

韓国農耕地高度利用研究計画 総合報告書

平成6年6月
(1994年6月)

国際協力事業団

農開技

JR

94-24

韓国農耕地高度利用研究計画総合報告書

平成6年6月(1994年6月)



国際協力事業団

28185

JICA LIBRARY

1121535 (7)

28/85

序 文

国際協力事業団は、平成元年4月4日に署名された、韓国実施機関との討議議事録(R/D)等に基づき、「韓国農耕地高度利用研究計画」を平成元年6月1日から平成6年5月31日まで5年間実施してきました。

その間、多くの技術が共同開発され、それらは韓国農業の発展に大きく貢献しました。

本報告書は、5年間の技術協力の成果をとりまとめたものであり、本プロジェクト協力の効果及び成果を、今後の両国農業技術協力の方向づけの検討に活用されることを願うものです。

終わりに、本報告書を取りまとめるに際して、ご尽力をいただいた大久保隆弘リーダーをはじめとする派遣専門家各位に謝意を表するとともに、本プロジェクト運営に当たり、多大なご支援をいただいた国内関係機関、在韓国日本大使館並びに韓国政府関係機関各位に心より感謝の意を表します。

平成6年6月

国際協力事業団

農業開発協力部

部長 有川 通世

ま え が き

1989年4月4日、日本側実施協議チーム団長と韓国側農村振興庁長との間で、R/D署名が行われ、'89年6月1日から5年間の予定で「農耕地高度利用研究」の当プロジェクトが発足した。以後5年間、事業が順調に進み、計画通り'94年5月31日成功裡に終了した。

この期間は韓国経済の発展が高度成長を経て若干鈍化した時期に当たっているものの、国民1人当たりGNPは本プロジェクト開始時は5,000ドル前後であったが、終了時の現在は6,700ドルに達した。農業においては米5,308千tの自給が既に達成され、米生産過剰基調に推移し、米の年間1人当たり消費量が121kgから110kg迄減少した。一方、野菜、果実、牛乳及び肉類の消費量は増加を続けており、これに呼応するため収益性の高い施設野菜や果樹を取り入れた複合経営が増加しつつある。他方、農村労働力の高齢化、婦女子化が進むなか、農産物の輸入自由化、UR通商条約妥結等、外圧が厳しく、良質、低コストの農産物生産が要請された。

本プロジェクトはこのような韓国農業の激変期に開始された。田畑輪換を基盤とした水田高度利用の先行的研究である。水田における野菜類や花卉類の栽培、飼料作物の導入、土壌の管理技術、病虫害、雑草の発生生態等についての成果は直ちに普及に供し得るとともに、大豆や鳩麦導入技術については近い将来利用できるものと確信する。一方、5年間に亘る最新研究機材の供与による研究の近代化と、日本専門家の派遣による研究手法の移転、韓国研究者の日本国内研修による資質向上等、韓国の研究基盤は格段の向上をみ、これがこれまでの農業発展に寄与したばかりでなく、今後の韓国農業研究発展に役立つものと考えられる。

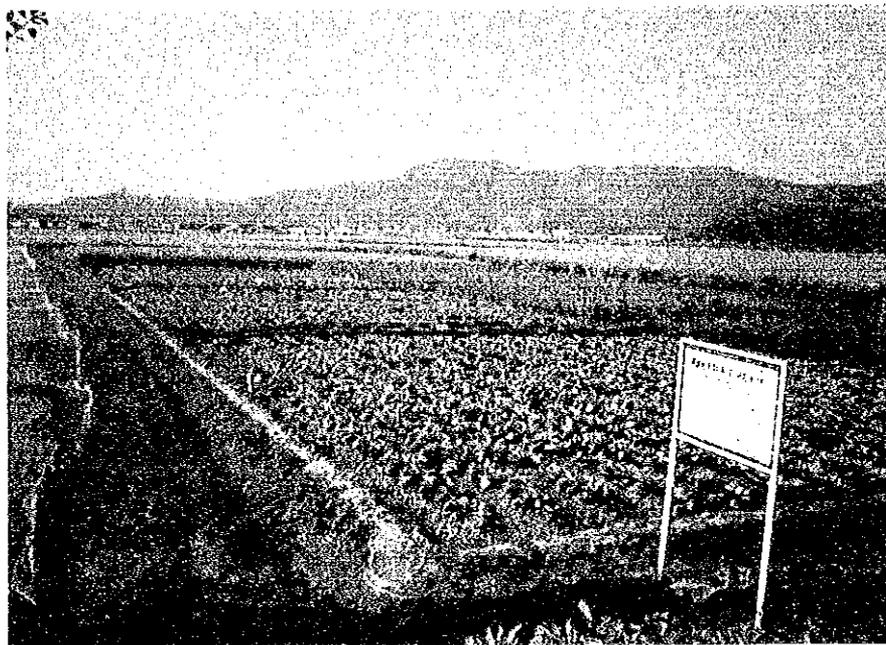
これらに加え、両国研究者が交流したことによる相互理解と友好の増進は、両国関係の改善に役立つものと確信する。このような研究を通じての両国研究者の交流が今後とも維持増進され、両国間友好の一層の発展に役立つことを期待する。

5年間、直接この研究協力に参加され労苦を共にされた専門家各位に、また韓国研修員の受入れに御協力いただいた各試験研究機関の皆様から心からお礼を申し上げます。また、たえず御親切な御支援と御鞭撻をいただいたJICA、外務省、農水省ならびに在韓国日本大使館など関係機関に対し衷心より感謝の意を表したい。

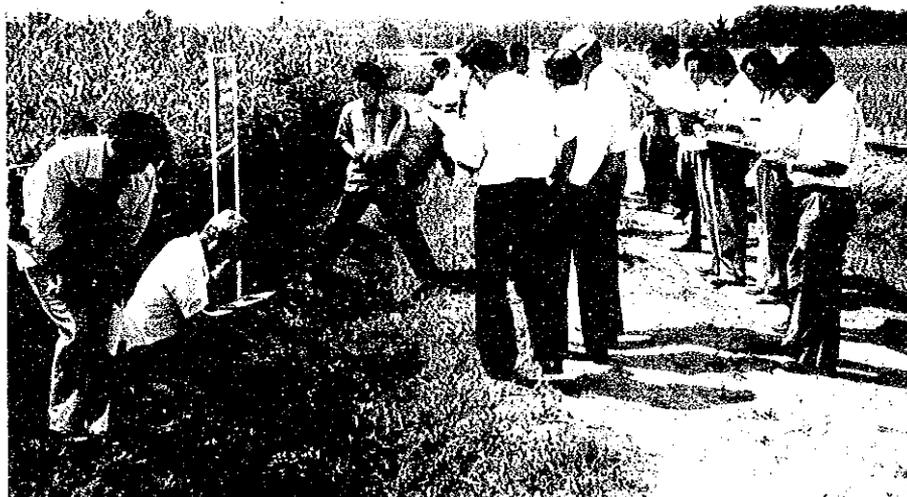
さらに本共同研究を積極的に推進されるとともに、日本側専門家に多大の便宜と御好意をいただいた韓国農村振興庁を始め、関係諸機関に対し心からお礼を申し上げます。

1994年6月1日

大久保 隆弘

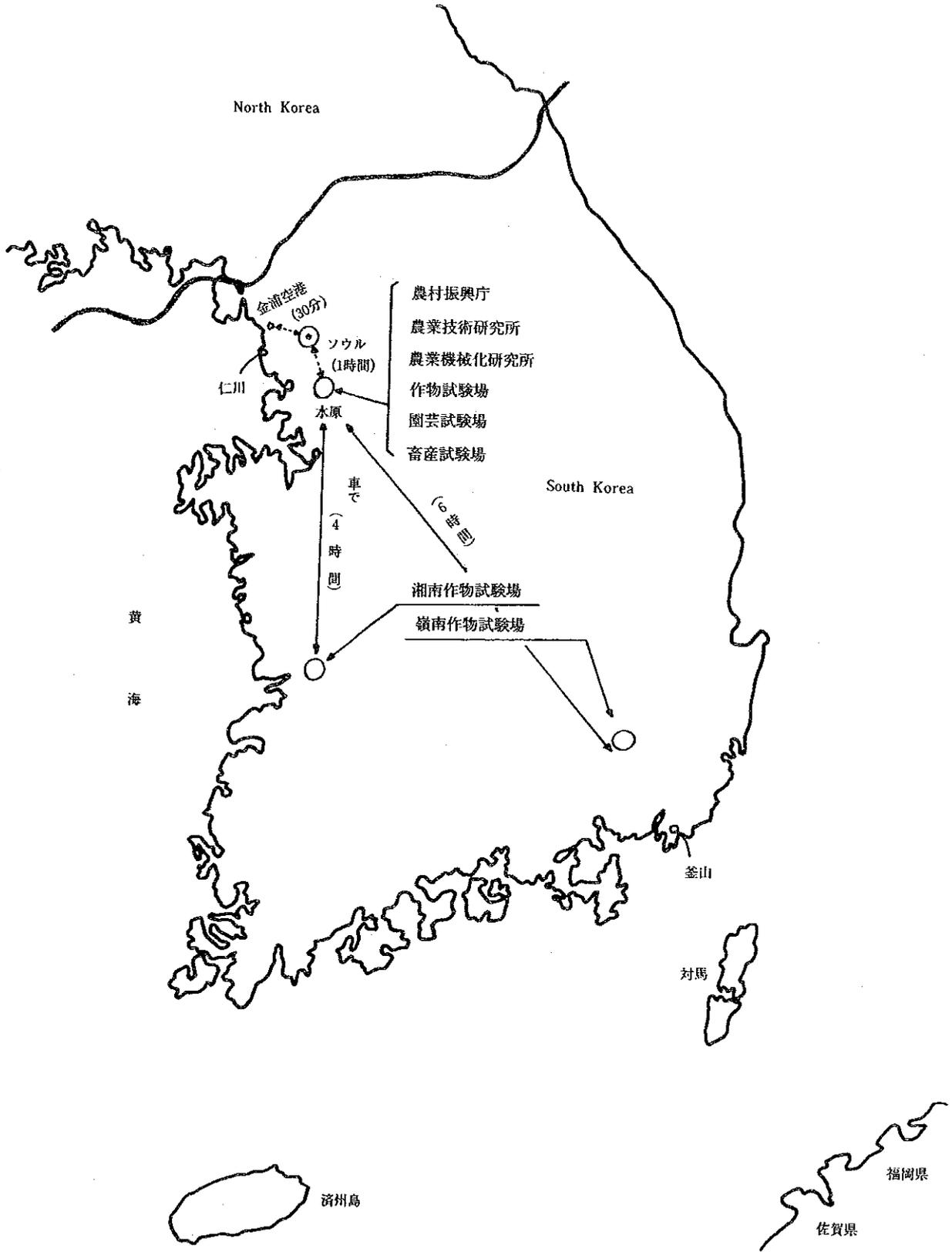


安城現地試験圃の状況



作試圃場における中間評価会

農耕地高度利用プロジェクト位置図



目 次

序 文

まえがき

I. プロジェクトの成立と経過	1
1. プロジェクト協力要請の背景と R/D 署名	1
2. プロジェクトのその後の経過	1
II. 研究協力の推進と管理	6
1. プロジェクト運営計画	6
III. 研究協力の実績	17
1. 総 括	17
2. 専門家の派遣	19
3. 研究員の受入れ	23
4. 機材供与と携行機材	28
5. ローカルコスト負担事業	31
IV. 韓国側協力の実績	33
1. 総 括	33
2. カウンターパートの配置	33
3. ローカルコスト負担	36
V. 研究の成果	38
1. 研究成果の総括	38
2. 長期専門家報告	45
3. 農業科学技術開発結果評価会、農事試験研究論文集(現農業科学論文集)、 学会等に見る研究成果	77
VI. プロジェクト終了所感	82
1. プロジェクト運営所感	82
2. 韓国の農業動向と研究成果の普及	86
付 表	
調査団リスト	89

I. プロジェクトの成立と経過

1. プロジェクト協力要請の背景と R/D 署名

本プロジェクトは、1987年12月に開催された「日韓農林水産技術協力委員会第20次会议」において韓国側より提案があり、1988年4月我が国に正式に要請がなされた。

その後1988年8月に事前調査団が派遣され、韓国側の試験研究体制・施設の調査、研究課題、内容等について協議した結果、主な研究として次の5課題を設定した。

- ① 輪換土壌利用基準の設定及び分布調査
- ② 土壌の理化学的特性変化様相と地力維持培養技術の確立
- ③ 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立
- ④ 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の確立
- ⑤ 連作による土壌環境変化の究明と対応技術の確立

以上の経過をふまえて、1989年4月実施協議チームが派遣され、研究項目、日本人専門家派遣、カウンターパート研修員の日本側受入れ、供与機材等について協議し、合意に達したので、1989年4月4日、日本側実施協議チーム団長と韓国側農村振興庁長との間でR/D署名が行われ、'89年6月1日から5年間の予定で「農耕地高度利用研究」の当プロジェクトが発足した。韓国政府は、日本人専門家の研究のために必要な土地・建物・住居・交通の便宜及び業務費等諸経費を負担するなどがR/Dで取決められた。

2. プロジェクトのその後の経過

1989年6月1日にプロジェクトが発足し、6月26日に大久保リーダーが着任し、7月14日に第1次合同委員会が開催され、当プロジェクト年間計画が協議され、リーダーと韓国側試験局長との間で署名が交換された。

1990年3月本計画打合調査団が派遣され、R/Dのマスタープラン及びR/D署名時に協議署名された暫定実施計画(TSI)等に基づき本計画の詳細、かつ具体的な実施計画が検討協議された。その結果、日本大使館小河内一等書記官の臨席を得て、3月29日に開催された第2次合同委員会において、調査団、暫定計画の見直しによる研究実施計画、研究の到達目標、専門家派遣、研修員受入れ、機材供与等を決定した。更に1990年度試験計画、技術者交流、機材供与等について協議決定され、日本側リーダーと韓国側局長との間で署名が交換された。

1991年4月巡回指導調査団が派遣され、それに合わせるかたちで日本大使館阿部一等書記官の臨席を得て第3次合同委員会を4月16日に開催し、調査団の指導をうけるとともに、1991年度の

試験計画、技術者交流、機材供与等について協議決定した。それらについて日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名が交換された。

1992年4月10日に日本大使館守田一等書記官の臨席を得て第4次合同委員会を開催、1992年度の試験計画、技術者交流、機材供与等について協議決定、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名が交換された。

1992年8月巡回指導調査団が派遣され、中間評価会にも参加を得、試験遂行についての指導を受けた。

1993年4月15日に日本大使館江口一等書記官の臨席を得て第5次合同委員会を開催し、1993年度の試験計画、技術者交流、供与機材等について協議決定し、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名が交換された。とくに本年度は試験の最終年度でもあるので、総合とりまとめを意識して、試験を遂行することで合意を得た。

1993年12月に試験終了時評価調査団が派遣され、研究計画の遂行状況を調査した結果、当プロジェクトは計画通り、順調に進んでいるので、当初の計画通り1994年5月31日をもって終了することに決定した。

1994年4月12日、日本大使館江口一等書記官の臨席を得て第6次合同委員会が開催され1994年度に韓国側研修員2名を日本側が受入れることについて協議決定され、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名が交換された。

1994年5月10日、韓国における JICA の Project 方式技術協力は、1974年6月7日からの「韓国作物生産力増強研究計画」が始まり、1982年10月1日からの「農業気象災害研究計画」を経て、1994年5月31日に終了する「韓国農耕地高度利用計画」に研究技術協力を実施し、途中 Project のつなぎ目で若干中断したものの、開始以来20年に達した。それを記念して、JICA 本部から田口理事ら2名、農林水産省から鈴木海外技術協力室長ら3名を招き、「日・韓農業共同研究20周年記念式」を開催した。

1994年5月31日任務終了、大久保リーダー、本松専門家は帰国した。(大久保隆弘)

表-2 農業研究協力の経過

(年次)	内 容
'87年12月	第20次日韓農林水産省技術協力委員会(ソウル)に韓国側「農耕地高度利用共同研究計画」実施を提議
'88年4月	「農耕地高度利用共同研究計画」韓国側が正式に要請
'88年8月	事前調査団を派遣、韓国側の試験研究体制・施設の調査、研究課題、内容等について協議

- '89年 3月：実施協議調査団の派遣、協議の実施と討議議事録(R/D)・暫定実施計画の署名
- '89年 6月：6月26日リーダー大久保隆弘着任
- '89年 7月：第1次合同委員会開催。年間計画について協議決定。日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名交換
- '89年 9月：9月26日長期専門家 本松輝久着任
- '90年 3月：本計画打合せ調査団の派遣、第2次合同委員会を開催、暫定計画の見直しによる研究実施計画、研究の到達目標、専門家派遣・研修員受入れ・機材供与計画等を決定
- '91年 4月：巡回指導調査団派遣、第3次合同委員会を開催、'91年度事業計画を協議決定し、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名交換
- '92年 4月：第4次合同委員会を開催、'92年度事業計画を協議決定、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名交換
- '92年 8月：巡回指導調査団を派遣、中間評価と指導
- '93年 4月：第5次合同委員会を開催し、'93年度事業計画を協議決定し、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名交換
- '93年12月：試験終了時評価調査団が派遣され、評価の結果、計画通り'94年5月31日終了することに決定
- '94年 4月：第6次合同委員会を開催、'94年度韓国側研修員2名追加を決定、日本側リーダーと韓国側試験局長との間で署名交換
- '94年 5月：5月10日 JICA 本部から田口理事らを招き、「日韓農業共同研究20周年記念式」を開催。田口理事から朴英善試験局長、任正男研究管理課長、蔡点子通訳員に感謝状、農村振興庁長から大久保隆弘リーダーに感謝状
- '94年 5月：5月31日、大久保リーダー、本松専門家は任を終え帰国

表 I-2 研究協力期間の研究課題

研究課題	題 目	項 目	'89	'90	'91	'92	'93	
I. 田畑輪換の基盤技術に関する研究	1. 輪換土壌利用基準及び分布調査	(1) 田畑輪換土壌基準設定及び分布調査						
		(2) 田畑輪換土壌基準設定及び適性等級別の分布調査						
		(3) 田畑輪換利用対象地基準設定及び補完調査						
	2. 土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持培養技術の確立	(1) 田畑輪換土壌の物理学的特性様相究明研究						
		(2) 田畑輪換土壌の化学的特性様相究明研究						
		(3) 暗渠排水が田畑輪換土壌の理化学的特性変化に及ぼす影響						
		(4) 田畑輪換作付導入時の土壌特性変化研究						
		(5) 田畑輪換地の最適耕耘方法に関する研究					(6)へ改変	
		(6) トラクター用複合耕耘作業機開発						
		II. 田畑輪換耕地における生産技術に関する研究	1. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立	(1) 中部地域における水田作付体系設定				
(2) 南部地域における水田作付体系設定								
(3) 田畑輪換土壌における作付体系と作物生産力研究						(4)へ改変		
(4) 田畑輪換作付体系における省力機械化栽培法研究								
(5) 田畑輪換耕地における飼料作物作付体系試験								
(6) 水田輪換畑の大豆の栽培技術究明試験						(7)へ改変		
(7) 生育時期別湿害が大豆の生育及び収量に及ぼす影響								
(8) 前作物導入によるトウガラシの短期輪作効果に関する研究						(9)へ改変		
(9) 菜菔作物の効果的灌肥栽培法確立研究								
(10) 切花類連作及び水稲前後作栽培の生産性に関する研究						(11)へ改変		
(11) 花卉輪作及び連作地の生産性向上研究								
(12) 農産物の品質管理技術開発研究								
(13) 水利不安全水田輪換地の畑作物安全栽培技術確立試験								
(14) 計画栽培の現地実証								

研究課題	題 目	項 目	'89	'90	'91	'92	'93
	2. 輪換地における病害虫及び雑草防除法の確立	(1) 作付形態別雑草発生生態研究					
		(2) 田畑輪換地病害発生様相及び防除法究明					
		(3) 田畑輪換地における植物寄生線虫相と天敵微生物調査					
		(4) 釜山と京畿地域の花卉輪作地及び連作地の病害虫発生消長調査					I(7)へ編入
	3. 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立	(1) 連作障害地の有害微生物の消長と抑制方法研究					
		(2) 施設野菜連作地施肥量と土壌養分変化に関する研究					

注) 1992. 4. 10 第4次合同委員会で項目改変決定

II. 研究協力の推進と管理

韓国との農業研究協力を即して研究の効率的推進と万全な管理をするため、韓国側では前プロジェクトに準じて、極めて詳細な運営計画並びにその内規を作成し、合同委員会の議を経て実施されることになった。

1. プロジェクト運営計画

(1) 運営計画

1) 目的

本運営計画は農耕地の高度利用に関する日韓農業共同研究計画(以下、共同研究計画と称する)遂行のための技術協力に関する討議議事録および実施計画('89. 4. 4)に基づいて共同研究の遂行に伴う基本事項を規定して同共同研究事業を効率的に運営することを目的とする。

