

# 東北の農業気象

第 10 号 昭和 40 年 8 月

## 論 文

1. 岩手県における日照率の調査とその分布について .....	昆 幸雄・池田誠也 .....	1
2. 昭和 39 年 4 月末日の宮城県における凍霜害について .....	千葉文一 .....	5
一特に作物の生育時期及び地形との関係について		
3. 晩霜害年の群発性と晩霜害発生の地域差 .....	梅田三郎 .....	9
4. 寒地における観葉植物等の冬季保温管理について(第 1 報) .....	川合 宏 .....	13
5. ススキ草原における火入れ温度について .....	岩波悠紀・飯泉 茂 .....	16
6. 蒸発に対するトウモロコシ植被の影響について .....	小林勝次 .....	19
7. 青森県におけるてん菜収量の年次的並びに地域的変異について .....	阿部玄三 .....	21
8. 屋間止水かんがいによる水田内地水温の昇温効果について .....	佐々木 競・米沢 確・菊地忠雄・渡辺成美 .....	25
9. 大区画水田の水田用水量と水稻生育について .....	大野 昊・小野清治・前田 昇・穴水孝道 .....	29
10. 低温時の深水かんがいが不稔発生に及ぼす影響 .....	大野 昊・小野清治・前田 昇 .....	33
11. 昭和 39 年の水稻登熟の地域性と水稻作況について .....	大野 昊・小野清治・穴水孝道 .....	37
12. 気候登熱量示数からみた昭和 38・39 年の東北地方の登熟気象 .....	羽生寿郎・内島立郎・菅原 俐 .....	41
13. 寒地水稻の安全出穂期間を決定する一方法 .....	羽生寿郎・内島立郎・菅原 俐 .....	45
支部会記事 .....		48
賛助会員名簿 .....		50

日本農業気象学会東北支部

盛岡市下厨川赤平 4・東北農試内

# 岩手県における日照率の調査とその分布について

昆 幸雄・池田 誠也  
(盛岡地方気象台)

## 1 はし が き

岩手の天気分布は複雑を極めてゐる。この調査は“きめの細い”天気予報を行うための予備調査として日照率分布をもつて県下における天気の locality を調べようとしたものである。

## 2 可照時について

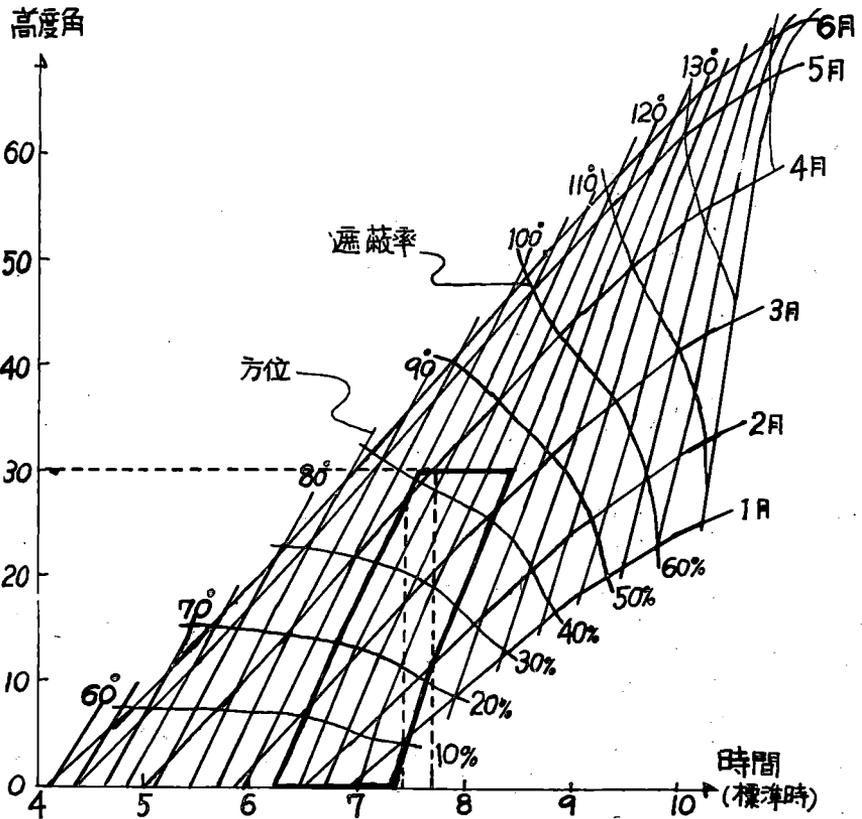
各地点の日照率を比較する場合、先ず各土地についての真の可照時間を求めておく必要がある。これを求めるには、『吉田作松の方法』<sup>\*</sup>が我々の求めようとする精度では最も容易な、しかも orthodox な方法である。即ち、天頂距離： $Z$ 、高度（ $=90^\circ - Z$ ）： $h$ 、緯度： $\phi$ 、経度： $\lambda$ 、方位角： $a$ 、太陽の赤緯： $\delta$ 、時角（ $=$ 中央標準時 $+$  $[\lambda - 9^\circ]$  $+$ 時差 $-12^h$ ）： $t$ とすれば、太陽の方位角、高度角は

$$\cos Z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$$

$$\sin Z \cos a = -\cos \phi \sin \delta + \sin \phi \cos \delta \cos t$$

$$\sin Z \sin a = \cos \delta \sin t$$

で与えられる。これから太陽の軌跡を求め、更に地形高度プロフィールを入れることによつて、真の可照時間を出すことが出来る。このようにして求めた真の可照時間は一般に天文学的日照時間よりも少く、その遮蔽される割合は盛岡や宮古の場合にはおよそ10%以下であるが大船渡では1.0%から16%におよび、場所によつては決して無視出来る値ではない事がわかる。第1図は上述の算出図をもう



第1図 地形(方位高度)と日出時及び午前中の日照遮蔽率を求める図

少し使い易くしたものの一部（1月から6月、しかも午前中のもの）である。横軸に時間を、縦軸に高度角をとつてあるので、これに地形を入れる事により、容易に日出時が得られる。尚この図には一様な高度の遮蔽物が東方にあつた場合の遮蔽率を求める線も入れてある。今仮りに100度の方向より120度の方向にかけて高度30度の遮蔽物があつたとする。この時、横軸と高度30度の線及び方位100度と120度の4つの線（図中太線）に囲まれた部分が日影になるわけで、これと求めたい日の太陽運行線との交点より容易に日影に入る時間、出る時間、及び遮蔽率が求められる。例を上げれば、4月15日は日出が5時1分、遮蔽物への入り始めが7時27分、その時の遮蔽率は37%、遮蔽物より出るのが7時42分、遮蔽率42%、従つて午前中の実際の遮蔽率は $42 - 37 = 5\%$ である。同様に2月15日では日出時には遮蔽物に入つて見えないので、実際の日出は7時42分で遮蔽率は約23%である。

さて『吉田の方法』は理想的な方法ではあるが現場に行かねばならず、又時日を必要とするので、快晴日の日照をもつてその観測所におけるその日の真の可照時とする便法について検討してみよう。

今、資料の揃つている盛岡について、冬の快晴日、6.7月の快晴日数日につき、バイメタル日照計の記録と、ロビッチ日射計並びに第1図で求めた日出、日没につき、詳細に検討してみた。バイメタル日照計はその作動原理が熱作用であるため、朝は多少遅れて作動を始め、夕刻には少し早目に終了し、しかも之が日出没時の光線の投射角度の季節変化によつて変つたり、又日中は雲等より出る長波の放射をも記録したりして必ずしも可照時間とは一致しないが、冬の場合で94~95%、6.7月で97~98%となる。更に之を確かめるために年間を通じて朝夕晴れた日のバイメタル始動、終了の包絡線より求めた可照時間と、第1図より求めた真の可照時間につき、毎月の1.10.20日の値の比を求めたところ、95.8%、標本標準偏差にして1.7%、母標準偏差で8.0%となつた。これは、この便法に従つても誤差4%、大きくみても10%内外であることを示している。

### 3 特定気圧配置と日照率分布

2で快晴日の日照をもつて可照時としても大きな誤差のない事がわかつたので、これを使つて冬型と北東気流型の日照率分布を調べてみた。即ち、可照時間としては、各々の型の現われる、冬期と梅雨期で一日一杯快晴で過したとみられる数日につき、夫々各地の日照時間を出し、その観測所毎の最大日照時間をもつて、その土地、その季節の可照時間と仮定し、更に各気圧配置型における日照率を求めるのであるが、参考までに各地の日照自記紙をモデル化して図に記入した構成図（composed map）をも作成した。



### 1. 冬型について

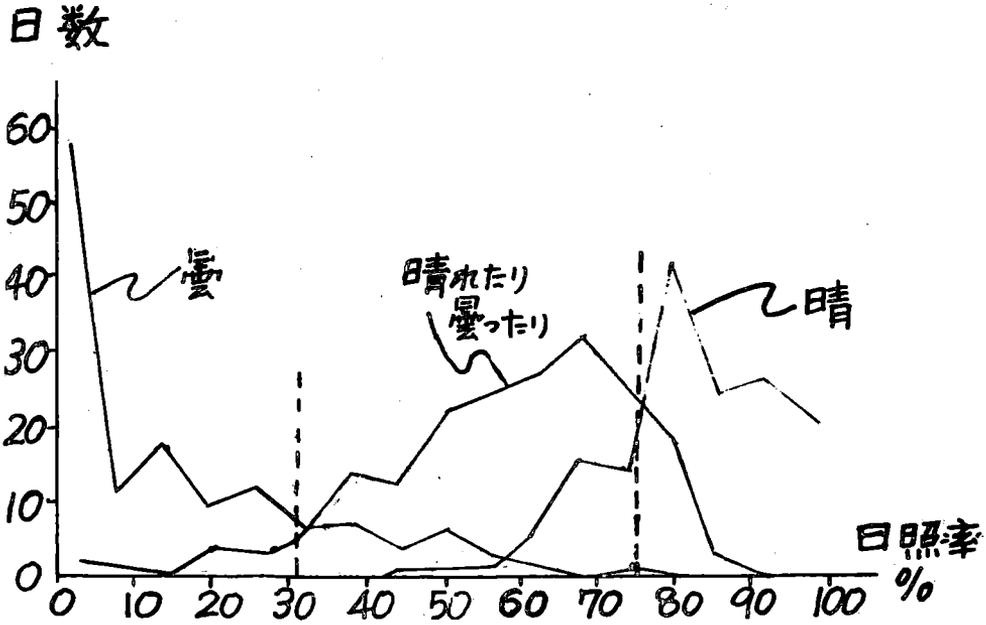
Synoptic scale において西高東低型で、しかも前線がなく、更に秋田を含む日本海側は俄雪、宮古を含む太平洋側が晴又は快晴であるようなものを38年、39年の1月、2月から17例選び、これの平均的分布を第2図に示した。天文学的日照時間は12月より2月の間に±1時間の変動はあるが、資料の都合により地形の細い変化と共に無視してある。第2図をみると、沿岸地方の多照、西部の寡照が対称的で丁度積雪分布と逆相似となつている事が判るが、更に標準偏差分布図(図略)をみると盛岡を含む内陸平野部や福岡、田山方面は変動が大きく、好天になつたり、悪天になつたりするのに、西部山沿は大抵の場合天気が悪く沿岸地方、時に宮古方面はいい天気であることがわかる。又西部山沿の悪天地域を除いて日照障害は午前より午后に多く現われてゐるが、これは冬型の一つの特徴と言えそうである。

### 2. 北東気流型について

冬型と同様に Synoptic scale で前線や低気圧のない北東気流型を38年、39年より選ぶと10個得られる。日照時は6月上、中旬の快晴グループより求めた。これらの分布図を詳細に検討すると内陸平野部で北風の吹く場合(北風型)と南風の吹く場合(南風型)で、それぞれ特徴的な分布を示す事が判る。第3図は北風型の場合の日照率分布である。この図からすぐ気が付くように、沿岸の悪天、内陸の好天が非常に対称的である。最も天気の悪いのは沿岸北部及び馬淵川沿いで、石淵地区も稍々悪い。これに較べると西部山沿、特に湯田地区は天気が良く、90%を示している。一方南風型(図略)は内陸でもそれ程日照はない。即ち西部の好天地域でも60%、内陸平野部で50~40%で、宮古のそれとあまり変らない。最も少ないのは本県南部の大船渡地区、石淵地区で僅かに10%、次いで種市方面の20%である。尚構成図(図略)によると比較的日照の多い地域の日照障害は朝方に多く、又障害率の大きい所でも日中は多少の日照が認められる。さらに各地の風向等に注目してみると、山を背にして風を受ける地域では日照障害が特に悪い。次に北風、南風型、静穏全てを入れて標準偏差を計算してみると、資料は僅か10個だが、内陸平野、北上山地は好天になる時もあれば、悪天になる事もあるが、沿岸地方は大抵の場合悪く西部山沿、特に湯田地区は好い天気になり易い事がわかる。



第3図



第4図

#### 4 日照率と天気

前述の日照率を天気に対応させるために第4図を作つた。これは昭和38年1月より39年6月までの盛岡における毎日の6時、9時、12時、15時、18時の天気を主とし雲量、雲形、雨量、記事を参考にし、曇（終日降水及び曇の日）、晴れたり曇ったり（曇一時晴、曇時々晴、晴時々曇）、晴（晴一時曇、薄曇、晴、快晴）の3つの天気に対応する日照率の出現頻度も作つたものである。勿論何れとも判らないものは除いてある。更に3分類の天気に対応する累積度数曲線を作つてみると、大体80%のcoverageで、図の交点である日照率30%以下を曇、75%以上を晴、その中間を晴れたり曇ったりとしても大きな誤りを犯さない事が判る。

#### 5 おわりに

分布調査において便法を使つたが、地形の細い変化、時日のずれによる可照時の変化を無視したこと、天気の日変化はある特定日だけを考慮したこと、山間部の観測所、平地の観測所の各日照率を連続なものとして扱つたこと等、この調査には不十分な点が多い。このようなことは資料不足と相俟つて結論を急ぐことに大きな危険を感じるが、現段階で得られた結果でも予報上にはかなり役立つものと思う。

最後に心よく資料を提供された各測候所、通報所に深甚なる敬意と感謝の意を表すると共に資料の整理、計算その他に御協力をいただいた藤村トヨ子嬢、忙がしい処御校閲いただいた梅田台長並びに文献を使わせていただいた吉田氏に厚くお礼申し上げます。

文献

太陽方位高度図の作成とその利用について : 吉田作松 東北研究9巻6号

# 昭和39年4月末日の宮城県における凍霜害について

—特に作物の生育時期及び地形との関係について—

千葉文一

(宮城農試)

## 1 まえがき

昭和39年4月末に寒冷な移動性高気圧が東北、北海道を帯状におよびながら通過したため、28、29、30日の3日間連続して早朝の気温が低下し、特に29日朝の冷込みが最もひどかつた。このため各地に降霜があり、農作物にかなりの被害を生じた。宮城県下における降霜被害の実態を調査したので、その概要を述べ、今後の霜害対策の資料に供したい。

## 2 当日の最低気温

県下の最低気温を見ると28日は県南(大河原)1.1℃、県北(登米)3.7℃、で県南の方が低く、29日は県南-2.0℃、県北-1.3℃で県下全般に低温となり、30日は県南2.4℃、県北0.7℃となつて、県北の方が低温であつた。このように低温域が3日間に南から北へ移つている。この中で最も気温の下つた29日の最低気温分布は第1図の通りで、海岸→内陸→山沿と低くなつており、県南と県北は3日間を通じて県南の方が低い。次に当日の気温変化を見ると3日間ともに日没後急激に気温が下降し、22~23時頃には霜害危険温度以下となり、この低温が日出まで6~7時間も継続した。



第1図 最低気温等温線図

## 3 作物被害と生育時期

降霜による被害は果樹、桑、水稻苗、麦、馬鈴薯、いちご等各種作物に見られるが、被害程度は作物の種類によつて異なり、特に果樹、桑の被害が大きかつた。又同一作物でも地域によつて被害程度が違い、これを第2図の桑の被害分布で見ると、県南の内陸部の被害が最も大きく、次いで県北の内陸、そして海岸地帯となつて、県南部海岸の被害が最も少なくなつている。この被害分布は当日の最低気温分布と地域による作物の生育段階によつて決まり、第2図で見られるように、桑の展開葉数は県南内陸部の被害の最も大きい地帯が2~4葉で生育が進んでおり、県北の内陸は脱苞~燕口期で県南より大部遅くなつている。又海岸地帯は1~3葉で県北内陸より生育は進んでいるが、被害は少ない。ことに中南部海岸地帯の被害が少なく、これは最低気温が0℃以上で比較的気温が下らなかつたためである。又今年の霜害は過去のものにくらべて早い時期に発生している。これは3月末から4月の気温が高く、ことに4月上中旬の気温は県下全般に平年より3℃内外高くなつており、作物の生育が例年より進んでいたためと思われる。

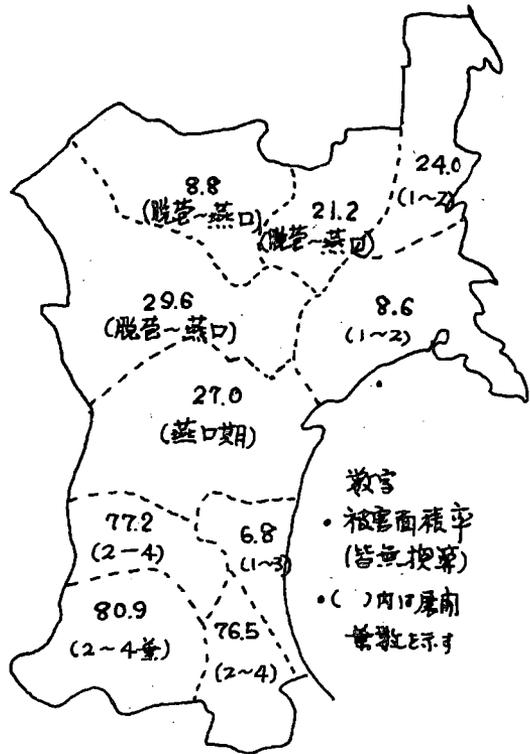
#### 4 霜害発生時期と気温条件

宮城県における霜害は昭和2年から昭和38年までの間に25回発生しており、その発生の期日は4月下旬から5月中旬頃までとなっている。これを更に半旬別に分けて霜害発生の期日別回数を調べると第1表の通りで、期日別には発生回数の差は少く、特にどの時期に多く発生しているとはいえない。これは霜害の発生

第1表 霜害発生期日別回数

発生日	発生回数	高温期	低温期
4月6半旬	5	4	1
5月1半旬	7	5	2
2半旬	6	3	3
3半旬以後	7	0	7
計	25	12	13

注 高温期 昭和21年以降  
(平均気温 10.4℃)  
低温期 昭和20年以前  
(平均気温 8.8℃)



