

3. 次期計画

平成5年度は本計画の5年目を迎える。田畑輪換培養の進行に伴う土壌の理化学性の変化の方向については、これまでの研究により、かなり把握することができた。平成5年度は、残された問題事項を中心に研究を進める。主な調査項目は次の通りである。

作物の生育・収量及び養分吸収量のほか、土壌の物理性では、三相分布・土壌相別硬度・碎土性・保水性・土壌のコンシステンシー等。土壌の化学性では、一般化学分析・土壌の窒素無機化量・燐酸及び珪酸肥沃度の解析・有機物分解状況継続調査等。

また、平成5年度は本計画の最終年度となるので、年度報告とともに、5年間の試験成績を整理して、総合報告書を作成する。

4. 行動日程

- 2月2日 専門家生活環境実態調査団と打合せ（ソウル）
- 2月3日 93年度 設計会議（農業技術研究所）
- 3月8日 野菜・茶試 竹園部長とカウンターパート研修の件で打合せ
- 3月12日 安城試験地 ばれいしょ苗床播種
- 3月15～17日 嶺南作物試験場 指導 土壌調査

2) 試験成績書

研究項目 田畑輪換土壌の理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

1. 目的

田畑輪換圃場における土壌の物理的・化学的性質は、水稻連作水田のそれと大きく異なる。この場合、土壌の性質(土壌型)、有機物水準、前歴としての畑転換の年数、作付体系等により変動し、作物の生育・収量に大きな影響を与える。

本年度は試験第4年目であり、水田（輪換田）では、水稻連作区と毎年田畑輪換を繰り返している処理区（毎年輪換区）があり、また畑輪換区では、2年輪換区（畑－畑－水田－畑）と畑転換区（4年畑連作）がある。これら、それぞれの処理間の作物の生育・収量を比較するとともに、田畑輪換に伴う土壌の理化学性の変化について調査・分析を行った。

土壌の化学性については、一般化学性のほか土壌窒素無機化状況・作物の養分吸収等を、物理性については、地下水位・用水量・土壌水分・碎土性等の変化に重点を置いた。韓国土壌は、

畑状態では水田状態に比べ、土壤有機物の分解がかなり促進されるように考えられる。本年度からは、ガラス繊維濾紙法により有機物の分解状況を追跡することにした。輪換処理と栽培条件が土壤肥沃度にどのような影響を及ぼしているか、長期的視点に立って解析できるようにデータの集積を行った。

田畑輪換栽培における好ましい輪換方式、栽培管理方式を明らかにし、作物の安定良質多収技術の確立に資する。

2. 試験方法

1) 供試土壌 安城郡寶蓋面 現地農家圃場
石泉微砂質壤土

2) 輪換処理内容及び圃場の前歴

本試験の5か年を通じての全処理（輪換形態）の内容を表-1に示した。

88年以前は水稲連作。89年より田畑輪換試験開始。処理内容は、I. 水稲連作区、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400m²。畑転換処理区は2分し、a区は春ばれいしょ・秋白菜（二毛作）、b区は大豆（一毛作）を栽培した。従って、89年度はI区は水稲作付、II～IV区は畑転換、90年度はI、II区は水稲作付、III、IV区は畑転換、91年度はI、III区は水稲作付、II、IV区は畑転換された。

92年度に施用された作物別の施肥量を表-2に示した。

表-1 処理内容

輪換形態	89	90	91	92	93年
I 水稲連作	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 (92年度)

kg/10a

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

- 注) 1. 窒素は尿素、磷酸は熔過磷、加里は鹽加 (ばれいしょでは硫加) 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、白菜植付け前に鋤込んだ。収穫大豆茎葉は圃場外に持出し。
 3. 堆肥はマシュルーム栽培に使用した堆肥を供試。水分45%、窒素0.80%、磷酸0.35%、加里0.68%。

3) 92年度の試験処理

i) 供試作物

I 区: 水稻連作 (水田-水田-水田-水田)

II 区: 水田に復元し、水稻作付 (畑-水田-畑-水田)

III 区: 畑転換 (畑-畑-水田-畑)、a 区はばれいしょ・白菜を作付、b 区は大豆を作付。

IV 区: 畑転換 4 年目 (畑-畑-畑-畑)、a 区はばれいしょ・白菜を作付、b 区は大豆を作付。

ii) 水稻の耕種概要

水稻品種: 秋晴

育苗方法及び苗の性状: 箱マット方式による中苗、床土厚 2 cm、覆土厚 0.5 cm、土壌は付近の山土使用。播種期 4 月 10 日、移植期 5 月 28 日、48 日苗を本田に供試。播種量 250 g/箱、出芽法は自然状態で箱を積み重ね、ビニールで被覆して出芽させたあと、灌水したトンネルマルチの苗代に移動し育苗した。

移植苗の性状は 乾物重: 2.04 g/100 本、草丈: 15.1 cm、第 1 鞘高長: 2.2 cm、葉令: 4.1、N2.56%、P₂O₅1.14%、K₂O3.08%、CaO0.41%、MgO0.44%。

入水、代かき: 5 月 25 日

移 植 期: 5 月 28 日、機械移植

栽 植 密 度: 平均 25.6 株/m² (29.8 cm × 13.1 cm)、1 株 3 ~ 5 本植

施 肥: 基肥 (5 月 25 日)、尿素 50%、熔過磷 100%、塩加 70%

追肥 1 (6 月 11 日)、尿素 20%

追肥 2 (7月23日)、尿素20%、塩加30%

追肥 3 (8月10日)、尿素10%

収 穫 期：10月13日

iii) 大豆の耕種概要

大豆品種：萬里

播 種 期：5月11日

栽植密度：11.1株/m² (60cm×15cm)、1株2粒播

施 肥 量：表-2の通り

収 穫 期：10月1日

iv) ばれいしょの耕種概要

品 種：大地

播 種 期：3月12日、ビニール被覆床にて育苗

移 植 期：4月14日

栽植密度：5.71株/m² (70cm×25cm)

施 肥 量：表-2の通り

収 穫 期：7月2日

v) 白菜の耕種概要

品 種：Samjin

播 種 期：8月18日

移 植 期：9月8日

栽植密度：3.57株/m² (70cm×40cm)

施 肥 量：表-2の通り

収 穫 期：11月27日

4) 土壤窒素無機化量の測定法

畑培養土壌は4月7日、湛水培養土壌は5月11日入水前の土壌(作土)を採取し、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、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。参考として湖南作物試験場圃場の土壌についても調査した。また、迅速法として、磷酸緩衝液による可給態窒素の抽出法を、樋口の方法・茨城農試の方法に準じて行い比較検討した。

5) 土壌の一般化学分析

韓国農業技術研究所編土壌化学分析法に準じて行った。

6) 作物体の無機養分分析

細粉した試料を濃硫酸と過酸化水素により分解し、その後の分析に供した。分析は韓国農業技術研究所編土壌化学分析法に準じて行った。

7) 土壌溶液の採取、水稻葉色の測定、酸化還元電位

前年度と同様の方法により行った。

8) 土壌物理性の測定

用水量、減水深、土壌水分、水中沈定容積の測定は、前年度と同様の方法によった。地下水位の測定は、塩化ビニール管(長さ2.0m、径5cm)の下方部分に細穴を開けたものを地中に埋設し、テスターを用いた電気導通法により測定した。また、同様のビニール管を深さ30cmに埋設し、耕盤上に停滞した水位を観察できるようにした。

9) 土壌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により、有機物の分解過程を追跡した。供試有機物は堆肥と稲藁の粉碎物を使用した。ガラス繊維濾紙(ワットマンGF/A、直径15cm)を直径3.5cmの円筒に合わせて筒状とし、合わせ目及び折り曲げた底部をボンドで接着して、最長部分が約11cmの有底の濾紙筒をつくる。乾土33.4g相当量の供試土に、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、破損しないように注意しながら濾紙筒に詰める。濾紙筒の上部は折り曲げ、全体を1mm目のサラン網で巻き、その両端をサラン糸によってとじる。有機物無添加区を対照区として同様に作る。全て2連とした。供試堆肥のC含量は17.2%、Nは1.54%、CN比11.1、稲藁はC36.5%、N0.70%、CN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(2, 3か月毎)に掘り出して、濾紙の外側を筆にてきれいに清掃し風乾する。風乾物の重量と水分を測定してから、内容物を乳鉢にて粉碎し、十分に均一として全炭素と全窒素を定量する。全炭素の測定はTyurin法、全窒素の測定はケルダール法によって測定した。

有機物添加区の炭素(窒素)全量から、対照区のそれを差し引いたものを有機物からの残存量として、添加炭素(窒素)量に対する残存率を算出する。更に(100-残存率)を、測定した時点までの炭素(窒素)の分解率とした。

3. 試験結果及び考察

1) 作物の生育概況

水稻:育苗時より本田初中期にかけては、順調な生育を示した。6月中旬以後約1か月は、気温よりやや低めに経過したものの日照が極めて多く、分蘖は多発し、莖数は多く推移し

た。出穂期は8月23日頃で例年なみであった。処理間では水稻連作区に比べ、毎年輪換区は幼穂形成期における葉色が濃く、茎数も多かった。しかし、毎年輪換区のばれいしょ・白菜跡の水稻は9月下旬の雨で大部分が倒伏した。登熟期の日照不足と相まって登熟面での不安が残された。

表-3 水稻生育調査結果

輪換形態	6月24日		7月7日		7月22日		10月13日		
	草丈 cm	茎数 本/m ²	草丈 cm	茎数 本/m ²	草丈 cm	茎数 本/m ²	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²
水稻連作	28.4	460	44.0	831	66.0	674	86.8	18.5	512
毎年輪換									
ばれいしょ・白菜跡	29.2	496	50.8	1011	75.6	815	92.4	17.9	653
大豆跡	26.6	415	47.8	932	74.4	743	91.2	18.3	620

注) 指定株10株について調査

ばれいしょ：地上部生育は、生育初期より輪換処理間に大きな差異が認められた。即ち、畑転換区（4年連作）は初期より生育が極めて旺盛だったのに対し、2年輪換区では生育が明らかに劣った。この生育差の傾向は生育前期を通じて認められた。畑転換区では葉色も濃く、開花時期は2年輪換区より若干遅れた。畑転換区では幾分窒素過多の傾向さえ認められた。

白菜：播種期に降雨が続いたため、育苗ポットへの播種時期が8月18日とかなり遅延した。そのため9月8日の本圃定植時の苗生育量は小さめであった。9月下旬の大雨により圃場が一部湛水し、部分的に湿害による生育むらが生じた。転換処理間では白菜の生育にそれほど大きな差異は認められなかった。全般にみて、播種期の遅延による初期生育の遅れは最後まで取り戻せなかった。

大豆：初期は早魃と虫害により、初期生育が若干遅延した。転換処理間に生育差が認められ、初期生育は畑転換区（4年連作）が2年輪換区より旺盛で葉色も濃かったが、開花の始まった7月下旬頃より2年輪換区の生育は良好となり葉色も畑転換区に追いついてきた。しかし、最終の主茎長は初期生育の良好な畑転換区も長かった。また、畑転換区では連作に起因すると思われる細菌性斑点病の発生がみられ、2年輪換区より秋の落葉がやや早まった。

2) 作物の収量

水稻の収量及び収量構成要素を表-4~5に示した。

水稻の精籾収量は、水稻連作区(対照)で10a当たり735kgであり、毎年輪換区ばれいしょ・白菜跡で769kg、毎年輪換区大豆跡で765kgとなり、輪換田ではそれぞれ5%、4%の増収となった。

毎年輪換区での増収の要因を収量構成要素で見ると、水稻連作区に比べ、穂数・総籾数が増加したことによるものである。特に、ばれいしょ・白菜跡の穂数の増加は著しかった。毎年輪換区ばれいしょ・白菜跡では9月下旬の大雨で倒伏し、日照不足とも相まって、登熟不良による減収が懸念されたが、倒伏の時期が後期にずれたこともあり、登熟低下の度合いはそれ程大きくなかった。本年度は6月~7月上旬の気象条件に恵まれて、穂数が多く確保され、全般的に過去4年間では最も収量が高かった。しかし、全般に籾糞比が低く、吸収窒素の籾生産能率もあまり高くなかった。品種の特性によるものか、施肥法に原因があるのか、検討する必要がある。

表-4 水稻収量

輪換形態	反復	全重 kg/10a	糞重 kg/10a	精籾重 kg/10a	指数	精籾・糞比
水稻連作	1	1,671	957	715		0.75
	2	1,585	868	717		0.83
	3	1,646	872	774		0.89
	平均	1,634	899	735	(100)	0.82
毎年輪換 ばれいしょ・白菜跡	1	1,792	1,016	776		0.76
	2	1,766	981	785		0.80
	3	1,750	1,005	745		0.74
	平均	1,769	1,000	769	105	0.77
毎年輪換 大豆跡	1	1,688	942	746		0.79
	2	1,771	996	775		0.78
	3	1,776	1,001	774		0.77
	平均	1,745	980	765	104	0.78

注) 籾水分14%、糞水分12%

表-5 水稻収量構成要素

輪換形態	反復	精粳 千粒重	総粳数 ×10 ³ /m ²	1穂平 均粳数	穂数 本/m ²	登熟 歩合	稔実 歩合
水稻連作	1	25.0	35.3	65.3	541	74.4	91.8
	2	25.6	33.5	68.3	491	76.8	93.2
	3	25.5	34.4	66.3	518	82.3	95.8
	平均	25.4	34.4	66.6	517	77.8	93.6
毎年輪換 ばれいしょ・白菜跡	1	25.2	36.3	65.2	564	77.2	92.9
	2	25.1	38.0	68.8	552	76.7	93.2
	3	24.0	39.0	67.4	579	71.8	92.4
	平均	24.8	37.9	67.1	565	75.2	82.8
毎年輪換 大豆跡	1	25.2	33.5	66.1	507	83.5	96.4
	2	25.5	35.2	67.9	519	81.1	94.9
	3	24.4	37.8	65.7	575	77.8	93.2
	平均	25.0	35.5	66.5	534	80.8	94.8

注) 登熟歩合は比重1.06の塩水選による

畑作物の収量を表-6~8に示した。

輪換畑のばれいしょ収量は、2年輪換区は10a当たり1,952kgに対し、畑転換区は3,237kg(66%増)と大きな開きがみられた。本年は病虫害の発生は少なく、イモの品質では優れていた。転換処理間に大きな差異が認められた原因としては、本圃作付時の土壤水分と栽培期間中に土壤から放出された無機態窒素量の差があげられる。

白菜の収量調査は生育むらが認められたので、生育程度により良、中、不良と3段階の区に分け調査した。およその目安は、1個体重量が3kg以上の区を生育良、2~3kgの区を生育中、2kg以下の区を生育不良とし、各区10株宛調査した。

白菜の収量は、2年輪換区で10a当たり9,329kg、畑転換区(4年畑)は9,551kgで畑転換区の収量がまさった。全般に低収であったが、その原因は播種時期が降雨により8月18日とかなり遅延したことによると考えられる。また、9月下旬の大雨で一部湛水し、湿害により約20%は生育が著しく不良となった。

表-6 ばれいしょの収量及び収穫期の草態

輪換形態	前作物	反復	収量 kg/10a	茎葉重 kg/10a	主茎長 cm	茎数 本/株
2年輪換	水稻	1	2,020	1,103	48.9	3.8
		2	1,883	934	43.3	4.3
		平均	1,952 (100)	1,019 (100)	46.1	4.1
畑輪換	ばれいしょ・白菜	1	3,094	2,789	83.8	4.5
		2	3,380	3,111	87.7	5.9
		平均	3,237 166	2,950 289	85.8	5.2

表-7 白菜収量及び収穫期の草態

輪換形態	前作物	生育 程度	面積 比率	収量 kg/10a	指数	乾物率 %	外葉長 cm
2年輪換	水稻	良	30%	11,740		6.05	
		中	40%	9,359		6.56	31
		不良	30%	6,876		8.23	
		平均		9,326 (100)	6.74		
畑輪換	ばれいしょ・白菜	良	35%	11,766		6.42	
		中	45%	9,404		6.79	34
		不良	20%	6,005		8.99	
		平均		9,551 102	6.91		

輪換畑の大豆収量は、2年輪換区は10a当たり303kg、畑輪換区（4年連作）は313kgであった。初期生育は畑輪換区が明らかに良く、開花始期頃より2年輪換区が挽回してきたが、最終的に主茎長は初期生育の旺盛な畑輪換区が約10cm長かった。畑輪換区は子実100粒重も大きく、粒揃いでも2年輪換区にまさった。秋の落葉は畑輪換区でやや早まった。

表-8 大豆収量及び収穫期の草態

輪換形態	反復	収量 kg/10a	指数	茎葉重 kg/10a	主茎長 cm	葉数	1葉内 子実数	子実 百粒重
2年輪換	1	305		243	69.0	34	2.7	22.1
水稲跡	2	301		220	65.4	37	2.6	23.6
	平均	303	(100)	231	67.2	36	2.7	22.9
畑輪換	1	321		254	79.8	40	2.4	24.8
大豆跡	2	304		239	74.5	38	2.5	23.2
	平均	313	103	246	77.2	39	2.5	24.0

3) 土壤窒素の無機化量及び土壤化学性の変化

表-9、図-1、2に、湿潤土壤を30℃で湛水培養した2週間毎の土壤無機態窒素の生成量を示した。安城土壤では、全生育期間を通じて水稲連作土壤に比べ、ばれいしょ・白菜跡輪換土壤の無機態窒素生成量は明らかに多く、4週間、10週間とも、22%増大した。大豆跡では、4週間で4%、10週間で6%の増大にすぎなかった。

表-10に供試土壤の全炭素・全窒素含量を示したが、2年輪換・畑輪換大豆区的全炭素・全窒素含量がかなり低下しており、地力維持の面で問題が残された。

表-9 窒素無機化量 (湛水培養)

(NH₄-N ppm/乾土)

試験地	輪換形態	前作物	2週後	4週後	6週後	8週後	10週後
安城	水稲連作	水稲	12.7	22.9	32.2	38.3	52.4
	毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	16.6	28.0	41.1	50.2	63.9
	" b	大豆	11.7	23.8	36.1	39.8	55.3
	2年輪換 a	水稲	14.2	19.7			49.3
	" b	水稲	11.7	17.1			37.7
	畑輪換 a	ばれいしょ・白菜	15.3	23.6			54.8
	" b	大豆	12.4	21.6			50.0
	湖南試	無暗渠水稲連作	水稲		21.6		
暗渠 "		水稲		27.6			68.3
無暗渠輪換		大豆		45.6			98.8
暗渠 輪換		大豆		35.1			72.1

注) 土壤採取日: 安城 92.5.11, 湖南試 92.4.20
培養温度: 30℃

湖南作物試験場土壌では、輪換田（大豆跡）の無機態窒素生成量は著しく多く、水稻連作区に比べ、輪換田では無暗渠区で110～59%、暗渠区で27～6%増大した。特に、無暗渠区での差異が大きく認められる。これは中山照之短期専門家が指摘しているように、圃場設定に問題があったことも考えられる。湖南試土壌においても全炭素・全窒素含量は輪換田で低下しており、地力維持で問題が残された。

表-10 供試土壌の全炭素、全窒素含量

試験地	輪換形態	前作物	全炭素 (%)	全窒素 (%)	磷酸緩衝液浸出可給態窒素 (ppm)
安城	水稻連作	水稻	1.25	0.120	47.0
	毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	1.23	0.125	68.6
	〃 b	大豆	1.14	0.114	49.2
	2年輪換 a	水稻	1.16	0.105	39.8
	〃 b	水稻	1.01	0.095	33.2
	畑 転換 a	ばれいしょ・白菜	1.20	0.117	65.3
	〃 b	大豆	0.95	0.094	45.3
	湖南試	無暗渠水稻連作	水稻	1.28	0.152
	暗渠 〃	水稻	1.20	0.134	
	無暗渠輪換	大豆	1.02	0.121	
	暗渠 〃	大豆	1.11	0.121	

注) 土壌採取日: 安城 92.5.11、湖南試 92.4.20

表-11に安城土壌を畑培養して生成した無機態窒素量及び全炭素、全窒素含量を示した。本年度畑転換を行った2年輪換区と畑転換区の4月採取土壌について比較してみると、畑転換区のばれいしょ栽培土壌での無機態窒素生成量が著しく高く、初期には4倍以上の窒素が放出されていることが認められる。このことは、ばれいしょの生育・収量で、2年輪換区に比し、畑転換区で大きく優った原因になったと考えられる。大豆栽培土壌においても、2年輪換区に比し、畑転換区の窒素生成量は44～60%多く、大豆の初期生育が畑転換区でまさっていたことと関連があると思われる。

白菜栽培土壌の無機態窒素生成量についても、2年輪換区に比し、畑転換区は34～62%多く生成されているが、ばれいしょ作付前土壌のように大きな差異は認められなかった。

