

(7) 久津那 浩 三 専門家

派遣期間：昭和58年9月17日～11月30日

専門分野：土壌肥料

I. はじめに

世界的異常気象の発生する中で1980年、韓国においても近年、稀なる冷夏の影響により甚大な水稲被害を受けるに至った。これを契機に冷害対策技術の確立が指摘され、水稲に対しても耐冷品種の育成配置および冷害機構の解明とともに栽培面からみた安定生産向上技術確立への要請が高まっている。このような情勢のもとに1982年より日韓農業気象災害に関する共同研究が開始された。

報告者は1983年9月17日より11月30日の間上記共同研究推進のため韓国に滞在し、農業技術研究所化学部土壌化学科土壌有機物研究室において研究に従事した。

その間、韓国側各位の御配慮により有機物連用試験圃の視察、また本年度発生をみた水稲不稔現象の実態ききとりなどに忠南農村振興院、慶北農村振興院および湖南作物試験場、全南農村振興院に、また特殊土壌地帯の対策視察に済州試験場、済州農村振興院を訪問する貴重な機会を与えられた。

今度、任期を終えて帰国するに当り、滞在期間中種々の御高配を載いた金文憲農村振興庁長に深甚の謝意を表わすと共に金東秀試験局長をはじめ農村振興庁の関係各位に心から感謝を申し上げる。また金萬寿農業技術研究所長には終始変らぬ暖い御高配に接し、朴天緒化学部長、朴俊奎土壌化学科長、金元出土壌有機物研究室長、同研究室員、その他科内各位には種々御指導、御援助を載いた。ここに記して厚く謝意をのべたい。

II. 研究内容

農業技術研究所土壌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ている。

IV-2 栽培的対応技術の確立

1 土壌有機物含量別施肥窒素利用

報告者の研究題目は水稲冷害と土壌化学性に関する研究であり、内容がかなり広汎にわたっている。水稲冷害に対して有機物施用の効果が問題にされているが、土壌に施用された有機物の多岐にわたる効果、とくに化学性の面における影響については未だ不明の点も多い。また有機物施用にともなって有機物水準は向上し、このことによる施肥反応への影響は大きく、有機施用と施肥（とくに窒素）の関連を早急に明らかにすべきである。韓国においては現在、水稲増収対策として土壌改良剤として有機物施用などがすすめられており、有機物施用問題は大きな位置を占めている。

これらの意味から報告者は土壌化学性のうち有機物につき、その水準を異にした土壌における施肥窒素の反応を気象要因と関連づけて検討を行おうとした。

元来、有機物研究の成果は或程度の年次の経過を必要とされる。しかし報告者の場合は在任期間の関係で水稻生育の観察も行えず、また中心とする作物体、土壌の分析も未了で、単年次の結果についても報告することができなかった。そこで本試験において本年度水稻の不稔が発生した。一方、韓国内の各地において水稻の不稔が発生し問題となった。たまたま現地視察の折それらを聴取する機会があり、これらの問題と関連して考察を行うこととした。

報告者のいま一つの活動は寒地稲作の土壌肥料面の研究成果の最新情報をゼミナールによって紹介した。

(1) 土壌有機物含量別施肥窒素利用（不稔問題の追究）

本年度行われた試験は従来から実施された（10年以上）三要素試験区の土壌を供試し、つまり有機物レベルを異にする土壌について、わら施用の有無、窒素施用有無の2系列に組み合わせた1/5,000ポット試験である。

前述したとおり本試験の主目的である土壌有機物水準を異にした土壌における施肥反応の考察は現時点において無理であり、この結果は何れ後日検討されるであろうが、本研究の今後の発展として報告者の私見をⅢ項にまとめて述べてみたい。そしてここではたまたま本試験で発生した無窒素区における不稔発生問題について少しふれてみることにする。

まず稲の生育状況を茎数についてみたのが第1表であり、無窒素区と窒素添加区の間に大きな差をみることができる。つまり窒素区では無窒素区に比べて最高茎数期から穂数に至るまでの落ちこみが少なく有効茎歩合が高いという通常みられる傾向とは逆になっている。参考までに供試土壌を採取した、もとの三要素試験（圃場）についてみると通常の傾向を示し、今年的气象的反応をみるため過去3ヶ年の成績と比較したところ、例年よりは当初の生育が進むようにみられた。

ポット試験におけるこのような穂数の低下状況は当然水稻の籾生産や養分吸収量にも影響してくるはずである。

第1図は窒素の吸収量を示したものであるが無窒素区の窒素吸収量の低いのは当然のこととして吸収された窒素の大部分は茎葉にあり、籾にはほとんどないということである。そしてこれは窒素ばかりでなくリン酸、加里についても同様の結果を得ている。このことはまた通常概念とは反しており、無窒素区の茎数の凋落がおそらく生育前半期における窒素の欠乏などに関連した養分吸収バランスが大きく崩れたものと想像される。

そこで当該土壌をとり室内培養試験を行った。

表1. ポット試験 茎数の推移

試 験 区			茎 数 本				穂 数 本
OM%	わら施用	N 施用	分けつ盛期	分けつ期	幼形期	出穂期	
2.0	-	0	5.3	10.0	9.7	6.0	5.8
		15	5.3	11.3	15.5	14.5	14.4
		24	5.7	13.3	18.5	17.0	15.8
	+	0	4.7	6.2	6.2	5.3	5.3
		15	5.3	10.3	13.7	13.8	12.8
		24	6.2	13.5	18.3	16.8	15.9
2.8	-	0	6.5	12.5	11.8	7.0	6.8
		15	6.3	13.8	17.5	15.7	15.7
		24	5.5	13.5	19.2	17.7	17.7
	+	0	5.2	8.3	8.2	5.8	5.8
		15	6.3	13.1	17.7	14.2	13.7
		24	6.3	12.5	18.0	17.8	17.8

注 N施用 0=0kg/10a 15=15kg/10a 24=24kg/10a

表2. 3要素試験(圃場)年次別茎数変化

試 験 区	年 次	茎 数 本			穂 数 本
		分けつ期	幼形期	出穂期	
無 肥 料	80	8.9	12.4	11.5	8.8
	81	6.0	9.4	11.2	8.6
	82	8.6	13.5	12.0	11.5
	83	12.6	11.7	9.3	8.9
三 要 素	80	17.3	23.8	21.4	14.6
	81	11.6	17.8	18.6	12.0
	82	14.2	20.8	15.0	14.7
	83	25.5	21.9	14.1	13.5
三 要 素 + 堆 肥	80	19.9	22.2	20.3	14.2
	81	13.1	23.1	20.1	12.5
	82	14.5	26.3	15.8	14.4
	83	26.6	21.9	14.5	13.4

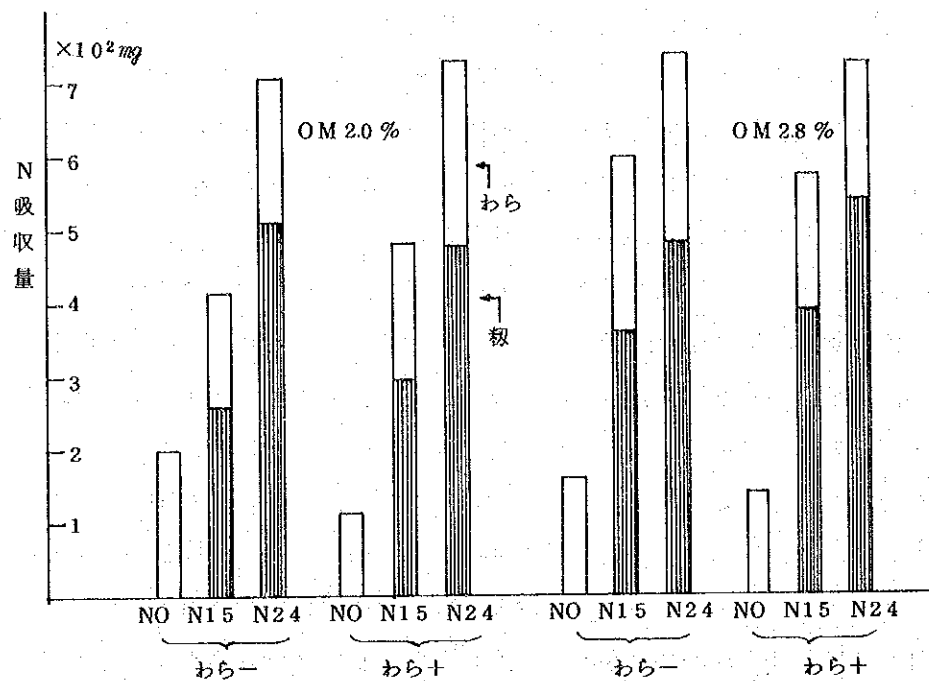


図1. 窒素の吸収(ポット)