第2図 桑の被害分布と生育状況

期日が被害を受ける農作物の生育段階によつて異なるためであると思う。そこで

農作物の生育に影響の大きい4月気温との関係を見ると4月気温が高く経過している年には早い時期に被害を受けている。昭和2年以降の4月平均気温の変遷を見ると昭和20年を境として累年平均気温に比べ低温の時期と高温の時期に分けられる。すなわち昭和20年以前は低温期でその間の平均気温は8.8℃で累年平均気温9.6℃より0.8℃低くなつており、昭和21年以降は高温期で平均気温は10.4℃で累年平均気温より0.8℃高くなつている。この昭和21年以降の高温期と、昭和20年以前の低温期における霜害発生期日別回数は第1表で見られる通りで、発生日は明らかに分けられる。高温期間では4月末旬から5月初旬に霜害が多く発生しており、5月中旬の発生は1度もない。これに対し低温期間では霜害のほとんどが5月2半旬以後に発生している。このように霜害の発生日は4月平均気温との関係が大きく、4月気温が高温である年は作物の生育が促進され、霜害発生の時期を早めることになる。また気温の地域的変動が作物生育の地域差となり、被害程度をかえる。

次に霜害時の気温条件を知るため、宮城県で霜害発生した時の仙台における百葉箱の最低気温と前日の最高気温を調べると、霜害発生と仙台の最低気温との関係は第3図の通りで、最低気温が1.1～2.0℃のときに最も多く発生しており、次いで2.1～3.0℃のときとなつている。そして0.0℃以下では霜害の発生が急に少なくなつている。これは被害を受ける農作物の生育状況が関係し、0.0℃以下に気温が下がる時期には農作物の生育が被害を大きく受けるまで進んでいないことを示すものである。

又前日の最高気温と霜害発生との関係では最高温が15~18℃を中心に12~20℃の時に霜害が多く発生している。又一日の気温較差では1.5℃以上に成る時に霜害の発生が多い。

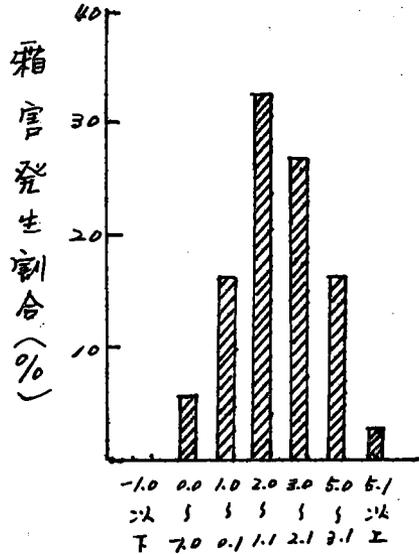
5 降霜被害と地形、地勢との関係

降霜による農作物の被害は当日の温度条件や農作物の生育状態により地域的に差があるが、同一地域でも地形、地勢によつて被害の程度が異なる。この降霜被害と地形との関係を本年4月末の霜害について現地調査した。その結果、地面の乾湿や植生などの状態により同一地形でも被害程度に差は出るが、一般的に見た場合次のような関係が認められた。

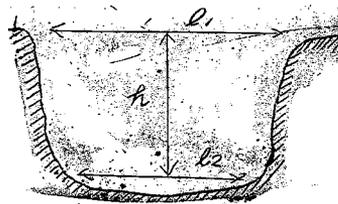
(1) 谷沢の開広度

降霜による被害は山沿いの谷沢の部分に多く見られるが、これを更に検討して見ると谷沢の深さ、天空に対する谷沢の開き巾によつて被害程度が違つてくる。この谷沢の深さと開き巾の比を谷沢の開広度として、次の式で示し、開広度と被害の関係を調べた結果は次の通りであつた。

$$\text{開広度} = \frac{b_1}{h} = \frac{\text{谷沢の上辺}}{\text{谷沢の深さ}}$$



第3図 当日の最低気温と霜害発生割合(仙台)



開広度	被害	備考
10以上	被害は大きくなる。	開広度が10以下でも $\frac{b_1}{b_2}$ が3以下の場合には被害の出ることもある。
10	被害が出る。	
10以下	被害はない。	

(2) 傾斜角

同一地域内でも地勢により被害の受け方が異なり、傾斜角度では次のような結果が得られた。

傾斜角度 冷気流及び被害

4度以下 輻射冷却が大きく、冷気は沈滞し、流れは極めて遅く冷気の集合するところであれば、被害は地面近くの低い部分に生ずる。

5度以上 冷気の流れが見られ、霜道を作ることが多く、冷気は低地に集まり、被害は傾斜面の上、下によつて異なる。

(3) 標高

標高差による被害程度の違いは明瞭でない。同一標高でも前述の2つの条件によることが大きい。

## 6 むすび

降霜による農作物の被害程度は農作物の生育段階によつて異なり、農作物の生育は4月の気温経過によつて左右され、4月気温の高い年は農作物の生育が進み、これに伴い霜害も早い時期に発生し、4月気温が低い年は霜害発生の時期が遅くなっている。そして地域的な気温の差が生育差となつて被害程度を変える。又同一地域内でも地形、地勢によつて被害程度が異なり、輻射冷却が大きくなるような地形、冷気の集合する地形に被害が多く発生している。このようなことから4月気温の経過により霜害発生の危険時期がある程度予測され、そして被害の出やすい場所を知ることが出来れば、それによつて霜害対策を効果的に行うことが出来る。

## 晩霜害年の群発生と晩霜害発生の地域差

梅 田 三 郎

(盛岡地方気象台)

### 1 はしがき

晩霜害の頻発には14年程度の周期的な変動があるらしいことはさきに福島資料に基づいて報告したが<sup>(1)</sup> 昭和26～32年の霜害多発期間から見れば、今後は次の多発期間に入る時期にあるものと考えられる。はたして霜害が群発するものであるや否や視野を広めて再検討する必要がある。これが調査の第1の問題点である。

日本における晩霜害は関東地方および信州地方などで最も著しいとされており、防霜対策の実施もこれらの地方で盛んなようである。岩手県で植栽されている作物果樹等は大体上記地方のものと同じであつて、本県でも積極的な防霜対策を行う必要があるのか、それとも発生回数等の関係で実施する必要があるのか、気象的にも霜害発生の地域差について検討を要する。これが調査の第2点である。

#### (A) 晩霜害年の群発生

### 2 晩霜害記録の検討

晩霜害記録<sup>(2)</sup>を調べて見ると全国を対象とすれば霜害は毎年のように起つている。併し防霜対策の対象として吾々が最も注意しなければならないものは、広範囲に亘るものや特に強い霜害である。強い霜害はその発生機構から見て局地的なものとは考えられないので、調査の対象としては2府県以上に亘つて発生したものを採り上げることとした。北海道のものは北海道だけのものも採つた。又霜害記録のうち平均終霜日以前に発生したものは除いた。

### 3 晩霜害発生状況

普通に用いられている地域区分に従い全国を14地域に分けて検討すると、大正末年までは記録の不備な地域がかなりある。そこで昭和元年以降の発生状況を見ると霜害発生の総回数は77回で地域毎の発生の割合を比較すると信頼度90%で関東北部及び東北部では他のどの地域よりも霜害発生が多いと言ひ得る。又信頼度60%なら関東北部が東北部よりも発生の割合が多いと言ひ得る。

### 4 晩霜害年の群発状況

全国的に見て霜害の全然記録されていないのは1900年以降では明治40年と昭和19年の2ヶ年のみであり、2県以上で同日に発生した日を霜害日としても全国に霜害日の記録されていない年は10ヶ年だけである。そこで1,000ha以上にも及ぶ大霜害のあつたものを選び、しかも2地域以上にも及ぶ全般的な大霜害年を抜き出すと、明治36、39、41、44、大正13、大正15～昭和6、10、13、15～17、22、25～33の26ヶ年がその該当年である。大霜害のあつた26ヶ年は単独に発生しているものは少なく、連続した群として発生していることが判る。中1年大霜害の無い年があつても連続した群と見なすと、明治39～41、大正13～昭和6、昭和13～17、全25～33年の4群に分けることが出来る。この群に含まれない大霜害年は明治36、44、昭和10、22の4ヶ年だけである。これらの群のうち大正13年以降の3群は夫々13年位(12～14年)の間隔で起つていることが注目される。即ち最近の大霜害年は群として起り、13年位の周期的変動と考えても良いようである。

各地域内で2府県以上で霜害の発生した年をその地域の大霜害年とし、全国各地域の大霜害発生群を比較して見ると、前記4群は明治3.6～4.4、大正1.3～昭和6、全1.2～1.7、全2.5～3.3年に分けた方が良いでしょう。このようにすれば大霜害2.6ケ年中これらの群に含まれないものは昭和10年と2.2年だけとなる。第1群と第2群の間隔は略々2.0年であるが、第2と第3群は1.2年前後、第3群と第4群は1.4年位の間隔である。

### (B) 晩霜害発生の地域差

晩霜害は3で検討したように関東北部から東南北部にかけて頻発している。何故に東北北部や北海道などに較べて頻発するかを検討するのが本項の目的である。霜害発生の回数に関係するものとして、第1に霜害発生の可能性のある期間即ち霜害危険期間を挙げることが出来る。第2に霜害危険期間内における霜害を生ずる程度の低温の出現頻度が考えられる。第1の霜害危険期間であるが、これには実際の霜害記録に基づく検討の方法を採れば良い。併し各地点の霜害の長い記録は余り残されていないので、これから各地点の霜害危険期間を求めることは出来ない。そこで霜害記録に基づく検討を行うとともに、各観測点の降霜を起す最低気温を検討した。即ち平均終霜日を霜害発生の初日、最晩終霜日を終日として最低気温について検討し、霜害危険期間の地域差を調べた。第2の霜害危険期間内の低温の出現頻度は毎日の最低気温の標準偏差を基礎として検討を加え、また霜の起り得る最低気温の出現回数を求め、霜害の発生が地域によつてどのように違うかを調べた。

#### 5 霜害資料から見た霜害危険期間

霜害資料に基づき1900年以来記録が残されていると考えられる北海道、東北北部、全南部、関東北部、全南部、東海道、近畿南部の7地域について、最早最晩間の日数に差があると言い得るか否か検定を行うと何れも日数に差があると言われぬ結果となる。即ち最早から最晩霜害までの日数に差があるとは言われず、平均的には晩霜害発生の危険のある期間は危険率5%で4.2日位、実際60年間に起つている晩霜害発生期間の平均日数は4.4日位と見ることが出来る。

#### 6 最低気温から見た霜害危険期間

農業経営の立場から見れば、平均終霜日までは降霜はあるものとして農作業を進めている筈である。従つて霜害の発生は平均終霜日以後と考えればよい。そこで霜害危険期間を平均終霜日と最晩終霜日との間とし、これらの日の最低気温について検討し、その結果求められた霜害危険期間の地域的な差異を調べる方針を採つた。60年以上の長期間の観測記録のある全国55ヶ所について累年平均終霜日の累年平均最低気温を求めるとその平均は $6.2 \pm 1.4$  (°C)である。地域的な特色は北海道におけるものが何れも5 (°C)以下であることである。又これに隣接する青森、宮古も同様である。これらの地域内にある10ヶ所の平均は $4.2 \pm 0.6$  (°C)、これらを除く全国45ヶ所の平均は $6.5 \pm 1.2$  (°C)で、この2つの平均値の差の有無についても検定を行うと著しい差があると言う結果( $P < 0.001$ )となる。最晩終霜日の累年平均最低気温を前記55ヶ所の資料から求めると平均は $10.7 \pm 1.2$  (°C)で、地域的な著しい差異は見当たらない。

霜害危険期間の初日を平均終霜日、終日を最晩終霜日として前記55ヶ所について危険期間を求めるると $29.8 \pm 9.0$  (日)が得られ地点による差はかなり大きいが検定の結果では北海道を除けば危険期間の長さは略々同一と考えてもよい。各地域の平均についての全国平均は $30.5 \pm 4.6$  (日)で、危険率5%での平均値の範囲は $39.5 \sim 21.5$  (日)である。次に平均終霜日、最晩終霜日の累年平均最低気温は夫々 $6.2$  (°C)、 $10.7$  (°C)なので、この温度を示す日を危険期間の初日、終日として期間を求めると、全国平均では $29.9 \pm 3.7$

(日)が得られ、地域による差があるとは言われぬ。見方を換えれば6.2(c)から10.7(c)に上昇するに要する日数は全国略々一様と見ることが出来る。各地域の平均の全国平均は30.8±1.7(日)、危険率5%で推定される平均値の範囲は34.1~27.5(日)である。5において晩霜害発生の危険期間は42~44(日)位と求められている。従つて地点を対象とすれば晩霜害発生の危険期間は31日位であるが、広い面積の府県を対象とすれば43日位と言うことになる。

#### 7 霜害危険期間内の低温の出現状況

3に記したように関東北部から東北南部にかけては晩霜害が頻発している。併し晩霜害発生の期間に長短の差があるとは言われぬし、平均終霜日・最晩終霜日やそれらの日の累年平均最低気温から推定される晩霜害発生の恐れある期間も関東北部や東北南部で長いとは言われぬ。危険期間が長くないとすれば、霜害頻発の程度はその期間内で霜害を起す程の低温の頻発の程度、平均最低気温を基準とすれば、その標準偏差の大小によつてきまるものと思われる。先づ低温出現の程度を表わすものとして毎日の最低気温の標準偏差を各地域の代表的地点について求めて見ると、共通的に言えることは標準偏差は5月中旬末頃まで甚だ大きいこと、その後急に小さくなり、梅雨末期頃の7月中旬頃から大きくなることである。霜害危険期間は累年平均最低気温6.2~10.7(c)の期間であるが、この期間が標準偏差の大きい期間即ち気温変動の大きい期間であれば、霜害は頻発すると考えられる。この見地から各地について両期間を比較すると、関東北部までは霜害危険期間は完全に標準偏差の大きい期間に含まれるが、東北南部では危険期間の末期が偏差の小さい期間に入つており、東北北部では危険期間の初めだけ偏差の大きい期間に入つている。

次に霜害危険期間中の危険温度の出現状況であるが、霜の起り得る最低気温の上限を見るために、盛岡の最近40年間(大正13~昭和38年)における各年の終霜日の最低気温の平均を求めると、0.2±1.35(c)で危険率5%で-2.4~+2.8(c)と推定される。実際の最高極は3.1℃であつた。即ち3℃以下となるようであれば終霜の起る可能性があると考えなければならぬ。

そこで霜の起り得る最低気温の最高を3℃として、累年平均最低気温が6.0℃以下である最終日以降において、実際に各地で現われた最低気温3℃以下の日数を求めた結果によれば、東北北部の盛岡・青森では夫々45・46日であるが、これらを除く東北以南では52~60(日)であり、両者の間に差がないとしても検定を行つと、両者の差は著しく有意で差がないとはされない結果となる。

従つて霜害危険期間内で霜害の起る可能性のある低温は東北地方中部以南に多く現われ北に進むに従ひ少ないと言つて良いようである。

#### 8 まとめ

晩霜害年の群発生と晩霜害発生の地域差について検討した。全国的に見ても晩霜害は頻発する期間があり、1900年以降については大霜害は単独に1ヶ年だけ発生することは少なく、連続した群として発生している。即ち明治36~44、大正13~昭和6、全12~17、全25~33年の4群に分けることが出来、第1群と第2群の間隔は20年位、第2・3・4群の間隔は13年位であることが判つた。又晩霜害の発生頻度には地域的な違いがあり、関東地方北部から東北南部にかけて最も多く起つており、その発生頻度は霜害危険期間内の最低気温の標準偏差の大きさ即ち気温変動の大きさによつて決定されているようである。

霜害対策を積極的に進むべきか否かは対象作物その他経済的な制約によつて大きく異なり、個々の場

合について検討しなければならないが、以上の結果が防霜対策の基礎資料として幾分なりとも役立てば幸である。

#### 参 考 文 献

- (1) 東北地方長期予報速報 Vol113、№3、P36 参照
- (2) 調査した資料は日本気象災害年表、岩手・秋田・宮城・山形・石川各県災異年表、気象要覧、各県気候誌、理科年表、防霜試験経過報告書（福島県・昭和29年）

## 寒地における観葉植物等の冬期保温管理について（第一報）

川 合 宏

（宮城農短大）

### 1 ま え が き

国民の生活の向上と共に花卉の需要が多くなり、都市近郊では花卉栽培農家が漸増している。家庭消費を大部分とする鉢物花卉<sup>(1)</sup>も栽培数が増加し、特に夏の観葉植物や洋ラン類、年末から冬期間にわたるシクラメン、プリムラ、シネリヤ等の鉢物が大量に消費されつつある。これらの鉢物は他の花木苗、球根、苗木等と共に一般消費者の栽培管理に対する知識の啓蒙が必要であつて、消費者の購入後の栽培管理に対する指導がなければ発展が望めないと考えられる。この事は花卉園芸の他の農業部門と異なる点である。観葉植物や洋ラン、シクラメン、シネリヤ等は原産地が熱帯あるいは地中海沿岸地方であつて、冬期寒気の強い東北地方ではその維持が困難である。主な植物の生育最低温度は第1表の通りである。

第1表 主な植物の生育最低温度<sup>(2)</sup>

生育最低温度	主 な 種 類
2～3℃	インドゴムノキ、サンスベリア、ワシントンヤシ、シクラメン、プリムラ、シネリヤ
4～5℃	ドラセナ・ワーネツキ、カンワノゴムノキ、インコアナナス、サンゴアナナス、モンステラ、オリヅルラン、ポトス、デンドロビウム・ノビル、シプリベジウム・インシグネ、シンビジウム、カニシヤボテン、アザレア
7～8℃	シプリベジウム、カトレア、トラフアナナス、アフエンドラ、アローカシヤ、セントポーリヤ

耐寒性のない第1表に示すような鉢物を冬期間にわたつて維持し観賞するためには、温室や暖房設備のあるビルや商店では問題は少ないが、一般家庭では何んらかの処置が必要となる。以上の見地から筆者は仙台市内の一般住宅における温度変化と植物保温のための処置について二三の観察をおこなつた。

### 2 試験方法

(A) 仙台市内にある一般住宅について各室の温度を最高最低温度計を用いて測定した。調査した住宅は市内に普通にみられる木造家屋で、その1例をあげると、暖房室は石油ストーブを用いて暖房をとり、就寝時は無暖房となる居室、無暖房室とは、廊下又は玄関であつて、日中は硝子をとおして光線が入るが、夜間は硝子戸にカーテンをひく程度で暖房のない場所、戸外とは庭先の植木棚である。いづれも一般家庭として鉢物を置くことの多い個所をえらんだ。暖房室及び無暖房室にはオリヅルラン、ドラセナワーネツキ、シクラメン、プリムラ、ゼラニウムを置いてその越冬状態を観察した。

(B) ビニール張り保温箱の保温効果：実験に用いた保温箱は高さ90cm、奥行45cm、長さ75cmの全面0.75mmのビニールを張つたもので、処理と対照の2ヶについて最高最低温度計によつて温度を比較した。放任は無処理であつて、布被覆は暗幕に使用する厚地の布をもつて完全に被覆した場合、ビニール覆は0.75mmのビニールによつて完全に被覆した場合、熱電球は100Wのヒヨコ電球をサーモスタット（熱帯魚飼育用）付で使用した場合、又温風機は鳥羽電機製の農業用温風機を用い、サーモスタットにより温風と冷風に切りかえるようになっていものである。各処理によつて温度がどのように保

