

関東の農業気象

第 17 号

日本農業気象学会 関東支部会誌

平成3年10月(1991)

<巻頭言>

支援科学としての農業気象学 中山 敬一 1

<研究トピックス>

スギ花粉の飛散条件と飛散予測 川島 茂人 2
作物モデルで水ストレス影響をどこまで評価できるか 鮫島 良次 11

<講座>

秘伝「べたがけ栽培」 岡田 益己 16

<施設紹介>

神奈川県園芸試験場 林 勇 19

<例会案内>

1991年度 例会の御案内 28
1991年度 講演要旨 29

<支部報告>

1990年度 事業報告 59
1991年度 事業計画案 60
1990年度 収支決算報告 61
1991年度 予算案 62
会計監査報告 63
1990年度 余剰金の処分 63
賛助会友 64
投稿規定 66

日本農業気象学会 関東支部事務局

〒305 千葉県松戸市648

千葉大学 園芸学部

振替口座番号 東京 0-57945

日本農業気象学会関東支部規約

昭和28年6月6日	制定
昭和33年2月14日	一部改正
昭和43年2月	一部改正
昭和46年5月	一部改正
昭和47年5月26日	一部改正
昭和48年9月28日	一部改正
昭和50年1月30日	一部改正
昭和52年1月30日	一部改正
昭和57年1月29日	一部改正
昭和62年1月21日	一部改正
平成2年1月26日	一部改正

第1条 名称

本支部は日本農業気象学会関東支部と称する。

第2条 事務所

本支部の事務所は支部長の指定するところにおく。

第3条 目的

本支部は日本農業気象学会の目的達成に必要な地域的活動を行う。

第4条 事業

本支部は前条の目的を達成するために次の事業を行う。

事業年度は4月～3月までとする。

1. 支部総会は年1回開催する。
2. 支部例会は年1回以上行うことを原則とする。
3. 研究部会活動を行う。
4. その他目的達成に必要と認める事業を行う。

第5条 支部会員及び会友

1. 日本農業気象学会の会員のうち下記の区域内に居住し、又は勤務するものを支部会員とする。

東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬、山梨、長野

2. 前項の他、支部の趣旨に賛同するものは本人の申出により普通会友（個人）ないし、賛助会友にすることができる。

第6条 支部会費

支部を維持運営するために、会員・会友が納入すべき会費は年額それぞれ次のとおりとする。

1. 会員 1人 1,000円
2. 会友 1人 1,000円
3. 賛助会友 1口 5,000円, 1口以上

第7条 支部役員

1. 支部に次の役員をおく。支部長1名、理事10名以内、評議員若干名、会計監査2名。
2. 支部長および理事は会員の全体の選挙によって選出する。
3. 評議員、会計監査は理事会の議をへて支部長が委嘱する。
4. 役員任期は2年とする。但し、支部長ならびに理事は原則として連続2期を越えないことにする。また、支部役員に事故が生じた時は理事会の承認を得て、その役員代行者をおくことができる。

第8条 本規約の改定は総会決議による。

この度、はからずも関東支部長に選出され、責任の重大さを痛感している次第であります。お引受けした以上は、とにかく一生懸命頑張るつもりでおりますので、よろしくご支援、ご指導のほどお願い申し上げます。

周知のとおり、世はまさに“農離れ”の時代であります。このような時代にあって、農業気象学会は如何にあるべきかということと同時に、わが関東支部のあり方も真剣に考えなければなりません。こんな時代にこそ、うまく立回って、学会引いては支部の安泰を確たるものにしていくことが、最善なのだと思います。しかし、どうもそれにすんなり乗り切れないところがあります。「一時しのぎ」というまやかしのようなものを感じるからであります。

では他に良い術はあるのかということになりますが、なかなか名案はありません。歴代の支部長さんの抱負を再読させてもらおうと、皆様それぞれに格調の高い立派なことを述べておられ、改めて大きな感動を覚えると共に、自分の抱負は益々書きづらいものになっていくことに気付きます。しかし、そうも言っておれませんので、支部の存在意義に舞い戻って考えることに致します。支部の存在意義にもいろいろな考え方があって当然だと思いますが、関東支部は多少他の支部とは考え方に違いがあるような気が致します。その原因には、存在場所が都会のど真ん中にあること、学会本部のお膝元にあることなどの条件が、本支部の目的である「日本農業気象学会の目的達成に必要な地域的活動を行う」ということの焦点をボカしてしまうのだと思うのです。地域的活動の意義は十分に理解できるが、その活動の方向は必ずしも農業（農村、農地、農民、作物などを包含した）だけに向けられていない。その端的な表れは、他支部に多く見られる支部独自の会員が殆どいないし、この種の会員を積極的に増やそうという姿勢も殆どなかったことに見られると思います。

前述の“農離れ”の時代であるがために、深刻な問題が随所に見られます。農業従事者の高齢化も、その一つの現れでありましょう。この間、普及員をしている卒業生から聞いた話では、担当地域の中に60才以下の専業農家がないところがあるということでした。後10年もすると、このような地域からは廃業農家が続出することにもなりかねません。対策の一環として省力化、自動化、装置化などが矢継ぎ早に打出され、農業は急速に近代化し、農業後継者に高等教育が必須条件になりつつあります。このような中で“農離れ”を食い止め、支部の発展、学会の発展を図らなければならないのであります。

鴨田前支部長は、地域農業との関係を深めて欲しいとの希望を残されて、東北に栄転されました。私も“農離れ”の時代であるからこそ、地域農業との関係を深めていくことが大事だと考えております。農業気象学はいうまでもなく応用科学であります。高度化時代の応用科学は、広い意味での支援科学とでもいうべき役割を大いに担うべきではないでしょうか。高齢化農業を支援することも当然包含されます。そのような中での農業気象学の役割は大きい筈であります。支援科学の意識を持った地域農業との関係を深めていく手法は、各自の立場で容易に模索することができます。

如何にもドロ臭い抱負(?)になってしまいましたが、よろしくご支援下さいますよう、改めてお願い申し上げます。

研究トピックス

スギ花粉の飛散条件と飛散予測

農業研究センター 川島茂人



1 はじめに

毎年早春の2月頃から5月頃まで、スギ花粉による花粉症が発生する。近年、その患者数は増加する傾向にあり、大きな社会問題となっている。それでは、どのような年に、スギ花粉は大量に飛散するのか？ また、シーズン中のどのような日に飛散量が多くなるのか？ などについて、最近数年間の気象条件の変化と、スギ花粉飛散量の変化を対比しながら考えてみたい。

2 スギ花粉飛散量の観測方法は

一口に花粉飛散量といっても、実際に測定するのは難しい。空中飛散花粉濃度の定義からいえば、単位体積中の空気の中に含まれる花粉の数を計ればよい。この定義に最も近い測定方法が、空気を一定速度で吸引してその空気の中に含まれる花粉の数を数えるパーカード式捕集器(図1A)を用いる方法である。

しかしながら、この捕集器は高価であり、保守も面倒であるため、現在最も一般的に用いられている測定方法はダーラム式(図1B)である。この方法はワセリンを塗ったプレ

パラートを、野外に一定時間放置しておき、単位面積あたり付着した花粉数を数えるものである。

プレパラートの上下には、雨よけなどのための円形の板が取り付けられる。ターラム式は、空気中から落下してきてプレパラートに付着した花粉数を数えることによって空気中の花粉濃度を調べる方法であり、両者の間に正比例の関係があることが、前提条件となっている。以下、本文の中で出てくる花粉飛散量とか、捕集数とかいう値は、このダーラム法による測定値であり、その単位は、一日あたり単位面積に付着した花粉数である。

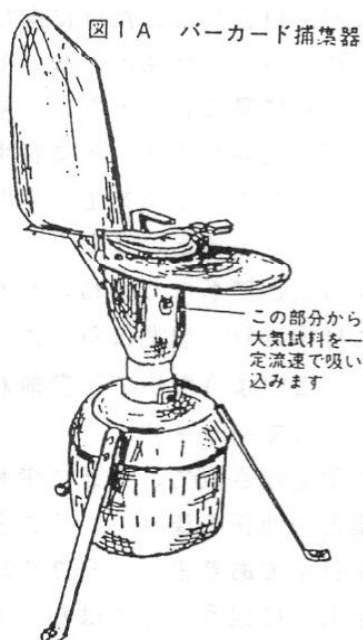


図1A パーカード捕集器

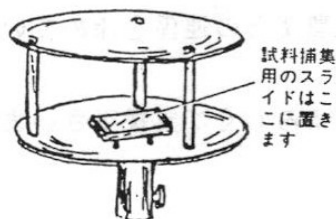


図1B ダーラム捕集器

3 スギ花粉飛散を特徴づける三つの特性

1990年(平成2年)、スギ花粉は多量に飛んだが、終わりが比較的すっきりしていた。その2年前、1988年(昭和63年)は多量に飛び、かつ、いつ

までもずるずると飛んでいた。

このように年によって花粉の飛散パターンは異なるのであるが、その全体的な形は、次のような3つの特徴によって決まる。

①各シーズンの花粉飛散総量

毎日の花粉飛散量を、飛散開始日から飛散終了日まで合計した値。

②シーズン中の日々の飛散量の変動の大きさ

シーズン中は、飛散量の多い日と少ない日が繰り返される。このような日々の変動の大きさ。

③花粉飛散期間

飛散開始日と飛散終了日、及びそれらの間の長さ。

4. 最近数年間のスギ花粉飛散パターン

スギ花粉は毎年2月から5月頃の間には大量に飛散するが、このシーズン中の飛散量の経時変化パターンは、一体どのようなものであろうか。また、どのような気象条件の日に花粉の飛散量が多いのであろうか。

イ. 年次によるパターンの違い

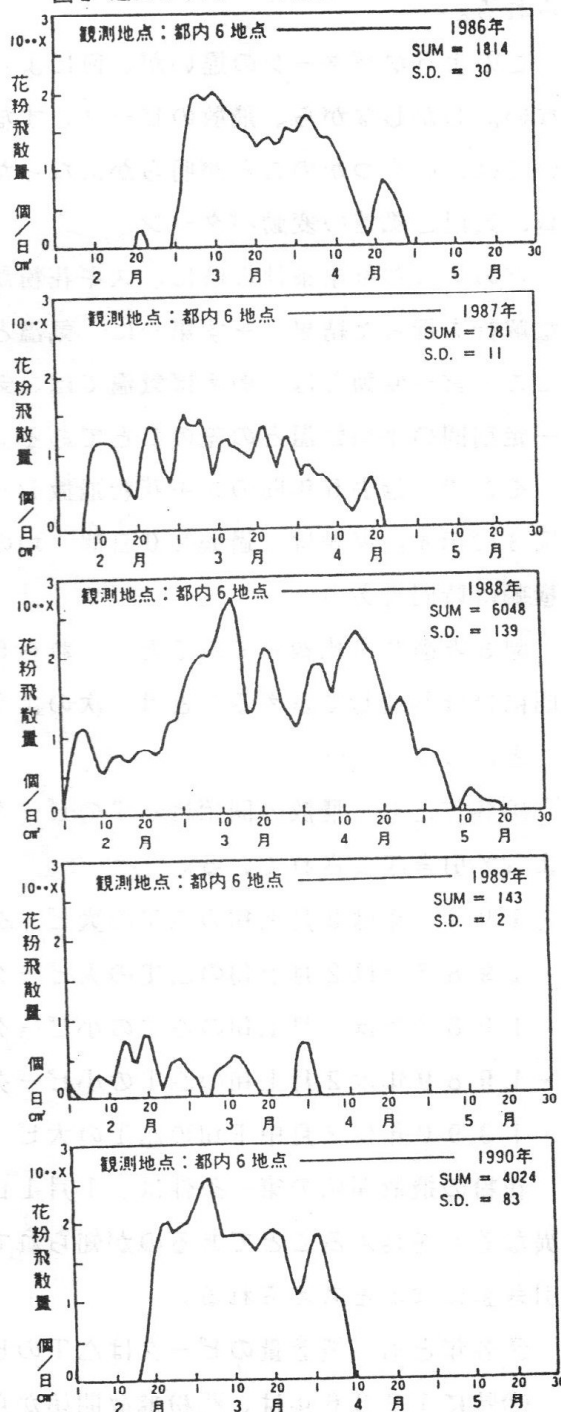
まず、過去5年間（1986年～1990年）の、スギ花粉飛散シーズン中の、都内のスギ花粉飛散量の経時変化を図2に示してみよう。

まず、飛散量を示す縦軸を対数表示にした。これは、パターンの特徴を把握しやすくするためと、外界からの刺激に対する人間の感じ方が一般に対数的であるためである。

例えば耳や目は、刺激が強いときの方が弱いときに比べて、刺激量の変化に対して鈍感になる。花粉が100個と200個の差が症状の差に現れたとしても、1,100個と1,200個の差は症状の差に現れにくいという考え方である。

これらの図から、まず気が付くのは、シ-

図2 過去5年間のスギ花粉飛散量の経時変化



ズン中の花粉飛散量変化が、台形状パターンの年と、連峰状パターンの年があることである。1986年（昭和61年）と1990年（平成2年）は、飛散量が急速に増加し、多いままあまり変化せず推移し、その後急速に減少し、すっきりと終了する台形状パターンの年であった。

一方、1987年（昭和62年）と1988年（昭和63年）は、飛散開始時期に一気に増加せず、徐々に増加し、最盛期にも大きく増加と減少をくりかえした後に、だらだらと減少し、シーズン終了に向かう連峰状パターンの年であった。1989年（平成元年）は、飛散量は非常に少なかったが、経時変化の形としては、連峰状パターンに近いと考えられる。

このようなパターンの違いが、何によって発生するかについて明瞭な答は見つかっていない。しかしながら、飛散のピーク、すなわち花粉の飛び出しを引き起こす気象条件については、いくつかのことが明らかになったので、以下に簡単に述べてみよう。

ロ. 気温と風速の変動パターン

どのような気象条件の時に、スギ花粉が多量に飛び出すかについて、試行錯誤的に様々な解析を行った結果、まず第一に、気温と風速の変動が問題であることが明らかになった。ここで言う変動とは、例えば気温では、気温の値そのものでなく、現在の気温と、過去の一定期間の平均気温との差のことである。

そこで、過去5年間のスギ花粉飛散シーズン中の気温変動（ ΔT ）風速変動（ ΔW ）を図3に示す。縦軸は、過去20日間平均の気温・風速とその日の気温・風速の差であり、横軸は時間である。

図3と図2を比較してみると、これら5年間にほぼ共通して言えることは、次のようなことになる。

①各年とも、飛散の開始は ΔT のピークによって引き起こされている。

- ・1986年は3月上旬の ΔT の大ピーク
- ・1987年は2月上旬の ΔT の大ピーク
- ・1988年は2月上旬の ΔT の小ピーク
- ・1989年は2月上旬の ΔT の小ピーク
- ・1990年は2月中下旬の ΔT の大ピーク

花粉の飛散開始の第一条件は、1月1日からの積算気温が一定の値（地域によって値は異なる）を越えることであるのが知られているので、第二の条件として、 ΔT のピークが引き金になると考えられる。

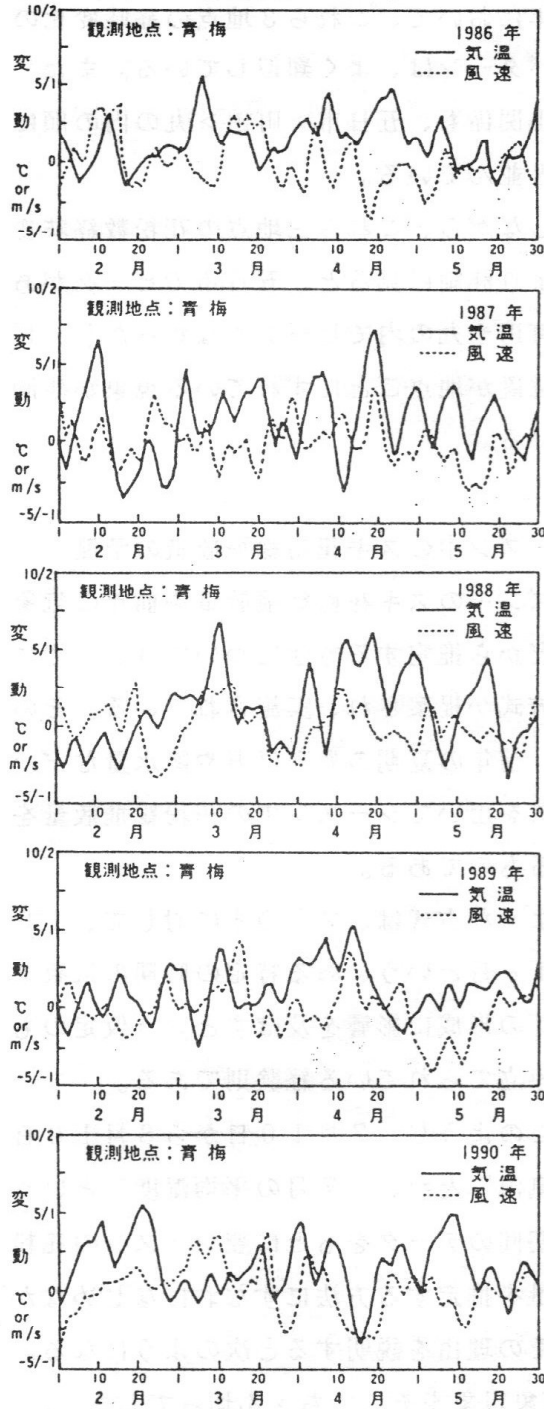
②各年とも、飛散量のピークは ΔT のピークもしくは ΔW のピークにほぼ一致している。

③特に1986年は、花粉飛散開始から終了までの期間の花粉飛散量変化パターンと、



図3

過去5年間のスギ花粉飛散シーズン中の ΔT と ΔW



④ 現在との差を評価するための、過去の一定期間の長さは、19日から20日程度が最適である。

ハ. 場所によるパターンの違い

花粉発生源地域に位置する五日市、周囲にスギの木はほとんどなく発生源から遠い都心の丸の内、これら両地点の中間に位置する町田市を例にとり、過去5年間のスギ花粉飛散量の経時変化を図4に示す。

ΔT の変化パターンがよく一致している。

④ 特に1988年は、この期間の花粉飛散量変化パターンと、 ΔW の変化パターンがよく一致している。

⑤ シーズンのパターンが台形となる1986年と1990年の ΔT のパターンを見ると、どちらも花粉の飛散開始を引き起こした大ピークの後の経時変化が似ている。すなわち、 ΔT は鍋底状に低くなり、20日以上も大きなピークを持たないという特徴がある。そこで、飛散開始を引き起こした ΔT のピークの後で ΔT が大きくなることが、シーズンのパターンが連峰型とならず台形型となる条件の一つと考えられる。

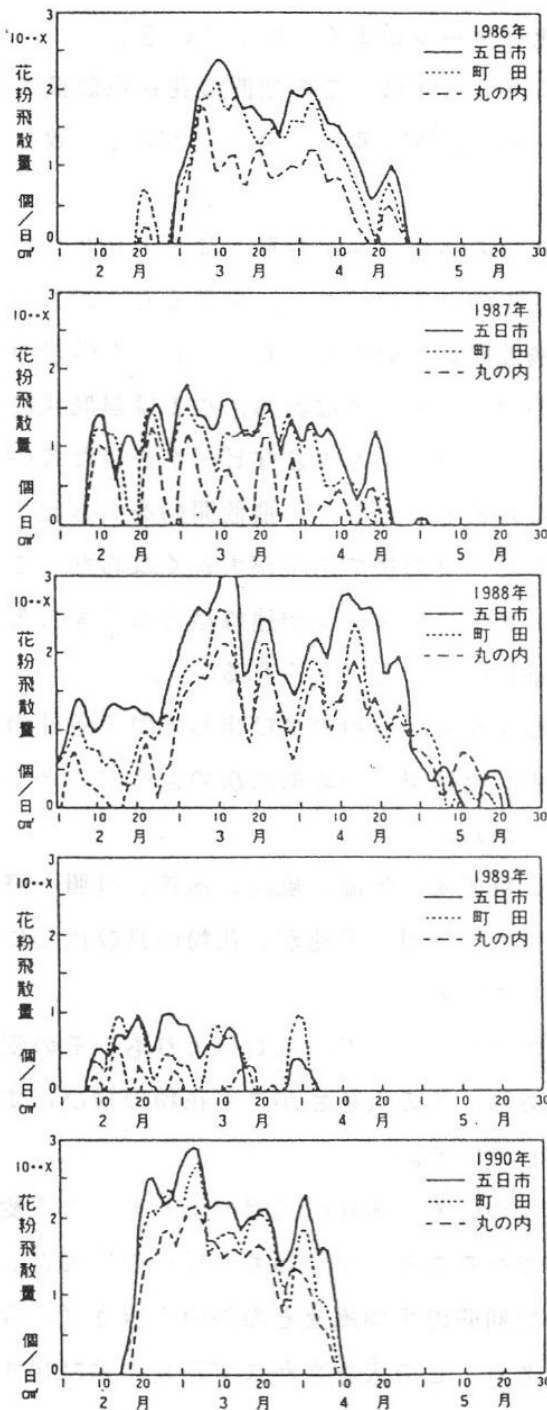
以上の結果から、花粉の飛び出しと気象条件の関係を解析した結果、一般的に次のようなことが言えることがわかった。

① 各種気象要素（気温、風向、風速、日照、降水量）の中で、気温と風速が、花粉の飛び出しに最も関係している。

② 気温について 気温の絶対値よりも、その変化が問題であり、この大きさがスギ花粉の飛び出す量に関係している。

③ 風速について 風速の絶対値よりも、その変動が問題であること。すなわち、現在の風速と、過去の一定期間の平均風速との差の大きさ（ ΔW ）が問題であり、この大きさがスギ花粉の飛び出す量に関係している。

図4 スギ花粉飛量経時変化の場所による違い



花粉が10（個/日 cm^3 ）以下の状態を除けば、各々の年において、これら3地点の経時変化の全体的パターンは、よく類似している。また、その大小関係も、五日市>町田>丸の内の順にきちんと並んでいる。

しかしながら、これら三地点の花粉数経時変化を、より詳細に見ると、五日市でピークがあるのに町田や丸の内ではピークがなかったり、ピーク的位置が地点ごとにずれている現象が観測されている。

5. シーズン中のスギ花粉総飛散量の予測

シーズン中のスギ花粉総飛散量を前年の気象条件などから推定する方法については、すでに様々な方式が提案され、実施されている。その多くは、前年の夏期の最高気温や降水量などから回帰式を用いてシーズン中の花粉総飛散量を予測するものである。

このような方式は、スギの木に対して、10日とか1ヶ月という、ある特定の時期の気象条件が花芽の形成に影響を及ぼすという仮定のもとに組み立てられている経験則である。

私はこのような”7月10日から8月10日の最高気温”とか、”7月の平均湿度”という特定の期間のデータをもとに翌シーズンの花粉総飛散量を推定する方法にすなおになじめなかった。その理由を説明すると次のようになる。

① 7月10日とか8月1日とかいう暦の日は、気象現象をそこでちょん切ってしまうには少し人為的すぎると考えること。植物体にとって、ある生育段階の気象条件が特に、花粉の形成に影響するとしても、それは暦の上の期間ではないこと。

② 森林に対しては、より長期的な気象条件が効いてくるという話を、森林研究者からしばしば聞かされていること。

一方、稲や麦などの植物の生長をモデル化したり、収量を予測したりする時に、よく使われる気候的指標として積算温度がある。積算温度は、測定された温度と基準温度との差を、ある期間について合計した値であり、温度の種類、基準温度、積算期間のとり方によって様々なものがある。

図5に積算温度の概念図を示す。図で縦線を引いた部分の面積が積算温度である。

そこで1986年から1990年の5シーズンについて、前年の積算温度とシーズン中のスギ花粉総飛散量の関係を調べた。積算温度は、スギ森林地帯に位置するアメダスの青梅観測所における日平均気温を、スギ花粉飛散がほぼ終了する5月から次の飛散シーズンが開始する前の12月までの8ヶ月について合計して求めた。

一方、各シーズンのスギ花粉総飛散量は、山間部から都心部に至る都心6地点（五日市、八王子、武蔵調布、町田、葛飾北、丸の内）における花粉捕集数日別値をもとに、これら6地点の平均捕集数の日別値（都内平均の日別花粉飛散量）を計算し、シーズン中（2月から5月）について合計して求めた。

積算気温を計算する時の基準温度を2℃にすると、積算気温と翌年の総飛散量との相関が最も高くなることが明らかになった。

図6に、以上のようにして求めた積算気温と翌年のスギ花粉総飛散量の関係を示そう。図中の西暦年は各スギ花粉シーズンの年である。ケース数が5つなので、あまり確たることは言えないが、5月から12月の積算気温と翌年のスギ花粉総飛散量には、かなり一定の関係があると考えられる。すなわち、「暑い夏と暖冬がきた翌年のスギ花粉総飛散量は、非常に多くなる」傾向がある、ということである。

6. 新しいスギ花粉情報へのアプローチ

花粉症患者の増加とともに、スギ花粉の飛散情報に神経をとがらせる人が多くなっている。しかし、その割には、TV、新聞などで報じられる花粉情報はかなり大まかなものであり、せいぜい県単位で、特に多い、多い、普通、少ない程度の花粉尘散量を示すものである。

そこで、スギ木の植林分布やリアルタイムのアメダスデータ等を用いて、より詳細なスギ花粉総飛散量分布の即時推定を行うことを考えた。

図5 積算温度の概念図

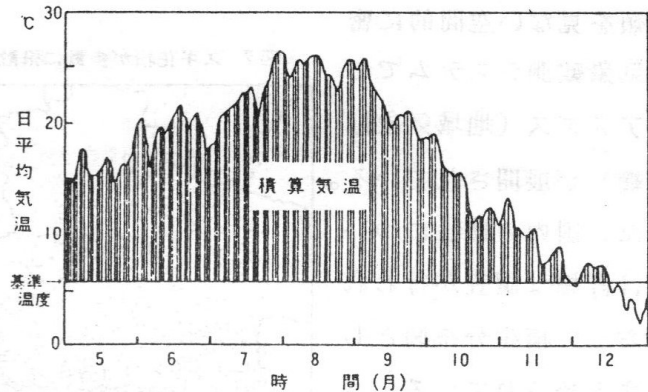
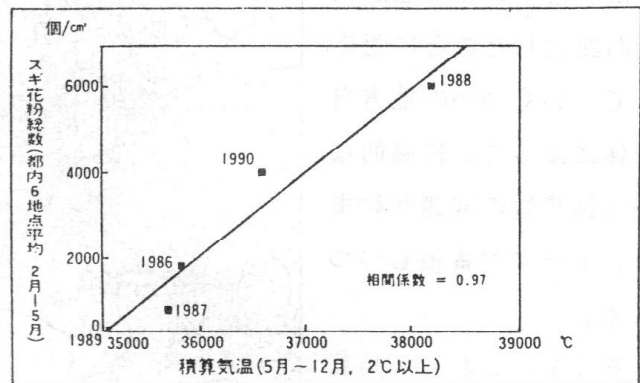


図6 積算気温と翌年のスギ花粉総飛散量との関係



わが国には、世界的にも類を見ない空間的に密な気象観測システムであるアメダス（地域気象観測網）が展開されている。また、国内の植生については詳細な調査が行われており、植生分布図としてまとめられている。さらに、近年、花粉症が社会問題化したことに対応して、いくつかの地方自治体によって、組織的な花粉捕集数の観測が始まり、データが蓄積しつつある。

