

日本農業気象学会東海支部

会 誌

第 25 号

(昭和47年 3 月 1 日刊行)

目 次

一般講演 (昭和46年12月18日・三重県農業技術センターにおいて)	
1. 1971年の東海地方における気象の特徴…………… 1	
名古屋地方気象台	村上 律雄
2. 生育期間の気象を説明変数としたみかんの収量予測式…………… 7	
農林省東海近畿農業試験場水田作部	星野 和生
3. かんしょの収量、収量構成要素等の予測について…………… 15	
東海農政局三重統計調査事務所	宇田 勲
4. 照度と日射量との関係について…………… 21	
農林省東海近畿農業試験場畑作部	鴨田 福也 内藤 文男 志村 清
5. メロンガラス室の微気象実態調査——冬と夏の比較——…………… 27	
静岡県農業試験場	岩崎 正男 池田 二三高 木村 進
6. ビニールハウス内部の日射量分布について…………… 33	
静岡県農業試験場	三輪 智 木村 進
7. ハウス内栽培そ菜の蒸発散量について…………… 39	
農林省東海近畿農業試験場畑作部	鴨田 福也 谷口 利策 加藤 一郎 坂田 公男
8. 灌水比からみた施設内の水管理について…………… 43	
農林省東海近畿農業試験場畑作部	内藤 文男 柴田 明 鴨田 福也

日本農業気象学会東海支部

名古屋市千種区不老町

名古屋大学農学部

作物学研究室内

やっかいな

「みかん樹の凍霜害」を

シャットアウト

凍霜



日立 みかん樹 換気扇
防霜用

HITACHI

株式会社
日立製作所名古屋商品営業所・名古屋市中区栄3丁目17番12号 Tel (052) 251-3111 (大代)

1971年の東海地方における気象の特徴

名古屋地方気象台 村上 律 雄

1 気象経過の特徴

1971年の東海地方における気象はつゆ後半の7月から秋口の9月にかけて大きな災害を伴う異常気象が相ついで発生しかなり不順であつた。まず、気象経過の特徴を季節別に要約すると次のようになる。

(1) 冬……少雨、高温

1月初めから2月前半にかけては雨らしい雨がほとんどなく少雨であつた。名古屋の1月の降水量は平年の1/4の13mm。北部の多節地帯でも雪が少なく、高山の1月～2月の降雪量は1915年以來の少なさであつた。一方、気温は1月下旬～2月上旬がやや低目に経過したほかは高めで、とくに1月中旬と2月中・下旬が平年よりかなり高温であつたので、月平均でも1月、2月ともやや高めとなつた。このため空気が乾燥し季節風の吹き出し時にはしばしば火災が多発した。

第1表 1971年の名古屋における月別平均気温・降水量・日照時間

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温 C	8.9	4.8	6.9	13.4	18.1	21.7	25.8	26.6	22.3	15.6	11.4	6.5
同平年差 C	+0.7	+1.0	-0.3	+0.3	+0.3	+0.1	+0.1	-0.3	-0.6	-1.0	+0.3	+0.7
降水量 mm	13.0	49.5	90.5	139.0	171.0	123.0	414.5	376.0	321.0	114.5	9.5	56.0
同平年差 mm	-38.5	-9.6	-13.1	+3.0	+11.2	-103.2	+227.4	+233.1	+111.9	-18.7	-66.3	-0.1
日照時間 hr	220.7	179.2	221.4	228.4	193.8	134.4	157.0	212.1	127.6	140.6	170.9	133.7
同平年差 hr	+42.2	-1.4	+19.1	+30.7	-16.9	-27.5	-29.0	-22.2	-31.4	-34.3	-5.2	+17.4

(2) 春……3月前半が低温、その後は比較的順調

2月半ばから3月初めにかけては、しばしばまとまった雨が降り、高温傾向が続いた。しかし、その後4日ころから強い寒波の吹き出しにより、寒さがきびしくなつた。7日には名古屋では34年ぶりのおそい大雪となり、日平均気温もこの冬一番の低温となり、その後もしばらくこの寒さが続いた。しかし、彼岸には南高北低の春型の気圧配置に変わり、26日には春一番も吹いた。この暖かい陽気で草木はいつせいに活動をはじめ、月末には各地で平年並みに桜が咲きはじめ順調な春の訪れとなつた。

4月・5月は週期的に天気が変わり、気温の変動は大きかったが、月平均では気温、降水量、日照時間ともだいたい並みで、東海地方の春は概して順調であった。ただ、5月上旬に一時寒冷な移動性高気圧のため岐阜県の山沿い地方など一部に凍霜害があった。

(3) つゆ……期間が長く後半に大雨、雷雨が多発

つゆは6月3日から7月28日までで、つゆ入りは平年より8日早く、つゆ明けは平年より14日おそく、つゆ期間は56日で、平年より22日長かった。しかし、この長いつゆも、前半の6月はあまり顕著ではなく、月降水量は各地とも平年よりかなり少なかった。そして、7月1日から2日にかけて各地に梅雨末期を思わせる大雨が降った後、一時夏型の気圧配置になったので、つゆ明けかと思われたが、6月から再び梅雨前線が南下し南岸に停帯するようになり、つゆは本格化した。その後のつゆは顕著で、雷を伴う豪雨がしばしばあり、また台風も1個襲来した。

電力気象業務の雷雨観測によると1971年の東海地方における雷雨発生状況は第2表に示すとおりで、7月は雷雨発生日数、発生回数とも平年と比べて非常に多い。

第2表 1971年の東海地方における雷雨発生状況

	発生回数		発生日数	
	1971年	平年	1971年	平年
6月	41回	65回	4日	6日
7月	318	183	22	18
8月	94	251	13	20
9月	60	44	5	4
合計	518	543	44	47

6月は15～30日の16日間、9月は10日までの10日間。

このように雷雨が多発したのは、7月の日本上空における暖気と寒気とのぶつかり合いが強かったため、顕著な雷雨の多くは前線上に発生した界雷であり、広範囲に発生した。このため、梅雨期間の総雨量は各地とも平年をかなり上回った。名古屋では537.5mmで、平年より198mm多かった。

(4) 夏……短かく、8月に台風2個

7月29日のつゆ明け後も夏型の天候は長つづきしなかった。8月5～6日に台風19号が九州に上陸し、中旬には日本海まで南下した移動性高気圧のため早くも秋風が吹き、日平均気温が平年より5°C近く低い期間があった。また8月末には台風23号が東海地方南部を縦断し広範囲に記録的な大雨を降らせ大きな被害を生じた。

(5) 秋……秋りんが長く低温・寡照、11月は少雨

9月初めから秋りんが本格化し、中旬にしばらく晴天が続いたほかは曇雨天が多く、9日～10日

には尾鷲地方に集中豪雨、魔の9月26日には台風29号が東海地方を直撃した。このため、9月はかなり低温、多雨、寡照であった。10月も曇雨天が多く、月平均で低温、寡照であったが、雨量は静岡県以外では少なめであった。

11月にはいと、北部山間部では時々雪が降ったが、平野部では天気が安定し雨が降らなくなった。名古屋の11月の総降水量は平年の13%弱の9.5mmで、これは観測開始以来の最少雨記録である。

(6) 冬……早く訪れたが、暖冬気味

11月末には強い冬型の気圧配置が現われ、南部の地方にも例年よりかなり(名古屋・尾鷲で21日)早く、冬の訪れを知らせる初雪が観測された。

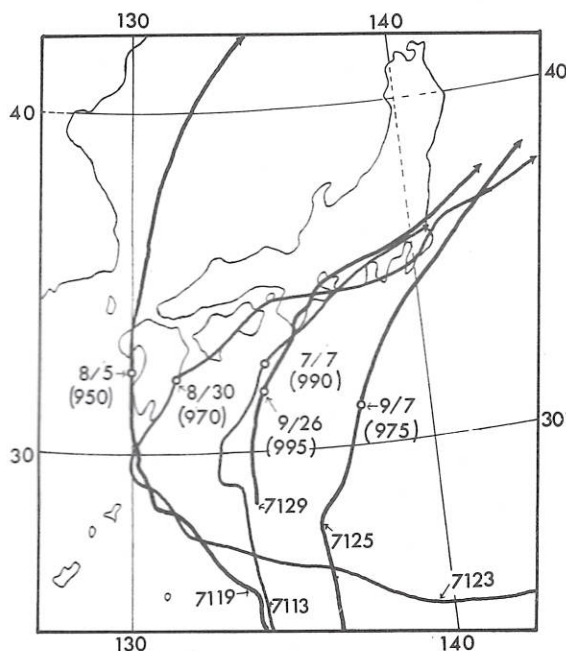
12月も前半は晴天で冷え込みのきびしい日が多かったが半ばすぎからはかなり高温に経過し、暖かな年の瀬であった。また25～26日には南海上を通った台湾坊主のため、各地にまとまった雨が降り、11月初めからの少雨で心配された水不足は解消した。

2 異常気象の特徴

第3表に1971年中に東海地方に起こった異常気象の主なものを一覧表にしたが、大きな異常気象はつゆ後半の7月から9月にかけて多発した。被害は大雨によるものが多く、台風も13号、19号、23号、25号、29号の5個が第1図に示すように日本に上陸または接近したが、東海地方では台風による風の被害はほとんどなかった。しかし、いずれも大雨を伴い、とくに、23号と29号は記録的な大雨や強雨により大きな災害を発生させた。

(1) 8月30日～31日の台風23号による風雨

8月29日夜半に大隅半島に上陸した台風23号は30日朝から31日早朝にかけて、三重県南部から愛知県・静岡県の沿岸部を縦断した。この台風は、東海地方に近づく前にかなり勢力が衰えたが、典型的な秋台風のコースをとり、しかも通過速度が時速15～20kmとおそかったので、長時間にわたり強雨が続き、記録的な大雨を降らせた。8月20日09時～9月1日09時の総雨量は、三重県から愛知県・静岡県の広範囲にわたり300mm以上、ところにより500mmに達した。しかも、このほとんどが30日に集中したので、当日の日雨量は名古屋：202.0mm、伊良湖



第1図 1971年の東海地方に影響のあつた台風の経路()内の数字は当日9時の中心気圧 mb

第3表 1971年の東海地方における主な異常気象

期 間(期 日)	現 象(地 域)	期 間(期 日)	現 象(地 域)
1月16～19日	強風・異常乾燥(愛知県・岐阜県)	7月1～2日	大雨(岐阜県中・西濃地方)
2月10～12日	異常乾燥(静岡県)	7月6～7日	風雨(台風18号)(各地)
1月～2月	少雪(岐阜県)	7月8～9日	大雨・雷雨(三重県・岐阜県・愛知県)
3月	異常乾燥(各地)	7月13日	大雨(岐阜県西濃地方)
3月15～22日	なだれ(岐阜県吉城郡神岡町)	7月17～18日	雷雨・降ひょう(岐阜県・愛知県・静岡県)
3月31日 ～4月1日	大雨(静岡県)	7月25～27日	大雨(岐阜県美濃地方)
4月8日	大雨(静岡県)	8月5～6日	風雨(台風19号)(岐阜県・静岡県)
4月中～下旬	異常乾燥(岐阜県)	8月30～31日	風雨・たつまき(台風23号)(各地)
4月28～29日	大雨(三重県)	9月3～13日	異常高潮(沿海部各地)
5月3日～4日	大雨(岐阜県揖斐川流域)	9月5～7日	大雨(台風25号と秋雨前線)(各地)
5月9日	おそ霜(岐阜県揖斐郡)	9月9～10日	集中豪雨(三重県南部)
5月14日	雷雨・降ひょう(岐阜県)	9月26日	風雨(台風29号)(各地)
5月27～28日	大雨(岐阜県西濃地方)	11月	少雨(各地)
6月1日	雷雨・降ひょう(三重県)		
6月9～10日	濃霧(三重県・静岡県の沿海部)		
6月11～12日	大雨(岐阜県北部)		
6月28日	雷雨・降ひょう(岐阜県南東部)		

239.0 mm、尾鷲：513.0 mm、静岡：228.5 mm など各地で8月の日雨量の最多記録となった。また、多雨域に名古屋、岡崎、豊橋、浜松、静岡などの都市部が含まれたので、宅増地域の中小河川がはんらんし、死者、不明10名をはじめ、建物、道路、農業関係に大きな被害を生じた。

なお、台風の風による被害は東海地方ではほとんどなかったが、台風接近前(300 km くらい前)の30日未明に浜松と清水市にたつまきがあり、建物に大きな被害があった。

(2) 9月9日～10日の三重県南部の集中豪雨

本州南岸に停滞していた秋雨前線の活動が強まり、尾鷲市付近で9日朝から強雨が断続した。この雨は10日午後から一段とはげしさを増し、尾鷲では1時間雨量92 mm という強雨に加え総雨量は1,095 mm に達した。

この豪雨は急傾斜地の崩壊による土石流、いわゆる山津波、あるいは鉄砲水となつて、家屋など

を一挙に押し流し、死者 42 名という三重県内の人的被害としてはまれにみるいたましい災害となった。

なお、今回の豪雨は南部地方のごく狭い海岸地帯に集中し、尾鷲では今まで尾鷲とよく似た降り方をしてきた宮川の 5 倍に達し局地性が顕著であつた。

(3) 9月26日の台風29号による風雨

26日早朝四国の南方約500kmの海上で発生した台風29号ははやい速度で北上し、紀伊半島から東海地方南部を通つて関東地方へ抜けた。この台風は弱い小型のもの(中心気圧990~994mb、中心付近の最大風速25m/s)であつたが、雷を伴い各地に強い雨を降らせた。総雨量は一般に100~150mm、ところにより200mm、を越える程度であつたが、短時間に集中して降つた。名古屋では総雨量162mmの大半が17~18時ごろに降り1時間最大82mm(1位)に達した。このため急激な出水となり、死者・不明9名、浸水家屋5万戸に及び、台風23号を上まわる被害が生じたところも多かつた。

参 考 文 献

- (1) 昭和46年度愛知・岐阜・静岡・三重各県気象月報。
- (2) 東京管区气象台：東京管区異常気象報告 第12巻(1971年)。
- (3) 東京管区气象台：昭和46年異常現象調査報告第1号 — 昭和46年8月29日九州南部に上陸した台風第23号。
- (4) 東京管区气象台・津地方气象台：昭和46年異常現象調査報告第3号 — 昭和46年9月9日~10日の低気圧による集中豪雨 —



