

- (5) 報告者：野菜試験場 五島 康  
派遣先：農村振興庁園芸試験場菜蔬2科  
業 務：野菜  
期 間：昭和59年8月16日～10月15日（61日間）

### 野菜気象災害の水管理による対応技術研究

## I はじめに

1984年8月16日から10月15日までの61日間、日韓農業共同研究団の野菜栽培の水管理の短期専門家として、大韓民国の農村振興庁園芸試験場菜蔬2科で下記の課題について研究を行ったので報告する。

野菜の生産を安定して良質なものを多収するためには、施設栽培が最も合理的である。また、生産性の向上には土壌水管理が重要な要因の一つである。

作物の生育は、土壌水分が多過ぎても、少なくとも正常でなくなるので、好適水分域（正常生育有効水分域：圃場容水量から生長阻害水分点までの水分）の範囲内に維持管理しなければならない。しかし施設内は施設特有の気候となるので、作物の種類や生育時期に応じた生育調節が必要である。そこで、土壌水分選択式自動灌水装置を用いて、灌水開始点と灌水量を異にして、生育並び品質に及ぼす影響を検討しようとした。また、露地野菜については過湿問題や干ばつ並びに連作障害などを土壌物理性の面から検討することにした。

## 1. 研究課題

### 1) 施設野菜の水管理に関する研究

#### (1) 土壌水管理の違いが野菜の品質に及ぼす影響

スイカの果実の糖度の向上について

#### (2) 土壌水分選択式自動灌水装置の適用法の検討

### 2) 露地野菜の水管理に関する研究

#### (1) 野菜の簡易被覆栽培に関する微気象環境の解析

#### (2) 野菜の連作障害の発生要因と対策に関する文献収集

## II 研究内容

### 1. 施設野菜の水管理に関する研究

背景、施設内は降雨が遮断されているので、水分補給のための灌水が必須である。また、施設特有の気候と塩類集積とによって作物の生育が異常となりやすいので、生育制御のための水管理が必要である。

さらに、施設が大型化、経営規模が拡大されると、灌水作業の省力化のために自動化が要求される。それには上記の条件を満足する自動灌水装置の開発が必要である。

そのためには土壌水分と作物の生理・生態的反応との関係を明らかにしておかなければならない。

#### 1) 土壌水分管理の違いが野菜の品質に及ぼす影響

スイカの果実の糖度の向上について

##### (1) 研究目的

スイカの果実の糖度を向上させるために、成熟期の土壌水分管理を異にして、生育並びに果実糖度に及ぼす影響を検討しようとした。

##### (2) 試験方法の概要

試験場所 園試内のガラス温室（間口 5.6m / 奥行 30m）

供試品種 金メダル（韓国）、夏日1号（日本）、乙女（日本）

播種期 6月20日、定植期 7月10日、栽植様式 畦幅 180cm、株間 70cm、0.8株 / m<sup>2</sup>。施肥量 (kg/a) N : 24, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 2.0, K<sub>2</sub>O : 2.4, 消石灰 : 1.0, 土壌消毒は定植前に蒸気消毒した。

##### (3) 灌水処理の方法

次表のとおりである。

| 灌水開始点 |               | 灌水量          |
|-------|---------------|--------------|
| a     | pF2.7（深さ10cm） | FCに戻すのに必要な水量 |
| b     | pF2.7（深さ10cm） | 上記の水量の1/2量   |
| c     | pF2.7（深さ20cm） | FCに戻すのに必要な水量 |
| d     | pF2.3（深さ10cm） | 同上           |

灌水方法は土壌水分選択式自動灌水装置を用いて、二重壁散水チューブで灌水した。灌水量はテンシオメータを40cm深さまで土層別に埋設し、土壌水分減少法を用いて算出した。灌水量の過不足についてはテンシオメータの指度で診断するようにした。

##### (4) 試験結果及び考察

施設の夏期間の有効利用のための展示圃としてスイカが栽培されていたので、水管理試験に好適と考えたが、8月下旬からの長雨でつる割れ病（急性萎凋症？）が多発したので、灌水処理は行わなかった。そこで、次作のキュウリ栽培のために、土壌の物理性と粒径組成を調査した。その結果は表-1と表-2に示したとおりである。

表-1 土壌の三相分布

| 土層別 | 仮比重  | 固相率   | 孔隙率   | 水分率   | 気相率   |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 第1層 | 1.17 | 44.2% | 55.8% | 17.9% | 37.9% |
| 第2層 | 1.43 | 54.0  | 46.0  | 24.1  | 21.9  |
| 第3層 | 1.50 | 56.6  | 43.4  | 25.8  | 17.6  |
| 第4層 | 1.51 | 57.0  | 43.0  | 28.1  | 14.6  |

表-2 土壌の粒径組成

|  | 土性                   | 礫 | 砂    | シルト          | 粘土         | 小計         | 合計          |
|--|----------------------|---|------|--------------|------------|------------|-------------|
|  | ガラス温室の土壌<br>(0-10cm) | S | 18.3 | 75.4<br>92.3 | 5.4<br>6.6 | 0.9<br>1.1 | 81.7<br>100 |

第1層(0-10cm)の土性は、砂土で仮比重が1.17で、固相率が44.2%で孔隙率は55.8%で気相率が37.9%確保されていた。土壌を採取した時期はかなり乾燥状態であったが、圃場容水量(FC)の状態のときでもかなり多くの気相率が確保されているものと思われる。したがって、土壌条件としては極めて良好であった。

しかし、第2層以下の土層では、砂壤土で仮比重が1.43で、固相率が54.0%となり、孔隙率がわずかに46.0%であった。土層が深くなるほど土壌の物理性が悪化して、仮比重が1.5前後となり、固相率が57.0%となって孔隙率が極端に少なくなり、43.0%前後となった。

したがって、圃場容水量に戻るまで十分に灌水した場合には、第1層では気相率が20%以上確保されると思われるが、第2層以下では気相率が20%以下となる可能性があると考えられた。なお、深層では気相率が10%以下になることもあると思われた。ゆえに、スイカの根系は深くまで分布するので、このような状態に遭遇すると根腐れを起し、罹病するのではないかと考えられた。

また、施設外から水の浸入もかなりあって、これらの病害の発生を助長したものと思われる。

それゆえ、今回のキュウリの水管理の試験においては、なるべく深く耕起し、暗渠排水工事を施工する必要がある。灌水処理は、理想草姿を作り生産性を向上させるための水分管理法を明らかにするために、次の処理区を設けて行う。

| 前期    | 後期    | 備考  |
|-------|-------|---|
| pF2.3 | pF2.3 | 40cm土層をFCに戻すのに必要な水量を灌水する。生育前期とは収穫開始となる頃まで、それ以降を後期とする。 |
|       | pF2.5 |   |
| pF2.5 | pF2.3 |   |
|       | pF2.5 |   |

なお、灌水量を算出するためには、次式を用いて決定する。

$$(f_c - ML) D \times \frac{1}{c_p} = 1 \text{ 回の灌水量 (TRAM)}$$

ただし、 $f_c$  : 24時間容水量時の水分率(MV%)

ML : 生育阻害水分点時の水分率(MV%)

D : 制限土層の厚さ (mm)

CP : 制限土層の土壤水分消費割合 (%)

上記の式を用いて灌水量を決定するためには、当該土壌の土壤水分特性 (pF-水分率) を明らかにする必要があるが、それには極めて長い時間を要するので、表-3に日本におけるキュウリとトマトの水管理の暫定指針を参考に示した。この表の日当り消費水量に所定の pF 値になった日数を剩じて1回の灌水量を決定する。

表-3 灌水開始点と灌水量並びに注意事項

| 作物名                      | 作型        | 灌水開始点    | 1回当り灌水量  | 日当り消費水量   | 株当り日消費水量  | 備 考  |
|--------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|--|
| キュウリ<br>( $m^2$ 当り一・七五株) | 促成        | 前期 pF2.5 | 5 ± 2    | 0.7 ~ 1.3 | 0.4 ~ 0.7 | 前期の収穫開始までは高 pF 管理で、地温上昇を図り、栄養生長と生殖生長とのバランスをとりながら、生育調節を行う。後期は十分に灌水し、水分不足とならないように注意する。施肥はきめこまかな追肥を行い樹勢を保つようにする。蒸発散量が多い時期には多量に頻りに灌水し、水分不足を防止する。蒸発散量の少ない冬期には地温低下を招かないように、晴天日の午前中に灌水する。 |
|                          |           | 後期 pF2.3 | 15 ± 2.5 | 2.0 ~ 3.0 | 1.1 ~ 1.7 |  |
|                          | 半促成<br>抑制 | 前期 pF2.3 | 10 ± 2.5 | 1.5 ~ 2.5 | 0.9 ~ 1.4 |  |
|                          |           | 後期 pF2.0 | 15 ± 2.5 | 3.0 ~ 6.0 | 1.7 ~ 3.4 |  |
|                          |           | 前期 pF2.5 | 10 ± 2.5 | 0.7 ~ 1.5 | 0.4 ~ 0.9 |  |
|                          |           | 後期 pF2.3 | 20 ± 5.0 | 3.0 ~ 5.0 | 1.7 ~ 2.7 |  |
| トマト<br>( $m^2$ 当り二・五株)   | 促成        | 前期 pF2.7 | 25 ± 5   | 1.5 ~ 2.5 | 0.6 ~ 1.0 | 前期とは第3花房の開花期までで、第1果房の果実がピンポン玉位の大きさになる頃までをいう。多肥栽培では、灌水開始点を低めにする方がよいが、あまり多灌水にすると過繁茂となり、空洞果、ヌグサレ果が増加するので要注意、多湿条件は病害発生が多い。少水管理で萎するようでは、尻グサレ果が発生しやすい。Nは基肥をひかえ、追肥で分施する。                  |
|                          |           | 後期 pF2.5 | 20 ± 5   | 2.0 ~ 3.0 | 0.8 ~ 1.2 |  |
|                          | 半促成<br>抑制 | 前期 pF2.3 | 10 ± 2.5 | 1.0 ~ 2.0 | 0.4 ~ 0.8 |  |
|                          |           | 後期 pF2.5 | 20 ± 5   | 3.0 ~ 5.0 | 1.2 ~ 2.0 |  |
|                          |           | 前期 pF2.5 | 20 ± 5   | 1.5 ~ 2.5 | 0.6 ~ 1.0 |  |
|                          |           | 後期 pF2.3 | 10 ± 2.5 | 2.0 ~ 3.0 | 0.8 ~ 1.2 |  |

さらに、簡易な方法としては蒸発計を施設内の植被層の上に設置して、その蒸発量を用いて1回の灌水量を算出する方法がある。これを蒸発散比法といい、次式によって求める。

$$ET = a \cdot EW$$

ただし a : 蒸発散比      EW : 蒸発計蒸発量

蒸発散比は 1.0 を標準とし、生育初期では小さくし、生育後期には大きくする。

## 2) 土壌水分選択式自動灌水装置の適用法の検討

### (1) 試験目的

施設内の灌水作業を省力化するためと、灌水開始点を的確に把握するために自動灌水装置が必要である。そこで、筆者が日本国において開発した土壌水分選択式自動灌水装置を一部改良し持参したので、その装置が仕様通りに作動し改善の必要がないか検討した。

### (2) 試験方法

前記の試験で用いたガラス室において実験を行った。

#### i) 自動灌水装置の概要

##### a. 供試資材及び配置

土壌水分検出器（ブルドン管式テンシオメータ）制御器、電磁弁、量水計等である。配置は図-1に示したとおりである。

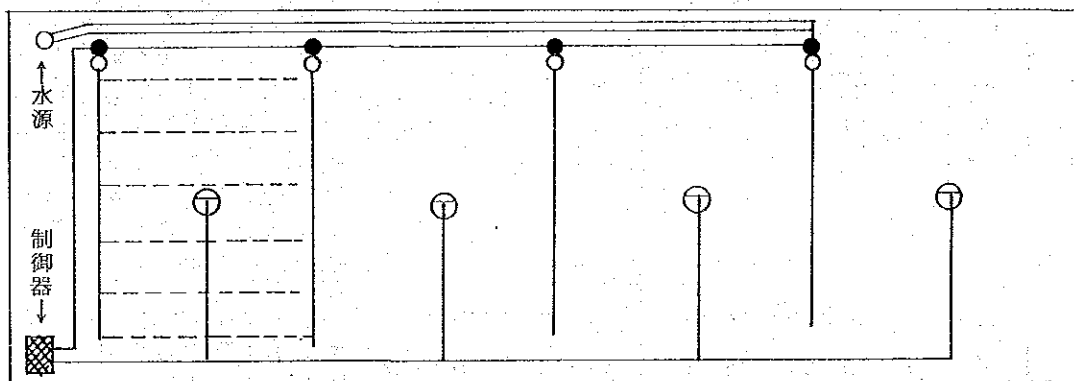


図-1 自動灌水装置の配置図

備考 ○：土壌水分検出器 ●電磁弁 ○水道メーター

供試した灌水器具は二重壁散水チューブを下向きにして用いた。動水圧は約  $1.0\text{kg/cm}$  になるようにバルブで調節した。

##### b. 自動灌水制御方式

制御方式は図-2に示したように、先ず24時間タイマーで灌水時間帯を設定し、各区の土壌水分をブルドン管3針接点付テンシオメータで検出し、設定値に到達した区は、制御器に記憶させておき、1ブロックから順次所定の水量を散水タイマーで決定し電磁弁を作動させようとした。この方式をフィードバック方式と呼んでいる。なお、同一灌水時間帯に2度灌水をいように、2重灌水防止装置を組込んだ。

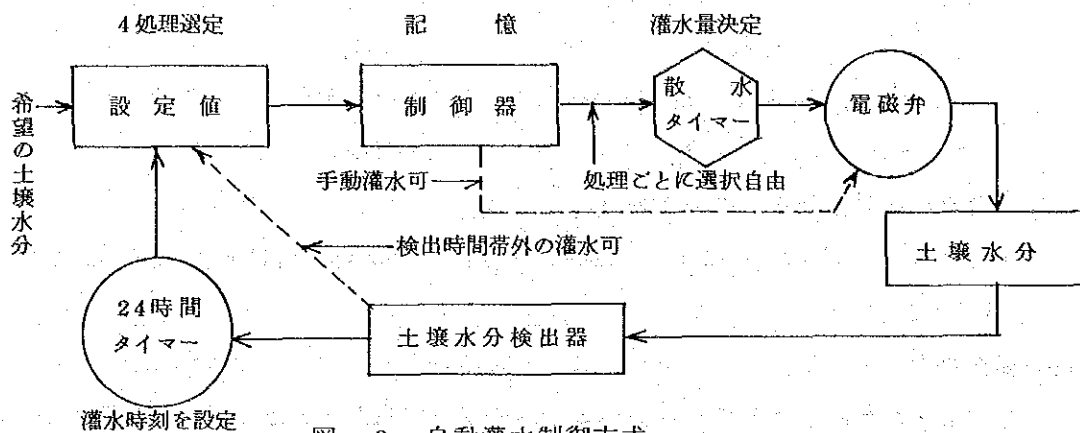


図-2 自動灌水制御方式

(3) 試験結果及び考察

- i) 自動灌水装置はほぼ仕様どおり作動したが、散水タイマーが最高 10 分間であったので、灌水量が多いときは、2 回に分けて灌水する必要があった。
- ii) 土壌水分検出器は極めて精度高く作動したが、故障したとき固まるので、もっと簡易で堅ろうなものを開発する必要がある。また、灌水量を土壌水分計によって決定しようとする場合は検出部（ポーラスカップ）を長くして、有効土層の土壌水分を平均値で測定できるように改善する必要があると認められた。
- iii) 生育制御のために用いる自動灌水装置は土壌水分測定だけでなく、日照、温度並びに湿度も同時に測定し、作物の生長解析装置を組込む必要がある。

2. 露地野菜の水管理に関する研究

1) 野菜の簡易被覆栽培による微気象環境解析

(1) 試験目的

気象災害の中の霜害防止のため、簡易被覆の微気象環境を分析して、気象災害を軽減する基礎資料を得る。

(2) 試験方法

i 供試作物   ダイコン、ハクサイ

ii 処理方法

a PVA系フィルム,   b PEフィルム,   c 不織布,   d 無被覆

10月4日に被覆した。

(3) 耕種概要

| 作物名  | 播種期   | 定植期  | 収穫期   |
|------|-------|------|-------|
| ハクサイ | 8月21日 | 9月5日 | 11月中旬 |
| ダイコン | 9月1日  |      | 11月中旬 |

(4) 試験区の配置 乱塊法 3反履

(5) 調査項目 1) 被覆内微気象(気温, 地温, 土壌水分, 空気湿度, 地中熱流),

ii) 生育及び収量

(6) 試験結果

後日報告を受けることになっているが, 明らかにしたことは供試土壌の物理性で, その結果は表-4と表-5に示した。土性は表土も下層土も砂壤土で透水性は良いようである。第1層は仮比重1.35で固相率が51.0%で, 孔隙が比較的多かった。しかし, 第2層以下では孔隙が少なく40~44%であった。特に第2層には耕盤ができていると思われた。土壌水分は降雨後2日目に採土したので, ほぼ圃場容水量の状態であったと考えられる。したがって, 気相率が第1層では26.9%あり, 第4層の14.5%を除くと第2層以下でも17.3~19.0%確保されていたのでハクサイの根の伸長には支障はなかったが, ダイコンではやや根長が短くなるのではないかと思われた。また長雨が続き潜在的湿害を受ける危険があるので, 心土破砕か深耕を行うと良い, さらに, 暗渠排水をすればより一層生産性を向上させ災害防止にもなるであろう。

表-4 露地圃場の土壌の三相分布

| 土層別 | 仮比重  | 固相率  | 孔隙率  | 気相率  | 水分率  | 推定FC水分率 |
|-----|------|------|------|------|------|---------|
|     |      | %    | %    | %    | %    | %       |
| 第1層 | 1.35 | 51.0 | 49.0 | 26.9 | 22.1 | 22.0    |
| 第2層 | 1.54 | 58.2 | 41.8 | 17.3 | 24.5 | 25.1    |
| 第3層 | 1.50 | 56.4 | 43.6 | 19.0 | 24.6 | 24.5    |
| 第4層 | 1.59 | 60.0 | 40.0 | 14.5 | 25.5 | 25.9    |

表-5 露地圃場の土壌の粒径組成

|                          | 土性 | 礫    | 砂 シルト 粘土 |      |     |      | 小計  | 合計   | 土壌水分推定値 |     |     |
|--------------------------|----|------|----------|------|-----|------|-----|------|---------|-----|-----|
|                          |    |      | %        | %    | %   | %    |     |      | FC      | PWP | A m |
| 露地圃場表土<br>(0~30cm)       | LS | 13.2 | 67.9     | 12.7 | 6.2 | 86.8 | 100 | 16.3 | 6.4     | 9.9 |     |
|                          |    |      | 78.2     | 14.6 | 7.2 | 100  |     |      |         |     |     |
| 露地圃場<br>下層土<br>(30~60cm) | LS | 19.8 | 65.4     | 12.2 | 2.6 | 80.2 | 100 | 13.6 | 4.0     | 9.6 |     |
|                          |    |      | 81.6     | 15.2 | 3.2 | 100  |     |      |         |     |     |

備考 土壌水分は対乾土比

## 2) 野菜の連作障害の発生要因と対策に関する文献収集

### (1) 目的

韓国における連作障害の回避技術を確立するために行った。

### (2) 方法

主としてピーマン病害について日本国野菜試験場の石井正義氏と中国農試の木村俊彦氏の絶大なる御協力を頂いた。

### (3) 結果

日本国の研究機関並びに技術会議資料と合せて 10 課題であった。これらの資料を基にして「野菜の連作障害の発生原因と対策」を策定し農村振興庁に提出した。

内容の概要は主として土壌水分管理の面から検討し考慮した。耕種的対策としては、高畦浅植マルチ栽培、雨除け（簡易保護）栽培、完熟堆肥の施用など土地基盤の改善を提案した。

## III セミナー講演の実施

任地へ着任直後、園芸試験場側と協議して下記のような日程を決め、園芸試験場研究者を対象にセミナーを行った。

- (1) 8月31日 日本における施設園芸の発達の経過と現状
- (2) 9月21日 施設野菜の水管理の研究手法
- (3) 9月28日 同上 (園試釜山支場)  
土地基盤の改善と水の有効利用(釜山支場)

日韓農業共同研究 10 周年記念シンポジウムで農村振興庁関係の各研究機関の研究者を対象に講演した。

- (1) 9月4日 野菜栽培における土地基盤の改善と水の有効利用

## IV 野菜生産地現状視察及び各機関訪問

下記のような野菜産地視察し直接野菜生産農家の現状を見聞するとともに大学・支場・道振興院・指導所などの各機関を訪問し、その活動状況を見聞することができた。韓国側各位のご高配に深謝する次第である。

- (1) 9月12日～15日 江原道高冷地試験場及び周辺農家の圃場、作物試験場珍富出張所、国立種子供給所大関嶺支所、江原道農村振興院東海岸の砂地野菜栽培
- (2) 9月26日～29日 慶北大学校農科大学、慶州農村指導所、園芸試験場釜山支場金海地域の施設野菜地帯、慶尚南道農村振興院
- (3) 10月5日～6日 余並びに公州地域の露地野菜地帯、礼山郡農村指導所附近の野菜栽培圃場並びにリンゴ栽培園合徳農場



## V 所 見

わずか 61 日間という短い滞在で所見を述べると誤りがあるかもしれないが、お許しを願ひ意見を述べてみたい。

大韓民国の畑地はほとんどが花崗岩系の赤黄色土であるから、土壌水分管理の面からみると透水性が悪く保水性も悪い所が多いようであった。したがって、湿害や干ばつ害を受け易い土壌であるから土地の生産基盤の改善や畑地灌漑施設の導入が必要であると思われた。しかしながら、これらに関する基礎資料が少なく、研究者も少ない。特に畑地灌漑については湿潤地帯に属する韓国では日本からの技術と知識の導入が望まれる。土壌水分測定関係の機器が組織的に揃っていないので、研究者は色々と苦慮されているようであるが、系統的に整備するのが急務であると思う。

