

水田利用の近代化に関する研究

佐々木 信夫 千葉 満男 平野 裕
米 沢 確 高野 文夫 清原 悦朗
大 川 晶 佐々木 諫 岡島 正昭
佐々木 忠勝 伊藤 吉郎 小沢 栄二
黒 沢 順 平

目 次

I はじめに	1
II 基盤の実態	1
1 日照不足	1
1) 九州、東北地域における日照と気温(岩手と佐賀、宮崎の比較)	1
2) 東北地域における南部太平洋側東北地方の気象	2
(1) 月別日照時数	2
(2) 出穂以降の日照時数	2
(3) 登熟期の気象値	2
3) 岩手県における県中南部地帯の気象	3
2 土壌基盤	3
1) 透水性不良土壌の実態	3
2) 粒径組成	4
3) 粘土鉱物	4
4) 三相分布	5
5) 透水係数	5
3 南部太平洋側東北地方における類似土壌基盤の分布	5
III 土壌基盤の改善	6
1 透水性の附与	6
1) 土壌の粒径組成と透水性	6
2) 土壌の代かき分散と透水性	6
3) 土壌の湛水還元と透水性	6
4) 明渠施工による地下水位の制御	8
5) 代かき分散改善による透水性附与	9
6) 作土の代かき分散減による土壌中の水圧分布の動向	12
7) 大型機械利用による透水性の実態	13
8) 代かき程度による日減水深の動向	13
9) 水管理による日減水深の動向	14
2 透水性附与による土壌の動態	15
1) 水の溶存酸素量	16
2) 土壌中の養分濃度の推移	16
3) 土壌の酸化還元	17

4) 中干し期のPF水分	19
5) 中干し後の水管理のPF水分	20
6) 落水後の地耐力	20
3 透水性附与による土壌の経年変化	21
1) 作土の代かき分散遙減による透水性附与の経年変化	22
(1) 土壌物理性の経年変化	22
a、土塊、団粒の分布	22
b、三相分布	22
c、孔隙分布	22
d、透水係数	22
(2) 土壌化学性の経年変化	24
土壌塩基の層位別分布	24
2) 水管理による土壌の経年変化	25
(1) 水管理による一般化学性の動向	25
(2) 水管理による土壌化学性の経年変化	27
(3) 水管理による土壌塩基の層位別分布の動向	28
3) 透水性附与に伴なう地力増強の経年変化	30
(1) 有機物施用が土壌の物理性に及ぼす影響	30
(2) 地力増強による土壌化学性の経年変化	31
(3) 地力増強による土壌塩基の層位別分布の動向	34
IV 透水性附与による肥培改善	38
1 透水性附与による水稻反応	38
1) 代かき分散遙減による透水性附与の水稻反応	38
(1) 代かき条件別による稚苗機械移植の移植苗立ちの確保	38
(2) 透水性附与による水稻根の活力の増大	39
(3) 透水性附与水稻の養分吸収の特徴	39
(4) 代かき条件による収量性の累年の傾向	40
2) 透水性附与要因別の水稻反応	40
(1) 地下水位	43
(2) 好適透水量	43
(3) 水管理および中干し効果	43
(4) 土性対応	43
3) 透水性の附与と産米の品質	44
2 透水性附与に伴なう地力増強	44
1) 窒素栄養と葉色および炭水化物の集積	45
2) 窒素栄養と物質生産	45
3) 地力増強による水稻の養分吸収の特性	46
4) 窒素栄養と収量性	48
5) 重窒素利用による追肥窒素の吸収性	49
6) 地力増強における収量性の累年の傾向	50
3 透水附与による高水準稲作における高収要因	51
1) 高水準稲作における水稻の生育量および収量構成要因	51
2) 透水附与による高水準稲作における乾物重、稲体窒素濃度の傾向性	52

V	寡照対応	5 4
1	寡照条件下における水稻生育の解析	5 4
1)	寡照下における品種の高登熟性	5 4
(1)	個体における品種の寡照反応	5 4
a、	出穂後の遮光処理	5 4
b、	出穂前後の遮光処理	5 4
(2)	群落における品種の寡照反応	5 4
2)	寡照下における稲体栄養の動態	5 5
3)	寡照と物質生産の関係	5 8
4)	寡照と水稻生育時期との関係	5 9
(1)	出穂後の寡照と水稻生育	5 9
(2)	出穂前の寡照と水稻生育	6 1
2	寡照に対応する栽培技術の改善	6 3
1)	寡照と透水との関係	6 3
2)	寡照に対応する植生調節	6 5
(1)	地下水位の管理による登熟性向上	6 5
a、	地下水位の低下と成苗移植の登熟良化	6 5
b、	地下水位の管理と稚苗移植の登熟良化	6 6
(2)	立体的水管理による登熟性向上	6 7
(3)	良好年と不良年の水管理効果	7 1
3)	水管理による水稻根の活力向上	7 2
(1)	水管理による地温および田面水の溶存酸素量	7 2
(2)	水管理と根の活力	7 3
(3)	根と地上部活力との関連	7 3
4)	水管理による炭水化物の推移	7 4
5)	寡照下における施肥法改善	7 5
(1)	窒素施肥法による群落調整	7 6
(2)	施肥と日照の関係	7 6
6)	水管理による産米の品質向上	7 7
VI	好適基盤と期待生育への接近方向	7 8
A	基盤条件	7 8
B	水稻条件	7 9
VII	高生産機械化技術体系の確立	7 9
1	稚苗機械化技術体系の確立	7 9
1)	稚苗体系の作業時間	8 1
2)	稚苗体系の生育収量	8 2
3)	生わら全量鋤込みと生育	8 2
2	乾田直播機械化技術体系の確立	8 3
1)	乾田直播体系の作業時間	8 3
2)	乾田直播体系の生育収量	8 4
3)	乾直田の生わら鋤込みと生育収量	8 5
4)	湛水時期と生育収量	8 5
5)	乾直田の減水深	8 6

6) 碎土方法および碎土率と出芽	86
7) 播種方法と出芽、生育	87
8) 地下水位調節と土壤水分	88
3 機械化技術体系の生産費	89
1) 稚苗機械移植技術体系	90
2) 乾田直播技術体系	92
3) 生産費試算上の前提事項	94
4) 固定費の試算	94
5) 物財費の試算	96
6) 生産費の試算	97
4 稚苗機械化移植栽培技術体系	98
VII 総合考察	106
IX むすび	107
X 摘要	107
参考文献	109
Summary	111

CONTENTS

Studies on the Modernization of the Paddy Field Utilization for more productive and less labourous Cultivation of Rice Plants at less percolative Paddy Field

Shinpu SASAKI, Mitsuo CHIBA, Yutaka HIRANO, Tsuyoshi YONEZAWA, Fumio TAKANO, Etsuro KIYOHARA, Akira OKAWA, Takeshi SASAKI, Masaaki OKAZIMA, Tadakatsu SASAKI, Kichiro ITO, Eiji OZAWA, Zyunpei KUROSAWA

水田利用の近代化に関する研究

I はじめに

東北地方の南部太平洋岸の沖積平坦地水田地帯は、近年の稲作技術水準をもってしても水稲収量は50Kg/10a内外にとどまり、そのうえ経年による変動も大きく、いわゆる収量限界現象を呈している。

この稲作の収量が停滞し、不安定である主な要因は、土壌的には沖積水田として地下水水位が高く、そのうえ透水性が悪く、気象的には一般に寡照で、ことに出穂より成熟までの期間の積算日照時間数が少ないため、光合成能が低位で登熟が不良であるとされており、東北地方における産米の収量向上に関する研究成果として土壌生産力は、水田の地下水水位、土壌透水性、土壌肥沃度の三要因と相関が深いことが提起されている。しかし、これら個々の気象、土壌要因の稲作に及ぼす影響の研究は従前から多くなされてお(り)6) 8) 9) 12) 17) 18) それぞれの領域で成果をあげているが、この低い気象生産力に対応して、基盤整備と栽培技術を総合して高位生産技術体系を確立しようとする研究例は従来殆どない。本研究は土壌生産力の増強を基礎として、土壌基盤の整備をもとにした栽培技術の適用によって不順な寡照気象に対応し新しい高位生産力水準の生産技術体系を確立するための研究を進め、東北地方南部太平洋岸の沖積平坦地水田地帯における米生産力の飛躍的上昇と安定化に資しようとするものである。

研究の推進には農業生産の研究の基本である実証の原則に立って明渠施工の整備圃場および有底人工圃場、無底人工圃場、人工気象室を駆使し、地下水水位の変化、土壌透水性の附与条件を明らかにし、それが群落の構成と収量成立との関係を明らかにし、栄養生理と生態への影響を解明して活力向上と気象対応性との関係を究め、かつ土壌基盤の整備に伴う土壌生産力の遷移と栽培技術の対応関係より、生産力の段階性と関与要因を明らかにし、期待生育に対する接近技術を確立していった。この研究段階で確立された期待生育に対する接近技術を生産の場で実際に機械化稲作の近代化技術に結びつけて検証を行ない、研究と実際の生産力を省力多収方向に止揚していった。ときあたかも日本の農業構造の改善が土地基盤の拡大整備を軸に全国的におすすめられ、機械化導入による高

能率化稲作により産米の生産性の高揚がはかられ、また稲作作業の能率向上の隘路をなしていた成苗手植え作業が近年の田植機の研究開発とその実用化による稚苗機械移植⁵⁹⁾へと飛躍的に稲作の機械化が進歩を遂げた背景に支えられて本研究も大巾の進歩がなされ、現在の稲作技術水準として真に高生産稲作技術の確立がなされたものと信ずる。

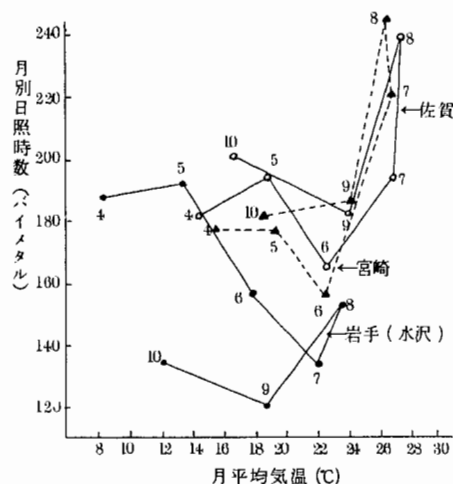
本研究は農林省の総合助成試験として昭和44年から5ヶ年に亘って“水田利用の近代化に関する試験”として行なわれた成果をとりまとめたものであり、多くの難関をのりこえて研究がすすめられ、とりまとめに至ったことは関係御当局の深い御理解と御援助によるもので農林省農林水産技術会議事務局並びに農林省東北農業試験場農林省農業土木試験場の関係各位に深甚の謝意を表す。とくに研究の方向性とその推進に惜しみなき御指導と御鞭撻を賜った東北農業試験場前場長八柳三郎博士、同前場長城下強博士、同前次長木根淵旨光博士に深甚の謝意を表す。また東北の地にあつて常に農業の発展と後進の御指導に当られ本研究に御援助を賜わった東北大学名誉教授藤原彰夫博士、同教授大平幸次博士、岩手大学教授吉田稔博士に深く感謝申し上げる。また、岩手県農業試験場本場の各位には多大の応援を頼わした。記して感謝する。

II 基盤の実態

1 日照不足

1) 九州、東北地域における日照と気温 (岩手と佐賀、宮崎の比較)

第1図 各地域の日照と気温
(岩手と佐賀、宮崎の比較)



各地域の日照を比較すれば、第1図のように4～6月の育苗より生育初期までの3ヶ月間は、佐賀、宮崎と同じかやや多目の多照条件にあるが、生育中期より以降はいずれの月も岩手は2/3の日照時間に止まる。日照の低下傾向は岩手、佐賀、宮崎とも4～6月までは同じパターンをたどるが、7～8月以後岩手は急激に低下するのに反し、佐賀、宮崎は急カーブで上昇し、9、10月は高レベルながら岩手と同じ低下傾向をたどる。以上のことより日照時間は岩手においてはいねの生育中期より登熟期に低レベルに経過しその低辺は登熟後半(9月)にあるが、佐賀、宮崎では6月(晩植の田植期～乾田直播晩限)にある。以後この地方では急激に上昇し、上限は8月で岩手の9月の日照時数の2倍に達する。下限は6月であるが、岩手の6月、8月に匹敵する日照時間があり、気温日照ともにきわめて高いのが特徴である。

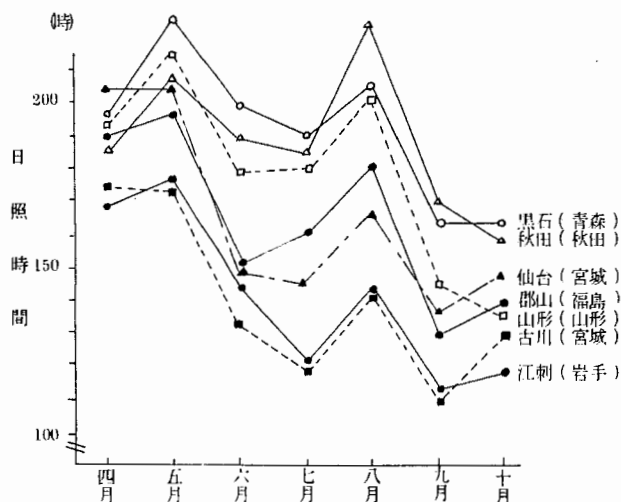
2) 東北地域における南部太平洋側東北地方の気象

(1) 月別日照時数

これまで観測された気象のなかで月別日照時間を比較してみると、第2図のとおりである。この図より、5月は概して多照だが、以後急に低下する。これを地域別にみれば日本海側の黒石、秋田、山形はいねの生育期間を通じて日照時間も多くタイプも似ている。とくに5月から8月は平均180時間以上9月に入っても160時間以上で、山形は9月にやや低くなるが全般に福島、宮城、岩手よりは高い。

江刺においては、低いレベルながら4月、5月は170時間を確保するが、いねの受光体勢のきまる6月末から7月中旬は非常に日照が少ない。しかも、いねの出穂以降登熟期間にあたる8月が140時間、9月には110時間と急激に低下する。この傾向は古川も同様である。

第2図 東北各地の月別日照時間



(2) 出穂以降の日照時数

水稻収量に大きく影響を与える出穂以降の日照をみれば第1表のとおりである。

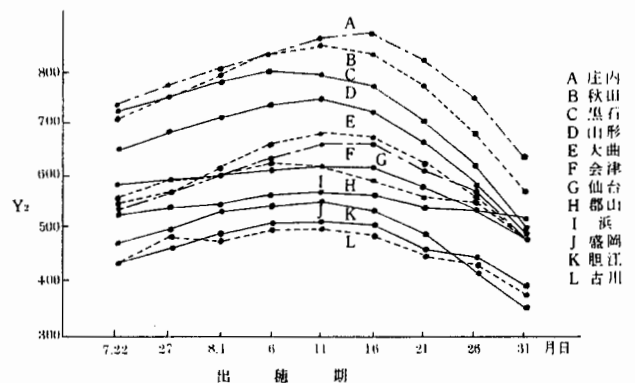
第1表 出穂以降の日照時間
(昭35～昭44 10ヶ年平均)

地名	8月11～31日		9月1～20日		8月11日～9月20日		変係数
	日照	指数	日照	指数	日照	指数	
黒石	173.7	143	112.0	150	249.7	150	36
秋田	153.5	160	116.2	161	269.7	161	37
山形	135.0	141	99.8	141	234.8	141	37
郡山	117.3	122	87.2	123	204.5	122	40
仙台	111.4	116	89.4	126	200.8	120	43
古川	93.5	97	69.8	98	163.3	98	51
江刺	96.0	100	71.0	100	167.0	100	47

(3) 登熟期の気象値

また、東北各地の半旬別年平気象値を用いて各地帯における出穂期別、登熟気象生産力示数の推移をみれば第3図のとおりになる。

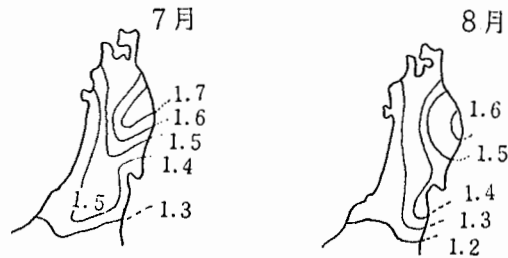
第3図 出穂日別年平登熟気象生産力示数
(村上による)



この表より江刺を基準(100)として、日照時間を比較すると、登熟前半(8月11日～31日)、後半(9月1日～20日)ともに黒石、秋田、山形は140以上ときわめて多い。また、日照の少ない江刺、古川は年次による変異も大きく不安定であり、これが、太平洋側の水稻収量に大いに関係していると思われ、日照の多い日本海側は年次変動も小さく、安定しているといえよう。ま

た、登熟期間の気象値（平均気温、日照時数）と水稲収量との関係を各地帯における出穂期別の登熟気象生産力として評価を試みた結果、その最高値は庄内>秋田>山形>大曲>会津>郡山、仙台>浜>盛岡>江刺>古川の順を示し、概して、日本海側が、太平洋側より高水準にある。

また、7、8月の平均気温の年次変動も太平洋側は日本海側より大きいことが知られている。（第4図）



第4図 平均気温偏差（大後）

このように、米の収量と気象条件とは非常に関係が深く、岩手県南地帯の気象条件は、宮城県北と日照時間、平均気温、およびこれらの変動が同じような型の中に含まれ太平洋側の米作の収量向上に少なからぬ影響をあたえている。

3) 岩手県における県中南部地帯の気象

第5図に示されるように、気温的には県北ほど低く県南ほど高い。日照については、県中部、県北部が多く、県南地帯は少ないことがわかる。とくに注目されるのは県南地帯の日照が北部沿岸よりも少ないことである。つまり気象的には県中部地帯には本県としてもっとも恵まれているが、県南地帯は登熟期間の日照が少ないため、

2 土壌の基盤

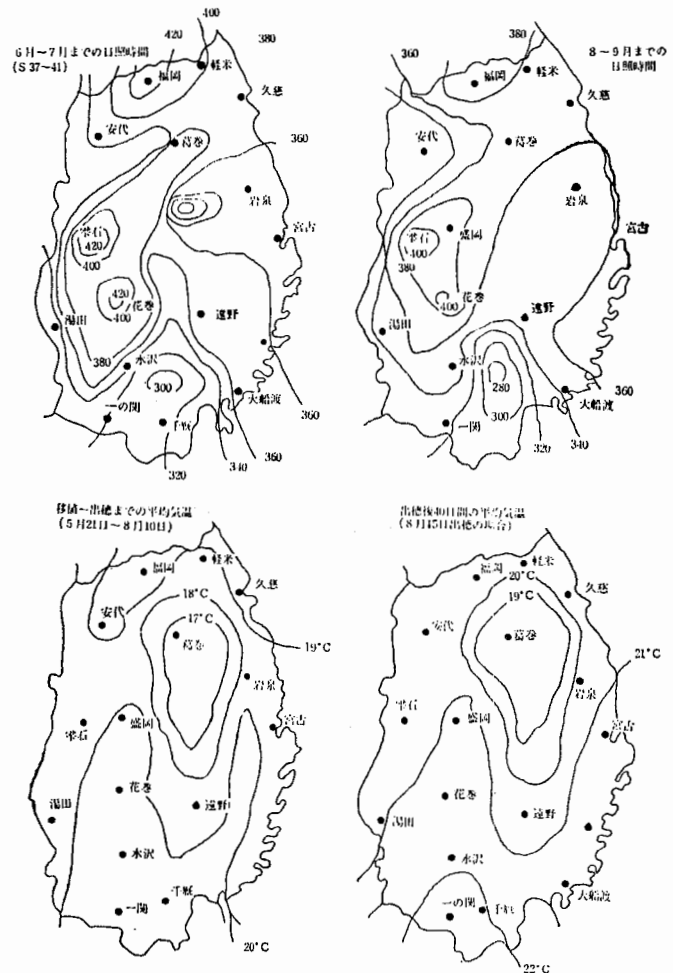
1) 透水性不良土壌の実態

第6図 湛水期と落水期との土壌断面および地下水位の比較（昭43）

深 度	層 位	土 性	密度		地下水位		土色		Fe ⁺⁺		Eh6	
			落水	湛水	落水	湛水	落水	湛水	落水	湛水	落水	湛水
13cm	1層	CL	18	3	2.5		7.5 YR 3/2	7.5 GY 4/1	—	卅	+537	-151mv
58	2層	SiCL	22	21			7.5 YR 4/6	7.5 YR 4/6	—	—	+525	+391
97	3層	SiCL	20	17			7.5 YR 3/3	7.5 YR 3/3	—	—	+722	+705
124	4層	L	17	14			7.5 YR 5/6	7.5 YR 5/6	—	—	+701	+715
185	5層	SL	8	8			2.5 YR 5/2	2.5 YR 5/2	卅	卅	+715	+699
	6層	Co.S			350		7.5 Y 5/2					

登熟の低下によって増収が阻害される。しかも、いねの受光態勢の決定づけられる6月末から7月前半の日照も少なく、また、年による変動も大きい。このことは、たとえ同一施肥量でも年により過繁茂になり、後期凋落に拍車をかけ、倒伏やいもち病の多発によって、一層登熟をわるくし、収量頭打ちの主因をなしている。

第5図 県内の気象特性分布図



沖積平坦地水田の難透水性の原因は種々あるが、地形、地質、土壌の堆積様式、地下水位、土壌の物理性などが関連する。

岩手農試県南分場水田ほ場は北上川の沖積平野にあり第6図に示すように、下層は礫層であるがそのうえに粗砂から砂壤土→壤土→微砂質植壤土→植壤土と次第に粒径を減じながら堆積してきており、表層部90cmまでの土層の粒径は非常に細かく植質であって粒径間隙は極めて小さくことに第2層は比較的緊密である。地下水位は非灌漑期には充分低いが灌漑期には上昇し、-70cm位に位置し、

処により-25cmぐらいまで上昇することもある。更に土色、Eh₆、Fe⁺⁺は非灌漑期と灌漑期では第2層以下は全く変化がなく、第一層の作土のみグライ化が進行し、作土層で灌漑水の透過が抑制されていることが知られる。従って明渠等によって周辺地下水位を低下させてやらなければ降下透過は発生し難く、また作土の土壌分散にも考慮を払う必要があるものと解される。

土壌統は黄褐色土壌壤土マンガン型に属し、その表層土壌の化学性は第2表のとおりである。

第2表 供試土壌の化学性(昭43)

代表土壌	P H		腐植	C	N	C/N	塩基置換容量	置換性塩基					塩基飽和度
	H ₂ O	KCl						Ca	Mg	K	Na	計	
整圃36-1層	5.9	4.6	3.32	1.93	0.18	10.7	20.8	1.00	1.9	0.24	0.30	1.24	59.6
2層	6.7	5.4	1.58	0.92	0.13	7.1	23.3	1.12	2.5	0.36	0.33	1.44	61.8

2) 粒径組成

第3表 供試土壌の層位別の土性(昭44)

代表土壌	cm	礫	組砂	細砂	砂合計	微砂	粘土	土性
		原土%	%	%	%	%	%	
整圃36-1層	0~13	0.3	2.4	35.9	38.3	44.9	16.8	CL
-2	13~58	0.0	0.3	32.6	32.9	52.7	14.4	SiCL
-3	58~97	0.0	0.3	41.0	41.3	48.6	10.1	SiCL
-4	97~124	0.2	0.6	54.6	55.2	38.4	6.4	L
-5	124~185	1.6	10.9	71.6	82.5	10.0	7.5	SL

この土層を構成する土壌の粒径分布をみると第1層が最も細かく粘土分に富み、下層にゆくにしたがって粘土区分を減じ、砂の区分が増大してくるが、その砂も粗いものは殆どなく、大部分細砂よりなるものであって、特に第2層および第3層ではシルトの区分が卓越し、約50

%を占めることが特異的である。(第3表)

そして1層から3層(-97cm)まではシルトと粘土の含量が60%にも及び、極めて粒径の細かいことが知られ、従って構造、組織の発達に俟たなければその粒子間隙は極めて小で、水の透過能が小なることが知られる。

3) 粘土鉱物

第4表 供試土壌のX線解析による粘土鉱物の特性(昭44)

土壌	粒径区分	モンモリロナイト	パーミキュライト	イライト	クロライト	ハロイサイト	カリオン物	アロフェン	備考
整圃-36	5~2 μ	±	±	-	-	-	+	} ±	石英 ⁺⁺ 、長石 ⁺⁺ 石英 ⁺
	2~0.2	++	+	+	±	-	++		
	<0.2	+++	+	±	-	-	++		

北上河成沖積土壌である県南分場の水田土壌は、その粘土フラクションは多量の結晶性粘土を含んでおり、その内容は1:1型より2:1型の方が多く、2:1型の鉱物種は主としてモンモリロナイトであり、またパーミ

キュライトと少量のイライト、クロライトの存在が認められる。(第4表)

1:1型の鉱物種は7A°のメタハロイサイトか、カオリナイトである。

土壌の物理性の面ではモンモリロナイトが多いほどアッターベルグ限界が大なることが知られており、塑性指数(P I)の大なることは土壌粒子の膨潤性、粘性、和水性などの大なることと関連をもつことになり、含水条

件では土粒子間隙を単なる孔隙とすることは成り立たなくなってくることになる。従って透水性は土粒子間隙のみで考察するより大巾に小さくなり、難滲透性の一因となってくるのである。

4) 三相分布

第5表 圃場状態土壌における層位別の三相分布

(4.4.4. 調査)

土 壤		固相率	水分率	空気率	全孔隙率	飽水度	含水比	湿土の容積比重	乾土の容積比重
	cm	%	%	%	%	%	%		
整圃-36	~ 10	43.2	41.8	15.0	56.8	73.4	36.4	1.54	1.13
	~ 20	44.0	41.8	14.2	56.0	74.7	35.9	1.58	1.16
	~ 30	37.9	46.2	15.9	62.1	74.3	44.6	1.50	1.03
	~ 40	36.7	50.1	13.2	63.3	79.2	44.7	1.51	1.00
	~ 50	36.6	51.5	11.9	63.4	81.0	52.3	1.50	0.99

第5表によって層位別の孔隙性をみると0~20cmの地表部では56~57%であるのに対し下層では63%前後と多くなっており、埴質水田では多い方である。ま

た下層では湿土の仮比重に比して乾土の仮比重が小さいが、これは2:1型粘土鉱物の卓越した土壌の故に和水量が大きいことによるものである。

5) 透水係数

第6表 圃場状態土壌における層位別の透水係数

(4.4.4. 調査)

土 壤		定 水 位 法		変 水 位 法	
		飽和透水係数	日 減 水 深	飽和透水係数	日 減 水 深
	cm	k20cm/sec	cm/day	k20cm/day	cm/day
整圃-36	~ 10	4.1×10^{-4}	35.4	5.8×10^{-4}	50.1
	~ 20	2.8×10^{-4}	24.2	7.7×10^{-4}	66.5
	~ 30	2.1×10^{-4}	18.1	7.5×10^{-4}	64.8
	~ 40	9.3×10^{-7}	0.1	1.4×10^{-4}	1.2
	~ 50	2.8×10^{-6}	0.2	9.6×10^{-4}	0.8

この土層の透水性を第6表でみると田面から30cmまでとそれ以深とは明かに透水係数のオーダーが異なっていることが特異的である。すなわち0~30cmまでは、 10^{-4} のオーダーであるが30~50cmでは定水位法で 10^{-5} 以下であって、処により 10^{-6} ~ 10^{-7} のオーダーときわめて小さい透水係数が示された。

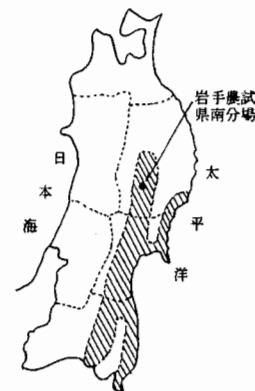
したがって、この沖積水田の透水性の不良な一要因は田面下40cm前後に透水能の極めて低い土層が存在するためであることが知られる。

ききに示した三相分布の調査結果では孔隙率はむしろ下層の方が大であるので、それが立体幾何学的な単なる粒子間隙であるならば表層よりむしろ40cm前後の下層の方が透水係数が大であってしかるべきであるが、実測の透水係数は熟乾法で測定される孔隙率とは相関がなく、むしろ逆の傾向がみられる。このことは下層は周年

湿潤状態のもとにあり、また粘土鉱物が2:1型のため土粒子は和水分して膨潤し、そのため微小な土粒子間隙が狭搾し、或は填充し、或は粘性が増大することにより透水能が低下を来することになるものと解される。

3. 南部太平洋側東北地方における類似土壌基盤の分布

第7図 東北地方の類似土壌基盤の分布概要図



前に述べたような気象環境および土壌環境の水田地域は、第7図のごとく東北地方の南部太平洋岸に位する岩手県南部より宮城県を経て福島県中通り、浜通りに亘る

約18万ha余の広大な地域に及ぶ。この分布地域の水田土壌型別面積を示せばつぎのとおりである。(第7表)

第7表 南部太平洋側東北地方の類似土壌基盤の分布面積

(単位ha)

適 応 地 域	グライ土壌	灰色土壌	灰褐色土壌	黒色土壌	黄褐色土壌	計
岩手県 北上川中・下流地域 南部沿岸地域	14,400	1,300	26,980	17,320	5,680	59,200
宮城県 仙台平野・沿岸地域	27,037	6,200	29,611	9,566	2,295	74,709
福島県 中通り・浜通り地域	4,609	5,650	21,835	5,217	7,856	45,167
計	46,046	13,150	78,426	32,103	15,831	185,556

注1. 北上山間、阿武隈山間、奥羽山間、会津地域は除外

注2. 土壌型別では泥炭土壌、泥炭質土壌、黒泥土壌、礫層土壌ならびに埴質な強グライ土壌は適用除外。

Ⅲ 土壌基盤の改善

1 透水性の附与

試験目的

透水性の不良な沖積平坦地水田の難透水性の原因を解明するとともに難透水性の水田に対する透水性の附与方法を究明しようとする。

試験方法

○基礎研究

1) 土壌の粒径組成と透水性

土性対応別透水係数の測定 1/5000 ポット 3 連制

2) 土壌の代かき分散と透水性

代かき0、1、3、5、10回別透水係数の測定
1/5000 ポット 3 連制

3) 土壌の湛水還元と透水性

湛水代かき後0、15、30、60日別2価鉄生成量と透水係数との関連を測定 1/5000 ポット 3 連制

○実地研究

4) 明渠施工による地下水位制御

地下水位測定管(φ=5cm ℓ=200cm)埋設による時期別地下水位測定。明渠水位と対照検討。

5) 代かき分散改善による透水性附与

代かき回数(ロータリー3回、1回、0回)および代かき方法(代かき1回区ロータリーとハローと)別の降下透透量を測定。明渠水位および地下水位と対照検討。

6) 作土の代かき分散透減による土壌中の水圧分布の動向

明渠排水開始後の明渠からの距離別負圧ポテンシ

ルをPFメーターにて代かき段階別に測定。

イケダテンションメーター S-8型使用

7) 作業機械利用による透水性附与の実証

トラクター供用によるロータリー、ハロー別代かき回数3回、1回別の各々の日減水深の時期別測定。

8) 代かき程度による日減水深の動向

代かき段階別日減水深の年次別の検討。

9) 水管理による日減水深の動向

水管理方法別による日減水深測定の内容別、時期別の検討。

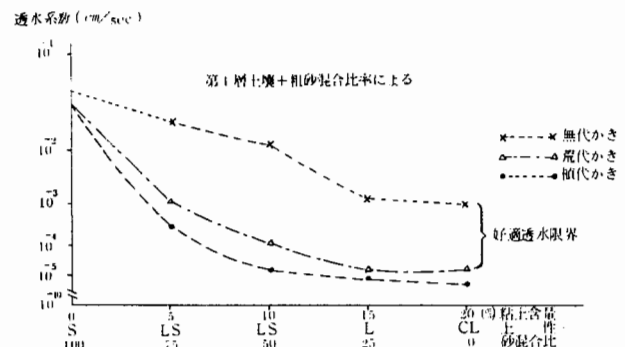
試験結果

1) 土壌の粒径組成と透水性

第8図 粒径分布と透水係数との関係

(昭44)

— 第1層土壌+粗砂混合比率による —

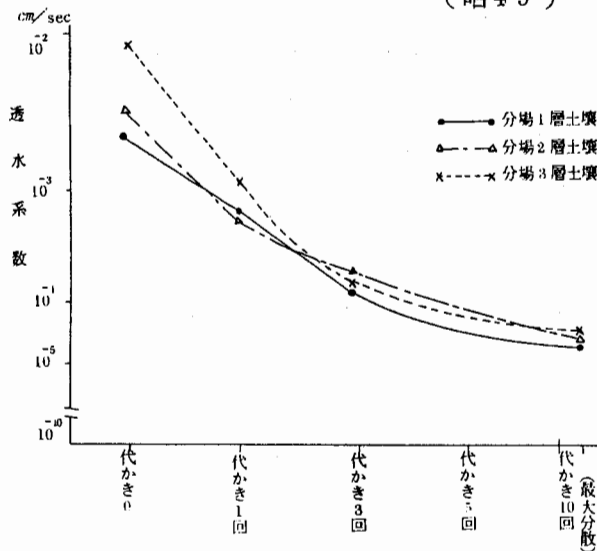


沖積水田には異なる粒径組成をもった種々の土性を示す土壌が分布するが土性のうち特に透水性に大きく関与するのはその粘土の含有量であり、さらにその粘土鉱物の特性も大きく影響する。試験の結果粘土が5%以下では透水性が充分大きい5~10%で次第に低下し、10%をこえると透水能の低下度が著しくなり、代かき分散を少なくすることが必要になる。15%以上では極度に透水性が不良なので、代かきをあらくするか、全然代かきを行わないなど透水性附与の方法を別の手段に求めなければならなくなる。(第8図)

また土性は土層別によっても異なってくるので層別別の透水係数も異なってくる。この場合いずれかの層位に重粘な土層があると透水能が大きく低下する。かような土層をもつ水田は地下水位低下などにより下層の構造亀裂を発達させる方策がとられるべきである。

2) 土壌の代かき分散と透水性

第9図 代かき回数と透水係数との関連 (昭45)



3) 土壌の湛水還元と透水性

第8表 湛水還元にともなう2価鉄生成と透水性の動向 (1/5000ポット法)

45年10月~12月調査

湛水インキュベ-ト	日数 (30℃)	0日	15日	30日	60日
透 水 係 数 (k20cm/sec)	分場1層土壌	3.9×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.7×10^{-5}	1.4×10^{-5}
	分場2層土壌	3.9×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.4×10^{-5}	1.4×10^{-5}
	分場3層土壌	4.9×10^{-5}	2.4×10^{-5}	1.4×10^{-5}	1.3×10^{-5}
滲 透 水 Fe ⁺⁺ (ppm)	分場1層土壌	0.0	17.3	16.3	42.5
	分場2層土壌	0.0	15.6	11.6	29.8
	分場3層土壌	0.0	8.7	7.1	12.7
土 壤 Fe ⁺⁺ (mg/100g)	分場1層土壌	-	-	-	579.3
	分場2層土壌	-	-	-	391.7
	分場3層土壌	-	-	-	5.4

また作土はいろいろな目的があって代かきが行なわれるが、代かきの回数によってその透水性は急速に低下しとくに代かき3回までの回数と透水係数の低下傾向とは著しい相関がみられる。すなわち単に透水性を附与するのみであれば代かきをあらく行なうことがよいことになる。

すなわち無代かきに対し1回の代かき分散によって透水性が $\frac{1}{5}$ ぐらい低下し、3回の代かきによっては $\frac{1}{10}$ 、すなわち1桁以上、透水係数が低下してくることが知られた。

植代かきの最大分散の条件ではさらに $\frac{1}{10}$ 、すなわちもう1桁ぐらい透水係数が低下してくることが明らかとなった。(第9図)

そしてそのうちでは第1層土壌、第2層土壌は大差がなく、第3層土壌のみは代かきの回数の少ない条件でやゝ大きい透水係数が示されている。

ただしそれによって透水性が適正範囲内に増大してくる場合はよいが、過大になれば不都合になるので土壌条件に適した代かき回数を検討する必要がある、また透水性は生育前期よりも中、後期にほしいのであるから代かき回数を少なくして透水性をつけるときは、初期には地下水位を高くしてあまり大きすぎない範囲に減水深を抑制しておくことが必要である。

水田土壌は湛水期間中に一般に還元が進行し、それによってもなると透水性も非湛水期に測定しえられた様相とは異なってくるのが考えられる。

特に湛水還元によってもなると特徴的に生成する Fe^{++} は水溶性ではあるが粘性係数が大きいため田面水の粘性係数を増大し、また土粒子をゼリー状化し膨潤させるので、土壌粒子間隙を狭小し透水性を低減させる大きな要因となつてき、単に落水期に酸化的条件のもとでコア法又はオーガーホール法で測定した透水性の動向とは大巾に異なってくることになるのである。

それで最大分散条件での透水係数を測定した後のポットを $30^{\circ}C$ のバイオトロンにて湛水インキュベートし、その透水係数と透過水中の Fe^{++} を測定したところ、第8表に示すように透水係数の低下は15日ですでに $\frac{1}{2}$ になりさらに低下をつづけ30日で約 $\frac{1}{3}$ に低下してきた。

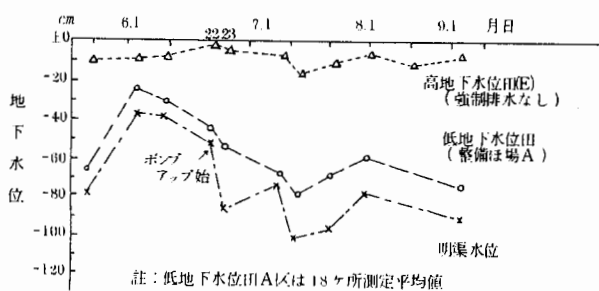
その後はほとんど変動せず60日まで調査したが30日後の透水係数とはほぼ同一で一定値となつてきた。

Fe^{++} は湛水インキュベート15日後ですでに透過水中に検出され、30日でも特に増大しなかったが60日後には明らかに多量にみいだされた。なお Fe^{++} は腐植のある第1層が最も大で腐植を含まない第3層は最も少なかった。60日後土壌を採取し Fe^{++} を測定したところ第1層土壌で $500mg$ 、第2層土壌で $390mg$ 、第3層土壌で $5mg/100g$ の Fe^{++} が検出された。したがって透過水中の Fe^{++} の検出量から推して当場の水田土壌では湛水還元により… $30^{\circ}C$ constantは相当おくれるが…速やかに Fe^{++} が生成し、次第に透水性が低減してくるものと解される。

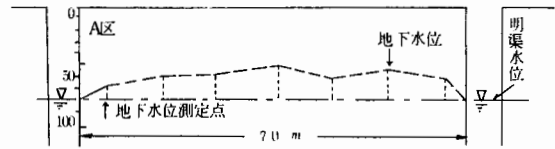
特に夏季高温の際には常時湛水では強度の還元の進行による Fe^{++} 生成により透水不良を惹起し根圏培地の活力の低下を招来するので透水性の附与、水管理の適正を期することが重要である。

4) 明渠施工による地下水位制禦

第10図 灌漑期間の地下水位の推移(昭45)



第11図 整備ほ場内の位置による地下水位の分布状態 (昭45)



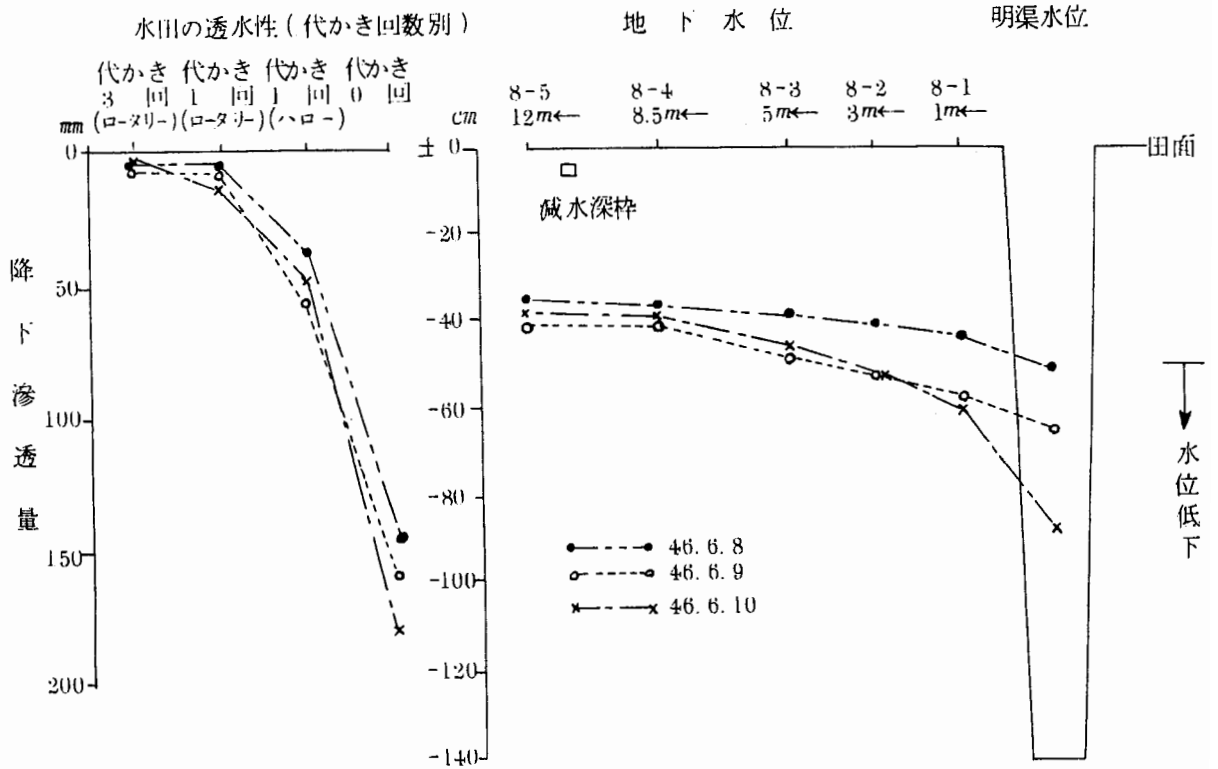
沖積平地水田においては稲作湛水期間が高地下水位であることにより、透水性の附与…それによってもたらされる根圏活力の増大と地耐力の増強……が大巾に制約を受ける実態におかれているので、その制限要因を改善するため、深さ150cm傾斜度1:1の素掘りの明渠を施工し、ポンプによる強制排水機能を施設して明渠の水位を自由に制禦しようとした。

この明渠水位の推移と整備ほ場内の地下水位の動きをみると、第10図に示すように明渠未施工の高地下水位田では田面10cm以内にほとんど停滞しているのに対し、灌漑初期は明渠水位の上昇に伴って地下水位も上昇してき、また6月下旬からの強制排水による明渠水位の低下に伴って地下水位も相関連して低下してくることがみられ、しかも経年とともにその連動が速やかになりつつある。

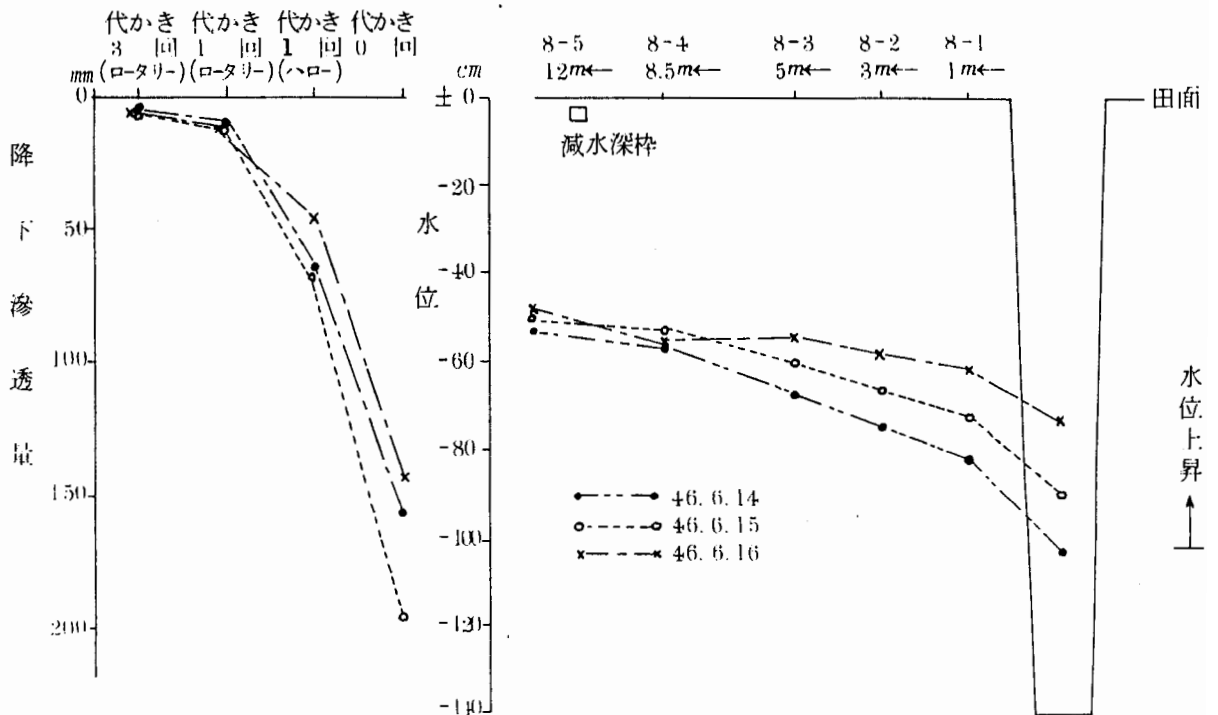
すなわちこの北上沖積平地の埴壤質の水田においては明渠水位の調節によって地下水位の調節が可能であることが認められた。

5) 代かき分散改善による透水性附与

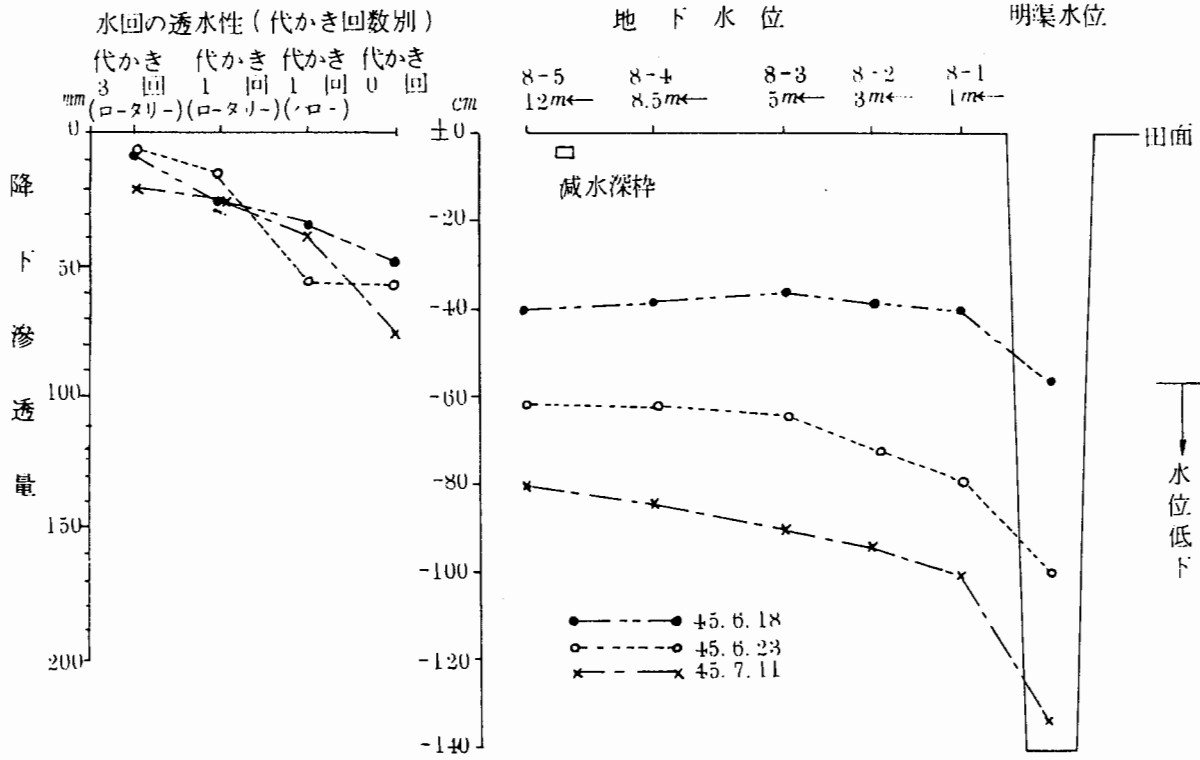
第12-a 図 明渠水位低下の場合の日変動 (昭46)



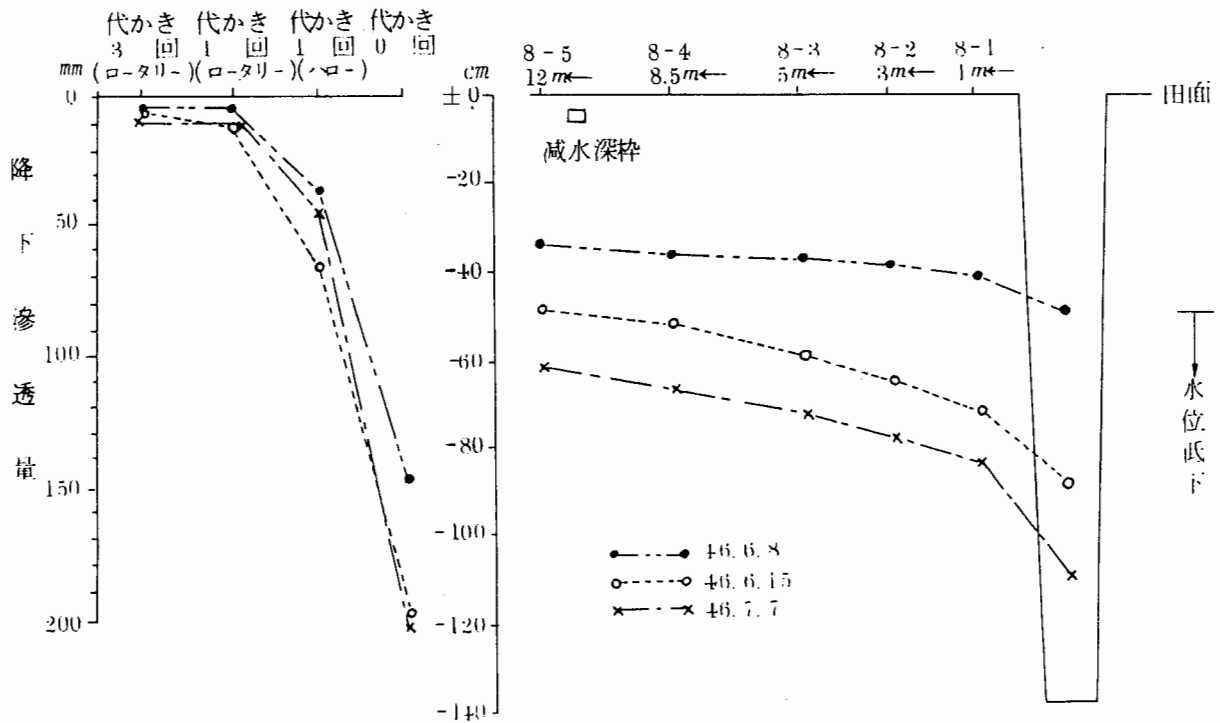
第12-b 図 明渠水位上昇の場合の日変動 (昭46)



第13-a図 45年度の旬日変動



第13-b図 46年度の旬日変動



明渠水位が長期に亘って安定化している際は、明渠から12 m地点ぐらいまではあまり明渠水位と地下水位との落差は無く、とくに明渠水位が上限に近く高い水位のときほど地下水位もまた各測定位置とも一様に高くなっておりほとんど水平になってくる。(第11図)

この状態からポンプ強制排水を始め、明渠水位を次第に低下させてゆくと、明渠側に近い観測位置ほど地下水位が明渠水位に連動して低下してき、地下水位曲線がカーブして示され、明渠から5 m附近の距離までは日変動値においてもかなりよく連動しているが、8.5 m以遠12 m地点では僅かの日変動にとどまる。

また一方、今度はポンプ強制排水を停止して明渠水位を上昇させて行った場合には、逆に地下水位がやはり明渠側ほどよく連動して上昇してゆくが8.5 mから12 m地点では日単位では僅かの変動にとどまっている。

このような明渠水位と地下水位との関連のもとにおいて第12-a図および第12-b図に示すごとく降下透水量は代かきの段階によって変動が異なり代かき3回(ロータリー)では殆んど変動せず、代かき1回(ロータリー)で僅かに増大傾向を示し、代かき1回(ハロー)で明らかに増大してくる。

また、代かき0の無代かき条件のような透水量が150 mm以上と充分大きな圃場条件においても地下水位低下によって、更に降下透水量は多くなることがみられ、すなわち地下水位低下の負圧ポテンシャルの誘因をうけることが認められる。

更に、逆に明渠水位を上昇させ、地下水位がこれに伴って上昇した場合、代かき3回(ロータリー)、代かき1回(ロータリー)では降下透水量の日変動には差が現われず、代かき1回(ハロー)および代かき0回には影響がみられ降下透水量が減少してくることが認められる。このように、水田の降下透透は一般には飽和透透ではなく不飽和透透であるので代かきの標準とされている代かき3回(ロータリー)のような代かき方法では、明渠水位の低下によっても地下水位低下はレスポンスがおくれ、また、作土自体の土壌の分散性過良により透水量の増減にはほとんど反応せず難透水性であることが示される。しかし、作土の代かき分散を粗にし、代かき1回(ハロー)または、代かき0にすれば水頭勾配の増大による負圧ポテンシャルに鋭敏にレスポンスし、透水性が大になってくることが知られる。

明渠水位が圃場地下水位および透水性に及ぼす旬日変動

前述のような日変動をもう少し長期の日数でもって検

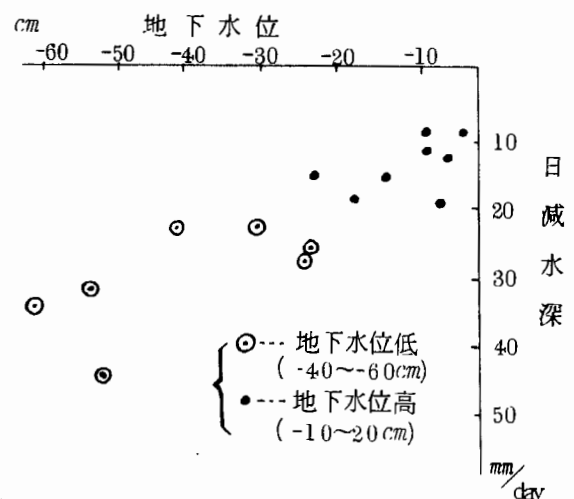
討してみると、より明瞭に明渠水位調節の影響がみとめられる。

すなわち第13-a図および第13-b図においては、45年度および46年度の兩年とも明渠水位の低下に伴ない圃場地下水位は12 m地点においても半月日数ぐらいで平行に反応して低下してきていることが明らかである。さらにこれより日数が長ければ、当然レスポンスはより良くなってゆくわけでおよそ半月ぐらいで明渠水位に対し12 m以遠の地下水位が平衡するといえる。

しかし、その透水性に及ぼす影響はこの兩年では異なり、45年度は代かきの精粗いづれでも地下水位低下の負圧ポテンシャルに鋭敏に反応した降下透水量の増大傾向を示したが、46年度は代かきの精細な方でレスポンスが鈍く、すなわち代かき3回(ロータリー)では殆んど影響なく、代かき1回(ロータリー)では僅かに増大し、代かき1回(ハロー)では一部逆転してはいるが増大傾向をとることが明らかで代かき0では最も大きく反応してくることが認められた。

このように長期の日数を考慮に入れて地下水位が充分低下した条件のもとにおいても降下透水量の変動は代かきの精粗に影響を受けることが認められた。

第14図 地下水位と透水性の関連 (昭47)



またこの地下水位高低による日減水深の増減は未整備圃場と整備圃場との対比による地下水の高低の場合の日減水深の傾向性からも明らかに認められた。(第14図)