生育期間の気象を説明変数としたみかんの収量予測式

農林省東海近畿農業試験場 水田作部 星野和生

みかんの収量を目的変数 (Dependent variable, y) とし、これに影響をおよぼすと考えられる生育期間の種々の気象的原因系を説明変数 (Independent variable, x_1, x_2, \dots, x_p) とした重回帰式

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p$$

によつて収量予測式を作成した。

計算は農林研究計算センターの電算機により、プログラムは、3-1(10)[CORRMX]および2-16(76)[MRGSEL]を用いて行なつた。

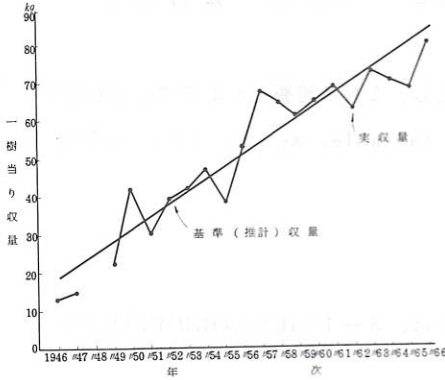
材料および方法

三重県紀南分場の1946～1966年までの収量調査値、農林統計表から得た1946～66年の静岡、愛知、三重、大阪、和歌山、全国平均の10a当収量、気象庁年報から得た同一年次の月別平均気温日照時数、降水量、を用い相関行列を求め、さらにそのなかから収量と関係強いと考えられる相関係数を第1段階の選択基準とし変数を選択し、第2段階としてこれら変数全部を電算機にInputしStepwise regressionのプログラムによつて説明変数の選択と推計式の作成を行なつた。

結果ならびに考察

(1) 時系列資料の定常化による目的変数(作況指数)の決定

みかんは樹令増加による年次ごと収量増加があるので、各年次の収量をそのまま目的変数とし計算することはできない。そこでこれら時間的変化量を無時間的変化量である作況指数に加工し、これと気象との関係を求めた。第1図に示すように紀南分場の値によると樹令と収量の間には密接な直線的関係がある。そこでこの直線を樹令に従つて変化すべき標準収量とし、この傾向線からのへだたりを指数で現わした値を作況指数とした。各県の作況指数も同じようにして求めた。さらに第2図はこれを確かめるため、紀南分場の作況指数と各県の作況指数との関係を求めたが、両者の関係は強く、ここで決定した作況指数は、気象の影響を反応した変化量もかなりよく表現している。したがつてこの作況指数(y)と各種気象条件(x_1, x_2, \dots, x_p)との関係を解析し、収量予測式を作成することができるものと考えられる。



第1図 作況指数を算出するための収量(三重紀南分場)と年次間の回帰直線(樹令は10年から30年まで)

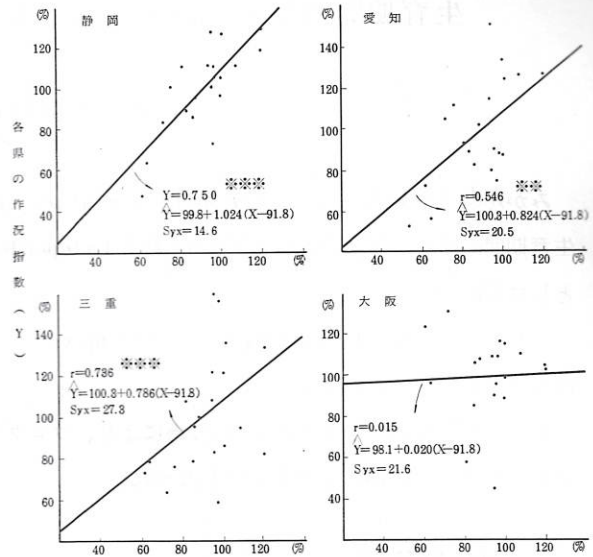
(2) 変数選択型の重回帰分析による説明

変数の選択とその重回帰式

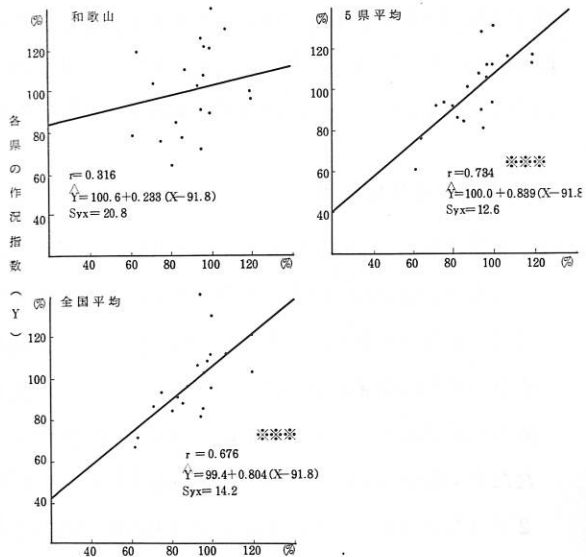
第1表の各表に逐次増減法によって選択された説明変数を用いた重回帰分析の結果を示し、第3図に推計値と実測値との比較を示した。

第1表に示されるように、静岡では冬期気温、6月～9月の日照、10月～11月の日照の3説明変数が選択され作況の78.6%を説明し、和歌山は11月の気温、1月の日照、9月～10月の日照の3説明変数が選択され、作況の60.5%を説明している。さらに5県平均では1月～4月の気温、7月の気温、11月の気温、7月～10月の日照の4説明変数で作況の74.0%を説明している。このように東海近畿地域内みかん主産県および地域内の生産量をかなりの精度で推計することができる。

第3図に推計値と実測値の比較を示したが、かなりよく一致し、有効に利用し得ることを示して



紀南分場の作況指数 (X)



紀南分場の作況指数 (X)

第2図 紀南分場の作況指数と各県の作況指数の関係

第1表 気象と作況指数との重回帰分析

静岡

回帰係数 F、その他

説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	bの標準誤差	F 値
1～4月の平均気温 (x_1)	9,019	0.711	0.375	11.135	3,936	*** 8.001
6～9月の日照時数 (x_4)	660.476	-0.788	-0.513	-0.090	0.024	*** 14.348
10～11月の日照時数 (x_5)	316,952	-0.530	-0.217	-0.098	0.055	* 3.131

回帰の定数項..... 89.078
 変数で説明できる比率..... 78.6%
 重相関係数..... 0.887
 Yの標準誤差..... 10.790

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	20	9263.810		
回帰	3	7284.516	2428.172	*** 20.855
残差	17	1979.293	116.429	

愛知

回帰係数 F、その他

説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	bの標準誤差	F 値
1～4月の日照時数 (x_2)	783,571	-0.421	-0.470	-0.168	0.068	*** 6.052
6～7月の降水量 (x_5)	486,905	0.367	0.421	0.055	0.025	*** 4.866

回帰の定数項..... 204.859
 変数で説明できる比率..... 35.2%
 重相関係数..... 0.594
 Yの標準誤差..... 19.843

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	20	10942.667		
回帰	2	3855.498	1927.749	** 4.896
残差	18	7087.168	393.732	

三 重

回 帰 係 数 F、そ の 他

説 明 変 数	平 均 値	相 関 係 数	標 準 回 帰 係 数	回 帰 係 数 (b)	b の 標 準 誤 差	F 値
7月の平均気温 (x_2)	24.895	-0.388	-0.518	-17.780	6.299	※※ 7.969
8月の平均気温 (x_3)	25.767	0.847	0.358	22.318	11.468	※ 3.787
11月の平均気温 (x_4)	12.688	0.811	0.277	9.542	6.211	2.361
8月の日照時数 (x_5)	185.667	-0.283	-0.279	-0.217	0.143	2.292

回帰の定数項..... - 118.548
 変数で説明できる比率..... 49.0 %
 重相関係数..... 0.700
 Yの標準誤差..... 23.523

分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F 検 定
合 計	20	17869.288		
回 帰	4	8515.905	2128.976	※※ 3.848
残 差	16	8853.333	553.333	

大 阪

回 帰 係 数 F、そ の 他

説 明 変 数	平 均 値	相 関 係 数	標 準 回 帰 係 数	回 帰 係 数 (b)	b の 標 準 誤 差	F 値
4月の日照時数 (x_3)	189.571	0.419	0.423	0.494	0.229	※※ 4.686
6月の日照時数 (x_4)	162.286	0.354	0.359	0.295	0.161	※ 3.840

回帰の定数項..... - 39.179
 変数で説明できる比率..... 30.4 %
 重相関係数..... 0.552
 Yの標準誤差..... 24.676

分 散 分 析 表

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方	F 検 定
合 計	20	15758.286		
回 帰	2	4797.912	2398.956	※※ 3.940
残 差	18	10960.373	608.910	

和歌山

回帰係数 F、その他

説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	b の標準誤差	F 値
11月の平均気温 (x_2)	12.648	0.347	0.606	12.586	3.343	※※※14.178
1月の日照時数 (x_3)	141.905	-0.409	-0.389	-0.407	0.172	※※ 5.584
9～10月の日照時数 (x_4)	344.714	-0.450	-0.487	-0.299	0.102	※※※ 8.566

回帰の変数項..... 100.978

変数で説明できる比率..... 60.5%

重相関係数..... 0.778

Y の標準誤差..... 14.673

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	20	9265.148		
回帰	3	5605.161	1868.387	※※※8.678
残差	17	3659.982	215.293	

5 県平均

回帰係数 F、その他

説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	b の標準誤差	F 値
1～4月の平均気温 (x_1)	8.457	0.588	0.425	10.202	3.544	※※ 8.285
7月の平均気温 (x_2)	25.667	-0.441	-0.397	-7.857	2.971	※※ 6.994
11月の平均気温 (x_3)	12.700	0.381	0.316	6.397	2.691	※※ 5.652
7～10月の日照時数 (x_6)	734.810	-0.651	-0.327	-0.086	0.042	※ 4.177

回帰の定数項..... 196.448

変数で説明できる比率..... 74.0%

重相関係数..... 0.860

Y の標準誤差..... 10.292

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	20	6523.810		
回帰	4	4828.923	1207.231	※※※ 11.396
残差	16	1694.886	105.930	

全国平均

回帰係数 F、その他

説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	b の標準誤差	F 値
1～4月の平均気温 (x ₁)	8.557	0.518	0.523	13.285	4.567	※※※ 8.463
7～9月の降水量 (x ₃)	618.524	0.380	0.387	0.042	0.020	※※ 4.634

回帰の定数項…………… - 40.699
 変数で説明できる比率…………… 41.8%
 重相関係数…………… 0.646
 Yの標準誤差…………… 14.776

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	20	6750.000		
回帰	2	2819.983	1409.991	※※※ 6.453
残差	18	3930.017	218.334	

三重紀南分場

回帰係数 F、その他

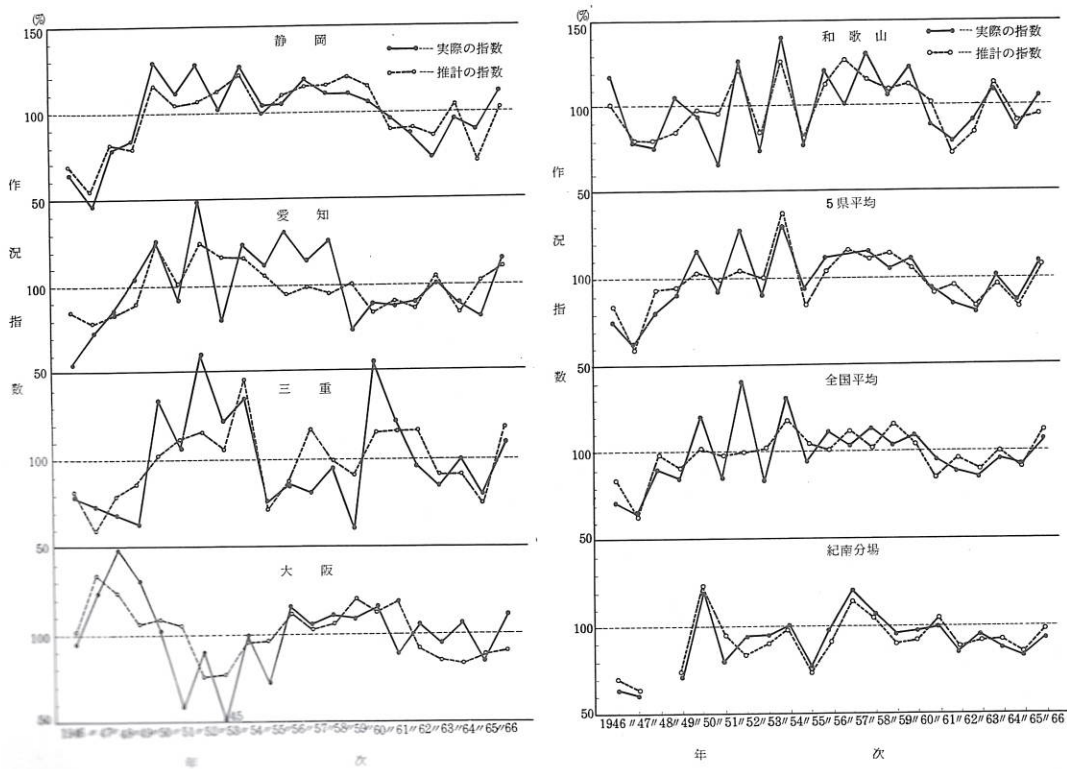
説明変数	平均値	相関係数	標準回帰係数	回帰係数 (b)	b の標準誤差	F 値
9～11月の平均気温 (x ₃)	17.790	0.496	0.299	4.297	1.507	※※ 8.123
6月の日照時数 (x ₅)	128.000	0.356	0.277	0.165	0.061	※※ 7.237
7～9月の日照時数 (x ₆)	487.950	-0.803	-0.733	-0.174	0.025	※※※ 50.206

回帰の定数項…………… 79.246
 変数で説明できる比率…………… 83.6%
 重相関係数…………… 0.914
 Yの標準誤差…………… 6.966

分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 検定
合計	19	4725.200		
回帰	3	3948.799	1316.266	※※※ 27.126
残差	16	776.401	48.525	

注 ※※※=1% ※※=5% ※=10%



第3図 実測作況指数と回帰式から計算された推計作況指数

いる。

ここで第1表の結果を全般的に通観すると、冬期温暖で寒害少なく、夏期は多雨で要水量を充分に満たし、また夏期日照も少なめで干害を受けず、果実肥大盛期にも温暖で順調に肥大充実することが収量増加のための理想的気象型、生育型であるといえる。

そして、ここで統計的帰納的に判断された気象の影響に関する知見は、すでに生理生態的研究領域で演えき的に追求された知見と多くの点でよく一致し、自然立地条件下における気象の収量におよぼす影響をよく現わしているものと考えられる。