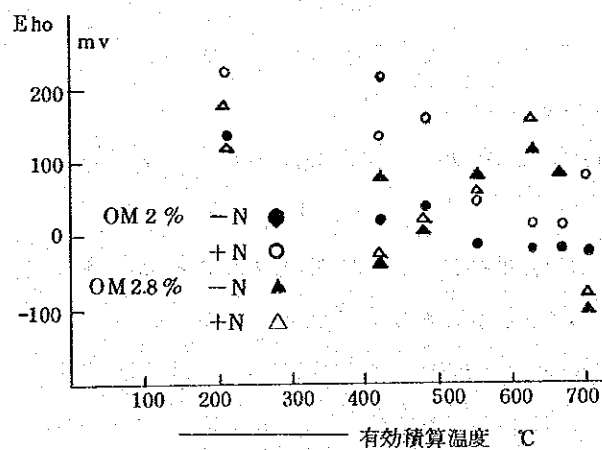


図2. Eh の変化

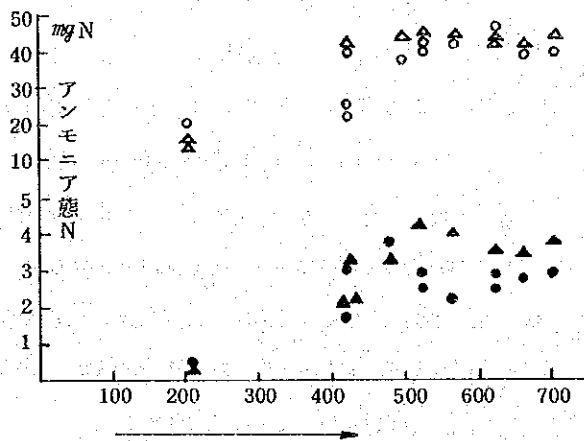


図3. $\text{NH}_4\text{-N}$ の無機化

無窒素区は窒素添加区より還元が進むことを認めたが、この場合の Eh は 0mv から -100 mv 位までの数値を示し、この程度の還元状況であれば、作物根に大きく影響しないものと類推された。また窒素の無機化量についてみると有効積算温度（吉野・出井による）420℃で最高となり、稲作期間中の平均気温（地温は測定されていない）にあてはめてみるとかなり早い時期に、おそらく7月初め頃までに無窒素区の窒素は放出されてしまうものと推定した。

これらのことから三要素試験（圃場）の無肥料区では不稔の発生がみられなかったのにポット試験では発生する、つまりポットという極端な条件で起ったものと考えられる。

現時点で明らかな結論を示すことはできないが、土壌の異常還元などによる根の障害に関連するものではなく（室内試験の他、収穫時の根の所見による）、生育途中の窒素欠除に関連した生理障害によるものとも考えられた。

さて、不稔現象は本年度韓国各地で発生をみているが、それらとは本試験の場合様相が違うようである。その理由として現地において不稔発生の原因と推定されている次のような諸要因に本試験の場合該当すると考えられないからである。

- 1) 開花授精期間数日にわたる概ね35℃以上の最高気温
- 2) 減数分裂期における17℃以下の低温
- 3) 極端な場合、出穂開花期に遭遇する農薬散布
- 4) 異常還元、有機物過多などの土壌の特異条件

しかし、韓国の現地において発生した原因の中で有機物問題に関連するものもあり、

- 1) 2毛作で多発している。
- 2) ハウス跡地で発生をみた。
- 3) 堆肥集積跡にみた。
- 4) 苗代跡地に発生している。

など今年度の気象条件と関連して考えられる問題がいくつか指摘されるようである。

(2) セミナールによる新しい情報の紹介

報告者は在韓中、農業技術研究所において5回のセミナールを担当し、寒地稲作の土壌肥料面での新知見を紹介した。講演題目はつぎのとおりである。

- 1) 北海道（寒地）稲作について
- 2) 土壌への有機物施用問題
- 3) 土壌中の磷酸の問題
- 4) 水田の基盤整備
- 5) プロジェクト担当課題を中心とした諸問題

III. 土壤有機物関係研究に対する意見

韓国では水稻の増収をめざして1980年より10ヶ年計画で農土培養事業が実施されている。その内容は客土、有機物珪酸石灰の投入、深耕などである。これらの対策が気象災害に対しても有効な手段であるとすればまことに好ましいことと考えられる。これらの効果に対して水稻増収をみよとした試験研究成績は数多くあるが、気象要因に関連して解析検討した成績は非常に少ないようである。

これらの対策試験のうち有機物の施用試験については農業技術研究所を始め、各道の農村振興院において現在継続的に実施されている。有機物の施用効果は、その年の気象要因をよく反映するものであり、土壤化学性のうち有機物質の動向をとらえてゆくことは本課題をすすめるうえで有効な手段と考えられる。このような意味から現在韓国内で進められている有機物施用試験に関し若干の補足調査を加えて気象障害対応の資料蓄積をはかることを提言したい。

(1) 各種土壤統土壤の有機物分解特性の把握

今後施用される有機物の種類は多様化すると考えられ、これらを含めて代表的土壤統土壤における分解特性を数式として把握しておく必要がある。なお、土地利用形態との関連においてもみるべきであろう。

(2) 同一土壤統土壤において有機物の地域的分解特性の比較および水稻への影響

地域的特性をみる場合には土壤の相違、農業形態の相違などが大きく影響するが、気象的要因影響の比較するうえで好適である。土壤の窒素供給方式、稲の窒素吸収パターンを把握する必要がある。この場合地温と気温の関係資料を蓄積する必要がある。

(3) 有機物水準の変化と施肥対応

有機物施用により土壤有機物水準は向上する。この結果土壤からの窒素供給形式は変化するし、これに対応した施肥対策も変化する。気象予測に応じた施肥対応まで考えておくべきであろう。

(4) 有機物施用マイナス要因の解明

今年度韓国各地で不稔現象の発生をみた。気象要因と関連した多くの原因が指摘されているが、前述したように有機物に関連したものもいくつかみられる。異常還元など気象条件に応じたマイナス要因を整理追究すべきであろう。

(5) 好適有機物水準の探索と向上技術

有機物を施用する目的を明らかにし、目標をきめ、土壤管理を進めてゆく上の技術確立と効果確認。

(8) 高橋英紀 専門家

派遣期間：昭和59年3月10日～4月26日

専門分野：果樹

I. はじめに

1981年1月に韓国を襲った大寒波は各地で最低気温の極値を記録し、主要な果樹である、リンゴ、ナシ、モモ、ブドウに甚大な被害を与えた。当時の被害報告（坪井ら、1982）によれば、被害の地域差には地形がかなり重要な役割を担っていることも指摘された。果樹栽培が古くから営まれている地域では気象災害を受けやすい地区での栽培は自ら回避されてきた。しかし、急速に果樹栽培が発展している地域では、それら回避作用の前段階にあるため、寒波による被害も大きくなったものと考えられる。この意味では、1981年1月の大寒波は果樹栽培適地再編成の一つの契機となったものと言えよう。

報告者は1984年3月10日から4月26日までの48日間、日韓農業共同研究団の一員として農村振興庁園芸試験場果樹2科研究室において表記の研究に従事したので以下に報告する。

II. 研究等の内容

研究計画の立案に際し、報告者の専門分野（局地気象学）からの表記題目へのアプローチをはかるため研究の内容を次の3つとした。

- A. 局地気象が果樹凍害に及ぼす影響に関する研究
- B. 主要果樹地帯の局地気象調査
- C. 果樹耐凍性品種育成関連文献収集整理

以下にその成果の概要について述べる。

- A. 局地気象が果樹凍害に及ぼす影響に関する研究

1) 目的：多様な地形に植栽されている果樹の凍害発生予測のための基礎資料を得ることとダム等の大型施設が周辺の気象変化に与える影響について局地気象学的な解析を加える。

2) 調査地域：京畿道、楊平郡

3) 担当者：高橋英紀、金容九、金夢燮、辛鏞億、姜尚祚

4) 調査方法

- (a) 局地気象現地観測と評点法による凍害危険地の推定

楊平郡、楊平邑において6ヶ所の気象観測点を設け、自記温度計による定点観測、自動車移動する移動観測、吉野（1960）の提案した地形評点法による凍害危険地の推定の3方法を組み合わせて実施した。