そこで、これらの情報を積極的に利用し、有機的に総合化することによ

って、リアルタイムのスギ花粉飛散量分布を推定し、表示するシステムを構築する手法を開発した。

図7に、スギ花粉が多量に飛散した時の空中飛散濃度の分布図を示す。

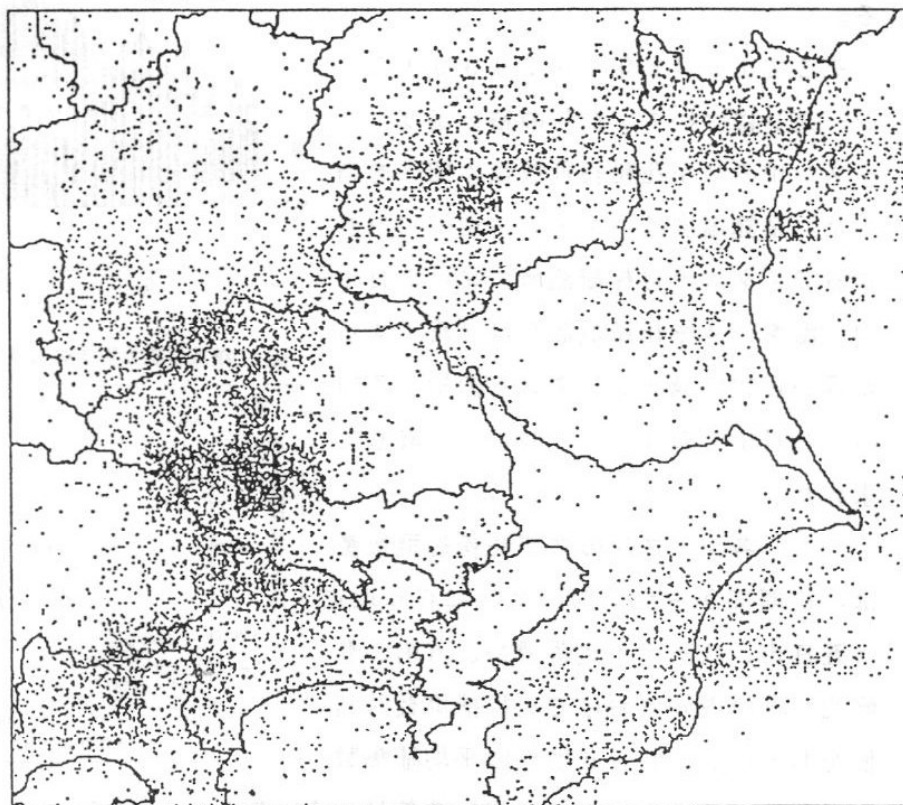
黒い点の多い所ほど、花粉濃度の高い地域である。この図から、もともとスギ森林の多い関東地方の西部や北部では、花粉濃度が高いことがわかる。また、これらの地域から放出された花粉が、風によって運ばれるために、風向きによっては、スギの森林などの無い東京でも、かなり花粉濃度が高くなることがあるのがわかる。

この図は、すでに述べたような「気象条件とスギ花粉発生量の関係」と「スギ森林の分布図」を用いて、コンピュータによってスギ花粉の発生量の分布をシュミュレートし、さらに、アメダスによって観測された風の流れをもとに拡散プロセスを数値的に計算して求めたものである。そこで、気象条件としてリアルタイムのアメダスデータを用いることによって、時々刻々のスギ花粉飛散状況が把握できるしくみになっている。このシステムの実用的運用も、さほど遠くない将来に可能になると考えている。

このシステムが生み出す情報には、以下のような利点がある。

- ・今までより小さな範囲（10 km四方単位）ごとのスギ花粉飛散量濃度が推定され、より面的に詳細なスギ花粉情報が得られる。
- ・毎時の気象状況に応じて、スギ花粉飛散量の分布図が得られる。

図7 スギ花粉が多量に飛散した時の空中飛散濃度の分布図／1988年3月12日15時



- ・面的な分布図として、スギ花粉の飛散状況が把握できるので、花粉症患者の行動決定などの参考情報になる。
- ・分布図と現在の風向きなどから、今後の飛散状況があるていど予測できる。
- ・花粉症患者のいる家庭で、布団や洗濯物を干す、干さないなどの判断の参考になる。
- ・病院などにおいて、医師が花粉症患者へ指導を行う時の参考情報となる。
- ・その他、今までよりも、時間的・空間的に詳細な情報が得られることに基づく各種の利用形態。

7. 花粉飛散予測

スギ花粉飛散量と気象条件の関係、および、新しいスギ花粉情報の考え方について述べてきた。以上を花粉飛散予測の観点からまとめると次のようになる。

①総飛散量予測

5月から12月までの積算気温が大きくなる年の翌年はスギ花粉の総飛散量が多くなる傾向がある。

すなわち、暑い夏と暖冬がきた翌年のスギ花粉総飛散量は、非常に多くなる傾向がある。

②飛散開始の予測

スギ花粉の飛散開始の第一条件は、1月1日からの積算気温が一定の値（地域によって値は異なる）を越えることである。第二の条件は、気温の変動（過去2～3週間の平均気温からの気温差）がピークになることである。

③日々の飛散量の変動予測

各種気象要素（気温、風向、風速、日照、降水量）の中で、気温と風速が、花粉の飛び出しに最も関係している。

さらに、気温や風速の絶対値よりも、それらの変動の経過が問題である。

すなわち、現在の気温と、過去2～3週間の平均気温との差が大きくなる時にスギ花粉の飛び出す量が多くなる。風速についても気温と同様である。

④飛散量分布の予測

スギ森林の分布やアメダスデータなどを用いて、花粉の発生・拡散シミュレーションを行うことにより、リアルタイムのスギ花粉飛散量分布の地図が得られる。この手法を発展させることにより、従来よりも時間的・空間的に、詳細なスギ花粉飛散量分布の予測が可能になる。

スギ花粉が多量に飛び出す条件下では、スギ森林地域およびその風下地域では、スギ花

粉の飛散量が特に多くなる。その程度をはじめとする詳しい飛散状況が、そのシュミュレーション手法により得られる。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

（注）シュミュレーションは、現実の飛散状況を再現するものであり、あくまでも予測の性質を有する。また、シュミュレーションの結果は、あくまでも予測の性質を有する。

研究トピックス

作物モデルで水ストレス影響をどこまで評価できるか

農業研究センター 鮫島良次

今年の春2カ月程米国フロリダ大学のT.R.Sinclair教授の元に滞在して大豆の生育モデル研究に携わる機会を得、主にシミュレーション実験を通して大豆生育に及ぼす水ストレス影響の解析などを行なった。以下使用したSinclairモデルの特徴、結果の概要、併せて大学の雰囲気などを記す。なお、本報告には大仰なタイトルを付けたが、これは私がこのように考えながら研究を進めたという程度の意味である。

大学の雰囲気

フロリダ大学のあるゲインズビル市はケープカナベラルの北西約200km、オーランドの北約150kmに位置する大学を中心とした静かな町である。私の滞在した4~5月頃の気候は晴れると30℃くらいまで気温が上昇するが、湿気が少なく丁度真夏の北海道のような感じがする。日本とは時刻の設定が異なりこの時期でも朝6時頃はまだ暗く、逆に夜は8時半頃まで明るいから遅くまで戸外で過ごせる。日本との時差は13時間(冬は14時間)で、つまり日本時刻から13時間引くと日付も含めて米国東部時刻になる。

フロリダ大学は学生数約34,000、教授陣約3,900人の州立総合大学で歴史は古く、ルーツを辿ると百年以上遡れる。学生はフロリダ出身者だけでなく、他州および外国からの留学生も多い。日本人は全然いないが、日本人以外のOrientalは沢山いる。

大学キャンパスは広くて緑が多く、リスなんか走り回っている。周囲約2キロのアリスレイクという湖がキャンパス内にあり、湖岸は公園のようになっていて天気の良い日は水着の学生が芝生の上でごろごろしている。この湖にはワニ(アリゲーター)が多く棲んでおり、これを略してゲーターと愛称し、大学のシンボルになっている。ゲーターTシャツ、ゲーターパンツなどが御土産品である。ゲーター君はどう見てもかわいくは見えないが、これらゲーターグッズは学生会館などで沢山売っている。

私が滞在した農業生理研究室は、木立の中に平屋の建物がいくつか集まって構成されており落ち着いた雰囲気、教授、大学院学生、テクニシャン、秘書合わせて15名程から成っている。

使用したモデルについて

使用したモデルの詳細はSinclair(1986)に記されている。ここではこのモデルの概略およびモデル内での水ストレス影響の扱いについて簡単にまとめてみる。モデルの流れを乾物生産に注目して極く簡単に示すと図-1のようになる。このモデルは吸収日射量積算

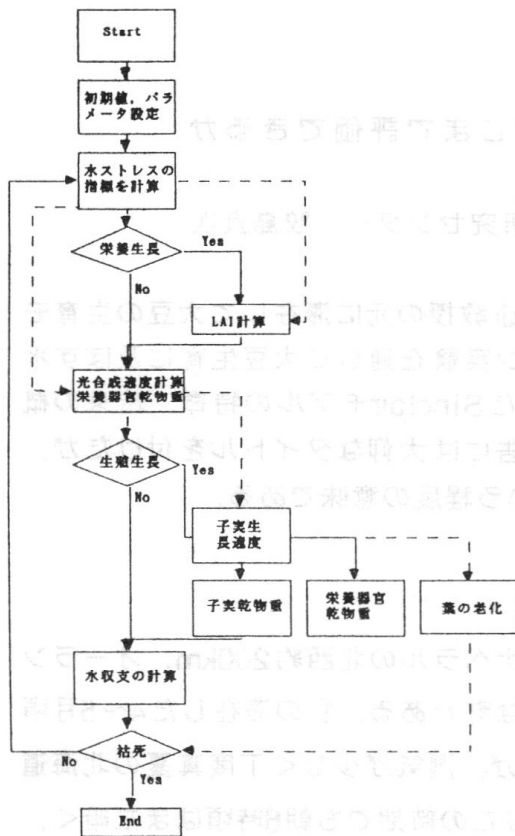


図-1. モデルの流れの概略

生産された乾物は一旦栄養器官のプールに溜り、個体の発育ステージが子実生長期であれば子実生長速度に応じて子実へ送られる。このモデルには発育の実測データ(葉の生長の終了日と子実生育の開始日)を与

る必要がある。子実生長速度はHarvest Index (子実乾物重/個体全乾物重で、毎日一定値づつ増加する)を基に計算される。葉から子実へはNも転流するが、これは葉の老化を意味し、葉のN濃度がある域値以下になると個体が枯死したと判断してシミュレーションを終了し、そのときの子実重乾物重に水分を加えて収量を算出する。一方、Nの流れに注目してこのモデルを見ると、図-3のようになる。Nは吸収によって土壌から取り込まれるものと根粒によって固定されるものに二分して扱う。N取り込み、固定速度は各々いくつかの要因に依存している。個体全体のN増加量の3分の2が葉のNプールへ回される。ここから先は既に述べた葉から子実へのN転流と老化・枯死の過程になる。

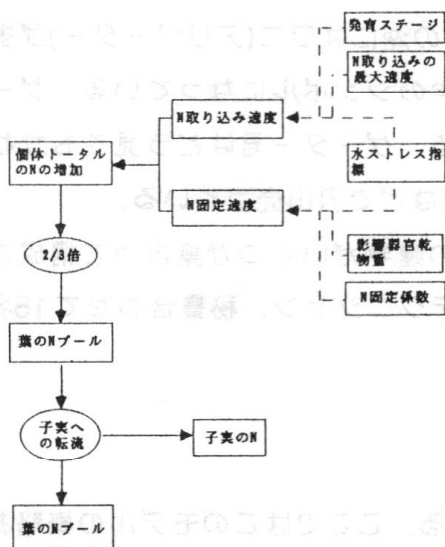


図-3. Nの流れの概略

型である。まず葉面積を計算するが、葉面積は有効積算気温に依存して増加する葉位(プラスチックローン)の関数として求まる。ところで干ばつ条件下では葉位の増加が阻害されるが、干ばつの程度は水ストレスの指標を用いて表現するので、この指標を先に計算しておく必要がある。水ストレスの指標(FTSWと称している)は図-2に示すように、根圏内土壌の、蒸散可能な水分の最大可能量(TTSW)と実際に存在する蒸散可能水分量(ATSW)の比で表している。FTSW値が小さいほど干ばつによる水ストレスが大である。生育が進むと根圏は段々深くなって行く。ATSWは降水、蒸発散、根圏拡大により日々変化するから、それを計算する水収支計算ルーチンもこのモデルは含んでいる。

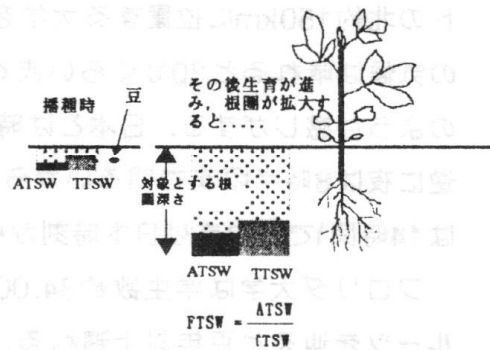


図-2. 水ストレスの指標(FTSW)

水ストレスの影響をまとめる
と図-4のようになる。葉位(プラスチッククロン)増加, N吸収・固定, 光合成などの過程が水ストレス(FTSWを指標にしている)によりどの程度阻害されるかを併せて示した。1.0は全く阻害されないことを示し, セロはその過程が完全に阻害されることを示す。光合成速度に対しては, 直接影響と葉のN濃度を介した間接影響の2つを考慮している。N吸収に対しては水分不足, 水分過多のどちらも阻害効果を持つ。

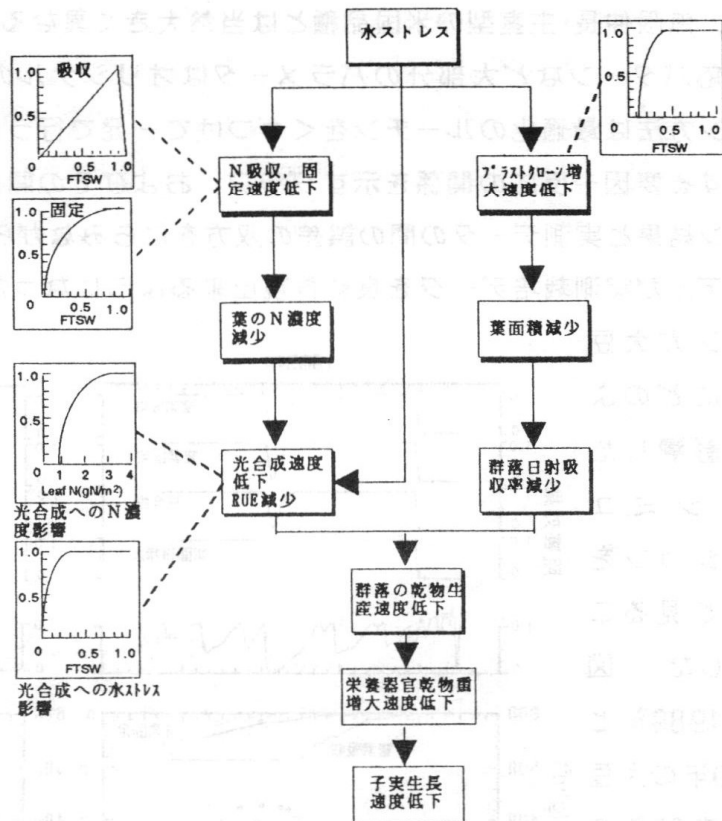


図-4. 水ストレスの扱い

以上の解説では私の理解の範囲で, かつ適当と思われる用語を随意当てはめた。思わぬ誤解があるかもしれない。なお, モデルはIBM上のMS-BASICで書かれていたが, それを持参したNECのノートパソコン上のQuick-BASICで走らせて使用した。帰国後の報告書などはMacintosh上のQuick-BASICで走らせて作成した。それぞれ僅かな修正で実行可能で, こうしてみるとパソコンの機種の違いはあまり気にしなくて良いのかも知れない。

シミュレーション実験による水ストレス影響解析

茨城県つくば市の農業研究センター本部圃場における1987年から1990年までのエンレイの栽培データを使用することにした。我々は各年6~8回の播種期を設定してデータを収集, 蓄積している。1987, 1988, 1989各年は降雨が十分にあり, 干ばつによるストレスが殆ど無かったと判断される。一方1990年は降雨が少なく, 干ばつのために収量が少なかった年である。これらの実測データおよびシミュレーション実験から1990年の大豆生育に水ストレスがどのように影響して収量を減少させたかを解析しようとした。

まずモデル内のパラメータの値をエンレイに合わせて変更する必要がある。このモデルはコンパクトに出来ているが, それでもやはりパラメータの数は多いから, 実測とシミュレーションによる生育動態を良く一致させるパラメータの組は幾つも存在し得る。変更すべきパラメータと触るべきでないパラメータがあるわけだが, ここでは発育パラメータを中心に変更した。葉位と葉面積の関係も, 我が国品種は有限生長・分枝型である

から、無限伸長・主茎型の米国品種とは当然大きく異なるので変更した。その他水ストレス反応パターンなど大部分のパラメータはオリジナルのままにした。パラメタリゼーション方法は最適化のルーチンをくっつけて一発で行うのではなく、あるパラメータの関与する要因～反応の関係を示すグラフ、およびその関係を使用した場合のシミュレーション結果と実測データとの誤差の双方をにらみながら手作業で行った。

モデルが実測栽培データを良く再現出来るようになったところで、1990年の干ばつストレスが大豆

生育にどのように影響したかをシミュレーションを通して見ることにした。図-5に1989年と1990年の大豆の生育動態の実測値とシミュレート値を示した。

1989年が6月14日播種で、1990年が6月11日播種であ

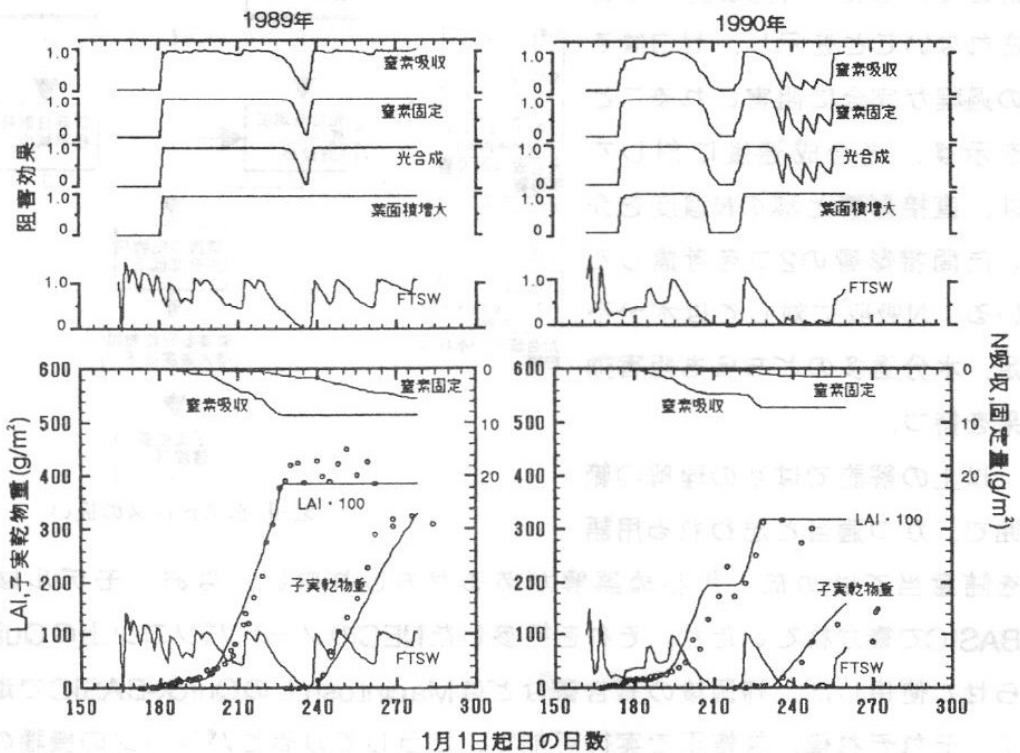


図-5. 1989年と1990年の同時期に播種した大豆の生育の違いと干ばつストレスによる各過程の阻害効果 (マル印が実測値、実線がシミュレート値)

るからほぼ同時期の播種と見なせる。それぞれ下の図はLAIと子実乾物重の動態を示し、上の図は水ストレスによる、LAI増加、光合成、N吸収、N固定各過程への阻害効果の動態を示している(1.0は阻害効果なし、ゼロは完全な阻害を示す)。光合成については直接影響を示した。ここには示さなかったが1987年と1988年の同時期播種区のデータは1989年と類似のパターンを示した。こうして見ると1990年は他の年に較べて水ストレスの影響を各過程とも強く受けていたことがわかる。

図-5から読み取れる1990年の生育量諸要素を表-1に示した。この表には、1990年にも2回のかん水を実施して干ばつストレスを回避していたらどのような生育が見られたかを、シミュレーションにより推定した結果も併せて示した。この推定は7月25日と8月25日に各々50mmの降水を設定し、他の入力データは実測気象データそのままを使用して計算したものである。このシミュレート推定値を基準にして実測値を相対的に比率で表

表-1. かん水の有無による生育・収量の違い

項目	1990年 実測値	灌水仮定 推定値	比率(%)
最大LAI	3	4.8	62.5
栄養器官乾物重最大値(g/m ²)	370	600	61.7
子実生長期間長さ(days)	25	40	62.5
平均子実生長速度(g/m ² /day)	5.2	9.9	52.5
最終収穫係数	30	52	57.7
収量(dry matter g/m ²)	134	389	34.4
吸収したN(g/m ²)	6.1	10.7	57.0
固定したN(g/m ²)	1.4	6.7	20.9
全取り込みN(g/m ²)	7.5	17.4	43.1

すと、干ばつによるストレスが各要素に与えた影響の相対的強さを比較できる。収量は34%に減少する。おおざっぱに言って、収量は子実平均生長速度（図-5の子実生長を示す線の傾き）と子実生長期間（同じ線の横軸への投影長さ）の積である。子実の生長速度が低かった(53%)事に加えて子実生長期間が短かった(63%)事が1990年の低収量の大きな要因になっている。子実生長期間が短かったのは、個体が吸収・固定するNの総量が少なく、そのため子実への転流可能量が早く枯渇して葉の老化が早まったからである。このように干ばつストレスは子実生長期間の短縮を通して、間接的にも収量を減少する方向に作用していることがわかる。

以上のように、モデルを使うと水ストレスの影響をメカニカルに解析できる。少なくとも従来の栽培学的記述から一歩進められると私は考える。干ばつ被害回避のための最適なかん水の時期、量をモデルを使用して策定することも可能であろう。ただし、現在のモデルはまだ仮定の部分が多いから、これを実験をもとに信頼性あるものに改良して行く必要がある。特にNの吸収、固定に関しては更に多くの実験的検討が必要と考えられる。合わせて発育予測モデルの開発も必要である。現在は開花、成熟という目に見えるやすい現象を対象にしているが、モデルにとって必要なのは葉の生長が何時終了するのか、子実は何時生長開始するのかということである。

その他

滞在中にJ.L.Monteithがフロリダ大学を訪れてセミナーや講演などを行った。はやりの地球環境の他、作物生育動態のモデル的記述法に関しての話題も多かった。吸収日射量モデルにも言及し、最近この種のモデルが多くなってきたことはdesirableなトレンドである、などと述べていた。

今回の滞在研究は科学技術庁個別重要国際共同研究の予算によるもので、農業環境技術研究所の小林和彦氏とノースカロライナ大学のウォルター・ヘック氏を中心として行われている日米共同研究の一環として実現した。関係各位に感謝致します。

参考文献

Sinclair T.R., Water and Nitrogen Limitations in Soybean Grain Production. 1. Model Development., Field Crops Research, 15, 125-141, 1986.

東北農業試験場 気象環境制御研究室 岡田益己

“べたがけ”なる奇妙な用語が生まれ、それが世間に認知されるまでの経緯も、またその後の発展経過にも紆余曲折があり、今でも不鮮明なところが多い。大げさなタイトルを付けてしまい、「講座」にふさわしくない内容となっても、その点はお許し願いたい。

1. “べたがけ”の由来

“べたがけ”がこの世に登場したのは、沖縄で1950年代の後半と聞く。台風、干ばつ、虫喰いで夏野菜の栽培が極度に難しかった。そこでエイヤとばかり網をかけたのが始まりだそう。べた一面にかけることから、“べたがけ”の呼称が生まれたという。結果は著しく良好で、薬散の回数が10分の1に減ったとも言われる。一方、関東を中心に1980年代前半から保温や霜除けを目的とした不織布の利用が始まり、全国に普及していった。作物に直接かけることから、“じかがけ”の名称が与えられた。覆い方は同じでも、資材、効果、目的などが異なり、またそれぞれがお互いの状況を知らないままで発展してきた。ここに“べた”対“じか”の用語戦争の背景がある。東国では“べた”に“べったり”とか“べたべた”というニュアンスを感じる。確かに“じか”にかけるのだから、“べったり”でも間違いはないが、なんとも語路が悪い。“べたがけ”という用語に賛同できない理由である。論戦はかなり続いたが、沖縄に赴任するときに飛行機の上から一面青色の被覆を見たというN氏の一言で決着が付いたという逸話が残っている。その後、被覆方法にもバリエーションが生じ、直接作物にかける方法以外に、簡易な支柱で資材を浮かせる方法が普及するようになった。前者を“じかがけ”，後者を“うきがけ”と呼び、それらの総称が“べたがけ”ということで一応の合意が得られている。

2. 多様な資材と利用法がもたらす問題点

さて、用語は統一されても、現状を簡単に整理できないのが“べたがけ”の世界である。べたがけに利用される主な資材をあげてみよう。防虫や高温対策には寒冷紗やラッセル網、保温や霜除けには不織布や寒冷紗、防風対策にはこのほかに漁網なども利用される。またそれぞれの資材の中にも、素材、目合い、製法などの違いがあり、単なる種類の多さだけではなく、実質的な特性の差異も含めて、その多様さは通常のフィルムをはるかに凌ぐ。さらに利用法の多様さも見逃すことのできない特徴である。露地、トンネル内、ハウス内という場所の違い、対象作物や生育時期の違い、求められる効果の違いなども著しく幅がある。これに加えて資材間の価格や耐久性の差も大きい。平方メートル当り20数円の長繊維不織布で1年まかなうか、100数十円の割繊維不織布を5年使うかは、利用者にとって重要な選択である。

これらの多様さがべたがけに関する知識や情報の整理を難しくしている原因となっている。

毎年、数多くの成績が報告されているが、それらはまだ点の情報に過ぎない。とは言っても、作物、場所、季節、資材等を限れば多くの成功例がある。問題はべたがけの効果やそのメカニズムががよく理解されていないので、一つの成功例が他の事例に適用できない点にある。作期を少し変えただけで、また一から被覆試験のやり直しでは、何とも歯痒いかぎりである。

3. 意外に単純なことが分かっていない

先ずべたがけ下の環境面から見てみよう。日中の昇温の資材間差が、主に通気性に支配され、通気性が間隙率や目合いの大きさに左右されることは、Chenら(1988)に述べられている。しかし間隙率と目合いから通気性を算出し、与えられた条件で昇温の程度を求める手法は確立していない。この点が大事なことは、次の質問で理解できるだろう。「なぜ同じ白寒冷紗が南国では高温抑制に、一方北国では保温に使われるのか?」「遮光率が同程度でも目合いの大きい資材は高温抑制に働き、小さいものはむしろ昇温をもたらす。ではその境はどのくらいの目合い(通気性)の所にあるのか?」これらの質問に定性的な答えは出せても、量的に答えられないため、結局やってみなければ分からないというのが現状である。温室の設計指針の充実ぶりとは比較にならない。また強風時にべたがけ下の気温が外気よりも低くなること、通気性の大きい資材ではこの減少が起りにくいことを著者らは確認したが、そのメカニズムは明らかでない。「べたがけ下で凍害がひどかった」という事例はしばしば“作物の軟弱化”で片付けられているが、上記の現象も関係すると思われるので、その出現条件や程度の把握が早急に必要であろう。湿度、風、土壤水分などの環境要因については、温度以上に議論が不十分である。

さて作物の反応となると、環境以上に未解決の部分が多い。べたがけが生育を促進するというが、その理由は何だろう。温度が高いからだと言いきれるだろうか。確かに発・出芽の促進には地温の上昇が大きく関与する。しかしその後の生育には、べたがけが土を膨軟に保つ、蒸発を抑制する、凍上を防ぐ、雨によるリーチングを防ぐなどの作用も関係し、作物や被覆時期・資材によって支配的な要因が変わると考えられる。さらに事を複雑にしているのが、品質の論議である。べたがけ下では、葉柄が伸びやすい、根重の割合が減る、カブが縦長になる、などの形態の変化がしばしば観察されるが、必ずしも常に見られるわけではない。いわゆる軟弱徒長と生育促進とは紙一重のところであり、その見極めが重要なのであろう。べたがけ栽培を成功に導くには、従来以上に繊細な感性と的確な管理を要求する。この技に既往の知識や情報で答えられるか、はなはだ疑問である。生育促進に限って質問を一つ。「なぜ生育初期の被覆の方が、中期や後期の被覆よりも効果が大きいのか?」

最後に防虫効果についても一言。虫の大きさと目合いとの関係から、アオムシは2mm目、コナガは1mm目で十分だが、スリップス類、アブラムシ類やキスジノミハムシは長繊維不織布でないと無理と整理されている。高温時期の被覆のため目合いはできるかぎり大きくしたい。沖縄では、上の基準よりも大きい1mm目でスリップス類に対応していると聞く。虫の侵入のメカニズムや忌避効果などがもう少し明らかになれば、効果的な資材の開発が進む

と考えられる。

4. それでも普及するべたがけ

分からないことだらけだと悲観的なことばかり述べたが、それでも現実にはべたがけ栽培が面積的にも地域的にも急速に拡大している。農家や普及機関の方々が何回も失敗を重ねながら確立した技術も多い。このような技術を秘伝に終わらせないように、体系立てることが必要であろう。またべたがけを露地とハウス・トンネル栽培をつなぐ作型ととらえるのはかなり狭小な見方で、そのバリエーションは今後さらに広がるものと認識しておかなければならない。もっと多くの方々がべたがけに取り組むことを願いながら本稿を閉じる。

参考となる資料・文献

- Chen, Q., Okada, M. and Aihara, Y. (1988) : Relationships between microclimate under plant blankets and their physical properties. Acta Hort., 230, 559-564.
- 陳 青雲・岡田益己・相原良安 (1989) : べたがけ資材の長波放射特性と被覆下の正味放射量および葉温について. 農業気象, 44, 281-286.
- 陳 青雲・相原良安・岡田益己・黄 裕益 (1990) : べたがけ資材の物理特性 — 日射透過率, 通気率および放熱係数—. 農業施設, 21, 79-84.
- 浜本 浩・中村 浩 (1989) : 野菜のべたがけ栽培にみられる生育の不均一現象とその対策. 農業および園芸, 64, 1195-1198.
- 浜本 浩・中村 浩 (1990) : べたがけが表層土壌環境と作物の出芽に及ぼす影響. 農業気象, 45, 265-269.
- 浜本 浩 (1991) : 数種のべたがけ下における夜間の葉温. 農業気象, 46, 229-232.
- 日本農園芸資材研究会 (1987) : べたがけの現状と考察 (第1報). 56pp.
- 日本農園芸資材研究会 (1987) : べたがけ事例集 (第2報). 72pp.
- 日本農園芸資材研究会 (1991) : べたがけ事例集 (第3報). 59pp.
- 日本施設園芸協会 (1988) : 施設園芸におけるべたがけ資材利用の手引. 137pp.
- 岡田益己・陳 青雲・五十嵐大造 (1989) : べたがけ資材の特性と被覆下の気象. 農業および園芸, 64, 1295-1300.
- 小沢 聖 (1989) : べたがけによる野菜の台風対策. 農業気象, 44, 295-299.
- 野菜・茶業試験場 (1988) : 通気性被覆資材の利用による野菜栽培の現状と諸問題. 昭和63年度課題別研究会資料, 86pp.

