

上川旭正地区における水稻生育不良現象の実態と対策

盛 時 雄†

STUDIES ON THE PHENOMENON OF THE POOR GROWTH IN PADDY-RICE IN KAMIKAWA DISTRICT

Tokio MORI

上川旭正地区は、古くより米作多収獲地帯の名声を博し、管内稲作の中核をなしていたが、数年前よりその生育が、とみに劣え収量の低下もはなはだしいという現象が発見した。元来、本地区の土壤は、腐植質火山灰土壤に由来していて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸着保持力はきわめて弱く、また、漏水過多や、凝集性の乏しいため挿秧に際して深植えになりやすいなどの諸特性を併有するところから、これらが、初期分けつの遅延、後半の生育凋落をきたし、減収の主なる原因をなしているものと解された。

I 緒 言

上川盆地のほぼ中央部に位する東旭川町旭正地区の水田、約 500 ha に、1956年ころより、収量も 300 kg/10 a 前後にとどまるという、いわゆる生育不良現象が発生した。

元来、この地区は、上川管内米作の中心地帯で土壌的には、当地方に広く分布する腐植質漏水田の典型的なタイプをなし、通称「どんどん原野」と呼ばれている特殊不良土壤地帯の一部をなしている。

今回、特に、地元からの要請によって、当該水稻の生育不良現象に関する土壌肥料的解明を行ない、2、3の知見をえたので、ここにその概要を報告し、大方の叱声をおおぐ次第である。

なお、本調査研究の実施に当たり、北大石塚教授、田中講師、道立農試化学部中山部長、道専技千葉技師には終始、絶大なるご助言、ご指導をいただき、また、本文を上梓するに際しては、道立農試上川交場舟茂交場長、小田切土壌肥料課長に校閲の労をわずらわした。記して深甚の謝意を表する。

II 被害の実態

本地区に発生した水稻生育不良現象の実態につ

いてみると、活着状況は、比較的順調であるにもかかわらず、6月下旬の分けつ開始期ころから、草丈、葉色は劣り、7月下旬、地温の上昇によって、遅発の分けつがみられるが、有効茎になるものは、きわめて少なく、成熟期における草丈は70 cm、穂数は14~15本程度で、一見、窒素および磷酸欠乏の症状に類似している。

なお、深植栽培の場合に、この現象が多く認められる。

次に、アンケート調査の結果によると、発生年次は、早いもので1950年ころ、一般には'56年ころから腐植含有量高く、しかも漏水過度で、広範囲に水口の被害を受けているような水田においてその発生の多いことがうかがわれた。

一般に、被害発生農家の経営状況は、2 ha 以下のものが全体の50%を占め、労働力についても、約半数近くが、2人という小規模なものによって占められ、かつ、これらの農家のほとんどが家畜をもたないため、堆厩肥生産量は、きわめて少なく、施用量は 750 kg/10 a 以下、または、時々施用するだけというのが60%近くもあった。

客土、暗渠については、大半の農家を実施していたが、しかし、その効果は、両者とも結果的には良くなかったとのべているものが多く、客入土

の性質，当該土壌の不良要因の検討などをまたずして画一的な土地改良法を採用したところに問題があるように推定された。

また，地力減耗を理由に，石灰の施用を実施した事例がかなり多かったが，その効果は，確認されなかった。

肥料施用量は，概して少なく，窒素については7kg前後が常とされていた。

なお，この症状は，ある水田に継続的に発生するものでなく，その年によって変わる不特定のものであることが認められた。

III 調査および試験結果の概要 ならびに考察

1) 生育不良現象発生地区の土壌の理化学性
凝灰岩¹⁾を母材とする湖成沖積土で，開田後約70年を経過した，いわゆる腐植質火山灰土壌の範疇に属し，腐植の厚さは，上層30cmに及んでいる。