(b) パルタンダム建設前後における楊平地域の気象変化

楊平をはさんで北東と南西にある洪川と利川の気象データを用いて、楊平との相関をとり、得られた回帰式から楊平での気象変化を解析した。用いたデータは、1972年～1982年の各1月の日平均、日最低気温である。

5) 調査結果と考察

(a) 局地気象現地観測と評点法による凍害危険地の推定

調査は次の3回にわたって実施した。

第1回 1984 3. 30 楊平地域局地気象観測のための予備調査

第2回 1984 4. 9～4.10 計測器利用による楊平地域局地気象解析調査

第3回 1984 4. 20 楊平地域地形評点調査

観測地点は、図-1、表-1に示したごとく、6地点であり、A点(気象観測露場)では観測所の定時観測値を用い、C点(百屏峯山頂)には記録計をおいて気温の自記記録をとった。A、C両地点の結果を図-3に示す。

なお、温度記録計としては、熱電対式CHINO-ES100-06BKを用い、移動観測にはアスマン通風乾湿計を用いた。調査を実施した4月9日から4月10日の早朝にかけては全くの快晴で、午前6時ごろに霧が発生するまでは典型的な放射冷却の天候であった。そのため図-2に見られるごとく白屏峯山頂C点では最低気温が4.9℃であったのに対し、観測所露場A点では-0.9℃を示し、その差は6.8℃もあり強い逆転が観測された。

一方、移動観測の場合には、D1→D2→D3→B→D1と観測点を一巡するのに約30分必要であったためと、6時前後から霧が発生し気温が霧の有無に左右されたため正確は期し難いが観測された最低の温度をその地点の最低気温と考え地形評点法と対比させたものが表-2である。

地形評点が最も高い(凍害危険度が最も高い)気象観測露場では-0.9℃で最も低温であり、評点が最も低い(凍害危険度が

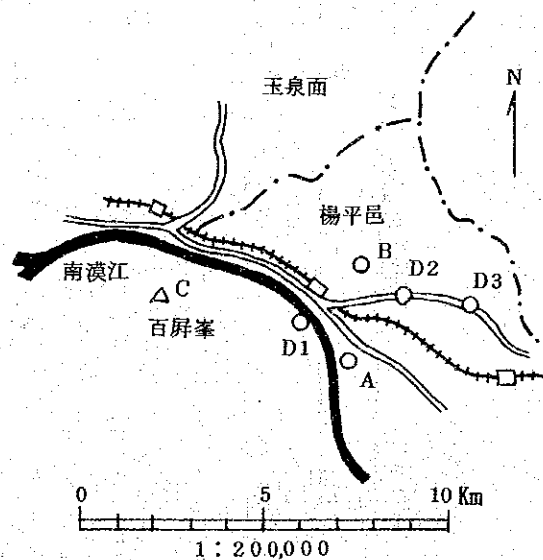
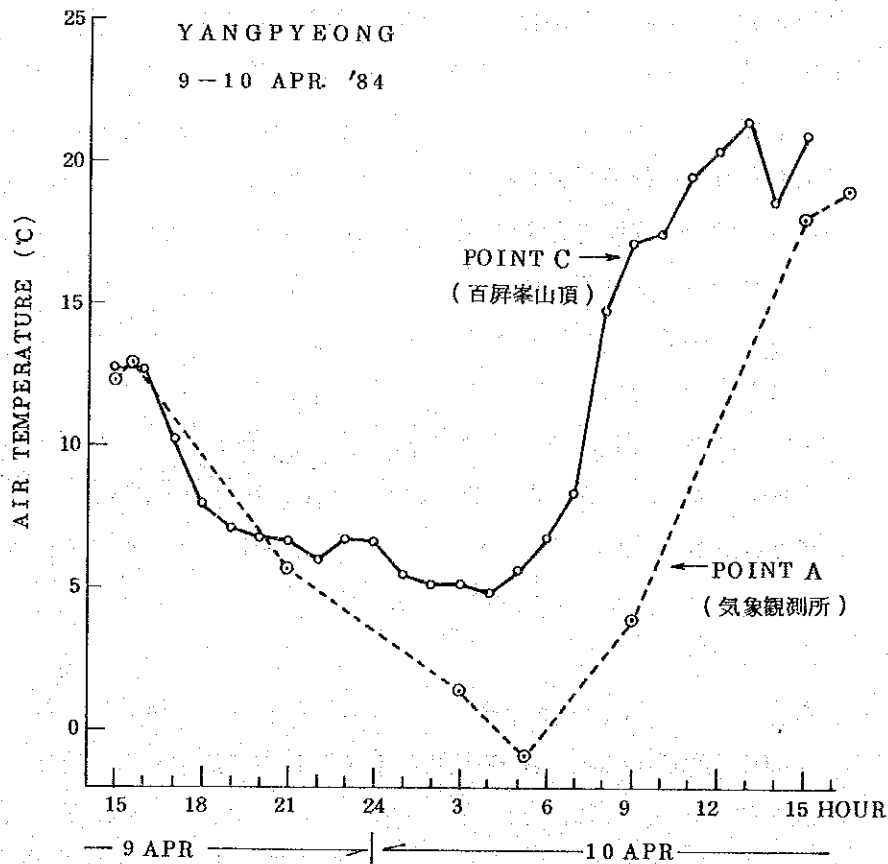


図-1 観測点配置図

最も低い)百屏峯山頂では4.9℃で最も高温であった。次いで評点が22で高いD1、D2地点では-0.2℃と0.0℃でやはり露場について低温であり、評点が16と、10のB点、D3点ではやはり気温が高いという傾向を示した。今回の調査は観測期間、観測点数ともに十分な確度では結論は出せないが、地形評点法の結果と実測結果とは同様な傾向を示したものと言えよう。

表一 観測点の位置と標高

測点	位 置	標高(m)	備 考
A	楊平農業気象観測所(N37° 29', E127° 29')	80.0	定 点
B	楊平郡農村指導所	約90	移 動
C	百屏峯山頂	419.5	定 点
D1	南漢江左岸楊平橋付近	約70	移 動
D2	国道6号線沿線	約90	移 動
D3	〃 〃	約110	移 動



図一 2 A点、C点における気温経過

なお、1981年1月の大寒波以来、韓国においては果樹栽培地帯の再編成が進みつつあるが、観測器具等が十分にそろわない状態で早急に成果を上げなければならないとき定点観測法、移動観測法、地形評点法の組合せが最も有効な手段となる。

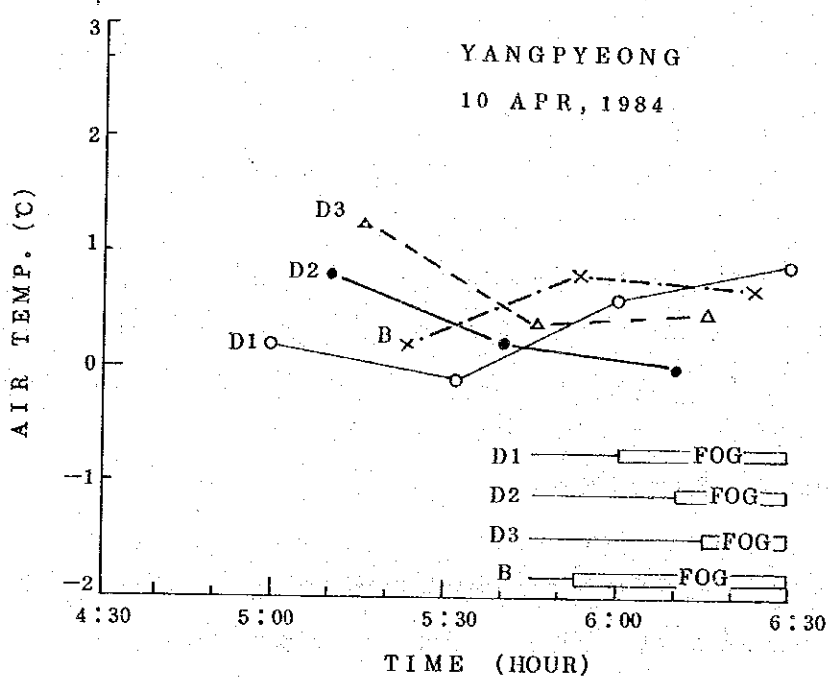


図-3 移動観測によるD1～D3, B点における気温経過

表-2 各測点における地形評点と最低気温の比較

地点	地形評点	最低気温 (°C)	備考
A	30	-0.9	観測露場
B	16	0.4	農村指導所
C	2	4.9	山頂
D1	22	-0.2	河岸
D2	22	0.0	国道沿
D3	10	0.8	国道沿

