

寒冷少照地帯における省力高生産稲作のための 有機物施用地力維持による乾田直播に関する研究

** 佐々木信夫・遠藤征彦・桜井一男・米沢 確 *
**** *
**** 鈴木次男・鎌田信昭・佐々木忠勝・高野文夫 ****

Studies on the direct seeding culture in drained field kept up
fertility with organic matter for less labor and higher production
rice farming at cool, less sunshiny area in Tohoku district.

by

Shinpu SASAKI Masahiko ENDO Kazuo SAKURAI Tsuyoshi YONEZAWA
Tsugio SUZUKI Nobuaki KAMADA Tadakatsu SASAKI Fumio TAKANO

目 次

- I はしがき
- II 乾田直播水田の地力維持増強
 - 1. 有機物鋤込み地力維持増強による乾田直播
水稲の生産力向上
 - 1) 鋤込み有機物の種類と量による乾田直播
水稲の生産力
 - 2) 作付体系による乾直水稲の生育・収量性
 - 3) 透水調整による乾田直播水稲の生育反応
 - 4) 直播方式による乾田直播水稲の生産力
 - 2. 乾田直播水田における地力の変移
 - 1) 鋤込み有機物の種類と量による地力の変
移
 - 2) 作付体系による乾田直播水田の地力の変
移
 - 3) 透水調整による乾田直播水田の地力の変
移
 - 4) 乾田直播方式の差異による地力の動向
 - 3. まとめ
- III 寒冷地乾田直播の栽培技術の確立
 - 1. 適品種の選定と生産力向上
 - 1) 適品種の選定
 - 2) 有機物施用と出芽初期生育の安定
 - 3) 作期の可動範囲と収量性との関連
 - 2. 機械化による生産性向上技術の改善
 - 1) 機械作業の稼働範囲の拡大
 - 2) 施肥の合理化による生産力向上
 - 3) 効率的除草法の確立
 - 3. まとめ
- IV 高生産性乾田直播技術体系の確立
 - 1. 有機物の種類に対応した乾田直播技術体系
の確立
 - 2. まとめ
- V 総合考察
- VI むすび
- VII 摘 要
- 参考文献

(岩手県農業試験場県南分場 (全員当時) * 現岩手県立農業試験場, ** 現
岩手県立農業短期大学校, *** 現岩手県庁, **** 現江刺農業改良普及所,
***** 現自営)

I はしがき

日照不足と透水不良のため、頭打ち状態にある東北地方中南部太平洋側における稲作の収量と品質水準の向上、ならびに機械化栽培技術の組立による大幅な生産性の向上をめざし、さきに1969年から5ヶ年にわたって、水田利用の近代化に関する研究¹⁾を遂行し、真に近代的な機械化稲作技術体系を確立し、急速に実用普及し多大の成果をあげた。

しかし、一方で、透水性が付与された水田においては、いわゆる地力の遞減傾向がみとめられることが問題として残され、さらに箱育苗をも省く、一層の省力技術の開発が必要とされた。

以上のような経過をふまえ、稲わら+裏作イタリアンライグラス鋤込みと透水調整により、透水改良田の地力増強をはかりながら、最も省力的な稲作技術とされる乾田直播栽培技術体系の確立を目途として、ひきつゞき1974年より5ヶ年にわたり、それらの諸問題の解明と組立ての研究を実施し、早生種での体系を確立しえた。^{2) 3)}

この間にあって米を取り巻く諸情勢は、生産量より良食味良質米へと急速に傾斜してゆき、寒冷地における水稻の乾田直播栽培は作期の制約^{8) 9)}¹⁰⁾から晩生の良食味品種への適用に難があり、早生良食味品種の開発¹¹⁾が希求される。しかし、本研究は青刈有機物鋤込みの直播^{26) 27)}であるので、水田総合利用の技術と密接な関連があり、また、水田利用再編対策の他用途利用米等の省力生産に有効な技術であり、さらに稲作の低コスト化の先進的技術開発の県政からの要請の度に、機械の改良進歩とともにほとんど必ず直播栽培に回帰してくる実態にあり、とくに寒冷地の乾田直播限界地帯での試験事例^{4) 43) 73) 74) 75)}はきわめて少ないので、次の稲作段階に進めるときの参考になることが大きいと思考される。

よって、5ヶ年間の試験の成果をとりまとめてここに報告する。

本研究は、1974年から1978年の5ヶ年にわたり、岩手県立農業試験場県南分場において国の総合助成試験として「寒冷寡照地帯における高生産性稲作(乾田直播)技術体系確立に関する試験」の課題で実施したものであり、本研究を遂行するに当

り、御指導と御援助を賜わった農林水産省農林水産技術会議事務局 川嶋良一局長(当時)はじめ関係官、同省東北農業試験場 坪井八十二場長(当時)、木根淵旨光次長(当時)、一戸貞光農業技術部長(当時)、浅川正彦企画連絡室長(当時)ならびに関係各位に深甚の謝意を表す。

本研究を推進され御指導をいただいた岩手県立農業試験場黒沢順平場長(当時)に深謝申し上げる。また本研究の実施にあたって、岩手県立農業試験場県南分場の小沢栄二・田中義一・平野裕・川村善美・伊藤吉郎・徳山順一・泉川澄男・千葉泰弘・飯村茂之・佐々木幸二・及川正人の各氏(当時)に多大の御援助と御協力をいただいた。記して感謝する。

II 乾田直播水田の地力維持増強

1. 有機物鋤込み地力維持増強による乾田直播水稻の生産力向上

1) 鋤込み有機物の種類と量による乾田直播水稻の生産力

試験目的

寒冷寡照地帯における乾田直播水稻の生産力維持のためには、裏作物鋤込みをも含めた積極的な地力維持増強方策が必要となる。鋤込み有機物としては、従来からの堆肥、稲わらの他に裏作物としてイネ科のイタリアンライグラスおよびマメ科のれんげそう等を予定した。しかし、れんげそうの場合は、乾直水稻の播種適期と考えられる5月上旬では生育量が少なく、鋤込み裏作物の代表としてイタリアンライグラスをとりあげ試験を行った。

試験方法

試験は岩手農試県南分場整備水田ほ場において実施した。試験区の構成と5ヶ年間の耕種法は次のとおりである。一部の試験区については、裏作物の播種年度の関係から4ヶ年となったところもある。有機物の鋤込みは、堆肥は春散布春鋤込みとした。稲わらは、コンバイン刈取りを前提とし秋散布、春鋤込みとした。裏作イタリアンライグラスについては、秋の稲立毛間播きとして稲刈り後基肥施用、追肥は翌春の融雪後とした。イタリ

試験区の構成と乾直標準施肥体系

(Kg/a)

区名	N				P ₂ O ₅	K ₂ O		珪カル
	基肥	追肥				基肥	追肥 (幼形期)	
		入水時	分けつ期	幼形期				
1. 堆肥 150 Kg/a	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
2. " 300	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
3. 稲わら 60	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
4. イタリアンライグラス 200	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
5. 稲わら60+イタリアンライグラス 100	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
6. " " 200	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150
7. " " 400	0.8	0.4	0.3	0.2	0.8	0.8	0.2	150

供試肥料：基肥～乾直専用BB肥料（GUP 20%入 10-10-10）

追肥～硫安及びNK化成

裏作イタリアンライグラス耕種法：品種マンモス，播種量 300 g/a（稲立毛間播）

施肥量(Kg/a)：N-0.5+0.5（融雪後），P₂O₅～0.5，K₂O～0.5

耕種の概要

年次	第1年度 (1974年)	第2年度 (1975年)	第3年度 (1976年)	第4年度 (1977年)	第5年度 (1978年)	
イタリアンライグラス 播種	" 73. 9. 10	" 74. 9. 14	" 75. 9. 12	" 76. 9. 27	" 77. 10. 1	
イタリアンライグラス 鋤込	4. 23 ロータリー耕	4. 21 プラウ耕	4. 19 プラウ耕	4. 20 プラウ耕	4. 24 プラウ耕	
基肥 施肥法	条施	条施	全層全面散布	全層全面散布	全層全面散布	
乾直播種	4. 30 手播き	5. 1 機械播種	4. 30 機械播種	4. 30 機械播種	5. 1 機械播種	
播種量	1.0 Kg/a	1.0 Kg/a	1.2 Kg/a	1.0 Kg/a	1.35 Kg/a	
入水時	5. 30	6. 10	6. 5	6. 15	6. 8	
追肥	(分けつ)	-	-	6. 29	7. 4	6. 29
	(幼形)	7. 18	7. 18	7. 17	-	7. 18
出穂期	8.5～8.10	8.7～8.10	8.19～8.20	8.14～8.17	8.1～8.3	
刈取期	9. 26	9. 22	10. 15	10. 5	9. 14	

アンライグラスの収量（地上部生草重）は、乾直播種7～10日前の鋤込み期（4月20日頃）においては生育量が不足し、最も条件のよかった1976年度で、かろうじて200Kg/aを確保できた圃場があっただけである。コンバイン稲わら散布条件下では、イタリアングラスの欠株率も多くなることから、各年とも裏作イタリアングラスの不足量は搬入し、各年次の施用量を同量になるよう調整した。乾直水稻の播種については、最初の年だけは

手播きとしたが2年目以降は乾直専用機（4条播き）による機械播種とした。播種量は、単位面積あたりの株数確保のため多めに調節したが年次毎の差は大きかった。基肥の施肥法については、専用機の施肥播種機による施肥では施肥量の等量設定が困難であるため手で施肥した。前2ケ年は条施肥としたが、3年目以降は、地力の動向とくに窒素の動向を調べる関係もあり耕起砕土時の全層全面散布とした。3年目以降については、基肥窒

素量も鋤込み有機物の量に関係なく同一量とした。追肥窒素については、入水時と幼穂形成期は完全実施し、分けつ盛期については生育状態に応じて年次により調節した。

試験結果

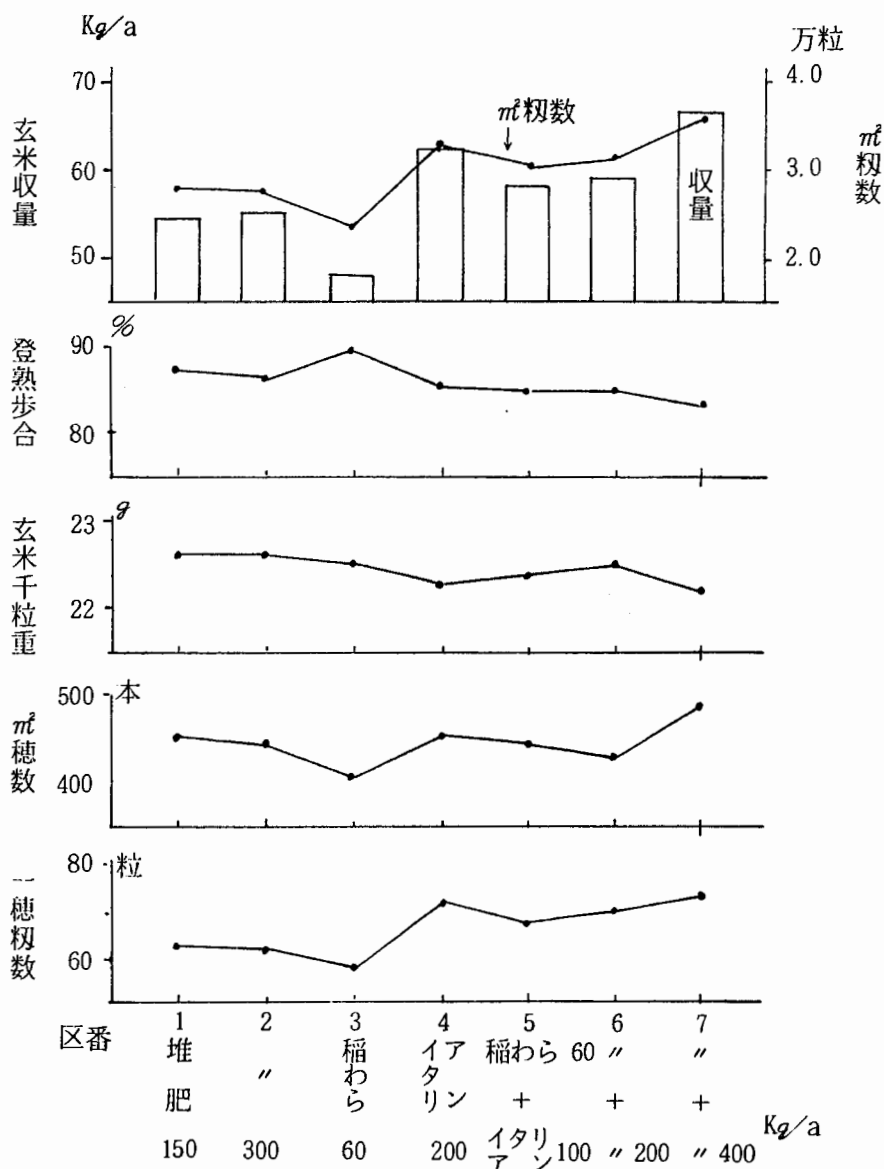
(1) 有機物鋤込みと乾直水稲の収量性

第 1 図に 5 ヶ年の試験区毎の玄米収量と収量構成要素の関係を平均値で示した。

玄米収量の平均値では、堆肥 150 Kg/a 鋤込み区は 55 Kg/a で年次変動が少なく、堆肥倍量でも殆んど増収とはなっていない。

稲わら区は、前 2 ヶ年間は堆肥区並の収量水準であったが、3 年目以降は急激な収量低下の傾向を示し、平均収量は 48 Kg/a と最も劣る結果となった。イタリアンライグラス鋤込み区の間では、イタリアンライグラス 200 Kg/a 単用区が平均収量 62 Kg/a と多収傾向で年次変動も少なかった。稲わら + イタリアンライグラス鋤込み区は堆肥区に比していずれも多収傾向を示し、イタリアンライグラスの鋤込み量が多い程多収となり、イタリアンライグラス 400 Kg/a 区が平均収量 67 Kg/a と最多収となった。

以上の結果を収量構成要素との関係でみると次のとおりとなる。玄米収量と最も関係があるのは m^2 穂数であり、乾田直播水稲の場合は、登熟歩合、玄米千粒重の登熟要因よりも粒数要因が重要となり、稚苗移植水稲との明らかな相違点がある。5 ヶ年の平均値でみると、登熟要因である登熟歩合は 84~90%、玄米千粒重は 22.2~22.6 g となり、区間差は極めて少ない。稲わら区の低収要因も、



第 1 図 5 ヶ年平均玄米収量と収量構成

m^2 穂数ならびに 1 穂穂数が少なく、 m^2 穂数の確保ができなかったことが明らかに示された。一方、イタリアンライグラス鋤込み区は堆肥区に比して、 m^2 穂数はとくに多くはないが 1 穂穂数が 10 粒近く多くなっており、 m^2 穂数の増加により玄米収量増となったことが認められる。このことは、イタリアンライグラスの鋤込みが地力増強に結びつき、乾直水稲の生育に好ましい条件、とくに窒素地力の発現増大によるプラス効果が大きかったことによると解される。

これをさらに鋤込み有機物による乾直水稲の生

育反応との関連で解析すれば、次のとおりである。

(2) 鋤込み有機物と出芽苗立ち

第1表に、5ケ年の出芽苗立ち調査成績を示した。初年目は、有機物鋤込みをロータリー耕としたが、稲わら+イタリアンライグラス区が極端な出芽率の低下をまねいた。出芽苗立ちの向上については別の試験で検討しているが、タネバエの寄生とガス発生等に起因することが明らかにされた。2年度以降は播種10日程度前のプラウ耕とし、初年目よりは出芽苗立ち歩合は向上したが、イタリアンライグラス鋤込み区は出芽苗立ち歩合が低下する傾向である。

1977年度は、播種後の気象条件が極めて不良であったため全般的に出芽苗立ち歩合が低下した。そこで、播種深度と出芽率との関係について調査を行なった。第2表にその結果を示す。これによると、播種深度が4 cm以下になると出芽率が明らかに低下する。この場合、土中で発芽しているものの、発育を停止した状態のものが大部分を占めていた。このような、1977年度の堆肥区、稲わら区の出芽苗立ち歩合の低下の原因として、播種深度が深くなったことと、播種時の土壌水分がやや高めで、播種後のローラー鎮圧で作土層が固結したうゑに、その後低温に推移したためと思われる。作土層の固結は、後述の三相調査の固相率の増大として示されている。

(3) 有機物鋤込みと乾直水稻の生育

イタリアンライグラス鋤込み区は出芽苗立ちがやや低下するが、それ以降の生育も第2図に示すように初期生育はやや抑制される傾向で、茎数増加は緩慢である。しかし、中期以降の生育は旺盛で、後半まで持続し、生育量は堆肥区をしのぐ。この場合、イタリアンライグラスの鋤込み量が多いほど生育量はまさる傾向にある。

(4) 有機物鋤込みと乾直水稻の窒素吸収

乾直水稻の場合には、登熟要因よりは粒数要因の方が大きく玄米収量に影響するが、第3図に5ケ年の m^2 粒数と玄米収量および成熟期のN吸収量との関係について示した。

m^2 粒数が多いほど玄米収量も多く、また m^2 粒数の確保のためには、成熟期の窒素吸収量も多くなければならないことが明かに示された。

そこで、有機物鋤込みと乾直水稻の時期別窒素

第1表 有機物鋤込みと出芽苗立ち(%)

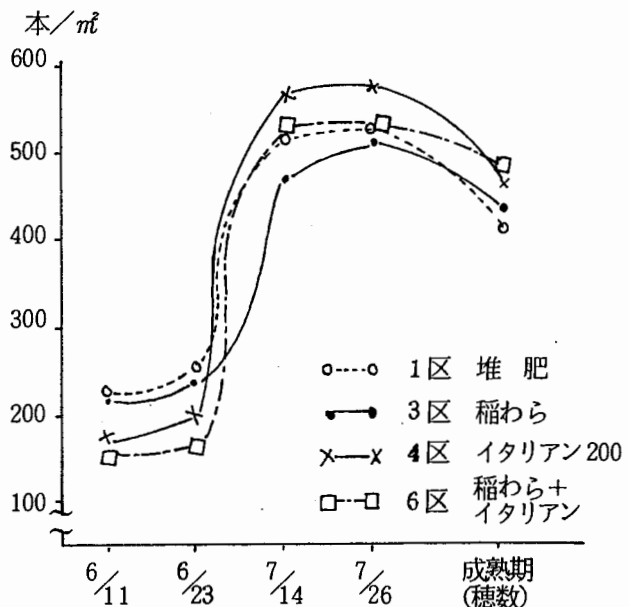
区名	1	3	4	5	6	7
	堆肥	稲わら	イタリアン	稲わら+ イタリアン 100%	+	+
年次	150	60	200	100	200	400
1974年	70	35	-	-	21	-
1975年	87	81	68	80	69	51
1976年	82	66	50	61	62	60
1977年	32	32	32	35	37	36
1978年	86	75	62	67	64	69
平均	71	58	53	61	51	54
平均 (77年除く)	81	64	60	69	54	60

出芽苗立ち歩合は、入水時苗立ち数の理論播種粒数に対する比で示した。
1.0 Kg/a 播種時の理論値 390 粒/ m^2

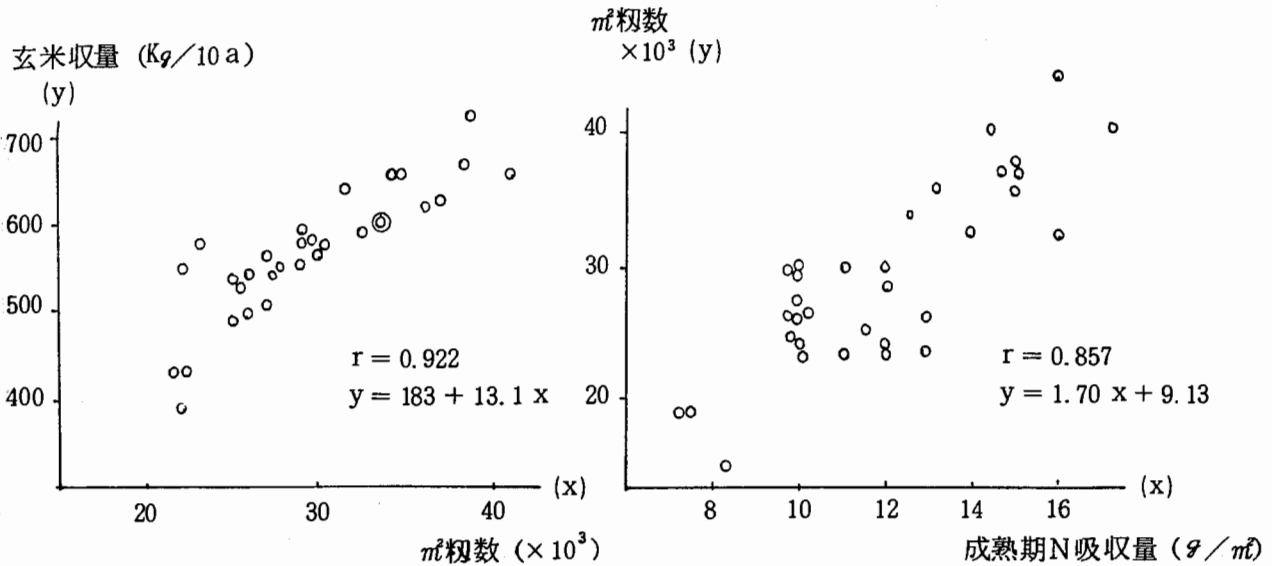
第2表 播種深度と出芽率の関係 (1977年)

区名	1		3		4		6	
	堆肥 150		稲わら 60		イタリアン 200		稲わら+ イタリアン	
	良	不良	良	不良	良	不良	良	不良
播種深度								
0~3 cm	41	-	-	4	23	-	29	-
3~4	15	11	22	26	27	45	25	8
4 cm以下	4	29	-	48	-	5	-	38
合計	100		100		100		100	

6.13 入水時調査, 30 cm x 2 ケ所出芽率(%)



第2図 茎数の推移 (1976年)



第3図 m^2 籾数と玄米収量および成熟期N吸収量 (1974～1978年)

吸収(5ヶ年平均値)との関係を見ると、第3表に示すように稲体の窒素濃度は、堆肥区と稲わら区の比較では、幼形期の稲わら区が明らかに低めであるが、出穂期・成熟期ではほぼ同程度となる。稲わら区の幼形期頃までの窒素濃度の低下は、稲わらの分解に必要な施肥窒素のとり込みが行われ、窒素飢餓現象が乾田直播の場合においても発現するためと考えられる。そのため稲わら区は生育全般を通じて生育量が不足となり、窒素吸収量も堆肥区に比して小となってくる。

イタリアンライグラス鋤込み区は、幼形期頃から土壌窒素の発現量が多くなり、稲体の窒素濃度

は堆肥、稲わら区に比して高めとなり、とくに出穂～成熟期にかけては高く維持されるのが特徴的である。そして、イタリアンライグラス鋤込み量が多いほど高い傾向がみられる。窒素吸収量では、幼形期頃までは、堆肥区に比し、ほぼ同等であるが、その後次第にその吸収量が增大してき、出穂～成熟期には、aあたり0.2～0.4Kg程度窒素吸収量が多くなっている。

以上のように、イタリアンライグラス鋤込み区における乾直水稻の窒素濃度は、生育の中期・幼形期以降堆肥区に比べて高めに維持され、窒素吸収量も大となることから、籾数の確保には有利に

第3表 有機物鋤込みと乾直水稻の窒素吸収(1974～1978年平均値)

区名	時期別稲体N濃度(%)						窒素吸収量(Kg/a)		
	幼形期		出穂期		成熟期		幼形期	出穂期	成熟期
	葉身	茎	葉身	茎	葉身	茎			
1. 堆肥 150 Kg/a	2.97	1.29	2.24	0.56	1.06	0.40	0.38	0.82	1.10
2. " 300	2.96	1.25	2.32	0.56	1.04	0.39	0.36	0.85	1.08
3. 稲わら 60	2.89	1.19	2.33	0.55	1.00	0.35	0.30	0.67	0.93
4. イタリアンライグラス 200	3.23	1.38	2.42	0.62	1.40	0.44	0.46	0.98	1.41
5. 稲わら60 + イタリアンライグラス 100	3.11	1.25	2.36	0.61	1.13	0.41	0.37	0.96	1.24
6. " " 200	3.02	1.26	2.45	0.62	1.32	0.46	0.38	0.94	1.23
7. " " 400	3.10	1.30	2.56	0.67	1.39	0.44	0.41	1.10	1.51

働き、玄米収量増と結びつくものと解された。

2) 作付体系による乾直水稻の生育・収量性

試験目的

代かきを伴わない乾田直播は、透水の過大化を招来し、地力減退を促進し、収量水準の低下につながる傾向があるとされてきたので、隔年に代かき操作をとり入れる稚苗～乾直の反復といった作

付体系も考えられ、それら作付体系の差異が水稻の生育収量および地力に及ぼす影響をおよぼすかを検討した。

試験方法

試験区の構成と経年の作付体系および耕種法は次のとおりである。

試験区の構成と経年の作付体系

区名		作付体系					基肥量 (Kg/a)			
作付体系	鋤込み有機物	1974年	1975年	1976年	1977年	1978年	N		K ₂ O	P ₂ O ₅
							乾直	稚苗		
1. 稚苗～乾直	稲わら 60 + イタリアンライグラス 200 Kg/a	-	乾直	稚苗	稚苗	乾直	0.8	0.4	0.8	0.8
2. 乾直	"	乾直	乾直	乾直	乾直	乾直	0.8	0.4	0.8	0.8
3. 稚苗	"	稚苗	稚苗	稚苗	稚苗	稚苗	0.8	0.4	0.8	0.8
4. "	堆肥 150	稚苗	稚苗	稚苗	稚苗	稚苗	0.8	0.4	0.8	0.8

※稚苗, 基肥N量 1977～1978年度は乾直と同量 0.8 Kg/aとした。

その他施肥量 珪カル 15 Kg/a, 追肥 { 乾直：入水時, 分けつ期, 幼形期 }
 稚苗：幼形期

耕種概要 乾直播種は試験(1)に同じ

稚苗 散播箱育苗 (200 g/箱)

移植日 1974 1975 1976 1977 1978
 (5/17) (5/15) (5/13) (5/10) (5/11)

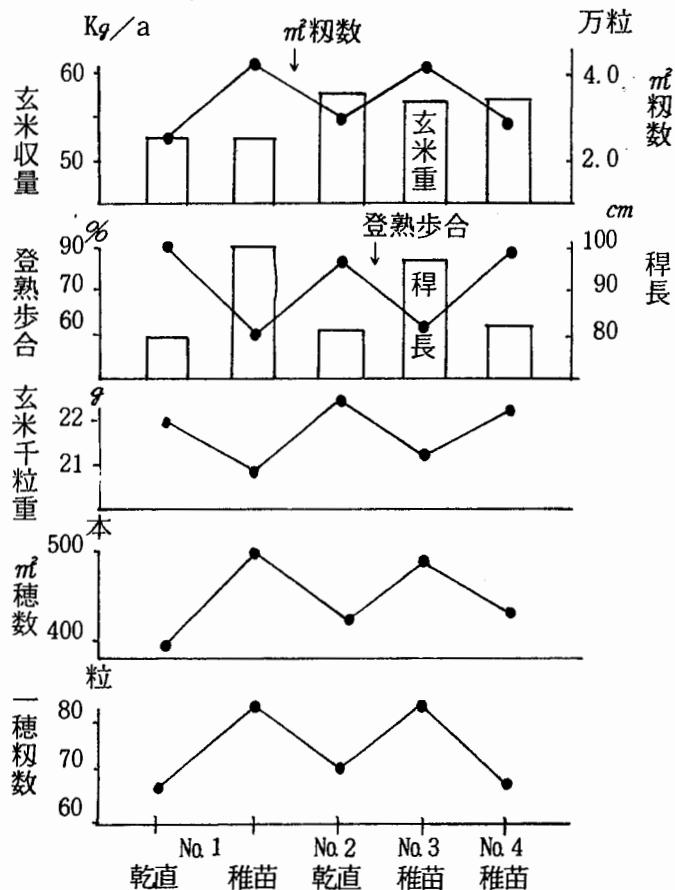
当地域における稚苗の移植期は5月10日頃であり、イタリアンライグラスの鋤込み時期はその10日前とすると、生草量 2 t/10 a の確保は困難である。結局、イタリアンライグラスの不足量は搬入とし、鋤込み時期も乾直と同時期とした。また、基肥窒素量は、稚苗の場合は乾直の半量としたが供試品種がハヤニシキであり、堆肥区の場合明らかに不足の傾向が認められたため1977年度からは乾直と同量にした。

試験結果

(1) 作付体系と水稻の収量性

作付体系と水稻の収量性について、5ヶ年平均値で、第4図に示した。

玄米収量では作付体系の差は少なく、稚苗～乾直反復の1区で乾直、稚苗ともにやや劣る程度である。稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの場合の乾直連続区、稚苗連続区は5ヶ年の平均収量では、稚苗堆肥



第4図 玄米収量と収量構成

区と殆んど同じであった。

収量構成との関連でみると、稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区の稚苗植の場合は、5ヶ年の平均値でも m^2 穂数は 500 本前後、1 穂粒数が 85 粒前後で、 m^2 粒数は 4 万粒以上確保されているにもかかわらず、稈長は 1 m 近くとなり倒伏し登熟歩合の低下をまねき 550 Kg/10a 前後の収量にどどまった。しかし、乾直の場合は健全で倒伏しないので収量構成要素でも、稚苗堆肥区とはほぼ同等の結果が示された。

稚苗～乾直の反復体系と、稚苗あるいは乾直の連続体系との比較でみると、反復体系がやや劣る傾向である。

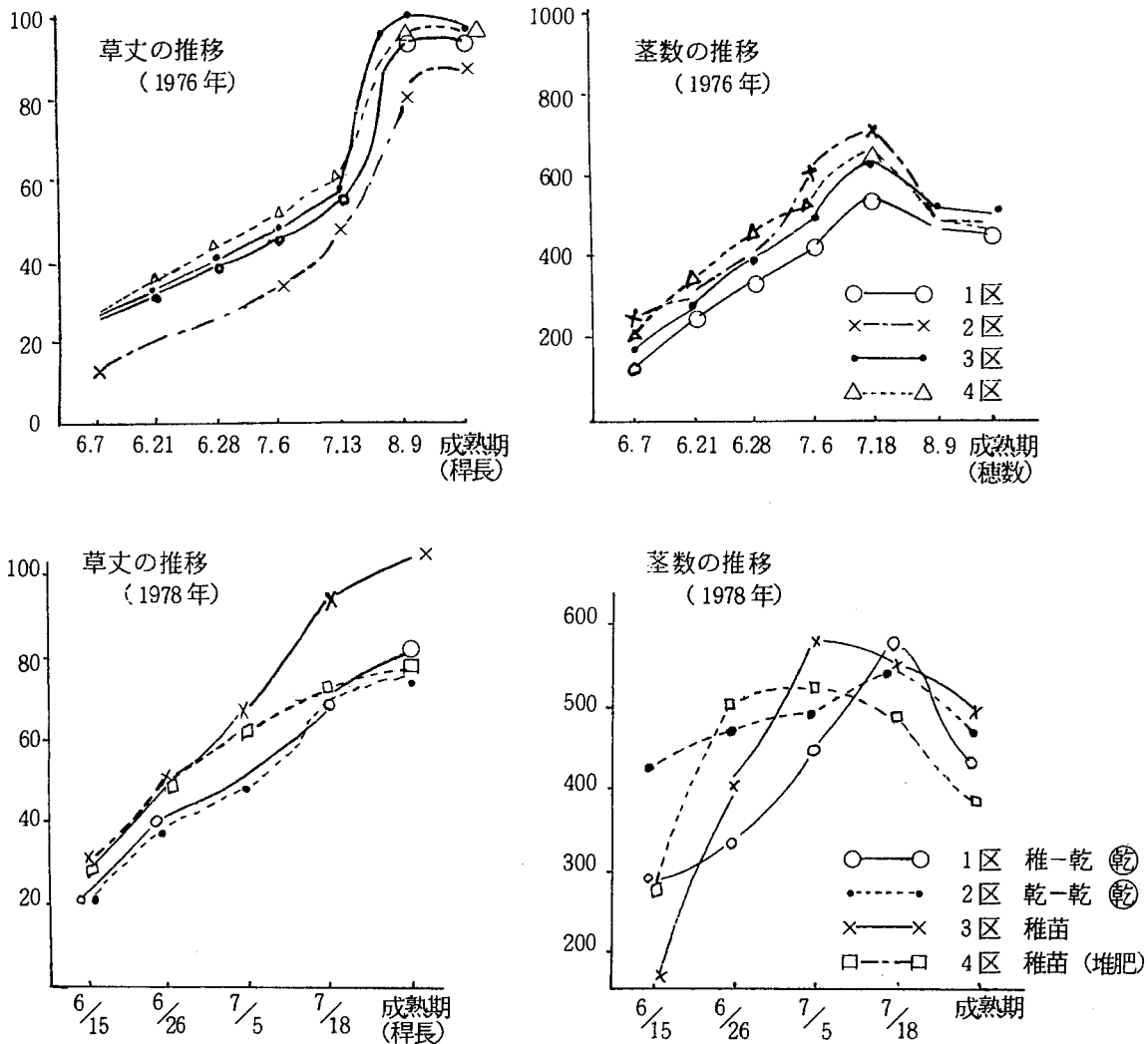
(2) 作付体系による水稻の生育反応

草丈および茎数の推移について、1976 年度 と

1978 年度の結果を第 5 図に示した。稚苗～乾直反復体系区は、1976 年度は稚苗、1978 年度は乾直である。

これによると、草丈では稚苗 > 乾直の傾向が両年度ともに認められる。茎数推移では、稚苗・乾直の差は明らかではないが、穂数は乾直区がやや少ない傾向を示す。稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区における稚苗～乾直反復体系と、稚苗 (1976 年度 1, 3 区の比較)、乾直 (1978 年度の 1, 2 区の比較) いずれの場合でも反復体系がやや劣る傾向を示している。

