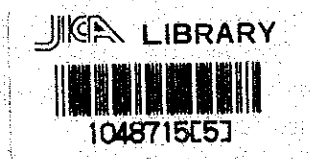


韓国農業研究協力プロジェクト 業務報告書 (Vol. 5)

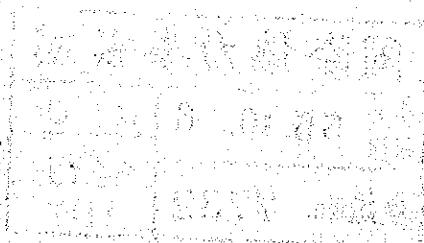
1980年 3月

国際協力事業団
農業開発協力部

韓国農業研究協力プロジェクト
業務報告書
(Vol. 5)



1980年 3月



国際協力事業団
農業開発協力部

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	110
登録No. 00656	80.7 ADT

あ い さ つ

本プロジェクトは、昭和49年6月7日から5カ年間の協定による研究協力を終了後、引続き昭和54年4月2日に署名された「農業に関する日韓共同研究計画の実施のための技術協力に関する日本側計画策定チームと大韓民国政府関係当局との間の討議議事録」に基づき、昭和57年3月31日まで協力実施中のプロジェクトである。

本プロジェクトの特色として以下の点があげられる。

- ① 両国の気候・風土及び栽培作物が似ているため、日本での研究手法及び成果が韓国において適用しやすいこと。
- ② 専門家の派遣期間が約1ないし3カ月と短期間なので、国内における第一線の研究者を派遣していること。
- ③ 来日する研修員に韓国側が日本語検定試験を徹底しているため、日本国内での研修成果が充分あがっていること。併せて、韓国においても管理者ならびにカウンターパートが日本語に堪能なため、専門家の指導及び助言が十分に伝達されていること。
- ④ 日韓農林水産技術協力委員会及び計画打合せチームの派遣により毎年度のプロジェクト実施計画を綿密に打合せさらに、両国関係機関が順調に実施していること。

このような特色により本プロジェクトは着実に十分な成果をあげていると言える。

ここに、昭和53、54兩年度の業務報告をとりまとめた。本報告書が関係各位の参考となると共に本計画の手引となれば幸いである。

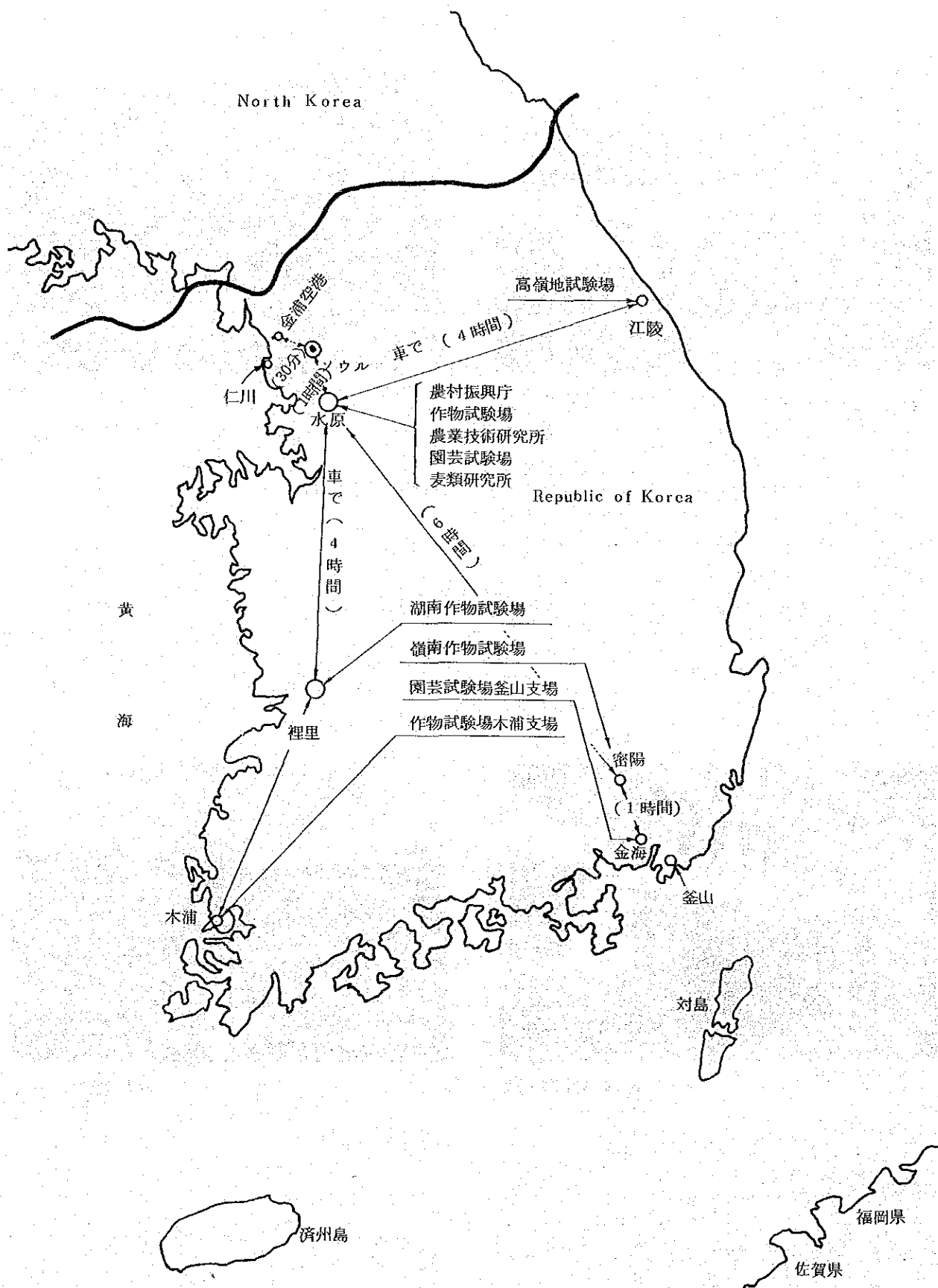
最後に本計画の団長として昭和49年7月から5年5カ月間にわたり研究活動の推進に当たられた、岡田正憲氏、これまで派遣された各専門家及び韓国、日本両国関係機関各位のご尽力に対し心から謝意を表する次第である。

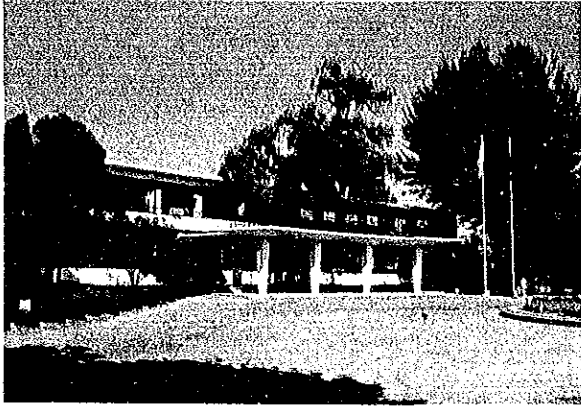
1980年3月

国際協力事業団

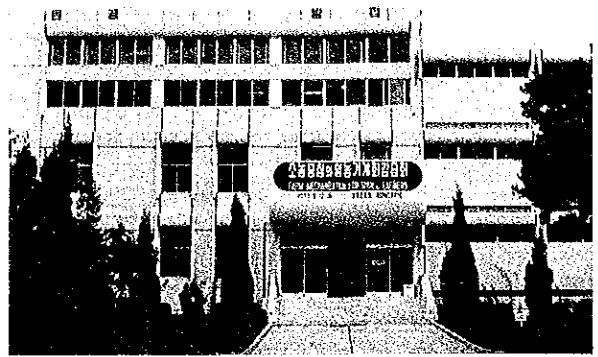
農業開発協力部長 金津昭治

韓国農業研究協力プロジェクト位置

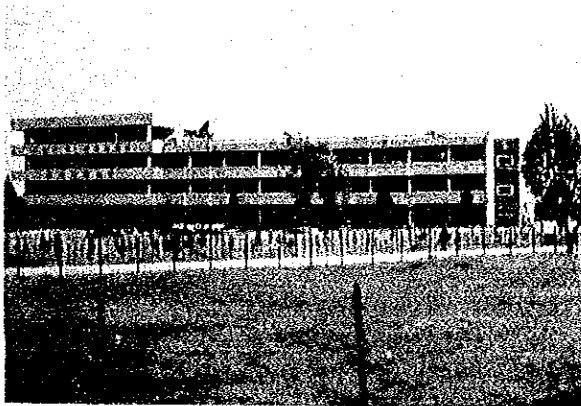




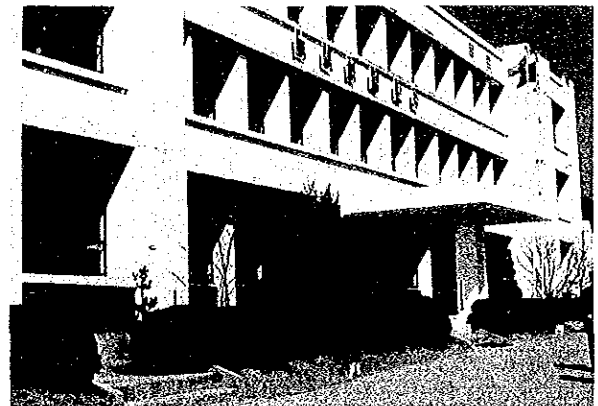
1. 農村振興庁



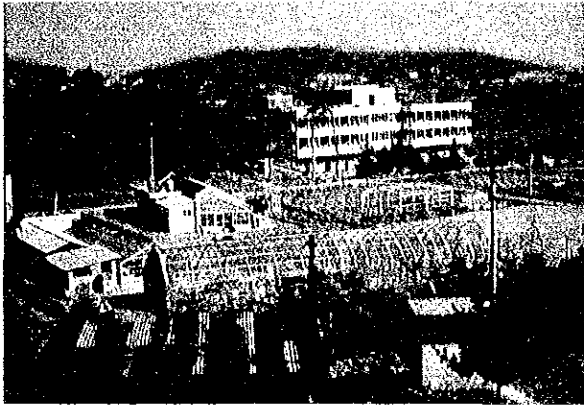
2. 農村振興庁図書館および共同研究団事務所（1階左側）



3. 作物試験場



4. 園芸試験場



5. 農業技術研究所および温室



6. 合同委員会議事録署名



7. 湖南作物試験場



8. 湖南作物試験場世代促進温室

目 次

あ い さ つ

第 I 編 昭和 53 年度事業報告

1. プロジェクト年次報告書	1
団 長 岡 田 正 憲	
2. 専門家派遣実績	7
3. 派遣専門家帰国報告	9
(1) 鷺 尾 養	
水稻機械移植栽培に関する研究	9
(2) 瀬 古 秀 文	
麦類の生理生態に関する基礎的研究	20
(3) 藤 卷 宏	
統一系短稈多収水稻品種のいもち病罹病化と抵抗性安定化の育種的対策	27
(4) 横 尾 政 雄	
イネいもち病抵抗性に関する遺伝研究の方向	48
(5) 古 賀 汎	
水田土壌の水管理及び物理性改善に関する研究	54
(6) 徳 留 昭 一	
開墾地土壌の保全に関する研究	68
(7) 佐 竹 徹 夫	
水稻冷害生理に関する研究	86
(8) 片 岡 孝 義	
雑草防除に関する研究	88
(9) 狩 野 広 美	
野菜の生産増大と品質向上に関する研究	92
4. 機材供与実績	99
(1) 供与機材	99
(2) 携行機材	111
5. 韓国側研修員受入実績	116
6. エバリュエーション報告書説明	117
(1) チーム派遣の目的	117
(2) 団 員 構 成	117
(3) 期 間	117

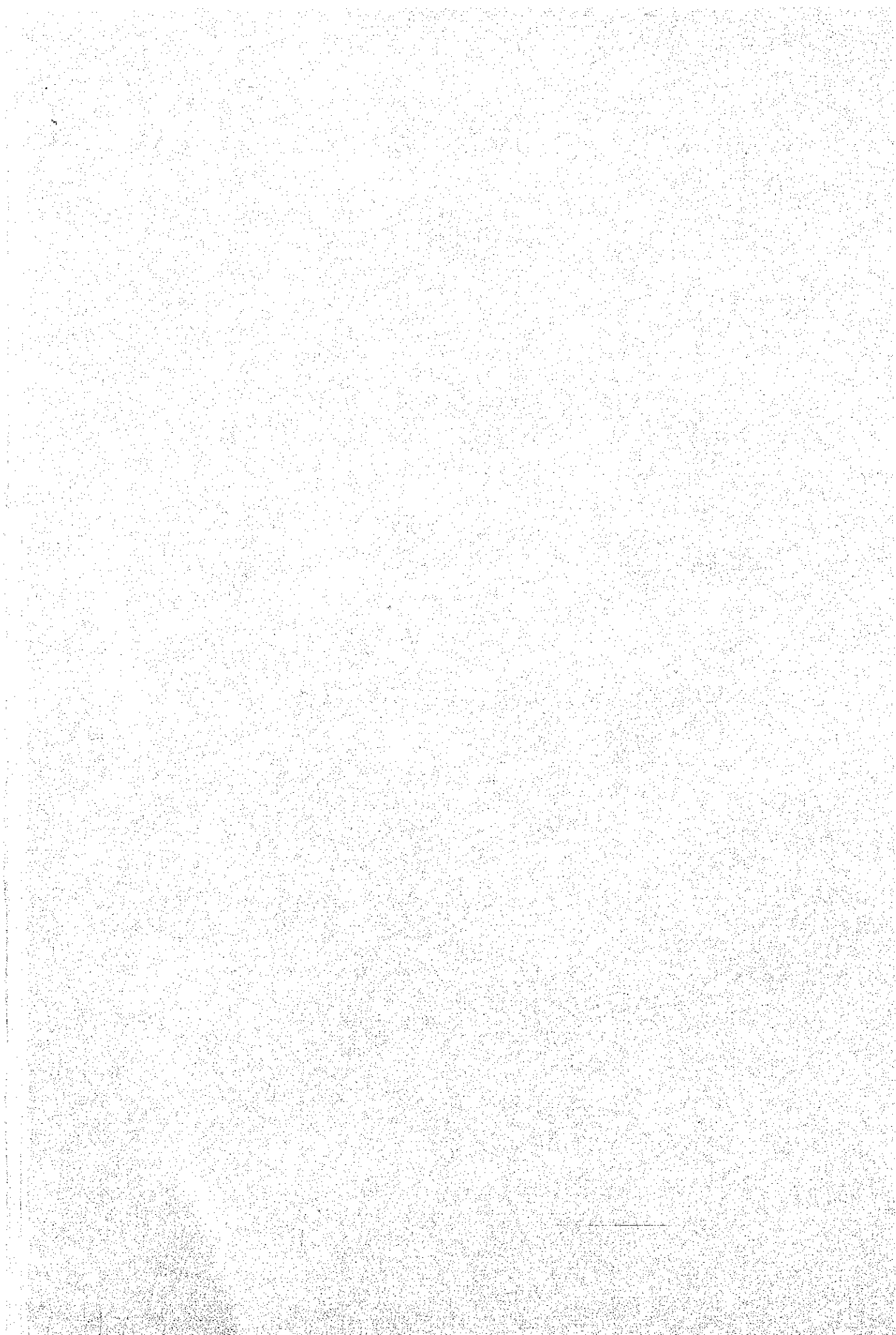
(4) 日 程	118
(5) 討議議事録の協議経過	120
(6) 54年度事業実施計画	122
ア. 試験研究課題総括表	122
イ. 専門家派遣計画	126
ウ. 韓国側研修員受入計画	127
エ. 日本側提示討議議事録(案)	129
(付) 合同委員会における金寅煥委員長あいさつ	141

第Ⅱ編 昭和54年度事業報告

1. プロジェクト年次報告書	143
団 長 坪 井 八 十 二	
2. 専門家派遣実績	150
3. 派遣専門家帰国報告	151
(1) 渡 辺 進 二	
水 稻 育 種	151
(2) 川 原 崎 裕 司	
水稻の窒素の栄養診断に関する基礎研究	158
(3) 田 中 孝 幸	
水稻の光合成・物質生産に関する研究	169
(4) 渥 美 照 男	
野菜の生産増大と品質向上に関する研究	171
(5) 姫 田 正 美	
水稻機械移植栽培に関する研究	176
(6) 後 藤 虎 男	
早生多収小麦の育種に関する研究	182
(7) 四 方 俊 一	
韓国におけるムギ類栽培技術及び生理生態に関する研究について	187
(8) 栃 原 比 呂 志	
資源植物の主要 virus 病分類同定に関する研究	191
(9) 鷲 尾 養	
水稻機械移植栽培に関する研究	193
(10) 岡 田 正 憲	
研 究 団 長	197

4. 機材供与実績	202
(1) 供与機材	202
(2) 携行機材	218
5. 韓国側研修員受入実績	223
6. 計画打合せチームの派遣	224
(1) チーム派遣の目的	224
(2) 団員構成	224
(3) 期 間	224
(4) 日 程	224
(5) 55年度事業実施計画	225
ア. 試験研究課題	225
イ. 専門家派遣計画	228
ウ. 韓国側研修員受入計画	229
(付) 合同委員会における金寅煥委員長あいさつ	230
(付) 1. 署名済討議議事録(英文)	231
2. 同 上 (仮訳)	243
3. 日韓農業研究協力実施計画	250
4. 韓国農業研究計画経過	251
5. 所得作目新技術開発および農作物気象災害対策に関する共同研究事業(新規)	252
6. 農村振興庁機構表	255

第 1 編 昭和53年度事業報告



1. プロジェクト年次報告書

(1) 年間プロジェクト実施概要 ('78. 1. 1 ~ 12. 31)

団 長 岡 田 正 憲

(イ) 年間実績概要

① 推進経過

- 2月6日～12日 第7回農林業開発協力プロジェクト・リーダー会議(於、バンコック)。
- 3月7日～10日 第10次日韓農林水産技術協力委員会がソウルで開催される。韓国側より、前回に続いて、日韓農業共同研究の延長希望が提案される。
- 3月9日 同上委員会に出席の日本側、川田団長外3名農村振興庁に来庁。
- 3月13日～25日 '78年度日韓農業共同研究計画打合せ調査団来韓(升尾、山本、松沢、石崎)
- 3月17日 第5次日韓農業共同研究合同委員会。
- 7月10日 エバリエーションチーム(坂井団長以下7名)および機械・研修管理チーム(渡辺以下2名)来韓。
- 7月19日 同上チームのうち坂井団長以下7名帰国。
- 7月22日 同上チームのうち山本団員以下2名帰国。
- 10月4日 須之部在大韓民国日本国特命全権大使、来庁、麦類研究所冷温調節装置始動式に臨席(1億円無償供与工事)。

② 事業内容

○ 目 的 主要農作物の増産に関する基礎研究分野の技術向上をはかり、研究効率の増進を目的とし、これによって作物の単位面積当りの生産力を向上させることを目標とする。

○ 期 間 1974年6月7日～'79年6月6日の5カ年

③ 試験研究課題の実施状況

表1にみられるとおり、7つの大課題について、それぞれの研究課題が設定され、冬作物にとっては早魃、夏作物にとっては7月24日までの早魃に続いて、それ以降の本格的梅雨と8～9月の異常な長雨により病虫害の大発生となったが、概ね所期の目的が達せられた。

表 1

(単位：項目数)

分 野	1 9 7 7	1 9 7 8
1. 作物の安全多収性品種育成に関する研究	13	11
2. 低位生産地の土壌肥料に関する研究	4	3
3. 作物の栄養生理および生態に関する研究	7	9
4. 土壌肥料に関する総合的研究	2	2
5. 雑草防除に関する研究	2	1
6. 野菜の生産増大および品質向上に関する研究	4	3
7. 作物保護に関する基礎および応用研究	4	3
計	36	32

④ 日本側専門家の来韓

'77年度冬作物については百足、高橋専門家が予定のとおり来韓した。

'78年度については3月の第5次合同委員会において、当初の案は8名であったが、韓国側から2名の追加希望(横尾、野本)により10名となり、表2にしめすとおり年間、短期12名、長期1名が来韓した。

表 2

('78.1.1 ~ 12.31)

専門家氏名	担 当 項 目	'77 年 度		'78 年 度		備 考
		来 韓 日 国	来 韓 日 国	来 韓 日 国	来 韓 日 国	
岡田正憲	研究団長	全	(全期)	在	(韓)	長期
高橋和彦	施設園芸	(77.12.6)	'78.3.5			短期
百足幸一郎	麦類育種	78.1.18	'78.3.17			"
瀬古秀文	麦類生理生態			'78.4.20	'78.5.31	"
藤巻宏	水稲育種			'78.7.1	'78.9.30	"
横尾政雄	遺伝と病虫害抵抗性			"	"	短期、追加
野本和彰	湿度調節装置の据付および操作指導			"	'78.10.7	"、追加
鷺尾養	水稲機械移植		(1次) (2次)	'78.4.20 '78.8.1	'78.5.10 '78.10.7	短期
佐竹徹夫	水稲冷害生理			'78.8.16	'78.9.15	"
古賀汎	水田土壌水管理および物理性改善			"	'78.11.15	"
徳留昭一	土壌保全			"	"	"
片岡孝義	雑草防除			'78.10.1	'78.11.30	"
狩野広美	施設園芸			'78.12.4	'79. (3.3)	"
計		短期2名		短期10名		長期1名

⑤ 韓国側視察団の日本派遣

表3にしめす3名が、本年は主として冬作物の収穫期および夏作物の植付期をねらいとして機械化作業の視察、共同研究業務の打合せ、韓国側研修員の研修状況の視察を行なった。

表 3

氏 名	区分	担当業務	出 国	帰 韓
朴 正 潤	団 長	作 物	'78. 6.15	'78. 7. 5
朴 尚 根	団 員	園 芸	"	"
金 正 幹	"	企画調整	"	"

⑥ 韓国側研修員の日本派遣

表4にみられるとおり、本暦年中に、'77年度分として9名が研修を終えて帰韓し、1名は在日中である。'78年度分は10名の派遣が予定されていたが、7名はすでに出国したが3名は未出発である。なお同年度に上記のほかに追加研修員3名が予定され、現在日本における受入について交渉中である。

表 4

研修員氏名	研 修 項 目	'77 年 度		'78 年 度		備 考
		出 国	帰 韓	出 国	帰 韓	
嚴 基 泰	水田土壌水管理	('77. 7. 5)	'78. 7. 4			学位取得
李 漢 生	特異酸性土壌改良	"	"			
金 文 秀	施設野菜	"	"			
李 康 世	麦類品種育成	('77. 9.26)	'78. 9.25			
許 燁 煒	根系障害	"	'78. 5.26			学位取得
張 英 熙	雑草防除	"	'78. 9.25			
池 光 鉉	高冷地野菜	"	"			
金 鍾 吳	水稻品種育成	('77.12. 2)	'78.12. 1			
李 銀 鍾	水稻病害	'78. 1.10	'78.12.20			学位取得
李 文 熙	水稻光合成	'78. 3.10	(在日中)			
孫 洋	"			'78. 6.24	(在日中)	
金 有 燮	水稻栄養生理			"	(")	
俞 益 東	地力増進			"	(")	
姜 光 倫	施設園芸			'78. 7. 7	(")	
延 圭 復	麦類生理生態			'78.10. 1	(")	
金 東 漢	開墾地土壌保全			"	(")	
權 永 杉	施設園芸			"	(")	

- (注) 1. '78年度未出団者 崔 泳根(水稻育種)、朴 文雄(麦類育種)、朴 文洙(大豆育種)
 2. '78年度追加研修予定者 申 葛均、鄭 永浩、姜 仁秀

⑦ 供与機材

表5にみられるとおり、'77年度機材は年度末までにほとんど全部全部プロジェクト側に到着した。'78年度分は第1次送付の分が12月末に到着し、第2次、3次分は1月に到着の予定であり、順調に推移した。

表 5

区 分	プロジェクト側到着	数 量
'77年度第2次	'78. 2.24	低温恒温器など5機種7台
＃ 第3次	'78. 3. 8	万能顕微鏡など17機種17台
＃ 第4次	'78. 3.25	土壌硬度計、1機種2式
'78年度第1次	'78.1.2.28	窒素分析装置など57機種

⑧ 専門家携行機材および追加機材

各専門家の機材のプロジェクト側到着月日、数量などを表6に示した。JICA関係者のご努力により、大多数の専門家は任期中に機材が到着し、任務の遂行に寄与することが大きく、韓国側に喜ばれることができた。