(b) バルタンダム建設前後における楊平地域の気象変化

1972年～1982年の1月の日平均気温、日最低気温を用い、楊平と利川、楊平と洪川それぞれの地点について回帰式と相関係数を求めた。得られた結果を表-3に示す。

得られた回帰式をもとに、利川および洪川が0、-5、-10℃になるときの楊平の気温を求め、その経年変化を示したものが、図-4 a、bである。ダムの完成は1974年であることから、1974年については計算しなかったが、いくつかの傾向を図から読みとることができる。

- i) 利川、洪川どちらと比較しても、また日平均気温、最低気温どちらの場合でも1972年、1973年に比べ1975年以後は楊平の気温は低温化の傾向を示している。
- ii) 利川、洪川両地点と比較した場合とも、気温が0、-5、-10℃と低温になるほど上記の低温化の傾向は強くなる。
- iii) 日平均気温よりも日最低気温の方が低温化の傾向は強い。しかしながら、ダム建設前の統計期間がわずか2年であることから上記の傾向が、ダム建設によるものであるか否かについての判断は比較する観測点を増すか、局地気象学的な詳しい調査を待たなければならないであろう。

B. 主要果樹地帯の局地気象調査

- 1) 目的：主要果樹地帯の立地条件について局地気象学的な解析を加え、今後の果樹気象災害対策のための基礎資料とする。
- 2) 担当者：高橋英紀、金容九、金夢燮、辛鏞億、姜尚祚
- 3) 調査地域：忠北 — 忠州、堤州
忠南 — 礼山、洪城
慶北 — 金陵、月城
慶南 — 進永、晋州、釜山、南海
全南 — 羅州
- 4) 調査方法：気象資料、地形図検討と現地調査。現地調査ではモモ等の新梢の凍害率と地形との対応を調査した。
- 5) 調査結果と考察

調査は20ヶ所において実施したが、各地点ごとに目的、担当者、時期、位置、地形、の記述と、調査地点の位置図、地形概要図を記入した調査用紙に調査結果とそれに対する解説を加えて報告書とした。

得られた結果の一例を図-5、表4に示すが、モモの凍害発生状況は、地形の影響を明らかに示していた。

表3. 楊平と洪川、楊平と利川の気温の相関と回帰式

MEAN · TEMPERATURE						
YEAR	HONGCHEON			ICHEON		
	a	b	r	a	b	r
1972	1.058	-1.0	0.942	1.062	0.2	0.945
1973	0.993	-1.2	0.976	1.062	0.2	0.919
1974	—	—	—	—	—	—
1975	1.059	-0.7	0.977	0.888	0.1	0.962
1976	1.105	0.3	0.982	0.936	0.5	0.982
1977	1.153	-0.6	0.978	0.944	0.7	0.966
1978	0.953	-0.6	0.966	0.944	0.5	0.954
1979	0.981	-0.6	0.984	0.928	0.3	0.977
1980	0.956	-0.5	0.985	0.976	0.4	0.982
1981	0.827	0.0	0.961	0.751	-0.4	0.967
1982	1.020	-0.6	0.961	0.973	0.4	0.980
MINIMUM TEMPERATURE						
1972	1.216	-0.5	0.921	1.030	0.4	0.924
1973	1.107	-1.7	0.941	1.040	1.6	0.949
1974	—	—	—	—	—	—
1975	1.023	-0.5	0.927	0.856	0.0	0.943
1976	1.024	-0.6	0.973	0.914	0.3	0.942
1977	1.047	0.4	0.920	0.852	-0.4	0.977
1978	0.886	-1.3	0.906	0.964	1.3	0.958
1979	1.038	-0.6	0.968	0.925	0.3	0.981
1980	0.991	-1.2	0.972	0.986	0.4	0.981
1981	0.886	1.1	0.961	0.829	1.1	0.900
1982	1.133	2.4	0.961	1.001	1.1	0.968

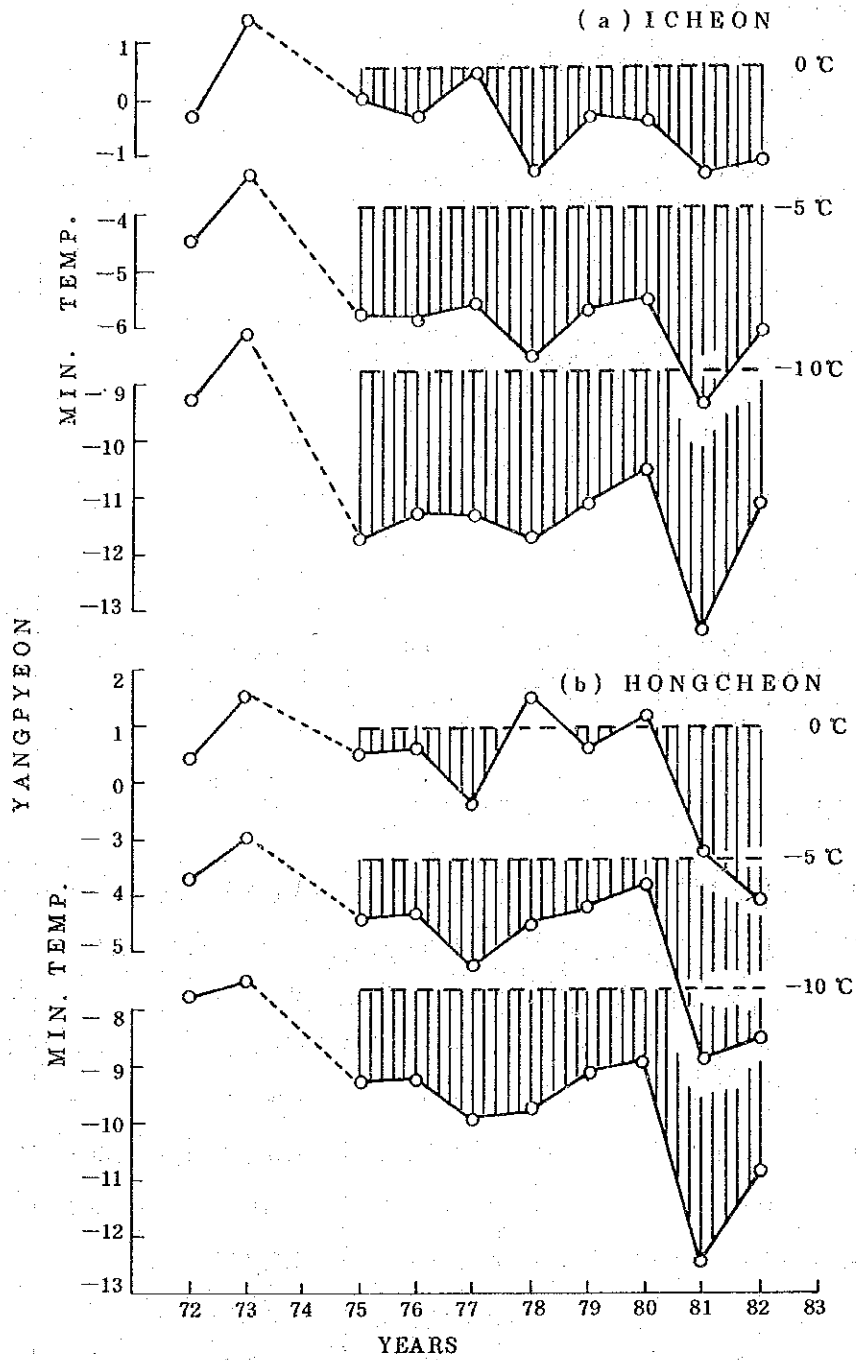


図-4 利川、洪川と比較したときの楊平の
日最低気温の経年変化

4月17日 園芸試験場本場「ダム湖周辺の気象学的諸問題」

4月19日 農業技術研究所「 " " 」

2. 研究機関訪問

3月29日 慶北大学校、農科大学園芸学科 金 圭 泉 副教授

4月1日～2日 園芸試験場 釜山支場 潘 采 敦 支場長

4月2日～3日 園芸試験場 南海出張所 金 浩 烈 所 長

4月3日～4日 園芸試験場 羅州支場 金 容 碩 支場長

4月12日 成均館大学校、農科大学造景学科 沈 慶 久 教 授

IV. 所 見

日本に最も近い国でありながら今回が初めての訪韓であり、その滞在期間もわずか48日間という短い日数であったが関係者の御好意により、多くの研究機関、生産団体、果樹地帯を訪問、見聞することができた。その中でいくつか気のついた点について所見を述べてみたい。