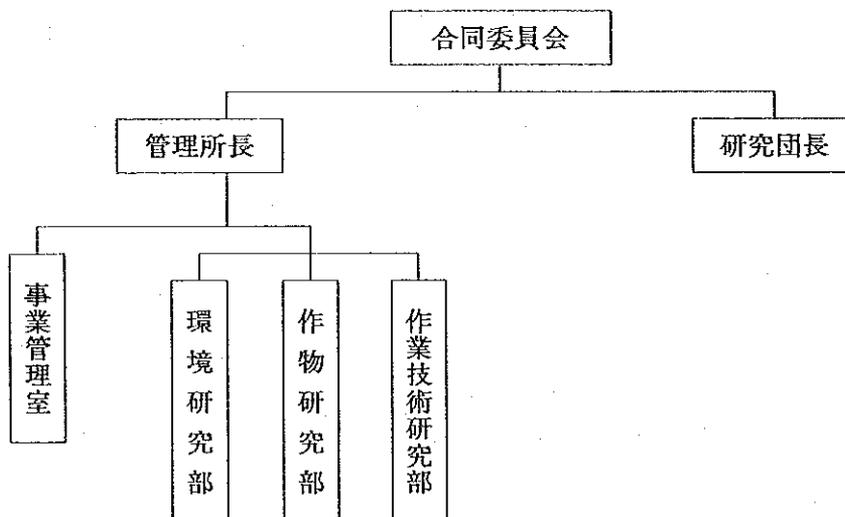
2) 組織および機能

① 組織

(a) 日韓合同委員会において審議決定された事項の、円滑にして適正な運営を図るための韓国側執行機関として、共同研究事業管理所(以下、管理所と称する)を置き、日本側の共同研究専門家機関として研究団を置く。

(b) 日韓合同委員会(以下、合同委員会と称する)の運営に関する事項は、別途に規定する運営内規に依る。

(c) 共同研究計画の実施運営機構は次の通りである。



(d) 事業管理所長は試験局長が、管理室長は試験局管理課長が、兼務し、環境研究部長は農業技術研究所土壌物理科長が、作物研究部長は作物試験長水稻栽培科長が、作業技術部長は農業機械化研究所栽培機械科長が、それぞれ兼務する。

1) 管理所長、研究団長、管理室、各室の人員は次の通りである。

区 分	対 充 要 員
管 理 所 長 (室)	—
事 業 管 理 (室)	4
研 究 団 長 (室)	1
計	5

2) 前項の人員は必要に応じて事業管理所長が研究団長と協議の上増減することが出来る。

② 機 能

(a) 事業管理所長は合同委員会において審議決定された事項を統括する。

(b) 事業管理室長は事業管理所長を補佐し、事業計画および予算運営等本事業の行政的事務を総括する。

(c) 環境研究部長は次の事項を管掌する。

- 1) 田畑輪換に伴う土壌の理化学性の変化を解明する研究
- 2) 輪換耕地における病害虫発生様相に関する研究
- 3) 連作障害軽減に関する研究

(d) 作物研究部長は次の事項を管掌する。

輪換耕地における作付体系および良質多収技術の確立の研究を中心とし、それに必要な、

- 1) 作付体系と様式における各種作物の栽培技術の研究
- 2) 水利不完全水田転換地の畑作物の多収安定栽培技術の研究
- 3) 作付様式における草種別雑草発消長の研究
- 4) 地域性に応じた計画栽培法の設定

(e) 作業技術研究部長は次の事項を管掌する。

田畑輪換耕地の排水管理、機械作業を効率的に行なう技術の確立の研究を中心とし、

それに必要な、

- 1) 排水管理作業技術の研究
- 2) 播種、収穫の省力技術の研究
- 3) 飼料作物の収穫技術の研究

3) 研究課題

① 共同研究課題別研究題目

実施機関および主要研究内容は付表1の通りである。

② 前項に依る研究課題の題目別試験項目は毎年合同委員会において審議決定する。

4) 研究員交流

① 共同研究遂行のための研究員の交流は付表2の通りである。

② 前項に依る交流人員に関する事項は毎年合同委員会において決定する。

5) 研究機器、機材の導入

① 日本政府から供与する研究用機資材は次の通りである。

- (a) 作業用機械および予備部品
- (b) 実験室用機資材および予備部品
- (c) 圃場試験用資機材および部品
- (d) 書籍、その他必要な印刷物
- (e) その他必要な小規模の資機材

② 前項に依る年次別導入計画と既に導入された機器、部品を主とした目録は毎年合同委員会に提出する。

6) 投資計画

共同研究に要する年次別投資計画は次の通りとする。

区 分	計	'89	'90	'91	'92	'93	備 考
内資 (百万W)	349	50	66	79	79	75	事業管理所運営費
外資 (百万円)	472	87	97	97	97	94	研究員交流、機器、 資材、試薬、研究文献、 その他

7) 事業設計および評価

① 試験研究事業の計画審議と評価は農村振興庁農事試験研究事業設計および結果発表要領

(農村振興庁例規第16号、'81.10.20)に準ずる。ただし、事業管理所長が必要であると認定する時は研究団長と協議の上、研究発表会を開催することができる。

討議議事録の規定に依る本運営計画に合意する。

1989年7月1日

日 本 側
研 究 団 長
大 久 保 隆 弘

韓 国 側
管 理 所 長
愼 鏞 華

〔付表Ⅰ〕

研究課題	研究題目	年 度						実施機関
		'89	'90	'91	'92	'93	'94	
I. 沓田輪換の基盤技術に関する研究	1. 輪換土壌利用基準設定および分布調査 2. 土壌の理化学的特性変化様相究明と地力維持培養技術確立							農業技術研究所 湖南作物試験場 嶺南作物試験場
II. 沓田輪換耕地における生産技術に関する研究	1. 輪換耕地における作付体系および良質多収技術の確立 2. 輪換耕地における病害虫および雑草防除法究明 3. 連作に依る土壌環境変化究明と対応技術の確立							農業技術研究所 麦類作物試験場 湖南作物試験場 園芸産物試験場 農業技術研究所 作物試験場 嶺南作物試験場 園芸技術研究所 園芸試験場

運 營 内 規

第1章 総 則

第1条(目 的) 本内規は日韓農業共同研究計画(以下共同研究計画と称する)運営を体系的かつ効率的に遂行するための細部事項を規定することを目的とする。

第2条(適用範囲) 共同研究事業に関連する従事者と施設その他必要な事項の運営に関して適用する。

第3条(適用根拠) 1989年4月4日大韓民国農村振興庁長と日本国の国際協力事業団協議団長間で合意された日韓農業共同研究事業討議議事録(R/D)署名および日韓農業共同研究運営計画(以下運営計画と称する)に基づくもので、その他の事項は両国政府の諸法令と慣例に準ずる。

第2章 事業管理

第4条(管理業務の範囲) 事業管理室の業務は庶務、予算、物品運営、企画、評価および他部に属しない事業を管掌する。

第5条(予算の執行等) ①国際負担金の費目の執行は予算会計法を準用し、総務課から執行する。
②国際負担金の費目の予算を運営するには、不可避な境遇には細々目の間の転用は転用する細々目の金額の50%を超過しない範囲内で事業管理所長の裁量で執行することが出来る。ただし、他の細々目から特別弁公費の細々目への転用可能な総額は当初の特別弁公費の予算額の50%を超過しない範囲内で執行する。

③特定な細々目への集中支出は原則的には出来ない。

第6条(物品管理) 事業管理室長は事業管理所の物品を管理運営し、その管理運営は物品管理法を準用しながら事業終了までにはこれを別途管理する。

第3章 合同委員会

第7条(管掌事業) 合同委員会は次の事項を管掌する。①実施計画に規定した年次計画の審議決定
②共同研究事業結果の評価

③その他事業遂行ならびに運営に必要な事項

第8条(委員長等) ①合同委員会委員長(以下委員長と称する)は合同委員会(以下委員会と称する)の会務を統括し、会議を召集してその議長となる。

②委員長に事故が生じた場合は、共同委員長がその職務を代行する。

第9条(会 議) ①委員会は定期委員会と臨時委員会に区分する。

②定期委員会は年1回開催する。

③臨時委員会は委員長が必要であると認定する場合または両国の在籍委員3分の1以上の要求があれば委員長が召集する。

④委員会は両国の各在籍委員過半数の出席委員全員の賛成により議決する。

第10条(協力) ①委員長が必要であると認定する場合には、関係機関に資料の提出を要請または関係公務員から聴取することができる。

②委員長は委員会において決定された事項を関係機関に通報の義務がある。

③前項の通報を受けた機関の長は遅滞なく必要な措置を講じ、その結果を委員長に報告する義務がある。

第11条(幹事) ①委員会に幹事1名を置き、幹事1名は研究管理担当農業研究官の中から委員長が委嘱する。

②幹事は委員長の命を受け会務を処理する。

第12条(会議議事録) ①委員会は会議議事録を作成する。

②会議議事録は委員長と共同委員長および幹事が署名する。

第4章 試験研究事業

第13条(設計) 各研究部長は毎年初めに当該事業の予算範囲内で作成した設計書を管理所長に提出し、管理所長はこれを研究団長と協議して合同委員会に提出する義務がある。

第14条(研究事業の実施) 共同研究事業は政府の単独事業に優先して遂行すべきである。

第15条(試験研究費) 共同研究事業に必要な試験研究費は当該機関の既定予算から支出することを原則とする。

ただし、管理所長が必要であると認定する事業に限り研究団長と協議を行ない、別途試験研究費を支出することが出来る。

第16条(出張) ①本事業の業務連絡、点検等に必要な日本専門家および対充要員の出張命令は、関係部署の責任者を通じて事業管理所長の決裁を受けるべきである。

②前項の出張のために支出する旅費は公務員旅費規定に準ずる。

③日本専門家の旅費は団長は政府3級公務員、団員は4～5級公務員に準じて支払うことが出来る。

第17条(日本専門家) ①日本専門家は関係部長と緊密な協力の下で合同委員会において審議決定された研究課題を誠実に遂行すべきである。

②前項の研究課題遂行のための日本専門家の勤務地は別途に指定する。

③日本専門家は共同研究課題につき月例報告書を研究団長に提出し、必要に応じて意見書を研究団長を通じて事業管理所長に提出することが出来る。

第18条(研究員派遣) ①各分野別に共同研究と関連した研究員の中から必要であると認定された者を派遣する。

②前項の認定は事業管理所長が研究団長と協議の上決定する。

第19条(対充要員の給与) 事業管理所および研究団に勤めている対充要員の給与は該年度に確保した予算の範囲内で支給する。

第20条(対充要員退職金) 事業管理所および研究団に勤めている対充要員が退職する時には政府公務員の退職金の支給方法に相当する金額を予算の範囲内から支給することが出来る。

第5章 附 則

1. この内規は1989年7月1日より施行する。
2. この内規に規定されていない事項は事業管理所長が研究団長と協議の上別途定めることが出来る。

III. 研究協力の実績

韓国農業は、本プロジェクト期間中内外圧の影響を受けて大きく変化した。すなわち、内圧として米生産過剰基調のもと、国民1人当り米消費量は121kgから110kgに減少、良質米志向が強くなり、一方国民所得の向上は、果物、牛肉及び乳製品の消費量を増加させ、全ての農作物に良質、安全性を求めようになった。外圧は、農産物輸入の自由化品目と量の拡大、UR通商条約の妥結等、非常に厳しくなり、それに対応するため、低コスト農産物の生産技術が求められた。したがって、水田高度利用も、麦類や露地野菜に加え施設野菜・花卉類の作付が増加した。

このような厳しい農業環境のもと、米消費量の減少が更に進み、食料需要が多様化し、水田にも高収益作物が導入されるようになるとの前提で、先行的研究である当プロジェクトが開始された。研究内容は、田畑輪換による理化学性の推移、地域別作付体系等総合的な成果が出るのに5年間を要する課題が多かった。そのため研究成果の普及による、農耕地高度利用の向上を評価するには未だ多くの年次を要するものとする。もちろん単年度の研究成果でも普及し得る技術や知見があり、農業科学技術開発結果評価会で評価され、普及に移したものもある。しかし、それらが農業生産力にどの程度影響を与えるのか、評価は農業生産力を構成する要素が多だけに非常に難しく、本プロジェクトの真の評価は別に求めるべきであろう。すなわち、農業研究の本質的特性によることであるが、当研究協力に対する評価は農業に与える研究の向上と、発展の面から行われるべきであろう。この面からみて本プロジェクトは、韓国農業研究機関の研究機材及び文献類の整備・近代化、研究職員の資質向上に大きく寄与したことは明白である。

ここではプロジェクト方式技術力の柱である専門家の派遣、研修員の受入れ、供与機材を中心にまとめることとした。

1. 総括

両国の研究者交流の実績を年次別員数で表III-1に示した。

供与機材については種類及び点数を年次別にこの表に示した。具体的品名は各年次の報告書で承知されたい。短期専門家派遣は当初計画では20名であったが、'93年度に1名、'94年度には日・韓農業共同研究20周年記念式出席のため3名追加され24名になった。研修員受入れは計画では25名のところ'94年度に2名追加され、27名になった。韓国側では研究者交流による、研究技術情報の交換を重視しているだけに、この追加は意義あるもので、韓国側も評価した。

供与機材は160万<の高額機器については、各年次に一定比率で配分して導入配置した。160万>の機材は、年次別導入計画にそいつつも、試験の進展に伴って必要が生じた機材を導入し

た。

表III-1 農耕地高度利用研究協力の年次別内訳

年次	技術者交流		試験機材		図書
	受入	派遣	160万円<	160万円>	
'89	4	3	種点 6~6	種点 23~45	27
'90	5	5	7~8	10~10	75
'91	5	4	4~4	19~20	34
'92	5	4	5~5	16~21	9
'93	6	5	7~8	16~16	13
'94	2	3			
計	27	24	29~31	84~112	158

本プロジェクトに日本側が支出した経費を参加のために表III-2に示した。表によると5年間の総経費368,088千円、年平均73,617千円になっている。ただし、この額には国内研修経費は含まれていない。

表III-2 「農耕地高度利用」年度別・費目別プロジェクト経費 (単位：千円)

項目	昭和63 '88	平成元 '89	平成2 '90	平成3 '91	平成4 '92	平成5 '93	平成6 '94	合計
調査団	4,203	930	149	0	1,911	2,226	0	9,419
専門家		20,885	31,806	31,413	31,604	31,809*	5,302*	152,819
実施計画		420	20	532	193			1,165
一般現地業務費		1,568	1,980	1,860	1,810	1,260	1,262	17,075
現地研究費		1,425	1,800	1,560	1,287	1,263		
技術普及広報費			284					284
携行機材費		2,353	1,728	1,723	1,853	2,047	0	9,704
供与機材		36,553	35,896	32,590	36,982	35,601	0	177,622
合計	4,203	64,134	73,663	69,678	75,640	74,206*	6,564	368,088

*：推定値

2. 専門家の派遣

日本からの専門家派遣は、長期専門家については、リーダーの外土壌科学専門家1名、短期専門家は年間3～5名である。専門家派遣には、第1次プロジェクト以来「韓国方式」として、短期専門家主体の派遣方式がとられ、第2次プロジェクトまでは短期専門家が年間7～12名派遣されたが、当プロジェクトでは4～5名と半減した。韓国経済の発展と研究能力の向上からして止むを得なかったと考えられるが、韓国側では前期のプロジェクト迄の経緯からして少なからず不満のようであった。専門家の派遣については表III-3に示した。

表III-3 派遣専門家リスト

区分年度	氏名	専門分野	所属等(派遣時)	配属機関	派遣機関
長期	大久保隆弘	全般(リーダー)	JICA	本庁	'89.6.26~'94.5.31
	本松輝久	土壌科学	JICA	農技研	'89.9.26~'94.5.31
短期 (1989)	執行盛之	畑作栽培	九州農試チーム長	麦類研	'90.3.21~'90.4.10
	*長谷川周一	土壌物理	農環研室長	農技研	'90.3.22~'90.4.18
	*保科次雄	野菜栽培	野菜・茶試室長	園試	'90.3.27~'90.5.26
短期 (1990)	*唐橋 需	農業機械	農研七室長	農機研	'90.9.10~'90.9.29
	松葉捷也	水稻栽培	中国農試室長	作試	'90.9.11~'90.11.10
	小川紀男	米質評価	食総研室長	農技研	'90.9.18~'90.11.17
	西村範夫	土壌病害	九州農試(都城)主研	農技研	'91.2.20~'91.3.19
	*長野間宏	土壌物理	農研七室長	嶺南試	'91.3.25~'91.4.27
短期 (1991)	*岡崎紘一郎	農業機械	四国農試室長	農機研	'91.7.3~'91.8.1
	*皆川 望	線虫	農環研室長	農技研	'91.9.10~'91.10.31
	井上恒久	土壌肥料	九州農試主研	農技研	'91.10.4~'91.11.28
	中山熙之	水田排水	農工研室長	農技研	'92.4.1~'92.5.8
短期 (1992)	*小林紀彦	土壌病害	野菜・茶試(久留米)室長	農技研	'92.8.7~'92.9.4
	*国分牧衛	畑作栽培	農研七室長	作試	'92.9.17~'92.10.15
	*野口勝可	畑雑草	農研七室長	作試	'92.9.17~'92.10.15
	*山口 隆	花卉栽培	野菜・茶試室長	園試	'92.9.17~'92.10.31
短期 (1993)	*清水矩宏	飼料作物栽培	草地試室長	畜試	'93.6.25~'93.8.10
	*金 忠男	作物生理	北陸農試室長	作試	'93.8.17~'93.9.7
	*伊藤一幸	雑草防除	東北農試室長	作試	'93.9.4~'93.10.4
	*上沢正志	土壌化学	農研七室長	農技研	'93.9.17~'93.10.15
	*田谷省三	麦栽培	中国農試室長	作試	'94.4.5~'94.5.3
短期 (1994)	鈴木昭二	技術協力	経済局室長	試験局	'94.5.9~'94.5.13
	横尾政雄	耐病虫害性育種	食総研部長	作試	'94.5.9~'94.5.13
	井上君夫	作物気象	東北農試室長	農技研	'94.5.9~'94.5.13

*：研修生受入れ研究室

表III-4 専門家派遣の計画と実績

区分	専門分野	1989	1990	1991	1992	1993	1994	計
長期	総括(団長)	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	6/6
	土壌科学	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	6/6
短期	水稻栽培		1/1			1/1		2/2
	畑作物栽培	1/0	0/1		1/1	1/0		3/2
	園芸(野菜)*	1/1			1/1			2/2
	病 理		1/1		1/1			2/2
	昆 虫			1/1				1/1
	雑草防除				1/1	1/1		2/2
	土壌物理	1/1	1/1					2/2
	土壌肥料			1/1		1/1		2/2
	農業機械	0/1	1/0	1/1				2/2
	その他	0/1	1/0	1/1		1/1	3/0	3/3
	計	5/6	7/6	6/6	6/6	7/6	5/2	36/32

注)：数値は人数(実績/計画)

*花卉栽培を含む

専門家派遣の計画と実績では、前述のように年次によって若干調整をしたものの、表III-4に示すように計画通り実施され、'93年度に1名、'94年度に3名が追加された。短期専門家の滞在日数は表III-5に示したが、最長で2か月、殆ど1か月以下の4週間が多かった。韓国側は短期専門家による研究情報、研究手法の提供を期待して常に2~3か月を要望していた。そこで、日本における研究者不足の実態を説明して、理解をしていただいた。短期専門家の来韓月は3~4月に若干あるものの、作物生育盛期の8~9月に集中しており、一応満足すべきものであったと考えられる。

派遣期間が短いことについての対応策として、韓国側の研究情報に対する期待も考慮して、各専門家には期間の長短に関係なく、①日本における研究情報を主体にセミナーを行なうこと、②試験圃場、現地調査からデータをとること、③専門分野の研究に対する提言を行なうことの3点を行なってもらった。韓国側もセミナーについての要望が強く、表III-6に見るように、各専門家は短期間に3~5回のセミナーを行なっている、また、研究に対する提言は管理職からの評価が高かった。一方、短期専門家の帰国報告書は日本語・韓国語の合本として年度末に印刷し、関連場所に配布した。

表III-5 短期専門家の滞在日数と来韓月

年次	短期専門家の滞在日数					平均滞在日数
	~30	~40	~50	~60	~70	
1	2				1	37.0
2	2	1			2	40.8
3	1	1		2		44.0
4	3		1			33.5
5	2	1	1			32.2
6	1+3					30.0
合計	11+3	3	2	2	3	36.3

注) : + 3 は日韓農業協力の20周年記念式出席のため

	短期専門家来韓月												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
人数	2	+3	1	1	2	9	1					1	4

表III-6 セミナー及びシンポジウム発表件数

専 門 分 野	専 門 家 氏 名	件 数	年 次						
			1989	1990	1991	1992	1993	1994	
長 期	リーダー	大久保隆弘	8	5		1	1		1
	土壌化学	本松輝久	3	1		2			
短 期	畑作物栽培	執行盛之	9	9					
	土壌物理	長谷川周一	3	3					
	野菜栽培	保科次雄	5	5					
	農業機械	唐橋 需	2	2					
	水稻栽培	松葉捷也	4	4					
	米質評価	小川紀男	1	1					
	土壌病害	西村範夫	2	2					
	土壌物理	長野間宏	3	3					
	農業機械	岡崎紘一郎	2		2				
	線虫の生態・防除	皆川 望	3		3				
	土壌診断	井上恒久	4		4				
	土壌物理(水田排水)	中山熙之	4		4				
	病害	小林紀彦	3			3			
	畑作栽培	国分牧衛	5			5			
	雑草防除	野口勝可	3			3			
	花卉栽培	山口 隆	2			2			
	飼料作物栽培	清水矩宏	6				6		
	作物生理	金 忠男	3				3		
	雑草防除	伊藤一幸	4				4		
	土壌化学	上沢正志	3				3		
	麦栽培	田谷省三	5						5
合 計			87	23	12	16	14	16	6

3. 研修員の受入れ

カウンターパート研修は、専門家派遣と同様に韓国側が非常に希望しているものであって、各場所の多い希望者の中から選んで受入れた。研修員の研修期間は1か年を原則としたため、在日中に専門家の研究室の指導の下に実験あるいは圃場試験を行ない主論文1、小論文2～3のとりまとめ報告・印刷、学会発表するなどすばらしい成果をあげる場合が多く、中にはこの研修成果がもととなり、後に博士号を取得した人も2名いる。

