

関東の農業気象

第26号

日本農業気象学会 関東支部会誌

平成12年10月(2000)

<巻頭言>

ブラジルにおけるリンゴ・ナシの生産と農業気象	本條 均	1
------------------------	------	---

<研究トピックス>

2000年5月に東葛地区を襲った雹による栽培施設の被害状況	高垣美智子・丸尾達・三竹仁・高間恵美子	2
菅平盆地における積雪分布と気温分布の関係	西森基貴	6

<施設紹介>

山梨県環境科学研究所	中野隆志	10
------------	------	----

<関東支部2000年度例会>

関東支部2000年度例会のご案内	12
関東支部2000年度例会プログラム	13
一般研究発表	14
シンポジウム講演要旨	31

<支部報告>

1999年度事業報告	43
2000年度事業計画案	43
1999年度決算報告	44
1999年度会計監査報告	44
1999年度剰余金処分	44
2000年度予算案	45
編集投稿規定	46
賛助会友	48

日本農業気象学会 関東支部事務局
〒305-0852 茨城県つくば市藤本2-1
果樹試験場 栽培部 気象生態研究室
振替口座番号 東京 00100-7-57945

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
平成6年11月25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. 会友1人1,000円
2. 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、その役員の前代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。

巻頭言

ブラジルにおけるリンゴ・ナシの生産と農業気象

宇都宮大学農学部 本條 均

今、ブラジル南部のサンタ・カタリナ州 (SC) 周辺では、リンゴが約 50 万 t (わが国は 93 万 t) 生産されるようになってきました。これは、1971 年に JICA から派遣された後沢憲志氏らがブラジル国内で適地を探索・選定・普及した功績によるものです。当地は亜熱帯ではあるものの海拔 800 から 1200m の高原という標高を生かした気候を利用しています。しかし、如何に涼しくなるとはいえ、もともとリンゴやナシのような落葉果樹の休眠覚醒に必要な低温遭遇時間は限界に近い地域です。さらに年毎の気象変化は激しく、低温要求量を満たせない暖冬も頻発し、特に冬でも真夏のように暑いかと思えば一転して真冬の寒さになるような日較差の大きい気象で、温帯の日本の冬とは大きな相違があります。特にニホンナシでは、わが国では発生の少ない花芽異常 (Floral Bud Abortion) と呼ばれる障害が年により多発し、それが深刻な生産障害要因となり、その原因解明と制御が求められています。

私は 1997 年 6~10 月と 1999 年 11~12 月の 2 回、ブラジル農牧研究公社温帯農牧研究センター (リオ・グランデ・ド・スル (RS) 州ペロータス市) を拠点に RS 州と SC 州のニホンナシ園の調査と花芽異常現象の解析を行いました。1997 年は花芽異常が大発生し、品種や園地による発生状況の差異を実際に観察でき、開花期間が異常に長く 8 月末から 2 ヶ月以上続くことも確認しました。気象要因の解析から、自発休眠の完了と関係が深い 7 月中下旬の低温遭遇時間の少なさが異常発生に大きく関与し、同時に 8 月の高温遭遇時間が長いと障害発生を助長することを明らかにし、低温量からみた経済栽培の適地判定や地域区分の重要性を提言してきました。

また、幸運にも隔年開催のブラジル農業気象学会第 10 回大会 (1997 年 7 月 13~18 日, ESALQ/サンパウロ大, ピラチカーバ市) に参加できました。日本の農業気象学会員として、総会で紹介されました。大会は、「持続的農業」、「米国における渇水管理と対策」、「農業気象におけるモデル化とシミュレーション」、「ブラジルの農業気象教育と研究」、「植物病虫害の発生予察」、「農業気象とアグロフォレストリー—ブラジルの現状への 1 つのアプローチ」、等のテーマで招待講演が期間中にはほぼ毎日開催され、一般講演は、生物気象, SPAC, 微気象, 統計とモデル化, 気象・気候学, 計測法・機器と 6 つのセッションに分け、口頭とポスターでの発表でした。ポルトガル語なので理解したとはいえませんが、わが国の農業気象学会と同じ雰囲気、用語と使用機器が少し違うだけです。朝 8 時から夕 6 時まで、熱心な討議と夜 10 時から深夜に及ぶ懇親会など、彼らのパワーには感心しました。印象として、日本に居るよりも農業気象学に対する周囲の人々 (他分野の研究員や農家) の期待が強く、大きいように感じ、非常に楽しく有意義な時を過ごせました。

解析や現地でのセミナーには持参したノート PC やプリンタが非常に役立ちました。困ったのはインク切れで、町の PC ショップの少ない在庫を全て買い占めました。

農業気象学の重要性を再認識した良い経験でした。

2000年5月に東葛地区を襲った雹による栽培施設の被害状況

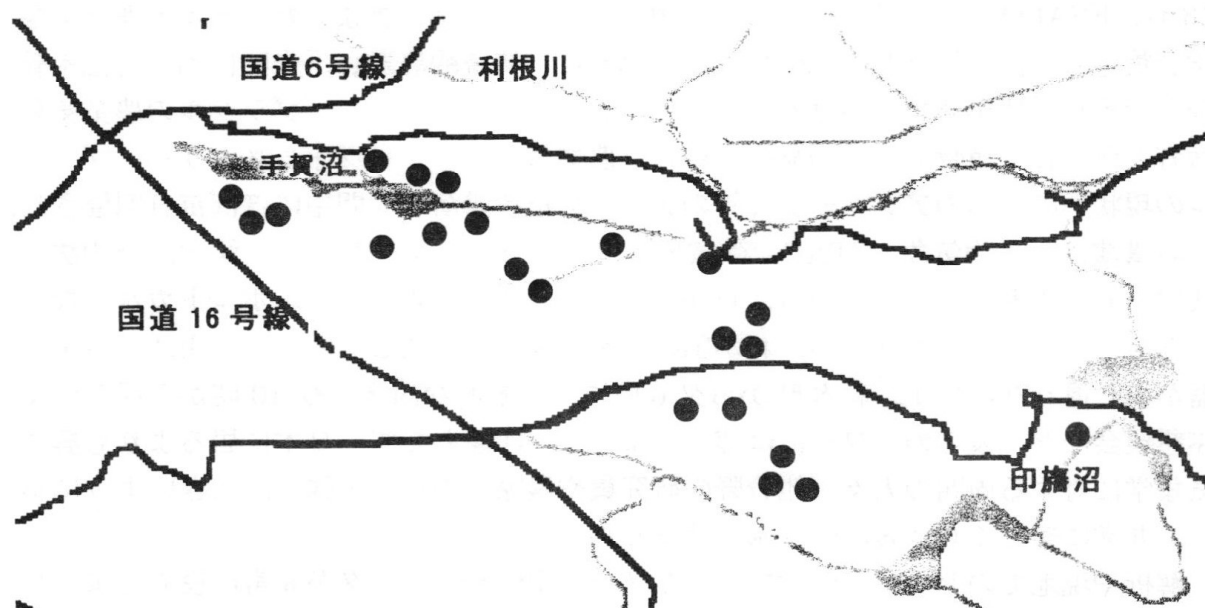
高垣美智子・丸尾達・三竹仁・高間恵実子（千葉大・園芸）

2000年5月24日（水）は蒸し暑い晴天であった。松戸にいた我々が、この日の13時ごろに発生した東葛地区の降雹を知ったのは、午後4時頃のことであった。手賀沼湖畔に実験用のハウスがあるため、翌日午後、被害調査に向かった。ちなみに、我々のハウスに使用している資材は農POで、本年3月に展張したものである。

国道6号線を松戸から柏方向に向かうが、呼塚の交差点を過ぎるまでは被害は全く見られなかった。北柏を過ぎて手賀沼方向に向かう道路に入ると、車庫のPVC製の波トタン屋根が割れているのが目につき始めた。手賀沼湖畔に近づくと、道路脇の樹木の葉が雹で落ちたり、畑のネギが粉々になったりしているのが観察された。雹は北側から手賀沼方向に向かって降るといふより飛んできた様子で、団地の窓ガラスも北側はほとんど割れていた。

手賀沼の北側湖畔に着いた。実験用ハウスは風上と思われる面に穴が無数にあいていたが、風下にはほとんど穴があいていなかった。実験用ハウスの周辺に点在する、農家のハウスを何軒か回ったところ、ガラス温室はほとんどのガラスが割れ、また硬質フィルムのハウスもフィルムが破れたり、ちぎれたりしているものも多く見られた。農家の方の話では、このようにひどい雹害は70年来見たことがない、降った時間は10～15分間だった、との事であった。

そこで、翌5月26日にハウス展張資材の種類と被害程度の実態調査を行った。調査地域を第1図に示した。調査は柏、沼南、取手、印西地域を中心に行った。調査は3班に分かれて行い、主に二車線舗装道路の周辺にある鉄骨ハウス及びパイプハウスを対象とした。聞き取り及び観察により、ハウス被覆資材の種類、展張後年数、被害程度及び、ハウス構造（間口方角、間口広さ、奥行き長さ、高さ、屋根形状、天窗・側窓の有無、築年数）と被害程度（面毎）を記録した。また、デジタルビデオにより、ハウス及び内の作物の被害程度を映像で記録した。



第1図 調査地域と被害が見られた主な調査地点（●）
（道路は主要国道のみ示してある）

データの詳しい解析、欠損データの補充等を行っていないので、今回は実態と被害の傾向についてのみ報告する。また、気象の専門家ではないので、雹の原因や発生予想等については、ここでは考察していない。

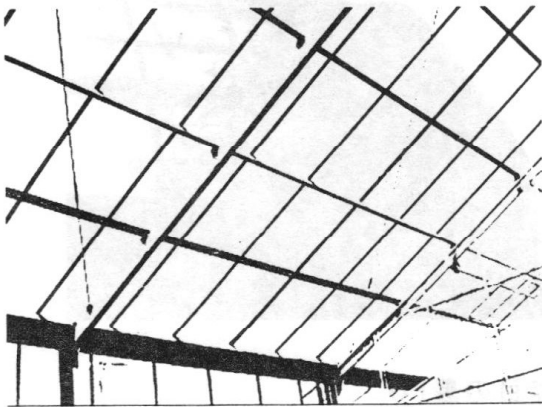
被害状況

調査地域で施設栽培されていた作物で多く見られたものは、トマト、キュウリ、スイカ、イチゴといった果菜類であった。他に切り花、花苗、観葉植物も見られた。

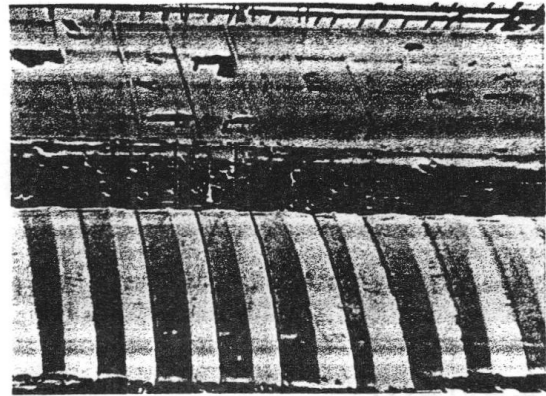
栽培施設の被覆資材も他種類のものが使用されており、鉄骨ハウスでは、ポリエステル(PET)、フッ素系フィルム(ETFE)、ポリカーボネート(PC)、農ビ(PVC)、農PO、ガラス等で、パイプハウスでは農ビフィルム、農PO、フッ素系フィルムが多かった。

雹の大きさや風速、降雹時間は場所により異なるので、ハウスの被害状況から被覆資材の強弱を直接比較することはできないが、ある程度の傾向を推察することはできると考えた。

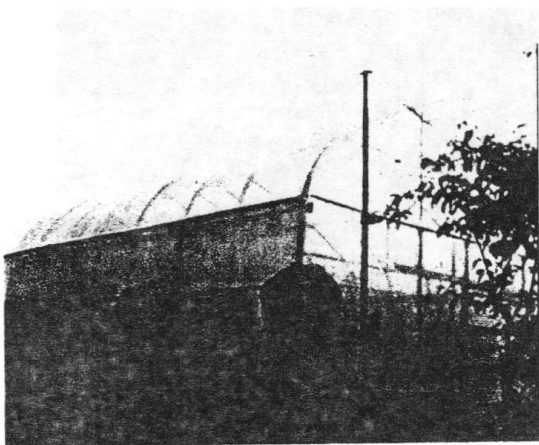
それぞれの被覆資材の被害状況を示す。ガラス、農PO以外の被覆資材は、展張後年数が経過するに従って、被害程度が大きくなる傾向にあった。ガラスと農POは展張直後のものであっても、雹により穴があく、割れるといった被害が見られた。また、農POについては、メーカーやフィルムの厚さ等により被害の程度と特性が異なっていた。



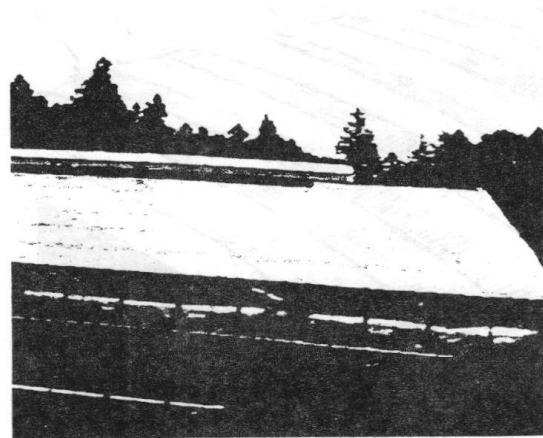
2年目のPETの屋根



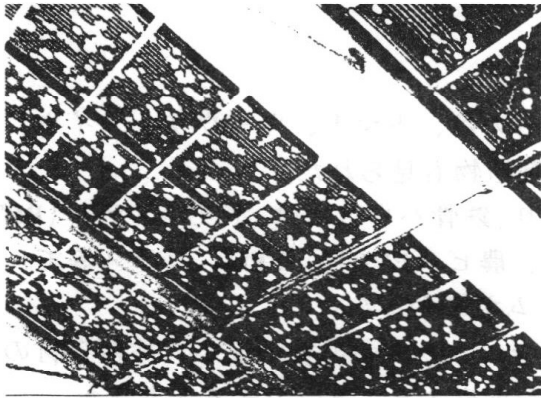
8年目のPETの屋根(手前はPVC)



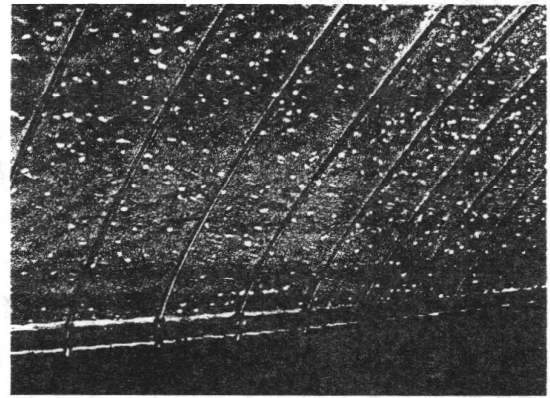
2年目のETFE



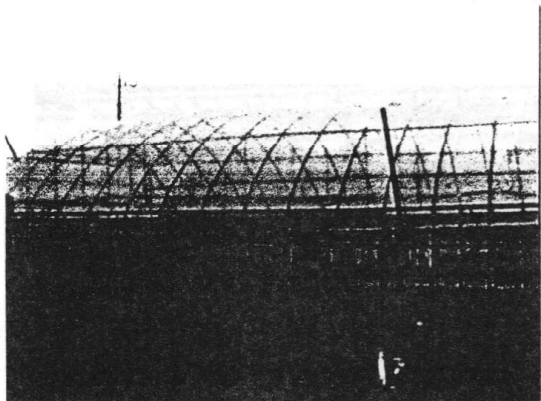
5~6年目のETFEの屋根



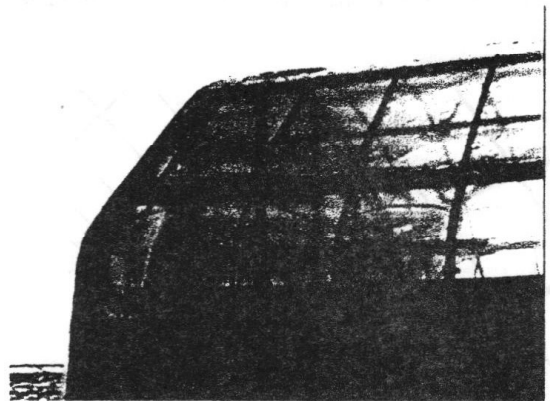
PCの屋根（倉庫）



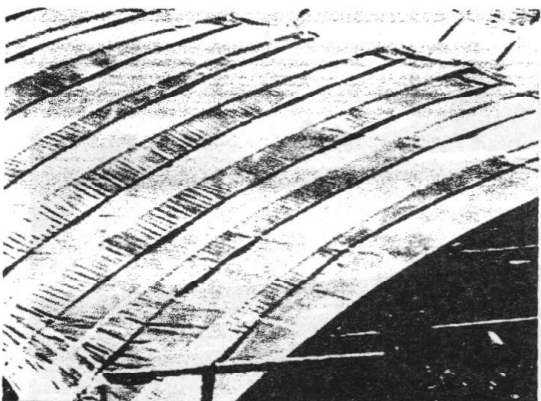
3ヶ月目の農PO



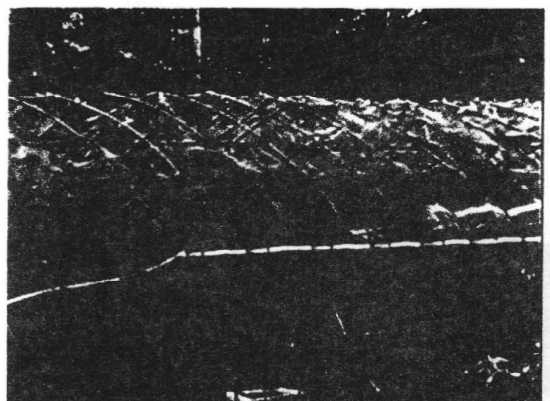
1年目の農PO



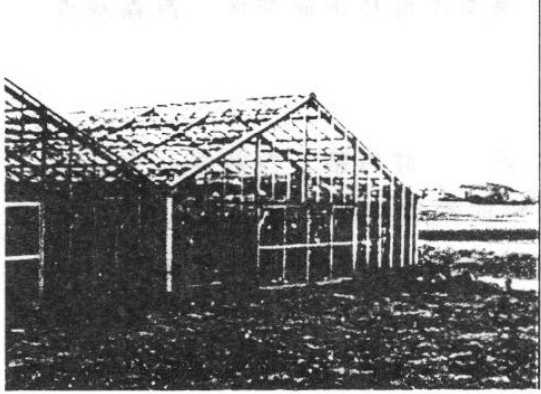
3年目の農PO



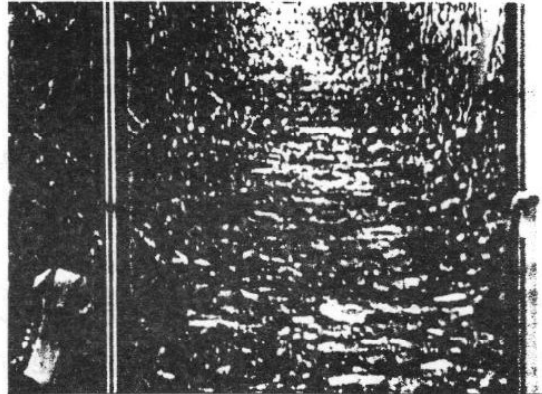
半年目のPVCの屋根



3年目のPVCの屋根



ガラス温室の屋根・妻面の被害状況



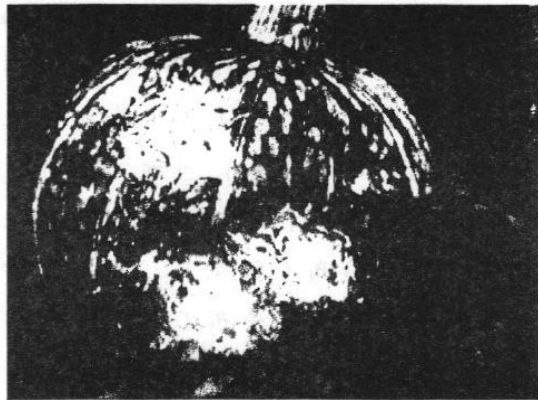
ガラス温室内部のトマトの被害状況

被覆資材の種類や展張年数によって、内部の栽培作物の被害程度も異なっていた。ガラス、展張後年数の多いPET・PVCでは内部の作物は、葉がほとんど落とされており、中には種類が分からないほど破壊されたものもあった。一方、農POは展張年数によらず内部の作物の被害程度はガラスや展張後年数の多いPETに比べて小さかった。

参考として露地マルチ栽培のカボチャの被害状況を示した。カボチャの葉は全て破壊されており、蔓はかろうじて残っていた。カボチャ幼果の表面についた、雹の当たった痕から、雹の大きさ、降雹の強さが推察できる。



露地マルチ栽培のカボチャ



カボチャ幼果についた雹の痕

菅平盆地内における積雪分布と気温分布の関係

農業環境技術研究所 西森基貴

1. はじめに

菅平盆地は本州のほぼ中央、長野県北東部に位置し、群馬県との県境近くにある標高1200m以上の高原地である。夏季には、比較的冷涼な気候を利用したレタス・白菜などの産地であるとともに、ラグビーの合宿地として有名である。いっぽう冬季には、多数のゲレンデを有したスキーリゾート地となる。冬季の降水量は県内でも新潟県境の飯山、黒姫地方に比して少なく、概して季節風性降水よりも低気圧性降水が多い(Yasunari and Ueno, 1987)ものの、低気圧が日本海を東進して冬型の気圧配置となる直前にまとまった降雪がみられることがある(内山, 1983)。

冬季の菅平盆地は最低気温が平均で -10°C 、極値で -20° を下回る低温(吉野, 1997)で、農地は一冬中積雪に覆われるため作物生産は出来ない。またゲレンデ積雪は近年ではスノーマシンで賄っており、一般に積雪と農業・産業との関係は見いだせないと思われる。しかしながら菅平盆地は、東側は根子岳・四阿山に向かう緩斜面、南西側は大松山、北西側は太郎山にそれぞれ向かう急斜面という地形的特徴があり、盆地底が低温となる冷気湖が発生しやすい(吉野, 1997)。加えて盆地の東西で土地利用や土壌が違っていることから、盆地内での積雪深分布に固有の特性があることが予想され、気候地理学的に興味深い地域である。

