

日本農業気象学会東海支部

会誌

第13号 (昭和41年3月10日発行)

目次

一般講演 (昭和40年12月18日・三重大学農学部にて)

- 1 最近の気象異変と1965年の気象..... 1  
名古屋地方気象台 牧野高吉
- 2 気象からみた昭和40年の稲作..... 5  
—平担暖地を対象として—  
岐阜県農業試験場 白木実
- 3 茶の一番茶期における開葉日の推定..... 10  
農林省茶業試験場 杉井四郎
- 4 カンキツ園の寒害防除法に関する研究..... 13  
—送風法における気温の逆転強度と昇温効果—  
静岡県柑橘試験場 小中原実・高木良平  
鹿野英士・岡千里  
静岡県西遠農業センター 山岡照平
- 5 強風による樹木の倒伏機構とその対策に関する研究..... 19  
—果樹ならびに防風樹の樹冠の形状と耐風性—  
名古屋大学農学部 山本良三・石川雅士
- 6 フローティングライシメーターに対する温度の影響について..... 24  
三重大学農学部 白井清恒

会報

昭和40年度行事報告

支部事務所の移転その他

日本農業気象学会東海支部

愛知県安城市新田町小山

名古屋大学農学部

作物学研究室内

## 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. この会の事務所は名古屋大学農学部作物学研究室におく。
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並びに、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. この会は次の事業を行なう。
  - (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. 前条の事業を行なうために支部会費として年額200円を徴収する。但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. この会の事業及び会計年度は毎年4月に始まり、翌年3月に終る。
8. この会に次の役員をおく。

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ケ年とする。但し重任を妨げない。

本部評議員は支部役員より互選する。
9. この会には支部顧問をおくことが出来る。

# 最近の気象異変と1965年の気象

名古屋地方気象台 牧野高吉

## 1 最近の気象異変

ここ数年の冬は、年ごとに暖かかったり寒かったりで、大へん不安定です。1949年から1960年までの期間は、いわゆる暖冬とよばれる年が多かったのですが、その後1964年を除いては暖冬の傾向はほとんど見られなくなっています。主な異変といえば、まず1963年1月日本付近で低気圧が異常に発達して各地の月平均気圧は数万年に一回しか現われないほどの低い値を示し、北陸地方では数10年ぶりまたはそれ以上の大雪に見舞われています。その年の梅雨は5月に始まる長雨となりましたし、9月は気温が低く台風が一つも日本に接近して来ませんでした。1964年1月は何10年ぶりという暖かさにくぐまれましたものの、夏に入ると北日本では気温が低く曇・雨天がつづいて冷害が起きました。ここ2~3年、全国各地で新記録や3位までの記録更新が相次いで起こっており、当地方に関係した主なものだけでも第1表に示したように相当な数に上っています。

第1表 最近の異常気象

年 月	現 象	名古屋での異常の程度
1962 9	少雨 (台風接近せず)	月雨量31mm (平年212mm) 第1位
1963 1	低圧	月平均気圧1009.2mb (平年1018.7mb) 第1位
	低温	月平均気温0.9℃ (平年2.9℃) 第3位
	岐阜県北部と北陸で豪雪	月間雪日数18日 (平年8日) 第2位
5	長雨  不照	月降水日数24日 (平年12日) 第1位  月日照時間80時間 (平年215日) 第1位、年を通じても第1位  月平均湿度84% (平年74%) 第1位
9	低温 (台風接近せず)	月平均気温20.7℃ (平年22.7℃) 第3位

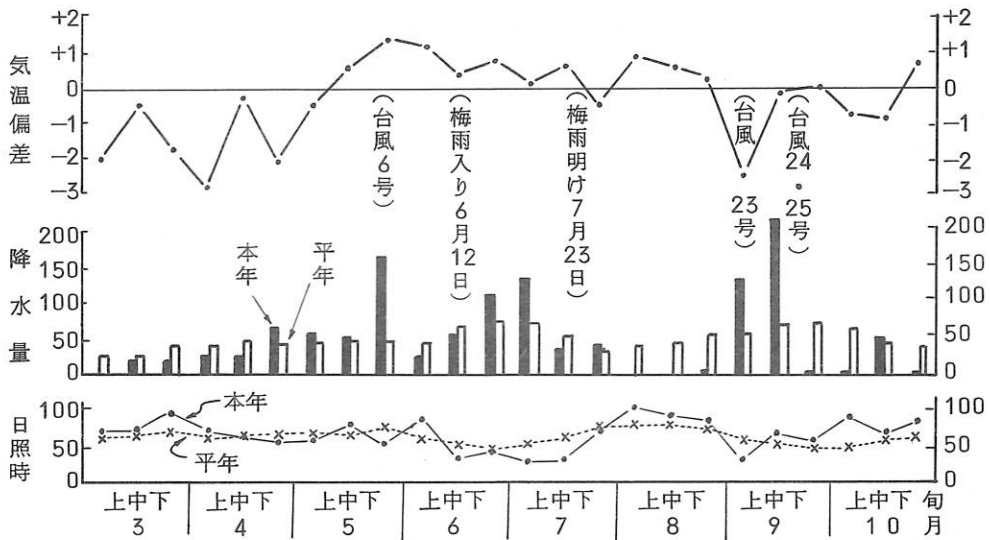


年 月	現 象	名古屋での異常の程度
1964 1	高温 (多雨)	月平均気温 5.3℃ (平年 2.9℃) 第 2 位
4	高温	月平均気温 16.8℃ (平年 12.7℃) 第 1 位
8	高温 (北日本は低温多雨、西日本は高温で干ばつ)	月平均気温 27.8℃ (平年 26.6℃) 第 3 位 月平均最低気温 23.9℃ (平年 22.6℃) 第 1 位
12	高温	下旬平均気温 8.1℃ (平年 4.7℃)

(註) 「名古屋での異常の程度」欄中の順位は1891年以來の観測統計値による。

## 2 1965年の異常気象

前項で述べましたように、近年は異常気象が頻発していますが、1965年も次に示すような異常が観測されています。



第1図 1965年の気象経過 (名古屋・旬別値による)

まず、この地方の代表として、名古屋の気象経過のあとを第1図でごらんください。目につくのは、春の低温と夏に雨が少なかったこと、この二つの特徴でしょう。

### (1) 春の低温

3・4月とくに4月は全国的に低温で、東海地方でも静岡・岐阜県で苗代の成育不良を来たしたほか果樹・そさい・茶・桑などに被害があり、また4月12日朝は静岡県東部・中部と山間地帯で晩霜害が発生しました。

(3・4月の各地の低温)

名古屋：3月平均気温 5.7℃ 平年より 1.4℃低

4月 // 10.9℃ // 1.8℃低

4月の低温は1949年の10.6℃に次いで1891年以降で2番目の記録。

浜松：4月平均気温 11.8℃ 平年より 1.3℃低 1886年以降第3位

高山：4月平均気温 5.8℃ 平年より 2.4℃低 1899年以降第2位

津：4月平均気温 10.6℃ 平年より 1.6℃低 1890年以降第2位

この低温の原因は、2月ごろ北極方面で異常に強い寒気が生成されて、これが3月から4月にかけて低緯度まで南下して来て、日本付近は冬型の気圧配置となりやすかったためです。また降水が少なく、とくに4月4日と5日はこの頃としては記録的な低い湿度を観測しています。

(2) 夏の異常乾燥

真夏の雨は、静岡県東部を除いて東海地方の大半で極めて少なく、各地で観測開始以来の記録を更新しました。このため水利にめぐまれない地方では、ひでりの害が起きました。このひでりは7月24日ごろから8月21日ごろまで続き、この間の雨は愛知県の例では、わずか1日、雨量も名古屋で1mm、津島で1mm、江南で3mmとまったく焼け石に水でした。

(8月の各地の雨量)

名古屋：4mm (平年155mm) 1952年の0.5mmについて1891年以来第2位の記録

岐阜：8mm (平年177mm) 1883年以来第1位

高山：24mm (平年176mm) 1899年以来第1位

津：32mm (平年195mm) 1890年以来第3位

亀山：50mm (平年259mm) 1931年以来第2位

尾鷲：114mm (平年584mm) 1940年以来第1位

上野：7mm (平年175mm) 1937年以来第1位

このように、ほとんど雨が降らなかった原因としては

- ① 北太平洋高気圧の勢力が強く、雨をもたらす低気圧の接近を阻んだこと
- ② 高気圧の中心位置が例年より北にかたよっていたので、暖かく湿った空気の西日本への流入が少なく、雷雨が起りにくかったこと

が挙げられます。

ふつう8月の雨は、雷雨や台風によるものが多いのですが、この8月は名古屋でわずか1日(平年5日)しか雷が発生しませんでした。

(3) 台風の発生が多かった

5月下旬に早くも台風6号が本州南岸に接近して通り、東海地方に大雨を降らせ浸水さわぎを起しています。6月下旬には10号、8月上旬には15号、中旬には17号、そして9月上旬には23・24号と相次いで当地方に接近または上陸しました。とくに24号は愛知県渥美半島に上陸して、

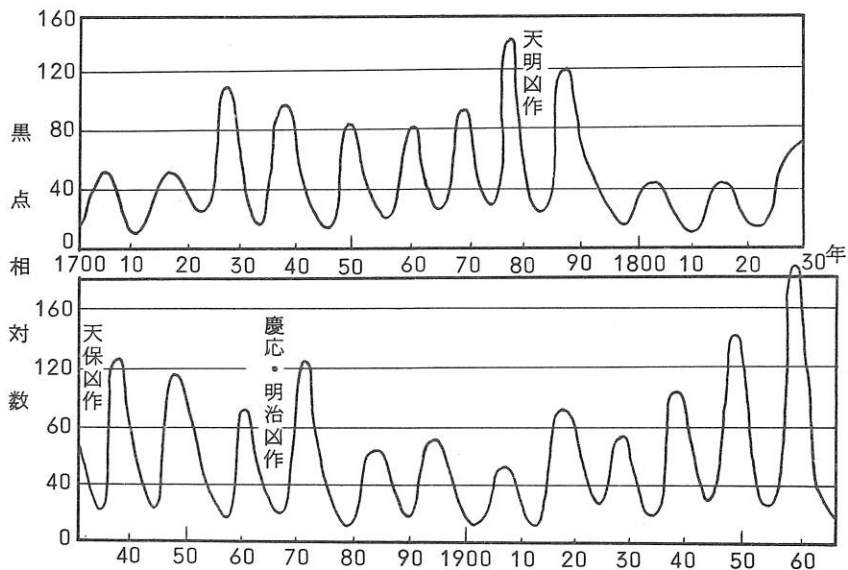
かなりの被害をあたえています。

このように当地方に影響をもたらした台風の数はいくらに比べて圧倒的に多かったのですが、5月に来襲したこととともに最近では珍しい現象です。

(この理由については、目下調査しているところです)

