

# 東北の農業気象

第 6 号

---

Bulletin of the Agricultural Meteorology  
of Tōhoku District of Japan

No. 6

1 9 6 0

August 1962

The Tōhoku-Branch of the  
Society of Agricultural Meteorology of Japan

昭和37年8月刊

日本農業気象学会東北支部

☆ 目 次 ☆

I 研究発表

1	水稻収量の構成と気象 (才3報) .....	1
	新庄測候所	佐藤 義 正
2	福島県における水稻収量分布の特性について .....	7
	福島地方气象台	梅 田 三 郎
3	稲の生理と灌漑水温 (才1報) .....	15
	山形地方气象台	東 谷 平 治
4	冷水田における灌水時刻と水温・地温の変化について .....	22
	宮 城 農 試	宮 本 硬 一
		千 葉 文 一
5	水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究 .....	30
a	才7報 登熟の地域性と年次変化 .....	30
	青 森 農 試	阿 部 亥 三
		小 野 清 治
		鳥 山 国 士
b	才8報 高冷地の気象特性と水稻生育 .....	39
	青 森 農 試	阿 部 亥 三
		小 野 清 治
		和 田 純 二
6	水稻生育に関する農業気象学的研究 .....	51
a	水田水温の分布について	
b	水温と水稻苗の発育・発根について	
c	水温と水稻苗の蒸散・吸収について	
d	水温と水稻の炭水化物含量の消長について	
	山形大学農学部	羽根田 栄四郎
7	太陽輻射の波長別測定 (予報) .....	57

	東 北 大 学 (理 学 部)	加 藤 愛 雄	
	東 北 大 学 (農 研)	鈴 木 務	
8.	てん菜の播種決定についての農業気象的考察		62
	東 北 農 試	伊 達 了	
9.	水稻体温測定実験 (才 2 報)		69
	一ノ関市役所農場	竹 林 邦 夫	
		小 岩 孝 太 郎	
	一ノ関気象通報所	松 沢 一 郎	
II	学 会 記 事		75

# 水稻収量の構成と気象

(330)

佐藤 義 正  
新庄 測候所

On Relations Between Constituents  
of Rice Yield and Meteorological Factors  
Y. Satoh  
Shinjo Weather Station

## § 1 ま え が き

### 1-1 出穂期日を基点とした相関系列

筆者は従来多くの気象感応の研究とは逆に水稻の生育ステージを基準にして気象相関を求めてきた。このことは次のような考え方に基づいている。

- (1) 水稻の一生のうちでは或る特定の時期、例えば幼穂分化期、花粉母細胞減数分裂期などが外界の影響に対して最も敏感である事が知られていること。
- (2) 然し年々の水稻の作況進度には、いわゆる遅れ進みがあって前項の鋭敏な期間が暦日の上で変動すること。
- (3) 従って同一の暦日に対して感応度を求めることは水稻生理の面からは不合理と考えたこと。そこで第1報においては出穂日を基点として、その前後それぞれ約30日間について5日平均気温と日照の系列を求め、之と収量構成要素との相関系列を計算した。

結果の要点は、(山形県農試最上分場中生種3種平均 以下同じ)

- (1) 穂数の成立は田植後から約30日間の気温が作用し、
- (2) 籾数の成立には主として出穂期以前に正相関があり、  
とくに顕著な相関の山が出穂日前10日前後の処に集中し
- (3) 稔実歩合については、相関の大きい時期が出穂日を挟んで存在するが主に後期に展開している。
- (4) 一般に気象条件と一穂平均籾数および稔実歩合との関係は互に相反する性格が認められる。これは元来これら両要素の間には正逆の関係がある故と思われる。(  $r = -0.41$   $n = 16$  )
- (5) 収量構成する要素のうちでは、一穂平均籾数が最も気象に敏感な因子か? 何故なら相関のピークが突出していること及び生長量(草丈、茎数など)には無関係に近いこと等の理由による。
- (6) 稔実の良否は出穂期日の早晚に支配されている。(  $r = -0.52$   $n = 16$  )

\* 詳細は東北の農業気象No.4 1958 P.36-54を参照されたい。

(331)

### 1-2 温度目盛、 $22^{\circ}\text{C}$ に対する相関系列

次に「稲の生活史は温度目盛に対して綴られる」事実を鑑み

- (1) ある特定の外気温(刺戟)が現われると、例えば幼穂分化が始まると考えたこと。
- (2) いわゆる感温性の稲はその本来の性質から特定の温度条件に至れば生殖-成熟の過程をたどると考えたこと。
- (3) 以上の考え方から暦日相関解析の結果から得られた $22^{\circ}\text{C}$ の気温に着目したこと。  
そこで第2報においては $22^{\circ}\text{C}$ 出現日を基準に作況進度(草丈生長、莖数増加量)を求めこの消長と収量との相関を算出した結果
- (4) 稲作には、その年の天候経過に最も適当した適正生長と云うものが存在すべきことを示唆し、稲作管理と気象予報のタイミングの重要性を強張した。

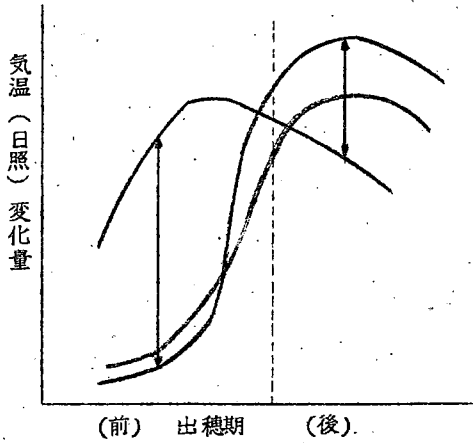
\* 詳細は、福島、山形地区気象研究会資料 1959 参照されたい。

## § 2 温度目盛による気温系列と収量

ここに気象条件、稲作作況の夫々異なる幾年かのデータがあるでしょう。

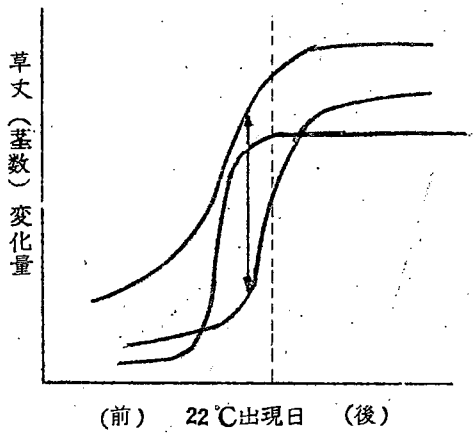
- 1 出穂日を基点として求めた気象統計と収量との関係——即ち第1報——
- 2  $22^{\circ}\text{C}$ 出現日を基点として作況進度を統計したものと収量との関係——即ち第2報——
- 3 同じく $22^{\circ}\text{C}$ を基点として求めた気温統計と収量との関係を吟味したものが今回報告の第3報である。

前2回の調査報告に際しては、これら3者の趣旨を充分徹底せしめ得なかつたので、説明が重複するが念のために相違点を模図的に示めよう。



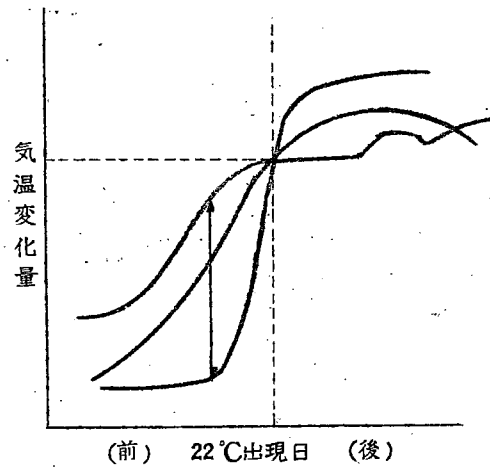
上下の矢印は、ある任意の時期における気象量又は生長量の変動の中を示す。

上図は出穂日を基準にした季節変化を意味する。穂が出る前後は季節は何処まで進んでいるのかよいか (第1報)



中図、季節がある時期に達した頃には稲はどの程度成育を遂げているべきか (第2報)

下図、特定気象条件 (22°C) が現われる前および後の経過は稲作にとってどう在るべきか。(第3報)

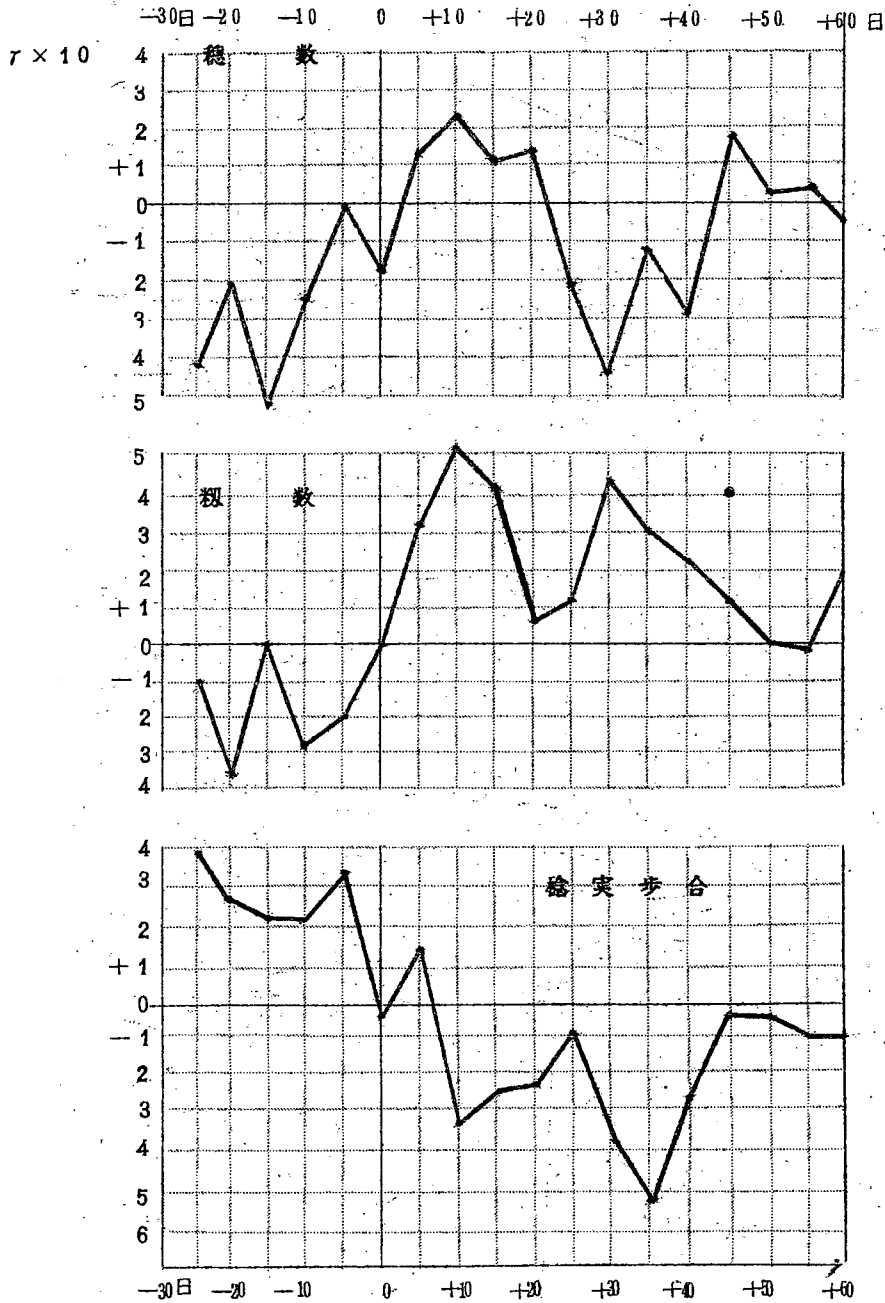


即ち換言すれば第3報では、ある特定な気象条件の出現に着目し、そこに基準を置いてその前後の気象推移がどんな場合が稲にとって最も望ましく、又どんな場合が好ましくないかを吟味したものと云える。

第1図 3種の相関解析の相違点を示す模図

### § 3 結 果

22°Cが現われた日を基点として5日毎に統計し直した気温系列と収穫時における穂数、籾数および稔実歩合との単相関系列図は第2図の通りである。



第2図 「温度目盛」と収量構成要素との相関系列図

即ち穂の図で初期の負の相関はおそらく低温年次の短稈多げつ型を乗らすものだろう。その後正の相関に転換する時期のあることは分けつ基を積極的に有効化する時期と解したい。

(+)30日頃の負の割合大きい値はよく判らない。

稈数と稈実歩合とは一見して相関の位相が逆になっている。この件に関しては前に度々触れたとおりである。稈数には(+)10日頃と(+)30日頃に有意な相関のピークが認められるが前者は恐らく第1報でのべた出穂前10日前後の山に相当する敏感時期ではなからうか。

稈実歩合については前回までの調査に徴して、後期間に逆らなる正の関係を予期したのであるが、むしろ全く反対の結果が示された。2.2°Cと云う、いわば植物季節の折目が現われてからは稲にとってはむしろ低目の温度が突入りに対して見掛上好結果を齎らすのは何故だろうか。たしかにごく近年数年の如きは毎年8月期の気温は低かった。

にも抱らず豊凶試験による稈実歩合も尻上りに向上しているのである。

この項では計算結果を刻明に掲げるだけに止めよう。

尚 単相関による5%有意水準値は $r=0.497$  10%で $r=0.426$ になるから図表からも判る通り之を上廻る値は実際はごく僅かに過ぎないこと。又要素相互間の影響を除去しても偏相関値が目立って増減しないことを付記しておきたい。

#### §4 む す び 【今後の問題点】

以上3回に亘って農業気象の立場から

- (1) 気象予報の対象とすべき重要期間を明らかにすること。
- (2) 気象環境の改善対策に資すること。

を目的として水稻自体の生理条件ならびに外界の自然条件(気象)が夫々いついかなる条件の下で収量が最も多くなるべきかを分析的に検討した。

結果は、豊凶考照試験の成績ではあるが厳密に気象以外の自然的影響ないしは不測の人為的因子を完全に除く検定が充分でないこと、他の品種、他の地域との比較対照が未だ行なわれていないこと等の理由と次にのべる2つの事由から強いて結論を求めず、改めて別個の方面から検討を進めることとした。

- (1) 生物体の成果査定(被害査定)に当っては、当然いわゆる「評価の時点の問題」が看過できない。例えば稲作については前半に相当な低温に遭ってもその後秋上げ迄の間に好条



(335)

件が続けば意外な収穫を挙げうる事例がこれである。従って或る特定時期の気象条件と収量とを対応させる場合には、その時機までの履歴とそれ以後収穫時までの経過を充分加味しなければならない。以上の事柄はその都度部分的には努めて第3者ないし第4者の影響を除いた偏相関解析を試みてきたが重複した多重偏相関については未だ十分ではなかった。この意味では従来の各氏の扱われた暦日単相関解析に対しても同様の疑義が残されよう。この点に関しては別途計算を進めている。

(2) 最後に近年の稲作技術の目ざましい進歩は豊凶考照試験の耕作法などは殆んど全く昔語りにしようとしているすう勢にある。気象と稲作との関係をこのように過去のものとなった成績から、たとえ分離し得たとしても、それは技術上何等価値のないものではないのかとの疑問である。この意味では最近の一般農家の成績から各種の要因を総合的に分析することが望ましいと考えている。

各位の御指導を切にお願いする次第である。

( 1960.12.1 )

## 主 要 文 献

日本農業気象学会編(1955)：水稻冷害の文献的研究

須川力(1956)：岩手県における農業気象研究の回顧と展望、東北の農業気象No.2

稲葉泰三編(1958)：最近における東北農業の展開、農業総合研究所

松島省三(1957)：水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究、農業技術

研究所報告A第5号、1957、3

### Summary

It is generally known that, there are some very sensitive stages of growth on the life history of rice plants, and that, these sensible periods are changable with various meteorological circumstances every year.

None the less, almost hitherto researchers have delt with them setting this facts at neglect. Then the author, basing upon a certain stages of rice growth, i.e. the borne date of ears of rice, arranged the time series of successional five-days-mean air temperature and the same kind ones of hours with sunshine, and estimated the correlations between the new arranged meteorological factors and constituents of rice yield.

When a certain thermal or sun-radiative stimulus (such as temperature at about 22 C.) is given to rice living body, a seed-generative process begins starting. This is a matter of common knowledge, so that aiming at the date on which we had observed the daily mean air temperature at 22 C; height of

(337)

grass and number of stalk (both on every five days) were arranged every year, and the series of correlations between these vegetable conditions and rice yield were pursued.

And in the third place, in case we will pay attention to a special node of season e.g. the date on which about 22 C grade daily mean air temperature appears, how does the rice yield connect to the tempo of the season?

The above mentioned relations were illustrated on several correlations' charts and tables. In consequence, it is considerable that, there exist the most adequate level of growth for rice-growing fitting to the weather course on each proper year, and it is very important technique to match the management of rice-cultivation for the weather forecasting.