作土は，Light Clay から Clay Loam で粘土分は多いが，粘着力，可塑性は弱い。

下層は，90cm以下に湧水面があり，弱いグライ層となっている。中間層は塊状ないし粒状の複合構造がよく発達し，排水はきわめて良好である(減水深80mm/24h程度)。

第1表は，生育不良現象の著しかった水田の土壌断面形態を示したものである。

第1表 土壌断面図

柱状図	土色	斑鉄	グライ層	ベンチ反応	構造	組織	密度	硬度	可塑性	粘着性	湿り	根の分布	備考
0-11 cm 腐植に類する腐む	3/	D _a ^v	G ₀	B ₀	B	a·b ^v	14	中	弱	弱	乾	卅	
11-14 cm 腐植に腐む	2/	D ^o	G ₀	B ₂ D ₃ ^o	Bl	a ^o	20	中	中	中	乾	卅	3層上部にFe ⁺⁺⁺ の集積腐む
14-36 cm 腐植を含む	2/	D _a ^o D _b ^o	G ₀	B ₂ D ₃ ^o	Bl x gn	a ⁻	19	疎	弱	弱	乾	+	
36-48 cm 腐植を含む	7.5 YR 2/2	D _a ^v	G ₀	B ₁ D ₃ ^v	Bl x gn	a·c ^v	14	疎	弱	弱	半乾		根の長さ 36 cm
48-93 cm 腐植を含む	10 YR 4/4	D _a ^v	G ₀	—	Bl x gn	a ⁻	—	疎	弱	弱	半乾		
93 cm以下	7.5 YR 7/2	—	G ₁	—	—	—	—	密	強	強	湿		湧水面 93 cm

注) 記載凡例

- 腐植に類する腐む，腐植に腐む，腐植を含む
- 土色はマンセル色名帳による
- 酸化沈積物の斑紋形態は，D_a糸根状，D_b膜状，層状，雲状，D_o斑状，点状，D_a脉状，管状を示す
- α-α' Dipyridyl による Fe[II] の反応表示
G₀・non glei, G₁・glei 弱, G₂・glei 中, G₃ glei 強
- Benzidin による Mn の沈積状況表示
B₁・反応弱, B₂・反応中, B₃・反応強
- 構造の形状
Bl・塊状, bl・細塊状, Gn・粒状, gn・細粒状
- 組織
a・細孔 0.5mm 以下, b・小孔 0.5~2mm, c・中孔 2~10mm, d・大孔 10mm 以上
- 密度は山中式硬度計による計測値 (mm)
- 類する腐む, o 腐む, v 含む

土壤分析成績は、第 2 表のとおりで、作土の腐植含量、C/N比、磷酸吸収係数、活性礫土などは高いが、乾土効果ならびに温度上昇効果は共に小さく、易分解性有機物の乏しいことが推定された。

また、地温上昇期の 4/VIII における土壤の酸化還元電位は、層位 1~5 cm=246 mV (Eh₀)、5~10 cm=282 mV、10~15 cm=245 mV で、比較的弱い還元傾向を示した。

なお、1~2 層における可動性 Fe〔Ⅱ〕は著しく少ないようである。

C. E. C. 勾配は 60 前後で、塩基吸着強度は小さく、肥料養分の流亡が多いものと推測された。

第 2 表 土壤分析成績

(その 1) 粒径組成

層位	粒 径 組 成					土性	分析法
	粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土		
1 層	22.87	31.49	54.36	20.04	25.60	LiC	国際法
2 層	26.51	36.27	62.78	20.93	16.29	CL	"
3 層	25.24	35.37	60.61	20.02	19.37	CL	"
4 層	14.47	52.19	66.66	18.00	15.34	SCL	"

