

報告先 北陸農業試験場 吉野 嶺一
 派遣先 農村振興庁農業技術研究所病理科
 業務 気象要因による葉稻熱病発生予察研究
 期間 1985年7月5日～9月4日(62日間)

韓国滞在中の日程と研究内容は下記のとおりであった。

月 日	実 施 内 容	月 日	実 施 内 容
7 5	韓国着任, 大使館挨拶	8 5	孢子採集器比較試験調査
6	農村振興庁内, 農業技術研究所内挨拶	6	"
7	休 日	7	"
8	研究計画打合せ	8	"
9	携行資材点検	9	韓国植物病理学会出席(서울)
10	利川試験地・孢子飛散日変動調査準備	10	孢子採集器比較試験調査
11	葉稻熱病斑孢子形成能調査準備	11	休 日
12	"	12	江原道早生穂稻熱病発病調査
13	忠清南道葉稻熱病発病実態調査	13	" セミナー (稲熱病発生予察及び低温と稲熱病)
14	全羅南・北道 "	14	"
15	慶尚南道 "	15	休 日
16	慶尚北道 "	16	セミナー(疫学研究における今後の課題)
17	休 日	17	孢子採集器比較試験調査
18	利川試験地・孢子形成能, 孢子離脱量調査開始	18	休 日
19	葉稻熱病発病実態調査報告書作成	19	孢子採集器改良Ⅱ型図面書き
20	"	20	データ整理
21	休 日	21	"
22	孢子形成能調査	22	報告書作成
23	"	23	"
24	"	24	"
25	"	25	休 日
26	"	26	} 湖南・嶺南作物試験場訪問
27	"	27	
28	休 日	28	
29	利川試験地・改良Ⅰ型孢子採集器設置	29	報告書作成
30	孢子形成能調査結果整理	30	利川試験地・穂熱病発病調査
31	"	31	大使館挨拶
8 1	"	9 1	休 日
2	孢子採集器比較試験調査	2	農村振興庁内挨拶
3	"	3	農業技術研究所内挨拶
4	休 日	4	帰 国 JL952

1. はじめに

1978, 1979年の統一系品種の罹病化によって代表されるように、韓国においても稲熱病は稲作の安定生産をおびやかす重要な病害である。最近では第1表および第2表に示した農村振興庁での調査結果に見られるように稲熱病の発生は比較的少なくなっているが、これは農村振興庁、農業技術研究所をはじめ、各道農村振興院、農村指導所の努力と指導に負うところが大きいものと考えられる。しかし、実態調査等で現地圃場を観察してみるとかなり多発状態となつてから薬剤散布が実施されたと推定される圃場が多く、もう少し早期の薬剤散布が必要のように考えられ、そのためには稲熱病発生予察の一層の発展がのぞまれる。

現在、韓国においては全国150か所に発生予察圃場が設置され、稲熱病発生状況、分生孢子飛散数、結露時間、その他の気象条件、稲の生育状況等が調査され、その調査結果が現地圃場での発病調査結果と併せて毎週報告されている。この点では、月2回の定点巡回調査によって発生予察が行われている日本に比べて、はるかにきめ細かく調査された結果に基づいて発生予察が行われているものと言える。また、日本で新たに開発された、稲熱病菌の動態に基づくシミュレーションモデルBLASTL、アメダス情報から稲熱病菌の侵入好適環境を推定するモデルBLASTAMの韓国内への適用の可能性の有無についても検討が始められている。このような点から考えると、韓国においては稲熱病に関する従来からの知見はほぼ十分に発生予察に取り入れられているものと考えられる。したがって、現在以上に発生予察の精度を向上させて行くためには、稲熱病発生生態の未解明の場面を明らかにすることが今後の課題となるものと考えられる。

上記の観点から、韓国農業気象災害研究計画の短期専門家として来韓以来、1985年7月5日～9月4日の間、次の課題について調査・研究を行った。

- 1) 稲熱病菌分生孢子離脱量の日変動要因の解明
- 2) 韓国における稲熱病発生実態とその特徴

研究の結果は必ずしも十分でなく、今後も研究を続ける必要があるものとするが、ここに研究経過の概要を報告する。

農業技術研究所滞在中は、韓国農村振興庁長 金文憲博士、同試験局長 金東秀博士、同研究造成課長 韓判柱博士、農業技術研究所長 金萬寿博士、朴重秀生物部長をはじめとする多くの方々から御高配を賜わり、支障なく研究を実施することができた。ここに深甚なる謝意を表す。また、李銀鍾博士をはじめとする農業技術研究所病理科職員の皆様からは終始貴重な御助言と御援助をいただき、研究および実態調査を円滑にすすめることができた。厚く御礼申し上げる。共同研究者である金章圭博士とは常に素直な意見交換をしながら研究を進めることができ、双方にとって極めて有益であった。本研究はまだ端緒についたばかりであるので、今後とも両者で緊密な連絡をとりながら共同研究を進めていく予定である。最

後に、日韓農業共同研究団長 森谷陸夫博士，長期専門家 谷信輝博士からは貴重な御助言をいただき，無事任務を終えることができた。心から御礼申し上げる。

第1表 年度別葉いもち発生面積（農村振興庁調査）

(ha)

年度 道別	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
서울	2,453	1,687	-	-	-	450	-	788	1,422	477	1,512	589
釜山	161	665	360	-	-	1,785	-	2,421	565	325	-	379
京畿	105,380	73,384	18,578	829	43,647	17,932	89,130	54,204	34,946	4,3870	10,080	12,418
江原	27,134	37,897	21,758	561	13,590	12,090	23,580	16,537	39,111	4,815	3,387	5,545
忠北	42,622	38,461	32,227	-	4,464	20,038	65,470	25,557	16,270	10,605	5,330	9,304
忠南	41,373	83,611	12,174	877	34,686	41,075	142,340	59,291	40,994	42,382	21,091	21,247
全北	41,539	107,474	14,774	3,485	30,575	101,680	143,710	68,227	35,420	34,511	34,140	41,541
全南	99,767	77,395	18,282	20,234	12,391	154,508	145,890	81,979	31,019	37,383	17,263	67,268
慶北	93,965	75,027	52,666	20,713	33,082	24,444	109,960	65,654	31,109	23,776	20,201	27,519
慶南	15,766	74,122	27,217	22,211	12,685	20,380	71,900	46,013	12,623	17,401	6,609	14,702
濟州	789	848	2,308	-	-	38	-	77	140	203	-	-
合計	470,939	570,571	200,344	68,909	185,120	394,420	792,070	420,748	208,419	215,748	119,618	200,512
作付面積	1,181,718	1,204,416	1,218,012	1,214,904	1,230,041	1,229,750	1,233,234	1,233,038	1,223,892	1,188,073	1,228,481	1,230,861
一般系	108,7715	1,008,130	939,969	662,981	548,235	290,067	479,886	615,688	890,912	789,569	801,093	857,792
多収系	82,000	180,916	274,102	533,192	660,101	929,004	744,271	604,153	321,346	386,395	418,552	366,883
発病面積 率(%)	39.9	47.4	16.4	5.7	15.0	32.1	64.2	34.1	17.0	18.2	9.7	16.3

第2表 年度別穂いもち発生面積（農村振興庁調査）

(ha)

年度 道別	'73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
서울	1,321	1,730	475	-	-	566	-	1,597	766	118	-	110
釜山	28	411	-	2,684	-	357	-	2,348	913	-	-	-
京畿	78,241	75,232	28,207	16,224	19,690	104,089	81,720	70,829	91,142	14,640	497	409
江原	7,057	19,319	24,429	13,546	4,683	23,402	19,520	11,762	275	1,653	3,800	3,600
忠北	29,069	35,682	36,186	12,225	3,752	68,629	48,090	30,883	413	3,010	517	40
忠南	4,091	25,382	21,333	7,787	7,708	14,692	11,466	28,549	286	2,942	397	-
全北	19,117	39,730	17,988	4,920	22,240	170,814	116,740	46,951	692	1,598	642	706
全南	41,795	50,196	27,267	8,171	9,666	191,992	120,300	85,496	38	255	-	324
慶北	18,434	46,490	52,679	20,732	9,146	88,353	106,369	63,188	2,661	7,304	1,232	218
慶南	5,874	45,824	21,050	20,393	7,407	93,967	83,590	56,440	440	354	-	-
濟州	351	263	1,930	1,074	-	-	-	77	-	-	-	-
合計	242,703	340,259	231,544	105,420	84,292	888,797	690,980	398,120	126,266	31,874	70,356	49,730
発生面積 率(%)	20.5	28.3	19.0	8.7	6.9	7.23	5.60	32.3*	1.0	2.7	0.6	0.4

2. 稻熱病菌分生孢子離脱量の日変動要因の解明

1) 研究のねらい

生態学的な立場から考えると、稻熱病菌の侵入環境の良否と伝染源量の多少とが稻熱病の発生進展に大きく関与している。したがって、現在の稻熱病発生予察においては分生孢子飛散量の調査は結露時間の測定などと共に極めて重要な調査項目となっている。しかし、最近開発された稻熱病発病予測モデルBLASTAM, BLASTLなどでは、侵入環境の良否が予測の対象になっているのに対して、伝染源量そのものは予測の対象とされていない。これは、孢子飛散量の日変動に関連する孢子形成・離脱に関する生態学的、疫学的知見が不足していることによるものと考えられる。したがって、孢子離脱量の日変動要因を明らかにすることは葉稻熱病発生予察の精度向上、穂稻熱病発生予察法確立の面から重要であると考え、本研究を開始した。

現地圃場には発現時期が異った病斑が混在しており、それだれの病斑で孢子形成を行っている。したがって、このような圃場の一定の高さで採集される孢子の中にも新しい病斑の上で形成された孢子と古い病斑の上に形成された孢子とが混っている。ところで、病斑の孢子形成に関しては、個々の病斑は発現後日数と温度条件によって決定される異った孢子形成能（28℃、湿度95%以上、暗黒15時間下で形成される孢子数）を持っていることが明らかにされており（加藤, 1974）、病斑から離脱した孢子の垂直分布に関しては、病斑の位置と風速に影響されることが明らかにされている（鈴木, 1969）。そこで、

病斑の発現時期をそれぞれ	A, B, C, \dots, I とし
その時の発現個数を	$N_A, N_B, N_C, \dots, N_I$
調査時点での各病斑の孢子形成能を	$P_A, P_B, P_C, \dots, P_I$
その日の環境条件による孢子離脱程度を	$V_A, V_B, V_C, \dots, V_I$
各病斑からの孢子分布割合を	$\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \dots, \lambda_I$ とすると

或る日の孢子飛散量 S （孢子採集数）は概念的には

$$S = N_A P_A V_A \lambda_A + N_B P_B V_B \lambda_B + \dots + N_I P_I V_I \lambda_I = \sum_{i=1}^I N_i P_i V_i \lambda_i$$

として示すことができる。したがって、病斑数、孢子形成能、病斑位置と並行して発現時期の異なる病斑からの孢子離脱数を調査し、その日変動要因および変動巾を明らかにすることができれば、孢子飛散量の推定が可能になるものと考えられる。

2) 予備試験による研究手法の点検

農業技術研究所利川試験地内の病理科圃場で栽培されている水稻品種「振興」を用いて孢子離脱数日変動調査に必要な各種調査法の点検を行った。

(1) 耕種概要および葉稻熱病発病状況

品種「振興」。植付月日5月22日、成苗手植。栽植密度80株/3.3m²、1株3本植。

窒素施用量 10a 当たり 15.6Kg (標準栽培の 30%増)。葉稻熱病初発月日 6月24日, 7月10日現在発病状況多。

(2) 調査項目および調査方法

(i) 病斑長

第3表および第4表に示したように, 7月8~10日と7月15日頃に発現した, 発現時期の異なる2種類の病斑をそれぞれ21および20個えらび出し, 病斑の位置, 病斑型を記録するとともに, 7月18日~26日の間, 1日おきにノギスを用いて病斑長を測定し, 病斑拡大状況を調査した。

(ii) 胞子形成能

上記2種類の病斑を7月18~26日の間1日おきに3病斑ずつ採取して, 次の方法で胞子形成能を調査した。

採取した病斑の両面を水道水でよく洗い, 病斑上の分生子柄, 分生胞子をぬぐい取り, よく水を切った後, 不必要な部分を切り取って長さ3cmの葉片とした。これを, 滅菌蒸留水 0.4 ml を入れた, 高さ 40mm, 口径 21mm, 容積 15ml の管ビン内に立てるよ

第3表 葉いもち病斑長測定結果(1)

病斑 番号	発現 月日	病斑 位置*	病斑 型	病 斑 長 (mm)						病斑採 取月日 胞子形成能
				7月10日	7月18日	7月20日	7月22日	7月24日	7月26日	
101	7月9日	n-1	pg	3.9	14.0	17.0	19.1	19.3	19.8	離脱量調査
102	7 9	"	pg	4.9	16.0	18.4	22.6	23.1	23.9	
103	7 9	"	pg	4.0	19.6	20.5	22.4	24.2	-	7月24日
104	7 9	"	pg	4.2	12.8	14.3	17.1	-	-	7月22日
105	7 9	"	ypg	3.1	14.4	-	-	-	-	7月18日
106	7 10	"	p	3.9	17.7	23.3	-	-	-	7月20日
109	7 8	"	(y)pg	4.8	14.2	17.8	21.2	25.2	27.1	
110	7 10	"	p	4.2	14.0	14.9	17.3	19.7	-	7月24日
112	7 10	"	pg	3.3	11.2	-	-	-	-	7月18日
113	7 9	"	ypg	5.4	15.6	21.3	26.2	-	-	7月22日
114	7 9	"	pg	3.9	17.1	17.6	18.0	21.6	21.9	7月26日
116	7 9	"	p	4.1	15.6	17.7	18.7	19.7	-	7月24日
117	7 9	"	pg	4.9	14.9	15.9	-	-	-	7月20日
118	7 9	"	pg	5.5	20.2	21.7	22.5	23.1	23.5	7月26日
119	7 9	"	pg	2.8	18.4	-	-	-	-	7月18日
120	7 10	"	p	3.1	14.9	17.4	21.7	23.9	28.1	
121	7 9	"	pg	5.7	16.7	18.3	20.4	21.9	22.6	離脱量調査

* 7月10日調査 n-1は完全展開上位第1葉を示す。

第4表 葉いもち病斑長測定結果(2)

病斑 番号	発現 月日	病斑 位置	病斑 型	病 斑 長 (mm)					病斑採 取月日 胞子形成能
				7月18日	7月20日	7月22日	7月24日	7月26日	
201	7月15日	n-1	ypg	5.6	10.6	13.6	14.0	16.2	離脱量調査
202		"	ypg	7.5	11.4	17.2	18.0	20.0	7月26日
203		"	ypg	4.9	7.5	9.4	14.6	15.2	離脱量調査
204		"	ypg	4.1	-	-	-	-	7月18日
205		"	ypg	4.5	8.3	15.8	21.4	23.4	7月26日
206		"	ypg	6.1	12.7	16.3	-	-	7月22日
207		"	ypg	6.0	10.1	12.1	13.9	-	7月24日
208		"	ypg	4.5	9.1	10.2	11.8	12.8	7月26日
209		"	ypg	7.5	10.2	10.7	-	-	7月22日
210		"	ypg	7.4	10.1	12.3	16.8	-	7月24日
211		"	ypg	6.2	9.1	-	-	-	7月20日
212		"	ypg	4.7	9.1	9.6	11.6	12.5	
213		"	ypg	7.4	8.5	9.0	-	-	7月22日
214		"	ypg	6.4	10.8	14.9	17.8	19.2	
215		"	ypg	5.6	-	-	-	-	7月18日
216		"	ypg	6.3	8.8	10.2	10.6	-	7月24日
217		"	ypg	5.1	9.6	-	-	-	7月20日
218		"	ypg	5.8	13.4	-	-	-	7月20日
219		"	ypg	5.7	9.9	10.4	12.2	12.8	離脱量調査
220		"	ypg	7.8	-	-	-	-	7月18日

* 7月18日調査 n-1は上位完全展開第1葉を示す。

うにして置いた。このピンを内壁にぬれた沱紙を張り、滅菌蒸溜水25mlを入れた口径43mm、高さ86mmのプラスチック管ビン中に入れ、ビンの口をぬれた沱紙で蓋をして湿室状態とした。このピンをさらに水を張った大型のプラスチック容器に入れ、加藤等(1974)の定義に従って28℃定温器内に15時間置き胞子形成を行わせた。処理終了後、定温器内から取り出した病斑の両面を、Tiveen20の5000倍液0.2mlおよびあらかじめ入れておいた0.4mlの滅菌蒸溜水(合計0.6ml)で注射器を用いてよく洗い、病斑上に形成された胞子を洗い落した。このようにして得られた懸濁液中の胞子数を血球計算板を用いて計数した。調査は1病斑につき0.1mm²30区画について行い、病斑当

たりの孢子数を算出した。

(iii) 1病斑からの孢子離脱数

前記2種の病斑をそれぞれ3病斑ずつ供試し、それぞれの病斑に金博士考案による孢子採集器試作品（以下金式原型と記す。詳細については後述）を設置した。孢子受皿は毎日17時に交換し、24時間内に捕捉した離脱孢子数を調査した。調査方法は孢子形成能調査と同様な方法で行い、孢子を捕捉した受皿を0.1mlの滅菌蒸留水で洗い、懸濁液中の孢子数を血球計算板を用いて計数した。

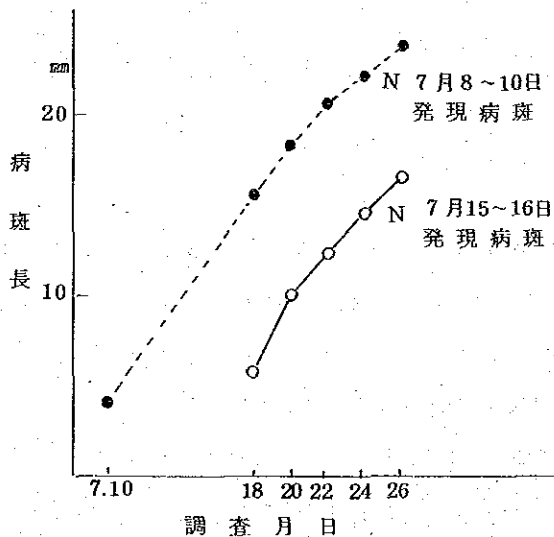
(iv) 孢子採集数（水平静置式）

調査水田内の草冠高にグリセリンゼリーを塗布したスライドガラスを設置し、毎日17時～翌日17時迄の24時間内に捕捉される孢子数を調査した。なお、参考として隣接の「振興」栽培田に設置された回転式孢子採集器によって午前1時～2時の1時間に捕捉された孢子数も記載した。

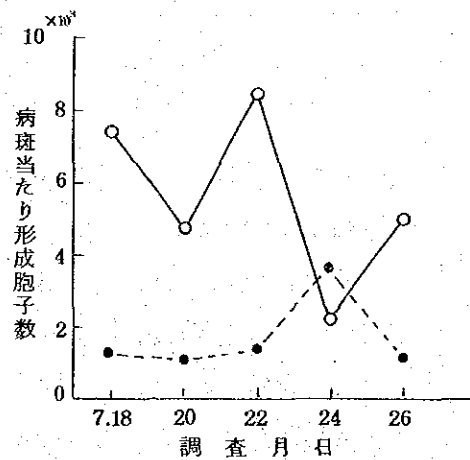
(3) 調査結果および考察

(i) 病斑長

7月8～10日に発現した病斑と7月15日頃に発現した病斑について病斑長の推移を調査した結果は第3表、第4表および第1図に示したとおりである。全般的に発現直後ほど1日当たりの病斑拡大が大きく、後期になるほど拡大率が小さい傾向があるが、平均して1日当たり1.5mmずつ病斑が拡大しているものと考えられた。この拡大速度は7月8～10日発現病斑と7月15日頃の発現病斑とでは差が認められなかった。また、加藤等(1974)の報告によると、本試験が行われた最高気温が30℃を越える条



第1図 孢子形成能・離脱孢子数測定病斑の平均病斑長の推移（品種：振興）



第2図 孢子形成能調査結果（3病斑平均値）

件下では、病斑は発現後12日位で拡大がほとんど停止してしまっているが、本試験の7月8～10日発現病斑では発現約17日後の7月26日でも病斑拡大が続いていた。これは本試験に用いた振興が多肥栽培であったことによるものと考えられる。なお、病斑番号205と208に代表されるように、発現直後の病斑長が同じ場合でも、その後の病斑拡大に大きな差が認められる場合があった。このような差異が何故起こるかについては今後検討する必要がある。病斑長調査を行うことは稲熱病の病勢診断の上で極めて重要であると考えられる。圃場において病斑を観察した場合にその病斑が発現後何日位経過した病斑であるかを推定できるし、また、病斑拡大速度を知ることによって、その後の病勢進展状況を推定できる。

(ii) 胞子形成能

それぞれ3個ずつの病斑を供試して胞子形成能を調査した結果を第5表および第2

第5表 胞子形成能調査結果

調査 月 日	7月8～10日発現病斑		7月15～16日発現病斑	
	病斑長(mm)	胞子形成能 ^x	病斑長(mm)	胞子形成能 ^x
7月 18日	14.4	900個	4.1	6,600個
	11.2	1,800	5.6	5,700
	18.4	1,200	7.8	10,200
平均	14.7	1,300	5.8	7,500
7月 20日	23.3	1,000	9.1	4,500
	9.9	700	9.6	5,800
	15.9	1,700	13.4	3,900
平均	16.4	1,130	10.7	4,730
7月 22日	17.1	3,800	16.3	18,800
	15.6	0	10.7	4,600
	26.2	400	9.0	1,800
平均	19.6	1,400	12.0	8,400
7月 24日	24.2	5,200	13.9	2,800
	19.7	4,800	10.6	1,400
	19.7	1,000	—	—
平均	21.2	3,670	17.1	2,100
7月 26日	21.9	1,800	20.0	3,000
	18.9	600	23.4	6,000
	23.5	1,200	12.8	5,800
平均	21.4	1,200	18.7	4,930