施設紹介

神奈川県園芸試験場

技術研究部 林 勇
技術研究部果菜科 佐々木皓二

明治41年(1908)神奈川県農事試験場園芸部として、現在地の中郡吾妻村(現、中郡二宮町二宮1、217)に設置された。昭和28年園芸分場、昭和36年12月1日園芸試験場と名称を変えたが、設立以来83年間、一貫してこの地にある。JR東海道線二宮駅から10分足らずのところにあるこの試験場は、知る人ぞ知るあの日本ナシ‘菊水’の誕生の地である。

今回与えられた原稿のタイトルは施設紹介であるが、いくぶんそこからはずれてこの試験場の83年の歩みの中からいくつかをとりあげて書いてみたい。

育種の系譜

(1) 三水、四水のルーツ‘菊水’

現今、おいしいナシの代表とされる“三水”あるいは“四水”と呼称される‘新水’‘幸水’‘豊水’‘筑水’のルーツがこの神奈川県園芸試験場にあることを見学の方たちに説明するたびに、筆者は育種ということのすばらしさ、すごさを感じ、同時に農業研究の現場にいることの喜びをかみしめている。

当場の日本ナシの育種は大正3年(1914)、当時東京府立園芸学校の教諭であった菊池秋雄(敬称略)の協力を得て開始された。‘今村秋’×‘長十郎’が初めての交配であったという。大正4年より本格的な交配を開始。大正5年7月に菊池が神奈川県農事試験場長に就任したのに伴い、多数の実生を園芸学校から園芸部(中郡吾妻村)に移植又は接木した苗木を定植したのである。大正9年(1920)には1,300本の実生を定植。この年約1,000本が結実している。さらに大正12年(1923)以来はF₁実生相互交配及び戻し交配を実施して、やく1,000本の実生を得た。こうして、大正3年以来の多数の実生個体の中から昭和2年(1927)‘菊水’が育成されたのである。本品種は大正4年(1915)に‘太白’×‘二十世紀’の交配によって生まれ、初結実は大正12年(1923)であったという。

‘菊水’はみずみずしい味わい、甘味に富む青ナシとして、同じく当場で育成された‘八雲’‘新高’‘旭’などとともに永年にわたり日本ナシの代表的な品種として全国的に栽培された。‘新高’は現在でも晩生の赤ナシとして千葉、新潟、高知、九州などにかんりの栽培がある。

一方、'菊水'の抜群のうまさを生かすために、昭和14年(1939)に開始された農林省園芸試験場での日本ナシの育種で交配親として積極的に用いられた。そのみのりとして昭和34年に'幸水'、40年に'新水'が直接の子として生まれ、'豊水'(47年)、'筑水'(63年)は'菊水'の孫として誕生したのである。

神奈川県では昭和47年に、'菊水' '新高'等の日本ナシ8品種ならびに同じく当場生まれのモモ'白鳳'の原木を天然記念物に指定した。

(2) モモ'白鳳'

モモの育種は大正6年(1917)にスタートした。一世を風靡する品種となった'白鳳'は大正14年(1925)に'白桃'×'橘早生'の交配が行われ、昭和7年(1932)に初めての結実をみたものであるという。当場に現存するこの原木も前述したように天然記念物に指定されている。

(3) '相模半白節成'、'橘真'そして赤いタマネギ'湘南レッド'

筆者の一人、林の卒論のテーマは「キュウリの雌花着生に及ぼすジベレリンの影響」であった。このときに用いた品種は'相模半白節成'であった。その品種が育成された神奈川県にやがて勤務することになろうとは、夢にも思っていなかった。第一、神奈川の試験場で育成されたことすら知らなかったのである。

この品種は大正末期から'馬込半白'の系統分離によって開始され、昭和2年(1927)に発表された。林が卒論に用いたのは昭和33-34年で、誕生以来30年を経過していたが、なお、キュウリでの主力品種であった。

ナスの'橘真'は戦前に当場で育成された一代交配種であるが、戦時中にその両親を失ったため戦後あらためてその両親の系統を検討し、昭和25年(1950)に'改良橘真2号'が誕生した。「品質本位の早熟用品種」であった。

昭和元年(1926)に発表されたタマネギ'二宮丸'は貯蔵性に富む特色ある品種で「泉州黄に較べて1-2か月長く、12月頃まで吊玉として貯蔵できる」と説明されている。

戦後の野菜関係の育種で特筆されるものは、赤いタマネギ'湘南レッド'であろう。最近のフレッシュベジタブルサラダに鮮やかな紫紅色のタマネギが美しい彩りと味覚を添えているのは、今や日本中どこでも見られる光景である。生食用タマネギ'湘南レッド'はアメリカから試作的に導入された'Stockton Early Red'をもとに当場で選抜、改良を続け昭和36年(1961)に命名発表したものである。甘味と水分に富み、辛味や刺激臭が低く、生食用としての優れた特性を有する。

近年の当場(本場)の野菜関係育種はイチゴ、房どりトマトなどについて行われておりイチゴは早生品種'紅寿'(長州知事命名)が昭和61年(1986)に種苗登録されている。

なお、三浦分場においては昭和30年代後半から、冷蔵庫に切らずにはいるスイカというキャッチフレーズで横長タイプのスイカの育種を続け'ラグビーボール'(昭和58登録)を生み出した。それにしても、昨今の400ℓをこえる大型冷蔵庫の普及はいささか

皮肉である。

(4) ‘アーリエスト・ホワイト’ -----、‘スカーレットニノミヤ’

二の宮生まれの花の最新の登録品種は、鮮紅色大輪のアマリリス‘スカーレットニノミヤ’で平成2年8月(1990)種苗登録された。

‘湘南ファンタジー’というのは、ファンタジー色(?)のタマネギではなく、鮮ピンクの多収性切り花バラの新品種で、昭和58年にスタートしたバラの交雑育種の第1号として生まれ、長州知事によって命名され昭和63年(1988)に種苗登録されたものである

当場の花き育種の成果は戦後の昭和28年(1953)に農産種苗名称登録されたストック‘アーリエスト・ホワイト’がその初めてのものであり、その後‘アーリエスト・チェリー’(昭31、1956)、『神園の春’(1959)、『神園の雪’(1961)、『神園の曙’(1961)などが発表されている。

アカカノコユリは本県の輸出花き球根として昭和40年代には輸出が100万球を超えたこともあった。このため、鹿児島県の甑島産の山堀り球からの集団選抜、個体選抜が昭和20年代及び40年代と二次にわたって行われ、『さがみひめ』、『さおとめ』(第一次)、『ローズ・ビューティ』(第二次)などが生まれた。

バラについての交雑育種の開始は前述のように昭和58年であるが、それに先立って放射線照射による突然変異育種が行われ、『ブライダルソニア』が昭和60年(1985)に登録された。この品種はアメリカでも販売され、一時期はかなりのパテント料が神奈川県庁に送られてきた。

なお、相模原分場ではハナモモの特色ある一連の品種照手シリーズ(‘照手紅’、『照手水密』など)を昭和61年(1986)以来発表し続けている。一方、本場(二宮)における育種のメインテーマは今、バラ、シクラメン、スイートピーなどである。

養液栽培に関する研究

当場における養液栽培に関する研究は、昭和35年(1960)にさかのぼる。農水省園試・興津支場(当時)が開発研究を進めていたれき耕装置をいち早く取入れ、適応作物や作付け体系、培養液管理、装置構造改善等の実用化試験を実施した。このなかで、栽培装置の構造改良試験においては、ベッド内の排液溝を大きく設けることにより、れき量を著しく減少させ、残根処理や消毒を容易にするとともに、過湿害を防止し、またベッド過温の制御性能を高める等の成果を得た。また培養液管理試験では、抑制トマトにおいて尻腐れ症の多発に悩まされていたため、園試処方を改良した独自のトマト用培養液処方を作成し、その軽減に大きく貢献した。生産農家への導入は昭和38年より始まり、県内各地に約20戸の普及を見た。

その後、良質なれきの入手難等によりその普及は伸び悩み、かわって昭和45年頃から、

れきを全く使用しないかごく少量にとどめた水耕方式が、数社のメーカーより販売されるようになった。高額な設備投資が問題であったが、れき耕に変わる新しい養液栽培装置として、都市農業の発展に寄与できる可能性は大きいとの判断からその試験に取り組むこととした。試験は数方式を取入れた装置の特性比較と各装置の特色を生かせる利用法の確立を目標に開始した。その結果、各装置の特性は把握できたが、それぞれ一長一短があって、各方式とも構造上改善の余地があることを認め、さらに装置はできるだけ安価に作製する必要があるとの判断により、独自の方式開発に着手した。このようにして、各方式の特色を参考に作製したのが「神園式水耕」であり、昭和49年(1974)より普及が始まり、一部他府県にも導入された。「神園式」はコンクリートブロックで栽培槽を作り、ベッド内中央に給液パイプを配列して、ベッド・タンク間を培養液循環させた。装置は単純堅固で、溶存酸素を富化させやすく、作業性能にすぐれ、自家施工が可能である等にその特徴がある。その後、NFTやロックウール装置が出てきたので、安さを特に強調できなくなったが、当時は、メーカー方式の半分程度の設備額で設置することが出来た。当県では、水耕方式は「神園式」とメーカー方式の「協和ハイポニカ」とが2分する形で普及し、これに若干の他方式を含め40戸、約7.6haの栽培面積がある。

わが国では昭和50年代後半より、NFTの導入が始まったが、当県での普及はごく一部にとどまり、その後のロックウール栽培に著しい関心が集まった。当時やや停滞気味であった養液栽培の普及は、ロックウール栽培の出現によって加速され、60年代以降の導入は全てロックウール耕となった。特に、それまで養液栽培の普及実績がほとんどなかった花き類(バラ)にまで及ぶようになったのは、特筆すべきことであろう。現在、ロックウール耕の栽培戸数、面積はともに水耕方式を超えたと推定される。バラ栽培へのロックウール耕の導入は本県では昭和60年5月(1985)、伊勢原市の佐野バラ園が初めてであるが、6年を経過したこの株は健在で、これが日本で最も古いロックウール栽培の株である。又、当场にも昭和62年以来の栽培株がある。なお、現在県下のバラロックウール耕は20戸近く、面積も4.5haの程度に達している。

このような養液栽培に対する新たな気運と盛上がりを受けて、本県では工業部門も含めた研究機関が参画する「施設園芸技術高度化に関する共同研究事業」を昭和63年より5か年計画で発足させた。作物はトマト、ハウレンソウ、バラにターゲットを絞り、養液栽培によるより高度な栽培のシステム化とそれに伴う周辺技術の開発研究を進めてきた。この中の成果の例として、「ハウレンソウの移動栽培装置の開発」、「トマトの2段どり栽培による周年計画生産」、「バラの炭酸ガス施用効果」等があり、「新培地資材の開発」「廃ロックウール・プラスチックの処理」「水分等各種センサーの開発」「病害・生理障害診断エキスパートシステムの開発」「栽培環境の計測・制御のシステム化」等も報告されている。現在は総合的な仕上げの段階に入っており、成果の一部については可能な限り、各種装置を温室内に取入れ、実証化がはかられる予定である。

省エネルギー技術に関する研究

昭和40年代後半から50年代前半にかけて、石油価格が著しく上昇するとともに供給不安定な状況が続き、施設園芸農家の経営を圧迫した。とりわけ生産資材費のうち60%以上を占める暖房燃料費の節減は急を要する課題となった。当场においても、省エネルギー対策技術の確立は、施設園芸の今後にかかわる最重要課題と位置付け、その試験にいち早く取組んだ。

暖房燃料の節減対策は、大きく二つの方向に分けられる。一つは従来通り重油等の石油を燃料にして、温室内部保温性能の向上や暖房機の燃料効率の改善、温度管理法の見直し等を行い、文字通り燃料の節減を図る方法である。もう一つは、石油エネルギー依存からの脱却を図り、太陽エネルギーや地熱水、都市ゴミ燃焼熱等に新たな暖房エネルギーを求める方法である。当场では、試験はこの二つの方向を両面から取組むこととし、特に現地農家へただちに導入できる実効ある方法を求めた。

前者の燃料節減対策としては、40年代後半より、カーテン被覆資材の選択と被覆方法の検討を行なった。その結果、一般に使用されているポリエチレンフィルムに対し、塩化ビニルは10%、酢酸ビニルは5%、シルバー系フィルムでは15~20%の熱節減効果が可能なことが明らかになった。また、カーテンの二層化はより高い熱節減効果を期待でき、効果は資材の組合わせにより異なるが、ポリエチレン一層に対し、ポリ+ポリで15%、ポリ+塩ビで20%、ポリ+シルバー系では35%の熱節減がはかれることを認めた。他の場所においてもほぼ同様な結果を示しており、これらをもとに現地では相当数の二層化がはかられ、また塩ビフィルムも広く取り入れられるようになった。

暖房機の煙突途中に節油器を取付けて排熱を回収する方法を検討したところ、10%程度の燃料節減が可能であったが、広く普及するには至らなかった。

暖房設定温度を作物の限界まで下げるのは、最も手取り早い燃料節減法であるが、収量や品質低下、病害発生等マイナスの影響の方が大きく、再び元の温度設定に戻された。

50年代始めより、石油エネルギーから脱却を図る新しい暖房法の開発試験として、太陽熱をエネルギー源とする地中熱交換暖房を取上げた。太陽熱は広い地域で利用でき、また本方式は温室自休を集熱装置とする単純構造であり、比較的短期間に実用化できる可能性が高いと判断され、すでに研究実績があったことも取組み易い理由であった。本方式は日中の温室内空気をファンで吸引して温室地下に埋設したパイプ内に通し、その周辺土壌温度を上昇させ(蓄熱)、夜間室温が低下したなら再びファン運転させて地下の熱を取出し(放熱)、暖房するものである。試験の結果、パイプ埋設量、ファン台数、位置等の装置設計基準が明らかになり、暖房能力としては温室内気温を10℃に維持でき、内外気温差は最大15℃が得られることを認めた。昭和54年より現地実証試験を実施して、大型

温室における効果を確認し、その後本格的な普及に入った。56年(1981)には約30戸、4haの普及面積となり、一部花き類(ラン、カーネーション、ガーベラ)にも取入れられた。

地中熱交換方式は、多量のパイプを地下に埋設するための施工上の問題点があり、既設の養液栽培温室や地下水位の高いところでは、設置は困難である。そこで、内部集熱型太陽熱暖房方式をさらに広く普及させるためには、集熱装置を地上部に設置できる新たな方式の開発が求められた。それが可能な暖房方式として、東大における小型温室では一定の効果を認めていた潜熱蓄熱方式に着目し、昭和56年よりその実用化試験を開始した。本方式は化学物質の相変化に伴う熱の出入りを暖房に利用するものである。蓄熱材は、塩化カルシウム6水塩から検討を行い、最終的には硫酸ナトリウム10水塩と尿素の混合材を主成分とする資材で実用化をはかった。装置は、ボックス内に蓄熱材を吊り下げ状に収納して、一端にファンを取付け、熱交換させた。暖房効果は地中熱交換とほぼ同等と認めたが、気象変動の影響はより大きく受け、特に曇雨天日が続くと能力を発揮できず、補助暖房に頼らざるを得なかった。現地には実証試験として1戸導入されたが、この頃より、石油価格の低落とともに省エネルギーに対する認識も薄まり、県内ではこれ以上に普及はしなかった。しかし、全国的には西日本を主に散在的に導入された。

内部集熱型太陽熱暖房方式では、維持できる室温の限界は10℃であり、また気象変動に対応するため補助暖房の備えが欠かせない。そこで、より高温性の作物に適用でき、しかも補助暖房を必要としない方式として、ヒートポンプによる暖房試験を昭和58年より着手した。ヒートポンプによる暖房としては、水熱源方式がすでに一部普及していたが、当场では汎用性が大きいと考えられる空気熱源型の機種を選定した。その結果、同規模温室においては地中熱交換方式よりも室温をさらに3~5℃高く維持でき、キュウリへの適用が可能なことや、空気熱源型では除霜運転が伴うこと、またCOPの調査から利用地域は暖地ほど有利であること等が明らかとなった。ヒートポンプは冷房機能も有しているが、冷房能力が発揮できるのは夜間に限られ、その運転により室温を外気より約5℃下げることが可能であった。

以上がこれまでの省エネに関する試験の取組み状況と主な結果であるが、現在は石油価格が安定した状態にあり、他機関で開発された方式を含め、省エネ装置を導入しようとする動きは見られず、研究も一時に比べ停滞気味である。しかし、省エネの観点よりも地球環境保護の立場から、これらの装置が見直される可能性は十分あると考えられ、その技術適用については、さらに検討を続けていく必要がある。

施設花き研究

当場における本格的な花き研究は植原外三によって昭和4年(1929)に着手された。植原は球根や花木類の促成栽培に多くの業績を残しているが、その一方、施設切り花のスイートピー、ストックにも取り組んだ。この内でもストック子葉の形態の違いによる八重、一重の鑑別技術の開発などは著名である。

戦争の激化のため、当場の花き研究は昭和17年(1942)に中断され、戦後の再会までにはその後約8年の年月を要した。

昭和25年2月(1950)に着任し花き研究を再開した小沢 博は戦前の流れをつぐスイートピーやストックに加えて、新たにカーネーション研究を開始した。洋花としてのカーネーションの大きな将来を先見的にとらえてのことであった。以後、カーネーション研究は一貫して当場花き研究の支柱の一つで、現在も連綿として継続されている。

花鉢物の本格的な研究は昭和37年4月(1962)、三浦泰昌によって開始された。以後本県鉢花の根幹をなすシクラメン(現在、生産額都県順位全国2位)にターゲットを置いて、培養土の理化学性を中心にして精力的な試験研究が多年にわたって行なわれ、生産の発展、安定に寄与するとともに、現今のプラスチック鉢利用によるシクラメン栽培の確立に対しても基礎的なデータを提供した。一方、鉢物研究の新しい領域としてのシクラメン、ランの光合成特性についても、かなりの成績が発表されている。現在の当場のシクラメン研究は山元恭介によって行なわれており、育種、セル成型苗の利用、贈答用大鉢(6-7号)における底面給水栽培技術の確立などに取り組んでいる。

スイートピーは、前述したように戦前から研究が行なわれており、戦後も小沢、さらには並河 治らによって引き継がれた。現在、本県は全国スイートピー生産の50%あるいはそれ以上を占め‘湘南のスイートピー’は京浜の市場において著名である。必然的に当場花き研究の柱の一つとして今も取り組んでおり、育種、作型、新栽培方式(養液栽培も含む)などの研究を進めている。

つい最近まで全国一の生産額を誇り、今もなお日本をリードする先進的な産地である本県の切り花バラについての研究は、昭和38年4月(1963)神奈川県試三浦試験地(現在の三浦分場)の無加温ガラス室へのスーパースターなど14品種169株の定植をもってスタートした。

昭和37年4月に着任した林 勇は当時としてはマイナークロックで将来性についても意見のわかれていた切り花バラの研究着手について検討を始めた。県下の生産者数は昭和38年1月現在、川崎に10人、中郡に11人。その他はまったく点在で20人余を数えるのみ、面積は23,000m²、生産額も5千万円足らずで、しかも生産地川崎の生産者は減少傾向にあった。当時すでに生産者数250人を超え、さらに急速に増加していたカーネーションなだからみると、まことに小さな存在といえた。しかし、三浦半島のような限り

ある土地条件下では、比較的小さな面積のまとまりでも産地としての市場評価が得られるバラはカーネーションよりも期待され、又、三浦の天恵の温暖な気候条件は高温性のバラ作りにとっては有利と考えられた。こうして1年後、バラ研究が始まった。

県下の切り花バラ生産は昭和38、39年を一つの転機として新たな発展のときを迎えた。この両年に切り花バラ生産を開始した若くそして意欲にあふれた農業後継者がかなりみられた。これらの人たちは今も日本のバラ生産をリードする先駆者として健在である。昭和40年には神奈川園試本場（二宮）においても大川 清によってバラ研究が開始された。その後、43年の林の本場転任に伴い、バラ研究は林、大川の二人体制ですすめられた。発展する県下のバラ生産が一つの作物について、花き科という同一のセクションで二人が研究することを強く望んだといえよう。

バラは施設花きのなかでも高温性であり、施設、装備もかなりのものが要求される。このため昭和48年のオイルショックのときには大きな打撃を受けた。しかしながら、生産者の実務レベルでの省エネ対策の数々は見事なものであった。当场においても、おぼつかない手つきながら省エネ研究をすすめた。一方、施設のコンピュータ制御などもバラで先駆的に導入した。当時におけるこの分野のプロトタイプは今、実用バラ温室で見事な開花を見せている。

当场における現在のバラ研究は育種、土壌肥料管理（土壌溶液の抽出検定など）、ロックウール耕を中心とした養液栽培ならびに県工業試験場との共同による施設環境制御の最適化（病害防除を中心にして）やエキスパートシステムの構築などが行なわれている。

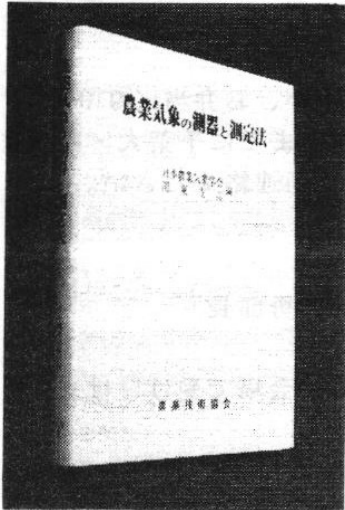
現在の組織と研究体制

神奈川県園芸試験場（重田利夫場長）は2部5課（科）、4分場体制で動いている。本場（二宮）に管理部――管理課、技術研究部――果菜科、花き科、環境科（病虫・土肥）。分場は根府川（カンキツ）、相模原（鑑賞樹）、三浦（暖地野菜）そして津久井（茶）である。平成3年6月現在、研究員29名（内女性4名）、事務および技術使員13名、技能使員32名、非常勤職員26名。総人員100名の大所帯である。この他、農業大学校専修科生2名、県内短期研修生2名、さらには遠く南米ウルグアイからの女性研修生もいて楽しくにぎやかである。この7月からはマレーシアからの研修生も加わっている。

農業気象の測定と測定法

編集 日本農業気象学会関東支部 (編集代表 久保祐雄) 執筆 農業気象専攻 15氏

A 5判 上製344ページ (図160, 表70) 定価3,200円 送料300円



気象は一般生活はもちろん、農業生産にも多大な影響を与え、気象要素の追跡や確認なしでは安定生産や生産要因の解明も至難となります。

本書は、近年進歩している農業気象用測定機器と、それらを使用しての農業気象測定法の基礎と応用について平易に解説したものです。農業生産に関係する各分野の研究者、教育者、技術普及者、農学系学生、高度な技術をもつ農業者等の万々に、座右の書として広く御活用いただけるものです。

本書の主な目次と執筆者は次のとおりです。

主要目次と執筆者

I 基礎編

1. 一般気象観測法 (地磁気観測所 上村律雄) —— 観測施設、観測の種目、観測時刻・回数・順序、目視観測、観測結果の整理、アメダス、観測資料の利用。
2. 放射・日射の測定 (果樹試 浪利利貞) —— 全天日射量、波長別放射量と光合成有効放射量、光量子束密度、簡易型放射計、直達・散乱日射量、アルベド、正味放射量、日照時間。
3. 温度の測定 (千葉大 今久) —— 温度計の種類、気温の測り方、地温の測り方、水温の測り方、植物体温の測り方、温度測定上の注意点。
4. 湿度の測定 (千葉大 林真紀夫) —— 湿り空気と湿度、湿度の表示法、湿度測定機器の特徴と使い方、温度計の校正、湿度積量の求め方。
5. 風速・風向の測定 (四国農試 真木太一) —— 風速・風向の表示法、風速計・風向計の種類と使い方、測定上の注意点。
6. 降水量・積雪・蒸発・土壌水分・降ひょうの測定 (地磁気観測所 上村律雄) —— 降水量の測定、積雪の測定、蒸発量の測定、土壌水分の測定、降ひょうの測定。
7. ガス濃度の測定 (国立公害研 大政謙次・高木博夫・松本茂) —— ガスの種類と測定機器、空気のサンプリングとガス濃度の校正。
8. 記録計の選択と使い方 (電力中央研 羽生広道) —— 記録計の種類と選択、記録計種類と使い方、記録計取扱上の注意事項。
9. コンピュータによる計測とデータ処理 (農士試 佐藤勲紀) —— コンピュータによる計測の特徴と用途、コンピュータ計測装置と処理、最近の進歩と将来的展望、コンピュータ計測上の留意点。

