

東北の農業気象

第 7 号

---

Bulletin of the Agricultural Meteorology  
of Tōhoku District of Japan

No. 7

1 9 6 1

(February) 1 9 6 3

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

---

昭和38年2月刊

日本農業気象学会東北支部

☆ 目

次 ☆

I 研究発表

1	気温からみた大豆の生育と栽培期間について	1
	農林省東北農業試験場	
	内島立郎・伊達了・羽生寿郎	
2	本邦における「てん菜」栽培に対する気温条件	6
	農林省東北農業試験場 伊達了	
3	降霜日における傾斜地の冷氣移動の観測	11
	盛岡地方気象台 梅田三郎	
4	水田地温について (第2報)	16
	各種条件下の水田地温について	
	山形大学農学部 羽根田栄四郎	
5	ポリエチレンチューブの熱伝達について	20
	農林省東北農業試験場 羽生寿郎	
6	寒地における水田用水量の研究 (第1報)	
	水田減水深に対する気象条件の影響について	26
	宮城県農業試験場 宮本硬一・千葉文一	
7	福島県における稲作季節と桜の季節について	31
	福島地方気象台 工藤敏雄	
8	昭和36年の稲作期間の気候解析と水稻収量の地域性	42
	青森農業試験場 小野清治・阿部亥三	
9	青森県における農業気象研究の課題について	48
	(特に水稻を対象として)	
	青森農業試験場 阿部亥三	
10	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11報)	
	気候並びに土壌肥料条件の相違が水稻生育に及ぼす影響 (要旨)	
		51
	青森農業試験場 阿部亥三・小野清治・和田純二・鳥山国土	

1 1. 農業気候に関する研究 (第6報) ..... 58

本邦における夏季の気温日変化の型

農林省東北農業試験場 羽生寿郎

1 2. 気温条件から見た水稻の出穂期の遅速 ..... 63

農林省東北農業試験場 羽生寿郎・内島立郎

1 3. 深雪用繰り出し式百葉箱 (試案) ..... 68

新庄測候所 佐藤義正

II 学会記事

# 気温からみた大豆の生育と栽培期間について

内島立郎、伊達 了、羽生寿郎

農林省東北農業試験場

Relation of the growth and the stages of soybean to the air temperature.

T. Uchijima, S. Date and J. Hanyu

(Tōhoku National Agricultural Experiment Station)

作物の栽培適地及び適期を明らかにし、栽培を計画的に行なうためには、環境に対する生態反応から導かれる法則性を基にして検討する必要がある。このような見地から筆者らは大豆の生態と気象条件との関連性を解析しようとしているが、ここには気温から見た生育期及び出葉秩序について2、3の考察を述べる。

## 1. 資 料

昭和36年度に当场(厨川)において、十勝長葉(早生)、農林4号(中生)の2品種をそれぞれ4月25日、5月10日、25日、6月9日、24日、7月9日の6種の播種期で栽培し、その調査結果を用いた。

## 2. 結果の概要

### (1) 生育日数の変化

播種期から成熟期までの生育日数は十勝長葉で96~142日、農林4号で103~171日の範囲にわたり、播種期が遅いほど日数が短縮した。結果日数(開花期~成熟期)の変化は小さいので、生育日数の変化は主として開花までの日数の長短によるものである。

開花期は播種期によりほぼ規則的に移動し、4月25日までを基準とする播種期・開花期のずれを $\Delta S$ 、 $\Delta F$ とすると

$$\Delta F = 0.48 \Delta S + C \quad (\text{十勝長葉}) \quad (1)$$

$$\Delta F = 0.27 \Delta S + C \quad (\text{農林4号}) \quad (2)$$

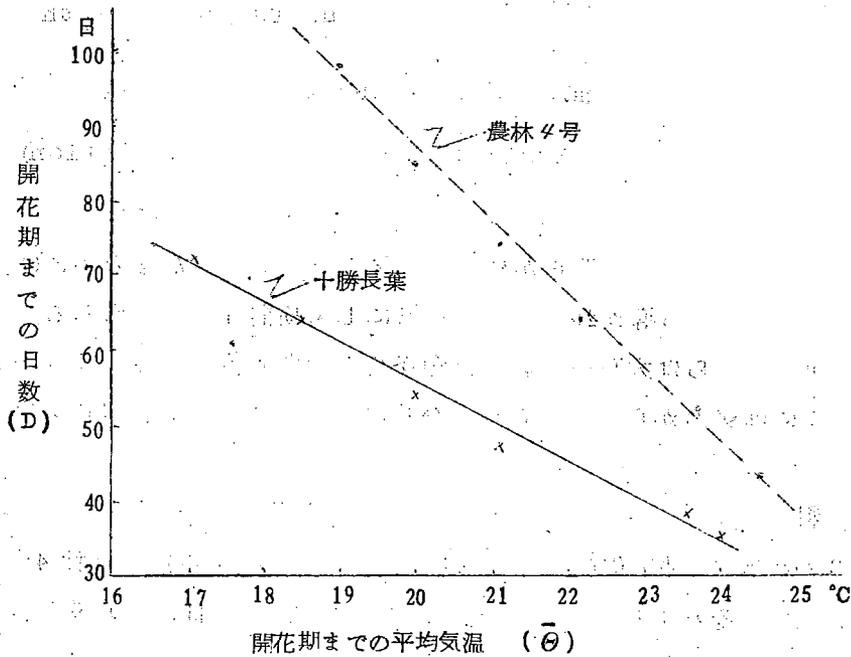
なる関係がある。ここにCは定数である。

### (2) 開花期までの日数と気温

開花までの日数  $D$  と同期間の平均気温  $\bar{\theta}$  との間に第1図のような関係があり、次式が得られる。

$$D = 160.8 - 5.27\bar{\theta} \quad (\text{十勝長葉}) \quad (3)$$

$$D = 208.8 - 9.62\bar{\theta} \quad (\text{農林4号}) \quad (4)$$



第1図 開花期までの平均気温と日数の関係

平均気温  $1^\circ\text{C}$  の上昇に対し、十勝長葉は約5日、農林4号は10日の短縮となる。この期間の積算気温  $\Sigma\theta = \bar{\theta} \cdot D$  であるから、上式は次のように置きかえられる。

$$D = 80.4 + \frac{\sqrt{258576 - 211\Sigma\theta}}{2} \quad (\text{十勝長葉}) \quad (5)$$

$$D = 104.4 + \frac{\sqrt{435974 - 385\Sigma\theta}}{2} \quad (\text{農林4号}) \quad (6)$$

### (3) 出葉の特徴

小葉が開出しはじめるときを葉期とすると、各葉期の出葉速度は第1表に示すように、下葉位で多くを要し、上葉位で3~4日/葉の一定した日

数を示した。この境界を出葉転換期とみると、播種期が遅くなるにつれて転換点は下位葉へ移り、6月9日播以降では不明瞭となる。

第 1 表

葉位毎出葉所要日数

品種	播種期	葉位																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
十勝長葉	4月25日	3	0	10	8	6	4	4	3	3	3	3	3	3								
	5 10	23	8	8	6	4	4	3	3	3	3	3	5									
	5 25	21	9	6	4	3	3	3	3	3	4											
	6 9	20	5	4	4	4	4	4	4	5	5											
	6 24	13	6	4	4	3	3	3	2	3												
	7 9	15	5	4	3	3	2	2	3	3												
農林4号	4 25	30	10	8	6	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5 10	23	8	7	5	4	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4
	5 25	20	7	5	4	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3		
	6 9	20	5	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3				
	6 24	12	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3						
	7 9	11	5	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3									

(4) 出葉と気温

出葉転換点は第2表にみられるように、日平均気温が20℃附近に達する時期に相当した。また、20℃出現期(36年は6月24日)までの出葉数 $n_1$ は両品種を通じ、積算気温と高い相関がみられ(第2図)、次式が

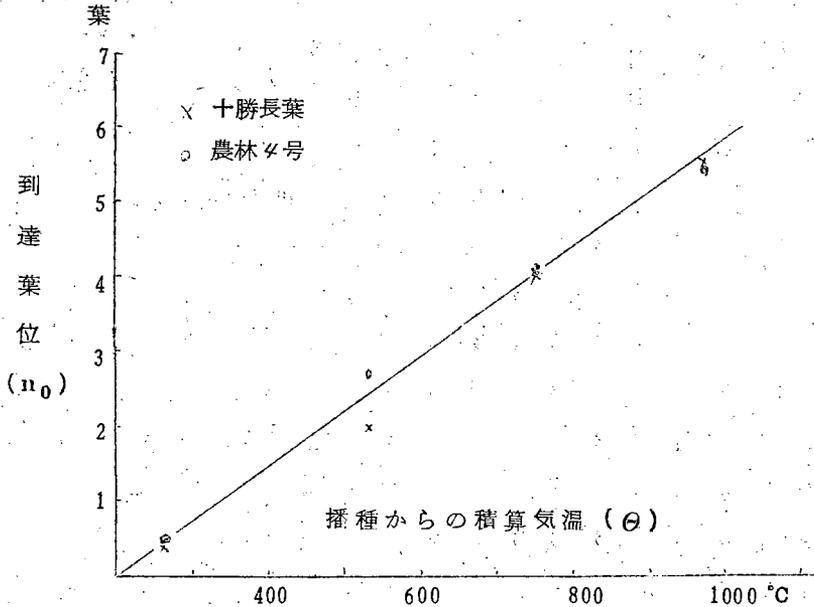
第2表 出葉転換期

播種期	十 勝 長 葉				農 林 4 号			
	業期	期 日	到達気温	生育期	業期	期 日	到達気温	生育期
4月25日	4	6月18日	19℃	分枝発生	4	6月18日	19	分枝発生
5 10	4	6 24	20	〃	4	6 23	20	
5 25	3	6 30	21	〃	3	6 26	20	
6 9	2	7 4	21		2	7 4	21	
6 24	2	7 14	23		2	7 10	23	
7 9	2	7 29	25		2	7 25	25	

得られる。

$$n_1 = 0.007 \sum \theta - 1.4 \quad (7)$$

転換点以降はほぼ  $2.0^\circ\text{C}$  以上の温度範囲にあり、出葉速度は十勝長葉で  $0.27$  葉/日、農林4号で  $0.33$  葉/日であった。



第2図 播種～ $20^\circ\text{C}$ 出現日までの積算気温と到達葉位  
の関係

### (5) 出葉の停止期

一定の関係は思いたしがたく、ほぼ開花期の2～3葉後に生じている。

### (6) 生育期と収量

事実収量は両品種とも5月10日までが最大で、概して5月25日まで以前の早播が節数も多く、莖長・莖太が大で分枝も多く、収量が多い傾向を示した。

## 3. 考 察

開花までの日数はその間の平均気温が高くなると短縮され(第1図)、したがって同期間積算気温との間に(5)、(6)式が成立するが、日数と積算気温はともに未知数であり、これらの式から開花日を予想することができない、一方、出葉速度は出葉転換点までは気温の函数として表わすことができたが((7)式)、その後は品種個有の速度で出葉する。いま、開花までの全葉数を

Nとすると

$$N = n_1 + n_2 + n_3 \quad (8)$$

ここに、 $n_1$ は出葉転換点までの出葉数、 $n_2$ は転換点から開花期までの出葉数、 $n_3$ は開花から出葉停止までの出葉数を表わす。上式において、 $n_2$ が気象的に決められないと栽培期間を決定することができなくなり、この点については今後検討したい。

### Summary

In order to obtain the data for reasonable determination of period of soybean cultivation, some responses of crops to air temperature were studied by sowing at several different date in 1961.

When average temperature from sowing to flowering was higher, necessary days to reach the flowering was shortened. Therefore the relationship between days and accumulated temperature during from sowing to flowering was expressed as formula (5) and (6). Emergent velocity of leaf was expressed a function of air temperature formula (7), until it reaches the changing stage of leaf emergence (it was correspond to time of daily mean temperature about 20°C). But after that stage the leaves emerged with the constant speed which was peculiar to the variety.

If the number of emerged leaves after the changing stage are decided climately, number of the whole emergent leaves will be presumed on the optional sowing time and that will be useful for determination of cultivation period.

# 本邦における「てん菜」栽培 に対する気温条件と栽培期間

伊 達 了

農 林 省 東 北 農 業 試 験 場

Relation of the growth stages of beet to the Condition  
of air temperature in Japan.  
S. Date

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

## まえがき

近年わが国では、てん菜導入について各地において試作ならびに研究が行われているが、元来作物栽培の目的は社会経済的条件と作物的、好適条件の結合により達成せられると考えられるが、この二つの条件のうちいずれかがその条件を欠く場合は栽培は成立しないことになる。てん菜のように作物的市場性がなく全く工業に依存する作物の栽培は特に社会経済条件がこれを大きく規制することは当然である。しかしながら作物的条件がその限界をこえるときはその目的を果し得なくなるから栽培は不可能となる。そこで筆者は本邦各地について、てん菜（導入2号）の栽培期間における気温条件を解析し、作物的好適性ならびに栽培期間を推定し、てん菜栽培に対する資とする。

## 1. てん菜の生育に対する気温条件

### (1) 厨川の場合

昭和34年東北農試栽培第2部作1研究室が厨川において行なつた「てん菜の生育相」の試験によると、4月16日および4月30日に播種した導入2号は、日平均気温の10℃の終日頃に近い10月25日には菜数88枚に達して退色し、地上部対地下部の比率もほぼひとしいことから大体生育を完了したものと考えられる。いまこの生育期間における気温条件を推定すると第1表のようになる。これによると、各生育期における気温は、てん菜生育に対する適温といわれている値にはほぼ合致していることが知られる。このことから厨川において日平均気温の10℃以上となる初日からその終日までを栽培期間とする場合の気温条件はてん菜生育に対しきわめて好適性を示すものとみることができる。

第1表 厨川における導入2号に対する気温条件

生育期	日平均気温 (°C)		厨川における気温条件 (平年)				
	昭和34年 IV/6-X26	平 年 IV26-X26	日平均気温 (°C)	積算気温 (°C)	期 日	日数	平均気温 (°C)
初期生育	9.9-14.4	10.0-15.2	10-15	0-410	IV-26 V-26	31	13.2
伸長期	14.4-20.6	15.2-21.7	15-22	410- 1300	V-26 VII-13	48	18.5
生育盛期	20.6-23.6 -20.7	21.7-23.4 -18.0	22-24-18	1300- 2800	VII-13 IX-20	69	21.7
根部充実期	20.7-16.1	18.0-15.0	18-15	2800- 3000	IX-20 X-2	12	16.7
成熟期	16.1-10.0	15.0-10.0	15-10	3000- 3300	X-2 X-26	24	13.2
生育期間	9.9-23.6 -10.0	10.0-23.4 -10.0	10-24-10	3300	IV-26 X-26	184	17.9

## (2) 東北地方南部と北海道の場合

厨川の試験結果から、導入2号の出葉に要する積算気温は5葉毎について大体2000°Cであることから積算気温によつて生育期を示し、東北地方南部の福島と北海道の帯広における生育期における気温条件を推定してみると、第2表に示すような結果が得られる。

(i) 福島では厨川より気温が高いため、日平均気温10°C以上の初終間を生育期間とすると206日におよび積算気温は約4000°Cに達する。厨川の場合におけるように3300°Cで生育を終るとすると、福島における生育終期は、9月25日頃で平均気温は大体19°Cを示すことになるがこのような高温下では糖の充実に対し好適な条件とは考えられない。高温となる期間の長いことは地上部の生育にとつては有利のように考えられるが、てん菜生育にとつて致命的とされる褐斑病葉ぐされ病に侵される危険性の多いことが考えられる。

(ii) 帯広では、日平均気温10°C以上の期間が短かいため、厨川に比べて生育日数は33日も短縮され積算気温も約2600°Cを示すにすぎない。さらに生育盛期の高温を経過する期間のきわめて短かいことから厨川のように充実した生育は期待し難い。しかし一面においては高温期間の短かいことは病害発生の危険性の少ないことにより生育不

足の欠点を補足するという利点のあることが考えられる。

第2表 福島及び帯広における導入2号に対する気温条件

生育期	福		島		帯		広	
	積算気温	期間、日数	平均気温	積算気温	期間、日数	平均気温	積算気温	期間、日数
初期生育	0-410	IV/6-V/5 30	10.0-15.5	0-410	V/4-VI/5 33	10.0-14.8		
伸長期	410- 1300	V/5-VII/1 48	15.5-22.4	410- 1300	VI/5-VII/29 45	14.8-20.4		
生育盛期	1300- 2800	VII/1-VIII/30 61	22.4-25.4 -23.9	1300- 1870	VII/29-VIII/25 28	20.4-20.7 -2.00		
根部充実期	2800- 3000	VIII/30-IX/9 11	23.9-22.1	1870- 2300	VIII/25-IX/9 26	20.0-15.0		
成熟期	3000- 3300	IX/9-IX/25 17	22.1-18.7	2300- 2580	IX/19-X/11 23	15.0-10.0		
	3300- 3920	IX/25-XI/7 44	18.7-10.0	2300- 2580				
生育期間	3920	IV/6-X/7 206	10.0-25.4 -10.0	2580	V/14-XI/11 151	10.0-20.7 -10.0		

### (3) 西南暖地の場合

西南暖地においては、気温が高いことが春まき栽培を不適とし夏まき栽培が実施されている。

いま、宮崎、西合志、(九州農試作2) および岡山において、7月1日および8月1日を起点(播種期)とする場合は、第3表に示すように、7月1日を播種期とすると、得られる積算気温は、岡山でも日平均気温10℃の終日までに3000℃に達するが、8月1日播種の場合は気温の最低となる時期までには宮崎を除いては2800℃にも達しない、すなわち気温の最低となる時期を収穫期とする場合8月以降の播種では九州南部を除いては一般に西南暖地においてはてん菜生育に対し気温条件は不足するものと考えられる。最近の研究で西南暖地において夏まき栽培による場合は、根部の収量を増大せしめるには、収穫期を気温の最低期とせず気温が上昇して再生長を開始してからの時期を選ぶことが妥当であることが提唱せられているのもこのような理由であるとみられる。

第3表 各地における播種期と積算気温

地名	項目 播種期	10℃終日		気温最低期		気温上昇期	
		期日	積算気温	期日	積算気温	期日	積算気温
宮崎	VII /	XI 29	3.320	I 3 /	3856	VI 3 /	4459
	VIII /	"	2.520	"	3061	"	3664
西合志 (九州農試作2)	VII /	XI 25	3.120	"	3520	"	3880
	VIII /	"	2.320	"	2732	"	3090
岡山	VII /	XI / 7	3.020	"	3518	"	—
	VIII /	"	2.220	"	2699	"	—

## 2. 気温条件の好適性

昭和32年度に実施した東北地方と北海道の導入2号の連絡試験によると根部収量は東北地方の猪苗代では反当6.9トン、藤坂では6.3トンを示し北海道の十勝の3.6トンをはるかに凌ぐ多収をもたらした。いま藤坂、猪苗代の気温条件を厨川に比べると第4表に示すようにきわめて近似していることが知られ、東北地方における根部収量の高いことは気温条件がてん菜生育に対し好適であることによるものと考えることができる。

第4表 藤坂、猪苗代及び厨川における気温条件

地名	標高	日平均気温10℃ 以上初終間日数	10℃以上期 間積算気温	8月平均気温	5～10月 平均気温
厨川	178	187日	3.300℃	23.2℃	18.0℃
藤坂 (三本木)	41	187	3.290	23.8	17.8
猪苗代	526	189	3.330	23.6	17.7

つぎに、北海道および東北地方におけるてん菜の生育はS字型を示すことは、積算気温の推移がS字型曲線を示すことに関係すると考えられるが、西南暖地の夏まきの場合におけるてん菜生育がS字型を示さないといわれていることは積算気温の推移がS字型を示さないという理由から当然とされる。すなわち、夏まき栽培における気温条件は生育の正常性を欠くものといえることができる。

### 3 栽培期間

わが国におけるてん菜栽培は、気温条件によつて春まき性と夏まき性に大別されることが考えられる。

#### (1) 春まきによる栽培期間

日平均気温の $10^{\circ}\text{C}$ 以下初終期間を栽培期間とする場合を春まきと仮定するならば、厩川における試験結果によりこの期間の積算気温 $3300^{\circ}\text{C}$ を限界としこれより低い地域が適当し、大体東北地方の盛岡以北の東側および北海道が該当する。

#### (2) 夏まきによる栽培期間

日平均気温 $10^{\circ}\text{C}$ 初終期間の積算気温が $3300^{\circ}\text{C}$ をこえる東北地方の盛岡附近以南では生育終期を $10^{\circ}\text{C}$ 終日とするときは播種期は $10^{\circ}\text{C}$ 初日よりおくらすことが適当であり気温の高くなる地域では次第に夏まきに移行せざるを得ない。福島で生育終日を11月7日( $10^{\circ}\text{C}$ 終日)とすると播種期は、 $3300^{\circ}\text{C}$ に対しては5月28日、 $3000^{\circ}\text{C}$ に対しては6月16日となる。

また九州の西合志(九州農試)では $3000^{\circ}\text{C}$ を得るに、生育終日を1月末(最低温期)頃とするときは8月1日頃に播種することが必要となる。しかし生育終日をさらにおくらす場合は播種期もおくらすことができるわけである。

#### わ す び

気温条件からみた場合のてん菜生育に対する好適性は、日平均気温 $10^{\circ}\text{C}$ 初終期間を栽培期間とすることの可能な春まき地域にあり、その最適性を示すのは積算気温 $3300^{\circ}\text{C}$ 内外を現わす東北地方の盛岡以北の東側地域が該当するものと考えられる。盛岡以南の地域では、気温の上昇するにつれ春まきから夏まきに移行しなければならないから生育に対する好適性は次第に薄くなり、気温条件によつて現実に夏まきが可能となるのは西南地域であり、この地域以北から東北地方の南部にいたる中間地域では、てん菜の栽培にはかなり困難性があるように考えられる。

このことは、気温条件のみの見地によつたものであるから、さらに作物的な検討が必要である。

## Summary

The suitable temperature to the growth of sugar beet is said to be 20-25 °C at maximum growing period, 20-15 °C at enlarging period of root, and 15-10 °C at maturing period.