(その 2) 化学的性質

層 位	水 分	pH		灼損 失熱	incu. NH ₄ -N			乾土 効果	温上 昇効 果	ア ン 化 モ ニ 率	T-N	T-C	Hum.	C/N
		H ₂ O	KCl		30℃		40℃							
		%			乾土	湿土	湿土							
1 層	2.55	5.90	4.95	15.31	9.38	7.75	11.44	1.63	3.69	2.54	0.37	6.29	10.84	17.0
2 層	2.17	5.93	5.08	17.30	18.92	5.05	9.37	13.87	4.32	4.11	0.46	8.35	14.40	18.2
3 層	2.99	6.10	5.13	19.35	12.70	5.32	13.89	7.38	8.57	2.70	0.47	6.85	11.81	14.6
4 層	2.81	6.50	5.26	16.20	—	—	—	—	—	—	0.27	4.30	7.42	15.9

層 位	置換容量	全性 塩換基	飽和 度	炭酸ソーダ熔融			熱 塩 酸 可 溶				養分吸収係数			Fe〔Ⅱ〕 r/g
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	N	P ₂ O ₅	
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1 層	20.21	8.72	43.1	53.95	9.00	12.02	0.41	5.29	5.85	0.72	0.45	464	1,648	216
2 層	23.48	11.93	50.8	51.87	8.08	9.47	0.68	4.40	4.23	0.66	0.90	540	1,890	236
3 層	23.61	9.42	39.9	50.62	7.77	12.04	0.35	5.41	5.11	0.67	0.75	571	2,103	3,074
4 層	19.16	6.01	31.4	49.73	7.38	14.62	0.68	5.03	8.29	0.49	0.61	635	2,426	4,494

(その 3) 塩基吸着強度 (醋酸アンモン溶液の反応と置換容量の関係)

層 位	pH 別	pH 4.0	pH 5.0	pH 6.0	pH 7.0	pH 8.0	C. E. C. 勾配 pH 7.0/pH 5.0
		me	me	me	me	me	
1 層		8.07	11.28	17.10	20.21	21.98	55.8
2 層		7.89	16.03	18.11	23.48	24.87	68.3
3 層		7.71	16.27	19.80	23.61	27.61	68.9
4 層		6.68	12.27	14.12	19.16	23.54	64.0

(その 4) 過酸化水素で腐植を除去した土壤の置換容量ならびに全置換性塩基

層位	pH 別	pH 6.0		pH 7.0		飽和度
		C. E. C.	Ex. Base	C. E. C.	Ex. Base	
		me	me	me	me	
1 層		9.27	6.88	10.20	7.09	69.5
2 層		9.84	6.73	10.15	5.50	54.2
3 層		11.00	7.57	11.40	4.88	42.8
4 層		7.39	3.04	10.08	2.78	27.6

(その 5) 腐植に依存する置換容量ならびに全置換性塩基

層位	pH 別	pH 6.0		pH 7.0		飽和度
		C. E. C.	Ex. Base	C. E. C.	Ex. Base	
		me	me	me	me	
1 層		7.83	1.24	10.01	1.63	16.3
2 層		8.27	3.52	13.33	6.43	48.2
3 層		8.80	3.43	12.21	4.54	37.2
4 層		6.73	2.60	9.08	3.23	35.6

2) 対策試験

i) 養分欠乏の検索

以上の諸事象から、本地区の水田が、生育不良現象を発現するに至った原因として、数多くの事柄が考えられるが、中でも要素欠乏に起因する面が多々考えられたので、ポット試験によって、この点に関する検討を行なった。

すなわち、現地土壌を風乾砕土し、2mm 篩を通過した細土 3kg を 1/50,000 ワグネルポットに充填し、上層 15cm の土壌に施肥後、灌水、代掻を行ない、水稲「フクニキ」を移植した。その成績の概要は第3表のとおりである。

第3表 肥料要素試験成績 (g/pot)