II 応用編

10. 温度・湿度・風速の分布 (四国農試 真木太一) —— 温度分布の測定、湿度分布の測定、風速分布の測定。
11. 熱収支 (東北農試 井上君夫) —— 熱収支法の基礎、熱収支ボーエン比法による熱の配分、測定法、裸地面上の熱収支測定、水面上の熱収支測定、雪面上の熱収支測定。
12. 施設気象 (農環研 岡田益己) —— 施設の熱収支とその構成要素、施設気象観測上の留意点、換気量の測定、暖房熱量の測定、屋根・壁の貫流熱量の測定、被覆資材の放射特性の測定。
13. 局地気象観測 (北大 高橋英紀) —— 局地気象観測法の分類と観測計画、測器観測の実際、指標観測の実際、局地気象観測実施上の注意。
14. 蒸(発)散量の測定 (九州農試 桜井哲夫) —— 蒸発散に関する基礎、測定法と研究目的、秤量法、ライシメータ法、チェンバー法、吸湿剤を利用する方法、ボロメータによる方法、蒸熱収支法、データの解釈。
15. 光合成と呼吸の測定 (北大 青木正敏) —— 測定法の種類と特徴、測定上および測定値利用上の留意点、重量法、同化箱法、微気象的方法、収穫果実・野菜の呼吸速度測定法、根の呼吸速度の測定。

付録

1. 単位換算表、 2. 通風乾湿球湿度計用湿度表、 3. 湿り空気*i-x*線図。

索引

御注文は下記へ直接または最寄りの書店へお願いします。

発行所	〒114 東京都 北区西ヶ原1-26-3	(財) 農 業 技 術 協 会	振替 東京 176531 電話 03-910-3787
-----	-------------------------	-----------------	--------------------------------

関東支部 1991年度例会のお知らせ

1. 日時 1991年11月6、7日(水、木)
2. 会場 神奈川県園芸試験場
(〒259-01 神奈川県 中郡 二宮町 127 TEL 0463-71-1052)

3. 日程

11月16日

- 10:30⇒12:00 研究発表
- 12:00⇒12:50 昼食(評議員会・理事会)
なお、会場から歩いて数分のところにデニーズがありますが、お弁当(900円でいど)を注文することもできます。御希望の方は10月末日までに千葉大・松岡まで電話かファックス(Tel 0473-63-1221, 0473-66-2234)で御連絡ください。
- 12:50⇒15:00 研究発表
- 15:00⇒17:00 局地気象部会
- 17:00⇒17:30 特別講演(神奈川県園芸試験場 林勇部長)
- 17:30⇒18:00 総会
- 18:00⇒? 懇親会(会費3,000円:会費は会場で受け付けます)

11月17日

エクスカーション

- 平塚駅南口 8:30 出発、平塚駅 13:00 解散 参加費 3,000円
- 東京農業大学厚木中央農場(新設のコンピュータ制御温室による花卉研究等)
- 伊勢原あるいは平塚の野菜農家
- 神奈川県農業総合研究所(ハウレンソウの溶液栽培(自然光)など)

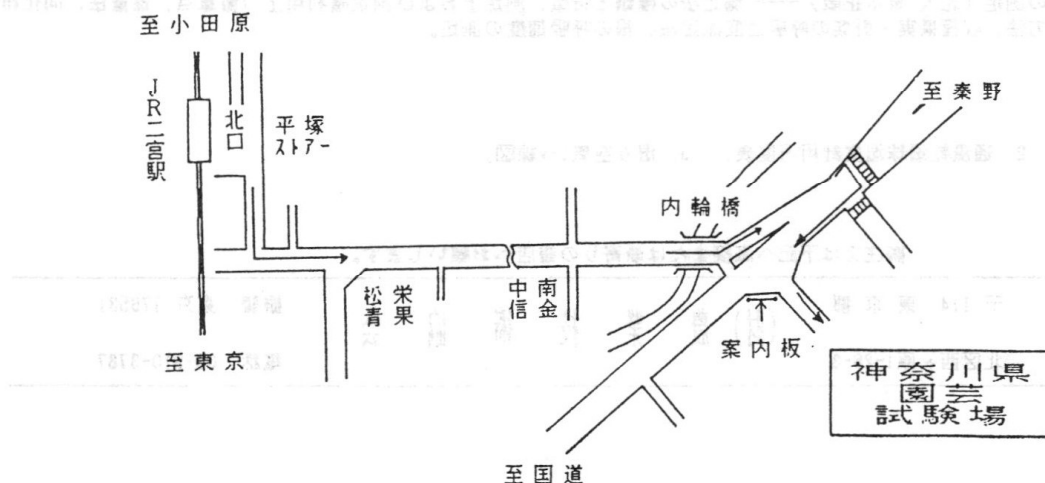
4. 参加申し込み先

- 〒281 千葉県 松戸市 松戸648
- 千葉大学 園芸学部
- 農業気象学会 関東支部 例会実行事務局

5. 会場案内

- 東京駅 ⇔ 二宮駅 JR東海道線: 60~70分
- 小田原駅 ⇔ 二宮駅 JR東海道線: 15分ていど
- 平塚駅 ⇔ 二宮駅 JR東海道線: 10分ていど
- 二宮駅(北口) ⇔ 会場 徒歩: 10分ていど

6. 会場付近の地図



一般研究発表

午前

1. 夜間から早朝にかけての施設内温湿度の計測とバラの溢液現象の観察
山田尚雄（神奈川県工業試験所）、水野信義、瀧口武、林勇（神奈川県園試試験場）
----- 3 0
2. トマトの生育予測に関する考察
田中富士雄（神工試）、佐々木皓二（神園試） ----- 3 2
3. サラダナの流液式栽培における補光および栽植密度
寺添斉、岡野利明、小酒井一嘉、庄司和博（電中研・生物部） ----- 3 4
4. 春キャベツの気象的生育モデルの開発
神保信幸（千葉県農業試験場） ----- 3 6
5. 自然光利用野菜工場の開発
エダマメの溶液栽培における根粒菌の接種効果
庄司和博、関山哲雄、渡部良明（電中研・生物部） ----- 3 8
6. 大豆の開花から子実生長開始に至る期間の長さと言長・気温の関係
鮫島良次（農業研究センター） ----- 4 0

午後

7. サツマイモ「ベニコマチ」の収量・品質に及ぼすマルチの影響
猪野誠、屋敷隆士（千葉県農業試験場） ----- 4 2
8. 乳白米の発生と登熟期の気象
高橋行継（群馬県伊勢崎農業改良普及所） ----- 4 4
9. 地温予測のための模型について
上村賢治（東大農） ----- 4 6
10. 熱赤外画像装置を用いて観測した放射冷却時のスギ幼齡林の温度分布について
岡野道明、後藤俊明、吉武孝（森林総研） ----- 4 7
11. 異常低温の統計解析
小柴厚（気象庁観測部産業気象課） ----- 4 8
12. 中国乾燥域に生育する植物種の温室栽培について
名取俊樹（国立環境研）、姜恕（中国科学院植物研究所）、大政謙次（国立環境研）
----- 5 0
13. 中国トルフィンにおけるタマリスク防風林の春期の気象改良効果
真木太一（熱帯農業研究センター）、潘伯榮（中国化学院 新疆生物土壤沙漠研究所）
----- 5 2
14. ラッカセイの浸・冠水害の特徴について
松岡延浩、中山敬一、今久、松浦哲二（千葉大・園） ----- 5 5
15. 富士山における降水の化学成分
丸田恵美子（慶大）、土器屋由紀子（気大）、林和彦（函館海洋気象台） ----- 5 7

夜間から早朝にかけての施設内温湿度の計測とバラの溢液現象の観察

○ 山田 尚雄 (神奈川県工業試験所)
水野 信義, 瀧口 武, 林 勇 (神奈川県園芸試験場)

1 まえがき

施設内の環境と植物の生育状態についての、小型で使い易く耐久性のある計測手段として、計測に必要な最小限のハードウェアとこれらのハードウェアを動作させるための基本的なソフトウェアとを含む計測器を試作した。このソフトウェアには、マルチタスク処理を実行する計測用のリアルタイムオペレーティングシステム(OS)が含まれている。このOSは、センサーごとに専用の計測器を接続するのではなく、一台の本体に、種類の異なる複数のセンサーを接続しただけの小規模なシステムにより、施設内の状況に応じた計測と計測値の評価、その結果による施設の制御信号の発生などを行なうことを目標にして製作した。また、この計測器を利用して、バラを栽培している温室での実験を行なった。

2 計測器

例えば、抵抗型の湿度センサーにより相対湿度を測定するときには、適当な出力チャンネルから、図1に示されているような駆動信号をセンサーに送り、そこに発生する電圧を、適当な入力チャンネルを利用して測定する。このチャンネルでの計測を終えると、増幅回路や電源などの計測器の資源は他のチャンネルからも利用される。

3 結果

図3は、バラの溢液現象を調べるために行った計測の結果を示している。この時には、午前3時から9時にかけて、5分ごとに葉温・培地温・気温・相対湿度を測定し、10分ごとに溢液を観察するための写真を撮影した。測定には、葉温と気温については熱電対(それぞれ直径が0.1mmと0.2mm)を、培地温についてはIC化された温度センサー(AD590)と熱電対(0.2mm)を、湿度については抵抗型の高湿度用センサー(HOS201)を使い、写真は小型全自動カメラにより撮影した。湿度センサーとカメラの駆動には、計測器のアナログ出力を利用した。

図2のように、2列に並んで植えられたバラを3つの区画に分け、第1区画には夕方、十分に給水し、他の区画には給水を控えた。第1と第2の区画については、上から透明なシートを掛けて区画ごとに全体を覆うことができるようにした。図3の例では、20日の夕方から21日の午前8時30分ごろにかけて、これらのシートを使うことにより区画からの水分の移動を妨げて、内部の湿度が低くならないようにしている。この時の、第1区画についての数日間の同じような測定と観察では、夜明け前の状態は、シートを掛けた場合とそうではない場合との間にとくに差はないようにみえた。どちらの場合にも、午前3時にはすでに多数の水滴が発生していて、その後の明け方までの変化はわずかだった。夜明け後に気温が上がると、湿度は、図3の例のようにそれぞれおよそ90%と80%付近まで下がった。シートを掛けない場合には、夜明け後(晴れ)約1時間で水滴はほとんど消えるようにみえた。しかし、シートが掛けられていると、水滴は最後まで残っていた。

4 考察

これらの結果から区画内の水蒸気圧(近似値)を計算すると、図4に示されているように、第1区画と第2区画での給水量による差が現れている。シートを掛けた場合にもこの差がそれほど大きくはないことは、シートの表面への結露が湿度を調節していることによるのだろう。

図5の熱画像から夜間の温室上部のガラスの温度は比較的均一で、植物との間には5~10℃の温度差があることがわかる。これらの間の空間を図2のような、2枚の温度が一定の平らな板に挟まれた空間により近似すると、そこで起きる自然気流はグラスホフ数Grとプラントル数Prの積

$$Gr \cdot Pr = h^3 g \beta \Delta T / \nu^2 \cdot Pr \quad (\Delta T = T_2 - T_1)$$

により特徴づけられる。 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $\beta = 1/T$ 、 $\nu = 0.156 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $h = 2 \text{ m}$ 、 $\Delta T = 7^\circ\text{C}$ 、 $Pr = 0.711 (20^\circ\text{C})$ などを代入すると $Gr \cdot Pr = 3.9 \times 10^9$ になる。この数値は、この空間の中央部では比較的激しい対流が起きていることを示している。このことからヌセルト数を

$$Nu = 0.069 (Gr Pr)^{1/3} Pr^{0.074} = 31 \text{ s} \Delta T^{1/3}$$

と仮定すると、熱流は

$$q = \lambda Nu \Delta T / s = 0.80 \Delta T^{4/3} [\text{jou l/m s}]$$

になる。しかし、滑らかなガラス面に比べて、植物側の表面は熱が伝わりやすいと考えられるため、ガラスの表面に近い境界層での熱の流れが全体の速度を決めている可能性が大きい。そのため、この式の係数を2倍にする。また、熱と水蒸気の流れ(qとw)は、対流により同時に進むため、 $\Delta P_w = P_w2 - P_w1$ をバラの周囲とガラス面間の水蒸気圧差、MwとMaを水と空気の分子量として

$$q / (c_p \Delta T) = w / (P Ma / \Delta P_w Mw) \quad (P = 760 \text{ mmHg})$$

の関係を期待できる。 $c_p = 1.00 \text{ jou l/g}^\circ\text{C}$ とすると、これらのことから

$$w = 1.3 \times 10^{-3} \Delta P_w \Delta T^{1/3} [\text{g/m}^2 \text{ s}] = 4.6 \Delta P_w \Delta T^{1/3} [\text{g/m}^2 \text{ hr}]$$

が成り立つことを期待できる。ガラス面での凝結が十分に速いと仮定して $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ 、 $\Delta P_w = 10 \text{ mmHg}$ とすると、 $w = 100 \text{ g/m}^2 \text{ hr} = 2.4 \text{ mm/day}$ になる。この数値は、自然対流だけの状態では夜間の蒸散速度が小さく、一度発生した水滴が消えにくいことと一致しているようにみえる。

5 結論

溢液の滞留による被害の予知という点では、結露の予知などに使われている低価格の湿度センサーを、施設内の高湿度の計測に利用できることと、 ΔT を、発生した水滴の滞留を予測する目安の一つにすることができる可能性があることがわかった。

*) 甲藤好郎: 伝熱概論 養賢堂 172 (1977)

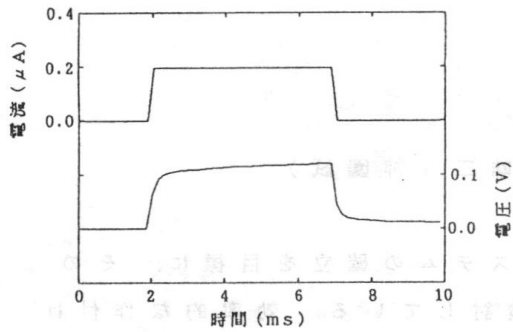


図1 抵抗型湿度センサーへの入力(上)と出力(下)

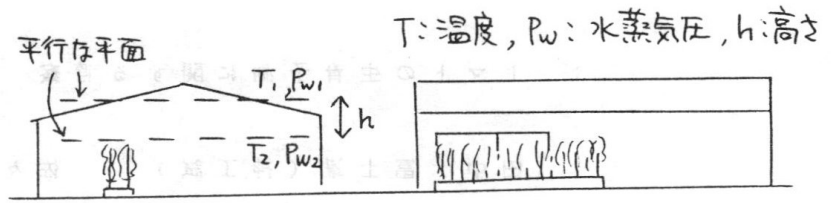


図2 施設内の配置と対流の状態を推定するために仮定した2つの平面

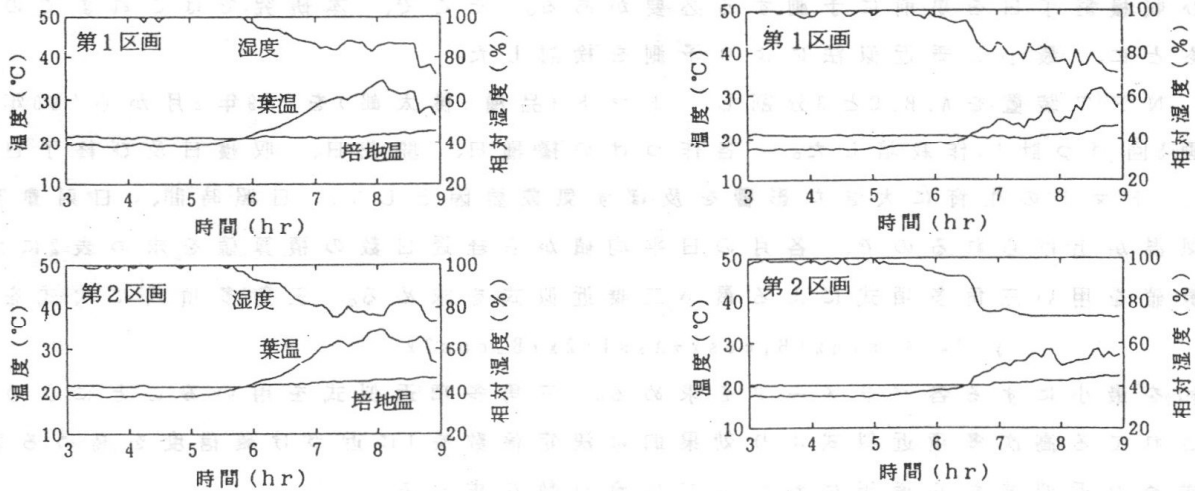


図3 1989年7月21日(左)と22日(右)の、3つの区画での測定結果(湿度の計測値が70%に近づくと、その数値がほとんど一定になる。このことは、これよりも低い湿度では、この湿度センサーが満足に動作しなくなることを示している)

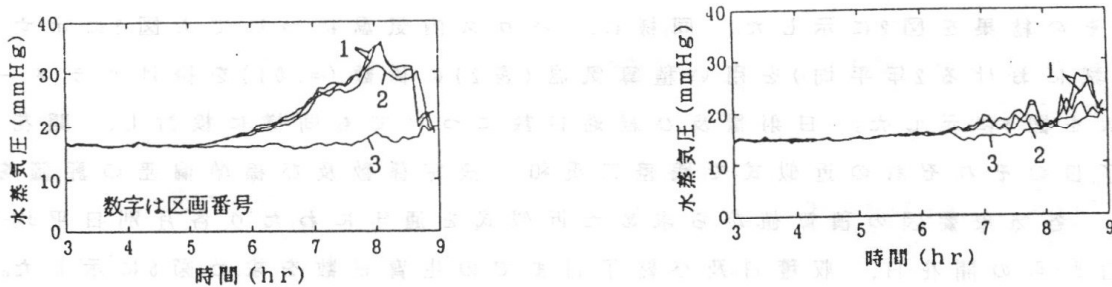
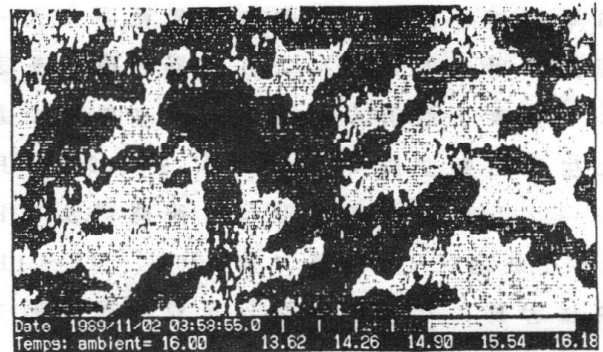


図4 図2の測定値から計算した水蒸気圧の近似値(第1と第2の区画については、葉温と気温の差を無視して、葉温から飽和水蒸気圧を計算しているため、数値の変動が実際よりも大きく表されている可能性が大きい)



a) 上部のガラス

b) バラ

図5 熱画像

トマトの生育予測に関する考察

田中 富士雄 (神工試)

佐々木 皓二 (神園試)

均質なトマトを継続的、計画的に収穫する工場的生産システムの確立を目標に、その一手法として2段摘心栽培による周年計画生産法について検討している。効率的な作付けローテーションを組むためには通年にわたって播種日毎に第一花房開花日(定植日)、収穫開始日及び収穫終了日を事前に予測する必要がある。そこで、本研究ではこれまでの気象要因をもとに、最小二乗近似法により予測を検討した。

方法：NFT装置をA,B,Cと3分割し、トマト(品種:桃太郎)を'89年2月から'90年7月まで各区画5回づつ計15作栽培した。各作づけの播種日、開花日、収穫日及び終了日を表1に示す。トマトの生育に大きな影響を及ぼす気象要因として、日照時間、日射量及びハウス内気温が上げられるので、各月の日平均値から経過日数の積算値を求め表2に示す。各々の積算値を用い三角多項式による最小二乗近似式を求める。三角多項式に次式を用いる。

$$y=C_0+A_1\sin x+B_1\cos x+A_2\sin 2x+B_2\cos 2x$$

残差二乗和を最小にする各パラメータを求める。三角多項近似式を用いることにより一般に利用されてる高次多項近似式より効果的に決定係数を1に近づけ確信度を高める効果がある。求めた近似式から通年にわたって生育日数を求める。

結果及び考察：日照時間について、トマト生育の15ステージ(表1)を図1に示す月別日平均日照時間(園試における30年平均)から積算値(表2)を求め、この積算値を用い三角多項式のパラメータを求めた。各気象要因でのスケールを合わせるため積算値に係数(=.025)を掛けその結果を図2に示した。同様に、ハウス内気温についても図3に示す月別日平均気温(園試における2年平均)を用い積算気温(表2)に係数(=.01)を掛けパラメータを求め近似曲線を図4に示した。日射量及び経過日数についても同様に検討し、開花日、収穫日及び終了日のそれぞれの近似式で残差二乗和、決定係数及び標準偏差の評価を行い表3に示した。各気象要因の積算値から求めた近似式を通年にわたり各月別日平均値で逆算して播種日からの開花日、収穫日及び終了日までの生育日数を求め図5に示した。一例として、'90年12月21日に播種された生育予測を表4に示した。その結果、一般に開花日は個体差があり7~10日間の間隔がありその中間日を取っているため、観察者の意志が入りやすく不確定である。収穫日は誤差が2日以内に入り十分予測が出来た。終了日は5~6日早めに予測をしており誤差範囲に入っているが精度を高める必要がある。三角多項近似式を用いることにより周期的成分を表現でき、気象要因の積算値で平年化が可能となり、生育予測解のコンピュータ処理で栽培計画を立て安くなった。各気象要因から求めた生育日数曲線で、1~4月、9~12月は良く一致し、5~8月は変動が大きい。6月の梅雨のシーズンにかかる期間は日照時間及び日射量の減少がみられ生育は遅れる。トマトの2段どり栽培で5月播種で約100日、10~11月で約150日で終了する。その結果、栽培は技術的に容易になり、期間は比較的短期間で計画性をもて安く、加えて品質に均一化が図られ収量予測が可能となる。各気象要因から求めた生育日数の誤差は最大5日、経過日数との誤差は最大9日であった。従って、トマト2段どり栽培での生育予測はほぼ同程度の誤差範囲で予測できると考えられる。

表1 トマト生育ステージ(月,日)

作付	播種	開花	収穫	終了
A-1	2. 1	4. 3	5. 15	6. 7
-2	5. 9	6. 23	7. 31	8. 15
-3	8. 18	9. 24	11. 24	12. 20
-4	10. 26	12. 20	2. 28	3. 26
-5	2. 13	4. 5	5. 30	6. 13
B-1	3. 13	5. 6	6. 19	7. 3
-2	6. 5	7. 24	8. 28	9. 11
-3	8. 15	9. 19	11. 24	12. 27
-4	11. 15	1. 20	3. 19	4. 13
-5	2. 20	4. 15	6. 4	6. 21
C-1	4. 17	6. 4	7. 14	7. 31
-2	7. 13	8. 29	10. 2	10. 25
-3	9. 8	10. 30	12. 27	1. 22
-4	12. 11	2. 14	4. 13	5. 9
-5	3. 20	5. 5	6. 22	7. 11

表2 月別日平均の積算値

作付	日照時間(hr)			日射量(kJ/cm ² day)			ハウス内気温(°C)		
	開花	収穫	終了	開花	収穫	終了	開花	収穫	終了
A-1	357	641	808	47.2	97.9	125.2	1050	1948	2532
-2	314	578	698	51.9	94.6	114.7	1157	2289	2778
-3	237	559	701	38.1	81.2	96.3	1064	2370	2834
-4	290	692	847	33.1	76.2	98.4	997	2194	2648
-5	301	680	778	41.9	106.7	123.5	888	2093	2493
B-1	340	650	748	57.3	108.4	124.7	1049	2166	2581
-2	332	599	689	54.8	99.2	113.4	1415	2508	2922
-3	233	582	762	37.7	85.0	103.8	1024	2461	3046
-4	361	699	855	37.7	79.1	105.1	1144	2136	2610
-5	323	672	789	49.0	107.6	127.7	967	2108	2597
C-1	337	607	730	56.5	101.3	121.0	1101	2248	2779
-2	349	547	673	57.8	88.3	105.9	1448	2380	2928
-3	283	590	742	41.4	75.3	90.8	1294	2320	2775
-4	370	715	893	38.9	89.6	121.0	1117	2146	2709
-5	293	629	763	50.6	105.9	127.7	908	2130	2700

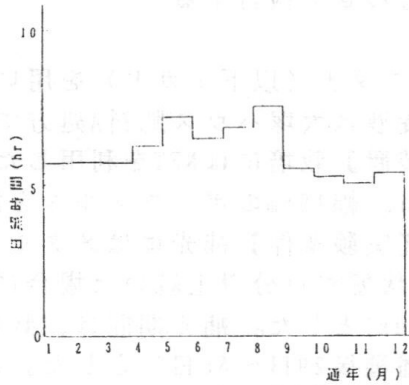


図1 月別日平均日照時間

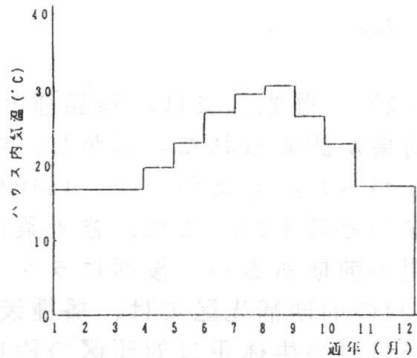


図3 月別日平均気温

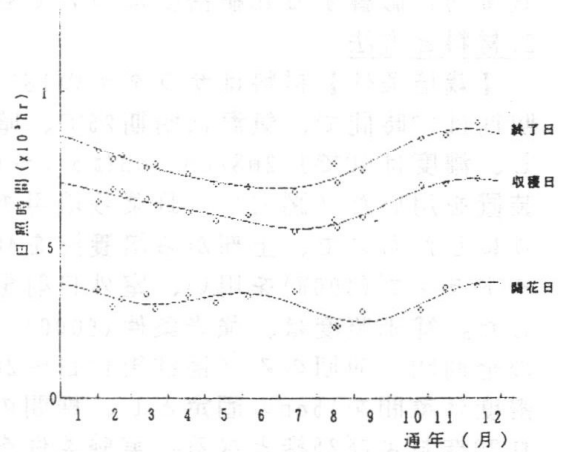


図2 積算日照時間の近似曲線

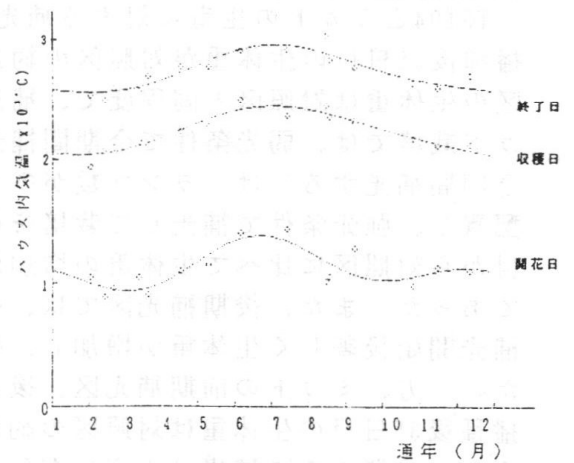


図4 積算気温の近似曲線

表3 近似式の評価

要因	近似式	残差二乗和	決定係数	標準偏差
日照時間	開花	4.88183	.82659	.59051
	収穫	2.14632	.95681	.39155
	終了	2.65811	.96308	.43574
日射量	開花	12.2446	.88367	.93521
	収穫	5.39864	.97562	.62098
	終了	6.4097	.97338	.67664
ハウス内気温	開花	13.0073	.81357	.9639
	収穫	3.73984	.94144	.51685
	終了	5.87408	.91254	.64775
経過日数	開花	8.83731	.89375	.7945
	収穫	6.26891	.97679	.66916
	終了	5.8571	.9838	.64681