表 6

専 門 家	プロジェクト側到着	機 種、数 量
百 足 幸一郎	'78. 1.14	電動タイプライター 1機種
	3.17	立体顕微鏡など9機種(追加)
高 橋 和 彦	'78. 1.14	炭酸ガスコントローラー1機種
	2. 6	炭酸ガス発生機 1機種(追加)
	2.20	二重管式流量計 1機種
	7.17	微風速計など3機種(追加)
研 究 団	'78. 3.18	電子複写機 1機種
	4.15	カルパー 345kg
鷺 尾 養	'78. 4.27	上皿天秤など7機種
	'78. 8.24	温度調節器など4機種と書籍2冊
瀬 古 秀 文	'78. 4.27	純水製造装置など16機種と書籍7冊
藤 巻 宏	＃ 7.20	卓上電子計算機など5機種と書籍3冊
	＃ 8.24	単葉同化測定箱など3機種
横 尾 政 雄	＃ 7.20	種子盆など15機種と書籍11冊
佐 竹 徹 夫	＃ 8.24	マイクローム用凍結装置と書籍11冊
	＃ 10. 2	小型氷結マイクロームと書籍4冊

専 門 家	プロジェクト側到着	機 種、数 量
古 賀 汎	'78. 8.24	採土器など 5機種
	" 10. 2	透水性測定器など 2機種
	" 11.10	PHメーター用ガラス電極(追加)
徳 留 昭 一	" 8.24	シリンダーインテーク測定器など 2機種と書籍 3冊
	" 10. 2	電気マツフル炉と書籍 1冊
	" 11.10	テンションメーター用ポーラスカップなど 2機種(追加)
片 岡 孝 義	" 11.10	ワグネルポットなど 4機種と書籍 6冊
狩 野 広 美	" 12. 5	換気扇サーモスタットなど 5機種

(ロ) 年間実績に対する自己評価および相手国側関係者の評価振り

当プロジェクトに対しては、'78年7月10日～19日の間、エバリュエーションチームが来韓し、'74年6月7日以降、'78年7月1日現在の時点で評価が行なわれた。

韓国側もまた'78年7月1日までの日韓農業共同研究について評価を行ない、「日韓農業共同研究推進実績」と称する資料を印刷し、エバリュエーションチームにこれを提示した。

エバリュエーションチームは帰国に先だち、7月18日、日韓双方の最終協議会を開催し、「日韓農業研究協力評価結果 1978.7.18」と称する資料を印刷し、日本側(国際協力事業団評価調査団長)と韓国側(共同研究事業管理所長)との間で討議の後、署名が取り交された。

したがって'78年7月1日までの評価については上記の2資料によって詳細に記載されており、現地プロジェクト側もこれに同意している。

'78年7月以降について特筆すべきことは、統一系新品種群のいもち病罹病化である。全国水稲作付面積 121万余haのうち、統一系新品種群の作付面積は 93万余haにおよび、その作付率は76.5%に達した。このように作付率が増大すれば、これを侵すいもち病菌系の変異型の出現は、これまでの日本における事例では当然予想されることであり、日本側専門家の現地調査・遺伝・育種・栽培法的な協力は高く評価されている。このようにいもち病の大発生がみられたにもかかわらず、11月23日公表の米の収穫量は4,025万石(579万7,100トン)、10a当り水稲の白米収量は474kg、(玄米509.7kg)であり、12月23日発表の日本の10a当り平均玄米収量499kgに韓国がやや優っている。

その他、麦類生理生態、水稲機械化移植、水稲冷害生理、水田土壌の水管理および物理性改善、土壌保全、雑草防除等の分野においても、それぞれの専門家の業績が高く評価されているが、その詳細については紙数の都合で省略いたしたい。

韓国側研修員は本年中に9名、所定の研修を終えて帰国した。いずれも日本の各受入機関の懇切な指導と配慮に対して帰国研修員は衷心より感謝の意を表しており、帰国後も研修中の人的つながりや研究情報の交換などが行なわれている。なおこのうち3名は日本において研修中に学位を取得した。このほかに8名が本年日本において研修中である。

(2) 今後のプロジェクトの取進め方に対する意見

(イ) 明年度および明後年度におけるプロジェクト実施計画策定に当たっての意見

当プロジェクトは1979年6月6日をもって協定期間を終了する。

上述のようにエバリュエーションが行なわれたが、協定終了後のことについては当プロジェクトには未だ公式の通知は得られていない。

いずれにしてもプロジェクトチームの報告に基く本国からの指示の線に沿って対処してゆきたい。

(ロ) プロジェクト取進め方に対する長期的観点からの意見

基本的には前年度の意見と同じであるが重ねて述べることにする。

韓国では主穀の自給は1975年に達成され、水稲作では1977年に4,170余万名をあげて「緑色革命」が達成されている。しかし麦類、トウモロコシ、大豆などの自給率は低く、これらを含めた食糧全体の自給率は79%('77年)である。したがって食糧の増産には軍備と並んで、きわめて熱心であり、総力をあげて努力しつつある。

日本に最も近い外国である韓国は、作物を囲む環境条件や立地条件が日本とよく似ており、農業に関する技術協力は快く受け入れられ、吸収されやすく、投資効果の極めて高い国であることが痛感される。

一方、韓国の工業発展は近年特に目覚ましく、工業立国、貿易立国の色彩が濃厚となってきた。このため農村の労働力は工業面に急速に流出し、農村では労働力の減少あるいは高齢化が進行しつつある。前記のように農業生産の増大によって、年間の農業収入は都市勤労者の平均収入を上廻りつつあるので資力にも余裕があり、今後は農業の機械化、省力化が大いに進展するものと推定される。またGNPも'78年には1人当たり1,242ドルとなっており、畜産、果樹、野菜の需要は急増し、国内での増産が望まれ、これについての試験研究の強化が必要となる。

以上のようなことは、あたかも日本における昭和40年代によく似ているが、これまでの日本農業がたどってきた経緯を反省し、失敗の点については前者の轍を踏まないように技術協力にも留意すべきである。

主穀、特に米については自給は達成されたが、現在の収量水準を維持しつつ、いかに機械化、省力化を取り入れるか、その栽培法の確立、本年の稲作で苦汁をなめた統一系新品種群のいもち病罹病化対策、品質、食味や耐災害性など、今後に残された問題点も多い。また稲作以外の主要作物については自給度が十分でないので、その生産性の向上などが急務であり、この線に沿った技術協力が望まれている。

2. 専門家派遣実績

専門分野	派遣期間	派遣先機関	派遣者	派遣者所属
1. 作物の安全多収性品種に関する研究				
(1) 水稲品種育成	1978.7.1~9.30	浦南作物試験場	藤巻 宏	農事試験場作物部第1研究室主任研究官
(2) 遠伝と病害虫抵抗性	78.7.1~9.30	農業技術研究所	横尾政雄	農業技術研究所生理遺伝第6研究室主任研究官
2. 作物の栄養生理水分生理及び生態に関する研究				
(1) 水稲の水管理(機械化田植)	第1次 '78.4.20~5.10 第2次 '78.8.1~10.7	作物試験場 "	鷺尾 葵 "	農事試験場作業技術部作業技術第3研究室長 "
(2) 水田土壌の水管理及び物理性改善	'78.8.16~11.15	農業技術研究所	古賀 汎	九州農業試験場環境第2部土壌肥料第1研究室長
(3) 麦類生理・生態	'78.4.20~5.31	麦類研究所	瀬古秀文	四国農業試験場栽培部作物第1研究室主任研究官
(4) 水稲冷害生理	'78.8.16~9.15	作物試験場	佐竹徹夫	北海道農業試験場作物第1部稲第3研究室長
3. 土壌肥料の総合的研究				
(1) 土壌保全	'78.8.16~11.15	農業技術研究所	徳留昭一	四国農業試験場土地利用部土壌保全研究室長
4. 雑草防除に関する研究				
(1) 除草剤	'78.10.1~11.30	浦南作物試験場	片岡孝義	農事試験場作物部雑草防除第1研究室長
5. 野菜の生産性増大と品質向上に関する研究				
(1) 施設園芸	'78.12.4~79.3.3	園芸試験場・金梅文場	村野広美	野菜試験場施設栽培部栽培第2研究室研究官

3. 専門家帰国報告

3. 専 門 家 帰 国 報 告

(1) 水稲機械移植栽培に関する研究

鷺 尾 養

I 緒 言

韓国の稲作は目標生産量4,000万石を達成し、この生産量を安定的に持続することが重要課題となっているが、農業労働力の減少あるいは高齢化の進行が一層著しくなっている。このような情勢の中で水稲の機械移植栽培の導入が行なわれつつあるが、現在の収量水準の維持が不可欠であるため、全国的な協力体制の下に大型プロジェクト研究として水稲作の機械化省力が強力に推進されている。

研究の重点は機械移植栽培による田植労力の節減と田植時期の労働ピークの切崩しにあり、田植機導入のための育苗技術の確立を中心に研究が進められてきた。しかし、一層の省力化を図るため、収穫機をも導入して機械化省力栽培の一貫体系技術の確立を指向しつつある。本年は5ヶ年計画の方5年目に当るので、本年の結果のみならずこれまでの水稲機械移植栽培に関する研究の成果を総括して報告する。

本研究を進めるに当り、種々のご配慮とご支援をいただいた日韓両国の関係者各位に深甚の謝意を表す。

II 研究内容の概要

1. 韓国における稲作機械化の研究と普及の現況

稲作の機械化省力のための機械移植栽培の導入が重視されるようになり、本格的研究が開始されたのは昨年度からといえる。田植機利用を可能にするため、まず育苗技術の研究に取り組み、床土の適性と改善策・播種量・施肥法・育苗中の温度管理等について、統一系品種の4～5葉苗箱育苗法の大綱が一応定められるに至った。また、地域別・葉齢別の安全作期についても'77および'78 両年の重点検討の結果、一応の基準を得ることができた。しかし、移植後の本田における栽培管理に関しては今後の成果にまつところが多く、前記の成果にも細部に検討すべき点が残されている。要するに、田植機利用による機械移植栽培が可能となったが、その多収安定化にはまだ残された研究課題が少なくないといえることができる。

いっぽう、稲作省力化は急を要する問題であるため、研究機関における試験研究と平行して現地展示圃における実証試験が行なわれ、導入普及の検討が進められている。すなわち、全国に機械化のための団地を設定し、田植機のほかバインダまたはコンバインも導入して稲作の一貫機械化栽培確立を目指した試験を実施している。また、現地における指導の適確を期するため、稲作の始まる前に全国より指導者を集め、水原において技術研修を行なっている。これらの現地実証試験も比較的順調に行なわれ、慣行手植栽培に劣らぬ収量をあげているものも少なくないといわれている。

2. 本年の研究課題と実施場所

昨年に続き育苗技術の確立と、地域別・葉齢別安全作期究明の試験が重点共通課題となり、適品種選抜試験および本田栽培技術に関する試験が加えられている。本年の試験設計書に示された主量課題名と実施場所は次のとおりである。

課 題 名	実 施 場 所
1) 育苗方法比較試験	作試、湖試、嶺試、忠南、全南各道院
2) 播種量対施肥量試験	湖試、京畿・忠北・全北・慶南各道院
3) 簡易育苗方法試験	嶺試、江原・忠南・全南・慶北各道院
4) 床土殺菌処理試験	作試、京畿・全北・全南各道院
5) 床内温度と乾湿が苗素質に及ぼす影響	嶺試
6) 苗齢別安全作期究明試験	作試、湖試、嶺試、済州を除く各道院
7) 本田窒素施肥量・施肥方法試験	江原・忠南・全南、慶北各道院
8) 栽植密度試験	作試、嶺試
9) 機械移植用品種選抜試験	作試、湖試、嶺試、全南・慶南各道院
10) 粘土条件での機械移植方法試験	慶北道院
11) 条播苗の生育・収量に関する試験	作試
12) 機械移植本田栽培法試験	湖試
13) 機械移植の有効茎歩合向上試験	全北道院
14) 機械移植農家普及上の問題点究明	慶南道院

3. 研究成果

1) 本年度の主要な成果

(1) 簡易出芽法：無加温省力の育苗法を確立するため保温積重ね出芽と苗代に播種直後の育苗箱を並べる保温平床出芽の2方法を比較検討した。第1表に示すように屋外保温（ビニールトンネル）苗代での平床出芽は出芽日数が長くなり、出芽率も低下して苗揃いが不良となるので低温時期の育苗では不適である。ビニールハウス内であれば平床出芽でも可能であるが安定度が劣るので積重ね出芽が望ましい。

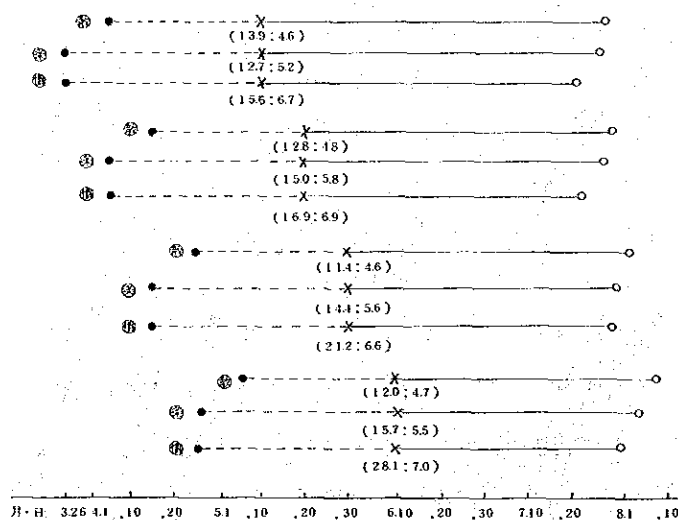
(2) 播種様式：散播と条播（短冊苗型枠方式）の2様式について比較した。散播は箱当り乾糶100g播種、35日で46～48葉の苗が育苗できた。条播は箱当り乾糶80g播種、45日で5.5葉前後の苗が育苗できた。散播は均一に播種しなければ一株苗数の変異が大きくなり、播きムラが甚しいと欠株が多くなる。条播は育苗箱を苗代床面へ十分密着させ、灌水不足にならぬよう注意することが必要で、床土が過乾となり、出芽不良や不揃を生ずる傾向が強い。また、方1図にみられるように、この程度の葉数増加

第1表 出芽方法と出芽状況

(4月20日播種)

場所	出芽方法	出芽期間温度(℃)		出芽所要日数(日)		出芽率(%)	
		最高	最低	散播	条播	散播	条播
ビニールハウス	積重ね簡易出芽 (こも+ビニール被覆)	34	17	2	2	96	90
	平床出芽 (新聞紙被覆)	42	12	3	3	94	86
	平床出芽 (ビニール被覆)	44	12	3	3	92	74
保折 保温 苗代	平床出芽 (新聞紙被覆)	42	6	4	7	82	65
	平床出芽 (ビニール被覆)	46	5	4	7	64	59
保畑 保温 苗代	平床出芽 (新聞紙被覆)	42	8	4	6	68	66
	平床出芽 (ビニール被覆)	38	7	4	6	72	61

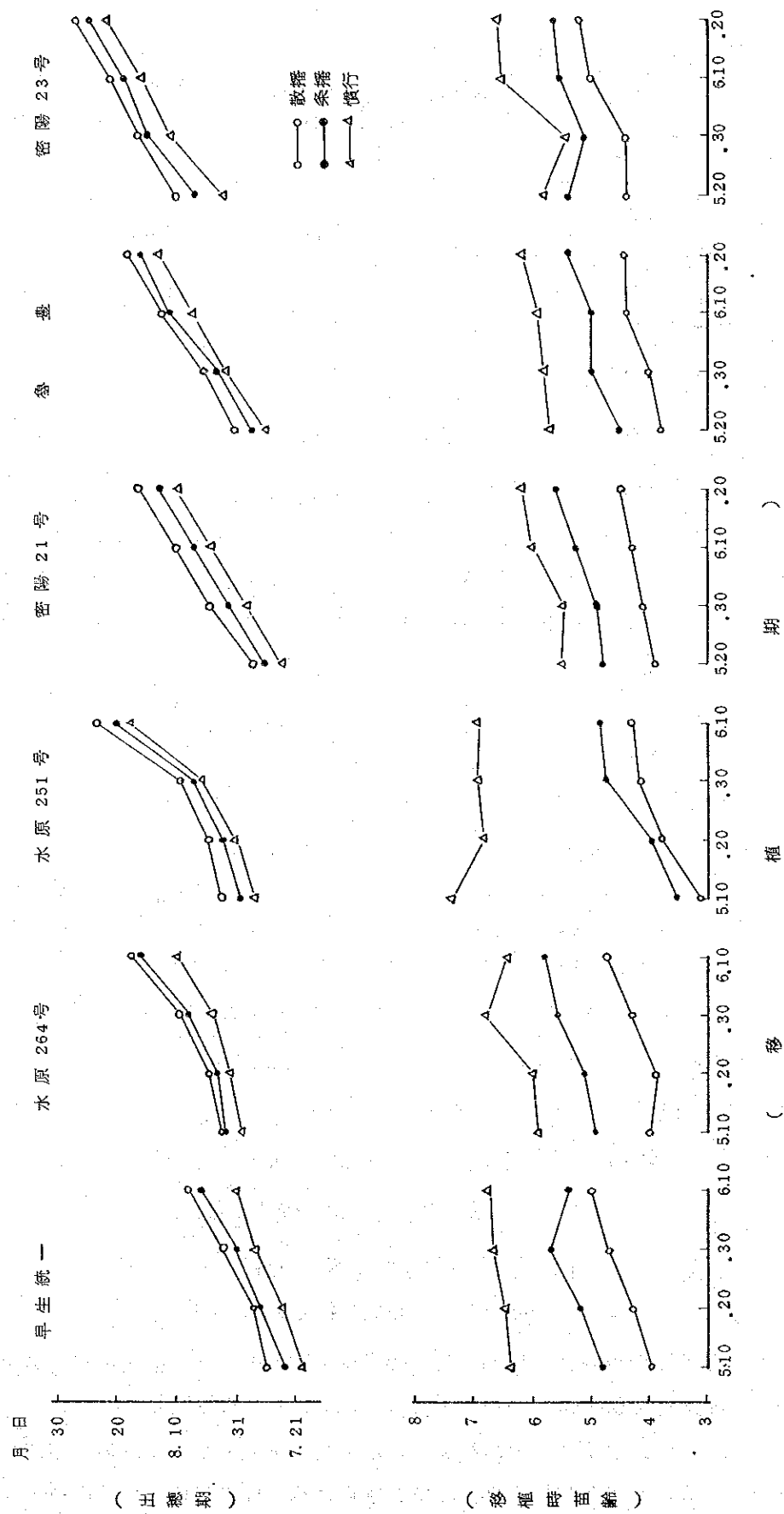
では条播が散播に比べて出穂遅延防止の効果が明らかであるとはいえない。むしろ、育苗箱数の増加や育苗日数延長のマイナスの方が大きい。今後両様式の実用的な葉数増加の限界を究明して優劣を検討する必要がある。



第1図 育苗様式と移植時葉齢・出穂期

- 注) ① ●散播, ○条播, ○慣行苗代苗
 ② ●播種期, ×移植期, ○出穂期
 ③ ()の数字は草丈, 葉齢

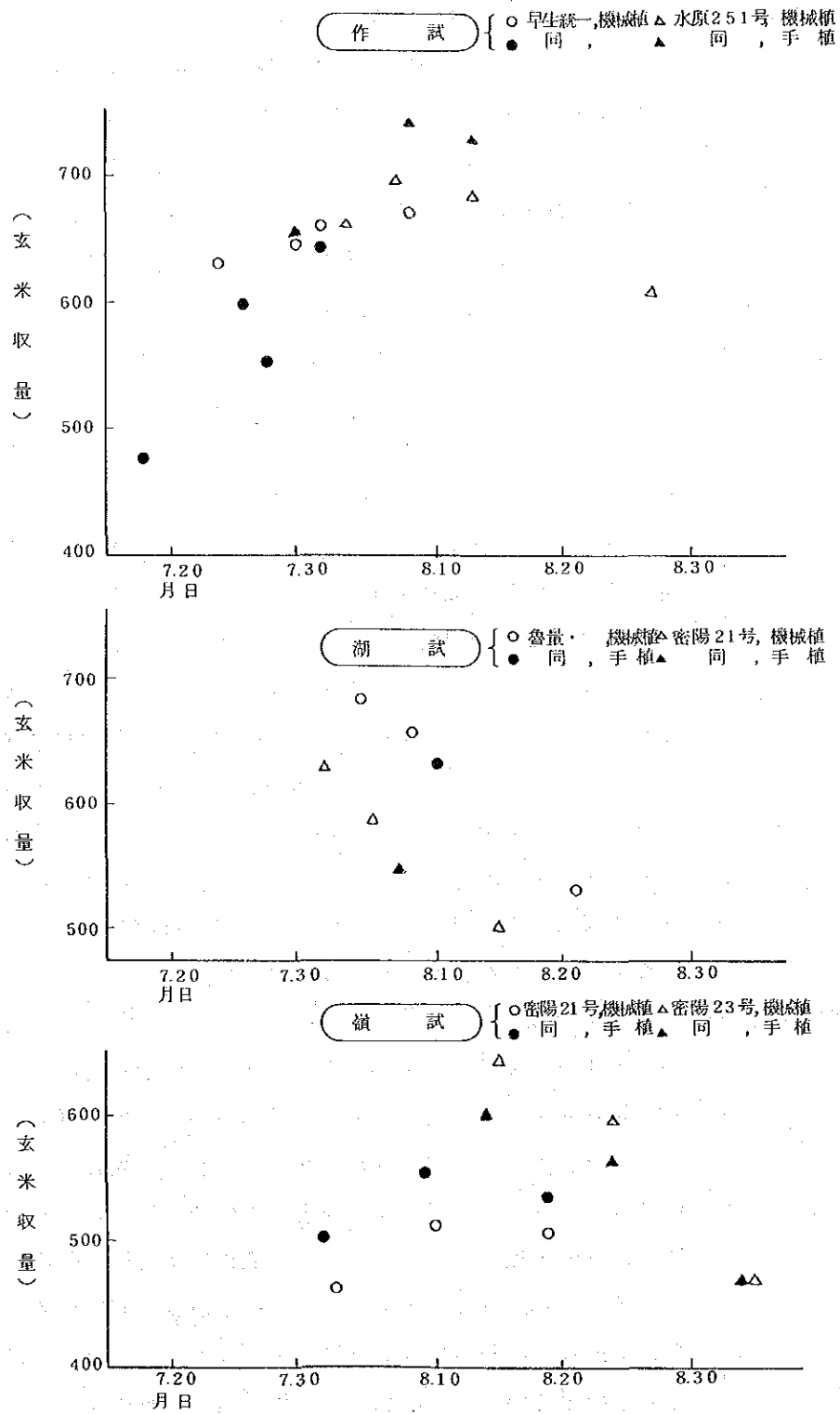
(3) 播種量: 中苗育苗における箱当り播種量(乾粒重)は、散播の場合粒千粒重の大小により21g未満は120~130g、21g以上は130~140gとしていたが、粒千粒重の品種間差がかなり大きく主要普及品種の間でも約10gの差異が認められたので、さらに細分して播種量の基準を区分すること