As the results of climatic research, the fit regions in Japan of sugar beet were obtained as showing in the next table in case of cultivation var. GW 359. In these regions root productions will be expected 4-7 ton per 10 a.

Center of region	Altitude	No. of days for growth		Average temp. from May to Oct.	Mean temp (Aug)
		No. of days which daily mean temp. is above 10 °C	Accumulated temp.		
Kuriagawa	17.8m	187	3380°C	18.0°C	23.2°C
Sanbongi	4.1	187	3290	17.8	23.8
Inawashiro	5.2, 6	189	3330	17.7	23.6

## 降霜日における傾斜地の冷気移動の観測

梅田三郎

盛岡地方気象台

Observational Studies of the Cold Air  
Movements over the Inclined Ground on Frosty Night.

S. Umeda

(Morioka Local Meteorological Observatory)

## § 1. まえがき

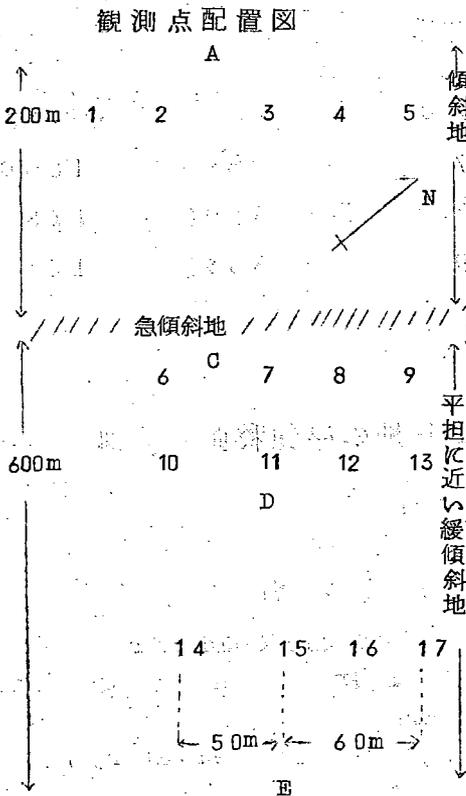
冷気塊が多量に生成されるのは特定な地被即ち敷藁地、草生地、浅耕地等であり(1)、このような地被の面積の増加によつて冷気塊は益々多くなり、

霜害を受けることも多くなることが考えられる。従つて防霜対策の基礎的な問題として、冷気塊の生成とその移動の実態を明らかにする必要がある。この報告は昭和35年4月福島県が防霜対策のための試験観測として採り上げ、福島地方気象台が実施した観測資料に基づき検討した冷気の移動についての調査である。

資料の整理に当つた同台工藤技官や徹夜の観測に当られた同台の方々及び種々御高配を頂いた福島県経済部長を初め特産課の方々に深謝する。

§ 2 観測状況

実験観測の場として長さ約800mの緩傾斜の梨園を選び（福島市郊外大笹生）、観測点の配置は次の図のとおりとした。A、B、C、D、Eは基準観測点で50、100、150cmの高さに最低温度計を設置し、100cmの高さに自記強度計を併置した。1～17の補助観測点には100cm、150cmの高さに最低温度計を設置した。強度計には覆をつけず露出のままとし、



実測は4月18日の21h30m～22h30m、19日、1h00m～1h30m、3h30m～5h00mの3回に亘り10分置きに行つた。なお基準点には携帯用風向風速計を設置して風の観測を実施した。

当時の気象は吾々の希望に略々近く、移動性高気圧に蔽われ終夜風弱く、晴天で、夜半過ぎには氷点下となり、かなりの霜を結んだ。只前半夜は微風が収まらず理想的な状態ではなく、

この風の影響が加わっているものと考えなければならぬ。4時頃以後は殆んど静穏に近く理想的な霜の朝であつた。

### § 3 観測の結果

#### (A) 100 cmと150 cmの高さの気温比較

梨園における150 cmの高さは梨棚面に当るので二次的輻射面としての棚面の影響を考慮する必要があるが、150 cmの高さの観測点の温度計は出来るだけ樹枝間の空所を選んで設置したためか、各点共150 cmの高さの温度は100 cmの高さのものより高温で、これだけの観測からは何とも明言出来ないが、温度の垂直分布には梨棚面の影響は顕著には出ていないと考えられる。唯ここで問題となるのは基準点ではB点を除き各点共100 cmの高さの点が著しく低温なことである。基準点の100 cmの高さには自記温度計を置いたので恐らくはこの輻射体の影響を多分に受けたためと考えられる。

基準点では50 cmの高さでも観測を行ったがB点を除き100 cmの高さの温度が50 cmの高さのものより低く、温度の垂直分布としては納得出来ないものであり、装置そのものの影響として充分考慮すべきことを教えているものと思われる。

#### (B) 温度分布の推移

温度分布を見るために100 cmと150 cmの高さのものを用い検討したが、どちらを用いても大差はなかつた。温度分布はかなり複雑で10分置きの観測資料から容易に冷気の移動を解釈出来るようなものではない。しかし各面の平均気温の分布について見ると21 h~22 h 30 m頃には傾斜地の先端部に低温域があり、下端部にも低温域があつて、昼間の分布から夜間の分布への移行の初まつた状態を示しているものと考えられ、3 h 30 m~5 h 00 mには傾斜地下方平坦地に最低温域があり、傾斜地上方高温となつているので早朝には兎に角霜夜の標準型分布となつたことが判る。(2)

#### (C) 気温変化分布図による高低温域の追跡

10分置きの気温分布からは高低温域に目をつけて追跡してもその移動の状況は判らなかつた。寒気の移動による温度変化があつたとしても恐らくは輻射等による温度変化にかくされる為とも考えられるので、全域の平均気温変化よりの偏差を用い温度変化の分布図を作つたが、明らかな寒気の移動は把握できなかつた。併し低温域の移動ではないかと思

われるものは4 h 20 m～4 h 50 m頃の殆んど静穏に近い時間にみられた。即ち4 h 20 m頃傾斜地上端のB付近にあつた低温域は4 h 40 m頃には下端のB点附近に、4 h 30 m頃A点附近にあつた低温域は4 h 50 mにはCとDの間まで下降したように見られる。この当時の風は傾斜地上部では $1 \text{ m/s}$ を越していたが、下部平坦地では殆んど静穏に近く、距離及び時間間隔から見て、この程度に風が弱ければ、低温域の下降即ち冷氣塊の流下を把握できると見てよいのではなからうか。

#### (D) 冷氣塊移動の検討

10分置きの実測に基づく資料からは明らかな冷氣の移動は把握できなかったので基準点における自記紙より5分毎の値を講取り検討した。先づ5ヶ所の基準点の平均について見ると19時頃のを第1回とすると5時までに顕著な下降が6回起り、第3回以後の下降の開始時刻は規則正しく85～90分毎に起つている。気温分布のバラツキを見るために各時刻毎の平均気温に対する標準偏差を求めると、その極大の起時は平均気温の低極の起時と一致している。即ち気温が下降を続けその終り頃に域内の温度差が最も大きくなつていようである。

地域内の一部を冷氣が流れると、或る点だけが全域の温度変化の傾向とは違つた変化を示す筈なので、吉野氏等の方法に倣い、<sup>(3)</sup>全地点の温度変化の平均を求め、この平均値に対する標準偏差を計算し対照して見ると、連続的な大きな下降の続いた顕著なものについては、気温変化のバラツキの極大は気温降下の極大より10～20分後に現われている。即ち顕著な気温下降が起り続いて冷氣の流下が起ることを示しているようである。

#### (E) 気温変化の谷の追跡

各点の気温下降の時間的变化を見るために、温度変化の値を用いイソブレットを作つた。これによると温度変化の極大(気温変化の谷)は全域同時に起る訳ではなく、斜面の上方で早く現われ、下部で後れていることの多いことが判る。従つて変化の極大の起時を冷氣移動の直前の状況とすれば、冷氣は上方から下方に流れたことになる。しかし全域平均気温の急降下時のうち第3～5回には反対に下方から上方に伝わると考えなければならぬものがあり、冷氣塊の上限が時間と共に高い方に及

んで行くと解釈させるを得ない。このようなものは数は少いが急降下時だけに問題となる。

(F) 気温変化の時間的關係

気温曲線の谷は冷氣塊が生成され移動の初まる直前の状態を示すものであり、5ヶ所の曲線を重ね合せて見るとこの谷の発現時刻が斜面の上方で早く下方程遅いものが数回明らかに認められる。次に冷気の増厚により下方から上方に及ぶと考えられるものも矢張認められる。

§ 4. あとがき

観測調査は以上のとおりで冷気の移動らしいものは認めることが出来たが、その状況を的確に把握することは出来なかつた。これは理想的な霜夜を選び得なかつたこと、充分な広さの観測の場を採り得なかつたこと、実測が10分間隔で行われたこと等によるものと思われる。又この観測は150 cm以下の接地層内の観測に終始したのであるが、気温下降が85~90分位の間隔でかなり広い範囲に週期的に起るらしいことなどから見て、現象の規模はかなり大きく、高い層までの観測を行わなければ実態をつかむことは出来な猪のかも知れない。

## 参 考 文 献

- (1) 梅田三郎：…晩霜期の晴れた夜における裸地と草生地の気温比較観測の一例…昭和33年防霜対策報告書 福島県
- (2) 工藤敏雄：…地面状況の差異による気温分布の観測…昭和34年度防霜対策報告書 福島県
- (3) 梅田三郎：…霜夜における細域の温度分布の特性について…産業気象調査報告 第22巻第1号
- (4) 梅田三郎：…気温分布の特徴（特に阿武隈山地の温度分布について）…昭和33年度防霜対策報告書 福島県
- (5) 吉野正敏、西沢利栄：…冷気の流出と霜道の形式…農業気象第15巻第4号

## Summary

In order to research the production of the cold air mass and its movement on frosty night, the microscopic temperature observation was made in Fukushima Prefecture on April 18 - 19, 1960.

Analyzing the data especially thermograph records at five stations in the area, the movements of the cold air were discussed in detail. Then the phenomena, seemed to be the movements of the cold air was recognised, but the mechanism of it was not caught precisely.

## 水田の水溫，地溫に関する研究（第2報）

## 各種条件下の水田地溫について

羽 根 田 栄 四 郎

（山形大学農学部）

Studies on the Water Temperature and Soil  
Temperature in the Paddy Fields (2)On the Soil-temperature in the Paddy Fields  
Of the Different Conditions.

E. HANEDA

(Faculty of Agriculture, Yamagata University.)

## I) ま え が き

水田微気象については従来多くの研究がなされ、水溫がその特性を發現するものであることは第1報の結果からも明らかである。

一方において水溫、地溫が水稻の生育に影響することは西南暖地の高温障害や各地に見られる冷水溫障害等の研究からも明らかな事である。

近年その対策上から、また水稻生育の効率上からも根圏環境の重要性が認識されて居る。筆者は水稻生育に及ぼす水田微気象の研究を推進して居り、その一部として1961年東北支部総会において水溫、地溫と水稻の生理作用の関係について2, 3の実験結果を報告したが、本年はその結果にもとづき水稻の生理作用に適應した水田地溫の調節を計るための基礎的研究として、各種条件下の地溫特性を調査したので報告する。

## II) 実 験 方 法

1) 水稻生育に伴なり地溫推移の特性を明らかにする目的で、本学農場の砂質壤土水田において、分けつ中期、幼穗形成期及び登熟中期の地溫について調査した。

なお、中干は幼穗形成期の調査前に行なわれ、落水は8月30日に行なつ

た。

- 2) 土壤組成の異いによる地温特性を知るために、大型ポットを用い粗砂、赤土(客土用として用いられている)と両者を6割、4割にそれぞれ混合した2区を設けた。

熱変動を避けるためにポットを土中に埋めよく攪拌して灌水20日後より調査した。

- 3) 滲透を与えた場合の地温特性を明らかにするために実験装置として60cm×60cm×80cmのラインメーターを用い、底部よりの排水調節によつて一定滲透量を与えて調査した。

栽植法は農林41号の15cm正方形植である。

- 4) 水温上昇による地温の特性を明らかにするために、水温上昇剤としてOEDを用いた水田の地温について調査した。

- 5) 地温の測定は地表、5cm、10cm、20cmの各深さにおいて曲管地中温度計を用いて行ない、地温の解析には晴天日の24時間観測値を用いた。

実験結果の解析には次の一般式を用いた。

$$R_x = R_0^{-\beta x}, \quad a^2 = \frac{\chi^2 M^2}{(\log A_0 - \log A_x)^2} \left( \frac{\pi}{T} \right)$$

$\beta$  : 地温減衰率,  $a^2$  : 温度伝導率

### III) 実験結果

- 1) 水稻の生育に伴ない地温較差は一般に小さくなり、特に落水期には5cm以下の深層の地温差が小さくなる。

地温減衰率及び温度伝導率の変化は第1表の如くである。

即ち地温減衰率は灌水期は生育に伴なつて大きくなり、落水によつて再び小さくなる傾向を示す。また温度伝導率は0~20cmの地中範囲では深度を増す程大きくなり、灌水期間は落水期よりも各地層において大きくなる傾向がうかがわれる。

幼穂形成期に5~10cm層に最小が見られるのは中干による影響と考えられる。

第1表 生育期別による地温減衰率及び温度伝導率

時 期		分けつ中期	幼穂形成期	登熟中期
月 日		7月18日	7月27日	9月2日
$\beta$ (0~20cm)		0.0892	0.1125	0.0947
$\alpha^2$	0~5cm	0.0030	0.0038	0.0007
	5~10cm	0.0075	0.0016	0.0032
	10~20cm	0.0104	0.0185	0.0040

2) 土壤組成の違いによる影響は第2, 3表の如くである。即ち粘土含量の多い程地温減衰率は大きくなり, 温度伝導率は小さくなる。また地層別温度伝導率は粗砂区では表層が大きく, 中層で小さく, 下層で再び大きくなるのに対して他の区では深度を増す程小さくなる傾向を示した。下層での温度伝導率は砂含有量に比例した。なお本実験は無滲透, 無植栽のもとで行われた。

第2表 土壤組成の違いによる地温減衰率及び温度伝導率

(0~20cm)

区	土 壤 組 成	$\beta$	$\alpha^2$
1	粗砂(1.0)	0.0773	0.0072
2	粗砂(0.6) 赤土(0.4)	0.0778	0.0046
3	粗砂(0.4) 赤土(0.6)	0.0933	0.0041
4	赤土(1.0)	0.0991	0.0036

( )内は割合を示す

第3表 土壤組成の違いによる各地層の温度伝導率

地 層	深 さ	1	2	3	4
上 層	0~5cm	0.0179	0.0069	0.0076	0.0114
中 層	5~10cm	0.0035	0.0057	0.0043	0.0040
下 層	10~20cm	0.0076	0.0036	0.0032	0.0023

3) 滲透を与えた場合は第4表の如く、地温減衰率は滲透量に反比例し、温度伝導率は滲透量に比例する。

各地層間の温度伝導率は下層では一般に上層よりも大きくなる傾向を示し、熱の輸送が下層まで及ぶことを示した。

第4表 滲透に伴なり地温減衰率と温度伝導率

減水深 $\text{cm}$		0.37	0.25	0.07
$\beta$		0.0491	0.0525	0.0664
$\alpha^2$	0 ~ 5 cm	0.0156	0.0178	0.0109
	5 ~ 10 cm	0.0034	0.0050	0.0028
	10 ~ 20 cm	0.0353	0.0248	0.0275

4) 滲透のない水田にO.E.D.を展開した場合には水温は2~4°Cの上昇が認められたが、0~20 cm地層間の地温減衰率は無処理区に比べて大きくなり、上層だけの温度変化が大きく、下層への熱輸送が少ないことが知られる。また温度伝導率は下層において無処理区に比べて小さくなることが明らかである。

即ち水温上昇による地下への熱伝達は小さいものであることが知られる。

### III) 結 び

以上の実験結果を通して水田地温の上昇を考える場合には水温の上昇を計つた上で、これを地下滲透させることが適切であろうと考えられる。また土性によつて熱伝達の異いが明らかであるが、これは含水比の差異によるもので、地温上昇のための滲透は土性に依じて考慮すべきものと思われる。

また実験中に見られる如く、5~10 cm地層において熱伝達が悪くなつて居るのは松尾の報告されて居る如く、水田ではウルトラ粘土が6~9 cm地層に多く、この地層によつて水滲透が抑制され、熱伝達が悪くなることと一致するのではなからうか。

水田土壌の物理性についての研究は少ない現状であり、今後水田地下環境調節のために、更にこの方面の研究を進めたいと考えて居る。

## Summary

In order to regulation of the soil temperature on the paddy field, the author carried out investigation on the soil temperature in the case of the different of field conditions.

1) On the relation with the growth of rice plant, the diminution coefficient of the soil temperature is larger following growth on the irrigation period, but become smaller on the draining period. The diffusivity become small by the drain.

2) In the case of different of the soil texture, the diminution coefficient of the soil temperature become larger as rich as clayey in the soil and the diffusivity become small.

3) In the case of percolating in paddy soils, the diminution coefficient of the soil temperature inversely proportional to the percolation velocity and the diffusivity is the direct proportion to it.

The diffusivity become larger on the lower layer than the upper layer.

4) In the case of managed to rise of the water temperature, the diminution coefficient of the soil temperature become large, the diffusivity in the lower layer become small by the management.

## ポリエチレンチューブの熱伝達について

羽 生 寿 郎

農林省東北農業試験場

Heat transfer of polyethylen Tube for the Heightening of water temperature.

J. Hanyu

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

ポリチューブが流入水温を高め、冷水被害軽減の効果のあることはすでに報告した。チューブを通る水は主として日射とチューブの周りの暖かい水田水からの伝達熱によつて昇温する。筆者は伝達熱を決定する熱伝達係数を実験的に求め、実際とよく合うことを確かめ、熱収支式から必要とするチューブの長さを決定する実験式を導いた。

1. 熱伝達の式

熱伝達による水の単位時間当り受熱量を $q$ とすると、

$$q = \alpha A (\theta_p - \theta_w) \tag{1}$$

ここに、 $\theta_p$  は冷水の影響を受けない水田水温、 $\theta_w$  は流入水温、 $A$  は水田水に接するチューブの表面積で、 $\alpha$  は熱伝達係数(工学では熱貫流係数)である。

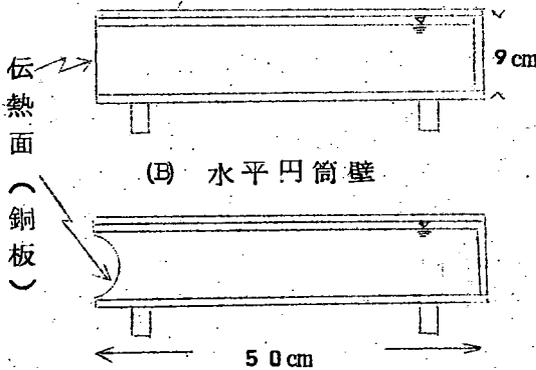
チューブ壁とチューブ内の流水との間の熱伝達係数を $\alpha_i$ 、水田水とチューブ壁との間の熱伝達係数を $\alpha_o$ 、チューブの厚さと熱伝導度を $\delta$ 、 $\lambda$ とすると、 $\delta$ がチューブの半径 $r_p$ に比べて著しく小さいとき、次の関係式が成立する。

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o} \tag{2}$$

$\alpha \rightarrow \alpha'$

(A) 垂直平面壁

2. 実験装置



第1図 自然対流熱伝達測定装置

1)  $\alpha_o$  を求める実験装置(第1図参照)伝熱面に溶けつある水を密着し、融解量から伝達熱を算出し、 $\alpha_o$  を求める。

2)  $\alpha_i$  を求める実験装置  
 矩形断面水路は伝達面の長さ90 cm、高さ9 cmの銅板を側壁とする水路3 cmの水路で、水の融解量により計算する。