1. 気象災害に対する認識

各地の研究機関、生産団体等を訪問するなかで、単に凍害ばかりでなく霜害、寒風害、干害、強風害、潮害など、いくつかの気象災害の有無や程度について質問をつづけてきた。そこではほとんどの場合、あまり問題にはならないとの解答が多かった。しかし、報告者には韓国の果樹栽培には、それらの災害が少ないのではなく気象災害に対する知識や被害の実態調査法が普及すれば、次第に顕在化してくるものと考えられる。

2. 果樹栽培の物理的環境の把握と専門家の養成

そのためには、熱、水分を中心とした果樹栽培の物理的環境の適確な把握が不可欠であり、そのための技術と知識の導入が望まれる。しかし、この問題は単に最新式の測定器の導入で解決するものではなく、「専門家の養成」が急務と考える。

謝 辞

1ヶ月半の短い期間ではあったが、共同研究の実施にあたり農村振興庁長、同試験局長ならびに同庁関係各位には、種々御高配を賜った。また、共同研究の場となった園芸試験場では金正浩場長はじめとする試験場の皆様の暖かな御配慮が毎日の仕事に大きな力となった。

具体的な研究は果樹2科の金容九科長、金夢燮研究官と研究士諸氏の熱心な御協力のもとで、順調に遂行することができた。

この度、任務を終えて帰国するに当たり、関係各位に深甚の謝意を申し上げる次第である。

附 昭和57年度派遣専門家

鴨田 福也 専門家

派遣期間：昭和58年1月11日～2月27日

専門分野：気象反応解明

韓国農業研究協力計画（日韓農業気象災害共同研究）に基づき、1983年1月11日（月）から同年2月27日（日）までの48日間、韓国に滞在、派遣の目的遂行に従事した。本計画に参加し得たことは、筆者にとって誠に光栄であり、また慶びとする所である。

韓国滞在中、農村振興庁長金文憲博士、同庁試験局長金東秀博士、園芸試験場長金正浩博士及び果樹1課長金聖奉氏はじめ関係各位のご好意に対し厚くお礼申し上げる次第である。

また、農業共同研究団長坪井八十二博士からは公私にわたりご高配頂き心からお礼申し上げると共に、日韓両国の親善と研究発展に関し、同氏の並々ならぬご尽力に対し深い敬意を表するものである。加えて、農林水産技術会議及び国際協力事業団の関係各位に対し、心から厚くお礼申し上げます。

1. 緒言

韓国の農業にとって、農業気象災害は極めて重大な問題である。特に、近年、世界的に多発している異常気象に対する技術確立は焦眉の問題であり、1980年の冷夏、これに続く、1981年冬季の異常低温による果樹凍害は、稀にみる激甚なものであった。この果樹凍害は韓国中北部を中心にナシ、ブドウ、モモ、クリ、リンゴなどの樹種に広く発生し、多くの地域で壊滅的な被害をこうむった（坪井・金1982）、これを一つの契機に、果樹に対する気象災害防止軽減の研究推進の要が再確認され、共同研究の礎になったものである。

1982年度の共同研究における果樹部門の研究課題・題目は表記のとおり「作物気象反応の解明に関する研究…災害発生の限界気象条件の確定」であり、派遣の任務もこれらの指導助言にあった。

ここでは、設定された研究課題の解決のため、韓国側関係各位と協議のうえ、次のような研究項目を設け、園芸試験場果樹課諸氏の協力のもと共同研究を実施した。

- (1) 樹種別・品種別の耐凍性解明
- (2) 樹園地における冬期の温度環境測定
- (3) 韓国における最低気温の再現期間と現存産地の安全性

なお、この他に、研究推進上の基礎資料と現状認識を得るため、韓国各地の果樹園及び支場などへの現地視察を行った。以下、得られた成果の概要を記し帰国報告としたい。

2. 研究成果の概要

(1) 樹種別・品種別の耐凍性解明

担当者、鴨田福也・金聖奉・文鍾烈・辛建哲

目的、樹種別、品種別の耐凍性を明らかにする。なお、携行機材の電気伝導度計による凍害被害測定の有効性についても検討する。試験方法、供試した樹種及び品種は次のとおりである。

リンゴ : ふじ、陸奥、Stark Earli Blenze

ナシ : 長十郎、新高、ダンベア(甘梨)

モモ : 倉方早生、大久保、白桃

ブドウ : Campbell Early

低温処理は -40°C まで低下させることができる低温槽を用い、表1にみるように、リンゴでは -20°C から -40°C まで5度刻みで5段階、ナシでは -20°C から -35°C (4段階)、モモ、ブドウでは -15°C から -35°C までの5段階とした。

供試材料は、園芸試験場内の果樹園から採取した結果枝1~2年枝を用いた。処理方法は酒井(1965)の方法に準じ、長さ20cm前後に切った(10本程度)をビニルフィルムで包み、所定の温度に達してから10~14時間経過させた。処理後、室温で融解させたものについて、凍害被害程度を測定した。

被害調査は、検鏡法及び電気伝導度測定による方法で行った。検鏡法は融解4~5日後の試料について組織別に褐変程度を調べ、その枯死を判定した。また、電気伝導度法では、1cm前後に切った試料を蒸留水に入れ、24時間経過後の水浸液の電気伝導度を測定した。

結果及び考察

樹種別、品種別の凍害率を表1に示した。これによると、凍害の程度は温度によって大きく異なること、さらに、樹種や品種により、また、枝や花芽など組織別にもかなりはっきりした相違が示された。

樹種別ではリンゴが最も強い耐凍性を示し、次いで、ナシ、ブドウ、モモの順であり、供試樹のなかでモモが最も弱いことがわかった。枝の半致死温度(LD50)は、リンゴの場合で -32°C ~ -38°C 、ナシ -28°C ~ -32°C 、ブドウ -28°C 、モモ -17°C ~ -20°C と判断された。

また、品種別では、例えば、ナシでは長十郎が比較的強く、韓国で育成されたダンベア、(甘梨)も強いことが示され、一方、晩三吉はかなり弱いことが示された。

枝(材部)、花及び葉芽など組織別の耐凍性では、一般に花芽が弱いように見受けられるが、その傾向は樹種によって異なった。リンゴでは枝の凍害率に比べ、花や葉芽の凍害率は少ない。しかし、ナシ、モモ、ブドウでは花芽の凍害が枝のそれより大きくなっており、リ

表1. 樹種別・品種別の凍害率（検鏡法）

樹種	品種	組織部位	処 理 温 度 (℃)					
			-15	-20	-25	-30	-35	-40
リ	ふじ	枝	—	0	0	14	42	96
		花	—	0	4	4	14	16
		葉	—	0	2	3	17	56
ン	陸奥	枝	—	0	0	32	76	98
		花	—	4	18	30	26	56
		葉	—	1	10	12	17	55
ゴ	Stark	枝	—	0	0	0	18	66
	Earli	花	—	0	0	4	6	8
	Bleze	葉	—	0	1	0	2	25
ナ	長十郎	枝	—	0	0	36	82	—
		花	—	12	22	86	100	—
		葉	—	9	12	61	100	—
	新高	枝	—	0	0	74	100	—
		花	—	12	44	58	100	—
		葉	—	9	21	66	100	—
ン	ダンベア (甘梨)	枝	—	0	0	10	100	—
		花	—	2	6	54	78	—
		葉	—	0	1	48	100	—
シ	晩三吉	枝	—	0	0	78	100	—
		花	—	20	22	93	100	—
		葉	—	7	23	77	100	—
モ	倉稗生	枝	0	38	100	100	100	—
		花	65	62	100	100	100	—
		葉	4	0	38	36	100	—
	大久保	枝	0	98	100	100	100	—
		花	31	85	100	100	100	—
		葉	0	10	40	94	100	—
モ	白桃	枝	0	58	100	100	100	—
		花	22	68	100	100	100	—
		葉	0	30	100	96	100	—
ブ ド ウ	Campbell	枝	0	8	12	68	99	—
		花	0	20	100	100	100	—
		葉	0	0	100	100	100	—

枝：材部、 花：花芽、 葉：葉芽

ソゴの場合と異なった。

樹種によって組織別の凍害に差のあることは、1981年1月凍害の実態調査(坪井・金1982)でも確認されている。

樹種別の耐凍性に関する既往成果は、後記する表3のようなものであるが、その表示にあっては問題のある所である。つまり、凍害発生の限界気象条件(この場合は温度条件)は、同じ樹種でも品種によって異なり、さらに栽培法や前年の結果量、生育時期、組織部位などによって異なるからである。