* 28℃, 暗黒15時間, 湿度95%以上で形成される胞子数

0.1mm² × 5区画 × 6反覆調査, 病斑当たり胞子数

図に示した。前記した調査方法に従って孢子形成能を調査した結果、最高で7月15～16日発現病斑の7月22日の調査で、病斑当たり18,800個の孢子が計測された。また、多くの病斑で 10^8 個オーダーの孢子が形成された。この結果は、孢子形成能を定義した加藤等(1974)の論文中の数値とほぼ同等の数値であると考えられ、加藤等とは若干異なった試験資材を用いた本試験方法でも、十分に孢子形成能を調査できることが明らかとなった。第2図に示したように、病斑の新旧によって孢子形成能に差があり、7月8～10日に発現した病斑では、7月24日の結果を除いては平均1100～1400個の孢子が形成された。これに対し7月15～16日発現病斑では、発現直後の孢子形成能が高く、発現後次第に低下する傾向を示し、加藤等の報告と一致した。しかし、7月24日の調査では7月8～10日発現病斑と7月15日頃発現病斑とで孢子形成能に逆転が見られた。これは第5表にも見られるように、個々の病斑で孢子形成能の変動巾が大きいことによるものと考えられる。加藤等(1974)も、病斑による孢子形成能の変動巾を考慮して、1区当たりの病斑供試数を12個としているので、本試験においても、今後は供試病斑数を多くする必要があるものと考えられる。

(iii) 水平静置式孢子採集器による孢子採集

個々の病斑からの孢子離脱量調査の対照として、試験圃場内に水平静置式孢子採集器を設置して、孢子飛散量を調査した結果は第6表に示した。孢子採集数が前日より目立って多かった日として、7月19～22日、7月26～27日、7月31日～8月1日、8月4日が挙げられ、この内7月19～22日の増加は侵入好適日となった7月12～13日に侵入した菌による新しい病斑の発現が7月18～19日に見られ、その上での孢子形成が始まったことによるものであろう。7月26～27日および7月31日～8月1日の孢子数の増加には霧の発生が、8月4日の増加には前日の降雨が関係しているように考えられるが、この点に関しては、今後本研究を通して明らかにしていく事項であるように考えられる。一方、前日より極端に孢子採集数が少なかった日として、7月12、17日、8月2、3日が挙げられるが、これらの日にはいずれも降雨があり、何らかの形で降雨が孢子採集数を減少させたものと考えられる。その原因として、

1. 孢子飛散量が多いがスライドガラス面で捕捉された孢子が雨で流亡する。
2. 飛散孢子が雨滴に捕捉されて、葉面あるいは地面に落下するため空気中の孢子密度が低下する。
3. 雨滴が病斑裏面に付着して孢子形成が行われなくなる。

の3つの可能性が想定されるが、恐らく第2の可能性が最も有力であろう。将来、孢子離脱量と孢子飛散量との斉合性を論じる場合に備えて実験的に明らかにしておく必要がある。

第6表 試験圃場における水平静置式孢子採集器による孢子採集結果

調査 月 日	水平静置式 (432mm ²)	回転式 (864mm ²)	降雨時刻 始 終	天 候
7月11日	160 個	1,573個	時 時	くもり
12	63	14,280	5-24	雨
13	57	70	0-9	雨後晴
14	86	612		くもり
15	141	2,742		きり後晴
16	150	1,122		くもり
17	33	9,042	2-10	雨後くもり
18	242	18,552		晴
19	542	6,504	(13-14) (20-21)	くもり一時雨
20	401	19,632		くもり後晴
21	489	18,018		くもり後晴
22	451	5,070		きり後晴
23	301	4,596		くもり
24	170	1,092		くもり後晴
25	185	1,626		くもり後晴
26	251	1,470		晴
27	344	10,254		きり後晴
28	189	3,576		きり後晴
29	113	1,662	17-18	晴後一時雨
30	108	8,400		きり後くもり
31	168	2,406		きり, くもり後晴
8月 1日	178	2,767		くもり後晴
2	12	1,044	9-16	雨
3	5	4,050	8 $\frac{1}{2}$ -19	雨
4	81	8,790		くもり
5	23	1,668	9 $\frac{1}{2}$ -12	くもり後濛雨
6	41	2,682		くもり後晴
7	21	432		きり, くもり後晴

(iv) 1病斑からの胞子離脱数

金式原型胞子採集器を用いて、1つの病斑からの胞子離脱数を調査した結果は第7表に示した。胞子離脱数の調査には、7月8~10日発現病斑と7月15~16日(7月

第7表 胞子離脱数調査結果

(個/病斑)

調 査 月 日	7月8日~10日 発現病斑				7月15~16日 発現病斑			
	病斑番号 101	121	122	平 均	201	203	219	平 均
7月11日	300	2,700	2,300	1,770				
12	100>	100>	100>	100*				
13	400	1,000	100>	500				
14	100	100	200	130				
15	100>	200	600	300				
16	100	100	100>	100*				
17	100	700	100>	300				
18	100>	100>	100	100*	-	-	-	-
19	100>	500	300	300	2,100	600	700	1,130
20	100>	100	100>	100*	100	100>	100>	100*
21	100>	1,900	300	770	1,800	1,000	3,500	2,100
22	700	3,200	5,400	3,100	2,900	100	100>	1,030
23	300	200	100>	200	400	1,100	100	530
24	100	200	200	170	2,500	500	600	1,200
25	100	100>	100	100*	1,800	200	2,500	1,500
26	100	4,200	100>	1,470	1,100	300	200	530
27	100	100	100>	100*	500	2,400	600	1,170
28	5,200	100>	100>	1,800	400	200	100>	230
29	1,200	100>	200	500	15,900	200	1,400	5,830
30	100>	300	100	170	100	100>	100>	100*
31	100	100>	100>	100*	700	100	100>	300
8月 1日	100>	100>	100>	100*	100>	100>	100>	100*
2	200	300	1,000	500	2,900	100>	100>	1,030
3	100	600	100	270	100>	600	1,100	600
4	100>	100>	100>	100*	100>	100>	100>	100*
5	-	-	100>	100*	100>	100>	100>	100*
6	100	-	1,100	600	100>	200	300	200
7	200	-	100>	250	100	200	700	330

* 100以内

15日頃)発現病斑とをそれぞれ供試したが、3病斑ともそろって比較的多数の胞子が採集された日は極めてまれであって、大部分の日には一定の傾向が認められず、或る病斑で特異的に多数の胞子が採集される場合がしばしば認められた。このように病斑によって採集胞子数が大きく異なる原因として、個々の病斑の微気象環境が異なることによる場合も考えられるが、特定の病斑について検討した場合でも、一定の日変動傾向が認められないことから、胞子採集の仕方自体に問題があるように考えられたので、以後、胞子採集器の検討を行うこととした。

(M) 点検結果の要約

稻熱病菌胞子離脱数の日変動要因解明に必要な各種調査法について点検した結果次のような結論を得た。

1. 病斑長調査は病斑の来歴、特徴を把握する上で極めて有効な手段であるので今後実施すべきである。
2. 本試験で実施した方法によって胞子形成能を十分に測定できるが、胞子形成能は病斑による変動巾が大きいので反覆数を増やす必要がある。
3. 水平静置式胞子採集器による胞子採集は、1つの病斑からの胞子離脱数調査の対照として実施する必要があるが、降雨日の胞子採集数減少の原因を実験的に明らかにしておく必要がある。
4. 1つの病斑からの胞子離脱数調査のための胞子採集器には問題があり、改良する必要がある。

3) 胞子離脱数調査のための胞子採集器の検討と改良

前項の試験によって、胞子離脱数の日変動要因解明に当たっては、病斑から離脱する胞子を捕捉するための胞子採集器を改良する必要があることが明らかとなった。そこで次の4種の胞子採集器を用いて、水稻品種「真珠」の葉稻熱病病斑から離脱する胞子の捕捉を行った。

胞子採集器A：金式原型。前項の試験に用いたものと同じ。25×8×10_{mm}の内服用カプセル剤収納用のプラスチック容器を利用し、これを病斑直下に設置。病斑とプラスチック容器の間には隙間がない。受皿部分に0.1mlの滅菌蒸留水を注いで懸濁液を作り、胞子数を調査する。

胞子採集器B：金式改良型。Aと同じプラスチック容器を使用。病斑とプラスチック容器の間に数_{mm}の隙間を作り、空気の交換が行われるようにした。胞子数調査法はAと同じ。

胞子採集器C：吉野式原型。病斑の下、約1_{cm}の位置にグリセリンゼリーを塗布した枠付界線スライドガラスを設置。胞子数は直接顕微鏡下で計数する。

孢子採集器 D：共同改良型 I。病斑の下，約 1cm の位置に A と同じプラスチック容器を
設置。孢子数調査法は A と同じ。

4 種の孢子採集器を用いて，7 月 30 日～8 月 8 日の間孢子離脱数を調査した結果は第 8
表に示した。なお，この間の天候状況は第 6 表に示したように 8 月 2 日と 3 日が雨天とな
り，8 月 5 日にも一時豪雨に見舞われた。それぞれの型の孢子採集器で捕捉された孢子数
の 10 日間平均値は C>B>D>A の順で，C 型の孢子採集器の捕捉効率が最も良かった。胞
子離脱数の日変動を見ると，どの孢子採集器でも 8 月 2 日あるいは 3 日に多数の孢子が採
集されており，降雨が孢子離脱数を増加させる要因となることを示唆している。しかし，

第 8 表 4 種の孢子採集器による離脱孢子数調査結果

(品種：真珠)

病斑番号	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	
病斑位置	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	n-1	
病斑型	ypg	ypg	ypg	ypg	ypg	ypg	ybg	ybg	ypg	ypg	ypg	
病斑長 mm	7. 29	7.8	7.6	7.0	8.3	6.3	6.9	7.7	7.8	7.4	8.4	7.8
	8. 1	11.5	13.1	11.5	14.1	12.0	12.0	13.6	13.4	10.7	12.0	12.1
	5	12.6	16.3	14.2	16.5	19.8	13.7	19.3	19.7	14.6	16.0	15.3
	7	13.2	18.1	14.2	18.5	23.1	15.7	23.2	23.9	17.3	18.0	16.0
採集器 の型 調査月日	A	A	B	D	D	C	B	D	C	B	A	
7. 30	600	3300	800	2200	300	6900	3300	800	2000	1400	400	
31	700	1200	500	500	100>	8200	900	-	800*	100>	100>	
8. 1	100>	100	100>	-	100>	8500	-	100>	6400	300	800	
2	1800	500	900	200	1600	16000	6700	6300	7500	3300	1300	
3	300	6000	-	200	2000	17300	600	300	3700	4400	1300	
4	100>	100>	100>	100>	100>	3400	1600	100>	1,100*	200	100>	
5	100>	-	-	100>	-	2600	-	100>	800	100>	100>	
6	200	700	100>	800	800	2000	-	1000	400	400	100	
7	500	100	400	1200	300	800	300	100	100	1200	200	
8	200	100>	6200	100>	100>	600	200	3100	200	100>	300	
平均	460	1340	1140	610	610	6630	1940	1320	2300	1150	470	

注：病斑位置，病斑型は 7 月 29 日調査。

孢子採集器の型，A：金式原型，B：金式改良型，C：吉野式原型，D：共同改良型 I。

*印 落下。-印 雨が入る。

同じ型の孢子採集器を用いた場合でも、8月2日に孢子数が多い場合と8月3日に孢子数が多い場合があり、病斑によって分生子柄形式、孢子形成、孢子離脱の速度に差があるのかも知れない。

第9表 孢子採集器の精能比較

項 目 孢子採集器の種類	自然条件下と同じ様に孢子形成・離脱を行うか否か	離脱孢子を十分捕捉できるか	調査が簡単にできるか	問 題 点
A 金式原型	×	○	○	孢子形成量が少ない
B 金式改良型	△	△	○	孢子捕捉量が少ない
C 吉野式原型	○	○	×	調査に時間がかかる
D 共同改良型 I	○	×	○	孢子捕捉皿が小さすぎる

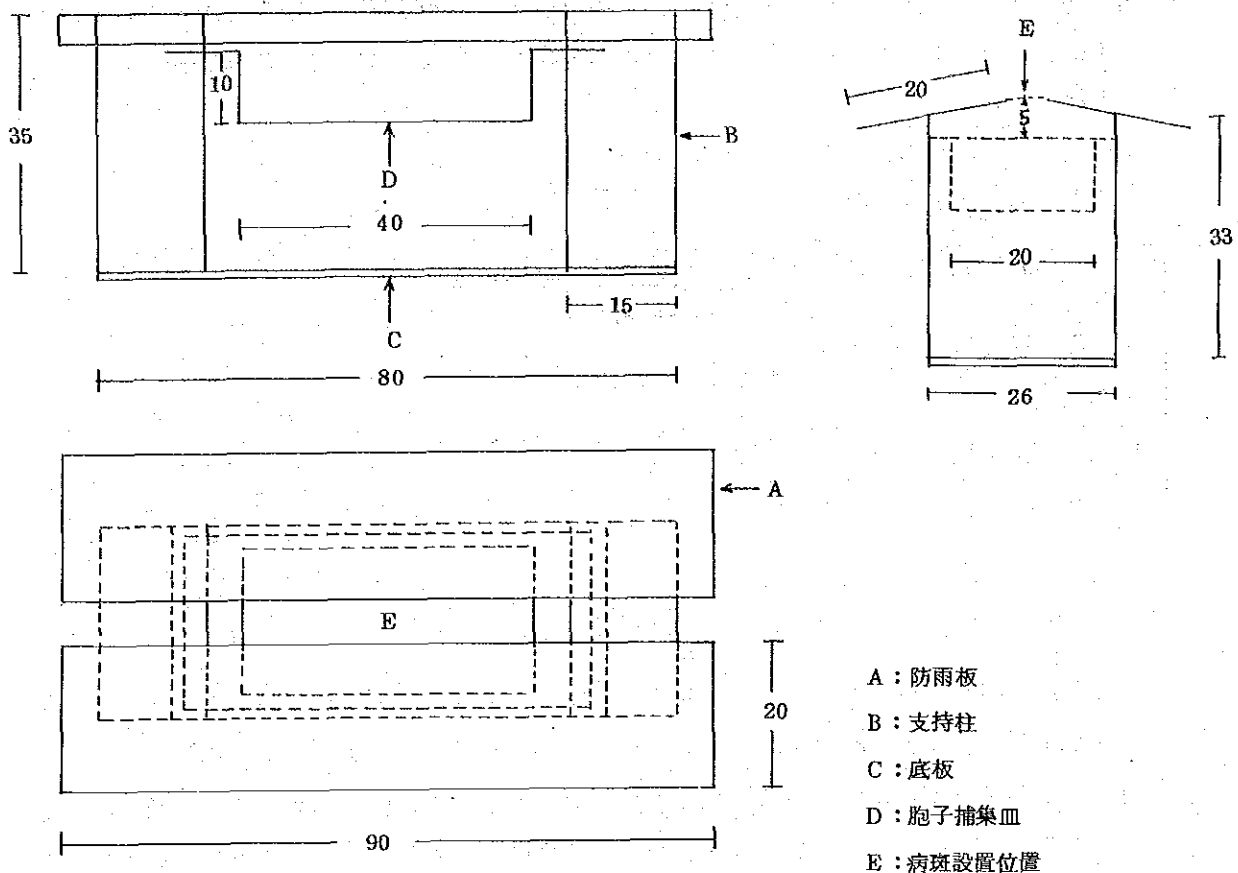
○：良， ×：不良， △：不十分

第8表の結果から、孢子採集器を設置した場合に自然条件下と同じ様に孢子形成、離脱が行われるかどうか、離脱孢子を大部分捕捉できるかどうか、調査が簡単にできるかどうかの3点から検討した結果が第9表である。孢子採集器Aは構造上から考えて離脱した孢子をすべて捕捉していると考えられるので、採集孢子数が最も少なかった原因は密閉型であることによる。孢子形成が十分に行われないことによるものと考えられる。孢子採集器Cは孢子採集量から見て、孢子形成・離脱および捕捉が十分行える（従来の報告では最適条件下で1病斑から24時間で約6万個の孢子が離脱する）ものと考えられるが、顕微鏡下で計数するのに長時間を要するという欠点があり、実際の調査には適さない。孢子採集器BはAとCの間であるが、孢子採集数が不安定である。孢子採集器Dは受皿が小さすぎて離脱孢子を十分捕捉できない。

以上のように供試した4種類の孢子採集器はいずれも欠点を持っておりそのままでは今後の試験に供用できないものと結論された。そこで、新たな孢子採集器を作成することとし、次の点を配慮して孢子採集器の設計を行った。

1. 病斑と孢子捕捉部分との間に若干の距離をおく（5mm程度）。
2. 孢子捕捉部分は受皿型とし、調査能率を高める。
3. 受皿に雨滴が入らないように防護する。

上記の考え方に基づいて作成した孢子採集器改良Ⅱ型の設計図を第3図に示した。本器は日本に帰国してから実験機器メーカーと相談して作成し、完成品を金博士のもとに送付し、精能検査を行う予定にしている。



第3図 孢子採集器改良Ⅱ型設計図 (実物大)

孢子離脱数調査のための孢子採集器の検討と改良 要約

1つの病斑から離脱する孢子数を調査するための孢子採集器について検討を行ったが、供試した4種類の孢子採集器はいずれも欠点を持っており、今後の試験には供用できないことが明らかとなった。そこで新たに孢子採集器改良Ⅱ型を作ることとし、その設計図を作成した。

4) 今後の研究課題

1. 孢子採集器改良Ⅱ型の精能検査(予備試験)
2. 圃場における新旧葉稲熱病斑での孢子離脱数の日変動調査により変動要因を抽出
3. 管理環境下で変動要因と変動量の関係を究明
4. 飛散孢子数予測法の検討
5. 飛散孢子数予測法を組み入れた稲熱病予察法の作成と検討

3. 韓国における稲熱病発生実態とその特徴

1985年も韓国の稲作は豊作となりそうな見通しである。このような見通しとなった原因としては7月18日の雨期明け以降の高温多照が挙げられるが、その他に官民一体となった病虫害防除の努力も無視できない。農業技術研究所滞在中、幸いにも、葉稲熱病および穂稲熱病の発生実態を観察する機会を与えていただいた。その観察結果はすでに出張報告書で報告済みであるが、その観察結果について、農村振興庁技術普及局作物保護課、農業技術研究所病理科から御提供いただいた資料に基づいて若干の考察を行ったので、その結果を記述する。

1) 葉稲熱病発生実態とその特徴

7月13～16日に韓国中・南部を中心に葉稲熱病発生実態調査を行った結果を第10表として再録した。実態調査の結果は、適期防除が行われたこともあって、瑞山・高敞の2地点を除いては、その後の蔓延の危険性が小さいものと判断されたが、次のような点で特徴が認められた。

1. 一般系品種で発病が多く、多収系品種では少ない。
2. 一般系品種では全般に病斑数が多く、病斑位置が高い。また、ずりこみ田も多く観察される。

韓国における本年の葉稲熱病の発生は昨年より少発生であると観察されている。昨年の葉稲熱病発生面積は農村振興庁の調査結果では第1表に示したように163%であった。本年の発生が昨年よりも少発生であると概括的に捉えられているにもかかわらず、第10表の実態調査で、一般系品種で株当たり病斑数10～49個の多発生寸前の状態の水田が多かったことは日本の北陸地域における経験からは想定できないことであった。そこで各種資料によって平均的な韓国での葉いもち進展条件を検討してみた。

(i) 初感染・初発生時期

農村振興庁の調査結果から、全国各地125カ所の発生予察圃場での1983、'84年の葉稲熱病初発生時期を作表し第11表に示した。これによると、1983年には最も早い初発生が6月7日に京畿道で、最も遅い初発生が8月1日全羅南道で、1984年には最も早い初発生が6月8日に全羅北道で、最も遅い発生が7月21日に忠清南道と慶尚南道で報告されているが、平均的には兩年とも、二毛作地帯の南部地方で初発生時期がやや遅くなっているが、6月下旬から7月上旬に葉稲熱病の本田初発生が認められている。

また、日韓農業共同研究事業報告書(1984)では、京畿道においては

分生孢子が捕捉され始める時期が平年で6月第3半旬、

本田初感染の限界温度とされている最低気温が16℃を越える

時期が1964～80年の平均で6月中旬

であることが報告されている。これらの調査結果から判断すると、韓国の本田での葉稲

第10表 葉稻熱病発生実態調査結果(7月13~16日調査)