# 福島県における水稻収量分布の特性について

梅 田 三 郎

福島地方気象台

On the Characteristic Features of the  
Rice Crop Yield Distribution in Fukushima Prefecture  
S Umeda

Fukushima Regional Meteorological Observatory

## § 1 はしがき

農業気象業務を進めるためには気象の地域性を詳細に知らなければならぬことは勿論のこと農業の形態、農作物の生育状況との関係を明かにして置く必要があり、さきにこれらに関する若干の調査<sup>(1)</sup>を行つて来た。水稻収量の豊凶についても調査報告した<sup>(2)</sup>が、なお一層詳細な地域的特性を把握するため、現在調査し得る最小の行政区画である市町村を単位とするものについて若干の調査を行つたので報告する。資料は昭和8年より31年に至る24年間の全県364市町村を単位とするものを用いた。

## § 2 収量漸増のすう勢

福島県の水稲収量は凶作年等を境として飛躍的に上昇していると見るむきもあるが、<sup>(3)</sup>栽培技術の向上によつて徐々に増収を来していると見て反当収量のすう勢直線を仮定し、最小自乗法によつて常数を決定し、この直線式によつて計算される収量を平年作とし、作況指数は各年の実収量とこの平年作の収量の比から求めた。

先づ増収率(合/年)を見るに県平均では22であるが、地域的には甚しい違いがあり、最も大きいのは会津盆地の平坦部及び同盆地北方一帯で30～50、次いで大きいのは中通り中南部、浜通り北部の平坦地で大部分20～40を示している。増収率の最も小さい地帯は阿武隈山系で特にその中南部では増収は認められず、むしろ減収を来している所が多い。増収率の小さい地帯の多いのは浜通り南部の石城郡、中通り北部の信夫郡の大半及び伊達郡北部で猪苗湖南方の奥羽山系でも増収率は小さい。同じ会津地方でも只見川流域から一の木川流域にかけての西部県境地区は増収率が小さく10～30で、会津盆地中央平坦地とは格段の差がある。

(339)

### § 3 収量の変動

すう勢直線より計算される平年収量に対する標準偏差を各市町村毎に計算して収量の変動を見る目安とし、その地域的な分布を調べた。県平均収量についての標準偏差は±32(升)で大部分は±30~45(升)であるが、地域的な分布を見ると±50(升)以上の大きな偏差を示すのは阿武隈山間部で、浜通り中部以北の平坦地にもこのような大偏差を示す市町村が散在しており、中通り東部の山間地帯以東の殆んど大部分は偏差の大きい地帯に属している。唯浜通り南部の石城郡平坦部では偏差は小さい。奥羽山系及び会津南西部では偏差は大きい。偏差の特に小さいのは会津平坦部及び中通り平坦部である。

概観的には増収率の大きい地域で収量の変動小さく、増収率の小さい地域で変動が大きい傾向にあると言ひ得るようである。又各地域毎に見ると平坦地で小さく山間部で大きいようである。一般に高度<sup>(4)</sup>の高い所程変動は大きい。中通り北部や会津北西部、浜通り中部以北等では高度が低くとも変動は小さいとは限らない。

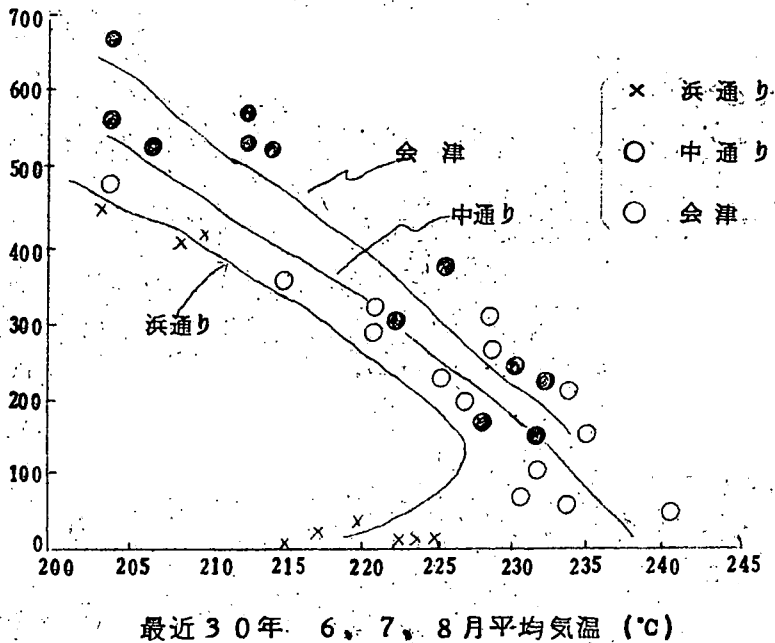
### § 4 平年収量の分布

すう勢直線より計算される昭和31年における平年収量の分布を見ると適当な地域に分けて考えれば、収量は高度の上昇に従い減少しておりその関係は略々直線又は直線に近い二次曲線で表わせるようである。

高度の割合に収量の多い順に地域名を挙げれば、浜通り、中通り、会津と東から西に進む順序である。唯会津西部の只見川、一の戸川、奥川流域等の県境一帯の収量は会津にありながら、会津東部とは格段の相違のあることが注目される。

水稻収量に最も関係の深い6、7、8月の平均気温を求め高度との関係を示せば図のとおりで、同一高度では浜通りが最も低温であり、会津地方が最

夏期気温の高度分布図



も高温である。即ちこれは収量の高度分布を或程度説明してくれる資料と考えられるが、会津西部県境に接する地帯の気温の高度分布には特別な違いはなく、この地帯の低収量の原因はこれからは説明されない。又中通り北部は浜通り北部とは比較にならぬ程高温で、この地帯の低収量もこの気温の高度分布からは説明出来ない。

#### §5 作況分布

24ケ年のうち豊作年として昭和8、11、12、14、30の5ケ年を採ると、作況分布の顕著な特徴は各地域とも海拔の高い所で作況が甚しくよいことであり、見方を換えると低収量の地帯で作況が特に良くなっていることである。

次に凶作年として昭和9、10、16、20、28の5ケ年を採ると豊作年とは逆に海拔の高い地帯・平年収量の少い地帯で特に作況の悪いことが判る。この5ケ年の凶作年のうち昭和10、16、28の3ケ年は太平洋に近い地帯程作況悪く、従来の凶冷の原因としての気象的概念と一致するが、昭

(341)

和9年は会津西部で作況特に悪く、分布の様相がかなり違っており、凶冷の一般的概念からは説明困難である。又昭和20年は作況の地域による違いが甚だ小さく、終戦と言う特別な事情もある模様なので除外すべきものかも知れない。その他の年の作況分布図からは顕著な特徴は見出し得なかつた。

#### §6 作況と収量の地域差

豊作年には低収量地帯程作況指数大きく、多収地帯ではそれ程大きくならず、又凶作年には低収量地帯で作況指数甚小さく、多収地帯では余り小さくならないので、豊作年には収量の地域差小さく凶作年には大きい筈である。これを実証するために市町村別収量を用い県平均収量に対する標準偏差を求め、県平均作況と対比して見ると、とにかく凶作年には市町村別の収量の差が大きく、豊作年には小さいことが判る。この原因として凶作年には県内の気温の地域差が大きく、豊作年には小さいためとも考えられるが<sup>(5)</sup>詳細な検討を要する。

なお昭和20年は凶作年であるに関らず標準偏差は甚だ小さく、特別な事情にあることを暗示しているように思われる。

#### §7 むすび

農業気象業務実施に関連して県内の農業上の地域的特性を把握する必要があり、本県水稻収量分布について若干の調査を行つたが、現在までに得られた結果の概要は次のとおりである。

- (A) 収量の増加の割合は地域的にかなり違っており、その分布の状況を明らかにした。
- (B) 収量変動の地域的分布を明らかにしたが一般に変動は海拔の高い所、増収率の小さい地域で大きい傾向にある。
- (C) 平年収量は適当な地域に分けて考えれば海拔の高くなるに従い減少する関係にあり、高度の割合に収量の多い順序は大体会津、中通り、浜通りの順で、夏期気温の高度分布によつて或程度説明されるようである。
- (D) 作況の分布は豊作年には作況は海拔の高い程又平年の低収地帯程良く、凶作年には丁度反対である。同一収量の地帯を比較すると凶作年には作況は東方位悪い。
- (E) 収量の地域差は凶作年に大きく、豊作年に小さい。

気象状況の分布との関係を詳細に調査する必要があるが取敢えず現在までに得られた結果を報告する。なお調査に用いた基礎資料の大部分は福島統計調査事務所の御好意により得られたもので同所に対し厚く御礼申し上げる。又資料の整理には福島地方気象台防災業務課の尽力を煩わした。

### 参 照 文 献

- (1) 梅田三郎：…季節予報における気温偏差表現用語の基準と気温の地域性について……東北地方長期予報速報第8巻第14号  
     梅田三郎：…季節予報の立場から見た福島県の降水量の地域性……東北地方長期予報速報第10巻第12号
- (2) 梅田三郎：…福島県における水稻の豊凶について……産業気象調査報告第20巻第2号
- (3) 福島県農林統計協会刊：…福島の農業……74頁
- (4) 市町村の水田高度は適当な資料が見当たらないので次の資料を用いた。  
     福島県総務部統計課刊：…福島県の米生産力統計分析……31～109頁
- (5) 農林省福島統計調査事務所：…昭和30年産水稻作況報告書105頁…昭和32年1月



### Summary

The author has investigated the characteristic features of the rice yield distribution in Fukushima Prefecture, using the statistical data of various small regions during the past 24 years. The results are summarized as follows.

(a) The increasing rates of the yield are very different depending on the regions.

(b) The regional distribution of rice yield variation was investigated, generally the amount of variation is large at high altitude region.

(c) The normal rice yield is large in the western inland region (Aizu) and is small in the eastern coastal region (Hamadori) and it seems closely connected with the air temperature in June - August.

(d) In the year of very good harvest, the rate of yield is better at high altitude regions or poor yield region, in the year of very bad harvest, the above relation is reverse.

(e) The regional difference of yield is large in the years of bad harvest and small in the years of good harvest .

東 谷 平 治

新庄測候所

On the growth and yield of rice plant  
and the temperature of irrigation water

H Higashitani

Shinjo weather station

山形県 最上郡は冷害常習地であるが、其の原因として特に冷水灌漑が考えられ、湧水、谷水等の水源が多く、夏でも13℃-16℃の水温である。稲の各生理段階と水温の関係についてはすでに多くの調査があるが当地の実態より得られた資料のうちから特に注目される二、三例をあげ、独自の考察を加えて見た。

資料は山形県農試新庄分場、農林省農総研横雪地方支所のものを用いた。

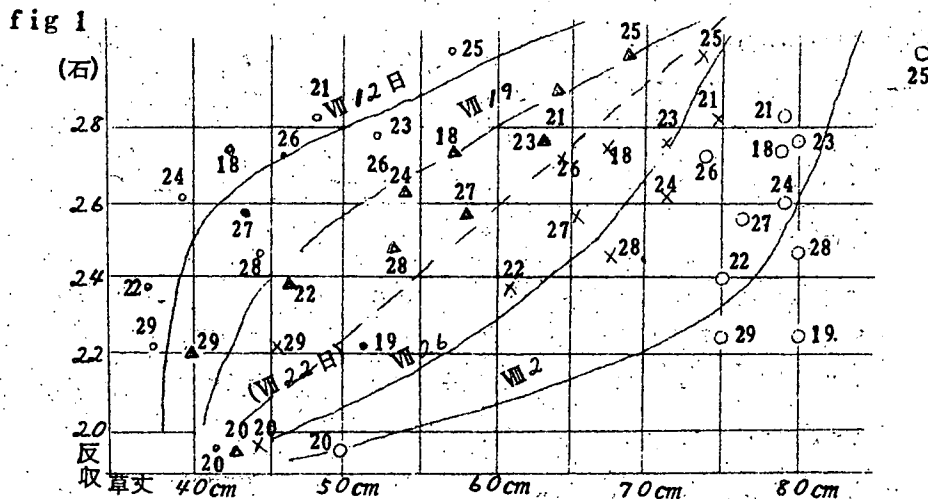
稲の生理と収量

各生理段階と収量との間の関係で注目されるものに次のものがある。

(1) 草丈と反収

当地での各期の草丈と収量との関係は第1図に示したように、初期と後

各期の草丈と反収玄米(石) 一早、中、晩平均 於新庄



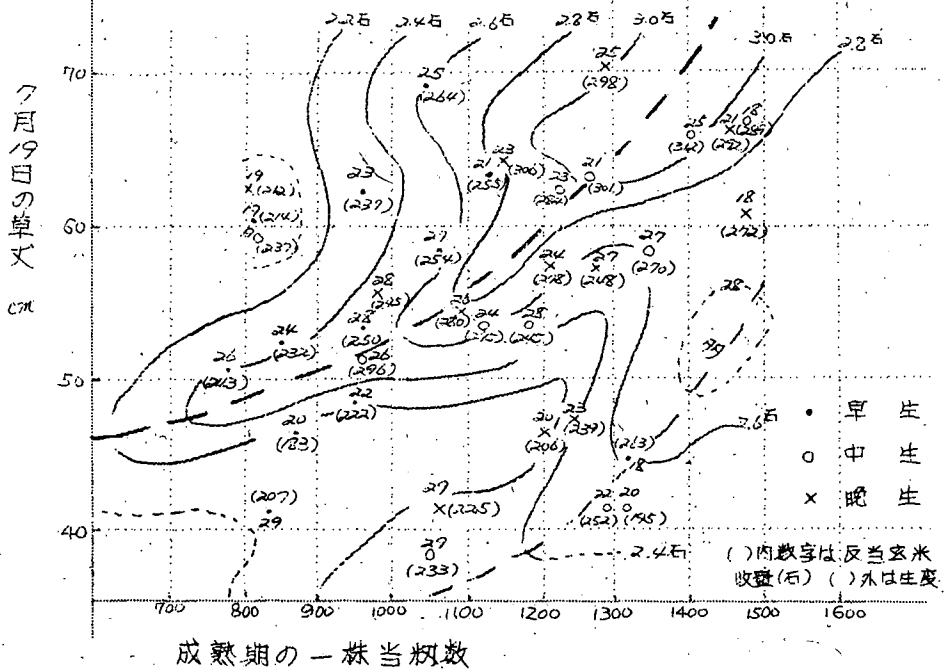
期は対照的な反対な曲線で示される。此の図からは、7月22-23日が直線に近い関係が想像される。

(2) 草丈と穂数による反当収量分布

(445)

表之圖

草丈と一株当粒数による反当収量分布



7月19日の草丈と成熟期の一株当粒数による反当収量は第2図のような規則正しい分布を示す。(昭19、20年は例外)

此の図から次の事項が読み取られる。

- (A) 一定の草丈に対して最高収量を得るには一定の一株当粒数を必要とする。
- (B) 一定の草丈に対して一定以上の一株当粒数でも減収し、一定以下でも減収する。

又此の図表は、早、中、晩を個々に用いているが、一定の品種的傾向は示さず、非常に柔軟性をもつ稲の性質を示して居り、穂重、莖数の何れの型を問わず、年々の環境に応じて大きく変化を示していると言えよう。

(3) 出穂期と反収

当地方に於ても両者の関係は成立している。(図表省略す)

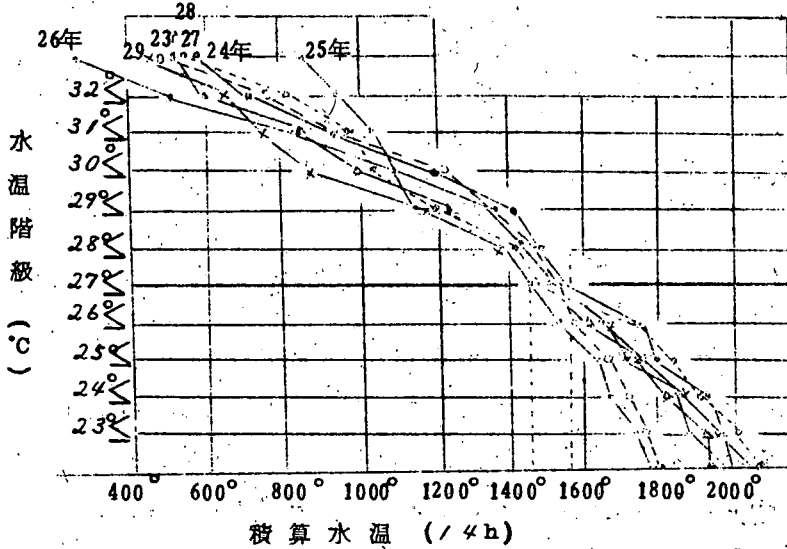
水温と稲の生理

前記の各生理段階に於ける水温の影響について、注目されるものに次のようなものがある。

## (1) 出穂に要した積算水温

一般に出穂に要した積算気温又は積算水温が論じられる場合があるが、気温でも水温でも一定の限界以下では有害として考えなければならないし、全積算では不合理である。第3図は各年の積算水温(1.4時)を温度階級別に算出し各年の状況を示したものである。

fig 3 各年の積算水温(田植—出穂)



ここで、一定水温以上の水温が出穂に関係があると仮定して考えると、田植から出穂期までの積算水温であるから毎年、一定の積算水温に達した場合に出穂しなければならない。即ち各年の状態が一定温度階級で、一定積算に達した場合で交叉(又は接近)しなければならない。勿論此の図では色々な条件が入るので必ずしも一定点に集まるとは言われないにしても、仮定が成立するとすれば此の図からは「27°C以上の水温で積算水温が大体1470°C—1580°Cで出穂する」と考えられる。27°C以下の水温では絶対出穂し得ないかは訳らないが、次の実例によつて或は相当有意な限界があるのではないかと想像される。第4図は冷水試験田の模図であるが、湧水を用いている為、年間を通じて水源水温は13°Cである。当年は早魃気味の年であり、8月に入り湧水不足し、(6)以下は測定不能となつている。此の際の計算は(5)の水温として計算した。第5図は27°C以上の積算水温と出穂状態を示したものだが此の結果(1)は勿論27°C以上の

(447)

fig 4

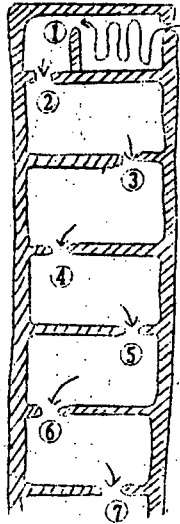
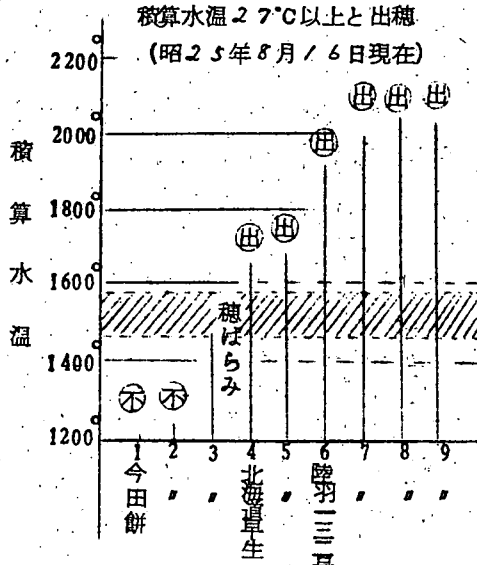


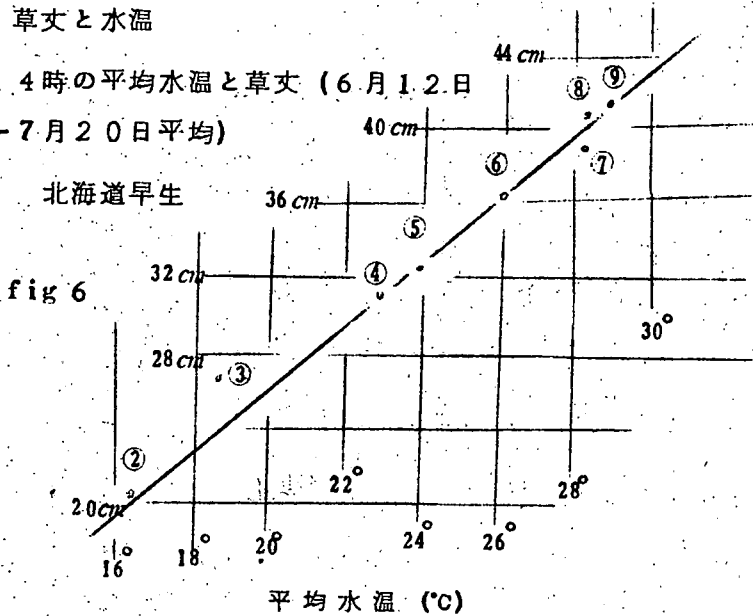
fig 5



日はなく不稔に終っている。(2)も不稔。(3)は積算水温 1480°Cで穂孕はしているが8月16日現在に至つても出穂していない。(4)以下は全部出穂完了している事実は前記した27°C以上の積算1580°Cを越えている事とあわせて、生殖成長に入るには27°C以上の水温(14h)を必要とするのではあるまいかと想像される。

(2) 草丈と水温

14時の平均水温と草丈 (6月12日  
-7月20日平均)



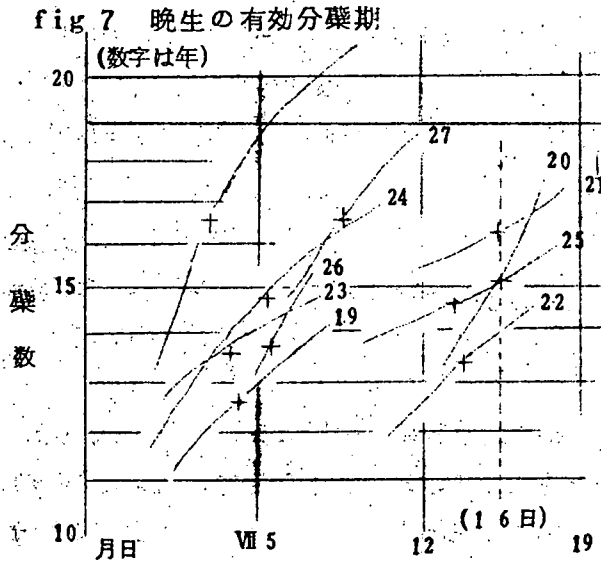
第4図の同一試験田の資料を用いたものであるが、第6図は当然考えらる草丈と平均水温との関係を示したものである。(1)点は冷水の為枯死しており、(2)は16.3°Cで殆んど伸びてはいない。其の他の条件は一応一定していると考えられるので、まず此の様な冷水の場合、平均水温が16°Cにも達し得ない条件の水田に於ては生育すら不可能な条件であることは事実のようである。