この理由については明らかでないが、試験区内のバラツキが大きかったことも一因と考えられる。

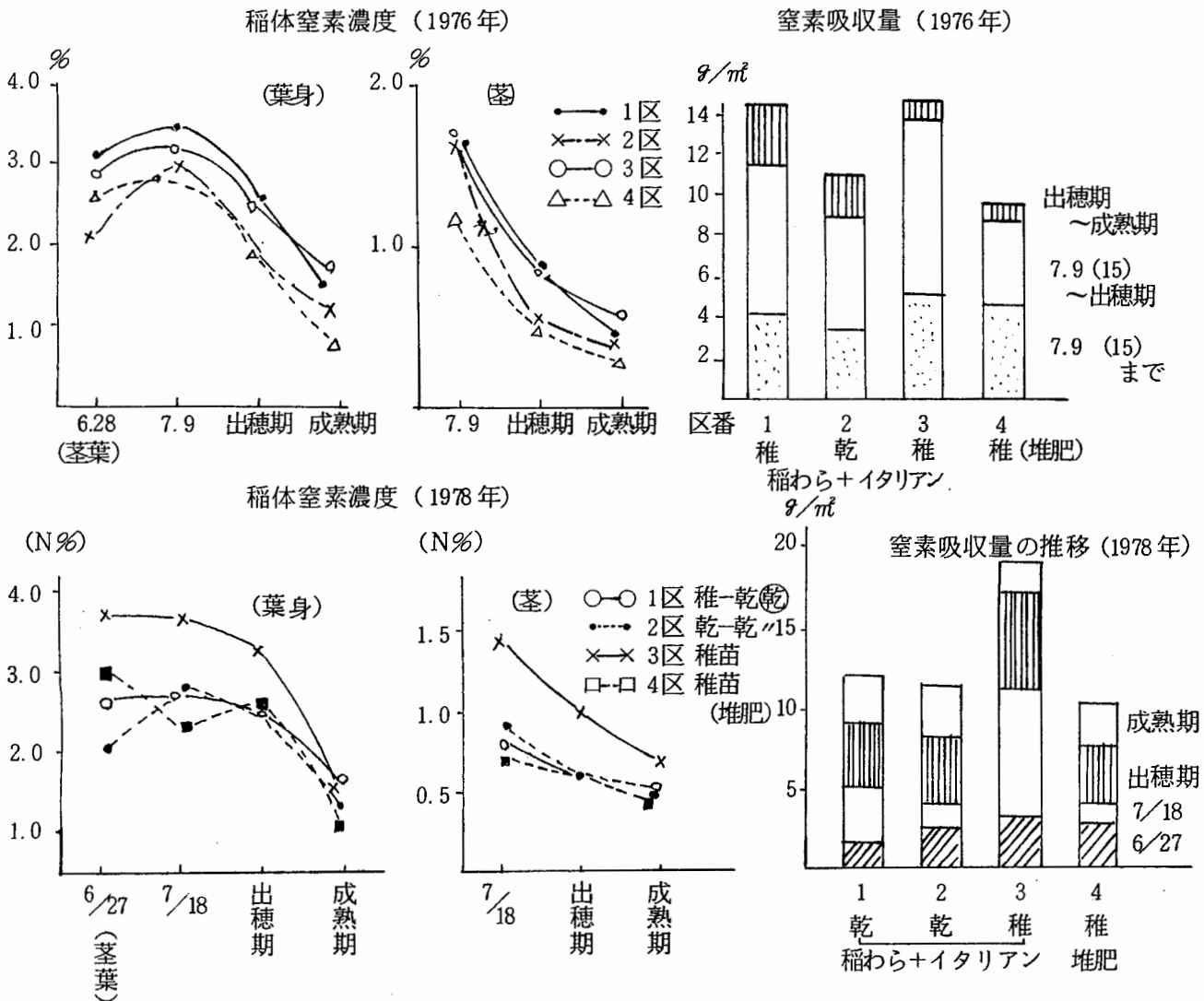


第 5 図 草丈、茎数の推移

(3) 作付体系による水稻の養分吸収

1976年度と1978年度の結果を第6図に示す。

稲体の窒素濃度の推移と窒素吸収量について、



第6図 稲体窒素濃度および窒素吸収量の推移

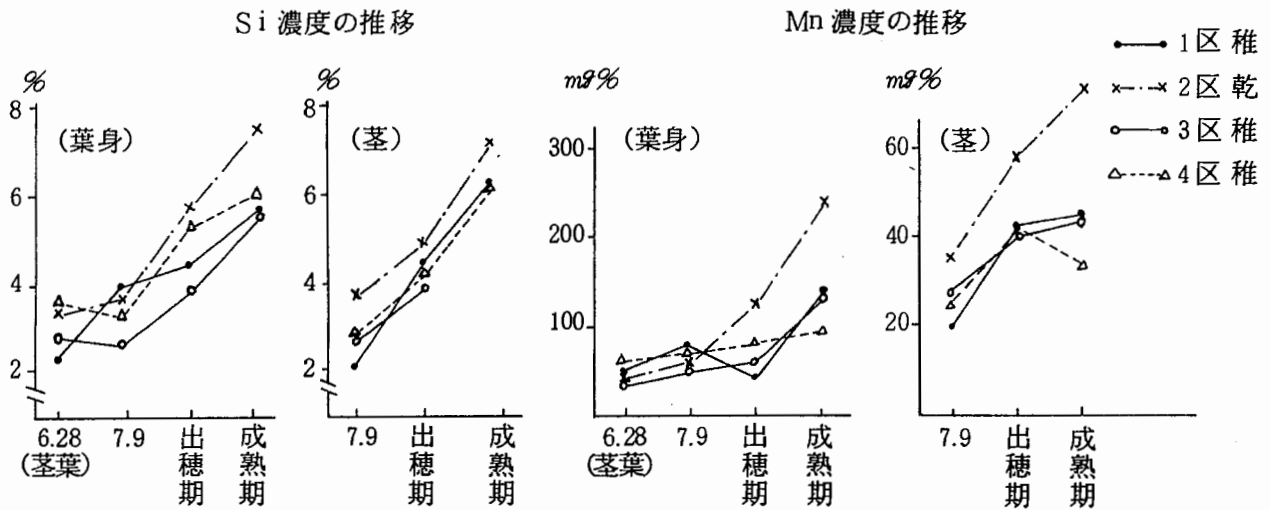
稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区は堆肥区に比較して、稚苗乾直共に稲体の窒素濃度は高めであり、窒素吸収量も多い傾向にある。稚苗と乾直の比較では、稚苗の方が稲体窒素濃度、吸収量ともに多い。作付体系の比較では、稚苗(1976年、1区と3区の比較)、乾直(1978年、1区と2区の比較)いずれの場合も大きな差はなかった。稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区の稚苗では、土壌窒素の発現および稲体窒素濃度ともに高く維持され、明らかに窒素過剰の生育型を示し、これが倒伏の原因となった。また、稲体の無機養分吸収については、第7図に示すように、珪酸の濃度は、窒素過剰気味で土壌

も常に還元的であった稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区の稚苗で明らかに低く、珪酸の吸収が抑制されたことが明らかに示された。逆に、酸化的条件であった乾直区は、珪酸およびマンガン濃度は高く稚苗条件との明らかな差異が認められた。

3) 透水調整による乾田直播水稻の生育反応

試験目的

寒冷地乾田直播水稻の連続栽培を考えた場合、生育収量の安定のためには地力だけではなく透水量が問題となる。そこで透水調節の可能な人工有底圃場において、鋤込み有機物の種類が透水量の差異で乾直水稻の生育収量ならびに地力に如何な



第 7 図 稲体 Si および Mn 濃度の推移 (1976年)

る影響を与えるかについて検討した。また、透水性と関連する土性の差異についても検討を加えた。

試験方法

試験区の構成は次のとおりである。透水量につ

いては、5ヶ年間の試験期間中に漏水過多で調整不能となる区も生じて、設定条件とやゝ異なることになった区もあった。

〔試験区の構成〕

試験 A, 透水調整と有機物種別

鋤込み有機物量 (Kg/a)	透水量 (mm/day)			地下水水位調整	比較 稚苗
	0	30	100		
堆肥 150		①	②		
稲わら 60	③	④	⑤	⑥	⑦
イタリアンライグラス (200/400)		⑧ 200	⑨ 400		
バーク堆肥 100		⑩			

B, 土性別による稲わら施用

土 性	透水量 (mm/day)	
	0	30
標準土層	①	②
全層砂 1/4		③
全層砂 1/2		④
全層砂		⑤

○は区番号を示す。透水量は入水後調節。比較稚苗区も 30 mm/day, 地下水水位調節は有効茎決定期まで -20 ~ 30 cm とし, その後透水量 30 mm/day, B 試験稲わら量 60 Kg/a 施肥量は, N 0.8 + 0.4 (入水時) + 0.3 + 0.2, P₂O₅ 1.0, K₂O 1.0, 珪カル 15.0 (いずれも Kg/a) とした。

試験結果

(1) 透水調整と有機物の種類別による出芽苗立ち

第 4 表に 5 ヶ年の乾直水稻の出芽苗立ち歩合について示す。播種量 1.0 ~ 1.5 Kg/a, 条間 30 cm の

条播, 手播き条件である。これをみると, 堆肥区, バーク堆肥区は苗立ち歩合が高く, 稲わら区はやや劣る。稲わら区でも地下水水位調整区はやや高まる。イタリアンライグラス区は, II-1-1) 試験と同様に大幅に出芽歩合が低下し, また, 1977

年度は播種後の気象が不順で手播き条件でも苗立歩合は低くなった。

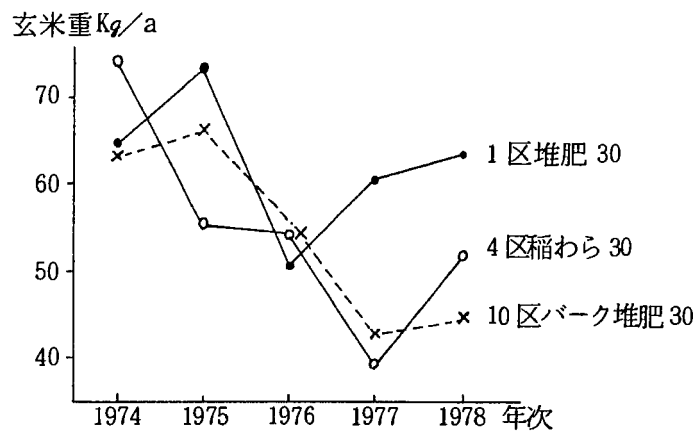
第4表 5ケ年間の出芽苗立歩合（入水時調査）

区 分	出芽苗立歩合					平均
	1974	1975	1976	1977	1978	
1. 堆 肥	94	73	86	49	81	76.6
4. 稲 わ ら	87	68	85	40	80	70.2
6. " (-20 cm)	94	70	75	43	83	73.0
8. イタリアン 400	8	36	36	21	59	32.0
9. " 200	-	30	57	25	64	44.0
10. バーク堆肥	98	70	93	48	83	78.4

(2) 透水調整と有機物の種類別による水稲の生育収量性

第5表に5ケ年の水稲の生育収量性について、平均値で示した。このうち、4区、10区については第8図に示すように2~3年目頃から急激に収量低下の傾向となっており、これは漏水によるものと考えられ5ケ年の平均値での比較はできないと思われる。

生育収量性の比較では、収量性は堆肥 ≥ イタリアンライグラス > 稲わら・バーク堆肥の傾向であるが、透水量の制御が不能となった圃場もあり、堆肥以外の有機物の差ははっきりしたものはない。イタリアンライグラス区は、出芽苗立歩合の低下がなければ、堆肥にまさる傾向であるが、稈長も90cm以上で倒伏しており200~400 Kg/aの施用量は過剰と考えられる。稲わら稚苗区は安定した収量を示した。稲わらの地下水位調節区は出芽苗立ちはあまりわるくないが、その後の窒素発現が少ないので収量増には結びついてこなかった。



第8図 収量の推移

堆肥区の透水量 30, 100 mm/dayの比較、稲わら 100 mmの傾向であるが、稲わらでは 100 > 30, 0 mm 区の透水量 0, 30, 100 mm/dayの比較では、30 > の逆の傾向である。

第5表 生育収量性（5ケ年平均値）

区 名 (透水量)	出穂期	最高 茎数	稈長	穂数	1穂 粒数	m ² 粒数	登熟 歩合	玄米 千粒重	収 量 性			
									わら重	籾重	玄米重	同左比
mm/day	月 日	本/m ²	cm	本/m ²	粒	× 10 ³	%	g	Kg/a	Kg/a	Kg/a	%
1. 堆 肥 30	8.6	804	85.9	512	68.5	34.9	78.2	22.4	71.4	79.8	62.6	100
2. " 100	6	661	86.0	466	69.6	32.1	81.9	22.5	64.1	75.0	58.9	94
3. 稲 わ ら 0	7~8	674	81.2	448	63.3	28.3	87.5	22.5	59.5	70.2	55.5	89
4. " 30	6	801	84.9	485	61.1	29.9	84.1	22.2	64.1	71.5	55.2	88
5. " 100	6	752	85.9	487	66.3	32.2	85.1	22.3	68.9	77.1	60.5	97
6. " (地下水位調整) 30	7	673	80.6	471	61.2	28.7	86.0	22.7	60.0	69.8	55.7	89
7. " (稚苗) "	4	708	87.5	491	77.3	35.5	78.4	21.7	73.4	80.6	63.4	101
8. イタリアンライグラス 400 "	8~9	739	91.6	494	78.6	35.9	74.6	21.9	74.2	82.9	62.7	100
9. " 200 "	7~8	745	91.0	471	75.7	33.8	78.0	21.9	68.0	80.0	60.1	96
10. バーク堆肥 "	7~8	726	81.2	513	61.1	29.2	85.5	22.4	62.2	69.1	55.5	89

(3) 透水調整と有機物の種類別による水稻の養分吸収

生育収量性に最も関係する窒素について 5 ケ年の平均値で第 6 表に示した。稲体窒素濃度はイタリアンライグラス区が後期まで高濃度で推移するのが特徴的で、その他の有機物ではバーク堆肥がやや低い傾向があるだけで差は少なかった。透水量の差も 0~100/day の範囲では明らかでない。

窒素以外の無機養分吸収では、イタリアンライグラス区のかり濃度がやや高く、濃度がやや低い傾向がみられる。成熟期の吸収量では、漏水過多条件となった 4 区、10 区が生育量不足を反映し少ない傾向である。

第 6 表 稲体窒素濃度 (5 ケ年平均値)

区 名 (透水量)	幼形期		出穂期		成熟期	
	葉身	茎	葉身	茎	葉身	茎
1. 堆 肥 30	3.00	1.24	2.36	0.61	1.00	0.34
2. " 100	3.09	1.34	2.34	0.60	0.99	0.36
3. 稲 わ ら 0	2.77	1.13	2.08	0.55	0.92	0.34
4. " 30	2.89	1.23	2.28	0.62	1.04	0.41
5. " 100	2.89	1.25	2.29	0.57	0.99	0.35
6. " (地下水位調整) 30	3.01	1.29	2.25	0.59	0.95	0.37
7. " (稚 苗) "	2.86	1.26	2.53	0.67	1.01	0.40
8. イタリアンライグラス (400) "	3.47	1.62	2.62	0.74	1.30	0.45
9. " (200) "	3.41	1.52	2.52	0.68	1.13	0.42
10. バーク堆肥	2.78	1.21	2.31	0.59	0.99	0.35

(4) 土性別の稲わら施用による水稻

の出芽苗立ちならびに初期生育

5 ケ年の出芽苗立歩合について第 7 表に示した。土性に関係なく出芽苗立歩合はほぼ同じである。1977 年度の場合は、前述のとおり全般的に苗立歩合が低下したが、全層砂層は低下することがなく高くなっているのが特徴的といえる。

第 7 表 出芽苗立歩合

区 名	出芽苗立歩合 (%)					
	1974	1975	1976	1977	1978	平均
1. 標準土層	95	54	80	54	77	72
3. 全層砂 1/4	99	52	99	51	74	75
4. 全層砂 1/2	72	37	88	54	74	65
5. 全層砂	66	45	60	91	93	71

入水時の初期生育について、1976、1978 年度の結果を第 9 図に示した。草丈では大きな差はないが、葉数、稲体乾物重では全層砂層区がまさる傾向を示しており、以上のことから、出芽苗立および初期生育については全層砂でも問題ないことを示している。このことは、1 区 16m²の小区圃場での試験で、微気象的に好条件であるうえに、全層砂層でも、出芽を阻害する程の過乾燥状態にはならなかったことと、芽の伸長には好適であったためと考えられる。

回数が多く行なわれたため、施肥窒素のみで生育量が確保でき、土性が粗粒でもある程度施肥で対応することが可能であった。

(5) 土性別の稲わら施用による水稻の収量性

玄米収量と収量構成の関係について、第 10 図に 5 ケ年の平均値で示した。

玄米収量では土性に関係なく 60kg/a 前後であり、収量構成要素でも、玄米千粒重で 5 区 (全層砂) がやや劣るだけで殆んど差がなかった。このように、透水段階が 30mm/day 程度である場合の乾直水稻は、追肥も入水期、分けつ期、幼穂形成期と

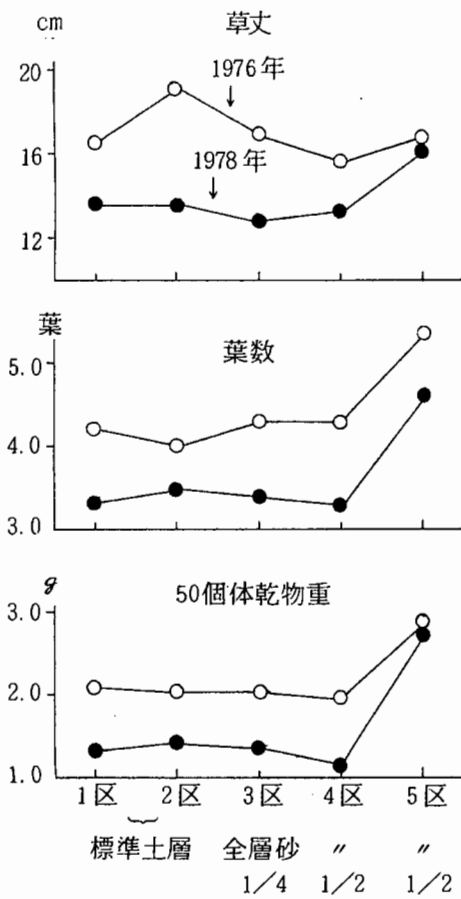
(6) 土性別の稲わら施用による水稻の養分吸収

稲体の窒素濃度では、追肥回数も多く窒素施肥量も多くなるので土性による差は大きくない。

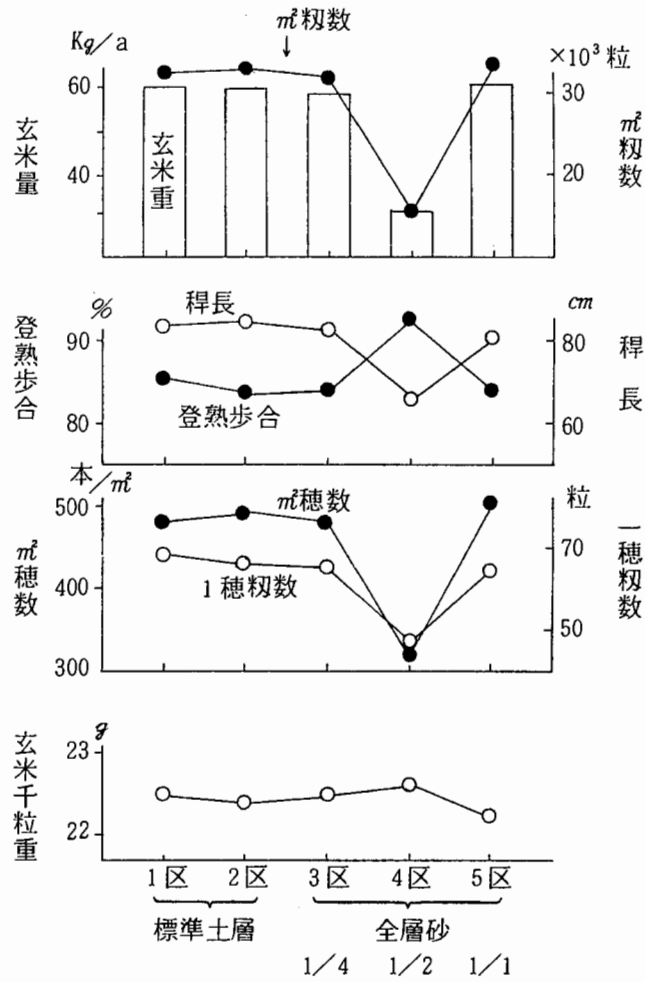
その他の無機養分吸収では Si が全層砂で濃度低い傾向が 5 ケ年を通じてみられたほか、砂が多くなるほど K、Mn の濃度が低くなる傾向が認められた。

(7) 透水性の差異による乾田直播水稻の生育反応

透水性の差異により乾直水稻の生育相が異なる傾向を認めたので、一般圃場について透水量の小~中グループと大きいグループに分けて収量性、収量構成要素、稲体窒素濃度等を比較検討した。透水性小~中グループは 4~20mm/day の透水量であり、透水性大グループは 50~130mm/day の透水量である。前者は 17 試験区、後者は 14 試験区



第9図 初期生育調査 (入水時)



第10図 玄米収量と収量構成 (5ヶ年平均値)

第8表 透水性の差異と生育反応

(1974年)

水稻生育 透水性・他	玄米重 Kg/a	収量構成				葉身窒素濃度(%)			
		m ² 穂数 本	1穂粒数 粒	登熟歩合 %	m ² 粒数 (×10 ³)	分けつ期	幼形期	出穂期	
透水性小 4~20mm	17	17	17	17	17	15	16	16	
n_1 x_1	54.8	443	59.6	89.3	26.4	3.67	2.72	2.25	
透水性中~大 50~130mm	14	14	14	14	14	11	14	14	
n_2 x_2	42.4	366	54.1	91.5	19.8	2.70	2.83	2.56	
t分布 検定	t_0	6.292	5.515	3.008	3.805	6.017	4.828	2.081	—
	$t_{0.05}$	2.045	2.045	2.045	2.045	2.045	2.064	2.048	—
	有意差	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	—

であり、それぞれの項目が等分数の条件を満たしていることから検定を行なった。その結果を第8表に示す。

その結果、玄米収量、収量構成要素、生育初期の葉身窒素濃度においては有意差ありの結果を示

しており、乾直水稻においては透水量の差が生育反応に強く影響することがうかがえる。

次に、同じ1974年度における稲体の分析を行なった全ての試験区についての各時期毎の稲体窒素濃度と収量構成要素との関係について、透水量小

～中グループと大グループに分けて検討した結果 を第 9 表および第11～14図に示す。

第 9 表 玄米収量と収量構成要素

(1974 年)

区名	収量構成要素 玄米収量 (Kg/10 a)	収 量 構 成 要 素				
		m ² 当り穂数	1 穂 粒 数	m ² 当り粒数 (千 粒)	登 熟 歩 合 (%)	千 粒 重 (g)
全 45 区 平 均	530	435	59.5	25.9	88.7	23.1
透 水 中 ～ 小 区 28 区 平 均	586	470	62.6	29.5	87.0	22.9
最 大 ()	746	597	82.5	40.9	92.3	23.9
最 小	419	361	48.6	19.0	79.1	22.0
透 水 大 区 17 区 平 均	437	377	54.2	20.4	91.6	23.4
最 大 ()	564	428	63.1	26.9	94.0	23.7
最 小	355	295	39.1	16.2	88.2	22.9

透水量 (または梓減水深) による区分

- 中～小区…地下水位高圃場 (梓減水 4～10 mm/日)
(計28区) 人工無底圃場 (梓減水 10～20 mm/日)
 人工有底圃場 (透水量 0～100 mm/日)
- 大～区…整備圃場 (梓減水 100～130 mm/日)
(計17区) 人工無底圃場 (梓減水 40～50 mm/日)
 人工有底圃場 (調節不能のため
 透水量 200 mm/日以上)

第 9 表で玄米収量をみると全45区平均 530 Kg/10a に対し、透水中～小区では 586 Kg/10a、透水大区で 437 Kg/10a であり、透水が多くなると明らかに収量は低下する。収量構成との関係では、第 8 表と同様、透水大区は m²穂数、m²粒数が明らかに少なく、このような粒数要因の不足が乾直水稻の玄米収量減になっていることが明らかである。

全45区の玄米収量と m²穂数、m²粒数の関係については第11図に示すが、いずれも正相関があり、とくに m²粒数では 4 万粒位までは直線的に収量増の傾向を示す。

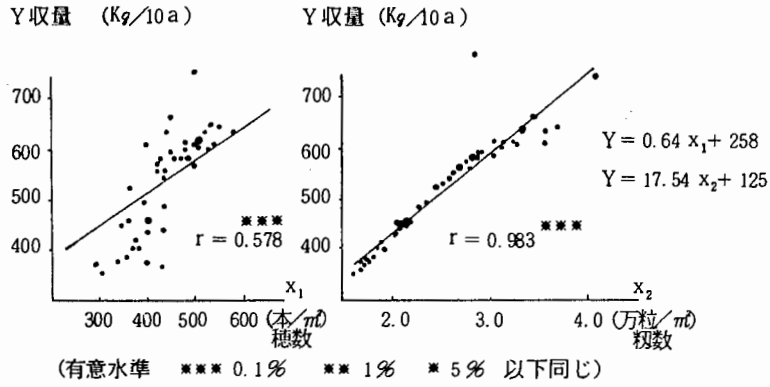
次に分けつ期の稲体茎葉窒素濃度と m²穂数、1 穂粒数との関係について調べた。透水大なる場合の相関係数はそれぞれ r = 0.451、r₂ = 0.257 と殆んど相関が認められず、透水中～小なる場合でも、青刈イタリアン鋤込み区は補植した区もあり、また人工有底圃場は徴気象的には初期生育に有利で明

らかに生育がまさる等の条件もあり、全27区でみた場合の相関は認められなかった。しかし、同一圃場内の 8 区についてみると第12図に示すように高い正相関が認められる。

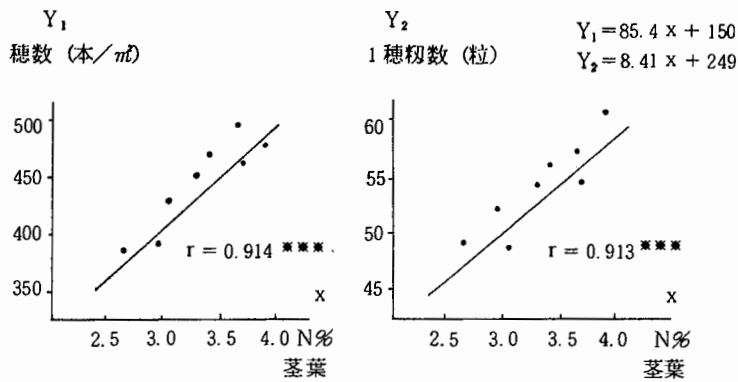
幼形期の稲体窒素濃度と 1 穂粒数の関係を調べると、透水大なる条件での稲体の葉身および茎の窒素濃度はそれぞれ r = 0.375、r = 0.289 と無相関に近かった。透水中～小条件では、第13図に示すように、葉身では r = 0.379、茎では r = 0.525 とやや高くなっている。

出穂期の稲体窒素濃度と 1 穂粒数の関係についても、分けつ期、幼穂形成期と同様に、透水大なる条件での稲体葉身窒素濃度および茎窒素濃度と 1 穂粒数との相関係数は、それぞれ r = -0.09、r = -0.256 と無相関といえる。しかし、透水中～小条件では、葉身で r = 0.719、茎で r = 0.561 と正相関が認められた。(第14図)

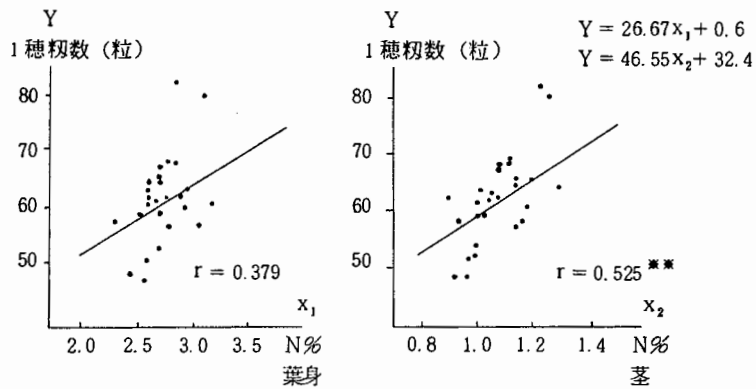
以上のように、初年度において、透水量が乾直水稻の生育収量性に大きく影響し、透水量をある程度以内に抑えることが重要であることが知られた。また、透水をある程度内に抑えた条件で、乾直水稻の初期から中後期にかけての稲体窒素濃度を高く維持することが、 m^2 穂数、1穂粒数の確保に有利に働らくことが知られた。その後の5ヶ年の結果は、このことを明らかに実証した。



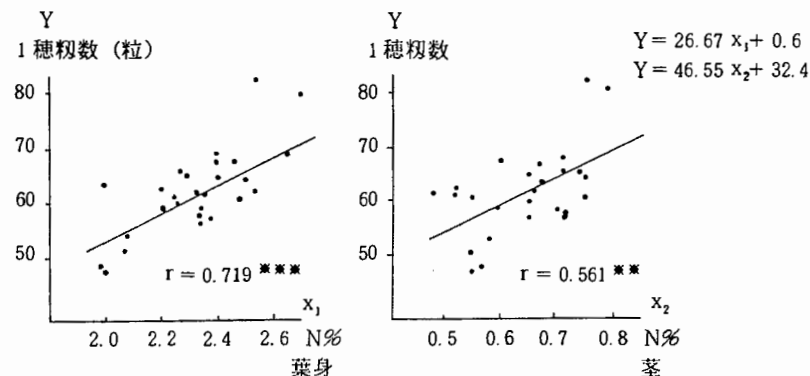
第11図 玄米収量と m^2 穂数 (x_1)、 m^2 粒数 (x_2)



第12図 m^2 穂数 (Y_1)、1穂粒数 (Y_2) と分けつ期稲体N濃度 (x)



第13図 幼形期稲体N濃度 (x) と1穂粒数 (Y)



第14図 出穂期稲体窒素濃度 (x) と1穂粒数 (Y)

4) 直播方式による乾田直播水稻の生産力

試験目的

寒冷少照地帯に位置する当地においては、乾田直播の作期幅が10日程度と限定されるために、いかにして耕起播種作業を短期間にかつ効率的に遂行するかという問題がある。これについて耕起播種法に重点をおいて検討を加えた。

試験方法

1974年～1976年の3ケ年の試験区の構成、耕

種法について次に示す。No 4 区のイタリアンライグラス跡不耕起播きについては、イタリアンライグラスの播種年度の関係から 1975～1976年2ケ年の試験となった。播種方法については、初年目は手播きとしたが、2年目以降は乾直専用機による機械播種とした。

追肥回数は年次により調整した。

試験区の構成および耕種法

No	区名	鋤込有機物 Kg/a	基				肥			
			N				P ₂ O ₅ Kg/a	K ₂ O		珪カル Kg/a
			基肥 Kg/a	入水 Kg/a	分けつ Kg/a	幼形 Kg/a		基肥 Kg/a	幼形 Kg/a	
1.	全耕ドリル播	稲わら 60	0.8	0.4	0.4	0.2	0.8	0.8	0.2	15.0
2.	浅耕 "	" 60	0.8	0.4	0.4	0.2	0.8	0.8	0.2	15.0
3.	不耕起播	" 60	0.8	0.4	0.4	0.2	0.8	0.8	0.2	15.0
4.	"	稲わら 60 + イタリアンライグラス 200	0.8	0.4	0.4	0.2	0.8	0.8	0.2	15.0

年度	播種量 Kg/a	播種 月日	入水 月日	追肥			刈取 月日	播種法
				入水 月日	分けつ 月日	幼形 月日		
1974	1.0	5. 2	5.30	6. 5	—	7.18	9.27	手播き
1975	1.0	4.23	6.11	6.17	—	7.19	9.19	機械播種
1976	1.0	4.30	6. 4	6. 9	6.29	7.17	10.15	"

・ イタリアンライグラスは播種前グラモキソン散布

・ 全耕は耕深 12 cm、浅耕は耕深 6 cmを目途とした。

・ 供試肥料

基肥 GUP 20%入り BB 肥料、入水・分けつ期追肥は硫安、幼形期追肥はNK化成

試験結果

(1) 直播方式による乾直水稻の出芽苗立ち

第10表に3ケ年の出芽歩合ならびに入水時の初期生育調査結果を示す。

出芽歩合は、年次間のふれはあるが、全耕区 ≧ 浅耕区 > 不耕起区の傾向であり、特にNo 4、イタリアンライグラス跡不耕起区が低下する傾向であった。不耕起の場合は覆土部分の土塊が大きくなり、出芽日数が長びいたり、イタリアンライグラ

スの残根により土壤水分が高くなり、種子の腐敗がみられたことなどが原因と思われる。また、不耕起区では、稲わらが地表散布されるため土壤水分の保持はなされるが、地温が上昇しにくい面もみられた。