以上のように、これらの傾向から明渠水位調節によってその水位を低下させて水頭勾配を増大させてやれば、降下透水量は増大させることができることが実証されたが、その効果は代かき分散の程度によって大きく制約を受け、代

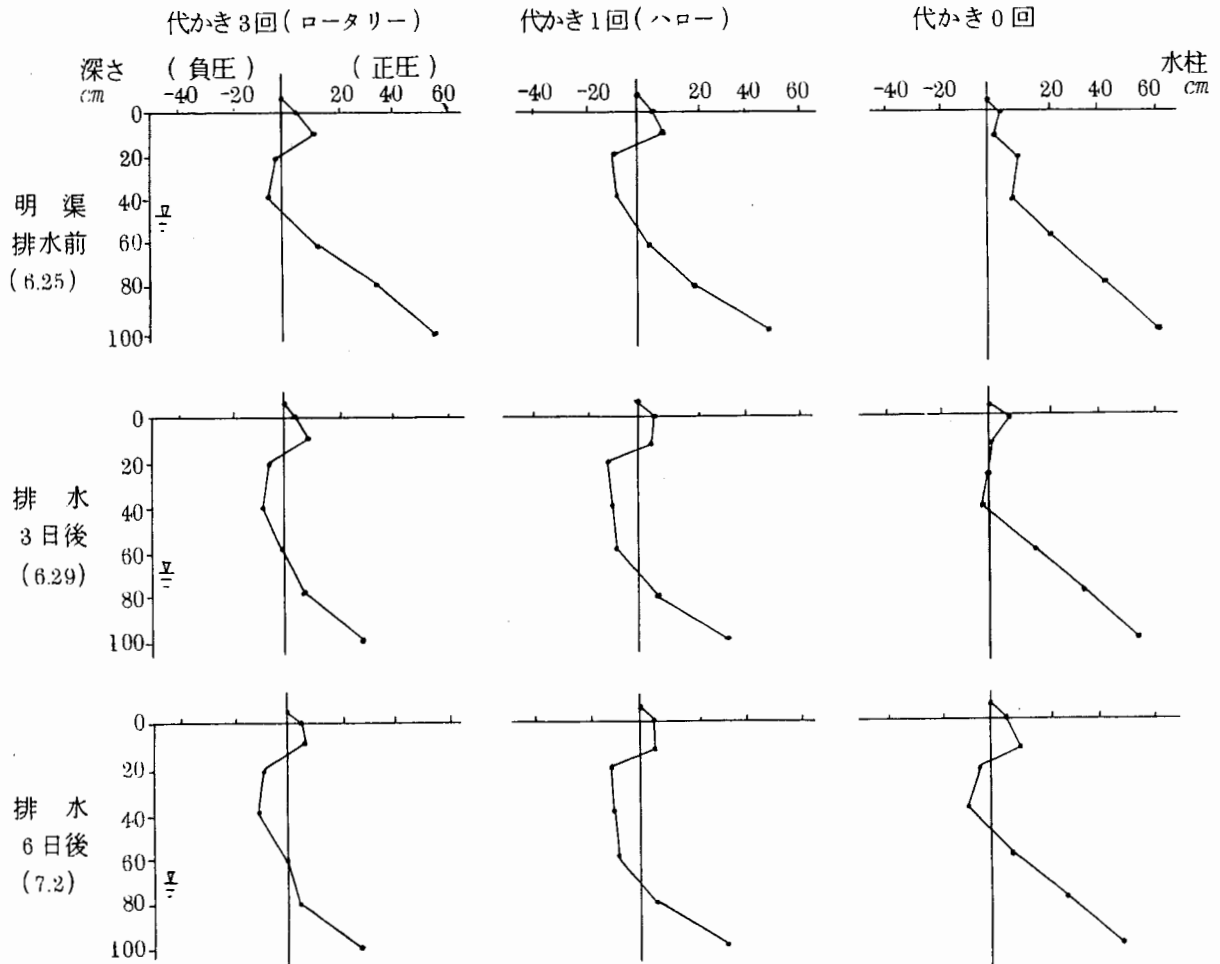
かき分散度が大であると殆んど明渠水位の調節の影響を受けなくなり、降下透過量が小さくなる。このことは、この北上河成沖積土壌が堆積的成因になる平坦地形に由来する湛水期間の高地下水水位条件——それによってもたらされる水頭勾配の過少——と、従前からの用水節約的農法——そのためのていねいな代かき分散——とによ

って招来されて透水性増大要因を欠き、難透過的性格を示してきたものであるといえる。

従って、この土壌の自然土層圃場に透水性を附与するには、明渠水位調節による地下水水位低下すなわち、水頭勾配の増大とともに、代かき分散の程度にも大いに配慮を払う必要がある。

6) 作土の代かき分散遙減による土壌中の水圧分布の動向

第15図 作土の代かき分散遙減による土壌中の水圧分布の動向(昭48)



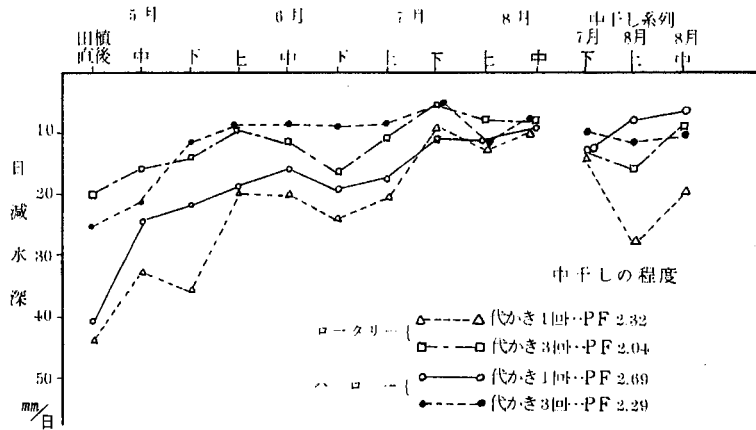
第15図に示すように地下水水位が湛水後安定して高位にある場合、代かきにより作土の分散が行なわれた土層では作土直下から地下水水面までの間の降下透過は負圧透過を示すが、無代かき細粋土では負圧は認められず正圧透過すなわち飽和透過を示している。

その後明渠強制排水により明渠水位を下げ、従って地下水水位を低下させてゆくと負圧領域も拡大してき、負圧

ポテンシャルが増大してくる。この負圧ポテンシャルの増大は透水能の増大の要因となる。また無代かき区も地下水水位の低下に伴ない作土直下から負圧透過を示すようになる。その連動は比較的速やかで明渠から1.2m地点で2~3日でレスポンスし、5~6日で平衡に達することが認められる。

7) 大型機械利用による透水性附与の実証

第16図 大型機械利用による日減水深の推移 (昭46)



以上のような成果が実際に機械力導入の省力高生産稲作に適用しうるか否かを大型機械利用によって追試した。その結果圃場減水深は代かきの精粗によって差が認められ、代かき回数の減少により日減水深は増大した。代かき1回と3回とでは約2倍の差があり、代かき1回で40mm/日、代かき3回で20mm/日前後であった。

(第16図)

この傾向性は日減水深の漸減を伴いながら移植後約2ヶ月持続したが、7月上旬頃には代かき1回区が3回区の日減水深に次第に近接してきた。その後中干し期に至り中干し処理系列はその操作によって日減水深が50~100%増大した。この中干しの程度は一応中といわ

れているPF 2.1~2.6の範囲を目標としたが代かき回数によって乾燥速度に差があり様な乾燥程度にはならなかったが大体中干し中の乾燥状態にした。この増大した日減水深の持続期間は1~2週間程度で、夏季の高温条件にもより再湛水後は中干しにより発達した構造亀裂が再び膨潤狭搾してき、次第に透水性が低減してくる傾向が示されながら落水期に至った。

落水後の乾燥過程はやはり代かき1回、中干し処理の区が優り、地耐力増大に明らかに寄与することが認められた。

このように大型機械利用によっても透水性附与の実用効果があることが実証された。

8) 代かきの程度による日減水深の動向

第9表 代かきの程度による日減水深の経年の動向 (昭44~昭48 5ケ年)

(枠減水深)

(整備圃場)

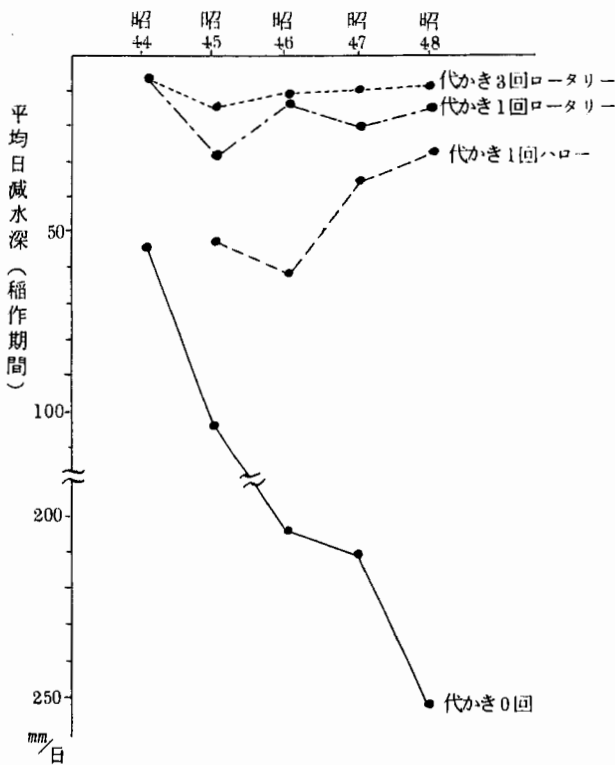
年度 (昭)	区名		6.上	6.下	7.中	7.下	8.中	8.下
	第1年度 (昭44)	代かき6回	ロータリー	6.3mm	11.6mm	7.6mm	5.0mm	6.8mm
	代かき3回	〃	7.4	10.8	8.9	6.8	11.5	10.0
	代かき1回	〃	7.8	13.7	7.8	4.5	8.7	7.0
	代かき0回	細碎土	61.9	74.7	52.9	51.5	48.5	40.0
第2年度 (昭45)	代かき3回	ロータリー	20.0	11.8	22.0mm	16.5	12.7	10.3mm
	代かき1回	〃	34.0	25.3	36.7	24.3	29.9	27.4
	〃	ハロー	74.0	68.3	30.7	50.7	51.0	43.8
	代かき0回	細碎土	98.3	73.3	72.0	108.8	148.8	127.1
第3年度 (昭46)	代かき3回	ロータリー	8.0mm	8.8mm	16.0mm	11.0mm	13.2mm	15.0mm
	代かき1回	〃	13.3	11.0	16.5	16.5	13.2	15.0
	〃	ハロー	51.2	32.3	34.3	75.5	86.8	91.5
	代かき0回	細碎土	183.0	139.5	231.8	196.0	236.0	238.5
第4年度 (昭47)	代かき3回	ロータリー	10.8	7.9mm	9.3mm	12.8mm	12.6mm	10.3mm
	代かき1回	〃	19.4	20.3	28.3	22.0	20.1	13.3
	〃	ハロー	27.0	40.1	44.3	43.3	24.6	34.5
	代かき0回	細碎土	238.0	161.0	140.3	172.4	267.0	280.0
第5年度 (昭48)	代かき3回	ロータリー	7.6mm	7.3mm	10.3	9.5mm	8.3mm	8.7mm
	代かき1回	〃	16.8	15.0	13.4	13.0	13.5	17.3
	〃	ハロー	49.8	24.1	18.9	20.0	19.9	34.7
	代かき0回	細碎土	295.0	252.7	244.0	246.0	229.2	252.4

第10表 代かきの段階別による平均日減水深の推移 (mm/日)

(昭44~昭48)

区	名	昭 44	昭 45	昭 46	昭 47	昭 48
代かき	6回 ローター	7.3				
代かき	3回 ローター	9.2	15.6	12.0	10.6	8.6
代かき	1回 ローター	8.3	29.6	14.3	20.6	14.8
代かき	1回 ハロー		53.1	61.9	35.7	27.9
代かき	0回 細碎土	54.9	104.7	204.1	209.8	253.2

第17図 代かき段階別による平均日減水深の経年の推移



当初は代かき分散された第1層の作土が透水性が最も小さいので、その代かきを次第に精から粗へそして零へと遁減していくと自然土層の圃場において日減水深は次第に増大してくる傾向が示された。(第9表)特に代かき0の無代かきでは極めて過大になってくるので代かき1回ぐらいがよく、それも分散方法としてロータリー1回で10~35mm程度、ハロー1回で30~70mm程度であるのでハローの方が土壌の分散度が低く、透水性をより大きく附与できる。

無代かきでは透水性が大きく、悴減水深で100mm以上200mm内外に達し、栽培全期間を通じてあまり減少することもなく、また畦畔漏水も多く灌漑水の湛水が難しく、ほとんど毎日灌水しなければならないほどで、しかも第10表および第17図に示すように経年とともに日減水深が大となってきていることは落水期に下層土層の構造の発達が進んだことによると推考される。このように明渠施工による排水によって逐年土層の構造が発達し自然土層としての透水性が次第に向上したものと解され、上限としての透水能が充分大なることが知られたので、あとは肥沃度と植生との関連における適正透水能を附与できるはんいの代かき分散を採用すれば合理的な透水性附与ができる。

9) 水管理による日減水深の動向

第11表 水管理法別の日減水深の動向 (昭45)

土壌	区	名	6月4半	6月5半	※		7月6半	8月2半
					6月6半	7月3半		
自然土層圃場	1.	常時湛水	19.5	18.0	22.4	26.9	21.2	10.1
	2.	更新灌漑(1)	21.3	19.3	16.8	34.3	30.0	19.1
	3.	更新灌漑(2)	22.2	24.9	25.9	36.8	21.6	24.0
	4.	更新灌漑(3)	37.3	27.5	11.2	49.0	37.2	27.8
	5.	間断灌漑(1)	22.2	22.6	22.4	45.8	28.8	22.7
	6.	間断灌漑(2)	26.6	24.0	25.9	37.3	26.4	30.3
	7.	中干し(中)	30.2	28.4	32.7	63.9	31.2	27.7
	8.	中干し(弱)	22.2	23.6	11.2	48.0	21.6	21.5
	9.	中干し+更新灌漑	19.5	21.7	24.4	42.6	19.2	30.3
	10.	中干し+間断灌漑	33.7	18.0	11.2	42.6	40.2	31.6

注1: ※印 中干し処理の期間に当る。(地下水位も低下)

注2: 雨天および強風など気象の異常なときは除外し安定した日のみの平均にて示した。

第12表 日減水深の内容 (昭45)

事 項	6月5半	6月6半	7月3半	7月4半	7月5半	7月6半	8月1半	8月2半
日 減 水 深	16.0 ^{mm}	15.5 ^{mm}	23.5 ^{mm}	33.5 ^{mm}	40.0 ^{mm}	44.5 ^{mm}	28.0 ^{mm}	10.5 ^{mm}
降下透過量	15.0	10.0	17.0	25.0	31.0	37.0	24.0	6.0
葉面蒸発量	0.5	4.5	4.5	4.5	6.0	4.5	2.0	2.3
水面蒸発量	0.5	1.0	2.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.2
主要気象条件	薄曇	薄曇	晴	晴	晴	晴	曇	曇

水管理法別による透水性の動向を日減水深でみると第11表に示すように水管理開始前の6月下旬までは各区およそ20~28mmぐらいの日減水深を示しているが、水管理を開始し中干し後の日減水深は43~60mmぐらいと大巾に多くなる。また間断灌漑で38~45mmぐらい、更新灌漑で35~45mmぐらい、標準の常時湛水でも23~27mmぐらいになる。しかしその後日時が経過し、7月下旬から8月下旬となるに従って根の発生も多くなり、再灌水後の還元の進行などにより、再び日減水深が少なくなってくる傾向があり、中干しで27~32mm、間断灌漑で23~30mm、更新灌漑で20~27mmぐらいになり、常時湛水は10~20mmぐらいになってくる。このように中干しを始めとする水管理法によって日減水深は多くなりうるが、常時湛水区も降下透過は起っている。

この日減水深の内容を第12表でみると6月下旬で1~5mmは蒸発散量であり、7月中旬で6~8mm、7月下旬で8~9mmで曇天には4~5mmとなることが判明したので、先の日減水深からこれら蒸発散量を差引いて考慮すれば(勿論畦畔透過も一部あるが)降下透過量のおよそのはんいは水管理開始後において

常 時 湛 水	10~15mm
更 新 灌 漑	15~25
間 断 灌 漑	20~30
中 干 し	20~40

である。

したがってほぼ適正な範囲での降下透過がおこっているものと考えられる。そしてその効果の持続性を考慮すれば中干し系列が最も降下透過が持続していた。

まとめ

1) 沖積水田の稲作の高生産性への改善のための基盤要因として最も重要な透水性の附与は、明渠施工による地下水位低下下層土の構造亀裂の発達と代かき方法改善による作土の分散透減により、重粘な埴質土壌を除き透水性を附与することができる。

2) 透水性規制が表層規制型であるか、下層土規制型であるかによって透水性附与対策が異なるが、前者は作土の代かき分散透減法により、後者は暗渠、耕盤破碎を含む構造亀裂の発達促進により対応できる。

3) 北上沖積水田のごとき表層規制型では透水深は地下水位を低下させ、作土の代かき分散透減により透水効果は高まる。

4) その際の降下透過は代かき1回以上では負圧透過を示しその負圧ポテンシャルの大きさは分散度が精なるものより粗なるものの方が大きい。

無代かきでは-40cm地下水位では正圧透過すなわち飽和透過を示し、地下水位-60cm以下ではじめて耕盤層以下が負圧を示してくる。その連動も2~3日でレスポンスする。

5) 代かき程度による減水深の傾向は代かき3回(ロータリー)7~15mm、代かき1回(ロータリー)10~35mm、代かき1回(ハロー)30~70mm、無代かき100~250mmである。

6) 水管理の方法とくに中干し又は中干し+間断灌漑によっても透水性を増大させることができる。

7) 水管理による透水量は常時湛水10~15mm、更新灌漑15~25mm、間断灌漑20~30mm、中干し20~40mmである。

8) この代かきの差異および水管理による透水性の附与は大型機械利用によって機械化体系として実用に供しうる実証された。

2. 透水性附与による土壌の動態

試験目的

透水性附与による高水準稲作のための栽培期間の好適な土壌動態の領域を知ろうとする。

試験方法

供試圃場

代かき方法による透水性附与試験
 透水性附与要因別試験（有底人工圃場）
 水管理による登熟向上と土壤基盤の変移試験
 施肥の合理化と地力増強試験

土壤の動態調査項目

(1) 灌漑水および田面水、滲透水の溶存酸素量の変動 (DO)

(2) 稲作期間中の土壤養分の推移 (NH₄-N・P₂O₅・K₂O)

(3) 土壤の酸化還元の状態 (E_h・F_e⁺⁺)

(4) 中干し期のPF水分 (PF)

(5) 中干し後の水管理のPF水分 (PF水分)

(6) 落水後の地耐力 (コーン指数)

これらの条件を透水改良後の水稻生育の好適領域と機械力導入の土壤基盤条件の好適領域との関連にて検討。

試験方法

水の溶存酸素量 給水科学製 溶存酸素計TP型による
 土壤のアンモニア態窒素 N-KCl 浸出 ケールダール
 蒸留法

土壤の磷酸 1%クエン酸浸出、モリブデンブルー
 比色法

E_h 東亜電波製HM5A型 PH-E_hメ
 ーターによる

F_e⁺⁺ 0.2%AlCl₃ 浸出 αα'ジピリジ
 ル比色法

PF IKEDA S-8型テンションメ
 ーターにて測定

地耐力 農機研式SR-2型土壤抵抗計にて測
 定。小型円錐2cm²、50Kgスプリング
 使用。5連測定平均値

試験結果

1) 水の溶存酸素量(DO)(第13表、第14表)

無透水区では田面水および滲透水とも透水系列より明
 らかにDOが低下している。そして灌漑水で8ppmの

2) 土壤中の養分濃度の推移(NH₄-N・P₂O₅・K₂O)

DOが田面水で更新度の大きい区でおよそ6~8ppm
 であるが更新度の小さい無透水区や常時湛水区では5
 ppm以下と低下し、夏季高温の連続のときは2ppm
 ぐらいいまで低下してくる。滲透水では透水量が30
 ミリと多いほど僅かにDOが大なる傾向を示す

第13表 透水量と溶存酸素量(DO)(昭46)

No.	区名	透水量	田面水	灌漑水	
		mm	8.4	8.4	8.4
1	無透	0	1.60	4.90	8.80
2	最高分けつ期~穂孕期	15	1.78	6.35	
3	最高分けつ期~穂孕期	30	1.82	8.25	
4	減数分裂期~登熟期	15	1.72	7.25	
5	減数分裂期~登熟期	30	1.76	7.72	
6	最高分けつ期~登熟期	15	1.80	7.40	
7	最高分けつ期~登熟期	30	2.05	7.80	

第14表 水管理と溶存酸素量(昭46)

No.	区名	田面水	灌漑水
		8.4	8.4
1	常時湛水	2.77	8.8
2	更新灌漑(1)	7.70	
3	"(2)	7.75	
4	"(3)	7.45	
5	間断灌漑(1)	6.30	
6	"(2)	7.40	
7	中干し(中)	7.66	
8	"(弱)	7.17	
9	中干し+更新灌漑	7.75	
10	" + 間断灌漑	8.10	

が、何れも2ppm前後と田面水より大巾に低下して
 しまう。これらの水の溶存酸素は透水性附与による根
 圏の健全化にプラスに働らくので灌漑水の水質の良否の
 一判定基準としてDO含量で判定することが適切と考え
 られる。特に近年は水質汚濁の点から重要なことである。
 そしてその一応の基準としてこれらの数ヶ年の試験結果
 と水稻生育相との関連から灌漑水のDO6ppm以上、
 田面水のDO5ppm以上含有するような水管理をするこ
 とが活力の向上を期した稲作改善のための透水附与に好
 適すると考えられる。

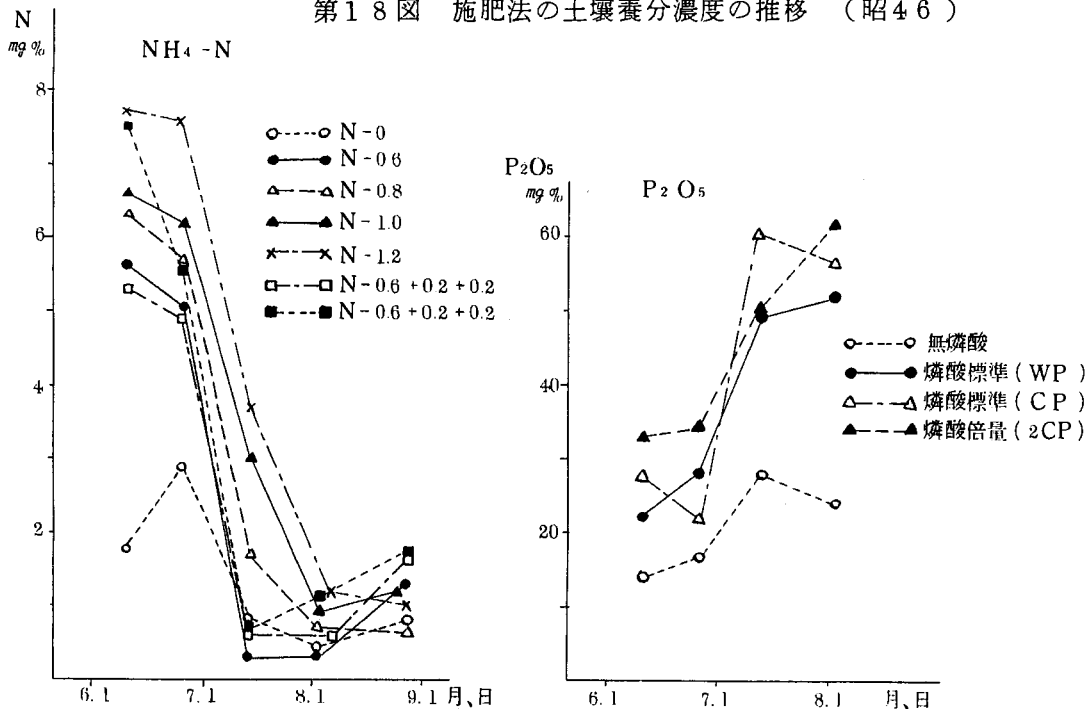
第15表 代かき方法別の土壤中のNH₄-Nの推移(昭46)

No.	区名	NH ₄ -N (mg%)				
		6.10	6.24	7.12	8.2	8.26
1	代かき3回 常湛 (ロータリー)	7.32	4.56	2.72	1.22	2.14
2	代かき1回 常湛 (ロータリー)	7.99	5.76	2.87	1.35	1.48
3	代かき0回 常湛 (ハロー)	6.99	4.62	1.18	1.34	0.72
4	代かき0回 常湛	6.60	4.73	1.12	0.93	0.66
5	代かき0回 常湛 (中間追肥)	5.76	6.48	1.24	2.82	0.58

土壌中のアンモニア態窒素は透水性の附与によってその低下度がやゝ大となる傾向をとる。(第15表) 従って根圏の健全化を期す透水性の附与は同時に窒素施肥水準の向上を期す要がある。その窒素施肥の適正領域を土壌中のアンモニア態窒素の面から検討すると生育初期はほゞ5 mgN以上であること

が水稻の生育量とくに基数の確保の点で必要である。分けつ盛期は次第に低減しながら推移し3~5 mgNで経過し、幼穂形成期2 mg前後になる。この時期に3 mgN以上のアンモニア態窒素はほとんど過大生育の生育相を示した。

第18図 施肥法の土壌養分濃度の推移 (昭46)



その後無追肥では窒素養分は低下の一途を辿るので穂肥が組み合わされ出穂期1~2 mgの土壌窒素で登熟期にはいることが倒伏性少く登熟性の大なる高生産稲作の好適条件であると帰納される。磷酸はもともと磷酸肥沃度の大きい沖積平坦地水田においては土壌中に豊富に検出されるうえ、無磷酸でもほとんど収量水準の低下がないので窒素ほど厳密な濃度範囲

を考慮しなくてよく、ここでは無磷酸区の土壌磷酸含量の上限を高収稲作の下限として考えてよいことが知られ20 mg P₂O₅以上を土壌磷酸の好適領域とした。(第18図) また加里は経年の加里含量の推移と地上部生育との関係から15 mg<を好適領域とした。(経年の塩基含量の項参照)

3) 土壌の酸化還元の状態 (Eh₆・Fe⁺⁺)

第16表 代かき方法による酸化還元の状態 (Eh₆・Fe⁺⁺) (昭46)

No.	区名	Eh ₆					Fe ⁺⁺ (mg%)				
		6.10	6.24	7.12	8.2	8.26	6.10	6.24	7.12	8.2	8.26
1	代かき3回 常湛 (ロータリー)	+44	+63	+54	+62	+51	355	729	395	586	596
2	代かき1回 常湛 (ロータリー)	+59	+79	+75	+23	+33	385	562	380	419	317
3	代かき1回 常湛 (ハロー)	+129	+74	+107	+178	+175	299	570	287	230	328
4	代かき0回 常湛	+377	+457	+373	+232	+265	298	382	268	368	349
5	代かき0回 常湛 (中間追肥)	-	-	-	-	-	237	296	291	230	143

第17表 水管理における E_{h6} 、 Fe^{++} (人工有底圃場)

(昭46)

No.	区名	E_{h6}					Fe^{++} (mg%)				
		6.10	6.24	7.12	8.2	8.26	6.10	6.24	7.12	8.2	8.26
1	標準土層(1) 常時湛水	+120	-73	-71	-81	+14	202	404	353	568	767
2	標準土層(2) 常湛透水	+109	+79	+34	+63	+45	159	685	718	650	735
3	標準土層(3) 中干弱透水	+145	+98	+231	+279	+169	179	479	93	385	374
4	標準土層(4) 中干強透水	+138	+200	+535	+171	+164	133	261	58	395	328

第18表 有機物施用の E_{h6} 、 Fe^{++}

(昭46)

地下水水位	有機物施用	E_{h6}		Fe^{++}
		7.2	7.16	6.25
低 (-40~-60cm)	無堆肥	-	mv	mg%
	堆肥 200	+203	+120	236
	生わら 60	-124	+126	839
高 (-10~-20cm)	無堆肥	-	-9	356
	堆肥 200	+79	-22	878
	生わら 60	+49	-70	908

E_{h6} はまた水管理処理によっても高まりより酸化的に推移するようになる。(第17表)

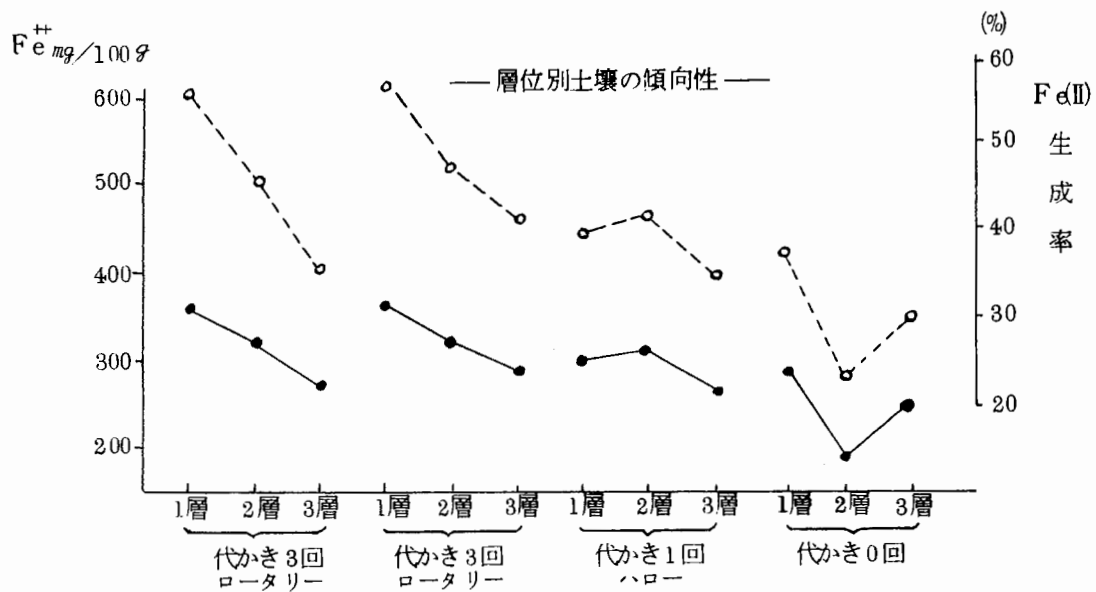
しかしその酸化還元の強度は土壌型、有機物含量、湛水度等によって異なる。(第18表)

その中で水稻生育相や阻害物質の生成度、PF水分経過等からその E_{h6} は+50~+200mv程度が好適領域と帰納された。この E_h は土壌中の Fe^{++} 生成量にも反映し、透水性の附与、水管理等により低減する傾向を示す。このことは層別土壌にも明らかに認められる。 Fe^{++} はゲル状を呈して土壌水の粘性を増し、土壌孔隙を狭搾填充し透水性を低下させるので大量の Fe^{++} 生成増大を抑制する要があることが認められた。

(第19図)

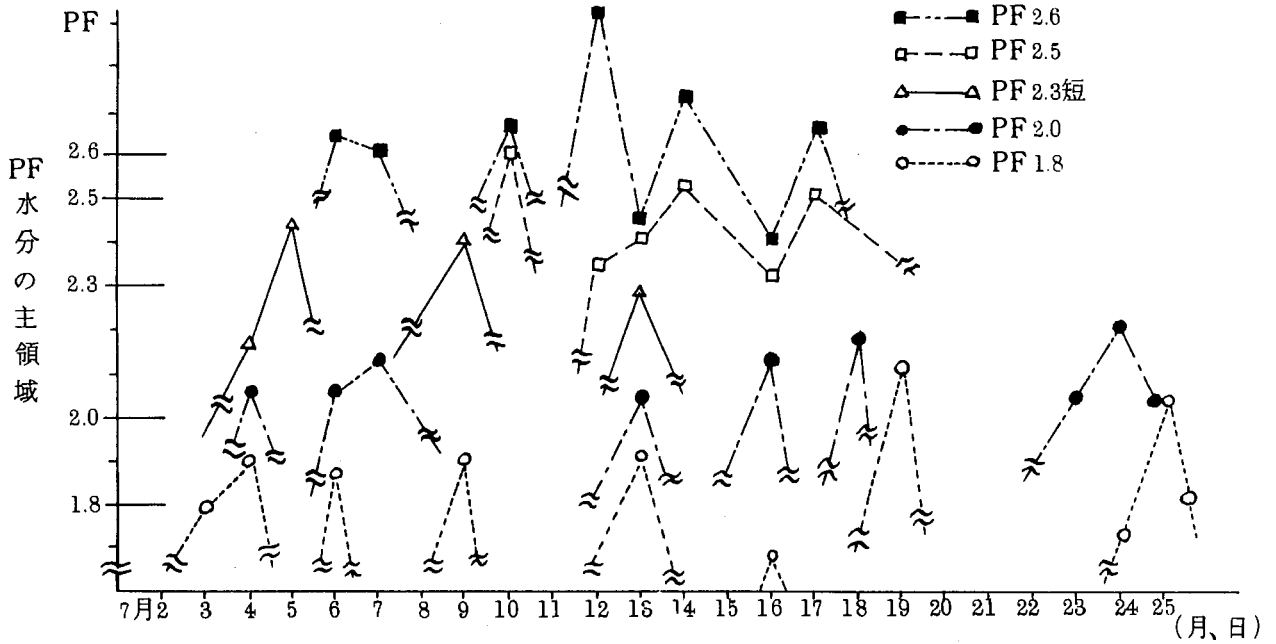
稲作期間中のPHは6.0~7.3程度で推移し、透水性が附与されると相対的に低位のPHで推移するが E_{h6} は逆に高く推移する。(第16表)

第19図 代かき回数の透減に伴う $Fe(II)$ 生成の変移 (昭46)



4) 中干し期のPF水分

第20図 中干し強度別のPF水分の推移 (昭48)



第19表 中干し強度による土壌の構造・亀裂の発達と再灌後の日減水深

(白色塗料注入による調査)

(昭48)

土壌のPF水分主領域		常湛	PF 1.8	PF 2.0	PF 2.3(短)	PF 2.3(長)	PF 2.5	PF 2.6
PF 0 以上の日数 (日)		0	20	22	12	20	16	16
キレツの程度 (巾mm)	足跡内		13.0	16.2	20.2	16.8	22.8	20.6
	足跡外		7.6	9.2	11.2	10.4	11.6	11.3
キレツの数 (本/耕盤層垂面20cm巾)			1	1	6	4	4	8
キレツの大きさ (cm) (塗料の滲透距離)	稲株と平行		120	110	138	110	195	98
	稲株に直角		50	45	50	50	80	70
	垂直方向		20	30	50<	50<	50<	70<
日減水深(mm) (中干し後安定20日間平均)		12.0	19.7	19.1	31.0	35.8	29.1	31.4

水管理の一つの重点として中干し操作があるが、その中干しのポイントとして田面亀裂の発生程度があげられ湛水切換え後の透水性附与の要因として重要である。中干しによる田面の亀裂の発生は土性、土壌型等によって異なるが本土壌ではPF 1.5前後ではじまる。まず足跡の凹部からキレツが発生しはじめ乾燥の進行にともない株間に平行方向ついで直角方向に発達し、その巾および深さも増大する。(第20図、第19表) 中干し強度別の構造亀裂の発達を白色塗料(ビニコート)注入による調査法で調査したが、常時湛水では全くキレツがみられず、PF 1.8で漸く耕盤層まで、PF 2.0で耕盤層を漸く通過する程度である。それに対しPF 2.3

以上で完全に耕盤層を通過しその下層の易透水性の層まで連続し処理期間が長期にわたるほどキレツの下層への発達も多く、これによって減水深の増大が可能で透水が附与されることが実証された。(第12表) PF値の増大は好天次第でPF 2.7以上に達するが、一方水稻の代謝生理の面からは過大な水分欠乏はかえって不利とされ、実際にも中干し強度の大なる中干し強区では水稻の収量構成要素が低下して高収を期しえない実態もみられることがある。よって土壌の中干し亀裂の発達条件と水稻の代謝生理の条件とから判断して中干しのPF水分を2.0~2.4程度に、期間を10~15日間ぐらいに実施することが適切であると帰納された。

なお好天続きで土壌PFが2.4を大中にこえるときは走り水を与えて調節し、逆に梅雨続きで目標PF値に達しがたいときは処理期間を延長するなどの配慮を加えるべきである。これによって再湛水後の透水を附与し根圏の良化をはかるとともに中干しによって増大した土壌硬度が、落水後の地耐力の増大に大きく寄与することが認められた。

性が低下し再び還元化の方向に向うので間断灌溉がよくその方が根圏への気相導入もなされその活力を高く維持でき、落水後の地耐力も速かに獲得できるので有利である。一方生殖生長期の水稲は水分要求度が大なので、土壌の亀裂発生の始まるPF 1.5より内側で水分補給も気相導入も両立可能な領域としてPF 1.3前後を間断灌溉の上限PF水分とすることが好適であることが知られた。

5) 中干し後の水管理のPF水分

中干し後の水管理は常時湛水をつづけると次第に透水

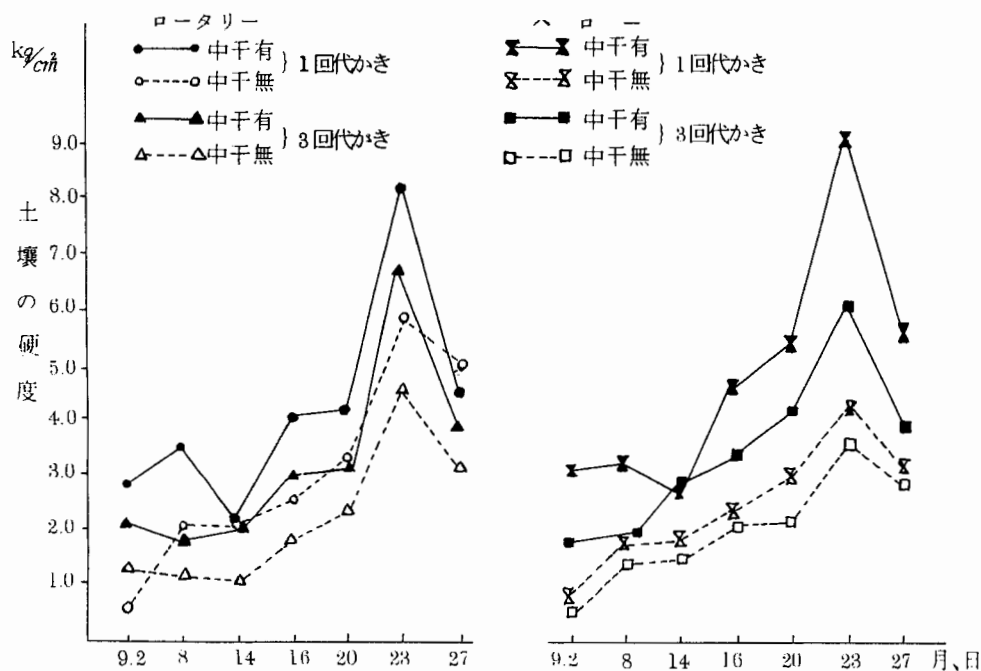
6) 落水後の地耐力

第20表 水管理法別による落水後の表層地耐力の推移

(表層0~5~10cm 平均コーン指数 $qc \frac{kg}{m^2}$) (昭46)

区名	中干期	2日後	8日後	14日後	16日後	20日後	23日後	27日後
	7月14日	9. 2	9. 8	9. 14	9. 16	9. 20	9. 23	9. 27
1. 常時湛水区	0.0	0.5	1.0	1.3	2.0	2.3	3.2	2.6
3. 更新灌溉(2)区	0.1	0.7	1.2	1.1	1.6	2.3	3.8	3.8
6. 間断灌溉(2)区	0.0	2.7	2.4	1.6	3.4	3.9	8.1	4.1
7. 中干し(中)区	1.4	2.0	2.0	1.9	2.7	2.9	4.8	4.0
8. 中干し(弱)区	0.9	1.1	1.5	1.1	1.9	2.0	4.2	2.8
9. 中干し+更新灌溉区	0.9	0.5	1.0	0.8	1.3	1.9	2.7	2.4
10. 中干し+間断灌溉区	1.2	2.1	2.3	2.2	3.2	3.1	7.6	4.9
cf 有底圃場常湛無透水				0.6		0.8	1.8	1.8
参考:降水量		9月10日	8.0mm	9月24日	53mm			
		11	712	26	240			
		12	227	28	82			
				29	82			

第21図 大型機械利用透水性附与圃場の落水後の地耐力の推移 (昭46)



水管理の方法により大型機械力導入のための地耐力に大きな差がみられる。

地耐力の基準としては、作土においてコーン指数で

自脱型コンバイン	1.5 Kg/cm ² 以上
普通型コンバイン	2.5 "
トレーラー重量物運搬トラクター	5.0 "

(初運搬等)

とされているので、一例を第20表に示すように表土の0~10cmについてみると、中干し+間断灌溉および間断灌溉が落水後速やかに地耐力が大となり、収穫期における地耐力の程度も大であって、間断灌溉処理は地耐力増大策として最も優ることが知られる。ついで中干しの強度の強い方がつづく。更新灌溉や常時湛水は落水期まで作土表面が乾くことが無く常に膨潤状態にあるため、落水後の乾燥過程の速度がおそく、降雨があるとすぐ飽水膨軟に戻るので地耐力が増大し難く、従って地耐力は最も小さい。

このように水管理の方法により作土表面の地耐力に明らかな差を生ずるので、機械刈りを前提にした場合は、土壤の過乾燥による水稻の生産力に多少のマイナスを生じて地耐力増大に重点を指向した水管理の方法が採られるべきである。(第21図)

幸いに間断灌溉法は水稻の収量性高く、地耐力も落水後早期より最も大となるので、機械力導入には中干し+間断灌溉又は間断灌溉の水管理法が好適した。そして落水後の地耐力は水稻の登熟性向上を図りながら進めなければならないので急激な乾燥には走り水などで調節をしながらほぼ1週後3.0、2週後4.0、3週後5.0 Kg/cm²のコーン指数で推移するよう地耐力を徐々に高めてゆくことが好適であることが検証された。

まとめ

透水性附与に伴う高生産稲作のための栽培期間中の土壤動態の好適領域は次のようにまとめて示される。

土壤の 動態	(1)溶存酸素量	生育転換期以降 田面水 5.0 ppm< 灌溉水 6.0 ppm<
	(2)NH ₄ -N	生育初期 5.0~8.0mg 分けつ盛期 3.0~5.0 幼形期 1.5~3.0 出穂期 1.2~2.0
	(3)Eh ₆	生育転換期以降 +50~200mv
	(4)中干し期水	PF 2.0~2.4 10~15日

	分(PF)	(走り水により調節)
(5)水管理		中干し期以降 PF 1.3 以下 間断灌溉
(6)地耐力		落水後 コーン指数 1週後 3.0 以下 (SR-II型) 2 " 4.0 " (2cm ² コーン) 3 " 5.0 "

3. 透水性附与による土壤の経年変化

試験目的

基盤整備圃場における透水性の附与が土壤の物理性および肥沃度に及ぼす影響を経年的に検し、合理的な高生産性稲作基盤の維持向上をはかる資にしようとする。

試験方法

供試圃場

代かき方法による透水性附与試験

水管理による登熟向上と土壤基盤の変移試験

施肥の合理化と地力増強試験

試料調製

作土 第1年度(昭44)より年次毎に採土。風乾細土保存。

層位別土壤 第5年度(昭48)跡地土壤

0~100cm層を均等分画サンプリング法により試料採取。

(但し、10~30cm層は5cm毎、0~10cmと30~100cmは10cm毎)

表示は目的精度により0~60cm層まで示したものである。

○物理性

土塊団粒分析装置DIK-3型および標準篩による。

三相分布 100ml型実容積測定装置により測定。

孔隙性 BRADFIELD改良型土壤PF測定装置により測定。

透水系数 DIK-II型土壤透水性測定装置により測定。

○化学性

F_e2O₃ PH 4.5N-NH₄ OAC抽出後原子吸光法により測定。

Mn₂O₃ 0.2%ハイドロキノ含有PH 7.0N-NH₄ OAC抽出、原子吸光法により測定。

CaO PH 7.0N-NH₄ OAC抽出後原子吸光法により測定。

MgO PH 7.0 N-NH₄ OAC抽出後原子吸光法により測定

K₂O "

Na₂O "

SiO₂ PH 4.0 N-Na OAC抽出、珪モリブデンブルー法による。

P₂O₅ Bray No. 2法(N-NH₄F-0.5NHC1)抽出、珪モリブデンブルー法による。

C クロム酸、硫酸湿式燃焼セミマイクロ法(重量法)

N 濃硫酸分解後ケルダール蒸留法。

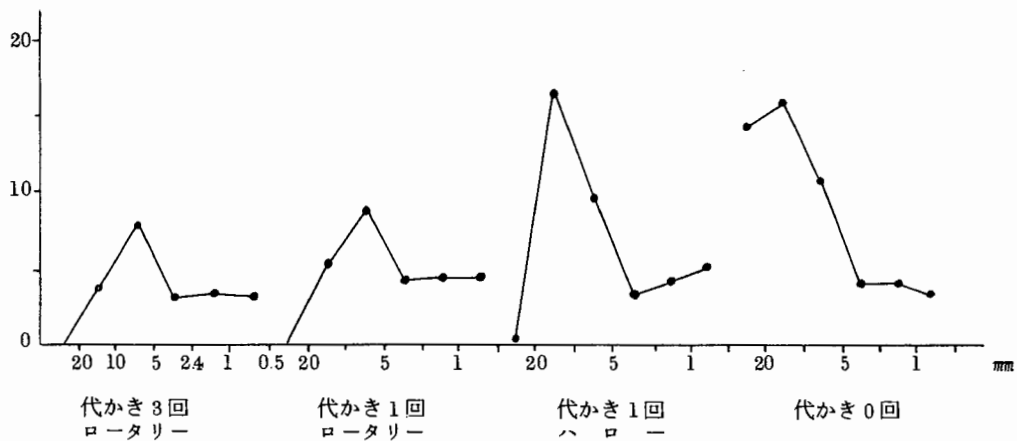
CEC N-NH₄ OAC振盪遠沈法。(pH 7)

PH ガラス電極法。

試験結果

- 1) 作土の代かき分散通減による透水性附与の経年変化
 - (1) 土壤物理性の経年変化(5年後)
- a: 土塊、団粒の分布:(第22-a図)

第22-a図 代かき段階による土塊、団粒の分布 (昭48)



作付期間中における土塊、団粒の分布を調べた。それによると、代かき分散通減により土塊、団粒が多くなり0.5 mm以上のものが、3回ロータリーで約21%、1回ハローで約39%、0回で約51%であった。10 mm以上の土塊をみても3回ロータリーで約4%、1回ハローで約17%、0回で約30%と明らかな傾向がみられた。

また作付後の土壤についても同様の傾向が得られ、10 mm以上の土塊は3回ロータリーで約22%、1回ハローで約32%となった。0回では約33%と1回ハローと大差はないが大きな土塊の占める割合が多かった。

b. 三相分布:(第22-b図)代かき回数の少ない区ほど表層15 cmまでの孔隙量と気相容積がやゝ大となってくる傾向がみられ特に無代かき区においてそれが明らかである。代かきの回数の多い代かきロータリー3回区は10~25 cm間の気相容積が最も少なく孔隙も液相が卓越するときは透水性悪く鋤床層が他に比し狭くしていることを示すと考えられ、狭くすればまた透水性が低下するので相乘的に透水性を少なくしている要因である。

c. 孔隙分布:(第22-c図)PF水分によって各層位別の孔隙の様相をみると代かき3回では作土直下の10~25 cmの孔隙が極めて小さいが次第に代かきの粗な代かきロータリー1回から代かきハロー1回となるに従い孔隙のサイズが大きくなる。代かき0区では田面下30 cmぐらいからの孔隙が明らかに大である。とくに代かきハロー1回区と代かき0区とが下層の孔隙のサイズが明らかに大であることが特異的であり、下層の構造亀裂、生物孔隙が発達したことによるものである。

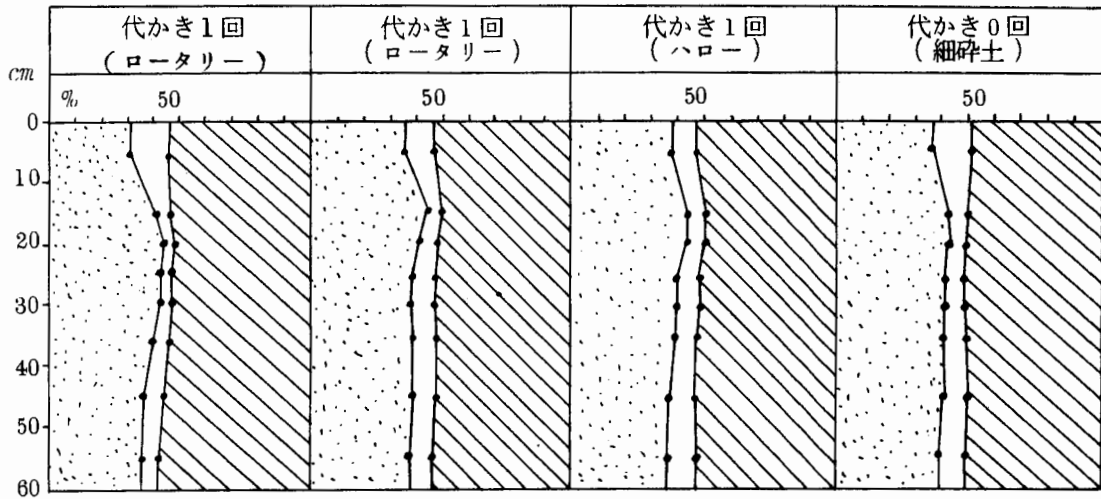
d. 透水係数:(第22-d図)代かき回数の多い代かきロータリー3回区が孔隙分布でみられた傾向と全く同様に10~25 cm間の透水係数が極めて小さく10⁻⁶オーダーを示している。代かきロータリー1回もやはりこの間の透水係数は10⁻⁶と小さい。代かきハロー1回になると15~25 cm間の透水係数がこれらに比し明らかに大で10⁻⁴オーダーを示してくる。代かき0では第1層の0~10 cmの透水係数が5×10⁻⁴と他の何れの区よりも大きく、全体として制限因子となる層位が無いことが特異的である。

以上のように代かき回数および方法を改善して透水性

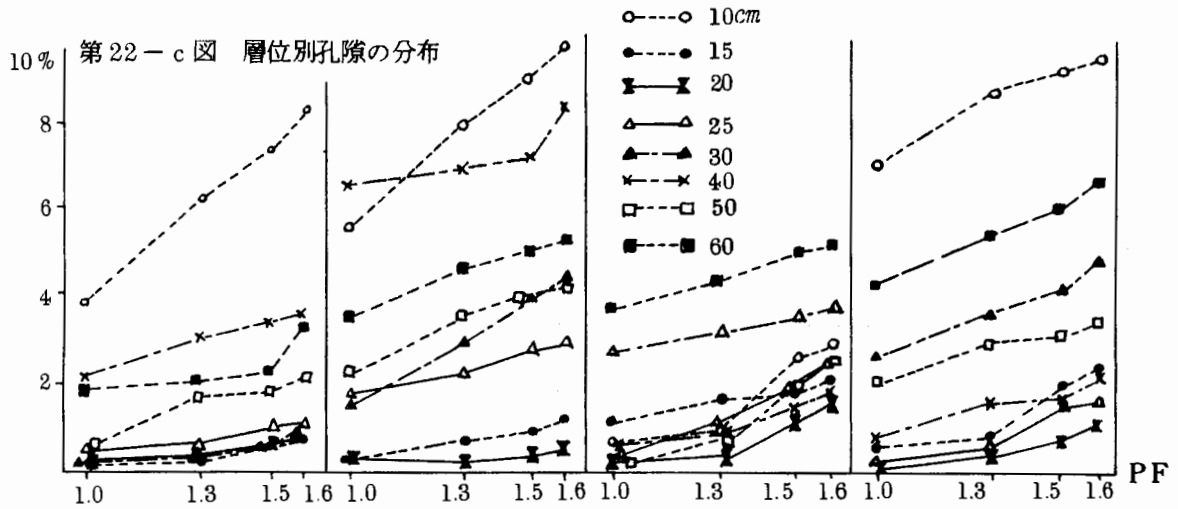
を附与することにより層位別の土壌の孔隙性発達に差異を生じ、透水性が異なってくることが認められ、代かきがいていねいほど作土直下の鋤床の土層を填充し孔隙が

小となり、透水係数が低減してくるが代かきを粗またはゼロにすることによりこの層位の孔隙性が大となり透水係数もまた大となることが確証された。

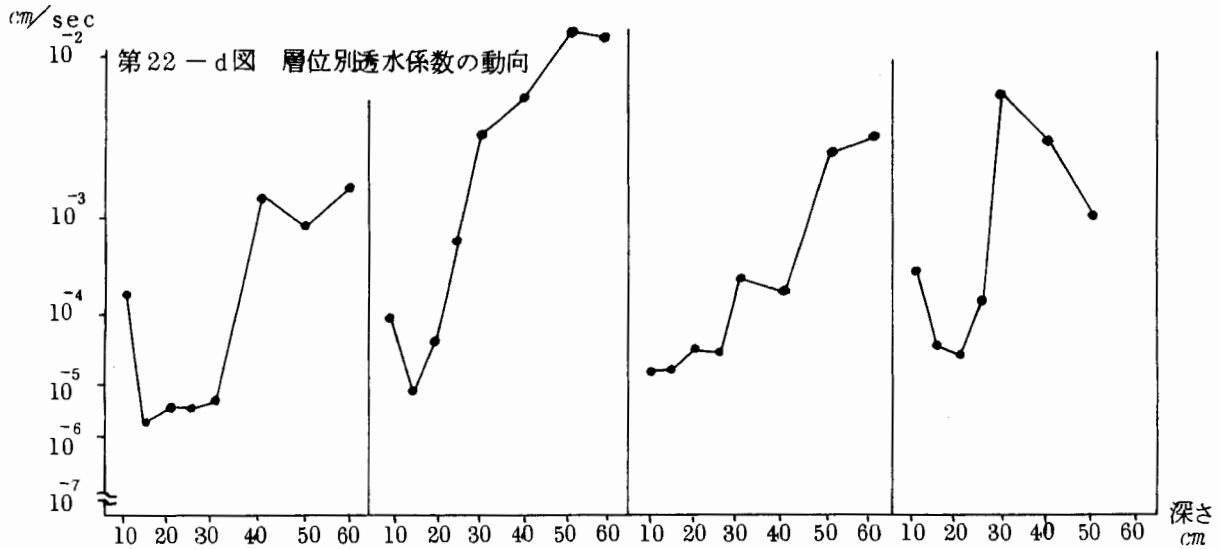
第22-b図 層位別三層分布



第22-c図 層位別孔隙の分布

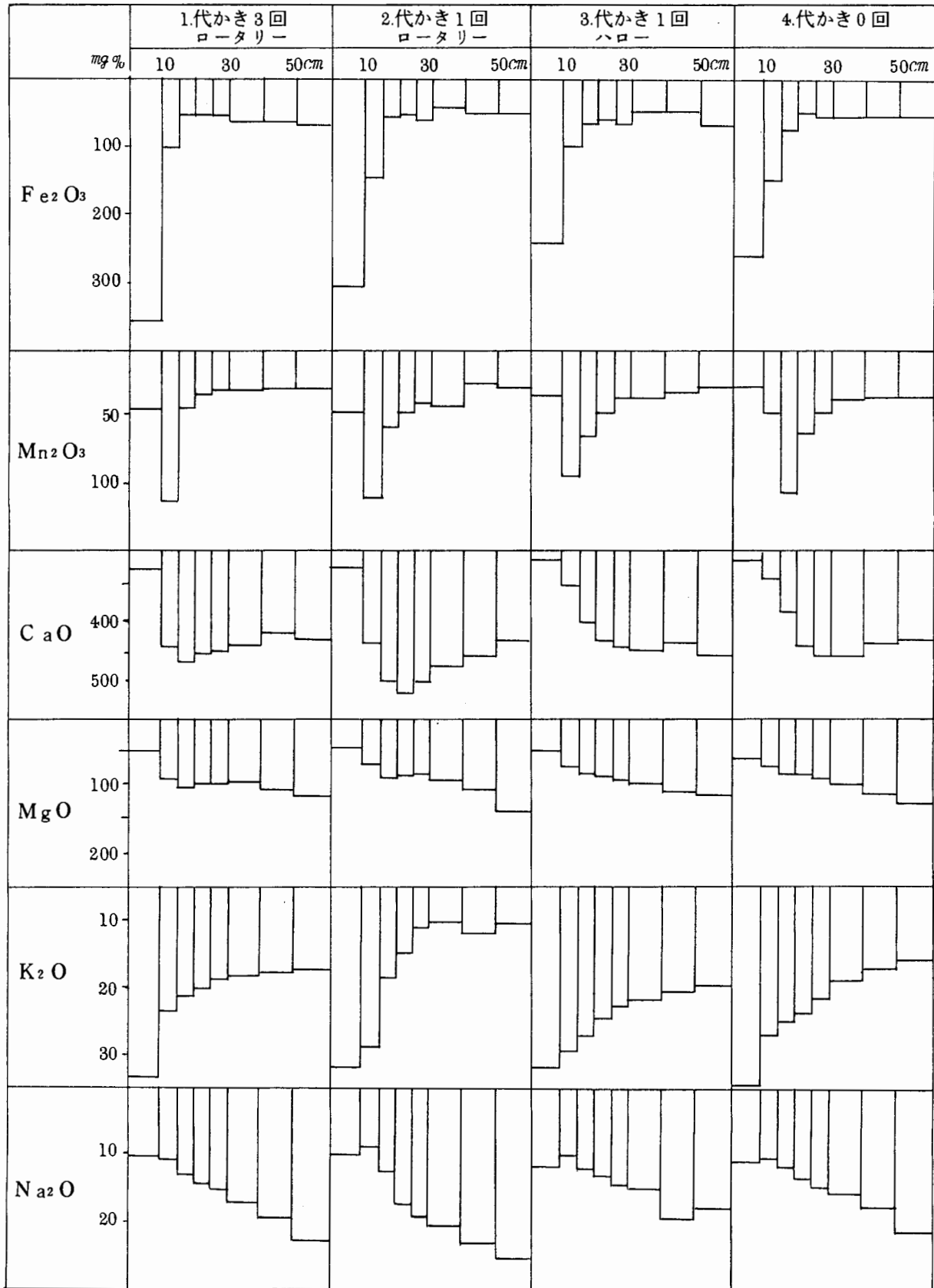


第22-d図 層位別透水係数の動向



(2)土壤化学性の経年変化(5年後) (第23図)