円形断面水路は半径4.5 cm、伝達面の長さ120 cmの水路で、加熱による水温上昇と流量から計算する。

## 3 実験結果

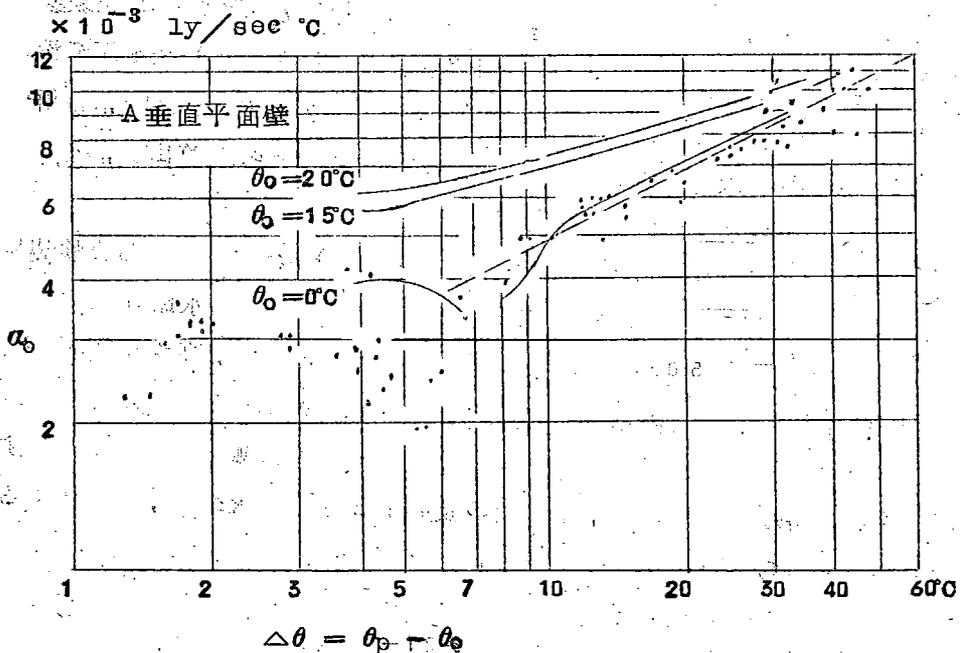
1) 熱伝達係数  $a_0$ 

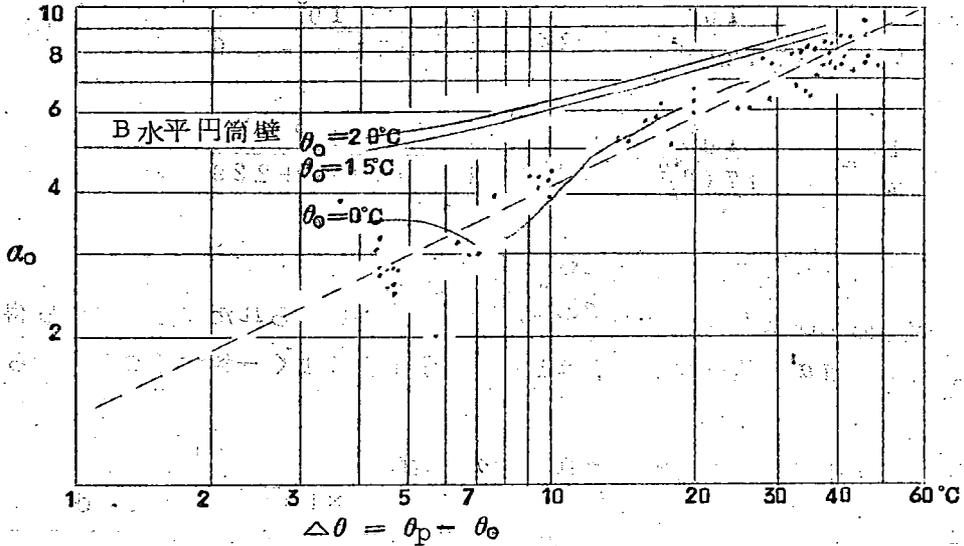
装置内の水温を  $\theta_p$  , 伝達壁の温度を  $\theta_0$  ,  $\theta_p - \theta_0 = \Delta\theta$  とすると  $a_0$  と  $\Delta\theta$  との間に第2図の破線のような関係がみられる。熱伝達は冷たい壁に生ずる自然対流によつて変化するので、冷却水の温度による物性値の変化が  $a_0$  に影響する。これを次元解析により求めた結果、次の実験式を得た。

$$a_{0f} = 8752 \times 10^{-3} \left( \frac{\rho^2 \beta}{\mu} \Delta\theta \right)^{0.16} \text{ ly/sec } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

$$a_{0c} = 7647 \times 10^{-3} \left( \frac{\rho^2 \beta}{\mu} \Delta\theta \right)^{0.16} \quad \text{ " } \quad (4)$$

ここに、 $\mu$  ,  $\rho$  ,  $\beta$  は水の粘性係数、密度、体膨脹係数、指標  $f$  ,  $c$  はそれぞれ垂直平面壁、水平円筒壁での値を表わす。伝熱面温度  $\theta_0$  が  $0$  ,  $15$  ,  $20^\circ\text{C}$  の場合について、(3), (4)式から  $a_0$  を求めると第2図の実線で示す曲線が得られ、 $\Delta\theta$  が  $10^\circ\text{C}$  以下になると  $a_0$  の値があまり変化しないという実験結果 ( $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$ ) を説明しうる。





第2図  $\alpha_0$  と  $(\theta_p - \theta_0)$  との関係

2) 熱伝達係数  $\alpha_i$

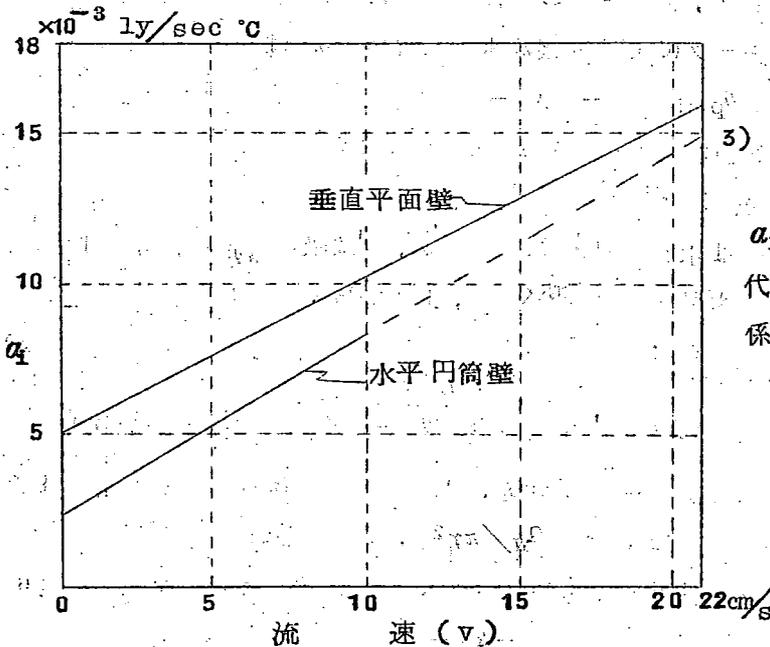
水路内を流れる水の流れ速度  $v$  との間で、第3図の関係がみられ、次式が得られた。

$$d_{if} \times 10^3 = 0.516v + 5.06 \tag{5}$$

$$d_{ic} \times 10^3 = 0.597v + 2.29 \tag{6}$$

$a \rightarrow \alpha$

第3図  $\alpha_i$  と流速との関係



3) 熱貫流係数  $\alpha$

上に得られた  $\alpha_0$   $\alpha_i$  の値を(2)式に代入すると熱貫流係数  $\alpha$  が得られる。

$$\frac{1}{a_c} = \frac{10^3}{8752 \left( \frac{\rho^* \beta \Delta \theta}{\mu} \right)^{0.16}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{10^3}{0.516v + 506} \quad (7)$$

$$\frac{1}{a_c} = \frac{10^3}{7647 \left( \frac{\rho^* \beta \Delta \theta}{\mu} \right)^{0.16}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{10^3}{0.597v + 229} \quad (8)$$

#### 4. 実測値と計算値との $a$ の比較

浅い池及び室内の模型池での熱収支の測定から得られた  $a$  を(8)式から得られる計算値  $a^*$  と比較すると、第1表に示すようによく一致することが知られた。

第1表 実測値と計算値の  $a$  の比較

× 10<sup>-3</sup> ly/sec·°C

	浅い池	模 型 池					
		1	2	3	4	5	6
$a$	258	286	278	280	326	299	276
$a^*$	332	291	296	294	299	289	293

#### 5. チューブの長さの決め方

目標水温を  $\theta$ 、チューブの出口の移動による間接的水温上昇値を  $\Delta \theta_c$  とすると、チューブによる直接の水温上昇値  $\Delta \theta_p$  は

$$\Delta \theta_p = \theta - \theta_w - \Delta \theta_c \quad (9)$$

チューブ内を流れる水体の熱収支は近似的に

$$B_w \doteq S^i + Q$$

ここに、 $B_w$  は水温上昇に要した熱量、 $S^i$  は吸収純放射量、 $Q$  は伝達熱量である。水田水温を  $\theta_p$  とおくと、上式から、必要とするチューブの長さ  $l_p$  は、

$$l_p = \frac{\pi r_p^2 l \Delta \theta_p}{2 r_p a^i S + a (\theta_p - \theta_w) (2 \pi r_p - d)} \quad (10)$$

ここに、 $r_p$  はチューブの半径、 $a^i$  は純放射量  $S$  の吸収係数、 $d$  はチューブの空気露出面の巾、 $l = q_w / \pi r_p^2$ 、 $q_w$  は流量である。

いま、 $r_p = 4.6$  cm,  $d = 8.0$  cm,  $\theta_p - \theta_w = 5^\circ$  C,  $\theta_0 = 20^\circ$  C,

$l = 146$  cmの場合,  $a = 5.3 \times 10^{-3}$  ly/sec $\cdot$ C,  $Q = 809$  cal/sec  
 となる。また  $s = 1.0$  ly/mir,  $\alpha = 0.7$  と仮定すると,  $s' = 1.57$  ly/sec  
 (この値は  $B_w$  の 16%) となる。 $\Delta\theta_p$  として  $5^\circ\text{C}$  が必要な場合の  $l_p$  の  
 長さは  $73$  m となる。

#### 参 考 文 献 ( 省 略 )

注. 詳細は下記を参照されたい。

羽生寿郎 ( 1962 ) : 水温上昇用ポリエチレンチューブの熱伝達に関する研究, 東北農試研報 25。

#### Summary

In the cooler region or at the high land in the warmer region, the rice plant near the inlet of water in the paddy field is often damaged by the cold water irrigation. For reducing such damage, green colored polyethylen tube serving to heightening water temperature at the inlet was devised. The heightening of temperature of water passing through the tube was mainly caused by the solar radiation absorbed and by the heat transfer from the warm paddy field water surrounding the tube. The purpose of this study is to find the experimental formulas for obtaining heat transfer coefficient in the case of decision of the transfer amount and is in the decision of the length of polyethylen tube.

The experimental formulas of the heat transfer coefficients between the paddy field water and the wall of polyethylen tube, and between the wall and the running water in the tube were obtained. And the length of tube necessary for obtaining certain water temperature was decided by the formula obtained from the heat balance formula.

# 寒地における水田用水量の研究

才 1 報 水田減水深に対する気象条件の影響について

宮本 硬 一 ・ 千葉 文 一

(宮城県農業試験場)

Studies on the Water-Requirement in Paddy Field  
in the Cold District  
Part 1. Effect of Weather Conditions on Depth of Water-  
Requirement

K. MIYAMOTO and B. CHIBA

(Miyagi Prefectural Agricultural Experiment Station)

水田の水管理が水稻栽培上重要な問題であることはいうまでもない。ことに最近水資源利用の高度化及び稲作の合理化等のためあらためて水田用水量の問題が各方面で取り上げられている。それで当地域における水田用水量の実相を正確につかみ、稲作期間中の適正用水量を明確にすることにより用水の管理のような水田における水利用を合理的に行うための資料を得ようとして次のような研究を行なった。

一枚の水田における用水量(消費水量)は湛水深の減少、すなわち減水深で示される。この減水深(用水量)は土壌や稲と複雑にからみあつているが、減水深の変化は気象条件の影響をかなり受けていることが判つたのでその概要を報告する。

尙この研究を実施するに当り、前農林省農業技術研究所農業土木部長狩野徳太郎博士、農林省農業土木試験場椎名乾治技官および同中川昭一郎技官の御指導と御援助に対し、深く感謝する。

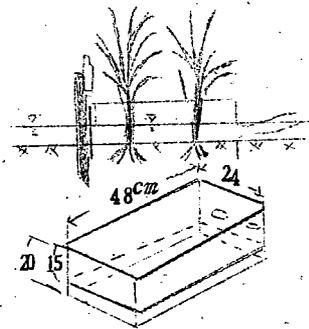
## 1. 用水量の測定方法

この研究は仙台市原町宮城農試の圃場で昭和34年より実施した。用水量の測定は水田全体の減水深を計るための測定器および同一水田内の3ヶ所に配置した用水量測定器によつて毎日の減水深を田植後落水まで9時に測定した。

## 2. 測定に使用した器具

測定器としては農業土木試験場で設計考案した新型測定器を使用した。その

構造は才1図の通りでこの測定器の特徴は  
 枠内外の水位差を等しくするためのゴム袋  
 を附した事である。又土へ打ちこむ深さも  
 5cm位の浅い構造のものとし、従来の無  
 底箱の欠点であつた。打ちこみの深さが大  
 きいため生じる誤差と、箱の内外における  
 水位差が関係すると思われる誤差を除く事  
 ができる。



才1図 新型測定器

又減水深の読みとりは $\frac{1}{10}$ mmまでの精度  
 をもっているフックゲージによつて行なつた。

### 3 結果および考察

#### (1) 天気別減水深の比較

稲作期間中の毎日の減水深と気象条件を天気別に分けて見ると才1表の通り  
 になる。

才1表 天気別減水深及気象条件の比較

年次	項目 天気別	減水深		最高 気温 (°C)	平均 気温 (°C)	日照 時数 (h/α)	露場 蒸発量 (mm/α)
		水田全体 (mm/α)	測定器 (mm/α)				
昭 34 年	晴	5.6	5.5	28.1	23.5	8.3	4.6
	くもり	1.9	2.3	22.4	20.4	0.2	0.9
	雨	2.1	1.8	22.9	20.0	0.3	0.8
	全期間	3.8	3.7	25.1	21.7	3.9	2.5
35 年	晴	6.1	5.9	26.3	22.0	7.4	4.7
	くもり, 雨	4.7	3.4	25.9	22.5	1.4	1.2
	全期間	5.6	5.2	26.2	22.2	5.6	3.7

減水深は天気によつて異なり、水田全体の  
 場合と測定器内の  
 ものは晴天の日に多  
 く、曇雨天の日には  
 少なくなる。曇雨天  
 の減水深は晴天日の  
 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 位になる。

又水田全体の減水深は  
 測定器の減水深に比べてやや多目になつているが、これは畦畔浸透があるため  
 である。この畦畔浸透も天気によつて変化し、晴天が続き畦畔が乾いていると  
 きと、雨天のため畦畔が湿めつているときでは異なり、又試験田と隣接田の湛  
 水面の水位差によつても異なつた値を示している。

#### (2) 減水深の時期的変化

減水深の時期的な変化を見ると才2表の通りで6月~7月中旬が少なく、7  
 月下旬~8月上旬に多く、それ以後再び少なくなつている。

オ2表 減水深の時期的変化と気象条件

年次	月旬	減水深		最高 気温 (°C)	平均 気温 (°C)	日照 時数 (h/α)	湿度 (9時) (%)	露場 蒸発量 (mm/α)	
		水田全体 (mm/α)	測定器 (mm/α)						
6	上	-	-	21.3	17.3	4.18	75	2.4	
	中	5.2	3.2	21.6	17.8	4.69	78	2.5	
	下	2.8	1.5	22.0	18.9	1.39	86	1.7	
	7	上	4.3	3.3	24.5	21.5	2.5	87	1.9
		中	4.9	3.2	25.6	22.1	3.75	86	2.5
		下	4.5	5.3	28.5	24.1	8.3	76	4.3
	8	上	4.5	3.7	26.0	22.4	2.85	84	2.8
		中	2.8	3.5	27.6	23.5	3.62	85	2.9
		下	2.7	3.3	28.3	23.6	3.75	82	2.5
9	上	3.0	2.5	24.8	21.6	1.91	84	2.6	
	中	-	-	27.0	12.0	4.28	78	2.6	
7	上	4.1	3.7	21.2	16.7	6.0	74	3.5	
	中	5.5	4.4	23.3	23.2	7.1	67	4.5	
	下	3.7	3.8	24.3	20.5	3.1	81	2.1	
	7	上	4.8	4.4	26.0	21.3	4.4	85	2.9
		中	5.7	4.9	27.0	22.2	5.0	80	3.8
		下	3.4	4.2	28.8	24.4	5.0	84	3.9
	8	上	9.1	6.7	23.5	27.8	10.0	72	5.7
		中	6.8	5.5	27.0	22.8	3.6	83	3.2
		下	4.8	4.6	28.7	23.8	4.5	88	3.5

この減水深の時期的変化を気象条件の変化と対比して見ると日照時数、最高気温の変化と密接な関係にあるように思われる。

そこで減水深とこれら気象条件との関係を、測定器による減水深についてその相関を検討してみるとオ2図のようになる。すなわち水田減水深と最高気温及び日照時数との間には正の直線的な関

係がみられ、気温が高い程、又日照時数が多い程減水深が大きくなる事が明瞭に認められる。尚、この外に湿度や風速なども減水深に影響すると思われるが、それらについては、はつきりした結果が得られていない。

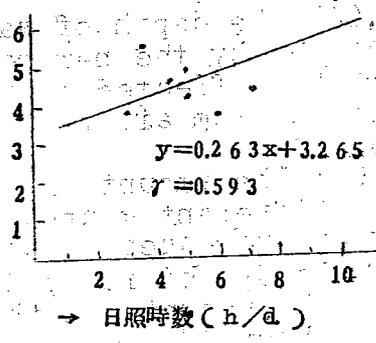
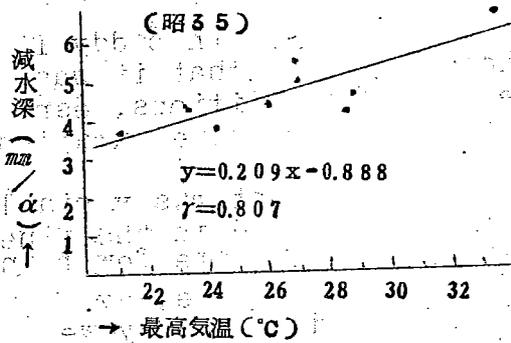
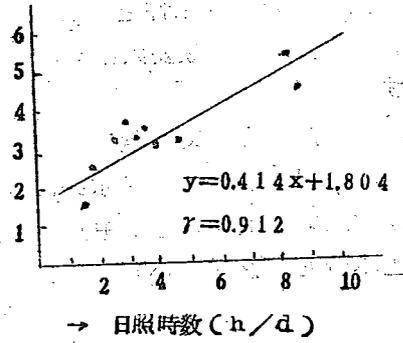
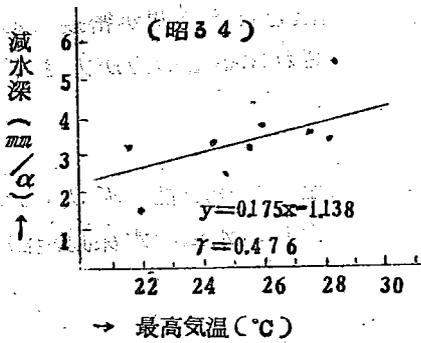
次に気温と日照時数を組合せた気候指数と減水深との関係についても検討した。その結果はオ3図の通りで、気象要素が単独で減水深に関係する場合より強い影響を与えている事がはつきり示されている。

この減水深と気象条件との関係が年次によつて異なるのは、水稻の生育がこれらの関係に干与しているためと考えられる。

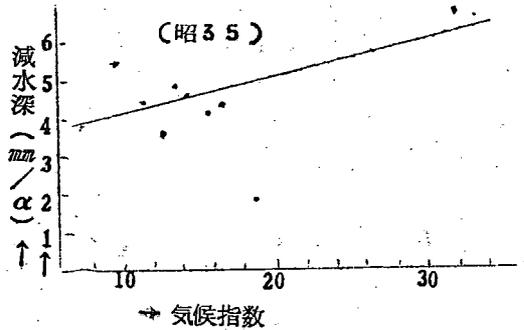
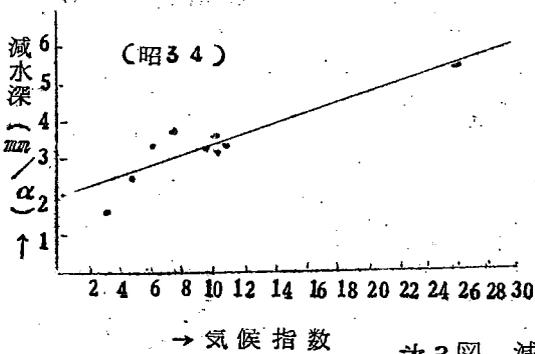
水田減水深は水面蒸発、蒸散および浸透の三つによつて構成されているが、これらの中で蒸散は水稻の生育程度、すなわち莖葉の繁茂度に左右される事が大きく、水稻の生育はいりまでもなくそれぞれの年次における気象条件に

よつて異なる訳であるから、減水深の年次差は気象条件の外に、水稻の生育量の差による影響も含まれている事になる。

これら年次差および生育量の減水深に対する影響などについては更に研究を進めている。



才2図 減水深と気象との関係



才3図 減水深と気候指数との関係

## 4 摘 要

- (1) 水田減水深を新しい測定器によつて灌漑期間測定した結果、減水深は気象条件によつて著しくその程度を異にすることが判明した。
- (2) 減水深は天気の状態によつて異なり、晴天日には多くなるが、曇雨天の日には晴天日の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{2}{3}$ 位に減少する。
- (3) 減水深と気象条件との関係では、特に最高気温と日照時間が密接である。しかもこれら気象要素は単独の場合より、組合された場合の方が大きく影響する。

## 参 考 文 献

- 椎 名 乾 治：水田減水深についての一考察 土 の物理性 №3, 1960  
 狩野徳太郎，椎名乾治，中川昭一郎，小菅孝利：新しい水田減水深測定法，農業土木研究 28(8) 1960

## Summary

(1) The depth of water-requirement in paddy field measured by the new method indicated that it was remarkably effected on the weather conditions, especially maximum air temperature and sunshine duration.

(2) The amount of water-requirement was variable with different weather conditions, and in the fine day it increased in amount, but it became fewer in the cloudy and rainy day than in the fine day. And that the amounts in the cloudy and rainy day were only about 35 - 65 percent of its value in the fine day.

(3) It is argued that the depth of water-requirement in the paddy field is in close linear correlation with the complex-element on weather conditions --- maximum air temperature and sunshine duration.