研修員リストは表III-7に示した。研修員受入れ計画と実績は表III-8に示したように'94年度に2名追加承認された。研修員受入れ時期(月)の分布は、表III-9に示すように、各月にまたがっている。研修員の希望は、作物の播種または植付の始まる4月から非常に多いが、日本の予算年度、受入れ研究室の希望などによってこのような分布状況となった。研修員は、前述のように研修結果を日本の各種学会及び帰国後韓国の学会に発表するほか、所属場所セミナーで紹介している。

また、このプロジェクトでは研修員の受入れ研究室は、短期専門家の研究室または所属部を希望した。その結果、その希望がほぼかなえられ、短期専門家24名中、15名が研修員受入れ研究室となった。研究交流のきずなは更に太くなり、長く交流が続くものと確信する。

表III-7 研修員リスト

年度	氏名	研修分野	研修前所属	研修期間	研修受入機関	研修後所属
1989	李浹成	土壤物理	農技研土物科(士)	'90.1.8~'90.10.13	農環研	農技研土物科
	朴雨豊	農業機械	農機研裁機科(官)	'90.1.8~'90.12.13	農研七	農技研裁機科
	李宰旭	園芸(野菜)	園試菜蔬2科(士)	'90.1.8~'90.12.13	野菜・茶試	園試菜蔬2科
	朴和瑾	雑草防除	嶺南試畑作科(士)	'90.1.8~'90.12.13	農研七	嶺南試畑作科
1990	尹儀煥	畑作栽培	麦類研麦栽科(士)	'91.3.25~'92.3.24	中国農試	作試麦類科
	申榮安	土壤病害	園試菜蔬2科(士)	'91.3.25~'92.3.24	野菜・茶試	園試菜蔬2科
	柳喆鉉	土壤肥料	湖南試植環科(士)	'91.3.25~'92.3.24	九州農試	湖南試植環科
	盧永八	土壤物理	嶺南試植環科(士)	'91.3.25~'92.3.24	農研七	嶺南試植環科
	孫鐘録	米資評価	農技研農利用科(士)	'91.3.25~'92.3.24	中国農試	農技研農産利用科
1991	吳龍飛	水稻栽培	作試水栽科(官)	'91.9.17~'92.9.15	北陸農試	作試珍富出張所
	金承煥	土壤微生物	農技研土化科(士)	'91.9.17~'92.9.15	農環研	農技研土化科
	南基雄	土壤病害	農技研病理科(士)	'91.11.11~'92.11.10	農環研	農技研病理科
	林根勃	飼料作物	畜試飼料作科(士)	'91.11.11~'92.11.10	草地試	畜試飼料作科
	許建亮	花卉栽培	園試花卉科(士)	'91.11.25~'92.11.24	野菜・茶試	園試花卉1科
1992	朴文義	土壤肥料	湖南試畑作科(官)	'92.8.3~'93.7.31	農研七	湖南試畑作科
	柳龍煥	畑作栽培	作試畑1科(官)	'92.8.3~'93.7.31	農研七	作試畑1科
	申東範	土壤病害	嶺南試植環科(士)	'92.9.21~'93.9.20	野菜・茶試 農研七	嶺南試植環科
	金皓映	大豆育種	嶺南試畑作科(官)	'92.10.5~'93.10.4	東北農試	嶺南試畑作科
	金知仁	線虫	農技研昆虫科(士)	'92.11.11~'93.11.6	農環研	農技研昆虫科
	李春雨	麦類栽培	作試麦類科(士)	'93.3.1~'94.2.28	東北農試	作試麦類科
1993	李廷準	雑草防除	湖南試畑作科(士)	'93.6.14~'94.6.13	北陸農試	
	金静逸	水稻栽培	作試水栽科(士)	'93.6.28~'94.6.27	九州農試	
	金正泰	畑作栽培	嶺南試畑作科(士)	'93.8.4~'94.8.3	農研七	
	崔聖烈	花卉栽培	園試花卉1科(士)	'93.8.4~'94.8.3	野菜・茶試	
	尹真河	農業機械	農機研裁機科(官)	'93.8.17~'94.8.16	四国農試 野菜・茶試	
1994	朴昌榮	土壤化学	嶺南試植環科(士)	'94.5.9~'95.4.8	北陸農試	
	吳潤燮	畑作栽培	湖南試畑作科(士)	'94.5.9~'95.4.8	千葉農試 農研七	

注) 研究員の職級で(官)は研究官、(士)は研究士

表III-8 研修員受入れ計画と実績

分野	1989	1990	1991	1992	1993	1994	合計
水稻分野			1/1		1/1		2/2
畑作物栽培		1/1		2/1	1/1	1/0	5/3
園芸(野菜)*	1/1		1/1		1/1		3/3
病理		1/1	1/1	1/1			3/3
昆虫				1/1			1/1
雑草防除	1/1		0/1		1/1		2/3
土壌物理	1/1	1/1					2/2
土壌肥料		1/1		1/1		1/0	3/2
農業機械	1/1				1/1		2/2
その他		1/2	2/1	1/1			4/4
計	4/4	5/6	5/5	6/5	5/5	2/0	27/25

注) 数値は人数(実績/計画)

*: 花卉栽培を含む

表III-9 研修員受入れ時期(月)の分布

年次	研修員受入れ月											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1										4		
2												5
3						2		3				
4					2	1	1	1				1
5			2		3							
6		2										

表III-10 カウンターパート研修修了者の所属と業績

(1994年5月31日現在)

年度	分野	派遣者			派遣期間	主要研修内容
		所属	職級	氏名		
1989	園芸	園試	研究士	李宰旭 (Jae-Wook, Lee)	'90. 1. 8 ~12. 13	とうがらしの他感作用に関する研究 1. とうがらしの葉、莖及び根の抽出物がとうがらしと他作物の発芽及び生育に及ぼす影響(農試論文集33(2))
	雑草防除	嶺試	研究士	朴利璣 (Chang-Kie, Park)	"	1. シロザ種子の休眠覚醒に及ぼす各種処理の硬化(日本雑草研36(1)) 2. シロザ種子の休眠、発芽における種皮の役割(日本雑草研36(1)) 3. 白アカザの休眠、発芽に関する研究(韓国雑草誌10(1))
	土壌物理	農技研	研究士	李浹成 (Hyub-Sung, Lee)	'90. 1. 8 ~10. 13	
	農業機械	農機械	研究官	朴雨豊 (Woo-Pung, Park)	'90. 1. 8 ~12. 13	最少耕耘穀類播種機用作溝円板の計画に関する研究(学位論文)
1990	畑作栽培	麦研	研究官	尹儀炳 (Eui-Byung, Yoon)	'91. 3. 25 '92. 3. 24	麦類収穫同時直播水稻流体播種技術(韓国作物学会誌37(別1))
	病理	園試	研究士	申榮安 (Young-An, Shin)	"	とうがらし疫病の発生に及ぼす土壌水分及び菌濃度の影響(関東東山病害虫研報39)
	土壌物理	嶺試	研究士	盧永八 (Yeong-Pal, No)	"	不耕起水田の稲生育と土壌特性変化(韓土肥誌投稿中)
	土壌肥料	湖試	研究士	柳鉉 (Chul-Hyun, Yoo)	"	暖地2毛作細粒質水田の有機物の連用効果(韓土肥誌25(4))
	農産利用	試験局	研究士	孫鐘録 (Joun-Rok, Son)	"	米粒各層別粉末の理化学的性質(学位論文)
	1991	水稻栽培	作試	研究官	吳龍飛 (Yong-Bee, Oh)	'91. 9. 27 '92. 9. 9
園芸		園試	研究士	許建亮 (Kun-Yang, Huh)	'91. 11. 11 '92. 11. 10	反射フィルムのマルチによる日射エネルギーの効率的利用に関する研究(研修報告)
病理		農技研	研究士	南基雄 (KI-Ung, Nam)	"	1. 梨壞疽斑点病(仮称、旧異常斑点病状)に関する研究I 発生(韓国植病学会報4(2)) 2. 梨壞疽斑点病(仮称)に関する研究II 発生原因調査(韓国植病学会報4(2)) 3. 梨壞疽斑点病(仮称)に関する研究III 接木伝染試験(韓国植病学会報4(2))

年度	分野	派遣者			派遣期間	主要研修内容
		所属	職級	氏名		
1992	飼料作物	畜試	研究士	林根発 (Gun-Bal, Lim)	'91. 11. 11 '92. 11. 10	1. 有機物還元容量増強のための超多収飼料作物の探索と栽培技術の開発 (日本草地学会発表) 2. きび新品種「テンタカ」の生育収量に及ぼす栽植様式の影響 (日本草地学会発表) 3. 草地試験場体験記 (草地試ニュース67)
	窒素固定	農技研	研究士	金承煥 (Seung-Hwan, Kim)	'91. 9. 27 '92. 9. 9	Rhizobium Host Range Extension by Insertion of R. trifolii nod Gene Region (日本土肥学会講演要旨集38)
	畑作栽培	作試	研究官	柳龍煥 (Yong-Hwan, Ryu)	'92. 8. 3 '93. 7. 31	土壌水分がダイズの水ポテンシャル、光合成及び生育に及ぼす影響 (日作紀62(別))
	畑作育種	嶺試	研究士	金皓瑛 (Ho-Yeong, Kim)	'92. 10. 5 '93. 10. 2	1. 水田輪換地における大豆の収量性 (日本作物学会発表) 2. 韓国大豆の品質分析 (作物学会投稿中)
	病 理	嶺試	研究士	申東範 (Dong-Bum, Shin)	'92. 9. 21 '93. 9. 18	1. Rhizoctonia solani による白菜の根腐病とイチゴの芽枯病に対する生物防除 (日本九州病害虫報投稿中) 2. Fusarium oxysporum nit 変異株の特性と土壌及び植物体からの選択分離 (韓国植病学会投稿中)
	昆 虫	農技研	研究士	金知仁 (Ji-In, Kim)	'92. 11. 9 '93. 11. 6	韓国における野菜、畑作物等の線虫相 (日本応用昆学会発表)
	土壌肥料	湖試	研究士	朴文義 (Moon-Hee, Park)	'92. 8. 3 '93. 7. 31	土壌微生物の増殖速度に及ぼす要因解析 —電気伝導度、温度、有機物施用履歴— (日本土肥講演集39(P1))
	麦栽培	作試	研究士	李春雨 (Choon-Woo, Lee)	'93. 3. 1 '94. 2. 25	麦類の栽培及び品質に関する研究 1. 小麦の F ₂ ~ F ₃ 世代における農業特性の選抜が HMW グルテンサブユニット 5+10 及び 2.2+12 バンドの分離に及ぼす影響 (日本作物育種学会1994.4発表) 2. 小麦の F ₃ ~ F ₄ 系統の HMW グルテンサブユニット構成と製パン特性 (日本作物育種学会1994.4発表) 3. 窒素追肥時期及び追肥量がコユキ小麦の農業・品質特性に及ぼす影響 (日本作物学会1994.4発表) 4. 窒素追肥時期及び追肥量がミユキ小麦の農業・品質特性に及ぼす影響 (日本作物育種学会1994.4発表)

4. 供与機材と携行機材

供与機材の金額は5年間で、160万円以上、110,250千円、160万円以下63,230千円である(表III-11)。⁹³年度供与機材について再度要望調査をとったところ、緊急性のある機材が少なく、試験研究機材についてはほぼ整備されていると推察された。しかし、新たな要望傾向として、データ解析に必要なパソコンがあった。とくに日本で研修を受けたパソコンが韓国にないため、研修成果が生かされず、日本製を希望する場所があった。

表III-11 供与機材

1) 160万円以上

年 度	機 資 材 名	数 量	金 額 (円)
1989	UV-VIC recording spectrophotometer	1 set	2,290,000
	Nitrogen analyzer	1 set	2,502,000
	High speed liquid chromatograph	1 set	5,711,000
	Artificial raindrop generator	1 set	2,790,000
	Automatic drying oven	1 set	2,700,000
	Automatic plain paper printer	1 set	2,174,000
計			18,167,000
1990	Microscope	1 set	5,975,000
	Automatic recording tensionmeter	1 set	1,660,000
	Microscope	1 set	1,833,000
	Length root measuring system	1 set	2,200,000
	Color sorter	1 set	8,559,500
	Cereal polishing machine	1 set	3,640,200
	Gas chromatography	2 sets	7,205,000
計			31,072,700
1991	Yonmer combine	1 set	11,500,000
	Area meter	1 set	3,161,000
	Front roader	1 set	2,375,000
	Gas chromatography	1 set	3,887,580
計			20,923,580

年 度	機 資 材 名	数 量	金 額 (円)
1992	High-speed refrigerated	1 set	4,918,000
	Dust varipoint elerger	1 set	3,102,000
	Tractor	1 set	2,917,200
	Universal testing meter	1 set	4,267,000
	Portable area meter	1 set	3,070,000
計			18,274,200
1993	Liquid chromatography system	2 sets	5,966,000
	Running tester	1 set	2,000,000
	Seed blower	1 set	1,800,000
	Leebrab	1 set	2,000,000
	Video printer system	1 set	4,297,000
	Automatic nitrogen/protein determinator	1 set	3,150,000
	UV-Visible recording spectrophotometer	1 set	2,600,000
計			21,813,000
合 計			110,250,480

2) 160万円以下

年 度	種 類	点 数	金 額 (円)
'89	23	45	17,296,500
90	10	10	8,029,800
91	29	20	10,424,500
92	16	21	15,482,800
93	16	16	11,996,900
計	84	112	63,230,500

供与機材の到着・引取状況は表III-12に示した。供与機材の到着は、'92年分の12月のほかは、次年度始の4～6月である。供与機材の引取は、到着後2～3週間後であって、引取後1週間以内に要求場所へ配置した。要求機材については、早く利用したい希望が強く、遅くとも年度内到着が望まれた。引取については問題はなかった。

専門家携行機材は表III-13に示した。携行機材の利用頻度は専門家の意向も入っており、高い。年次別供与図書冊数、資料受取数はそれぞれ表III-14、表III-15に示した。供与図書は分散を

防ぐため農村振興庁図書館に配置した。本庁から離れた場所にとっては利用上少なからず問題がある。月刊誌等資料は、専門家活動に大きく寄与することはもちろんであるが、この資料を韓国側研究員が利用するため研究団室を訪れるので、専門家とカウンターパートの情報交換にも役立った。

表III-12 供与機材の到着状況

年 度	機 機 材 名	仁川港到着	引取日*
1989	Nitrogen analyzer etc	'90. 5 . 5	'90. 5 . 21
1990	Freeze dryer etc	'91. 6 . 10	'91. 6 . 28
1991	Yanmar 汎用 combine etc	'92. 4 . 13	'92. 4 . 27
1992	High-speed refrigerated centrifuge etc	'92. 12 . 22	'93. 1 . 19
1993	Auto still etc	'94. 3 . 29	

注) * : 通関受け出し、プロジェクト到着日

表III-13 専門家携行機材

年 次	専門家数	主 要 機 材 と 点 数	金額 (千円)
1989	5 人	Personal computer etc28点	2,065
1990	7	Digital hardness etc34点	1,621
1991	6	Niplo vibrating subsoiler etc32点	1,434
1992	6	Ket white meter for rice etc49点	1,678
1993	7	Multi dosimat etc24点	1,812
1994	3	Automatic Voltage regulator etc 1点	330

表III-14 年次別供与図書冊数

予 算 別	1989	1990	1991	1992	1993		計
供与機材	23	41	26	9	13		112
携行機材	4	34	8				46
計	27	75	34	9	13		158

表III-15 年次別資料受取数

資料別	1989	1990	1991	1992	1993	1994	計
月刊誌等	136	194	137	182	174	13	836
単行本	7	3	7	12	3	1	33
資料	22	5	12	7	7	2	55
計	165	202	156	201	184	16	924

5. ローカルコスト負担事業

ローカルコスト負担事業は、'90年度に本プロジェクト「韓国農耕地高度利用研究計画」紹介用パンフレット、'91年度に「目でみる韓国農耕地高度利用計画の研究成果」を作成、事業のPRに努めた。これらは韓国の他機関へのPRを兼ねるため、カラー写真を主体にして韓国語で印刷した。また一般現地業務費で、先述の日本専門家帰国報告と日・韓農業共同研究事業報告書を年度末に印刷し、関連場所に配布して、カウンターパートの異動による試験データ散失防止に努めた。

'94年5月10日には、「日・韓農業共同研究20周年記念式」を開催した。すなわち、韓国におけるJICAのProject方式技術協力'74年6月7日からの「韓国作物生産力増強研究計画」に始まり、'82年10月1日からの「農業気象災害研究計画」を経て、'94年5月31日終了予定の本プロジェクト「韓国農耕地高度利用研究計画」に至る研究技術協力を実施し、20年に達したので記念式を行うこととなった。記念式にはJICA本部から田口俊郎理事、狩野良昭農業技術協力課長、農林水産省からは鈴木昭二海外技術協力室長、元短期専門家の横尾政雄食品総合研究所素材利用部長、井上君夫東北農業試験場気象特性研究室長、在韓日本大使館阿部孝哉一等書記官、江口洋一郎一等書記官を迎え、韓国側農村振興庁趙在衍次長外45名参加のもと盛大に行なわれた。記念式においては韓国側で永年プロジェクト推進に係わった朴英善試験局長、任正男研究管理課長、蔡点子韓・日農業共同研究事業団通訳員にJICA田口理事から感謝状が贈られた。一方、大久保リーダーには、農村振興庁長から感謝牌が贈られた。

式次第は、農村振興庁趙在衍次長、JICA田口理事のあいさつのあと、上記感謝状が贈られ、次いで、朴英善試験局長から農業共同研究の経過、大久保リーダーから、農業研究交流の今後の展望について述べた。更に横尾政雄ら元専門家、崔海椿ら元カウンターパートが共同研究の思い出、展望を述べ、なごやかな雰囲気終了した。

夜行われた祝賀パーティには、式典出席者の外、元カウンターパート、研究団関係者多数が出席して、プロジェクトの思い出や日本での研修に話題が集まり、日・韓友好の輪が広がった。

記念式についてはKBS第1放送で放映、京畿道民日報、首都圏日報、京仁日報、農水畜産新

聞、農畜流通情報、畜産新聞等に掲載された。

IV. 韓国側協力の実績

1. 総括

研究参画場所は農業技術研究所、作物試験場等7場所に亘っており、それら場所のプロジェクト研究を統括するため、農村振興庁試験局に日・韓農業共同研究団室が設置された。各場所が本プロジェクト推進するため利用した施設は、主として試験担当科のものであった。したがって研究施設の面では問題はなかったが、試験圃場については、農業技術研究所、嶺南作物試験場では田畑輪換という新たな試験のため現地に求めざるを得なかった。調査用車は研究団室に配置されたが、研究団室専用車でなかったため、まれに本プロジェクトと試験局の使用と競合することがあった。短期専門家は配属された場所の車を使用した。カウンターパートの配置とローカルコストの負担は、その配置と特別予算が組まれていたので、試験遂行上支障はなかった。

2. カウンターパートの配置

本プロジェクトの韓国側主要関係者のリストは表III-16に示した。研究団室には職員の研究士、雇用員の庶務係員、タイピスト、通訳員兼事務員、運転手が配置されていたので、研究推進・管理事務は順調に進めることができた。欠員を生じた場合、その補充は速やかであった。この5年間は人事異動が激しく、農村振興庁長が4人、試験局長も4人異動し、それに関連して本プロジェクト関係者も異動せざるを得なかった。しかし、韓国では人事異動における後任補充が速やかであるので、試験遂行上問題はなかった。カウンターパートの数は、試験が7場所、多分野に亘っているため、非常に多く、毎年50~70名に達している。表III-17に示すカウンターパートは、全員が本プロジェクト専任ではなく、半分位は他の研究項目を兼ねているのが実態である。すなわち各研究目について1~2名が専任で、他は兼務であるが、人事異動後、その補充が速やかであるので試験遂行上問題はなかった。

表IV-1 韓国側主要関係者リスト

職 名	氏 名	プロジェクト関連任務	同左 在任期間
農村復興庁長	朴正潤	総括責任者	'90.12.28 まで
〃	李東雨	〃	'90.12.29~'93.2.22
〃	李判石	〃	'93.2.23~'93.12.26
〃	金光熙	〃	'93.12.27~
〃 次長	金康植	同上補佐	'93.6.30 まで
〃	趙在衍	〃	'93.7.1 より
試験局長	愼鏞華	管理所長・合同委員長・団長CP	'91.4.12 まで
〃	趙在衍	〃	'91.4.13~'92.6.30
〃	金剛権	〃	'92.7.1~'93.6.30
〃	朴英善	〃	'93.7.1 より
研究管理課長	金剛権	管理所実務指導・合同委委員	'90.12.19 まで
〃	鄭武男	〃	'90.12.20~'94.1.7
〃	任正男	〃	'94.1.14 より
研究協力係長 (事業管理2)	金有燮	管理所実務担当・合同委幹事	'90.12.31 まで
〃	朴武彦	〃	'91.1.1~'92.12.31
〃	金槿榮	〃	'93.1.1~'94.3.31
〃	李相夢	〃	'94.4.1 より
研究協力係員	朴秀哲	管理所実務補佐	'89.10.31 まで
〃	高文煥	〃	'89.11.1~'92.9.4
〃	孫鐘録	〃	'92.9.5 から
農業技術研究所長	金東秀	研究推進管理	全 期 間
土壌物理科長	嚴基泰	研究担当責任・合同委委員・長専CP	'93.6.30 まで
〃	愼齊晟	〃	'93.7.1 より
土壌化学科長	朴永大	研究担当責任	'92.12.31 まで
〃	金東漢	〃	'93.1.1~'93.6.30
〃	李相奎	〃	'93.7.1 より
農産物利用科長	尹仁和	〃	'93.11.30 まで
〃	趙光東	〃	'93.12.1 より
病理科長	李銀鐘	研究担当責任・合同委委員	'93.6.30 まで
〃	柳華榮	〃	'93.7.1 より
昆虫科長	崔鎖文	研究担当責任	全 期 間
麦類研究所長	朴天緒	研究推進管理	'90.12.31 まで
〃	李殷燮	〃	'91.1.1~'91.11.14
小麦栽培科長	延圭復	研究担当責任・合同委委員	'91.11.14 まで