試験区名	稈重	穂重
無肥料区	3.0	8.3
無窒素区	5.6	16.2
無磷酸区	6.1	14.5
無加里区	9.7	22.4
三要素区	10.0	20.8
窒素増量区	13.5	27.2
磷酸増量区	10.5	26.8
加里増量区	11.9	24.2
珪カル区	11.9	20.1
F. T. E. 区	8.8	20.4
マンガン区	10.2	20.2

備考 N, P₂O₅, K₂O 各 0.5g, 増量 1.5g, 珪カル 10g, F. T. E. 2g, MnO 1g/pot 当たり施用

生育、収量ともに窒素および磷酸欠除の影響が最も大きく、また、窒素、磷酸増量区がきわめて良い結果を示した反面、珪カル、F. T. E.、マンガン添加の効果は確認されなかったところから、本土壌の生育不良要因として、窒素、磷酸が第一義的に考えられるにいたったが、さらに、窒素、磷酸の施用量について、検討した結果によると、特に、窒素の増量区において、生育、収量が顕著に良好となることが確認された。

ii) 有機物施用効果

つぎに、堆肥、素わら等の有機物施用の効果について検討し、第4表の結果をえた。

一般に、堆肥施用区が、生育、収量ともに良好な結果を示し、玄米重において18%の増収が認められた。

第4表 有機物施用試験成績

試験区名	収量 (kg/a)			成熟期 (cm, 本)			
	わら重	籾重	玄米重	収比	得長	穂長	穂数
無添加区	27.6	42.4	40.2	100	68.3	15.0	23.1
堆肥施用区	30.8	56.6	47.3	118	72.7	15.0	20.4
素わら施用区	28.9	49.9	43.0	107	69.2	14.8	20.4

備考 堆肥 80kg, 素わら 50kg, N 0.8kg, P₂O₅ 0.8kg, K₂O 0.9kg/a 当たり施用

一方、素わら区は、初期遅延の傾向にあったが後期生育がおう盛となって、明らかに無添加区を凌駕し、7%の増収となった。

iii) 窒素質肥料ならびにペントナイト施用の効果

これまでの検討から、特に窒素増施とその流亡防止が問題となることを明らかにしてきた。しかし、窒素増施は、増収手段として、きわめて有効なものである。反面、絶えず、冷害の危険にさらされているわけ^{2)~5)}、これをいかに安定多収の方向に結びつけるかが、本地区の大きな課題と考えられた。

1959年より3カ年間は、以上のことを中心として、対策試験を実施したが、さしづめ初年度は、窒素肥料の流亡防止、利用率の拡大などを目標にペントナイト施用ならびに各種の窒素質肥料が水稲の生育、収量、養分吸収状況などに及ぼす影響について検討し、第5表の結果をえた。

すなわち、ペントナイト施用区は、移植後1週間目で、10mm/24h. の漏水防止効果がみとめられ、全般におう盛な生育をとげたが、増収するまでには至らなかった。

また、硫安、尿素、ホルム窒素など形態を異にした窒素質肥料の影響は、おそ出来傾向としてあらわれたが、収量においては有意差がなかった。

窒素施用量 16kg/10a は、明らかに高い収量を収めていたが倒伏が誘発され、安定性の点で欠陥が認められた。

なお、本試験田の収量についてみると、生育不良現象発生地帯のものとしては比較的高い水準にあったが、このことは、浅植えの励行や念入りな代掻きによる漏水防止などが大きく影響しているものと推考された。