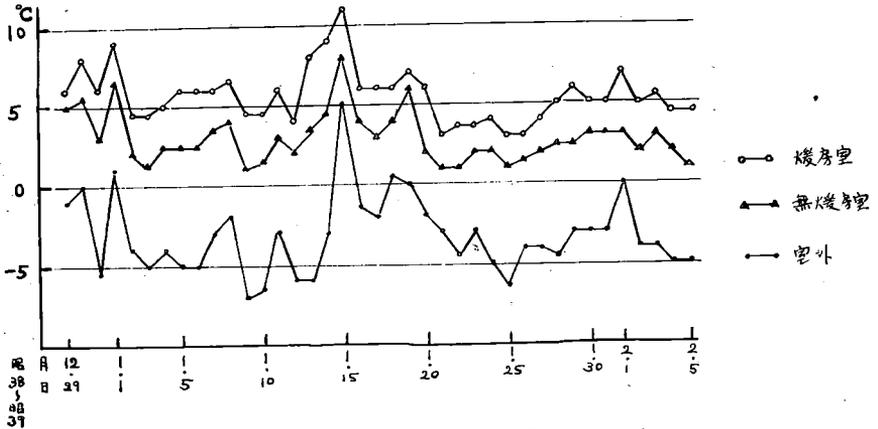
たれるかを観察した。

### 3 試験結果

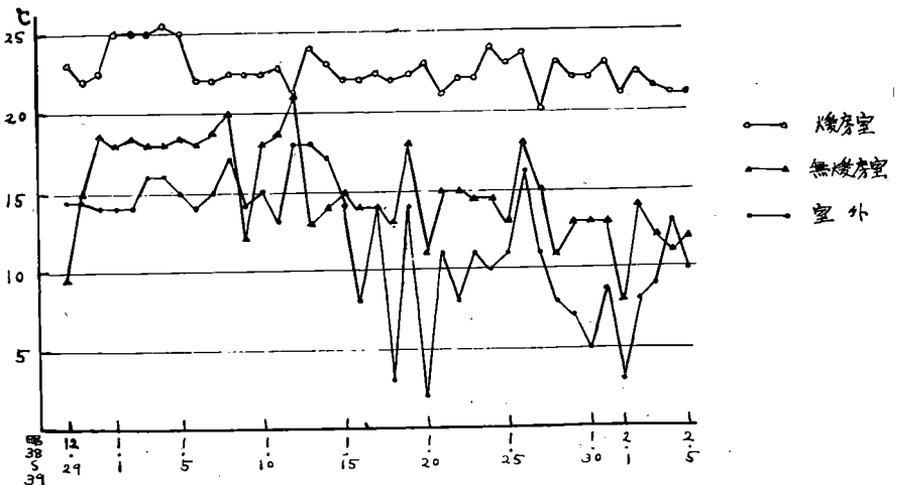
仙台市における住宅の室温の変化を第1図及び第2図に示したが、暖房室では最低温度が大体5℃以下に保たれるが、特に寒気の強い日は3℃まで低下する。無暖房ではこの測定期間中には0℃以下に下がる事がなく、最低1℃を記録する日が数回あり、2～3℃附近に平均の最低温度がある。室外は勿論-5℃前後を上下し、

第1表に示すような種類の越冬は困難である。最高温度は暖房室は20～25℃、無暖房室は15℃前後、室外は寒暖の差が甚だしいのが特長である。

この各室にテスト植物を置いた結果、暖房室ではドラセナ・ワーネツキーは葉緑に褐変部を生じたが枯死することなく、オリヅランは葉の伸長がみられやや徒長的で、両者とも観賞価値を保持した。無暖房室ではドラセナ・ワーネツキーは1月中旬に茎の半ばかり枯死しはじめ、遂に完全に枯死した。オリヅランは外葉から



第1図 仙台市内一般住宅における室温の比較(最低温度)



第2図 仙台市内一般住宅における室温の比較(最高温度)

枯れはじめ、遂に地下部のみが残り、春期に新たに葉を生じ、冬期間は観賞価値を失なつた。

又、プリムラ(メラコイデス)とシクラメンは暖房室では徒長的に生長し、無暖房室でも枯死することなく生長、開花を継続した。

ゼラニウムは暖房室では徒長的に伸長し、枯死することなく、無暖房室では次第に成葉から枯死落葉し、茎頂の数葉を残して越冬を完了した。無暖房室では観賞価値低く、植物体を保持するにすぎなかつた。以上のような室温では、ここに収容される種類が限定される。冬期も観賞価値を保持させるために積極的に植物保温の処置をとつた場合はどのような温度を保持することができるかを調査した。第2表に示したように、保温箱の使用は有効で、越冬可能な種類が拡大され、しかも冬期間を通して植物を観賞できると考えられる。但し、昼間、日光が照射されると箱内気温は異常に高温となり、植物の生育には不適であるから通風換気の必要が生じる。最高温度と最低温度の差を15℃以下にとどめるようにすべきである。

第2表 保温法の相違がビニール保温箱内温度と室内温度との差に及ぼす影響

処 理 別	最低温度	最高温度		備 考
		晴天時	曇雨天時	
無 覆 放 任	+ 1.2℃	+ 8.5℃	+ 2.5℃	そのまま室内におく。
布 被 覆	+ 3.5	+ 8.5	+ 2.5	布は昼間除去
ビニール被覆	+ 2.5	+10.0	+ 4.0	ビニールは昼夜共被覆
熱 電 球	+ 4.5	+11.0	+ 8.0	100W、サーモスタット付
熱電球+布被覆	+ 8.5	+11.5	+ 8.0	布は昼間除去
温 風 機	+13.5	+ 5.0	+17.0	サーモスタット付 冷風切換

※ 表中の数字は室温との差の平均を示した。

#### 4 要 約

以上の結果から仙台市内における一般住宅では、冬期、耐寒性のない花卉鉢物を管理し、しかも観賞価値を保つためには次の様な処置を必要とする。すなわち昼間は縁側、玄関等の無暖房室に置いても、夜間は暖房室にとりこみ、早朝の温度の低下を最少限に止めるよう工夫しなければならない。最低温度を4~5℃とする鉢物に対しては保温のために小型の収容物を備え、できれば熱電球その他を使用して積極的に保温を計るべきであらう。

本報告は予備的な試験にすぎないが、今後湿度や灌水、戸外における保温設備等について更に検討の必要を感じる。

#### 5 引用文献

- (1) 岡田正順：1963. 鉢物栽培の将来性と問題点、農業及園芸、38巻、1号、71—74
- (2) 塚本洋太郎：1957. 花卉園芸講座、Ⅲ、朝倉書店、東京

## ススキ草原における火入れ温度について

岩波 悠紀 (東北大・農 研)

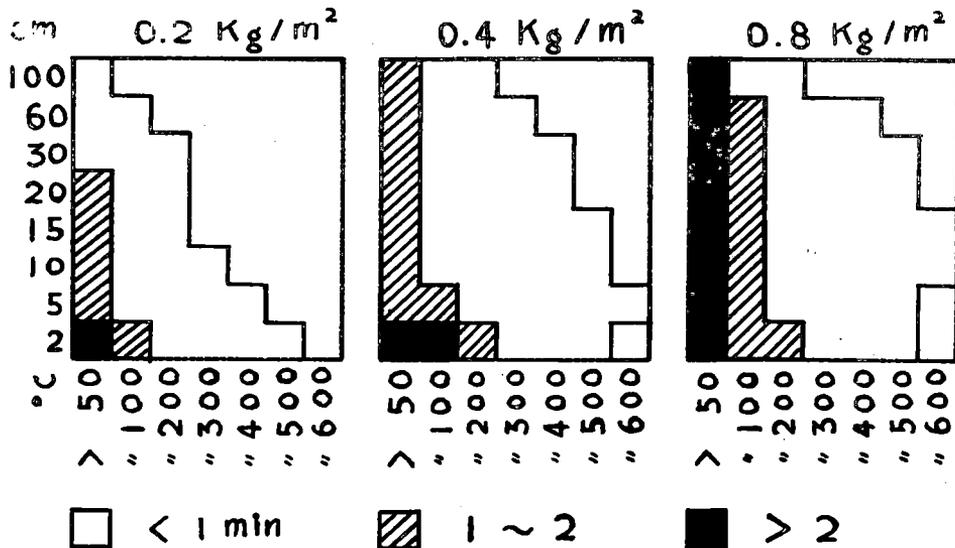
飯泉 茂 (東北大・理・生)

草地や森林における火入れの研究は内外を問わず枚挙にいとまがない。にもかかわらず研究内容には矛盾が少なくない。その原因の一つとして火入れ温度の研究不在があげられる。火入れに関する研究に当り、火入れ温度の実態を正しくとらえ、その際の温度が植生等に与える影響を再検討する事が重要な課題である。

火入れ温度の測定には鉄・コンスタンタン熱電対 (直径 0.8 mm、長さ 10 m) を使用し、その起電力を 2 台のポータブル電磁オシログラフに記録させる方法をとつた。火入れ温度は各種の条件により異なる。ここではススキ草原における 3 つの実験例について報告する。

### 実験 1 (1963 年 5 月)

5 × 6 m<sup>2</sup> の面積に枯れたススキを 6、12、24 Kg (0.2、0.4、0.8 Kg/m<sup>2</sup>) を敷き、枯草量の相違と温度についての予備実験を行つた。温度の測定点は 2、5、10、15、20、30、60、100 cm であつた。第 1 図は



第 1 図 実験 1 に於ける高さ別の高温継続時間

高温とその継続時間との関係を示す。各測点間の最高温度の比較：枯草量の少い 0.2 Kg/m<sup>2</sup> では、2 cm 測点の最高温度が最も高く 500 °C を示し、測点が高くなるにしたがい最高温度は低くなつた。枯草量が多くなると各測点中での最高温度の出現する位置は 5 ~ 10 cm と高くなり、5 ~ 15 cm 測点では 600 °C を越える事があつた。高温の継続時間：0.2 Kg/m<sup>2</sup> 区の 2 cm 測点では火入れ中の温度が、火入れ前の温度に近

くなるには4分かかったが、 $0.8\text{Kg}/\text{m}^2$ 区では10分を要した。100 cm測点でも $0.8\text{Kg}/\text{m}^2$ 区では5分間続いた。 $0.2\text{Kg}/\text{m}^2$ 区では $50^\circ\text{C}$ 以上の高温が1分以上続くのは20 cm以下であった。 $200^\circ\text{C}$ 以上が続くのは30 cm以下であるが、その時間は30秒以内であった。 $0.8\text{Kg}/\text{m}^2$ 区では $50^\circ\text{C}$ 以上の高温の続く時間は2分から最高7分半であった。又全測点が $200^\circ\text{C}$ を越えたが、その時間は1分以内であった。

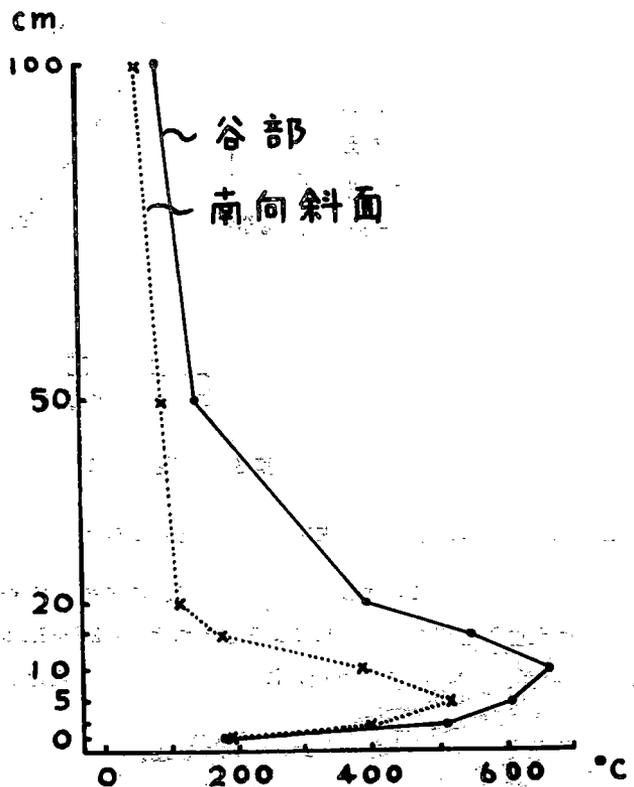
実験2 (1964年5月)

ススキ型草原における春の火入れの実験例である。谷をはさんで南北にひろがる地形に $20 \times 100\text{m}^2$ の実験区を作り、南向斜面と谷部との温度比較観測を行った。火入れ前に層別枯草量(0~10、10~20、20~30、30~40 cm)を量つた。その結果南向斜面はそれぞれ219、55、18、 $18\text{g}/\text{m}^2$ であり、谷部では268、151、41、 $35\text{g}/\text{m}^2$ であった。本実験及び次に述べる実験3では地表面及び地下の温度も測つた。この場合リークを防ぐために測温接点部は内径3 mmのガラス管に入れ設置した。

第2図は各測点の最高温度を示す。温度の傾向は実験1と同様であった。即ち枯草量の多い谷部の方が、全体的に高温を示し、且つ各測点中で最高温度を示すのは10 cm測点であり、南向斜面より5 cm高くなつていた。地表面温度が火入れ前の状態にもどるには両区とも約1時間かかった。

実験3 (1964年9月)

ススキ型草原における秋の火入れ実験例である。秋の火入れの場合一般に殺草剤を散布して草を枯らしてから火入れするのが普通である。この実験でも1ヶ月前にクローレス・ピロ・シメダを約 $9.5\text{Kg}/10\text{a}$ 散布した。実験地の枯草量は $0.95\text{Kg}/\text{m}^2$ であった。ただし枯草は43%の水分( $110^\circ\text{C}$ 乾熱法)を含んでいた。実験には殺草剤を散布したままの区(自然区)と、火入れ直前に人為的に押倒した区(押倒区)を作り、両区の比較観測を行った。押倒区は春の火入れとほぼ同じ草型を作つたものである。



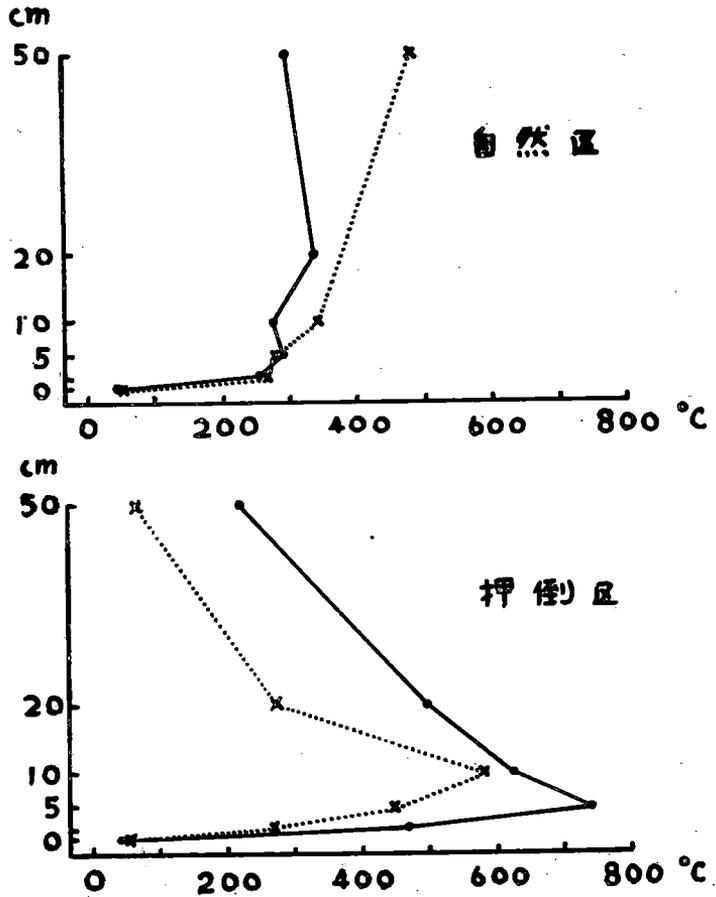
第2図 実験2に於ける高さ別最高温度

第3図に各測点の最高温度を示す。押倒区は春の火入れとほぼ同様な傾向を示した。即ち5~10 cm測点に特に著しい高温( $600 \sim 750^\circ\text{C}$ )が現われ、測点が高くなるにしたがい急速に低くなつた。これに対し自然区では5~10 cm測点の最高温度が $300^\circ\text{C}$ 内外にとどまるのに対し、20~50 cm測点でも $300 \sim 500^\circ\text{C}$ の高温を示した。地表面の最

高温度は春の火入れが  $200^{\circ}\text{C}$  近くを示すのに対し、秋の場合はいずれも  $50^{\circ}\text{C}$  内外にとどまつたのは興味がある。

一般にススキ型草原の火入れでは、直接火の影響があつてから最高温度に達するまでの時間は、気温で  $15\sim 60$  秒、地表面温度では  $1\sim 2$  分であつた。気温にあつては各測点における最高温度の出現する時間は風速と燃焼速度に關係した。一般的にこの時間は各測点ともほぼ一致したが、風によつて約  $\pm 10$  秒位までの差が出る場合があつた。一方燃焼速度が速い場合は、測点が低くなるにしたがいこの出現時間は遅れた。例えば自然区の燃焼速度が  $4\text{m}/\text{min}$  の場合、自然区では  $50\text{cm}$  測点に対し  $2\text{cm}$  測点は約  $20$  秒、押倒区では約  $4.5$  秒遅れた。(一般にススキ型草原の燃焼速度は  $1\text{m}/\text{min}$  内外が多いようである)これは燃焼速度が早いと、気層下部で酸素不足を生ずるためと考えられる。

春のススキ型草原における火入れの直後に、ススキ、ヤマハギ、キツネヤナギ及びタニウツギの茎が最も焼けた位置を測つた。それによるとそれぞれ  $6.29\pm 2.06$ 、 $6.19\pm 4.67$ 、 $11.31\pm 5.96$  及び  $9.36\pm 3.56\text{cm}$  であつた。この事は火入れ時の温度の実態と對比してみると興味を持たれ、今後の仕事に生かしたいと思う。



第3図 実験3に於ける高さ別最高温度

# 蒸発に対するトウモロコシ植被の影響について

小林 勝次 (農技研気象科)

1964年農業技術研究所構内でトウモロコシを栽培し、蒸発に対するトウモロコシ植被の影響を調べたので報告する。

## 1 観測の場所と方法

1964年4月27日農業技術研究所構内の畑地(面積1.35アール)に畦幅50cm、株間35cmの密度でトウモロコシ(品種長交306号)の種子を2粒ずつ播種して草丈が約130cmに達した6月16日から生育のほぼ終了した9月4日までの約3ヶ月間にわたって測定した。測定項目は蒸発量、気温、湿度、降水量(連日2回、午前9時と午後5時)と葉面積指数(約10日おきに1度)である。

