

東北の農業気象

第 12 号

昭和42年7月(1967)

論 文

1. 畑作物の豊凶要因に関する農業気象学的考察 ————— 阿部亥三・阿部典雄 ———— 1
2. 大小豆の干害による損傷様相と被害について
柴田悳次・近藤和夫・松村三男・舟山謙三郎 ———— 5
3. 秋田県における夏播レタス不時抽苔の気象的解析について — 須田雄悦・伊藤彰雄 ———— 9
4. 栽培計画のための平均気温頻度別カーブについて ————— 内島立郎 ———— 12
5. ジョルダン型とバイメタル型日照計の比較観測結果について ————— 千葉隆夫 ———— 15
6. 長期天候予報の現況とその利用についての一考察 昭和41年暖候期間
の予報と実況をみて ————— 内島立郎 ———— 18
7. 水田における蒸発散量と気象条件との関係について ————— 千葉文一・宮本硬一 ———— 22
8. 大区画水田の灌漑法に関する研究
第2報 新規開田地の畦畔滲透が水稻の生育に及ぼす影響
大野 昊・小野清治・穴水孝道・前田 昇 ———— 25
9. 大区画水田の灌漑法に関する研究 ——— 大野 昊・小野清治・穴水孝道・前田 昇 ———— 28
10. 湛水直播水稻の初期出葉間隔と水温との関係(作物の生育と気象との関連
性に関する研究 第2報) ————— 羽生寿郎・菅原 俐・内島立郎・岡本利高 ———— 32
11. 水稻の穂孕期における気象について — とくに日較差について —
角田公正・和田純二・金沢俊光 ———— 36
12. 水稻出穂期後の日照不足が登熟におよぼす影響 予報 1. 品種間差
異について ————— 土井健治郎・清原悦郎 ———— 40
13. 水稻玄米千粒重におよぼす気象要因について ————— 中村登喜男・舟山謙三郎 ———— 43
14. 昭和41年の登熟期間の天候と水稻の生育について 小野清治・前田 昇・穴水孝道 ———— 46

シンポジウム(東北地方における稲の霜害と防霜の可能性について)

1. 青森県における古タイヤ燃焼による稲の防霜対策実施概要について
青森県農林部農務課 ———— 50
2. 岩手県の防霜実験に関する話題 ————— 工藤敏雄 ———— 54
3. 東北地方の霜害に関する話題 ————— 梅田三郎 ———— 61
- 支部会記事 ————— 17・65
- 賛助会員名簿 ————— 66

日本農業気象学会 東北支部

盛岡市下厨川赤平4・東北農試内

畑作物の豊凶要因に関する農業気象学的考察

阿部 玄三・阿部 典雄

(青森県農業試験場古間木支場)

1 緒 言

畑作物の生産の安定と向上を計るためには、地力の造成と栽培管理の適正が基本であるが、更に、畑作物の生育収量と気象条件との関係を熟知することが大前提となろう。

畑作物は水稻よりも総じて、気象条件に対する反応が複雑微妙であるので、地域別に主要作物の収量に対し影響の大きい気象要素を把握し、作況予測法を確立することが畑作振興のために重要と考えられる。

筆者らは畑作物の豊凶要因について、青森農試古間木支場における畑作物豊凶考照試験の成績を素材として、農業気象学的見地から若干の考察を行なったので、その結果を報告する。

2 調査材料

(1) 対象作物と品種

馬鈴薯(男爵薯)～なたね(青森1号)～家畜かぶ(小岩井かぶ)～てん菜(導入2号)～とうもろこし(交3号)の4年輪作で、毎年同一の耕種条件で栽培した5作物を対象とした。

(2) 統計期間

1959年～1966年(収量成績、なたねは7ケ年、他の作物は8ケ年)

3 調査結果ならびに考察

(1) てん菜

てん菜の収穫時根重(W)と気象条件との関係については、これまで発表したように¹⁾²⁾³⁾⁴⁾に、6・7・8月の合計日照時数(S)/同期間合計降水量(R)と関係が深く、Wと、S/Rとの相関係数は $r=0.89^*$ で、両者の間には、 $W=0.39 S/R+3.72$ の関係式が成り立つ。

また、てん菜の収穫時のブックス(B)は、9・10月平均気温較差(X)と関係が深く($r=0.74^*$)両者の間には、 $B=1.04 X+10.44$ の関係式が認められる。

6～8月の日照の多寡は同化作用と、降水量の多寡は病害発生と関係深いものと見られ、この期間の乾燥気候がてん菜の生育に好適するものと判断される。登熟期(9～10月)の気温較差の大小は間接的には日照、降水量の多寡とも関連し、糖度に直接的な影響を及ぼすものと考えられる。

また、北東北におけるてん菜は、8月末までに、収穫時の根重の約2/3肥大する²⁾⁴⁾ので、8月末には凡その収量予測が可能となる。

(2) とうもろこし

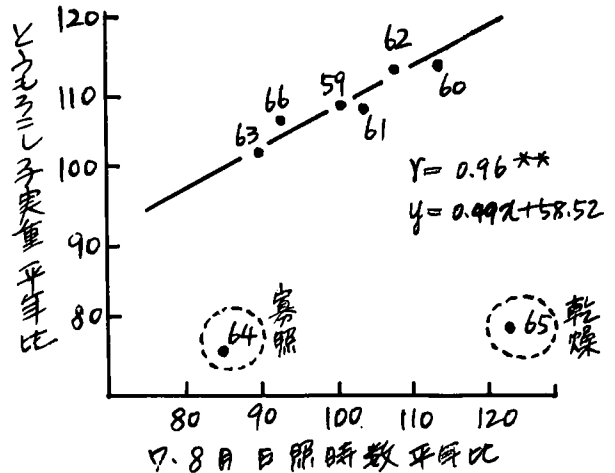
とうもろこしは高温多照を好む作物であるが、吸水量が大きいので、8月に乾燥すると極端に減収する場合がある。

豊凶考照試験の累年収量を第1表に示した。7・8月合計日照時数平年比と子実重平年比との関係を見ると、第1図に示すとおりで、乾燥で減収した1965年及び寡照で減収した1964年を除外して考えると、7・8月日照時数の多寡と、とうもろこし収量との間の相関係数は、 $r=0.96^{**}$ で、両者の間には、 $Y=0.49 X+58.52$ の関係式が得られる。

ただし、本式の適合範囲は7・8月合計日照時数の年平均比が85～115%と考えられる。

第1表 とうもろこしの累年収量

項目 年次	子実重 $K_g/10a$	指数%
59	681.1	108
60	713.6	114
61	678.3	108
62	712.0	113
63	644.4	102
64	476.8	76
65	495.2	79
66	670.8	106



(3) 馬鈴薯

第1図 とうもろこしの収量と気象条件との関係

馬鈴薯の収量の多寡には疫病の発生時期ならびにその程度が影響する面が大きい。

第2表ならびに第2図から、馬鈴薯の収量は生育盛期に当る6・7月に多照、寡雨だと増収し、逆に寡照、多雨だと減収する傾向が認められ、この時期に多照と若干乾燥気味の気候が生育に好適し、疫病の発生を阻害し、多収をもたらすものと考えられる。

しかし、1963年及び1966年のような例外年もあり、有意な関係ではないので、更に統計年次を加えて検討したい。

(4) なたね

第2表 馬鈴薯収量と気象条件との関係

なたねの豊凶には、越冬前の生育の良否(適期播種、秋期の天候)寒雪害、登熟時の天候の良否が関係する面が多い。しかし、豊凶考照試験にあっては、毎年一定時期(8月27日)に播種し、越冬前の生育量は概ね確保されるため、登熟時の天候の良否が作況に及ぼす影響の大きいことが第3図から知られる。すなわち、第3図によると、6・7月に日照時数が多く、降水量が少ないと多収を示し、逆の場合には減収する傾向のあることがわかる。

項目 年次	6・7月日照 年平均比 (%)	馬鈴薯収量 年平均比 (%)	6・7月降水 量年平均比 (%)
1959	81	59	147
1960	114	120	61
1961	107	93	111
1962	107	120	47
1963	86	112	140
1964	102	91	92
1965	102	95	100
1966	100	107	200

6・7月合計日照時数(X)、6・7月合計降水量(Y)、なたねの収量(W)の三者については単相関を求めると、 $T_{XY} = -0.858^*$ 、 $r_{XW} = 0.792^*$ 、 $r_{YW} = -0.434$ となり、日照と降水量及び日照となたね収量との間には有意な相関が認められる。

(Y)の影響を除いた(X)と(W)との第1次偏相関係数($r_{XW \cdot Y}$)は、 $r_{XW \cdot Y} = 0.91$ で、6・7月の日照時数年平均比と収量指数の間に第4図のごとく相関が認められる。

(5) 家畜かぶ

家畜かぶの収量は第5図に示すように、9・10月の日照時数の多寡と関係が深く、多照だと増収し、寡照だと減収することが判る。ただし、家畜かぶは盛夏時に播種するので、播種時に乾燥すると欠株を生じ減収の原因となりやすく、豊凶考照試験では家畜かぶの播種時期(8月8日)に、これまで極端な乾燥にはならなかったためと見られる。

以上で、古間木支場における畑作物の豊凶と気象条件との関係を概説したが、ここでとりあげた5作物に共通していい得ることは、生育盛期、若くは登熟期の日照の多寡が収量と深い関係のあることである。

今後は豊凶年における作物生育の特徴ならびに形質の変化について検討を行いたい。

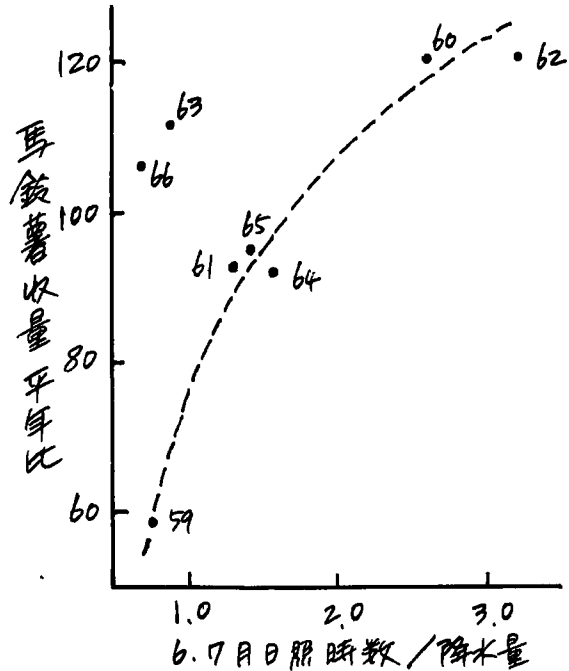
また、本試験の輪作に含まれていない重要畑作物(大豆、陸稻等)についても、生育収量と気象条件との関係を究明する考えである。

なお、豊凶考照試験収量と県平均収量を作物別に比較すると、第3表に示すとおりで、この豊凶考照試験の収量水準に比較して県平均収量の低位なことが痛感される次第である。

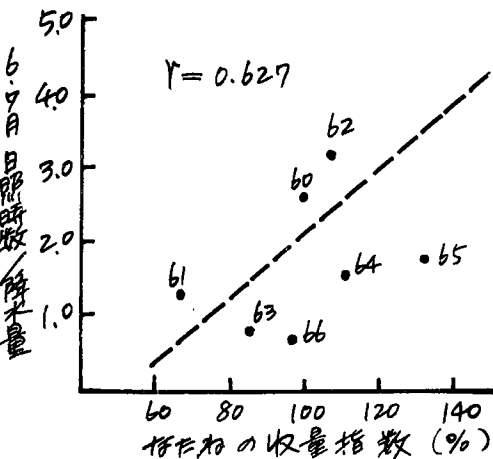
主要畑作物の県平均収量と気象要素との関係については、校を改めて検討したい。

4 摘 要

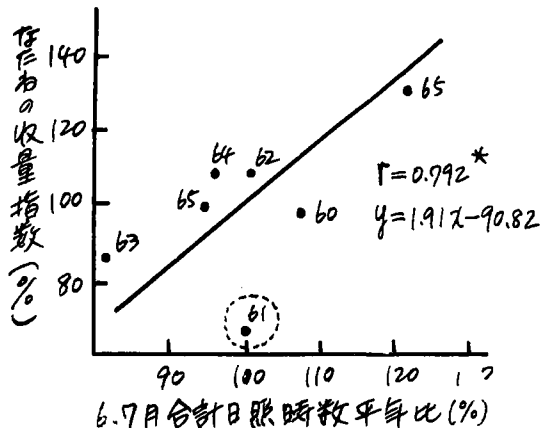
青森農試古間木支場における豊凶考照試験の成績から、主要畑作物の収量と関係の深い気象条件を指摘した。



第2図 6・7月の日照、降水量と馬鈴薯収量との関係



第3図 なたねの豊凶と気象との関係

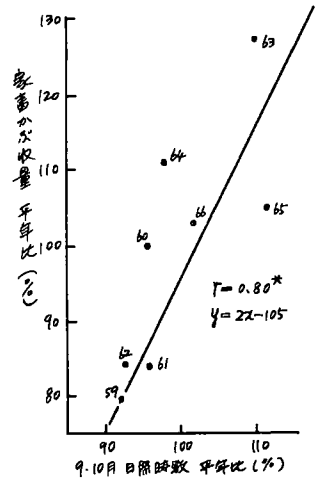


第4図 なたねの収量と気象条件との関係

- (1) てん菜の根重(匍)は、6～8月の日照時数(S)及び降水量(R)と関係が深く、多照寡雨で増収し、逆の場合に減収する。
- (2) とうもろこしの子実重は、7・8月の日照時数の多寡と関係が深く、多照程増収するが、8月乾燥年には減収する。
- (3) 馬鈴薯は、6・7月に多照、寡雨で増収の傾向があり、逆の場合に減収する傾向がある。
- (4) なたねは、収穫時の6・7月に多照で増収し、寡照だと減収する。
- (5) 家畜かぶは、9・10月に多照な程増収を示す。

第3表 県平均収量と豊凶考照試験収量との比較
(1961～1965年の平均)

項目 作物名	県平均収量 (kg/10a)	豊凶考照試験収量 に対する比率 (%)
てん菜	2,400	61
馬鈴薯	1,513	49
とうもろこし	402	67
なたね	209	65



第5図 9・10月日照時数と家畜かぶ収量との関係

文 献

- 1) 阿部亥三：青森県におけるてん菜収量の年次のならびに地域的の変異に関する研究。てん菜研究報告補巻5 (1961)
- 2) 阿部亥三・阿部典雄：青森県におけるてん菜の収量と気象条件。東北の農業気象 11号 (1961)
- 3) 阿部亥三：テンサイの収量予測と多収栽培法。農業及園芸 43巻3号 (1967)
- 4) 阿部亥三：青森県におけるてん菜の生育相と収量の予測について。作物学会東北支部会報 9号 (1967)

大小豆の干害による損傷様相と被害について

柴田悖次・近藤和夫・松村三男・舟山謙三郎

(岩手統計調査事務所盛岡作況研究室)

東北地方において干害発生頻度の比較的高い6・7月の生育初期に断水処理を行ない、干害様相を明らかにするとともに、これと被害歩合との関係、減収機構について検討したので報告する。

実験材料および方法

(1) 供試品種 大豆 農林4号(生態型Ⅱb)、小豆 円葉1号(生態型Ⅱc)

(2) 試験区の構成

$\frac{1}{2000}$ アールポットを用い、下記構成によった。なお、各区2ポット、1ポット当り2本仕立とした。

処理区名	処 理 期 間	処理日数	処 理 方 法
	月 日 ~ 月 日	日	
A	6. 20 ~ 6. 25	5	処理期間中雨天の場合はビニール製の防雨屋根を被せて断水し、処理終了後は標準区と同一条件下においた。標準区は自然天候下におき土壌水分は最大容水量の70%前後になるよう適時灌水した。
B	6. 20 ~ 6. 30	10	
C	6. 20 ~ 7. 5	15	
D	6. 20 ~ 7. 10	20	
E	6. 20 ~ 7. 15	25	
F	6. 20 ~ 7. 20	30	
G	6. 20 ~ 7. 25	35	
H	6. 20 ~ 7. 30	40	
標準	無 処 理		

(3) 耕種概要

ア 播種期 5月20日

イ 施肥量 ポット当り硫安4.76g、過石5.88g、硫加2.00g

ウ 土壌水分 石膏ブロックを地下10cm層に埋設し、電気抵抗値をBV-Z-103A万能ブリッジ(横河電気製)で測定した。

実験結果および考察

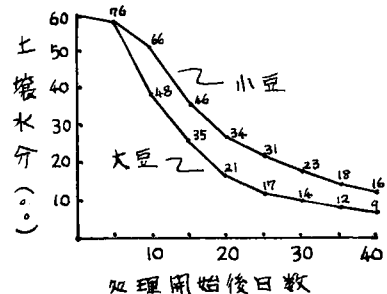
(1) 土壌水分

処理後の土壌水分の推移をみたのが第1図である。土壌水分(対乾土)は処理後5日頃から急速に減少しはじめ、大豆では処理後35日で10%を割るが、小豆では40日でも12%程度の含水率を保ち、減少過程が緩慢であった。なお、図中の数値は最大容水量の何%にあたるかを示したものである。