(3) 一株当粒数と水温

一株当粒数の多寡が反当収量に大きく影響することは前記した如くであるが、一定の草丈に対して、一定の粒数を得ようとした場合、水温によつて加減出来るか出来ないかが問題となろう。

さて、一株当粒数 = 穂数 × 一穂当粒数であるがBの決定が先か、Cの決定が先かによつてBを加減するかCを加減するかを決定すればよい。

第7図は当地に於ける晩生品種の有効分蘗期を見る為の図である。分蘗が



或る時期に増加して行くが、其の年の出穂数によつて初めに分蘗したものを有効として其の期日を求めたものである。

この方法には危険もあるとされているが一応此の方法で見ると、最終のもので7月16日となつている。又粒数の決定は幼穂形成期になるが出穂期より13日—26日さかのぼつて見ても

前記有効分蘗期後4日—5日はあるようである。

さてBが決定した後にCを水温によつて加減出来るとすれば人工的調整が可能となる。

一般に気温の高い年には水温も高いので水温の影響のみを取り出すことは

(449)

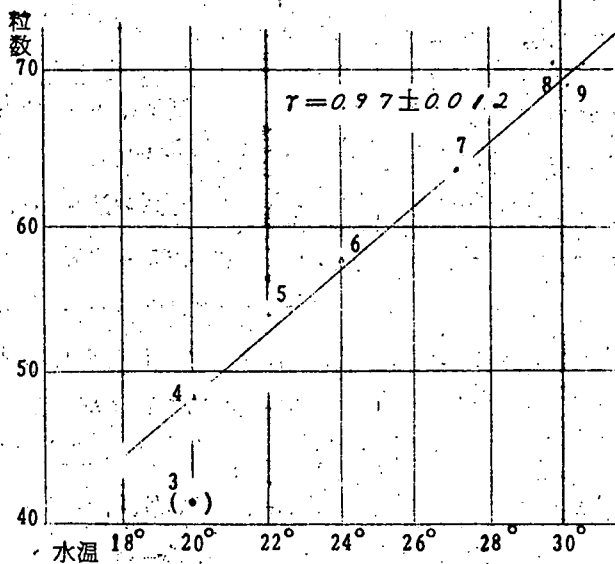
非常に困難であるが果して粒数が水温と最も関係をもつのは出穂前幾日かであるかを次の表を見ると出穂前23日-19日に最大相関を示している。

出穂前の14日の5日平均水温と一穂当粒数との相関

出穂前日数	26-22	25-21	24-20	23-19	22-18	21-17	20-16	19-15	18-14	17-13
相関係数	0.50	0.49	0.62	0.75	0.72	0.63	0.40	0.45	0.32	-

此のことから昭和27年の北海道早生による出穂前23-19日の平均水温と一穂当粒数との関係を図に示して見ると、相当相関度の高いことがう

fig 8. 北海道早生による水温と一穂当粒数



かぶわれよう。勿論栄養生長期中にも水温環境は水上、水下に於て相異している、必ずしもこの5日間の水温にのみ原因しているとは言えないが、第2図で見られる草丈と粒数の必ずしも平行しない事実から推しても、信用し得る関係であろう。即ちBの決定は人工的に水温によつて可能であることを強調し度い。

お す び

一応独自の考えて稻の生理を追つて、水温の重要性に及んで見たが、栄養生長期の完成の度が子孫の優劣を左右する事は勿論、分相応の子孫こそ生物に最高の繁栄をもたらすことは鉄則であろう。即ち栄養生長期の草丈に対する粒数の均衡がこれであり、人工的に均衡を得ることの可能性が充分あることを指摘し御批判をのぞむ次第です。

文 献 日本農業気象学会編 農業気象 (各編)  
 " 農業気象新典  
 鈴木 清太郎編 農業気象

## Summary

The author studied on the relations between the growth stage, the amount of yield of rice plant and the temperature of irrigation water, and obtained the following summarized results.

(1) Relations between height of grass and amount of yield seem to have a linear one on the definite date of 22 - 23 July. (see Figure 1)

(2) One account of getting the maximum amount of yield per a certain height of grass at some stage, an adequate number of grains of rice is necessary. (Figure 2.)

(3) As the accumulated water temperature (but  $T_w$  27 C) had been over not less than 1470-1580 C, ears of rice began to sprout. (Figure 3 & 5)

(4) Relations between the height of grass, number of grains per a stump, and the temperature of irrigation water are illustrated at the figure 6, 7 and 8 respectively.

(5) These examples are suggestible to be able to control the number of grains per a stump which will be ripened after the number of ears has been decided.



(451)

## 冷水田におけるかん水時刻と水温、地温の変化

宮本 硬一・千葉 文一

宮城県農業試験場

On the Diurnal Change of  
Water and Soil Temperature Influence by the  
Time of Irrigation in the Cold-Watered Paddy Field  
Koichi Miyamoto and Bun-Ichi Chiba  
Miyagi Agricultural Experiment Station

### 1. はしがき

冷水田において常時多量の冷水を流入させている掛流灌漑を止水灌漑に切りかえる事によつて流入量を減少させる事が冷水被害を防止する上に極めて有効である事については筆者らは既に指摘した通りである。したがつて冷水田においては止水灌漑、もしくは間断灌漑を行なう事が必要であるが、その場合灌水時刻を一日の何時頃にするのが温度的に有利であるか、という点を明らかにしなければならなくなる。

冷水灌漑の灌水時刻に関しては後藤<sup>(1)</sup>および矢吹<sup>(5)</sup>の報告が見られるだけで資料が著しく乏しい。これらの結果によれば早期の灌水が正午および夕刻のいずれよりも温度的にすぐれている事が示され、冷水を用いる時は用水温と水田水温との差が最もちぢまる。日の出前が水田の温度に対する影響が最も少ない、と述べている。しかしこれら二つの報告で用いられている冷水は水温の日変化がほとんどない。恒温の井戸水(18°C)であるので、実際の冷水田にこれらの結果がそのままあてはめられるかどうかについては問題が残されていると思う。すなわち現実の多くの冷水田では日較差の巾は小さくても水温の日変化のある冷水を灌漑しているのであるから、実際的な供試条件によつてこの問題を再検討するべきだと考えて筆者らは以下述べるような試験を行なつた。

### 2. 試験方法

この試験は昭和35年夏、宮城県泉町朴沢で実施した試験田の灌漑用水

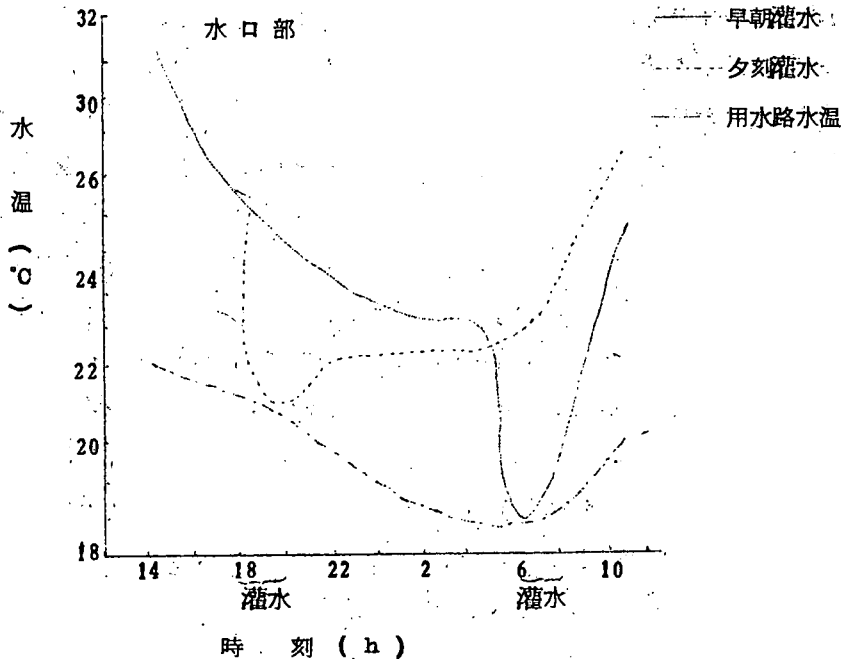
は泉ヶ岳 (1200 m) に源を発する沢水を使用しており、灌漑期間中の平均水温は 17°C、試験を行なった7月下旬でも平均 20°C内外の冷水である。

試験の方法としては(1)夕刻灌水 (18 h ~ 20 h) 区、(2)早朝灌水 (5 h ~ 7 h) 区の二区として、灌水前後の水温、地温の変化を水田内の水口付近と中央部 (水口より約 20 m) で測定した。

### 3. 試験結果

#### (1) 水田水温

灌水前後の水田水温の変化は第1図に示す通りである。水口付近についてみると、夕刻灌水区では灌水により急に水温は低下し、灌水をしない場合より 4°C以上低くなるが、灌水時には用水温はまだ最低水温になっておらず、それに灌水を止めてから地面からの受熱により多少昇温 (約 1.5°C) してそのまま翌朝まで持続する。そして用水路水温の最低 (19°C) を示す頃 (6 h) には水田水温が用水路水温より 4.5°Cも高く、以後日の出とともに日射により昇温する。



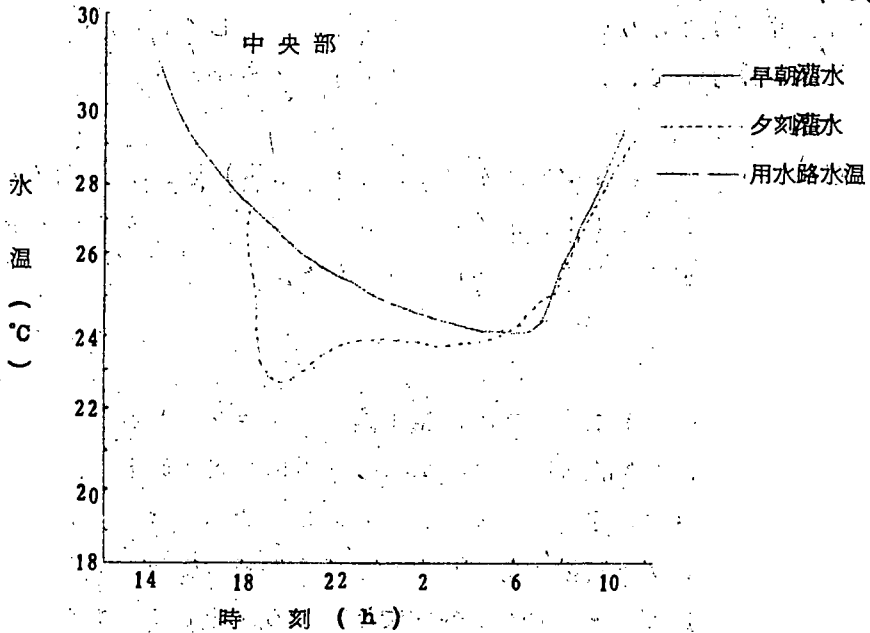


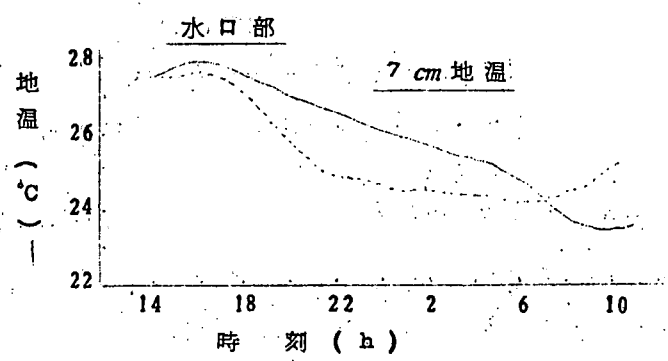
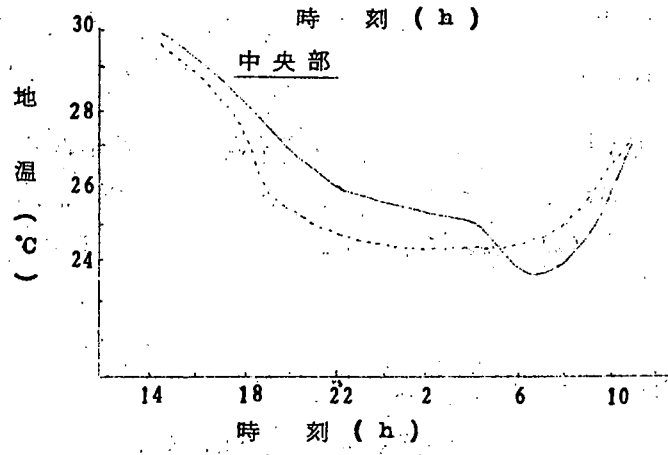
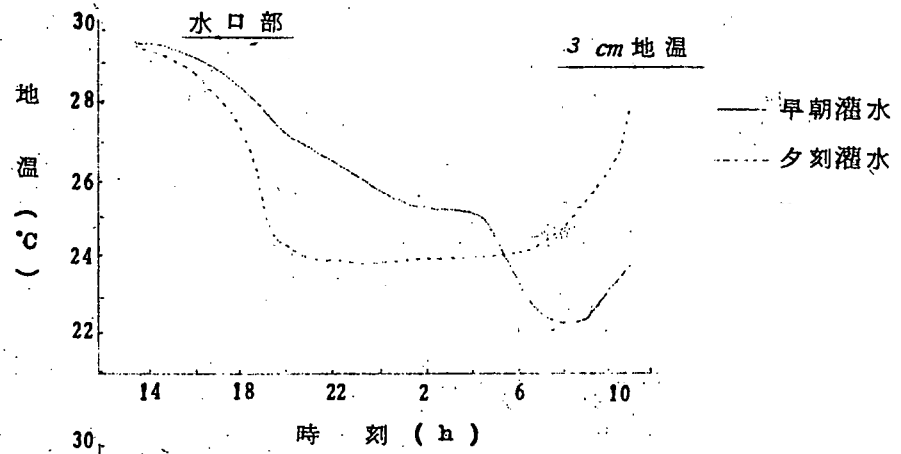
図1 灌水時刻による水温の変化

これに対し早朝灌水区の水田水温は灌水する前まで、すなわち夜間には夕刻灌水区の水田水温より $1^{\circ}\text{C}$ 位高目に経過している。しかし灌水と同時に用水路水温と同じ温度まで急に $5^{\circ}\text{C}$ 以上低くなる。灌水を止めると日射により直ちに水田水温は上昇するが、灌水時の用水路が極端に冷たい水のため、11時になつてもまだ夕刻に灌水した水田の水温より $2^{\circ}\text{C}$ 以上低い。両区の最低水温を比較すると早朝灌水の方が夕刻灌水より約 $3^{\circ}\text{C}$ 低い。

しかし中央部の観測点では灌水の途中で若干水田の水温が上昇するので、水田水温に対する灌水の影響は水口の場合ほど大きくない。すなわち夕刻灌水区では灌水を開始すると最低水温 $22.5^{\circ}\text{C}$ まで下降し、灌水終了後は $1.8^{\circ}\text{C}$ 上昇して $23.8^{\circ}\text{C}$ で夜間を経過した。水口では $23.5^{\circ}\text{C}$ の水温であつたので、中央部の方が僅かではあるが高目で翌朝に至っている事になる。それに対して早朝灌水区では水口から中央部に達する間に水温は $5.0^{\circ}\text{C}$ の上昇をみて、夕刻灌水区の水温とほぼ等しくなり、用水路の影響は非常に小さく、灌水終了後の水温の上昇傾向は夕刻灌水区と大差がない。

(3) 地 温

第 2 図は灌水の時刻が地温に及ぼす影響を示したもので、水口における浅い部分の地温 (3 cm) は前記の水温変化と傾向的に全く同様であり、1.5 cm の深さにおいても灌水時刻の影響が認められる。



(455)

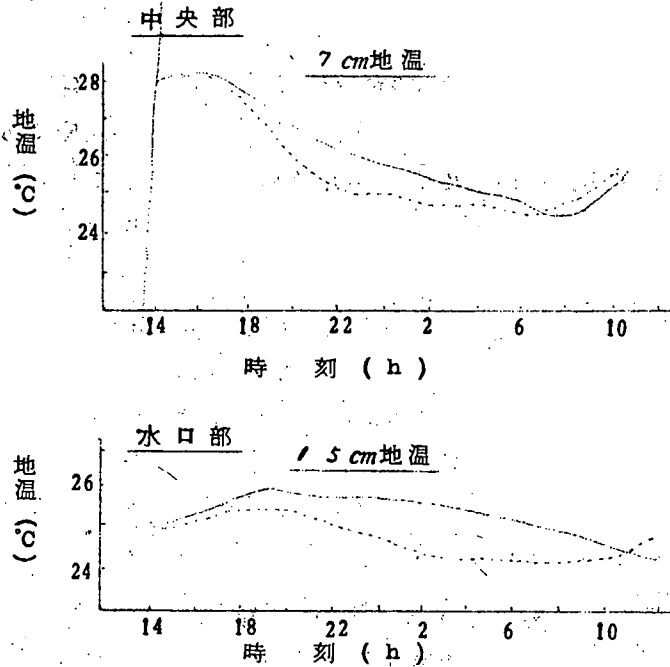


図2 潜水時刻による地温の変化

夕刻灌水区と早朝灌水区の地温の変化を比較すると次のようになる。すなわち夕刻灌水区では灌水後1～2時間で早朝灌水区の場合(灌水していない水田)より水口では3cm地温が3°C、7cm地温でも1.5°C以上又中央部でも3cm地温が1.5°C、7cm地温は1.0°C位低温となっている。そして夜間は大体地温の低下がなく翌朝の昇温を迎える事になる。

これに対して早朝灌水区の方は気温変化と同様の傾向で漸次地温は低下して翌朝灌水を行なうと急に低下する。水口付近では3cm地温で2°C、7cm地温は1.5°C、中央部でもそれぞれ0.5～0.2°C位夕刻灌水区より低くなり灌水を止めても昇温度は影響を受けて正午近くになっても夕刻灌水区に比べ水口付近では3cm地温が3.0°C以上、7cm地温は2.0°C近くも低くなっている。

また両区の最低地温を比較すると次表の通りで、何れも早朝灌水の方が夕刻灌水区より低くなっている。

表 地温の最低温度比較

灌・水・法	水口付近		中央部	
	3 cm	7 cm	3 cm	7 cm
夕刻灌水 (N)	24.0°C	24.1°C	24.1°C	24.3°C
早朝灌水 (M)	22.1	23.2	23.5	24.1
両区の温度差 (N) (M)	1.9	0.9	0.6	0.2

## 4. 考 察

冷水害対策として止水灌漑を行なう場合の灌水時刻による水田内の水温、地温の変化について試験を実施した。

後藤<sup>(1)</sup>によれば、水温1.8°Cの日変化のない井戸水を用いた試験では早朝灌水が日中および夕刻灌水のいずれよりも水温低下の程度が小さく、しかも気温の最低時であるため水稻に及ぼす影響が少ないとしている。又矢吹<sup>(5)</sup>は1.8°Cに保つた恒温の井戸水によつて測定した結果、朝灌漑したものが正午頃および14時以後の放熱期に入ってから灌漑したものより水温の回復が早い事を認め、水温のみについて云えば用水温と水田水温の差が最も少なくなる様な早朝灌漑が望ましいとしている。