菅平盆地における冷気湖の実態は、移動性高気圧に覆われやすい春と秋についてはわかっているが(例えば鳥谷, 1985)、天候が不安定な冬季については観測例が少ない。盆地底にありアメダス観測点のある菅平小中学校付近は、冬季にしばしば低温の極値を記録する(吉野, 1997)が、現地の人の間ではその付近で積雪が一番多いことが知られており、融雪期の農業やグラウンドの利用が遅れることを懸念する声もあった。しかしながら盆地内における、冷気湖による気温分布と積雪分布の関係は、以前に当地で精力的に積雪観測を行ったYasunari and Ueno(1987)でも明瞭ではない。そこで筆者らはこの冬(99/00冬季)、菅平高原において盆地内の詳細な積雪分布を観測し、また同時に行った冷気湖観測と併せ、盆地内における積雪深分布と気温分布の関係を調べたので、ここで報告する。

2. 観測概要と天候の経過

2000年1月8日、1月29日、2月10日および3月1日の4回にわたり、菅平高原内に22の観測点を設定し(図2~4の●および■)、各所で積雪深および新積雪深を測定

したほか、■に示した数点では水当量と密度も同時に測定した。冷気湖観測は2月10日前後に、同じく盆地内約10点にErnest Spirig社製の超小型ロガーを設置して行った。

この冬の天候概要として、12月下旬に一時的に低温で降雪があったが、その後1月中旬まで高温傾向で推移した。1月後半から冬型気圧配置が持続し、しばしば強い寒気の流入があり、日本海側地域では断続的に大雪となり、また太平洋側地域では晴天が続いた（気象庁，2000：図1）。ただし冬季（12～2月）平均気温は、平年よりも高温であった。

3. 菅平盆地内の積雪分布

盆地内の積雪分布を季節の進行とともに見る。まず、第1回観測を行った1月8日には高原内にはほとんど積雪がなく、盆地東部の根子岳山麓で約10cmの積雪が見られる程度であった（図略）。第2回観測を行った1月29日では、積雪は盆地東部でほぼ15cmと一律に多く、盆地西部の西組および南部の盆地の入り口では10cm以下と少ない。しかしながら菅平自然館を中心とする盆地底は、盆地西部に位置するにもかかわらず積雪は15cmで、その周辺よりも多くなっていることがわかる（図2）。

次に2月10日の第3回観測では、積雪は盆地東部で標高の高い峰の原高原や根子岳山麓では約50cmで、盆地内よりも多い。一方、盆地内

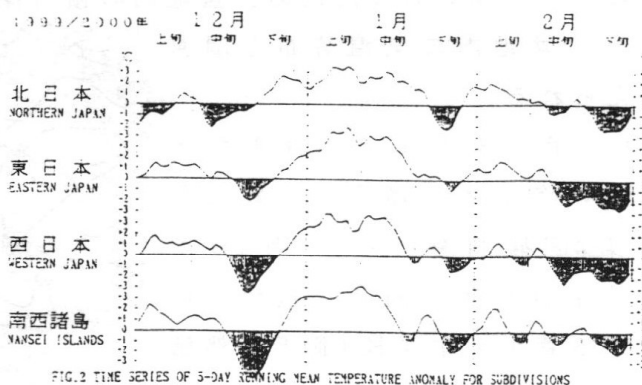


図1 日本における12月～2月の地域平均気温平年差の5日平均時系列（気象庁，2000）

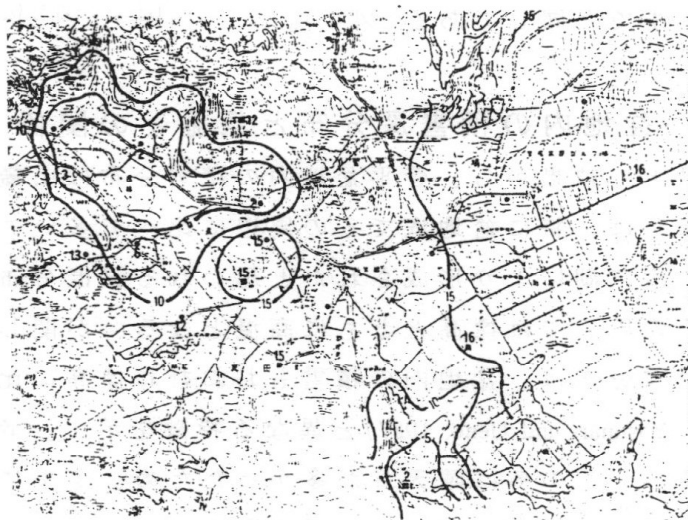


図2 1月29日の菅平盆地における積雪深分布 (cm)

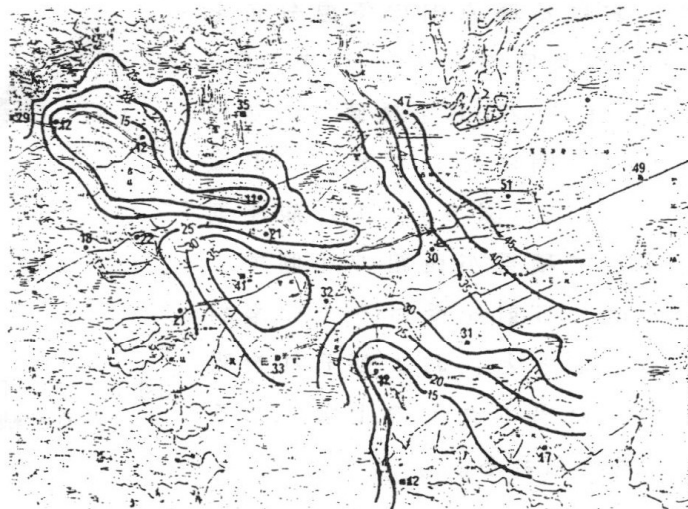


図3 図2に同じ、ただし2月10日のもの

の積雪は盆地底からやや東側に当たる中組で最も多く40cm以上、ついで東組、西組となり、西組北側の南斜面では約10cmと少ない(図3)。前日の降雪深は盆地ほぼ全域で約15cmであったため、盆地内の積雪深分布は前日までの積雪深に依存しており、盆地内の気温分布と関連が考えられる。

2月後半にまとまった降雪があり、この冬最大の積雪を記録した後の第4回観測を行った3月1日では、菅平自然館と同じく盆地底に位置する菅平小中学校(菅平自然館の北側)で積雪61cmと最大を記録しているほか、盆地東部で多く、西部と南部で少ない分布はおおむねこれまでと同じである(図4)。

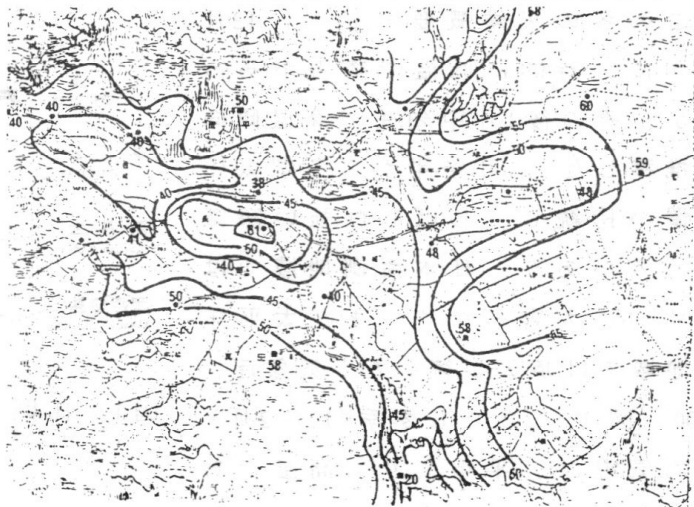


図4 図2と同じ、ただし3月1日のもの

4. 盆地内の積雪深分布と気温との関係

以上の結果から、菅平盆地内の積雪分布は山麓で標高がやや高い盆地東部で多いほかは、特に盆地底でその周辺に比べて多いことが目立つ。したがってこれには、冷気湖により形成されたとと思われる気温分布、つまり盆地底がもっとも低温でその周辺では標高とともに高温となる、が関わっていることが推察される。この積雪分布は、盆地内の積雪もおおむね標高に比例して多いという従来の観測結果(Yasunari and Ueno, 1987)と異なる特徴を示す。菅平では春秋に最も卓越する冷気湖が、この冬は晴天日が多かったため、冬季にも頻りに形成されたためと考えられる。例えば晴天となった2月11日朝における高原内の気温分布を見ると、盆地底の自然館(図中矢印)で記録された -20.3°C を極値に、盆地底がその周囲に比して著しく低温になっている(図5)。また観測期間を通じて積雪が西組の北側で少ないのは、日射を受けやすい南斜面であることと、およびそれを吸収しやすい黒ボク土の土壤であるためと考えられる。

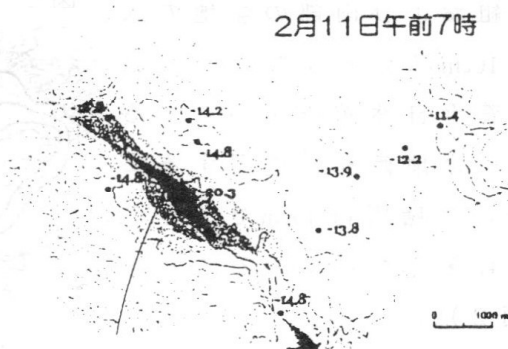


図5 2月11日午前7時における高原内の気温分布(野原大輔氏・田中久則氏の観測と解析による)

5. まとめ

この冬(99/00冬季)の菅平盆地は全般的に高温であり、また気温の低下した後半には冬型の気圧配置が持続して晴天となったため、積雪は平年よりも少なかった。盆地内の積雪は観測期間を通じて東部で多く西部で少なかったが、盆地底はやや西部に位置するにもかかわらず積雪は多かった。これは晴天が続いたため冷気湖が発達しやすく、盆地底でしばしば低温の極値を記録したことと関連していると思われる。

謝辞：本観測は、筆者が筑波大学地球科学系在職中に野外実験の一環として行ったものである。観測に際して、同学系の安成哲三教授には全般的な助言を受け、また筑波大学気候学・気象学分野の学生諸氏には協力を頂いた。特に同分野の野原大輔氏と田中久則氏には、冷気湖の観測とその後の解析に多大な支援を頂いた。また筑波大学菅平高原実験センターの林一六センター長、清水悟技術専門職員には観測施設と気象データの提供を受けた。ここに記して感謝し、御礼申し上げる次第である。

参考文献

気象庁，2000：「気候系監視報告」．平成12年2月．

鳥谷均，1985：長野県菅平盆地における冷気湖の形成と冷気流．地理学評論，58A, 67-79.

内山文夫，1983：長野県の日降雪の深さの分布の主成分分析．研究時報，35, 165-175.

Yasunari, T. and K. Ueno, 1987: The snow cover environment in Sugadaira, central Japan. Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, (13), 58-64.

吉野正敏，1997：気候．真田町誌自然編．203-248.

山梨県環境科学研究所

植物生態学研究室・中野 隆志

山梨県環境科学研究所研究所は中央自動車道河口湖インターを降り、富士スバルライン方面、ビジターセンター横旧料金所を過ぎてスバルラインを富士山方面に約5km、2つの信号を左折してすぐ、富士山北麓標高約1,050mのアカマツ林の中にあります。このアカマツ林は、約1,000年前の富士山の噴火で流れた剣丸尾溶岩流上に成立した約90年生の天然のアカマツ林です。研究所は富士・箱根・伊豆国立公園の普通地域内にあります。気候は、夏涼しく過ごしやすい一方で、冬は厳しく雪は少ないのですが非常に寒く一度雪が降るとなかなか融けません。研究所近くには、富士山をはじめ山中湖や河口湖といった富士五湖や富士山などの景勝地多くあります。当研究所は1997年4月に開所したばかりの新しい研究所です。

1. 研究所の果たす役割

当研究所は、「研究」、「教育」、「情報」、「交流」の4つの機能を持っています。多くの研究施設には交流施設や情報部門はあっても、教育部門までもつ研究施設は少ないでしょう。研究部門はもちろん研究を行う部門で「自然と人との共生」をテーマに自然と人の生活とが調和した社会社会の実現に向けた研究を行なっています。教育部門は、小学校の先生が出向で来ており、環境教育を行っています。特に次世代を担う小中学生の環境教育に力を入れています。研究所敷地内には自然観察路や生態観察路などがあり、教育他広く活用されています。情報部門は、研究で得られた成果はもちろん環境に関する情報を分かりやすく広く県民に提供しています。図書室もあり、環境に関する図書が多数そろっています。また、貸し出しも行っていきます。交流部門には、国内外を問わず環境に関する研究交流を進めます。100人以上入るホールや会議室などがあり、開所以来、毎年、国際会議を開催しています。

2. 研究室と研究

研究部門には、自然環境研究部、環境健康研究部、地域環境政策研究部の3部があります。自然環境研究部には地球科学・植物生態学・動物生態学・環境生化学の4研究室が、環境健康研究部には環境生理学・生気象学・人類生態学の3研究室、地域環境政策部には環境計画学（リモートセンシング）・緑地計画学（土地利用）の2研究室があります。研究には、中長期的な視野から取り組む戦略的な研究である「プロジェクト研究」、基礎的な研究である「基盤研究」、緊急の行政課題課題に対対応するための「特定研究」があります。

植物生態学研究室では次のような研究を行っています。プロジェクト研究「富士山周辺の自然特性に関する研究」のサブテーマ「富士山の植生分布と地球温暖化の影響解明」では、富士山五合目と青木ヶ原を中心に様々な角度から富士山の植物の分布や生態を研究し、地球温暖化の影響を予想する研究を行っています。基盤研究「富士山樹木限界付近に生育する植物の環境適応機構の解明」では、富士山五合目のスコリア荒原上に生育する植物の光合成や水分収支を中心に形態やフェノロジーなども含め植物が環境に対してどのように適応しているかを解明しています。基盤研究「富士北麓剣丸尾アカマツ林の遷移と純一次生産量」では、研究所敷地内のアカマツ林に80.89haの永久方形区を設置し、約6900本の樹木の毎木調査を行う他、リタートラップや落ち枝トラップの測定や土壌呼吸の連続的な測定を行うなど、生

生態学的方法からアカマツ林の遷移や、二酸化炭素吸収量を解明しています。なお、農林水産省森林総合研究所がアカマツ林に約30mの気象観測用タワーを建設し、フラックス測定を行っていますので、気象学的に測定した二酸化炭素のフラックス量と生物学的に測定した二酸化炭素の動きの量の比較をすることも可能です。その他、御坂山系や秩父などでいくつかの生態学的な研究を行っています。

3. 施設、主要備品等

研究室、実験室の他に、泊まりがけで測定するための休憩室を備えた別棟、10m x 10mほどの温室、20m x 20m程度の実験圃場があります。研究所周辺のアカマツ林も約30haが研究所の持ち物です。青木ヶ原に底面が6m x 9mで高さ18.5mの、また、研究所のアカマツ林の中には底面が2m x 4mで高さ18.5mのジャングルジム型林冠アクセスタワーがあります。アカマツ林内には、通常蓋が開いたままで測定時に蓋が閉まり二酸化炭素・メタン・一酸化窒素といった温室効果ガスを自動的にサンプルし連続測定するシステムが稼働しています。気温、日照、風向風速、雨量、湿度、大気圧などは1時間間隔で測定しています。主な研究備品は、顕微鏡・乾燥機・葉面積計・精密ばかり・分光光度計など基本的な機器はもちろん、グロースチャンバーが3台（温度・光・二酸化炭素濃度・湿度が調節可）、携帯用光合成蒸散測定装置(Li-6400)、クロロフィル蛍光測定装置(MINIPAM)、プレッシャーチャンバー、超音波風速計、IRGA、レーザー式のトランジットコンパス、データロガーと各種気象観測センサー類、C/Nアナライザー、ICPやGCマス、原子吸光光度計などがあります。また、本年度、安定同位体マスが入る予定になっています。これらの施設や機器は共同研究者の方については共同利用が可能です。

4. 共同研究

植物生態学研究室では、これまでに茨城大学、東京都立大学、筑波大学、都留文科大学、玉川大学、静岡大学、北里大学、東邦大学、農林水産省森林総合研究所、山梨県果樹試験場、山梨県森林総合研究所などと共同研究を行っています。富士山の植物の生態に関する研究の他、研究所のアカマツ林の二酸化炭素収支に関する研究や果樹園の炭素収支に関する研究などを共同で行っています。富士山で仕事がしたい方、研究に興味がある方は是非御連絡下さい。

5. 研修生制度

当研究所では研修生を受け入れています。植物生態学研究室では、これまでに静岡大学、信州大学、玉川大学、茨城大学、東京都立大学、東邦大学などから卒業研究生、大学院生などの研修生を受け入れています。研究所の研究内容に興味のある方、富士山で仕事をしたい方は是非御連絡下さい。

問い合わせ先

山梨県環境科学研究所、自然環境研究部、植物生態学研究室

住所：〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾5597-1

電話：0555-72-6211(代表) Fax：0555-72-6206

E-mail： nakano@yies.pref.yamanashi.jp

ウェブページ <http://www.yies.pref.yamanashi.jp/>

農業気象学会関東支部 2000 年度例会開催のご案内

1. 日時： 2000 年 11 月 10 日（金） 9 時 45 分から

2. 会場： 宇都宮大学農学部 （栃木県宇都宮市峰町 350）

3. スケジュール

次頁のプログラムをご覧ください。開始時刻が当初の予定から 15 分遅れて 9 時 45 分となりましたのでご注意ください。一般講演の持ち時間は予定通り 1 題 15 分（発表 12 分、質疑応答 3 分）とします。

4. 参加費用

下記の通りです。当初予定より若干高くなっていますがご了承下さい。

一般講演会、エクスカッション及びシンポジウム：

会員	（一般） 2500 円	（学生） 1500 円
非会員	（一般） 3000 円	（学生） 2000 円

懇親会： 4000 円

5. 会場への交通

- ① JR 利用の場合：宇都宮駅で下車し、駅西口バス・タクシー乗り場の③番乗場より出るバスに乗り、宇大前にて下車。駅から約 2 km。バスは 20 分おきにあります。
- ② 高速道路利用の場合：長距離バスはありません。自家用車の場合は、東北自動車道鹿沼 I C で降りて約 12 km で会場。

6. 問い合わせ先

果樹試験場栽培部気象生態研究室 伊藤大雄 （関東支部事務局）

〒305-0852 茨城県つくば市藤本 2-1

Tel: 0298-38-6506 Fax: 0298-38-6437 E-mail: daiyu@fruit.affrc.go.jp

日本農業気象学会関東支部 2000 年度例会プログラム

9:45~12:00 一般講演

1. GISを用いた韓国稲作地域の気温と収量の相関解析
○大野宏之・森本品・林陽生 (農環研)
2. 国際北極域研究センタにおける Ecosystem Database の構築
○斉藤徹¹・鈴木智恵子²・原菌芳信²
(1 アラスカ大国際北極域研究センター、2 農環研)
3. 水稲単作水田の年間を通じた蒸発散量の評価
○高村近子¹・田瀬則雄¹・宮田明²・鈴木智恵子²・小林義和³・原菌芳信²
(1 筑波大環境科学、2 農環研、3 JST)
4. 小麦(あやひかり)の登熟気象反応の解析
○井上君夫・中園 江・脇山恭行 (農研センター)
5. モモ個体群における乾物生産速度と日射変換効率の季節変化
○伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之 (果樹試)
6. クワと牧草の混生草地における夏季の牧草生産力
○柴田昇平・北原徳久 (草地試)
7. 連続光照射下における変温処理はトマト実生の第一花房の着生葉位の低下とクロロシスの回避を可能とするか
大村好孝・○大嶋好衣・古在豊樹 (千葉大園芸)
8. 48時間明暗周期における明期・暗期気温差がトマト実生の茎長および乾物重に及ぼす影響
○大村好孝・古在豊樹 (千葉大園芸)
9. 2000年5月に東葛地区を襲ったひょうによる栽培施設の被害状況
○丸尾達・高垣美智子・三竹仁・高間恵実子 (千葉大園芸)

12:00~13:00 昼食、評議員会・理事会

13:00~15:15 エクスカーション

栃木県農業試験場を訪問し、施設園芸研究の現場や、気象災害対策の現状などを視察します。会場から試験場への移動は、往復とも貸し切りバスを利用します。

15:15~15:35 総会

15:45~17:45 シンポジウム「施設園芸とその環境調節技術」

1. 栃木県における施設野菜の現状と課題
栃木県農業試験場 園芸技術部長 高野 邦治 氏
2. 散水による暖冷房ハウス
宇都宮大学 農学部助教授 藤重 宣昭 氏
3. 赤外線放射测温によるトマトの水ストレス反応の検出
茨城県農業総合センター 園芸研究所主任研究員 中原 正一 氏

18:00~ 懇親会

GIS を用いた韓国稲作地域の気温と収量の相関解析

大野宏之・森本 晶・林 陽生(農環研)

1. はじめに

韓国におけるコメ生産と気候資源との関係の地域的な特性を明らかにする第一歩として、韓国の過去 1973～1994 年の夏季気温(7-8 月の平均気温)と水稲収量との関係を解析した。気候要素として、夏季気温を選んだのは、韓国の稲作がこの期間の平均気温に最も影響を受けるとされるためである(Horie *et al.*, 1995)。

気温は観測地点毎に得られる「点」の量であるのに対し、収量は集計される領域に与えられる「面」の量である。このため、両量を直接比較することはできない。そこで、本研究では、GIS を用いて水田の面的な平均気温を推定し、解析に供した。

2. 水田上の夏季気温の推定

水田上の夏季気温の面的な平均を以下の手順で推定した。

(1) 観測点における夏季海面標高気温の推定

気象観測記録から、各気象官署の各年の 7・8 月の平均気温を計算し、次に観測地点の標高から、海面高度におけるそれを推定した。この際、気温減率-0.006C/m を定数として使用した。

(2) 韓国国土の夏季海面標高気温の推定

気象観測地点の位置情報と海面高度気温を GIS にベクトルデータとして取り込み、最少曲率法を用いて夏季海面標高気温の空間分布を韓国国土にわたって 1km のメッシュで推定した(図 1 左)。この際、最少曲率法のパラメータを Search pixel:1200、Weight:3.0、Tension:1.0 とした。

(3) 韓国国土の夏季地上気温の推定

NOAA の Global Land 1-km Base Elevation (GLOBE) データセットから、朝鮮半島の標高を 1km のメッシュで GIS に入力し、これと、夏季海面標高気温から夏季地上気温の空間分布を韓国国土にわたって推定した(図 1 右)。

(4) 水田の夏季地上気温の推定

USGS の Global Land Cover Characterization / USGS Land use/Land cover System Legend (ML2) より、韓国国土を抽出し、さらに、水田に相当すると見なせる分類番号 3 の領域を抽出した(図 2)。この領域をマスクとして、夏季地上気温分布図か