(2) 生育損傷状況

ア 生育差の現われる処理後日数と土壌水分

処理により標準区との生育差の現われる処理後日数と土壌



第1図 土壌水分の推移

水分をみると、大豆では処理後15日頃から差が現われ、その後ほとんど生長を停止する。小豆では20日になって差が現われ、大豆に比べ約5日のずれがあり、その後も緩慢な生育を示す。このように、大豆と小豆で生育差の現われる時期がちがうのは主として処理開始時の両作物の生育量の差に起因して土壌水分の減少過程に差が現われたためと考えられる。ちなみに、大豆では処理後15日、小豆では20日の土壌水分はそれぞれ27%、最大容水量比では34~35%となっており生育差の現われる処理後日数の土壌水分はほぼ等しいことがわかる。

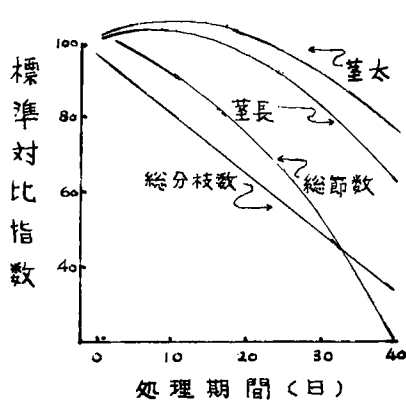
1 葉の損傷

大豆では処理後15日から下葉が枯れはじめ、また、生葉は葉色が暗緑色となり日中には葉の萎凋がみられた。その後処理が進むにつれてこれらの徴候が顕著となり、H区では枯死株も出現した。このときの土壌水分は8%であった。小豆ではこれらの徴候は大豆よりも4~5日おそく、H区でも枯死株は出なかった。補助ポットを用いて観察した結果では小豆の生存限界は処理後51日で土壌水分も大豆とほぼ同じであり、このときの土壌水分が臨界水分であったと考えられる。

つぎに展開葉の直下の葉長、葉巾、葉柄長を処理終了後5日目に調査した結果、葉長、葉巾は大豆においてとくに小さくなり、小豆では影響が小さかった。しかし、葉柄長は大、小豆とも短くなり、とくに大豆においていちじるしかった。

(3) 処理の生育形質に与える影きょう

処理終了後に給水すると数時間のうちに萎凋状態から回復し、生育も回復に向うが、処理期間中にも相的發育が進むため開花期はそれほど遅延せず、ために実質的な生育期間は処理期間の長いものほど短縮され、充分な生育の回復をみないまま開花期を迎え、栄養生長量が固定してしまう。この開花期の形質を標準区を100とする指数で大豆についてみたのが第2図である。これによれば処理により最も顕著な影きょうを受けたのは総分枝数で処理期間が長くなるにつれて直線的に低下する。ついで、総節数で莖長、莖太は比較的影きょう度が小さい。小豆においても大豆と同じ傾向を示した。ただし、強度の処理区では土壌水分の減少過程が大豆に比べ緩慢であるにもかかわらず小豆えの影きょうが大きい傾向がある。このことは処理終了後の生育の回復力が大豆よりも弱いためであろう。このことは農家圃場でもよくみられる現象である。



第2図 生育形質に与える影響

(4) 処理の収量構成要素に与える影きょう

成熟期に分解調査して収量構成要素のうちで、どの要素の低下によって減収するかを径路係数によって検討したのが第1表である。

これによれば、大・小豆とも被害歩合に影きょうする相対的ウェイトの最も大きいのは全莢数で、大豆では全体の64%を占めており残りの4要素全体よりも大きい。小豆でも全莢数が最も大きいが大豆ほどではない。これは一莢当全粒数・100粒重がかなり大きいウェイトを占めているからである。

このように、栄養生長期間の干ばつ処理であるため作物体全体が矮小化し、総分枝数、総節数が少なくなり、その結果として着莢数が少なくなって減収することを示している。

第1表 大小豆の被害成分の経路係数

	大 豆		小 豆	
	径 路 係 数	同 比	径 路 係 数	同 比
全 莢 数	- 1.3709	64.2%	- 0.6474	44.0%
有 効 莢 数 歩 合	- 0.2911	13.6	- 0.0245	1.7
一 莢 当 全 粒 数	- 0.2135	10.0	- 0.3542	24.0
完 全 粒 数 歩 合	- 0.1793	8.4	0.0124	0.8
100 粒 重	- 0.0807	3.8	- 0.4342	29.5
残 差	0.0481		0.0224	

(5) 損傷指標と被害歩合との関係

ア 処理期間、土壌水分と被害歩合

この試験において損傷指標を考える場合、まづ問題となるのは干ばつ日数であろう。処理期間と被害歩合との関係は第2表上欄に示すとおりで、大・小豆とも二次曲線式で示され、密接な関係が成立する。したがってこの回帰式は初期生育の干ばつにはおよその被害歩合を見積る環境指標として利用できよう。ただし、同じ干ばつ日数でも土壌の種類、地形、地下水位などの条件が異なれば作物に利用される有効水分も異なり、両者の関係も変わってくる。そこで、土壌の有効水分を示す指標として最大容水量比を用い、これと被害歩合との関係を検討した結果は第2表の下欄に示すとおりで、両者の間には密接な関係がある。この場合は土壌の種類に関係なく有効水分との関係を見ることが出来る利点がある。

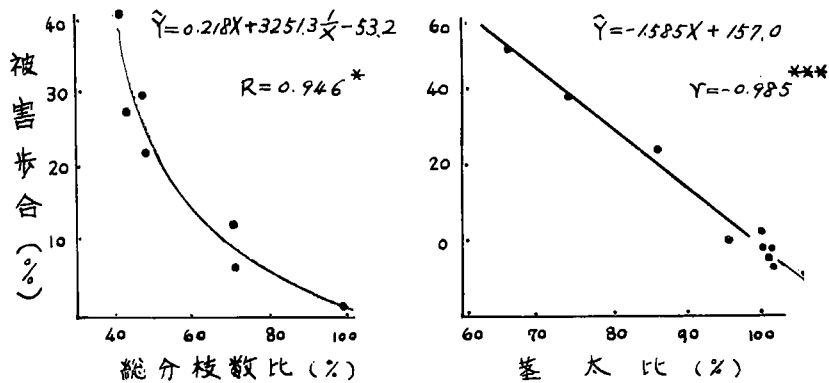
以上の二つの指標から被害歩合を推定する場合、干ばつ日数の方は干ばつ発生時の生育時期と土壌の立地条件に制約される。また、土壌水分による方法は調査上の繁雑さがあり、また、ある水分に至るまでの時間的な経過を考慮する必要があるために実際の指標とはいえない。したがって、普遍的な干害の指標としては受けた干ばつの結果の集積である生育、損傷形質にこれを求めることがより適切であろう。

第2表 処理期間、土壌水分/最大容水量×100と被害歩合との関係

	作 物	相 関 係 数 (R)	回 帰 式
処理期間と被害歩合	大 豆	0.963 **	$Y = 0.299x^2 + 0.017x - 0.3$
	小 豆	0.972 **	$Y = 0.062x^2 - 1.13x + 0.6$
土壌水分/最大容水量 ×100と被害歩合	大 豆	0.947 **	$Y = -0.00097x + 418.5 \frac{1}{x} - 4.6$
	小 豆	0.987 **	$Y = 0.5425x + 174.43 \frac{1}{x}$

イ 損傷形質と被害歩合

生育初期における干害の損傷は前述のように葉の萎凋枯死、落葉となって現われるが、被害歩合の指標となる適当な損傷形質はみいだせなかった。一方、生育はいちじるしく阻害され、作物は全体的に矮小化した。したがって、干ばつの損傷指標としては生育の良否を現わす生育形質か収量構成要素にこれを求めざるを得ない。生育形質を損傷指標として考える場合、干ばつに遭遇した生育時期により、干



第3図 損傷指標と被害歩合との関係

ばつ後の生育の回復過程と程度が異なるから、その調査時期および形質は栄養生長量が固定した後で、かつ、処理による影きょうが大きく、被害歩合との関係が密接な形質が望ましい。このような観点から損傷形質を検討した結果、大豆では総分枝数・全莢数・小豆では茎太、全莢数が抽出される。ただ、全莢数は開花後20～30日後に決定することと、調査労力が大きいことから実際の干害調査の指標としては第3図に示すように大豆では総分枝数比(被害区総分枝数/無被害区総分枝数×100)、小豆では茎太比(被害区茎太/無被害区茎太×100)が被害歩合と密接な関係があり、損傷形質として好適している。

摘 要

- (1) 生育初期に処理開始期を一定にして断水日数を変えたポット試験を行ない、干害様相およびこれと被害歩合との関係を明らかにし、減収推定尺度資料を得ようとした。
- (2) 処理による損傷は葉や葉柄の変調および生育全体の不振となって現われるが、その発現時期は小豆は大豆よりもおそく、また枯死に至る期間も大豆では40日、小豆では51日であった。
- (3) 干害が成熟期の諸形質に与える影きょう度は総分枝数>総節数>茎長>茎太<主茎節数の順で大豆・小豆とも同じ傾向を示した。
- (4) 収量構成要素への影きょうは主として全莢数に現われ、他の形質への影きょうは比較的小さい。
- (5) 損傷指標としては開花期以降の総分枝数比(大豆)、茎太比(小豆)が好適している。

参 考 文 献

1. 福井重郎(1952)日作紀21-1、2
2. 河原栄治他(1962)作物大系第4編
3. 渡部忠世(1953)日作紀22-1、2
4. 鳥飼慶三他(1963)関東東山統計指導官室成績(昭37年)
5. 小田桂三郎(1956)農技11-5、6

秋田県における夏播レタス不時抽苔の気象的解析について(昭和40年度)

須田雄悦・伊藤彰雄

(大曲農業改良普及所)(湯沢農業改良普及所)

はじめに

最近野菜の消費傾向は一般に生食化しているが、とりわけレタスの需要は全国的に増大している。秋田県においても大量生産の域には達していないが、自給的色彩で可成りの量が生産されるようになった。しかし秋田県においては高緯度特有の温暖気候から寒冷気候へ移行する速度がはやいため、レタスの夏播作型は不安定なものとしてされており、現在安定作型として導入されているものは、品種「ペンレク」を用いた7月25~28日播種と、同期播種の品種「オリンピア」に限られている。この時期より早播により早期抽苔、又おそまき、又晩生種利用では不結球が多くなり、経済作型としては成立しない。

昭和40年度は夏播レタスの生育全般に亘って平年より低温に経過し、栽培期間中平年平均気温を上まわったのは8月下旬と9月中旬の数日間にすぎない。この状態も半月別平均気温で比較すると別に特別高温であったとはいえない。

このようにレタスの生育に対しては比較的適した気象条件であったが、夏播作型で著しい不時抽苔現象をみた。この現象を抽苔を支配する因子のうち最も比重の高い気温の経過を中心に解析を試みた。

抽苔現象

調査地点：秋田県平鹿郡平鹿町吉田

第1例：品種：ペンレク。播種：7月26日

定植：8月7日(本葉2枚)

栽培土壌：埴質壤土(黒色火山灰土)

生育概要：9月15~16日に至り急に生育が不良になり、特に葉数増加は認められなかった。9月25日外観上抽苔株を発見、以後次々に抽苔し、収穫皆無。

第2例：品種、調査地点、栽培土壌、第1例に同じ。播種：8月5日 定植：8月18日

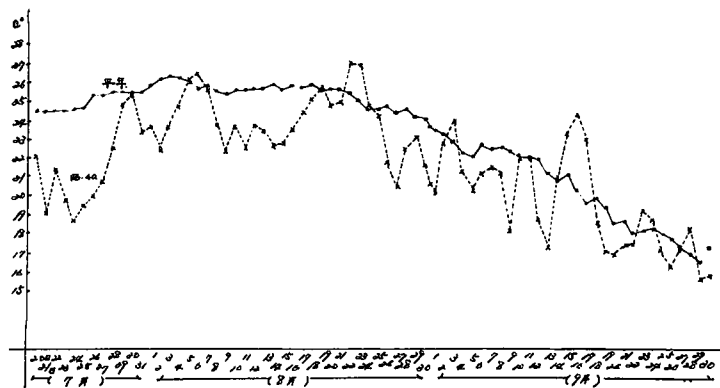
生育概要：抽苔率は多湿土壌82%、乾燥土壌21%

なお、第1例のレタスに比較し結球球でも前半の生育速度が著しく劣り、球重も例年の1/3程度にすぎない。

気象経過

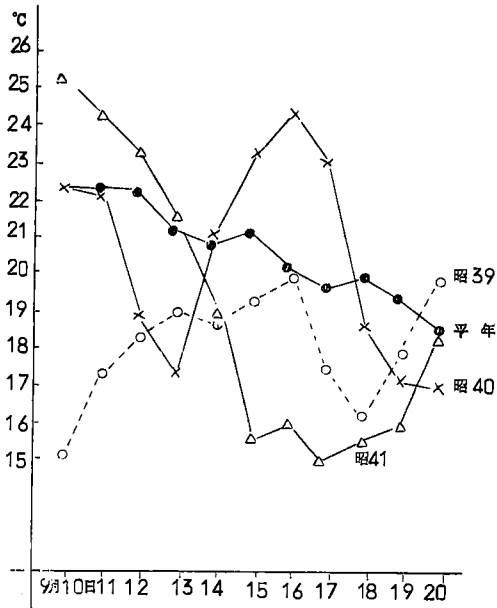
気温の経過については栽培地点に最も近い沼館観測所の観測値を第1図にあげた。

生育期間全般に亘って昭和40年度は低温に経過し、生育期間中、平年平均気温を2℃以上上廻った日は9月15、16、17日の3日間にすぎない。

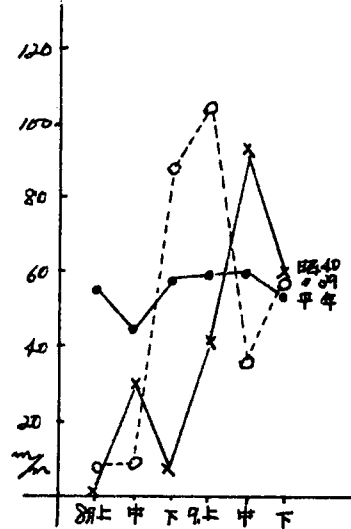


(第2図)

第1図 レタス栽培期間の最高最低平均気温(沼館)



第2図 9月中旬の平均気温



第3図 旬別降水量

この時期はレタスの生育の結球葉初期に当っており、この時期の気温について、平年値、昭和39年値について第2図により比較した。昭和40年度は短期間ではあるが著しく高温に経過したことが特徴である。又品種「ペンレク」は土壌水分の不足により生育のおくれる特性を持つが、昭和40年度は生育初期に降水量が著しく少なかった(第3図)。

不時抽苔の原因解析

品種：

用いられたペンレクはグレートレクの系統中最も早生であり、それだけ高温感応による抽苔は早い反面結球が堅く球揃の良い特性をもつが、土壌水分の不足する状態では著しく生育の劣ることが特徴とされている。第2例の乾燥土壌区では生育が著しく遅延し21%の抽苔をみているにすぎないが、これは8月下旬～9月上旬に降水量の少なかったことと、9月中旬の高温が大きく影響を及ぼしたものと考えられる。

播種期：

品種「ペンレク」を用い、7月25～28日まきでは最高温時に幼苗令期を過し、生育適温下で結球を進行させる作型であるが、レタスは一般に5～6葉時より花葉分化のための高温感応が始まり、葉令が進むにつれて感応度が著しいとされているが、昭和40年度の場合には結球葉出葉後約3日間23～25℃の高温にそうぐうしているが、この程度葉令の進んだ個体では3日間程度の高温そうぐうにより充分抽苔するものと認められた。したがって8月5日まきの乾燥土壌区では20%程度の抽苔にとどまっているが、これは幼苗期の乾燥による生育のちえんが原因し、9月15～17日の高温時まで全体が高温感応するまでには葉令が進んでおらなかったものと考えられる。

当地方のように夏播作型の播種期中の狭い地域では生育の後半に短期間であっても高温そうぐうによ

り、急激に抽苔が促進されるものと考えられる。

摘 要

昭和40年度のレタス生育期間は全般に亘って冷涼に経過したが、夏播作型のレタスに著しい不時抽苔現象を見た。この現象を気象の経過との関れんのうえに解析を試みた。

- 1) 気象の特徴は全般に亘って冷涼に経過したが9月中旬に3日間年平均気温を2℃以上上わまつた。又8月下旬～9月上旬にかけて降水量が少なかった。
- 2) 夏播作型のレタスでは結球葉出葉初期の生育ステージでも23～25℃(平均気温)の温度に3日間位経過することにより充分抽苔するものと思われる。
- 3) 今後残された問題として土壤水分と花成速度、本作型では9月中旬頃一次的に高温にそうぐうすることにより、花葉分化と抽苔が同時に起るものか、単独に起るものか究明いたしたい。