なお、畑地灌漑計画の諸元は、地域によって気象条件や土壌条件が異なるので、研究手法を統一して地域連絡試験を実施されるよう提案する。そのためには、日本側の技術協力が引き続き必要である。

(6) 報告者：九州農業試験場 樋口 太重

派遣先：農村振興庁農業技術研究所

業 務：土壌肥料

期 間：昭和 59 年 9 月 4 日～10 月 31 日 ( 58 日間 )

### 韓国水田土壌の地力窒素評価に関する研究

#### I はじめに

韓国の水稲収量は 1970 年の後半から 1980 年の前半まで飛躍的に増大した。作物統計によれば、1983 年の玄米収量は 10a 当たり 475kg であり、日本の平均収量とほぼ匹敵している。

ところで、韓国の水稲に対する施肥基準によれば、10a 当たりの窒素施用量は、統一系品種 ( ジャポニカ×インディカ ) では約 15kg、一般系品種 ( ジャポニカ ) では約 11kg である。ところが、農家における実際の窒素施用量は、上記の値よりもかなり多いのが一般的であり、多肥農業は統一系品種の栽培面積の拡大、土壌改良などと相まって水稲収量の著しい向上をもたらした。

多肥の背景としては、多収を図るためには多量の肥料が必要であることのほかに、韓国ではいわゆる砂質水田が多く、窒素の溶脱や脱窒の大きいこと、夏季の高温、多雨が土壌有機物の消耗を促進することなどによって、一般に地力窒素 ( 土壌の潜在的窒素無機化能 ) の少ないことが推察される。

一方、小山によると、水稻の窒素吸収量の約7割は、窒素施用量の差異に関係なく、土壤窒素に依存しているという。この知見にしたがえば、窒素多施用の韓国水田土壤においても、水稻生産に果す地力窒素の役割はかなり重要視されるものと考えられる。

これまで、韓国水田の土壤窒素の動態についてはあまり研究が行われていない。むしろ土壤有機物含量の測定が一般的であり、その値から窒素の動態を推測していることが多い。水田の地力窒素を量的に正しく把握することは、水稻生産に果す地力窒素の役割を明らかにするばかりでなく、地力窒素を踏まえた施肥法の改善に役立つものと考えられる。

ところで、筆者はこれまで化学的手法により、水田土壤の地力窒素の評価手法を検討した。その結果、pH7のリン酸緩衝液で抽出される窒素が、水稻の吸収窒素や収量ならびに培養窒素と密接な関係にあることを認め、水田土壤の地力窒素は前述の抽出窒素によってほぼ量的に評価して間違いのないことを明らかにした。

そこで、本研究は韓国水田土壤の地力窒素を量的に把握するため、まず無機質肥料、有機物連用圃場について過去10年間の水稻収量と土壤養分の変動を調べ、つづいてpH7のリン酸緩衝液を用いて上記圃場および各種水田土壤について検討を行った。

なお、本研究は1984年9月4日から10月31日までの58日間、日韓農業共同研究団の一員として、大韓民国に滞在し、農業技術研究所化学部土壤化学科において実施したものである。共同研究の遂行にあたり、金文憲農村振興庁長、金東秀同試験局長および同庁関係者には種々の御高配を賜わった。また、共同研究の場であった農業技術研究所では、金萬所長をはじめ、韓基化学部長、朴俊奎土壤化学科長、金元出研究官および所員各位には公私にわたって絶大なご協力とご支援をいただいた。これらの方々に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

## II 研究内容

### 1. 無機質肥料、有機物長期連用水田圃場における水稻収量と土壤養分の変動についての解析

#### 1) 目的

土壤養分ならびに水稻収量におよぼす窒素、リン酸、カリ、堆肥、ケイカル、タンカルの施用効果を明らかにする。

#### 2) 方法

1953年に始まり、今年(1984年)で31年目を迎えた無機質肥料、有機物連用圃場について、農技研土壤化学科の資料に基づいて、水稻収量と土壤養分の変動を10年間(1970～1973年の平均と1980～1983年の平均)で比較した。なお、上記圃場は水原の場内圃場に位置し、土壤は河成沖積土である。

### 3) 結果と考察

無機質肥料，有機物連用圃場における水稻収量と土壌養分の10年間の変動を第1表に示す。

まず収量を見ると，無肥料区では10年間で約1.4倍上昇した。これは品種の差異（一般系品種：振興と統一系品種：密陽23号）が反映しているものと考えられる。一方，窒素区の収量は無肥料区よりもかなり高いが，窒素区と三要素区（無堆肥）の収量差はほとんど生じない。この事実は水稻収量に与えるリン酸，カリの施用効果がほとんど現われていないことを示唆する。この原因については不明であるが，リン酸についていえば，三要素区の有効態リン酸は10年間ほぼ同レベルで維持されているのに対し，窒素区のそれは著しく減少していることを考慮すれば，土壌リン酸からの吸収効率が高いことによるのかもしれない。

第1表 無機質肥料，有機物連用圃場の水稻収量と土壌化学成分の変動

| 試験区          |               | 収量 (kg/10a) |     | pH  |     | OM (%) |     | 有交態P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm) |     | Ex-K (me/100g) |      | Ex-Ca (me/100g) |     | 有交態SiO <sub>2</sub> (ppm) |     |
|--------------|---------------|-------------|-----|-----|-----|--------|-----|--|-----|----------------|------|-----------------|-----|---------------------------|-----|
|              |               | 前           | 後   | 前   | 後   | 前      | 後   | 前                                      | 後   | 前              | 後    | 前               | 後   | 前                         | 後   |
| 無肥料区         |               | 347         | 483 | 5.6 | 5.5 | 1.8    | 2.1 | 93                                     | 66  | 0.09           | 0.13 | 2.4             | 2.5 | 42                        | 34  |
| 窒素区 (-P, -K) |               | 469         | 637 | 5.4 | 5.1 | 1.9    | 2.1 | 111                                    | 56  | 0.10           | 0.10 | 2.6             | 2.3 | 46                        | 40  |
| 無堆肥区         | 三要素           | 501         | 636 | 5.4 | 5.1 | 1.9    | 2.1 | 191                                    | 199 | 0.12           | 0.16 | 2.8             | 2.7 | 40                        | 30  |
|              | 三要素+タンカル      | 508         | 646 | 6.0 | 5.8 | 1.9    | 2.2 | 186                                    | 156 | 0.11           | 0.13 | 4.8             | 3.7 | 53                        | 45  |
|              | 三要素+ケイカル      | 596         | 703 | 5.7 | 5.9 | 1.9    | 2.1 | 210                                    | 209 | 0.10           | 0.17 | 3.7             | 5.0 | 66                        | 65  |
|              | 三要素+タンカル+ケイカル | 565         | 727 | 6.1 | 6.3 | 1.9    | 2.1 | 206                                    | 230 | 0.12           | 0.13 | 4.9             | 5.8 | 82                        | 85  |
| 堆肥区          | 三要素           | 555         | 668 | 5.4 | 5.2 | 2.3    | 2.7 | 233                                    | 280 | 0.19           | 0.21 | 3.5             | 3.4 | 47                        | 33  |
|              | 三要素+タンカル      | 573         | 731 | 6.1 | 5.8 | 2.2    | 2.6 | 189                                    | 250 | 0.17           | 0.18 | 5.1             | 5.1 | 63                        | 59  |
|              | 三要素+ケイカル      | 608         | 765 | 5.8 | 6.0 | 2.3    | 2.8 | 229                                    | 251 | 0.17           | 0.19 | 4.8             | 6.2 | 89                        | 107 |
|              | 三要素+タンカル+ケイカル | 610         | 766 | 6.2 | 6.4 | 2.4    | 2.8 | 173                                    | 246 | 0.16           | 0.14 | 6.4             | 7.2 | 112                       | 171 |

注) 1) 前：1970～73年の平均値， 後：1980～83年の平均値で示す。

2) 収量：もみ収量で示す。

3) 本表は農技研土壌化学科の資料をもとに作成した。

4) 窒素の施用量は1970～73年10kg，1980～83年15kgであり，りん酸は6kg，8.5kg，カリは6kg，8.5kgである。

5) タンカルの施用量は39kg/10a，ケイカルは200kg/10a，堆肥は750kg/10aである。

6) 水稻品種は1970～73年が振興，1980～83年が密陽23号である。

無堆肥区では、三要素のほかはタンカル、ケイカルまたはタンカル+ケイカルを施用することによって、後者ほど収量の増大することが認められた。確かに土壌中の有効態ケイ酸はケイカル施用によって、また、置換性のカルシウムはタンカル施用によって増加しており、このことが収量増と関係があると解釈できる。しかし、後述のとおり、タンカルまたはケイカルの施用効果は、ケイ酸やカルシウムの補給にあるのみならず、土壌窒素の有効化に貢献していることが考えられる。

各試験区とも無堆肥区よりも堆肥区の収量は多い。この現象は、無堆肥区と堆肥区間で収量を比較した多くの試験例と一致するものである。堆肥施用区の方が無堆肥区よりも土壌有機物含量 (OM) の高いことは事実であるが、堆肥の施用効果については、後述べることにする。

堆肥区、無堆肥区、無肥料区の土壌有機物含量はいずれも 10 年間で上昇しているが、これは西湖からのかんがい水などの影響があるためであろう。

土壌 pH は 10 年間でおおむねやや下降したが、無堆肥または堆肥施用区における三要素+ケイカル、三要素+タンカル+ケイカル区の土壌 pH はわずかに上昇した。このような現象と土壌中の置換性カルシウム含量の 10 年間の消長とは関係があるのかもしれない。すなわち、pH の上昇が認められた三要素+ケイカル区と三要素+ケイカル+タンカル区の置換性カルシウムは、他の試験区と異なり 10 年間で増加している。

土壌中の置換性カリは、処理間で大差がみられないが、無堆肥区より堆肥施用区でやや多い傾向が示された。また、各試験区とも置換性カリは 10 年間ほとんど変動しなかった。

土壌中の有効態ケイ酸はケイカル施用によって維持ないし増加しているが、三要素に堆肥を加えただけでは、減少することが明らかとなった。

以上の結果を踏まえれば、水稻の収量増に対し、窒素の施用効果が最も大きく、タンカル、ケイカル、堆肥施用も少なからず貢献していること、また、土壌中の有効態リン酸は 10a 当たり 6 ~ 8.5kg の施用によって 10 年間ほぼ維持されていること、さらに土壌中の有効態ケイ酸は 10a 当たり 200kg のケイカル施用によってほぼ平衡が保たれるが、タンカルの 10a 当たり 39kg 施用では置換性カルシウムはやや減少方向に進むことが推論された。

## 2. 無機質肥料、有機物長期連用水田圃場の地力窒素の評価

### 1) 目的

水田土壌の地力窒素におよぼす、施肥窒素ならびにタンカル、ケイカル、堆肥の施用効果を明らかにする。

## 2) 方 法

供試土壌は1953年に開始された前述の水田圃場であり、土壌採取は1984年の耕起前に行った。土壌は風乾し、粒径1mm以下にそろえた。

乾土10g相当量の土壌にpH7のリン酸緩衝液50mlを加え、室温で2時間振とうし、遠心分離(7000×g, 10分間)した。抽出液中の浮遊物は乾燥ろ紙でろ別した。

抽出液の有機態窒素とアンモニア態窒素の含量はケルダール分解後、水蒸気蒸留法によって測定した。アンモニア態窒素は酸化マグネシウム添加後、硝酸態窒素は酸化マグネシウム添加およびデバルダ合金添加後、それぞれ水蒸気蒸留法によって測定した。有機態窒素とアンモニア態窒素の含量からアンモニア態窒素を差し引いたものを抽出有機態窒素とした。

## 3) 結果と考察

無機質肥料、有機物連用水田圃場の抽出窒素は第2表に示す。

第2表 無機質肥料、有機物連用圃場の抽出窒素

| 試 験 区            |               | * 抽出窒素 (mgN/100g 乾土) |       |                    |                    | 抽出液<br>pH |
|------------------|---------------|----------------------|-------|--------------------|--------------------|-----------|
|                  |               | T-N                  | Org-N | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N |           |
| 無 肥 料 区          |               | 4.2                  | 3.8   | 0.4                | 0.0                | 6.93      |
| 窒素区 (-P, -K)     |               | 5.8                  | 5.5   | 0.3                | 0.0                | 6.96      |
| 無<br>堆<br>肥<br>区 | 三 要 素         | 5.9                  | 5.5   | 0.4                | 0.0                | 6.96      |
|                  | 三要素+タンカル      | 3.5                  | 3.4   | 0.1                | 0.0                | 6.97      |
|                  | 三要素+ケイカル      | 3.2                  | 3.2   | 0.0                | 0.0                | 6.94      |
|                  | 三要素+タンカル+ケイカル | 2.8                  | 2.5   | 0.3                | 0.0                | 6.97      |
| 堆<br>肥<br>区      | 三 要 素         | 9.7                  | 6.7   | 1.8                | 1.2                | 6.88      |
|                  | 三要素+タンカル      | 4.4                  | 4.4   | 0.0                | 0.0                | 6.88      |
|                  | 三要素+ケイカル      | 4.4                  | 4.2   | 0.2                | 0.0                | 6.96      |
|                  | 三要素+タンカル+ケイカル | 5.3                  | 5.0   | 0.3                | 0.0                | 6.93      |

\* pH7のリン酸緩衝液で抽出される窒素

抽出有機態窒素は無肥料区よりも窒素区で高い。これは施肥窒素が水稻に吸収されるばかりでなく、土壌窒素の循環系に入り、土壌窒素の富化に役立つことを示唆している。窒素区と堆肥を施用しない場合の三要素区の抽出有機態窒素は同等であるが、三要素+タンカル、三要素+ケイカル、三要素+タンカル+ケイカル区のそれはいずれも少なく、とくに後者ほど劣る傾向が示された。この事実は、タンカル、ケイカル施用に伴って地力窒素の消耗が促進されることを物語っている。堆肥を施用した場合、各試験区の抽出

有機態窒素は無堆肥区よりもいずれも多いが、上述の現象は、同様に観察できた。

堆肥区の三要素を除いて、各試験区の抽出アンモニア態窒素と抽出硝酸態窒素はきわめて少なかった。

抽出全窒素は乾土100g当たり9.7～2.8mgの範囲にあり、堆肥施用の三要素区が最大であり、無堆肥の三要素+タンカル+ケイカル区が最小であった。

以上の結果から、窒素や堆肥の施用は土壤の地力窒素の富化に役立つこと、タンカルやケイカルの施用は水稻による地力窒素の吸収利用を促進することが推論された。したがって、長期的にみれば、タンカルやケイカルの継続的使用にあたっては、窒素質肥料や堆肥などの有機物の併用によって地力窒素の回復をはからねばならないと考える。

### 3. 水稻生育期間の地力窒素の消長

#### 1) 目的

水稻生育期間の水田土壤の地力窒素の消長を無機質肥料連用圃場と有機物連用圃場で比較する。

#### 2) 方法

試験圃場は、前述の2、3の研究と同じである。供試試験区は無堆肥の三要素区と堆肥施用の三要素区を選んだ。土壤の採取は耕起前、幼穂形成期および出穂期の3回行った。土壤は風乾し、粒径1mmの篩をパスしたものをを用いた。

pH 7のリン酸緩衝液を用いた土壤の抽出窒素（抽出有機態窒素、抽出アンモニア態窒素、抽出硝酸態窒素）の測定は、前記2の実験と同様に行った。

#### 3) 結果と考察

水稻作付期間の抽出窒素の消長を第3表に示す。

第3表 水稻生育時期別の土壤の抽出窒素の消長

| 試験区           | 土壤の採取時期 | 抽出窒素 (mgN/100g 乾土) |       |                    |                    |
|---------------|---------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|
|               |         | T-N                | Org-N | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N |
| 無機質肥料<br>連用圃場 | 耕起前     | 5.9                | 5.5   | 0.4                | 0                  |
|               | 幼穂形成期   | 5.4                | 4.3   | 1.1                | 0                  |
|               | 出穂期     | 6.7                | 5.0   | 1.7                | 0                  |
| 堆肥連用圃<br>場    | 耕起前     | 9.7                | 6.7   | 1.8                | 1.2                |
|               | 幼穂形成期   | 9.0                | 5.6   | 2.5                | 0.9                |
|               | 出穂期     | 6.9                | 5.1   | 1.7                | 0.1                |

無機質肥料連用圃場では、抽出有機態窒素は耕起前から幼穂形成期にかけて約22%減少し、出穂期では幼穂形成期よりも約16%増加した。

一方、堆肥連用圃場の抽出有機態窒素は、水稻の生育が進むにつれて減少し、出穂期の抽出有機態窒素は耕起前の約76%の値を示した。

このように、水稻生育期間の抽出有機態窒素の消長経過が両圃場間で異なることは、水稻の窒素吸収力の相違によるのかもれない。無機質肥料連用圃場よりも堆肥連用圃場の水稻根の活力は、生育後期まで高く維持され、窒素吸収量が多くなるためと考えられる。これについての確証は、水稻の窒素吸収経過を調べることによって得られるであろう。

抽出アンモニア態窒素は、無機質肥料連用圃場よりも堆肥連用圃場で終始高い。また、抽出硝酸態窒素も上記と同様な傾向がみられるが、抽出アンモニア態窒素よりもかなり低い。

以上の結果にしたがえば、水稻生育期間の地力窒素はダイナミックに変動すること、堆肥連用土壌の地力窒素は無機質肥料連用土壌よりも水稻により多く吸収されることが推察された。

#### 4. 各種水田土壌ならびに畑土壌の地力窒素の評価

##### 1) 目的

韓国の各種水田土壌と畑土壌の地力窒素を明らかにして、窒素施用量の試算を行う。

##### 2) 方法

水田土壌として、沖積土、灰色土、堆積土および塩類土を、畑土壌として、火山灰土と赤黄色をそれぞれ供試した。土壌は風乾し、1mm以下の粒径のものを使用した。

pH7のリン酸緩衝液による土壌の抽出窒素(抽出有機態窒素、抽出アンモニア態窒素、抽出硝酸態窒素)の測定法は、前記2の実験と同じである。

土壌別の水稻に対する窒素施用量の算出はつぎのとおり行った。まず上記の方法で求めた抽出全窒素量から水田土壌10a当たりの地力窒素量(A)を求める一方、他方では玄米収量500kgまたは600kgあげるのに必要な窒素量(B)を算出した。そして、(B)から(A)を差し引き、これを窒素の不足量(C)とした。一方、水稻による施肥窒素の利用率は30%とした。したがって窒素施用量は $C \div 0.3$ として求めた。

##### 3) 結果と考察

韓国水田、畑土壌の抽出窒素を第4表に示す。

第4表 韓国水田、畑土壤の抽出窒素

| 畑<br>または<br>水田 | 土壤   | 採取場所   | * 抽出窒素 (mgN/100g 乾土) |       |                    |                    | 抽出液  |
|----------------|------|--------|----------------------|-------|--------------------|--------------------|------|
|                |      |        | T-N                  | Org-N | NH <sub>4</sub> -N | NO <sub>3</sub> -N | pH   |
| 水田             | 沖積土  | 京畿道草城郡 | 6.6                  | 4.3   | 1.8                | 0.5                | 6.81 |
|                | 灰色土  | 同上     | 6.2                  | 4.3   | 1.8                | 0.1                | 6.91 |
|                | 堆積土  | 同上     | 5.5                  | 3.7   | 1.8                | 0.0                | 6.87 |
|                | 塩類土  | 同上     | 0.4                  | 0.4   | 0.0                | 0.0                | 7.05 |
| 畑              | 火山灰土 | 済州島    | 15.2                 | 12.4  | 1.8                | 1.0                | 6.48 |
|                | 赤黄色土 | 京畿道草城郡 | 1.6                  | 0.4   | 1.2                | 0.0                | 6.85 |

\* pH7のリン酸緩衝液で抽出される窒素。

土壤の抽出全窒素は土壤間でかなり異なり、乾土100g当たり0.4～15.2mgの範囲にあった。韓国水田面積の約60%を占める灰色土の抽出全窒素は6.2mgN/100g乾土であり、これは日本の代表的な水田土壤の灰色低地土よりもかなり少ない。沖積土の抽出全窒素は灰色土よりやや多く、堆積土のそれはやや少なかった。干拓地の塩類土の抽出全窒素はきわめて少なく、地力窒素の低いことがわかった。

韓国畑土壤の代表的な赤黄色土の抽出全窒素は、乾土100g当たり1.6mgであり、かなり低い。これに対し、済州島に分布する火山灰土の抽出全窒素はかなり多く、日本の黒ボク土とほぼ同等とみられた。

抽出全窒素の大部分は、赤黄色土を除いて、各土壤とも抽出有機態窒素によって占められ、抽出アンモニア態窒素と抽出硝酸態窒素が若干存在した。

以上の結果を踏まえれば、韓国の代表的な水田土壤の地力窒素は日本の水田よりもおよそ4割程度低く、このことと水田における多肥農業とは密接な関係にあることが推論された。

つぎに、水田土壤の地力窒素量に基づいた水稻に対する窒素施用量を第5表に示す。



第5表 水田土壌の地力窒素および水稲に対する窒素施用量の試算

| 土 壤 | 地力窒素<br>(kgN/10a) | 栽培品種 | 収量水準<br>(玄米 kg/10a) | 窒素施用量<br>(kgN/10a) |
|-----|-------------------|------|---------------------|--------------------|
| 沖積土 | 6.6               | 一般系  | 500                 | 11.3               |
|     |                   | 統一系  | 600                 | 18.0               |
| 灰色土 | 6.2               | 一般系  | 500                 | 12.7               |
|     |                   | 統一系  | 600                 | 19.3               |
| 堆積土 | 5.5               | 一般系  | 500                 | 15.0               |
|     |                   | 統一系  | 600                 | 21.7               |
| 塩類土 | 0.4               | 一般系  | 500                 | 32.0               |
|     |                   | 統一系  | 600                 | 38.7               |