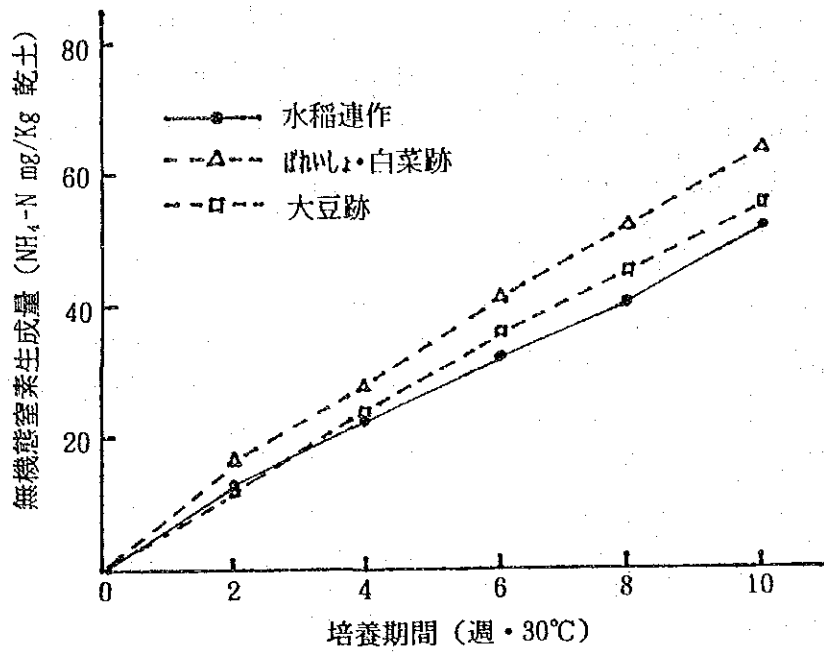


図-1 土壤の無機態窒素生成量 (湿潤土・湛水培養) 安誠試験場

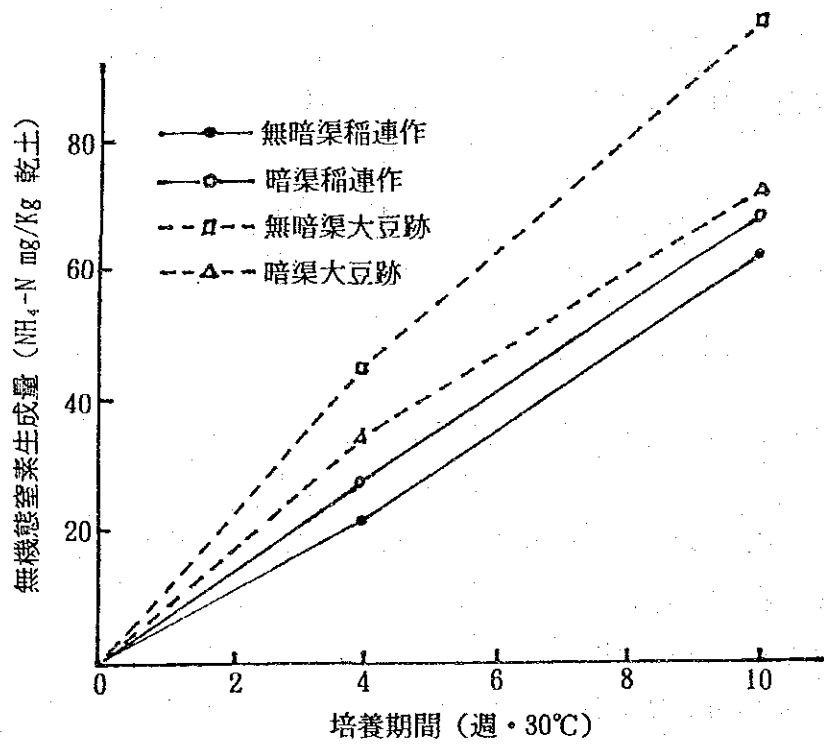


図-2 土壤の無機態窒素生成量 (湿潤土・湛水培養) 湖南試験場

表-11 窒素無機化量 (畑培養)

NH₄-N+NO₃-N ppm/乾土

輪換形態	前年度作物	畑 培 養				全炭素 (%)	全窒素 (%)
		2 週後	4 週後	6 週後	8 週後		
水稻連作	水稻	20.9	22.5	37.2	55.7	1.07	0.113
毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜		82.7		116.6	1.20	0.130
〃 b	大豆		32.8		67.2	1.21	0.130
2年輪換 a	水稻	23.5	28.3	51.3	66.0	1.08	0.114
〃 b	水稻	17.2	22.3	36.9	54.2	0.95	0.087
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	113.3	135.6	153.4	156.3	1.13	0.130
〃 b	大豆	27.3	35.6	59.0	77.8	0.98	0.104

土壌採取日：92.4.7

輪換形態	前年度作物	畑 培 養				全炭素 (%)	全窒素 (%)
		2 週後	4 週後	6 週後	8 週後		
2年輪換 a	水稻	23.2	34.0	38.0	48.0	1.17	0.114
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	37.5	45.7	52.0	73.2	1.19	0.117

土壌採取日：92.8.25

全炭素、全窒素分析結果よりみて、ばれいしょ・白菜栽培区では、畑転換を行っても有機物含量は水稻連作区とあまり差異は認められないが、大豆栽培区では有機物含量が、かなり低下している。

畑転換により土壌有機物の分解は促進される。ばれいしょ・白菜栽培区では年間10a当たり4トンの堆肥が施用されているが、大豆栽培区の堆肥施用は1トンである。畑状態で1トン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た。

表-12 安城土壤の一般化学性 (収穫後)

92.11.29

輪換形態	栽培作物	pH	有機物 %	可給態 磷酸	交換性 Cation			CEC	可給態 珪酸
					Ca	Mg	K		
水稻連作	水稻	5.4	2.3	63	4.08	0.93	0.20	10.5	63
毎年輪換	水稻	5.8	2.0	69	4.54	0.92	0.18	10.1	74
"	水稻	6.0	2.1	48	5.63	1.21	0.15	11.9	80
2年輪換	ばれいしょ・白菜	6.0	1.9	62	6.40	1.50	0.32	14.1	125
"	大豆	6.0	1.7	42	8.03	1.72	0.18	13.2	134
畑転換	ばれいしょ・白菜	6.0	1.9	106	6.70	1.60	0.38	14.3	126
"	大豆	6.3	1.9	41	7.90	1.76	0.19	13.4	173

4) 作土土壤溶液中の無機態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) と水稻葉色の経時変化

立毛中の水田作土の土壤溶液中のアンモニア態窒素及び水稻葉色 (群落) の経時的变化を表-13、14に示した。

土壤溶液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ は、4 ppm 前後で推移したが、7月に入り急速に減少し始め、7月7日にはほとんど消失した。毎年輪換区大豆跡では、6月中幾分低く 3 ppm 程度で推移した。

水稻の葉色については、6月中は毎年輪換区ばれいしょ・白菜跡 > 水稻連作区 > 毎年輪換区大豆跡で推移した。作土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ が消失した7月中旬以後、水稻連作区の葉色は急速に低下した。7月中旬以降は、毎年輪換区の葉色が水稻連作区より明らかに濃く、特に、ばれいしょ・白菜跡で濃かった。

表-13 作土の土壤溶液中アンモニア態窒素の推移 (ppm)

輪換形態	前作物	6/17	6/24	7/ 2	7/ 7	7/22
水稻連作	水稻	4.02	4.10	1.30	0.10	0.22
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	4.50	4.59	2.88	0.60	0.12
"	大豆	2.76	2.93	2.06	0.62	0.18

表-14 水稻葉色 (群落) の推移 (Fuji Color Scale)

輪換形態	前作物	6/17	6/24	7/ 2	7/ 7	7/22	8/ 4
水稻連作	水稻	4.7	4.5	4.0	3.8	3.2	3.7
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	4.8	4.5	4.5	4.2	3.7	3.9
〃	大豆	4.6	4.3	4.2	4.1	3.4	3.7

5) 作土中の化学成分の経時変化

表-15 作土中の化学成分の経時変化

輪換形態	前作物	pH				Eh (mv)			
		6/11	6/24	7/ 7	7/24	6/11	6/24	7/ 7	7/24
水稻連作	水稻	5.43	6.18	6.15	6.24	+85	+ 8	-83	-33
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	5.55	5.83	5.95	6.44	+60	+48	-48	-14
〃	大豆	5.44	5.83	6.37	6.51	+90	+31	-67	- 6

輪換形態	前作物	NH ₄ -N (ppm)				Ex-Ca (me/100g)			
		6/11	6/24	7/ 7	7/24	6/11	6/24	7/ 7	7/24
水稻連作	水稻	27.9	34.4	10.5	14.9	4.11	4.36	4.03	1.32
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	29.5	36.1	17.4	8.3	4.95	4.99	4.95	4.46
〃	大豆	29.0	36.3	12.5	9.6	6.16	6.18	5.99	5.52

輪換形態	前作物	Ex-Mg (me/100g)				Ex-K (me/100g)			
		6/11	6/24	7/ 7	7/24	6/11	6/24	7/ 7	7/24
水稻連作	水稻	1.32	1.41	1.34	1.31	0.48	0.42	0.36	0.23
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	1.40	1.44	1.44	1.28	0.40	0.42	0.32	0.20
〃	大豆	1.70	1.72	1.69	1.55	0.33	0.34	0.32	0.17

輪換形態	前作物	Av-SiO ₂ (ppm)			
		6/11	6/24	7/ 7	7/24
水稻連作	水稻	64	73	66	72
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	95	86	82	67
〃	大豆	97	93	98	82

6) 土壤中における有機物の分解状況

ガラス繊維濾紙法により、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、表-16~17、図-3~4に示した。測定期間は3月30日から12月11日までの約9か月間である。

表-16 土壤中における有機物（炭素・窒素）の残存率

埋設条件	有機物	5/28	7/22	8/13	10/13	12/11
炭素						
水田	堆肥	99.7	89.0	90.0	88.3	86.7
"	稲藁	74.2	50.8	46.4	37.4	38.7
畑	堆肥	97.8	81.7	82.4	68.1	63.2
"	稲藁	70.4	42.9	37.5	28.1	27.2
窒素						
水田	堆肥	78.1	76.4	75.4	75.2	73.9
"	稲藁	113.8	124.1	132.2	129.0	129.9
畑	堆肥	82.6	72.7	75.1	67.3	64.7
"	稲藁	110.0	118.6	108.4	105.1	102.7

注) 3月30日埋設

表-17 土壤中における有機物（炭素・窒素）の分解率

埋設条件	有機物	5/28	7/22	8/13	10/13	12/11
炭素						
水田	堆肥	0.3	11.0	10.0	11.7	13.3
"	稲藁	25.8	49.2	53.5	62.5	61.3
畑	堆肥	2.2	18.3	17.5	31.9	36.8
"	稲藁	29.6	57.1	62.5	71.9	72.8
窒素						
水田	堆肥	21.9	23.6	24.6	24.8	26.1
"	稲藁	-13.8	-24.1	-32.2	-29.0	-29.9
畑	堆肥	17.4	27.3	24.9	32.7	35.3
"	稲藁	-10.0	-18.6	-8.4	-5.1	-2.7

注) 3月30日埋設

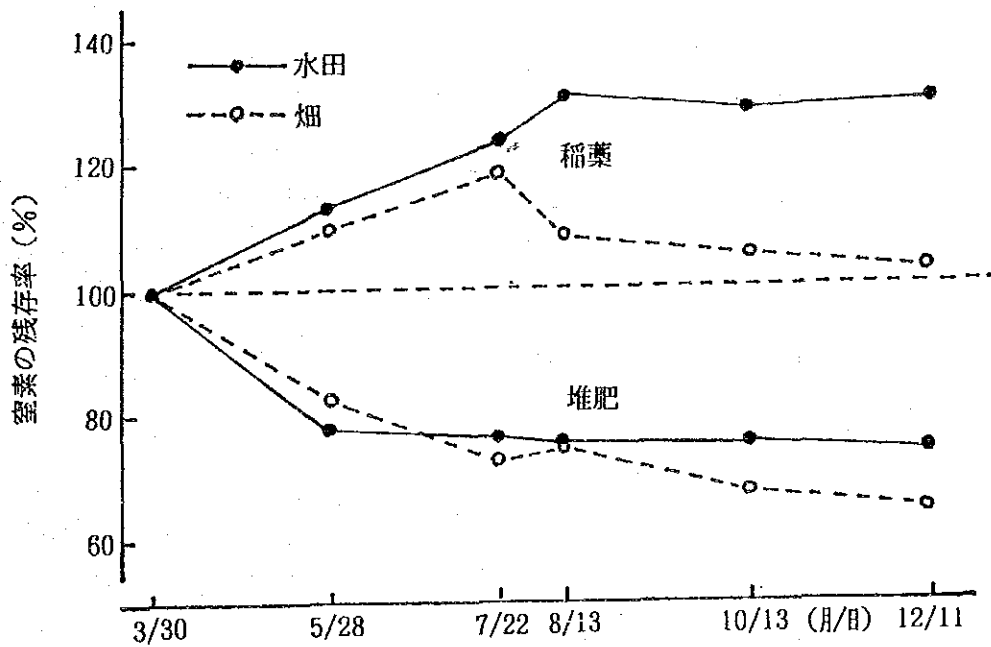
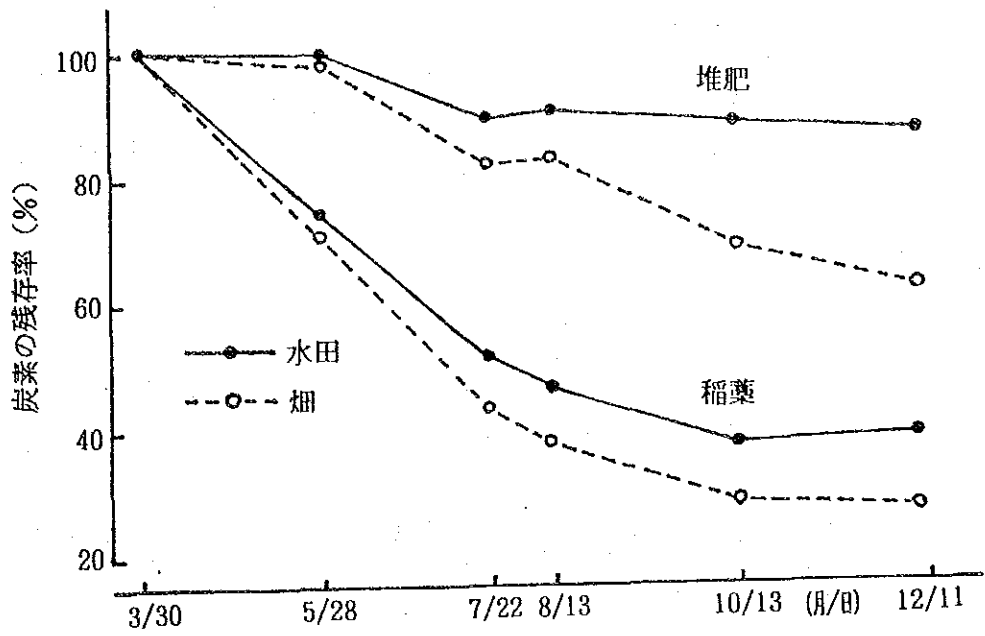


図-3 有機物 (炭素・窒素) の分解経過 (残存率)

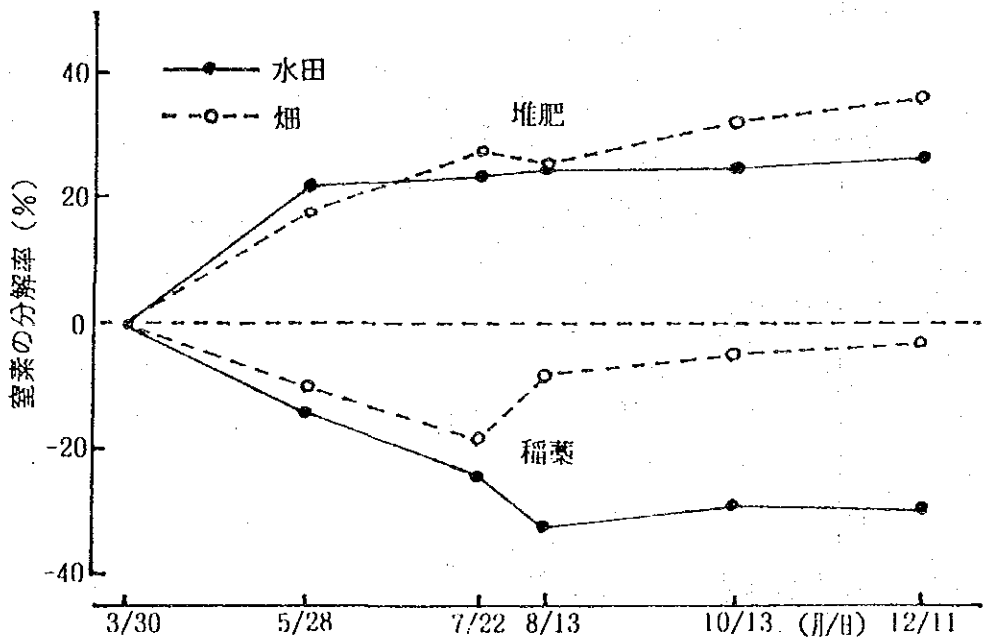
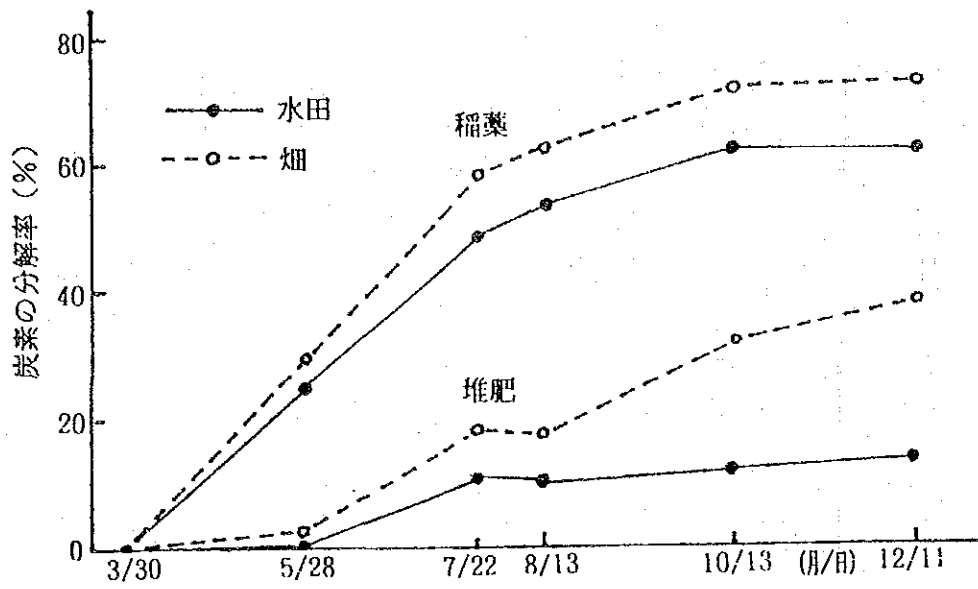


図-4 有機物(炭素・窒素)の分解経過(残存率)

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著しく早い。即ち、約9か月の間に、堆肥では水田の13%に対し、輪換畑では37%分解した。稲藁は水田では61%の分解に対し、輪換畑では73%分解することがわかった。

窒素の分解については、堆肥は水田では湛水前の分解は比較的大きいが、湛水後の分解はほとんど認められない。輪換畑では時間の経過とともに徐々に分解されている。測定期間中における窒素の分解(放出)は、水田で26%、輪換畑で35%であった。一方、CN比の高い稲藁では、土壌に埋設後、有機化による窒素の取り込み(増加)が認められ、水田では稲藁に含まれる窒素の30%程度まで窒素増加が進行することが認められた。輪換畑では、窒素の取り込みは、7月下旬に18%程度まで上昇し、その後時間の経過とともに減少するが、9か月後でも約3%の窒素が取り込まれた状態で推移した。

7) 作物の養分含有率及び吸収量

表-18に生育期、表-19に収穫期における水稻の養分含有率及び吸収量を示した。

収穫期水稻の窒素吸収量は10a当たり、水稻連作区13.4kg、毎年輪換区ばれいしょ・白菜跡16.3kg、同大豆跡14.2kgであり、毎年輪換区ではそれぞれ20.4%窒素吸収量が増大した。幼穂形成期及び出穂期においても、同様の傾向が認められる。また、試験開始前土壌の湛水培養実験による無機態窒素の生成経過ともよく一致している。吸収窒素の初生産能率は47~54の範囲にあり、本年度も低い値を示している。

磷酸、加里、石灰、苦土、珪酸についても、水稻連作区に比べ、毎年輪換区で増大している。石灰、苦土及び珪酸では、含有率でも輪換区で明らかに高く、輪換区での吸収増が大きかった。特に、珪酸の吸収量が水稻連作区に比べ、毎年輪換区では約40%も増大しており、その要因の検討が必要である。磷酸含有率は昨年と同様、輪換区でむしろ低下しており、これもまた、その要因の検討が必要であろう。加里含有率では処理間で一定の傾向は認められない。

表-18 水稻生育期の乾物生産及び窒素吸収

輪換形態	前作物	幼穂形成期 (7/22)			出穂期 (8/25)		
		乾物重 kg/10a	含有率 N %	吸収量 N kg/10a	乾物重 kg/10a	含有率 N %	吸収量 N kg/10a
水稻連作	水稻	374	1.10	4.11	981	0.94	9.22
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	459	1.40	6.43	1183	1.08	12.78
〃	大豆	454	1.22	5.54	1076	0.93	10.01

表-19 収穫期水稻の養分含有率及び吸収量

輪換形態	前作物	養分含有率(%)		養分吸収量(kg/10a)			籾への移行率	養分の籾生産能率
		茎葉	精籾	茎葉	精籾	合計		
N								
水稻連作	水稻	0.67	1.04	6.04	7.60	13.65	0.56	54
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	0.79	1.10	7.89	8.44	16.33	0.52	47
〃	大豆	0.65	1.02	6.37	7.81	14.18	0.55	54
P ₂ O ₅								
水稻連作	水稻	0.34	0.52	3.05	3.85	6.90	0.56	
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	0.30	0.51	3.02	3.90	6.92	0.56	
〃	大豆	0.32	0.51	3.13	3.89	7.02	0.55	
K ₂ O								
水稻連作	水稻	1.80	0.39	16.20	2.85	19.05	0.15	
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	1.64	0.37	16.43	2.83	19.26	0.15	
〃	大豆	1.82	0.36	17.88	2.75	20.63	0.14	
CaO								
水稻連作	水稻	0.48	0.052	4.34	0.39	4.73	0.082	
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	0.58	0.054	5.80	0.41	6.21	0.066	
〃	大豆	0.54	0.046	5.26	0.35	5.61	0.064	
MgO								
水稻連作	水稻	0.14	0.12	1.28	0.90	2.19	0.41	
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	0.17	0.12	1.66	0.92	2.59	0.36	
〃	大豆	0.16	0.12	1.53	0.91	0.44	0.37	
SiO ₂								
水稻連作	水稻	6.9	2.3	62.4	17.2	79.6	0.22	
毎年輪換	ばれいしょ・白菜	9.2	2.7	92.1	20.5	112.6	0.18	
〃	大豆	9.1	2.8	89.4	21.4	110.8	0.19	

