

会 誌

第 44 号

(昭和61年3月29日刊行)

目 次

1. 秋冬作ハツカダイコンの生育とは種後日数、…………… 1
積算気温及び積算日射量の関係
野菜試験場 小田雅行
2. 作物体温に関する研究 第1報 作物の葉温、…………… 6
葉面蒸散速度および要水量の種間差異ならびに
それらの相互関係について
名古屋大学農学部 江幡守衛・竹内いづみ・石川雅士
3. カンキツ園の水管理新技術体系の確立に関する研究 …………… 15
静岡県柑橘試験場西遠分場 菊地重仁・井口 功
加藤昭三
4. 茶園における凍霜害予測マップの作成例 …………… 21
農林水産省茶業試験場 青野英也
静岡県牧之原農業用水建設事務所 八木武則
農林水産省関東農政局牧之原農業水利事務所 荘林幹太郎
静岡県茶業試験場 小川 茂
東京農工大学農学部 穴瀬 眞
5. 温室の気温制御 第11報 温風暖房の特性と…………… 27
気温制御法の改良
野菜試験場 大原源二・内藤文男
6. 潜熱蓄熱装置の集熱効率について(第1報)…………… 32
野菜試験場施設栽培部 佐久間青成・伊藤茂昭・渥美照男
7. 潜熱蓄熱材を利用した太陽温室暖房に関する研究
三重県農業技術センター 伊藤重雄・山口省吾 …………… 36
三重県津農業改良普及所 西口 郁夫

日本農業気象学会東海支部規約

1. この会は日本農業気象学会規程中、支部についての規程に基づき日本農業気象学会東海支部と称する。
2. この会は農業気象に関する研究をすすめ、その知識の普及をはかり、また地方的問題の解決にも努力し併せて農業気象学同好者の親睦をはかることを目的とする。
3. この会の事務所は、支部長が所属する機関内におく。
4. この会の会員は、三重・愛知・岐阜・静岡の4県における日本農業気象学会会員ならびに、農業気象学同好者をもって組織する。この会への入会を希望するものは、氏名・住所・職業・勤務先を記入の上、本会事務所に申し込むものとする。
5. この会はずぎの事業をおこなう。
 - (1) 総会（運営に関する基本的事項、その他重要な会務の審議、および報告）年1回
 - (2) 例会（研究発表、講演、談話会、見学等）年2回
 - (3) 会誌の発行
6. 前条の事業をおこなうために支部会費として年額1,000円を徴収する。ただし、見学その他のために要する実費についてはその都度別に徴収する。
7. この会の事業および会計年度は毎年4月に始まり、翌年3月に終る。
8. この会につぎの役員をおく。

支部長 1名 幹事 若干名

役員は総会で会員中からその互選によって選出し、その任期は2ヶ年とする。ただし、重任を妨げない。

- (2) 本部評議員、本部幹事は支部役員より互選する。
- (3) 幹事の中から庶務会計幹事、編集幹事、会計監査各1名を互選する。

本規約は昭和58年度より施行するものとする。

昭和60・61年度 役員

支 部 長	中 川 行 夫			
顧 問	城 山 桃 夫	長 戸 一 雄	山 本 良 三	小 澤 行 雄
本部評議員	青 野 英 也	江 幡 守 衛	小 中 原 実	内 藤 文 男
本部幹事	大 原 源 二			
会計監査	江 幡 守 衛			
庶務会計幹事	内 藤 文 男			
編集幹事	大 原 源 二			
幹 事				
愛 知 県	江 幡 守 衛	大 原 源 二	内 藤 文 男	
	米 村 浩 次	渡 辺 俊 夫		
岐 阜 県	野 原 定 夫	高 田 宗 男	安 江 多 輔	
静 岡 県	青 野 英 也	小 中 原 実	此 本 晴 夫	野 中 民 雄
三 重 県	伊 藤 重 雄	岩 間 和 人	星 野 和 生	

秋冬作ハツカダイコンの生育とは種後日数、 積算気温及び積算日射量の関係

野菜試験場 小田雅行

1. はじめに

露地野菜の作柄は、主に気象要因の影響を受けて変動し、価格は一層大きく乱高下するので、農家経営と消費生活が不安定になっている。(小田ら、1981)

こうした状況下において、施設園芸は、野菜の安定供給に大きく寄与している。ところが、施設内でも日射などの環境は自然の成行きに従っており、栽培環境の完全な制御は行われていない。従って、一般的な野菜栽培では、作柄の変動を完全に解消することは困難と思われる。

そこで、野菜の生長と相関の高い要因を抽出し、これによって収穫の時期と量を予測できれば、収穫期を調節するための栽培管理を行ったり、物価を安定化させるための行政的な施策を実施する上で極めて有意義と考えられる。

収穫期については、これまでの栽培研究の結果から、日数を基準とした栽培暦が概略整理され、実用的な指針となっている。しかし、これは毎年の気象変動に対応できない。

そこで、作物の生長に対する影響の大きい気象要因の抽出が試みられ、多くの場合、気温と日射を説明変数とする生長式が作成された。この2要因の寄与率は、カブで90~95%(Warren Wilson, 1967)、トウモロコシで80~89%(Voldengら、1973)であった。レタス(星野ら、1977;野口ら、1978、1981)、コマツナ(小田ら、1980)の生長もこれらの要因によって説明された。

本試験では、秋冬作のハツカダイコンを材料として、茎葉及び肥大根の生長とは種後日数、積算気温及び積算日射量との関係を求めて、根菜類の生長の好適な説明変数を得ようとした。

2. 材料及び方法

試験は、野菜試験場施設栽培部(武豊町)のフェンロー型ガラス室で実施した。稲わら堆肥100Kg/a並びにN、P₂O₅、K₂O、CaO及びMgOをそれぞれ2.2、1.8、2.0、3.9及び1.6kg/a施用した。

1979年10月2日から12月11日までの間、2週間毎にハツカダイコン品種、コメット、をは種した。10月30日は種区には、しゃ光率50%の寒冷しゃを被覆してしゃ光区を設けた。

うね幅、床幅及び条間は、それぞれ180、110及び20cmで条播し、その後は、間引いて密植にならないようにした。無加温ガラス室の天窗開閉温度は22℃とした。

生育調査は、3~5日間隔で行った。30~60個体を採取し、この中から生育の優れた10~20個体を選んで茎葉及び肥大根の新鮮及び乾燥重を測った。調査した生育段階は、表-1の通り

表-1 したハツカダイコンの生育ステージ

供試時期	葉数	新鮮		乾燥重	
		茎葉	肥大根	茎葉	肥大根
調査始	2	1.2	0.2	83	17
収穫始	5	7.0	5.2	447	232
収穫終	7	14.5	23.9	1020	915

であった。7区合計で46回調査した。

気温は、床面から20cmの高さの6点を銅-コンスタンタン熱電対で毎時間測定して平均した。気温の積算は、出芽日から始めて、生育調査を午前中に行った場合は正午まで、午後に行った場合は全日とした。

日射量は、ガラス室内の2点を農試電試型日射計で毎時間積算し平均した。日射量の積算期間も気温と同様にした。

3. 結果

1) 栽培期間中の気温と日射量

栽培期間中の気温の推移を図-1に示した。

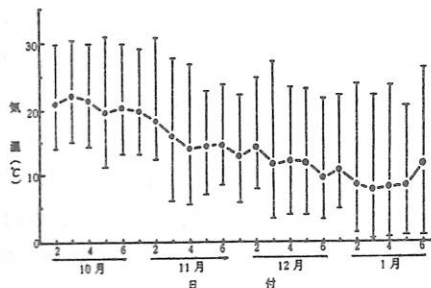


図-1 無加温ガラス室の半旬別気温('79~80,武豊町。●-●は平均、Iは最高及び最低値の範囲)

気温は、日数の経過とともに低下し、栽培期間中の最高及び最低気温は、31.0及び0.5℃、半旬毎の平均気温は、最高が22.3℃、最低が8.2℃であった。

栽培期間中の日射量の推移を図-2に示した。

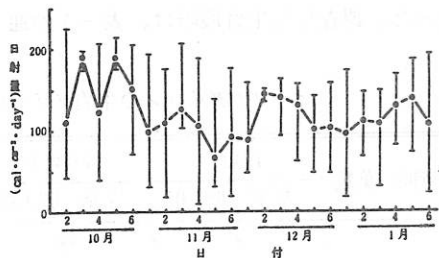


図-2 無加温ガラス室の半旬別日射量('79~80,武豊町。●-●は平均、Iは最高及び最低値の範囲)

日射量の変動は著しく、16~225 cal/cm²・day⁻¹の範囲にあった。半旬毎の平均日射量は、最高が190、最低が66 cal/cm²・day⁻¹であった。

2) T/R比(新鮮重)の推移

ハツカダイコンの新鮮重を茎葉(T)と肥大根(R)に分け、T/R比の推移を図-3に示した。10月16日以後には種した無し光区では、どの場合も本葉2枚展開時にT/R比が7-8

で最高になった。また、は種時期が遅い程、T/R比は小さくなり、0.4-0.6の範囲で推移した。収穫終の肥大根重は、約24g、葉数は約7枚であった。

一方、10月2日は種無し光区及び10月30日は種し光区では、本葉2及び5葉展開時にT/R比が、最高になり、その値は14及び15であった。これらは、茎葉及び肥大根が縦方向に伸長して徒長傾向を示した。

3) 各種要因と肥大根新鮮重を変数変換した場合の両者の関係

は種後日数、積算気温または積算日射量を説明変数として根の肥大を直線、指数及び両対数に変数変換して回帰式を求め、それらの相関係数を表-2に示した。どの要因でも説明変数、目的変数とも対数で変数変換した回帰式の相関係数が最も高かった。

図-4には、各種の要因と根の肥大をそれぞれ対数変換した場合の両者の関係を示した。は種後日数、積算気温及び積算日射量と肥大根の生長との相関係数は0.728、0.705、0.947、し光区を除いた場合には、0.891、0.918及び0.957であった。

4) 各種要因と各器官の生長量を変数変換した場合の両者の関係

は種後日数、積算気温または積算日射量を説明変数、茎葉及び肥大根の新鮮及び乾燥重を目的変数として両者を対数で変数変換し、それらの相関係数を表-3に示した。

茎葉の乾燥重、肥大根の新鮮と乾燥重は積算日射量、茎葉の新鮮重は積算気温との相関がそれぞれ最も高かった。すなわち、茎葉及び肥大根は、それぞれ特に積算気温及び積算日射量との相関が高く、は種後日数は、何れの場合も相関が低かった。

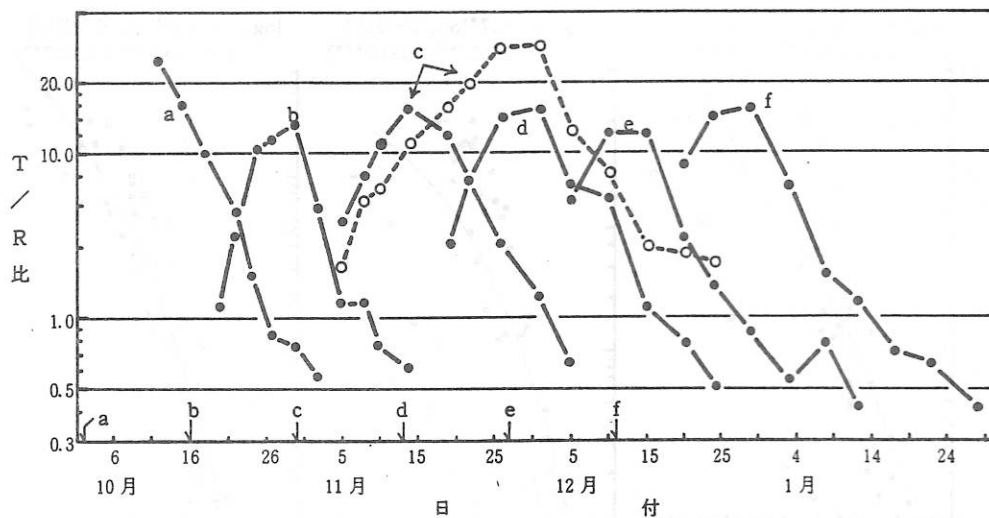


図-3 ハツカダイコン新鮮重のT/R比に及ぼすは種日としゃ光の影響。
 ↓は、出芽日を示し、同じ文字のグラフに対応する。・-・及び
 ○-○は、無し光及びししゃ光区を表わす。

表-2 ハツカダイコンの根肥大及び各種要因を変数変換して回帰式を求めた場合の相関係数

要 因 ^a	直線回帰	指数回帰	両対数回帰
日 数	0.528	0.664	0.728
積算気温	0.552	0.631	0.705
積算日射量	0.855	0.913	0.947

^a 日数は、は種日から、そのほかは、出芽日から積算した。

表-3 日数、積算気温及び積算日射量とハツカダイコンの部位別生長との相関係数

要 因 ^a	茎 葉		肥大根	
	新鮮重	乾燥重	新鮮重	乾燥重
日 数	0.799	0.801	0.728	0.721
積算気温	0.889	0.851	0.705	0.696
積算日射量	0.819	0.874	0.947	0.947

^a 日数は、は種日から、そのほかは、出芽日から積算し、いずれの変数も対数変換してから回帰式を求めた。

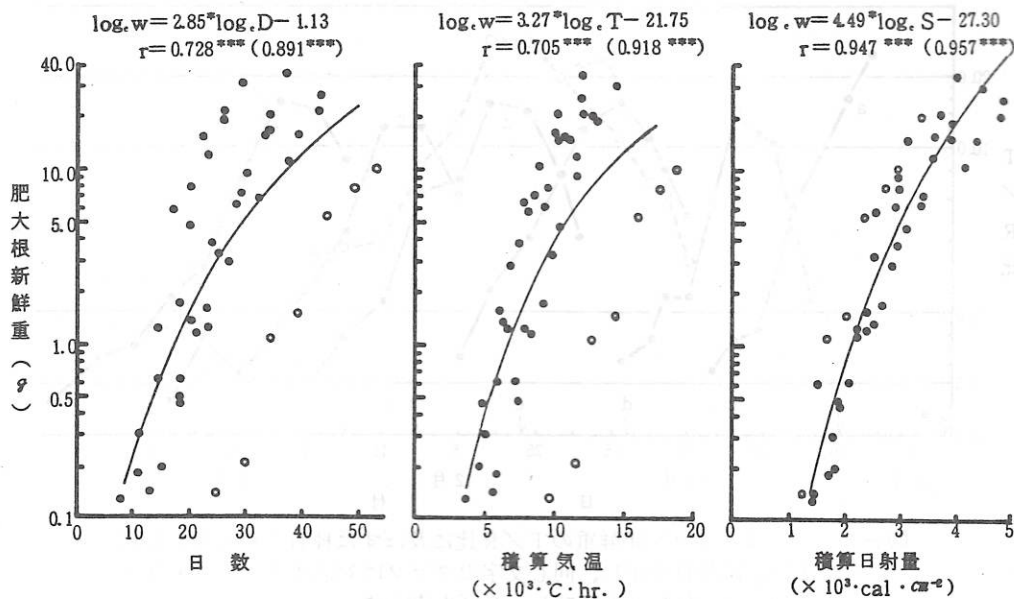


図-4 は種後日数、積算気温及び積算日射量とハツカダイコン肥大根の新鮮重との関係。・及び○は、無し光及びし光を表わす。回帰式のW、D、T及びSは、新鮮重(mg)、日数、積算気温(℃・hr)及び積算日射量(cal・cm⁻²)を表わす。また()内は、し光区を除いた場合の相関係数である。

4. 考 察

無加温施設では、強風を回避でき、施肥やかん水によって培地条件を作物に好適な範囲に保ち、換気によって気温の上昇を抑制できる。この外、炭酸ガスや湿度もある程度の制御が可能である。しかし、日射については、し光や補光という方法はあるものの実用的な制御は難しいのが現状である。本試験の場合も、栽培期間中の日射量の変動は、気温のそれよりも大きく、両要因とも秋から冬にかけて次第に低下した。

こうした条件下で栽培されたハツカダイコンの場合、一般的なT/R比の最大値は、本葉2葉期に7-8であったが、高温及び低日射条件下では、徒長的で地下部の生育が劣り、その値が14-15になった。ただし、し光した場合には、T/Rの最大、すなわち地下部の肥大開始時期が本葉5葉期まで遅れた。このような形態形成上の違いについて、Klug (1979b) は、ハ

ツカダイコンの抽台とす入りが低日射及び高温で発生すると報告している。

根の肥大開始とともにT/R比は低下し、は種期の違いによって収穫終のT/R比は、12月上旬まで0.6、それ以降は次第に低下して1月には0.4になった。栽培期間が低温になるほど主として地上部の生育が劣って収穫期のT/R比が小さくなるようであった。

肥大根の新鮮重は、どの要因の場合も対数で変数変換して回帰式を求めた場合の相関が最も高かった。他の地域を想定したし光区を含めると、根の肥大との相関は、積算日射量が最も高かった。しかし、し光区を除けば、積算気温やは種後日数との相関もかなり高くなったので、地域を限定した場合には、これらの要因を生長の説明変数にすることが可能と考えられた。Klugら(1979a)も同じ要因を個別に説明変

数としてガラス室内のハツカダイコンの根肥大の回帰式を求め、気温よりも日射の影響が大きいと報告している。

本試験の範囲では、施設栽培では、気温及び日射はそれぞれ茎葉及び肥大根の生長に対する影響が大きいと考えられた。

一方、平石ら(1979)は、露地栽培の大根では、日射よりも気温の影響が大きいとしているが、この違いは、露地では施設よりも気温の変動が大きいことに起因すると考えられた。

これらのことから、ハツカダイコンの生長を説明する要因は器官や栽培された環境によって異なり、主として変動の大きい要因の影響が大きくなるものと考えられた。従って、実験によって生長式を作る場合は、それぞれの要因の変動幅を十分にとる必要があり、自然条件下で生長式を作る場合には、地域によって主たる説明変数が異なるものと推察された。

5. 摘 要

無加温ガラス室で栽培した秋冬作ハツカダイコンの茎葉及び肥大根生長とは種後日数、積算気温及び積算日射量との関係を求めた。

どの要因で回帰式を求める場合も説明及び目的変数をそれぞれ対数変換すると相関係数が高くなった。

無加温ガラス室では、日射量の変動が大きかったため、肥大根の生長との相関は、積算日射量を説明変数とした場合が最も高かった。

引 用 文 献

- 1) 平石雅之・大林延夫・横溝 剛・1979:三浦ダイコンの生産予測に関する研究(第一報)根部の発育に対する気温と日射量の影響。神奈川園試報、26, 43-51.
- 2) 星野和生・吉川雅夫・野口正樹・池田澄男 1977:野菜の収量成立要因の解析に関する研究。1 生長解析法によるレタスの多収条
- 3) Klug, H. und H. P. Liebig, 1979 a :Analyse, Kontrolle und Programmierung der pflanzenproduktion in Gewächshäusern von Radies (Raphanus sativus var. sativus). Gartenbauwiss., 44,202-213. Klug, H. und H. P. Liebig,
- 4) ……., 1979b:Temperaturreaktion von Radiesorten (Raphanus sativus var. sativus) im Geschützten Anbau. Gartenbauwiss., 44,202-213.
- 5) 野口正樹・吉川雅夫・星野和生・池田澄男・小林和彦, 1978:野菜の収量成立要因の解析に関する研究 II レタスの生育及び乾物生産に及ぼす日射量の影響, 野菜試報, A, (4),55-76.
- 6) ……・星野和生・吉川雅夫, 1981:… III レタスの異なる生育段階における生育及び乾物生産に及ぼす温度の影響, 野菜試験, A, (9), 47-62.
- 7) 小田雅行・大野 元, 1980:コマツナの生育に及ぼす積算気温及び積算日射量の影響, 野菜試報, A, (7), 183-195.
- 8) ……・上水流 忠・遠藤竹次郎, 1981:野菜の作柄と価格-秋冬ハクサイを中心として-. 農業および園芸, 56, 973-977.
- 9) Voldeng H. D and Blackman G.E., 1973:The Influence of Seasonal Changes in Solar Radiation and air temperature on the Growth in the Early Vegetative Phase of Zea Mays. Ann. Bot., 37, 553-556.
- 10) Warren Wilson, J., 1966:Effect of Temperature on Net Assimilation Rate. Ann. Bot., 30,753-761.