したがって、これら気象的説明変数の値を用いて作成した重回帰式を利用し、予測推計を行なえば、作況生産量に関するかなり精確な情報を早期に得ることが可能であろうと考えられる。

(参考引用文献略)



かんしよの収量、収量構成要素等の予測について

東海農政局三重統計調査事務所 宇田 勲

はじめに

かんしよの収量は、いも数、いも一個平均重の順に収量構成要素が決定して成立するが、この過程には、気象、土壌、栽培、病虫害等環境条件の変化によつて、各要素が補償、制約、または相互協同的に影響を受けて決定される。したがつて、収量、収量構成要素等の成立には生育形質や環境条件等の多要因が関与しており、一要因で予測を行うことは精度上の限界があるし客観性にも乏しい、このことからこれらの予測においては上記要因を定量化し指標の探究を行つて多元回帰による表現が重要である。また、作物の形質、気象との間には成長曲線的な回帰傾向が多く存在する。この視点から主要ないくつかの要因 (x_i) をとり上げ結果変量 (y_i) との関係多元回帰分析によつて検討し予測式を作成したので報告する。

I とりまとめ資料

1. 収量、同構成要素は東海農政局三重統計調査事務所作況標本筆調査成績(県平均値)および津地方気象台観測値(S 31年~42年)。
2. でん粉歩留は上記事務所鈴鹿試験室かんしよ作況試験成績および気象観測値(農林1号S 35年~43年)。

II とりまとめ方法

収量構成要素は上いも数、上いも一個平均重、気象要素は結果変量に影響すると考えられる期間の平均気温、日照時間(いずれも日平均)、栽培要因として、でん粉用かんしよ作付面積率。でん粉歩留は生育形質、気象要素それぞれについて検討した。即ち前記は9月20日の茎長、肥大率、T/R率を、後記は9月20日以降の最低気温、気温較差、日照時間(いずれも日平均)を用いて相関、回帰および標準偏回帰分析の結果から多変数要因の効果を検討し回帰式を作成してその精度を検証した。

III 検討結果

1. 収量成立回帰について

かんしよの収量は上いも数とその一個当り平均重から成立しており、両者の相乗積によつて求められる。本県における収量に対する収量構成要素の効果を標準偏回帰分析によつて要因の直接効果と要因相互の間接的な総合効果として評価すると次のとおりである。

第1表 収量成立におよぼす同構成要素の影響度

効果要因別	上いも数 (x_1)	上いも1個平均重 (x_2)
単 独 効 果	$r y x_1$ 0.5029	$r y x_2$ 0.6570
共 同 効 果 x_1 x_2	$r x_1 x_1$ 1 $r x_1 x_2$ -0.8199	$x x_2 x_1$ -0.8199 $r x_2 x_2$ 1
直 接 係 数 効 果 同 上 %	b' (45) 0.7900	c' (52) 0.9111
総 合 効 果 x_1 x_2	$r x_1 x_2 c'$ -0.2915	$r x_2 x_1$ -0.2541

第1表によると要因 x_1 x_2 (収量構成要素) と y (収量) とはかなり高い相関関係がみられ、要因相互にやや負の傾向がある。両要因の y に対する直接効果は単独効果に比例して大きく、2 要因で y の全変化のほとんどを説明することが出来る。したがって何らかの方法によって2 要因が把握出来れば次の回帰方程式で予測が可能となる。

$$\hat{Y} = -1.794.6 + 173.955 x_1 + 10.269 x_2 \quad (\text{但し } \hat{Y} = \text{収量}, x_1 = \text{上いも数}, x_2 = \text{上いも一個平均重}) \quad \text{決定係数}(R^2) = 0.9981$$

2. 収量および同構成要素成立に対する要因の影響度について

第2表 \hat{Y}_i 成立におよぼす x_i の影響度検討表

\hat{Y}_i	効果区分	要 因 項 目	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	残 差 E	決定係数 (R^2)
			\hat{Y}_1	a	相 関 係 数①	0.4471	-0.5990		
b	標準偏回帰係数②	0.4707	-0.8118	0.2128	-0.4496	0.5650			
	同上比率(%)③	18.9	(-) 12.5	8.5	(-) 18.0	22.8			
\hat{Y}_2	a	①	-0.8209	0.4455	-0.8877	0.2851	0.8757	0.7088 24.0	0.498
	b	②	-0.0295	0.5350	-0.8888	-0.5555	0.7855		
		③	(-) 1.0	18.0	(-) 18.1	(-) 18.8	25.0		
\hat{Y}_3	a	①	0.9473	0.5029	0.7029	0.1529	-0.5057	0.2851 16.1	0.959
	b	②	0.9698	0.0696	0.1794	0.0248	0.2469		
		③	54.6	3.9	10.1	1.4	13.9		

(注) a = 単独効果、b = 直接効果

\hat{Y}_1 = 上いも数、6月平均気温 (x_1) 同日照 (x_2) 7月平均気温 (x_3) 同日照 (x_4) 8月日照 (x_5)

\hat{Y}_2 = 上いも平均重、上いも数 (x_1) 8月平均気温 (x_2) 同日照 (x_3) 9月平均気温 (x_4) 同日照 (x_5)

\hat{Y}_3 = 上いも重、でん粉用かんしよ作付面積率、上いも数 (x_2) 8、9月気温較差 (x_3) 同日照 (x_4) 同降水量 (x_5)

上いも数、上いも一個平均重、上いも重成立に対する各要因の影響度（寄与率）は第2表に示すとおりである。

(1) 上いも数 (\hat{Y}_1)

6月～8月は塊根形成期～肥大初期で、いも数成立には重要な時期である。それぞれの時期別平均気温日照時間が上いも数の成立に対しどの程度影響をおよぼしているかを検討した結果を直接効果としての寄与率（標準偏回帰係数比率）でみると、要因別では8月（肥大初期）の日照時間が22.8%で最も大きく、次で6月平均気温 > 7月日照時間 > 6月日照時間 > 7月平均気温で、塊根の形成肥大が進むに従い気温の影響は小さくなり日照時間のそれは大きくなる傾向がみられ上記5要因で上いも数の全変化の77%（決定係数）が説明出来る。

(2) 上いも一個平均重 (\hat{Y}_2)

上いも一個平均重は先決要素（先に決定する要素）である上いも数とはやや負の傾向がみられるが影響が小さい、9月（肥大中期）の日照時間が最も大きい、また肥大が進むに従い平均気温の標準偏回帰係数は(+)から(-)へ日照時間のそれは逆の傾向がみられ、寄与率が大きくなる。

(3) 上いも重 (\hat{Y}_3)

上いも重は栽培条件であるでん粉用かんしよ作付面積率（でん粉用作付面積/かんしよ全作付面積）の影響が最も大きく次いで8・9月降水量、同気温較差である。

3. 収量、収量構成要素の予測について

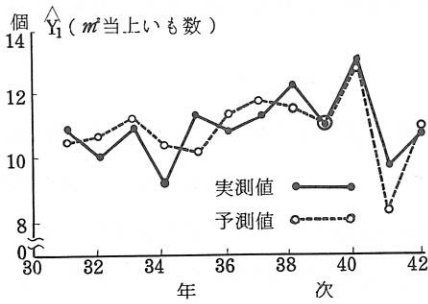
以上の標準偏回帰分析の結果から多変数による回帰式を作成した（第3表）これ等回帰式は三重県における昭和31年～昭和42年の標本筆調査成績の推移のなかで、結果変量 (\hat{Y}_i) と原因変量 (x_i) との有機的関連にもとづいて成立している平均的な型を示すものである。

第3表 m^2 当り上いも数 (\hat{Y}_1)、上いも一個平均重 (\hat{Y}_2)、 m^2 当り上いも重 (\hat{Y}_3) の予測式

多 元 回 帰 式	決定係数 (R^2)	重相関係数 (R)	検定誤差 (S_g)
$\hat{Y}_1 = -15.16 + 0.780x_1 - 0.273x_2 + 0.275x_3 - 0.885x_4 + 0.737x_5$	0.768	※※※ 0.877	0.95
$\hat{Y}_2 = -57.8 - 0.572x_1 + 16.063x_2 - 9.838x_3 - 8.908x_4 + 15.385x_5$	0.498	※ 0.705	17.4
$\hat{Y}_3 = 570.4 + 8.443x_1 + 15.241x_2 + 56.068x_3 + 8.077x_4 + 15.156x_5$	0.959	※※※※ 0.979	59.3

有意水準 ※※※ = 1% ※※ = 2% ※ = 5%

各回帰式の適用時期は9月20日を原則としたが、この時期に把握出来ない9月の気象値は予報等から推定し、回帰式に代入すればかなり高い精度で予測出来る。



4. でん粉歩留成立に対する要因の影響度

第4表 でん粉歩留成立におよぼすxiの影響度検討表

1) 原因変量が生育形質の場合

効果区分	項目 \ 要因	9月20日 茎長 x_1	9月20日 T/R率 x_2	肥大率 x_3	残 E 差	決定係数 R^2
単独効果	相関係数	0.7597	-0.1009	-0.8949		
直接効果	標準偏回帰係数	0.4858	-0.2188	-0.5597	0.3300	0.8911
	同上比率 (%)	30.6	(-) 13.4	(-) 35.2	20.8	

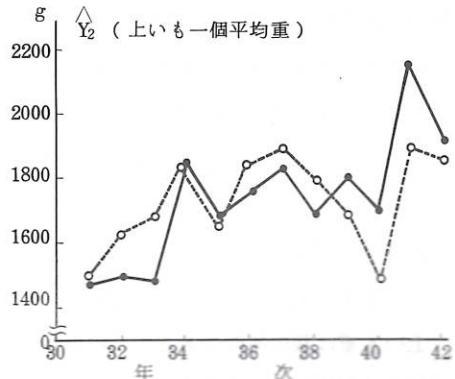
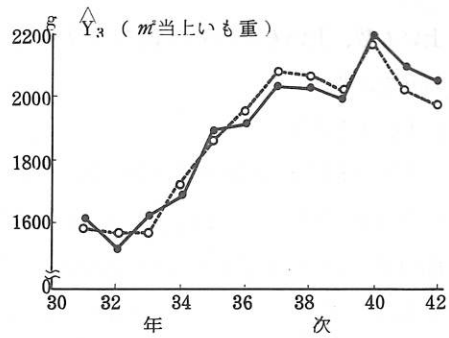
2) 原因変量が気象要素の場合

効果区分	項目 \ 要因	9月20日~ 収穫期日 日照時間 x_1	// 気温 較差 x_2	// 最低 気温 x_3	残 E 差	決定係数 R^2
単独効果	相関係数	-0.8114	-0.6577	0.3184		
直接効果	標準偏回帰係数	-0.6281	-0.1688	0.0742	0.5964	0.6442
	同上比率 (%)	(-) 42.8	(-) 11.5	5.1	40.6	

3) 原因変量が生育形質と気象要素の場合

効果区分	項目 \ 要因	9月20日 茎長 x_1	9月20日~ 収穫期日 日照時間 x_2	// 気温 較差 x_3	// 最低 気温 x_4	残 E 差	決定係数 R_2
単独効果	相関係数	0.7597	-0.8114	-0.6577	0.3184		
直接効果	標準偏回帰係数	0.2608	-0.7313	0.0467	-0.1108	0.5238	0.7256
	同上比率 (%)	15.6	(-) 43.7	2.8	(-) 6.6	31.3	

(注) T/R 率 = 地上部生体重 / 地下部重量 × 100, 肥大率 = 収穫期上いも重 / 9月20日上いも重 × 100
気温はいつでも日平均



第1図 予測値と実測値との比較

まず生育形質のみを原因変量とした1)をみると、肥大率の寄与率が最も大きく、次で9月20日茎長、T/R率となっており3要因で収穫期でのん粉歩留の全変化の約90%が説明出来る。

気象要素のみの2)と、それに9月20日茎長を加えた3)とは、ともに日照時間の寄与率が大きい。しかし2)、3)は残差が30~40%あつてこれ等要因では結果変量を充分説明し得ないし他のいくつかの要因が日照時間と同程度または、以上に関与していることが考えられる。したがつて回帰設定の一般条件理念し $R_2 = 0.8$ 以上からみれば原因変量としての客観性に乏しい。また第4表の中で肥大率日照時間はともにでん粉歩留成立に対し負の高い単独効果を示し寄与率が高い。

5. でん粉歩留の予測について

多変数回帰による予測には決定係数 R^2 が0.8以上の要因探索が必要であるが上記1)・2)・3)、から回帰式を作成し、その精度を検証すると第5表第2図のとおりである。

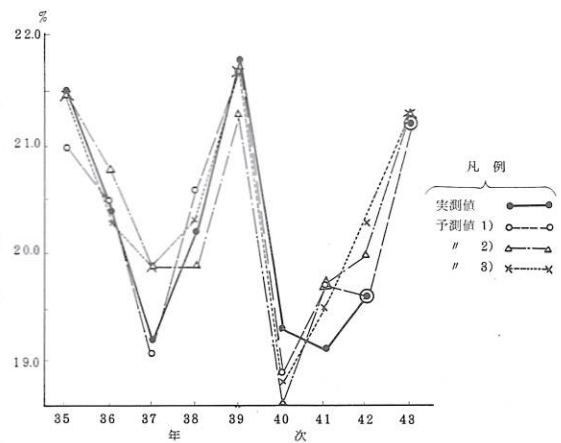
第5表 でん粉歩留の予測式

多元回帰式	決定係数 (R^2)	重相関係数 (R)	推定誤差 (S_y)
1) $\hat{Y}_1 = 23.47 + 0.0027x_1 - 0.0071x_2 - 0.0266x_3$	0.8911	※※※0.9440	0.15
2) $\hat{Y}_2 = 24.79 - 0.6977x_1 - 0.1625x_2 + 0.0497x_3$	0.6442	※ 0.8026	0.50
3) $\hat{Y}_3 = 24.20 + 0.0014x_1 - 0.8125x_2 + 0.0449x_3 - 0.0743x_4$	0.7256	※※ 0.8518	0.45

有意水準 1% = ※※※ 2% = ※※ 10% = ※

IV あとがき

以上のように多元回帰方程式を作成し、そのあてはまりをみたが、気象要因のみを原因変量とした場合、決定係数 (R^2) が0.8以上を示すものがなく、予測精度が不十分であつた。またでん粉歩留の予測においては、供試したものが一品種であつて時期的に予測時点での原因変量の把握に問題があつて普遍性に乏しい。今後は上記を分析追究するはもとより被害等のように y の異常値を説明し得る要因設定も含めて再検討が必要と考えられる。



第2図 でん粉歩留予測値と実測値との比較

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Text enclosed in a rectangular box, likely a highlighted section or a specific note.