表4 栽培実施日と予測値

	播種日	開花日	収穫日	終了日
実施日	12/21	2/28	4/22	5/20
日照時間		2/25	4/22	5/15
日射量		2/25	4/20	5/15
ハウス内気温		2/25	4/20	5/14
経過日数		2/25	4/18	5/11

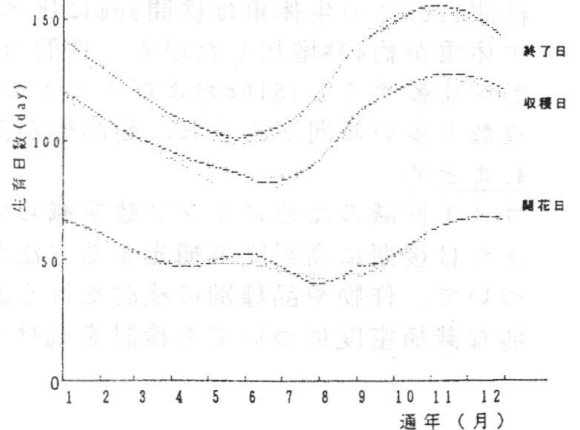


図5 各要因の近似式からの生育日数

1. はじめに

自然光利用野菜工場では、高品質な野菜を安定して生産するために、低日射時に人工光による補光を行う。人工光の光源には、一般に高圧ナトリウムランプやメタルハライドランプが用いられるが、点灯時に熱源となるランプを数多く設置することは、温室内の温度上昇や建設費・ランニングコストの増加を招き実用的ではない。すなわち、少ないランプで野菜の生育に有効な補光方法を確立する必要がある。そこで、補光時期、補光照度を変えてサラダナの栽培試験を行い、効率的な補光方法についての基礎的な知見を得たので報告する。さらに、新しい栽培システムによるサラダナ栽培において、生産量および品質に直接的に影響する栽植密度についても検討を行ったので合わせて報告する。

2. 材料と方法

【栽培条件】材料はサラダナのTS104とミカド水耕用サラダナ（以下ミカド）を用いた。明期は12時間で、気温は明期25℃、暗期20℃とした。培養液は大塚ハウス肥料A処方で作成し、濃度はECで1.2mS/cm、pHは5.5～6.5とした。【栽培装置】栽培にはNFTを利用した栽培装置を用いた（図-1）。野菜栽培用チューブは、長さ3m、幅15cmのポリフィルムを2つ折りにしたもので、上部から培養液を400ml/min流した。【実験条件】補光にはメタルハライドランプ(400W)を用い、室外日射量が0.3ly/min以下の状態が15分以上続いた場合に点灯した。補光照度は、強光条件(6000lux)と弱光条件(2000lux)とした。補光期間は、栽培中の全期間、前期のみ（播種後11日～28日）、後期のみ（播種後29日～35日）とした。栽植密度は畝間を15cmの固定とし、株間のみ9cmと12cmとした。これは、栽培チューブ1本あたり30株および25株となる。実験条件を表-1にまとめて示した。

3. 結果および考察

TS104とミカドの生育に対する補光の効果を調べた（図-2）。強光区では、両品種ともに、播種後35日目の生体重が対照区の約1.5～2倍となり補光効果が認められた。しかし、弱光区の生体重は対照区と同程度で、補光の効果は認められなかった。したがって、TS104、ミカド栽培では、弱光条件で全期間補光する方法は適切でないと考えた。また、強光条件で全期間補光するには、ランプ数が多くなるため、栽培期間の前期あるいは後期にランプを配置し、強光条件で補光して栽培を行った（図-3）。TS104の前期補光区では、播種後21日目から対照区に比べて生体重の増加が認められ、播種後35日目の生体重は対照区の約1.4倍であった。また、後期補光区では、播種後28日目までは対照区と生育に差はなかったが、補光開始後著しく生体重が増加し、播種後35日目には前期補光区と同程度の生体重となった。一方、ミカドの前期補光区、後期補光区における生育も、TS104と同様の傾向を示し、播種後35日目の生体重は対照区の約1.3倍であった。以上のことから、両品種ともに、前期または後期のみの補光は生育に有効であった。

株間の違いが生育におよぼす影響を調べた（図-2）。TS104では、補光照度に関わらず、株間12cmでの生体重は株間9cmに比べ約10%増加したが、ミカドでは、強光区の株間12cmの生体重が約40%増加した以外、株間の違いによる生体重の差は認められなかった。また、葉形を比較するとTS104およびミカドの強光区では株間9cmに比べ12cmの方が、葉形が丸く葉枚数も多い傾向がみられ、商品性が高いと思われた。

4. まとめ

コスト低減のためにランプ数を減らす場合は、低照度で全期間補光する方法よりも、前期または後期に高照度で補光する方法が適切である。今後は、適切な補光時期や補光照度について、作物や品種別の検討を行う必要がある。また、高い生産量と商品価値の維持が可能な栽植密度についても検討を続ける予定である。

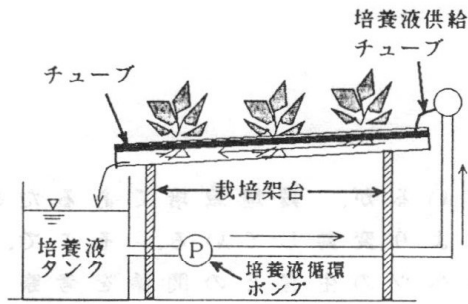


図-1 実験に使用した流液式 (NFT) 栽培装置の概要

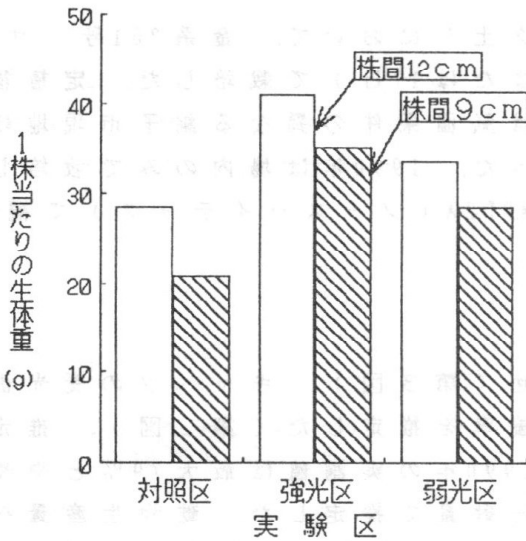
表-1 補光および栽植密度の実験条件

	前期 (11日~28日)	後期 (29日~35日)	株間 (cm)
対照区	無補光	無補光	9, 12
強光区	強光	強光	9, 12
弱光区	弱光	弱光	9, 12
前期補光区	強光	無補光	9, 12
後期補光区	無補光	強光	9, 12

※ 1) 照度 強光区: 6000lux, 弱光区: 2000lux

2) 前期: 播種後11日~28日, 後期: 播種後29日~35日

a) TS104



b) ミカド

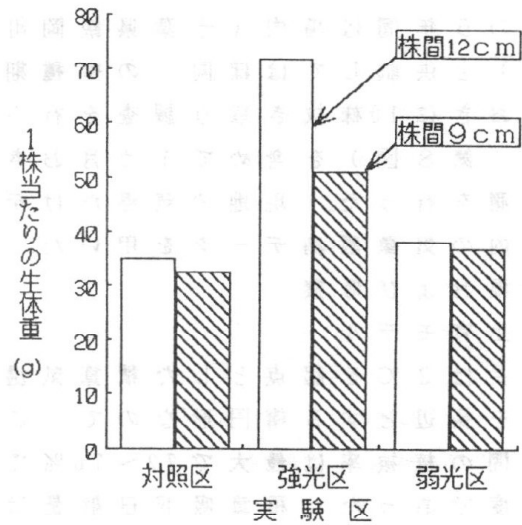
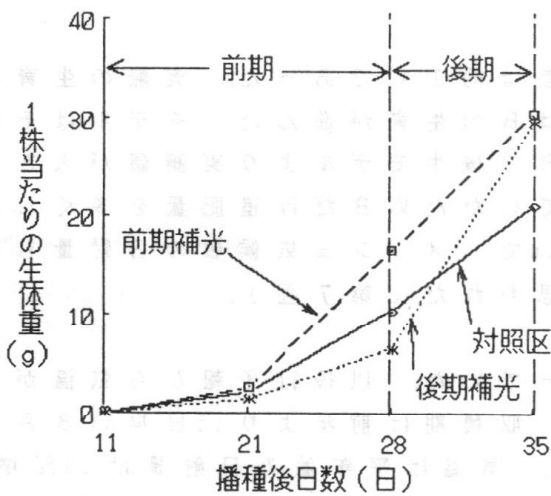


図-2 異なる照度条件下でのサラダナの生育の違い

1) 補光は日射量0.3ly/min以下に行った。

2) 補光照度は、強光区で6000lux、弱光区で2000luxとした。

a) TS104



b) ミカド

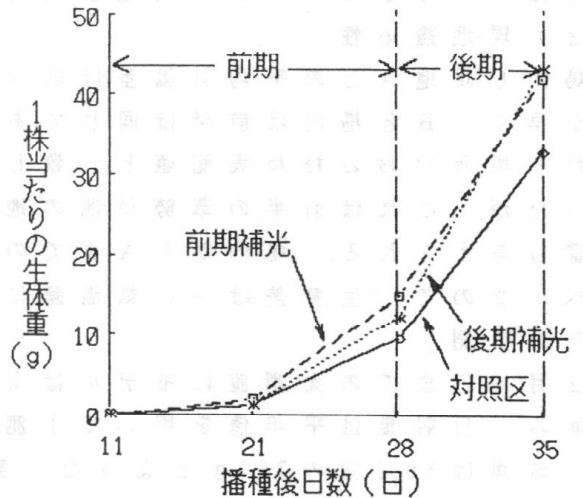


図-3 生育前期または後期補光がサラダナの生育に及ぼす影響

1) 補光照度6000lux、株間9cmで栽培を行った。

春キャベツの気象的生育モデルの開発

神保 信幸（千葉県農業試験場）

1. はじめに

千葉県東総地域は春キャベツの主産地を形成しているが、露地栽培であるため気象変化の影響を受けやすく、出荷時期・出荷量が年により変動している。そこで、1984年から1988年までの5年間の気象の年次間差とキャベツの生育との関係を考察して、気温と日射量を使った気象的生育モデルを開発した（第1図）。このモデルは1989年の現地における実測値とほぼ一致しており、1990年は気象予報値を用いて約1カ月前に精度良く収穫期を予測できたので、その概要を報告する。

2. 試験方法

最初の5年間は場内（千葉県飯岡町、淡色黒ボク土）において、金系201号（サカタのタネ）を供試してほぼ同一の播種期（9月16日または17日）で栽培した。定植後約1週間おきに10株抜き取り調査を行った。1989年は気温条件の異なる銚子市現地ほ場2カ所（第8図）を含めて1カ月おきに調査を行った。1990年は場内のみで栽培して作柄予測を行った。現地の気温だけデータロガーMDL2A（ノースハイテック）で観測し、他は場内の気象観測データを用いた。

3. 結果および考察

（1）生育モデル

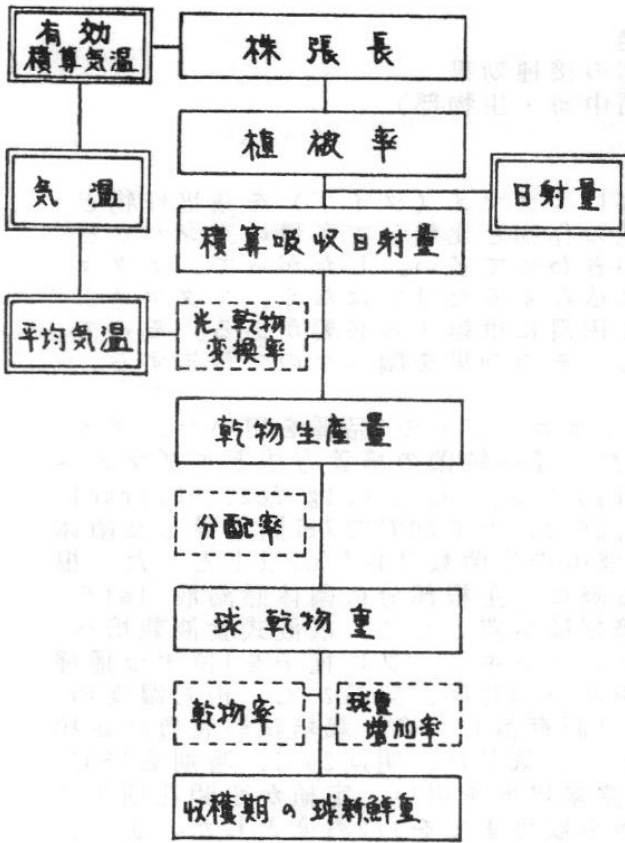
株張長は2℃を起点とした積算気温の関数で表せ（第3図）、キャベツの受光面は株張長を長辺とする楕円形なので、これらから植被率を推定した（第2図）。推定した5年間の植被率は最大で72～76%であったが、1990年の実測値は最大79%とやや大きい程度であった。積算吸収日射量は受光面積×日射量で推定した。乾物生産量への変換率は生育期間の平均気温によって変化しており、2次曲線で表すことができた（第4図）。球の乾物重は全乾物重と比例して増加した（第5図）。球の乾物率は球乾物重の増加につれて漸減し55gを超えると6%でほぼ一定した。このようにして任意の時点の球新鮮重が推定できたが、収穫期は球新鮮重の増加率が結球初期の値の50%に低下してきた時として判定した（第6図）。

（2）現地適応性

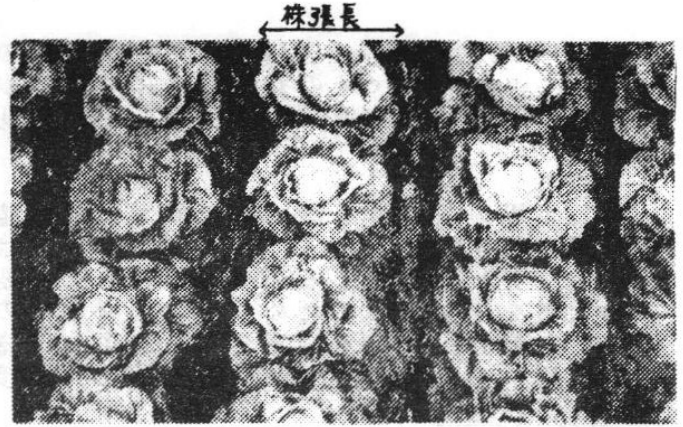
場内と現地Aとの平均気温差は約2℃、Bとの差は約1℃であった。実際の生育はAが早く、Bと場内は前半は同じであったが後半はBの生育が進んだ。モデルはそれぞれの場所でおおむね実測値と一致した。ただ、Bで後半モデルより実測値が大きくなったが、これは前半の草勢が他の地点より劣っていたためBだけ追肥量を多くした影響も考えられる。場内からAまでの距離は約15kmで、メッシュ気候値の日射量も同レベルなので、生育差は主に気温差によるものと思われた（第7図）。

（3）予測

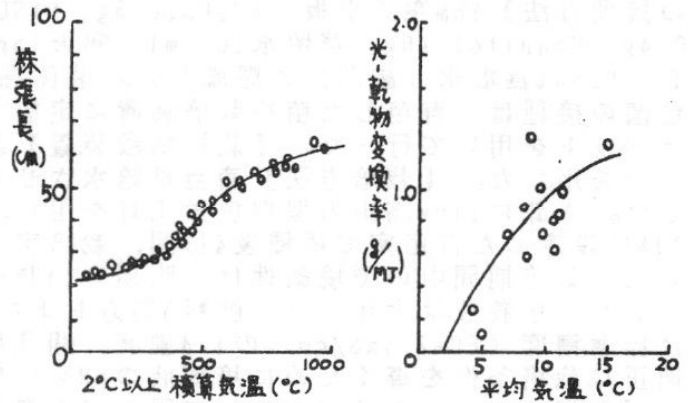
2月4日までの実測値にモデルはよく当てはまっていた。以後は予報から気温が平年並み、日射量は平年値を用いて予測したところ、収穫期は前年より15日早い3月10日、球重は30%減の700gとなった。実際の気象は、気温は平年並み日射量は20%増であったため、収穫期は3月7日と予測値に近かったが、球重は750gでやや大きくなった（第8図）。気象予報の精度が上がればより正確な生育予測が可能になると思われた。今後、モデルを使った生育情報を農協などへ提供して出荷計画の資料にする予定である。



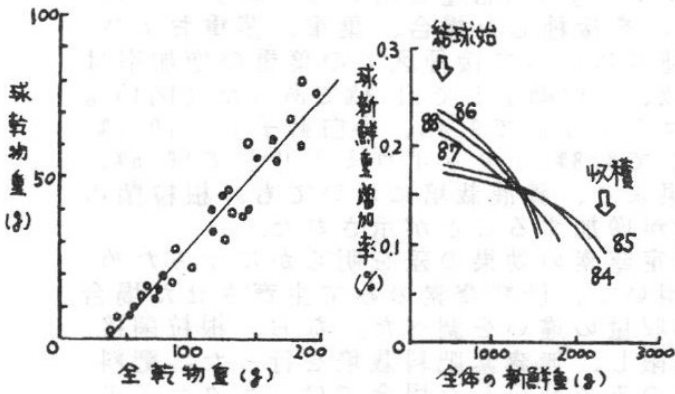
第1図 キャベツの気象的生育モデル



第2図 キャベツの栽植状況

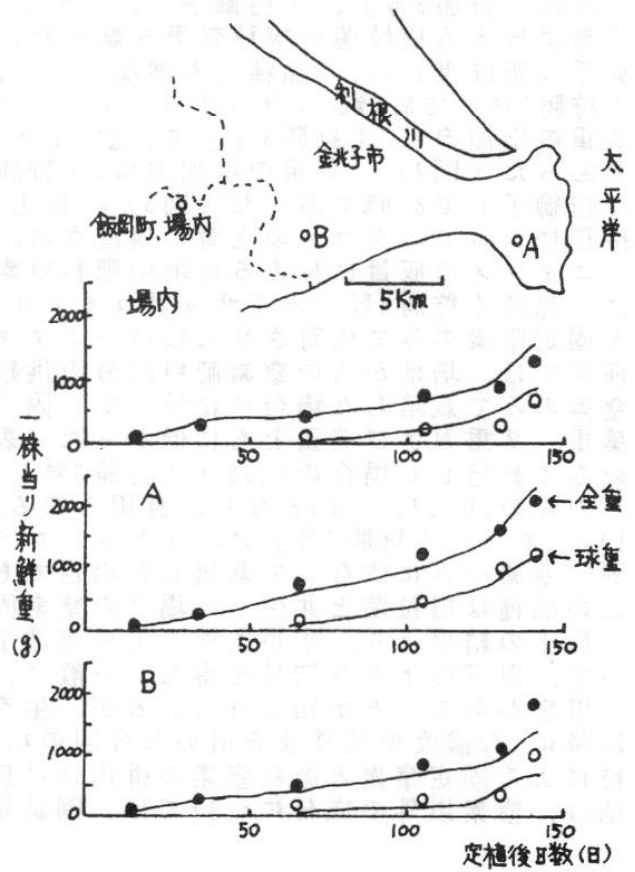


第3図 株張長と有効積算気温 第4図 光・乾物変換率と平均気温

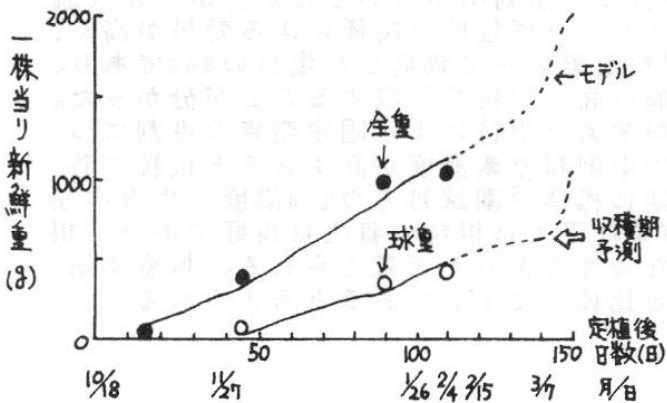


第5図 球重と全重

第6図 球重増加率の年次変化



第7図 現地は場内における測定値(●○)とモデル(—)



第8図 生育途中データへのモデルのあてはめと予測

自然光利用野菜工場の開発
エダマメの養液栽培における根粒菌の接種効果
庄子和博・関山哲雄・渡部良朋（電中研・生物部）

はじめに

野菜工場の収益性を高める目的で付加価値の高いエダマメ（ダイズ）を栽培作物として選び栽培試験を行ってきた。エダマメは、他の作物と比較して多量のタンパク質を子実（莢）に集積するので窒素養分の必要量がきわめて多い。したがって、エダマメの収量を増加させるためには、肥料窒素のみに依存するだけではなく、エダマメと根粒菌との共生による固定窒素を利用して窒素を円滑に供給する必要がある。そこで、養液栽培においてエダマメに根粒菌を人工接種し、その効果を調べたので報告する。

材料および方法

【材料】植物材料として狩勝3号、白獅子、サッポロミドリの3品種を用いた。ダイズ根粒菌は、*Bradyrhizobium japonicum* を用いた。【根粒菌の培養方法とエダマメへの接種方法】YEM寒天平板（ KH_2PO_4 0.5g、 $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0.2g、NaCl 0.1g、Yeast-Extract 0.4g、Mannitol 10g、蒸留水1000ml、寒天15g、pH6.8）上で30℃で7日間培養した菌体を、0.85%食塩水（滅菌）に懸濁した。菌体懸濁液中の生菌数は 10^8 /ml以上とした。根粒菌の接種は、育苗した苗を栽培装置に定植する際に、主根部分に菌体懸濁液1mlをピペットを用いて行った。【栽培試験装置】栽培試験装置として、湛液式養液栽培ベッドを用いた。【栽培方法】適当量給水させたウレタンキューブに種子を1粒ずつ播種した。光源に110w高出力型白色蛍光灯を用い、明期を14時間、気温23℃、相対湿度約80%に設定した育苗室で播種後4日間、栽培室で3日間育苗した後、栽培試験装置に定植した。栽培期間中の環境条件は、明期を14時間とし、気温は、明期25℃、暗期を15℃とした。培養液は大塚ハウス肥料B処方および無窒素培地を用い、定植から開花期までは標準濃度（ $\text{EC}=2.4\text{mS/cm}$ ）の1/4濃度、開花期から収穫までを1/2濃度とした。また、適正な栽培条件を導くために培養液のpHを5.5～6.5の範囲に調整した。補光は、400wの反射型メタルハライドランプで屋外日射量が 0.31ly/min 以下の状態が15分以上継続した場合の明期に行った。

結果および考察

品種「狩勝3号」、「白獅子」、「サッポロミドリ」の3品種を用いて、エダマメの収量に与える根粒菌の接種効果を調べた。根粒菌を接種した場合、葉重、莖重および莢重（新鮮重）は、3品種とも増加した。無接種区に比べて接種区での葉重の増加率は、「狩勝3号」で5.3%、「サッポロミドリ」で15.2%、「白獅子」で11.4%であった（図1）。莖重の増加率は、「狩勝3号」で1.7%、「サッポロミドリ」で9.4%、「白獅子」で10.7%であった（図2）。莢重の増加率は、「狩勝3号」で8.8%、「サッポロミドリ」で16.5%、「白獅子」で8.9%であった（図3）。以上の結果より、養液栽培においても、根粒菌の接種によってエダマメの生育が促進され、収量が増加することが示された。

エダマメの収量に与える培地中肥料窒素と固定窒素の効果の差を明らかにするために、品種「狩勝3号」と「サッポロミドリ」を用いて、肥料窒素のみで生育させた場合と固定窒素のみで生育させた場合のエダマメの収量の違いを調べた。なお、根粒菌接種区では、培地からの窒素肥料成分の供給を制限し、無窒素肥料栽培を行った。肥料窒素のみで栽培した場合に比較して、固定窒素のみで栽培した場合は、エダマメの葉重、莖重および莢重ともに低かった（表1）。全重にしめる莢重の割合は、肥料窒素のみで栽培した場合の0.33（「狩勝3号」）、0.43（「サッポロミドリ」）に比べて、おのおの、0.57、0.53となり、食用となる莢部分の生産効率が高いことが分かった（表1）。また、「狩勝3号」は、「サッポロミドリ」より根粒菌の接種による効果が高く、固定窒素のみに依存して栽培した場合でも、肥料窒素のみで栽培した場合の86%であり、この品種は根粒菌と共生した場合の窒素固定能の高い根粒を形成することが分かった。

以上の結果より、水耕条件下での培地中肥料窒素と根粒による固定窒素の役割について、以下のような知見を得た。一般に、培地中肥料窒素濃度が高すぎると根粒の着生阻害があることが知られているが、生育前期に標準の圃試処方の1/4濃度、生育中期以降に1/2濃度の培養液を用いた今回の培養液条件下では根粒の着生は良好であり、根粒による固定窒素と肥料窒素の併用には良好な条件であったと考えられる。無窒素培地は、窒素以外の成分については、圃試処方と比較して十分であると考えられるが、

この無窒素培地を用いて固定窒素のみに依存して栽培した場合の収量は、肥料窒素で栽培したものと比較して低かった(表1)。これは、固定窒素のみを窒素源として栽培した場合は、多収量は望めないことを示し、また、肥料窒素と固定窒素を併用した場合は、肥料窒素単独よりも、収量が8.8~16.5%増加しており(図3)、収量を増加させるには、肥料窒素と固定窒素を併用するのが適切である。また、固定窒素のみに依存して栽培した場合は、莢の生産効率が高かった(表1)。これは、肥料窒素よりも固定窒素の方が、吸収された単位窒素当たりの子実生産効率が高いというこれまでの知見と一致する。

以上の結果より、水耕栽培においても、露地栽培と同様にエダマメの根に根粒菌を着生させることが可能であり、根粒菌を接種することによって、収量が、約9~17%増加することが示された。

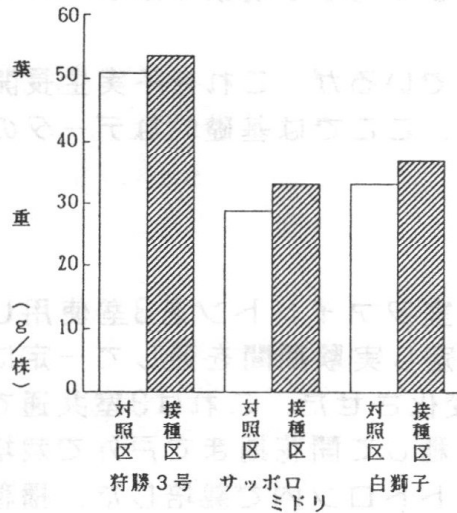


図1 根粒菌の接種が葉重に与える影響

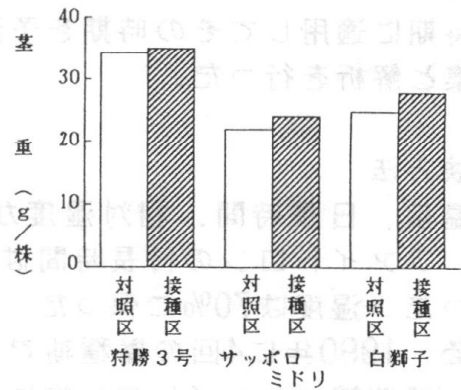


図2 根粒菌の接種が茎重に与える影響

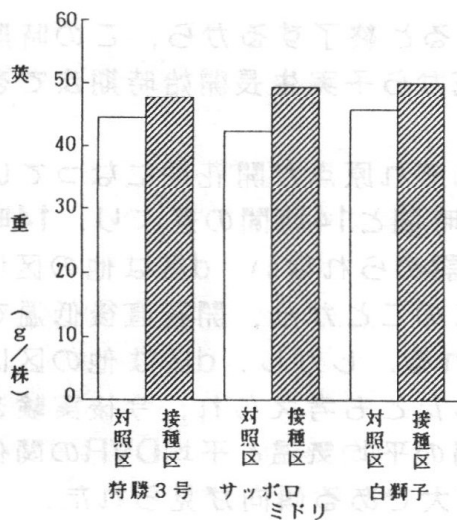


図3 根粒菌の接種が莢重に与える影響

表1 肥料窒素もしくは固定窒素のみを窒素源として栽培した場合の生育および収量

品種：狩勝3号

試験区	葉重 (g/株)	茎重 (g/株)	莢重 (g/株)	莢重/全重
肥料窒素区	48.0	35.5	41.3	0.33
固定窒素区	12.4	11.1	31.4	0.57