以上の報告は既にふれた通り、いずれも日変化のほとんど無い恒温の冷水によつて灌漑され、その結果としての水田水温および水稻に対する影響をみているものである。しかし日較差は小さくても日変化を示している冷水を灌漑している多くの実際の冷水田では異なつた温度の影響がある事も当然考えられる。この試験でも用水温の日較差は5°C位あつたので、夕刻灌水の時には用水温がまだ日変化の経過の中では余り低くなつてはいなかつた。しかし早朝灌水の頃には用水温自体も最低水温を示し、こうした低水温の用水を灌漑する時には水田の水温と地温に大きな影響が与えられ、そのため昇温の回復に極めて長時間を要し、天候の如何によつては夕刻灌水より常に低い温度を示す可能性がかなりある事が考えられる。

したがつて冷水の影響度より強い早朝灌水は、夕刻灌水より温度に有利だとは単純に言えないのではないか。ことに用水温の程度によつては水稻に対する昼夜の温度反応の違い<sup>(2)(3)</sup>という事も考慮に入れる必要があり、

(457)

夜間は多少低温でも日中低温になるよりは良い場合が多いと思われる。その上節水灌漑の場合、水田は乾田の状態であるから夕刻灌水は水田面における夜間の輻射冷却の抑制に有効であろう。水稻の生育に対する影響をまだ確認していないので結論的な事は勿論言われないが、冷水害防止の方法として止水、あるいは間断灌漑を行なう時の灌水時刻としては、河川や沢水のように日変化の示される冷水を用水とする場合は夕刻灌水の方が早朝灌水より有利であろうと思う。

### 引 用 文 献

- (1) 後藤定年 (1950) : 灌漑時刻による冷水の影響 農土研18 (2)
- (2) 松島省三、角田公正 (1958) : 生育冬期の水温の高低並びにその日較差の大小が水稻の生育収量及び収量構成要素に及ぼす影響  
日作紀27 (3)
- (3) 松島省三 (1958) : 生育冬期の低水温の影響に関する試験  
農技試 作況研究室成績書
- (4) 宮本硬一、千葉文一 (1959) : 冷水地帯における灌漑法と水稻収量  
東北の農業気象 5
- (5) 矢吹万寿 (1957) : 水田水温に関する研究  
大阪府立大学紀要 7

## SUMMARY

With a view to find out available irrigation time in the cold-watered paddy field, an experiment was designed to measure the diurnal change of water and soil temperature in the cold-watered paddy field, is indicated when the time of irrigation on a day is different. The experiment was conducted at Izumi town, Miyagi prefecture, during the summer of 1959, and the following results were obtained; 1) When the cold water with diurnal change is flowed into the paddy field, a fall of temperature due to the morning irrigation (5h-7h) is larger than in case of the evening irrigation (18h-20h), and that, the resumption of temperature-rising in the morning irrigation is more required long time than in the evening irrigation. 2) As for the growth of rice plants the temperature during the day-time is of more important than the temperature at night, and accordingly, it may be argued that when the cold water with diurnal change is irrigated, the available time is in the evening.



# 水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究

## 第7報 登熟の地域性 (要旨)

阿部玄三 小野清治 和田純二 鳥山国土

青森県農業試験場

Ecological Studies on the Establishment of Regionality  
in Early Planting Culture and Great Harvest of Rice Plant  
Part 7. Regional differences of the ripening of rice.

I, ABE, K., ONO, J., WADA and K. TORIYAMA

Aomori Agricultural Experiment Station

### 1 緒言

筆者等は1958年以降、青森県における水稻の早期多収栽培の地域性を確立するために、毎年耕種条件を同一にした水稻ポット(土壌、肥料、苗の条件同一)を上北郡一帯及び津軽半島を主対象として県下20数地点に配置し、気象条件の地域的差異が水稻生育に及ぼす影響について研究を進めて来た。

(2)(3)(4)(5)(6)

これらの一連の研究結果はこれまで逐次発表して来たが、ここでは登熟の地域性について試験結果に基づき若干の考察を行つた結果を報告する。

(註、1957年にも予備的に地域を対象としてポット試験を行つている。)

### 2 試験方法

試験方法の概要は次のとおりである。

#### 1. 耕種条件

- (1) 供試品種 トワダ
- (2) 育苗法 ビニールトンネル式畑苗代(黒石本場で育苗)
- (3) 播種期 4月20日

- (4) 移植時期 5月26日(各地とも同時)
- (5) 肥料 1ポット当りN, P, K各成分で0.8g宛。
- (6) ポットの規格 約50万分の1アール(直径17<sup>cm</sup>, 深さ26.5<sup>cm</sup>)
- (7) 栽植密度 18<sup>cm</sup> × 22<sup>cm</sup> 1<sup>m</sup>当り25.3株, 1ポット2本植。

## 2 ポットの設置

- (1) ポットの設置地点 年次によつても多少異なるが3カ年とも上北郡及び津軽半島を主対象として、約20数地点で実施。
- (2) ポットの設置位置 各地点の平衡水温に達している水田に1地点6ポット宛設置。尚ポットの周辺に約3.3<sup>m</sup>にポットと同一の苗を植える。

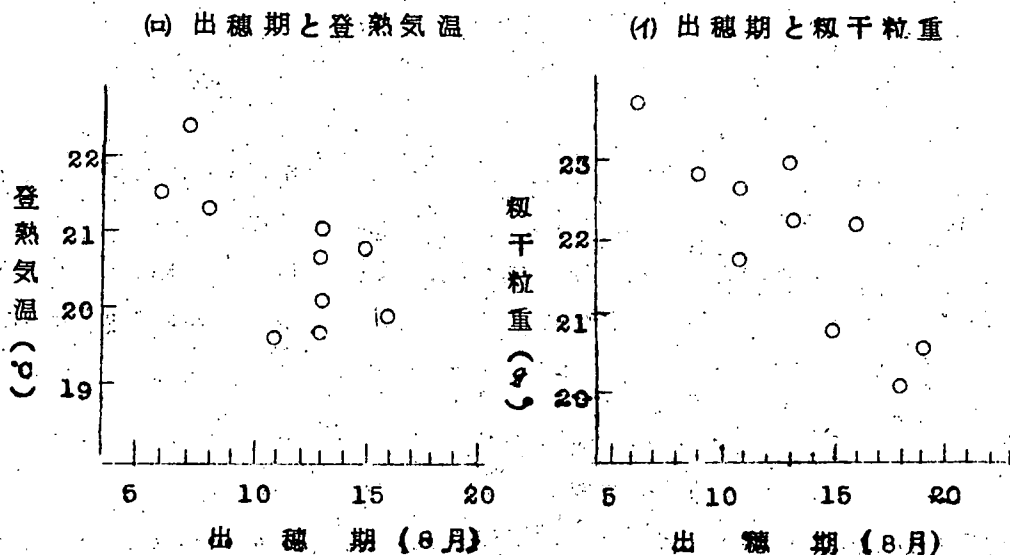
## 3 試験結果の概要と考察

### 1 出穂期と干粒重との関係

各地の出穂期の早晩と干粒重との関係を見ると第1図(イ)に示すとおりで出穂期の早い地点は一般に干粒重の重くなっている傾向が認められる。

第1図(イ)は1960年の結果であるが、この傾向は各年次とも共通しており、特に1957年は全般的に不順天候であつたために気象環境の良好な内陸地帯に比較して沿岸地帯及び高冷地帯の出穂遅延が著しく、そのため干粒重も内陸地帯に比較して沿岸地帯及び高冷地帯ではかなり減少し、登熟の地域的差異が顕著に認められた。1958年は生育の前半期に例年のように偏東風が卓越せず、各地とも好天候が継続したので出穂期の地域的差異が少なく、従つて干粒重は一般に重く地域的差異が少ない。更に1959年は出穂期の地域差が顕著であり、干粒重も全般的に増加したが、これは出穂期後の気温が高く日照時数も多かつたため(第1表参照)各地点とも1957, 1958の両年に比較して干粒重が重くなっている。各年次を総合して見ると、出穂期の早い内陸温暖地帯は干粒重の重くなる傾向が認められ、出穂の遅れる沿岸地帯と山間高冷地帯は内陸温暖地帯に比較して干粒重の軽くなっていることが判かる。

第1図 出穂期と籾干粒重並びに登熟気温との関係(1960)



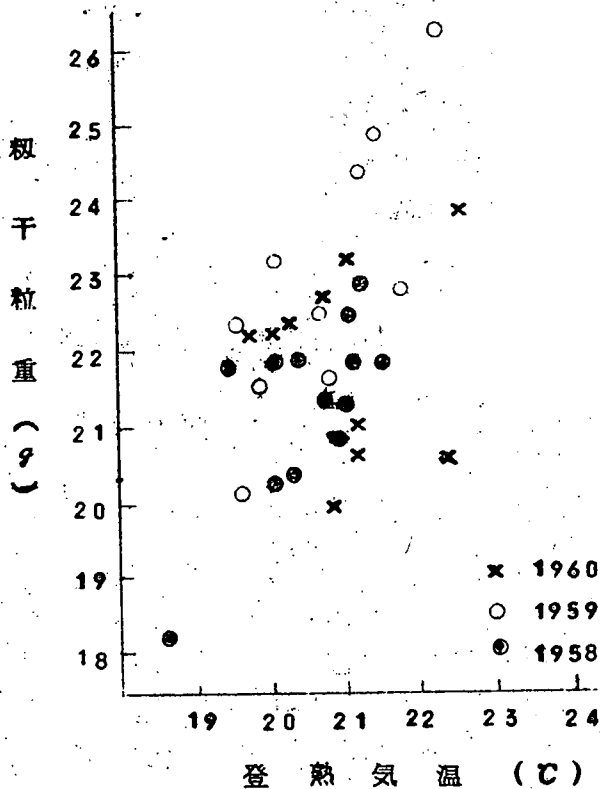
## 2. 登熟気温と出穂期との関係

各地点の出穂期と登熟気温(出穂期後40日間の最高、最低気温の平均気温)との関係を見ると第1図(a)に示すとおりで、出穂期の早い地点程登熟気温が高くなつており、出穂期の早い地点では早冷(秋冷)の危険を受けることなく登熟を完了するのに対して、出穂の遅れる沿岸並びに高冷地では出穂期当時は高温に経過する可能性が高いが、登熟過程において出穂期の遅れる程第6報<sup>(5)</sup>で指摘したように低温出現頻度が高く、従つて低温に遭遇する危険性のあることを意味する。

## 3. 登熟気温と籾干粒重との関係

更に登熟気温と籾干粒重との関係を各地点について見ると第2図に示す如くなり、登熟気温の高低が籾干粒重に直接的に影響していることが認められる。即ち登熟気温の高い内陸温暖地帯では登熟が良好に行われるため籾干粒重が重く、登熟気温の低い沿岸並びに高冷地帯では登熟が不良で籾干粒重の軽い傾向を示す。

第2図 粃干粒重と登熟気温との関係



従つて以上のことから、出穂期の早い内陸温暖地帯では登熟気温が高く、登熟気温の高いことにより登熟が良好となり粃干粒重が増加するのに対し、出穂期の遅延する沿岸並びに高冷地帯では逆に登熟気温が低く、登熟機能が不十分なために粃干粒重が減少することになる。

(1)  
田中稔氏が藤坂試験地で行つた試験結果では、登熟気温が18°Cから24°C迄は温度の上昇と共に粃干粒重が直線的に増加し、それ以上高温になると粃干粒重の増加の仕方が緩慢な横ばい状態となり、登熟気温が18°C以下に低下すると粃干粒重が急激に減少することを指摘している。

同氏の研究は同一地点において栽培条件を変更して出穂期を異ならしめた場合の調査結果でありながら、地域を対象として試験を行つた本研究の結果

(463)

と合致した傾向を示していることは注目すべきことである。

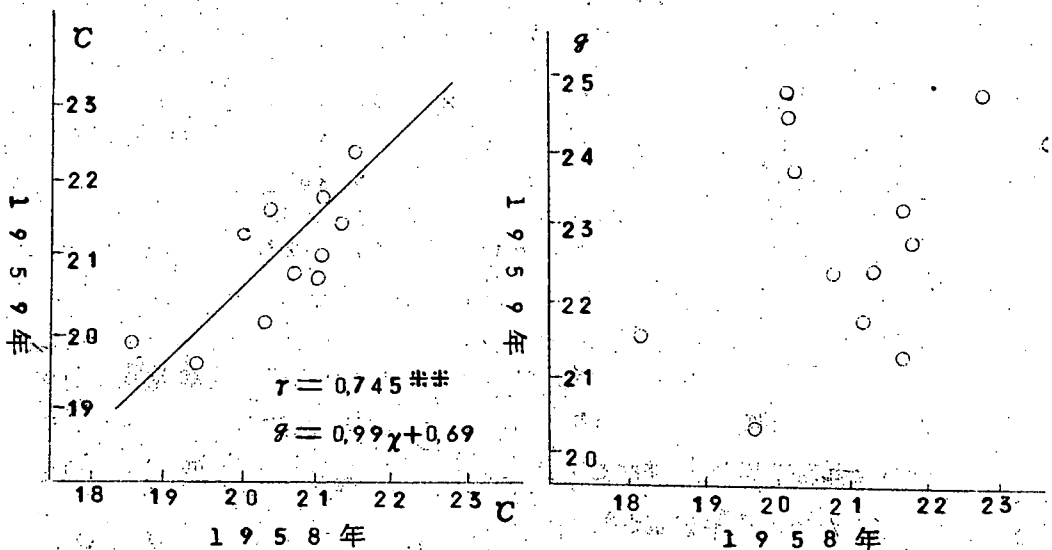
1958年と1959年の登熟気温を比較すると第3図(イ)に示す如くなり、1959年は各地とも総じて前年より登熟気温の高目なことが判かり更に兩年の収干粒重の比較を第3図(ロ)に示したが、これに依ると大部分の地点で1959年の収干粒重の重いことが認められた。

第3図(イ)、(ロ)から1959年の登熟気温が前年より1℃以上高温な地点では収干粒重が4g以上重く、又、登熟気温が兩年とも略同一であつても収干粒重の重くなつている地点も認められる。

第3図 登熟気温並びに収干粒重の年次比較

(イ) 登熟気温の比較

(ロ) 収干粒重の比較



次に兩年の登熟期間の日照時数を各地点について比較すると第1表に示すとおりで、1959年は前年よりも30~80時間、日照時数の多いことが認められる。

従つて、収干粒重の軽重には登熟期間の気温の高低が直接的に影響するが、二義的には日照時数の多寡が影響するものと考へられる。

更に、この外に着生総粒数の多寡等が粃干粒重に影響している場合も考えられる。

第1表 登熟期間の各地の日照時数

	市川	藤坂	六ヶ所	王戸	三戸	下小国	奥内	黒石	摺毛
1959年	156.4	200.0	203.6	232.8	202.8	225.0	250.1	246.9	194.1
1958年	132.4	156.1	143.9	166.1	149.2	138.9	182.2	200.5	—
両年の差	24.0	43.9	59.7	66.7	53.6	86.1	67.9	46.4	—

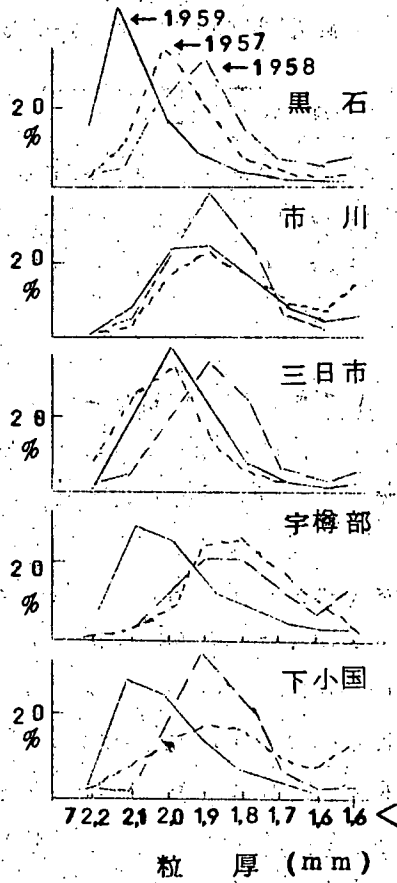
#### 4 粒厚別玄米重歩合

層米選別機の縦目を使用して粒厚別玄米重歩合を求めた結果は第4図に示すとおりで、低温のために出穂の遅れた1957年及び登熟気温の低い1958年に比較して1959年は粒の厚さの厚い分布が各地点とも多いことが認められる。

特に目立つことは気象条件の良好な黒石や南部内陸地帯の三日市では粒の厚さの厚い部分が多いが、このことは良質の玄米の生産されることを意味する。太平洋沿岸の市川では粒厚の分布がなだらかな山を形成し層米が多いが、年次による変異は比較的少ない。これは偏東風の卓越する太平洋沿岸地方では登熟期間中の気温の低いことの外に、種々の文献に示される気温較差の少ないことも内陸部に比較して登熟が良好に行われ難い原因となつているものと考へられる。

更に高冷地の字樽部（標高約400米）及び偏東風の卓越する津軽半島の下小国では粒厚別玄米重歩合の分布が年次により著しく異なり、登熟期間の気温の不安定性を示しており冷害の危険性の強いことが判かる

第4図 粒厚別玄米重歩合



4. 結 語

以上述べたことを要約すると、青森県に於ける水稻の登熟の地域的並びに年次的変異を見ると既に指摘せる如く、太平洋沿岸地帯及び高冷地帯では出穂が遅延し易く、従つて登熟期間の気温が低下し易く、これに伴つて粒重が軽く、不稔歩合も屑米重歩合も高く、収量も減少する可能性が高い。これに対して、気象環境の良好な内陸部では出穂も早く、登熟期間の気温が高く、従つて収干粒重が重く、収量も多くなつている。

更に生育の年次的変異は気候の温和な内陸地帯で少なく、太平洋沿岸並びに高冷地の不良気象環境地帯で甚しいことも既に報告したものと合致し

た結果を得たが、本報では特に登熟の地域性について考察した。

不良気象環境地帯では低温のために出穂が遅延し易く、必然的に登熟期間の気温が低下し易く、登熟が不良となり、結果的には粳干粒重が軽くなり、屑米重の増加する危険性が内陸平坦地よりも高い。

それ故に、斯る不良気象環境地帯ほど健苗の早期育成による早植栽培の効果と意義は平坦地に比較して大なるものがあり、冷害対策として著しい効果を示して来たものと考へられる。

### 参 考 文 献

- (1) 田中 稔、和田純二：水稻冷害の実際的研究 第16報 出穂期から見た水稻の登熟 日本作物学会 東北地域談話会 (1956)
- (2) 阿部、鳥山、和田、小野：気象の地域的特徴が作物生育に及ぼす影響 (第1報、第2報) 作物学会東北支部会報1号 (1958)
- (3) 阿部、小野、和田、鳥山：水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究 (第1報) 農業気象16巻3号 (1960) 並びに東北の農業気象5号 (1961)
- (4) 同 上：同 上 (第2報、第3報) 農業気象17巻1号 (1961)
- (5) 同 上：同 上 (第4報、第5報、第6報) 作物学会東北支部会報第3号 (1961)
- (6) 阿部、小野、和田、鳥山：水稻の早植栽培に於ける気象と生育 東北地域農業研究第3号 (1961)



### Summary

The authors carried out the experiments in 1957, 1958, 1959 and 1960 to make clear the relationships between the regionality of climate and the growth of rice plants in Aomori prefecture.