表-20に収穫期ばれいしょの養分含有率及び吸収量を示した。ばれいしょの養分吸収量は、生育・収量に大きな差異が認められたこともあり、養分吸収量でも大きな差異が認められた。畑転換区（4年連作）は2年輪換区に比べ、著しく増大した。即ち、窒素で123%増、リン酸で97%増、加里で64%増、石灰で147%増、苦土で183%増となった。

養分含有率では2年輪換区に比し、畑転換区で茎葉の窒素・苦土含有率が特に高まっている。一方、塊茎の養分含有率の処理間差は比較的小さい。ばれいしょの加里吸収量は極めて多く、畑転換区では10a当たり32.5kgの加里が吸収された。しかし、加里含有率は畑転換区では、茎葉・塊茎ともに、2年輪換区に比べ、むしろ低い値を示した。リン酸含有率は茎葉・塊茎ともに、処理間差は比較的小さかった。

表-20 収穫期ばれいしょの養分含有率及び吸収量

輪換形態	前作物	養分含有率(%)		養分吸収量(kg/10a)			塊茎への移行率
		茎葉	塊茎	茎葉	塊茎	合計	
N							
2年輪換	水稻	2.58	1.05	3.31	5.59	8.90	63
畑転換	ばれいしょ・白菜	3.03	1.04	10.21	9.63	19.84	49
P ₂ O ₅							
2年輪換	水稻	0.50	0.48	0.64	2.55	3.19	80
畑転換	ばれいしょ・白菜	0.52	0.49	1.76	4.52	6.27	72
K ₂ O							
2年輪換	水稻	5.04	2.50	6.48	13.36	19.84	67
畑転換	ばれいしょ・白菜	3.49	2.24	11.75	20.77	32.52	64
CaO							
2年輪換	水稻	2.37	0.044	3.04	0.24	3.28	7.2
畑転換	ばれいしょ・白菜	2.25	0.055	7.59	0.51	8.10	6.3
MgO							
2年輪換	水稻	1.39	0.14	1.78	0.73	2.51	29
畑転換	ばれいしょ・白菜	1.84	0.10	6.18	0.94	7.11	13

表-21に収穫期白菜の生育程度別養分含有率及び吸収量を示した。

養分吸収量は、2年輪換区に比べ、畑輪換区は4~13%増加している。しかし、加里の吸収は畑輪換区で低下した。白菜は窒素と加里の吸収量が多く、10a当たり窒素は約20kg、加里は約30kg吸収している。次いで、石灰が約15kgである。湿害により生育不良の白菜は、窒素・リン酸の含有率が低い特徴がみられた。

表-22に収穫期大豆の養分含有率を及び吸収量を示した。

大豆の養分吸収量も白菜と同様、処理間に大きな差は認められず、2年輪換区に比べ畑輪換区は数%増加しているにすぎない。しかし、加里の吸収量は畑輪換区でむしろ低下した。

養分含有率は2年輪換区に比べ、畑輪換区は窒素・リン酸では高いが、加里・石灰ではむしろ低下の傾向が認められる。また、養分の子実への移行率は窒素・リン酸で極めて高く、共に92%を示した。

表-21 収穫期白菜の養分含有率及び吸収量

輪換形態	前作物	生育程度	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
養分含有率(%)							
2年輪換	水稻	良30%	3.31	1.13	5.49	1.88	0.46
		中40%	3.35	1.23	4.95	2.47	0.52
		不良30%	2.67	1.09	5.33	2.37	0.47
		平均	3.15	1.16	5.23	2.25	0.48
畑輪換	ばれいしょ・白菜	良35%	3.24	1.15	4.27	2.37	0.46
		中45%	3.33	1.23	4.58	2.36	0.47
		不良20%	2.69	1.08	4.31	2.65	0.55
		平均	3.19	1.17	4.41	2.41	0.47
養分吸収量(kg/10a)							
2年輪換	水稻	良30%	23.53	8.01	38.98	13.37	3.23
		中40%	20.56	7.52	30.39	15.17	3.16
		不良30%	15.10	6.17	30.20	13.43	2.65
		平均	19.81	7.26	32.90	14.11	3.02
畑輪換	ばれいしょ・白菜	良35%	24.48	8.66	32.27	17.93	3.44
		中45%	21.24	7.86	29.23	15.06	2.95
		不良20%	14.52	5.85	23.28	14.29	2.95
		平均	21.03	7.74	29.11	15.91	3.13

表-22 収穫期大豆の養分含有率及び吸収量

輪換形態	前作物	養分含有率(%)		養分吸収量(kg/10a)			子実への移行率
		茎葉	子実	茎葉	子実	合計	
N							
2年輪換	水稻	0.62	5.85	1.43	17.73	19.16	93
畑輪換	大豆	0.68	5.90	1.66	18.46	20.12	92
P ₂ O ₅							
毎年輪換	水稻	0.13	1.24	0.31	3.77	4.08	92
畑輪換	大豆	0.13	1.25	0.32	3.91	4.23	92
K ₂ O							
毎年輪換	水稻	1.39	2.31	3.23	7.01	10.24	68
畑輪換	大豆	1.04	2.22	2.55	6.96	9.51	73
CaO							
毎年輪換	水稻	0.82	0.50	1.89	1.53	3.41	45
畑輪換	大豆	0.81	0.47	1.99	1.48	3.46	43
MgO							
毎年輪換	水稻	0.56	0.45	1.30	1.36	2.66	51
畑輪換	大豆	0.61	0.42	1.50	1.31	2.80	47

8) 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。しかし、代かき用水量は、水稻連作区が97.3m³/10aであったのに対し、毎年輪換区では129.8m³/10aとなり、輪換区では33%の代かき用水量の増大が認められたにすぎない。この結果は、過去の輪換区における値と近似しており、数値として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。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、水稻連作区が342.3m³/10aであったのに対し、毎年輪換区では445.0m³/10aであった。なお、水稻栽培期間中の降水量は603.1mmである。

代かき後の減水深は圃場に設置した減水深測定装置を用いて測定した。測定結果を表-23に示した。

表-23 減水深の経時変化

(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
水稲連作	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

移植後の減水深は水稲連作区は平均6.2mm/day、毎年輪換区は6.7mm/dayとなり、毎年輪換区は8%の増加であった。

9) 地下水位の変動

図-5に圃場における地下水位測定位置を、表-24に作物栽培期間中の地下水位の変動を示した。

全期を通じて、地下水位は低く、ほとんど1 m以下で推移した。また、湛水中の水稲作付区においても、地下水位は比較的低位経過した。しかし、輪換畑では降水後耕盤上に停滞した水が比較的長く認められ、営農対策としての地表水の排除、透水性付与の重要性が改めて指摘される。

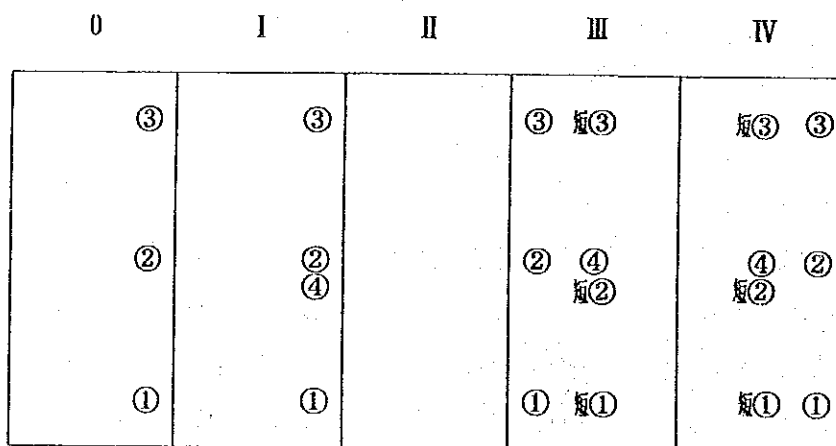


図-5 地下水位の測定位置

表-24 地下水位の推移

輪換形態	6/11	6/17	6/24	7/ 2	7/ 7	7/15	7/22	8/ 4	8/25	8/31	9/18	10/1
0-1	>162	>162	>164	>164	160	152	111	>162	146	151	>163	135
2	>149	>150	153	155	152	154	144	149	148	152	>154	146
3	>118	>118	>119	>119	>118	>120	>120	>120	>120	>121	>120	>120
I-1	>81	>165	>165	>165	>165	>165	>165	>165	0	72	>167	>167
2	87	115	92	98	96	91	100	109	100	99	>120	81
3	>157	>157	>157	>157	>157	>156	>156	>156	>156	>150	>151	>151
4				>151	>151	>151	>153	>152	>153	148	>153	>153
III-1	>152	>152	>153	>153	>153	>153	138	>152	125	104	141	129
2	>143	>143	>144	>144	>144	>143	>143	>143	>140	>140	>142	>142
3	>107	>107	>108	>107	>107	>85	105	119	8	78	>137	53
4				>137	>137	>137	>137	>137	14	114	>136	38
IV-1	>164	>164	>164	>164	>163	>162	>162	>163	>163	>163	>162	>162
2	>174	>174	>176	>175	>175	>175	169	>175	80	132	>172	142
3	>153	>153	>153	>153	>153	>153	>165	>165	>165	150	>164	160
4				>156	>156	>155	103	>156	45	104	>155	91
短管												
III S-1	>28	>28	>28	>28	>28	>28	>28	>27	23	>28	>28	>28
2	>30	>30	>30	>30	>30	25	26	>30	11	27	27	26
3	>32	>32	>32	>32	>32	32	28	>32	11	28	>32	16
IV S-1	>37	>37	>37	>37	>37	>37	>37	>36	22	>37	>37	>37
2	>31	>31	>31	>31	>31	>31	>32	>31	15	>31	>31	23
3	>28	>28	>28	>28	>28	>28	>28	>28	12	25	>28	21

注) >印はその位置まで地下水位が検出できなかったことを示す

10) 土壌水分 (含水比) の推移

表-25に畑作物栽培期間中における輪換畑の土壌水分 (含水比) の推移を示した。

畑作物栽培期間中の含水比は、20~30の間で推移したが、輪換処理間で大きな差異は認められなかった。本土壌の有効水分域は比較的狭いと思われ、雨量の少ない春季・秋季では干害に対する注意も必要と考えられた。

収穫跡地の土壌水分は、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、土壤有機物の分解に対して(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-25 土壤水分(含水比)の推移

輪換形態	栽培作物	3/13	4/7	5/11	5/25	6/11	6/17	6/24	7/2
2年輪換	ばれいしょ・白菜	38.4	29.4	22.8	25.3	26.6	20.1	19.0	20.8
"	大豆	35.2	28.5	23.2	23.6	23.9	22.8	23.2	20.5
畑転換	ばれいしょ・白菜	27.6	20.2	23.0	22.8	28.0	22.2	18.5	16.9
"	大豆	28.1	18.9	23.2	24.0	24.7	23.1	22.2	19.5
水稻連作	水稻	44.2	28.7	23.3					
毎年輪換	水稻	28.0	21.1	23.4					

輪換形態	栽培作物	7/7	7/16	7/22	8/4	8/25	9/18	10/13	11/12
2年輪換	ばれいしょ・白菜	25.4	26.8	28.5	19.2	30.8	25.4	23.4	29.4
"	大豆	22.5	25.5	29.6	17.8	33.2	25.5	22.8	30.3
畑転換	ばれいしょ・白菜	26.2	27.0	29.8	18.0	31.3	26.8	21.8	30.0
"	大豆	22.6	25.0	28.8	17.4	34.1	27.3	23.5	31.0
水稻連作	水稻								42.0
毎年輪換	水稻								39.9

11) 輪換土壤の土塊分布(碎土性)

表-26、図-6に輪換畑における、2回ロータリー耕直後の土塊分布を示した。

1.9cm以下の土塊比率は、2年輪換区の(ばれいしょ・白菜)水稻跡で69.3%、(大豆)水稻跡で73.0%であり、畑転換区では、ばれいしょ・白菜跡81.0%、大豆跡73.3%であった。2年輪換区の水稲跡では、調査時の土壤水分が過湿気味で、碎土性がかなり劣っていた。これが、ばれいしょの初期生育に悪影響を及ぼしたことも考えられる。

表-26 輪換土壤の土塊分布

(%)

輪換処理	前作物	2 mm 以下	2 mm ~ 4 mm	4 mm ~9.5	9.5mm ~19.1	19.1mm 以上	調査時 含水比
2年輪換 a	水稻	5.1	9.7	24.0	30.5	30.7	37.7
" b	水稻	5.3	12.4	25.2	30.1	27.0	37.1
畑輪換 a	ばれいしょ・白菜	7.1	15.5	31.3	27.1	19.0	25.4
" b	大豆	7.0	13.5	26.0	27.0	26.5	26.7

注) 調査期日: 92. 4. 13

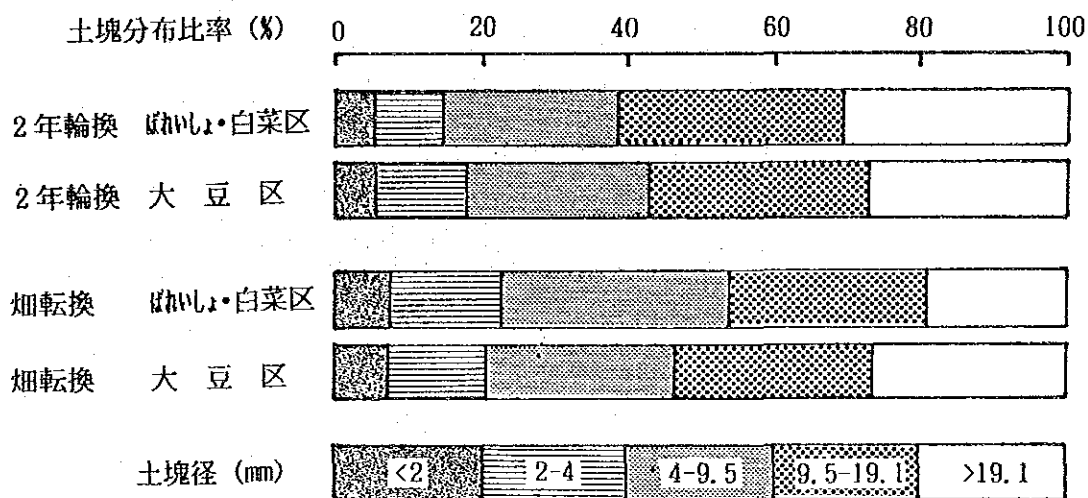


図-6 輪換土壤の土塊分布

12) 三相分布、硬度等

表-27に土壤の層位別三相分布、土壤硬度を示した。

春季、圃場作業を開始する時点(4月7日)での三相分布をみると、作土の固相率は水稻栽培跡で明らかに大きい。特に、2年輪換区では大きく、畑状態を継続した畑輪換区では小さい。硬度、仮比重でも同様の傾向が認められる。また、気相率は水稻栽培跡で小さく、特に2年輪換区で小さい。畑輪換区の気相率は大きい。当然のことながら、孔隙率でも同様の傾向が認められる。

作土の土壤水分は水稻栽培跡(水稻連作区、2年輪換区)で多く、畑作物栽培跡(毎年輪換区、畑輪換区)で明らかに少ない。

下層土については、輪換処理間に一定の傾向は認められない。

ばれいしょ収穫時（7月1日）の土壌水分は2年輪換区に比べ畑輪換区で少なくなっている。これは、ばれいしょの生育状態の差によるものと考えられる。また2年輪換区で作土の固相率・硬度等が大きく、畑輪換区で小さくなっているが、これは、ばれいしょ作付時の土壌水分が影響しているかもしれない。

水稻収穫跡地（10月22日）の物理性は、水稻連作区に比べ、毎年輪換区では固相率、硬度、仮比重が各層位とも大きくなり、孔隙率は低下した。

大豆収穫跡（9月30日）における作土の硬度が2年輪換区で小さいが、その理由は明らかでない。白菜収穫時（12月11日）畑輪換区において、作土の固相率・仮比重が大きく、気相率が小さい理由も明らかでない。

表-27 三相分布、硬度等

輪換形態	前作物	深さ (cm)	三相分布(%)			硬度 (mm)	仮比重	孔隙率	含水比
			固相	液相	気相				
1992. 4. 7									
水稻連作	水稻	0-10	44.5	38.5	17.0	18.3	1.18	55.5	32.3
		10-20	53.9	38.2	7.9	22.7	1.43	46.1	26.7
		20-30	57.9	37.9	4.2	27.3	1.54	42.1	24.6
毎年輪換 a	白菜	0-10	42.0	30.8	27.2	13.3	1.11	58.0	23.8
		10-20	52.4	36.2	11.4	21.7	1.39	47.6	26.1
		20-30	59.0	36.3	4.7	26.3	1.56	41.0	23.3
毎年輪換 b	大豆	0-10	41.4	26.4	32.2	10.0	1.10	58.6	24.2
		10-20	47.5	31.2	21.3	23.3	1.26	52.5	24.9
		20-30	55.1	39.9	5.0	24.7	1.46	44.9	27.3
2年輪換 a	水稻	0-10	48.5	43.8	7.7	18.7	1.28	51.5	34.2
		10-20	57.1	37.6	5.3	21.0	1.48	42.9	29.1
		20-30	58.9	39.7	1.4	24.3	1.56	41.1	25.5
畑輪換 a	白菜	0-10	41.6	24.6	33.8	16.7	1.10	58.4	22.3
		10-20	43.0	28.6	28.4	23.7	1.14	57.0	25.2
		20-30	58.3	40.9	0.8	24.3	1.55	41.7	26.4
畑輪換 b	大豆	0-10	40.8	22.8	36.4	11.7	1.08	59.2	24.3
		10-20	46.3	32.2	21.5	21.0	1.23	53.7	26.6
		20-30	57.0	37.0	6.0	26.3	1.51	43.0	24.5
1992. 7. 1									
2年輪換	ばれいしょ	0-10	45.0	27.4	27.6	12.7	1.19	55.0	23.0
		10-20	56.4	34.1	9.5	21.0	1.49	43.6	22.9
		20-30	59.0	32.3	8.7	26.0	1.56	41.0	20.7
畑輪換 a	ばれいしょ	0-10	43.6	19.3	37.1	12.3	1.16	56.4	16.7
		10-20	51.7	24.1	24.2	22.7	1.37	48.3	17.6
		20-30	58.1	31.4	10.5	28.3	1.54	41.9	20.3
畑輪換 b	大豆	0-10	42.6	21.6	35.9	12.0	1.13	57.4	19.1
		10-20	51.4	34.2	14.5	27.0	1.36	48.6	25.3
		20-30	56.4	38.4	5.2	27.3	1.50	43.6	25.7

輪換形態	前作物	深さ (cm)	三相分布(%)			硬度 (mm)	仮比重	孔隙率	含水比
			固相	液相	気相				
1992.9.30									
2年輪換 a	ばれいしょ	0-10	45.1	34.7	20.2	6.3	1.20	54.9	29.0
		10-20	47.3	40.2	12.5	16.5	1.25	52.7	32.1
		20-30	58.7	38.9	2.5	23.9	1.55	41.4	25.0
2年輪換 b	大豆	0-10	41.7	27.5	30.8	5.5	1.10	58.3	24.9
		10-20	45.2	35.7	19.1	17.0	1.20	54.8	29.8
		20-30	60.2	38.5	1.3	24.5	1.60	39.8	24.2
畑転換 a	ばれいしょ	0-10	45.7	33.9	20.5	11.1	1.21	54.3	28.0
		10-20	57.7	38.0	4.3	15.7	1.53	42.3	24.9
		20-30	57.0	41.3	1.7	23.0	1.51	43.0	27.4
畑転換 b	大豆	0-10	43.4	31.5	25.1	10.6	1.15	56.6	27.4
		10-20	50.5	41.0	8.5	19.6	1.34	49.5	30.6
		20-30	58.4	39.4	2.2	22.7	1.55	41.6	25.5
1992.10.22									
水稻連作	水稻	0-10	45.1	49.2	5.8	12.6	1.20	54.9	41.2
		10-20	47.1	46.9	6.1	14.0	1.25	53.0	37.6
		20-30	58.9	37.8	3.3	22.6	1.56	41.1	24.3
毎年輪換	水稻	0-10	48.9	44.1	7.0	16.5	1.30	51.1	34.2
		10-20	50.3	45.7	4.1	17.4	1.33	49.7	34.3
		20-30	61.2	38.2	0.6	26.1	1.61	38.8	24.3
1992.12.11									
2年輪換 a	白菜	0-10	40.6	38.5	20.9	6.9	1.08	59.4	35.8
		10-20	47.8	50.6	1.6	8.6	1.27	52.2	39.9
		20-30	59.2	39.2	1.6	20.6	1.57	40.8	25.0
畑転換 a	白菜	0-10	45.9	45.3	8.7	5.7	1.22	54.1	37.3
		10-20	51.6	45.9	2.5	15.3	1.37	48.4	33.6
		20-30	56.1	39.9	4.0	19.7	1.49	43.9	26.9