ら水田の領域だけを抽出し、抽出されたデータを算術平均して水田の夏季地上気温を推定した。

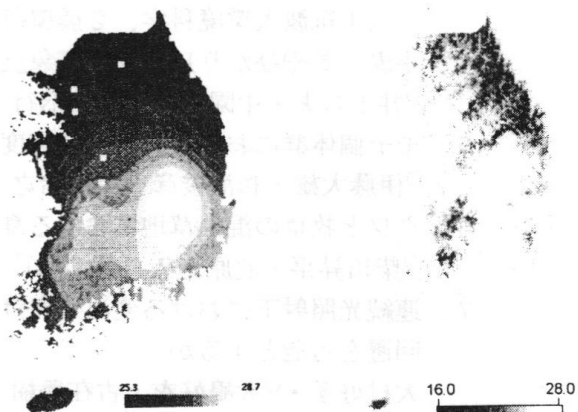


図 1. 解析に使用した気象観測点の位置とこれをもとに推定した 1973 年の夏季気温の分布。(左)海面標高気温。(右)地上気温。

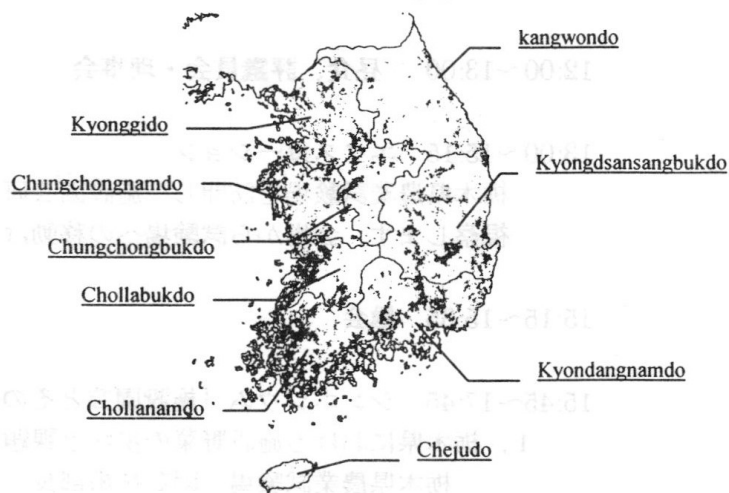


図 2. 韓国の道と水田の分布

3. コメ収量との比較

先に示した手法により、水田の夏季地上気温を年別・道(韓国の行政単位)別に求め、対応する収量と比較した。

まず、両者の相関解析を行った。その結果、Kangwondo (江原道)、Kyongsangbukdo (慶尚北道)、Kyongsangnamdo (慶尚南道)において、高い相関が認められた。個別のデータを吟味すると、これらの地域のデータセットには、低温と低収の組み

合わせが数例含まれ、これが相関を高めていることが判った(図3)。すなわち、この3地域では、冷害の発生頻度が他に比べて高いといえる。そして、両者の相関係数の2乗を地図上に配置すると、相関の高い3地域は東岸に集中していることが分った(図4)。

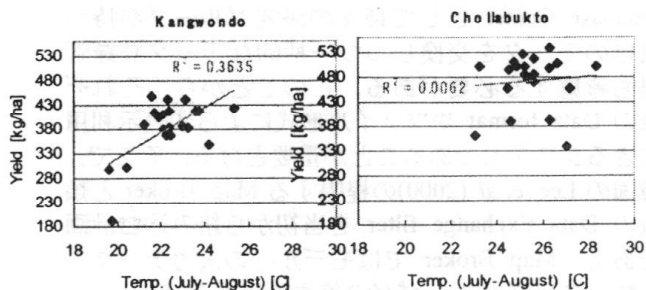


図3. 韓国のコメ収量と夏季気温との関係。(左)Kangwondo。(右)Chollabukdo。

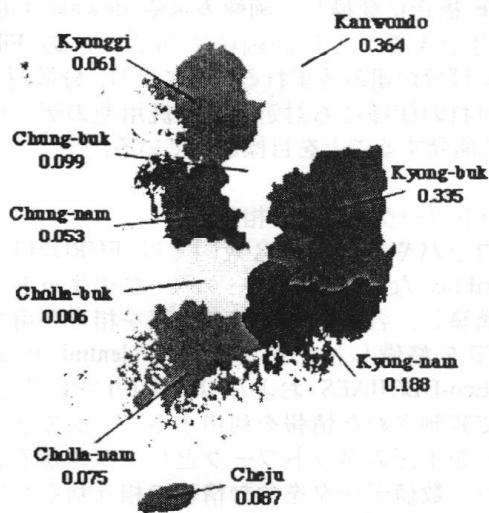


図4. 韓国各道の収量と夏季気温との相関係数の2乗。

朝鮮半島東岸では、日本のやませと同様に、夏季、北東気流が吹き込むことによりしばしば低温となることが知られている(Kimura, 1995)。北東気流の影響を受ける地域の分布を知るために、21年間の7-8月平均気温の標準偏差の韓国における空間分布を推定し、図5に示した。気温偏差の大きい地域、すなわち北東気流が流入すると考えられる地域は、半島東岸に偏在しており、相関が大きい地域と一致する。以上のことから、韓国東岸3道における稲作は、北東気流の影響を強く受けていることが明らかとなった。

さらに、道別の年次間気温変動(=標準偏差)と収量変動(=変動係数)の関係から、韓国の9つの道は、気温の年次変化が大きく収量の変動も大き

い東岸3道のグループと、気温変動が小さく概ね毎年の収量も安定しているグループに分けることができる可能性が示された(図6)。但し、後者のグループでは、気温の標準偏差がほぼ同じにも関わらず、収量の変動にはある程度の幅がみられるため、今回扱った2ヶ月の平均気温だけでは説明できない、他の要因も同時に働いている可能性がある。

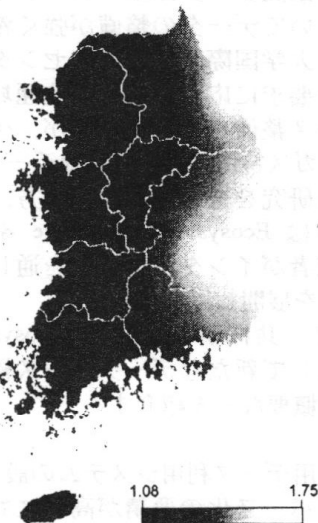


図5. 1973~1994年の夏季気温の標準偏差の分布。

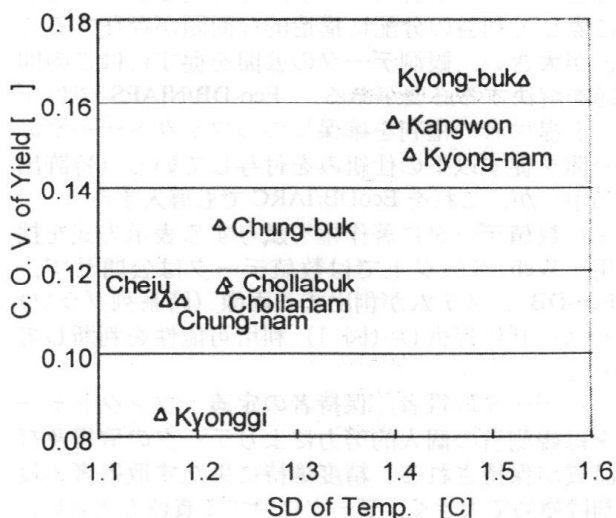


図6. 韓国各道の収量の変動係数と、夏季気温の標準偏差の関係。

<参考文献>

- Horie, T., Nakagawa, H., Ohnishi, M. and Nakano, J.(1995) Rice production in Japan under current and future climates. In: Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia(Matthews, R.B., Kropff, M.J., Bachelet, D and Laar, H.H. eds). CAB International, 143-164.
- Kimura, R.(1995) Geo-fluid mechanical aspects of Yamase. Kisyokenkyu Note, No.183, 91-105.

国際北極域研究センターにおける Ecosystem Database の構築

斉藤徹*, 鈴木智恵子, 原菌芳信, 赤祖父俊一*

(農業環境技術研究所, *アラスカ大学国際北極域研究センター)

Email: saito@iarc.uaf.edu (URL <http://ipc68.ecol.affrc.go.jp>)

1. まえがき

近年, 北極域の温暖化が中緯度の気候に直接影響することが明らかにされつつある。しかし, 北極域での観測データは限られており, モデル研究などにおいてデータの整備が強く希求されている。アラスカ大学国際北極域研究センター(IARC)ではこれらの要求に応えるために北極域研究情報のデータベース整備を進めているが, 生態系における温室効果ガス特に CH₄ の観測データをデータベース化する研究を進めている。一方, 農環研気象特性研究室は Ecosystem Database を開発し, 世界中の研究者がインターネットを通じて利用可能なシステムを展開している。

そこで, 共同研究として Ecosystem Database を基本として新たなデータベース構築を開始したのでその概要などを紹介する。

2. 研究用データ利用システムの設計概念

データベース化の要請が高いにもかかわらず, ファクトデータの公開が少ないのは, データ提供者とデータ利用者(ユーザ)との間でデータ公開に際して利益の分配に構造的な問題が存在することが大きい。観測データの公開を促すにはこの問題を解決する必要がある。Eco-DB/NIAES ではデータ提供者の権利を確保しつつファクトデータの公開を促す以下の仕組みを付与している(特許出願中)が, これを EcoDB/IARC でも導入する。

1) 数値データに著作権を賦与する表示方式を採用: Web ページ上では数値データは公開せず, Eco-DB システムが創出する画像(時系列グラフ)をユーザに提供し(図 1) 利用可能性を判断してもらう。

2) データ取得者, 保持者の定義: ファクトデータは観測者の個人的努力によりデータの取得及び品質が保持される。精度維持に果たす取得者の役割は極めて大きく, データに対する責任も大きい。そこで各データセット毎にデータ保有者(データオーナーシステム)を定義し明示した。

3) 共著者化の要請: ユーザが Eco-DB のデータを利用して論文発表したり, モデル構築するなど生成物を公表する場合, 用いたデータが生成物の根幹をなすときには, 著作物にデータ保持者を共著者として加えることを要請した(図 2)。

3. IARC Data ベースシステムの特徴

Eco-DB は分散型の DB として開発されたが, IARC におけるデータベースは北極圏研究のあらゆるデータの統合と世界中の研究者の利用を目的

としている。このため, 分散型の DB として他のデータベースとのネットワーク上の利用も図るが, Database Center として種々の研究グループが持つ独自のデータを交換しつつ一括的なデータ登録管理も考慮する必要がある。このことから, それぞれの Data format やファイル形式によらず表示利用できるシステムであることが重要となる。そこで, 韓国の Lee *et al* (2000) の提唱する Map Broker と類似の Data Exchange filter を当初から組み込む計画である。Map Broker ではモデルへの入力データとして, 各研究グループが定義する異なる format のデータでも読み込み, モデル計算に必要なパラメータに変換することを目指しているが, IARC のシステムではデータの読み込み段階で Eco-DB と同じ File 構造に変換し, 画像表示や download 機能を利用できるように計画である。この File Exchange 部分が組み込まれることにより, 分散型, 統合型何れの仕様にも対処可能な汎用型のデータベースを開発することを目指している。

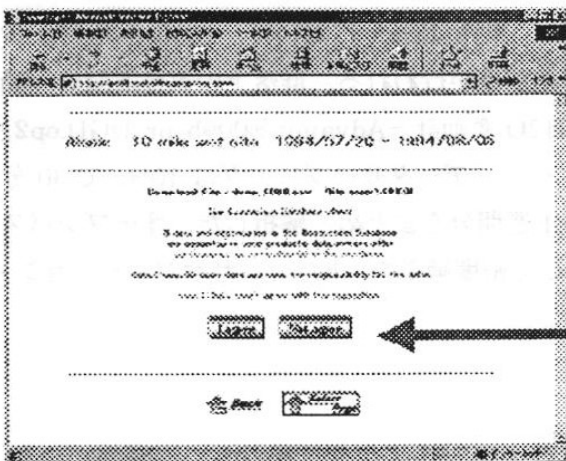
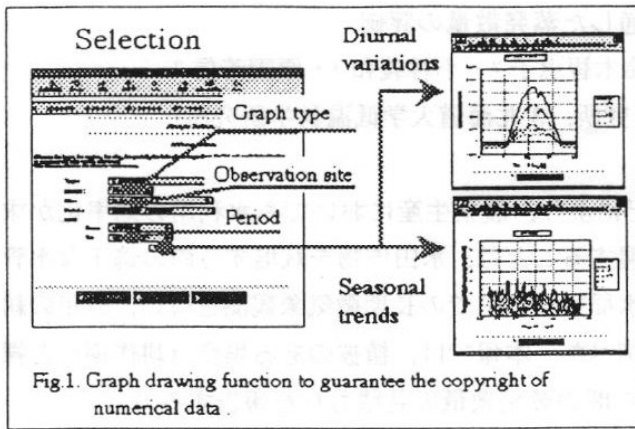
4. ネットワーク化による相互利用

ヨーロッパやアメリカ合衆国では EUROFLUX や AmeriFlux などの観測データベースのネットワークを構築し, 各観測サイトの情報を相互利用できる環境を整備しはじめている(Valentini *et al*, 1997)。Eco-DB/NIAES および Eco-DB/IARC は世界各地で観測された情報を利用することができるが, これを上記のネットワークとリンクさせることにより, 数値データを含む情報の相互利用が拡大し, 地球環境研究分野で残された問題の理解や現状把握が進むことが期待される。現在, これらのネットワークとデータの相互利用に向けた交渉を進めている。IARC でのデータベース構築はその一環である。

また, 各研究機関が保有する植物生理学的な計測情報, 植物病理学及び農作物の病害や昆虫害などの可視情報等は汎用画像技術の利用により相互利用可能なデータベースとなる。このように, 各地に構築されたデータベースは Data format やシステムを変更することなく分散型データベースシステムとして Eco-DB と相互に連携可能となる。

謝辞

EcosystemDatabase は科学技術振興事業団データベース化支援事業(1996-1999)の支援を得て開発された。又, IARC と NIAES との共同研究は科学技術庁国際共同研究二国間型の支援(2000-2001)を得て実施中である。関係各機関に感謝する。



If data and information in the Ecosystem Database are essential to your products, the data owners offer

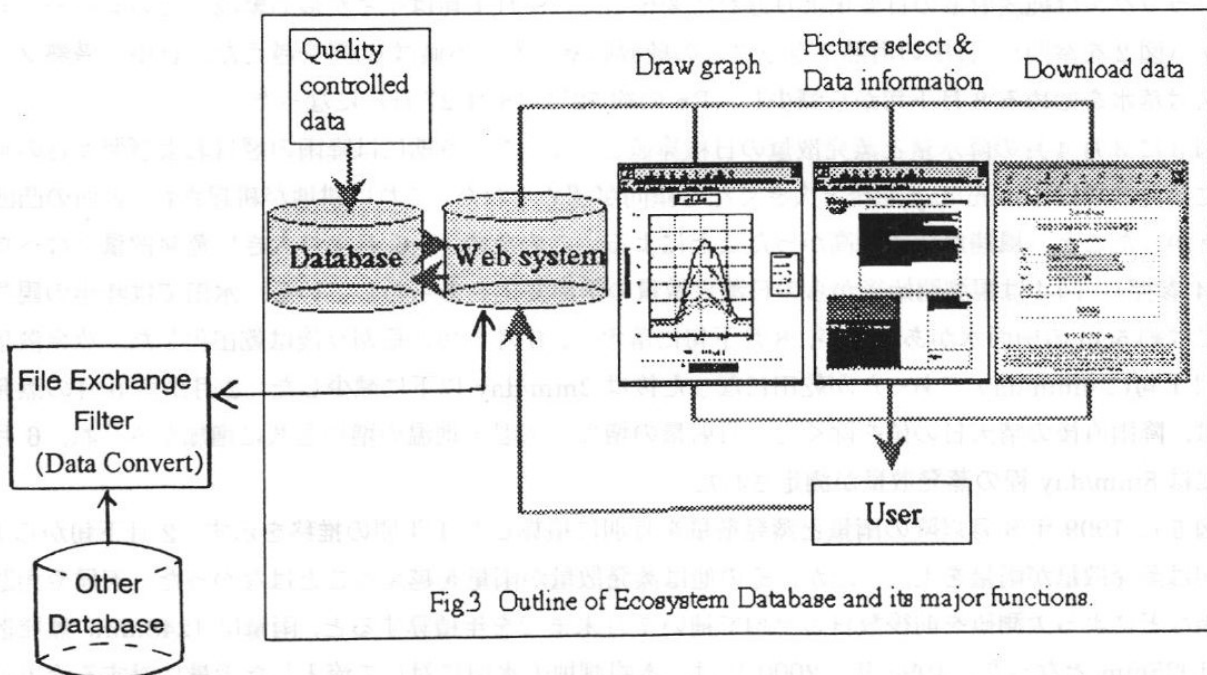
participation as co-author(s) of the products.

Data owner (s) open data and take on the responsibility of the data.

Yes, I agree

After the agreement, download starts.

Fig.2 The Co-authorship to guarantee the fair-use of data by exchange contracts



Lee Byong-Lyol, et al., "MapBroker : A prototype of Multi-tiered Web interface employing CORBA for simple GIS applications in agriculture. Proc. of 2nd Asian Conference for Information Technology in Agriculture. Suwon, Korea, 212-219.

Valentini, R.; Baldocchi, D.; Running, S. "The IGBP-BAHC global flux network initiative (FLUXNET): current status and perspectives". Global Change Newsletter. 1997, 28, p. 14-16.

水稲単作水田の年間を通じた蒸発散量の評価

○高村近子¹・田瀬則雄¹・宮田明²・鈴木智恵子²・小林義和³・原園芳信²

(1 筑波大学大学院, 2 農業環境技術研究所, 3 北海道大学低温科学研究所)

はじめに 人口・産業拡大に伴う水需要の増加などにより、農業生産においても水利用の効率化が求められている。水田における蒸発散量を定量的に把握することは、水田作物を栽培する際の適正な水管理や用水量の決定のために欠かせない。本研究では水稲単作水田での長期微気象観測を行い、近年の耕地利用形態（水田一毛作のみ）における蒸発散量を調べた。本報では、植被のある場合（耕作期）と裸地状態の場合（非耕作期）における蒸発散の特性と年間の蒸発散量の見積もりを報告する。

方法 観測はつくば市南西の民間の水田圃場（南北 1.5km, 東西 1km）において、1999 年 8 月から開始した。圃場では毎年 5 月上旬に田植え、9 月上旬に刈り取りが行われる。群落上の蒸発散量は、渦相関法（超音波風速温度計-Kaijo.DA600, 赤外線 CO₂・H₂O 変動計-Advanet.E009b or DGD.op2, Open-Path 方式）を用いて、高度 2.9m において連続測定した。データサンプリングは 10Hz で 30 分毎に 16400 個のデータを光磁気ディスクに記録し、3 日~1 週間分をまとめて解析した。オープンパス方式のセンサを利用しているので、水蒸気フラックスに対して密度補正を、またセンサセパレーション、センサの空間平均化の影響補正を行った。

結果

観測期間中の晴天日における熱収支項の日変化を図 1 に示す。2000 年 3 月 10 日は非耕作期で畑地状態に乾いている場合、5 月 9 日は田植え直後の時期である。3 月は日中に顕熱フラックスが潜熱フラックスを上回っていたが、湛水後は潜熱フラックスが純放射量の約 80% を占めるようになった。5 月の潜熱フラックスは純放射量の日変化より遅れて変化した。8 月上旬はイネが最も繁茂している時期であったが（図 2 を参照）、日中の潜熱フラックスの純放射量に占める値は 60% を越えた。日中の潜熱フラックスは落水を始める 8 月下旬から減少し、R_n の約 52%（8 月 27 日）になった。

図 3 に 3 月 4 月の降水量と蒸発散量の日積算値を示す。この時期には降雨の翌日および翌々日の晴天日に蒸発散量は 10mm/day 前後と大きくなる傾向が認められた。これは耕地が耕起され、表面の凸凹が大きかったこと、風速が比較的高かったことによる。このため、5,6 月より大きい蒸発散量となった（図 4 参照）。図 4 は観測開始後からの日蒸発散量の季節変化をあらわしている。水田では昨年の観測初めには約 5cm の田面水があったが、8 月下旬に落水し、9 月上旬の稲刈り後は乾田化した。蒸発散量は 8 月上旬に 4mm/day であったが乾田になった後は 2mm/day 以下に減少した。2 月から 6 月の蒸発散量は、降雨直後の晴天日の値を除くと、日射量の増加、気温・地温の増加と共に増加がみられ、6 月上旬には 8mm/day 程の蒸発散量が測定された。

図 5 に 1999 年 8 月以降の雨量と蒸発散量を月別に積算した 1 年間の推移を示す。2 月下旬から 5 月上旬は蒸発散量が雨量を上回ったが、その他は蒸発散量が雨量を越えることはなかった。天候や測器の不調などによる欠測値を前後数日の平均で補い 7 月末までを年積算すると、雨量は 1248mm、蒸発散量は 1025mm となった。1999 年 - 2000 年は、本観測地の水田に対して流入した雨量に対する流出した蒸発散量が 8 割を越えた。

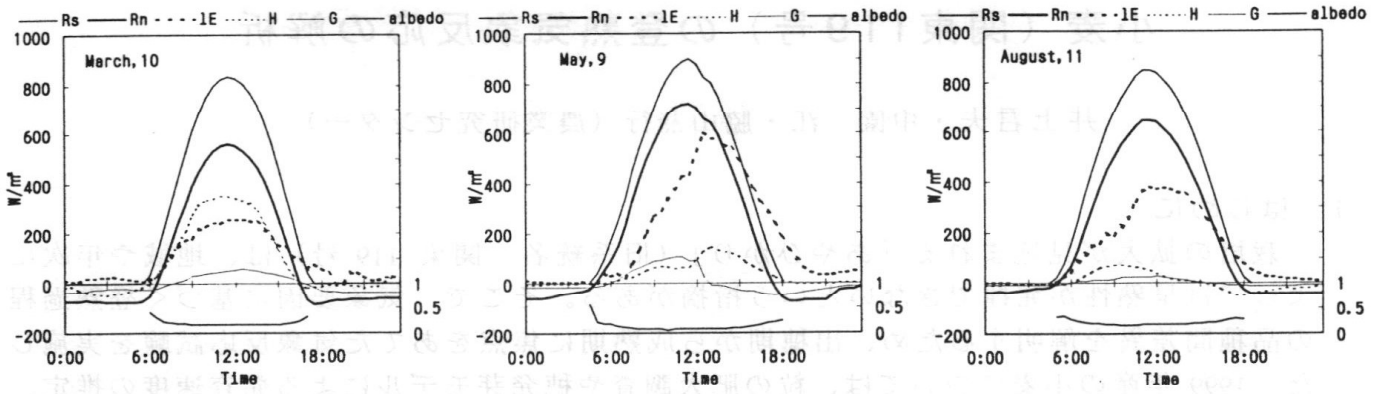


図1 晴天日における熱収支項の日変化

(3月10日：乾田状態、5月9日：田植え直後、8月11日：登熟後期)