作物体温に関する研究 第1報 作物の 葉温、葉面蒸散速度および要水量の種間 差異ならびにそれらの相互関係について

名古屋大学農学部

江幡守衛・竹内いづみ・石川雅士

1. はじめに

作物の体温は環境温度や短波放射など外的要因に影響されるところが大きいが、自らの蒸散、呼吸などの生理作用による体温保持の役割も小さくない。とくに蒸散の潜熱を利用した体温調節機能は温度律速的な植物の代謝生理を円滑ならしめる上で重要な意義をもつものである。したがって植物はその水利用の可成り大きな部分を蒸散を通じての体温調節に費やしているとみられる。作物の体温の分布と種による差異、環境との関係などの究明は、作物の水利用性や水分生理を明らかにする上で重要な手掛りとなると考えられる。

作物の葉温と蒸散との密接な関連性についてはすでに多くの報告がある。^{4,6,7)}また作物体の水分放出に関連した問題として要水量があり、これについても非常に多くの研究がなされてきている。^{2,11)}葉温、蒸散速度および要水量はいずれも作物の水分生理に関係するものであり、したがってこれら三者の間には関連が予想されている。しかしこれら三者を一体とした相互関係については十分明らかにされていない。本報では主要な夏作穀類を用いて、葉温、蒸散速度、要水量の差異の検討を行うとともに、この結果を通じて三者の相互関係の究明を試みた。

2. 材料および方法

本試験は名古屋大学農学部において 1983～1984年の2ヶ年、7月上旬～9月上旬にわたって行われた。供試材料は表-1に示したようにイネ科穀類として、イネ、トウモロコシ、ヒ

エ、アワ、キビ、モロコシの6種25品種、マメ科穀類として、インゲン、アズキ、ダイズ、ササゲの4種18品種であった。

1) 葉温ならびに葉面蒸散速度の測定：透明プラスチックデシケーター槽中にて行った。測定は晴天日の日中ガラス窓を白紙で不透化した明るい室内で、槽内の気温30℃、照度10KLux前後になる時間帯に行なわれた。なお槽内は無風とし、相対湿度約50%になるよう調節した。供試材料としては水中で切り、十分水揚げしている水挿しの茎葉を用い、成葉の葉身2枚以外はアルミホイルで被覆した。30分間槽内に置き、この間の重量減と葉身面積の測定値から単位葉面積当りの蒸散速度を算出した。蒸散の測定と同時に、葉身表面中央部葉温とその近傍部の気温とをサーミスター温度計で測定した。30分間の平均値から気-葉温差を算出した。

2) 葉水量の測定：図-1に示した簡易測定用ポットを用い、両年とも昼間30℃、夜間24℃、相対湿度70%、自然光の人工気象室内で行った。供試品種は各種とも2品種とした。1983年は用土はパーミキュライト、常時一定範囲の水位を保って栽培し、培養液(ハイポネックス 2000倍液、初期のみ5000倍液)の不足分は腰水灌漑で補給した。1984年は砂耕とし、多量の培養液(ハイポネックス 2000倍液)を用土表面より灌注し、濾過液量との差を測って溶液補給量(蒸散量)とした。1983年は出芽後45日間、1984年は47～64日間の総蒸散量と地下部を含む全乾物増加量から要水量を算出した。

表-1 供試作物

No.	種名	品種名	No.	種名	品種名
1	△ インゲン	さつきみどり	23	● トウモロコシ	ゴールデンクロスパンタム
2		尺五寸	24		ゼリーパンタム
3		白種衣笠	25		シルパークロスパンタム
4		穂高	26		甲州
5		長ウスラ	27	● ヒエ	水来站
6		本金時	28		巢子
7		モロッコ	29		金州
8	△ アズキ	晩生大納言	30		朝鮮
9		丹波大納言	31		奥羽輝
10		早生小豆	32		登谷
11	△ ダイズ	奥原枝豆	33	● アワ	信濃1号
12		鶴の子	34		陸羽2号
13		早生緑枝豆	35		陸羽4号
14		玉光	36	● キビ	信濃1号
15		丹波黒大粒	37		埼玉在来
16		早生枝豆	38		広島コキビ
17	△ ササゲ	黒種三尺大長	39		広島モチキビ
18		赤種三尺大長	40	● モロコシ	ハゼラ726
19	○ イネ (水稲)	日本晴	41		埼玉
20		ササニシキ	42		広島
21	○ イネ (陸稲)	シンハカブリ	43		黒猪2号
22		世界一			

注 △ マメ科(C₃), ○ イネ科(C₃), ● イネ科(C₄)

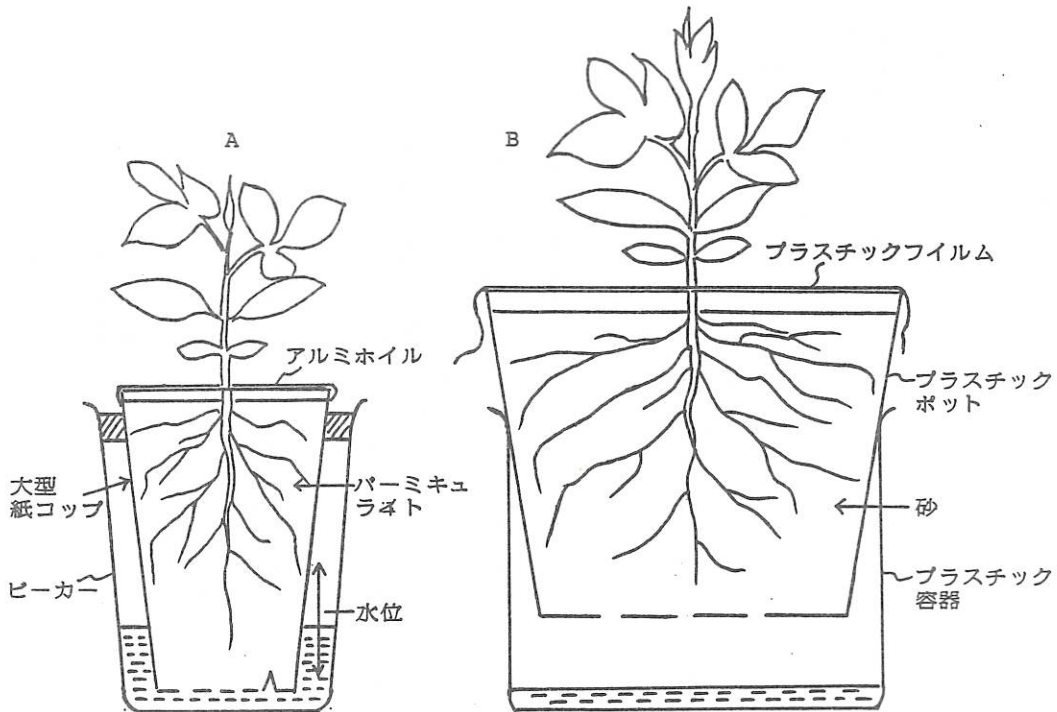


図-1 要水量測定用ポットの略図 (A: 1983, B: 1984)

3. 実験結果および考察

1) 気一葉温差：予備試験の結果では、10 KLux前後のとき、気一葉温差が最も大きいことがわかったので、本研究ではこの照度を実験条件に選んだ。なお気一葉温差は5KLux以下では低照度になるほど減少したが、これは気孔開度の低下によるものと思われ、また15KLuxでも高照度ほど減少したが、これは放射エネルギーによる葉温の上昇に因るものと考えられた。実験槽内は水蒸気飽差21.2mb (30℃-RH50%)と比較的蒸散が促進される条件にあったため、葉温はごく近傍の気温よりいづれも低く、その差は1~4℃に達した(図-2)。とくにマメ

のなかではトウモロコシ、ヒエの葉温が比較的低く、アワ、キビ、モロコシなどの強耐干性作物群の葉温が最も高かった。なお同じ種でも品種によりかなり差異がみられた。しかし本実験の結果から直ちに品種間差異まで論ずるのは速断に過ぎるように思われる。

2) 葉面蒸散速度：図-3に結果を示したが、上述の気一葉温差とほとんど同様の傾向であった。マメ科作物の平均は10.3 mg/cm²/hで、イネ科作物(平均6.7 mg/cm²/h)より明らかに蒸散速度が大きかった。マメ科の中ではインゲン、アズキ、ダイズ、ササゲの順となり、イネ科ではイネ、トウモロコシが大きく、アワ、モロコシ、キビの蒸散速度はとくに小さかった。これ

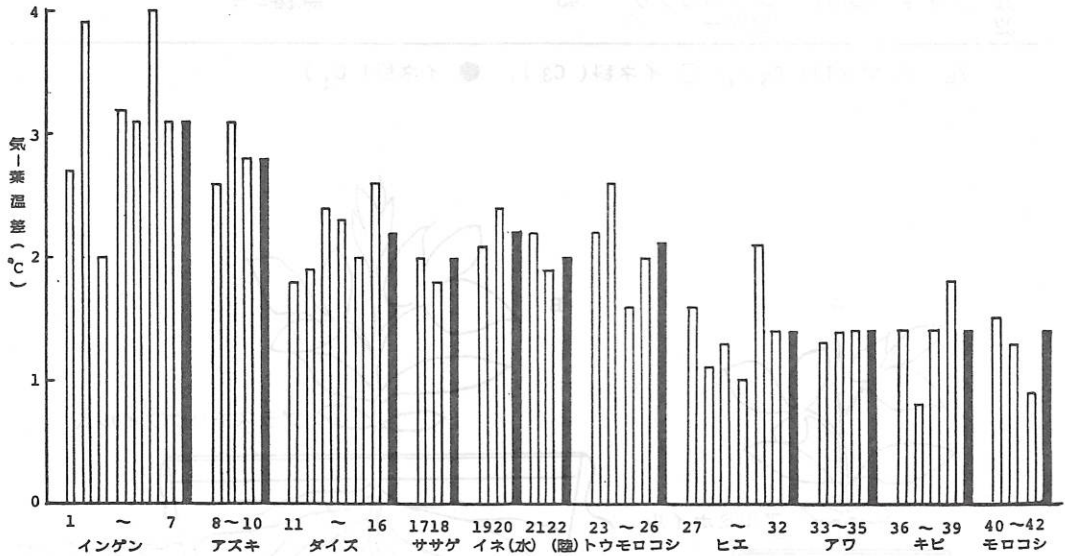


図-2 気一葉温差の種間差異 (30℃, RH 50%) ■ : 平均

科作物では大きく、平均2.6℃であった。これに対しイネ科作物では平均1.6℃であり、両者の間には1℃前後の葉温差があることがわかった。同じマメ科でも種によりかなり異なり、葉温はインゲンが最も低く、ササゲは最高であった。イネ科ではC₃作物であるイネの葉温が他のC₄イネ科作物より低く、またC₄イネ科作物

らの結果は明らかに葉温の低い作物ほど蒸散が活発に行われることを示すものである。

3) 要水量：1983年の実験では生育が著しく不良となり、葉色の黄化や下葉の枯死が目立った。この原因の一つには常時腰水灌水の状態に置かれたため、用土のパーミキュライトが平均71%の水分を含み、非常な過湿条件となったこ

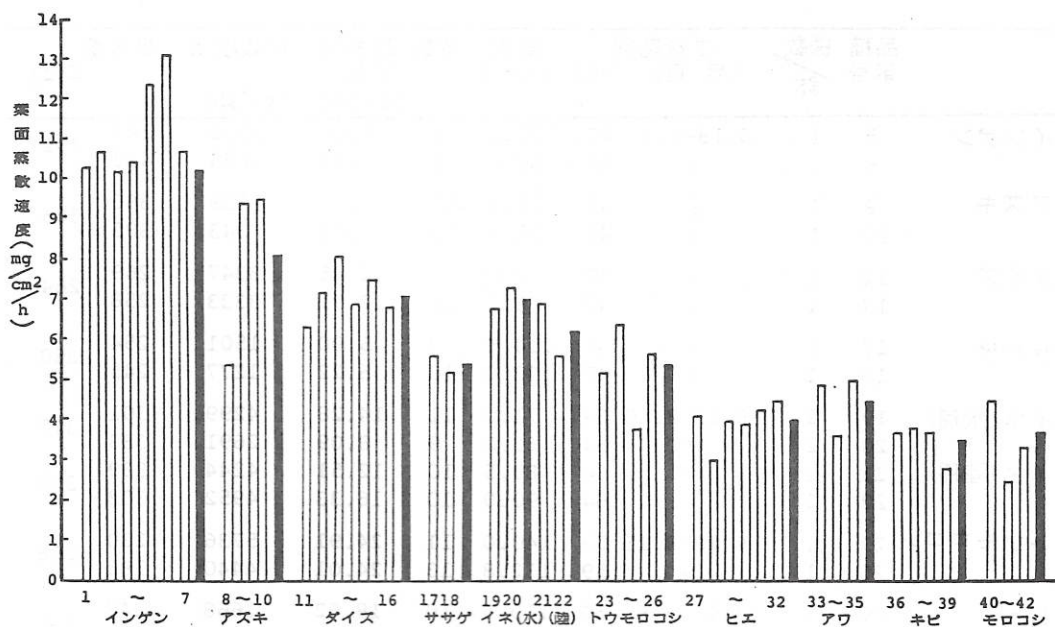


図-3 葉面蒸散速度の種間差異 (30°C, RH 50%)

とが考えられるが、耐湿性の強い水稻の生育障害も大きかったことからみて、むしろO₂不足、PHの異常などが大きな原因となっているのではないかとも思われる。いづれにしても1983年の要水量の値は1984年の1~6倍と異常に大きな値となった。要水量を測定する際、蒸発による水分ロスを極力抑える余り、用土中の気相や液相の更新が不十分となり、生育障害を招き易い。そこで1984年の実験では培養液の補給時に多量の液で用土を洗滌して気・液相を更新すること、排水のよい用土を用い水分を圃場容水量以下に保つことを考慮した。その結果、概ね異常のない生育と、従来の諸報告からみて妥当な範囲と思われる要水量値が得られた。^{2,11)} 表-2は1984年の結果のみを示したものである。マメ科4種の要水量の平均は322でイネ科6種の平均194より明らかに大きかった。C₄作物の要水量が低いことが知られているが、この実験結果でもC₃5種の平均321に対しC₄5種の平均は143と低い値であった。また種別にみると分類

学的な亜科または族の単位で異なり、マメ科では、インゲン、アズキなどアズキ族作物の要水量が大きい。また、イネ科ではC₃のイネ(イネ亜科)はその他のキビ亜科C₄作物に比べて大きく、キビ亜科のなかでは、トウモロコシ(トウモロコシ族)が大きく、ヒエ、アワ、キビ(以上キビ族)、モロコシ(ヒメアブラススキ族)の順に小さく、耐干性の強いといわれる作物ほど要水量は小さい傾向であった。このような傾向は上記の気-葉温差ならびに葉面蒸散速度でもほぼ同様であった。

4) 気-葉温差、葉面蒸散速度、要水量の相互関係: これら三者の相関を図-4~図-6に、また相関表を表-4に示した。気-葉温差と葉面蒸散速度との関係は図-4のようであり、10種43品種全体として $r = 0.822$ の高い有意な正の相関関係がみとめられた。なおマメ科、イネ科、C₃、C₄のグループ別にみた場合でも、やはりいずれも有意な相関関係が得られた。(表-4) このことから両者の密接な関係は作物の種

表-2 生育ならびに要水量の種間差異 (1984)

	品種		生育期間		草丈 (cm)	葉数	乾物増 加量 (g/鉢)	総蒸散量 (g/鉢)	要水量	
	番号	株数 鉢	(月 日)	(日)					平均	
インゲン	5	1	6.18-8.3	47	75.0	8	8.85	3083	348	391
	6	1	〃	47	60.6	6	5.28	2284	433	
アズキ	8	1	〃	47	54.4	11	3.47	1339	386	386
	10	1	〃	47	39.8	9	0.89	343	385	
ダイズ	12	1	〃	47	70.0	9	12.45	3347	269	264
	14	1	〃	47	86.5	12	12.91	3333	258	
ササゲ	17	1	〃	47	114.0	9	5.90	1501	254	250
	18	1	〃	47	132.0	10	5.22	1277	245	
イネ(水稻)	19	2	6.18-8.20	64	71.0	11	14.28	4299	301	317
	20	2	〃	64	81.2	9	8.09	2691	333	
イネ(陸稻)	21	2	〃	64	89.5	10	12.51	4244	339	321
	22	2	〃	64	90.0	10	16.33	4952	303	
トウモロコシ	23	1	6.18-8.15	59	140.0	11	24.91	5736	230	208
	26	1	〃	59	132.8	13	24.01	4440	185	
ヒエ	30	2	6.18-8.6	50	119.5	10	18.62	2668	143	149
	31	2	〃	50	132.0	11	16.05	2468	154	
アワ	33	2	6.18-8.15	59	157.0	14	21.71	2883	133	128
	35	1	6.18-8.6	50	160.0	12	9.06	1102	122	
キビ	36	2	6.18-8.15	59	130.0	10	16.85	2084	124	123
	38	2	〃	59	123.0	10	18.48	2255	122	
モロコシ	40	2	6.22-8.15	55	99.0	12	23.83	2571	108	110
	43	2	6.18-8.15	59	166.5	10	12.36	1389	112	

