment		General treatment				
Too much drainage	Drain open & closed	Seedlings	Summer drainage	Water temp.	Akagare disease	Application of calcium silicate
Compaction of sublayer by Gahdai method. Use of green rye application and bentonite. ⊙		Healthy by using much phosphate. ⊙		Bring temp. high by stopping irrigation water sometimes ○		○
	Open and closed ditch for good drainage. ○		Summer drainage by stopping irrigation Intermittent irrigation ○		Good drainage (oxidative condition) Selection of resistant species ○	⊙

Table 4. Fixation of Cu by humus in Cu deficient soils.

Locations and soils	Horizous	Humus %	Total carbon %	Total CuO ppm/soil	1 : 10HCl soluble CuO ppm/soil	0. 1N HCl soluble CuO ppm/soil	0. 1N HCl soluble CuO after decomp- osition of humus ppm/soil	Cuo fixed by humus ppm/soil	Cuo fixation %
Takizawa	I	11. 85	6. 87	92. 5	56. 9	2. 04	16. 74	14. 70	87
Iwate-san mountain foot V. A. S.	II	5. 67	3. 29	105. 0	60. 7	2. 45	16. 58	14. 13	85
Gohonmatsu	I	11. 35	6. 58	25. 0	4. 7	0. 56	1. 55	1. 00	64
Isawa plateaw surroundings V. A. S.	II	9. 32	5. 40	30. 0	5. 6	0. 74	1. 27	0. 53	41
	III	4. 86	2. 82	32. 5	8. 1	0. 92	0. 95	0. 03	3
Sekibukuro	I	10. 13	5. 88	22. 5	8. 1	0. 80	1. 06	0. 26	24
Isawa plateau surroundings V. S V. A. S.	II	8. 91	5. 17	22. 5	5. 6	1. 18	1. 35	0. 17	12
Yokosawahara	I	19. 85	11. 52	45. 0	13. 4	1. 24	1. 79	0. 55	30
Isawa plateau surroundings V. A. S.	II	11. 35	6. 58	45. 0	11. 6	0. 83	1. 95	1. 12	58
Taneichi	I	9. 72	5. 64	30. 0	13. 1	1. 06	3. 07	2. 01	65
Ninohe-Kunohe plateau V. A. S.	II	1. 22	0. 71	37. 5	10. 0	2. 23	2. 37	0. 14	6
Sasawatari	I	10. 94	6. 35	30. 0	8. 4	0. 92	2. 62	1. 70	65
Ninohe-Kunohe plateau V1 V. A. S.	II	8. 51	4. 94	30. 0	11. 3	0. 82	3. 22	2. 40	75

Note : Takizawa soil is not Cu deficient.

The most severe Cu deficiency is observed at Gohonmatsu and Sekibukuro.

Table 5. Field experiment on application of copper sulfate using wheat.

Treatments	Symptoms of Cu deficiency	Total air-dry weight of wheat kg / 10a	Grain yield kg / 10a	Yieldindex of grain
No treatment	severe	331.0	6.9	3.4
CuSO <sub>4</sub> · 7ag 2Kg / 10a	slight	847.5	202.8	100.0
" 4Kg / 10a	non	864.0	250.8	123.7
" 6Kg / 10a	non	849.0	240.3	118.5

Note : The experimental field was located on Isawa plateau surroundings volcanic ash soil.

Table 6. Seasonal changes of soil chemical properties

Sampling date	Soil pH (water)		Soil Eh		NH <sub>4</sub> -N mg / 100g soil		Fe <sup>+</sup> mg / 100g soil		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1% Oxalic acid Soluble mg / 100g soil		Exchangeable bases mg / 100g soil						Tamm Reagent extractable substance %						
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	CaO		MgO		K <sub>2</sub> O		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		A	B	A	B	
5 / VII	5.5	6.1	355	215	7.7	7.6	38	27.8	9.0	1.0													
25 / VII	6.1	6.1	121	101	2.4	10.5	192	400	19.5	16.5													
13 / IX	6.4	6.5	-230	-235	0.5	0.7	123	445			90	70	6	11	21	21	1.39	1.82	2.81	3.18			

Note : A, Healthy soil  
B, soil of Akagare disease

Table 7. Field experiment in paddy field of Akagare disease.

Species of rice	Treatments	Yields Kg / 10a		
		Straw	Grain	Yield index of grain
Hatsunishiki	No treatment	519.0	397.7	100
	Summer drainage	514.5	446.6	112
	" " + much N	694.5	508.5	128
	" " " + Ca-Silicate	654.0	533.5	134
Fujiminori	No treatment	493.5	339.9	100
	Summer drainage	549.0	416.6	123
	" " + much N	744.0	531.7	156
	" " " + Ca-Silicate	712.5	530.0	156

Note : The experimental field located on Isawa plateaw surroundings volcanic ash soil ( Koyama, Isawa-T.).

Fertilizers applied : N(usual) 10Kg / 10a, N(much) 12Kg / 10a  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20Kg / 10a, K<sub>2</sub>O 10Kg / 10a, Ca-Silicate 200Kg / 10a