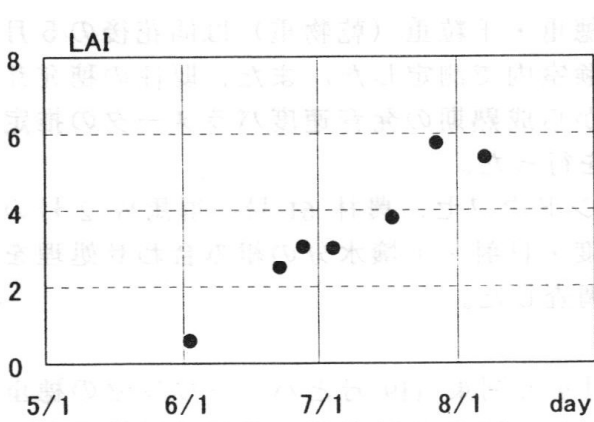


図2 LAIの季節変化(2000年)

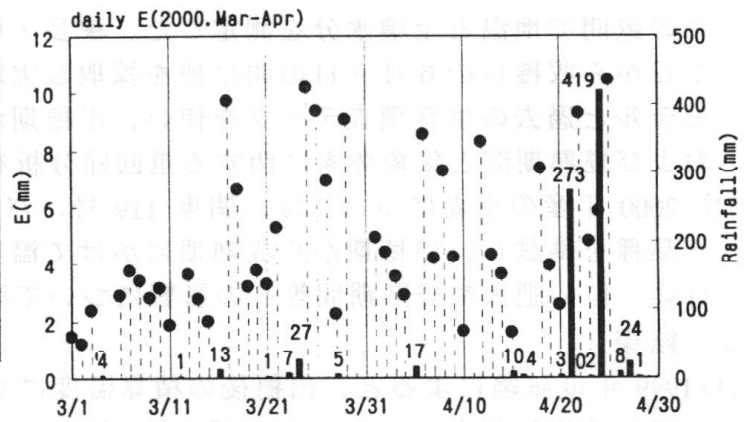


図3 3,4月の降水量と蒸発散量(2000年、数字は雨量)

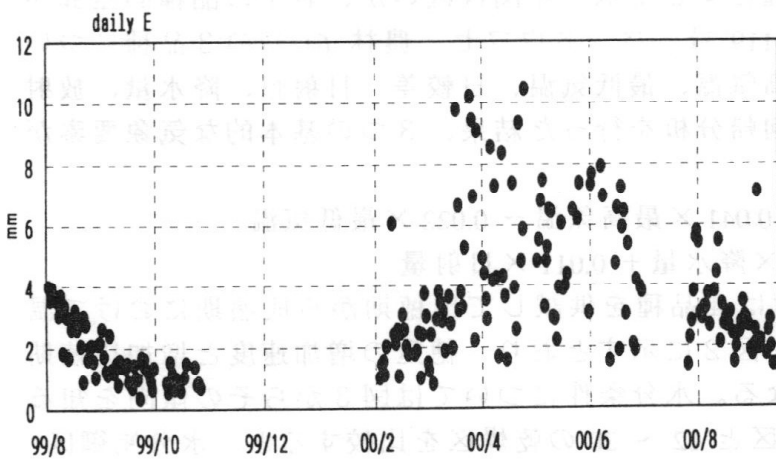


図4 日蒸発散量の季節変化(1999年-2000年)

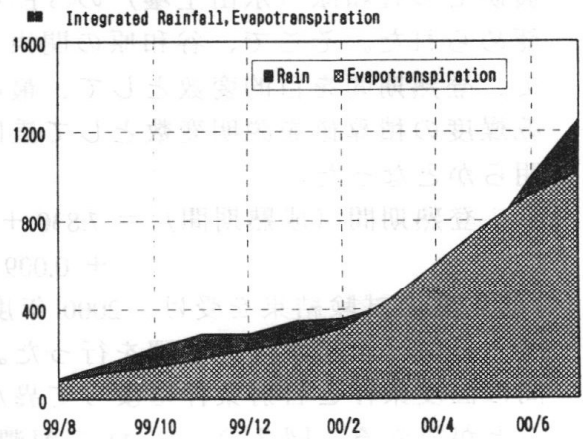


図5 蒸発散量と雨量の推移
(1999年-2000年、積算値)

小麦（関東119号）の登熟気象反応の解析

井上君夫・中園 江・脇山恭行（農業研究センター）

1. はじめに

栽培の拡大が見込まれる「あやひかり」（旧系統名 関東 119 号）は、地域や年次によっては早熟性が発揮できないという指摘がある。そこで、気象要因に基づく登熟過程の品種間差異を解明するため、出穂期から成熟期に焦点をあてた気象反応試験を実施した。1999 年産の小麦については、粒の肥大調査や穂発芽モデルによる発育速度の推定、2000 年産の小麦については出穂期から成熟期にかけて温度・日射・土壌水分の組み合わせ処理試験を行った。

2. 調査・解析方法

(1) 1999 年産の小麦については、当センターの試験圃で栽培した関東 119 号とバンドウワセの畝間で地温と土壌水分を測定した。穂長・穂重・千粒重（乾物重）は開花後の 5 月 1 日から収穫日の 6 月 9 日の間に穂を採取し実験室内で測定した。また、既往の穂発芽モデルと過去の生育調査データを使い、出穂期から成熟期の発育速度パラメータの推定および登熟期間と気象要素に関する重回帰分析を行った。

(2) 2000 年産の小麦については、関東 119 号、バンドウワセ、農林 61 号、群馬 W 2 号の 4 品種を供試し、出穂期から成熟期にかけて温度・日射・土壌水分の組み合わせ処理を行い、粒の肥大や登熟期間等への影響について調査した。

3. 結果

(1) 1999 年度試験によると、出穂後の積算温度に対する関東 119 号とバンドウワセの穂重の増加速度は異なっているが（図 1）、無次元化した穂重の温度反応速度は同様であった。2000 年度試験では、温度の他に日射と土壌水分について調査した結果、それらが穂重の増加（転流）速度と増加（転流）持続期間に影響していることが分かった（図 2）。

(2) 表 1 は過去の生育調査データに穂発芽モデルを適用して求めた発育パラメータである。農研セの谷和原（水田土壌）の 3 品種に関しては、相関は低いですが、若干の品種間差異が認められた。そこで、谷和原の関東 119 号、バンドウワセ、農林 61 号の 3 品種について、登熟期間を目的変数として、最高気温、最低気温、日較差、日射量、降水量、放射乾燥度の積算値を説明変数として重回帰分析を行った結果、3 つの基本的な気象要素が明らかとなった。

$$\begin{aligned} \text{登熟期間（成熟期間）} &= 7.830 + 0.041 \times \text{最高気温} - 0.022 \times \text{最低気温} \\ &\quad + 0.009 \times \text{降水量} + 0.011 \times \text{日射量} \end{aligned}$$

(3) 前年度の試験結果を受け、2000 年度は 4 品種を供試して出穂期から成熟期において温度・日射・土壌水分の処理を行った。図 2 に示すとおり、穂重の増加速度と増加持続期間は温度条件と日射条件によって異なる。水分条件については図 3 からその傾向を知ることができる。図 3 の 1～11 の湿潤区と 12～20 の乾燥区を比較すると、水分制御区（上段）および温度・水分制御区（中段）では穂重が乾燥区（ $pF=1.89$ 、 $pF=2.27$ ）で上回るが、低日射条件（下段）では $pF=1.86$ の湿潤区で逆に上回った。今後、成熟期などの生育データおよび穂重の調査データを処理条件毎に解析し、気象要因と品種間差異などについて明らかにしていく予定である。

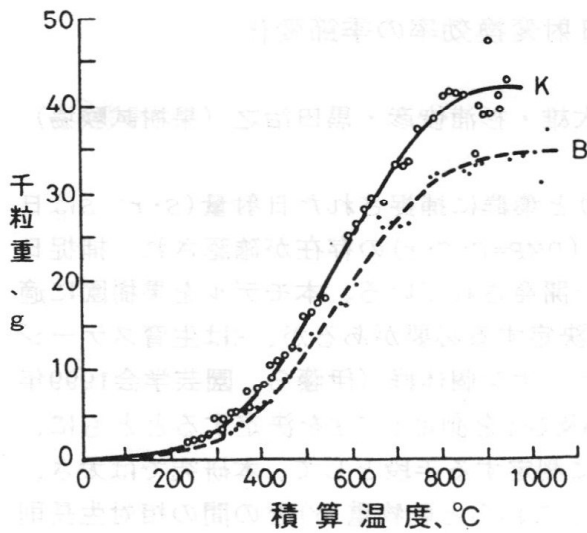


図1. バントウワセ(B)と関東119号(K)の千粒重と積算温度の関係(谷和原,1999年)

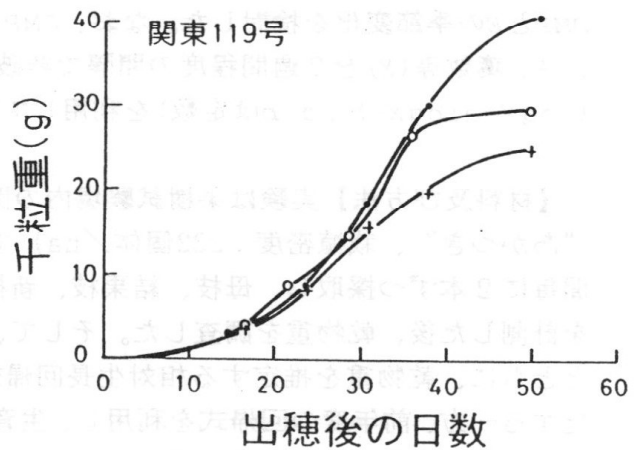
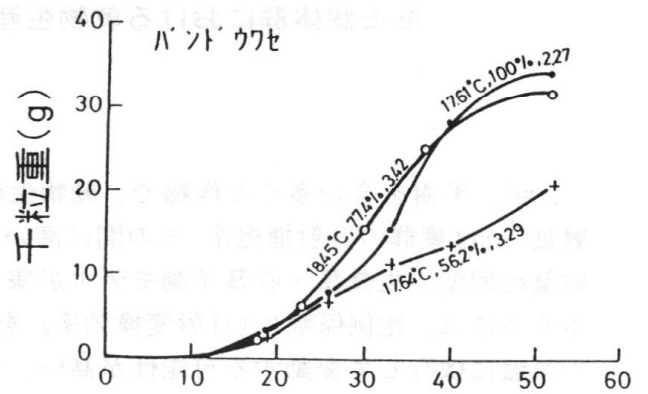


図2. 千粒重と出穂後日数の関係(観音台,2000年)

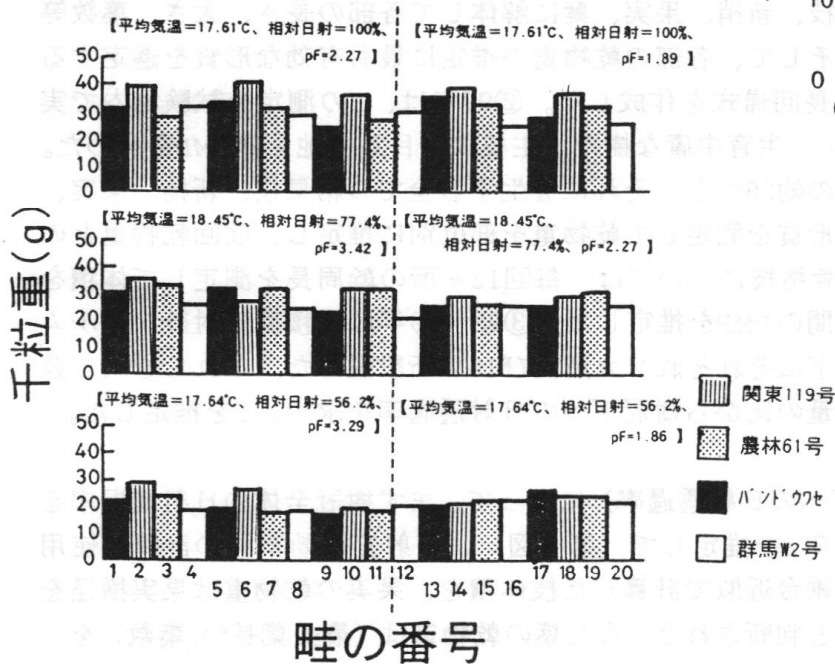


図3. 温度・日射・土壤水分処理を行った小麦4品種の千粒重。図中の気象値は出穂期から成熟期間の平均値である(観音台,2000年)。

表1. モデルから推定した发育速度パラメータ

	農研セ(谷和原)		農研セ(観音台)		群馬農試		埼玉農試		
	関東119	バントウ	農林61	バントウ	農林61	バントウ	農林61	バントウ	農林61
a	3.989E05	6.436E05	10.80E05	7.153E05	7.078E05	6.247E05	5.711E05	6.924E05	6.715E05
b	21.44E07	9.989E07	-6.07E07	7.088E07	7.347E07	8.812E07	9.965E07	6.072E07	6.928E07
r	0.709	0.347	0.402	0.652	0.579	0.886	0.881	0.707	0.616
統計期間	93-98	91-98	91-98	80-94	80-94	79-96	79-96	79-95	79-95

a,b: $DVR = (a + b \cdot Dh) \cdot Tmax$

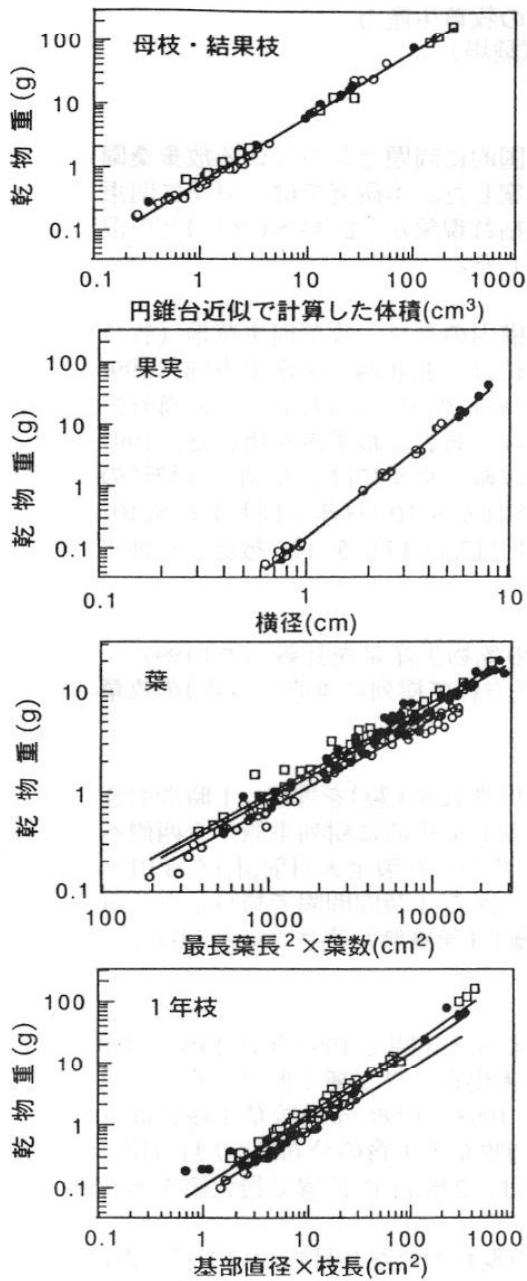
モモ個体群における乾物生産速度と日射変換効率の季節変化

○伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之（果樹試験場）

近年、果樹を含む多くの作物で、乾物生産量(DMP)と葉群に捕捉された日射量($S \cdot r$: S は日射量、 r は葉群の日射捕捉率)との間に高い比例関係 ($DMP = E \cdot S \cdot r$)の存在が確認され、捕捉日射量比例型の生長量・収量予測モデルが様々な作物で開発されている。本モデルを果樹園に適用するには、比例係数 E (日射変換効率)を実験的に決定する必要があるが、 E は生育ステージや気温に依存して変動する可能性が高い。本研究では、ナシ個体群(伊藤ら、園芸学会1999年春季大会発表)に引き続き、モモ個体群でもDMP、 S 及び r を測定して E を決定するとともに、DMPと E の季節変化を検討した。なお、DMPを継続的に測定する手段として、本研究では太さ、長さ、葉数等(X)を2週間程度の間隔で非破壊計測し、これらと乾物重(Y)との間の相対生長則($\log Y = a \log X + b$; a, b は定数)を利用して推定する方法を用いた。

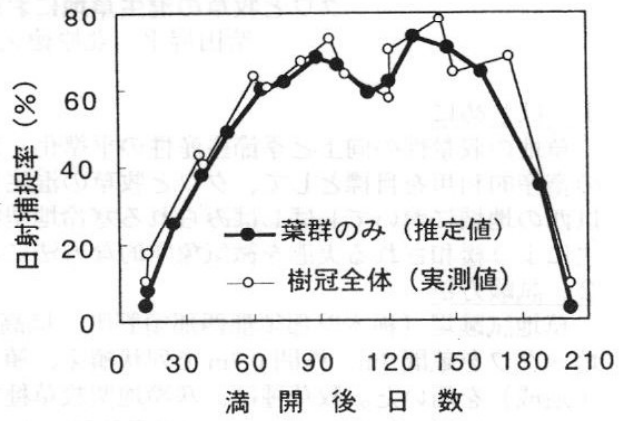
【材料及び方法】実験は果樹試験場内の開心自然形仕立てモモ園(1987年植え付け、品種: “あかつき”、栽植密度: 222個体/ha)で、1996~99年に実施した。①96年は、側枝を2週間毎に2本ずつ採取し、母枝、結果枝、新梢、果実、葉に解体して各部の長さ、太さ、葉数等を計測した後、乾物重を調査した。そして、各部の乾物重の推定に最も有効な形質を選定するとともに、乾物重を推定する相対生長回帰式を作成した。②97年は、 S の測定を試験場内で実施する一方、前年度の回帰式を利用し、生育中庸な樹の1主枝に着目して地上部DMPを求めた。すなわち、供試主枝に着生する側枝の約30%と、それに着生する全ての結果枝、新梢、果実、葉について、2~3週間毎に所要の形質を測定して乾物重を部位別に推定し、前回乾物重との差をもって当該期間のDMPとした。骨格枝については、毎回12ヶ所の幹周長を測定して体積を計算し、前回体積との差から当該期間のDMPを推定した。③98~99年は、積算日射計フィルム(大成化工)を3週間毎に樹冠の上下にそれぞれ2カ所及び16カ所設置した。これらを約1週間後に回収し、樹冠上下の積算日射量の比から樹冠下への日射透過率を求め、 r を推定した。

【結果及び考察】①(100-樹冠下への日射透過率)によって、まず樹冠全体の日射捕捉率を求め、これをもとに葉群の日射捕捉率 r を推定して(第1図)、日射変換効率 E の計算に使用した。②母枝と結果枝の乾物重は円錐台近似で計算した枝体積を、果実の乾物重は果実横径を説明変数に用いて推定するのが適当と判断された。また葉の乾物重は(最長葉長²×葉数)を、1年枝の乾物重は(基部直径×枝長)を説明変数として推定できたが、回帰式の係数に若干の季節変動が認められた(第2図)。③地上部乾物生産速度(地上部DMPを樹冠占有面積と日数で除した値)は、収穫直前の7月中下旬に $19.6 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ の顕著なピークが認められた(第3図C)。この時期には、日射量や気温に顕著なピークが認められないが(第3図A)、 E の値は生育期間中最大を示し(第3図B)、乾物生産の35%が果実に分配される点が特徴的であった。したがって、本ピークは果実のシンク力によって E が上昇した結果、もたらされたと考えられた。一方、 E は4月下旬~5月上旬にも一時的増大したが、この時期には乾物の61%が葉と1年枝に分配されており、7月下旬のピークとは質的に全く異なるものであった。果実の収穫が完了した8月以降、 E は急激に減少した。

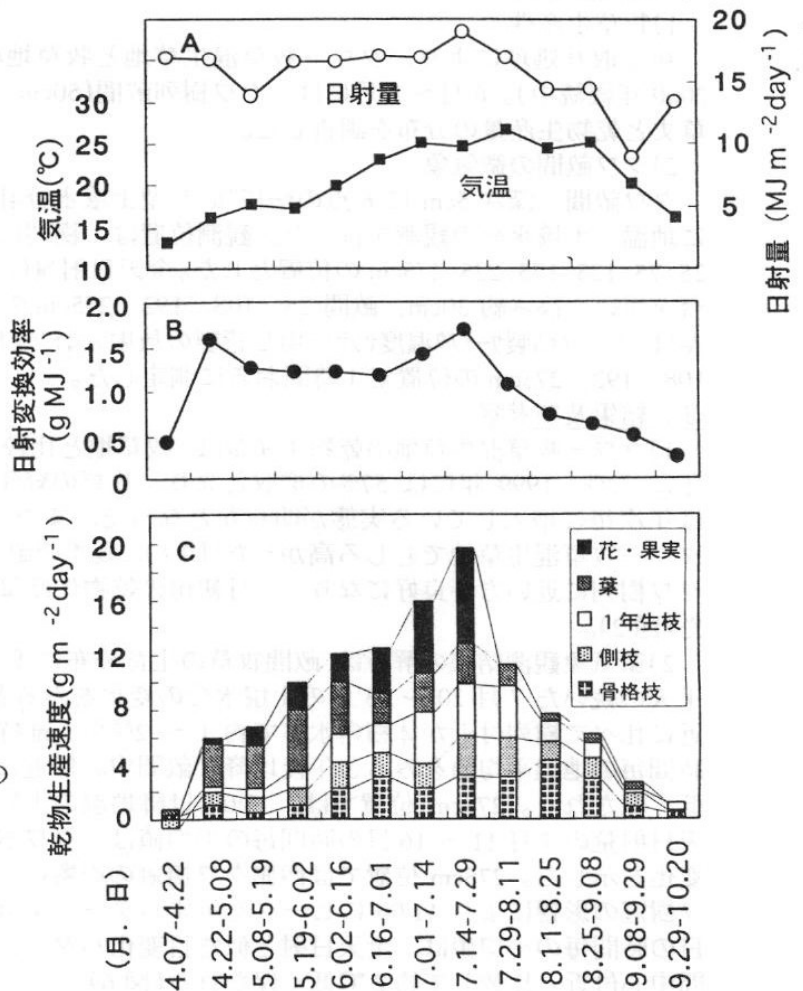


第2図 モモ樹各器官における太さ、長さ、葉数等の諸形質と乾物重の間の相対生長関係

- : 5, 6月
- : 7, 8月
- : 9, 10月



第1図 モモ個体群における日射捕捉率の経日変化



第3図 実験期間中における日射量と気温 (A)、日射変換効率 (B) 並びに器官別乾物生産速度 (C) の推移

クワと牧草の混生草地における夏季の牧草生産力

○柴田昇平・北原徳久(草地試験場)