【 新 刊 紹 介 】

冷害と気象 天の利・地の利をよりよく活かすために 木村耕三著

総合図書 294頁 690円

著者は12年間におよぶ北海道旭川地方気象台長在職中、農業と冷害気象の関係を調べてきたが、気象的知識をいかに農業生産に利用するか広く文献的に調べられ、一般的な形でまとめられたのが本書である。

前半には、気候の歴史的な変遷をみながら冷害気象が詳述され、冷害対策の歴史的な変化が述べられている。また冷害気象に関連した気温、水温、地温、放射、風、予報などの性質と利用する場合の数値の取扱い方などが、多くの図表を用いて平易に説明されている。後半には、農作物の生育、収量と気象条件に関する最近までの資料が多数要領よく解説されており、現在までに得られた冷害対策についても詳しい解説がある。

冷害と気象に関する古今の資料を気象学、農学にわたって広く調べて記されている点で冷害を総合的に理解するのに有益である。

栽培計画のための平均気温頻度別カーブについて

内 島 立 郎

(東北農業試験場)

1 はしがき

気温条件から栽培期間を計画する場合、過去の気象資料から気温の出現頻度を調べ、計画の安全率を決めることが望ましい。現在、計画の基準として普通に用いられている平年気温カーブは、出現頻度を直接表わすものではないので緻密な計画を立てる場合には不十分である。この点を改良するために、平年値の統計的性質を解析し、出現頻度に応じた頻度別気温カーブの表現を試みた。

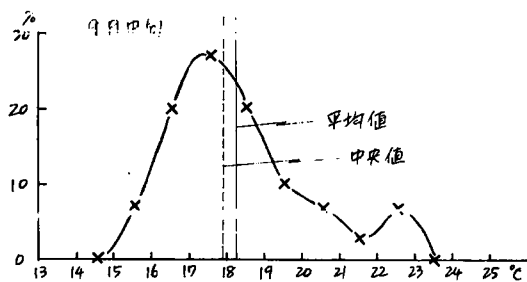
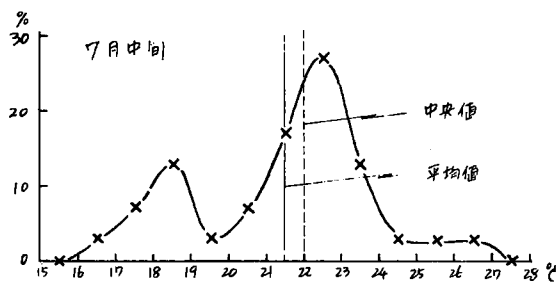
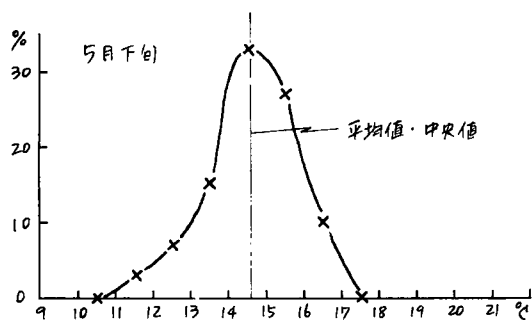
2 平年値の性質

第1図は盛岡の旬平均気温を例にとり、30カ年(1931~1960年)の値について、1℃階層ごとの頻度分布を調べたものである。4~10月の各旬についての調査から3つ例を示したが、5月下旬のように正規分布に近い型、7月中旬のような2峰型、9月中旬のようなヒズミ型などがみられ、正規分布型を示すのはこの期間中では約1/3であった。図中に平均値および中央値を示してあるが、この図で示されるように、平均値つまり平年値は出現頻度からみてある温度幅をもつ気温条件のひとつの代表値である。また平年値は中央値に近い値をとるから、平年値以上または以下の温度が出現する頻度は統計的にみて50%に近い値であるとみることができる。

このような平年値の性質からみて、平年値カーブを基準にして作季を計画する場合は、当然平年値以下の温度の出現頻度が50%近くあることになる。したがって、生理生態的な実験から出される具体的な生育の限界温度をそのまま平年気温カーブに当てはめて作季を組立てることは、平年気温の性質からみて安全な計画とはいえないわけである。

3 頻度別カーブ

作季計画のための気温カーブは、いかなる温度が、いかなる時期に、いかなる頻度で期待できるかを表わすものであることが望ましい。第1図の7月中旬の例でのべると、16℃から27℃にわたるような広い分散域をもつ時期の気温条件を、単にひとつの平年値(21.5℃)で表わすことではなく、この時期にある

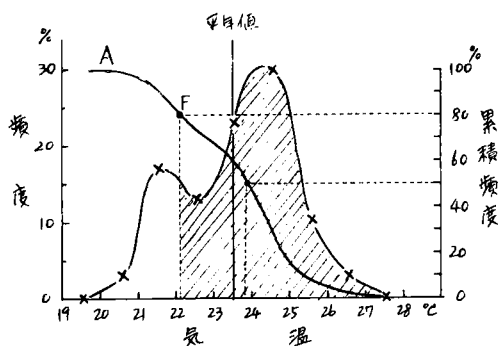


第1図 旬平均気温頻度分布

温度以上または以下になる頻度の大小、つまり頻度分布図でみれば面積の大小を表わすことが必要である。言いかえれば、ある頻度で安全を期待するには、この時期の気温を何℃と表わせばよいかということになる。このような要求に合うものとして頻度別カーブが考えられる。

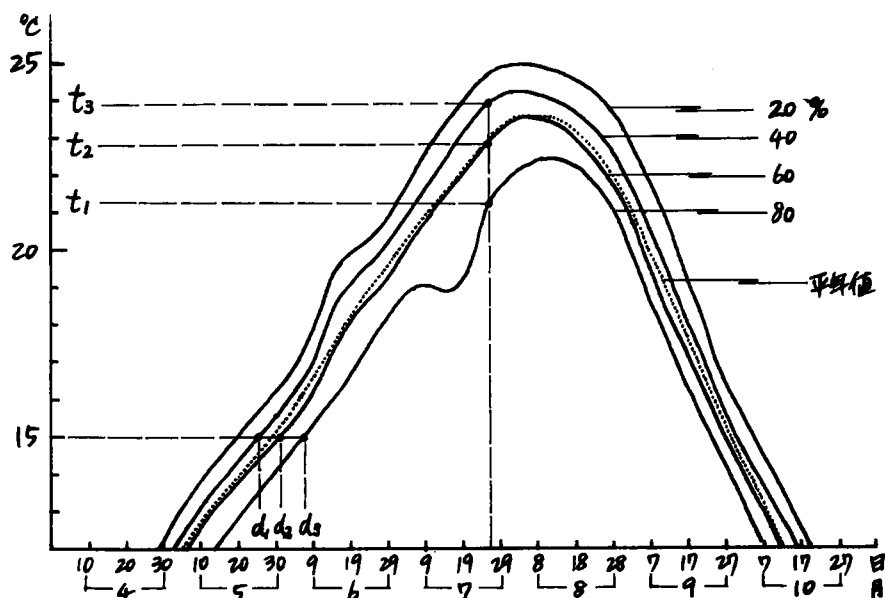
1) 頻度別カーブの求め方

第2図は8月上旬の例であるが、このような頻度分布に対して高温側を始点として累積頻度を求め曲線Aとして表わす。累積頻度とは各温度階層の頻度を順次積算したものである。累積頻度曲線Aによれば、この8月上旬の場合、例えば低温に対して80%の安全を期待できる気温は、80%スケールと累積頻度曲線との交点Fの横軸上の座標22.1℃として求められる。言いかえれば、この時期の気温を22.1℃と表わしておけば、80% (図の斜線の面積で表わされる)は22.1℃以上の気温を期待できることになる。同様に50%を期待する気温は23.8℃になる。同様にして各頻度に対応する気温を求めることができる。この時期の平年値は23.5℃で期待頻度はほぼ60%になっている。



第2図 頻度別気温の求め方 (8月上旬の例)

このような各頻度パーセントに対応する気温を各旬について求め、頻度別のグラフを描けば第3図のような頻度別カーブが得られる。作図の手数の都合上、頻度カーブは4本だけを例としてあげた。点線はいわゆる平年値カーブであるが、50~60%カーブに相当することがわかる。7月中旬のように曲線間隔の大きい時期は気温の年次的な変動の幅が大きいことを示している。



第3図 平均気温頻度別カーブ(盛岡、旬平均気温)

2) 頻度別カーブの利用

作季を計画する場合一定温度の出現初終日を求めることが多いが、第3図の頻度カーブを使うと、例えば気温が15℃以上になる時期は40%の期待頻度では d_1 すなわち5月27日、60%の期待頻度では d_2 すなわち6月1日、80%頻度で安全を期待するには d_3 、6月7日というように、求める安全率に応じた出現時期を知ることができる。また逆に時期を定めて、例えば7月下旬に80%の安全を期待するとすれば t_1 の21.3℃が計画上の気温条件となり、60%では t_2 、22.8℃、40%では t_3 、23.9℃になることがわかる。

このような温度季節の検索の他に、頻度別カーブの上を実際の気温経過を記入すると、時々低温や高温が過去の気候からみてどの程度の頻度をもつ現象であったかを直ちに判定することができ、気温変動の異常性の判定にも役立つであろう。

要するに、平均気温頻度別カーブは出現頻度に応じた気温推移を示すものであり、求める安全率に応じて作季を計画できること、気温変動の程度を詳しく判定できることにより、50~60%カーブとしての平年値カーブでは表わしえない利点をもっているであろう。

4 あとがき

気温の変動の程度については、従来、平年値とその標準偏差で表わす方法があるが、第1図にみられるように、平年値で代表される気温分布が必ずしも正規分布をしていないので頻度としての信頼性に欠けること、また頻度区分が具体的に表示できないことなどに難点があり、本方法の方が作季計画には都合がよい。

本稿では計算手数の関係で簡単に旬平均気温を例にとり、表示方法についてのべたが、実用的には半旬平均気温によるより詳細な作図が望ましい。なお、統計期間は便宜上30年間を使ってある。しかし、気温変動には周期性があり高温年あるいは低温年が周期的に続くことが知られているので、ここで使っている頻度はあくまでも過去30カ年の経過からみた期待頻度であって、統計期間のとり方で値が変わってくるであろう。統計期間のとり方については、気温の周期性との関連で考察を要するが、これは後日の検討に俟ちたい。

ジョルダン型とバイメタル型日照計の比較観測結果について

千葉 隆 夫

(盛岡地方気象台)

1 はしがき

近年農業気象観測が開始されて数年経過し、観測施設も充実してその資料も着々と蓄積され農業に利用されている。その観測された値については日照を除いて従来使用されている測器とほぼ同様のものを使用して観測しているが、日照のみは今まで気象官署で使用していたジョルダン型(以後J型という)と全く構造の異ったバイメタル型(以後B型という)である。即ちJ型は記録紙に薬品を塗り日照の紫外線で感光する化学変化による記録とB型は日照の一定な熱量以上でバイメタルを開閉させ記録する装置である。この異った装置により日照という同一現象を観測して如何なる値が出るかJ型とB型について盛岡の昭和38~40年の3年間の資料により比較検討したその結果を報告する。

2 観測値の比較と結果

第1表 日照時間別B/Jの値(%)

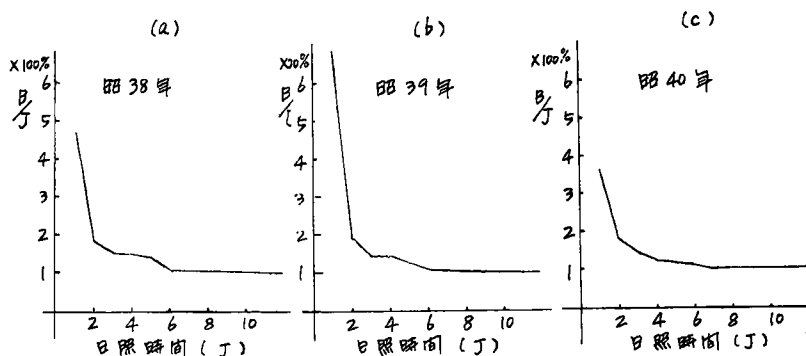
Jの階級 期間	5時間以下	5~10時間	10時間以上
1~3月	177%	110%	99%
4~6月	205%	117%	97%
7~9月	185%	110%	100%
10~12月	105%	98%	98%

J型による毎日の日照時間を5時間以下、5~10時間、10時間以上の3階級に分けこれに対するB型による日照時間を求め夫々3ヶ月毎の合計比でしめたのが第1表である。

第1表をみて問題となるのは5時間以下の場合(悪天時)において1~9月B型はJ型の約2倍となっている事である。その他はほぼ100%に近い値を示しており、また5時間以下においても10~12月は100%に近く差の少ない事が注目される。

次にJ型の毎日の日照時間を0.1~1.0、1.1~2.0……と1時間毎に分け、これに対応するB型の日照時間を求め1年間の合計比をしめたものが第1図(a b c)である。

第1図よりわかるように3年間を通じてB/Jの値はほぼ同じ傾向をしめす。即ちJ型の6時間以上では100%に近い値となるが、6時間以下では差が大きくなり2時間以下では極端に大きくなっている。



第1図 日照時間別のB/J値(%)

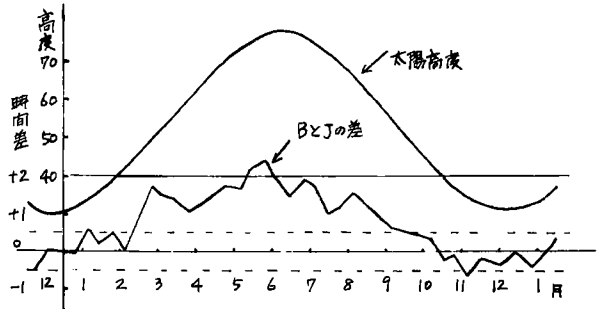
以上のべたJ型とB型により観測した日照時間の差のあることについて、とくに第1表の10~12月のように5時間以下では100%に近い値となるが他の期間において200%近い値をしめす季節的变化傾向を考察するためその原因となるものは種々考えられるが、ここではその一つとして太陽高度との関係を調べてみた。第2図は昭和40年の観測値について差の大きくなるJ型の6時間以下の日照時間とそれに対するB型との差を旬毎に記入し、それに太陽高度を対応させたものである。

図によると太陽高度がおよそ50°を境とし、高い場合はB型がJ型より大きく、低い場合は差がないか、J型の方が大きくなっている。またJ型とB型の差は太陽高度に対応して変化している。差の許容範囲±0.5時間とすると10~2月はその範囲内にはいり、他の時期の3~9月は許容範囲外であることがわかる。また太陽高度よりみると40°を境として大体±10°以内が許容範囲内にはいる。このことは盛岡の緯度が40°近いこととなんらかの関係があるかどうかは興味深い点である。

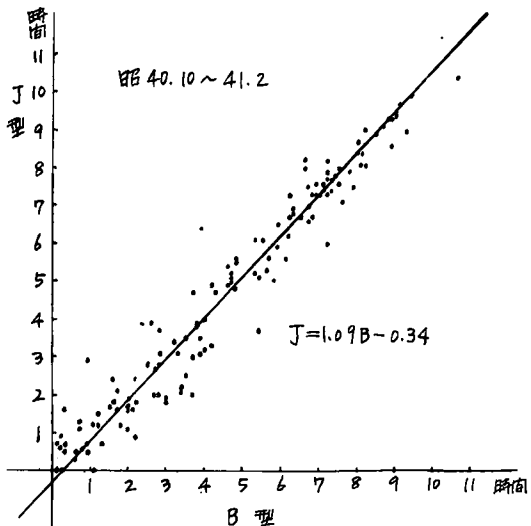
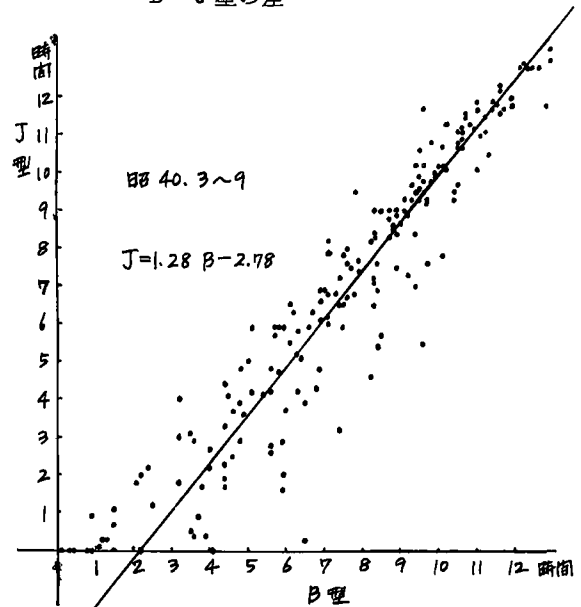
つぎにJ型とB型とによる日照時間の実験式を求めてみた。第3図(a,b)は昭和40年3~9月と昭和40年10月~41年2月の関係図である。3年間の各期間における実験式は第2表にしめす結果がもとまりいずれの年も両者の関係を二つに大別する事が出来た。