第2図 品種別、作期別の移植時苗齢と出穂期の関係

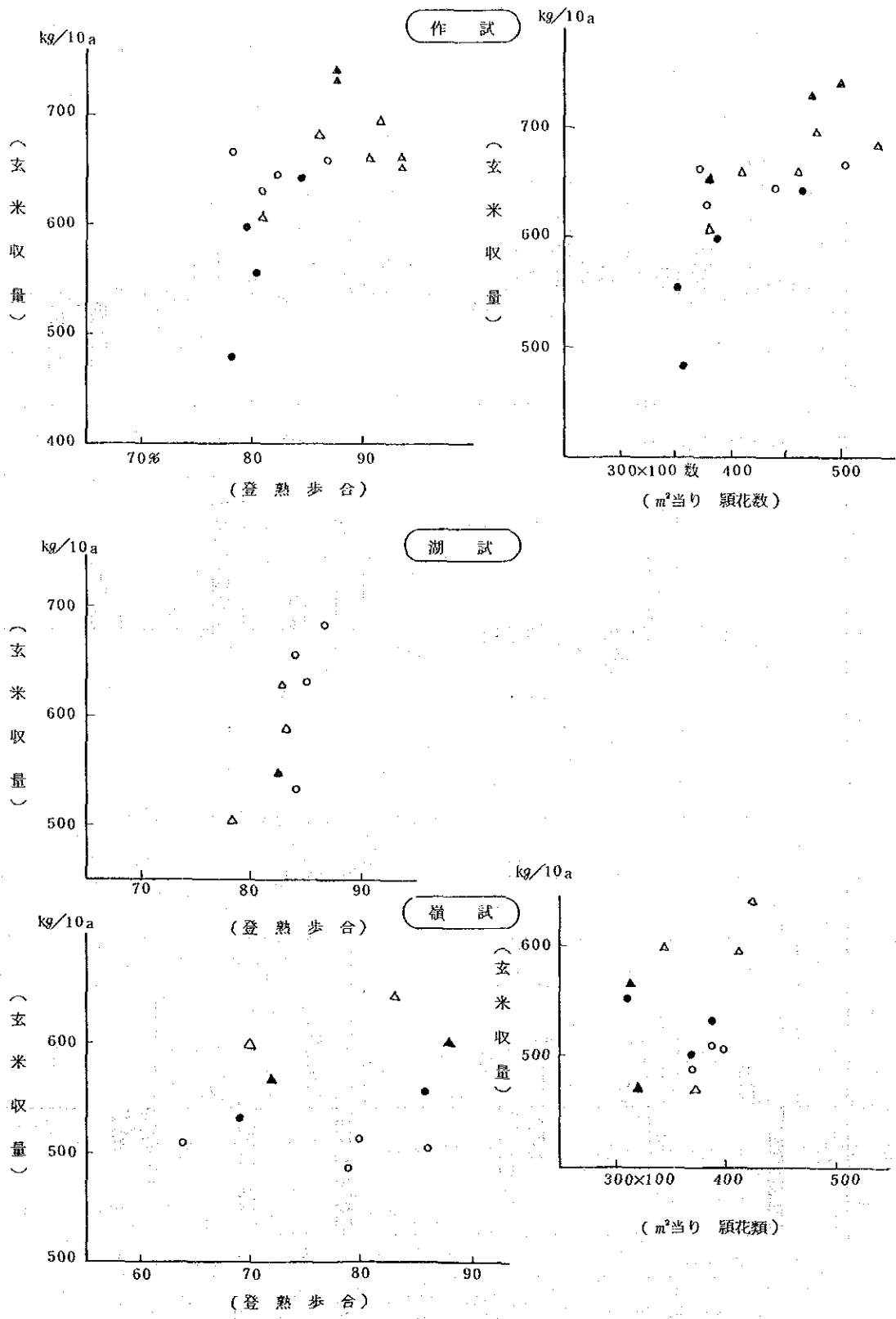
とした。

- (4) 品種別・苗齢別安全作期限界：'77年に続き全国連絡試験として、一部品種を入れ替えて実施した。第2図は各地の試験結果を品種別にまとめたものであるが、この程度の移植時の苗齢の差異の範囲では、出穂期には移植時期の差異が強く影響し、苗齢増加による出穂促進効果は認められるが出穂期は移植期の遅れと平行的に遅くなる。地域毎に慣行栽培において安全出穂期の限界が明らかにされているので、これを参考に比較検討し、機械移植栽培の安全作期限界を策定した。
- (5) 本田の生育期・収量：早植の場合に育苗期間が低温なため苗の伸長が遅く、移植時の草丈が短かいために田面の均平不良の場合に水没して枯死する株が多発することがある。活着後の生育相は慣行手植稲に比べ、茎数が増加し穂数・㎡当り籾数を確保し易いとみられる。早植ほどこの傾向が強いようで収量も優ることが多いが、反面過繁茂的生育となり、短稈であることも影響して紋枯病の発生が甚しくなる場合もみられた。本年の試験は帰国時には一部が収穫期に達したのみで収量の検討はできないが、昨年の結果(第3・4・5図)から推察すれば、中・北部では5月下旬頃まで、南部では6月上旬頃までの移植期ならば機械移植栽培は慣行手植栽培よりも多収となることが多いといえるようである。その多収の要因は穂数の増加による総籾数の増加とみられる。これより晩植となる場合はさらに密植として籾数の増加をはかり、登熟歩合を高める対策をとることが必要と思われる。その具体的手段としての栽植密度や施肥法改善の基準については今後の課題として残されている。
- (6) 収穫の機械化：収穫機の利用・導入に対応すべき研究は未だほとんど行なわれていないが、実際に使用した事例から次のような問題点を指摘することができる。機械収穫作業に関連のある品種の特性として、草型・稈長・稈の剛柔と耐倒伏性および脱粒性などがあげられる。現在の主要普及品種の大部分は、短稈直立型で止葉が穂より上に抽出し、強稈で耐倒伏性は強く脱粒性は易～極易である。バインダ収穫では短稈すぎると結束時の穂揃いが乱れて脱穀時のロスを多くし、脱粒が極易では刈取・結束・放出の作業過程での穀粒の脱落損失が多くなる。コンバイン収穫でも短稈すぎると脱穀時のロスが増加し、脱粒が極易であればヘッドロスを防ぐため作業速度を落とさなければならない。また、抽出した止葉が選別部へ多く送られ穀粒の選別精度を悪くしている。機械収穫に適する稈長の下限は65cm、脱粒性は中～やや難である。機械の機構・性能の改善あるいは品種特性の改良等の検討を要する。

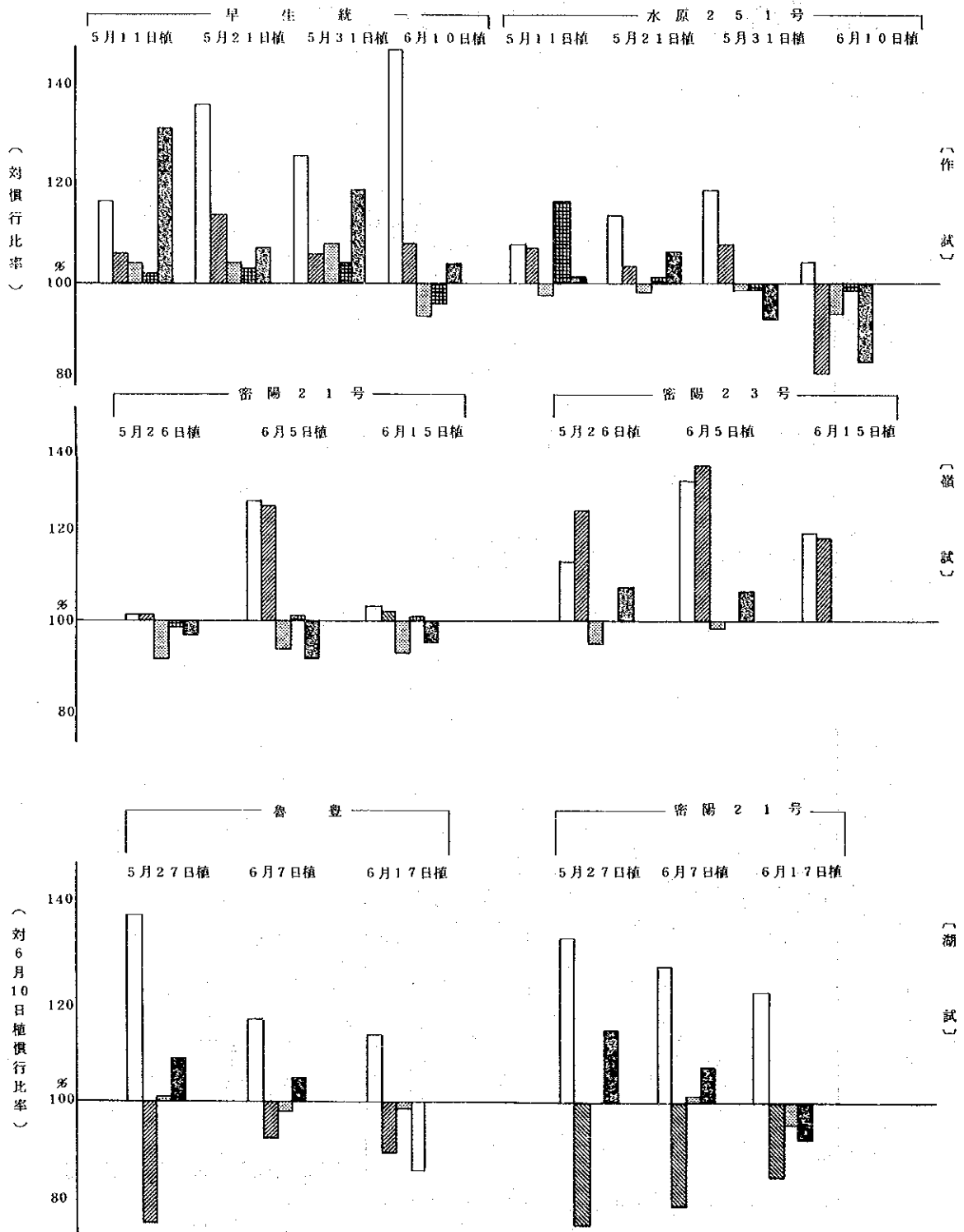


(出穂期)

第3図 出穂期と収量



第4図 収量と登熟歩合、穎花数



第5図 手植稲に対する機械移植稲の収量構成要素の比較

2) 成果の総括

これまでに得られた成果を活用し実用技術の指針として示されている点は次のとおりである。

(1) 育苗法の要点

- ① 育苗様式：中北部特に早植はビニールハウス育苗、南部はビニールトンネル畑苗代又は折衷苗代、出芽は簡易出芽法。
- ② 育苗日数と苗素質：

地域区分	育苗日数	苗 齢	草 丈	地上部乾物重
	日		cm	mg
中 北 部	35 ~ 45	4 ~ 5	15 ± 3	25 ~ 35
南 部	30 ~ 40	3.5 ~ 4.5	17 ± 3	25 ~ 35

注) 苗齢は0.5~1葉増加が望ましく、その可能性は大きい。

③ 播種量(乾粃g/箱)：

散 播 120 ~ 130 g (玄米千粒重21g未満)

130 ~ 140 g (玄米千粒重21g以上)

条 播 100 g

粒の大小による区分はより詳細に5~6段階の区分を検討中で、'79に改訂される。

④ 施肥量(箱当り成分量)：

N 3 ~ 4 g P₂O₅・K₂Oは全量基肥床土混合施用

P₂O₅ 4 ~ 5 g Nは0.5~1gは基肥とし、2~4葉期にそれぞれ0.5~1gを生育状況に応じ追肥を施用する。

K₂O 3 ~ 4 g

⑤ 主要管理法

項目	期間	出 芽 期	緑 化 期	硬化前期	硬 化 後 期
温 度		昼夜共 30 ~ 32℃	昼-夜 25 ~ 20℃	昼-夜 20 ~ 15℃	昼 夜 20 - 15 ~ 15 - 10℃
光		暗 黒	弱 光	自 然	自 然
備 考		夜間低温時期は2重被覆により保温に注意			自然気温にならすよう被覆を調節

(2) 安全作期限界(一毛作田・中苗移植)

地域区分	移 植 期	最適出穂期
中 北 部	早生種 5月15日~5月31日	8月1日~8月10日
	中生種 5月10日~5月25日	
中 部	早生種 5月15日~6月5日	8月5日~8月15日
	中生種 5月10日~5月31日	
南 部	早生種 5月15日~6月10日	8月10日~8月20日
	中生種 5月10日~6月5日	

(3) 本田栽培管理

栽植密度について3.3㎡当り株数70～90、一株植付苗数3～5本の範囲が基準と考えられているが、作期や品種との関係について細部の検討が残されている。施肥法、雑草防除、病虫害防除、水管理等については慣行栽培との相違点と問題点が検討摘出されているが、研究が開始された段階である。

Ⅱ 残された問題点と今後の研究課題

1. 残された問題点

1) 目標苗齢と育苗法

韓国における機械移植栽培では、好適生育期間の短いこと、主要品種の主稈葉数が多いこと、二毛作可能地帯では裏作麦の作付を奨励していること等の諸条件があるため、安定多収を図るには移植時の苗齢をなるべく多くすることが望まれる。苗齢増加には箱当り播種量の減少と育苗日数の延長が必要であるが、これには育苗箱や被覆資材などの増加と同時に所要労力も増加する。特に、苗齢増加に有利となる条播や点播の様式はこの傾向が強い。そこで、地域別・作期別に品種の早晩性も考慮して移植時の必要苗齢を明確にし、その目標に応じた安定度が高く経済性もすぐれた育苗法の確立が必要である。

2) 育苗の安定省力化対策

育苗期間の気温の変動幅や日較差が、地域や作期の違いによりかなり大きいというに、育苗日数の長い苗齢の進んだ苗を得ようとする育苗条件である。それゆえ、育苗の安定化対策が極めて重要であるが、箱育苗のような極密播条件下の苗の生育と温度や窒素との関係等の基礎的データが不足である。また、各種の病原菌による立枯病は未だ多発していないが、場所によっては発病が認められているので今後の増加防止の注意が必要と思われる。さらに、苗齢増加のための薄播と育苗日数延長に伴う労力増加の対策として、目標葉齢が得られる密播の限界を確認し箱数節減の可能性を明らかにすることも必要であろう。

3) 作期別収量性の確認と省力安定多収技術の確立

地域別の安全作期について一応の基準は作成されたが、地域区分を精密にすると共に、作期別の収量水準を把握しておくことが、今後各地で種々の作付体系を確立するための資料として重要である。また、省力栽培としての機械移植栽培の安定多収化をはかることも必要である。慣行の手植稲と異なる機械移植稲の生育相を明らかにし、それを基礎にして肥培管理技術を確立しなければならない。収穫作業をはじめ諸作業の機械化をも含めた省力機械化一貫栽培体系の確立が究極目標となろう。

4) 機械化栽培用適品種の育成

現在の普及品種は特に機械化栽培を目標として育成されたものではない。また、適品種の具備すべき特性についても解明されていない。しかし、現在の品種について改善すべき特性と思われる点がいくつか認められている。すなわち、脱粒性が易にすぎること、止葉

が穂上に抽出しすぎ自脱コンバインの選別性能を悪くすること、短稈にすぎ脱穀ロスが増加し易いこと、低温発芽性の劣る品種がある等である。これ以外にも今後見出される欠点があるかも知れない。ところが、これらの欠点は機械利用の観点から摘出されるもので、その改善が収量性や他の有用特性の上からはマイナスになることも予測されるので、綿密な計画による品種育成を検討しなければならないであろう。

5) 主要研究課題

以上の問題点を整理し主要研究課題に要約すれば次のようになる。

- (1) 播種様式別育苗可能葉齢とその密播限界の究明
- (2) 育苗条件の差異が苗の生育に及ぼす影響の解明と育苗の安定省力化対策確立
- (3) 地域別作期別適品種とその収量水準の確認
- (4) 省力一貫機械化稲作の安定多収技術体系の確立
- (5) 機械化栽培用適品種の育成

IV 所 見

水稲の機械化省力栽培に関する研究は、現地への速かな普及定着を実現するために、当面は実用的技術確立に主力が注がれており、重点プロジェクト研究として着々と成果が得られている。今後も、各専門分野の協力を一層緊密にして残された課題解決を重点に推進されようとしている。場所間の分担協力の体制や限地実証展示圃としての機械化圃地の設定等農家への普及導入への対応も考慮され、段階的に順調に進展しつつあると考えられる。

しかしながら、機械移植栽培は未だ研究蓄積と実際栽培の経験の浅い新しい技術であり、基本原理と技術の要点の浸透は十分とはいえない。特に、研究が重点的に実施されて以来の2～3年は気象的にも比較的好条件に恵まれており、不良条件に遭遇した場合の対応には不安な点が残されている。

上記残された研究課題を重点的に推進して速かに成果を得ると共に、普及定着のための課題として共同育苗、集団栽培に関する知識の吸収と適用条件の検討も行なわなければならない。そのために技術の体系化研究も必要となろう。これらの広範囲の問題を究明する間に、研究上、普及上多くの未経験の問題点も見出されるものと思われる。その解決には今後も専門家の派遣と研修員の受入れを効果的に行なうことが必要であろうと考える。

(2) 麦類の生理生態に関する基礎的研究

瀬 古 秀 文

I 緒 論

韓国における麦の作付は大麦、裸麦、小麦、ライ麦を合わせて約75万haで、稲につぐ基幹作物である。なかでも、近年における経済の高度成長に伴う食生活の変化、向上によって小麦の需要が急速に高まり、輸入が180万トンにも達し、自給率は1965年の27%から1976年には4.5%にまで低下している。そこで、大裸麦の自給をそこなうことなく1980年代の早い時期までに小麦の作付を33万ha近くまで伸ばそうとする計画がたてられている。しかしながら、麦価の対米価比の低さ、昨年寒害、本年の早魃に代表されるような厳しい自然条件による作柄の不安定性、田植の早期化、特に小麦では成熟期が遅いことなどの要因によって、この目標を達成するには相当の努力を必要とするように感じられる。

このように麦作をとりまく情勢は厳しいが創設まもない麦類研究所においては育種、栽培、品種研究科が一体となって日夜精力的に研究が行われていて、その熱意と実行力にはあらためて敬服させられた次第である。私はこれらの研究成果が必ずや生産の増大、安定化ひいては農家の所得向上に貢献するものと信じており、これに加えて省力かつ安定的に多収をあげている麦作優良事例などが核となって安定多収麦作が点から面への拡がりを見せることを期待するものである。

私の日韓農業共同研究団の一員としての在韓が1978年4月20日より5月31日までの40日余というきわめて短い期間であったことはまことに遺憾であるが、この間「麦類の生理生態に関する基礎的研究」に従事するとともに、出穂後の時期に主要麦作地帯を視察することが出来たことはまことに幸いであったといわねばならない。

ここに無事任期を終えることが出来たのは、ひとえに農村振興庁長をはじめ本庁の関係各位、麦類研究所長ならびに研究所の関係各位、特に栽培科の皆様の暖かい御支援と御協力のおかげであり厚くお礼申し上げます。

II 研究内容概要

麦類の生理生態に関する基礎的研究で日韓共同研究にとりあげられた2項目のうち「麦類の生育時期別の早魃処理が生育および収量に及ぼす影響」について研究を行なった。本年は早魃対策委員会が設置されるほどの大早魃であり、また本年はどでなくとも小さな早害は数年に1回程度の頻度で起こるので、本研究を進める意義は大きいといえる。

ここでは二重ポット法によって給水を調節し、早魃処理を与えた材料について、ガス交換の行われる主要な器官であり、光合成速度、蒸散量と大きなかわりを持つ気孔について、その数を調査し、さらに別途圃場に条播された小麦33品種について気孔数を調査した結果を報告す

る。なお、滞在期間の関係から最終的な試験結果についての報告は不可能であるが、いずれ韓国側共同研究者によりとりまとめが行われるものとする。

1. 材料および方法

早魃処理については小麦品種 Chokawng、大麦品種 Kangbori をポットに播種し、全期間適湿区と、処理開始期と処理期間の異なる組合せ10区、計11区を設けた。そのうち、1.全期間適湿、2.早魃処理30日間（3月16日～4月14日）、3.同45日間（3月16日～5月1日）、4.同30日間（4月1日～5月1日）、5.同15日間（4月16日～4月30日）の5区について主稈2本を採り、葉身、葉鞘に2箇所ずつマニキュアを塗り、乾燥後マニキュアをはがしてスライドグラスに貼付け、顕微鏡（10×10）で1視野あたりの気孔数を数えた。1枚のプレパラートについて2回ずつ、1処理については合計8回数えると同時に、いくつかの処理区については孔辺細胞の長さを12個の気孔について計測した。

一方、33品種の小麦についてはよく揃った3本の主稈もしくは第1次分げつの稈をとり、止葉の裏側中央部2箇所マニキュアを塗り、1つのプレパラートについて2回、1品種については12回の調査を行って平均値を算出した。1視野の大きさは 254mm^2 であった。なお、プレパラートを作成した葉身については葉面積をも測定した。

2. 試験結果

表1から表5までは小麦の気孔数についての基本的なデータを示した。すなわち、表1に示すように単位面積あたりの気孔数（以下気孔密度とする）は小麦、大麦とも止葉から下位の葉になるにつれて少なくなった。また、小麦 Chokawng の気孔密度は大麦 Kangbori より低く、同じ葉位で比較すると60-70%であった。つぎに葉面積は表2に示すように Chokawng、Kangbori とともに止葉が小さく、1葉が最も大きく、葉位が下がるにつれて小さくなった。なお、Chokawng は Kangbori に比べて止葉が相対的に大きく、Kangbori の場合は、上位5葉のなかでは止葉が最も小さかった。葉身裏側の総気孔数を推定すると、止葉では Chokawng が多く、その他の葉位では Kangbori が多かった（表3）。葉身の表と裏で比較すると（表4）止葉、-1葉、-2葉とも表側で気孔密度が高く、裏側はその約 $\frac{3}{4}$ であった。葉鞘の気孔密度は葉身より低く、止葉葉鞘表側では止葉葉身表側の約 $\frac{3}{4}$ であった。（表5）

つづいて早魃処理の影響をみると、観察によっても早魃処理の長い区では草丈が低く、葉が小さいことが明らかであったが、表6に示すように早魃処理により Chokawng では15日間処理を除いて-2葉以上の葉に、Kangbori では-3葉以上の葉に影響がみられ、いずれの場合も葉面積が小さくなった。特に Chokawng の45日処理、4月1日よりの30日処理などでは適湿区に比べて止葉の面積が $\frac{1}{3}$ にもなり、Kangbori でも45日処理によって葉面積は $\frac{1}{2}$ に減少した。気孔密度を表7に示したが、早魃処理によって mm^2 当り10個以上増加したのは Chokawng の45日処理の止葉から-2葉まで、4月1日から30日処理の止葉と-1葉、15日処理の止葉であり、Kangbori では45日処理と4月1日からの30日処理の止葉であった。このように気孔密度は早魃処理により高くなったが、1枚の葉身裏側の気孔数を推定すると（表8）、早魃処理によ

り葉全体の気孔数は減少し、45日処理の場合には約 $\frac{1}{2}$ まで減少した。しかも、例えば45日処理の葉身における気孔の大きさは適湿区に比べて小さく、また、葉鞘においても葉鞘長が短くなると同時に気孔の大きさも小さくなった(表9)。

以上のように単位面積当りについて考えれば、気孔数は早魃処理により増加する傾向がみられた。これは処理による作物体内水分ポテンシャルの低下、それに伴う光合成能力の低下等に起因する細胞伸長阻害の結果もたらされたものである。したがって本質的に気孔数が増加したわけではなく、全体の気孔数は逆に減少し、気孔の大きさも小さくなって省蒸散型の早魃条件に適応した作物体となっている。しかしながら、光合成のためのガス交換の入口としての気孔の数、大きさが減少することにより、光合成能力の低下をもたらし、ひいては生育収量に悪影響が及ぶことは明らかである。勿論、気孔の数、大きさの減少は早魃処理による光合成能力の低下、細胞伸長阻害の結果が時間を経て可視的にとらえられたものであって、現実には早魃の影響は葉の水分ポテンシャルの低下と同時に光合成能力等の生理機能に及んでいることはいうまでもない。

小麦33品種の止葉の裏側の気孔密度については表10に示した。気孔密度は最高が60、最低が41でかなりの巾の変異を示した。最も頻度の高かったのは46~50で14品種、ついで51~55の9品種、41~45の8品種、56~60の2品種の順となった。また、止葉裏側の総気孔数を推定すると、63,000~124,000と品種によって約2倍のひらきがみられた。気孔密度と葉面積の関係を図1に示したが、ここで用いた品種の範囲内では葉面積の減少に伴って気孔密度が増加するというはっきりした傾向はみられなかった。

III 問題点

1. 今回は明らかに出来なかったが、土壤水分、作物体内水分の経時的追跡と同時に葉の分化、生長程度の違いと早魃処理の気孔数、気孔密度、気孔の大きさに及ぼす影響を明らかにする必要がある。
2. 早魃処理により得られたデータの解析にはより基礎的研究、すなわち蒸散、光合成、呼吸、登熟等と早魃処理の関係を明らかにする必要がある。
3. さらには、気孔数が多く、かつ高水分補給能力を持つ品種系統の探索と耐旱性のスクリーニングが行われるならば極めて効果的である。
4. 自動開閉降雨調節施設が使用開始になった場合、調節、使用法、整備等について習熟が必要である。

IV 所見

冒頭に述べたように在韓期間が短く、この間に得た知見は決して十分なものではない。したがって偏った、あるいは誤った認識をしている場合もあると考えられるが、御理解をいただき、感じたことについていくつかふれてみたい。