### 3 太陽黒点数と日本の夏の天候

黒点数は平均11年の週期で増減していますが、増減の振幅は大きい時期と小さい時期とがあります。



第2図 黒点相対数の変化

第2図は1700年以降の太陽黒点相対数の変動を(平滑化して)示したものです。この図をみると、1780年前後と1840年前後、1870年ごろ、そして最近の1950年から現在にかけての期間の変動はとくに大きくなっています。

1780年代の黒点数の大きい変動期には天明の大凶作が起り、1830年代には天保の凶作、そして1866年から1869年にかけては慶応明治の凶作が起っています。

ところで、ここ数年の黒点数の変動は過去の凶作期間の変動によく似ているところから、北日本の凶冷が警戒されていました。そして1964年の北日本の夏の低温は北海道の冷害を生み、ついで1965年の初夏もやはり低温で、またも凶冷かと心配されましたが、幸いその後の天候好転でどうやら大減収はまぬがれたもようです。

北日本が冷夏の年は、中部日本や西日本でのもも低温かといいますと、必ずしもそうとはいえません。天明のききんも飛騨地方など高冷地で凶作であったほかは、大したことはなかったもようですし、この1964年北海道方面の低温・多雨に対して、西日本では反対に高温干ばつ気味でした。ただ、昔にくらべ農業技術は格段に進歩していますので、天明・天保のような惨状はまず考えなくてよいものと思われま



# 気象からみた昭和40年の稲作

—— 平坦暖地を対象として ——

岐阜県農業試験場 白木 実

昭和40年の稲作は、早春から異常気象が予報され、気象庁からもしばしばその危険性が警告された。岐阜県における昨年の気象経過からみると、この予報はある程度あたっているようにおもわれる。即ち風害をトップとして、冷害、旱害、水害等の災害が稲作期中に集中し、しかもこれまでにあまり例をみない極めて変化の多い気象であった。次に水稻の生育時期別に気象の経過について追跡を行ない、多難であった昭和40年の稲作について反省をしてみたい。(第1～3図参照)

## 苗代期

1. 播種直後の5月第3半旬の気温はやや低目であったが、5月の第4～5半旬は全般に好天が続いて気温は高目であった。以後曇雨天多く、特に5月26～27日を中心に197耗の降雨があり、県下の低湿地では苗代冠水の原因となった。
2. 6月にはいって天候回復し、気温やや高目、気温較差も大で好天が続いた。第3半旬になって再び梅雨気味の曇雨天が多く、時々集中的の降雨があった。
3. 以上のような気象の影きょうで、苗代前半の稲の生育状況は、草丈はやや低目、茎数少目であったが、挿秧時にはかなり生育遅延が回復して、草丈、主稈葉数は殆んど平年並となり、茎数、乾物重は平年並か平年値を若干上まわる生育を示した。ただし茎葉はやや徒長軟弱気味であって、一部の地区では葉いもち病の発生がみられた。

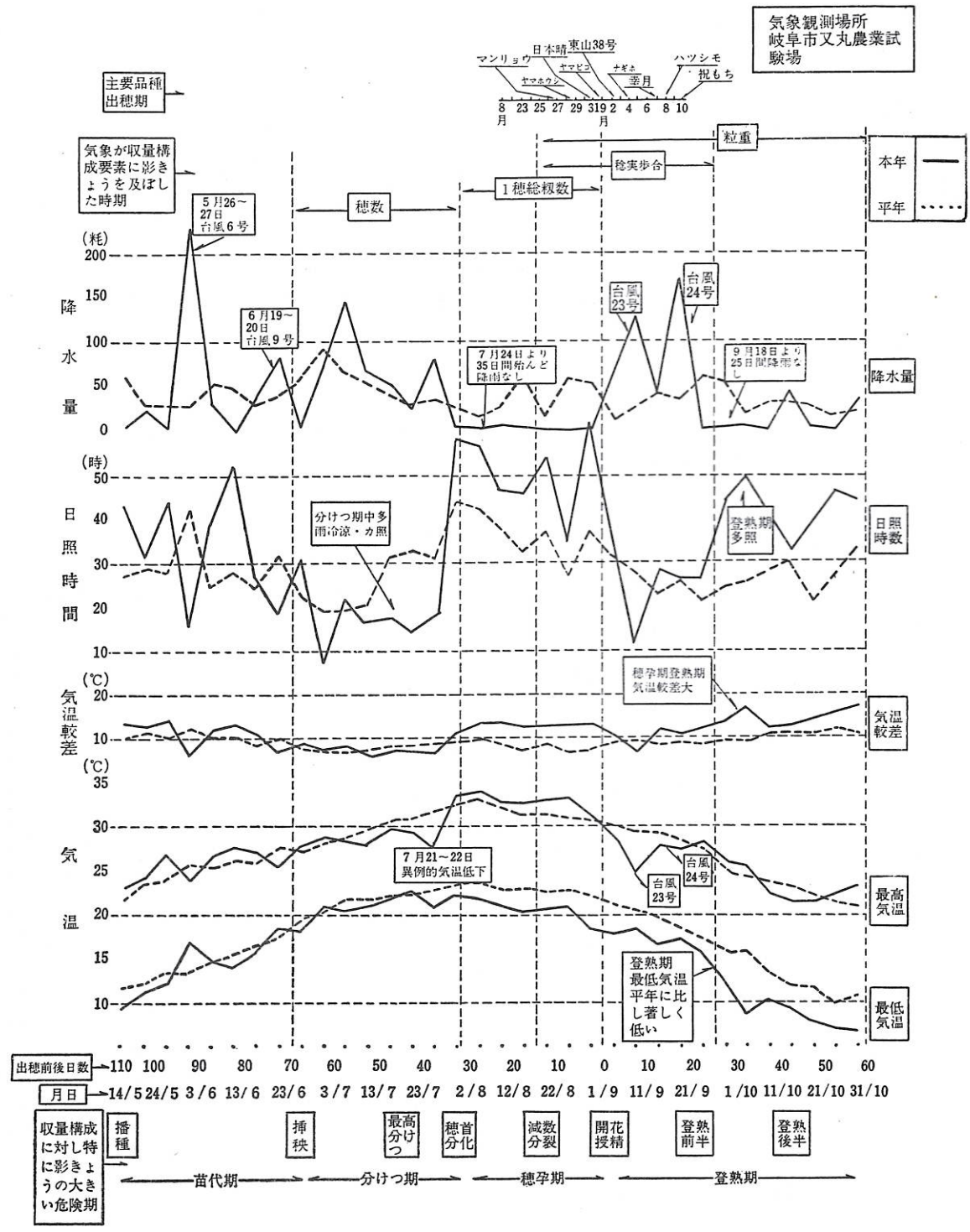
## 分けつ期

1. 梅雨気味の不良天候は、挿秧時の6月後半から7月の半まで続いた。7月14～16日に梅雨あけにふさわしい快晴の日が3日続いたため、一ヶ月近い梅雨も終わったかとおもわれたが、7月17日から再び梅雨模様の天候に逆もどりした。このもどり梅雨が7月23日まで続いた。24日から漸く本格的な真夏の天候となり、分けつ終期まで快晴が続いた。このような不順な天候のため、気温は月始めから5半旬までは全般に低目で、特に7月21～22日は最高気温25～26℃、最低気温21～22℃で、土用中には異例とおもわれる冷涼さであった。
2. 以上のような不良気象の影きょうで、本田初中期の分けつの発生並びに其後の発育は平年に比し概して不良であった。特に日照不足のため徒長軟弱の傾向がみられ、そのうちでも上位葉身の徒長が目だった。分けつ数は、田植時期の早いものは、平年値とあまり変らないかまたはやや多目であったが、田植のおそいものは例外なく茎数が少な目で、その発育も不整一であった。

病害虫のうち、最も発生の多いのは縞葉枯病であり、ついで紋枯病であった。二化めい虫の1化期は、おそ目の発生で被害は少な目であった。

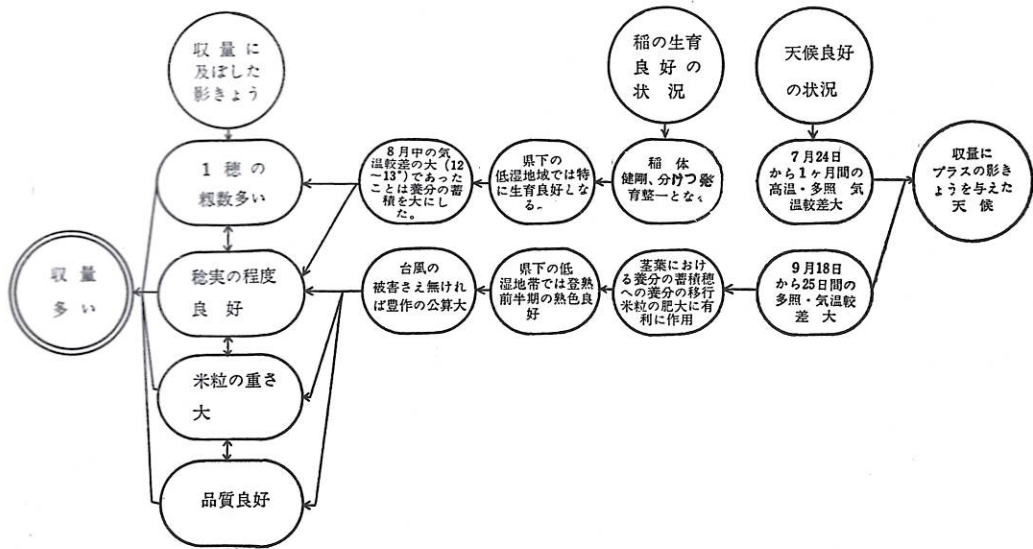
## 幼穂の形成並びに穂孕期

1. 分けつ末期からはじまった梅雨あけの真夏の好天候は、8月中も続き、このため早ばつ現象が県下の各地におこった。即ち8月中の合計降水量は僅か11.8耗(農試本場)であって、用水不足地では、このことが水稻早ばつの原因となった。快晴続きのため、最高気温は例外な