3 むすび

以上の検討によりJ型の日照時間6時間以下の比較的悪天傾向でしかも高温時において両者の差が大きくなること。季



第2図 日照6時間以下における太陽高度とB・J型の差



第3図 J型とB型との日照時間の関係

第2表 J型とB型との実験式

年	期間 3～9月	10～2月
昭和38年	$J=1.27B-3.02$	$J=1.08B-0.56$
昭和39年	$J=1.31B-3.30$	$J=1.07B-0.30$
昭和40年	$J=1.28B-2.78$	$J=1.09B-0.34$

節により差が大きくなるとは小さくなる変動をもつことなど問題点が多く、この原因について検討するまでにはいたらなかったが、ある調査においてJ型とB型による日照時間を利用する場合の注意事項になると思う。

◆

支 部 記 事

※ 昭和41年度総会並に研究発表会

昭和42年1月27・28日、岩手県自治会館において開催した。研究発表13題のほか、シンポジウム(東北地方における稲の霜害と防霜の可能性について)を行ない約90名の出席者を得て盛会であった。

研究発表およびシンポジウム話題は本号に集録した。

昭和42年度大会は43年2月頃、仙台市内で開催する予定

※ 昭和42・43年度支部評議員

昭和41年度評議員の任期満了に伴い、去る3月24日支部会則第9条に基く選挙を実施した結果、次の通り選出された。

支部長	八 柳 三 郎*	東北農業試験場
評議員	小 野 清 治	青森県農業試験場
	矢 木 秀 雄	盛岡地方気象台
	関 塚 清 蔵	東北農業試験場
	羽 生 寿 郎*	"
	土 井 健治郎	岩手県農業試験場
	小 林 一 雄	秋田地方気象台
	石 山 六 郎	秋田県農業試験場
	梅 田 三 郎*	仙台管区気象台
	吉 田 作 松	"
	官 本 硬 一	宮城県農業試験場
	樋 口 福 男	山形県農業試験場
	渡 辺 正	福島県農業試験場

(* 印 本部評議員兼)

長期天候予報の現況とその利用についての一考察

—昭和41年暖候期間の予報と実況をみて—

内 島 立 郎

(東北農業試験場)

1 はしがき

ここ数年は異常気象といわれるような変動の大きい天候が現われ、長期予報に対する関心が一層高まり期待が寄せられている。長期予報が当たるか当たらないかは異論の生ずるところであるが、本稿では農業利用の立場から、昭和41年暖候期間の長期予報を中心にその現況を調べ、予報の性格と栽培利用の可能性について考察した。

この調査は東北農試場長八柳三郎博士の発案によるものであり、羽生農業気象研究室長の助言と激励を得て進めることができた。また、仙台管区気象台梅田三郎技術部長には原稿を御校閲いただき御懇切な助言をいただいた。また予報資料は仙台管区気象台および管内各地方気象台の御好意によって得たものである。これらの温かい御援助に対し心から感謝の意を表する。

2 長期予報の現況

1) 長期予報の種類

気象庁から発表されている各種の予報の中、向う1カ月以上の期間についての予報を一般に長期予報といっている。その種類および内容を一括して第1表に示す。この中、12月中旬に発表される暖候期予報は正式の発表ではなく、季節予報研究会の研究結果として発表されているものである。これらの予報はいづれも各地方気象台から県内を対象として発表される。

第1表 長期予報の種類

種 類	発表時期	予報対象期間	内 容
暖候期予報	12月中旬	春～夏～秋	天気概況・気温・降水
暖候期予報	3月10日	春～夏～秋	天気概況・気温・降水
3カ月予報	毎月20日	翌月以降3カ月	“ . “ . “ (月別)
1カ月予報	毎月末日	翌1カ月	“ . “ . “ (旬別)
寒候期予報	10月中旬	秋～冬～春	天気概況・気温・降水(雪)

2) 予報の地域差

41年度の予報について東北管内の各地方気象台から発表された県別の予報内容をみると、暖候期予報に関しては全く同文であって地域差はみられない。3カ月予報ではほぼ同じ内容であるが多少言葉のニュアンスに違いがみられ、1カ月予報ではそれがやや多くなる。その違いは気温より降水量の方に多くみられる。しかし対象地域や地形によってこのように予報文の言葉のニュアンスが異なり、予報内容に多少の違いがあっても、大傾向としては東北全域にわたって同じ内容であり、低温要素とか高温要素などの予報ベースには違いがないようである。つまり長期予報は東北全域を包含するような相当広い面を対象としていることがうかがわれた。

3) 昭和41年暖候期間の予報と実況

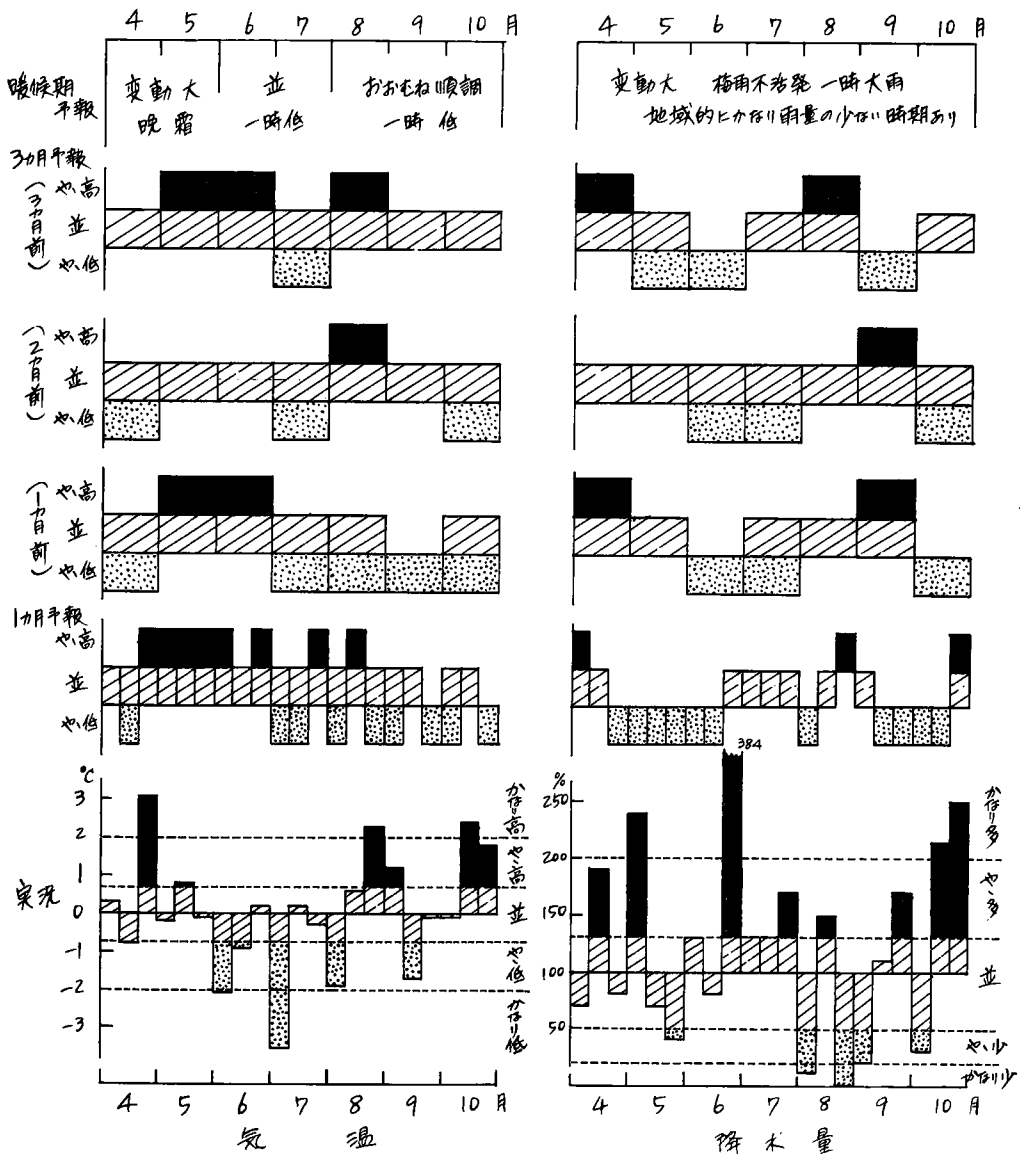
以下は盛岡の場合を例にとり、41年の予報経過と実況を対比したものである。予報内容をあまり単純な形で表わすのは問題であるかもしれないが、一時、時々などで表現される現象を省き、月または旬

の平均の気候状態を平年並、稍高(多)、稍低(少)に分けて毎月の予報をつないでみたのが第1図である。暖候期予報は各月にはっきり区分できないので要点を記入している。図の下段は、旬平均値の平年差(降水量は平年比)で示した実況である。

予報経過をこのように単純化して整理してみると、先に出された予報内容が後に出された予報で修正される期間と、予想が終始変わらない期間があることがわかる。

◎ 予報と実況との対比

長期予報に実況を対比する場合、対比の仕方によって予報の当りはづれについての考え方が全然違ってくる。どのような対比の仕方がよいのかは後で考察するが、ここでは実用的な尺度で2つの見方を考えてみる。



第1図 昭和41年の予報経過と実況(盛岡)

まず、毎月または旬の予報と実況をそのまま対応させてみた場合、両方が一致していると考えられる現象は5月の並～稍高の気温、7月の低温傾向、降水量に関しては5月中旬から6月中旬の寡雨傾向などであるが、その他には殆ど一致がみられない。このような意味では予報の適中性は良いとはいわれない。

もうひとつの見方として、予報の現象発現時期に幅をもたせて天候推移の中で対比してみると、5～6月の高温予想と4月下旬の高温、7月の低温予想と6月から8月上旬にわたる低温、8月の高温予想と8月下旬から9月上旬の高温、降水量ではあまりはっきりしないが5～7月を中心とした寡雨予想と8～9月の寡雨傾向など、幾つかの対応を考えることもできる。このように予想の時期に幅をもたせて実況との対応を考えると、天候経過として予報と類似しているようにも考えられる。

次に天候変動の大きさについて考えてみる。第1図下段の実況の階級区分は、長期予報で用いる旬別平年偏差の階級区分表から4～10月の期間平均値を求めそれで区分してみたものである。この場合のかなり高(多)、かなり低(少)の境界値は、いずれも平年値の標準偏差より大きな値である。したがってこれを越えるような値は頻繁には出現しないはずである。仮にこのような値を示したときを変動の大きい異常天候とみなすと、ほとんど毎月のように偏差の大きい異常天候が現われたことになり、この意味では天候変化の激しい年であったと考えられ、長期予報の予想に合致していたといえるであろう。

3 考 察

1) 長期予報の性格と受とり方について

長期予報は当るか当たらないかが一番問題になるが、予報結果の判断は、先にもふれたように、予報の性格をどのように理解するかで違ったものになる。ここでは長期予報の性格を考察しながら、当りはずれの考え方にふれてみたい。

実用的観点からみて予報が当たるといふことは「現象およびその程度」とそれが現われる「時期」「場所」が共に適中することである。「現象」は当たっているが出現する「時期」や「場所」が多少ずれたという場合は、実用的には当たらないと同じことになる。先の結果から考えると、現在の長期予報は季節推移の傾向としての現象発現はあるていど当るが、現象の程度や時期については幅をもたせて考えなければならぬ現状のようである。つまり、実用的予測としては当るといえない。しかし長期予報の性格からみると実用的尺度からだけで予報の結果を判断することは無理である。何となれば、予報で対象としている現象の「スケール」と実的に期待している現象の「スケール」に問題があるからである。

ここでいう「スケール」とは現象のもつ時間の長さや空間的な広がりをも含めた規模としての考えであるが、スケールが異なる現象を対象として適中・不適中を論ずることは、尺度の違った物指で長さを論ずるようなものでナンセンスになる。例えば、翌日予報の現象のスケールは翌日1日の直径数十 Kmの地域に及ぶ範囲のものであるが、半年先の予報では北日本の範囲の数カ月におよぶ天候現象を平均状態として取扱っているといわれる。このようなスケールの大きい半年先の予報の中では、直径数十 Kmの地域の短期間の現象の出現時期や地域差をとらえて予報の当りはずれを論ずることはできないわけである。

暖候期予報の内容が東北全域にわたって同じであるということは、予報の対象としている現象のスケールが極めて大きいことを示している。また3カ月予報、1カ月予報においても地域的に予報ベースに変わらないのは、それだけ大きいスケールの現象予測から出されていると推察される。したがって現在の長期予報は東北全域を包含するような広い地域の平均的な天候状態を対象としているものであり、個々の現象発現についてではなく、大きな天候現象の発現パターンについて予測しているものであると理

解すべきであろう。予報の当りはずれは、このような長期予報の性格を理解した上で判断しなければならないことになる。

4 1年の予報と実況について、栽培上の実用的尺度ではなく、このような現象の発現パターンに焦点をあてて考察し、また、ここ数年来の異常天候に関する予報と実況を考え合わせると、予報が言いあてている点も少なくない。つまり、スケールの大きな現象予測としてはある程度信頼をもってもよいのではないだろうか。

2) 長期予報と栽培計画について

現在の栽培技術水準からみて、栽培計画に予報を利用しようとする場合2つの条件がある。ひとつは予報が出される時期の問題であり、他のひとつは予報に期待する内容の問題である。

まず、予報の時期については、栽培が始まる以前に栽培期間の予報が必要である。現在の栽培技術では、一旦植えてしまうとその後の天候変化に対処できる技術の幅が極めて小さい。したがって、品種、作季、施肥などの選択の段階で栽培期間の天候を知ることが望ましい。このような要求に合う予報としては、少なくとも6カ月先の予報をする暖候期予報になるであろう。

次に予報の内容については、現在一般に栽培利用のために期待しているのは、ある地域の晩霜の時期や程度とか、7月の気温の高低、出穂期頃の天候の特徴、あるいは秋冷の早晩等、比較的きめの細かい具体的予測であることが多い。これらは現象としては小さなスケールの問題である。

栽培計画上の予報への期待は、このように一方ではできるだけスケールの大きな予報を求め、同時に他方ではよりスケールの小さい細かい現象の予測を求めるという矛盾がある。つまり、予報の時期からみれば暖候期予報に頼らなければならないが、内容からみればスケールの大きすぎる暖候期予報では実用的にみて直接役に立たないわけである。長期予報の精度がより向上したとしても、それは天候現象の発現パターンについての精度であり、ある生育時期の天候特徴や月別の気温の高低予測を期待するのは難かしいであろう。それらは一時的低温や一時的大雨などと共により短期の予報に期待すべき性質のものと考えられるからである。

要するに、現在の栽培技術水準を前提とするならば、栽培計画に織りこめるような具体的データを現在の長期予報に求めることは難かしいと考えられる。したがって、栽培計画は、平年気候と年次的変異の幅や頻度から必要な安全率を決めて立案することが基本となるべきであり、長期予報は計画の安全率を決める場合の注意事項と理解すべきであろう。

上述のような栽培上必要とする実用的な天候予測は、現在では週間予報などの短期予報によるものももっとも確実である。したがって現時点では内容に現界のある長期予報に過大の期待をもつよりも、実用的には短期の予報にも対処できるように栽培技術の開発が当面必要と考えられる。

4 あとがき

1年だけの結果から予報の信頼性や利用価値を云々するのは、池をみて海の深さを論ずるようなもので適当ではない。したがって、上述の考察は結果の考察というよりも大部分が私見である。気象学や予報についての無知から、筆者のひとりよがりや誤解が多いかもしれない。そうした点については御指摘御教示をいただければ幸いである。

水田における蒸発散量と気象条件との関係について

千葉文一・宮本硬一

(宮城県農業試験場)

1 緒言

水田の用水量は減水深によって示され、この減水深の変化は気象条件の影響を受けることが大きいことは、すでに報告¹⁾したとおりである。これについてはその後も引続き測定を続け、同時に佐賀、岡山、北海道においても同一方法で用水量の測定を行なったので、これらの測定値により地域的な差を比較検討した。しかし水田の減水深は蒸発散量+浸透量で決まり、その中で浸透量は同一地域内でもそれぞれの水田の立地条件によって異なるが、蒸発散量は同一地域内のかなり広い範囲でほぼ同じ値を示す。そこで水田減水深から浸透量を除いた蒸発散量について、これら地域の差を比較し、それぞれの地域の蒸発散量と気象条件との関係について検討したので、その結果をとりまとめて報告する。

なお、この試験は農林省農業土木試験場の指導による水田用水量の地域的差に関する試験として、昭和36年から昭和38年の3年間に、北海道農試空知支場、宮城、岡山、佐賀各農試本場において実施した。

2 試験方法の概要

この試験で用いた用水量測定器具とその測定の方法は各地とも同一で、農業土木試験場で考案設計した新型水田用水量測定器、有底箱(蒸発散量測定)、株間蒸発計を水田内に設置し、毎日9時1回、測定器内の水位をフックゲージで測定した。²⁾