地点名	稲の Type	調査 圃場数	発 病 程 度					病 斑 型	最上病 斑位置	胞子形 成状況	新生病 斑の有無	防除 の有無	そ の 他	
			200以上 ザリこみ	50~199	10~49	1~9	以下							
唐 津	一般系	8	1			5	2	pg~ybg	n-1	+~卅		有	水原~唐津間 ザリこみ3圃場 三剛	
	多肥系	2				1	1	ybg	n-2	±		有		
瑞 山	一般系	5	2	1	2			pg~ybg	n	卅	有	無	唐津~瑞山間 ザリこみ3 個人散布始まる 蔓延危険 ビーム+ネオアソ 度大	
	多収系	2			1	1		pg~ybg	n-1	+	有	無		
洪 城	一般系	8		2	3	1	2	ybg	n-2	±	無	有	発病停止 生育やや遅い。	
	多収系	3					3							
扶 余	一般系	6		3	1	2		(pg)~ybg	n-1	-~+	有	有	東津が多い 薬散有効 フラエストネオアソ	
	多収系	6					6							
論 山	一般系	8			2	4	2	(pg)~ybg	n-1	-~±	無	有	扶余~論山 ザリこみ2 40a圃場 河川敷冠水 ビーム+ネオアソ	
	多収系	4					4							
金 提	一般系	7	(1)			1	3	2	ybg	n-3	-	無	有	甚は遅植で特殊例
	多収系	4						4						
扶 安	一般系	9		2	3	4		(pg)~ybg	(n-1) n-3	(卅) -~+	(有)	有	裡里~扶安 ザリこみ1 東津・浴東 40a圃場 全般に病斑位置低い	
	多収系	0												
高 敏	一般系	8	2	2	1	1	2	pg~ybg	n-1	±	(有)	有	扶安~高敏 ザリこみ6 ヒノゲン・ビーム+ネオアソ 要追加散布	
	多収系	3					3							
羅 州	一般系	2				1	1	ybg	n-1	±			遅植(二毛作) 冠水有 作期遅くこれから発病本格化	
	多収系	6					6							
海 南	一般系	8		2	1	5		pg~ybg	n-1	±~卅	(有)	有	全般的発生始	
	多収系	0												
晋 陽	一般系	6				2	4	ybg	n-3	-	無		遅植 海南~晋陽 ザリこみ1	
	多収系	3				1	2	ybg	n-3	±	無			
金 海	一般系	5				1	4	pg~ybg	n-1	±~卅	有			
	多収系	0												
密 陽	一般系	1				1		pg	n-3	+	有	無	葉いもち発生始	
	多収系	0												
永 川	一般系	9				5	4	ybg	n-2	+~卅		局有	葉いもち蔓延期へ	
	多収系	1					1							
尚 州	一般系	8	1	2	4	1		pg~ybg	n-1	-		有	金泉から尚州 ザリこみ2 薬剤散布効果大	
	多収系	2					2							

第 11 表 予察圃における本田葉いもち初発生時期（農村振興庁調査）

年 度 道 別	1983			1984			苗いもち発病月日	
	最も早 い発病	平 均	最も遅 い発病	最も早 い発病	平 均	最も遅 い発病	'83	'84
村 舎(1)*	月 日	月 日	月 日	月 日	6月26日	月 日		
釜 山(1)		7. 21			7. 1			
京 畿(20)	6. 7	6. 26	7. 18	6. 12	6. 26	7. 11	5. 18	5. 20
江 原(15)	6. 9	7. 8	7. 26	6. 18	6. 28	7. 17	6. 8	6. 4
忠 北(12)	6. 19	6. 30	7. 11	6. 18	6. 27	7. 2		
忠 南(16)	6. 19	6. 27	7. 11	6. 15	6. 24	7. 21	5. 21	5. 21
全 北(14)	6. 17	6. 26	7. 8	6. 8	6. 24	7. 11	5. 10	5. 5
全 南(23)	6. 14	7. 1	8. 1	6. 18	7. 2	7. 11	5. 10	5. 14
慶 北(25)	6. 18	7. 7	7. 24	6. 10	7. 4	7. 11	5. 18	5. 19
慶 南(20)	6. 24	7. 9	7. 21	6. 24	7. 7	7. 21		5. 20
済 州(3)		7. 16			7. 6			

* () 内の数字は予察圃設置地点数

熱病初感染および初発時期はそれぞれ6月10日および6月17日頃と考えられる。この
ような初感染・初発生の時期は日本の北陸地方とほぼ同じ時期にあっている。

(ii) 葉稻熱病の蔓延および終熄時期

同様に日韓農業共同研究事業報告書(1984)から葉稻熱病の蔓延と終熄に関連した事
項を拾い上げると

稲の葉面積指数が2.0を越える時期(繁茂したことによって葉稻熱病が急速に蔓延す
る時期)は1984年には秋晴で7月3日、小白稲で7月7日であった

葉稻熱病の発病最盛期は平年で7月12~19日であり、1984年には7月5~12日
であった

平均気温が27℃を越える時期(発病が停滞する時期)は1984年には7月第6半旬
~8月第3半旬であった

と報告されている。したがって、稲の生育時期およびマクロな気象条件から判断すると、
韓国では葉稻熱病は7月第2半旬頃から病勢が急速に進展し、7月第6半旬以降終熄に
向うものと考えられる。このような葉稻熱病の推移もまた日本の北陸地方と変わるもの
ではない。

以上のように、初発生から終熄に至る葉稻熱病発生時期には大差が認められないにも
かかわらず、第10表の実態調査で見られたように早い時期から葉稻熱病の発生が多く、

病勢進展が急激である点に韓国の葉稻熱病の大きな特徴がある。このように早い時期から多発状態となる原因として次のような点が考えられるが、詳細については今後発生生態に関する研究を通じて明らかにしていく必要がある。

(i) 初期伝染源量が多い

ずりこみ症状発生田が比較的多く見られることから、苗稻熱病罹病苗の持ちこみなどがあり早い時期から稻熱病菌密度が高くなっている可能性が考えられる。また、稲の稻熱病と雑草等の稻熱病との関係についても、初期伝染源との関連で検討してみる必要がある。

(ii) 感染が連続して起きている

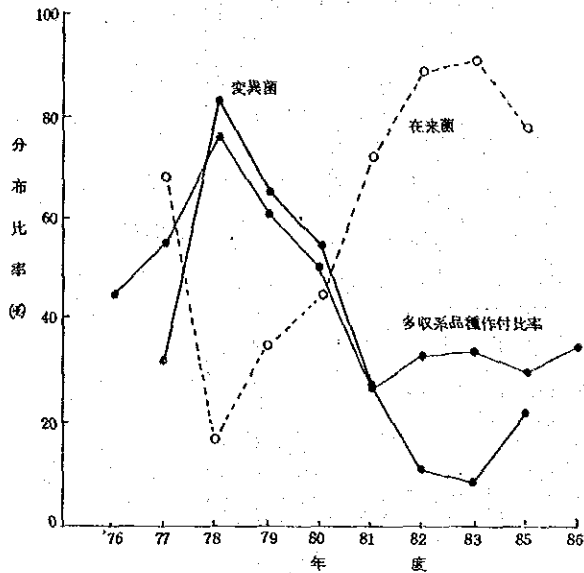
韓国では日本より昼夜の温度較差が大きいことが報告されており、夜露の形成が良好であると考えられる。しかも小さな丘陵地が多く日蔭となって露の乾きにくい水田が多く存在している。また、多肥密植栽培（標準窒素施用量は一般系品種で12Kg/10a、多収系品種で15Kg/10aとされているが実態としてはこれより多くの窒素が施用されている。栽植密度80株/3.3m²）となっているため過繁茂となっており、株内では晴天の日でも正午頃まで露が残っているのがしばしば観察される。したがって、雨天の日だけではなく晴天の日にも感染が起っているものと考えられる。このため、葉稻熱病の新しい病斑が連続して発現し、病勢が急速に進展している可能性が考えられる。この点については葉稻熱病の発生経過を継続して観察する必要がある。

(iii) 孢子形成量が多い

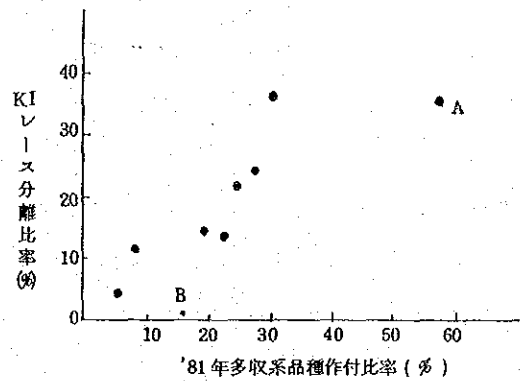
多肥栽培であるために稲の体質は罹病的となっており、当然発現する病斑数も多い。それと同時に一つの病斑の上で形成される孢子数も多いことが想定され、このこともまた病勢の進展をはやめる要因となっていることが考えられる。孢子形成能、孢子離脱数の調査を通してこの点を明らかにする必要がある。

韓国における葉稻熱病発生のもう一つの特徴は一般系品種で発病が多く、多収系品種で発病が少ないことであった。利川圃場においては罹病化したはずの密陽23号の倍肥施用区でも葉稻熱病斑がわずかに見られただけであった。1978、79年の多収系品種の罹病化にもかかわらず多収系品種で現在発病が少なくなっている原因について若干の考察を試みた。

第4図には農業技術研究所病理科で実施してきた変異菌（多収系品種に病原性を有するレース）分布比率の年次変化の調査結果を示した。これによると、変異菌の比率は多収系品種の作付率が最も高かった1978年に最高値を示し、その後多収系品種の作付率の低下に並行して変異菌分布比率も低下し、1983年には多収系品種の作付が若干増加傾向に向ったにもかかわらず最低となり、1984年に再び増加傾向を示したが、分布比率は約22%にとどまっている。また、1978～81年には多収系品種作付比率と変異菌分布比率とがほぼ



第4図 変異菌分布比率の年次変化 (農技研調査)



第5図 多収系品種作付比率と変異菌 (KIレース) 分離比率との関係

ば並行して推移しているのに対し、1982年以降は多収系品種作付比率に比べて変異菌分布比率が低くなっている点が注目される。そこで、農業技術研究所病理科での1981~84年の調査結果から、各道別のレース分布比率を求め1981年の多収系品種作付比率と対比した結果が第12表である。変異菌レースとしてはKI 315, 315b, 307が多く分離され、また、多収系品種の作付が多い忠清北道、全羅南道、全羅北道、慶尚南道などで変異菌の分布比率が高くなっている。この結果をグラフにプロットしてみると第5図に示したように、全体的には多収系品種の作付が多い道ほど変異菌分離比率が高く、レースの分布は品種の作付比率に対応して変化するという従来の知見と一致する。しかし、中には全羅南道(A)や済州島(B)のように多収系品種の作付比率に対して変異菌の分布比率が明らかに低いと考えられる道も認められた。

このように変異菌分布比率が多収系品種の作付比率と必ずしも対応しなくなっている原因として、多収系品種の中で激しい品種交代が行われていることが関与しているのではないかと考えられる。密陽30号は1980, 81年にはそれぞれ約25万, 10万ha作付され多収系品種の中では第1位の作付面積であったが、'85年にはわずかに8,000haの栽培となっている。また、1982, 83年には豊産がそれぞれ約8万ha植付けられ第1位の作付面積であったが、この品種も'85年には16,000haの植付けに減少している。1985年の普及推定面積によると、三剛138,000ha、中原43,000ha、七星41,000ha、圓豊34,000haが作付上位を占める品種となっている。これら4品種はいずれも1981~1984年の優勢変異菌レースのうちKI307とKI315にはR反応を示し、わずかにKI-315bにS反応を示すことが明らかにされている。これに対し、密陽23号、30号、42号はいずれもこれらの3レースにS反応を示す。したがって、現在多収系品種の中で作付の多い三剛等4品種は過去に作

第12表 稻熱病菌レースの道別分布比率(%) (農技研調査結果より作表)

レース 道別	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	1981年 多収系種 品作付比率		
	1117	305	307	313	315	315a	315b	405	413	合計	101	105	107	201	203	301	401	合計	8.4	5.4	30.4	8.4	8.4	8.4		
京	0.6	0.3	1.8	0.4	4.2		0.3	4.2	11.8	2.4	20.6	0.6	5.4	0.3	4.72	11.5	8.80	11.5								
江			1.6		2.4		0.4		4.4	5.6	29.4		27.0	0.4	28.6	4.8	95.8	4.8								
忠			2.2		7.8	0.8	2.22	3.3	3.63		18.8		5.5	0.6	31.0	7.8	63.7	7.8								
北			2.2		6.5	0.8	4.3	+	1.43	0.5	11.9		4.3	0.5	39.0	29.3	85.5	29.3								
南			3.5		7.0	0.6	10.5	2.6	2.46	2.6	14.9		7.0	2.6	23.6	24.5	75.2	24.5								
金			8.8		9.5		1.24	3.7	3.53	0.4	8.0		3.7		32.9	19.8	64.8	19.8								
南			6.6		4.2		1.2	1.2	1.36	0.3	10.8	0.6	5.4	1.2	31.9	36.1	86.3	36.1								
北			6.9		9.9		2.0	3.0	2.18	0.5	6.9		3.9		40.4	26.6	78.3	26.6								
慶									0		12.5		6.25		25.0	10.0	100	25.0								
慶																										
南																										
州																										
濟																										
全	0.1	0.1	4.3	0.2	6.1	0.2	5.7	2.3	19.2	1.6	15.3	0.2	7.8	0.7	3.49	20.3	80.8	20.3								

付の多かった密陽23号等とは明らかに異なった真性抵抗性を持っている。また、現在の奨励品種の中でも、伽倻は前記3レースにR反応を、太白はすべての標準菌株にR反応を示し、三剛等とも異なった真性抵抗性遺伝子を持っている。稻熱病真性抵抗性の崩壊に対応する方策として、現在、日本ではnear isogenic lineを利用して混合栽培あるいは交代栽培の効果が検討されているが、韓国において、多収系品種として一括して扱われている品種群の中に異なる真性抵抗性を持った品種が混在し、それらが短かい年月で交代している現状が混合栽培あるいは交代栽培の効果を生みだし、すでに罹病化している品種での発病を低く抑えているように考えられる。しかし、1985年には、多収系品種の作付比率が35.5%にまで増加しており、しかも三剛等、標準菌株に対して同じ反応を示す教種類の品種に、作付けが集中してきていることから、今後もこのような増加傾向をたどるならば、多収系品種においても再び葉稻熱病の発生が増加するであろう。

2) 穂稻熱病の発生実態

本年は7月18日の梅雨明け後、長期間晴天・高温の日が続いた。そのため穂稻熱病の発生が少なく、発生生態の詳細な観察はできなかつた。ただ、本年のような高温年においても、江原道の作物試験場珍富試験地では、冷害環境下でしばしば観察される進展型の穂くび稻熱病が発生しており、今後の研究課題として興味あるものであった。

3) その他の稻熱病

陸稻および粟でも葉稻熱病の発生を確認できた。分離菌株は農業技術研究所病理科で保存している。

4. おわりに

稻熱病は気象の変化に敏感な病害であり、気温・湿度・風・日照・雨・露等の変化に対応して稻熱病菌の直接的な生活行動や稲体の抵抗力の変化を通じた稻熱病の進展状況が複雑に変化する。したがって稻熱病の発生生態を明らかにし、本病の予察・防除技術を高めるためには、今後とも気象要因が稻熱病に与えている影響について研究を進めて行かなければならない。そのための研究施設として次の2点が改善されることが望ましい。

第1はコイトロンの設置である。気象条件と稻熱病の関係を検討しようとする時、当然のことながら温度条件が稻熱病菌の生活史あるいは稲体の抵抗力の変化に及ぼす影響について検討しなければならない。しかし、病理科ではこのような研究に対応できる温度管理が可能な実験施設を持っていない。したがって、今後の稻熱病発生予察進歩のために、コイトロンが設置されることが必要であると考えられる。

第2は圃場が遠すぎることである。現在、利川に圃場が整備されているが、気象条件に敏感に対応して変化する稻熱病の生態研究には遠すぎるように考えられる。稻熱病発生生態の

問題点の把握あるいは仮説の検証のためには、圃場を毎日継続して観察する必要があり、そのためには勤務場所の近くにそのような観察・試験が行える圃場を確保する必要がある。

最後に、韓国から御提供いただいた官舎で安心して日常生活・研究生活を送ることができた。殊に、蔡点子さんには親身にお世話いただき健康で2か月を過ごすことができた。心から御礼申し上げる。

報 告 者 北海道農業試験場 古賀野完爾
派 遣 先 農村振興庁農業技術研究所
業 務 有機物の施用効果に関する研究
期 間 昭和60年8月16日～10月15日(61日間)

I. はじめに

1980年に韓国を襲った冷夏は、水稻作に対し甚大な被害を与えた。これを契機に、1982年より農業気象災害対策に関する日韓共同研究が開始され、本年は実施3年目にあたる。

報告者は1985年8月16日より、10月15日までの61日間共同研究遂行のため農業技術研究所化学部化学科において有機物の施用効果に関する研究に従事する機会を得た。

この間、韓国側各位の御配慮により、有機物施用試験圃場及び関連研究圃場の視察、さらにこれに関し、湖南作物試験場、全北農村振興院、作物試験場南陽出張所、嶺南作物試験場、慶北農村振興院を訪問する機会を得て、主要機関における試験研究の現状について直接見聞することができた。

今任務を終えて帰国するに際し、共同研究遂行にあたり、種々の御高配を賜った農村振興庁長に深甚の謝意を表すとともに、農村振興庁試験局長をはじめ、農村振興院の関係各位に心から感謝を申し上げます。また、金萬寿農業技術研究所長の常に暖い御配慮に接し、さらに実際の研究にあたり、韓基喆化学部長、朴俊奎化学科長の下、安相培氏、黄光男氏の絶大な御協力を戴いた。また同科内の各位には公私にわたる御援助を戴いた。ここに記して厚く御礼申しあげる次第である。

II. 研究内容

農業技術研究所土壤有機物研究室においては、日韓農業共同研究プロジェクトの中で、次の課題を担当した。

題目：栽培的対応技術の確立

項目：土壤有機物含量別施肥窒素利用に関する型究

報告者の研究題目は、有機物の施用効果に関する研究である。

韓国においては、土壤肥沃度は窒素のみならず、他の要素も一般的に低いのが実情である。従って、我国で指摘されているような、堆きゅう肥を中心とする有機物施用による地力向上の効果は単に窒素のみでなく、有機物からくる他の養分の効果を鑑みて有機物施用を考えるべきであろうが、この意味で現在進められつつある地力培養事業において、総合改善効果を目的とした研究が遂行されていることは実情に即したものであると思われる。従って、このなかにおける有機物施用による効果が期待されている面は多大であると言える。しかしながら有機

物の施用効果は極めて多岐に及んでおり、効果の発現の機作とくに、化学性については不明の点が多い。

報告者は、有機物の施用効果についての検討課題を次の様にわけて遂行した。

一つは、砂質水田土壌の改良における有機物施用効果の検討、今一つは、土壌有機物の施用が施肥窒素の動態に及ぼす影響についてである。

つきにこれらの概要を述べる。

(1) 砂質水田土壌の改良における有機物施用効果の検討

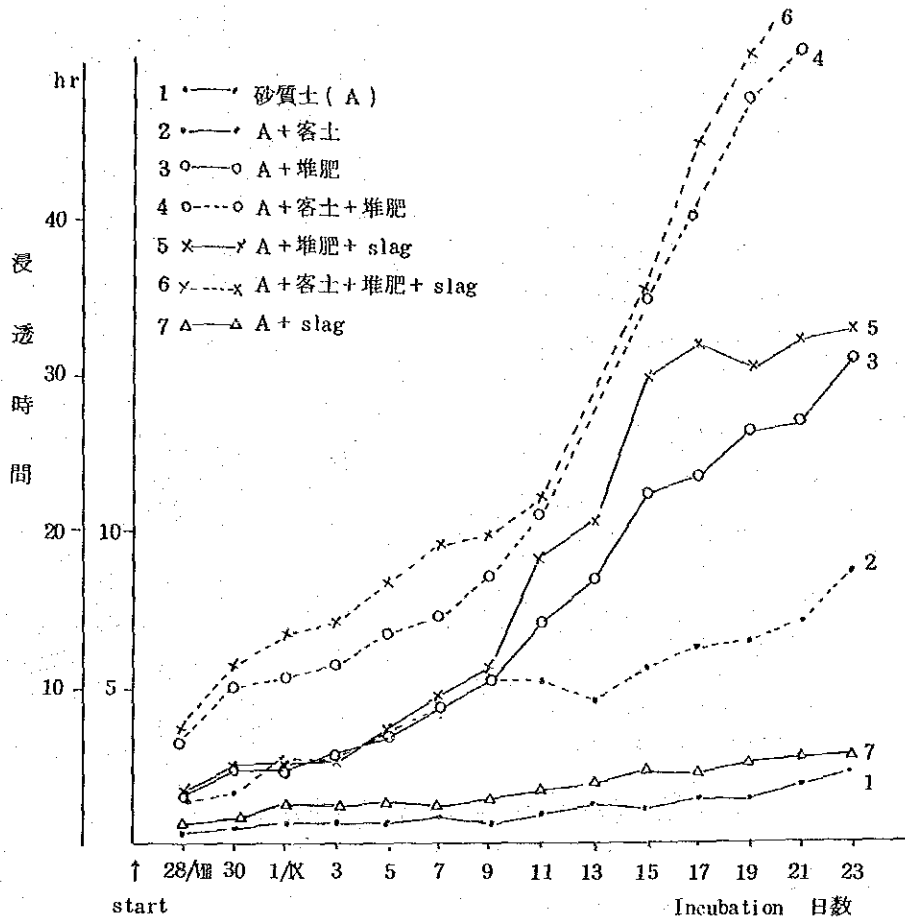
韓国水田土壌で40%もの面積を占める砂質水田土壌の改良方法としては、珪酸資材の供給、客土資材の投与、及び有機物施用が主体で深土の土性が不良でない場合は深耕も一方法であることが認められている。花崗岩を母材とする砂質水田土壌は元来粘土含量、有機物含量、CEC、塩基含量や有効態珪酸が低い。これらの改良方法としては客土資材の投与が主体として考えられているが、営農段階において、良質の資材確保と客土作業の困難性とも相俟って、代替方法の開発が望まれているものと思われる。Bentonite、Zeoliteの様な良質の粘土資材の投与が第一義的に考えられるところであるが、現状においては一般的に入手可能な山赤土に客土資材としての効果が求められている。