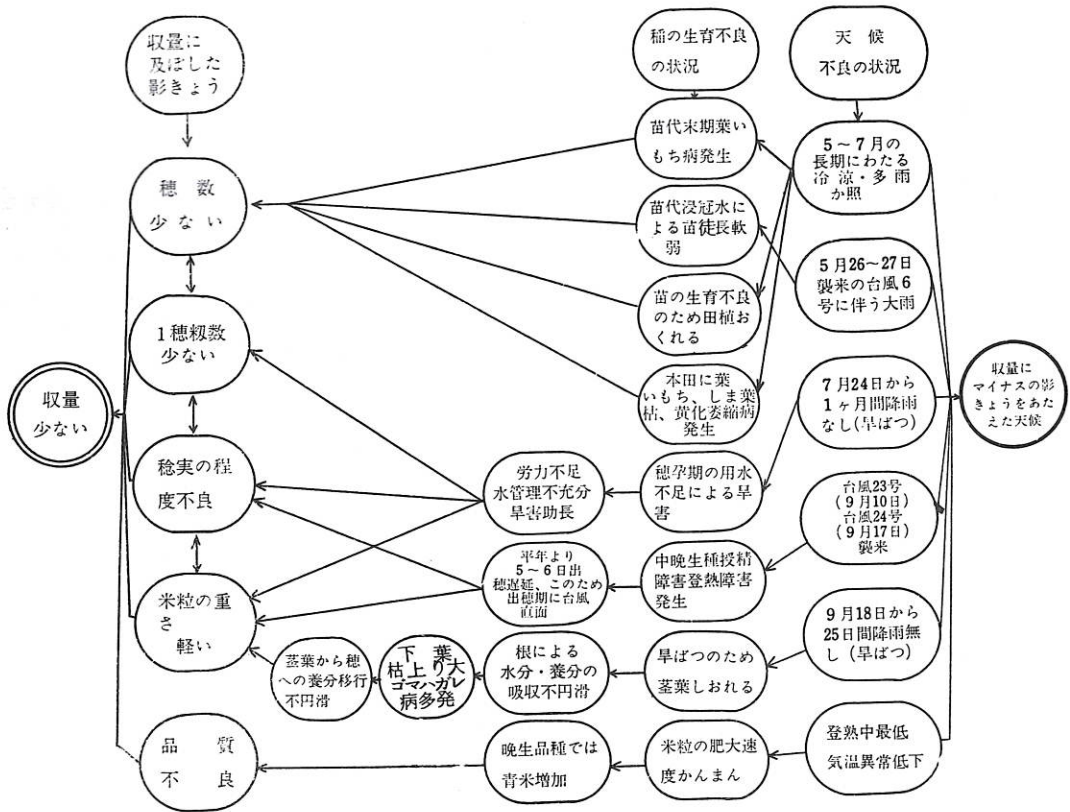


第1図 昭和40年における稲作期中気象概況と水稻生育との関係  
— 美濃平坦暖地を対象として —





第2図 収量構成要素に及ぼした天候の影きょう —プラスの面—



第3図 収量構成要素におよぼした天候の影きょう —マイナスの面—

く平年より高く、特に8月第5半旬では平年よりも2.4℃も上まわる気温(33.4℃)を示した。これに対し、最低気温は異例的に低い日が多く、このため気温較差は、例年にその比をみない大きな開きを示した。当地における8月の気温較差は、平年では8~9℃であったが、昭和40年は12~13℃前後であった。県下で気温較差の最大値を示す飛騨地域に匹敵する数値を示した。

2. 8月中の好天候の影きょうで、草丈は平年並となり、稲体もかなり健剛となった。ただ梅雨あけがおくれたため、分けつの発生並びにその穂数化には、この快晴は影きょうするところが少なかった。そのため穂数、止葉々数は少な目で、出穂期は2~5日程遅延した。

3. この早天続きのため、県下の用水不足地では、何れも早害にみまわれた。早ばつの発生した時期が環境の変化に対して最も敏感である穂孕期にあたったため、その被害はかなり甚大であった。

#### 登熟期

1. 出穂直後の9月にはいって急に天候の不良の日が多く、9月10日には台風23号が来襲した。即ち同日の9時すぎから断続的の強風雨となり、11時~14時になって風は東南東に変わり、風雨とも最大となった。農試本場及び岐阜県地方気象台における台風襲来中の気象観測結果は次の通り。しゅん間最大風速29.6 $\frac{m}{s}$ 、10 $\frac{m}{s}$ 以上の吹送時間約5時間、総降水量82.9 $\frac{mm}{h}$ 、同日夜最低湿度68%まで低下。その後9月15日にいたって岐阜県山間地に集中豪雨があり、揖斐郡徳山村では日雨量700 $\frac{mm}{h}$ をこえる記録的の降雨があった。このため揖斐郡徳山、藤橋、久瀬、坂内村と本巣郡根尾村では、農耕地、人家に未曾有の大きな被害をあたえた。続いて9月17日にいたって、相ついで台風24号が襲来した。即ち同日17時頃から風雨は強くなり、23時08分に風速は最大となった。同日の農試内及び岐阜県地方気象台の気象観測結果は次の通り。しゅん間最大風速22.6 $\frac{m}{s}$ 、総降水量172 $\frac{mm}{h}$ (9月16~17日2日間)9月17日最低湿度61%、9月18日最低湿度35%。

2. 9月10日襲来の台風23号によって、ハツシモ程度の出穂期(9月7~8日)の品種に甚大な被害をあたえ、授精障害による不稔粒及び粒ずれによる黒変粒の多発、白穂の発生、倒伏等の異常現象がみられた。東山38号程度の出穂期(8月31~9月3日)の品種では、被害は中程度、日本晴程度の出穂期(8月26~28日)の品種では被害は比較的軽微であった。また早、中、晩生品種のすべてを通じて葉先の裂傷が目だった。

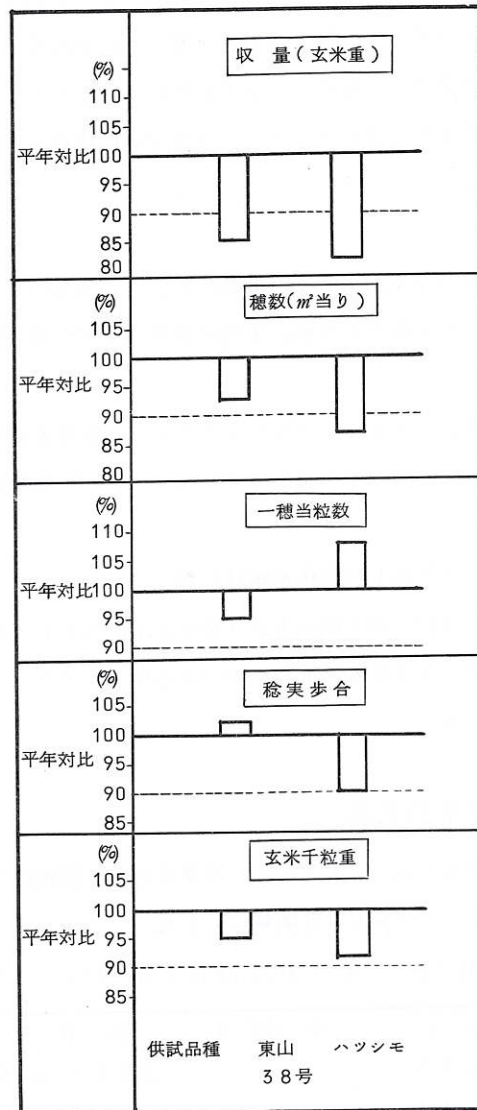
台風24号についても、黒変粒、白穂の発生、倒伏等の現象がみられたが、23号ほどの被害はみとめられなかった。

3. 台風24号の襲来した翌日から、天候は一変して晴天となり、この良天候は10月半まで約25日間続いた。その間殆んど降雨がなく、そのためこの時期にはあまり例のない早ばつの現象がおきた。この間の気温については、最高気温は平年よりやや高目、最低気温はかなり低く、そのため気温較差は、12~13℃の平年にはみられない大きな数値を示した。

上に述べた登熟期の快晴続きの天候は、比較的低温気味の水田に対しては、収量構成の上に好影きょうをあたえた。即ち半湿田、湿田で地力の高い水田では、登熟期中の熟色が比較的良好で、風害の回復も比較的大であった。これに反し、保水性の不良な浅耕土漏水田、砂質田の地域では、登熟期の過乾のため葉の枯上りの増大、ゴマ葉枯病の多発、熟色不良、米粒の肥大の不十分等のため、収量は予想外に低下し

た。なお排水施設の不備、労力不足による水管理の不適正等がこの早害を助長したところもあった。また最低気温の異常的に低かったことは、米粒の肥大速度の緩まをきたし、青米の増大、米粒の肥大の十分等の現象がみられた。

以上を要約して、収量構成因子の動きが平年と対比してどのようにちがうかをまとめると第4図のようである。



(注) 上記資料は、作物統計事務所岐阜試験地の昭和40年作況試験成績より引用した。

第4図 収量と収量構成要素の対平年比

なお県下の各地域の水稲作況については、災害の有無、地形、品種の早晩生、土壌条件、栽培法等の相異によってかなり高収位のところから収穫皆無に近い水田まであって、その収量巾は平年には到底みられない大きな差異ができた。これ等水稲作況については、表面的には一見して複雑多岐の様相を示したが、内面的からみるとそこには、一貫した規則性のある生理、生態現象がみとめられた。



# 茶の一番茶期における開葉日の推定

農林省茶業試験場 杉井四郎

一番茶の生育の遅速ならびに生葉収量予想は単に栽培を担当する当業者ばかりでなく、荒茶取扱業者および一般小売業者にいたるまでの多くの人達によって深い関心が払われている。

一番茶期の出開き日と積算平均気温との関係について鳥井が検討したところ、3月下旬から4月中旬までの30日間の積算平均気温との相関が著しく高く、出開き日( $y$ )は積算平均気温( $x$ )との間に次の回帰式

$$y = 8.116 - 0.1541x$$

が推定せられるとした。

しかし、一般生育調査においては茶芽の出開きの調査は主として摘採期において重視され、その生葉の成熟度を表現する唯一の尺度として記載されるが、生育の比較的初期の段階においては調査を欠く場合が多い。

茶においても、その豊凶を調査しようとし、昭和26年から作況調査を計画して、発芽期、茶芽の芽長・葉数の生育追跡および実収について調査を実施してきたが、いまだ、気象要素との関係についての検討は手がつけられておらない。

ここでは開葉日と気象要素、特に気温との関係を検討した。

開葉日の遅速は年によって異なるが、発芽期のふれ(金谷C.V.46%)よりも、はるかに小で(17%)あり、なお開葉という生育段階は発芽よりも確実に握できる現象であり、茶の生育を追跡してゆく上に重要かつ実用的価値も高いものである。

## 1. 場所別開葉日と積算平均気温

資料はすべて各府県の発芽状況報告書から取ったが、開葉日という調査はないので、生育状況の5日ごとの葉数の数値から1.0以上になった日をもって開葉日とした。

第1表 場所別統計年と開葉日

場所	統計年	欠測年	開葉日の幅	平均開葉日
埼玉	26~33		4月19日~5月3日	4月28日
茶試	26~37		13~4月30日	22
静岡	26~35		11~27	19
京都	25~35		2~22	15
三重	25~34	26.31	16~30	24
奈良	26~36		8~25	17
佐賀	25~36		10~26	18
九州農試	27~34		11~26	20
宮崎	25~35	28	10~30	17
鹿児島	25~33	27.30	15~28	22

第1表に場所別の統計年次と年間および開葉日の幅をしめした。なお開葉日の欠測が三重県・鹿児島県で2年、宮崎県で1年あるが、凍霜害により、生育が著しく遅延かく乱され、発芽状況報告期限内に開葉するに至らなかったものである。