表-3 作物の種類と気-葉温差、葉面蒸散速度、要水量

	品種数 (種数)	気-葉温差 (°C)	葉面蒸散速度 (mg/cm ² /h)	要水量
マメ科作物	18(4)	2.63±0.68*	8.64±2.42	—
	8(4)	2.56±0.74	8.20±3.24	322.3±74.2
イネ科作物	25(6)	1.60±0.48	4.55±1.30	—
	14(6)	1.73±0.44	5.14±1.19	193.5±88.7
C ₃ 作物	22(5)	2.54±0.64	8.28±2.33	—
	12(5)	2.43±0.63	7.65±2.65	321.2±60.1
C ₄ 作物 (イネ科)	21(5)	1.50±0.44	4.18±0.94	—
	10(5)	1.56±0.40	4.53±0.67	143.3±38.0
イネ科 C ₃	4(1)	2.15±0.21	6.65±0.73	319.0±19.8

* 標準偏差

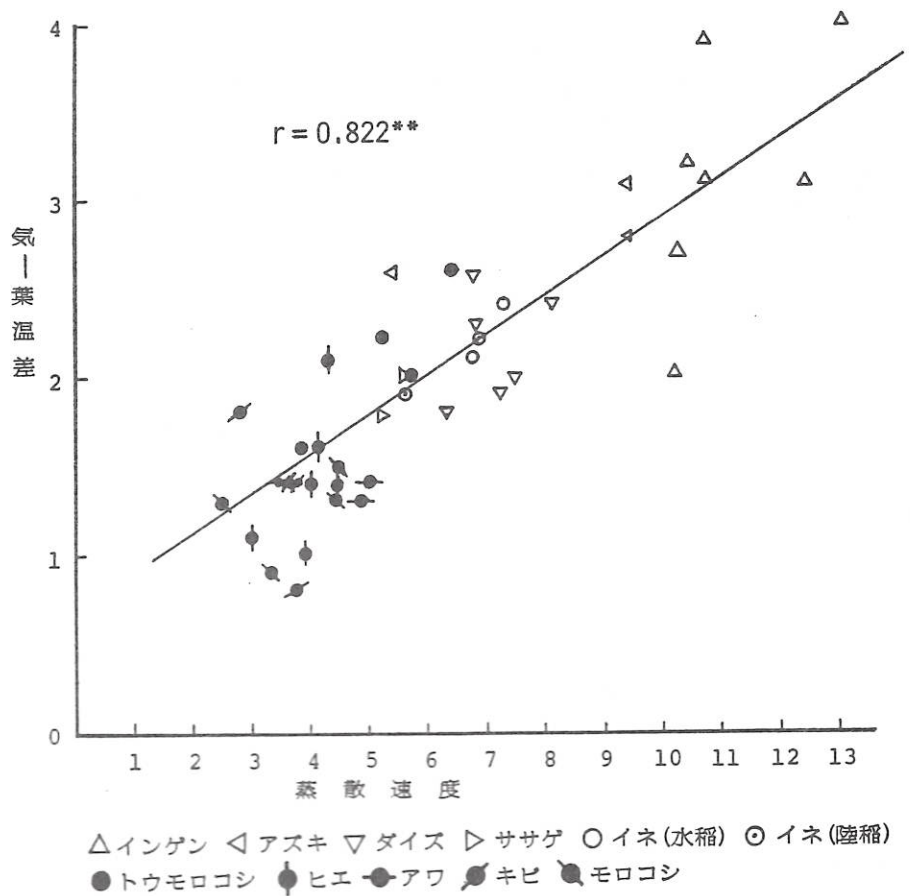


図-4 蒸散速度と気-葉温差の関係

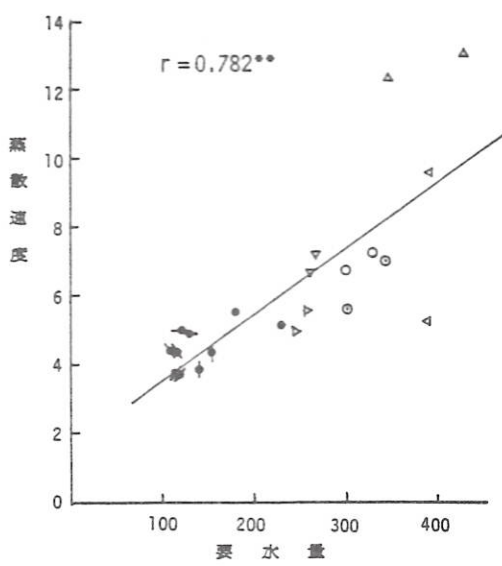


図-5 要水量と蒸散速度の関係
符号は図-4と同じ

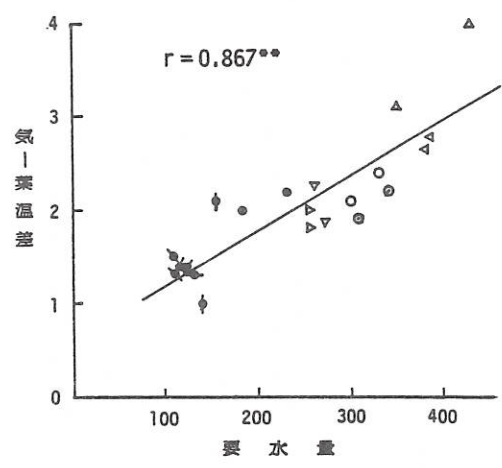


図-6 要水量と気-葉温差の関係
符号は図-4と同じ

表-4 相関表と直線回帰式

	気-葉温差	葉面蒸散速度	要水量	回帰式
気-葉温差 (全)		0.822**		$y=0.215x+0.715$
マメ科		0.771**		$y=0.216x+0.765$
イネ科		0.746**		$y=0.274x+0.353$
C3		0.796**		$y=0.219x+0.727$
C4		0.619**		$y=0.289x+0.295$
葉面蒸散速度 (全)			0.782**	$y=0.019x+1.641$
マメ科			0.674*	$y=0.029x-1.105$
イネ科			0.889**	$y=0.012x+2.826$
C3			0.654*	$y=0.029x-1.628$
C4			0.567	$y=0.010x+3.099$
要水量 (全)	0.867**			$y=0.0058x+0.651$
マメ科	0.886**			$y=0.0088x-0.280$
イネ科	0.799**			$y=0.0040x+0.957$
C3	0.844**			$y=0.0089x-0.427$
C4	0.755**			$y=0.0079x+0.427$

類にかかわらぬ一般的な現象であり、弱光下では蒸散の潜熱が葉温を決定づける主要因であること、作物の種類による葉温の差異は蒸散速度の差異に帰因していることが明らかにされた。要水量の測定条件は蒸散速度、気-葉温差の測定条件と同じではなかったが、要水量と蒸散速度、気-葉温差との間にはいずれも有意な正の相関が得られた。(図-5、図-6)したがって、蒸散が活発で、潜熱による葉温冷却の程度大きい作物ほど要水量が大きいことが判明した。作物の水利用において、養分吸収、物質生産やその他の生理代謝などに必要とされる量に比べ、体温調節のために蒸散を通じて消費される水分量はかなり多く、しかも作物の種類で著しく異なり、このことが作物間の要水量の大きな差異を形成するものと考えられる。また要水量は気孔密度、クチクラ形成など葉面構造の形態的の差異を通じて、蒸散速度の差異と密接に関連するものと思われる。作物の種類による要水量の差異は体温調節に対する要求度の違いに基づくものと考えられるが、これは同時

に環境に対する適応性とも強く関連するものであろう。C₄植物については乾燥に対する適応性が高いとされているが、¹⁾ 本実験の結果でもC₄作物はC₃作物より要水量、蒸散速度が明らかに小さく、C₄作物の経散的水利用性²⁾や乾燥環境に対する生育適応性が示唆された。C₄植物は熱帯地方に原産するものが多く、^{3,5,8,9)} 光合成適温も高いことが知られているが、葉温も高い傾向が本実験でも認められ、このことはC₄作物の蒸散を介しての体温低下の要求度の低さと、高温適応性を示唆するものと考えられる。

以上のように本研究の結果は、作物葉の温度と気温との差を測定することによって作物の種類による要水量や蒸散速度の差異が推定できることを示すと同時に、葉温測定法による耐干性、高温適応性など作物の環境適応性の推定の可能性を明らかにし得た。

5) 生育障害と要水量： 好適土壌水分のとき、要水量の値は比較的小さいが、過湿または乾燥など生育障害となる条件で¹¹⁾ いずれも要水量が増大することが報告されている。本研究でも

1983年の実験結果では生育障害とそれにとまなう過大な要水量値が得られた。そこで生育障害の程度と要水量との関係を見るため、1983年の実験における生育の正常性の度合を日平均乾物重増加量の1984年度実験に対する比で表わし、これと両年の要水量比との関係をみた(図-7)。

これは作物の蒸散機能と光合成機能の相対的關係を示すものでもある。生育障害によって要水量が増大する理由としては、蒸散量の低下に比較して光合成機能の障害により物質生産量の低下がより著しいためと理解される。

最後に本研究のため貴重な雑穀種子を提供し

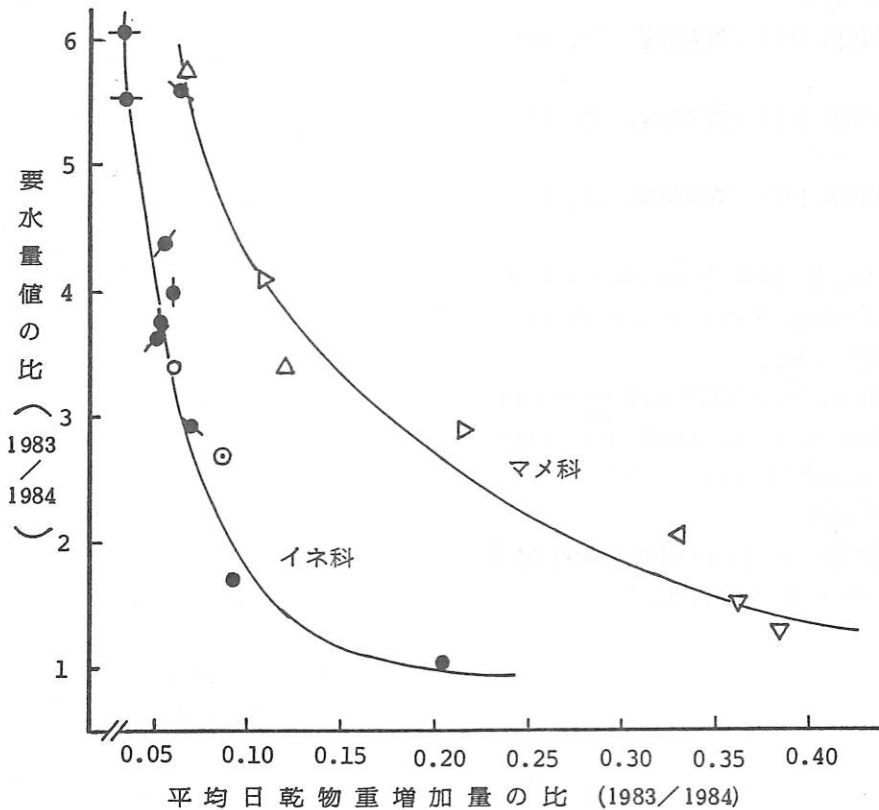


図-7 生育障害(1983)が要水量値におよぼす影響
符号は図-4と同じ

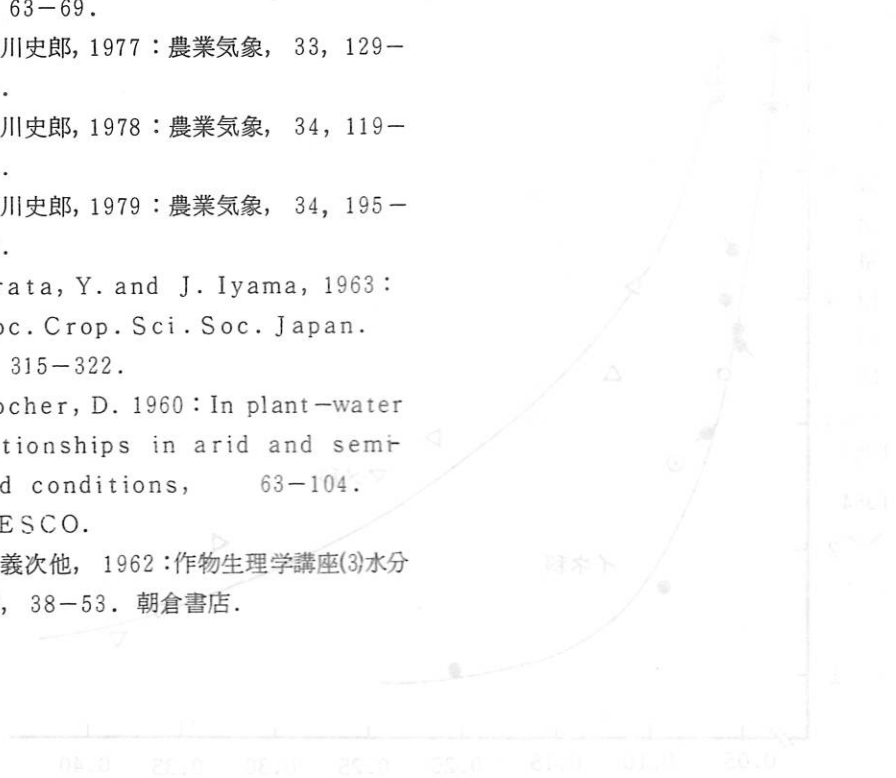
その結果、生育障害の程度が大きいものほど要水量値がより過大な値を示すことが明らかにされた。またこの関係はマメ科作物とイネ科作物では若干異なり、マメ科作物の方が、比較的軽度の生育障害に対しても要水量の増加が顕著であり、イネ科作物より敏感に要水量を変化させることが示唆された。なお、図-7の双曲線的カーブから、生育の正常性と要水量とはほぼ逆比例的な関係にあると推論できる。要水量は蒸散量と乾物生産量とによってきまる値であり、

ていただいた岩手大学農学部本庄一雄教授と名古屋大学農学部河野恭廣助教授に深謝の意を表する。

引用文献

- 1) Chollet, R. and Ogren, W. L. 1975: Bot Rev. 41, 137-179.
- 2) Downes, R. W. 1969: Planta 88, 261-273.

- 3) Jones, C. A. 1985: C₄ grasses and cereals, 47-53, 158-161 199-206, Wiley Interscience.
- 4) 長谷場徹也・伊藤代次郎, 1975: 農業気象, 30, 173-181.
- 5) 長谷川史郎・奥田明男, 1974: 農業気象, 30, 63-69.
- 6) 長谷川史郎, 1977: 農業気象, 33, 129-136.
- 7) 長谷川史郎, 1978: 農業気象, 34, 119-124.
- 8) 長谷川史郎, 1979: 農業気象, 34, 195-200.
- 9) Murata, Y. and J. Iyama, 1963: Proc. Crop. Sci. Soc. Japan. 31, 315-322.
- 10) Stocher, D. 1960: In plant-water relationships in arid and semi-arid conditions, 63-104. UNESCO.
- 11) 戸苅義次他, 1962: 作物生理学講座(3)水分生理, 38-53. 朝倉書店.



カンキツ園の水管理新技術体系の確立に 関する研究

静岡県柑橘試験場西遠分場

菊地重仁・井口 功・加藤昭三

1. はじめに

三ヶ日を中心とした浜名湖北部地域は、全国でも有数なミカン産地である。この地域のカンキツ園の多くは秩父古生層に属し、一般的に耕土は浅く、土壌は重粘でかつ保水性が低く生産は乏しいが、反面土壌が乾燥しやすいので、品質の優れた果実が生産される。

また、近年の温州ミカンの過剰基調のなかで、高品質果の有利性は一段と高まり、食味濃厚な果実生産のために夏秋季の著しい土壌乾燥がむしろ歓迎されて、樹勢の低下や隔年結果ならびに冬期の寒害を助長している傾向がみられる。

浜名湖北部地域の畑地かんがい事業により、昭和61年には一部園地にかんがい施設が導入される背景のなかで、品質を低下させることなく、生産性を向上させる水管理技術体系の確立は、重要な課題となっている。本試験は、夏秋季の栽培様式が、温州ミカンの生態に及ぼす影響を明らかにしようとするものである。

2. 試験ほ場と試験方法

1) 試験ほ場および供試品種

静岡県引佐郡三ヶ日町釣に位置する静岡柑橘西遠分場内の26年生青島温州(3.6m×3.6m植栽)を供試した。ほ場は南斜面の階段畑で、土壌は秩父古生層の植壤土に属する。供試ほ場における温州ミカンの有効根群域の深さは約50cmで、この深さを基準とした有効水分量は48mmであった。

2) 試験方法

かんがい試験の処理区分と内容は表-1に示すとおりで、7、8月を対象とした夏季のかんがい実績は、A区は延8回の115mm、B区は延5回40mmであった。また、A、B区については、かんがい処理終了後に、樹冠下をホーレーで掘削した。試験規模は1区1本3反復とした。

土壌水分の測定は、各処理区別に深さ10、20、30、40、50cmにテンシオメータを設置して毎日午前9時に読みとり、乾燥の著しい日には直接採土法により土壌水分を測定した。

温州ミカンの葉内水ポテンシャルの測定は、午前9時に採葉し、直ちに植物体内水分張力測定機によって測定した。

時期別の果実肥大や果汁成分の調査は常法により実施した。

また、気象観測は場内に設置してある農業総合自動記録装置のデータを用い、処理以外の栽培管理については、当地方の慣行法に従った。

3. 試験の結果と考察

1) 昭和60年の半旬別降水量の推移

60年と平年(昭和46~55年の平均値)の降水量の比較は、図-1に示すとおりである。7月第2半旬から8月第1半旬にかけての降水量は少なかったが、第2~3半旬には台風等の影響で250mmの降雨があった。その後は8月第6半旬、9月第5半旬、10月第6半旬と、70mm近い降雨が周期的にあり、9~10月の降水量はほぼ平年並みであった。