注) 1) 玄米収量100kgを達成するために必要な窒素吸収量は2kgとし、  
また水稲による施肥窒素の利用率は30%として試算した。

10a当たり6.2kgの地力窒素が存在する灰色土の水田では、一般系品種を用いて玄米500kg/10aの収量を目標とする場合の窒素施用量は12.7kg/10aであり、600kg収量の統一系品種のそれは19.3kg/10aと算出された。これらの値は、韓国の施肥基準よりも15~29%多いものであり、むしろ農家の施肥レベルに近いものと思われた。灰色土と比較して、水稲に対する窒素施用量は沖積土ではやや少ないが、堆積土ではやや多く、施肥基準の約45%増であった。塩類土の場合、窒素施用量はきわめて多く、600kg収量の統一系品種では、38.7kgN/10aであり、これは、韓国の干拓地水田における多収獲試験の窒素施用量にほぼ匹敵するものである。

以上のとおり、地力窒素からみた水稲に対する窒素施用量の算出を試みたが、今後地形、気温などの条件を考慮して、施用量は詳細に決定されることになる。

### Ⅲ 韓国水田土壌の地力窒素評価に関する所見

短い滞在期間で行った研究結果から、韓国水田土壌の地力窒素について所見を述べることは、偏見や誤りがあり、不適當と思われるが、今後この方面の研究発展のために若干私見を述べてみたい。

前述のとおり、pH7のリン酸緩衝液による地力窒素の評価によれば、韓国水田土壌の地力窒素は、一般的に日本の水田土壌よりも劣るといえるであろう。韓国では、火成岩（花崗岩）に由来した砂質画分の多い水田土壌が広く分布している。筆者のこれまでの経験からすれば、日本の黄色土にみられるように、砂質土壌では一般に脱窒、溶脱などによる施肥窒素の損失が大きいために、施肥窒素の有機化量の少ないことが特徴である。このことは、施肥窒素などによる地力窒素の富化量が火山灰土壌よりもかなり劣ることを物語っている。また、

火山灰土壌と比較し、砂質土壌の地力窒素は土壌中で不安定な状態で存在するため、微生物の攻撃を受けやすく、窒素の放出（無機化）が進行しやすいことが考えられる。いずれにしても、韓国水田土壌の地力窒素の評価に関する研究は、今後さらに広範囲の水田土壌を対象として、窒素の蓄積ならびに放出機構の解明を行う必要がある。このことは、水田土壌における地力窒素の役割を明確にするとともに、適切な施肥法の確立に役立つものとなる。

つぎに、地力窒素におよぼす有機物（堆肥）および農業資材（タンカル、ケイカル）の施用効果について述べる。

堆肥連用試験から示されるように、砂質の沖積水田土壌では、堆肥の連用によって地力窒素の富化されることが明らかとなった。これは、堆肥に含まれる窒素とともに窒素質肥料の一部が土壌窒素に組み込まれ、蓄積されるのであろう。そして、このことが水稲による窒素吸収量を増大し、収量増をもたらすのであろう。

タンカルまたはケイカルを連用した場合、水稲収量は増大するが、水田の地力窒素の低下することが確かめられた。これは、前に述べたとおり、上記資材の施用が地力窒素の水稲による収奪を促進するためとみられる。したがって、このような資材の連用にあたっては、窒素質肥料とともに有機物の併用によって地力窒素の回復をはかることが望まれる。

韓国では、1980年以來の施肥、容土、深耕、堆肥やケイカル施用などによる農土培養事業は、広く組織的に行われ、水稲の安定多収を目指した総合的土壌改良事業として、高く評価されている。上記事業は農業の近代化や兼業化が進行するなかで、どのような方向に進むかについて注目されることであるが、いずれにしても、地力の収奪と回復との均衡を失わないための方策は、長期的視野で検討すべきものと考えられる。このことは、水稲の生産安定に貢献するばかりでなく、広く国土の保全に役立つこととなる。

#### IV そ の 他

##### 1. 重窒素測定法の検討

熊沢式重窒素試料調整装置の整備を行うとともに、その使用方法を説明し、若干の資料について分析を試みた。

##### 2. セミナーの実施

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 水田土壌の地力窒素の評価について      | 9月11日  |
| 肥料の形態と施肥位置からみた水稲の生産効率 | 9月24日  |
| 土壌中における施用窒素の有機化と再無機化  | 10月18日 |

##### 3. 窒素施用量試験ならびに有機物長期連用試験圃場の視察

|         |           |
|---------|-----------|
| 忠南農村振興院 | 9月18～19日  |
| 湖南作物試験場 | 9月20～21日  |
| 慶北農村振興院 | 10月10～11日 |

嶺南作物試験場 10月11～12日

4. 会議、学会等の参加

日韓農業共同研究10周年シンポジウム 9月5日

韓国農業科学会総会 10月19日

韓国土壌肥料学会秋季大会 10月20日

(7) 報告者：九州農業試験場 大嶋秀雄

派遣先：農村振興庁農業技術研究所土壌物理科

業務：土壌物理

期間：昭和59年9月4日～10月31日(58日間)

畑土壌における養分の動態解明手法の検討

I. 緒言

1984年9月4日、ソウル周辺水害のニュースを聞き、心配しつつ来韓した。机上より眼下に拡る光景は、黄褐色の濁水が一面に水稻を覆い、水面上、三々五々に点在する丘陵地は一部赤色鮮やかに削られた肌を見せ、農業気象災害にかかわり“水の制御”が肝要なことを示していた。

一方、9月中旬以降、帰国の10月31日迄、降雨はきわめて少く、畑地の白菜及び大根に対する灌水効果が大きいことを目の当りにして、“水の利用”の必要性をも痛感した。

在韓中、筆者が席を置いた農業技術研究所化学部土壌物理科、土壌水分研究室では、定水位 Lysimeter による各種畑作物の蒸発散量の把握、Mulching 栽培の効果究明、ならびに牧草と園芸作物に対する灌漑効果の解明など、畑地を対象にした“水の制御と利用 (Software 的)”の研究が行われている。

その主たる研究手段は、これまで Lysimeter、中性子水分計などによる土壌水分の追跡にあったが、Mulching や灌水の効果の評価の際、水分のみでなく養分の動態の把握が必要と考えられ、昨年より、その研究が始められつつある。

筆者は今回、機会を得て、柳寛植、宋寛哲氏らと共に畑土壌養分動態解明手法の検討に参加することが出来た。

本報ではその検討結果を報告する。

II 研究内容

水収支の把握、土壌中の養分移動の定量的取扱い方法、気象条件—土壌中の養分移動—作物根の発達と養分吸収の総合的追跡手法について検討した。

## 1. 水収支の把握

土壤中の養分の動向をmacro に捉えるためには水収支の把握が必要である。

土壤物理科の定水位（地下水位1m）Lysimeter 試験結果<sup>1)</sup>によれば、各種畑作物（陸稻、大豆、白菜、Sweet potats、Corn、Sesame、Red pepper）の蒸発散量が蒸発散位（PET…牧草区）を大きく上廻ることはなく、圃場で通常みられる最大蒸発散量はPETと考えることが出来る。一方、裸地あるいは作物の初期生育段階の蒸発散量、即ち最小蒸発散量はPETの50%と仮定出来る。

さて、上記dataをもとに1983年の水収支を見ると、年間降水量1157mmに対し、圃場における年間蒸発散量は646<sup>\*</sup>mm（PET）～323mm（1/2PET）の範囲にあって、浸透水量及び表面流去水量の合計は511<sup>\*</sup>mm～834mmの範囲にあると推定される。

従ってmacroに見た場合、土壤養分は溶脱条件下にあるといえる。

次に水収支の旬別推移（Fig.1）をみると、5月中旬から6月下旬（Fig.1.d.s）にかけて乾燥条件下にあって、収支（P-ET）は負（水頭表示110<sup>\*</sup>～29mm）となり、土壤養分は上昇条件下におかれている。

その後7月上旬から8月上旬（Fig.1.r.s）にかけて降水量が多く、収支は正となり（241<sup>\*</sup>～290mm）、それまでの乾燥土壤を湿潤にして、なお余る余剰水量の範囲は131<sup>\*</sup>～261mmとなる。つまり、土壤養分は一転して溶脱条件下におかれる。

この際、作物生育の良好な場合<sup>\*</sup>には、既に土壤中の養分が作物に吸収されて少くなっているうえに、余剰水も少く、養分の溶脱の危険は少い。

しかし、乾燥期に濃度障害などによって初期生育の劣った場合には、土壤中には作物に吸収されなかった養分が多く残っている上に、余剰水が多く、養分の溶脱が心配される。

上記の水収支結果から、一時期の土壤養分の動向を考える際、下方移動にかかわる浸透水量は多くても131<sup>\*</sup>～261mm、上方移動にかかわる水頭は110<sup>\*</sup>～29mmの範囲を想定しておけば良いと考えられる。

しかし、年によって気象条件が異なるので、数年間の水収支を解析し、土壤養分の動向にかかわる条件を類型化しておく必要があり、今後の課題とされる。

## 2. 土壤中の養分移動の定量的取扱い方法

本項では簡単なColumn試験により養分移動の定量的取扱い方法の一例を示す。

### (1) 方法

土 壤： 農業技術研究所土壤物理科圃場、砂壤土

Column：  $\phi$ 10.5cm、Length60cm、10cm間隔輪切接続

Start Condition： 255mm灌水後24時間経過、仮比重1.34、含水比23.0%、固相率51%、液相率31%、上・下ほぼ一様

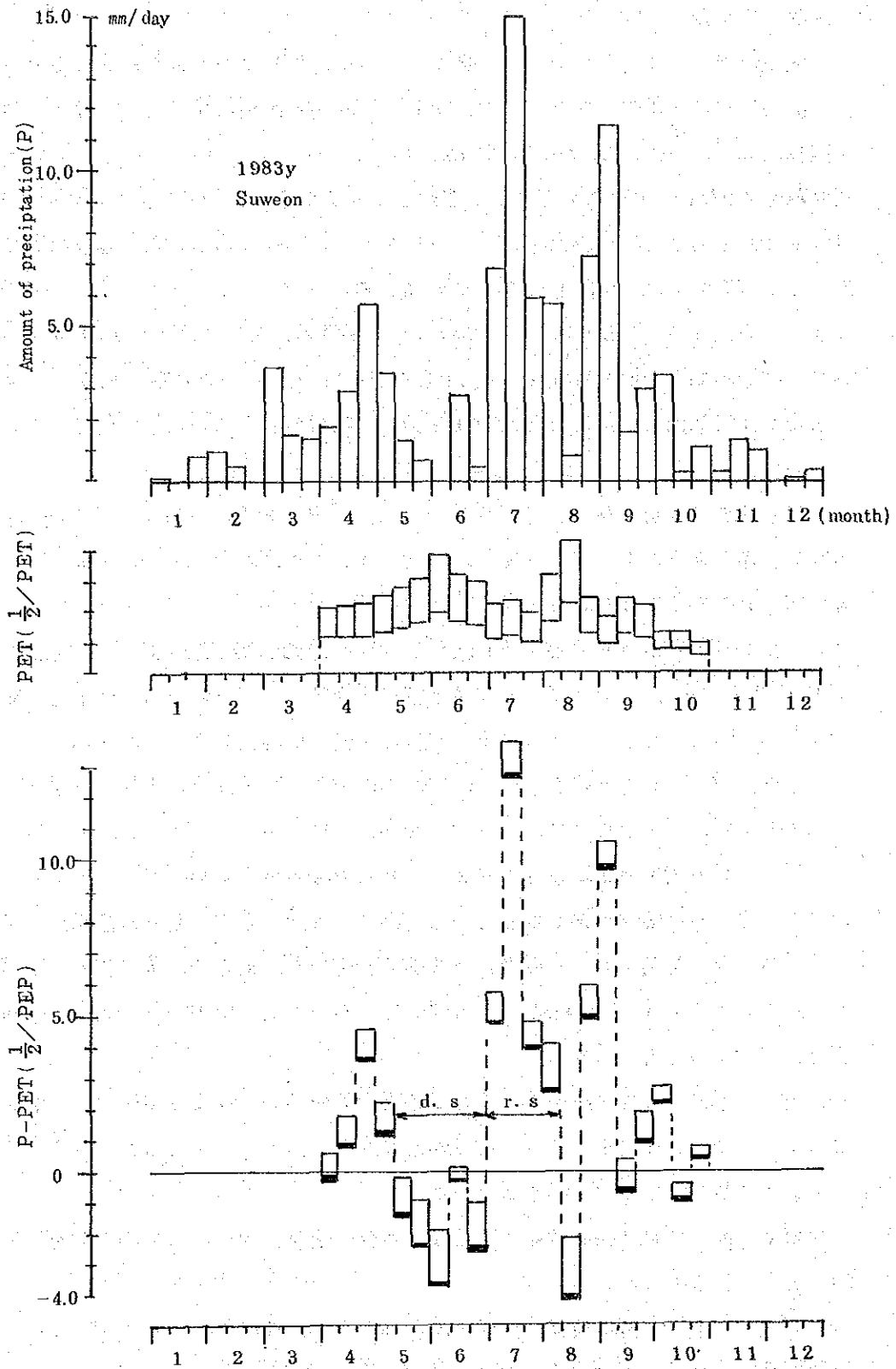


Fig. 1 Precipitation, PET & P-PET (-decade)  
(Park's data, 1983 y b)

施肥量及び施肥位置：NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-N 464mg/pot, 第1層 25cm土深

灌水量： 30mm, 60mm, 90mm

分析方法： 10% KCl 浸出, 蒸留法

(2) 結果

各灌水量毎のNH<sub>4</sub>-N及びNO<sub>3</sub>-Nの実在量の分布状況を Fig 2 に, 存在比の分布状況を Fig 3 に示す。

(3) Cumulative Movement Index と灌水量の関係

養分移動の定量的表現方法として野口純隆<sup>2)</sup>の提唱した Cumulative Movement Index (C.M.I) を採用する。

C.M.I とは, いわば養分分布の重心を表わし, その算出方法は Fig 4 に示す通りである。

養分の存在比の分布 (Fig 3) より C.M.I を計算し, C.M.I と灌水量の関係を Fig 5 に示した。

これによれば C.M.I と灌水量の関係は linear であり, 任意の灌水量に対する C.M.I を求めることが出来る。

$$\begin{aligned}
 \text{C.M. Index} &= (100 - A) + \{100 - (A + B)\} + \{100 - (A + B + C)\} + \dots + \{100 - (A + B + C + \dots + P)\} \\
 &= 100(n - 1) - \{A(n - 1) + B(n - 2) + C(n - 3) + \dots + P\} \\
 &= A + B + C + \dots + P + Q - 100 \\
 \therefore \text{C.M. Index} &= 100n - \{An + B(n - 1) + C(n - 2) + \dots + 2P + Q\} \dots \text{①式}
 \end{aligned}$$

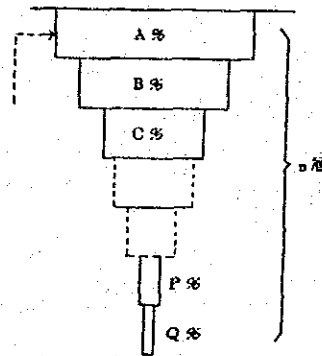


Fig. 4. C.M. Index calculation.

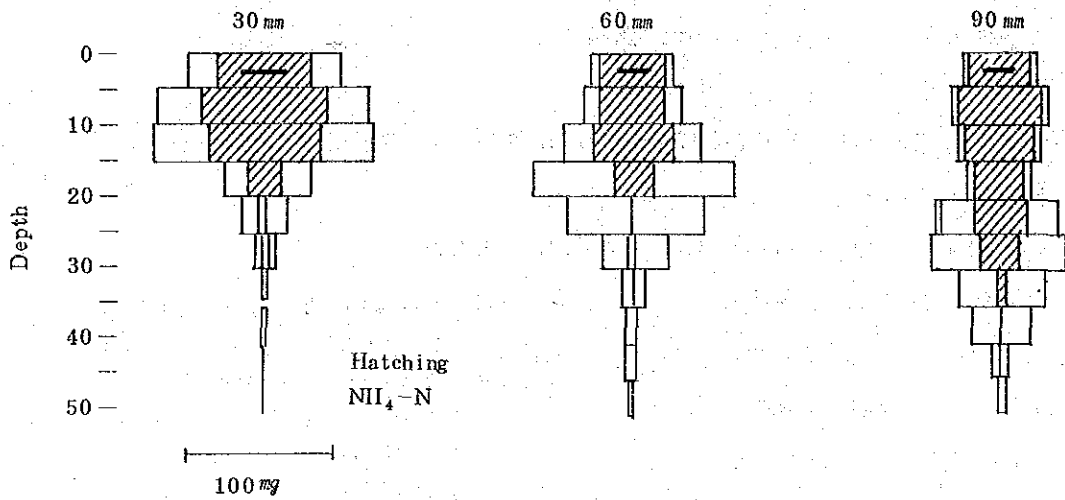


Fig. 2 Vertical distribution of  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  under each amount of watering.

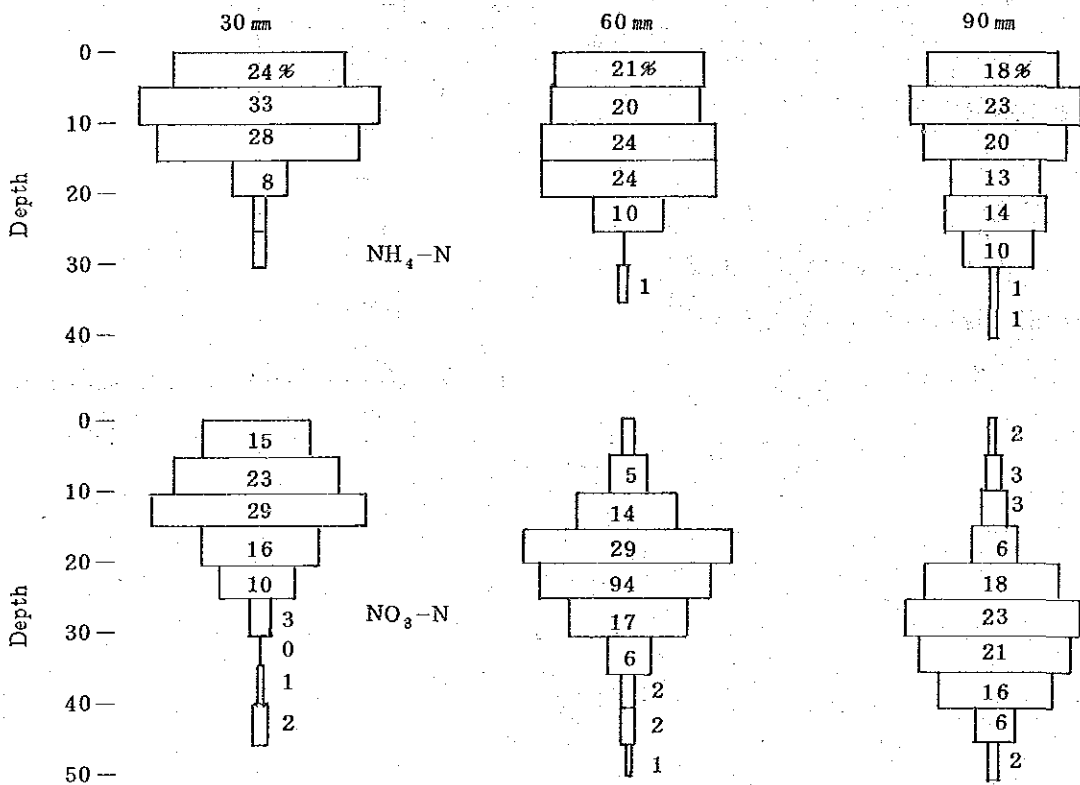


Fig. 3 Distribution of  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  in percentage.

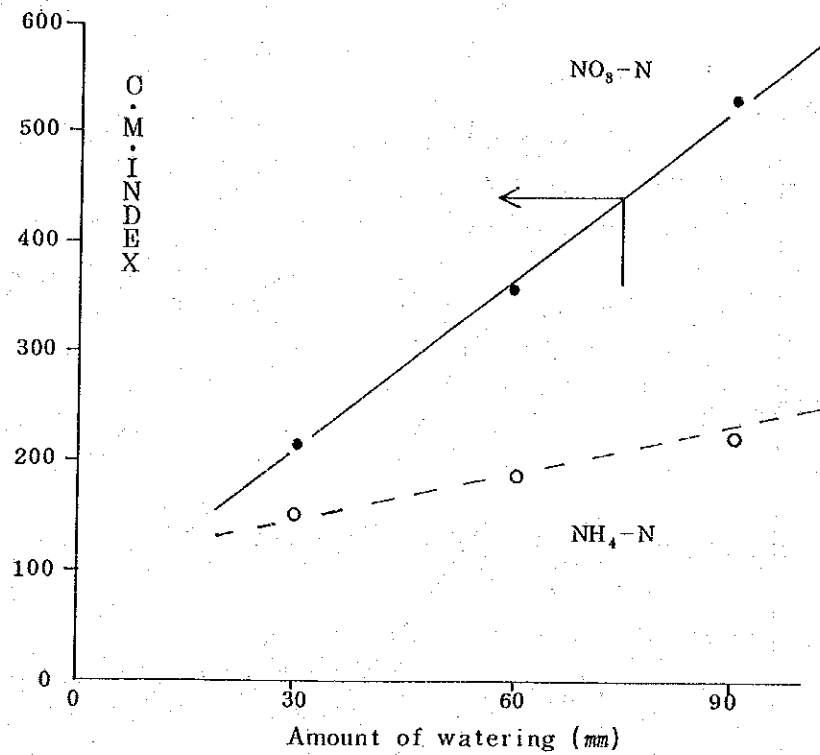


Fig. 5 Relation between C.M. Index and Amount of watering.