1. 日本では全面全層播栽培の普及が急速で、例えば香川県では麦作の90%がこの栽培法である。この栽培法には耕耘機もしくはトラクターと収穫機が必要であるが、省力かつ多収栽培法である。韓国の麦作の実態をみると南部地方へのこの栽培法の導入は可能であろうと考えられる。中北部については寒害との関係から全面全層播よりもむしろ部分全層播が適するのではないかと考えられる。したがってこの両全層播栽培法を検討する必要がある。
2. かつて武田専門家が作物試験場麦研究科時代に使用された光合成測定装置はそのまま作試に残り、当時のカウンターパートも現在は小麦育種科に属しているので、当時の研究が麦類研究所の栽培科に引継がれていないのが残念である。多収栽培技術の基礎としての物質生産、光合成関係の研究はきわめて重要であるので、この分野の充実をはかる必要がある。
3. 麦類研究所の圃場は約40haで、日本の場合に比べて格段に恵まれた条件にある。しかしながら、これだけの圃場を使って研究を円滑に行うには多くの労力を必要とし、現在のところこの点に関して不都合はないようであるが、高度経済成長の続くなかで雇用面での困難が生じる傾向がなきにしもあらずである。したがって、将来的展望にたてばセミナーで紹介したように Svalov で使っている系統、収量試験播種機、あるいは九州農試に導入されている機械などの圃場試験機械についての検討を行うべき時期が近づきつつあるように思われる。
4. 本年夏には温度調節ガラス室4棟とそれに続く低温抵抗性検定室、世代促進処理室、小型環境調節施設、自動開閉降雨調節施設などが完成して研究が本格的に始まるが、施設の運転に必要な経費の確保と使用計画の検討を充分にしておく必要がある。
5. 米の自給が安定化するにつれて食用麦の品質向上が要求されると考えられる。四国農業試験場においては生産力検定予備試験、生産力検定試験に供した全品種系統について光電管白度計によって原麦ならびに精麦の白度を測定している。韓国においても大麦については精麦白度、裸麦については原麦、精麦白度を白度計によって客観的に評価する必要がある。
6. 政府の方針として小麦粉に5%の大裸麦の粉を混入することを要求しているが、強力な高リジン遺伝子が発見されていない小麦の栄養価を少しでも高める意味において高リジン遺伝子の発見されている大麦で高蛋白・高リジン品種育成に関する研究を開始する意義は大きいと考えられる。
7. 栽培科は本年20の研究課題を持っていて、研究士レベルでは1人平均4課題となる。これらの研究課題は安定多収技術確立のためには重要、かつ避けて通ることが出来ない課題である。しかし、今後基礎研究の比重が増した場合にも現在の状態が続くとすれば、1人の担当する課題数がやや多い感がする。

V その他

1. 在任中、麦類の全面全層播栽培法、高蛋白、高リジン裸麦の育種、日本の麦作と麦研究についてセミナーを実施した。
2. 全州で行われた作物学会に出席し、また、湖南作試、作試木浦支場、嶺南作試を視察した。

嶺南作試では麦類立毛検討会（フィールド・デイ）に参加し意見を述べた。帰国前日の5月30日には帰国検撈の合間をぬって麦類研究所の立毛検討会に参加した。

3. リジンの簡易定量法であるDBC法についての研修を行った。

1. 葉位別気孔数の変化

（適湿、葉身、裏側、中央、 mm^{-2} ）

	止 葉	- 1	- 2	- 3	- 4
Chokawng	40	35	30	26	—
Kangbori	56	53	48	41	36

2. 葉面積と気孔数

		止 葉	- 1	- 2	- 3	- 4
Chokawng	葉面積	29.8	37.2	33.3	21.4	—
	気孔数	119	130	100	56	—
Kangbori	葉面積	16.5	38.7	37.7	35.9	28.6
	気孔数	92	205	181	147	103

葉面積： cm^2 、気孔数： $\times 1,000$

3. 葉身裏側の部位別気孔数

（止葉、 mm^{-2} ）

	先 端	中 央	基 部
Chokawng	39	40	43

4. 葉身の表側と裏側の気孔数

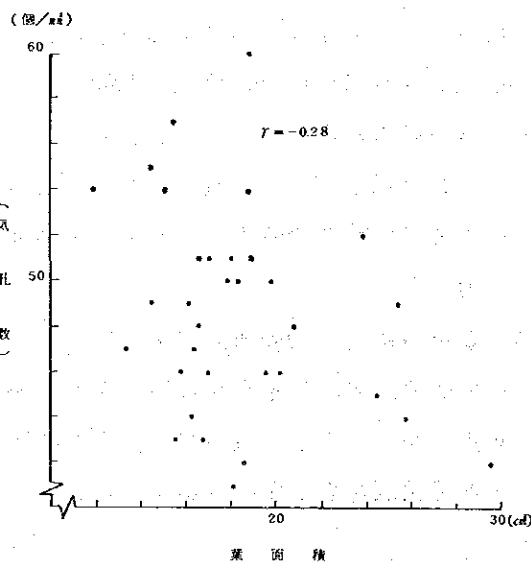
（ mm^{-2} ）

		止 葉	- 1	- 2
Chokawng	表	54	48	39
	裏	40	35	30
裏/表%		75	74	75

5. 葉鞘の気孔数

（表側、 mm^{-2} ）

		止 葉	- 1
Chokawng	葉 鞘	40	28
	葉 身	54	48



1. 単位面積当り気孔数と葉面積

6. 旱魃処理区における葉面積

(cm^2)

	適 温	30日 3.16-4.14	45日 3.16-5.1	30日 4.1-5.1	15日 4.16-5.1
Chokawng 止葉	29.8	17.4	8.4	8.9	15.7
- 1	37.2	22.7	15.6	19.1	34.0
- 2	33.3	23.0	25.0	28.9	34.6
- 3	21.4	19.1	21.2	19.4	22.7
Kangbori 止葉	16.5	14.5	8.0	13.5	13.1
- 1	38.7	27.0	21.1	28.3	28.9
- 2	37.7	28.8	24.6	31.4	32.3
- 3	35.9	28.9	25.8	29.7	30.8
- 4	28.6	24.3	26.8	25.3	25.0

7. 単位面積当りの気孔数

(mm^{-2})

	適 温	30日	45日	30日	15日
Chokawng 止葉	40	43	68	69	63
- 1	35	43	50	55	38
- 2	30	40	43	40	31
- 3	26	33	28	29	28
Kangbori 止葉	56	59	79	71	59
- 1	53	57	52	46	52
- 2	48	54	51	44	46
- 3	41	51	46	44	43
- 4	36	43	42	38	40

8. 葉身裏側の気孔数

($\times 1,000$)

	適 温	30日	45日	30日	15日
Chokawng 止葉	119	75*	57*	61*	94
- 1	130	98*	78*	105	129
- 2	100	92	108	116	107
- 3	56	63	60	56	64
Kangbori 止葉	92	86	63*	96	77
- 1	205	154*	110*	130*	150*
- 2	181	156	125*	138*	149
- 3	147	147	119	131	132
- 4	103	104	113	96	100

*印は適湿に比べて20%以上減少したものを。

9. 葉身と葉鞘における孔辺細胞の長さ

(chokawng, μ)

		止 葉	
		- 1	- 2
葉 身	適湿	31.1	33.2
	45日	21.1	29.0
葉 鞘	適湿	21.5 (18.8 cm)	21.8 (15.7 cm)
	45日	16.8 (12.8 cm)	13.3 (9.2 cm)

()内は葉鞘の長さ。

10. 品種別気孔数

品 種 名	気孔数	葉面積	総気孔数	品 種 名	気孔数	葉面積	総気孔数
1. 西 鮮 8 号	54	11.9	64	18. 在来晚小麦	57	15.5	88
2. " 12 号	44	16.2	71	19. 小麦在来	51	17.7	90
3. 農 林 4 号	49	16.2	79	20. 在来小麦	42	18.6	78
4. " 6 号	45	24.5	114	21. 在来種	44	25.7	113
5. " 72 号	47	16.4	77	22. California	51	17.1	87
6. 水 原 85 号	49	14.5	71	23. Fruit 純系	50	19.9	100
7. " 86 号	49	25.4	124	24. Fruit 19号	48	16.6	80
8. " 89 号	42	29.5	124	25. 育成 3 号	51	18.1	92
9. " 95 号	48	20.8	100	26. 江 島	60	18.9	113
10. 珍 光	46	15.8	73	27. 江島神力	51	19.0	97
11. 長 光	46	19.6	90	28. 赤 達 磨	54	18.9	102
12. 永 光	43	16.8	72	29. ミクニコムギ	52	23.9	124
13. 再 光	46	17.0	78	30. 新 光	55	14.5	80
14. 珍 豊	50	17.9	90	31. 早 光	41	18.1	74
15. 京 光	54	15.2	82	32. 中国 81 号	50	18.3	92
16. 厚 光	43	15.6	67	33. オル小麦	47	13.4	63
17. 忠 南 在 来	46	20.2	93				

気孔数：mm²当り、葉面積：cm²、総気孔数：止葉裏側、× 1,000

(3) 統一系短稈多収水稻品種のいもち病罹病化と抵抗性安定化の育種的対策

藤 巻 宏

研究目的：短稈多収統一系品種のいもち病に対する罹病化の原因を究明し、今後の抵抗性安定化のための技術的指針を明らかにする。

研究の内容・成果と若干の所見：

：大韓民国では、インディカ×ジャポニカ交雑によって育成された短稈多収品種（統一系品種と略称）の普及によって、米の生産を飛躍的に伸ばし、国内自給の宿願を達成した。しかし、1976年に初発の見られたいもち病は年々増加し、その被害は著しく激化した。

そこで、1978年の稲作期間のいもち病の発生様相を分析して、統一系品種のもつ真性抵抗性の崩壊の原因を追究し、今後のいもち病抵抗性の安定化の技術確立の参考にする見地から研究を進めた。また、若干の技術的所見を明らかにする。

1. インディカ系新品種の育成経過と特性

大韓民国では、1971年に（ユーカーラ×台中在来1号）×IR8の組合せから、新品種統一を育成し、1972年から本格的に普及に移した（菊池、1973）。それまでのジャポニカ品種は10a当り350kg程度の収量しかあげることができなかったのに対して、新品種統一の収量ポテンシャルは500kg以上であった。統一の普及によって画期的な増収効果があがった。この品種は草型がよく短稈で倒伏にきわめて強く耐肥性があるばかりでなく、普及当初はいもち病や縞葉枯病などの主要病害に強かった（菊池、1975）。反面、品質や食味がすぐれず、熟期がやや晩く晩植適性がないため、大陸性気候で春が遅く秋の早い韓国ではもう少し早生品種の育成がのぞまれた（礪湖、1976）。

そこで、統一と同一組合せから、早生統一と嶺南早生という2品種が育成され、1974年から本格的に普及された。早生統一は、極早生短稈種で倒伏に強く、収量も470kg/10aと高く、中山間地帯を中心に普及した。また、嶺南早生も早生短稈種で耐倒伏性があり、480kg程度の収量をあげることができた。

ひき続いて、1975年からは、維新が新品種として登場した。この品種は、中生種に属し、530kg/10a程度の収量能力をもち、統一に比較して、品質や食味が格段に改良されていた。維新は初期に葉立性がよく、中期に葉が少し垂れ気味になり、生育後期には再び葉が立って草型がよくなるというおもしろい特性を備えている。稈長は70cm程度でインディカ系新品種の中では、生育量多く生育中期頃までの立毛姿は見事である。しかし、生育後期の葉の老化が早く典型的な後期凋落型の生育相を呈する。

1976年には、早生種の密陽21号と晩生種の密陽23号が普及された。これらの2品種は同一組合せに由来する姉妹品種である。密陽21号は早生多収であり、晩植適応性があるとさ

れている。また、この品種は脱粒性が難である。密陽23号は稈長70cm程度の比較的大柄品種で、分けつはやや少ないが穂が大きく、560kg/10a程度の収量をあげることができる。倒伏にも強く広域適性があるとされ、1978年の作付見込み面積は30万ha以上であり、1976年の維新と作付面積の最高位を競っている。欠点としては、脱粒性が極易であるのと白葉枯病にきわめて弱く、生育中期頃から白葉枯病が発生すると、下葉から枯れ上る重度罹病症状が見られる。

その後、1977年には、水原251号、258号、264号、裡里326、魯豊、来敬および密陽30号などの品種が普及され、1978年には、湖南早生が加わった。水原258は稈長が56cm程度の極短稈晩生種で倒伏に強い。収量は560kg程度で高く品質良好である上に脱粒やや難で広域適応性もある。水原264号は中生種で、540kg程度の平均収量をもち、良質で非脱粒性が特徴である。裡里326号も中生種に属し、短稈で耐肥性が高く、いもち病にもやや強く良質で脱粒性も少ない。しかし、苗代期から本田初期の低温による葉の脱緑が目立つ。魯豊は草型良好な中生種で、葉の脱緑も少なく耐肥性が高く晩植適応性がある。1978年の作付は18万haが見込まれ、密陽21号や23号と並んで、作付上位の座を占めた。しかし、いもち病にきわめて弱いことが露見し、1978年のいもち病流行で大きな話題となった品種である。来敬は生育量があり、穂が長大で580kg/10aに及ぶ収量性をもつ晩生種で、広域適応性をもつと見られている。この品種もいもち病に極弱で、1978年には大きな被害を受けた。密陽30号は、良質で耐病虫性を備え脱粒性の少ない中晩生種である。生育後期の葉の褐変が目立つ。1978年のいもち病の流行に際しては、安定した抵抗性を示すことで注目された。湖南早生は、早熟良質である上に、早生種としては多収で耐冷性もある。いもち病にもやや強く、中山間地帯を中心にかなり有望視されている。ただし、苗代感応度が高く、不時出穂が起こりやすい欠点がある。

1978年現在では、奨励品種に登録されている統一系新品種は以上の16品種である。系譜的に見ると、これらの品種は遺伝的に類似した遺伝的構成をもつと推測される。たとえば、統一、早生統一および嶺南早生は(ユーカー×台中在来1号)×IR8から育成され、密陽21号、密陽23号、水原258号および来敬はIR1317×IR24から育成された。さらにほかの系統を見ても、IR8、IR24あるいはIR1317などを共通的に母本として利用しており、遺伝子源がきわめて限定されている。

2. 統一系新品種の普及と増収効果

1970年以前に主として栽培されていたジャポニカ品種は、平均収量で350kg/10a程度に止まっていた。しかし、1972年から、500kg以上の収量水準の統一系品種の普及が本格化するにしたがって、平均収量が著しく向上した。大韓民国農水産部の統計に表われた数字によると、新品種の普及面積は、1974年に18.1万ha(作付率15.2%)であり、その後年をおって増加して、27.4(22.9%)、53.3(44.6%)、66.0(54.6%)と増加し、1978年には85.0万ha(70.4%)の作付けが見込まれた。

統一系新品種の普及にともなう米(白米)の反収増加は第一図に示すとおりである。ジャポ

ニカ品種を栽培していた当時には平均収量は300 kg代に低迷していたが、新品種の普及によって一挙に500 kg代に達しようとしている。

新品種の導入普及によって、米穀自給の宿願を達成した大韓民国の農業関係機関には、「主穀の自給達成」「緑色革命の成就」「緑色革命の持続化」などの標語が目につき、食糧増産に対する国をあげての熱意がうかがわれる。

過去3年間の統一系新品種の作付面積の変遷を見ると、第2図のとおりである。1976年には維新が30.9万haまた統一が14.0万haで上位2位を占め、早生統一が4.8万ha、嶺南早生が2.4万haでこれらに次いでいた。1977年には、維新が23.4万haと幾分作付が減少したが、首位の座を守り、続いて密陽21号の12.2万ha、密陽23号8.3万ha、統一の6.9万haさらに早生統一の6.4万haとなっていた。1978年には、前年奨励品種に採用した魯豊と水原264号の栽培面積が一挙に拡大された。その結果、魯豊の推定作付面積は18.0万haで水原264号も9.0万haにまでになったと見られている。密陽21号、23号とともに上位作付を占めるに至った。

このように、大韓民国においては、行政的指導に基づいて計画的に品種の普及を進めている。わが国の場合、奨励品種の採否権は各県にあり、多数の県がそれぞれ独立の判断によって、品種の選定を行っているため、すぐれた特性を備え適応性の広い品種の作付が徐々に拡大されるシステムとなっているのは大きく異なっている。

3. インディカ系新品種の普及に伴う施肥の増加と病虫害の発生

統一系新品種の普及に伴って起こった栽培上の変化の中で最も顕著なのは、窒素肥料の多用化傾向である。新品種のはほとんどが60~70 cmという短稈で倒伏に極めて強く耐肥性が高いため、多肥するほど増収する傾向がある(太田、1977)。しかも、新品種の普及当初は、主働遺伝子によると見られる真性抵抗性のおかげで、多肥条件でもいもち病の被害の心配はなかった。大韓民国農村振興庁は、1978年に窒素成分で10 aあたり15 kgの施用を奨励したが、20 kg以上を施す農家は少なくなく、極端な場合、30 kgにもおよぶ多肥を行う農家も見受けられた。最高分けつ期から出穂期に至るまで、暗緑色の葉色を維持し続けている水田風景は異様にさえ見える。

農水産部の統計によると、この国における窒素肥料の消費動向と水田の病虫害発生面積の年次推移は第3図に示すとおりである。まず、10 aあたり施用される窒素肥料の量を見ると、新品種の普及が本格化した1973年あたりから急激に増加し、1975年に頂点に達した。1975年には虫害(主としてウンカによる被害)発生面積は18万haに達し、それまでの最高となった。このため、翌1976年には窒素肥料消費が落ち込んだ。しかし、1977年には再び施肥量は増加した。その結果、この年の病害発生面積は59.0万haまた虫害発生面積は19.0万haとなり、いずれも最高記録となった。この図でわかるとおり、病虫害の発生面積は年々増加の一途をたどり、1977年には水田作付面積の実に64.7%に病虫害が発生した。このように、窒素肥料の増施と病虫害の発生との間には密接な関係があつて、施肥量の増加に伴って、病虫害の発生は今後も増大すると予想される。

4. インディカ系新品種のいもち病罹病化

大韓民国では、短稈多収の新品種統一を普及に移してから約6年間、いもち病による被害は実質的に皆無であった。しかし、1976年頃より統一系品種にいもち病の発生が認められ(山田、李、1978)、その後年々病勢が進展して被害面積も増加してきた。1978年には、新たに普及に移した新品種魯豊が著しいいもち病の被害を受けた。

第4図は潮南作物試験場(裡里市)の葉いもち病検定試験に供試された奨励品種の発病程度の進展状況を示している。1976年には、ジャポニカ品種である密陽15号以外はいずれの統一系品種にもいもち病の病徴は認められなかった。しかし、1977年には、維新や密陽23号にはっきりとした病徴が認められるようになり、1978年になっては、密陽30号を除く全品種が罹病性となってしまった。第5図は、1977年の鎮安、1978年の任実および晋陽に設けた限地検定圃場における奨励品種のいもち病罹病状況である。これらの検定試験の結果から、いもち病の病勢は年々進展して、1978年には全統一系新品種がことごとく罹病化したことがわかる。

統一系新品種が、ほとんど同時に罹病化したのは、これらの品種のいもち病抵抗性に関する遺伝子構成が同じかあるいはきわめてよく類似しているためと推測される。

ところで、主働遺伝子による真性抵抗性を備えた品種が抵抗性に関してどの程度の寿命をもっていたのかを、日本および韓国のデータから推定した結果を第一表に示す。日本のデータは清沢(1978)によるものである。まずわが国においてPi-kを導入して育成した品種について見ると、育成年次の旧いクサブエでは、場所によって4年程度の寿命があった。しかし、育成年次の新しい品種ほど、抵抗性の寿命は短縮され、最も新しく育成されたほなみでは、わずか1年で利用不能となった。Pi-k以外の抵抗性遺伝子を導入して育成された品種も、2~4年で抵抗性品種としての寿命を失っている。一方、韓国の統一系品種についても同様の傾向が見られる。1971年から普及された統一は実に6年間も抵抗性が持続した。しかし、新しい品種ほど抵抗性が早く崩壊し、魯豊や来敬では、普及2年目にはげしい被害を受けた。

統一の抵抗性が6年間という長い期間持続した理由として、清沢(1976)は、多数の抵抗性遺伝子の関与、育種初期の国外での経過、在来いもち病菌の新品種上での低適合性、ならびに普及栽培面積の急激な拡大による可能性を指摘している。いずれにしても、主働遺伝子による真性抵抗性は早かれ晩かれ崩壊することが、わが国でも韓国でも繰り返し証明された。したがって、今後のイネ育種においては、真性抵抗性を利用する場合、抵抗性崩壊後の対策を十分に考えておくことが必要である。

5. 1978年韓国におけるいもち病の発生様相

農村振興庁農業技術研究所病理研究担当官室の調査結果によると、インディカ系品種普及以前の1966年には、N群菌系が86%を占め圧倒的に多かった。しかし新品種の普及に伴って1974年頃からはN群菌系とCまたはT群菌系がほぼ半分ずつ出限するようになり、さらに1978年には再びN群菌系が大巾に増加したと推測されている。しかし、これらの調査は、あくまでも日本の判別品種による菌系分類に基づく結果であって、統一系新品種に対する抵抗性反

応を予測する参考にはあまりならない。現在までのところ、韓国では、わが国の判別品種による菌系分類により菌系名を付し、その右肩に+1をつけて統一系品種に対して病原性のあることを示している。1978年8月現在病理研究担当官室の菌系分離実験によれば、第2表に示すとおり、供試した全部の統一系新品種に病原性を示すN-2⁺¹やN-3⁺¹が圧倒的に多く、T-2⁺¹のように一部の品種にだけ病原性を示す菌系は少ないようである。

要するに、1978年のいもち病の流行においては、第4図や第5図の圃場検定結果や菌系分離実験などの結果から判断して、統一系奨励品種の全部に同時に病原性を示す菌系が優越していることが大きな特徴である。

1978年には、水原、裡里、密陽にある作物試験場のほかに任実および晋陽に現地検定圃を設けて育種材料の抵抗性検定を実施した。そこで、湖南作物試験場の育成材料を中心にして、裡里、任実および晋陽に共通して供試した品種や系統の抵抗性反応を分析した。第3表には、3検定地における抵抗性スコアの平均値(小さい数字が強、大きい数字が弱)を示す。まず、検定地間でスコアを比較すると、裡里よりも任実や晋陽の方が病気の発生の激しかったことがうかがえる。このことは、第4図と第5図からもわかる。つぎに育種材料を比較すると、生産力検定予備試験、生産力検定試験さらに地域連絡試験と改良の進んだ材料ほど、抵抗性水準が低下していく。この原因としては、次の3要因が考えられる。

- (1) 世代の若い材料ほど抵抗性選抜が効果的に働いている。
 - (2) 世代の若いものの中にはいもち病に強い材料が含まれているが、改良が進むにしたがってほかの農業形質に関する選抜との関連で抵抗性程度の高いものが失われる。
 - (3) 世代が進むにしたがって新系統を侵す菌系が増加する。第4表には、抵抗性スコアの検定地間相関係数を示す。いずれの材料についても、3検定地間の抵抗性反応の相関はきわめて高く、検定地によって品種・系統の抵抗性が著しく食い違うことはないと思われる。
- これらの結果から、検定地間に発病程度の差異はあるが、供試した材料の抵抗性反応のパターンはどの検定地でもよく似かよっていることがわかる。したがって、3検定地でのスコアの平均値を基礎にして、各品種や系統の平均的な抵抗性を推定することができよう。

1978年のいもち病の発生様相の中で注目に値するもう1つの事は、葉いもち病と穂いもち病との関係である。地域連絡試験に入れられている26の品種・系統を利用して、葉いもち病抵抗性と穂いもち病罹病程度との関係を調べた結果、第6図のとおりであった。この図の横軸には、裡里、任実および晋陽における葉いもち病抵抗性スコアの平均値をとり、縦軸には、裡里における多肥栽培区の穂いもち病罹病穂率の3反復区平均値をとった。葉いもち病と穂いもち病との間には全体として高い相関があり、2次曲線に近い回帰関係が見られる。すなわち、抵抗性の弱い品種系統ほど、葉いもち病抵抗性のわずかな差異が穂いもち病の発生に大きな影響を与える。しかし、水原283号のように穂いもち病に極端に弱い系統や、密陽15号や水原279号のように葉いもち病には弱い、穂いもち病には比較的強い品種・系統などもある点に注意する必要がある。

最後に、施肥量と穂いもち病発生との関係を示すデータを紹介します。湖南作物試験場の地域連絡試験に供試されている26品種・系統の標準施肥区と多肥区における穂いもち病の発生を調べた。両区とも5月1日播種、6月11日田植で普通期栽培とし、標肥区はN、P、K成分でそれぞれ15、6、8 kg/10 aを施用し、多肥区には20、9、12 kg/10 aを施した。

第7図に示すとおり、標肥区と多肥区の罹病穂率の間には、0.96という高い相関が見られ、標肥区罹病穂率(x)に対する多肥区罹病穂率(y)の回帰式は $y = 0.81 + 1.38x$ となり、回帰係数は1.38で有意に1.0よりも大きい。このことから、いもち病に弱い品種や系統ほど、多肥条件で発病が増しやすいたことがわかる。1978年のいもち病の流行で大きな被害が出た新品種魯豊の場合も、多肥条件でとくに発病の甚しい品種であることがわかる。

6. 主要品種・系統の抵抗性評価試験

奨励品種あるいは地域連絡試験に供試されている有望系統の裡里、任実および晋陽における葉いもち病抵抗性スコアの分散分析結果によれば、品種・系統間の抵抗性程度にも、また検定地間の発病程度にも有意な差異があった。そこで、品種・系統間の一般抵抗性の差異をPuncan検定によって分析したところ、第5表のような結果となった。奨励品種では密陽30号、有望系統の中では、水原284、285号裡里339、密陽40、41、42号などが比較的抵抗性が強いと見られる。

ここでとくに注意を必要とするのは、抵抗性が強い品種・系統は、主働遺伝子による真性抵抗性が含まれている可能性がある点である。これらの品種や系統の抵抗性が真性抵抗性なのか圃場抵抗性なのかは、経年的な抵抗性の安定性を見たり、交雑実験による遺伝分析によって、抵抗性の遺伝様式を調べて見たりしなければ確実な結論は出しにくい。