Main body of faint, illegible text, possibly a list or detailed notes.

Vertical text on the right side of the page, possibly a page number or a reference.

照度と日射量との関係について

農林省東海近畿農業試験場畑作部 鴨田 福也
内藤 文男
志村 清

作物の生育・生長などとの関連で光を測定する場合、主として照度（単位は lux）や放射（単位は Cal や Watt）として計測される。

従来、光合成測定との関連では照度がよく用いられ、また蒸発散量の測定に関しては放射量を計測する例が多かった。この場合の照度と放射量とはどのような関係にあるのか、我国ではあまり検討されておらず一、二の例^{4,7)}をみる程度である。

照度や放射の測定に当っては、水平面照度あるいは水平面放射として計測される場合が多く、このような方法で測られた値で、ポット栽植のような孤立個体作物や疎植樹園地における孤立樹体の光合成・蒸散を検討するのは不合理な面があり、立体的あるいは全周的に捉えた照度なり放射から検討されるべきものと考えられる。

以上のような観点から、本報では第1に照度と放射との関係、第2に水平的に計測した照度・放射と立体的に計測した照度・放射との関係を検討した。

1 測定方法

(1) 測定場所、期間

東海近畿農業試験場畑作部気象観測露場（北緯 $34^{\circ} 51'$ 、東経 $136^{\circ} 54'$ 、海拔 40 m）、1970年 8月～1971年 11月。

(2) 使用測器

照度および放射（日射）の計測には、つぎのような測器を用い同時観測をし、ER型記録計に自記（ベラニ日射計を除く）させた。

	水 平 面	立体または全周
照 度	照 度 計 （東芝 SPI-5 型）	立 体 照 度 計 （飯尾、IU-SM 型）
放 射 （日 射）	エブリ-型差温式日射計 （英弘精機）	ベラニ積算日射計 （石川産業）

(3) 測器の分光感度および角特性

測定に用いた照度計受感部の分光感度は、波長 $0.4 \sim 0.75 \mu$ の範囲で標準比視感度に近づけてあり、 0.56μ で比感度 100% にしてある。なお、立体照度計は水平面照度計より、わずかに分光感度の巾が広がった。角特性については、水平面照度計では角補正を行ない余弦則に近づけてあるが、入

射角が80～90度では余弦則の比感度より3～7%大きい。また立体照度計の指向特性は、天頂および水平方向からの光に対しては比感度98～100%であるが、下部(支柱取付台方向)からの光に対しては比感度69%程度であった。

日射計の分光感度は、波長0.3～3μの測定範囲である。

2 測定結果および考察

(1) 照度と日射量

晴天日南中時付近における、水平面照度および水平面日射量の月別測定結果を図示したのが第1図である。図にみるように、月別の照度と日射量の増減経過は両者かなりよく対応した推移を示していた。

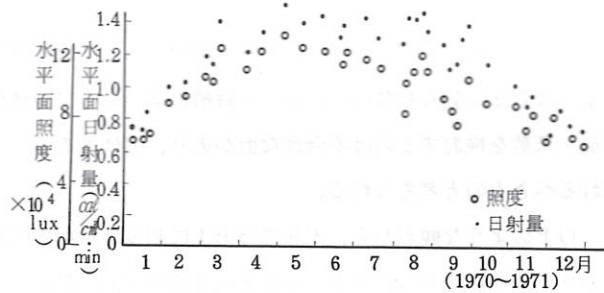
この結果は、山本⁷⁾がゴルチンスキー日射計と東芝5号型照度計を用いて測定した結果と、多少おもむきを異にし、とくに太陽高度の低い季節において高照度を示した。

第2図は照度と日射量の時刻別変化を図示したものである。水平面照度と水平面日射量は、相似た経過を示し、両者間の単相関は

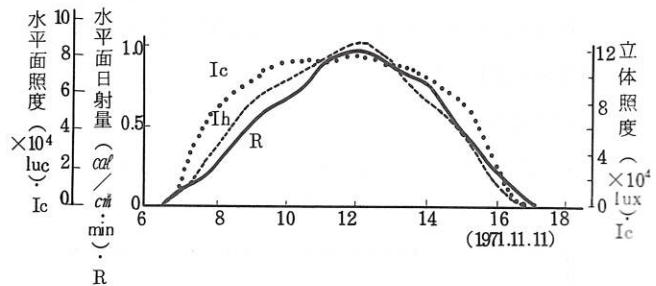
0.997であった。また第3図は、水平面日射1 cal 当りの照度を図示したものであり、測定者により差がみられ、山本⁷⁾の結果は測器の太陽高度補正が充分行なわれなかつたと思われる。⁵⁾ KIMBALL^{4,7)}は太陽高度60～70°で75,000 lux、低高度で67,000 lux であつたと述べ、BARTENEVA⁶⁾は60～80°で72,000 lux、低高

度で6.0～6.5万 lux であり、また九州農試畑作部気象災害研究室では太陽高度10～40°で8～9万 lux であつたと述べている。著者らの測定では、太陽高度10～50°で85,000～90,000 lux であり、九州農試畑作部の測定結果と類似していた。

本測定に用いた照度計は、セレン光電池を使用した照度計であり、このような照度計による照度は日射量とほぼ直線関係にあるとみられ、太陽高度10～20°で日射量1 cal 当り80,000～85,000



第1図 照度と日射量の月別推移



第2図 照度・日射量の時刻別推移

lux、30~50°で85,000~90,000 luxとみるのが妥当であろう。

(2) 水平面照度および日射と立体照度、全周短波放射

第4図は水平面照度(Ih)と立体照度(Ic)との関係を図示したものであり、晴天および曇天日のいずれでも水平面照度に比べ、立体照度は高く、とくに晴天日、水平照度2~5万luxの低照度域で水平、立体照度間の差が大きかった。日中の水平面照度が6~9万luxの時、立体照度は10~14万luxであり水平面照度に比べ55~70%高く、晴天日における水平、立体照度間の関係式は

$$Ic = 1.14 I_h^{1.37} \dots\dots\dots (1)$$

と近似できた。

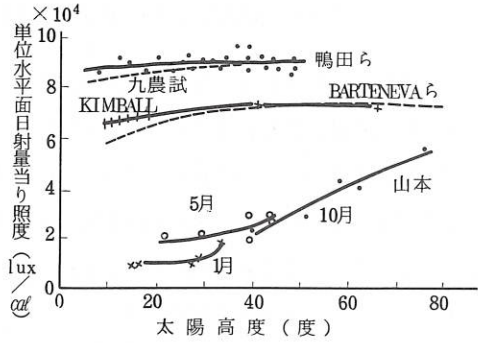
また、水平面日射量と全周短波放射量(立体的に測定した日射量)との関係については前記したように、水平面日射量はエプリー型日射計で測定し、これの積算日射量は日射積算計で求め、全周短波放射量はベラニ積算日射計で計測し、両者の関係を検討した。第5図は水平面日射量と、ベラニ積算日射計のアルコール凝縮量(高さcm)との関係を図示したものである。

岸田によると、太陽直達光によつて受光球(半径r)の受ける単位面積当りの全周短波放射は、

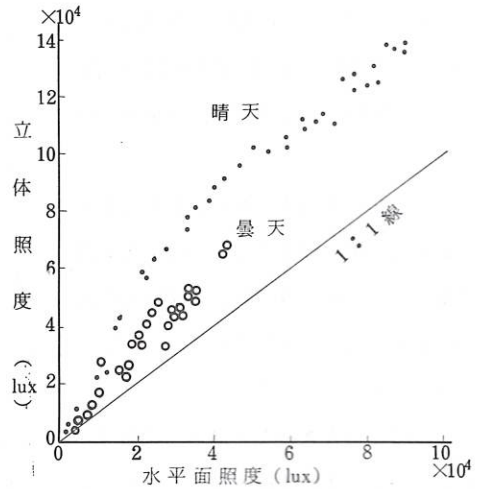
$$\Delta I_n \cdot \pi r^2 / 4\pi r^2 = \Delta I_n / 4 (\text{cal/cm}^2) \dots\dots\dots (2)$$

(ここで、 ΔI_n は太陽直達日射量を示す。)

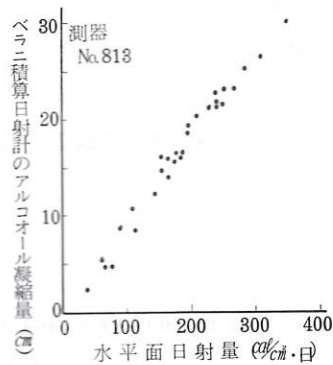
で示されるとし、さらに全周放射エネルギー



第3図 照度と日射量との比の関係



第4図 水平面照度と立体照度との関係



第5図 水平面日射量とベラニ積算日射計のアルコール凝縮量(高さ)との関係

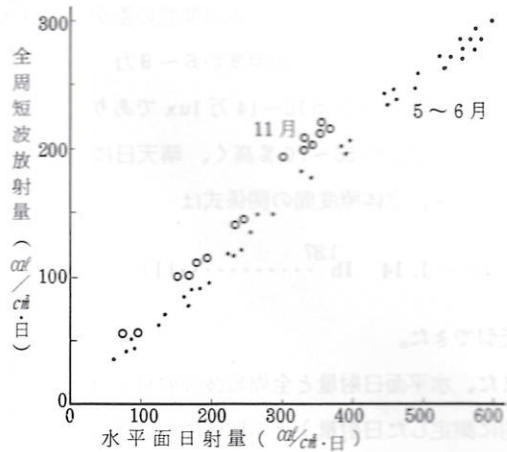
S とアルコール凝縮液柱の高さ H との関係は、

$$S = A \{ \ln(B - H_i) - \ln(B - H_t) \} + C (H_t - H_i) \dots \dots \dots (3)$$

(ここで A B C は定数、H_i、H_t は凝縮管の読み初めと読み終りの蒸溜高)

で表わされるとしている。なお、水平面日射量と全周短波放射との関係は Schüep⁸⁾ によつて理論的に検討され、理論式は赤道地方においてよく適合することが確認されているが、わが国における実証は九州農試³⁾で検討された以外、このたびの著者らの測定例をみる程度である。

第 6 図は水平面日射量と全周短波放射量との関係を図示したもので、図にみるように、単位面積当りのカロリーは水平面日射 (R) に比べ全周短波放射 (S) は少なく、その比 (S/R) は平均 0.58 程度である。この関係と(2)式から、水平面日射量(受光の半径を r とする)に対し、受光面積が 4 倍となる球状の全周短波放射積算量は水平面日射量のおよそ 2 倍の放射量となる。



第 6 図 水平面日射量と全周放射量との関係 (岸田(1969)の資料より作図)

以上にもみるように水平面照度や日射と、立体的に捉えた照度あるいは放射の間には特異な関係がみられ、水平面的な値に比べ立体的に計測された値は照度、日射量とも大きかった。前述したように、孤立状態の樹体や作物個体の蒸散、光合成などは群落内のものに比べ大きいことはよく経験することであり、孤立した作物に当る放射量あるいは照度は上記のような立体的に捉えた値をもとに、その収支関係を明らかにするのが妥当であろう。もちろん耕地全面が植被により被覆されている場合には、水平面照度、日射量により検討されるのが妥当であると考えられる。

なお、立体照度や全周放射の値を孤立作物体が受ける値として考慮する場合、作物体をかなりマクロなものとして捉えてあり、当該作物の一枚一枚の葉がどのような光の受け方をしているかなどミクロな問題との関連、さらに孤立作物体の蒸散、光合成との関連など今後に残された課題であろう。

引用文献

- 1) KATO, I and KAMOTAF (1969)、JARQ. 4, (1), 27 - 32
- 2) 岸田恭允 (1969)、農業気象、24, (4)、199 - 206
- 3) 九州農試 (1970)、昭和 44 年度研究成果の紹介、44 - 49

- 4) 九州農試畑作部、気象災害研究室(1971)昭和45年度農業気象試験成績書、117—119
- 5) 三原義秋編著(1961)、農業気象 4—6、地人書館
- 6) 農林水産技術会議事務局(1971)、光合成有効放射の測定、内島善兵衛訳
- 7) 農林省振興局(1961)、農業気象ハンドブック 43—44 . 養賢堂
- 8) SCHÜEPP, W. (1961)、Arch. f. Meteorol. Geophys. Bioklimatol., B. 10.
311—341

- (A) 1996年12月31日以前，在北京市注册登记的，且符合下列条件的企业 (A)
- (B) 1996年12月31日以前，在北京市注册登记的，且符合下列条件的企业 (B)
- (C) 1996年12月31日以前，在北京市注册登记的，且符合下列条件的企业 (C)
- (D) 1996年12月31日以前，在北京市注册登记的，且符合下列条件的企业 (D)

メロンガラス室の微気象実態調査 - 冬と夏の比較 -

静岡県農業試験場 岩崎 正男

池田 二三高

木村 進

昭和45年、静岡県袋井市太田上にてメロンガラス室内外の微気象を1年間調査したので、前報の冬期に関する報告に引続き、季節別にまとめた結果を報告する。

1 調査方法

① 調査温室

スリークオーター型、東西棟、床面積 90 m^2 、容積 145 m^3 、屋根総面積 103 m^2 、南面 66 m^2 、北面 37 m^2 、冬期は温湯加温、保温用こも使用、夏期は側窓を開放し、天窗は日中開放。

② 測定項目と位置

室内：中央定位置連続測定、日射量（高さ 2 m ）、気温、相対湿度（高さ 1.2 m ）、地温（ 5 cm ）
室外：日射量（屋上）、気温、相対湿度（百葉箱内）。