第 5 表 各種の窒素質肥料ならびにペントナイト施用効果試験成績

試験区	ペントナイト 施与量 kg/10a	施肥量 kg/10a			窒素質肥料の形態	29/VI		12/VIII		茎葉重 kg/10a	玄米重 kg/10a	収量指数 %
		N	P ₂ O ₅ *	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅			
1	—	0	7	8	—	2.27	0.79	0.96	0.92	254	361	63
2	—	8	7	8	硫安	3.67	0.91	0.76	0.89	438	571	100
3	—	8	7	8	硫安(1/2)・尿素(1/2)	3.61	0.87	0.85	0.85	436	550	96
4	—	8	7	8	硫安(1/2)・ホルムN(1/2)	3.81	1.15	0.98	0.75	470	617	108
5	—	16	7	8	硫安	3.61	0.85	1.11	0.79	530	629	110
6	—	16	7	8	硫安(1/2)・ホルムN(1/2)	3.74	0.81	1.45	0.87	548	622	109
7	375	0	7	8	—	2.55	0.70	0.94	1.00	265	373	65
8	375	8	7	8	硫安	3.17	0.71	1.05	0.94	491	597	105
9	375	8	7	8	硫安(1/2)・尿素(1/2)	3.44	0.69	0.75	0.92	440	562	98
10	375	8	7	8	硫安(1/2)・ホルムN(1/2)	3.47	0.91	1.15	0.98	434	569	100
11	375	16	7	8	硫安	3.59	0.66	1.47	1.01	546	616	108
12	375	16	7	8	硫安(1/2)・ホルムN(1/2)	3.72	0.69	1.37	0.59	514	610	107

備考 1) * 1/2過石, 1/2燐燐, K₂O は塩化加里 2) 施肥法は1/3全層, 1/2表層施用
3) 品種「フクユキ」, 5月30日移植

iv) 窒素, 燐酸の組合せ効果

量, 窒素追肥, 尿素施用などの組合せ試験を施行し, 第6表に示す成果をえた。

本地区における初期生育促進ならびに後期凋落防止などの対策を確立するため, 1960年 燐酸用

第 6 表 窒素および燐酸の肥効試験成績

試験区	ペントナイト 施与量 kg/10a	施肥量 kg/10a		収量 kg/10a		収量指数 %	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		N 吸収率
		N	P ₂ O ₅ *	茎葉重	玄米重		茎葉	穂部	茎葉	穂部	
1	—	0	8	171	221	44	0.75	1.00	0.35	0.59	—
2	—	8 (硫安)	8	389	498	100	0.81	0.99	0.27	0.54	68
3	—	8 (硫安1/2・尿素1/2)	8	367	478	96	0.86	0.84	0.31	0.59	54
4	—	16 (硫安)	8	417	517	104	0.86	1.13	0.26	0.53	45
5	—	16 (硫安)	16	437	525	105	0.63	1.12	0.22	0.64	37
6	—	8 (硫安) △	8	417	493	99	0.67	1.14	0.22	0.50	73
7	750	0	8	187	219	44	0.77	1.01	0.30	0.58	—
8	750	8 (硫安)	8	436	496	100	0.67	0.85	0.14	0.62	49
9	750	8 (硫安1/2・尿素1/2)	8	351	482	97	0.66	1.00	0.11	0.59	51
10	750	16 (硫安)	8	486	522	105	0.73	0.92	0.15	0.63	34
11	750	16 (硫安)	16	427	540	108	0.67	0.78	0.11	0.61	24
12	750	8 (硫安) △	8	345	483	97	0.74	0.93	0.17	0.54	49

備考 1) * 1/2過石, 1/2燐燐, K₂O は塩化加里 2) △ No. 6, 12. は苗代追肥苗, いわゆる弁当苗の挿秧
3) 品種「フクユキ」, 5月23日移植

窒素の増施は, 燐酸多施との併用によって高い収量がえられ, その間には, 顕著な相乗効果が認められた。

しかし, 窒素吸収率は 8kg/10a で50%, 倍量区で30%と施用量の増加に伴って著しく低下した。

なお, ペントナイト施用は, 750kg/10a においても, それほど明らかな増収効果は認められなかった。

v) 移植時の深さに関する試験

生育不良現象発生地区の実態調査によれば, 意

外に苗が深植になっている場合が多く、このため分けつの進捗状態はきわめて不良で、特に初期生育の遅延がはなはだしかった。

従来、本地区の水田土壌は、凝集力に乏しく移植時においてもなお膨軟であるため、必然的に深植になりやすく、これが、初期生育不振の要因ともなっていることが考えられた。1961年には、この問題をとりあげ、浅植えを組み入れた肥効試験を実施し第7、8表の結果を得た。