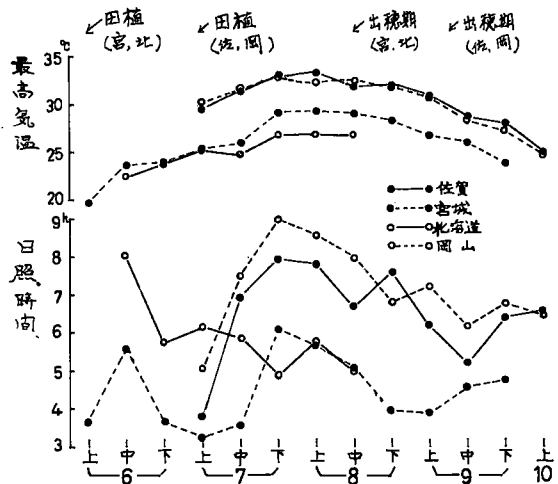
試験田の栽植様式は、いずれも24cm×24cm、1株3本植で各地とも同一であるが、その他栽培管理は各地域の標準耕種法によった。

3 試験結果と考察

1) 各地域の稲作期間と気象条件

水田用水量を測定した各地域の稲作期間は北と南で1ヶ月のずれがあり、北海道と宮城はほぼ同じで、田植が5月末日、成熟期は9月下旬となっている。しかし佐賀と岡山はこれより1ヶ月おそく、田植が6月末日、成熟期は10月末から11月初め頃になっている。

この間の気象条件を測定年次間の平均値で比較すると第1図の通りである。それによると北海道と宮城の気温は田植後の6月から7月上旬にかけてほぼ同じであるが、日照時間は梅雨の顕著な宮城にくらべ北海道は梅雨がないため宮城の2倍近くの日照がある。しかし梅雨あけの7月下旬以降は宮城の方が北海道より気温は2℃位高くなり、日照もやゝ多目になっている。これに対し佐賀、岡山においては田植が梅雨末期にあつたため、田植直後である7月上旬の日照は少ない。し



第1図 稲作期間の気象経過

かし7月中旬以後は宮城、北海道にくらべ2～3時間以上も日照が多くなっており、これに伴って気温も全般に4～5℃高くなっている。

2) 水田における蒸発散量の時期的変化

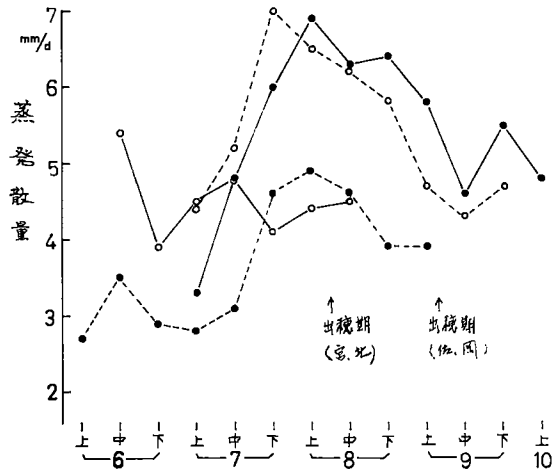
水田における蒸発散量の時期的な変化を見ると第2図の通りで、地域によってかなり異なった変化を示している。宮城では田植後次第に蒸発散量は多くなるが、梅雨期に入ると減少して3mm/d前後となる。しかし梅雨があけると蒸発散量は急に増加して、8月上旬の出穂直前には5mm/dとなって、そのピークが現われて、出穂後は減少している。北海道

では田植後の6月中旬に5.5mm/dで最も多く、その後は4～4.5mm/d前後で変化しており、7月中旬までは宮城より1～1.5mm/d多い。また7月上旬には佐賀、岡山よりも蒸発散量が多くなっている。なお佐賀、岡山はほぼ同じ傾向で変化しており、田植直後から全期間を通じて宮城より2mm/d以上も多くなっており、蒸発散量の最大のピークは7月下旬～8月上旬で宮城と同時期であるが、稲の生育期では最高分けつ期頃にあたり、その後漸減した出穂期の9月上旬から中旬にはピーク時より2mm/d以上も少なくなっている。このように稲の生育時期から見た蒸発散量の時期的な変化は各地ともそれぞれ異なり、蒸発散量の変化と稲の生育時期の間には同一の傾向は見られなかった。

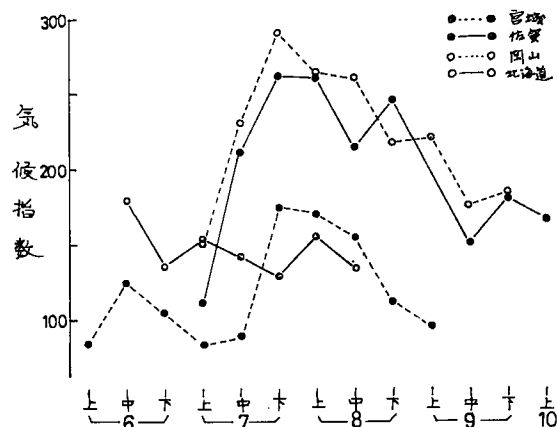
3) 蒸発散量と気象条件との関係

蒸発散量の時期的な変化で最大のピークとなるのが北海道では田植直後、宮城では出穂直前、佐賀、岡山では最高分けつ期と稲の生育時期から見ては各地とも一致した傾向がみられない。そこで水田用水量が気象条件の影響をかなり受けて変化していることはすでに前に発表した通りであるので、ここでも蒸発散量の変化と気象条件との関係を検討して見た。蒸発散量に対する気象の影響は単一の気象要素ではなく、それぞれの気象要素が組合わさって影響しているので、前報と同様に気候指数(最高気温×日照時間)を求め、これと蒸発散量の変化を対比して見た。用水量測定を行った各地の気候指数の時期的な変化は第3図に示す通りで、各地とも第2図の蒸発散量の時期的な変化とほぼ同じ傾向であり、稲の生育時期による変化より気象条件の変化が大きく影響していることを示している。

そこで、蒸発散量と気候指数との関係を見ると第4図のようになり、各地とも蒸発散量と気候指数との間には次のような正の関係が



第2図 蒸発散量の時期的変化



第3図 気候指数の時期的変化

えられ、

宮城（仙台） $E_0 = 1.16 + 0.021x \quad r=0.907$

北海道（岩見沢） $E_0 = 1.37 + 0.022x \quad r=0.756$

岡山 $E_0 = 0.78 + 0.021x \quad r=0.894$

佐賀 $E_0 = 1.44 + 0.020x \quad r=0.908$

但し E_0 : 蒸発散量 mm/d

x : 気候指数（最高気温×日照時間）

この関係は図で見られるように各地ともほぼ同一の線上になり、蒸発散量と気候指数との関係には地域的な差違はほとんどなくほぼ同一の傾向を示している。

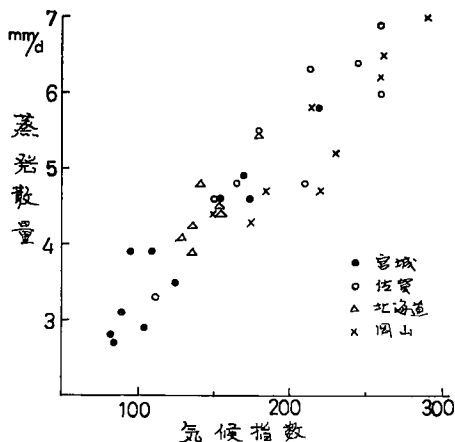
これらのことから蒸発散量は気候指数の変化に左右されることが大きく、地域的な差違もまた次の表でも見られるように、気象条件の差違が大きな要因になっている。宮城のように幼穂形成期までの稲作前半に梅雨が顕著で低温、寡照の日が多く、気象条件の悪いところでは蒸発散量も少ない。一方北海道のように気温は低くとも梅雨現象がなく日照が多いところでは蒸発散量も多くなる。また岡山、佐賀は田植が梅雨末期で稲の生育全期間が高温、多照の気象条件であるため北日本にくらべ気候指数が大きく、蒸発散量はかなり多くなっている。

4 むすび

気象条件と稲の作季の異なる宮城、北海道、佐賀、岡山の水田における蒸発散量を比較検討した結果、蒸発散量の時期的な変化は稲の生育時期よることより、気象条件の変化に左右されることが大きく、その蒸発散量の変化と気象条件との関係は各地ともほぼ同じ位の値の回帰直線を示し、地域間の差は少なかった。また蒸発散量の地域的な差違もそれぞれの地域の気象条件の差違によって決まることが判った。なおここでは稲の生育量との関係については触れなかったが、同一地域内や同一気象条件下では稲の生育量によって蒸発散量が異なってくることは当然であるが、これらの関係については別に検討して報告する。

引用文献

- 1) 宮本、千葉（1963）：寒地における水田用水量に関する研究 東北の農業気象、第7号
- 2) 千葉・宮本（1963）：水田用水量の測定法について 東北農業研究、第5号



第4図 蒸発散量と気候指数との関係

第1表 蒸発散量と気象条件

地 域	蒸発散量	気象条件
北海道（岩見沢）	4.5	146
宮 城（仙 台）	3.7	119
岡 山（岡 山）	5.4	221
佐 賀（佐 賀）	5.4	202

注 (1) 蒸発散量：全期間の平均日量 (mm/d)

(2) 気象条件：気候指数

大区画水田の灌漑法に関する研究

第2報 新規開田地の畦畔滲透が水稻の生育に及ぼす影響

大野 昊・小野 清治・穴水 孝道・前田 昇

(青森県農業試験場)

1 はしがき

青森県の太平洋側地域では最近急激に開田熱が高まり、随所に新開田の造成が認められている。もともこの地帯の土壌は十和田、八甲田山系の火山灰地帯に属し透水性は極めて良好であるため水田用水は多量に要する地帯であって、それだけに開田に伴う用水量はもちろん灌漑、排水については多くの問題が介在している。

本調査は太平洋側地域の新規造成田の合理的灌漑、排水を行うための参考資料を得るため、とくに問題となった畦畔滲透水が水稻の生育に及ぼす影響について十和田市高清水農場の圃場で調査したものである。

2 試験実施場所の概況

この農場は牧野を開畑した畑作地帯を農業構造改善事業の一環として昭和39年秋から40年春にかけて開田された地域で総面積は50ha、1区画面積30aである。土壌は透水性の良い火山灰であるため漏水が多く、加えて稻生川の冷水が灌漑されるため冷水被害が助長されているが、この地域の稲作を安全多収ならしめるには合理的な水管理技術の確立が優先される。

3 調査結果

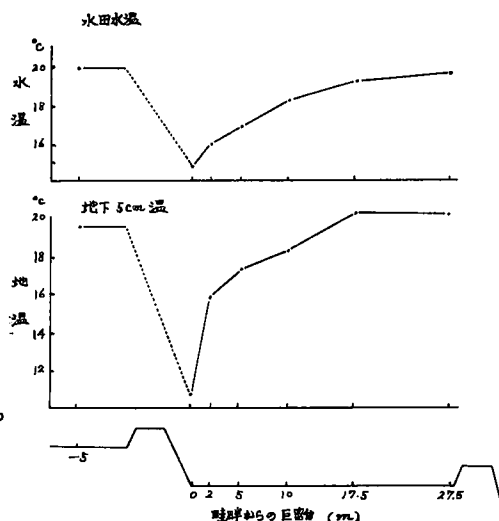
1. 畦畔滲透水が水田の水・地温に及ぼす影響

調査地区の水田は圃場間の落差が大きく加えて火山灰特有の透水性が良好であるため畦畔滲透の甚しい箇所は随所に見られた。調査は畦畔滲透の甚しい圃場を使用して7月2日、9時～18時まで毎時観測しその結果を第1図及び第1表に示した。尚供試圃場の圃場間の落差が約3mで畦畔滲透量は73ton/day前後であった。

第1図及び第1表でも明らかなように畦畔滲透水は著しく水・地温を低下せしめ直接滲透している畦畔附近の水・地温はこの圃場の平衡水・地温より水温で約5℃、地温で(地下5cm温)は約9℃前後低下している。滲透水の影響は畦畔より遠ざかるにつれて減少するが、平衡温度に到達する距離は滲透する畦畔から反対側畦畔に向って水田水温で約20m、地温では約18mであった。従って約30aの圃場の3分の1の範囲が畦畔滲透水の影響を受けていることになる。

2. 畦畔滲透水が水稻の生育に及ぼす影響

水稻の生育は水田の水・地温と密接な関係があつて、滲透水によって温度の低下した部分では生育の阻害は明瞭に認められた。即ち水・地温を測定した



第1図 畦畔からの距離と水地温の関係

(7月2日 9時～18時平均)

第1表 水・地温の測定結果

要素	時刻	m										平均
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
水田水温	0	14.2	14.5	14.5	14.8	15.9	15.2	16.0	15.0	14.4	14.2	14.9
	2	14.9	15.5	15.9	16.1	16.5	16.4	16.7	16.5	15.9	15.4	16.0
	5	15.4	16.1	16.6	17.2	17.5	17.6	17.6	17.4	16.8	16.8	16.9
	10	16.7	17.4	17.9	18.4	18.9	19.0	19.0	18.7	18.1	18.1	18.2
	17.5	17.9	18.6	19.2	19.7	20.1	20.0	19.8	19.5	19.2	19.2	19.3
	27.5	18.4	19.0	19.8	20.4	20.7	20.5	20.2	19.6	19.5	19.2	19.7
地温	0	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	11.1	11.1	10.9
	2	15.4	15.5	15.6	15.7	15.9	16.0	16.1	16.2	16.1	16.0	15.9
	5	16.4	16.6	16.9	17.2	17.4	17.6	17.7	17.7	17.5	17.5	17.3
	10	17.6	17.9	17.6	18.1	18.7	18.8	19.0	19.1	18.7	18.7	18.4
	17.5	20.2	20.2	20.2	20.3	20.5	20.5	20.5	20.5	20.3	20.3	20.4
	27.5	20.2	20.2	20.2	20.3	20.5	20.5	20.5	20.5	20.3	20.3	20.4

但し地温は5cm

第2表 収穫物調査結果(1株平均)

要素	全重	わら重	籾重	籾/わら	稈長	穂長	1穂重	穂数	精籾重	登歩	熟合	不歩	稈合	籾粒	千重
畦畔浸透水過多田区 (無処理区)	1	19.8	19.8	—	—	60.8	17.8	0.39	4.4	—	0	100.0	—	—	—
	3	44.5	37.8	6.7	0.18	94.5	21.2	1.35	16.2	—	0	76.6	4.1	—	—
	5	42.5	32.3	10.2	0.32	101.8	19.5	1.55	12.0	0.8	3.3	20.1	8.9	—	—
	7	60.8	38.3	22.5	0.59	104.6	20.5	1.91	16.4	8.4	22.1	15.2	13.0	—	—
	9	57.7	35.2	22.5	0.64	99.1	20.2	2.13	15.2	9.1	25.5	11.6	14.0	—	—
	11	50.3	27.0	23.7	0.89	97.8	21.9	3.01	11.6	16.4	52.7	6.7	17.9	—	—
	16	54.7	28.4	26.3	0.93	96.2	20.0	2.61	13.6	21.7	67.1	6.3	19.8	—	—
	27.5	56.4	29.3	27.1	0.69	94.0	18.7	2.19	14.6	20.8	64.1	6.6	20.6	—	—
浸透水を排除した地点	34.9	26.1	8.8	0.34	77.4	20.1	1.73	10.4	10.5	5.2	25.3	10.0	—	—	

圃場より任意の距離ごとに、収穫期に標本を抜き取り、抜き取った標本について分解調査をした結果を第2図及び第2表に示した。

第2図及び第2表でも明らかなように、不稈歩合は畦畔より3m以内では80%以上であり、畦畔から11m地点までは漸次減少傾向を示し11m以上になると6%前後の平衡不稈歩合となっている。また登熟歩合は15m以内では畦畔に近づくほど低くなっているが、15m以上になると大体60~70%の登熟歩合であった。更に籾千粒重は畦畔から遠ざかるにつれて重くなり、精籾重も登熟歩合及び籾千粒重と同様の傾向であった。

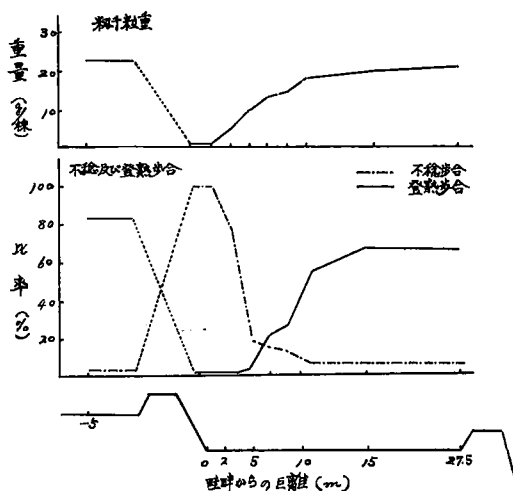
このように畦畔浸透水の影響は水田の水・地温のみならず水稻生育の阻害要因となっているため出来

るだけ被害を軽減させるための手段として透過してくる側の畦畔側を稲株1~2株抜き取り、この部分を掘り下げて簡易水路を作り透過水の排除を試みた。その結果第2表の下段に示すような水稻の生育で冷水被害の影響がかなり減少された形の生育であった。即ち畦畔透過水の排除処置を講じない場合は、畦畔から3m以内では収穫皆無であったが、透過水の早期排除を行なった場合は行なわない5m地点の水稻生育と同等の生育を示し透過水排除の効果は十分認められた。