表-28 測定時間別の水中沈定容積

湿潤土 (ml/g)										
輪換形態	前作物	1 h	2 h	3 h	4 h	6 h	8 h	10h	24h	含水比
水稻連作	水稻	2.30	2.05	1.93	1.87	1.80	1.77	1.75	1.72	29.4
毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	1.72	1.56	1.52	1.49	1.47	1.47	1.47	1.47	19.6
〃 b	大豆	1.89	1.70	1.63	1.59	1.57	1.54	1.53	1.53	20.6
2年輪換 a	水稻	2.28	2.02	1.90	1.84	1.77			1.63	28.7
〃 b	水稻	2.21	1.98	1.86	1.79	1.73			1.63	28.0
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	1.82	1.66	1.59	1.55	1.50			1.47	19.8
〃 b	大豆	1.82	1.68	1.60	1.56	1.52			1.50	18.5

風乾土 (ml/g)								
輪換形態	前作物	30m	1 h	2 h	3 h	4 h	24h	畑地土壌化指数
水稻連作	水稻	2.10	1.65	1.53	1.53	1.52	1.52	0
毎年輪換 a	ばれいしょ・白菜	1.83	1.45	1.43	1.42	1.42	1.42	0.83
〃 b	大豆	1.97	1.52	1.50	1.49	1.49	1.49	0.83
2年輪換 a	水稻	2.09	1.53	1.50	1.49	1.49	1.49	0.39
〃 b	水稻	2.06	1.52	1.49	1.49	1.49	1.49	0.39
畑転換 a	ばれいしょ・白菜	2.17	1.50	1.43	1.43	1.42	1.42	0.83
〃 b	大豆	2.29	1.61	1.51	1.49	1.49	1.49	0.96

注) 土壌採取日: 1992. 4. 7

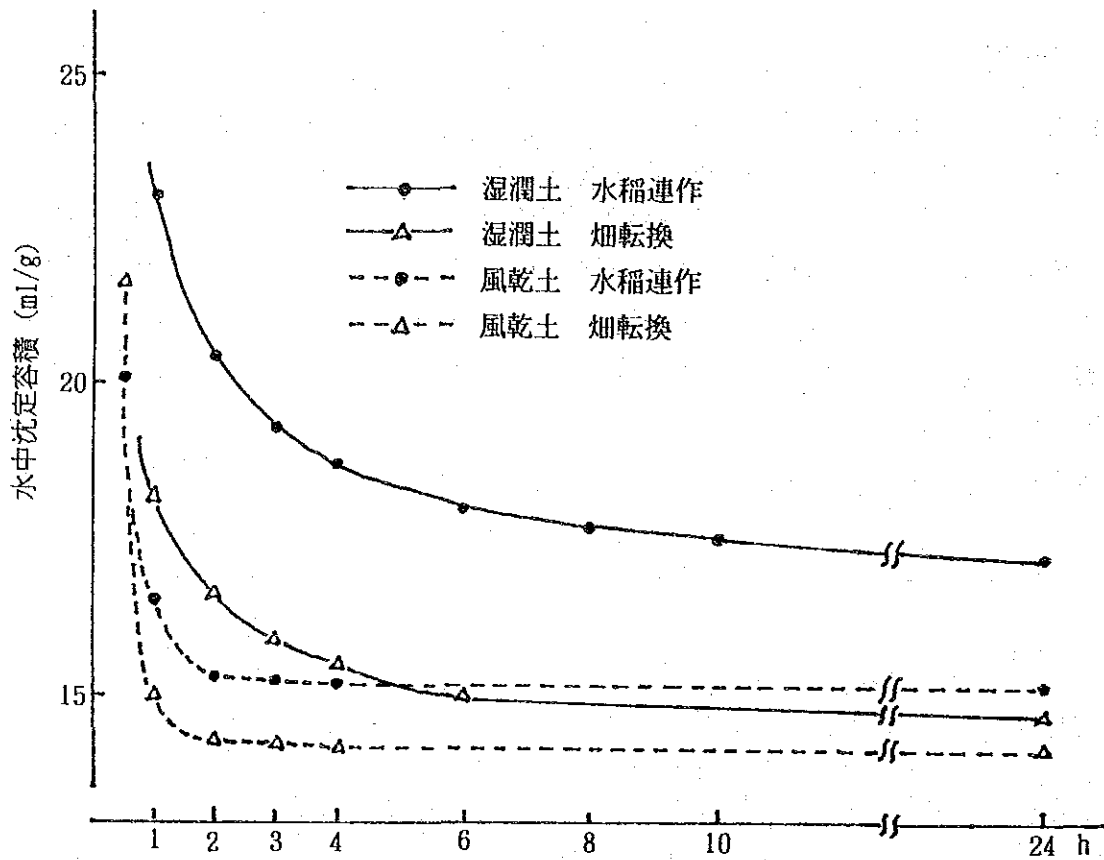


図-7 水中沈定容積の経時変化

13) 土壤の水中沈定容積

表-28、図-7に水中沈定容積の測定時間経過に伴う変化を示した。

湿润土の24時間後の水中沈定容積は、水稻栽培跡の水稻連作区、2年輪換区で大きく、畑作物栽培跡の毎年輪換区、畑輪換区で小さい。特に、畑輪換区大豆跡では畑地土壤化が、かなり進んでいることがうかがわれる。

风乾土は水中における土壤粒子の沈降速度が湿润土に比べ著しく速く、測定開始後、約4時間で一定容積に達し、以後容積の変化は認められなかった。

4. 試験結果の要約

安城試験地において、田畑輪換処理が土壤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た。

1) 水稻の収量は、水稻連作区に比べ、毎年輪換区では4、5%の増収となった。しかし、生

- 育経過や収量構成要素の内容は大きく異なった。毎年輪換区ばれいしょ・白菜跡では窒素過多により、収穫直前に倒伏した。
- 2) 春ばれいしょの収量は、2年輪換区に比べ畑転換区は66%増収した。処理間では、地上部の生育に初期より大きな差がみられた。その原因として、作付時の土壤水分と栽培期間中に土壤から放出された無機態窒素量の差があげられる。秋白菜及び大豆の収量でも、2年輪換区に比して畑転換区が増収したが、その差は2, 3%と僅少であった。
 - 3) 湛水培養土壤の窒素無機化量は、水稻連作区に比べ、毎年輪換区では明らかに増大した。特に、ばれいしょ・白菜跡輪換区での増大が著しかった。
 - 4) 畑状態で生成する土壤の窒素無機化量は、2年輪換区に比べ畑転換区(4年連作畑)で大きかった。特に、ばれいしょ栽培区において処理間差が大きく現れ、無機態窒素生成量に4倍以上の差がみられた。畑転換区土壤の無機態窒素生成量は著しく多く、2年輪換区では少なかった。これらの傾向は、畑作物の生育・収量と深い関連があったと考えられる。
 - 5) 土壤の全炭素・全窒素含量は、水稻連作区に比べ、輪換区で低下する場合が認められ、特に、大豆跡輪換区の低下が大きかった。
 - 6) 水稻栽培期間中における土壤溶液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の消長を調べることにより、簡単・迅速に土壤中の無機態窒素成分の消失時期を把握することができた。これにより、容易に追肥対策を立てることができるようになった。水稻葉色の変化も事前に予想できる。
 - 7) 水田と畑状態における土壤中の有機物の分解状態を追跡した結果、水田状態に比べ畑状態での分解が旺盛であり、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、堆肥では分解に伴って窒素成分も徐々に放出されるが、CN比の高い稲藁では、試験期間中に窒素の放出は認められず、有機化による窒素の取り込み(増加)が認められた。
 - 8) 水稻の養分吸収量は、水稻連作区に比べ、毎年輪換区では各要素とも増大したが、特に、珪酸・石灰・苦土の吸収が多かった。窒素では、ばれいしょ・白菜跡輪換区で多かった。ばれいしょの養分吸収量は生育・収量に大きな差異が認められたこともあり、畑転換区は2年輪換区に比べ著しく増大した。特に、窒素・石灰・苦土で著しかった。白菜、大豆の養分吸収量でも畑転換区>2年輪換区となったが、その差は数%にすぎなかった。しかし、加里の吸収量は逆に畑転換区で低下した。
 - 9) 毎年輪換区の代かき用水量は、水稻連作区に比べ33%増大した。しかし、その数値は普通水田の正常値の範囲内に入るものである。移植後の減水深は平均6.7mm/dayであり、水稻連作区より増大した。しかし、数値としては小さく、用水量過大の問題は認められない。
 - 10) 作物栽培期間中に経時的に測定した、圃場の地下水位は比較的低く、ほとんど1m以下で

推移した。しかし大雨後には耕盤上に停滞水が比較的長く認められた。畑作物栽培期間中の作土の土壤水分は輪換処理間で大きな差異は認められなかった。

- 11) 輪換畑土壤の碎土率は、輪換処理間では、2年輪換区<畑転換区、作付処理間では、ばれいしょ・白菜跡>大豆跡となった。2年輪換区の水稲跡では、調査時の土壤水分が過湿気味で、径1.9cm以下の土塊割合は約70%で、碎土性がやや劣っていた。
- 12) 輪換畑において土壤畑地化の指標となる、湿潤土壤の水中沈定容積は、輪換畑で減少し、畑期間が長くなると、その減少が大きかった。逆に、水田に復元した輪換田では、その値が高くなり、水田土壤への戻りがうかがわれた。
- 13) 土壤の三相分布・仮比重・硬度等についても、春季圃場作業開始時及び各作物収穫跡に、土壤層位別に調査された。結果は田畑輪換の経過を反映するものであった。

2. 短期派遣専門家帰国報告

(1) 報告者：野菜・茶業試験場久留米支場 小林 紀彦

派遣先：農村振興庁 農業技術研究所

業務：土壌病害に係る技術研究指導

期間：8月7日～9月4日（4週間）

内容：下記の通り

月 日	実 施 内 容
8月7日(金)	JL951便にて韓国着、日本大使館表敬訪問、水原市へ
8月8日(土)	農村振興庁試験局長、農業技術研究所企画部挨拶、病理科長、昆虫科長挨拶、病理科内研究室挨拶、李病理科長招待昼食
8月9日(日)	休日 市内案内(梁、泰氏)
8月10日(月)	農業技術研究所所長挨拶、92年度農業科学技術開発試験研究事業 夏季中間評価会出席、土壌病害研究室招待夕食
8月11日(火)	研究打合せ、キュウリ、トマト土壌病害調査 (京畿道華城郡)
8月12日(水)	Fusarium 選択培地調整、希釈平板法指導
8月13日(木)	トウガラシ、ゴマ、トマト土壌病害調査 (京畿道華城郡)
8月14日(金)	停電、分離菌調査、韓国セミナー出席、柳氏招待夕食
8月15日(土)	独立記念日、農耕地高度利用プロ試験地圃場見学、調査(京畿道安城郡、両金氏)、土壌病害研究室長金氏家招待夕食
8月16日(日)	休日、市内案内(朴氏)、土壌病害研究室 朴氏家招待夕食
8月17日(月)	トマト、トウガラシ、ゴマ、トラジ罹病植物分離
8月18日(火)	ハクサイ、キャベツ病害調査(江原道平昌郡、洪川郡、梁氏)
8月19日(水)	同上、局長招待夕食
8月20日(木)	ハクサイ病原菌分離用培地調整、分離 第1回 セミナー「発病抑止土壌の探索とその抑制機構の解明ならびにVA菌根菌について」、病理科長 李氏招待夕食
8月21日(金)	ハクサイ土壌からの病原菌分離、土壌 pH、EC 測定

月 日	実 施 内 容
8月22日(土)	Verticillium 培地調整、分離菌調査、病原菌釣菌
8月23日(日)	休日、Seoul案内(金氏)
8月24日(月)	扶餘、温陽、大田周辺視察(金氏)
8月25日(火)	嶺南試験場(密陽市)見学(金氏)
8月26日(水)	慶州市周辺視察(金氏)
8月27日(木)	ハクサイ分離調査、試験地土壌のVA菌根菌胞子調査、調査団団長招待夕食
8月28日(金)	試験地土壌のVA菌根菌胞子調査、農業技術研究所所長招待昼食 第2回セミナー「野菜の土壌病害の生物的防除と総合防除」 Thanks and farewell Party (Plant Pathology Division)
8月29日(土)	試験地土壌のVA菌根菌胞子調査、ハクサイ病原菌分離調査
8月30日(日)	休日、試験地土壌のVA菌根菌胞子調査、各種病原菌の釣菌、形態観察
8月31日(月)	東国大学、土壌微生物研究室李敏雄教授訪問、セミナー「野菜の土壌病害の生物的防除と総合防除」、李教授招待昼食、夕食
9月1日(火)	帰国報告書作り、VA菌根菌胞子数カウント Thanks and Farewell Party (Institute)
9月2日(水)	帰国報告書作り、Thanks and Farewell Party (For Ladies and Staffs of Soil borne disease Lab.)
9月3日(木)	帰国報告書作り、振興庁局長、農業技術研究所所長ほか挨拶、昆虫科長崔氏招待昼食、Farewell Party of Dr. N. Kobayashi by Chief of Pathology Division of Korea
9月4日(金)	JL972便で帰国、福岡空港着

野菜の土壌病害を引き起こす病原菌の分離、同定ならびに菌密度測定法

韓国は、現在、米の生産が頂点に達し、水稻から野菜への転換が試行されており、大きな野菜産地が形成されつつある。当地においても野菜が同一圃場やハウスで連作されており、連作障害、すなわち土壌病害の発生が顕著となってきた。

本試験では主要な野菜産地の土壌病害の発生を調査し、罹病植物や土壌を採取して、分離、同定および菌密度の測定を行った。いずれにしても短期間の調査であり、現状を把握したにとどまらないことを付け加えておく。

本試験を行うに当たり、李 銀鍾病理科長、金 忠會土壌病害研究室長、丙 完海研究官、梁成錫研究士、朴 徑錫研究士ならびに科内の方々の大きな支援をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。

I. 野菜産地で見られた主要な土壌病害の病原菌の分離と同定

1. キュウリ、トマト栽培地帯で見られた土壌病害

キュウリのハウスや露地栽培地帯での土壌病害の発生は極めて激しく、特にキュウリつる割病の激発には驚いた。罹病接ぎ木や自根株とそれらの土壌を採取し、常法（下記に説明）にて病原菌を分離した。また、*F. oxysporum* 菌密度の測定は希釈平板法にて検討した。

材料と方法

- 1) 材料は表1に示した。
- 2) 分離方法
 - a) 罹病作物の茎や根を水道水でよく洗い、罹病部を取り出し、3-5 mm角程度の小さな切片とした。
 - b) それらの材料をまず70%のアルコール液に浸せきし、2-4分程度表面殺菌する。さらにもう一度、新しい70%アルコールで表面殺菌して、4、5回新しい殺菌水で次々と水洗いした。
 - c) 水洗いした材料はよく水を切り、ストレプトマイシン入り(0.3g/L) PDAや素寒天培地あるいは駒田培地（培地1）に置床した。
 - d) 一定期間恒温で保存し、材料から出現した菌糸をさらにストレプトマイシン入りPDAに移植し同定に供した。

表1 韓国で見た主要野菜における土壌病害

作物名	品種名	症状	採取場所	採取月日
キュウリ	黒星白	委ちょう	京畿道華城郡梅松面	8/11/92
接木台	(黒ダネ)			
〃	黒星城	〃	〃 南松面	〃
トマト		〃	〃 〃	〃
トウガラシ		〃	〃 〃	8/13/92
ゴマ		〃	〃 〃	〃
トマト		〃	〃 〃	〃
トラジ		〃	京畿道安城郡宝蓋面	8/15/92
ゴマ		〃	〃 〃	〃
ハクサイ		黄化	江原道平昌郡温屯	8/18/92
〃		〃	〃 横溪	8/19/92
〃		〃	〃 洪川郡内面	〃
〃		〃	〃 平昌郡間平	8/18/92
〃		〃	〃 〃 温屯	〃
〃		〃	〃 〃 珍富	8/19/92

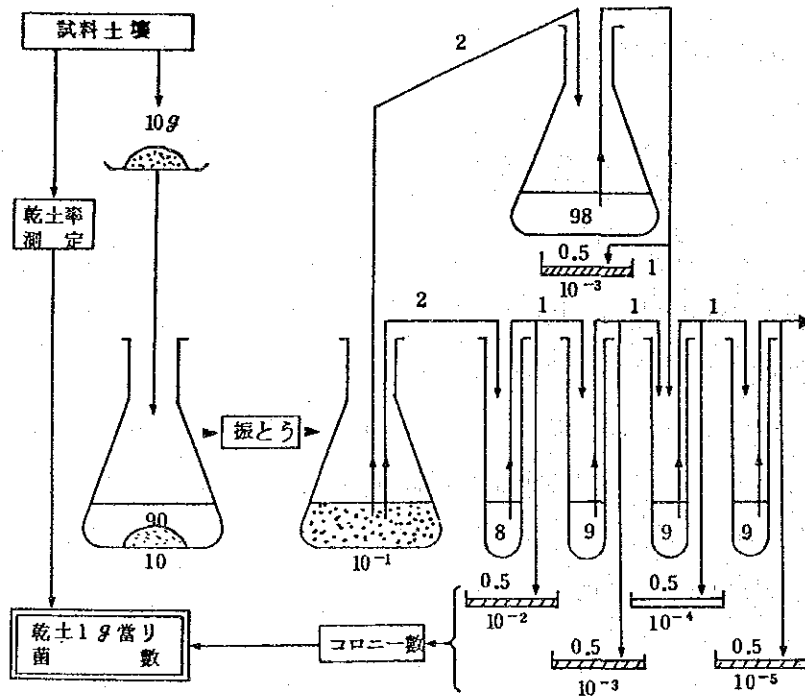


図-1 希釈平板法における土壌希釈懸濁液の作り方と操作の流れ (駒田原図)

培地及び希釈平板法

培地 1. 駒田培地 (Fusarium 菌用合成選択分離培地)

基本培地： K_2HPO_4 1.0g、 KCl 500.0mg、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 500.0mg、 $Fe-EDTA$ 10.0mg、 L -アスパラギン 2.0g、 D -ガラクトース 20.0g、寒天 15.0g、水 1000 ml。

$PCNB(75\%$ 水和剤) $1.0g$ 、オックスゴール(コール酸ナトリウム) 500.0mg、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 1.0g、硫酸ストレプトマイシン 300.0mg。

印の物質はそれぞれ100倍液として保存し、調製に際して10mlずつ採取して混合すると便利である。この基本培地は調製後保存する時は殺菌が必要であるが、ただちに下記の抗菌性物質を加えて使用する時には、特に殺菌を要せず、寒天の溶解のための100℃、1時間程度の加熱で十分である。

培地 2. Phytophthora 菌分離用選択培地(BNPRA-HMI 培地)

ベノミル 200mg 以上を80mlエタノールに溶かし、20mlの蒸留水

ナスタチン 250mg を加える。この液10mlを溶けて90mlの PDA

$PCNB(75\%$ 水和剤) 250mg あるいは V 8 ジュース寒天培地などに混和した

リファンピシン 100mg ベトリ皿に流す

ピクシリン 5 g

培地 3. CPB 培地

$NaNO_3$ 2.0g、 HCl 0.5g、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g、 K_2HPO_4 1.0g、 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01g、 D -フルクトース 5.0g、寒天 15.0g、蒸留水 1000 ml。オートクレーブ殺菌後、60℃くらいに冷めてから次の抗菌性物質を加える。 $PCNB(75\%$ 水和剤) 1.0g、ストレプトマイシン硫酸鹽200g、キャプタン (80%水和剤) 3.125mg、ポリオキシン AL (10%水和剤) 500 mg、プラストサイジン S (1%乳剤) 0.25ml。

3) 土壤希釈平板法 (図 1)

採取した土壤20g (10g) を180ml (90ml) の殺菌水でよく攪拌し、その懸濁液を10とし、2 mlをとり 8 mlの殺菌水で希釈し(50倍液)、それからまた 1 mlをとって 9 mlの殺菌水で希釈した(500倍)。さらに、1 mlをとり、9 mlの殺菌水で希釈した(5000倍)。このように希釈した土壤懸濁液の 1 mlを駒田培地上に注入し、培地全体に行き渡るようにした。一定期間保存後、出現したコロニーを数え、生土 1 g 当たりの菌密度を算出した。

4) 土壤 pH および EC の測定

供試土壤20gに10mlの蒸留水を加えて供試溶液とした。土壤 pH はコンパクト pH(TwinpH、B-112、堀場製作所)で、また、ECはコンパクト導電率計(TwinCond、

C-173、堀場製作所)にて測定した。

結果と考察

キュウリ委ちよう自根株の地際部ならびに根から分離した菌株はすべて *F. oxysporum* であり、おそらくキュウリつる割病菌 (*F. oxysporum* f. *spcucumerinum*) であろう。また、接ぎ木罹病株の台木 黒ダネ からも *Fusarium* 菌が分離された。これは *F. oxysporum* f. *sp. lagenarium*) と思われるが、今後病原性等について検討する必要がある。

また、これらの圃場の *Fusarium* の菌密度を測定したところ、自根病株土壌では約 $24 \times 10/g$ 生土で、接ぎ木罹病株土壌ではやや少なく、 1.4×10 であり、外見健全土壌は300個と極めて少なかった。(表2)

いずれにしてもキュウリ栽培地帯でのつる割病は激甚であり、農家に推奨している台木による病害回避は力不足で、この処理のみでは病害防除は難しいと思われる。農家等の話によれば、土壌くん蒸剤の効果に疑問をもっており、ほとんど行われていないようであるが、連作による菌密度の増加が懸念され、クロールピクリン等による土壌消毒が必要と思われる。

生産物の価格が安い割には農薬や肥料が高いようであるが、農薬の適正使用による高品質の生産を目指すべき時ではなかろうか？

また、灌水装置としてエバフローが導入されているが、灌水時の水圧が低いためか定植位置チューブに極めて近く密植気味と思われるが、過湿による病害の発生を留意する必要がある。