第23図 土壤塩基の層位別分布 (昭48)



a. Fe_2O_3 : 代かき分散を粗にし、透水量が大なるほど作土(0~15cm)の鉄の含量が低減し、鋤き床以下(20cm)にたれさがってくる傾向が認められる。

b. Mn_2O_3 : マンガンは各区とも作土直下に明らかな斑紋をなして集積しており、第一層よりその含量が大である。そのうちでは代かきロータリー3回と1回とでは下層のマンガン含量の差は少ないが代かき1回と代かき0回とは20cm以下40cmまでの下層土の含量が少しく大となってくる傾向がみられとくに無代かきでは作土に明らかに低減し、10~20cmのマンガン斑集積のピークも低くなって20~25~30cmへとブロードに拡まっていることが特徴的である。これは代かき段階の差による透水性の差異によるもので透水量30mmぐらいまでは差がないが50~60mmぐらいになると僅かに下方へ垂れ下がる傾向をとりはじめ100mmぐらいまで逐次それが増大する傾向をとる。100mmを超え200mmぐらい降下透水量になると短年度でマンガンの溶脱がおこることが認められる。

c. CaO : 石灰は作土から鋤き床へと増大する傾向を

とり15~30cm間が最も高濃度で30cm以下で再び遞減する。しかしハロー代かき1回及び無代かきでは鋤き床の10~20cmとくに15~20cm間で明らかに低く20cm以下にたれ下って層位毎の濃度差が少なく下層に拡った濃度含量が示される。

d. MgO : 作土から下層に向って次第にその含量が高まる傾向を示す。そのうちでは代かき3回に比し代かき1回以下では鋤き床層以下の MgO が僅かに低減してくる傾向が認められる。

e. K_2O : 加里は第一層に多く下層にゆくに従い遞減するが、代かきハロー1回および無代かきの透水の多い区は15cm以下60cmぐらいまでブロードに溶脱して拡った加里の分布がみられる。

f. Na_2O : 曹達は加里と反対に下層に次第に濃度を高めるが、そのうちでは代かきハロー1回および無代かきが20cm以下の下層まで他より低い傾向が認められる。このように透水性の附与により土壤の化学性には差異を生じてきていることが知られた。

2) 水管理による土壤の経年変化

(1) 水管理による一般化学性の動向

第21表 水管理による一般化学性の動向 (昭48)

区名	層	深さ cm	P H		T-N %	T-C %	C/N	腐植 %	塩基置換容量 m.e	置換性塩基				塩基飽和度 %
			H ₂ O	KCl						Ca	Mg	K	Na	
1. 常時湛水	1	~10	5.59	4.50	0.142	1.59	11.20	2.73	26.0	10.7	2.03	0.69	0.38	53.1
	2	~15	6.30	5.31	0.138	1.39	15.11	2.38	23.8	12.9	2.57	0.67	0.38	69.4
	3	~20	7.20	6.20	0.092	0.90	9.78	1.54	28.7	20.0	3.80	0.57	0.54	86.8
	4	~25	7.40	6.20					28.9	19.3	3.80	0.43	0.62	83.6
	5	~30	7.20	6.05					28.2	18.8	4.37	0.39	0.66	85.9
	6	~40	7.10	5.95					31.7	19.1	5.75	0.35	0.78	82.0
	7	~50	7.18	5.75					31.5	19.8	7.00	0.30	0.77	88.5
	8	~60	6.90	5.65					36.8	19.6	8.06	0.27	0.78	78.0
3. 更新灌漑(2)	1	~10	5.70	4.45	0.142	1.59	11.20	2.73	25.9	10.6	1.84	0.61	0.41	52.0
	2	~15	5.91	4.75	0.135	1.44	10.67	2.48	25.9	12.0	2.39	0.69	0.36	60.0
	3	~20	7.00	6.10	0.114	1.07	9.39	1.84	27.9	18.6	3.45	0.68	0.46	83.1
	4	~25	7.10	6.00					33.0	19.8	3.60	0.57	0.54	74.3
	5	~30	7.40	5.95					34.9	19.8	4.41	0.40	0.60	72.2
	6	~40	7.30	5.90					36.5	19.6	5.48	0.26	0.64	71.2
	7	~50	7.30	5.85					38.3	19.6	7.66	0.26	0.70	73.7
	8	~60	7.31	5.80					38.2	18.7	8.22	0.24	0.68	72.9
6. 間断灌漑(2)	1	~10	5.65	4.60	0.122	1.43	11.72	2.45	26.9	11.0	1.90	0.71	0.41	52.1
	2	~15	5.70	5.02	0.153	1.38	9.02	2.38	27.4	13.3	2.27	0.76	0.43	61.2
	3	~20	6.61	5.51	0.170	0.95	5.59	1.63	27.9	14.6	2.84	0.76	0.45	66.8
	4	~25	6.50	5.30					26.1	15.6	3.12	0.80	0.52	76.8
	5	~30	6.90	5.40					29.2	17.0	3.68	0.70	0.54	75.1
	6	~40	6.90	5.40					38.1	18.0	4.84	0.51	0.54	62.7
	7	~50	7.00	5.35					37.0	18.2	6.28	0.45	0.55	68.9
	8	~60	6.79	5.30					39.9	19.6	7.59	0.43	0.57	70.7

区名	層	深さ cm	P H		T-N %	T-C %	C/N	腐植 %	塩基肥 換容量 m.e	置換性塩基				塩基 飽和度 %
			H ₂ O	KCl						Ca	Mg	K	Na	
7. 中干し(中)	1	~10	6.15	5.60	0.166	1.47	8.89	2.53	28.7	11.6	2.13	0.61	0.40	51.4
	2	~15	6.49	5.02	0.157	1.45	9.24	2.49	27.4	12.3	2.36	0.56	0.38	56.9
	3	~20	6.90	5.41	0.138	1.07	7.75	1.84	26.1	13.8	2.66	0.51	0.41	66.6
	4	~25	7.10	5.50					29.2	17.5	3.05	0.57	0.50	74.0
	5	~30	7.10	5.52					38.8	18.5	3.50	0.57	0.59	59.7
	6	~40	7.01	5.46					35.0	19.0	3.55	0.44	0.64	67.5
	7	~50	7.05	5.40					36.8	20.0	4.48	0.37	0.70	69.4
	8	~60	7.10	5.40					39.2	21.1	6.63	0.31	0.69	73.3
8. 中干し(弱)	1	~10	6.20	4.90	0.162	1.37	8.46	2.36	31.0	11.6	2.15	0.59	0.54	48.0
	2	~15	6.50	5.11	0.153	1.19	7.78	2.05	33.2	12.6	2.50	0.53	0.43	48.4
	3	~20	6.67	5.45	0.148	1.01	6.82	1.74	31.3	13.3	2.77	0.52	0.57	54.8
	4	~25	6.90	5.40					32.5	17.3	3.16	0.56	0.53	66.3
	5	~30	6.99	5.35					35.1	18.1	3.16	0.56	0.61	63.9
	6	~40	7.01	5.35					39.9	18.1	3.81	0.42	0.61	57.5
	7	~50	6.99	5.30					37.1	18.6	4.95	0.38	0.70	66.4
	8	~60	7.00	5.25					44.3	19.6	6.24	0.36	0.67	60.7
9. 中干し+更新灌漑	1	~10	6.10	4.65	0.157	1.31	8.34	2.26	28.9	10.8	2.00	0.64	0.46	48.1
	2	~15	6.19	5.80	0.151	1.27	8.41	2.18	25.4	11.0	2.57	0.66	0.44	57.8
	3	~20	6.60	5.10	0.127	1.06	8.35	1.82	25.1	12.3	2.84	0.64	0.45	64.7
	4	~25	6.61	5.00					25.1	12.5	2.97	0.62	0.46	65.9
	5	~30	6.70	5.01					27.4	16.3	3.14	0.77	0.50	75.6
	6	~40	6.60	5.02					31.0	18.0	3.30	0.75	0.53	72.8
	7	~50	6.75	5.01					32.0	17.8	3.65	0.67	0.59	71.0
	8	~60	6.80	5.09					33.0	18.2	4.53	0.57	0.64	72.5
10. 中干し+間断灌漑	1	~10	6.50	5.05	0.162	1.30	8.02	2.23	26.8	12.5	2.02	0.61	0.44	58.1
	2	~15	6.70	5.30	0.148	1.18	7.97	2.02	26.9	12.8	2.51	0.64	0.40	60.8
	3	~20	6.90	5.40	0.135	1.05	7.78	1.80	27.7	13.1	2.68	0.57	0.46	60.7
	4	~25	6.91	5.25					26.9	14.0	2.34	0.66	0.52	65.1
	5	~30	6.80	5.29					31.2	17.0	2.86	0.75	0.54	67.8
	6	~40	6.95	5.25					31.2	17.6	3.55	0.67	0.62	71.9
	7	~50	6.95	5.30					28.8	17.6	4.46	0.51	0.70	80.8
	8	~60	6.95	5.30					33.8	18.1	6.11	0.35	0.81	75.1

(1)一般化学性の動向

水管理処理による5ヶ年後の肥沃度の動向をみると窒素含量では区間の差がほとんどないが土壌腐植では明らかに水管理処理により低減の傾向を示す。

塩基置換容量は下層で明らかに高く、塩基含量も高く、従って塩基飽和度も下層で高くなっているが、区間の差はほとんどないようである。

このように水管理処理の影響は土壌腐植の減耗の方向をとることが知られたので、積極的な有機物の増施を主とする地力増強対策をとりながら水管理をすすめる要があると考えられる。

5ヶ年間の作土および第5年度跡地土壌を層位別に100cmまでに亘って均等分画調査法によって調査し、分析した結果

(2)土壌化学性の経年変化

作土の化学性とくに塩基類の経年の変化は水管理のう

ち中干しによる酸化的処理の影響が認められFe₂O₃は常時湛水区や更新灌漑区では相対的に高く経過するが中干し処理各区は低含量で推移しており、Mn₂O₃も同様に常時湛水区が高く、次いで更新灌漑、間断灌漑の区が相対的に高く経過しているが、中干しおよび中干し後の更新灌漑、間断灌漑の諸区では常時湛水区のほぼ1/2の低含量で推移している。

CaOは区間の差はあまりないが、明渠施工当初3~4ヶ年は次第に低下傾向をとり、MgOも僅かながら低減する傾向が示される。加里は施肥の影響もあり常時湛水区で5ヶ年に徐々に増加傾向をとり、その他の水管理処理区も特に増大もしないが減少もせず経年の変化がほとんどなく、Na₂Oも処理間の差がほとんどない結果が示された。

(2)水管理による土壌化学性の経年変化

第22表 水管理による土壌化学性の経年変化(作土) (昭48)

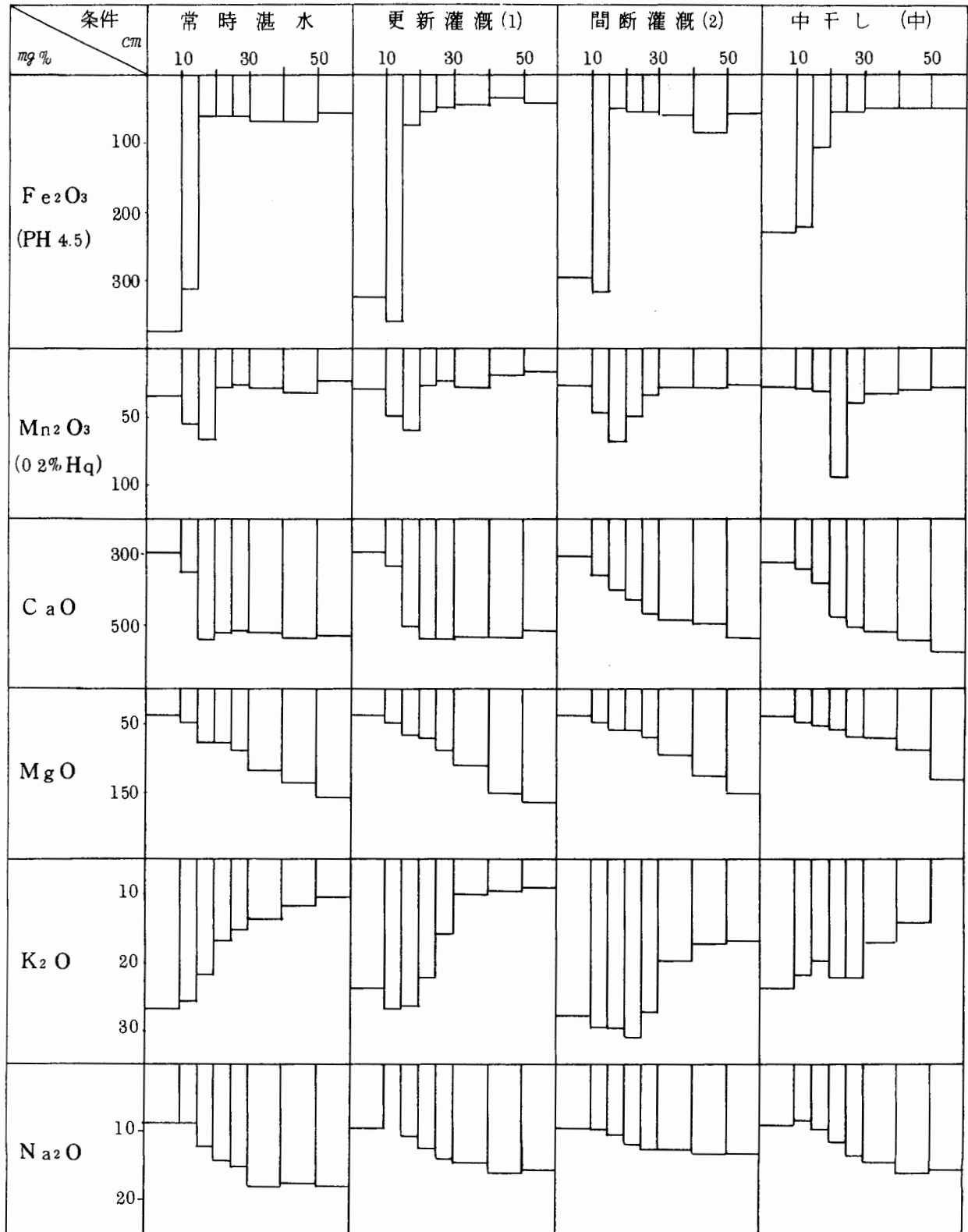
区	名	Fe ₂ O ₃ (pH4.5)					Mn ₂ O ₃ (Hg)				
		昭44	昭45	昭46	昭47	昭48	昭44	昭45	昭46	昭47	昭48
1	常時湛水	172	263	260	298	375	56	51	43	39	35
2	更新灌漑(1)	178	245	229	246	329	45	37	31	32	23
3	"(2)	225	260	252	248	326	32	51	36	37	32
4	"(3)	225	217	255	281	315	39	43	49	26	31
5	間断灌漑(1)	156	209	220	230	288	26	47	53	49	39
6	"(2)	133	183	239	225	297	53	43	47	41	28
7	中干し(中)	154	225	240	276	232	23	22	25	32	29
8	"(弱)	177	274	260	237	212	21	21	25	27	23
9	中干し+更新灌漑	168	260	244	264	242	15	21	22	23	22
10	中干し+間断灌漑	160	184	225	242	203	18	19	24	25	25

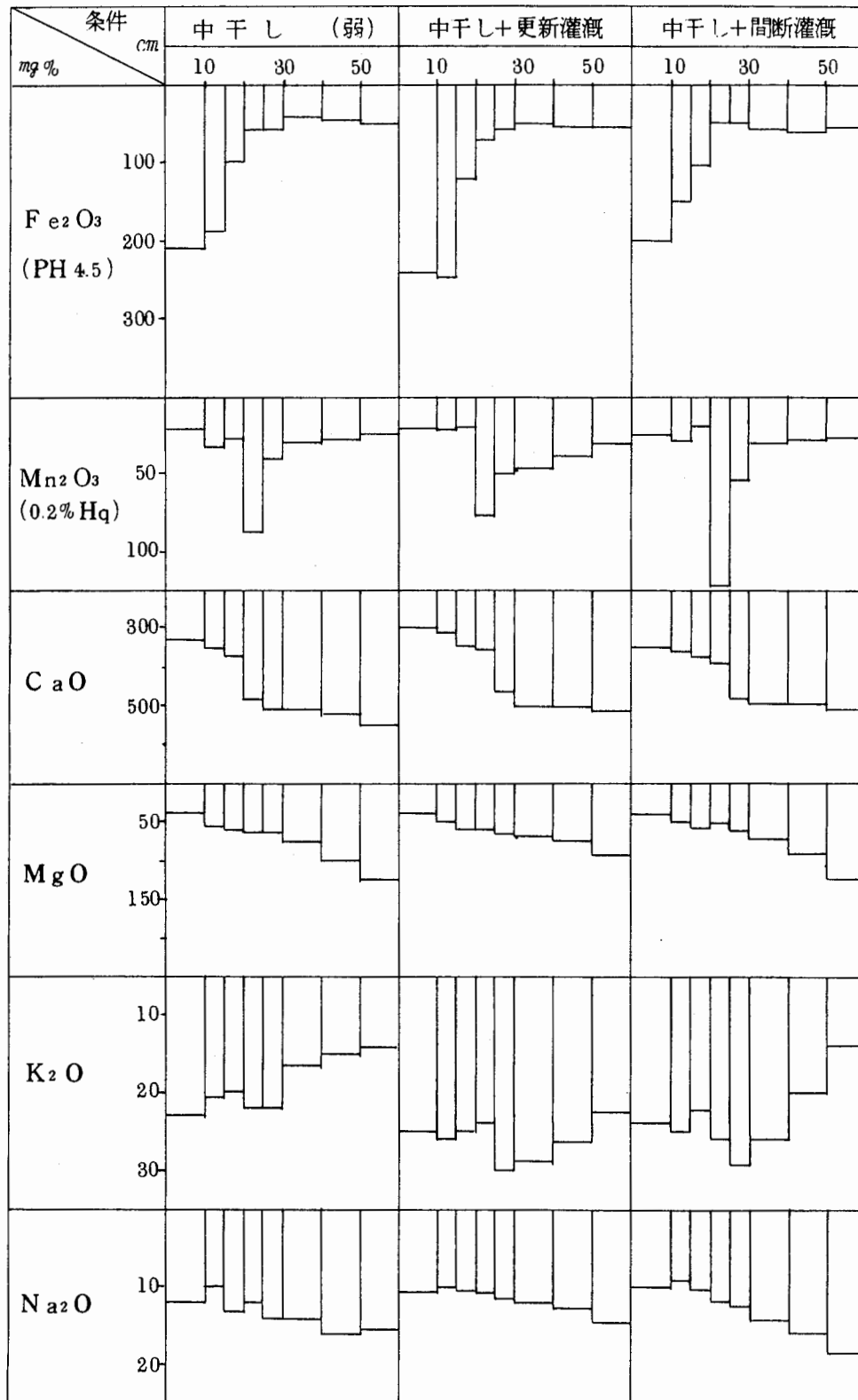
区	名	CaO					MgO				
		昭44	昭45	昭46	昭47	昭48	昭44	昭45	昭46	昭47	昭48
1	常時湛水	447	391	340	295	300	46.4	44.2	41.9	40.3	41.0
2	更新灌漑(1)	428	349	307	301	298	43.4	40.8	40.3	36.5	40.4
3	"(2)	414	398	336	322	298	41.9	42.8	41.9	38.3	37.1
4	"(3)	375	406	373	311	303	41.3	43.9	42.9	37.3	39.8
5	間断灌漑(1)	637	388	388	349	304	42.1	41.9	43.3	40.3	39.5
6	"(2)	505	388	388	349	308	55.7	40.3	41.5	39.8	38.3
7	中干し(中)	402	388	349	340	326	48.3	49.2	42.3	43.4	43.0
8	"(弱)	373	382	344	340	326	46.3	44.4	42.3	44.9	43.3
9	中干し+更新灌漑	363	359	305	305	303	46.1	42.6	41.9	40.8	40.2
10	中干し+間断灌漑	408	410	357	367	350	45.3	48.3	43.4	42.3	40.8

区	名	K ₂ O					Na ₂ O				
		昭44	昭45	昭46	昭47	昭48	昭44	昭45	昭46	昭47	昭48
1	常時湛水	19.7	18.8	21.2	23.6	27.0	10.2	7.8	9.0	8.5	8.8
2	更新灌漑(1)	28.7	26.5	21.0	20.5	23.3	8.8	14.5	9.7	9.4	9.0
3	"(2)	31.2	24.4	23.9	22.0	24.0	8.6	9.0	14.9	10.0	9.4
4	"(3)	25.1	27.5	26.6	23.6	23.2	8.8	9.9	9.7	9.7	9.2
5	間断灌漑(1)	26.2	24.9	31.0	23.9	25.1	16.3	9.0	8.2	9.6	9.5
6	"(2)	24.9	23.7	22.3	22.3	27.9	10.0	9.1	9.0	9.0	9.5
7	中干し(中)	21.1	21.6	21.0	22.3	23.7	9.7	9.7	10.0	9.7	9.2
8	"(弱)	20.7	21.1	21.9	19.9	22.9	9.0	9.6	9.0	9.2	12.4
9	中干し+更新灌漑	23.2	22.0	21.0	22.3	24.9	10.2	8.9	10.1	8.7	10.5
10	中干し+間断灌漑	18.4	19.8	24.7	24.6	23.7	10.1	9.6	10.2	9.0	10.1

(3)水管理による土壤塩基の層位別分布の動向(第24図)

第24図 土壤塩基の層位別分布の動向(5年後跡地)





水管理による土壤塩基の層位別分布への影響を5ヶ年後の土壤についてみるとFe₂O₃では常時湛水区および更新灌溉区では作土で高く、次いで間断灌溉であり、表層15cmまでが著しく高含量であるが中干し処理各区は作土および鋤き床でやや低減し、その下方の15~20cmの層位に少しくたれさがっていることが知られる。

Mn₂O₃も同様で水管理処理が厳しい区ほど作土のMn₂O₃含量が低減し15~20cm層20~30cm層へとたれさがっていることが知られた。すなわち常時湛水区は他区に比し相対的に最もMn₂O₃含量が高く鋤き床のMn集積層も10~15~20cm層特に12~17cmに明瞭に集積しており、更新灌溉もやや低いがほぼ同

一の傾向をとり、間断灌漑では20~25cm層も高まりはじめ中干し(中)(弱)、中干し+更新、中干し+間断の各処理ではさきの15~20cm層のM_nが20~25cm層へと下降集積している。そして30cm以下の層位では各処理区の区間の差がほとんどないので、水管理処理の影響は表層ほぼ30cm間のM_nの溶脱集積に影響を及ぼしていると考えられる。勿論これが5ヶ年の水管理処理の影響のみと断ずるには各年次の層位別土壌の分析データを要するか、自然堆積層の掘削攪乱は水管理処理の透水性への影響を攪乱するので、最終年の相対値のみにて比較するのであるが、その精度を考慮に入れても、水管理とそれによるFe₂O₃等の酸化還元物質の土層内の移動集積に影響を及ぼしたことが認められる。またCaOは珪カルとして毎年多量施用されることもあって処理間の差は作土にはないが、鋤き床以下で15~20~25cm層で中干し透水のついた区がやや低減し、MgOも同一の傾向をとり、とくに中干し+間断灌漑区で15~20~25cm層にその傾向が認められる。

K₂Oも三要素として多量施用されるので作土での差はほとんどないが、施肥加里的影響と考えられる層位は常時湛水区20cmまで、更新灌漑区25cm、間断灌漑区30cm、中干し(中)+常湛、中干し(弱)+常湛30cm、中干し+更新灌漑、中干し+間断灌漑では50cmないしそれ以上に及んでいる。Na₂Oは作土および下層土とも処理間の差がほとんどないようである。

そしてCaO、MgO、Na₂Oでは下層でその含量が高まり、移行集積の傾向があると考えられるがK₂Oでは比較的上位層に高濃度であることが特異的である。またFe₂O₃、Mn₂O₃は湛水時の酸化還元の程度および水管理透水処理による水の降下浸透に支配された分布を示してくることが知られた。

このことから水管理処理は水稻の高生産に積極的意義をもつとともに、土壤肥沃度に大きな影響を及ぼしてくることが知られ、過度でない適正領域の水管理が要望されることになると解される。

3) 透水性附与に伴なう地力増強の経年変化

(1) 有機物施用が土壌の物理性に及ぼす影響

第23表 有機物施用が土壌の物理性に及ぼす影響(5年後跡地) (昭48)

区分	層 深 さ	固 相 率	気 相 率	液 相 率	全孔隙率	含 水 比	PF 1.5	透 水 係 数 K ₂₀
	cm	%	%	%	%	%	ml	cm/sec
無 肥 料	1 0~10	44.6	4.0	51.4	55.4	44.1	0.7	3.4×10 ⁻⁶
	2 10~15	46.0	4.5	49.5	54.0	41.0	0.4	4.9×10 ⁻⁶
	3 15~20	46.5	6.5	47.0	53.5	38.4	1.5	1.2×10 ⁻⁵
	4 20~25	48.9	4.9	46.2	51.1	35.6	0.6	9.2×10 ⁻⁶
	5 25~30	40.3	10.1	49.6	59.7	45.8	5.4	1.0×10 ⁻⁴
	6 30~40	32.9	16.5	50.6	67.1	54.6	7.3	7.7×10 ⁻⁴
	7 40~50	34.7	10.7	54.6	65.3	57.3	4.0	7.5×10 ⁻⁵
	8 50~60	35.8	9.1	55.1	64.2	55.1	3.8	3.2×10 ⁻⁴
四 要 素	1 0~10	43.0	4.8	52.2	57.0	46.4	0.3	2.8×10 ⁻⁵
	2 10~15	44.4	4.6	50.0	54.6	41.6	0.3	3.9×10 ⁻⁶
	3 15~20	45.0	5.8	49.2	55.0	41.4	2.4	5.9×10 ⁻⁵
	4 20~25	40.6	8.7	50.7	59.4	46.0	1.0	2.5×10 ⁻⁵
	5 25~30	41.9	6.9	51.2	58.1	45.3	1.3	9.7×10 ⁻⁵
	6 30~40	42.1	6.2	51.7	57.9	46.4	2.6	8.4×10 ⁻⁶
	7 40~50	38.2	7.3	54.5	61.8	52.3	1.7	1.1×10 ⁻⁵
	8 50~60	35.7	9.4	54.9	64.3	57.1	4.4	5.2×10 ⁻³
堆 肥 標 準	1 0~10	40.5	6.7	52.8	59.5	48.8	2.8	7.7×10 ⁻⁴
	2 10~15	44.9	4.7	50.4	55.1	41.7	0.4	6.0×10 ⁻⁶
	3 15~20	42.6	8.2	49.2	57.4	42.9	2.3	3.4×10 ⁻⁵
	4 20~25	41.0	9.9	49.1	59.0	44.4	4.3	1.0×10 ⁻⁴
	5 25~30	40.2	9.8	50.0	59.8	46.5	2.7	3.3×10 ⁻⁴
	6 30~40	42.0	9.5	48.5	58.0	45.0	2.9	1.0×10 ⁻⁴
	7 40~50	38.3	8.9	52.8	61.7	50.8	2.4	2.4×10 ⁻⁴
	8 50~60	40.9	7.4	51.7	59.1	48.5	2.7	7.0×10 ⁻⁵
堆 肥 倍 量	1 0~10	37.9	9.3	52.8	62.1	51.8	3.4	1.4×10 ⁻⁴
	2 10~15	39.7	7.4	52.9	60.3	49.9	1.0	4.5×10 ⁻⁵
	3 15~20	42.5	8.1	49.4	57.5	43.7	2.7	2.7×10 ⁻⁵
	4 20~25	43.0	9.6	47.4	57.0	41.3	3.5	1.2×10 ⁻⁴
	5 25~30	38.7	9.5	51.3	60.8	48.0	2.4	1.4×10 ⁻⁴
	6 30~40	40.7	9.8	49.5	59.3	46.3	3.4	2.0×10 ⁻⁴
	7 40~50	40.2	9.1	50.7	59.8	49.1	5.9	2.0×10 ⁻³
	8 50~60	36.4	7.8	55.8	63.6	56.1	3.4	3.4×10 ⁻³

基盤整備圃場における有機物連用が土壌の物理性におよぼす影響について、5ヶ年後跡地について層位別に調査した、土壌の三相分布は堆肥連用により、固相率は減少し、孔隙率と気相率は明らかに高まる、層位では0～

20cmまでにおよび、とくに堆肥倍量で顕著である。土層の孔隙増加を反映し、透水係数も上昇し、堆肥連用により1層で10⁻⁴オーダーになり、透水性が良好になっていることが認められた。

(2)地力増強による土壌化学性の経年変化(第24表)

第24表 地力増強による土壌化学性の経年変化(5年後跡地) (昭48)

区分	No.	区名	PH		T-N	T-C	C/N	腐植	塩基置換容量	置換性塩基				塩基飽和度
			K ₂ O	KCl						Ca	Mg	K	Na	
要素試験	1	無肥料	5.80	4.35	0.144	1.28	8.89	2.20	25.2	9.84	2.00	0.35	0.46	50.6
	2	無窒素	5.81	4.61	0.142	1.26	8.87	2.18	26.0	9.70	1.65	0.63	0.40	47.6
	3	無磷酸	5.32	4.30	0.148	1.29	8.72	2.22	26.2	8.84	1.56	0.37	0.38	42.6
	4	無加里	5.25	4.20	0.162	1.28	7.90	2.20	22.9	8.20	1.57	0.26	0.43	45.7
	5	三要素	5.31	4.29	0.148	1.44	9.72	2.48	22.7	8.67	1.61	0.41	0.43	49.0
	6	四要素	6.05	4.90	0.148	1.40	9.45	2.41	20.8	11.34	1.75	0.42	0.42	67.0
	7	四要素+堆肥	5.75	4.65	0.151	1.38	9.14	2.38	23.2	11.20	1.94	0.80	0.50	62.2
磷酸用量	③	無磷酸	5.32	4.30	0.148	1.29	8.72	2.22	26.2	8.84	1.56	0.37	0.38	42.6
	⑦	磷酸標準(WP)	5.75	4.65	0.151	1.38	9.14	2.38	23.2	11.20	1.94	0.80	0.50	62.2
	15	磷酸標準(CP)	6.25	5.25	0.166				27.3	13.23	2.79	0.87	0.39	63.3
	16	磷酸標準(2CP)	6.55	5.35	0.153				22.2	12.69	3.07	0.70	0.44	76.1
加里用量	④	無加里	5.25	4.20	0.162	1.28	7.90	2.20	22.9	8.20	1.57	0.26	0.43	45.7
	⑦	加里標準	5.75	4.65	0.151	1.38	9.14	2.38	23.2	11.20	1.94	0.80	0.50	62.2
	17	加里倍量	6.20	5.10	0.166	1.60	9.64	2.75	22.5	12.37	2.20	0.96	0.44	71.0
珪カル用量	⑤	無珪カル	5.31	4.29	0.148	1.44	9.73	2.48	22.7	8.67	1.61	0.41	0.43	49.0
	⑥	珪カル 15Kg	6.05	4.90	0.148	1.40	9.46	2.41	20.8	11.34	1.75	0.42	0.42	67.0
	18	珪カル 30Kg	6.55	5.50	0.144	1.42	9.86	2.45	24.2	13.87	2.23	0.70	0.50	71.5
	19	珪カル 60Kg	7.50	6.70	0.140	1.43	10.21	2.46	25.3	18.04	2.29	0.74	0.47	85.1
堆肥用量	⑥	無堆肥	6.05	4.90	0.148	1.40	9.46	2.41	20.8	11.34	1.75	0.42	0.43	49.0
	⑦	堆肥 150Kg	5.75	4.65	0.151	1.38	9.14	2.38	23.2	11.20	1.94	0.80	0.50	62.2
	20	堆肥 300Kg	5.65	4.71	0.157	1.79	11.40	3.07	24.1	11.70	2.03	0.73	0.45	61.9

a、要素試験

珪カル施用によりPHは高まり作土の塩基飽和度も高まる。

堆肥の施用による腐植の増加は極めて少なく無肥料区よりは僅かにまさるが、四要素無堆肥区とは差がない。

b、窒素要量 (N)

窒素反応は稲作期間に判然としており、跡地土壌ではT-Nはあまり差がなく、湛水インキュベートのNH₄-Nをみても、標準N用量では差がないが、堆肥加用又は窒素多投区でやや温度上昇効果、乾土効果が增大している。

c、磷酸用量 (P₂O₅)

熔燐の施用によりH₂O-PHが0.5～0.8高まる。

跡地の可給態磷酸は、水稻における無磷酸反応の低下

度が極めて小なのに、土壌中の無磷酸区では明らかに低減している。そして磷酸の用量段階に応じて土壌中の磷酸含量が高まる傾向が明らかである。とくにBray-No.2法で判然とした傾向性を示すので、今後はこの方法を1%クエン酸法に代って水田土壌の検討に用いる方向を検討する必要がある。堆肥倍量区でもBray-No.2法のP₂O₅は高まる傾向性がみられる。

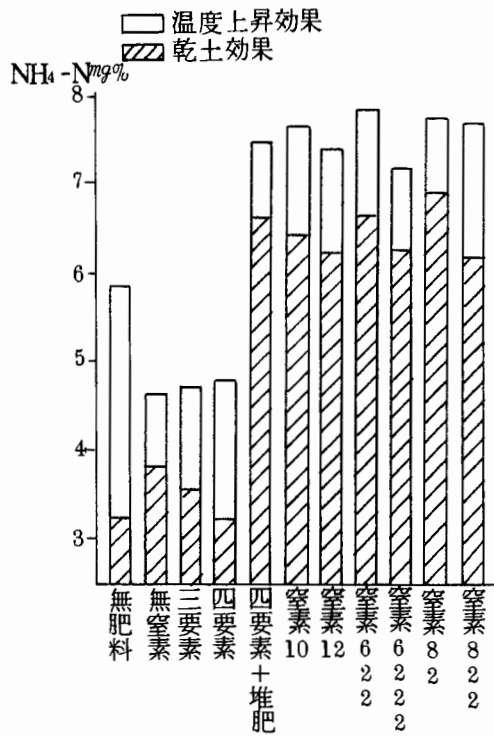
d、加里用量 (K₂O)

前述のとおり無加里区で低減するが、加里の施用段階に応じ累年僅かながら富化する傾向を示す。堆肥増施によって同じく富化する。

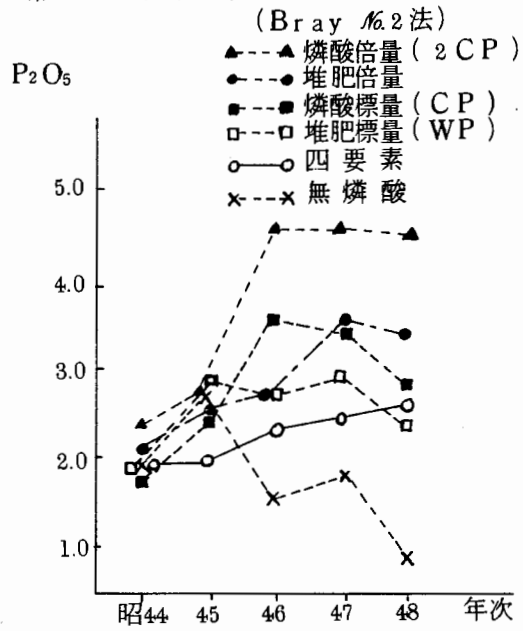
e、珪カル用量 (SiO₂、CaO)

珪カルは無施用では、CaOおよびSiO₂が低減し

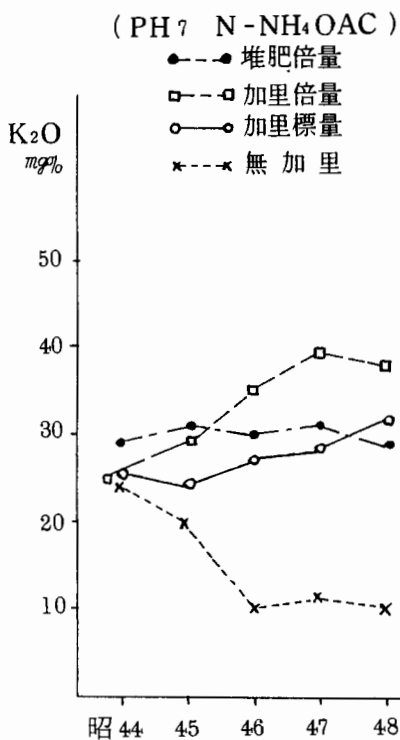
第25図 跡地土壌の窒素の無機化量



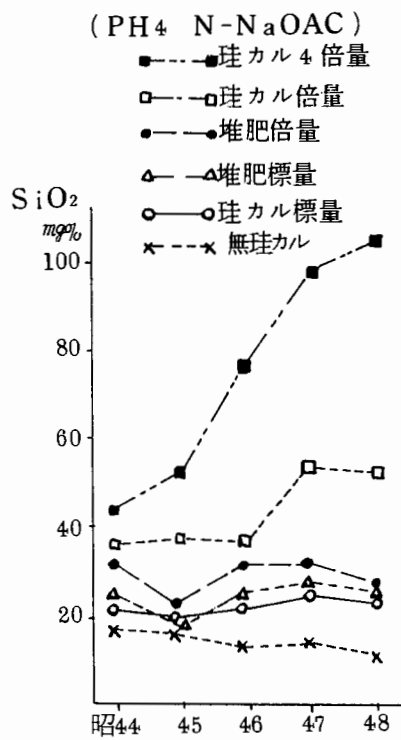
第26図 経年の可給態磷酸



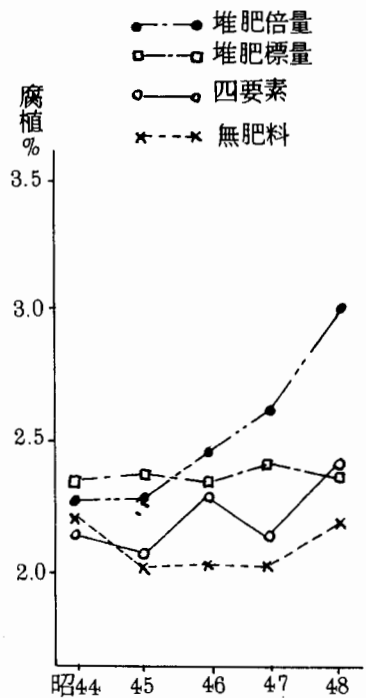
第27図 経年の置換性加里



第28図 経年の可給態珪酸



第29図 経年の腐植含量



その施用段階に応じてCaOおよびSiO₂が明らかに増大する。

この珪カル多投によるCaOの増大は土壌PHの上昇をもたらし、珪カル4倍量区ではPHが7.0をこえ、アルカリ側になっている。

また、基盤整備後の年次別の増加傾向は明らかでなく概して経年による作土のCaOは相対的に低減の傾向にある。

可給態の珪酸は基盤整備当初よりPH₄-N-NaOAC抽出でSiO₂ 15mg以上含有しているが、無珪カルでは僅かに低減の方向を示し、珪カル施用により段階的にSiO₂含量の増大がみられ4~5年に亘って上昇傾向を示す。とくに珪カル4倍量区では、著しいSiO₂の

富化がみられる。

なお、堆肥増施によるSiO₂の富化は、本試験に関する限りあまり大きくない。

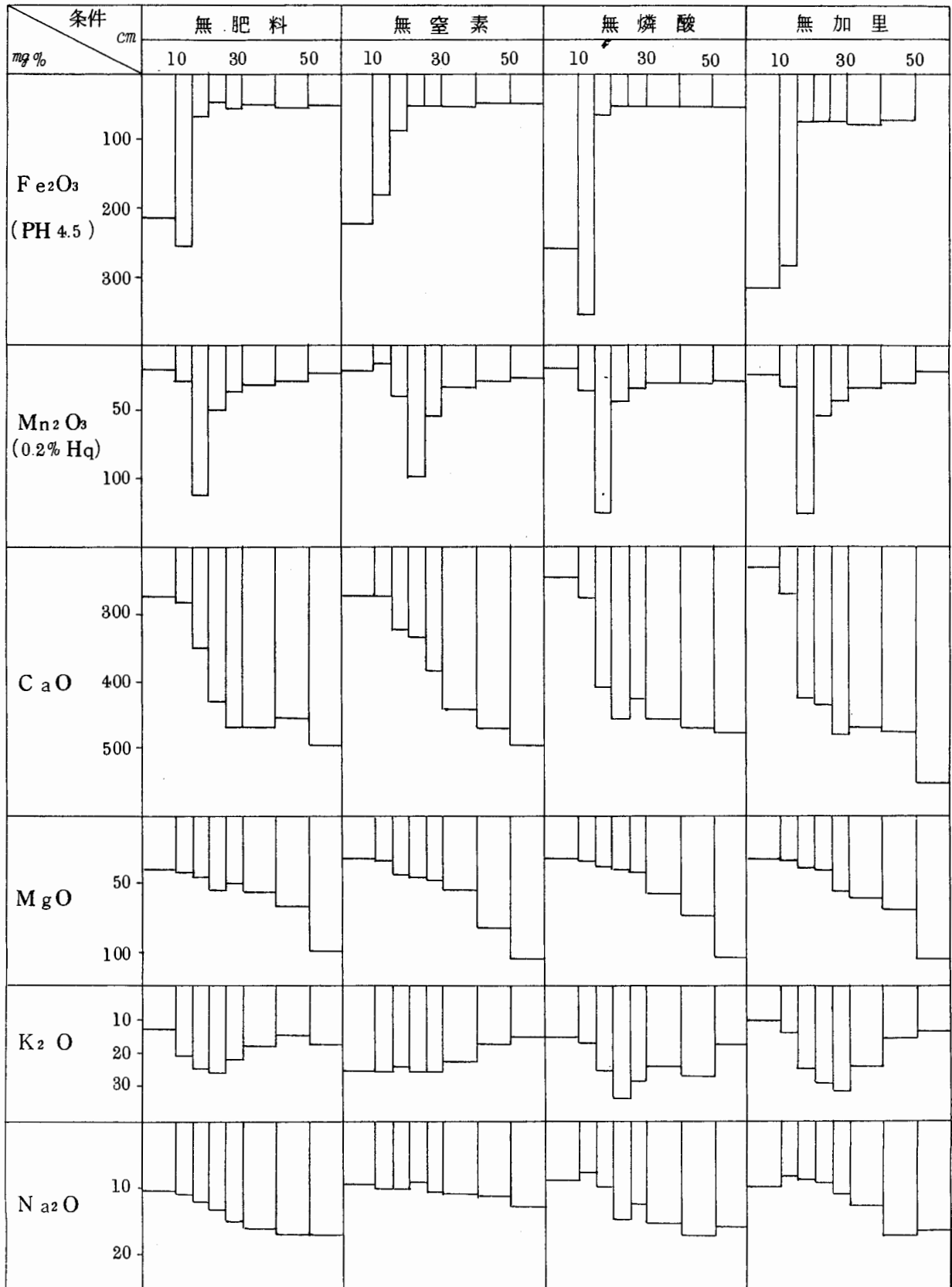
f、堆肥用量 (C)

堆肥の施用はその標量施用では土壌腐植の蓄積効果が認められず堆肥倍量施用(3t/10a)によりはじめて経年とともに腐植の蓄積富化する傾向が認められるようになる。

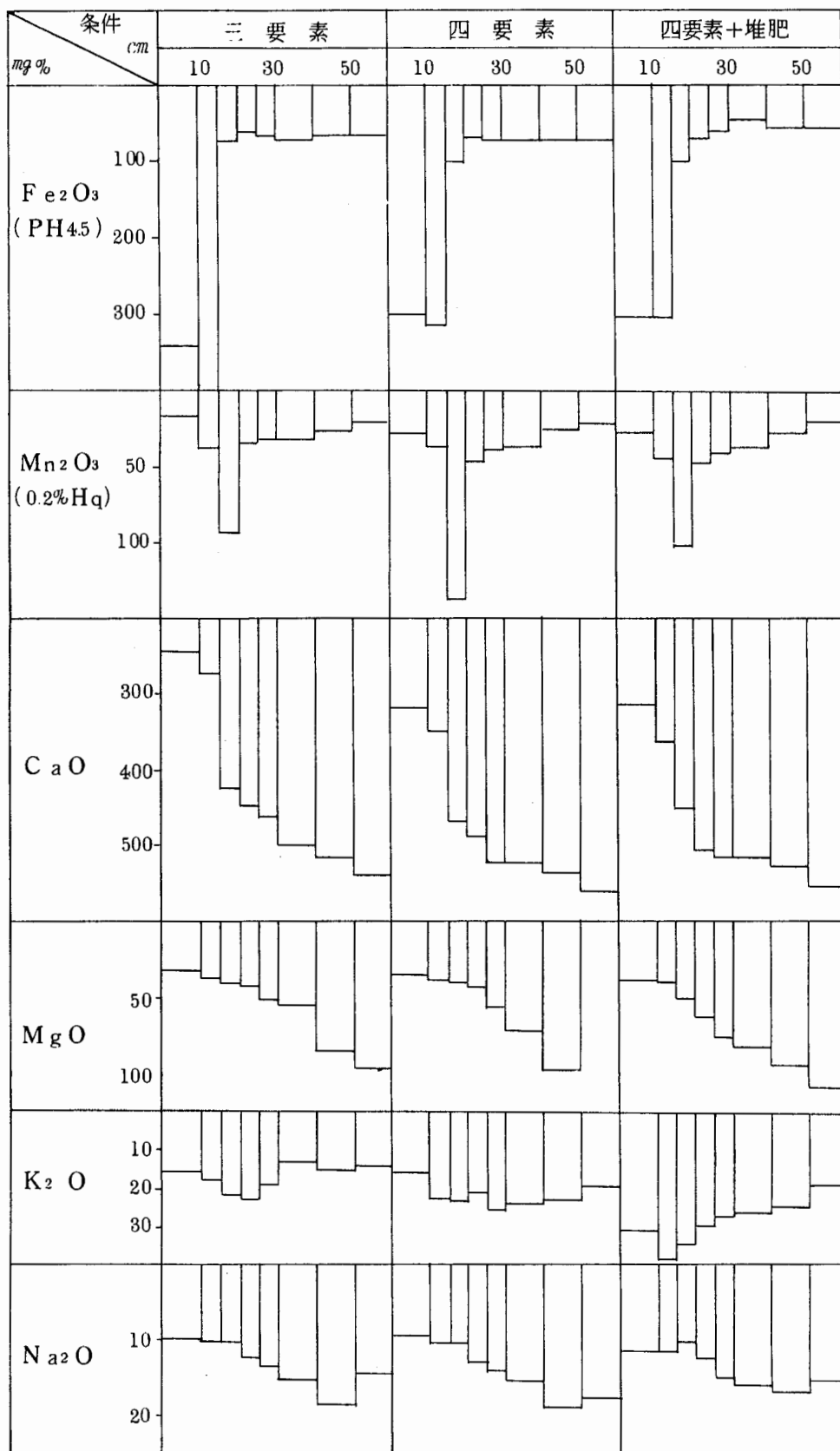
以上のことから透水性の附与に伴なう地力の維持増強には堆肥等の有機物の増施と珪カル、熔燐等の塩基の増施が必要であり、その基盤の上にたった窒素の適正な施用が肝要であることが知られる。

(3) 地力増強による土壤塩基の層別分布の動向

第30-a図 要素試験 (aの1) (5年後跡地) (昭48)

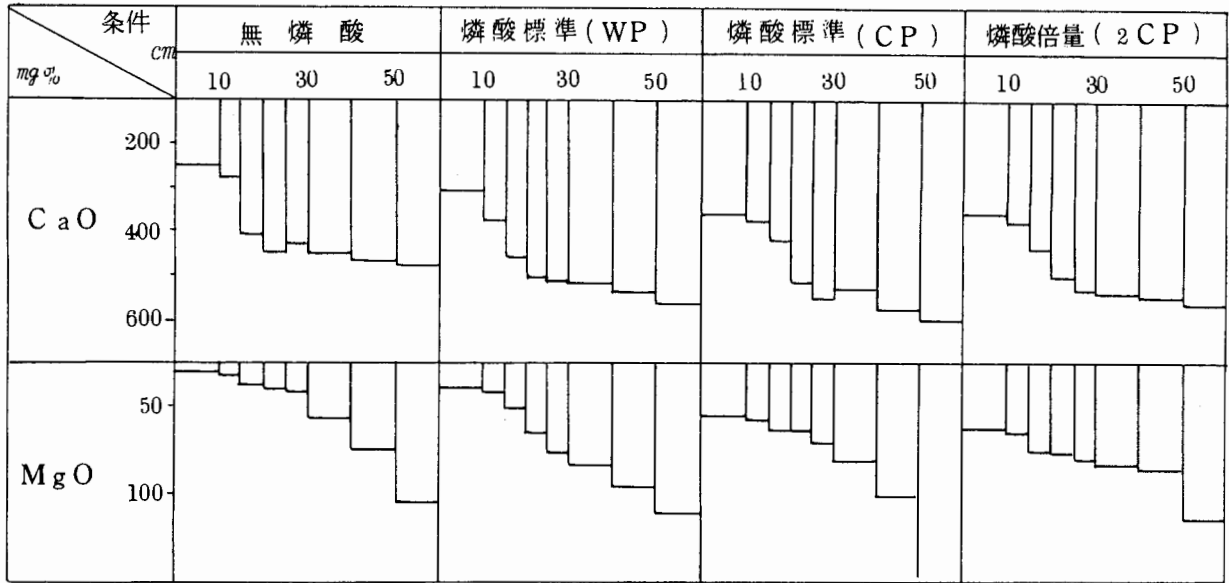


要素試験 (a の 2)