2) 処理区別の土壌水分の変化

深さ20cmにおける土壌pF水分の推移は図-

表-1 かんがい処理区分と試験内容 (60年)

処理区分	試験内容	摘要
A	適湿かんがい	夏季ピーク時 4 mm/day、冬季 1 mm/day のかんがい (60年の夏季かんがい実績延 8 回、115 mm かんがい)
B	1/2 適湿かんがい	適湿かんがい区の 1/2 のかんがい量 (60年の夏季かんがい実績延 5 回、40 mm かんがい)
C	9 月～11 月上旬 降雨遮断	8 月下旬～11 月上旬、ビニルマルチによる降雨遮断
D	対照	自然降雨のみ

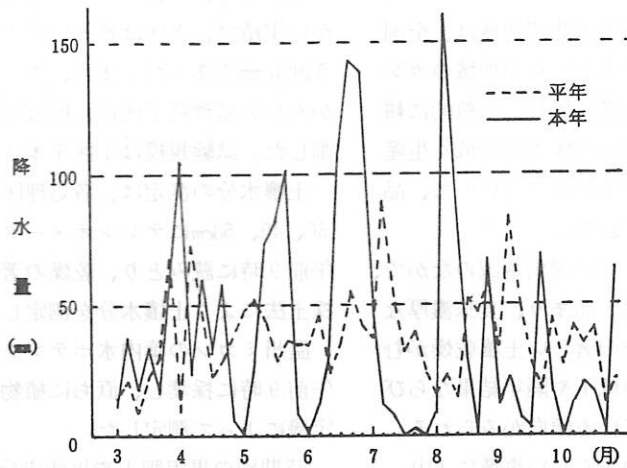


図-1 半月別降雨量 (60年、西遠分場)

2のとおりで、C区のビニルマルチによる土壌の乾燥効果は、マルチ処理直後の9月上旬には認められたが、その後は判然としなかった。また、A区の7、8月のかん水効果は明らかに認められたが、9月以降はC区以上に土壌乾燥が激しかった。土壌水分レベル別の発生率をみると(図-3)、深さ20cmでは前述の結果を反映した発生割合を示したが、深さ30cmで処理の効果が顕著に現われており、pF 2.7以上の発生頻度は、7、8月にはA、B両区で極めて低く、特にA区ではpF 1.5以下の発生頻度が高かった。また、9月以降ではC区のpF 2.7以上の発生頻度が極めて高かった。

C区のビニルマルチによる土壌乾燥の効果は、深さ20cmでは伏流水や蒸発抑制等の影響により発現しにくかったものと考えられる。また、A

区の深さ20cmの9月以降における著しい乾燥については、同様にホーレーで掘削を行ったB区のpF 2.7以上の発生頻度は最も低く、ホーレー掘削による影響とは思われず、今後の検討が必要と考える。

3) 果実肥大に及ぼす影響

果実ヨコ径の日肥大量を図-4に示した。日肥大量は、定時に測定したヨコ径の差をその期間日数で除して算出した。

かんがい処理による果実肥大への影響は明らかで、7、8月における日肥大量は、7月31日～8月14日の期間を除いてA区が大きく、9月以降は、9月20～10月9日の期間を除いて、乾燥の激しいC、A区はD区より日肥大量は劣った。また、10月31日の果実ヨコ径は、A区70.7mm、C区68.3mm、D区70mmで、C区がやや小さ

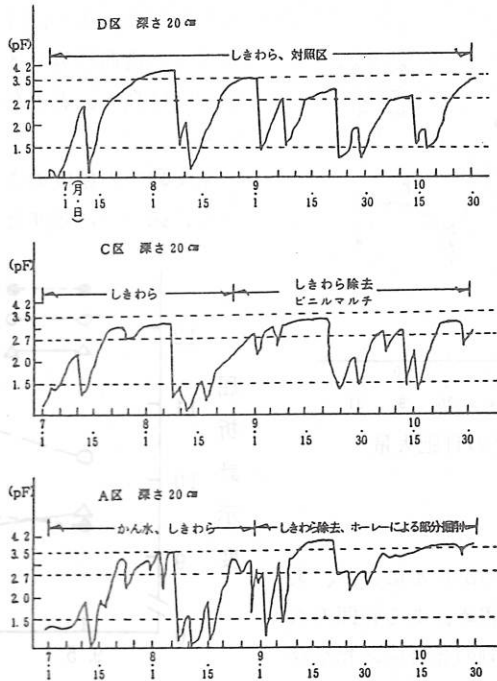


図-2 かんがい処理区別の土壤pF水分の推移(60年)

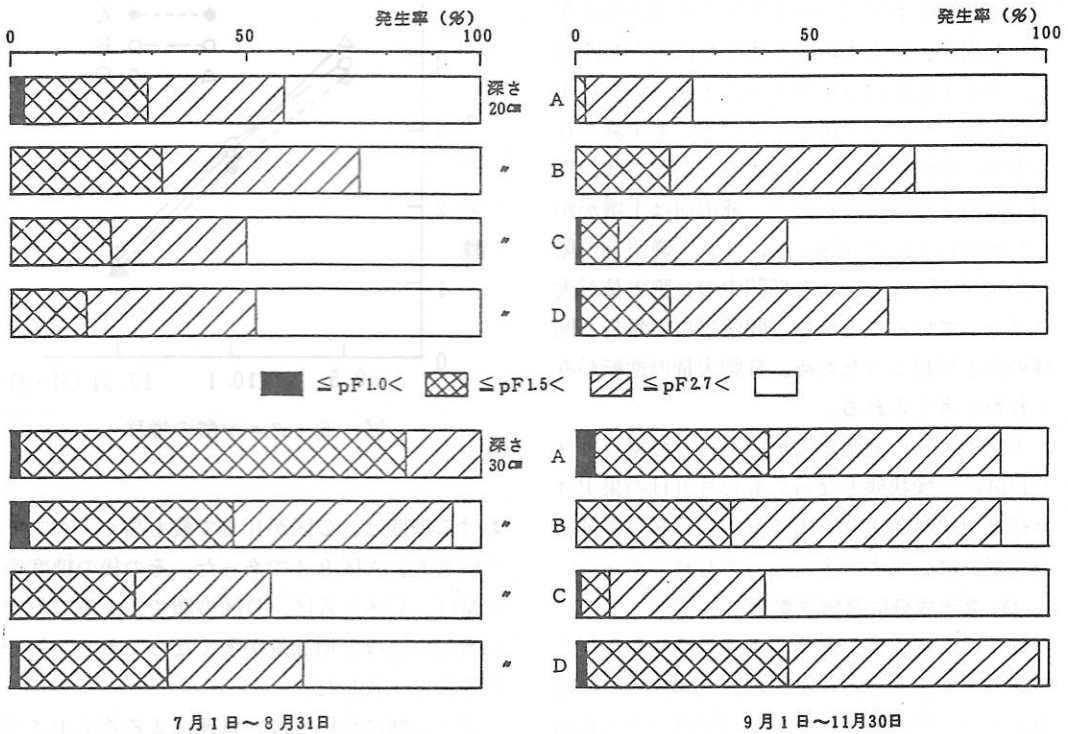


図-3 土壤pF水分レベル別発生率

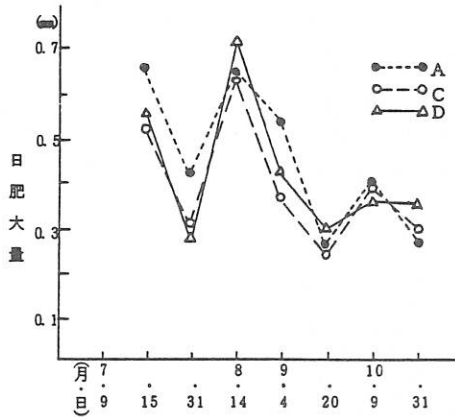


図-4 果実ヨコ径の日肥大量

かった。

(6) 間苧谷らは、乾燥処理後のかん水により、果実が急速に肥大することを認め、ある範囲の水分ストレス下の植物では余剰の光合成産物が存在し、これがかん水後の急速な果実肥大の要因ではないかと報告している。また、鈴木は8月5日~19日にpF 3.4~3.5レベルでかん水を行った場合、かん水により速やかに肥大を開始し、9月上旬にはpF 2.7~2.8レベルのかん水区に追いついたと報告している。本実験で日肥大量の逆転がみられた前述の2期間では、期間中に相当量の降雨があり、降雨前は土壤がかなり乾燥していた(図-1、2)。降雨前の乾燥が激しい区ほど、この期間中の日肥大量が大きくなっていることから、間苧谷らの報告と同様のことが起こったため、日肥大量の逆転がみられたと考えられる。

A区のように適湿かんがいを行った場合、9月以降に乾燥状態となっても10月31日の果実ヨコ径は対照D区よりも大きく、7、8月の補給かんがいは、果実肥大にとって有利であった。

4) 果汁成分に及ぼす影響

秋季の土壤乾燥が温州ミカンの糖度およびクエン酸濃度を高めることについては、多くの報告がある。川野は、興津早生の加温ハウス栽培で、満開後116日から146日の土壤水分状態と可溶性固形物濃度増加量の間に関係がある

ことを認め、また、収穫21日前までのF 2.7~2.9の遭遇日数が多いほど可溶性固形物濃度、酸濃度は高く、着色が良くなること報告している。

本実験での糖度およびクエン酸の推移は、図-5、図-6に示すとおりである。9月5日に

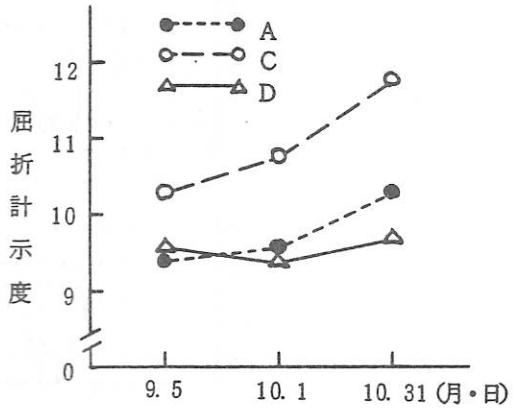


図-5 糖度の推移

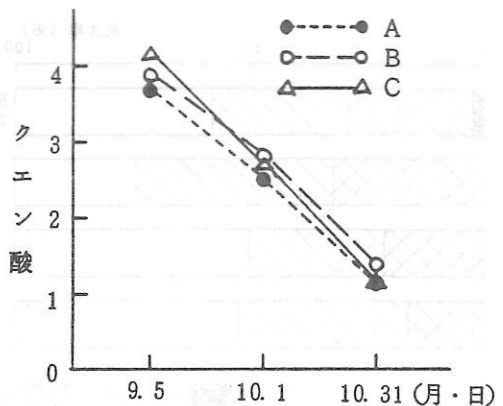


図-6 クエン酸の推移

における糖度は、C区が10.3で最も高く、次いでD区9.6、A区9.4であった。その後の糖度増加量は、C区>A区>D区の順で、土壤の乾燥が激しい区ほど増加量が多くなっており、川野の報告と一致した。

クエン酸については、処理による差も小さく、一定の傾向は認められなかった。

A区と対照D区を比較した場合、8月までの

かん水の影響か、9月5日では、わずかにA区の糖度が低かったが、その後の土壌乾燥の影響でA区の糖度増加量が勝り、10月31日ではA区の方が0.6度高くなった。各処理の樹体に及ぼす影響については今後調査を行うが、樹勢維持と高品質果生産を両立させるためには、9月以前のかん水とそれ以降の乾燥処理の積極的な組合せについても検討を加える必要があると考える。

5) 葉内水ポテンシャルと土壌水分の関係

葉内水ポテンシャルの測定は、前報と同様⁽¹⁾に樹冠赤道部外周に位置する1年生不着果枝上の中央部春葉を午前9時に採葉、測定した。町田⁽⁴⁾は葉内水ポテンシャルが日射量に応じた日変化を示すと報告しているが、本実験においても同様の日変化が認められた。

60年の葉内水のポテンシャルの推移を図-8に示したが、1、2の例を除けば、7、8月のかん水処理期にはA区の葉内水ポテンシャルはD区よりも高い値を示した。また、9月以降には、土壌の乾燥したA区でD区よりも低い値となった。土壌水分張力と葉内水ポテンシャルとの関係は図-9に示したとおりで、0.664の相関が認められ、前報よりも若干高い値となった。⁽⁵⁾間苧谷らは、コンクリートポットに栽植された5年生杉山温州を用いた試験で、日の出後の葉内水ポテンシャルと土壌水分張力の関係は、土壌水分の減少にともなって密接になる傾向があると報告している。本実験においても同様の傾向

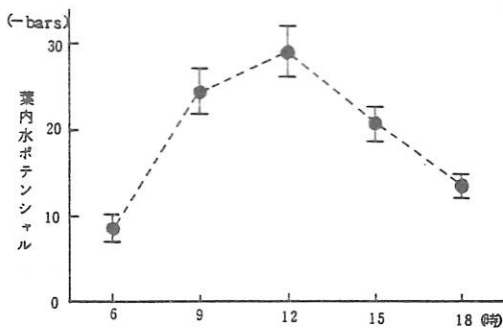


図-7 葉内水ポテンシャルの日変化 (昭和60年10月28日)

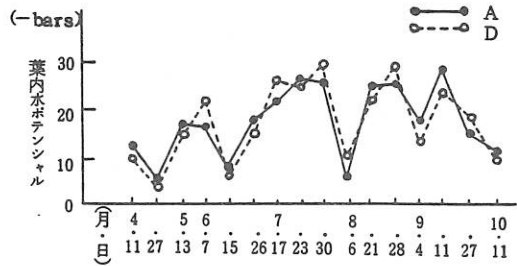


図-8 時期別葉内水ポテンシャルの変化 (60年)

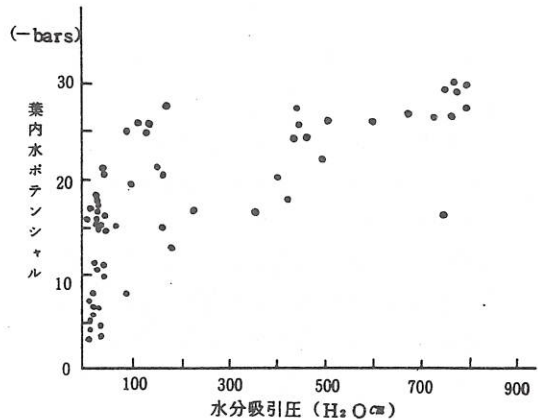


図-9 土壌水分張力と葉内水ポテンシャルの関係 (60年)

が認められ、土壌の水分吸引圧が300 H₂O cm以上で、特に密接な関係となっている。

土壌の乾燥過程は、土壌母材、土層の深さ等にも影響されるが、葉内水ポテンシャルは植物体内の水分状態を直接示すもので、かん水時期の判断にあたって、重要な指標となると思われる。

4. まとめ

7、8月のかんがい処理による果実肥大の促進効果と、9月以降の乾燥処理による糖度の上昇効果が認められ、両者の組合せによって無処理区よりも高品質果が生産されることが明らかとなった。

土壌水分張力と葉内水ポテンシャルの間に $r = 0.664$ の相関が認められ、また、土壌水分張

力が高いほど関係が密接となる傾向がみられた。このことから、葉内水ポテンシャルの測定が重要な水管理指標となりうると思われた。

引用文献

- 1) 加藤昭三・井口 功・菊地重仁, 1985: カンキツ園の水管理体制の確立に関する研究, 農気東海誌, 43, 18-22.
- 2) 川野信寿, 1984. 早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理に関する研究, 大分柑橘試験場研報, 2, 11-34.
- 3) 鈴木鉄男, 1975: 夏季の土壌乾燥にともなう温州ミカン果実の収縮程度と採収果の品質との関係, 農及園, 50, 919-920.
- 4) 町田 裕・間苧谷徹, 1974: 果樹の葉内水分不足に関する研究(第1報) Pressure Chamber による温州ミカン葉の Water Potential の測定法について, 園学雑, 43, 7-14.
- 5) 間苧谷徹・町田 裕・山津憲治・山崎隆生, 1976: 果樹の葉内水分不足に関する研究(第3報) 土壌要因がカンキツ葉の Water Potential に及ぼす影響について, 園学雑, 44, 367-374.
- 6) 間苧谷徹・町田 裕, 1977: 果樹の葉内水分不足に関する研究(第7報) 夏季の葉の水ポテンシャルが温州ミカンの収穫時の果実形質に及ぼす影響について, 園学雑, 46, 145-152.