従ってこのように畦畔透過水によって被害をうけるような圃場では、対策の一つとして透過水の排除と漏水防止資材の投入、更には床締めによる漏水防止等が考えられる。又作物品種についても耐冷性の強い品種を透過する側の畦畔沿に作付することも透過水による冷水被害を少なからしめるための対策と云える。

4 要 約

1. 圃場間の落差が約3mで畦畔透過量が73 ton/day前後の水田で、上部圃場からの畦畔透過水が水田の水・地温にどのように影響するかについて調査した結果、透過水の影響は水温で約5℃、地温で約9℃平衡水温より低くまた1区画全圃場面積の約60%に被害を及ぼしていることが認められた。
2. 水稻の収穫物分解調査の結果水稻生育に与える畦畔透過水の影響は、不稔歩合では11m以内、登熟歩合及び籾千粒重では15m以内が被害を受けており、特に透過して来る側の畦畔に近づくにつれて被害程度は大きかった。
3. 畦畔透過水の水・地温 更には水稻の生育に与える影響を少なくするため、透過の甚しい畦畔沿に簡易水路を作り透過水の排除を試みた結果排除を行なった畦畔際の生育は排除しない場合の5m附近の水稻生育に相当し透過水排除の効果は顕著であった。



第2図 畦畔からの距離と籾千粒重
 登熟歩合と不稔歩合との関係

大区画水田の灌漑法に関する研究

大野 晃・小野清治・穴水孝道・前田 昇
(青森農業試験場)

水田区画の大型化は、農業構造改善事業の一環として進められている土地基盤整備によって各地で造成されて来ており、これを対象とした水管理法の研究は近年各県で行われて来ている。

筆者等は先に大区画水田を対象とした用水量並びに畦畔浸透と水稻生育の関係について発表して来たが、本報はその後の調査研究結果について報告する。

第3報 大区画水田の灌漑排水

従来の小区画水田と異なって、大区画水田の水管理には著しく異なる点が多い。即ち、用水の灌漑排水の操作もその一つとしてあげられる。

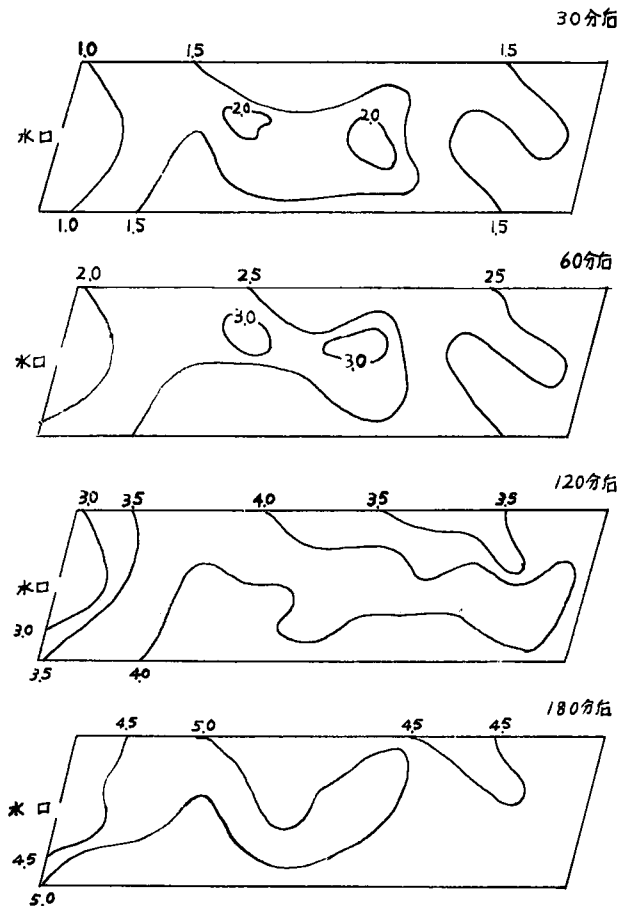
大区画水田の灌排水にはかなり多くの時間を要し、作業の能率化、計画立案を図る上に極めて重要となって来た。

特に青森県の津軽地方では、田植並びに除草を行うには必ず全面排水を行なって作業を行なっている現状で、このような場合は、かなり計画的に行わないと作業に支障を期すことになる。一方南部地方(八甲田山系の東側)では、津軽地方の土壌と異なって、十和田八甲田火山灰土壌であるため、津軽地方の土壌のように膨軟でなく急激に固くなる(シマル)特徴があって、このような土壌では全面排水を行くと田植や除草作業が出来難くなる。したがってこの地方では幾分浅水状態で作業を進めているのが現状である。

筆者等は大区画水田の灌排水を合理的に行うための資料を得るため、20~30a圃場を対象とした灌排水時間及び圃場内の灌排水状態について調査をし、次のような結果を得た。

1 排水時間と排水状況

調査圃場は長辺90m、退辺20mの1区画18a圃場を使用し、排水口は2ヶ所設置し、各水口に5時お3時のパー



第1図 排水後の経過時間と減水分布

シャルフルームを設置して排水量を自記させた。

排水前の水深は地盤の高い部分で5cm、地盤の低い部分で12cmあって、排水は地盤の高い部分の土壌表面が露出する程度(減水深5cm)まで排水した。

毎分当りの排水量は排水後の時間経過と共に減少し、排水後15分間は700ℓ/分であるが、60分后には450ℓ/分となり、120分后には300ℓ/分となり180分后には200ℓ/分となった。

これは積算排水量が多くなるにつれて、排水される水が排水口より次第に遠くなるためである。

排水後の経過時間と水の移動状態を示したのが第1図であって、第1図によれば排水後30分では減水深の著しい地点では2cm位の減水深が認められるが、水口附近10m以内と水田から64~90m附近では約1cmしか減水していない。

60分后でも同様な傾向で各地点とも30分間で1cmの減水となっている。120分后では水口部分と圃場の両側部分に水深の深い部分が認められるが、中央部分は露出し180分后には圃場の $\frac{1}{3}$ の面積が5cm排水された地肌が出て所定の排水深となった。

ただ排水されるために移動した水量が、排水口から排水される水量と等量であれば、排水口附近の減水は圃場内でも最も早かるべきであるが、実際には移動する水量が排水量を上回るため、排水口附近に一時停滞しその結果、排水口附近の水深は他の部分より減水が遅れる。

いづれにしても18aの圃場で水深5cmの水量を排水するに要した時間は約180分であった。

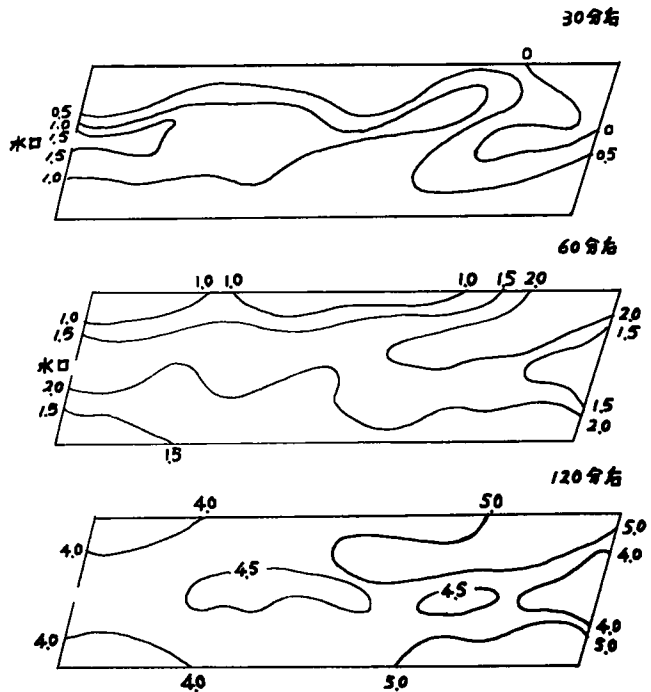
2 灌水時間と灌水状況

灌水時間の調査は排水を行った圃場を使用し、圃場内地盤の最も高い部分の水深が4cmに達するまで行なった。灌水量は550ℓ/分で灌水始めから終了するまで灌水量は変らなかった。

灌水後の経過時間と水深の増加状態を第2図に示したが、水深の増加は灌水口附近や地盤の低い部分が多く、水深4cmとするための所要時間は150分であった。

しかし、毎分550ℓの水量を水口2ヶ所から灌水すると、田植直後の水田では苗が抜き取られる傾向が認められた。それだけに植付直后ではこれより水田を少なくする必要があり、それと同時に灌水時間も延長されることになる。

このように大区画水田での灌排水には相当な時間を要し、円滑に農作業を進めるためには周到な灌排水計画が必要となる。



第2図 灌水後の経過時間と水深増加状況

大区画水田では全面排水は出来るだけ避け、南部地方で行われているような灌水(浅水)状態で作業を進め、水利用と農作業の円滑化を図ることが重要である。

第4報 大区画水田の灌漑水量と水稻の生育

青森県はこゝ2~3年7月末から8月上旬に低温に襲われ、障害不稔の発生が県内の各地で発生した。昭和41年も7月末~8月初旬にかけて低温が出現したため、筆者等は圃場の湛水を深めて幼穂保護に努めたが、灌水量の多少によって同一面積の圃場でありながら著しく障害不稔の発生面積や発生程度を異にする結果が得られた。

灌水量を増した時期は7月20日~8月5日までの期間であって出穂前30~15日頃に相当し、田中の研究によると冷水によって不稔が多発生する時期は出穂前25~10日頃とされており、筆者等が灌水量を増した時期は、丁度冷水による不稔発生を増加させる時期と合致したことになる。

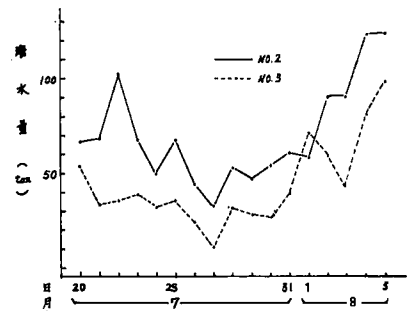
灌水量が多量であっても、灌水される水温が高ければ問題はないが、調査した圃場に灌水した水温は18℃以下で、特に8月1~3日までは16℃以下の水温であった。

三原の研究によると平均水温が23℃以上では冷水被害が認められないことが明らかにされているが、16~18℃の水温が灌水された場合は灌漑時刻に関係なく冷水による被害は当然発生することになり、調査したNo.2、No.3圃場とも障害不稔の発生は必然的であったと云える。

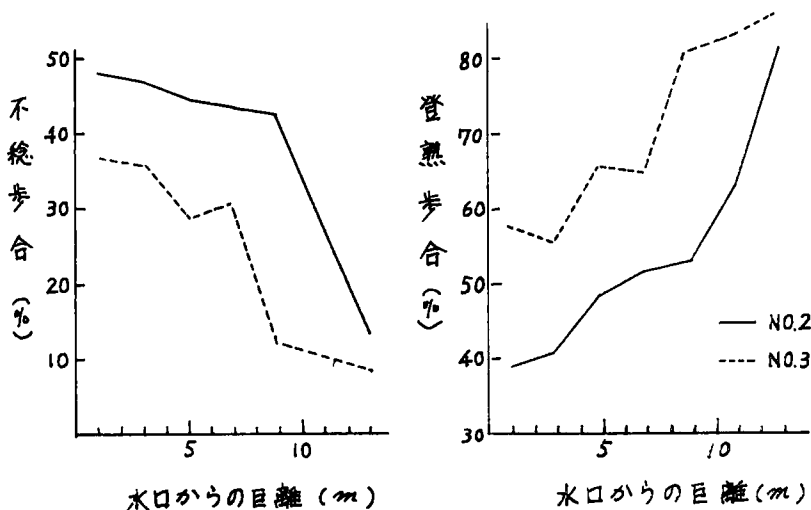
灌漑水量は第3図に見られるように平均的にはNo.2圃場がNo.3圃場より一日当たり20~30 ton多く灌漑され、減水深換算ではNo.2が20~70mm、No.3が10~50mmの水量に相当する。

灌漑時間はNo.2圃場は7月31日~8月3日までは24時間、その他の日は17時間、No.3圃場は17時間前後でしかもNo.2圃場は毎分50~70 l、No.3圃場は30~50 l/分を灌水した。

このような灌漑方法を行なった結果、両圃場の障害不稔の



第3図 日別灌水量(20分)



第4図 水口からの距離と不稔歩合登熟歩合の比較

発生は第4図に示したような結果となった。

即ち、不稔歩合では№2圃場は№3圃場より全般的に多く、不稔歩合が10%以下になる地点は、水口から15m以上経過した地点であって、№3圃場の11mに較べると4mに及ぶ差が認められた。

また、登熟歩合は明らかに№2圃場より№3圃場が15~20%高く、しかも水口からの距離で10m以降は80%以上の登熟歩合を示した。両圃場が同一登熟歩合を示す距離差は4~8mであった。

灌水量を異にした№2、№3の両圃場での不稔発生面積と精穀重を不稔発进程度別に示したのが第1表である。

第1表 不稔発生面積と株当たり平均精穀重

圃場 №	№ 2			№ 3		
	面積 (㎡)	比率 (%)	株当たり平均精穀重	面積 (㎡)	比率 (%)	株当たり平均精穀重
5%以下	734	40.0	27.3 g	1,224	67.3	30.5 g
~ 10	740	40.3	29.7	407	22.4	33.0
~ 20	106	5.8	27.6	80	4.4	31.7
~ 30	57	3.1	20.7	56	3.1	26.7
~ 40	114	6.2	17.4	51	2.8	19.7
~ 50	71	3.9	14.7	—	—	—
51%以上	13	0.7	13.8	—	—	—

第1表でも明らかな如く灌水量の多少による不稔発生面積の差は明瞭に認められる。

また株当たり精穀重でも№3圃場は№2圃場より5~15g重かった。

株当たり精穀重から両圃場の減収率を算出すると、№2圃場では5.7%、№3圃場では1%であった。

調査した両圃場とも前述した如く、灌水は夕刻から翌朝にかけて行なったにもかかわらず、かなりの冷水被害が認められたが、宮本、渡辺等も指摘している如く、灌漑水が冷水の場合は昼間止水夕刻灌漑のみでは冷水被害を軽減出来ても完全にこれを防ぐことは困難である。

30a区画水田では減水深30mmに相当する水量を水口1ヶ所から灌水すると毎分63ℓとなり、現在の青森県の用水温から判断すると、本報で示したと同じような冷水被害を惹起することになる。

したがって大区画水田で冷水被害を少なくするための灌漑法としては、畦畔及び降下浸透量を少なくして所要水量を少なくするか、水口数を増やして5~7日毎に水口変更を行うか、或いは分散かんがいによる危険分散を行うしかない限り冷水被害を防止することは出来ない。

低温出現時の水管理については、一時的に多量の水量を灌水せず、灌水量を少なくして灌水時間を長くし、除々に水深を高め冷水被害を軽減する一方圃場全体を深水にして水の持つ保温機能を充分利用し得るような管理をすることが肝要である。

湛水直播水稻の初期出葉間隔と水温との関係

(作物の生育と気象との関連性に関する研究 第2報)

羽生寿郎・菅原 俐・内島立郎・岡本利高

(東北農業試験場)

1 まえがき

寒冷地における稲作の機械化方式として水稻の直播法(湛水、乾田直播)が採用されているが、種子および発芽後の幼苗は、湛水直播法の場合は水中に、乾田直播法の場合は土中にあるため、播種後幼苗期には生育に対する気温の影響は間接的であり、気温と日射の変化に伴う播種床の水あるいは土の温度条件による支配を直接的に受けている。筆者らはさきに気温条件によって直播栽培の安全栽培期間や適地を決定する方法を発表したが、¹⁾ 前述の理由から本法の安全性を検討するためには、幼苗の生育の遅速と種子附近の温度との関係を明かにしておくことが必要である。本報では、まず湛水直播法における苗の主稈出葉速度と水温との関係を解析した結果について述べる。

本稿を草するに当っては東北農場長八柳三郎博士の懇篤な御校閲を賜り、また圃場試験、データの処理については当研究室の関村良蔵技官の助力を頂いた。これらの方々に厚く感謝の意を表する。

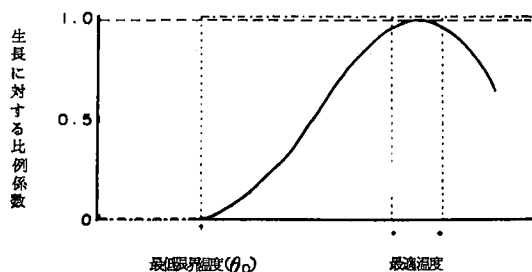
2 資料

水稻の初期生育の良否を判定する指標として、生長の大きさ(例えば草丈、莖数とか地上部乾物重)をとるか、生育分化の速さ(例えば主稈の出葉期)をとるか、研究の目的によって選定されねばならない。筆者らは低温条件下での生育の遅れ方を明らかにすることに主眼をおいたので、後者を取り、初期の主稈出葉の発生と温度との関係を明らかにしようとした。直播栽培については多数の試験が行なわれているが、生育調査とともに種子附近の温度を連続記録したデータはほとんど見当たらないので、昭和39、40両年に湛水、乾田条件下で播種期試験を行ない(第1表参照)主稈第6葉期までの各出葉期の調査(気象感応試験、調査基準による)を行なうとともに水、地温測定は電気抵抗素子を用いた電子式自動平衡記録計によった。供試品種はフジミノリ、び系52号の2品種である。