(4) 任意の降水量に対する養分分布と有効度の推定

Fig 6 は  $\text{NO}_3\text{-N}$  の垂直分布割合と C.M. I の関係図である。いま、仮に圃場容水量の土壤に 75mm の降水があった場合、C.M. I は Fig 5 により 440 となる。そして Fig 6 により 0 ~ 40 cm 内に存在する  $\text{NO}_3\text{-N}$  量は施肥量の 96 % であるが、この時の根圏が 0 ~ 15 cm 内に分布するとすれば、利用可能な  $\text{NO}_3\text{-N}$  は僅か 14 % にすぎない。



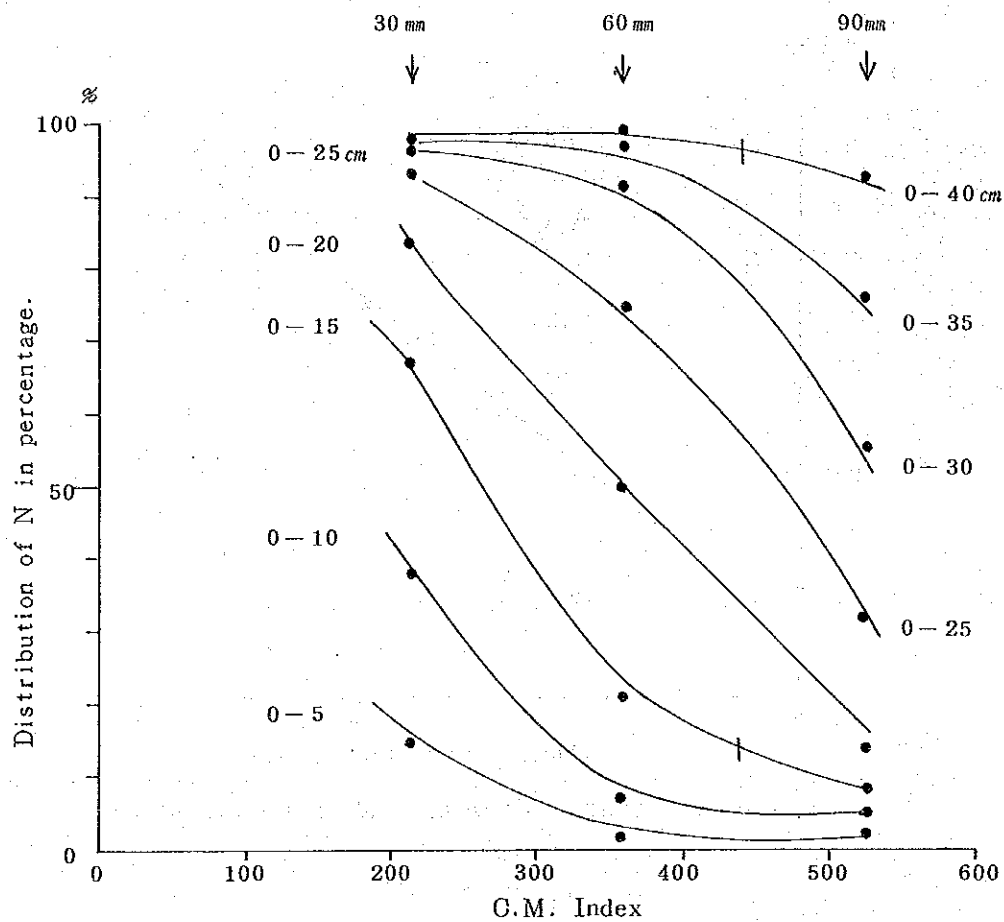


Fig. 6 Relation between  $\text{NO}_3\text{-N}$  distribution (%) and C.M. Index.

(5) 養分の上昇過程を含めたC.M.Iと水頭の関係

乾燥条件下、養分上昇の試験は行いに至らなかった。

Fig 7は腐植質火山土壌において、散水後、乾燥条件にして、C.M.Iと水面蒸発散量の間をみたものであり、養分の上、下両方向の移動を統一的に取扱えることを示唆している。

当地の砂壤土の場合、毛管のつながりはより少ないものと考えられ、上方への移動はより小さいものと想像出来る。

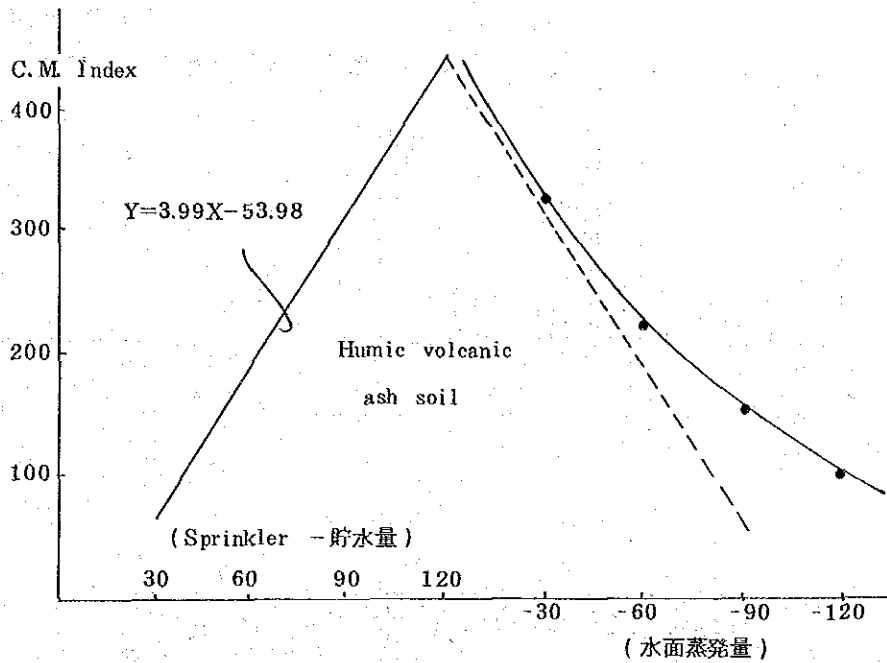


Fig. 7 Sprinkler — 散水下における  $\text{NO}_3\text{-N}$  の C.M. Index の増と無降雨下における減

### 3. 気象条件 土壤中の養分の移動 作物の根の発達と養分吸収の総合的追跡手法

栽培条件下にある肥料成分の動向は作物による養分の吸収経過を抜きにして論ずることは出来ない。

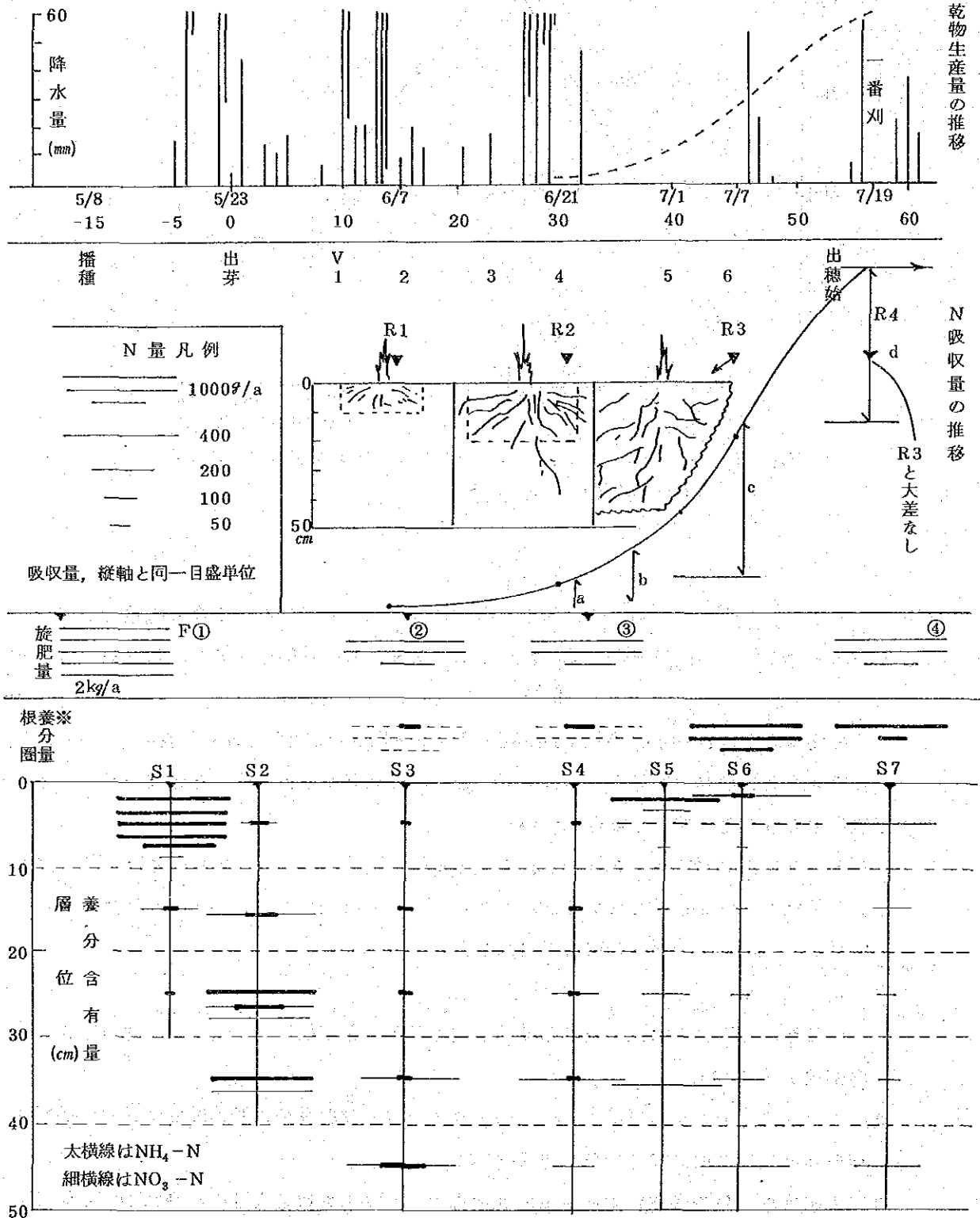
土壌物理科では  $\phi 20\text{cm}$ , Length  $90\text{cm}$  のポットに White Clover を栽培し、根及び養分の垂直分布の推移が検討されつつある。この種の試験は多大の労力と時間を要するが、正攻法であり、その結果を期待したい。

参考のため筆者が圃場で Soiling Sorghum を栽培し、気象—土壤中の養分分布—作物の養分吸収の推移を追跡した例を図示しておく。なお圃場では Monolith 採土機が根と養分分布の Sample 土壌採取に有効である。

#### 引用文献

- 1) 朴昌緒, 任正男: 水原における蒸発散位の測定, 農業技術研究所試験研究報告書(化学部編)(1983)
- 2) 野口純隆: 南九州の腐植質火山灰畑土壌における施肥養分の動態に関する定量的研究, 鹿児島県農業試験研究報告第5号(1977)
- 3) 大嶋秀雄: 気象条件に対応する南九州火山灰土壌における養分の消長に関する研究, 九州農業試験場畑作部土壌改良研究室成績書第11号44-84(1972)

Fig. 8 気象—生育—窒素の吸収—窒素の土壌中における動き 処理Ⅱ



注) ※実線が根圏養分量, 点線は50cm内養分残存量, S1~S2はウネ30cm巾,  
S3~S12は50cm巾の養分含量

### Ⅲ Seminar 及び視察等行事

9月5日 日韓農業共同研究10周年記念 Symposium に参加

9月14日 Seminar : 現在の畑土壌における養分収支の特徴

9月18日～21日 忠南農村振興院, 湖南作物試験場, 同界火島試験地視察

10月15日～19日 慶尚北道農村振興院, 嶺南作物試験場視察

10月26日 Seminar : 畑土壌における養分の動態解明手法

### Ⅳ 所 見

殿基泰科長より韓国土壌総説(農村振興庁, 農業技術研究所刊行)を載いた。土壌の生成学, 形態学, 分類学に造詣の深い土壌物理科 Pedrogists の努力が凝集し, ずしりと重い。

現在における畑地は連作かつ, 多肥条件下におかれ, さらに灌漑が加わるなど, 土壌を巡る養分の移動や回転はかつてなく激しいものと考えられる。

従って現在における土壌の変化の方向を適確に把握することも, また, Pedrogists の役割と思われる。

養分の動態は水の動きに密接に関係し, 養水分の動態研究は, 物理あるいは化学と分野を分けることが出来ない。

Routin 分析態勢が一層充実し, 養水分の動態研究がさらに発展することを祈る。

(8) 報告者: 果樹試験場盛岡支場 福田博之

派遣先: 農村振興庁園芸試験場果樹1科

業務: 果樹

期間: 昭和59年9月18日～10月29日(42日間)

韓国の気象条件下におけるリンゴの栽培技術及び果実の品質管理技術の研究

#### I はじめに

今回, 日韓農業研究協力計画(農業気象災害共同研究)に基づき, 1984年9月18日から10月29日までの42日間, 韓国を訪れ, リンゴの一般栽培管理技術及び果実の品質管理と気象条件との関係について, 同国の研究者と共同研究を行った。

今回の訪問時期は丁度リンゴの成熟期に当たり, これらの問題について調査検討を行うには最も適した時期であり, 在韓中はできるだけ多くの栽培農家を訪れ, 問題点の摘出にあたった。ここでは主としてその調査結果を報告する。

なお, 今回の調査研究にあたり, 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はじめ関係各位には種々の御高配を賜った。特に, 実際の研究面において, 果樹1科の金聖奉科長, 文鍾烈研究官, 金基烈研究官, 趙明東氏など多くの方々か

ら暖い御支援をいただいた。ここに厚く御礼を申しあげるしだいである。さらに、森谷睦夫博士をはじめ日本側農業共同研究団の各位にも公私にわたり御高配をいただき、心から御礼を申し上げる。

## II 韓国におけるリンゴ栽培と環境条件

### (1) 栽培状況

韓国における果樹の全栽培面積は 96,600ha (1982 年度実態調査結果) に達する。リンゴはこのうち 42,500ha を占め、果樹のなかで最も栽培面積が大きい。これに次ぐのが柑橘 (15,200ha) で、以下はナシ (9,800ha), ブドウ (9,200ha), モモ (8,800ha) の順になる。ちなみに日本における 1982 年度リンゴ栽培の面積は 53,000ha であった。

韓国におけるリンゴの生産量は 1982 年度では 586,000 トンで、国民 1 人あたり数量は 135kg に達している。同年における日本のリンゴ生産量は、923,500 トンであったが、人口比にすると、国民 1 人あたり数量は日本の方が少ない。

韓国の栽培品種はふじが 40% を越えて最も多く、さらに増植されている。次いで紅玉と国光がそれぞれ 16% を占めるが、これらの品種は価格が低迷し、栽培面積は減少が続いている。これに次いでゴールデン・デリシャス、つがる、陸奥があり、さらにスターキング・デリシャスやジョナゴールドなどの品種が増植の傾向にある。

リンゴの台木については、マルバ、ミツバなど一般台木を使用した樹がまだ全体の 70% を占めるが、M26, MM106 などのわい性台木利用のリンゴ樹が増加しており、今後の新植はほとんどがわい性台木利用樹になると考えられている。この場合、わい化度の強い M26 台木は後述の粗皮病の発生が多いので、そのおそれのあるところでは MM106 の使用が奨められている。

### (2) 栽培地の土壌

韓国においては、花崗岩及び花崗片麻岩の崩壊によって生じた赤黄色土が全面積の 80% 程度を占め、リンゴの栽培もこの土壌で行われているのが多い。また、大邱附近では頁岩または砂岩から生じた土壌のリンゴ園がみられる。これらの土壌は一般に有機物の含有率が低く、そのため、多くの果樹園で堆肥の施用によって含有率を高める努力が行われている。この点は腐植に富む火山灰土が多い日本のリンゴ園とは極めて対照的である。

また、韓国では施肥量が一般に日本より多く、窒素が 10a あたり 25kg 以上も施されている。この量の当否はさらに検討を要するが、韓国のリンゴ園土壌では養分、特に窒素の自然供給量が一般に少ないと思われることも考慮しなければならない。自然供給量に関するデータはまだほとんどみられない。

なお、リンゴ園の土壌は、砂壤土から壤土までみられたが、特に粘土の多い土壌では粗皮病の発生によって生育の劣る園が多かった。

(3) 気 象 状 況

大韓半島は大陸の一端に位置するため、大陸性気候の影響を受け、夏季は暑く、冬季は著しく寒冷な傾向がある。また、気温較差が大きく、降雨も春季及び秋季は著しく少ないとされている。これらの点について、著者の滞在した京畿道水原市と、日本の代表的なリンゴ産地である長野市とを対比したのが、表1、2及び図1である。

まず、気温について表1でみると、冬期は水原市の方が低温で、平均気温(平年)は1~2月において13~36℃の差が認められる。しかし、リンゴの生育期間の4~10月では大きな差はみられない。

表-1 韓国水原市と日本国長野市の気温比較

|        | 旬 間 気 温 (°C) |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      | 平均気温<br>の較差<br>(水原-<br>長野) |
|--------|--------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------------------------|
|        | 水 原          |      |      |      |      |      |       |      |      | 長 野  |      |      |                            |
|        | 平 均          |      |      | 最 高  |      |      | 最 低   |      |      | 平均   | 最高   | 最低   |                            |
|        | 本年           | 平年   | 差    | 本年   | 平年   | 差    | 本年    | 平年   | 差    | 平年   | 平年   | 平年   |                            |
| 1 月上旬  | -62          | -33  | -29  | 0.0  | 22   | -22  | -119  | -83  | -36  | 0.3  | 5.6  | -5.0 | -3.6                       |
|        | -6.7         | -4.3 | -2.4 | -1.3 | 1.2  | -2.5 | -11.6 | -9.2 | -2.4 | -1.5 | 3.6  | -6.6 | -2.8                       |
|        | -8.0         | -3.3 | -4.7 | -2.6 | 2.1  | -4.7 | -12.9 | -8.1 | -4.8 | -1.6 | 3.8  | -7.1 | -1.7                       |
| 2 月上旬  | -8.4         | -3.9 | -4.5 | -2.6 | 1.5  | -4.1 | -12.9 | -9.0 | -3.9 | -1.4 | 4.0  | -7.0 | -2.5                       |
|        | -3.5         | -1.4 | -2.1 | 3.3  | 4.0  | -0.7 | - 8.7 | -6.2 | -2.5 | 0.2  | 5.6  | -5.3 | -1.6                       |
|        | -0.4         | -0.4 | 0.0  | 3.9  | 4.7  | -0.8 | - 4.5 | -5.2 | -0.7 | 0.9  | 6.2  | 4.3  | -1.3                       |
| 3 月上旬  | -1.1         | 1.5  | -2.6 | 4.0  | 6.8  | -2.8 | - 5.6 | -3.3 | -2.3 | 2.3  | 7.9  | -3.4 | -3.8                       |
|        | 2.9          | 3.0  | -0.1 | 8.4  | 8.7  | -0.3 | - 1.8 | -1.9 | 0.1  | 3.8  | 9.6  | -2.0 | -0.8                       |
|        | 1.9          | 3.4  | -1.5 | 7.1  | 9.1  | -2.0 | - 2.7 | -1.8 | -0.9 | 4.8  | 11.0 | -1.4 | -1.4                       |
| 4 月上旬  | 8.4          | 8.3  | 0.1  | 14.9 | 14.4 | 0.5  | 1.6   | 2.3  | -0.7 | 8.0  | 14.7 | 1.3  | 0.3                        |
|        | 11.7         | 11.1 | 0.6  | 18.4 | 17.2 | 1.2  | 5.5   | 5.2  | 0.3  | 11.0 | 18.0 | 4.2  | 0.1                        |
|        | 13.3         | 13.3 | 0.0  | 19.6 | 19.0 | 0.0  | 8.9   | 7.3  | 1.6  | 13.3 | 20.7 | 6.0  | 0.0                        |
| 5 月上旬  | 14.6         | 14.6 | 0.0  | 21.4 | 20.9 | 0.5  | 8.4   | 8.6  | -0.2 | 14.6 | 22.1 | 7.6  | 0.0                        |
|        | 17.6         | 16.3 | 1.3  | 23.8 | 22.6 | 1.2  | 12.1  | 10.1 | 2.0  | 15.9 | 23.4 | 8.6  | 0.4                        |
|        | 18.9         | 18.2 | 0.7  | 25.0 | 24.2 | 0.8  | 14.4  | 12.5 | 1.9  | 17.4 | 24.8 | 10.2 | 0.8                        |
| 6 月上旬  | 20.9         | 19.1 | 1.8  | 26.6 | 24.7 | 1.9  | 15.8  | 14.2 | 1.6  | 19.3 | 25.7 | 12.9 | -0.2                       |
|        | 22.8         | 20.7 | 2.1  | 28.3 | 26.1 | 2.2  | 17.9  | 16.2 | 1.7  | 20.8 | 26.8 | 15.0 | -0.1                       |
|        | 22.1         | 22.2 | -0.1 | 26.8 | 27.4 | -0.6 | 18.3  | 17.9 | 0.4  | 21.6 | 26.3 | 16.7 | 0.6                        |
| 7 月上旬  | 24.2         | 23.0 | 1.2  | 27.3 | 27.1 | 0.2  | 21.2  | 19.6 | 1.6  | 22.9 | 28.7 | 17.3 | 0.1                        |
|        | 24.0         | 24.2 | -0.2 | 28.4 | 28.1 | 0.3  | 20.5  | 21.1 | -0.6 | 24.0 | 29.2 | 19.1 | 0.2                        |
|        | 26.4         | 26.1 | 0.3  | 30.8 | 30.1 | 0.7  | 22.4  | 22.7 | -0.3 | 25.9 | 32.0 | 19.5 | 0.2                        |
| 8 月上旬  | 27.2         | 25.6 | 1.6  | 32.0 | 29.8 | 2.1  | 23.6  | 22.2 | 1.4  | 25.1 | 31.0 | 19.5 | 0.5                        |
|        | 26.7         | 25.2 | 1.5  | 31.4 | 29.6 | 1.8  | 22.6  | 21.5 | 1.1  | 25.5 | 41.4 | 20.0 | -0.3                       |
|        | 24.8         | 24.1 | 0.7  | 28.2 | 28.7 | -0.5 | 22.2  | 20.0 | 2.2  | 24.6 | 30.1 | 19.4 | -0.5                       |
| 9 月上旬  | 21.2         | 22.1 | -0.9 | 25.4 | 26.7 | -1.3 | 18.0  | 18.1 | -0.1 | 22.6 | 28.0 | 17.5 | -0.5                       |
|        | 19.1         | 19.7 | -0.6 | 25.3 | 25.4 | -0.1 | 13.8  | 14.5 | -0.7 | 20.4 | 25.9 | 15.2 | -0.7                       |
|        | 17.9         | 17.5 | 0.4  | 23.7 | 23.9 | -0.2 | 13.2  | 11.5 | 1.7  | 18.0 | 23.1 | 12.9 | -0.5                       |
| 10 月上旬 |              | 15.2 |      |      | 21.8 |      |       | 9.1  |      | 15.9 | 21.3 | 10.6 | -0.7                       |
|        |              | 13.0 |      |      | 20.1 |      |       | 6.7  |      | 13.8 | 19.7 | 7.9  | -0.8                       |
|        |              | 10.5 |      |      | 17.1 |      |       | 4.5  |      | 11.5 | 18.1 | 4.8  | -1.0                       |