茶園における凍霜害予測マップの作成例

農林水産省茶業試験場 青野 英也
静岡県牧の原農業用水建設 八木 武則
事務所

農林水産省関東農政局牧之 荏林幹太郎
原農業水利事務所

静岡県茶業試験場 小川 茂
東京農工大学農学部 穴瀬 眞

1. まえがき

茶の凍霜害は良質、多収な一番茶の新芽の生長期に発生する気象災害として恐れられている。従って古くから多くの防止対策が試みられてきたが、現在では被覆法、送風法、および散水氷結法が全国の10,000 haを越える茶園で実施され、今後益々増加する傾向である。

しかし現在までの実施状況をみていると、最も必要とされる地域のみ配置されているとは思われず、特にその傾向は事業として広域的に実施するような場合に強く、防霜施設の適切な配置計画を立て得る基準設定の必要性が痛感される。

たまたま静岡県の茶園の中心地帯である牧の原で、5,000 haを越す台地周辺への導水計画があり、その多目的利用の一環として散水氷結法による凍霜害防止が企図されている。

ただその場合でも、凍霜害の発生頻度や強度には地域差があるように思われるので、そのため散水施設は危険度に応じて効率的に配置しなければならない。著者らはこの台地上およびその周辺につながる茶園について、そうした危険度の強弱をマップ化することが重要と考え、吉野¹⁾が行った霜害の危険度を地形図によって小気候学的に推定する方法に準じ、従来経験的に得られている知識を取込みながら、予測マップの作成を試みた。

2. 予測マップの作成手順

1) 作成方針

(A)この地区の茶園は、大別して標高40～280 m程度の台地上と、そこから東西の低標高の水田部につながる谷あいの傾斜地、平坦地からなっている。

こうした地形のもとで、過去の大きい凍霜害としては1953年、'56年、'77年、'79年および80年があげられ、その間にも局地的にはかなりの頻度で被害が発生している。

(B)この間の被害強度、頻度をみると、

a)台地上は移流の影響を受けやすく、放射冷却による冷込みは頻度がやや少ないが、ここでも地形上若干の凹凸があり、また北部には標高200 mを越す地域があるので、局地的には強被害地域がかなりみられる。

b)また台地をはさんだ東西側のやや低標高の中腹平坦地ないし傾斜地の場合、台地の西側で冷込みがきびしく、強い被害を受けるが、東側に当る島田市、榛原郡地方は被害が少ないか、ほとんど無被害の場合が多い。

c)マップの作成上、以上のような経験的知見は、点数付けに際してかなりの重みをつけて良いと考えた。

d)さらに具体的には

ア. 標高(緯度)の場合

(1)農水省茶試周辺以北:標高200 mを越え、かなり発生強度が強く頻度も高いが、萌芽期が遅くて救われる面もある。

(2)県茶試周辺から小笠原町周辺にかけて：比較的頻度は高いが、部分的な凹地を除いて強度はそれほど強くない。

(3)小笠町赤土原、高橋原以南：発生頻度は減少する。ただし萌芽期、摘採期は早い地域で、それだけ危険度は高まる。

イ.台地上を中心とした東西の関係(経度)

(1)台地上を南北に走る幹線道路を境にして、一般に東側では被害が軽く、西側で強くでる傾向がある。特に台地西側の中腹平坦地、丘陵地で被害が強くなる。

(2)谷間の傾斜地では、南面<東面>西面<北面の順に被害が強くなる。ただ斜面の勾配が強い場合には北、西向き斜面はほとんど被害は発生しない。

ウ.微地形、栽培条件との関係²⁾

(1)同一地形でも若干の凹地があると、その部分の被害が大きい。

(2)茶の栽植状況について、樹高に高低があれば低標高のほうが被害が強くなる。

(3)台地上南部の低標高地域は、萌芽期がやや早くそれだけ危険頻度は高まるが、高標高地域でも早生種の栽培比率が高まれば、危険頻度はかなり異なってくる。

2) 牧之原地区凍霜害発生危険度判定表の作成

以上のような過去の経験から得た知見、あるいは県経済連、農協、普及所等から得た常習地域、無被害地域等の情報を参考にしながら、表-1のように局地的な地域の被害強度判定表を作り、そのなかで地形、茶樹その他の条件について点数としての重みをつけ、その取得点数によって階級分けすることとした。

その際地域区分としては、受益地域を500m×500m(25ha)のメッシュに切り、総点数796点についてそれぞれのメッシュ内の地形を読みとった。

また地域内の防霜ファンの設置状況については、関東農政局牧之原農業水利事務所が別に調査したファンの分布図から、さらに過去の被害発生日の最低気温については、静岡県牧之原農

表-1 牧之原地区凍霜害発生危険度判定表(1)

メッシュNo.

A. 標高

最高標高	m	標高	評点
最低標高	m	201m以上	40点
平均標高	m	151~200m	30
		101~150m	20
		100m以下	10

B. 大きい地形

牧之原台地西斜面 (30点)	牧之原台地上 (20点)	牧之原台地東斜面 (10点)
-------------------	-----------------	-------------------

C. 局地的な地形

平地(凹地) (20点)	東面傾斜 (10点)	西面傾斜 (5点)	その他の斜面方向 南面(10点) 北面(5点)
-----------------	---------------	--------------	-------------------------------

D. 萌芽期との関係

3月末までに萌芽期に入る地域 (10点)	4月1~5日までに萌芽期に入る地域 (0点)	4月6日以降萌芽期に入る地域 (-10点)
-------------------------	---------------------------	--------------------------

E. 防霜ファン設置の有無

メッシュ内面積の50%以上 (10点)	メッシュ内面積の49%以下 (5点)	メッシュ内面積にファンの設置なし (0点)
------------------------	-----------------------	--------------------------

F. 凍霜害発生日の最低気温

(1982年4月11日, 1984年4月8日の最低気温の平均)

0℃以下 (10点)	0.1~1.5℃ (5点)	1.6℃以上 (0点)
---------------	------------------	----------------

G. 総合評点

A	B	C	D	E	F	総計
点	点	点	点	点	点	点

H. 危険度階級表

得点表	0~50点	51~75点	76~100点	101点以上
発生回数	凍霜害はほとんどない	凍霜害は少ない	凍霜害は比較的多い	凍霜害はかなり多い
凍霜害発生の階級	1	2	3	4
該当に○				

業用水建設事務所が該当地区内60数カ所で行った気温の測定値を用いた。

3. 予測マップの作成結果と考察

それぞれのメッシュ内の地形の読み取りを中心に、得られた数値を表-1に示した判定表に当てはめてみたところ、凍霜害発生頻度の高い階

級値 3、4 が全面積の10%に満たなかった。

そこで実際の判定マップと現在まで得られている知識との対応度について検討したところ、各項目についての点数の重み付けもさることながら、項目 A～F の間で、A～C にかけては地形的要素、D（萌芽期）は生物的要素、さらに E（防霜ファン）、F（特定日の最低気温）は A～C に付加する型のもので、A～C と D～F はやや異質のものと思われた。

そこで E、F の項目は判定の基準項目から除外し、地形要素である A～C、および生物的要素の D を加えた A～D だけを対象にして判定表に組入れたところ、表-2 に示すように A～C、A～D とともに凍霜害の危険度の高い階級値 4 は

表-2 決定した階級値の点数付けとその発生比率

(A) - A・B・C - 地形だけの要素（標高、大きい地形、局地的地形）

階級値	点数	メッシュ数	出現比率
1	0～35点	156	19.6%
2	36～50	331	41.6
3	51～65	191	24.0
4	66～	118	14.8
計		796	

(B) - A・B・C・D - 地形+生物的要素（萌芽期の早晚）

階級値	点数	メッシュ数	出現比率
1	0～40点	208	26.1%
2	41～50	288	36.2
3	51～60	187	23.5
4	61～	113	14.2
計		796	

約15%程度、凍霜害が比較的多い階級値 3 は25%弱で、対象地域に対するこのようなランク付けは、ほぼ妥当なものと思われた。

またこのような基準をもとに、階級値をマップ化すると図-1、2のとおりで、地形だけを要因とした場合、凍霜害の危険度の大きい階級値 4 の分布範囲は、台地上の中部から北部に集中し、萌芽期の早晚を組入れた場合には、台地上の南部地域まで階級値 4 の分布が広がった。

以上のような凍霜害の危険度の分布は、従来の経験的知見から推してもほぼ妥当と思われた。

ただこのようにして得られたマップについては、その信頼性を確かめておく必要がある。

その一番適確な方法は、実際の凍霜害発生時にマップ化した地域の全域、あるいは一部の地域を回って、被害強度と階級値が一致しているか否かを判定することであろう。

しかしこの方法も、かなり広域的であるだけに調査労力のかかること。また1メッシュの面積は25haもあり、そのメッシュ内でも場所によって被害強度はかなり異ってくるため、実施方法をかなり吟味しないと、マップとの整合性を把握することは困難であろう。

そこでこの場合は、静岡県牧の原農業用水建設事務所がこの地区の60数カ所の地点で、数年前から行っている気温の測定結果と、同一地点に属するメッシュ内の判定値との相関を求めた。

すなわち地形要因（A、B、C）の総得点と、同一メッシュ内にある気温観測値との関係では、最低気温（ただし実際に凍霜害に見舞われた昭和57年4月11日の値）との相関は0.04、低気温（0℃以下）継続時間月最大値（昭和57年3月）との相関は0.35、低気温（0℃以下）継続時間積算値（昭和57年3月）とは0.27、最高気温（昭和57年4月11日）とは0.27で、いずれも有意な相関関係はみられなかった。

これは気象要因を単一年次だけとっているため、その地点の温度特性を十分正確に表わしていないとも考えられるので、気象データをさらに積重ね、別の要素（例えば晩霜期の平均最低気温、降霜夜の平均最低気温等）を含めてより検討が必要である。

ただしこの地域のように、南北へ30kmを越し、

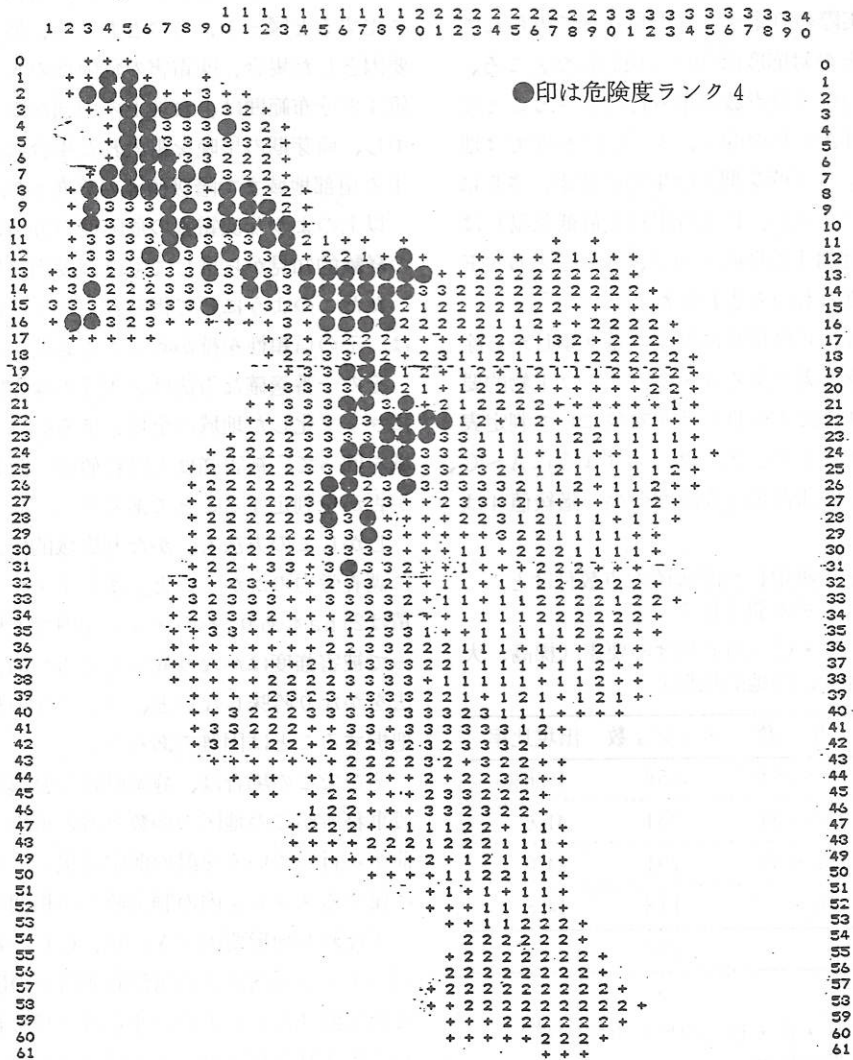


図-1 地形を要因とした場合の凍霜害危険度マップ

5,000 haを上回るような広域になると、そのときどきによって低温化の度合が、地域によって異なることも考えられ、そのようなことが常にあるとすれば、危険度判定マップの対象地域は、さらに狭い地域に限定せざるを得ないであろう。

また一方では、今回行ったような従来までの経験的知見による危険度の強弱判定、地形等を異にした場合の得点の付与の仕方にも、問題がなかったかどうかを十分吟味する必要がある。

例えば前述したこの台地周辺での60数カ所での気温観測値から、数量化理論Ⅰ類を用いて逆にA、B、Cの総得点を推定した。

その結果は表-3のとおりで、大地形については当初与えた得点と全く同じ傾向であり、微地形についてもほぼ同様（北向き斜面などはかなり低くなっているが、凍霜害の発生はやや少ないのが通例）であったが、標高については低標高のほうが重み係数は大となり、当初の得点の重み付けとはむしろ逆になっている。

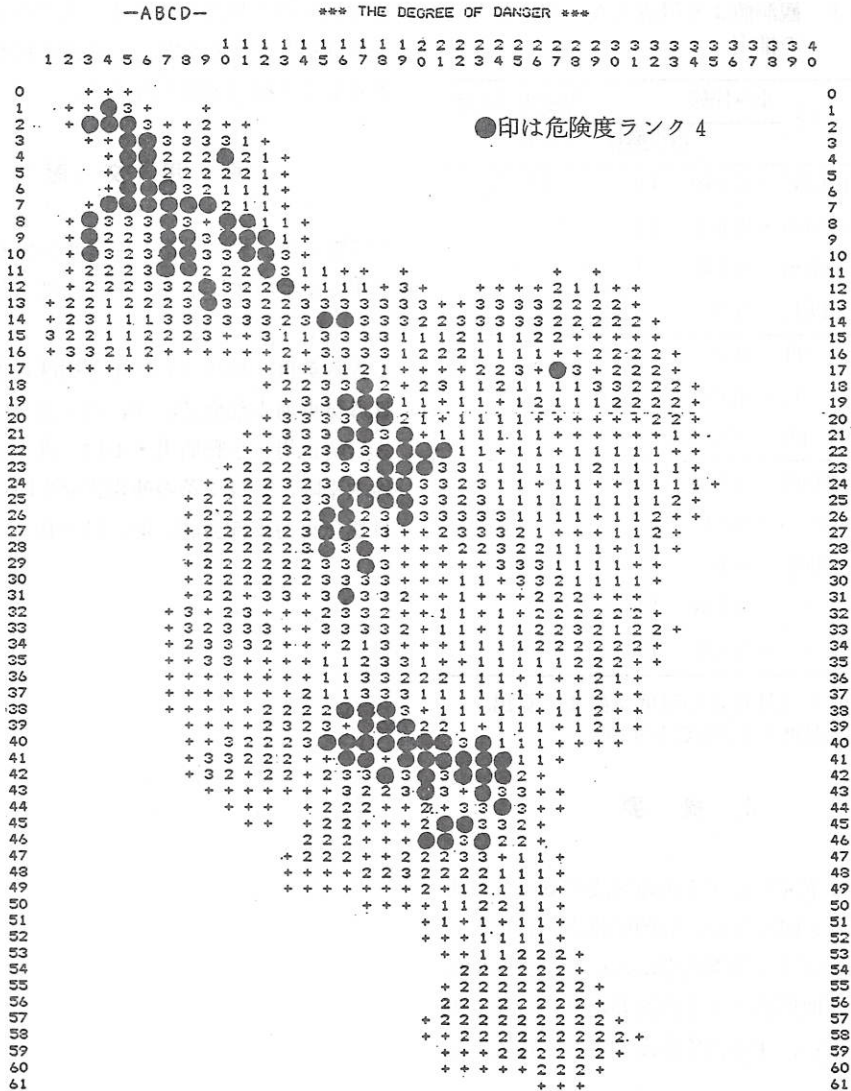


図-2 地形+生物要因(萌芽期)とした場合の凍霜害危険度マップ

こうした傾向を示すことは、冬～春さきにかけての一夜の低温化が、移流冷却によるのか放射冷却によるのか³⁾で、その様相を変えてしまうことを意味するものであろう。

すなわちこの時期の夜間は、1m/sec を越すような風があれば、気温は高標高のほうが低く推移する。しかし1m/sec 以下の風になって放射冷却が盛んになると、低標高地域も冷込みが著しく、この場合高標高の台地上で風がややあれば、相対的には低標高地域のほうが低温化す

る場面もあることを十分想定しておく必要があろう。従って厳密に言えば、凍霜害危険度マップの作成に当っては、移流冷却による凍害(茶の場合4月上～中旬までに多い)と、放射冷却による霜害(4月上～中旬以降に頻度が多い)とを分けて考える必要があるかも知れない。

本研究は社団法人 畑地農業振興会より委託を受けて実施したものである。

表-3 観測値より得点 (A・B・C合計) の推定

因子区分	重み係数		温度低下に対する重み	
		得点換算		
標高	100m以下	-2.043	40	同左
	101~150m	-1.434	28	"
	151~200m	-0.046	1	"
	201m以上	0.0	0	"
大東斜面	0.0	0	0	"
	地台地上	-1.608	32	"
	形西斜面	-1.325	26	"
	微西向斜面	-0.523	11	"
地	東	-0.333	7	"
	平地(凹地)	0.0	0	"
	南向	-0.718	15	"
形	北向	-0.891	18	"

注：1982年4月11日の最低気温より算出。
基準温度を3.953℃とする。

4. 摘要

広域的な茶園における防霜施設の効率的、重点的な配置を図るため、静岡県牧之原台地周辺の5,000haに及ぶ茶園地帯において、従来の経験的知見と地形および生物的要素(茶の萌芽期の早晚)から、凍霜害危険度判定図の作成を試みた。

1)標高、地形あるいは萌芽期の早晚等により、凍霜害の危険度に重みをつけて4つの階級とし、一方ではこの地域1地区25haのメッシュに分けて(796地区)、そのなかの地形を読みとり、階級値を当てはめてマップを作成したところ、地形あるいは地形+生物的要素(萌芽期の早晚)を要因とすることにより、ほぼ妥当と思われる危険度判定図を作成することができた。

2)しかしこのような広域的な場面では、そのときどきで地域による冷込みに差の予想されることが、あるいは移流冷却、放射冷却といった凍霜害の発生機作の違いによって、被

害地域がやや異なってくる等があり、これらの点をどうみるかが、この図の精度をより高める上での検討課題となろう。

引用文献

- 1)吉野正敏, 1960: 霜の危険度を地形図によって小気候的に推定する一方法, 農業気象, 15, 83~87.
- 2)青野英也, 1979: 1979年茶樹凍霜害の実態, 日農気東海支部会誌, 36, 19~28.
- 3)岩崎正男・小野盾男・木村進・此本晴夫・鈴木幸隆, 1974: 茶の凍霜害発生時の気象条件, 日農気東海支部会誌, 29, 11~19.