蒸発量の測定にはトウモロコシ畑地の中央の植被下と気象観測露場に設置した小型蒸発計を用いた。午前9時と午後5時にバネ秤で秤量し、減量をその間の蒸発量とみなした。蒸発量は前日の午前9時から次の午前9時までの値を前日の日蒸発量、午前9時から午後5時までのそれを日中蒸発量、午後5時から翌日午前9時までのそれを夜間蒸発量として処理した。

尚毎日午前9時に630ccの水にとりかえた。関連気象要素は露場内の百葉箱から値を朝夕2回読みとつた。

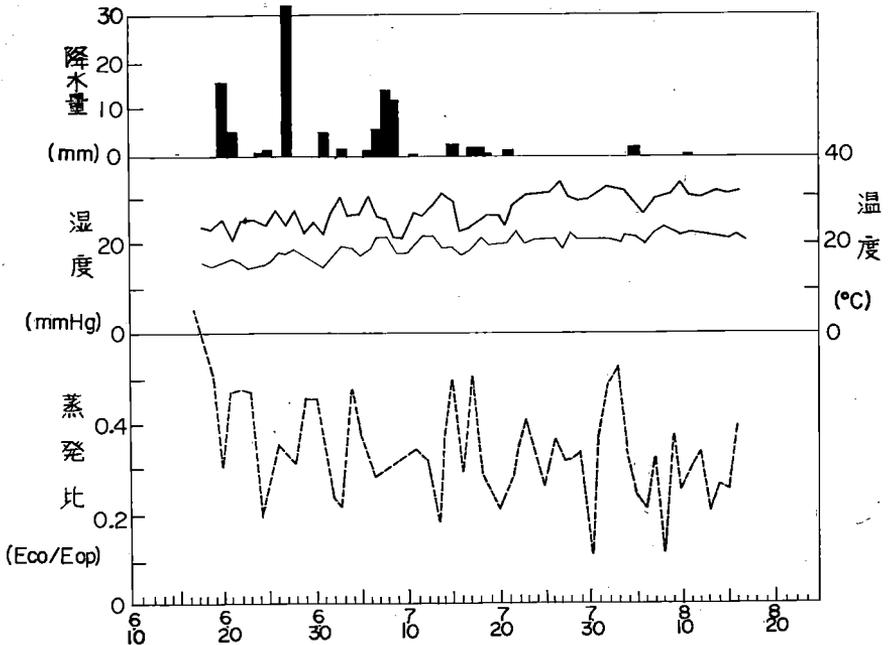
植被層の繁茂状態の1指標である葉面積の決定には次のような経験式を用いた。

$$\text{葉面積} = a (\text{葉身長} \times \text{最大葉身幅}) \dots\dots\dots (1)$$

aは比例常数で、イネ科植物では0.65~0.75の間であることが知られている。ここでは平均的な、0.70を使用した。トウモロコシ10株の全葉面積とそれの負担する土地面積とから葉面積指数(LAI = F)を求めた。

## 2 結果

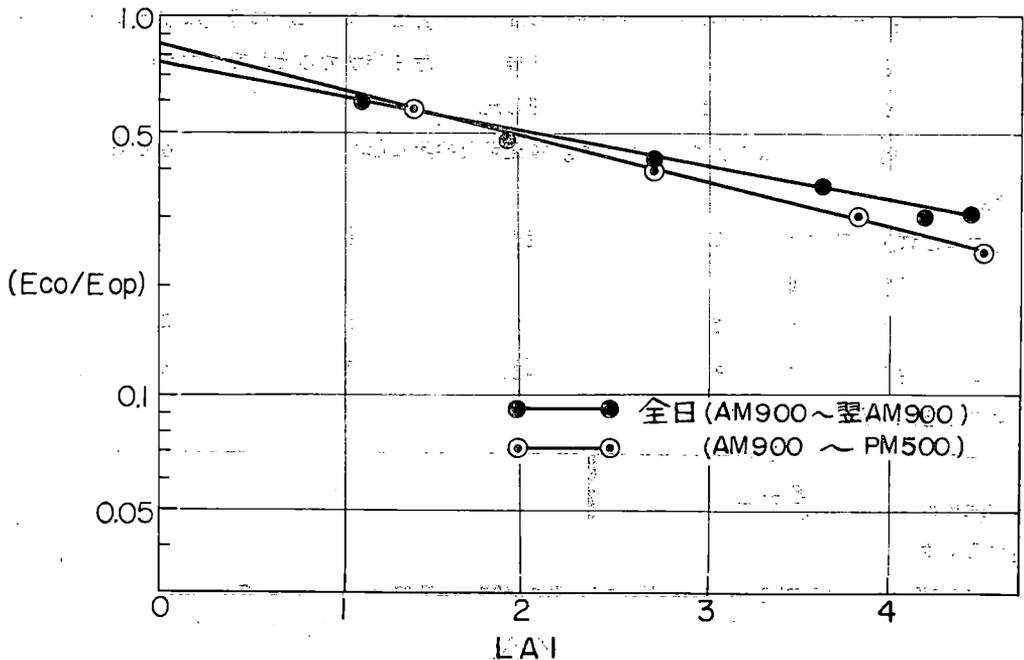
蒸発量に対するトウモロコシ植被の影響を明示するために、次に説明するような蒸発比(r)と測定期間中のその他の気象要素が第1図に示されている。



第1図 蒸発比並に気象要素の季節的变化

$$\text{蒸発比}(r) = E_{co} / E_{op} \quad (2)$$

ここで  $E_{co}$  と  $E_{op}$  は植被下と露場で測定した蒸発量である。もしも植被がなくて畑地と露場との間に気象条件の顕著な差がないならば  $E_{co} \approx E_{op}$  となりしたがって  $r$  は 1 に接近することが容易にわかる。他方、植被の影響によつて蒸発が妨げられると  $E_{co} < E_{op}$  となり  $r$  は次第に小さくなるはずである。図にみられるように日蒸発量から求めた  $r$  は若干の変動はあるが日数が経過して植被の繁茂が進むと共に次第に減少している。同じような傾向は日中蒸発量にもみられる。しかし夜間蒸発量からの  $r$  の変化は不規則で一定の傾向を認めることはできない。このことは日蒸発量に対する夜間蒸発量の寄与が微弱であることと、夜間における植被内外の気象条件の差異が日中に比較してわずかなことに原因しているようである。植被の繁茂の影響をより明らかにするために葉面積指数と蒸発比 ( $r$ ) との関係



第2図 蒸発比、葉面積の関係

が第2図(片対数グラフ)に示されている。図上にプロットしてある蒸発比は葉面積測定日を中心とした10日間から雨天日を除く期間についての平均値である。図にみられるように、 $r$  は葉面積指数の増加につれて指数的に減少し、それぞれの関係は次式で近似できることがわかった。

$$\left. \begin{aligned} r &= 1 - 0.22(1.2 + F) && \text{日蒸発量について} \\ r &= 1 - 0.27(0.5 + F) && \text{日中蒸発量について} \end{aligned} \right\} (3)$$

上の関係は  $F \geq 1.0$  の範囲において大体妥当である。植被下の蒸発が植被の繁茂につれて指数的に減少する事実は水稻で報告されている。そしてその減衰係数が植被内における純放射の減衰を特徴づけている消散係数に近いことが知られている。ここではそこまで行なう事はできなかつたが大体同じような傾向がみられる事が予想されるのではないと思われる。

(注。水稻で求められた減衰係数とここでの減衰係数は若干意味がことなり、また同一葉面積指数であっても水稻群落とトウモロコシ群落では草高の違いから分布密度が異なるので単純に比較することはできない。

# 青森県におけるてん菜収量の年次的ならびに地域の変異について

阿 部 亥 三

(青森県農試古間木支場)

## 1 諸 言

青森県において、てん菜が試験研究機関で試作され始めたのは1957年からで、研究が本格的に行われるようになったのは1959年に古間木支場が発足してからである。その後県で本格的に指導普及に力を入れて、栽培面積も急増し、1962年には約3,000 ha に近接し、今や寒冷地の畑作経営上重要作物としての地位を占めつつある。しかしながら、てん菜導入後の年数が短く、かつ急速に栽培面積を増加せしめて来たので、今後更に解決すべき研究上並びに普及上の問題点も残されている。

次に古間木支場におけるてん菜の豊凶考照試験、生育相解析試験、現地試験成績及び県平均収量、市町村別平均収量等から考察した点を述べる。

## 2 調査結果の概要

### (1) 県平均収量と豊凶考照試験収量との関係

第1表に青森県のてん菜平均収量(収穫面積も付す)と古間木支場の豊凶考照試験の収量結果を1959年~1964年までの分を示した。

第1表 県平均収量と豊凶考照試験の収量				第1表の数値か
年 次	収穫面積 (ha)	平均収量 Kg/10a	豊凶考照試験収量 Kg/10a	
1959	60.65	2.457	3.128	の相関係数を求め
60	184.35	2.481	2.747	ると、 $r=0.49$
61	701.20	2.179	2.718 (注3.916)	で、有意な相関関
62	2981.50	2.566	4.744	係は認められない。
63	3536.56	2.212	4.134	しかし、1959.
64	3144.00	2.247	4.154	60の2ケ年は栽
平均収量		2.35 (ton)	3.60 (ton)	培面積が狭く、か
標準偏差		0.17	0.85	つ豊凶考照試験も
変異係数(%)		7.2	23.6	開設当初で軌道に

乗らなかつた点もあるので、この2ケ年を除外し、また1961年は豊凶考照試験が風害を受けたため再播して得られた収量なので、風害を受けない場合の推定収量を算出し、1961~64の4ケ年間で両者の相関係数を求めると、 $r=0.98^*$  となり、両者の間には次の④式が成り立つ。

$$Y=0.526X+0.060 \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

(但し、X: 豊凶考照試験成績による収量。Y: 県平均収量。単位: ton/10a 当り。)

したがって、豊凶考照試験の収量予測が可能となれば、県平均収量の早期推定が可能となる。

### (2) 豊凶考照試験の収量と現地試験の収量との関係

第2表に豊凶考照試験収量と現地試験5ヶ所(第1図参照)の収量を示した。

収量には土壌、気候条件のほか相当農家の経営条件(労働力、作業の精粗等を含む)の影響することとも考えられるので、断定し難いが、当初目標とした10a当り収量4 ton 以上を4ケ年平均収量で示

したのは三沢、横浜の2ヶ所である。また、東北町、階上村では土壌調査の結果、不良条件が認められたので、最終年に追加して行つた土壌改良区の収量ではほぼ4 tonの数値を示した。六戸町での少収の原因はN過多（前作の青刈りひえのしきこみによる。他の地点はしき込まず。）のためと見られる。

第2表 収量の地点間比較 (ton/10a)

地名	1961年	62	63	64	平均	S.D	C.V (%)	収量性	変動性
横浜	3.630	5.148	3.890	3.661	4.082	0.695	14.6	多収	中
東北	3.050	3.575	3.030	2.958	3.153	0.284	9.0	少収	小
三沢	4.104	5.727	4.020	3.704	4.364	0.909	20.8	多収	大
六戸	2.250 (2.652)	3.879	0.660 (2.870)	2.218	2.252 (2.905)	1.314 (0.704)	58.3 (24.2)	少収	甚大(大)
階上	1.942 (2.799)	2.859	2.700	3.491	2.748 (2.962)	0.633 (0.359)	23.3 (42.1)	少収	大(小)
農試	2.718 (3.916)	4.744	4.134	4.151	3.937 (4.236)	0.862 (0.355)	21.8 (8.2)	多収	大(小)
平均	2.948 (3.359)	4.322	3.072 (3.441)	3.364	3.427 (3.622)				

注：( )内は風害なかりせばとしての推定値。

平均の欄の( )内は推定値を採用しての平均。

風害による減収影響を除去した、第2表の推定値を使用して、豊凶考照試験の収量と5地点との収量の相関係数を求めた結果を第3表に示した。

第3表によれば、農試の収量は階上以外の4地点とは相関係数が比較的大であるが、有意性はなく、横浜は東北、三沢、六戸の3地点と有意な相関関係が認められ、階上、東北の2地点は他の地点との相関関係の少ないことが認められる。

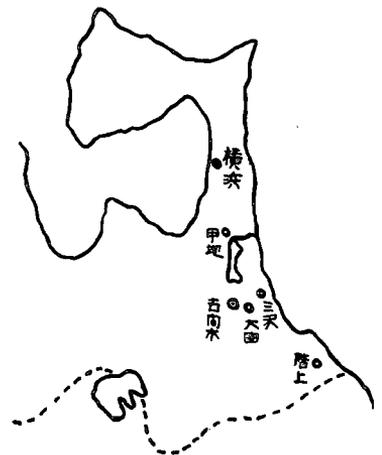
第3表 てん菜収量の地域間相関

	農試	横浜	東北	三沢	六戸
横浜	0.94	—	—	—	—
東北	0.86	0.98	—	—	—
三沢	0.89	0.98	0.39	—	—
六戸	0.85	0.95	0.38	0.97	—
階上	-0.05	-0.27	-0.13	0.87	-0.54

(3) てん菜収量の年次変異

第2表に示した各地点の収量成績には各地点の収量の年次変異の大小及び収量性についても表示してある。同表によれば、春季の風害によつて減収した分を修正すると、収量の年次変異はかなり減少するが、六戸ではやはり大きく、三沢は多収であるが、年次変異の大きいことが認められる。

1962年は各地点とも最も多収であるが、これには7.8月の降水量が少なく、乾燥天候で褐斑病、葉腐病の被害の少なかつたことが関係しており、県平均収量



第1図 現地試験の実施場所

も最も多収を示した年次である。

1964年は階上を除いて他の地点では概ね前年並か若干減収しているが、これには8月下旬以降つづいた低温寡照条件が根部の肥大を抑制した面が大きいと考えられる。8月16日～9月25日までの期間の気象条件を4ヶ年について比較すると第4表に示すとおりで、1964年の低温寡照多雨の不良気候であつたことが判る。てん菜の多収を示した1962年もこの期間の天候は寡照多雨で、てん菜の登熟に好適な気象条件ではないが、前述した如く、7.8月に乾燥気候を呈したことが病害発生を抑制し生育に好影響を及ぼしたこと及び生育前半期の気象が良好で生育が充実していたため根部肥大が順調に行われたためである。

なお、てん菜生育相解析試験（東北農試と北三県との連絡試験）の結果によると、1964年の8月16日～9月25日の根部肥大率は1963、62年に比較してそれぞれ16%、15%低下していることが認められた。

更に、1964年の低収の原因としては9月以後も10.11月と低温傾向がつづき、てん菜の生育の限界温度と見られる日平均気温10℃以下を示す日が、平年の日平均気温10℃の退行期日より約7日早められたことがあげられる。

第4表 8月16日から9月25日の気象の年次比較（古間木支場）

年次	積算温度(℃)	平均気温(℃)	日照時数(h)	降水量(mm)
1961	894.1	21.8	218.6	217.5
62	864.9	21.1	140.6	275.4
63	875.9	21.4	235.6	124.1
64	784.3	19.1	150.9	257.2
(1959～ 1964)				
6ヶ年平均	853.8	20.8	189.8	184.5

#### (4) 市町村別平均収量の地域分布

てん菜栽培面積が3,000ha内外に達した1961年以降1964年までの3ヶ年間の平均収量（10a当り根重）で2.4ton以上をあげた市町村は第5表に示すとおりで、その中7ヶ所が上北部で、3ヶ所は三戸郡で、下北郡及び津軽地域には1ヶ所もなく、多収市町村の上位を上北郡で占めていることが注目される。（注、第5表）

たゞ、1964年のてん菜収量の地域的特長は岩手県寄りの三戸郡の各市町村はいずれも前年より増収していることで、上北郡北部では前年より減収し、郡南郡では増収しており、下北郡及び津軽地域では栽培面積が少ないが殆どどの市町村が前年より減収したことが認められている。

岩手県寄りの各市町村が前年より増収した気象的原因としては、9月の低温、寡照、多雨の不良天候の程度が上北郡中部以北より著しくなかつたためと見られるが、収量の地域的特長には気象条件以外に土壌、栽培技術、経営等の諸条件が関与するので、今後は更に収量の地域性を解明するための研究が必要である。

第5表 てん菜の市町村別平均収量 (ton/10a)

市町村名	1962年	1963年	1964年	平均	試験地
三 沢 市	3.411	2.888	2.723	3.007	○
百 石 町	3.201	2.619	2.707	2.842	
下 田 村	3.013	2.557	2.558	2.719	
上 北 町	3.020	2.404	2.430	2.618	
横 浜 町	3.029	2.537	2.100	2.555	○
六 戸 町	2.847	2.354	2.394	2.532	○
福 知 村	2.501	2.158	2.730	2.463	
五 戸 町	2.403	2.420	2.454	2.426	
八 戸 市	2.557	2.122	2.575	2.418	
野 辺 地 町	2.523	2.399	2.300	2.407	
東 北 町	2.336	1.846	1.860	2.014	○
階 上 村	1.905	1.572	1.900	1.792	○

(注：○印は現地試験を行つた市町村)

なお、第5表には、てん菜の多収な市町村のほかに現地試験を行つた町村の収量も示してあるが、現地試験で多収をあげた横浜、三沢では、市町村別平均収量も高く、現地試験で低収の東北、階上では市町村別平均収量も低いことが判る。

(5) てん菜の収量と他作物の収量との関係

農試(古間木)の豊凶考照試験及び5ヶ所の試験地の輪作は次のとおりである。

○ 農試：馬鈴薯—なたね、家畜かぶ—てん菜—とうもろこし(4年5作)

○ 横浜、東北、三沢、六戸：家畜かぶが青刈ひえとなる以外は農試と同じ。

○ 階上：青刈とうもろこし—なたね—青刈ひえ—てん菜—大豆(4年5作)

上記の6ヶ所の4年間の各作物の収量を比較すると、馬鈴薯、とうもろこしの多収地は概ねてん菜収量も多く、馬鈴薯、とうもろこしの少収地はてん菜収量の低い傾向が認められたが、菜種の多収地ではてん菜収量の低い傾向が察知された。(数値省略)

今後は各地点の気象並びに土壤条件の差異に対応する作物生育相について究明を行う必要があると考えられる。

### 3 結 語

1961～1964の4ヶ年間に県下5ヶ所で実施した。てん菜の現地試験並びに豊凶考照試験及びてん菜の市町村別平均収量等の資料から若干の考察を行い、次の点を指摘した。

(1) 古間木支場のてん菜の豊凶考照試験と県平均収量との間には、 $r=0.98^{**}$ の相関係数が得られ、両者の収量間には関係式が成り立つ。

(2) 県平均収量に比較して、豊凶考照試験の収量の年次変異が大きいのが、この原因としては古間木支場における風害の影響が大きい。

(3) てん菜収量の地域間相関は或る程度認められるが、東北町と階上村の2地点は他の地点との相関が極めて少ない。(注：この2地点は低収地。)