1. はじめに

草地の収量性の向上と季節生産性の平準化、また、全国的に問題となっている放棄桑園の畜産的利用を目標として、クワと牧草の混生草地を考案した。本研究では、夏季に関東以西の地域においてしばしばみられる寒冷地型牧草の夏枯れ現象が、飼料木(クワ)との混生により緩和される実態を微気象学的方法により解明した。

2. 試験方法

草地試験場(栃木県那須郡西那須野町、標高 290m)構内のクワ-牧草混生草地(牧草地へクワを畝間 3m、株間 0.7m で列状植え、植え付け方位は、北北西-南南東方向、1996 年造成)を用いた。牧草種は、寒冷地型牧草種であるオーチャードグラス、トルフェスク、ペレニアグラス、レッドトップ、シロキハを、クワの品種は、しんけんもち、あおばねずみを用いた。1997 ~ 1998 年の間、雑草は殆ど見られなかったが、1999 年以降、夏季には、ヒシ、イネの進入が目立ってきた。クワ、牧草の刈り取り処理は、それぞれ 6、8、10 月(年 3 回)、4、6、8、10、11 月(年 5 回)に行った。施肥は、3 月と 9 月に化成肥料(17-17-17)を 10a あたりそれぞれ 20kg 施用した。

1) 牧草生産性

刈り取り処理により、クワ-牧草混生草地と牧草地の乾物生産量を比較した(1997 ~ 2000 年継続中)。6 月 ~ 8 月には、クワ樹列畝間(50cm 平方枠で樹列に垂直に 6 点)の牧草草丈と乾物生産量の分布を調査した。

2) クワ畝間の微気象

クワ畝間、深さ 5cm に 6 点のヒトローブ型土壤水分計((株)ESD 製)を埋設、1 時間おきに地温、土壤水分の観測を行った。観測位置は、樹列に対して垂直に樹列東側から西側へ 25、75、125、175、225、275cm の位置とした。全天日射量は、フリット社製全天日射計 PCM-01、4 台を用い、高さ約 30cm、畝間 25、108、192、275cm の位置で 1 時間間隔で積算した。気温は、コナシステム製サミタ温度センサに塩ビ管製の放射シールドを施し(通風無)、高さ 25cm、畝間 25、108、192、275cm の位置で 1 時間おきに測定した。

3. 結果及び考察

1) クワ-牧草混生草地の乾物生産量は、牧草地と比較すると年間で 1997 年に 13%、1998 年に 32%、1999 年には 57% の増収となり、牧草の経年劣化をクワが補う形で、その効果は年次毎に増大している実態が明らかとなった。また、1998、1999 年の牧草生産性は、クワ-牧草混生草地でむしろ高かった(図 1)。夏季の畝間牧草の生育の分布は、7 月以降、クワ樹列に近い方が良好になり、8 月初旬の乾物生産量は、275cm の位置で最大値を示した(図 2)。

2) 微気象観測結果の解析は、畝間牧草の生育分布に差の現れ始めた 7 月について行った。干天の続いた 7 月 20 ~ 23 日の土壤水分の変化をみると 7 月 22 日午後以降、畝間中心付近に比べて樹列付近が体積含水率で約 1 ~ 2% 高く維持された(図 3)。7 月 10 ~ 19 日の時間毎の地温平均値をみると午後以降、畝間中心付近に比べて樹列付近は、約 0.5 ~ 1 °C 低く保たれた。275cm 位置では、13:00 以降地温の上昇速度が緩やかになった(図 4)。全天日射量の 7 月 11 ~ 16 日の時間毎の平均値は、クワ樹冠との位置関係により異なる経時変化を示した。275cm 位置では西側クワ樹冠の影響により 8:00 に、25cm 位置では東側クワ樹冠の影響により 11:00 にピークを示すパターンを示した(図 5)。気温の 7 月 11 ~ 16 日の時間毎の平均値は、全天日射と似た日変化パターンを示した。275cm の最大値は、畝間中心付近と比較して約 2 °C 低く保たれた(図 6)。

以上の結果から、牧草夏枯れ地域においては、クワと牧草を混生させることにより、クワ樹冠が夏季の畝間牧草へかかる熱ストレス、水分ストレスを緩和させることにより、牧草の夏枯れを低減し、維持年限を高めていると考えられた。

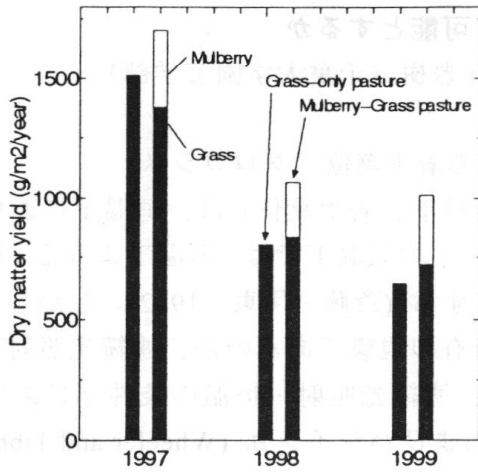
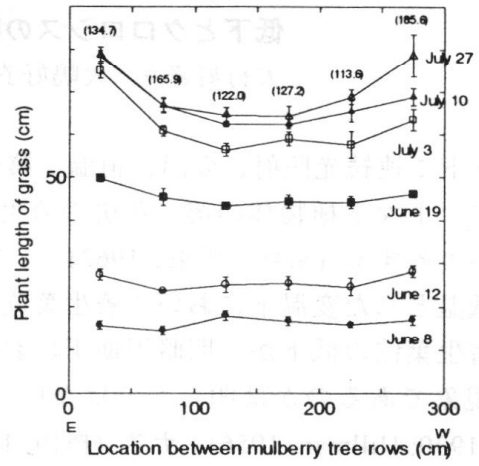
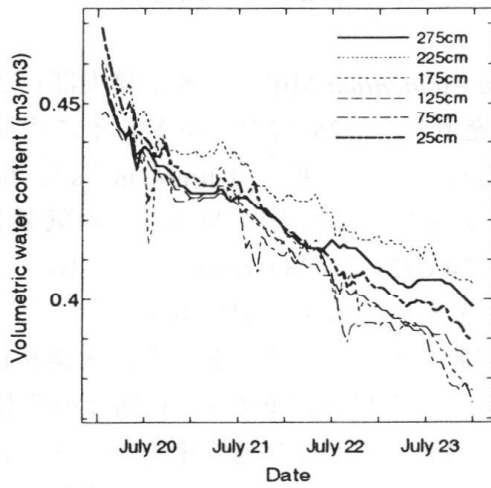


図1.クワ-牧草混生草地と牧草地の乾物生産量の比較



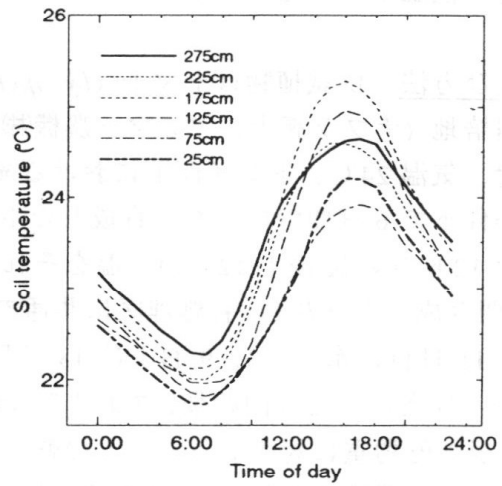
()内は、8月3日の乾物収量(g/m²)

図2.2000年夏季のクワ畝間の牧草草丈分布



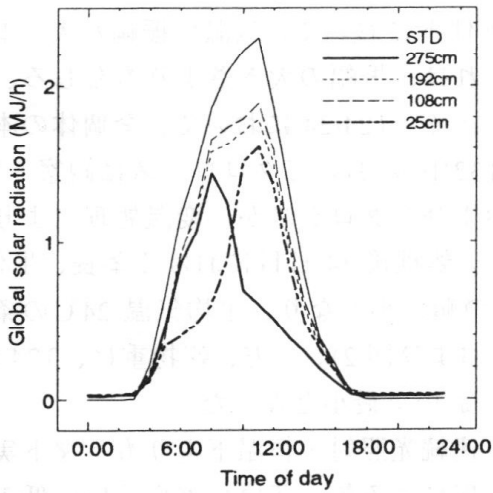
観測期間：2000年7月20～23日

図3.クワ畝間、深さ5cmの土壤水分量



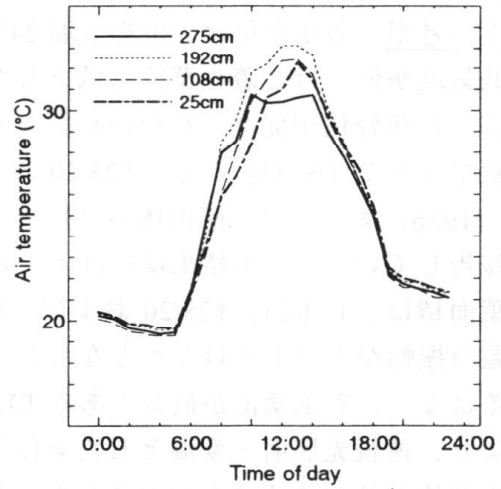
観測期間：2000年7月10～27日

図4.クワ畝間、深さ5cmの地温



観測期間：2000年7月11～16日

図5.クワ畝間の全天日射量



観測期間：2000年7月11～16日

図6.クワ畝間、高さ25cmの気温

連続光照射下における変温処理はトマト実生の第一花房の着生葉位の低下とクロロシスの回避を可能とするか

大村好孝・大嶋好衣・古在豊樹（千葉大学園芸学部）

キーワード：連続光照射、変温、恒温、第一花房の着生葉位、クロロシス

はじめに トマト植物体の第一花房の着生葉位（以下、着生葉位）は、恒温下において気温の上昇に伴い上昇する（斎藤・伊東、1962）。また、同一平均気温下では、恒温下よりも、明期を高温、暗期を低温とした変温下において着生葉位は低下する（斎藤・伊東、1962）。しかしその変温下における着生葉位の低下が、明暗周期下における特有の現象であるのか、連続光照射下においても生じる現象であるのかは明らかではない。一方、連続光照射・恒温の条件下において、トマト（Arthur, 1930; Hillman, 1956）、ナス（梶田, 1999）およびバレイショ（Wheeler and Tibbitts, 1986）などの植物体に、クロロシスや生育不良が発生する。本実験では、連続光照射・変温処理により、連続光照射・恒温下よりもトマト実生の着生葉位を低下させることが可能であるか、および、連続光照射・恒温下にて発生するクロロシスが連続光照射・変温下では回避可能であるかを検討した。

材料および方法 供試植物はトマト (*Lycopersicon esculentum* Mill., 品種：桃太郎) とした。セル成型苗用培地（ナブラ養土、ヤンマー農機株）を充填した 128 穴のセルトレイに播種した後、連続光照射、気温 24℃、トレイ面上における光合成有効光量子束 $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、相対湿度 80% とした条件下で 6 日間育成した。育成したトマト実生を、温度周期 24 h、平均気温 24℃として、その前半 12 h の気温/後半 12 h の気温をそれぞれ 24℃/24℃、28℃/20℃、32℃/16℃とした条件下で 14 日間育成した（表 1）。各処理区に共通の条件を表 2 に示す。処理開始日を 0 日目として、0、6 および 11 日目に水を、3、9 および 13 日目に液肥（ハイスピリット、大洋興業株）を、それぞれ底面から与えた。処理開始後、7 および 14 日目に、各処理区あたり 10 個体の茎長、生体重、乾物重、根の乾物重に対するシュートの乾物重比（S/R 比）および乾物率をそれぞれ測定した。14 日目には、各処理区あたり 10 個体の葉面積を測定し、あわせてクロロシスの発生の有無を観察した。処理終了後、実生をポット（直径：12 cm）に移植して、温室で開花まで 30-40 日間育成し、各処理区あたり 18 個体の着生葉位を測定した。反復数は 3 とした。

結果および考察 着生葉位は、平均気温 24℃の条件下において、気温の振幅が大となるほど、つまり最低気温が低いほど着生葉位は低下した。これは、振幅の大きさよりもむしろ、各周期中の低温により花芽分化が促進されたためであると考えられる。T24/24 において、全個体の本葉にクロロシスが観察された（図 1）。一方、T28/20 および T32/16 においてクロロシスは観察されなかった。Hillman (1956) は、トマト植物体のクロロシスおよびネクロシスが、変温処理により回避できることを報告しているが、本結果はそれと一致する。処理後 14 日目における茎長、生体重、S/R 比および葉面積は、T24/24、T28/20 および T32/16 の順に小となり、平均気温 24℃の条件下において、気温の振幅が大であるほど小となった（表 4 および図 2）。一方、乾物重は、T24/24 と T28/20 で有意差はなく、着生葉位が最低である T32/16 において最小となった。

以上より、連続光照射・変温とした条件下で、連続光照射・恒温下よりもトマト実生の第一花房の着生葉位が低下することが示された。変温処理による第一花房の着生葉位の低下が、連続光照射下でも生じることが示された。また、連続光照射・恒温下に生じるクロロシスが、変温下では回避されることが示された。

表1 各処理区の温度条件

処理区	各周期前半	各周期後半
	12 hの気温* (°C)	12 hの気温* (°C)
T24/24	24	24
T28/20	28	20
T32/16	32	16

*温度周期を24 hとして、各周期の前半および後半に各温度を設定した

表3 第一花房の着生葉位

処理区	着生葉位
T24/24	11.0±0.5*a**
T28/20	10.0±0.3b
T32/16	8.7±0.1c

*平均値±標準誤差

**異なる英小文字は最小有意差検定においてP≤0.05で有意差があることを示す

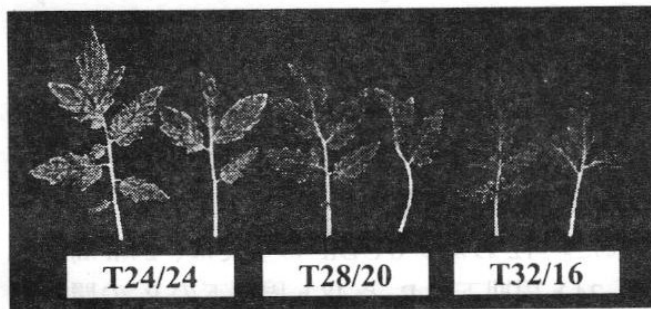


図1 処理開始14日目における第一および第二本葉

表2 全処理区に共通の処理条件

平均気温	24 °C
温度周期	24 h
明期	24 h (連続光照射)
PPF*	150 μmol m ⁻² s ⁻¹
相対湿度	70 %

*セルトレイ面における光合成有効光量子束

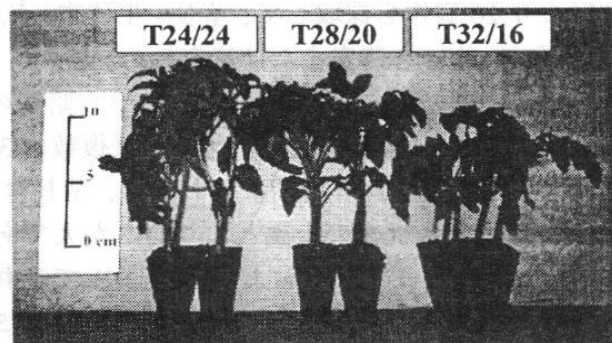
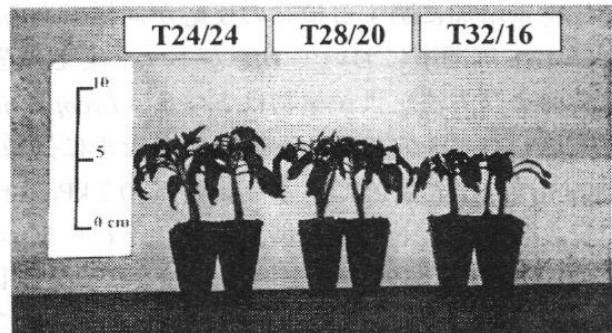


図2 (上) 処理開始7日目におけるトマト実生
(下) 処理開始14日目におけるトマト実生

表4 処理開始7および14日目におけるトマト実生の茎長、生体重、乾物重、乾物率、S/R比および葉面積

	処理区	茎長	生体重	乾物重	乾物率	S/R比	葉面積 (cm ²)
		(cm)	(mg)	(mg)	(%)		
7 日 目	T24/24	5.4±0.3*a**	574±74a	47±7a	8.1±0.1c	14.3±2.1a	—
	T28/20	5.2±0.6a	452±80b	38±7b	8.5±0.4b	13.3±3.0a	—
	T32/16	4.5±0.2b	308±28c	28±3c	9.1±0.1a	13.4±7.0a	—
14 日 目	T24/24	9.5±0.9a	2312±253a	200±27a	8.6±0.2b	12.0±0.9a	56±5a
	T28/20	8.3±0.8b	2087±74b	194±9a	9.3±0.4a	11.3±0.8b	50±2b
	T32/16	6.3±0.6c	1405±145c	125±6b	9.0±0.6ab	10.4±0.6c	29±3c

*平均値±標準誤差

**異なる英小文字は最小有意差検定においてP≤0.05で有意差があることを示す

48 時間明暗周期における明期・暗期気温差がトマト実生の茎長 および乾物重に及ぼす影響

○大村好孝・古在豊樹（千葉大学園芸学部）

キーワード：明期・暗期気温差、DIF、明暗周期、トマト実生、茎長、乾物重

はじめに 明期・暗期気温差（明期気温から暗期気温を差し引いた値、以下、DIF）は、多くの植物種の茎長（Erwin *et al.*, 1989）および乾物重（Monselise and Went, 1958; Dale, 1964）に影響を及ぼす。しかし、これまでの DIF に関する研究は、24 h 明暗周期（以下、周期）下においてのみ行われてきた。そのため、24 h 周期下とそれ以外の周期下において、DIF に対する茎の伸長および乾物重増加に関する植物の反応が同様であるかは明らかではない。そこで本研究では、24 h および 48 h 周期下において DIF がトマト実生の茎長および乾物重に及ぼす影響を検討した。

材料および方法 供試植物はトマト（*Lycopersicon esculentum* Mill., 品種：桃太郎）とした。培土を充填した 128 穴のセルトレイの各セルに播種し、トレイ面上における光合成有効光量子束 $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、気温 25°C 、水蒸気飽差 0.7 kPa （相対湿度 80%）としたグロースチャンバにて 14 日間育成したトマト実生を供試した。それらを 24 h および 48 h の 2 水準の明暗周期と -12 、 0 および $+12^\circ\text{C}$ の 3 水準の DIF を組み合わせた 6 処理区下にて 96 h（4 days）育成した（Table 1）。各処理区の平均気温は全て 22°C とした。各処理区に共通の条件を Table 2 に示す。処理終了時に各処理区より 20 個体を採取して、茎長、生体重、乾物重および根の乾物重に対するシュートの乾物重の比（S/R 比）を測定または算定した。また、各周期の明期および暗期のそれぞれの茎伸長量を測定し、明期の茎の平均伸長速度（ R_p ）、暗期の茎の平均伸長速度（ R_d ）および R_d に対する R_p の比（ R_p/R_d 比）を算定した。実験の反復数は 3 とした。

結果および考察 24 h 周期下において、茎長は -12 、 0 および $+12^\circ\text{C}$ DIF でそれぞれ 66、70 および 80 mm となり、従来の定説どおり DIF が大であるほど大となった（Table 3）。一方、48 h 周期下において、茎長は -12 、 0 および $+12^\circ\text{C}$ DIF でそれぞれ 95、86 および 81 mm となり、従来の定説と反対に DIF が大であるほど小となった（Table 3）。24 h 周期下と 48 h 周期下とでは、DIF に対する植物の茎の伸長に関する反応は異なることが示された。 -12 および 0°C DIF の茎長は、24 h 周期下よりも 48 h 周期下で大となった。各 DIF において、24 h 周期下の R_p と 48 h 周期下の R_p の間に有意差はなかった（Table 3）。また、 $+12^\circ\text{C}$ DIF における 24 h 周期下の R_d と 48 h 周期下の R_d の間に有意差はなく、 -12 および 0°C DIF においてのみ 24 h 周期下の R_d と 48 h 周期下の R_d の間に有意差が生じた（Table 3）。 -12 および 0°C DIF の茎長が 24 h 周期下よりも 48 h 周期下で大となったのは、 -12 および 0°C DIF における R_d が、24 h よりも 48 h 周期下で大となったためである。24 h および 48 h の双方の周期下において P/D 比は -12 、 0 、 $+12^\circ\text{C}$ DIF の順に大となった（Table 3）。また、 R_p/R_d 比は、24 h 周期下よりも 48 h 周期下において小となった（Table 3）。茎の伸長速度は、明期よりも暗期に大となることが多い（Lechary *et al.*, 1985）。しかし、双方の周期下の $+12^\circ\text{C}$ DIF において R_p/R_d 比は 1 よりも大となり、 R_d よりも R_p が大となった。24 h 周期下において、乾物重は -12 、 0 および $+12^\circ\text{C}$ DIF でそれぞれ 177、206 および 222 mg となり、DIF が大であるほど乾物重は大となった（Table 4）。一方、48 h 周期下において、乾物重は -12 、 0 および $+12^\circ\text{C}$ DIF でそれぞれ 158、183 および 173 mg となり、 0°C DIF と $+12^\circ\text{C}$ DIF の間に有意差はなく -12°C DIF で有意に小となった（Table 4）。24 h 周期下と 48 h 周期下とでは、DIF に対する植物の乾物重増加に関する反応は異なることが示された。

以上より、24 h 明暗周期下と 48 h 明暗周期下とでは、明期・暗期気温差に対する植物の茎の伸長および乾物重増加に関する反応は異なることが示された。

Table 1 Description characteristic of the treatment in the experiment.