図1は、処理温度によるナン枝条の凍害枯死率と電気伝導度との関連を示したものである。

図にみるように、両者間にかなり一致した傾向がみられ、電気伝導度測定によっても凍害の被害程度を客観的定量的に把えることが確認された。

今後、この種の測定法の利用によって、定量的にしかも簡易に被害程度を判定できることが期待できる。なお、樹種によっては処理温度による電気伝導度の値変化が小さく、一定の傾向が見出しにくいなどがあり、その利用にあってはさらに検討する必要がある。

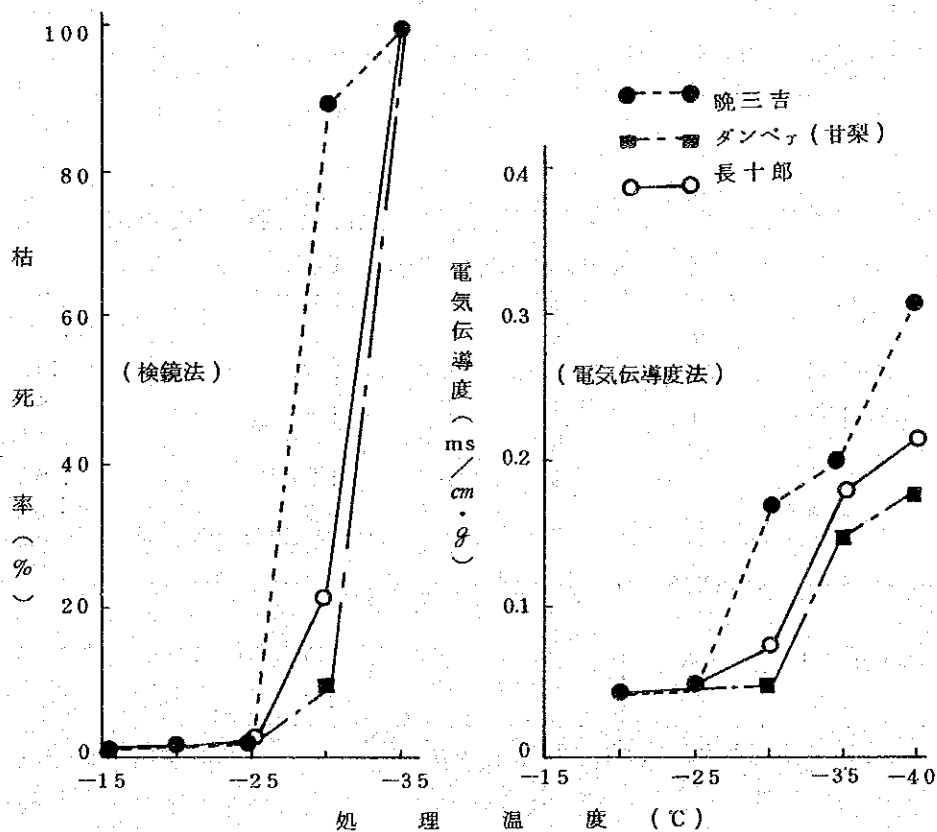


図1. ナンにおける検鏡法による枯死率と電気伝導法による結果との比較

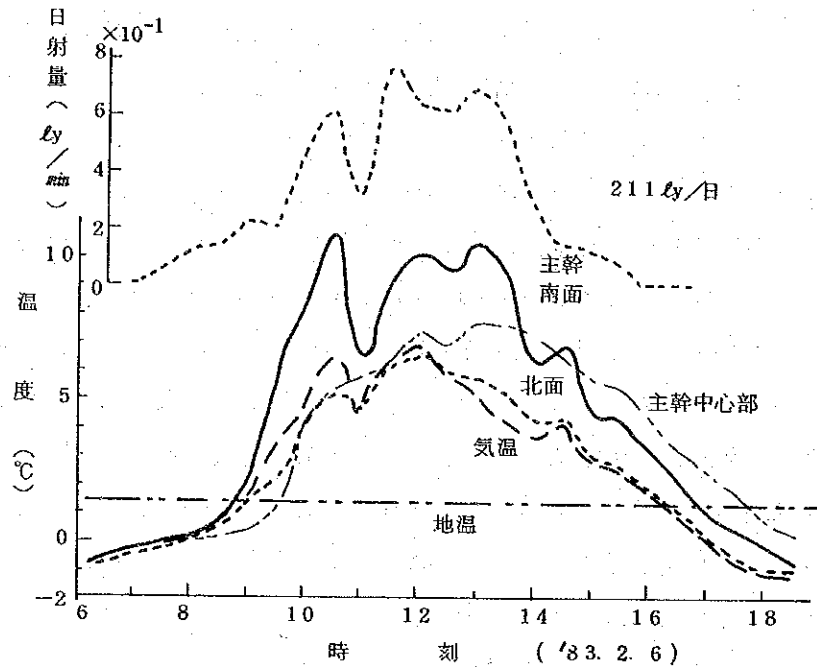


図2. リンゴ樹主幹の樹体温と気温、地温日射量の時刻別変化

これによると、樹体温は日射強度及び気温の変化にともなって推移し、特に、主幹南面の樹体温は大きく変化した。主幹南面の温度は、北面の樹体温や気温に比べ日中著しく高く、最大7～10度高く経過することが観測された。これらの温度差は、日射が強く、風が著しく弱い場合に顕著に現われた。

主幹中心部の温度は、表面温度に比べてその変化に時差がみられ、振幅が小さくゆるやかな変化を示した。なお、図にみるように、表面温度や気温に比べて、午後から夕方にかけての主幹中心部の温度がやや高目に経過した。この理由は、材部の熱容量が大きく、熱拡散が小さいことに起因するものである。

30 cm深さの地温は、1.0～1.3°Cで経過し、日変化がほとんどない状態で推移した。

なお、西山らが北海道で最寒期に測定した例(1966)では、15 cm深さの最低地温が2.5°C前後で推移したと報告している。著者らの今回の測定では、低温に経過しているものの根に対する寒害上問題はない。一般に、根の耐寒性は地上部に比べて弱く、リンゴでは厳寒期に-12°C程度とされているが(CARRICK 1920)、このような低温の発生は、ごく稀なものと思われた。

要約と問題点

- 冬期晴天日の日中において、主幹南側の樹体温は気温に比べ7～10度高温となる。

・ 主幹中心部の温度は、表面に比べその変化に時差がみられ、また、振幅も小さくゆるやかな推移を示した。

・ 30 cm深さの地温は、1.0～1.5℃と低く、その日変化はほとんどみられなかった。

今回使用した感温部センサーは、気象観測用の大型のものであり樹体测温用としては不向きである。早急に、銅-コンスタンタン熱電対などによる測定法に改めることが必要である。

しかし、銅-コンスタンタン線は韓国側の要望により準備したものの、これの記録計が無く、自動連続測定ができない状態にある。果樹部門での機器整備を強く要望しておきたい。

今後、災害発生の限界気象条件確定の上で花芽や葉芽の温度、皮層や形成層、材部などの細部にわたる精度の高い温度測定が是非とも必要な実施事項である。なお、樹園地の温度環境を明らかにする上で、今後、樹体を取りまく狭い範囲だけでなく、樹園地全体、さらに局地気象的な観点からの測定も実施する必要がある。

(3) 韓国における最低気温の再現期間と現存産地の安全性

担当者 鴨田福也・金聖奉・文鍾烈

目的 最低気温の再現期間 (Return Period 以下、R. Pと略す) を明らかにすると共に、最低極気温分布図を作成し、一方、既往成果の樹種別耐凍性と現存産地との関連から気象的にみた現存産地の安全性について検討する。

試験方法 手許にある韓国気象年報 (1952～1982) から冬期最低気温を調べ、常法にしたがって R. P を求め推定値の部分は GUMBEL の方法に従って算出した。

また、最低極気温の分布図は過去最低極温を調べ、等温線を結ぶ方法で作成した。樹種別耐凍性については、西山ら (1970)、坪井ら (1982)、文 (1983) らの成果を参照した。また、現存産地に関しては韓国農水産部の資料 (1983) を参考にした。

R. P 算出に用いた各地点の統計年数は、次のようである。

統計年数 (年)