3 解析の方法

主稈葉の発生と温度との関係を解析する場合には、積算気温がしばしば用いられる。筆者らはさきに積算気温の意義に触れ、有効積算気温を求める一つの方法を示した²⁾ 本研究においても全く同様の方法を踏襲したのであるが、簡単にその方法を説明しておく。

積算温度は植物の生長に関する熱量一定の仮設に基いて、熱量の指標として考えられたものであり、積算温度を使うことは生長と温度とが1:1の対応をしていることを意味している。すなわち、第1図の模式図の破線のように、温度の変化に対して比例係数は常に1である。これに対して、従来試みられている有効積算温度は、最低限界温度以下の温度を0とし、それ以



第1図 生長に対する比例係数の温度変化の模式図

---: 積算温度
- · - ·: 従来の有効温度
——: 想像される比例曲線

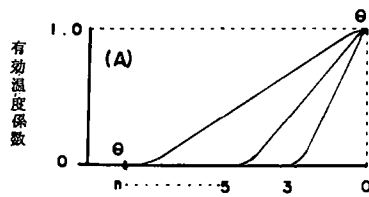
上の温度のみ積算するものであり、第1図の鎖線に相当する比例関係を持っている。しかし、実際の比例関係は第1図の曲線のような連続変化をするに違いない。筆者らはこのような比例曲線を有効温度係数曲線と呼んでいる。この曲線を求めるためには、まず第2図Aに示すように係数1の下限温度 θ_s と係数0の上限温度 θ_0 との差 $\Delta\theta$ ($=\theta_s - \theta_0$)に応じた標準曲線群をあらかじめ作っておき、第2図Bのように標準曲線を温度座標に添って左右に滑らせることによって多数の曲線を得ることができ、一々係数曲線を求める必要がないので便利である。高温側で再び係数が下る場合には別に標準曲線を作っておくと便利であるが、その方法については省略する。

一方、あらかじめ温度記録紙から、一定の温度間隔(ここでは 2°C)の温度階層ごとの出現時間 T_i (単位:日)を読み取り、各階層の平均温度 θ_i との積 $T_i \cdot \theta_i$ を必要とする期間について、積算($\sum T_i \cdot \theta_i$)すると、温度階層別の積算温度が得られる。各温度階層の平均温度に、ある係数曲線のその温度に相当する係数值を次々に乗じ、全階層の和を求めると、その係数曲線についての有効積算温度が算出される。この有効積算温度の変異係数を求め、第3図の座標にその値を入れる。この計算を各係数曲線について次々に行なうと、図のような変異係数の等値線が描かれる。その最小値を示す温度係数をもって、筆者らは求める有効温度係数とみなし、その曲線によって求められた各区の平均積算値を求める有効積算温度とみなした。

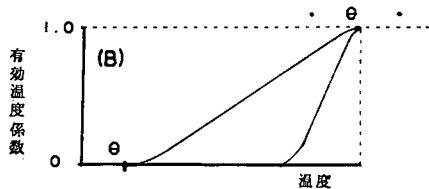
4 解析結果

主稈第6葉期までの出葉調査を行なったが、本報では播種から第3本葉出葉期までの有効水温について解析をした。その結果を、各試験区の生育期日、積算水温とともに第1表に示す。積算水温と有効積算水温の変異係数を比べてみると、後者は前者の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ となっており、一定性が非常に良くなっているが、供試したフジミノリとび系52号との間に一定性に違いがみられ、び系52号の変異が大きかった。有効積算温度は本来最も無効温度の少ない熱的状态を表わすものと考えられるので、第1表の各区の有効積算水温の最少値をもって、その品種の個有の有効積算水温とすることが妥当とも考えられるが、実用的見地から平均値をもって表わすことにした。有効積算水温を決定する有効水温係数曲線は両品種の間に第4図のような違いがみられた。

筆者らはさきに温度と有効温度係数との積を生長温度当量と名付けたが²⁾この生長温度当量の和が有効積算温度である。本結果から各水温に対応する生長温度当量を示すと第5図のようになる。この図によれば、水温 15°C のときフジミノリが 4.3°C 、び系52号が 3.3°C の有効温度を持ち、 20°C の場合

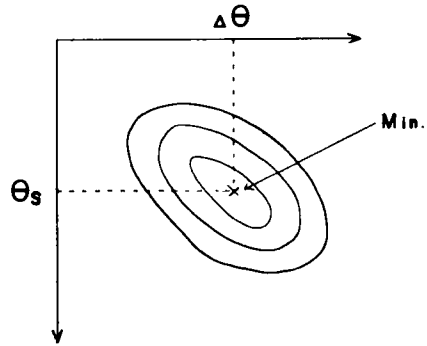


温度差 $\Delta\theta = \theta_s - \theta_0$



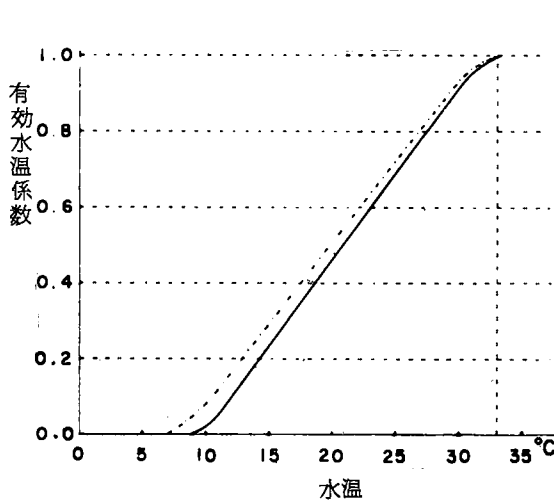
第2図 標準係数曲線と計算曲線の求め方

θ_s : 係数1の下限温度
 θ_0 : 係数0となるときの上
 限温度

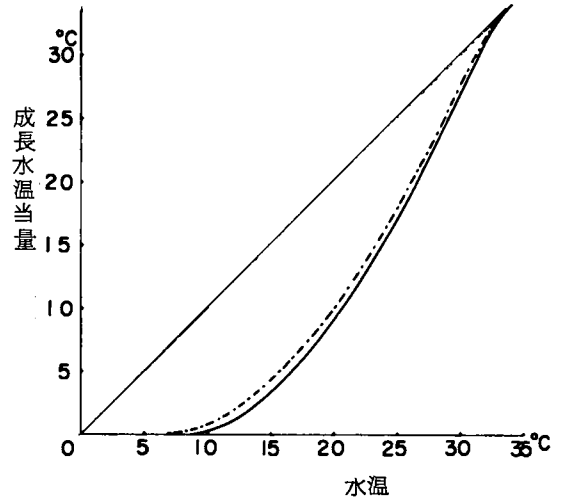


第3図 有効温度係数決定の模式図
 (図中の分布曲線は各係数による有効積算温度の変異係数の等値線を表わす)

にはそれぞれ9.9℃、9.1℃の有効温度、25℃の場合には17.8℃、17.1℃の有効温度を持っていることを示している。これら第4図、第5図の結果からフジミノリの方が低温で係数、当量とも大きく、低温下での発育の良いことが理解される。



第4図 湛水直播における播種～第3本葉出葉期の有効水温係数曲線
-----: フジミノリ
————: び系52号



第5図 水温と有効水温当量との関係
-----: フジミノリ
————: び系52号

第1表 各試験区の生育期日と水温解析結果

試験区	品種	フジミノリ				び系52号				試験実施年度
		播種期	* 第3本葉出葉日	播種～第3本葉出葉まで日数	** 積算水温	** 有効積算水温	* 第3本葉出葉日	播種～第3本葉出葉まで日数	** 積算水温	
1	月日	月日	日	°C	°C	月日	日	°C	°C	1964
2	4.20	5.17	27	403.2	176.0	5.18	28	411.6	159.8	"
3	4.30	5.20	20	340.2	169.2	5.23	23	395.6	182.0	"
4	5.15	6.5	21	372.1	176.4	6.6	22	391.1	165.6	"
5	6.1	6.19	18	357.7	192.1	6.19	18	359.9	179.7	"
6	4.15	5.27	42	533.2	185.3	5.29	44	566.2	172.2	1965
7	4.22	5.27	35	484.9	176.9	6.1	40	566.0	182.9	"
8	4.28	6.1	34	497.6	191.4	6.3	36	559.9	195.1	"
9	5.7	6.2	26	413.5	178.9	6.3	27	467.6	195.3	"
10	5.20	6.10	21	364.4	173.0	6.12	23	398.4	179.3	"
10	6.1	6.18	17	318.1	185.0	6.19	18	339.1	184.1	"
平	均		26日	408.5°C	180.4°C		28日	445.5°C	179.6°C	
	変異係数(C・V)			17.9%	4.3%			19.8%	6.3%	
	標準偏差(S・D)			73.1°C	7.7°C			88.3°C	11.4°C	

* 出葉日とは、ある葉がそれより一葉前の葉の長さと同じになった日

** 播種～第3本葉出葉までの各水温の積算値

5 あとがき

前報において、有効温度係数曲線によって品種の温度反応の特性が表わされうることを指摘した。本報では幼苗期における主稈の出葉速度の温度反応を示す方法を述べた。計算に使用した有効水温係数曲線型は、係数1の下限温度 θ_s と係数0の上限温度 θ_0 との間を直線的に変化する型についてのみ計算したので、 θ_s と θ_0 の位置を明かにしたにすぎないし、品種もわずか2品種について試算したにすぎない。これは計算に使用した試験数が僅かに10個にすぎないので、精密な係数曲線を算出しても(計算では可能だが)信頼度が低く意味がないからである。今後温度の記録が各地でとられるようになると、種々の品種の有効温度係数曲線型が明らかにされるばかりでなく、与えられた係数曲線から、それぞれの土地での主幹品種の安全播種期が温度条件から決定されることが可能であり、観測データの蓄積されることを期待したい。

引 用 文 献

- 1) 羽生・内島・斉藤・菅原(1966) 東北農試研報 34:(1964) 東北の農業気象9
- 2) 羽生・内島(1962) 農業気象18(3):(1963,1964) 東北の農業気象7,8

水稻の穂孕期における気象について

—とくに日較差について—

角田公正・和田純二・金沢俊光
(青森県農業試験場藤坂支場)

はじめに

昭和6年・9年の冷害を契機として、水稻冷害の研究が急激に進められた。これらの研究成果のうちで注目すべきものは、幼穂発育期とくに穂孕期の低温によって稔実障害が起ること。そしてその稔実障害の現われ方には品種により著しい差異のあること等が明らかにされたことにあると思われる。しかし、圃場試験を除く多くの低温実験は恒温下で行なわれ、日変化のある実際場面の温度条件とは異なる点に問題があるろうかと考えられる。

昭和41年青森県農試藤坂支場に完成された人工気象室は、変温することが可能な温度調節計が設置されているので、日変化のある実際の冷害気象条件に近い状態で実験できるようになった。

そこで、穂孕期の低温処理を行なうに当り従来の17℃-10日処理・15℃-4日処理というような単純な恒温とは異なって、穂孕期当時の気温とくに日変化を明らかにすることが必要となった。

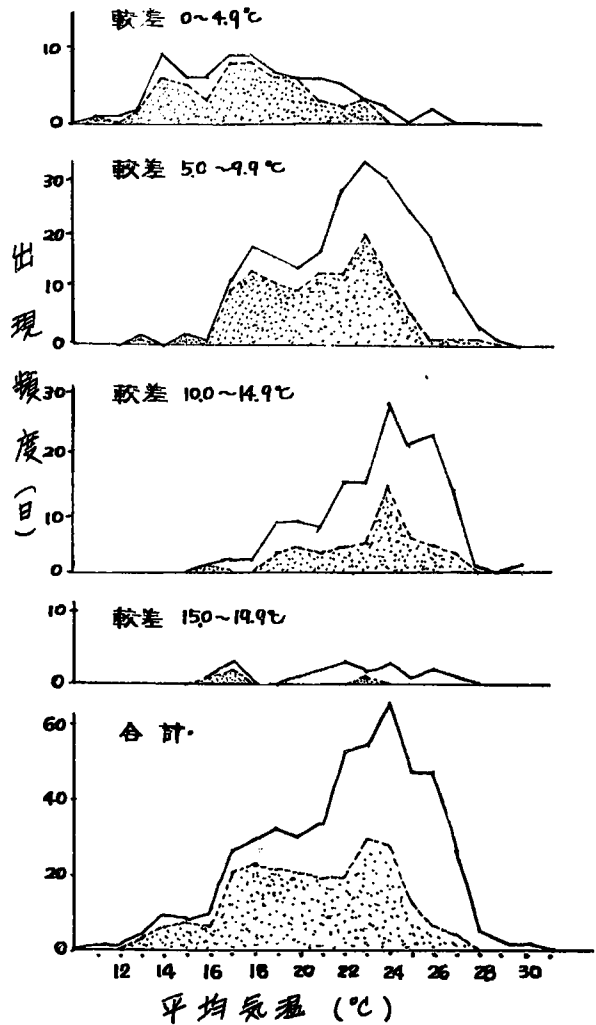
このような目的から、青森県で平年の穂孕期に相当する7月下旬(16日~31日)の気象を、藤坂における昭和11年から昭和40年に至る30カ年の日別気象資料を整理解析した。その結果の概要を報告する。

結果

1. 日較差別の平均気温の出現頻度

7月下旬の気温のうち、最高・最低の平均気温を日較差別にみた(第1図)。

まず、日較差でみると較差5.0~9.9℃の階層の出現頻度が最も高く、全体の48.1%を占めている。ついで較差10.0~14.9℃の階層で32.5%、これら兩



第1図 穂孕期間(7月15日~31日)における日較差別平均気温の分布
〔備考〕藤坂支場昭和11年~40年の観測値破線内の黒点部分は「やませ」(N-E~S-E)の吹走日

階層の合計で80.6%となる。0～4.9℃および15.0～19.9℃の出現割合は19.4%で、この階層の出現頻度は比較的少なかった。

つぎに平均気温でみると24.0～24.9℃が最も頻度が高く、ついで23.0～23.9℃、22.0～22.9℃となり、これらの22.0～24.9℃で全体の3割強に達する。また、平均気温が20℃以上の頻度は全体の約3/4(75.2%)となる。したがって、冷害になり易いといわれている平均気温20℃以下の気温が出現する可能性は約1/4(24.8%)であることが判明した。

なお、30カ年の平均では第4半旬-21.5℃・第5半旬-22.5℃・第6半旬-23.4℃で、7月下半期を通じては22.5℃であった。

2. 風向と気温・日照との関係

太平洋岸の冷害地における6・7月の風向と天候は密接な関係にあることが知られているが、ここでは風向を「やませ風」(N～E～SE)と「非やませ風」に大別して気温および日照との関係について検討した。

その結果、平均気温の低いほど「やませ風」の吹走率が高く、また日較差の小さい時ほど「やませ風」の卓越していることが認められた(第1表)。

さらに、これらと日照とは如何なる関係にあるかをみたのが第2表である(第2表)。

以上のことから理解できるように「やませ風」の吹走する日は日照が少なく、昼夜の温度較差が小さい低温が継続していることを示している。

第1表 日較差別「やませ風」の吹走状況

項目	日較差(℃)					合計
	0～4.9	5.0～9.9	10.0～14.9	15.0～19.9		
該当日数(日)	74	231	156	19	480	
やませ風吹走日数(日)	56	117	49	4	226	
やませ風吹走率(%)	75.7	50.6	31.4	21.1	47.1	

第2表 日照時数別・日較差別「やませ風」の吹走状況

項目	日照時数(h)					1.1～5.0					5.1～				
	0～1.0					1.1～5.0					5.1～				
	0 ～ 4.9	5.0 ～ 9.9	10.0 ～ 14.9	15.0 ～ 19.9	小計	0 ～ 4.9	5.0 ～ 9.9	10.0 ～ 14.9	15.0 ～ 19.9	小計	0 ～ 4.9	5.0 ～ 9.9	10.0 ～ 14.9	15.0 ～ 19.9	小計
該当日数(日)	67	66	4	0	137	6	80	24	0	110	1	85	128	19	233
やませ風吹走日数(日)	51	39	0	0	90	3	40	7	0	50	1	39	42	4	86
やませ風吹走率(%)	76.1	59.1	0	0	65.7	50.0	50.0	29.2	0	45.5	100.0	45.9	32.8	21.1	36.9