Treatment code	LDCP ¹ (h)	Photo-period (h)	DIF ² (°C)	Temperature (°C)	
				Photoperiod	Dark period
C24 · -12	24	12	-12	16	28
C24 · 0	24	12	0	22	22
C24 · +12	24	12	+12	28	16
C48 · -12	48	24	-12	16	28
C48 · 0	48	24	0	22	22
C48 · +12	48	24	+12	28	16

¹ LDCP: light-dark cycling period

² DIF: difference between photoperiod and dark period temperatures

Table 2 Description common to the treatments in the experiment.

Growth chamber
PPF*: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Vapor pressure deficit: 0.7kPa
Light source: white fluorescence lamps
Treatment period: 96 h (4 days)
Growth parameters of plant materials
Total fresh mass: 1085 \pm 29*** mg
Total dry mass: 101 \pm 2 mg
No. of true leaves: 2-3
Stem length: 5.0 \pm 0.1 cm

* PPF: photosynthetic photon flux on the cell tray

** LDCP: light-dark cycling period

***mean \pm standard error

Table 3 Stem length, stem elongation rate (SER), and ratio of SER during photoperiod to SER during dark period (R_p/R_d ratio) of tomato seedlings at the end of the treatment.

Treatment code	Stem length (mm)	Stem elongation rate (mm h ⁻¹)			R_p/R_d ratio
		Photoperiod	Dark period	Average	
C24 · -12	66e	0.10c	0.21d	0.15e	0.50d
C24 · 0	70d	0.19b	0.23c	0.21d	0.87c
C24 · +12	80c	0.39a	0.23c	0.31c	1.77a
C48 · -12	95a	0.10c	0.83a	0.47a	0.13f
C48 · 0	86b	0.21b	0.52b	0.36b	0.40e
C48 · +12	81c	0.39a	0.25c	0.32c	1.63b
LDCP ¹	**	NS	**	**	**
DIF ²	**	**	**	**	**

Means in each column followed by the same letters are not significantly difference at $P < 0.05$ level by LSD test. NS, **: non significant or significant at $P < 0.01$ level, respectively. ¹ LDCP: light-dark cycling period.

² DIF: difference between photoperiod and dark period temperatures.

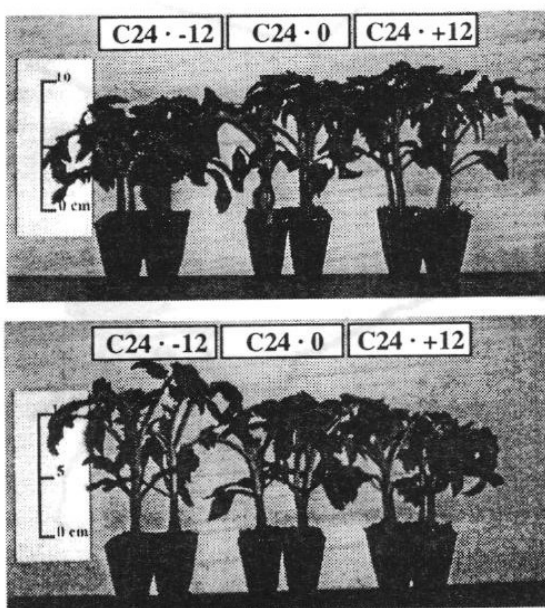


Fig. 1 Tomato seedlings at the end of treatment.

Table 4 Fresh mass and dry mass, and ratio of shoot dry mass to root dry mass (S/R ratio) at the end of treatment.

Treatment code	Fresh mass (g)	Dry mass (mg)	S/R ratio
C24 · -12	0.21d	177c	15.5c
C24 · 0	0.24b	206b	17.1b
C24 · +12	0.26a	222a	18.1a
C48 · -12	0.24b	158d	17.3ab
C48 · 0	0.23b	183c	15.8c
C48 · +12	0.22c	178c	15.0c
LDCP ¹	**	**	**
DIF ²	**	**	**

Means in each column followed by the same letters are not significantly difference at $P < 0.05$ level by LSD test. NS, **: non significant or significant at $P < 0.01$ level, respectively. ¹ LDCP light-dark cycling period. ² DIF: difference between photoperiod and dark period temperatures.

2000年5月に東葛地区を襲った雹による栽培施設の被害状況

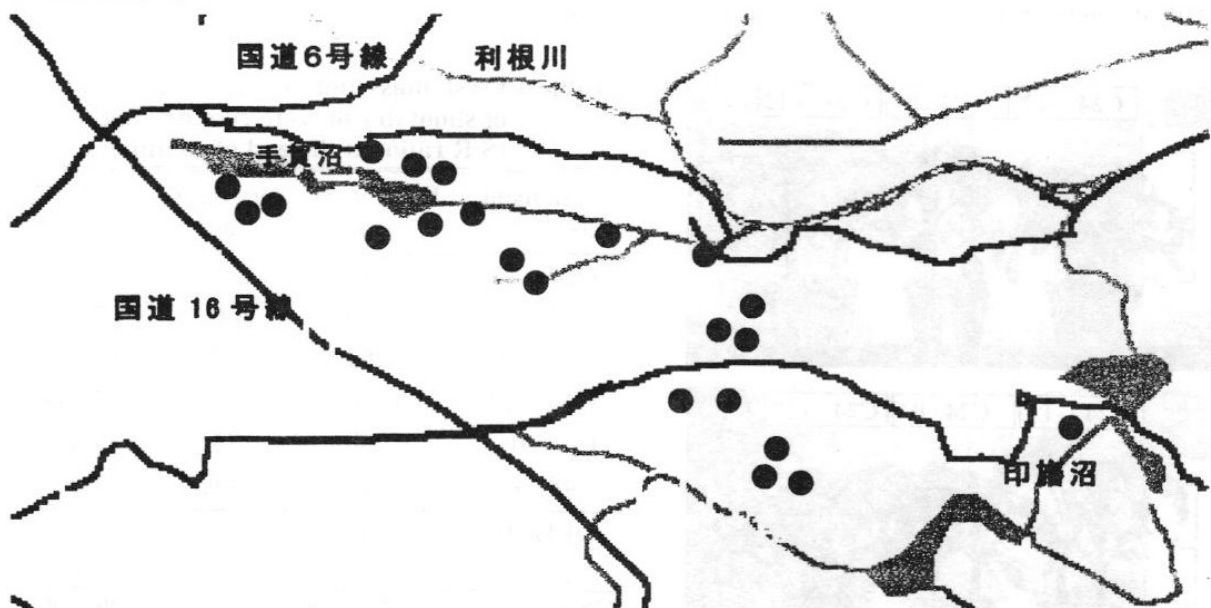
丸尾達・高垣美智子・三竹仁・高間恵実子（千葉大・園芸）

2000年5月24日（水）13時ごろに発生した東葛地区の降雹によるハウス展張資材の種類と被害程度の実態調査を5月26日に行った。調査地域を第1図に示した。調査は柏、沼南、取手、印西地域を中心に行った。調査は3班に分かれて行い、主に二車線舗装道路の周辺にある鉄骨ハウス及びパイプハウスを対象とした。聞き取り及び観察により、ハウス被覆資材の種類、展張後年数、被害程度及び、ハウス構造（間口方角、間口広さ、奥行き長さ、高さ、屋根形状、天窗・側窓の有無、築年数）と被害程度（面毎）を記録した。また、デジタルビデオにより、ハウス及び内の作物の被害程度を映像で記録した。データの詳しい解析、欠損データの補充等を行っていないので、今回は実態と被害の傾向について主としてビデオで報告する。

被害状況 調査地域の施設で栽培されていた作物は、トマト、キュウリ、スイカ、イチゴといった果菜類が主体であった。他に切り花、花苗、観葉植物も見られた。

施設の被覆資材も多種類のものが使用されており、鉄骨ハウスでは、ポリエステルフィルム（PET）、フッ素系フィルム（ETFE）、ポリカーボネート（PC）、農ビ（PVC）、農PO、ガラス等で、パイプハウスでは、農ビ、農PO、フッ素系フィルムであった。雹の大きさや風速、降雹時間は場所により異なるので、ハウスの被害状況から被覆資材の強弱を直接比較するのは困難であるが、ある程度の傾向を推察することはできた。

展張後1年以内のもの、年数が経過したものとの被害状況を比較したところ、ガラス、農PO以外の被覆資材では、年数が経過するに従い被害程度が大きくなる傾向にあった。ガラスと農POは展張直後であっても、雹により穴があく、割れるといった被害が見られた。



第1図 調査地域と被害が見られた主な調査地点（●）
（道路は主要国道のみ示してある）

散水による暖冷房ハウス

藤重宣昭（宇都宮大学農学部）

1. はじめに

ハウス内の内屋根面に散水して、貫流熱負荷をこれに肩替わりさせ、地表伝熱量による保温性を確保するウォーターカーテン装置は1974年の石油危機を契機として、栃木県宇都宮市平出町の先進農家、釜井俊男、南木有一氏が考案し、1979年にほぼ完成されていた（海老原、釜井、南木、1988）。北関東の冬期に外気温が氷点下6℃程度に下がるとき、ハウス内気温を8℃以上に保つことができる。北関東に位置する宇都宮市は冬期の日照時間が熊谷市に次いで全国第2位であり、考案に至る必然があった。この装置は現在、省エネルギー技術として、日本では450a以上のハウスに設置され、韓国でも普及している。装置改善の余地は井水散水からの放熱のうち、直接、外フィルムに逃げる割合が全体の66%にも達する点であると指摘されている（原、小倉、1982）。また散水量は10アールあたり6～12ton/hrが適当であるとされることから（小倉、1984）、一晩に100～200トンの井水が使われることになる。水資源の有効利用を計る上にも、散水量を減じ、かつ保温性を増すように改善することは重要である。ここでは散水量の削減と保温性の向上の試みを報告する。

次にこの装置をモデルにして、井水の顕熱利用による夜間の冷房装置を開発したので（藤重ら、1992）、その概要と性能を紹介する。従来のハウス冷房では水の気化による潜熱利用であり、気化の少ない夜間や高湿下では採用できない。本方式の夜冷は、内屋根の散水シャワー中に空気を通させて直接に熱交換を計った後、内屋根下部の栽培室に導き、連続して循環させる。空気は閉鎖系内の循環、井水が冷水源であれば冷水循環は開放系とする。本方式はハウスの内屋根面を熱交換部位とするため、熱交換容量が大きくなり、熱エネルギー的には効率が悪いとして考慮されなかった顕熱を利用する点が特色となっている。もちろんこの装置を周年で運転すれば同一システムの冷暖房ハウスになる。筆者は冬期には温室として利用している。

2. ウォーターカーテン装置の改良

2.1) 散水量の削減

ウォーターカーテン装置の散水を、多数の細孔を備えた散水チューブを使用すると、フィルム全体がよく濡れて、保温性を高めることを報告した（小倉、藤重ら、1991）。しかし散水量を有効に減じることはできなかった。そこでフォグノズルで噴霧するフォグシステムにしたところ、散水量を激減できることを見いだした（藤重ら、1991, 95）。

南北2連棟ビニールハウス（間口10.4m、奥行き20.2m、高さ3.2m、保温比0.69（従来値を訂正））にウォーターカーテン装置と2層カーテンを設置し、イチゴの高架式養液栽培をしながら、ハウス内気温、熱流などを測定した。対照は前回に好結果を得たチューブ散水とし、軟質チューブ（エパーフローk型）を内屋根棟上の両側に1本ずつ2列、側面上部に1本の1列に配した。実験区は散水をフォグノズル（FN901s）で行い、ノズル間隔を1m、内屋根上と側壁内面の上部に1列とした。屋根上のノズルは左右交互に振り分けた。加圧はフォグ装置（UM-5、エイワスプリンクラー）で行い、吐出圧は13kg/cm³であった。

実験は屋根と側面の両方を噴霧する場合（フォグ+フォグ）、屋根面を軟質チューブにして側面をフォグにする場合（チューブ+フォグ）について行った。温度は内外気温（高さ1.5m）

をT熱電対で測定し、熱流量は熱流板により地熱流（地表）等を測定し、連続記録した。解析には夜間、18, 20, 22, 0, 2, 4, 6 時の測定値を平均して用いた。測定は主として 2~3 月に行った。

結果：外気温が連続して-4~-6°Cとなったときの測定結果と、総括熱貫流率および散水量を表1に示した。対照としたチューブ+チューブ区の散水量は $7.16 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ であるが Fog+Fog にすると $3.94 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ と著しく減少し、チューブ+Fogでも 4.56L となり、節水の効果は大であった。総括熱貫流率 k ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$) を求めると、チューブ+チューブが 1.21 であるのに対して、チューブ+Fogで 1.55, Fog+Fogで 1.88 となり、散水量の減少に伴い、値が増大した。

表 1. 散水方式と総括熱貫流率および散水量の測定例

散水方式	総括熱貫流率	散水量	平均外気温	内外温度差
屋根面 側面	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$)	($\text{L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$)	(°C)	(°C)
チューブ+チューブ	1.21	7.16	-2.7	11.1
チューブ+Fog	1.55	4.56	-3.9	11.4
Fog+Fog	1.88	3.94	-1.3	9.0

対照に対してチューブ+Fogは節水で 36.3%、熱貫流率から見た保温性低下が 28%であり、Fog+Fogは節水で 45%、保温性で 56%の減少であった。節水効果が有効に働いたのはチューブ+Fogであり、Fog+Fogでは保温性低下が節水効果よりも大きく、効率が劣った。Fogを用いた場合の総括熱貫流率と 18~6 時までの7点の平均外気温との関係は、外気温が低くなると k 値がやや上昇しており、従来のウオータカーテンではやや減少するとされることと相違した。これは今回のFog散水量が適正量より少ないことによると推察される。従来型のノズルを用いて得られた適正散水量は、 k が 1.16~2.33 のとき $6 \sim 12 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ である。ここで得られた値は同等な k 値の範囲内にあり、散水量は 3.9, 4.5 $\text{L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ であり、節水効果は従来型の保温性を目標にすれば、著しく大である。軟質チューブによる散水方式で得られる保温性を目標にするときには、Fogでは散水量が不足であった。

そこでさらに屋根面の散水ノズルの数を増やして散水量を増加させ、保温性の向上を計った。対照は軟質チューブ散水とし、実験区はFogノズル散水、屋根上のノズルは分岐管を取付けて1ヶ所に2本とし、左右に振り分けた。吐出圧は 7.5 kg/cm^2 であった。したがって屋根面のノズルは前報の2倍とした。それにともない吐出圧が4割減じた。解析には夜間、18, 20, 22, 0, 2, 4, 6 時の記録を用いた。測定は1~3月に行った。

結果：外気温の最低が0°C以下となった日の測定結果から、総括熱貫流率を求めて表2に示した。対照としたチューブ区の散水量は $6.15 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ であった。Fogの散水量は $4.33 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ であった。前回に比べて、対照は 14%減であったが、これはチューブの劣化とバルブの開閉程度の多少に起因した。Fogでは 10%増であった。総括熱貫流率 K ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$) を求めたところ、チューブで 1.43, Fogで 1.56 であった。

節水効果と保温性低下の程度を比べると、対照に対してFogでは節水で 29.6%、熱貫流率からみた保温性の低下が 9%であった。これにより散水削減効果が大きく、かつ保温性が高くなり改善し得たといえる。これは前報の屋根面がチューブで側面がFogであった場合

の散水量 $4.56 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ および総括熱貫流率 1.55 と近似した。屋根面の散水をチューブとするか Fog とするかの違いがあったが、両者の保温効果が同等になったといえる。屋根面の Fog による散水削減効果はチューブに対してはわずかに 5% 減であった。前報で Fog の場合でも散水量がさらに増大すれば節水効果を上げながら、保温性もある程度保たれるものと考えられるとしたが、このことを実証したといえる。軟質散水チューブによる散水方式で得られる保温性を目標にするときには、Fog による実用的な散水削減は 30% 程度であるといえよう。

サーモグラフィーによる解析ではチューブ散水ではハウス外壁温度が高く、場所による温度差が大きかったのに対して、Fog 散水では均一であった。またチューブ散水では水圧が高まるとしばしば外壁に直接水があたり、温度むらを一層大きくした。

2. 2) 2層カーテン間を散水空間とした保温性の向上

さらに保温効果を高めるために、井水散水の放熱のうち外フィルムに逃げる割合が全体の 66% に達するとされる (原、小倉、1982) 点に着目して、屋根面の外フィルムとウォーターカーテンとの間にスライド式可動カーテンを設置し、保温性向上の効果を検討した (藤重ら、1996)。

実験方法：前回と同じウォーターカーテン装置の棟部で 50cm 高に 1 層のスライド式可動カーテンを設置した。対照は前回に好結果を得た Fog 方式とした。解析には主として夜間、18、20、22、0、2、4、6 時の記録を用いた。測定は 1995 年 1～3 月に行った。

実験結果及び考察：外気温の最低が 0°C 以下となった日の測定結果から、総括熱貫流率を求めて表 2 に示した。Fog の散水量は $4.33 \text{ L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$ であった。総括熱貫流率 $K (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$ を求めたところ、Fog+可動カーテンで 1.42、この値は前回得られた軟質チューブでの 1.43 に近似した。Fog のみで 1.56 であった。これにより軟質チューブ並の保温性を保ち 30% 程度の散水削減が可能となった。すなわち可動カーテン設置により、9% の放熱抑制がなされた。このハウスでは屋根面と妻面とを合わせて、全表面積の 52.1% を占め、また東西側面は 28.9% を

表 2. 散水方式と総括熱貫流率及び散水量の測定例 (1995)

散水方式	可動カーテン有無	総括熱貫流率 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)	散水量 ($\text{L} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$)	平均外気温 ($^\circ\text{C}$)	内外温度差 ($^\circ\text{C}$)
チューブ	無	1.43 ± 0.02	6.15 ± 0.01	0.5	8.9
Fog	無	1.56 ± 0.03	4.33 ± 0.45	-2.4	10.7
Fog	有	1.42 ± 0.02	4.33 ± 0.45	-1.4	10.9

占めている。したがって屋根面だけの放熱抑制は十分に大きいものではないが、側面への可動カーテン設置を可能にすれば、13% 強の放熱抑制が見込まれる。可動カーテンの接合部の緊密性と、側面との連結の検討が必要であろう。なお、散水が可動カーテン内であるため、カーテンを折り込んだ朝方には、外屋根内面のフィルムや骨材への付着水量の低下による環境改善が期待される。

運用上の改良としては、散水の開始と停止時間の適切な指標化と自動化が求められる。

3. 井水散水による温室の冷房

基本的構造は、井水を冷水源として利用したウオーターカーテン細霧冷房方式を改変して、密閉した二層式ハウス内の空気を循環させ、主として水の顕熱を利用するものである。まずハウス内気温に及ぼす環境条件とその熱収支について明らかにした（小林ら、1997）。

3. 1) 夜間冷房の熱負荷解析

実験施設：供試温室は床面積 31.8m²、保温比 0.47 の南北単棟の二層温室である。温室内の空気が冷却されて循環するように内ハウスは妻面吹き抜けとした。概略を図 1 に示した。なお外的環境の影響を受けずに安定した測定を行うために冷凍機を併設し、低温水の安定を図った。外ハウス (5.4×6.2×2.1m) を断熱遮光シート（テクミラー）で、内ハウスは側面のみを透明フィルムで覆い、いずれも巻き上げ開閉とし、内外ハウス間に可動カーテン（農ポリ）を設けた。妻面と床面は発泡スチロールを敷き、アルミ混入フィルムで覆った。内ハウス屋根棟上にマイクロスプリンクラー（7102, 3L/min）を、内ハウスの一方の端の屋根棟上と他方の端の内部空間にファン（25cm, 29w）を設置した。内外ハウス間の側面の床にはフィルムで集水溝を設け、集水地下埋設タンク（200L）に導いた。ハウス内の地上に設置したタンク（750L）に冷水を作り、内ハウス屋根面に散水し、この散水空間にファンで風を送ることでハウス内を冷却した。散水後の水は埋設タンクに集水され、冷却水は地上タンクに戻した。

測定項目：7 月上旬・蟋から 9 月中旬の夕方 5 時から翌朝 9 時まで散水を行い、ハウスの冷却負荷の解析に必要な以下の項目につき測定を行った。ハウス外気温（乾湿球）、ハウス内気温（乾湿球）、ハウス内地表面温度、被覆フィルム温度（外屋根、内屋根）、タンク内水温、散水温度（スプリンクラー出口温度）、排水温度、散水パイプ温度は T 熱電対で測定。屋根面、妻面および床面熱貫流量は薄膜熱流素子で測定。ハウス内絶対湿度、ハウス内相対湿度、散水流量、また日射がなくなる日没後から散水を開始し、ハウス内気温の降下過程の解析も行った。結果：1) 冷房時ハウス内環境は、定常状態に達した午前 2 時前後においては外気温 23.5℃に対し内気温 15.3℃となった。

2) 夜間の日射量がゼロとなる日没後からの散水冷却による開始直後のハウス内環境の経時変化では、ハウス内の気温は散水開始直後から急激に降下し、約 30 分で定常状態に達し、相対湿度は約 92%を示した。初期段階の冷却能力としては十分であった。

3) 通常冷却時の熱貫流負荷の経時変化は、屋根面からの貫流熱負荷の占める割合が極めて大であった。散水直後のハウス内気温の降下過程においては施設内の空気を冷却する初期熱負荷が 33%と極めて大きく、その中では気温の低下に伴う水蒸気の凝縮熱負荷が主要な負荷であった。

4) ハウス外気温、冷却タンク水温、散水量とハウス内気温の関係を求めるため、これらを重回帰分析しその関係を明らかにした。日射の影響を受けない時間帯のデータを用いて次式を得た。

$$y = 0.45x_1 + 0.17x_2 + 0.33x_3 - 0.0068x_4 - 0.97$$

ここで、 y ：ハウス内気温（℃） x_1 ：外気温（℃） x_2 ：散水温度（℃）
 x_3 ：地温（℃） x_4 ：散水量（L/h）

3. 2) 散水方法と散水量の制御

散水直後の大きな熱負荷に対しては散水方法と散水量の変化で対応することが考えられる。散水の初期と朝方の日射を受ける時間帯は連続した井水散水を行い、日射のない時間帯は冷却水を散水する試みを行った。散水量の節減に間断散水を考え、ここでは 30 分の on-off で行った例を示す。井水散水は電磁弁で直接スプリンクラーを on-off した。散水後の水は外へ排出した。

結果：井水を連続散水した場合と、冷却水を間断および連続で散水した場合の経時変化を

図 4, 5, 6 に示した。室内気温は散水開始と同時に急速にさがり 1.5hr で定常になり、その後の冷水散水では 0.5hr で定常になった。室内温度は散水温度と散水量に依存し、外気温に影響されたが、処理期間中の温度はイチゴの花芽分化可能な温度 10~20°C にあった。相対湿度は散水開始後 1.0hr で 94% の定常状態に達した。

なお、小林 (1998) は井水で散水量の最適制御を試み、パルス散水の意義を認めなかった。内気温をモニタして散水を on/off する方法と外的要因に適應した最適な散水量を予測して冷房を行う適應制御を検討して、on/off 制御で十分であると結論した。パルス散水は前述したように初期と朝方の日射がある時間帯には on/off 制御で連続散水する場合に有効と思われる。

3.3) イチゴの花芽分化促進

イチゴ品種雷峰と女峰を用いた夜冷短日処理は 8 月 12 日から開始し、17~9:00 の間ハウスを閉じて暗黒とし、9~17:00 の間フィルムを巻き上げて自然状態とした。ハウス内の散水は井水は連続で 17~21 時と 8~9 時の間行い、冷水機 (冷却能力 2,47070Kcal/hr) を通した水を 30 分の on/off で 21~8 時の間散水した。イチゴの花芽分化の結果を表に示した。雷峰と女峰の花芽分化時期は差が認められなかった。

結果：夜冷開始後 21 日 (1990)、18 日 (1991) に花芽分化が認められ、市販されている冷凍機を用いたイチゴ夜冷装置で報告されている場合と同等の花芽分化促進効果があった。

井水散水による夜冷短日では井水温度 17°C にたいして、内気温 19°C 得られ、この場合は 24 日で花芽分化が認められた。

引用文献 (ウォーターカーテン)

海老原 順・釜井俊男・南木有一. 1988. 地下水利用ビニールハウス保温装置. 特許公報. 昭 63-49970.