第2表 開葉日と積算平均気温との相関

場 所	2下~4上	3上~4上	3中~4上	3下~4上	4 上	2中~3下	2下~3下	3上~3下	3中~3下	3 下
埼 玉	-0.250	-0.180	-0.391	-0.553	-0.483					
茶 試	-0.354	-0.319	-0.445	-0.435	-0.514					
静 岡	-0.336	-0.344	-0.363	-0.257	-0.036					
京 都						-0.356	-0.309	-0.358	-0.257	-0.346
三 重	-0.318	-0.275	-0.287	-0.470	-0.459					
奈 良						-0.160	-0.148	-0.221	-0.220	-0.299
佐 賀	-0.522	-0.356	-0.494	-0.534	-0.435					
九 州 農 試	-0.622	-0.665	-0.731	-0.709	-0.298					
宮 崎	-0.139	-0.276	-0.223	-0.377	-0.181					
鹿 児 島	-0.602	-0.379	-0.720	-0.667	-0.479					

第2表に積算平均気温との相関を示したが、最も早い開葉日の含まれる旬から逆算して、5旬、4旬、3旬、2旬、1旬間の5つの平均気温の積算値を求め、開葉日との相関を各場所別に求めたところ、鹿児島・九州農試（羽犬塚）を除く8場所においてはほとんど相関が認められず、茶試（金谷）もまたその例外ではなかった。

## 2. 平均気温における有効積算気温

茶芽の生育に関与する気温の中、極端な低温については年々の研究蓄積もあり、やや明きらかにせられつつあるが、発芽・開葉などの時期におけるものは判然としない面が多いので、一応有効温度として、8、10、12℃を考え、金谷観測所の資料を用いて、それぞれの日平均気温のうち、これ以上の気温の場合の差を出して、その積算値との間の相関を求めたが、有効温度を10℃とした場合にやや相関が認められるものの、8、12℃では相関は認められない。

## 3. 最低気温における有効積算気温

前と同様、日最低気温から5、8、10℃以上の気温の場合、差を出してその積算値を求め、開葉日との相関を求めたが、平均気温の場合と同様相関関係を認めることはできなかった。

## 4 開葉日と積算最高気温

金谷における観測値から、3月中旬～4月上旬、3月下旬～4月上旬、および4月上旬の積算最高気温

との相関を求めたところ、3月中旬～4月上旬の積算値との相関は認められたが、他には相関はほとんど認められなかった。（第3表参照）

第3表 有効積算気温・最低・最高気温との相関（茶試）

	3上～4上	3中～4上	3下～4上	4上
日平均気温	- 8	-0.445	-0.435	-0.514
	-10	-0.575	-0.483	-0.485
	-12		-0.534	-0.472
日最低気温	- 5	-0.292	-0.403	-0.468
	- 8	-0.399	-0.496	-0.557
	-10	-0.336	-0.527	-0.422
日最高気温		-0.274	-0.419	-0.453
	-10	-0.188	-0.296	-0.438
	-12		-0.312	-0.284
		-0.320	-0.474	-0.328

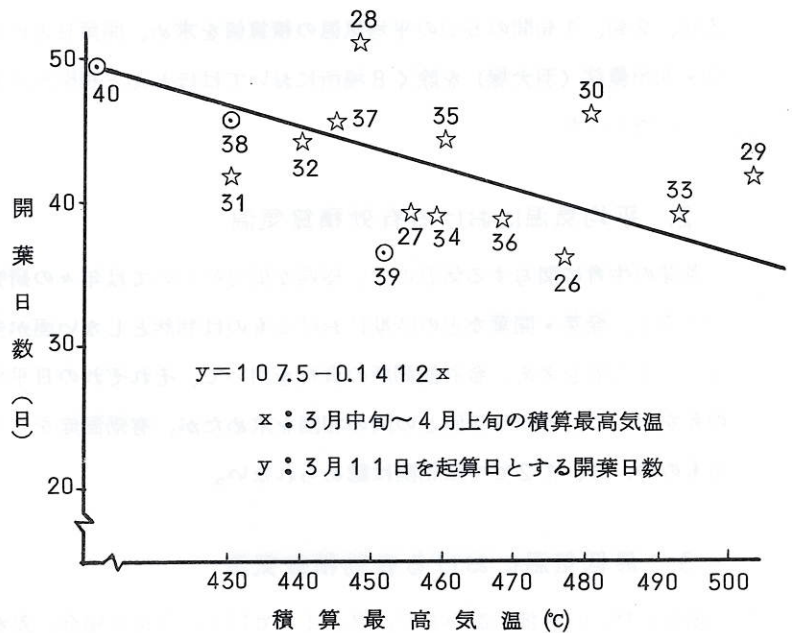
したがって、相関の認められた3月中旬～4月上旬の積算値(x)と開業日数(y)との回帰式を求め次の式を得た。

$$y = 107.5 - 0.141x$$

第1図に実際値との関係を示したが、28、29、30年は低温凍霜害の発生があるので、生育が遅延し、26、27、31、34年は凍霜害はなかったか、あるいはあったとしても比較的初期の段階で、生育にはさほど影響なく順調に経過したものと考えられる。

また、この式を38、39、40年の作況調査にあてはめたところ、39年は茶の摘採期が前年より14～15日も早められた異常気象の年であり、それも4月上旬までは

平均で1～2℃高かったのにすぎないが、中旬は急に4℃も高くなり、そのため急激に生育が促進され、開業日も早められたものと思われるが、38、40の両年においてはきわめてよく一致することが認められた。



第1図 開業日数と積算最高気温（茶試）



# カンキツ園の寒害防除法に関する研究

## 送風法における気温の逆転強度と昇温効果

静岡県柑橘試験場 小中原実、高木良平、鹿野英士、岡千里

静岡県西遠農業センター 山岡照平

カンキツ園における寒害の気象的防除法としての送風法は、諸外国では広く実用化しているが、わが国では1964年よりようやく本格的な研究に着手された段階にすぎない。

1964年1月にアメリカよりウインドマシン2基(25HP電動式1基と88HPガソリンエンジン式1基)を輸入し、そのうち1基(25HP)を浜松市三方原台地上の西遠農業センター圃場内の幼木園に、又他の1基(88HP)を清水市庵原の山麓水田転作ミカン幼木園内に設置して、平坦地カンキツ園における昇温効果を過去2年間に亘って検討したのでその結果を報告する。

### I 実験材料及び方法

実験に供試したウインドマシンの性能は第1表の通りである。

第1表 実験に供試したウインドマシンの性能

機種	原動機	所要馬力	回転数 (r. p. m.)			ファン		塔の大きさ		1) 燃料消費量	3) 防除対象面積
			モーター又はエンジン	ファン)	タービン) テーブル	直径	角度 2)	高さ	直径		
EP-25	電動モーター	28 $\frac{3}{4}$ HP	900	880	*	3.4 m	6.5°	9.5 m	41 cm	ℓ/hr	1.2 ha
GP-88	ガソリンエンジン	88	2,600	614	**	4.67		9.14	61	28.73	4.0

註 1) : F.M.Cによる標準性能 2) : 垂直面に対して 3) : F.M.Cによる1.1℃以上昇温効果のある面積 \* 5分間に1回転 \*\* 4分17秒に1回転

#### (1) 25HPウインドマシンによる実験

実験は1964年と1965年の1~2月に9回反覆したが、実験圃場は1.2haでそのほぼ中央部にウインドマシン1基を設置してある。昇温効果の判定は周囲の圃場を含めて約4haに棒状温度計を高さ1mに輻射除けをつけて横掛けし、10分~30分毎に読みとった値を地形・地物による差を補正したものから基準点に対する偏差を昇温効果と見做した。気温の逆転強度は基準点で0.5~1.2m間を6段階に分けてサーミスター記録計で測定した値から1mと1.2m間の温度差をもって表わした。実験中の運転時間は1~3時間内外である。

#### (2) 88HPウインドマシンによる実験

供試圃場5haは東側に比高200m、西側に60mの急峻な山に囲まれた細長い水田転作による平坦地幼木ミカン園である。実験は11回反覆し、得られた結果から気温の逆転強度と昇温効果との関係を検討した。実験方法は25HPの場合と同様であるが、基準点では1.2~2.5m間を5段階に分け

て測し、気温の逆転強度は1.2 mと1.3 m間の温度差としたが、併せて実験地附近の谷の気温の垂直分布を明らかにするために両斜面に9ヶ所自記温度計を設置して、1965年の1月下旬から3月上旬まで斜面の気温垂直分布を測定した。

## II 実験結果

### (1) 25 HP ウィンドマシンの昇温効果

#### 1. 気温の逆転強度と昇温効果との関係

昇温効果は気温の逆転強度と高い相関関係が認められ、逆転の強さが4℃附近までの範囲では、逆転の強さを増すに従って昇温面積は直線的に増加することが知られた。(第1~2図) 得られた実験式から気温の逆転強度と昇温面積との関係を昇温段階毎に求めたものが第2表である。

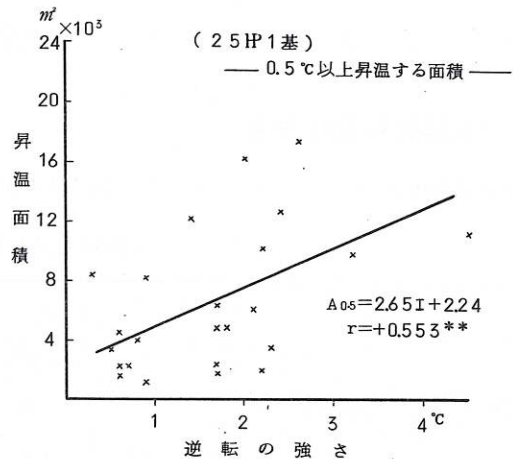
即ち0.5℃以上昇温する面積は、気温の逆転が1℃のときには0.5 ha、2℃では0.8 ha、3℃では1 ha、4℃では1.3 haである。又1℃以上昇温する面積は、気温の逆転が2℃では0.1 ha、3℃では0.2 ha、4℃では0.3 ha程度であり、25 HP ウィンドマシンによる送風法単用による昇温効果は比較的小さい。

#### 2. 消費馬力と昇温効果との関係

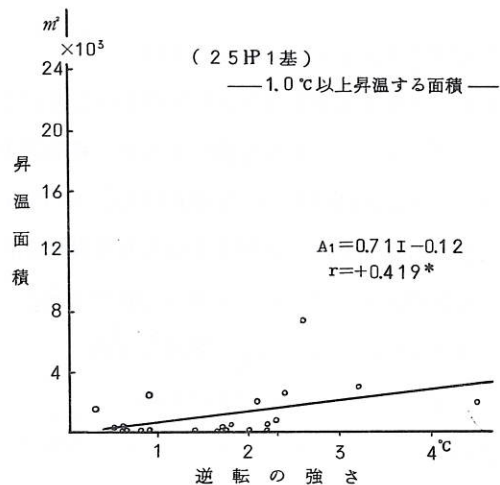
ウィンドマシンの昇温効果を消費馬力から10 HP 当り40 a とすると(外国で云われているように)、本実験に供試した25 HP では約1℃以上昇温する面積は1 ha になるが、本実験の結果では0.5℃以上の昇温を期待するためには、気温の逆転が3℃以上になることが必要である。