In this report, we described on the regional differences of the ripening of rice, chiefly. The results are as follows;

- (1) There were close relationships between the regional differences of the heading dates of rice and the weight of 1,000 grains throughout four years observations.
- (2) The heading dates of rice were close relationships with air temperature of ripening periods, and the weight of 1,000 grains.
- (3) In those districts of seashore and high lands there were observed that the heading dates were retarded, 1,000 grains weight were decreased to comparing to those of the inner district places, owing to the low temperature in summer and autumn.

# 水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究

第8報 高冷地における水稻生育の特徴(要旨)

阿部玄三 小野清治 和田純二 小田桐光雄

青森県農業試験場

Ecological Studies on the Establishment of Regionality  
in Early Planting Culture and Great Harvest of Rice Plant  
Part 8. Characteristic growth of rice Plants in high lands

I, ABE, K, ONO, J, WADA and M, ODAGIRI

Aomori Agricultural Experiment Station

## 緒言

青森県においては近年急速に水稻の栽培技術が進歩し、これ迄に屢々見られた冷害気象の脅威を著しく軽減緩和せしめるに至つたが、尙残された冷害危険地帯として高冷地と偏東風卓越地帯とがあげられる。

斯る不良気象環境地帯における水稻栽培の安定が向上を計かることは当面せる重要課題の一つである。

本研究は高冷地における気象特性並びに水稻生育の特徴の解明を行い、冷害危険地帯の水稻栽培の安定向上に寄与せんがために、1959年に実施したものであつて、1958年以降筆者等が実施している水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究の一環をなすものである。<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>

## 2 試験方法

耕種条件を同一にした水稻ポットを高冷地と平坦地に配置して、水稻の生育相を解析的に検討するために次の如き試験方法をとつた。

### (1) 耕種条件

(I) 育苗：ビニールトンネル式畑苗代にて黒石で育苗。4月21日播種

(469)

(II) 供試品種：トワダ

(III) 供試土壌：黒石本場の土壌

(IV) 供試ポットの規格：約50万分の1アール（直径17cm、深さ26.5cm）、トタン製。

(V) 肥料：1ポット当りN、P、K各成分で0.8g宛。

(VI) 移植時期：5月26日。

(2) ポットの設置要領

各地点とも冷水の影響のない水尻近くの水田にポットを設置する。栽植距離は18cm×22cm（1㎡当り25.3株）、1ポット2本植。

(3) ポットの設置地点並びに試験区の構成

(I) 黒石本場

(II) 平賀町摺毛（奥羽山系の標高350mの高冷地）

(III) 藤坂試験地

(IV) 十和田町宇樽部（十和田湖畔の標高400mの高冷地）

尚、栄養成長から生殖成長への転換点に当る7月15日に次の如くポットの地点間移動を行つた。

黒石⇄摺毛      藤坂⇄宇樽部

従つて試験区の構成は第1表に示す如くなる

第1表 試験区の構成

試験地略号	ポット所在地
K K	全期間黒石
K S	前期黒石、後期摺毛
S K	前期摺毛、後期黒石
S S	全期間摺毛
F F	全期間藤坂
F U	前期藤坂、後期宇樽部
U F	前期宇樽部、後期藤坂
U U	全期間宇樽部

### 3 試験結果の概要と考察

#### (1) 1959年の気象概況

4、5月は高温裡に経過したが6月に入ってから低温、寡照、多雨の不順天候が継続し、一時的に冷害気象が憂慮された。7月の気温は平年並であつたが日照少なく、特に7月末にはかなりの低温が出現し、8月も前半は低温寡照に経過したが後半には天候が回復し、以後9月、10月は平年並乃至稍良好の気象経過を示し、特に水稻の登熟期間の天候は極めて順調であつた。

全般的に見て1959年は良好な天候ではなかつたが、水稻の生育収量には大きな支障のない天候経過であつた。

以下、黒石と摺毛の場合を主として記述する。

(471)

第2表 摺毛と黒石の気象比較 (1959) (摺毛)

月	半旬	気 温 (°C)			降 水 量	日 照 時 数	水 温	
		最 高	最 低	平 均			最 高	最 低
6	1							
	2	19.0	11.4	15.2	25.3	5.2	24.9	12.5
	3	17.1	9.1	13.1	47.3	20.6	26.3	9.5
	4	21.3	11.5	16.4	2.7	18.1	29.2	13.8
	5	20.8	13.6	17.2	18.8	14.4	29.8	13.4
	6	23.5	13.3	18.4	16.4	23.7	33.2	14.0
	月							
7	1	22.2	14.9	18.6	46.6	8.1	27.6	16.2
	2	23.8	17.3	20.6	60.4	10.7	30.0	18.3
	3	23.1	14.7	18.9	42.1	20.3	32.0	16.8
	4	25.0	15.9	20.5	1.3	16.2	28.8	15.4
	5	25.6	17.9	21.8	9.8	16.6	28.9	17.0
	6	25.3	13.5	19.4	0.8	18.1	30.7	14.3
	月	24.1	15.7	19.9	160.2	90.0	29.6	16.3
8	1	25.0	16.3	20.6	20.6	25.9	25.5	15.6
	2	24.1	15.8	19.9	10.8	23.5	25.4	15.9
	3	23.9	17.1	20.5	28.1	15.4	24.2	15.4
	4	27.6	18.9	23.3	0.2	22.3	27.2	19.5
	5	25.4	16.0	20.7	22.2	25.2	24.6	16.0
	6	26.1	18.7	22.4	52.7	37.4	26.4	17.4
	月	25.4	17.1	21.2	135.6	149.7	25.6	16.6
9	1	23.8	15.1	19.5	14.8	23.8	25.6	18.1
	2	22.7	15.2	19.0	34.1	14.5	22.8	16.8
	3	23.0	14.1	18.5	19.4	23.7	23.5	16.0
	4	24.0	15.2	19.6	10.0	32.9		
	5	19.2	9.8	14.5	44.4	22.7		
	6	17.6	12.8	15.2	72.5	10.5		
	月	21.7	13.7	17.7	195.2	128.1		
10	1	19.2	10.8	15.0	13.7	13.4		
	2	16.4	4.9	10.7	-	26.6		
	3	15.9	8.5	12.2	25.9	13.2		
	4	13.9	3.0	8.5	2.7	22.0		
	5	14.1	2.2	8.1	26.2	18.4		
	6	13.8	5.4	9.6	11.4	23.6		
	月	15.6	5.1	10.7	79.9	117.2		

(472)

(黒石)

月	半旬	気 温 (℃)			降水量	日照時数	水	
		最 高	最 低	平 均			最 高	最 低
6	1	18.7	11.0	14.9	34.8	28.0	29.4	12.6
	2	19.7	13.1	16.4	11.4	15.7	27.6	14.8
	3	21.0	10.8	15.9	34.3	26.3	28.4	12.2
	4	20.2	13.9	17.0	35.0	28.7	27.0	15.3
	5	20.2	13.9	17.1	34.6	16.5	29.4	15.7
	6	25.0	15.5	20.3	0	35.6	32.3	17.0
	月	20.8	13.1	16.9	118.6	150.8	29.0	14.6
7	1	21.3	16.1	18.7	26.3	15.4	26.2	18.1
	2	26.2	19.1	22.7	53.2	16.7	26.7	19.6
	3	24.4	17.4	20.9	0.3	20.4	25.5	18.1
	4	25.2	17.9	21.6	1.7	23.2	25.0	19.0
	5	27.7	20.7	24.2	4.7	26.4	26.7	21.1
	6	27.3	17.3	22.3	1.4	63.7	26.0	18.3
	月	25.4	18.1	21.7	87.6	165.8	26.0	19.0
8	1	25.9	19.1	22.5	9.6	29.9	26.2	20.9
	2	23.8	17.4	20.6	40.1	29.0	24.0	19.4
	3	27.0	18.6	22.8	25.1	27.7	24.5	18.6
	4	30.1	21.5	25.8	6.9	35.0	26.6	21.3
	5	27.1	18.3	22.7	3.5	36.2	25.7	19.4
	6	28.0	19.4	23.7	40.6	38.9	25.9	19.7
	月	27.0	19.1	23.1	103.2	196.7	25.5	19.9
9	1	25.5	16.6	21.1	4.3	33.2	23.6	17.8
	2	24.5	16.2	20.4	33.2	18.5	24.0	17.1
	3	25.3	16.3	20.8	11.9	38.4	/	/
	4	26.5	16.3	21.4	8.2	41.5	/	/
	5	20.1	12.7	16.4	22.6	22.8	/	/
	6	19.3	12.7	16.0	58.8	14.3	/	/
	月	23.5	15.1	19.3	139.0	168.7	/	/
10	1	21.2	12.9	17.1	9.6	20.8	/	/
	2	19.1	8.7	13.9	1.9	30.9	/	/
	3	17.7	9.7	13.7	23.1	26.7	/	/
	4	17.0	6.7	11.8	3.5	32.5	/	/
	5	16.5	4.3	11.4	16.4	27.4	/	/
	6	16.2	6.9	11.6	4.8	29.3	/	/
	月	17.9	8.5	13.2	59.3	167.6	/	/

(473)

## (2) 黒石と摺毛の気象比較

高冷地の摺毛と平坦地の黒石について1959年の気象を比較すると第2表に示すとおりで、平均気温で2℃前後摺毛の方が低温で、最高気温も最低気温も共に摺毛の方が低い。両地間の温度差は最低気温の方が稍大きい。

又、日照時数では摺毛の方が1日平均約1時間少なく、降水量も稍多く摺毛が低温寡照多雨の所謂山間高冷地の気候特徴を示していることが判かる。

尚、第2表に示した両地点の水田水温は共に平衡水温に達したものの比較であるが、生育前期における最高水温は両地間に大差ないが、7月以降摺毛の最高水温が黒石よりも著しく高温を示すことが認められる。これは両地間の水稻の生育量に差があるので(黒石の繁茂量大)、水田地面に達する日射の透過量が異なるためである。最低水温では黒石の方が絶えず高く、特に7月下旬から8月前半にかけて両地間の差の増大することが認められる。

従つて耕種条件を同一にした水稻の生育には斯る両地間の気象並びに水温差が影響していることになる。

## (3) 水稻の生育経過

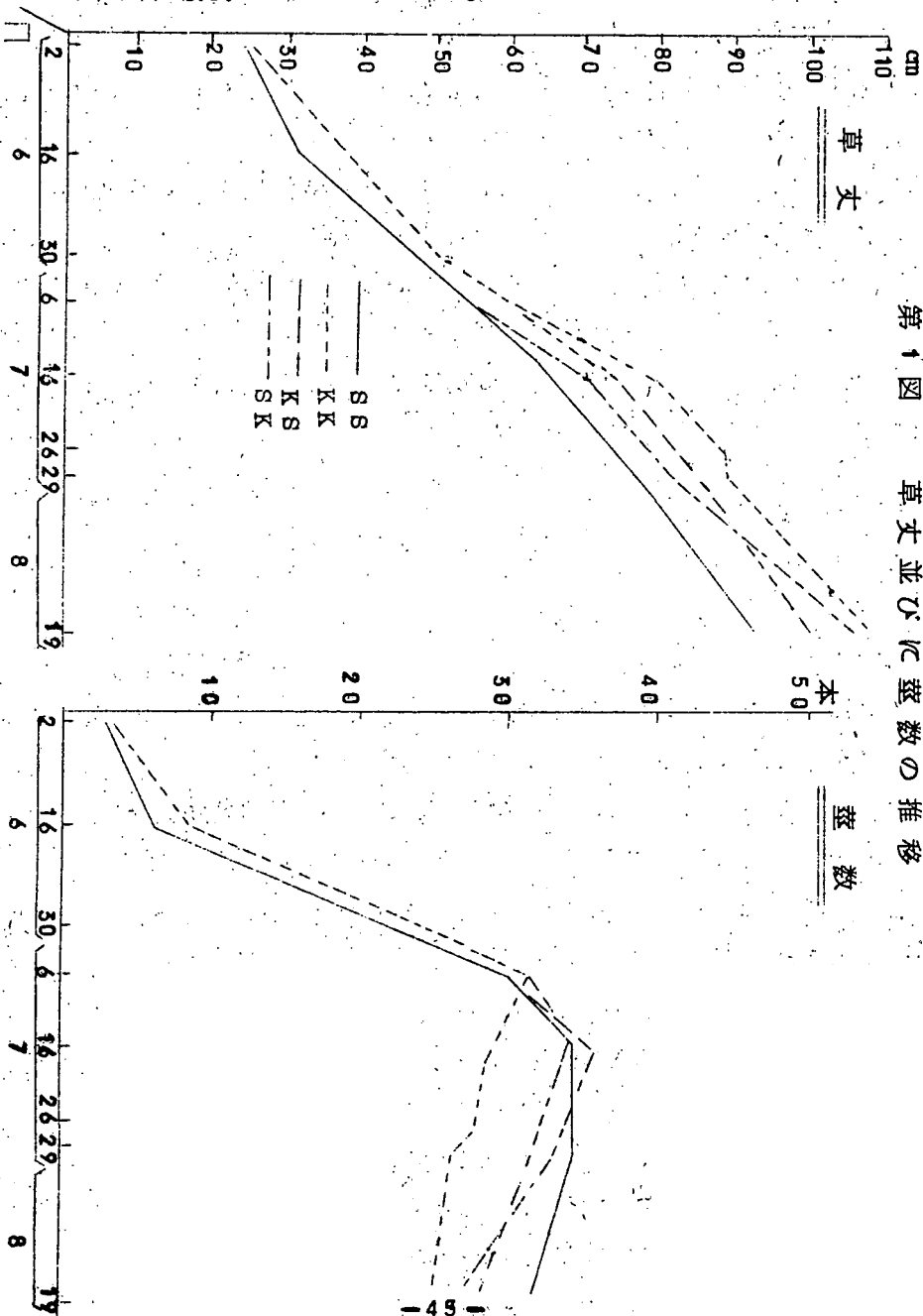
第1図に各区の草丈、莖数の増減の経過を示した。

第1図によると草丈の伸長ではKK区が最も優り、SS区が最も劣り、高冷地から平坦地に移したSK区は移動後の伸長が著しく成熟期にはKK区に近い草丈を示すことが判かる。平坦地から高冷地に移したKS区は移動後の伸長が緩慢となり、KK区とSS区の中間の草丈を示すことが認められる。

莖数について見ると、生育前記にはKK区がSS区に優るが幼穂形成期以後の減少が顕著で、穂数では生育の遅れていたSS区が最も多く、KK区が最も少なくSK区とKS区は前二者の中間の値を示した。

各区の出穂後の草丈と莖数は総じて逆の関係を示し、草丈の長いKK区は莖数が少なく、草丈の短いSS区は莖数が多く、SK区、KS区は草丈、莖数とも前二者の中間的数値を示すことが認められた。

尚、SK区とKS区は草丈、莖数の最終の姿は類似しているが、然しながら、生育後期において、SK区は草丈の伸長並びに莖数の減少の過程が共に急激であるのに対して、KS区は草丈の伸長並びに莖数の減少の過程が稍緩慢なのが特徴である。





(475)

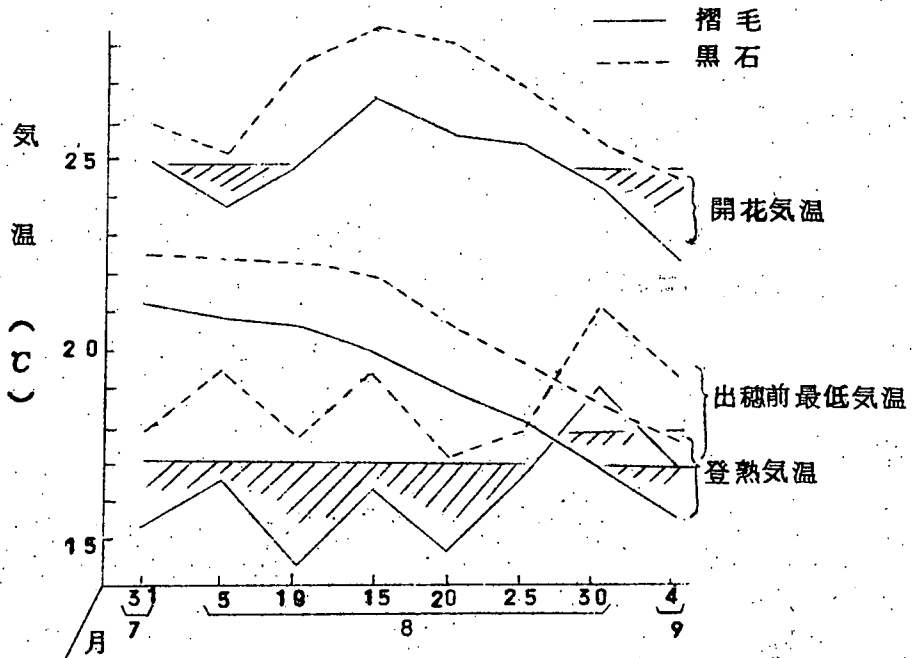
(4) 収量構成に關係の深い気象要素並びに収穫物調査結果

寒冷地における水稻の生育、収量は気温の高低によつて影響を受ける点  
が大きい、次に収量構成に關係の深い気温について各区を比較すると  
第3表に示すとおりである。又、収穫物調査結果を第4表に示した。  
第3表及び第4表によれば、出穂期までの気温の高い程出穂が早く（K  
K区最も早く8月5日、SS区最も遅く8月17日、KS区、SK区は  
共に8月12日）、又稈実重も重いことが判かる。

第2図に黒石と摺毛の1959年の安全出穂限界を登熟気温（出穂後  
40日間の平均気温）、開花気温（出穂後10間の平均最高気温）、  
出穂前気温（出穂前16—10日平均最低気温）の三者から定める方式  
を示した。

（注：開花気温は25℃以下、出穂期気温は17℃以下、登熟気温は  
18℃以下を障害温度とした）

第2図 摺毛と黒石の出穂安全限界（1959）



第2図及び第3表から、摺毛の安全出穂限界が極めて短かく、登熟気温の高いKK区及びSK区の登熟が良好に行われるであらうことが推察され、又、出穂前気温及び登熟気温の低いSS区とKS区は不稔歩合が高く、登熟も不良であらうことが推測される。

第3表 収量構成に關係の深い気温条件

区名	KK	KS	SK	SS
出穂期(月,日)	8, 5	8, 12	8, 12	8, 17
(植付~出穂)積算気温(℃)	1365.7	1455.9	1453.4	1509.0
出穂前40日間の積算平均気温	865.7	799.2	844.6	696.8
出穂前10-16日の平均最低気温	19.5	14.2	18.9	16.0
出穂後10日間の平均最高気温	25.2	25.7	28.9	25.4
出穂後40日間の平均最高気温	22.3	20.2	22.4	19.2

第4表 収獲物調査結果

区名	稈長	穂長	穂数	一穂重	総重	稈重	稈実重	稈実重 千粒重	不稔 歩合	稈実重 歩合
	cm	cm	本	g	g	g	g	g	%	%
KK	74.8	14.6	24.3	2.48	107.9	48.4	57.3	26.12	6.2	53.1
KS	71.0	15.1	27.0	1.76	110.8	63.2	44.6	26.41	31.9	40.3
SK	75.3	17.4	28.0	2.48	118.1	48.7	33.0	25.45	9.7	27.9
SS	73.3	16.0	30.3	1.40	120.9	78.3	27.2	20.06	53.6	22.5

第4表に示した収獲物調査結果でも前述の推論の妥当性が首肯される。即ち、登熟気温の高いKK区、SK区の千粒重が重く、又出穂前10-16日の最低気温の低いSS区は50%以上の高い不稔歩合を示し、次でKS区が30%以上の不稔歩合を示した。