一方、砂質水田土壌は有機物含量が低いため、有機物施用も行われているところである。有機物の施用効果は単に有機物水準を高め窒素放出量を多くするのみでなく、物理性改善、塩基補給にもあり、その施用方法によっては客土効果を一部代替し得る可能性も有するものと思われる。

報告者はこの様を視点で、室内においてモデル実験を設定した。

実験方法：砂質土壌(100g)に、Compost(4g)、Slag(0.4g)の添加の有無を組合せた4処理、及び砂質土壌(70g)に山赤土(30g)を客土資材として添加し、これにCompost(4g)をなし、Compost(4g)とSlag(0.4g)を添加した3処理の計7処理を設定し、内径3.2cmの円筒ガラスカラムに上記処理土壌を充填、室内で湛水培養し、2日毎に約25mlの浸出液を採取、必要な計測を行った。土壌中の有効態成分は、珪酸はpH4の酢酸ナトリウム液抽出、アンモニア態窒素は10%kc.l抽出、塩基はpH7の酢酸アンモニア抽出によった。

結果及び考察：7処理の浸透時間に及ぼす影響を第1図に示す。25mlの溶液(カラム長で約3cm)が浸出するのに要する時間は客土によって著しく増大した。一般に砂質水田土壌の透水性は5mm~20mm/dayであり、望ましい透水量は10mm/dayとされているが、本実験においては実圃場に比較し極めて透水速度が速く、上記基準に直接比較し得ないが砂質土壌と比較しかなりの効果が示された。客土資材30%の添加はClay含量にして7%の増加にあたり、この程度の増加量で透水性が改善されることをよく示している。Comp-



第1図 資材施用が浸透時間に及ぼす効果

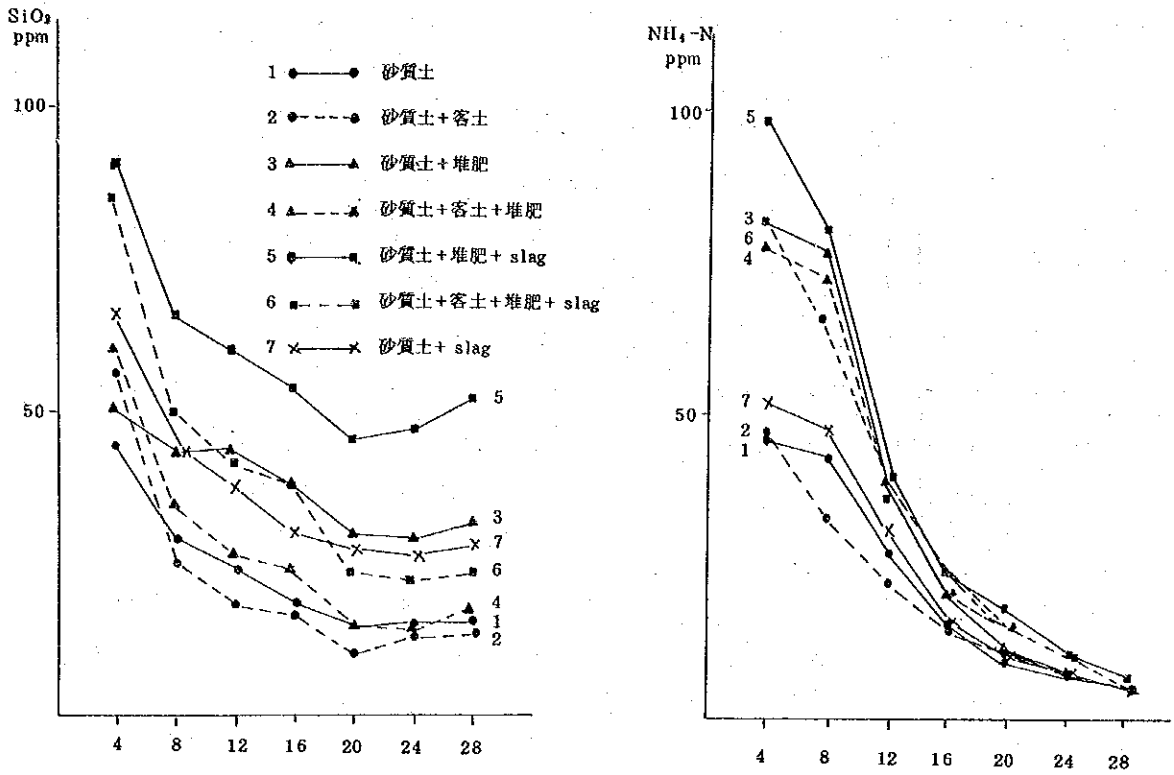
ost 施用は客土による効果をさらに上まわる結果となった。又、客土と Compost の相乗効果が確認された。使用した Compost は、実験の精度を保つため微粉末を用いた。従ってこの処理が還元の発達を促進させ、又粒子間隙を埋めるなどにより透水性に少なからず影響を与えたことが考えられ、実際面においてはこれ程の効果は示し得ないものと思われる。

Slag の添加もわずかではあるが透水性を低下させる。

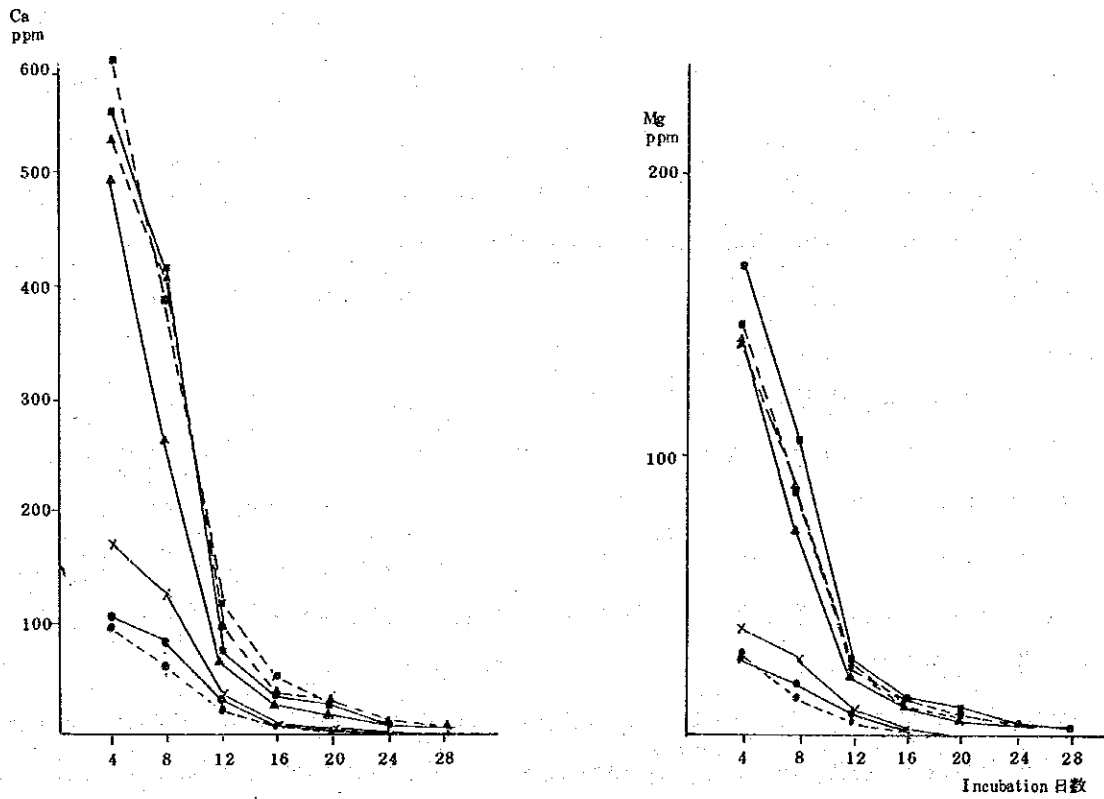
以上の結果から、透水性に及ぼす客土の効果は大きいものであるが、一方、Compost も使用する資材の腐熟程度や形状如何によっては透水性改善に対しかなりの効果が期待できるものと思われた。

資材の施用は透水性のみでなく、土壌諸成分の溶出度にも影響を及ぼす。つぎに浸出液の無機成分の濃度変化を示す（第2図1～4、第3図）。

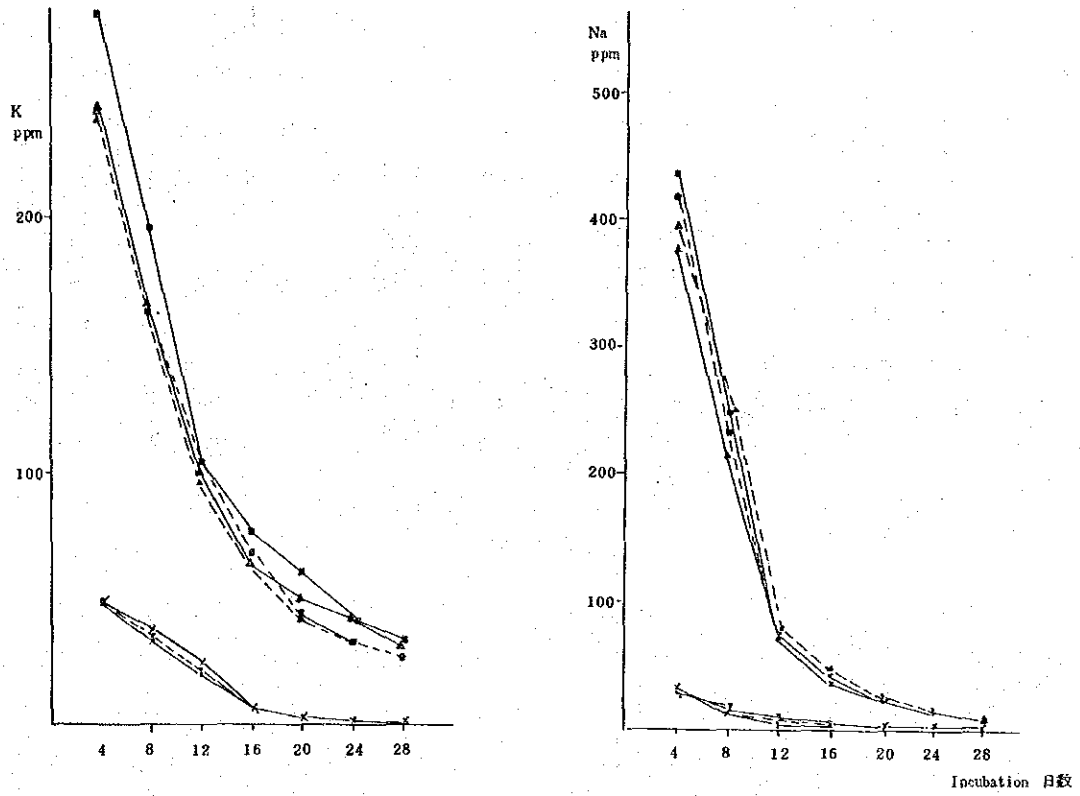
珪酸：Compost の添加は浸出液の珪酸濃度を高める。これは有機物分解に伴う有機酸による溶解作用が働いているものと思われるが、しかし一方、透水性が低下するので、溶出量はさほど多くないものと推定される。むしろ Compost 施用で土壌残存有効態珪酸量が



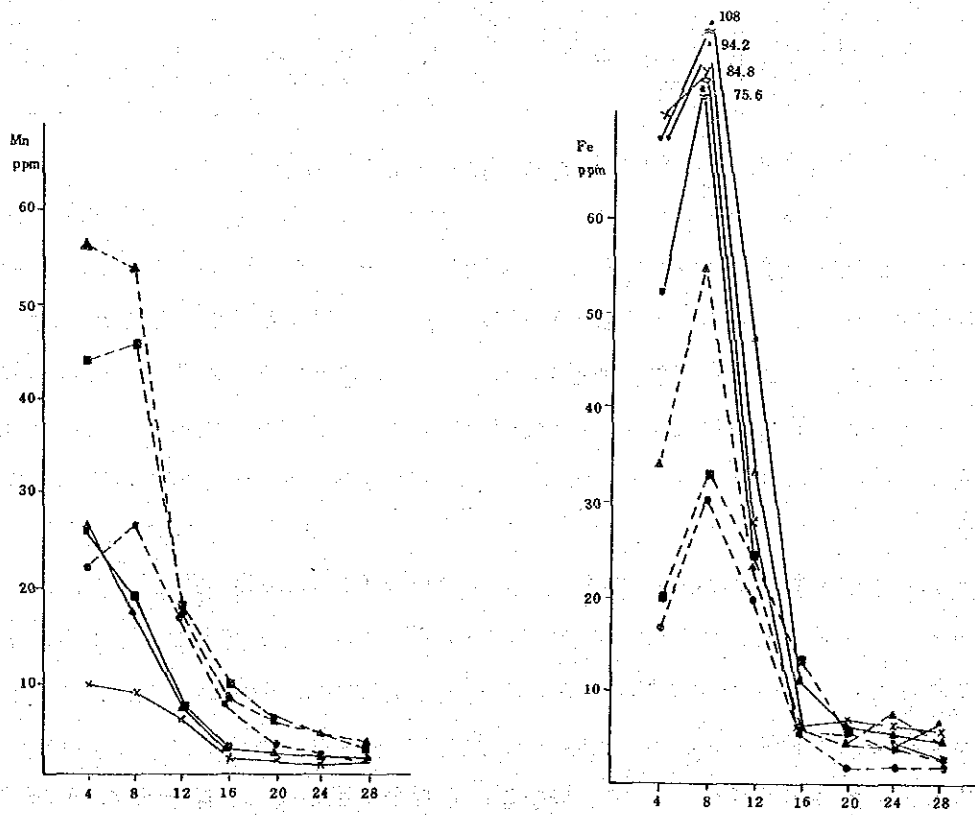
第2図-1 浸出液の無機成分濃度変化



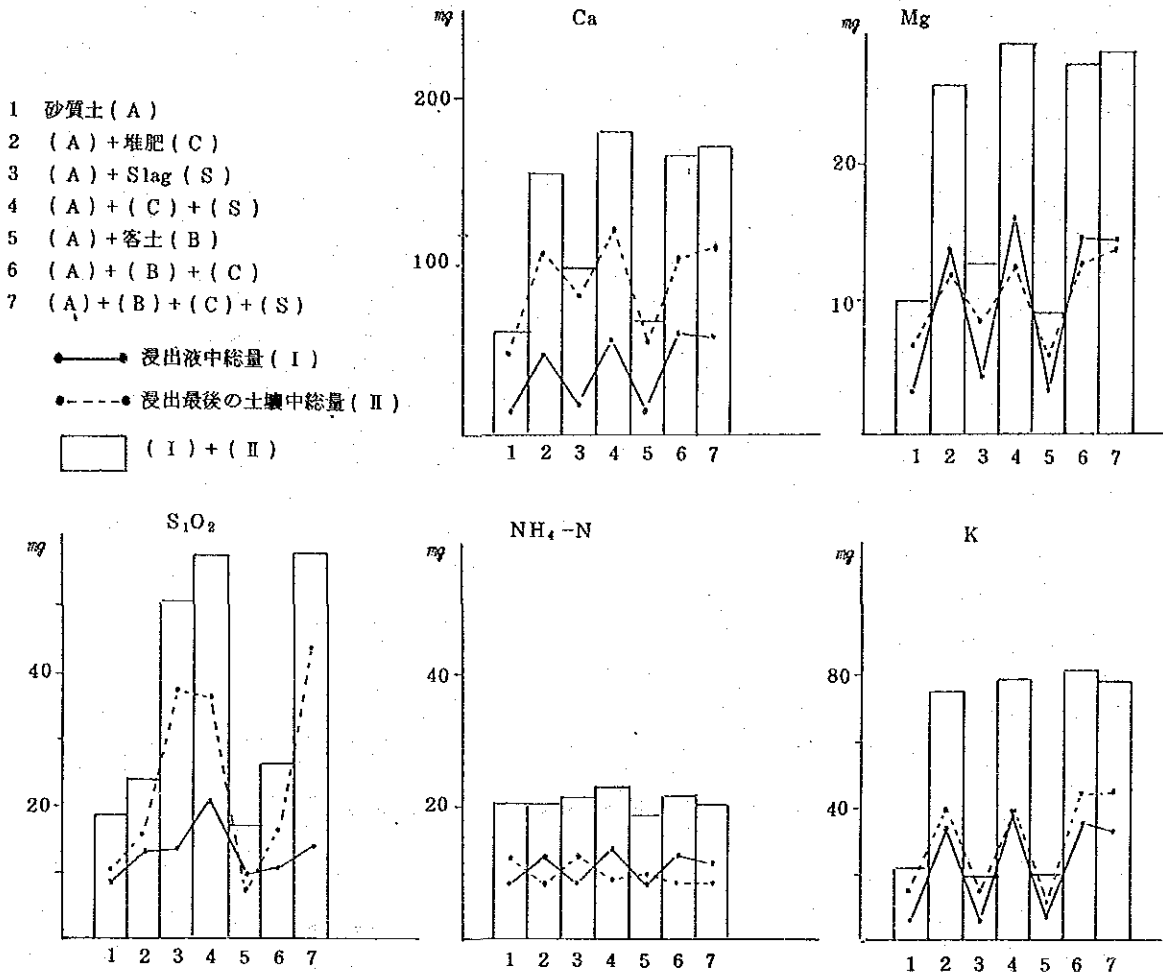
第2図-2 浸出液の無機成分濃度変化



第2図-3 浸出液の無機成分濃度変化



第2図-4 浸出液の無機成分濃度変化



第3図 浸出液中及び土壌中の養分総量変動

多くなることが第3図で明らかである。注目されるのは、客土資材の中には、砂質土の2倍の有効態珪酸を含んでいるが、客土資材の添加により浸出液中の珪酸濃度は増加せず逆に低下していることである。粘土鉱物による珪酸の固定が考えられるが、このことは砂質水田に対する客土資材の投与が単に有効態珪酸の補給と透水性の改善によることのみからではなく、積極的に珪酸自体を保持するという機能面からも、珪酸の供給力向上に資している点である。

アンモニア態窒素：Compostの添加により浸出液中の濃度は高まり、Slagの添加ですらにわずかに濃度は増大する。土壌中にはこの反対の傾向で残存することになるが、総量としてみるとCompost添加でNH₄-Nが高まり、Slagの添加はこの程度をいくらか押し上げる傾向が認められた。

石灰・苦土・加里：Compostの添加でこれら成分は浸出液・土壌とも同一の傾向で高まり、塩基種間による差はみられない。又、客土による影響も明らかでなく、この程度の

客土量では、塩基保持容量の増大に対しては、効果を示さないものと思われる。

鉄・マンガン：客土資材中に含まれるマンガン量を反映し、浸出液中の濃度は客土資材添加区で高く、Compost 施用はマンガンの溶解を一層速進する。鉄については、山赤土の投与により、一般に鉄の供給量の増大が期待されるが、実験した範囲内では可溶性の鉄は砂質土より少なくなっている。客土資材中には有効態珪酸を砂質土より多く含むが、Slag の添加は一層鉄の溶解量を低下させている。これらのことは、鉄が珪酸鉄の形で不溶化した可能性が考えられる。

以上の結果から、Compost の施用は透水性改善に関してその施用時の形状、或いは施用量如何では客土の効果をしのごく可能性が示された。一方、塩基の補給、土壌塩基の可給化について大きな効果を示したが、溶脱との関連については、施用量、客土資材との組合せなどの諸点から更に検討されるべきである。珪酸や鉄の保持機能に関しては、Compost は客土資材の代替となり得ないことが認められた。砂質土壌における珪酸の補給は必須とも言えるものであり、この意味で山赤土の客土は珪酸に関しては供給源であると共に、機能面においても特異な作用を示すものであり、この意味で相互に補完的な機能を期待して、Compost との併用をはかってゆくことが望ましいと考えられる。

(2) 土壌有機物の施用が施肥窒素の動態に及ぼす影響について

施肥窒素の priming 効果、有機化、turn over、脱窒などに関しては多くの研究例がある。これらは土壌の有機物水準、施用窒素量、土壌条件により量的に変化する。定量的にはそれぞれの環境条件下で明らかにされねばならないが、韓国における高温多雨で有機物含量の低い条件下で施肥窒素の動態とその量的把握につとめ、施肥窒素の有効利用をはかって合理的な施肥法へと結びつけることは急務と考えられる。本実験においては、有機物水準を異にする2種の土壌を用い、重窒素標識硫酸を用いて検討した。

しかしながら、本実験で得た試料を解析するに不可欠な分析器機がたまたま不調になり、報告者の離韓までに改修、調整が間に合わず、結果の考察は不可能となった。

Ⅲ. その他セミナーの実施

1. 土壌の有効態珪酸の評価法に関する一考察 8月29日
2. 寒地水田における蓄積りん酸と施肥りん酸の水稻生育に及ぼす影響について 9月26日

Ⅳ. 韓国における有機物関連研究推進に対する意見

短い滞在期間中に得た知見をもとに意見を述べることは多大に誤りのある恐れが多いが、敢て有機物関連の研究の発展に資することを期待して、若干の私見を述べる。

1) 各種有機物の分解特性の解明

言うまでもなく、施用有機物から放出される成分は、(1)速効性もしくは速かに分解されて放出される成分(養分)と、(2)施用により土壌に集積された有機物より放出される成分があり、単一の様式では放出されない。従って有機物の施用効果を考えるとき、養分的効果を定量的に把握し次いで各種の効果を検討してゆくことが肝要と考える。豚ふん、鶏ふんなどは(1)的な、一方堆肥、稲わらなどは(2)的な性格を有していて、水稻に対する影響の機作は有機物種によってかなり異なっている。これらのことは有機物の分解・集積に関する解析が極めて重要であることを示している。有機物の連用に伴ない、集積や養分の年次変動を伴なうものは、施用適量を判定するに際し、その有機物の分解特性が明らかにされていれば比較的容易に決定できるものと思われる。分解特性は気象条件、土壌条件、土壌管理条件で変化するので当然これら要因を考慮した上で決定されるべきであるが、少なくとも韓国内における主要地帯別、土壌別に国内で施用される可能性のある有機物種の分解特性を把握すべきものと思われる。