職 名	氏 名	プロジェクト関連任務	同左 在任期間
農業機械化研究所長	宗春鐘	研究推進管理	'91.5.12 まで
〃	李英烈	〃	'91.5.13 より
栽培機械科長	李英烈	研究担当責任・合同委委員	'91.5.12 まで
〃	鄭斗浩	〃	'91.5.13~'93.6.30
〃	朱京魯	〃	'93.7.1 より
作物試験場長	朴未敬	研究推進管理	'92.6.30 まで
〃	趙在衍	〃	'92.7.1~'93.6.30
〃	金允善	〃	'93.6.30 より
水稻栽培科長	林茂相	研究担当責任・合同委委員	'91.1.19 まで
〃	吳潤鎮	〃	'91.1.20 より
麦類科長	河龍雄	研究担当責任・合同委委員	'91.11.15~'93.6.30
〃	朴文雄	〃	'93.7.1 より
畑作1科長	洪殷熹	研究担当責任	'93.6.30 まで
〃	金爽東	〃	'93.7.1 より
湖南作物試験場長	朴錫洪	研究推進管理	'91.6.30 まで
〃	朴根龍	〃	'91.7.1~'93.6.30
〃	金鐘昊	〃	'93.7.1~
畑作科長	申萬均	研究担当責任・合同委委員	'90.12.31 まで
〃	張榮宣	〃	'91.1.1 より
植物環境科長	朴建鎬	研究担当責任	'90.8.31 まで
〃	蘇在敦	〃	'90.9.1~'93.6.30
〃	李景洙	〃	'93.7.1 より
嶺南作物試験場長	鄭根值	研究推進管理	'90.12.31 まで
〃	李壽寬	〃	'91.1.1 より
植物環境科長	鄭鍊泰	研究担当責任・合同委委員	'93.6.30 まで
〃	朴慶培	〃	'93.7.1 より
畑作科長	徐亨洙	研究担当責任	全 期 間
園芸試験場長	金正浩	研究推進管理	'91.11.14 まで
〃	李殷燮	〃	'91.11.15~'93.6.30
〃	韓判柱	〃	'93.7.1 より
菜蔬2科長	朴尚根	研究担当責任・合同委委員	'94.1.13 まで
〃	鄭胃鎬	〃	'94.1.14 より
花卉科長	洪永杓	研究担当責任	'90.8.4 まで
〃	崔柱堅	〃	'90.8.5~'91.11.14
花卉1科長	崔柱堅	〃	'91.11.15 より

職 名	氏 名	プロジェクト関連任務	同左 在任期間
畜産試験場長	薛東攝	研究推進管理	'91.4.7 まで
〃	李根常	〃	'91.4.8～'92.12.31
〃	李麟炯	〃	'93.1.1 より
飼料作物科長	韓興傳	研究担当責任	'93.10.31 まで
〃	楊鐘成	〃	'93.11.1 より
研究団配属対充要員	金明炯	庶務担当	'91.2.28 まで
〃	南昌佑	〃	'91.3.1～'91.7.19
〃	文明圭	〃	'92.8.26～'92.7.31
〃	金光福	〃	'92.8.20 より
〃	申興淑	タイピスト	全 期 間
〃	蔡点子	通訳兼事務	'89.9.1 より
〃	崔能奎	運転手	'93.3.21 まで
〃	閔潤基	〃	'93.3.22～'93.7.14
〃	金 圭	〃	'93.7.15 より
〃	崔京銀	事務補助	'93.1.15～'93.8.13

表IV-2 年次別カウンターパート数

	1989	1990	1991	1992	1993	平 均
研 究 官	18	22	18	21	23	20
研 究 士	47	31	30	38	55	40
計	65	53	48	59	78	60

3. ローカルコスト負担

日・韓農業共同研究団に係る韓国側のローカルコスト負担は表III-18に示した。支出金額のうち、50～60%は研究団室の雇用賃金である。電話料、コピー用紙等も負担している。研究費は各場所の備品、試験材料等の支援として使用されている。したがって現地業務費のうち、現地研究費は長期専門家及び短期専門家によって使用されているが、一般現地業務費によるローカルコスト負担は、事業報告書等の印刷費を除けば非常に少ない。このことは、韓国側の試験研究費が着実に伸びていることを示すものである。

(大久保隆弘)

表IV-3 ローカルコスト負担状況

予算科目	支出金額(千W)					支出内容
	1989	1990	1991	1992	1993	
1. 管理経費	4,127	34,251	41,847	52,816	60,926	
①人件費	2,700	25,831	32,234	44,323	53,042	①給与、手当等 (韓国農業共同研究管理所雇用人)
②旅費	193	5,620	5,412	4,287	4,273	②調査団対応等
③特別支弁費	1,234	2,800	4,200	4,206	3,611	③調査団対応等
2. 研究費	3,510	12,070	16,770	17,913	10,802	
①備品費	3,510	12,070	4,300	1,352	3,500	①場所の備品支援
②材料及び消耗品費			12,470	16,571	7,302	②試験材料、消耗品
3. 保守管理費	28,611	19,746	5,181	7,816	6,817	
①修繕費	28,611	19,746	2,200	3,678	1,777	①車輛維持
②公共料金及び諸税 公課金			2,981	4,138	5,040	②電話料、車輛保険
合 計	36,248	66,067	63,798	78,545	78,545	

V. 研究の成果

韓国に対する研究協力の成果については、韓国研究者の日本での研究による資質向上、最新研究用機材の供与・携行機材の供与による研究能率・精度の向上、研究用図書・資料の供与による研究情報交換等に極めて大きい効果がみられるが、ここでは日本側専門家の派遣による実験の指導、研究手法の伝達、技術の移転等共同研究の成果を中心に述べることにした。なお各場所の詳細な結果については年次報告、とくに第6次年次報告を参照されたい。

1. 研究成果の総括

本プロジェクトは既述の通り次の課題5項目について実施された。

- (1) 田畑輪換の基盤技術に関する研究
 - 1) 輪換土壌利用基準及び分布調査
 - 2) 土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持培養技術の確立
- (2) 田畑輪換耕地における生産技術に関する研究
 - 1) 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立
 - 2) 輪換耕地における病虫害及び雑草防除法の確立
 - 3) 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立

前述の表I-2に示したように、上記5題目の下に更に23項目を配置して実施してきたが、3年経過後、6項目については成果を得て試験が終了したので、合同委員会の議を経て類似の新規項目に改変した。(例えばII-1-(3)田畑輪換土壌における作付体系における省力機械化栽培研究などである。)現地実証試験については、試験研究の内容が作付体系など長期間を要すること、現地試験が多く、実証を要しないこと等によって行なわれなかった。

(1) 輪換土壌利用基準及び分布調査

全国の水田について、農技研、湖南試、嶺南試が分担調査した。農技研調査では調査面積13,919 ha中、田畑輪換適地は33.1%、可能地42.0%、不適地は24.9%であり、田畑輪換地は水田面積の0.93%であった。湖南試調査では573,163ha中、田畑輪換適地36.9%、可能地35.4%、不適地27.7%であった。嶺南調査では388,710ha中、田畑輪換適地36.9%、不適地16.2%であり、田畑輪換として利用している水田中(2.1%)、輪換作物は施設野菜栽培56.9%、露地野菜栽培19.2%、豆4.6%などであった。

(2) 土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持培養技術の確立

安城田畑輪換地試験によれば、土壌の物理性は輪換によって仮比重、固相及び液相は減少し、気相率は表土、心土共に畑転換が長くなると増加して良好となる。土壌硬度は輪換年次の経過とともに心土で増大した。圃場の透水性は表土、心土共に畑転換区の心土で低下した。砕土性が良好な9.5mm以下の土壌分布は連作<毎年輪換<2年輪換<畑転換の順に多かった。一方、土壌化学性について、畑状態における土壌の窒素無機化量は水稻連作区に比べ畑転換区土壌で多く、ばれいしょ-白菜区が大豆区土壌より、畑転換年数が長くなるにつれて増加した。有機物の分解状況は水田状態に比べ畑状態で旺盛であった。輪換4年後の跡地土壌ではpHが上昇、置換性石灰、苦土及び陽ion置換容量が顕著に増加した。有機物の含量は畑転換区>2年輪換区>毎年輪換区の順に減少した。以上の結果、水稻収量は連作水田より毎年輪換区のばれいしょ-白菜区及び大豆区で26~20%増収した。ばれいしょ収量は畑転換区>2年輪換区>毎年輪換区の順であり、大豆収量は概して毎年輪換区で高かった(農技研)。

暗渠排水条件下における田畑輪換土壌では、土壌物理性変化は畑期間が長くなるほど容積密度の減少、孔隙率の増加、固相の減少が認められた。土壌化学性の変化は輪換年数が長くなるほど有効態リン酸、置換性石灰・加里含量が高くなった。その結果、水稻の白米収量は2年輪作区、大豆収量は隔年輪作区、裸麦収量は水稻+裸麦区より大豆+裸麦区で多収であった(湖南試)。

土壌型の異なる水田における田畑輪換試験では、土壌物理性変化は水中沈定容積が対照区より輪換区で、田より畑で低く、土壌の亀裂発達は粗粒質な砂壤土より粘土含量が多い埴壤質土で良好で、圃場砕土率は連作水田より復元田で高かった。土壌の化学性変化は、2つの土壌ともに大麦後作より玉ねぎ後作でpH、OM、Ca、Sio含量等が低下し、 P_2O_5 、K、可給態窒素等は増加した。土壌微生物は田状態より畑状態で真菌密度が高く、細菌密度とB/F比、B/A比は低かった。土壌中の線虫密度は水田状態より畑状態で、1年輪換区より3年輪換区で、心土より表土で各々高い傾向であった。その結果、水稻生育は対照区より輪換区で、作付体系間では大麦栽培後作より玉ねぎ栽培後作で良好であった。大豆収量は連作期間が長くなるほど減収した。大麦収量は田畑輪換区で m^2 当り穂数が多く、出穂期も早く増収した。玉ねぎ収量は砂壤土より埴壤土で高く、畑転換期間及び施肥水準の間には差がなかった(嶺南試)。

輪換畑における耕耘作業の所要時間は、犁+ロータリ区366時間/10aに比べ、トラクターロータリ区は51.0時間/10aと少なく、約86%節減された。耕耘処理方法別土壌の仮比重、孔隙率等の土壌物理性は、心土に比べ表土部分の改良効果に大きく現れた。一方、トラクターロータリの後方に心土破碎機を附着して、ロータリ耕耘と同時に心土破碎1、2条の作業が可能な試作機を製作した。試作機は一般の畑と水田土壌での心土破碎間隔を76~90cmとし、ロータリ耕深

12~14cm、心土破碎深35~40cmの範囲で、0.45m/secの速度で同時作業を可能にした(農機研)。

(3) 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立

中部地域の水田作付体系について、水稻収量は水稻連作区501kg/10aに比べて輪換区で約10%増収した。輪換年限別畑作物収量は、鳩麦と大豆は隔年輪換区が最も多収、とうもろこしは食用、飼料用すべて2~3年輪換区で増収を認めた。米の品質は水田に比べ、輪換栽培水田で完全米が減少し、青米が2倍以上になった。また水稻玄米千粒重は輪換栽培区で水稻連作区より低下したが、その他の収量構成要素は上昇した(作試)。

南部地域の水田作付体系について、2毛作体系における水稻収量は水稻単作区に比べ全作付体系で減収したが、その減収程度は比較的小さく、作付体系間では飼料作物3年連作区で高く、大豆隔年区で低かった。大豆、鳩麦の収量は隔年栽培に比べて、連作期間が長い程減収する傾向があった。裸麦の収量は水稻+麦類に比べて大豆隔年栽培区7%、大豆2年、3年連作区各々20%、17%増収した。Italianryegrassの乾草量は水稻+飼料作物に比べ飼料作物の隔年栽培区17%、飼料作物の2年、3年連作区各々18、25%増収、且つ、畑期間が長い程多収となった。これらを総合して、作付体系別5箇年の平均所得は水稻単作(慣行)439千W/10aに比べて水稻+麦類区(慣行)、水稻+飼料作物区(慣行)及び大豆の2年連作区がそれぞれ、28、20、5%増加し、飼料作物栽培区は6~9%減収した(湖南試)。

中央地域を対象に田畑輪換土壌における作付体系と作物生産力との関連性では夏作に大豆、冬作に大麦、小麦、ライムギを作付して、水稻と輪換栽培した場合、水稻単作に比べて土壌中のリン酸含量が高く、水稻体内窒素の上昇もあって、水稻収量が高くなった。また2毛作の水稻及び大豆収量は、前作が大麦または青刈Rye麦の方が、移植または播種の遅れる小麦後より高かった。これらを10a当り年間所得で見れば、水稻の422千Wに比べ、大豆、大麦導入区では24~29%、青刈用Rye麦導入区では10~20%多くなった(元麦類研)。

日本製汎用コンバインを導入して、作物の収穫労力を検討した結果は、大麦の収穫所要時間は、10a当り17分で、自脱コンバインの41分に比べて59%の経費節減となった。そのうえ収穫損失率は、汎用コンバインに比べて自脱型コンバインの方が15~9%高かった(作試)。

田畑輪換耕地における飼料作物の適品種及び高収作付体系は、燕麦ではFoothillがItalianryegrassでは生草重でBilliken、乾物重でWase Yutakaが、Forage rapeではBar Bn7137、Siloge用cornでは導入品種がDK729が、Sorghum×Sudangrass hybridで、P.988とKowcandy品種が優収であった。作付体系別収量では、Oats-Pearl millet-Oats組合が、次いで小麦-Cornが高い水準を示した。

水田転換畑における大豆栽培技術については、栽植密度を増加するほど葉面積が増加して多収となり、播種法別では散播畦立覆土区、高畦機械播種区が慣行人力播種区に比べ27%、20%増収した。また、普通期倍土1回と早期倍土1回+普通期倍土1回処理が慣行または早期倍土1回より増収した。一方、転換畑で問題になる湿害は、開花期処理より營養生長期処理より大きく、營養生長期には Kunal kong と Williams 及び長寿大豆が、開花期湿害には太光大豆が強い。更に湿害によって根粒活力、光合成能力及び葉の窒素含量の低下の起こることが明らかになった(作試)。

また、韓国食品と密接に関係するモヤシ大豆の適栽植密度を検討した結果、密植に伴って莖長が長くなり倒伏し、個体当り分枝数、莢数等が減少したものの、畦幅60cm×株間7.5cmの密植栽培で単作14%、2毛作23%増収した(湖南試)。

トウガラシの連作障害を前作物の短期導入によって軽減し得る作付体系を検討した結果、トウガラシの収量は前作物にハウレンソウ、アルタリ大根及びワケギを導入することによって連作による収量減がなく、全体としての所得は、トウガラシ単作区より2~3倍程度高い収入を得ることができた。一方、トウガラシの露地、またはハウス栽培の灌水及び施肥労力を軽減するため、灌水と液肥を同時に散布する灌肥栽培試験をした結果、トウガラシの初期生長量が増加し、着果に効果的であった。また、灌肥栽培区は慣行栽培に比べて追肥や灌水労力を40~70%節減できる(園試)。

田畑輪換水田へ花卉を導入した結果、水稻栽培後に Tulip を栽培すれば良く、Blind や Blasting 発生率と球根腐敗率が低い。同様に水稻栽培後の夏菊は、開花期が1~2日遅いが、草丈をはじめとして他の形態なども花卉連作より良好である。Eustoma は輪換水田で3年間栽培しても連作障害が少ないが、Gladiolus は花穂枯死現象が発生した。花卉連作地では長期間連作すると植物寄生線虫及び非寄生線虫の発生が多いが、水稻との輪作ではその発生が非常に少なく、田畑輪換によって線虫の発生を抑制することが明らかになった。従って、作付体系別所得は花卉水稻輪作において5,705千 W/10a 花卉連作の球根-宿根-1年草作付より16%、球根-宿根-球根作付より11%多かった(園試)。

農産物の品質管理技術は米穀の長期貯蔵中の品質変化、米質特性の栽培条件に伴う変化、米品種の米質特性、新鮮野菜類の鮮度維持及び野菜、きのこ類の乾燥試験を行なった。その結果、栽培条件に伴う米質特性試験では、施肥法に伴う搗精率は無肥区が最も低く、有機農法、折衷施肥、慣行区の順に高く、Amylogram 特性の最高、最低、最終粘度は有機農法区が最も高く、無肥区、慣行区、折衷施肥区の順、ごはんの食味は無肥区、有機農法が非常に良好であった。米貯蔵中における脂肪酸度、還元糖は一般系、統一系ともに増加するが、発芽率は低下した。また炊飯特性として吸収率と容積膨張率は、漸次増加、Amylogram 特性としての最高、最低、

最終粘度も増加したが、ごはんの食味は外観、質、ねばり気、味ともに低下した。野菜類の鮮度維持試験では結球レタスの箱貯蔵は、常温2日、低温12～14日貯蔵が可能であった。セルリーは予冷なしに常温と低温で貯蔵すれば、それぞれ4日、7日程度貯蔵が可能であり、予冷をすれば、それぞれ4日、10～11日に貯蔵期間を延長できる。きのこと類乾燥試験では、しいたけについて熱風50℃、60℃乾燥が天日乾燥より乾燥所要時間が短く、製品収率が良かった。ほし柿の乾燥は、熱風乾燥が天日乾燥より所要日数が非常に短いうえに製品収率、総糖には差異がないので乾燥に適すると考えられた(農技研)。

水利不安全水田における大豆安定多収技術について、播種方法別では耕起畦立人力点播>耕起畦立条播>耕起平地人力点播>不耕起畦立条播の順に、施肥方法間では窒素倍量区で多収であった。また斑紋、孔隙量など土壌構造は大豆栽培によって改善された。同一土壌における鳩麦栽培技術については、出芽率は耕起区が不耕起区より高く、生育は施肥量の増加によって良好となった。また、穀実収量は緩効性肥料標準区>速効性肥料標準>窒素増肥>減肥>無肥料の順、施肥量別では緩効性肥料20%減肥>速効性標準量>緩効性標準量>緩効性40%減肥>無肥料の順で、施肥反応が大きかった(嶺試)。

(4) 輪換耕地における病害虫及び雑草防除法の確立

輪換畑の雑草発生生態について既存の畑作圃場のそれと比較検討した結果、畑転換初年では禾本科より莎草、広葉雑草等の水田雑草が多く発生し、草種は1～2年次では13～14種、1年次はクログライ、ヒデリコ、2年次はヒエ類、メヒシバ等が優占し4年次では8種、メヒシバ、チャガヤツリ類等の雑草が優占した。大豆播種後40日の雑草分布状態は、畑転換の年数が経過するに伴って雑草の草種数と発生量は少なくなる傾向があった。しかし、雑草の乾物重は2年次までは緩慢に増加しながら、3年次から急激な増加を見せるので、畑転換による雑草防除効果の年限は2年迄と推測された。このような雑草発生生態のもとに除草剤を組み入れた雑草防除試験を行なった結果、Alachlor+Linuron+Paraquatを混用した場合、無除草より畑転換で95%の雑草防除効果があった。また、倍土と除草剤の体系処理では、大豆成熟期における雑草発生で見ると、播種後20日後の倍土+Fluazifopbutyl体系処理が91%の防除効果が認められた(嶺試)。

輪換畑における病害の発生生態について、5年間調査した結果、大豆は連作において紫斑病、葉焼病、斑点細菌病の発生が多く、これらの発生に伴って葉の黄化及び早期落葉が起こった。ジャガイモは輪換病が主に発生したが、永久転換区で最も甚だしく、毎年輪換区、2年輪換区の順位で多かった。水稲は毎年輪換区が連作水田区より紋枯病の発生が甚だしかった。畑作物病害の場合、輪換区より永久転換区で発生が多かったのは、田畑輪換によって病原菌の第1次

伝染源が効率的に抑制されたものである。毎年輪換区の水稲に紋枯病が多かったのは、窒素供給量が多かったことによると推察された(農技研)。

前述の病害調査同じ圃場で線虫の発生状況を調査したところ、イネネモグリセンチュウは畑転換年次が増加するに伴って密度が低下、イネシガラセンチュウも同一傾向を示し、5年目には全処理区で検出されなかった。非寄生性線虫は畑転換3年目から密度が高くなり増加したが、一般畑作物で問題になっているネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウは検出されなかった。これは、周囲が水田に取巻かれた隔離圃場の条件下であったためと考えられる。害虫としては、ジャガイモ栽培区でジャガイモヒゲナガアブラムシ、チュウリップヒゲナガアブラムシ、モモアガアブラムシ、大豆栽培区でマメノメイガ、チュウリップヒゲナガアブラムシなどが発生した(農技研)。