尚、KS区は登熟気温が低いにもかかわらず、千粒重が最も重いのは

(477)

不稔粒を多発したために一種の補償作用を生じたものと考へられる。又 1959年の如き気象条件下では K S 区は S K 区に比較して一般に水稻の生育が充実しており健全性を維持していると見られた。

従つて、これらのことから高冷地においては栄養生長期の生育の良否がその後の生育並びに収量に及ぼす影響は甚大で、生育前半期の気象条件の良否が水稻生育に及ぼす影響は極めて大きく、特に初期生育の促進を計かること(本田の肥培管理と水温上昇)が肝要であると考えられる。

本試験では黒石で育苗した苗を使用しているが、高冷地においては、春季に低温の出現頻度が高いので健苗育成に細心の注意を払う必要のあることは申すまでもない。

#### (5) 藤坂と宇樽部との場合

藤坂と宇樽部との両地間の水稻ポットの移動試験の結果については詳細を省略するが、大綱的に云えば黒石と摺毛との場合に類似している。

但し、宇樽部は摺毛よりも標高高く低温を示すので、低温障害は摺毛の場合よりも甚大であつた。

次に注目すべき点について記述すると次のとおりである。

(イ) 黒石、藤坂、宇樽部の3地点について収獲時の稲の分蘖を次位別に比較すると、黒石と藤坂では比較的差異が少ないが、宇樽部では一次分蘖の夭折が目立ち、生育遅延と後期の好天候により高次の節位迄も二次分蘖の有効化していることが認められた。

(ロ) 宇樽部(UU区)では不稔歩合が60%以上に及び、宇樽部から藤坂へ移動したもの(UF区)は不稔歩合が40%程度に減じた。

藤坂(FF区)では不稔歩合が10%以下であるが、藤坂から宇樽部へ移動せしめたもの(FU区)は不稔歩合が20%近くに増加した。又、収干粒重も気象環況の変更によつて顕著な差異を生ずることが認められた。

#### 4. 結 語

耕種条件を同一にした水稻ポットを平坦地(黒石と藤坂)に、又、高冷地では摺毛と宇樽部の各水田に配置し、幼穂形成期に平坦地と高冷地のポットを移動せしめて水稻の生育相の変異について追究した結果、次の諸点

を明かにした。

- (1) 高冷地では平坦地に比較して初期生育が遅延し、草型が小さく収量も少ない。幼穂形成期に平坦地と高冷地とで交互にポット移動せしめたものは平坦地と高冷地の中間的生育を示す。
- (2) 気温と水稻生育とは密接な関係があり、特に出穂前気温は不稔歩合と登熟気温は干粒重と関係が深い。
- (3) 生育後期に平坦地から高冷地に移動せしめた場合は高冷地から平坦地に移動せしめた場合よりも一般に水稻生育の健全性が維持されていると見られる。

然しながら、これらのことは気象の年次的特徴によつて変化する可能性<sup>(2)(5)</sup>があり、1960年以降も同様の試験を継続実施中であるので、それらの結果を加えて改めて総合的に考察する所存である。

#### 参 考 文 献

- (1) 阿部，鳥山，和田，小野：気象の地域的特徴が作物生育に及ぼす影響（第1報，第2報）作物学会東北支部会報1号（1958）
- (2) 阿部，小野，和田，鳥山：水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究第1報～第3号 農業気象16巻3号（1960）並びに東北の農業気象第5号（1960）及び農業気象17巻1号（1961）
- (3) 同 上：同 上（第4報～第6報）作物学会東北支部会報 第3号（1961）
- (4) 阿部，小野，和田，鳥山：水稻の早植栽培における気象と生育 東北地域農業研究第3号（1961）
- (5) 羽生寿郎，小野清次：農業気象に関する研究 第4報 青森県農試研究報告 第5号（1961）

### Summary

In 1959 and 1960, the experiments were carried out to make clear the characteristic growth of rice plants in high lands at Surige (Hiraga town level 350 m) and Utarube (Towada town level 400m), compared with flat ground of inner district places (Kuroishi and Fujisaka) in Aomori prefecture.

In order to investigate the effect of meteorological conditions on the late developmental stage of rice plants, the exchanging method of plants in pots between high lands and inner district places. Obtained results are as follow. In the high lands there were observed that first developmental stage of rice plant was inferior to inner district places and the heading dates were retarded, 1,000 grains weight were decreased, and consequently the yielding were also decreased comparing to those of inner district places.

## 水稻生育に関する農業気象学的研究

- a 水田水温の分布について
- b 水温と水稻苗の発育，発根について
- c 水温と水稻の蒸散，吸水について
- d 水温と水稻の炭水化物含量の消長について

羽根田栄四郎

(山形大学農学部)

### Agro-Meteorological Studies on the Growth of Rice Plants

- a Distribution of water temperature in paddy field.
- b Effects of water temperature on the growth and the rooting ability.
- c Effects of water temperature on the transpiration and the water absorption.
- d Effects of water temperature on the change of Carbohydrate Contents of rice plants.

E. HANEDA

(Faculty of Agriculture, Yamagata University)

## I 緒 言

作物の収量は品種，栽培技術，環境の三要因によつて決定される事及び環境要因中気象的因子はその主たるものである事は周知の通りである。

ここに気象的因子を Geiger, R. によつて示唆された微気候的概念で把握する時に灌漑水を用いた水田においては水田微気象と謂われる特殊環境が構成される。

(481)

水田微気象と水稻の生育の相互関連性の大きなることは論を待つまでもないが、従来この方面の研究は自然現象の物理的解析が主に進められた感が深い。

ここに筆者は水温、地温を中心として、両者の関連を究明しつつあるが、紙面の都合上その一部を概報する。

## II 実験結果

### a 水田水温の分布

水田内の水温分布を明らかにすることは、肥培管理上重要である。

1959年北大教授八嶽利助氏の御指導を賜わり、冷水灌漑地帯の湛水田、掛流水田の水田分布について調査し、農業土木学会及び山形農林学会報に報告したが、その後更にサミスター水温計により詳細に調査し、又朝、夕灌漑による水田内水温の日中変化について調査した。

調査は山形県庄内平野を南北に流れる赤川上流にある赤川土地改良区連合の客土試験水田において行つた。調査地の用水路水温は才1表に示す如くで、灌漑水温は低温である。

才1表 調査地の用水路水温

	7月中旬	7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬
最高	23.3	22.2	23.1	21.3	19.8
最低	16.3	17.0	17.3	16.4	16.4
平均	19.8	19.6	20.2	18.8	18.1

従来の研究より水田水温は次式で示される如く日射の影響が大きいものである。

$$c\rho h \frac{D\theta}{Dt} = \sigma R - H - LF - C$$

然るに本調査期間は分けつ盛期より出穂初期に相当し、草丈は6 & 7 cm ~ 8.5 cmで、才2表に見られる如く、株間日射量の減衰が大きく、水面到達日射の影響は僅少であつた。

才2表 8月7日 晴天日の水田中央部の日射量

時間 位置	9	10	11	12	13	14	15	16	17
草丈 (150cm)	0.72	0.80	0.80	0.79	0.97	0.61	0.52	0.40	0.27
草間 (50cm)	0.30	0.34	0.65	0.23	0.25	0.18	0.15	0.10	0.07
水面上 (-10cm)	0.12	0.17	0.15	0.15	0.16	0.09	0.07	0.05	0.03

湛水田においては水田内水温は湛漑後の時間の経過と共に温度差が小さくなり、夜間の温度分布は水田中央部に高温域が出現した。

一方対角状の掛流水田では水田内水温差は大きく、特に最高気温出現時の14時頃に最大となり、その温度分布は水口を中心とした略々同心円的の分布をなした。水温の上昇率は水口より水田中央部に到る間に大きくなり、熱交換の大きいことがうかがわれる。又死水域は水口、水尻の反対角の畦畔近くに現われた。これらの傾向は前回調査結果と同様である。

湛水田の湛漑中及び後の等温線分布を調査した結果、湛水中は掛流区と同型の水温分布を示し、湛水中止後は低温域は水口附近より中央部に移動し、時間の経過と共に水温差が小さくなる。以上の結果は坪井、矢吹等の実験と同傾向を示すものと言える。

水田内水温分布は湛漑法によつて異なり、従来水温上昇の湛漑操作法として、分散湛漑、水口変更等が行われているが、水田内水温差を少なくすることが、水稻生育上大切である。水田環境の主体は水温であるから水温の調節は水田環境調節の才一步である。

#### b. 水温と水稻苗の生育、発根について

水稻栽培において健苗の育成は重要な課題であるので、育苗期の地水温が苗の素質に与える影響について調査した。

品種は農林4-1号で、砂耕法によつて育成したものを供試した。5万分の1ポットに50粒ずつ播種し、才2葉期より屋外の恒温水槽(30°C, 25°C, 20°C, 15°C)に入れて温度処理を行つた。処理期間は2週間である。処



(483)

理条件は昼夜恒温と変温とである。

草丈： 高温程大きく，低湿で小さくなり，15°C下では顕著な生長抑制が見られた。

変温した場合には日中高温を変温下では大きく，日中低温な変温下では小さいが，25°C~20°C区では生長は幾分良好である。また変温した場合は恒温下におけるよりも小さくなる。

夜間温度を昼間温度よりも高くした変温処理では夜温が高い程草丈が大きくなる。即ち草丈は昼温よりも夜温の高低に影響される。

苗令は草丈と同傾向を示し，莖数は低温程多くなり，恒温よりも変温下で増加し，夜高温変温下で少なくなつた。

即ち夜温が低温な程莖数が多くなる傾向を示す。

才3表 温度処理による草丈の比較 (1958, 10個体平均)

区別	恒温区			変温区			夜高温変温区		
	30	25	15	30 25	30 15	25 15	25 30	15 30	15 25
草丈 cm	369	320	154	314	221	218	326	292	272

才4表 温度処理による草丈の比較 (1959, 10個体平均)

区別	恒温区				変温区					
	30	25	20	15	30 25	30 20	30 15	25 20	25 15	20 15
草丈 (cm)	258	270	268	141	265	272	202	244	215	202
才1回										
才2回	302	314	275	214	287	286	226	270	227	222

以上の実験より温度較差の大きい事及び夜温が15°Cでは生長の抑制が顕著であることが認められた。榎本は水温22°C以下では生長抑制が顕著

であることを指摘している。

苗の生長が地水温によつて影響されることは既に東条の実験にも見られるが、これは長谷川、丁等の示唆する如く、生長点が温度に影響された結果と考えられる。また生長の基質となる炭水化物量は草丈の大きい程葉鞘基部（根際より3cm）の含量が少なくなり生長点の活性が高いことを裏書きする。

#### 発根について

発根の良否は活着及びその後の生育、収量に影響するもので、従来地上部乾物重や全糖+澱粉+全窒素又はascorbic acid oxidase活性等と比例的関係があることが知られている。

育苗地温の異による苗の送根は1958年の実験では低温育苗のものが優り、変温育苗のものは恒温育苗のものより優つた。夜高温変温のものは劣る傾向を示した。

1959年の実験では恒温区では25°C、変温区では25~20°Cのものが夫々優つた。恒温区よりも変温区育苗が優ることは前年同様である。

兩年の低温下の傾向が異つたのは苗の生育の異によるもので1959年には生育が遅くれた結果低温下の送根が劣つたものと考えられる。

この送根の傾向は葉鞘及び葉鞘基部の全糖量の多いもの程優ることが認められた。

従つて移植数日前に生育を阻害しない程度の低水温管理をなすことは相見、西内の実験からも明らかな如く炭水化物の葉鞘基部への転流蓄積を大きくして移植時の送根を促進する事が推察される。

#### 水温と水稻の蒸散、吸収について

1957年水温と苗の蒸散量について本会で予報したが、その後生育期別に3~4日間の処理を行つて調査したので報告する。

幼苗期、分けつ期、穂孕期、乳熟期のものについて30°C、25°C、20°C、15°Cの温度処理を行つた結果、生育初期は20°C、後期には25°Cで蒸散が多くなる傾向を示した。この傾向は前回同様である。Clementsはヒマワリの実験で地温が25°Cで最大が見られて居り、馬場は37°Cで根の障害を起し減少することを指摘して居る。又山川は根の原形質流動

(485)

の適温を25℃位であるとして居る事等から実験結果の妥当性が裏付けされよう。蒸散に対して地温が影響するのは体内水分の均衡を保つように自体の調節作用が働らくためと考えられる。

吸水量は蒸散量と同傾向を示した。これは受動的吸水によるためであろう。

次にO<sup>2</sup>の補給の影響については各温度段階においてO<sup>2</sup>補給は両作用を増大したが、15℃区では両作用は顕著に抑制され、O<sup>2</sup>補給の影響も少なかった。

水温と水稻の炭水化物含量の消長について

各温度下で育苗した幼苗の炭水化物含量は才5表の如くである。

才5表 温度処理による苗の炭水化物量 (%mg, Dry)

区 別	恒 温 区			変 温 区			夜 高 温 変 温 区			
	30	25	15	30 25	30 15	25 15	25 30	15 30	15 25	
一九五八										
葉 身	63	153	134	104	121	191	160	120	197	
葉 鞘	147	67	250	147	136	235	135	155	183	
根	84	135	216	140	130	220	143	177	239	
一九五九										
葉 身	78	194	141	65	114	140				
葉 鞘	140	302	332	307	273	300				
根	19	52	167	140	124	156				

即ち、恒温区では低温程葉身に少なく、葉鞘、根に多く蓄積が見られ、高温区では各器管に少なくなる傾向がある。

変温によつて恒温よりも葉鞘、根の炭水化物が多くなる。これは物質消耗が高温下で盛んとなり低温下で少ないことを考え併せるならば当然であろう。

夜高温変温の場合は根に多くなる傾向が見られ、葉鞘の含量は減少した。その程度は高温な程大きくなる。

白倉は冷水灌漑によつて地上部の炭水化物含量の増加が見られ、これは葉鞘における代謝能の減退によることを指摘しているが、本実験結果と

は一致しなかつた。これは生育時期の異いによるものであろう。

根は植物の生長と調和のとれた物質代謝を営むために欠くことの出来ない要因であると言われる。最近稲作において地下環境の調節は可能な段階に進みつつある。ここに地温と2.3の生理作用について記述したが、後日取まとめて報告する予定である。

## 太陽輻射の波長別測定

加藤 愛 雄

東北大学理学部

鈴木 木 務

東北大学農学研究所

太陽輻射の輻射量を連続測定することは農業気象にとって重要な問題の一つである。

著者はこの太陽輻射を波長別に分けて各波長域についてその輻射量を連続に測定した。

波長に対しシャープな透過性質をもつ色ガラスフィルター6個を用いて波長250 m $\mu$ から800 m $\mu$ までの波長域5分割して、水稻成育期間中を通じて連続測定した。

即ち250 m $\mu$ より長い波長域全部を透過するもの

450 m $\mu$ より長い波長域のみを通すもの

525 m $\mu$ より長い波長域のみを通すもの

575 m $\mu$ より長い波長域のみを通すもの

625 m $\mu$ より長い波長域のみを通すもの

675 m $\mu$ より長い波長域のみを通すもの

の6個のフィルターを用い各々のフィルターを透過した輻射をモルゴルチ

(487)

ンスキー型輻射計に当てて6打点式の自記電流計で自記記録した。

フィルターの特性は第一図に示してある。

観測は宮城県鹿島台の農場で行つた。

第二図にその結果の一部を示した。

昭和35年7月22日の例は快晴の日であるが記録に示すように日変化を示し大体波長別にその積分値も少くなる。7月25日の曇り時々雨の日の記録と比較すると波長の短い方即ち250m $\mu$ と450m $\mu$ の間の短波域の輻射量は雲による拡散等により著しく減衰することが云える。これに反し赤外域の輻射量はその割には減少しない事が注目される。

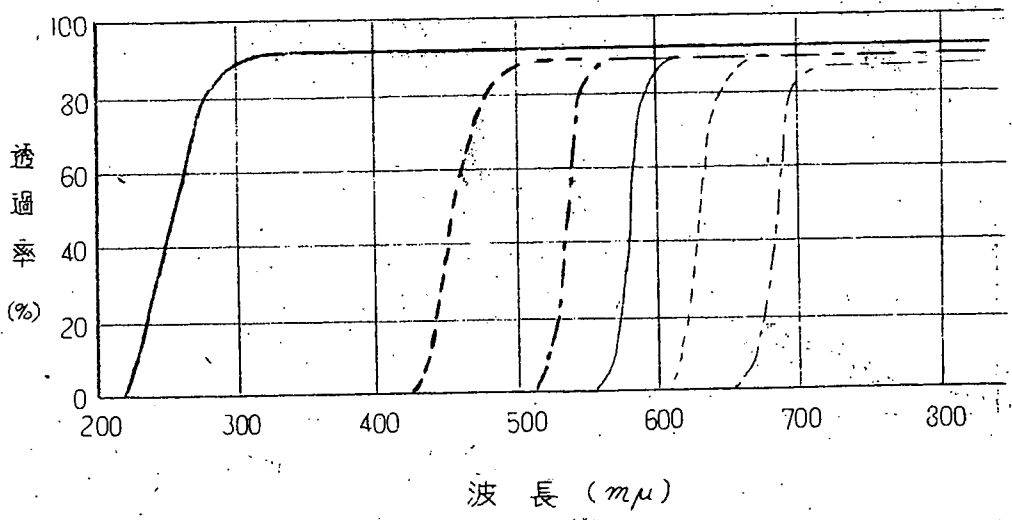
他の10月19日(快晴)と10月21日(曇)の日の記録についても同様のことが云える。

即ち雲による輻射の減衰は特に波長の短い方で著るしいと云うことになる。

尙観測値について検討中であるがここには結果の一部だけを報告した次第である。

※ - ☒

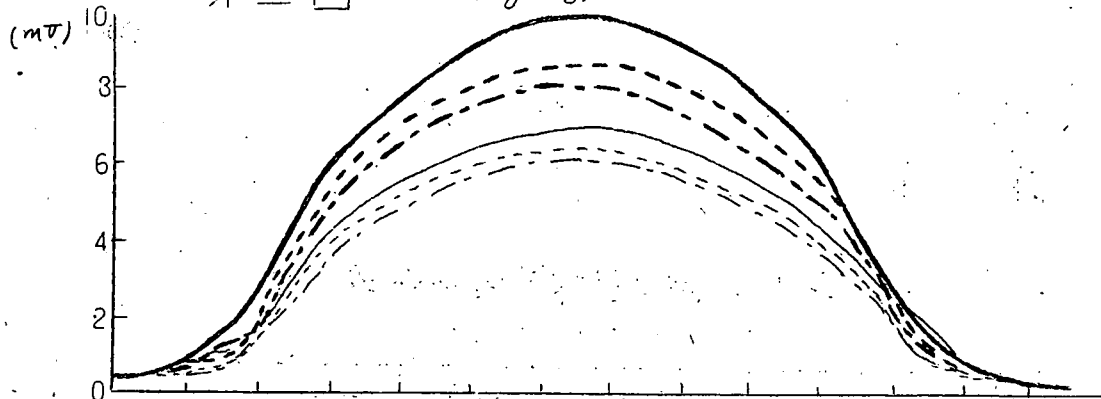
ATシリーズおよび紫外フィルタの一部



(489)

\* = □

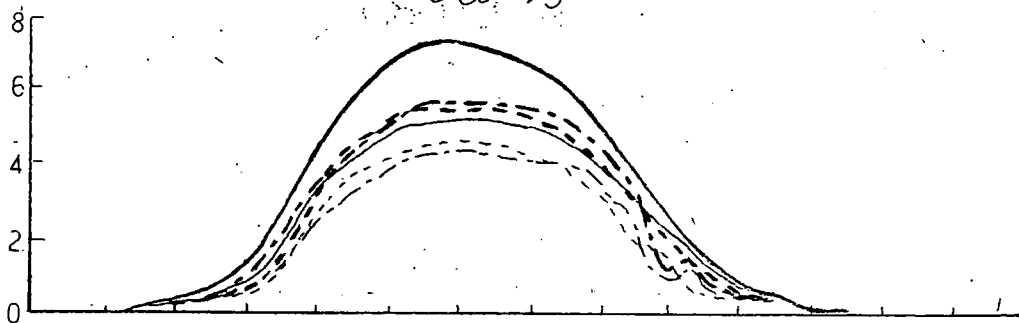
July 22



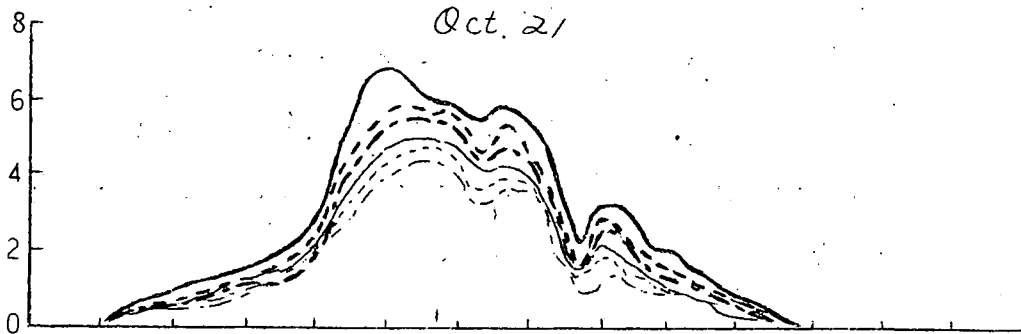
July 25



Oct. 19



Oct. 21



5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Observation of the Amounts  
of  
Solar Radiation

Yoshio Kato  
Geophysical Institute  
Tohoku University

Tsutomu Suzuki  
Agricultural Research Institute  
Tohoku University

abstract

The amount of the solar radiation of the following five range of the band of wave length was observed.