(2) 直播方式による乾直水稻の生育・収量性

草丈については、入水時の傾向と同じで、全耕区 > 浅耕区 > 不耕起区の傾向であるが、No 4 のイ

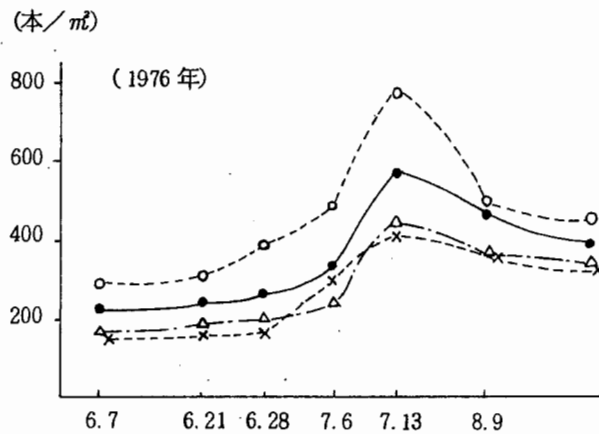
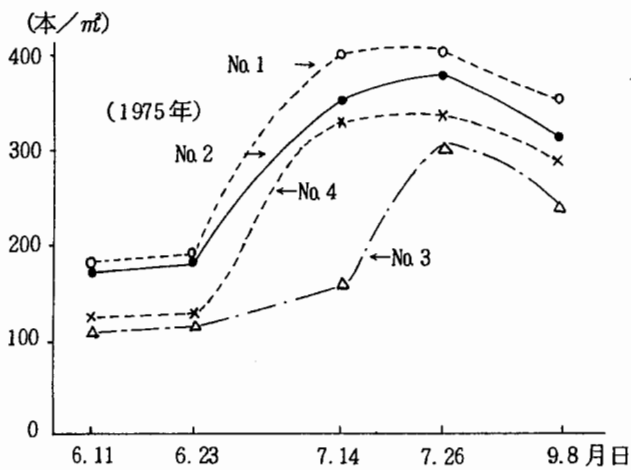
第10表 出芽歩合ならびに入水時調査結果

No	区名	年次	出芽歩合(%) (平均)	入水時調査結果	
				草丈 (cm) (平均)	葉数 (平均)
1.	全耕ドリル播	1974	56.7	16.6	3.3
		1975	28.3 (48.0)	14.6 (15.0)	5.1 (3.8)
		1976	58.9	13.8	3.0
2.	浅耕ドリル播	1974	45.8	14.9	3.2
		1975	36.7 (43.2)	16.4 (15.0)	5.4 (3.9)
		1976	47.1	13.6	3.2
3.	不耕起播	1974	49.2	15.9	3.1
		1975	19.2 (35.2)	11.8 (13.7)	4.6 (3.5)
		1976	37.1	13.5	2.9
4.	不耕起播	1974	—	—	—
		1975	10.0 (19.6)	16.8 (14.7)	3.6 (3.3)
		1976	29.2	12.5	3.0

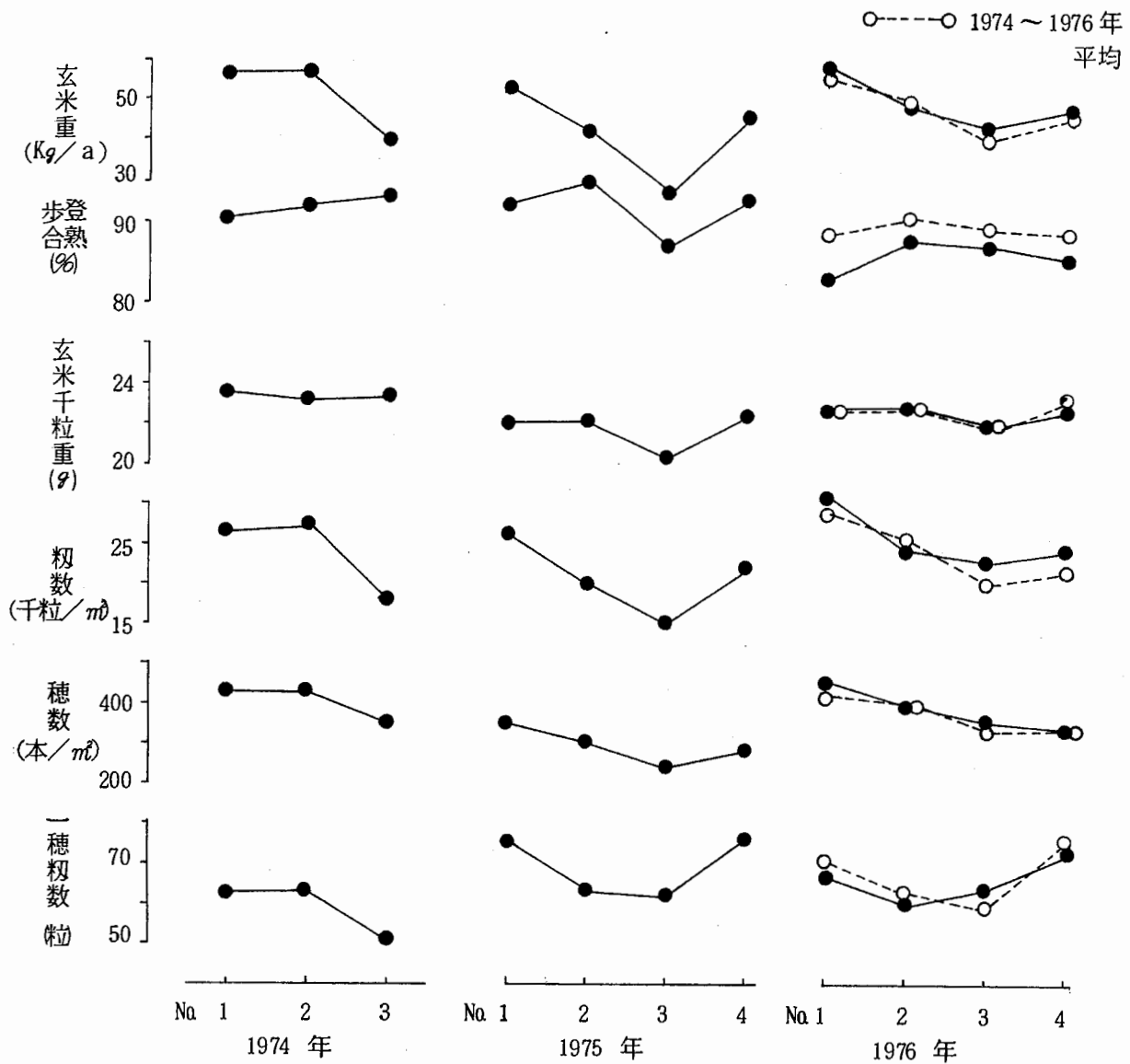
イタリアンライグラス跡不耕起は、中後期以降土壌窒素の発現もあり、生育が増大し浅耕区以上となる。茎数の推移についても、第15図に示すように、草丈同様、全耕区>浅耕区>不耕起区（イタリアン）>不耕起区（稲わら）の傾向である。

以上の傾向は、後述の土壌の理化学性の変遷の項（第36図）で示すように透水量の多少との関連性が強く、不耕起区、浅耕区の生育量の低下は、

透水量過多による地温低下、養分流乏等によるものと考えられた。イタリアンライグラス跡の場合も、透水量は多いものの、イタリアンライグラス分解による土壌窒素発現等が後半まで持続し、生育量が確保されたものであり、出芽歩合の低下がなければ生育量確保の可能性はあるものと考えられる。



第15図 直播様式と茎数の推移



以上のような経過をたどった水稻の玄米収量ならびに収量構成要素との関係について第16図に示す。

玄米収量においても、生育経過と同様の傾向で、収量水準として低レベルであるが、全耕>浅耕>不耕起(イタリアン)>不耕起(稲わら)の傾向となる。即ち、透水量の多いほど m^2 穂数および1穂着粒数減から m^2 粒数が減となり低収となっている。しかし、イタリアンライグラス跡の不耕起区の場合は、苗立歩合が低下し穂数は少なくなったものの、1穂着粒数が多くなり m^2 粒数が確保されたことにより浅耕区並の収量水準となった。

(3) 直播方式による乾直水稻の養分吸収

3ケ年の稲体の窒素濃度の推移について第11表に示す。

窒素濃度の推移についてみると、透水量の多いほど低く経過する傾向であり、窒素吸収の面からも全耕区が最も有利であることがわかる。しかし、イタリアンライグラス跡不耕起区は、窒素濃度は透水量が多いにもかかわらず、全耕区並程度に維持されている。

その他の無機養分吸収でみると、 P_2O_5 、 K_2O の濃度は区間の差は少なく、成熟期の吸収量では、乾物生産量の大きい全耕区で多く、不耕起区で少

なくなっている。

以上のように、耕起法による生育収量性をみると、降雨対応として想定した不耕起播種は出芽不

良、透水過多による生育量確保の困難性、雑草防除等から特に有利な点は見出せず、現段階では全耕法がまさるといえる。

第11表 稲体窒素濃度の推移 (N%)

No.	項目 区名	1974 年				1975 年			
		6月21日	7月16日	8月9日	9月17日	6月13日	7月15日	8月11日	9月12日
1.	全耕ドリル播	3.24	2.53	2.24	0.85	3.94	3.96	2.14	1.02
2.	浅耕ドリル播	3.23	2.78	2.19	0.97	4.19	3.56	2.18	1.18
3.	不耕起播	3.94	2.69	1.90	0.90	4.05	3.41	2.43	1.03
4.	不耕起播	—	—	—	—	4.24	4.26	2.19	0.97

No.	項目 区名	1976 年			
		6月29日	7月15日	8月20日	9月29日
1.	全耕ドリル播	2.26	2.99	1.92	1.28
2.	浅耕ドリル播	1.96	2.85	1.84	1.05
3.	不耕起播	1.60	3.43	1.96	1.01
4.	不耕起播	2.77	3.15	2.14	1.05

※各年とも6月の分析値は茎葉N%、7月以降は葉身N%

2. 乾田直播水田における地力の変移

1) 鋤込み有機物の種類と量による地力の変移

試験目的

地力増強を目的とした鋤込み有機物が土壤の理化学性に及ぼす影響を知る。

試験方法

I-1-1) と同一。

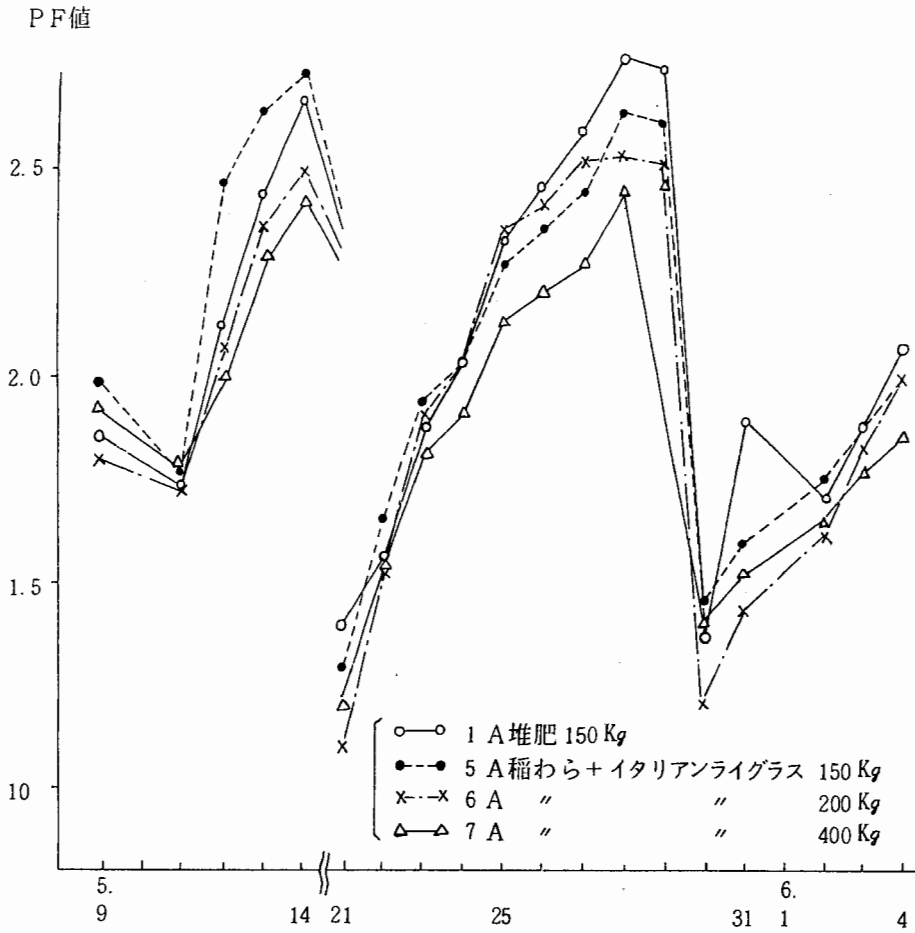
試験結果

(1) 鋤込み有機物と乾田期間の土壤水分

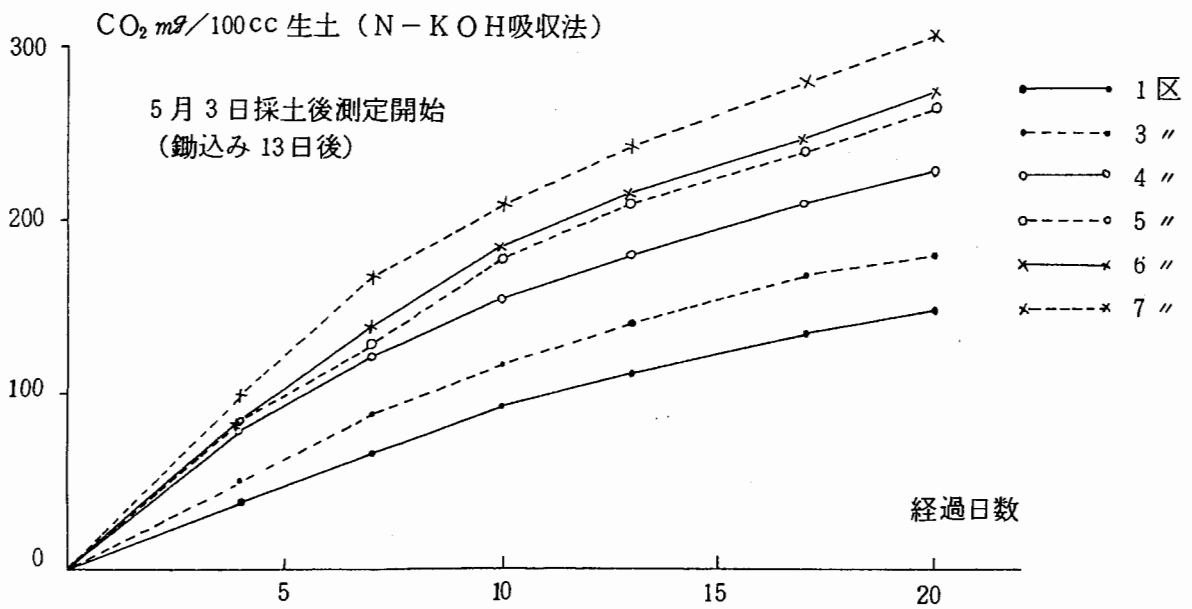
鋤込み有機物が乾田期間の土壤水分に与える影響を第17図に示す。稲わら+イタリアンライグラス鋤込み区の PF 値は堆肥に比して鋤込み後20日頃の5月9日時点では高かったが、1ヶ月を経過した5月21日以降では逆に低く推移しており、イタリアンライグラス鋤込み量の多いほど低下が大であった。このことからイタリアンライグラス鋤込みによる土壤水分保持の効果が認められた。一方、稲わら単用区は堆肥区並であった。

(2) 鋤込み有機物と乾田期間の分解ガス発生および窒素発現

次に乾田期間の生土を 30℃密閉法でインキュベーションした場合の CO₂発生量を第18図に、また乾田期間の土壤窒素の推移を第12表に示す。第12表に 1976 年の結果を示したのは同年の5月第2半旬~第4半旬の降雨量が極めて少なく NO₃-N の流亡がほとんどなかったものと考えられたためである。CO₂発生量は稲わら+イタリアンライグラス>イタリアンライグラス>稲わら>堆肥の傾向を示し、また土壤窒素発現量はおおむね稲わら+イタリアンライグラス>イタリアンライグラス>堆肥>稲わらの傾向で、CO₂発生量の多いイタリアンライグラス鋤込み系列が窒素発現量も多かった。しかし、多量のガス発生は発芽時の呼吸阻害による出芽歩合低下の一因となっているとも考えられた。



第17図 土壤水分 (PF 値) の変化…… 10 cm 深 (1974)



第18図 乾田期間土壤インキュベーションによるCO₂ 累積量 (1977)

(3) 鋤込み有機物との入水後の土壌窒素の推移

入水後のNH₄-Nの推移を第19図に示す。

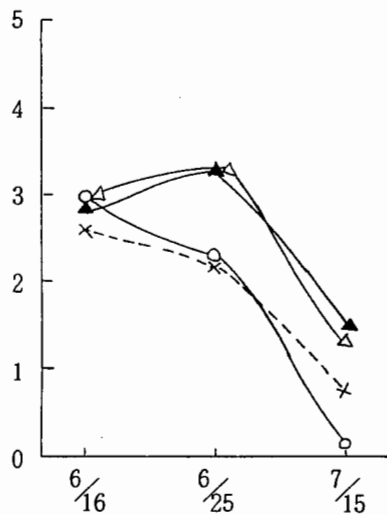
年次により、またサンプリングにより若干のふれがみられたが、5ヶ年の全般的な傾向としては

イタリアンライグラス鋤込み区が堆肥区や稲わら区に比べて中期のNH₄-N発現量が多い。しかし、イタリアンライグラス鋤込み量の差は年次により一様でなかった。

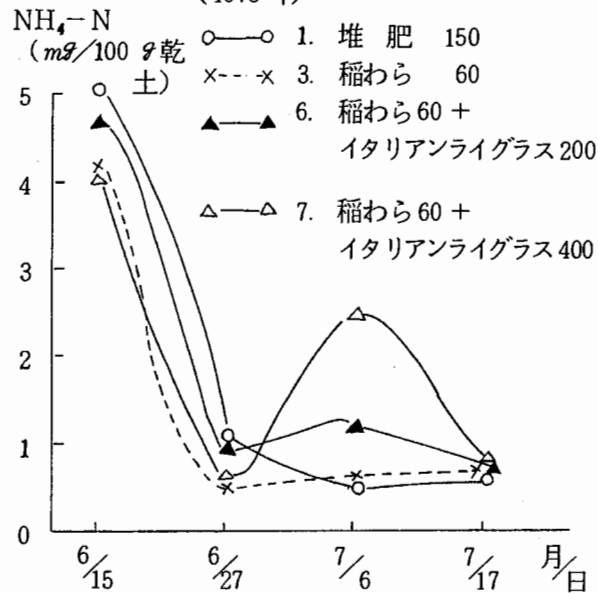
第12表 乾田期間の土壌窒素の推移 (1976)

区名	5月14日			5月22日		
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	計	NO ₃ -N	NH ₄ -N	計
1. 堆肥 150	5.22	1.52	6.74	2.91	0.78	3.69
3. 稲わら 60	4.22	1.63	5.85	1.42	1.03	2.45
4. イタリアンライグラス 200	2.73	5.44	8.17	2.33	2.44	4.77
5. 稲わら60+イタリアンライグラス 100	6.59	2.92	9.51	3.91	2.20	6.11
6. " " 200	5.92	3.08	9.00	1.93	2.76	4.69
7. " " 400	8.45	3.90	12.35	5.75	2.97	8.72

(1976年)
NH₄-N
(mg/100g乾土)



(1978年)



第19図 入水後の圃場土壌のNH₄-N発現量

(4) 鋤込み有機物が土壌物理性に及ぼす影響

第13表に乾直3ヶ年跡地と5ヶ年跡地土壌の全孔隙率および透水係数を示す。全般に5ヶ年跡地土壌では3ヶ年跡地土壌に比べて全孔隙率ではややふれが大きく判然としないが、透水係数は経年により増大してくる傾向を示した。これは乾直連

年栽培により鋤床層のクラックが増加したためと解される。

鋤込み有機物間の比較では、イタリアンライグラス系列は堆肥に比べて3ヶ年跡地土壌の孔隙率とくに気相率がI、II層ともに高く、プラウによる反転鋤込みの特徴が現われている。5ヶ年跡地

第13表 跡地土壤の全孔隙率および透水係数

区 名	層 位	全 孔 隙 率		透 水 係 数	
		3ヶ年跡地	5ヶ年跡地	3ヶ年跡地	5ヶ年跡地
	cm	%	%	cm/sec	cm/sec
1. 堆 肥 150 Kg	I (0~10)	60.1 (12.6)	54.0 (20.6)	2.6×10^{-4}	—
	II (10~20)	51.2 (8.2)	54.3 (21.1)	1.0×10^{-5}	1.1×10^{-5}
	III (20~30)	47.8 (6.1)	43.2 (12.5)	4.0×10^{-5}	—
3. 稲 わ ら 60	I (0~10)	57.6 (9.8)	50.9 (24.2)	1.7×10^{-5}	—
	II (10~20)	52.9 (3.9)	49.7 (25.3)	1.2×10^{-6}	5.4×10^{-5}
	III (20~30)	51.5 (4.1)	41.2 (14.2)	2.2×10^{-6}	—
4. イタリアン ライグラス 200	I (0~10)	59.6 (10.5)	57.6 (27.2)	2.2×10^{-4}	—
	II (10~20)	51.2 (11.1)	55.2 (21.0)	1.7×10^{-4}	5.7×10^{-4}
	III (20~30)	50.1 (6.3)	44.3 (11.0)	1.1×10^{-5}	—
5. 稲わら 60 + イタリアン ライグラス 100	I (0~10)	63.5 (15.9)	55.1 (22.0)	1.2×10^{-3}	—
	II (10~20)	58.4 (10.6)	52.4 (22.0)	3.1×10^{-4}	7.4×10^{-4}
	III (20~30)	54.9 (7.5)	40.2 (10.4)	1.5×10^{-5}	—
6. " " 200	I (0~10)	63.1 (18.2)	57.6 (28.9)	7.4×10^{-4}	—
	II (10~20)	55.9 (10.2)	53.1 (18.6)	1.2×10^{-5}	1.7×10^{-4}
	III (20~30)	52.9 (6.8)	41.5 (8.0)	1.1×10^{-5}	—
7. " " 400	I (0~10)	62.2 (13.0)	63.4 (34.0)	3.3×10^{-4}	—
	II (10~20)	57.9 (11.9)	54.9 (21.6)	1.3×10^{-5}	9.0×10^{-5}
	III (20~30)	51.0 (6.8)	46.9 (14.6)	1.9×10^{-5}	—

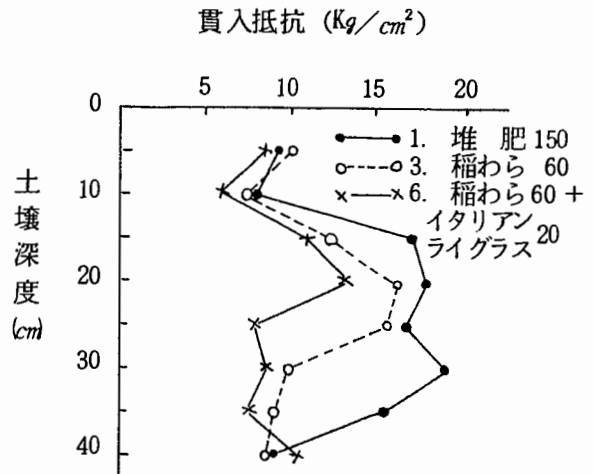
※ () 内は気相率

土壤でも I 層の全孔隙率が高く、とくにイタリアンライグラス 200 Kg/a 以上の鋤込みで明らかであった。一方、稲わら 60 Kg/a 区は I 層の孔隙率が低く、これが生育不良の一因と推測された。

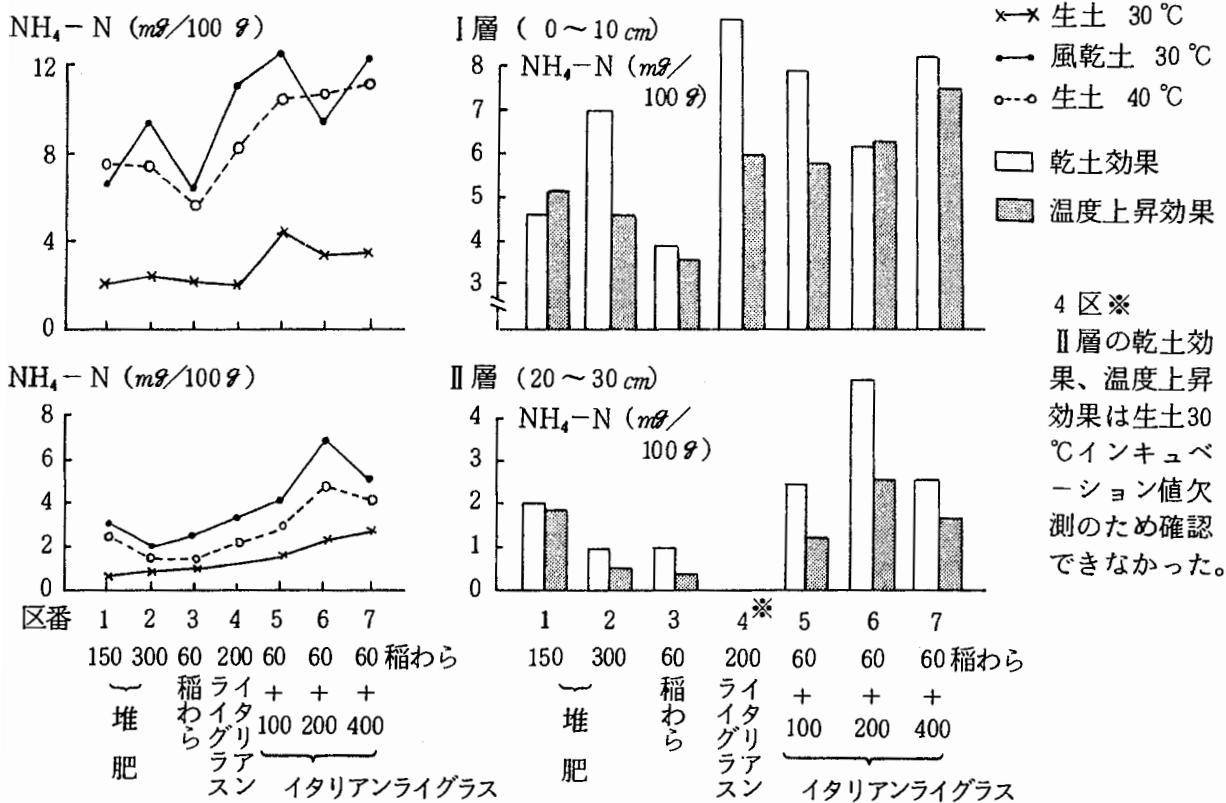
5ヶ年跡地土壤の貫入抵抗を調査した結果、第 20 図のように、稲わら+イタリアンライグラスは堆肥 150 Kg/a に比べて貫入抵抗が小さい傾向を示した。ただし 0~25 cm では鋤込み有機物の差、反転鋤込みの有無あるいは裏作イタリアンライグラス作付の有無などによるものと解されるが、30~35 cm における差については処理以外の要因によるものと思われた。

(5) 鋤込み有機物が地力窒素に及ぼす影響

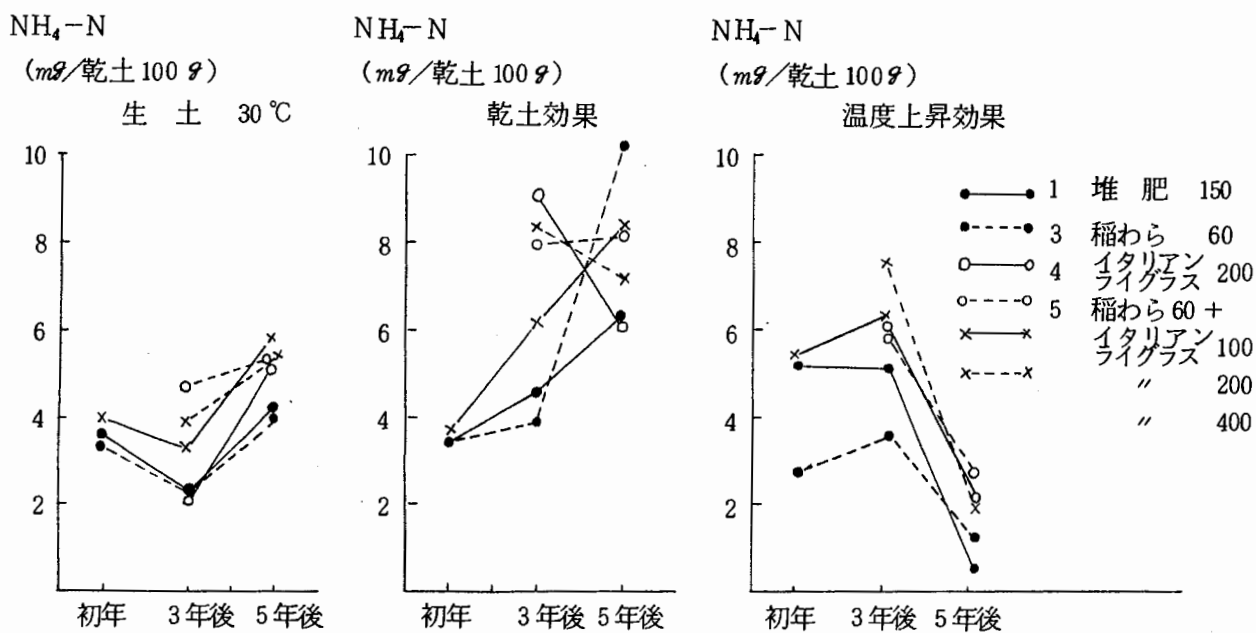
第 21 図に示した 3ヶ年跡地土壤の $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量をみると、I・II 層とも堆肥 150 Kg/a に比べてイタリアンライグラス鋤込み系列が多く、稲わら



第 20 図 5ヶ年跡地土壤の貫入抵抗 (SR II 型)



第21図 3ヶ年跡地土壌インキュベーション結果(28日) (1976)



第22図 跡地土壌の窒素生成量の年次変化

60 Kg/a は少ない傾向を示した。イタリアンライグラス鋤込み系列におけるⅡ層のNH₄-N 生成量の増加は反転鋤込みのためと解される。乾土効果、温度上昇効果についても同様の傾向を示した。

次に第22図の窒素生成量の年次変化をみると、生土30℃インキュベーションおよび乾土効果は3ヶ年跡地より5ヶ年跡地土壤で大となる傾向を示

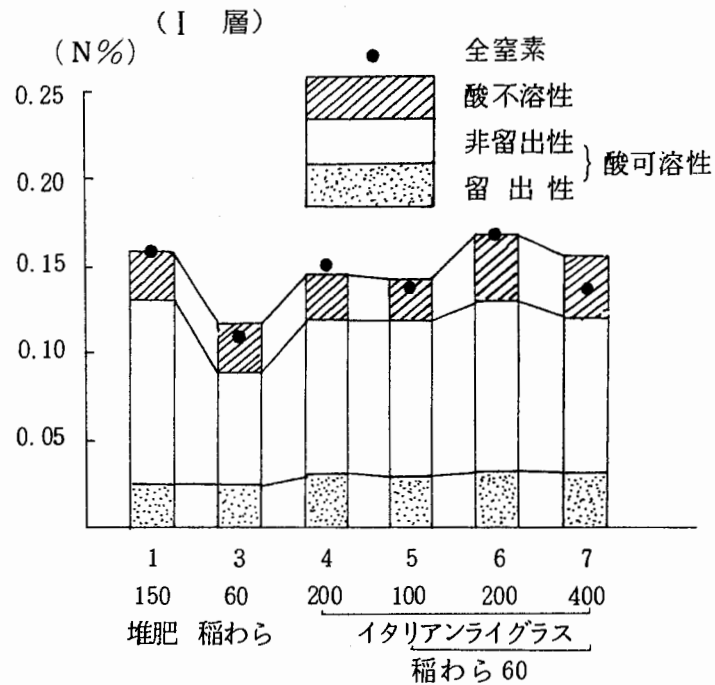
すが、温度上昇効果は5ヶ年跡地土壤で明らかに低下する傾向を示した。なお、5ヶ年跡地土壤でもイタリアンライグラス鋤込み系列の窒素生成量は堆肥 150 Kg/a に比べて多い傾向を示したが、漏水条件の増大のためか処理間のバラツキが大きくなっていた。

(6) 鋤込み有機物と土壤窒素の画分

第23図には5ヶ年跡地土壤の有機態窒素画分結果を示した。分析法はSTEWARTらによるもので、有機態窒素を塩酸と水酸化ナトリウムを用いて3つの画分にわけける方法である。酸可溶留出性窒素画分には加水分解によって生じたアンモニア態窒素とアミノ糖態窒素のほとんどが含まれ、酸可溶非留出性窒素画分にはアミノ酸態窒素と酸可溶性ヒューミン態窒素が含まれる。酸不溶性窒素画分はほとんど未同定の窒素で占められるとしている。第23図によると全窒素と有機態窒素との関連に若干バラツキがみられるものの土壤窒素のほとんど全ては有機態窒素で占められている。有機態窒素について鋤込み有機物間の比較をすると、稲わら 60 Kg/aでの酸可溶非留出性窒素画分が他の鋤込み有機物に比べて低いが、イタリアンライグラス鋤込み系列は堆肥 150 Kg区に比べて多い傾向を示した。

(7) 鋤込み有機物と跡地土壤の一般化学性

- ① pH (H₂O) : 処理間に判然とした傾向はみられなかった。
- ② 全窒素 : 3ヶ年跡地土壤では堆肥に比べて稲わらが低く、イタリアンライグラス鋤込み系列が増加する傾向を示したが、5ヶ年跡地土壤では稲わらが堆肥に劣るのに対して、イタリアンライグラス鋤込み系列は堆肥と同等の傾向であった。全般



第23図 鋤込み有機物と5ヶ年跡地土壤の有機態窒素含量 (STEWART法)

に5ヶ年跡地土壤が3ヶ年跡地土壤に比べて高めで経年による富化がみられた。

③置換性石灰 : イタリアンライグラス鋤込み系列は堆肥 150 Kg/a や稲わら 60 Kg/a に比べて低く、また経年変化は5ヶ年跡地土壤が3ヶ年跡地土壤よりも多い傾向を示したが、処理間のバラツキがみられるので必ずしも判然としなかった。