(4) 1964年は8月下旬～9月末の天候が不良であつたが、古間木支場におけるこの期間の根部肥大率は1963、62年に比較して約15%減少していることが認められた。

(5) 現地試験でてん菜の多収を示した場所では馬鈴薯、とうもろこしも概して多収をあげ、てん菜の少収地は馬鈴薯、とうもろこしの収量も少収傾向であり、なたねの収量はてん菜の収量とは余り関係が認められなかつた。

## 屋間止水かんがいによる水田内地水温の昇温効果について

佐々木 謙 (岩手農試県南分場)

米沢 確・菊池忠雄 (岩手農試)

渡 辺 成 美 (農林省農試)

### 1 諸 言

水稻冷害はその低温の出現する時期によつて、遅延型、障害型、併行型等に分けられているが、岩手県における水稻冷害はいつれの場合においても漏水田の冷水掛流しかんがい(掛越し押水)による低温の媒介によつて現象する。

このような地帯での冷害対策としては第1義的に水温上昇の方法が構じられなければならない。ところが農家の実態調査の結果では従来から実施されて来た水温上昇法には、きめ手になる程有効なものはいみられなかつた。そこで我々は、農家の慣行栽培の内で費用をかけることなく簡便に実施出来る水温上昇方法の確立について、昭和30~35年の6年間試験研究を行つた結果、屋間止水かんがいをもとにした屋間止水栽培体系を確立した。

屋間止水かんがいは、屋間水田内に用水の流入を止め、夜間掛流しかんがいをを行うもので、これにもとづく栽培技術体系については第5回東北農業研究会、岩手農試研究報告(引用文献(3)(4))で報告した。本報告は主としてかんがい法による地水温の昇温効果の側面について述べる。

### 2 掛流し水田内の水温上昇機構

漏水田地帯の慣行かんがい法である掛流しかんがい(掛越しの押水)のもとでは、水田の地水温はどのような昇温機構にあるか、先づ現象形態の実態について調査した。

#### ○ 調査方法

水温分布調査は、5 aの水田(減水深30 cm/day)に1.5~2.0 l/secの用水を常時掛流し、水口から水尻にかけて水銀棒状温度計を使用して测温した。水温の日変化についての継続測定は、水口から

第1表 掛流し田における最高温度の比較

月 日	気 温 (°C)	水 温 (°C)		
		水 路	水 口	水 尻
6. 10	14.7	14.9	14.5	21.5
	23.2	18.9	18.5	31.9
	23.5	18.3	18.5	27.9
7. 10	20.3	17.5	18.0	22.8
	24.0	20.0	20.0	27.2
	30.9	24.0	24.0	33.5
8. 9	21.3	19.7	19.9	30.0
	20.9	19.0	19.0	28.0
	24.8	19.2	19.0	27.0

ら2.5 m奥の地点に测温抵抗体を設置し、電子管式抵抗記録温度計(横川電機社製)によつた。

日射量の測定は、農試電子式マイクロレコーダー(三伸工業社製)により、日照の測定はシオルダン日照計によつた。

#### ○ 調査結果

##### i) 水温分布

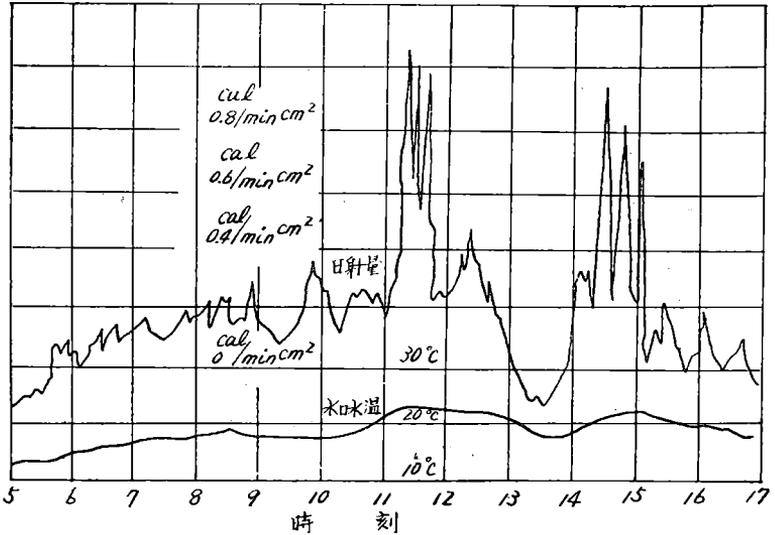
水温分布は水口から水尻にかけて段階的に高くなり、かんがい面積の3%近い水口部分には水温上昇がみられず水路水温と同じであつたが、1.5%位のところから急に水温は上昇し水尻にかけて平衡水温に達する。

第1表によつて掛流し田の最高水温をみると、水口部分では水路、水温と殆んど変りなく気温より全般に低い。水尻部分では気温より全般に高く、7~8月には30°C以上になる。

注：水口水温は水口0.5 aのところで観測  
流入量 2 l/sec 調査 1957年

ii) 日射量と水田水温の変化

日射量と水田水温との相関をみたのが第1図である。これによると水田水温は日射量の変化に伴って上下し日射と水温との間には高い相関(平均水温と日射  $r = -0.7$ 、最高水温と日射  $r = +0.88$ )が認められた。又日照と水温との相関も同様の傾向がみられた。



第1図 日射量および水田水温の日変化(調査昭31.6.11)

以上のように最高の日照条件下でも、冷水掛流し田の水口部分の水温は気温より全般に低く、豊

作年次でも冷害現象が見られ、冷害年次はこの部分の拡大となつて現象する。

水尻部分では全般に気温より水温が高く、水温上昇がみられ冷害年次でも冷害現象はみられない。これが冷水掛流しかんがいによる水温上昇機構の特殊性である。冷水害にとつてはかんがい水温の低さより、かんがい後の水温上昇如何が重要であることが明らかとなつた。

3 昼止かんがいの水田内地水温の昇温効果

前述のように日中掛流しかんがいによつてかんがい水を常時流水状態におくことが、水温上昇を阻げる主因であることがわかつたので、日中かんがい用水の水田内流入を止め、夜間のみ用水かんがいをする昼間止水かんがい処理の試験を行つて地水温の変化をみた。

○ 試験方法

試験区の構成：1区5aの水田(減水深10~20cm/day)に田植後、昼間止水処理区(午前7時~午後7時迄止水処理以後掛流し処理)と掛流し処理区(全期間掛流し処理)をもうけて連制で実施した。処理時のかんがい用水量は両区共2ℓ/Secとした。

地水温の測定：水口の測温地点は用水入口より5m奥、水尻の測温地点は排水口より5m上の表層地温を測定した。計器は電子管式抵抗温度計(横河6点式)を使用した。

○ 試験結果

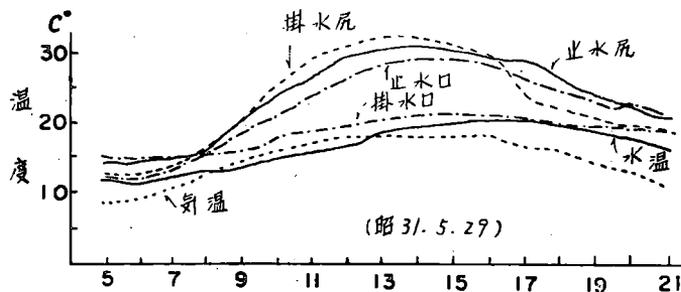
1) 地水温の日変化

第2表 時刻別地水温推移(昭30.18~24)平均

試験区別	測定場所	時刻別水温 °C						最高水温	最低水温
		0	4	8	12	16	20		
止 水	水 口	19.9	19.0	21.4	33.5	28.8	21.9	35.3	18.8
	水 尻	21.7	20.5	22.6	33.0	29.5	23.5	35.0	20.5
掛 流 し	水 口	19.4	18.4	19.8	23.7	23.9	20.9	24.7	18.2
	水 尻	20.7	19.6	22.9	29.9	28.2	23.2	31.3	19.4

注：地水温は表層地温

第2表、第2図は水田内地水温の処理効果をみたものである。屋止処理区は掛流し区に比して、水口、水尻共に一般に高めに経過し水口部分では特に顕著で、最高水温で10℃以上も高まる。低気温の日では漏水のため屋止処理区の水田地表面が露出するため、水尻部分で屋止区が掛流し区より



第2図 気温の低い日の水温日変化 註：水温より低気温の日

稍低下するが、水口部分では何れも屋止区の地水温は上昇している。一般に漏水田での屋止処理は漏水によつて田面の露出がみられ、残水区と露出区とでは地水温に多少温度差がみられる。即ち露出区は残水区に比して最高地温(表層地温)が稍々高く、低下も早く日照条件に影響され易い。屋止処理区は日没夜間掛流しかんがいによつて地水温は次第に低下し、掛流し区に接近するが深層地温は稍々高目に経過し、温度の持続効果の高い傾向がみられた。

2) 処理の時刻と時間

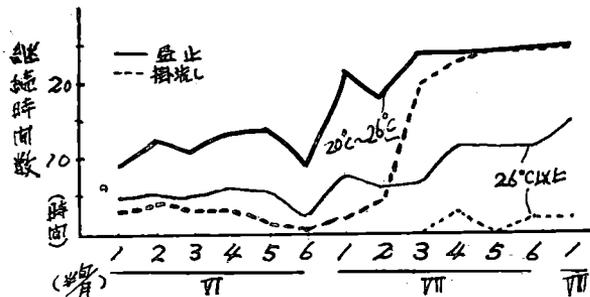
処理効果が高めるためにはどの時刻に処理したらよいか、処理時刻について試験を行つた。水温上昇時刻は一般にいずれの月も日の出と同時に午前5~7時の間にみられた。夜間放熱によつて水田内地水温と水路水温とが接近する時刻は午後5時以後の日没後であり、屋止区と掛流し区の表層地温が接近する時刻は午後11時以後であつた。以上の結果から農作業との関連で、処理時刻は朝方の止水時刻は日の出前後午前7時頃迄の間に、夜間の掛流し処理は日没後ならどの時刻でもよいということになる。

昼間の止水処理は昇温効果をもたらすが、夜間高気温低水温の条件下では夜間止水処理が保温上効果的である場合も考えられるのでそのような条件の日をえらんで処理効果をみた。その結果は夜間高気温低水温の夜間止水処理はかけ流しより

0.5℃前後の保温効果が認められたが、このような気象条件は稀で支配的ではなく夜間は掛流し処理が効果的であることが確認された。

3) 処理期間と処理効果

処理効果を月別にみた。処理効果の最も高いのは低水温の6月で、水温上昇と稲体の繁茂にしたがつて次第に効果は低下する。即ち掛流し区の水口部分の処理対策を100%とすると、屋止区では6月が73.7%、7月は24.5%、8月は22.6%である。



第3図 表層地温の継続時間数

水尻では掛流しの100%に対して屋止は6月で159%、7月147%、8月135%と全般に高い。

第3図は表層地温を温度段階別に半月/月の継続時間数を処理別に比較したものである。掛流し区の水口部分では登熟を左右する26℃以上の温度の継続時間数は、7月下旬以後2～3時間/半月あらわれるだけであるが、止水区では6月処理始めから3～5時間以上もみられる。

#### 4 考 察

屋止かんがいは屋間の日射によつて水温が上昇する時期に低温な用水の水田内流入を止め静止状態のもとで水田内地水温の上昇をはかり、夜間は放熱によつて水田内地水温がかんがい水温と同じ程度迄冷えた時刻に掛流しかんがいを行つて更に放熱を防ぐ、太陽の輻射エネルギーを最も簡単な操作によつて最高度利用しようとする方法である。

この方法は日射があるかぎり水田内地水温の上昇がみられるわけであるが、その昇温効果は日照状態によつて左右され、曇天や雨天のしかも低気温の日、屋間の昇温効果は少く、また夜間の高気温低水温の日などは、夜間のかけ流しがかえつて地水温の低下を早めることになるから、このような気象条件が長く続く地帯では屋止かんがいでによる昇温効果はあまり期待できないであろう。しかし実際にはこのような気象条件が長く続く地帯はなく、季節的に一時的にみられる現象である。したがつて全体の昇温効果からみると問題にする程の現象ではない。

以上の昇温効果の面から屋止かんがいの適応範囲を考察するに、冷水によつて水口の青立現象の発生するいわゆる生育遅延型の冷害地帯(漏水田地帯)の冷害現象はこの方法によつて完全防止されるから、その適応範囲は広範囲にわたるものと思考される。

#### 参考文献

- 1) 遠野試験地：1957 気象災害に於ける気象改良防止効果に関する報告第2篇、  
日本気象学会
- 2) 農林省振興局研究部監修：1961 農業気象ハンドブック
- 3) 米沢、渡辺、長谷川  
佐々木、菊池、菅野：1963 東北農業研究 №5
- 4) 岩手県立農業試験場：1964 農業研究報告 №7

## 大区画水田の水田用水量と水稻生育について

大野 昊・小野清治・前田 昇・穴水孝道  
(青森県農業試験場)

### I はしがき

青森県上北郡栄沼開拓地では、1962年よりヘリコプター利用による水稻の空中直播栽培を試験的にを行い、その後も省力栽培技術の確立を図るため、引き続き実施し今日に至っている。

もとより寒冷地の稲作栽培は本田初期の水管理が最も重要であり、特に直播栽培を行う場合の水管理は従来に移植栽培水田の水管理より更に周到な注意を要することは申すまでもない。

機械化栽培を推進し、生産性の飛躍的の向上を図るため、農業構造改善事業では土地基盤の整備、特に圃場の区画拡大を強力に進めている。しかし圃場拡大に伴う灌排水を始めとした水利用については研究事例も少なく、なお多くの問題点が未解決のまま取り残されており、かかる問題の早期解明を各方面から要望されて来ている。本調査はかかる意図のもとに1963、'64の2ケ年にわたつて、青森県庁農林部土地改良課の要請により、区画拡大に伴う水田の用水量及び水稻の生育収量について調査を実施した。

調査を実施するに当つては、藤坂支場職員及び阿部古間木支場長の協力を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

### II 調査地区の概況並びに方法

#### (1) 調査地区の概況

調査の実施場所は青森県上北郡上北町栄沼開拓地で、圃場の総面積は38.8haの干拓地である。周囲の状況は北を七戸川が流れ、東は小川原湖岸に接し、南に花切川を有し、西は広大な水田地帯に連なっている。もともと干拓地であるが故に隣接する小川原湖面より低く、また中央に緩やかな勾配を有し、中央部に排水路があり、暗渠によつて排水された水はこの排水路に集水され、排水機を使用して花切川に排水している。1962年秋より1963年の春にかけて従来の小区画水田を整理し、一区画40aに拡大し同時に暗渠を施して湿地を改良し、県内では土地基盤整備の最も強く進められた地域である。気象条件は青森県の太平洋側地域に共通して認められる冷湿なやませ風の影響を直接受け、気候の年次変異も大きく、水稻作況は従来から不安定と目されて来た地域である。しかし春季の小川原湖の水は気温より高く、この湖水が栄沼水田の用水の大部分をうるおしているため、冷害地域にありながら水稻栽培に対しては他地域に見られない有利な条件を有している。気候の年次変異の大きい地域にありながら、労力調整のために直播栽培を全圃場面積の15%も実施し得るのも、高温な湖水の利用にほかならない。

#### (2) 調査の方法

水量調査は5時のパーシャルフリュームと、プライス式小型流速計を使用し、調査圃場の面積は直播区40a、移植区30aを使用し、直播区は5月11日から9月12日までの125日間を、移植区では6月4日～9月10日までの99日間について用水量を測定した。水深分布及び生育状況については、5m四方に一地点の調査地点を設け、8月11日、8月31日の2回調査した。

### III 調査結果

#### 1. 水田用水量の調査結果

(1) 代かきに要する水量

約40 a の圃場 (102m × 38m) に毎分 2.1 ton の水を流し、大きな土塊が水面上に僅かに見られる程度に灌水された状態をもつて代かき可能と判断し灌水を打切つた。灌水からの所要時間は 275 分で、総灌水量は 577 ton であつた。10 a 当りに換算すると約 149 ton で、大型機械を利用した水田の割に少ない水量で代かきが出来たが、しかし本地区の土壌は全層砂質土に加え、干拓地であるため地下水位が高いことも影響し、植質土壌で測定して得られた水量よりかなり少ない水量で代かきを行うことが出来た。

(2) 水田の純用水量

水田の純用水量 (葉面蒸発量 + 水面蒸発量) は、年次的にも地域的にも変動の少ないことは、これまでの筆者等の研究によつても明らかで、だいたい露場蒸発量の約 1.2 倍である。

調査地で測定した露場蒸発量から、この地域の純用水量を推定すると、1963 年の 610 ton に対し 1964 年は 500 ton で 1963 年の 84.7 % であつた。

(3) 本田期間の用水量

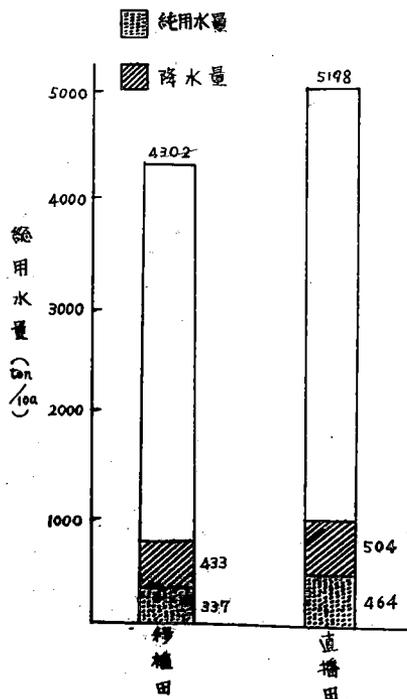
直播田と移植田の湛水期間中の用水量について比較して見ると第 1 表、第 1 図に示す如くなり、総量では湛水期間の長い直播田が移植田より水量を多く要しているが、1 日当りの消費水量は移植田の方が直播田より 1.0 a 当り 1.6 ton 多くなつている。

第 1 表 本田の総用水量 (1964)

要 月 素 別	直 播 田 (ton/10a)			
	月 別 合 計 量			1 日 当 り 消 費 水 量
	流 入 水 量	流 出 水 量	消 費 水 量	
5	2145.7	7210.1	936.0	49.3
6	2516.6	1261.1	1255.5	41.9
7	2449.6	818.1	1631.5	52.6
8	4046.5	2932.0	1114.5	36.0
9	1433.3	1173.1	260.2	21.7
5~9	12591.7	7394.4	5197.7	42.3

要 月 素 別	移 植 田 (ton/10a)			
	月 別 合 計 量			1 日 当 り 消 費 水 量
	流 入 水 量	流 出 水 量	消 費 水 量	
5				
6	2834.6	1706.2	1128.4	43.4
7	5775.8	4154.3	1621.5	52.3
8	6453.4	5185.1	1268.3	40.9
9	1365.7	1082.0	283.6	28.4
5~9	16429.5	12127.6	4301.8	43.9