第2表 送風法による気温の逆転強度と昇温効果(25 HP 1基)

昇温	気温の逆転			
	1℃	2℃	3℃	4℃
	ha	ha	ha	ha
0.5℃以上	0.49	0.75	1.02	1.28
1.0℃以上	0.06	0.13	0.20	0.27



第1図 送風法における気温の逆転と昇温効果との関係(1)



第2図 送風法における気温の逆転と昇温効果との関係(2)

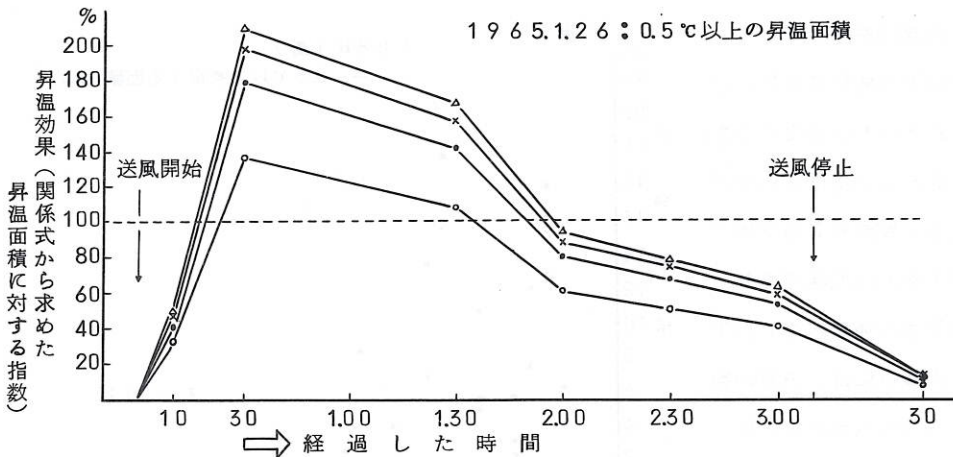
従って本実験では気温の逆転が3℃のときにもその昇温効果は外国の場合の $\frac{1}{2}$ 程度にすぎないことになるが、その原因は今の処明らかでないので今後検討を加えたい。

### 3. 昇温域の分布

昇温域はウインドマシンの中心にして自然風の風下側に大きく現われ易く、風上側の昇温域は小さい。

### 4. 昇温効果の経時変化

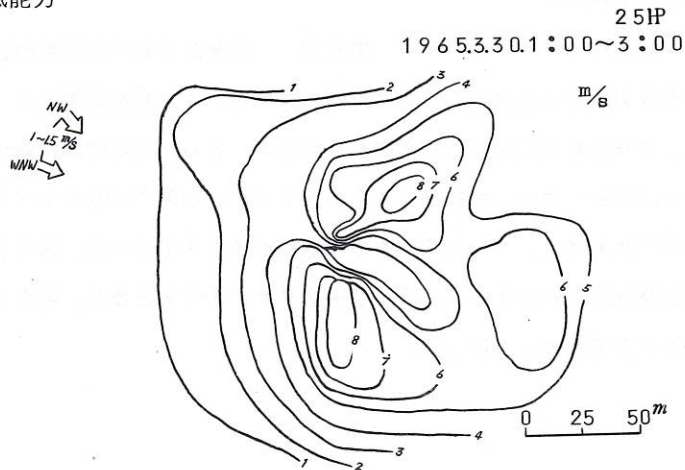
ウインドマシンを始動してから一定時間運転し、停止するまでの昇温効果の変動を気温の逆転強度毎に検討した結果、昇温効果が最も大きくなるのは、始動30～1時間30分後の間附近であり、以後は時間の経過と共に次第に昇温効果は減少してゆくようである。又送風を停止して20～30分経過すると残効性は消失する。(第3図)



第3図 送風法における昇温効果の経時変化

### 5. ウインドマシンの送風能力

最大風速の分布は、自然風の風向に対して本機両端のやや後方に強風域が現われる。又風の到達性は風上側よりも風下側が遙かに大きく2～4倍以上に達している。(第4図)しかしこの強風域は昇温による高温域とは必



第4図 ウインドマシンによる風の到達性



ずしも一致するとは限らないようである。又本機周辺並びにそのやや後方には弱風域が現われやすい。

## (2) 88HPウインドマシンの昇温効果

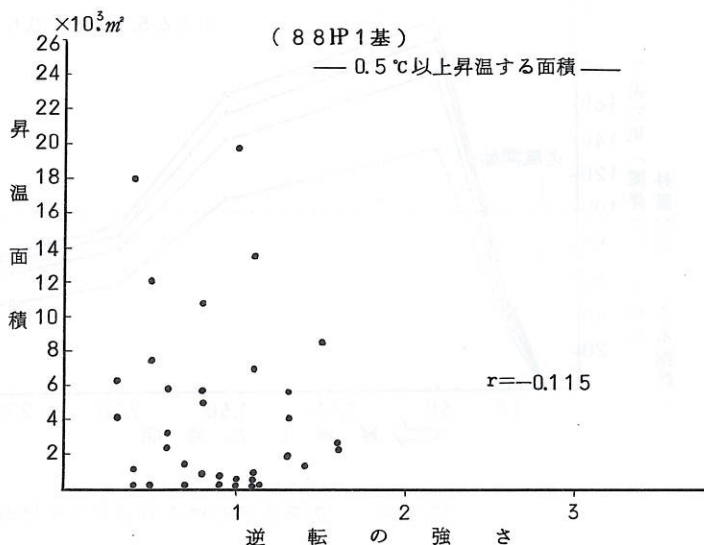
全実験を通じて本条件下における送風法の昇温効果は余り認められなかった。従って0.5℃以上の昇温効果も極めて不安定であると共に、昇温域が認められた場合の面積も僅か1～2ha程度であり、特に1℃以上の昇温効果はごく少面積に限られていた。

このように本実験の昇温効果の小さい原因は、気温の逆転が小さく、殆んどの実験の場合その逆転の強さは1℃前後或いはそれ以下の条件であったことに起因すると思われる。

### 1. 気温の逆転強度と昇温効果との関係

第5図に示したように両者間には全く相関関係が認められない。従ってこのように立地条件下における送風法の昇温効果

は、気温の逆転強度が1℃程度以下の場合には殆んど現われないものようである。従って送風法の効果を0.5℃程度の昇温効果で論ずることは危険であり、特に気温の逆転が1℃以下程度の場合には、送風の影響は他の何らかの要因によって攪乱されるようである。



### 2. 実験地における気温の逆転強度別発現頻度

本実験条件下における合理的な寒害防除法を検討し、更に今回の送風法による昇温効果の劣った原因を明らかにする一端として、冬季間を通じて調査基準度が0℃以下になった継続時間に対する気温の逆転強度の発現頻度を1℃段階毎に検討した結果、1.2mと1.3mの間では0.9℃以下の逆転の継続時間が全体の65%で最も多く、1～1.9℃までの逆転が30%であった。又1.2mと2.5m間では1～1.9℃の逆転継続時間が全体の47%、2～2.9℃が30%となり、高度が2倍程度になると約1℃程度逆転が大きくなる。(第3表)

第5図 送風法における気温の逆転と昇温効果との関係(3)

第3表 実験地の調査基準点が0℃以下のときにおける気温の逆転とその継続時間

清水市庵原(山切)

88P1基

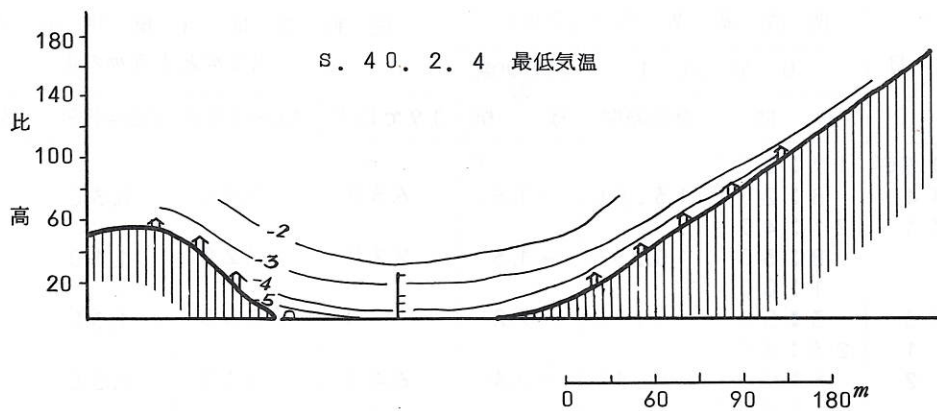
1965.1~3

項目 月 日	調査基準点(1.2m)		最低気温 の 極 植 ℃	逆転強度(継続時間) 1.2mと1.3mの差			
	0℃以下			0.9℃以下	1.0~2.9℃	2.0~2.9	3.0℃以上
	時間	継続時間					
1月13日	19:20						
" 14	8:20	13.00	-1.6	6.30	6.00	0.30	
" 14	21:40						
" 15	8:30	10.50	-1.3	2.20	7.20	1.10	
" 15	1:00						
" 16	3:50	2.50	-2.2		0.50	1.30	0.30
1	23:40						
2	6:50	7.10	-2.4	6.40	0.10	0.20	
" 2	0:30						
" 3	8:30	8.00	-1.5	8.00			
" 3	20:40						
" 4	8:30	11.10	-4.4	8.40	2.30		
" 4	0:40						
" 5	7:50	7.10	-2.6	6.40	0.30		
" 5	3:40						
" 7	8:00	4.20	-2.2	4.00	0.20		
" 7	4:00						
" 8	7:30	3.30	-0.5	0.30	2.50	0.10	
" 8	4:00						
" 15	6:00	2.00	-0.4	1.20	0.40		
" 15	2:40						
" 17	7:10	4.30	-1.0	3.30	1.00		
" 17	0:30						
" 24	8:20	7.50	-2.2	7.20	0.30		
" 24	23:00						
" 25	8:20	9.20	-5.4	5.40	3.10	0.30	
" 25	0:30						
" 26	8:10	7.40	-4.6	4.50	2.40	0.10	
" 26	19:40						
" 27	8:10	12.30	-3.3	8.30	3.40	0.10	0.10
" 27	22:00						
" 28	8:00	10.00	-2.8	5.50	3.50	0.10	0.10
" 28	2:20						
3	4:50	2.30	-0.7	1.00	1.30		
逆転の継続時間		124.20	-	81.20	37.30	4.40	0.50
" 比率		100%	-	65	30	4	1

3. 実験地の両斜面における気温の垂直分布

実験地の東西両斜面における気温の垂直分布を測定した結果、このような地形条件下での気温の逆転は非常に小さいことが知られた。これは恐らく両斜面ならびに北側の谷を流れ出す冷気が、実験地附近に移流集積されることに由来するものと考えられるので、更に詳細な局地気象の調査を行ない、これらの構造と成因を究明してゆく必要がある。第6図に1965年2月4日の最低気温の