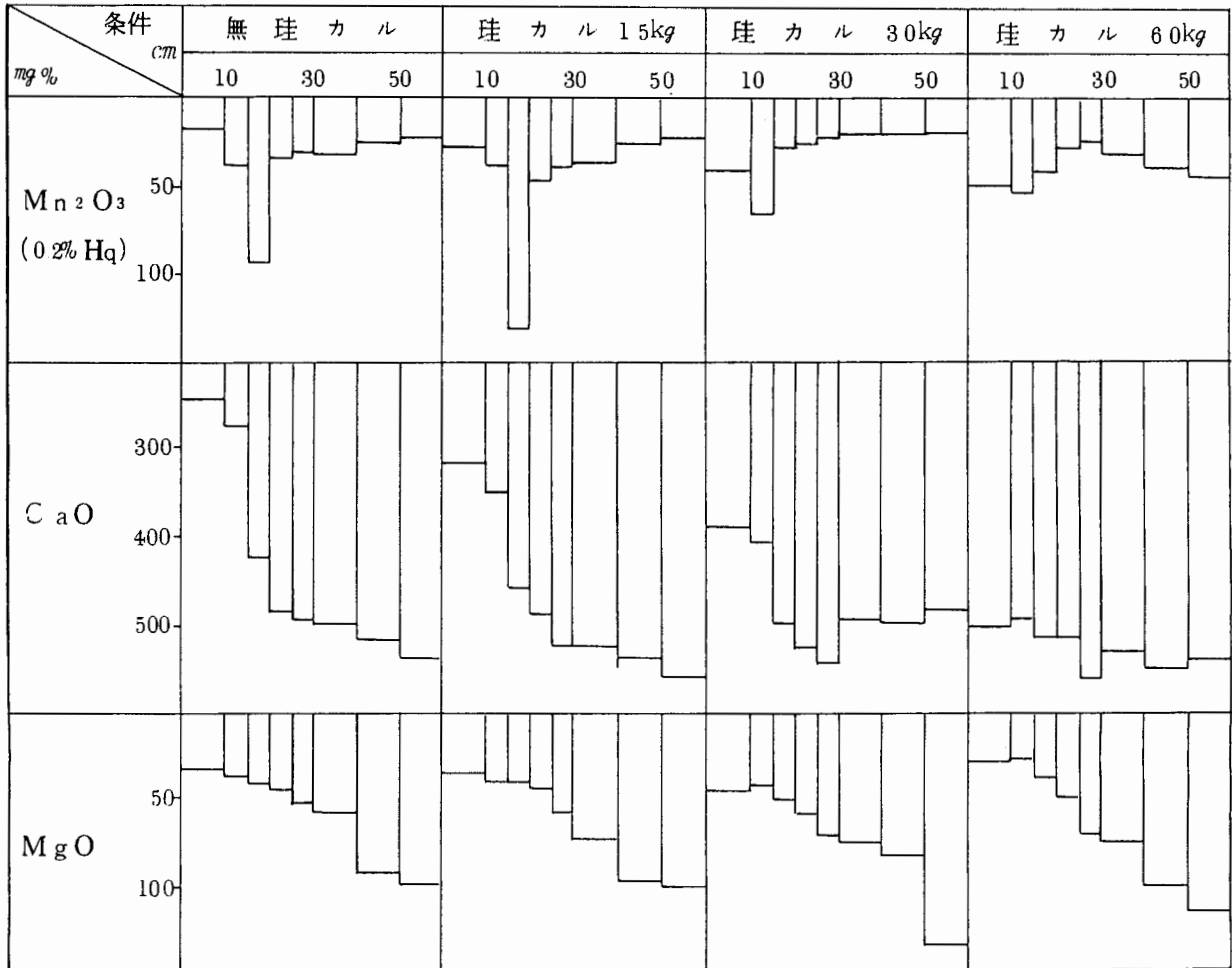
第30 - b 図

b、磷酸用量



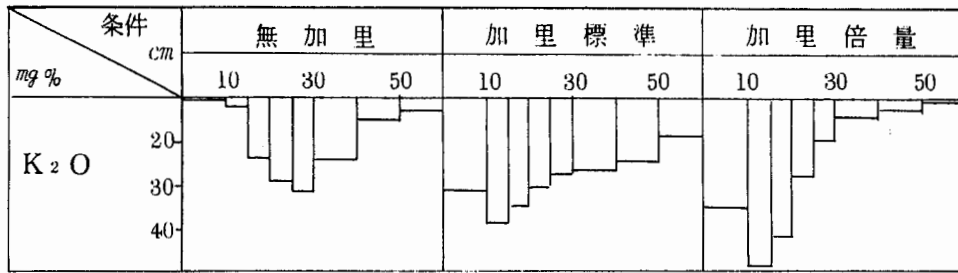
第30 - d 図

d、珪カル用量



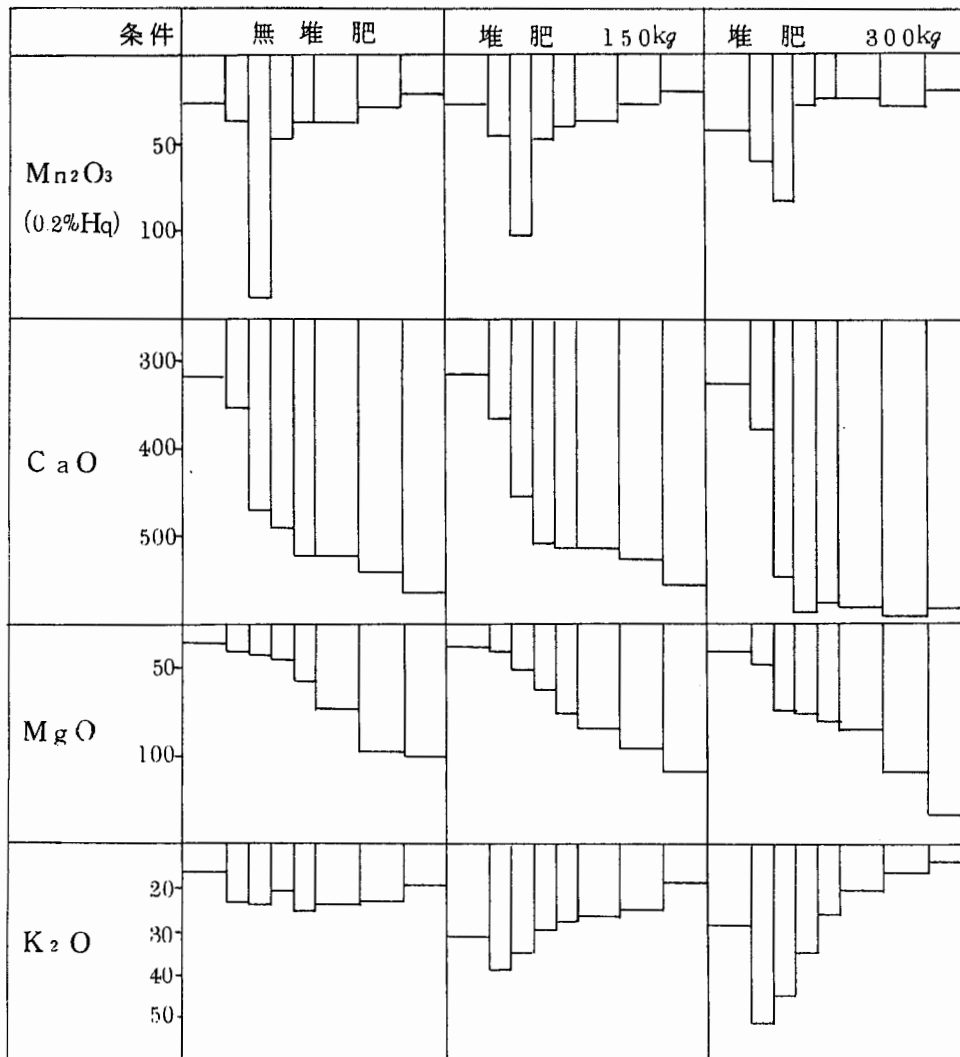
第30-c图

c、加里用量



第30-e图

e、堆肥用量



作土の塩基の動向が前述のような傾向を示したものをその垂直分布についてみると、まずCaOは珪カルの増施に伴ない表層15cmまで明らかに増加し、25cmぐらゐまでやや増大の傾向を示す。また、熔燐の増施により過石よりCaOが0~15cm層で僅かに高まる。

堆肥倍量では、鋤き床層以下50cmぐらゐまでCaOが高濃度を示していることは有機物多投との関連が考えられる。

MgOは熔燐施用により0~20cm層で高含量を示し倍量では更に~30cmぐらゐまで増加の傾向を示す。珪カルの増施でも鋤き床以下30cmぐらゐの層で増加の傾向がみられる。堆肥増施でも僅かながら~50~60cm層まで増加する傾向がみられる。

有機物の多投は、CaO、MgOのたれさがりがやや大なる傾向が認められる。

K₂Oは無加里により鋤き床以下20cmぐらゐの層まで低減し、カリ増施によっても20cmぐらゐの同一の層のカリ富化が行なわれ、それより下層での変異はあまりないようである。また、堆肥段階に応じ作土より作土直下の鋤き床層以下25cmぐらゐまでの層のカリ含量の差が明らかにみられ、すなわち堆肥の増施によりカリが富化してくる傾向がみられる。

Na₂Oは一定の傾向はみられず、Fe₂O₃、Mn₂O₃は本来当土壌中のFe、Mn含量が高いことにもより鋤き床以下での変動が地力増強資材のみの影響とはいえない区間にもあまり大きな差はないので5ヶ年ぐらゐの短期間では透水の影響ほどの差は生じていないようである。

まとめ

1) 経年(5年後調査)により代かき回数の少ない区ほど表層15cmまでの孔隙量と気相容積が大となり耕盤および下層土の透水係数も10⁻⁵オーダーと大きくなる。とくに無代かきにおいて透水係数10⁻⁴オーダーと大きく日減水深が70mmから250mm台と大きくなってきたが3年後以降はほぼ平衡に達してくる。

2) 経年により化学性では透水量が10~50mmぐらゐではあまり大きい変化は認められないが、100mm以上の大ききになると明らかに作土からの塩基の溶脱が認められる。とくにMn、K、Fe等の作土からの鋤き床層およびそれ以下への溶脱が明らかである。

3) この傾向性は水管理による透水の附与によっても同様に認められる。

4) 透水性の附与に伴なう地力の増強方策により、熔燐、

珪カル、堆肥等の増施によりそれぞれP₂O₅、SiO₂、CaO、腐植、土壤窒素発現等が経年により富化増大してくる。

このことにより透水性の附与に伴なう地力の維持増強ができることが明らかとなった。

IV 透水性附与による肥培改善

1. 透水性附与による水稻反応

1) 代かき分散透減による透水性附与の水稻反応

試験目的

透水不良な沖積平坦地水田に対する透水性附与方法としての代かき分散透減法が水稻生産力に及ぼす影響を検討し、水稻高収性と地耐力増強による機械化導入の省力・高能率性との合致した高生産稲作技術の確立の資にしようとする。

試験方法

1.代かき3回ロータリー	N 0.8 + 0.2 (中間追肥区は N 0.3 Kg分けつ期プラス)
2.代かき1回ロータリー	P ₂ O ₅ 1.2、K ₂ O 1.0 珪カル 15、堆肥 200 Kg
3.代かき1回ハロー	トヨニシキ 稚苗移植 25.2
4.代かき0回細砕土	株/m ² (但し昭44~昭46
5.代かき0回細砕土 中間追肥)	ふ系72成苗)
	整備ほ場

試験結果

(1)代かき条件別による稚苗機械移植の移植苗立ちの確保

第25表 代かき条件別による稚苗機械移植の欠株率 (昭47)

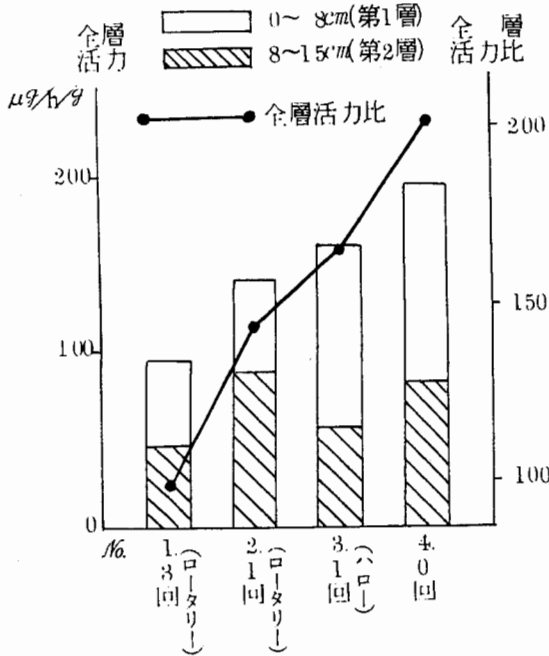
区名	散播苗		
	欠株	浮動株	計
1.代かき3回ロータリー	1.7%	0.0%	1.7%
2.代かき1回ロータリー	0.0	0.0	0.0
3.代かき1回ハロー	0.0	6.7	6.7
4.代かき0回細砕土	5.0	1.7	6.7
5.代かき0回中間追肥	1.7	3.3	5.0

代かき回数を次第に透減し、特に無代かきでは土壌の分散性、粘着性の低下により成苗移植では根部の支持力が弱く、地上部重が大きいため倒れ苗、浮き苗を生じ易く活力は増大しても実用性に難点があったが、稚苗機械

移植では無代かきでもきわめて苗立がよく活着もよく、その後の生育も肥培に意を用いて中間追肥を行えば極めて良好な生育を示し土壤の分散性、粘着性低減水田の移植苗のスタンド確保には、散播苗方式の稚苗機械移植が好適し実用性が高いことが実証された。

(2)透水性附与による水稻根の活力の増大(第31図)

第31図 代かき方法による根の活力
(α -NA酸化力)(昭48)



代かき回数逓減による根圏活力への影響について、作土を第1層(0~8cm)と第2層(8~15cm)とに分けて検討した。

根群の分布をみると、透水が少ない場合、第1層に多く分布し、透水が多くなるにつれて第2層の分布が多くなって来る。

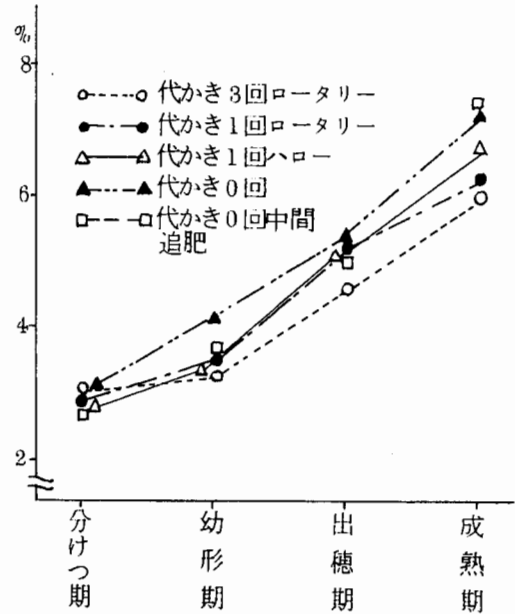
すなわち、代かき3回ロータリーの生根の67%は第1層に、残りの33%は第2層に分布するのに対し、代かき0回では第1層に49%、第2層に51%分布していた。

また、水稻根群の活力をみても(α -NA酸化力)全層根の活力は代かき回数の逓減により明らかに高まることが認められた。

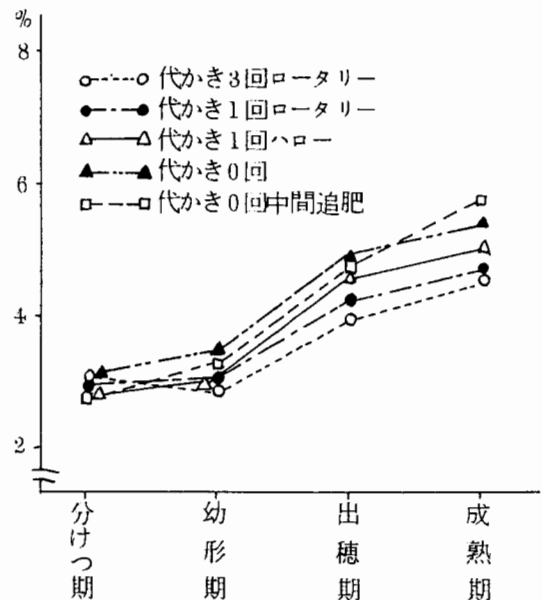
(3)透水性附与水稻の養分吸収の特徴

a、珪酸吸収の増大(第32図)

第32-a図 葉身のSi吸収(昭48)



第32-b図 茎のSi吸収(昭48)



透水性の附与により水稻体の葉、茎ともに珪酸吸収が明らかに増大し、とくに生育後半の登熟期に至るに従って顕著な傾向を示して来る。この珪酸の吸収増大は水稻体の珪化細胞の強化を来たすので倒伏抵抗性、耐病性等の抵抗性を増大する。

b、Mn/F e比の向上(第26表)

第26表 代かき回数と水稻体のMn/F eの比(昭44)

区名	分けつ期		幼穂形成期		出穂期			成熟期			
	葉	茎	葉	茎	葉	茎	葉	茎	葉	茎	
代かき3回	ロータリー	3.0	0.9	4.4	0.9	6.2	2.9	1.1	5.8	1.9	0.7
代かき1回	〃	3.1	0.7	4.7	1.6	6.6	4.5	2.1	8.2	3.0	0.7
代かき0回		3.1	0.9	5.7	2.0	8.4	6.6	2.8	10.1	4.3	0.7

代かき回数を遙減させ透水を増大させればF eの吸収量が減少し、Mnの吸収量が増大してくる傾向が示されとくに葉身において明らかで従ってMn/F e比は代か

き回数の少ないほど大となっており代かき改善により根圏が健全化し、根の活力が大となってくることを示すものである。

(4)代かき条件による収量性の累年の傾向(第27表)

第27表 代かき条件による累年の収量性(5ヶ年)

区名	玄米重						収量比率						
	昭44 Kg	昭45 Kg	昭46 Kg	昭47 Kg	昭48 Kg	平均 Kg	昭44 %	昭45 %	昭46 %	昭47 %	昭48 %	平均 %	
代かき6回	ロータリー	59.5					59.5	95					95
代かき3回	ロータリー	62.6	64.7	62.0	53.9	56.3	59.9	100	100	100	100	100	100
代かき1回	ロータリー	61.9	65.5	61.7	61.1	57.4	61.5	99	101	100	103	102	101
代かき1回	ハロー		67.5	65.3	58.5	61.9	63.3		104	105	109	110	107
代かき0回		59.1	50.3	61.3	53.1	58.3	56.4	94	78	99	99	104	95
代かき0回	中間追肥	61.9	63.2	64.3	62.6	62.4	62.9	99	98	104	106	111	104

代かき条件別の累年の収量性は代かき回数を遙減し、透水性がつくと5ヶ年間の水稻の玄米収量は向上の傾向を示し、無代かきでも窒素の中間追肥を行ない窒素肥沃度の低下を防止すれば代かき3回の標準区以上の収量水準をうる事ができる結果が示された。

なお、無代かき条件は過大透水に対する要水量の調節能がないことが難点であるが、高地下水位地帯や重粘地土壌では水頭差の調節により対応できるので、そのような低湿重粘地地帯に適する整地法といえる。

2) 透水性附与要因別の水稻反応

試験目的

透水性不良な沖積平坦地水田において透水性を附与し

た際のその透水附与要因別の水稻に及ぼす影響を検する。

試験方法

人工有底圃場 透水条件は供試条件に示すとおり

昭44~昭46 ふ系 72 5月16日植(畑苗)
22.7株 3本植

昭47~昭48 トヨニシキ

施肥 N:0.8+0.2 P₂O₅:1.2 K₂O:1.0

珪カル:15 堆肥:200Kg/a

14all高度化成使用(熔燐・塩加補正)

穂肥:塩安

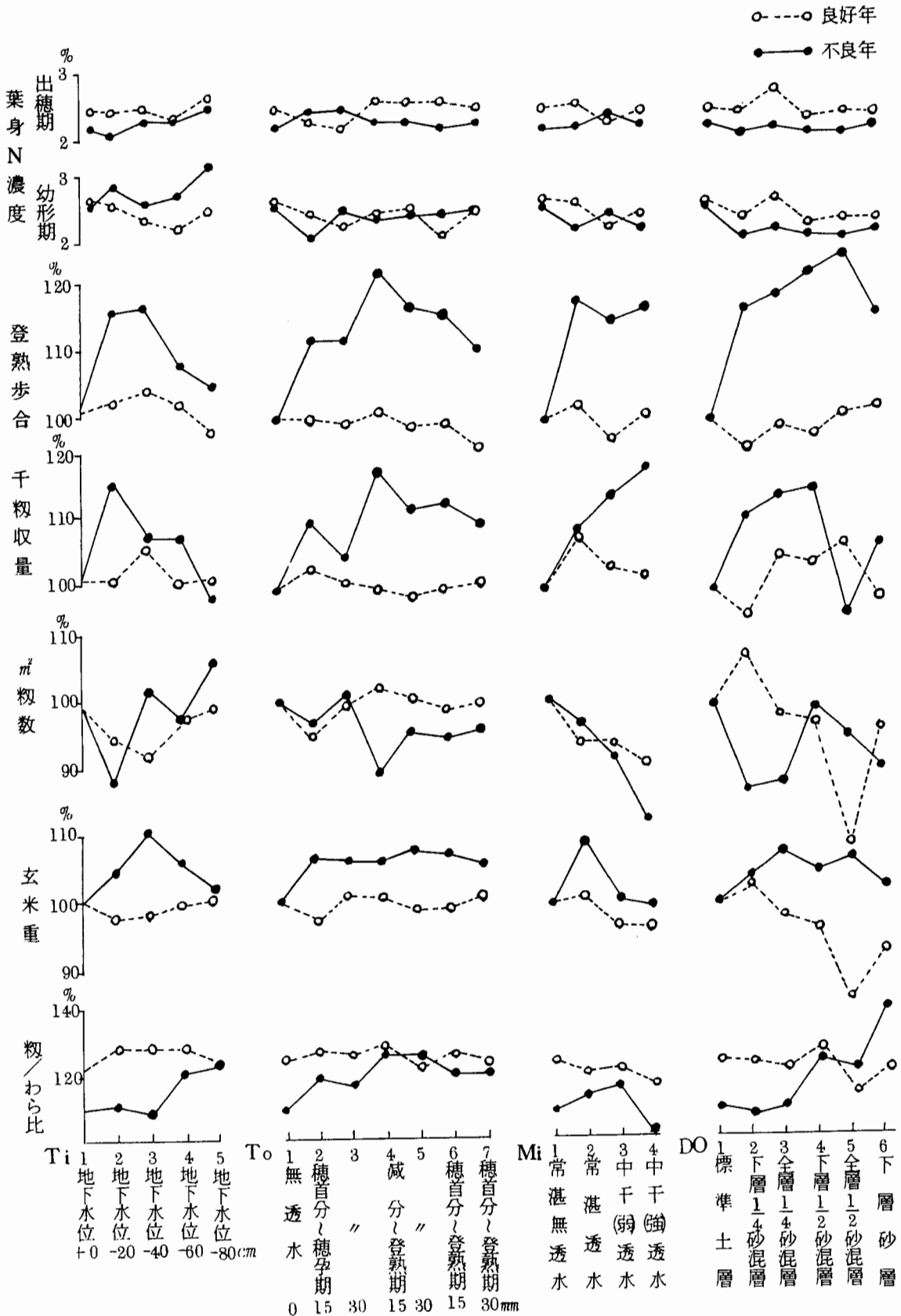
供試条件

項目	区番号	圃場番号	条件設定土層			透水水管理条件			
			1層土壤	2層土壤	3層土壤	処理条件	田面水	透水量	
地下水位	Ti 1	ZY ⑦	分場 1 層	分場 2 層	分場 3 層	地下水位	0cm	常時湛水	0%
	2	20	〃	〃	〃	〃	-20	〃	15
	3	19	〃	〃	〃	〃	-40	〃	15
	4	18	〃	〃	〃	〃	-60	〃	15
	5	17	〃	〃	〃	〃	-80	〃	15
好適透水量	To 1	⑦	分場 1 層	分場 2 層	分場 3 層	無 透 水		常時湛水	0
	2	11	〃	〃	〃	穂首分化期 ~ 穂孕期	同上	地下水位 1m	15
	3	12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	30
	4	13	〃	〃	〃	減数分裂期 ~ 登熟期	〃	〃	15
	5	14	〃	〃	〃	〃	〃	〃	30
	6	15	〃	〃	〃	穂首分化期 ~ 登熟期	〃	〃	15
	7	16	〃	〃	〃	〃	〃	〃	30
水管理	Mi 1	⑦	分場 1 層	分場 2 層	分場 3 層	常 湛 無 透 水		常時湛水	0
	2	6	〃	〃	〃	常 湛 透 水	同上	地下水位 1m	15
	3	2	〃	〃	〃	有効茎決定期 ~ 最高分けつ期	中干し(弱)	地下水位 1m	15
	4	1	〃	〃	〃	有効茎決定期 ~ 幼穂形成期	中干し(強)	地下水位 1m	15
土性対応	Do 1	3	分場 1 層	2層+ $\frac{1}{4}$ 砂	3層+ $\frac{1}{4}$ 砂	常 湛 透 水		常時湛水	15
	2	8	1層+ $\frac{1}{4}$ 層	〃	〃	〃	〃	地下水位 1m	15
	3	4	分場 1 層	2層+ $\frac{1}{2}$ 砂	3層+ $\frac{1}{2}$ 砂	〃	〃	〃	15
	4	9	1層+ $\frac{1}{2}$ 層	〃	〃	〃	〃	〃	15
	5	5	分場 1 層	砂	砂	〃	〃	〃	15
	6	10	砂	〃	〃	〃	〃	〃	15

試験結果

透水附与要因別の水稻の反応を第33図に示す。

第33図 透水性附与要因別の稲作気象良好年(昭45,昭47)と
不良年(昭44,昭46)との比較



(1)地下水位

好適年においては、短稈、穂数増により、生育量の確保がなされ、不良年では長稈化により、生育量が確保される傾向がみられる。

地下水低下により、好適年では、穂数減の傾向がみられるが、有効茎歩合の低下は常湛区より少い。不良年においては、この傾向はみられずむしろ増加の傾向がみられる。これは常湛区より有効茎決定期の $\text{NH}_4\text{-N}$ の発現が多いことによるようである。

また好適年においては、地下水位の高→低に従って生育量、もみ数の増加がみられるが、常湛区より少ない。また、登熟歩合の処理間の差も少なく、88~93%ていどの高い登熟力を示すことにより、地下水位に及ぼす影響は一定の傾向を示さないようである。

不良年においては、概して低地下水位(-60、-80cm)で生育調節の効果がみられ、もみ/わら比が高い。

(2)好適透水量

透水のない常時湛水では生育量大で茎数多く、草丈が伸長し、稈長大となるために藁重は重くなるが籾/わら比は小で秕および屑米が多くなり登熟歩合は低下してくる。従って収量性において透水区より低収であり、とくに気象の不良年次には透水が伴わないと倒状する傾向があり、第1年度(昭44)と第3年度(昭46)にその傾向が示され著しく倒状しており、このように無透水区は不安定要因となる。

透水量は好照年次には多い方がよく30mmぐらいがよいが気象不良年次にはあまり降下透水量が多くなってよく、15mmぐらいでも充分で、4ケ年の平均では15~30mmの間となる。

透水の処理期間は通常年は最高分けつ期から登熟期と長期に亘った方がよいが、昭46のように幼穂形成期から穂孕期にかけて低温寡照のつづくような年には減数分裂期頃から透水処理を行なっても充分効果があるようである。

これらのことから水管理の透水量および時期は気象条件の通常年には30mm前後で最高分けつ期~登熟期処理が標準となるが、気象不良年とくに7月の低温寡照の年次には透水量を減じて15mmから30mmの間の透水量がよい。

(3)水管理

好適透水量と同様、良好年次(45、47年)は、不良年次(44、46年)より、短稈で、穂数多く、穂長の短い生育相となり、これが自好年次の m^2 籾数増の要因となっている。

水管理におけるわら重は、気象不良年は高く推移し、全般に生育量が良好年よりも多いが、不良年は透水処理によってわら重の低下がみられる。

m^2 籾数は生育量と相関が高く、概して気象不良年が多い。しかし、透水処理によって生育量の調節効果がみられ、登熟歩合の高まりによって、常湛無透水よりいずれの処理区も高い。

良好年では、生育増大傾向は常湛区でもみられず、登熟期間の好条件と相まって、透水処理効果は不良年次より明らかでなく、いずれも70.0Kg/a以上の高い収量レベルとなる。このことにより、透水処理効果は不良気象年次においてより高く効果が発揮される結果がえられている。

常湛無透水区に比べ常湛透水区、中干し弱、中干し強ともに生育調節の効果がみられる。とくに不良年にこの傾向が大きく稈長、穂数、全重、わら重ともに、常湛透水>中干し弱>中干し強の順となる。この生育量低下が、成熟期の生育量を規制し、とくに中干し弱→強になるに従いもみ数低下がはげしい。このため、相対的に登熟歩合の向上がみられ、とくに、不良年次にこの傾向がつよい。したがって収量は籾数不足を登熟要因が上ることによってカバーする傾向を示す。

良好年次では全般に登熟要因の向上がみられるため、籾数不足が即ち減収になりやすい傾向がみられる。

このことにより過剰生育をしない条件では常湛透水によってもかなり水管理の効果がみられる。

(4)土性対応

良好年、不良年とも下層土の粗粒化より全層の粗粒化により生育量が劣る傾向がみられ、砂 $\frac{1}{4}$ より $\frac{1}{2}$ とすることによりこの傾向はさらに進む。とくに全重、わら重においてそのおちこみが激しく、生育形質と軌を一にしている。

粗粒化により同一施肥条件では栄養不足の傾向がみられ生育量の確保しやすい粗粒化の少ない土層が有利になる。

したがって良好年、不良年とも全層より下層 $\frac{1}{2}$ より $\frac{1}{4}$ が収量増の傾向を示す。

登熟形質については、相対的なもみ数の多少によって登熟が支配されるが、概して、不良年次においては登熟が高い傾向がみられる。

3) 透水性附与と産米の品質

第28表 透水性の有無と産米の品質 (昭46)

No.	区名	整粒	未熟粒	被害粒	死米	未熟・被害	検査等級
		(%)	(%)	(%)	(%)	の計 (%)	
1	無透水区	79.7	13.6	2.8	3.9	16.4	4
2	最高分けつ期~穂孕期 15	85.3	10.7	2.0	2.0	12.7	3 下
3	最高分けつ期~穂孕期 30	87.2	6.2	3.1	3.5	9.3	4
4	減数分裂期~登熟期 15	83.1	12.2	2.7	2.0	14.9	3 中
5	減数分裂期~登熟期 30	90.0	4.9	3.5	1.6	8.4	3 下
6	最高分けつ期~登熟期 15	83.5	10.7	2.1	3.7	12.8	3 下
7	最高分けつ期~登熟期 30	85.2	9.4	1.9	3.5	11.3	3 中

第28表に示すように透水区は無透水区に比し明らかに登熟歩合が高まりそれによって産米の整粒歩合が高まり品質も向上する。とくに透水の附与によって未熟粒が少なくなることが明らかに認められる。またこの傾向は気象良好年より不良年においてより顕著で、透水の附与は気象対応性を増大させ、年次間のふれを小さくし経年の産米の品質を安定向上させることが明らかとなった。

2. 透水性附与に伴なう地力増強

試験目的

透水附与による高水準稲作のための地力増強方策が土壌および水稻に及ぼす影響を知ろうとする。

試験方法

整備圃場 地下水位60~70cm(田面下) 日減水深35mm/日
 昭44~昭46 ふ系72 5月16日植(畑苗)
 22.7株 3本植
 昭47~現在 トヨニキ 施肥:単肥施用

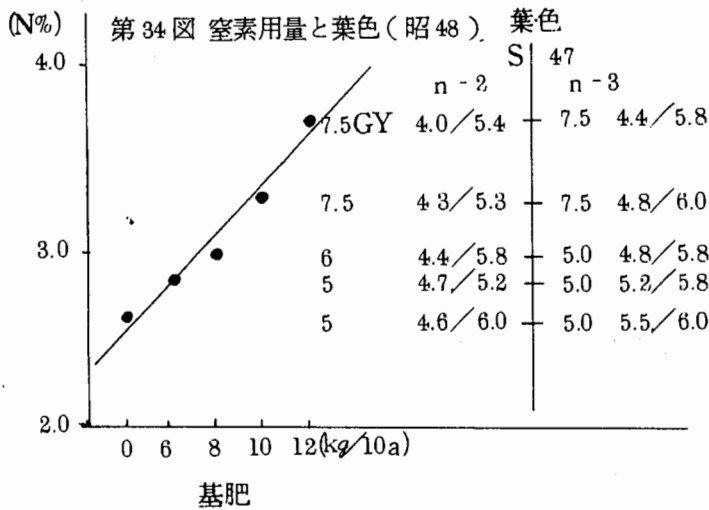
供試条件

区分	No.	区名	要素施肥量 (Kg/a)						
			N		P ₂ O ₅		K ₂ O	珪カル	堆肥
			硫	安	過	石	熔	加	現
要素試験	1	無肥料	-	-	-	-	-	-	-
	2	無窒素	-	-	1.2	-	1.0	-	-
	3	無磷酸	0.8	-	-	-	1.0	-	-
	4	無加里	0.8	-	1.2	-	-	-	-
	5	三要素	0.8	-	1.2	-	1.0	-	-
	6	四要素	0.8	-	1.2	-	1.0	15	-
	7	四要素+堆肥	0.8	-	1.2	-	1.0	15	150
窒素用量	②	無窒素	-	-	1.2	-	1.0	-	-
	8	窒素-0.6kg	0.6	0.2+0.2	1.2	-	1.0	15	150
	⑦	窒素-0.8	0.8	-	1.2	-	1.0	15	150
	9	窒素-1.0	1.0	-	1.2	-	1.0	15	150
	10	窒素-1.2	1.2	-	1.2	-	1.0	15	150
	11	窒素-0.6-0.2-0.2	0.6	0.2+0.2	1.2	-	1.0	15	150
	12	窒素-0.6-0.2-0.2-0.2	0.6	0.2+0.2+0.2	1.2	-	1.0	15	150
磷酸用量	③	無磷酸	0.8	-	-	-	1.0	-	-
	⑦	磷酸標準(WP)	0.8	-	1.2	-	1.0	15	150
	15	磷酸標準(CP)	0.8	-	-	1.2	1.0	15	150
	16	磷酸倍量(2CP)	0.8	-	-	2.4	1.0	15	150
加里量	④	無加里	0.8	-	1.2	-	-	-	-
	⑦	加里標準	0.8	-	1.2	-	1.0	15	150
	17	加里倍量	0.8	-	1.2	-	2.0	15	150
珪用量	⑤	無珪	0.8	-	1.2	-	1.0	-	-
	⑥	珪カル 15Kg	0.8	-	1.2	-	1.0	15	-
	18	珪カル 30Kg	0.8	-	1.2	-	1.0	30	-
堆肥量	19	珪カル 60Kg	0.8	-	1.2	-	1.0	60	-
	⑥	無堆肥	0.8	-	1.2	-	1.0	15	-
	⑦	堆肥 150Kg	0.8	-	1.2	-	1.0	15	150
	20	堆肥 300Kg	0.8	-	1.2	-	1.0	15	300

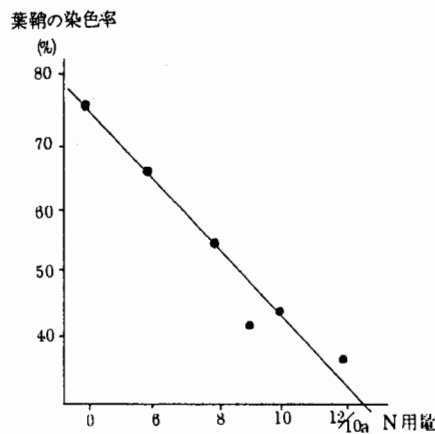
試験結果

(土壌関係は前掲)

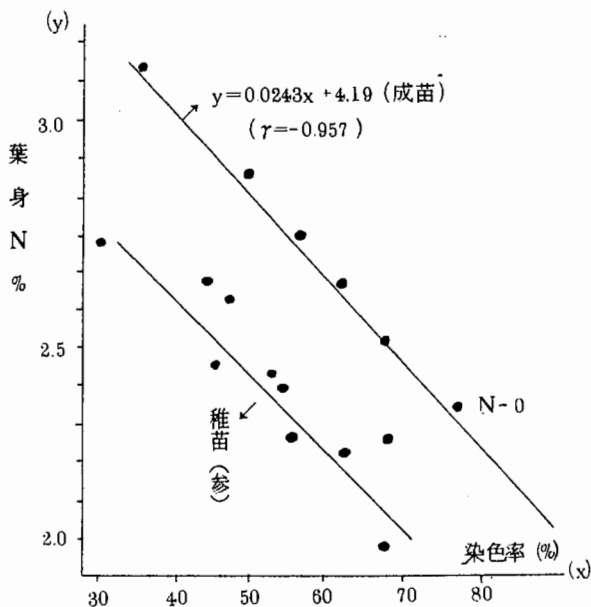
1) 窒素栄養と葉色および炭水化物の集積



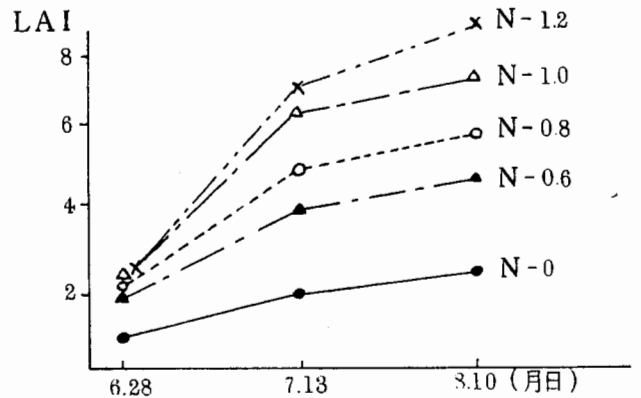
第35図 窒素用量と葉鞘澱粉反応染色率(昭48)



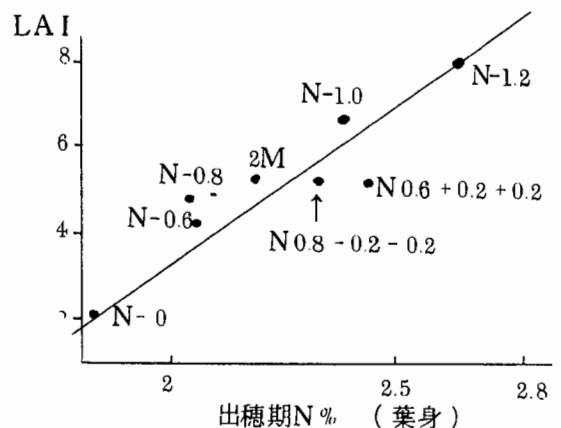
第36図 葉身窒素濃度と葉鞘の染色率との関係(昭48)



第37図 N用量とLAIの推移(昭47)



第38図 LAIとN%(昭47)



透水性付与に伴ない水稻に対する施肥適量のレベルアップが必要となり、またその許容範囲の拡大が可能化されるが、これを地力増強方策の要因別にみるとその最も主たる要因は窒素適量の向上とその施肥配分の適正化である。

これを窒素用量別にみるとその基肥施用窒素にレスポンスして葉色が濃化し5GY→6GY→7.5GYへと遷移し、またそのスターチテストによる葉鞘の澱粉含有量は基肥窒素量に逆相関を示す(第34図)。葉鞘の蓄積澱粉は出穂後の登熟に転流する貯蔵源であるので過大な窒素の基肥施用は不適切であることが知られる。(第35図、第36図)

2) 窒素栄養と物質生産

No.	区名	全乾物重の推移 (g/m ²)					CGR (g/m ² /day)				NAR(g/m ² /day)	
		分ケツ期		幼形期	出穂期	成熟期	分ケツ 6.9 ~6.28	分ケツ ~幼形	幼形 ~出穂	出穂 ~成熟	分ケツ ~幼形	幼形 ~出穂
		6.9	6.28	7.13	8.10	9.28						
②	無窒素	9.3	85	188	522	807	3.9	6.9	11.9	-	5.96	6.27
8	窒素-0.6	15.2	161	396	908	1599	7.7	15.7	18.3	-	6.23	4.60
7	窒素-0.8	15.2	180	412	915	1683	8.7	15.5	18.0	-	5.38	3.78
9	窒素-1.0	16.6	189	483	1043	1725	9.2	19.6	20.0	-	5.28	3.57
10	窒素-1.2	15.5	193	486	1136	1744	9.3	19.6	23.1	-	4.98	3.29
11	窒素-0.6+0.2+0.2	-	-	-	998	1595	-	-	21.5	-	-	6.19
12	窒素-0.6+0.2+0.2+0.2	-	-	-	989	1649	-	-	20.5	-	-	3.93
13	窒素-0.8+0.2	-	-	-	989	1737	-	-	20.5	-	-	3.93
14	窒素-0.8+0.2+0.2	-	-	-	989	1679	-	-	20.5	-	-	3.93
20	堆肥 300Kg	13.3	199	406	987	1664	9.8	13.8	20.7	-	4.25	4.19

そして窒素の基肥用量の増大に伴ない生育量が増大し葉面積指数(LAI)の明らかな拡大を来し稈長の増大、とくに下位節間(第4節+第5節)の伸長を招来し倒伏の因となる傾向を示した(第37図、第38図)。それに対し、窒素の施肥配分を考慮した系列ではN-6 N-8区では幼穂形成期(-25日)および減数分裂期(-15日)の穂肥により純同化率(NAR)が高まり有効茎歩合高く、穎花数の増大、乾物生産速度も早まり籾/わら比の向上と相俟って高収と結びつく要因となった(第29表)。

窒素用量試験の稲体窒素濃度は初期より基肥窒素量に対応した窒素濃度で推移した(第39-a図)。そして、幼穂形成期の葉身窒素濃度は3%前後に推移するとき比較

的安定的に高収がえられた。そして出穂期はそれが2.5%以上では徒長気味で倒伏傾向を助長しかつ登熟性が下降するが2.5~2.0%ぐらいが健全で登熟性もよい。また稲体の窒素濃度は珪カル多用により生育前半に抑制をうけ幼穂形成期頃から高まり堆肥増施では出穂期に高まる傾向がみられる(第39-b図)。

稲体の磷酸含量はこのような沖積肥沃田ではその増施による傾向性はあまりみられず、加里は茎部において僅かに高まる。

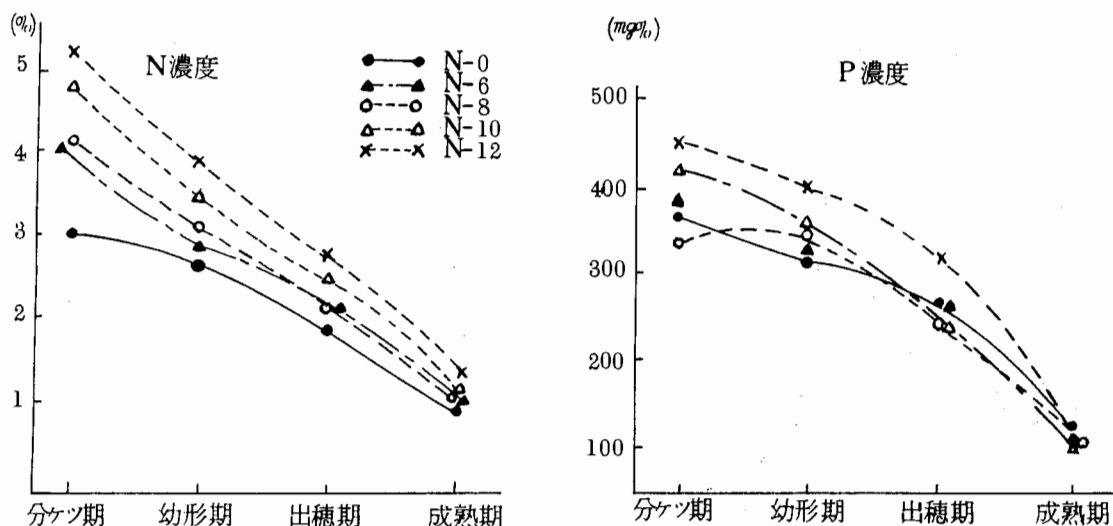
これに対し珪酸の含量は珪カル施肥量に明らかにレスポンスして推移し熔燐の併用を伴う磷酸倍量、また堆肥増施によっても高濃度に推移した(第39-c図)。

3) 地力増強による水稻の養分吸収の特性

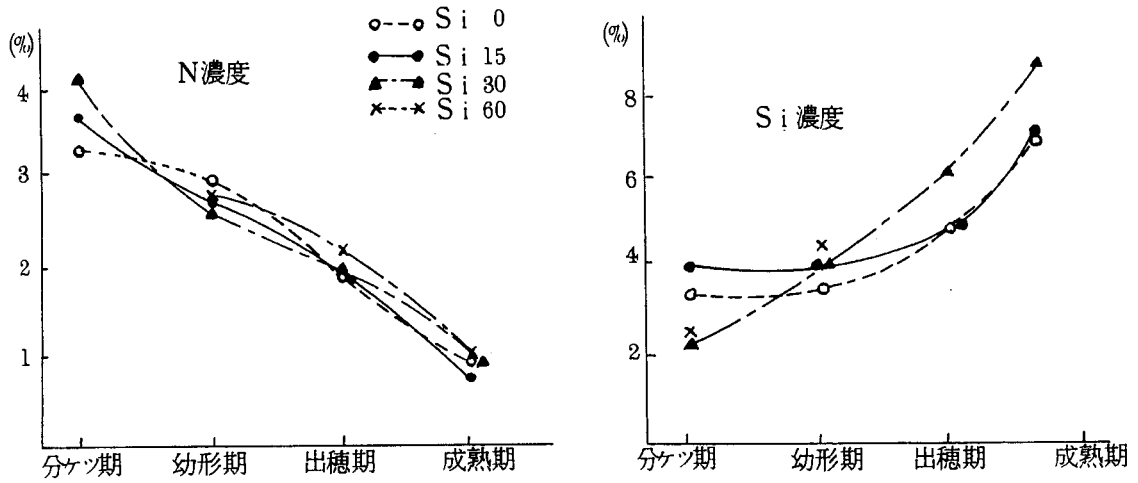
a、時期別の養分吸収

第39-a図 窒素用量試験の養分吸収

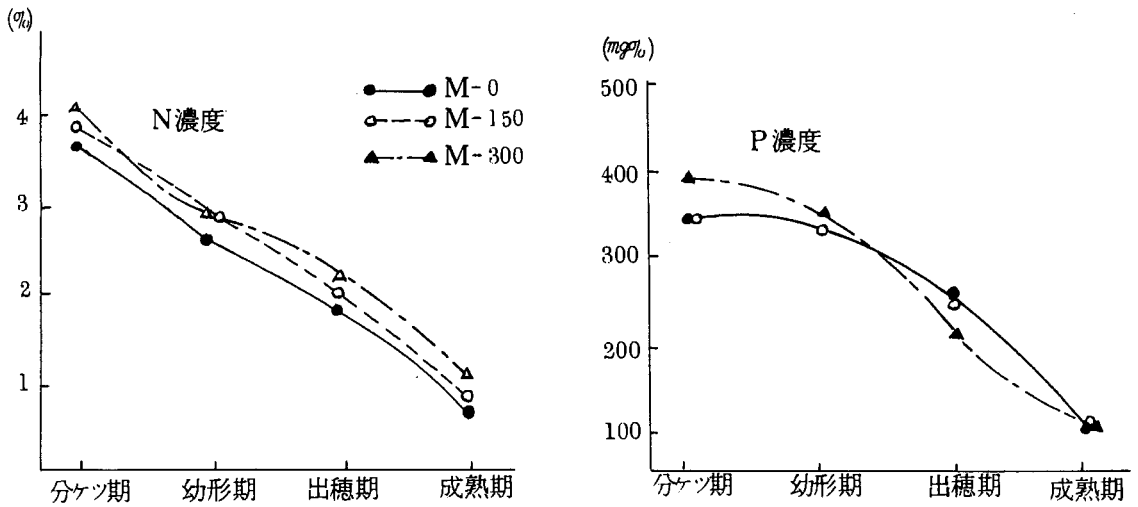
(昭47)



第39-b図 珪カル用量試験の養分吸収 (昭47)



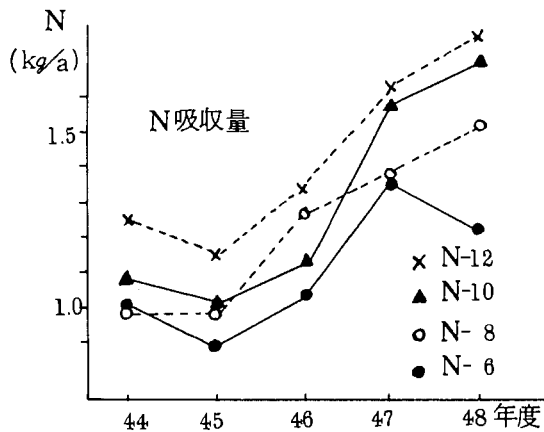
第39-c図 堆肥用量試験の養分吸収 (昭47)



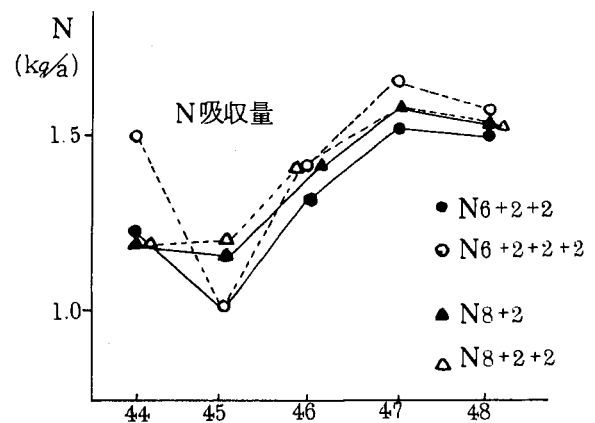
b、経年の養分吸収量

累年の水稻養分吸収量の推移 (昭48)

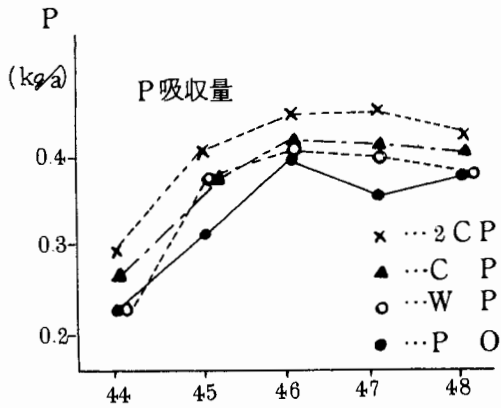
第40-a図 N系列 (元肥)



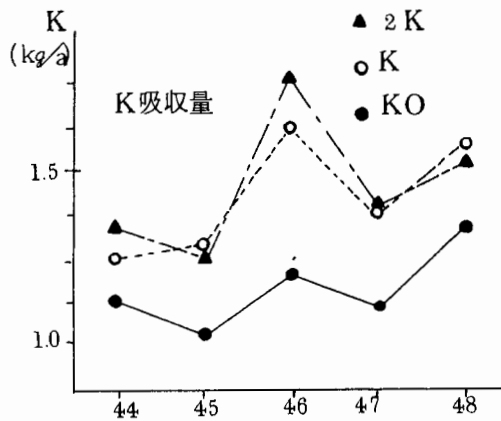
第40-b図 N系列 (追肥)



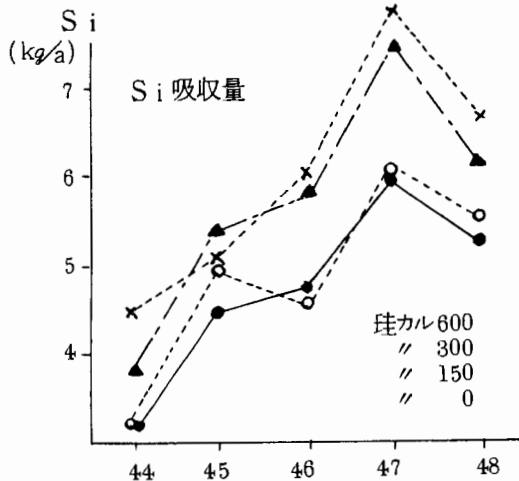
第40-c図 P 系列



第40-d図 K 系列



第40-e図 Si 系列



透水改良田における5ヶ年間の各要素の年次別吸収量は第40-a~e図に示すように窒素については3年目頃より増加傾向にあり、無磷酸、無加里による吸収量の低下度は少ない。

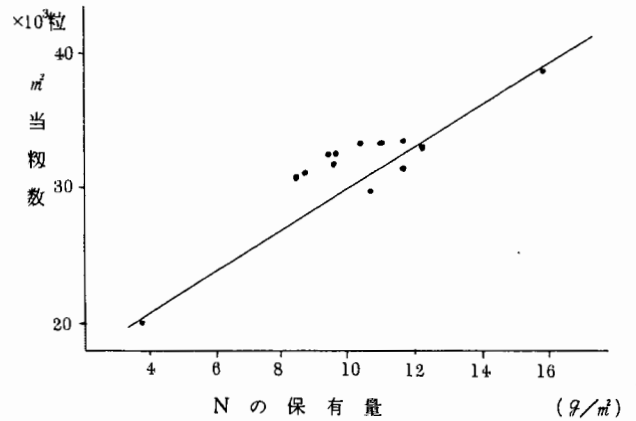
磷酸施用により経年の吸収量は増大し、磷酸の形態による吸収差は少ない。

加里は年次による肥効差がみられ、珪酸は経年による吸

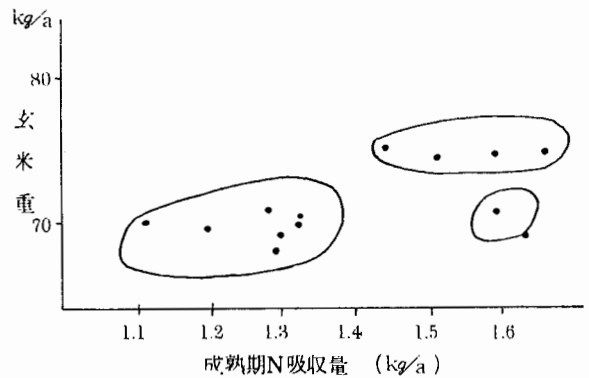
収量の増大は明らかである。また堆肥は倍量による肥効が明らかで窒素と加里の吸収量が増大した。

4) 窒素栄養と収量性

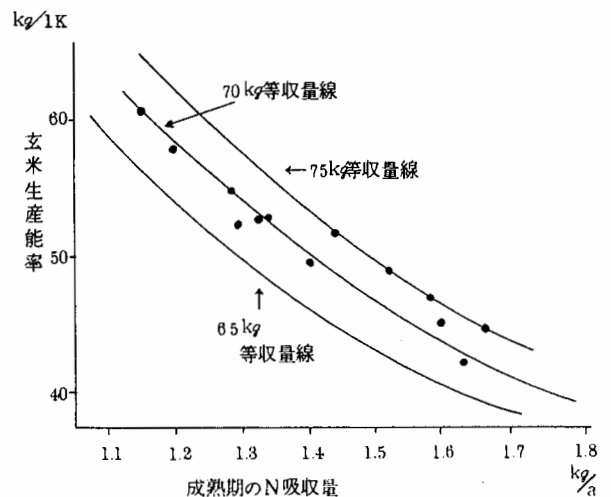
第41図 成熟期N吸収量と玄米収量 (昭47)



第42図 成熟期N吸収量と玄米収量(昭47)



第43図 窒素の玄米生産能率 (昭47)



出穂期窒素保有量と単位面積当り粒数とは相関が深い
 が穂肥施用により出穂期窒素吸収量を $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上に高
 め $3.5\text{万} \sim 3.8\text{万}$ 粒程度の穎花数の確保を要した。

(第41図)

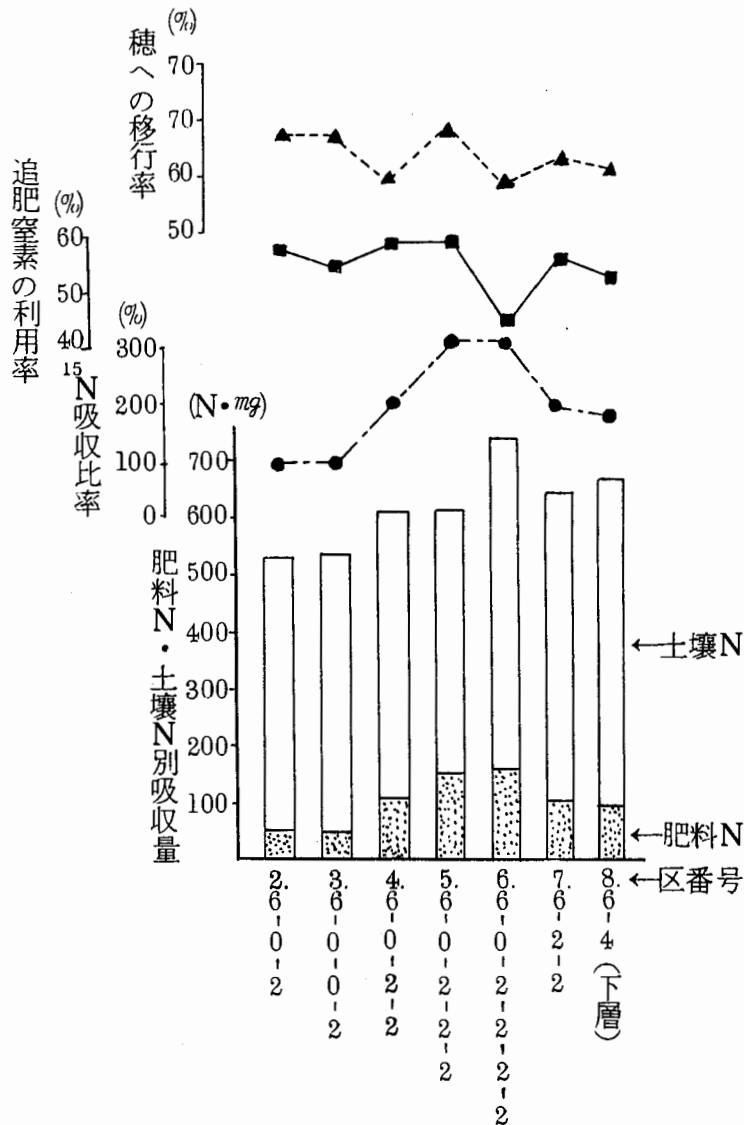
そして登熟の進むにつれて成熟期の窒素吸収も増大す
 るが、この成熟期窒素吸収量と玄米収量との相関も高く

倒伏限界内では5ヶ年とも窒素吸収量の異なる区が増収
 の傾向をとった(第42図)。

これを成熟期のN吸収量と玄米生産能率との関係につ
 いてみると玄米収量 $70\text{kg}/\text{a}$ 以上では成熟期窒素吸収量
 は $1.4 \sim 1.5\text{kg}$ で、そのときの玄米生産能率は約 $50\text{kg}/1\text{kgN}$
 であった(第43図)。

5) 重窒素 (^{15}N) 利用による追肥窒素の吸収性

第44図 重窒素 (N) 利用による追肥窒素
 の吸収性 (昭45)



このように透水改良に伴ない水稻に対する窒素の施肥
 配分が重要なので追肥窒素の効果を ^{15}N -硫酸を用いて
 検討した結果第44図に示すようにいずれもよく吸収さ
 れることが判明した。とくに幼穂形成期(-25日)、
 減数分裂期(-15日)、出穂期(±0)まで比例的に