品種：サッポロミドリ

試験区	葉重 (g/株)	茎重 (g/株)	莢重 (g/株)	莢重/全重
肥料窒素区	30.4	23.0	39.6	0.43
固定窒素区	4.9	4.5	10.8	0.53

大豆の開花から子実生長開始に至る期間の長さ と日長・気温の関係

鮫島良次（農業研究センター）

はじめに

大豆の栄養生長期と生殖生長期の境界の目安として、開花期を用いることが多い。しかし開花から子実が生長開始するまでには1~3週間程度のずれがある。そして開花後も子実の生長開始までは葉面積の拡大は続く。これらから、栄養生長期と生殖生長期の境界としては開花期より子実生長開始時期の方が適当であることがわかる。ところが子実の生長開始は、開花のように一見して明かな現象ではないのでこれに注目した研究例は少ない。

最近DVR-DVI法など作物発育のモデル化技術が進んでいるが、これを子実生長開始時期に適用してその時期を予測することを目的とし、ここでは基礎的なデータの収集と解析を行った。

実験方法

温度、日長時間、相対湿度が調節可能な人工気象室ファイトトンを3室使用した。ファイトトンの日長時間は13、14、15時間に設定し実験期間を通して一定に保った。湿度は70%に保った。気温は図-1のように変化させた。これは3室共通である。1990年に4回の播種期でエンレイをポットに播種して開花期まで戸外で栽培し、開花期にファイトトン内に移動してその後ファイトトン内で栽培した。播種期と開花期は表-1に示した。以後播種期の早い順にa,b,c,d区と称する。週に1回程度子実の乾物重の測定を行った。

実験結果

大豆の葉の生長は個体の子実の乾物重が0.01gになると終了するから、この時期を子実の生長開始時期とする。その場合の各区の開花から子実生長開始時期までを図-1の上に示した。

開花後の子実の乾物重の推移を図-2に示した。それぞれ原点が開花期になっている。a,b,c区では日長時間の影響が明らかである。13時間と14時間の差より、14時間と15時間の差の方が大きい。d区では日長の影響が認められない。d区は他の区に較べて開花直後に遭遇する気温が低くなっている。このことから、開花直後低温であると長日による遅延効果が現れてこないと考えられる。しかし、d区は他の区に較べて播種から開花までの日数が短く、これが影響したとも考えられ、今後実験を進める必要がある。開花から子実生長開始に至る期間の平均気温と平均DVRの関係をみると図-3のようになり、概して低温の方が速度が大である傾向が見られた。

まとめ

大豆の開花期から子実の生長開始に至る期間の長さは、遭遇する日長時間と気温の影響を受けることがわかり、その影響の傾向が把握できた。この影響を更に詳しく調べるために今後実験データを蓄積する必要がある。

(香川県農業試験場) 香川県農業試験場

表-1. 播種日と開花日(JDは1月1日起日の日数)

播種日	開花日	播種日(JD)	開花日(JD)
6/25	8/05	176	217
7/13	8/16	194	228
7/25	8/25	206	237
8/11	9/10	223	253

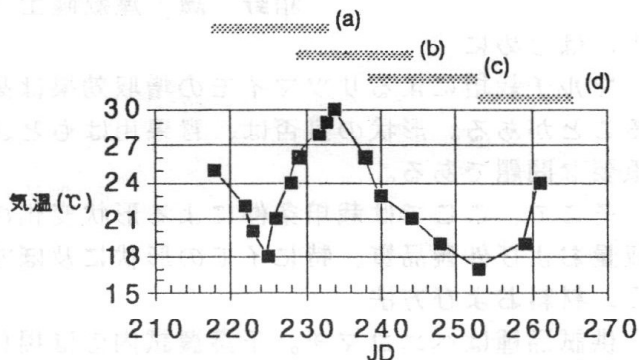


図-1. 気温の経過と開花から子実生長開始まで期間

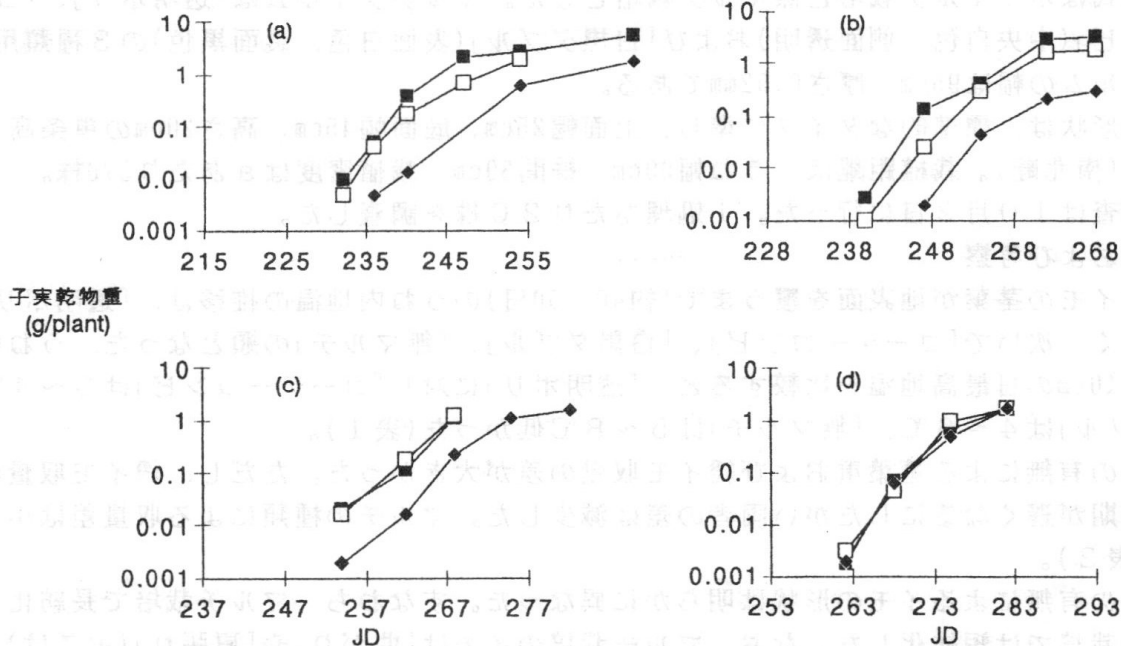


図-2. 子実乾物量の推移 (■;13時間日長, □;14時間日長, ◆;15時間日長)

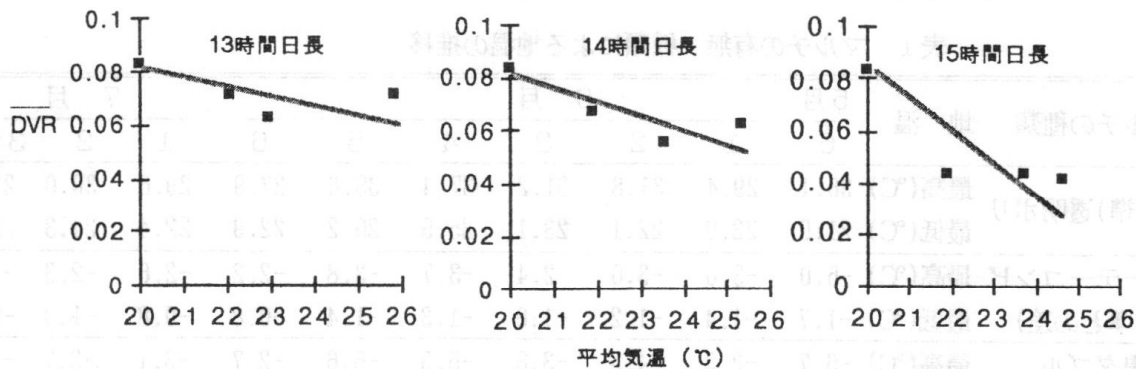


図-3. 開花期から子実生長開始期に至る平均気温とDVR

サツマイモ「ベニコマチ」の収量、品質に及ぼすマルチの影響

。猪野 誠・屋敷隆士（千葉県農業試験場）

1. はじめに

マルチ栽培によるサツマイモの増収効果は高いが、「曲がり」等の形状不良イモが増加することがある。形状の良否は、青果用はもとより加工用としての商品価値や取扱いの上で重要な問題である。

そこで、ここでは栽培条件による形状変化の大きい青果用品種「ベニコマチ」を用いて、収量および外観品質、特にイモの形状に及ぼすマルチの影響を調査したので報告する。

2. 材料および方法

供試品種はベニコマチ。千葉農試内のほ場(火山灰土、前作物は陸稲)に栽培した。植付け時期は、慣行の範囲内に4回設定した。すなわち、1990年5月11日から7日間隔に同18日、同25日および6月1日とした。

栽培様式はポリマルチ栽培と無マルチ栽培とした。マルチフィルムは「透明ポリ」、「コーターコンピ」(中央白色、側面透明)および「白黒ダブル」(表面白色、裏面黒色)の3種類用いた。フィルムの幅は95cm、厚さ0.02mmである。

うねの形状は、標準的なタイプに準じ、上面幅25cm、底面幅45cm、高さ20cmの単条高うねとした(南北畦)。栽植距離は、うね幅90cm、株間30cm、栽植密度はaあたり370株。

収穫調査は10月2日に行った。1処理あたり20株を調査した。

3. 結果および考察

サツマイモの茎葉が地表面を覆うまで(約40~50日)のうね内地温の推移は、「透明ポリ」が最も高く、次いで「コーターコンピ」、「白黒ダブル」、「無マルチ」の順となった。うね中央の深さ10cmの日最高地温を比較すると、「透明ポリ」に対し「コーターコンピ」は3~4℃、「白黒ダブル」は4~6℃、「無マルチ」は5~8℃低かった(表1)。

マルチの有無による茎葉重および総イモ収量の差が大きかった。ただし、総イモ収量は、植付け時期が遅くなるにしたがい両者の差は減少した。マルチの種類による収量差は小さかった(表2)。

マルチの有無によるイモの形状は明らかに異なった。すなわち、マルチ栽培で長紡化、無マルチ栽培では短紡化した。なお、マルチ栽培のイモは「曲がり」や「肩張り」(尻こけ)が、また、無マルチ栽培では「丸いも」(長径比3以下)が形状不良化の主因となった(図1)。

マルチ栽培におけるイモの形状は、地温の最も高い「透明ポリ」に比べて「コーターコンピ」および「白黒ダブル」栽培で改善される傾向がみられた(表3)。したがって、品種「ベニコマチ」に対して地温を極端に高めない栽培が望ましいと考えられる。

表1 マルチの有無、種類による地温の推移

マルチの種類	地 温	5月	6月						7月		
		6	1	2	3	4	5	6	1	2	3半旬
(標準)透明ポリ	最高(℃)	36.1	29.4	31.8	31.2	37.4	38.6	27.9	29.6	30.0	27.3
	最低(℃)	21.0	22.0	22.1	23.1	25.9	26.2	22.9	22.4	24.3	22.6
コーターコンピ	最高(℃)	-5.0	-3.0	-3.0	-2.4	-3.7	-3.8	-2.2	-2.6	-2.3	-1.4
	最低(℃)	-1.7	-1.4	-1.2	-1.0	-1.3	-1.4	-0.8	-0.8	-1.0	-0.6
白黒ダブル	最高(℃)	-6.7	-3.9	-4.5	-3.8	-5.5	-5.6	-2.7	-3.1	-2.7	-1.2
	最低(℃)	-2.3	-1.8	-1.3	-1.2	-1.8	-1.7	-0.9	-1.1	-1.2	-0.6
無マルチ	最高(℃)	-11.1	-6.6	-7.0	-6.2	-9.0	-8.6	-4.4	-5.2	-4.7	-2.2
	最低(℃)	-4.4	-3.0	-2.2	-2.1	-3.5	-3.2	-1.5	-1.8	-2.6	-1.1

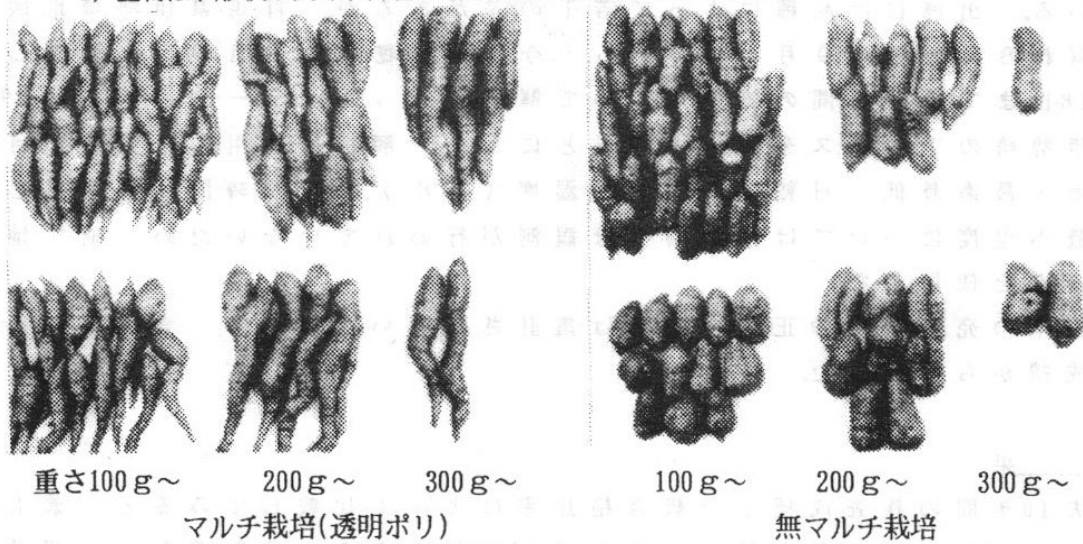
注) 測定位置は、うねの中央、深さ10cm。日最高・最低地温の半旬平均値で示した。

表2 マルチの有無、種類によるサツマイモ「ベニコマチ」の収量比較

植付け日	マルチの種類	茎葉重	総イモ重	同左比	上物重	同左比	株あたり	平均
		kg/a	kg/a	%	kg/a	%	イモ個数	1個重
5月11日	透明ポリ	398	367.8	(100)	238.7	(100)	6.1	163
	コーティング*	472	386.5	105	257.8	108	5.3	197
	白黒ダブル	317	363.0	99	228.3	96	4.9	200
	無マルチ	275	278.0	76	164.6	69	5.2	146
5月18日	透明ポリ	357	346.1	(100)	214.3	(100)	6.3	150
	コーティング*	360	366.3	106	223.1	104	6.2	161
	白黒ダブル	317	369.4	107	239.0	116	5.6	178
	無マルチ	231	273.5	79	169.3	79	5.5	136
5月25日	透明ポリ	370	311.5	(100)	189.6	(100)	4.6	185
	コーティング*	409	296.5	95	207.4	109	4.1	198
	白黒ダブル	369	288.9	93	191.5	101	4.6	170
	無マルチ	258	270.7	87	183.7	97	3.7	198
6月1日	透明ポリ	343	304.4	(100)	191.3	(100)	5.2	158
	コーティング*	356	318.5	105	211.5	111	5.8	150
	白黒ダブル	383	304.1	100	202.2	106	5.8	143
	無マルチ	230	267.0	88	226.3	118	5.9	123

注、1) 50g以上のイモを対象とした。

2) 上物は、形状が良く、障害のみられない商品性の高いイモ。



注) 5月18日植付け。写真上段は上物、下段は下物。

図1 マルチの有無とサツマイモ「ベニコマチ」の形状比較

表3 マルチの有無、種類によるサツマイモ「ベニコマチ」の形状変化

植付け日	マルチの種類	調査 イモ数	イモの形状(平均値)			形状不良イモ発生率(個数%)	
			長さcm	太さcm	長径比	曲がり	肩張り(尻こけ)
5月11日	透明ポリ	37	25.4	4.5	5.7	10.8	29.7
	コーティング*	38	20.7	5.0	4.3	18.4	13.2
	白黒ダブル	43	22.3	4.8	4.8	9.3	9.3
	無マルチ	19	15.1	4.2	2.9	5.3	0
5月18日	透明ポリ	33	24.3	4.6	5.4	21.2	24.2
	コーティング*	31	25.7	4.5	5.9	22.6	32.3
	白黒ダブル	40	22.2	4.8	4.9	17.5	7.5
	無マルチ	19	14.7	5.2	2.9	0	0
5月25日	透明ポリ	24	26.3	4.6	5.8	33.3	29.2
	コーティング*	30	24.4	4.4	5.7	13.3	0
	白黒ダブル	27	25.0	4.1	6.2	14.8	0
	無マルチ	25	21.4	5.0	4.5	0	4.0
6月1日	透明ポリ	31	25.6	4.3	6.1	29.0	16.1
	コーティング*	27	24.0	4.2	5.8	22.2	3.7
	白黒ダブル	22	24.1	4.2	5.8	18.2	4.5
	無マルチ	9	18.3	4.7	4.1	0	0

注、1) 1処理あたり20株調査。そのうち重さ200~400gのイモを対象とした。

2) 長径比は、数字が大きいほどイモが長い。

乳白米の発生と登熟期間の気象

高橋行継（群馬県伊勢崎農業改良普及所）

1. はじめに

群馬県の平坦地は、全国でも数少ない米麦二毛作体系の地域であり、水稻の登熟期は9月～10月にあたる。この時期は秋雨や台風等の影響で天候が不安定な時期にあたるため、作柄の年次間変動が大きい。近年群馬県では品質低下の主要因である乳白米の発生が多く、大きな問題となっている。乳白米の発生要因についてはすでにある程度説明されているので、現地の気象条件との関連について報告したい。

2. 調査方法

乳白米の発生は、出穂後5～20日の気象と大きな関係があることが明らかにされている。出穂日は品種によって若干の差があるが、群馬県伊勢崎地域の主要品種は概ね8月29日～9月1日である。今回は出穂日を8月30日と仮定して、以降9月18日までの20日間の気象について解析を行った。データは1981～1990年の群馬県伊勢崎のアメダスを利用することにした。解析に使用した気象項目は、気温（平均・最高最低・日較差）、相対湿度（最小）、日照時間、降水量とした。なお、最小湿度については伊勢崎では観測が行われていないため、前橋地方気象台のデータを使用した。

乳白米の発生状況の正式な統計は集計されていないため、食糧事務所の等級別検査成績から推定した。

3. 結 果

過去10年間の検査成績を一級合格比率によって比較してみると、最もよかった年次は1984年、逆に最も悪かったのは1990年である。それぞれの一級比率は69.3%、16.7%となっており、両者の間には大きな開きがある（表1）。

ここでは上述の典型的な二年間についての比較検討結果を述べることにする。また、個々の気象経過を図1～4に示した。

- (1) 気温経過／両年とも出穂後9月初旬までの気温が高い点は共通である。1984年は一時的な気温の上昇はみられるものの、概ね下降基調にある。しかし、1990年はその後再び高温状態に転じたあと急激に気温が低下するなど、寒暖の差が非常に激しかった。9月18日には台風通過後のフェーン現象によって再度高温状態となっている。
- (2) 降水量／両年とも秋雨の時期に入るまで降水量は少ない状態が続いていた。1984年は秋雨がそれほど顕著ではなかったため降水量は少なかったが、1990年は台風の影響もあったため、9月中旬以降かなり多くなった。
- (3) 日照時間／9月上旬までは両年とも多照傾向にあった。1984年は中旬以降徐々に日照時間が減少していく傾向がみられるが、1990年は多照状態が続いた後、急激に不照状態に転じている。
- (4) 最小湿度／両年とも天候に恵まれたため、乾燥気味の日が多い。特に1990年は、9月8日～12日にかけて40%前後の乾燥した日が続いた。

4. 考 察

兩年とも登熟期初期にあたる9月上旬は秋雨の影響もほとんどなく、高温多照傾向であったことが明らかである。出穂10日～20日目についてみると、1984年は台風の影響もなくまた、秋雨による天候の崩れが比較的小さかった。また、気温の推移も比較的滑らかであったといえる。これに対して1990年は天候の変動が激しかった。高温乾燥した天候の日が続いた後、一転して不照・多雨状態になるなり、その後フェーン現象が発生するなど作物の生理状態にとってマイナスの要因が多かった。このような条件が乳白米の発生要因となり、品質を低下させたものと考えられる。

表1 米の検査等級別比率(%)

等級	1981	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	67.7	36.5	62.9	69.3	60.5	62.7	61.7	41.3	29.2	16.7
2	29.0	49.6	26.2	23.5	30.7	26.4	31.6	50.1	51.1	63.2
3	3.4	8.1	4.5	2.4	4.0	5.0	3.5	5.3	16.3	13.6
規格外他	-	5.8	6.4	4.8	4.8	5.9	3.2	3.2	3.3	6.5

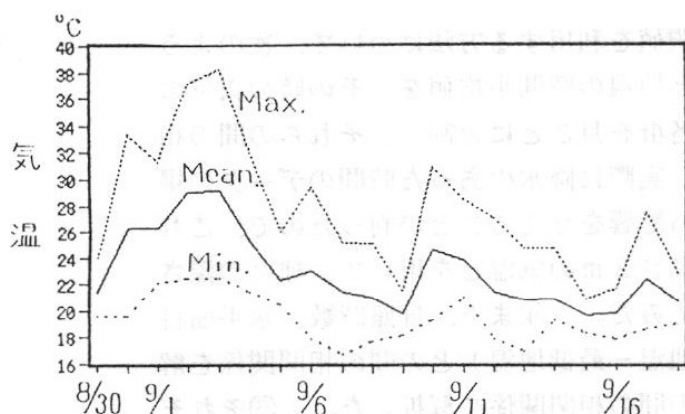


図1 水稲登熟期前半の気温推移
1984年/8月30日～9月18日

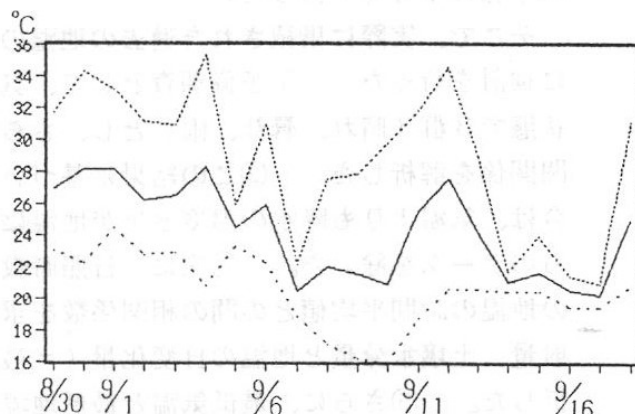


図2 水稲登熟期前半の気温推移
1990年/8月30日～9月18日

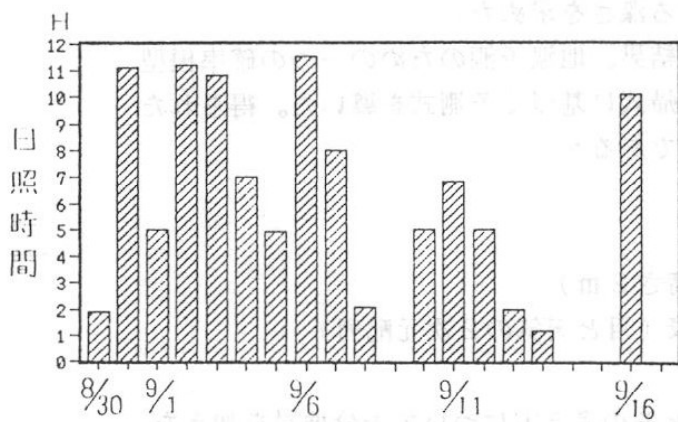


図3 水稲登熟期前半の日照時間
1984年/8月30日～9月18日

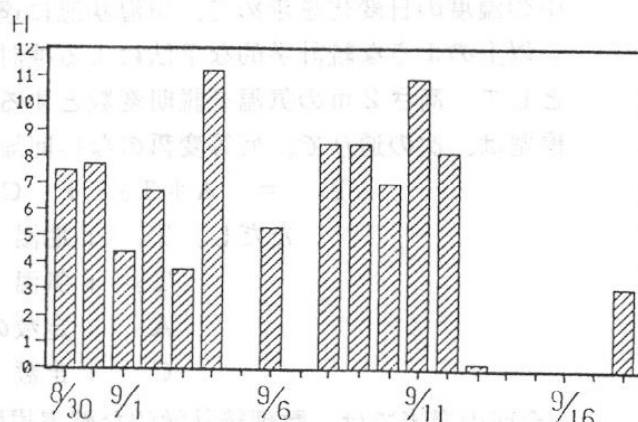


図4 水稲登熟期前半の日照時間
1990年/8月30日～9月18日

畑の耕起、播種、苗の移植、芋類の収穫などの農作業を実施する日時を決定する上で、地温が正確に予測できることは、大変有用である。そのため、多くの研究者による地温予測式が提案されてきている。しかし、これまでの地温の予測に関する研究は、エネルギー収支による物理式の解析に、その主力が注がれてきた (Sasamori, Buchan, Schieldge et al. など)。これらの物理式に基づく模型では、気温のほか、水平面放射量、純放射、水蒸気張力、風速などの気象要素を高い精度で測定し、その観測値を用いて予測を行うため、農業改良普及所のような現場での実用に供するためには、難度が高すぎるきらいがあった。

また、それらの物理式の導出の前提条件は、次の通りである：①地温は水平方向に温度傾度を持たない。②土壌を構成する固体は均一な鉱物で構成されている。③腐植などは実験期間中に変質しない。

これらの前提条件は、土壌の不均質性のために、実際の畑においては認められないものである。従って、いかに高い精度で気象要素の測定を行い、それらの測定値をエネルギー収支から導いた物理学的に正しい式に代入して計算を行っても、正確な地温の予報は不可能であった。

そこで、実際に集積された過去の地温の観測値を利用する方法について、次のように検討を行った：①予備調査として、気温と地温の時間平均値を、その時の天気の状態で3群（晴れ、曇り、雨）とし、さらに各群を月ごとに分割し、それらの間の相関関係を解析した。②この結果に基づいて、実際に降水のあった時間のデータの場合は、気温よりも降水の温度と量が地温に強い影響を与えることが判ったので、これらのデータを除いた。③次に、日照時数と高さ2mの気温とを用いて、種々の深さの地温の時間平均値との間の相関係数を求めてみた。④また、日照時数、水平面日射量、土壌水分量と地温の日変化量（＝最高地温－最低地温）との間の相関関係を解析した。⑤さらに、最低気温と最低地温との間の相関関係を解析した。⑥それぞれの深さにおける最高地温を、④で求めた日変化量を用いて表現した。⑦最高地温と最低地温で、一日の地温の周期曲線を求めた。⑧この周期曲線を用いて、深い地中の温度の日変化を求めて、恒温状態に達する深さを求めた。

以上のような統計学的手法による検討の結果、地温予測のための一つの確率模型として、高さ2mの気温を説明変数とする回帰式に基づく予測式を導いた。得られた模型は、次の通りで、何等変哲のない回帰式である：

$$T_1 = A * T_2 + C$$

ただし、 T_1 : 地温

T_2 : 気温（高さ2m）

A : 定数の表（月と天気の2次元配列）

C : 定数

今回の発表では、数理統計学的な確率模型とその考え方について十分検討を加えた。しかし、数カ所における実際の観測データを用いた検討が不十分であるので、さらにデータを収集し、より良い模型としたい。また、この模型の予想的中率の確率的な裏付けについても検討を加えたが、実際の予測結果との比較が行われていないので、この点については、次回発表させていただく予定である。