野菜試験場 大原源二・内藤文男

I. 緒言

現在、我が国の施設園芸総面積は38,754 haとなり、世界一の規模といわれる。このうち約34%、13,559 haが加温設備を有しており、加温面積の約81%が、油炊温風暖房機を設置している(野菜振興課, 1984)。また、省エネ化のため、温水暖房から温風暖房へ暖房法を変更する事例も、近年増加している。こうしたことから、施設園芸全体の省エネ化のためには、油炊温風暖房温室の省エネ化が重要な課題となるものと考えられる。

また、温風暖房時の温室の室温変動の実態や暖房機の稼働実態が未だ明らかにされていないことを考えると、これらを明らかにすれば暖房機の利用法あるいは室温の制御法の改良というソフト的な技術の対応で、容易に省エネ化に対応できると考えられる。他方、施設野菜の生産量が增大して、野菜の高品質化の要請が強くなってきている。これに対応するためにも、温風暖房の特性を把握する必要がある。それには、温風暖房では栽培しにくいといわれる原因の解明や温度管理精度の向上のための室温制御法の改良が重要な課題と考えられる。

本報告では、温風暖房温室の室温の変動状態の特性を報告して、その変動機構を明らかにし、省エネ化あるいは室温制御の高度化について検討したい。

II 実験方法

温風暖房時の室温の変動状態の一例を図-1に示した。これより、温風暖房時の室温の変動状態は、温水暖房時と同様にオーバーシュートの大きさおよび変動周期という3つの変数でよ

く表現できることが分る。ただし、温風暖房では、バーナー停止後に周期的な温風の吹き出しと、それに伴う室温の上昇が認められることが、大きな特徴と考えられる。

室温の変動の特徴を示す3つの変数は暖房負荷率等の条件に応じて変化することが観察された。そこで、暖房機の負荷率と室温の変動状態にどのような関係があるのかを調査した(実験1)。また、暖房機の稼働状況は、温度計の応答性でも大きく異なるように思われた。そこで、市販の温度調節装置の温度検出部を通風した場合としない場合で、暖房機の稼働状況がどのように変わり、室温の変動がどのように変わるかを調査した(実験2)。

実験1. 暖房負荷率と室温の変動状態

間口4.5 m、奥行10.3 m、平均高さ2.83 mの裸地状態の小型ガラス一重温室に、公称熱出力15,000 kcal/hの灯油炊小型温風暖房機を設置して、温風暖房時の室温の変動状態を測定した。室温は、1.5 mの高さに設置した。0.3 mm径のCC熱電対の6ヶ所の測定値の平均とした。外気温は、2ヶ所の平均とした。室温は、約11秒間の測定値の平均値に基づいて、動作すき間を±0.25℃として温風暖房機をオンオフする方法で制御した。実験結果は、一時間毎の平均値について、解析することとした。なお、室温設定値を日々変えて、種々の暖房負荷状態とした。

実験2. 温度計の応答性と暖房機の稼働状況ならびに室温の変動状態

直径が6.2 mmのサーミスタ式温度計を用いる市販の温度調節装置を用いて、実験1と同じ温室で同じ暖房機を用いて、温度検出部部の通風の有無による暖房機の稼働状況および室温の変

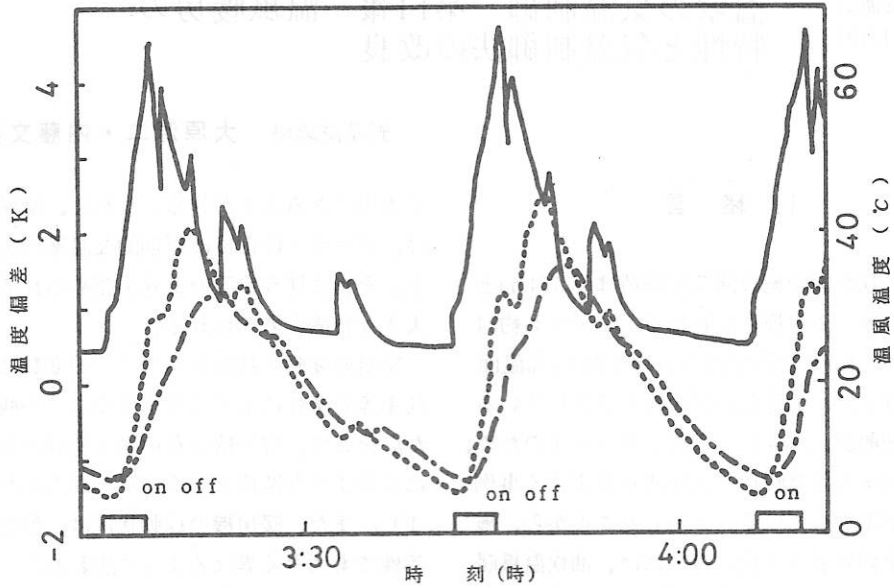


図-1 サーミスタ温度計で制御時の温風暖房温室の室温変動の一例
 (破線：0.3 mm径のCC熱電対による室温指示値、実線：温風温度、
 一点鎖線：4.0 mm径のサーミスタによる室温指示値)

動状態を調査した。室温は通風式の白金抵抗温度計で測定し、外気温は気象観測露場の自記記録結果を用いた。暖房機の作動時間は、毎日の積算時間計の読みとりによった。暖房開始時から終了時迄の記録結果を読みとり、暖房周期と一回当りの燃焼時間を算定した。温度調節装置がアナログ式のため正確なオーバーシュートとアンダーシュートの測定ができなかったため、室温変動の振幅を測定して室温の制御状態の評価に用いた。なお、設定室温は16時～22時迄は13℃、22時～2時迄は11℃、2時～9時迄は9℃とした。

III 実験結果

実験1. 暖房負荷率と室温の変動状態

実験は、昭和55年2月～4月の間に行った。暖房機の稼働割合は、図-2に示すように、暖房時の内外温度差から無加温時の内外温度差を差し引いた値にほぼ比例した。これは、温風暖房は、直接暖房方式であるため暖房負荷率によらず、熱効率がほぼ一定であるためと考えられた。

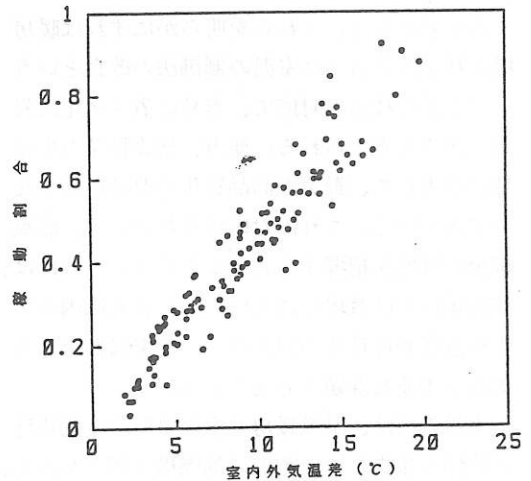


図-2 暖房負荷状態と暖房機の稼働割合

室温の変動状態を示すオーバーシュート、アンダーシュートおよび周期を図-3、4に示した。暖房負荷状態は、燃焼量を実測しなかったため、実験時の内外温度差で示した。連続燃焼時の内外温度差は、20～21℃であった。

0.3 mm径のCC熱電対のように応答性に優れた温度計を使用した場合でも、オーバーシュ-

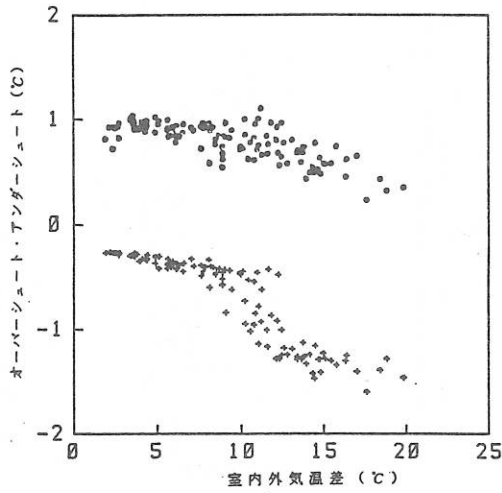


図-3 暖房負荷状態とオーバーシュート、アンダーシュートの関係
(O:オーバーシュート,+ :アンダーシュート)

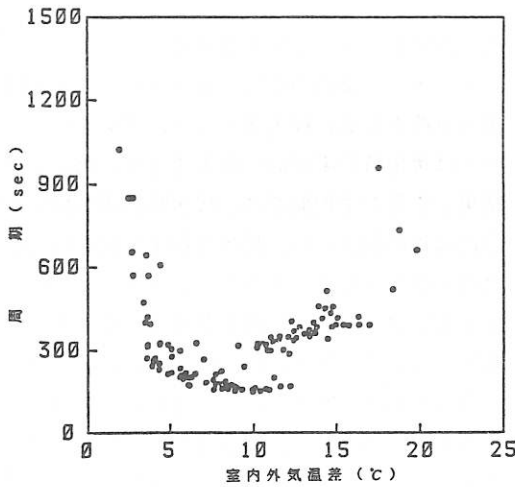


図-4 暖房負荷状態と暖房周期

トは、低負荷時には1℃程度となり、高負荷時には0.3℃程度となった。アンダーシュートは、低負荷時には0.3℃程度だが、高負荷時には1.5℃程度となった。これらの結果、平均偏差は低負荷時には+0.3℃程度となり、高負荷時には-0.6℃程度となった。このように、設定値が同じでも、実際の室温は低負荷時と高負荷時で1℃程度異なった。

暖房の周期は、暖房負荷が中程度の場合には33分程度と短かったが、負荷が高くなって低くなって長くなり、10~15分以上となることもあった。

実験2. 温度計の応答性と暖房機の稼働状態ならびに室温の変動状態

実験は、昭和56年1月から3月の間に行われた。温度検出部に通風時と非通風時の暖房の周期および一回当たりの燃焼時間を図-5に示した。これより、実験1と同様に、暖房の周期は暖房負荷率が中程度で短かく、高くなって小さくなくなって長くなっていることが分る。暖房周期は、熱電対での制御時に比べて、かなり長くなり、無通風時には30分を越えることもあった。また、暖房周期は、通風によって4割程度短かくなった。

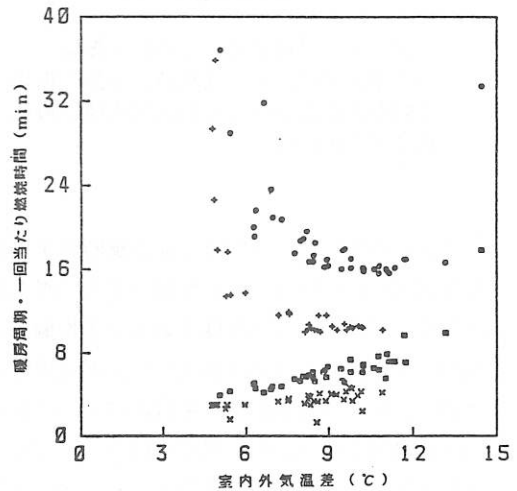


図-5 暖房負荷率と暖房周期および一回当たり燃焼時間

(O:非通風時暖房周期,+ :通風時暖房周期, □:非通風時一回当たり燃焼時間, ×:通風時一回当たり燃焼時間)

図-6に、周期的に変動する室温の最高値と最低値の差をとって、室温変動の振幅を示した。これより、非通風時には4~6℃程度の振幅で室温が振動し、通風時には2~4℃程度の振幅

振動していることが分る。また、最低室温は両者とも同程度と考えられることから、非通風時には、室温の最高値が2℃程度高くなっている分だけ平均室温が上昇し、過剰暖房となっているものと考えられる。

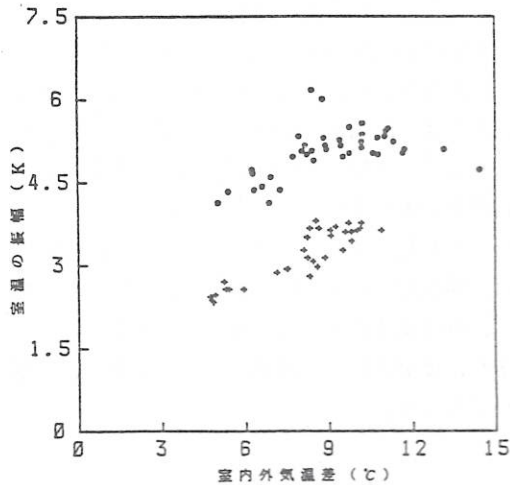


図-6 暖房負荷率と室温の振幅
(○：非通風時，+：通風時，室温の振幅は周期的に変動する室温の最高値と最低値の差で示した)

これらの関係は、通風時と非通風時の平均偏差と暖房負荷の関係を示した図-7で一層明確になる。図では、内外温度差および平均偏差は、夜間の平均値として示されている。非通風時の室温は、暖房負荷率が低い場合には1.5℃程度の過剰暖房となり、高い場合には0.5℃程度の暖房不足となっていることが分る。また、通風時の室温は、暖房負荷率によらず0.5℃程度の暖房不足となっていることが分る。制御に用いた温度計と室温計測に用いた温度計が異なるので、これらの数値に多少の偏りが存在するとしても、非通風状態では暖房負荷率によって平均室温が大きく異なることは明らかである。

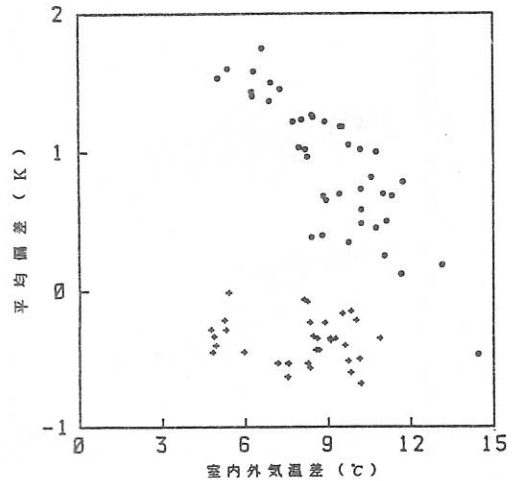


図-7 暖房負荷状態と室温の平均偏差
(○：非通風時，+：通風時)

IV 考 察

1. 暖房負荷率と室温制御状態

オンオフ制御時の室温のオーバーシュートは暖房負荷率が低い程大きくなり、アンダーシュートは暖房負荷率が高い程大きくなった。この結果、室温の平均偏差は、暖房負荷率が低い場合には正の値を示し、暖房負荷率が高い場合には負の値を示した。そのため、サーモスタットが正常に動作しても、暖房負荷率が低くなる温暖地や春あるいは秋には、室温が設定値より高くなる過剰暖房状態となり、過剰暖房の回避という省エネのための温度制御法の改良が必要となるものと考えられる。また、温暖地の厳冬期あるいは寒冷地で高温性作物を栽培したりすると、サーモスタットが正常に動作していても、設定値を保てないという極めて大きな問題を起こすと考えられる。このように低温時に室温を維持できなくなることが、温暖暖房では、高温性作物が作り難いといわれる主因と考えられる。温水暖房では、実際の室温が設定値以下になることは稀なので、温水暖房と同等の室温を確保するには、設定値を場合によっては、2～3℃あげてやる必要があるだろう。省エネのため、温水

暖房から温風暖房に暖房法を変えた場合や温水暖房で得られた作物の設定温度を温風暖房に適用する場合、あるいは温暖地で得られた設定温度を寒冷地に適用する場合等、設定温度を2～3℃程度変更しなければ、実際の室温が同じにならない場合が多々あるものと思われ、作物の温度管理上大きな問題となるものと考えられる。

2. 温度計の応答性と室温の制御状態

温度計の応答性が悪いと室温の検出が遅れ、一回当りの燃焼時間が長くなる。この燃焼時間の差によって、暖房機缶体への蓄熱量に差が生じ、室温のオーバーシュートに大きな差が生じる。そのため、温度計の応答性が悪いと、室温の最高値は温度計の応答性が良好な場合より高くなり、過剰暖房を引き起こす。また、高くなり過ぎた室温の低下に、より長時間を要するので、暖房周期も長くなる。今回用いた温度計の静止空気中の時定数は5分程度であり、通風時には1分程度となっていると推定されることから、このような大差が招いたものと考えられる。

3. 室温制御法の改良に関する考察

室温の制御状態を良好にするには、平均偏差を小さくするとともに室温変動の振幅を小さくする必要がある。

平均偏差が大きくなるのは、室温の変動状態の測定から、低暖房負荷領域では缶体への蓄熱によるオーバーシュートが原因であり、高暖房負化領域では室温の変動に対して暖房機の立ち上りが遅れるために生じるアンダーシュートが原因であると推察された。そして、これらは温度計の応答性が低下することが誘因となってより大きくなっているものと考えられた。そこで、平均偏差を解消するには、オーバーシュートを小さくし、なおかつアンダーシュートを小さくすればよいと考えられた。そのためには、缶体蓄熱量を減少させ、暖房機の立ち上りをよくすればよいと考えられる。暖房機缶体蓄熱量は一回当りの燃焼時間に応じて変わるので、蓄熱量

を減少させるには一回当りの燃焼時間を短くすればよい。そのためには、温度計の動特性を改良して、誘因による影響を最小とする必要がある。アンダーシュートを解消することは困難なので、平均偏差を解消するには、室温変動の振幅を減少させた上で、暖房負荷率に応じて予め室温の設定値を変えてしまう方法が有効と思われる。

室温変動の振幅の増大の主因は、アンダーシュートは暖房負荷率の影響を比較的強く受けるが制御法の影響を受け難いことから、制御法によって大きく変わるオーバーシュートの増大と考えられた。これは、暖房機の缶体への蓄熱量が、暖房機の応答性や制御方法等の種々の条件で大きく変わるためであろう。そこで、室温の振幅を減少させるには、オーバーシュートを減少させればよいと考えられるので、暖房機の缶体蓄熱量を減少させるように温度計の応答性を改良したり、制御法を改良することが有効と考えられた。

引用文献

- (1) 野菜振興課, 1984: 園芸ガラス室, ハウス等の設置状況, P. 331, 日本施設園芸協会.