絶対湿度とエンタルピーは空気線図（東京教育大学偏）にて求めた。

③ ガラス室の管理状況

冬期は保温のため主として夜間に温湯暖房をし、また、夜間はコモをかけている。換気は日中に天窗のみで行ない、側窓は常時閉めたままである。

春には特に低温の日以外ほとんど暖房は行なわず、天・側窓の開閉のみ。夏期は、側窓を昼夜開放し、日中に天窗を開けて換気の促進をはかっている。

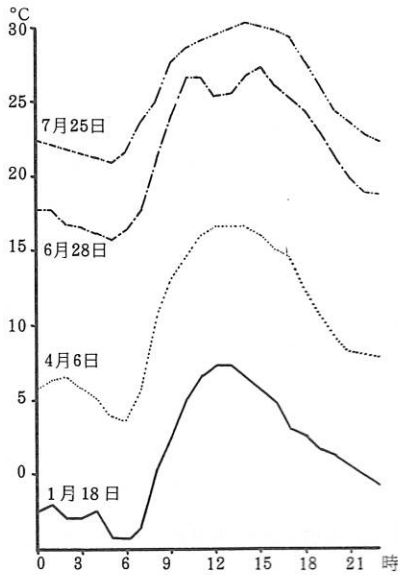
なお、かん水は換気前に行なっている。

2 結果および考察

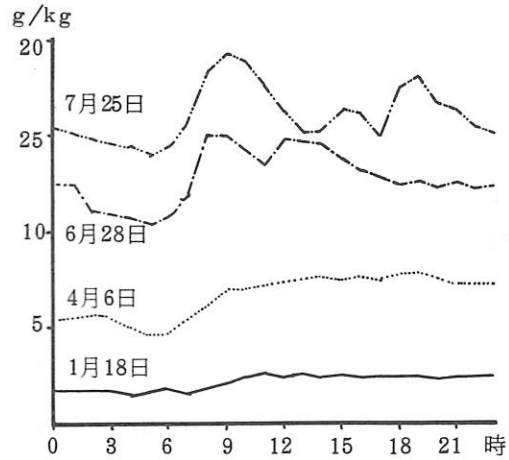
(1) 室内気象の季節変化

第1～2図は室外の気温および絶対湿度の季節別日変化の状態を、いずれも快晴日の1月18日（冬期）、4月6日（春期）、6月28日（夏期）、7月25日（盛夏期）について示したもので、前の3日は、交配期前後のほぼ同じ生育段階のものであり、7月25日はこれよりも遅れたネット初期の段階である。

日最高気温は1月では 10°C 以下、4月では 20°C 以下、6月では 25°C 前後、7月では 30°C 以上となっており、日最低気温は、1月は 0°C 以下、4月は 5°C 以下、6月は 15°C 前後、7月は 20°C 前後あるいはそれ以上となっている。日最高気温、日最低気温ともに冬と盛夏期では $22\sim 23^\circ\text{C}$ の差がみられる。日最高気温の出現時は、冬から春、夏へかけて遅れていく傾向がみられる。



第1図 室外気温の季節別日変化



第2図 室外絶対湿度の季節別日変化

第1表 風向、風速の季節別日変化(浜松測候所)

時刻	1月18日		4月6日		6月28日		7月25日	
	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速
0	WNW	4.8	NE	1.2	NW	1.2	N	1.2
3	NW	3.7	NE	1.0	NNW	2.2	NNE	1.7
6	WNW	4.7	NNE	1.3	WSW	1.0	N	0.7
9	W	3.0	WSW	3.3	WNW	2.7	SW	2.0
12	W	9.0	SW	5.2	WSW	2.8	SW	3.7
15	WNW	7.3	SE	4.5	WSW	4.8	SW	3.3
18	WNW	7.2	E	3.8	WSW	4.2	SW	2.2
21	WNW	4.8	ENE	3.2	WSW	1.0	—	0.0

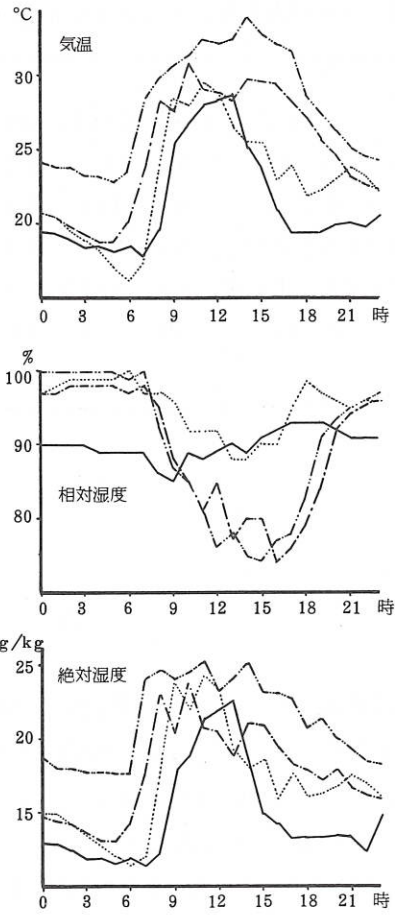
絶対湿度は、1月は1~3 g/kg、4月は5~8 g/kgで日変化はほとんどないのに対し、6月は10~15 g/kg、7月は15~20 g/kgで夏期には絶対湿度が多く、日較差も大きい。冬と夏とでは、15 g/kg程度の差がみられる。

第1表は、上にあげた4日間について、浜松測候所での風向、風速を時刻別に示したものである。冬は西ないし西北西の風がふき、風速も12時に9 m/sと非常に強いのに対し、春から夏にかけては南よりの風向となり、風速も弱まっており、冬期が北西の季節風下、夏期には南東の季節風下にあることがみられる。このことは、ガラス室の換気を考えた場合、環境的には季節によりかなり異なつた条件下にあるものと考えられる。

(2) 室内微気象の季節変化

第3～4図はガラス室内の気温、相対湿度、絶対湿度、エンタルピー（全熱量）そして地温の経時変化を季節別に示したものである。

日の出とともに室内の気温は急上昇し（冬から夏にかけて日の出が早まるにしたがい、室内の気温が上昇しはじめる時刻は早くなっている。）正午前後に最高となる。日最高気温は30℃前後、盛夏期には34℃程度にまで上昇している。冬から春には午後の気温の低下が著しいが、夏は午後も高温の状態が続いている。日最低気温は、冬期は暖房によりほぼ18℃となつているが、4月6日は1月18日より低くなつている。これは、コモをかけたものの、暖房を行なわなかつたため室内の気温が低下したもののと思われる。6月の日最低気温は、冬、春と同様に20℃前後にまで低下しているが、盛夏期の7月では23～24℃程度までしか低下せず、このことは図1～2および第1表にみられるような室外気象条件の相違によるものと考えられる。室内の相対湿度についてみると、冬は日変化がほとんどなくほぼ一



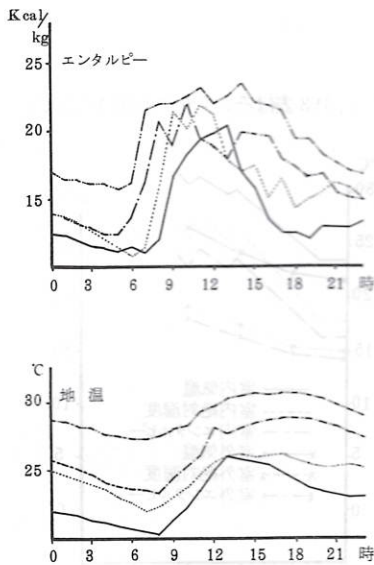
定してい 第3図 メロンガラス室内各微気象要素の季節別日変化

のに対し
 1月18日 (solid line)
 4月6日 (dotted line)
 6月28日 (dashed line)
 7月25日 (dash-dot line)

し、夏と盛夏期には日中、80%以下になつている。

室内の絶対湿度、エンタルピーとも気温とよく似た季節変化および日変化をしているが、盛夏期における絶対湿度およびエンタルピーは、気温にみられるような午後での増加がみられず、日中の高いレベルが夕方まで続いている。

地温については、冬から盛夏期に向かうにつれて、日最高地温、日最低地温とも著しく上昇し、その差は最高地温で4℃、最低地温で7℃の差がある。日較差は盛夏期より冬期の方が大きく、地熱の熱収支のあり方の差を示



第4図 メロンガラス室内各微気象要素の季節別日変化
 1月18日 (solid line)
 4月6日 (dotted line)
 6月28日 (dashed line)
 7月25日 (dash-dot line)

第2表 ガラス室内外の微気象要素の日極値の季節変化

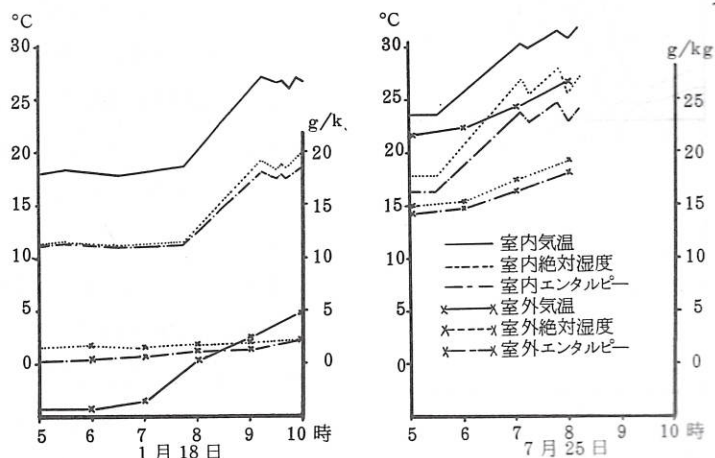
	外					内			
	1月18日	4月6日	6月28日	7月25日		1月18日	4月6日	6月28日	7月25日
最高気温	7.3°C	16.5	27.2	30.2	最高気温	28.6°C	29.7	30.9	34.0
最低気温	-4.3°C	3.6	15.8	20.8	最低気温	17.8°C	16.1	18.7	22.7
最高絶対湿度	2.7 g/kg	6.8	15.0	19.3	最高相対湿度	93 %	100	98	100
最低絶対湿度	1.5 g/kg	4.6	10.3	14.0	最低相対湿度	85 %	88	74	74
日射量	324 cal/cm ² -day	566	622	584	最高絶対湿度	22.6 g/kg	24.4	23.9	25.2
					最低絶対湿度	11.4 "	11.4	13.1	17.6
					最高エンタルピー	20.4 kcal/kg	21.9	21.9	23.5
					最低エンタルピー	11.0 "	10.7	12.4	15.6
					最高地温	26.0°C	26.3	28.8	30.7
					最低地温	20.3 "	22.0	23.4	27.2
					日射量	232 cal/cm ² -day	391	446	374

第2表は、ガラス室内外の微気象の季節別の日極値を示したものである。冬から夏にかけて室外の日射量が324 calから600 cal前後まで増加し、これにともない、室外の日最高気温は7.3°Cから30.2°Cへ、室内のそれは28.6°Cから34.0°Cに上昇している。同様に室内外のその他の気象要素も冬から夏にかけて増加しているが、その変化の程度は室外の方が大きく、とくに冬期に室内外の差が大きくなっている。このことは、冬期のガラス室の自然換気の主要な要因となつているものと思われる。また、室内外の絶対湿度の差は冬に特に大きくなっている。

(3) 日の出時から換気時までの室内微気象要素の増加

第5図は、日の出時から換気時前後までの室内微気象の変化の様子を、第3表はその変化の程度を冬期の1月18日と盛夏期の7月25日について示したものである。

日の出時から換気時までの室内各微気象要素の増加量は、冬期と盛夏期で大きな差はみられないが、第3表で明らかなように、対単位日射量当りの室内空気の状態的变化量は、冬期に対し盛夏期は、気温、エンタルピーで



第5図 日の出時から換気時前後までの室内微気象の変化の季節的相異

第3表 日の出時から換気時までの室内微気象要素の増加量

	1月18日				7月25日			
	日の出時	換気時	差	差の対日射量	日の出時	換気時	差	差の対日射量
気温	18.5℃	27.0	8.5	0.23	23.5	30.1	6.6	0.33
絶対湿度	11.5 g/kg	19.1	7.6	0.21	17.9	26.9	9.0	0.43
エンタルピー	11.4 kcal/kg	18.0	6.6	0.18	16.4	23.6	7.2	0.34
日射量	37 cal/cm ²				21			

1.5倍、絶対湿度は2倍程度になっており、単位日射量当りの効率盛夏期の方が高くなっている。これは、盛夏期は、側窓を開放した状態でありながら、風圧による換気力や室内外温度差による自然換気力が弱い環境下にあること、外気のもっているエンタルピーが室内のそれに比較的近いために、日中に土壌や作物体に貯えられた熱が夜間に放出されにくく、早朝、土壌や作物体等のもっている熱が冬期より多いためと思われる。また、このことと関連していると思われるが、盛夏期には天窓による換気後も気温（顕熱）が上昇する傾向がみられ、絶対湿度（潜熱）はほぼ一定となっているが、冬期にはこのようなことはみられない。

3 ま と め

- (1) 冬期から盛夏期にかけて、室外の気温、絶対湿度は大巾に上昇していき、気温の季節的な差は22～23℃、絶対湿度は15g/kg程度である。
- (2) 室内の日最高気温は冬から夏にかけては大差がないが、盛夏期には34℃程度にまで上昇する。盛夏期には朝方の気温が下りにくく、また、夏～盛夏期は日中の高温状態が夕方まで続いている。日較差は春が一番大きい。
- (3) 冬期は北西の季節風が強く風圧による換気力が強く、また、室内外の気温差による重力換気力も強い。さらに絶対湿度の差が大きいことから熱量的に換気率が大きい。

これと比較して、夏期は風が弱く室内外の温度差が冬期より小さく外気の水蒸気量も多いため、天・側窓を開け放した状態においても換気による失熱量が小さいと考えられる。また、夏期は、日中一般に南東の風で弱く、さらに朝夕には海陸風の影響を受けナギ状態となるのをはじめ夜間は弱風であるため、換気力はさらに低下する。

- (4) このように、夏期の夜間は換気力が小さく、また熱量的な換気率が小さいため、日中に室内に蓄積された熱が夜間まで保持され、諸物体からの放熱が行なわれにくく、気温、地温、植物体温とも下りにくい状態になる。
- (5) 室内の微気象に対する単位日射量の効果は冬期より夏期の方が大きく、これには上記のような室外気象条件が大きく影響しているものと思われる。

盛夏期は、換気により室内の絶対湿度はほぼ一定となるが、気温（顕熱）はさらに上昇する傾向がみられる。

1. 目的
2. 対象
3. 方法
4. 結果
5. 結論

本研究は、
対象者の
結果として
結論を導き出す
方法論的アプローチ
を明らかにする
ことを目的とする。
対象は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
に関する研究である。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。
本研究の結果は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性を示している。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。

おまけ

本研究は、
対象者の
結果として
結論を導き出す
方法論的アプローチ
を明らかにする
ことを目的とする。
対象は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
に関する研究である。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。
本研究の結果は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性を示している。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。

本研究は、
対象者の
結果として
結論を導き出す
方法論的アプローチ
を明らかにする
ことを目的とする。
対象は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
に関する研究である。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。
本研究の結果は、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性を示している。
結論として、
結果を導き出す
方法論的アプローチ
の重要性が示された。