# 福島県における稲作と桜の季節について

工 藤 敏 雄

(福島地方气象台)

A Phenological Study of the Rice Plant and  
the Cherry Blossoms in Fukushima Prefecture

T. Kudo

(Fukushima Local Meteorological Observatory)

## 緒 言

昭和30年の好天候による記録的豊作以来、米作技術普及にすぐれた進歩があり、年々作況水準が急速に上昇していることは承知の通りである。そのいくつかの進歩技術の最も目立つもののひとつとして育苗技術、即ち油紙、ビニール等の利用による保温苗代とそれによる早稲の早植安全多収栽培法があげられている。それは稲作諸技術に広範に影響するだけでなく、水田経営全般の発展と多数化に大きな希望を与え、特に稲作が従来のような慣行栽培季節に固定されたものでなく、環境や経営事情に応じて、相当の季節的幅をもつて適宜変えられるものであるということである。

偶々福島県では昭和34年度は中通り地方に、又昭和35年度は残り全地域に農業気象業務が整備され、現在農業気象通報や公報を発表している現況であるが、農業関係の資料も多少あつた方が都合がよいと考えられる。もちろん、農業上のことはそれら関係機関にまかせればよいし、そうあるべきで農業気象普及資料」として発行されるものをみればよい訳であるが、前記のような稲作技術の進歩に伴い、現在どのような季節にあるかなどある程度のことは知つておいてもよいと思われるので、簡単な調査を試みた次である。

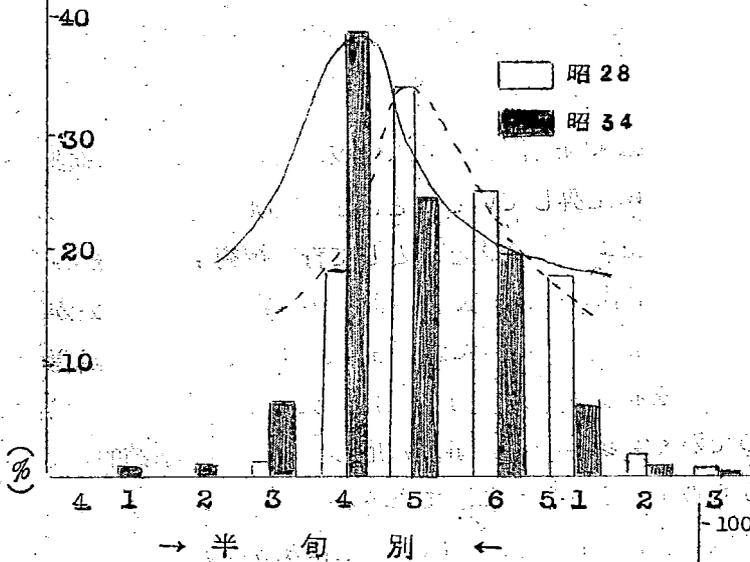
### 1. 水稲作季の繰上げとその効果

- (1) 水稲作季の繰上げ
- (a) 植付け時期の繰上げ

苗代の床面を油紙やビニール覆い、いわゆる保温折衷苗代は、早期播種を可能にするため従来の水稲播種期は本県では4月下旬から5月上旬に行われ、

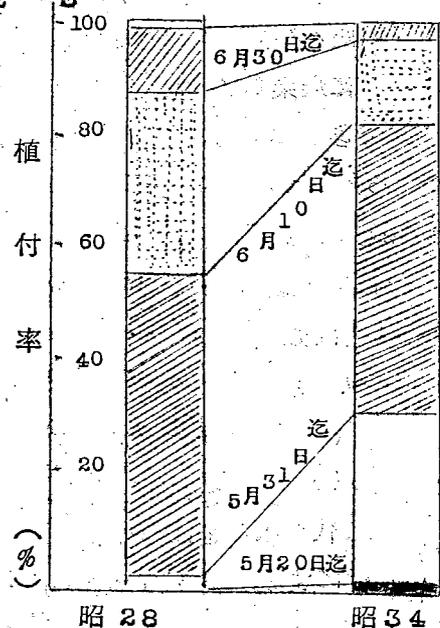
4月20日以前のものはきわめて稀であつたが、保温苗代の普及するに従つて播種期が早まり、才1図に示すように昭和34年には早いものでは4月上旬から始められ、4月下旬までに播種されるものが激増している。このように育苗の出発点である播種期が早められた当然の結果として、田植の時期も早められており、従来6月上旬から始められ、6月中下旬に多く行われた田植が才2図に示すように、昭和34年には6月上旬には全体の80%以上が植付けを終る程に早められた。

才1図 福島県における水稻播種期の変化



(b) 収穫期の繰上げ  
昭和28年と昭和34年との比較によれば、従来は中通りは10月中旬会津地方は10月上旬、浜通りは11月上旬を刈取りの最盛期

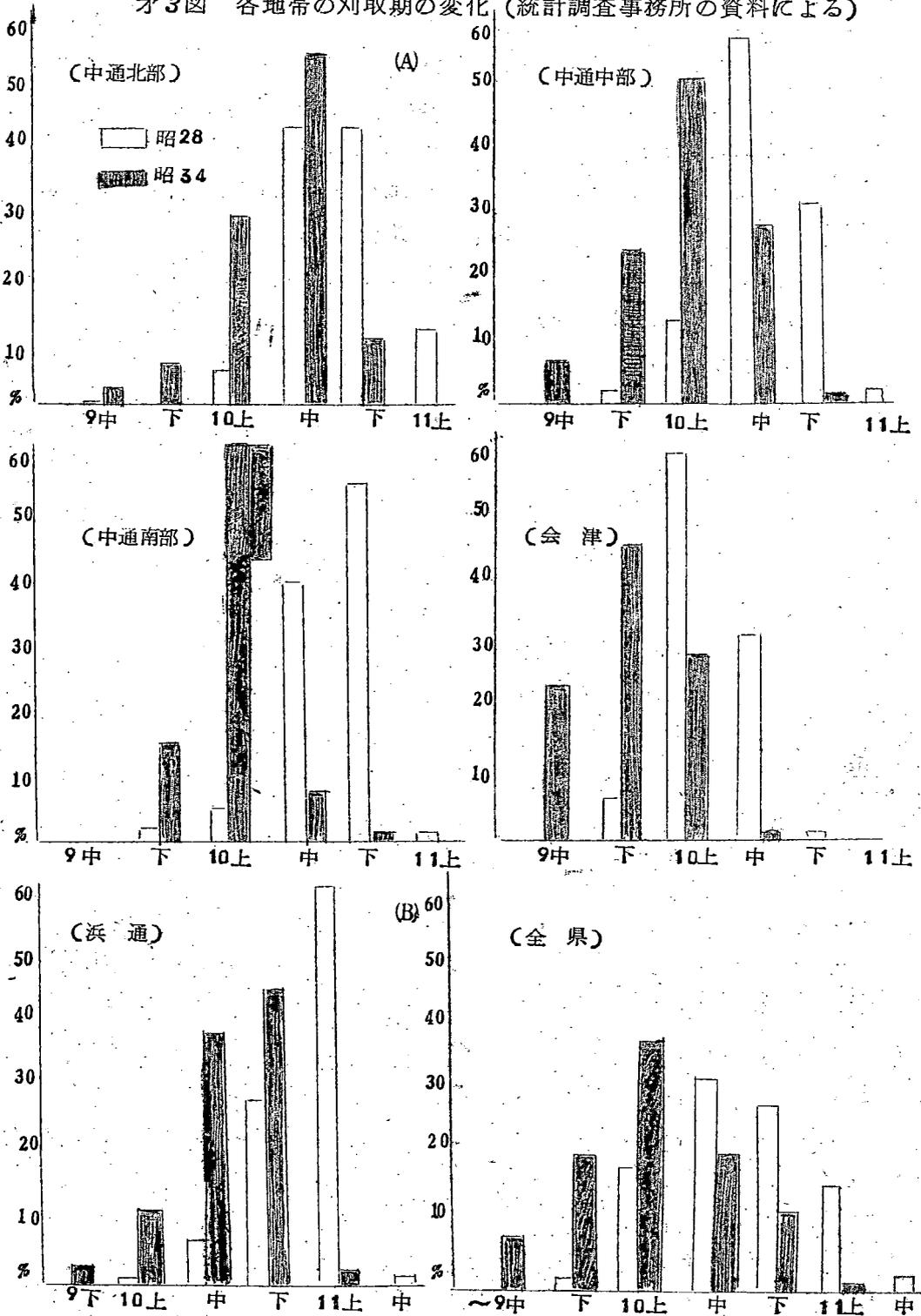
才2図 福島県における植付時期の変化



としていたものが、水稻の早期植付けが行われ、これに適應する早稲の作付けが増大した結果、才3図に示すように各地方により、その変化は一様でないが、早いものでは9月上旬から刈取られ、以後順次その時期が繰上げられている。今後地域的に更に早期栽培の増加することに伴い、成熟期は全般に早まることが予想される。

- (ロ) 水稻作季の繰上げ効果
- (ア) 災害の回避
- § 風水害

才3図 各地帯の刈取期の変化 (統計調査事務所の資料による)

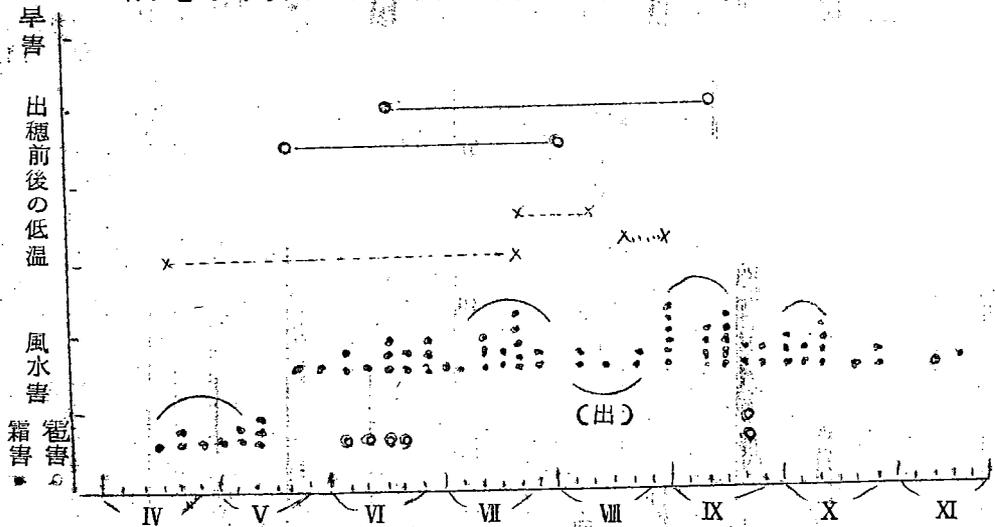


才4図により最近15ヶ年の風水害を月別にみると、さすがに二百十日といっている9月に多く、これについて7月が多くなっていることが判る。勿論前者は台風によるもので、後者は梅雨末期の大雨によるものであるが、ここに注目すべきことは8月中旬に比較的少ないことである。

大体8月15日前後に出穂期をあてる早期栽培は9月に台風を迎えるまでにある程度期間があり、これまでの8月下旬に出穂する場合より被害は少く、損傷の程度も違うとみられる点で大体の目的は達している。

才4図

昭和20年以降の福島県内に於ける気象災害（稲作関係分）



§ 出穂・開花期の天候不良

8月下旬から9月上旬にかけて出穂開花するものは台風期の不良天候の影響をより多く受け、低温、日照不足、風害等により受精障害を生じ易い。これらの被害を回避するために水稻の出穂期を8月10日~15日頃に早めることは有効な方法である。又早期栽培はいもち病の被害を少なくする効果もみられるから、薬剤の撒布、耐病性品種の導入を併せ行えば、この時期は多発するいもち病の防除に役立つとされる。

(b) 作業体系

§ 梨園経営との関係（防霜予報資料として）

中通り県北地方一帯は梨園が多いが増収効果の高い早期栽培をこれに取り入れるためには、梨園の作業と競合しないことが必要である。この附近の梨園経営では5月上旬を中心として行なわれる人工授粉作業が行われる前に早期栽培に利用出来ることは、この経営方法を促進させる一原因とも考えられこのような梨園作業と水稻早期栽培との結びつきは今後増加する梨園造成の気運を高めることに役立つている。

桜の開花季節について

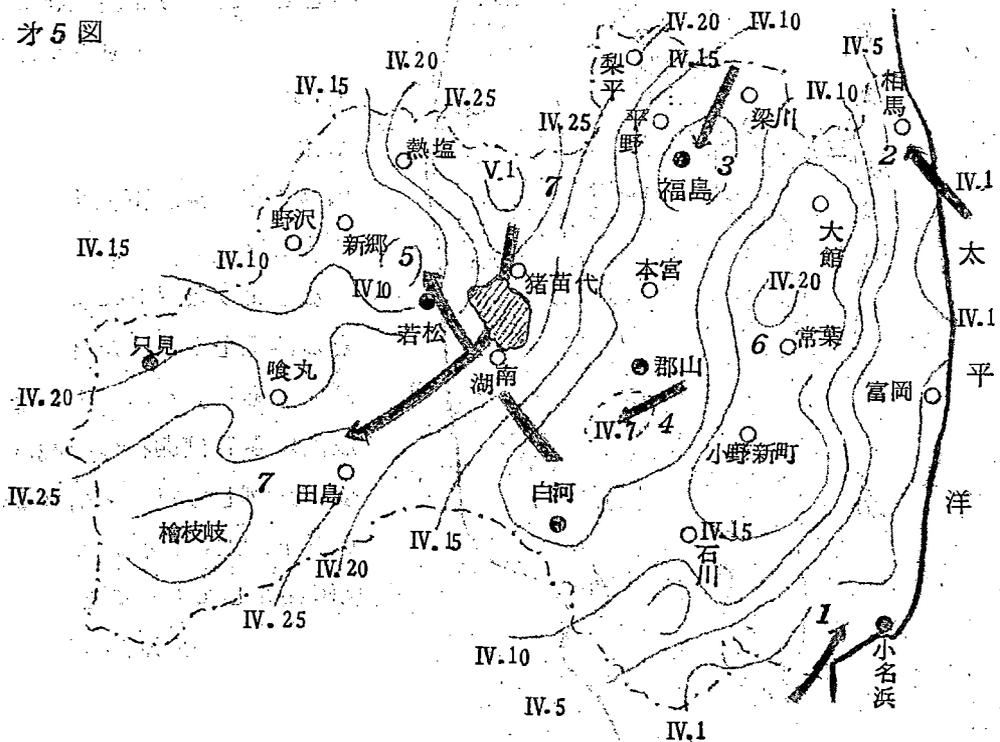
1 開花の地理的分布

福島県に於ける桜の開花予想は地域的にはこれまで数種の調査があるが、県内の分布については調査したものがなかつたので、昭和34年より県内約200ヶ所に依頼し（昭和36年120ヶ所）調査した。

昭和34年の開花の状況を考察すれば、才5図の通りである。これによると県内で最も早いのは浜通南部で、これを基点に浜通りを北上して信達盆地

昭和34年4月～5月県内桜（そめいよしの）開花日線図

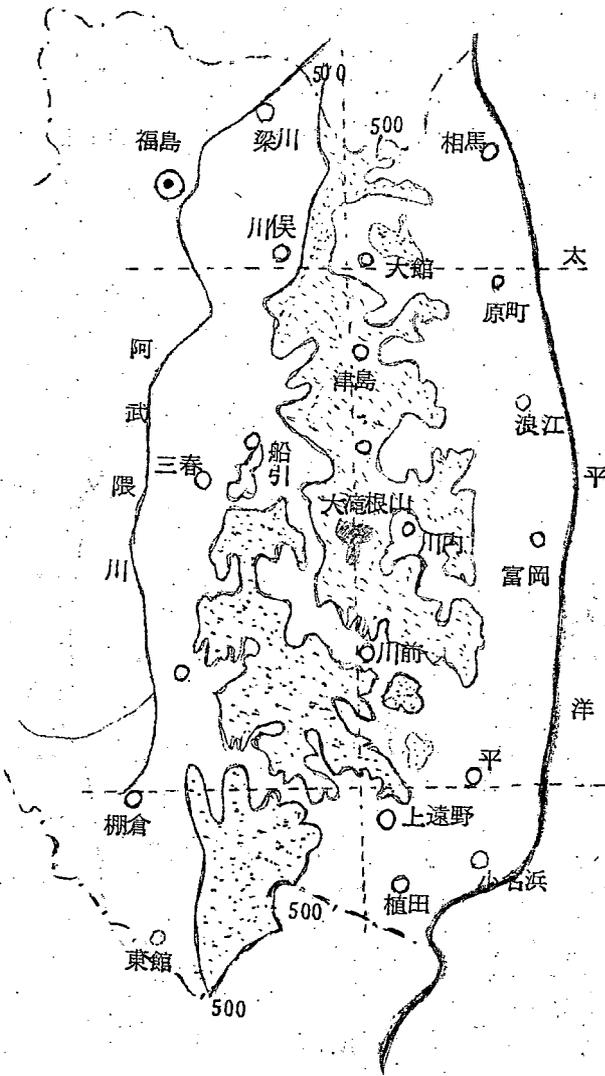
才5図



にうつり中通りを南下することが判つた。次いで会津盆地にうつり阿武隈山系に入り，県内で最も遅いのが磐梯高原から会津南西部に移る順となつている。

この傾向は3ヶ年とも同じで開花の早晩はあつても順序は変わらず，平地から高地に上るに従い次におくれ，最も遅い高地（会津南西部）と最も開花の早い地域（浜通り）との差は約25日位となつている。今，これまでの各調査に基づく結果に従い，開花と高度との関係を最も資料の多い阿武隈山系周辺について考察する。

才6図 阿武隈山系地形図

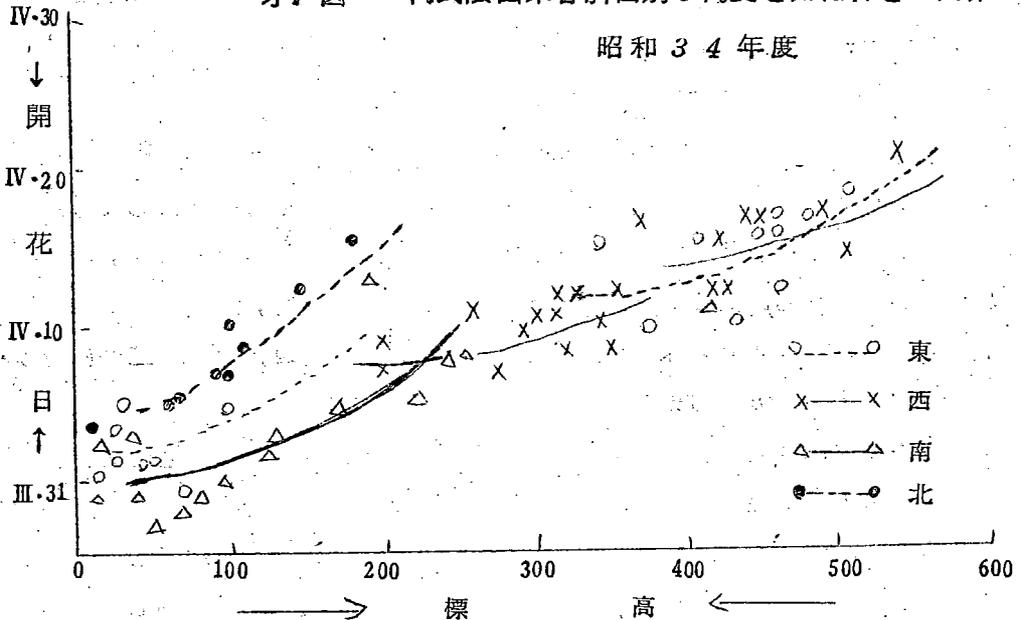


才6図は標高500mを記入した地形図であるが，これを今，東西南北の各斜面に分割するために，東西両斜面を大滝根山（ $h=1193m$ ）を通る分割線を決め，南北両斜面については棚倉—上遠野—平を結ぶ線から以南を南斜面とした。一方北斜面については川俣—大館—原町を結ぶ線，以北を決定したが，これに含まれる浜通りについては標高100m以下は東斜面に含ませた。

このような区分に従い開花との関係をみたのが才7図の通りである。これによると全般的にみれば開花の早晩は高度に比例しており，高度100m以下は大体各斜面とも同時期に開花していることが判るが，さらに斜面別にみると特に次のようなことが顕著に検出される。

- 即ち-a, 南北両斜面の差は各高度とも約10日間の早晚があること。
- b, 西斜面の高度200m~350mの間は標高差に関係なく, 大体同期日に開花していること。
- c, 北斜面は大体200m以下の高度であるが, 西斜面のそれより低い地域でも開花の時期がおそいこと。
- d, 東西両斜面共400m以上は殆ど差がないこと一等である。

才7図 阿武隈山系各斜面別の高度と開花日との関係



今, 特にbとcについて考察してみると, bについては, 梅田の調査による降霜時における細域の温度分布の特性から250m前後に高温帯のある事を指摘しているが, 大体この地域に該当するものらしい。

又cについても同様, 120m前後に低温帯のあることが調査されている。即ち, 気温逆転の原因と解されるが, 降霜時でなくてもこの傾向の存在することは事実らしく, これらの地帯の降霜被害の軽微は勿論のことこれを裏付けるひとつの資料として, 水稻の反当収量を挙げたい。即ち昭和34年に於ける北斜面に属する10ヶ町村と西斜面に属する17ヶ町村の平均反当収量を比較すると

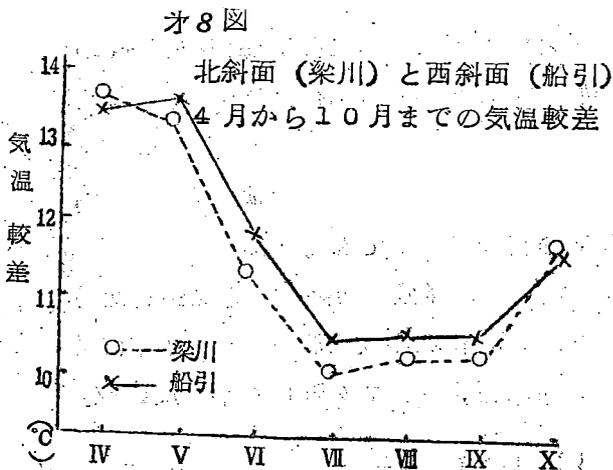
北斜面	385 Kg	} 早中晩生種平均
西斜面	401 Kg	

となっており、この結果が示すように気象的には高度に関係なく現われていると考えてよいように思える。又福島県の水稻生育については発芽は気温10℃頃から始まり、登熟の終りは15℃あたりとみられているので、この期間を稲作可能期間とみて、この地方の日数を計算すると西斜面は大体175日前後となつているのに対し、北斜面では180日前後で西斜面よりやや多くなつてゐることは、前の結果と反対で疑問とされる。しかし稲の生育は日数差が大きい程その健全性が保たれ、登熟も又良好であるという見地から各斜面の代表地点の気温較差を比較すれば才8図の通りで、特に7~9月の比較的西斜面の方が大きいことは、生育量の大きい晩生品種の収量に割合大きくひびき、前記のような反当収量の差が出ているのではなからうか。