④置換性苦土 : 堆肥 150 Kg/a に比べて稲わら 60 Kg/a が高く、稲わら+イタリアンライグラス系列は同等であるが、イタリアンライグラス鋤込み量の間バラツキがみられた。

⑤置換性加里 : 全般にバラツキが大きく判然とした傾向はみられなかった。

⑥易還元性マンガン：5ヶ年跡地土壌は3ヶ年跡地土壌に比べて低いが、処理間の差は判然としなかった。

2) 作付体系による地力の変移

試験の目的および方法

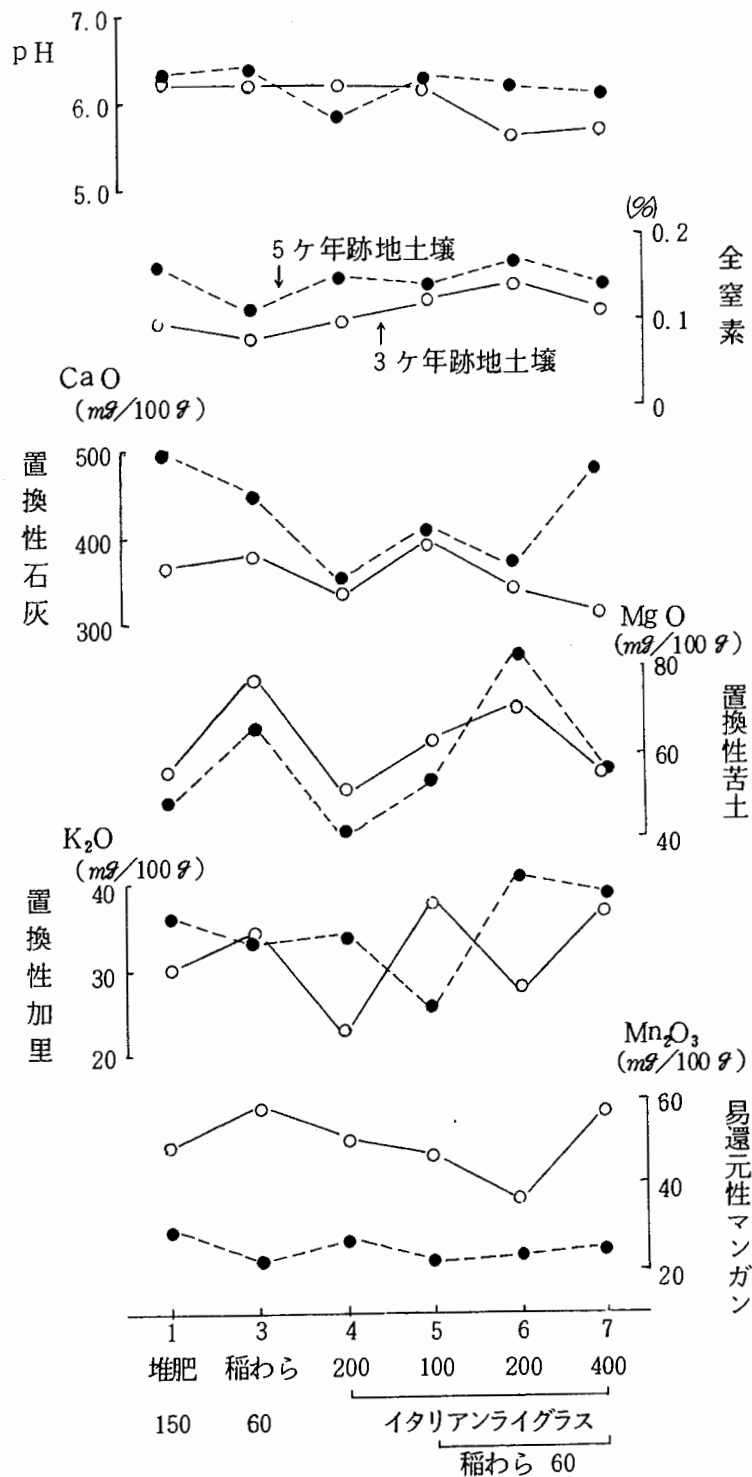
I-1) - 2) の項と同一。

試験結果

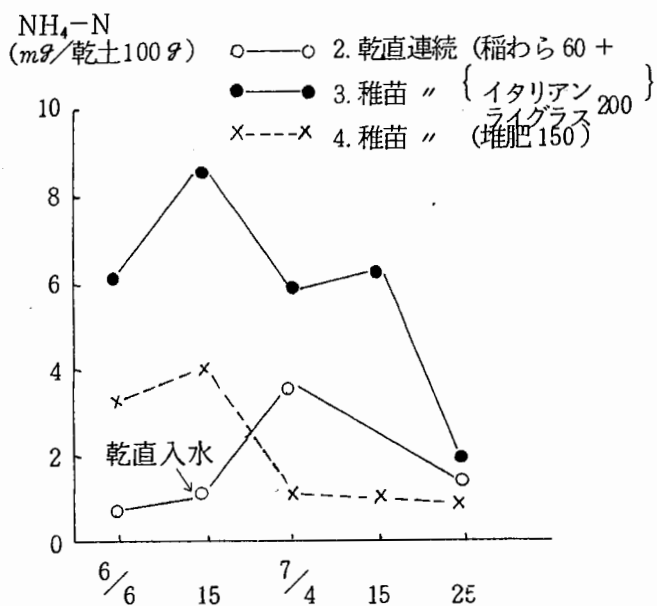
(1) 作付体系別の作付期間における変移

作付体系の差異が生育期間の土壌NH₄-N発現に及ぼす影響をみると、年次による量的あるいは時期的な違いはあるが、傾向としては第25図のようであった。すなわち、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの稚苗連続は堆肥の稚苗連続に比較してNH₄-N発現量が明らかに多く推移するため、同一施肥量では早期倒伏を招くほどであった。また、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの乾直は入水後NH₄-N発現量が増加し、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの稚苗連続には劣るものの堆肥の稚苗連続を上回った。

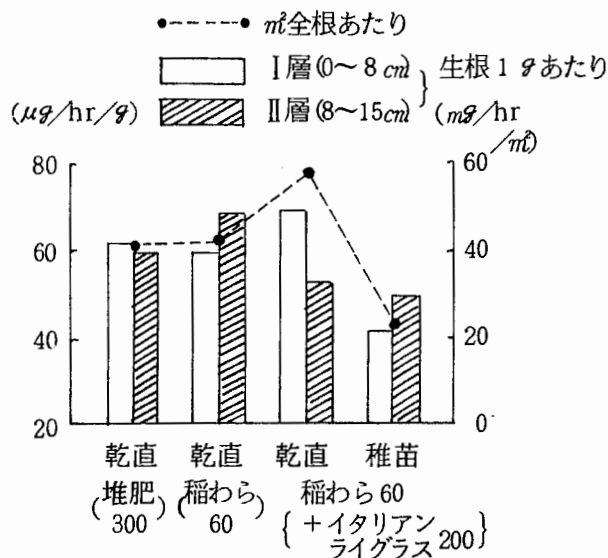
第26図は出穂後の根の活力調査結果であるが、乾直水稲は稚苗水稲に比べて0~8cm域の生根分布が多く、生根1gあたりのα-NA酸化力は0~8cmのI層、8~15cmのII層ともに大であった。m²あたり全根のα-NA酸化力も乾直水稲が大であり、乾直水稲根の活力が後期に旺盛であることがうかがえた。なお、乾直における鋤込み有機物間の差異については判然としなかった。



第24図 鋤込み有機物と跡地土壌の一般化学性



第25図 土壤 $\text{NH}_4\text{-N}$ の推移(1977)



第26図 根の $\alpha\text{-NA}$ 酸化力(1974. 8. 13調査)

(2) 作付体系別が土壤物理性に及ぼす影響
跡地土壤の物理性について第14表に示す。

第14表 跡地土壤の硬度、全孔隙率および透水係数

区名	層位	土壤硬度 (3ヶ年跡地)	全孔隙率		透水係数	
			3ヶ年跡地	5ヶ年跡地	3ヶ年跡地	5ヶ年跡地
	cm	mm	%	%	cm/sec	cm/sec
1. 乾直稚苗反復 { 稲わら 60 + イタリアン ライグラス 200 }	I (0~10)	13	49.2 (5.9)	57.9 (26.5)	7.3×10^{-5}	—
	II (10~20)	17	63.0 (14.5)	61.6 (26.5)	1.6×10^{-3}	1.3×10^{-3}
	III (20~30)	24	52.8 (12.4)	56.4 (20.0)	3.4×10^{-4}	—
2. 乾直連続 { " }	I (0~10)	14	63.1 (18.2)	56.5 (28.6)	7.4×10^{-4}	—
	II (10~20)	18	55.9 (10.2)	53.1 (18.6)	1.2×10^{-5}	1.7×10^{-4}
	III (20~30)	22	52.9 (6.8)	41.5 (8.0)	1.1×10^{-5}	—
3. 稚苗連続 { " }	I (0~10)	13	56.9 (8.7)	63.4 (29.1)	9.4×10^{-5}	—
	II (10~20)	15	63.5 (13.8)	62.6 (28.8)	2.0×10^{-3}	3.1×10^{-3}
	III (20~30)	23	52.8 (8.7)	61.8 (26.4)	9.2×10^{-5}	—
4. 稚苗連続 { 堆肥 150 }	I (0~10)	14	64.1 (11.1)	55.2 (23.7)	4.3×10^{-4}	—
	II (10~20)	22	54.0 (5.3)	46.5 (13.5)	4.5×10^{-6}	2.7×10^{-5}
	III (20~30)	21	56.5 (8.8)	45.0 (14.5)	2.6×10^{-5}	—

※ () 内は気相率、土壤硬度は山中式硬度計

3ヶ年跡地土壌について、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みは堆肥の稚苗連続に比べてII層の硬度が小さく、孔隙率および透水係数が大きい傾向を示し、反転鋤込みの影響が現われている。5ヶ年跡地土壌におけるII層の孔隙率、透水係数も同様の傾向を示した。

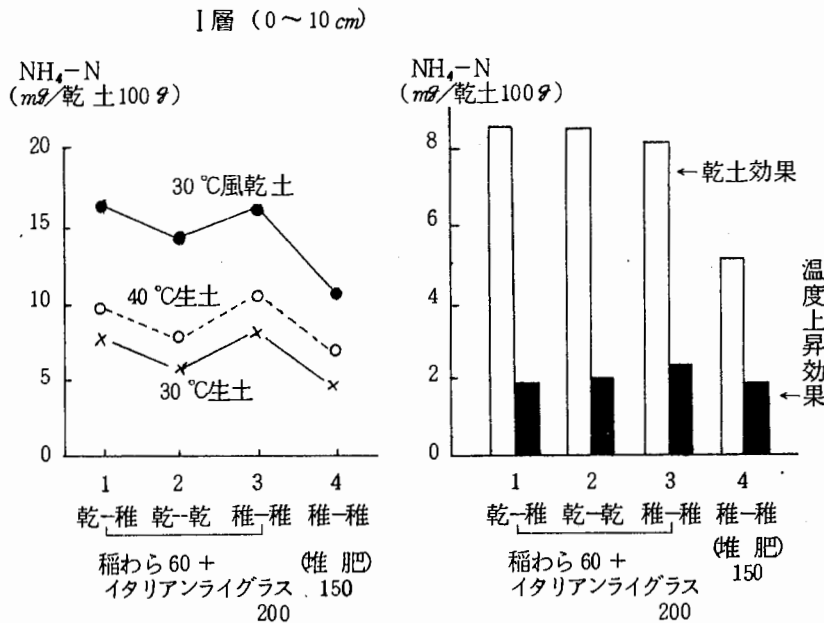
経年変化をみると、II層の透水係数は堆肥の稚苗連続および稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの乾直連続で増加する傾向を示したが、孔隙率については層位により一様でなく、作付体系による差異も判然としなかった。

(3) 作付体系別が地力窒素に及ぼす影響

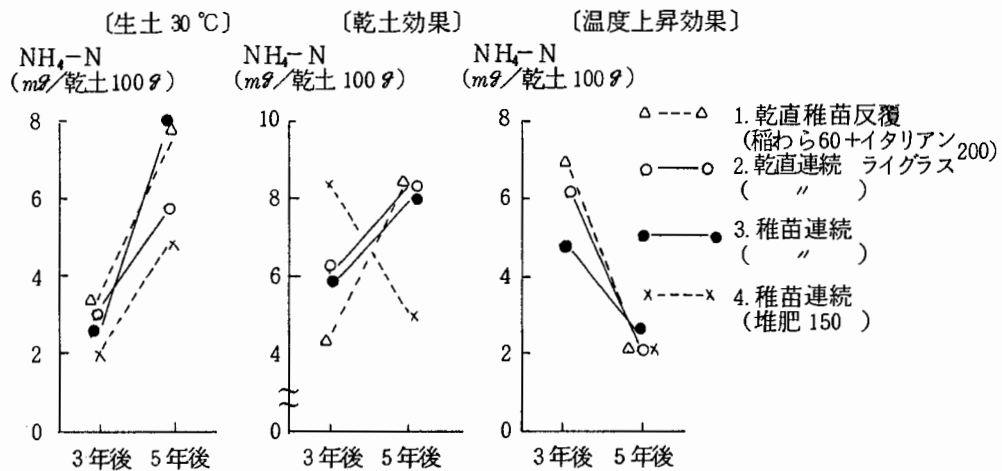
5ヶ年跡地土壌のインキュベーション結果を第27図に示す。

図によると稲わら+イタリアンライグラス鋤込みは作付体系に関係なく、いずれも堆肥の稚苗連続に優るNH₄-N生成量を示し、乾土効果も高く、イタリアンライグラス鋤込みが地力維持の面で有効であることがうかがえる。また、稲わら+イタリアンライグラス鋤込み条件における各作付体系別の比較では、乾土効果および地温上昇効果はほとんど差がみられなかった。しかし、NH₄-N生成量をみると稚苗連続と稚苗乾直反復とはほぼ同等であるが、乾直連続により低下する結果を得た。

次に、跡地土壌の窒素発現量の経年変化をみると、第28図のようになる。



第27図 5ヶ年跡地土壌インキュベーション結果 (28日間)



第28図 跡地土壌の窒素発現量の年次変化

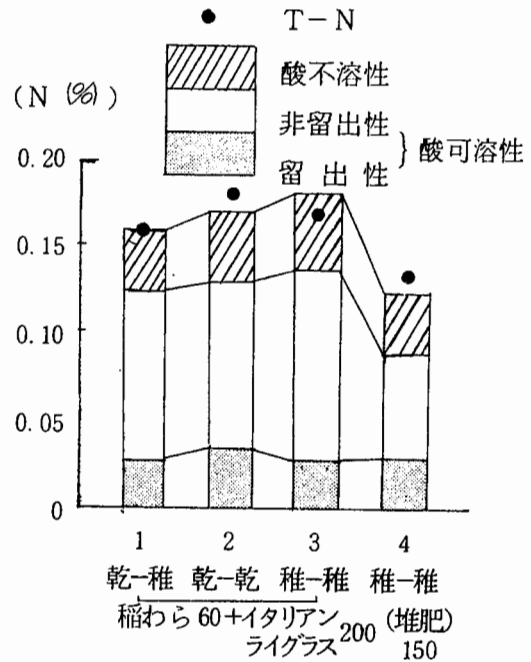
全般的に30℃生土のNH₄-N 生成量および乾土効果は経年的に増加する傾向がみられたが、温度上昇効果は低下した。ただし、堆肥の稚苗連続は乾土効果も低下する傾向を示したが、この原因について明らかでない。

(4) 作付体系別跡地土壌の有機窒素含量

第29図のように稲わら+イタリアンライグラス鋤込み系列は堆肥の稚苗連続に比べて酸不溶性および酸可溶非留出性窒素含量が多かった。また、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みの稚苗連続は同乾直稚苗反復および乾直連続に比して非留出性窒素含量がやや多かった。

(5) 作付体系別の跡地土壌の一般化学性

第15表に5ヶ年跡地土壌の一般化学性を示した。稲わら+イタリアンライグラス鋤込み条件において乾直連続は稚苗連続に比べてI層のpH (H₂O) が高く、置換性塩基含量も同等かむしろ多いが、T-C、有効態りん酸、可給態鉄含量は低下していた。乾直稚苗反復は稚苗連続に比べてpH (H₂O)



第29図 5ヶ年跡地土壌の有機態窒素含量

第15表 5ヶ年跡地土壌一般分析結果

区名	層位	pH		T-C	置換性塩基			Mn ₂ O ₃ pH7.0Hq	Fe ₂ O ₃ pH4.5	1%く溶 P ₂ O ₅
		H ₂ O	KCl		CaO	MgO	K ₂ O			
1. 乾直稚苗反復 { 稲わら60+ イタリアン ライグラス200 }	I (0~10)	6.05	5.50	1.82	260	51	34	18	47	33.6
	II (10~20)	6.51	5.18	0.61	425	54	24	38	23	13.0
	III (20~30)	6.91	5.60	0.85	565	77	9	23	12	5.5
	IV (30~40)	6.80	5.60	0.48	460	85	9	20	15	4.5
2. 乾直連続 { " }	I (0~10)	6.20	4.80	1.57	364	84	41	24	27	25.6
	II (10~20)	6.41	4.80	1.09	400	92	35	31	35	13.8
	III (20~30)	6.88	5.39	0.61	433	112	8	20	15	2.0
	IV (30~40)	6.79	5.29	0.85	400	111	10	18	11	3.4
3. 稚苗連続 { " }	I (0~10)	5.61	4.60	1.82	344	45	38	20	65	34.7
	II (10~20)	6.50	5.50	1.45	441	54	34	47	29	15.0
	III (20~30)	6.87	5.78	0.85	459	74	11	22	13	4.0
	IV (30~40)	6.79	5.40	0.97	439	85	7	19	13	4.6
4. 稚苗連続 { 堆肥 150 }	I (0~10)	5.85	4.84	1.21	405	50	24	34	92	25.6
	II (10~20)	6.90	6.08	0.97	552	66	22	43	63	16.5
	III (20~30)	7.32	0.28	0.48	425	74	5	24	17	2.5
	IV (30~40)	7.19	6.12	1.45	498	99	3	17	14	1.5

がやや高く、置換性石灰が低いほかは大差ない結果を示した。また、稲わら+イタリアンライグラス鋤込みは堆肥に比べて全炭素、置換性加里、有効態りん酸含量が高まる傾向を示したが、置換性石灰、易還元性マンガン、可給態鉄含量が低下する傾向を示した。

3) 透水調整による乾田直播水田の地力の変移

試験の目的および方法

I-1-3) と同一。

試験結果

(1) 透水調整と有機物の差異による地力の変移

人工有底ほ場において乾田期間の地下水位を20cmに調整した場合の土壌水分の推移をみると第30図のように明らかな差が認められ、地下水位を高く保つことにより土壌水分が多く推移し、このため出芽が斉一となった。

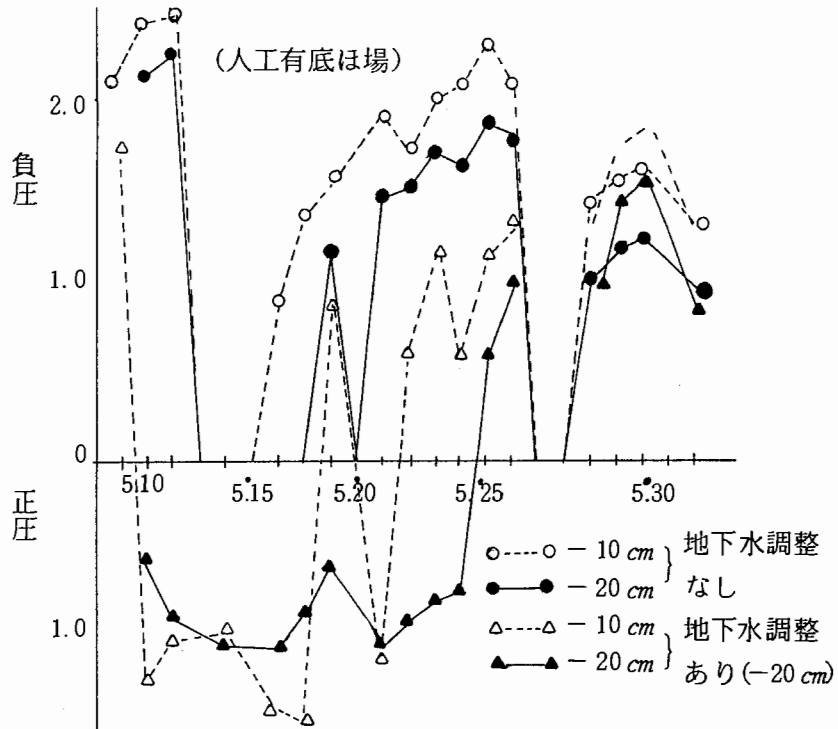
次に地下水位の高低が透水性および窒素発現に及ぼす影響について、一般ほ場での結果を第16表に示した。表によると地下水位高条件では透水量が小となり、土壌NH₄-N発現量は大となる傾向が認められた。

第16表 地下水位の高低と透水性およびN発現 (一般ほ場)

地下水位	梓 減 水 深 (mm/日)			土 壤 NH ₄ -N (mg/100g)			
	6・20	6・30	7・15	6・9	6・23	7・3	7・14
低	57.6	25.2	19.6	0.94	2.34	3.89	1.94
高	14.4	10.0	4.5	3.19	3.43	5.36	2.76

がNH₄-Nは高く推移する傾向を示した。

第32図は透水量の差異と跡地土壌窒素発現量との関係を堆肥150Kg/aおよび稲わら60Kg/a施用の場合について示した。これは人工有底ほ場での試験結果であるが、一部の区で透水調整不能となったことから区間のみだれがみられた。図による



第30図 乾田期間の土壌水分の推移

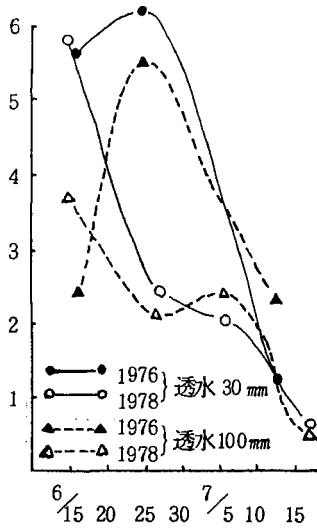
また、人工有底ほ場において、1日あたりの透水量を30mmと100mmに調整した場合の土壌NH₄-Nの推移をみても第31図のように透水量の少ない方

と、堆肥150Kg/aの施用では透水量100mmが30mmに比べて地力窒素の低下する傾向を示したが、稲わら60Kg/a施用では透水量との関連が判然としなかった。また、5ヶ年跡地土壌は3ヶ年跡地土壌に比べて温度上昇効果が低下しているが、乾土効果は低下がみられずむしろ増加の傾向を

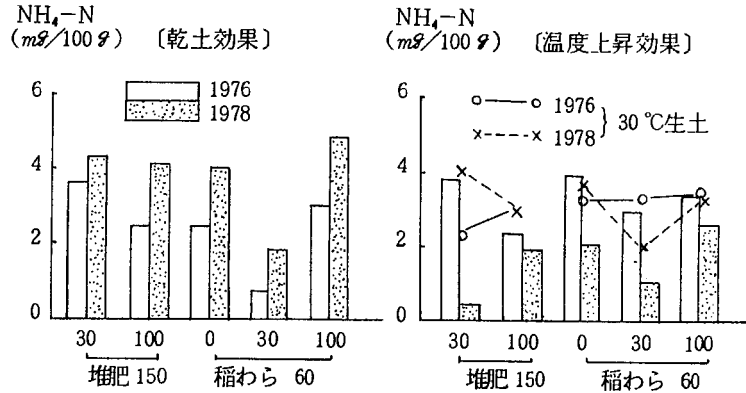
示した。

〔人工有底ほ場、堆肥 150 Kg/a〕

(mg/100g)



第31図 透水量の差異と湛水期間の土壤NH₄-N



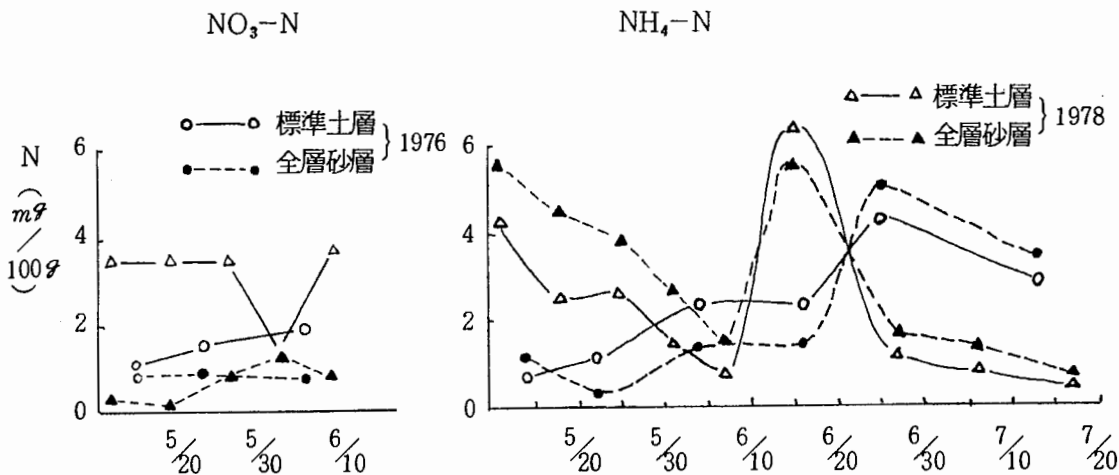
第32図 透水量の差異と跡地土壤窒素発現量 (人工有底ほ場)

(2) 土性別による稲わら施用の地力変移

第17表 土性の相違による5ヶ年跡地土壤一般分析結果 (透水量 30 mm/日、人工有底ほ場)

区名	層位	pH (H ₂ O)	T-N	置換性塩基			CEC
				CaO	MgO	K ₂ O	
標準土層	0 ~ 15	6.38	0.15	434	53	32	20.82
	15 ~ 30	6.95	0.12	464	74	29	-
全層砂層	0 ~ 15	6.00	0.04	103	12	2	4.84
	15 ~ 30	6.32	0.01	118	10	7	-

区名	層位	塩基飽和度	Mn ₂ O ₃ pH7.0Hq	Fe ₂ O ₃ pH 4.5	1%く溶 P ₂ O ₅
標準土層	0 ~ 15	90.3	40	61	25.7
	15 ~ 30	-	33	30	12.3
全層砂層	0 ~ 15	89.3	2	14	17.1
	15 ~ 30	-	10	11	12.6



第33図 土性の相違と生育期間のNH₄-Nの推移
(透水量 30 mm/日、人工有底ほ場)

第17表のように、全層砂層区は標準土層区に比べて跡地土壤の養分含量が明らかに劣り、また生育期間の土壤窒素をみると第33図のように乾田期間のNO₃-Nは全層砂層区が低く推移したが、NH₄-Nは生育時期や年次によって一様ではなく、必ずしも全層砂層区が劣るわけではなかった。さらに全層砂層区は出芽が斉一で早く、収量的にも安定していた。このように全層砂層でも透水

量を制御することにより多収を期待できる。

(3) 透水制御工法による透水調整効果

乾田直播の連年栽培では透水量の増大が問題となることから、この制御法として耕起前の転圧処理について検討した。転圧に供したブルドーザーは約8tである。

第18表に転圧処理後の土壤三相分布、透水係数

第18表 耕起前転圧処理後の土壤三相分布、透水係数（5月2日調査）1ヶ所2連

区名	項目	深 さ	固 相 率	気 相 率	液 相 率	全孔隙率	含 水 比	透 水 係 数 K 20
		cm	%	%	%	%	%	cm/sec
無 処 理		10 ~ 15	45.7	7.4	46.9	54.3	39.2	1.2 × 10 ⁻³
		15 ~ 20	46.0	5.7	48.3	54.0	40.0	1.6 × 10 ⁻³
		20 ~ 25	42.5	10.7	46.8	57.5	42.0	8.8 × 10 ⁻³
		25 ~ 30	39.1	13.6	47.3	60.9	45.9	3.3 × 10 ⁻³
灌 水 無 し 転 圧		0 ~ 5	35.5	39.6	24.9	64.5	25.9	1.0 × 10 ⁻³
		5 ~ 10	45.3	8.7	46.0	54.7	39.0	8.8 × 10 ⁻⁴
		10 ~ 15	42.0	13.0	45.0	58.0	40.3	1.7 × 10 ⁻³
		15 ~ 20	36.0	16.0	48.0	64.0	46.6	2.1 × 10 ⁻²
		20 ~ 25	39.3	15.3	45.4	60.7	43.9	1.7 × 10 ⁻²
		25 ~ 30	38.5	16.0	45.5	61.5	45.1	4.3 × 10 ⁻²
3 日 前 灌 水 転 圧		0 ~ 5	44.8	12.2	43.0	55.2	37.6	4.8 × 10 ⁻⁴
		5 ~ 10	45.5	4.1	50.4	54.5	42.8	2.6 × 10 ⁻⁶
		10 ~ 15	47.2	4.6	48.2	52.8	38.8	1.1 × 10 ⁻⁶
		15 ~ 20	46.4	4.9	48.7	53.6	40.1	5.2 × 10 ⁻⁵
		20 ~ 25	41.5	8.2	50.3	58.5	46.2	2.1 × 10 ⁻⁵
		25 ~ 30	38.9	12.8	48.3	61.1	46.4	1.2 × 10 ⁻²

を示した。三相分布では処理による差は判然としないが、透水係数では 3 日前灌水転圧処理区の 10 ~ 20 cm 層位で明らかな低下を示した。しかし、灌水なし転圧では無処理区とほとんど変らなかった。

第 34 図に示した入水後の日減水深の推移をみても、3 日前灌水転圧処理の効果が顕著に認められる。ただし、灌水なし転圧は室内実験の透水係数とは場減水深との傾向が異なっており、この点検討を要する。

4) 乾田直播方式の差異による地力の動向

試験の目的および方法

I - 1 - 4) と同一。

試験結果

(1) 乾直方式の差異と土壤の水分および透水性

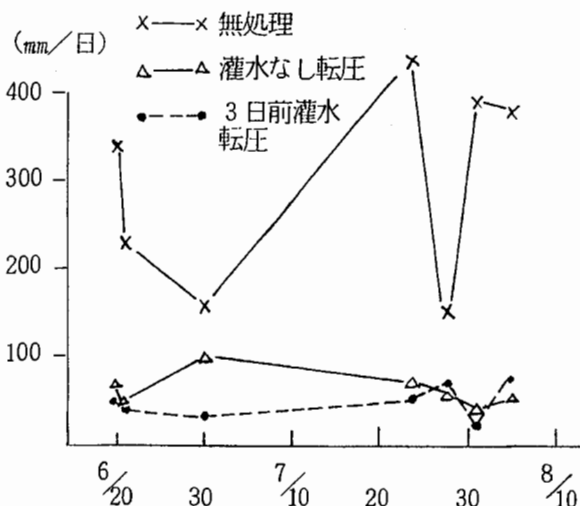
乾直方式の差異が乾田期間の土壤水分に及ぼす影響を第 35 図に、また日減水深に及ぼす影響を第 36 図に示した。

両図によれば、不耕起播は全耕および浅耕ドリル播に比べて土壤 pH が明らかに低く推移しているが、これは不耕起播では散布された稲わらによって地表が覆われているためである。しかし、反面地温の上昇が妨げられたり、不耕起のため土塊が大きいことから出芽が遅延するという不都合がみられた。日減水深をみても不耕起播では 300 mm/日以上の漏水状態となった。

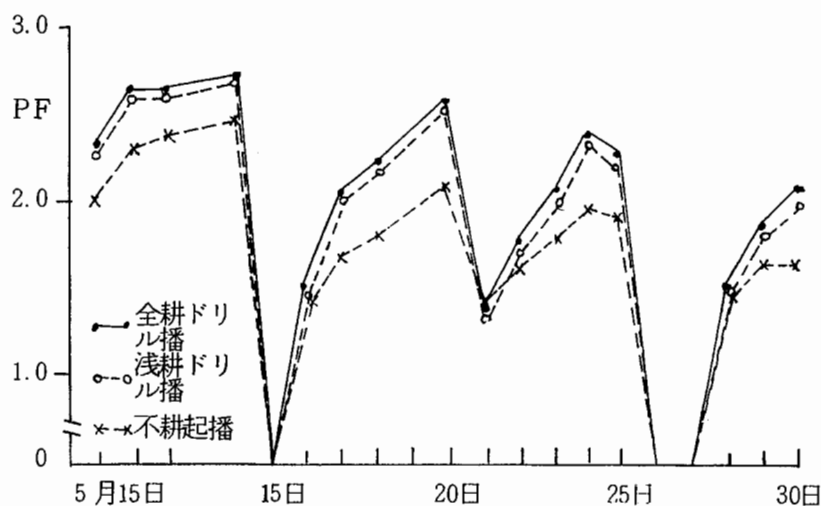
また、生育期間中の根群活力を調査した結果を第 37 図に示した。図によると生根 1 g 当り活力は不耕起 > 全耕となるが、全根重当りでは全根重の大きい全耕が不耕起に優り、地上部の生育との関連からみても全耕が望ましい。

(2) 乾直方式の差異と跡地土壤の理化学性

一耕起法のちがいと跡地土壤の理化学性を第 19 表に示した。透水係数は 10 ~ 20 cm において、全耕区



第 34 図 耕起前転圧処理と日減水深の推移



第 35 図 乾直方式の差異と乾田期間の土壤水分の推移 (-10 cm) (1974)

と浅耕区が 10^{-6} オーダー、不耕起区が 10^{-5} オーダーとなり、耕盤層での透水性に差がみられる。また、化学性では耕起の際の耕深の影響がみられ、T-C は不耕起区と浅耕区では 0 ~ 5 cm に多いのに対して、全耕区では 5 ~ 10 cm に多かった。乾土効果、温度上昇効果は 0 ~ 5 cm では不耕起区が高く、次いで浅耕区、全耕区の順であった。なお、耕起法によって透水量に大きな差がみられたことから置換性塩基含量にも差があるものと思われた