ビニールハウス内部の日射量分布について

静岡県農業試験場 三輪 智
木村 進

ガラス室やビニールハウスなどの栽培施設の内部環境要因はこれら施設の型式や構造によって変化するが、その中でも日射量は重要な基本的要因であり、型式や構造の影響を強く受け、またこの不足を補なうことは現段階では実際上不可能に近いともいえることから、これら栽培施設の型式、構造はまず第一に内部の日射量を考慮して決められるべきであるといっても過言ではなからう。

日射量の問題を考える場合は、これを温室やハウス全体としてとらえるだけでなく、内部環境の均一化を要求する栽培の立場からは室内での分布の状態をもはあくすることが重要になってくる。しかしハウス内における日射の分布をある程度きめこまかく調査した事例はほとんどない。これは従来手軽に日射量の多点観測を行なう適当な方法が知られていなかったことによると考えられる。またこの場合測定の方法としては、ハウス内の分布の実態などを研究する目的からは、構造材の陰の影響などを考慮して少なくとも一日の積算値でとらえることが望ましいと考えられる。

Dore (1958) はベンゼン溶液中におけるアントラセンの光化学変化を利用して簡易に日射量の多点観測を行なう方法を示したし、Heinicke (1963) はウラニウム塩の共存する水溶液中でシュウ酸が光によって分解し、その残存量から日射量を求めようという原理を応用した *uranyl-oxalate actinometer* を果樹類の樹冠内の日射量測定に利用し、このことは八嶽 (1970) によって紹介された。

筆者らはこれらについて前述のような目的への応用を検討した結果、後者の方法が比較的容易に利用できる見通しが得られ、実際のハウスについても 2.3 の測定を行なったのでそれらの概要について報告する。

実験方法

基本的には Heinicke の示したものにより、硬質ガラス製の規格のそろった径 15 mm、長さ 160 mm のネジ口試験管を、先端から 30 ~ 40 mm の部分を一定の巾に環状に残して全体を黒ラッカーで塗装し、さらにその上から白ラッカーで塗装したものを多数用意し、この中に露光液 15 ml ずつを入れた。露光液は蒸留水 1 l 中にシュウ酸 6.30g、硫酸ウラニル 4.27g を溶解したものをうい、着色ビンに入れて冷蔵庫に貯蔵した。この管を南中時の太陽光を直角に受けるような角度で、できるだけ正しく南北に向けておき所定の時間露光した。

露光後、露光液を 5 ml とり、これに熱水 100 ml (または 50 ml) を加え、さらに 1 : 3 に稀しやくした硫酸 10 ml (または 5 ml) を加えて約 70 °C 以上の温度に保ちながら $N/20$ の過マンガン酸カリで滴定した。

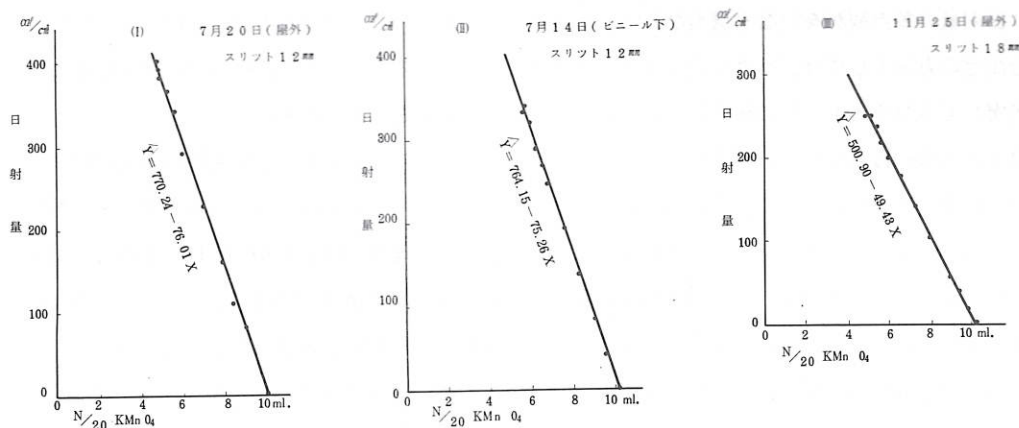
シュウ酸残存量との相関を求めるための基準日射量は、飯尾電機製農試電型日射計の数値を用いた。

結果および考察

1. 積算日射量と滴定値との相関について

本法では前述のようにシュウ酸残存量を求めるために滴定を行なうわけだが、目的は日射量にあるので、これと滴定に要した過マンガン酸カリの量との相関を直接求めるのが便利である。

まずスリット（塗装してない環状部）の巾を12mmに設定して屋外での相関を求める実験を行なった。その結果のうち代表的なものを第1図(I)に示す。数回の反ぶくではいずれもほぼ同様な相関および回帰式が得られ安定性は高かった。日射量と滴定値とはきわめて高い一次の負の相関を示しこの場合 $N_{/20}$ 過マンガン酸カリの1mlは日射量の約 76 cal/cm^2 に相当し、測定の容量は約 770 cal/cm^2 となる。



第1図 日射量と過マンガン酸カリ滴定値との相関

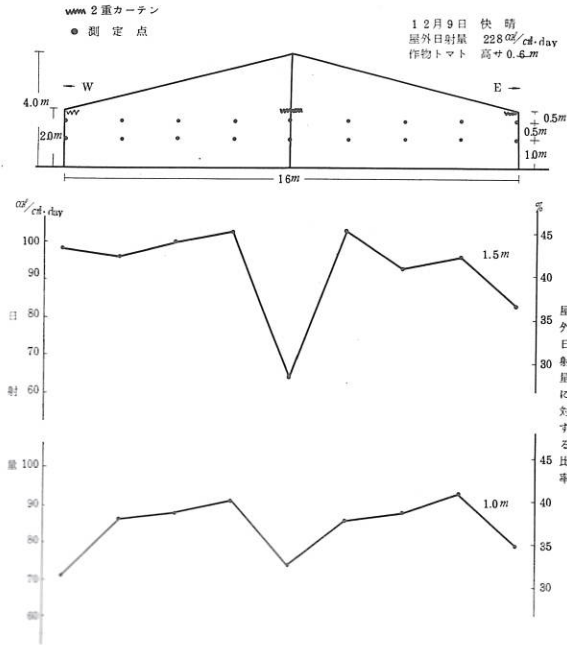
本法では、感光波長域が $220 \sim 410 \text{ m}\mu$ の間にあるとされるので、屋外とビニールやガラス被ふく下とで同様な結果が得られるかどうかを一応確かめておくことが必要であると考えられたので、基準の日射計とともにビニールフィルム下において測定した結果、第1図(II)に示すように屋外の場合ときわめてよく一致した。

次に測定容量はこの程度では一日の積算日射量を求めるためにはやや大きすぎ、むしろ容量を小さくして感度を高める方が得策と考えられる。感度を高める方法はいくつか考えられるが、最も簡単なのはスリットの巾を広くすることなので、スリット巾を18mmにして同様な実験を行なった。

その結果は第1図(III)である。これによって容量は 500 cal/cm^2 に低下し、 $N_{/20}$ 過マンガン酸カリ1ml

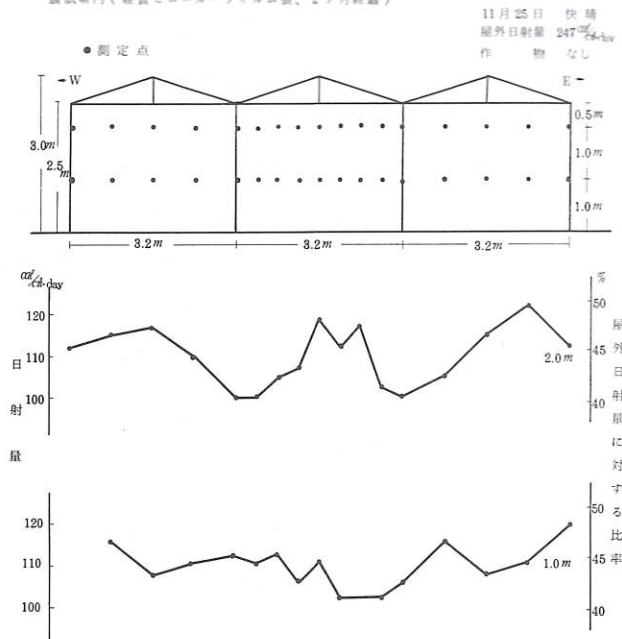
の相当日射量は $49\frac{cal}{cm}$ となった。測定の対象がハウス内の日射量でしかも主として弱光期の問題を扱うということからすればスリット巾はさらに広げられるが、一応今回はスリット巾 $18mm$ で現地のハウスについての実測を行なった。

焼津市大宮（硬質ビニールフィルム張、13ヶ月経過）

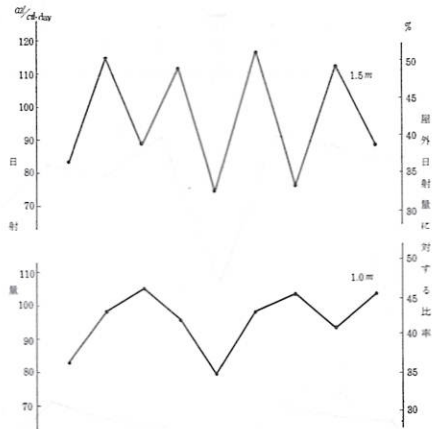
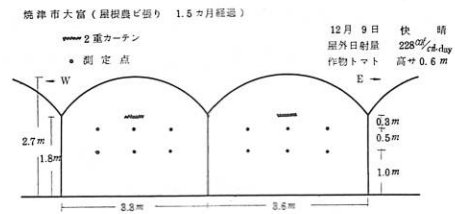


第2図 大型単棟ハウスの日射量分布

農試場内（硬質ビニールフィルム張、2ヶ月経過）



第3図 屋根型多連棟ハウスの日射量分布



第4図 ほろ型多連棟ハウスの日射量分布

2. 種類の型式のハウス内の日射量分布

測定に供したハウスは静岡県下で多く用いられている代表的な形式として屋根型の大型単棟ハウスと、静岡型のほろ型多連棟ハウスを選び、さらに軒高の高い屋根型多連棟ハウスを加えた。これらのハウスはいずれも棟の方向が正南北のものを選び、ハウスの中心付近を通る棟方向に直角な直線上の一日の積算日射量の分布を2つの高さについて調査した。

各ハウスの寸法と測定位置、および測定結果を第2～4図に示した。大型単棟ハウスでは比較的平坦な日射分布が得られたが、この事例では保温のための2重カーテンが日中棟の下と軒に寄せ集められているので、この陰の影響がいちじるしく、特に棟の下ではカーテンが両側から寄せられるのでかなりの巾を占めることになり、その直下0.5m、すなわち地上1.5mの高さでは日射量が他の部分にくらべて約30%もすくなく、屋外に対しては30%ていどの日射しか得られていない。このハウスでは当然考えられる措置として、このカーテン下の部分は通路となっていたが、今後はこの陰の影響の及ぶ範囲やその程度についてはきめ細かい日射分布の検討が必要になるとと思われる。地上1mの高さではこの局部的な影響はかなり緩和され、他の部分との対比で15～20%程度の低下に止まっている。軒下の位置で全般に日射量がかなり少ないのはやはり2重カーテンの影響とみてよいであろう。

次に屋根型多連棟ハウスは場内に建設後約2ヶ月のものについての測定事例で裸地状態、また2重カーテンなど付帯施設の全く取付けていない状態で調査した。図で明らかのように軒から0.5m下、すなわち地上2mの高さでは日射分布のパターンはハウスの屋根の形ときわめてよく一致した。すなわち棟の下では日射が多く、谷の部分では少ない。このことは従来経験的にいわれていた、連

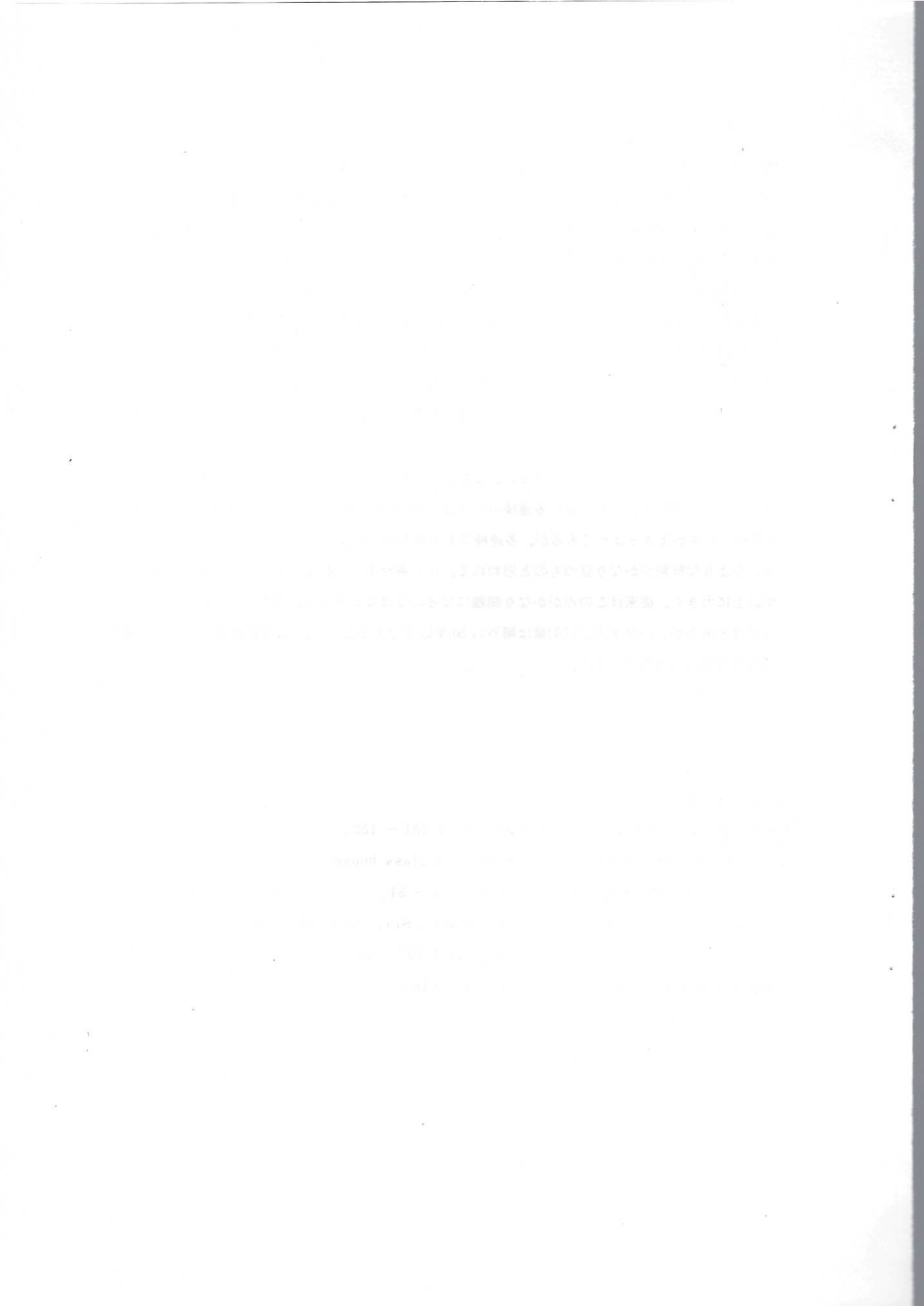
棟ハウスでは谷の部分の日射不足のため作物の生育が不良になる、という説を裏づけるものと考えられる。東西両端の軒下は中間の谷に比べて日射が多いのは、側面からの入射光によるものであろう。地上 1 m では棟や谷の影響は相殺されて全体に平坦な分布を示し、側面からの光の影響のみが残っている。Germing (1965) はオランダではこのハウスの原型であるダッチライト型ガラス室の発達過程で、軒高を 2.5 m 程度に高くすることによって、大型単棟ハウスに対する連棟ハウスの光条件上の欠陥を改善したと述べているが、これはこの結果からもうなずけることである。