垂直分布の測定結果の一例を示した。



第6図 実験地（山切）における気温の垂直分布



# 強風による樹木の倒伏機構とその対策に関する研究

## 果樹ならびに防風樹の樹冠の形状と耐風性

名古屋大学農学部 山本良三・石川雅士

台風時、果樹が倒伏したり、果樹園を守る防風樹が倒れたりして思わぬ損害を受ける。筆者等は先きに果樹の地下部の形態と耐風性との関係を報告したが、地上部の形も耐風性に関係あることは容易に想像される。そこで果樹或は防風樹として生産性耐風性の両面から見て如何なる形のものが最も適切であるかを見出すために本研究を試みた。

### 研究方法

果樹の樹冠について側面からの形が第1表左欄の樹冠に見られるもの各種を想定し、且つ一応強風下でも樹冠自体形を変えないものとして、それらの風圧抵抗係数や風圧の中心高等耐風性に関与する諸性質を夫々風洞実験もしくは計算によって求めた。尙生産性を比較する意味で単位耕地占有面積当りの樹冠量や受光度もそれぞれ比較した。最後にそれらを総合した形で比較するため一つの式を案出し、その結果から樹冠形の良否を判断した。

防風樹については列植した形で風圧を受けるので、その点を考えて単独の場合と如何に異なるかを列植樹の模型を作製し独立木の場合とを比較した。

実験に使用した風洞は吹出口36cm×31cmで測定部を流れる風の分布はほぼ均一であった。各種実験の細部については実験結果の所で述べる。

### 実験結果

#### I 果樹の各種樹冠の形状と耐風性ならびに生産性

##### 1. 樹冠の耐風性要素

樹冠に当たった風圧は曲げモーメントとして樹木の下部に荷重がかかる。即ち

$$M = Ph \quad M: \text{曲げモーメント}$$

$P$ : 全風圧

$h$ : 破壊荷重点から風圧中心までの高さ

従って荷重を小さくするには  $P$  か  $h$  または両者共に小さくすればよい。 $P$  は次式で表わされる。

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A$$

$P$ : 風圧力

$\rho$ : 空気の密度

$v$ : 風速

$C_D$ : 抵抗係数

$A$ : 受風投影面積

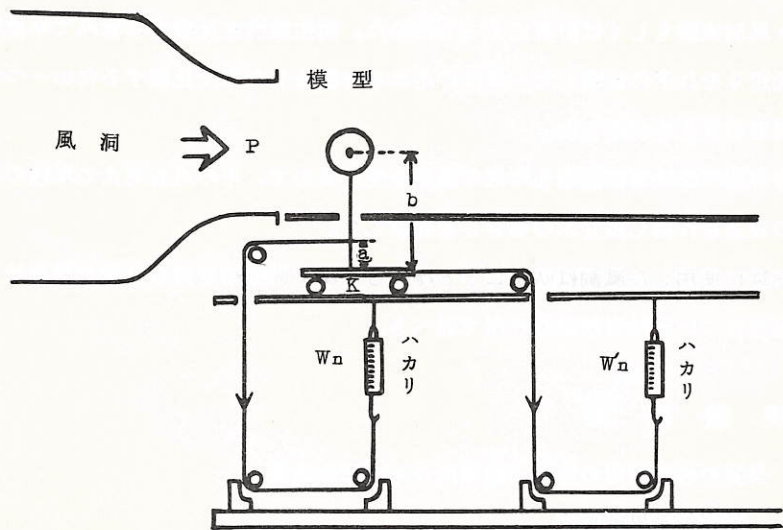
以上の式で  $\rho$  と  $v$  は一応一定とすると風圧力  $P$  を小さくするには抵抗係数  $C_D$  と受風投影面積（以後受風面積と呼ぶ） $A$  を小さくすればよい。 $C_D$  は樹冠の形状によって変る。 $A$  は小さくすることは望ましいが、生産の面から樹冠量を小さくすることは不利である。従って風当たりが少なく、しかも量の多い形ということになる。即ち単位受風面積当りの樹冠量の多いものが良いわけである。

以上要するに耐風性を増すには抵抗係数、受風面積および風圧中心高を小さくすることが必要である。尚同時に生産を落さないためには単位耕地占有面積当りの樹冠量を小さくしないこと、ならびになるべく樹冠の受光面積を増加させるよう考えなければならぬことは当然である。

## 2. 各種樹冠の抵抗係数

実際樹木の風に対する抵抗係数は樹冠が変形しない固定した形のものとして仮定しても、下方に地面があり、乱れの状態は極めて不定であって単なる模型による風洞実験とは値は異なるわけである。しかし、一応定性的な比較は可能と考えられるので、実験条件を出来るだけ均一にして抵抗係数の比較値を出して相互の間の良否を判定した。第1図の様な風洞実験装置によって抵抗係数の比較値を出した。

第1図は風洞吹出口約20cmの点にレール上を円滑に前後に移動するトロッキ状の台車を置きその中央に前後に回転自由な細い円筒状の棒を立てその上に模型をつけ、それに風を吹きつけてその際直立したままで風を受けるように  $W$  ならびに  $W'$  で引くそれらの値から  $P$  を求め  $C_D$  を出した。風



第1図 風洞実験装置

心高のわかったものは  $K$  点を移動しない方法で行なった。

計算法 第1図において、一つの模型樹( $n$ )について

$$P_n + W'_n = W_n, \quad P_n = \frac{1}{2} \rho v^2 C_{Dn} A_n \text{ だから}$$

$$C_{Dn} = \frac{W_n - W'_n}{\frac{1}{2} \rho v^2 A_n}$$

従って標準模型 ( $S$ : 同面積の円板) との比較値  $C'_D$  は

$$C'_{Dn} = \frac{C_{Dn}}{C_{Ds}} = \frac{W_n - W'_n}{W_s - W'_s}$$

またもし風心高がわかる場合K点を固定すると

$$Pb_n = aW_n$$

$$C_D = \frac{\frac{a}{b_n} W_n}{\frac{1}{2} \rho v^2 A}$$

$$C_{Dh} = \frac{b_s W_n}{b_n W_s}$$

その結果、第1表に見られるように、各種樹形によってC<sub>D</sub>の比較値には差があり、円錐形や杯状またはそれに近い形のものはいくつか大きく、球形、楕円形等は小さい事を知った。

尚、本結果が実際に適用し得るかどうかであるが、風洞実験と実際野外と力学的相似が成立するためにレーノルズ数の一致をさせるわけであるが、この場合流れの性質が全く異なるのでこの法則もあてはめることは困難である。しかし本研究の目的は相互の比較であるので結果は充分適用し得るものと思われる。

### 3. 樹冠の受風面積

各種樹冠の受風面積を計算し、また単位受風面積当たりの樹冠量を比較した。その結果は第1表に見られる通りで受風面積の割に樹冠量の多いのは比較的円錐形に近い形のものであった。

第1表 各種樹冠の形状における耐風性ならびに生産性諸要素の比較  
(数字はすべて相互間の比較値)

	底面積 B	樹冠量 V	$\frac{V}{B}$	受光面積 S'	受光率 $\frac{S'}{B}$	受風面積 A	風心高 $\frac{h}{B}$	抵抗係数 比較値 C <sub>D</sub>	風心高 比較値 h	E
▽	3.14	1.05	0.33	3.14	1.0	1	1.05	0.52	0.67	1.0
△	3.14	1.05	0.33	3.57	1.14	1	1.05	0.47	0.33	2.5
▽	3.14	2.09	0.67	3.14	1.0	1.57	1.33	0.31	0.58	5.0
△	3.14	2.09	0.67	4.19	1.33	1.57	1.33	0.23	0.42	12.0
○	3.14	3.14	1.0	3.48	1.11	2.36	1.33	0.19	0.75	10.4
○	3.14	4.19	1.33	4.19	1.33	3.14	1.33	0.24	1.0	9.8
○	3.14	4.19	1.33	5.98	1.78	3.14	1.33	0.36	0.85	10.3
▽	3.14	2.24	0.71	3.22	1.02	2.09	1.07	0.57	1.27	10.7
△	3.14	2.24	0.71	4.19	1.33	2.09	1.07	0.53	0.73	2.6
▽	3.14	2.09	0.67	3.14	1.0	2	1.05	0.52	1.33	1.0
△	3.14	2.09	0.67	4.43	1.41	2	1.05	0.47	0.67	3.2
◇	3.14	2.09	0.67	3.57	1.14	2	1.05	0.48	1.0	1.7
□	3.14	6.28	2.0	6.28	2.0	4	1.6	0.4	1.0	16.0
□	3.14	5.24	1.67	6.28	2.0	3.57	1.47	0.28	0.91	19.3
○	3.14	2.78	0.89	4.19	1.33	2.14	1.30	0.19	0.68	11.9
○	3.14	2.53	0.81	4.19	1.33	1.93	1.31	0.19	0.6	12.4

備考 底面積：樹冠の占有面積を表わす。  
抵抗係数：同受風面積の円板の抵抗係数を1.0とした場合の比較値。  
h：樹冠模型のみの風圧中心高。  
受光面積  $S' = B + \frac{1}{3} V$  (下向を除いた部分の表面積 - B)  
耐風性生産効率  $E = \frac{V}{B} \cdot \frac{S'}{B} \cdot \frac{V}{A} \cdot \frac{1}{C_{Dh}} \cdot \frac{1}{h}$



#### 4. 樹冠の風心高

樹冠の風心高は樹冠のほぼ3分の1の高さの点といわれている。これは円錐形のものの場合で杯状、球状の場合は異なる。実際風心高を求めるには風洞実験で理論的には求まるわけであるが、本風洞装置では非常に困難であった。そこで本実験では見付面の形から図心を計算し、樹冠下部からの図心高をもって表わすことにした。その結果、半球形、円錐形等の下部の広がったものは低く杯状、逆三角形または扇形のもの風心高が高い。

#### 5. 樹冠量および受光面積

前項までの要素は主として耐風性に関係したものであるが、生産性要素は常に考慮におかねばならない。それには樹冠量の大小や受光程度の強弱があげられる。単位耕地占有面積当りの樹冠量を大きくする際、先に述べた受風面積や風心高との関連も併せて考える必要がある。受光面積の算出は面の向っている方向で受光度は異なるので夫々の面に係数をかけて計算した。下向の部分の係数は0とし、真上に向いた面は1とし、側方に向いた面は垂直に上方を向いた面の受光度の $\frac{1}{3}$ と見て実面積に $\frac{1}{3}$ を乗じた。斜め或は球面は上方に向いた面と側方を向いた面とに分け、側方の面積に当たるものには $\frac{1}{3}$ をかけた。

以上夫々の面に係数をかけて、その合計を全受光面積とした。尙受光率は以上によって得られた面積を垂直投影面積即ち底面積で割った値で、第1表では $\frac{S}{B}$ で表わされる。

以上の結果、円壩形に近い形のものが最も受光率が高く、杯状のものが最も悪かった。

#### 6. 耐風性生産効率

前項まで述べてきた各要素を総合した形で比較し、さらに耐風性生産性共に高い樹冠の形を見出すために次の様な式で耐風性生産効率（仮称）を計算した。

$$E = \frac{V}{B} \cdot \frac{S}{B} \cdot \frac{V}{A} \cdot \frac{1}{C_D'} \cdot \frac{1}{h}$$