会津地方に於ける根雪終日と開花日との関係

県全般について根雪終日と開花日との関係を見るとその関係はあまり明瞭ではないが、本県の多雪地である会津地方<sup>才8</sup>図に分割して考察すれば、かなりよい相関がみられる。これにより顕著な関係を指摘すれば、

- (1) 各年次共会津西部の東斜面<sup>(A)</sup>と吾妻、那須山系の西斜面<sup>(B)</sup>の二つに分かれる。(昭和36年は別傾向を示す)
- (2) 根雪の差はAとBとの間は約30日の差があるが、開花の差は約2週間の間隔で大きな違いはない。
- (3) この差は気温の差にあるらしく、(高度と同じく考える)A地域の4月平均気温9℃に対しB地域12℃とB地域の方がやや高い。

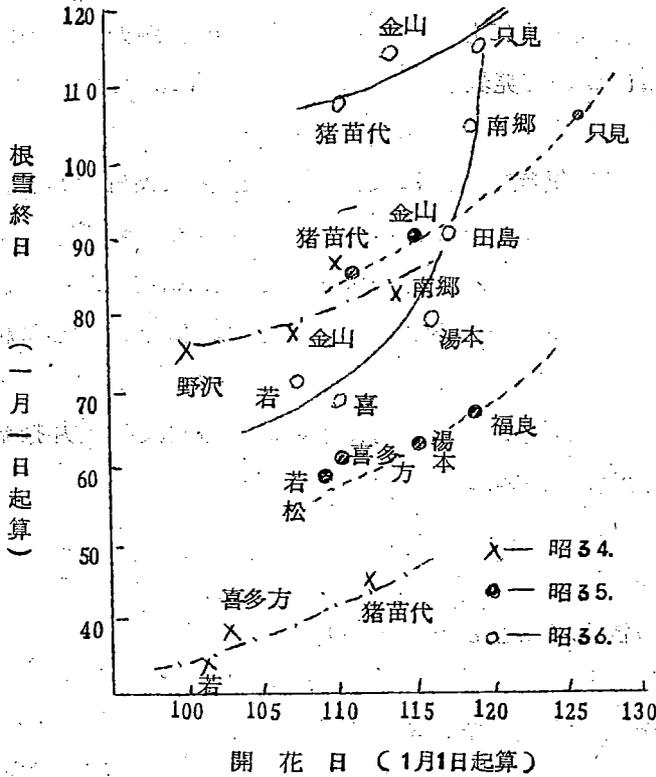


平均気温9℃に対しB地域12℃とB地域の方がやや高い。

しかしながら会津地方全域についてみると、これらの関係は認められず根雪終日と開花日の関係では斜面の向きによる地域差が非常に大きく効くとみられる。

下図（才9図～才10図参照）にこれら各地点の高度及び気温（4月平均気温）の関係を示した。

才9図 会津地方における根雪終日  
と開花日との関係



即ち

(1) 斜面別では根雪終日と開花日では正相関（但し会津全般にはいえない）

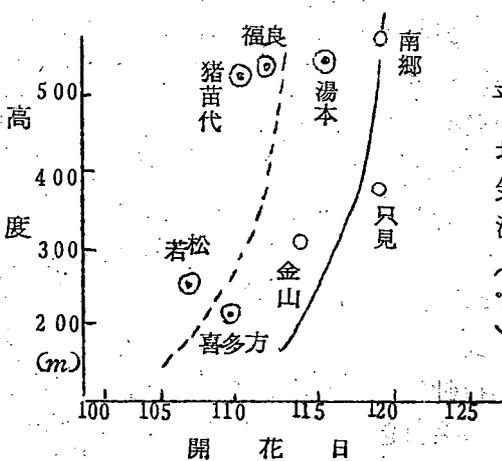
(2) 会津地域では気温が最も開花に効く。

(3) 高度も関係がある。斜面別の相違があり西斜面の低温に関係あるのかもしれない。

結 び

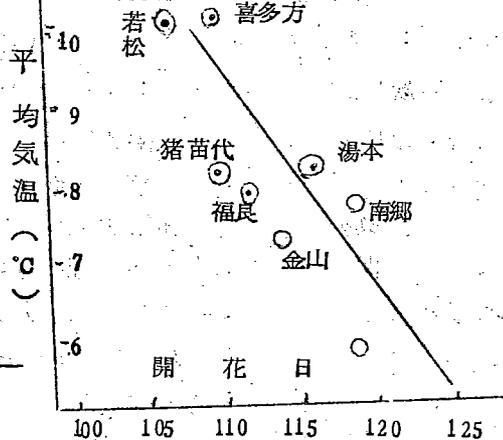
昭和28, 29年の冷害を契機に栢作技術は毎年進歩をとげ吾々

才10図 昭36の開花日と高度の関係



才11図

昭36の開花と4月の平均気温との関係



のこれまで持合せた知識より格段の相違のある事を知らねばならない。ここに取上げた水稻作季の問題についても、農業気象業務を実施して行く上に、現在稲の季節はどの段階にあるか位は知っておく必要があり、観測施設の水温観測にしても、落水して収穫したあと尙且つ水温観測を継続する様な事は極力さげたい点や、又農業気象通報を発表するにしても現在気象要素の何が知りたいかどの程度に知りたいかを念頭において発表するなら利用する側には便利な点があるであろう。

尙、桜の開花については、農業気象観測所には生物季節観測は実施されず資料は今後入手出来ない状態にあるので、ある特定の種目について、細部にわたる調査で県下の内容を把握しておく必要が考えられる。それらに関連し、前記の調査をした訳であるが、観光資料の一助と、特に農業との関係を調査した結果を報告した次才である。

本調査に際し、盛岡地方気象台長梅田氏、福島気象台二宮台長及び酒井技術課長、島田防災業務課長に御指導を頂いた。

#### 参 考 文 献

農林省福島統計調査事務所編

： 農作物作況報告書（昭28～34年）

同 上

： 福島農林水産統計年表（昭34年）

工藤敏雄，大沼 清

： 昭31年の岩手県における早稲種の不稔現象（昭31年・日本農業気象学会東北支部総会発表）

梅田三郎： 秋田県における桜の季節について

農林省福島統計調査事務所編： 福島の農業

アツチ著，野口彌吉訳： 農業生態学

気象庁： 生物季節観測指針

沼田 真編： 植物生態学

大後 美保： 植物生理気象学

福島地方気象台： 福島県気象月表

気象庁： 農業気象観測指針

気象庁： 農業気象業務の手引き

東京管区気象台技術部調査課編

： 地域気象調査に参考となる調査技法（I）

### Summary

It is desirable for meteorological to have some knowledge about the step of growing plant, when we provide meteorological informations to the policies of agriculture techniques.

One of the recent development of rice plant technique is the method of early planting culture and great harvest. For this method, author inquire into the changed conditions of planting rice in five sections in Fukushima Prefecture and the effect to protect for meteorological disaster and further more its advantage connected with other work systems (especially with pear orchard work).

In the other hand, author examined the first flowering of cherry blossoms in the whole Prefecture and the relationship with the circumstances of rice plant in the Abukuma mountainous district.

In addition, author take a study about the relationship between the date of the first flowering of *P. yedoensis* and the last day of continuous snow cover in Aizu area.

## 昭和36年の稲作期間の気候解析と水稻収量の地域性

小野 清治・阿部 玄三

青森県農業試験場

Analysis of climate during the rise culture and  
regionality of growth of rice plant in Aomori Prefecture, 1961

K. Ono and I. Abe

(Aomori Agricultural Experiment Station)

## I 緒言

冷害常習地帯と目されて来た青森県の稲作は、1955年以来7年連続の豊作を記録し、水稻栽培は年毎に安定度を増して来た。勿論これには、耐冷性早熟多収品種の育成を主軸とした、一連の栽培技術の改善に負うところが大きい。が、気候的にも1956、57年を除けば、比較的順調な年次が多く、極端な不良天候の出現しなかつたことも、その一因をなしている。

従来青森県の冷害は、生育遅延によるものが多く、本田初期の天候の良否は、直接収量を左右し、幾多の苦杯をなめさせられて、今日に至つた。しかし長年に亘る冷害研究の成果により、本県の稲作は全国的にも、高位収獲県として注目されるに至つた。

1961年は幸いに、苗代時期から好天候に恵まれ、加えて生育全期間を通じて、高温多照裡に経過したため、従来の冷害危険地帯の収量は、平年をかなり上廻つたのに対し、穀倉地帯と見られる。津軽内陸平坦地の収量が、平年を下廻り、本県の稲作歴史に、前例のない現象を呈するに至つた。この原因については、各方面から色々検討されて来たが、ここでは主として、1961年の稲作期間の気候と、水稻収量の地域性について考察を加える。

## II 調査方法

青森県は位置的關係から、気候の地域的並びに年次的変動が大きいので、気象資料について、県内所在の各気象観測所の数値を蒐集検討し、また水稻収量は、農林省青森統計調査事務所の調査資料及び、当場の水稻委託試験地の資料を使用した。

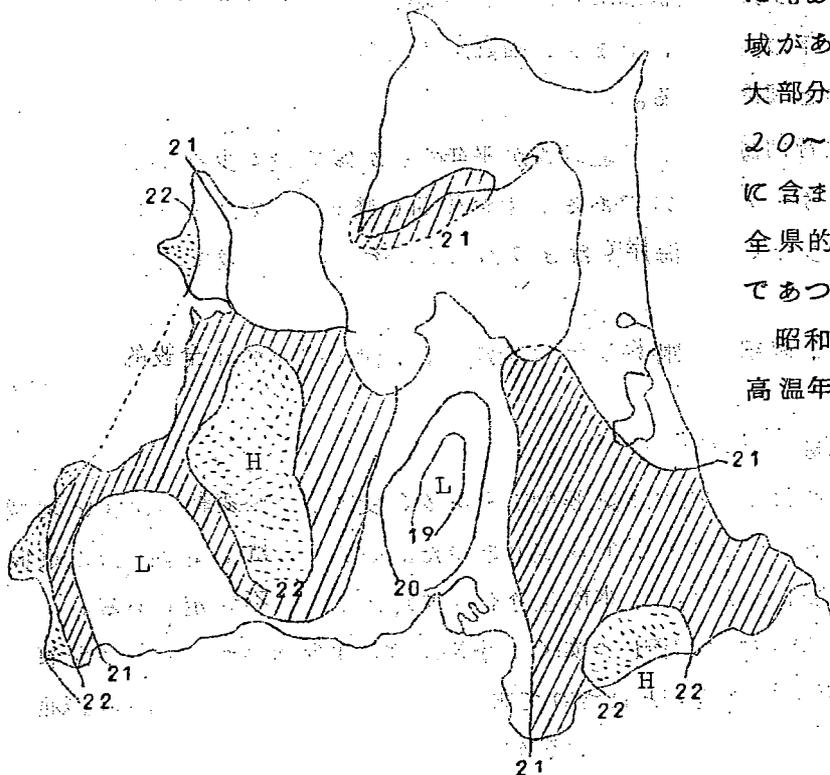
Ⅲ 調査結果

1. 1961年の稲作期間の気候

平年における稲作期間(6月1日～9月30日)の平均気温の県内分布を概観すると、津軽平野部と、三本木平野部に20℃の地域があり、高冷地を除くその他の平野部では、19～20℃の範囲に包含されているのに対し、1961年では、第1図に示すように、前記津軽、三本木平野部では、22

第1図

8～9月平均気温の県内分布図(1961年)



日本海岸、三戸盆地にも22℃以上の地域があり、その他の大部分の地域では、20～22℃の範囲に含まれ、平年より全県的に約2℃高温であつた。

昭和年代の代表的高温年次である。

1955年、1950年と比較すると、両年次共20℃以下を示す地域が、八甲田山系の大部分と、津軽半島、下北半島部の一部にも出現しているのに対し、1961年ではこれらの地域でも、20℃以上を示しており、1961年の稲作期間の気温は、昭和の代表的高温年次より、更に高温を示したことになる。〔数値省略〕

また同様に冷害年の、1954年について見ると、20℃以上の地域は分布していない。又やませ風の卓越地域である南部地域と、日本海岸の津軽地域との気候差は、高温年次では小さいが、冷害年次で大きいことが認められ、このことは過去の冷害年では一般に津軽地域と太平洋側地域との収量差が、増大した原因と考えられている。

県内各地における気温平年差を見ると、津軽地域より、南部地域の平年差が大きく、特に下北区での高温が目立っている。南部地域の高温は、やませ風が例年の如く卓越しなかつたことによるもので、冷害年次には、やませ風の出現頻度が50%に及ぶのに対して、高温年次では10%前後である。しかし1961年の場合は、やませ風回数が多いが、所謂低温性やませ風は少なかつたものと判断される。

降水量は生育前期では、下北地域が平年の65%で最も少なく、その他の地域では、65~100%である。生育後期(登熟期)では、下北地域が40%平年より少なく、西海岸では30%多く、その他の地域では平年並であつた。

日照時数は、南部地域特に下北地方が多く、津軽地域では全般的に少なかつた。

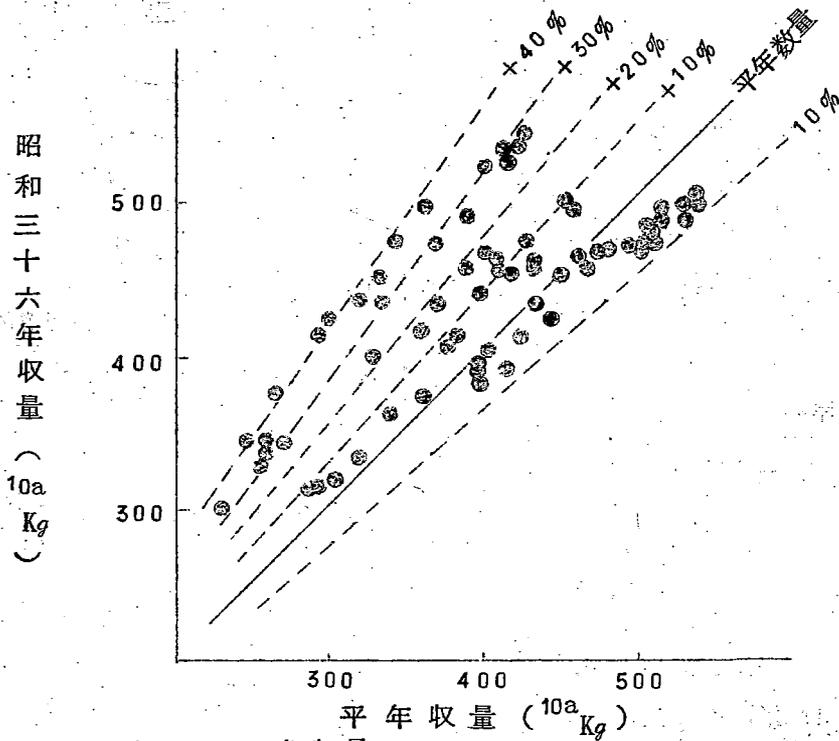
## 2. 水稻収量の地域性

青森県の稲作は、従来では気候的支配を多く受け、気候変動の大きい地域程、豊凶の年次差が大きく、不安定であつた。一般的には、奥羽山脈の東側地域が、気候変動も大きく、水稻生育も西側地域より、不安定である。

1961年の気候は、前記した如く、奥羽山脈の東側地域が、高温多照裡に経過し、特に冷害危険地帯と目されて来た下北地域が、まれに見る高温多照であつたため、この地域の稲作は、不安定地域の最たる地域とされてきたにもかかわらず、津軽の穀倉地域を上廻る収量を得られるに至つたのも、1961年の好天候に加ふるに、栽培技術の改善効果のなせる結果と解釈せられる。

1961年産の水稻収量を各市町村別に見ると、第2図に示す如くなり、平年収量の450 Kg以上の地域(津軽平野部)では、平年より減収し、平年収量の300 Kg内外の低収地域(下北、北部上北地域)では、平年より20~30%以上の高収を得ており、絶対収量でも、両地域の差は接近している。

第2図 青森県市町村別水稻収量の平年比較 (1961)



註 10a 当収量

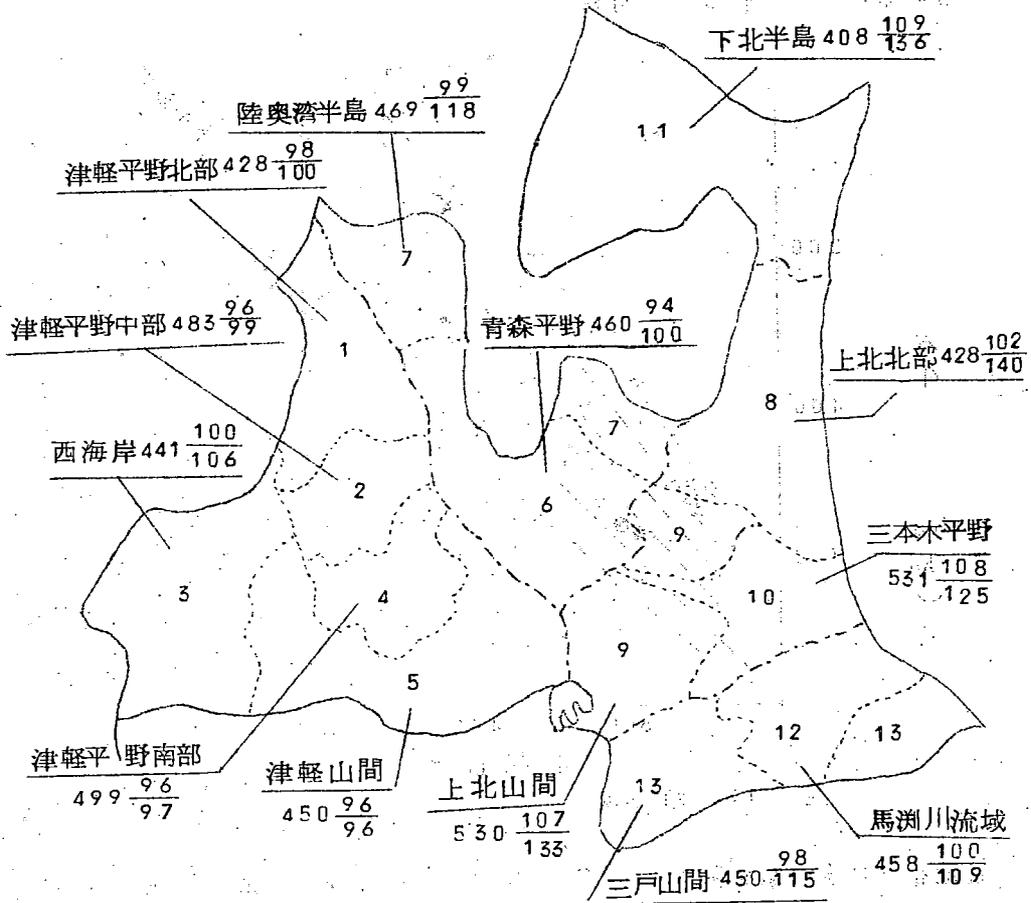
各地帯別作況指数を見ると、第3図に示す如く、奥羽山脈の東側地域が、平年収量を上廻り、西側地域では、平年収量より少なくなっている。

### 3. 低収地域の増収要因

気候的には、前述した如き経過であつたのに加え、これらの地域での、最近における農業技術の進歩は著しい。特に苗代は、畑苗代が80%を占め、早播早植に加え、出穂期が津軽地域より、2~3日遅れたため、栄養生長期間が長く、津軽地域では、6月の異常高温で分けつの早期切り上げ現象が見られ、穂数の減少が目立つたが、南部地域では、穂数確保に有利であつたため、全般的に南部地域の穂数は、平年を上廻り、津軽地域では10~20%、平年より少なかつた。穂長は各地とも、平年より長く、一穂粒数も多かつたが、穂数の減少で、総粒数では、南部地域が津軽地域より多く、これが津軽地域を上廻る収量を示す、一因であつたと思考される。

第3図

水稻収量の地帯別作況指数 (1961)



註 1961年10a当収量  $\frac{\text{前年比}(\%) }{(\text{kg}) \text{ 平年比}(\%)}$

Ⅲ 考 察

1961年の稲作期間の気候と、水稻収量の地域性について検討を加えたが、要するに1961年は、昭和年代の代表的高温年であり、温度条件から考えても、当然豊作を示す経過であつた。又本年特有の、やませ風の少なかつたことにより、太平洋側地域の高温を示す原因をなし、このことが従来の低収地域の収量を、増加する主因をなした。もつとも、低収地域での高収量は、気候的要素のみならず、保護苗代と、早播早植に加え、穂数の確保に有利な温度条件であつたが、津軽地域では、分けつの早期切り上げによる穂数

の減少が、収量に響いたものと思われる。

ともあれ、気候的に安定した津軽地域が、不安定地域より減収したことは温度的には必ずしも、高温過ぎたとは断定出来ず、現行のこの地方の栽培技術に、更に改良に加える技術が、残されておるようであり、この方面の研究が必要と考えられる。

#### 文 献 省 略

(註) 本調査の詳細は、青森農試研究報告第8号に掲載予定である。

#### Summary

The authors researched on the regionality of climate during the Summer Season and growth of rice plant in Aomori Prefecture, 1961, from the view of agricultural meteorology.

In Aomori Prefecture the north-easterlies, named "Yamase Winds", prevail in Summer commonly. But in 1961, "Yamase Winds" were not prevailed, and high temperatures were prevailed unusually in Summer and autumn than in 1955, and in 1950. Owing to the high temperature during the rice culture, inner district places (high temperature), the yields were more decreased than general year, but in seaside region (the Pacific) were more increased than common years.