1. Amount of radiation of all band of wave length over 250 m .
2. Amount of radiation over the wave length of 450 m .
3. That of over the wave length of 575 m .
4. That of over the wave length of 625 m .
5. Amount of the infra-red over 675 m .

The amount of the radiation of rather short wave was much more decreased than infra-red wave on the cloudy day.



## てん菜の播種期決定方法についての農業気象的考察

伊 達 了

東北農業試験場

Agro-meteorological study on the determination method  
for the sowing date of sugar beet.

Satoru DATE

Tohoku National Agricultural Experiment Station

### 1 はしがき

近年東北地方においては急速にてん菜の導入が考えられ、各地で盛んに試作が行われつつあり、すでに企業化して着手している地域もみられるに至っている。筆者もさきに東北開発会社の委託により東北各地域における試作地の栽培状況を視察したが、てん菜の栽培についてはいろいろ検討の余地が残されているように感じられる。特に栽培期間を左右する播種の決定については、そのよるところが明らかではない。

これについて筆者は、てん菜の栽培期間は日平均気温10℃となる初日から終日までとすることの妥当性を提唱したが、本稿は、昭和34年東北農試作物第1研究室が厨川において行つた試験成績について、農業気象の見地から生育と気温との関係を解析し、播種期決定についての理論的方法を探究し、栽培期間の合理的樹立の資に供しようとするものである。

本調査に当つて資料を提供された作物第1研究室に対し深謝の意を表したい。

### 2 試験方法

作物第1研究室が行つた試験の大略は次のとおりである。

#### 1 試験種別：てん菜の生育相に関する試験

(1) 供試品種：導入2号

(2) 1区面積及区制：堀抜調査区 50.4 m<sup>2</sup>、2区制、

収量調査区 12.4 m<sup>2</sup>、3区制

(3) 試験区制：播種期 4.16, 4.30, 5.28, 6.25, 7.23, 8.20,

9月17日,

(4) 耕種概要：栽植密度  $60 \times 20$  cm, 10 a 当り 8333 株,

- 点播, 以下省略

2 実施年：昭和34年

### 3 試験の結果

#### 1 出葉日数

5葉単位に出葉する日数は, 5葉までとその以降では著しく異なっている。

(1) 0~5葉期 発芽後第5葉までに要する日数は, 最早播種の4月16日では35日で最も長く, 播種期が晩くなるにつれ所要日数が短縮され, 7月23日の場合が最も短かく18日であるが, これより播種期が晩になると再び長くなり9月17日では29日を要している。

(2) 6~6.5葉期 第6葉以降における5葉単位の出葉日数は播種期及び葉期の違いによつて特別な傾向はなく, 7~13日の範囲にあり, そのうち8~10日の間にあるものが全体の75%を占める。このことから出葉日数は大体9日前後を要するものと考えられる。又, 気温の高い場合は出葉日数が短かく, 気温の低い場合は出葉日数が長いことが明らかであることから, 出葉日数を大きく動かす要因は気温であると考えられることができる。

#### 2 生育期と積算気温

積算気温を  $\theta_A$ , 生育日数を  $D$ , 毎日の平均気温を  $\theta$  とすると

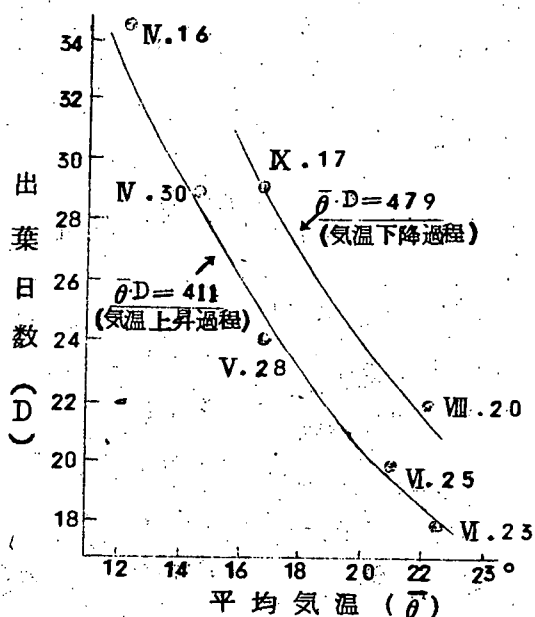
$$\theta_A = \sum_{i=1}^D \theta_i = \bar{\theta} \cdot D \quad (1)$$

とおくことができる,  $\bar{\theta}$  は  $D$  日間における平均気温である。

そこで各出葉期に於ける積算気温を求めてみると次のようである

#### (1) 第5葉期

(493)



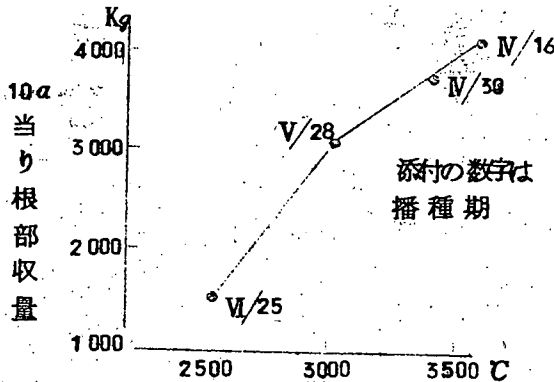
第1図 第5葉出葉日数と気温  
(添付の数字は播種期)

各播種期による第5葉期における積算気温は、第1図にみられるように、気温上昇の課程における播種期の場合は、411℃、気温下降の過程における播種期の場合は479℃というように気温推移が同じ型の場合には大体一定を示すことがみられる。このことによつて一応初期生育の基盤を形成するには一定の積算気温を示すようにうかがわれる。

- (2) 第4-5葉期 4月16日、4月30日及び5月28日の播種期の場合には、第4-5葉期における積算気温は、大体1900℃内外を示していることから第4-5葉期に到達するには一定の値を必要とするのではないかと考えられる。作1研究室の見解によると葉面積の最大となるのは第40葉期で、これを転期として新旧葉の交代があり、それによつて葉面積の最大が維持されるとしておりこのことから第4-5葉期頃がその平衡点であることが考えられる。以上のように積算気温の一定性は生育の転期と関係のあるようにうかがうことができる。また、5葉毎の出葉に要する積算気温は平均的には大体200℃と推定される。

### 3. 生育日数と収量

(1) 積算気温と収量



播種から10月31日までの積算気温を算出すると、播種期の長いほど大きく、播種期の早いものほど小さい。すなわち、4月16日播では3500℃を示すが、6月25日播では2500℃を示すにす

ぎない。このような積算

第2図 根部収量と積算気温

気温と根部収量との関係

を示すと第2図にみられるように、積算気温の大きいほど収量は多く、また積算気温が3000℃を下ると、収量は急減するようになり見える。この図によると、根部収量3tonを期待するには積算気温3000℃が限界のように考えられる。さらに多収を望むためには積算気温の増大が必要であることが知られる。

(2) 早播の場合における気温条件

日平均10℃に下る終日を収穫期とするときは、播種期の如何にかかわらず収穫期は一定となるから積算気温は、播種期の早いほど大きくなる、このことは生育日数を長く確保することを意味すると同時に、第45葉期(1900℃を示す)が気温の最高期の前に現われることになり、生育盛期が長く高温期を経過するから充実した生長を遂げることが考えられる。

以上のことから、多収を期待するためには生育日数を長くすること及び生育盛期を長く高温裡に経過せしめることが必要でありこのような条件は早播する場合に現われる。

4 播種期の決定方法

1 播種期を決定する条件

てん菜の播種期を決定するについては、その生育と収量に影響する

と考えられる気温条件として次のことを考えなければならないであらう。

### (1) 栽培期間

冒頭に述べたように東北各地の試験により、てん菜の栽培期間は日平均気温 $10^{\circ}\text{C}$ の初終期間が適当であるとする事は本試験の結果によつても認められた。また現在ではてん菜の生育に対する限界温度は $10^{\circ}\text{C}$ であることは一般に認められている。したがつて、てん菜の生育に対する許容栽培期間は日平均気温 $10^{\circ}\text{C}$ の初終期間と考えることができる。

### (2) 収穫期と所要積算気温

てん菜の生育終期は大体日平均気温の $10^{\circ}\text{C}$ の終日と考えなければならないから、収穫期はこの時期が目安となる。てん菜生育には、積算気温 $2800^{\circ}\text{C}$ が必要であるといわれているが、本試験によると、 $3\text{ ton}$ の収量を期待するには $3000^{\circ}\text{C}$ を確保することが必要のように考えられる。

### (3) 生育盛期と気温

生育の充実を期するには、盛期（葉面積の最大となる第45葉期 $1900^{\circ}\text{C}$ を示す時期）を高温となる山またはその以前に出現せしめることが必要のように考えられる。

## 2 播種期の推算図と推算方法

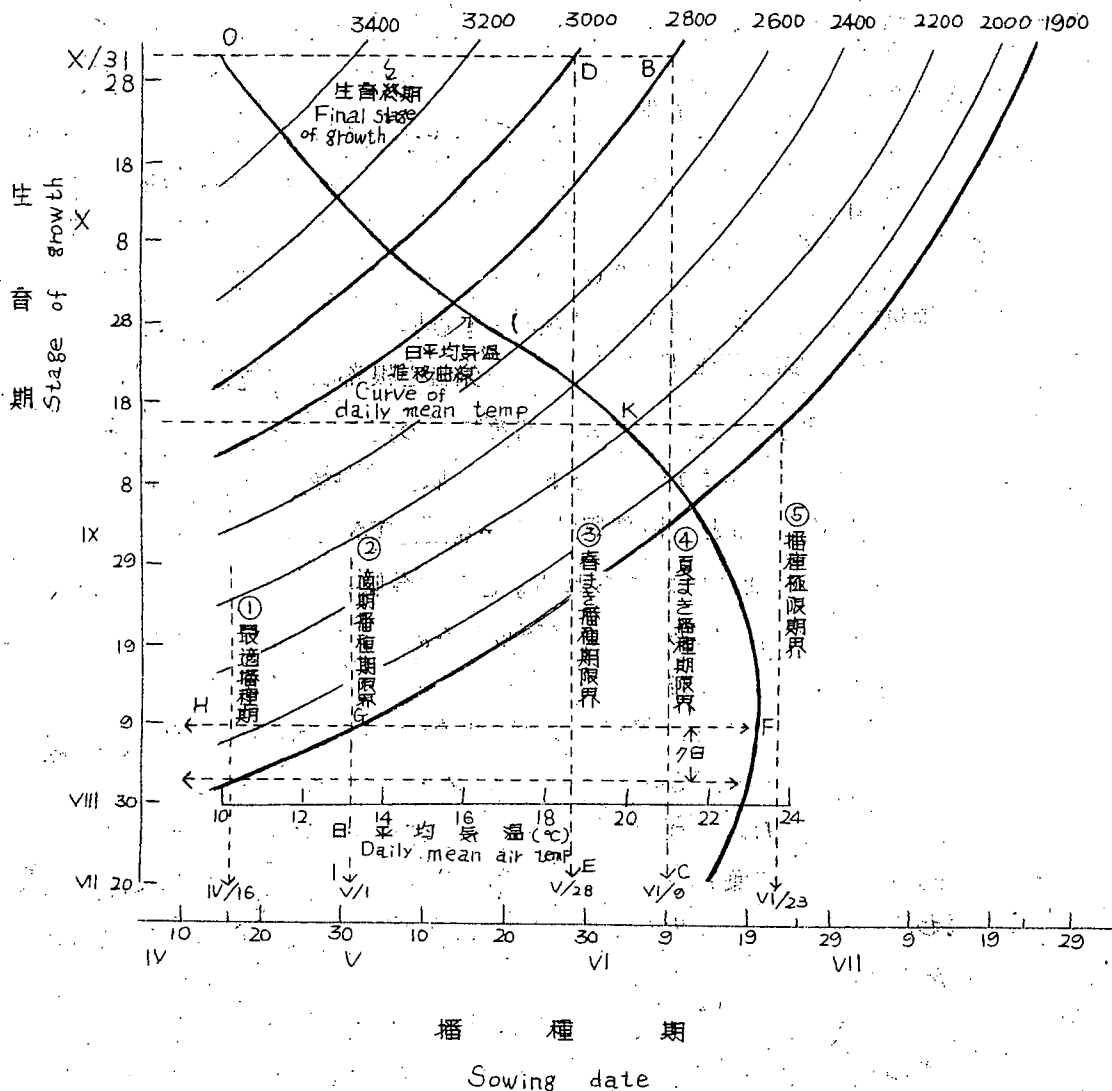
以上のことから、いろいろの気温条件によつて播種期を求めるため第3図に示すような推算図を作成した。第3図において、 $1900^{\circ}\text{C}$ の時期が日平均気温の山(F)となる時期に当たるところは(G)であるが、これに対する播種期は矢印によつて5月1日であることが知られる。さらに $1900^{\circ}\text{C}$ 期が高温の山より7日前とするときの播種期は4月16日となる、多収を期待するには両者の範囲が適期と考えられる。つぎに、10月31日（日平均気温 $10^{\circ}\text{C}$ の終日）までに $3000^{\circ}\text{C}$ を確保する播種期は、10月31日に $3000^{\circ}\text{C}$ を示す(D)から矢印によつて示す(E)であり、5月28日が求められる、これは厨川において、栽培上の播種期及び春播きの限界と考え

られる。同じく2800℃を確保する播種期は4月9日となり、また盛期に最小限の高温(日平均気温20℃)を適応せしめる場合の播種期は6月23日となる。このような播種期は、根部収量も著しく低下することから実用的ではないが、栽培上の目安としての極限界とも考えられる。

#### 5 結 語

以上は、厨川の昭和34年における場合の、てん菜(導入2号)生育と気温条件に基づき、気温的条件を主として播種期の決定方法を提示したものであるが、他の地域における播種期について今後の検討にゆずることにしたい。

播種期を起点とする積算気温 (°C)  
 Accumulated air temp. from sowing date



第3図. 播種期推算図 (昭和34年 厨川)  
 Fig. 3. Diagram to presume a sowing date  
 (At Kuriyagawa in 1959)

## 水稻体温測定実験 (第2報)

竹林邦夫 松沢一郎 小岩孝太郎  
(一関市役所) (一関気象通報所) (一関市役所)

On the measurement of body heat of the rice

K. Takebayashi, I. Matsuzawa, K. Koiwa  
(Ichinoseki City office) (Ichinoseki Weather Station) (Ichinoseki City office)

### 概 要

1951年山形県本間農場に於いて松沢一郎が森式熱電対微温計を用い水稻の体温を測定した。其後1959年～1960年の2ヶ年実施した結果次の事項が判明した。

#### 1 水稻体と気象との関係

昼間水稻の体温は気温より低く、夜間は気温より高い。気温と体温が交叉する時刻は9時と18時に認められる。

#### 2 抜きとつた稲の体温変化

稲株を抜き取つたものと莖を切りとつたものでは、昼間気温より体温が高くなり、個体そのものについては根元より先端に行くにしたがつて気温より体温が高くなつた。一時的に生理現象が攪乱せられるか、機械的障害により、生理活動が停止した場合は昼間気温よりも体温が高い。

3 健康な稲は昼間気温より体温が低く、夜間は体温が高い。一時的生理に障害が生ずるか、病的現象に緊がるものは、反対の現象を呈する。

#### §I ま え が き

水稻体温の測定は昭和26年松沢が山形県本間農場において行つた。その資料をもとにして、昭和34年より再び一関市農場において、同市中里直助氏の指導のもとに、測定を行つた。本調査に当り種々御指導、御援助を賜りました。仙台管区气象台技術部長内海徳太郎氏に厚く御礼申し上げます。



(499)

## §II 目的

適正なる稲作診断を行う上に、気温と水稻体温との関係を明らかにし、水稻生理推察の一資料を得ようとした。

## §III 実験(測定)操作について

1 被測体として水稻農林 117号の品種。

2 測定時期と時刻

第1回測定：昭和35年8月9日～10日，4時より3時まで，1時間毎に24回。

第2回測定：同年同月26日～27日，4時より3時迄，1時間毎に24回。

第3回測定：同年9月10日11時～17時まで，30分毎(この測定は稲株拔取り体温測定である)。

3 測定部位

水稻体温：地皮より5cm毎に測定(これは水稻体温の垂直分布を知るため)

気温：水稻と同じ高さの値を測定

株抜き取り測定：高さ40cm，巾30cm，長さ90cmの長椅子の上に抜き取つた稲株を横たえ根ざわより5cm毎に測定，その時の気温は地上40cmの高さの値を測定。なほ体温測定に用いた標本の稲は5万分1のポットに植付したものである。

4 測定実施の場所：一関市赤萩上袋，一関市農場。

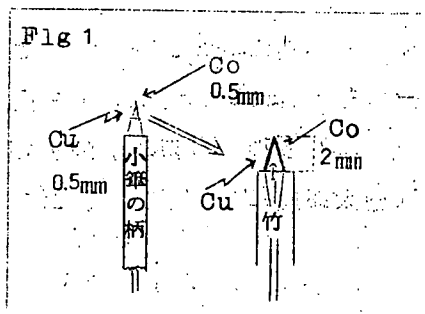
5 測定の方法

測器は森式熱電対式微温計で、受感部として、水稻体温測定のため1図の

第1図

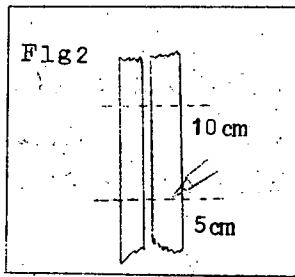
試作受感部の構造

ものを試作し、気温測定には□型のものを使用した。



(500)