ロ) 適正な肥沃度水準の検索

窒素吸収量が近接している場合、400 kg/10a 程度の玄米収量水準では、窒素吸収の型は収量に余り影響のないことが示されているが、700 kg 程度の収量水準を目標とする場合には窒素吸収の型が重要な影響をもつことが示されている。しかし、高い肥沃度水準が必ずしも高収に結びつかず、暖地においては多量の堆肥の施用は生育を過繁にして収量増に貢献しないことが指摘されている。韓国においては高収稔試験が各地で実施されているが、韓国の場合も上述の例とそう変りはないものと思われる。高位収稔田における窒素の吸収パターンを把握し、次いでこのパターンを得るに必要な土壌窒素肥沃度と窒素放出の型を知ることは、多収技術獲得の一方法であろうと思われる。有機物施用効果の解明に関連し早急に解決されるべき点であろう。

報 告 者 北海道農業試験場 村上利男
派 遣 先 韓国農村振興庁湖南作物試験場
業 務 二毛作地帯における水稲機械移植栽培の安全作期策定に関する研究
期 間 昭和60年9月26日～10月25日(30日間)

I. 緒 言

韓国の稲作は近年の著しい進展により、その生産高は需要を満たすまでに達し、このため研究の指針も従来の収量向上から安定確保をふまえた量から質への展開がみられるとともに、米以外の作物をも導入した水田の高度利用によって、総合的な土地生産力の向上を図ることに向けられつつある。

韓国における水田二毛作地帯は南部地域に偏在し、主な裏作物として大麦、裸麦および野菜などが作付されているが、政府は総合的な土地生産力の向上を図るため、二毛作の発展推進に意欲的に取り組んでいる。

しかし、近年の労働力の不足から水稲の機械移植栽培は年年急増する傾向(現在全水田の約25%)にある。同栽培法は従来の手植栽培に比べて苗の葉令が小さいことから生育が遅れる特性をもっているが、このため、低温年次の場合は遅延型冷害を受け易いおそれがある。とくに晩植を常とする前記水田二毛作地帯では、この懸念が大きいので、水田総合生産力向上の視点に立った機械移植稲の適切な作期を策定することが甚だ重要なこととなっている。

筆者はこの機械移植稲の適作期策定研究に協力すべく、1985年9月26日より1ヶ月間二毛作地帯の湖南作物試験場に滞在し、上記研究業務に従事した。本研究の遂行に際し、韓国農村振興庁、日韓農業共同研究団の関係各位、とくに湖南作物試験場では裴聖浩場長、合鍾吳水稲科長、李善竜研究官ほかの各位に一方ならぬ御配慮、御協力を頂いた。ここに記して心から厚く御礼申し上げます。

II. 研究業務内容

1. 二毛作地帯における水稲機械移植栽培の作期策定

(1) 好適出穂期および晩限出穂期の策定

- 1) 登熟の気象反応の計量化
- 2) 好適および限界登熟気象条件の解明
- 3) 好適および晩限出穂期の策定
- 4) 登熟期の気象変動に基づく収量変動の予測
- 5) 登熟期気象生産力の地域性

(2) 適期出穂のための計画栽培

- 1) 有効積算温手法による作期（品種，苗，移植期の組合せ）の策定
 - 2) 有効積算温手法適用条件の明確化
 - 3) 多変量解析手法による作期の策定
2. 水稻栽培法試験研究に関する助言

- (1) 湖南作物試験場
- (2) 雲峰出張所
- (3) 界火島出張所

なお，気象と生育の関係の計量化とこれに基づく計画栽培に関するセミナーを湖南作物試験場で3回，作物試験場および嶺南作物試験場で各1回あて，計5回実施した。

Ⅲ. 主な成果の概要

1. 二毛作地帯における水稻機械移植栽培の作期策定

(1) 好適出穂期および晩限出穂期の策定

1) 登熟の気象反応の計量化

湖南作物試験場で実施された過去7ケ年（1978～1984）の水稻機械移植試験データ（一般系4品種，多収系7品種）を用い，登熟期間の気象要因（気温，日照）と収量との関係を稲体のSink量（ m^2 当り穎花数）と関連づけてその計量化を図った結果，表1に示される関係式を得た。なお，計算は湖南作物試験場に設置されているコンピュータ-PDP11/70の端末装置DS100を用いて行った。

多収系では白羊，裡里338，魯豊，密陽21，湖南早生，裡里326，豊産の7品種（ $n=48$ ）が，また一般系では常豊，東津，真珠，洛東の4品種（ $n=32$ ）が，それぞれコミとされているが，両系とも0.1%で有意の高い重相関係数が得られていることから，本関係式の信頼性，適合性はかなり高いものと考えられた（表1，図1）。

2) 好適および限界登熟気象条件の解明

表1の関係式を用いて，登熟に影響をおよぼす期間の気温，日照と収量との関係を稲体のSink量（ m^2 当り穎花数）と関連づけて図示したものが図2，図3である。同図から多収系は一般系より最高収量値が高いだけでなく，最適穎花数も一般系の m^2 当り35,000に比べて40,000と高く，さらに最適気温も25℃と，一般系の24℃より1℃高いことが認められる（一般系の場合の出穂前10日以降40日間の平均気温が22℃となる出穂期に相当し，日本における多くの研究結果と適温が符合して興味深い）。

また，気温が最適値から離れるに伴って減収する程度は，多収系の場合一般系よりも甚だ大きい特徴がみられる。多収系は気象条件， m^2 当り穎花数が一般系と同じ場合でも収量が一般系より高いが，この一因として関係式の作成のために用いたデータは，

多収系に大粒種が多かった年代のものも含まれていることが挙げられよう。なお、両系とともに収量におよぼす日照の影響はかなり大きく、日照が重要な気象要因となっていることを示している。

二毛作田で収量が最高値の80%となる晩い時期の出穂期を今、仮に晩限出穂期と定めると、この時期は図2、図3より出穂前10日以降40日間の平均気温がほぼ多収系で21.5℃、一般系で19.5℃の時期であることが知られる。

3) 好適および晩限出穂期の策定

裡里の平年気象値を表1の関係式に代入して出穂期の移動に伴う登熟期の気象生産力(収量値で表示)の変化を稲体のSink量と関連させて図示したものが図4である。同図から最高の気象生産力が得られる最適出穂期は、平年の場合多収系で8月15日一般系で8月20日で、多収系が一般系より約5日程度早いことが認められる。

両系を通じて出穂期が最適期より早い場合にも気象生産力の低下が認められるが、その低下はとくに出穂期が適期より遅い場合に大きく、その程度は一般系より多収系で著しい。最高収量値の20%減の気象生産力となる出穂期(晩限出穂期)は、図4から多収系で9月5日、一般系で9月13日となる。なお、裡里での平年気象の場合、最高穎花数は多収系4万/m²、一般系3.5万/m²で、多収系が一般系より高いことが認められる。

表1 穎花数、気温および日照と収量間関係式

<p>多収系：$\hat{y} = -86.214 + 0.011x - 0.002x^2 + 73.752t - 14.976t^2$ $- 0.240x \cdot t + 0.116x \cdot s$ $R = 0.8916^{***}$</p> <p>一般系：$\hat{y} = -50.004 + 6.452x - 1.063x^2 + 36.771t - 7.812t^2$ $+ 0.004x \cdot t + 0.092x \cdot s$ $R = 0.9154^{***}$</p> <p style="text-align: center;">$2.8 \leq x \leq 4.2$ $2.0 \leq t \leq 2.7$ $6 \leq s \leq 9$</p>
--

x : m²/10,000 当り穎花数

t : 出穂前10日以降40日間平均気温の1/10値℃

s : 出穂前10日以降40日間平均1日当り日照時数hrs

\hat{y} : a/10 当り白米収量kg

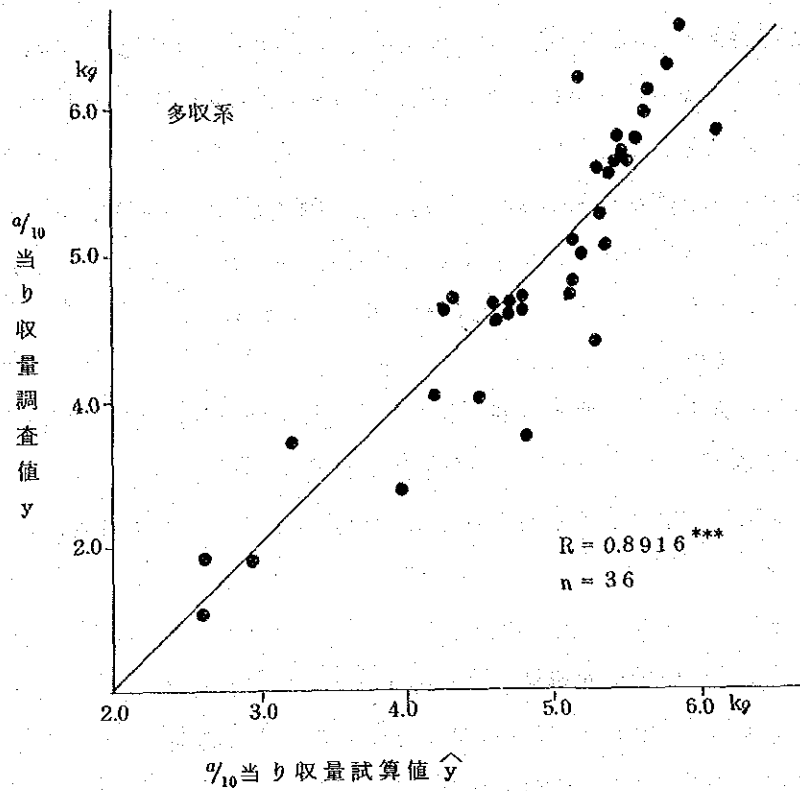


図1. 収量の試算値と調査値の比較

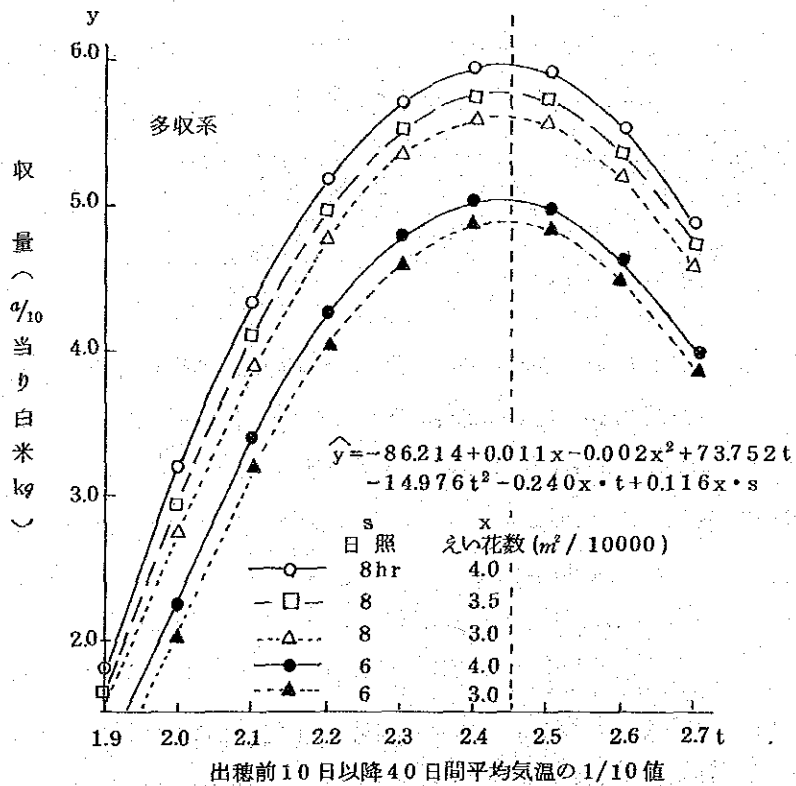


図2. 気温、日照、穂花数と収量

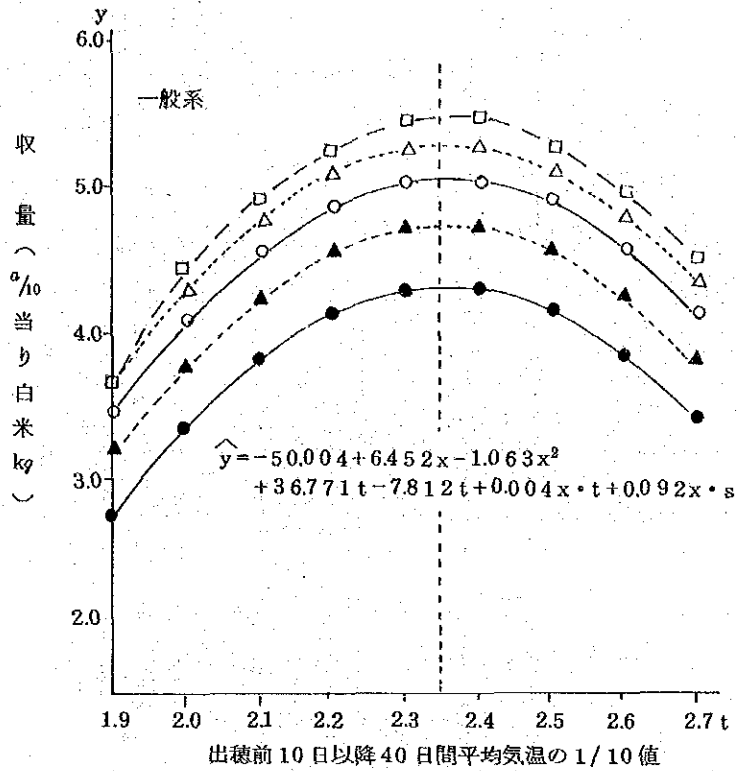


図3. 気温, 日照, 穎花数と収量

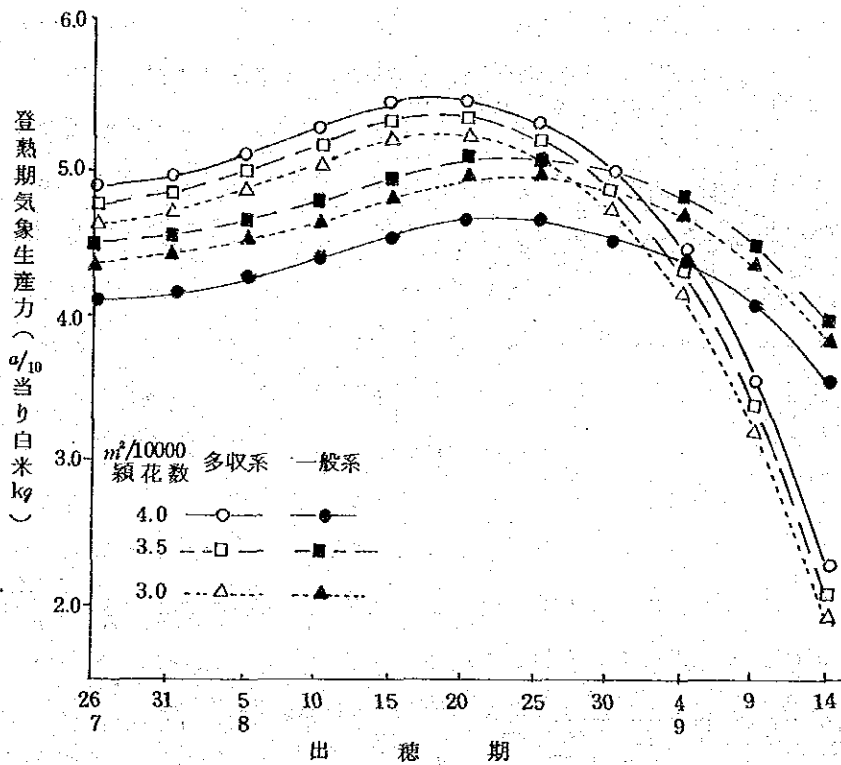
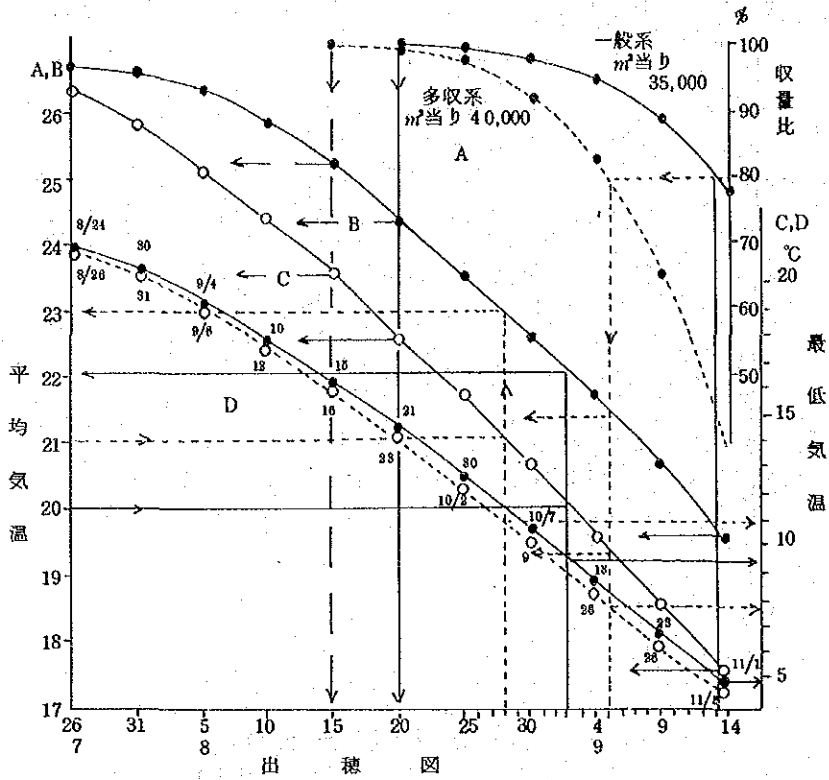


図4. 平年気象下の出穂期の移動に伴う登熟期気象生産力の消長 (裡里)



注) A: 出穂前 10 日以降 40 日間平均気温
 B: 出穂以降 40 日間平均気温
 C: 出穂以降 40 日間に 800 °C が得られる時期の日最低気温
 D: " 840 °C "

図 5. 出穂期別各期間の平均気温および出穂後 40 日間 800 °C, 840 °C が得られる時期の日最低気温 (裡里, 平年)

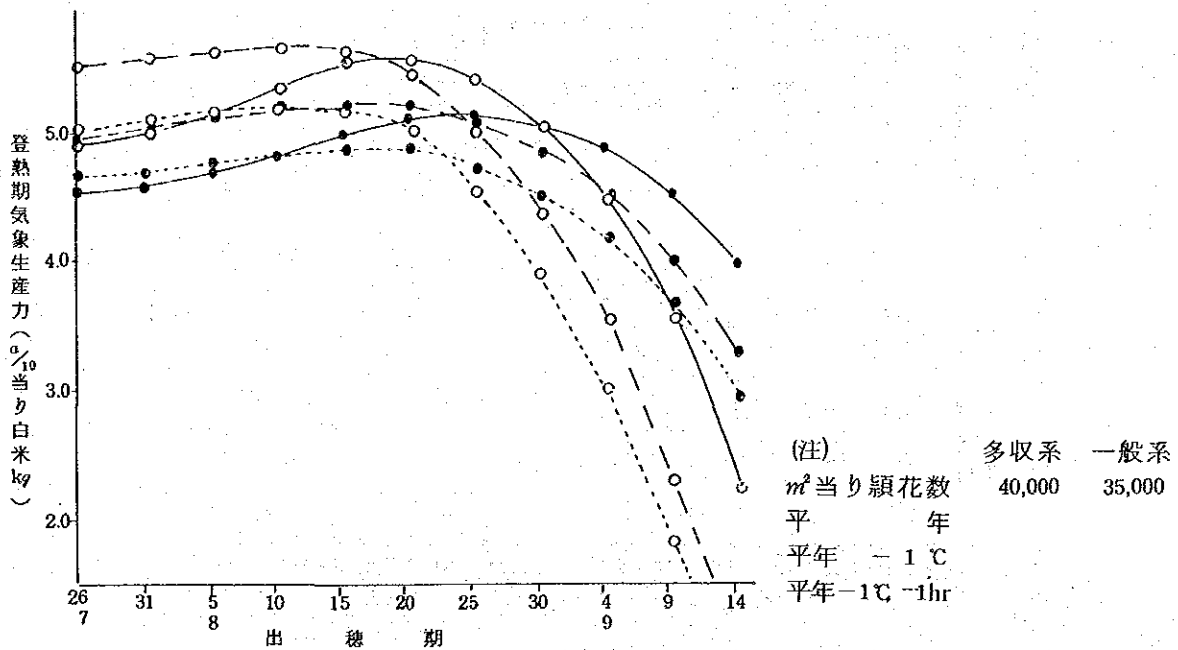


図 6. 平年に対する登熟期の気象の変化に伴う気象生産力の変化

図5からこれまで多収系および一般系の晩限出穂期の目安とされてきた出穂以降40日間の平均気温が21℃(積算気温840℃)および20℃(同800℃)となる出穂期は、裡里の平年でみると、それぞれ8月28日および9月2日となるが、その出穂期から数えて840℃および800℃が得られる時期の最低気温をみると、それぞれ11℃および9℃で、ほぼ10℃前後の時期になっていることが知られる。