藤重宣昭他. 1991. ウォーターカーテンハウスにおける散水量の改善. 農業施設発表要旨: 15-16.

藤重宣昭他. 1995. ウォーターカーテンハウスにおける散水量の削減と保温性の改善. 農業施設発表要旨: 512
藤重宣昭他. 1996. ウォーターカーテンハウスにおける散水量の削減と保温性の改良—2 層カーテン間を散水 空間とした場合—. 農業施設発表要旨: 16-17.

原 道宏・小倉祐幸. 1982. 井水散水 2 重被覆ハウスにおける温度環境の形成機構 (1) 冬期夜間における地上部伝熱機構のシステム開発. 生物環境調節 20: 25-34.

小倉祐幸. 1984. 井水散水ハウスの散水量・散水温度に関する研究. 生物環境調節 22 (1): 1-6.

小倉祐幸・藤重宣昭・新井竜司・河又虎好. 1991. ウォーターカーテンハウス設備の改良. 農業施設 22 (1): 5-8. (散水冷房)

藤重宣昭・市川清・堀江孝男. 1992. 温室の冷房装置. 特許公報 平 4-270906 特許 1865537 号

藤重宣昭他. 1992. 井水散水による温室の冷房法 (第 1 報) イチゴの夜冷育苗装置への適用. 農業

施設学会講演要旨: 410-411.
小林有一・志賀徹・藤重宣昭他. 1997. 井水散水による温室の冷房法 (第 1 報) 一夜間冷房の熱 負荷解析—. 農業施設 28 (2): 61-68.

小林有一. 1998. 温室の冷房システムの開発とその環境解析に関する研究. 東京農工大大学院連 合農学研究科博士論文.

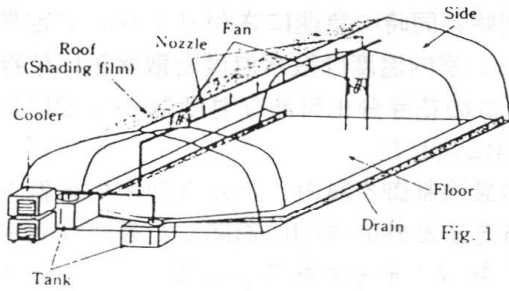


Fig. 1 Schematic diagram of the spray cooling system.

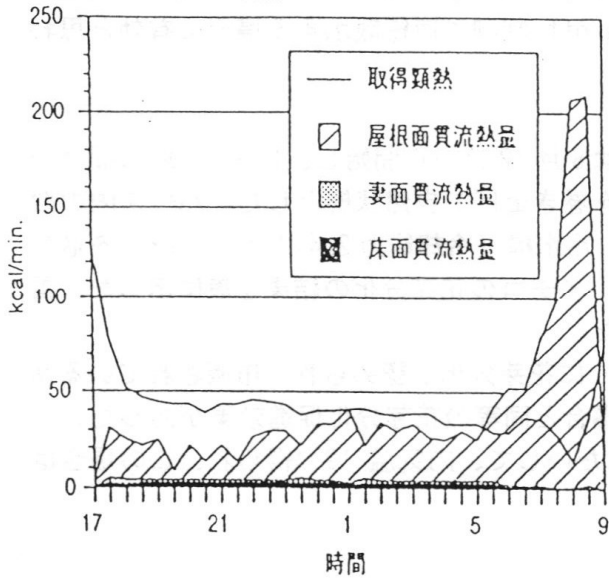


図2. 通常運転時の貫流熱量の変化
8,15~16

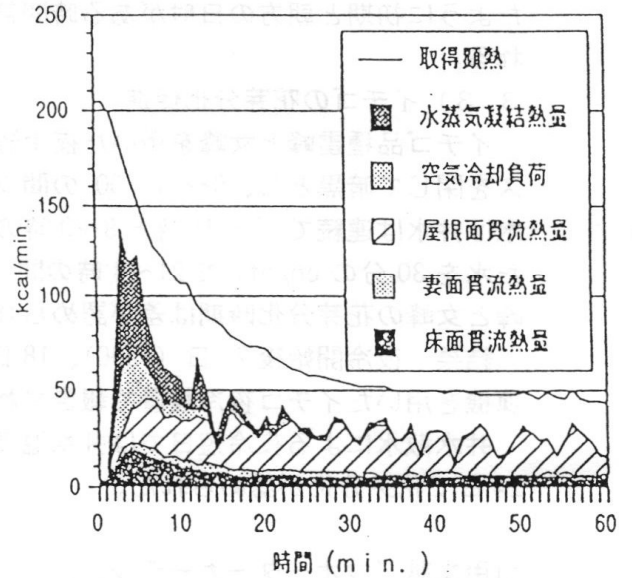


図3. 夜間における散水直後の温室冷却負荷
7.21

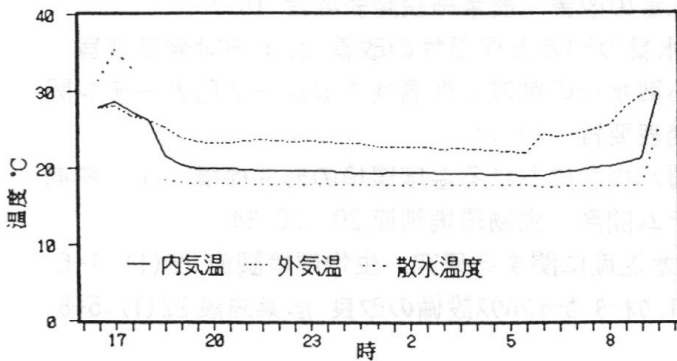


図4. 井水散水におけるハウス内外気温と散水温度の経時変化 (1991,8/15-16)

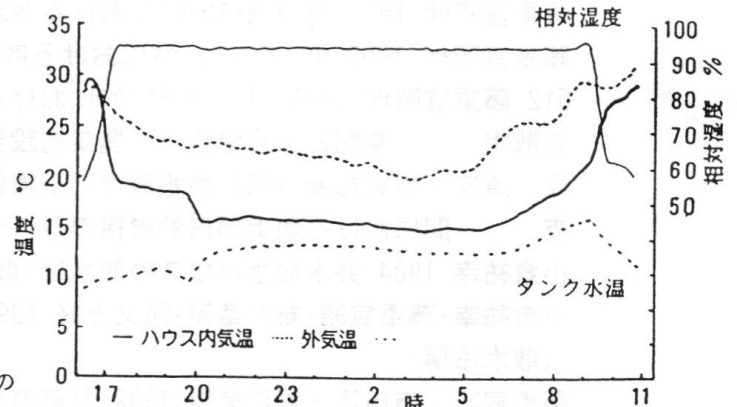


図5. 冷水散水におけるハウス内外気温、タンク水温とハウス内相対湿度の経時変化 (1991,9/1-2)

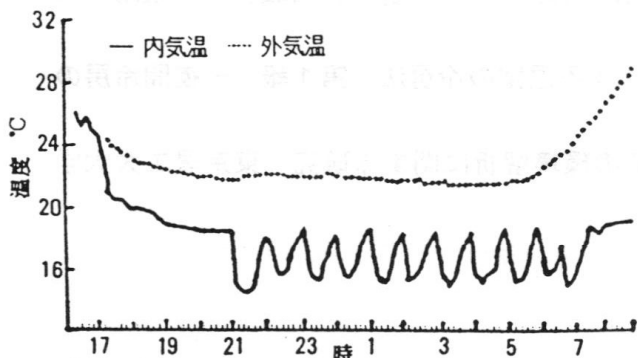


図6. 冷水の間断散水による内外気温の経時変化
(1990,8/29-30)

表1. 夜冷短日処理日数と花芽分化 (1990)

品種	処理日数			
	18	21	24	27
女峰	0 [*]	1.0	0.6	2.0
雷峰	0	0.8	0.75	2.2

* 花芽分化指数 0:未分化 1:分化初期 2:花房分化

赤外線放射測温によるトマトの水ストレス反応の検出

茨城県農業総合センター園芸研究所 中原正一

1. はじめに

トマトは、他の農作物に比べて、灌水や給液管理によって行う作物の受ける水ストレス調節のバラエティが豊富である。例えば、作物根系の発達する土壌域を制限する隔離床栽培では、人為的な灌水管理が不可欠であるが、隔離床の導入目的によって実施される灌水管理は全く異なったものとなる。土壌病害等の連作障害回避が目的である場合には、“通常の地床トマト栽培”並の収量を得るため、水ストレスをあまり生じさせないような多灌水管理が行われる。一方、高付加価値商品としての高糖度トマトを生産することが目的である場合には、“節水栽培”と呼ばれる水ストレスを積極的に高めるような少灌水が行われる。しかし、『通常のトマト栽培並の収量を得る』場合であっても、著しい多灌水は茎葉の過繁茂や空洞果や乱形果の発生を招くので避けなければならないし、『高糖度トマトを生産する』場合であっても、著しい少灌水は尻腐れ等の障害果発生を助長するので避けなければならない。

図1および図2は、トマトの隔離床栽培において、底面給水で灌水管理を行った『土壌湿潤条件下のトマトの吸水量』に基づき、その一定割合を灌水し続けた結果を示したものである¹⁾。“節水栽培”を行った『1/3灌水区』および『2/3灌水区』では、湿潤管理を行った『3/3灌水区』に比べ、糖度変化が大きい傾向が認められた。これは、茎葉の伸長と果実の着果・肥大が連続して続くトマト栽培では、作物の受けている水ストレスが、『水ストレス状態に対する作物の順化』や『日射量や気温などの環境条件の推移』によって変化したためであろうと考えている。このため、品質が一定であるトマトの安定生産あるいは灌水管理の自動化を実現するためには、作物に生じる水ストレス程度を連続的に計測・評価し、このことに基づいて灌水管理や給液管理を変化させるシステムの構築が有効であると考えられる。

赤外線放射測温は、作物の生育に影響を及ぼすことなく、連続的かつ即時的な計測が可能であるため、トマトの多様な水ストレス反応を捉える手段として有効であると考えられる²⁾。ここでは、赤外線放射測温を用いて水ストレスを評価するに際して、留意すべき点についていくつか触れてみたい。

2. 日射の影響³⁾

葉温は日射の影響を受けて敏感に変化するため、葉温及び葉温と気温の差である葉気温差を測定・評価する際には、測定位置の日射の測定が欠かせない。温室内で葉温を測定する場合、骨材や被覆資材を支え固定するフレーム等によって生じる大小さまざまな影が、測定葉に生じてしまうことが問題となる。

図3は、メロンのNFT栽培において、糖度の向上を目的に実施した間断給液が葉温に及ぼす影響を調べたものである。給液は1回当たり1時間とし、開始時刻をA区では7時、11時、15時とし、B区では6時、8時、10時、12時、14時、16時とした。その結果、最上位葉（止葉）の葉温は、給液回数が少なく給液中断時間がより長いA区の方が、B区よりも高い傾向が認められた。しかし、常にA区の方が高いわけではなく、A区とB区の葉温を比較すると、B区がA区を上回ることが頻繁に発生していたことが認められた。これは、給液管理によってB区の方がA区よりも強い水ストレスを受けていたと言うのではなく、A区およびB区のそれぞれの区の測定葉の日射条件の不均一性により生じていたと考えられる。

水ストレスを葉温を用いて連続的に評価しようとする際には、水ストレスが生じていないかあるいは相対的に水ストレスが小さいと考えられる“対照作物”の葉温との相対比較が有効と考えられる。温室内で測定を行う際には、同一日射条件のみのデータを抽出するか、抽出が困難な場合には一定時間内の平均値を使用して評価などの工夫が必要であると思われる。

3. 灌水実施の影響^{4), 5)}

葉温を灌水管理の目安として利用しようとする際には、葉温の測定データが作物の水ストレス程度の評価に適さないことが、灌水後の一定期間に生じてしまうことがある点に留意する必要がある。

図4および図5は、人工照明を用いた人工気象室内において、トマト苗への灌水の影響を調査したものである。常に土壌を湿潤条件に保ったものを対照区とし、トマト苗の乾燥過程と灌水実施後の回復過程について、葉温および光合成・蒸散速度の測定を行ったものである。D1は灌水を行う直前で最も水ストレスがかかった状態であり、やや萎れが認められる状態で葉温も顕著に高かった。D2は灌水実施後2時間経過した時で、この時外観的には対照区との間に差が見られなかったが、葉温にはまだ明らかな差が認められた。D3は灌水実施後21時間後で、この時には対照区とほぼ葉温が等しくなった。また、光合成速度および蒸散速度は、葉温の測定結果と同様に、灌水実施後もすぐには回復しなかったが、21時間後には差が認めらなくなった。

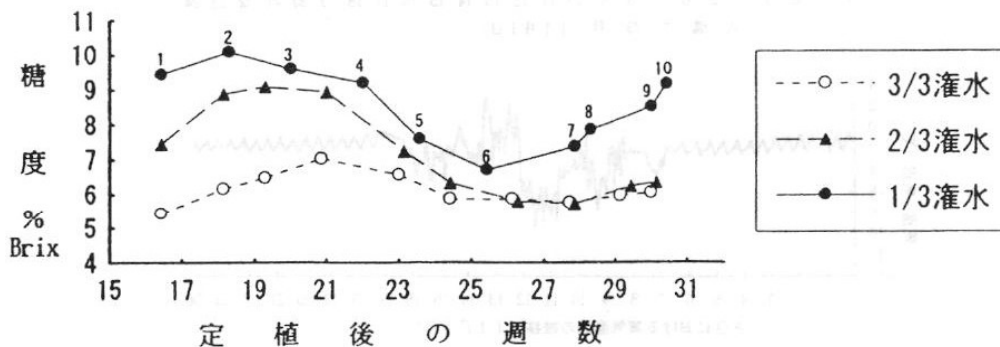
図6は、人工照明を用いた人工気象室内において、メロン苗への灌水の影響を調査したものである。常に土壌を湿潤条件に保ったものをA1区、A1区との葉温差が3℃になった時に灌水を行ったものをA2区、外観的な萎れが認められた時に灌水を行ったA3区を設定し、葉温、光合成速度および蒸散速度の測定を行った。作物の外観はA2区はA1区と差がなく、A3区では灌水後萎れは徐々に回復し、暗期を経過した後には萎れ前の状態になった。しかし、A2区およびA3区ともにA1区との相違は、灌水実施の翌日になっても完全にはなくならなかった。

これらの実験結果が示すように、葉温、葉の光合成蒸散速および蒸散速度には、強い水ストレスを受けると、土壌が湿潤条件を回復してもしばらくの間は水ストレスを受けた影響が残ってしまう。影響が残る期間は、作物の種類や生育ステージ等の相違によって異なることが予想されるので、今後更に詳細な検討が必要であるが、灌水実施の適否判定を同

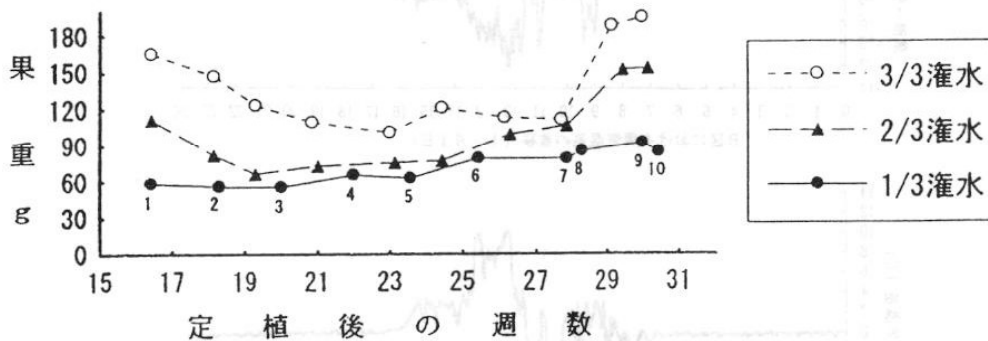
一日に複数回行うことだけは無理なようである。

引用

- 1) 中原正一, 1993 : 作物体の吸水情報に基づく灌水管理. 茨城農総セ園研試験成績書, 147-148.
- 2) 中原正一, 井上吉雄, 1997 : 赤外線放射测温によるトマトの水ストレス反応の検出. 農業気象, 53(3), 191-199.
- 3) 中原正一, 1994 : メロンのNFT栽培における給液方法が葉温に及ぼす影響. 茨城農総セ園研試験成績書, 161-162.
- 4) 清水直樹・小峰正史・高倉直・中原正一, 1995 : 赤外線温度画像解析による苗の生育異常の検出. 農業気象・生物環境調節・農業施設合同大会講演要旨, 234-235.
- 5) 小林義幸・小峰正史・高倉直・中原正一, 1996 : 画像処理によるメロン苗の水ストレスの検出. 農業気象・生物環境調節合同大会講演要旨, 24-25.



第1図 糖度の推移 (各点上の数字は、花房段位)



第2図 果重の推移 (各点上の数字は、花房段位)

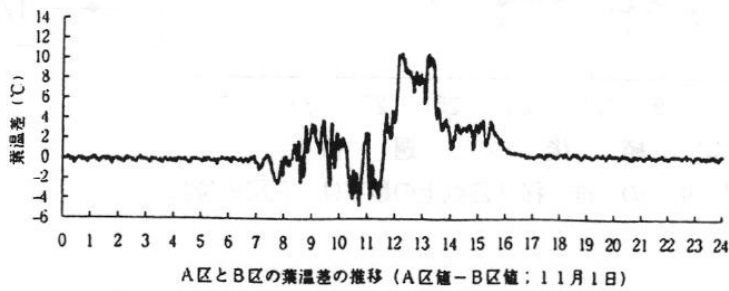
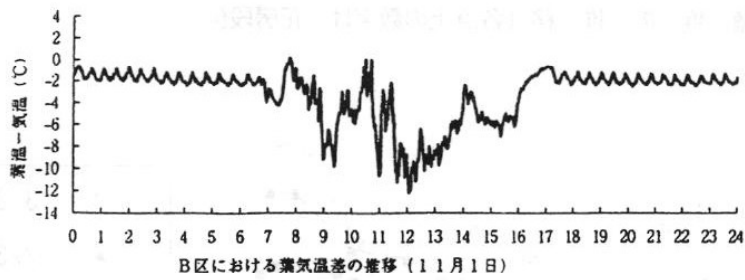
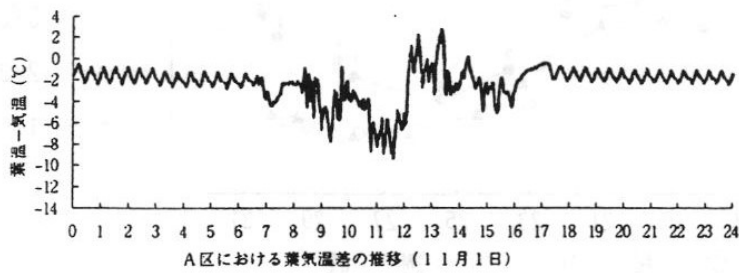
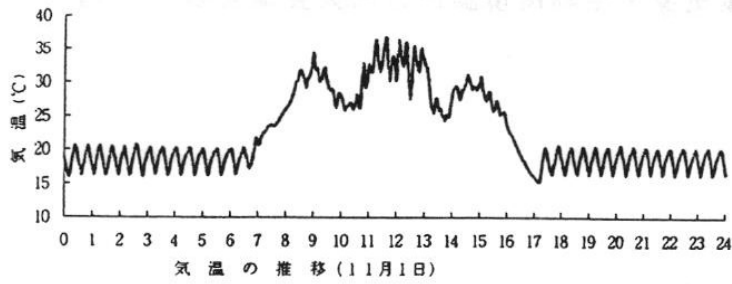
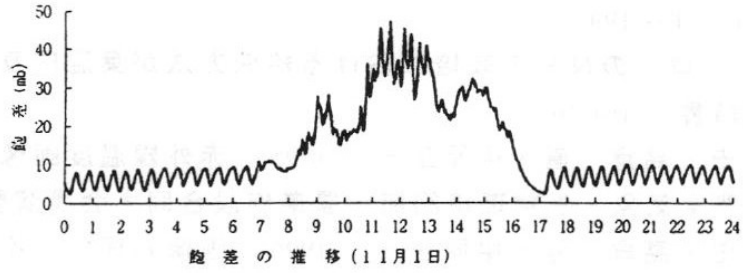
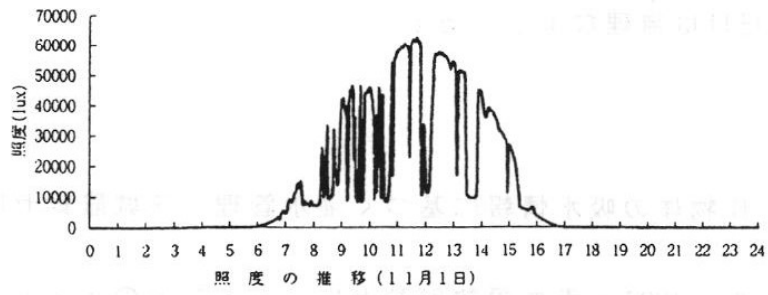
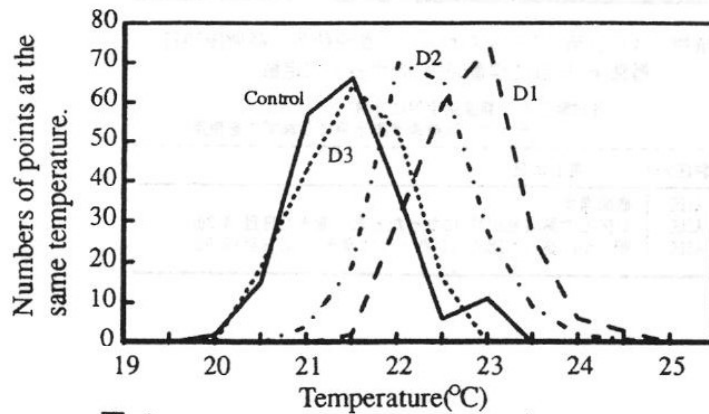


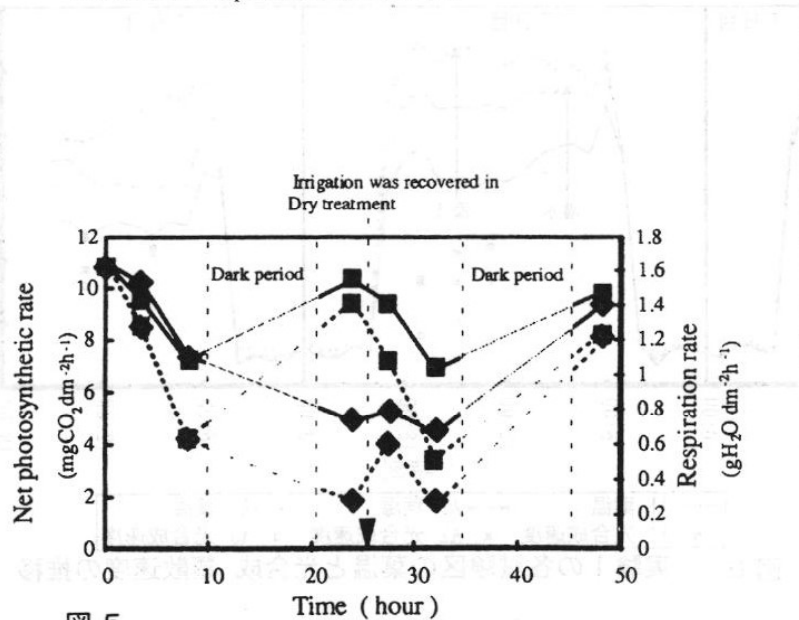
図3 温室内環境および葉温の日変化

Conditions in the artificial environmental room used in this study.