が、特徴的な傾向は認められなかった。

3. まとめ

(1) 乾田直播水田の地力増強方策としての裏作イタリアンライグラス鋤込みは、乾直水稻の初期生育を抑制するが、出芽苗立ちして入水期以降は、稲体の窒素吸収が増大し、着粒数が増加して、玄米収量が高まる傾向を示した。

イタリアンライグラス鋤込み量は、早春の生育から10当り2 ton位が適正である。

(2) 稲わら 600 Kg+イタリアンライグラス 2 ton 鋤込みでは、稚苗移植水稻は窒素過剰により倒伏するが、乾直水稻では健全で、稚苗植堆肥区なみの収量性がえられた。

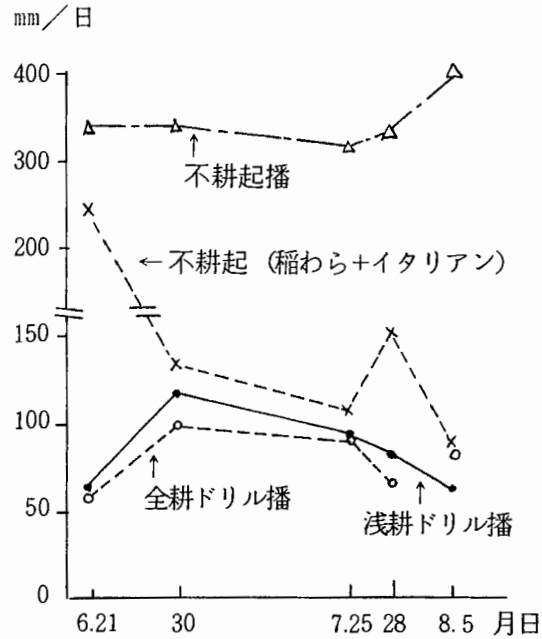
(3) 人工有底ほ場における透水量と鋤込み有機物との関連では、透水過大領域で水稻の生育・収量が劣り、乾直田の経年による透水過大化に対応策が必要であることが知られた。

(4) 耕起の有無による乾直方式別では、全耕ドリル播きがまさり、次いで浅耕ドリル播きで、不耕起播きは最も劣った。

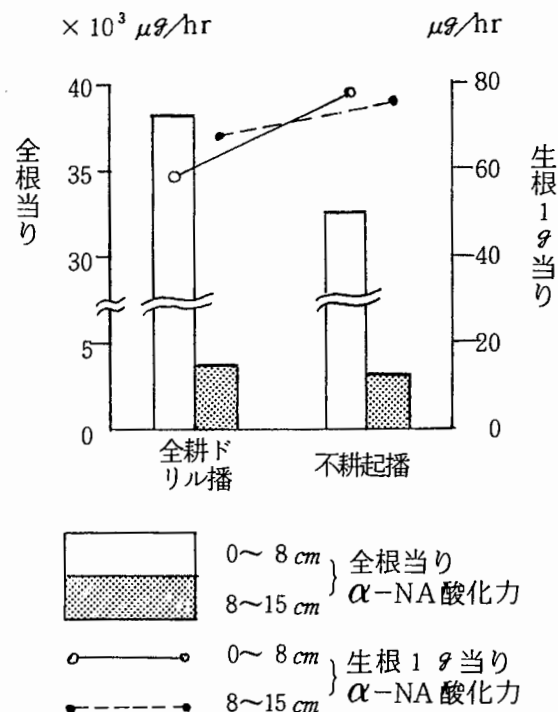
(5) 新鮮緑葉有機物の裏作イタリアンライグラス鋤込み区は、堆肥区に比し、乾田期間の土壤水分保持力が大で、入水後の窒素発現量も大きかった。しかし、跡地土壤の窒素肥沃度は短年度ではほとんど増大しなかった。

(6) 播種後の乾田期間の地下水位を高位に保つことにより、ほ場の土壤水分含量が高まり出芽苗立ちに効果が大であった。また透水増大を抑え、地力窒素の発現も高くなり、乾直水稻の生育良化につながった。

(7) 乾田直播における不耕起および浅耕ドリル播きでは、透水量が増大し、栽培上も劣るので、とくに新鮮緑葉有機物の鋤込みが確実な全耕直播がまさった。



第36図 耕起法による日深水深の推移 (1975)



第37図 耕起法のちがいと根群活力調査結果

第19表 乾直方式と跡地土壌 (3 ケ年) の理化学性

区 名	層 位	透水係数	T-N	T-C	乾土効果	温度上昇効果
	cm	cm/sec	%	%	mg/100g	mg/100g
全耕ドリル耕	0 ~ 5	2.3×10^{-5}	0.10	0.92	5.5	4.2
	5 ~ 10	4.7×10^{-5}	0.09	1.15	4.4	3.8
	10 ~ 20	2.4×10^{-6}	0.04	0.73	1.6	1.2
	20 ~ 30	9.0×10^{-5}	0.06	0.73	欠	欠
	30 ~	1.2×10^{-5}	0.05	0.63	欠	欠
浅耕ドリル耕	0 ~ 5	6.4×10^{-4}	0.11	1.34	8.1	4.1
	5 ~ 10	1.2×10^{-4}	0.09	1.03	5.6	3.1
	10 ~ 20	2.0×10^{-6}	0.07	0.77	1.6	0.9
	20 ~ 30	5.4×10^{-6}	0.07	1.17	欠	欠
	30 ~	1.7×10^{-4}	0.11	0.63	欠	欠
不耕起播	0 ~ 5	1.8×10^{-5}	0.13	1.88	9.8	5.4
	5 ~ 10	5.1×10^{-4}	0.10	1.09	7.9	1.8
	10 ~ 20	1.3×10^{-5}	0.08	0.85	2.7	0.7
	20 ~ 30	5.4×10^{-5}	0.04	0.68	欠	欠
	30 ~	9.0×10^{-6}	0.07	0.77	欠	欠
不耕起播 稲わら + { イタリアン } ライグラス	0 ~ 5	2.2×10^{-4}	0.13	1.89	9.0	8.0
	5 ~ 10	1.8×10^{-4}	0.10	1.10	4.7	3.7
	10 ~ 20	1.9×10^{-5}	0.09	0.87	1.4	1.1
	20 ~ 30	6.4×10^{-5}	0.06	0.63	欠	欠
	30 ~	8.1×10^{-6}	0.07	0.69	欠	欠

Ⅲ 寒冷地乾田直播の栽培技術の確立

試験方法

A、人工気象室 (島津製作所屋外型グローブキャビネット SGN-11-S 型使用) 。

1. 適品種の選定と生産力向上

1) 適品種の選定

試験目的

乾田直播の適応形質として重要な低温出芽性と、初期伸長性のまさる品種を選定しようとする。

(1) 制御温度条件

人工気象室内の温度はほぼ条件どおりで、結果的に旬別間の温度差が少なかったように思われた。

1975年の温度条件：過去30年間の80%出現頻度

1974年の温度条件 (変温)

第1条件 4月下旬～5月下旬の変温条件

第2条件 5月上旬～5月下旬の変温条件

○ 処理期間の設定、最高、最低気温

条 件	第 1 条 件				第 2 条 件			
	4 月 下	5 月 上	5 月 中	5 月 下	5 月 上	5 月 中	5 月 下	5 月 下
日 数	8	13	13	7	8	13	13	7
最高気温	17℃	20	21	22	20	21	22	22
最低気温	5	7	8	10	7	8	10	10

にとり、厳しい条件にセットした。晴天の日は最高地温が日照時間および日射量の影響を受けるので器外に寒冷紗を被覆し、器内にはターンテーブルをとりつけた。

(2) 供試場所 人工気象室 (1/200 a ポット)

(3) 供試品種

- ① ハヤニシキ ⑥ ふ系 103 号
- ② フジミノリ ⑦ ふ系 104 号
- ③ ササミノリ ⑧ び系 90 号
- ④ キヨニシキ ⑨ び系 94 号
- ⑤ 奥羽 282 号 ⑩ 奥羽 290 号

(4) 耕種概要 1 品種 100 粒播種、2 区制、ポット充填土粒 20 mm 以下 88%、覆土は 5 mm の篩を通し 2 cm : 土壤水分は PFメーターを地表下 2 cm 前後に設置し、pF2.0 を限度とし随時灌水したが、主な水分補給は播種時と播種後 10 日目、20 日目にポットの口から流入させた。

施肥量は N、P₂O₅、K₂O 各 1 g/Pot とし、立枯れ防止のためタチガレンの土壤処理をおこなった。

B、自然条件 (1974 年)

(1) 供試条件

㎡当苗立数	ハヤニシキ	ふ系 104 号	奥羽 282 号	キヨニシキ
217 (6 K)	①	③	⑤	⑦
327 (9 K)	②	④	⑥	⑧

(注) 間引きを行い苗立数を揃えた。() 内はその際の 10 a 当播種量

(2) 供試圃場 人工圃場 (無底)

(3) 供試品種 ハヤニシキ、ふ系 104 号、奥羽 282 号、キヨニシキ

(4) 耕種概要 1) 播種法：全耕 (12 cm)、条間 30 cm の条播 2) 播種期：4 月 30 日

ハ) 施肥量 (Kg/a)

N					P ₂ O ₅	K ₂ O	珪カル	生ワラ
元肥	入水時	6/25	7/6	7/17				
0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	1.2	1.0	15	60

試験結果

A、人工気象室

(1) 出芽、苗立ち

第 20 表に示すように、出芽歩合は、設定温度の条件により、1974 年の第 2 条件 > 第 1 条件 > 1975 年となっているが、1974 年の第 1 条件と第 2 条件の差は少ない。

1974 年の第 1 条件で出芽歩合の高かった品種は、奥羽 290 号、ふ系 104 号、フジミノリ、ササミノリであり、第 2 条件では、フジミノリ、ふ系 104 号が高い。1975 年は、キヨニシキ、フジミノリ、奥羽 290 号であり、低い品種は、奥羽 282 号、ふ系 103 号、び系 90 号、び系 94 号である。

これらの品種の出芽率は、それぞれの品種の発芽率とはほぼ同傾向である。

播種から出芽までの日数は、1974 年の第 1 条件では品種間差は少なく、第 2 条件では、ハヤニシキ、フジミノリ、キヨニシキで短い。1975 年でも、フジミノリ、キヨニシキ、ハヤニシキで短かく、

両条件とも、同傾向を示した。播種から出芽揃いまでの日数も、ほぼ播種から出芽始までの日数に類似する。

出芽の推移を第 38 図に示す。

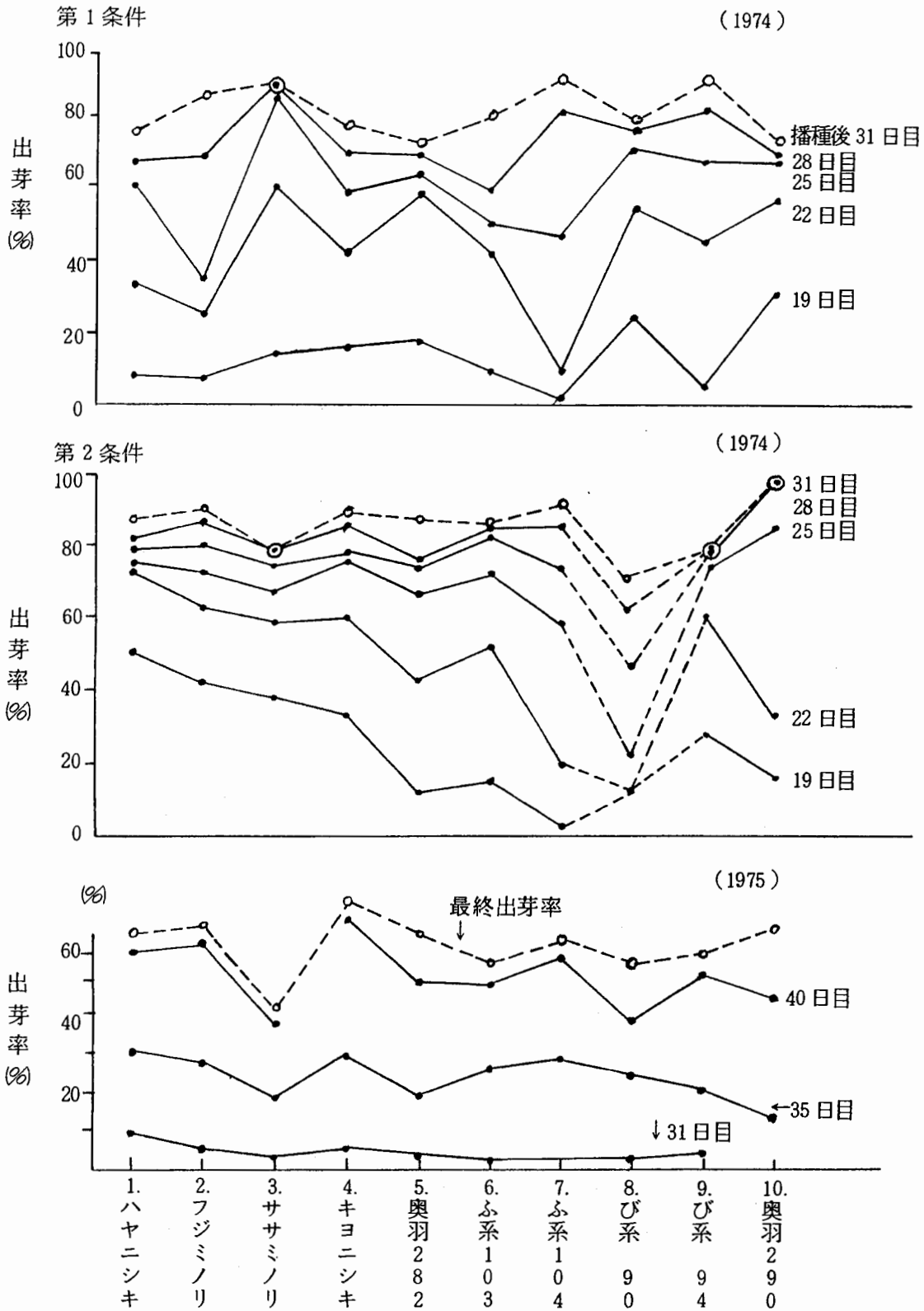
1974 年の第 1 条件での初期の出芽は、ササミノリ、奥羽 282 号、び系 90 号、び系 94 号で良く、ふ系 104 号、奥羽 290 号で劣る。第 2 条件では、ハヤニシキ、フジミノリ、ササミノリ、び系 94 号が良く、両条件では、ハヤニシキ、ササミノリ、び系 94 号が良好である。その後の出芽の伸びは、キヨニシキ、ふ系 104 号、奥羽 290 号が高い。1975 年では、35 日目頃から品種間差が出始め、キヨニシキ、ハヤニシキ、フジミノリで良い。総じて、初期の出芽は、ハヤニシキがまさり、フジミノリ、キヨニシキ、び系 94 号がこれに次ぐ傾向が認められた。

第20表 品種別の出芽、苗立ち

(2区平均)

年次	条件	品種名	試験番	出芽歩合 (%)	発芽 (出芽せず) ** (%)	不発芽 * (%)	出芽/ (出芽+発芽) × 100 (%)	播種～出芽始 (日数)	播種～出芽揃 (日数)
1974年度	第1条件	ハヤニシキ	①	75	3	17	96	20	28
		フジミノリ	②	86	8	6	91	21	33
		ササミノリ	③	87	9	4	91	20	26
		キヨニシキ	④	77	14	9	85	19	30
		奥羽282	⑤	72	12	16	86	20	25
		ふ系103	⑥	79	12	9	87	21	34
		ふ系104	⑦	88	6	6	94	22	31
		び系90	⑧	77	9	14	90	20	27
		び系94	⑨	71	10	19	88	19	26
	奥羽290	⑩	89	6	5	94	21	29	
	第2条件	ハヤニシキ	①	87	2	11	98	12	21
		フジミノリ	②	90	3	7	97	14	24
		ササミノリ	③	77	13	6	86	16	23
		キヨニシキ	④	89	2	9	98	14	25
		奥羽282	⑤	87	8	5	92	17	27
		ふ系103	⑥	84	4	8	95	17	24
		ふ系104	⑦	90	5	5	95	19	27
		び系90**	⑧	60	25	15	71	22	31
び系94		⑨	68	10	8	96	16	23	
奥羽290	⑩	89	4	2	87	17	24		
1975年度	ハヤニシキ	①	64	10	26	87	29	38	
	フジミノリ	②	65	14	21	82	28	37	
	ササミノリ	③	42	13	45	76	31	40	
	キヨニシキ	④	72	11	17	87	28	38	
	奥羽282	⑤	63	12	25	84	30	40	
	ふ系103	⑥	55	12	33	82	31	38	
	ふ系104	⑦	62	8	30	89	32	39	
	び系90	⑧	56	8	36	88	31	40	
	び系94	⑨	58	12	30	83	30	38	
	奥羽290	⑩	64	9	27	88	33	42	

- (注) 1. * 鳩胸程度の催芽を行い播種したが、1974年は41日目調査、1975年は50日目調査において、芽あるいは根がほとんど動いた形跡のないものを不発芽とした。
2. ** 発芽(出芽せず)、不発芽が極端に多く、第1条件とあわせて考えても何らかのミスがあったと思われ、考察では除外する。
3. 出芽揃いは全出芽の8割とした。



第38図 品種別の出芽の推移

第21-1表 品種別の初期生育(1)

(1974年)

区 番 号	品 種 名	播種後41日目(上位40個体)調査											
		第1条件						第2条件					
		草丈	C・V	葉数	C・V	乾物重 (g/100 個体)	乾物重 /草丈 (mg/cm)	草丈 (cm)	C・V (%)	葉数 (ℓ)	C・V (%)	乾物重 (g/100 個体)	乾物重 /草丈 (mg/cm)
①	ハヤニシキ	10.2	15.2	2.3	16.3	1.35	1.32	10.7	19.5	2.6	16.0	1.71	1.60
②	フジミノリ	11.6	13.1	2.3	16.0	1.38	1.19	14.9	7.4	2.8	10.7	1.26	0.85
③	ササミノリ	10.8	9.2	2.5	13.1	1.75	1.62	10.2	11.9	2.5	15.4	1.53	1.50
④	キヨニシキ	8.8	10.9	2.3	15.2	1.25	1.42	8.3	11.3	2.3	14.9	1.25	1.51
⑤	奥羽282	12.6	16.2	2.3	10.3	1.63	1.29	11.5	11.1	2.6	13.3	1.50	1.30
⑥	ふ系103	12.2	14.0	2.3	16.0	1.58	1.30	10.9	1.3	2.6	14.5	1.53	1.40
⑦	ふ系104	10.6	11.7	2.1	6.8	1.05	0.99	11.1	9.2	2.1	8.1	1.10	0.99
⑧	び系90	11.7	12.0	2.4	15.7	1.63	1.39	10.4	14.8	2.2	11.1	1.25	1.20
⑨	び系94	9.8	11.3	2.2	11.4	1.00	1.02	10.9	10.7	2.7	14.1	1.57	1.44
⑩	奥羽290	9.6	12.0	2.2	14.0	1.28	1.33	9.8	7.3	2.6	14.9	1.74	1.78

第21-2 品種別の初期生育(2)

(1975年)

試 番	品 種 名	草 丈 (cm)	C・V	葉 数	C・V	乾 物 重 (g/100 個体)	乾物重/草丈 (mg/cm)
①	ハヤニシキ	14.2	25.6	2.3	15.4	1.50	1.06
②	フジミノリ	14.6	25.0	2.3	14.1	1.51	1.04
③	ササミノリ	10.1	32.3	2.3	20.9	1.19	1.18
④	キヨニシキ	10.7	24.8	2.4	22.1	1.38	1.29
⑤	奥羽282号	11.4	25.4	2.1	12.7	1.33	1.17
⑥	ふ系103号	13.3	29.0	2.1	7.4	1.40	1.05
⑦	ふ系104号	12.8	25.4	2.0	6.3	1.32	1.03
⑧	び系90号	12.1	21.5	2.0	11.8	1.21	1.00
⑨	び系94号	12.6	27.7	2.1	4.7	1.31	1.04
⑩	奥羽290号	10.2	30.3	2.0	12.7	1.22	1.20

(2) 初期生育

初期生育は第21表に示すように、1974年の調査では、播種後41日目の上位40個体でみると、草丈は第1条件で、奥羽282号、ふ系103号が高く、キヨニシキ、び系94号、奥羽290号が低い。第2条件では、フジミノリ、奥羽282号、ふ系104号

が高く、キヨニシキ、奥羽290号が低い。

両条件では、フジミノリ、奥羽282号、ふ系103号が高く、キヨニシキ、奥羽282号で低い。

揃い(CV)は、ふ系104号で良く、ハヤニシキでわるい。

葉数は、第1条件でササミノリ、び系90号が多

く、ふ系 104 号で少ない。第 2 条件では、フジミノリ、び系 94 号が多目で、ササミノリ、び系 90 号、ふ系 104 号が両条件とも少ない。稲体充実度（乾物重／草丈）が第 1 条件、第 2 条件で良いものは、ササミノリ、キヨニシキで、悪いものは奥羽 282 号、ふ系 103 号、ふ系 104 号となっている。

1975 年は、播種後 50 日目の調査結果であるが、草丈は、フジミノリ、ハヤニシキ、ふ系 104 号で高い。揃い（C・V）は、び系 90 号でまさり、ササミノリ、奥羽 290 号で劣る。葉数の品種間差は少ない。揃い（C・V）は、び系 94 号、ふ系 104 号、ふ系 103 号でまさる。乾物重は、フジミノリ、ハヤニシキ、ふ系 103 号で高く、充実度は、キヨニシキ、奥羽 290 号、ササミノリで高い。

以上のように、低温制御条件の乾田直播で、播種から出芽揃までの日数は、ハヤニシキ、フジミノリが短い。また、出芽の推移をみると、ハヤニシキ、奥羽 290 号で、初期の伸びが早い。出芽歩合は、フジミノリ、奥羽 290 号が高く、キヨニシキ、ハヤニシキがこれにつぐ。

初期の草丈は、フジミノリで長く、キヨニシキ、奥羽 290 号で短い。葉数は顕著な差はみられないが、ふ系 104 号で少ない。

乾物重は、フジミノリ、ハヤニシキ、び系 103 号でまさる。総じて、出葉は、ハヤニシキ、フジミノリ、奥羽 290 号でまさり、初期生育は、フジミノリ、ハヤニシキでまさる。

B、自然条件

(1) 出芽、苗立ち

第 22 表 品種別の出芽、苗立ち（自然条件）

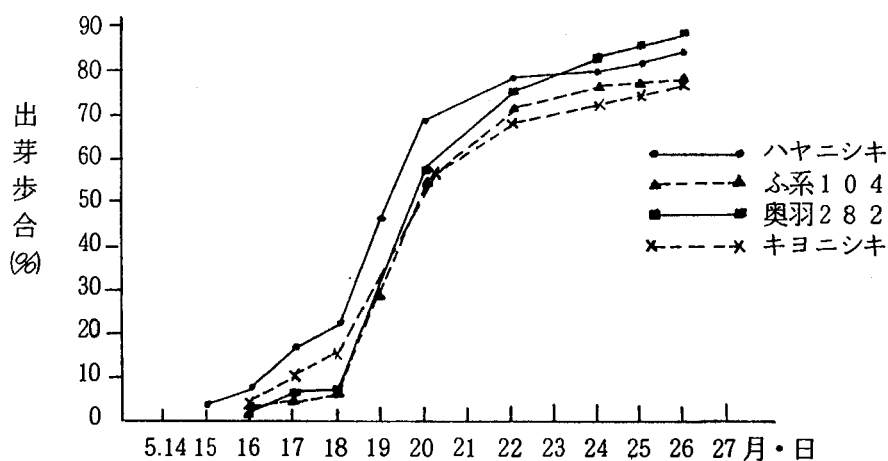
品 種 名	出芽※ 歩 合	10Kg/10a 播種量※※		出芽始 (月日)	出芽揃 (月日)	播種～ 出芽始 有効積 算温度	5 月 30 日 調 査				
		出 芽 歩 合	苗立本 数 (m)				草 丈 (cm)	C V (%)	葉 数 (本)	C V (%)	乾物重/ 草丈 (mg/cm)
ハヤニシキ	83.3	93.5	345	5. 15	5. 20	170.0	8.5	12.4	2.7	15.0	0.20
ふ系 104 号	87.5	87.5	325	16	26	185.3	8.3	24.1	2.2	10.6	0.16
奥羽 282 号	87.4	85.7	317	17	22	202.1	8.0	23.6	2.3	14.1	0.19
キヨニシキ	77.3	86.8	321	16	21	185.3	7.7	16.6	2.6	15.7	0.19

(注) ※ 30 cm 間 2 ケ所 実測値、※※ 1 m 間 3 ケ所理論値、出芽揃いは全出芽の 8 割

出芽歩合は、ハヤニシキ＞ふ系 104 号＞キヨニシキ＞奥羽 282 号、出芽の推移は、ハヤニシキでまさり、ついでキヨニシキで他は大差ない。

播種～出芽始までの日数は、ハヤニシキ＞ふ系

104 号≧キヨニシキ＞奥羽 282 号であり、総じて出芽はハヤニシキがまさり、初期生育もハヤニシキがまさり、ふ系 104 号がやや劣る他大差ない。



第39図 出芽の推移 (自然条件)

(2) 生育、出穂調査

第23表 品種別の葉数の推移 (自然条件)

品種名	月日	5. 12	6. 18	6. 25	7. 3	7. 9	7. 16	7. 24	7. 30
ハヤニシキ		4.9	5.8	6.7	8.0	8.4	9.2	10.0	10.8
ふ系 104号		4.4	5.3	6.4	7.8	8.3	8.8	9.7	10.7
奥羽 282号		4.7	5.6	6.8	8.1	8.6	9.1	10.2	11.1
キヨニシキ		4.7	5.8	6.9	8.3	8.9	9.5	10.3	11.2

第24表 品種別の草丈、茎数の推移 (自然条件)

品種名	苗立数		草 丈 (cm)							茎 数 (本/m ²)						
	本/m ²		6/10	6/18	6/25	7/3	7/11	7/17	7/24	6/10	6/18	6/25	7/3	7/11	7/17	7/24
ハヤニシキ	①	217	21.9	31.0	35.3	45.5	56.4	60.0	66.3	218	345	406	556	616	621	629
	②	327	20.0	27.6	34.0	43.4	54.7	59.4	64.6	327	385	454	543	594	596	584
ふ系 104号	③	217	18.1	26.5	30.0	38.4	45.9	50.9	56.6	218	363	461	611	642	644	609
	④	327	17.7	26.0	30.2	36.7	45.9	50.5	56.6	327	508	570	616	661	715	725
奥羽 282号	⑤	217	19.5	24.0	28.6	37.1	44.7	49.7	57.4	218	406	517	619	654	670	655
	⑥	327	19.7	23.5	27.8	36.2	44.1	48.7	55.8	327	519	606	680	755	748	724
キヨニシキ	⑦	217	18.8	24.3	28.7	40.1	49.9	54.6	63.0	218	302	413	660	746	743	713
	⑧	327	18.1	22.4	27.5	38.0	47.2	52.9	59.9	327	441	555	635	743	726	713

葉数の推移は、第23表に示すようにハヤニシキが多く、その後キヨニシキが他を越し、ついで奥羽282号>ハヤニシキ>ふ系104号の順となった。最終葉数は、ハヤニシキ、ふ系104号で11葉目、キヨニシキ、奥羽282号で12葉目が少し出ている。茎数の推移は、第24表に示すように、6月下旬まで奥羽282号>ふ系104号>キヨニシキ>ハヤニシキであったが、その後、キヨニシキが他を追い越している。最高分けつ期は、生育が透水の過多により抑制され、7月中下旬にまでもたれこんでいる。

熟期は、第25表に示すように、ハヤニシキ、ふ系104号、奥羽282号では問題はないが、キヨニシキは出穂期8月15日で、熟期的にぎりぎりの線であり、播種～出穂までの積算温度は、2,108℃と、一般的な東北地方の積算目標（中晩生2,000℃）を若干上まわっている。しかし、本年の気温が平年対比でほぼ100であり、平年以下の気象条件の場合は、出穂の遅れを招きやすいので、当地域での4月30日播種は作期の安全性に問題がのこる。

第25表 品種別の出穂・成熟期調査（自然条件）

品 種 名	試 番	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	成 熟 期			有効茎 歩 合 (%)	倒 伏	播種～出 穂積算温 度 (°C)	出芽始～ 出穂積算 温度 (°C)
				稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (m ² 当本)				
ハヤニシキ	①	8. 8	9. 20	80.5	17.2	465	74	0	1,945	1,744
	②			78.9	17.2	477	80	0	(101)	(101)
ふ系104	③	12	28	74.3	17.5	443	69	0	2,042	1,826
	④			73.5	16.5	513	71	0	(101)	(101)
奥羽282	⑤	12	28	66.2	18.8	508	76	0	2,042	1,842
	⑥			64.7	18.6	527	70	0	(101)	(103)
キヨニシキ	⑦	15	10. 8	77.8	17.6	465	62	ナビク	2,108	1,905
	⑧			75.8	16.8	477	64	〃	(100)	(101)

(注) () 内は平年対比

(3) 収量調査

収量は、第40図に示すように、入水後の透水過剰のため、栄養生長期間の生育がかなり抑制を受け穂数減を招き、ひいてはm²当り穂数の不足により50kg/a台に終わった。

品種間では、ふ系104号>ハヤニシキ>奥羽282号≒キヨニシキで、ふ系104号の穂数が他と比しやや良かったことと、登熟要因の向上によりやや

増収した。キヨニシキは未熟粒の割合が、12.1%と高く登熟要因がおち減収した。

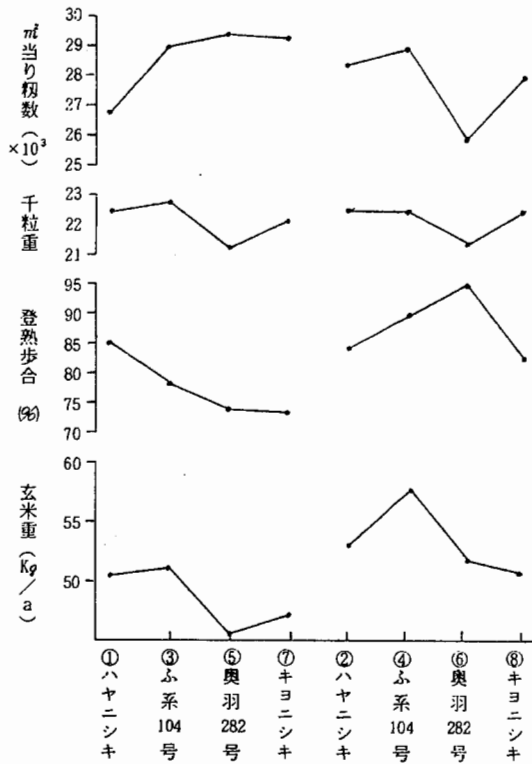
なお、ふ系104号はアキヒカリ（1976年）、奥羽282号はハヤヒカリ（1976年）として奨励品種に登録された。

2) 有機物施用と出芽初期生育の安定

試験目的

乾直基盤の地力増強物材としての有機物施用、

とくに新鮮緑葉有機物の施用が乾直水稻の出芽に及ぼす影響を検討し、乾直水稻の出芽と、その初期生育の安定をはかる方策を知ろうとする。



第40図 品種別の収量および収量構成要素

試験方法

- 1) 供試圃場 人工有底圃場 各区0.1a. 鉄枠試験 (1 m × 1 m × 0.3 m)
- 2) 供試条件

区名	(kg/a)	鋤込み				
		生わら	60	60	60	60
	イタリアン	0	100	200	200	400
	播種前日数	-10日	-10日	-10日	-5日	-10日
A 薬 種 別	無処理	0			№ 3	
	ダイアジノン粉剤	0.6			11	
	イソキサチオン "	0.6			22	
	C V P "	0.6			23	
	CVP・EPBP "	0.6			24	
	EPBP・ダイアジノン "	0.6			25	
	C Y P "	0.6			26	
	E C P "	0.6			27	
B 薬 量 別	無処理	0	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	ダイアジノン粉剤	0.3		6	7	8
	ダイアジノン "	0.6		10	11	12
	ダイアジノン "	0.9		14	15	16
	ダイアジノン "	1.2		18	19	20
						21

註：生わら、イタリアンライグラスは搬入春鋤込み (12cm深) とする。

註：薬剤は有機物鋤込み時、土壌全面混和処理とする。

註：1区2ヶ所 33.3cm間に40粒播種して出芽苗立ちを調査する。

3) 供試品種 ハヤニシキ 鳩胸程度催芽粒 播種法 全耕(12cm) 条間30の条播

4) 耕種概要 播種期 5月7日
 播種量 1.0 Kg/a
 施肥量 (kg/a)

N				P ₂ O ₅	K ₂ O	珪カル	有機物
基肥	追肥		計				
	入水時	幼形期					
0.8	0.4	0.2	1.4	0.8	0.8	15.0	条件別