熱赤外画像装置を用いて観測した 放射冷却時のスギ幼令林の温度分布について

岡野通明・後藤義明・吉武 孝（森林総合研究所）

スギ造林地の霜害発生については、被害部位やその程度・消長が異なる多様な被害型が認められる。被害発生は植物の耐寒性と曝露された気象条件により決定されるが特に林地の場合、閉鎖した林冠部が地表面とともに熱輸送の能動層と成り得るので、上半枯れ型等の特異な温度分布による被害発生が観察される。放射冷却時における樹冠部温度の分布を定性的に把握するため、冬季の静穏晴夜にスギ幼令林内で熱赤外画像装置による測定を行なった。

観測方法

農林水産省森林総合研究所内のスギ幼令林(南北50m、東西45m)で1991年2月下旬の夜間に観測を行なった。平均樹高約380cmのスギ苗は株間約140cmの格子状に植栽され、緑被面積率は95%であった。林内の中央部付近の数高度で気温の参考値を測定するとともに、同部分を俯瞰する位置である林縁部の高度約4mに熱赤外画像装置(サーモトレーサ TH1101、日本電気三栄製)を設置して観測を行なった。熱赤外画像はフロッピーディスクに記録し、後に解析した。

結果

静穏晴夜の高度別の気温と熱赤外画像から読取った樹冠部温度の変化を図に示した。放射冷却時の樹冠は周囲の大気とほぼ同温度に冷却した。林内には接地逆転層が認められ、同様に樹冠下部では梢端部より1~1.5℃程度低温で推移した。熱赤外画像上ではあたかも接地逆転層に林内が埋没しているように可視化された。樹冠部の間隙から観測した幹表面温度は同高度の葉温より2℃以上高温になることもある。微小な風によって林縁部や樹冠上部は常に温度を変化させていた。また近接する防風林の温度分布との比較から、高木では逆転層に従いより高い樹冠部温度をもつことがわかった。

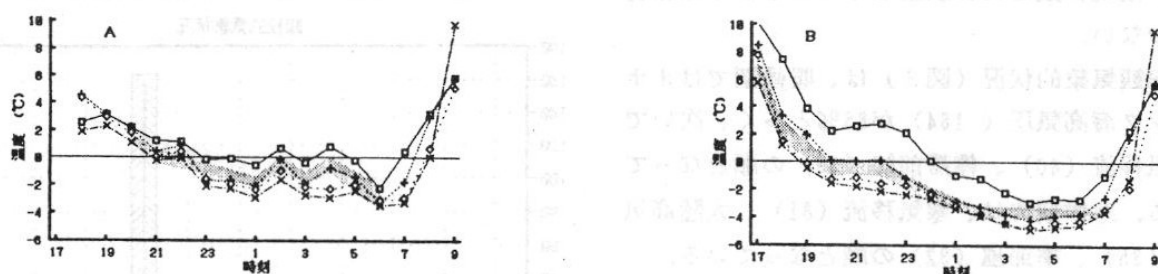


Fig.1 スギ幼令林で測定した放射冷却時の高度別気温(□:地上6.5m, +:3.6m, ◇:2.25m, ×:0.25m)と樹冠部表面温度(stippled)の時間変化.
A:1991.2.25~1991.2.26, B:1991.2.26~1991.2.27

異常低温の統計解析

小柴 厚 (気象庁観測部産業気象課)

はじめに

異常低温による農業気象災害は、継続時間や発生時期の違いによって分類され、寒候期では凍結害、凍上害、植物凍結害があり、寒害と総称されることもある。暖候期は一般に冷害と総称され、短期的なものでは降霜をとまなう霜害もある。

気象庁では、異常気象や気象災害のデータベースを整備している。これは1件ごとに、府県(支庁)単位に整理され、総観的な気象状態、災害の名称、被害の概要がコード化されている。このデータベースを使って異常低温の解析と、ひとまとまりの災害の同定方法を検討した。

長期緩慢災害を対象とするため、継続日数が10日以上のもを対象とし、日付を通年半旬に変換し継続期間は半旬単位で統計した。ひとまとまりの災害を同定するため、時間的な継続を、①どこかの府県で継続、②隣接府県で継続の2条件で定義し、両者を比較した。①は吉野(1988)の条件であり、②は画像処理でラベリングと呼ばれる方法である。

1. 異常低温による気象災害の概要

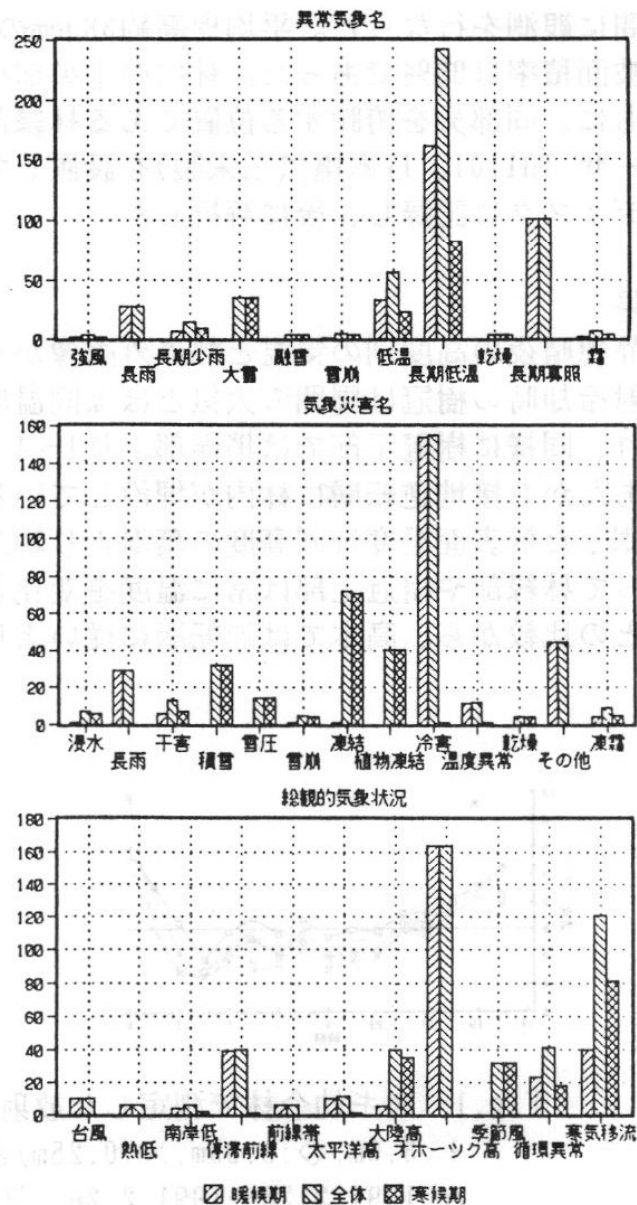
1971年から1990年の20年間に、低温と低温(長期)の異常気象名で検索された記録は、299件で開始日付で区分すると、暖候期(4-9月)は194件、寒候期(10-3月)は105件であった。全体の継続日数のメジアンは42日、暖候期は41日、寒候期は45日で、寒候期が若干長い。

異常気象名は1記録に4個までとれ、それを集計すると(図1)、暖候期では寡照(101)、長雨(28)が多く、寒候期では大雪(35)が多い。

災害発生(図2)は、暖候期では冷害を除くと長雨(29)が多く、寒候期では凍結(71)、植物凍結(41)、積雪(32)、雪圧(17)となり、継続日数を10日以上としたことから凍霜害は少ない。

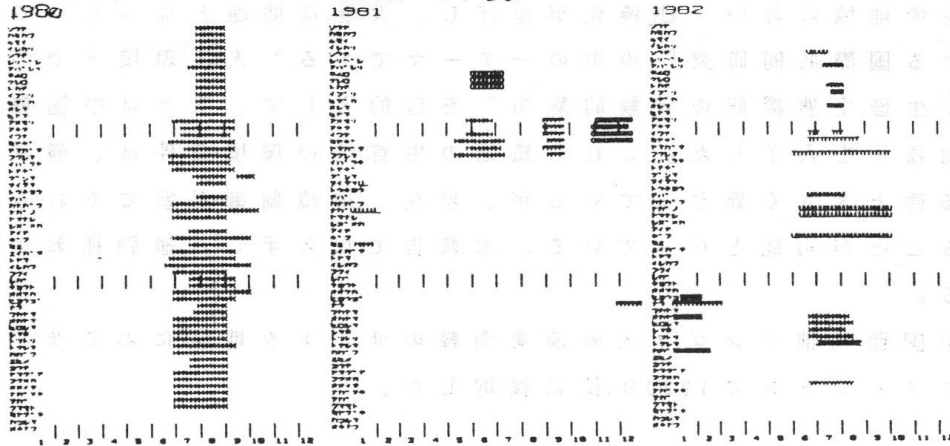
総観気象的状况(図3)は、暖候期ではオホーツク海高気圧(164)が85%と多く、次いで寒気移流(40)、停滞前線(39)の順となっている。寒候期では、寒気移流(81)、大陸高気圧(35)、季節風(32)の順となっている。

以上3者とも暖候期と寒候期で対象的である。



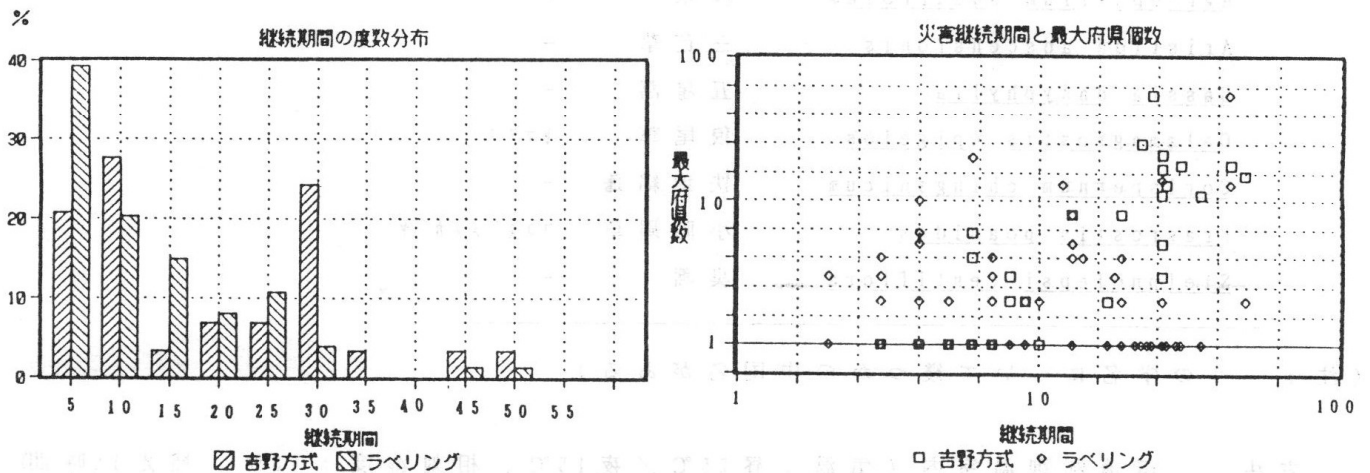
2. ひとまとまりの災害

1982（昭57）年を例にとって、同定されたひとまとまりの災害の例を図4に示す。図の縦軸は北から南に府県（北海道では支庁）、横軸は通年半句である。同定された災害件数は①の方法では2件であり、②では11件（アルファベットで区別）である。



20年間全体では、①の方法では29件、②の方法では74件であり、継続期間数（第5図）の平均は①で17半句、②で11.3半句であった。①では25半句以上30半句未満にピークがあり変動が大きいのに対して、②の方法では5半句未満が最大で以下遞減する指数分布に近い度数分布となっている。

災害ごとの継続期間数と府県個数の2次元散布図を図6に示す。



6半句以上長期継続するものは両者とも分布がほぼ一致し、時空間の間に弱い線形関係がみられる。これに対して、②では短期的で空間的な規模が狭いものが分離できた。

3. まとめ

ひとまとまりの災害を同定する方法として②のラベリング手法は、時空間のスケールが大きいと考えられる低温現象でも、比較的小さなスケールのものまで分離できた。

気象災害を定量的にとりあつかうには、ひとまとまりの災害として継続期間、影響範囲を同定することが必要で、この目的のために②の方法が適用できると考えられる。

さらに、気象条件と併せて解析することにより気象災害の認識が深められる。

中国乾燥域に生育する植物種の温室栽培について

名取俊樹（国立環境研究所） 姜 恕（中国科学院植物研究所）
大政謙次（国立環境研究所）

最近中国の乾燥地域において砂漠化が進行し、大きな問題となっている。”砂漠化機構解明に関する国際共同研究”の中の一テーマである”人工環境下での植物の環境耐性反応および生理生態機能の実験的解明”を目的として、我々は中国乾燥域に生育する数種の植物種子を入手した。これら植物の生育地の環境条件は、通常使用する実験植物の育成条件と大きく異なっているが、現在、環境制御温室でそれら植物を育成し実験に供することが可能となっている。本報告では入手した植物種およびその栽培条件を紹介する。

採取場所 中国西北部テンゴリ大砂漠東南縁のサボトウ地区にあるサボト砂漠コントロール試験ステーションで1990年秋に採取した。

採取植物

学名	中国名	日本名
<i>Agriophyllum squarrosum</i>	沙米	-
<i>Aristida adscensionis</i>	三芒草	-
<i>Bassia dasyphylla</i>	五星蒿	-
<i>Calamagrostis epigeios</i>	狼尾草	ヤマアヲ
<i>Corispermum chinganicum</i>	狭葉綿蓬	-
<i>Eragrostis poaoides</i>	小画眉草	コスズメノガヤ
<i>Stelplnolepsi centiflora</i>	臭蒿	-

（注：一つの学名について幾つかの中国名がある）

方法 環境制御温室内（気温：昼25℃／夜15℃、相対湿度：60%、補光15時間）において、良く洗浄した川砂を詰めた1/1万7-ポットにより上記植物を育成した。育成期間中、灌水は植物の生育状況や天候を考慮し適宜行った。液肥は、ハイネックス1000倍液を0-3回／週の割合で与えた。

結果および考察 夫々の植物を写真1-7に示した。これらの植物は禾本科の植物（*A. adscensionis* *C. epigeios* *E. poaoides*）、葉が細長い植物（*A. squarrosum* *C. chinganicum* *S. centiflora*）極めて小さい植物（*B. dasyphylla*）であった。これらの植物の生育地は乾燥地であるため、年降雨量が約200mm程度であり、土壤の肥沃度も極めて低いと思われるが、環境制御温室内で育成する際には、ほぼ通常の実験植物の栽培管理で十分育つことが分かった。さらに、幾つかの種では種子採取も可能であった。



Agriophyllum squarrosum



Aristida adscensionis



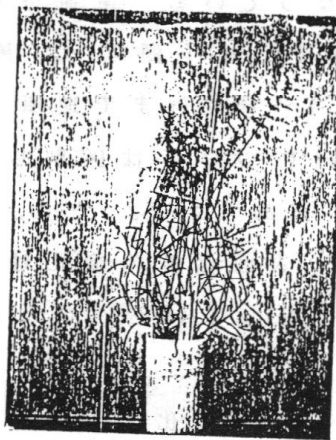
Bassia dasyphylla



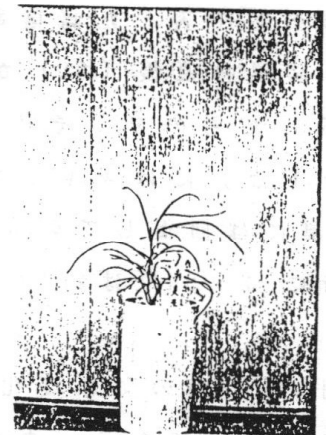
Calamagrostis epigeios



Corispermum chinganicum



Eragrostis poaoides



Stelplepsi centiflora

1. はしがき

地球上の乾燥地は陸地の1/3を占めている。この乾燥地では水が少ないために人口増加に伴う過開発、過放牧などによって砂漠化の危険性が高い。中国の砂漠面積は中国国土の13.6%に達しており、緑化が進む一方では砂漠化が進行している。このため、乾燥地では風食が重大な問題であり、その防止は不可欠である。ここではタマリスク防風林を用いて、風食防止、気象改良効果を明らかにする。

2. 観測方法

タマリスク (*Tamarix L.*) 防風林による減風効果（風向）および気温、湿度、表面温度の変化を防風林の風上、風下側で距離別に移動しながら測定する方法に従い、風上側、-20, -10, -7, -5, -2, -1, -0, 林内中央、風下側、1, 2, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30H（高倍距離、マイナスは風上側、プラスは風下側）で測定した。観測時期は1991年5月1～4日である。観測場所は新疆生物土壤沙漠研究所の西方500mの防風林である。

3. 観測結果

吐魯番沙漠研究站付近のタマリスク防風林の平均高度は4.7mであり、密閉度は平均85%である。防風林は南北に設定されており、主風向である西～北西風を防止するようになっている。1990年の夏季7月の防風林の効果判定に引き続き、春季5月の気象改良効果を調査した。ここでは高さ1mの気温・相対湿度、高さ1.5mの風速および地表面温を移動しながら防風林から距離別に測定した。

なお、天候（図1）は主として曇天で雲量は7～10であり、風速は弱い時で2m/s、強い時で7m/sであり、主として4～7m/sであった。風向は西～北で、主として西であった。

(1)5月3日18時の気象変化（図2A）：防風林による気温の距離別変化は非常に小さく、0.4℃の差があるのみであり、防風林付近でわずかに低下しているのに対して、相対湿度では防風林付近で約1%高くなっている。風速分布は防風林直後の1H（H：防風林の高さ4.7mの倍数で表した高倍距離で、風上側は-、風下側は+である）付近に最低値があるが、防風林直後（0H）から4～5H付近まで逆風となっている。ただし、図では単に風速を示したもので、その風向については区別していないが、1～5Hと7～10Hの変化（プロット点）にはギャップが認められる。なお、風速は20H付近で80%であるが、30Hでも原風には回復していない。表面温度の変化は比較的緩く、-10～20Hで0.2℃以上高く、特に-2～5Hでは約1℃高くなっている。ただし、防風林直後で少し低温化している。

(2)5月3日21時の気象変化：気温の変化は18時のそれと比較して6℃低下しているが、変化形態は同様である。また湿度については、防風林付近でわずかに高くなっており、気温の変化と対称な変化を示している。風速については風上側-5H～風下側15Hまでは効果が高く、防風効果範囲はかなり広い。最低風速は3%（0.2m/s）であり、10Hまでは風速50%の半減域となっている。表面温度は風上側で1.5℃程度、風下側で1℃高く、ま

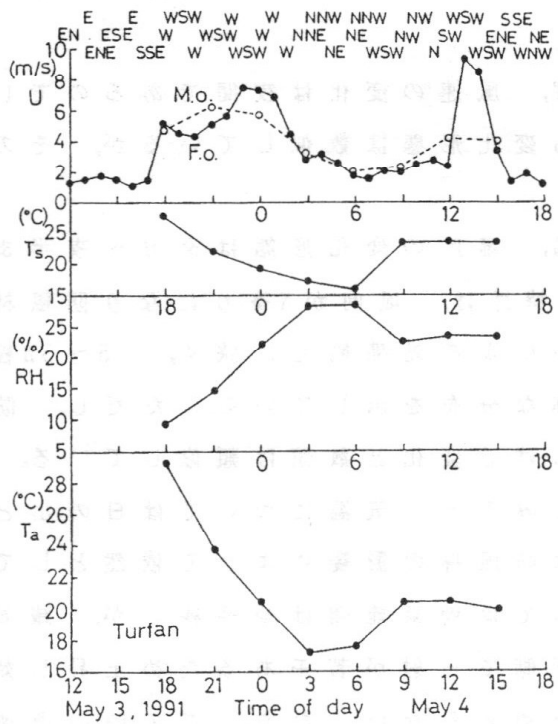


図 1. 1991年5月3～4日の
トルファンの気象変化

U_r : 相対風速, T_s : 地表温,
 RH : 相対湿度, T_a : 気温

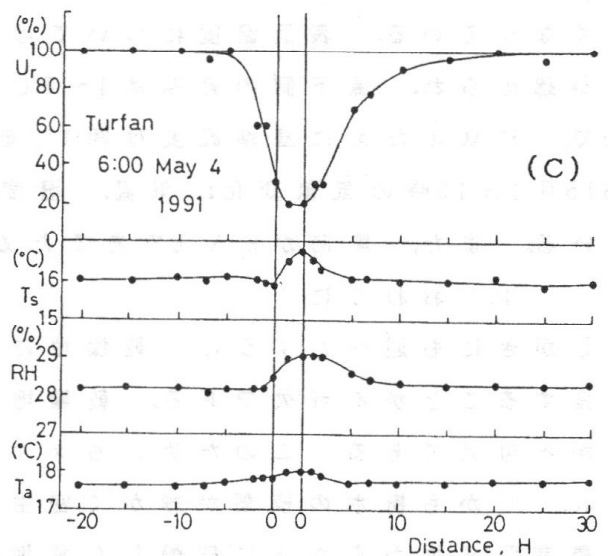
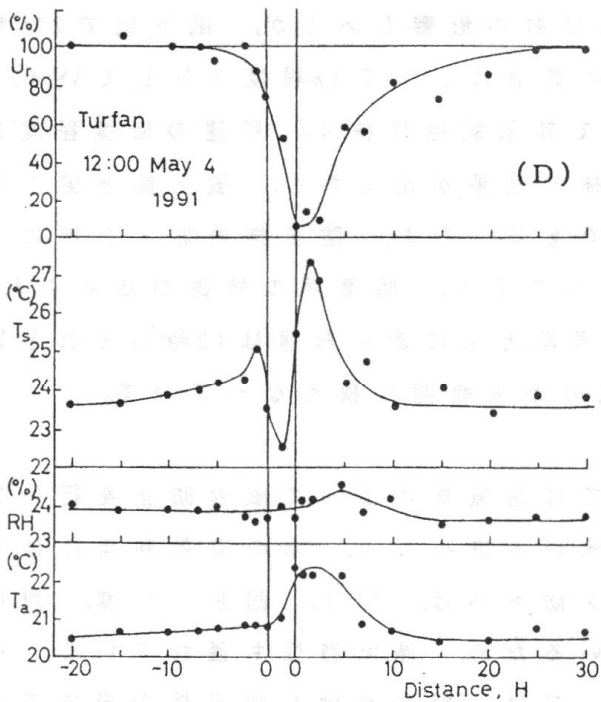
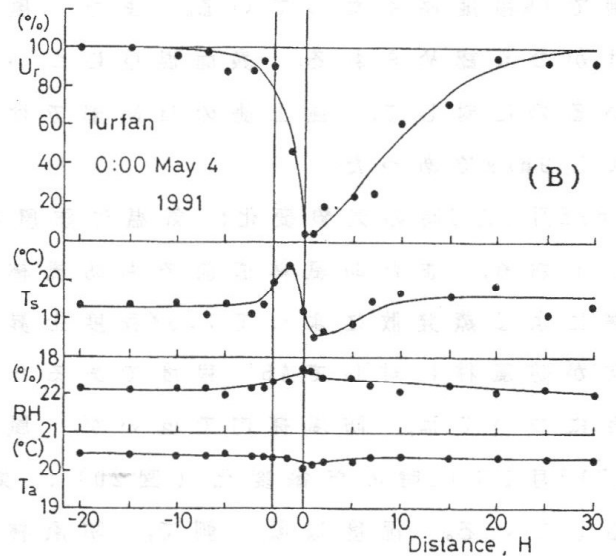
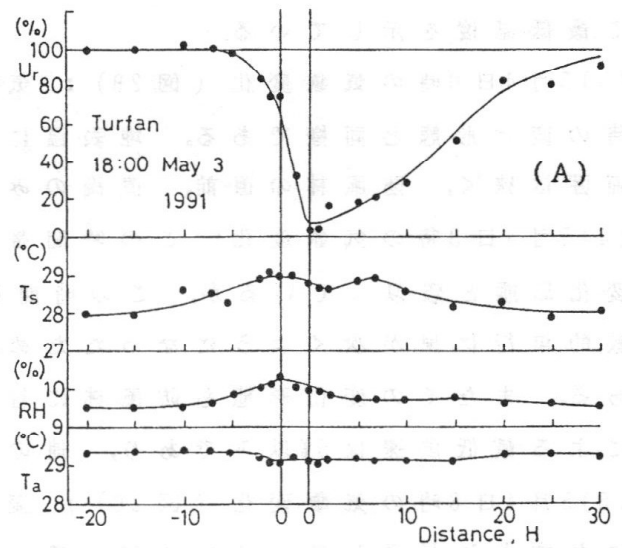


図 2. タマリスク防風林による気象変化

1991年 (A) 5月3日 18時, (B) 5月4日 0時, (C) 5月4日 6時, (D) 5月4日 12時

た風下5~10H付近でも少し高くなっている。防風林直後では、主として放射冷却によって最低温度を示している。

(3)5月4日0時の気象変化(図2B): 気温, 湿度, 風速の変化は夜間であるので18, 21時の変化形態と同様である。地表温についても変化形態は数似しているが, その変化範囲は狭く, 防風林の直前, 直後のみである。

(4)5月4日3時の気象変化: この時間帯では気温, 湿度の変化形態は夕方~夜半までの変化形態と類似しているが, この時間における特徴は, 風向がN寄りになり防風林に比較的平行に風が吹くようになったため, 防風林による効果範囲は狭く, -5~5H程度である。またその変化形態も防風林に対して対称な分布を示している。ただし, 防風林による最低風速は5%以下であり, 他の時間における変化と数値は類似している。

(5)5月4日6時の気象変化(図2C): 変化形態をみると, 気温については日の出とともにわずかに昇温しているのに対して, 湿度では防風林の影響によって依然として風下側で1%程度高くなっている。また, 風速に対しては効果範囲はやや狭いが, 減風効果はかなり認められる。表面温度については風下側で日射が若干あるため上昇し始めているのに対して, 風上側の日陰部では昇温は認められない。なお, この時の風速は弱く1.9m/sであった。

(6)5月4日9時の気象変化: 気温は防風林の風下(東側の日当たり部)では1℃程度昇温しており, また防風林直前でも防風林による昇温がわずかに認められる。湿度は防風林による蒸発散によって1.5%程度上昇しており, その効果は7H付近まで認められる。風向が防風林に対して45°程度であるため, 比較的效果範囲は狭くなっている。表面温度については, 防風林内で低いが, 風上側, 特に風下側2~5Hで高くなっている。

(7)5月4日12時の気象変化(図2D): 気温は日射の影響もあるが, 風下側で2℃程度昇温している。湿度は風下側で, 防風林からの蒸散によって1%程度上昇している。風速については風向がNWで, 45°方向であるので効果範囲は狭く, 風速の回復程度はやや早くなっている。表面温度については防風林の効果が出ており, 風上側と風下側で効果が認められ, 風下側の昇温は4~5℃程度である。なお, 防風林内および特に風下側1Hで, 日陰のために基準温度は約1℃低くなっており, 防風林の特徴が認められる。

(8)5月4日15時の気象変化: 気温, 湿度, 地表温ともに変化形態は12時のそれと類似している。また, 風向がENEであるため減風の効果範囲は狭くなっている。

4. おわりに

はしがきにも述べたように, 乾燥地においては防風林によって風食防止を行い気象を改良することが不可欠である。乾燥地では水が本来少なく, 水の有効利用にはまず節水が不可欠である。このためにもタマリスク防風林は, 耐干, 耐熱, 耐寒, 耐塩性が優れ, しかも樹木の枝葉が細かく密生しているため, 減風特性も優れている。従って, 農業限界地からさらに乾燥した荒地においては, 特に有効な防風林が形成できると判断される。

ラッカセイの浸・冠水害の特徴について

松岡延浩・中山敬一・今久・松浦哲二（千葉大・園）

水稲以外の作物に対する冠水害の研究は極めて少ない。従って、水害発生時の被害算定基準も見直しが必要なものとなっている。我々は数年前からラッカセイの冠水害に関する実験的研究を実施しているが、今回は1990年に行った浸水害と冠水害の実験結果について報告する。