第7表 浅植えと深植えの比較試験成績

試験区	施肥量 kg/10a		茎葉重 kg/10a		玄米重 kg/10a		収量指数 %		N (%)			
	N	P ₂ O ₅	浅植	深植	浅植	深植	浅植	深植	浅植		深植	
									茎葉	總部	茎葉	總部
1	0	8	186	180	287	277	57	58.0	0.54	0.96	0.46	0.88
2	8	8	360	332	504	477	100	100.0	0.54	1.01	0.45	1.08
3	8	8	352	313	522	509	104	107.0	0.58	1.07	0.52	1.13
4	16	8	398	386	564	504	112	106.0	0.58	1.29	0.65	1.21
5	16	16	404	402	555	571	110	120.0	0.60	1.20	0.57	1.13
6	8	8	359	372	502	467	100	98.0	0.58	1.22	0.52	1.04
7	0	8	173	166	282	275	56	58.0	0.59	0.97	0.53	1.07
8	8	8	375	328	525	477	104	100.0	0.52	1.06	0.58	1.00
9	8	8	367	326	554	534	110	112.0	0.58	1.28	0.63	1.30
10	16	8	413	397	532	534	106	112.0	0.72	1.39	0.72	1.41
11	16	16	414	377	541	491	107	103.0	0.77	1.33	0.72	1.21
12	8	8	365	329	524	476	104	100.0	0.68	1.04	0.64	1.10

- 備考 1) No. 3, 9 の両区は熟苗を使用すると同時に4 kg/10a のN追肥を幼穂形成期に施用
 2) No. 6~12 区までは、ペントナイト残効土壌
 3) P₂O₅ は過石¹/₂、焙磷¹/₂、K₂O は各区 8kg、塩加を施用、施肥法は¹/₂全層、¹/₂表層
 4) 挿秧方法 浅植え 1.5cm、深植え 5.0cm
 5) 品種「フクニキ」、5月25日移植

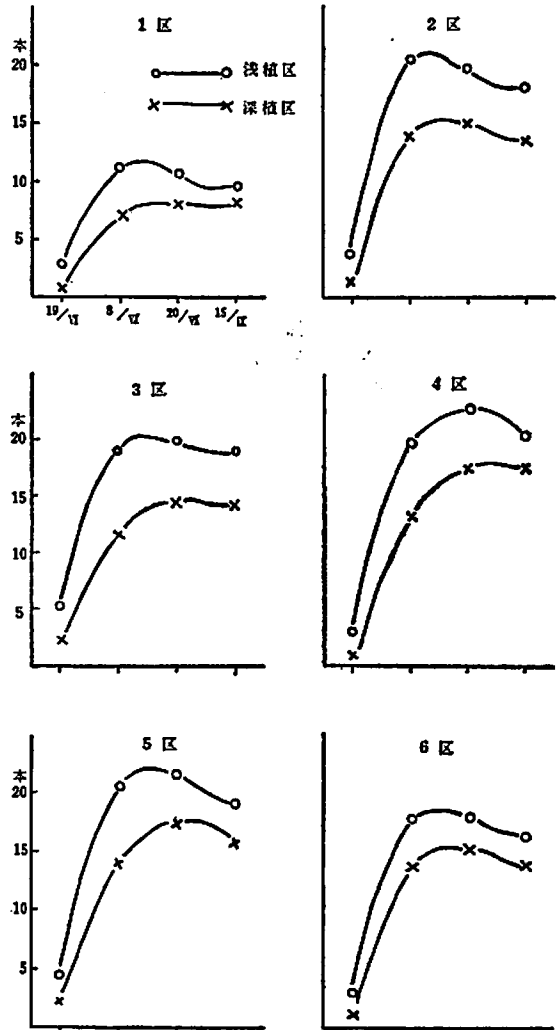
すなわち、浅植えの各区は、深植区に比し、初期生育がきわめて良好で、かつ、有効茎歩合が高く、明らかな収量増加が認められた。