次に軒高の低いほら型連棟ハウスでは、地上 1.5 m の測定点が谷桁や、棟の下に寄せられている 2 重カーテンにかなり接近したためその影響をいちじるしく受けている。地上 1 m でもカーテンの影響は目だたなくなったものの谷の影響はいぜん大きく残り、日射分布の上からはかなり問題があるものと考えられる。

以上はわずかに 3 つの測定事例であるが、これからハウスの型式と日射量について多少なりとも考察を加えるとすれば、軒高の低い多連棟ハウスは内部の日射分布にかなり問題があり、この点で大型単棟ハウスがまさるようであるが、多連棟でも軒高を高くすることによってこの点が改善されるというような解釈がかなり立つものと思われる。日中寄せ集められる 2 重カーテンの陰の影響は予想以上に大きく、従来はこの点がかかなり問題になるのではなかろうか。またハウスによってかなりの差はあろうが、ハウス内の日射量は屋外の 50 % 以下であることが、一般的に現地の実情であると考えて支障はなさそうである。

参 考 文 献

- Dore, W. G. (1958). *Ecology*, 39 : 151 ~ 152.
- Germing, G. H. (1965). *Symposium on glass house construction and automation*, 49 ~ 54.
- Heinicke, D. R. (1963). *Can. J. Plant. Sci.* 43 : 561 ~ 568.
- (1963) *ibid.* 43 : 597 ~ 598.
- 八鍬利郎 (1970). *農及口*, 45 : 613 ~ 619.



ハウス内栽培そ菜の蒸発散量について

農林省東海近畿農業試験場畑作部

鴨田福也・谷口利策

加藤一郎・坂田公男

わが国におけるハウスなど施設園芸の発展にはめざましいものがあり、昭和45年の農林省の調査⁶⁾によるとそ菜用のハウス面積は1.1万haに達し、さらに最近の傾向として、施設の大型化、栽培作物の単一化、労力節減のため施設導入、環境調節設備の高度化などがあげられる。⁷⁾

ハウス内は自然降雨が遮断され、作物に対する水分補給はかん水あるいは地下の多水土層からの補給に依存しなければならず、その水管理に当ってはハウス内作物がどのような、水分消費特性を示すものかを明らかにしなければならない。さらにハウス内の温度、湿度など顕・潜熱の配分に関し、ハウス内の蒸発散量を明らかにすることは重要な問題となろう。ここには、ハウス内に栽培された主要そ菜の蒸発散量測定結果について、その概要を述べる。

1 測定方法

(1) 供試そ菜、栽培期間、測定場所

蒸発散量の測定を行なったそ菜、品種、作期、測定年度、測定場所は下表のとおりである。なお、測定場所のうち岐阜については、岐阜県農試南濃試験地の大型ビニールハウス（床面積、1,230㎡）、渥美では杉原氏（農家）のガラス室（床面積、151㎡）において測定した。

そ菜名	品 種 名	作 期	測定年度	測 定 場 所
ト マ ト	強力五光	7月～12月	42	岐 阜
〃	〃	12 ～ 6	43	〃
キュウリ	カタガミ	9 ～ 12	42	〃
メ ロ ン	新芳露	4 ～ 7	43	東近農試
〃	丸西8号	6 ～ 9	42	岐 阜
〃	不 詳	6 ～ 9	44	渥 美
セルリー	コーネル619	6 ～ 9	42	岐 阜
レ タ ス	グレートレーク	11 ～ 5	42	東近農試

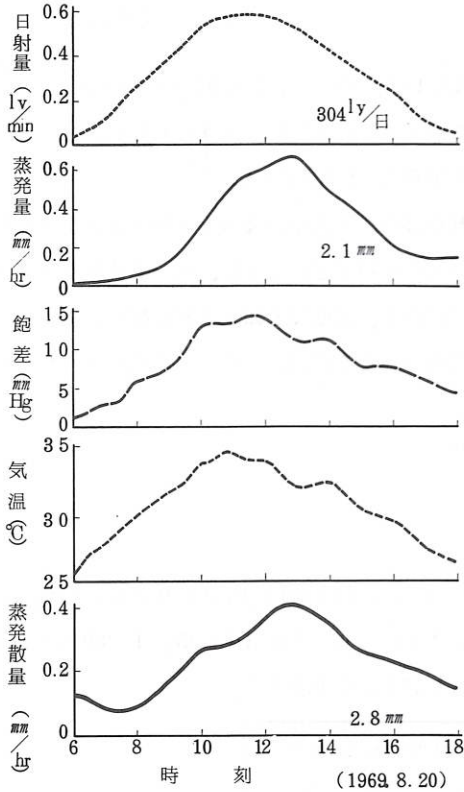
(2) 蒸発散量の測定法

蒸発散量の測定は、Chamber法（蒸散室・通気湿度測定法）¹⁾により行ない、生育時期別の蒸発散量を測定した。また、蒸発散量の測定と併行してハウス内の気温、飽差、日射量、蒸発計蒸発量、土壌水分などの要素についても計測した。

2 測定結果および考察

(1) 蒸発散量の日変化

蒸発散量の日変化について、代表的な例としてメロンの場合を図示したのが第1図である。



第1図 メロンの時刻別蒸発散量

蒸発散量は13時頃に最も多く蒸発散速度は $0.4 \frac{mm}{hr}$ 程度で、朝夕に少ない日変化を示した。なお、蒸発散量の時刻別推移と相似た経過を示す要素としては、蒸発計蒸発量がみられた。

(2) 日蒸発散量および蒸発散比

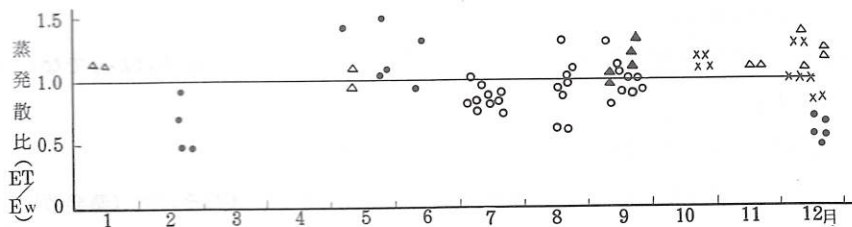
蒸発散量の測定は、月に1~2回(1回の測定が3~7日間)の程度で行なったが、月毎の測定中、最大の日蒸発散量を示した値についてみたのが第1表である。蒸発散量の値は作物、天候、季節などによりかなり大きな変動がみられ最大は促成トマトの $7.1 \frac{mm}{日}$ であった。

第1表 各種野菜の月別実測最大日蒸発散量

(mm/日)

作物(場所)	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
トマト(岐阜)		1.0	1.4		7.1	7.0	2.8						0.8
〃(〃)										3.5			
キュウリ(〃)										2.1	1.7	0.5	0.5
メロン(澁美)								2.5	5.1	4.2			
〃(岐阜)								4.1	2.9	2.8			
〃蒸散(東近)						3.4	2.4	2.3					
セルリー(岐阜)								4.5	5.5	4.9			
レタス(東近)		1.3			2.5	2.9						1.9	1.1

蒸発散量の多少は天候、季節などにより大きく変化するので、実測された値をそのまま相互比較することには困難な面が多い。そこで、測定日ごとの天候の差異を平均あるいは消却する意味で、蒸発散比^{2.5)} (蒸発散量 (ET) / 蒸発計蒸発量 (EW)) により検討したのが第2図である。



第2図 各種野菜の生育時期別蒸発散比
△レタス、●トマト、○メロン、×キュウリ、▲セリリー

図にみるように、蒸発散比は作物間あるいは季節別に多少の変異巾はあるが、およそ 1.0 前後に集束分布することがみられた。このような傾向は露地栽培にもみられ²⁾、ハウス内栽培野菜でも蒸発散比は露地の場合とほぼ同様であると思われた。

(3) 蒸発散量と気象要素との関係

蒸発散量は水の気化現象であり、気象要因に左右される面が多い。第2表に蒸発散量と各種気象要素との単相関を示した。蒸発散量と総じて高い正相関を示す要素としては、蒸発計蒸発量があり露地の場合と同様な傾向が

第2表 蒸発散量と気象要素との相関係数

作物、期間	蒸発量	日射量	気温	飽差
トマト(12-6)	0.67	0.66	0.84	0.98
〃 (12-2)	0.71	-0.02	0.78	0.64
キュウリ(10-12)	0.97	-	0.86	0.98
メロン(7-9)	0.88	0.65	0.11	0.61
〃 (7-9)	0.98	0.94	0.58	0.50
〃 (蒸散)	0.71~0.88	0.77~0.98	0.17~0.19	0.75~0.90
セリリー(9)	0.92	-	0.48	0.47
レタス(11-5)	0.99	-	0.94	0.90
〃 (11-1)	0.99	-	0.69	0.43

みられた。しかし、ハウス内の日射量との関係では、秋から春にかけてハウスが密閉され、また暖房が行なわれる場合などでは蒸発散量との相関はみられず、露地の場合とは傾向を異にした。³⁾

(4) 蒸発散量に対する地下補給水量

ハウスの設置場所が水田跡地や、低湿地などにあり地下水位が高く、根域に対して下層多水分域からの水分補給が見込まれる場合には、蒸発散量と土層中の水分減少量との間に大きな差が生ずる³⁾。このような条件下のハウスでは、蒸発散量のうちのどの程度地下からの水分補給がみられるのか、ハウス内の水管理に当り明らかにしておく

第8表 蒸発散量と地下補給水量

作物	測定期間	蒸発散量 (ET)	消費水量 (WC)	補給水量 (SW)	SW/ET%
トマト	9. 22	3.3	0.7	2.6	78.9
	23	3.5	1.5	2.0	55.8
セリリー	7.1~7.20	52.2	5.8	46.4	88.9
	8.3~8.7	27.8	7.0	20.8	74.4
	8.11~8.14	9.6	0.8	8.8	91.6
	8.25~8.27	11.4	7.7	3.7	32.4
	8.28~8.29	6.7	0.8	5.9	88.0

必要がある。

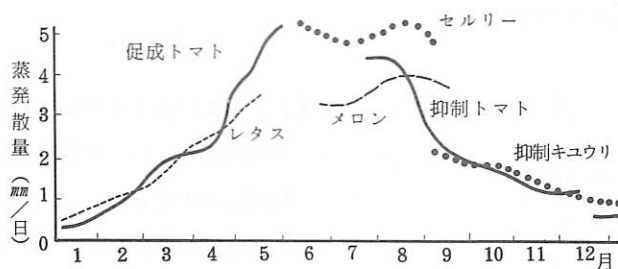
第3表には岐阜県農試南濃試験地のハウス（水田跡地で地下水位が20～30 cm深さ）における地下補給水量の測定結果を示した。トマト、セルリーいずれの場合にも地下からの補給水量が多く、少ない時でも32%、多い時で蒸発散量の89%に相当する水分が、下層土から補給されていることが認められた。

このような地下補給水に関する知見は少なく⁴⁾、今後、栽培の面からばかりでなくハウス設置の立地条件との関連においても検討される必要がある。

(5) ハウス内栽培野菜の生育時期別蒸発散量の推定

ハウス内野菜の蒸発散量は蒸発計蒸発量と高い正相関を示し、またその比（蒸発散比）はおおよそ1.0前後に集束分布することから、ハウス内において計測された蒸発計蒸発量から次式により月別の平均日蒸発散量を推定した。

$ET = K \cdot E_w'$ (mm/日)、ここで、ETはハウス内栽培野菜の日蒸発散量、Kは実測により求めた蒸発散比、 E_w' はハウス内の蒸発計蒸発量。



第3図 ハウス内栽培野菜の月別平均日蒸発散量

第3図は上式により求めた、ハウス内栽培野菜の月別平均日蒸発散量である。

図にみるように、5月から8月にかけて蒸発散量は多く4～5 mm/日程度であり、冬季には少なく0.5～1.0 mm/日程度と推定された。

これらの値は露地栽培の野菜²⁾に比べて（露地のサトイモ、ナスなどの例を除く）、夏季においてはそれほど大差ないが冬季においてはハウス内の蒸発散量が、露地野菜に比べ $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{4}$ と少ないことがわかった。

引用文献

- 1) Katol, Naito, Y., Taniguchi, R. and Kamota, F. (1960). Proc. Crop Soc. Japan 28, (3) 286 - 288.
- 2) Kato, I. and Kamota, F. (1969) JARQ, 4 (1), 27 - 32.
- 3) 鴨田福也、谷口利策、加藤一郎、坂田公男 (1972)、東海近畿農試験報, 24 (印刷中)。
- 4) 九州農試畑作部、気象災害研究室 (1971)、昭和45年度農業気象試験成績書、121 - 159。
- 5) 内藤文男、(1969) 東海近畿農試研報, 18, 126 - 134。
- 6) 農林省、(1970) 園芸用ガラス室、ハウス等の設置状況、蚕糸園芸局資料。
- 7) 三原義秋、(1970)、第3回施設園芸研究部会、講演要旨1～7 農業気象学会関東支部会。