7. いもち病被害増加の原因

大韓民国における1978年のいもち病の流行は全く突然に起こった現象ではなく、1976年あたりから一部の統一系品種にいもち病の発生が認められ(山田、李、1978)、年ごとに病勢が進展してきた。また、統一系品種のいもち病罹病化の可能性が心配されていた(簡淵、1976、清沢、1976)。1978年のいもち病の流行による被害が大きくなった理由としては、真性抵抗性の崩壊、過剰施肥、新品種作付面積の急拡大、水田生態系の破壊ならびに気象要因をあげることができよう。

(1) 真性抵抗性の崩壊

統一系品種にいもち病が流行し大きな被害を生じた原因の第1は、これらの品種のもつ真性抵抗性の効果を過信しすぎている点にあると考えられる。主働遺伝子による真性抵抗性をもつ品種の場合、その栽培面積の拡大に伴って早晩罹病化することは、1960年代のわが国ですでに幾たびか経験されたところである。すぐ隣の国で起こった自然現象が、韓国でもやがて起こるであろうことは当然予想できることである。しかし、統一は幸にも6年間も無病息災であったため、あるいはこの品種の抵抗性は安定化するのではないかと考えた専門家も少なくなかったであろう。

イネ品種のいもち病抵抗性の安定性についての考え方に関しては、韓国では国際稲研究所（IRRI）の影響が大きいと見受けられる。この考え方では、いわゆる圃場抵抗性が真性抵抗性よりも安定性が高いとは必ずしも見ておらず、広域で抵抗性を示す品種が安全であると考えているようである。

1978年のいもち病の被害に関連して、きわめて重要な事の1つは、統一系新品種には、いもち病による大きな被害はないという先入観が農民の間に根強くあったと同時に新品種の抵抗性は安定性が高いであろうという希望的観測をする専門家も多く、いもち病被害に対する警戒心が薄れてしまっていたことであろう。農民は、新品種には多肥してもいもち病の心配はないという意識をもっていたため、国が奨励し始めたばかりの新品種にいもち病が激発するなどということは全くの寝耳に水であったと考えられる。このように、農業関係者の間での、真性抵抗性の効果の過信がいもち病による被害の増大をまねいたことは十分に考えられる。

(2) 過剰施肥

いもち病流行の第2の原因は、窒素肥料の多用であろう。統一系新品種は極短稈で倒伏にきわめて強く耐肥性が高く、多肥すればするほど収量が高くなる。このため、農民は異常なまでの多肥をしている。国は窒素成分で10a当り15kgの施用を奨励しているが、実際には20kg程度の窒素を施用している農家は少なくなく、30kgも施している農家さえある。すでに実験的にも明らかにしたようにいもち病抵抗性の弱い品種ほど、多肥条件で病気の被害が加速的に増加する。

1978年にいもち病の被害の最も大きかった新品種魯豊の例について説明しよう。この新品種普及のために、全国に多数の魯豊団地を作り、その農民には、この品種の種子を優先的に分譲し、国の栽培指針を守ってもらう指導を行った。これらの団地では、15kg/10aの窒素施用水準を守った農家も多く、このような農家の圃場では、いもち病の被害が少なかったといわれている。また、筆者の見聞の範囲でも、魯豊の場合、20kg以上の窒素を施用した水田でとくに穂いもち病の被害が顕著であった。さらに、湖南作物試験場の試験によれば、同じ施肥水準でも、ほかの品種に比較して、魯豊は窒素の吸収量が多く硅酸の吸収が少ないことが明らかにされている。

この年のいもち病流行の中で見られたもう1つの興味深い現象は、ジャポニカ品種の多くが、葉いもち病に弱くても穂いもち病の発生がきわめて少なかったことである。比較的作付の多い秋晴や密陽15号は、葉いもち病は発生しているも、穂いもち病の発生がきわめて少なかった。この原因としては、熟期差、菌系の変化、抵抗性の品種間差や稲体内窒素含有量の差異などが考えられる。熟期差や菌系の変化は、いろいろな状況から判断して、統一系品種とジャポニカ系品種の間の歴然とした穂いもち病発生程度の差異の主たる原因とは考えられない。ジャポニカ品種の穂いもち病に強い性質と稲体内窒素含量の少ないことが、主要因となっていると考えられる。その他、形態的に見て、ジャポニカ品種は穂首がよく抽出

するが、統一系短稈品種の多くは穂首抽出が充分でなく、このことが穂いもち病の感染を助長した可能性も考えられる。

(3) 作付面積の急拡大

わが国の場合と異なり韓国では、新品種の普及奨励が国の行政指導に基づいて計画的に行われている。わずか数年の間に、長い栽培の歴史をもつジャポニカ品種を、諸特性の異なる統一系新品種で大巾に置き換えた。また、各新品種の作付面積も年ごとに大巾に変更してきた。

遺伝的に類似した品種を広い面積に作付けると、集団が遺伝的に脆弱になって、病気の攻撃に弱くなることが知られている。大面積に同じ品種を栽培した場合、一度病気の流行が始まると、防火壁のない野火の如くに病気が広まる。今回のいもち病流行の中で、品種の遺伝的脆弱性を露見した例として魯豊の被害をあげることができよう。魯豊と水原 264号は 1977 年に普及に移され、その年の作付面積はいずれも 1,000 ha 程度であった。これらの品種は冬期間 IRRRI で種子増殖され、翌 1978 年には魯豊が 18 万 ha、水原 264号は 9 万 ha にまで作付が一挙に拡大された。水原 264号は幸いにもいもち病抵抗性が比較的強かったが、魯豊はきわめて弱かった。魯豊の真性抵抗性がすでに崩壊しかけていることは、1977 年の検定結果からある程度推測がついたと見られる。それにもかかわらず、この品種の圃場抵抗性を十分に確認せずに一挙に大面積に作付けたことが、いもち病の被害を増大させたと見ることができよう。

(4) 水田生態系の破壊

いもち病大流行のもう 1 つの理由として、イネといもち病菌との間に長年月の間に成立してきた安定的共生生態系の破壊を考えることができる。韓国におけるジャポニカ品種の栽培は日本よりも長い可能性があり、少なくとも 2000 年以上の歴史があると見られる。この間にイネのいもち病に対する抵抗性は徐々に高められ、いもち病菌もそれに対応して変化し、ある種の平衡状態が成立していたと見ることができよう。しかし、ここ数年来の急激な統一系品種の普及によって、この共生生態系は大きく攪乱されたと考えられる。統一系品種を特異的に侵す新しいいもち病菌系が大巾に増加し、真性抵抗性が崩壊して、新品種がことごとく罹病化したことによく現われている。また、従来にない窒素多用条件下でイネを栽培することによって、稲体内の生理状態が大きく変化させられていることも考えられる。

8. イネのいもち病抵抗性の安定化対策

今後のイネのいもち病抵抗性の安定化対策として、圃場抵抗性の利用、施肥抑制、品種普及方針の変更などの対策が重要と考えられる。

(1) 圃場抵抗性の利用

わが国では、イネのいもち病抵抗性安定化のために、圃場抵抗性の利用に重点がおかれている。

インディカ系新品種のほとんど全部が罹病化した現時点では、これらの品種の間に見られ

る病斑数や病勢進展の差異に基づく圃場抵抗性の差を巧みに利用して、ほかの栽培技術や防除技術とうまく組合せて、いもち病の流行を阻止する以外に当面良策はない。主働遺伝子による真性抵抗性の利用も考えて行かなければなるまいが、その際には必ず圃場抵抗性を併用して、真性抵抗性の崩壊にそなえておくことが是非必要と考えられる。

この報告で提案した1978年の3検定地での葉いもち病の発病程度に基づく主要品種・系統の抵抗性の評価は、現在までに得られている情報の範囲内での一般的な抵抗性のめやすとして利用することができよう。しかし、それぞれの品種や系統の圃場抵抗性の正確な評価は、さらに年を重ねて検定を行うとともに、検定交雑実験による抵抗性遺伝様式の点検を行うことによって、より確実なものとして行くことができる。

いもち病の圃場抵抗性に関しては、わが国で少しずつ研究が進んでおり、その遺伝率が高く、連続変異を示し、関与する遺伝子数が多く、遺伝子は主として相加的に働いて優性度はさいことなどが明らかにされている(東櫛淵、1979)。このような遺伝様式から見て、主働遺伝子による真性抵抗性とは明らかに異なる種類の抵抗性が存在することがわかる。

ところで、圃場抵抗性がなぜ真性抵抗性よりも安定であると考えられるかは、次のように考えれば理解しやすい。強壮な1人の男性が重荷を軽々と支えている状態を主働遺伝子による真性抵抗性にたとえ、軟弱な数人の女性が重荷をかりうじて支えている状態を微働遺伝子による圃場抵抗性にたとえて見よう。強壮な男性が病に倒れれば、たちまちに重荷は支えられなくなる。しかし、数人の女性の中の1人が病に倒れたとしても、ほかの女性達が力を合わせて重荷を支え続けることができるであろう。このように、1対(またはごく少数)の遺伝子による真性抵抗性は、いもち病菌の病原性変化にきわめて脆いが、多数の遺伝子の関与する圃場抵抗性は比較的安定性が高いと考えることができる。

このような観点から、統一系新品種のいもち病抵抗性を安定化させるには、今後圃場抵抗性の利用が是非とも必要であろう。この場合、きわめて多肥栽培条件下で、どの程度の圃場抵抗性が実用的に必要なものであるのか、また実用にたえる程度の圃場抵抗性が統一系品種の中に存在するのかなどは今後の重要な研究課題となろう。

(2) 施肥抑制

各種の実験や実態調査の結果などから総合的に判断して、韓国の1978年のいもち病流行に際して、窒素肥料の過剰施用が被害を増加させたことは疑う余地はなからう。

統一系新品種は、きわめて短稈で倒伏に強い上に耐肥性も高く、当初はいもち病の発生もなかったため、10a当り20kg以上の窒素肥料を施して栽培されてきた。その結果、魯豊や来敬などの抵抗性の弱い品種にいもち病の被害が集中した。これらの品種では、表面的には増肥とともに増収するが、稲体内の窒素代謝は異常になっていると考えることができ、今後はいもち病の発生を度外視した栽培は考えられない。一部の専門家や農民の間には、いもち病は発生しても多肥の方が最終的に収量が多ければそれでよいという考え方が依然あるように見受けられるが、こうした考え方は大変なリスクを伴うと見なければなるまい。

施肥抑制による減収効果といもち病の防除効果とを、実験あるいは実態調査などによって客観的に評価し、今後の施肥基準を決めることがきわめて重要と考えられる。当面のいもち病防除対策の中では、窒素施肥抑制に最も重点がおかれるべきであるとする。

(3) 品種普及方針の変更

新たに育成された品種が、その作付面積の増大に伴って、全く予期しなかった欠点を表わすことは、育種家によく経験するところである。したがって、新品種の普及にあたっては、実際農家圃場での栽培経験を積む中で、自然との対話を基にして、徐々に作付面積を拡大するのがよいと考えられる。1978年の韓国におけるいもち病流行の中で大きな話題となった魯豊の場合、その栽培面積が一挙に拡大された。

わが国の場合、奨励品種の採否は各県の判断に任せられていて、県ごとに奨励品種が異なっている。新たに育成された品種の普及にあたって、国全体としては試行錯誤を繰り返す過程で、安全性を確認しながら栽培面積を拡大していけるシステムになっている。

イネのもつ農業特性は数多くあり、育成途上で観察できる範囲は極限されている。また、いもち病抵抗性だけをとって見ても、病原菌の変化を正確に予測することは技術的に困難である。したがって、安全性の高い抵抗性をもつ系統を短期間の限られた数の検定地における試験結果から捜しあてることが容易ではない。こうした観点に立って、新たに育成された品種を普及する場合、農家の実際栽培の場で安定性を確認しながら、栽培面積を徐々に広げることが得策であると考えられる。短期間のしかも限られた場所での検定結果に基づいて、作付面積を一挙に拡大するのはきわめて大きな危険を伴うと見なければならない。

1978年現在の大韓民国における統一系新品種の作付は全水田面積の70%にあたる85万haに及ぶと推定され、奨励品種数はわずかに16である。しかも、上位作付面積をもつ品種は10万ha以上のものが4つもある。これらの品種の栽培の歴史は浅く、長いものでも4年、短いものは2年目にすぎない。このように栽培年数の少ない品種を大面積に作付けると、品種の欠点が露見した場合の損失が大きい。魯豊のいもち病や密陽23号の白葉枯病による被害は、その代表的例といえる。

わが国の場合には、100以上にも及ぶ奨励品種があり、県ごとに異なる品種が奨励されているため、国全体として見ると、多数の品種がモザイク状に植え付けられている。ところで、わが国で作付面積の多い日本晴やトヨニシキは、育成後徐々に作付け面積が増加して現在に至っている。また、コシヒカリやササニシキなどのように、いもち病にきわめて弱い品種も広く栽培されているが、農家は長い栽培経験の中で、それらの品種の特性を熟知している。

韓国での統一系新品種の場合、このあたりの状況が大変に異なっている。長い栽培経験のあるジャポニカ品種から、新品種に急激に変わったばかりでなく、年々品種の交代が激しいため、農民が品種の特性を呑み込む間がない。したがって、農民は自身の経験よりは、国から提供される指導方針や情報を頼りにしてイネを栽培しなければならない。

今後の品種普及方針としては、ジャポニカ品種も含めてもっと奨励品種数を増やし、農民

の選択の余地を多くして、あまり急激な品種交代は避けて、農民が各品種の特性を習得する時間的余裕を与え、品種の安全性を確かめつつ栽培面積を拡大するのがよいと考えられる

9. まとめ

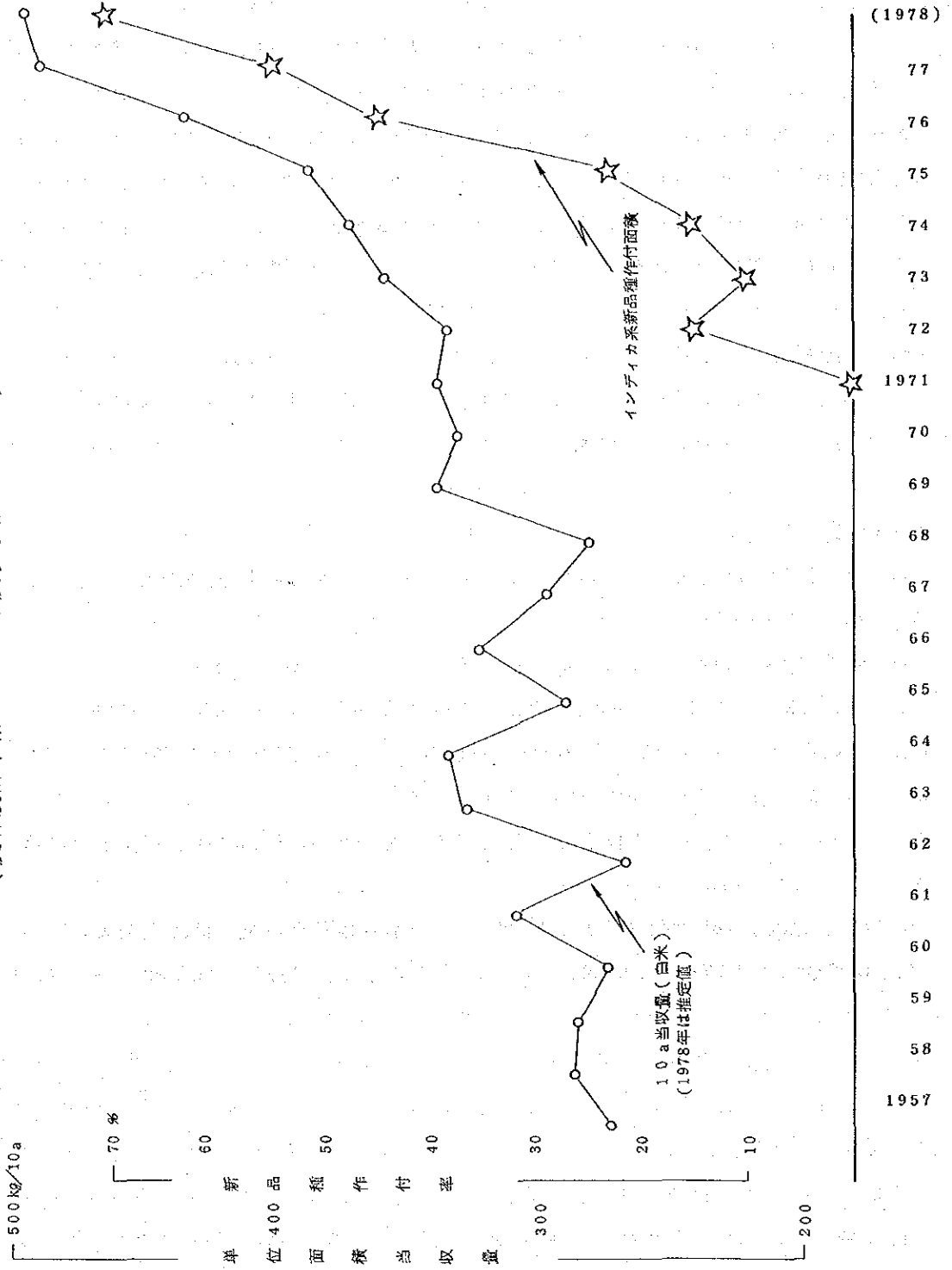
インディカ系新品種の導入普及によって、大韓民国における水田の生態系は大きな混乱期を迎えていると見られる。長い栽培の歴史の中で作りあげたジャポニカ品種を基礎にした生態系を一挙に破壊したことに対する返応は、今後予期しないところに現われる可能性がある。いもち病の防除を考えるにあたって、圃場抵抗性利用による品種の抵抗性水準の向上、施肥技術の改善、薬剤防除技術の確立およびそのほかの育種・栽培・病理など各分野の技術を駆使するとともに、農業経営的側面も考慮に入れて、総合的な防除技術を早急に確立することが急務である。

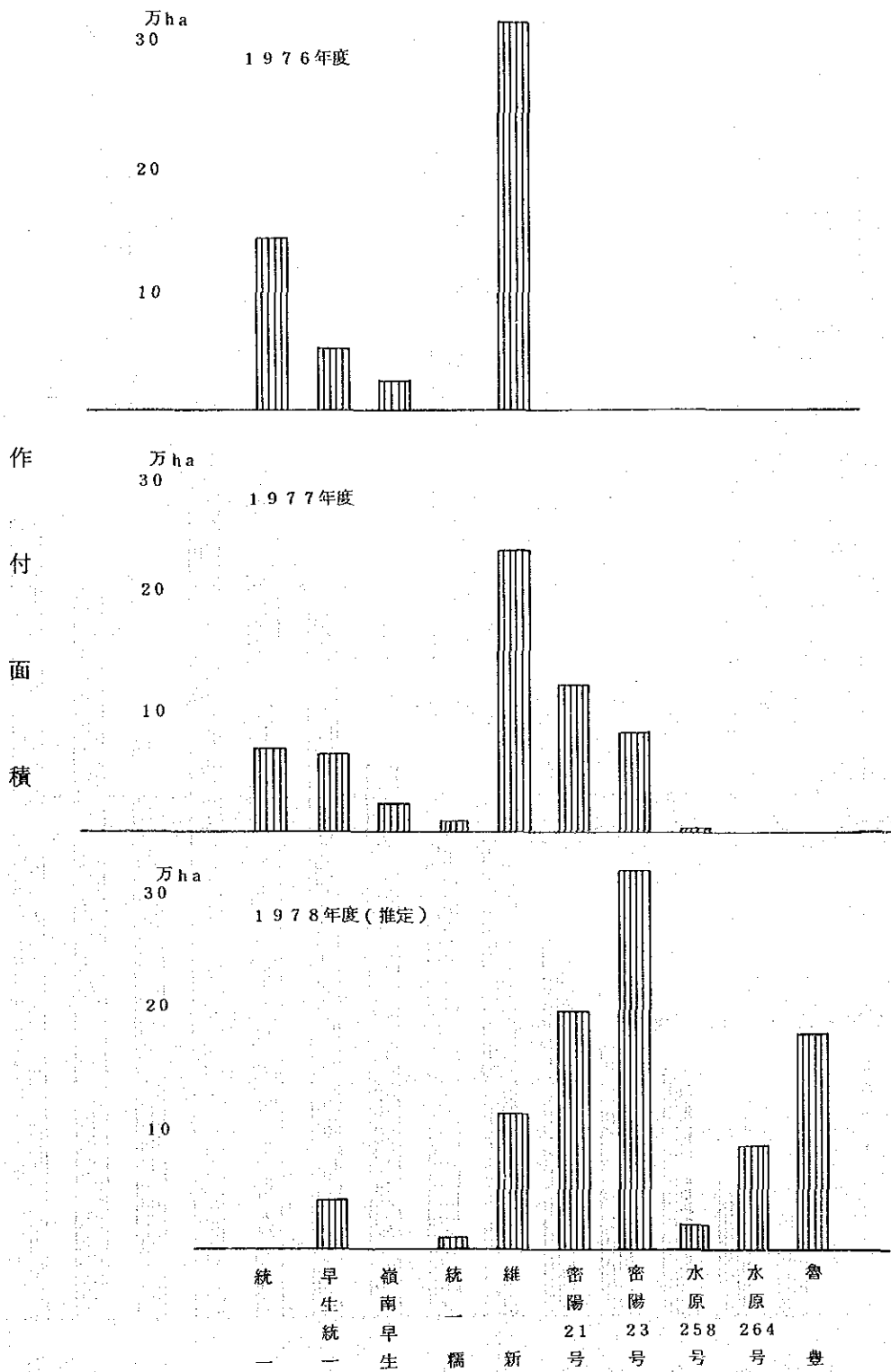
謝辞：この報告は、筆者が滞韓中に得た資料や知見を基にして作成した。滞韓中多大のお世話をいただいた大韓民国農村振興庁関係各位に深く感謝する。また、国内から絶えず支援をいただいたJICAの関係者に謝意を表する。

参 考 文 献

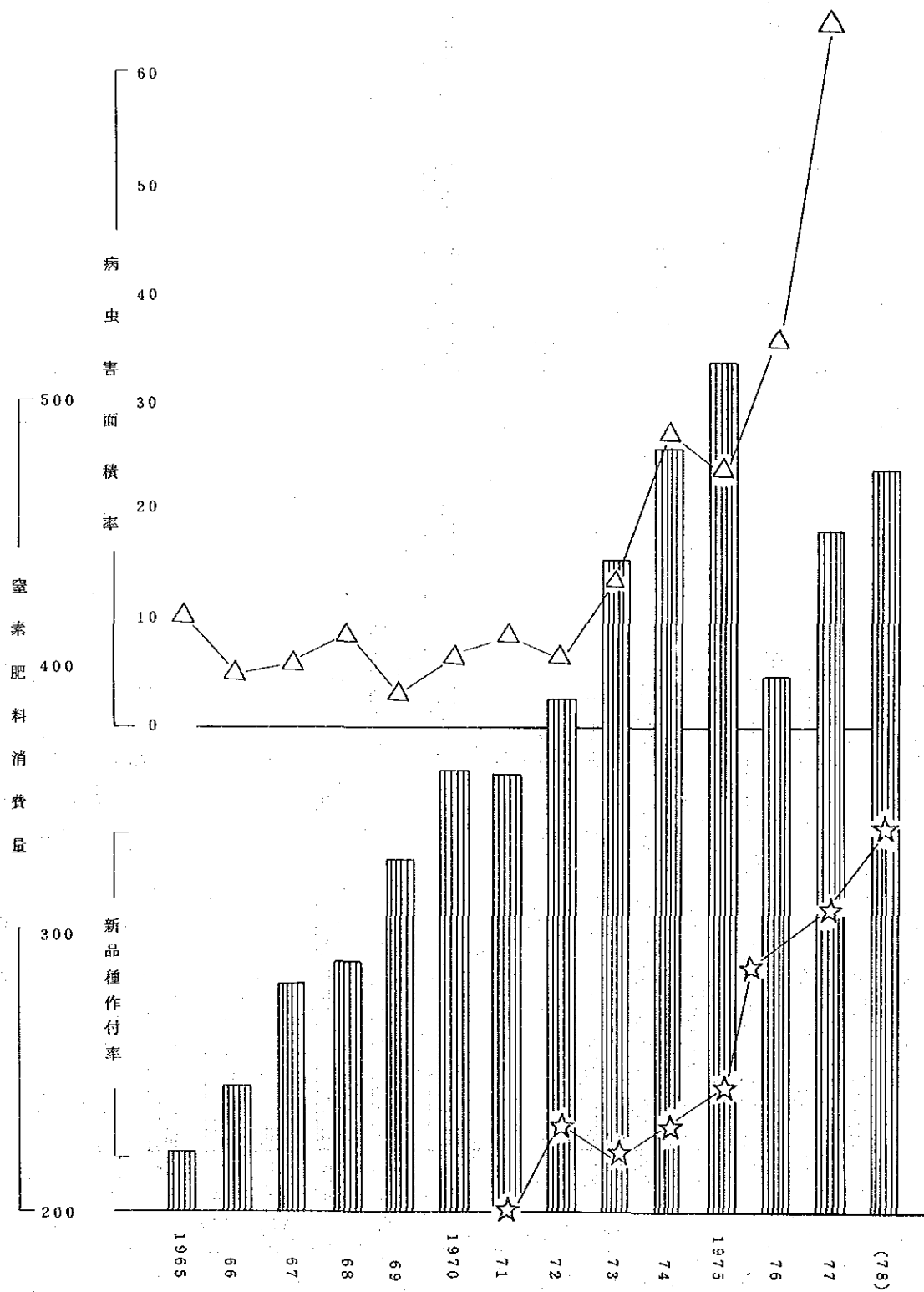
- 1) 東 正昭、榎淵欽也(1979)：イネの葉いもち病圃場抵抗性の遺伝分析、育種雑 28：277 - 286
- 2) 菊地文雄(1973)：韓国におけるイネ育種、育種雑23：271 - 272
- 3) 菊地文雄(1975)：韓国におけるイネ育種—その2—、育種雑25：80 - 81
- 4) 清沢茂久(1976)：韓国水稻品種統一のいもち病罹病化の可能性とその対策(1)、(2)、農業技術、31：391 - 395、442 - 445
- 5) 清沢茂久(1978)：作物の病害抵抗性育種とその基礎研究(1)、農業および園芸 53：709 - 713
- 6) 湖南作物試験場(1978)：1978年度農事試験研究事業中間評価会資料
- 7) 榎淵欽也(1976)：韓国の水稻育種(第3報)、育種雑 26：62 - 66