(5) 連作による土壌環境変化究明と対応技術の確立

田畑輪換及び作付体系の相異なる輪換畑で、土壌微生物相の変化と土壌化学性との関係、土壌の病原性微生物の消長、土壌酵素の活性等を調査した。その結果、土壌養分中の窒素、リン酸、加里含量と微生物数の増加は比例し、硝酸態窒素の含量と亜硝酸の酸化細菌数、有効リン酸の含量と糸状菌数は有意な相関関係があった。窒素酸化微生物の数は、輪換の形態別で畑転換>2年輪換>毎年輪換の順で多く、その中で、脱窒菌とアンモニア酸化細菌数はジャガイモ-白菜の栽培区、亜硝酸酸化の細菌数は豆の栽培区で多かった。土壌中のCa+Mg/k比と細菌数は正の相関関係を、糸状菌は負の相関関係を見せた。輪作栽培地の土壌中の総有機態の炭素、窒素、リン酸の含量に対する微生物体の構成炭素、窒素、リン酸が占める比率は各々2.5%、2.1%、2.3%であった。土壌酵素の活性は田畑輪換及び作付体系によって異なり、Phosphataseは畑転換区のジャガイモ+白菜栽培区で、Dehydrogenaseは水稻連作区と毎年輪換区で一番高かった。輪作栽培地の土壌中で病原性微生物の消長は大豆栽培区に比べ、ジャガイモ栽培区で菌数が顕著に多く、Xanthomonas属の細菌の毎年輪換区、Fusarium属の菌は畑転換区が輪換区に比べて多かった。輪換形態による大豆根粒の形成量中、有効根粒の数は毎年輪換区に比べて畑転換区で多く、個体当たり根粒も重かった(農技研)。

水田を畑転換した後、多年野菜を栽培して塩類が過剰蓄積された施設園芸地の問題点を土壌化学性の視点から解析した。全国の施設園芸地帯の土壌211点を分析した結果、pHを除外した土壌の化学成分が作物別土壌化学性の適正值より高く、その中でNO₃⁻-N、AV、P₂O₅、Ex-K、ECがそれぞれ262ppm、1,770ppm、1.28mlg/100g、3.9ds/mで特に高かった。稲わらの施用は無施用に比べて土壌中のNO₃⁻-Nを大きく減少させ、塩類蓄積土壌の改良対策の一つと考えられた。白菜、サニーレタス、ハウレンソウ及びトマトは塩類が蓄積された施設栽培地で

は NDK に対する施肥反応を見せず、ホウレンソウとトマトはむしろ無肥区で収量が増加した。土壌検定による P、K の節減施肥は慣行施肥に比べて土壌の塩類蓄積を軽減させる効果があった。施設トマト圃場で土深28cm まで考慮すると無機態窒素の損失量は植物体の吸収量に比べて3～5倍、EX-K は1.5～3.5倍で大きかった。また、窒素損失のうち NO_3^- -N は土深60cm 以下へも10～54kg/10a 溶脱することが分かった(農技研)。

2. 長期専門家報告

研究課題：田畑輪換の基盤技術に関する研究

題 目：土壌の理化学的特性変化様相解明と地力維持培養技術の確立

項 目：(1) 田畑輪換土壌の物理性変化様相究明研究

(2) 田畑輪換土壌の化学的特性様相究明研究

実施機関：農業技術研究所

担 当 者：本松輝久・李浹成・安相培・趙仁相・嚴基泰・愼齊晟

(1) 緒 言

韓国では1977年に米の自給を達成し、その後も余剰基調にあり、転換畑作を推進せざるを得ない状況にある。米の消費量は79年の139kgから92年の現在113kgまで低下している¹⁾。日本70kgと比べればまだ高いが、食文化の多様化により、今後も消費量の減少が予想される。水田利用率は70年の148%から103%に、穀物自給率も70年の81%から61%に低下している²⁾。従って、水田の一部を畑に転換し、大豆・大麦・飼料作物・野菜等の導入によって、水田の高度利用による食料の自給率の向上を図ることは緊急の課題であり、本 Project の背景となっている。

韓国ではまだ政策として、減反政策は実施されておらず、本 Project も将来を見越した研究先行型の Project である。日本の減反政策では、畑転換を行う場合に土壌条件の難易に関係なく一定の割合で畑転換面積が割り当てられているが、韓国では畑転換の行い易い条件の所で実施しようという考えが強い。これは極めて賢明な見解であると考ええる。

韓国の水田面積は約125万 ha であり、その中の46万 ha (37%)は排水が若干良好な水田となっている。土壌は花崗岩を母材とし、土性は壤土、砂壤土のことが多い。Silt 含量は比較的多い。粘土鉱物は Kaoline 鉱物が主体で、有機物含量は少なく、CEC は10前後が多い。土壌肥沃度は概して低いと考えられる。今回、長期専門家として所属した農業技術研究所では、安城郡宝蓋面の現地に田畑輪換試験圃場を設置した。ここの土壌は土壌分類の上で平沢統に属し、韓国の代表的な河成平坦地土壌の一つである。土性は微砂質壤土、排水は若干不良となっている³⁾。

水田の高度利用の一環として行う田畑輪換は、水田を水田(湛水)と畑地(非湛水)とに周期的に繰り返し利用することである。水田土壌は代かきと湛水を経過するために、土壌構造の発達が劣り、透水性が悪いのが一般的である。従って、水田を畑地に転換する場合は、作物栽培に対しては湿害が⁴⁾、農作業に対しては易耕性の不良⁵⁾など、主に土壌の物理性に基づく問題が生じる。畑地利用の年次経過とともに、土壌の物理性は次第に良好になるが、塩基の流亡による土壌の酸性化⁶⁾、及び有機物の減耗^{7,8)}に伴う養分供給力の低下など、土壌肥沃度の低下が問題と

なる。一方、牧草栽培の場合には、根・刈株残渣が多く、土壌の有機物含量が増大する場合もみられる^{9,10)}。従って、輪換畑における土壌管理では、輪換当初においては主に土壌物理性の改良を、年次の経過とともに土壌化学性の改良を重点とした土壌管理を必要とする場合が多い。

水田は一般に普通畑よりも土壌肥沃度が高い。水田は多量の灌漑水が用いられ、各種養分の天然供給が期待されるばかりでなく、湛水栽培に伴う土壌の還元反応により、水田特有の養分存在形態を示し、肥沃度の向上に寄与している。水田ではらん藻など空中窒素を固定する微生物の活動が旺盛で、地力の再生産に大きく寄与していることも無視できない。水田を畑に転換した場合、湛水下で蓄積された有機物の分解が進むので、一般的には窒素供給力は高いが、土壌条件や栽培の状況によって、その絶対量や変化の方向は様々なものがあることが指摘されている¹¹⁾。

田畑輪換において水田時に蓄積された有機物は畑地化により減少するが、畑地から水田へ復元後も1～2年は土壌窒素を多く供給し、連作水田より増収する場合が多い^{12,13)}。田畑輪換の長所を長期間維持するには、有機物の施用は欠かせないが、田畑輪換の中で有機物を如何に合理的に施用するかも問題になるであろう。

以上、田畑輪換により土壌の物理的・化学的性質は、水稻連作田のそれと大きく変化する。この場合、土壌の性質(土壌型)、有機物水準、畑転換の年数、田畑輪換の継続期間、作付体系等により、変化の様相は大きく異なると考えられる。

今回の試験では、田畑輪換に伴う土壌の物理性・化学性の変化を中心に、作物生育・収量との関係、地力維持方策、施肥対策などについて、長期的視点に立って解析できるように data の集積を行いながら研究を進めた。また、試験の遂行に当たって、現場での観察、実験を重視し、過去の研究成績にとらわれることなく、韓国において田畑輪換に伴う土壌の変化の実態が明らかになるように努力した。

(2) 材料及び方法

1) 供試土壌 安城郡宝蓋面現地農家圃場 平沢微砂質壤土

2) 輪換処理内容

本試験の5か年を通じての全処理の内容を表-1、表-2に施肥量を示した。

88年以前は水稻連作。89年より田畑輪換試験開始。処理内容はI. 水稻連作区、II. 毎年輪換区、III. 2年輪換区、IV. 畑転換区の4処理である。1処理面積は400㎡。畑転換をした場合の処理区は2分し、a区は春ばれいしょ・秋白菜(2毛作)、b区は大豆(1毛作)を栽培した。

表-1 処理内容

輪換形態	89	90	91	92	93年
I 水稻連作	水田	水田	水田	水田	水田
II 毎年輪換	畑	水田	畑	水田	畑
III 2年輪換	畑	畑	水田	畑	畑
IV 畑転換	畑	畑	畑	畑	畑

表-2 施肥量 kg/10 a

作物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	消石灰	堆肥	硼砂
水 稻	11	7	8	—	—	—
ばれいしょ	10	10	12	—	2,000	—
白 菜	24	20	25	100	2,000	2
大 豆	4	7	6	100	1,000	—

- 注 1) 窒素は尿素、リン酸は燐過燐、加里は塩加を供試。
 2) 収穫後の水稻藁は全量を圃場に還元。しかし、春先に一部を焼却。ばれいしょ地上部は収穫後圃場に放置、白菜値付け前に鋤込んだ。収穫大豆茎葉は圃場外に持出し。
 3) 堆肥は主としてマシユルーム栽培に使用した堆肥を供試。平均養分組成は水分60%、窒素0.44%、リン酸0.19%、加里0.37%。

3) 供試作物の耕種概要

① 水 稻

水稻品種 秋晴、育苗は箱マット方式による中苗、播種期 4月中旬、移植期 5月下旬(機械移植)、栽植密度は平均24.0株/m²(29.4cm×14.2cm) 1株3~5本植、施肥方法として、窒素は基肥50%、追肥として移植約2週間後20%、出穂前約25日20%、出穂前約10日10%、リン酸は全量基肥。加里は基肥70%、出穂前25日追肥30%の分施。収穫期は10月中旬。

② ばれいしょ

品種 大地、3月中旬にビニール被覆床にて育苗、4月10日頃本圃定植、栽植密度は、5.71株/m² [(95cm+45cm)×25cm] 2条並木植、施肥は全量基肥、収穫期は6月末~7月初。

③ 白 菜

品種 Samjin、播種 8月上旬、本圃定植 9月上旬、栽植密度3.57株/m²(70cm×40

cm)、窒素施肥は適宜分施肥、燐酸・加里は全量基肥、収穫期 11月下旬

④ 大豆

品種、播種期 5月中旬、栽植密度11.1株/m²(60cm×15cm) 1株2粒播、施肥 全量基肥、収穫期 9月下旬

4) 土壌の一般理化学分析及び作物体の無機養分分析

韓国農業技術研究で行われている常法^{14,15)}により行った。また、土壌試料の再分析は全農型土壌分析器によった。

土壌窒素無機化量の測定は主として培養法により行った。培養土壌は4月上旬に採取し、湿潤土壌を直ちに2mmの篩にて篩別し実験に供した。培養は井ノ子の方法¹⁶⁾により30℃で10週間(畑培養では8週間)行い、2週間毎にサンプリングして、KCl溶液で浸出後、水蒸気蒸留法により無機態窒素を定量した。また、迅速法として、pH7.0燐酸緩衝液による可給態窒素の抽出法を、樋口の方法¹⁷⁾・茨城農試の方法¹⁸⁾に準じて行った。土壌の水中沈定容積は青峰の方法¹⁹⁾に準じて行った。

有機物分解状況調査は前田らのガラス繊維濾紙法²⁰⁾で行い、有機物の分析は、東の簡易冷却器を用いる Tyurin 改良法²¹⁾に準じて行った。

土壌溶液の採取は鳥山²²⁾の考案した簡易土壌溶液採取器(DIK-3960)を使用し、Indophenol-Blue法でNH₄-Nを定量した。また、現場でのpHの測定はTwin pH meter (B-112)、ECは導電率計(C-133)、加里はcompact ion meter (C-131)、硝酸はcompact ion meter (C-131)を使用した。

(3) 試験結果及び考察

1) 作物の生育・収量及び養分吸収

① 水 稲

表-3に水稻の収量、表-4に収穫期における水稻の養分吸収量を示した。

水稻連作区の5年間の平均収量は632kg/10aであるが、輪換水田における水稻の増収率は90年23%、91年11%、92年4%輪換年次が進むにつれて低下した。畑転換時の作目との関係では、ばれいしょ・白菜栽培跡地の増収率が高く、大豆栽培跡の増収率は低い。このように同じ輪換水田であっても、水稻の収量は畑転換時の畑作物の作付様式によって異なっている。畑作物栽培時の施肥量、有機物(堆肥)施用量、畑作物残渣の圃場への還元量等が影響している。

表-3 水稻の収量 (kg/10a)

輪換形態	89	90	91	92	93年
水稻連作区	626	561(100)	621(100)	735(100)	616
輪換区 a ばれいしょ・白菜跡	-	709(126)	725(117)	769(105)	-
" b 大豆跡	-	672(120)	652(105)	765(104)	-

注) 輪換区の90、92年は毎年輪換区、91年は2年輪換区。

表-4 水稻の養分吸収量 (kg/10a)

要素	輪換形態	89	90	91	92	93年
N	水稻連作区	11.0	10.7(100)	10.9(100)	13.7(100)	10.5
	輪換区 a ばれいしょ・白菜跡	-	17.0(159)	14.1(129)	16.3(119)	-
	" b 大豆跡	-	15.6(146)	10.8(99)	14.2(104)	-
P ₂ O ₅	水稻連作区	5.6	6.1(100)	4.7(100)	6.9(100)	5.3
	輪換区 a ばれいしょ・白菜跡	-	7.3(120)	6.1(130)	6.9(100)	-
	" b 大豆跡	-	7.0(115)	5.2(111)	7.0(101)	-
K ₂ O	水稻連作区	14.9	13.8(100)	11.8(100)	19.1(100)	16.8
	輪換区 a ばれいしょ・白菜跡	-	20.1(146)	16.8(142)	19.3(101)	-
	" b 大豆跡	-	18.5(134)	12.1(103)	20.6(108)	-
SiO ₂	水稻連作区	75	67(100)	81(100)	80(100)	76
	輪換区 a ばれいしょ・白菜跡	-	107(159)	114(140)	113(141)	-
	" b 大豆跡	-	99(147)	97(119)	111(139)	-

注) 輪換区の90、92年は毎年輪換区、91年は2年輪換区。

輪換水田における増収の要因を収量構成要素で見ると、穂数・1穂粒数が増大し、m²当たりの総粒数が明らかに増大している。一方、登熟歩合・精粒千粒重・籾藁比等は低下している。しかし、これら登熟面での低下はそれほど大きくなく、総粒数の増加が収量増の主要因となっている。特に、栄養生長期の生育が旺盛なばれいしょ・白菜栽培跡の輪換水田では、窒素過多による過繁茂となり、病虫害の発生や倒伏等により登熟性の低下を助長している場合もみられた。

水稻の生育・収量に最も関係の大きい、窒素の吸収量については、水稻連作区では平均11kg/10a程度吸収されているが、輪換区での窒素吸収増加率は90年52%、91年14%、92年14%となっており、窒素吸収量の増加率も輪換年次が進むにつれて低下している。窒素吸

収量でも畑期間の影響が大きく現れている。ばれいしょ・白菜栽培跡では90年の58%増に比べ、92年では20%増にまで低下している。一方、大豆栽培跡では最初の輪換水田となる90年では46%増であるが、その後は水稲連作区との差が小さくなり、数%以内に止まっている。

窒素以外の養分吸収量も輪換区で増大しているが、もう一つ特徴的なことは、珪酸吸収量の著しい増大である。輪換区では水稲茎葉の珪酸含有率が高まり、吸収量でも明らかに増大している。珪酸が水稲の生育・収量に重要な役割を担っていることは、昔から知られていることであるが²³⁾、輪換田で水稲の珪酸含有率が高まり、吸収量が増大することは、水稲生産にとって極めて好ましい条件を与えることになる。特に韓国の水田土壌は珪酸供給能が乏しいので、その効果は大きい。

② ばれいしょ

表-5 にばれいしょの収量、表-6 に養分吸収量を示した。ばれいしょの5カ年平均収量は2,450kg/10a である。転換畑における地上部生育及び収量は、畑転換年次が長くなると生育が良好となり収量も増大した。一方、田畑輪換後の初年畑では、地上部の生育は著しく劣り、収量でも低下した。畑転換を続けた畑転換区では、3年目以降地上部の生育は著しく旺盛となり、幾分窒素過多の生育様式を呈した。茎長が長く、葉色は濃く、体内の硝酸濃度も高かった。開花時期は若干遅れた。

ばれいしょの平均窒素吸収量は12kg/10a 程度であるが、加里の吸収量は23kg と著しく多い特徴がみられる。畑転換3年目以後は窒素の過剰吸収(15kg 以上)により、地上部に対する塊茎の比率が低下した。窒素肥料減肥の必要性が示唆された。一方、輪換初年畑では、生育不良により養分吸収量は著しく低下した。特に、窒素と苦土との吸収低下が大きかった。これは、西天らも指摘しているように⁷⁾、初期の土壌水分過多による悪影響と前作水稲葉の鋤込みによる窒素飢餓に起因すると考えられる。

表-5 ばれいしょの収量

(kg/10 a)

輪換形態	89	90	91	92	93年
毎年輪換区 a	2,400	—	2,806 (97)	—	2,052 (79)
2年輪換区 a	2,270	2,077	—	1,952 (60)	2,425 (94)
畑 輪 換 区 a	2,402	2,125	2,889 (100)	3,233 (100)	2,585 (100)

表-6 ばれいしょの養分吸収量 (kg/10a)

要素	輪換形態	89	90	91	92	93年
N	毎年輪換区 b	10.9	—	10.6 (69)	—	6.7 (42)
	2年輪換区 b	10.3	10.4	—	8.9 (45)	12.0 (75)
	畑 転 換 区 b	10.9	10.6	15.5 (100)	19.8 (100)	15.9 (100)
P ₂ O ₅	毎年輪換区 b	3.7	—	4.1 (79)	—	2.5 (49)
	2年輪換区 b	3.5	3.7	—	3.2 (51)	4.3 (85)
	畑 転 換 区 b	3.7	3.8	5.2 (100)	6.3 (100)	5.1 (100)
K ₂ O	毎年輪換区 b	21.8	—	23.3 (85)	—	16.0 (59)
	2年輪換区 b	20.6	20.8	—	19.8 (61)	25.4 (94)
	畑 転 換 区 b	21.8	21.3	27.4 (100)	32.5 (100)	27.1 (100)

③ 白 菜

表-7に白菜の収量、表-8に白菜の養分吸収量を示した。白菜は、ばれいしょ収穫のあと9月上旬に定植されるが、生育初期には降雨により湿害発生の危険性が大きい。湿害により処理区が乱された場合もみられたが、平均約10t/10a 収量が得られた。輪換処理間では、ばれいしょと同様に畑転換期間の長い区の収量が高い傾向がみられた。しかし、処理間差は、ばれいしょ程大きくなかった。

畑転換年次が進むと土壌構造が発達し、排水が良くなるので湿害の危険性は少なくなることが知られている²⁴⁾。この試験でも、畑転換を3年以上継続すると排水性が向上し、湿害の発生は認められなかった。畑転換後2年目位迄は降雨後耕盤上に停滞水が溜まり易く、湿害に注意しなければならない。表面水の排除に心掛けるのは勿論であるが、場合によっては心土破碎による排水性の付与が必要であろう。

表-7 白菜の収量 (kg/10a)

輪換形態	89	90	91	92	93年
毎年輪換区 a	11,071	—	9,536 (83)	—	10,159*(82)
2年輪換区 a	11,709	15,307	—	9,329 (98)	10,562*(85)
畑 転 換 区 a	10,553	9,551*	11,521 (100)	9,551 (100)	12,458 (100)

注) *印は部分的に湿害の被害あり。

表-8 白菜の養分吸収量

(kg/10 a)

要素	輪換形態	89	90	91	92	93年
N	毎年輪換区 b	25.2	—	22.9 (80)	—	15.9 (94)
	2年輪換区 b	26.6	26.4	—	19.8 (94)	15.3 (90)
	畑 輪換 区 b	24.0	17.7	28.7 (100)	21.0 (100)	17.0 (100)
P ₂ O ₅	毎年輪換区 b	7.1	—	6.8 (80)	—	5.9 (83)
	2年輪換区 b	7.6	9.6	—	7.3 (94)	6.5 (91)
	畑 輪換 区 b	6.8	6.4	8.6 (100)	7.7 (100)	7.1 (100)
K ₂ O	毎年輪換区 b	29.3	—	23.8 (90)	—	28.3 (103)
	2年輪換区 b	30.8	34.0	—	32.9 (113)	27.7 (101)
	畑 輪換 区 b	27.8	23.9	26.6 (100)	29.1 (100)	27.5 (100)
CaO	毎年輪換区 b	14.4	—	15.0 (81)	—	10.0 (74)
	2年輪換区 b	15.2	18.0	—	14.1 (89)	10.5 (78)
	畑 輪換 区 b	13.7	11.9	18.4 (100)	15.9 (100)	13.6 (100)
MgO	毎年輪換区 b	2.9	—	2.7 (86)	—	2.1 (88)
	2年輪換区 b	3.1	3.3	—	3.0 (96)	2.0 (82)
	畑 輪換 区 b	2.9	2.3	3.2 (100)	3.2 (100)	2.4 (100)

農作業が遅れ播種期や定植期が遅れると、初期生育の遅延が最後まで影響し、白菜の結球状態が十分でなく、商品性の低いものとなった(91年)。安城圃場の場合、定植期は9月初旬が好適と考えられる。余り早い定植は、初期生育は良いが病虫害の被害が増すので注意を要する。

白菜の養分吸収量は5か年の平均で、窒素22kg、リン酸7kg、加里27kg、石灰15kg、苦土3kg程度であり、窒素と加里の吸収量が多い。また、石灰も他の作物に比べて多い特徴がみられる。処理間では収量と同様に、畑輪換の長い区が短い区に比べ、養分吸収は多い傾向が見られた。

④ 大 豆

表-9に大豆の収量、表-10に大豆の養分吸収量を示した。大豆の収量は5か年を通じ、平均290kgの子実収量が得られた。輪換処理間では初年畑の方が連作畑より収量が高い傾向が見られた。しかし、初期生育や茎長では連作畑の方がむしろ優った。93年度の場合、5年連作畑においても270kgの収量が得られた。通常の連作大豆畑で被害が見られるシスト線虫等の発生は5年間の連作でも認められなかった。連作大豆畑では生育初期の6月中