また、1～10月の日気温較差は図1のとおりである。リンゴの生育期間のうち4～8月のあいだは、水原市より長野市の方が気温較差がむしろ大きく、9～10月はほぼ同じである。生育期間中における長野市の日気温較差は、韓国においてリンゴ生産量が最も多い大邱市よりも大きい。

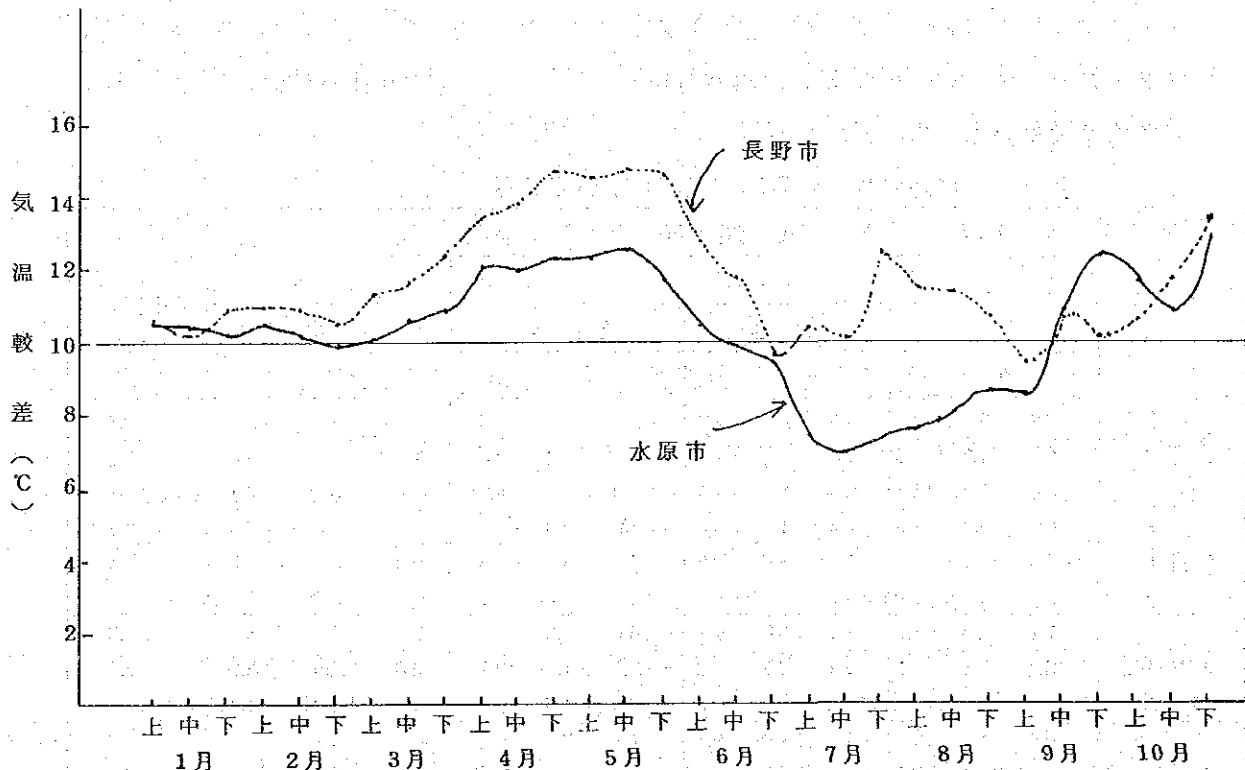


図-1 韓国水原市と日本国長野市の日気温較差比較

日本における別の代表的リンゴ産地である黒石市や盛岡市では長野市より若干日気温較差が小さいが、果実品質に特に影響が大きいとされる8月及び9月の日気温較差は、黒石、盛岡両市が8.8～10.0℃であるのに対し、大邱、水原の両市も8.2～10.6℃でほとんど差がなかった。少なくともリンゴ産地に関しては、日韓の間で日気温較差に大差はない。

また、降水量の比較(表-2)では、冬期を除き、長野市より水原市の方が多いことが認められる。ただし、水原市の本年(1984年)の降水量は、前半期において著しく少なく、特に、果実の初期生育及び各種生理障害の発生に大きな影響を持っている4～6月期の降雨量が平年の2/3しかなかった。

これらのことからみると、韓国リンゴ栽培地の気温、降雨などについては、日本のリンゴ産地と極端な差異はなさそうである。

表-2 降水量の比較

|         | 旬間降水量 (mm) |       |        |       | 平年降水量<br>の較差<br>(水原-長野) |
|---------|------------|-------|--------|-------|-------------------------|
|         | 水 原        |       |        | 長 野   |                         |
|         | 本 年        | 平 年   | 差      | 平 年   |                         |
| 上旬      | 129        | 43    | 8.6    | 16.8  | -12.5                   |
| 1 月中    | 21         | 54    | - 3.3  | 15.4  | -10.0                   |
| 下       | 16.1       | 24.8  | - 9.7  | 19.2  | 5.6                     |
| 上       | 0.2        | 6.9   | - 6.7  | 20.4  | -13.5                   |
| 2 月中    | 0.0        | 15.0  | -15.0  | 11.8  | 3.2                     |
| 下       | 13.5       | 33.7  | -20.0  | 22.5  | 11.2                    |
| 上       | 4.3        | 17.3  | -13.0  | 14.2  | 3.1                     |
| 3 月中    | 8.5        | 10.6  | - 2.1  | 8.3   | 2.3                     |
| 下       | 15.8       | 44.9  | -29.1  | 23.6  | 21.3                    |
| 上       | 10.5       | 32.0  | -21.5  | 25.5  | 6.5                     |
| 4 月中    | 31.7       | 40.4  | - 8.7  | 23.7  | 16.7                    |
| 下       | 23.6       | 46.7  | -23.1  | 18.1  | 28.6                    |
| 上       | 3.7        | 33.6  | -29.9  | 27.1  | 6.5                     |
| 5 月中    | 27.3       | 24.0  | 3.3    | 26.8  | - 2.8                   |
| 下       | 3.4        | 23.5  | -20.1  | 23.3  | 0.2                     |
| 上       | 21.2       | 31.0  | - 9.8  | 30.9  | 0.1                     |
| 6 月中    | 54.5       | 26.8  | 27.7   | 36.0  | - 9.2                   |
| 下       | 32.5       | 65.6  | -33.1  | 54.5  | 11.1                    |
| 上       | 222.4      | 109.7 | 114.5  | 46.9  | 62.8                    |
| 7 月中    | 54.3       | 137.5 | -83.2  | 37.6  | 99.9                    |
| 下       | 29.6       | 96.0  | -66.4  | 29.7  | 66.3                    |
| 上       | 19.0       | 110.9 | -91.9  | 33.3  | 77.6                    |
| 8 月中    | 40.0       | 108.8 | -68.8  | 21.0  | 87.8                    |
| 下       | 158.9      | 77.8  | 81.1   | 69.0  | 8.8                     |
| 上       | 279.6      | 88.5  | 192.1  | 57.1  | 31.4                    |
| 9 月中    | 11.0       | 35.0  | -24.0  | 37.9  | - 2.9                   |
| 下       | 34.3       | 13.0  | 21.3   | 30.7  | -17.7                   |
| 上       |            | 14.3  |        | 14.1  | 0.2                     |
| 10 月中   |            | 13.8  |        | 13.1  | 0.7                     |
| 下       |            | 27.3  |        | 9.1   | 18.2                    |
| 1~3 月合計 | 73.4       | 162.9 | - 89.5 | 152.2 |                         |
| 4~6 月合計 | 208.4      | 323.6 | -115.2 | 265.9 |                         |
| 7~9 月合計 | 849.1      | 777.2 | 71.9   | 363.2 |                         |



### Ⅲ 韓国のリンゴ品質調査

紅玉とふじを用いて、リンゴ品質の予備的調査を行った。紅玉は大邱産（サンプル№1）と水原園芸試験場産（サンプル№2）のものを、大邱産は10月29日、水原産は10月14日にそれぞれ収穫直後に調査した。また、ふじは水原市泉川産（サンプル№1）と園芸試験場産（サンプル№2）のものを、10月22日に調査した。

果肉硬度はマグネス・テラー果実硬度計（11cmプローブ使用）、糖含有量はレフラクトメーター、また、酸含有量は0.1N NaOHによる滴定法で測定した。さらに、ふじについて蜜症状（watercore）の発生程度を無(0)、微(1)、小(2)、中(3)、多(4)、甚(5)の5段階にわけて調査した。

調査結果 表3のとおりであった。日本のデータは、1980年度における12道県の分析値の平均を示したが、韓国産の紅玉の酸含有率が若干低いほかは、日韓両国のリンゴ品質差には一定の傾向は認められなかった。また、蜜症状の発生は3以上の果実は認められず、特にサンプル№1では35%の果実で蜜発生が認められなかった。

表3 果実品質の比較

| 品種 |          | 果実品質          |              |          | 蜜発生程度 |    |    |    |
|----|----------|---------------|--------------|----------|-------|----|----|----|
|    |          | 果肉硬度<br>(ポンド) | 糖<br>(ブリックス) | 酸<br>(%) | 0     | 1  | 2  | 3  |
| 紅玉 | 日本(1980) | 14.5          | 14.1         | 0.87     |       |    |    |    |
|    | 韓国 - 1   | 14.0          | 13.4         | 0.64     |       |    |    |    |
|    | 韓国 - 2   | 12.1          | 14.3         | 0.72     |       |    |    |    |
| ふじ | 日本(1980) | 14.7          | 14.3         | 0.42     | %     | %  | %  | %  |
|    | 韓国 - 1   | 15.0          | 14.2         | 0.52     | 35    | 39 | 13 | 13 |
|    | 韓国 - 2   | 14.6          | 14.8         | 0.46     | 12    | 36 | 44 | 8  |

考察 リンゴの食味はふつうは果肉硬度及び糖、酸含有率で決定される。硬度については、人によって感覚的に差があるが、一般的には16ポンド以上では硬すぎ、10ポンド以下では軟かすぎる。12~15ポンドが最も肉質がよく食べごろと考えられる。本試験では、紅玉(№2)が、12.1ポンドと食べごろの最終段階にあったが、他は十分な硬さであった。

また、糖度は、これらの品種では14%以上が高品質のリンゴであるが、紅玉(№1)を除き、この値より高かった。なお、紅玉(№1)の13.4%も、酸含有率が0.64%と低いので、甘酸のバランスがとれたリンゴといえることができる。

酸含有率については、一般に0.8%を越えると酸味が強すぎる傾向があり、0.3%以下では味が淡白になる。0.6~0.4%が適当と考えられる。紅玉の0.64~0.72%はこの範囲を越

えているが、この程度の酸味を好む消費者も多い。日本では紅玉は0.8%を越えることが多く、貯蔵して酸が低下してからの方が味がよくなる。

今回の調査は極めて限られたもので、これでもって韓国リンゴのすべてはわからないが、品質的には極めてすぐれていることが推察される。

なお、蜜症状については、著者の勤務する日本国盛岡市附近のふじは、10月20日の段階ではほぼ100%の果実に発生が認められる。今回の調査結果はこれより発生が著しく遅れていた。日本でも、蜜症状の発生は夏季の気温が高い地方で発生が少ないが、本年度は水原市は気温が高かったためその影響が考えられる。しかし、この蜜発生が遅れる傾向が本年だけの特殊なものが、例年のものかはさらに検討が必要である。

蜜症状の発生は果実の香気を高めるので、果実の品質を論ずる場合に極めて大きな原因となる。日本では蜜症状が発生した果実は市場価格が高い。しかし、蜜に関する試験データは韓国ではあまりない。

#### IV 果樹園実態調査

韓国における一般栽培技術の実態を把握するため、次のような果樹園の調査を実施した。

##### (1) 京畿道、忠南地区果樹園視察 9月30日～10月1日

これは果樹1, 2科合同の果樹作況調査に同行したものである。

|      |           |      |
|------|-----------|------|
| 視察園名 | 1. 京畿道龍仁郡 | 윤영성園 |
|      | 2. " 安城郡  | 정홍영園 |
|      | 3. 忠南道天安市 | 朴忠一園 |
|      | 4. " 牙山郡  | 李正泰園 |
|      | 5. " 天安市  | 윤주영園 |
|      | 6. 京畿道烏山  | 烏山農場 |

##### (2) 忠南地区果樹園視察 10月5～6日

同行者 鄭朱鍋研究官

|      |                  |      |
|------|------------------|------|
| 視察園名 | 1. 忠南道礼山郡        | 金基相園 |
|      | 2. " "           | 鄭敏永園 |
|      | 3. 忠南農村振興院礼山試験場  |      |
|      | 4. 忠南道唐津郡パラダイス農場 |      |

##### (3) 京畿道龍仁自然農場視察 10月9日

同行者 金基烈研究官

|      |                 |
|------|-----------------|
| 視察園名 | 1. 京畿道龍仁郡龍仁自然農場 |
|      | 2. " 水原市 " 水原農園 |

(4) 京畿，忠北地区果樹園視察 10月10日

同行者 文鍾烈研究官

- 視察園名
1. 京畿道利川郡 瑞林農園
  2. " " 申定燮園
  3. 忠北道陰城郡 盧尚寧園
  4. " 忠州市 韓祐性園
  5. " " 兪승만園

(5) 慶北地区果樹園視察 10月11～13日

同行者 趙明東氏

- 視察園名
1. 慶北農村振興院試験農場
  2. 慶北道河陽 朴泳洙園

(6) 慶北地区果樹園視察 10月22～23日

同行者 金容九研究官

- 視察園名
1. 慶北農科大学農場
  2. 大邱直轄市寿城区安又洪園

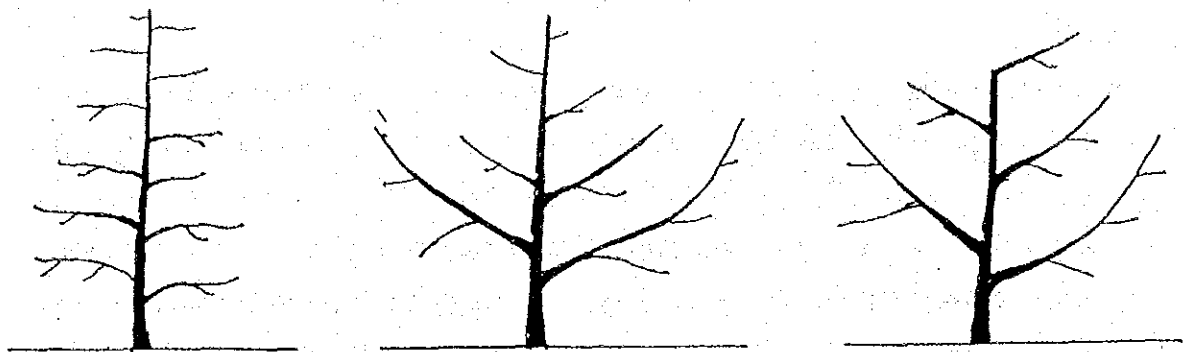
調査結果 調査したリンゴ園は，京畿道が7園，忠南道が7園，忠北道が3園，慶北道が4園の合計21園であった。これらのうち一般台木（マルバ，ミツバ）を主体とした園は3園だけであり，その他はわい性台木（M26，M9，MM106）を主体とした園であった。従って，ここでは主としてわい性台木利用のリンゴ園の状況を述べることにする。

韓国におけるわい化リンゴ園の最大の特徴は，樹の倒伏防止用の支柱をほとんど用いていないことである。調査園のうち，支柱が認められたのは，3園だけであり，使用されている支柱も日本のものに比べて簡単なものであった。

MM106を除き，一般にわい性台木は材質がもろく，風による倒伏が発生しやすい。このため，日本や欧米諸国ではわい化リンゴ樹には支柱を用いることを原則としている。韓国においてこのような支柱を必要としないのは，年間を通じて台風や季節風など強い風がほとんど吹かないためである。韓国ではわい化栽培はすでに10年の歴史があるが，これまで風による倒伏はほとんどなかったとのことである。

また剪定法も独自の方式が取られており，日本で多いスレンダー・スピンドル（細型紡錘形）の樹形を採用していたのは視察園のうち4カ所だけであった。

文鍾烈研究官によると，韓国におけるわい化リンゴ樹の剪定方式は，スレンダー・スピンドル形と変則主幹形，及びこれらの中間形に区分される（図2）。視察園でこのうち最も多く見られたのは中間形であった。図2に示したように，中間形は地ぎわから40～60cmのところ大きな側枝を2～4本付け，その上の主幹には小さな側枝を数本配置する。スレンダー



スレンダー  
スピンドル方式

中間方式

変則主幹方式

図2. 韓国におけるわい化リンゴ樹の剪定方式

一・スピンドル形では側枝がすべて小さいので株間を2 m程度とするが、中間形では4～5 mの株間が必要である。

また、台木の地上長は、日本では20～30 cmが一般的であるが、韓国では10 cm以下のものが多かった。なかには、台木部は地下に埋まり、穂品種の自根が出た樹もみられた。

火山灰土が多い日本のリンゴ園では、台木の地上長が10 cm以下の場合、枝伸びが顕著になり、樹を所定の高さ(3.5 m)に保てないことが多い。しかし、韓国ではどの園も3.5 m程度の高さに抑えられていた。むしろ生育不良の樹が目立つ園が多かった。特に、粘土含量の多い園では、粗皮病にかかった樹が多くみられ、樹の生育だけでなく、果実の肥大も劣っていた。

また、結実が著しく少ない園が多くみられた。これは、前年度が成り年(on year)で着果過多になり、花芽形成が抑制されたためとのことであった。なお、果実にはサビの発生が目立った。視察した園では、日本のリンゴに比べてサビ発生による果実の肌あれが目立った。また、コルク・スポット、ビター・ピットなどの斑点性生理障害の発生が日本より多く見られた。

病虫害としては、果実の腐敗病(輪紋病)が各地で認められた。この病害はふじやゴールデン・デリシャスで多く、紅玉では少ないとのことであった。この病害の防除法は現在鋭意研究中である。また、枝腐らん病も問題になっており、大邱附近ではこの病害のためリンゴ

園が多く廃園になったとのことである。

#### 考 察

韓国では、強い風がほとんどないというめぐまれた条件下で無支柱のわい化リンゴ栽培が一般化している。また、剪定方式もスレンダー・スピンドルを採らず、独得の中間形を用いている。

一般にスレンダー・スピンドル形は樹の上部にも同じような大きさの側枝を付けているので、風に対する耐性が低い。日本では、わい性台木より根系がしっかりしているマルバ台を用いた場合もスレンダー・スピンドル形にすると風によって樹が傾くことがある。一方、樹冠の下方に大きな枝を配した中間形では風圧が分散されるので、耐風性が高まると考えられる。無支柱でわい化栽培を行う場合、スレンダー・スピンドル形より中間形の方が耐風の面からは適している。

しかし、日韓農業共同研究計画に基づき、1983年度に訪韓した高橋英紀氏は、慶北道で台風及び局地的な強風により樹が倒伏した例を報告している。従って、無支柱のわい化栽培がまったく安全かどうか、若干の危惧を感じる。この点については明確な解決法を示すことはできないが、風に弱いスレンダー・スピンドル形は採用しない方が賢明であろう。

なお、スレンダー・スピンドル仕立てにはこのほかにも問題がある。すなわち、日本では現在株間を1.5m～2mとして栽培を行っているが、樹冠上部の枝が大きくなった時、下枝への日当たりが悪くなる。樹冠上部の枝はそのためできるだけ小さくする必要があるが、枝が年間で1m近く伸びることが多く、小さく維持することは困難が多い。このため、株間を3m～4mに広げる必要があると考えているが、その際、韓国の中間形は日本にとっても大いに参考になる。

ただ、実際に園地を観察したところでは、中間形にもいくつかの問題点が認められた。その一つは、上部の枝が繁り過ぎて、下部の枝への光の透過の悪い樹が多くみられたことである。このような樹では、果実の着色が劣り、日陰の部分では花芽形成も少なかった。上枝の長さ、本数などには留意が必要である。

また、図3に示したように、下部の側枝が同じ高さから2～3本配置されている樹が多くみられた。このような枝の出方を車枝というが、わい化リンゴ樹では車枝から上の主幹部は図3のように急に細くなる傾向がある。このようになった主幹はしだいに弱って果実の生産力も低下する。剪定の際には充分の注意が必要である。

**粗皮病の問題** この問題については専門ではないので適確な解決策を示すことはできないが、粗皮病の多い園では根系の発達になんらかの問題があるのではないかと考えられる。従って、土壌改良が必要と考えられるが、M26、M9など粗皮病発生の多い台木をMM106マルバなどに切りかえることも一つの対応策である。