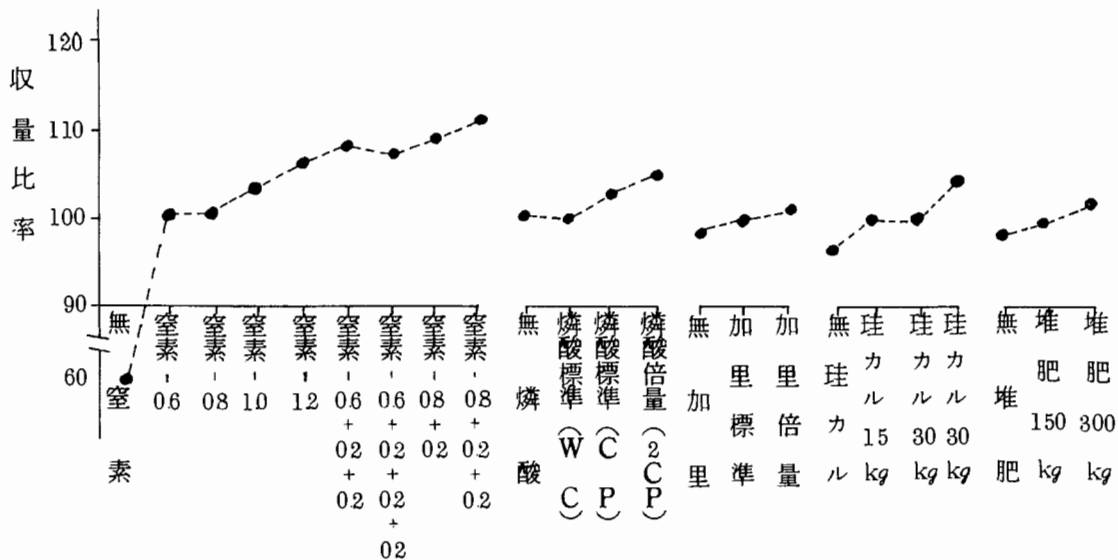
吸収量が増大したが、出穂15日後のいわゆる実肥は吸
 収割合が極めて低かった。また追肥期の早晚の差はほと
 んどなく合計量が同量であればほぼ同一量吸収されてい
 ることが特異的で穂にもよく移行していた。そしてこれ
 らの追肥窒素の利用率はおよそ $57 \sim 58\%$ であった。

6) 地力増強における収量性の累年の傾向

第30表 地力増強における累年の収量性 (5ヶ年)

区名	No.	区名	わら重 (Kg/a)					玄米重 (Kg/a)					収量指数	
			昭44	昭45	昭46	昭47	昭48	昭44	昭45	昭46	昭47	昭48		平均
要素試験	1	無肥料	40.2	30.6	49.8	37.8	43.5	38.4	22.8	40.7	35.0	39.6	35.3	59%
	2	無窒素	38.6	32.7	45.5	42.6	44.5	36.0	26.0	36.6	40.8	38.2	35.5	60
	3	無磷	53.0	58.3	75.4	73.8	70.9	47.7	46.5	56.9	69.0	65.8	57.2	96
	4	無加里	52.3	62.6	64.0	67.2	73.8	47.4	51.5	56.8	63.5	67.1	57.3	96
	5	三要素	51.5	64.0	68.3	81.3	70.9	47.8	48.4	57.0	70.3	64.3	57.6	97
	6	四要素	53.8	63.3	65.4	77.5	77.6	50.0	50.4	58.7	69.8	66.5	59.1	99
	7	四要素+堆肥	51.5	66.9	71.1	81.3	76.6	49.3	54.1	56.6	70.4	66.7	59.4	100
窒素用量試験	②	無窒素	38.6	32.7	45.5	42.6	44.5	36.0	26.0	36.6	40.8	38.2	35.5	60
	8	窒素-0.6	56.8	68.3	71.1	73.8	76.6	50.5	52.6	56.4	69.8	68.5	59.6	100
	⑦	窒素-0.8	51.5	66.9	71.1	81.3	76.6	49.3	54.1	56.6	70.4	66.7	59.4	100
	9	窒素-1.0	66.7	73.0	78.2	86.1	85.1	52.8	56.6	57.3	70.9	68.0	61.1	103
	10	窒素-1.2	70.5	75.4	68.2	87.0	86.2	56.8	66.3	55.7	69.3	67.1	63.0	106
	11	窒素-0.6	68.2	65.4	68.3	69.0	72.8	58.8	58.5	58.7	74.5	70.7	64.2	108
	12	窒素-0.6+0.2+0.2+0.2	65.9	63.3	66.9	73.8	77.6	57.8	58.1	57.8	75.0	69.3	63.6	107
	13	窒素-0.8+0.2	62.0	71.3	79.7	81.3	70.9	57.6	64.5	58.3	74.8	69.1	64.9	109
14	窒素-0.8+0.2+0.2	68.2	76.8	75.4	76.6	74.7	60.4	68.9	57.1	75.3	68.6	66.1	111	
磷酸用量	③	無磷	53.0	58.3	75.4	73.8	70.9	47.7	46.5	56.9	69.0	65.8	57.2	96
	⑦	磷酸標準(WP)	51.5	66.9	71.1	81.3	76.6	49.3	54.1	56.6	70.4	66.7	59.4	100
	15	磷酸標準(CP)	56.8	72.6	75.4	76.6	80.4	54.0	55.7	57.3	70.6	68.4	61.2	103
	16	磷酸倍量(2CP)	65.9	69.7	74.0	87.0	79.5	55.3	56.7	56.2	73.9	68.7	62.2	104
加里用量	④	無加里	52.3	62.6	64.0	67.2	73.8	47.4	51.5	56.8	63.5	67.1	57.3	96
	⑦	加里標準	51.5	66.9	71.1	81.3	76.6	49.3	54.1	56.6	70.4	66.7	59.4	100
	17	加里倍量	55.3	70.4	71.1	80.4	71.9	50.5	52.6	59.1	71.0	66.0	59.8	100
珪カル用量	⑤	無珪	51.5	64.0	68.3	81.3	70.9	47.8	48.4	57.0	70.3	64.3	57.6	97
	⑥	珪カ 15Kg	58.8	63.3	65.4	77.5	77.6	50.0	50.4	58.7	69.8	66.5	59.1	100
	18	珪カ 30Kg	58.3	66.1	71.1	81.3	83.2	51.2	54.3	55.1	69.4	66.0	59.2	100
	19	珪カ 60Kg	54.5	72.8	68.3	81.3	77.6	49.0	64.1	57.8	68.1	71.0	62.0	105
堆肥用量	⑥	無堆肥	53.8	63.3	65.4	77.5	77.6	50.0	50.4	58.7	69.8	66.5	59.1	99
	⑦	堆肥 150Kg	51.5	66.9	71.1	81.3	76.6	49.3	54.1	56.6	70.4	66.7	59.4	100
	20	堆肥 300Kg	54.5	74.0	71.1	80.4	79.5	47.3	60.4	56.2	71.0	68.3	60.6	102

第45図 地力増強の収量性 (昭44~昭48 5ヶ年平均)



透水性の附与された整備圃場における肥培改善の方策として施肥法を検討したところ第30表・第45図に示すように窒素の適量が高まり穂肥追肥の効果が高くなった。しかし元肥1.0~1.2 Kg/aの多肥では収量とあがったが下位節間の伸長、上位葉身の伸長を来し過繁茂ぎみになるので窒素0.6 Kgぐらいに-25日、-15日追肥が健全で気象対応性が高く、元肥窒素0.8 Kgに穂肥を加えたものは登熟気象良好年に高収を示し、特に耐肥性品種にはこの方が最も優る。その際の葉身窒素濃度は幼穂形成期3.0%程度、出穂後2.0~2.5%で推移させ登熟期にも0.9%以上の窒素を保有させることが登熟性向上に最適である。

ついて珪カルの効果がみられるが、堆肥を併用すれば更に効果が高い、磷酸は過石より熔磷がやゝ優るが窒素追肥を伴えば更に効果が高いものと考えられる。

堆肥は土壤の物理性改善には効果が大である。しかし窒素肥料が伴わないと増収に結びつかないようである。加里は無加里区が経年とともに次第に収量水準が低下を来たしてきているが加里の増施による効果は認められない。

これらのことから透水性附与後の肥培方策は堆肥珪カル等の増投とともに窒素の元肥量のレベルアップ、追肥量、追肥回数増大により、地力を維持しながら健全にして高水準の稲作が可能であることが知られた。

3. 透水附与による高水準稲作(玄米収量75kg/a水準)における高収要因

1) 高水準稲作における水稻の生育量および収量構成要因

第31表 高水準稲作における水稻の生育量および収量構成要素の解析

(トヨニシキ、ふ系72号)

試験条件	稈長	わら重	玄米重	収量比率	籾/わら比	玄米千粒重	m ² 当穂数	有効茎歩合	一穂着粒数	m ² 当籾数	登熟歩合	年次
	cm	Kg	Kg	%	%	g	本	%	粒	×千粒	%	
下層砂 ¹ / ₄ 混層透水15ミリ	84.5	78.2	71.3	102	114	22.7	370	62.2	102.2	37.8	85.4	昭45
〃	90.4	69.7	76.0	103	132	21.5	431	59.4	91.9	40.9	86.2	昭47
標準土層 透水15ミリ	91.7	73.0	76.4	103	128	22.2	440	57.6	83.4	37.1	92.2	〃
N 0.6 + 0.2 + 0.2	86.4	69.0	74.5	106	131	23.9	388	62.0	86.9	33.7	90.6	〃
N 0.6 + 0.2 + 0.2 + 0.2	88.0	73.8	75.0	107	123	23.6	395	58.2	81.1	32.0	94.6	〃
N 0.8 + 0.2	90.6	81.3	74.8	106	114	23.4	413	59.0	81.9	33.8	91.2	〃
N 0.8 + 0.2 + 0.2	89.5	76.6	75.3	107	119	23.5	413	59.0	81.7	33.7	87.0	〃
磷酸倍量	91.5	87.0	73.9	105	104	22.7	429	53.2	77.0	30.2	91.2	〃
代かき1回(ロータリー)	93.6	73.7	73.7	114	103	22.8	347	72.9	86.4	30.0	92.4	昭45
中干 + 更新灌漑	93.1	79.6	72.2	108	111	22.2	379	77.7	92.4	35.0	88.1	〃
平均	89.9	76.2	74.3	106	118	22.9	401	62.1	86.5	34.4	89.9	
分布範囲	85~93	69~87	71~76	102~114	103~132	21.5~23.9	347~440	53~78	77~102	30~41	85~95	
高水準稲作の期待値	85~90	70~80	70~75		110~120	22~23	420~450	65~75	80~85	35~38	85~90	

実際に本試験の種々の試験条件のなかから高収をえた稲作の技術水準を整理すると第31表のとおりで、75 Kg/a以上の玄米収量をあげているものがありかなりの高収が実証されているが、ほとんど全部適度の透水の附与と窒素施肥の適正配分の行なわれた条件下でえられて

いることが特徴的である。このことから高水準稲作の期待値領域を帰納して示したが、品種にもよるが登熟要因の向上はえられ易いが、むしろ穂数要因の確保に難点があるので特に穂重型の品種に透水を附与する場合は穂数要因の確保と優勢化に努める要がある成果が示された。

2) 透水附与による高水準稲作における乾物重・稲体窒素濃度の傾向性

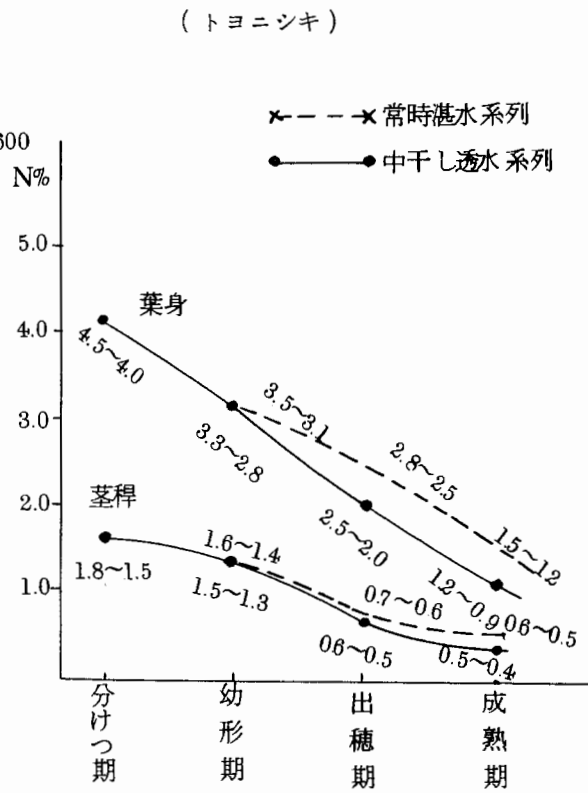
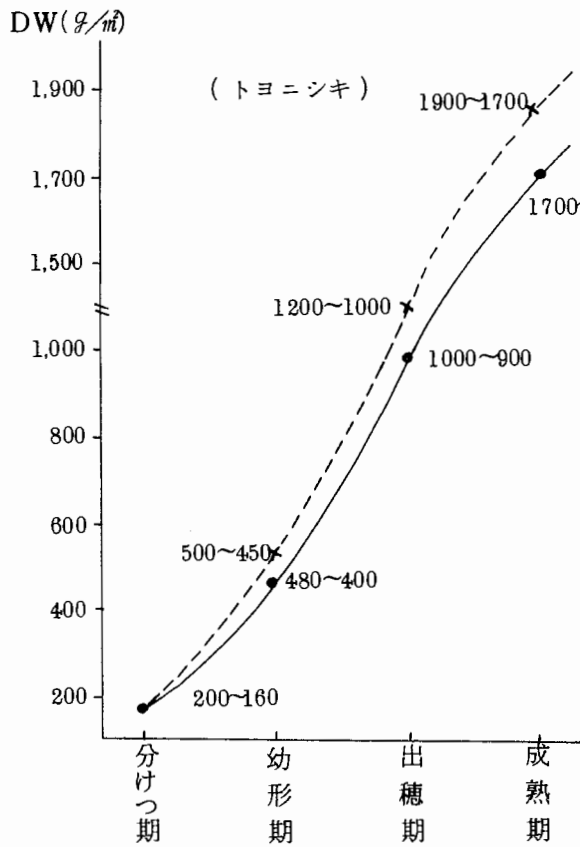
(昭 44 ~ 昭 48 成績より)

第46-a図 高水準稲作における全乾物重の推移

(トヨニシキ)

第46-b図 高水準稲作における窒素濃度の推移

(トヨニシキ)



以上のような成果から透水附与による高水準稲作における水稻の栄養生理条件として乾物重および水稻体窒素濃度の好適領域を整理して示せば第46 a、b図のとおりである。すなわち葉身窒素濃度は幼穂形成期3%前後出穂期2.0~2.5%で推移し、登熟期においても0.9%前後保持させることが高水準稲作のための好適な栄養条件であることが知られる。

まとめ

- 1) 代かき分散透減による土壌可塑性、粘着性の低下に伴う移植苗のスタンド確保には成苗移植より稚苗機械移植が好適する。
- 2) 透水性の附与は水稻の生育転換期以降から登熟期に亘って15~30mm/日程度必要でありそれによって。
- 3) 生育相は相対的に短稈強稈化し、粳/わら比大とな

るが粒数要因は少しく低下の傾向をとる。

- 4) また収量決定要素は明らかに向上し登熟歩台高まり千粒重大となり収量性が向上してくる。未熟粒が少なく整粒歩台高まり産米の品質が向上する。
- 5) この透水条件による生産力向上は土壌の肥沃度増大方向の肥培管理によってその効果を発揮し、窒素適応領域の拡大を基本とし塩基類、有機質の多施用によって高水準の生産力を期しうる。
- 6) それに伴って群落構成の適正内拡大と受光姿勢制御、登熟活力の増大、耐倒伏性を含む健全化をもたらす。
- 7) これらの透水性附与の効果は多照年より寡照年においてその効果が大きい。
- 8) 透水附与による高水準稲作の実例の解析から高収のための水稻生育相および収量構成要因の好適領域を帰納して示した。

V 寡照対応

1. 寡照条件下における水稻生育の解析

1) 寡照下における品種の高登熟性

(1) 個体における品種の寡照反応

試験目的

日照条件が不安定な地帯における品種の登熟性を知り寡照地帯に好適する品種を選抜するためポットおよび群落状態で検討した。

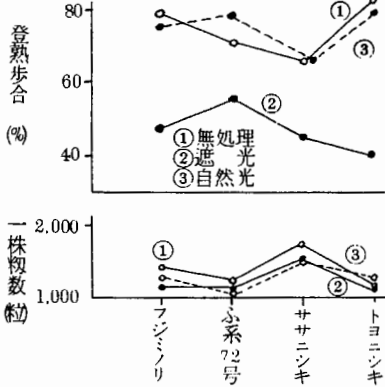
a 出穂後の遮光処理

試験方法

年次	区別	遮光	遮光期間	備考
昭44	1 無処理	—	—	5月15日植 (畑苗) pot栽培 ($\frac{1a}{2,000}$)
	2 遮光	○自然光の20~30%減	出穂後50日間	1株2本 3株植 施肥量 N, P ₂ O ₅ K ₂ O 各1.5g
	3 自然光 (屋外)	—	—	

試験結果

第47図 日射制限と登熟歩合



第47図に見られるように処理による品種間差がみられ、ふ系72号は、遮光下においても登熟低下が最も少ない。

b 出穂前後の遮光処理

試験方法

年次	区別	相対照度 (%)	処理期間		備考
			幼形~出穂期	出穂~登熟期	
昭45	1 無処理	70.4	25日間 ①	50日間 ②	5月26日植 (保折苗) pot栽培 ($\frac{1a}{5,000}$) 1株 2本植 基肥 N, P, K 15g 追肥 N 0.25g
	2 遮光	59.6	③	④	
	3 自然光	100.0	⑤		

試験結果

出穂前遮光は光合成阻害、乾物生産低下が、分けつ茎の無効化、二次枝梗退化となり、粒数要因減により減収となる。品種間ではササニシキが最も大で、トヨニシキ、レイメイ、フジミノリの順に少ない。

出穂後処理は、直接登熟にひびき登熟低下を通じて減収になる。その程度はササニシキ、フジミノリで顕著であった。

(2) 群落における品種の寡照反応

試験方法

年次	遮光期間				備考
	幼形~出穂期		出穂~登熟期		
	無処理	処理 (23日)	無処理	処理 (46日)	
昭45	①	②	③	④	5月25日植 (保折苗) 218株/m ² 1株3本植 施肥量 (kg/a) N 0.6 (基肥) + 0.2 (-15) + 0.1(0)、 P ₂ O ₅ 1.2 K ₂ O 1.0 珪カル1.5、堆肥120

試験結果

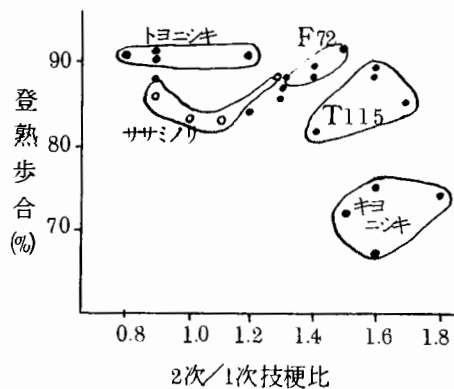
遮光処理による乾物生産、葉層構成、受光体勢との関係について検討した結果、出穂前後の遮光処理によるNAR、CGRの低下傾向には処理時期と品種によってつぎのようであった。

出穂前遮光で低下が著しい品種：レイメイ、トヨニシキ、東北115号

出穂後遮光で低下が大きい品種：キヨニシキ、ササミノリ

出穂前後処理で低下が少ない品種：ふ系72号

第48図 枝梗比と登熟歩合



また、品種の登熟性と2次/1次枝梗比についてみると第48図のこくキヨニシキは2次/1次枝梗比が高く登熟歩合が低い。同様に東北115号

ふ系72号も枝梗比は高いが登熟歩合は良い。トヨニシキは2次/1次枝梗比は低いが、登熟歩合は高い。

さらにこれと平行して、窒素の施用時期、量をかえて、

品種の施肥反応について検討した結果、ふ系72号は2次枝梗増による粒数が増加しても、登熟歩合の低下は少なかった。トヨニシキは施肥法をかえても、枝梗数割合があまり変化せず登熟性は良い。しかも強稈、耐病性、良質多収の点で、当地帯では晩生種ではあるが高登熟性品種として、充分能力を発揮できるものと思われる。

以上のことから品種の高登熟性は、1)弱光下でもN

2) 寡照下における稲体栄養の動態

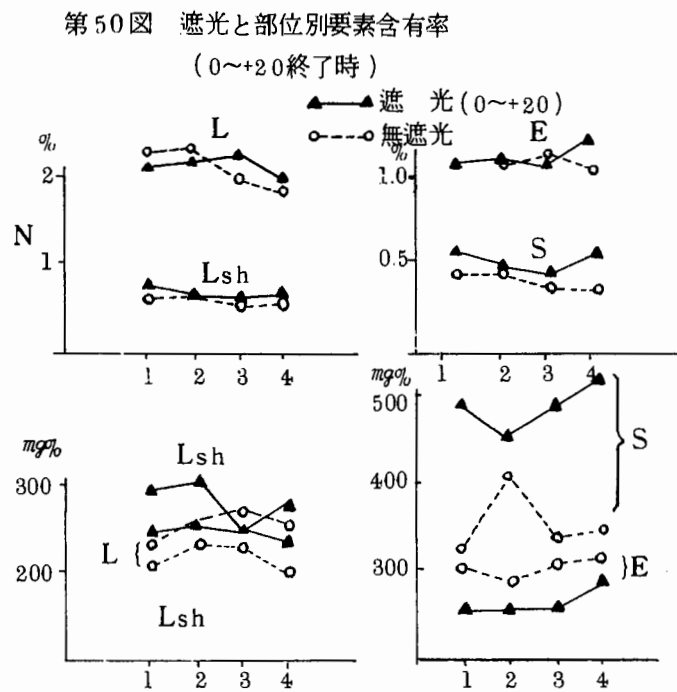
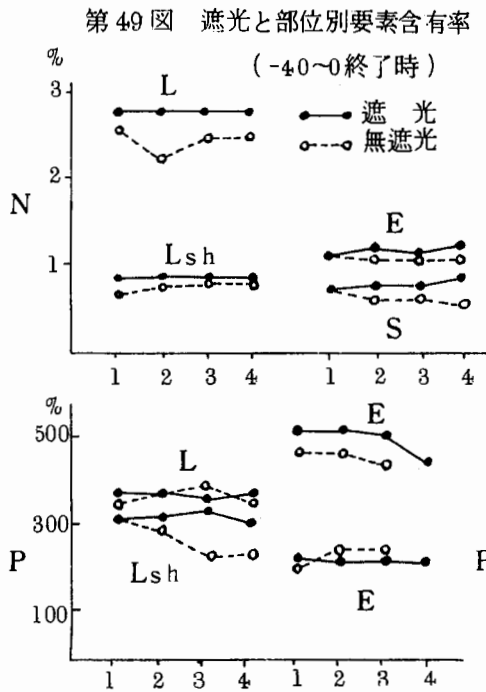
試験目的

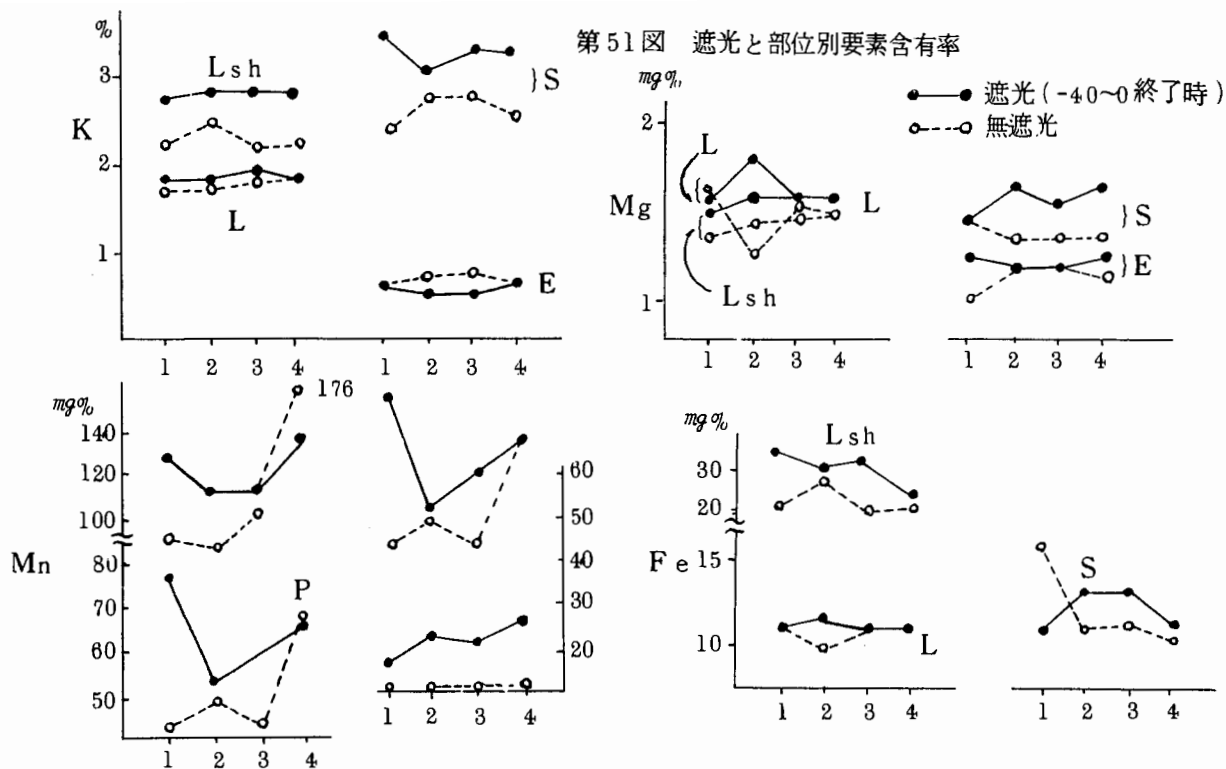
寡照条件下における水稻の生育相を解明するため、透水処理と日射制限が稲体栄養に及ぼす影響を知る。

試験方法

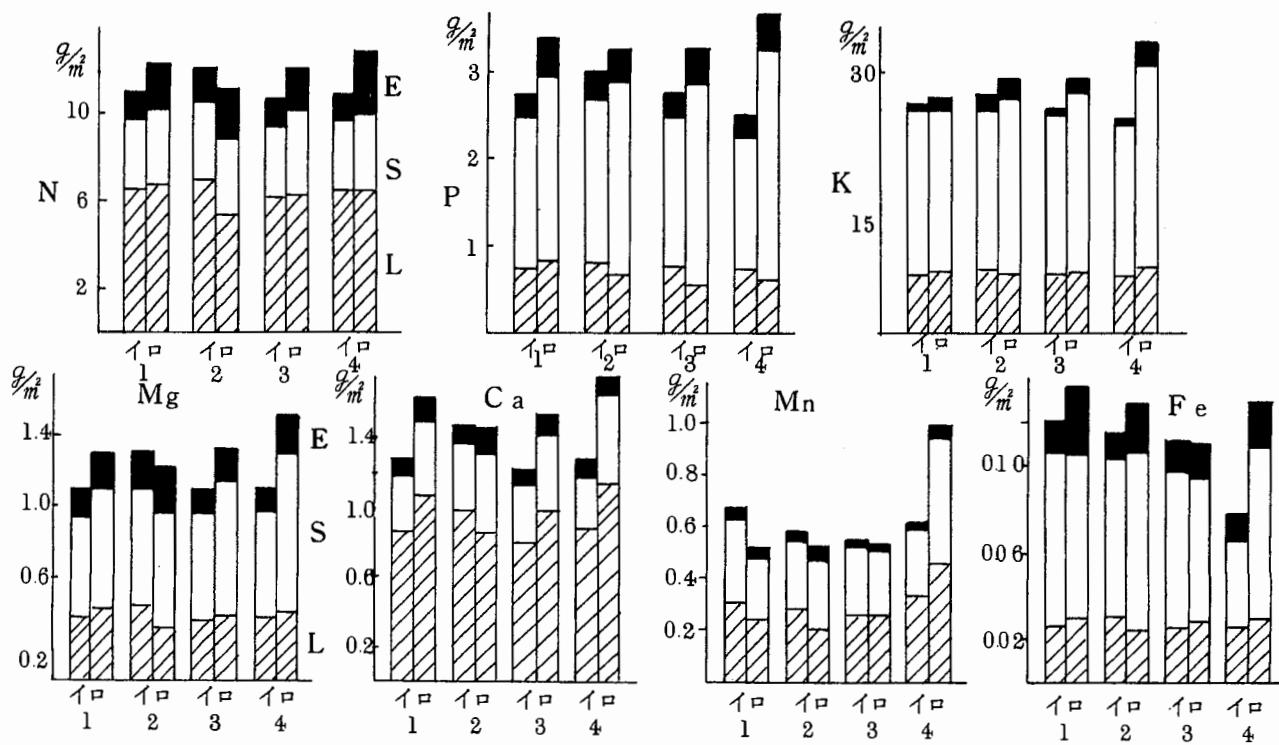
年次	試験圃場	条件				備考	
		区名	常時湛水	更新灌漑 (最高分けつ~登熟)	間断灌漑 (最高分けつ~登熟)		中干し (有効莖決定~幼形期)
昭和46	人工無底場	遮光(-40~0)	①	②	③	④	遮光率50% 供試品種トヨニシキ 5月15日植(畑苗) 228株/m ² 施肥量(kg/a) N(基肥)0.8+0.2(幼形) P1.2 K1.0
		遮光(0~+20)	⑤	⑥	⑦	⑧	
		無遮光	⑨	⑩	⑪	⑫	

試験結果



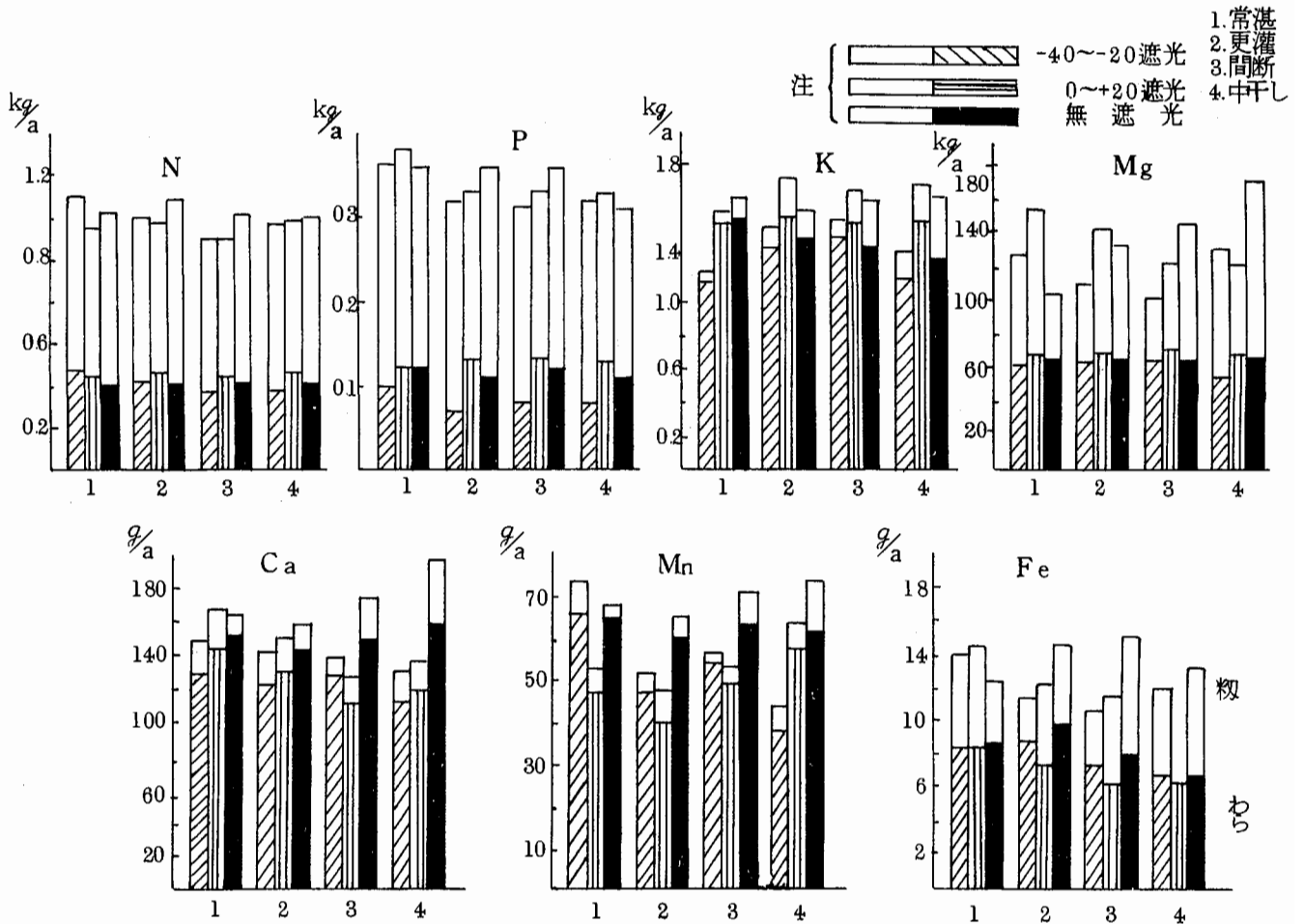


第52図 水管理と遮光処理による養分吸収量 (-40~0終了時)



注 1...遮光区 2...無遮光区 1.常時湛水 2.更新灌漑 3.間断灌漑 4.中干し

第53図 成熟時養分吸収量



出穂前(−40~0)遮光は第49~51図に示すように処理期間中N、P、K、Mg、Mnなど無遮光より含有率高く、Caは遮光により影響は少ない。部位別含有率ではNは莖葉部、Pは葉身と莖部、K、Mg、Mn Feは葉鞘、莖部で高く穂部で少ない。しかし、処理終了後は経日につれ、遮光の有無による濃度差は少なくなり、この傾向は成熟期においても同様であった。また、処理終了時の養分吸収は各要素とも、葉身を除き強く阻害されるが、成熟期における養分吸収量は遮光の有無による差は少なくなる(第51~52図)。なお、無遮光区は水管理によりN、P、K吸収量は葉鞘

で、Ca、Mnは穂部以外で増大傾向を示し、とくに中干しで顕著であった、遮光区は各要素とも吸収量が少ない。

出穂後(0~+20)遮光は処理終了時N、Pの含有率は葉鞘、莖部で著しく高いが、照光とともに差が少なくなってくる。成熟期における各要素の吸収は著しく阻害され、とくにN、Pの穂部への移行阻害大で、吸収量も低い。またCa、Mnも少なかった。

水管理によってN、Pの吸収がやや抑制されるが、Mg、Ca、Mnは増長しMn/Fe比も高く、水管理効果が認められた。

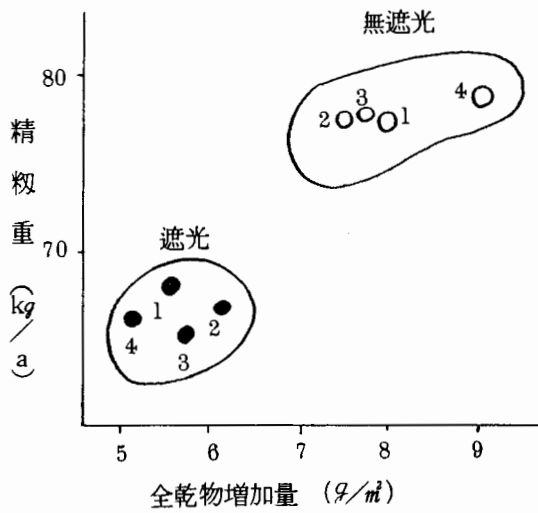
3) 寡照と物質生産の関係

寡照に対応する栽培技術を解明するため、前述の試験条件によって水管理と日射制限（遮光期間 -40~0、0~+20、遮光率50%）が水稻

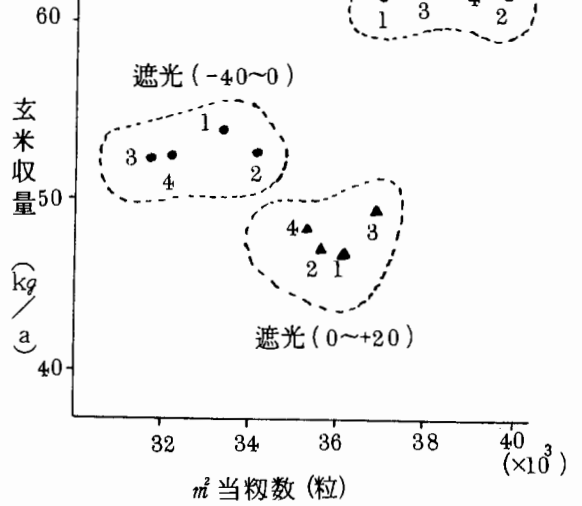
試験結果

の物質生産に及ぼす影響を主に、トヨニシキを供試し、人工無底圃場で検討した。

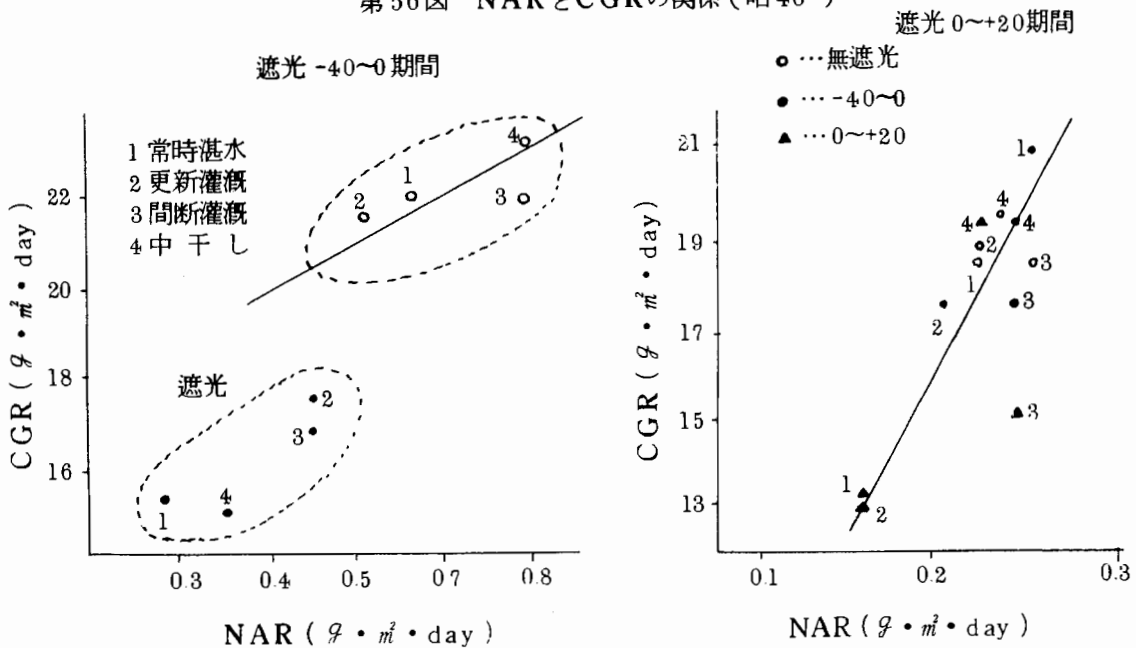
第54図 遮光処理（-40~0）期間の乾物重増加量と精籾重の関係



第55図 m²当籾数と玄米収量



第56図 NARとCGRの関係（昭46）



遮光処理（-40~0）期間の乾物生産は第53図に示すように無遮光に比し全乾物重はもちろん、各部位の乾物配分量が抑制される。その程度は、葉鞘>莖>穂>葉の順に強く影響を受ける。このことは遮光処理によりLWR、LA/LWの割合が大となり、単位葉面積当りの養身重は減少し、LARは大となる。その結果NARが減少し、CGRも低下した（第56図）。さらに遮光によりN吸収が抑制され、有効莖歩合が低下し穎花数が減少した（第55図）。籾/わら比は無遮光と同程度で移行率は高まった。しかし遮光により体内濃度が高まり、稈長を増大させ葉鞘、稈への乾物分配が低く、ために倒伏を招き、粒重低下し、減収著しく品質も低下し

4) 寡照と水稻生育時期との関係

試験目的

寡照に対応する栽培技術を解明するため、透水と日射制限および水稻生育時期との関連性を明らかにしようとする

(1) 出穂後の寡照と水稻生育

試験方法

年次	試験圃場	日射 処理区別	透水有無	0~+20 遮光		+20~+40遮光		備 考
				ふ系72号	レイメイ	ふ系72号	レイメイ	
昭 44	人工 圃場 1a 2000 pot 栽培	無 処 理	有	①	⑦	⑪	-	移植：5月16日（畑苗） 1pot3株 1株2本 施肥：1pot当りN、P、K各1.5g 透水処理期間：日射処理開始前 20日間 透水処理法：3cm/dayとし循環 灌漑 補光処理区は試験途中に補光ラン プの故障により参考程度とする。
			無	②	⑧	⑫	-	
		補 光 (1×10^4 Lux)	有	③	-	⑬	-	
			無	④	-	⑭	-	
		遮 光 (30%)	有	⑤	⑨	⑮	-	
			無	⑥	⑩	⑯	-	
無 遮 光 (自然光)	有	⑰	⑳	㉑	㉒			
	無	⑱	㉓	-	-			

試験結果

第57図に示すように登熟前半（0~+20）の遮光によって両品種とも明らかに登熟歩合は低下するに反し登熟後半（+20~+40）の遮光では登熟歩合の低下はみられなかった。なお透水処理との関連では、登熟前半の処理では遮光の有無にかかわらず登熟歩合が向上したに反し、登熟後半の処理では透水効果はみられなかった。

玄米千粒重は、登熟前半の遮光処理で低下したが、登熟後半の処理ではみられなかった。登熟前半の遮光区は

た。

また出穂期までの乾物が充分確保された出穂後の遮光処理（0~+20）は、光合成阻害により乾物生産は抑制されNAR、CGRが著しく低下し、穂部への乾物配分量が抑制され、N、Pの穂への移行も阻害され、籾/わら比が著しく低下し顕著に減収した。

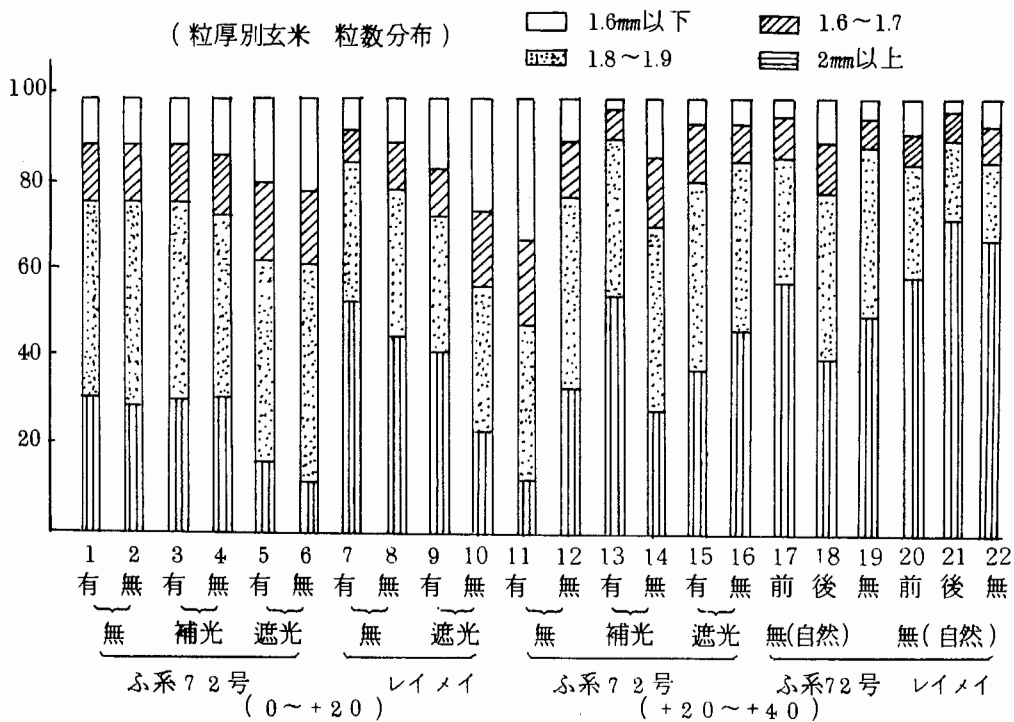
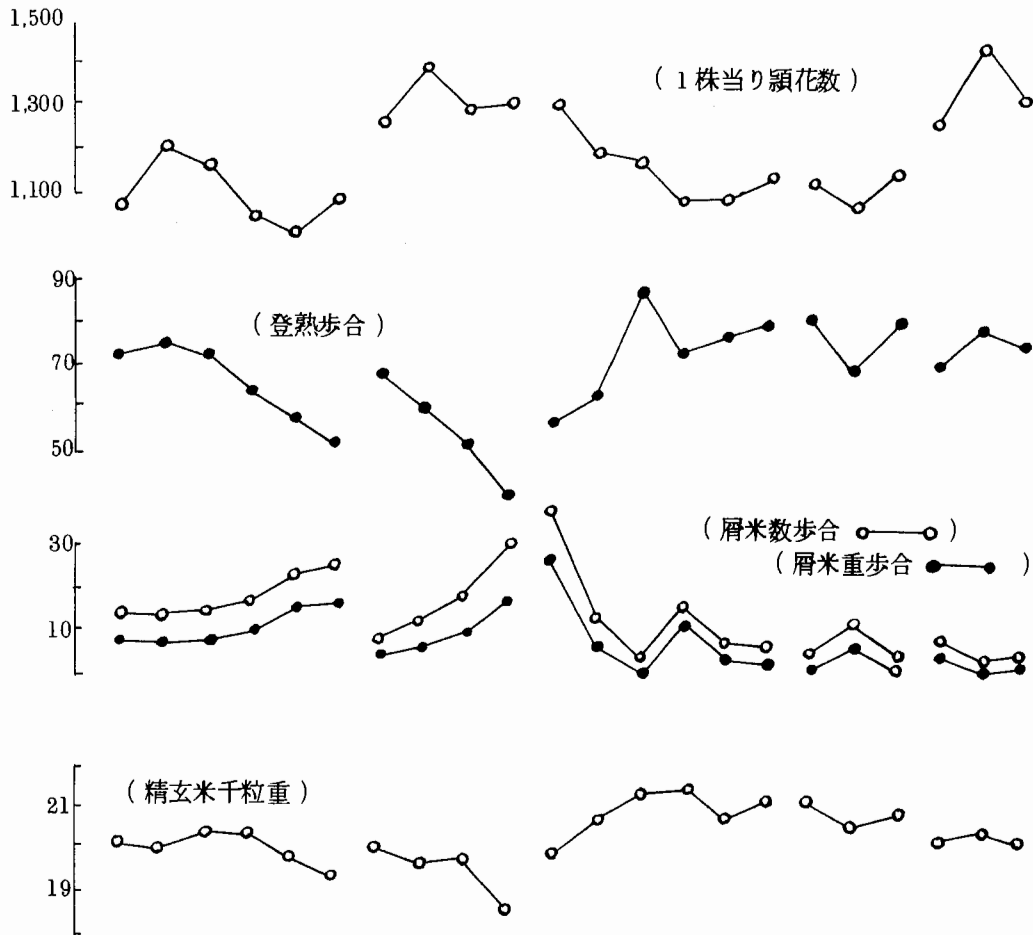
なお遮光と水管理については、出穂前遮光処理（-40~0）では強度遮光、かつ長期間のためか判然としなかったが、出穂後の遮光処理では間断灌漑、中干し処理によりNAR、CGRが高く、籾/わら比 Mn/Fe比が高まり水管理効果が明らかに認められた。

透水により増加したが、登熟後半では透水による千粒重の増加はみられなかった。

また、屑米歩合、玄米の粒厚別分布においても同傾向であった。

以上のように、登熟前半における日照不足は登熟を不良にし、また、透水による根の活力保持も、玄米の急速に肥大する登熟前半において、その効果の大きいことが明らかである。

第57図 日照および透水と登熟の関係(昭44)



(2) 出穂前の寡照と水稻生育

試 験 方 法

年次	試験圃場	透水の有無	日照条件	遮 光 期 間			備 考
				-40~-20	-20~ 0	0~ +20	
昭 46	la 2,000 pot 試験	透 水 区 期間 -40~+20 方法 30mm/day 毎日循環灌漑	自然光区		①		供試品種：トヨニシキ 移植：5月17日(畑苗) 1pot3株 1株2本 施肥量：元肥N、P、K 各1.5g 追肥N0.5g
			遮光30%	②	③	④	
			遮光50%	⑤	⑥	⑦	
		無 透 水 区	自然光区		⑧		
			遮光30%	⑨	⑩	⑪	
			遮光50%	⑫	⑬	⑭	

試 験 結 果

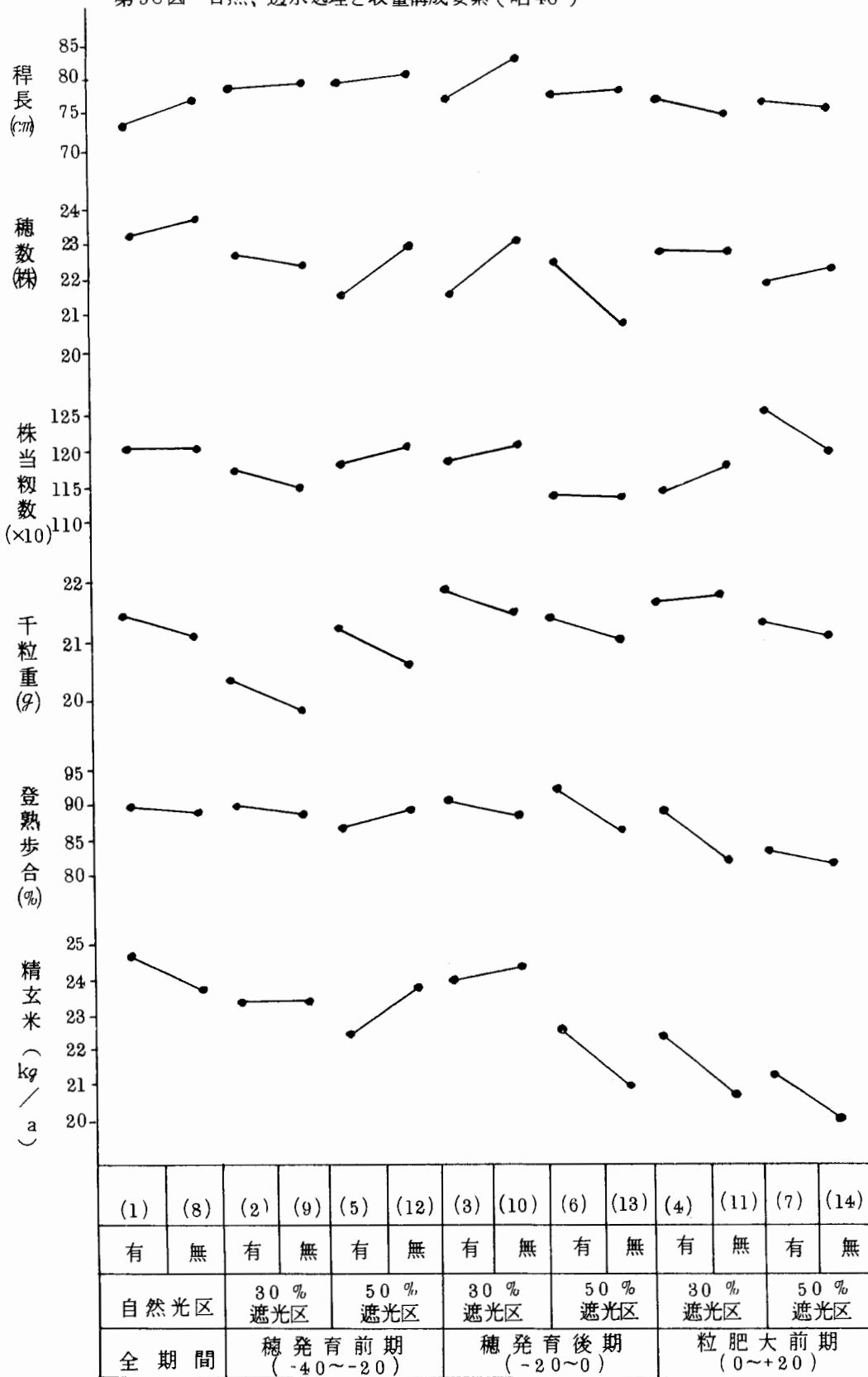
第58図に示すように出穂前(-40~-20)遮光により、下位節間が増大し長稈となる。また最高莖数少なく、有効莖歩合も低下傾向で穂数は少なめとなる。また登熟度も、出穂後(0~+20)遮光程ではないが低下し減収した。これらの影響は遮光強度ますにつれ大となる。透水により短稈となり、かつ登熟度も向上した。

出穂前(-20~0)遮光は、上位節間の伸長により-40~-20処理に次ぎ稈長大となる。粒数要因も概して少なめで、とくに50%遮光による粒数減の影響が大であった。登熟要因も低下したが、-40~-20処理程でなく、ために収量は、50%遮光区で減収大なる他大差なかった。透水処理により、短稈の傾向で、登熟度も高まった。

出穂後(0~+20)は累年同様登熟度の低下著しく収量減も最も大で、遮光強度ますにつれ低下した。透水処理により登熟度高まり収量も向上した。

以上のように登熟前半(0~+20)遮光は、登熟低下を通じ収量減が最も大きい。次いで出穂前(-20~0)で、この期間の寡照は粒数減を招き、遮光強度の場合は登熟前半同様登熟低下著しく収量減が大きい。出穂前(-40~-20)処理は受光姿勢が悪化し、また穂数減を招き易い。出穂後は早期(0~+20日)遮光で透水処理の効果が大きいが後期(+20~+40日)では概して糊熟期を過ぎて遮光下での水管理の効果は低かった。

第58図 日照、透水処理と収量構成要素(昭46)



2. 寡照に対応する栽培技術の改善

1) 寡照と透水との関係

試験目的

岩手県南地帯の水稲収量停滞の一因として寡照があげ

試験方法

られるが、寡照に対応する栽培技術を解明するため、透水および日射量と水稲生育の関連性を明らかにしようと昭和44年以降3ヶ年試験を行なった。

試験 年次	試験圃場	日射処理	透水有無	遮光期間				備考
				0 ~ +20		+20 ~ +40		
				ふ系72号	レイメイ	ふ系72号	レイメイ	
昭和 44 年	気人 象 室工 1a 2,000 pot	無処理 (気象室)	有	①	⑤	⑨	—	移植：5月16日 3株/pot 2本植 施肥量：pot当りN、P、 K各1.5g 透水処理：日射処理開始前、 20日間 3cm/day毎日循環灌漑
			無	②	⑥	⑩	—	
		遮光 (30%減)	有	③	⑦	⑪	—	
			無	④	⑧	⑫	—	
無処理 (自然光)	有	⑬	⑮	⑭	⑰			
	無	⑮	⑱	—	—			

試験 年次	試験圃場	日射処理	透水処理	遮光期間			備考
				-20~0	0~+20	+20~+40	
				昭和 45 年	気人 象 室工 1a 2,000 pot	無処理 (気象室70%)	
無	②	⑥	⑩				
遮光 (気象室60%)	有	③	⑦			⑪	
	無	④	⑧			⑫	
無処理 (屋外100%)	有	⑬	⑮	⑰			
	無	⑭	⑯	⑱			