20～25 江陵、ソウル、仁川、秋風嶺、浦項、大邱、蔚山、光州、釜山、木浦、麗水、
濟州、全州

15～20 水原、春川、束草、瑞山、清州、群山、忠武、西帰浦

10～15 麟蹄、江華、楊平、洪川、利川、原州、榮州、三陟、堤川、忠州、牙山、
保寧、聞慶、長興、盈徳、義城、善山、報恩、普州、高興、海南、城山浦、
大静及びその他の地点

結果及び考察

64地点における最低気温の再現期間一覧表は、表2のとおりである。なお、春川、ソウル、大邱、釜山における R. P は図3のようである。図にみるように、春川では5年に

表2. 韓国各地における最低気温の再現期間

	再 現 期 間(年)						再 現 期 間(年)				
	5	10	20	30	50		5	10	20	30	50
東 草	-12 ^C	-15	-17	-18	-20	儒 城	-20 ^C	-22	-24	-25	-26
麟 蹄	-23	-26	-27	-29	-31	扶 餘	-18	-22	-24	-25	-26
春 川	-23	-24	-26	-27	-28	大 田	-17	-19	-21	-21	-22
江 華	-20	-22	-26	-27	-28	秋風嶺	-16	-18	-19	-19	-20
楊 平	-27	-32	-35	-36	-37	漆 谷	-17	-18	-20	-21	-22
洪 川	-27	-28	-30	-31	-33	大 邱	-13	-15	-15	-16	-17
仁 川	-16	-18	-19	-20	-22	永 川	-17	-20	-22	-24	-25
ソウル	-19	-20	-22	-23	-24	浦 項	-13	-14	-15	-15	-17
水 原	-21	-22	-23	-23	-25	蔚 山	-12	-13	-14	-15	-16
禾 川	-25	-27	-28	-30	-32	錦 山	-20	-22	-23	-25	-26
原 州	-26	-28	-29	-30	-31	裡 里	-19	-20	-22	-23	-24
江 陵	-15	-16	-17	-18	-19	群 山	-13	-14	-16	-17	-18
三 陟	-14	-16	-17	-19	-21	扶 安	-20	-22	-23	-24	-25
堤 川	-26	-26	-29	-30	-31	井 邑	-16	-20	-22	-24	-26
忠 州	-26	-29	-31	-32	-33	全 州	-14	-15	-15	-16	-17
瑞 山	-16	-17	-20	-21	-22	任 實	-22	-23	-24	-24	-25
牙 山	-20	-21	-23	-24	-26	南 原	-17	-18	-19	-20	-21
保 寧	-16	-17	-19	-20	-21	光 州	-12	-15	-17	-18	-19
清 州	-23	-24	-25	-26	-26	山 清	-13	-14	-16	-17	-18
聞 慶	-17	-20	-22	-23	-25	俠 川	-15	-17	-18	-19	-20
榮 州	-22	-24	-25	-25	-26	密 陽	-15	-16	-17	-18	-19
盈 德	-14	-14	-15	-16	-17	釜 山	-12	-13	-13	-13	-14
義 城	-22	-23	-24	-24	-25	咸 安	-16	-17	-18	-18	-19
善 山	-20	-23	-24	-25	-27	巨 濟	-10	-11	-12	-13	-14
報 恩	-25	-26	-27	-28	-29	忠 武	-10	-15	-17	-18	-19
普 州	-14	-15	-16	-16	-17	咸 平	-19	-22	-23	-24	-26
早 州	-13	-15	-15	-16	-17	莞 島	-10	-12	-13	-14	-15
麗 水	-11	-12	-12	-13	-14	濟 州	- 3	- 4	- 5	- 5	- 6
長 興	-11	-13	-15	-15	-16	城山浦	- 6	- 7	- 7	- 8	- 9
高 興	-12	-13	-15	-15	-16	大 靜	- 6	- 7	- 7	- 8	- 9
海 南	-13	-15	-16	-17	-18	西帰浦	- 4	- 5	- 6	- 6	- 7
木 浦	-10	-12	-13	-14	-15						

1度-23℃に、10年に1度-24℃に低下することが予想される。一方、大邱では、10~20年に1度の確率で-15℃に低下することが予想される。

表2にみるように、楊平、春川、洪川、原州など中央北部地域での低温が著しく、10年1度の確率で-25~-30℃に達する低温出現が予想される。一方、海岸部や南部地域では低温が緩和され温暖となり、特に、済州道では-10℃に低下することはなくカンキツ栽培が可能となっている。

図4には、過去の最低極気温の分布図を示したものである。これらの傾向は、表2のそれと類似し中央北部に低温域があり、海岸線及び南部に進むにつれて高温になることがわかる。

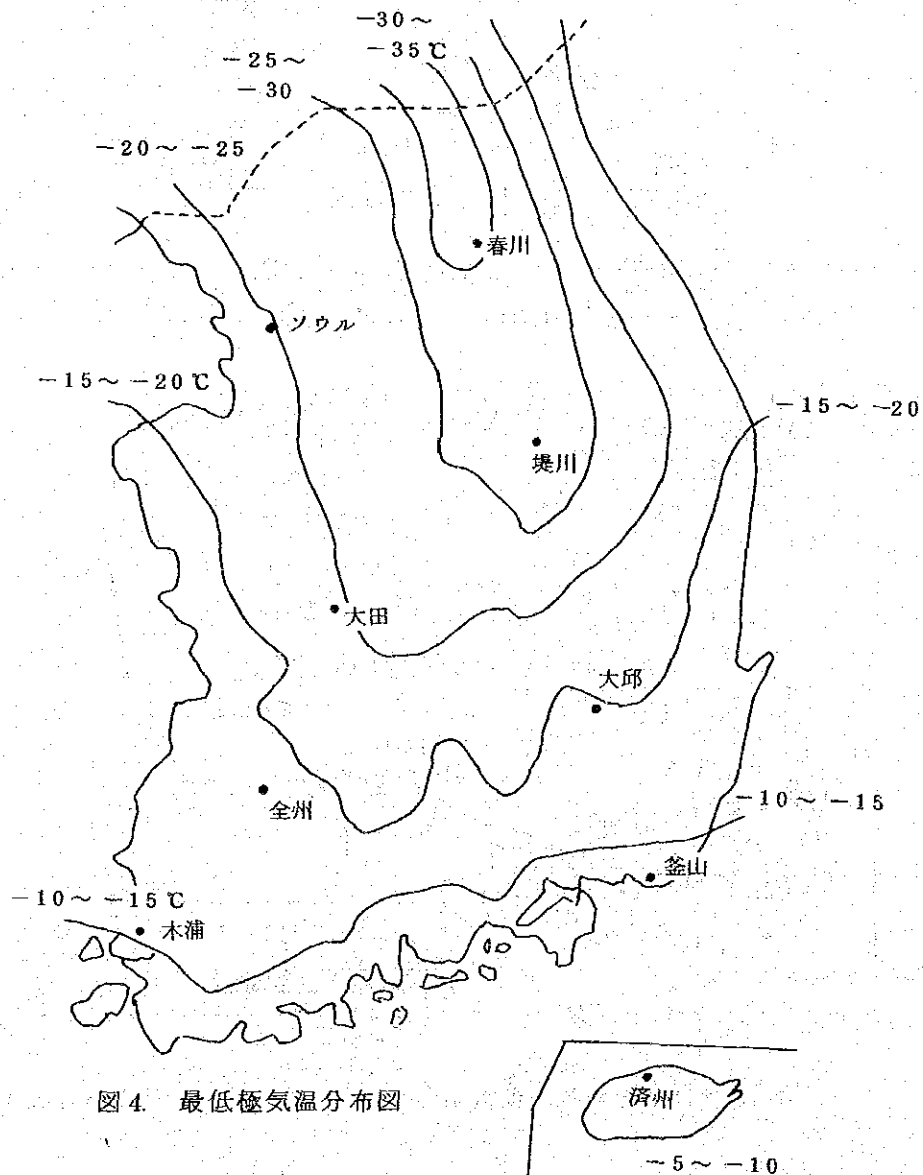


図4. 最低極気温分布図

現存産地の状況については、図5にみるようなものである。ここでは、樹種ごとの各道における対全国比の栽培面積割合を示したものである。ここで特に目立つのは、済州道のミカン(99.5%)、慶尙南道の甘柿(73.9%)、慶尙北道のリンゴ(52.0%)であり、さらに、京畿道のナン(37.5%)、慶尙北道のブドウ(37.6%)もその面積割合において注目される。樹種別耐凍性に関する既往成果は、表3に示すような値を参考にした。