着果不良の問題 着果不良の園が多くみられたことについて、前年度に果実を多くつけ過ぎたという説明がなされている。しかし、リンゴ園の生産性を高めるためには、このような年度による着果の波を少なくする必要がある。特に、ふじは日本においても隔年結果が問題になっている。このため、日本では、摘果だけでなく、摘花を行っている。摘花は翌年の花芽形成に効果が大きい。

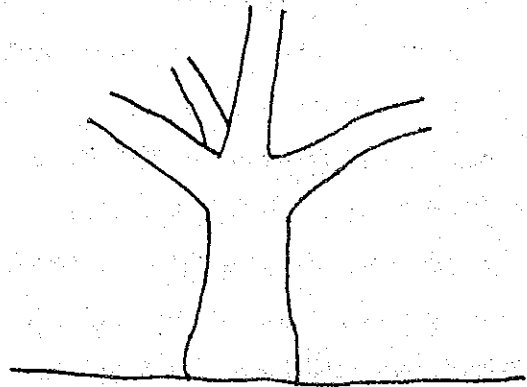


図3 車枝によって主幹が急に細くなった例

斑点性障害発生の問題 リンゴ果実の斑点性障害の発生は主としてカルシウムの不足によるとされているが、同時に4～6月の時期に乾燥した年に発生が多い。表-2によると、水原市におけるこの時期の降水量は平年の2/3しかなく、本年はかなり乾燥した年と考えられる。従って、斑点性障害の発生が多かったことについては、降水量の不足が関係していると考えられる。なお、これらの生理障害の発生要因及び気象条件の影響については、10月4日に園芸試験場で行ったセミナーで主題として取りあげ詳しく論じた。

その他の留意点 韓国のリンゴ園における所要労力は10aあたり400～500時間であり、今後は機械化によって作業省力化を進める必要があると考えられる。特に、スピードスプレーヤーによる薬剤散布、及び動力草刈機による草刈の機械化が可能である。

スピード・スプレーヤーの導入でまず問題になるのは、韓国のリンゴ園が傾斜地に多いことで、農道の整備が必要である。また、密植園が多いので、間伐によってスピード・スプレーヤーの通路を確保しなければならない。これまでの日本における経験からは、間伐による減収はほとんど問題にならない。むしろ樹冠内部への日照がよくなり、果実品質が高まり、花芽形成も増加する。なお、このほか樹冠内部まで薬液到達を高めるため、枝の配置に工夫が必要になる。

また、小型の動力草刈機によって10aあたり1時間で草刈りが可能になる。現在、韓国では省力のため除草剤が多用されているが、除草剤は草の生産量を低下させる。一般に韓国の果樹園土壌は有機物含有量が低いとされているが、その含有量を高めるためにもオーチャード・グラスなど生草量の多い草種を導入し、さらに草刈りによって生草量を高めるべきではないかと考えられる。なお、草生栽培は、スピード・スプレーヤー走行による土壌の固結化を緩和する働きもある。

## V ま と め

今回の 40 日間の韓国滞在によって、多くの優秀な研究者と知りあいになれたことは最大の収穫であった。今後は、さらに交流の輪を広げ、日韓両国の果樹栽培技術の向上に役立つことができれば幸いである。

滞在中、何人かに韓国の農業の現状は日本の何年前かという質問を受けた。しかし、各国の進展はそれぞれの国状によって進んでいる面と遅れている面とがあり、明確には答えることはできなかった。韓国のリンゴ栽培はその社会的、環境的条件下で発展しており、日本とどちらが進んでいるかをいうことは無理である。本報告で隔年結果の問題を指摘したが、この問題では、米国においてはさらに著しい隔年結果の果樹園がみられる。しかし、誰も米国のリンゴ栽培は遅れているとはいわない。

研究者の知識、能力はほとんど差がないと考えられる。特に、果樹栽培の研究というのは、昔から秤りと物指しと剪定鋏があればすべてできるといわれており、少し極端ないい方ではあるが、高価な測定機を必要とする研究分野とは異なることである。我々にとって、高価な測定機がなければ栽培者の設問、要望に応じられないというのであれば、もう栽培研究者として失格である。

この点から、今回の訪問では特に韓国のリンゴ樹の仕立て方は大いに参考になったと考えている。我々栽培研究者にとって果樹園の視察は最大の研究かも知れない。従って、今後個人的な交流を望むものである。

(9) 報告書：小糸工業株式会社環境調節事業部技術部 北原弘一

派遣先：農村振興庁作物試験場人工気象室

業務：機材管理

期間：昭和60年1月16日～2月4日(19日間)

## 1. はじめに

報告者は、1982年度から開始された韓国農業気象災害研究プロジェクトの一環として、農村振興庁作物試験場人工気象室の環境制御機能を維持し、研究者の実験遂行の場を準備する目的で、コントロールシステムの点検調整および同装置の保守管理技術指導に従事した。

滞在が短期間のため、コントロールシステムの点検調整を優先して期間の前半に実施し、残る後半をオペレータの操作保守管理技術指導に充てた。調整により環境制御システムは順調に機能しているが、オペレータの異常診断技術は充分とは言えず、今後のメンテナンスに少なからず懸念が残る。

また、この人工気象室は1983年の調整による最新装置と1970年の建設当時からの老朽装置が密接に関連して機能し、機能保全には解決すべき問題点も多い。以下に所感を交えて報告する。

## 2. 施設の状況

### - 1. 施設の規模

農村振興庁作物試験場の人工気象室は、韓国で最初に建設された冷害研究用の本格的な施設で、北海道農業試験場のファイトトロンをモデルに設計されている。環境制御用の主要な機器は日本から導入し、工費用資材及び関連設備は韓国製を用いて施工され、1970年6月に完成したものである。

ファイトトロン棟は場に隣接した用地に設けられており、162㎡の自然光実験室4室と122㎡の人工光実験室3室を中心に準備室、研究室、管理室、機械室その他で構成され、建物面積は645㎡である。また、隣接して受変電発電棟と給水ポンプ棟を併設した比較的大型の施設と言える。

### - 2. 施設の状況

本人工気象室は農村振興庁唯一の本格的な施設であり、完成以来、極めて高い稼働率で運転し、各種試験研究に活用されてきた。しかし、その間の保守管理および整備状況は充分とは言えず施設は老朽し、建設後10年を経過した1980年になって部分的な故障及び不具合が顕現となった。同年韓国は著しい水稲冷害を受け、その対策研究に本施設の重要性が再認識され、改修整備が検討されたが予算面の制約



で計画は進捗せず、施設の機能維持に関して不安が増大した。1982年度から開始された、韓国農業気象災害研究プロジェクト遂行にとって必要な施設の一つであるところから、耐用限界超過装置および直前装置の交換修理用機材が供与され、1983年4月から7月の期間で、制御システムを中心に、専門家による修理を行なうとともに、接続関連部の改修工事が実施された。

この改修により、人工気象室は当面の故障不具合による機能停止は回避され、さらにデジタル制御システムの導入に伴い、環境制御機能は改修以前に比して大幅に向上している。しかしながら、施設全体は建設当時から14年間以上継続使用した老朽装置と、部分改修による最新装置が混在し、相互に密接に関連して機能する、極めて特異な施設形態を様している。

本施設は長期にわたる試験研究に対応するため、構成各装置は長期間安定した高い信頼性が求められるが、老朽装置の構成機器および部品は耐用限界に近ずき機能維持面の大きな不安定要素となっている。これら老朽装置の更新整備は不可欠であり適切な施策が望まれる。

### 3. 保守管理状況

本施設は作物試験場の水稲栽培科の所管の下に、オペレータとして主任管理技師1名と技術者4名（内1名は夜間専任）が配属され、装置の操作および保守管理を担当している。しかし、中堅技術者の定着率が低く、経験の浅い若年技術者が保守作業に携わり、装置の複雑な運転状況を的確に把握できず、調整技術も未熟なため、事象変化の対応処置が不適切なケースが度々見られ、不具合を助長し故障を誘発する懸念すらある。また主任管理技師も、デジタルシステムに少なからず危ぐの念を抱いている感があり、コンピュータとの対話操作に適切さを欠き、制御システムを正常に維持できなかつた場面も見られた。本施設は最新装置と老朽装置が接続して機能し、しかも老朽装置は耐用限界に近ずいて信頼性に乏しく、機能保全は旧来に増して、よりち密な管理を必要としているが、保守管理体制は充分とはいえず、強化改善が望まれる。

## 3. 実施状況

### 3.1. コントロールシステムの点検調整

本装置は制御システムの運転状態および操作管理状況などの監視管理情報を収録するデータファイルディスクが装備されている。制御システムのハード部およびソフトウェアロジックを点検した後、収録データを解析して制御システム動作履歴を調査した。その結果、数回の異常制御状態の発生、電源系の高頻度停電および高置水槽低水位警報のチャタリング入力などの異常事象が判明した。

異常制御状態の現出は重要な問題であり、原因を解明し、再発防止策を講じなければならぬ。そこで、システム動作履歴に基づき、オペレータの操作経緯に従ってシュミレーションを実施し、状況を再現して原因を追求した結果、磨耗ディスク継続使用によるプログラムの初期化不良、フィールドコントロール用コンピュータの一時的電源遮断によるメモリ認識変化、ステータスコマンドの誤設定およびCPUからの障害メッセージに対する不適切操作など、全てオペレータの操作管理に起因するものであり、オペレータの操作管理技術の修得で解決した。

電源系の高頻度停電に対しては、さらに特異なパターンでの復電も予想して、電源復帰自動起動プログラムを拡充・修正して対処した。また、断水後の高置水槽低水位警報のチャタリング入力に対しては、外部警報入力処理プログラムの一部を修正して処置した。

そのほか本装置にはメンテナンス用システムディスク；各種プログラムのマスターディスクおよびデータファイルマスターディスクなどが付属されている。しかし、これらの管理が粗雑で、プロテクションシールを外して乱用し、不必要な情報が格納され、マスターディスクとしての機能を喪失していた。予備品および持参ディスクを用いてマスターディスクを再生するとともに、サブマスターディスクを作成し、通常操作はサブマスターディスクを使用するものとした。また、これらを専用のディスクファイルに区分整理し、管理方法を明確にした。

さらに、制御システムハード構成部の消耗部品交換および各部の校正・調整を実施した後、各種パターンのシュミレーションテストを繰り返し実施して、コントロールシステムが適切に対応し、機能することを確認した。

## 2. 故障部品

コントロールシステム周辺装置の30チャンネル高速記録計および日射検出器の2点に故障を発見した。前者の記録計は点検の結果、5枚のスキャナボードの2枚のスロットスキャナボードが作動異常になり、入力切換が正常に行なわれず、6チャンネル分が他チャンネルのデータを記録していた。幸い実装入力は23チャンネルであり、接続計装線を予備チャンネルに変更接続して実用上の支障が生じないように処置した。後者の日射検出器は内部の乾燥剤交換を怠り、アンプ部分の結露による抵抗値変化で出力が不安定となり、継続使用不能であった。作物試験場の同型検出器を借用して対処した。いずれも現地では修理不可能なため日本に持ち帰り、事業団経由で修理を依頼するものとした。

## 3. 操作保守管理技術指導

オペレータへの保守管理技術指導は、シュミレーションテストによる実機操作を

多用して訓練を行ない、操作とその結果事象について理解を求めた。主任管理技師は過去1年半の操作経験も伴い、ステータスコマンドの扱い、アプリケーションプログラムの機能、各種ディスクの使用方法、定期的保守作業、操作上の禁則事項などを大略マスターし、コンピュータに対する危ぐも薄らいでCPUからのメッセージの対応も概む適切になり日常的な操作保守管理に関しては、ほぼ十分であると思える。

しかし、プログラムロジック、ループ結合、プログラム相互の管理配置などシステム構築の理念に関しては、専門知識の欠如に加へ、期間の制約もあつて概念程度が理解されたに終わった。またCPUからの障害メッセージに対しての操作も未熟な域を脱していない。このためソフトウェアメンテナンスおよび異常診断技術は不十分なままであり、今後の機能保全に少なからず懸念が残る。

#### 4. 今後の問題点ならびに所見

調整により施設は順調に稼動しているが、将来にわたる機能継続の保証は、極めて稀少としか言えない。本施設は1983年の部分改修による最新装置と、建設後14年を経た老朽装置が接続して機能し、しかも老朽装置は耐用限界に近ずいて信頼性に乏しい上に、保守管理体制も充分とは言えず、機能保全に関する不安は大きい。以下に問題点ならびに所見を述べる。

##### 1. 空気調和装置

空気調和器は、エアワッシャ内部に多量の水を噴霧して通過空気を飽和状態にするので、この空気が流通する温水コイルおよび送風機の老朽が一段と激しい。温水コイルは、アルミニウムフィンと銅チューブ間が腐食で遊離して熱交換効率低下が顕著となり、コイルケーシング部では腐食開孔による空気漏洩が見られる。また、送風機は、接続キャンバスが腐食により破れ、インペラ部は外部から点検不可能であるが同様に腐食劣化が進行しているものと容易に想像できる。一方、冷却コイルも通過空気を露点温度以下に冷却するためコイル表面は結露水で濡れており、温水コイル同様、フィンの腐食により熱効率が低下している。さらに、冷凍機の凝縮器は、冷媒圧力に比して冷却水出口温度が低く、出入口温度差も小さいことから熱効率低下は明瞭である。また、冷媒制御部品と配管の接続フレア部では、銅管が経年変化により柔軟性を失い、再々ガスリークが発生している。これら装置各部は、耐用限界に近ずき漸次更新を必要とし、計画的な施策が望まれる。

とくに、送風機回転軸受部および電動機軸受部のベアリングが磨耗し、騒音・振動が増大しているので整備交換が急がれる。

##### 2. 人工照明装置

本施設の人工照明装置は1968年の設計で、高圧水銀ランプ、蛍光ランプ、および白熱ランプを組み合わせた光源であり、高圧水銀ランプの出力比率が70%を超えている。当時は、日本国内も同様の光源を使用していたが、本来これらのランプは一般的な照明が目的で、可視光の放射光束の大きさと、標準比視感度曲線に添った波長分布に重点がおかれて製造されたものであり、植物育成に適合しているとは言えない。その後、より優れた光質のランプが開発され、水銀ランプ固有の輝線による植物への影響が指摘されてから、日本国内の高照度人工光源は、メタルハライド系の陽光ランプが主に用いられ、一部B.O.Oランプを加えて使用されている。

本装置は安定器の温度上昇、灯具各部の発錆、配線材の劣化などが顕著となり、絶縁低下による短絡事故が心配されるなど、各部は耐用限界に近ずき、更新を要する時期に至っている。更新に際しては、光源装置の全面的な改修により、光質を改良して日本国内の研究データとの互換性を高めるべきと考える。

### - 3. 動力制御盤

動力制御盤は、コントロールシステムからの信号により、各装置の動力回路を開閉制御するとともに、関連機器間のインターロックや過電流その他の保護を行なっている重要な装置である。1983年の整備により、耐用限界超過部品の交換がなされたが、電磁開閉器、電磁接触器、その他の構成部品および回路形成導電部などは、耐用限界に近ずいている。万一、保護回路に異常が発生した場合は、関連装置の電氣的故障の未然防止が不可能となるのみでなく、故障誘発の危険性すらあるし、また、絶縁低下による短絡事故が発生すれば、その影響は大きく波及し、施設全体の機能停止に至る可能性もあるので早期更新が望ましい。

### - 4. 給水設備

1983年の改善要望を受け、本施設の給水用井戸が新たに設けられて、一般給水および冷凍機の冷却水に使用されている。水質は、目視の限りでは透明度が高く、問題ないように見えるが、地下水である以上水質分析を行ない、必要に応じた水質管理を行なうべきである。水量については確認できなかったが、夏季の冷凍機稼働率が最も高くなる渇水期に於いても、十分な量が確保されることを期待する。

高置水槽の揚水設備は未だ不完全であり、揚水不能による断水警報が度々記録されている。ポンプグランドおよび吸込み側配管設備の改善、または水中ポンプへの転換などとともに、自動制御および保護装置を備えた自動盤の完備が急がれる。

### - 5. 自家発電装置

発電機は未整備状態で長期間放置され、現状での整備・運転は困難であり、作物試験場側で更新計画が進展している。更新に際しての、設備およびコントロールシ

システム側からの要件は、常用発電能力 150 kVA 以上、電圧変動  $\pm 10\%$ 、周波数変動  $\pm 2\text{Hz}$ 、高調波成分  $5\%$  以内、不感動瞬断時間 10 mSEO 以下であり、この条件を満足するとともに、起動および保守管理が容易な機種を導入されたい。

#### 6. 保守管理体制

本施設は、装置の異常・故障による制御環境の破壊が、実験研究の成果に大きく影響をおよぼす。保守担当者は、装置の状態を常に的確に把握し、診断・予知を可能とする深い経験に基づいた知識・技能が必要であり、現体制はこの点に欠けている。保守員の待遇面などを検討改善し、中堅技術者を育成、定着して保守管理体制を強化すべきである。

また、オペレータはデジタルシステムの専門知識に乏しく、異常診断技術およびソフトウェアメンテナンス技術は不十分で、今後の機能保全に少なからず懸念が残る。適切な機関に於ける技術講習・技術研修の受講などにより、この分野の知識・技術を修得して、機能保全に活用されることを切望する。

#### 5. おわりに

今回の業務遂行にあたって種々の便宜と、ご協力、ご援助を賜った農村振興庁長をはじめ試験局長、研究管理課長および作物試験場長、水稻栽培科長、試験場職員の皆様ならびに共同研究団長、研究団の皆様にご心からお礼申し上げます。

とくに、保守管理担当のオペレータ諸氏には、点検調整期間全般にわたって絶大なるご協力、ご援助を頂戴しました。ここに厚くお礼申し上げますとともに、本施設を活用して水稻冷害を克服し、稲作研究発展に大きく寄与されますよう祈願する次第です。

最後に、国際協力事業団から不断のご支援を頂いたことに厚くお礼申し上げます。

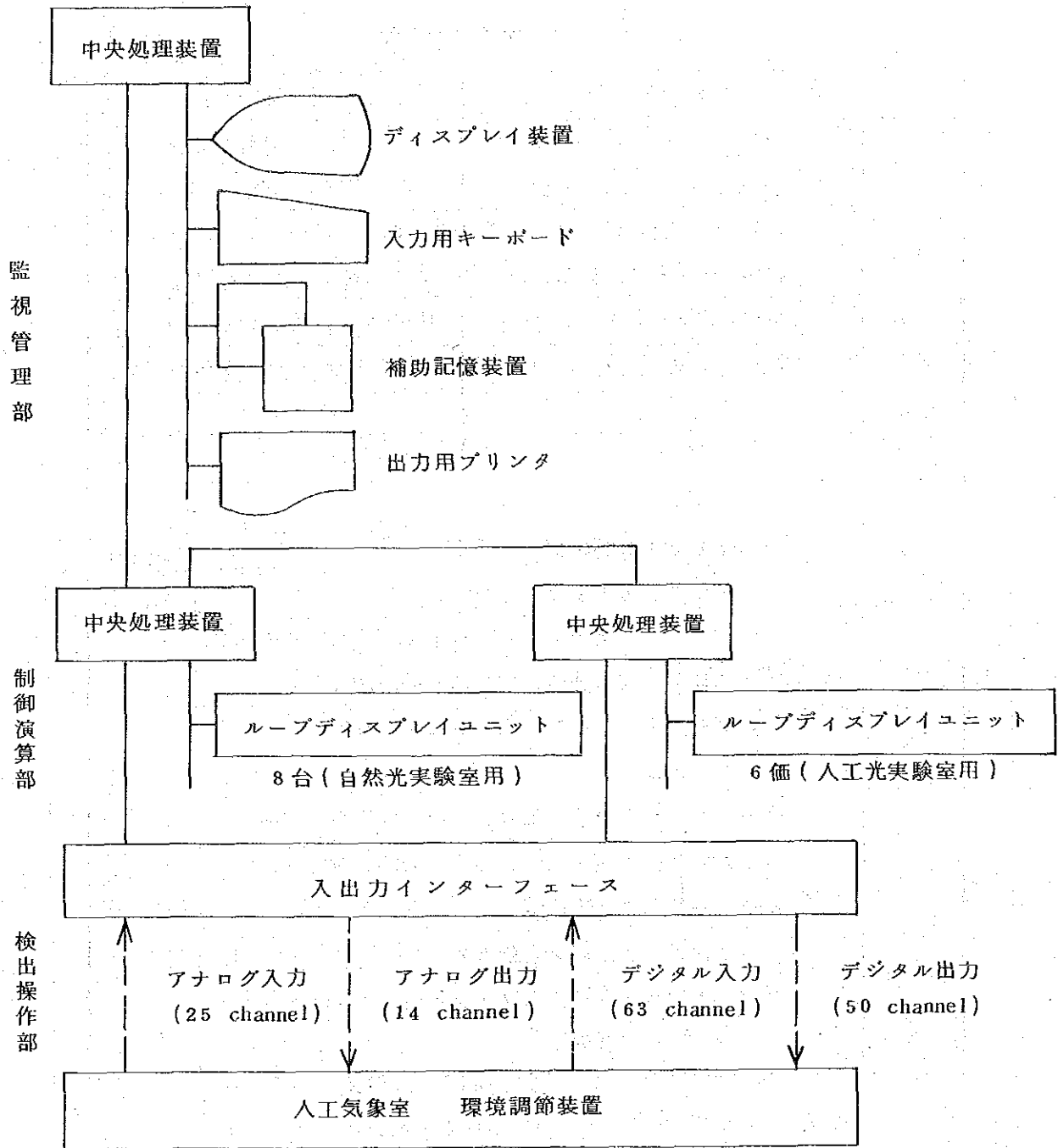


図-1 制御システム構成概要図

別表-1 人工気象室の性能

|     | 自然光実験室  | 人工光実験室                       |
|-----|---|------------------------------|
| 温度  | 10 ~ 35℃±0.5℃<br>13折線プログラム制御  | 10 ~ 35℃±0.5℃<br>13折線プログラム制御 |
| 湿度  | 60~90%RH±5%RH<br>5折線プログラム制御   | 60~90%RH±5%RH<br>5折線プログラム制御  |
| 風速  | 床上0.5mに於て0.5m/sec以下   | 床上0.5mに於て0.5m/sec以下          |
| 照度  | 補光 250W×3灯  | 床上1mに於て30,000LUX             |
| 面積  | 16.2 m <sup>2</sup>   | 12.2 m <sup>2</sup>          |
| 室数  | 4室  | 3室                           |
| その他 | <p>プロセス制御機能</p> <p>    温湿度のPID制御演算</p> <p>    日射強度による屋根撤水運転制御</p> <p>    温水ボイラーの省エネルギー台数制御</p> <p>    人工照明および補光の点灯時間制御</p> <p>    自動起動および自動停止スケジュール制御</p> <p>プロセス監視機能</p> <p>    プロセス状態監視（上下限，偏差，入出力）</p> <p>    機器運転状態監視（運転，停止，故障，設定操作）</p> <p>プロセスデータ収録作表機能</p> <p>    プロセスデータ定時刻自動作表</p> <p>    ヒストリカルデータおよびアラームメッセージ作表</p> <p>    トレンドグラフ作表</p> |                              |