昭46年はI-(4)-2)の条件による

試験結果

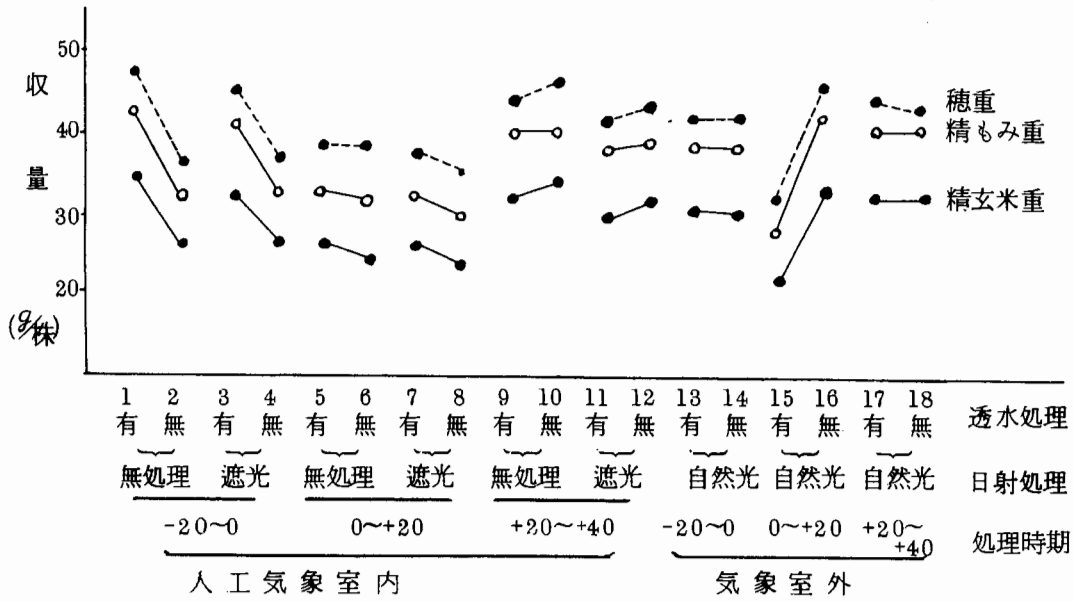
昭和44年の試験の結果第59図に示すように登熟前半の日照不足が登熟を不良にし、透水による根の活力保持も登熟前半にその効果が大きかった。

昭和45年では第59図のごとく、出穂前(-20~0)処理は稈長、穂数に大差はなかったが、わら重は透水処理によりまされた。この傾向は他の処理区でも同様であった。収量は各時期とも遮光により低下し、とくに

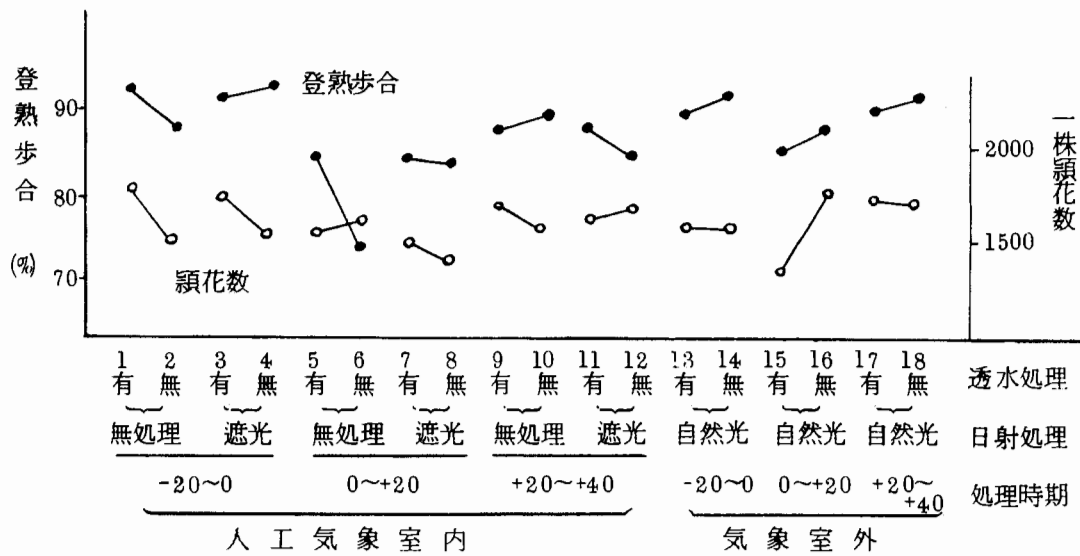
0~+20処理で顕著であった。透水処理の効果は、出穂前40日間で著大で、出穂前後40日間ではやや多収傾向であった。しかし出穂以降の透水処理効果はみられなかった。

登熟低下は0~+20の遮光で大で、出穂後20日以降では少なく、出穂前20日処理では好天もあって弱遮光のため、影響がみられなかった。

第59図 日照、透水処理と収量(昭45)



第60図 日照、透水処理と登熟歩合(昭45)



昭和46年においては遮光程度(30% 50%)をかえ、さらに出穂前の日射制限を-40~-20についても検討し、トヨニシキを用い屋外のポットで実施した。この場合の透水処理期間は-40~+20とした。

その結果出穂前遮光により稈長が伸長し、とくに-40~-20処理で大であった。しかし透水処理により短稈傾向で、穂数は少なめとなった。登熟歩合は0~+20遮光の影響大きく遮光程度ますにつれ低下した。透水処理により登熟度高まったが、無遮光には及ばなかった。

収量は遮光により低下し、とくに登熟前半において著大で、強度遮光ほど収量減が大きい。しかし透水処理により増収傾向を示し、とくに登熟前半および-20~0の50%遮光で顕著であった。

以上のことから出穂前後20日間の日照不足が登熟を不良にし、とくに登熟前半でより大で、強度遮光ほど著しい。透水効果は登熟前半で大なることは累年同様で、とくに強度遮光の場合顕著である。また出穂前(-20~0)処理はとくに強度遮光の場合その効果が明らかである。また出穂前(-40~-20)の期間は、透水処理によ

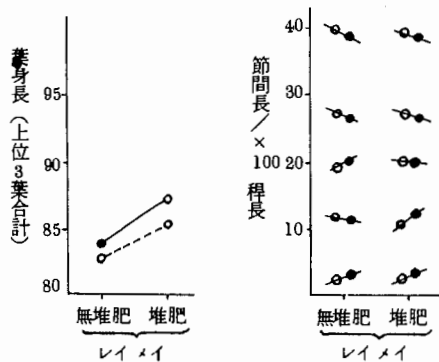
試験結果

第32表 地下水位の低下効果(昭44~45)

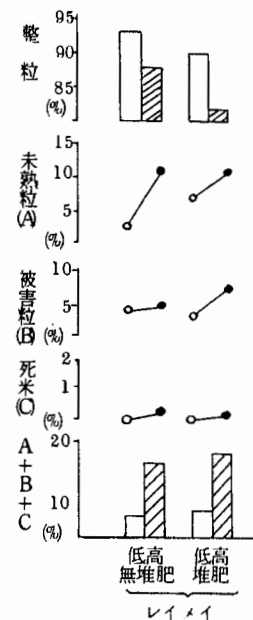
区	品 種 名	年 次	別		出穂期	成熟期	稈 長	m ² 穂 数	1穂平均 着粒数	m ² 総粒数	当 量 千粒重	登 歩	熟 合	千 粒 重	当 量	玄 米 重
			堆肥の有無	有 無												
レ イ メ イ	昭44	無 堆 肥	無	肥	-2	-1	7	20	-10	8	4	9	7	16		
			堆	肥	-2	-2	-5	-6	1	-5	4	19	11	6		
	昭45	無 堆 肥	無	肥	-2	-3	-3	-8	0	-6	1	3	5	-2		
			堆	肥	-4	-4	-1	1	3	3	0	2	2	5		

注 出穂、成熟期は低-高で示し、その他は $\frac{\text{低}}{\text{高}} \times 100 - 100$ として表わす。

第61図 地下水位低下と葉身長、節間長



第62図 地下水位低下と品質



り短稈化傾向となり、いねの姿勢制御の面から透水処理が重要視される。

2) 寡照に対応する植生調節

(1) 地下水位の管理による水稻の登熟性向上

試験目的

水稻群落の向上のため、地下水位の相違が水稻の生育収量に及ぼす影響について、昭44年以降5ヶ年試験した。

a 地下水位の低下と成苗移植の登熟良化

試験方法

年次	施肥量 (kg/a)		地下水位 (田面下)		備 考
	窒素	堆肥	50~70cm	20~30cm	
昭44	0.8	0	①	③	品種:レイメイ 移植:5月15日(畑苗) 22.7株/m ² 1株3本植 施肥量(kg/a): 基肥N0.8 P1.2 K1.0 珪カル1.5 堆肥200 追肥N0.2(幼形期)
	0.8	200	②	④	
45	試験圃場		整備一般		
			圃場(旧田)		

地下水位の低下によって、降下滲透量の増大に伴う地温上昇に起因すると思われるが、出穂、成熟期が早まる。稈長は下位節間の短縮により短稈化の傾向で、上位葉身LAIなど地下水位高区に比し小となる（第61図）。

粒数要因は必ずしも増とはならないが、登熟形質は向上した。その結果収量は、昭45の無堆肥区で登熟形質の向上が、曇花数減をカバーしきれず減収した以外、増収し産米の品位も向上した（第32表、第62図）。

b. 地下水位の管理と稚苗移植の登熟良化

試験方法

年次	施肥条件 (kg/a)			地下水位(田面下cm)		備考
	窒素	堆肥	生わら	40~60	10~20	
昭46	0.6+0.2(幼形)	0	0	①	④	品種：トヨニシキ 移植：5月10日 25.2株/m ² 施肥量：基肥 N0.8 P1.2 K1.0 珪カル15 (kg/a) 追肥 N0.2 ※生わら46春 47.48秋鋤込
	0.6+0.2(〃)	200	0	②	⑤	
	0.6+0.2(〃)	0	60	③	⑥	
昭48	試験圃場			整備圃場	一般圃場(旧田)	

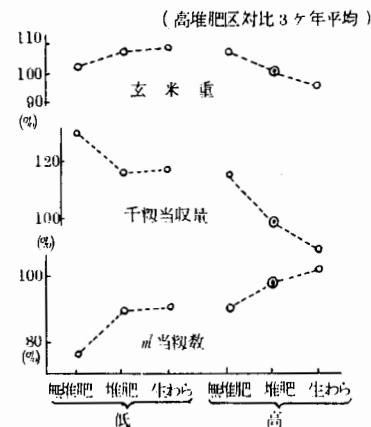
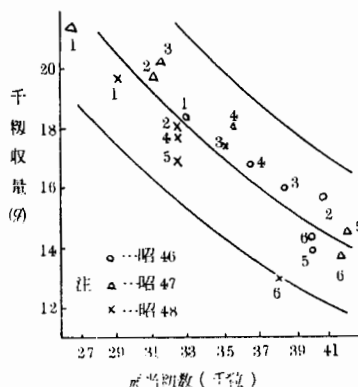
試験結果

第33表 地下水位別の累年の収量性(昭46~昭48)

地下水位	種別	年次	No.	出穂期(月日)	成熟当時			有効歩合(%)	最高莖数(本/m ²)	1穂m ² 当粒数(粒)	当玄米重(kg)	同歩合(%)	層米重(%)	玄米登熟歩合(%)		
					稈長(cm)	穂長(cm)	m ² 当穂数(本)									
低	稚苗移植	46	1	8.7	9.0	19.5	5.07	56	1,043	64.6	32.8	60.2	108	2.2	22.4	81.0
			2	8	9.1	19.5	5.42	54	1,086	74.5	40.4	63.6	113	3.2	22.1	71.3
			3	9	9.3	20.1	5.44	67	794	70.6	38.4	62.0	111	2.7	21.7	72.6
		47	1	8.8	8.3	18.1	3.86	50	862	68.3	26.4	56.4	93	1.7	23.6	90.3
			2	9	8.8	18.6	4.44	50	937	69.8	31.0	61.5	101	3.1	23.3	85.2
			3	10	8.6	19.0	4.31	49	837	73.2	31.5	63.9	105	2.7	23.5	86.2
		48	1	8.4	8.0	17.6	3.99	62	721	65.6	29.1	57.3	105	2.5	20.8	94.8
			2	5	8.1	18.6	4.04	65	668	72.0	32.4	58.4	107	5.5	21.3	84.6
			3	8	8.5	18.7	4.38	68	727	72.1	35.1	61.1	112	6.5	21.3	81.9
高	稚苗移植	46	4	8.9	9.2	19.0	5.14	58	1,036	71.3	36.6	62.0	111	2.4	22.1	75.2
			5	10	9.6	19.5	5.39	70	879	73.8	39.8	55.9	100	3.9	21.3	67.2
			6	11	9.5	18.7	5.59	62	955	71.0	39.7	57.1	102	4.7	21.3	70.9
		47	4	8.9	8.7	19.2	4.76	55	890	74.0	35.3	63.8	105	4.4	23.0	78.5
			5	10	9.4	20.1	5.12	54	948	81.6	41.7	60.7	100	5.6	22.4	65.0
			6	12	9.5	19.3	5.17	66	832	79.8	41.3	57.0	94	6.7	21.8	63.2
		48	4	8.6	8.5	18.8	4.73	67	711	61.9	32.6	57.8	106	9.1	21.1	84.0
			5	7	8.1	19.0	4.61	68	698	63.2	32.4	54.7	100	7.4	20.7	81.4
			6	10	8.7	20.0	4.60	68	769	74.8	38.2	49.9	91	14.1	20.7	63.1

第63図 穂数対千粒収量

第64図 地下水位の高低と収量構成



第34表 時期別窒素吸収量と窒素の玄米生産能率、移行率

(昭48)

No.	区 名				N吸収量と吸収割合 (g/a %)				玄米生産能率 (kg)	移行率 (%)
	地下水位	施肥条件			分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期		
		窒素	堆肥	生わら						
1	低	0.6	0	0	135 (14)	456 (46)	793 (80)	995 (100)	60.0	70.2
2		0.6	200	0	164 (15)	570 (52)	851 (77)	1,103 (100)		
3		0.6	0	60	211 (18)	607 (51)	958 (81)	1,182 (100)		
4	高	0.6	0	0	207 (15)	574 (42)	945 (69)	1,380 (100)	41.9	67.8
5		0.6	200	0	194 (15)	546 (43)	1,110 (88)	1,264 (100)		
6		0.6	0	60	183 (13)	652 (46)	1,205 (85)	1,416 (100)		

土壌中のNH₄-Nの発現は6月中旬迄は地下水位低多いが、7月以降は高区の発現が著しい。区間では初期無窒素区のN発現多いが、以後急激に低下する。有機物施用系列は6月中旬以降高まり、堆肥区6月中旬迄高く、以後生わら区がまさる。地下水位低区の堆肥連用区はPQが高区より高まり、△logKが増大した。腐植の型も高低間で異なり、温度上昇効果は高>低の関係である。また地下水位低下によりEhは高く推移し、土壌の物理性も改善され、透水係数、地耐力が増大した。

地下水位低下によりSi、Ca、Mg、Mn吸収濃度高まり、N濃度は低めに経過する。しかし有機物施用により高まる、また地下水位低区はMn/Feが高まり、根圏の環境良化がみられた。養分吸収量は地下水位低下によりSiが増大し、有機物施用によりN、P、Kの増大傾向がみられ、低区は順調に吸収されるに反し、高区は幼形~出穂期にかけて急激に増大する。生わらは初期吸収抑制され、出穂期にかけて増大するが、その程度は地下水位低区で小さい。窒素の移行率、玄米生産能率も低区は高区よりまさった(第34表、第63、64図)。

試験方法

試験年次	地下水位	N施肥法	遮光期間		無遮光		備考
			-40~-20 (30%減)	0~+20 (30%減)			
昭和47年	常時湛水	高低	06+02+02	06+02+02	06+02+02	06+02+02	品種：トヨニシキ 移植：5月15日(畑苗) 施肥量：P1.2 K1.0 追肥幼形、減分期の2回 地下水位：高区10cm前後 低区1m前後 (7月以降)
		高低	○	○	○	○	
	間断灌漑	高低	—	—	—	—	
		高低	○	○	○	○	
	中干し	高低	○	—	—	○	
		高低	○	○	○	○	

乾物生産は分けつ期低>高、幼形期低≒高 以後は高区著大で有機物間では堆肥は安定した乾物生産を行なうが、生わらは初期抑制され後半の生育著大で、とくに高区で大であった(第33表)。

その結果地下水位低区の初期生育まさったが、後半高区の生育まさる。高区の有機物施用系列は生育量過大となり、粒数は確保されるが登熟形質の低下により減収し、とくに生わら区で著しかったに反し、低区は高区程の過剰生育でなく登熟形質の向上により多収となり、産米の品位も向上した。

なお、低区では透水性の良化により連年無堆肥では地力が低下してき生育量の確保が困難になってくるので、堆肥又は生わらの連用が重要である結果が示された。

(2) 立体的水管理による登熟性向上

試験目的

地下水位、栽植密度との関連で、日照制限による水稻群落の相違が、水管理効果に及ぼす影響を検知し、寡照に対応する栽培技術を確立しようとして、昭和47、48年試験を実施した。

試験年次	地下水位	水管理	栽植密度	窒素施肥量	無遮光	-40~-20		0~+20		備考
						遮光I	遮光II	遮光I	遮光II	
昭和48年	低 (1m前後)	常湛	22.7	6-2-2	①	②	③	④	⑤	品種：トヨニシキ 移植：5月15日(畑苗) 施肥量(kg/10a) P12 K10 追肥時期、幼形、減分 遮光程度：I 20~30%減 II 40~50%減
			27.3	8-2-2	⑥	⑦	-	⑧	-	
		中干し	22.7	6-2-2	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
			27.3	8-2-2	⑭	⑮	-	⑯	-	
	高 (10cm前後)	常湛	22.7	6-2-2	⑰	⑱	-	⑲	-	
			27.3	8-2-2	⑳	㉑	-	㉒	-	
		中干し	22.7	6-2-2	⑰	⑱	-	⑲	-	
			27.3	8-2-2	⑳	㉑	-	㉒	-	

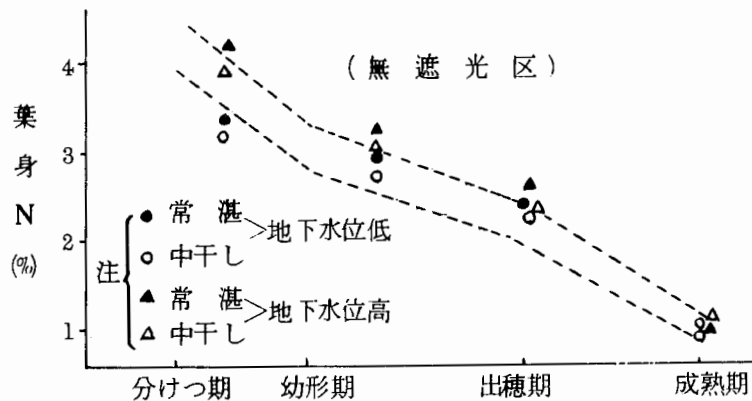
試験結果

第35表 地下水位と水管理の組み合わせによる水稻の収量性

(昭47)

地下水位	遮光有無 遮光期間	栽植密度	水管理別	稈長 (cm)	mi当り穂数 (本)	平均1穂粒数 (粒)	mi当り粒数 (千粒)	玄米千重 (g)	登歩 (%)	熟合 (%)	玄米重 (kg/a)	同 比 (%)
低	無遮光区	22.7 株/m ²	常湛	84.6	425	77.6	33.0	22.7	92.0	68.9	100	
			中干し	84.0	379	88.9	33.7	22.4	91.0	68.6	100	
		27.3	常湛	83.6	415	76.5	31.8	22.9	91.0	66.2	96	
			中干し	87.4	451	79.4	35.8	22.5	92.5	74.4	108	
		22.7	常湛	88.1	470	73.4	34.5	22.4	92.2	71.3	104	
			中干し	87.0	440	79.4	34.9	22.4	91.8	71.8	104	
	遮光区 (20~30%) (0~+20)	22.7	常湛	87.2	411	79.1	32.1	22.2	91.0	64.9	94	
			中干し	86.9	415	79.2	32.9	22.4	91.1	67.1	97	
		27.3	常湛	86.8	411	81.7	33.6	22.2	89.3	66.4	96	
			中干し	86.1	472	75.8	35.8	22.4	90.5	72.5	105	
		22.7	常湛	85.0	404	78.1	31.6	22.8	91.7	66.0	96	
			中干し	85.2	453	74.8	33.9	22.3	90.1	68.2	99	
遮光区 (20~30%) (-40~-20)	22.7	常湛	87.6	422	86.3	32.2	23.0	94.3	69.8	101		
		中干し	88.5	409	82.0	33.5	22.9	91.8	70.5	102		
高	無遮光区	22.7	常湛	86.5	409	81.2	33.2	22.6	92.4	69.5	101	
			中干し	93.7	486	83.7	38.8	22.2	80.7	69.5	101	
遮光区 20~30% (-40~-20)	22.7	常湛	92.5	479	80.0	38.3	22.3	85.6	73.0	106		
		中干し	96.9	459	80.1	36.8	22.0	83.4	67.4	98		
			中干し	92.9	443	78.3	34.7	22.2	89.1	68.7	100	

第65図 地下水位高低による時期別葉身N濃度(昭47)

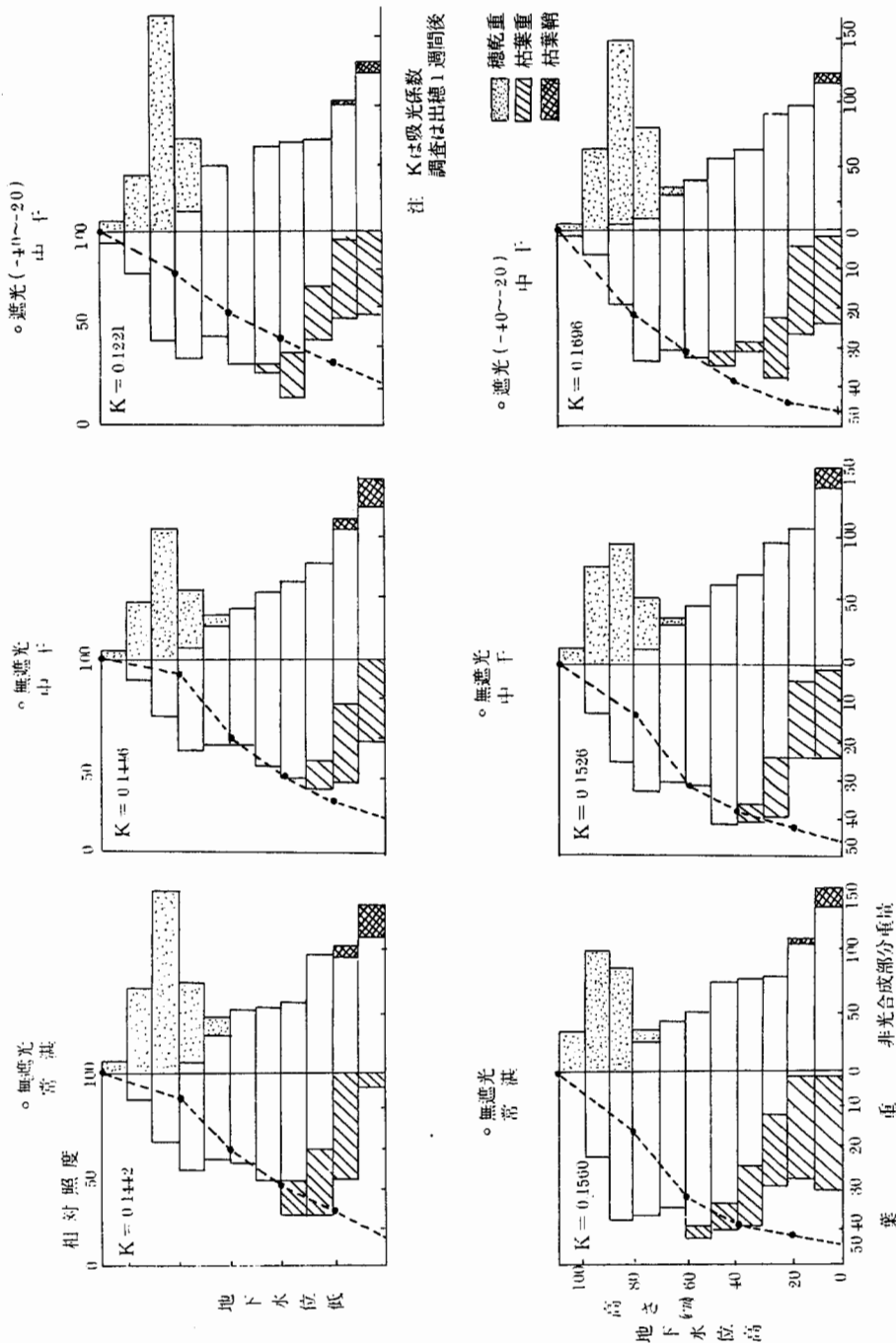


昭47年試験の結果第35表および第65図に示すように無遮光下の時期別葉身N濃度は、7月初め頃迄地下水水位低下によりかなり低く、とくに中干しで大きい。しかし幼形期以降は期待濃度の範囲内で推移したが、高区より低い。地下水位高常湛区は、期待値の上限を上廻り成熟期で期待値並み、中干しは各時期とも期待値の上限を推移した。このようなもとで出穂前(-40~-20)遮光により、稲体内のN含量高まり長稈化した。しかし地下水位低区は、稈長、上位葉身、LAI等高区程過大でない。また全葉乾重の垂直分布は、高区上層、低区下層多く地上40cmの相対照度は、地下水位低区は高区の

2倍以上であった。

地下水位低下により粒数要因は必ずしも増とはならないが、地温上昇、肥沃度が減退しない範囲での透水増大により、生育が早まり登熟形質は向上した。しかし低区無遮光中干し区は、分けつ期当時のN低下による生育量不足を、登熟面でカバーしきれず減収傾向であったが、遮光区においては稲体Nの高まりが、処理後の好天と相俟って登熟への貢献度が高まり多収傾向であった。そして第65図に示すように水管理により受光姿勢が改善され、その効果は地下水位低区よりも地下水位高区で明かであった。

第66図 地下水位と中干しとの関連における乾物生産構造図(昭47)

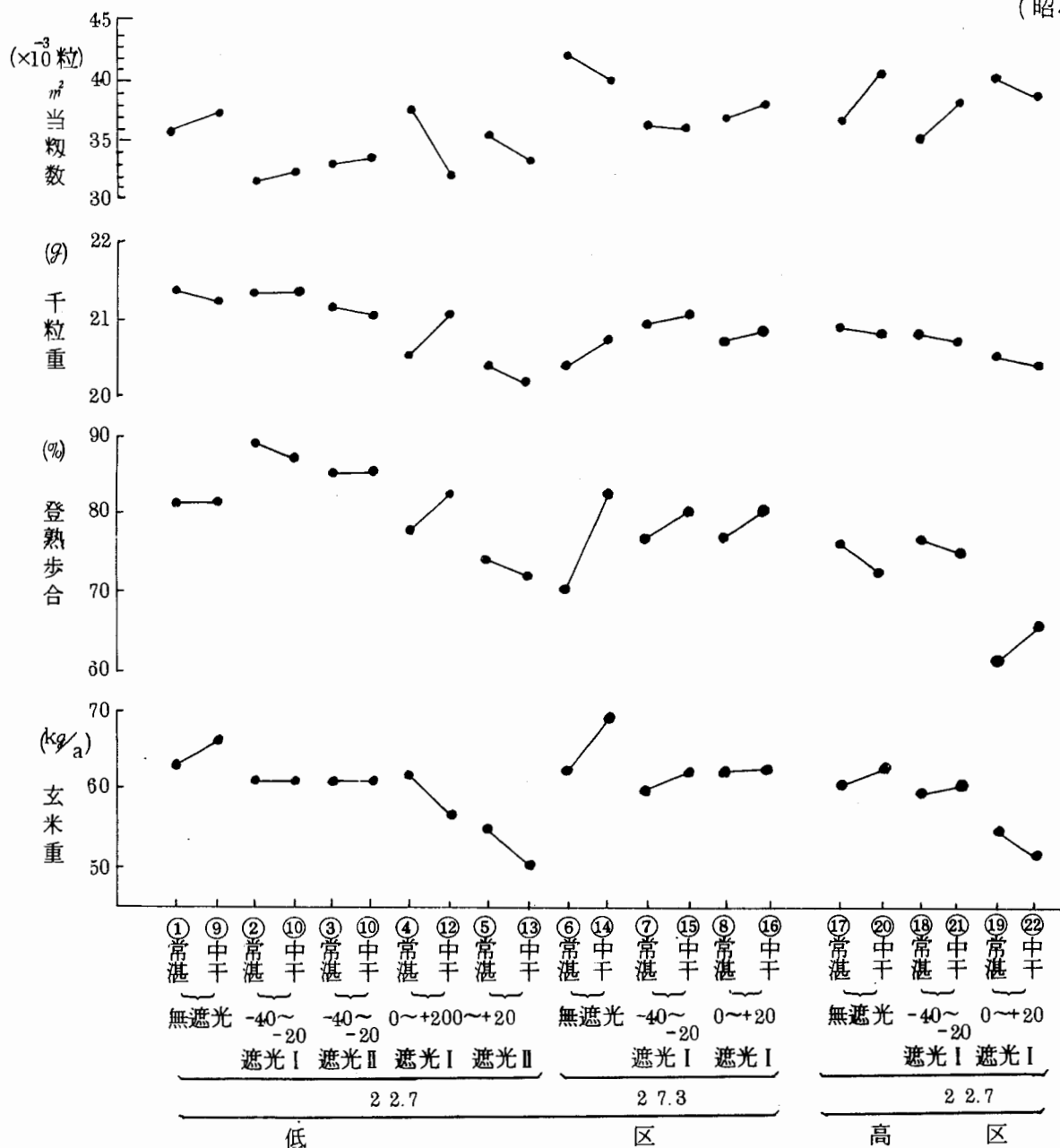


出穂後(0~+20)遮光は地下水位低区のみ試験した。処理により乾物生産が抑制され、NAR、CGR低

下しN、Pの穂への移行が阻害され減収したが、高温多照の良好年であったため、その程度は少なかった。

第67図 出穂前後遮光における収量構成要素の変動

(昭48)



昭和48年にはさらに遮光程度をかえ、密植条件は窒素多肥として検討した。その結果第67図に示すように出穂前(-40~-20)遮光により前年同様長稈となり、地下水位高区で大となり、低区は強度遮光、密植多肥で長稈化した。遮光による粒数要因の減少は地下水位低区で大きい、しかし密植多肥は同条件の無遮光より劣るが、疎植無遮光と大差なかった。登熟形質は高区の低下著しく、地下水位低区は生育量大な密植多肥で低下大であった。しかし低区の疎植区は稲

体窒素の高まりと、処理後の好天に支えられてむしろ高まり、弱遮光で若干大となる。その結果収量は粒数要因に支配され、疎植条件では地下水位、遮光、水管理にかかわらず若干減収したが、低区密植多肥区は収量減少なく、水管理効果も認められた。

なお、全葉乾重の垂直分布からみて、水管理による葉層構造の改善が認められた。

出穂後(0~+20)遮光は登熟低下し高区で著しい低区は強度遮光により大となった他若干の低下に止まっ

た。収量は高区および低区の強度遮光区は顕著に減収した以外若干減収し、とくに密植多肥で少なかった。水管理効果は密植多肥で判然とした。

以上寡照下にあっても地下水位の低下、間断灌溉、中干しなど水の立体的管理によって、高区ほどの過剰生育でなく、下位節間、稈長、LAI、全葉乾重の垂直分布などからみて寡照に対応しうる姿となる、しかも籾数確保の割に登熟が良化し、品質、収量の向上が得られる。

試験方法

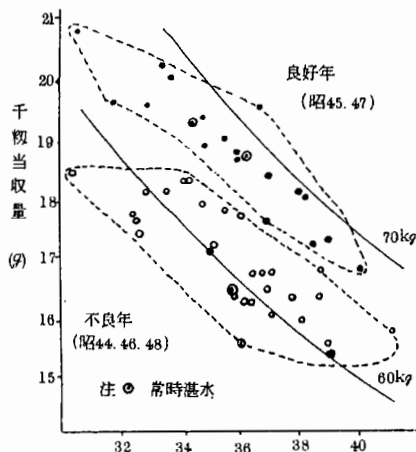
- (イ) 耕種法 移植：5月16日(畑苗) 22.7株/m² 3本植
 施肥量(kg/a)：N0.8+0.2(-25)、P₂O₅ 1.2 K₂O1.0 珪カル15 堆肥150
- (ロ) 試験条件

試験年次	土壌	No.	区名	処理時期	処 理 法									
					移植期	有効茎決定期	穂首分化期	最高分けつ期	幼穂形成期	減数分裂期	穂孕水	出穂期	登熟期(落水)	
昭和44・48年	自然土層土壌	1	常時湛水	—	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		2	更新灌溉(1)	穂首分化期~穂孕期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		3	"(2)	穂首分化期~登熟期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		4	"(3)	減数分裂期~登熟期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		5	間断灌溉(1)	穂首分化期~穂孕期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		6	"(2)	" ~登熟期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		7	中干し(中)	有効茎決定期~幼穂形成期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		8	"(弱)	" ~最高分けつ期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		9	中干し+更新灌溉	" ~登熟期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		10	中干し+間断灌溉	" ~登熟期	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

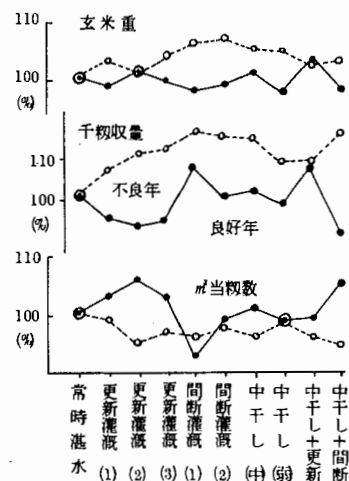
- 注 1. 透水量：表面水管理……自然透水量とする(自然土層圃場で透水量の制禦ができないため)
 2. 常時湛水……5cm湛水して5日に1回ぐらいの灌水をする。
 3. 更新灌溉……水温と溶存酸素量を指標として、田面水を更新し盛夏の頃は殆んどかけ流しの状態となる。雨天および低温のおそれのある日は中止する。
 4. 間断灌溉……3cm湛水して3日で減水し、2日ぐらい飽水状態とした。
 5. 中干し……中干し(中) PF約2.4まで 中干し(弱) PF約2.0まで

試験結果

第68図 不良年・良好年のm²当籾数対千粒収量



第69図 不良年・良好年の収量構成要素の比較(常湛対比)



第68～69図に示すように良好年は、苗質もよく初期生育は旺盛である。しかし後半は体内N濃度は低めに経過し、常湛区においてさえ生育量は過大でない。水管理により粒数要因が増加する区もあるが、これらの区は登熟形質が低下した。収量は、中干し+更新を除き処理区は何れも常湛区と大差なかった。

中干し+更新は、中干し後落水期迄の更新灌漑により、地水温が高まり過ぎない。かつNの吸収抑制の面で適度であるためか、収量的にやや高まった。

不良年においては、稲体のNレベルは高めに経過し、常湛区における生育量は、十分に確保される。水管理によって粒数要因が減少する反面登熟要因が高まり、粒数不足をカバーして多収となり水管理効果が認められた。

以上の如く水管理効果は良好年よりも不良年で明らかに認められるが、これは常湛区の生育量によって支配される。即ち、常湛区の生育量が十分に得られ(N吸収量 1.4 kg/a 以上、稈長 90 cm 以上、粒数 $/\text{m}^2$ 36千粒以上)しかも登熟が不良(玄米生産能率 40 kg/N 前後、登熟歩合 80% 以下)の場合に水管理の効果が得られる

ようで、常湛区の生育水準によって、水管理の強度も異にしなければならない。

3) 水管理による水稻根の活力向上

試験目的

水稻の登熟良化におよぼす水管理の好適方策と時期を知るため主として根圏培地に影響する要因と水稻根の活性について知ろうとする。

試験方法

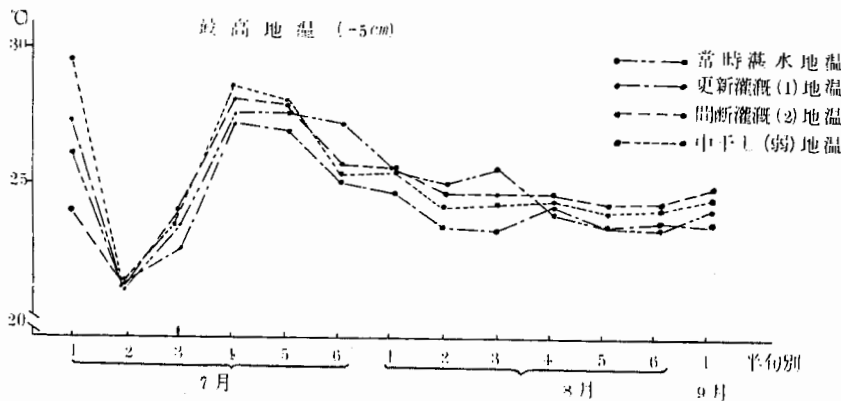
前掲 "良好年と不良年の水管理効果" の供試条件と同じ。

試験結果

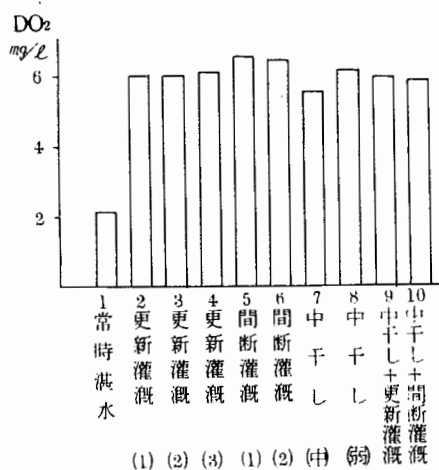
(1) 水管理による地温および田面水の溶存酸素量

水管理を行った場合、盛夏期における最高地温(-5 cm)は常時湛水に比べ高まり過ぎない(第70図)また水管理によって、田面水の溶存酸素量が多い(第71図)。これらのことが土壌Ehや、同化産物の呼吸消耗などに関連し、根圏に好影響を及ぼすものと思われる。

第70図 水管理による地温の差異(昭44)



第71図 田面水の溶存酸素量(昭44)



(2) 水管理と根の活力 (第72、73図)

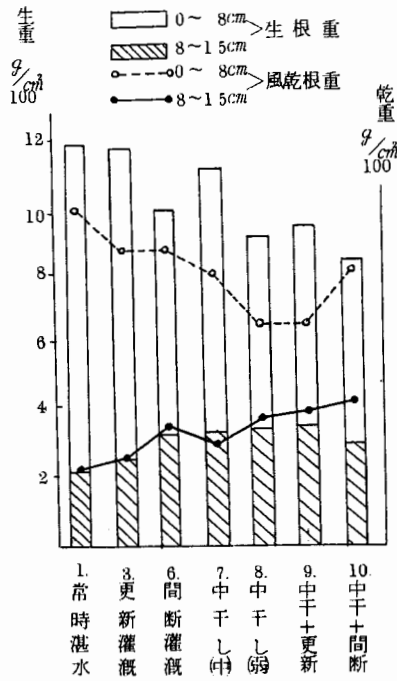
水管理処理区は下層の根群分布量が多い。また水管理による根の活力に及ぼす影響は累年同傾向を示し、水管理処理区は何れも常湛よりまさり、処理強度大なるほど根の活力が増大した。

(3) 根と地上部活力との関連 (第74図)

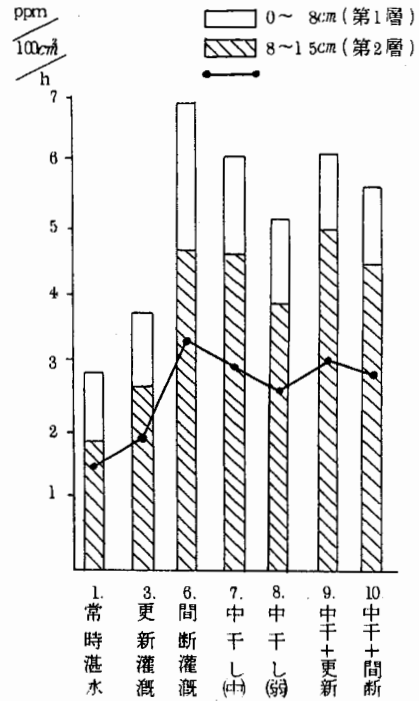
さらにいねの根の活力と地上部の活力との関連に

ついて、葉身の部位別葉緑素含量を測定し、水稻葉老化指標として解析した。その結果、常湛区は明らかに老化指標が小であるのに反し、水管理処理区は明らかに大で、光合成能としての水稻葉の活性が大であった。かように水管理処理は根の活力増大を通して水稻体地上部にも大きく寄与していることが知られた。

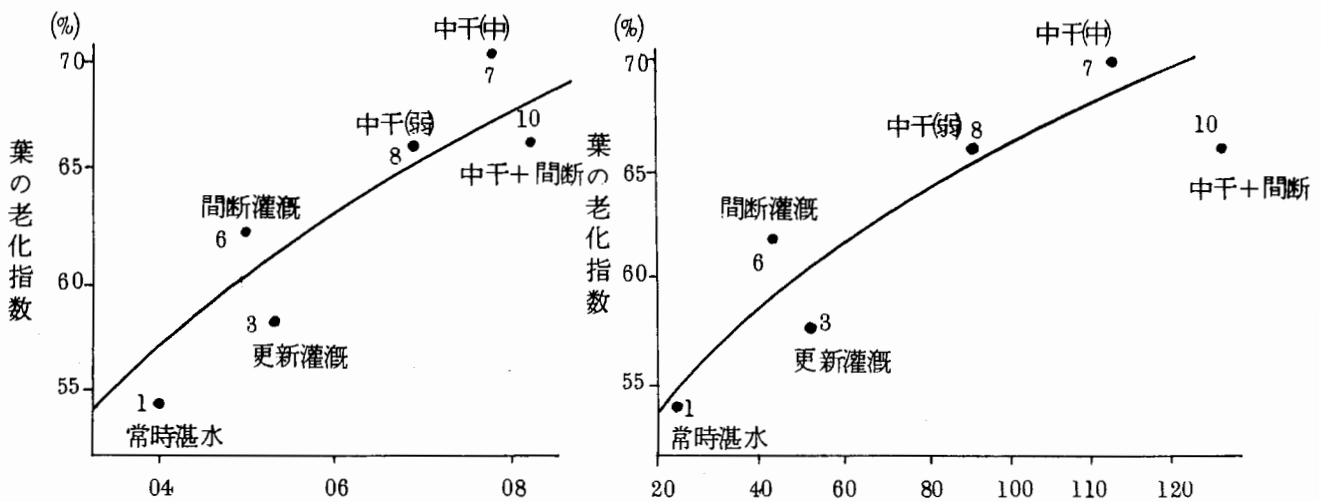
第72図 水稻根群の分布 (昭46)



第73図 水稻根群の活力 (O₂消費量) (昭46)



第74図 地上葉の老化指数 (昭48)



注 老化指数A = $\frac{n-2, 3, 4 \text{葉chl平均}}{\text{止葉chl含量 (h)}} \times 100$

4) 水管理による炭水化物の推移

水稻の登熟良化におよぼす水管理の好適方策と時期を知る前述の水管理試験のうち主要な方策について炭水化物の推移について検討した。

その結果第36～37表に示すように常時湛水区は出穂迄の莖葉の粗澱粉集積割合は大であるに反し登熟期の葉身および稈の粗澱粉の含量低く、出穂迄の莖葉中の澱粉依存度は大きい、穂への澱粉集積量は最低である。これに対し水管理処理系列は登熟期の光合成能およびそれによってもたらされる炭水化物の転流蓄積能が常時湛水区より何れも明らかに向上している。

すなわち更新灌漑と中干し(弱)の両区は、穂部への転流蓄積量が多く出穂後の炭水化物の集積と移行は、常時湛水区に比しやや大きい。

中干し(中)、間断灌漑およびそれらの組合わせ区的全糖含量は幼形期の葉身で高く成熟期の莖部でやや高め、粗澱粉は幼形期の葉身で高い。しかし出穂迄の莖葉中の粗澱粉の穂への貢献度は並であるが穂部への澱粉集積量は常時湛水区より明らかに大きく、出穂後の光合成による炭水化物の転流蓄積が大きかったものと思される。

これらは水管理により根圏を含む水稻全体の活力増大により、登熟能が向上したものと解される。

第36表 水管理による炭水化物の推移(昭45)

(グルコース%)

区	名部 位	直接還元糖				全糖				粗澱粉			
		幼形期	出穂期	乳熟期	成熟期	幼形期	出穂期	乳熟期	成熟期	幼形期	出穂期	乳熟期	成熟期
1.常時湛水	L	2.5	0.3	1.6	1.1	3.0	1.9	1.5	3.7	7.2	4.4	3.2	9.3
	L s h		1.6	0.8	1.2		4.0	3.1	2.5		12.7	3.6	2.9
	S	2.8	3.0	2.6	3.7	3.7	4.0	6.5	14.0	18.1	9.0	7.1	10.5
	E		1.6	0.8	0.4		1.6	1.0	0.5		9.5	25.0	49.1
3.更新灌漑	L	2.7	1.3	1.6	1.2	3.7	3.3	2.1	3.1	7.7	3.1	3.1	7.6
	L s h		2.7	1.2	1.7		3.3	3.8	3.0		12.7	5.5	3.3
	S	2.8	5.2	3.5	3.4	4.0	4.6	10.1	14.1	18.7	9.7	8.4	18.5
	E		1.3	1.3	0.6		1.5	1.1	0.7		11.7	22.6	54.1
6.間断灌漑	L	3.1	1.5	1.6	1.2	4.7	2.1	2.6	4.4	6.2	3.3	3.6	7.3
	L s h		1.5	1.0	1.4		2.1	4.6	2.9		12.6	6.7	3.6
	S	1.8	4.1	1.3	3.3	4.4	3.7	12.7	17.9	16.1	12.7	6.2	20.6
	E		1.0	1.0	0.4		1.2	0.7	1.0		10.3	22.1	50.9
7.中干し	L	2.6	0.7	1.7	1.3	6.0	2.6	3.2	4.4	4.1	3.3	3.6	6.2
	L s h		0.4	1.0	0.9		1.4	5.9	4.5		12.9	2.5	3.4
	S	1.8	2.8	3.3	2.8	5.4	3.0	8.8	12.1	15.8	11.9	8.6	21.0
	E		1.2	1.3	0.7		0.7	1.2	0.7		12.0	21.0	52.2
8.中干し	L	2.2	0.6	1.4	1.3	3.6	1.5	3.0	4.1	6.2	3.0	3.2	6.2
	L s h		0.8	1.4	1.3		2.3	3.6	3.3		12.6	3.4	2.2
	S	1.7	4.7	2.7	3.8	3.1	5.0	7.1	15.6	20.8	12.6	9.7	18.5
	E		1.3	1.3	0.7		1.0	1.8	0.8		13.3	20.0	48.2
10.中干し 間断灌漑	L	2.3	1.4	1.5	1.3	4.3	2.3	1.7	5.6	8.6	3.8	2.6	5.4
	L s h		1.0	1.2	0.8		2.0	3.0	4.3		11.4	4.7	3.9
	S	2.4	4.1	3.0	2.6	3.7	5.0	6.7	15.9	16.8	8.1	7.0	17.5
	E		1.2	0.7	1.2		0.9	1.5	0.8		13.3	17.8	49.5

第37表 水管理による澱粉の集積と移行の動向(昭45)

(グルコース g/m^2)

区名	部位	幼形期	出穂期	乳熟期	成熟期	穂部総集積量	出穂期後穂部集積量	乳熟期後穂部集積量	比率(%)	(D)-(B)比率(%)	(D)-(C)比率(%)
		(A)	(B)	(C)	(D)	(D)-(B)	(D)-(C)	(D)-(C)	(D)-(B)	(D)-(C)	
1. 常時湛水	L、S	60.1	89.5	40.3	44.5						
	E		15.1	144.7	426.9	100	411.8	100	282.2	100	
	Total		104.6	185.0	471.4						
3. 更新灌漑	L、S	68.8	87.2	48.2	66.1						
	E		18.9	119.5	450.7	106	431.8	105	331.2	117	
	Total		106.8	167.7	516.7						
6. 間断灌漑	L、S	55.6	89.5	50.6	83.5						
	E		15.0	131.4	469.1	110	454.1	110	337.7	120	
	Total		104.5	182.0	552.6						
7. 中干し(中)	L、S	45.2	87.2	45.8	83.1						
	E		16.3	103.0	457.4	107	441.1	107	354.4	126	
	Total		103.5	148.8	540.5						
8. 中干し(弱)	L、S	58.7	101.3	53.4	70.8						
	E		22.6	110.8	456.3	107	433.7	105	345.5	122	
	Total		123.9	164.2	527.1						
10. 中干し+ 間断灌漑	L、S	60.0	80.7	43.7	85.6						
	E		17.8	90.9	537.1	126	519.3	126	446.2	157	
	Total		98.5	134.6	622.7						
	E/T		14.4	78.2	90.6						
	E/T		17.7	71.3	87.2						
	E/T		14.4	72.2	84.9						
	E/T		15.7	69.2	84.6						
	E/T		18.2	67.5	86.6						
	E/T		18.1	67.5	86.3						

註: (L+Lsh+S)+E=L、S+E=Total

グルコース% × m²当乾物重 = m²当グルコース量 g/m^2

5) 寡照下における施肥法改善
試験目的

回数)による稲の形質変化と収量性について、昭和43年以降3ヶ年整備圃場で検討した。

寡照下における群落調整として窒素施肥方法(時期、
試験方法

- (イ) 耕種概要 移植5月16日(畑苗) 22.7株 3本植 施肥:単肥施用
- (ロ) 圃場条件 地下水位 60~70cm(田面下) 日減水深35mm/日
- (ハ) 供試条件

(kg/a)

区名	基肥	追肥					計	共通肥料
		-35	-25	-15	±0	+15		
1.6	0.6						0.6	
2.6-0-2	0.6		0.2				0.8	磷酸 12
3.6-0-0-2	0.6			0.2			0.8	加里 12
4.6-0-2-2	0.6		0.2	0.2			1.0	珪カル 15
5.6-0-2-2-2	0.6		0.2	0.2	0.2		1.2	堆肥 200
6.6-0-2-2-2-2	0.6		0.2	0.2	0.2	0.2	1.4	
7.6-2-2	0.6	0.2	0.2				1.0	
8.6-4(下層)	0.6	0.4					1.0	
9.6-0-4(下層)	0.6		0.4				1.0	

注 昭43のみ基肥N0.65、追肥N0.15(kg/a) №.3、№.9区なし

試験結果

(1)窒素施肥法による群落調整

不良気象年次ほどNが晩効きとなり、出穂が遅れ稈長も増大した。N施肥によるLAIの変動は穂首分化期追肥で最大で、幼形期～出穂期にかけて追肥回数多い程大となり、登熟期の姿勢を悪化させる。収量は気象不良年次ではN吸収量多いほど減収傾向を示し、良好年では

追肥回数にレスポンスして収量が増加した。

なお出穂後の追肥効果は認められず、穂首分化期追肥は稈数確保を有利にするが、受光姿勢悪化し登熟不良により減収し品質も低下した。

(2)施肥法と日照の関係

前述の試験の中で主な施肥法の年次間の比較をすれば、第38表のとおりである。

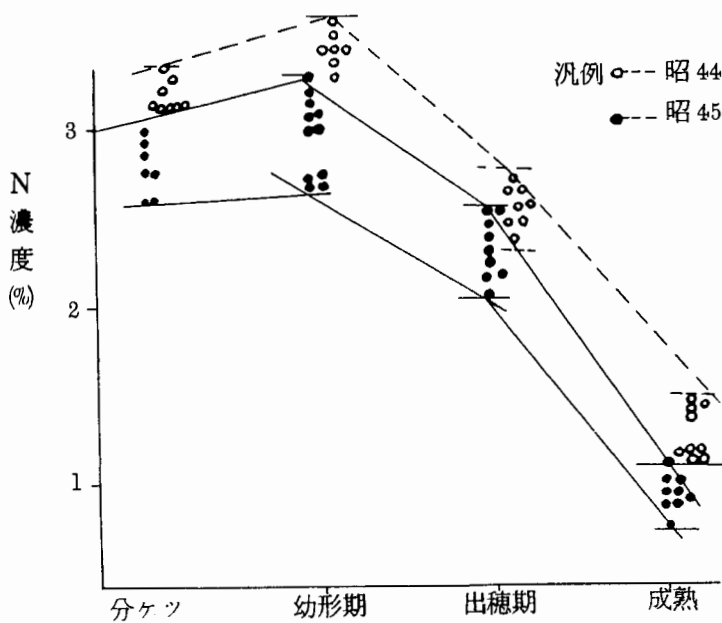
第38表 寡照年と多照年の水稻の生育収量 (昭44) (昭45)

(品種 トヨニシキ)

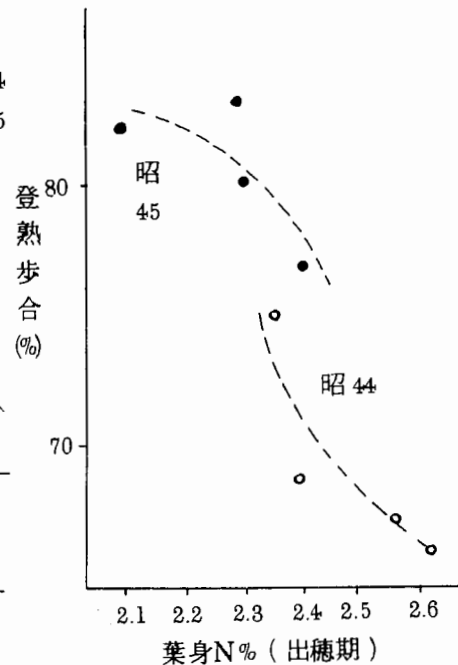
年次	施肥条件	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	有効茎 歩合 %	L I A	籾数 ×1000/m ²	登熟歩合		千粒重 g	玄米重 Kg/a	モミ /ワラ %
								一次 %	二次 %			
昭44	基肥(N-6)	88.8	18.6	431	66.5	4.06	32.5	86.2	52.4	20.1	55.9	106
	-25	95.4	18.9	471	75.7	5.02	35.9	78.2	41.3	19.7	57.6	110
	-25 -15	96.7	19.0	470	78.4	5.96	38.6	83.5	47.1	19.9	56.7	114
	-85 -25	99.0	19.3	470	80.2	6.82	40.8	70.6	42.6	18.9	53.9	97
昭45	基肥(N-6)	80.9	18.6	420	63.6	3.82	29.3	94.4	82.1	23.1	63.6	111
	-25	82.5	19.3	463	64.4	3.97	31.4	90.4	70.1	22.0	67.5	123
	-25 -15	86.1	20.1	456	66.1	4.09	39.3	87.7	56.2	21.9	68.8	120
	-85 -25	90.7	19.1	524	77.3	5.35	39.4	86.9	59.2	22.1	66.0	108

注 追肥量は各時期とも N-2Kg/10aとする

第75図 稲体Nの推移 (品種 トヨニシキ)



第76表 出穂期葉身N%と登熟歩合



多照年次は稲体N濃度は低めに経過し、追肥効果は極大であるに反し、寡照年次では時期別葉身N濃度は高めに経過し、生育遅延、受光姿勢悪化、登熟形質が低下する。従って寡照年次では追肥は1回程度にとどめ、時期別葉身N期待濃度（幼形期2.8~3.3、出穂期2.0~2.5、成熟期0.9~1.2%）に近づけるよう配慮する必要がある（第75、76図）。
勿論透水の附与された圃場は、肥沃度増大のための堆肥

珪カル等の増投とともにいねの後期生育を充実させる施肥法によって寡照に対応し、健全にして高水準の稲作が可能である。

6) 水管理による産米の品質向上

透水性を附与することにより、産米の品位が向上することは既に述べたとおりで、水管理と品質調査の一例を示すと第39表のとおりである。

第39表 水管理の差異と産米の品質（昭46）

№	区名	処理時期	整粒歩合 (%)	未熟粒 (%)	被害粒 (%)	死米 (%)	未熟・被害粒の計 (%)	検査等級
1	常時湛水	—	77.1	17.0	3.4	2.5	20.4	4.下
2	更新灌漑(1)	穂首分化~穂孕期	79.7	6.6	11.1	2.6	17.7	4.中
3	"(2)	"~登熟期	80.4	13.3	3.4	2.9	16.7	3.中
4	"(3)	減数分裂~"	84.9	6.9	7.0	1.3	13.9	3.中
5	間断灌漑(1)	穂首分化~穂孕期	78.2	10.7	6.9	4.2	17.6	4.中
6	"(2)	"~登熟期	77.5	12.7	7.5	2.2	20.2	4.下
7	中干し(中)	有効決定~幼形期	80.3	7.7	10.5	1.6	18.2	3.中
8	"(弱)	"~最高分けつ期	82.8	10.9	5.1	1.3	16.0	3.中
9	中干し+更新灌漑	"~登熟期	84.0	10.5	4.1	1.4	14.6	4.中
10	中干し+間断灌漑	"~"	83.0	11.1	3.6	2.3	14.7	4.下