# 青森における農業気象研究の課題について

## (特に水稻を対象として)

阿 部 玄 三

青森県農業試験場

Consideration On the Problem from Points View of  
Agricultural Meteorology in Aomori Prefecture. (Mainly,  
for Rice Plants)

IZO ABE

(Aomori Agricultural Experiment Station)

### I 緒 言

農業気象に関する研究を見ると、農業全般と深い関係にありながら、従来まで組織的研究が行われ難く、農学研究において占める位置は、一般的には必ずしも高く評価せられざる憾みがあつた。勿論、個別の研究としては先輩各位の優れた研究業績が数多く示されているが、ここでは農業気象研究の反省的立場に立つて考えて見ることにした。

今や農業全体の転換期に当り、農業技術の総合的研究の実施を強く要望される現在において、今後どのような研究を進めるべきかは、農学研究における農業気象研究の位置づけを明確にすると共に、大いに考えなければならぬ問題である。

青森県は、その位置的關係から冷害気象に対する関心が深く、農業気象研究の必要性が他県よりは強く認められていたものと考えられ、それなりに研究成果もあげて来たと思われるが、それにしては、農学の他部門に比較して研究費、予算等の面で強化すべき点が多い。即ち、従前は限られた予算なり、人員で、極めて孤立した研究を進めていた場合が多かつたと反省せられる。

次に、上述の考え方に従つて、青森県における農業気象研究の課題について、私見を述べて批判を得たい。

### II 青森県における農業気象研究の課題

#### 1. 水稻を対象としての研究課題

青森県における水稻収量は、早熟多収性品種の育成と保護苗代による健苗早植を主軸として、病虫害防除、施肥改善等の各種技術の進歩によつて、近年飛躍的に上昇し、従来の冷害危険地帯の稲作経営も著しく安定して来た。

然しながら、なお、残された問題も多い。

そこで、農業気象的視点に立つて、当面解決すべき研究項目について、稍具体的に考えて見た。

#### (1) 水稻の生育収量の地域性

豊凶考照試験、気象感応試験並びに市町村別収量の検討。

#### (2) 冷害危険度の地帯区分と不良気象による減収尺度の算定。冷害危険度の推定方式を既往の成績資料を通じて検討する。

#### (3) 多収栽培実現のための水田の水管理技術並びに多収栽培田の微気象の解明

##### (イ) 合理的灌排水と微気象

##### (ロ) 合理的受光体制と微気象

#### (4) 本田初期の水温上昇の実際化（特に湛水直播栽培について）

#### (5) 冷水被害田の防止対策

#### (6) 既往の水稻試験成績の農業気象的見地からの再検討

##### (イ) 合理的栽培期間の策定

##### (ロ) 品種の地域適応性と適正栽植密度

上述の研究を通して、水稻の栽培技術の改善に基礎的指針を与えることが、農業気象の研究でかなり重要な部門を占めるであろう。

## 2. 畑作物を対象としての農業気象研究

畑作物を対象としての研究は今後大いに進めなければならぬ点が多いが、農業気象研究の面から見ても問題が多い。

当面の急務は、気象の地域性並びに年次的特徴に対応して、作物の生育収量がどのように変異するかを的確に把握することであろう。

そのためには、既往の試験結果や調査結果を活用すると共に、地域性解明のための試験研究が必要である。

更に、作物別に気象上の問題点を明確にすると共に、各種気象災害の地域分布の実態把握と対策研究の展開を考えることが肝要である。

### 3. その他

果樹、そさい等の集約的作物に対して、好適気象の維持、或は気象災害防止の見地から研究を進める必要があり、又、生産予測、貯蔵、輸送等の問題についても農業気象的研究の展開が要望される。

畜産に対しては、最近の多頭飼育の方向と関連して、畜舎の構造を気象の見地からも考えて行く必要がある。

### III 結 語

要するに、上述の諸問題を早急に解決して行くためには、農業気象研究の孤立と独走をさせて、関係部門との協同研究を強力に進めて行く必要があると思われる。

更に、水田、畑作等の各部門にとらわれず、共通的研究として、土地利用の高度化並びに未開発地域の利用方式の策定に関する農業気象的研究の重要性は申す迄もなく、又、屋外作業並びに生活に対する気象的研究も進める必要がある。

以上、いささか農業気象研究に対して私見を述べた次第である。

### Summary

The writer considered about on the problem at present and in the near future in Aomori Prefecture from points of view of agricultural meteorology.

# 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11報 気候並びに土壌肥料条件の相違が水稻生育に及ぼす影響（要旨）

阿部亥三 小野清治 和田純二 鳥山国士

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. 11 Effects of Differentiation of Climate,

Soil and Fertilizer on the Growth of Lowland Rice.

Izo ABE, Kiyoji ONO, Junji WADA and Kunio TORIYAMA

(Aomori Agricultural Experiment Station)

## I 緒言

筆者等は青森県北奥羽地域を主対象として、耕種条件（育苗、土壌肥料、移植時期等）を同一にした水稻ポットを20余地点の水田内に設置して、気象条件の地域性並びに年次的変異に対応して変化する水稻生育の地域性について研究を1957年来1960年迄継続して実施して来た。そして、この研究結果はこれまで逐次発表して来たところである。<sup>2), 3), 4), 7), 9)</sup>

本試験はその研究の一環をなすもので、これ迄の研究成果の適応範囲と実用性を高める意味で、1960年から1961年にかけて、気象条件の外に土壌並びに肥料条件をかえた場合のポット試験を実施したものである。

以下、1960年に得られた試験結果について報告する。

## II 試験方法

### 1. 耕種条件

これまでの研究で述べた耕種方法に概ね準じているが、次に主要な点を記述する。

(1) 供試土壌：黒石（本場）土壌及び藤坂（試験地）土壌の2種類

(2) 肥料条件：

標準肥料 / ポット当り N、P、K 各成分で 0.8 g 宛施用

減肥 標準肥料の $\frac{1}{2}$

多磷酸 標準肥料に対して磷酸のみ5倍施用。N、Kは標準肥料と等量。

(3) 育苗並びに移植:

ビニール畑苗代で黒石にて育苗し、移植は各地点とも5月26日に実施。

2. ポットの規格と設置要領

直径7cm、深さ26.5cmのポットを各地点の水田内に設置、周辺にはポットと同一の苗を植える。栽植密度18cm×22cm、1株(1ポット)2本植。

3. 試験実施場所と試験区の構成

(1) 試験実施場所:

黒石(農試本場)、藤坂試験地、蟹田町下小国、八戸市市川の4ヶ所を実施。

(2) 試験区の構成: 第1表に示すとおりである。

第1表 試験区の構成

地 点	土 壤		肥 料		
	黒 石	藤 坂	標 準	減 肥	多 磷 酸
黒石市 農 試 本 場	○	○	○	○	○
蟹田町 下 小 国	○	—	○	○	—
十和田市 藤坂試験地	○	○	○	○	○
八戸市 市 川	○	—	○	○	—
同 上		○	○	—	—

Ⅲ 試験結果の概要と考察

1. 気象条件の比較

(1) 気象概況: 黒石と下小国の気温差は、季節によつても、年次によつても異なるが、1960年の場合、6~9月の平均では偏東風地帯の下小国は黒石に比較して、最高気温で約1.6℃、最低気温で約1.3℃低く又、下小国は海霧の影響で日照時数が少なく、黒石の75%程度であつ

た。

1)

藤坂は太平洋側の内陸部に位置し、太平洋沿岸より偏東風の直接的影響は甚しくないが、黒石より若干低温寡照の危険性がある。即ち、黒石に比較して6~9月の平均で、最高気温は約0.3℃、最低気温では約1.6℃夫々低く、日照時数でも90%程度である。

1960年は天候が略平年並であつたが、冷害気象年次には津軽地区と太平洋側地区の気象差は平年の場合より増大することが知られている。<sup>1), 6), 8)</sup>

市川は太平洋沿岸に近いために海霧の影響甚しく、日照時間が少なく、気温は沿岸型の特徴を示し、藤坂より最高気温は低く、最低気温は稍高い。

## (2) 開花期前後の気温

寒冷地においては、出穂期前後の気温の高低は水稻の生育収量に影響する点大きい。又、稔実障害は出穂期の早晚と関係が深い<sup>2)</sup>が、次に黒石、下小国、藤坂、市川の4地点について、1960年の場合の安全出穂期間を温度条件から求めた。

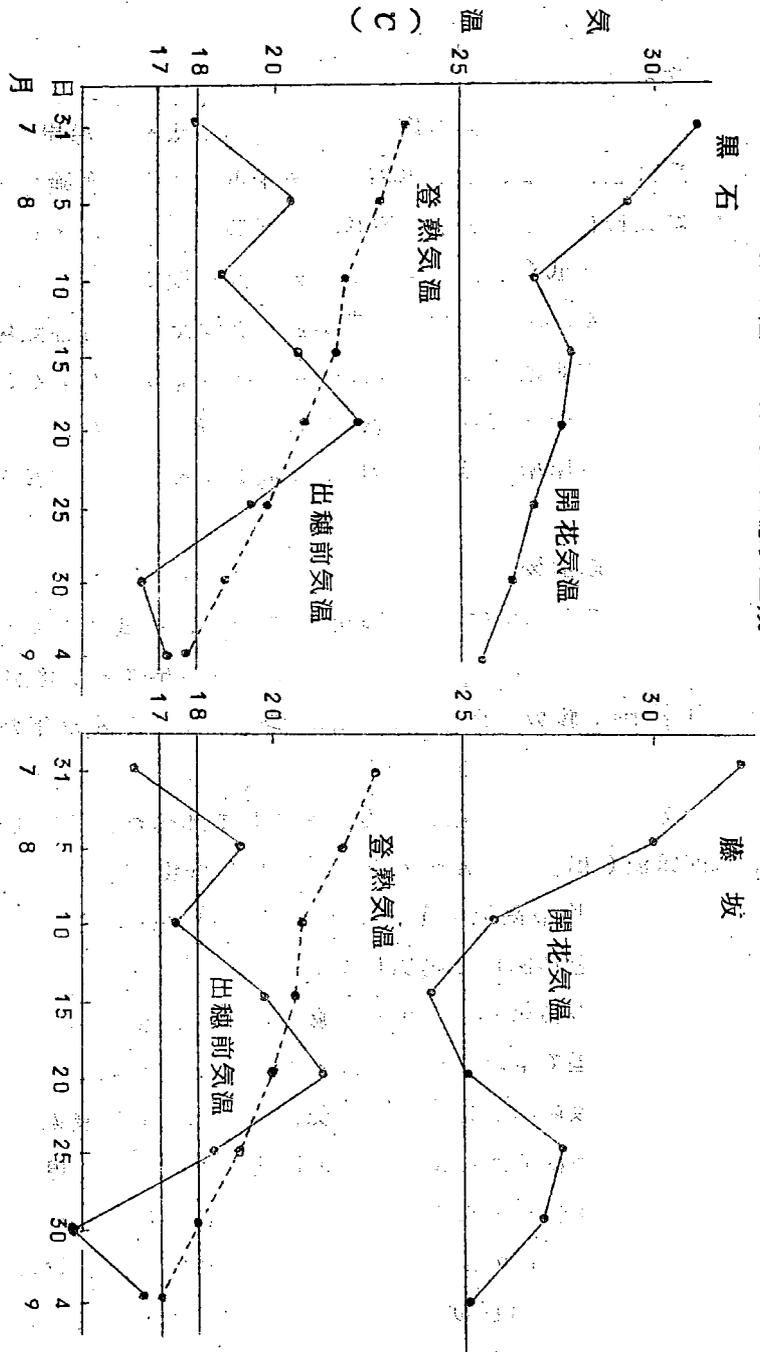
求める方式は、第1報<sup>2)</sup>及び第4報<sup>3)</sup>で述べた方法によつた。即ち、出穂前気温(出穂前16~10日の平均最低気温)、開花時気温(出穂後10日間の平均最高気温)、登熟気温(出穂後40日間の最高、最低平均気温の三者を<sup>2)</sup>作図して考察した。

これらの結果の中、黒石、藤坂について第1図に示したが、藤坂(市川、下小国でも略同様)では8月中旬の最高気温の低いこと、及び、8月25日以降の出穂では登熟気温の低下による登熟障害が考えられ、又7月末の出穂では出穂前の低温障害が推察され、黒石に比較して出穂安全期間の市の狭いことが認められる。しかしながら、1959年に較べて各地とも概して出穂安全期間の市の広いことが知られた。但し、8月15日前後に<sup>2)</sup>出穂期を示した市川所在の水稻ポットは不稔歩合が高かつたが(第2表)、これは出穂開花期の低温障害に際会したものと判断される。

## 2. 生育相の差異

各区の生育調査結果から、顕著な点を2, 3指摘する。

第1図 各地の出穂安全期



開花気温ニ 出穂後10日間の最高気温  
 登熟気温ニ 出穂後40日間の平均気温  
 出穂前気温ニ 出穂前10~16日の最低気温

(1) 藤坂で栽培した場合、黒石土壌では肥料条件の差によつて草丈は余り変らず、莖数では、標肥と多磷酸で余り変らないが、減肥区は明らかに劣る。

藤坂で藤坂土壌を用いて栽培した場合は、草丈は肥料条件の差によつて余り変らず、莖数は多磷酸>標肥>減肥の順で多く、黒石土壌の場合よりも莖数差が顕著で、これは本谷氏が火山灰土に対する磷酸の肥効の著しいことを解明した結果と合致しているものと思われる。<sup>5)</sup>

- (2) 黒石で、黒石土壌ならびに藤坂土壌を用いて行つた結果でも、肥料条件の差による生育相への反応は、前述の藤坂で栽培した試験経過に類似の傾向を示した。即ち、肥料条件の差は莖数にあらわれ、黒石土壌よりも藤坂土壌で顕著な影響が認められる。
- (3) 冷涼気象の下小国、市川では生育が劣るが、前者では標肥と減肥の生育差が少ないが、後者では減肥による莖数の減少が目立つ。

### 3. 収獲物調査結果

収獲物調査結果を第2表に示した。第2表に基づいて主なる点を次に指適する。

- (1) 出穂期： 低温な下小国、市川では遅れるが、肥料条件によつて減肥区は標準肥より1〜2日出穂が早められる。
- (2) 穂長： 低温地域は長い傾向があり、又、減肥区は標準肥より低く、多磷酸でも短くなる。
- (3) 穂数： 減肥区は一般に減少し、多磷酸の場合は黒石土壌では標準肥料と大差なく、藤坂土壌では多磷酸区の穂数は標準より多い。
- (4) 不稔歩合： 藤坂、下小国では低いが、市川では高く、これは出穂遅延し、出穂前気温の低いこと及び開花時の低温の影響と考えられる。
- (5) 籾千粒重： 登熟気温が各地とも高かつたので、標準肥料では各地とも大差ないが、減肥区は標準肥料より重くなつている。これは穂数の少ないことに対する補償作用が働いたものと考えられる。
- (6) 1株稔実籾重： 本試験の範囲では、藤坂で栽培した黒石土壌の標準肥が最も優り、市川での栽培が最も減収している。各地点とも減肥区は標準肥料より減収している。黒石土壌では多磷酸でも増収しないが、藤坂土壌では多磷酸によつて増収する。更に、黒石に較べて藤坂の場合には各肥料条件下とも止葉長の長いことも注目される。

第2表 収獲物調査結果

	黒石						下小国	
	黒石土壌			藤坂土壌			黒石土壌	
	標肥	減肥	多磷酸	標肥	減肥	多磷酸	標肥	減肥
出穂日(月,日)	8.11	8.8	8.11	8.11	8.9	8.10	8.13	8.12
全重(g)	78.9	71.5	71.1	94.8	67.0	90.6	92.8	79.6
稈長(cm)	89.9	89.9	91.7	89.5	91.2	91.2	85.4	83.6
穂長(cm)	16.4	16.4	16.0	16.9	16.5	17.4	18.7	16.6
穂数(本)	26.8	20.3	21.0	24.0	17.0	28.3	28.6	24.0
1株稈実粒	1362	1378	1249	1610	1216	1662	1930	1435
不稈歩合(%)	10.7	5.5	5.0	4.2	6.4	7.2	9.2	6.0
干粒重(g)	20.5	22.5	22.9	23.5	23.1	22.4	22.2	23.3
1株稈実粒重(g)	32.4	30.5	31.0	39.2	28.3	38.9	41.2	33.9
止葉長(cm)	23.9	21.0	21.2	19.9	23.0	24.7	29.4	22.8

	藤坂						市川		
	黒石土壌			藤坂土壌			黒石土壌		藤坂土壌
	標肥	減肥	多磷酸	標肥	減肥	多磷酸	標肥	減肥	多磷酸
出穂日(月,日)	8.8	8.7	8.8	8.8	8.7	8.8	8.15	8.14	8.16
全長(g)	100.8	74.8	89.0	80.0	61.0	87.0	80.0	57.0	68.8
稈長(cm)	90.4	89.8	89.3	90.8	88.8	87.5	86.7	85.8	87.3
穂長(cm)	17.6	17.0	16.6	18.5	17.5	17.3	18.2	17.8	18.5
穂数(本)	28.2	20.3	26.3	22.5	16.8	27.3	26.1	17.5	23.5
1株稈実粒	2589	1512	1664	1645	1161	1730	1506	1043	1369
不稈歩合(%)	13.5	9.1	16.0	10.7	11.4	11.2	25.6	25.2	35.0
干粒重(g)	20.7	21.8	20.9	23.2	23.2	23.0	20.8	22.5	21.4
1株稈実粒重(g)	53.6	33.3	34.7	38.1	26.9	39.3	31.3	23.5	29.4
止葉長(cm)	31.3	24.3	26.6	30.9	24.9	27.8	28.9	27.5	34.8

## Ⅲ 概 括

土壌条件をかえても、その他の耕種条件を一定とした場合には、筆者等のこれまでの報告で指摘した、気象条件の地域性に基づく生育相の変異は本質的には変わらないと判断される。然し、土壌条件の差に肥料条件の相異が加わると生育相はかなりの変化を示すことが判る。1961年にも、黒石、摺毛、下小国の3地点の土壌を併用して試験を行っているが、その結果によつても土壌以外の耕種条件を全く同一にしたポット試験の場合には土壌条件の差は

余り大きく出ていない。これらの結果については、別に改めて報告の予定である。

### 参 考 文 献

- (1) 木村吉郎：日本における米作況に関する研究 宮崎大学農学部研究時報第1巻1号
- (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)農業気象Vol.16 No.3(1961)及び(第2報・第3報)同上誌 Vol.17 No.1(1961)
- (3) 同上：同上(第4,5,6報)作物学会東北支部会報No.3(1961)
- (4) 同上：水稻の早期栽培における気象と生育 東北農業研究第3号(1961)
- (5) 本谷耕一：東北地方における火山灰水田の稲作改良に関する土壌肥料学的研究 東北農試研究報告第21号(1961)
- (6) 羽生・小野：農業気候に関する研究(第4報)青森農試研究報告第5号(1961)
- (7) 阿部・小野・和田・鳥山：青森県における水稻生育の地域性に関する農業気象考察 東北農業研究第4号(1962)
- (8) 阿部亥三：青森県における水稻収量の地域性に関する農業気象学的考察 農業気象学会北海道支部会誌第12号(1962)
- (9) 阿部・小野外：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・第8報)農業気象Vol.17 No.3(1962)及び(第9報)農業気象 Vol.18 No.1(1962)

### Summary

These experiments were carried out during the 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 reports, we described on the effects of differentiation of climate, soil and fertilizer on the growth of lowland rice (from results of 1960).

From the results of experiments, there were recognized it was large effects of differentiation of climate condition.