00 報告者：果樹試験場 鴨田 福也

派遣先：農村振興 園芸試験場

業務：果 樹（気象）

期間：1985年3月1日～4月13日（44日間）

果樹の気象反応の解明及び気象災害の対応技術確立に関する研究

1. はじめに

1985年3月1日（金）から4月13日（土）までの44日間，果樹気象の短期専門家

として韓国に滞在し、その任に当たった。

この間、農村振興廳長・金文憲博士をはじめ金東秀試験局長任、金剛権研究管理課長任、金泳相研究調整課長任、韓判柱研究造成課長任、研究管理課金有燮博士ら多くの方々から温いご支援をいただいた。また、直接、共同研究に従事した園芸試験場では、金正場長任をはじめ果樹1科、2科、菜1科、2科の各科長任、金基烈研究官、羅州支場長金容硯博士ら多くの人々のご援助とご協力をいただいた。

心から厚くお礼申し上げる次第である。なお、今回は2度目の訪韓であり、親しい友人も多く、心安く過すことができ、変らぬ温情とご親切に対し、重ねてお礼申し上げます。

また、森谷団長、谷専門家の公私にわたるご協力ご支援に対し、お礼申し上げます。

## 2. 経過日程と内容

韓国滞在中の日程と内容は、下記のとおりであった。

| 月/日 曜日 | 内 容           | 月/日 曜日  | 内 容               |
|--------|---------------|---------|-------------------|
| 3. 1 金 | 韓国訪門入国JL951   | 3. 21 木 | 研 究 遂 行           |
| 2 土    | 農村振興庁、園試挨拶    | 22 金    | '81年寒害回復調査(長湖院利川) |
| 3 日    | 公 休 日         | 23 土    | 研 究 遂 行           |
| 4 月    | 共同研究打合せ       | 24 日    | 公 休 日             |
| 5 火    | 研 究 遂 行       | 25 月    | 研 究 遂 行           |
| 6 水    | "             | 26 火    | "                 |
| 7 木    | "             | 27 水    | "                 |
| 8 金    | 日本大使館挨拶       | 28 木    | "                 |
| 9 土    | 研 究 遂 行       | 29 金    | " (農技研セミナー)       |
| 10 日   | 公 休 日         | 30 土    | "                 |
| 11 月   | ブドウ寒害現地調査(金浦) | 31 日    | 公 休 日             |
| 12 火   | 研究遂行(日本調査団訪韓) | 4. 1 月  | 羅州支場現地測定          |
| 13 水   | "             | 2 火     | 南部果樹栽培地帯視察        |
| 14 木   | "             | 3 水     | "                 |
| 15 金   | "             | 4 木     | " (セミナー)          |
| 16 土   | " (日本調査団帰国)   | 5 金     | "                 |
| 17 日   | 公 休 日         | 6 土     | "                 |
| 18 月   | 研 究 遂 行       | 7 日     | 公 休 日             |
| 19 火   | "             | 8 月     | 研 究 遂 行 (セミナー)    |
| 20 水   | " (セミナー)      | 9 火     | "                 |



| 月/日 曜日 | 内 容            | 月/日 曜日 | 内 容        |
|--------|----------------|--------|------------|
| 4.10 水 | 研 究 遂 行 (帰国報告) | 4.12 金 | 帰 国 人 事    |
| 11 木   | 帰 国 人 事        | 4.13 土 | 帰 国 JIL952 |

### 3. 共同研究結果

今回とり上げた課題は、現在、園芸試験場果樹科で取りくんでいる研究項目のうち、下記項目に直接関連し、これの推進に役立つものとした。

課題設定に当たっては、担当者と十分協議し、共同研究の実を上げるよう努めた。

Ⅱ-3-(4) 果樹凍害被害量の早期診断と減収推定

Ⅳ-1-(4) 主要果樹別品種別耐凍性検定法確立

すなわち、上記の実施研究項目に関連する試験課題として、以下の3題について共同研究を実施した。

#### (1) 樹園地の温度環境測定

##### 研究担当者

日本側 鴨田福也

韓国側 金基烈, 辛建哲, 金聖奉

試験目的：園地内の温度環境は、各種の温度障害や樹体及び果実の生育、品質等に影響することが大きく、その実態解明と制御が極めて重要な問題である。ここでは、冬期間におけるリンゴ園の温度環境を明らかにする。

試験方法：園芸試験場（水原市）内にあるリンゴ園（7年生ふじ、台木M26）を用い、表1に示す各部位の温度測定を行った。なお、温度測定はCC熱電対（φ0.32mm）を用い、デジタル温度記録計（mini YODAC, YEW 3874 JICA）に自記させた。日射量の測定は、場内にある気象観測所において実施した。

表1. 温度測定部位と日射量測定

| 項 目   |   |
|-------|---|
| 気 温   | 測定樹近くの地上1.5 m高さ   |
| 地 温   | 0 cm (地表面), 10 cm, 30 cm深さ  |
| 樹 体 温 | 主幹 (地上20 cm高さ, 幹径12 cm) の南側, 北側, 中心部<br>枝条 (地上1.5 m高さ, 直径1.2 cm) の南側, 北側, 中心部<br>花芽 (地上1.7 m高さ) の表面, 内部 |
| 日 射   | 気 象 観 測 所   |

主幹部位の温度比較処理として、主幹部位にワラ巻きをしたもの、ホワイトウォッ

シム（白）塗布を施したもの、また、対照区とし無処理の3区をつくり比較した。測定は1983年3月15日から3月27日まで実施した。

試験結果の概要及び考察

1 各部位における測定期間内の最高・最低温度

各部位における最高・最低温度の日別変化は、表2のとおりであった。測定が3月中旬からであり、気温、日射とも上昇しつつあり、測定期間内の最低気温の極値は-4.2℃、最高気温の極値は16.9℃で、日射強度は0.8~1.0l/minに達していた。

表2. 測定期間内の各部位における最高・最低温度

| 月/日  | 天気 | 最高A<br>最低B | 気温           | 地 温          |             |            | 対 照 ( 裸 )    |              |              |              |              |              |              |              |              | 白巻布<br>南     | ワラ巻<br>南 |
|------|----|------------|--------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
|      |    |            |              | 0cm          | 10cm        | 30cm       | 主 幹          |              |              | 枝 梢          |              |              | 花 芽          |              |              |              |          |
|      |    |            |              |              |             |            | 南            | 北            | 中心           | 南            | 北            | 中心           | 表面           | 中心           |              |              |          |
| 3/15 | ☉  | A<br>B     | 13.6<br>—    | 19.5<br>—    | 9.3<br>—    | 4.6<br>—   | 21.8<br>—    | 15.3<br>—    | 22.0<br>—    | 15.3<br>—    | 13.9<br>—    | 15.5<br>—    | 14.6<br>—    | 14.5<br>—    | 17.4<br>—    | 11.3<br>—    |          |
| 16   | ☉  | A<br>B     | 10.9<br>1.2  | 19.0<br>-1.0 | 6.7<br>2.5  | 3.5<br>3.3 | 17.1<br>-0.3 | 15.0<br>0.1  | 15.6<br>0.1  | 12.0<br>0.2  | 13.0<br>0.5  | 13.1<br>0.3  | 11.9<br>0.8  | 12.1<br>0.8  | 14.3<br>-0.2 | 8.6<br>2.3   |          |
| 17   | ☉  | A<br>B     | 11.8<br>-0.2 | 24.2<br>-1.0 | 7.5<br>2.7  | 3.9<br>3.9 | 21.7<br>-1.1 | 14.2<br>-1.1 | 17.3<br>-0.6 | 16.3<br>-0.8 | 12.9<br>-0.4 | 14.6<br>-0.5 | 12.6<br>-0.6 | 13.1<br>-0.6 | 17.0<br>-1.5 | 10.6<br>1.8  |          |
| 18   | ☉  | A<br>B     | 11.7<br>—    | 18.1<br>—    | 6.7<br>—    | 4.5<br>—   | 16.1<br>—    | 13.7<br>—    | 14.1<br>—    | 13.4<br>—    | 13.8<br>—    | 14.4<br>—    | 12.5<br>—    | 11.6<br>—    | 13.6<br>—    | 8.7<br>—     |          |
| 19   | ☉  | A<br>B     | 14.6<br>2.8  | 30.0<br>1.2  | 7.5<br>4.2  | 4.8<br>4.8 | 25.7<br>2.2  | 16.8<br>2.0  | 22.5<br>2.7  | 19.0<br>2.0  | 17.7<br>2.4  | 19.6<br>2.3  | 16.8<br>2.5  | 19.6<br>2.9  | 19.6<br>1.7  | 12.0<br>4.7  |          |
| 20   | ☉  | A<br>B     | 16.9<br>0.5  | 25.4<br>-0.2 | 9.8<br>4.7  | 6.4<br>5.4 | 24.6<br>-0.6 | 18.9<br>-0.4 | 21.2<br>-0.4 | 21.0<br>-0.6 | 18.6<br>0.0  | 19.7<br>-0.2 | 18.5<br>0.2  | 18.4<br>0.2  | 21.7<br>-1.3 | 13.3<br>1.8  |          |
| 21   | ☉  | A<br>B     | 12.1<br>-1.7 | 29.2<br>-2.1 | 10.1<br>3.9 | 6.9<br>5.5 | 23.8<br>-1.5 | 15.2<br>-1.8 | 19.9<br>-0.4 | 19.1<br>-1.5 | 16.4<br>-1.3 | 16.8<br>-0.9 | 14.6<br>-1.7 | 16.6<br>-1.5 | 21.9<br>-2.4 | 11.7<br>1.5  |          |
| 22   | ☉  | A<br>B     | 12.6<br>-4.2 | 31.8<br>-4.0 | 10.6<br>3.1 | 7.0<br>5.4 | 28.3<br>-3.0 | 16.3<br>-3.7 | 21.9<br>-1.1 | 20.3<br>-5.1 | 15.1<br>-4.5 | 18.6<br>-4.6 | 15.9<br>-4.2 | 15.9<br>—    | 22.0<br>-4.0 | 12.4<br>-0.3 |          |
| 23   | ☉  | A<br>B     | 12.6<br>-2.2 | 19.0<br>-3.1 | 6.4<br>3.5  | 5.4<br>5.4 | 17.8<br>-2.1 | 16.2<br>-2.5 | 16.3<br>-0.3 | 14.2<br>-3.2 | 15.8<br>2.7  | 17.1<br>-2.9 | 13.8<br>-2.5 | 13.5<br>—    | 14.9<br>-2.9 | 11.8<br>-0.3 |          |
| 24   | ☉  | A<br>B     | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—      | —<br>—     | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       | —<br>—       |          |
| 25   | ●  | A<br>B     | 9.7<br>—     | 9.6<br>—     | 8.6<br>—    | 8.6<br>—   | 9.9<br>—     | 9.9<br>—     | 9.6<br>—     | 9.9<br>—     | 9.9<br>—     | 10.0<br>—    | 10.0<br>—    | —<br>—       | 9.6<br>—     | 9.4<br>—     |          |
| 26   | ☉  | A<br>B     | 12.9<br>-1.1 | 20.6<br>-0.3 | 11.2<br>4.3 | 8.4<br>6.1 | 26.1<br>-1.0 | 16.1<br>-1.2 | 20.3<br>-0.2 | 15.2<br>-1.3 | 14.9<br>-0.8 | 16.3<br>-0.6 | 12.9<br>—    | 10.6<br>—    | 20.9<br>-1.4 | 8.2<br>0.8   |          |
| 27   | ☉  | A<br>B     | 7.8<br>3.3   | 11.2<br>4.2  | 8.5<br>6.2  | 7.4<br>7.1 | 11.2<br>3.6  | 10.5<br>3.5  | 10.1<br>3.6  | 8.9<br>3.3   | 9.1<br>3.4   | 9.2<br>3.4   | —<br>—       | —<br>—       | 7.7<br>3.6   | 6.4<br>3.8   |          |

注) A: 最高温度(℃), B: 最低温度(℃), ☉: 快晴, ☉: 晴, ☉: 曇, ●: 雨

代表的な項目について最高・最低極値を整理すると、表3のとおりである。表にみるとおり、温度較差が大きいのは、地表面や無処理の主幹南側温度であり30℃以上となっている。

主幹部の温度較差を処理別にみると、無処理が最も大きな較差を示し次いで、白塗布で、ワラ巻き主幹の温度較差は最も小さかった。このような結果は、主幹部の温度障害に対し影響することが大きく、無処理の主幹に障害が多いのはこのためである。

表3. 主要項目の最高・最低温度の極値

|      | 気温   | 地温   |      |      | 主幹(南側) |      |      |
|------|------|------|------|------|--------|------|------|
|      |      | 0cm  | 10cm | 30cm | 無処理    | 白塗布  | ワラ巻  |
| 最高   | 16.9 | 31.8 | 11.2 | 8.6  | 28.3   | 22.0 | 13.3 |
| 最低   | -4.2 | -4.0 | 2.5  | 3.3  | -3.0   | -4.0 | -0.3 |
| (較差) | 21.1 | 35.8 | 8.7  | 5.3  | 31.3   | 26.0 | 13.6 |

ii 樹体温の日変化

主幹南側温度の日変化を示したのが、図1である。図にみるように、温度日較差が最も大きいのは無処理の主幹であり、次いで白塗布、ワラ巻が最も小さい日較差を示している。無処理の主幹温度日較差は、最大30℃以上に達することが観測され、(表2, 表3参照), 温度障害が発生し易い条件にあることがわかる。

無処理主幹部位における南側、北側及び中心部における温度変化では、日中、南側が著しく高く、北側は低く、その差は最大12℃に達した。なお、中心部の温度は南北のほぼ中間程度の温度を示した。

夜間の温度は、南北中

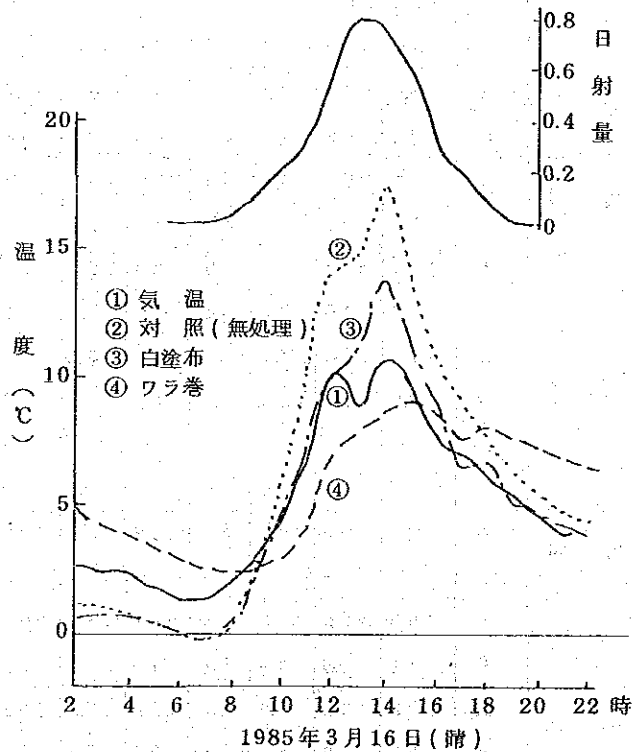


図1 主幹南側温度の日変化

心部にほとんど差がなく、同程度の温度を示した。

### iii 地 温 変 化

深さ別の地温変化は、図2のようであり、深さによって地温は大きく変化した。晴天日における地表面温度は著しく高くなり、表2にみるように、最高気温12.6℃（3月22日）において、地表面温度31.8℃を示した。また、深さ別地温変化からみた不易層は35cm程度と推定された。

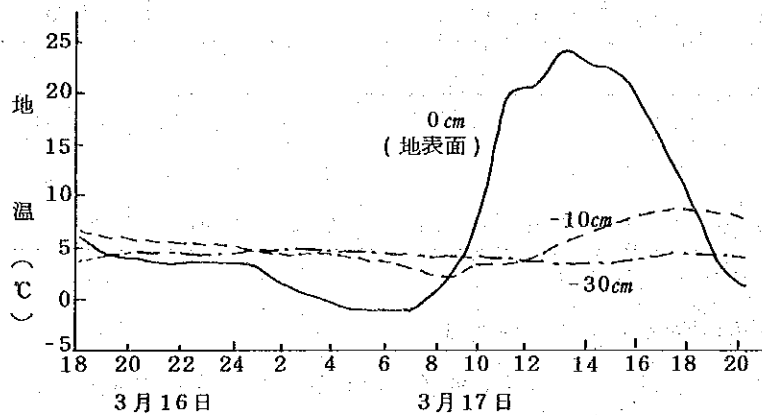


図2 地温の日変化

## (2) 露地及び施設栽培ブドウの気象環境調査

研究担当者

日本側 鴨田福也

韓国側 金基烈, 辛建哲, 金容硯, 孫東洙

試験目的：韓国における果樹の施設栽培は2, 3年前から本格的に開始され、その研究も緒についたばかりである。したがって、施設内の気象環境特性や生態反応などに関し、不明な点が多い。

ここでは、まず、露地及び施設内ブドウを対象に、気象環境を測定し、その特性を明らかにする。今後、この種の研究と生育調査等をあわせ、施設内環境制御指針を早急に策定する必要がある。

試験方法：園芸試験場羅州支場にあるブドウ（巨峰）を用い、露地、無加温、加温ハウスについて各要因別に測定した。測定項目は次のようである。温度測定はCC熱電対（0.32mmφ）を用い、日射測定は農試電試型日射計を用い、それぞれの出力はデジタル温度記録計（mini YODAC, YEW 3874, JICA）に自記させた。

なお、供試したハウス仕様は次のようである。被覆フィルムは、PE

フィルム (0.075) である。

|           | 露地        | 無加温ハウス        | 加温ハウス                        |
|-----------|-----------|---------------|------------------------------|
| 乾・湿球温度    | ○ (棚面)    | ○ (棚面)        | ○ (棚面)                       |
| 気温 (乾球温度) | ×         | ○ (カーテン10cm下) | ○ (カーテン10cm下)<br>○ (地上30cm高) |
| 地温        | ○ (15cm深) | ○ (15cm深)     | ○ (15cm深)                    |
| フィルム温度    | ×         | ×             | ○ (屋根面外側)                    |
| 日射量       | ○ (棚上)    |               | ○ (棚上)                       |

|        | 棟   | 間口   | 奥行    | 棟高   | 表面積               | 容積   |
|--------|-----|------|-------|------|-------------------|------|
| 無加温ハウス | 単棟  | 7.2m | 28.0m | 2.7m | 327m <sup>2</sup> | 5687 |
| 加温ハウス  | 2連棟 | 14.4 | 28.0  | 4.0  | 708               | 1251 |

#### 試験結果の概要及び考察

##### 1. ハウス内の気温・飽差及び地温

ハウス内及び、露地の気温、飽差及び地温の変化は、図3のとおりであった。これらの測定結果から、次のような問題点が指摘できる。すなわち、①無加温ハウスでは、換気が不十分なことから、気温及び飽差の日変化が著しく大きい。②30℃以上の高温、20mmHgを越す飽差はブドウにとって極めて生育不良な環境である。③加温ハウスは日中気温及び夜温管理は適正に行われ、問題はない。④15cm深さの地温は、日変化が小さく、露地では、8～10℃、無加温ハウス14～17℃、加温ハウス16～18℃であった。なお、無加温ハウスの地温変化は他二者に比べ大きい。