旬頃下葉が黄化する生理病が発生した。この症状は磷酸と加里を追肥(増肥)した区では発生が認められず増収した。

大豆の養分吸収量は5か年を通じ、平均して窒素21kg、磷酸5kg、加里11kgであった。各養分とも毎年輪換区が畑転換区より多い傾向が見られるが、処理間差はそれほど大きくない。

表-9 大豆の収量 (kg/10a)

輪換形態	89	90	91	92	93年
毎年輪換区 a	325	—	281 (120)	—	315 (115)
2年輪換区 a	283	365	—	303 (97)	272 (99)
畑転換区 a	242	301	234 (100)	313 (100)	275 (100)

表-10 大豆の養分吸収量 (kg/10a)

要素	輪換形態	89	90	91	92	93年
N	毎年輪換区 b	23.2	—	20.0 (119)	—	21.0 (106)
	2年輪換区 b	20.2	31.4	—	19.2 (95)	19.1 (96)
	畑転換区 b	17.3	24.5	16.8 (100)	20.1 (100)	19.9 (100)
P ₂ O ₅	毎年輪換区 b	5.2	—	5.1 (129)	—	4.3 (99)
	2年輪換区 b	4.6	7.2	—	4.1 (96)	4.1 (94)
	畑転換区 b	3.9	5.7	4.0 (100)	4.2 (100)	4.4 (100)
K ₂ O	毎年輪換区 b	11.8	—	10.0 (116)	—	14.4 (141)
	2年輪換区 b	10.3	13.0	—	10.2 (108)	10.8 (106)
	畑転換区 b	8.8	11.4	8.6 (100)	9.5 (100)	10.2 (100)

2) 田畑輪換に伴う土壌物理性の変化

① 輪換水田の用水量及び減水深

田畑輪換圃場では輪換田における用水量の過大化が懸念される。本試験を通じて、代かき用水量は、水稻連作区が平均103m³/10aであったのに対し、輪換水田区では平均137m³/10aとなり、輪換区では平均33%の代かき用水量の増大が認められた。この数値は過大なものではなく、普通水田の正常値の範囲内に入るものである²⁵⁾。また、水稻栽培期間中にポンプにより供給された灌漑用水量は、5か年平均で水稻連作区が平均296m³/10a、輪換区が

426m³/10aであった。なお、水稻栽培期間中の降水量は平均763m³/10aであった。

表-11 減水深の経時変化(92年度) (mm/day)

輪換形態	5/28	6/1	6/11	6/23	7/1	7/15	8/10	8/25	9/7	平均
水稻連作	10.6	6.3	4.7	6.2	5.6	4.9	4.9	6.6	6.1	6.2
毎年輪換	11.5	7.3	5.1	6.3	5.8	5.3	5.9	6.9	6.4	6.7

表-11に減水深の経時変化(92年度)を示した。移植後の減水深は5か年の平均で、水稻連作区は6.9mm/day、輪換区は8.1mm/dayであり、輪換区では17%増加していた。しかし、数値としては過大なものではなく、用水量での問題は認められなかった。夏季の降水量が多く、必要用水量の大半は降雨により供給されたことになる。

② 輪換畑の排水性・地下水位・土壌水分

輪換畑の地下水位は全期を通じて低く、殆ど1 m以下で推移した。また、湛水中の水稻作付区においても、地下水位は同様に低く経過した。しかし、輪換畑では50mm以上の降雨があった場合には、耕盤上に停滞した水が比較的長く認められ、白菜栽培の1、2年畑では部分的に湿害発生がみられた。営農対策としての地表水の排除、心土破碎など下層土の排水性付与の重要性が指摘される。3年以上連続して畑転換を行った場合には、土壌構造の発達により停滞水の排除は早まり、湿害の危険性は低下した(表-12)。中野²⁴⁾も土性は異なるが、同様の結果を報告している。重粘質土壌の場合、畑転換前の水稻作において、早期落水により乾燥促進を図る栽培法²⁶⁾、代かきを行わない部分耕起栽培²⁷⁾が、輪換畑土壌の乾燥促進、排水性向上に有効なことが明らかにされている。

輪換畑土壌の保水性は小さく、晴天が続くと Tensiometer では測定不能になるほど乾燥する場合が多くみられた。湿害ばかりではなく、干害にも注意する必要があると判断された。特に、水分要求量の多い大豆栽培での極端な土壌乾燥は、大豆収量に悪影響を及ぼすと考えられる。秋白菜栽培では、必要に応じて畝間灌漑を行った。

春季の耕起前及び秋季収穫後の土壌水分は、畑作物栽培跡地では水稻栽培跡地より、明らかに低く経過しており、秋から春にかけての休閑期においても、土壌有機物の分解をはじめ土壌肥沃度の変化に対して、作物栽培期間だけでなく、長期間にわたり影響を及ぼしていることが考えられる。

表-12 大雨後の停滞水位と土壌水分の変化(93年7月)

輪換形態	停滞水位 (cm)			含水比 (%)		
	1日後	2日後	7日後	1日後	2日後	7日後
毎年輪換 a	12	14	>35	40.9	38.1	26.7
2年輪換 a	16	19	—	40.3	35.3	25.3
畑輪換 a	30	32	—	38.0	29.9	24.9

注) 93.7.13の降水量：95.2mm。

③ 輪換土壌の碎土性

輪換畑における碎土不良は、畑作物の出芽・初期生育に悪影響を及ぼす²⁸⁾。また、碎土の精粗には碎土時の土壌水分の影響が大きいことが知られている^{29,30)}。春季の耕耘後の土塊分布をみると(表-13、14)、91年のように土壌水分が低い場合には、前作物が水稻の場合でも碎土率(径19.1mm以下)は85%以上と高くなっているが、93年のように過湿気味の場合には、碎土率は50%以下と著しく低下した。前作が畑作物の場合には問題ないが、前作が水稻の場合、圃場の表面に稲の刈り藁が散布されたままになっていると、春先の土壌乾燥を阻害し、碎土に悪影響を及ぼすので注意を要する。

田畑輪換に伴う土壌の畑地化の指標となる水中沈定容積は(表-15)、畑輪換年数の長い畑輪換区で土壌畑地化の進行が認められるが、毎年輪換区では1年間の水田復元により、土壌が水田土壌化していることが伺われる。

田畑輪換に伴う土壌の Atterberg 限界の変化については(表-16)、畑輪換によっても液性限界はそれ程低下せず、日本の粘質に湿田土壌における試験結果とは異なっていた^{31,32)}。塑性指数は11~14の範囲内にあった。

安城土壌では、もともと碎土性が比較的良く、土壌水分が28%以下の時に耕耘すれば、碎土性に大きな問題はないと判断された。94年4月1日の調査結果によれば、水稻連作区の作土の土壌水分は、圃場表面に稲藁が多量散布された所は37.4%、少量散布32.3%に対し、稲藁を除去した所は25.0%に低下していた。稲藁の散布により土壌の乾燥が阻害され、また、稲藁が散布されていなければ、春には容易に土壌が乾燥することも明らかになった。

表-13 輪換土壤の土塊分布(91年度)

輪換処理	前作物	2mm	2mm	4mm	9.5mm	19.1mm	調査時 含水比
		以下	~4mm	~9.5	~19.1	以上	
毎年輪換 a	水 稲	27.6	18.3	25.7	13.8	14.6	29.3
" b	水 稲	28.7	21.4	26.8	13.8	9.4	27.6
畑 輪換 a	ばれいしょ・白菜	45.2	19.6	18.6	11.9	4.6	22.8
" b	大 豆	44.0	18.2	20.6	11.7	5.7	24.1

注) 92年4月11日調査。Rotary 耕耘2回後の作土について3回反復調査の平均値。

表-14 輪換土壤の土塊分布(93年度)

輪換処理	前作物	2mm	2mm	4mm	9.5mm	19.1mm	調査時 含水比
		以下	~4mm	~9.5	~19.1	以上	
水稲連作	水 稲	1.7	4.1	16.1	24.2	54.0	33.9
毎年輪換 a	水 稲	8.6	11.0	23.7	23.9	32.8	31.9
" b	水 稲	2.5	4.8	16.0	22.8	53.9	33.3
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	40.3	19.2	20.6	11.7	8.2	22.9
" b	大 豆	33.2	16.6	23.9	15.7	10.6	24.5
畑 輪換 a	ばれいしょ・白菜	46.6	21.7	18.6	9.4	3.6	22.7
" b	大 豆	41.8	20.2	18.3	11.5	8.2	24.4

注) 93年4月7日調査。Rotary 耕耘2回後の作土について3回反復調査の平均値。

表-15 水中沈定容積

輪換形態	前作物	水中沈定容積 (ml/g 乾土)			畑地土壤化 指 数	採取時 含水比
		生 土	乾 土	湛水培養		
水稲連作	水 稲	1.67	1.45	1.67	0	31.0
毎年輪換 a	水 稲	1.60	1.42	1.60	0	27.9
" b	水 稲	1.71	1.47	1.71	0	30.2
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	1.53	1.42	1.57	0.27	24.2
" b	大 豆	1.60	1.47	1.65	0.28	25.4
畑輪換 a	ばれいしょ・白菜	1.53	1.45	1.61	0.50	23.5
" b	大 豆	1.54	1.44	1.61	0.41	25.3

土壤採取日：93.4.6。

表-16 土壤の液性・塑性限界、水中沈定容積(91年試験前)

輪換処理	前作物	液性 限界	塑性 限界	塑性 指数	水中沈定容積(ml/g) 調査土壤		
					風乾土	湿潤土	含水比
水稻連作	水 稻	44.4	30.7	13.7	1.43	1.80	35.4
毎年輪換 a	水 稻	43.3	29.9	13.4	1.47	1.61	28.6
〃 b	水 稻	44.0	30.4	13.6	1.48	1.70	29.3
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	43.3	30.1	13.2	1.41	1.58	24.0
〃 b	大 豆	43.8	30.3	13.5	1.42	1.60	25.3
畑 輪 換 a	ばれいしょ・白菜	41.8	30.0	11.8	1.40	1.59	23.2
〃 b	大 豆	41.5	29.9	11.6	1.43	1.60	23.9

土壤採取日：91.4.9。

④ 土壤保水性の変化

表-17に輪換土壤の水分特性を示した。各水分張力における土壤水分量は、輪換処理間に大きな差はないが、土壤の畑地化が進むと、低水分張力域では土壤水分がやや高く、高水分張力域では逆に土壤水分がやや低下している。従って、1/10bar から15bar までの土壤水分、いわゆる有効水分量は、畑輪換により幾分増加する傾向が認められる。しかし、安城土壤はもともと有効水分量が10ml/乾土 100g 程度と小さいので、春季・秋季の乾燥時期における早魘対策は重要となる。

表-17 輪換土壤の水分特性(含水比)

輪換形態	前作物(92年)	1/10	1/3	5	15	1/10
		bar	bar	bar	bar	~15
水稻連作	水 稻	30.8	28.3	22.6	20.3	10.5
5年輪換 a	水 稻	27.6	25.5	21.2	19.5	8.1
〃 b	水 稻	30.2	28.1	23.3	21.3	8.9
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	30.8	27.4	20.4	18.2	12.6
〃 b	大 豆	30.8	26.6	21.4	19.4	11.4
畑輪換 a	ばれいしょ・白菜	31.9	28.2	19.7	16.4	15.5
〃 b	大 豆	31.2	27.9	20.4	18.3	12.9

土壤採取日：91.4.9、湿潤土を供試。

⑤ 3相分布・硬度等

表-18、19に93年度の試験前における3相分布、硬度等を示した。春季、圃場作業を開始する時点(4月上旬)での3相分布をみると、作土の固相率は水稻栽培跡で明らかに大きく、気相率は小さい。心土については、水稻連作区に比べ、輪換処理区では硬度・固相率・仮比重で高い傾向が認められた。前作物が水稻の各区では作土の土壤水分が明らかに高い。

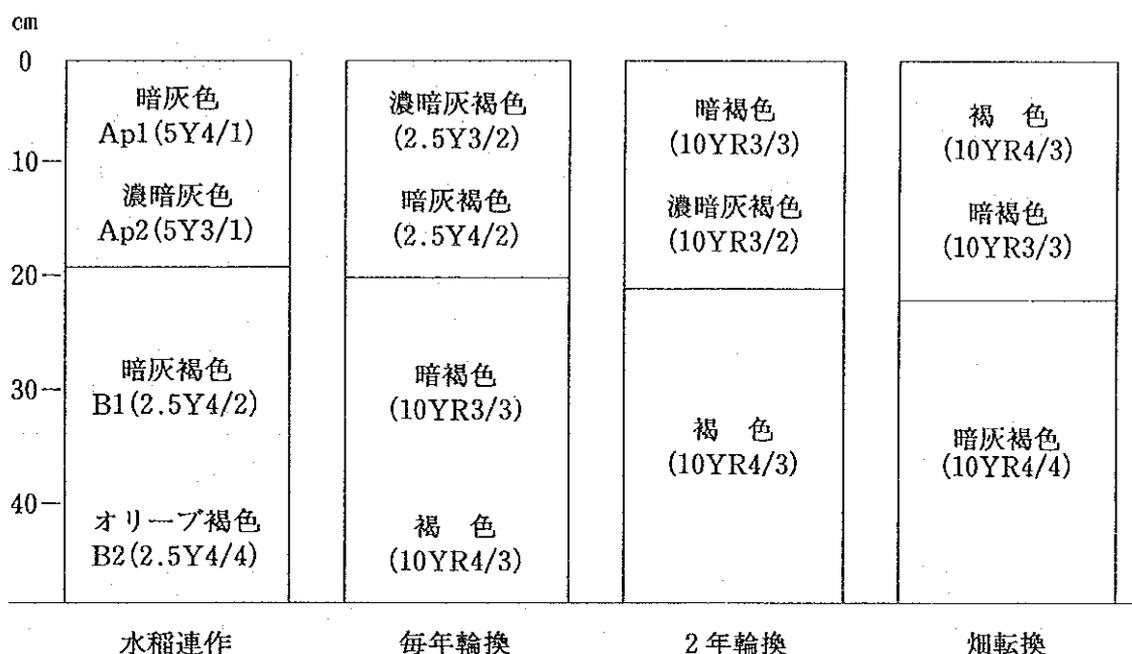
表-18 3相分布、硬度等(93年度試験前)

月日	輪換形態	前作物	層位	3相分布(%)			硬度 (mm)	仮比重	孔隙率	含水比
				固相	液相	気相				
4. 7	水稻連作	水稻	作土	48.7	46.1	5.2	14	1.29	51.3	35.9
			心土	52.0	44.9	3.1	19	1.38	48.0	32.7
	毎年輪換 a	水稻	作土	48.7	48.2	3.1	14	1.29	51.3	37.4
			心土	59.9	36.6	3.5	21	1.59	40.1	23.0
	毎年輪換 b	水稻	作土	47.7	46.5	5.8	15	1.26	52.3	36.8
			心土	50.7	41.3	2.0	23	1.52	49.3	27.2
	2年輪換 a	白菜	作土	44.4	28.2	27.4	16	1.16	55.6	24.4
			心土	55.5	36.5	8.0	23	1.47	44.5	24.8
	2年輪換 a	大豆	作土	44.5	31.0	24.5	15	1.18	55.5	26.3
			心土	56.2	39.3	4.5	24	1.46	43.8	26.4
	畑 転 換 a	白菜	作土	45.3	29.7	25.0	16	1.20	54.7	24.7
			心土	55.1	36.1	8.8	25	1.46	44.9	24.7
	畑 転 換 b	大豆	作土	40.3	27.5	32.2	15	1.07	59.7	25.8
			心土	52.5	37.1	10.4	22	1.39	47.5	26.7

⑥ 土壤断面の土色変化

土壤断面の土色変化は、畑転換年次が進むにつれ、作土・心土ともに、より酸化的となり明るい色を呈していた。

表-19 土壤断面の土色変化



3) 田畑輪換に伴う土壤化学性の変化

① 土壤窒素の無機化量

輪換水田において土壤から供給される無機態窒素量は、畑転換時における種々の条件により大きく異なる。そのため、春湛水前の土壤を採取して、生土の状態では湛水培養を行い、生成する無機態窒素量を測定することは、水稻の施肥、生育・収量及び窒素吸収量を考察する上で重要な情報を与える事になる。この際、注意することは生土を使用し、風乾土は使用しないことである。

表-20に各年次における試験前土壤の生土を湛水培養した場合の無機態窒素の生成量を示した。これによると、水稻連作区では30℃で10週間の培養により生成する無機態窒素量は50~60ppmの間で大きな変動はないが、畑転換区では90年度のように輪換初期には、生成する窒素量が著しく多いが、畑転換年次が進むと窒素生成量が次第に減少している。

また、畑期間の栽培作物別では、ばれいしょ・白菜栽培区は大豆栽培区に比して、無機態窒素生成量は明らかに多い。これは畑期間における施肥量・堆肥の施用量の違いが主な要因と考えられる。ばれいしょ・白菜区では、堆肥が年間4 t/10a 施用されているが、大豆栽培区では1 tの施用である違いが大きいと考えられる。

表-20 窒素無機化量(30℃湛水培養)

ppm

輪換形態	90年		91年		92年		93年	
	4週	10週	4週	10週	4週	10週	4週	10週
水稻連作	30.7	60.9	26.4	51.1	22.9	52.4	28.2	50.1
毎年輪換 a	38.0	86.8	25.9	49.5	28.0	63.9	31.3	58.9
" b	35.1	75.8	24.2	43.1	23.8	55.3	27.8	54.5
2年輪換 a	38.0	86.8	29.8	62.5	19.7	49.3	22.8	48.5
" b	35.1	75.8	23.2	39.3	17.1	37.7	19.4	37.6
畑 輪 換 a	38.0	86.8	29.8	62.5	23.6	54.8	22.2	53.9
" b	35.1	75.8	23.2	39.3	21.6	50.0	20.5	42.4

注) 土壤採取：各年度試験前、a：ばれいしょ・白菜区 b：大豆区。

湛水培養実験(30℃・10週間)より得られた無機態窒素生成量を基にして、90年度圃場における水稻の窒素吸収量の内訳を、肥料と土壤別に由来比率を試算してみると、次のようになる。

水原地域における水稻全生育期間中の水田地中5cmの有効積算温度(15℃以上)は1,033℃(気象研究室の90年度測定値より計算)となり、これは30℃で10週間湛水培養を行った有効積算温度(1,050℃)とほぼ一致する。

従って、湛水培養実験(30℃・10週間)より得られた無機態窒素生成量を圃場作土での窒素生成量と見なし、水稻に吸収された窒素を土壤由来と肥料由来に大別して試算し表-21に示した。ここで、作土深は水稻連作区12.0cm、毎年輪換ばれいしょ・白菜区13.5cm、作土の仮比重は水稻連作区1.19、毎年輪換ばれいしょ・白菜区1.32、同大豆区1.25である。水稻による土壤窒素の利用率は70%と仮定、施肥窒素の利用率は基肥と第1回追加は40%、第2回追加は80%と仮定した。

表-21 水稻吸収窒素の土壤と肥料別由来

輪 換 形 態	窒素生成量		試算吸収窒素由来別			水稻吸収 窒素量 kg/10a	差 異
	培 養 ppm	圃 場 kg/10a	土 壤	肥 料	合 計		
水稻連作	60.9	8.70	6.09	4.47	10.56	10.71	0.15
毎年輪換 ばれいしょ・白菜	86.8	15.47	10.87	4.47	15.30	16.95	1.65
同 大 豆	75.8	12.79	8.95	4.47	13.42	15.64	2.22

注) 差異：水稻窒素吸収量－試算吸収窒素合計。

この結果、水稻に吸収された土壌由来の窒素は10a 当たり水稻連作区6.09kg、毎年輪換ばれいしょ・白菜区10.87kg、同大豆区8.95kg となり、毎年輪換区では水稻連作区に比べて、土壌窒素を47～78% 多く吸収したと推定された。

また、実際に水稻に吸収された窒素量と試算された吸収窒素量との差について、水稻連作区より毎年輪換区で大きくなっているが、これは渡辺³³⁾や金田ら³⁴⁾が述べているように、根圏環境の良化により水稻根の伸長増大(活性大)により下層土よりの窒素吸収が多かった事を示唆している。

湛水培養(30℃・10週間)で生成される無機態窒素量は水稻栽培期間に作土中から生成する無機態窒素量とよく一致することを明らかにした。しかし、この方法では長時間を要するため、水稻作付前の窒素施肥対策としては適用出来ない。そのため迅速簡便な抽出法の適用の可否について検討し、表-22に示した。実験方法は樋口の方法¹⁷⁾・茨城農試の方法¹⁸⁾に準じて行った。

表-22 pH7.0磷酸 Buffer 抽出可給態窒素

輪 換 形 態	pH7.0磷酸 Buffer 抽出可給態窒素 (ppm)			
	90年	91年	92年	93年
水稻連作	55.2	58.4	50.3	48.8
毎年輪換 a ばれいしょ・白菜	73.5	53.8	68.6	54.9
" b 大 豆	72.5	50.5	56.4	50.1
2年輪換 a ばれいしょ・白菜	73.5	64.0	47.1	47.8
" b 大 豆	72.5	48.1	45.1	38.1
畑 転 換 a ばれいしょ・白菜	73.5	64.0	65.3	53.3
" b 大 豆	72.5	48.1	49.6	46.7

注) 土壌採取：各年度試験前。

湛水培養の10週間と4週間で生成する窒素及び磷酸 Buffer 抽出窒素の間の相関関係を、表以外の分析値も含めて検討した。その結果3者の間には高い正の相関関係を認め、施肥対策に利用できることが分かった。即ち、