## 農業気候に関する研究(第6報)

## 本邦における夏季の気温日変化の型

羽 生 寿 郎

農林省東北農業試験場

Studies on the agro-climate

Part 6--Type of diurnal variations of air temperature during  
summer season in Japan

J. Hanyu

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

作物の生育と気温との関係について研究を進展させるためには、単に日平均気温とか最高気温、最低気温で考察するにとどまらず、気温の日変化を考慮して温度階層別の出現時間を知る必要がある。このために気温の日変化型を簡単に表示する方法を見だし、かつ各地の分布について検討を加えた。

## 1. 気温の日変化の型の表示方法

ある時刻の気温  $\theta_t$  は最低気温を  $\theta_{\min}$ 、日較差を  $R$  とおくと、

$$\theta_t = \theta_{\min} + a_t R \quad (1)$$

で表わすことができ、 $A_t$  を時刻  $t$  における気温日較差係数と名付けることにする。気温の日変化を画く場合、縦軸に  $\theta$  の代わりに  $A_t$  を用いると、日変化の型を比較するのに都合がよい(第3図参照)。

日平均気温  $\theta_0$  も同様に、

$$\theta_0 = \frac{\sum \theta_t}{n} = \theta_{\min} + a_D R \quad (2)$$

とおくことができる。ここに  $A_D$  は  $A_t$  の日平均値である。これに対し、日最高・最低平均気温  $\theta_m$  は、

$$\theta_m = \frac{\theta_{\max} + \theta_{\min}}{2} = \frac{(\theta_{\min} + R) + \theta_{\min}}{2} = \theta_{\min} + 0.5R \quad (3)$$

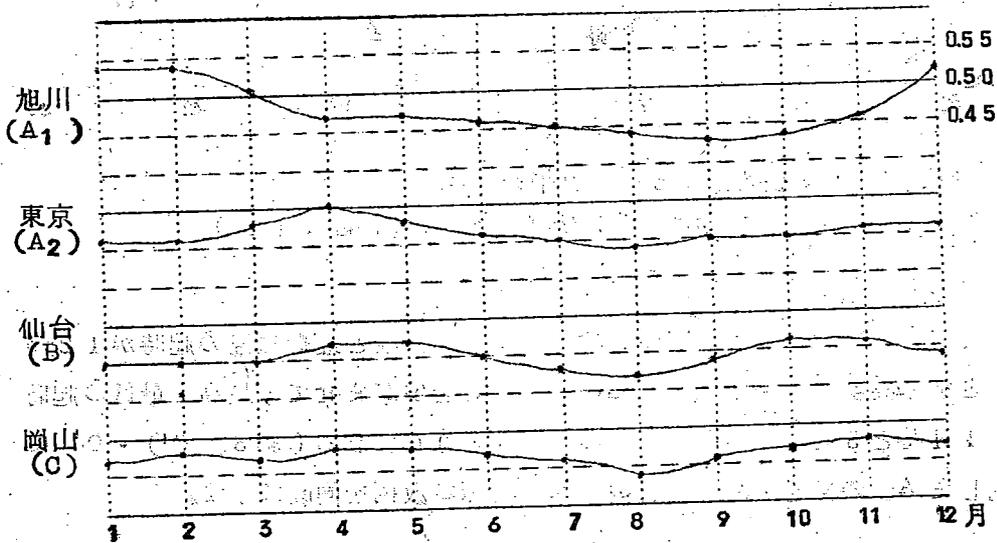
いま、 $\theta_m$  と  $\theta_0$  との差を  $\Delta\theta$  とおくと、(2)、(3)式から、

$$A_D = 0.50 - \frac{\Delta\theta}{R} \quad (4)$$

気温が  $\theta_0$  に対して対称的に変化する場合に  $A_D$  は 0.5 となり、対称から遠ざかるにつれて  $\Delta\theta/R$  の値は大きくなり、 $A_D$  は 0.5 から離れる。

2. 本邦主要地点の気温日較差係数  $A_D$  とその分布

主要地点 45 箇所 の月別平均の  $A_D$  を求めた。このうち、代表地点 4 点について第 1 図に示す。 $A_D$  の年変化は、年 1 回の高低を持つ A 型、年 2 回の高低を持つ B 型（例：富士山）、ほとんど年変化しない C 型（ $A_D$  の年変化が 0.05 以下で、A、B 型いずれともはつきしない場合、例：岡山）、A 型はさらに夏季に低く、冬季に高い  $A_1$  型（例：旭川と、春季に高く、夏秋に低い  $A_2$  型（例：東京）にわけることができる。



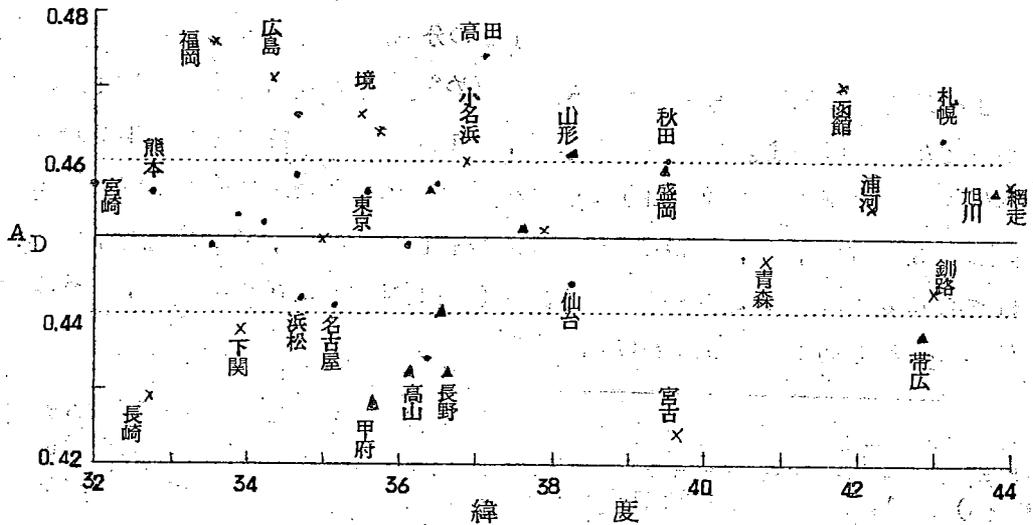
第 1 図 気温日較差係数  $A_D$  の年変化の代表的型  
(縦 1 目盛： $A_D$  値 0.05)

以上の各地点をこれらの型に分けその分布をみると（図省略）、 $A_1$  型は北海道、北東北及び中部地方内陸高冷部に、C 型は西日本沿岸地帯に分布しており、 $A_2$  型は関東以西の内陸部、B 型は南東北から北陸に分布している。

3. 夏季における  $A_D$  の値

夏作物の生長時期に当る 5~8 月の平均  $A_D$  の値を各地について比較してみると第 2 図に示すように、緯度や海岸、内陸による差は認められず、0.45 を中心にして  $\pm 0.02$  以内に入っている。東北地方についても宮古を除き  $\pm 0.01$  以内に入っており、一般に  $A_D = 0.45$  とみなしてさし

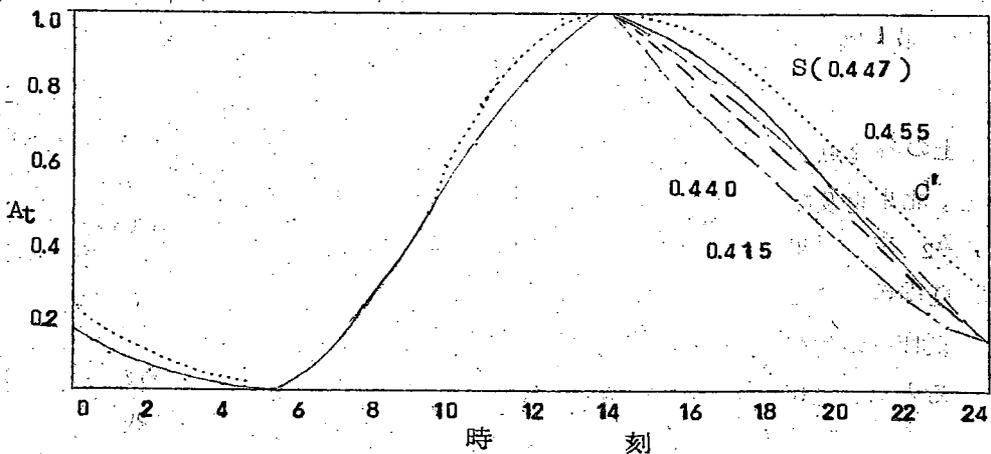
つかえないようである。



第2図 主要地点の5~8月平均の $A_D$   
 (×:海岸, ▲:内陸, ●:やや内陸, 平地)

4.  $A_D$  と気温の日変化

気温が sine-curve で変化すると、最高気温と最低気温の起時が12時間となり実際と合わない。sine-curveををゆがませて、最高・最低の起時を14時と5時としても、 $A_D$  の値は0.500である(第3図 $C^*$ )。  $C^*$  に対して  $A_D$  の値を変えた場合の日変化曲線の数例を同図に示す。

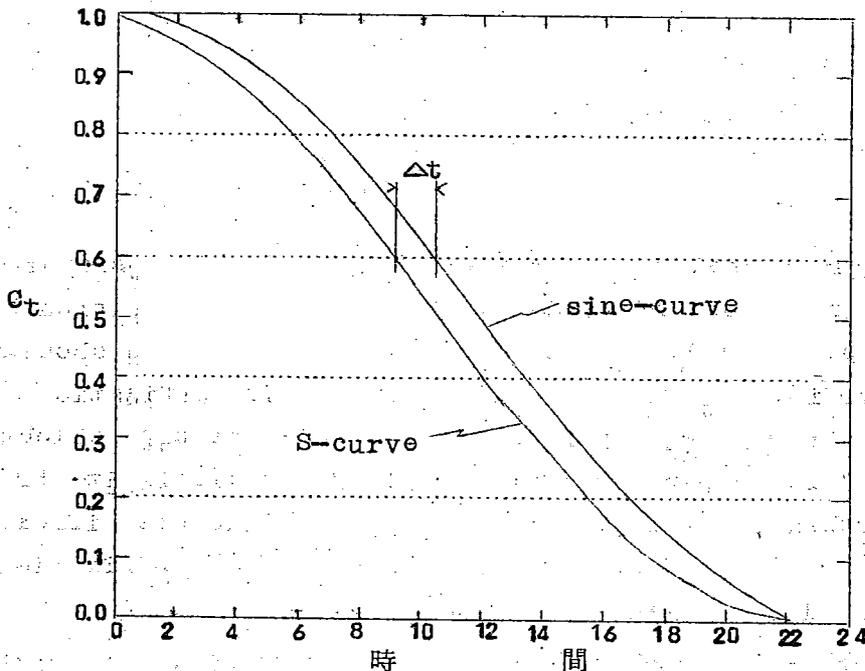


第3図  $A_D$  の値が異なる場合の気温日変化の数例

### 5 一定温度以上出現時間の求め方

気温の変化を平滑にすると、 $A_D$  が一定の場合、午前と午后の気温上昇、気温下降の位相がずれたり、傾度が逆になつたりしても、ある一定の  $A_t$  値以上の気温出現時間はあまり変化しない。

いま第3図のような任意の平滑曲線をつくり、その  $A_D$  値を求め、それぞれの曲線について各  $A_t$  値以上の温度出現時間を求め、 $C'$ -Curve の出現時間との差  $\Delta t$  を求めると、 $A_t$  が 0.1 ~ 0.9 の範囲内では一様に  $\Delta t = 1.3$  時間とみなしてさしつかえないことがわかる。(図省略)。 $C'$ -Curve の一定  $A_t$  値以上出現時間は Sine-Curve のそれに等しいので、これは計算によつて求めることができ、それに  $\Delta t$  の補正をすれば(第4図)、最低気温及び日較差から温度階層別の出現時間を簡単に求めることができ、作物の生育と気温との関係を研究する上に非常に都合がよいであろう。



第4図 S-curve の一定  $A_t$  値以上出現時間計算図(1日当り)

【例】 最高気温：20.1℃、最低気温12.8℃の場合、15℃以上及び17℃以上の出現時間の計算。

$$R = 20.1 - 12.8 = 7.3^\circ\text{C}$$

$$15^{\circ}\text{Cの日較差係数 } a_{15} = \frac{15.0 - 12.8}{R} = 0.30$$

$$17^{\circ}\text{Cの日較差係数 } a_{17} = \frac{17.0 - 12.8}{R} = 0.58$$

第4図から  $a_{15} = 0.30$  ,  $a_{17} = 0.58$  の継続時間を読取ると、 $15^{\circ}\text{C}$  以上の出現時間は13.8時間、 $17^{\circ}\text{C}$ 以上の出現時間は9.5時間が得られ、 $15 \sim 17^{\circ}\text{C}$ の出現時間は  $13.8 - 9.5 = 4.3$  時間となる。

#### 参 考 文 献 ( 省 略 )

#### 資 料

月別平年値気候表(観測技術資料4号) 気象庁, 1957

全国気温資料(同上10号) 気象協会, 1958

注 詳細は「農業気象18巻3号」を参照されたい。

#### Summary

In order to analyse the relationship of air temperature to the growth of crops, the classificatory constitution of air temperature during the growth stages of crops should be clarified. But the assumption of such classification from the recording paper is trouble some and the collection of recording paper from various places is difficult. From these reasons, the writer tried to obtain the classificatory constitution by the calculation through the typification of diurnal variations of air temperature.

One example for the diurnal variation model of air temperature obtained was shown in Fig. 3(S-curve). Such S-curve will be taken as a typical diurnal variation curve of air temperature during summer season in Japan. By using S-curve, the emergible time of classificatory air temperatures will be easily obtained from Fig. 4.

# 気温条件からみた水稻の出穂期の遅速<sup>\*</sup>

羽生寿郎・内島立郎

農林省東北農業試験場

Relation of the heading date of rice plant to the Condition of air temperature

air temperature.

J. Hanyu and T. Uchijima

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

作物の生長と気温との関係を検討する場合、しばしば積算気温が使われる。この場合、ある生育期間について積算気温が一定であるということは、その期間の生長速度が気温に比例していることを意味する。

八柳は水稻の播種から出穂までの積算気温が品種によりほぼ一定の値を持つことから、栽培に計画性を持たせうることを提唱した。筆者も先に黒石と藤坂の豊凶試験のデータから、移植～出穂期間の積算気温が品種によりほぼ一定の値をしているが、気温が低いと積算気温が増大することを述べた。この原因は出穂生長速度が気温と直線相関を示さないことによるものと考えられる。

そこで筆者は前に述べた気温の日変化の模型から温度階層別の気温構成を算出し、黒石・藤坂の1951～1956年の豊凶試験のうち、九平2号、奥羽172号、陸羽132号について、出穂生長との関係を検討した。

## 1. 気温の階層別構成

気温の日変化の模型から気温を11の階層に分け、それぞれの移植～出穂期間の出現時間を求める。(第1表A参照)各階層の平均気温を $\theta_A, \theta_B, \dots$ 、出現時間を $t_A, t_B, \dots$ とすると、積算気温 $\sum_{i=1}^{t(h)} \theta_{oi}$ は、

$$\sum_{i=1}^{t(h)} \theta_{oi} = \sum [\theta_A t_A]_i + \sum [\theta_B t_B]_i + \dots + \sum [\theta_k t_k]_i \quad (1)$$

となる。このようにして求めた各階層の積算気温の一部を第1表Bに示す。

\*) 昭和37年度支部発表会での補遺の一部を付け加えた。

高温であつた1955年は高温階層に多く出現し、低温な1954年は低温階層に多く現われることがわかる。

第1表 気温の階層別出現時間と積算気温(陸羽132号)

A 階層別出現時間(単位:日)

地点	年度	温度階層 °C										合計	
		33	30	28	25	23	20	17	15	13	10		
		~33	~30	~28	~25	~23	~20	~17	~15	~13	~10		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
黒石	1954	-	0.5	14	64	82	15.8	20.3	12.1	9.7	9.3	4.3	88
	1955	-	2.2	4.7	11.3	9.7	16.6	12.7	5.7	2.6	3.2	1.3	70
藤坂	1954	0.1	1.2	1.7	6.5	6.1	17.1	20.4	11.3	13.5	13.3	8.8	100
	1955	-	2.6	4.9	10.4	9.3	15.8	14.6	4.8	3.4	3.4	2.8	72

B 階層別積算気温(単位:°C)

黒石	1954	-	17	41	167	197	339	379	194	138	110	37	1619
	1955	-	68	135	297	235	360	238	93	37	38	12	1513
藤坂	1954	3	38	50	171	148	366	381	180	190	156	71	1754
	1955	-	78	142	275	224	342	276	77	49	39	24	1526

2. 生長に有効な気温

一般に作物のある形質の生長速度  $V$  と温度  $\theta$  との関係は近似的に次式で表わされよう。

$$V = r \cdot a \theta \quad (2)$$

ここに  $r$  は  $V$  と  $\theta$  の変化に無関係な常数,  $a$  は作物のある形質の生長に有効な係数(有効気温係数と名付ける)で, 温度の函数である。いま出穂生長について移植日 ( $t=0$ ) の生長位相  $S_0$ , 出穂日 ( $t(h)$ ) の位相を  $S_h$  とし,

$S_0, S_h$  が一定値を持つ場合, 上式を積分すると,  $V = \frac{dS}{dt}$  であるから

$$\int_0^{t(h)} V dt = \int_{S_0}^{S_h} dS = S_h - S_0 \quad (3)$$

$$S_h - S_0 = r \int_0^{t(h)} a \theta dt$$

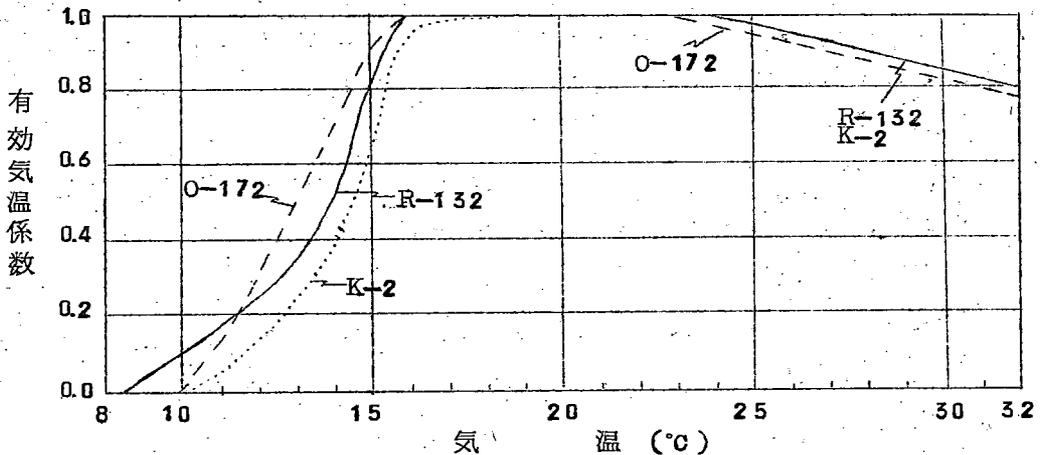
となる。すなわち、 $\int_0^{t(h)} a \theta dt$  は常数となり、これを有効積算気温と名付けることにする ( $S_0, S_h$  は土壌・肥料その他によつて変異を受ける)。  
 $a\theta$  は一種の気温とみなしうるので、これを出穂生長に有効な気温当量 ( $\theta^*$ ) と名付ける。有効積算気温を表わすには近似的に、

$$\sum_{i=1}^{t(h)} \theta_i^* = \sum [a_A \theta_A t_A]_i + \dots + \sum [a_k \theta_k t_k]_i \quad (4)$$

とおくことができる。

### 3 有効気温係数, 有効積算気温

6 年, 2 地点のデータから階層別積算気温 (1) 式の各項) を求め、それに適当な係数  $a$  を乗じ、その結果得られる見かけ上の  $\sum_{i=1}^{t(h)} \theta_i^*$  の変異の最も小さいものをもつて有効積算気温とし、そのさいの各階層の  $a_A, a_B, \dots$  をもつて有効気温係数とした。その結果を第 1 図及び第 2 表に示す。



第 1 図 出穂の生長に有効な気温係数と気温との関係

$a$  は各品種とも気温  $16^\circ\text{C}$  以下になると急減し、 $10^\circ\text{C}$  でほぼ 0 となり、また  $22 \sim 23^\circ\text{C}$  以上になると再び低下している。

有効積算気温は九平 2 号が  $1264^\circ\text{C}$ 、奥羽 172 号、陸羽 132 号がそれぞれ  $1321^\circ\text{C}$ 、 $1437^\circ\text{C}$  で、積算気温より一定性は非常に良くつていていることがわかる。

### 4 生長気温当量

$\theta^*$  と気温との関係は第 2 図に示すように、気温が  $22 \sim 23^\circ\text{C}$  以上になると

第2表 各品種の有効積算気温と平均値からの変異

品 種	温度の 種 類	積 算 値	標 準 偏 差	変 異 係 数
九平2号	$\theta^*$	1.264°C	43.0°C	3.4%
	$\theta_0$	1.444	86.2	6.0
	$\theta_m$	1.469	88.1	6.0
奥羽172号	$\theta^*$	1.321	28.2	2.1
	$\theta_0$	1.470	66.3	4.5
	$\theta_m$	1.497	69.1	4.6
陸羽132号	$\theta^*$	1.437	29.8	2.1
	$\theta_0$	1.601	71.5	4.5
	$\theta_m$	1.630	73.9	4.5

と減少し、九平2号、陸羽132号では2.5°C、奥羽172号では2.4°Cの一定値となり、その温度以上には反応しないことを表わしている。換言すると、気温がほぼ2.5°C以上になると、出穂生長は気温の高低には無関係になる。

気温が1.6°C以下になると当量は急減し、気温1.3°Cでは奥羽172号が6.2°C、陸羽132号、九平2号がそれぞれ4.6°C、3.4°Cの当量となり、気温1.0°Cでほぼ0となる。

品種の特徴をみると、九平2号は低温域では当量が最も小さく、低温が続くと出穂の遅れが最も大きいことを示し、奥羽172号は遅れが最も小さい。

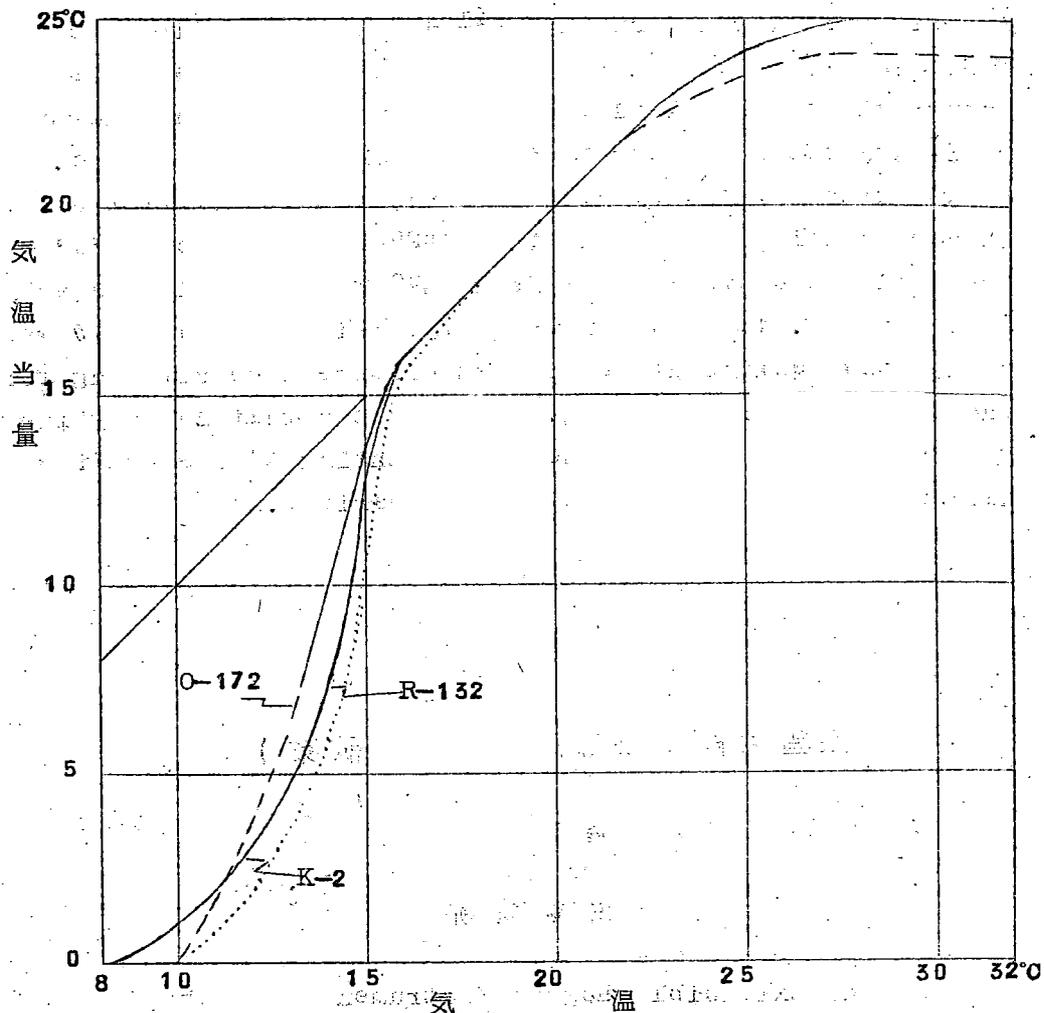
##### 5. あ と が き

有効気温係数を導入することにより、出穂生長と気温との関係がかなり明瞭となり、品種によりほぼ一定な有効積算気温が得られた。その結果、栽培期間の決定がかなりの精度で可能となり、出穂期の推定も容易となつてきた。

また、品種の特徴も形容詞的表現から数的表現に代える可能性を示唆するものと考えられる。

##### 参 考 文 献 (省 略)

注、詳細は「農業気象18巻3または4号」を参照されたい。



第2図 出穂生長に有効な気温当量と気温との関係

### Summary

In order to establish plans of cultivation of crops, the laws of response of environment to the growth of crops should be clarified. In this report, the relationship between air temperature and the heading date was analysed.