第1図 統一系新品種導入普及による収量増加
 (農林統計年報, 1977; 農政手帖, 1978)

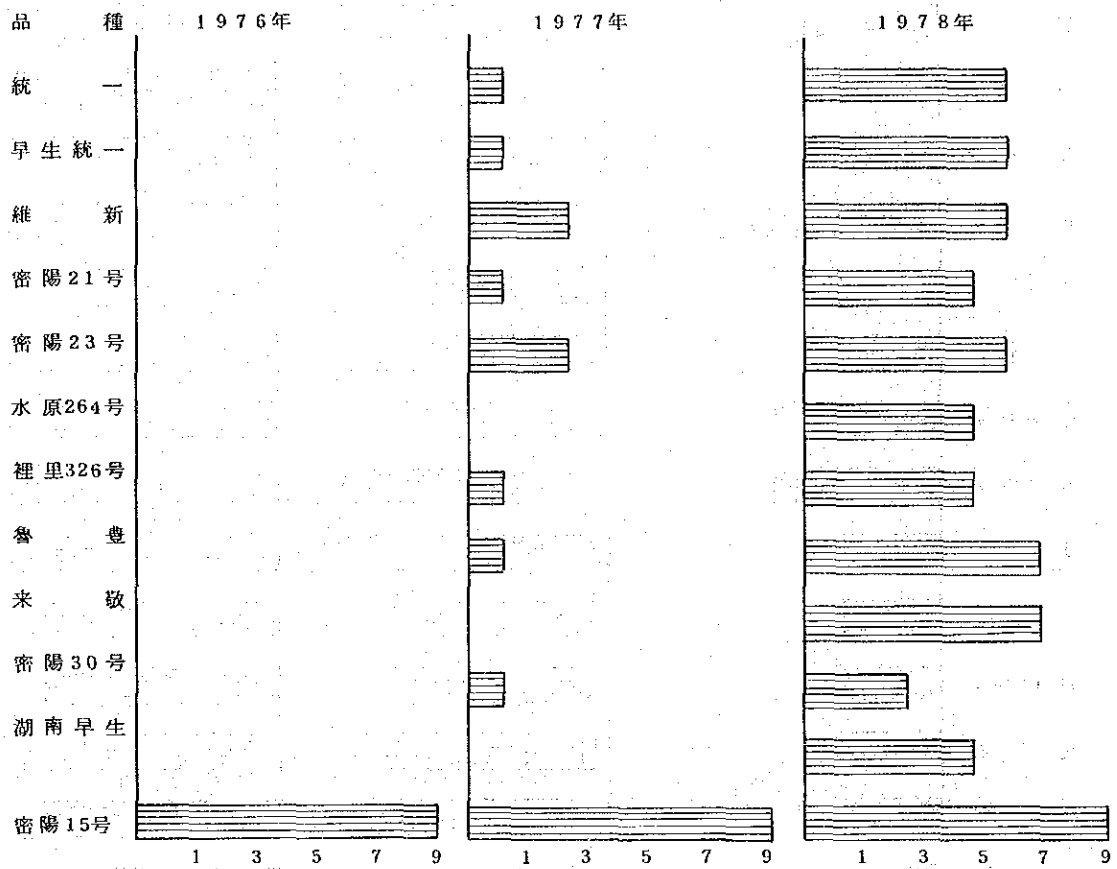




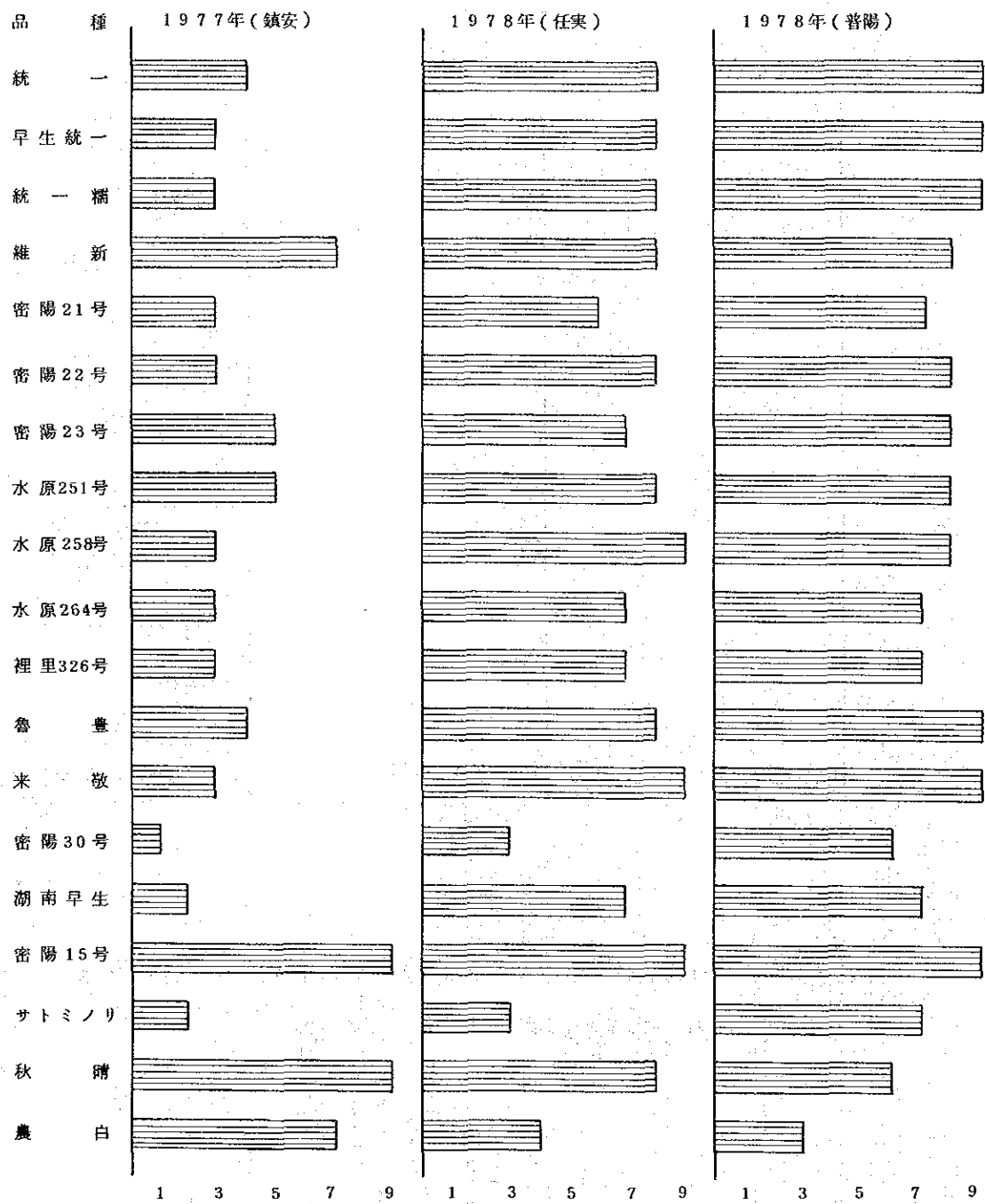
第2図 奨励品種の作付面積の年次推移



第3図 窒素肥料消費量と病虫害発生面積の年次推移 (農政手帖, 1978)



第4図 湖南作物試験場(裡里)の葉いもち病検定圃における病勢進展
(湖南作物試験場資料より作図)



第5図 葉いもち病現地検定圃における主要品種の発病状況
(湖南作物試験場資料より作図)

第1表 イネのいもち病抵抗性品種の寿命推定

日本				大韓民国			
品種名	普及年	寿命*	導入された抵抗性遺伝子	品種名	普及年	寿命*	交雑組合せ
クサブエ	1960	2年	Pi-k	統	1972	6年	IR8/ユーカー/台在1
	1962	4		早生統	1974	4	"
ウゴニシキ	1962	3	Pi-k	統	1974	4	IR1317-315/IR833-28// (IR667-98) ²
テイネ	1962	2	Pi-k	維新	1975	3	IR667-98-2-3/IR1317-392-1
ユーカー	1962	2	Pi-k	密陽21号	1976	2	IR1317-136-3-2/IR24
たちほなみ	1966	2	Pi-k	密陽23号	1976	2	IR1317-316-5-1/IR24
ほなみ	1968	1	Pi-k	水原251号	1977	1	台中育129/統一
Pi. No. 5	1959	3	Pi-t _a ²	水原258号	1977	1	IR1317-316-5-1/IR24
フクニシキ	1964	2	Pi-z	水原264号	1977	1	IR1325 Bi-27-2/水原228/ IR24
峰光	1965	3	Pi-k, Pi-m	裡里326号	1977	1	水原233//統一/IR24
シモキタ	1965	4	Pi-ta	魯豊	1977	1	KR93/統一
レイホウ	1966	3	Pi-t _a ²	来敬	1977	1	IR1317/IR24

* 寿命は、本格的に普及した年から、発病が実際上問題になった年までの年数。

** 日本のデータは清沢(1978)による。

第2表 いもち病分離菌系の統一系主要品種に対する反応

品種名	菌系名	T-2 ⁺ t	N-2 ⁺ t	N-3 ⁺ t
統	一	R	S	S
早生統	一	R	S	S
魯	豊	R	S	S
来	敬	R	S	S
水原264号		R	S	S
維	新	S	S	S
密陽21号		R	S	S
密陽22号		R	S	S
密陽23号		S	S	S
統	一糯	M	S	S
分離菌系数		2	15	7

(農村振興庁農業技術研究所病理研究担当官室, 1978)

第3表 葉いもち病検定の平均抵抗性スコア

検定地間	試験の種類	生産力検定予備試験 (63系統供試)	生産力検定本試験 (19系統供試)	地域連絡試験 (33系統供試)
裡	里	5.49	5.53	5.48
任	実	6.16	6.95	7.09
晋	陽	5.71	6.63	7.55

(農村振興庁湖南作物試験場資料より計算)

第4表 葉いもち病抵抗性スコアの検定地間相関係数

検定地間	試験の種類	生産力検定予備試験	生産力検定本試験	地域連絡試験
裡里-任実		0.775**	0.667**	0.823**
任実-晋陽		0.884**	0.992**	0.744**
裡里-晋陽		0.812**	0.854**	0.732**

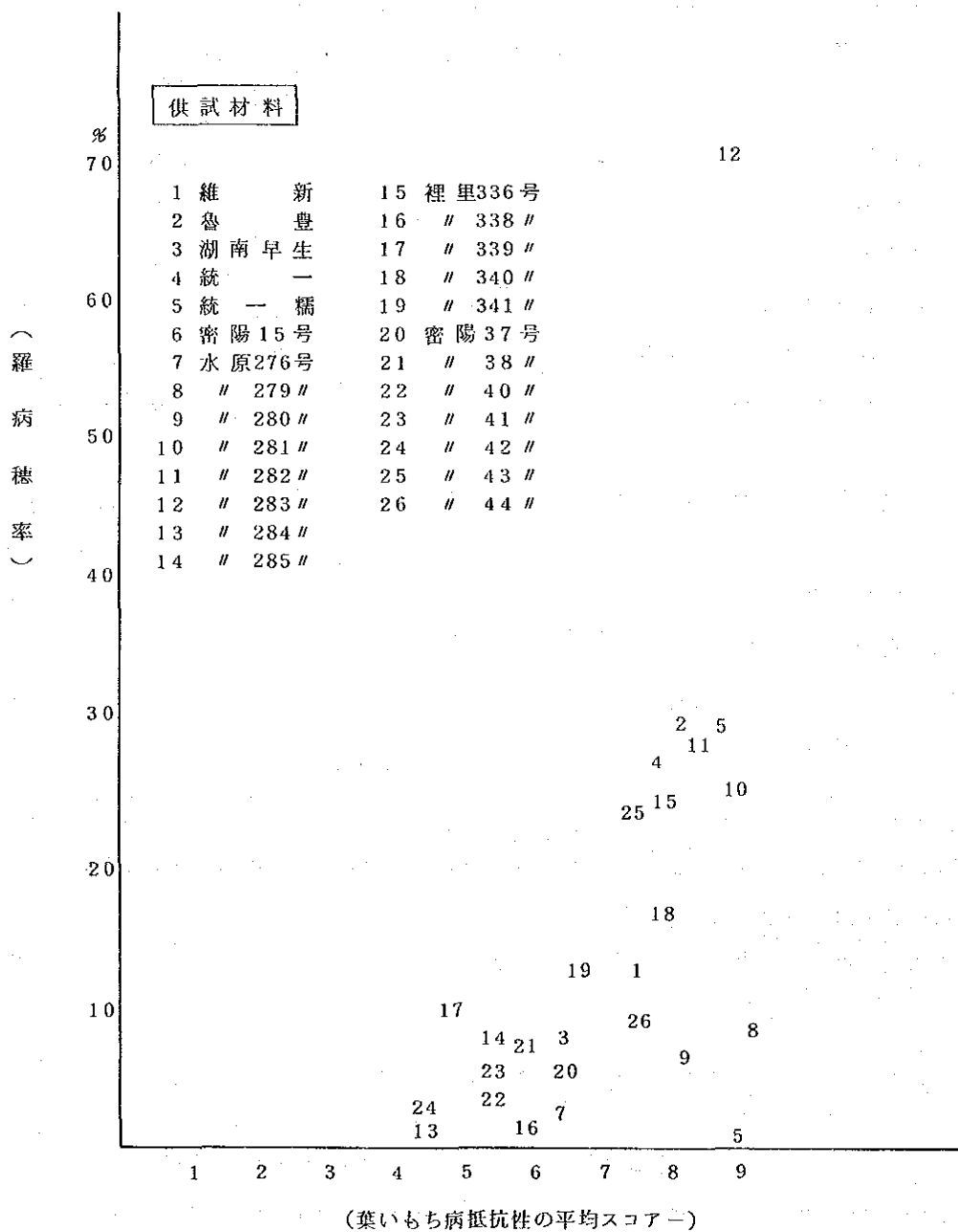
(農村振興庁湖南作物試験場資料より計算)

第5表 主要品種・系統の葉いもち病平均抵抗性

品 種 ・ 系 統 名	スコア [*]	ダンカン検定結果 ^{**}
水原 279 号	9.0	a
水原 281 号、水原 283 号	8.7	a b
来敬、水原 282 号	8.3	a b c
魯豊、水原 280 号	8.0	a b c d
統一、早生統一、裡里 336 号	7.7	a b c d e f
水原 258 号、維新、密陽43号、密陽44号	7.3	a b c d e f
水原 251 号、密陽23号、裡里 340 号	7.0	b c d e f g
裡里 341 号	6.7	c d e f g
水原 264 号、湖南早生、裡里 326 号、水原 276 号、密陽37号	6.3	d e f g h
密陽21号	6.0	e f g h i
裡里 338 号、密陽38号	5.7	f g h i
水原 285 号、密陽40号、密陽41号	5.3	g h i j
裡里 339 号	4.7	h i j
水原 284 号、密陽42号	4.3	i j
密陽30号	4.0	j

* 裡里、任実、晋陽の平均スコア (農村振興庁湖南作物試験場資料より分析)
抵抗性評価は0～9の10段階分類

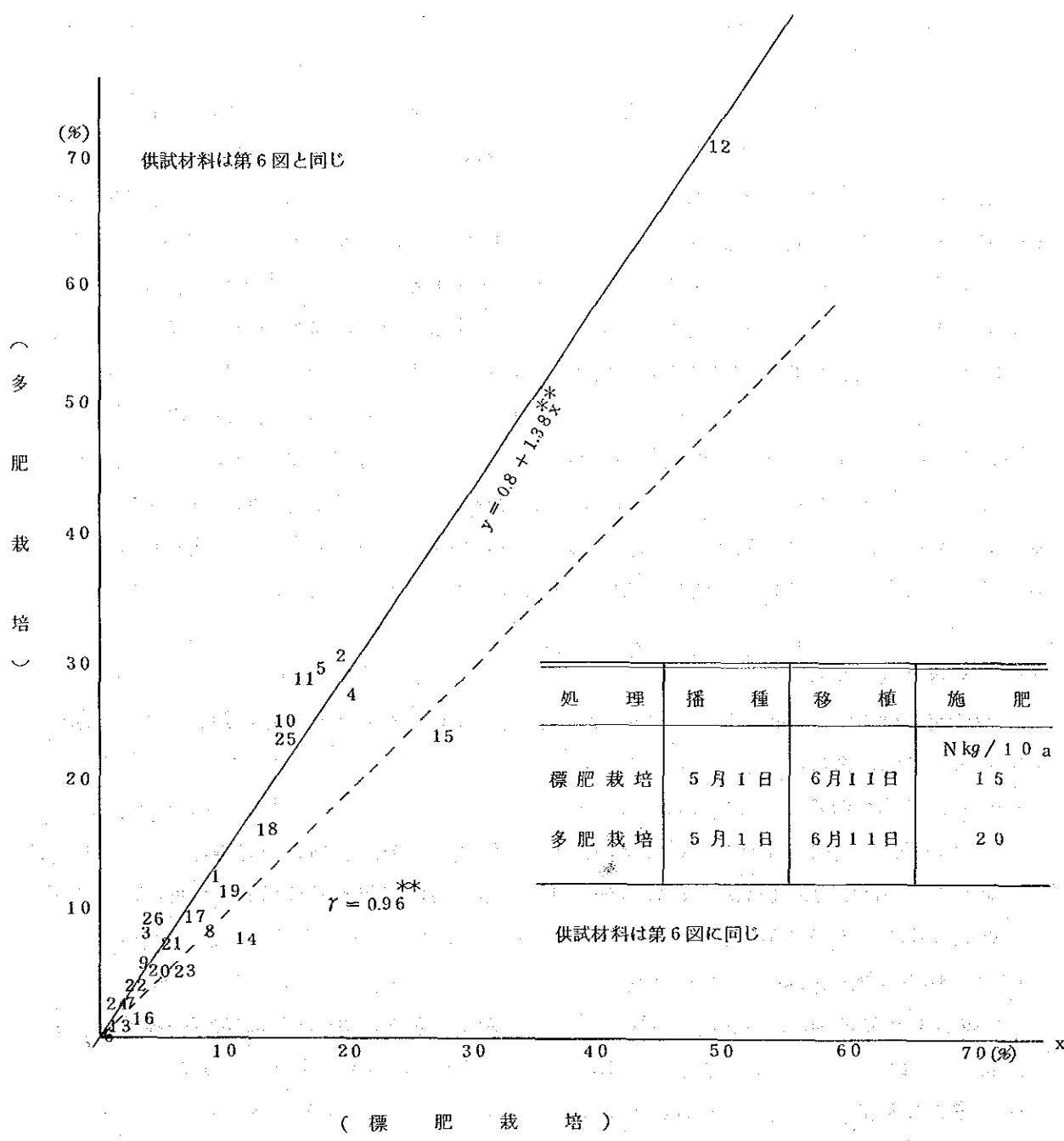
** 1%有意水準



第6図 葉いもち病と穂いもち病の関係(湖南作物試験場資料より作図)

注) 葉いもち病抵抗性は3検定地の平均スコアー

穂いもち病は多肥栽培区(20 Kg/10a N)の羅病穂率



第7図 多肥栽培条件での穂もち病の発生
(湖南作物試験場資料より作図計算)

(4) イネいもち病抵抗性に関する遺伝研究の方向

横 尾 政 雄

1971年以降、東南アジアのインド型のイネ品種に由来する短稈遺伝子をもつ「統一」系品種が韓国の稲作付面積に占める割合は年々増加し、1978年には全栽培面積の76%に達した。そして、これら新品种の高収性は韓国の米の自給を可能にしてきた。これらの新品种は、普及当初、稲作にとってもっとも重要な病害の一つであるいもち病に高度の抵抗性を示していたが、普及面積が拡大するとともに、一部の品種にいもち病の発病が観察され、2年前頃より、蔓延の兆しが見え始めた。折しも、1978年夏季には従来になく多雨・低温の天候が続き、栽培面積が急速に拡大した優良と唱われた新品种に葉いもち病および穂いもち病の蔓延を助長した。この流行によって、新品种は著しい減収となった。このような経過から、これら新品种のいもち病抵抗性に関する遺伝研究を実施し、遺伝育種学的観点から将来の品種育成は対処する必要性が強調された。

私は、「遺伝と病害虫抵抗性」の課題の下で、韓国農業技術研究所遺伝科においてイネの遺伝研究の一般的手法を紹介するとともに、特に早急に解決を迫られているいもち病抵抗性に関する遺伝研究の方向について検討・考察した。その概要は次のとおりである。

1. イネ新品种の罹病化

1978年夏季、統一系の新品種にいもち病、とくに穂いもち病が流行した。その主な原因として次の諸点が推察される。

(1) イネ植物体の感受性

窒素肥料の多用によりイネ植物体は生理的に過度に軟弱に育ち、いもち病に対する生理的抵抗性は低下した。また、新品种は病原性のいもち病菌に対する遺伝的抵抗性、とくに圃場抵抗性をもっていなかった。

(2) いもち病菌の病原性

新品种の栽培面積の拡大とともに、病原性を示すいもち病菌レースが選択的に急速増殖した。

(3) 適当な環境

イネの生育期間を通じて適度の気温・降雨がイネ植物体といもち病菌の両者を流行に至らしめる方向に助長した。8月上・中旬の低温・多雨は薬剤散布の適期をはぐらかせ、イネの出穂期と合致して、穂いもち病の感染を促した。

以上のように、イネ植物体 — いもち病菌 — 環境の相互作用の結果はいもち病の流行に最適であったと考えられる。これらの考察のほとんどは具体的データに裏打されたものではないが、本年までの統一系品種の栽培経過をいもち病流行の歴史に照らしてみると符合点が多く、真因とこれらの推量との間に大きな隔たりはないと考えられる。

このようにいもち病の流行を再び被らないためには、流行の原因とは逆の場面を作出することが有効である。天候を完全に予測することは難しい。しかし、その他の要因を人為的に制御することが可能である。なかでも、イネ品種に安定的な遺伝的抵抗性を付与することが根本課題である。遺伝的抵抗性によって最小限度の安全性を確保する必要がある。

2. イネ品種のいもち病抵抗性の検定

抵抗性品種の育成のために交配母本として用いる抵抗性給源の品種、あるいは、育成された新系統などの抵抗性に関する性質の全容を明らかにしておく必要がある。抵抗性（罹病性）の程度はイネの遺伝質および健康度といもち病菌の病原性および病原力との相対的な関係によって決まる。両要因はそれを取りまく環境の影響を受ける。すなわち、抵抗性はイネ — いもち病菌 — 環境の相互作用の結果である。抵抗性育種では、品種の抵抗性反応が常に安定して得られるように、また、品種の抵抗性に関する遺伝子型が最大限に発揮されるように、実験条件を整備する必要がある。

(1) いもち病抵抗性検定圃場における反応

いもち病に対するイネ品種の圃場抵抗性は自然条件下で発病を促した圃場で検出することができる。軟弱に養成されたイネは、密度の高いいもち病菌孢子集団の感染を受け、抵抗性に関する品種独自の遺伝子型を罹病程度で表現する。圃場抵抗性は、罹病性病斑を形成するが、その罹病程度を軽減するイネの能力をいい、特定のレースに対して発揮される高度の抵抗性である真性抵抗性と対比されるものである。