これらのキュウリ栽培土壌の化学性を見ると土壌 pH が6.3-6.6と適正な値を示している。また、ECも0.3-1.64mS/cmでやや低いと思われた。

表2 キュウリつる割病汚染土壌の菌密度、土壌 pH および EC

供試土壌	F. oxy f. sp		土壌 pH	土壌 EC ms/sec
	cucumer ×10	lycoper ×10		
接木罹病株	14	0	6.3	1.64
接木健全株	3	0	6.4	0.47
自根罹病株	174	24	6.6	0.30
自根罹病株 (トマト)	62	8	-	-

2. その他の野菜で見られた土壌病害 (表3)

1) トマト萎ちょう症状

萎ちょう症状のトマトを2か所の農家から採取し、それぞれの罹病株の病原菌の分離を行なったところ、両サンプルとも *F. oxysporum* が高頻度で分離された。おそらくトマト萎ちょう病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) と思われる。しかし、当地ではトマトの需要が多くないためか、本病について研究している人がほとんどいないということである。しかし、日本では、現在、本病原菌による被害が極めて深刻であり、今後注意する必要があるだろう。

2) トウガラシ萎ちょう症状

本罹病部からの分離はストレプトマイシン入の PDA と *Phytophthora* 分離選択培地 (培地2) にて行った。その結果、疫病菌 (*Phytophthora* sp) と *Fusarium* 菌が高頻度で分離された。しかし、分離された *Fusarium* 菌が病原菌であるか、2次的な腐生的なものであるかについては病原性について生物検定を行わねばならない。

3) ゴマ萎ちょう症状

華城郡と安城郡から採取した罹病株からは *Fusarium oxysporum* 菌が高頻度で分離され、これらの病害はゴマ萎ちょう病 (*F. oxysporum* f. sp. *sesami*) による病害と思われた。

4) トラジ茎枯症状

安城郡の水田高度利用試験圃場から採取した罹病株からは *Fusarium* が多数出現し、その他の分離菌は胞子がなく同定困難な菌も分離された

表3 主要野菜産地で採取した土壌病害の病原菌

作物名	駒田培地	培地 PDA(ストマイ)	WA	Phytophthora
キュウリ	5 / 5 (Fus)	5 / 5 (Fus)	—	—
〃 (台木)	5 / 5 (Fus)	5 / 5 (Fus)	—	—
トマト 1	4 / 5 (Fus)	1 / 5 (Fus)	—	—
〃	4 / 5 (Fus)	3 / 5 (Fus)	—	—
トマト 2	5 / 5 (Fus)	5 / 5 (Fus)	4 / 5 (Fus)	—
〃	—	4 / 5 (Fus)	—	—
ゴマ 1	4 / 5 (Fus)	1 / 5 (Fus)	4 / 5 (Fus)	—
〃	—	4 / 5 (Fus)	—	—
ゴマ 2	4 / 5 (Fus)	—	—	—
〃	2 / 5 (Fus)	—	—	—
トウガラシ	—	4 / 5 (Fus)	—	4 / 5
〃	—	5 / 5 (Fus)	—	3 / 5
〃	—	5 / 5 (Fus)	—	—
トラジ	5 / 5 (Fus)	4 / 5 (Fus)	—	—
〃	—	2 / 5 (Fus)	—	—
〃	—	4 / 5 (Fus)	—	—

II. アルパイン地帯のハクサイに見られた主要な病害について

夏にも野菜が生産できる高原地帯、アルパインにおいてハクサイとキャベツの圃場の病害発生状況を観察した。2日間雨の中、約10圃場から被害植物および土壌を採取した。

ほとんどの圃場で見られた主要な病害はえそモザイク病(Turnip mosaic virus)、軟腐病(*Erwinia carotovora* sub. sp. *carotovora*)、根くびれ病(*Aphanomyces raphani*)であった。

これらの被害は極めて激しく、病害が激甚のため、放棄した圃場が多かった。また、これらの圃場の土壌は砂質土壌が多く、肥料欠乏の圃場も多く見られた。いずれの圃場も根こぶ病は認められなかった。

軟腐病や肥料欠乏にて黄化しているハクサイが多く、*Verticillium*による黄化症状は認められなかったが、一応採取して病原菌の分離を組織ならびに土壌から行うこととした。

材料と方法

1. 供試材料は表4に示した。
2. 組織からの分離は上述した方法にて行い、培地はWAとVerticillium選択培地(培地3、CPB)を用いた。また、土壌からの分離は選択培地に少量の土壌を置床した。さらに、土壌の化学性については上述した機器で測定した。

結果と考察

8か所から分離したハクサイの黄化した罹病葉からはほとんど細菌が分離され、糸状菌はAspergillusとPenicilliumが主で、目的としたVerticilliumはどのサンプルからも分離できなかった。

また、土壌からもVerticillium選択培地を使用して分離を試みたが、いずれの土壌からもVerticillium菌は全く分離できなかった。

まず、この地方で見られたえそモザイク病の激発による収穫放棄を回避するには、1) アブラムシの伝染源を断つこと、すなわちアブラナ科作物の連作を避けること、2) 殺虫剤による防除、3) シルバーマルチ等による忌避、4) 作期を遅らせる、5) 抵抗性品種の使用等であろう。現場で病気のない圃場が1か所見られたが、その農家は抵抗性品種を栽培していた。

表4 アルペイン地帯で採取したハクサイの分離結果

供試 土壌	採取場所	病原菌分離		WA	土壌 pH	土壌 EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
		PDA				
1	江原道平昌郡温屯	5 / 5 (Aps)		4 / 5 (Bac)	—	—
		5 / 5 (Bac)		5 / 5 (Bac)	—	—
		4 / 5 (Bac)		5 / 5 (Bac)	—	—
2	" 横溪	4 / 5 (Bac)		5 / 5 (Bac)	5.0	71
		3 / 5 (Bac)	2 / 5 (Fun)	5 / 5 (Bac)	4.6	95
3	洪川郡内面	3 / 3 (Fun)		3 / 3 (Fun)	5.7	84
		4 / 5 (Bac)		—	5.5	129
4	平昌郡閭平	6 / 6 (Bac)		3 / 5 (Bac)	5.2	177
		3 / 5 (Bac)	2 / 5 (Pen)	5 / 5 (Bac)	5.0	240
		3 / 5 (Pen)	2 / 5 (Bac)	5 / 5 (Bac)	5.0	128
		3 / 3 (Bac)		4 / 4 (Bac)		
		3 / 3 (Pen)				
		4 / 5 (Bac)				
		3 / 5 (Fun)	2 / 5 (Bac)			
5	" 温屯	3 / 3 (Bac)		5 / 5 (Bac)	—	—
		4 / 4 (Bac)		3 / 3 (Bac)	—	—
		—		5 / 5 (Bac)	—	—
		—		5 / 4 (Bac)	—	—
		—		2 / 2 (Bac)	—	—
6	" 珍富	5 / 5 (Asp)		4 / 4 (Bac)	5.8	64
		—		4 / 5 (Bac)	4.9	64
7	洪川郡内面	4 / 4 (Bac)		—	5.1	116
		2 / 2 (Bac)		—		
8	平昌郡閭平	3 / 3 (Asp)		—		
		3 / 5 (Fun)	2 / 5 (Bac)	—		

III. VAM (Vesicular Arbuscular Mycorrhizae)の分離

VA 菌根菌は 3 億 7 千年前から生存し、植物と共生関係を維持し現在まで生き延びている。人工培養が出来ないため、本菌に対する研究は極めて少ない。

現在、日本では作物生産に農薬や肥料を過剰に投入していたため、農業生態系が乱れ、大きな問題となっている。その結果、農業生態型防除法や栽培体系に関するプロジェクトが多くなってきた。このような時代背景から生物肥料として注目を浴びるようになってきた。

ここでは農耕地高度利用プロジェクトで使用している試験圃場の畑作物連作区の土壌出の VAM の存否について検討した。

材料と方法

- 1) 安城試験地の 2 年輪作区と畑転換区の土壌を供試した。
- 2) 分離方法 (水洗篩別法)
 - a 各供試土壌を 600ml 使用した。
 - b これらの土壌をまず 2 mm の篩で大きなごみを取り除いた。
 - c 篩った土壌は水道水を少しずつ流しながら 149 μ m の篩で篩った。何回も丁寧に粘土を洗い流し、ろか液はバットに溜めた。ほとんど粘土が濾過されなくなると篩上の残さを水で懸濁し、ビーカーにとった。バットに溜めた土壌懸濁液はさらに 106 μ m で同様に処理した。
 - d これらの懸濁液は少しずつ小さなペトリ皿にとり、実体顕微鏡にて観察しながら胞子を採取した。

結果と考察

両区とも *Glomus* sp. とと思われる胞子が採取できた。2 年輪作区と畑転換区を比較するとやや畑転換区が多かったが、その数は日本の土壌に比べて極めて少なかった。この原因としてこの試験区が排水が悪く、VAM が生存しにくい状況にあると推察された。

総合考察

短期間であったが、韓国の農業試験状況や農家の栽培状況が観察できて誠にいい経験となった。滞在中は病理科の人々に非常にお世話になった。お礼申し上げます。韓国の土壌病害の研究もいろいろと試みられ、素晴らしい成果が出ているものもあるが、いずれにしても土壌病害に携わる研究者が少なく、今後両国の研究者の交流をより多くし、相互の更なる努力が必要と感じた。

(2) 報告者：農業研究センター 国分 牧衛

派遣先：農村振興庁 作物試験場

業務：畑作栽培に係る技術研究指導

期間：9月17日～10月15日（4週間）

内容：下記の通り

月 日	実 施 内 容
9月17日(木)	JL953便にてソウル着、水原へ
18日(金)	農村振興庁表敬、作物試験場内挨拶、畑作一科圃場視察
19日(土)	畑作一科試験概況の説明を受ける
20日(日)	休日
21日(月)	畑作一科豆類試験圃場の作柄観察、データ解析
22日(火)	〃
23日(水)	〃
24日(木)	アジア作物学会出席(ソウル)、発表(水田における大豆栽培の問題点と対策)
25日(金)	〃
26日(土)	〃
27日(日)	〃
28日(月)	作物試験場(試験圃場観察、試験データ検討)
29日(火)	〃
30日(水)	〃
10月1日(木)	嶺南作物試験場観察、セミナー発表(水田における大豆栽培の研究課題)
2日(金)	〃
3日(土)	〃
4日(日)	休日
5日(月)	ソウル大学にてセミナー発表(大豆多収品種の設計と評価)、作物試験場(試験圃場観察、データ解析)、セミナー発表(大豆栽培技術に関する今後の研究課題)
8日(木)	湖南作物試験場観察、セミナー発表(大豆栽培技術の現況と今後の研究課題)

月 日	実 施 内 容
9日(金)	
10日(土)	忠清北道畑作地帯観察
11日(日)	休日
12日(月)	作物試験場圃場観察、データ解析
13日(火)	”
14日(水)	帰国報告書作成、セミナー発表(大豆多収品種の設計と評価)
15日(木)	帰国

水田輪換大豆作の多収化と省力化のための研究課題

1. はじめに

韓国の大豆の栽培と利用は長い歴史を持っているが、近年栽培面積は減少傾向にあり、1975年の275千haから1991年には120千haにまで減少している。一方大豆の需要は1975年の41万tから1991年には約140万tにまで増加しており、そのため国内自給率は85.8%（1975年）から17.4%（1991年）にまで低下している。

他方、水稻は近年過剰傾向にあり、水田を他作物に転換あるいは他作物を組み合わせた水田輪換が求められている。このような大豆作の置かれている状況は日本と共通点が多い。

大豆は作物としてみた場合、水分要求量が大きくN固定量が大きいという大きな特徴を有している。この特徴は、水管理が可能で肥沃度の高い水田での多収栽培の可能性を示すものである。実際、大豆の多収事例は地下からの水分供給量の大きい肥沃な水田で多く得られている。

韓国の気象は日本に比べ7月の降水量が極めて多く、反面秋は少ないという特徴を有している。また日本に比べ水田土壌は粘質なもの少なく、条件を整えば排水は良好な土壌が多い。このような自然条件は、秋に降雨が多く粘質な土壌の多い日本の水田に比べ、水田の基盤整備と栽培の集団化が進めば大豆栽培に好適な条件を備えている。

このように、大豆作に関わる社会的・経済的条件は韓日両国で極めてよく類似しており、大豆栽培上の技術的問題点・課題も共通点が多い。したがって両国の大豆研究者が今後一層交流を深めることは、両国の大豆栽培技術の改善については大豆生産量増大に資するところが大きいと信ずる。

著者はわずか4週間の韓国滞在であったが作物試験場、嶺南作物試験場、湖南作物試験場等を訪問し、圃場見学、研究者との意見交換の機会を得ることができた。この間に得た情報と観察をもとに、韓国における大豆栽培技術研究の今後の課題について若干の私見を報告としたい。

2. 水田輪換圃場における大豆栽培技術に関する今後の研究課題

(1) 水管理による多収化

水田輪換畑と畑との大きな相違点は土壌水分と土壌養分の供給能である。土壌水分に関しては、水田輪換畑は長所と短所を有している。すなわち、作物に対して、地表あるいは地下からのかんがいが可能である点は大きな長所であるが、地下水位が高くて排水不良な場合には湿害をもたらすおそれがある点は欠点である。したがって、この長所をいかに活用し、欠点をどのように克服するかが輪換畑栽培の要点である。

図1は韓国と日本の代表的な降雨パターンと大豆の生育に好適な水分量との関係を模式的に示したものである。韓国の降雨は7、8月が多く、春と秋が少ない。特に、7月～8月前半は極めて多く、日本の梅雨時より多い点が特徴である。この時期の前半すなわち7月前～中

旬は大豆の生育前半に当たり大豆の水分要求量は少ない。したがって、この時期の多量の降雨は大豆の根の生育を不良にし、ひいては地上部の生育不良をもたらす。一方8月下旬から9月にかけては大豆は子実肥大期に相当し、水分要求量は大きい。したがって、この時期の降雨不足は子実肥大を阻害し、減収をもたらす。麦後作としての晩播栽培では、生育前半の水分過多、後半の水分不足は一層顕著なものとなる。

このような降雨量と大豆の水分要求パターンとを考慮した品種の選定、作期および土壤水分コントロールが多収化への重要なポイントと思われる。

具体的な研究課題としては、

- 1 生育前半の多湿条件に耐性を示す品種の選定
- 2 生育後半の水分供給法

が考えられる。1については作物試験場において鋭意取り組まれており、その成果が期待されるが耐湿性強の品種はまだ確認されておらず、品種による対応は効果が小さいものと推定される。2については日本においても種々検討され、地表かん水、地下かん水の有効性が実証されており、可能であれば地下水位を安定的に保つ地下かん水の効果が高いことが示されている。(表1)

この表の成績によれば、大豆の多収に好適な地下水位は場所、品種、土壤によって異なるが、概ね20~50cmの比較的高いレベルにある。このことは、大豆の多収には安定的な水分供給が必要なことを示している。栽培管理を考慮すれば望ましい地下水位は50cm程度である。

一方、成熟期の降雨量は韓国では少なく、晴天が多い。この点では秋雨の降水量が梅雨時に匹敵する日本よりも、乾燥調製に好適である。日本では裂皮が多発するなどして粒の品質が著しく低下することがしばしば問題となるが、著者が観察した範囲では韓国品種の裂皮は少ないように見受けられた。このような裂皮発生之差には両国の成熟期の降水量の差が関与しているものと推察される。

今後、韓国の土壤、気象条件に対応した土壤水分コントロールの方法を検討することが重要な研究課題と考えられる。その際、土壤水分のコントロールを可能にするためには、水田土壤の汎用化のための基盤整備と大豆栽培圃場の集団化が前提である。

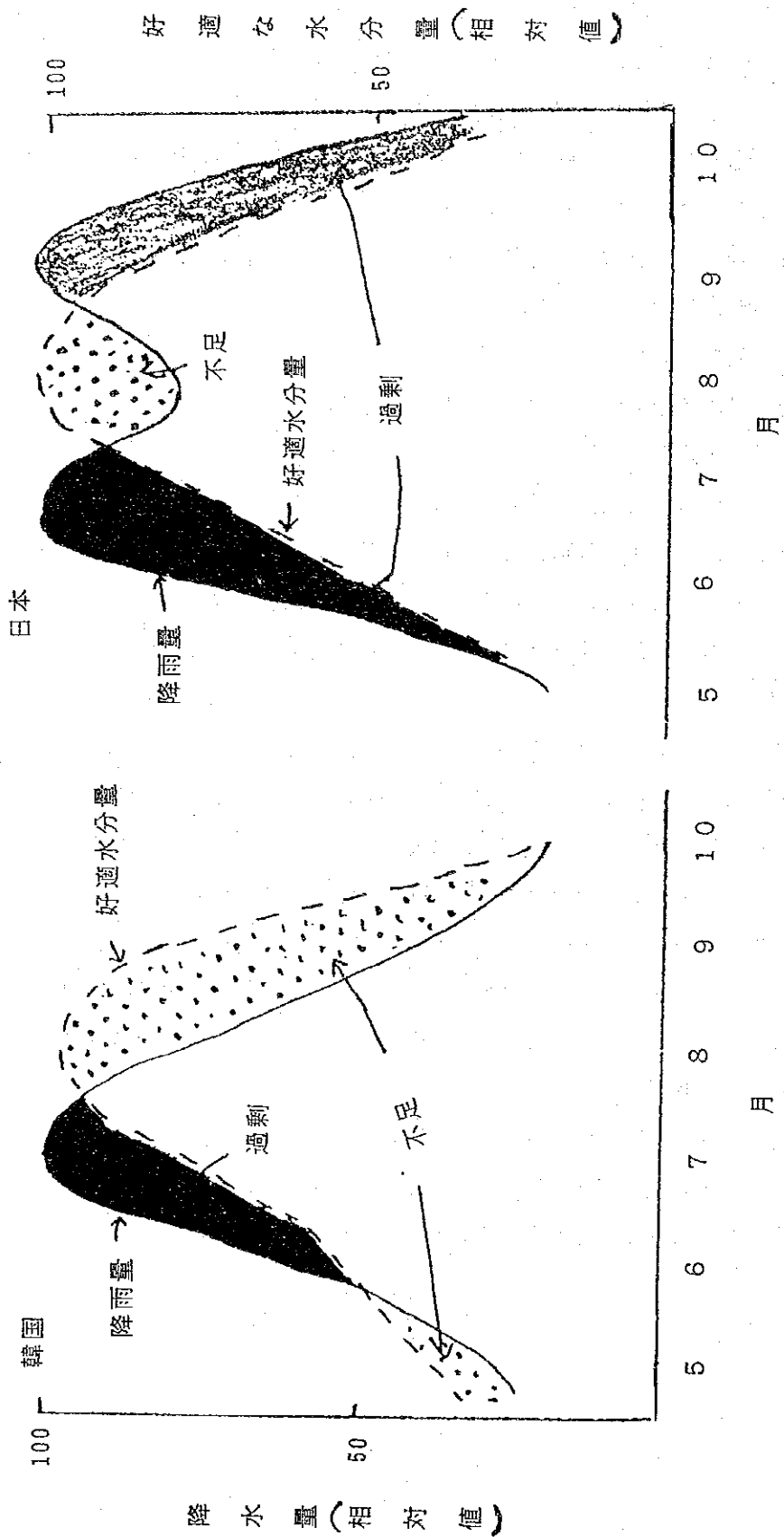


図-1 韓国、日本の大豆栽培期間における降雨分布パターン（実線）と大豆生育に好適な水分量（点線）との関係（模式図）

表1 大豆の多収に好適な地下水位

場所	土壌の種類	品 種	好適地下水位 cm
岩 手	沖 積	ラ イ デ ン	35,50 > 5,20
栃 木	黒 ボ ク	タチスズナリ	20 > 40,60
兵 庫	沖 積	タマホマレ	50 > 変動
広 島	沖 積	シ ロ タ エ	30-50 > 20
長 崎	グレイ土	ア キ ヨ シ	40 > 20,60
福 岡	—	ア キ ヨ シ	30 > 15,45

出典：水田畑作研究成果集等

(2) 機械化による省力化

韓国においても日本においても大豆の作付規模は極めて小さく、したがって栽培の機械化は遅れており、作業は小型機械と手作業が主体である。しかし、両国とも農業部内における努力不足は顕著であり、今後大豆作においても大型機械による省力化が強く要求されよう。とりわけ労働時間の多い播種・施肥・耕うんと収穫の省力化が急務である。

播種・施肥・耕うんについては、日本では不耕起播種機が開発され、収量性も慣行の播種様式に劣らないことが実証され（表2）実用化のメドが立つ段階になっている。韓国においても麦用に開発された排水溝掘削・覆土式のものが大豆にも適用され良好な結果を得ているという（1990年度唐橋専門家）。日本で開発されたものとの性能比較を行い相互の改良に役立てることを期待したい。

一方、収穫機については現在は人力による抜き取りや刈払い機による刈取りが主体である。韓国の秋の天候は非常に良く、作付規模が大きくなればコンバイン収穫の自然条件は日本より適している。したがって今後コンバイン収穫を想定した品種育成が必要と思われる。

コンバイン収穫に要求される形質は、

- 1 難裂莢性
- 2 耐倒伏性
- 3 高着莢位置

が主なものである。日本では最近になってようやく難裂莢性の品種が育成され（1991）、品種の採用によって機械収穫の際の粒の損失が少なくなることが実証されている（表3）。既存の韓国品種は、コンバイン収穫適応性を育種目標として育成されたものではないが、前述のよ