From the experimental results during six years at the

Aomori prefectural Agricultural Experiment Station and Fujisaka Farm, accumulated air temperature for each temperature class was calculated by using model of the diurnal variation of air temperature in Japan already obtained. Assuming that the effective air temperature coefficient "a" changes continuously with air temperature, value of "a" for each class was decided from the experimental data as shown in Fig. 1.  $\theta^*$  calculated by multiplying "a" by  $\theta$  was called the equivalent of air temperature necessitating for the growth causing heading. It was shown that  $\Sigma\theta^*$  obtained by accumulating  $\theta^*$  from the transplanting to the heading have about fixed values to a given variety.

## 深雪用繰り出し式百葉箱 (試案)

佐 藤 義 正

新 庄 測 候 所

An Extensible-Legged Instrument Shelter  
Available for Snowy Observatories

Y. Satoh

(Shinjo Weather Station)

### 1 ま え が き

(1) 一般に気温と呼ぶときには、地上1.2~1.5mの高さにおいて百葉箱の中で測つた値を指すと規定されており、現行の地上気象観測法によれば、多雪地においては、雪面上、箱底の高さが1m余になるように工夫すると定められている。

ここで問題となる点をあげれば、

(1) 雪面に接近した百葉箱の中で観測した温度、ないしは、百葉箱周辺を掘

りおこした雪穴の中で測つた温度は、いわゆる気温とどう異なるか。

(2) 積雪がどの程度の深さになつたら、百葉箱を揚げ又はおろす必要があるか。百葉箱を切り換えるべき時期はいつか。

(3) どんな方法で百葉箱をあげおろしたらよいか。

と言うことであろう。

これらの問題については、いくつかの調査研究<sup>(2)</sup>があるが、平均状態を表わす気候観測としては、余り大差が生じまいとみなされてきた模様である。然し乍ら、筆者がさきごろ、積雪の有無による気温の相違<sup>(3)</sup>に関連して、永年観測資料を吟味した結果、夏期間の資料は長年に亘つて殆んど齊一な精度を維持するのに対して、同一年間の同じ資料であるに拘らず、冬期は、かなり不齊な形態を示した。このことは最低気温の観測値において甚だしい。この原因のひとつとして、雪中における百葉箱の取扱い方に疑問をいだいていたのであるが、その後ここ数年の実測から、晴れた夜、風が極く弱い場合には、放射冷却による寒冷な空気が、雪面とくに百葉箱周辺の雪穴に侵入して滞留し、極端に低い温度を示すことが確められた<sup>(4)</sup>。最高気温についても、略同様のことが言ひ得るが、この際には概して風の乱れを伴うことが多いので、最低気温ほどの較差(雪面からの高さの違いによる温度差)を齎らすことが少ないと考えられる。いづれにしても、固定した高さにある百葉箱の中で観測される値が、積雪の深淺によつて影響を受けるだろうことは間違ひはない。然らば、どの位の深さになつたら百葉箱の高さを変えるべきか、残念ながら、この点については未だ確答が得られていない。実は第(3)に挙げた『百葉箱を揚げおろしする方法』が簡単にできない事にも由来しているからである。

さて今回、各地に農業気象観測所が設けられるよになつたが、多雪地帯では、前述の容易に昇降できるような百葉箱が改めて所望されるに至つた次第である。

## 2 新雪用百葉箱

従来、多雪地の観測のために実際に使用されているもので、筆者の見聞した範囲では、次のようなものがある。

(1) 気象庁型深雪用百葉箱：現在、高田、新庄の両測候所にあるもので、固定した4 m高さの鉄アングル枠の中を、百葉箱の底に組み込まれたスクリ

—ジャッキ装置によつて上下する方式である。頑丈な鉄枠と特別なジャッキ装置が要るが、0~3 mの範囲内で任意の高さに止められるのが特色である。

- (2) 高足付き百葉箱：はじめから高く長い脚を付けた百葉箱で、冬の間だけ専用に用いる処<sup>(5)</sup>と、大略1.5~2.0 m程度の高さにして置いて、通年用いている処<sup>(6)</sup>もある。厳密にどのような条件になつたら百葉箱を切換えるかは適宜判断してらしいが、実際には統計作業などを考慮して、積雪が50 cm以上となつた適当な暦日を撰んで切換え使用しているのが現状と思われる。事情さえ許されるならば、百葉箱を2個用いることが最も簡単でよい方法であるが、収容してある測器も2組用意するか、その都度移し換えねばならない。
- (3) 上下式百葉箱：いわば、御輿を担ぎあげるように百葉箱を担ぎあげて、柱の高い位置に取付けたり、又は下げたりする方法で、只見川の水文気象調査<sup>(7)</sup>で用いられたものが、その典型的なものである。南極観測に持参したもののうちにも類似のものがあつたようだし、又外国の雪国の例にも同じ形式のものがあつたように記憶している。
- (4) 継ぎ足式百葉箱：固定脚の上に別個に補助脚を継ぎたして用いる方法で旧来は余り例がなかつた方法ではないかと思われる。百葉箱がよほど軽い、小さなものか、或は、特に足場がなくとも高い所で容易に分解組立が出来るものでないと具合が悪い。昨年(1960)<sup>(8)</sup>、農業気象観測所に配置されたものはこの式である。
- (5) 繰り出し式百葉箱：これは継ぎ足式百葉箱の変形で、補助脚(内枠)を固定脚(外枠)の内側に接して歯車装置によつて摺動上下させる方法である。まだ実地に試みていないので詳しくは判らないが、このようにすれば内部の測器はそのままで、一人で百葉箱を揚げおろし出来る見込である。

### 3 繰り出し式百葉箱の構造

本体は、④基礎ブロックの上に固定した百葉箱基部アングル(外枠)と、⑤基部アングルの内側に接触し乍ら歯車によつて昇降する補助脚(内枠)とから成つている。この構成は図面を参照されたい。即ち、無雪期間は、内外2重枠構造の上に百葉箱が載つているが、積雪が始まり適当な深さになつたならば、

図に示した3本のシャフト(図番号⑦⑧⑨'以下同じ)を外枠に通し、それぞれ必要な歯車群(①⑩④⑤, ①'⑩'④'⑤'等)を装着した後、内外枠を連結してある止めネジを取り除き、転把②を廻転して内枠全体を徐々に所望の高さまで上げて再び止めネジを緊定すればよい。

この設計では、地上から百葉箱の底までの高さを100, 150, 200, 250cmの4段階にすることができる。このため補助脚の高さは100cmのものとして上下2つに分割できるようにしてある。シャフト類、歯車類は色分けして組立ての際、誤りのないようにし、通常は取り外しておくのがよいと考える。

尚、更に雪の深い所で用いるためには、内枠の内側にもう一段狭い枠をはめ込んで3重枠構造としておき、外側から順次引き出してゆく考案もできよう。

#### 4 あとがき

この繰り出し百葉箱は、原則として春秋の2回、要すれば冬期間、中間に更に1~2回位の百葉箱のあげおろしを必要とする場合を考慮したものである。

利点として考えられることは

- (1) 操作は1人で出来る。
- (2) 測器を動かす必要がない。
- (3) 装置は比較的簡単である。

等であるが、一方欠点として挙げられる点は、

- (1) 繰り出し脚のあげおろしの際は、その周辺の雪を除去する必要がある。

特に春季、内枠を逐次引き下げて用いる場合には、その下の積雪を一時排除しなければならぬ。

- (2) 廻転把子部分は雪中に埋まつてしまうから、雪が多量に積つた後は操作がしにくくなる。特別に深雪地では3重枠構造が望ましい。

- (3) 歯車部分が露出しているので、荒天気には、氷や雪などが附着し易い。

等々である。

(1961.6.20)

## 参 考 事 項

- (1) 地上気象観測法： 中央气象台編 昭和30年11月版  
気象学ハンドブック： 技報堂 昭和34年刊
- (2) 高田測候所，若松測候所（猪苗代），新庄測候所等の観測調査があるが，  
いづれも，月平均値等，平均状態を統計すると，高さを変えない百葉箱で観  
測したものと余り差がないと言う結果を出している。
- (3) 佐藤義正（1957）； 積雪の有無による気温変化について，東北地方  
気象研究会資料
- (4) 最低気温観測値の一例： 1961.1.18 積雪深105cm，新庄測  
候所露場  
普通百葉箱（温度計球部の高さ雪面上45cm）で測つた値→19.6℃，深  
雪用百葉箱（同雪面上150cm）で測つた値→17.5℃，両者の温度差2.1  
℃に及んだ。一般に百葉箱の底部附近の積雪面は，風と地物との関係から，  
露場附近一帯の積雪面よりは，通常少くとも30～40cm程度いつも低くな  
っており，小さな凹地を形成することが多い。
- (5) 林業試験場山形分場（釜淵観測所）
- (6) 真室川営林署，高坂貯木場事業所（差首鋤観測所） 今回，農業気象観測  
所に変更，継ぎ足式百葉箱に切り換えた。
- (7) 東北電力株式会社，仙台管区气象台（1960）： 冬期只見川上流水文気象  
調査総合報告（須原口観測所） 支柱上端地上より37m，高さ調整50cm  
こと。
- (8) 小笠原計器製作所（1960）： JMA-AC60型農業気象観測装置。

## Summary

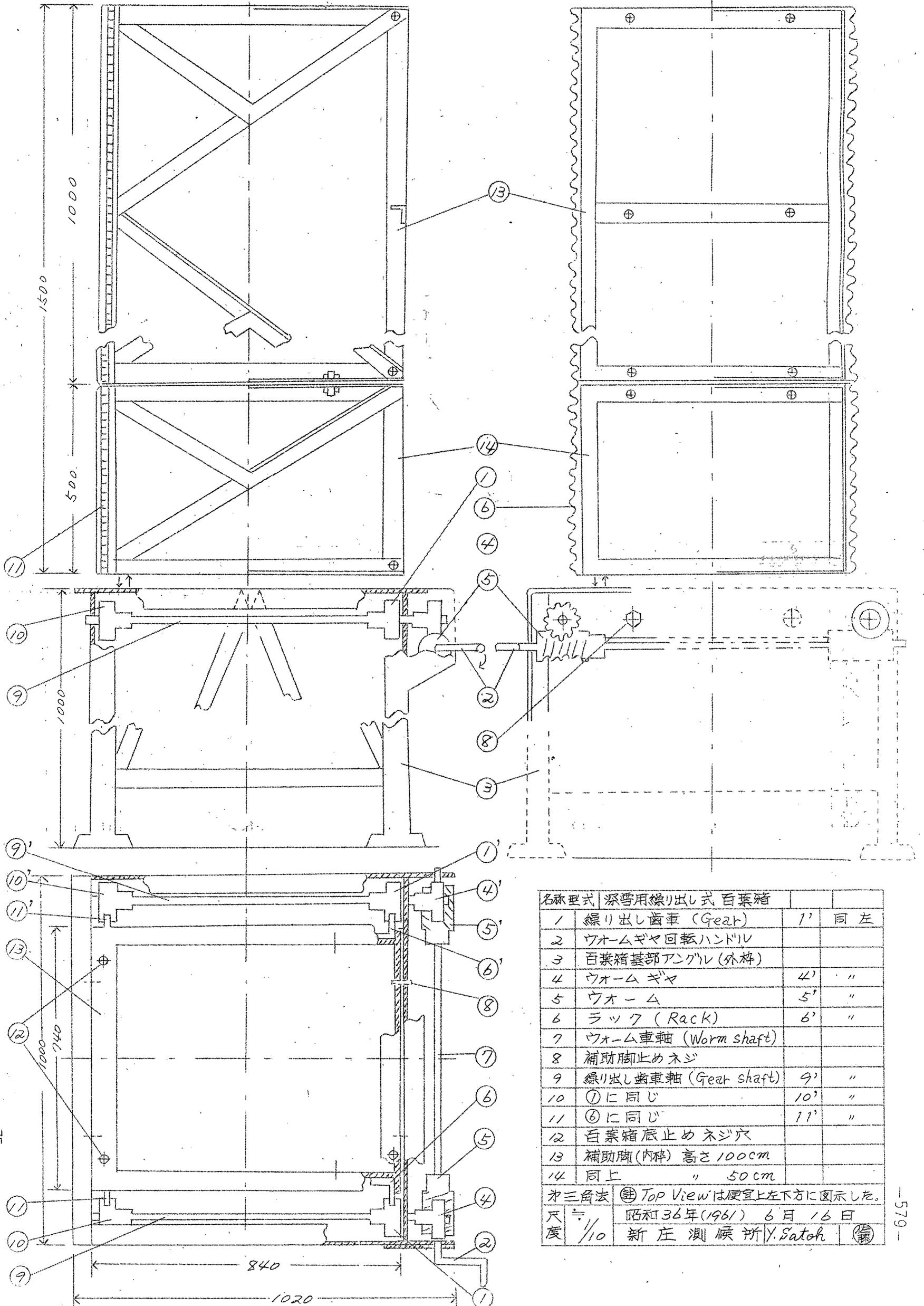
In general, as the surface air temperature, the graduation of thermometer, which is mounted in an instrument shelter such as what floor is situated at one meter height over the ground, is to be read; and even on snows, it ought to be done in the same way,

i.e. the bottom of the shelter should always be set about one meter higher than the snow cover.

However, it is not always easy to adjust the height of them as snowfall becomes deeper, and an extensible shelter was suggested by the author as shown as figure 1. This apparatus consists of two or three iron frames; outer most one is fixed on the earth and inner ones (on the top of them, the shelterbox will be mounted) are designed to be able to slide up or slide down successively from the outer side frame the aid of some wormgearings.

Thus, an observer, by his single handed power, can lift up and let down the shelter while getting it's inside meteorological instruments set as they are, I hope.

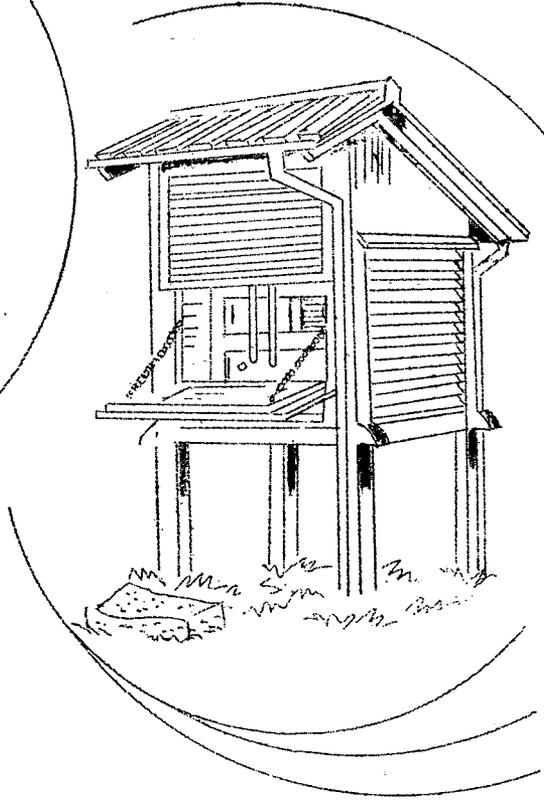
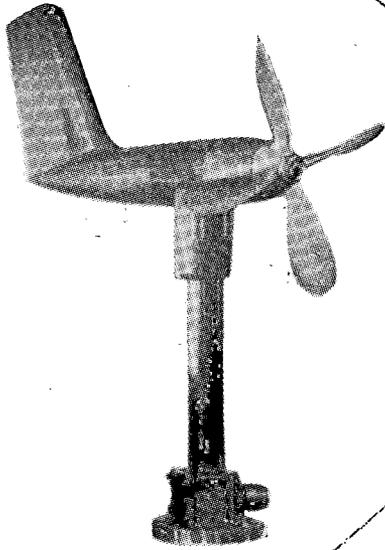
深雪用繰り出し式百葉箱 (脚部)



名称	型式	深雪用繰り出し式百葉箱	
1	繰り出し歯車 (Gear)	1'	同左
2	ウォームギヤ回転ハンドル		
3	百葉箱基部アングル (外枠)		
4	ウォームギヤ	4'	"
5	ウォーム	5'	"
6	ラック (Rack)	6'	"
7	ウォーム車軸 (Worm shaft)		
8	補助脚止めネジ		
9	繰り出し歯車軸 (Gear shaft)	9'	"
10	①に同じ	10'	"
11	⑥に同じ	11'	"
12	百葉箱底止めネジ穴		
13	補助脚 (内枠) 高さ100cm		
14	同上	" 50cm	
寸法 ④ Top Viewは便宜上左下方に図示した。 尺度 1/10 昭和36年(1961) 6月 16日 新庄測候所 Y. Satoh (監)			



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 K K  
中 浅 測 器 K K  
服 部 時 計 店 機 械 部  
日 本 光 学 工 業 K K  
東 京 光 学 工 業 K K  
松 下 通 信 工 業 K K

仙 台 市 大 町 5 丁 目 2 0

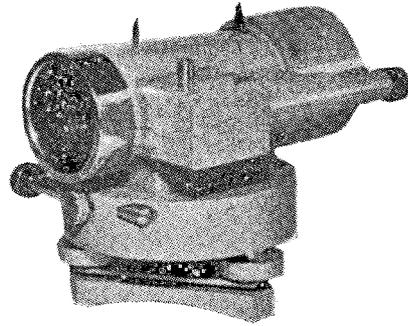
株 式 會 社

仙 台 測 器 社

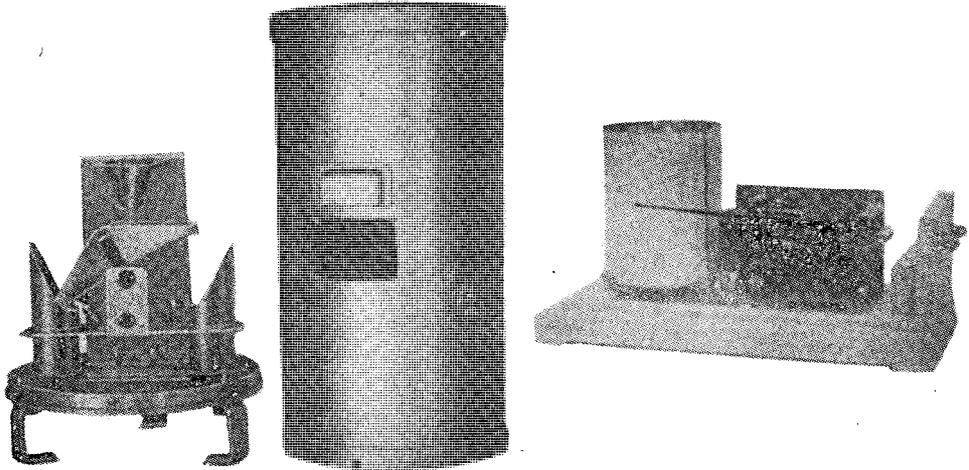
TEL (23) 6 1 0 6 ~ 8  
市 外 專 用 1 4 3

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

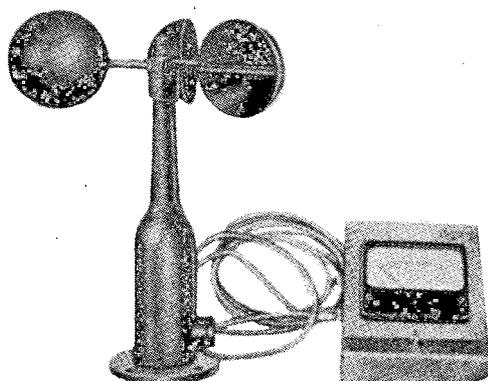
受信器

株式  
会社

ヤシマ測器店

仙台市東一番丁  
電話 (22)4829・(23)0811

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

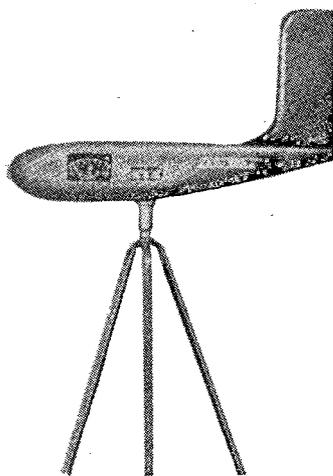
角度計（トランジツト其他）

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 { (23) 7 4 4 4  
(23) 8 8 5 5  
(23) 8 8 7 7  
(25) 1 2 3 0