図5から最高収量の80%の収量値を示す出穂期は多収系で9月5日、一般系で9月13日であるが、これらの出穂期から数えて840℃および800℃が得られる時期の最低気温は多収系で8℃、一般系で5℃となる。しかし、これらは平年気象での場合であり、一般系での5℃の時期は年によっては降霜のおそれ大きい。このため、低温年などの気象変動に対する安全性を考慮して、晩限とする出穂期を前記80%の収量が得られる各出穂期における出穂前10日以降40日間の平均気温よりさらに1℃高い気温が得られる出穂期を晩限出穂期として、これを求めると、多収系で9月1日(この出穂期から数えて840℃が得られる時期の最低気温10℃)、一般系で9月9日(同800℃が得られる時期の最低気温7℃)となることが知られた。

これらの試算された晩限出穂期は出穂以降40日間の積算温800, 840℃から求めた従来の晩限出穂期(多収系8月28日、一般系9月2日)に比べて多収系で4日、一般系で7日それぞれ延長し得ることが認められた。従って最適出穂期もこのような安全性の視点から1℃高い気温条件をとることになれば、図5から多収系は8月8日、一般系は8月15日と、それぞれ早期に移動することになる。

4) 登熟期の気象変動による気象生産力の変化

表1の関係式に裡里の平年気象、平年より気温が1℃低い場合および気温が1℃低く日照が1時間(平均1日当り)少ない各気象条件の場合の気象値を代入し、気象生産力の変化を図示したものが図6である。

多収系、一般系とも出穂期が最適出穂期より早い場合は、気温が平年よりも1℃低くなることによって気象生産力は大きくなるが、このことは出穂期が早過ぎると高温のため消耗が大きく、このことが収量抑制要因となっていることを示唆している。出穂最適出穂期より遅い場合は、これとは逆に平年気象の場合より気象生産力は低下し、その程度は多収系でとくに著しい。

気温が1℃低い場合の影響と、日照が平均1日当り1時間少ない場合の影響を比較してみると、出穂期が最適出穂期に近い場合は日照の影響がかなり大きい。出穂期が過度に早い場合と遅い場合は、気温の影響が日照のそれよりも相対的に大きくなることが認められる。

これらから登熟期間の気象が予測されれば、これに基づいて収量の予測を行うこと

が可能となり、あらかじめ予測気象に対応した対策（出穂期の早期移動、適正穎花数への調整など）をとることが可能となる。

5) 登熟期の気象生産力の地域性

表1の関係式に裡里と光州の各平年気象値を代入し、出穂期別の各気象生産力を求め、その地域間比較を試みたものが図7である。最適出穂期は多収系の場合裡里では8月15日であるが、光州では8月10日で、5日早い。一般系の場合は裡里、光州と

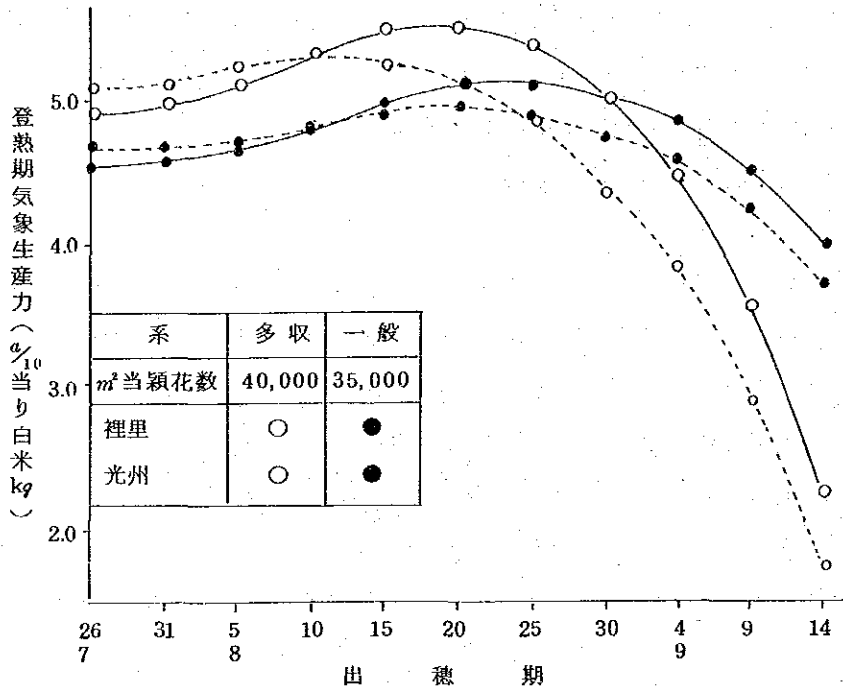


図7. 出穂期の移動に伴う気象生産力の場所間比較（平年気象）

もに8月20日であることが認められる。

裡里に比べて光州では出穂期が早い場合は気象生産力が高いが、最適出穂期以降では常に裡里より低い値で推移することが認められた。この主因は日照が光州で少ないためと考えられるが、図7は裡里における気象反応から得られた関係式を用いて試算したものであり、光州でのデータを含んでないので、詳細については今後の検討にまわりたい。

(2) 適期出穂のための計画栽培

(1)において二毛作地帯の水稻の好適出穂期および晩限出穂期を策定する方法が明らかにされ、これらの時期の試算値がそれぞれ得られた。従って次にこれらの各出穂期に出穂させる計画的栽培法すなわち「品種と苗（葉令）と移植期の組合わせ」が明らかにされる必要がある。

このため、有効積算温手法（多様に日変化する自然気温の推移を、2℃ごとの各階層温とその出現時間よりなる温度構成としてとらえるとともに、摂氏で示される各階層温を水稻の生育に有効な温度「有効温」に読み替えて、これらと各階層温の出現時間との総積和を有効積算温とする手法）を用いた作期策定法についてセミナーを実施し、技術移転を図った。

しかし、多収系品種や晩植栽培の場合における本手法の適用には限界があると考えられるので、本手法が有効に適用出来る条件の解明を行う必要がある。筆者の在任期間が甚だ短く、これらの点については明らかにし得なかったため、今後早急に検討されねばならない。なお、多変量解析手法を用いて作期を策定する方法についても、その概要を説明するに止ったため、これも今後に残された課題となっている。

2. 水稻栽培法試験研究に関する助言

湖南作物試験場における栽培法の試験課題数は、機械移植関係7、増収法関係4、災害防止3、雑草防除3および作況の計18課題であるが、その主要なものの研究方向、問題点について金水稻科長、李研究官および金尚洙研究士らと意見交換を行い、必要に応じ提言を行った。さらに栽培試験担当者達には重回帰式による試験成績の取りまとめ方法について説明した。

雲峰出張所については、実施中の栽培試験7課題の試験内容を聴取し、改善すべき点たとえばこれまで苗の断根程度が活着に及ぼす影響を水深と関連づけて調査していた試験について、先ず水温と関連づけて調査すべきことなどを提言した。

界火島出張所においては、一連の干拓地栽培試験の説明を受けたが、今後根の形態と機能についての調査を重視するよう助言した。

IV 所見および今後の問題点

筆者が接した湖南作物試験場と雲峰、界火島両出張所の各研究員の研究意欲は甚だ高い。このことは試験成績を通覧しても各試験区の処理数および調査項目数がきわめて多く、精力的な調査が行われていることから容易に察知される。

従ってこの多量のデータはこれまで行われてきた解析方法、たとえば安全作期を決める場合、主として「移植期と収量の関係から移植適期を決定する」ような巨視的解析方法から、さらに理論的な解析を行うことによって一層活用され、多くの貴重な知見が得られることになる。

すなわち、先ず「登熟期の気象と収量との関係」を明らかにして、最適気象条件（出穂期）を決定し、次にこの最適出穂期に出穂させるための方法（品種・苗の葉令・移植期の組合せ）を、移植から出穂までの気象条件と関連させながら考案することが必要であり、これに

よって理論的に作期を策定することが出来る。要は、耕種法と生育収量を短絡させずに、両者の関係を常に気象条件と関連づけて考察することが重要であるので、今後はこうした視点から試験に取組み、考察に努めるよう強く希望する。

筆者の取まとめは、登熟期の気象と収量との関係を、耕種条件（多収系、一般系）や稲体条件（ m^2 当り穎花数）と結びつけて計量的にとらえることによって、好適出穂期、晩限出穂期を決定すると云う作期策定の考え方を示したものである。滞在期間が限られたので、解析に使用するデータの吟味、検討が十分でなく、このため関係式の精度は必らずしも十分と云い難いことを感じているが、幾分なりとも以上指摘した点に役立てば幸いである。

残された問題として、好適出穂期または晩限出穂期に出穂させるための計画栽培法の策定がある。その方法の概要はセミナーで説明したが、時間不足のため詳細な点についての説明をなし得なかった。しかし、韓国の研究者は筆者の解析取まとめ手法に強い関心を示しているので、本稿における取まとめの不備な点の改善も含め、より高度な解析手法を考案し、安定確収のための作期策定を早急に果し得るものと期待している。

報 告 者 農林水産省北海道農業試験場作物第二部 千葉和彦
配 属 先 農村振興庁園芸試験場果樹1科
業 務 作物の気象反応の解明に関する研究，果樹凍害被害量の早期診断と減
収推定
期 間 1985年10月15日～11月25日(42日間)
内 容 別紙のとおり
1. はじめに
2. 経過日程と内容
3. 共同研究結果の概要
4. その他の活動
1) セミナー
2) 視察
5. おわりに

1. はじめに

1985年10月15日から11月25日までの42日間，日韓農業共同研究団の果樹栽培の短期専門家として，農村振興庁園芸試験場果樹1科においてその任にあたり，果樹の気象反応解明に関する共同研究を実施した。ここにその概要を報告する。

1ヶ月半に満たない短い期間であったが，農村振興庁長金文憲博士をはじめ金東秀試験局長，金剛権研究管理課長ならびに同庁関係各位には，種々の御高配をいただいた。また直接，共同研究に従事した園芸試験場では金正浩場長をはじめとする試験場関係の皆様のおやかな御配慮とたくさんの御援助をいただき，順調に任務を遂行することができた。また，具体的な研究においては，金聖奉科長，金基烈研究官，金夢姿研究官ならびに果樹1科の研究士諸氏の甚大な御協力をいただいた。

ここに，韓国側の関係各位に対して深甚の謝意を表する次第である。

また，森谷睦夫研究団長，谷信輝長期専門家には公私にわたっての御協力と御支援をいただいたことに対し，感謝申し上げます。

2. 経過日程と内容

韓国滞在中の日程と内容は下記のとおりである。

月	日	曜日	内 容	月	日	曜日	内 容
10.	15	火	韓国訪問入国 JAL951	11.	5	火	研究遂行
	16	水	農村振興庁, 園試挨拶		6	水	"
	17	木	共同研究及び活動計画打合せ		7	木	"
	18	金	研究遂行		8	金	青果市場視察(ソウル特別市)
	19	土	"		9	土	研究遂行
	20	日	公休日		10	日	公休日
	21	月	研究遂行		11	月	研究遂行
	22	火	"		12	火	第2回セミナー
	23	水	"		13	水	研究遂行
	24	木	リンゴわい化栽培現況調査 (慶州市, 大邱市)		14	木	"
	25	金	"		15	金	"
	26	土	研究遂行		16	土	"
	27	日	公休日		17	日	公休日
	28	月	研究遂行		18	月	研究遂行
	29	火	第1回セミナー		19	火	"
	30	水	研究遂行		20	水	"
10.	31	木	研究遂行		21	木	"
11.	1	金	"		22	金	第3回セミナー(帰国報告会)
	2	土	"		23	土	帰国人事
	3	日	公休日		24	日	公休日
	4	月	研究遂行		25	月	帰国 JAL952

3. 共同研究結果の概要

研究課題は韓国農業気象災害計画に基づき、Ⅱ-3-(2)果樹凍害被害量の早期診断と減収推定に関連し、この研究推進を目的とし、これまでの共同研究の成果を継続的に発展されるよう努めて決定した。

今回の細部研究項目の決定にあたっては、園芸試験場果樹1科の担当者と研究目的及び内容について十分協議し、下記に示した研究項目及び研究目的に従って研究を遂行した。以下にその概要を報告する。

1) 研究課題及び担当者

作物の気象反応の解明に関する研究（被害量の推定方法と収量予測法の検討－果樹凍害被害量の早期診断と減収推定）

担当者 日本側 千葉和彦

韓国側 辛建哲, 金夢燮, 金基烈, 金聖奉

2) 細部研究項目及び研究目的

果樹の耐凍性及び凍害被害量の早期検定に関する試験

(1) 電気抵抗値による耐凍性及び凍害被害量の検定

(2) 耐凍性増大過程における電気抵抗値の変動

果樹の凍害被害量の早期診断のための検定方法の確立を目的とし、電気抵抗値による耐凍性及び凍害被害度測定の有効性について、また同時に樹種及び品種別の耐凍性とその増大過程の電気抵抗値を検討し、耐凍性及び凍害被害量の早期検定に関する基礎資料とする。

3) 研究方法

(1) 供試材料 リンゴ（10年生）：ふじ, 陸奥

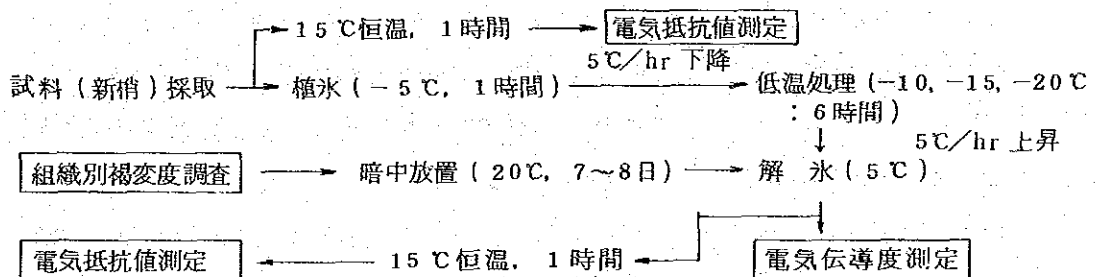
ナシ（25年生）：長十郎, 晩三吉

モモ（3年生）：倉方早生, 白桃

園芸試験場圃場植栽の上記3樹種、各2品種を用い、10月22～23日と11月12～13日の2回、各品種の新梢（モモは2番枝）を供試した。

(2) 凍結処理及び測定法

試料採取から各測定までの過程は次のとおりである。



(3) 凍害被害量の検定法

① 電気抵抗値（ER）の測定（KΩ）

② 電気伝導度（EC）の測定（Specific Conductivity, %）

③ 褐変程度の調査（被害度）

(4) 被害度の算出法

組織別の褐変程度により被害なし0, 被害あり1, 被害死2として

$$\text{組織別被害度} = \frac{\sum \text{指数} \times \text{該当数}}{2 \times \text{全調査数}} \times 100$$

更に、芽、皮層、形成層の各組織の被害度に3、材に0.7、髓に0.3を乗じた加重平均を「枝の被害度」とした。

4) 結果の概要と考察

- (1) 試料採取時前の気温変動を第1図に示した。採取前10日間の最高、最低及び平均気温は、第1回目で17.6、6.9及び12.2℃、第2回目で13.9、5.6及び9.7℃であり、予期したより高温に推移した。
- (2) 樹種別または品種別の凍害被害度は第1、2表にみられるように、両時期とも-10℃で被害が発生した。第2回目の耐凍性は第1回目に比べて約5℃高くなり、リンゴの増大がナシ、モモより大きい傾向にあった。樹種別ではリンゴ>ナシ>モモ、品種別ではふじ>陸奥、長十郎>晩三吉、倉方早生>白桃の傾向があり、これまでの結果(文、鴨田)と同様であった。組織別では葉芽が最も弱く、次いで形成層、皮層の順で弱い傾向にあった。
- (3) 第2図は樹種別、品種別の新梢の部位及び採取時期別のER値を示したものである。ER値は新梢の部位で異なり、中間部が高く、基部及び先端部で低く、3樹種とも同じ傾向にあった。ER値の測定にあたっては各部位の平均値をとるか、一定の部位について行うことが重要であろう。
- (4) 採取時のER値(第2図)と耐凍性(第1、2表)との関係は、リンゴの場合に耐凍性のより強い「ふじ」が「陸奥」より高いER値を示し、両品種とも10月22日と11月12日の採取時間において、そのER値に明らかな差が認められた。しかし、ナシとモモでは品種間、採取時間でER値の差は明かではなかった。
- (5) 以上の結果から、リンゴの場合は採取時のER測定によって耐凍性の強さを定量的に把握できる可能性が確認された。この測定法の利用により簡易に、また凍害発生前に耐凍性を判断できることが期待される。他方、ナシ、モモの場合は一定の傾向が認められなかったが、さらに検討する必要がある。
- (6) リンゴの場合、凍結処理による被害度とER値及びSC値との関係は、第3図に示したとおり、ERは品種間、時期間の差及び変動がSCより大きい傾向にあり、SC値の被害度に対する値変化がより小さかった。
- (7) 凍害被害度とERの変動との関係を明らかな関係が認められたリンゴの場合について第4図に示した。被害度は10月22日の第1回目採取時で-10℃と-15℃間で、11月12日の第2回目採取時には-15℃と-20℃間で急激に増大し、これらの温度域を境にして致命的な被害を受けることが認められた。ER値の変動は処理温度の低下に

第1表 樹種及び品種別の凍結処理による被害度 (10月22～23日採取)

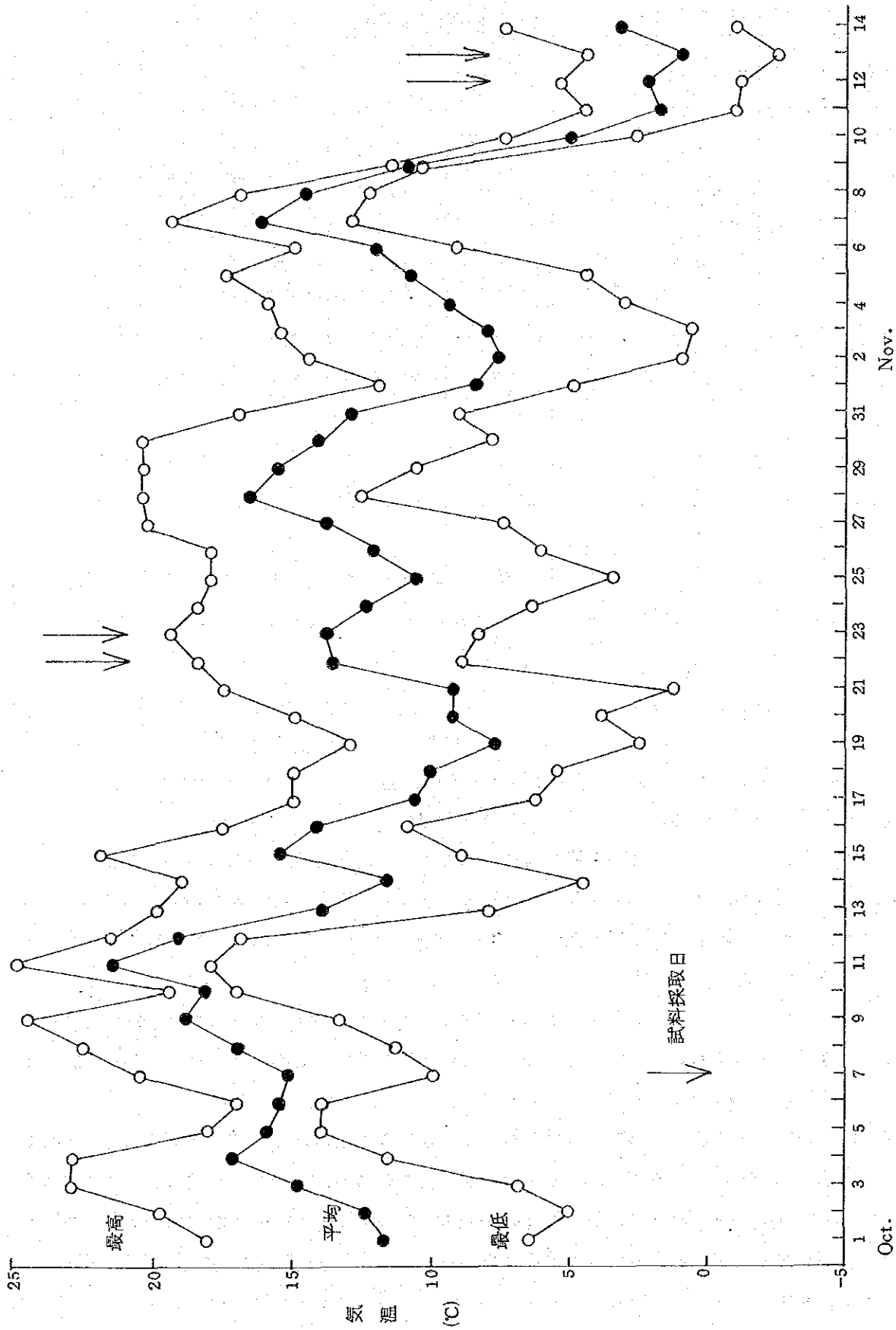
品 種 名	処理温度	組 織 別 被 害 度					枝 の 被害度
		葉 芽	皮 層	形 成 層	材	髓	
(リンゴ) ふ じ	-10℃	15	0	6	0	0	6
	-15	100	94	100	63	0	88
	-20	100	100	100	94	13	97
陸 奥	-10℃	48	0	6	0	0	16
	-15	100	100	100	66	38	98
	-20	100	100	100	70	21	99
(ナシ) 長 十 郎	-10℃	100	0	19	6	0	36
	-15	100	100	100	94	13	97
	-20	100	100	100	94	56	98
晚 三 吉	-10℃	100	25	44	0	0	51
	-15	100	75	88	44	4	82
	-20	100	100	75	69	75	90
(モモ) 倉方早生	-10℃	100	38	44	31	—	58
	-15	100	100	100	100	—	100
	-20	100	100	100	100	—	100
白 桃	-10℃	100	100	100	88	—	99
	-15	100	100	100	100	—	100
	-20	100	100	100	100	—	100