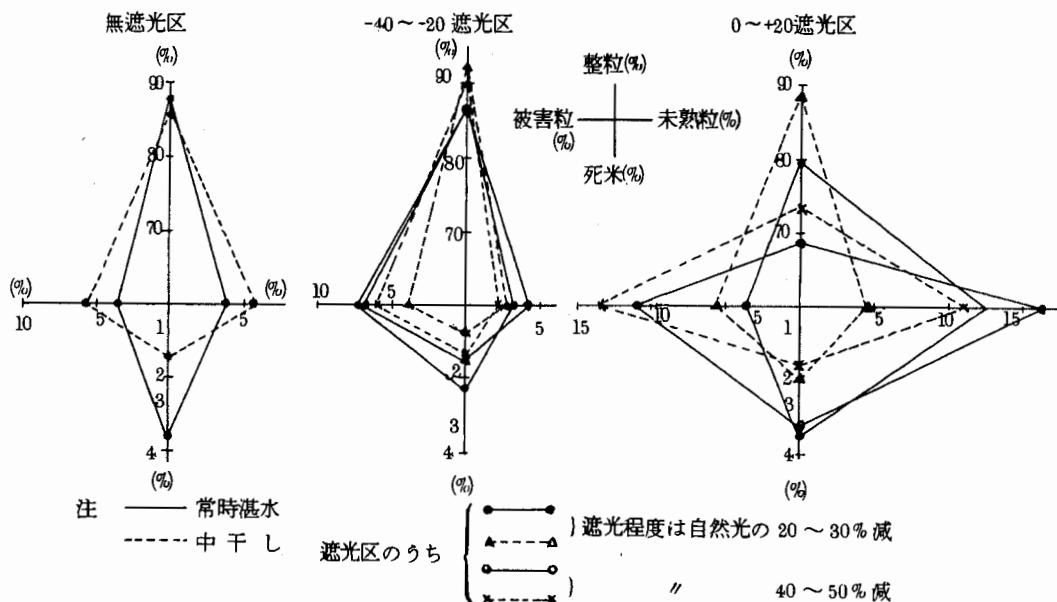
水管理処理区は整粒歩合が向上し、とくに常時湛水に多い未熟粒が処理により明らかに低減している。

さらに遮光時期および遮光程度との関連で、水管理の差異による産米の品位はⅢ-30図の如くで、出穂後（0~+20）遮光により整粒歩合が顕著に低下し、遮光程度ますますつれ著しい。しかし水管理により未熟粒、死米など少なく、整粒歩合高まり産米の品位は向上した（第77図）。

出穂前（-40~-20）遮光は整粒歩合がやや低下し、水管理により未熟粒、被害粒、死米など少なくなり水管理効果は認められた。しかし遮光程度による差は、出穂後（0~+20）遮光ほど顕著でなかった。

なお無遮光区の中干し区の効果のみられなかったのは中干し程度をPF 2.3を限度とし設定したが、無遮光中干し区は屢々限度を超え、中干し程度が強度に過ぎたため、その効果が減殺されたものと思われる。

第77図 日射制限および水管理の差異による産米の品質（昭48）



VI 好適基盤と期待生育への接近方向

東北地方南部太平洋岸の沖積平地は、低位な気候生産力示数によって登熟度が低下し、水稻収量は停滞傾向にある。そこで土壌基盤を整備して、昭44年より試験を実施してきた処であるが、低位な土壌基盤と寡照に対応して圃場の地下水位を下げ透水性を附与し、水の立体

A 基盤条件

的管理と植生調節によって登熟を良好し、品質収量向上を計りうる事が確認された。なお、この試験の成果から今後の土地基盤整備施行上の1つの方向を求めようとした。もとより多収と言っても段階があるが目標収量 $700 \text{ kg}/10\text{a}$ 前後の場合の土壌条件と形態、機能および栄養生理の両面からみた期待生育量は現在までの試験から、次のとおりに整理しうる。

第 40 表 好 適 基 盤

1) 土壌基盤	(1) 用 水	水量充分、灌水自由制御、用排水分離、循環灌漑可能、容存酸素量 6.0 ppm <
	(2) 排 水	幹線排水明渠施工 明渠水位の強制制御機能附与 (ポンプ強制排水等) 埴質地帯：暗渠施工、耕盤破碎
	(3) 地 下 水 位	稲作期間 生育前期 $-10 \sim -30 \text{ cm}$ 生育中期以降 $-40 \sim -60 \text{ cm}$ 落水期 -60 cm < 強制制御 (明渠、暗渠の制御と関連)
	(4) 透 水 深	降下透過量 $15 \sim 30 \text{ mm}/\text{日}$ 日減水深 $20 \sim 40 \text{ mm}/\text{日}$
	(5) 耕 盤 透 水 性	$1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5} \text{ cm}/\text{sec}$ (下層土も同様)
	(6) 作 土 透 水 性	$5 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-5} \text{ cm}/\text{sec}$ 代かき分散通減法により透水性調節
2) 土壌の理化学性	(1) 土 性	SL~CL 粘土含量 $10 \sim 25\%$ 2:1型粘土鉱物 含む~富む
	(2) 作 土 深	$15 \sim 20 \text{ cm}$
	(3) 有 効 土 層	40 cm <
	(4) 下 層 土 の 構 造	塊状~柱状 構造亀裂型 (経年発達)
3) 土壌の化学性	(1) 全 炭 素	クロム酸・硫酸湿式燃焼法 $1.5 \sim 5.0 \%$
	(2) 全 窒 素	ケルダール法 $0.15 \sim 0.4 \%$
	(3) 炭 素 率	$8 \sim 11$
	(4) PH (H_2O)	ガラス電極法 $5.3 \sim 6.5$
	(5) 乾 土 効 果	インキュベート法 $4 \sim 10 \text{ mg}$
	(6) 温 度 上 昇 効 果	" $3 \sim 8 \text{ mg}$
	(7) 磷 酸 吸 収 係 数	2.5% 磷酸アンモニウム法 $800 \sim 1200$
	(8) 可 給 態 磷 酸	1% クエン酸法 $20 \sim 50 \text{ mg}$
	(9) 塩 基 置 換 容 量	PH7N-醋酸アンモニウム法 $17 \sim 27 \text{ me}$
	(10) 塩 基 飽 和 度	$50 \sim 80 \%$
	(11) 置 換 性 石 灰	" $300 \sim 600 \text{ mg}$
	(12) 置 換 性 苦 土	" $20 \sim 50 \text{ mg}$
	(13) 苦土率 (MgO/CaO)	$0.1 \sim 0.2$
	(14) 置 換 性 加 里	" $15 \sim 30 \text{ mg}$
	(15) 可 給 態 珪 酸	PH4N-醋酸緩衝液法 $15 \sim 30 \text{ mg}$
	(16) 易 還 元 性 マ ン ガ ン	$0.2\% \text{ Hq}$ PH7 酷安法 $20 \sim 40 \text{ mg}$
	(17) 遊 離 酸 化 鉄	ハイドロサルフェイト EDTA法 $1 \sim 2 \%$

4) 土壌の動態	(1) 溶存酸素量	生育転換期以降 田面水 5.0 ppm< (灌漑水 6.0 ppm<)
	(2) NH ₄ - N	生育初期 5.0~8.0 mg 分けつ盛期 3.0~5.0 幼形期 1.5~3.0 出穂期 1.0~2.0
	(3) Eh ₆	生育転換期以降 +50~200 mV
	(4) 中干し期水分 (PF)	PF 2.0~2.4 10日~15日 (走り水により調節)
	(5) 水 管 理	中干し期以降 PF 1.3 以下 間断灌漑
	(6) 地 耐 力	落水後 コーン指数 1 週後 3.0 Kg/cm ² (SR-II型) 2 " 4.0 " (2cm ² コーン) 3 " 5.0 "

B 水 稻 条 件

1) 期待生育量

第41表 水稻の期待生育量

品種 トヨニシキ

稈 長	m ² 穂 数	一穂 粒 数	m ² 粒 数	登 熟 歩 合	千 粒 重	収 量
(cm)	(本)	(粒)	(千粒)	(%)	(g)	(Kg/10a)
85 ~ 90	420~450	80 ~ 85	35 ~ 38	85 ~ 90	22 ~ 23	700~750

2) 栄養的期待値

第42表 水稻の窒素栄養条件

項 目	分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期
N 濃度 葉身 (%)	4.0 ~ 4.5	2.8 ~ 3.3	2.0 ~ 2.5	0.9 ~ 1.2
茎 稈 (%)	1.5 ~ 1.8	1.3 ~ 1.5	0.5 ~ 0.7	0.4 ~ 0.6
N 吸 取 量 (g/m ²)	4 ~ 5	7 ~ 8	10 ~ 11	13 ~ 15
N 吸 取 割 合		30	40	30

当地帯において登熟を良化し、良質多収をうる為には透水性と肥性が前提となるが寡照な当地帯においては透水性のWeightがより大きい、6月末~7月にかけての日照不足によって過度な伸長を辿り易く登熟期間の日照不足と相俟ってますます登熟を不良にする。

従って期待生育に接近させるためには好適作期内の健苗早植えを基本とし、圃場の肥沃度の増大を計り、地下水位を低下させる必要がある。このような基盤のもとで立体的水管理により透水性を附与すると共に、いねの後期生育を充実させる施肥法の採用によって受光姿勢を改善し根の活性強化を計ることにより籾の生産能率が高まり期待生育に接近しうるのである。しかも土壌の酸化条件は密植および増肥しうる条件であり、それに応じた収量向上を期待しうる。

VII 高生産機械化

技術体系の確立

試験目的

高生産性稲作技術体系の確立を期し、水田基盤整備のもとに、昭和46年以降、中・小型機による稚苗機械移植栽培体系および、乾田直播栽培体系を組み、実証試験をおこなうとともに、栽培技術と作業体系上の問題解決のための試験を実施した。

1. 稚苗機械化栽培技術体系の確立

試験方法

稚苗機械移植栽培作業体系 (供試ほ場……基盤整備30a区画田)

(昭 48)

作業名	時期	使用資材 (10a当)	使用農機具	備考
種子選種	4. 1	硫安 2.8 Kg	—	比重 1.13
種子浸種	4. 5	種籾 4 Kg	—	品種 トヨシキ
種子消毒	4. 7	ホルマリン 140cc	—	20分浸、5時間被覆
催芽	4. 15		育苗機	肩張催芽
床土準備	秋 期		ロータリー (トラクター) トレーラー (")	10a当 80ℓ
篩別	4. 1	硫安 190 Kg 過石 250 Kg	動力土篩機	5mm目篩
肥料混合	4. 11	塩加 67 Kg	—	—
播種	4. 17	(箱当 200g × 20箱)	手動播種機	散播
育苗	出芽	4.17~18	電熱育苗機	積重ね 30℃
	緑化	4.19~21	緑化機	昼 25℃ 夜 20℃
	硬化	4.22~5.9	シルバーシート 追肥硫安 95g	パイプハウス 昼 25℃ 夜 15~10℃
本田整地	耕起	11. 25	{ 石灰N 13 Kg (ワラ 688 Kg)	{ トラクター 20PS ロータリー
	砕土代かき	5. 8	軽油 5.75ℓ	{ パディハロ (トラクター) —
施肥	珪カル	4.27	軽油 0.47ℓ 珪カル 150 Kg	ライムソワー (トラクター)
	元肥	5. 6	硫磷安加里 70 Kg	{ ブロードキャスター トラクター 20PS
	追肥	7.16	硫安 2.4 Kg 塩安 8 Kg	—
移植	5.10	苗数 20箱	動力4条田植機	23.5株/m ²
除草	初期	5.12	MO粒剤 4 Kg	手動散粒機
	中期	5.26	マメット粒剤 4 Kg	"
病虫害防除	立枯病	4.11	タチガレン粉剤 140g	—
	メイチュウ	6.25	スミチオン乳剤 60cc	—
	いもち紋枯	7.31	{ バリダシン液剤 150g	{ ハイスプレーヤー
	"	8. 9	{ ラブサイド水和剤 150g	{ (テイラー)
収穫調整	刈取脱穀	10.1	軽油 9.24ℓ	自脱コンバイン
	籾運搬	い		トレーラー (トラクター)
	籾乾燥	10.2	灯油 8.76ℓ	乾燥機 (24石)
	籾摺	10.15		籾摺機

試験結果

1) 稚苗体系の作業時間

第43表 作業別延労働時間 (hr/10a)

年次 作業名		実証試験体系		県平均(生産費調査)		備 考
		昭 48	昭 46	昭 48	昭 46	
床土準備	採土	0.42	0.42			
	篩別	0.72	0.83			
	肥料混合	0.17	0.33			
種子予措	選種	0.15	0.08	1.0	1.1	
	浸種	0.05	0.17			
	消毒	0.07	0.17			
	催芽	0.13	0.50			
播種	床土入	0.53	0.75	8.3	9.5	<ul style="list-style-type: none"> ○ S46の播種は手なおしをおこなった。 ○ S46は低温のため夜間はシルバーシート被ふくをおこなった。 ○ S46は灌水装置がなくホース灌水をおこなった。
	床土消毒	0.04	0.08			
	播種	0.38	1.15			
育苗	箱搬出入	0.44	1.00			
	温度管理	0.23	0.83			
	灌水追肥	0.23	0.67			
本田整地	耕起	0.67	0.33	9.0	9.1	○ S46の代かきは均平作業に時間が多くかかった。
	砕土	0.61	0.33			
	代かき均平	0.83	1.84			
本田施肥	珪カル散布	0.31	(1.77) 0.21	6.0	8.1	<ul style="list-style-type: none"> ○ S46は堆肥施用 ○ S48は生わら施用 ()は堆肥施用時間
	元肥	0.21	0.14			
	追肥	0.49	0.92			
移植	苗運搬	0.27	0.50	20.2	28.2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 使用田植機 S46-動力2条 S48-動力4条
	植付	1.02	1.96			
	補植	0.46	2.10			
水管理		9.00	9.00	10.3	9.1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 使用除草剤 S46はMO-サターンS S48はMO-マメット S46は除草機手取りをおこなった。
除草	初期除草剤	0.19	0.18	12.1	16.3	
	中期除草剤	0.19	0.18			
	ひえ抜き	2.54	8.68			
病虫防除	ニカメイチュウ	0.92	0.12	1.3	1.0	○ S46のニカメイチュウ防除は粉剤で散粉機を使用した。
	いもち病	1.12	1.12			
	紋枯病	1.12	1.12			
収穫調整	刈取脱穀	1.32	7.32	27.9	38.8	<ul style="list-style-type: none"> ○ 刈取脱穀 S46-枕地は手刈とバインダーの組合せ S48-全面2条刈機 ○ S48の籾乾燥は籾がタンクに入りきれず2回におこなった。
	籾運搬張込	1.24	1.72	4.0	3.9	
	籾乾燥	7.04	4.23			
	籾排出運搬	0.64	1.79			
	籾摺袋詰	3.96	3.80			
合計作業延時間	37.71	56.34	100.1			125.1

実施した稚苗機械植、コンバイン刈り、生わら鋤込みの、本技術体系の労働時間は、第Ⅳ-1表に昭和48年の調査結果が示すように、10a当り37.7時間で、県平均稲作労働時間（S48年生産費調査結果）100.1時間の約37%となり、省力効果のきわめて大きいことが確認されたが、さらに病害虫の液剤防除を粉剤防除にか

えれば約2.7時間の短縮ができ、また、初期除草剤を効果の高い薬種にかえて、ノビエをおさえることにより除草作業時間は約2.5時間の短縮が可能で、10a当りの稲作延労働時間を33時間程度にひきさげることが可能である。

2) 稚苗体系の生育収量

第44表 生育収量調査

(トヨニシキ)

項目	年次	稚苗体系			(比)成苗手植			備考	
		S 46	S 47	S 48	S 46	S 47	S 48		
出穂期(月日)		8.7	8.10	8.7	8.6	8.8	8.5	播種 16(4/20) 47(4/18) 48(4/17)	
成熟期(月日)		9.29	9.29	-	9.23	9.23	9.18		
稈長(cm)		86.3	86.3	85.3	90.4	86.3	88.7		
穂長(cm)		19.6	18.6	18.1	19.6	17.9	18.8	移植 46(5/10) 47(5/11) 48(5/10)	
穂数(本/m ²)		519	520	490	383	384	427		
有効茎歩合(%)		63.1	59.1	60.9	59.9	50.6	60.1		
収量(Kg/10a)	全重	1501	1534	1536	1416			本田施肥量(Kg/10a) N 46(6+1+2+2) 47(6+2+1+2) 48(7+0.5+2)	
	わら重	697	689	675	643	623	828		
	精粳重	777	786	788	742	802	813		
	精玄米重	621	637	633	593	657	662		
精玄米千粒重(g)		23.2	22.6	22.0	22.3	22.6	21.3		
枝梗数	1次	8.2	8.8	-	9.9	10.5	10.0	m ² 当栽植株数 46(24.3) 47(22.8) 48(23.9)	
	2次	7.7	8.4	-	11.8	10.0	10.7		
数	一穂	総粒数	69.5	70.1	64.4	84.0	86.0	83.0	
		登熟数	50.9	58.6	56.1	69.0	76.0	70.0	
	万粒/m ²	総粒数	3.61	3.65	3.15	3.22	3.43	3.54	
		登熟数	2.74	3.05	2.75	2.64	2.92	2.99	
登熟歩合(%)		73.2	83.8	87.3	85.2	89.2	85.1		

実施した技術体系の玄米収量は、10a当り平均630kg前後で600kg(10俵)水準は安定して超えたが、更に高収の650kg水準を目標とするには、基盤整備後の透水性付与による登熟良化のうえに更に強勢穂数増加について育苗と機械の両面からの検討が必要である。

この稚苗機械化栽培技術体系は水稻の気象要因の制約への対応も良好で良質多収品種の栽培ができ、安定性・収量性も優れており、かつ大巾に省力になり稲作の高生産性を可能にすることが確認された。

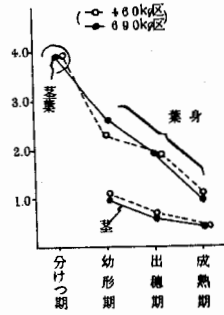
3) 生わらの全量鋤込みと生育

機械化栽培技術体系確立にあたり、コンバイン刈りにもなう生わら鋤込みは、作業体系上解決されなければならない問題であり、47年の10a当り465kg鋤込みにつづき48年には、わら収量の全量(690kg)と3分の2(460kg)鋤込み区を設け、石灰窒素散布秋鋤込みをおこない、稲の生育収量との関係について検討をおこなった。供試田の日減水深は20~10mmである。

第45表 生わら鋤込みと稲の生育収量(昭48)

項目	区別	全量鋤込	2/3鋤込
		(690Kg)	(460Kg)
草丈(cm)	6.11	24.7	24.7
	6.23	39.6	39.4
	7.7	58.6	57.7
茎数(本/m ²)	6.11	296	284
	6.23	717	679
	6.30	791	778
	7.7	805	794
	7.14	772	773
出穂期(月日)		8.7	8.8
稈長(cm)		85.3	85.1
穂長(cm)		18.1	18.5
穂数(本/m ²)		490	496
有効茎歩合(%)		60.9	62.5
倒伏度(g/10)		0.9	0.3
収量(Kg/10a)	全重	1536	1531
	わら重	675	687
	精粳重	788	788
	精玄米重	633	628
玄米千粒重(g)		22.0	22.0
粒数(万粒/m ²)	総粒数	3.15	3.35
	登熟数	2.75	2.76
登熟歩合(%)		87.3	82.4

第78図 稲体N濃度



第45表及び第78図に示すように、生わら鋤込みと、2/3鋤込みの区間に生育収量の差はなく、稲体内窒素濃度の推移にも殆んど差がみられず、48年は高温多照年であったとはいえ、普通年においても、透水附与水田における生わら690Kg程度の全量鋤込みは、特に問題はなかった。

しかし長期にわたる生わら全量の連年鋤込みの問題は、今後検討を要する。

2. 乾田直播機械化栽培技術体系の確立

試験方法

乾田直播栽培作業体系(昭-48)

(供試は場……基盤整備30a区画田)

作業名	時期	使用資材(10a当)	使用農機具	備考	
種子選種	4. 1	硫安 2.8 Kg		比重 1.13	
浸種	4.14	種粃 10 Kg			
消毒	4.16	ホルマリン 350cc		20分浸、5時間被覆	
催芽	4.29			肩張り催芽	
整地	起土	秋 期	軽油 3.55 l	ロータリー トラクター-20PS	
	碎土	4.28			
	填圧	4.28		填圧ローラー(トラクター)	ローラー1回掛
施肥	珪カル元肥	4.26	珪カル 150 Kg	ライムソー	
	追肥	5. 1	軽油 1.98 l	(播種同時施肥)	
	"	6.11	緩効性BB肥料	-	
	"	6.24	{ 硫安 33 Kg 塩加 6.7 Kg	-	
播種	"	7.16	{ 塩安 8 Kg	-	
	乾田期	5. 1		シードドリル(トラクター)	条間30cm 5条
	"	5. 7	スエップ水和剤 1 Kg	スプレーヤー(テラー)	{ 水100lに稀釈
	"	5.31	スタム乳剤 800cc	"	
湛水後	6.12	MO粒剤 4 Kg	手動散粒機		
防除	"	6.26	サターソンS粒剤 3 Kg	"	
	メイチュウ	6.25	スミチオン乳剤 60cc	スプレーヤー(テラー)	{ 1,000倍液 150l/10a
	いもち紋枯	7.31	バリダシ液剤 150g	"	
"	8. 9	ラブサイド水和剤 150g	"		
收穫調整	刈取り脱穀	9.28	軽油 8.03 l	自脱コンバイン	全面2条刈
	籾運搬	?		トレーラー(トラクター)	1t積300m
	籾乾燥	9.29	灯油 7.33 l	乾燥機(24石)	テンバリング式
摺	10.13		籾摺機	3吋ロール	

試験結果

1) 乾田直播作業体系の作業時間

中・小型機による乾田直播栽培体系を組み実証試験をおこなった本技術体系の総作業時間は第46表のとおりで46年の47.43時間を雑草防除法の改善と生わら鋤込み、および全面刈自脱コンバインの導入などによって

32.7時間にひきさげ、前述の稚苗機械移植体系より、省力効果はさらに大きいことが確認された。また稚苗体系と同様に、病虫害の液剤防除を粉剤防除にかえ、除草体系の進歩と改善によっては10a当総作業時間は30時間以下にさげうる可能性がある。

第46表 乾直体系の作業別延労働時間 (h/10a)

作業名	項目	実証試験体系		作 業 条 件
		昭 48	昭 46	
種子予措	選種	0.27	0.16	—
	浸種	0.05	0.16	—
	消毒	0.09	0.16	ホルマリン消毒
	催芽	0.06	0.50	—
整地	耕起砕土	1.46	1.48	春期2回耕起(ロータリー 1.4m)
	填圧	0.39	0.28	ローラー1回掛け(ローラー 2.1m)
施肥播種	珪カル散布	0.28	(1.45) 0.20	()は堆肥散布時間 S48は生わら施用 ライムソー(2.1m)
	施肥播種	1.44	2.40	シードドリル(7条)を5条で使用
	追肥	1.10	0.92	追肥は3回
除草	乾田期	2.62	1.12 (4.33)	乾田期液剤S46は1回、S48は2回 ()は越冬草手取り時間
	湛水後	0.41	0.40	湛水後は粒剤2回散布
	ひえぬき	2.05	5.00	
防除	ニカメイチュウ	1.00	0.14	メイチュウ防除~S46は粉剤 S48は液剤
	いもち病	1.24	1.12	}液剤散布(ハイスプレーヤー400ℓ)
	紋枯病	1.24	1.12	
収穫調整	刈取脱穀	1.32	6.82	自脱コンバイン(S46はオフセット型式) S48は2条全面刈機
	籾運搬張込	1.02	1.42	
	籾乾燥	4.44	4.33	籾乾燥機(テンパリング 24石)
	籾排出	0.44	1.60	
	籾摺袋詰	2.78	3.32	籾摺機(ロール巾 3吋)
水管	9.00	9.00		
合計作業延時間		32.7	47.43	

2) 乾田直播体系の生育収量

第47表 乾田直播体系における収量性(昭46~昭48)

項目	年次品種	S 46	S 47		S 48		普通移植(レイメイ)		備 考
		レイメイ	レイメイ	ハヤニシキ	ハヤニシキ	S 46	S 47		
出穂期(月日)		8.9	8.8	8.5	8.4	8.2	8.3		*播種期
m ² 当穂数		472	519	500	502	318	318		S46(4/30)
有効茎歩合(%)		50.3	56.7	59.3	65.5	65.8	57.5		S47(4/28)
玄米重(Kg/10a)		598	610	605	586	563	610		*施肥量(Kg/10a)
玄米千粒重(g)		222	223	228	219	223	231		S 46 S 47
一穂当	全籾数	693	654	637	708	940	913		N 元 (4) (6)
	登熟数	540	554	547	562	770	840		(4) (4)
m ² (万粒)	全籾数	336	347	319	341	299	295		追肥 (2) (3)
	登熟数	262	288	274	270	245	271		(3) (2)
登熟歩合(%)		77.8	84.6	86.2	79.4	82.0	92.0		P ₂ O ₅ (15) (15)
									K ₂ O (10) (10)

実施した乾田直播体系の玄米収量は、第47表に示すように単位面積当りの穂数確保によって、同一品種の普通移植栽培をしのぎ登熟期、寡照の46年には598Kg/10aの収量を得ているが、気象条件の制約から早生品種の供用を余義なくされる本技術体系において、普通移植の晩生多収品種なみの収

量を安定して確保する栽培技術の検討は、生産性向上の面からとくに重要である。

3) 乾直田の生わら鋤込みと生育収量

試験目的

機械化直播栽培技術体系の労働時間をさらに短縮するため生わら鋤込みが乾直稲の生育収量におよぼす影きょうについて48年度検討をおこなった。

試験方法

生わら鋤込み区は生産全量(乾燥わら換算10a当り615Kg)とし、前年秋石灰窒素(N成分で鋤込みわらの0.4%)を散布耕起した。

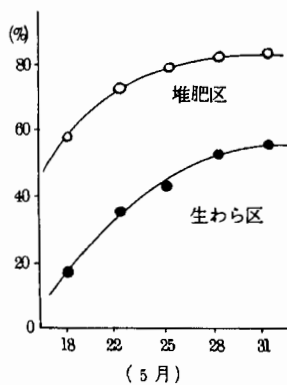
比較の堆肥区は秋耕しておき春期10a当り1,500Kgを施用した。

試験結果

第48表 乾直田生わら施用の生育収量(昭48)

項目	區別		わら全量 (615Kg)	堆肥 (1,500Kg)
	6. 11	6. 23		
草丈 (cm)	6. 11	6. 23	15.5	15.0
	6. 23	7. 7	35.0	34.0
	7. 7		57.4	56.9
茎数 (本/m ²)	6. 11	6. 23	193	208
	6. 23	6. 30	378	378
	6. 30	7. 7	612	621
	7. 7	7. 14	737	766
	7. 14		717	753
出穂期(月日)			8.4	8.4
稈長(cm)			36.4	34.8
穂長(cm)			16.6	16.5
穂数(本/m ²)			488	502
有効茎歩合(%)			66.2	65.5
収量 (kg/10a)	全重		1380	1416
	わら重		605	621
	精粳重		716	725
	精玄米重		581	586
玄米千粒重(g)		22.1	21.9	
粳数 (万粒/m ²)	総粒数		3.34	3.41
	登熟数		2.66	2.70
登熟歩合(%)			80.1	79.4

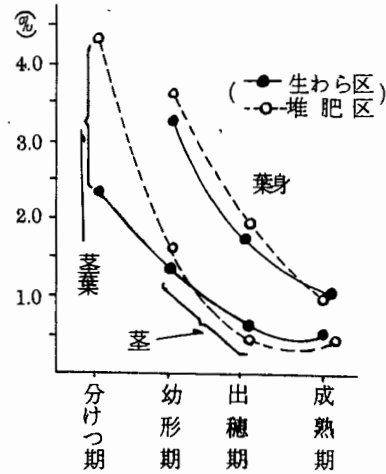
第79図 乾直田生わら施用の出芽歩合



第47表 土壌 NH₄-N (mg/100g)

月	日	生わら区	堆肥区
5.	11	15.9	16.5
5.	21	7.0	6.5
5.	31	5.9	4.2
6.	5	4.9	3.7
6.	11	4.5	2.7
6.	20	4.0	4.6
7.	9	1.8	1.6
8.	22	2.1	2.0

第80図 稲体窒素濃度



生わら全量鋤込みと初年日乾直稲の生育収量の関係は第48表のとおりで、堆肥区に比し、草丈・稈の伸長はやや大きい、第79図のとおり出芽率が低下したため

単位面積当りの茎数・穂数がやや少なく、収量もやや低収の傾向にあった。しかし、分けつ期の土壌窒素は生わら区が、やや高く稲体窒素濃度は低かったが、Nの初期飢餓、後期過剰状態はみられず出芽後の稲の生育には特に障害はなかった(第80図)。

4) 湛水時期と稲の生育収量

試験の目的と方法

乾田直播稲に対する湛水きりかえ時期が生育収量におよぼすえいきょうを明らかにするため、46年に3葉期と5葉期湛水区を設け、同一施肥条件のもとで検討をおこなった。

試験結果

第49表 湛水切替え時期と生育収量(昭46)

項目	區別	
	3葉期湛水	5葉期湛水
草丈 (cm)	6.10	14.8
	2.4	21.4
	7.7	42.7
茎数 (本/m ²)	2.1	65.6
	6.10	38.5
	2.4	54.6
葉数	7.7	82.2
	2.1	60.7
	6.15	4.0
止葉	7.5	7.6
	7.25	10.1
	11.4	11.0

区 別		3葉期湛水	5葉期湛水
項 目			
出 穂 期 (月日)		8.10	8.11
稈 長 (cm)		79.9	78.7
穂 長 (cm)		19.0	18.0
m^2 穂 数		475	485
有効茎歩合 (%)		59.4	59.0
m^2 当 総 穂 数		363	339
($\times 100$) 登 熟 数		284	259
枝 梗 数	1 次	8.1	8.0
	2 次	10.0	7.8
登 熟 歩 合 (%)		78.2	76.3
玄米千粒重 (g)		22.3	22.2
玄米重 (Kg/10a)		574	542

第50表 湛水切替時期と
土壌中 NH_4-N および地温
(S 46)

区 別		3葉期湛水	5葉期湛水
項 目			
地 温	最 高	30.6	30.0
	(2cm) 最 低	15.6	14.0
17℃以上の日平均時間		18.9	15.7
7月14日 NH_4-N (mg/乾土100g)	0~10(cm)	2.0	1.6
	10~20(cm)	2.2	1.4

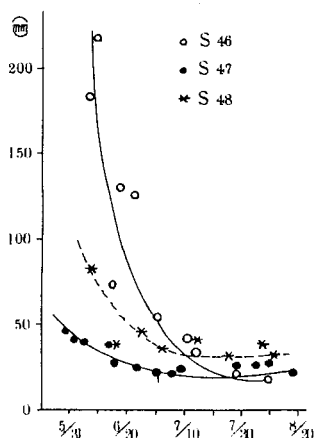
注) 地温調査は6月6日~6月23日で3葉期湛水区は湛水状態、5葉期湛水区は乾田状態である。

乾直田の湛水切替時期と稲の生育収量の関係は第49表の通りであるが、5葉期湛水は3葉期湛水に比して、草丈の伸長は劣り、穂が小さく、とくに第2次枝梗数の減少が目立ち、出穂もおくれぎみで玄米収量も3葉期湛水に劣った。(穂数は5葉湛水区でやや多いが、調査地点での出芽数の多いことによる)

第50表にみられるように湛水によって地温が上昇し、また、乾田期間の長いことは、窒素の流亡を多くしているが、これらの結果が生育収量にえいきょうしたもので寒冷地の乾田直播では出芽前後早期の湛水切りかえが有利なことが知られた。

5) 乾田直播田の減水深

第81図 乾直田の減水深 (mm/day)



第51表 湛水前の降雨量 (mm)

月旬別		年次			
		S 46	S 47	S 48	平 年
4	上 旬	6.0	24.9	3.0	26.2
	中 旬	7.4	40.8	30.2	27.3
	下 旬	14.2	31.1	48.8	32.4
	計	27.6	96.8	82.0	85.9
5	上 旬	46.0	41.8	22.1	26.2
	中 旬	0.0	45.8	10.3	32.0
	下 旬	13.8	5.6	33.2	31.3
	計	59.8	93.2	65.6	89.5
合 計		87.4	190.0	147.6	175.4

注) 減水深調査は毎年同一ほ場でN型減水深調査框を使用しておこなった。

湛水切替初期の乾直田の透水量は第81図に示すようになりに多く、しかも年次差がきわめて大きい、この差は、4月から5月にわたる乾田期間の降雨量と深い関係にあることが知られる。(第51表参照)すなわち46年のように4~5月の雨量の少ない年次には土層の亀裂は下層におよぶものとみられ、湛水初期の水田日減水深は200mmにも達するが、47年のように降雨量の多い年次には湛水直後でも50mm弱にとどまっており、48年の調査結果でも、乾田期間の降雨量が乾直田の湛水初期の透水量に關与することが確認された。

6) 碎土方法および碎土率と出芽

試 験 目 的

乾田直播の出芽苗立ちを安定化するため、碎土条件と碎土率および碎土率と出芽苗立ちの關係について検討をおこなった。

試 験 方 法

- (1) 碎土条件と碎土率試験は碎土時土壤の乾湿、碎土回数、トラクター走行速度の組合せ条件を設定し、基盤整備30a区画田で試験をおこなった。使用機のトラクターはクボタL200(20PS)、ロータリーはクボタ(直装型センタードライブ)である。
- (2) 碎土率と出芽試験は堆肥土と堆土を供試し、碎土率60、70、80%の区を設け、2000分の1aポット2連制で実施した。

トラクタ	走行速度 (m/S)	行度	土壌含水比0~15 cm (%)	耕深 (cm)	耕巾 (cm)	耕起時期	項目	碎土回数			
								1	2	3	4
一速区	0.31		26.1	11.5	131	秋耕後 春耕	碎土率 (%)	-	67	70	73
							平均土塊径 (mm)	-	9.0	8.5	7.7
	0.30		29.7	12.5	136	春耕	碎土率 (%)	45	70	70	-
							平均土塊径 (mm)	15.4	8.8	8.6	-
二速区	0.32		42.7	13.0	125	春耕	碎土率 (%)	17	28	45	53
							平均土塊径 (mm)	23.0	18.8	14.7	12.6
	0.47		26.1	11.0	135	秋耕後 春耕	碎土率 (%)	30	50	57	75
							平均土塊径 (mm)	19.1	14.0	11.5	7.4
二速区	0.46		29.7	12.4	134	春耕	碎土率 (%)	29	47	57	-
							平均土塊径 (mm)	20.2	14.8	11.5	-
	0.45		42.7	13.1	130	春耕	碎土率 (%)	23	32	40	41
							平均土塊径 (mm)	21.3	18.5	15.2	15.9

注) * 碎土率は10mm以下の土塊重比率とし、平均土塊径は各級間の平均値と重量割合の積の和を100で除して求めた。

* ロータリー回転数 (1速255rpm、二速255rpm) エンジン回転数 (一速2500、二速2500) ピッチ (一速4.1cm、二速6cm)

* アッターベルグ限界 (0~15cm生土、LL48.7、PL30.0、PI18.7) 土性 (CL 微砂44.9% 粘土16.8%)

第53表 碎土率と出芽 (S47)

土性	碎土率 (%)	出芽率 (%)
壇壤土 (分場土壇)	60	89.7
	70	91.8
	80	86.2
壇土	60	73.3
	70	82.2

注) ロータリー耕起後10mm目篩で10mm以上と以下にわけ(40mm以上は除く)設計碎土率になるよう再混合し2000aポットで調査した。(2区制)

碎土条件と碎土率の関係は第52表のとおりで、耕起碎土回数の増加によって碎土率は高まるが、碎土率が70%程度になると、碎土回数を増加しても碎土率はあまり高まらない傾向にあり、1速と2速では、1速の碎土効果が高い。

また、耕起碎土時の土壌水分によって碎土効果が異なり、土壌含水比が30%弱程度の乾燥状態では、碎土効果は高いが、含水比40%をこえる湿潤状態では碎土率は低下し実用性はない。

試験方法

No.	耕起法	耕深 (cm)	播種方法	播種量 (kg/a)	施肥方法	施肥量 (kg/a)	備考
1	全層耕	13.0	散播	1.2	全面散布	N(0.6+0.4+0.3+0.3) P ₂ O ₅ (1.2)	品種~ハヤニシキ 播種~5月1日 湛水~6月4日
		12.5					
3	上層耕	5.0	散播	1.0	全面散布	K ₂ O (1.0+0.4)	
4		6.0					
5	不耕起	-	条播	1.0	条施	ワラ(50)春鋤込み	

* 肥料散布後所定の深さに耕起し(ロータリー耕)、播種後耕起深以上にならないよう、覆土をかねて耕起する。

なお、秋期耕起春期碎土と、春期耕起碎土の同一碎土回数間には殆んど差がみられない。乾直栽培での安定した出芽苗立ちを確保するための碎土率の目標を、この試験では一応10mm以下の土塊重量比で70%以上としたが、この目標碎土率を得るためには、耕起碎土時の圃場は乾燥していることが必要であり、また碎土効果の高い1速で2回の耕起碎土が必要である。

碎土率と出芽の関係は第53表に示すとおりである。壇壤土では、10mm以下の土塊重比70%区で出芽率が高く、それ以下でもそれ以上でも出芽率は低下している。壇土でも70%区の出芽率は60%区より高いが、壇壤土に比し出芽率は低い。

7) 播種方法と出芽、生育

試験目的

東北地方における乾田直播栽培は、気象的制約のもとで播種期間が短かく、とくにこの期間の降雨は機械の稼働を困難にしやすい。このため、播種までの能率的な作業工程と、稲の生育について検討をおこなった。

試験結果

第54表 播種法と生育 (S48)

作業方法	全層耕起	上層耕起	不耕起	
耕起深 (cm)	13.0 12.5	5.0 6.0	-	
播種法	散播 散播	散播 散播	条播	
播種量 (kg/a)	1.2 1.8	1.0 1.2	1.0	
苗立歩合 (%)	41.9 33.0	55.1 43.7	44.1	
苗立数 (本/m ²)	186 220	204 194	163	
出芽種子深 (cm)	2.8 1.9	1.9 1.4	2.6	
全上CV (%)	51.7 70.5	75.8 64.5	36.0	
全上3cm以上の比率	36.6 15.2	15.6 23.3	5.7	
草丈 (cm)	6. 2 3	22.4 21.9	24.1 29.3	30.0
	7. 1 1	39.0 40.3	42.1 47.1	51.0
	7. 2 3	63.5 64.4	66.2 67.6	73.6
茎数 (本/m ²)	6. 2 3	208 268	272 284	310
	7. 1 1	496 800	900 796	890
	最高	728 836	964 856	892
稈長 (cm)	84.1 83.1	84.8 86.1	86.2	
穂長 (cm)	17.7 17.0	16.7 17.4	17.2	
穂数 (本/m ²)	58.4 56.4	59.6 56.4	56.7	
有効茎歩合 (%)	80.2 71.9	61.8 71.9	64.2	
倒伏度	1.8 1.7	1.7 1.6	1.3	
倒伏指数	36.9 36.6	33.9 34.1	30.4	
精玄米重 (kg/a)	54.0 52.7	55.3 61.0	59.7	
総籾数 (万/m ²)	45.9 42.0	44.2 40.5	42.1	
登熟歩合 (%)	58.5 63.8	62.2 72.7	68.6	

注) 苗立ち歩合は理論値である。

倒伏指数は、地上部(葉鞘含み)15cm(支点間距離10cm)の荷重抵抗とモーメントから求めた。

第55表 乾田期間の土壌水分(PF)

月日	区別	全層耕起	上層耕起	不耕起	降雨量 (mm)
5/	7~8	2.48	2.47	2.59	3.2
	9~10	2.41	2.39	2.55	0.4
	11~12	2.34	2.24	2.43	2.5
	13~14	2.66	2.65	2.72	-
	15~16	2.74	2.79	2.78	-
	17~18	2.76	2.78	2.83	0.8
	19~20	2.39	2.17	2.39	1.6
	21~22	2.41	2.44	2.68	-
	~23	流入灌水~明渠水位40cm			0.3
	24~25	0.0	1.94	2.17	-
26~27	0.0	2.31	2.39	-	
28~29	0.0	0.0	0.0	27.6	
30~31	0.0	0.0	0.0	5.3	
6/	1~2	0.0	1.83	2.45	-
	3~4	1.43	1.91	2.61	1.5

第54表、第55表に示すように全層耕起および上層耕起の混層まき法は、覆土の深くなる割合が高くなり、出芽苗立ち歩合は低下するが、その低下度は、上層耕起まきより、全層耕起まきが大きい。不耕起まきは覆土深に問題はないが、ワラが田面に散布されているため雀が集中し、また土壌が乾燥しやすく、苗立ち歩合が低下した。

出芽位置が深く弱小苗の多かった全層耕起、および上層耕起まき区は、不耕起まき区に比して、草丈の伸長が劣り、生育初期には茎数も不耕起区に劣り、最高分けつ期のおくれが目立ったが、これらの傾向は、上層耕起より全層耕起区において顕著であった。

稈の太さは区間差が認められなかったが、倒伏指数は全層耕起区が約370、上層耕起区は340、不耕起区は304で、耕起まき区は倒伏抵抗性が弱く、とくに全層耕起区は弱いようである。以上のように、不耕起栽培は、出芽揃い、初期生育が良好で、耕起-碎土-填圧-ドリル播種体系に比し、遜色のない栽培法と思われるが全層および上層耕起の散播混層まきは、出芽の不揃いと弱小苗が多く、生育のおくれがみられ、48年は高温多照年で生育のおくれは後半カバーされたが問題が残り、とくに全層耕起散播混層まきは実用性が低いように思われる。

8) 地下水位調節と土壌水分

試験目的

乾田直播栽培における出芽苗立ちの安定を期するため地下水位と土壌水分との関連について、検討をおこなった。

試験方法

地下水位20cm、30cm、40cmの3条件に土壌の碎土精、粗、無耕起の3条件を組合せ、雨覆装置および、地下水位調節バルブが、20cm間隔に深さ1mまでセットされている1区画4x4mの、人工有底圃場において試験をおこなった。

試験結果

第56表 地下水位調節後の日数と土壌水分(PF)

(S47)

地下水位		入水後の日数									
		5 日	6	7	8	10	13	15	17	19	
20	cm	碎土精	1.71	1.74	1.68	1.68	0.83	1.13	1.53	1.31	1.30
		"粗	1.74	1.68	1.65	1.61	1.13	1.53	1.61	1.43	1.40
		未耕起	2.03	1.91	1.83	1.68	1.13	1.68	1.68	1.68	1.68
30	cm	碎土精	1.53	1.74	1.61	1.43	1.91	1.43	1.43	1.43	1.31
		"粗	1.79	1.68	1.43	1.83	2.25	1.43	1.43	1.31	1.61
		未耕起	2.23	2.34	2.20	2.13	2.42	1.67	1.43	1.79	1.61
40~50	cm	碎土精	2.49	2.60	2.64	2.34	2.78	2.41	2.03	1.91	1.98
		"粗	2.55	2.72	2.79	2.32	2.82	2.43	2.09	2.03	2.19
		未耕起	2.56	2.68	2.77	2.72	2.79	2.45	2.49	2.49	2.54
対照区		碎土精	2.54	2.61	2.63	2.25	2.66	2.77	2.80	2.53	2.73
		"粗	2.60	2.77	2.48	2.55	2.65	2.73	2.72	2.53	2.68
		未耕起	2.53	2.44	2.53	2.87	2.89	2.88	2.69	2.71	2.85

注) PF水分測定の高さは5cm、地下水調節のための入水は測定5日前。碎土精は10mm以上の土塊と10mm以下の土塊の比で3:7前後、粗は4:6前後。

地下水位調節後、上層の土壌水分に影響があらわれる日数は第56表に示すように地下水位20cmおよび30cmでは4~5日であるが、40~50cmでは、約13日後である。その後土壌水分は徐々に高まり、地下水位20cmおよび30cmでは地下水調節約2週間後には一定の水分を保つようになるが、40~50cmでは地下水調節後15~16日ぐらいでほぼ一定となり、20cmおよび30cmに比し、土壌水分は低い状態で経過する。

また、碎土率の高い方が土壌水分は高目に経過する傾向にあり、未耕起区は耕起碎土区より、土壌水分は低く経過する。

以上のように地下水位の調節によって、作土層の土壌水分をコントロールできることが知られるが、この結果は小区画でのものであり、明渠あるいは暗渠の排水溝に貯水し、地下水位をコントロールしようとする場合、どの程度の面積、距離までの影響範囲があるものか、実用

面では問題が残るところである。

本技術体系のように、催芽播種する場合は、とくに、播種から出芽までの期間の土壌の乾燥が、出芽率を低下する危険性を伴うが、透水量が40~50mm/day以上の場合には流入灌水をおこなっても出芽に支障はなさそうである。しかし滞水時間と出芽阻害および肥料流亡の関連などについては、今後検討を要する。

3. 機械化技術体系の生産費

47年に実施した当場の稚苗機械移植技術体系ならびに乾田直播技術体系の試験結果にもとづき、生産費の試算をおこなった。この生産費試算にあたっては、稚苗機械移植体系、乾田直播栽培ともに固定費の低くなる25ha規模をもって試算をおこなった。

(規模別固定費用曲線第81図参照)

(第57表・第58表)

1) 育苗機械移植技術体系

第57表

育苗機械移植技術体系

(2546観候)

備考	苗		代		本		田		栽		培		収		乾燥調整															
	内容	時期	内容	時期	内容	時期	内容	時期	内容	時期	内容	時期	内容	時期																
作業技術 (1071ル当り)	①採土 80g/10a ②篩別 5mm目篩 ③肥料混合 N、P、K 各2g/箱	①1020~1130 ②31~410 ③41~420	①運種4kg 比重11.3 ②浸種 1.0日間 ③消毒 ホルマリン消毒 ④催芽 肩切催芽	①播種 2.00g/箱 ②出芽 30℃ 2昼夜 ③硬化(ハウス) 無加温 昼2.5℃目標 夜10℃目標 ④灌水追肥 N1g/箱	①耕起 耕深15cm ②碎土	①1020~1130 ②41~55	①珪カル散布 ②元肥 N 6kg P 12kg K 9kg ③追肥(N) 2+1+2kg	代かき均平 2回代かき 均平板均平	①苗運搬 1.8箱/10a ②植付け 233株 ③移植 1株4~5本	①除草利 日後 田植5日後 ②除草利 田植2.0日後 ③ヒエ抜き	①ニカマイチチュウ ②いもち紋枯 ③いもちツラノロ 防除 ④立枯病	①灌水親 ②中干処理 ③落水	①自脱コンバイン刈取脱穀 ②脱粒機 ③乾燥機 ④立枯病	①乾燥機 ②脱粒機 ③乾燥機	①乾燥 ②脱粒 ③脱粒機															
																農機具利用	時間(時)	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17
																労働利用	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17
備考	①採土 190g ②過石 250g ③塩加 67g	①1020~1130 ②31~410 ③41~420	①運種2.8kg (比重選別) ホルマリン 1.40cc	①播種 4kg ソルバメント ダチガレソソ 20cc	①耕起 4.70kg 油 4.23ℓ	①1020~1130 ②41~55	①珪カル散布 60kg ②元肥 N 6kg P 12kg K 9kg ③追肥(N) 2+1+2kg	代かき均平 2回代かき 均平板均平	①苗運搬 1.8箱/10a ②植付け 233株 ③移植 1株4~5本	①除草利 日後 田植5日後 ②除草利 田植2.0日後 ③ヒエ抜き	①ニカマイチチュウ ②いもち紋枯 ③いもちツラノロ 防除 ④立枯病	①灌水親 ②中干処理 ③落水	①自脱コンバイン刈取脱穀 ②脱粒機 ③乾燥機 ④立枯病	①乾燥機 ②脱粒機 ③乾燥機	①乾燥 ②脱粒 ③脱粒機															
																農機具利用	時間(時)	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	
																労働利用	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17
備考	①採土 2.8kg (比重選別) ホルマリン 1.40cc	①1020~1130 ②31~410 ③41~420	①運種4kg ソルバメント ダチガレソソ 20cc	①播種 4kg ソルバメント ダチガレソソ 20cc	①耕起 4.70kg 油 4.23ℓ	①1020~1130 ②41~55	①珪カル散布 60kg ②元肥 N 6kg P 12kg K 9kg ③追肥(N) 2+1+2kg	代かき均平 2回代かき 均平板均平	①苗運搬 1.8箱/10a ②植付け 233株 ③移植 1株4~5本	①除草利 日後 田植5日後 ②除草利 田植2.0日後 ③ヒエ抜き	①ニカマイチチュウ ②いもち紋枯 ③いもちツラノロ 防除 ④立枯病	①灌水親 ②中干処理 ③落水	①自脱コンバイン刈取脱穀 ②脱粒機 ③乾燥機 ④立枯病	①乾燥機 ②脱粒機 ③乾燥機	①乾燥 ②脱粒 ③脱粒機															
																農機具利用	時間(時)	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	
																労働利用	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17
備考	①採土 2.8kg (比重選別) ホルマリン 1.40cc	①1020~1130 ②31~410 ③41~420	①運種4kg ソルバメント ダチガレソソ 20cc	①播種 4kg ソルバメント ダチガレソソ 20cc	①耕起 4.70kg 油 4.23ℓ	①1020~1130 ②41~55	①珪カル散布 60kg ②元肥 N 6kg P 12kg K 9kg ③追肥(N) 2+1+2kg	代かき均平 2回代かき 均平板均平	①苗運搬 1.8箱/10a ②植付け 233株 ③移植 1株4~5本	①除草利 日後 田植5日後 ②除草利 田植2.0日後 ③ヒエ抜き	①ニカマイチチュウ ②いもち紋枯 ③いもちツラノロ 防除 ④立枯病	①灌水親 ②中干処理 ③落水	①自脱コンバイン刈取脱穀 ②脱粒機 ③乾燥機 ④立枯病	①乾燥機 ②脱粒機 ③乾燥機	①乾燥 ②脱粒 ③脱粒機															
																農機具利用	時間(時)	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	
																労働利用	組人員	作業時間	延長時間	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17	0.42 0.36 0.17

2) 乾田直播技術体系

第58表 乾田直播技術体系

(25.4規模)

備考	種子子措	本				田				栽培				取		備			
		耕起整地	施肥播種	追肥	除草	防除	水管理	刈取脱穀	乾燥調整	本		田		栽培					
										時間(時)	人員	時間(時)	人員	時間(時)	人員	時間(時)	人員	時間(時)	人員
•浸種は2日置換水 •催芽は風呂浸	①選播(7kg) ②浸種(10日) ③消毒(ホルマリン) ④催芽(肩切り)	①耕起(2回) ②填圧(ローラ1回掛)	①堆肥散布 ②珪カル散布 ③施肥播種 N 6.4kg P 1.52kg K 10.4kg	N-4kg 3 2	除草剤散布 ①乾田期2回 ②灌水後2回 ③ひえ抜き	①ニカミイチュウ ②いもち紋枯 ③いもちゾンゾノ防除	①灌水管理	①自脱コンバイン 刈取脱穀 ②乾燥機 乾燥機繰返	①乾燥 ②煎排 ③煎排後詰	①3.1~4.20 ②4.10~4.20 ③4.12~4.22 ④4.22~5.3	①1.020~1.130 4.1~4.24 ②4.15~4.24	①3.25~4.24 ②4.1~4.24 ③4.25~5.5	①5.25~6.5 ②6.20~6.30 ③7.20~7.25	①4.25~5.10 5.10~5.20 ②5.25~6.5 6.10~6.20	①6.15~6.30 ②7.25~8.5 ③8.5~8.15	①9.25~10.20 ②9.25~10.20	①9.25~10.20 ② ③10.1~11.30	4.44 0.22 0.69	
		トラクター(20PS) ロータリー 填圧ローラー	トラクター(20PS) フレームプロ ライムソフ ソーフトリル		テラー ハイムプロ 撒穀機	テラー ハイムプロ	自脱コンバイン (2条全面刈) トラクター テラー (750kg積)	乾燥機(24石) 煎排機											
		1.46 0.39	1.18 0.28 0.72	1.10 1.10	0.65 0.41 4.05	0.87	1.31 0.51	4.44 0.22 0.69											
1071ル当り 使用資材	0.47	1.85	3.54 0.28 2.16	1.10	2.62 0.41 4.05	3.48	9.00	3.64	4.44 0.44 2.78	0.47	1.85	3.54 0.28 2.16	1.10	2.62 0.41 4.05	3.48	9.00	3.64	4.44 0.44 2.78	
			堆肥 1.500kg 珪カル 1.50 BB肥料 80 種粕 7 軽油 1.98ℓ	確安 3.4kg 塩安 8kg	サターソ乳剤1kg スタム乳剤0.8kg トレンソノサイド4kg エマソト乳剤3kg カソリン0.7ℓ	スミチオン 600cc ヒノサン 300 ネオアソジン 60 アラソソ 1.50 カソリン 0.94ℓ		軽油 8.03ℓ	灯油 7.33ℓ										
備考			•ソーフトリルは5条 (条間30cm)で使 用する。		•乳剤は100ℓの水 にとかして散布														

3) 試算上の前提事項

① 固定費……耐用年数(農林省)「農畜産業用固定資産評価標準」による購入価格(市販価格)固定比率を基礎として計算した。

* 減価償却費…… $1 \div \text{耐用年数} \times 100$

* 修理費率…… $\text{修理係数} \div \text{耐用年数}$

* 車庫費率…… $\frac{\text{機械の格納面積}(m^2) \times 500 \text{円}}{\text{購入価格}}$

* 資本利子…… 5.6% (残存価格 0%)