うに収穫期に好天が続く条件で選抜されたものだけに、裂莢性に関してはすでにかなりの程度付与されたものが育成されている。実際、作物試験場における最近の育成品種は、多収・良質に加えて難裂莢性が重視されており、従来のものよりかなりの程度難裂莢性のものが育成されつつある。収穫期の晴天とともに無限型母本の積極的導入も裂莢性の改善に寄与していると推察される。

しかしながら、耐倒伏性については十分ではないように観察された。特に現在大豆作付面積の多い南部において倒伏が多くみられた。南部では生育期の気温が高いことと高地力が倒伏を助長しているものと考えられる。これらの地域では今後一層耐倒伏性の改良が重要な育種目標となろう。

着莢位置が高いこともコンバイン収穫には必要条件である。着莢位置には品種間差がみられることから、育種による改良が可能である。しかし、着莢位置は密植によって容易に高めることができるので、難裂莢性を備えた耐倒伏性品種の育成が優先されるべきであろう。

表2 不耕起播種による大豆の収量 (kg/10a)

播種機	場所	品種	作付体系	収量*
部分耕型	北海道	トヨムスメ	水稲後	306 (349)
コンバイン装着型	岩手	ワセスズナリ	コムギ後	324 (269)
穴播種	埼玉	フクユタカ	コムギ後	244 (255)
カルチベーター装着型	茨城	エンレイ	コムギ後	345 (353)

* () 内は慣行耕起播種区の収量

出展：水田畑作研究成果集等

表3 機械収穫による粒の損失の品種間差異

品種	コンバイン収穫		ピンハーベスタ収穫
	粒の損失割合 %		
カリユタカ	4.7	2.2	
トヨムスメ	14.5	21.6	

出展：十勝農業試験場の成績

カリユタカ-難裂莢性品種

(3) 合理的な作付体系

韓国における大豆の作付はかつては大麦との組合せが主体であったが、この組合せは麦類の作付面積の減少から近年では少なくなった。現在では大豆単作が多くなり、他作物との組合せでは麦類に代わって野菜類が多くなった。米の過剰傾向が顕在化している状況では、今後水田における作付が多くなるものと予想される。その際、再び麦類との組合せが多くなるのか、野菜類との組合せが主体となるのか予想は困難であるが、いずれの体系にも適応できる品種と栽培技術を確立しておく必要があると思われる。

品種に関しては、既存の品種は多収性、耐病性及び品質等についてすでに高いレベルに達しているものと観察された。しかし、輪換水田の作付が増えることを想定した場合、輪換畑での適応性は必ずしも十分ではないように推定される。輪換畑ではNの発現、水分供給量が多くなるので、このような条件に適応した品種を用意しておくことが必要である。特に耐倒伏性が高く、かつ子実への乾物分配率の高い品種が要求される。既存の八達大豆を初めいくつかの強茎品種・系統が育成されているが、今後これらの品種に耐病性と機械化収穫適応性を付与していくことが求められよう。

輪換畑で大豆が連作される場合には、どれだけの年数連作できるかが問題となる。日本では、水稻から転換後3～5年以降で収量低下が顕著になる(表4)ことが多くの試験で明らかにされている。聴き取り調査によると、韓国では連作による減収は少ないという。連作によるセンチウ類の発生が少ない抑止型土壌によるものと推定される(1991年度 皆川専門家)が、今後土壌養分の供給相も含めた好適な輪換体系についての検討が必要であろう。

現在、日本では、上述の個別技術を組合せた総合的な体系によって1 ha 当たり収量3 t、労働時間100時間以内の技術体系が可能であることが試験的に実証されている(表5)。この収量を更に向上させるとともに、労働時間を一層少なくするためには、上述の研究課題への取り組みとともに、水田汎用化のための基盤整備と大豆栽培の集団化のための行政面での対応強化が必須である。

表4 水田で大豆を連作した場合の収量の推移

評 価 法	連 作 年 数					
	1	2	3	4	5	6
a) 場所における年次推移	100	137	130	128	92	87
b) 年次における多数場所の年次間差	100	102	95	83	85	86

出展：水田畑作研究成果集

表5 個別技術の組合せによる大豆の収量と労働時間の実証

場 所	収 量	労働時間	主 要 技 術 ・ 機 械
	t/ha	h/ha	
青 森	2.0	279	耕起、ロータリーシーダー、カッター
埼 玉	3.0	270	耕起、小型播種機、ハーベスター
	2.5	154	耕起、ロータリーシーダー、ハーベスター
佐 賀	—	111	耕起、播種同時、ハーベスター
	—	84	不耕起播種、コンバイン

出展：水田畑作研究成果集等

3. 要約

韓国大豆栽培、今後予想される栽培技術を改善するためには以下の研究課題が重要と考えられる。

(1) 水管理による多収化技術の開発

韓国の降雨は大豆の生育前半には過剰であるが、生育後半及び出芽には不足である。したがって、土壌水分の過剰・不足による生育阻害をできるだけ緩和する水管理技術の検討が重要である。その場合、長期的には耐湿性・耐干性品種の開発を展望しつつも、当面は排水、かん水技術の開発に重点を置くことが効果的と考えられる。

(2) 省力化技術の開発

大豆栽培は多労で収益性が少ないことが栽培面積減少の大きな要因である。大豆栽培の省力化には、不耕起播種とコンバイン収穫技術の開発が必須である。それには、効率的な機械

(不耕起播種機とコンバイン)の開発とそれに適応した品種(耐倒伏性+難裂莢性)の育成が必要と考えられる。

(3) 合理的な輪作技術の確立

今後大豆栽培の主体は水田に移行することが予想される。連作障害を防止するとともに、地力維持を図った合理的な水田輪作技術の確立が必要であると考えられる。

(4) 上述の栽培技術を効果的なものとするためには、水田汎用化のための基盤整備と大豆栽培圃場の集団化が必須である。また、韓日両国の大豆作をめぐり経済的・社会的及び自然条件には共通点が多く、今後両国の大豆研究者の交流が一層活発に行われれば、両国の大豆栽培技術の改善に資するところが大きいと思われる

謝辞

韓国に滞在中、農村振興庁試験局長 金剛権博士、作物試験場長 趙在衍博士、畑作一科長 洪殷喜博士初め作物試験場の諸氏、嶺南・湖南作物試験場の方々には多くのご厚意をいただいた。また、日韓農業共同研究団 大久保団長、本松専門家には多くのご配慮をいただいた。これらの方々のお蔭で著者の韓国滞在は極めて有意義で、かつ楽しいものとなった。

(3) 報告者：農業研究センター 野口 勝可

派遣先：農村振興庁 作物試験場麦類科

業 務：雑草防除に係る技術研究指導

期 間：1992年9月17日～10月15日（29日間）

内 容：下記の通り

月 日	実 施 内 容
9月17日(木)	入国、JL953便、大久保リーダーほか出迎え、水原着
18日(金)	農村振興庁試験局挨拶、作物試験場 場長挨拶、麦類科 河科長、研究官ほか職員挨拶、麦類科試験圃場視察
19日(土)	日程協議、雑草調査打合せ
20日(日)	韓国民族村見学
21日(月)	麦類科試験圃場の雑草調査、薬用作物科薬用植物見本園視察
22日(火)	水稻栽培科田畑輪換試験圃場の雑草調査
23日(水)	水稻栽培科田畑輪換試験圃場雑草調査、農村振興庁試験局 金局長挨拶、局長による夕食会
24日(木)	麦類科李研究士、薬用作物科金研究士と雑草防除研究について意見交換
25日(金)	水稻栽培科田畑輪換試験圃場の雑草調査
26日(土)	雑草調査結果の整理
27日(日)	水原城見学
28日(月)	雑草調査結果の整理
29日(火)	密陽市へ移動、嶺南作物試験場 李場長挨拶、畑作科徐科長、申研究官ほか職員挨拶
30日(水)	嶺南作物試験場畑作科圃場視察、水田転換畑試験圃場の雑草調査
10月1日(木)	場外現地における水田転換畑試験圃場視察、同圃場の雑草調査
2日(金)	慶州へ移動、史跡見学
3日(土)	釜山へ移動、市内見学、パスポートを紛失
4日(日)	大邱へ移動
5日(月)	嶺南作物試験場 李場長ほか職員挨拶、釜山東部警察署よりパスポートの紛失届けを取得

月 日	実 施 内 容
6日(火)	水原へ移動、大久保リーダーとソウルの日本大使館へパスポート再交付の申請
7日(水)	作物試験場水稻栽培科の雑草防除関係圃場を視察、ソウル大学校農学科でセミナー「日本における畑雑草とその防除」
8日(木)	湖南作物試験場 朴場長、張畑作科長ほか職員挨拶 セミナー「日本における畑雑草とその防除」 扶餘へ移動、史跡見学
9日(金)	扶餘、公州史跡見学
10日(土)	作物試験場でセミナー「日本における畑雑草とその防除」
11日(日)	ソウル市内見学
12日(月)	大久保リーダーとソウルの大使館でパスポート受領
13日(火)	雑草調査解析
14日(水)	報告書作成、農村振興庁、作物試験場挨拶
15日(木)	出国、J R 9 5 2 便

田畑輪換圃場における雑草発生に関する一考察

1) はじめに

韓国においては、稲作技術の向上と農家の生産意欲に支えられ、1977年には米の自給がほぼ達成、いわゆる緑色革命が成就された。この時期以降、米の生産量は着実に増加している。こうした状況のなかで、水田を畑地に転換して畑作物や野菜を作付したり、田畑輪換を行うなど、水田の高度利用を図ることが緊急に求められている。

水田の高度利用においては水田は畑地に転換され、また、その畑地が水田に還元されることになるが、こうした過程において雑草群落はその組成、発生量そして発生生態が著しい影響を受けることは明らかである。水田高度利用技術を確立するためには、こうした雑草群落の変化を解明し、効率的な防除技術を開発する必要がある。本研究においては極めて限られた事例であるが、転換畑における雑草発生について調査し、日本における事例と比較して考察、雑草防除技術開発のための情報を提供することを目的とした。

2) 各試験圃場における雑草発生

(1) 試験材料および方法

調査した試験圃場は以下のとおりである。

1. 作物試験場麦類科の麦作圃場（4か所）
2. 作物試験場水稻栽培科の田畑輪換圃場（6か所）
3. 嶺南作物試験場畑作科の田畑輪換圃場（4か所）
4. 嶺南作物試験場畑作科の現地圃場(i)（4か所）
5. 嶺南作物試験場畑作科の現地圃場(ii)（4か所）

調査は各試験区の無除草区を中心に、観察により行ったが、一部試験区では除草区に残有している雑草についても調査した。作付体系などの試験条件については表の中に記載した。

(2) 試験結果および考察

各試験圃場における雑草の発生について調査した結果は第1～5表に示した。この表では優占している雑草については*や○印を付したが、観察データのため、発生量は示していないので、以下若干のコメントを加える。第1表は作物試験場の麦作圃場における雑草フロラであるが、No.1ではイヌビエが圧倒的に優占し、草丈は1.5mもあり他の雑草はイヌビエに抑圧されている。すべて畑地雑草であり、日本の畑雑草フロラに類似しているが、一般の耕地には入りにくい植物のカナムグラ、ツルマメの発生が特異的である。No.2圃場はコゴメガヤツリが優占し、イヌビエ、メヒシバも発生量が多いが、その他の雑草は散在している程度で発生量は少ない。アオガヤツリ、ヒメクグ、トキンソウ、タカサブロウなど比較的湿った条件を好む雑草の発生がみられ、圃場が湿潤であることを示している。No.3圃場は大麥跡

にニンジンを作付している圃場であるが、代表的な畑雑草であるイヌビエ、メヒシバ、ザクロソウ、エノキグサなどが多く発生している。また、コゴメガヤツリ、トキンソウ、トキワフゼ、クサネムなど湿潤を好む雑草も発生しているが、これは圃場の条件を反映していると考えられる。No.4圃場はカラスムギ作圃場であるが、スカシタゴボウとスベリヒユの発生が多く、いずれも代表的な畑雑草である。作物の播種期が8月中旬であり、全般的には雑草の生育量は少ない。以上、各圃場に発生のみられる雑草フロラは日本における畑雑草に極めて類似している。

第1表 作物試験場麦作圃場における雑草

1992年9月21日調査

No	作付体系	雑草の種別	雑 草 名
1	1990 大 麦	イネ科雑草	*イヌビエ、メヒシバ、エノコログサ
	1991 大 麦		
	1992 裸 地	カヤツリグ サ科雑草 広葉雑草	コゴメガヤツリ ウシハコベ、タンポポ類、カナムグラ、ツルマメ、オニノゲシ、ツユクサ、イヌビエ
2	1991 ライムギ	イネ科雑草	○イヌビエ、○メヒシバ
	1992 裸 地		
		カヤツリグ サ科雑草 広葉雑草	*コゴメガヤツリ、アオガヤツリ、ヒメクグ イヌタデ、オオイヌタデ、タンポポ類、シロツメクサ、スベリヒユ、ザクロソウ、エノキグサ、トキンソウ、ノボロギク、オニノゲシ、タカサプロウ、ツルマメ
3	1991 大 麦	イネ科雑草	○イヌビエ、○メヒシバ
	1992 大 麦		
	1992 ニンジン	カヤツリグ サ科雑草 広葉雑草	コゴメガヤツリ ○ザクロソウ、○ヒルガオ、○エノキグサ、○スベリヒユ、○トキンソウ、○スカシタゴボウ、キュウリグサ、オオアレチノギク、トキワハゼ、クサネム、オオイヌタデ

No	作付体系	雑草の種類	雑草名
4	1992 カラスムギ	イネ科雑草 カヤツリグ サ科雑草 広葉雑草	イヌビエ、メヒシバ カヤツリグサ類 ○スカシタゴボウ、○スベリヒユ、ヨモギ、ザクロソウ

注) *は著しく発生の多い雑草、○は比較的発生の多い雑草

第2表は作物試験場の水稻栽培科が実施している田畑輪換圃場における雑草フロラである。No1～6各区ともいずれもイヌビエが優占し、草丈が1.5m前後に伸長しているため、他の雑草はイヌビエに圧倒されて、発生量が少ない。大豆作付区のNo1・2区では作物の収量はほとんど期待できないものと推察された。本試験の無除草区においてはイヌビエが著しく優占し、他の雑草の発生が抑制されたので、雑草区に残存している雑草についても調査した。No1・3・5区は水田と畑地を毎年転換する作付区であるが、イヌビエ、コゴメガヤツリ、タカサプロウ、チュウジタデなど湿生雑草が多く、メヒシバ、スカシタゴボウなどの畑雑草の発生もみられる。No2・4・6区は畑作を3年連続している区であり、メヒシバ、シロザなど代表的な畑雑草も発生しているが、タカサプロウ、チュウジタデ、イヌタデなど湿生雑草の発生が多く、トウモロコシ作付区では一部にヒメクグ、ヒデリコなど水田雑草の発生もみられた。日本においては水田から畑地への転換後、3年目で畑地雑草へ切り変わるとされているが、本試験の結果は大豆作付区でそうした傾向はみられるものの、また湿生雑草や一部に水田雑草の発生もみられ、畑雑草フロラへのシフトが遅れていることを示している。日本においても、土壤が湿潤な場合は転換後の雑草フロラの変化が緩慢になることが明らかにされており、本試験の結果も圃場がかなり湿潤な条件であることを示しているものと推察される。なお、各圃場において発生のみられた雑草はいずれも日本の転換畑において一般的に発生しているものであり、韓国と日本の転換畑における雑草フロラは極めて類似しているものといえよう。

第2表 作物試験場田畑輪換圃場における雑草

1992年9月23~25日調査

No.	作付体系	雑草の種別	雑 草 名
1	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ、メヒシバ
	1990 大 豆	広葉雑草	イヌタデ
	1991 水 稲		「イヌビエ、テンツキ、コゴメガヤツリ、トキンソウ、スカシタゴボウ、タカサプロウ、チョウジタデ、トキワハゼ、タネツケバナ、ギシギシ」
2	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ
	1990 大 豆	広葉雑草	オシロザ、イヌタデ、チョウジタデ、タカサプロウ
	1991 大 豆		
	1992 大 豆		(タネツケバナ、ハコベ)
3	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ
	1990 トウモロコシ	カヤツリグ サ科雑草	カヤツリグサ
	1991 水 稲	広葉樹雑草	イヌタデ
	1992 トウモロコシ		「イヌビエ、テンツキ、コゴメガヤツリ、トキンソウ、スカシタゴボウ、タカサプロウ、チョウジタデ、トキワハゼ、タネツケバナ、ギシギシ」
4	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ
	1990 トウモロコシ	カヤツリグ サ科雑草	カヤツリグサ類 オシロザ、イヌタデ、タカサプロウ
	1991 トウモロコシ	広葉雑草	「メヒシバ、イヌビエ、カヤツリグサ類、ヒメクグ、ヒデリコ、トキンソウ、スカシタゴボウ、タカサプロウ、イヌタデ、チョウジタデ、オオバコ、トキワハゼ、タピラコ、ギシギシ」
5	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ
	1990 ハトムギ	カヤツリグ サ科雑草	カヤツリグサ
	1991 水 稲	広葉雑草	イヌタデ
	1992 ハトムギ		「イヌビエ、テンツキ、トキンソウ、チョウジタデ、タネツケバナ、アゼナ、キカシグサ、トキワハゼ、イヌタデ、スカシタゴボウ」

No.	作付体系	雑草の種別	雑 草 名
6	1989 水 稲	イネ科雑草	*イヌビエ
	1990 ハトムギ	カヤツリグ サ科雑草	カヤツリグサ類
	1991 ハトムギ	広葉雑草	イヌタデ、タカサプロウ
	1992 ハトムギ		カヤツリグサ、チョウジタデ、スカシタゴボウ、タカサプロウ、ノミノフスマ、トキンソウ

注：（ ）、「 」内は除草区に残存していた雑草。*、○は第1表に同じ

第3表は嶺南作物試験場の転換畑圃場における雑草フロラである。No.4区の永年畑圃場ではメヒシバ、イヌビエ、アオビユなどが優占し、スベリヒユ、エノキグサなどいずれも代表的な畑雑草であり、水田雑草の発生はみられない。No.1・2区の転換3、4年目圃場では、メヒシバが優占し、スベリヒユ、エノキグサ、オヒシバなど代表的な畑雑草の発生もみられ、かなり畑地化が進んでいることを示しているが、タカサプロウ、トキンソウなど湿生雑草も一部で発生している。No.3区の転換6年目圃場ではタンポポ類、アオビユなども発生し、更に畑地化が進行しているが、一部にタカサプロウ、クサネムなど湿生雑草も発生し、圃場が若干湿潤条件であるものと推察される。なお、雑草の発生量について、嶺南作物試験場で8月4日に調査したデータがある。それによると、転換3、4、6永年畑圃場でそれぞれ、524、951、1407、2114g/m²(生体重)であり、畑期間の延長に伴い発生量が増加している傾向がうかがえる。

第4・5表は嶺南作物試験場畑作科が実施している2か所の現地試験圃場のデータである。第4表は土壌は埴壤土であるが、地下水位が80cmと低く、かなり排水条件の良い圃場である。No.1区では転換後5年目の畑条件であり、メヒシバが優占し、イヌビエ、エノコログサ、エノキグサといずれも畑雑草群落となっていた。雑草の発生量はかなり多く、雑草群落からみた畑地化が完了しているものと考えられた。No.2はイヌビエの発生が多いが、雑草の発生量は1区に比べてかなり少なかった。畑雑草群落へシフトしているが、昨年水田にしたため湿生雑草のタカサプロウの発生も認められる。No.3・4区では雑草量が極めて少なく、無除草でも雑草害は生じないと推察されるような状況であった。両区ともメヒシバ、エノキグサなどの畑雑草とチョウジタデのように湿生あるいは水田雑草の発生も認められる。本試験の結果は排水条件が良好であれば田畑輪換が雑草の発生抑制に極めて有効であることを示して

いる。第5表の土壌は砂壤土であるが、周辺の圃場条件等の影響もあり地下水位は30cmとかなり高く、排水の悪い圃場である。No.1区は5年間畑期間が継続しており、畑雑草群落へシフトしているが、また、タカサブロウのような湿生雑草の発生も認められ、優占雑草もメヒシバでなくイヌビエであり、畑地化の進行が若干遅れていることを示している。雑草の発生量は第4表の圃場よりかなり多いことが観察された。転換畑において、排水が不良の場合は畑雑草だけでなく、湿生雑草の発生が多くなることが明らかにされており、本試験圃場が湿润条件であることを示している。地下水位30cmのような条件では、雑草の生育量が多くなり、雑草害を及ぼすだけでなく、作物（大豆）の生育も劣ることが推察され、より収量の低下を招くおそれがある。

以上、非常に限られた条件ではあるが、韓国の転換畑における雑草群落について観察した結果を述べた。韓国の転換畑における雑草群落はその種類組成、発生量、転換後年数の経過に伴う変化等、日本の状況に極めて類似していることが判明した。したがって、日本において得られた転換畑の雑草群落に関する知見は韓国においても有効な利活用が可能であると考えられた。

第3表 嶺南作物試験場転換畑圃場における雑草

1992年9月30日調査

No.	転換後年数	雑草の種別	雑草名
1	3年	イネ科雑草	*メヒシバ、○イヌビエ、オヒシバ
		カヤツリグ	カヤツリグサ、コゴメガヤツリ
		サ科雑草	
		広葉雑草	タカサプロウ、スベリヒユ、スカシタゴボウ、トキンソウ、エノキグサ、チョウジタデ、ガガイモ
2	4年	イネ科雑草	*メヒシバ、○イヌビエ、オヒシバ
		カヤツリグ	カヤツリグサ、コゴメガヤツリ
		サ科雑草	
		広葉雑草	タカサプロウ、スカシタゴボウ
3	6年	イネ科雑草	*メヒシバ、イヌビエ、ヌカキビ
		カヤツリグ	コゴメガヤツリ
		サ科雑草	
		広葉雑草	タカサプロウ、ウシハコベ、タンポポ類、スカシタゴボウ、エノキグサ、トキンソウ、シロツメクサ、ヒメジョオン、スベリヒユ、クサネム、アオビユ
4	20年<	イネ科雑草	*メヒシバ、*イヌビエ、○エノコログサ
		カヤツリグ	
		サ科雑草	
		広葉雑草	*アオビエ、○スベリヒユ、○エノキグサ、イヌタデ