第2図 受感部の挿入要領



又体温測定の要領は2図の如く、受感部（針状のもの）を莖に差し込んだ。

§IV 測定結果について

1) 第1回水稻体温測定時の気象変化の概要（第3図参照）

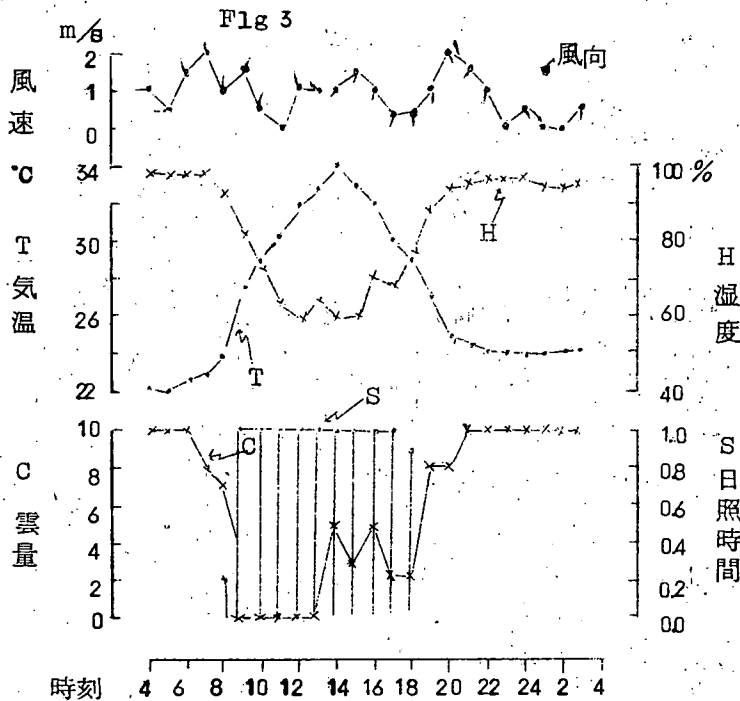
8月9日～10日（4h-3h）の気象変化は日中の雲量は少く8時から18

時迄晴天で、風も弱く、気温の急変化は殆んど認められなかつたが21

時から翌朝4時迄は濃霧で雲量多く経過した。

第3図

第1回水稻体温測定時の気象変化図(昭和35.8.9 4~10)



2) 第2回水稻体温測定時の気象要素変化の概要

8月26日～27日（4h～3h）の気象変化は、10時頃弱い寒冷前線が通過したため気温が一時急降したが、日中は風速4米位で寒冷前線の通過後は気温上昇せず時々太陽も雲に隠れた。日没后

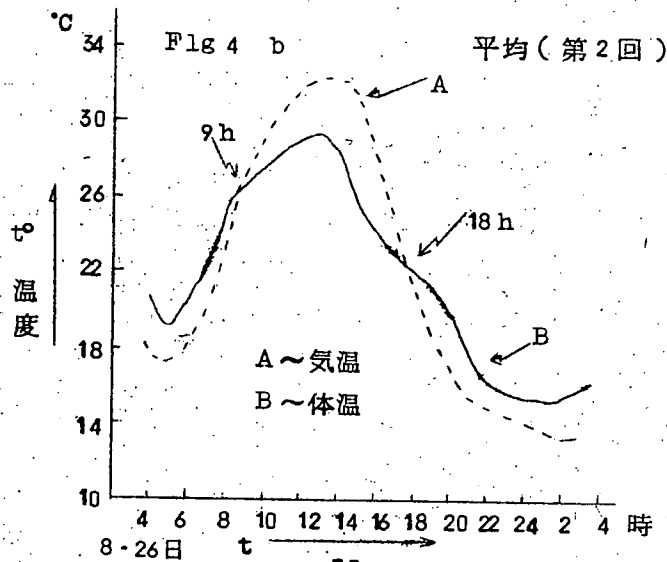
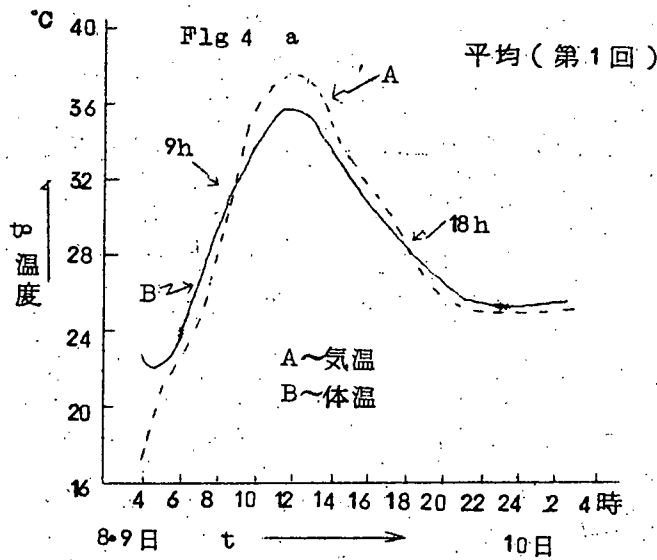
(501)

は雲量少く気温は降下し始めた。夜半頃一時霧が発生したが再び晴れて気温は降下し始めた。

3) 水稻体温と気温との関係

第1回水稻体温部位垂直分布測定及び第2回上記測定の結果は略々同一の傾向を示し、昼間の体温は気温より低く、夜間の体温は気温より高い事が認められる。又気温と体温の変換する接点時刻は1・2回測定とも18時と19時に見られる。

第4図 水稻体温測定時の気温・体温の日変化



これは、水稻の体温は気温とは全く別なものと考えられ、朝9時と夕方18時は生理転換の時刻で、同化作用と呼吸作用の生活転換による結果ではなからうか、稲には気温に抗する温熱の放散、伝導を防禦する装置がない為、外見には気温に順応した様に見られるが、生活には絶えず一定の体温を持続させようとする生活反応が認められる。

昼間の体温が気温より低い事は同化作用、蒸散作用によるものと考えられ、又夜間の体温が気温より高いことは呼吸作用によるものと考えられる。この様な現象は生育の順調な健康な稲に見られる。

4) 抜き取つた稲の体温変化について。

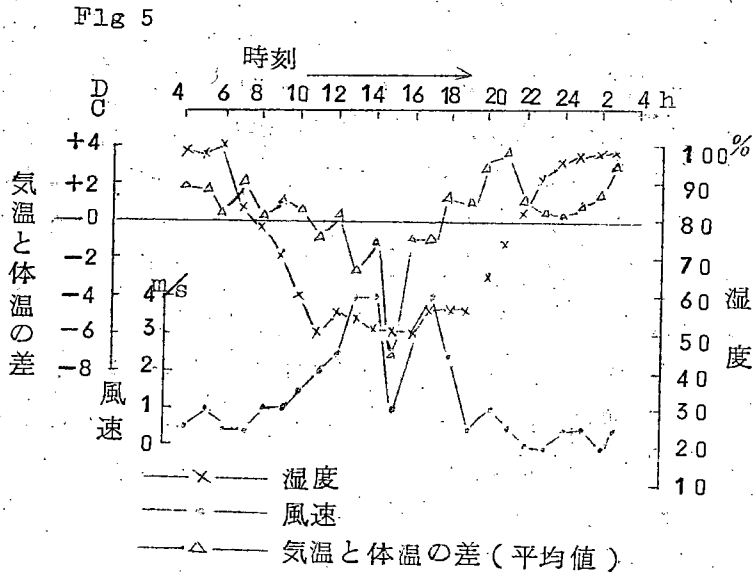
抜き取つた稲株と分ケツした稲の個体を4本切り取り、高さ40cmの長椅子の上に横たえ夫々の体温と気温との関係を30分毎に測定した結果、当初においては、抜き取つた稲株も切りとつた稲の個体も根元に水分が多くあるが、稲株から切りとつた個体の水分は、稲株より少ない為測定回数を増す毎に生活反応は消失し、唯々1個の緑色の物体と化し、気温より体温が高くなる。又根元よりも先端の方が早く生活反応を消失して気温より体温が高くなる傾向を示す。要するに外界条件により一時的に生理現象が撓乱せられるか、又は切り取り等機械的障害を与え生理活動が停止した時には体温の調節が不能となり、昼間は気温より体温が著しく高くなり、夜間には気温より体温が低くなる現象を呈することが推察される。そしてこの現象は、曇天・降雨等による、天候不順時における測定において多く見られる様だ。

5) 気温と体温の温度差と気象要素との関係(5図参照)

第2回目の体温測定値をもつて当日の温度及び風速との関係を見ると湿度はV字型の変化をしており、8時頃から湿度が減少、20時頃から再び増加している、気温と体温の温度差も湿度の変化と同様に変化しているが、7時頃と22時頃に接点となり、7時前及び22時以降において湿度と温度差の変化は昼間と逆になつている。以上の結果よりすれば湿度の体温に及ぼす影響も考える必要がある。湿度の高い時は蒸散作用を抑圧し、風は逆に蒸散作用を促進させると考えられる。

第5図

気温と体温との差と気象要素との関係



SV む す び

水稻体温は植物生理に関係する所大きく、測定を重ねるにつれて種々の問題に遭遇してくる。考え方の相違は指導対策の相違として現われるから益々測定実験を重ねたい考えであるが、現在までの資料を総合して考察せられる事は、昼間同化作用の旺んな時は呼吸作用は減退し、呼吸作用が減退すれば体温は下降する。これに反して、夜間においては夜の進行と共に呼吸作用も進行するが、夜明けに近づけば同化物質の燃焼が終るから呼吸作用は減退す。夜が明ければ同化作用が進むに従い、呼吸作用が微弱となる。植物は動物と異なり、昼間における光の量が唯一の熱源であるから常に気温の変化により不定であり、昼間における同化量が多い程熱源が多く生産され夜間の体温を気温より高く保持する。又氣候が進み気温が次第に高くなることと、生育が進むにつれて次第に夜間体温の高まることも同然である。正常な稲の体温はこの様にして発生するが、不健康な稲は昼間生理機能が害せられて体温の上昇となつて現れる。稲の發育が進むにつれて次第に分ケツを始め、株内のウツ閉に進展し、最後に全面ウツ閉を来し、仮に昼間の気温高く、光の強さに拘らず

(504)

ウツ閉暗所を形成すれば、同化作用は行われず、呼吸作用が旺盛となり酸素欠乏の結果は同化組織の破壊となり、昼間体温の上昇を来し、次第に緑色が衰退し遂には黄変枯死するに至る。

以上の観点よりして夜間において体温の最も高いものは生長最も良好なる生育を続けている事を証し、これに反し昼間において体温高温を発するものは病的現象に緊がるものではなからうか。

## II 学会記事

(自昭和35.1.23 至35.12.22)

- 1 機関紙「東北の農業気象」(No.4)を発刊  
(No.5)を印刷中
- 2 昭和35年度の総会と研究発表を昭和35年12月22日山形県天童市(出羽路荘会議室)にて開催

### 3 人事

#### 顧問

#### 退任

岡田群司氏 気象庁長官室付に転任離仙のため退任  
菊地武直夫氏 弘前大学農学部長退職離弘のため退任  
佐藤健吉氏 東北農業試験場長退職離盛のため退任

#### 新任

柴田淑次氏 仙台管区気象台長就任のため 新任  
輪田 潔氏 東北大学農部教授(評議員より顧問に推す)

#### 評議員

#### 新任

藤沢正義 仙台管区気象台調査課長

### 4 協議

- 1 機関紙「東北の農業気象」(No.5) 頁数増加のため誌代50円追加のこと
- 2 昭和36年度よりの支部会費を年額100円より150円に値上げたこと。

各種プリント調製

タイプ孔版印刷

謄写印刷・各種印刷

代 時 写 謄

千葉印刷所

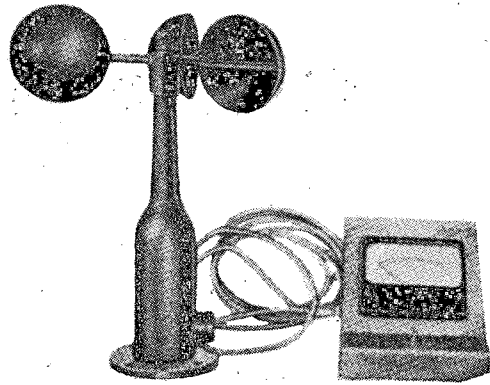
仙台市原町本通1~22

電話 仙台 (6) 6781

気象器械は

検定付を

信用ある専門店から

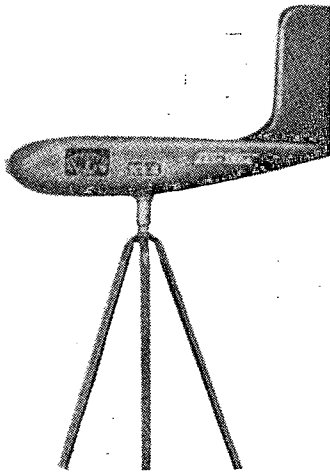


気象器械・測量器械

通商産業大臣許可

角度計（トランジツト其他）

製造並に修理



株式会社

須賀製作所

取締役社長 須賀常太郎

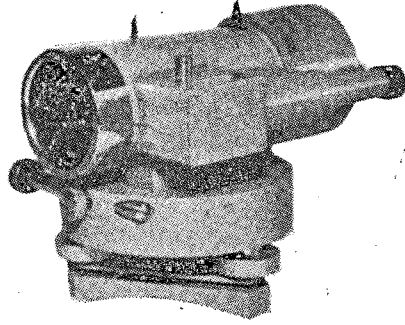
仙台市田町65番地

電話 { (3) 7 4 4 4  
(3) 8 8 5 5  
(3) 8 8 7 7  
(5) 1 2 3 0

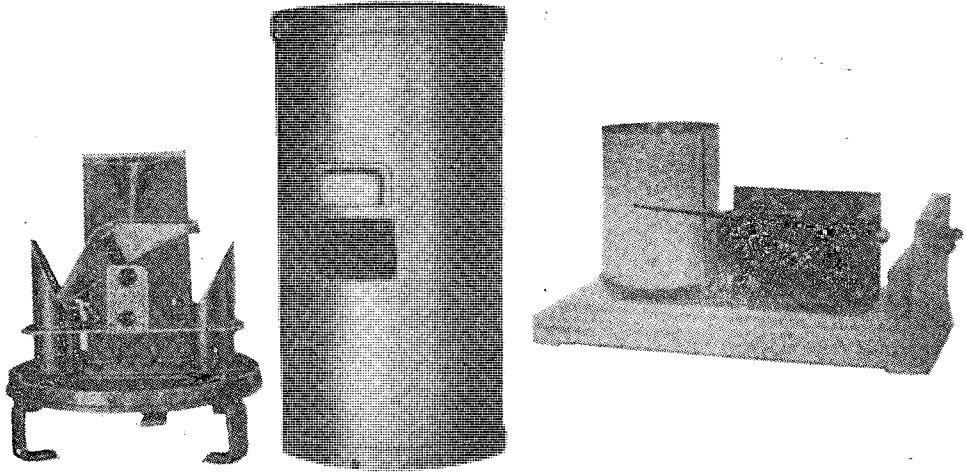


測 量 気 象  
観 測 器 機

(No. 1) 自 動 レ ベ ル



No. A-93 隔 測 自 記 雨 量 計 (気 象 庁 型)  
Recording Rain Gauge



発 信 器

受 信 器

株 式 社 会

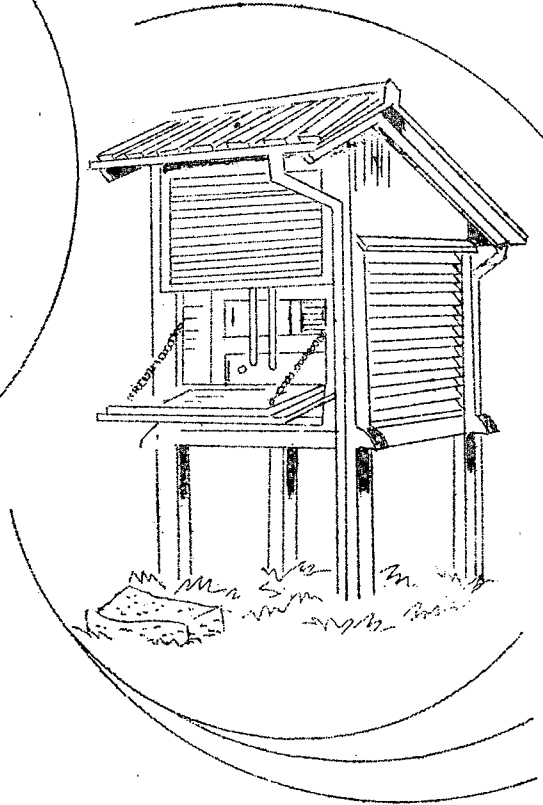
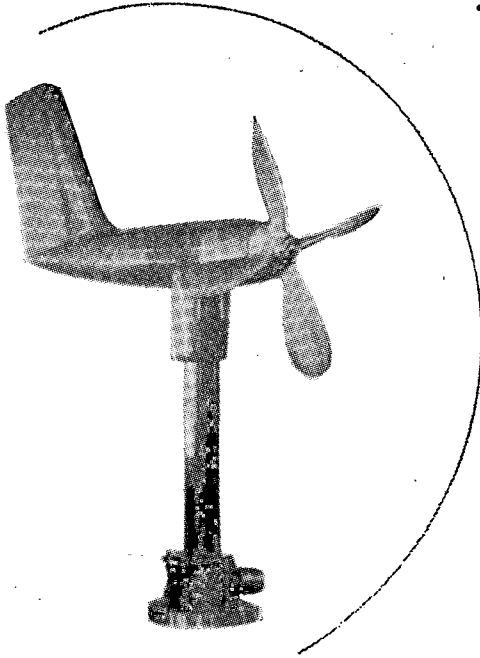
ヤ シ マ 測 器 店

仙 台 市 東 一 番 丁  
電 話 (2)4829 (3)0811

正しい観測は

気象庁検定付の

よい測器から



— 営業品目 —

一般気象器機

特殊気象測器

測量機械・計量器全般

器械修理・青写真・機械器具

特約・代理

明星電気 KK

中浅測器 KK

服部時計店機械部

日本光学工業 KK

東京光学工業 KK

松下通信工業 KK

仙台市大町5丁目20

株式  
会社

仙台測器社

TEL (3) 6106 ~ 8  
市外専用143

東北の農業気象 (No. 6) 正誤表

頁	行	誤	正
1	6	Y. Satoh	Y. Satoh
9	6	S Umeda	S. Umeda
11	図の 説明中	○ 会 津 縦軸の標示洩れ 横軸の数字 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245	⊙ 会 津 高度 (m) 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245
15	4	Prant	Plant
〃	5	irrygetion	irrigation
〃	6	H Higashitani	H. Higashitani
16	図の 説明中	早生 中生 晩生の 記号プロット洩れ	別図の通り

東北の農業気象 (No. 6) 正誤表 つづき

頁	行	誤	正
30	8	I, ABE, K, ONO, J, WADA and K, TORIYAMA	I. ABE, K. ONO, J. WADA and K. TORIYAMA
39	8	I, ABE, K, Ono, J, WADA and M, ODAGIRI	I. ABE, K. ONO, J. WADA and M. ODAGIRI
51	17	Carbohy. drate	Carbohydrate
	19	Aaculty	Faculty
57	下より 9	…波長域を5分割して	…波長域を5分割して
60	才二図	縦軸の単位洩れ 縦軸	(mV) (h)