いもち病抵抗性検定圃場における品種の罹病程度の発現は、時間とともに変動するレースの種類と孢子濃度に対して作用したイネ植物体の複合反応の結果であって、品種の真性抵抗性に関する遺伝子型がすでに明らかにされている場合には、検定圃場におけるその品種の罹病程度から圃場抵抗性の強さを推定することが可能である。しかし、真性抵抗性に関する遺伝子型の明らかでない品種の反応には圃場抵抗性と真性抵抗性の効果が混交して発現している場合が想定され、それから両者を分離する必要性が生ずる。中程度の抵抗性を示す品種は圃場抵抗性をもつ可能性があるが、その反応には特殊な真性抵抗性遺伝子の関与も考慮される。罹病性病斑が観察されない高度の抵抗性は、真性抵抗性遺伝子によって支配される場合が多い。少数の真性抵抗性遺伝子をもつが、圃場抵抗性をもたない品種が広域に普及すると、病原性レースの蔓延により比較的早期に罹病化する危険性が高い。

(2) 人工接種による抵抗性反応

斉一に生育したイネ幼苗に特定レースの孢子懸濁液を接種する方法によれば、特定のレースに対する品種の特異的な抵抗性反応を検出することが可能である。抵抗性検定圃場では環境条件とともに変動するイネ植物体の健康度、いもち病菌レースの構成・孢子濃度などの複雑な反応を扱うが、種々の条件を制御し単純化した人工接種によれば、品種の抵抗性に関する遺伝子型を適確に把握でき、また、その結果を再現できることが特徴である。

品種・いもち病菌レース・接種法・接種葉令・孢子濃度・判定基準等々の要因の組合せ試

験により得られる抵抗性反応に基づいて品種の類別を行ない、さらに、品種の真性抵抗性を評価する必要がある。また、抵抗性検定圃場における結果と対比することも重要である。環境（とくに気温と温度）を適度に制御して特定レースを用いた人工接種法で複次感染を誘導できれば、自然の抵抗性検定圃場を用いることなく、多数のレースに作用する安定的な抵抗性（圃場抵抗性）をとらえることが可能である。

3. いもち病抵抗性の遺伝子分析

抵抗性育種を効率的に行うために、抵抗性給源として用いる親品種の抵抗性に関する遺伝行動を解明しておく必要がある。また、抵抗性の遺伝子分析から得られる情報は、育成された系統の抵抗性を有効に使用するためにも必要である。抵抗性の遺伝子分析は次の段階を経て行われる。

- (1) 抵抗性に関与する遺伝子数の推定
- (2) 抵抗性遺伝子の析出、作用力の推定
- (3) 抵抗性遺伝子の同定（種類・連鎖関係・遺伝子座の決定）
- (4) 抵抗性とその他の実用形質との関係を検討

以上の過程は、必ずしも、抵抗性の遺伝子分析のための画一的な方法ではない。置かれた状況により、種々の変法が適用される。この遺伝子分析は主として人工接種法によって行われることが望ましいが、自然の抵抗性検定圃場を利用して雑種の抵抗性反応を比較することも有意義である。

抵抗性の遺伝分析の目標は効率的な育種法の組立てにある。抵抗性に関する情報（遺伝子数・遺伝子の作用力・遺伝子の種類・遺伝子座・他形質との関係）が総合化されることによって、抵抗性遺伝子の有効な利用が計られる。

統一系品種はインド型の品種間交雑から育成された、よりインド型に近い品種であり、日本型品種との雑種に広範な雑種不稔を生ずる。近年、いもち病抵抗性の遺伝子の分析が日本品種を中心として、あるいは日本品種に導入されたインド型品種の抵抗性について行われ体系化されてきた。これらの日本品種における分析の結果を基礎として統一系品種の抵抗性の遺伝子分析を行うとき、雑種不稔は大きな障害となる可能性がある。日本品種とは独自に、まず統一系品種群について遺伝子分析を試み、その結果を日本品種の抵抗性遺伝子と対応させて検討する方法が効率的である。

抵抗性の遺伝子分析のための基準となるいもち病菌系の備える条件として、

- ① 韓国のイネ品種のいもち病抵抗性のスペクトラムを把握できるような病原性（非病原性）をもち、
- ② 常に安定した病原性を維持し、
- ③ 高い孢子生産力すなわち増殖力をもつ、ことなどの諸点が挙げられる。とくに、いもち病菌の病原性は自然突発変異によって容易に変化することがあるため、抵抗性の遺伝子分析の過程では、用いるいもち病菌系の病原性を常に照合しておく必要がある。いもち病菌

系に対する品種の抵抗性反応に基づいて、抵抗性の遺伝子分析のために基準となるイネ品種を選択する。遺伝子分析に用いるすべてのいもち病菌系に対して感受性の品種を基準品種として選べば、他の品種の抵抗性を分析することが容易となる。

4. 今後のいもち病抵抗性育種

1978年夏季に経験したようないもち病の流行を再び繰り返さぬためには、上に述べたように、品種の抵抗性検定ならびに抵抗性の遺伝子分析を広範に実施し、それらの結果を背景とした抵抗性育種を推進する必要がある。

① 抵抗性遺伝子源の探索と導入

真性抵抗性あるいは圃場抵抗性の種類にかかわらず、新しい抵抗性遺伝子を探索し、さらに、抵抗性に関する幅広い遺伝的変異を普及品種の遺伝的背景に蓄積して、いつでも利用できる状態に維持しておくことが望ましい。

統一系品種のいもち病抵抗性を高度化するための遺伝子源は、日本型品種よりもインド型品種に豊富に存在すると考えられる。品種の気候への適応・商品性・嗜好性などの変化によって将来の韓国のイネ品種がもつ遺伝的構成が現在の統一系品種よりもさらにインド型に傾斜する場合、抵抗性遺伝子源としてのインド型品種の利用は、育種操作上、より容易となるであろう。しかし、韓国品種が現在よりも日本型に変化する可能性もある。その場合、インド型品種を利用することは雑種不稔や雑種における形質分離の異常拡大などの点から不利であって、逆に、日本型品種が抵抗性遺伝子源として異なる価値をもってくる。

抵抗性遺伝子の導入過程である育種事業の中では、いもち病抵抗性の遺伝行動を解析するに止まらず、他の実用形質との関係も検討して、効率的な育種法の確立に役立てることが望ましい。

② 真性抵抗性と圃場抵抗性の利用

高度の抵抗性を発揮する真性抵抗性遺伝子をもつ品種が広域に普及すると、それに病原性のレースが選択的に増殖するために、その品種の抵抗性の効果は急速に失われる。

いもち病菌はいかなる真性抵抗性遺伝子に対しても病原性の方向に突然変異を生ずると考えられ、単一の真性抵抗性遺伝子がいもち病菌の全レースに安定して高度の抵抗性を示す可能性はほとんどない。

育種家の手元に使用可能な抵抗性遺伝子が豊富に確保されており、かつ、品種の普及態勢が完全に整備されていることを前提とすれば、真性抵抗性を利用できる場面がある。1品種に多数の抵抗性遺伝子を累積する方法によれば、いもち病菌が全部の抵抗性遺伝子に対する病原性を獲得する確率は非常に低くなり、また、もし、そのようないもち病菌系が存在しても、適応能力は低くなると考えられ、品種の寿命すなわち抵抗性の効果が延長されるであろう。ある真性抵抗性遺伝子が無効になる前に、分布するレースに対して異なる抵抗性反応をもつ別個の真性抵抗性遺伝子をもつ品種と交替する方法も検討する必要がある。異なる種類の真性抵抗性遺伝子をもつ複数の系統を混合することによって作られる多

系品種は、品種内に保持される抵抗性に関する遺伝的多様性によりいもち病菌の増殖・蔓延を抑制し、被害を軽減させるといわれる。

真性抵抗性を利用するこれらの方法の有効性に対する実証的研究は少ない。むしろ、今後育成される品種には圃場抵抗性を与え、流行に備えて最小限度の安全性を確保しておくべきである。真性抵抗あるいは圃場抵抗性を単独でなく、両者を品種に付加することがより効果的である。圃場抵抗性に関しては、その評価法の確立・遺伝分析・効率的育種法の開発・遺伝子源の探索と導入などの解決すべき諸問題が多く残されているが、圃場抵抗性の強化は今後のいもち病抵抗性育種の中心課題となろう。圃場抵抗性に関する遺伝的実体が解明されていない現在、従来から育種家が実施してきたように、いもち病抵抗性検定圃場における圃場抵抗性の育種を強化・推進すべきである。

いもち病菌の病原性に関する変化の速度に比較して、イネ品種の抵抗性を人為的に変更（新品种の育成・普及）できる速度は遅い。今後は、真性抵抗性と圃場抵抗性に関する育種を併行して推進するにしても、抵抗性育種の焦点は圃場抵抗性に当てるべきであろう。

イネの全作付面積に占める統一系品種の割合はこの数年で急増し、1978年にはその割合は76%となった。しかし、これらの統一系品種がさらに改良される余地はまだ多く残されている。現在の統一系品種よりもさらにインド型品種に類縁的に近くなったり、あるいは逆に、日本型品種の遺伝子が浸透していく可能性もある。どの方向に進むにしても、遺伝子源の拡大・優良系統の選抜・形質の固定などの一連の育種過程に生ずる問題は多く、これらを解決して育種の効率化を図るためには基礎的な遺伝・育種学的研究の積み重ねが必要である。このことは、育種目標の中でも最も重要な形質の一つであるいもち病抵抗性に止らない。このような基礎的な遺伝・育種学的研究は、育種事業の中から作出される豊富な材料を用いて、最適の環境下で育種事業と併行して実施されることが望ましい。とくに、いもち病抵抗性に関する遺伝・育種学的研究の分野では、こうした実践的研究がさらに拡大される必要性が強調される。

農業技術研究所遺伝科は1977年に発足し、その歴史は始まったばかりといえる。この重要な揺籃期の1978年夏季の3ヶ月間に私は多数の研究者と意見交換し、多くの貴重な経験をした。中でも、いもち病の流行を目の当たりにしたのはその最も大きなものである。それを土台にして、いもち病抵抗性の遺伝研究の方法について再考する機会が与えられ、それは私自身のこれまでの研究態度に対する反省ともなった。ここに、稔り多い滞在を支持して下さった関係諸兄姉に厚く感謝の意を表したい。

なお、農業技術研究所遺伝科において実施したセミナーおよび技術指導の課題は、以下に列記したとおりである。

- ① 日本農業技術研究所遺伝科の研究現況
- ② 遺伝研究のための材料作成法
- ③ いもち病抵抗性に関する遺伝・育種学的研究の現状と将来方向
- ④ いもち病抵抗性の遺伝分析方法

- ⑥ いもち病抵抗性の量的遺伝
- ⑦ いもち病抵抗性と出穂期との連鎖
- ⑧ いもち病菌培養法
- ⑨ いもち病菌接種法
- ⑩ いもち病抵抗性の調査基準

(5) 水田土壤の水管理及び物理性改善に関する研究

古 賀 汎

I 緒 言

韓国における水稲作は「緑色革命」を達成し、10 a 当り 490 kg の高収量に達している。さらに生産性の向上をはかるために緑色革命の継続とともに機械化農業への転換が急務とされ、また、水田の高度利用が今後の課題となっている。このためには、水田の排水と土壌物理性の改善を中心とする総合的な地力増進が基本的に重要である。一方、干拓地の大規模な造成が計画されており、計画地区がほとんど砂質土壌であるため、用排水対策の確立とともに土壌改良対策の樹立が必要になると考えられ、土壌の物理性に関する研究の進展が望まれている。

水田土壌の物理性に関する研究としては、組織的な土壌調査分類の他に次のような研究が行われてきた。

水田土壌の水管理の面で土壌類型別の用水量や透水性が明らかにされ、透水性と収量および養分収支との関係、また水田土壌の物理性改善効果について試験され、土壌構造の面では土壌微細形態に関する研究が着手されている。しかしながら、土壌物理性に関する研究は新しい分野で、研究者数も少なく、排水問題の解決や土壌改良法の確立のためにはさらに今後の研究にまつ場面が多い。

本共同研究においても中野啓三専門家は「水田土壌の管理」とくに透水性の改善について、また足立嗣雄専門家は「退化塩土の改良」のためにその土壌特性の把握を行っている。

筆者は 1978 年 8 月 16 日から 11 月 15 日までの 3 カ月間、農村振興庁農業技術研究所土壌物理科において水田土壌の物理性改善の全般にわたる研究に従事した。この間、代表的な水田土壌の踏査の機会を与えて頂き、韓国土壌肥料学会 10 周年記念大会に参加し大学、研究機関関係者と広く討議する機会を得た。調査実験結果については短期間であり不十分な点が多いが、さらに今後の研究の進展を期待したい。

研究遂行にあたり、農村振興庁金寅煥庁長には暖い激励を賜った。また、農業技術研究所朴鐘汝所長には終始御助言を賜わり、朴天緒化学部長はじめ化学部の皆さんに大変お世話頂いた。とくに叡基泰土壌物理科長はじめ任正男、李鐘穆、趙仁相、辛元教研究員各位には調査、実験に直接御協力頂いた。また、湖南作物試験場では朴魯豊場長はじめ場員各位の暖い御援助を賜わり、界火島出張所李善龍所長には調査に協力頂いた。記して衷心より感謝の意を表する。

II 研究内容

研究概要と問題点は次のとおりである。

1. 多収穫水田の物理的特性

水田土壌の物理的特性を土壌調査の成績によって明らかにするとともに多収穫水田および

三要素試験地土壌について土壌の物理性と収量との関係を検討した。

(1) 水田土壌の物理性の特徴

韓国の水田 129 万haは概略土壌調査によって、普通水田42%、砂質水田39%、湿田13%、未熟水田 5 %、塩害、特異酸性水田 1 %に分類されている。1976年までの精密土壌調査の結果(第1表)によれば、砂壤質、砂質、砂礫質などの水田が約40%、埴質水田が11%である。これらの水田の適正等級(第2表)は1等級が22%に対し、2等級31%、3等級33%、4等級13%に区分されている。生産制限因子としては2等級で傾斜(45%)、未熟(42%)、3等級で砂質(59%)、4等級で傾斜(42%)、塩害(23%)、低温(16%)などの要因があげられており、精密土壌調査が完了している京畿道の成績(第4表)にもほぼ同様の数値が示されている。

水田土壌の排水区分別面積を京畿道についてみれば、若干良好が21%に対し、若干不良が60%、不良が19となっている。(第3表)

以上の結果から韓国の水田土壌の特徴として、埴質土壌が少なく、肥沃度の低い砂質土壌が多いこと、排水不良面積が多いことがあげられる。

精密土壌調査における物理性に関する調査項目は粒径組成以外ではきわめて少ないが、比較的調査点数の多い仮比重の数値分布を解析すると(第5表、第1図、第2図)、土性別に仮比重は異なり、粘質な土壌ほど仮比重は小さい。土壌類型別にみれば、未熟水田は下層土の仮比重が高く、普通水田はAp_{2g}層あるいはBg層がち密な土層となっている。また、砂質水田でも下層にち密な土層がみられる場合があり、湿田でもとくに谷間水田などで下層土がち密な土層となっている。

(2) 多収穫水田土壌の物理性と収量との関係

多収穫水田土壌についての研究結果として、多収穫のためには壤土~埴土が好ましいこと、また、作土深が深く、透水性や孔隙性が良好なことが指摘されている。多収穫に関与する土壌の物理的要因を帰納的に抽出することはかなり困難であると考えられるが、比較的的要因整理が行ない易い全国三要素試験の結果によって土壌物理性と収量との関係を明らかにしようとする研究が行なわれ、作土の仮比重、硬度と相対収量(無肥料区収量/最高収量×100)とはかなり高い相関関係にあることが示されている。

作土および心土の仮比重と収量との関係(第3図)をみれば、作土について仮比重と無肥料区収量との相関が認められるが、仮比重と最高収量との関係は明らかでない。また、心土の仮比重と収量との関係は必ずしも明確でない。水稻根の分布が作土に83%と多いことから、作土が膨軟であるほど施肥依存率が小さく、逆にち密であるほど施肥努力を要するということができ、主な根圏である作土の物理性を良好に維持する必要を示している。

土壌ち密度の示標として仮比重および土壌硬度を用いるとき、水稻の生育に対する機能としては直接根系伸長と関連して有効土層を制限し養分吸収に影響を与える場合(ち密層、砂礫層、盤層、基岩などの存在)、またこれらが土壌の孔隙性と関連して透水性を制限し、

ひいては根圏の還元に影響し、間接的に根系の発達、養分吸収に影響する場合が考えられる。したがって、次のような要因を重視して研究する必要がある。

- 1) 土壌断面形態の特徴とくに作土の深さ、根の伸長の制限土層、根の伸張域
- 2) 土壌硬度、土壌固相
- 3) 土壌の孔隙性、透水性

また多収穫のための適正な作土の深さは根圏土壌の養分吸収に関係する機能すなわち陽イオン交換容量あるいは表面積などの要因と関係していることを考慮して研究を行うことが重要である。

(3) 水田の透水速度と養分吸収および収量との関係

土壌の透水性に関しては、透水速度が砂質水田で 43.2 mm/day、普通水田 1.5 mm/day、未熟水田 1.3 mm/day、湿田 0.9 mm/day と報告されている。また減水深は砂質土壌で 29 mm/day、砂壤質土壌で 8.4 mm/day、埴壤質土壌で 7.0 mm/day、埴質土壌で 5.8 mm/day と報告されており、砂質水田以外の透水速度はきわめて小さい。一方、水稻の生育に対する適正透水速度は 10~15 mm/day とみられている。

日本では適正透水速度は 15~25 mm/day、適正減水深は 20~30 mm/day とされている場合が多い。浸透速度の増大は養分の溶脱を促進するため、その過大は珪酸資材や肥料の増投を招くことから、適正透水速度 10~15 mm/day を目標にすることは適切であろうと考えられる。

問題点として土壌の還元による透水性の低下、また有機物施用時の適正透水速度などがあげられる。

2. 水田の高度利用と排水

排水が必要と考えられる土壌を精密土壌調査資料によって明らかにするとともに、排水施工を伴う退化塩土の土壌物理性の変化について検討した。

(1) 水田の高度利用における排水の重要性

京畿道の精密土壌調査成績（第 3 表）によれば、普通水田の 98%、砂質水田の 74%、湿田、塩害水田の 100%、全体の水田では 80% 近くが排水不良で、このうちとくに排水不良な湿田、塩害水田は全体の 18% となっている。

二毛作水田では一毛作の場合に比べ、さらに排水に対する要求は強くなる。水田土壌の生産制限因子別面積（第 2 表）によれば、水田の畑利用の場合、適正等級 2 等級では 68% が低湿のため問題となり、また未熟水田では制限因子として重粘 30% があげられ、重粘土では降雨後の排湿が問題になると考えられる。同様に 3 等級では 86%、4 等級では 79% の水田で低湿が制限因子になるとみられる。京畿道の例（第 4 表）についてもほぼ同様に排水が重要となることが明らかである。

(2) 退化塩土の物理性改善試験

この試験においては部分的な心土破碎と混層耕ならびに排水効果が試験され、水稻、麦

類に対する排水と土壌改良効果が認められている。

1977年の調査結果によれば、無処理の場合、下層土の仮比重1.4~1.5、土壌硬度22~24mmの硬盤層がみられるのに対して、土層破砕部の仮比重は1.3~1.4以下、硬度は大部分15~20mmと改善されている。しかしながら破砕されない土層の物理性はほとんど改良されていない。水稻根の伸長は土壌硬度23mmではほとんど停止するとされており、夏作湛水期間を通じて硬盤層の存在は根の伸長を阻害している成績も得られており、硬盤層破砕による根系伸長の促進は明らかである。

一方、硬盤層破砕による透水性の改善は土壌構造の発達とくに水みちとなるキレツの発生と保持におうことが多い。ここでは、水溶性白色ペイント(1:5)溶液によるキレツ、構造の発達調査を行なったが、これによると破砕部の構造発達が明瞭に示されており、透水性の改善に下層土の機械的破砕の有効なことが明らかにされた。

なお、落水後および麦作期の降雨後の土壌排水効果を具体的に明らかにする必要があり、また、土壌構造の維持年限についても検討を要する。

(3) 作土層の土層分化

退化塩土がきわめてち密になり易いことは作土の土層分化にも認められたので、堆肥加用の有無の試験区について、作土層内土層の理化学を調査した(第6、7、8表)。

表層2.5~3cmの厚さにち密な土膜状土層が認められるが、この土層は粒径0.2~0.02mmのFSが増加しており、有機物含量が少なく、仮比重が高く粗孔隙は小さい。現地観察によれば、堆肥加用区ではこの土層にキレツや虫穴が多いことが観察され、この下部の根の分布層も構造と組織が改善されていたが、物理性の測定結果には表われなかった。

このような土層分化による作土の構造、組織については、固結し易い土壌ではとくに根の分布、養分状態、施肥成分の動態とも関連して今後の研究課題であろうと考えられる。

3. 低位生産地とくに砂質干拓地土壌の物理性改善

砂質干拓地土壌の除塩と排水対策ならびに稲わら施用による土壌物理性の改善について、界火島の干拓試験を中心に検討した。

(1) 砂質干拓地土壌の性質

界火島干拓地は用水不足のため除塩対策が困難であるばかりでなく、きわめて砂質で、一部では土壌の透水性が著しく不良で、作土が固結し易く移植が困難なことが指摘されている。

粒径組成(第9表)は広活統がLであるが、下砂統、文浦統は0.2~0.02mmの細砂を主成分としており、シルト、粘土含量はきわめて少ない。土壌の凝集力は細砂、シルトでは著しく小さいことから、移植の困難性は日本にみられる「いつき」と同様の現象とみることが出来る。また、有機物含量は0.5%以下で、水中沈定容積は下砂統で著しく小さく、きわめて速く、密に沈積する(第11表、第4図)。

このような「いつき」の起こり易い水田土壌の改良のためには、客土、ベントナイトの

施用、NaコロイドのCaコロイドへの改良、腐植の増加（堆肥の施用）などがあげられる。

(2) 稲わら施用による土壌構造の改善

界火島干拓試験地において稲わら施用区は著しく酸化を促進しており、調査時の10月中旬に標準区は還元班の断面割合が10~30%に対して稲わら750kg/10a作土施用区は2~5%に低下していることを観察した。

作土の物理性（第10表）については固相率の低下と気相率の増大、粗孔隙の増加が明らかで、稲わら施用による土壌構造の改善が著しいことを示している。しかしながら、稲わら施用による除塩効果は本調査では認められなかった（第11表）。落水後、下層からの毛管上昇による塩類の表層集積が生じたとみられる。

深耕時における有機物の施用を含めて、有機物による土壌の物理性改善と除塩との関係については経時的に調査して明らかにする必要がある。

また、干拓地土壌における有機物の施用は土壌の異常還元を招き、有機物施用部に硫化物が集積する場合があります、硫化物は乾燥酸化によって強酸性土壌を生成する危険がある点に留意すべきと思われる。

Ⅱ 所 見

1. 水田土壌の物理性に関する研究の強化

組織的な精密土壌調査の完了が1979年に予定されており、その貴重な成果をもとに、土壌の特性を基礎にした土壌基盤の整備と土壌改良を行なわねばならない。この場合、水田土壌の物理性と収量との関係の調査研究によって、生産力にもっとも関係する要因を帰納的に抽出し、この要因についての実証的研究の上に土壌改良目標を樹立することが必要である。

砂質〜壤質の水田土壌の総合改善技術の確立のためには根圏土壌の深さとその物理的好適条件についての基礎研究の充実が望まれる。また土壌の透水性の改善のためには、現在試験されている下層土の土壌構造の改良による透水性の付与とともに、代かきの軽減、中干あるいは作溝、また直播栽培による透水性の促進などが考えられる。反面、土壌の透水性の増大は養分の溶脱を促進するので、この関係の解明にはライシメーター試験が有効である。

土壌物理性の測定法については、土壌の固相率、仮比重、硬度、粗孔隙、透水性などの測定法の地域農試、道立農試への普遍化が必要である。これらの測定技術の普及によって土壌の物理性との関係がより明確になることから、少なくとも地域農試には土壌物理研究者の配置が必要である。

土壌物理研究のための測定機器はかなり整備されている。今後物理性の機能と土壌の機械化適正との関係、水収支などへの研究展開が予想され、土壌表面積測定器、不飽和透水係数測定器、貫入抵抗測定器、量水機器などの整備が必要となろう。

2. 水田の高度利用と排水

水田の高度利用あるいは水田農業の機械化においてはとくに排水が重要となる、排水技術

に適確に対応するためには、これまでに得られた精密土壌調査の成果をもとに、さらに排水不良原因を明確にし、各種排水技術を適用するための目的調査が必要になると考えられる。

退化塩土の土壌物理性改良法については、すでに成果が得られており、改良方法として深耕あるいは心土破碎と暗渠排水の併用が適当であろう。この研究は3年間継続されており、さらに2～3年間、土壌構造の変化を中心に継続することが適当である。