(1) 4週間培養窒素(x)と10週間培養窒素(y)の相関式

$$y = ax + b$$

$$= 2.07x + 0.53 (r = 0.95^{**})$$

(2) 磷酸 Buffer 抽出窒素(x)と10週間培養窒素(y)の相関式

$$y = ax + b$$

$$= 1.085x + 5.55 (r = 0.94^{**})$$

磷酸 Buffer 抽出窒素と湛水培養窒素の関係式は土壌の種類が異なると適合しない場合がある。種々の土壌別に更に検討が進められることが望まれる。また、関係式が無くても、輪換水田の施肥対策のためには、隣接する水稲連作水田との相対値(抽出法)から凡その目安を付けることは可能である。

畑培養により生成する無機態窒素を表-23に示した。連続畑転換を行った、ばれいしょ・白菜区の生成量が多く、特に92年の生成量は著しく多い。これは、ばれいしょの生育に反映していた。作物別では、ばれいしょ・白菜区が大豆区より多い。輪換初年畑である92年の2年輪換区及び93年の毎年輪換区の無機態窒素生成量はそれ程少なくない。それにもかかわらず、春ばれいしょの生育・収量及び窒素吸収量は著しく低下した。これらの区は前作が水稲であり、春先の土壌水分が過湿気味だったこともあるが、C/N比の高い稲藁が鋤込まれたために、窒素飢餓が一時的に生じた影響が大きいと考えられる。

表-23 窒素無機化量(畑培養)

NH₄-N+NO₃-N ppm/乾土

輪 換 形 態	91年		92年		93年	
	4週	8週	4週	8週	4週	8週
水稲連作 水 稲	31.5	42.6	22.5	55.7	22.1	37.6
毎年輪換 a ばれいしょ・白菜	30.1	44.3	82.7	116.6	31.5	44.6
" b 大 豆	29.6	37.9	32.8	67.2	25.4	40.6
2年輪換 a ばれいしょ・白菜	39.1	55.3	28.3	66.0	26.4	36.8
" b 大 豆	23.4	32.0	22.3	54.2	22.7	32.5
畑 転 換 a ばれいしょ・白菜	39.1	55.3	135.6	156.3	38.1	48.5
" b 大 豆	23.4	32.0	35.6	77.8	24.2	36.0

注) 土壌採取：各年度試験前。

② 田畑輪換に伴う土壌有機物の変動

土壌の窒素肥沃度を左右する最も基本的な指標として、土壌有機物の量と質が上げられる。一般に水田土壌は畑土壌に比べ有機物含量が高く、土壌肥沃度は高いと言われてい

る³⁵⁾。表-24に田畑輪換に伴う土壌有機物含量の年次変動を示した。

土壌有機物含量は水稲連作区では年次間変動が少ないが、2年輪換区・畑転換区の大

区では大きく低下している。北田ら¹⁹⁾も畑転換2～3年後から土壤有機物含量が急速に低下することを認めている。大豆区であっても毎年輪換区では有機物含量の低下はほとんど認められなかった。一方、ばれいしょ・白菜区では、各輪換処理区とも水稻連作区と同等の有機物水準を保っていた。ばれいしょ・白菜栽培区では年間に10a当たり4tの堆肥が施用されているが、大豆栽培区の堆肥施用は1tである。畑状態で1t程度の堆肥施用では、水田状態と同じ有機物水準を保つことは困難ではないかと考えられる。地力維持のためには、畑転換時に2、3tの堆肥施用は必須と考えられる。毎年輪換区では土壤有機物含量の変動は少なく、地力維持の視点より見れば、輪換形態として毎年輪換が好ましいと考えられた。

表-24 田畑輪換に伴う土壤有機物含量の年次変動 (%)

輪 換 形 態		89年 試験後	90年 試験後	91年 試験前	91年 試験後	92年 試験前	92年 試験後	93年 試験前	93年 試験後
水稻連作	水 稻	2.10	2.00	1.98	1.95	1.97	2.07	1.98	2.02
毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	2.20	1.98	1.98	2.03	2.05	2.05	2.00	2.11
” b	大 豆	2.03	1.95	1.91	1.91	1.98	2.00	1.95	1.96
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	2.20	2.10	2.05	2.03	1.88	1.95	1.91	1.97
” b	大 豆	1.90	1.76	1.71	1.66	1.62	1.71	1.59	1.49
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	2.10	2.05	1.91	1.97	1.97	1.93	1.89	2.08
” b	大 豆	1.90	1.67	1.59	1.64	1.60	1.67	1.57	1.47

③ 土壤中における有機物の分解状況

前田・鬼鞍(1977)により考案されたガラス繊維濾紙法²⁵⁾により、水田状態と畑状態における堆肥と稲藁の土壤中における分解状況を約2年間にわたり追跡した。

乾土33.4g相当量の供試土(生土)に、乾土に対して炭素の添加量が5%の添加割合となるように供試有機物を混合した。供試堆肥のC含量は17.2%、Nは1.54%、C/N比11.1、稲藁はC36.5%、N0.70%、C/N比52.6である。供試圃場(水稻連作区と畑転換区)の深さ約8cmに埋設した。予定された時期(数箇月毎)に掘り出し分析に供した。結果を表-25に示した。

表-25 土壌中における有機物(炭素・窒素)の残存率

埋設条件	有機物	⁹² 5/28	7/22	8/13	10/13	12/11	⁹³ 4/6	6/1	11/29
炭素									
水田	堆肥	99.7	89.0	90.0	88.3	86.7	85.0	84.3	73.0
"	稲藁	74.2	50.8	46.4	37.4	38.7	38.6	37.1	29.4
畑	堆肥	97.8	81.7	82.4	68.1	64.7	65.5	59.8	53.0
"	稲藁	70.4	42.9	37.5	28.1	27.2	27.8	25.4	21.9
窒素									
水田	堆肥	78.1	76.4	75.4	75.2	74.9	75.0	67.9	59.2
"	稲藁	113.8	124.1	132.2	129.0	129.9	125.5	113.1	97.8
畑	堆肥	82.6	72.7	75.1	67.3	64.7	67.5	59.7	48.2
"	稲藁	110.0	118.6	108.4	105.1	102.7	103.5	92.2	76.8

注) 92年3月30日埋設。

炭素の分解については、水田状態に比べ畑状態での分解率が大きく、また、堆肥に比べ稲藁の分解は埋設1年目の分解が著しく速い。即ち、堆肥の分解は最初の1年間で水田の15%に対し、輪換畑では35%分解した、しかし、2年目に入り全般に分解速度は低下した。約2年の間に堆肥では水田の28%に対し、輪換畑では47%分解した。稲藁は水田では71%の分解に対し、輪換畑では78%分解することがわかった。

窒素の分解については、堆肥は水田では灌水前の分解は比較的大きいが、灌水後の分解はあまり認められない。輪換畑では時間の経過と共に徐々に分解されているが、温度の高まる春から夏にかけての分解が比較的大きい。一方、C/N比の高い稲藁では、土壌に埋設後1年間は、有機化による窒素の取り込み(増加)が認められ、2年目になってはじめて窒素の放出(分解)が認められた。

有機物の分解について、炭素の分解速度はC/N比とは関係なく、Lignin含量との関係が深く、窒素の分解は炭素の分解速度とC/N比の両者に支配されることが明らかにされている³⁶⁾。本試験も同じ傾向の結果が得られた。

④ 田畑輪換に伴う土壌の一般化学性の変化

表-26に93年試験終了後における作土の一般化学性の分析結果を示した。

pHは畑転換により上昇し、畑転換期間の長い処理ほど高まった。また、ばれいしょ・白菜区に比し大豆区で高くなった。即ち、畑転換区>2年輪換区>毎年輪換区>水稲連作区となり、また、ばれいしょ・白菜<大豆区となった。これは、畑転換時の石灰施用と畑作

物栽培時の施肥量の差によるものと思われる。

可給態リン酸は、ばれいしょ・白菜区では明らかに増大しているが、大豆区の畑転換区・2年輪換区では低下している。畑転換時、ばれいしょ・白菜区では年間30kgのリン酸が施用されているが、大豆区では7kgのリン酸施用(水稻と同量)であり、土壌の畑地化により可給態リン酸は逆に低下したと考えられる。

交換性Cationのうち、石灰と苦土はpHと同様の傾向が認められる。加里については2年輪換区・畑転換区の大豆区では低下している。大豆は収穫後全量が圃場外に搬出されるが、加里は施肥量より搬出量の方が多い。一方、ばれいしょ・白菜区の交換性加里は増大している。これは多量の加里肥料と堆肥施用のためと考えられる。

可給態珪酸は畑転換により明らかに増大した。圃場試験の結果も、輪換水田では水稻の珪酸含有率が高まり、珪酸吸収量も増大して、これを裏付けている。畑転換による土壌の乾燥により、土壌珪酸の有効化が進んだと考えられる。畑転換時の石灰の施用によるCa Ionの影響も考えられる。北田ら³⁷⁾も輪換土壌で珪酸の有効性が高まり、水稻の珪酸吸収が増大したと報告している。畑転換によりCECも明らかに増大した。

表-26 安城土壌の一般化学性(93年度収穫後)

93. 11. 29

輪換形態	栽培作物	pH	有機物 %	可給態 リン酸	交換性Cation			CEC	可給態 珪酸
					Ca	Mg	K		
水稻連作	水 稻	5.31	2.02	83	4.10	1.02	0.19	11.9	36
毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	5.75	2.11	117	6.11	1.16	0.31	12.3	77
" b	大 豆	6.20	1.96	82	6.57	1.32	0.26	13.7	123
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	6.18	1.97	116	7.34	1.78	0.25	15.2	71
" b	大 豆	6.60	1.49	53	7.82	1.78	0.15	15.4	116
畑 転 換 a	ばれいしょ・白菜	6.42	2.08	113	7.97	2.00	0.25	15.7	133
" b	大 豆	6.83	1.47	61	8.11	1.78	0.13	15.3	137

⑤ 輪換水田土壌の酸化還元電位及び二価鉄の変化

表-27に作土の酸化還元電位及び二価鉄の経時変化を示した。

水田に湛水後、土壌の酸化還元電位(Eh)は、経時的に低下するが、水稻連作区は早い時期から低下し、輪換区では電位の低下が後期にずれ、低下の程度も小さかった。特に、ばれいしょ・白菜栽培跡輪換区でその傾向が強かった。二価鉄の動向は、Ehの変動と対応していたが、二価マンガンの動向は、必ずしも一定の傾向は見られなかった。輪換水田でEh

の低下が遅く、また低下程度も小さいことは、水稻の根圏環境として良好な条件を与えるものと考えられる。

表-27 作土の酸化還元電位(Eh) 91年度 mv

輪換形態	前作物	6/10	6/24	7/1	7/8	7/22
水稻連作	水 稻	24	-67	-128	-210	-73
2年輪換 a	ばれいしょ・白菜	244	87	59	19	-27
同 b	大 豆	160	75	35	-68	-38

⑥ 水稻立毛土壌中における $\text{NH}_4\text{-N}$ と水稻葉色の経時的变化(91年度成績参照)

水稻立毛土壌中における $\text{NH}_4\text{-N}$ の消失時期を知る目的で、土壌溶液を採取して測定する方法の可否を検討した。土壌溶液の採取は大起理化製の簡易型土壌溶液採取器(DIK-3960)を使用した。

土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ は湛水開始後増加するが、水稻根の伸長に伴う吸収により、6月末から7月上旬にかけて急速に低下し、殆ど消失状態となった。これは従来法による土壌浸出の場合も土壌溶液について測定した場合も同じ傾向が認められる。従って、土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の消失時期を知るためには、土壌溶液法により、より簡便・迅速に測定が可能となる。

一方、富士 Color scale で測定した水稻群落の葉色は生育が進むにつれ漸減するが、輪換田は水稻連作田より常に高い値で経過している。水稻の肥切れを示す葉色値3.5に低下する時期は水稻連作田では7月中旬であるが、輪換水田では7月下旬まで遅延した。土壌溶液の測定により、土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の消失時期を、葉色の変化により早期に確認できることを明らかにした。水稻の追肥対応策に応用できる。(図表省略)

⑦ 畑作物の栄養診断(93年度成績参照、図表省略)

生育中のばれいしょ・大豆について、作物体の搾汁液の硝酸態窒素・加里・EC・pH を測定した。作物体の搾汁液調製には富士平工業製の小型搾汁器を使用した。ばれいしょの栄養診断には、事前テストの結果、花房節の葉柄について測定するのが好ましいと判断した。

ばれいしょ葉柄の硝酸態窒素は輪換処理により大きな差が認められ、地上部生育が旺盛であった畑転換区・2年輪換区で高く、生育の劣った毎年輪換区で低い値を示した。また、生育初期の濃度は高く、窒素の栄養診断に利用できることを示した。

大豆葉柄の搾汁液の養分測定結果、加里濃度は畑転換区・2年輪換区に比し、毎年輪換区で高く、またPK追肥により高まった。pHは輪換処理間に大きな差は認められなかった。

⑧ 輪換土壌における養分の層位別分布

表-28に試験終了後の土壌層位別養分分布状況を示した。pHは畑転換により高まっているが、表層ばかりでなく下層部においても高まっている。同様の傾向は交換性石灰・苦土でもみられる。輪換畑では畑転換時に毎年100kgの消石灰が施用されているが、石灰・苦土は下層にも移動していることが伺われる。交換性加里は、石灰・苦土に比べ量的に少ないこともあるが、特に大きな変化は見られない。ばれいしょ・白菜区では年間37kg/10aの加里が施用されているが、5年間の畑転換によっても、加里が特に集積している現象は認められない。表層で幾分増加しているに過ぎない。大豆区では表層ばかりでなく下層の加里含量も低下している。

可給態リン酸は表層では、ばれいしょ・白菜区で明らかに増大しているが、大豆区では低下している。下層については、処理間に大きな差異はなく、リン酸の下層への移動は殆どなかったものと考えられる。

硝酸態窒素含量は畑転換区のばれいしょ・白菜跡の表層で幾分高い値となっているが、量的には少ない。下層部は全処理区とも低い値で、下層への移動集積は特に認められない。EC(電導度)もばれいしょ・白菜区の表層で幾分高くなっているが、塩類障害で問題となる値ではない。下層部は全て低い値で塩類の集積は認められない。

以上の結果、畑転換により特定養分が異常に集積している現象は認められなかった。

表-28 養分の土壌層位別分布

輪換形態	栽培作物	層位 (cm)	pH	EC 1:5	NO ₃ -N ppm	可給態 磷酸	交換性 Cation		
							Ca	Mg	K
水稲連作	水 稲	0-10	5.56	0.35	1.5	66	4.0	1.0	0.21
		10-20	6.02	0.21	1.5	53	4.8	1.2	0.16
		20-30	6.55	0.18	1.6	10	6.0	1.5	0.13
		30-40	6.51	0.18	1.5	8	6.9	2.0	0.15
		40-50	6.43	0.20	1.0	7	7.3	2.2	0.16
		50-60	6.49	0.15	1.6	14	8.6	3.2	0.18
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	0-10	6.24	0.61	12.8	104	7.5	2.0	0.26
		10-20	6.32	0.24	5.5	63	7.5	2.1	0.22
		20-30	6.96	0.21	1.8	13	8.2	3.2	0.14
		30-40	7.02	0.27	2.0	9	8.4	3.6	0.14
		40-50	6.97	0.23	2.4	8	8.4	3.5	0.12
		50-60	6.87	0.14	2.0	11	7.1	3.1	0.10
畑転換 b	大 豆	0-10	7.27	0.39	3.6	40	8.9	1.7	0.16
		10-20	6.83	0.23	3.2	46	8.3	1.9	0.14
		20-30	7.07	0.15	2.8	13	8.3	3.7	0.10
		30-40	7.14	0.23	2.8	11	8.4	4.8	0.09
		40-50	7.13	0.18	2.4	16	8.3	5.3	0.11
		50-60	7.07	0.15	2.4	14	8.3	5.7	0.10

土壌採取日：93.12.20。

⑨ 田畑輪換における養分収支

(a) ばれいしょ・白菜2毛作での養分収支

畑転換において、ばれいしょと白菜の2毛作を通じて、1年間の3要素収支をみると表-29の通りである。2毛作を通じて、窒素と加里では化学肥料の施肥量より作物の吸収量の方が多い。堆肥4tとばれいしょ茎葉中の養分を加えると、InputがOutputより上回ることになる。しかし、これらは有機物として施用させたものであり、徐々に分解されて作物への吸収、脱窒、流亡などで失われ、環境に特別な負荷を与えるとは考えられない。前項で示したように土壌層位別の調査結果も、NO₃-Nが特に集積している様相は見られない。加里についても土壌上層の交換性加里の値が幾分高くなっているに過ぎない。

一方、磷酸の収支については、Input(38.9kg)とOutput(12.1kg)の差26.8kgが年々土壌

に蓄積されることになる。高い燐酸肥沃度を好む野菜作では、5年程度のばれいしょ・白菜連作区では、燐酸の肥沃度が向上して、むしろ好条件となっているが、長期間の連作を行う場合には、燐酸の過剰蓄積を考える必要があるだろう。

表-29 ばれいしょ・白菜2毛作における年間の養分収支 (kg/10a)

			窒素	燐酸	加里
Input	ばれいしょ	施肥	10.0	10.0	12.0
	白菜	施肥	24.0	20.0	25.0
	小計		34.0	30.0	37.0
堆肥(4t)			17.6	7.6	14.8
ばれいしょ茎葉			6.2	1.3	10.4
総合計			57.8	38.9	62.2
Output	ばれいしょ	吸収量	14.6	4.8	26.0
	白菜	吸収量	21.7	7.3	27.0
	総合計		36.3	12.1	53.1
収支 (Input-Output)			21.5	26.8	9.2

(b) 大豆単作の場合の養分収支

畑転換において、大豆単作の場合の年間の3要素収支をみると、表-30のようになる。大豆の場合は収穫後に全量が圃場外に搬出されている。

大豆作での養分収支は、窒素と加里ではInputに比べ、Outputが多い。窒素の場合は、根粒による窒素固定によりOutputが多くなるのは当然であるが、加里の場合は堆肥に含まれる3.7kgの加里を加算してもOutputが1.0kg多い計算になる。畑転換区では土壌の交換性加里は低下しており、現在の施肥基準では加里は不足すると考えられる。燐酸の収支では毎年4.1kgの燐酸が残ることになるが、畑転換区の可給態燐酸は寧ろ低下している。畑状態では水田状態に比べ、燐酸の可給度が低下し、輪換畑として畑作物を栽培する場合には、燐酸肥沃度が不十分な場合も考えられる。

畑転換区では連作3年目以後、加里欠と思われる下葉が黄化する生理病が、6月中旬頃から発生している。この症状は燐酸と加里の追肥(増肥)した区では発生が認められず増収した。表-31は91年に畑転換区で発生した下葉黄化生理病の障害葉(下葉)の分析値である。

黄化した障害葉(畑転換区)は健全葉(毎年輪換区)に比べて、窒素・リン酸・加里・亜鉛の含有率が低く、特に加里と亜鉛が低かった。また、石灰・苦土・鉄の含有率は高い特徴が見られた。このような生理病は畑転換3年目から毎年発生した。

表-30 大豆単作における年間の養分収支 (kg/10a)

			窒素	リン酸	加里
Input	大豆	施肥	4.0	7.0	6.0
		堆肥(1t)	4.4	1.9	3.7
		合計	8.4	8.9	9.7
Output	大豆	吸収量	21.2	4.8	10.7
収支(Input-Output)			-12.8	4.1	-1.0

表-31 大豆障害葉(下葉)の養分含有率

輪換形態		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
毎年輪換	健全	2.53	0.49	0.92	3.25	0.62	1,220	276	65
畑転換	障害	1.89	0.26	0.38	3.75	1.11	1,802	270	27
		(75)	(53)	(41)	(115)	(179)	(148)	(98)	(42)

試料採取：1991. 7. 11。

(c) 石灰の施用

畑転換に際して、白菜と大豆の栽培時には消石灰がそれぞれ100kg/10a施用されている。前項の土壤層位別養分分布に見られるように、5年間畑転換を行った畑転換区では、pHが上昇し、交換性石灰含量も明らかに増加し、Overlimingの傾向が認められる。この傾向は施肥量の少ない大豆栽培区で著しい。

畑転換する場合、100kgの消石灰施用は最初の1、2年は良くても、畑転換を継続する場合には減量する必要がある。

⑩ 輪換水田の施肥対策

輪換水田における施肥対策で最も留意すべきことは、輪換水田土壌から生成する無機態窒素量の変動が大きいことである。窒素施肥対策のためには、前述のように、事前に生土(乾土では不可)を湛水培養またはリン酸 Buffer 抽出窒素量を測定し、連作水田と比較して

地力窒素発現程度を予測して、施肥対策を立てる必要がある。この際に留意すべきことは、輪換水田では連作水田より作土量が10~20%増大することを考慮する必要がある。

本試験の結果より、輪換水田の窒素施肥対策を考察してみると、ばれいしょ・白菜体系の場合、毎年輪換区では最初の輪換水田(90年)では70~90%の減肥、2 cycle目の92年は50%の減肥でよく、2年輪換区では(91年)40~50%の減肥でよい。また、畑転換を3年以上継続して水田に復元する場合は20~30%の減肥が適当と予測された。

一方、大豆単作体系の場合は、毎年輪換区の最初の輪換水田(90年)では70~80%の減肥、2 cycle目の92年は10~20%の減肥でよく、2年輪換区では(91年)0~20%の減肥でよい。また、畑転換を3年以上継続して水田に復元する場合は0~20%の減肥が適当と予想された。大豆栽培後の落葉は2 kg/10a程度の窒素供給能があると推定した。

以上、輪換水田の窒素施肥では、畑転換後初年目復元水田の減肥割合を大きくする必要がある。特に、畑転換を1年間だけ行って水田に復元した場合の減肥割合は大きい。大竹³⁹⁾、渡部ら³⁹⁾も同様の施肥基準を報告している。