1. はじめに

施設園芸において、石油に代る自然の暖房熱源としては太陽エネルギーの利用が一番扱い易いと考えられる。しかしこれも暖房に使用する場合は夜間であるため、集熱、蓄熱、放熱等の方法を考えなければならない。また太陽エネルギーを地中や、水に蓄熱するなど^{1,2,3,4,5,6)}の方法が実用化されているが、いずれも顕熱蓄熱であり、蓄熱の方法で、土壌の種類、地下水、断熱、容器、容量など色々な問題が生じているように考えられる。ここでは潜熱蓄熱の方法について検討を行ったので報告する。

2. 試験方法

供試施設は、間口6m、奥行12m、床面積72㎡の南北棟パイプハウスを用いた。供試機は、図-1に示したようなK型(蓄熱能力は4万kcal)及びT型(蓄熱能力は2万kcal)の潜熱交換機を設置した。それぞれの潜熱交換機の蓄熱材は、塩化カルシウム6水塩系を用いた。不足する熱量は石油暖房機で補った。潜熱交換機の制御は、K型は午前は23℃、午後は20℃でファンが稼動し集熱を開始する。T型は午前午後とも23℃でファンが稼動し集熱を開始するように設定した。これら潜熱交換機の設定温度が異なるのは、制御機の構造上の違いによる。すなわちK型の午後の集熱開始温度が低いのは、蓄熱能力が大きく1日の集熱時間を長くする必要があるのである。またT型は、制御機に変温装置が組み込まれていないため一定とした。供試作物はキュウリを用いた。

図-1に示したK型の潜熱交換機は、吸気口は上部にもうけファンで空気を送り込み、排気は両側面下部からポリダクトで通路に導き放出

した。蓄熱材は、硬質のポリ容器に入れて縦に並べた。T型の潜熱交換機は、吸気口は側面前面を利用しファンは排気口に取り付けて、空気を吸いだしポリダクトで上方に導き放出した。蓄熱材は、アルミ箔の袋に入れて棚の上に並べた。

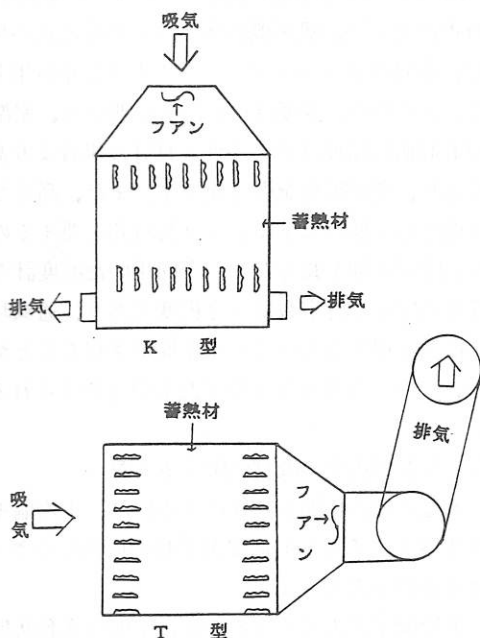


図-1 潜熱交換機

3. 結果及び考察

日射量 試験期間中の日射量は表-1に示したように、1ヶ月の平均で屋外は12月が1日当たり170.7 cal/cm²、1月は242.5 cal/cm²、2月は212.9 cal/cm²であったが、潜熱交換機が稼動した日の平均では、12月が1日当たり203.7 cal/cm²、1月は240.1 cal/cm²、2月は268.2 cal/cm²であった。1月の稼動日の平均日射量が月平均日射量より低いのは、潜熱交換機の制御機のトラ

表-1 日射量 (cal/cm²/day)

月	屋 外		運転日のハウス内		ハウス内透過率	
	月平均	運転日平均	K 型	T 型	K 型	T 型
12	170.7	203.7	126.8	125.2	62.2	61.5
1	242.5	240.1	150.2	137.2	62.6	57.1
2	212.9	268.2	174.5	157.2	65.1	58.6

*ハウス内透過率は%。

ブルで、1月前半の天気の良い日に運転ができなかった結果である。月平均のハウス内への透過率は、表には示していないが各月とも60%前後で推移した。運転日のハウス内への透過率は、K型設置のハウスでは62~65%で、T型設置のハウスは57~61%であった。これら透過率の違いはハウスの被覆材の違いで、T型のハウスの透過率が少し低くなった。

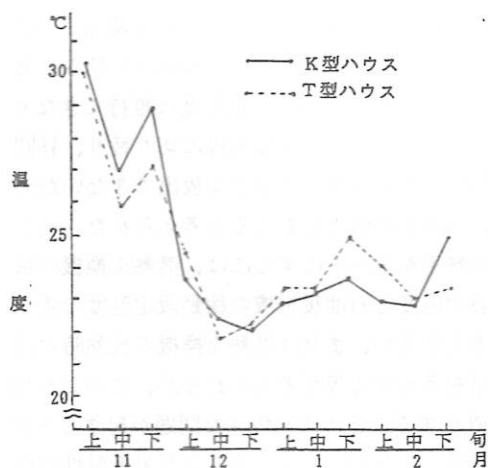


図-2 ハウス内の最高気温の経過

以上のように日射の透過量は、ハウスの被覆材の違いや、構造材の影、あるいは棟の方位^{7,8,9)}などによって異なることから、被覆材は透過率の良いもの(汚れの少ないもの)、パイプハウスなどのような遮光率の小さなもの、棟方位を東西に設置することが望ましいと考えられる。

ハウス内温度 ハウス内の最高気温は図-2に示したように、両ハウス共11月は屋外の気温も高く、潜熱交換機やハウスの換気扇が稼動しても、換気扇を稼動させる設定温度の28℃以上の日がしばしばあったが、12、1、2月は、外気温も低下し設定温度以下で経過した。キュウリの生育適温は25℃前後と言われていることからすると、12月以後の最高温度が、23℃前後となるのは低いのではないかと考えられる。したがってハウス内の温度を上昇させるためには、集熱開始温度を上げるか、または二重固定張りあるいは一層カーテンを一日中閉じておくなどの措置も考えられる。しかし透過日射量の減少や、炭酸ガスの不足、および多湿などが考えられることから作物によって考慮する必要がある。また最低温度は、石油暖房機が稼動するため設定温度を維持した。

集熱量 集熱量は、装置入り口のエンタルピーの差より求め表-2に示した。K型の集熱量は、12月が1日当たり約3万kcal、1月が2万kcal、2月が3万5千kcalであった。T型の集熱量は、12月が1万2千kcal、1月が1万7千kcal、2月が1万9千kcalであった。各潜熱交換機の蓄熱能力に対する集熱率は、K型では12月が73%、1月が50%、2月が89%となった。1月の集熱量及び集熱率の低いのは、先に日射量のところでもふれたが、月の前半が制御装置のトラブルで集熱ができなかったためである。またT型は12月が61%、1月は83%、2月は97%となった。T型は、K型に比較して蓄熱能力が小さいことから、K型のような制御機があれば午後の集熱開始温度を20℃とさげることによって、12月から2月まで100

表-2 潜熱交換機の集熱量

月	集熱量		集熱率		ハウス内日射量利用率		平均集熱時間帯	
	K型	T型	K型	T型	K型	T型	午前	午後
12	29,249	12,185	73.1	60.9	32.0	13.5	9:50 ~ 3:30	
1	19,953	16,677	49.9	83.4	18.5	16.9	10:10 ~ 3:40	
2	35,585	19,470	89.0	97.4	28.3	17.2	9:30 ~ 3:20	

*集熱量はkcal、集熱率及び日射利用率は%。

%の蓄熱が可能であろうと考えられた。月及び機種種の相違による集熱率のふれは、天候のふれや蓄熱能力の違いによるものと考えられる。

ハウス内に透過した日射量の利用率は、K型では30%前後、T型では15%前後であった。K型の利用率が高いのは、蓄熱能力がT型に比較して大きく、午後の集熱開始温度が低いためと考えられる。また集熱ができる時間帯は、およそ10時前後から15時30分頃までの5時間前後であった。集熱運転を開始する日射量は、開始前の室温や外気温、集熱開始設定温度によって異なると考えられるが、この試験では集熱開始設定温度は23℃で、およそ1時間に10kcal/cm²前後の透過量があると集熱運転が可能となった。

集熱率を高めるには、集熱開始温度を下げ、集熱時間を長くする必要があるが、ハウス内温度のところでもふれたように、作物の生育適温との関係で考慮する必要がある。

表-3 潜熱交換機の放熱量 (K型)

月	集熱量	放熱量	放熱率
12	29,249	19,576	66.9
1	19,953	47,777	239.4
2	35,585	29,811	83.8

*集熱及び放熱量はkcal、放熱率は%。

放熱量 T型は制御機のトラブルで測定ができなかったため、K型について表-3に示した。1月の放熱量が多くなった原因については現在つまびらかでないので次期試験で検討する。集熱量に対する放熱量の比率は67~84%であった。

潜熱交換機から得られる20℃前後の温風で暖房する場合は、外気温の低下が早いとハウス内との温度差が大きくなり時間当り被覆面よりの放熱量が多く、ハウス内の温度低下を補うことができないため、暖房設定温度に維持できなくなる。したがって石油暖房機に切り替り、昼間蓄熱したエネルギーの全てを放出できないために、放熱率の低下がおこると考えられた。そこで放熱率を100%にするには、潜熱交換機の稼働設定温度と石油暖房機の稼働設定温度の差を大きくするか、または潜熱交換機の放熱時の送風量を多くする等が考えられるが、このような処置をすることにより色々な問題が起きると思われる。したがってキュウリよりも低温性の作物を栽培することが放熱率の向上に役立つ一つの方法と考えられる。

節油率 この潜熱交換機を使用したことによる節油率は表-4に示した。装置の制御機の関係で、K型についてはハウス内が8℃になると石油暖房機に切り替る。またT型については11℃で切り替るようになっていたが、放熱量の項でもふれたように制御方法が悪く、暖房機とのトラブルで夜間の放熱量が測定できなかった。しかしT型については、対照ハウスの油量との比

較でB項に表示した。A項のK型の節油率は、潜熱交換機の放熱量と補助として用いた石油暖房機の放熱量を計算して出したが、1月については、放熱量の項でもふれたように集熱量より放熱量が多いため、集熱量の80%の放熱率で計算すると55.9%より低くなると考えられる。B項の節油率は、同規模のハウスの暖房に使用した消費油量を100%として計算した。K型に比較してT型は約半分程度の節油率だが、これは石油暖房機の稼働設定温度の違いと、潜熱交換機の蓄熱能力の違いによるものと考えられる。

表-4 節油率(%)

月	B		
	A K型	K型	T型
12	50.3	55.9	29.7
1	55.9	52.7	21.2
2	65.4	69.9	30.7

* AはPCM放熱量/PCM放熱量+石油暖房機放熱量

* Bは対照ハウスの石油使用量を100とした

4. おわりに

キュウリの生育及び収量は、不足分のエネルギーは石油暖房機を設備し補充したので、K型とT型とを使用したハウス間には差が見られなかった。

潜熱交換機を暖房に使用する場合、吹き出す温風の温度は20℃前後である。これに対して石油暖房機の温風の温度は50℃前後と高い。したがって相対湿度は石油暖房機が稼働すると低下するが、潜熱交換機の場合は殆ど変化がない。そこで潜熱交換機だけの暖房は、夜間の湿度対策と病気の発生に注意しなければならない。

また潜熱交換機を使用する時は、補助暖房機が必要であることから、K型及びT型とも、どのような暖房機と組み合わせるかが検討課題である。いずれにしても、制御機の精度が潜熱交

換機を有効に利用できるかどうか大きな問題となるように考えられる。

また潜熱交換機が稼働中には作業者がハウス内にいるため、ファンの回転音の低音化が必要であると同時に、K型のように送風ダクトを通路に置く方式では集熱運転時にはダクトがふくらみ作業者の移動時に邪魔になった。したがって上方に吊すようにする必要があると考えられた。

この試験では床面積が小さいと考えられるため次回は160㎡前後の施設で調査を行う。

引用文献

- 1) 板木利隆, 1979: 太陽熱利用による蓄熱ハウス. 農業及び園芸, 54(1), 181~187.
- 2) 篠崎英二・菊地勝一・久保田勇, 1979: 太陽熱蓄熱温水ダクト利用による小玉スイカの半促成栽培. 農業及び園芸, 54(11), 1385~1387.
- 3) 森 俊人, 1978: 栗石利用による蓄熱ハウスの冬季の実用性. 農業及び園芸, 53(3), 422~424.
- 4) 大林弘道・河野徳義, 1978: ハウストマト栽培における蓄熱マルチの有効利用法. 農業及び園芸, 53(4), 561~564.
- 5) 山本雄二郎, 1981: 太陽熱利用温室. 農業及び園芸, 56(7), 860~866.
- 6) 古在豊樹・武内英雄・岡崎誠司・渡部一郎・林真紀夫・志田憲一, 1983: 内部集熱型水蓄熱方式による太陽熱利用温室の熱的性質. 農業気象, 38(4), 361~369.
- 7) 農林水産技術会議事務局, 1979: 高能率施設園芸に関する総合研究試験成績書, 84~86.
- 8) 三原義秋, 1972: 施設園芸の気候管理(誠文堂新光社), 11~18.
- 9) 三原義秋, 1980: 温室設計の基礎と実際(養賢堂), 60.

潜熱蓄熱材を利用した太陽熱温室 暖房に関する研究

三重県農業技術センター 伊藤重雄・山口省吾
三重県津農業改良普及所 西口郁夫

1. はじめに

施設園芸では、省エネルギー対策として、内部集熱型の地中熱交換方式が一般化している。しかしこの方式は、土壌を蓄熱体とするため、地下水位の高いところや、既設温室での施工等に問題がある。

仁科らは、より普遍的で、高温性作物にも適用の可能性がある潜熱蓄熱方式を検討し、その有効性を示唆した。

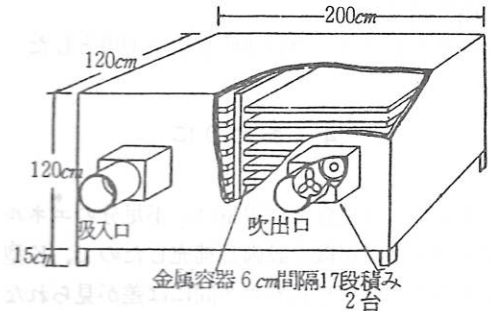
しかし当時は、無機化合物としては、塩化カルシウム程度で、温室用の融点の低い資材はほとんどなく、その性質も不安定であった。そこで、価格の点を除いて、蓄熱材として、望ましい性質を多くもっているポリエチレングリコールを用い、蓄熱槽の構造を中心に検討し、芒硝系資材を用いることで実用化の見通しを得たので報告する。

2. 材料および方法

1980年から1983年までは、潜熱蓄熱材を収納した空気集熱式蓄熱槽を用い、ビニル温室で太陽熱を利用した暖房の可能性を検討した。第一

表に示すように、年次ごとに蓄熱槽の構造や蓄熱材および封入容器の仕様に改良を加え、供試温室や供試作物を組み合わせ比較検討した。'80年・'81年はポリエチレングリコール（400番-40%、600番-60%を混合、融点20℃、凝固点15.5℃、融解潜熱は公称35 cal/g、実測定値21~24 cal/g）利用装置の改良を、82年はポリエチレングリコールと芒硝系資材を用いてトマトの生育を比較した。

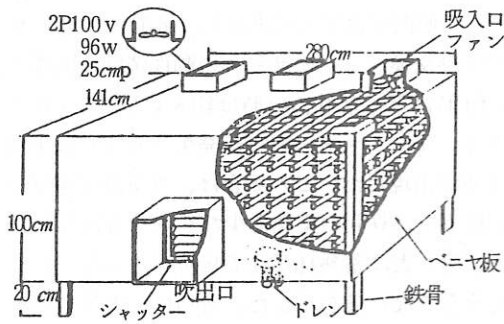
'83年は、蓄熱材の能力が十分発揮できるように、風速、風量、蓄熱材の封入法など、蓄熱槽の構造の改良を図るとともに、小型化、低コスト化、凝結水の排除なども考慮して、芒硝材の吊り下げ方式とし、実用化を目的に検討した。



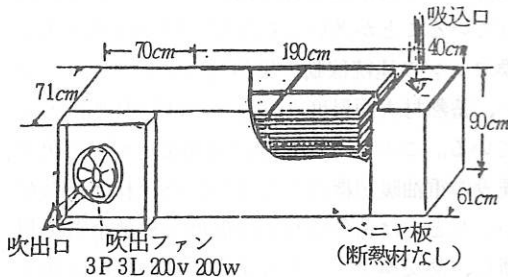
第1図 ポリエチレングリコール・棚板方式(A)

第1表 試験方法の年次別比較

年度	'80	'81	'82	'83
蓄熱槽	<A>PEG・棚板方式 700kg、2台	<A>PEG・棚板方式 700kg、2台	<B'>PEG・パイプ方式 700kg、1台 (吐出口改良)	<C'>芒硝系吊り下げ方式 900kg、1台
		PEG・パイプ方式 700kg、1台	<C>芒硝系棚板方式 500kg、1台	
対照温室熱源	温風機 3kw	なし	温風機 3kw	なし
温室内部被覆	塩ビ一層カーテン	塩ビ一層カーテン	塩ビ一層カーテン	二層カーテン (サンシルバートラブシート)
供試作物	なし	なし	トマト	トマト・ジュンギク



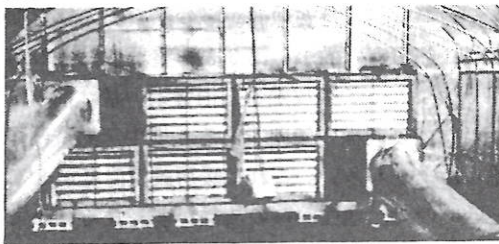
第2図 ポリエチレングリコール・パイプ式(B)



第3図 芒硝系棚板方式(C)

蓄熱材は、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ と $\text{Co}(\text{NH}_2)$ の混合剤(モル比で2対3)で、融点は17~21℃、凝固点は13~17℃、融解潜熱は40cal/gのものを用いた。

装置はこの資材をキルチング状のアルミラミネートのポリエチレンフィルム容器(85cm×55cm×厚さ約1.5cm)に7.5kg封入し、4cm間隔で20枚吊したものを、空気の流れる方向に3列ならべ(蓄熱材合計900kg)、装置の端に3相200Wの熱交換ファンを取り付け空気を吸入した。これを上下に2基重ねて、温室の北端に設置した(第4図)。



第4図 芒硝系吊り下げ方式(C)

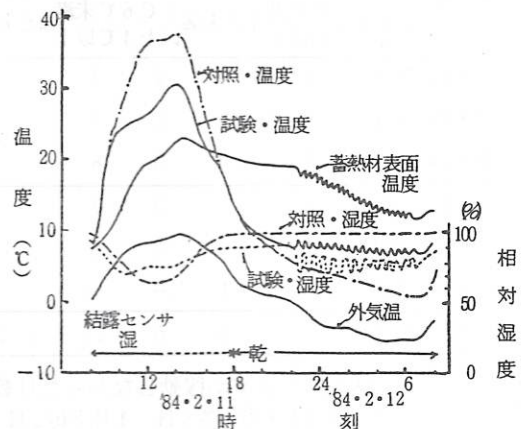
供試温室は、床面積97.5㎡、全表面積192.6㎡の塩化ビニル被覆の南北棟パイプハウスである。内部は屋根面にサンシルバーとラプシートの2軸2層カーテンを用い、サイド部の外側はポリフィルムの固定張りとした。北妻面はサンシルバーと塩化ビニル、南妻面の入口部は塩化ビニルの2重張りである。また蓄熱装置を入れた試験温室と同じ仕様の対照温室を設け、試験温室の熱交換ファンと同調するファン(室内空気攪拌用)を設置し、無加温温室とした。

試験温室は集熱開始温度が23℃、暖房設定温度は8℃であった。調査項目は、温度、相対湿度、日射量、地中伝熱量、蓄熱材の表面温度と結露状況、熱交換ファンの稼動時間および消費電力量とし、供試作物は地中伝熱などの影響を少なくするために、全栽培床の4分の3にシュンギクを12月下旬に播種し、残り4分の1には1月中旬にトマトを定植した。