特に問題となるのは、無加温ハウスの飽差 (乾燥程度を示す) であり、散水あるいは枝水などの措置をとり、乾燥防止に努めることが、何よりも重要なことである。

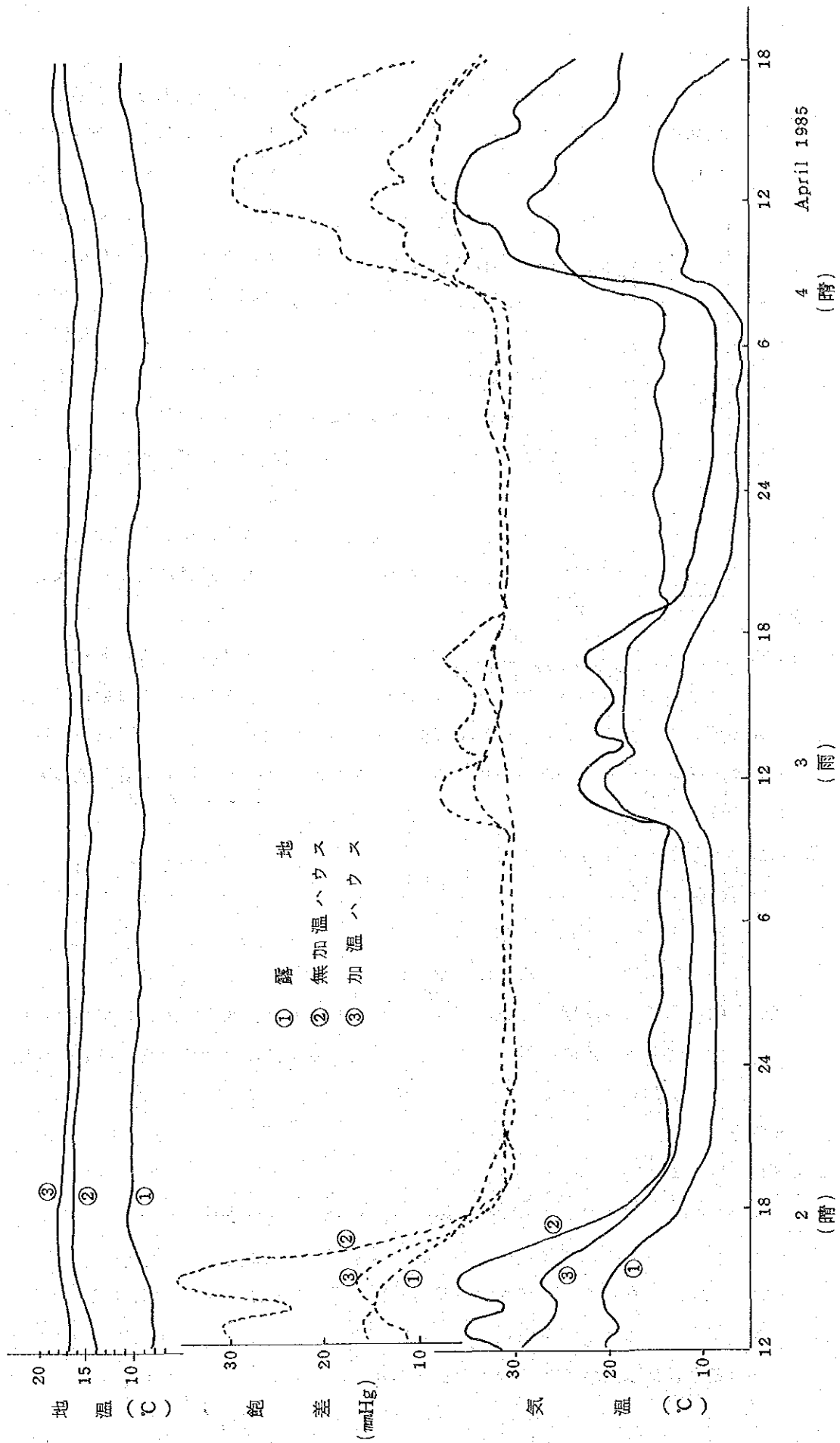


図3 気温：飽差及び地温の時刻別変化

ハウス内の高さ別気温変化は、図4のとおりであり、日中の気温は上下差が大き  
く、夜間にはほとんど差がなかった。上下差が大きくなるのは、日中、換気を行

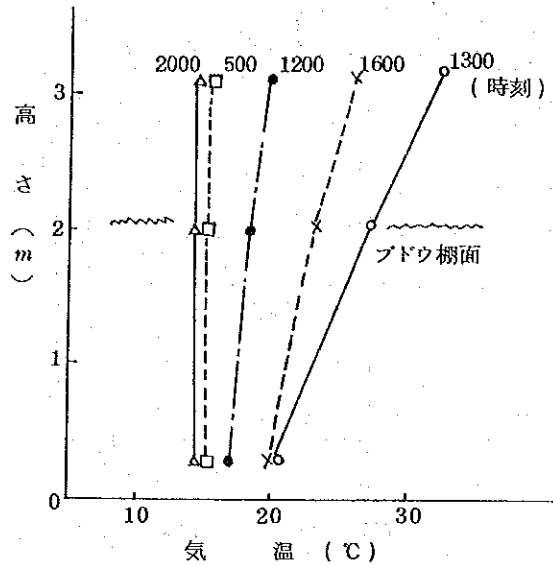


図4 加温ハウス内の高さ別気温変化

直前であり、地上 30cm 高さ位置での気温と、カーテン直下 (カーテン下 10cm の所、なお、このハウスは一重一層ハウスである) との気温差は、13~16℃に達した。なお、測器の都合で、今回は、無加温ハウスでの高さ別変化は測定しなかったが、図3にみるような結果から無加温ハウスの上下気温差は著しく大きいことが推定される。

#### ii ハウス内への日射透過

ハウス内への日射透過は、太

太陽高度、骨材やカーテンなどの影響により大きく変化した。日中、骨材及び収納したカーテンの蔭が出来ない場合での日射透過率は 78% を観測し、比較的良好な日射透過を示した。

### (3) 樹種別品種別の耐凍性検定

研究担当者

日本側 鴨田福也

韓国側 全基烈, 辛建哲, 金聖奉

試験目的: 共同研究課題のなかで、主要果樹別品種別耐凍性検定法確立がうたわれており、その一環として、下記の述べる4種類の検定法を比較し、検定法確立に資する。

試験方法:

#### I 供試材料

リンゴ (つがる, 陸奥, ふじ)

ナシ (長十郎, ダンベ, 晩三吉)

ブドウ (キャンベルアーリー, デラウェア)

モモ (倉方早生, 大久保, 白桃)

3月中旬に採取した資料について検討した。

## II 検 定 方 法

電気伝導度法 (TOA, Conductivity CM-20E, JICA)

T T C 法 (Tnphenyl Tetrazotion Chorirole 利用)

氷 結 法 (Multiple Freezing Points 検出)

水 挿 法 (水挿しによる発芽枯死調査)

Basilらによる検定法に準じて行った。

## III 処 理

切枝を用い超低温槽に入れ、 $-15 \sim -40^{\circ}\text{C}$ まで段階別に低温に遭遇させ、枯死程度や活性など、各検定法により調査した。

試験結果の概要及び考察

### I 低温障害に対する各測定法の比較

低温障害の検定法には、Specific Conductivity 及び TTC も極めて有効であり、凍死率との関係では樹種や品種によってその傾向を異にした。なお、Multiple Freezing Point の測定は、センサーの作成、資料との密着方法、サンプリングエラーなどで、一定の傾向が見出しにくく、今回の測定は不成功に終わった。今後、この種の方法について、さらに習熟する必要がある。

表 4. 耐凍性検定法の比較

| Apple     |                                 |                |       | (%)                |
|-----------|---------------------------------|----------------|-------|--------------------|
| Varieties | Temp.<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Spec.<br>conc. | TTC   | Growth<br>(injury) |
| Tsugaru   | Con.                            | 44.1           | 93.4  | 0                  |
|           | -25                             | 47.0           | 94.2  | 3.3                |
|           | -40                             | 64.4           | 64.5  | 94.0               |
|           | LSD 0.05                        | 6.67           | 21.20 | 9.03               |
| Mutsu     | Con.                            | 42.2           | 83.9  | 0                  |
|           | -25                             | 51.6           | 49.3  | 26.3               |
|           | -40                             | 66.8           | 40.6  | 100                |
|           | LSD 0.05                        | 14.81          | 20.24 | 10.71              |
| Fuji      | Con.                            | 34.3           | 86.3  | 0                  |
|           | -25                             | 39.5           | 78.3  | 8.6                |
|           | -40                             | 64.5           | 73.1  | 100                |
|           | LSD 0.05                        | 5.31           | 28.56 | 8.67               |

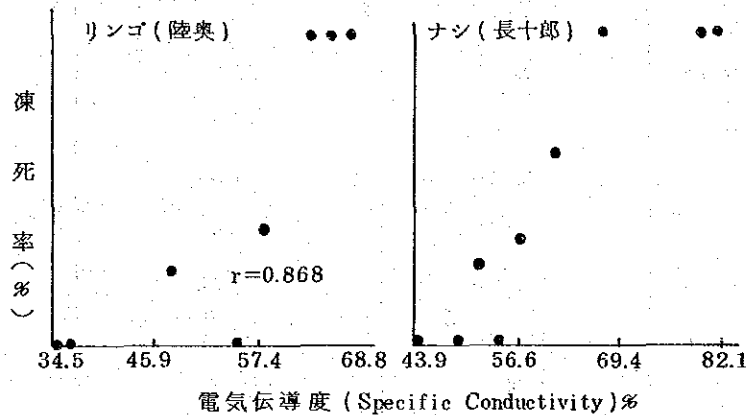


| Pear         |               |                |       |                    |
|--------------|---------------|----------------|-------|--------------------|
| Varieties    | Temp.<br>(°C) | Spec.<br>conc. | TTC   | Growth<br>(injury) |
| Chojuro      | Con.          | 489            | 81.7  | 0                  |
|              | - 20          | 564            | 89.3  | 43.7               |
|              | - 30          | 77.2           | 65.5  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 125.5          | 27.62 | 16.57              |
| Danbae       | Con.          | 55.6           | 92.9  | 0                  |
|              | - 20          | 46.9           | 79.3  | 32                 |
|              | - 30          | 70.8           | 69.6  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 10.21          | 23.14 | 7.56               |
| Okusankichi  | Con.          | 45.3           | 96.0  | 0                  |
|              | - 20          | 46.2           | 83.9  | 0                  |
|              | - 30          | 72.4           | 75.6  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 3.95           | 11.21 |                    |
| Grape        |               |                |       |                    |
| Varieties    | Temp.<br>(°C) | Spec.<br>conc. | TTC   | Growth<br>(injury) |
| Campbl Early | Con.          | 36.5           | 56.5  | 0                  |
|              | - 15          | 34.3           | 79.2  | 0                  |
|              | - 25          | 62.4           | 30.1  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 9.69           | 23.34 |                    |
| Delaware     | Con.          | 39.1           | 80.4  | 0                  |
|              | - 15          | 42.9           | 66.3  | 0                  |
|              | - 25          | 52.1           | 62.4  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 7.92           | 27.53 |                    |
| Peach        |               |                |       |                    |
| Varieties    | Temp.<br>(°C) | Spec.<br>conc. | TTC   | Growth<br>(injury) |
| Kurakatawase | Con.          | 39.7           | 98.0  | 0                  |
|              | - 15          | 42.0           | 77.2  | 0                  |
|              | - 25          | 52.5           | 61.5  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 7.55           | 8.33  |                    |
| Okubo        | Con.          | 42.2           | 93.6  | 0                  |
|              | - 15          | 36.8           | 87.2  | 0                  |
|              | - 25          | 47.8           | 76.5  | 50                 |
|              | LSD 0.05      | 9.68           | 15.77 |                    |
| Hakuto       | Con.          | 40.8           | 90.0  | 0                  |
|              | - 15          | 41.2           | 79.7  | 0                  |
|              | - 25          | 50.2           | 61.5  | 100                |
|              | LSD 0.05      | 7.63           | 13.76 |                    |

## II 凍死率と電気伝導度との関係

代表的な例について、凍死率と電気伝導度 (Specific Conductivity) との関係を示したのが、図 5 である。両者の間には、高い正相関がみられ、相関係数及び回帰回帰式は次のようであった。

|         | 相関係数  | 回帰係数                |
|---------|-------|---------------------|
| リンゴ 陸 奥 | 0.868 | $y = 3.14x - 125.8$ |
| ナ シ 長十郎 | 0.914 | $y = 2.91x - 129.3$ |



## 4. 現地調査とその概要

果樹気象に關与する現地調査は、次の3個所について実施した。視察調査の概要は、次のようである。

### (1) 1984年春先低温乾燥によるブドウの「ねむり病」発生状況視察

視察地：金浦，安養， 周辺， 1985年3月11日(月)

当該地域は、1983年11月から1984年4月にかけて降雨量が少なく、また、 $-10 \sim -18^{\circ}\text{C}$ 程度の低温に遭遇することが多かった。このためブドウ(主としてキャンベル)に多数の「ねむり病」が発生した。このような経験は、当該地では初めてとする例が多く、その対策に困惑することがみられた。

園芸試験場、文鍾烈氏らのデータをみると、表5、6のようであり、安養では84%にも達するdieback(ねむり病とみられるもの)が出ており、各地平均で53%のdiebackがあったとしている。また、表にみるように $-10^{\circ}\text{C}$ 以下の低温遭遇は20日間以上に達しており、既往成果( $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に20日間以上遭遇)からみて、「ねむり病」発生が当然おこり得る条件であった。なお、これら「ねむり病」発生は、低温遭遇とあわせ、干ばつ条件が大きく關与していることが推定された。

Table 5. Investigation of occurrences of grapevine dieback in different regions. (文 1984)

| Region    | No. of tree investigated (A) | No. of dieback tree (B) | A/B ratio (%) |
|-----------|------------------------------|-------------------------|---------------|
| Suweon    | 2,539                        | 3,948                   | 46.2          |
| Kimpo     | 2,400                        | 1,240                   | 51.7          |
| Shiheung  | 771                          | 534                     | 69.3          |
| Anyang    | 512                          | 428                     | 83.6          |
| Youngdong | 9,650                        | 2,765                   | 28.7          |
| Okcheon   | 5,996                        | 1,983                   | 33.1          |
| Daedeog   | 3,740                        | 2,059                   | 55.1          |
| Ikgan     | 2,338                        | 954                     | 40.8          |
| Keumreung | 15,100                       | 7,773                   | 51.5          |
| Kyeongsan | 15,628                       | 10,742                  | 68.7          |
| Total     | 64,674                       | 32,426                  | 52.9          |

Table 6. Duration of the lowest temperature in different regions. (文 1984)

| Temperature range (°C) | Days recording consistantly low temperatures in different regions |              |           |              |           |              |
|------------------------|---|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                        | Suweon  |              | Leumreung |              | Kyeongsan |              |
|                        | '83/84  | Everage year | '83/84    | Everage year | '83/84    | Everage year |
| -10.1~-12.0            | 10  | 4            | 12        | 0            | 17        | 0            |
| -12.1~-14.0            | 7   | 0            | 7         | 0            | 5         | 0            |
| -14.1~-16.0            | 3   | 0            | 2         | 0            | 1         | 0            |
| -16.1~-18.0            | 2   | 0            | 0         | 0            | 0         | 0            |
| Total                  | 22  | 4            | 21        | 0            | 23        | 0            |

「ねむり病」を初めて経験する例が多くみられ、その対策に混乱がみられた。5月中旬になっても発芽をみないことから、一部農家では根元から切り倒したものを、大きく切り戻したものなど、1年後の今回の調査においても、その後遺症が大きかった。

これを契機に、「ねむり病」対策をしっかりと立てておくことが肝要である。

(2) 1980 ~ '81年冬期寒害による果樹の回復調査

視察地：利川，長湖院周辺

1980 ~ '81年冬期の異常低温は，80 ~ 100年ぶりといった極めて厳しいもので，果樹栽培に対し，未曾有の被害をもたらした。被害は全国的なものであったが，とりわけ中央部から中央北部の被害が大きく，モモ，ナシ，ブドウなどの被害が甚大であった。これらの調査結果は，坪井・金（1983，農業気象）により詳しく報告されたところである。

今回の視察は，被害後4年を経過し，その後，どのような回復状況にあるかをみるためであった。視察結果の要約は，次のようである。

- i 被害甚大であったモモ，ナシ園において，その後，樹種の変更はなく，被害前と全く同様である。
- ii モモ園では，被害樹の株元から出た新 芽を育成し，あるいは新しい苗木を植えて再出発したものが多し。
- iii モモ園で連作障害的なものはみられない。
- iv ナシでは耐凍性に品種間差がみられ，耐寒性の弱い晩三吉などでは，高接ぎ更新がなされていた。
- v リンゴ園では，腐らん病が一段と進行し，とくに老木（30 ~ 50年生）で著しく，伐採，抜根する例がみられた。
- vi わい化栽培のリンゴでは，7 ~ 8年を経過すると主幹部位の表皮が細かく亀裂角皮化し，粗皮病的な症状が多くなる。

5. セミナー

セミナーは，帰国報告を含め5回行い，その概要は次のようであった。

(1) 1984年日本における果樹の生育反応

1985年3月20日（水） 於園芸試験場

1984年春先の異常低温により各樹種とも大幅な開花，発芽遅れが目立ち，生育異常が発生したこと，また，7 ~ 8月の高温干ばつにより果実肥大が抑制され，品質向上をみたものの収量低下が著しかったことなどを紹介した。

韓国においても，1984年春先の長期低温により金浦，安養などを中心に，ブドウ（キャンベル）の「ねむり病」が多発し，大きな問題になった。

今日まで，韓国でほとんど問題にならなかった「ねむり病」が多発したのは，長期低温の他に干ばつによるのが主因と考えられた。なお，韓国におけるブドウの「ねむり病」発生の限界条件については，不明であり，今後の研究課題である。日本（長野県）における「ねむり病」の発生限界条件は， $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に20日間以上遭遇するこ

ととなっている。

1984年夏期の経過は、韓国と日本はよく類似し、高温多照であり、ナシ、リンゴなどの精度は例年になく高く、一方、果実は小玉であり、収量は思ったより伸びなかった。

## (2) 積算日射量の簡易測定

1985年3月29日(金) 於 農業技術研究所

4月8日(月) 於 園芸試験場

積算日射量を簡易軽便に測定できる方法について例を示しながら解説した。作物生産の現場では時々刻々の日射量変化を明らかにすることも重要であるが、むしろ1日の積算日射量の多少や、日射分布の差異など多点観測がより重要な意味をもつことが多い。高価な測器を使用することもさることながら、上述のような認識をもった実験方法も理解して貰い、その利用促進を意図した。

セミナー資料の概要は、次葉(No.21)のようである。測定精度は多少劣るが、積算日射量が容易に知ることができ、また安価であることから多点測定が容易であることが、この測定法の最大の特長である。絶対値の測定には精度が劣り問題があるが、相対的な比較には十分利用できる方法である。

実用的な方法であり、活発な討議が行われ、この種測定法に対する関心の深さと熱心さに認識を新たにしたところである。

### 積算日射量の簡易測定

|                       |                   |   |
|-----------------------|-------------------|---|
| 日<br>射<br>量<br>測<br>定 | 物理的測定<br>(電氣的・熱的) | 各種日射計を利用する方法<br>(ネオ日射計, エプリー日射計, ゴルチンスキー日射計, 農試電試型日射計, 管型日射計など)<br>(ロビッチ日射計, ベラニー日射計, 銅電量日射計) |
|                       |                   |   |

#### A 銅電量日射計

太陽電池(フォートセル)を用い、日射量の強弱、多少による電流発生に呼応し、銅線に付着するメッキ量によって、積算日射量を計測する。測定は長期間(2~4週間)を対象にし、0~10,000 cal/cm<sup>2</sup>の間で直接性がある。

#### B シュウ酸ウラニル法

硫酸ウラニルを用い、光照射によって起こる光化学反応を利用するもので、測定

はほぼ1日単位をもって行うのが普通である。

#### C. アセトン・ベンゼン法

ベンゼンにアセトンを溶解し、光照射によって起る光化学反応(重合によるジアントラセン)を利用し、積算日射量を計測するものである。

#### D. ジアゾ感光紙法

ジアゾ感光紙を用い、光照射による感光紙の色変化から積算日射量を計測するもので、精度は劣るが簡便であり実用的である。

### (3) 果樹施設栽培の問題点

1985年4月4日(木) 於 園芸試験場羅州支場

現在進展しつつある日本の果樹施設栽培の問題点について紹介した。今日、日本では、雨よけ栽培を含め、果樹の施設栽培面積は6,100 haに達し、1990年には8,500 haに及ぶであろうと推定されている。

施設栽培導入のメリットは数多いが、なかでも生産の安定、労力分散、病害虫防除の軽減、品質向上などが大きく、収益性の向上に寄与している。

韓国においても、2、3年前から果樹の施設栽培研究が本格的に取り組みられるようになった。農家でもブドウを中心に施設栽培が試みられるようになり、早期出荷をねらった栽培となっている。

果樹施設栽培の問題点を要約すると、下記のとおりであり、今後の研究にまつところが大きい。

#### 1. 生産費の低減

施設資材費の節減・暖房費の節減・作型の改善・管理の省力・自動化

#### 2. 良質・安定生産

樹体の適正管理・結実の適正化・気象及び土環境の制御と適正化・低樹高、わい化栽培の導入・生理障害や樹勢衰弱の防止・病害虫防除

#### 3. 経営・販売体制の強化

経営規模の適正化・施設栽培の団地化、集中化、販売体制の拡充と強化

### 6. おわりに

先進農業、技術革新をめざす韓国の農業を、極めて短い期間ではあるが、目で見、肌で感ずることができた。(実の所、自分自身、何もわかっていないのかも知れない)。訪韓時期が前回と同様、冬期間であり、ハウス栽培以外、作物の生育している姿は見られないが、そのハウス栽培一つをとってみても、実に目ざましい発展をとげている。国民1人当たりのハウス面積は、日本を凌ぎ、国民に豊かな食生活を提供している。

米の生産量にしても、1984年において10a当たり1,006kg(白米)を実現し、技

術革新の目ざましい発展の証がみられる。

農業の発展は、工業のそれに比べ、かなり長い時間においてみられるべきものであろうが、それにしても、今日の科学の発達速度に対応した技術革新が期待されるべきである。例えば、各種畑作物におけるウイルスフリーの作出とその増殖、バイオテクノロジーによる新作物の造成など、興味ある問題で、今後の研究がまたれる所である。

おわりに、自分の専門とする農業気象からみて、一つの疑問を述べさせて頂きたい。それは、各研究機関等で掲げている技術革新の重点方向に関してである。この中には、6つの項目が指摘されている。しかし、この中に「安定生産」という項目はない。

食糧の安定供給や安定した価格を維持するには、まず、安定した生産を確保することが先決であると思われる。今日、頻発する異常気象等に対し、どのようにして安定した生産を維持するか、その技術確立が大きな問題である。

今回の農業気象災害共同研究の狙いの一つがそこにある。もちろん、最終的には「良質安定多収」の技術確立が目標であるが、これの実現のため、お互い知恵をしぼり、共同研究をより一層推進したいと願う次第である。

以上









JICA