リン酸・加里の施肥については、原則として標準施肥でよいと考えられるが、常法による土壌検定を行い決定した方がよい。

① 輪換畑の施肥対策

輪換畑の施肥は原則として標準施肥でよいと考えられる。しかし、ばれいしょ・白菜体系の初年畑の場合、前作水稻の稲藁が鋤込まれる場合には、脱窒と窒素飢餓の悪影響が出るので、稲藁は除去する必要がある⁷⁾。初年畑の春ばれいしょ栽培では、前作の稲株が残るので、窒素施肥量は20%程度増肥した方がよいであろう。3年畑以後は土壌窒素の供給が多くなるので、20~30%の減肥とする。大豆単作体系では、3年畑以後はリン酸・加里の20~30%増肥が望まれる。

(4) 摘 要

安城試験地において、89年~93年の5年間実施した田畑輪換処理が土壌の理化学性に及ぼす影響と作物生育・収量の関係を中心に調査し、地力維持対策、施肥対策を含めて考察した。得られた結果を要約すると下記の通りである。

- 1) 水稻の収量は水稻連作区に比べ、輪換区で4~26%増収したが、増収率は輪換年次が進むにつれて低下した。畑転換時の栽培作物との関係では、ばれいしょ・白菜栽培後の増収率が高く、大豆栽培後の増収率は低かった。水稻の養分吸収量も収量と同様の傾向を認めた。輪換水田では、珪酸吸収量が著しく増大する特徴が見られた。
- 2) ばれいしょの収量は、初年畑に比し連作畑で増収した。初年畑では窒素の吸収が低下した。

前作の水稲藁の鋤込みによる窒素飢餓に起因すると考えられる。

- 3) 白菜の収量は、ばれいしょと同様に、畑転換の長い畑転換区の収量が幾分高い傾向を示した。畑転換後1～2年は耕盤上の停滞水による湿害の危険性が大きい、畑転換3年目以後は、土壌構造の発達により排水性が向上し、収量の安定性が増した。
- 4) 大豆収量は初年畑が連作畑より高い傾向が見られた。しかし、5年連作畑でも270kg/10a程度の収量が得られ、特に連作障害は認められなかった。連作大豆畑では3年目以後、6月中旬頃に下葉が黄化する生理病が発生した。この症状は加里と磷酸を追肥(増肥)した区では発生が認められず増収した。
- 5) 輪換水田の代かき用水量は水稲連作田に比べ平均33%増大した。水稲栽培期間の減水深も平均17%の増大となったが、数値としては過大なものでなく、用水量での問題は認められなかった。
- 6) 輪換畑の地下水位は全期を通じて低く、殆ど1 m以下で推移した。しかし、50mm異常の降雨があった場合には、耕盤上に停滞した水が比較的長く認められた。湿害対策としての地表水の排除、心土破碎など下層土の排水性付与の重要性が指摘される。3年以上連続して畑転換を行った場合には、土壌構造の発達により停滞水の排除は早まり、湿害への危険性は低下した。一方、畑転換により土壌の保水性は増加する傾向が認められたが、春秋の乾燥期における早魃対策は重要と考えられた。
- 7) 耕耘時の碎土性は土壌水分の影響が大きいことを明らかにした。畑転換により土壌の畑地化が進行し碎土性は向上した。畑転換初年畑では土壌水分が多い場合は碎土性が低下するが、土壌水分が少なければ碎土率に問題は認められなかった。前作の水稲藁を早期に撤去して、土壌の乾燥を図る必要があることを指摘した。
- 8) 作土の3相分布は畑転換により好条件となるが、心土では硬度・固相率・仮比重が高くなる問題点が指摘された。
- 9) 生土の湛水培養により生成する土壌窒素の無機化量は、水稲連作土壌に比べ、ばれいしょ・白菜栽培後土壌では明らかに多かった。大豆栽培後土壌での増加量は小さかった。輪換土壌では輪換年数が長くなるにつれ、年々無機態窒素生成量が減少する傾向が認められた。
- 10) 30℃で10週間湛水培養して生成する無機態窒素量より計算した値は、水稲成熟期の窒素吸収量とよく一致した。簡単・迅速な方法である磷酸 Buffer 抽出法と高い正の相関があることを見出し、窒素施肥対策に利用できることを明らかにした。
- 11) 畑状態で生成する土壌の窒素無機化量は、水稲連作土壌に比べ転換土壌では、初期2週間に生成する量が著しく多い。ばれいしょ・白菜栽培後土壌が大豆栽培後土壌に比べて多く、畑転換年数の長い畑転換区で特に多かった。

- 12) 土壌の有機物含量は水稲連作区に比べ、輪換区で低下する場合が認められ、特に大豆連作畑での低下が大きかった。地力維持のための有機物(堆肥)施用の重要性を指摘した。毎年輪換区では土壌有機物含量の変動は小さく、地力維持の視点よりみれば、毎年輪換が好ましいと考えられた。
- 13) 水田と畑状態における土壌中での有機物の分解状況を追跡した結果、水田状態に比べ畑状態での分解旺盛であり、また、堆肥に比べ稲藁の分解速度が速いことを明らかにした。有機物中の窒素成分は、堆肥では炭素の分解に伴って窒素成分も徐々に分解(放出)されるが、C/N比の高い稲藁では、土壌に埋設後1年間は有機化による窒素の取り込み(増加)が認められ、2年目になって初めて窒素の放出が認められた。
- 14) 輪換区の可給態リン酸は、ばれいしょ・白菜栽培後では明らかに増大しているが、畑転換区・2年輪換区の大豆区では低下している。pH及び交換性石灰・苦土は畑転換により上昇し、畑転換期間の長い処理程高まった。交換性加里については、2年輪換区・畑転換区の大豆区で低下した。可給態珪酸・CECは畑転換により明らかに増大した。
- 15) 輪換水田では灌水後土壌の還元速度が連作水田より遅く、また土壌Ehの低下程度も少なかった。これは、水稲の根圏環境に良好な条件を与え、根の伸長・養分吸収を促進したと考えられる。
- 16) 試験終了後の土壌層位別養分分布状況をみると、畑転換によりpH・交換性石灰・苦土は全層位とも高まっている。畑転換区のばれいしょ・白菜区では、多肥栽培を5年間継続しても、交換性加里、可給態リン酸、EC及び硝酸態窒素は、表層で幾分高まっているに過ぎず、下層への移動集積は認められなかった。
- 17) ばれいしょ・白菜の2毛作での養分収支は、窒素と加里では特に環境への負荷は考えられない。リン酸については、年間約27kg/10aのリン酸が蓄積されている。大豆作の養分収支では、加里は堆肥成分を加算しても約1kg不足する計算になる。輪換畑で100kgの消石灰の施用は、5年間の施用でOverlimingの様相が見られ、長期畑転換を行った場合には減量する必要がある。
- 18) 輪換水田の施肥対策で最も留意すべき要素は窒素であり、その方法を提示した。短期畑転換後の輪換水田での減肥割合は大きく、長期畑転換後の減肥割合は小さい。また、畑転換期間の栽培条件により施肥量は異なることを示した。リン酸・加里の施肥は原則として標準施肥でよい。
- 19) 輪換畑の施肥についてもその方法を提示した。前作水稲の稲藁を鋤込むと、窒素飢餓の悪影響があるので、稲藁は除去しておく必要がある。

(5) 残余の問題点と今後の対策

この研究は安城試験地(平沢微砂質壤土)で行われた試験結果であり、土壤条件、例えば土性や地下水位等の異なる土壤での、数多くの試験結果が蓄積されることが望まれる。

- 1) 畑転換初期(1、2年間)は排水性が不良で、白菜の湿害が認められた。表面排水には特に留意する必要がある。また、心土破碎による排水性の付与も必要となろう。本試験では圃場の都合により、心土破碎処理はできなかったが、このような処理を行った場合には、排水性向上の効果を調査するだけでなく、水田に復元した輪換水田の用水量の変化についても調査する必要がある。
- 2) 畑転換区の大豆区のように畑転換期間が長くなると、土壤の有機物含量が著しく低下した。これを水田に復元した場合、復元初年目はよいが、2年目以後窒素の供給が低下することが予想される。水田復元時に粗大有機物(堆肥等)の施用を心掛け、早く有機物含量が回復するように努める。また、水田に復元して何年経てば、土壤有機物水準が水田連作区と同じ水準まで回復するか、検討する必要がある。
- 3) 畑転換初年目には、前作の稲藁が春まで散布された状態になっていると、土壤の乾燥が阻害され、耕起後の碎土率が低下する。また、その稲藁を圃場に鋤込んだ場合は、窒素飢餓を起こし、春作物の生育を阻害する。土壤の乾燥を促進するため、秋に稲藁を除去する(堆肥を作る)か、窒素を2 kg程度施用して鋤込み稲藁の分解を促進させておく必要がある。また、土壤が粘土質土壤の場合には、輪換畑の碎土率が低下するので、前年水稻作の秋の落水を早くするとか、春の代かきを簡単にするなど、前年から対策を考えておく必要がある。
- 4) 地力維持の視点より見れば、輪換形態として毎年輪換が望ましい。しかし、ばれいしょ・白菜体系では輪換畑春ばれいしょの生育不良と秋白菜の湿害が問題となる。ばれいしょについては、前作稲藁の除去と窒素の増肥で解決できると考えられるが、白菜の湿害対策については今後検討する必要がある。
- 5) ばれいしょ・白菜体系の転換区(年間堆肥4 t施用の場合)では、3年目以後窒素の供給量が増大し、ばれいしょの地上部は窒素過多の生育相を呈した。地上部に対する塊茎の比率が低下した。事前に窒素無機化量を検定し(畑培養2週間で可)、窒素の減肥量を決定するのが好ましい。
- 6) 一方、大豆転換区(年間堆肥1 t施用の場合)では、著名な連作障害は認められないが、連作3年目以後加里の不足が指摘された。畑地化の進行により磷酸肥沃度も低下するので、大豆増収のためには、生育盛期の水分供給とともに、磷酸・加里の増肥が必要と考えられる。
- 7) 畑転換により有機物の分解が促進され、土壤有機物含量が低下する。長期的視点に立てば、

地力維持のためには、畑転換時に2、3tの堆肥施用は必須と考えられる。

(6) 引用文献

1. 農村振興庁(1993)：韓国の農業主要指標、農経93
2. 韓国農林水産部(1988、93)：農林水産主要統計88年、93年
3. 農村振興庁農業技術研究所(1984)：韓国の水田土壌、土壌調査資料10
4. 酒井 一・幸田浩俊・石川昌男(1979)：水田転作低湿田の転換81～98
5. 中野啓三(1983)：土壌物理性の改良と易耕性からみたその評価法、転換畑研究成果集報 No.1、54～60
6. 吉田 稔・伊藤信義(1974)：水田土壌の置換性カチオン組成と酸化に伴う土壌の酸性化、日土肥誌、45、525～528
7. 西天 浩・山室成一・中野啓三(1984)：低湿重粘土転換畑における土壌窒素供給力の変化、転換畑研究成果集報 No.1、30～37
8. 北田敬宇・塩口直樹・丸山武雄(1985)：転換畑の排水改良と土壌管理、石川農試研報、13、39～53
9. 小坪和男・丹野 貢・橋元秀敬(1969)：牧草導入による水田高度利用に関する土壌肥料的的研究、茨城農試研報、10、15～31
10. 佐々木信男・佐々木武虎・千葉満男ら(1969)：牧草導入に伴う田畑輪換に関する総合研究、岩田農試報、13、65～237
11. 諸遊英行(1983)：水田転換に伴う土壌の理化学性の変化、日土肥誌、54、434～441
12. 木村 清(1986)：復元田の土壌環境と水稻の生育、土壌の物理性、53、20～24
13. 古賀野完爾(1987)：輪換田における水稻の安定多収技術、圃場と土壌、No220、221、62～69
14. 農村振興庁農業技術研究所(1988)：土壌化学分析法—土壌・植物体・土壌微生物—
15. 農村振興庁農業技術研究所(1973)：土壌調査便覧 第2巻(土壌分析編)
16. 井ノ子昭夫(1979)：可給態窒素、土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法、農林水産省農蚕園芸局農産課編、84～85
17. 樋口太重(1983)：土壌中における施用窒素の有機化と再無機化、農技研報B、34、1～81
18. 茨城県農業試験場土壌肥料部(1991)：磷酸緩衝液抽出法による輪換田水稻の基肥窒素診断法、平成2年度総合農業試験研究推進会議資料
19. 青峰重範(1953)：土壌実験法(第3章 水中沈定容積)、231～232、養賢堂
20. 前田乾一・鬼鞍 豊(1977)：圃場条件における有機物の分解率の測定法、日土肥誌、48、567～568

21. 東 俊雄(1986)：土壤標準分析・測定法(チューリン法)、86~94、博友社
22. 鳥山和伸(1988)：真空吸引管方式の土壤溶液簡易採取法、北陸農業の新技术、1、41~46
23. 吉田昌一(1965)：水稻体内における珪素の存在様式と生理的意義に関する研究、農技研報告 B15、1~58
24. 中野啓三(1978)：低湿重粘土水田の畑転換に伴う土壤物理性の推移、北陸農試報、21、63~94
25. 農業土木学会(1979)：汎用耕地化のための技術指針(還元田の用水量)82~87
26. 古賀野完爾・鳥山和伸・関矢博幸(1991)：水稻の超早期落栽培における低湿重粘土汎用水田の施肥管理、北陸農試報、33、107~125
27. 金田吉弘・長野間宏・山谷正治・粟崎弘利(1991)：水稻部分耕移植栽培が後作小麦の窒素吸収と収量に及ぼす影響、東北農業研究、44、87~88
28. 佐々木邦年・大野康雄・鎌田信昭・神山芳典(1974)：水田転換畑における適作物導入第1報 耕起・碎土および作物生育、東北農業研究、15、181~185
29. 川崎哲郎(1990)：水田土壤の耕耘に適した水分域について、農土論集、147、69~77
30. 久津那浩三・新村善男・上森 晃(1974)：耕耘碎土に関する研究(第1報)土壤物理性の碎土におよぼす影響、日土肥誌、45、37~41
31. 中野啓三(1983)：重粘土転換畑における易耕性の評価、一塑性限界と pF1.8含水比の関係一、土壤の物理性、48、38~43
32. 久津那浩三・宮崎直美(1983)：水田の転換による理化学性の変化、北海道農試研報、137、107~125
33. 渡辺公吉(1986)：北海道地域における還元田の土壤特性と施肥法、日土肥誌、57、512~514
34. 金田吉弘・三浦昌司・児玉 徹(1986)：八郎潟干拓地の輪換水田における土壤変化と水稻に対する窒素施肥法、日土肥誌、57、604~606
35. 石井和夫(1988)：水田利用高度化のための土壤管理、農業経営研究、25(3)、13~22
36. 志賀一一(1983)：農耕地における土壤有機物変動の予測と有機物施用効果、研究ジャーナル、6(4)、48~57
37. 北田敬宇・亀川健一・秋山 豊(1992)：逐次上澄液法による輪換田土壤珪酸の有効化過程の解明、日土肥誌、63、31~38
38. 大竹俊博(1988)：山形県における大豆跡輪換田の施肥法について、日土肥誌、59、59~61
39. 渡部幸一郎・高取 寛・桜田 博・下田英雄(1985)：田畑輪換栽培における良質米及び大豆の生産安定、山形農試報、20、1~22

3. 農業科学技術開発結果評価会、農事試験研究論文集、学会等に見る研究成果

韓国では試験研究成果は担当科の評価会で評価されたものが、場内評価会に提出され、それで評価された研究成果を更に分野別評価会で検討して、優れた研究成果は毎年12月中旬に開催される農業科学技術開発結果評価会に提出して評価されることになる。ここで最終評価を受けたものが普及に移される。本プロジェクトは表V-1に示すように既に18点が普及に移されつつある。5年間の研究成果のとりまとめによって、今後評価される課題が更に増えるものと推察する。

表V-1 韓国農耕地高度利用研究計画研究成果

(1994年5月31日現在)

(1) 農業科学技術開発結果評価会	18点
(2) 農村振興試験研究事業年報	11〃
(3) 農事試験研究論文集	10〃
(4) 農民指導資料	9〃
(5) 農作業機開発	2〃
(6) 学会掲載論文	7〃
(7) 学会発表	14〃
(8) 学位論文	3〃

※ 1994年予定を含む。

農村振興試験研究事業年報は、研究成果のうち2～3年の検討を経て比較的まとめた短編、農事試験研究論文(現農業科学論文集)は、日本における各場所の研究報告に相当するもので、水稻、畑作、特作、生命工学、土壌肥料、作物保護、園芸、畜産、家畜衛生、農業機械等に分冊し、比較的長編の論文を掲載している。これにも本プロジェクトから既に10点掲載されており、今後更に投稿が増えるものと確信する。農民指導資料は農業科学技術開発結果評価会で評価を受けた研究成果を、農民に分かり易いように解説して普及指導の参考にするもので、これについても9点が出されている。農作業機開発は、2点ともサブソイラーを改良したもので耕盤を破碎し、排水促進を図る作業機である。1994年度には現地水田において大豆を供試して排水効果を実証する予定である。そのほか、学会掲載論文、学会発表も多数に上っており、本プロジェクトの成果が学会でも評価されていることを示すものである。学位論文は、本プロジェクトの研究成果、日本における研修成果等を総合してとりまとめたもので、既に2名が学位を取得、1名がその予定である。

以上のように本プロジェクトの研究成果は毎年農業共同研究事業報告にまとめて掲載する一方、詳細に検討してとりまとめた結果は普及に移される一方、学会等各分面で評価されつつある。

表V-2 韓国農耕地高度利用研究計画研究成果一覽表

- (1) 農業科学技術開發結果評價会(農村振興庁試験研究結果綜合評價会)提出課題
- 1) 1989年度
 - ①田畑輪換等級基準設定……………農技研土壤物理科
 - 2) 1990年度
 - ①耕地利用度向上のための作付体系研究
 - 田畑輪換土壤での作付体系……………麦類研小麦栽培科
 - ②田畑輪換飼料作物作付体系……………畜試飼料作物科
 - 3) 1991年度
 - ①農耕地高度利用に関する研究
 1. 主要大豆品種の栽培適応性……………湖試畑作科
 2. 暗渠排水条件での田畑輪換作付体系別作物収量……………湖試植物環境科
 3. 植質水田穿孔排水改良効果……………湖試植物環境科
 - ②田畑輪換耕地粗飼料生産利用技術確立
 - 畑転換水田栽培用青刈油菜品種選抜……………畜試飼料作物科
 - ③地域別飼料作物多収穫作付体系確立
 - 地域別多収穫作付体系別飼料生産量……………畜試飼料作物科
 - ④塩類集積が作物生育及び品種に及ぼす影響……………農技研土壤化学科
 - ⑤前作物導入によるトウガラシの短期輪換効果……………園試菜蔬2科
 - ⑥田畑輪換土壤の施肥管理……………嶺試植物環境科
 - 4) 1992年度
 - ①田畑輪換の基盤技術研究……………嶺試植物環境科
 - 田畑輪換現況、嶺南地域田畑輪換可能地、田畑輪換時土壤特性変化、
輪換作物別減肥効果、雑草発生軽減効果—
 - ②菜蔬作物の効率的灌肥栽培法確立研究……………園試菜蔬2科
 - ③花卉輪作及び連作地の生産性研究……………園試花卉1科
 - 5) 1993年度
 - ①南部地域水田の2毛作における大豆適正栽植密度……………湖試畑作科
 - ②嶺南地域における田畑輪換適合地と利用現況……………嶺試植物環境科
 - ③水稻と花卉作物の輪換栽培効果……………園試花卉1科
 - ④田畑輪換耕地における飼料作物の多収穫作付体系の選抜……………畜試飼料作物科

(2) 農村振興試験研究事業年報

1) 1990年度

- ①土壤物理性改善に関する研究……………嶺試植物環境科
- 田畑輪換作付導入時土壤特性変化 -
- ②田畑輪換作付体系での作物生産力……………麦類研栽培科
- ③田畑輪換地での稲主要病害の発生様相の変化……………農技研病理科

2) 1991年度

- ①土壤物理性改善-作付体系別土壤特性及び収量……………農技研土壤物理科
- ②田畑輪換作付体系研究……………麦類研栽培科
- ③地域別飼料作物多収穫作付体系選抜……………畜試飼料作物科
- ④青刈飼料作物周年供給体系確立……………畜試飼料作物科
- ⑤前作物導入によるトウガラシの短期輪作効果……………園試菜蔬2科
- ⑥田畑輪換耕地多収性春播油菜品種選抜……………畜試飼料作物科

3) 1992年度

- ①田畑輪換時作物別施肥技術……………嶺試植物環境科
- ②土壤微生物-輪換形態別土壤微生物相変化……………農技研土壤化学科

(3) 農事試験研究論文集

1) 1991年度

- ①河海混成水田土壤の畑輪換に関する研究
 - 1. 暗渠排水と田畑輪換が土壤の理化学性変化と作物生育及び収量に及ぼす影響……………湖試柳喆鉉 外6名
- ②田畑輪換地の土壤特性変化……………嶺試朴昌榮 外4名
 - 1. 土壤物理性変化
- ③トウガラシ他感作用に関する研究
 - 1. トウガラシの葉、茎及び根の抽出物がトウガラシ及び他の野菜類の発芽及び生育に及ぼす影響……………園試李宰旭 外4名

2) 1992年度

- ①田畑輪換地の土壤特性変化……………嶺試朴昌榮 外4名
 - 1. 土質力学性変化
- ②数種の前作物の導入によるトウガラシの短期輪作体系に関する研究……………園試金光勇 外2名
- ③田畑輪換作付体系による作物生産力と土壤特性変化……………作試延圭復 外3名