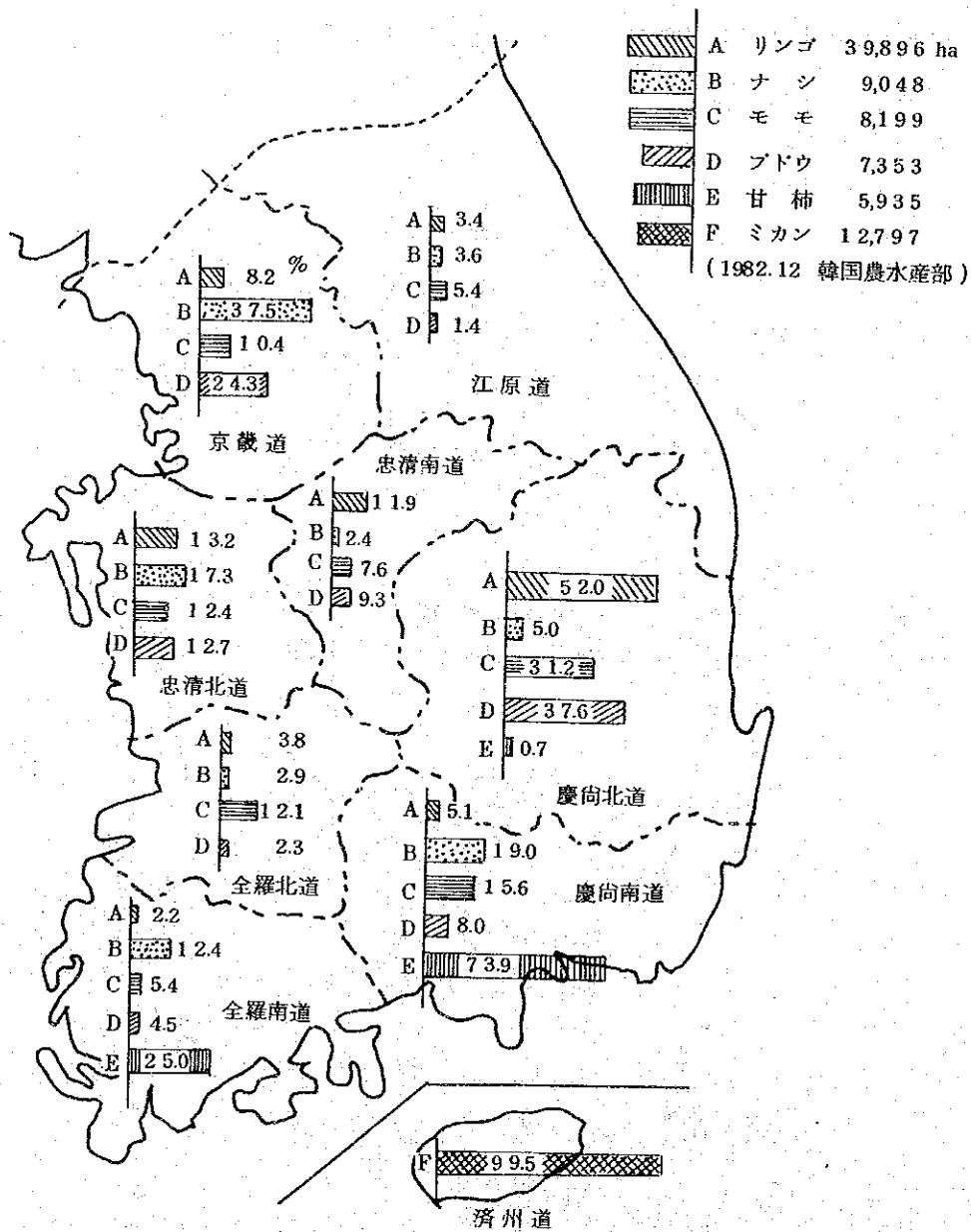


図5. 樹種ごとの栽培面積割合(韓国・農水産部資料から作成)

なお、これらの値にはかなり幅をもつものであり、画一的に論ずることは大変困難である。すなわち、ナシ一つについても長十郎やダンパ（甘梨）は比較的寒さに強いが、晩三吉は弱く、さらに栽培管理の巧拙や前歴、年度や季節によってかなり変化する要素をもつからである。

表3. 既往成果にみる樹種別耐凍性

	西山ら	坪井ら	文
リンゴ	-25℃	-28~-33℃	-25~-40℃
ナシ	-20	-20~-28	-25~-30
モモ	-15	-16~-26	-20~-25
ブドウ	-20	{ -15~-18 (欧州系) -18~-25 (美国系)	
オウトウ	-15		
ウメ	-20		
スモモ	-20		
クリ	-20		

以上のような特性を考慮しつつ、ここでは最低気温の再現期間、最低極気温の分布、樹種別耐凍性などをもとに現存産地の気象学的安全性について、総合的に検討表示したのが表4である。

表4. 気象学的にみた樹種ごとの安全性

	リンゴ	ナシ	モモ	ブドウ	甘柿	ミカン
江原道	△~○	×~△	×~△	×~△	×	×
京畿道	○	△~○	×~△	△~○	×	×
忠清北道	○	×~△	△~○	△~○	×	×
忠清南道	○	○	○	○	×	×
慶尚北道	○	○	○	○	×	×
慶尚南道	○	○	○	○	△~○	×~△
全羅北道	○	○	○	○	×~△	×
全羅南道	○	○	○	○	△~○	×~△
済州道	△	△	×	△	△	○

○…良 △…不良 ×…不可

これによると、モモ、ブドウ、ナシなどに於て、忠清北道以北の地域でその安全性に問題が残ると考えられた。なお、済州道においては、風及び成熟期における降雨などの影響で一部の果樹について、その栽培が問題になるものと判断された。

要約と問題点

- 手許の資料をもとに韓国64個所における最低気温のR、Pを求め、また、最低極気温の分布図を作成した。
- 低温域は楊平、春川、洪川、原州などの中央北部に存し、海岸線及び南部に進むにつれ低温が緩和された。
- 楊平では5年に1度-27℃に、10年に1度-32℃になることが予想され、また、大邱では10年に1度の割合で-15℃になると推定された。
- 最低気温のR、P、最低極気温の分布図、樹種別耐凍性などから考慮し、現存産地の安全性について検討した。その結果、モモ、ブドウ、ナシなどに於て、忠清北道以北の地域でその安全性に問題が残った。

今回、R、P算出に利用した統計資料では、前記のとおり、年数が少なく極めて不十分なものと云わざるを得ない。今後、可能な限り過去の資料をも活用し、信頼性を高める努力が必要であろう。一方、現存産地の安全性については、さらに、品種、栽培法、局地気象(気候)など各種要因を考慮した上で、きめこまかな再検討を要望しておきたい。

3. 所 見

往復旅行日を除き、46日間の短期滞在であり十分な共同研究が出来なかったこと、申し訳なく残念な次第である。しかし、坪井団長及び金課長のご高配により、その研究内容は極めて充実したものであったこと、感謝すると共に自負できるものと思う次第である。

延べ15日間にわたり、韓国の果樹栽培地帯全域(済州島を含む)を視察し、また、セミナー7回、太陽電池利用による積算日射計及び石膏ブロック土壌水分計の作り方の実習などを行い好評を得たことは何よりであった。

共同研究についても、前述のように、研究項目3課題を遂行でき、少なからず新知見を得たことは大きな成果であった。もちろん、これには果樹課諸氏の絶大なる協力支援があつてのことであり、改めて厚くお礼申し上げる次第である。

研究成果の項で述べたように、韓国における果樹栽培において気象的な安全性は決して十分なものとは云えないものである。1981年1月の凍害で、楊平、利川などで30~40年生の主幹直径20cmにも達するナシが完全に枯死しているのを見る時、その苛酷さが痛感される。

しかし、そのなかにあつて被害が軽く、ほぼ平常な収穫を得ている木を見る時、立地や品種の選択、栽培法の巧拙がいかに重要であるかが思い知らされる。

従来、韓国に於ては果樹に関する気象学的な研究体制は必ずしも十分でなく、本共同研究を機

に一層の発展充実を期待し、また、果樹産業の着実な発展を心から祈る次第である。

此度びの訪韓によって、研究者ばかりでなく果樹栽培農家、生産組合、普及に携わる方々など多くの友人を得たことは、私にとって何よりも大きな喜びであった。

最後に、金東秀試験局長、趙在衍管理課長氏らによる送別の宴に、坪井団長と共に招待されたこと光榮であった。 **안녕히 계십시오.**

JICA