3. 砂質干拓地水田土壌の改良

南陽、界火島、米面干拓などを踏査した。全般に用水確保が不十分なため除塩対策が十分でなく、また土壌がきわめて砂質のため問題を生じている場合があった。干拓計画に農業土木部門とともに土壌肥料部門の積極的タッチが必要である。さらに排水や除塩技術の確立のためには農業土木部門と土壌肥料を中心とする営農部門との研究協力が必要なことはいまでもない。

干拓地に関する試験研究には除塩あるいは排水また土壌の熟田化の研究がきわめて重要で、これらの研究では現地の実態調査とともに土壌および排水の変化を経時的に追跡する必要がある、現地試験地に土壌肥料研究者の配置と実験設備の整備が望まれる。

干拓地水田土壌はきわめて砂質であるので砂質土壌の沈定とち密化について明らかにし、客土などの土壌改良技術の基礎とすることが必要と考えられる。また、有機物による土壌構造の改善と除塩との関係の明確化が望まれる。

第1表 水田土壌の類型・土性区分別面積(全国)

類 型	土性区分	面 積 (ha)	比率 (%)	地形(土壌統数)
普通水田	植 土	45,493	38.7	a(4), b(1), d(2), g(1) a(8), b(5), c(1), e(10), g(1) (32)
	植 壤	161,079		
	植 質 小 質 計	206,572		
未熟水田	植 壤	13,267	18.5	d(1), g(2) b(3), c(2), d(1), e(9), g(1) f(3) (19)
	植 礫	70,909		
	植 質 小 質 計	98,512		
砂質水田	砂 礫	21,086	29.3	c(1), f(2) a(3), c(2) a(3), b(6), c(2), e(8) (27)
	砂 壤	4,997		
	砂 質 小 質 計	156,264		
湿 田	砂 礫	10,794	9.9	c(1) c(1) b(1), a(2), e(1) a(4), b(2), e(2), g(1) (15)
	砂 壤	19,614		
	砂 質 小 質 計	52,808		
塩害水田	砂 壤	869	3.0	a(2) a(1) a(2) (5)
	砂 質	5,471		
	砂 質 小 質 計	16,239		
特異酸性水田	植 壤 質	3,058	0.6	a(3)
	計	533,453	100	(101)

(註) 1. 1964～1976年 土壤調査完了地域

2. 地形区分

- a. 海岸平坦 d. 台地 g. 熔岩流平坦
 b. 内陸平坦 e. 谷間
 c. 河川辺 f. 谷間・扇状地

3. 土性区分別面積

土性区分	面積(ha)	比率(%)
埴質・埴壤質 (埴質)	326,105 (58,760)	61.1 (11.0)
砂礫質	155,266	29.1
砂質	16,660	3.1
砂礫質	21,086	4.0
礫質	14,336	2.7
計	533,453	100

第2表 水田土壤の適正等級、生産制限因子別面積率(全国)

適正等級	制限因子	面積率(%)		畑利用の場合の面積率(%)*	
		等級別	因子別	等級別	因子別
1	—	21.5			—
2	傾斜		44.6		1.4
	石礫		0.6		0
	低湿		13.1		68.2
	未熟		41.9		30.4(重粘)
	小計	30.9	100	18.3	100
3	傾斜		16.2		6.9
	石礫		11.0		7
	低湿		10.7		85.7
	未熟		2.7		0.1(重粘)
	砂質		59.1		0
	特異酸性		0.9		0
小計	33.5	100	51.6	100	
4	傾斜		42.1		1.6
	石礫		8.2		15.6
	低湿		15.8		78.8
	砂質		9.1		9.0
	特異酸性		1.9		0
	塩害		22.9		0
小計	13.0	100	16.1	100	
5	—	1.1		14.0	100
	計	100		100	—

(註) 1. 1964～1976年 土壤調査完了地域

2. * : 地域別土地利用適正等級区分による

第3表 水田土壤の排水区分別面積(京畿道)

類型	排水区分	面積		参考 (%)	
		ha	%		
普通水田	若干良好	1,009	2.4		24.0
	若干不良	39,945	94.4		
	不良	1,380	3.2		
	小計	42,334	(100)		
未熟水田	若干良好	13,230	(100)		7.5
砂質水田	若干良好	23,344	26.3		50.5
	若干不良	65,337	73.5		
	不良	242	0.2		
	小計	88,923	(100)		
濕田	不良	25,686	(100)		14.7
塩害水田	不良	5,763	(100)		3.3
全体	若干良好	37,583		21.4	100
	若干不良	105,282		59.8	
	不良	33,071		18.8	
	計	175,936		100	

第4表 水田土壤の適正等級、生産制限因子面積(京畿道)

適正等級	制限因子	面積		畑利用の場合*	
		ha	%	ha	%
1	—	21,836	12.4	—	
2	傾斜	18,847	(47.3)	415	13.0 (100)
	低温	8,565	(21.5)	16,184	
	未熟	12,404	(31.2)	重粘 6,215	
	小計	39,816	22.6 (100)	22,814	
3	傾斜	2,422	(2.8)	1,567	55.7 (100)
	石礫	4,489	(5.1)	4,489	
	低温	15,810	(17.9)	89,727	
	砂質	65,454	(74.2)	2,169	
小計	88,175	50.1 (100)	97,952		
4	傾斜	15,005	(58.2)	293	13.4 (100)
	石礫	3,349	(13.0)	8,021	
	低温	1,311	(5.0)	15,019	
	砂質	357	(1.4)	357	
塩害	5,763	(22.4)			
小計	25,785	14.7 (100)	23,690		
5	—	324	0.2	31,480	17.9
	計	175,936	100	175,936	100

(註) * : 地域別土地利用適正等級区分による

第5表 水田土壌の類型・土性別仮比重

(ρ / cc)

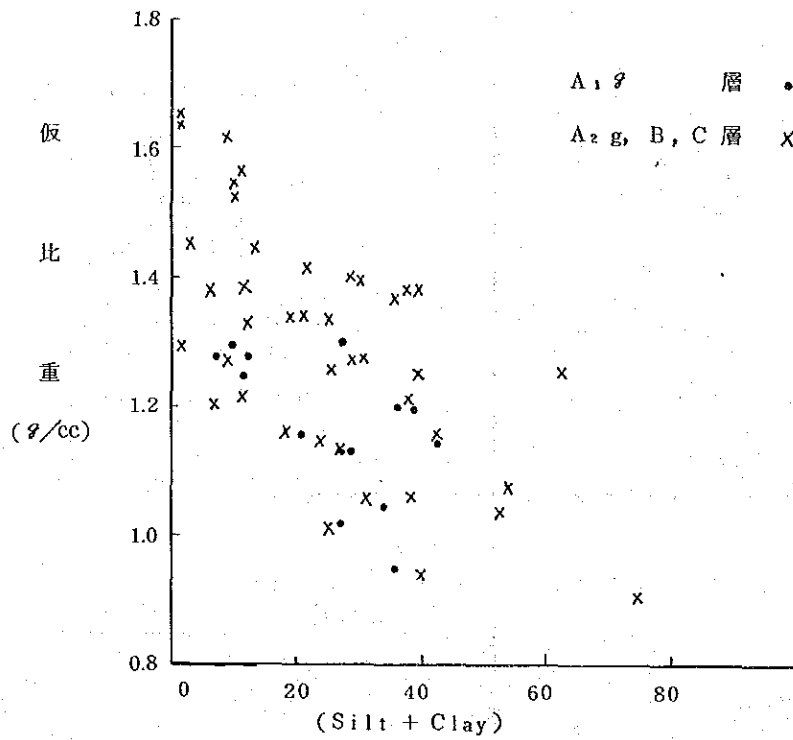
土 層	砂質水田	普通水田	未熟水田	湿 田		特異酸性田
	粗粒質土	中・ 細粒質土	中・ 細粒質土	粗粒質土	中・ 細粒質土	細粒質土
A _{p1} ρ	1.3	1.0~1.2	1.1~1.3	1.3	1.3	1.1~1.2
A _{p2} ρ	1.3~1.5	1.0~1.4	1.3~1.4	—	1.2	1.1~1.2
B ₁ ρ	—	1.0~1.4	1.3~1.5	1.6	1.2~1.4	0.9~1.1
B ₂ ρ	1.6	1.1~1.5	1.4~1.5	1.6	1.1	—
C ρ	1.3	0.9~1.4	—	1.2~1.7	—	—

(註) 1. 土壌統説明書 (No 1 ~ No 4) による。但し火山灰質土壌を除く。

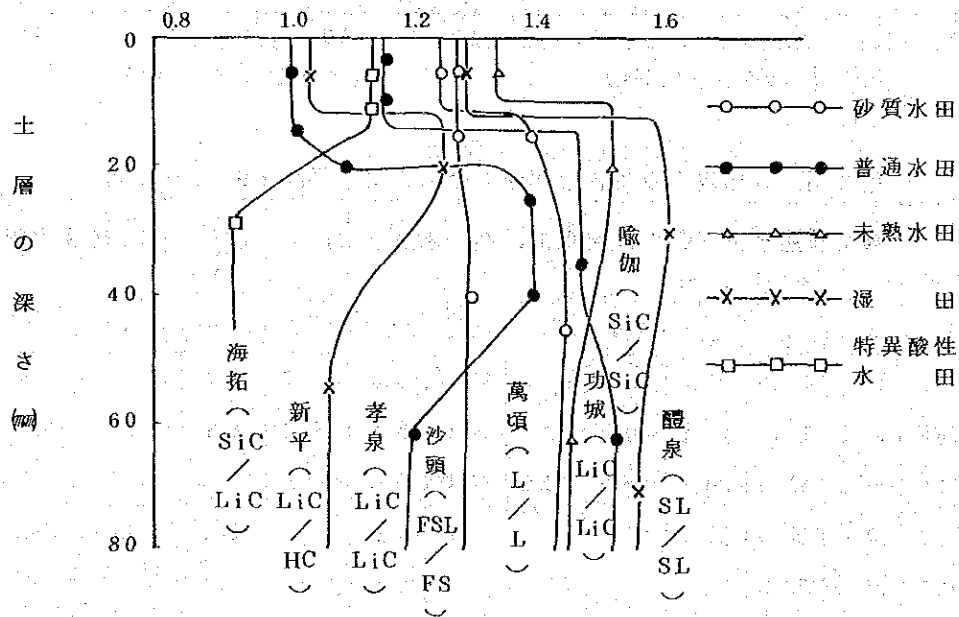
2. 粗粒質土 (S, LS, SL, FSL)

中粒質土 (L, SiL, SCL, CL, SiCL, SC)

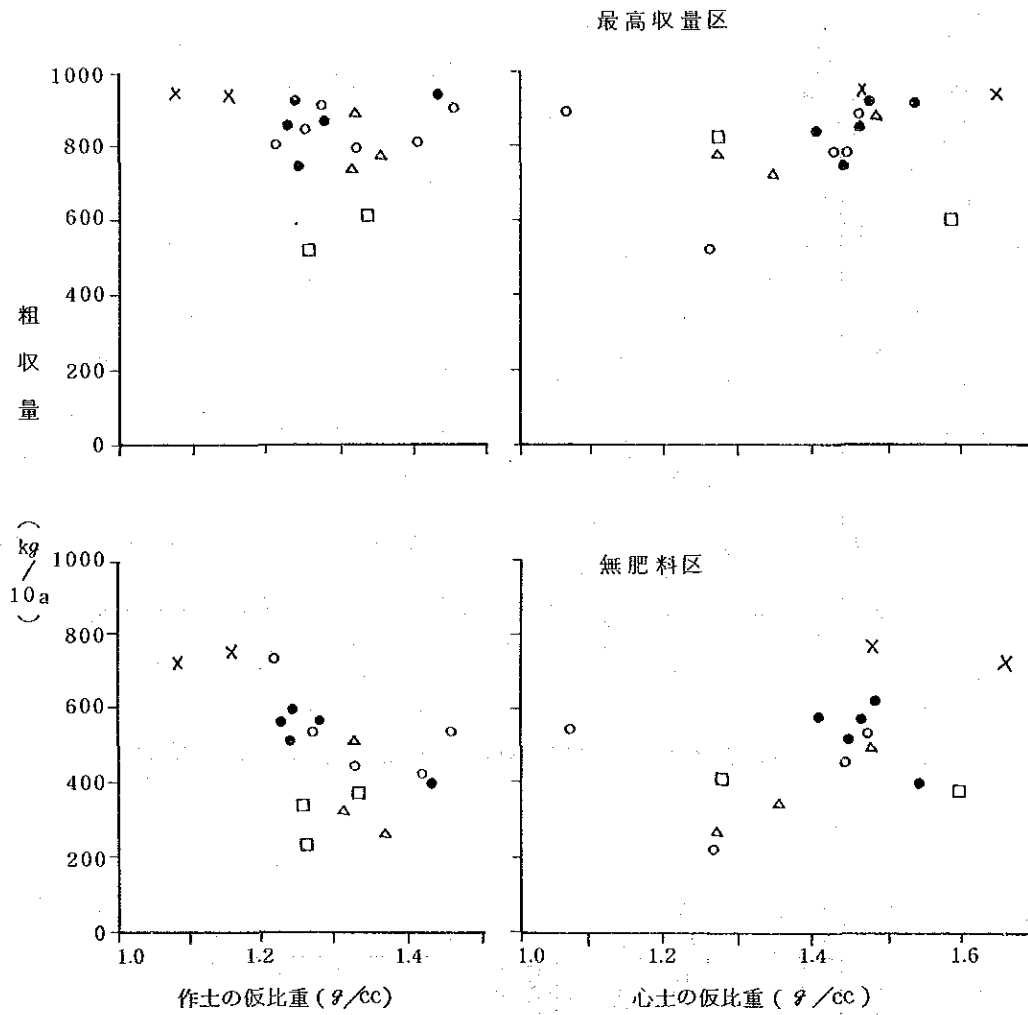
細粒質土 (LiC, SiC, HC)



第1図 砂質，普通水田土壤の(Silt + Clay)と仮比重との関係



第2図 代表土壤統の土層断面における仮比重分布



第3図 仮比重と収量との関係(全国三要素試験1977による)

●：普通水田，○：砂質水田，△：未熟水田，×：湿田，□：塩害水田

第6表 作土層の粒径組成の分比

試験区	深さ (cm)	U. S. D. A 法 (%)								Internat 法 (%)			
		VCS 2-1	CS 0.5	MS 0.5- 0.25	FS 0.25- 0.10	VFS 0.10- 0.05	Silt 0.05- 0.002	Clay 0.002	Tex.	CS 2- 0.2	FS 0.02- 0.002	Silt 0.02- 0.002	Tex.
標準	0-2.5	2.1	0.4	0.7	1.4	2.4	68.9	24.1	SiL	3.4	46.6	25.9	CL
	2.5-7	2.9	4.3	3.6	1.7	2.3	61.6	22.6	SiL	11.3	29.0	37.1	CL
	7-12	2.7	2.6	2.6	1.9	2.1	64.3	23.8	SiL	8.1	43.5	44.6	CL
堆肥 2,000 kg/ 10 a	0-2.5	0.8	0.1	0.5	1.4	2.7	71.9	22.6	SiL	1.5	35.1	40.8	CL
	2.5-7	3.8	3.5	2.0	1.9	2.4	63.3	23.1	SiL	9.7	25.8	41.4	CL
	7-12	2.3	1.7	2.2	1.5	2.3	67.4	22.6	SiL	6.5	32.2	38.7	CL

第7表 作土層の三相分布、孔隙および仮比重

試験区	深さ (cm)	三相分布 (%)			孔隙率 (%)	pF- 水分 (%)		粗孔隙 (%)		仮比重 (g/cc)
		V _S	V _L	V _A		pF1.5	pF0.5	pF 0-0.5	pF 0-1.5	
標準	0-5	39.1	29.1	31.8	60.9	46.5	53.7	7.1	14.4	1.04
	5-12	36.5	32.3	31.2	63.5	43.8	49.4	14.1	19.7	0.97
堆肥 2,000kg /10 a	0-5	43.9	34.5	21.6	56.1	50.4	54.0	2.1	5.7	1.17
	5-12	35.8	33.1	31.1	64.2	43.8	50.1	14.1	20.4	0.95

第8表 作土層の水中沈定容積および化学性

試験区	深さ (cm)	水中沈定容積 cc/g		有機物 (%)	pH (H ₂ O)	FC ₂₅ 1:2 (mU/ cm)	CEC (m.c /100 g)	Ext. Cations (me / 100g)				有効 P ₂ O ₅ (%)	水溶性 塩類 1:1 (%)
		湿土	風乾土					Ca	Mg	K	Na		
標準	0-2.5	1.35	1.36	2.59	5.0	0.54	9.30	4.38	1.50	0.37	0.81	144	0.069
	2.5-7	1.36	1.43	2.90	4.8	0.42	8.55	4.06	1.44	0.19	0.81	149	0.053
	7-12	1.39	1.37	3.21	5.0	0.38	9.50	4.69	1.88	0.21	0.75	141	0.48
堆肥 2,000kg /10 a	0-2.5	1.39	1.37	2.55	5.2	0.54	8.90	5.00	1.63	0.50	0.44	116	0.069
	2.5-7	1.36	1.37	3.41	5.2	0.59	9.45	5.63	1.50	0.57	0.50	106	0.076
	7-12	1.34	1.36	3.21	5.6	0.65	9.80	6.25	2.13	0.65	0.63	97	0.083

第9表 界火島干拓地土壤の粒径組成

試験区		深さ (cm)	U. S. D. A. 法 (%)							Internat 法 (%)				
			VCS 2-1	CS 0.5	MS 0.5- 0.25	FS 0.25- 0.10	VFS 0.10- 0.05	Silt 0.05- 0.002	Clay 0.002 >	Tex.	CS 2- 2.0	FS 0.2- 0.02	Siet 0.02- 0.002	Tex.
試験地 ①	標準	0-10	0.7	0.1	1.2	46.2	26.6	20.4	4.8	LS	3.4	86.9	4.9	LFiS
		10-20	0.0	0.3	40.6	34.8	8.2	12.9	3.2	LS	41.6	53.4	1.6	FiS
	わらⅡ	0-10	0.0	1.1	3.6	42.8	32.3	15.1	5.1	LS	7.6	82.7	4.6	LFiS
		0-10	0.0	0.7	1.0	41.6	29.3	21.9	5.5	SL	2.2	88.1	4.2	FiS
		10-30	0.0	0.7	2.0	45.9	27.0	19.9	4.5	LS	6.1	85.8	3.6	LFiS
		30-60	0.0	0.3	0.6	33.5	31.9	27.9	5.8	SL	1.4	88.9	3.9	LFiS
干拓 ②	広活	0-10	0.1	0.3	0.3	0.7	7.7	77.7	13.2	SiL	0.8	52.4	33.6	L
	下砂	0-10	0.0	0.3	0.8	65.6	23.2	8.5	1.6	SiL	2.0	95.9	0.5	LFiS
背後地 ③ (参考)	萬頃	0-10	0.8	0.7	0.7	1.3	7.6	78.6	10.3	SiL	2.4	60.5	26.8	L
	米面 干拓	0-10	0.9	1.0	2.1	6.1	16.7	57.1	16.1	SiL	4.9	47.0	22.0	CL

(註) ① 処理：わらⅠ (10a 当り 750g 深さ 10 cm)

わらⅡ (" 深さ 30 cm)

② 界火島干拓内の土壤統、文浦統 (干拓試験地)、広活統、下砂統

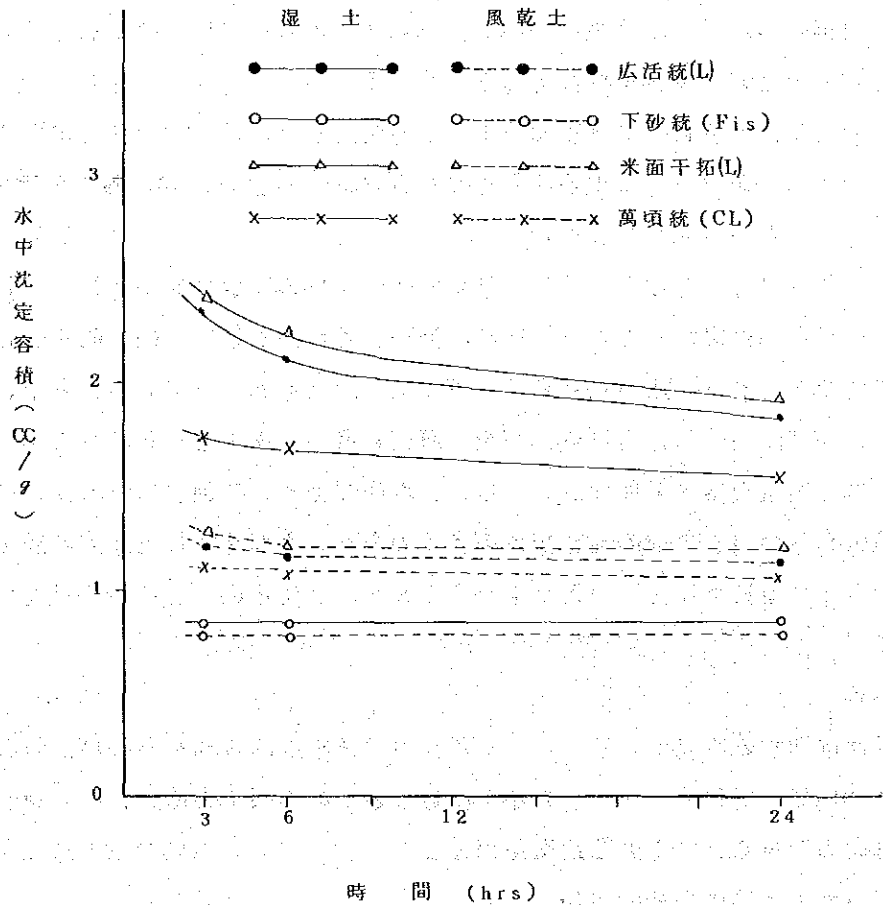
③ 界火島干拓背後地の土壤統、萬頃統

第10表 界火島干拓地土壤の物理性

試験区	深さ (cm)	三相分布 (%)			孔隙率 (%)	pF-水分 (%)		粗孔隙 (%)		仮比重 g/cc
		Vs	V _L	V _A		pF 1.5	pF 0.5	pF 0-0.5	pF 0-1.5	
標準	0-10	56.1	42.2	5.7	47.9	43.4	44.8	3.1	4.5	1.38
	10-20	54.8	37.5	8.7	46.2	40.9	42.1	4.1	5.3	1.43
わらⅠ	0-10	42.3	39.7	11.0	50.7	42.0	45.1	5.6	8.7	1.31
わらⅡ	0-10	59.2	41.4	6.4	47.8	43.0	44.8	3.0	4.8	1.38
	10-30	53.7	39.2	7.1	45.3	40.8	41.0	4.3	4.5	1.45
	30-60	52.6	40.0	3.4	43.4	41.4	42.8	0.6	2.0	1.46

第11表 界火島干拓地土壤の水中沈定容積と化学性

試験区	深さ (cm)	水中沈定容積 (cc/g)			有機物 (%)	pH (H ₂ O)	EC ₃₅ 1:2 (mV/cm)	水溶性 塩類 1:2 (%)	CEC me / 100g	Ext. Cations (me/100g)				有効 P ₂ O ₅ (%)
		湿土 (F)	風乾土 (A)	F/A						Ca	Mg	K	Na	
標準	0-10	1.05	0.98	1.07	0.45	7.3	5.0	0.64	5.00	1.01	3.50	0.75	8.31	19
	10-20	0.88	0.87	1.01	0.24	7.8	5.2	0.66	4.40	0.88	3.69	0.69	11.00	16
わらⅠ	0-10	0.99	0.96	1.03	0.47	7.9	5.6	0.72	5.50	0.96	4.25	1.25	7.88	29
わらⅡ	0-10	1.02	0.95	1.07	0.10	7.8	6.6	0.85	5.10	1.04	4.25	0.75	8.31	29
	10-30	1.01	0.95	1.06	0.38	7.6	6.5	0.83	4.85	1.00	4.00	1.00	10.06	23
	30-60	1.04	0.96	1.08	0.24	7.5	2.6	0.34	5.00	0.95	3.44	1.38	9.91	27
広活	0-10	1.84	1.13	1.63	0.66	7.9	2.6	0.33	7.15	3.13	4.06	0.88	4.31	55
下砂	0-10	0.81	0.77	1.05	0.28	7.6	0.6	0.08	3.55	0.99	2.56	0.39	6.25	13
萬頃	0-10	1.55	1.15	1.35	1.66	5.7	1.1	0.14	6.50	2.50	3.00	0.25	1.63	157
米面 干拓	0-10	1.94	1.20	1.62	0.52	7.7	3.1	0.40	7.70	3.13	5.31	1.63	4.88	142



第4図 干拓土壤の水中沈定容積の経時変化