註：供試肥料 dd入りGUP入り 乾直用BB肥料
 湛水切換え 6月1日
 収穫期 9月30日

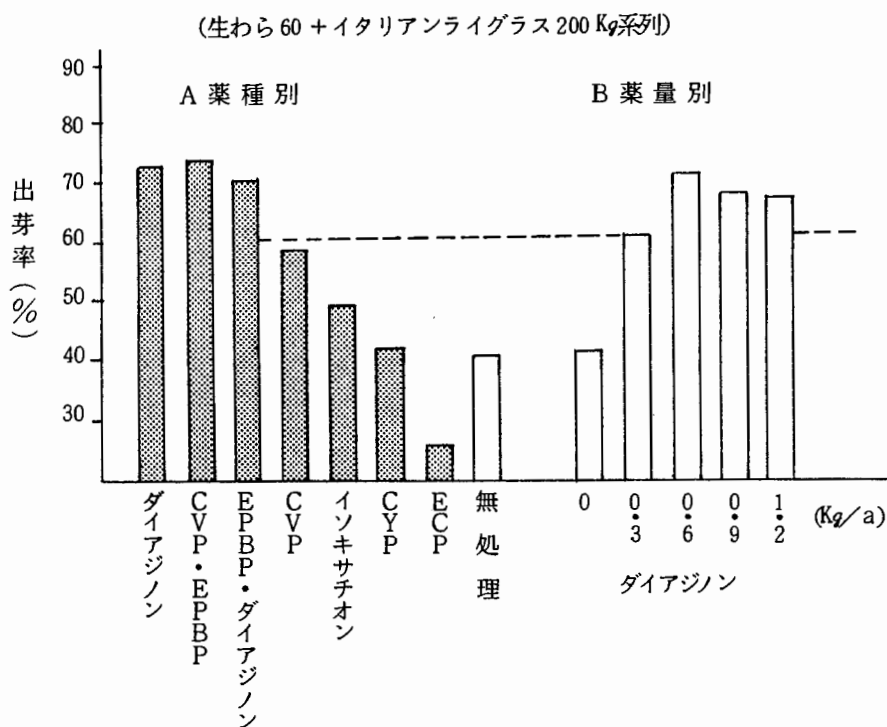
試験結果

新鮮緑葉有機物のイタリアンライグラス鋤込みによる地力増強を期した乾田直播においては、出芽苗立ち以後の有機物分解による地力窒素の放出の効果を期しうるが、その分解の際種々の分解ガス(炭酸ガス、有機ガス等)を発生し、雑菌(ピシウム菌等)、食害害虫(タネバエ幼虫)の繁殖をも促し、乾直種子の出芽に障害を来す

作用もあるので、乾直水稻の出芽の安定化には細心の対策が必要となる。

そのうち、とくにタネバエが多発して播種種粒を食害し、出芽率が極端に低下するので、これの防除方法について、種々の薬剤および薬量について検討を加えた。

その結果、タネバエを防除し、乾直水稻の出芽率を向上しうる方策が見出された。



第41図 タネバエ防除薬剤処理による出芽率の向上

- (1) 防除薬剤については、第41図に示すように、ダイアジノン、CVP-EPBP、EPBP・ダイアジノンの処理区が80%以上の出芽率を示し、効果が明らかに認められた。次いで、CVPがやや効果があり、イソキサチオンは効果が判然とせず、CYP、ECPはほとんど効果が認められなかった。
- (2) 防除薬剤の薬量を有機物の鋤込み量と段階別に組み合わせて、その適量を検索した結果、無処理ではイタリアンライグラス 200 Kg/a以上の鋤込みにおいて50%程度の出芽率であるのに対し、ダイアジノン 0.3 Kg/aの処理により70%程度と出芽率が向上し、同じく 0.6 Kg/aの処理では80%前後の出芽率が確保されることが示された。
- (3) 出芽苗立ちが確保された後は、新鮮緑葉有機物の鋤込み量が多いほど生育量が大となり、多収を示す傾向が認められた。
- (4) これらのことから、新鮮緑葉有機物多施用の条件下においても、容易確実な方法として、ダイアジノン粉剤 0.5~0.6 Kg/aの土壤全面混和処

- 理により乾直水稻の出芽率の確保ができることが明らかになった。
- (5) 同様の効果はCVP-EPBP、EPBP・ダイアジノンの粉剤によってもえられる。
- (6) 施用時期は新鮮緑葉有機物の鋤込みと同時に施用することが必要である。なお、播種後の地表撒布では効果が著しく劣り実用性がなかった。
- (7) とくに新鮮緑葉有機物分解の際に、炭酸ガス、酸、酪酸等の揮発性有機酸ガスが大量に発生し乾直水稻の出芽を遅延、阻害するので、播種5日以上前に鋤込み、薬剤同時処理することが必要である。

3) 作期の可動範囲と収量性との関連

試験目的

品種の特性を把握しながら、作期拡大のための可動範囲を検知し、乾田直播技術確立の資とする。

試験方法

(1) 供試条件

年 度	品 種 \ 播種期	4月15日	4月30日	5月15日	5月30日
1974	ハヤニシキ	○	○	○	
	アキヒカリ	○	○	○	
1975	ハヤニシキ	○	○	○	
	アキヒカリ	○	○	○	
	フジミノリ	○	○	○	
	ササミノリ	○	○	○	
	キヨニシキ	○	○	○	
1976	ハヤニシキ		○	○	○
	フジミノリ		○	○	○
	ササミノリ		○	○	○

- (2) 供試圃場 人工圃場(無底)
- (3) 播種法 全耕(12cm)、条間20cm条播
- (4) 播種量 1.2 Kg/a (播種前VC粉剤粉衣)
- (5) 施肥量 (Kg/a)
 N : 0.6 (基肥) + 0.4 (入水時) + 0.3 (-40) + 0.2 (-25) + 0.2 (-15)、
 P₂O₅ : 1.2 K₂O : 1.0 珪カル : 1.5
 生わら : 60

注) 1975、1976年は基肥0.8、1976年の-15日追肥はおこなっていない。

試験結果

第26表に1974年、1975年における出芽歩合を示す。出芽歩合は、可動範囲の早期限界との関係が深く、とくに4月15日播種区(以後4/15播と略記する)が問題となる。4/15播は、4/30播、5/15播に比較して、1974年のフジミノリを除き、明らかに出芽歩合の低下がみられ、最も低下した1974年のアキヒカリで、4/30播と比較して15%減であり、総じて10%前後の低下となっている。

1975年での分散分析の結果からも、4/15播と4/30播、4/15播と5/15播とで、5%水準で有意差があり、品種間では、フジミノリとアキヒカリ、フジミノリとササミノリとで、5%水準で有意な差が認められる。

第42図に、ハヤニシキ(1974)の播種期別の出芽の推移を示した。播種～出芽始めまでの日数は、4/15播で22日を要し、4/30播では16日と一週間程度の差が認められる。その後の出

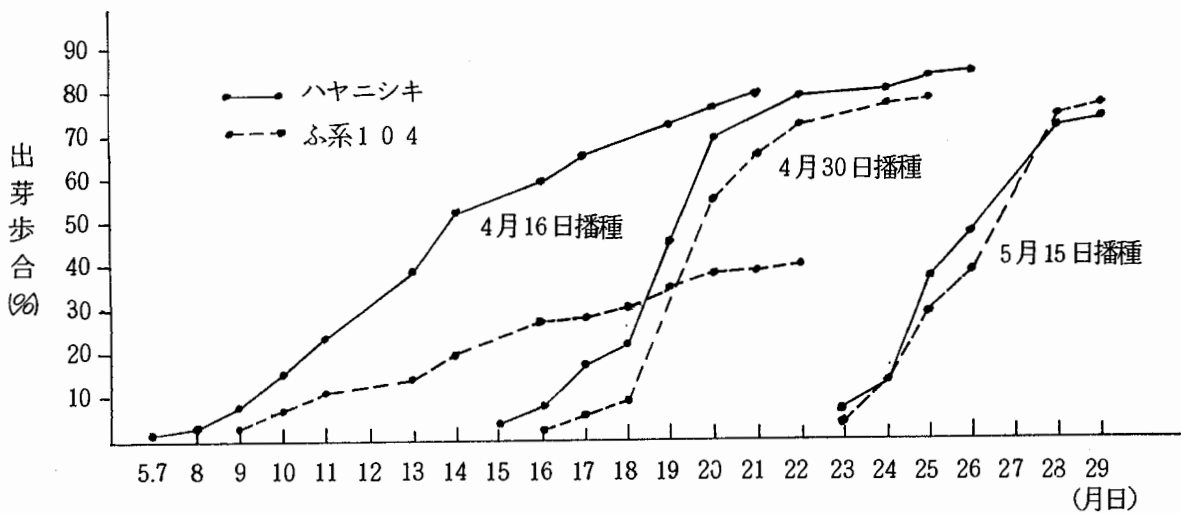
芽歩合の伸びは、図のように4/15播では、緩慢であり、出芽揃いまで10日間を要するが、4/30播では5日間で揃いとなっており、初期生育の揃いも違っている。

以上から、4/15播の出芽は不安定であることが知られる。しかし、2ヶ年とも、いずれの品種も60%以上の出芽歩合を得ており、出芽の低下をある程度予測して対応することにより、作期拡大の可能性はあると考えられる。

第26表 出芽歩合

年 度	品種 \ 播種期	4月15日	4月30日	5月15日
1974	ハヤニシキ	80.4%	93.5%	90.6%
	アキヒカリ	62.8	87.8	80.9
1975	ハヤニシキ	78.7	82.7	81.2
	アキヒカリ	73.9	84.5	83.6
	フジミノリ	87.3	86.4	86.4
	ササミノリ	71.7	79.1	77.3
	キヨニシキ	76.1	83.6	90.0

(注) 1m³カ所の理論値



第42図 出芽歩合

つぎに、その後の茎数の推移を、第43図によりハヤニシキ(1974)について述べる。6月10日に茎数を一定にして、その後の推移を追ったものである。7月始めから5/15播>4/30播>4/15播で推移しており、最高分けつ期は、播種時期別

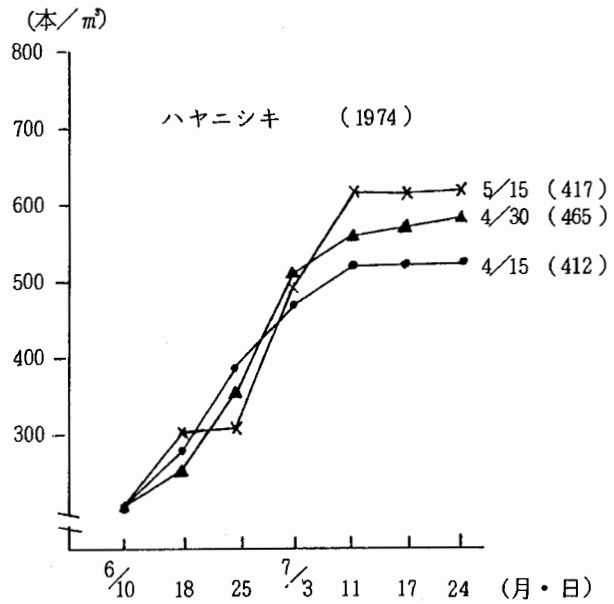
による差はない。有効茎歩合は、5/15播で63%と低く、4/30播で74%、4/15播で80%となり、最終的に穂数は、4/30播が多く、4/15播、

5/15播ではほぼ同程度となっている。他の年次、品種とも同傾向を示すが、最終穂数は、5/15播

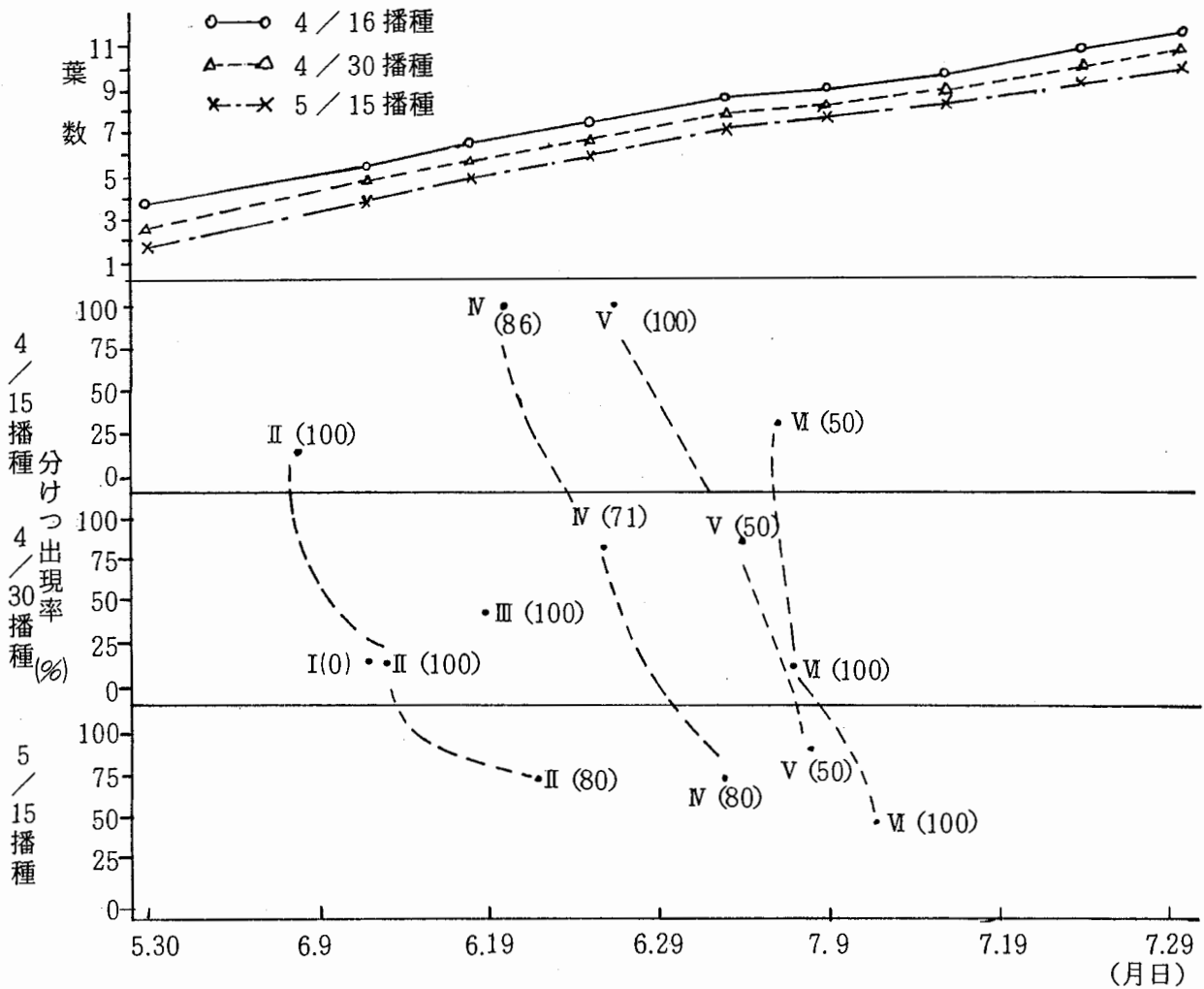
でフレが大きく、5/15播 > 4/15播の傾向がある。

前述の茎数の推移に対応した分けつ調査を第44図に示す。4/15播では、4・5号分けつの出現率、有効化率とも高く、これらの分けつに依存している面が多い。

4/30播においても、4・5号分けつに依存している面が多いが、2・3・6号分けつも認められ、特定の分けつに依存する割合が4/15播に比較して少ない。5/15播では、2・4・5・6号分けつとも出現率が高く、総体的に分けつ数がとりやすい形となる。



第43図 茎数の推移
注 () 内は m^2 当り穂数



第44図 分けつ調査

第27表 水稻根の活力調査

(1975年)

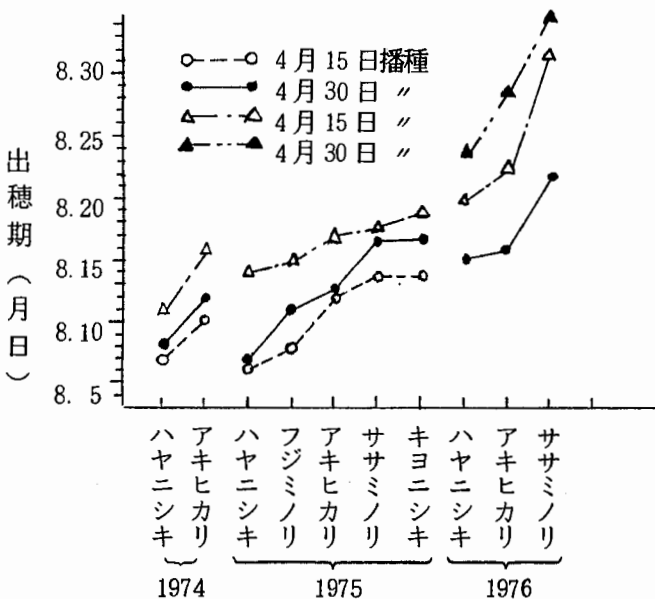
区名	試番	層位(cm)	根重 (g/m ²)		α NA 酸化力			
			生重	乾重	生重1gあたり	同左比	生重m ² あたり	同左比
					(μg/hr/g)	(%)	(mg/hr/m ²)	(%)
4月15日播種	①	1層(0~8)	446.7	52.0	83	100	37.08	100
		2層(8~15)	42.8	2.9	91	100	3.89	100
		計	489.5	54.9			40.97	
4月30日播種	②	1層(0~8)	452.2	49.3	72	87	32.56	88
		2層(8~15)	53.9	5.4	75	82	4.04	104
		計	506.1	54.7			36.60	
5月15日播種	⑪	1層(0~8)	391.7	41.1	72	87	28.20	76
		2層(8~15)	50.0	3.1	71	78	3.55	91
		計	441.7	44.2			31.75	
5月28日播種	⑯	1層(0~8)	360.0	39.2	74	89	26.60	72
		2層(8~15)	63.6	6.2	79	87	5.50	142
		計	423.6	45.4			32.10	

注) 1. 品種はハヤニシキ
2. 根採取面積 60 × 30 cm (0.18 m²) 表層下15 cmまで

根の活力調査において、根重は播種時期の早い区程、多い傾向を示し、1層でも同傾向であった。2層では播種時期の遅い区が多い傾向を示す。α-N A酸化力は、生重総体では、根重と同傾向であるが、生重1gあたりでは、4/15播種がやや高い。

平均気温積算値を800℃とした時の出穂期は、当地域で、8月15日であり、この時期を安全出穂限界の一応の目安とする。

1974年は、4/15播、4/30播とも、ハヤニシキ、アキヒカリでは、作期的に安定しているが、5/15播のアキヒカリで出穂期が8月16日と遅く、1974年の播種～出穂期の積算気温の平年比が100であることを考え合わせると、無理が多い。1975年では、5品種を用い検討している。4/15播、4/30播とも、ハヤニシキ、フジミノリ、アキヒカリでは作期的に安定している。4/15播のササミノリ、キヨニシキでは、やや不安定となり、4/30播のササミノリ、キヨニシキでは、出穂期も8月17日より不安定となる。1976年は、冷害年で出穂も大幅に遅れたが、4/30播のハヤニシキで8月15日、フジミノリで8月16日と不良年でも比較的安定している。5/15播のハヤニシキの出穂期は、8月20日と不安定になり、他の品位は、8月20日以後の出穂となっている。出穂後の気象の経過も悪く、出穂後40日間の積算温度800℃を越すケースはないが、4/30播のハヤニシキ、フジミノリは800℃に近い値となっている。



第45図 出穂期比較

第45図に出穂期を示す。出穂後40日間の平年の

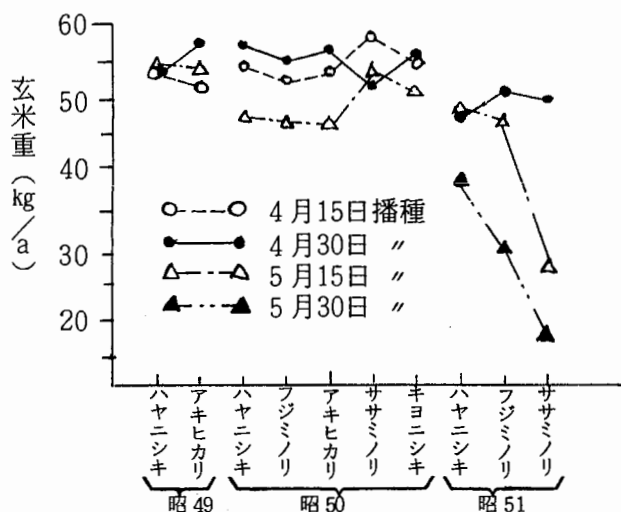
播種～出穂期積算温度、および登熟積算温度でみ

ると、第28表のようになる。

第28表 品種毎の熟期的な可能性

	4/15	4/30	5/15	5/28
ハヤニシキ	○	○	○	△
ふ系104	○	○	△×	—
フジミノリ	○	○	△×	△×
ササミノリ	△	×	×	—
キヨニシキ	△	×	×	—

○ 安定 △ やや不安定 × 不安定

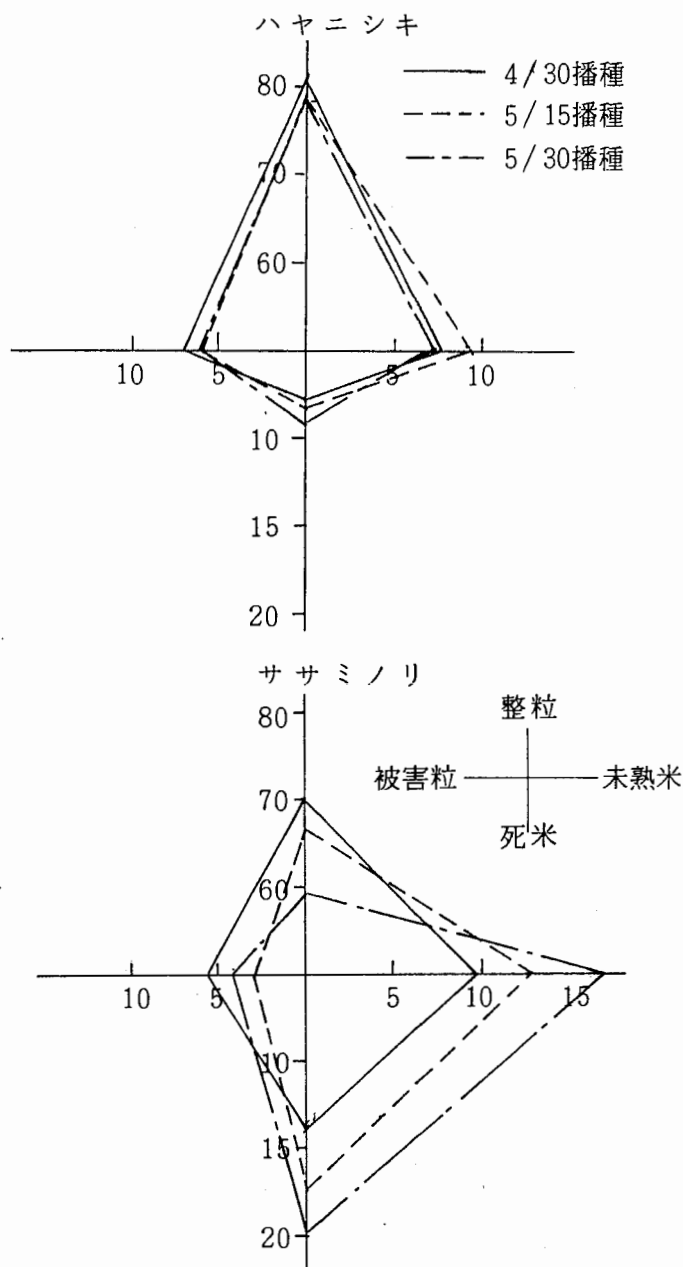


第46図 玄米重比較

第46図に玄米重を示す。1974年は、ハヤニシキでは播種時期による差は判然とせず、アキヒカリでは、4/30播で優る。1975年は、ササミノリを除き、品種とも、4/30播>4/15播>5/15播の傾向を有し、とくに、4/30播と5/15播、4/15播と5/15播では5%水準で有意差認められる。

1976年では、全体的に低レベルであるが、その中で、とくに落ち込みが大きく、収量的に無理であると思われる区は、5/15播ササミノリ、5/30播はいずれの品種も無理が多い。

品質調査は播種時期別、品種別の差の顕著である1976度に例をとると整粒歩合は、播種時期別では、4/30播>5/15>5/30であった。



第47図 品質調査(粒数歩合)(1976年度)

品種別ではハヤニシキ>ササミノリで、ハヤニシキは播種期が遅れてもほとんど低下しない。ササミノリは4/30播でまさるが、フジミノリの5/15播と同程度となる。未熟粒、死米も整粒歩合と表現は逆になるが、同傾向を示している。被害粒は、4/30播がやや多い。他の年次も、程度の差こそあれ同じ傾向をとる。

4. まとめ

以上のように、4月15日播種区は、出芽歩合が、他の播種時期より10%前後劣り、初期生育はやゝ

不安定となる。収量は、4月30日播種区を比較してやゝ劣るが、5月15日播種区に比較してやゝまさる傾向がある。

4月30日播種区は、初期生育も安定し、作期的にも、ハヤニシキ、フジミノリクラスの熟期では問題がなく、収量も安定しているが、ササミノリ、キヨニシキクラスの熟期では、作期的に不安定である。

5月15日播種区は、ハヤニシキで、安全出穂期以内の出穂であるが、変動が大きく、フジミノリでは作期的にやゝ問題がある。

2. 機械化による生産向上技術の改善

(1) 機械作業の稼動範囲の拡大

試験目的

寒冷地の乾田直播栽培は作期幅がせまく、かつ降雨は機械作業の稼動期間を制約し、とくに播種作業への影響が大きい。このため耕起法の相違による降雨対応と作業可能範囲を検知しようとする。

試験方法

(1) 供試ほ場 岩手農試県南分場 整備水田ほ場

(2) 供試機械

① 不耕起播区 15PSトラクター、不耕起用シードドリル(4条、日の本)

② 全層耕起播区 20PSトラクター、ロータリー、K型ローラ、シードドリル(7条、スター)

(3) 供試条件

判定基準 耕起法	円錐貫入抵抗 (kg/cm^2)				コンシステンシー指数			
	< 2.0	2.0	3.0	4.0	< 0.2	0.2	0.3	0.4
不耕起播	○	○	○	○				
全層耕起法					○	○	○	○

(4) 作業時期

1974年 5月7日～5月10日

1975年 不耕起播 7月15日～7月21日

全層耕起播 9月11日～9月25日

(5) 供試品種 1974年ハヤニシキ

1975年フジミノリ

試験結果

1. 初年度(1974年)の結果

第29表 作業時の土壌条件(1974年)

不耕起区					全層耕起区						
No.	土壌		円錐貫入抵抗 (kg/cm^2)			No.	土壌		円錐貫入抵抗 (kg/cm^2)		
	P	F 水分	0 cm	5 cm	10 cm		P	F 水分	0 cm	5 cm	10 cm
1		1.80	3.2	5.5	6.6	4		1.20	1.6	2.5	2.9
2		1.97	4.6	6.5	7.2	5		1.88	1.3	1.7	2.4
3		2.61	5.8	8.4	9.8	6		2.30	1.1	1.9	2.8

第30表 不耕起播区の作業精度(1)(1974年)

No.	区別	作業速度 (m/s)	スリップ率(%)		播溝耕深 (cm)	播種溝碎土率(%)				
			トラクター	播種機		30mm以上	30~20	20~13	13mm以下	20mm以下
1	1速区	0.22	5.4	2.1	7.6	11.9	24.4	16.5	47.2	63.7
	2速区	0.30	-	-	-	25.5	19.6	16.9	38.0	54.9
2	1速区	0.25	4.0	1.4	6.6	8.3	19.5	16.9	55.3	72.2
	2速区	0.34	4.0	0.0	5.9	18.7	23.8	17.8	39.6	84.9
3	1速区	0.25	2.5	19.0	4.7	8.0	12.1	16.6	68.3	84.9
	2速区	0.35	2.2	12.0	5.7	2.1	16.0	19.4	62.5	81.9

第31表 不耕起播区の作業精度(2) (1974年)

No.	区 別	覆 土 深 (cm)	m ² 当り 播種数 (粒)	苗 立 歩 合 (%)	稲の生育 (6/10)		
					草丈 (cm)	葉数 (葉)	茎葉乾重 (g/100)
1	1 速区	2.7	310	88	13.9	3.2	2.76
	2 速区	3.0	337	81	13.7	3.1	2.37
2	1 速区	3.2	358	82	15.1	3.3	3.23
	2 速区	3.1	350	75	13.9	3.2	2.67
3	1 速区	2.4	294	97	16.4	3.3	3.53
	2 速区	2.2	317	92	14.9	3.4	2.98

第32表 全層耕起播区の作業精度 (1974年)

No.	作 業 速 度 (m/s)	車輪沈下量(cm)		スリップ率(%)		播種深 (cm)	施肥深 (cm)	m ² 当り 播種数 (粒)	苗立 歩合 (%)	稲の生育 (6/10)		
		トラク ター	ラグ型	トラク ター	播種機					草丈 (cm)	葉数 (葉)	茎葉乾重 (g/100)
4	0.49	2.5	3.0	15.4	0.0	2.8	3.5	287	86	18.1	3.7	4.41
5	0.49	0.0	2.9	11.4	0.0	2.6	2.8	310	90	18.8	3.6	4.61
6	0.48	0.0	2.4	9.8	0.0	2.3	3.1	314	95	18.3	3.7	4.57

第33表 耕起法と土壤水分 (PF) の推移 (1974年)

月 日	不 耕 起 区			全 層 耕 起 区			備 考
	7 時	12 時	17 時	7 時	12 時	17 時	
5.18	—	—	1.30	—	—	1.85	5時まで入水
19	1.50	2.17	—	1.28	1.62	—	
20	2.44	2.69	2.64	1.56	1.66	1.85	夜間雨 5.5 mm
21	1.50	2.17	2.56	1.20	1.35	1.70	
22	2.54	2.75	2.88	1.92	2.01	2.22	
23	2.76	2.86	2.9~	2.27	2.41	2.71	5/26~27 雨 25.8 mm
28	1.80	1.97	2.84	1.45	1.56	2.20	

初年度 (1974年) は第29表~第33表に示すように、

(1) 不耕起播種の播き溝の碎土率は、土壤水分が高くなると低下し、PF 2.6あたりで碎土率が高く、PF 1.8あたりではかなり低下する。また、同一水分では走行速度が速いと播き溝の碎土率が低下する。

(2) 全層耕起播においては、PF 1.9あたりで播種作業に支障がなく、作業精度も良好であるが、PF 1.2あたりになると覆土が不完全で土壤のねり返しもみられるので、作業限界水分とみられる。

(3) 不耕起播と全層耕起播では、降雨後の土壤

の乾き方が異なり、不耕起区は耕起区より乾きやすいので、降雨による播種作業への制約は不耕起播で小さいものとみられる。

(4) 不耕起播における稲の初期生育は、土壤水分が低く堆移し、播き溝の土塊が大きいことなどによって、全層耕起播にくらべておくれる。

2) 2年度 (1975年) の結果

前年に得られた結果をさらに細かく検討しながら追試した結果は、第34表~第35表および第48図~第49図に示すようにした。

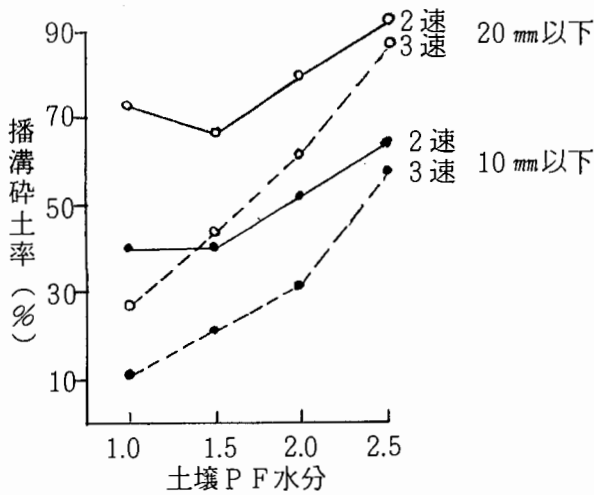
(1) 不耕起播

第34表 作業時の土壌条件 (1975年)

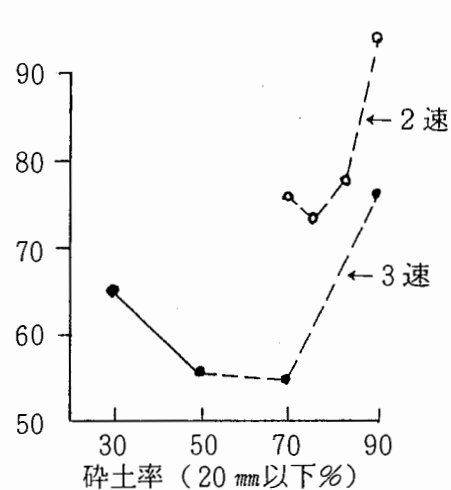
No.	PF水分		含水比 0~5cm	円錐貫入抵抗 (kg/cm ²)								
	5cm	15cm		0cm	5	10	15	20	25	30	0~10	0~15
1	1.20	<1.2	41.9	1.0	1.7	4.1	8.1	6.5	5.7	5.1	2.3	3.7
2	1.50	1.20	43.1	1.0	1.4	5.2	8.2	6.3	5.8	5.2	2.5	4.0
3	1.87	1.60	40.3	5.0	5.3	7.6	11.9	8.8	7.8	6.4	6.0	7.5
4	2.42	2.39	35.1	5.1	9.4	11.4	15.1	12.8	11.5	10.0	8.6	10.3

第35表 播種作業精度 (1975年)

No.	区別	作業速度 m/s	トラクター		播溝耕深	播溝碎土率 (%)					播種深 cm	播量 (粒/m ²)	出芽歩合	茎葉乾重 (g/100)
			スリップ率(%)	後輪沈下深		10以下	20~10	30~20	30以上	20以下				
1	2速	0.36	1.9	2.9	7.1	43.8	31.1	13.9	11.6	74.4	2.6	373	73.6	1.77
	3速	0.81	-	"	5.9	13.4	14.8	25.1	46.7	28.2	2.3	312	65.7	1.84
2	2速	0.32	3.3	3.0	7.5	42.9	26.4	15.4	15.3	69.3	3.0	376	75.8	1.58
	3速	0.76	-	"	6.1	23.1	22.4	21.2	33.2	45.5	2.9	243	56.9	1.18
3	2速	0.38	-	1.2	6.3	54.0	28.1	14.7	3.2	82.1	2.8	366	78.7	1.38
	3速	0.85	-	"	5.9	33.7	28.7	13.7	23.8	62.4	2.6	257	54.8	1.12
4	2速	0.36	4.5	0.9	6.4	65.8	27.0	6.5	0.7	92.8	2.7	398	94.2	1.93
	3速	0.33	-	"	5.2	60.4	27.8	8.5	3.3	88.2	1.9	317	77.5	1.54