E : 耐風性生産効率

A : 受風投影面積

V : 樹冠量

C<sub>D</sub>' : 抵抗係数比較値

B : 樹冠底面積（樹冠の垂直投影面積）

S : 受光面積

h : 風心高

以上の結果、第1表に見られるようにEの値の最も高いのは円壩形かそれに近いものであって果樹としては耐風性の面からはこの様な形のものがよいと思われる。

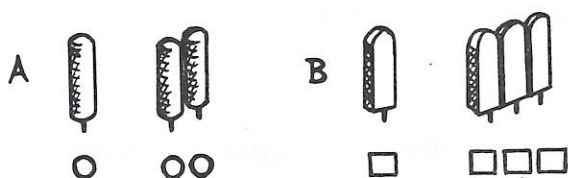
#### II 列植樹の抵抗係数について

独立木の抵抗係数と防風垣の様に並木になった中の一本の樹木に対する抵抗係数との間にどの程度差があるかを調査した。尙樹木の模型として高さ12cm、直径4cmの円壩状で頂部が丸くなったものを用い、対照として同受風面積で平板状のものを用いた。その結果は第2表に見られる通りで円壩柱は平板状のものに比べて約半分程度の抵抗係数であった。しかし、列植樹内の1個体の場合は隣接個体2本3本と数が増すに従い抵抗係数は大となり、平板状のものと同じになる。これに反して板状のものは列植されても僅かに増加する程度で変化がない。以上の結果から樹木は平板に比較して抵抗の少ないもの

第2表 列植樹の場合の抵抗係数の比較値

列植状況	●	●○	○○○	○○●○○	□●□	□□●□□
A	54 (100)	84 (155)	95 (175)	105 (193)	58 (107)	61 (112)
列植状況	■	■□	□■□	□□■□□	□■□ 0.5	□■□ 1.0
B	100	103	102	110	54	73

- 備考 イ) ( )内の数字は円柱単独の場合を100としての比較値  
ロ) 列植状況を示す付号は下図の例を参照のこと



- ハ) Bの中の黒線のあるものは列植樹の後方に同高物体を置いた場合。  
尚横の数字は物体から列植樹までの距離を物体の高さの倍数で示した。

であるが、列植された個々の樹木に当たる風圧は相当に増大する。従って地下部の耐風性も独立木の場合よりも更に強化する必要がある。

次に列植樹の後方に大体同高の地物を設けた。その距離が近くなるに従い、第2表に見られる様に抵抗係数は減少した。

## 結 論

樹木は樹冠の形状で耐風性は著しく変わるものであり、果樹の生産力を落さずに耐風性を増すには円錐形に近く且つ上面が球形のものが最も適当である。果樹の仕方方も他の条件さえ許されればこの様な形が望ましい。

防風垣の様に列植された樹木は独立木の場合よりも抵抗係数が大となるから防風樹は独立木の場合より根張りを強化する必要がある。但し、森林群となった場合にそれよりも小さくなる。

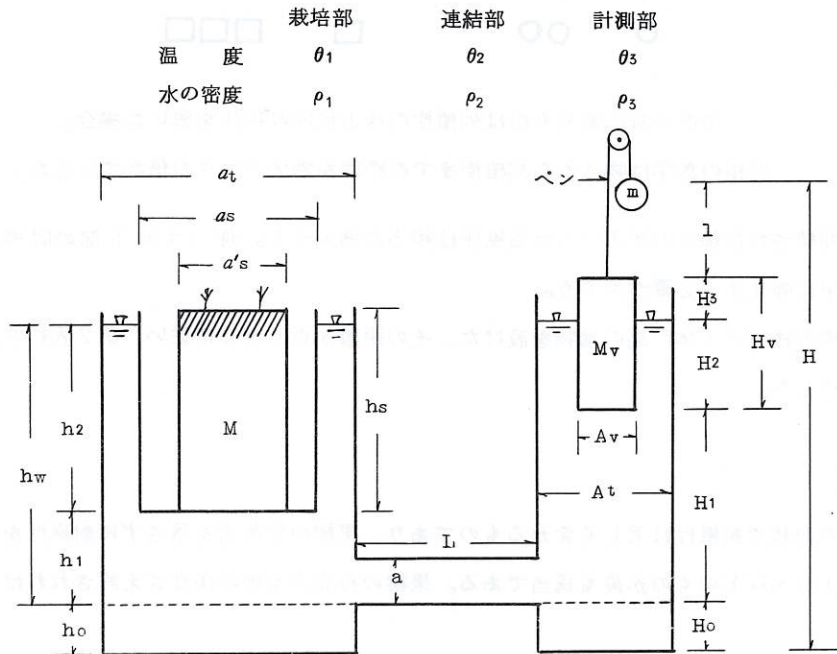
# フローティングライシメーターに対する 温度の影響について

三重大学農学部 白井 清 恒

## I ま え が き

なるべく圃場に近い条件で作物の蒸発散量を測定するのに、ライシメーターによる方法がある。これは重量変化によって蒸発散量を測定するのであるが、重量測定法として土壌槽を浮かせるフローティング式によるのは自記も容易であり、また、最も経済的なものの一つである。この報告は、水や容器の温度による膨脹収縮を考慮した指示値に対する温度の影響を考察したものである。

## II フローティングライシメーターの原理



第 1 図 フローティングライシメーター原理図

いま、図 1 に示すように、栽培部、連結部及び計測部の三部分よりなるものとし、それらのそれぞれについて温度は一樣として  $\theta_1, \theta_2$  及び  $\theta_3$  とする。図で  $M, m$  は重さ  $a, A$  は断面積、 $h, H$  は高さ、 $L, l$  は長さをあらわすものとする。このときつぎの諸式が成立する。すなわち、

全装置中の水の重量  $M_w$  は一定 ( $a^s$  の部分のみから蒸発) なる故、



$$\rho_1 \{ (h_0 + h_1) a_t + h_2 (a_t - a_v) \} + \rho_2 aL + \rho_3 \{ (H_0 + H_1) A_t + H_2 (A_t - A_v) \} = M_v$$

栽培部土壤槽の浮遊条件より

$$\rho_1 a_s h_2 = M \quad (M: \text{土壤槽の重さ})$$

水圧の平衡原理より、 $\rho_1 (h_1 + h_2) = \rho_3 (H_1 + H_2)$

計測部でブイは浮いているから、

$$\rho_3 A_v H_2 = M_v - m$$

が成立する。これらの式を解き、ペンの高さHを求めると次式を得る。

$$H = H_0 + H_1 + 1 + \frac{1}{\rho_3 (a_t + A_t)} \left\{ M_v - \rho_2 aL - \rho_3 A_t H_0 + M - \frac{(M_v - m)}{A_v} (a_t + A_t - A_v) - \rho_1 a_t h_0 \right\} \dots \dots (1)$$

(1式はフローティングライシメーターの原理をあらわすものである。

いま  $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta$  で  $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho$  とすれば、Hの変化量 $\Delta H$ はMの変化量 $\Delta M$ によることになり、

$$\Delta H = \frac{\Delta M}{\rho (a_t + A_t)} \dots \dots (2)$$

である。また、蒸発量を $e$ とすれば

$-\Delta M = a_s' \rho e$  であって、負号はMの減少をあらわす。この関係と、 $A_t \ll a_t$  とすれば(2)式より、

$$\Delta H = - \frac{1}{\rho_s a_t h_s} \left( 1 - \frac{A_t}{a_t} \right) (\rho a_t h_2 - M_t) e \dots \dots (3)$$

を得る。ここに、 $M_t$ は土壤槽容器重と作物体重との和であり、 $\rho_s$ は土の密度である。(3)式より、 $A_t/a_t$ が小さい程、 $a_s/a_t$ が1に近い程、 $M_t$ が小さい程、蒸発量 $e$ に対するペンの移動 $\Delta H$ は大きく、すなわち鋭敏になる。その極限値は、 $A_t/a_t \doteq 0$ 、 $h_2 = h_s$ 、 $M_t/\rho_s a_t h_s \doteq 0$ 、 $a_s/a_t \doteq 1$ のときで、

$$\Delta H = - \frac{\rho}{\rho_s} e \dots \dots (4)$$

を得る。ここで  $\rho_s \doteq 2 \text{ gr/cm}^3$ 、 $\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$  とすれば蒸発量の0.5倍だけペンは下降することになるが実際は大體0.4前後に設計せられている。したがってペンの動きをさらに5~10倍に拡大して自記させるのが普通である。

つきに温度差のあるときについて述べる。水の体膨脹係数を $\alpha$ 、容器材料及びブイをつり下げる糸の線膨脹係数をそれぞれ $\beta$ 、 $\beta'$ とし、諸量の基準温度における値を添字0をつけてあらわし、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ を基準温度よりの差とすれば次式を得る。

$$H_0 = H_{00} (1 + \beta \theta_3), \quad 1 = 1_0 (1 + \beta' \theta_3), \quad \rho_1 = \rho_0 (1 - \alpha \theta_1), \quad a_t = a_{t0} (1 + 2\beta \theta_1),$$

なお、水の容積についてはLandesen、鉄にはVoigtの式等に見られるように、容積や長さは温度によって直線変化をするものではないが、ここでは温度差が小さいとして直線変化とする。このとき、

$$\alpha \doteq 2 \times 10^{-4} (15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}), \quad \beta \text{は鉄では } 1.2 \times 10^{-5}, \quad \text{銅は } 1.7 \times 10^{-5}, \quad \text{ガラス } 0.85 \times 10^{-5}$$

である。上記諸関係を(1)式に代入し、 $a_t \gg A_t$ として整理すれば次式を得る。

$$\begin{aligned}
H = \textcircled{H} + & \left[ h_{00} \alpha + \frac{2\beta}{\rho_0 a \tau_0} \left\{ - (M_w + M + M_v - m) + \rho_0 a_0 L_0 + \rho_0 A \tau_0 H_{00} - \frac{\rho_0 a \tau_0 h_{00}}{2} \right\} \right] \theta_1 \\
& + \frac{a_0 L_0}{a \tau_0} (\alpha - 3\beta) \theta_2 + \left\{ \left[ H_{00} + H_{v0} - \frac{2A \tau_0}{\rho_0 a \tau_0^2} (M_w + M + M_v - m) + \frac{2A \tau_0 a_0 L_0}{a \tau_0^2} \right. \right. \\
& - \left. \left( 3 - 2 \frac{A \tau_0}{a \tau_0} \right) \frac{A \tau_0 H_{00}}{a \tau_0} + \frac{2(M_v - m)}{\rho_0 A v_0} + 2 h_{00} \frac{A \tau_0}{a \tau_0} \right\} \beta + \left\{ \frac{1}{\rho_0 a \tau_0} (M_w + M + M_v - m \right. \\
& \left. - \rho_0 a_0 L_0 - \rho_0 a \tau_0 h_{00}) - \frac{(M_v - m)}{\rho_0 A v_0} \right\} \alpha + 10 \beta' \left. \right] \theta_3 \dots \dots \dots (5)
\end{aligned}$$