Light intensity	30,000 lx
Light/Dark period	12 hour(light) 12hour(dark)
Temperature	20°C in light period 15°C in dark period
Humidity	60 ± 10%(RH)
Wind velocity	below 0.5 m/s



⊗ 4 Histogram of plant temperatures of Control (solid line) and Dry (others) treatments. D1 indicates the status just before recovering irrigation, D2 is status of 2 hours later and D3 is 21 hours later after recovering irrigation. The displayed values are average values over two plants of each treatment.



⊗ 5 Time changes of net photosynthetic rate (solid line) and respiration rate (dotted line). ■ indicates Control and ◆ indicates Dry treatment, respectively. The displayed values are average values over three plants of each treatment.

人工気象室の環境条件

光強度 : 230 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{PPFD}$

気温 : 明期 28°C (5:00~19:00)
暗期 20°C (19:00~5:00)

風速 : 0.5 m/s以下

供試植物の詳細と試験区分

供試植物 : メロン苗 (アールスナイト早春晩秋系 : 播種後39日)
播種後7日目に容量500ccのポットに定植

各試験区とも葉温測定用に3株、
光合成・蒸散速度測定用に5株ずつを使用

試験区分	灌水状況
A1区	底面灌水
A2区	A1区との葉温差が3°Cになったときに灌水(2日目 8:30)
A3区	明らかに萎れが認められたときに灌水(2日目15:00)

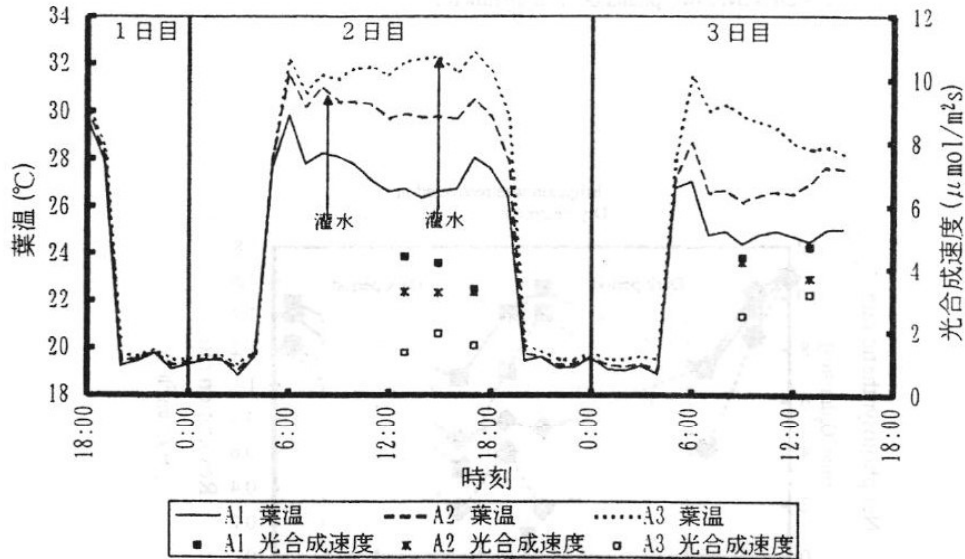


図6 実験1の各試験区の葉温と光合成・蒸散速度の推移

会誌「関東の農業気象」編集投稿規定

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4.2で指定するワープロ原稿（A4版）を提出すること。
- 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その他理事会が認めた農業気象に関する記事、および本支部の活動の記録の連絡記事より構成される。
- 3.2. 原稿の長さは原則、研究短報、総説、研究トピックスは刷り上がり4ページ以内、その他の原稿2ページ以内とする。
- 3.3. カラー印刷に必要な経費は著者の負担とする。

4. 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
 4. 考察結果および考察としてもよい。
5. 引用文献
必要に応じて小見出しをつける。

- 4.2. A4 版上質紙を使用し，上 25mm,下 25mm,左 17mm,右 17mm のマージンをとり，その枠内に約 42(全角)×40 行，文字サイズ約 11 ポイントで印字すること。
- 4.3. 図表は用紙に直接書くか，張り付けて提出すること。写真は，挿入部の部分をあげ，別途，印画紙に焼き付けたものを提出すること。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。
- 4.4. 表題を 1 行目，著者名及び所属を 3 行目に書き，本文は行間を 1 行あけて書き始めること。
- 4.5. 単位は SI か CGS 単位系のどちらかに統一する。
- 4.6. 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 ABC 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
- 4.7. 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，投稿時に支部事務局に申し込む。

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・書式は，全国大会の形式に準ずる。長さは 1 ページ以上。
- 5.2. 「農業気象」(全国紙)掲載用
200 字程度にまとめる。テキストファイル形式で保存した電子媒体の原稿を同時に提出すること。

賛助会友

株式会社牧野応用測器研究所 (2)

〒165-0025 東京都中野区沼袋 3-19-4 tel:03-3387-6241 fax:03-3319-9996

光電式微風速計。小型・軽量のロガー（新製品m x - c 1 1シリーズ）により簡便に長期の計測が可能になりました。電話回線による伝送システム。

横河電子機器株式会社 (2)

〒163-1054 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー21F

tel:03-5323-5118 fax:03-5323-5555

風向、風速、温湿度、気圧、雨量、日射、日照、水位、流速、流量、傾斜、地盤沈下等の観測機器の設計及び製造販売。総合気象水文観測システムの設計及び製造販売。

英弘精機株式会社 (2)

〒151-0073 東京都渋谷区笹塚 2-1-6 笹塚センタービル

tel:03-5352-2911 fax:03-5352-2917

各種日射計、放射計の製造販売を行い、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。

グリーンテック株式会社 (1)

〒136-0076 東京都江東区南砂 2-36-10 tel:03-3646-3111 fax:03-3648-3492

温室トッ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。

太陽計測株式会社 (1)

〒143-0023 東京都大田区山王 1-2-6 tel:03-4426-5000 fax:03-4426-5117

横河電気・横河ビューレットパッカード・横河電子機器製品販売サービス、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 (1)

〒111-0053 東京都台東区浅草橋 4-2-2 浅草橋西口ビル 3F

tel:03-3866-0675 fax:03-5687-1494

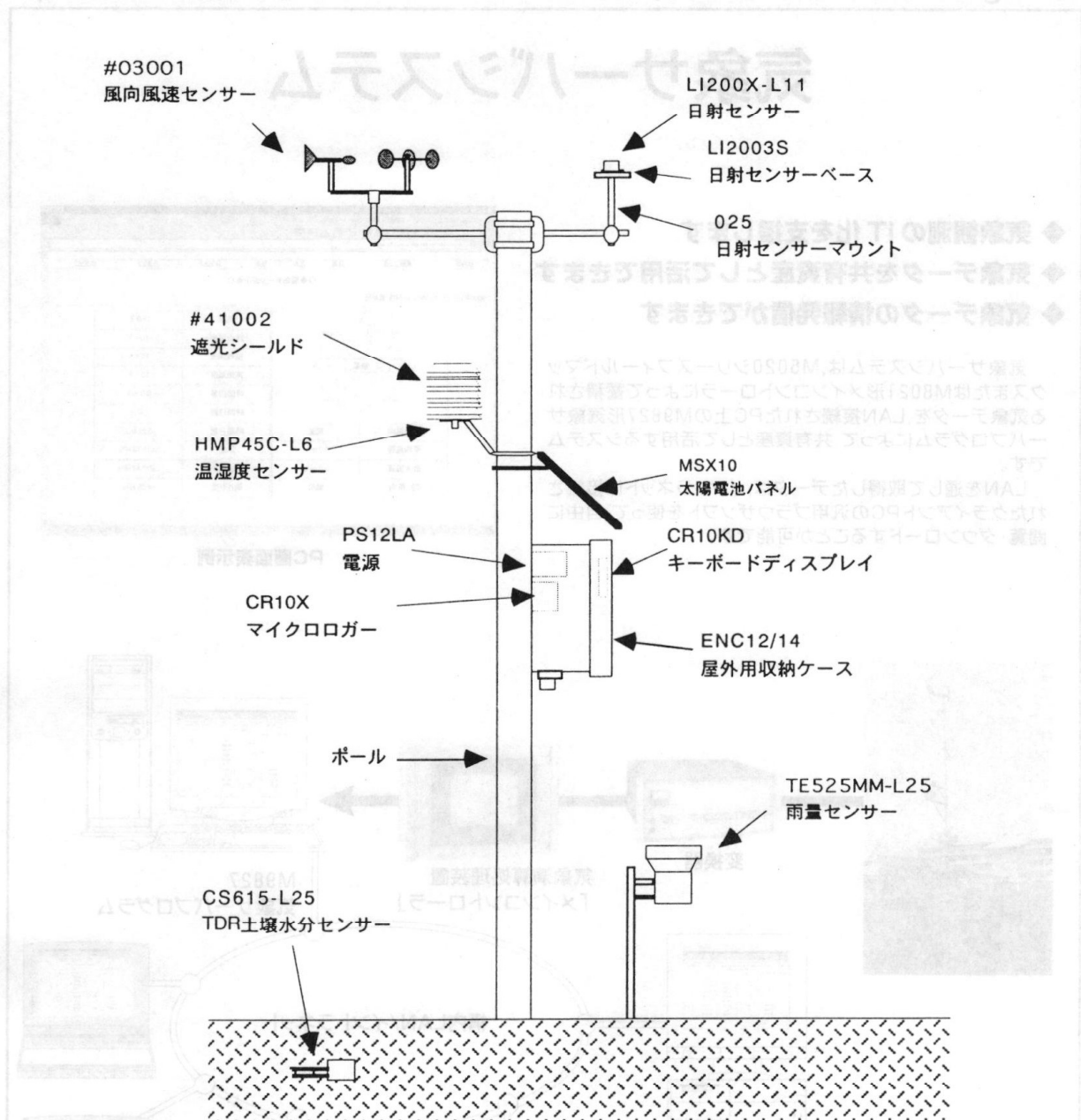
農業関連資材、施設の改良に関する調査、試験研究、研究成果の普及。資材、機材の利用法と技術に関する調査、試験研究。

東日本印刷株式会社 (2)

〒305-0023 茨城県つくば市上ノ室 283-1 tel:0298-57-4141 fax:0298-57-3906

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。

Weather Station from Campbell Scientific, Inc.



キャンベル社のウェサーステーションは通常の気象観測データと共に、必要に応じオプションのセンサーを追加することにより、土壌水分・地温・土壌熱流・飽和蒸気圧・蒸気圧・水位・水中PH・水中EC等を記録することができます。

各種増設入出力ユニットにより拡張性も高く、データ収集の柔軟性・高い測定精度・過酷な環境下での測定・遠隔測定等その優れた性能は世界中で広く使用されています。

データ収録インターバル及び測定データの加工も自由に設定できます。

また計測と同時に多チャンネルの制御をすることも可能です。

上の図以外にもセンサーを多数用意しております。

ご質問及び講習会のお申し込み等
右記までご遠慮無くお問い合わせください。

太陽計器株式会社 四谷分室
〒160-0004 東京都新宿区四谷1-2-6
アーバンビル サカス5 3-B
電話 (03) 3226-6682
FAX (03) 5363-6230
e-mail:sales@taiyokeiki.co.jp

気象サーバシステム

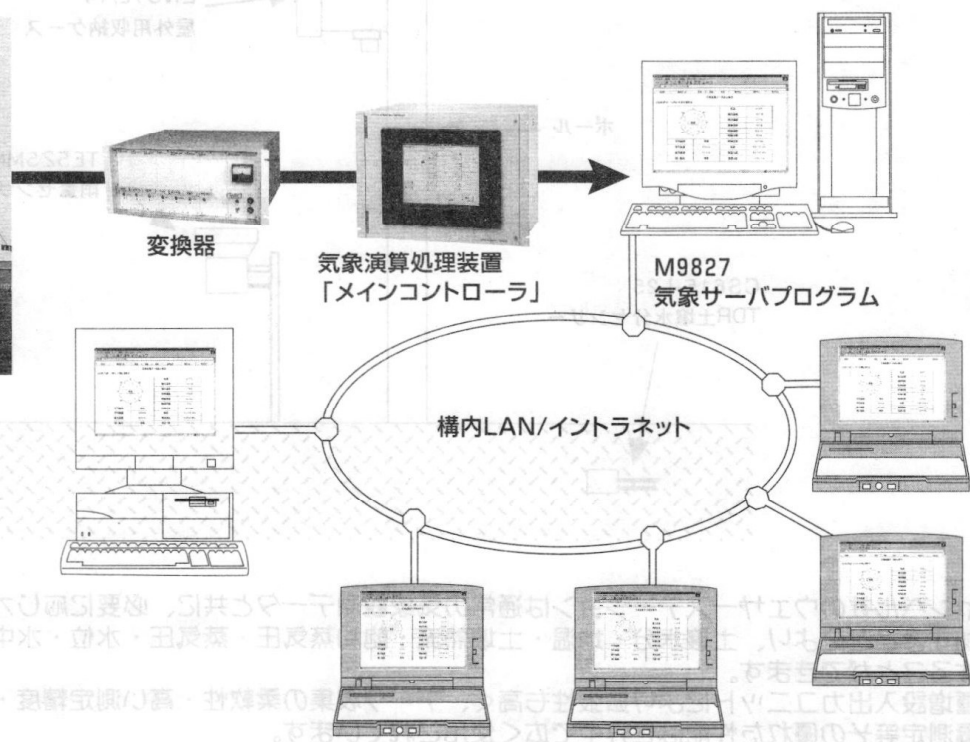
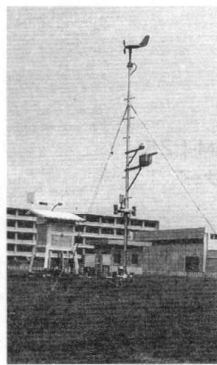
- ◆ 気象観測のIT化を支援します
- ◆ 気象データを共有資産として活用できます
- ◆ 気象データの情報発信ができます

気象サーバシステムは、M5020シリーズフィールドマックスまたはM8021形メインコントローラによって蓄積される気象データを、LAN接続されたPC上のM9827形気象サーバプログラムによって、共有資産として活用するシステムです。

LANを通して取得したデータは、イントラネットに接続されたクライアントPCの汎用ブラウザソフトを使って、自由に閲覧・ダウンロードすることが可能です。



PC画面表示例



横河電子機器株式会社

本社 〒163-1054 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー21F
TEL.03-5323-5111(代) FAX.03-5323-5555(代)

第2営業本部 (環境計測機器担当) 〒163-1054 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー21F
TEL.03-5323-5118(代) FAX.03-5323-5555(代)

URL:<http://www.yokogawa.co.jp/YDK/>

- 北海道営業所 〒060-0034 札幌市中央区北4条東2-1 岩崎ビル6F
TEL.011-223-3883 FAX.011-219-1929
- 東北支店 〒984-0075 仙台市若林区清水小路6-1 明治生命仙台五橋ビル3F
TEL.022-214-4302 FAX.022-214-4303
- 関東北陸支店 〒370-0045 高崎市東町7-7 ウチダビル
TEL.027-321-6281 FAX.027-321-6282
- 中部営業所 〒460-0002 名古屋市中区丸の内2-8-30 竹中ビル
TEL.052-222-8334 FAX.052-222-8337
- 関西支店 〒564-0063 吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル8F
TEL.06-6388-7277 FAX.06-6388-7530
- 中国営業所 〒733-0003 広島市西区三篠町3-21-8 松野ビル
TEL.082-238-4525 FAX.082-238-4534
- 九州支店 〒812-0016 福岡市博多区博多駅南1-8-6 博多仁丹ビル
TEL.092-451-3219 FAX.092-451-3249

私達は二十一世紀に向けて歩み続けます

EJP 情報誌発行中!!



脳卒中・ボケ・心臓病
だけではありません

【末梢血管】の詰まりが がんこな悩み症状の隠れ原因

血管は、心臓を起点に大動脈から臓器や四肢の
中小動脈、さらに末梢組織の細小動脈から毛
細血管に至り、細小動脈を経て末梢静脈から大静
脈、再び心臓につながる。その長さは9万km。内
径の総断面積は3000m²。その大半は全身にめぐ
らされた毛細血管である。

チェック
テスト

あなたの末梢血管は 異常ありませんか？

- ① 頭が痛い
- ② めまいがする
- ③ 手がしびれる
- ④ 肩がこる
- ⑤ 物忘れする
- ⑥ 集中力が低下した
- ⑦ 前胸部の違和感、締めつけ感がある
- ⑧ 動悸、息切れがする
- ⑨ げししい突発的な胸の痛みがある
- ⑩ 血圧が高い
- ⑪ むくみがでた
- ⑫ 胸に異常感、圧迫感がある
- ⑬ 腹に動悸、拍動する腫れ物がある
- ⑭ 手足が冷たい
- ⑮ 歩行中に筋肉が痛む
- ⑯ 手足の傷が治りづらい
- ⑰ 足が腫れる
- ⑱ 足の脈拍がふれづらい
- ⑲ 足が重い
- ⑳ 足がだるい、疲れやすい

思い当たる症状をチェックしまし
う。1つでも印がついたかたは異
常で、3つ以上は赤信号です。早
めに対処すれば、血管の病気を手遅
れになることはありません。生活習慣
を変えて予防することも可能です。



大変お世話になっております。営業品目は、下記の通りです。

- | | | |
|--------------|-------------|--------|
| ●パンフレット | ●コンピュータ用紙 | ●カレンダー |
| ●チラシ | ●OCR、OMR | ●事務用品 |
| ●シール、ラベル | ●コンピュータサプライ | ●事務機器 |
| ●一般伝票 | ●コピー用紙 | |
| ●書籍(出版、研究論文) | ●カラーコピー | |

EJP 東日本印刷株式会社

本社 / 〒305-0023 茨城県つくば市上ノ室283-1 (筑波研究学園都市)
TEL.0298-57-4141 (代) FAX.0298-57-3906
東京営業所 / 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留1-6-3/パレドール日本橋604号
TEL.03-3664-1717 (代) FAX.03-3664-1722
水戸営業所 / 〒310-0064 茨城県水戸市栄町2-3-46
TEL.029-231-7871 (代) FAX.029-231-6460

筑波研究学園都市を中心に学会等の機関紙及び論文集の印刷・製本を行っております。
お気軽にご相談下さい。 TEL 0298-57-4141 (直通) 担当 飯島

2000 年度日本農業気象学会関東支部役員名簿

支部長

清野 豁 農業環境技術研究所企画調整室
〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-1

TEL0298-38-8143
FAX 0298-38-8199
hseino@ss.niaes.affrc.go.jp

理事

(事務局)

伊藤大雄 果樹試験場 栽培部気象生態研究室
〒305-0852 茨城県つくば市藤本 2-1

TEL0298-38-6506
FAX 0298-38-6437
daiyu@fruit.affrc.go.jp

(例会)

鈴木 純 信州大学 農学部農山村環境学講座
〒399-4598 長野県上伊那郡南箕輪村 8304

TEL0265-77-1523
FAX 0265-72-5259
jsuzuki@gipmc.shinshu-u.ac.jp

脇山恭行 農業研究センター耕地利用部気象立地研究室
〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-1

TEL0298-38-8418
FAX0298-38-8515
waki@narc.affrc.go.jp

(会計)

池口厚男 畜産試験場 飼養環境部施設研究室
〒305-0901 茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2

TEL0298-38-8678
FAX0298-38-8700
ikeguchi@niai.affrc.go.jp

吉本真由美 農業環境技術研究所計測情報科情報解析システム研究室
〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-1

TEL0298-38-8223
FAX0298-38-8227
yoshimot@niaes.affrc.go.jp

(発送)

久保田智恵利 千葉大学 園芸学部環境工学研究室
〒271-8510 千葉県松戸市松戸 648

TEL 047-308-8842
FAX 047-308-8842
ckubota@midori.h.chiba-u.ac.jp

小林卓也 電力中央研究所 生物部
〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646

TEL0471-82-1181
FAX0471-82-7922
t-koba@criepi.denken.or.jp

(編集)

溝口康子 森林総合研究所 森林環境部気象研究室
〒305-8687 茨城県稲敷郡茎崎町松の里 1

TEL0298-73-3211 内線 374
FAX0298-73-1542
pop128@ss.ffpri.affrc.go.jp

米村正一郎 農業環境技術研究所気象管理科大気生態研究室
〒305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-1

TEL0298-38-8205
FAX 0298-38-8199
yone@ss.niaes.affrc.go.jp