3. 結果および考察('83年度)

1) 施設内気象の日変化

外気温が-5.5℃とこの冬の極地を示した日の温湿度変化を第5図に示した。最高温度は対照温室が37℃、試験温室が31℃であり、この差がほとん蓄熱材への集熱と考えられる。この時の蓄熱材表面温度は22℃であることから資材はほとんど溶解していたと思われる。夜間は熱交換



第5図 温湿度の経時変化

ファンのon・offにより、蓄熱材の表面温度は鋸歯状に下降し、それに室温と相対湿度が対応している。これらの現象は調査期間中の標準的なものである。暖房設定8℃の場合はサーモスタットの動作する間により室温は7.4±0.8℃で経過した。

夜間の相対湿度は、対照温室がほぼ100%であるのに対し、試験温室は85%前後であった。

これがこの方式の特徴である。夜間の低湿は多湿条件下で発生する病害を抑えやすく、かつ農薬の使用がより効果的となる。

蓄熱材表面への凝固水の付着は、暖かい空気が夜間に放熱しきった冷たい蓄熱材に触れる集熱時に発生する。凝結水は、日射量が少ない厳寒期は余分な気化熱を使用しないように、また日射量が増る2月下旬からは植物体の蒸散作用を促進するため、積極的に集水する必要があるこのため、蓄熱材はアルミ加工の吊り下げ方式とした。しかし集水方法が不十分でこの部分は改善の余地がある。

2) 暖房効果

暖房効果は第2表に示すように、最低夜温の出現日数で判断した。表では、室温6℃を維持できたのは試験温室が1、2月の調査日数の80

第2表 最低夜温の温度別日数(83年度)

月・旬	試験温室		対照温室			
	6℃以上	6℃未満 4℃以上	4℃未満	6℃以上 4℃以上	6℃未満 4℃未満	
1・上	10(1)	0	0	2	2	6
1・中	7(1)	2	1	1	5	4
1・下	10(1)	1	0	0	8	3
2・上	4(0)	3	3	0	3	7
2・中	9(2)	1	0	2	5	3
2・下	7(2)	0	1	—	—	—
計	47(7)	7	5	5	23	23

() 内は熱交換ファンが稼動しなかった日数
10℃設定日 1月上・中旬各5日 1月下旬2日
一層カーテン時2月下旬

%、対照温室は10%であった。6℃で区分したのは熱交換ファンのサーモの動作隙間の関係で、off時は低くなり、on時は約8℃となるからである。またトマトの障害が発生する4℃以下は5連日出現した。この場合は、外気温が連日0℃以下で、昼間の集熱も少なかった日にみられる。第3表は蓄熱材だけで暖房がまかなえた日とそうでない日を示した。蓄熱材の集熱量はその表面3ヶ所に張りつけた温度から推定した。暖房のまかなえた場合は集熱量が放熱量を上回っていることが多い。しかし2月の例では熱交換ファンの連続稼動で集熱量を出しきってしまい、蓄熱材表面温度と室温がほぼ同温まで下っている。このような場合は補助暖房が不可欠で、既設の重油暖房機などと併用しなければならない。たとえば蓄熱資材表面温度で放熱余力を判断し、熱交換ファンを停止して補助暖房に切りかえ、変温管理の早朝加温時にそれを使用するなど経済性を考慮した活用が可能である。またトマトの場合は、果実肥大期は低温管理でも収量・品質への影響が少ないことから、期間変温管理をするべきである。つまり厳寒期までに着果、果実形成を終えさせればよいわけで、本方式での成果は促進栽培でも十分生かされる。

3) 消費電力量と集熱効率

本方式の消費電力量は第4表に示すように月平均100kwである。そこでこの装置を12~2月は各100kw、11月と3月は50kw使用した場合の電気料金は、基本および使用電力料金と電気税を加えると約100㎡の温室で2万円弱となる。これは単純に1000㎡に換算しても、地中熱交換方式のそれより安い。

この消費電力量と地面からの熱の出入りを加えて、熱収支の面から第3表を整理したものが第5表である。集放熱量と消費電力量は前項で示したのと同様の傾向である。地中伝熱量は予想したよりも多い。これは暖房設定温度が8℃と低いので、地面からの放熱が多くなるためであろう。これを1月の31日間の屋外日射量と集熱量(第6図)、あるいは昼間の地中伝熱量(第

第3表 集放熱量と最高最・最低温度

年・月・日	試 験 温 室			対 照 温 室		外 気 温		蓄熱材表面**		
	集熱量	放熱量	放熱/集熱	最高温度	最低温度	最高温度	最低温度	最高温度	最低温度	
'84・1・26	29,391 ^{kcal}	27,441 ^{kcal}	0.93	24.0 ^{°C}	6.7 ^{°C*}	26.5 ^{°C}	4.2 ^{°C}	-0.8 ^{°C}	16.2 ^{°C}	7.3 ^{°C}
27	30,018	24,843	0.83	25.5	6.5 [*]	28.0	4.3	-0.5	17.2	12.3
28	27,195	23,790	0.87	25.5	6.5 [*]	27.5	3.8	-1.7	18.0	12.3
29	25,410	29,040	1.14	27.0	6.6 [*]	30.0	3.5	-3.0	18.7	11.8
30	30,408	750 ^{***}	0.02	27.5	7.4	32.0	5.5	0.3	19.2	13.5
平 均	28,484	21,173	0.76	25.9	6.7	29.0	4.3	-1.1	17.9	11.4
'84・2・6	18,240	35,205	1.93	25.5	4.8	30.0	2.5	-4.0	18.7	5.0
7	27,210	27,660	1.01	25.0	4.0	29.0	3.0	-2.5	16.3	4.0
8	23,325	23,775	1.02	25.0	3.0	25.5	2.0	-2.5	15.8	3.0
9	8,100	7,575	0.94	24.0	4.2	25.0	3.0	-2.0	14.5	4.2
10	27,585	26,160	0.95	24.5	6.6	29.0	3.5	-1.5	16.3	7.3
平 均	20,892	24,075	1.17	24.8	4.5	27.7	2.8	-2.5	16.3	4.7

日付は当日8:00より翌朝8:00までとした。* on-off時の最低値 ** 3点の平均値 *** 夜温が高く、熱交換ファンの稼働なし。

4. 摘 要

第4表 消費電力量 ('83年度)

月・旬	集 熱	放 熱	計
	kw	kw	kw
1・上	21.9	13.8	35.7
1・中	13.9	22.9	36.8
1・下	17.4	14.9	32.3
2・上	11.0	32.0	43.0
2・中	18.4	9.8	28.2
2・下	14.7	9.2	23.9
計	97.3	102.6	199.9

7図) の関係を見るといづれも高い相関がある。平均すると屋外日射量の約10%が装置へ蓄熱され、その8%が地中へ蓄熱される。以上のことから本方式の集熱効率は0.1、地中伝熱量を加えた場合の集熱効率は0.18程度である。

1980年から1983年まで当センターでのビニル温室内に収納した空気集熱式蓄熱槽を設置して太陽熱利用の温室暖房の可能性を検討した。

1) 潜熱蓄熱材として、ポリエチレングリコールと芒硝系資材を用いたが、潜熱能力が大きく、かつ安定的な、価格の安い芒硝系資材がすぐれていた。

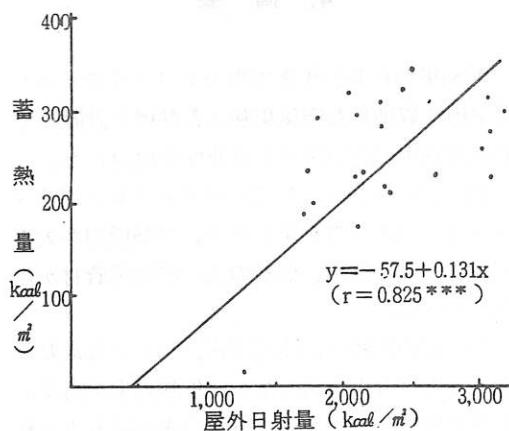
2) 蓄熱装置は、棚式方式、パイプ方式および吊り下げ方式を試みたが、集熱効率が高く、小型で施工の簡便な吊り下げ方式が最もすぐれた。

3) 芒硝系蓄熱材の吊り下げ方式潜熱装置は、実用性が高く、集熱効率は約0.1で、厳寒期の室温6℃維持日数は調査期間中の80%であった。この温度は期間変温管理下のトマト栽培では収量・品質に問題はない。しかし期間中の10%にあたる4℃の日については、補助暖房が不可欠となる。

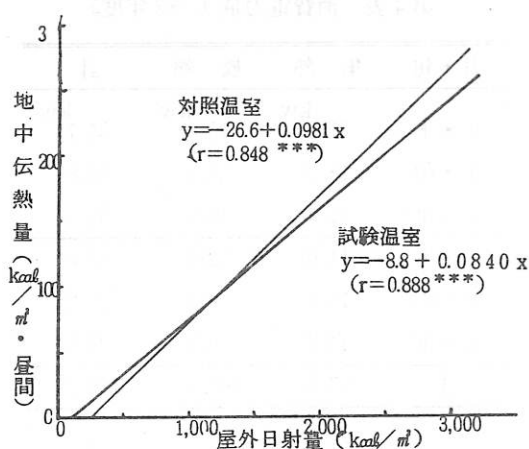
4) 相対湿度の日変化は無加温温室に比べて少なく、夜間の湿度は低かった。また蓄熱材容

第5表 ハウスの熱収支 (kcal/m²・day)

月・日	昼			夜			
	屋外日射量	地中伝熱量	蓄熱量	消費電力量	地中伝熱量	放熱量	消費電力量
'84・1・26	3,186	220	301	19	-246	-281	6
27	2,800	200	308	21	-252	-255	7
28	3,086	207	279	19	-262	-244	7
29	3,024	224	261	22	-271	-298	8
30	2,276	179	312	18	-232	-8	0
平均	2,874	206	292	20	-253	-217	6
'84・2・6	2,862	215	290	18	-226	-361	29
7	2,849	210	279	10	-215	-284	32
8	2,351	195	239	7	-219	-244	35
9	1,740	153	83	2	-192	-78	33
10	2,912	235	283	11	-174	-268	19
平均	2,543	202	235	10	-206	-247	30



第6図 屋外日射量と集熱量



第7図 屋外日射量と昼間の地中伝熱量

器に付着する凝結水は午前中に多く、集水方法の改良を行なえば過湿対策としても有効である。

5) 以上のことから、芒硝系の吊り下げ方式潜熱蓄熱システムは既設の温風暖房機などの補助暖房と組み合わせれば、同じ内部集熱型の地中熱交換システムと同等か、それ以上の効果が得られる。

引用文献

- 1) 仁科弘重・高倉直, 1983. : 農業気象, 39, 201~211.
- 2) 大原源二・内藤文男, 1981. : 農業および園芸, 56, 741~746.

- 3) 竹田武司・工藤康夫・町田育彦, 1984 :
エネルギー・資源, 5, 484~489.
- 4) 与語正己・古那年昭, 1982 : 中電総技研
研報, No. 98.
- 5) 田中和夫・安井秀夫, 1984 : 農業および
園芸, 59, 1427~1431.
- 6) 内藤文男, 1984 : 施設園芸要覧, 84, 30
~36.
- 7) 高橋和彦, 1984 : 施設園芸要覧, 84, 70
~76.
- 8) 高倉直, 1981 : 施設園芸, 23(4), 28~
31.
- 9) 石井正義, 1984 : 施設園芸要覧, 84, 77
~82.
- 10) 小坂峯雄, 1980 : 名工試報, 29, 53~57.

支 部 会 報

○ 昭和60年度総会ならびにシンポジウム

60年度総会は8月8日静岡大学農学部で開催され、59年度の事業と会計決算報告、ならびに60年度の事業計画と予算案の審議が行われ、いずれも承認された。

シンポジウムは、静岡大学農学部高橋和彦会員の「植物工場における好適環境条件」に関する特別講演にひきつづいて静岡県下の野菜の工場的生産施設を見学した。なお、現地見学は当所2ヶ所を予定したが、うち、三浦農園（ハイシャトル）は園主の説明をきくだけに止り、他の1ヶ所M式水耕によるミツバ、中国野菜の栽培施設の実地見学を行った。参加者は60名であった。

○ 昭和60年度研究発表会

11月16日、農水省茶業試験場で60年度研究発表会が行われた。発表課題は9課題、出席者は25名であった。

○ 農業気象用語解説集の購入あっせん

本学会発行の用語解説集購入希望者を支部ごとにとりまとめるよう依頼があり、当支部から44部の申込みを行った。

日本農業気象学会東海支部 投稿規定

寄稿論文は表題、所属機関名、著者名、本文、文献の順に記載する。印刷4頁（400字詰原稿用紙約20枚、但し図及び表を含む）までは支部で負担します。超過頁のあるときは1頁4,000円の割合で負担願います。

図は黒で明りょうに書いて下さい。

文献を記載される場合は著者名の姓のアルファベット順とし、次のように書いて下さい。

雑誌の場合 著者名、年号：表題、雑誌名、巻（号）、頁。

単行本の場合 著者名、年号：書名、発行所、頁。

原稿は報告後1ヶ月以内に下記編集系宛に送付下さい。

期日内に到着しない論文があると発行期日に差し支えますので十分注意して下さい。なお、著者校正ができませんから、原稿用紙に特に明りょうに書いて下さい。

別刷は50部支部で負担します。

原稿送付先 〒470-23 愛知県知多郡武豊町字南中根 45

野菜試験場施設栽培部気象研

日本農業気象学会東海支部 編集幹事 大原源二

キリ・モヤ追放

キリカット

〈キリ・モヤの悩みもこれで解消!〉

農ビのパイオニア三井が、キリ・モヤの抑制を飛躍的に強化したキリカットを開発しました。新製品キリカットは、従来からの優れた特性に加え、朝夕のキリ・モヤの発生を抑えて光をよく透し、過湿を防いで最適な栽培環境をつくります。

キリカットの特長

- 過湿を防ぎ、病害の発生を抑制します。
- 農薬散布効果が向上します。
- 太陽光線を十分に透過します。
- 農ビの優れた特性を備えています。

三井のキリカットシリーズ

トウメイキリカット

スーパーライトキリカット

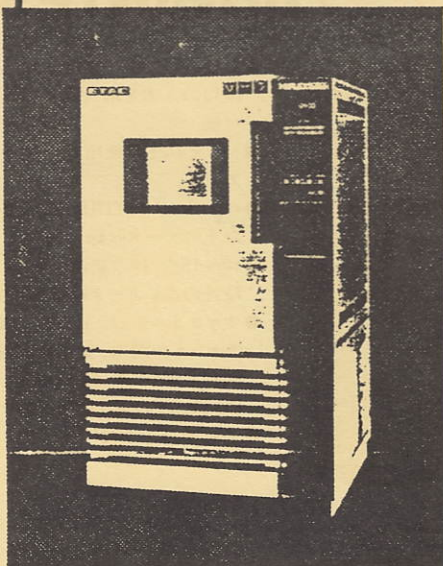
ベタツカースキリカット



三井東圧化学株式会社

樹脂加工本部

本社/東京都千代田区霞ヶ関3-2-5(霞ヶ関ビル)〒100
 ☎(03)593-7735(ダイヤルイン)
 大阪支店/☎(06)446-3765(ダイヤルイン)
 名古屋支店/☎(052)961-3311(代表)
 福岡支店/☎(092)271-8585(ダイヤルイン)
 札幌支店/☎(011)261-1411(代表)



温湿度試験器

エタック環境試験器



ETAC製

楠本化成株式会社
エタック事業部

代理店

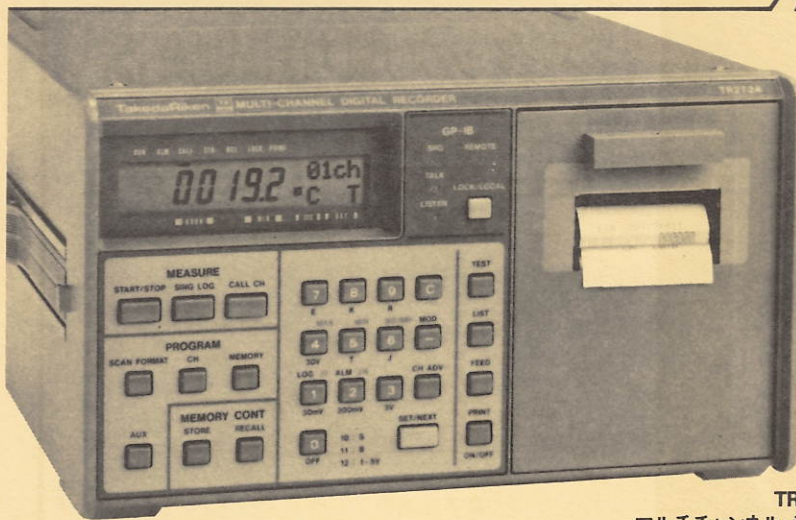


電子計測のコンサルタント

東海電子計測工業株式会社

本社 名古屋市名東区猪高町楮子石亀島42-1
 〒465 電話 <052> 772-0501 番代
 津営業所 三重県津市丸之内裏正町7番(山田ビル)
 〒514 電話 <0592> 25-5405 番代
 岡崎営業所 愛知県岡崎市六供本町1丁目26-2
 〒444 電話 <0564> 24-5431 番代

ADVANTEST®



- 温度、直流電圧、計装入力など12種類の入力を最大30点まで入力可能
- バッテリなどの使用ができる3電源方式
- バッファ・メモリ(TR13213)で24,000以上のデータ収録可能
- 10~15点/秒の高速スキャンで同時性の高いデータ収録を実現
- チャンネルごとの上下限判別や、チャンネル間差、変化量演算、初回測定値との差、最大、最小、最小値回数などの演算処理機能を内蔵
- フルリモートのGP-IB (TR13212、13213)

TR2724 ¥520,000

マルチチャンネル・デジタル・レコーダ

温度監視やコントロールに アドバンテスト——データ・ロガー

株式会社アドバンテスト (旧社名:タケダ理研工業株式会社)
〒163 東京都新宿区西新宿2-4-1 (新宿NSビル内私書箱6069号) ☎(03)342-7500(代)

仙台(0222)24-1681・宇都宮(0286)35-8271・水戸(0292)53-5121・筑波(0298)52-1637・長野(0263)33-7798・東東京(03)930-4111・西東京(0425)86-1171
横浜(044)888-1111・厚木(0462)29-0500・名古屋(052)731-6100・京都(075)341-4021・大阪(06)385-6611・広島(082)223-7500・九州(092)712-2737