伴って直線的に低下する傾向にあり、ERの測定によっても凍害の被害度を把握することができるものと考えられる。

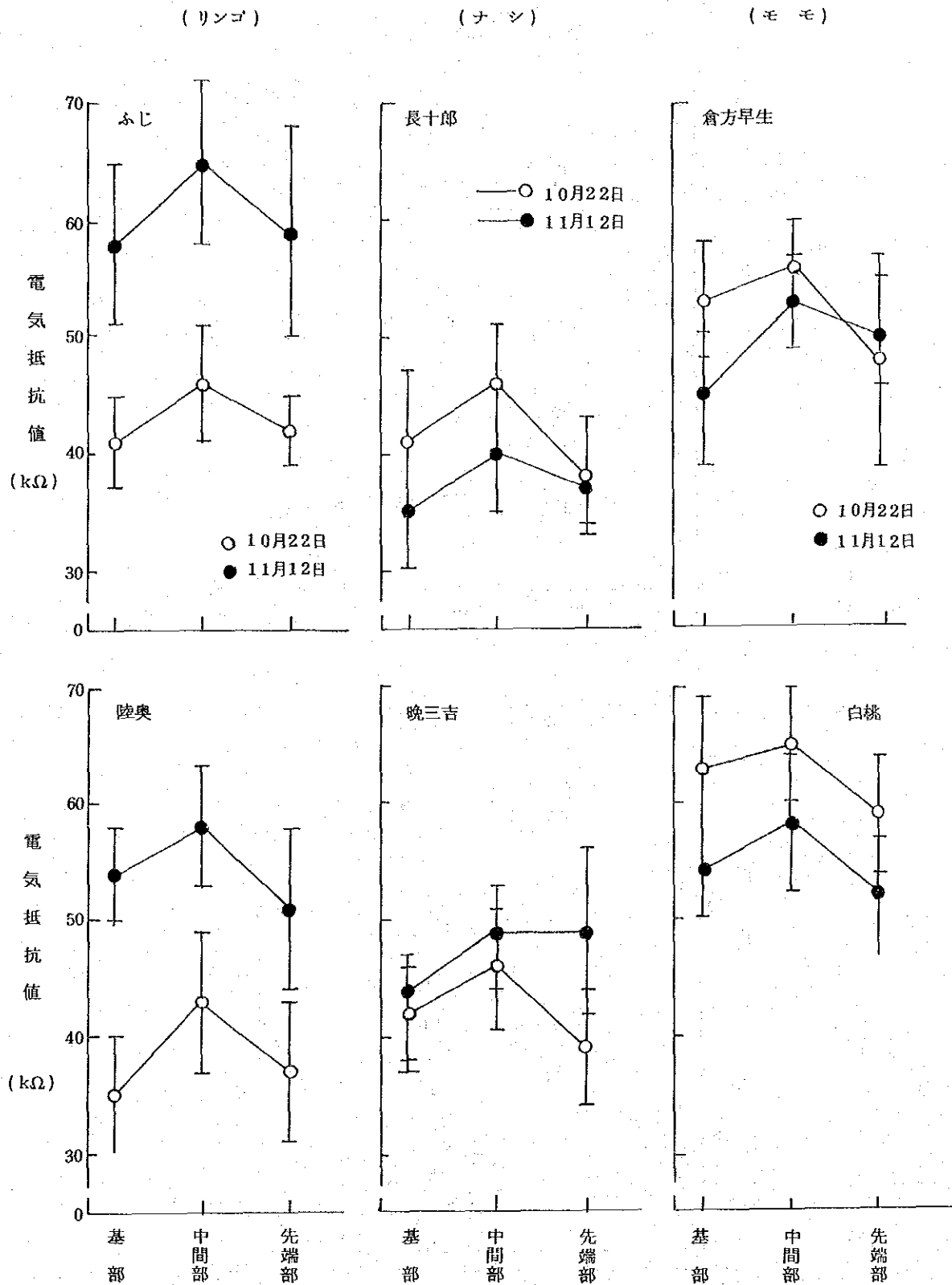
(8) ER値とSD値の関係を第5図に示したが、各樹種とも第1回目の採取時では、両者の間に直線的関係が認められ、耐凍性のより強い品種で、その勾配が大きい傾向にあった。しかし、第2回目採取時では-15℃処理が-10℃の場合よりSC値が低い傾向にあった。

(9) 以上の結果から、ER測定はリンゴ樹の耐凍性及び凍害被害量の診断方法として有効な手段と考えられる。しかし、その利用にあたっては、さらに測定条件の詳細な検討を要する。

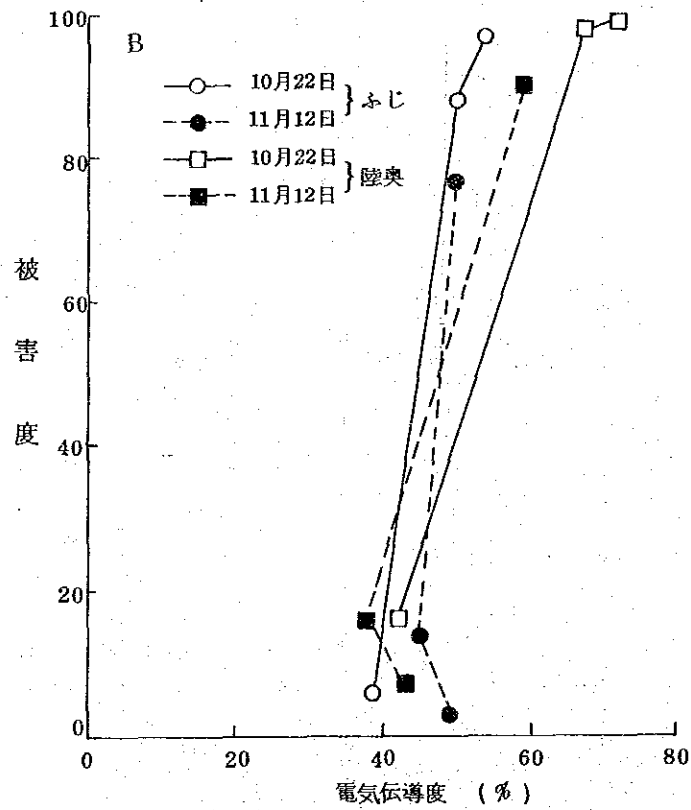
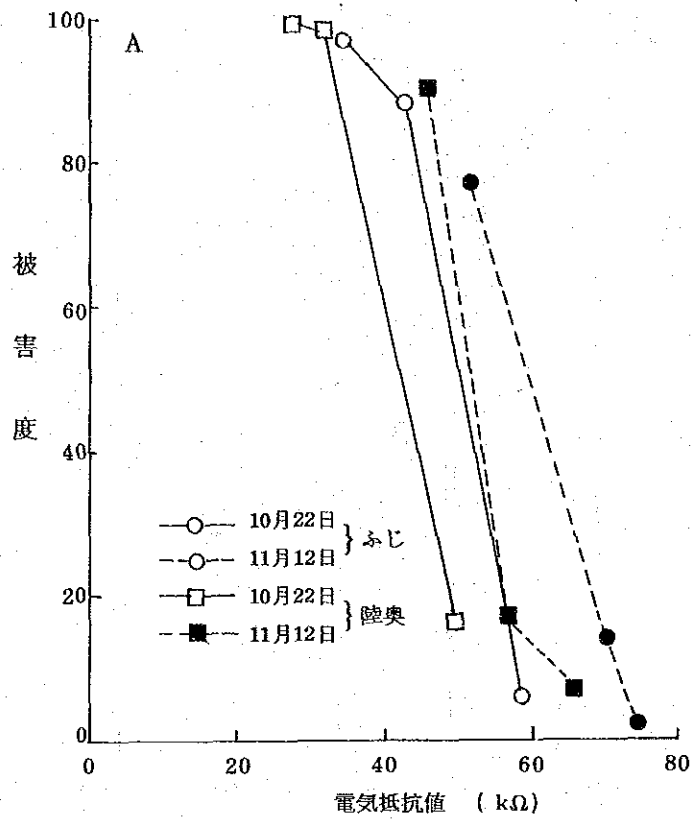
(10) 他方、耐凍性増大過程におけるERの変動については、リンゴ樹でER値と耐凍性の間に一定の傾向が認められたが(第2図、第1～2表)、今後、耐凍性の低下過程も含めて検討する計画をし、耐凍性増大期の12月、最高時の1月、減退期の3月に実験を実施する予定であり、その結果に期待したい。



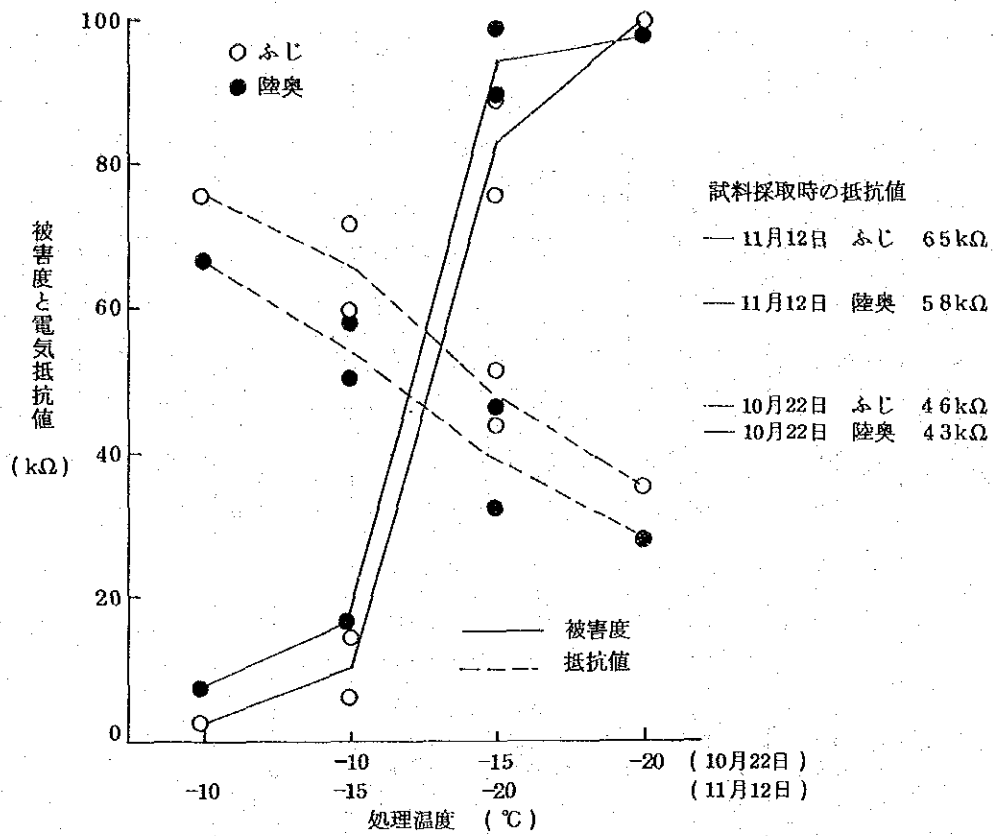
第 1 図 試料採取前日の気温変動 (菜蔬 2 科, 権永杉)



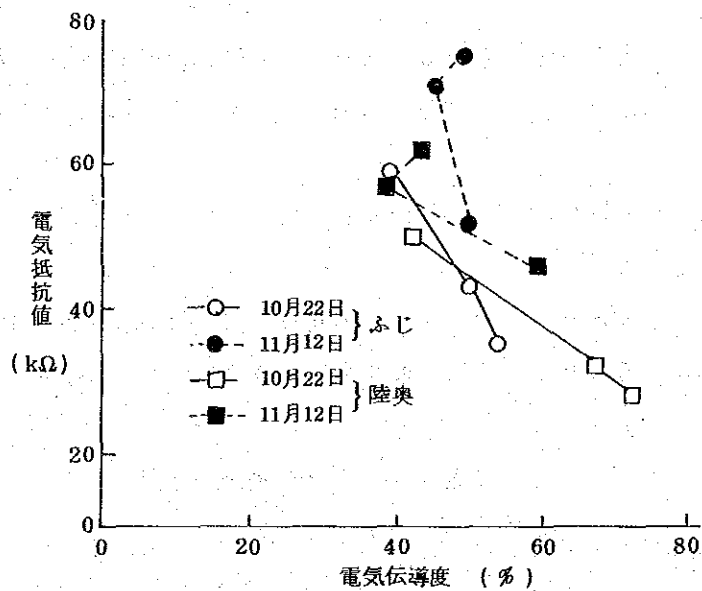
第2図 樹種、品種別及び新梢の部位、採取時期別の電気抵抗値の変動



第3図 リンゴ新梢の凍害被害度と電気抵抗値 (A)及び電気伝導度(B)との関係



第4図 リンゴ「ふじ」及び「陸奥」の凍害被害度と電気抵抗値との関係



第5図 電気抵抗値と電気伝導度の関係

第2表 樹種及び品種別の凍結処理による被害度（11月12～13日採取）

品 種	処理温度	組 織 別 被 害 度					枝 の 被 害 度
		葉 芽	皮 層	形 成 層	材	髓	
(リンゴ) ふ じ	- 10 ℃	8	0	0	0	0	2
	- 15	46	0	0	0	0	14
	- 20	90	75	87	25	0	77
陸 奥	- 10 ℃	25	0	0	0	0	7
	- 15	54	0	0	0	12	17
	- 20	100	87	87	81	50	90
(ナシ) 長 十 郎	- 10 ℃	56	12	19	6	0	27
	- 15	83	69	75	12	0	69
	- 20	100	100	100	56	12	94
晚 三 吉	- 10 ℃	79	12	19	6	0	34
	- 15	100	31	87	19	0	67
	- 20	100	100	100	75	12	96
(モモ) 倉方早生	- 10 ℃	46	0	19	19	-	21
	- 15	100	31	100	100	-	79
	- 20	100	100	100	100	-	10
白 桃	- 10 ℃	81	0	25	37	-	35
	- 15	100	31	75	94	-	70
	- 20	100	100	100	100	-	100

4. その他の活動

1) セミナー

- 10月29日 「北海道における果樹栽培の推移と現況及び果樹研究の問題点」
- 11月12日 「リンゴの早期生理落果とエチレン及びNAC, NAA, CEPAの摘果作用」
- 11月22日 「帰国報告, 共同研究の成果概要」

2) 視 察

- 10月19日 水原市近郊のリンゴわい化栽培（同行者金基烈研究官）
- 10月24～25日 慶尚北道（大邱, 慶州地域）のリンゴわい化栽培（同行者金基烈研究官）
- 11月 8日 ソウル青果市場（同行者金夢燮研究官）

5. お わ り に

滞在期間がわずか42日間という短い日数であったが、関係者の御好意により、報告者の任務を果たすことができた。しかし、研究成果は十分なものではなかったと深く反省している。今後、さらに共同研究の実績を高めるためには研究実施計画の強化が必要であろう。

今回の共同研究の遂行、現地の視察において、研究者、生産組合、農家と接し、先進農業、技術革新をめざして発展している韓国農業を支えている活気が感じられた。報告者の任地園芸試験場の研究者は、直接農家の指導にあたりながら研究を進めていると聞き感心したが、一方では研究課題と実際の研究内容に差がみられるものが見られ、より基礎的研究の必要性を感じながら遂行できない面もあるのではと思われた（日本においても同様だが）。しかし実際に接した研究者は意欲的で、活気があり、今後の発展が期待される所である。

最後に、今回の共同研究で残された問題について、次年度の3月まで果樹1科において継続実施することを引き受けていただいたことに対し感謝するとともに、その成果に期待すること大である。

報 告 者 農業環境技術研究所 林 陽生
派 遣 先 農村振興庁農業技術研究所
業 務 冬季の最低気温及び地温に関する研究
期 間 1985年11月1日～12月14日(44日間)
内 容

1. はじめに
2. 日程及び内容
3. 共同研究活動内容の設定
4. 共同研究活動の内容
 - (1) 冬季の最低気温の解析
 - i) 緒言
 - ii) 資料と解析方法
 - iii) 結果と考察
 - iv) まとめ
 - (2) セミナー「地温の研究」
 - i) 目次
 - ii) 概要
 - (3) 放射計の検定
5. 講演及び国内視察
 - (1) 講演
 - (2) 国内視察
6. 結語

1985年日韓農業共同研究事業報告

冬季の最低気温及び地温に関する研究

農業環境技術研究所

林 陽 生

1. はじめに

1985年11月1日から12月14日までの44日間、農業気象の短期専門家として農業技術研究所に滞在し、その任に当った。農業技術発展は、全世界の農学研究者の目ざすところであり、この意味から農業に関する研究こそ国際的協調を必要とすると考えられる。そこには、何の障壁も存在しないと信ずる。以下、日程等を記述し、報告書とする。

2. 日程及び内容

月 日	内 容	月 日	内 容
11. 1 金	日本大使館挨拶, 水原市・農技研着任	11. 23 土	農技研評価会主席
2 土	農村振興庁・農技研挨拶	24 日	公休日
3 日	公休日	25 月	セミナー№2
4 月	研究所打ち合わせ	26 火	セミナー№3
5 火	研究遂行	27 水	国 湖南作試視察
6 水	"	28 木	内 講演 at 釜山大学
7 木	講演 at 農技研	29 金	旅 園芸試釜山支場視察
8 金	研究遂行	30 土	行 嶺南作試視察 他
9 土	"	12. 1 日	公休日
10 日	公休日	2 月	セミナー№4
11 月	セミナー№1	3 火	セミナー№5
12 火	研究遂行	4 水	研究遂行
13 水	中央气象台, 梨花大学視察	5 木	"
14 木	研究遂行	6 金	放射計検定
15 金	"	7 土	"
16 土	"	8 日	公休日
17 日	公休日	9 月	放射計検定
18 月	研究遂行	10 火	セミナー№6
19 火	"	11 水	セミナー№7
20 水	"	12 木	帰国報告
21 木	"	13 金	帰国人事
22 金	"	14 土	日本大使館挨拶
			帰国

3. 共同研究活動内容の設定

11月4日に鄭農業気象研究室長、谷長期専門家とともに研究打ち合わせをおこなった。その結果、地温に関する問題について共同研究をおこなう旨要望があった。時節柄、セミナーを実施すること、冬季の気温の解析をおこなうことを決めた。

冬季の気温の解析については、中央气象台刊行の気象月報および、農業気象研究室の圃場観測資料及び当研究所の気象データバンク中の気象資料を利用させていただいた。

セミナーの課題は「地温研究」とし、ワークブックとその解説編を作成し、参加者に配布

した。セミナーは合計7回実施した(セミナー回数は当初8回を予定したが、実行できたのは7回であった)

以上2件の主活動とは別に、放射計の検定作業とそのデータ整理の指導をおこなった。

4. 共同研究活動の内容

(1) 冬季の最低気温の解析

i) 緒言

いわゆる低温は、農業生産物の耐凍性や、生産物一般の生産適地の気候条件を考える場合に重要な気象のパラメータである。本解析では、冬季を対象とした。主に夜間の放射冷却によって生ずる接地気層の低温を取扱うが、この発現メカニズムに大きく関与する要素として、正味放射量(夜間の雲量)と風が考えられる。すなわち、快晴夜であれば、冷却が促進し、風が強ければより高層の、比較的高温な気層空気と混合がおこり、冷却量は少なくなる。

農技研では、総合気象観測装置により、気象の連続観測をおこなっている。はじめに、シノプティックな状況を考え、次に連続観測資料をつかって、夜間の気温降下量に焦点をあて考察してみる。

ただし、残念ながら、上述の2大要素のうちの一つである正味放射量の連続観測は実施されていない。これは測器の保守が難しい点に起因する。より詳細な論議は、十分観測計画を練った上で観測をおこない、改めて論ずる必要がある。この点、今後正味放射量の定期的な測定が要望される。

ii) 資料と解析方法

解析の対照とした期間は、1985年1月、2月である。資料は、中央气象台・気象月報、1985.1、1985.2、農技研の気象データバンク中の、日平均気温・日最低気温・日最大風速及其の風向、積雪深、所内の観測圃場に設置してある総合気象観測装置の自記録である。気温降下量は、前日18時の気温から当日6時まで降下した気温と定義する。毎日の自記記録紙から、気温降下量及び、その期間の積算風程・雨量を読みとり解析した。

iii) 結果と考察

○ 最低気温の分布

水原測候所の最低気温は1月17日に -18.6°C を記録した。これは、1984~1985年の冬季の最低値である。この日の日平均気温分布を図1に示す。第1の特徴として、江原道の山地西麓に -17.5°C 以下の低温域がある。ここから、忠清北道の東部の山地西側に沿って、相対的な低温域が南へ延びている。慶尚北道と慶尚南道は比較的最低