$\div 2 = 2.8$

租税公課 0.5 3.55%

保険料 0.25

② 物財費単価……昭和47年度市価による。

③ 労働費単価……当該周辺農家の雇庸賃金水準を採用した。

一般作業賃金

1時間当り 200円

オペレーター賃金

1時間当り 300円

④ 水利費……当該支払年間水利費

3,860円/10a

⑤ 地代……岩手県、北上川平坦地、中田統

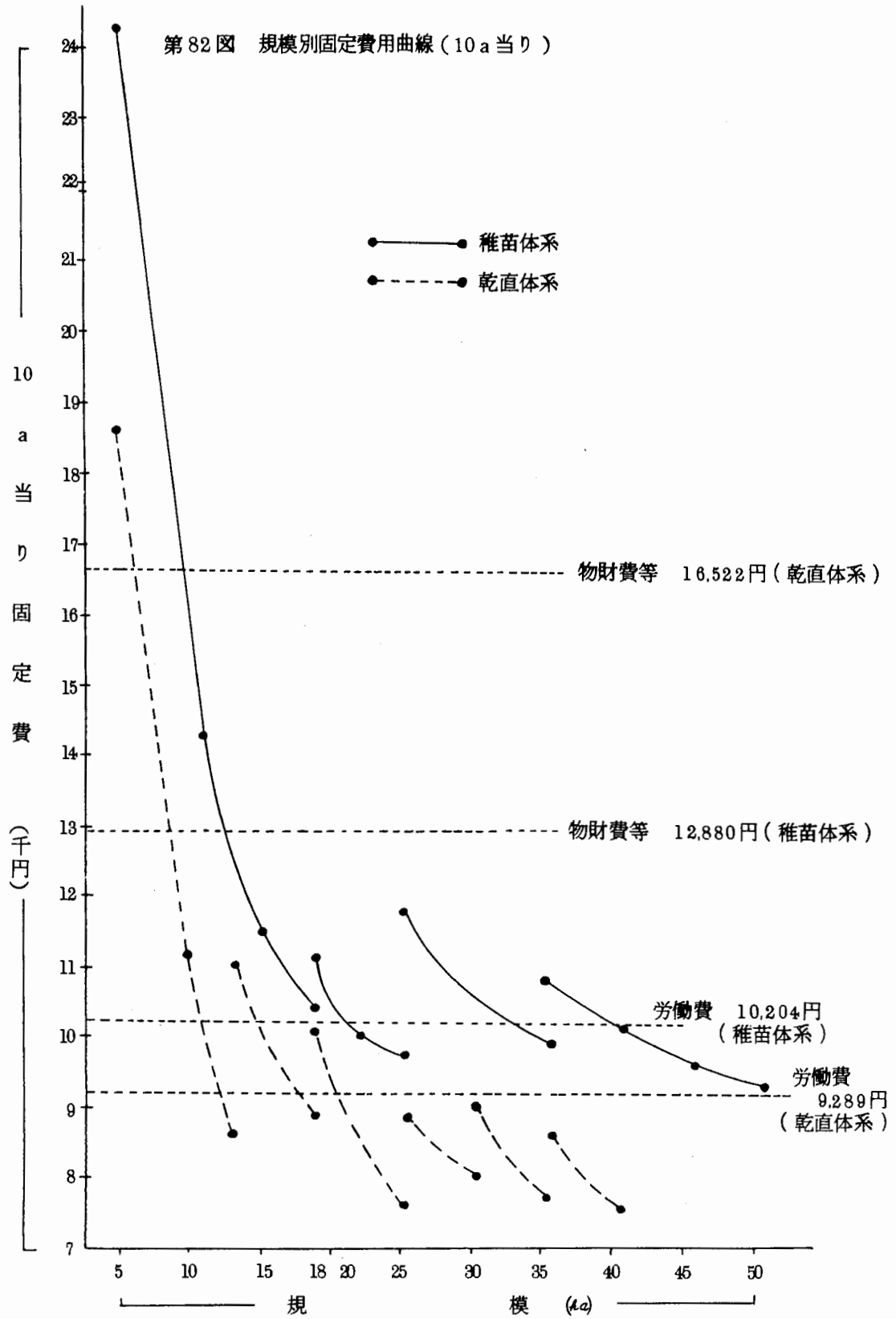
制小作料5,000円計上

4) 固定費の試算

第59表 機械化技術体系の固定費

種 苗 体 系				乾 田 直 播 体 系			
機 械 名	耐 用 年 数	購入価格(円)	年間固定費(円)	機 械 名	耐 用 年 数	購入価格(円)	年間固定費(円)
土 篩 機	2	40,000	8,160				
播 種 プ ラ ン ト	5	28,000	7,476				
育 苗 機	5	37,000	9,990				
ハ ウ ス	5	(33m ²)2,000	561				
ビ ニ ー ル	2	300	161				
育 苗 箱	5	180	44				
灌 水 装 置	8	200,000	37,720 (3.6ha分)				
ト ラ ク タ ー	8	1,000,000	252,000	ト ラ ク タ ー	8	1,000,000	252,000
ロ ー タ リ ー	5	150,000	51,300	ロ ー タ リ ー	5	150,000	51,300
パ デ ィ ハ ロ ー	5	66,000	19,074	鎮 庄 ロ ー ラ ー	5	105,000	28,455
ブ ロ ード キ ャ ス タ ー	5	80,000	22,800	—	—	—	—
ラ イ ム ソ ア ー	5	53,000	16,324	ラ イ ム ソ ア ー	5	53,000	16,324
コ ン テ ナ	10	12,000	1,668	—	—	—	—
ト レ ー ラ ー	5	400,000	127,200	ト レ ー ラ ー	5	400,000	127,200
リ ヤ カ ー	8	15,000	3,285	—	—	—	—
田 植 機	5	310,000	107,200	シ ー ド ド リ ル	5	250,000	81,250
ス プ レ ヤ ー	8	400,000	81,600	ス プ レ ヤ ー	8	400,000	81,600
テ ー ラ ー	5	250,000	85,250	テ ー ラ ー	5	250,000	85,250
散 粒 機	5	4,500	1,341	散 粒 機	5	4,500	1,341
自 脱 コ ン バ イ ン	8	620,000	141,360	自 脱 コ ン バ イ ン	8	620,000	141,360
乾 燥 機	8	250,000	50,000	乾 燥 機	8	250,000	50,000
糶 摺 機	8	100,000 (モーター付)	19,300	糶 摺 機	8	100,000 (モーター付)	19,300

第82図 規模別固定費用曲線(10a当り)



5) 物財費(10a当り)の試算

第60表 機械化技術体系の物財費

項目 費目	種 類	稚 苗 体 系			乾 田 直 播 体 系		
		数 量	単 価(円)	金 額(円)	数 量	単 価(円)	金 額(円)
費用合計				8,960			12,662
種 苗 費	種 も み	4.6Kg	150.00	600	7Kg	150.00	1,050
肥 料 費	稲 わ ら	470.0	3.00	1,410	550	3.00	1,650
	硫 安	17.4	17.50	304	37	17.50	644
	過 石	0.3	16.50	3			
	塩 加	0.1	21.75	2			
	塩 安	8.0	28.00	224	8	28.00	224
	硫 磷 安 加 里	60.0	38.75	2,325			
	乾 直 用 B B 肥 料				80	34.00	2,720
	珪 カ ル	150.0	7.25	1,088	150	7.25	1,088
	小 計			5,356			6,326
薬 剤 費	ホ ル マ リ ン	140cc	0.23	32	350cc	0.23	81
	タ チ ガ レ ン 液 剤	20	3.80	76			
	ス ミ チ オ ン 乳 剤	60	1.57	94	60	1.75	94
	ヒ ノ ザ ン 乳 剤	300	1.34	402	300	1.34	402
	ネ オ ア ソ ジ ン 乳 剤	60	0.74	44	60	0.74	45
	マ ラ ソ ン 乳 剤	150	1.12	168	150	1.12	168
	M O 粒 剤	4Kg	100.00	440			
	サ タ ー ン 乳 剤				1,000	1.36	1,360
	ス タ ム 乳 剤				800	0.92	736
	ト レ フ ェ ノ サ イ ド 粒 剤				4Kg	285.00	1,140
	マ メ ッ ト 粒 剤	4Kg	243.33	973	3	243.33	730
		小 計			2,229		
光 熱 動 力 費	軽 油	15.46ℓ	15.00	232	13.56ℓ	15.00	203
	ガ ソ リ ン	1.20	50.00	60	1.64	50.00	82
	灯 油	8.67	17.00	147	7.33	17.00	125
	潤 滑 油		200.00	88			86
	電 力 量	10.62KW	4.30	177	2.41KW	4.30	34
		小 計			704		
諸 材 料 費	シ ル バ ー シ ー ト	3.5m		71			

6) 生産費の試算

第61表 機械化技術体系の生産費

費目		区分	県平均10a当 (円)	稚苗体系10a当 (円)	乾直体系10a当 (円)
米 生 産 費 (円)	費 用 内 訳	種 苗 費	940	600	1,050
		肥 料 費	5,373	5,356	6,326
		農 業 薬 剤 費	856	2,229	4,756
		光 熱 動 力 費	} 2,965	704	530
		その他諸材料費		71	-
		土地改良・水利費	2,238	3,860	3,860
		賃借料・料金	2,756	-	-
		建物・設備費	1,504	} 9,543	7,633
		農 具 費	8,462		
		畜 力 費	8	-	-
		労 働 費	22,839	10,204	9,289
		費用合計	47,941	32,558	33,444
	副産物価格	1,660	1,410	1,232	
	第一次生産費	46,281	31,148	32,212	
	資 本 利 子	2,673	605	677	
地 代	5,445	5,000	5,000		
第二次生産費	54,899	36,753	37,889		
10 a 当り収量 (Kg)		509	637	605	
米 60 Kg 当 生 産 費	1 次 生 産 費	5,455	2,934	3,192	
	2 次 生 産 費	6,412	3,462	3,756	
10 a 当り労働時間		103.2	42.76	40.26	
粗 収 益		76,696	94,625	89,773	
純 収 益		30,415	63,477	57,561	
生産費1,000円当り収益		-	2,038	1,789	
固定資本1,000円当り収益		-	3,183	3,876	
収 得 率 (%)		69.4	77.8	74.5	
労働生産性 (円)		516	1,723	1,660	

生産費試算の結果

実施した技術体系における生産費試算の結果はつぎのとおりである。

1. 玄米60kg当り、生産費(1次)は、稚苗機械移植体系では2,934円、乾田直播体系では3,192円と試算され、県平均(47年産 生産費調査結果)5,455円に比し、約54~59%と大巾にきり下げられている。
2. 乾田直播体系の玄米60kg当り生産費は、稚苗機械移植より高いが、これを3,000円以下にするためには、10a当り645kg以上の玄米生産が必要であり

また、実施した乾田直播体系の605kgの収量水準では1次生産費をさらに2,000円近くひき下げられなければならない

3. 10a当りの労働費は機械化によって大巾に減少し稚苗機械移植体系では10,204円、乾田直播体系では9,289円で、県平均22,839円の約45~41%と、それぞれ大巾に軽減された。
4. 実施した乾田直播体系では、乾田期の雑草防除労働が加わっているため、労働費は稚苗機械移植体系に比し、それほどひき下げられていない。
5. 労働1時間当り所得は、稚苗機械移植体系では1723

円、乾田直播体系では1,660円で、県平均5,160円の3倍以上と試算される。

6. 10a当り固定費は、稚苗機械移植体系で9,534円、乾田直播体系では7,633円で、乾田直播体系の方が少ないが、物財費は除草剤および肥料などを多く要するため、逆に乾田直播体系が多い。

したがって、固定資本1,000円当り収益は、乾田直播体系で高く、生産費1,000円当り収益は稚苗機械移植体系で高い。

4. 稚苗機械化移植栽培技術体系(40ha規模)

本技術体系は、水田利用の近代化に関する研究(総合助成)の一環として、明渠施設をおこない、一定の透水を付与した当場の基盤整備30a水田で実施した稚苗機械移植栽培技術体系確立試験の結果にもとづいて策定したものであり、南部太平洋側東北の平坦地帯における灌排水の便利な水田を対象として代表品種をトヨニシキ、収量水準を650Kg/10aにおき、40ha規模を作成の前提としている。技術体系は現地の諸条件の変化によって大きく変わるものであり、現場における条件との差異に応じ適宜改変、訂正を加えることが必要である。

1. 技術体系設定の前提事項

(1) 対象地帯……南部太平洋側東北の平坦地帯(特異

的な泥炭土壌、礫層土壌、重粘地土壌を除く。)

(2) 経営規模……40ha前後の集団作業を想定した。

(3) 栽培技術……土付稚苗機械移植栽培

播種適期：4月10日～25日

移植適期：5月1日～17日

収穫期：9月25日～10月15日

品 種：トヨニシキ

期待収量：10a当り 650Kg

(4) 主要農機具台数

<()内の台数は米質保持上適期刈り取り15日間とした必要台数>

・トラクター(20PS)	2台
・ロータリー(140cm)	2台
・ハロー(2m)	2台
・ブロードキャスター(200ℓ)	1台
・ライムソー(210cm)	1台
・スプレーヤー(400ℓ)	1台
・テイラー(6PS)	1台
・散粒機(手動)	1台
・土篩機(5mm目 45×100cm)	1台
・育苗ハウス	1,500㎡
・灌水装置	1基
・播種プラント	1台
・育苗機(600箱用)	3台
・田植機(4条)	2台
・自脱コンバイン(2条)	5台(7台)
・乾燥機(24石)	10台(13台)
・糞摺機(3吋)	1台
・トレーラー(1t積)	1台(2台)

(5) 技術体系の作業能率

項目 作業名	作業期間	作業 可能 日数	1日の 作業 時間	作業 効率 (%)	期間内 作業 時間	ほ場 作業 10 当り	1時間 当作業 面積 a_a	期間内 負担 可能 面積 a_a	備考	
採土	10.20~11.30	33.1	7.5	75	186.2	0.40	0.25	46.6		
土篩	3.1~4.10	41.0	9.0	75	276.8	0.36	0.28	76.9		
播種	4.10~4.25	16.0	10.0	75	120.0	0.07	1.39	166.7		
育苗	4.12~5.16	35.0	10.0	-	5回転	1回33 a_a	-	16.7		
耕起	10.11~11.30	42.1	7.5	75	236.8	0.61	0.16	37.9		
珪カル散布	3.25~5.5	31.0	10.0	75	232.5	0.18	0.55	127.7		
砕土	4.1~5.5	31.0	10.0	75	232.5	0.53	0.19	43.9		
元肥施肥	4.16~5.10	21.5	10.5	75	169.3	0.07	1.52	256.5		
代かき	4.25~5.15	21.0	11.0	75	173.3	0.46	0.22	38.1		
移植	5.1~5.17	13.9	11.0	75	114.7	0.54	0.19	21.8		
除草剤散布	5.5~5.20	12.6	11.0	75	104.0	0.15	0.66	68.0		
	5.20~6.5	13.8	11.0	75	113.9	0.16	0.64	72.9		
病害虫防除	6.15~6.25	7.8	12.0	65	60.8	0.09	1.06	64.4		
	7.25~8.5	9.3	12.0	65	72.5	0.15	0.68	49.3		
	8.5~8.15	7.6	12.0	65	59.3	0.15	0.68	40.3		
刈取り収穫	9.25~10.15	15.8	8	75	94.8	1.06	0.09	8.9	5台 自脱コンバイン (7台)	
	*9.26~10.10	(10.7)	(8)	(75)	(64.2)	(1.06)	(0.09)	(5.8)		
籾乾燥	9.25~10.15	21.0	20.0	75	315.0	7.00	0.014	4.4		
籾摺俵装	10.1~11.30	61.0	10.0	75	457.5	0.85	0.12	54.0		
運	珪カル	3.25~5.5	31.0	10.0	75	232.5	0.06	1.79	415.2	運搬距離
	育苗	5.1~5.20	16.9	11.0	75	139.4	0.14	0.74	103.2	200~300m
搬	元肥	4.16~5.10	21.5	10.5	75	169.3	0.04	2.50	423.3	1台 トレーラー (2台)
	籾	9.25~10.15	15.8	10.0	75	118.5	0.26	0.38	45.0	
		*9.26~10.10	(10.7)	(10.0)	(75)	(80.3)	(0.26)	(0.38)	(30.5)	

注) 作業可能日数…5mm以上の降雨日は不可、以下は可とし、過去5ヶ年の平均から求める。

また、収穫作業は2mm以上の降雨がある日を不可とした。

ただし代かき作業は作業期間の全期間とした。

1日の作業時間…日長時間-3時間(休けい、食事時間)とした。

作業効率…種々のデータから大体の平均値をとった。

圃場作業能率…当场30a圃場で実際おこなった数値である。(ここには準備、後始末時間を含んでいない。

期間内の負担可能面積…単位作業の可能面積である。

刈取り収穫および籾運搬欄の()内は、米質保持上適期刈りとした場合である。

2. 中・小型機による稚苗機械化移植栽培技術体系

品種：トヨニシキ

収量水準：650Kg

項 目		床土準備	種子予措	育 苗	耕 起	施 肥
栽 培 技 術	技術内容 (耕種法)	①採土(10a80ℓ) ②篩別(5mm目) ③肥料混合 (NPK箱当2ℓ)	①選種(比重1.13) ②浸種(10日間) ③種子消毒 ④催芽(肩切)	①播種(箱200ℓ) ②出芽(30℃48h) ③緑化～硬化 ④灌水追肥 15ℓ時(N1ℓ)	①耕起(秋耕) 耕深12~15cm 生ワラ鋤込み 石灰N添加 ②碎土	①珪カル(150kg/10a) ②元肥(化成) N 6 P 12)10a当 K 9 ③追肥(N) 2+2kg/10a
	栽培適期巾 (月日)	①10.20~11.30 ② 3. 1~ 4.10 ③ 4. 1~ 4.20	①3.1~4.15 ②4.1~4.20 ③4.3~4.22 ④4.8~4.23	① } 4.10~4.25 ② } ③ } 4.12~5.16 ④ }	①10.20~11.30 ② 4. 1~ 5. 5	①3.25~5. 5 ②4.15~5.10 ③6.10~6.15 7.10~7.15
作 業 技 術	実動日数 (日)	45.2	8.4	19.5	30.1	29.1
	使用農機具 と必要 台数	トラクター (20PS) 1台 トレーラー 1台 土篩機 1台		播種プラント 1台 出芽機(600箱)3台 灌水装置 1基	トラクター (20PS) 2台 ロータリー 2台	トラクター (20PS) 1台 ライムソー 1台 ブロードキャスター 1台
	組作業人員 (人)	1 2 2	2	4 2 2	1	1
	10a 当 り 機 械 作 業 時 間 必 要 労 力 (時)	① 0.42 ② 0.36		① 0.227 ③② 0.32 ④ 0.23	1.28	① 0.31 ② 0.21
40a 当 り 労 力 (時)	0.42 0.72 0.17	0.40	0.91 0.64 0.46	1.28	1.26	
10a 当 り 使 用 資 材	硫安 190g 過石 250g 塩加 67g 軽油 0.5ℓ 電力 0.07kWh	硫安 2.8kg (比重選用) ホルマリン 140cc	種粃 4kg 電力 4.4kWh	軽油 4.23ℓ 石灰窒素 1.2kg	珪カル 150kg 化成肥料 60kg 硫安 14kg 塩安 8kg 軽油 0.47ℓ	
技術上の重点 ならびに 注意事項	<ul style="list-style-type: none"> 立枯病防除のタチガレ粉剤は播種直前散布、液剤は播種直後使用する。 比重選を実施する。 種子消毒は所定の基準を守り必ず実施する。 播種は厚まきにすぎないように均一にする。 出芽長は1cm程度とし緑化に移行する。 育苗中の温度は出芽、緑化、硬化それぞれの基準を守り管理する。 生わら鋤込みは石灰窒素を添加し、秋耕によって腐熟を促進するように留意する。 広範囲におよぶ田面の高低差は耕起前に土を移動して調節する。床土採取は高いところからとるとよい。 追肥は稲の生育によって加減しとくに稈の弱い品種では減量する。 					

想定面積：40ha

代かき	移 植	除 草	病虫害防除	水管理	刈取脱穀	乾燥調整
代かき2回	①苗運搬 (10a当り18箱) ②植付け 23~25株/m ² 4~5本植	①初期除草剤 MO、サターン、サ タンMいずれか 3~4Kg ②中期除草剤 サターンS又はマメ ット3~4Kg	①立枯病 ②ニカメイチュウ ③いもち紋枯 ④いもち紋枯 ウンカツマダロ	①灌水管理 ②中干処理 ③落水	①刈取脱穀 (自脱コンシ ン) ②籾運搬 乾燥機張込	①乾燥 ②籾排出 ③籾摺袋詰
4.25~5.15	5.1~5.17	①4.25~5.17 ②5.20~6.5	①4.1~4.20 ②6.15~6.25 ③7.25~8.5 ④8.5~8.15	②7.1~7.10 ③9.1~9.10	9.25~10.15	①9.25~10.15 ③10.1~11.30
15.1	13.9	13.8	27.9	109.1	12.7	①② 16.0 ③ 39.6
トラクター (20PS)2台 バディハロー 2台	トレーラー 1台 田植機(4条) 2台	散粒機 1台	タイラー 1台 ハイスプレーヤー 1台		○自脱コンシン (2条) 5台 トラクター (20PS) 1台 トレーラー 1台	乾燥機(24石) 10台
2	2 2	1	1 4	1	2 2 2	1 2 4
0.64	①0.136 ②0.76	0.38	0.79		① 1.27 ② 0.265 ③ 0.355	①② 7.36 ③ 0.99
0.83	0.27 1.52	0.38	0.04 3.16	9.00	3.78	1.41 0.64 3.96
332	716	152	1,280	3,600	1,512	2,404
軽油 1.52ℓ	軽油 0.35ℓ	初期除草剤 3~4Kg 中期除草剤 3~4Kg	タチガレン(粉) 5g スミチオン(乳) 60CC ラブサイド 300g パリタジ(液) 300g またはネオアソジソ マラソン(乳) 150CC カソリン 0.4ℓ		軽油 9.24ℓ	灯油 8.67ℓ 電力 12.28KWh
・田面の均 平に留意 する。	・代かき後、 土がおちつい てから移植す る。 ・植付け深は3 cm程度を基準 に田植機を調 整する。	・除草剤は適期 散布を守る。	・いもち病、紋枯 病防除は特に重 視し、出穂直前 と穂揃期を重点 におこなう。	・中干間断 灌漑によ り、キレ ツを下層 まで入れ ると同時 に刈取り 運搬作業 機走行の ための地 耐力増大 をはかる。	・過熟になら ないよう刈 取る。	・籾乾燥温度は穀 温35℃をこえな いようにし、こ えた場合は長時 間にわたらない よう特に留意す る。

技術体系の旬別労働配分表(40aa)

機械及び作業名		3			4			5			6		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
所 要 機 械 (時)	土 篩 機	20	68	68	22								
	播 種 プ ラ ン ト					62	28						
	育 苗 機 (600箱用)					620	280						
	灌 水 装 置					20	24	24	24				
	ト ラ ク タ ー (20PS)			45	159	150	178	232	83				
	ロ ー タ リ ー (140cm)				80	127	46						
	ハ ロ ー (200cm)						90	181	61				
	ラ イ ム ソ ア ー (210cm)			45	79								
	ブ ロ ード キ ャ ス タ ー (200ℓ)					23	42	19					
	田 植 機 (4条)							180	124				
テ イ ラ ー (6PS)											92		
ト レ ー ラ ー (1t積)							32	22					
散 粒 機							40	36	40	36			
ス プ レ ャ ー (400ℓ)											45	45	
自 脱 コ ン バ イ ン (2条)													
乾 燥 機 (24石)													
粃 す り 機													
作 業 別 所 要 労 働 (時)	床 土 採 土												
	床 土 篩 別 施 肥	40	136	136	44								
	種 子 予 措				74	86							
	播 種					250	114						
	育 苗					110	120	110	100				
	耕 起				9								
	碎 土				71	127	46						
	施 肥			45	79	23	42	19				148	
	代 か き						90	181	61				
	移 植							424	292				
水 管 理							160	400	400	400	400	400	
除 草							40	36	40	36			
病 害 虫 防 除					10	6					180	180	
収 穫 運 搬 張 込													
粃 乾 燥 排 出													
粃 摺 袋 詰													
計	40	136	181	277	606	418	834	889	440	436	728	580	

注) 水管理時間は、実験データがないので岩手県生産費調査(S47)数値を引用した。

7			8			9			10			11			計
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
															178
															90
															900
															92
								23	58	82	108	108	91	61	1,378
										57	56	56	48	42	512
															332
															124
															84
															304
		108	108												308
								35	87	37	53	53	53	19	381
															152
		58	116	52											320
								114	276	118					508
								631	1,527	658					2,816
									87	87	87	87	48		396
											53	53	43	19	168
															356
															160
															364
															440
										57	56	56	48	42	268
															244
	148														504
															332
															716
40	280	280	280	280	280										3,600
															152
		232	464	208											1,280
								338	822	352					1,512
								183	445	192					820
									348	348	348	348	192		1,584
40	428	512	744	488	280			521	1,615	949	457	457	283	61	12,500

4. 生産費

1) 経営試算の前提事項

①固定費…耐用年数(農林省農畜産業用固定資産評価標準による)

購入価格(市販価格)、固定比率を基礎として計算した。

*減価償却費率… $1 \div \text{耐用年数} \times 100$

*修理費率… $\text{総修理係数} \div \text{耐用年数}$

機械の格納面積(m²) $\times 5000$ 円

*車庫費率… $\frac{\text{(償却利子、修理含み)}}{\text{購入価格}}$

購入価格

*資本利子… $5.6\%(\text{残存価格}0\%) \div 2 = 2.8\%$
 租 税 公 課 0.5
 保 險 料 0.25 } 35.5%

a、固定費の試算

機械名	項目	耐用年数(年)	購買価格(円)	年間固定費率(%)	減価償却費率(%)	修理費率(%)	車庫費率(%)	資本利子租税公課保険料(%)	年間固定費(円)
土 篩 機		8	40,000	2.04	12.5	2.5	1.80	3.55	8,160
播 種 プ ラ ン ト		5	28,000	2.67	2.00	1.0	2.14	〃	7,476
育 苗 機		5	141,000	2.74	2.00	2.0	1.80	〃	38,634
ハ ウ ス		5	(38m ²) 2,000	2.36	2.00	-	-	〃	561
ビ ニ ー ル		2	300	53.6	5.00	-	-	〃	161
シルバシート		3	(3.5×1M)61	36.9	33.3	-	-	〃	23
育 苗 箱		5	180	2.46	2.00	-	1.00	〃	44
灌 水 装 置		8	200,000	1.86	1.25	2.5	-	〃	37,720
ト ラ ク タ ー		8	1,000,000	2.52	1.25	8.75	0.43	〃	252,000
ロ ー タ リ ー		5	150,000	3.42	2.00	1.00	0.62	〃	51,300
バ デ ー ハ ロ ー		5	66,000	28.9	2.00	2.0	3.32	〃	19,074
ブ ロ ー ド キ ャ ス タ ー		5	80,000	28.5	2.00	4.0	0.91	〃	22,800
ラ イ ム ソ ア ー		5	53,000	30.8	2.00	4.0	3.29	〃	16,324
ト レ ー ラ ー		5	400,000	3.18	2.00	6.0	2.24	〃	127,200
田 植 機		5	310,000	3.47	2.00	1.00	1.19	〃	107,570
ス プ レ ャ ー		8	400,000	2.04	1.25	4.0	0.39	〃	81,600
テ ー ラ ー		5	250,000	3.41	2.00	1.00	0.56	〃	85,250
散 粒 機		5	4,500	29.8	2.00	3.2	3.04	〃	1,341
自 脱 コ ン バ イ ン		8	620,000	2.28	1.25	6.25	0.51	〃	141,360
乾 燥 機		8	250,000 (モーター付)	2.00	1.25	1.5	2.40	〃	50,000
糶 摺 機		8	100,000	19.3	1.25	1.88	1.41	〃	19,300

②物価費単価…昭和47年度市価による。

③労働費単価…当該周辺農家の雇傭賃金水準を採用した。

一般作業賃金

1時間当り 200円

オペレーター賃金

1時間当り 300円

④水利費…当該支払年間水利費 3860円/10a

⑤地代…岩手県北上川平坦地、中田統制小作料

5,000円計上

2) 試験結果

①固定費

②物財費
物財費(10a当り)の試算

費目	項目	種 目	数 量	単 価 (円)	金 額 (円)	摘 要	
費用内訳	合計				8,960		
	種苗費	種 も み	4.6Kg	150.00	600		
	肥料費	稲 わ		470.0	3.00	1,410	
		硫 安		17.4	17.50	304	
		過 石		0.3	16.50	3	
		塩 加		1.0	21.75	2	
		塩 安		8.0	28.00	224	
		硫 安 加 里		60.0	38.75	2,325	
		珪 カ ル		150.0	7.25	1,088	
		小 計			5,356		
	薬剤費	ホルマリン		140CC	0.23	32	
		タチガレン液剤		20	3.80	76	
		スミチオン乳剤		60	1.57	94	
		ヒノザン乳剤		300	1.34	402	
		ネオアゾジン乳剤		60	0.74	44	
		マラソン乳剤		150	1.12	168	
		M O 粒 剤		4Kg	100.00	440	
		マメット粒剤		4	243.33	973	
		小 計			2,229		
光熱動力費	軽 油		15.46ℓ	15.00	232	農用免税価格	
	ガ ソ リ ン		1.20	50.00	60		
	灯 油		8.67	17.00	147		
	潤 滑 油			200.00	88	燃料費の30%を見込む	
	電 力 量		10.62KW	4.30	177		
	小 計			704			
諸材料費	シルバーシート		3.5m	61.00	71	3年耐用	

③生産費の試算

項 目	A	B	積 算 の 基 礎	
米生産費用内訳				
種 苗 費	600	600		
肥 料 費	5,356	5,356		
農 業 薬 劑 費	2,229	2,229		
光 熱 動 力 費	704	704		
そ の 他 諸 材 料 費	71	71		
水 建 農 具 費	3,860	3,860		
農 業 用 具 費	9,239	10,957		
労 働 費	7,337	7,337		
費 用 合 計	29,396	31,114		
副 産 物 価 格	1,410	1,410	ワラKg当り3円	
1 次 生 産 費	27,986	29,704		
地 資 本 利 子	5,000	5,000		
2 次 生 産 費	605	605	(1次生産費-固定費)×5.6%× $\frac{1}{2}$	
2 次 生 産 費	33,591	35,309		
米生産費				
1 Kg 当 り	1 次	43.1	45.7	1次生産費÷650Kg
	2 次	51.7	54.3	2次生産費÷650Kg
60Kg 当 り	1 次	2,583	2,742	
	2 次	3,101	3,259	
10a当り投下労働時間	31.25h	31.25h		
10a当り玄米生産量	650Kg	650Kg		
10a当り粗収	96.639	96.639	米代金650Kg×148円、屑米代金9Kg×48.8円	
10a当り純収	68.653	66.935	粗収益-1次生産費	
10a当り生産費千円当り収益	2.453	2.253	純収益÷1次生産費×1,000	
10a当り所得率	7.86	7.69	{粗収益-(1次生産費-労働費)}÷粗収益	
10a当り労働生産性	2.432	2.377	{粗収益-(1次生産費-労働費)}÷労働時間	

注) Aは刈取期間を21日とした場合の試算であり、Bは米質保持上適期刈取り(15日間)とした場合の試算である。

中小型機による稚苗機械化栽培技術体系試験の結果稚苗移植機械の開発実用化と基盤の改善、栽培法の改善により諸問題が解決され40ha想定集団栽培に実用化するための試算結果(昭47年)では10a当り650kgで、この生産に要する投下労働時間は31.25時間となり、玄米1俵当り生産費2,583円で、すこぶる効率的な生産が可能であることが認められた。

VIII 総合考察

東北地域南部太平洋岸の沖積平坦地水田は、排水不良と低位な気象生産力示数(とくに日照不足)によって登熟度が低下し、水稻の収量は停滞傾向にある。そこで土壤基盤を整備して昭和44年度より5ケ年に亘り試験を実施してきたところであるが、その収量限界要因の1である排水不良の土壤基盤の実態をみると、表層部約120cmまでの土層の粒径は非常に細かい埴質で、粒径間隙は極めて小さくことに第2層(-60cm)は比較的緊密である。特に1層から3層(-97cm)まではシルトと粘土との含量が60%にもおよび極めて粒径が細かく、かつその粘土分はモンモリロナイトおよびパーミキュライトを主とした2:1型粘土鉱物より成っておりこれが土粒子の膨潤性を有し、孔隙の填充狭搾を招来しこれが透水性を制約している要因であることが知られた。さらにこれらの土層の透水性をみると田面から30cmまでとそれ以深とでは明らかに透水係数のオーダーが異なっていることが特異的である。処により $10^{-6} \sim 10^{-7}$ オーダーと極めて小さい透水係数が示される。したがって、この沖積水田の透水性の不良な要因は、田面下50cm前後に透水能の極めて低い土層が存在していることが難透性の一要因であることが判明した。

第2は日照不足の阻害要因である。東北地域における日照時数を南部太平洋側東北地方と日本海側東北地方と比べてみると、南部太平洋側東北地方の日照時数が極めて少なく、とくに6月以降登熟期までの日照不足は著しい。このことが稲体の徒長、軟弱をきたし、同化機能の悪化とともに、登熟気象生産力示数を低下せしめていることが認められる。これらの両要因が稲体を不安定にしかつ収量を規制していることが知られた。

1. 土壤基盤の改善と透水性附与

以上のような収量限界要因を打破するため、明きょ

めぐらして基盤整備を行い5ケ年に亘って試験を実施してきた結果、北上川沖積水田のような透水性が概して表層で規制されているような土層では透水深は地下水位を低下させ、作土の代かき分散遙減によって透水性附与は可能である。このさいの降下滲透量は代かき1回以上では負圧滲透を示し、その負圧ポテンシャルの大きさは代かき回数が精なるものよりは粗なるものの方が大きい。

また水管理の方法、とくに中干しまたは中干し+間断灌溉によっても透水性を増大させることができる。この場合中干しの程度はPF2.0以上に処理することによって、亀裂は完全に耕盤層へ連通し下層の易透水性の層まで連続し、亀裂の発生によって減水深の増大が図られ、かつ持続効果も長いことが判明した。稲の植生からみた適正な透水深は、降下滲透量で15~30mm/日、日減水深で20~40mmであることが知られ、また適正な地下水位は生育前期は-10~-30cm、生育中期以降は-40~-60cm、落水期は-60cm以上が望ましいことが認められる。

これら水管理による土壤の経年変化をみると、作土の化学性とくに塩基類の経年変化は、中干しによる酸化的処理の影響が認められる。また層位別分布の動向のうち、とくに Mn_2O_3 含量の高いことと K_2O では比較的上位層が高濃度であることが認められる。しかし、一般化学性の傾向からみると、水管理処理による5ケ年後の肥沃度の動向は、窒素含量では区間差は殆んどないが、土壤腐植で明らかに水管理処理による低下の傾向がみられる。したがって積極的な有機物の増施を主とする地力維持増強対策を図りながら水管理を進める必要がある。

このような土壤基盤改善の上に立った稲の生育相は短強稈化し粳/わら比は大であるが粒数要因は少し低下の傾向をとる。そして収量決定要素は明らかに向上し、登熟歩合も高まり収量ならびに品質も向上して行くことが認められる。しかし透水性附与による効果は年次変動があり、多照年より寡照年においてその効果が大きい。

これら透水性附与による生産力の向上は土壤の肥培管理によってさらに高水準の生産力を期待しうる。同時に群落構成の拡大と受光姿勢の制禦、登熟力の拡大、耐倒伏性を含む稲体の健全化も期待できる。

2. 寡照対応

つぎに寡照対応試験結果では、まず高登熟性品種検

定の結果ふ系72号、これにつづいてトヨニシキが出穂前後の日射制限においても登熟度の低下が少なく登熟性の高い品種であることが明らかとなった。透水と日射量との関係では出穂前後20日間とくに登熟前半でさらに登熟不良で、遮光程度を増すにつれてその低下度が大きくなるが出穂前40~20日間の透水処理は稲の姿勢調節の面から重視される。また水管理と日照との生育反応では、地下水位の低下によって降下滲透量が増大し、寡照に対応する群落向上がみられ、かつ施肥のレベルアップも可能であることが明らかである。

土壌基盤改善に伴う寡照地帯における地下水低下の水管理の効果は、慣行の常湛区に比べ、適正な透水性付与によって田面水の溶存酸素量が多く、かつ稲体の地下群の発達と活力の増大を促しこのことは、とくに上層根より下層根で顕著である。

これらの好影響で水稻全体の活力が増大し、出穂後の炭水化物の集積が大で登熟力が向上してくる。

また立体的水管理によって寡照に対応し得る稲の群落となり、受光姿勢の改善が可能であることが明らかとなった。このことが登熟良化とともに産米の品質向上、ひいては安定的多収の可能性をもつものと考えられる。しかし以上の水管理による効果を安定的に持続させるためには、適正な透水量はもちろんより積極的な肥沃性が前提となる。地下水位低下と透水に伴う地力維持増強についてはさらに検討を要する。

3. 高生産機械化技術体系の確立とその実証

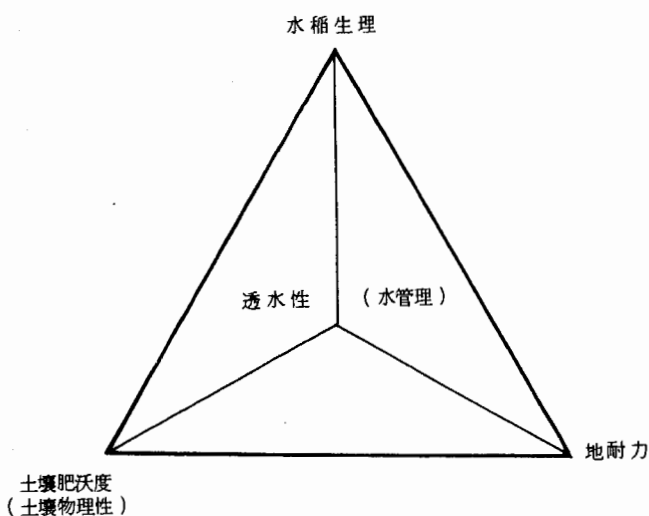
稲作の高生産のためには安定多収とともに省力機械化の導入が必須条件である。この研究については昭和46年より3ヶ年にわたり基盤整備大区画圃場(30a)において実施し検討を加えてきたが、乾田直播機械化栽培技術体系においては作業体系に逐年改善を加えてきた結果、収量的には600Kg台まで向上し、またこれに要する労働時間は32.7時間まで短縮することができた。しかし品種の選定、出芽の安定化、作季巾の拡大、播種時の降雨対応など生産向上安定のため今後積極的な地力維持増強とともにさらに綿密な検討を要する。また中小型機による稚苗機械化栽培技術体系試験の結果稚苗移植機械の開発実用化と基盤の改善、栽培法の改善により諸問題が解決され40a想定の集団栽培に実用化するための試算結果(昭47年)では10a当り650Kgで、この生産に要する投下労働時間は31.25時間となり、玄米1俵当り生産費2,583円で、すこぶる効率的な生産が可能であることが認められ、すでに普及事業に移行した。

以上のように土地基盤の解明とそれが改善および環境としての寡照に対応する稲作技術の確立により省力高生産機械化稲作技術体系を確立し低温寡照な南部太平洋側東北地方の稲作技術水準の向上に大きく寄与した。

IX む す び

透水性不良で寡照な東北地域南部太平洋岸の沖積平地水田において、稲作の収量限界要因の打破のための水稻生理に適合した水稻根圏の健全化と活力の向上、ならびに大型機械力導入のための落水後の地耐力獲得を目的とした透水性の付与は、その好適領域は水稻生理—土壌肥沃度—地耐力の調和する領域にあり(第83図)

第83図 透水性の相互関連図



それぞれの好適条件と対応技術を明らかにすることができた。このことにより寡照条件下での登熟性をより一層効率的に高め高収を期し得、そして増大した地耐力により大型機械力の導入を容易にし省力機械化稲作が可能となった。よって稚苗移植を主とした省力高生産性稲作技術が確立され実証された。

X 摘 要

透排水性不良で低温・寡照な東北地方南部太平洋岸の沖積平地水田において、基盤改善を軸とする透水性付与とそれによってもたらされる高登熟性・省力高生産性稲作について研究した。

えられた結果について要約すれば次のとおりである。

1. 基盤としての沖積平地水田は低温環境にあり地下

水位が高く稲作期間には -2.5 cm ぐらいまで上昇し、土性が細粒質かつ粘質で膨潤性の $2:1$ 型粘土鉱物よりなり耕盤層以下に $10^6 \sim 10^7$ の透水係数の小さい層位があり難透性をなしていた。

2. この基盤を明渠を施工し、強制排水によって地下水位をさげ、作土の代かき分散を通過させることによって透水性を付与させることができ、経年の構造亀裂の発達と相俟って相当の重粘な土壌領域にまで透水性を付与することが可能であった（暗渠等との関連）。その際の降下滲透は負圧滲透を示し経年により連動が速やかとなってきた。

3. 代かき分散通過による日減水深の傾向は代かき3回（ロータリー） $7 \sim 15\text{ mm}$ 、代かき1回（ロータリー） $10 \sim 35\text{ mm}$ 、代かき1回（ハロー） $30 \sim 70\text{ mm}$ 、無代かき $100 \sim 250\text{ mm}$ であった。なお無代かきでは経年で増大してきた。

4. 水管理の方法、とくに中干し又は中干し+間断灌漑によっても透水性を増大させることができ、その透水量は常時湛水 $10 \sim 15\text{ mm}$ 、更新灌漑 $15 \sim 25\text{ mm}$ 、間断灌漑 $20 \sim 30\text{ mm}$ 、中干し $20 \sim 40\text{ mm}$ であった。

5. 透水性付与に伴う高生産稲作のための栽培期間中の好適な土壌動態の領域を明らかにした。

とくに中干し期PF水分を $2.0 \sim 2.4$ で $10 \sim 15$ 日とし、その後の水管理をPF 1.3 以下の間断灌漑とすることが根圏の活力向上と高登熟性および落水後の地耐力獲得に有利であることが明らかになった。

6. 落水後の地耐力はコーン指数で1週で 3.0 、2週で 4.0 、3週で 5.0 Kg/m^2 と緩徐に高めてゆくことが重要であることが知られた。急激な過乾は登熟性阻害をひき起すためである。

7. 透水性の付与により経年の土壌の理化学性には夫々特徴的な変移が認められた。とくに無代かきにおいて耕盤および下層土の透水係数が 10^5 から 10^4 オーダーと大きくなり、塩基類も $10 \sim 50\text{ mm}$ の透水量の範囲ではあまり明らかな変化は認められないが $50 \sim 100\text{ mm}$ ないしそれ以上の透水量になると作土から塩基類や Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 の下層への溶脱傾向が認められた（5年後跡地）。

8. 水管理でも透排水操作のきびしい処理区ほど土壌腐植の減耗の方向をとり Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 が鋤き床層下に移動する傾向が示された。 MgO もやゝ低減する傾向が認められた。

9. 透水性付与に伴う地力増強方策として磷酸、加里珪カル、堆肥等の増施によりそれぞれの養分が蓄積富化

する傾向が明らかに認められ、土壌窒素発現能も明らかに増進してくるので透水性を付与した際の地力維持増強の方策が実用性があることが実証された。

10. 透水性付与は、代かき通過による苗の支持力低下には育苗機械移植で対応でき、その後は根圏の活力が向上し、珪酸吸収が増大し、 Mn/Fe 比が大となり収量水準が高まり、産米の品質が向上し、施肥の好適領域が拡大され、稲作の安定化に大きく寄与する結果がえられた。およそ 106% 以上の増収がえられた。

11. 寡照条件下での登熟性には品種の遺伝的特性と環境条件の改善が支配することが知られた。

供用品種のうちではふ系72、トヨニシキが好適し、今後の品種選抜の方向性が示され、環境条件では根圏の活力に関する水管理が効果が大きいことが明らかとなった。

12. さらに寡照を人為的な遮光により出穂前および出穂後等に各段階を設定して水稻の登熟性をみたところ、出穂前40日間の遮光は乾物生産が抑制されその程度は葉鞘>茎>穂>藁の順でNAR、CGRが低下した。また出穂後20日間の遮光は同化産物の生産が低下し、穂への同化産物の配分が抑制され顕著に減収することが知られ、登熟後半の遮光はあまり影響が認められなかった。このように寡照の発現する時期が水稻生育のどの段階時期に当るかによってそのマイナスの影響度が異なることが知られた。

13. このような寡照は水稻の光合成能の低下を来し低収となるので、水稻体および根圏の活力を向上させ光合成能のレベルアップを図る必要があり地下水位低下、中干しとその後の間断灌漑などの水管理、および透水性付与によって水稻の根圏の活力が向上し生葉の老化指数が低減して葉の同化能が高まり、かつ同化産物としての炭水化物の転流能が大となり穂部への澱粉集積量が増大し、増収してくることが確認された。そして産米の品質も向上してきた。

14. これらの成果を省力機械化稲作へと発展させ、育苗機械化高生産稲作技術体系を30a水田にて実用化組立て試験を行なった。その結果10a当延作業時間は、37.71時間で玄米収量は630Kg前後であった。さらに機械・防除・除草方法の改善により延作業時間を30-3時間程度にさげることが可能である。

15. なお乾田直播機械化栽培体系についても検討したが作業時間は32.7時間と省力的で30時間を割ることが可能であるが、気象限界地帯での乾直は低収性・不安定性・物財費高・透水調節等の問題もあり今後更に検討

を要する。

16. 実施した稚苗機械化技術体系の生産費は40ha規模において玄米60Kgあたり1次生産費は2,583円(昭47物価指数)で、県平均の50%以下でその10a当り投下労働時間は3.125時間となり、すこぶる効率的な生産が可能であることが認められた。

17. 以上、透水不良・寡照な沖積平坦地水田では基盤改善を軸とする透水性付与とそれにもなう地力増強、肥培改善、地耐力増大による機械力導入により省力高生産稲作技術が確立された。

参 考 文 献

- 1) 農林水産技術会議事務局(1957) 稲作における土壌と水に関する研究
- 2) 水管理研究会(1972) 水田の水管理と圃場整備地球出版
- 3) 農林省農地局(1967) 圃場整備の進め方
- 4) 青峯重範(1950) 湿田の土壌とその改良・農園25(1)
- 5) 小西千賀三(1952) 湿田の乾田化と合理的施肥農業改良1
- 6) 農林水産技術会議事務局(1972) 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織
- 7) 内山修男(1957) 水田の滲透性に関する土壌の諸問題・農園32
- 8) 山崎不二夫・シロカキの研究
- 9) 狩野、中川(1961) 低湿田の排水方式に関する研究・農研報F13
- 10) 金子 良(1957) 農業水文学・土木雑誌社版
- 11) 高井静雄(1970) 稲の灌漑の理論と実際・農業図書
- 12) 井利 一(1961) 湿田に関する土壌学的研究・新潟農試報12
- 13) 岩手農試県南分場(1963) 湿田の乾田化に伴う生産技術解明に関する試験・岩手農試報5
- 14) 千葉農試(1963) 両総用排水事業地区における湿田の乾田化に関する総合試験・千葉農試報(土改2)
- 15) 新潟農試(1963) 湿田の乾田化に伴う生産技術解明に関する研究・新潟農試報(土改3)
- 16) 土壌物理研究部会(1968) 水田の排水について農土誌36(4)
- 17) 宮坂 昭(1970) 北陸地方の湿田における排水の効果について・北陸農試報12
- 18) 東北農試作物第5研(1971) 排水効果の発現について・日作東北支部会報13
- 19) 大向信平、蓬田広、外(1971) 泥炭地水田における水管理が水稻の生育収量ならびに土壌の理化学性におよぼす影響・宮城農試報42
- 20) 宮城農試(1971) 水田高度利用促進のための基盤改善に関する研究
- 21) 秋田農試(1968~72) 低湿重粘土水田に関する土壌肥料試験
- 22) 北陸農試土肥研(1967) 水稻の節水栽培試験
- 23) 農事試験環土肥研(1969) 水管理による土壌動態調節と水稻増収
- 24) 富士岡義一(1962) 水田の透水性に関する諸因子について・土壌の物理性5
- 25) 山崎不二夫(1969) 土壌物理
- 26) 土質工学会(1970) 土質試験法
- 27) 土壌物理性測定法委員会(1972) 土壌物理性測定法
- 28) Marshall(1959) Relation Between Water and Soil, Comm Agr Bur(Australia)
- 29) 富山農試機械化研(1969~71) 土壌肥料試験成績
- 30) 本村 悟(1969) 水田土壌中における2価鉄の行動とその役割について・農研報B21
- 31) 稲田勝美(1960) 水稻根の採取法・農園35(5)
- 32) 太田、山田(1961) 水稻根の活力診断のための根の節位別分級法・農園36(9)
- 33) 太田保夫、外(1970) 水稻の地上部の形質におよぼす根の役割に関する研究・日作紀39
- 34) 折谷隆志(1955) 作物の根の機能に関する研究日作紀30
- 35) 北陸農試土肥研(1967) 登熟期の水稻根の機能に及ぼす透水処理の効果について
- 36) 東北農試(栽1)土肥研(1971) 水管理が水稻の後期栄養に及ぼす影響
- 37) 有門博樹(1959) 酸化還元培地における作物根の呼吸と養分吸収との関係・日作紀34
- 38) 村山、吉野(1955) 水稻の生育に伴う炭水化物の集積過程に関する研究・農技研報B4
- 39) 村山 登(1970) 水稻の施肥と登熟に関する栄養生理・農業技術(1~7)
- 40) 農林水産技術会議事務局(1969) 水稻の収量限界向上に関する研究
- 41) 木根淵旨光(1967) 稲作改善増収法

- 42) 本谷耕一 (1966) 稲作多収の基礎条件
- 43) 津野幸人 (1970) イネの科学—多収技術の見方考え方
- 44) 伊藤綾子 (1969) 水稻群落の葉群の構造と直達光の透入について・日作紀38
- 45) 佐伯敏郎 (1965) 総説 植物の生長解析
- 46) 田中孝幸、外 (1969) 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究、第90報稲群落の姿勢と光、同化曲線の関係・日作紀38
- 47) 戸刈義次 (1971) 作物の光合成と物質生産
- 48) 農業技術協会 (1957) 作物試験法
- 49) 農業技術協会 (1960) 続作物試験法
- 50) 戸刈、山田、林編 (1962) 作物生理講座
- 51) 輪田、外 (1971) 遮光処理が水稻の生育収量に及ぼす影響・日作東北支部会報13
- 52) 和田、外 (1971) 生育各期の遮光処理が乾物の配分に及ぼす影響・日作東北支部会報13
- 53) ア・イ・シュルギン (1970) 太陽光と植物
- 54) 角田重三郎 (1965) 多肥、多収型作物品種成立の過程
- 55) 岡島秀夫 (1968) イネの栄養生理
- 56) 林健一、外 (1962) 光利用効率からみた水稻品種の草型に関する研究、第1報水稻品種の群落吸光係数とその意義・日作紀30(4)
- 57) 農林水産技術会議事務局 (1969) 大型機械化に伴う水田土壌基盤整備に関する研究
- 58) 農林水産技術会議事務局 (1972) 構造改善推進のための農業機械化技術の緊急開発に関する研究
- 59) 木根淵旨光 (1969) 水稻稚苗栽培技術の確立ならびに機械化技術における実証的研究・東北農試報38
- 60) 秋田農試 (1971) 田植機、収穫機を中心とした作業体系
- 61) 福島会津支場 (1971) 水稻機械化省力栽培組立実証試験成績書
- 62) 三浦貞幸、外 (1972) 秋田県における水稻機械化省力多収技術稚苗機械化技術体系の実証・農業技術4(5)
- 63) 斎藤武雄 (1965) 寒冷地帯の直播水稻に対する気温の作用に関する研究・東北農試報32
- 64) 羽生寿郎、外 (1966) 北日本における水稻直播の適地適期の決定法に関する農業気象学的研究・東北農試報34
- 65) 米沢確、外 (1970) 水稻直播栽培技術の確立に関する研究・岩手農試報14
- 66) 橋本良機、外 (1971) 乾田直播栽培を軸とした水稻の大型機械化一貫作業体系確立に関する研究・農作業研究11
- 67) 農林水産技術会議事務局 (1966) 小型機を中心とする水稻乾田直播栽培技術体系、東北地域南部平坦地帯における標準技術体系・水田作7
- 68) 農林水産技術会議事務局 (1970) 小型機を中心とする稚苗移植機利用水稻移植栽培技術体系、東北地方平坦における標準技術体系・水田作28
- 69) 国分欣一 (1967) 水田におけるトラクター走行可能性と土壌の物理性について・土壌の物理性21
- 70) 農事機械化経営研 (1968) 水田作機械化標準作業体系の経済的評価に関する研究
- 71) 農業機械学会編 (1969) 農業機械ハンドブック
- 72) 東大農工室編 (1966) 農業機械実験便覧
- 73) 農林省・農畜産業用固定資産評価標準
- 74) 佐々木信夫、外 (1970~74) 透水不良水田の生産技術解明に関する研究(第1~8報)・土肥講要16、17、18、19、20
- 75) 佐々木信夫 (1971) 圃場水制御有底人工圃場の造成・農業技術26(1)
- 76) 千葉満男、外 (1972) 沖積水田における地下水位の高低と堆肥、生わら連用に関する研究・土肥講要20
- 77) 高野文夫、外 (1972) 地下水位低下による水稻生育相と土壌の物理性・日作紀東北支部15
- 78) 高野文夫 (1973) 寡照条件下における水稻生育相・農業気象東北支部18
- 79) 高野文夫 (1974) 寒冷寡照地帯における水稻の品質、収量向上について・日作紀東北支部17
- 80) 佐々木信夫、外 (1971) 整備圃場における水稻品種の窒素追肥反応・東北農業研究14
- 81) 佐々木 武、外 (1971) 明渠水位の調節が圃場のみかけの地下水位に及ぼす影響・東北農業研究14
- 82) 佐々木信夫、外 (1972~73) 沖積水田における透水性付与(第1~2報)・東北農業研究15.16
- 83) 清原悦郎、外 (1972) 岩手県南地方における産米改善・東北農業研究15
- 84) 米沢確、外 (1973) 乾田直播機械化栽培技術体系確立・東北農業研究16

Summary

Studies on the Modernization of the Paddy Field Utilization for more Productive and less labourous Cultivation of Rice Plants at less percolative Paddy Field

Shinpu SASAKI, Mitsuo CHIBA, Yutaka HIRANO, Tsuyoshi YONEZAWA, Fumio TAKANO, Etsuro KIYOHARA, Akira OKAWA, Takeshi SASAKI, Masaaki OKAZIMA, Tadakatsu SASAKI, Kichiro ITO, Eiji OZAWA, Zyunpei KUROSAWA.

At less sunshined and less percolated paddy fields on the Pacific side of Northeast Prefecture in Japan, the rice crops have been lower productive in spite of much labours required.

For its improvement, the paddy field was readjusted to forcing drainage and strengthend ground bearing capacity to introduce the large agricultural machine.

Then, the more productve and less labourous cultivation of rice plants was carried out a research through the Soil-Water-Rice Plant's correlative regulation.

The summarized favorable conditions of the results are shown below.

(1) The conditions of the paddy field basis:

Irrigation water; enough flow, easy cotrol of irrigation, separated waterway for irrigation from drainage, circulable irrigation, dissolved oxygen in irrigation water 6.0 ppm < Drainage; main opened aquaduct must have given and water leveling of that must have forcing control (ex. by pumping drainage).

heavy clayey paddy field---with underdrain and pan breake

Ground water table;

before floret differentiation stage -10~ -30 cm

among reproductive stage -40~ -60 cm

after drain off period -60 cm <

water requirement;

quantity of percolation 15~30 mm/day

daily water requirement in depth 20~40 mm/day

Pan permeability; $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5}$ cm/sec

Plow layer permeability; $5 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-5}$ cm/sec

(by the percolation control with a decrease in puddling dispersion)

(2) Soil physical conditons:

Soil texture SL~CL, Clay contents 10~25%, 2:1 type clay minerals content~rich, Plow layer in depth 15~20cm, Effective soil layer 40cm<, Subsoil structure blocklike~prismlike (structural fissure on a yearly progress)

(3) Soil chemical conditions:

T-C 1.5~5.0%, T-N 0.15~0.40%, C/N ratio 8~11, PH 5.3~6.5, Effect of air drying 4~10mg, Effect of temperature ascension 3~8mg, P_2O_5 absorption coefficient 800~1200, Available P_2O_5 20~50mg, CEC 17~27mg, Cation saturated ratio 50~80%, ex-CaO 300~600mg, ex-MgO 20~50mg, MgO/CaO 0.1~0.2, ex- K_2O 15~30mg, Available SiO_2 15~30mg, Easy reductive Mn_2O_3 20~40mg, Free Fe_2O_3 1~2%.

(4) Paddy field conditions among rice planted:

NH_4-N ; taking root stage 5.0~8.0mg, effective tiller stage 3.0~5.0mg, ear premordia stage 1.5~3.0mg, heading stage 1.0~2.0mg.

DO_2 ; after floret differentiation stage, paddy surface water 5.0 ppm < (irrigation water 6.0 ppm <)

Eh_6 ; after floret differentiation stage +50~+200mv
Soil moisture on the midsummer drainage; PF 2.0~2.4 10~15 days (In case it over dries, take a little irrigation water.)

Irrigation; after midsummer drainage, alternate irrigation indexed under PF 1.3

Ground bearing capacity; after drain off period, (SR-2,2cm² corn) after 1 week 3.0kg/cm², after 2 weeks 4.0kg/cm², after 3 weeks 5.0kg/cm²

(5) Rice plant conditions: on a level of 70kg/a rice grain yields, Toyonishiki varieties (panicle weight type), Productive conditions of rice plants; culm length 85~90cm, number of ears per m² 420~450 ears, number of grains per an ear 80~85 grains, number of grains per m² 35,000~38,000 grains, percentage of fertiled grains 85~90%, weight of 1000 rice grains 22~23g, rice grain yields per are 70~75kg.

Nutrient conditions of rice plants; especially, nitrogen contents in leaf blade, tillering stage 4.0~4.5%, young panicle formation stage 2.8~3.3%, heading stage 2.0~2.5%, maturity stage 0.9~1.2%.

(6) Working hours:

Total working hours per 10 are with the large agricultural machine were 31.25 hours, and this working hours are possible to abridge in 30~3 hours by further improvement of the agrimechaniccultivation technique.