第48図 土壌水分と碎土率



第49図 碎土率と出芽率

不耕起機械播種作業は、円錐貫入抵抗が0~10cm層で2.3 kg/cm² (0~15cmで3.7 kg/cm²) でもトラクター後車輪沈下量は3cm程度で、スリップ率も低く、播種作業は容易であり、不耕起播の機械作業可能限界地耐力は、円錐貫入抵抗が0~10cm層で2.3 kg/cm²以下のところにあるとみられる。

播種作業精度は第35表に示すとおりであるが、出芽に影響の大きい播き溝の碎土率は作業時の水田土壌水分が高いほど低下し、また土壌水分が同

じでも作業機の走行速度が早いと低下する。また、播き溝の碎土率(20mm以下の土塊重比)と出芽率の関係は、碎土率70~80%で出芽率70%台であるが、碎土率45~60%では50%台に低下する。

これらのことから本試験に供試した播種機においては、土壌水分PF 2.4以上の段階では0.8 m/s (3速) 前後の作業速度でさしつかえないとみられるが、PF 1.9以下では0.35 m/s (2速) 前後に低下させる要があると考えられる。

(2) 全層耕起播

第36表 播種時の土壌条件 (1975年)

No.	コンシス テンシー 指 数	含水比 (%)		土壌三相分布			P F 水分		碎土率 (%)	
		0~ 5 cm	5~ 10cm	固相率	液相率	気相率	5 cm	15 cm	10mm以下	20mm以下
1	0.49	41.5	44.2	43.8	46.4	9.8	1.55	1.35	67.4	88.3
2	0.52	41.4	41.9	45.9	46.9	7.2	1.50	1.45	67.4	88.3
3	0.55	41.7	39.3	40.9	41.6	17.2	1.70	1.62	70.0	89.8
4	0.57	39.2	40.8	45.5	45.0	9.5	1.78	1.65	68.5	88.7
5	0.59	38.8	39.8	45.0	44.2	10.8	1.69	1.49	68.5	88.7
6	0.66	36.9	36.6	41.9	38.4	19.2	1.90	1.80	66.4	88.7
7	0.67	38.8	34.8	45.0	42.0	13.0	2.23	2.12	66.4	88.8

第37表 円錐貫入抵抗 (kg/cm^2) (1975年)

No.	0 cm	5	10	15	20	25	30	0~10	0~15	備 考
1	1.4	1.4	1.7	11.6	11.1	9.7	9.6	1.5	4.0	* ローラー填圧は2回
2	1.5	1.6	1.4	10.9	11.4	10.0	9.6	1.5	3.9	填圧時の土壌は非常
3	1.8	2.0	1.9	14.3	10.7	10.3	9.3	1.9	5.0	に乾燥していた。
4	2.0	1.9	1.7	12.1	15.0	11.3	10.4	1.9	4.4	* 整地填圧後いったん
5	1.7	2.0	1.9	14.6	11.9	10.6	10.6	1.9	5.1	湛水した。
6	2.9	3.6	3.3	14.2	15.5	12.3	10.6	3.3	6.0	
7	4.5	4.9	4.2	17.9	17.3	14.9	11.7	4.5	7.9	

第38表 播種作業精度 (1975年)

No.	作業速度 (m/s)	トラクター		播種粒 数/ m^2	播種深 (cm)		出芽歩合(%)
		スリップ率 (%)	後輪沈下		全粒	出芽粒	
1	0.15	43.1	14~15	353	4.0	2.9	76.8
2	0.22	20.2	8~9	323	2.7	1.9	89.2
3	0.20	23.2	7~8	370	2.2	1.7	95.9
4	0.28	8.1	5~6	327	2.2	1.8	96.9
5	0.21	24.9	11~12	370	3.1	2.4	89.1
6	0.31	8.1	5~6	357	2.4	1.7	93.0
7	0.23	3.4	2~3	337	2.4	1.7	81.2

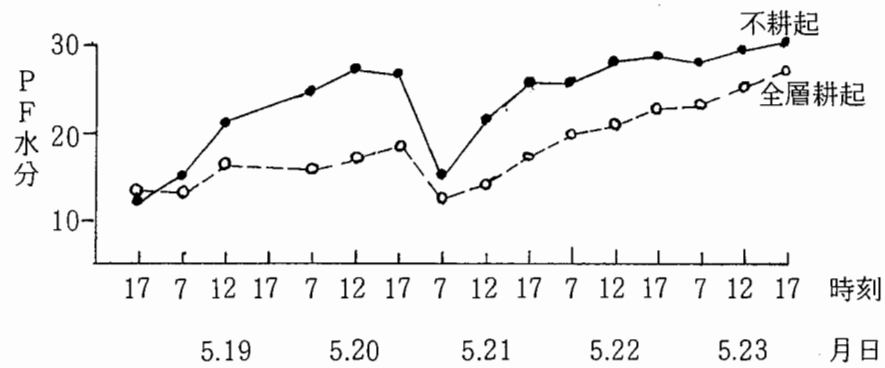
全層耕起播における播種作業精度は第38表に示すとおりであるが、播種作業時のコンシステンシー指数0.49では、トラクター沈下量は14~15cmにおよび、走行部のスリップ率は43%にも達し、また土壌のねり返しもあって播種が深くなり出芽率が低下して播種作業は困難な状態であった。

コンシステンシー指数0.52~0.59範囲では、

走行部のスリップ率は20~25%であったが比較的播種精度高く、播種作業可能範囲とみられた。なお、コンシステンシー指数0.60付近では走行部沈下およびスリップも少なく、播種作業は容易であった。

(3) 耕起法別の比較

不耕起播と全層耕起播における播種作業の難易と土壤水分の関係をみると、耕起ほ場ではPF1.5で播種作業困難であるが、不耕起ほ場では地耐力が高いためPF1.2でも播種作業が容易で、作業可能限界はこれ以下のところにあり、また、第50図に示すように不耕起ほ場



第50図 耕起法と土壤水分の推移 (1974年)

にくらべて乾きやすいこともあって降雨対応性はかなり大きいとみられる。

2) 施肥の合理化による生産力向上

試験目的

寒冷地乾田直播水稻の好適な窒素栄養条件を解明するとともに、省力機械化に適した肥料形態および施肥法を知ろうとする。

試験方法

- (1) 供試品種 ハヤニシキ
- (2) 播種量 0.8~1.0 kg/a 畦間30cm条播
- (3) 播種期 4月25~30日
- (4) 収穫期 9月26日~10月5日
- (5) 供試肥料および施肥量

① 乾直水稻に対する合理的窒素施肥法

a 基肥の全層施肥と条施肥との比較

区名	年次	供試肥料の形態	施肥量 (kg/a)			
			基肥	入水時	分けつ	幼形
GUPB・B	1974.75	GUP20%入りBB肥料 (10-10-10)	0.4~1.2	0.4	0.3	0.2
硝抑緩効A	1975~	ASU0.5%GUP20% (15-15-15)	1.5	-	-	"
		ASU0.5%GUP50% (15-15-15)	"	-	-	"
コーティングA	1976	B80U100s (13-13-13)	"	-	-	"
		B80U140s (13-13-13)	"	-	-	"

注) 基肥: P₂O₅ K₂Oは1.5 kg/a (補正、過石、塩加)
追肥: 入水時、分けつ期は硫安、幼形期はNK化成

b 窒素追肥法し検討

* 供試肥料 GUP20%入りBB肥料 (10-10-10)

* 施肥時期および量については該当図表毎に付記

② 乾直水稻に対する好適肥料形態

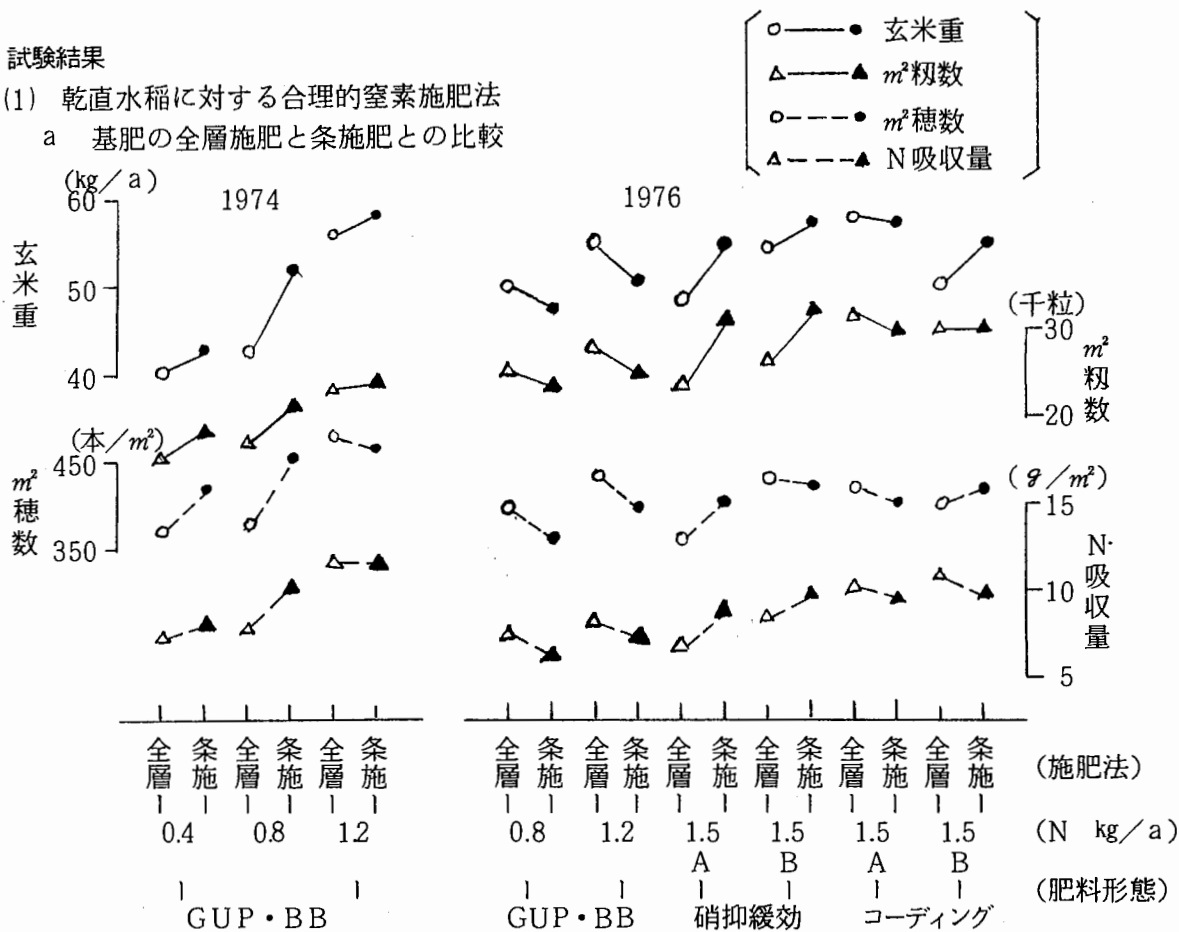
区名	N施肥量 (kg/a)				試験年次	哉肥肥料
	基肥	入水時	分けつ	幼形		
1. GUP20%BB (10-10-10)	0.8	0.4	0.3	0.2	49-52	入水時 } 硫安 分けつ期
2. ASU0.5%GUP20% (15-15-15)	1.5	-	-	0.2	49-52	
3. 尿素コーティング緩効化 (UF100N43%)	1.5	-	-	0.2	50-52	幼形期 NK化成

注) 基肥P₂O₅ K₂O 1.5 kg/a (補正、過石、塩加)

試験結果

(1) 乾直水稻に対する合理的窒素施肥法

a 基肥の全層施肥と条施肥との比較



第51図 基肥の全層施肥と条施肥との比較

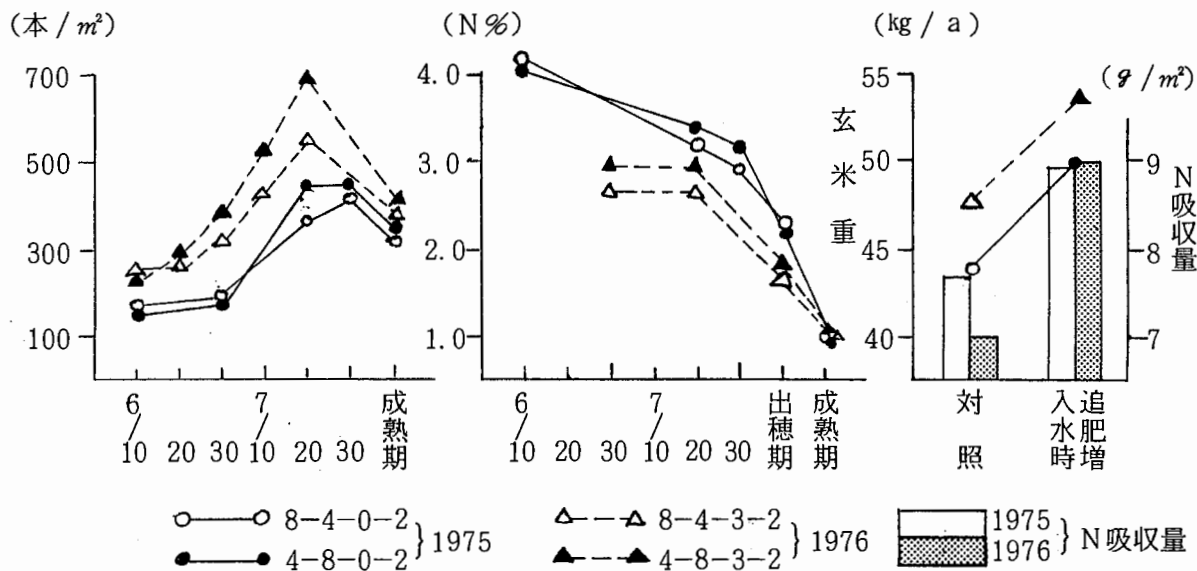
第51図に基肥の全層施肥と条施肥との比較試験結果を示す。

1974年の結果では、基肥窒素0.8 kg/a以下では条施肥が全層施肥にまさるが1.2 kg/aではその差が小さくなった。一方1976年結果では0.8 kg/aでも全層施肥がまさる傾向を示した。またコーティングAのように緩効性肥料も全層施肥が

条施肥にやゝまさる結果を示した。このように、基肥量の少ない場合には条施肥が有利であるが、基肥量の多い場合や好適な緩効性肥料を用いた場合には必ずしも全層施肥が不利でないことが明らかとなった。

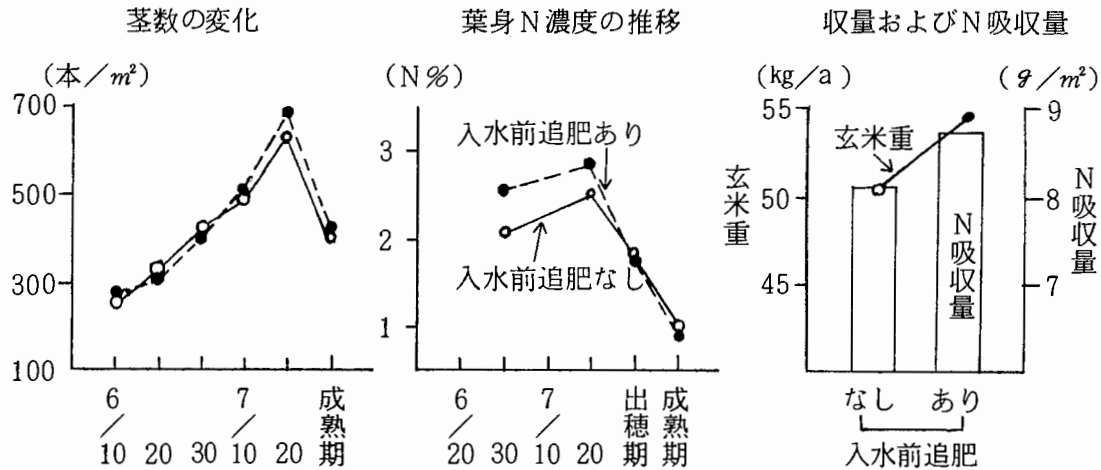
b 窒素追肥法の検討

入水時追肥量に関する試験結果を第52図に示す。



第52図 入水時の追肥量の比較

基肥量を減じた場合でも入水時の追肥量を増加 因が向上して増収した。
 することによって稲体窒素濃度が高まり、粒数要



施肥量 (kg/a)	(基)	(入水前)	(入水時)	(分けつ)	(幼形)
入水前追肥なし	0.8	0	0.4	0.3	0.2
” あり	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2

第53図 入水前追肥の効果 (1976年)

次に、入水時追肥増の効果が高かったものに対して入水前追肥を試みた。追肥時期は入水10~15前の2~3葉期である。結果は第53図に示したように、 m^2 穂数、1穂粒数の増加によって増収した。この傾向は昭和50年も同様であった。

以上は初期生育確保を主限とした追肥法について述べたが、次に後期栄養に重点を置いた幼形期

の追肥量に関する試験結果を第39表に示す。

幼形期追肥量を倍にすると有効茎歩合が高まり穂数増となる。さらに1穂粒数も増加して、登熟性の低下を補い収量増となった。前年度も補数増によって増収していることから、乾田直播水稻における後期栄養の重要性がうかがえる。

第39表 幼形期追肥量の比較 (1976年)

区名	茎数 (本/ m^2)				玄米重 (kg/a)	1穂総粒数 (粒)	m^2 粒数		登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)
	6.28	7.15	8.9	穂数			総粒数 (千粒)	稔実粒 (千粒)		
1. 幼形期追肥標	422	633	527	403	50.5	63.6	25.6	22.1	86.4	22.7
2. ” 倍	-	-	615	443	53.1	65.0	29.6	23.6	79.6	22.5

区名	稲体、窒素濃度 (%)								窒素施肥量 (kg/a)			
	6.28 茎葉		7.15		出穂期		成熟期		基	入水時	分けつ	幼形
	葉身	茎	葉身	茎	葉身	茎	葉身	茎				
1. 幼形期追肥標	2.11	2.50	1.07	1.81	0.44	1.01	0.29	0.8	0.4	0.3	0.2	
2. ” 倍	-	-	-	2.01	0.47	1.10	0.30	”	”	”	0.4	

(2) 乾直水稲に対する好適肥料形態

GUP 20%入り肥料に対して、数種類の緩効性肥料の肥効を検討した。その中で効果のみられた硝化抑制剤 (ASU) 入りGUP肥料および尿素コーティング肥料の試験結果を第54図に示す。図によれば、ASU入りGUPおよび尿素コーティングは、GUPに比べて m^2 穂数、1穂粒数の増加によって増収した。

また、第55図の乾田期間 NO_3-N あるいは稲体窒素吸収をみても、ASU入りGUPあるいは尿素コーティングの肥効の持続性が認められる。しかも入水時と分けつ期の追肥が省略可能であることが知られた。

3) 効率的除草法の確立

試験目的

乾田直播栽培における雑草の発消長を調査し、除草剤の組合せによる除草効果ならびにイネに対する影響をしらべ、効率的除草法確立の資とする。

試験方法

a 1974年～1975年

裸地全面耕起播、裸地不耕起播

b 1976年

裸地全面耕起播、イタリアンライグラス跡全面耕起播、イタリアンライグラス跡不耕起播

なお、イタリアンライグラス跡地は播種8日前に除草剤パラコート液剤を50cc/a全面に散布して枯草した後に行なった。

1974年～1975年の2カ年間、乾田期間と入水後に分け、それぞれ数種の除草剤を供試して防除を実施した。

1975年度の試験方法の概要は、次のとおりである。

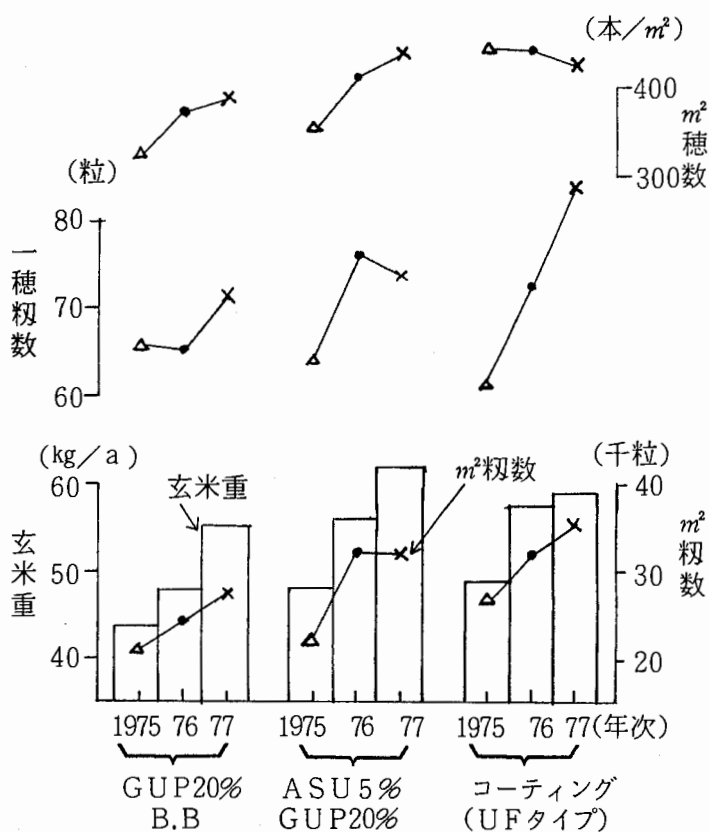
* 供試品種

ハヤニシキ

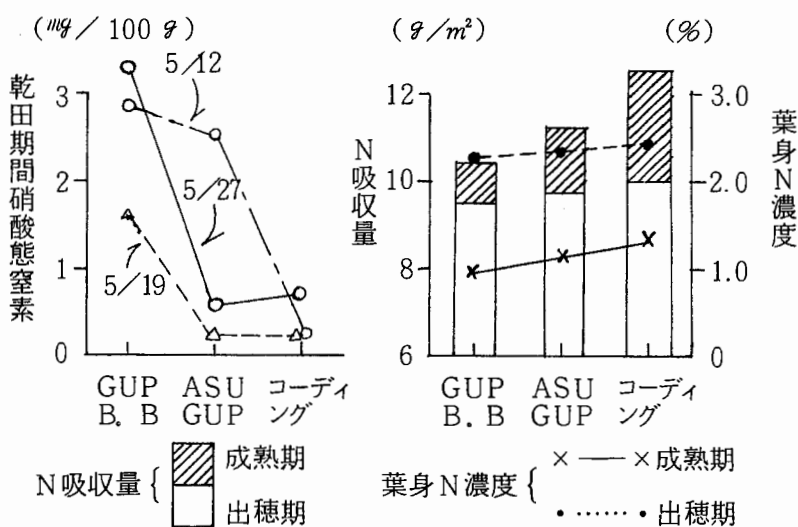
* 供試圃場

当场整備圃場

* 一区面積及び区制 1区15 m^2 2区制



第54図 緩効性肥料形態の比較 (1975～1977年)



第55図 肥料形態のちがいによる

乾田期間土壌 NO_3-N と窒素吸収 (1977年)

佐々木：寒冷少照地帯における省力高生産稲作における有機物施用地力維持による乾田直播に関する研究

供試条件

A 乾田期間の除草法

No.	試 験 別		栽 培 法	
	出 芽 直 前	イネ 1.5 ℓ 期	全層耕起	不 耕 起
1	MCC水和 100 g		0	0
2	G-315乳 50 cc		0	0
3	B-3015乳 120 cc		0	0
4	B-3015・P乳 120 cc		0	0
5	無 除 草		0	0
6		B-3015乳 100 cc DCPA乳 50 cc	0	0
7	MCC水和 100 g	B-3015乳 100 cc DCPA乳 50 cc	0	0

B 入水後の除草法

No.	試 験 別			栽 培 法	
	入水 7 日後	入水 20 日後	入水 25 日後	全層耕起	不 耕 起
1	BM-3015粒 400 g	B-3015・S 400 g		0	0
2	"		B-3015・SM粒 400 g	0	0
3	"	TH-63 400 g		0	0
4	無 除 草			0	0
5	モリネート・K粒 400 g	モリネートS粒 400 g		0	0
6	"		モリネートSM 400 g	0	0

注) A. E試験とも除草剤量はkg/a当たり。

また 1976年には前年までの結果有望と認められた。
た除草剤を組合せて表Cにより除草体系試験を行

C 除草体系試験構成

除 草 体 系				試 験 区 番 号		
播種後出芽前 (5月11日)	生育初期 (2.5葉) (5月27日)	入水期 (6月12日)	入水中期 (6月29日)	ウラ作イタリアン区		裸地区
				全層耕起	不 耕 起	全層耕起
MCC水和 100 g/a	B-3015乳+DCPA乳 120cc/a 50cc/a	BM-3015粒 400 g/a	B-3015- SM粒 400 g/a	1	5	9
B-3015乳 + 100cc/a パラコート + 30 "	"	"	"	2	6	10
G-315乳 50 "	"	"	"	3	7	11
無 除 草				4	8	12

注 MCC水和剤 有効成分 50% C CPA乳 有効成分 35% を使用
B-3015乳剤 " 50% G-315乳剤 " 12%

試験結果

(1) 主要雑草の発生

4種播種様式により直播栽培を行い、その雑草発生消長を調査した。

イネ科：ノビエが大部分であるが、乾田期間後期にメヒシバがまれに認められた。

不耕起直播では5月5～10日ごろよりノビエが発生し始め、5月末ごろには発生が一時中断し、これらは入水時には3～4葉に生育した。入水後は4日目ごろより再び発生し、その後約半月間程発生が続いた。

全面耕起播きでは、初発生が不耕起下にくらべて5～7日おくれ、発生が緩慢で入水時までつき、入水後に再び多発した。

発生量は入水前、入水後とも不耕起区が多かった。

アブラナ科：不耕起直播区では、播種時よりスカシタゴボウ、タネツケバナが認められ、スカシタゴボウの発生は5月20日ごろで終わったが、タネツケバナは入水時まで発生がつづいた。

また、全面耕起播区では、両草種とも5月中旬から発生し、入水時まで発生した。

キク科：ノボロギク、オニノゲシ等は不耕起播区では播移前より発生しており、5月中旬には発生が終える。

耕起播区では5月中旬より入水時まで発生した。

ヒメジョオン、アレチノギク等は5月10日ごろより不耕起播区で認められ、耕起播区では数日おくられて発生した。いずれも入水時まで発生が続いた。

ホタルイ：乾田期間でも、越冬株由来の個体が発生し、不耕起播区で特に多かった。不耕起播区では5月初めから出芽が認められたが、耕起区では、10日間位出芽がおくれた。

入水後、5日目ごろより種子発生個体が耕起播、不耕起播区で発生し、ほぼ3週間位発生しつづけた。

ヘラオモダカ：入水後3～4日目で発生が認められ、発生期間も比較的短かく、10日間位であった。

マツバイ：入水後5日目頃より発生し、ほぼ10日間位の発生期間であった。

その他：イタリアンライグラス跡地では、不耕起播区でその残株が一部発生した。播種前に行なったパラコート剤処理の作業の適否が大きく影響した。

一般に、不耕起播区では全面耕起播区にくらべて雑草の発生量が多く、発生時期も5～7日早い。また、多年生、越年生雑草が早期より優先し、耕起播区では、一年生春雑草が多かった。

(2) 除草剤による雑草の防除

1975年度に実施した乾田期間の雑草防除試験成

第40表 乾田期間残存雑草無処理区比 (%)

栽培法	処 理 法	イネ科	ホタルイ(株)	カヤツリ	グサツリ	アブラナ科	キク科	タデ科	その他	合計
全面耕起区	MCC水和剤 100 g	11	0	0	0	0	0	0	0	10
	G-315 乳剤 50 cc	7	0	0	0	0	0	0	0	6
	B-3015 乳剤 120 cc	9	0	0	20	0	0	0	0	10
	B-3015 P乳剤 120 cc	4	50	0	0	0	0	0	0	6
	無除草	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	g (14.6)	(0.6)	(0.1)	(1.0)	(0.1)			(0.4)	(193)	
不耕起区	MCC水和剤 100 g + B-3015 乳 100 cc	64	67	0	40	0	0	100	65	
	DCPA乳 50 cc									
	B-3015 乳 100 cc	9	200	0	0	0	0	0	15	
	DCPA乳 50 cc									
	無除草	12	9	0	0	25	0	8	12	
全面耕起区	G-315 乳 50 cc	3	46	0	40	12	0	17	14	
	B-3015 乳 120 cc	9	36	0	0	0	90	1	13	
	B-3015 P乳 120 cc	6	7	0	100	0	0	3	5	
	無除草	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		(70.9)	(18.8)	(0.4)	(0.5)	(10.6)	(1.9)	(17.9)	(121.0)	
全面耕起区	B-3015 乳 100 cc	36	24	100	60	11	0	1	26	
	DCPA乳 50 cc									
	B-3015 乳 100 cc	1	13	0	0	0	0	6	3	
	DCPA乳 50 cc									
	無除草									

注) 薬量はa当り施用量である

績の概要を第40表に示した。

イネ出芽直前には株発生ホタルイ(2~3茎)スカシタゴボウ、ノビエ(1~1.5葉)、タネツケバナ等が認められたが、ホタルイはいずれの除草剤でも枯殺できず、MCC、B-3015等では葉先黄化のみ、G-315剤では葉先枯れ程度であった。ノビエはMCC剤では1葉まで、B-3015剤では1.5葉位まで枯殺できた。

キク科雑草は越年生草を除いて枯殺できたが、

越年生草は、タネツケバナ、スカシタゴボウ同様先枯れのみで芯部より再生した。また、B-3015剤とDCPAの混用では、イネ1.5葉期にはノビエも2葉以上となって残草が多くなった。したがって土壌処理剤との体系が必要と思われた。なお、DCPA剤ではイネにわずかながら葉先枯れを認めた。

また、入水後の防除体系試験結果は第41表のとおりであった。

第41表 水田期間における除草剤処理試験、残有雑草対無処理比(%)

栽培法	処 理 法	ノ ビ エ	カ ヤ ツ リ グ サ	コ ナ ギ	マ ツ バ イ	ホ タ ル イ	そ 水 田 の 雑 草	畑 雑 草	合 計
全 面 耕 起 播	BM-3015粒400g → B-3015S粒400g	t	0	0	0	0	0	0	t
	〃 → B-3015SM粒400g	1	0	0	0	0	14	2	3
	〃 → TH-63粒400g	t	0	t	0	29	14	0	2
	モリネートK粒400g → モリネートS粒400g	t	0	100	0	14	0	0	2
	〃 → モリネートSM粒400g	t	0	100	0	t	t	0	1
無 処 理	g	100 (50.2)	100 (5.0)	100 (0.1)	100 (0.2)	100 (0.7)	100 (1.4)	100 (5.1)	100 (22.7)
不 耕 起 播	BM-3015粒400g → B-3015S粒400g	6	t	33	t	t	t	0	4
	〃 → B-3015SM粒400g	15	120	0	0	0	0	0	12
	〃 → TH-63粒400g	19	0	0	0	20	208	412	25
	モリネート粒400g → モリネートS粒400g	61	0	0	100	19	0	16	48
	〃 → モリネートSM粒400g	33	1500	67	82	5	83	0	27
無 処 理	g	100 (116.3)	100 (0.1)	100 (0.3)	100 (1.1)	100 (30.9)	100 (1.2)	100 (2.5)	100 (162.4)

注) 除草剤薬量はa当施用量である。

以上の結果を参考にして、1976年に行った除草体系試験の結果が第42表である。

以上のことから、乾直水田の雑草防除は、

(1) 乾田期間に発生する一年生草はMCC水和

剤、G315乳剤などによるイネ出芽前土壌処理で防除できるが、雑草多発田では播種後土壌処理と入水前茎葉処理との体系で、乾田期間の防除の徹底を期する必要がある。

第42表 除草体系試験成績の概要 (1976年)

(t : 1g > t > 0)

試験区番号	乾田期間雑草風乾重 (g/m ²)								入水後7月16日の残存雑草風乾重 (g/m ²)										
	イタリ アン 残株	イ ネ 科	ホ タル イ 株	ア ブ ラ ナ 科	キ ク 科	そ の 他	乾 田 期 間 計 (イ タ リ ア ン 除)	同 左 比	イ ネ 科	カ ヤ ツ リ グ サ	マ ツ バ イ	ヘ ラ オ モ ダ カ	ホ タ ル イ	そ の 他 広 葉	畑 雑 草 キ ク 科	同 ア ブ ラ ナ 科	同 そ の 他	水 田 期 間 計	同 左 比
1	0	0.1	t	0.4	0	0	0.5	6	0	0	0	0.1	t	t	0	0	0	0.1	t
2	0	t	0	0	0	0	t	t	t	0	0	0.1	0.1	t	0	0	0	0.2	t
3	0	0.2	0	0	0	0	0.2	3	0.9	0	t	t	0.2	0	t	0	0	1.1	2
4	0	0.9	0.1	3.2	t	2.7	7.9	100	12.4	0.1	0.1	0.4	0.2	1.7	15.6	3.5	13.7	47.7	100
5	7.2	t	0.5	0.5	0.1	0.3	1.4	4	t	0	0	0.1	0.1	t	0	0	0	0.2	t
6	0	0.1	t	0.3	0	t	0.4	1	1.3	0	0	0.1	0.3	t	0	0	t	1.7	2
7	3.6	0.1	0.2	t	0.2	0.2	0.7	2	1.4	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0	1.7	2
8	19.4	1.3	1.0	30.1	1.7	5.3	38.5	100	49.2	0.1	0.1	0.1	0.6	3.7	7.3	42.6	1.0	94.7	100
9	0	0.1	0	0	0	0	0.1	2	t	0	0	0.1	t	0	0	0	0	0.1	t
10	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0	0	t	0	0	0	0	0	0.3	t
11	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	t
12	0	1.8	t	3.4	t	t	5.2	100	65.1	0.2	0.2	t	0.6	0.1	21.7	1.6	2.2	91.7	100