第 1 図 移植田及び直播田の水田用水量の比較

更に各旬別に 1 日当りの減水深について見ると、直播田では 5 月下旬と 6 月中旬に高い山が現われているが、この時期は生育初期であるため減水深の大部分は畦畔及び地下浸透で占められている。そ

の後7月中旬～下旬にかけてピークが現われ、この時期は最高分けつ期から幼穂形成期に移行する時期であり、最も蒸散の旺盛な時期である。出穂開花期は不順天候により出穂は遅延して8月中旬後半となり、一時的に減水深は増加したが、8月下旬からの低温寡照多雨によつて直播田は著しく生育不良となつた。従来出穂開花期は最も吸水量の多い時期であるが、前述した如き経過により出穂開花期の吸水量の増加傾向は明瞭に認められなかつた。

移植田では7月中旬の幼穂形成期及び8月中旬の出穂開花期にピークが現われ、漏水量の増大によつてかなり攪乱されてはいるが、従来の研究で見られたような二峰型の傾向が認められた。

## 2 水稻生育調査結果

### (1) 直播田の生育状況

直播田の水稻生育は、地盤の均平、灌漑水の深淺、灌漑水温の高低、地盤の硬軟等によつて左右される面が大きい。本調査を行なつた水田の水深分布及び水稻生育の状況について調査した結果、水深の高低差は約8cmに達し、又水稻の生育も水深同様に最高と最低との差は約30cmにおよんでいる。

生育の良好な地点及び不良な地点について、耕土の硬さと湛水深及び水稻生育について調査した結果を第2表に示す。

第2表 土壤硬度及び水深と水稻生育との関係(調査月日8月31日)

生育別	圃場 No	土壤硬度 (硬度計 指標目盛)	水深	稈長	穂長	50cm当り 穂数
生育上田	1	4.9	8.0cm	82.6cm	19.1本	130.4本
	4	5.5	10.8	83.0	18.0	141.5
	5	5.9	4.7	82.4	19.1	145.0
	8	6.8	4.8	88.1	18.4	142.0
	平均	5.8	7.1	84.0	18.7	139.7
生育中庸田	1	0.9	7.9	68.2	15.3	112.5
	4	11.5	8.4	73.7	18.4	108.5
	5	7.2	3.5	65.9	15.6	146.5
	8	8.5	3.4	73.7	15.9	84.5
	平均	7.0	5.8	72.9	16.3	113.0
生育不良田	1	13.4	5.8	60.8	14.0	89.0
	4	12.4	9.8	55.0	16.7	47.5
	5	12.1	1.2	62.7	17.5	114.0
	8	11.8	2.5	61.9	14.5	68.3
	平均	12.4	4.8	60.1	15.7	79.7

第2表でも明らかな如く、生育不良田は硬土指数も大きくまた水深も一般に浅いか、極端な深水の地点に認められ、幼根の伸長を阻害し水による保温的役割の欠陥による場合が多いと推察される。一般的に生育上田と見られる部分では水深は4.7～10.8cmの範囲内で土壤の硬度指数も大きいことが認められる。

### (2) 移植田の生育状況

移植田についても直播田同様水深分布及び生育状況を調査した。しかし一般に移植田では直播の場合より灌漑水の深淺はあまり問題とならず、

(注) 土壤硬度計は山中式を使用し、1Kgパネを使用した。

直播田同様水深分布では6cm位の高低差が認められたが、草丈の圃場内の変異は小さく、直播田の如く極端な生育不良個所は認められなかつた。

### (3) 収量調査の結果

直播田及び移植田の収量調査を行なつた結果、直播田では8月中旬以降の不良天候によつて収量は大きく減収し、移植田の64.5%であり前年と比較すると32%減収した。

移植田の場合も前年より約8%減収し、467Kg/10aであつた。直播田の収量が低収を示した原因

の一つに生育むらがある。生育の比較的良い部分としからざる部分との収量を比較して見ると第3表のような結果が得られた。

第3表 生育の異なる部分の収量調査結果

品種	要素	出穂期 (月日)	稈長 (cm)	1株穂数 (本)	3.3㎡当り 穂数(本)	1穂 粒数	登熟 歩合	玄米千 粒重(%)	a当り 収量	備考
	生育別									
シモギタ	生育上		70	4.3	1492	88	42	20.1	34.4	1ヶ所50
	中		69	4.3	1007	74	60	20.7	29.2	cm刈取り
	下		75	7.7	1363	110	41	19.7	23.2	5ヶ所平
	平均	8.12 ~23	72	5.0	1188	84	46	20.2	28.5	均
ふ系 61 号	生育上		65	1.7	1162	79	62	22.1	32.3	
	中		73	2.6	1104	82	58	21.1	22.9	
	下		68	2.5	851	85	25	20.5	12.2	
	平均	8.15 ~23	69	2.4	1039	78	49	21.3	22.5	

第3表でも明らかなように生育の良い部分と不良な部分では、収量差が100~200Kg/10a認められ、本年の直播田の生育が著しく不均一であつたことが認められ、不順天候並びに生育の不均一が直播田の低収要因としてあげることが出来る。

#### IV あとがき

1963、'64年の2ヶ年にわたつて機械化直播田の水利用調査を行なつたが、なお改善すべき点も多く、今後この地区の水稻湛水直播栽培が合理的に行われる条件として、水利用の立場から次の点の配慮が強く望まれる。

- 1 耕起整地技術の向上
- 2 灌漑水路の整備と初期の水管理技術の向上

以上2つの問題点の早期解明によつて、大区画水田における適切な灌漑方法並びに除草法の確立も比較的容易に行われるであろうし、地力むら、生育むらに対する管理上の配慮もかなり適切に行うことが可能となり、大区画水田における機械化直播田の生産性の向上が始めて期待されるものと判断される。

近年各地域において大区画水田を対象とした耕起整地の方法及び水収支や水管理についての研究が進められて来ており、一方直播栽培を主体として栽培技術の研究も強力に進められつつあるので指適した問題点の解明については今後の研究成果にまちたい。

#### 参 考 文 献

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 羽生寿郎、津川清治(1954)<br/>株間水面蒸発量と水稻吸水量の一測定<br/>農業気象 Vol.9、163、4</li> <li>2 全 上<br/>水稻の水分利用と水田用水量に関する研究(2)<br/>農業気象 Vol.11、162</li> <li>3 青森県農試(1958)<br/>施肥改善事業の調査成績書</li> <li>4 青森県農試<br/>土壌肥料指定試験成績書</li> <li>5 狩野徳太郎編(1960)<br/>農業土木講座、I P128~149</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6 青森県農試(1962)<br/>水田用水量並びに灌漑方法(水管理)に関する研究</li> <li>7 全 上<br/>水稻の栽培様式の差異が水稻用水量に及ぼす影響に関する試験</li> <li>8 全 上<br/>寒冷地における水田用水量に関する研究</li> <li>9 農業土木学会編(1964)<br/>農業土木研究 Vol.32、164、P25~29</li> <li>10 狩野徳太郎(1964)<br/>灌漑、排水 養賢堂 P87~106</li> </ol> |
|---|---|

## 低温時の深水灌漑が不稔発生に及ぼす影響

大野 昊・小野清治・前田 昇  
(青森県農業試験場)

### 1 緒言

保護苗代の普及によつて早植栽培が各地で行われ、田植の時期は次第に早められてきている。早播、早植は寒冷地の稲作栽培にとつて最も重要なことであるが、本県の内陸部では極端な早植栽培が行なわれており、これらの地域では出穂前の低温による障害不稔の発生が見られ、遅延型冷害と共に障害型冷害の対策の必要性が生じてきた。

筆者等はその技術対策の一つとして深水灌漑を実施し、灌漑水深の深淺が株間温度に及ぼす影響と、水稻の不稔発生について調査したのでその結果を報告する。

### 2 調査の方法

調査の方法は灌漑水深3 cm区、6 cm区、9 cm区の3区を設け、それぞれの区について地温(5 cm、10 cm)、水温及び水面上10 cm、20 cm、30 cm、40 cm、50 cm、70 cm、90 cmの株間気温の測定を行なつた。

測定器具は電子管式自動記録温度計及びルサフオート型最高最低温度計、N式最高最低温度計を使用し、7月1日～8月11日まで継続測定した。

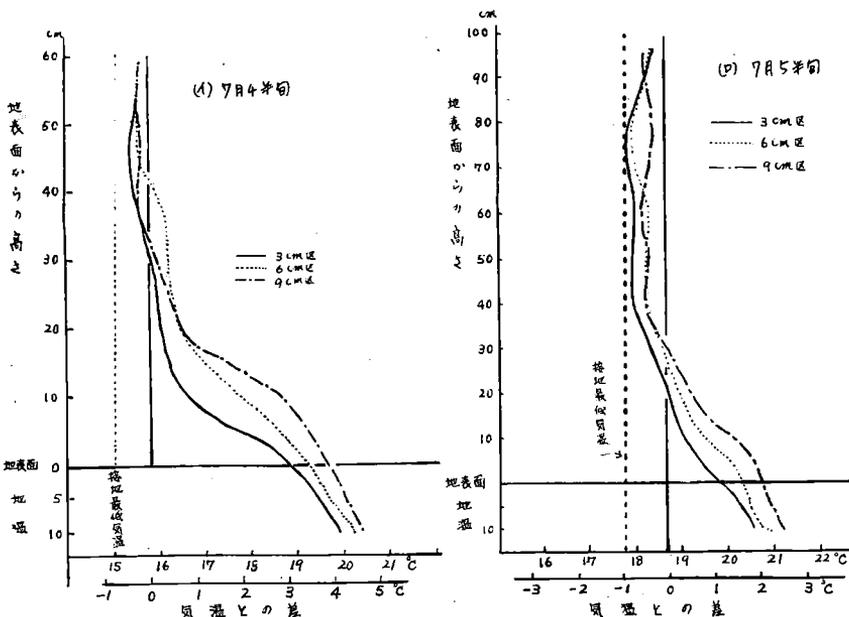
なお株間気温測定用温度計の球部には、日射及び露の影響を考慮し、温度計の球部上5 cmの位置に錫箔を張り遮光した。また日中の水深変化に対しては、随時規定水深を保つよう考慮した。

### 3 調査結果の概要

#### (1) 水温と気

温の季節的  
変化

最高水温と  
最高気温では、  
7月中旬までは水温が2～  
3℃高いが、  
7月下旬からは  
いづれの区  
も気温と同じ  
か逆に水温の  
方が低くなる。  
最低水温と最  
低気温との比  
較では、各半  
旬とも水深に



第1図 株間温度と露場温度との半旬別比較(最低温度)

関係なく、水温が気温より 1.5~2.0℃ 高く、各区間の差では 9 cm 区が最も高く (気温差 2~3.0℃) 次いで 6 cm 区、3 cm 区 (1~2℃) の順になつている。又、平均温度では 7 月 4 半旬までは水温の方が 1.5~2.0℃ 高温であるが、地上部が繁茂するにつれて両者の差は接近し、7 月 5 半旬頃からは両者の差は同じか、逆に気温の方が高くなる。

(2) 株間温度と露場気温との比較

7 月 4 半旬及び 5 半旬の株間の温度と、露場気温 (外気温) について比較したのが第 1 図 (イ) 及び (ロ) である。第 1 図は最低温度の比較であるが、7 月 4 半旬の場合は外気の最低より 1℃ 高温を示す位置は、3 cm 区で地表面上約 10 cm、6 cm 区で 16 cm、9 cm 区で 18 cm となつており、高温範囲は水深の深い程高い位置にまで及んでいる。しかし、7 月 5 半旬頃になると外気の最低はかなり高くなるのに反し、水温は地上部の繁茂によつて上昇が緩慢となり、最低気温と最低水温の差が接近してくるため、株間内温度の高温を示す高さは 7 月 4 半旬よりかなり低くなる。外気の最低温度と同じになる高さをみると、第 4 半旬は 3 cm 区が 30 cm、6 cm 区が 42 cm、9 cm 区が 35 cm となつているが、第 5 半旬の場合は 3 cm 区が 20 cm、6 cm 区が 28 cm、9 cm 区が 30 cm となつており、これ以上の高さになると、逆に外気の最低より株間内の最低が低くなる。平均温度の場合、第 4 半旬では地表面からの高さは関係なく株間内の温度は外気温より 1.5~2.3℃ 高温を示す。しかし、第 5 半旬頃になると、地上部の繁茂によつて地表面に到達する日射量が少なくなり、外気の最高が水温の最高より高くなつているため、平均温度では逆に水温、地温は外気温より低目となり、株間温度は、地表面より高くなるにつれて高温となる傾向が認められた。

(3) 低温時の温度分布

7 月 21 日 (最低気温 14.4℃) の株間最低温度の垂直分布を示したのが第 2 図である。

第 2 図でも明らかな如く、水温による保温効果は湛水深の深いほど高く、気温との差 1.0℃ の高さでは 3 cm 区で 10 cm、6 cm 区で 16 cm、9 cm 区で 20 cm となり、外気温の最低と同じになる高さは、3 cm 区で 30 cm、6 cm 区で 40 cm、9 cm 区で 50 cm の範囲までである。又、露場の最低気温は地上 120~150 cm 附近の百葉箱内の気温を測定しているが、水田に全く湛水されていない場合は、百葉箱内の最低気温より、1~2℃ 低目になることを考え合せるとかなりの差が生じてくる。

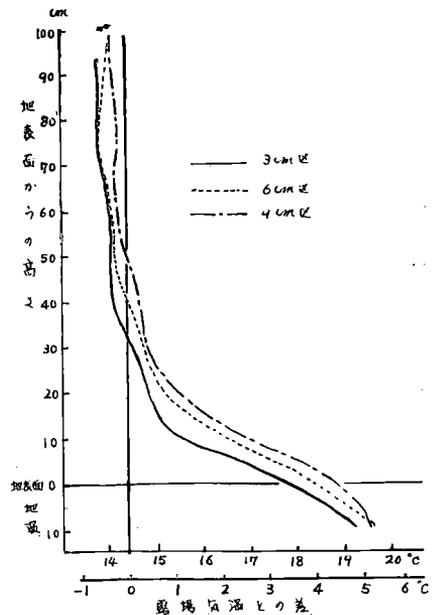
(4) 水稻の生育状況

観測期間中の生育調査によると、茎数では 6 cm 区が 22.3 本と最も多く、次いで 3 cm 区の 20.1 本、9 cm 区の 16.4 本の順であつた。

草丈でもほぼ同じ傾向が見られ、6 cm 区が最も長く、次いで 3 cm 区、9 cm 区の順であつた。

出穂期は 6 cm 区、9 cm 区は 8 月 3 日、3 cm 区は 8 月 4 日であつた。退化枝梗数歩合は 3 cm 区が 2.0.9% で他の 2 区より高く、枝梗分化期の低温の影響が良く現われている。

(5) 出穂日別不稔発生との関係



第 2 図 灌漑水深の差異による株間内の最低温度の垂直分布 (7 月 21 日) 最低気温 14.4℃

水深を異にした水田の不稔発生状況を各出穂日別に示したのが第3図である。

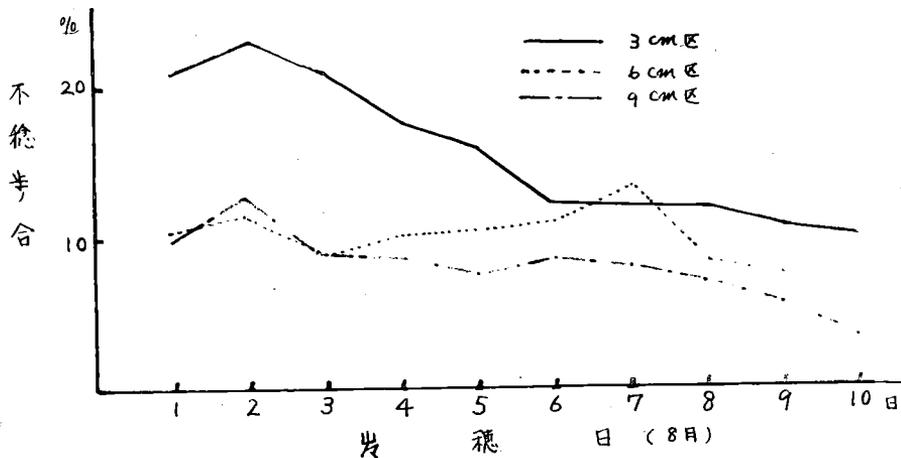
第3図でも明瞭な如く、不稔歩合は出穂日の早い場合程高い傾向が認められ、特に8月5日以前に出穂した3cm区に不稔の発生が多く見られた。

6cm区と9cm区との不稔歩合の差は少ないが、3cm区と6cm区、9cm区の差は大きく、水深の浅い3cm区が低温障害を最も大きく受けたことが認められた。

#### 4 要 約

早期栽培に伴なつて、遅延型冷害にかわつて障害型冷害の発生が目立ち、これに対する対策が必要となつてきた。

その技術対策としての深水灌漑の効果のうち、特に低温出現時における灌漑水深を、3cm、6cm区、9cmとした場合の水深差による保温効果が、水稻の株間気温のどの位置にまで影響し、それらが不稔発



第3図 出穂日別による不稔発生状況

生にどのような影響を与えたかについて研究した結果、次の諸点を明らかにした。

- (1) 株間温度の日変化をみると、7月11日～31日までの期間中に低温の出現は15～16日、20～21日、26～27日の3回出現した。
- (2) 最低温度の日変化では湛水深を増すにつれて高温範囲が拡大され、地表面からの高さを増すにつれて水温の影響は減少する。
- (3) 平均温度では、7月5半旬頃より気温の最高が水温の最高を上廻るようになり、最低温度も気温と水温とがかなり接近してくるため、水面附近の温度より草丈の中頃から上層に高温の部分が出てくる。
- (4) 株間温度と露場気温(外気温)の比較では、最低温度の場合、7月4半旬までは外気温より高温範囲は水深の深い程高い部分にまで及んでいるが、7月5半旬頃になると、地上部の繁茂の影響で上昇が緩慢となり、その高温範囲も低くなる。又、平均温度の比較では、7月4半旬までは、地表面からの高さに関係なく高くなっているが、5半旬からは、外気温に比して地表面から高くなるにつれて高温となる。
- (5) 最低水温と最低気温では、水深に関係なく水温が気温より1.5～2.0℃高いが、平均水温と平均

気温では、地上部の繁茂の影響で、7月5半旬頃から両者の差は接近し、この時期を境として、気温の方が水温より高くなる。

- (6) 低温日における株間温度の垂直分布では、湛水深の深い程高温範囲が拡大し、保温効果は大きい。
- (7) 不稔歩合は出穂期の早い程高い傾向が認められ、特に7月29日～8月4日に収穫した場合は、7月19日～21日の低温に遭遇し(出穂前10～15日)、他の出穂日より不稔歩合は高かつた。
- (8) 湛水深の深浅と不稔歩合の関係は、水深の深い程不稔歩合は低く、深水による保温効果が明瞭に認められた。