ここに、 $\textcircled{H}$ は温度によっては変化しない量であって、(1)式で基準温度における諸量を用いたものである。基礎方程式を用い(5)式を変形すれば次式を得る。ただし、 $A \tau_0 / a \tau_0 = S$ とおく。

$$\begin{aligned}
H - \textcircled{H} = & \left[ h_{00} \alpha - \left\{ (1 + \delta) h_{w0} + \frac{3}{2} h_{c0} \right\} 2\beta \right] \theta_1 + (\alpha - 3\beta) \frac{a_0 L_0}{a \tau_0} \theta_2 + \left\{ \left[ H_{00} + H_{v0} \right. \right. \\
& \left. \left. - 2\delta (1 + \delta) h_{w0} - 3\delta H_{00} + 2H_{20} \right\} \beta + \left\{ (1 + \delta) h_{w0} + \delta H_{00} - H_{20} \right\} \alpha + 10 \beta' \right] \theta_3 \\
& \dots \dots \dots (6)
\end{aligned}$$

### III 考 察

以下記述を簡単にするために基準温度における諸量をあらわすのに添字0を省器する。

(1) 栽培部の温度変化 $\theta_1$ の影響は(6)式で $h_0 = 0$ とすることによって $\alpha$ の項は消え小さくなる。なお、 $\theta_1$ の係数を0にする $h_0$ は、

$$h_0 = \frac{2\beta (1 + \delta)}{\alpha - 3\beta} h_w \dots \dots \dots (7)$$

で求められる。 $\alpha \approx 20\beta$   $\delta \ll 1$ のとき $h_0 \approx \frac{2}{17} h_w$ であって、このとき、 $\theta_1$ の影響はなくなる。

(2) 連結部の温度差 $\theta_2$ は $a_0 L_0$ を小さくすることによって小さくなる。実際には $\theta_2$ を小さくすることは容易である。

(3) (6)式では、計測部の温度差 $\theta_3$ の影響が一番大きいので、 $\theta_3$ の係数について検討して見よう。まず $10\beta'$ は他の項にくらべて小さいとする。また、ブイの上端は水面上に出なければならぬから、 $0 < H_2 < H_v$ で、 $H_v = H_2 + \varepsilon_1$  ( $\varepsilon_1 > 0$ )とおく。ブイの底が容器底に接してはならないし、また、 $H_0$ 、 $H_1$ は負になってもよいから、 $H_0 + H_1 + H_2 > H_2$ であり、基準温度では $H_1 + H_2 = h_w$ であるから、 $H_0 = H_2 - h_w + \varepsilon_2$  ( $\varepsilon_2 > 0$ )が成立する。これらの条件式により(6)式の $\theta_3$ の係数は

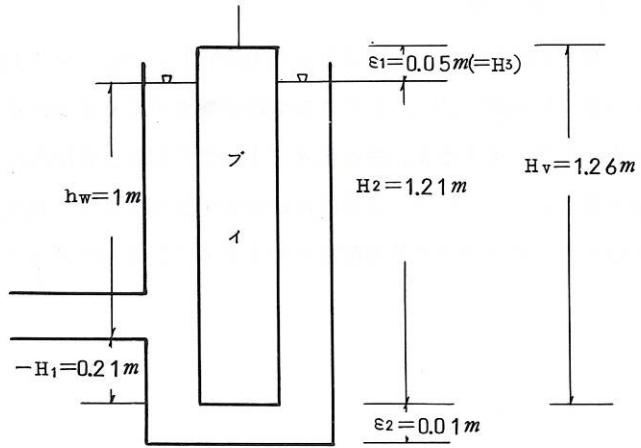
$$\begin{aligned}
& H_2 \left\{ \alpha (\delta - 1) + \beta (4 - 3\delta) \right\} + h_w \left\{ \alpha + \beta (\delta - 1) \right\} + \varepsilon_1 \beta + \varepsilon_2 \left\{ (1 - 3\delta) \beta \right. \\
& \left. + \delta \alpha \right\} \dots \dots \dots (7)
\end{aligned}$$

で与えられる。この式で、

$$\begin{aligned}
H_2 = 0.05 m, \quad \varepsilon_1 = 0.05 m, \quad h_w = 1 m, \quad H_0 = 0 \quad (\therefore \varepsilon_2 = 0.95 m), \quad \alpha = 2 \times 10^{-4} \\
\beta = 1.2 \times 10^{-5}, \quad \delta = 0.01
\end{aligned}$$

のとき  $0.194 \text{ mm}/^\circ\text{C}$  になり、これは(4)式によると  $0.194 \div 0.5 \doteq 0.4 \text{ mm}/^\circ\text{C}$  の負の蒸発に相当する。また、実用上の感度を考えると  $0.4 \text{ mm}/^\circ\text{C}$  以上になるであろう。

つぎに、この係数を0にするためには、 $\alpha \doteq 20\beta$  として、 $\epsilon_1 = 0.05 \text{ m}$ 、 $\epsilon_2 \doteq 0$ 、 $\delta = 0.01$ 、 $h_w = 1 \text{ m}$  で  $H_2 = 1.335 \text{ m}$ 、同様に  $\delta = 0$  のとき  $H_2 = 1.19 \text{ m}$  で  $\delta$  の値が小さい程  $H_2$  は小さくてよい。また、 $\epsilon_2 = 0.1 \text{ m}$ 、 $\delta = 0.01$  のとき  $H_2 = 1.21 \text{ m}$  でこのとき、 $H_v = H_2 + \epsilon_1 = 1.21 + 0.05 = 1.26 \text{ m}$ 、 $H_c = H_2 - h_w + \epsilon_2 = 0.31 \text{ m}$  で、これを図示すれば図2のよう



第2図 温度の影響をなくしたときの計測部の一例

故に、 $\theta_3$ の影響はブイの長さを長くすることによって除去することができるが、これは指示の不安定さを招くおそれがある。したがって実際にはこの部分の恒温化をはかる必要があろう。

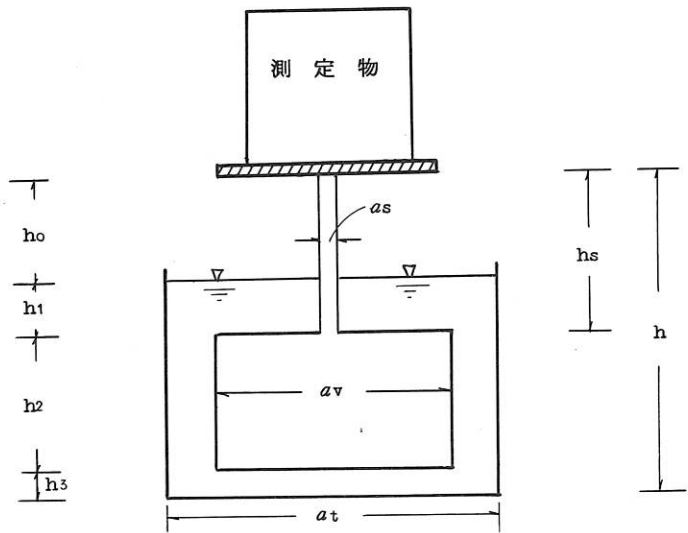
#### IV 附・精密に重量変化を測定する方法

実験室内等で更に鋭敏に重量変化を測定したいときは図3のような装置が考えられる。この場合もIIと同様の方程式をたてて解けば

$$h = h_s + \frac{M_w}{\rho a_s} - \left( \frac{1}{a_s} - \frac{1}{a_t} \right) \frac{M}{\rho} + \frac{a_v}{a_s} h_2 \dots \dots (8)$$

となり、とくに水位  $h_1 + h_2 + h_3 = h_w$  を一定にすれば、

$$h = h_s + h_w - \frac{M}{\rho a_s} + \frac{a_v}{a_s} h_2 \dots \dots (9)$$



第3図 重量変化の精密測定装置原理図

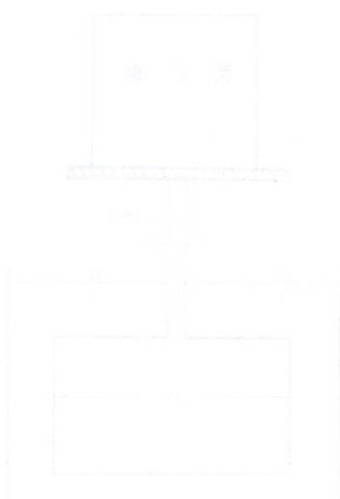
を得る。すなわち、台の高さ  $h$  の変化を測定すれば重量  $M$  の変化が求められる。このとき支柱の断面積  $a_s$  を小さくすることにより所要の感度を得られる。なお、このときは浮体の安定をはかるために、水中タン



ク部の容積を大きくして水銀を下部に入れその重心を下げる必要がある。また、温度の影響もⅡと全く同様に計算できる。

## V む す び

以上、比較的重い物体の微小重量変化を測定し、自記させる方法として、被測定物を水に浮かせるフローティング式の原理を述べ、とくに温度の影響を少なくするためには計測部の温度変化を少なくすればよいことを示した。もちろん、熱の伝達によって計測部と栽培部とを完全に熱絶縁することは不可能であるから厳密な理論ではないが、実用的には成立するであろう。なお、さらに感度の高い装置を示したが、これは実験室や温度室内等で蒸発散量を測定するのに便利であろう。



# 会

# 報

## 昭和40年行事報告

本年は次の事が実施されました。

### 昭和40年度総会

7月24日 名古屋市カゴメビル9階ホールでシンポジウムに先だつて総会が開かれました。議長に長戸支部長を選び山本幹事から昭和39年度経過報告ならびに会計報告がなされ承認されました。その後、昭和41年度から支部会費200円に値上げする案が出され論議の結果可決されました。

### 公害に関するシンポジウム

7月24日 名古屋市中区朝日町カゴメビル9階ホールで中部電力協賛のもとで開催しました。内容は本誌前号に既に報告済みですが、会員の皆様方の御協力でたいへん盛会に終わりました。

### 秋季例会

12月18日 三重県津市上浜町三重大学農学部で一般講演会を実施しました。遠く静岡からも参加され熱心に質疑応答があり、たいへん有意義でした。

## 日本農業気象学会東海支部事務所の移転について

名古屋大学農学部は昭和41年4月に安城市から名古屋市に移る事になりました。従いまして4月10日(予定)以降は連絡は下記をお願いします。

現在地 安城市新田町小山68

名古屋大学農学部 作物学研究室内

移転先 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

電話 (781) 5111

昭和41年度第1回集会は6、7月頃名古屋市千種区不老町(東山動物園の南西)の名古屋大学農学部に行なり予定にしております。例年によりシンポジウムを行なうつもりですが何かよい題目がありましたら事務所の方へお知らせ下さい。

## 御願い

支部会費は年度の初めにお納め賜わるようお願い致します。