(2) 乾田期間雑草のうちノビエ、ホタルイを除き、小型のものは入水後湛水状態が維持できれば水没で消滅する。

(3) イタリアンライグラス跡地でも、耕起前にパラコート等を適切に処理することによって乾田直播栽培におけるイタリアンライグラスの残株雑草化は防止できる。しかし不耕起直播ではイネ出芽前に再度パラコート剤を処理することが必要であろう。

(4) 栄養繁殖雑草や、越年生雑草が多発する圃場では、イネの出芽前にパラコート剤等を混用して完全に防除しておくことが必要である。

(5) 乾田直播栽培では入水後の漏水が多く、入水後用いる除草剤は水溶解性の小さいものが効果大きく、モリネート剤は、ベンチオカーブ剤より効果が劣った。

(6) 移植栽培にくらべて乾直田では雑草の発生量が多く、また生育も早いので除草剤処理適期の幅はせまい。したがって、適期を失しない処理が大切である。

3. まとめ

(1) 乾直用水稲品種は早生が有利で、この試験の範囲ではハヤニシキが好適な品種とされた。たゞ良食味で早生の品種は未確定である。

(2) 有機物施用によりタネバエの幼虫に種子が食害され易くなるが、グイアジノン6kg/10a土壤全面が理の防除効果が大きく、出芽率が70~80%に向上する。

(3) 乾直の作期幅は、早生のハヤニシキで4月5半旬~5月2半旬、中生種で4月5半旬~5月1半旬であった。

(4) 機械播種作業の土壤条件は、コンシステンシー指数で0.52~0.59から播種精度が向上する。

(5) 乾田直播の施肥法は基肥を多めにし、入水時、分けつ成期、幼穂形成期の各追肥が必要である。また硝抑緩効性肥料やコーティング肥料は肥効が持続し、中間追肥を省略し得る可能性がある。

(6) 乾田直播を可能にした一因は雑草防除の進歩であり、乾田期間はMCC水和剤、G-315乳剤等の出芽前土壌処理で防除しえ、多発田では入水前体系処理(B-3015乳+パラコート等)が必要である。

裏作イタリアンライグラス跡は、耕起前パラコート処理（500 ml/10a）により雑草化を防ぐことができる。

入水後は、水溶解性の小さいBM-3015粒剤とB-3015-SM粒剤の体系処理の除草効果が大きい。

IV 高生産性乾田直播技術体系の確立

1. 有機物の種類に対応した乾田直播技術体系

の確立
 試験目的
 前期3カ年で得られた成果をもとに、中型機械化体系の組み立て実証を行い、寒冷地における乾田直播技術の確立をはかる。

試験方法

- (1) 供試ほ場
明渠施工整備30a区画圃場
- (2) 供試品種
ハヤニシキ
- (3) 供試条件

作業名	時期	使用資材 (10a 当り)	使用農機具	備考	
種子予措	選種	4. 19	硫安 2.8 kg	比重 1.13 0.5%粉衣 肩張り催芽	
	消毒	4. 19	ベンレート T 50 g		
	浸種	4. 20	種粃 10 kg		
	催芽	4. 30			
整地	耕起		生わら区：秋耕 イタリアン区：4. 25	ロータリー (トラクター30PS)	
	砕土	4. 28		" (")	
	填圧	4. 29		ローラー (")	ローラー1回かけ
施肥	珪カル散布	4. 25	珪カル 150 kg	NPK各8kg N 4kg N 4kg N 2kg K 2kg	
	基肥	5. 1	GUP入りBB肥料 80 kg		
	追肥	入水直後	硫安 20 kg		
	"	6. 中	" 20 kg		
播種	"	幼形期	NK化成 12 kg	条間 30 cm	
	播種	5. 1			フードドリル (トラクター30PS)
除草	出芽前ヒエ	5. 6	ロンスター乳剤 500 cc (グラモキソン 500 cc 添加) スタム乳剤 + サターン乳剤 (500 + 1000)	スプレーヤー (テラー)	水 100 l に稀釈
	湛水後	入水後 5~7日	サターンM粒剤 4 kg	散粒機	
	"	6. 20	アビロサン粒剤 3 kg	"	
防除	いもち病	6. 下 7. 中	カスミン水和剤 150 g	スプレーヤー (テラー)	1000倍液 150 l
	"	出穂直前	" 150 g	"	"
	"	穂揃期	ラブサイド水和剤 150 g	"	"
	"	同後7日	フジワン乳剤 150 g	"	"
	紋枯病	出穂直前	バリダシン液剤 150 g	"	"
収穫調整	刈取脱穀	9. 下		自脱コンバイン	
	粃運搬	"		トラクター、トレーラー	
	粃乾燥	"		テンパリンク式	
	粃摺	"		粃摺機	

試験結果

成績を中心にして考察した。

体系の実証を1977～1978年の2カ年にわたって実施したが、こゝでは主として第2年度の

(1) 出芽苗立ち
2カ年とも出芽苗立ちは砕土・整地に左右される

第43表 体系実証における苗立ち調査 (1978年)

区	名	苗立数 (本/m ²)	苗立率	備 考
1.	イタリアンライグラス+生わら A	226	64.7	*イタリアンライグラスの地上部 生草量は128 kg/a (4月24日刈取)
2.	" " B	271	77.4	
3.	" " C	216	61.7	
	" " 平均	238	68.0	*生わら量は58 kg/a
4.	生 わ ら A	233	66.6	*苗立率は1.0 kg/a 播種時の理論値350粒/m ² で計算 調査日 6月7日
5.	" B	233	66.6	
6.	" C	313	89.4	
	" 平均	260	74.3	
	生わら+堆肥平均(1977年)	258	73.7	

ことが示され、秋耕が行なわれた生わら区がよくイタリアンライグラス+生わら区は、好天候が過ぎた後の耕起・砕土であってもイタリアンライグラスのため砕土率がわるく、苗立ちが劣り、残根による連続不出芽などもみられた。その出芽率は、平均では生わら区に比し6.3%の低下であった。なお、1978年はタネバエの発生はほとん

みられなかったので、出芽率への影響はほとんどないとみなされるが、イタリアンライグラスの残根が直播に重要な砕土率の向上を妨げ、また分解過程で有害なガス類および有機酸を生成することが、出芽率の向上を妨げているものと考えられる。

(2) 本田生育

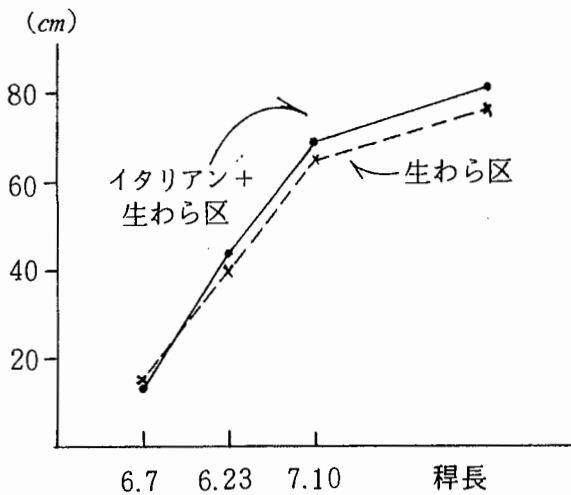
出芽・初期生育は、直播後のまとまった降雨に

第44表 体系実証における生育調査 (1978年)

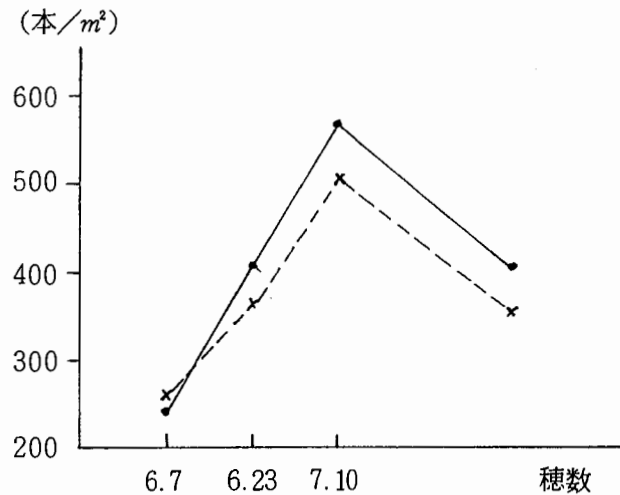
区	名	草 丈 (cm)				茎 数 (m ² 当)			有効茎歩合	穂 長 (cm)	出穂期
		6.7	6.23	7.10	稈長	6.23	7.10	穂数			
1.	イタリアン+生わら A	12.7	44.6	70.5	84.8	430	617	413	66.9	17.3	7.31
2.	" " B	11.9	41.6	69.0	79.5	401	604	433	71.7	16.9	31
3.	" " C	13.3	44.6	65.8	79.6	394	491	371	75.6	17.4	31
	" 平均	12.6	43.6	68.4	81.3	408	571	406	71.4	17.2	31
4.	生 わ ら A	14.1	37.9	65.1	79.5	297	478	371	77.6	17.3	7.30
5.	" B	12.8	40.4	65.7	73.8	352	510	333	65.3	15.7	30
6.	" C	13.8	40.9	64.7	74.4	446	536	355	69.5	15.5	30
	" 平均	13.6	39.7	65.2	75.9	365	508	353	70.8	16.2	30
	生わら+堆肥平均(1977年)	13.0	37.5	59.9	83.3	504	663	452	69.6	—	8.8

よって齊一な出芽揃いになるようであり、その後の入水期の生育は、苗立ち率に並行的で生わら区がまさったが、鋤込みイタリアンライグラスの分解による肥効が発現してくる頃からイタリアン

ライグラス+生わら区の生育がまさってきた。このことは第56図・第57図の草丈・茎数の推移で明らかに示され、収量性にも影響を及ぼした。



第56図 体系実証における草丈の推移



第57図 体系実証における茎数の推移

(3) 収量性

第45表 体系実証における収量ならびに分解調査 (1978年)

区名	わら重	精粃重	玄米重	屑米重	粃/わら	千粒重	m ² 当 粃数	登歩 割合
	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a		g	千粒	%
1. イタリアン+生わらA	67.1	80.0	65.5	0.3	1.19	22.8	33.1	85.2
2. " " B	60.0	65.3	53.4	0.2	1.09	22.7	27.6	87.3
3. " " C	59.7	65.2	53.1	0.2	1.09	22.8	28.0	86.6
" 平均	62.3	70.2	57.3	0.2	1.12	22.8	29.6	86.4
生わら A	66.8	72.9	59.4	0.3	1.09	23.0	30.3	87.5
5. " B	61.3	53.9	43.7	0.2	0.88	22.7	22.5	87.3
6. " C	66.5	58.9	47.7	0.3	0.89	23.0	25.0	85.6
" 平均	64.9	61.9	50.3	0.3	0.95	22.9	25.9	86.8
生わら+堆肥平均 (1977年)	58.2	69.1	56.8	0.6	1.19	23.8	27.4	87.7

このような生育を経験した乾田直播の水稻は、生わら区の玄米収量は平均で503 kg/10 aであるのに対し、イタリアンライグラス+生わら区は、573 kg/10 aで114%の高収を示した。圃場内のA点では655 kg/10 aの玄米収量で、計画の600 kg台を越えたところもあるが、直播水稻は圃場全体としてはやはり苗立ちの均一性がやゝ不十分で平均では上述のごとく570 kg台の玄米収量であった。

以上のように、30 a 区画田における有機物鋤き込み乾田直播の中型機械体系を2カ年にわたって実証した結果、イタリアンライグラス+生わら鋤

き込みは、コンバイン刈生わら単独の還元鋤き込みよりも、水稻の収量性向上に明らかに有利であることが実証された。

これらはよく整備された圃場の条件で成り立つことであり、乾田直播一般の問題とされている。経年による透水性の増大が、灌漑用水量の増大をきたし、かつ冷水灌漑となり、肥料の流亡を助長し、除草剤の効果減退による雑草防除対策等、マイナスの面ものこされ、さきの出芽苗立ちへの影響をふくめて、今後さらに改善される必要がある。

これらの改善を前提に苗立ち率の向上による茎数・穂数の増加とそれによるm²当り粃数の確保と、充分な中～後期栄養の補供が行なわれれば、10 a

当り 600 kg水準の収量は可能と考えられ、それにより省力的な乾田直播栽培が成立すると考えられる。

2. まとめ

乾田直播の体系実証を30 a 区画整備圃場において、稲わら+イタリアンライグラス鋤き込みで実施した結果、収量性では、10 a 当り 600 kg水準に近い平均 573 kg/10 a の収量が実施された。

これは、大区画圃場では、イタリアンライグラスの残根処理、細砕土整地が十分にでき難く、出芽苗立ちがやや劣るが、その後新鮮有機物分解による地力窒素発現により生育量がまさるようになり、収量性の向上に結びついている。

たゞ、経年により代かきをとまなわぬ乾田直播は透水量が増大するので透水調整の対策をとる必要がある。

V 総合考察

省力高生産稲作技術確立の一環として、寒冷地の乾田直播を裏作イタリアンライグラス鋤込みによる地力増強を図りながら、玄米収量10 a 当り 600 kg水準に接近する稲作技術の解析と組立ての試験を5カ年に直って実施した。

得られた成果を課題毎に要約しながら考察する。

1. 乾田直播水田の地力維持増強

1) 有機物鋤込み地力維持増強による乾田直播水田の生産力向上

(1) 鋤込み有機物の種類と量による乾田直播水田の生産力

乾田直播水田の地力増強方策としての裏作イタリアンライグラス鋤込みは、乾直水稲の初期生育を抑制するが、出芽苗立ちして入水期以降は、乾直田の透水が大きい条件においても、生育後半の窒素吸収を増大させ、稲体の窒素濃度を高く維持させ、 m^2 当り粒数が多く、玄米収量増大の傾向を示した。

イタリアンライグラス鋤込み量は、早春の生育量から10 a 当り 2 ton位が適正である。

(2) 作付体系による乾直水稲の生育・収量性 稲わら 600 kg+イタリアンライグラス 2 ton 鋤

込みでは、稚苗移植水稲は窒素過剰を来たし倒伏するが、乾直水稲では健全で、稚苗植堆肥区なみの収量水準を示す。稚苗植～乾直の反覆体系は、収量的には乾直連続体系と差異がほとんどないが、乾直連続による透水増大化の抑制効果と地力減退防止の効果が期しられた。

(3) 透水調整による乾田直播水稲の生育反応

人工有底圃場における透水量と鋤込み有機物との関連では、透水過大領域(100 mm/日)では、透水中～小領域(30 mm/日)より生育・収量性が劣り、乾直田の経年による透水過大化の抑制方策すなわち地下水水位制御・明渠暗渠制御に重要な示唆がえられた。

(4) 直播方式による乾田直播水稲の生産力

乾直の播種方式別では、全耕ドリル播きが出芽苗立ちおよびその後の生育もよく、収量性も安定して大である。²⁰⁾浅耕トリル播きは全耕よりやや劣り、²¹⁾不耕起直播は生わら施用条件においては、出芽苗立ちが極端に低下し生育不良で、ことにイタリアンライグラス作付けにおいては、耕起鋤込みができず、体系上の実用性も全く乏しかった。

2) 乾田直播水田における地力の変移

(1) 鋤込み有機物の種類と量による地力の変移

新鮮緑葉有機物である裏作イタリアンライグラス鋤込み区は、堆肥施用に較べて乾田期間の土壤水分保持力が大で、入水後の窒素発現量も大きかった。たゞ年次が短いこともあって跡地土壤の窒素肥添度としてはほとんど増大は認められなかった。

(2) 作付体系による乾田直播水田の地力の変移

鋤込み有機物(稲わら+イタリアンライグラス)の同一の条件において、乾直連続栽培(代かきなし)は稚苗連続栽培(代かきあり)に比し、窒素発現量・全炭素・有効態リン酸が低下してくる傾向が認められた。乾直～稚苗植の反覆では、その低下度が小さく、稚苗植連続とほとんど変らなかった。

(3) 透水調整による乾田直播水田の地力の変移

播種後の乾田期間の地下水水位を高位に保持することにより、圃場の土壤水分含量が多くなり、出芽苗立ちに効果的であった。また湛水期間の地下水水位が高いと透水性は小となり、アンモニア態窒素の発現も多くなり、乾直水稲の生育良化にプラ

スにはたらいだ。

(4) 乾田直播方式の差異による地力の動向

耕起播種時の春先の降雨対応を期した不耕起直播区は、全耕直播区・浅耕ドリル播区に比し、透水量が著しく増大し、かつ有機物の耕土層への鋤込みがなされていないので窒素発現が少なく、栽培上もきわめて劣るので、寒冷地では全耕直播が必要であることが知られた。

2. 寒冷地乾田直播の栽培技術の確立

1) 適品種の選定と生産力向上

(1) 適品種の選定

晩生種ほど本田期間が長くなり、寒冷地では秋冷による登熟不良を来たすので、当然ながら早生品種が有望で、ハヤニシキが出芽力・作期・収量性等の点ですぐれ、好適な品種であった。しかしその後、産米の銘柄食味品質が重視されてきたが、早生種でこれら良食味条件を満たす好適品種は、まだ選定されていない。

(2) 有機物施用と出芽初期生育の安定

新鮮緑葉有機物（イタリアンライグラス）鋤込みにおいては、乾直水稻の出芽苗立ちを阻害することが知られた。その原因は複雑で、その分解の際発生する炭酸ガス・揮発性有機酸による出芽抑制、分解有機物を栄養とするカビ繁殖（主にピシウム属菌）による催芽播種された幼芽の腐敗、有機物腐敗臭の透引によるタネバエの幼虫の種籾食害等が主な原因であった。そのうちもっとも被害の大きいタネバエは、ダイアジノン 6 kg/10 a の有機物鋤込み時、土壤全面処理で防除することができ、出芽率を 70～80%程度に向上させることが可能になった。

(3) 作期の可動範囲と収量性との関連

寒冷地の乾田直播は、作期の適期幅がせまく、早生種（ハヤニシキ等）で 4 月 5 半旬～5 月 2 半旬であり、中生種では 4 月 5 半旬～5 月 1 半旬であるが、中生種の場合は年次によりふれ、やゝ不安定である。良質銘柄品種の大部分を占める晩生種（ササニシキ）では、安全な作期は策定しえなかった。

2) 機械化による生産性向上技術の改善

(1) 機械作業の稼働範囲の拡大

コンシステンシー指数 0.49 では、スリップ率・沈下量が大で播種作業が困難、同 0.52～0.59 の

範囲ではスリップ率はあるものの播種精度が高く実用性あり、同 0.60 以上では播種作業は容易となる。また、播種作業に支障ある土壤水分は、P F 1.2 付近以下であった。

(2) 施肥の合理化による生産力向上

透水性が増大する乾田直播では、生育後半まで稲体窒素濃度を高めに維持することが高位収量に結びつくことが知られた。

窒素施肥法としては、基肥を多めにし、入水時・分けつ盛期・幼穂形成期の各追肥が必要であった。

肥料形態としては、乾田期間の硝酸化成能を抑制した硝抑緩効性肥料および窒素成分の溶出を長期化したコーティング肥料の施用が、中間追肥を省略して好適であった。

(3) 効率的除草法の確立

従来から水稻直播の大きな支障となっていた雑草の防除対策について検討した結果、乾田期間は M C C 水和剤・G 315 乳剤等の出芽前土壤処理で一年生雑草の防除が可能であったが、多発田では体系処理（B-3015 乳+パラコート等）が必要であった。

裏作イタリアンライグラス跡は、耕起前パラコート処理（50 ml/10 a）により雑草化を防ぎ、不耕起栽培では、出芽前再度パラコート処理をすることが必要であった。

入水後は、乾田直播の特性である漏水の関係から、水溶性の小さい薬剤の B M-3015 粒剤・B-3015・S M 粒剤の体系処理が除草効果が大きかった。

3. 高生産性乾田直播技術体系の確立

1) 有機物の種類に対応した乾田直播技術体系の確立

上述のように解析された個別技術および既往の乾直技術の成果を総合し、新鮮有機物鋤込み条件における寒冷地乾田直播の機械化技術体系を組み立てるべく、実証試験を実施した。

初年度（1977 年）はイタリアンライグラスの生育不良のため稲わら+堆肥で試験を実施した。5 月 12 日播きで、適温・適雨の好天に経過したので苗立ちがよく、その後もほぼ順調に経過し、玄米収量で 600 kg/10 a を超えた区もあったが、平均 568 kg/10 a の収量が示された。

2年度(1978年)は稲わら+イタリアンで試験し、参考として稲わらのみの区を設けて実施した。

稲わら+イタリアン区は、播種のための整地がイタリアンライグラスの残根処理が充分にできなかったため、播種請度が低下し、また新鮮有機物分解の際の悪影響もかきなり、乾直苗立ちは稲わらのみの区に比し不良であった。その後新鮮有機物分解による地力窒素発現にともない、イタリアン区が稲わら区に生育量がまさり、600kg水準に近い平均573kg/10aの収量がえられた。

以上のことから、稲わら(全量)+イタリアン(2ton程度)鋤込みで、適度の透水の水田基盤をベースとし、播種精度の向上と苗立数の確保、生育量確保と登熟良化のための透水調整、地力増強と施肥法改善等を総合的にとり入れ、機械化による玄米収量600kg/10a水準に接近する乾田直播機械化技術体系がほぼ確立された。

しかしながら、なおいくつかの問題点ものこされ、米需給動向に好適する良食味良質の晩生品種での体系化が、その作期の制約のために策定しえず、また機械化乾田直播用の中・大型の機械装備が比較的高価で生産コスト低下を妨げ、作業上も春期多雨年の適期作業制約や、イタリアンライグラスの越冬不良・不斉一生産による地力むら、鋤込み・整地等の乾田直播基盤の碎土均平仕上げ、およびイタリアンライグラス再生の防止に労を多く要し、経年による減水深増大により除草剤による雑草防除に多くのマイナスを生ずるなどの問題点がのこされた。

VI むすび

日照不足と透水不良のため頭打ち状態にある、東北中南部太平洋側における稲作の収量と品質水準の向上、ならびに機械化栽培技術の導入による大幅な生産性の向上をめざし、さきに水田利用の近代化に関する試験を実施し、多大の成果をあげたが、残された問題点として透水付与田の地力減退傾向と、さらに一層の省力技術の検討が必要とされた。

これらの問題点に対処するために、稲わら+イ

タリアンライグラス鋤込みで地力増強を図った乾田直播機械化栽培技術体系の確立を期し、それらの諸問題の解明と体系組みたての研究をおこなってきた。

その結果、早生種(ハヤニシキ)を用いて玄米収量600kg水準の乾直体系はほぼ確立しえた。

しかし、米の流通をとりまく諸情勢は良食味良質米へと志向がすすんできたが、これら良食味米は晩生種が主で、寒冷地の乾田直播では作期の制約を強くうけることから、良食味晩生種での乾田直播体系は策定しえず、その一般実用化は良食味良質早生品種の育成を俟って後のこととなった。

しかし、新鮮有機物鋤込み関連の解明された成果は、農政の趨勢に鑑み、転作関係の水田総合利用の技術に大きく寄与しつつあり、また水田利用再編対策の他用途利用米等の省力生産にこの直播技術が活用される領域があり、さらに稲作の低コスト生産技術開発に常に回帰して検討される実態となった。

VII 摘 要

省力高生産稲作技術確立の一環として、寒冷地の乾田直播を裏作イタリアンライグラス鋤込みによる地力増強を図りながら、玄米収量10a当り600kg水準に接近する稲作技術の解析と組立てを実施した。

(1) 早生品種「ハヤニシキ」を供試し、地力増強の差異による乾田直播水稻の収量性は、イタリアンライグラス鋤込み>堆肥>生わらの傾向が明らかであるが、イタリアンの鋤込みは、一方で乾直水稻の出芽率を低下させ、またイタリアン自体が再生して雑草化するなどの短所もあった。

その出芽率の低下には薬剤防除(ダイアジノン6kg/10a)で向上させることができ、イタリアンライグラスの雑草化はパラコート液剤(500ml/10a)の全面散布による枯殺、および播種後除草剤(B-3015乳+パラコート等)の体系処理でほぼ防除しえた。施肥の効率化には硝抑制剂入り肥料又はコーティング肥料が有効であった。

(2) 寒冷地乾田直播の作期幅は、その年次の天候にもよるが、概して狭く、早生種(ハヤニシキ

等)で4月5半旬～5月2半旬である。中生種では4月5半旬～5月1半旬程度であるがやゝ不安定である。なお、銘柄良質品種の大部分を占める晩生種(ササニシキ)では、東北地方北部の寒冷地では安全な作期は策定しえなかった。

(3) 早生品種(ハヤニシキ)をもちいた乾田直播の機械化技術体系の組み立てでは、1977年度568 kg/10a、1978年度573 kg/10aの玄米収量をえ、600 kg水準に接近しうる収量をえたが、春季多雨年(1977年)の適期作業制約や、イタリアンライグラスの越冬不良・不斉生育による地力むら、鋤込み(プラウ)・整地(ロータリー)等の乾田直播基盤の均平な仕上げ、並びにイタリアンライグラス再生の防止に労を多く要するなどの問題点ものこされた。

参考文献

- 1) 佐々木信夫・千葉満男・米沢確・高野文夫・岡島正昭・佐々木忠勝外(1970) 水田利用の近代化に関する研究・岩手農試報 19 83～98
- 2) 佐々木信夫・遠藤征彦・平野裕・桜井一男・徳山順一(1978～1980)地力増強方策等による寒冷地乾田直播技術の確立(第1報)～(第6報) 土肥講義(Part II) 24～26
- 3) 高野文男・佐々木信夫・遠藤征彦・鎌田信昭・佐々木忠勝・桜井一男・外(1975～1979)寒冷寡照地帯における乾田直播技術確立に関する研究(第1報)～(第5報) 東北農業研究 18～22
- 4) 佐々木信夫・佐々木誠・千葉満男・尾田昭一(1965～66) 火山灰土壌における乾田直播の研究 東北農業研究(第1報) 7 28～30(第2報) No.8 71～76
- 5) 米沢確・菊地忠雄・渡部茂(1970) 水稲直播栽培技術の確立に関する研究 岩手農試報 14
- 6) 岩手農試県南分場(1973～78) 寒冷寡照地帯における高生産性稲作(乾田直播)技術体系確立に関する試験成績書・各年度5カ年成績
- 7) 森谷睦夫外(1962) 東北地方の水稲乾田直播の研究と問題点 農業技術 17 No.2～5
- 8) 千葉誠(1962) 水稲直播栽培の成立条件について 北農 29
- 9) 阿部亥三・小野清治(1964) 水稲の直播栽培に関する農業気象学的考察 東北農業研究 6
- 10) 羽生寿郎・内島立郎・斉藤武雄・菅原利(1966) 水稲直播栽培の適地・適期の決定方法に関する農業気象学的研究 東北農試報 34
- 11) 伊藤隆二(1962) 直播機械化栽培用水稲品種の改良と問題点 農業技術 17(8)
- 12) 佐々木多喜雄(1969) 稲品種の低温発芽性に関する育種学的研究(第3報)低温発芽性と農学的形質 北海道立農試集報 19
- 13) 佐々木多喜雄・山崎信弘(1971) 水稲品種の低温発芽性と初期生育(第4報)苗立性との関係 日作紀 40
- 14) 太田勝一・安江多輔(1965) 水稲乾田直播における出芽に関する研究(II)覆土条件が鞘葉・本葉の伸長ならびに出芽におよぼす影響 岐阜大農報 22 1～9
- 15) 斉藤武雄・細田清(1963) 水稲乾田直播栽培における出芽期の推定 農及園 38(7)
- 16) 斉藤武雄(1965) 寒冷地帯の直播水稲に対する気温の作用性に関する研究 東北農試報 32 1～26
- 17) 酒井忠久・神谷十郎(1968) 乾田直播栽培に関する研究(第1報)発芽・苗立ちに関する研究 同(第2報)湛水時期および灌漑法が生育収量におよぼす影響 長野農試報 33
- 18) 高橋成人・岡彦一(1959) 水稲種子の発芽速度を支配する内的要因について 東北大農研究 10 4、207～210
- 19) 岡山農試(1970) 岡山の水稲乾田直まき栽培 農産資料 36 1～75
- 20) 永田稔・野上定嘉(1973) 水稲浅耕直まき栽培法 農業技術 28 346～349
- 21) 井手一浩(1972) 稲・麦機械化一貫栽培としての「不耕起作溝条播省力化栽培」体系 佐賀農試指導資料 12～18
- 22) 山本史夫・松村泰雄(1973) 水稲直播栽培の技術(特集C) 機械化農業 73.6 24～29
- 23) 坂本五十夫(1973) 同上(特集D) 機械化農業 73.6 30～34

- 24) 腰塚敏 (1968) 水稲と乾田裸地直播と連作すると何故減収するか 農及園 43 1835～1838
- 25) 農事試作6研 (1977) (乾田) 直播連続水田における水稲収量の維持向上 農事試場報 22 2～6
- 26) 千葉智・高橋和夫・久保田徹 (1970) イタリアンライグラスあと地における水稲不耕起直播栽培 四国農試報 21 1～22
- 27) 江柄勝雄・中野淳一・菅野考己 (1972) 水田裏作イタリアンライグラスの不耕起および簡易耕起栽培について 四国農試報 25 21～34
- 28) 室賀利正・越智茂登一・平野俊・久保田徹 (1963) イタリアンライグラス栽培あと地残根と水稲栽培の関連について 四国農試報 7 1～13
- 29) 沢田泰男・小梁川忠士 (1969) 土壌中における作物残渣の有害性 北海道農試報 94 1～6
- 30) 小川和夫・森哲郎・安田環 (1970) 土壌の物理的要因と作物の生育に関する研究 (第3報) 土壌空気組成について 東海近畿農試報 19 81～97
- 31) 梅林正直・益子洋一郎・松尾英俊 (1963) 土壌中より発生する各種ガスのガスクロマトグラフィによる分離定量 (第1報) 土肥講要 9 (Part II) 16～17
- 32) 和田武揚・飯田忠夫 (1933) 緑肥分解の際に生ずる有機酸の分離 土肥誌 7 1～8
- 33) 高井康雄 (1958) 水田土壌中の有機酸定量について (第1報) 土肥誌 28 435～438
- 34) 瀧島康雄・塩島光州・有田裕 (1960) 水田土壌中の有機酸代謝と水稲生育阻害性に関する研究 (第2報) 有機酸の根生長並びに養分吸収阻害 土肥誌 31 441～446
- 35) 蔭山勝弘・森治夫・佐藤勝郎 (1973) ガスクロマトグラフィによるサイレージの揮発性脂肪酸と乳酸の同時定量法 日畜会報 44 465～469
- 36) 後藤重義・鬼鞍豊 (1967) 水田土壌における有機酸 (第1報) 有機物の存在下における湛水土壌の有機酸生成 九州農試報 12 No. 3～4 235～249
- 37) 後藤重義 (1970) イタリアンライグラス栽培後の水田土壌における有機酸の生成と水稲の生育 九州農試報 15 3、485～492
- 38) 鬼鞍豊・仲谷紀男・後藤重義 (1967) 疎大有機物施用水田における湛水時の還元の進行と水稲の生育 九州農試報 13 No. 1～2、157～172
- 39) 松村安治・福井春雄 (1963) 各種有機物の地力維持効果に関する試験 四国農試報 7 87～100
- 40) 農技研肥料化学科 (1964～65) 水稲乾田直播栽培における緩効性窒素肥料と硝酸化成抑制剤の効果 (第1報) 1～28 (第2報) 1～53
- 41) チッソ旭(株)技術開発部 (1974) コーティング肥料説明書 CA技術資料No. 50-1、同(乾田直播) 水稲に対する被覆肥料の肥効試験成績書 CA技術資料No. 50-4 1～27
- 42) 岩手農試県南分場 (1975) 乾田直播における好適肥料について 東北地域土肥ブロック会議資料 主要成果 岩手(南) 1～10
- 43) 青柳栄助・佐藤俊夫・武田正宏 (1968) 乾田直播の土壌肥料的な研究 山形農試報 3 1～34
- 44) 石川昌男・平井弘義・岡田巖 (1966) 乾田直播水稲に対する施肥法 (第1報) 播種密度・播種様式が異なる場合の窒素の施肥時期および施肥量について 富山農試報 1 81～101
- 45) 御子柴穆・飯田一郎・上郷千春 (1966) 水稲直播における施肥法に関する研究 (第3報) 窒素の施肥配分の相違が生育収量におよぼす影響 土肥講要 12 6
- 46) 山根国男 (1972) 水稲乾田直栽培の雑草防除 農業技術 27 12、539～543
- 47) 農事試(作) 雑草防除1研 (1976) 水稲乾田直播栽培の雑草防除 農事試場報 20 6～9
- 48) 太田孝・西郷昭三郎・平野豊 (1963) 水稲乾田直播栽培における雑草による減収推定について 雑草研究 2
- 49) 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 21～27
- 50) 泉清一・向井三雄 (1963) 水稲乾田直播栽培における中・大型機械化作業とその経済性 (1

・ 2) 農及園 38 (5・6)

- 51) 池畑勇作・那須衛一・石村和義・人見進
(1964) 二毛作水田における大型機械化水稲乾田直播栽培 中国農業研究 29
- 52) 橋本良材・泉田又蔵・大槻裕一・金山洋
(1971) 乾田直播栽培を軸とした水稲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 40～45
- 53) 及川俊昭(1964) 水稲の中・大型機械化直播栽培法 農及園 39 9
- 54) 農林水産技術会議事務局(1966) 小型機を中心とする水稲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)
- 55) 吉田浩・大沼済 外(1967) 山形県における乾田直播栽培の体系化に関する研究 山形農試報 2
- 56) 山形農試・宮城農セ(1976) 寒冷地における水稲乾田直播栽培の安定技術確立に関する研究(総合助成成果)
- 57) 農事試機械化経営研(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
- 58) 農林水産技術会議事務局(1973) 農林水産研究文献解題 水稲直播編 (農林統計協会)
8～11、36～165