実験方法：5千分の1アールポットにラッカセイ（品種：中生豊）を2粒播きにして栽培し、結莢初期から2週間毎に3回（第1回、8月14日－8月19日；第2回8月28日－9月2日；第3回、9月18日－9月23日）浸水と冠水実験を行なった。浸水処理は内径25cm、深さ30cmの容器を用いて、浸水面が栽培ポットの地面上5cm前後になるようにして行った。冠水処理は昨年と同様に、縦横45cm、深さ180cmの水槽（鉄製、白ペンキ塗装）を用い、冠水面が植物体頂部より約20cmになるようにして行った。また、処理日数は浸水、冠水区共に1、2、3、4、5日間の5段階とした。1処理区当りのポット数は実験施設の都合上2ポットとした。従って、処理ポットの選定は出来るだけ地上部生育の揃ったものにした。また、第3回実験時にはポット内の水に含まれている溶存酸素量を測定した。

実験結果：先ずラッカセイの地上部におよぼす浸・冠水処理の影響について述べる。浸水処理後の地上部は無処理区のものに比べて殆ど変らなかったが、第2回実験の4と5日間浸水処理区のは半日位は葉を閉じ、その後も黄化気味であった。冠水処理後の状態は前年度の実験結果（中山ら、1989）とほぼ同様であった。すなわち、処理収量後半日位は葉を閉じた状態で、花は花梗の部分から腐敗し、1～2日間冠水処理区は引き上げ後2日間、3～5日間処理区は3日程度開花しなかった。また、3日間処理区は引き上げ翌日から軽い萎れが2日程続き、4～5日間処理区では翌日から強い萎れが発生し、3日後位に回復するものと半分くらい枯れるものがあった。中には完全に枯れ、収量皆無のものも生じた。

図1は商品価値のある一株当りの粒重を示したものである。図のaは浸水区のものであるが、第2回実験の5日間処理区が明らかに減少しているが、それ以外の区には大きな影響は見られない。第3回実験区の2と3日間処理区のものが上下に乱れているが、調査個体数が少なかったことによる乱れだと思ふ。図のbは冠水区のものである。いずれの処理期においても冠水日数の増大に伴って減少していることがわかる。第1、第2回目処理間には大きな差異は認められないが、第3回

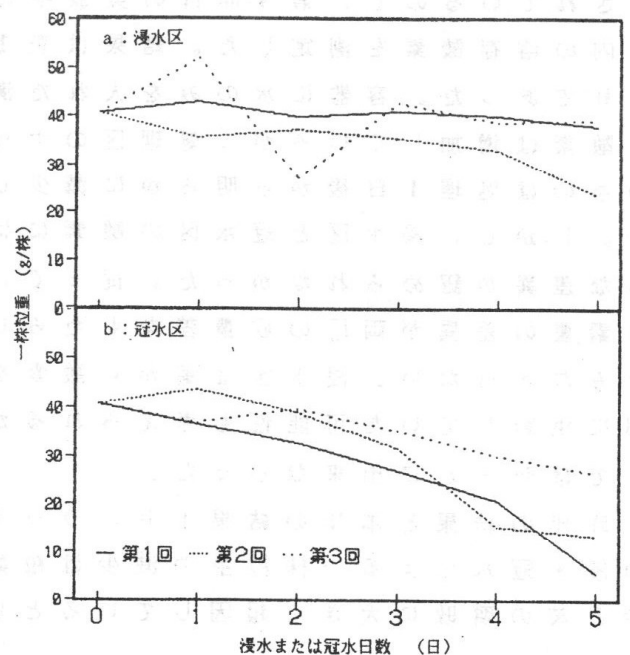


図1 商品価値のある一株粒重

目の4、5日間冠水区には大きな減少がみられない。これは水温の差異によるものと思う。4、5日間冠水区の処理期間の平均最高水温と平均最低水温はいずれも第1回目より順次低下しており、第3回目の平均最高水温は30℃以下になっていた。水温の低下は莢の腐敗を抑制していた可能性が高い。

図2は同じく商品価値があるとみなされた種実の粒数を示したものである。この増減傾向は種実重のものと同様だが、大小関係の順位に若干の逆転が見られる。これは1粒重の差異に起因するものである。

図3は土壤中で腐敗していた莢の数を示したものである。これらの莢数に収量が大きく影響されていることが伺われる。腐敗莢は浸水区よりも冠水区の方が多く、処理日数が長くなるほど増加する傾向が認められるが、第1回目より第2回目のもの方が多かったり、第3回目の浸水2日間処理区の腐敗が多く、冠水5日間処理区のものが増加した理由は明らかに出来なかった。莢形成の時期や害虫による食害莢などの多少が腐敗莢の発生に影響していることも考えられる。また、植物根の腐敗は土壤中の酸素量と関係のあることが報告されているので、第3回目の実験中にポット内の溶存酸素を測定した。結果は表1のとおりであった。容器に水のみを入れた浸水区の酸素は増加しているが、処理区のポット内のものは処理1日後から明らかに減少している。しかし、浸水区と冠水区の酸素には明らかな差異が認められなかった。従って、溶存酸素量の差異が両区の収量差をもたらしたとはみなされない。浸水区は葉から酸素を地下部に供給していた可能性も考えられるが、ここでは明らかに出来なかった。

昨年の結果と本年の結果より、ラッカセイの浸・冠水による一株粒重の減少は粒数の減少と莢の腐敗に大きく起因しているといえる。

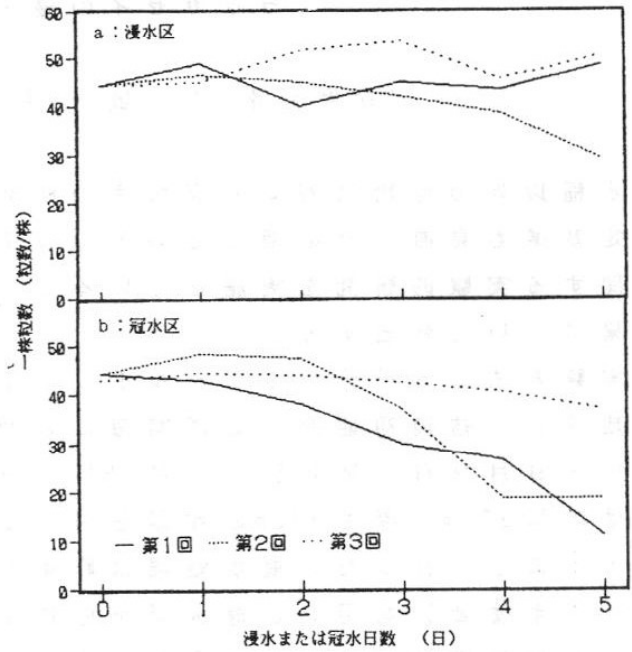


図2 商品価値のある一株粒数

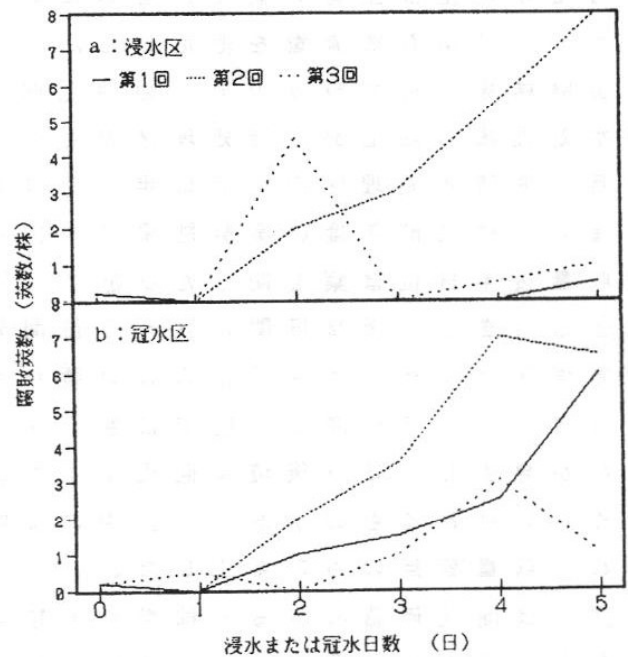


図3 腐敗莢数

表1 溶存酸素量 (単位ppm)

	0日	1日	2日	3日	4日	5日
浸水	7	7.5	8.3	8.9	10.2	10.4
浸水ポット内		2.4	2.1	1.6	1.6	1.9
冠水ポット内		2.4	1.7	1.6	1.6	1.5

富士山における降水の化学成分

丸田恵美子（慶大）・土器屋由起子（気大）・林和彦（函館海洋気象台）

地球環境問題の一つとしての酸性降水についての関心が高まっているなか、最近関東地方でも森林の被害が、北関東のスギ、赤城山頂のダケカンバ、丹沢・大山のモミなどで出始めたことが報告されている。一方各地の降水のpH値や化学成分の測定が数多く行われてきており、首都圏から排出される汚染物質によると思われる低いpH値の降水が、北関東から碓氷峠を越えて長野県にまで広がっていることが確認されている。富士山において降水中の化学成分の垂直分布を測定することによって、（1）関東近辺における汚染のバックグラウンドの把握と（2）酸性降水の生成機構を解明することを目的として、富士山の南東斜面の太郎坊（1300m）から山頂（3776m）にかけての降水の化学成分の測定を1990年8月から開始した。

富士山南東斜面の標高の異なる三地点と山頂に、プラスチック容器を二重にした簡易採水装置を設置し、一定期間中の降雨を採取した。降雪の場合は、新雪をすくい取り溶解した。試料は下山後、気象大学校でろ過し、pHメーターによるpHの測定、イオンクロマトグラフィー及び原子吸光分光法によるイオン濃度の測定を行った。

1. pHの経時変化（図1）

山頂でのpHは4.6～5.5の範囲に保たれていたが、太郎坊1300mでは常に4.6以下であり、時に3.6程度の低いpHの降水が観測された。

2. Na濃度 - SO₄濃度（図2）

化学成分を海塩起源のもの、人工汚染物質を含む非海塩起源(excess)のものに分けるために、NaとSO₄濃度の関係を図2に示す。図中のexcessSO₄=0を示す直線に対して、SO₄濃度は常に高いが、顕著に高いSO₄濃度が山頂（3776m）・太郎坊（1300m）共に観測された。このような高濃度の非海塩起源のSO₄は、山頂では日本海から寒冷前線が南下してきた際の降水にみられた。一方太郎坊では北東気流の移流に伴う降水にみられ、首都圏の汚染物質に起因するものと思われる。

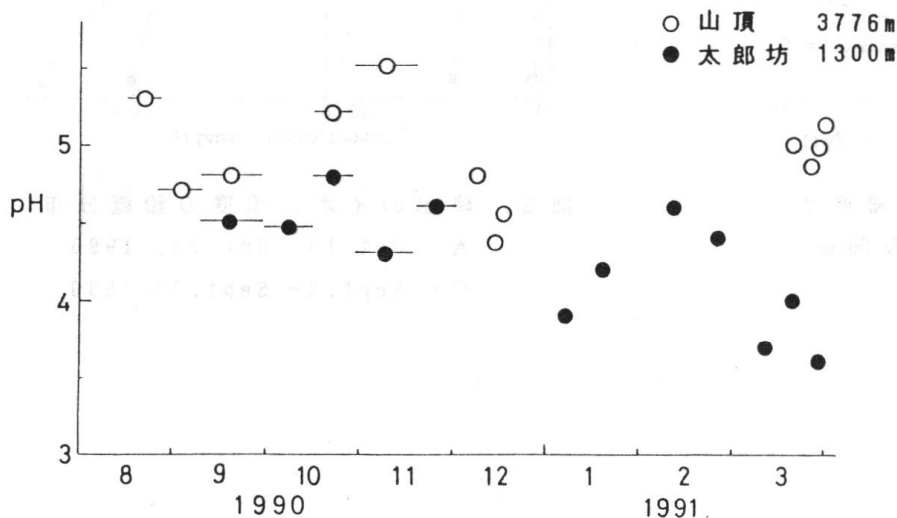


図1. 降水のpHの経時変化

3. イオン濃度の垂直分布 (図3)

図3-Aは中国大陸から東に進んだ低気圧の中心が10月25日に富士山付近を通過した時の降水のもので、全般に化学成分の濃度は低かった。特に海塩起源とみなされるNaは低標高域でも濃度が非常に低かった。SO₄は2500m以下で幾分濃度が高くなり、酸性降水はこの標高以下で生成されたものと考えられる。

図3-Bは9月19日の台風19号による降水のものである。Na濃度は2500m以下で高くなり、台風の際の海塩物質の影響を示しているが、3200m以上では低かった。一方SO₄濃度には、低標高域と高標高域とでこのような大きな差はみられなかった。高層気象資料による断熱図解析等の結果から、10月25日に比して9月19日には大気の上昇運動が激しかったことが示され、より高標高域に氷晶核としての汚染物質が輸送されたことを示唆している。

さらにトランジェクトリー解析、高層気象・レーダー観測資料を用いて、汚染物質の起源と降水への取り込み機構について検討する。

富士山での降水の採取に協力下さった気象庁富士山測候所の職員の方々と、気象大学校生の鎌田浩嗣三さんと細見卓也さんに感謝します。

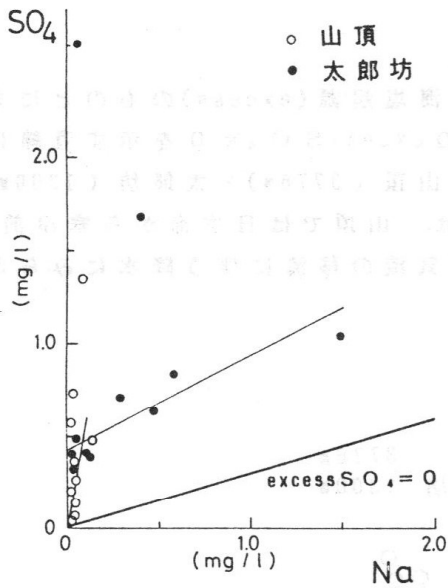


図2. 降水中のNa濃度とSO₄濃度との関係

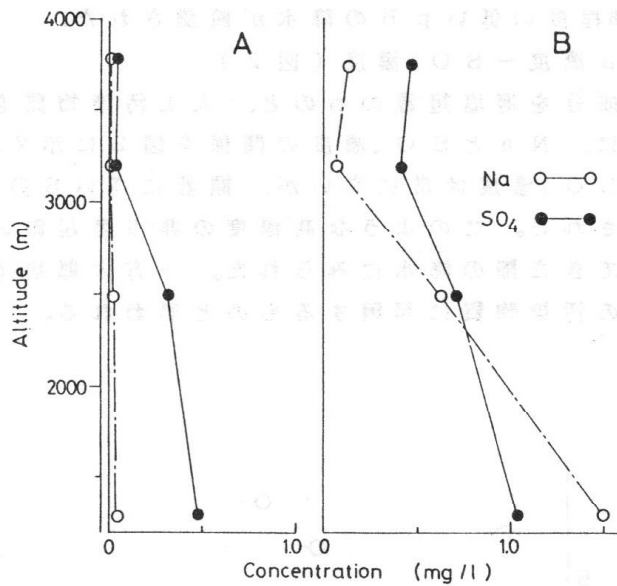


図3. 降水のイオン濃度の鉛直分布
A: Oct. 15~Oct. 28, 1990
B: Sept. 9~Sept. 29, 1990

賛 助 会 友

加入順、[]内は加入口数

株式会社 牧野応用測器 研究所 [2]

〒165 東京都 中野区 沼袋3-19-4 TEL 03-387-6241

多要素・カードメモリー・ソーラパネル | 無人長期観測・電話自動伝送システム
光電式微風センサー・携帯型プリンタ

横川ウェザック 株式会社 [2]

〒104 東京都 中央区 新川1-5-13 伊成ビル6F TEL 03-3552-6231

風向, 風速, 温湿度, 気圧, 雨量, 日射, 日照, 水位, 流速の観測機器の製造販売。総合気象水文計器の設計及び製作。

英弘精機 株式会社 [2]

〒151 東京都 渋谷区 幡ヶ谷1-21-8 TEL 03-469-4511

各種日射計, 放射計の製作販売を行い, 気象観測, 農業, 工業, 土木, 建築方面に広く使用されております。

トピーグリーン株式会社 [1]

〒136 東京都 江東区 新砂3-3-1 TEL 03-3699-0559

温室トプライト並びに付帯設備の設計, 製作, 施工及び販売。環境制御機器の設計, 製作, 施工及び販売。緑化造園工事の設計, 施工及び管理

株式会社 本山製作 [2]

〒101 東京都 千代田区 外神田 2-15-2 TEL 03-251-0711

人工気象装置の温湿度, 光ガス組成の精密制御の機器その他特殊気象条件, 型式, 標準規格にこだわられません。

朝日印刷株式会社 つくば営業所支社 [2]

〒305 茨城県 つくば市 竹園1-6-1 三井ビル6F TEL 0298-51-1188

タイプオフセット印刷, 電算写植システム, 美術オフセット印刷, 活版印刷, ダイレクト印刷, 写真植字製版, カメラ製版。

太陽計測株式会社 [1]

〒143 東京都 大田区 山王 1-2-6 TEL 03-774-6111

横河電機・横河ヒューレット・カード・中浅測器製 | 販売 / サービス, 計測・制御・情報処理
・ハード / ソフトの開発・設計・製造・施工。

日本農園芸資材研究会 [2]

〒111 東京都 台東区 浅草橋4-2-2 秀和浅草橋西口ビル3F

TEL 03-866-0675

農業関連資材, 施設の改良に関する調査, 試験研究, 研究成果の普及。資材, 機
材の利用法と技術に関する調査, 試験研究。

東日本印刷株式会社 [2]

〒305 茨城県 つくば市 上ノ室 283-1 TEL 0298-57-4141

フォーム・オフセット・P T O・他一般印刷 コンピュータサプライ用品・P P
C用紙・事務機器

会誌「関東の農業気象」編集投稿規約(案)

会誌「関東の農業気象」は日本農業気象学会関東支部が年1回以上、発行する機関誌で、農業気象に関する経験と知識の交流を図ることを目的とする。本会誌には農業気象に関する調査・研究についての報告や解説記事および支部活動に必要な記事などを掲載する。関東支部の会員、会友は自由に投稿することができる。

1. 編集

1.1 投稿原稿の採否の決定ならびに会誌の編集は理事会が行う。

1.2 理事会は投稿原稿の加筆、修正および削除を求めることがある。

2. 投稿

2.1 本会誌への寄稿は投稿を原則とする。

2.2 投稿者は本支部の会員、会友もしくはこれと連名でなければならない。

2.3 投稿者は原稿を支部事務局あてに送付する。

2.4 投稿原稿は理事会が指定した形式のワープロ原稿(図表は別)が望ましい。ただし、市販の400字詰原稿用紙(A4版)を使用してもよい。400字詰原稿3枚が刷上り約1ページに相当する。

2.5 投稿原稿の受理日は支部事務局がこれを受理した日とする。

3. 投稿の種類

3.1 「関東の農業気象」は巻頭言(とびら)、研究短報、総説、研究トピックス、講座・(解説)、報告、書評、支部例会の講演要旨および本支部の活動の連絡記事等より構成される。

3.2 研究短報は農業気象に関連した調査研究についての報告である。

4. 研究短報の執筆要領

4.1 次のような構成を原則とし、英文要旨は必要としない。

1. はじめに（序文）

2. 材料および方法

3. 結果

結果および考察としてもよい。

4. 考察

5. 引用文献

必要に応じて小見出しをつける。

4.2 写真、図表は総数で4枚以内を原則とする。図および写真の大きさは刷上りで1/4頁を原則とするが、原図はその2～3倍の大きさをスミ入れして提出する。プリンタやプロッタを用いて描いた図表も鮮明なものであれば受けつける。図表の説明は和文とするが、座標軸の説明は英文でもよい。

4.3 図表を含めて上り4頁以内となるようにする。このため、本文は400字詰原稿用紙で10枚が限度である。

4.4 表題、見出しおよび数式に対しては、行間を1行以上あける。

4.5 図表の挿入箇所は3行あけて、図表の説明を書く。

4.6 手書きの原稿の場合、添字は \wedge \vee （朱）で上つき、下つきを指定する。

4.7 単位はS I かC G S 単位系のどちらかに統一する。

4.8 引用文献は最小限度にする。本文中での引用は、三原(1969)によれば、などとする。引用文献はA B C 順に本文末に一括する。その書き方は次のようにする。

三原義秋、1969：無加温小温室の夜間温度について、農業気象、25、1-8

4.9 校正は原則として理事会が行うので、完全原稿を提出する。

4.10 別刷は請求があれば実費で入手できる。その場合、50部の倍数を単位として、投稿時に支部理事局に申し込む。

5. 支部例会の講演要旨の執筆要領

5.1 「関東の農業気象」掲載用

執筆用紙は、全国大会の講演要旨のための用紙あるいは同等の大きさの用紙を用いる。書式も全国大会の講演要旨原稿執筆要領に従う。長さは1ページ以上。

5.2 「農業気象」（全国誌）掲載用

200字程度にまとめる。

ソラック III + F.Dライター

MULTIPLEX DATA LOGGER

シンプル操作で多機能！
気象観測用データ・ロガー



積算・平均・演算
機能内蔵

→ 変化の激しい現象は一定時間毎に積算・平均化して出力します。

3電源方式

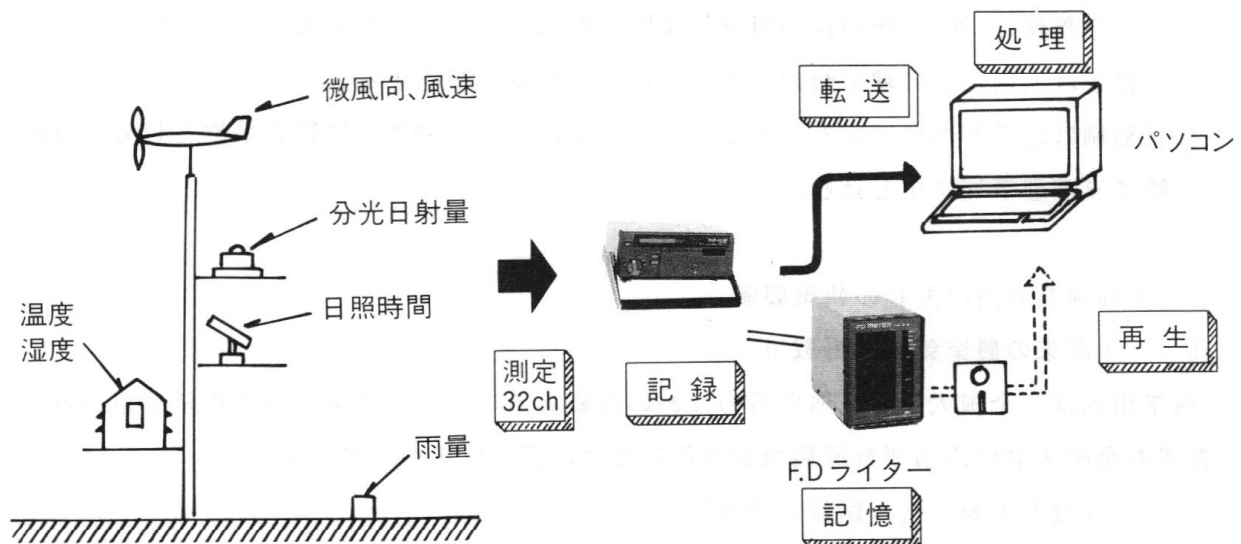
→ 無電源地域でもバッテリーとの組み合わせで長時間の計測が可能です。

豊富なオプション

→ 内部データメモリ(256KB)、外部データメモリ(1.28MB)との組み合わせで最適な計測システムが実現します。

応用例(農業気象計測システム)

一般農業気象計測システムで、農業気象に関係の深い要素を1時間毎にプリントアウトします。特に日射量、日照時間を精度良く測定するシステムで、今までのデータと関連づけると共に作物の生育状態が把握できます。



※ RS-232Cにより他のコンピューターに接続することにより、週間、月間、年間集計が可能です。

EKO 英弘精機株式会社

本社/東京都渋谷区幡ヶ谷1-21-8 TEL.03-469-4511~6 FAX.03-469-4593
大阪/大阪市東区豊後町5(メディカルビル) TEL.06-943-7588・06-943-7286



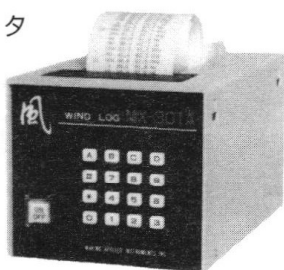
MANOX® Series

このシリーズのロガーは経済性が抜群!!
データの処理費が最低で
データの品質が最高です。

Model : MX-301A MICRO WIND LOG

[プリントシステム]

プリンタ



微風 (0.2~20m/s) と強風 (0.6~60m/s) の光電式三杯型センサの両用、小型計量、長期記録用で操作容易、各種モードの高度なプリンタです。

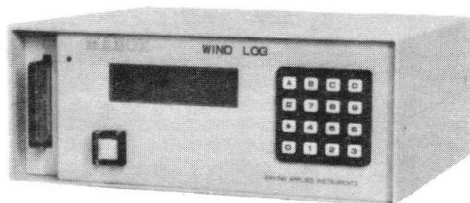
接地気層の乱流領域で、風の正しいパラメータ13種が記録できます。

この他、MX-301E型は自然風の正味エネルギーをW・hの単位で観測記録します。

消費は極微量

Model : MX-C13 MICRO WIND LOG

[カードシステム]



ロガー

風環境観測専用のカードシステム、適用センサは上記MX-301Aと同様です。

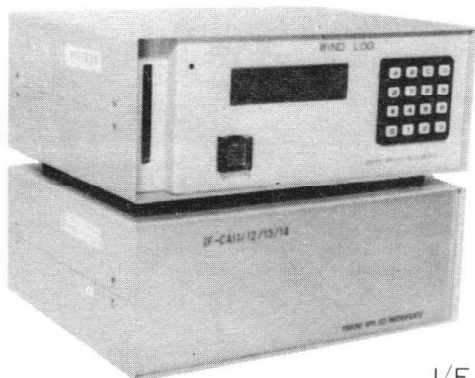
ロガー重量は約3kg、液晶表示器を有しデータは多種多様で、記録時間は約70日です。

カードメモリ(CM-128)容量は正味128Kバイト、カードリーダー(IF-C10)ホストCPUに接続する。

ソーラパネル利用

Model : MX-900 MICRO WEATHER LOG

[カードシステム]



ロガー

I/F ボックス

カードメモリー方式の総合気象計です。その基本構成は各種観測要素のセンサ、インターフェースとロガー、カードメモリとカードリーダー、それにホストCPUです。

このシリーズには、要素の種別と数量、サンプリングの条件とメモリデータの品質によりランク別があり、システム構成も流動的になります。

株式会社 牧野応用測器研究所

〒165 東京都中野区沼袋3-19-4

詳細はお問い合わせ下さい



TEL 03-387-6241
FAX 03-319-9996

1991年度農業気象学会関東支部 支部長, 理事連絡先

支部長

中山 敬一 千葉大園芸学部 〒271 松戸市松戸648 0473-63-1221
内331

理事

(会計)

後藤 英司 東大農学部 〒113 東京都文京区弥生1-1-1 03-812-2111
内5356
杉浦 俊彦 果樹試 〒305 つくば市藤本2-1 0298-38-6506
平藤 雅之 農研センター 〒305 つくば市観音台3-1-1 0298-38-8815
松岡 延浩 千葉大園芸学部 〒271 松戸市松戸648 0473-63-1221

(編集)

鮫島 良次 農研センター 〒305 つくば市観音台3-1-1 0298-38-8418
竹澤 邦夫 農環技研 〒305 つくば市観音台3-1-1 0298-38-8272

(庶務)

平野 貴嗣 気象庁 〒100 東京都千代田区大手町 03-212-8341
産業気象課 1-3-4 内536
奥島 里美 農工研 〒305 つくば市観音台2-1-2 0298-38-7655

(発送)

名取 俊樹 国立環境研 〒305 つくば市小野川16-2 0298-51-6111
内516