なお、本試験年次は、稀れにみる順調な天候であったため、両処理間の収量差は10%程度であったが、生育初期にあっては、顕著な差異がみとめられたことから、天候不順時における浅植えの効果はより増大するものと思われる。

IV 総 括

旭正地区に発生した水稻の生育不良現象は、一

第8表 茎数の推移



特定要因によって惹起されたものではなく、アロフェンを主体とする腐植凝灰岩質土壌本来の諸性質、易分解性有機物の減少、生成、堆積層序などの問題およびそれらに対応する肥培管理上の不手際等々に起因するものと考えられる。

かくして、1958年より実施した生育不良現象対策試験結果から、その主要因が、窒素、磷酸、特に前者の不足にあることや、本地区における窒素用量が普通水田よりもはるかに高い水準においてはじめて最高収量をあげることなどを明らかにしたが、これらのことは窒素、磷酸の同時増施、浅植え、熟苗使用などによって、さらに安定多収を期待されることがうかがわれた。

V 摘 要

本道の中央部に位する東旭川町旭正地区の水田約 500 ha に発生した、いわゆる水稲の生育不良現象について調査、研究を行ない、およそ、次のような結果をえた。

1) 腐植に富む、凝灰岩質土壤で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の保持力はきわめて弱く、また作土の窒素潜在地力が乏しいため、窒素欠乏（燐酸）の程度がはなはだしい。

2) 生成、堆積層序の特異性から漏水が激しくまた地温低下が著しい。

3) 代植後の土壤が膨軟に過ぎるため、深植えになりやすい。

4) この対策として、燐酸多用を背景とした、窒素の増施 (10~12 kg/10 a)、有機物施用などによる地力の増強、肥料流亡ならびに漏水防止のための資材（ベントナイトなど）投入、浅植え、熟苗利用などによる初期分けつの促進などが考えられた。

引用文献

- 1) 北海道農業試験場, 1961; 石狩国北部土性調査報告, 1編, 上川支庁管内中央部地帯.
- 2) 盛 時雄, 1958; 肥料が水稲の不稔に及ぼす影響, 北農研究抄報, 第4号, 84-85.
- 3) ———, 1962; 施用量が水稲の諸形質に及ぼす影響 北農, 29(5), 4-18.
- 4) 農林大臣官房総合開発課, 1954; 冷害水害と土壤肥料に関する研究, 昭和29年度土壤肥料学会における報告 1-75.

- 5) 農林省農業改良局, 1954; 水稲冷害と土壤条件及び施肥法等に関する研究会報告.

Summary

This experiment was a study on the poor growth of paddy rice in Kamikawa district.

The results obtained are as follows:

Reasons for the poor growth;

1) This soil's characteristic property was Tuffic, which was rich in humus and the absorptive ability of $\text{NH}_4\text{-N}$ was little. Ammonification of this soil was low and productivity was poor.

2) This soil profile had well developed blocky structures, and the paddy fields were over drained. Therefore the soil's temperatures was reduced and the condition of the soil became poor.

3) Transplanting was set deep because this soil became soft by puddling.

Treatment;

1) It is necessary to apply ammonium of 10-12 kg per 10 a as its basic fertilizer and to apply much phosphorous.

2) This soil's productivity will be better promoted by the application of abundant organic matters.

3) There is one improved method, that is soil conditioner (as a bentonite) applied to prevent leaching out of fertilizer and over-draining.

4) Particularly, shallow transplanting and high level nutrients seedlings are very effective to hasten the growth at an early stage.