注) *と○は第1表と同じ、土壤は埴壤土

第4表 密陽市田畑輪換現地圃場における雑草(1)

1992年10月1日調査

No.	作付体系	雑草の種別	雑草名
1	1988 畑	イネ科雑草	*メヒシバ、イヌビエ、エノコログサ
	1989 畑		
	1990 畑	広葉雑草	エノキグサ
	1991 畑		
	1992 畑：大豆		
2	1988 畑	イネ科雑草	○イヌビエ、メヒシバ
	1989 畑		
	1990 畑	広葉雑草	エノキグサ、タカサプロウ、シロツメグサ
	1991 水田		ノミノフスマ
	1992 畑：大豆		
3	1988 畑	イネ科雑草	メヒシバ、イヌビエ
	1989 畑		
	1990 水田	広葉雑草	エノキグサ、トキンソウ、シロツメグサ
	1991 畑		チョウジタデ
	1992 畑：大豆		
4	1988 畑	イネ科雑草	メヒシバ、イヌビエ
	1989 水田		
	1990 畑	広葉雑草	エノキグサ、トキンソウ、シロツメグサ
	1991 水田		チョウジタデ
	1992 畑：大豆		

注) *、○は第1表と同じ、土壌は埴壤土、地下水位80cm

第5表 密陽市田畑輪換現地圃場における雑草(2)

1992年10月1日調査

No	作付体系	雑草の種別	雑草名
1	1988 畑	イネ科雑草	○イヌビエ、メヒシバ
	1989 畑		
	1990 畑	広葉雑草	タデ類、ノミノフスマ、タカサプロウ
	1991 畑		
	1992 畑：大豆		
2	1988 畑	イネ科雑草	○イヌビエ、メヒシバ
	1989 畑		
	1990 畑	広葉雑草	タデ類、タカサプロウ
	1991 水田		
	1992 畑：大豆		
3	1988 畑	イネ科雑草	○イヌビエ、メヒシバ
	1989 畑		
	1990 水田	広葉雑草	オオイヌタデ、ハコベ、ヨモギ
	1991 畑		
	1992 畑：大豆		
4	1988 畑	イネ科雑草	○イヌビエ、○メヒシバ
	1989 水田	カヤツリグ サ科雑草	カヤツリグサ
	1990 畑	広葉雑草	オオイヌタデ、チョウジタデ、ヨモギ
	1991 水田		
	1992 畑：大豆		

注) ○は第1表と同じ、土壌は砂壤土、地下水位は30cm

3) 田畑輪換圃場における雑草群落

これまで述べてきたように、韓国の転換畑における雑草群落は日本と極めて類似していることが判明したので、以下、日本における転換畑あるいは田畑輪換に関する研究で得られた知見を整理し、韓国における研究推進の参考としたい。

日本においては、1960年代に米の自給が可能となったが、生産力の向上が進む一方で、消費

の減退傾向が強まり、米生産の過剰が顕在化した。こうした状況のもとで1965年に第1次稲作転換政策が実施され、引き続いて1978年から1986年まで水田利用再編対策が行われた。現在は1987年にスタートした水田農業確立対策が進行中であり、約80万haの耕地がその対象となっている。日本における田畑輪換に関する研究は1950年代にも行われているが、1965年の稲作転換政策がとられて以降、著しく増加した。

(1) 転換畑の雑草

長期間、水稻を連作してきた水田を畑地に転換することは、これまでの水田雑草群落に急激な変化を及ぼすことになる。

転換畑に発生する雑草は土壌水分との関係が深く、転換初年目は一般に水分の高いことが多いので、ノビエ、コメガヤツリ、タカサプロウなど湿生雑草の発生が主体となるが、排水が不良の場合にはタマガヤツリ、ヒデリコ、アゼナ、アゼトウガラシ、チョウジタデ、キカシグサなど一部水生雑草も発生する。さらに、水田多年生雑草のミズガヤツリ、クログワイなども発生することがある。一方排水が良い場合には代表的な畑雑草であるメヒシバが発生し、しかも初年目から優占することがある。転換2年目になると乾生雑草のメヒシバ、ヒメイヌビエ、カヤツリグサ、スベリヒユ、シロザ、タデ類などが増えて、湿生雑草は減少してくる。

以上のように、水田から畑地に転換された時点で雑草群落は水生雑草主体のものから湿生あるいは乾生雑草主体のものに急激に変化するが、爾後、徐々に組成が変わり、3年目程度で普通畑に類似した群落となる。しかし、排水が悪い条件では草種の交代が遅れる。

雑草の発生量は一般に畑に転換直後は草種が交代するので少なくなる。しかし、排水が悪い場合には湿生雑草が旺盛な生育を示すので、必ずしも発生量が少なくなる。地下水位が40~50cm以上に上昇することは作物の生育に悪影響を及ぼすだけでなく、雑草の防除を困難にする要因となる。

(2) 輪換田の雑草

畑地を水田へ還元した場合、これまで乾生雑草主体のものから、水生あるいは湿生雑草に変わる。転換畑の場合は土壌水分条件により雑草の発生量に変化したが、還元田の場合は湛水されるため、乾生雑草は発生せず、雑草の発生量は著しく少なくなる。その効果は畑作付期間が長いほど顕著であるが、その持続期間は3年程度とされている。

(3) 田畑輪換

田畑輪換は水田において数年を単位として水田状態と畑状態を交互に繰り返して行う土地利用方式で、水分環境の全く異なる水田状態と畑状態とを輪換するところに大きな特徴を持つ。田畑輪換によって土壌の理化学性、病害虫そして雑草群落が著しく変化する。水田を畑

地に転換した場合、逆に畑地を水田に還元した場合、いずれも雑草の発生量は減少の傾向にあるので、田畑輪換により雑草の発生量が減少するものと期待される。田畑輪換の期間は土壌の変化等も考慮して水田3年、畑3年のサイクルがよいとされているが、雑草群落の動向からみても、このサイクルは妥当性が高い。雑草に対する耕種的防除法としての田畑輪換は非常に有効かつ効果の高い技術である。

4) おわりに

以上、短期間で非常に限られた情報を基に、韓国における転換畑の雑草について述べてきた。以下、今後に向けての若干の問題点について述べる。

- (1) 何回か述べてきたように、韓国の転換畑における雑草群落は日本の状況と極めて類似している。日本には1950年代以降、特に1965年から現在に至るまで非常に多くの畑輪換、あるいは転換畑に関する知見があるので、こうした情報を整理すれば、韓国の転換畑研究に有効に活用できると推察される。しかし、一方で韓国と日本とは気象条件、土壌条件、排水条件等が異なると考えられるので、その適用に当たっては韓国の状況を踏まえて検討を加えることが望まれる。
- (2) 転換畑において効果的な雑草防除法を確立するためには、雑草の発生生態だけでなく、雑草の土壌水分や土壌の種類に対する生育反応の差異、土塊の大きさの違いによる発生相や生育量の変化、雑草種子や根茎、塊茎の土壌中（水田状態および畑状態）における寿命等について解明しておく必要がある。また一方で、転換畑の条件下では、除草剤の効果、薬害発生が一般畑地と異なることが考えられるので、その作用特性についても検討することが望まれる。

最後に、本研究の円滑な推進のために暖かいご配慮をいただいた国際協力事業団関係各位、農村振興庁作物試験場関係各位に対して心より謝意を表します。

(4) 報告者：野菜・茶業試験場 山口 隆

派遣先：農村振興庁 園芸試験場花卉科

業務：花卉栽培に関する技術指導

期間：1992年9月17日～10月31日

内容：下記の通り

月 日	実 施 内 容
9月17日(木)	韓国到着(成田一金浦JL953、13:45、ソウル水原)、大久保 リーダーほか出迎え、ホテル着、市内案内
18日(金)	農村振興庁訪問、園芸試験場・果樹研究所長・花卉1科・花卉2科長・ 菜蔬科長歴訪、日程打合せ
19日(土)	セミナー準備
20日(日)	休日
21日(月)	日程調整、場内視察
22日(火)	資料作成、検定植物移転
23日(水)	崔科長資料、農村振興庁試験局長表敬訪問
24日(木)	韓国土壌特性の資料調査
25日(金)	セミナー「日本花卉産業の現況並びに展望と研究開発」
26日(土)	調査地打合せ、用具準備
27日(日)	釜山金海、馬山菊栽培農家現地調査、試料採取
28日(月)	〃
29日(火)	〃
30日(水)	〃
10月1日(木)	キク・ウイルス検定開始(接種)
2日(金)	〃
3日(土)	開天節
4日(日)	休日
5日(月)	花卉類統計調査
6日(火)	仁川、高陽、一山花卉栽培農家調査
7日(水)	キク・ウイルス接種
8日(木)	韓国花卉産業の資料調査

月 日	実 施 内 容
9日(金)	施設園芸における高能率生産システムに関するシンポジウムに招請参加
10日(土)	韓国花卉産業資料調査
11日(日)	ソウル花卉市場見学
12日(月)	〃
13日(火)	セミナー打合せと準備
14日(水)	セミナー「カーネーション生産の現況と対策並びにキクの周年生産について」
15日(木)	ウィルス検定の病斑発現調査
16日(金)	順天、求礼花卉栽培農家調査
17日(土)	〃
18日(日)	〃
19日(月)	接種法の説明と実演指導（キク微斑ウィルス、キクBウィルス）
20日(火)	検定結果のとりまとめ
21日(水)	韓国の主要キク栽培地域におけるキクウィルス病の汚染実態調査報告書作成
22日(木)	キクの連作対策の概要執筆、キクスタントウィロイド接木検定法実演
23日(金)	韓国園芸学会参加（木浦）
24日(土)	〃
25日(日)	〃
26日(月)	韓国花卉産業関係資料整理
27日(火)	第2回'92緑色時代展示会参観（汝 島広場）
28日(水)	帰国報告会
29日(木)	第24回農村指導者大会参加、送別夕食会
30日(金)	帰国挨拶
31日(土)	出国（水原～金浦J L 9 5 2、13：35～成田）

1. 韓国の主要キク栽培地域におけるキクウイルス病の汚染実態調査

1. はじめに

大韓民国における花卉産業は、劇的な経済の高度成長と人口の都市集中の影響を受け、花と緑に対する国民の強い要請によって、急速な発展をみせている数少ない成長産業である。

1991年における花卉の生産額(311,574百万ウォン)のうち、切花類は90,124百万ウォン(22%)で、第1位を占める作目である。そして、馬山・金海を中心とする釜山・慶尚南道は、全国の48%を生産する最重要地区である。

環境耐性の弱い花卉類では、施設利用率が高く、キクもビニルハウスを主とした簡易施設下で生産され、近年における規模拡大によって、連作される機会が多くなっている。また、一方では新品種の導入に伴うロイヤルティの負担、無病苗の供給体制の未整備などによって、無病苗による栽培品種の更新も思うようには進められない状況にある。連作に伴う他の病害の消長については、花卉の種類間の輪作により病害の軽減の可能なことが、韓国農耕地高度利用研究によって、明らかになりつつある。

しかし、連作に伴う全身病であるキクのウイルス並びウィロイド病については、その実態に関する説明は未着手の状態である。そのため、世界的な分布が確認されている、キク微斑ウイルス(chrysanthemum Mild mottle virus, CMMV)、キクBウイルス(chrysanthemum virus B)及びキクスタンドウィロイド(chrysanthemum stunt viroid)の汚染実態に関する説明を行い、対策技術確立の基礎資料を得ようとした。

2. 試験実施計画

対象地区は、全国的な主産地である馬山・金海地区を選んだ。キクには、前述の3種類のほかにキクモトルウィロイド(chrysanthemum mottle viroid)が米国で報告されているが、韓国国内では類似病状が見られず、未同定のため、本調査では省略し、CMMV、CVB、CSVの3種類を対象にした。

採用する検定法は、抗血清その他の機器の整備が短期に実現できないため、検定植物による生物検定法を用いた。

CMMVでは、局所病斑(Local lesion)が好適条件下(18℃)では接種後1週間で顕著に発現するNicotiana tabaccum 'samsun'の10葉期苗を用いた。

CVBでは、局所病斑の発現に湿度が大きな影響を及ぼし、前者と同様に18℃適温であるが好適温度幅は狭い。また、品種によって局所病斑の発現に差があることが知られているため、petunia hybridaの'Red carpet'と'white carpet'の2品種を供試して、接種時の葉齢を18葉期とした。局所病斑の発現には接種後2~3週間が必要として接種時期を設定した。

上記の両ウイルスの接種には、栄養生長期の分枝からは頂部の展開第3葉を中心とした葉、

発蕾した分枝や開花した分枝では、小さな蕾や大きな花では菊を除いた花部を試料とした。これは各部におけるウィルスの局在性を考え、ウィルス濃度が高く局部病斑の発現しやすい器官と組織を用いるためである。

上記の試料は、小型の乳鉢に納められ、1/15リン酸緩衝液 (pH7.0) に0.2%亜硫酸ナトリウム (NaSO₃) 添加液の10倍量 (試料生体重当たり) 加えて乳鉢でよく磨砕した。検定植物の展開葉に650メッシュのカーボランダム (carborundum) を薄くふりかけ、円柱状に綿を巻きつけた綿棒に接種汁液を浸潤させて、軽くラビング (rubbing) を行った。

CSV 検定には、世界的に最も多く使用されているキク←品種←'Mistletoe'を初めて携行導入し、接木による検定法を採用した。採集試料が開花期に該当するものが大部分を占めたため、本報告では接木接種の実演による技術移転を行い、採集試料の株養成により低温期間を経過して、栄養生長期に入ってから、接木検討法を実施することにした。このため、CSV に関する検定成績の報告は今後に期待したい。

3. 結果

- 1) キク微斑ウィルスの感染率 (第1~2表) は、採集試料のうち、全体で36.6%、そのうち、キクBウィルスとの重複感染が34.1%で、単独は2.4%であった。
- 2) キクBウィルスの感染率は、同じく、全体で36.6%、微斑ウィルスとの重複感染が34.1%、単独が2.4%であった。
- 3) キクBウィルスの生物検定に供試したペチュニア品種の局部病斑の発現には顕著な品種間差異が認められた (第3表)。
- 4) 農家で実施した茎頂培養苗には、上記の両ウィルスは検出できなかった (第1表)。

第1表 韓国における切り花ギク主産地（馬山・金海地区）のウイルス感染状況調査（1992）

品 種 名	CMMV ¹⁾				CVB ²⁾				備 考
	1	2	3	判定	1	2	3	判定	
Amisong	--	--	--	無	--	--	--	無	白色・大輪
Beck Bong	卅	卅	卅	有	卅	卅	卅	有	白色・中輪
Cosmos King	卅	+	+	有	+	+	+	有	淡ピンク・小輪・一重
Kimmucksu	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・中輪
Shinteikuck	+	+	+	有	卅	卅	卅	有	桃色・中輪
Hachungcho	--	--	--	無	--	--	--	無	白色・小輪
Sunghwa	--	--	--	無	--	--	--	無	赤色・小輪
Eungkwang	--	--	--	無	--	--	--	無	白色・大輪
Arirang	--	--	--	無	--	--	--	無	桃色・小輪
Youngsimuee	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・小輪
Yellow king	卅	卅	卅	有	+	+	+	有	黄色・大輪
Changsu	卅	卅	卅	有	+	+	+	有	黄色・大輪
Teiyang	+	+	±	有	+	+	+	有	黄色・大輪
Cosmos king	--	--	--	無	--	--	--	無	・小輪・一重
White king	卅	卅	卅	有	卅	卅	卅	有	白色・小輪・一重
Daijinhwang	±	±	±	有	--	--	--	無	黄色・大輪
Sukwang	--	--	--	無	--	--	--	無	桃色・小輪
Jaun	--	--	--	無	--	--	--	無	紫紅色・中輪
Hyadee	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・中輪
Bonhwang	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・中輪
Mascot	--	--	--	無	--	--	--	無	桃色・中輪
Kyonsubang	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・大輪
Sunkwang	+	+	+	有	+	±	±	有	白色・中輪
Shinteikuck	卅	卅	卅	有	卅	+	+	有	桃色・中輪
Chungkwang	--	--	--	無	--	--	--	無	白色・中輪
Sulpung	卅	+	卅	無	+	+	+	有	白色・大輪
Kumpa	--	--	--	無	--	--	--	無	黄色・大輪

品 種 名	CMMV ¹⁾				CVB ²⁾				備 考
	1	2	3	判定	1	2	3	判定	
Kiimmucksu	-	-	-	無	-	-	-	無	黄色・中輪
Sulpung	+	+	+	有	+	+	+	有	白色・大輪
Eunkwang	-	-	-	無	-	-	-	無	白色・大輪
組織培養菌	-	-	-	無	-	-	-	無	品種名不詳、 農家で茎頂培養
Bonghwang	卅	卅	卅	有	卅	卅	卅	有	黄色・中輪
Shinteikuck	卅	卅	卅	有	卅	卅	卅	有	桃色・中輪
Hejeng	-	-	-	無	-	-	-	無	黄色・大輪
Tongjihyang	卅	卅	卅	有	卅	卅	+	有	赤色・小輪
Eulyeou	-	-	-	無	-	-	-	無	オレンジ・大輪
Cosmos king	卅	卅	卅	有	卅	卅	卅	有	桃色・中輪
Kyonsubang	-	-	-	無	-	-	-	無	黄色・大輪
Sulpung	-	-	-	無	-	-	-	無	白色・大輪
Beckkwang	-	-	-	無	-	-	-	無	白色・中輪
Hwanto	-	-	-	無	-	-	-	無	黄色・小輪

1) Chrysanthemum mild mottle virus

2) Chrysanthemum virus B

3) Replication

第2表 韓国切花ギク主要産地におけるウィルス感染率 (1992)

CMMV ^{a)} 感染率(%)			CVB ^{b)} 感染率 (%)		
全 体	単 独	他との重複	全 体	単 独	他との重複
36.4	2.4	34.1	36.6	2.4	34.1

a) : Chrysanthemum mild mottle virus

b) : Chrysanthemum virus B

第3表 キクBウイルスの局部病斑の発現に見られる品種間差異

品種名	局部病斑発現の相対比率 ^{a)}
Red carpet	100.0
White carpet	3.5

a) : 相対比率の算出は次式によった。

$$\text{相対比率 (\%)} = \frac{\text{White carpet の } \Sigma n}{\text{Red carpet の } \Sigma n} \times 100$$

a) は局部病斑点の発現程度による指数、3 : 発現葉上の局部病斑数が5個以上、2 : 3 ~ 4個、1 : 1 ~ 2個

n は同発現程度別の調査葉数

4. 考察

キクのウイルス・ウィロイドでは、種子伝染の報告はなく、衛生的に育成された実生はフリーと考えられている。また、ウイルスに対しては、茎頂培養並びに高温処理との併用によって、無病化できることは、よく知られている。しかし、ウィロイドに対しては、一部に温度処理、培養時の化学薬剤処理によって、無病化できたとの報告もあるが、事例報告にとどまり、世界的に広く認められた方法としては、ウィロイドの検定によって無病株を検出するか、新しく実生によって無病の新品種を育成する方法しかない。

本調査において、キク微斑ウイルス及びキクBウイルスの感染率が、全体で36.6%と予想よりも低率であったことには、当面の安らぎを与える結果であった。

しかし、単独感染率の2.4%に対し、重複感染率が34.1%と高く、全体の感染試料の93%が加重感染していることが明らかになった。一般に、通常の栽培を続けた場合には、実生当時は感染率が0%で、栽培経過年数が進むに伴って単独感染率が高まり、更に栽培年数が増えると全体の感染率の上昇とともに重複感染率も上昇することが指摘されている。

本調査で重複感染率が異常に高かったことは、長年にわたって栽培してきた品種で重要性の高い品種が、有効な検定並びに無病化対策がないまま長年にわたって放置されてきた結果であり、重視せざるをえない。

また、全体的な感染率並びに単独感染率が全般的にみて低かったのは、新品種の導入が盛んで、新しい品種による更新率の高いことによるものと推測される。

一方、農家が実施した茎頂培養苗では、両ウイルスが検定できず、茎頂培養法の有効性を現

場において実証したものと考えられる。

キクBウイルスの検出感度に品種間差異のあることが報告されているが、本調査では'Red carpet'は使用可能であるが、'White carpet'は検出感度が異常に低くて、使用に適しないと判断される。

茎頂培養法が上記の両ウイルスに有効なことは広く認められているところであり、韓国国内でも既に実現は容易な段階にある。しかし、テスト済みの信用できる無病苗の生産と普及のためには、幅広く実施できる検定法の定着が重要であり、本調査は初めての礎石を築く試みであると考えている。

5. 要約

韓国における切花ギクの主要産地におけるウイルス、ウィロイドの感染実態を検定植物を用いて調査した。全般的な感染率は40%未満であったが、感染試料の93%がキク微斑ウイルス及びキクBウイルスとの重複感染で異常に高率であった。

両ウイルスの無病化に茎頂培養が有効で、韓国では容易に実施できる技術段階にある。本調査によって技術移転の行われた検定法は、国際的に広く適用されている方法であり、両技術の組み合わせによって、早期に国際レベルを上回る無病菌生産体系が速やかに普及・定着することが期待される。

本調査を実施するに当たり、適切な調査地点の選定、試料採集・検定作業への心暖まるご援助をいただいた崔花卉第一科長、高研究官、金・李両研究士に対し、衷心よりお礼申し上げます。