文 献 省 略

## 昭和39年の水稲登熟の地域性と水稲作況について

大野 晃・小野 清治・穴水 孝道

(青森農業試験場)

青森県における最近の稲作技術は飛躍的に発展し、単位面積当りの収量も著しく向上して来た。しかし、気象環境の地域的相違によつて水稲登熟の差異はかなり明瞭に認められ、収量及び作況についても地域性が認められた。

著者等は県内27ヶ所の農業改良普及所の生育観測田の資料を素材として、登熟の地域性並びに水稲作況について調査し、次のような結果を得たので報告する。

### 1 昭和39年の気象概況

昭和39年の稲作期間の天候は昭和38年同様不順気味に経過し、特に7月中旬の低温により津軽の穀倉地帯では昨年を上廻る不稔障害が生じた。更に8月下旬の早冷が顕著であつたため、出穂の遅れた太平洋側地域では登熟障害を惹起した。

### 2 植付から出穂期までの気温の比較

5月21日～8月10日までの平均気温を図示したのが第1図である。

第1図によれば日本海側、太平洋側をとわず、内陸平担地では19～20℃の範囲に包含される。海岸冷涼地域では18～19℃となり、更に下北郡の太平洋側地域では、18℃以下となり平担地域では県内で最も低温な地域であることが認められる。

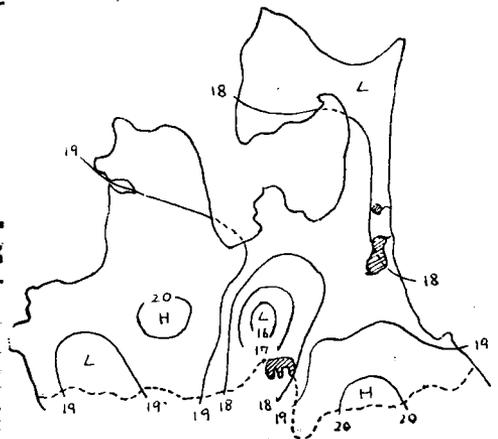
### 3 各地に於ける登熟気温及び登熟期間の日照の比較

県内各地の登熟気温(出穂後40日間の平均気温)を出穂期別に求めた結果を第1表に示した。第1表によれば登熟気温は全般的に日本海側地域が太平洋側地域より1～2℃高い傾向が認められた。

第1表 登熟気温の地域的差異

地名 出穂期	深浦	五所 川原	金木	黒石	青森	蟹田	野辺地
7月31日	24.3	23.2	23.3	23.4	23.1	22.2	21.9
8 5	23.6	22.5	22.4	22.6	22.3	21.6	21.3
10	22.8	21.6	21.7	21.7	21.4	20.9	20.5
15	21.7	20.2	20.4	20.5	20.2	19.5	19.4
20	20.3	18.7	18.9	18.9	18.7	18.2	18.0
25	19.0	17.5	17.7	17.8	17.4	17.1	17.1
地名 出穂期	七戸	三本木	五戸	三戸	八戸	三沢	田名部
7月31日	22.1	22.1	22.4	23.1	22.5	22.5	21.4
8 5	21.4	21.4	21.7	22.3	21.8	21.9	20.7
10	20.5	20.4	20.8	21.4	20.9	21.0	20.0
15	19.3	19.2	19.5	20.1	19.7	19.8	18.8
20	17.8	17.7	18.0	18.6	18.3	18.4	17.4
25	16.8	16.7	16.9	17.4	17.4	17.5	16.6

登熟気温が20℃以下になる出穂期は、日本海側地域で8月20日前後、太平洋側地



第1図 植付から出穂までの平均気温分布図

域では8月15日前後であつた。

又登熟期間中の日照時間は、日本海側地域が太平洋側地域より80～120時間前後多いことが認められた。太平洋側地域内で特に日照の少なかつたのは、十和田市を中心とした内陸平野部であつて前年より100～160時間少なかつた。

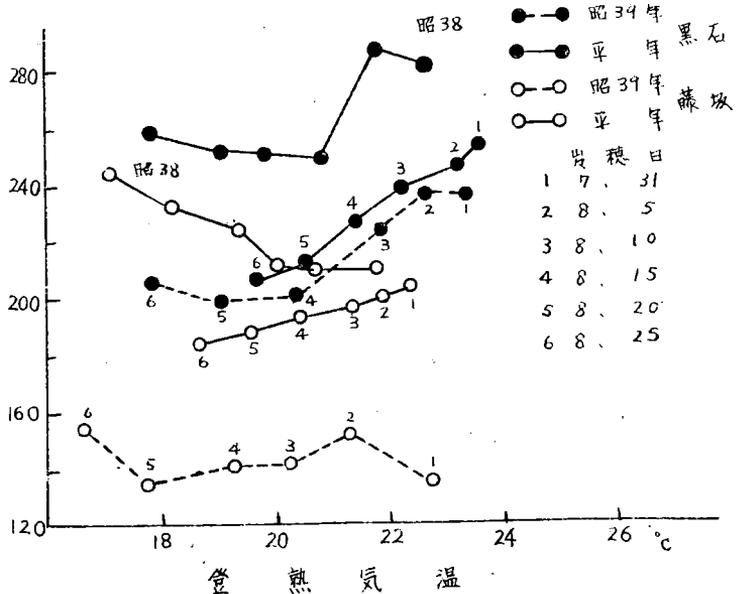
#### 4 黒石、藤坂の登熟気温及び日照の比較

出穂期を7月31日、8月5日、8月10日、8月15日、8月20日、8月25日とした場合の各出穂日の登熟期間の平均気温及び日照時間の関係を示したのが第2図である。

第2図でも判る如く黒石の登熟気温は各出穂日とも前年より低く日照時間はほぼ前年並であつた。藤坂の方では、7月31日出穂の場合の登熟気温はほぼ前年並であるが、これ以降の出穂日ではいずれも前年より低く、特に8月10日以降の場合は甚だしく、8月12日以降に出穂した場合は登熟気温は、20℃を下廻つた。日照時間は前年より著しく寡照で、いずれの出穂日も40～60時間少なくなつてゐる。前年の登熟期間は低温多照であつたのに対して、本年は低温寡照であつたため登熟期間の気候は昨年よりかなり不良であつたことを良く表現してゐる。

#### 5 水稻出穂期の地域的差異

県内各地の水稻出穂期は日本海側地域が8月10日頃、太平洋側地域では8月15日頃で全般的に前年より2～5日早い。又各郡別平均出穂期を前年と比較するといずれの郡も1～4日早く、県平均でも2日早目に、出穂期に達した。即ち日本海側の東津軽郡(青森市含む)及び西津軽郡は8月13日で3日早く、中津軽郡(弘前市含む)南津軽郡(黒石市含む)



第2図 登熟期間の気温と日照との関係

は8月9日で2日、北津軽郡(五所川原市含む)が8月10日で4日、又太平洋側の上北郡(十和田市含む)三戸郡(八戸市含む)が8月13日で前年並み、下北郡(むつ市含む)は8月18日で1日と、それぞれ前年より早くなつてゐる。

#### 6 県内各地の登熟歩合、不稔歩合、精糶千粒重の比較

県内を6つの環境地帯別に区分し、分解調査で得られた登熟歩合、精糶千粒重についてそれぞれの当該地区に記入し平均したのが第3図である。

第3図でも明らかなように登熟歩合は下北半島地帯が最も低く、次いで南部平野地帯となり、津軽北

部地帯及び中央地帯の登熟歩合は高くなっている。

不穏歩合は登熟歩合の低かつた下北半島地帯が最も高く、南部平野地帯、海岸冷涼地帯がこれに次ぎ、山間冷涼地帯及び津軽北部地帯では低かつた。下北半島地帯及び海岸冷涼地帯の不穏は、遅延型冷害による開花授精障害によるものであり、南部内陸平野地帯及び津軽中央地帯の不穏は障害型冷害によるものである。精粒千粒重は津軽北部、中央地帯が重く、山間冷涼地帯がこれについている。山間冷涼地帯は登熟期間の日照時数が予想を上廻る多照であつたこと、及び出穂期が海岸冷涼地帯の如く遅れなかつたことによるものであり、

下北半島地帯では低温寡照が影響し、南部平野地帯は極端な寡照によるものと判断された。

### 7 昭和39年産水稻収

量と作況指数について

収量並びに対平年、対前年の作況指数について

みると、上北北部、陸奥湾半島地域では平年よりも前年よりも減収した。

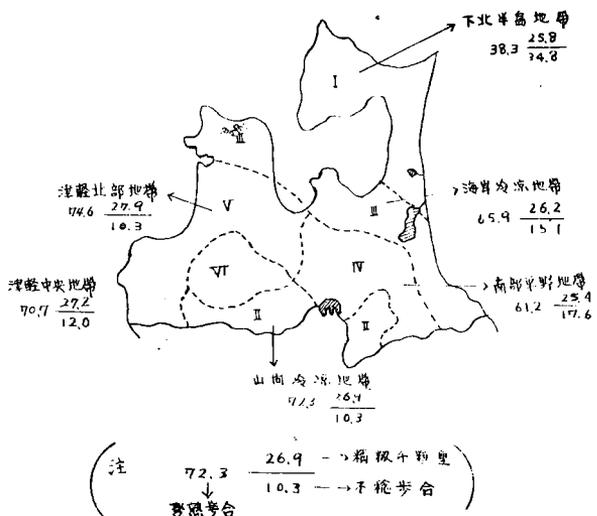
又下北半島地域は、近年

著しく収量が増加している地域であるが、従来の低収によつて平年収量が低目となつているため、今年の作況は対平年の場合は平年並であつても、不良天候であつた前年よりも10%も減収しており、いかにこの地域の登熟期の天候が不良であつたかよく知られる。

しかし水田面積の多い日本海側地域、特に津軽の北部、中部、南部の各地域では、平年に対しても前年に対しても4%~8%増収しており、このため県平均の作況指数は103%という高い指数を示すに至つた。

### 要約

- (1) 稲作生育前期(5月21日~8月10日)の平均気温は5月下旬~6月上旬の低温寡照及び7月4.5半旬の顕著な低温寡照によつて前年(昭和38年)並かそれより劣る傾向を示した。
- (2) 登熟期間(出穂後40日間)の天候は、総じて日本海側地域が太平洋側地域より登熟気温で1~2℃優り、登熟気温が20℃を下廻るのは日本海側では8月20日以降、太平洋側で8月15日以降に出穂した場合であつた。又登熟期間の日照時数では、日本海側は太平洋側よりも1日当り2~3時間前後多く、太平洋側地域でも特に少ないのは十和田市を中心とした内陸平野部であつた。
- (3) 水稻の出穂期は全般的に前年より2~5日早かつた。日本海側地域は8月10日前後、太平洋側地域では8月15日前後であり県平均でも8月12日以前より2日早く出穂期に達した。
- (4) 登熟期間の気候良好な津軽北部及び津軽中央部で登熟歩合が高く、南部平野地帯及び下北半島地帯、海岸冷涼地帯では、登熟期間の天候が不良であつたため登熟歩合は低下した。
- (5) 下北半島地帯及び海岸冷涼地帯の不穏は遅延型冷害による開花授精障害によるもので、南部内陸



第3図 環境地帯別の登熟歩合、不穏歩合、精粒千粒重の比較

平野地帯及び津軽中央地帯の不稔は障害型冷害によるものであつた。

(6) 水稻の収量は日本海側地域が平年及び前年を上廻り、津軽半島の北部地帯及び太平洋側地帯(三戸郡を除く)では、平年よりも前年よりも減収した。

—文献省略—

## 気候登熟量示数からみた昭和38.39年の東北地方の登熟気象

羽生 寿郎・内島 立郎・菅原 徂

(東北農業試験場)

### 1 まえがき

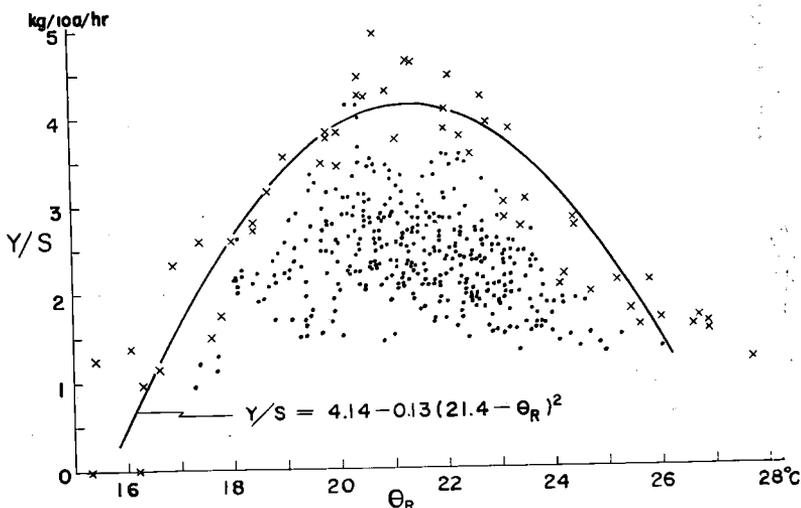
東北地方では昭和38.39年と2カ年続いて登熟期の天候不良により、稲の登熟が悪く、いもち病の流行が被害に拍車を加えたところもある。従来、この種の不良天候と被害量との関係についての調査では、単にその時期の気象要素の推移の状況を説明し、被害の原因とするに止まって、気象要素と被害量との関係を数量的に表わすことに成功した例は少なく、不良天候と登熟量との関係についても、いままです田中の出穂遅延と登熟障害に関する研究<sup>3)</sup>が最も実用的であり、“冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点”の調査<sup>4)</sup>ではその結果を応用して、登熟気温と減収率との関係を示したのが唯一のものである。しかし、登熟には日射量も関与することは当然考えられるところで、村田<sup>2)</sup>は全国の県別平均収量と気象条件との解析から、気象生産力示数に日射量が大きな位置を占めていることを明らかにした。筆者らは村田の方法を応用して、気候登熟量示数を求めた<sup>1)</sup>。これによれば、気候による登熟の可能性を日照時数と気温によつて数量的に表わすことができる。本報では、この気候登熟量示数によつて、兩年の登熟期の天候が登熟量に対してどのような影響を与えたかについて述べる。

### 2 気候登熟量示数

これについては別に報告<sup>1)</sup>するので、本報では簡単な説明に止める。

水稻気象感応試験の昭和30~34年の5カ年の全国42地点について、全玄米重 $Y$ と、出穂後40日間の日照時数(ジョルダン日照計) $S$ 、平均気温 $\theta_R$ との関係を解析した。日照一時間当り全玄米重 $Y/S$ と平均気温 $\theta_R$ との座標を描き、プロットすると、第1図に示すような拋物線内に散らばる。いま・印の値をとる地点

や年次は $Y/S$ の効率が気温、日照時数以外の他の原因で制限されたと考えると、効率の高い点( $\times$ 印)が土壌その他の条件の制限を受けないデータと推定することができよう。 $\times$ 印の点について両者の関係を求めると次式が得られ、第1図の拋物線が描かれる。



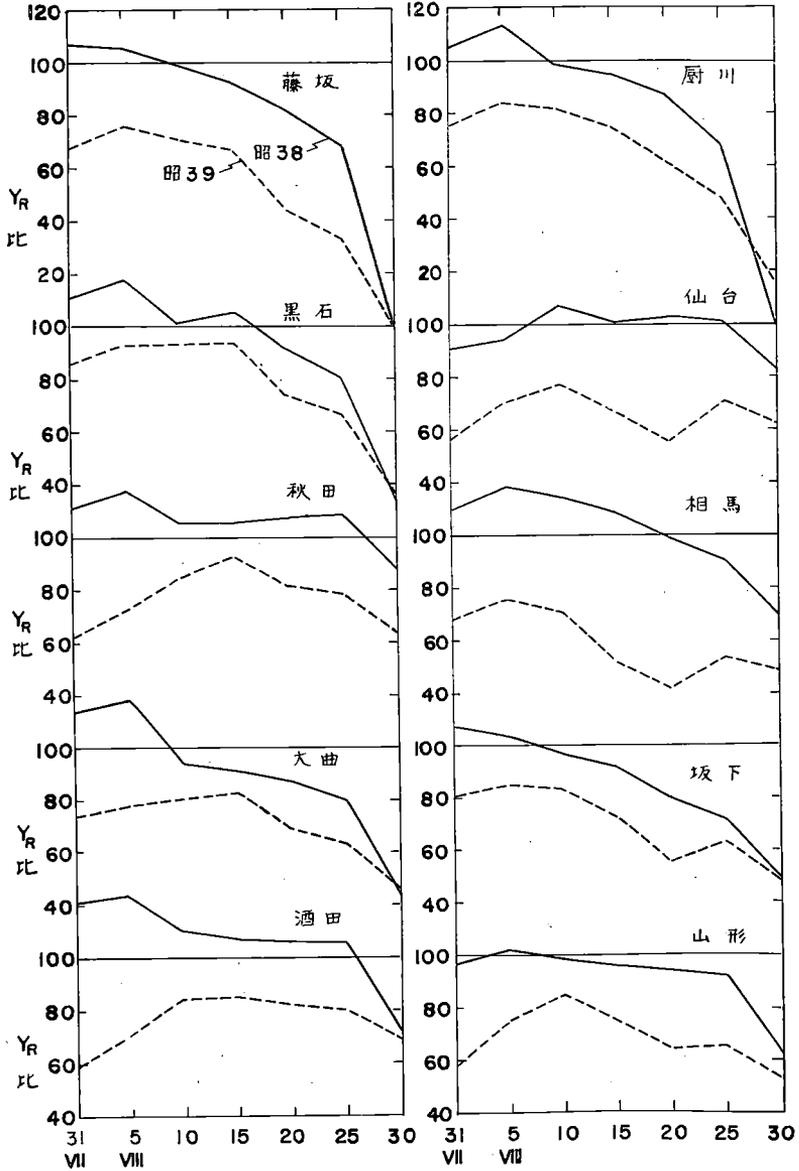
第1図 登熟期間(出穂後40日間)の日照時数( $S$ )1時間当り全玄米重( $Y$ )と同期間の平均気温( $\theta_R$ )との関係

$$Y_R/S = 4.14 - 0.13(2.14 - \theta_R)^2 \quad (1)$$

(1) 式を満足する  $Y$  を気候登熱量示数  $Y_R$  と名付けた。この式によれば、 $\theta_R = 2.14^\circ\text{C}$  のとき  $Y_R/S$  は最も大きな値を示す。

### 3 出穂期による示数の変化(平年比)

東北地方の主要地点について、平年に対する兩年の気候登熱量示数の比が出穂期によつてどのように変化するかをみると、第2図のようになる。昭和38.39兩年を比較してみると、全般的に各地とも昭和38年の方が示数が大きく、藤坂、仙台、相馬など太平洋岸地帯でその差が特に大きい。また秋田、酒田の日本海沿岸では昭和38年の示数は平年よりむしろ大きく、相馬でも8月20日以降は大きく、仙台では平年並である。昭和39年は各地とも平年より小さく、藤坂、仙台、相馬では出穂可能全期間が平年の80%以下で、青森、岩手両県では8月20日以後の示数の低下が著しい。