灌水比からみた施設内の水管理について

東海近畿農業試験場、畑作部 内藤文男・柴田明、鴨田福也

愛知県渥美地方の施設利用栽培面積は、年年増加の趨勢を示している。これに伴って、施設内の用水使用量も激増し、最近では、豊川用水の利水計画にも一部齟齬をきたしたとも言われている現状である。このため、施設内の正確な水使用量と、今後の需要量の動向を把握することが急務とされ、各方面でその調査が行なわれている。

著者らも、数年来、同地方の施設における水管理の実態と改善について、現地調査と試験を行ってきた。そのうち、年間を通じたかん水量と蒸発計蒸発量との関係、すなわちかん水比について若干の知見を得たので、ここに報告したい。

1 調査方法

愛知県渥美郡赤羽根町、田原町の農家のガラス室 12 棟に、量水計、蒸発計、およびテンシオメーターを設置した。

ガラス室は、間口 6.7 ~ 6.9 m、奥行 19 ~ 36 m、面積 184 ~ 248 m²の両屋根式無加温である。立地条件は区別別で、また、棟の方向も一定していない。

主な作付体系は、トマト（品種ファースト）——メロン（主として丸横系）——電照ギク（天ヶ原、乙女桜、イヤサカ）である。

量水計は、口径 25 ~ 40 mm の接線流羽根車複湿式隔測水道メーターを用いた。本体をかん水用パイプがガラス室に入る直前の部分にとりつけ、デジタル指示計を室内に設置した。

蒸発計は、直径 20 cm、深さ 10 cm、肉厚 1 cm の灰色塩化ビニール製である。これに、ガラスの連通管をつけ、かつ、それを斜めにして目盛りを 3 倍に拡大し、水位変化のよみとりを正確、容易にした。これを室内ほぼ中央で、高さ 12 m の位置に設置した。

土壌水分は、東近農試式テンシオメーターを、蒸発計設置位置の近くで、深さ 10、20、30、40 cm に埋設して、水分張力 (pF) として測定した。

上記のかん水量、蒸発量、水分張力は、すべて、毎日、かん水直前に調査し、記帳するよう、各農家に依頼した。その時刻は、おおむね午前 7 時前後であった。

調査は、昭和 44 年夏のメロン定植時から、45 年の電照ギク収穫時まで継続して行なった。したがって、メロンについては 2 作、トマト、電照ギクは各 1 作についての調査であった。

2 調査結果および考察

1) かん水量

12戸の農家ごとに調査したかん水量を作物別に平均して、第1表に表わした。これを、全かん水量、1回当りかん水量、1日当りかん水量、間断日数にわけると、以下のとおりであった。

第1表 各作物のかん水量

項目 作物名	栽培期間、日数 (月・日～月・日) (日)	全かん水 量 (mm)	1回当り かん水量 (mm)	1日当り かん水量 (mm)	間断 日数 (日)	かん水 比	土壌水分 張力 (PF)
キク	8.25～12.30, 127	270	3.9	1.9	2.1	1.8	2.0
トマト	1.20～5.20, 120	520	5.3	4.3	1.2	2.2	1.3
メロン	6.15～8.30, 76	350	2.6	4.4	0.6	1.8	1.8

(1) 全かん水量

各作物の栽培期間中(苗床期間を除く)における全かん水量は、キクが270mm、トマト520mm、メロン350mmであった。また、3作物を合計した、年間のかん水量は、1,140mmとなった。

全かん水量は、作物の作季と栽培期間の長短によって相違するが、キクとトマトは、ほぼ同じ栽培期間であるにもかかわらず、トマトが約2倍のかん水量となっている。一方作季は、キクが8月下旬～12月下旬の秋冬作、トマトが1月上旬～5月下旬の冬春作である。この2つの作季間における水分消費に影響する気象条件の差は、冬と夏の差程大きいとは考えられない。したがって、キクとトマトのかん水量の相違は、作季よりも、作物本来の性質、あるいは、栽培上の特性に由来する相違と考えられる。

(2) 1回当りかん水量

全かん水量をかん水回数で除して求めた1回当りかん水量は、キクが3.9mm、トマト5.3mm、メロン2.6mmであった。この、1回当りかん水量は、各作物を栽培した土壌に含み得る、利用容易な水分の多少によって定められるものである。そうして、この水分量は、有効根群域(有効土層)の深さと、(圃場容水量-生育阻害点水分)の多少によって異なるものである。同一栽培床であるから、圃場容水量はほぼ同じとすると、各作物の1回当りかん水量は、根群の分布状態と、生育阻害点水分がそれぞれ異なるためと考えられる。そのいずれが大きな原因となっていたかについては、別に調査、試験を行なうことが必要である。

(3) 1日当りかん水量

全かん水量を栽培日数で除して求めた、平均1日当りかん水量は、キク1.9mm、トマト4.3mm、メロン4.4mmであった。1日当りかん水量の多少は、その日の蒸発散量に關与する気象条件と密接な關係にあり、一般に、冬作物は少なく、夏作物が多い。しかし、トマトとメロンを比較した場合、トマトの作季は、日蒸発散量がメロンのそれより少ない時期であるにもかかわらず、メロンとほぼ同じ量がかん水されていた。

(4) 間断日数

何日おきにかん水したかという、間断日数についてみると、キクは2.1日、トマト1.2日、メロン0.6日となっている。すなわち、キクは、約2日に1回のかん水であるが、メロンは、1日に約2回かん水している。

露地作物の平均間断日数は、5～6日という例が多いが、施設内は、これにくらべて極めてひんぱんにかん水が行なわれている。それだけに、かん水労力は多労であり、その省力化が焦点の急である。

2) かん水比

かん水は、土壌中から消費された水分に見合う量だけを補給するというのが合理的な考え方である。したがって、かん水量を正確に知るためには、消費水量（主として蒸発散量）を測定しなければならない。しかし、これは、器具、労力等の関係で、一般には、容易でない。そのため、簡便な方法として、蒸発散比を応用して、蒸発計蒸発量により間接的に推測することが研究、実用化されている。つまり、蒸発散量の蒸発計蒸発量に対する比が、およそ1であるということを用いて、蒸発散量を推計しようとするものである。

以上のようなことから、各作物の栽培期間中測定した蒸発計蒸発量を、同期間中の蒸発散量とみなし、これに対するかん水量の割合を求めた。それによると、キクは、その比（かん水比）が1.3、トマト2.2、メロン1.8となった。いずれも比は1より大である。このことは、蒸発散比を1とした場合、各作物とも、蒸発散量をかなり上回る量のかん水が行なわれていたことを示すものである。蒸発散比を、仮に、その上限の1.2としたとき、キクがおよそ蒸発散量に見合ったかん水であったということになる。これに対して、トマトは蒸発散量の2倍以上というきわめて多量のかん水が行なわれたと言えるであろう。

同地方のハウストマトの収量は、平均9 t / 10 a、調査農家では12 t / 10 aという例もあった。このような収量レベルと、極多量かん水の必要性との関係については、今回の調査では、十分明らかにすることができなかった。

3) 土壌水分張力

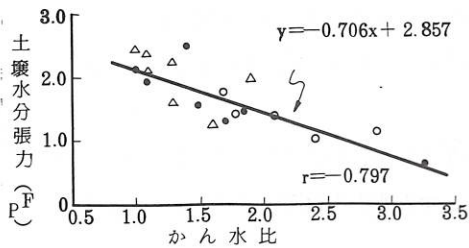
地下10 cmのかん水直前の土壌水分張力（以下 pF）を平均した間は、キクは2.0、トマト1.3、メロン1.8であった。

同地方の土壌では、圃場含水量は pF 1.5前後とされている。したがって、各作物のかん水直前の pF から考えると、メロン、トマトは、まだ下降水の存在する状態で、次回のかん水が行なわれたと言えるであろう。とくに、トマトについてみると、蒸発散比を1とした場合、かん水量のおよそ半分が下層へ下降して消費されていると想定される。

4) かん水比と土壌水分張力との関係

各農家、各作物ごとに、かん水比と10 cmの pF との関係を求め、第1図に表わした。

これによると、両者の間には、 $r = -0.797$ という相関関係がみとめられた。すなわち、か



第1図 渥美地方のガラス室におけるかん水比と土壌水分張力との関係
△キク、○トマト、●メロン

ガラス室の土壌という条件下で認められたものである。土壌条件、とくに、透水性などの物理性が異なる場合には、当然、これと異なった結果となることが、予測される。他地方での、同様な調査が望まれる次第である。

3 むすび

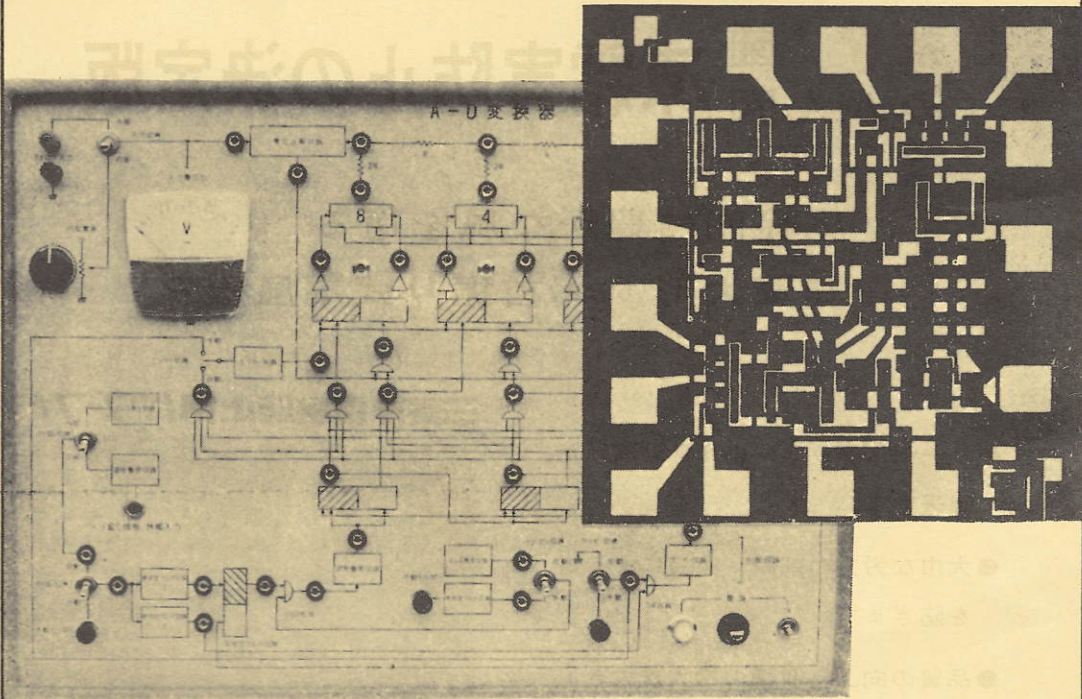
かん水量は、年次が異なれば、当然相違が考えられる。それは、蒸発散に關与する気象条件の変化が見込まれるからである。したがって、1～2年の実態調査から、その地方の平均(平年)的なかん水量を云々することは、きわめて早計である。しかし、この場合、蒸発散比の原理を応用したかん水比で表わせば、気象条件の影響をある程度までは除去することができる。そうして、かん水比が明らかになれば、その地方の平年蒸発量をこれに乗ずることによって、平年かん水量を知ることは容易である。これは、今後のかんがい計画を検討する上で有用な参考資料となるであろう。

同時に、各農家の水管理が適切かどうかという判定にも、土壌水分の測定と合わせて、適切な手段と考える次第である。

参 考 文 献

1. 加藤一郎、鴨田福也、内藤文男、1971. 畑作物のかんがい合理化に關する研究 第2報、かんがい警報器のそ菜および果樹に対する通用例について、東近農試研報 22 : 72 - 83
2. 内藤文男、1969. 作物の蒸散量および蒸発散量に關する研究。東近農試研報 18 : 49 - 151
3. 内藤文男、柴田明、1970. かんがい作業の合理化に關する研究 施設内作物におけるかん水量の実態と蒸発量について 農業気象学会東海支部会誌 21 : 33 - 42.

電子応用計測機器販売



電子応用計測機器設計製作

電子計測のコンサルタント
東海電子計測工業株式会社

名古屋市千種区坂下町1-24
電話 名古屋 <052> 代表 (761) 8 1 6 1



三菱凍霜害防止用パワーファン

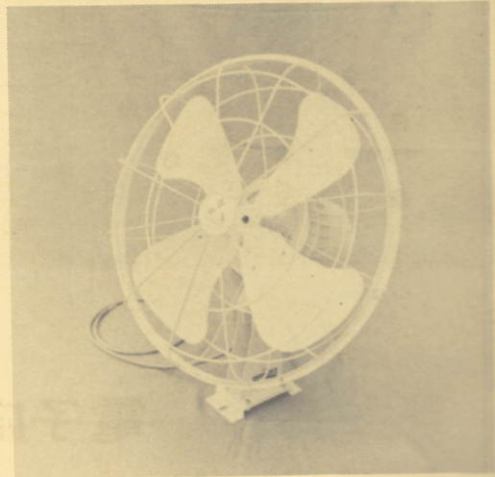
茶園 凍霜害防止の決定版 みかん園

広範囲に豊かな風を送る

三菱大形(60cm)首振り式扇風機!!

- サーモスタットにより自動運転が出来ます。
- 大巾な労力の削減、凍霜による害を防ぎます。
- 品質の向上、収穫の増大に大きく役立ちます。
- 茶園、みかん園等の果樹園、農作物への利用もできます。

三菱凍霜害防止用パワーファン



PF-60HG 3相 200V・750W
60cm・自動首振り式

三菱電機株式会社

本社	☎ 100	東京 <03> 218-2814
東京機器営業所	☎ 100	東京 <03> 218-3567
大阪機器営業所	☎ 530	大阪 <06> 344-1231大代
名古屋商品営業所	☎ 450	名古屋 <052> 565-3311大代
福岡商品営業所	☎ 810	福岡 <092> 75-6231大代
札幌商品営業所	☎ 060	札幌 <011> 261-9111大代
仙台商品営業所	☎ 980	仙台 <0222> 21-1211大代
北陸商品営業所	☎ 920	金沢 <0762> 52-1151大代
広島商品営業所	☎ 730	広島 <0822> 47-5111大代
高松商品営業所	☎ 760	高松 <0878> 51-0001代
新潟営業所	☎ 950	新潟 <0252> 45-2151代
機器静岡営業所	☎ 420	静岡 <0542> 85-6141代
機器浜松営業所	☎ 430	浜松 <0534> 63-6121代