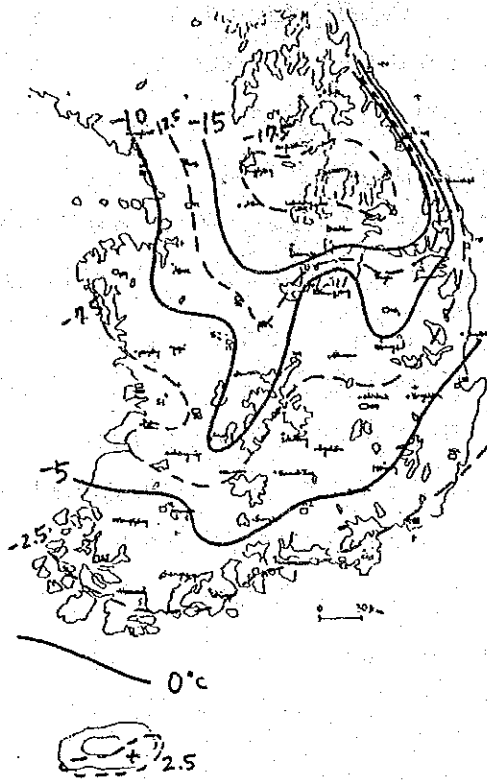


図1. 1985年1月17日の日平均気温の分布

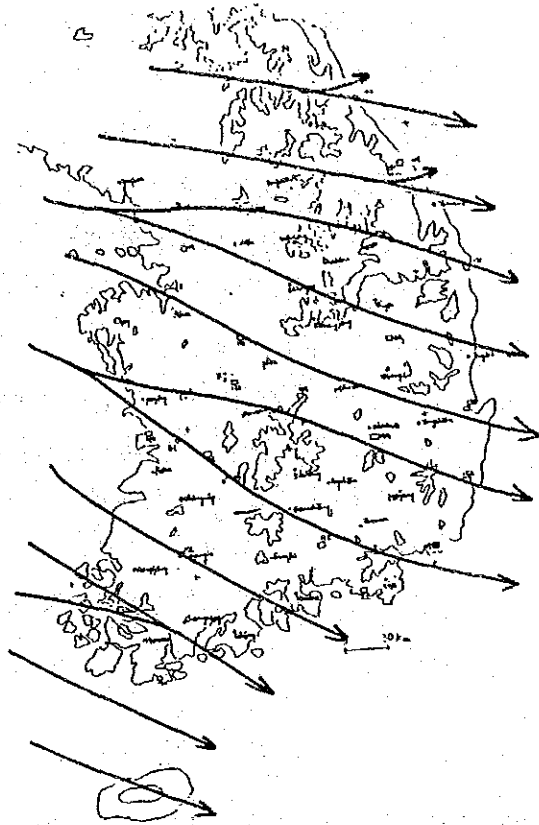


図2. 1985年2月21日の最大風速時の風向から描いた流線

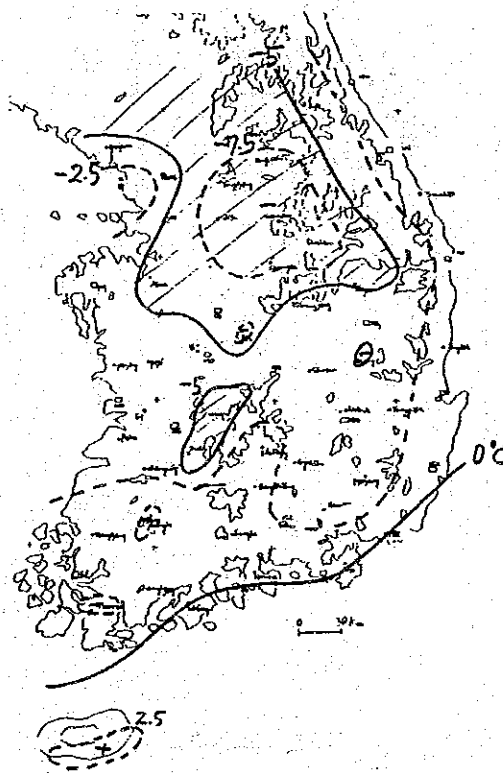


図3. 日平均気温の差の分布

気温は高く、 -10.0°C 以上の地域となっている。韓半島のほぼ中央を南北に走る小白山脈（ソープク山脈）を境にして、その東西でコントラストが明瞭である。このような型の分布は、大韓民国の気候を考える上に重要であろう。さて、ここで風の特徴を少し考えてみよう。1月17日は風が弱かった。一方、2月21日は典型的冬型気圧配置となり、大陸から寒気が吹き出した。その様子を図2に示す。済州では風速 17m/s 、小白山脈中央付近の秋風嶺では 11.3m/s に達した。この日の水原における最低気温は -10.5°C であった。

ここで、1月17日と2月21日について、風以外の条件が等しいと考えることにする。そうすれば、両日の差から風の効果を知らることができよう。

1月17日と2月21日の日平均気温の差の分布を図3に示す。大韓海峡沿岸部以南をのぞき、全域負である。特に、京畿道・江原道・忠清北道付近に -5°C 以下の地域が分布している。この地域は、風が吹いたことによって日平均気温が相対的に高くな

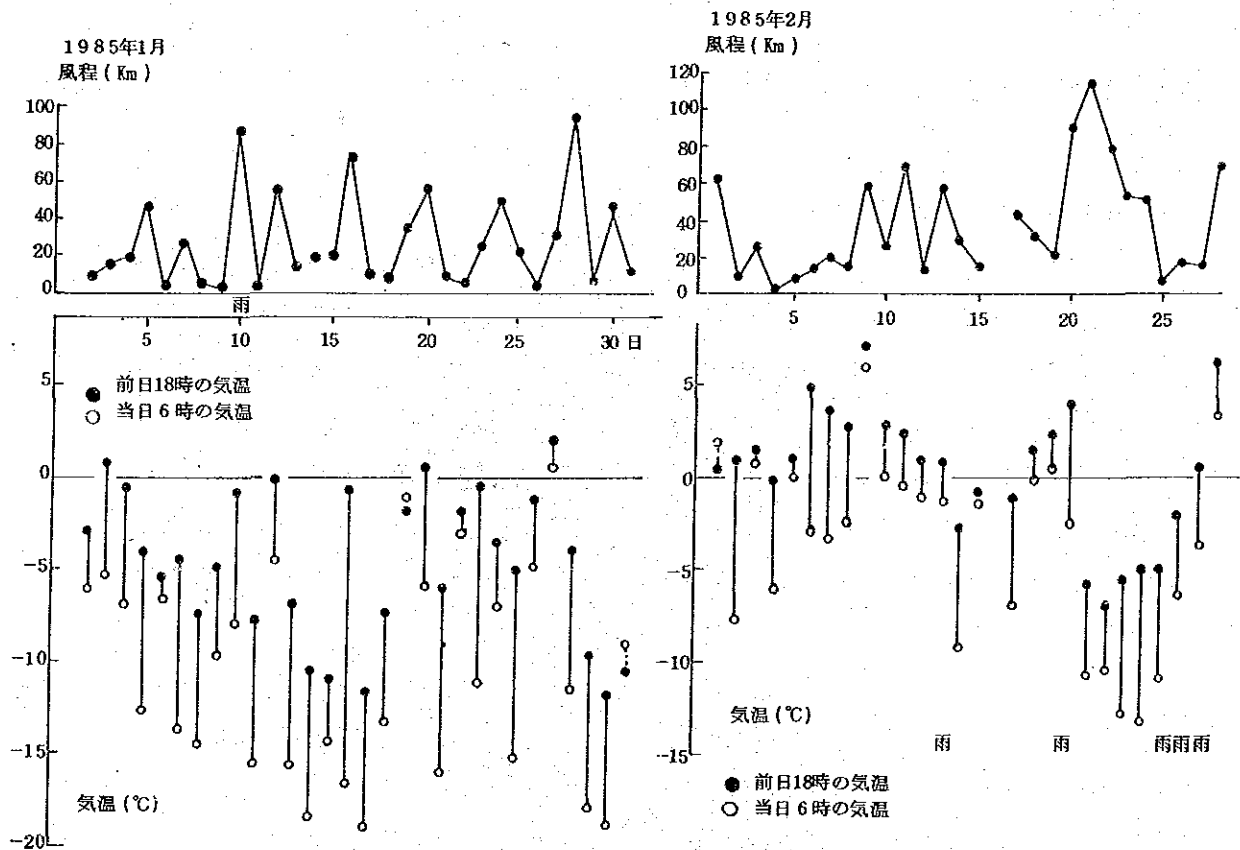


図4. 気温降水量と風速の日々変化

った地域であることを意味している。換言すれば、風の効果が大きいとすることができる。

○ 気温降下量と風速の日々変化

自記記録紙から、前日 18 時と翌日 6 時の気温及びその間の風程を読み取った。図 4 にその結果を示す。気温の黒丸は前日 18 時の気温、白丸は翌日の気温を示す。又実線は、その間の気温降下量を示す。1 月は降下量も大きく、その変動も大きい。2 月に入ると変動は少なくなる。すでに述べたように、1 月 17 日には -19.0°C に下っていた。ただし、下降量は 7.4°C 程度で中程度である。風程をみると、2 月 21 日には 114 km に達している。これは、約 32 m/s で、夜間の平均風速としては決して小さくない。

○ 気温降下量の推定

さて、図 4 中に何か規則性が潜んでいるだろうか。そこで、前日 18 時の気温を X 軸にとり、翌日 6 時の気温を Y 軸にとって相関図を作ると図 5 となる。分散は大きいですが、概して次の直線関係が認められる。

$$Y = 1.3 X - 4.0$$

図中丸印は 1 月、四角印は 2 月の場合、又黒印は夜間（18 時～翌 6 時）の風程が

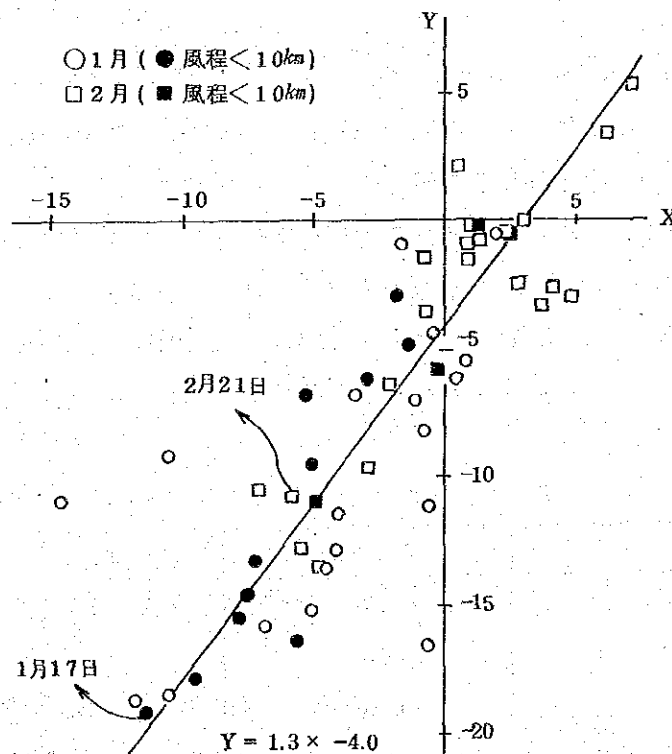


図 5. 前日 18 時と翌日 6 時の気温の相関

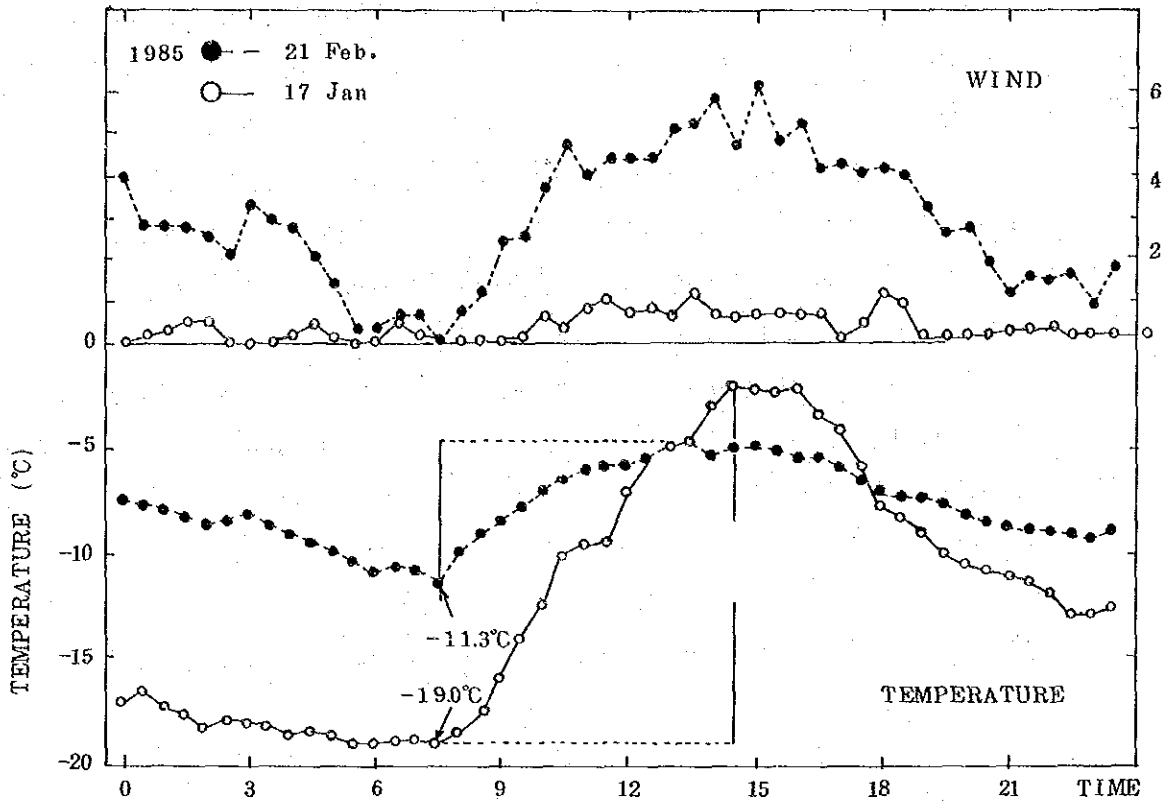


図6. 風速と気温の日変化の比較

10 km 以下であった場合を示す。すなわち、一見して、弱風の場合に相関が良いようにみえる。図5の結果は18時の気温がわかれば、容易に翌朝の最低気温に近い気温を推定することができることを示している。1月17日と2月21日は回帰直線の近くに位置している。次に両日をさらに詳しく比較してみよう。30分毎の読取値を利用して、1月17日と2月21日の気温と風速の日変化を示すと図6となる。確かに、1月17日は風弱く、最低気温は -19.0°C に達し、2月21日は風強く、日中 6.0 m/s に達している。これ等の特徴をまとめると表1のようになる。

表1. 1月17日と2月21日の特徴の比較

	1月17日	2月21日
最高気温	-2.0°C	-4.7°C
最低気温	-19.0°C	-11.3°C
日較差	17.0°C	6.6°C
日中最大風速	1.1 m/s	6.0 m/s
夜間最大風速	1.2 m/s	4.0 m/s

はたして、図6から次のことがわかる。強風の効果は日中は低温、夜間は昇温を引き起こしている。日平均で考えると昇温している。図6の結果は、一見して図5の結果に反するように見える。すなわち、図6から風が吹くことにより明け方の最低気温が上昇する傾向があるが、そうであれば、図5中で白印のシンボルは相対的に回帰直線の上方に多く分布しそうな気がする。ところが、そう簡単には整理できなかった。多分、寒気の吹き出しによる風と、それ以外の風を区別して論じる必要があるのだろう。この場合には風向を考慮すべきであろう。又、夜間の正味放射量を考慮すべきであろう。しかし、図5にて、2月21日の点が直線より上方に位置していることは、少なくとも図6から判定できる結果と一致しており、興味ある結果である。

iv) ま と め

18時から翌日6時までの間に気温が降下する量は、1月には5.9℃、2月には4.2℃であった。これ等の値は月平均値である。実際には日々変動し、1月の最大降下量は10.8℃、2月は8.9℃を記録した。解析の結果、特に18時～翌6時までの間の風程が10km以下の場合に、18時の気温(X)と6時の気温(Y)の間に、 $Y=1.3X-4.0$ の直線関係が認められた。

正味放射量・風向を定常的に測定すれば、より詳細な議論が可能となり、精度の良い最低気温の推定が可能となろう。

(2) セミナー「地温の研究」

セミナー実施に当り、特別に作成したワークブックの目次とその概要を以下に記述する。

i) 目 次

1. 熱収支と地温
 - 1) 地表面の熱収支
 - 2) エネルギーの単位
 - 3) Flux の概念
2. 地温の伝達
 - 1) 熱伝導方程式
 - 2) 地中熱拡散係数決定方法の一例
3. 地温の年変化・日変化
 - 1) その概様
 - 2) 地温日変化と熱伝導の式
 - 3) 調和解析の応用
4. 研究のトピックス

1) 地中熱拡散係数測定の新しい方法

2) 地温日変化の数値解析

5. 参考文献

ii) 概 要

○ 熱収支と地温

地中の熱の流れは、赤道における加熱、極地方の冷却に起因するエネルギー再配分プロセスの一役を果している。地表面の熱収支式を導入し、その収支計算の例題を解く。一見複雑な熱収支式も、単位を整理することにより、合理的に説明できる。一方、Flux の概念を基礎にして、拡散係数を定義する。ここで重要なことは、具体的なイメージで物理量を理解する点である。従って、次元解析の手法を利用して解釈を深める。

○ 地温の伝達

熱伝導方程式を説明する。この方程式中の拡散係数を決定する一例として、3層の地温の経時変化測定値を利用する方法を示す。銅-コンスタンタン熱電対を使用して測定した結果の例を使い、地中熱拡散係数を計算し、含水率と比較する例題をおこなう。

○ 地温の年変化・日変化

年変化と日変化の実際例を示す。熱伝導方程式の解と実例を比較し、地温変化の位相は地中熱流量の位相より $\pi/4$ だけ遅れることを示す。このずれは、年変化の場合には1ヶ月半、日変化の場合には3時間に相当する。時経列データの解析手段として、調和解析が有効であるため、これを利用した例題を解く、さらにBASICプログラムを作成し、応用する。

○ 研究のトピックス

ヒートプローブ法による土壌の熱伝導率・熱拡散率の測定法及び、地温の日変化の数値計算例を示す。

(3) 放射計の検定

農技研の屋上に、管形日射計 (MS-33)、ネオ日射計 (MS-42)、正味放射計 (CN-11)、アルベドメーター (S-SR3) を設置し、相互検定をおこなった。このうち、管形日射計は今回大韓民国に搬入した最新器であり、これを基準にした検定をおこなった。検定のための測定期間は12月6日から、10日の5日間であった。

主として、管形日射計とネオ日射計の比較を目的とした。結果は両者のmv出力値はほぼ一致し、特にネオ日射計の感度の低下は認められなかった。

5. 講演及国内視察

(1) 講演

- 11月17日(木), 15:30~17:00, at 農技研講義室
演題: 植物群落上の風の特徴
- 11月28日(木), 17:00~19:00, at 釜山大学師範大学地球科学科
演題: 摩擦速度について
- 12月12日(木), 16:00~17:00, at 農技研講義室
演題: 冬季の最低気温について

(2) 国内視察

- 11月13日(水), 10:30~12:00
梨花大学
- 同, 14:00~16:00
中央気象台
- 11月27日(水), 13:00~17:00
湖南作物試験場及び同界火島出張所
- 11月28日(木), 15:30~17:00
釜山大学
- 11月29日(金), 11:00~14:00
園芸試験場釜山支場
- 同, 15:00~17:00
嶺南作物試験場
- 11月30日(土), 10:00~12:00
慶州農村指導所

6. 結 語

12月も中旬になると、気温は1日中マイナスという日もめずらしくない。ちなみに、農業技術研究所の研究室(3F)のベランダに置いた最低温度計の記録を示すと、次表のようである。

月 日	最低温度	月 日	最低温度	月 日	最低温度	月 日	最低温度
11. 16	- 2.2 ℃	11. 22	7.9 ℃	12. 4	0 ℃	12. 11	-11.2 ℃
18	- 2.3 ℃	23	6.0 ℃	6	- 4.7 ℃	12	-11.8 ℃
19	- 1.3 ℃	25	- 4.0 ℃	7	- 6.0 ℃		
20	5.0 ℃	26	- 3.6 ℃	9	-11.4 ℃		
21	4.4 ℃	12. 3	- 2.8 ℃	10	-13.3 ℃		

研究室内の暖房は弱く、暖気は極めて微弱にしか室内を対流しない。一方、研究者のファイトの旺盛さには目を見張らざるをえない。研究態勢の違いに起因する、さまざまな日本との相違点は、すでにこれまで派遣された専門家の指摘した通りに感じた。それ等の相違点の橋渡しこそが、我々専門家の果たすべき役割であることを強く感じた。さて、本プロジェクトにとって、今回の派遣により得られた成果はどれ程であったろうか。それは疑問である。しかし、私個人にとって非常に有意義であった。最大の収穫物は、多くの人々と友人になれたことである。

ところで、日本側に対する要望が幾つか提出された。それを以下に記す。

- 基礎研究及び測器の使用法と保守に関する教育
- 少くとも3ヶ月間の派遣。
- 今後の共同研究課題として、短期的には気候学的資料の評価方法や露結に関する研究、また長期的には地生態学的研究の農業気象への応用。

最後に、農村振興庁長や金東秀試験局長をはじめとする振興庁の皆様、農業技術研究所金萬寿所長、鄭泰英生理遺伝科長、鄭英祥農業気象研究室長ほか、同研究室の研究者の方々に深く感謝の意を表します。又、日韓共同研究団森谷団長、谷長期専門家ほか、研究団のスタッフの方々の温い御支援がなければ、今回の研究活動は成し得なかつたであろう。

JICA