第2図 出穂期による気候登熱量示数平年比の変化

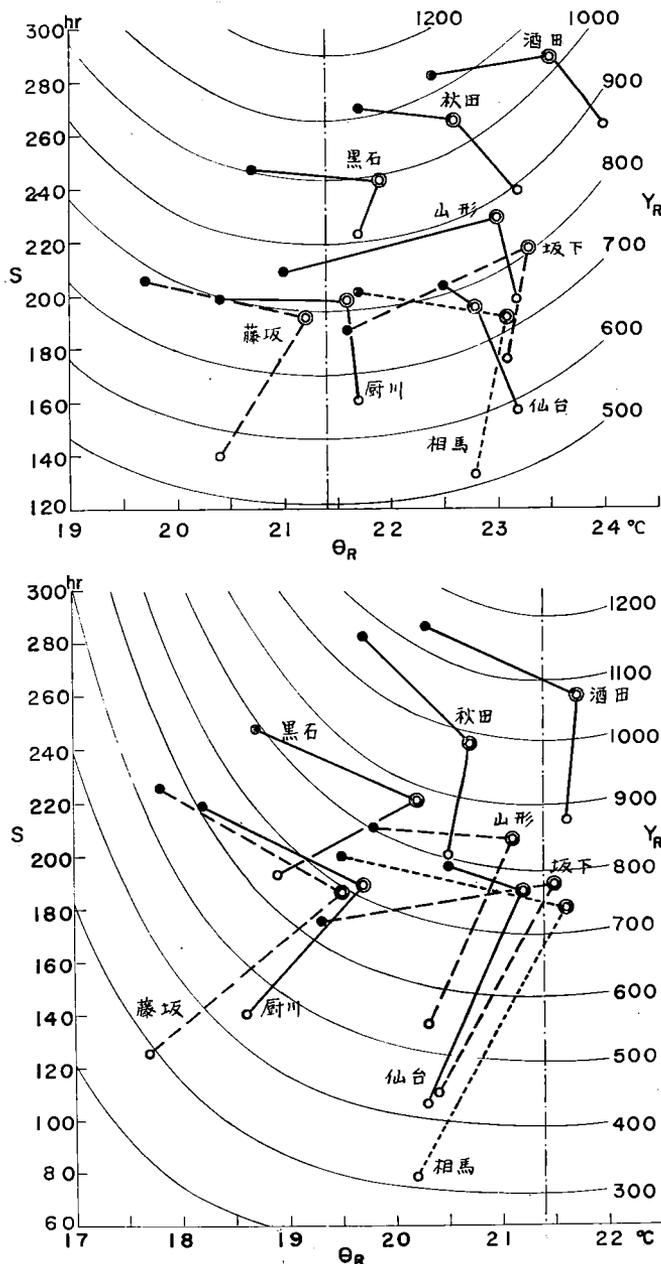
#### 4 示数を構成する気象要素の特徴

気候登熱量示数は(1)式から明かなように、日照時数と気温の2要素からなる。これら2要素が兩年でどのように違っているかを、8月10日出穂と20日出穂について比べてみると、第3図に示すように、8月10日出穂の場合には、気温は各地とも昭和39年の方が38年より高く、また平年に比べてむしろ高い地点もあるが、日照時数では38年がほぼ平年並であるのに対し、39年は少ない。39年の示数が38年より小さいのは日照時数の低下に大きな原因があるが、多くの地点では平年の40日間の平均気温が、21.4℃より高いので、39年の気温が平年より高いことも示数を低下させる原因となつている。

8月20日出穂の場合には、青森、岩手、宮城の各県の気温は兩年ほぼ同様で、平年より1~2℃低く、その他の県では39年の方が38年より高く、秋田、酒田など日本海沿岸では平年並となつている。日照時数についてみると、38年は坂下を除き平年より多かつたのに対し、39年は各地とも平年より30時間以上少なく、太平洋側地帯の低下が著しかつた。このため、太平洋側地帯の示数の低下が目立っている。

#### 5 あとがき

気候登熱量示数を用いて、昭和38、39年の登熟期の気候の特徴と地域性について検討した。その結果、昭和39年の方が38年より全般に不良であり、



第3図 気候登熱量示数を構成する日照時数(S)と平均気温(θ<sub>R</sub>)の兩年の違い  
 上図：8月10日出穂、下図：8月20日出穂  
 ●昭和38年、○昭和39年、◎平年

東北地方の太平洋側で著しく、青森、岩手両県では出穂期が8月20日を過ぎると極端に悪く、その原因は主として日照の不足によることが知られた。

気候登熱量示数はそれを求める過程において検討されなければならない点もあるが、従来の気温、日照時数による記述的調査よりは一步前進した方法であると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 羽生寿郎、内島立郎、菅原俐(未刊)：気候示数による水稻生産量の表示方法に関する研究(1).  
東北農試研報.
- 2) 村田吉男(1964)：わが国の水稻収量の地域性に及ぼす日射と温度の影響について.  
日作紀33 (1) 59~63.
- 3) 田中 稔(1962)：水稻の冷水被害並びに出穂遅延障害に関する研究. 青森農試研報7  
1~107.
- 4) 坪井八十二(1963)：冷害の危険度を推定する. 農業技術18(7).  
309~313.

# 寒地水稲の安全出穂期間を決定する一方法

羽生寿郎・内島立郎・菅原 例  
(東北農業試験場)

## 1 まえがき

寒冷地の稲作は凶冷との戦によつてしだいに進歩し、極端に減収するようなことは近年みられなくなつた。しかし現在の技術をもつてしても、低温に弱い生育時期である穂ばらみ期と開花期および温度的に回復の見込みのない登熟期に著しい低温にあえば、なおかなりの減収をまぬがれることができない。このことは、昭和35～36年に農林省の企画により北海道、東北6県及び長野県農試で行なつた“水稲冷害の危険度の推定と今後の研究上の問題点”の調査<sup>1)</sup>にも明かに示されている。したがつて、重要生育期が低温頻度の少ない時期に当るように、経験的にも、また気象条件からも、地域ごとに決められ指導されているが、作季の移動によつて適期から生育がずれた場合、低温によつてどの程度減収するかが十分わかつていない。このことは、寒冷地の構造改善事業を進める場合、大型作業機械の導入の経済的条件を決めるための基礎となる。作業幅と収量との関係を決めるのに不都合であるばかりでなく、現在行なわれている集約栽培においても、作季幅を収量によつて決める方がより都合がよい。

筆者らは冷害危険度の推定に用いた冷害減収尺度を利用して、出穂可能期間の収量指数の経過曲線を求める方法を明かにした。筆者らのこのような量的作季の決定方法が、今まで欠けていた量的栽培計画法の研究の端緒となれば幸いである。

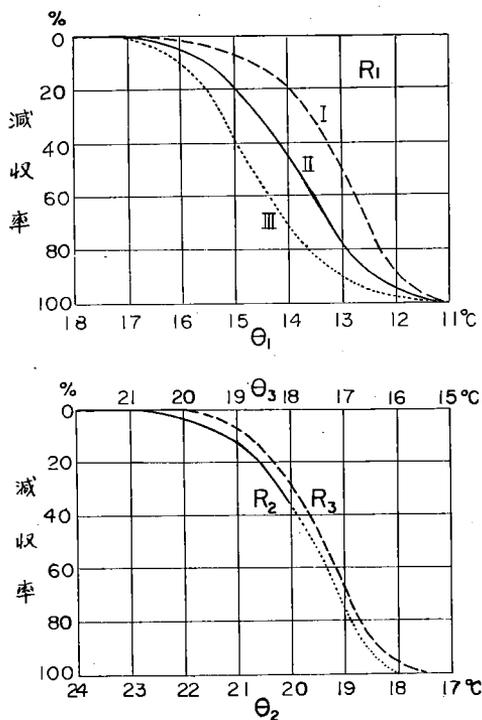
本稿は東北農業試験場長岩崎勝直氏、同栽培第2部長関塚清蔵博士に御校閲をいただき、また研究室の関村良蔵君の助力を得たものである。これらの方々に謝意を表す。

## 2 収量指数推算方法

### 1 低温減収尺度

冷涼気象条件と水稲の減収量との関係については、まえがきで述べた“冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点”という連絡調査が行なわれたさい、青森農試から示された減収尺度以外みるべきものがない。それで筆者らは第1図に示すような、青森農試の減収尺度<sup>2)</sup>をそのまま使用して、出穂期の移動による収量指数の変化を計算することにした。

### 2 収量指数推算式



第1図 低温減収尺度  
減収率：R 気温： $\theta$   
指標：1 穂ばらみ期(出穂前11～15日、最低気温)  
2 出穂期(出穂後5日間、最高気温)  
3 登熟期(出穂後40日間、平均気温)  
曲線：I 耐冷性極強品種  
II 耐冷性普通品種  
III 耐冷性弱品種

ある年 (j 年) のある日 (i 日) に出穂する稲の穂ばらみ期 (ここでは出穂前 11 ~ 15 日の 5 日間) の低温による減収率を  $(R_1)_{ij}$ 、出穂開花期 (ここでは出穂後 5 日間) の低温による減収率を  $(R_2)_{ij}$ 、登熟期 (出穂後 40 日間) の低温による減収率を  $(R_3)_{ij}$  とすると、j 年の i 日に収穫する稲の収量指数  $Y_{ij}$  は、

$$Y_{ij} = 100 [ 1 - (R_1)_{ij} ] [ 1 - (R_2)_{ij} ] [ 1 - (R_3)_{ij} ] \quad (1)$$

となる。ある特定の日 (i 日) における n 年間の累年平均収量指数を  $Y_i$  とすると

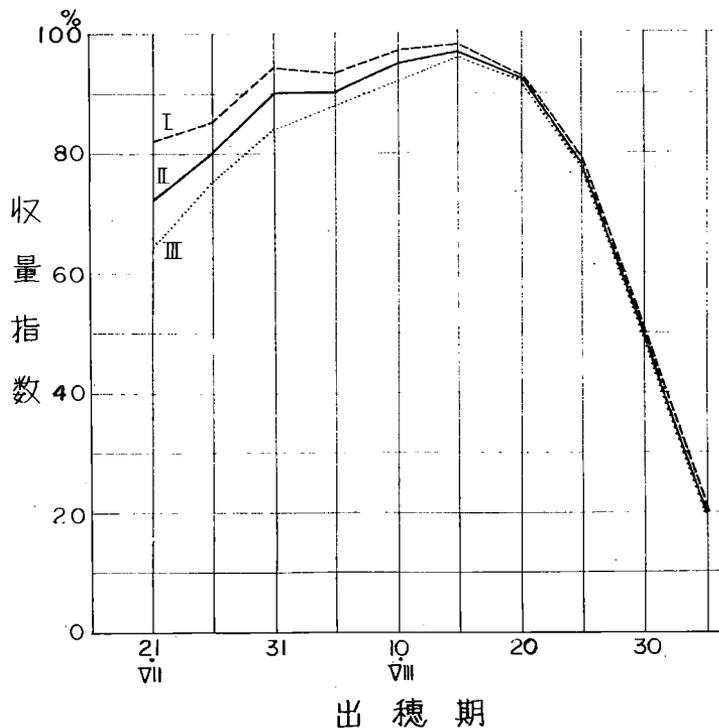
$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij}}{n} \quad (2)$$

となる。(1)、(2) 式によつて任意の日に出穂する稲の n 年間の平均収量指数を計算することができる。

### 3 藤坂における平年の収量指数曲線

第 1 図の低温減収尺度と(3)式によつて、青森農試藤坂支場の昭和 12 年から昭和 38 にいたる 27 年の毎日の気温から、出穂可能期間の平均収量指数を計算すると、第 2 図に示す曲線が得られる。第 1 図の減収尺度によれば、耐冷性の品種間差は穂ばらみ期に大きく出ており、その時期の低温にごく強い品種 (ソメワケ級)、普通の品種 (トワダ級)、ごく弱い品種 (青森 5 号級) によつて減収率曲線が違ふので、第 2 図の収量指数曲線も 3 本に分れ、暦日の早い時期ほど曲線間の差が大きく、8 月後半になるとその差はほとんどなくなる。

収量指数は 8 月 15 日頃に最も高い値を示すが、このときの指数は 97 である。これは最も安全な期間であつても、藤坂では平均すると低温障害を受けていることを示している。普通品種の収量指数の変化の状態をみると、収量の最高を示す 8 月 15 日を中心にして、それ以前の下降方はゆるく、以後の下降方は急で、出穂期が遅れると急激に登熟障害を受けることを示し



第 2 図 低温減収尺度による平年の出穂期別収量指数 (藤坂: 昭和 12 ~ 38 年平均)

ている。

#### 4 安全出穂期間の決め方

上述の方法で収量指数の曲線が求まると、安全出穂期間は計画の目的によつて任意に決めることができる。集約栽培で安全多収を目的とする場合には、収量指数が余り下らない期間に決められるであろう。藤坂を例にとると、指数の最大値は97であるから、92以上の期間を許容期間にとれば、第2図により耐冷性普通品種では早限が8月8日、晩限が8月20日となる。また大型トラクターによる栽培の場合には作業幅の拡大が必要であるから、ある程度収量低下を見込まなければならない。いま仮り収量指数90以上の期間を考えてみると、第2図から早限は7月31日、晩限は8月21日となる。ここで注意を要するのは生長期に低温が続くと出穂期が平年より遅れ、甚しいときには2週間以上も遅れることがある。したがつて計画出穂晩限を計画収量レベル（上例では92とか90）の晩限にとることはできない。栽培試験による経験的遅延確率、あるいは気温、有効気温などによる出穂遅延確率によつて確率遅延日数を求め、収量レベルの出穂晩限からその日数だけ前に計画出穂晩限日を定めなければならない。結局計画収量レベルによる出穂早限日と計画出穂晩限日との間が、計画した安全出穂期間となる。

この期間の平均収量指数は第2図の曲線から求められるので、対象地域の収量レベルがわかれば、この期間の平均反収 $Y_m$ が求められる。一方この期間が決められたので、トラクターの作業幅が最大になるような栽培法の組合せによつて、栽培許容面積 $A$ が求められる。 $A \times Y_m = Y_m$ が総生産高となり、また $A$ によつてトラクターの経済性の計算も可能となる。このようにして、収量レベルを逐次変えてゆくことにより、収量レベルと経済収支との相関関係が求められ、最も有利な栽培条件が求められるであろう。

#### 5 あとがき

本報では収量を伴う出穂期間の計画方法を述べたが、各地で実際に栽培期間を計画するさい注意を要する点について触れておきたい。

- (1) 本計算法は低温減収尺度を基礎としているが、尺度そのものも単純であり欠点を持つている。しかし青森県で使用される場合には大きな誤りは生じないであろう。
- (2) 東北地方南部諸県では冷害の様相が異なり、気温以外に日照の程度、それに伴う病害の発生程度も重要な減収要因となるので、本方法をそのまま使うのは正しくない。

#### 引用文献

- 1) 坪井八十二(1963): 冷害の危険度を推定する。農業技術18(7) 309~313.
- 2) 阿部玄三・他3名(1964): 青森県における冷害危険度の推定に関する研究。農業気象19(4) 133~139.

## 支 部 会 記 事

### ※ 昭和39年度総会並に研究発表会

昭和40年1月21日、岩手県自治会館（盛岡市）において開催し、会員及び一般約70名の出席を得て盛会裡に終つた。総会では

- 1 昭和40年度総会及び研究発表会は秋田市内で開催する。
- 2 昭和40・41年度役員は39年度役員の留任とする。

ことなどが決められた。また前支部長、加藤愛雄氏（代理）、幹事、佐藤煌氏に記念品贈呈が行われた。

研究発表会の発表論文は本号掲載のとおりである。

### ※ 会員消息

☆ 支部長、岩崎勝直氏（東北農業試験場長）は第7期日本学術会議第6部（農学）の地方区議員に立候補した。

☆ 評議員、山本健吾氏は宮城農業短期大学から秋田農業短期大学園長に転任

### ☆ 新入会員

田 中 稔	青森県農業試験場
今 井 繁 男	"
白 戸 剛	"
三 本 弘 乗	"
舟 山 謙三郎	岩手統計調査事務所・盛岡作況研究室
中 村 登喜男	" "
柴 田 諱 次	" "
川 上 次 郎	岩手大学・農学部
本 庄 一 雄	"
藤 原 宏	岩手県農業試験場
田 中 義 一	"
古 沢 典 夫	"
佐々木 邦 年	"
村 上 哲太郎	"
中 島 秀 樹	"
国 分 均	盛岡地方気象台・衣川通報所
藤 田 徳 男	湯田農業改良普及所
佐 藤 善 道	"
小 島 忠三郎	林業試験場東北支場
佐々木 謙	岩手県農業試験場・県南分場
昆 幸 雄	盛岡地方気象台

小笠原 秀 雄	岩手県農務部・農業改良課
藤 村 忠	" "
菊 池 猛 雄	" "
小 原 繁 男	" "
藤 卷 竹千代	" "
小 沢 栄 二	岩手県農業試験場・県北分場
佐 藤 忠 士	" "
浅 沼 正 次	" "
斉 藤 豊 治	宮城統計調査事務所・仙合作況研究室
三 浦 義 直	秋田県農林部農産課
渡 辺 景 俊	"
太 田 昭 夫	秋田県農業試験場・大館分場
鎌 田 金栄治	" "
大 森 友太郎	" "
山 本 寅 雄	" "
伊 藤 実	新庄市役所農産課
大 沼 濟	山形県農業試験場
渡 辺 正	福島県農業試験場
岡 崎 暁	"
高 橋 昌 一	"
志 賀 敏 夫	"

☆ 退 会

今 野 辰 次
河 原 栄 治
斉 藤 武 雄

☆ 移 動

佐 藤 義 正	新庄測候所 → 宮古測候所
---------	---------------

賛 助 会 員 名 簿

会 員	住 所	主 なる 事 業
鎌 田 店 会	盛岡市上田小路 198	試薬・理化学器械販売
関東化学株式会社	東京都中央区日本橋本町 3 の 7	化学薬品製造販売
佐川屋器械店	盛岡市平戸 3 の 7	理化学器械販売
須賀製作所	仙台市田町 6 5	気象測器製作販売
仙台測器社	仙台市大町 5 丁目 20	気象測器製作販売
東北化学薬品 株式会社	弘前市元寺町 4 6	化学薬品販売
東北電力株式会社	仙台市東二番丁 7 0	電力の開発・利用
東北ビート工業 株式会社	盛岡市清水町 6 番 1 号	てんさい栽培・集荷
ヤマ測器店	仙台市東一番丁	気象測器製作販売
雪印乳業株式会社 東北支店	仙台市南町通り 7 番地山口ビル	乳製品の製造販売

東北の農業気象 第 10 号

昭和 40 年 8 月 20 日発行

編集・発行 盛岡市下厨川赤平 4 東北農試内  
日本農業気象学会 東北支部

印刷所 盛岡市中央通り 1 丁目 1 3 番  
KK 阿部謄写堂