引用文献

1. 山口 隆 (1979) キクの無病菌生産に関する諸問題 (1~4) 農及園 54巻1:57~62、2:331~335、3:431~436、4:681~684
2. T. YAMAGUCHI (1989) production of pathogen-free cuttings of chrysanthemums, Farming Japan 23(1):30~38

II. 花卉の連作対策に関する考察

1. はじめに

花卉の連作障害の発生は生産地の自然的・社会的な条件によって大きく変化する。特に土壌条件では腐植含有率が高いか、高く維持できる栽培管理が実施可能な場合、発病抑止型土壌のように病害菌に対する拮抗性微生物の密度の高い場合、土壌の塩基置換容量が大きく通気性や保水性の良好な場合、土壌水分の適正管理が容易な場合などの条件では、障害の発生は少ないと考えられる。社会的条件では、輪・転作が容易な場合には発生が軽微になり、耕地利用の流

動性はもとより、積極的に Cleaninig crops の導入を図る場合がある。

韓国の土壤条件は、済州島の一部に火山性の土壤の存在することを除けば、花崗岩を母材とする土壤が大部分を占め、土性は壤土か砂壤土が多く、シルトの含有率は比較的高いといわれている。粘土鉱物はカオリン鉱物が主体で、有機物含有は少なく、CECは10以下が多くて、土壤肥沃度は概して低いものと考えられる。

一方、花卉栽培地は借地を主とするものが80%を占め、輪・転作の自由な運用は困難な場合が多く、花卉では環境抵抗性の弱いものが多くて施設栽培率が高く、連作の機会は増大させざるをえないと思われる。これらの条件は連作障害を発生させやすい誘因となっており、韓国農耕地高度利用計画においても、水稻を加えた、花卉の輪作の効果について試験を実施していることは適切であると考えられる。

既に、韓国農耕地高度利用研究計画の研究成果として、水稻の導入によって土壤病害の軽減が報告されているので、ここでは、土壤酸素と塩類集積障害の目標としての EC に関する現地調査（馬山・金海、キク切花生産地）の結果と日本における研究成績をまじえて、紹介と考察を行いたい。

2. 韓国内切り花ギク主要産地における栽培土壤の pH と EC の測定事例

別報のウィルス病汚染実態調査時に栽培土壤の pH と EC を生土容積法によって現地測定を行った。該当する土壤の正規分析では、彩土の乾燥後 2 mm 目の節を通過させて乾燥後に実施するが、本法では簡便・迅速に重点を置いたものである。実施した方法は、200mlの蓋付きポリ広口ビンに、140mlと162mlの刻線をマークしておき、脱塩水を140mlの線まで入れ、次に生土を162mlまで入れて、5分間よく振とうする。振とう終了時に携帯式の pH メータ (TOA、HM-11P) と EC メータ (TOA、CM-11P) で測定した。本法では、土壤水分を25%、土の比重2.5、乾土：水の重量比を1：5基準とし、pH は常法の乾土対水の比率2.5倍を5倍に改変したものである。

ウィルス検定に重点が置かれたため、調査点数は17点と少数例となったが、概況を知ることが可能であると思われる。

調査事例では、pH が6.1のものが最も多くて41%を占め、5.6から6.0の幾分低い事例が二番目に続き、適当と考えられる6.5を中心とする±0.5の範囲内に全試料の71%が分布していた。5.5以下の地点は地形的に塩類の流亡が起こりやすい露地圃場であった。7.6以上の2点は、大型パイプハウスで年間被覆を行う圃場と、地下水位が高く塩類集積の起こりやすい圃場であった。地区別にみると、馬山地区では比較的 pH のやや低いものの比率が高く、金海地区では pH が幾分高いものの比率が高かった。しかし、全般的にみると7割強の圃場は適正 pH の範囲に入るものと判断された (第1表)。

したがって、馬山地区の塩類流亡の起こりやすい所では、石灰質並びにミネラルの補給が必要となろう。一方、金海では大型施設の周年被覆栽培が増加した場合には過剰施肥に留意し適正施肥を守ることを重視すべきである。地下水位の高い圃場では客土など排水対策を必要としている。

調査地点のECは、採花期から採花終了時の圃場が多かったことによるものと考えられるが、全般的に非常に低い値が多かった。特に馬山地区ではテラス状の地形で、施用された養分の流亡が容易なうえ、養分吸収もほぼ終わった時点の測定であったためであると考えられた。

一方、馬山地区においても、EC値は適当と考えられるものと幾分低いものが多く、塩類集積による障害の危険のある圃場が1点（大型パイプハウスの周年被覆栽培、調査時キンギョソウ定植済み）と地下水位が20cm程度と高く、地面に塩類の析出した圃場の計2点のみが1.12以上の値を示すのみであった（第2表）。

全般的に両地区を通じてEC値は低く、日本において予想していた塩類集積や過剰施肥の障害は、ごく一部を除いて認められなかった。しかし、馬山地区は大型パイプハウスの建設が進み、周年にわたって被覆下での花卉栽培が増加する傾向にあるので、塩類障害の可能性は特に今後において注意しなければならない課題であると考えられる。

したがって、今回実施した生土容積法と携帯型の簡易EC・pHメータによる定植前・生育期間中の検定法は、韓国の花卉栽培における高品質・多収・安定生産の有力な検定方法として期待できるものと思われる。

第1表 馬山・金海地区の切花ギク
栽培土壌のpHの分布

pH	
区 分	分布点数
4.6~5.0	1
5.1~5.5	1
5.6~6.0	4
6.1~6.5	7
6.6~7.0	1
7.1~7.5	1
7.6~8.0	2

測定は生土容積法によった。

第2表 馬山・金海地区の切花ギク
栽培土壌のECの分布

EC (mS/cm)	
区 分	分布点数
0.1 未満	8
0.1~0.3	5
0.4~0.6	1
0.7~0.9	2
1.0~1.2	1
1.3 以上	0

測定は生土容積法によった。

乾土1：水5に相当。

3. キクの連作障害対策

現在実施中の韓国農耕地高度利用研究計画では、土壌病虫害並びに塩類集積などによる連作障害の回避・軽減並びに生産過剰の水稲から成長部門である花卉生産への転換を主な目的として、研究が実施されており、既に水稲作の導入によって花卉の土壌病害の軽減されることが明らかになりつつある。

ここでは、一部の重複もあるが、日本におけるキクの連作障害に関する研究並びに対策技術について紹介を行い、参考に供したい。

1) 連作障害の症状

長期間にわたってキクを連作する時に起こる生育の障害には、次のような症状が挙げられる。

(a) 慢性的生育不良

定植後、茎の伸長が悪く、分枝の発生が少なく生育が不揃いになる。下葉の枯れ上がりが多くなる、地下部では細い根が腐りやすい。晴天の日中に萎れる。露地では大雨のあとに、急に萎れて枯れ上がるが、施設内では経過が緩慢となる。

(b) 急性萎ちょう

慢性的な生育不良株が大雨の後に急に萎れ、立枯れ症状を示す。根が腐り容易に引き抜けるようになる。導管節は変色する場合と変色しない場合があり、多くは露地栽培にみられ、施設栽培では稀である。

(c) 半身萎ちょう

露地栽培の5月から6月と9月から11月の間に多く発生する。施設においても、この時期には発生が多いが周年にわたって発生がみられる。症状は、初期に下葉の葉緑部とか葉脈間に脱水症状が現れて、退色し黄白色・黄色・黄褐色などに変色して枯死する。この症状は茎の片側の下葉にみられるようになり、順次、上葉に至るが進行は緩慢である。茎の維管束部はほとんど変色しない。細根は腐敗する。発生程度には品種間差異がみられる。

2) 原因

(a) 土壌伝染性病害

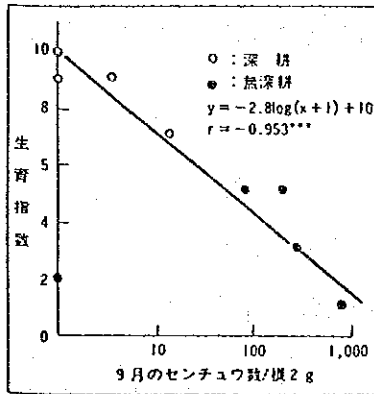
露地栽培の慢性的生育不良株からは、Fusarium、Pythium 菌が、施設栽培株から Rhizoctonia 菌が分離されたが、Fusarium、Pythium 菌の接種試験では病原性は確認できなかった。また、湛水処理とかセンチウとの混合接種を行ったが、センチウの被害のみが明らかに認められた。一方、Rhizoctonia 菌の幼菌接種の場合は、不安定ではあるが、病原性が認められた。

半身萎ちょう症状の植物からは、Verticillium 菌が分離され、接種試験で病原性が認めら

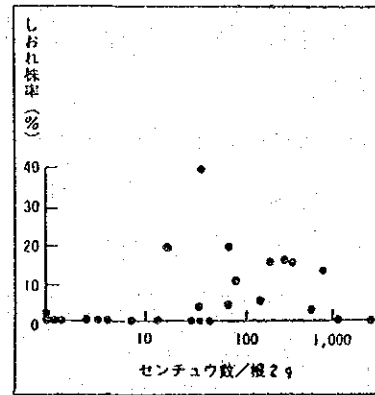
れ、半身萎ちよう病と判定された。

(b) ネグサレセンチュウ

連作障害の発生圃場の90%以上からは、ネグサレセンチュウ (*Pratylenchus fallax*) の寄生が認められ、生育初期のセンチュウ数の対数に比例して生育が低下し、急性萎ちよう症状の発生にも密接な関係のあることが明らかになった(第1~2図)。さらに、萎ちよう症状は灌水接種処理で早期に起こり、その程度も顕著であった。このことは現地で大雨の後に症状が激しくなる現象と、よく一致した。



第1図 静岡県西遠地区における収穫時期のキクの生育に及ぼすネグサレセンチュウの影響 (小林, 1971)



第2図 急性萎れ発生に及ぼすネグサレセンチュウの影響 (小林, 1971)

第3表 土壌のECと電照キクの生育 (堀田ら, 1974)

処理区 EC (mS/cm)	天 ヶ 原				弥 栄			
	平均開花 月 日 (月.日)	草 丈 (cm)	地上部 障害度 (0~3)	枯 死 株 率 (%)	平均開花 月 日 (月.日)	草 丈 (cm)	地上部 障害度 (0~3)	枯 死 株 率 (%)
0.6	12.13	59.4	0	0	11.27	59.0	0	0
0.8	17	57.4	0	0	11.27	56.1	0	0
1.1	17	56.3	0	0	11.27	53.2	0	0
1.3	20	59.5	0	0	11.29	51.7	0.7	0
1.6	22	58.5	0	0	12.1	55.5	1.3	12.5
2.0	28	55.8	0	0	12.16	47.7	2.9	45.8
LSD (0.05)	4	NS			3	2.7	0.8	

(c) 土壤理化学性の悪化

一般に耕耘機の刃が土壤を破碎した下の位置に圧密層ができて、物理性の悪化を招く。また、浅い作土の不透水層がある場合には雨水の縦浸透が阻害され、過湿による根腐れが慢性的な生育不良と急性萎ちょうを起こす。

ハウス土壤では塩類集積が起こりやすい。品種・土壤の種類によって反応は異なるが、濃度障害の起こりやすい品種の障害発生地域は $EC1.3mS/cm$ であり、生育に好適な $EC0.6mS/cm$ であった。現地調査における電照ギク農家の EC は $1.5mS/cm$ 以上が多く、 $EC2.0mS/cm$ を上回るハウスでは、ほとんど生育障害が認められた (第3表)。

(d) 残根の影響

根と連作土壤の浸出液を灌水に使用した場合に悪影響は認められていない。前作のキクから50~213日間放置した後、土壤消毒を行い、再びキクを栽培した場合には、生育異常はみられなかった。古株や茎葉を土壤に還元して利用する農家もある。残根中の生育阻害物質の存在はないものと考えられている。

3) 対策の具体的事例

連作障害に関する研究並びに対策技術については、静岡県でよく検討されている。前項の原因に対する個々の対策だけを実施しても完全な効果は得られず、総合的な改善対策が必要とされている。この場合、どの対策を組み合わせるのが適当であるかについては、症状や産地の実情を考慮して決めるべきである。

(a) 露地圃場

洪積台地で地表下50~100cmの深さに不透水層のある静岡県浜松市における露地ギクの連作対策事例 (第4表、第3図) を紹介したい。

深耕は土壤の通気性と透水性を高め、有効水分の増大と根群の分布域を拡大するとともに、塩類濃度とセンチウ密度を低下させるのに有効である。反面、やせた下層土が作土層に混入するため、初年目には有機質と肥料を十分に施用する必要がある。また、深耕とともに心土破碎・排水暗渠の設置、暗渠に集まった水の排水対策を実施しないと、深耕した圃場が周囲からの水溜めになって失敗する。排水改良の目標は $10^{-3}cm/sec$ (50~100cm/日) とされている。

また、土壤消毒は、ネマヒューム、DDなどの殺センチウ剤とクロルピクリン、あるいは、これらの混合剤で毎年1回は必ず行う。

有機物の適正施用も効果的で、腐熟堆肥を10a当たり年間4~6t施用する。このほかに、客土して土を若返らせたり、表面排水を行い湛水の被害を回避することが必要である。

(b) 施設内土壤

静岡県における施設ギクの栽培優良事例における土作りの方法は第5表のとおりである。必要に応じて、暗渠排水・土壌深耕・客土など前項で記述した対策を組み入れるとよい。

土壌塩類濃度が高く、しかもネグサレセンチュウの被害のある圃場では、ハウスを密閉して湛水を行い除塩をすることが有効である。

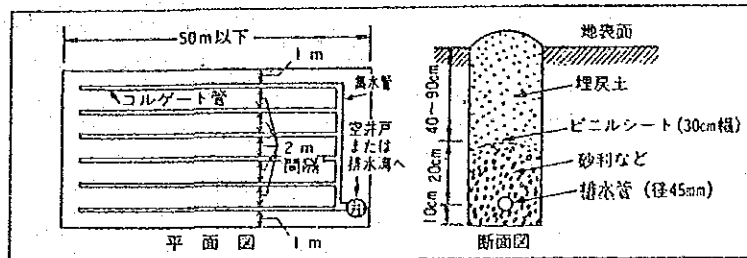
減水深が1日当たり20mm程度の排水不良圃場でも第6表に示すような効果があがっている。

ネグサレセンチュウ対策には、地温を30℃以上に上げて、湛水処理を2週間続けるとセンチュウがほとんど死滅する。また、浅く湛水して透明フィルムで全面的に被い、ハウスを密閉すると昇温効果が高い。

第4表 静岡県浜松市の露地ギク専作圃場方式と普及率

改善項目	改善内容	普及率		
		1971	1978	1986
①土壌深耕	5年に1回30~50cmの深耕を行い、土の若返りを図る	15%	65%	90%
②排水施設	コルゲート管等の埋設により暗渠排水施設を設置する	0	20	*100
③灌水施設	定置配管とスプリンクラー施設で薬散、灌水兼用とする	0	3	—
④防風施設	高さ2.5mに4mm目の防風ネットを設置する	0	1	—
⑤土壌消毒	毎年1回クロルピクリンまたはD-Dを10a当たり30~50l灌注する	20	85	100
⑥土壌検定	毎年1回休閑期に実施(pH、ネグサレセンチュウ等)	10	10	90
⑦土壌改良	検定結果により改良資材の投入や客土をする	60	90	100
⑧有機物多用	休閑期に堆きゅう肥を10a当たり4~6t投入し、耕耘する	25	90	90
⑨年1作主義	年1作とし、休閑期に土作りを行う。親株は別圃場へ移植	15	30	80
⑩無病苗生産	無病健全苗(ウィルスフリー)の育成と、これの植付を基本とする	0	1	213万本

注 *施設での設置率 無病苗は主要農協での年間供給本数



第3図 コルゲート管理設方法

第5表 静岡県下の施設キクの土作りの例

場所	土 壤 条 件		堆 き ゅ う 肥		肥 料		土 壤 消 毒	備 考
	土 質	透水性	種 類	量 (kg/10a)	種 類	量 (kg/10a)		
富士市	砂壤土 作土深い	良	わらとヨシの混 合堆積	2,500 — 3,000	コーティング肥 料140日型(13- 3-11). キク完 全配合有機物 (50%)	200 60	やらない	キュウリとの輪作ソル ゴー・マリーゴールド 栽培、多量灌水
富士市	沖積壤土 作土深い	ひじょう に悪い	もみから、よし に鶏ふん等を入 れ約6か月堆積	10,000	鶏ふん コーティング肥 料	1,500 10	2年に1度サン ヒューム使用	キク周年、夏季約15日 間灌水し、しめってい る所に定植
焼津市	砂質壤土 下層土礫層 作土浅い	良	生わら(灌水前) 石灰窒素(#) もみから堆肥鶏 ふん等を入れ6 か月堆積	500-1,000 50 3,000	園芸配合 (5 6 6)	410	蒸気消毒または クロルピクリン	夏季20日間密閉、灌水、 キク周年
焼津市	砂質壤土 下層土礫層 作土浅い	良	わら堆肥	10,000	園芸配合 (5 6 6)	240	夏キク作付け前 蒸気消毒	夏季40日間密閉、灌水、 キク周年
袋井市	壤土 埋立て地	良	牛ふんおがくず 堆肥	6,000	IB化成SI号 (10 10 10) ハイグリーン ナクネかす	200 100 375	D-D 灌注	キク周年 定植前十分灌水
袋井市	埴土 埋立て地 作土浅い	不良	みのり堆肥 稲わら	3,000 250	IB化成SI号 ハイグリーン ナクネかす	185 90 360	D-D 灌注	うね立て施肥後十分灌 水し、土を練る。キク 周年
磐田市	沖積土	—	牛ふんおがくず 堆肥	1,500	CDU(15-15-15) 花卉配合(5 6 6) 化成18号(8 8 8)	100 200 80	クノヒューム	夏季ソルゴー、年1作 春から秋にビニールを 外し雨水にあて除塩を はかる
磐田市	洪積 黒土 作土浅い	良	みのり堆肥 生わら	2,000 600	ナクネかす S 3号	240 120	デトラベックス	土壌診断毎作行い結果 をみて苦土石灰リン酸 の補給、土を練る
浜松市	砂質 壤土 作土30cm	やや良	牛ふん堆肥	4,000	化成(15 18 15) 微量窒素肥料	— —	EDB	キク周年、夏キク半促 成の切り花後ビニールを はずし雨にあて除塩
浜松市	砂質 壤土	良	みのり堆肥	1,500	花卉配合	360	サンヒューム	メロンとの輪作 土を練る
浜松市	洪積赤土 作土浅く 下層土礫層	不良地を 深耕で良 好に	活性炭 ネオベスト PK マグ パワーグリーン 酵素堆肥	2,100 t 180 60 120 630	ナクネかす 有機配合(4 8 8) " (6 8 6) 骨粉	360 150 75 60	2年に1回程度	キク周年 土壌改良剤使用 ミミズがいるような土 にする、深耕
湖西市	砂壤土	下層土悪	牛ふん堆肥	5,000	ナクネかす 焙リン 有機化成(8 8 8) 花卉配合(8 7 8)	90 100 40 180	クロルピクリン 灌注	キク周年 トレンチャーによる深 耕灌水、またはソルゴ ー植付

注 静岡県下のキク栽培優良事例について松田岑夫氏調査結果

第6表 静岡県志太地区におけるハウス密閉湛水前後の作土の化学性
(静岡農試、1971)

平均湛水 日数 (日)	調査時期	pH	EC (mS/cm)	無機態 窒素 (mg%)	置換性		水溶性	
					CaO (mg%)	MgO (mg%)	SO ₄ (mg%)	Cl (mg%)
13.8	湛水前	5.9	0.92	11.0	358	90	119	14.0
	〃 後	6.6	0.39	4.1	407	70	70	6.0
27.3	湛水前	5.7	1.01	9.9	299	64	243	4.1
	〃 後	6.1	0.32	3.8	335	52	74	3.5

(c) 総合改善案

連作障害の原因は多いので、総合改善を行う必要がある。対策のうち、毎年または毎作実施する作業と数年の1回行えばよい作業を分けることができる。

◎露地栽培で毎年行う作業

- ①土壌検定 (pH、ネグサレセンチュウなど)
- ②有機物の適正施用
- ③土壌消毒
- ④表面排水の完全実施
- ⑤無病苗の定植
- ⑥休閑期の土作り

△同じく3～5年に1回行う作業

- ①深耕
- ②暗渠排水の点検と改修

◎施設栽培で毎年行う作業

- ①土壌検定 (pH、EC、ネグサレセンチュウ)
- ②土壌消毒
- ③有機物の投与
- ④必要に応じて、湛水、雨水の利用、クリーニングクロップの栽培による塩類濃度の適正な管理

△同じく3～5年に1回行う作業

- ①深耕
- ②客土または土の入れ替えなど

4. おわりに

韓国の花卉の連作障害は、母岩に起因する土壌的特性、土地の所有・利用制度・主要産地が地下水位の高い地帯にも分布していること、近年施設化が進みつつあることなどによって、重要な課題となっている。

しかし、高品質・多収をねらって肥料の過剰施用を行い、塩類集積の障害を出した、かつての日本の塩類障害的多発の問題は、一部を除いて起こっていないのは幸いであった。この苦い経験から、日本で簡易土壌 pH 並びに EC メーターが開発され、適正範囲も解明されて、農家段階にも、これらを利用した診断法が普及し、障害の発生も激減している。

一方、露地並びに施設における連作障害の発生様相、主要な原因、具体的な対策技術並びに総合的対策の重要性について概説を行った。これらを活用していただいて、連作障害の解明と対策技術の確立並びに普及の一助にもなれば幸いである。