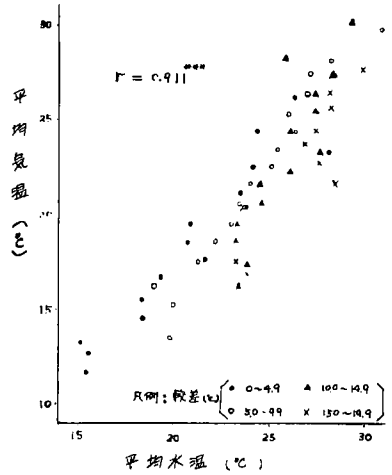
3. 気温と水温および日照の関係

気温と水温が密接な関係にあることは知られているが、気温が低くて冷害が起るような場合はたいてい水温もさがり、水稻全体が低温にさらされた状態となる。しかも幼穂が水中にあるときは直接水温の影響を受けるし、また幼穂が水面上に伸長した当時においても、水面に接する気温は水温の影響を受けるといわれている。したがって、穂孕期当時における気温と水温および日照とはいかなる関係にあるか

を明らかにすることは重要なことである。

気温の高低と水田水温との間には 0.911*** という高い正の相関関係が認められ、これを日較差別にみると、日較差の小さい時には気温が上昇しても水温の上昇度は鈍い。これに反して日較差の大きい時は水温上昇の可能性が大きいことを示している。ただし、日較差が 15.0~19.9℃ の場合ではこの関係が明らかでなかった(第2図)。

つぎに日照と最高水温および最低水温の関係をみるため、25.0~25.9℃・20.0~20.9℃・15.0~15.9℃の代表的な3グループを抽出したところ、最低水温の変異は比較的狭いが最高水温の変異は大きかった。すなわち、昼間の日照時間の多少が最高水温を左右していることを示すものと推定された。そこで最高水温と日照時間との関係を検討してみると、平均気温の低下とともに「やませ風」の吹走率が高いことは前述のとおりであるが、平均気温がおおむね 20℃ 以下の場合に最高水温は拋物線的分布を示し、この最高水温の低下は「やませ風」でしかも寡照の日に多いことを表わしている。平均気温が高い場合は「やませ風」の日が少なく、日照時間が多くなるとともに最高水温も直線的に上昇している。また「はれやませ」の日は最高水温も高いということができよう。



第2図 日較差別平均気温と平均水温の関係

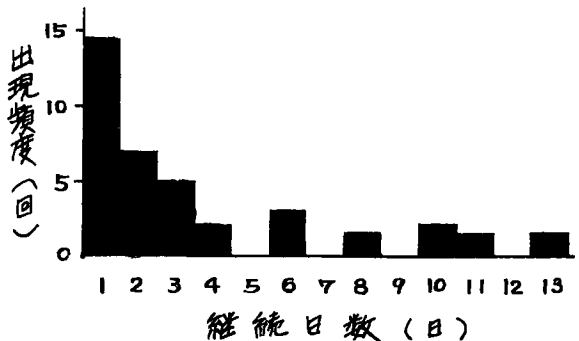
4. 低温の継続日数

7月下半期16日間のうち2/3に相当する10日間以上も低温(平均気温が20℃以下)が続いた低温年次は、昭和16・20・29・32・40年の5カ年あり、前3カ年は大冷害、後の2カ年は作柄が不良で障害不稔の発生した年次であった。さらにこのような低温継続日数別の出現頻度を抽出してみると、低温の継続日数が短いものほどその頻度は高く、平均継続日数では3.5日となった(第3図)。また、前記のような代表的低温年次における日平均気温の経過を検討したところでは、低温の程度がひどいことと、その継続日数が異常に長い点が注目され、水稻の生育・収量に悪影響を与えたことは容易に推定された。

5. 同一平均気温で日較差を異にする場合の日変化

以上のようにこの研究は穂孕期の気象を日較差からみた日照・風向・低温の出現頻度・継続日数などについて検討するとともに、はじめに述べたとおり穂孕期における低温日の日変化を明らかにし、実際の冷害気象条件下に近い変温状態で低温実験を行なうことを目的とした。

そこで、平均気温が同じでも昼夜の



第3図 平均気温20℃以下の継続状況

較差が異なる日の気温変化を自記記録紙より求めた代表的事例により、冷害実験室の操作温度を決定した。

41年の人工気象室で昼夜温の異なる数段階の組み合わせで低温処理を行なった結果、室温はきわめて精度が高く、所定の温度に経過させることができた。

摘 要

自然界における実際の冷害気象条件に近い変温下で穂孕期の低温処理を行なうため、藤坂支場における30年間の7月下旬の気象資料を日較差を中心に整理解析した。

その結果明らかにされた点は：

1. 日較差別に区分した平均気温からみて較差5.0～9.9℃は全体の約50%、10.0～14.9℃では約30%、この両階層で80%を占めること。
2. 「やませ風」が吹走する日は日較差が小さく、日照が少ないこと。
3. 気温較差の小さい場合は水温の上昇度が鈍く、大きい場合は急上昇する。また、日照と最高水温とは密接な関係があること。
4. 平均気温20℃以下の低温日数が10日以上あった年は30年の中で5カ年あり、いずれも作柄が不良であった。

文 献

- 1) 田中 稔・和田純二(1953)：偏東風の性格 東北農業 6；4・5・6
- 2) 田中 稔(1954)：水稻冷害の実際的研究 — 第7報 農業気象 9；2
- 3) 日本農業気象学会(1955)：水稻冷害の文献的研究

水稻出穂期後の日照不足が登熟におよぼす影響

— 予報 1. 品種間差異について —

土井健治郎・清原悦郎

(岩手県農業試験場 県南分場)

1 はじめに

水稻出穂期後の日照時間の多少が、収量と深い関係にあることはいうまでもないが、岩手県の穀倉地帯と称される県南地方は、この時期の日照時間が少い表東北の中でもとくにそのことが甚しい場所であって、このことについては「岩手県における昭和40年の水稻作況と気象」(東北の農業気象第11号)および「表東北の水稻栽培の特徴」(日本作物学会東北支部会報第9号)に報告してある。

さらに当県南分場における今までの水稻試験の結果をみると、まづ深耕対施肥量対密度試験に供試された藤坂5号とササングレでは、明かに前者の方が常に多収であり、また施肥量だけを異にした試験ではあるが、標準施肥量に対する多肥効果の収量指数比較では、フジミノリ113%、ハツニシキ109%、ササングレ98%となっているし、最近3カ年の豊凶試験区の稔実歩合をみても、品種間に年次間のフレの大小に差のあることが認められる。

水稻収量の多少も、収量と深い関係にある稔実歩合の高低も、それを決める条件は出穂期以降の日照時間だけでないことは当然ではあるが、前述したようにこの時期に甚しく日照の不足する当地帯としては、適品種の選定にとっても、また栽培試験の供試品種の選択にあたっては、まず出穂期後の日照不足が登熟におよぼす品種間差異を明らかにしておくことが緊急と考えた。

この試験は初年目であり、計画にあたっては、また実施上にも多くの問題点を含んではいるが、予報としてとりまとめたもので、今後も試験を重ねてよりよいものにしたたい。

2 試験方法

1) 供試品種

早生種 フジミノリ、トワダ
中生種 ハツニシキ、さわみのり
晩生種 ササングレ、オオトリ

2) 耕種の概要

田植～6月4日、密度～30.3×15cm、施肥量～當場標準量(N5.6、P₂O₅5.6、K₂O5.6kg)

3) 試験条件

遮光枠は縦、横、高さいずれも1.5mの鉄筋の枠に寒冷紗を張り、圃場内に固定或は移動した。遮光期間は出穂前から、前半の12日間およびそれ以降12日間の後半に区分して、無処理区と比較調査を行った。

3 試験結果

1) 遮光度

寒冷紗による遮光度は、太陽高度或は雲の厚さによって、無処理区との差が併行的でないことは当然であるが、今回の試験では、無遮光区比70～80%の光度(ルクス)で経過したようである。

測定月日	時間	水平絶対照度(Lux)	遮光区
8月18日	13.10時	10.0万	78%
8月19日	9.30	1.3	69
"	10.00	4.0	78

2) 生育

成熟期の稈長、穂長をみると、ハツニシキおよびササシグレの2品種は、僅かに遮光区が無処理より伸びているが、その他の供試品種では殆どその差がみられない。穂長ではどの品種も差がなかった(成績表省略)。

後半区の遮光処理終了時から1週間目の9月23日に、ペーパークロマトによって、葉緑素 γ 、 β を展開調査したが、遮光と無処理、また遮光区でも前半と後半の処理時期の差によるRfの相異に一定の傾向がみられなかった。このことは果して品種間の相異なのか、調査時期や、その他の環境条件とどのような関係にあるかを積重ねてから述べることにする。

3) 稔実調査

成熟期における稔実調査の結果を第1表および第1図に示した。

遮光が稔実におよぼす品種間差異を通覧すると、供試品種数が少いから判然とした考察はさし控えなければならぬが、遮光時期の前期、後期に関係なく、いい換えると、遮光によってそれほど稔実に強く影響されない品種(ハツニシキ、オオトリ)とそうでない品種があり、また遮光時期の差によって甚しく稔実歩合を異にする品種とそうでない品種がある。尤も出穂期後直ちに前半を遮光された区は、後半遮光区よりも強い影響を受けていることは、各品種共通ではあるが、フジミノリ、トワダはその差が少く、さわみのり、ササシグレは大きな差を生じている。1株当玄米重は、穂数、1穂粒数、稔実歩合および玄米千粒重から構成されるから、これらの内容を明らかにした上で論議されなければならないが、第1図の1株当玄米重の図をみると、これらの要素をも考慮に入れた総合結果として、遮光に強いものと、弱いものと、さらに遮光時期の差の影響度に

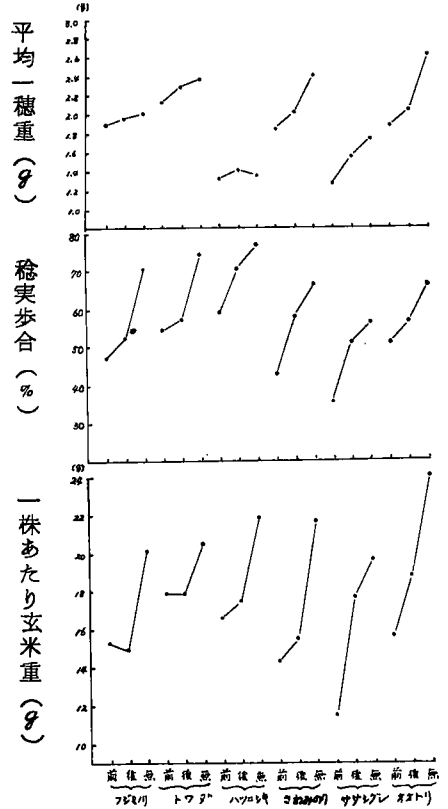
第1表 稔実調査

品種名	処理時期別	平均1穂重(g)	稔実歩合(%)	同 比 (%)	1株当精玄米(g)	同 比 (%)
フジミノリ	前	1.90	47.4	67	15.28	75
	後	1.96	52.8	75	14.97	74
	無	2.01	70.6	100	20.28	100
トワダ	前	2.13	64.5	73	17.77	86
	後	2.26	57.9	78	17.92	87
	無	2.39	74.7	100	20.56	100
ハツニシキ	前	1.34	59.9	80	16.67	76
	後	1.42	70.6	95	17.59	80
	無	1.36	77.1	100	21.94	100
さわみのり	前	1.84	43.1	64	14.31	66
	後	2.30	58.1	87	15.46	71
	無	2.42	66.9	100	21.71	100
ササシグレ	前	1.28	35.6	63	11.53	58
	後	1.58	51.1	90	17.75	60
	無	1.76	56.7	100	19.77	100
オオトリ	前	1.90	51.0	77	15.69	65
	後	2.08	56.9	86	18.76	78
	無	2.64	66.4	100	24.03	100

相異のあることがよみとられよう。

4 おわりに

水稻出穂期以降の日照不足地帯において、品種間にこのことがどのような相異をおよぼすかについて、昭和41年度に行った結果を予報として述べたが、品種間については勿論のこと、栽培法についても試験中であるので、いずれ報告することにするが、一方遮光による試験を実施するとき、試験方法そのものにも多くの問題を含んでおるともに関連して調査しなければならない事項もまた多いようである。まず遮光に際しては適切な遮光方法の検討が必要で、そのためには日照不足の内容吟味が先行しなければならない。自然光線を一定部分で遮光したときの、作物群落内照度の分布は果して併行的であろうか、また温度との関係はどうか。またそればかりでなく遮光或いは日照の断続効果はどれだけなのか。さらにこの断続期間と同化、転流はどのような関係にあるのかなどについても試験しなければならない。もっと高い処からこれらのことを眺めれば、土壤環境を異にしたとき、日照効果はどこまで深い関連性を保つのだろうか。甚しく問題は多いが、大切なことばかりのように考えられる。



第1図 稔実調査

水稻玄米千粒重におよぼす気象要因について

中村登喜男・舟山謙三郎

(農林省岩手統計調査事務所)

1 はじめに

水稻玄米の千粒重におよぼす気象の影響は、これまでの研究によると出穂前と出穂後の二期に分けられる。前者は籾殻の大きさを規制し、後者は籾の蓄積する炭水化物の量の多少によって示される。

東北地方の梅雨明けはおそく、たまたま幼穂形成期頃にかかり、かつ異常低温をとまうことがしばしばあり、当然籾殻形成に影響をあたえることが考えられる。

つきに出穂後の秋りに遭遇し光合成の不良にもなると登熟不良による玄米千粒重の低下も予想される。玄米千粒重におよぼす影響は、この両者のいずれが大きいかを作柄予想の立場から、過去の研究調査資料をもとにして検討を行ったところ若干の結果をえたので報告する。

2 研究資料および方法

(1) 研究資料

ア 盛岡作況研究室 水稻作況試験成績

i) 供試品種 陸羽132号

ii) 栽培方法 保温折衷育苗 6月1日植付、施肥栽培様式、標準栽培である。

iii) 年次 昭和30年～41年

イ 岩手統計調査事務所、作況標本等調査成績、年次 昭和30年～41年

(2) 方法

玄米千粒重の決定要因として籾殻の大きさ、出穂期後40日間日射量、単位面積当りの全粒数等が関与すると考え、これらの3要素が玄米千粒重に対しどのような重みづけを有するかを相関係数および径路係数分析の方法によって検討をこころみた。しかし作況試験では籾殻の大きさは直接測定した資料がないのでつぎの方法によって算出した。

① 精籾重 - 粗玄米重 = 籾殻重

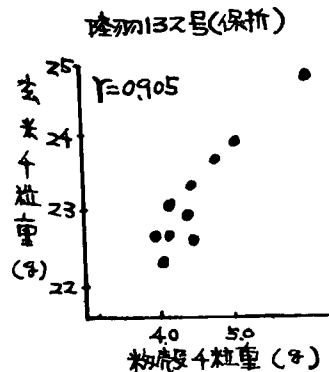
② $\frac{\text{精籾重}}{\text{精籾千粒重}} = \text{精籾粒数}$

③ $\frac{\text{籾殻重}}{\text{精籾粒数}} = \text{籾殻千粒重}$

3 研究結果ならびに考察

(1) 玄米千粒重と籾殻千粒重、出穂期後40日間日射量、1㎡当全粒数との関係

第1図は玄米千粒重と籾殻千粒重との関係について示したものである。これによれば両者には $r=0.905$ の正の高い相関関係が認められ、また第2図の玄米千粒重と出穂期後40日間の日射量との関係についてみると前者よりやや低いが、 $r=0.792$ の相関関係が認められている。しかしながら前歴形質としての1㎡当全粒数と



第1図 籾殻千粒重と上米千粒重との関係(年次間)

には関係が殆んど認められなく全体的に乱れている。このことは1㎡当全粒数単独では関係がなくこれと前述の2要素のからみ合いで登熟に影響をあたえているものと推量される。

(2) 玄米千粒重に対する3要素の重みづけ

さきに示した粳穀千粒重、出穂期後40日間日射量、1㎡当全粒数の3成分が玄米千粒重に相加的に働くものと想定し、径路係数分析の手法を用いて三者の相対的重要度について検討した。

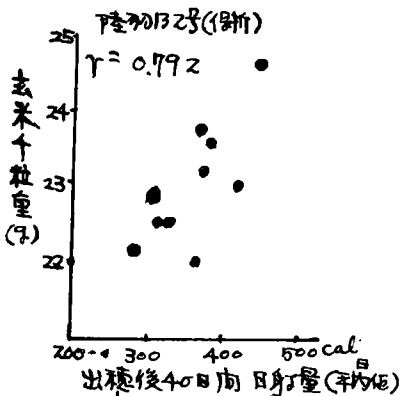
第1表の分析結果によれば粳穀千粒重が49.2%、出穂期40日間日射量が29.9%、1㎡当全粒数が20.9%の重みづけとなっており、その中で粳穀千粒重が約半数を占めている。それに単位面積当りの全粒数のウェイトを加えるならば、玄米千粒重の成立には71.1%と圧倒的に出穂前のウェイトが大きいことを示している。

(3) 粳穀千粒重を規制する気象要因

第4・5図は第一苞分化期から出穂期までのいわゆる幼穂伸長期間の最低気温、日射量の2要素と粳穀千粒重との関係を示したものであるが、いずれの気象要素とも正の相関関係が認められ、特に日射量については $r=0.875$ と高い正の相関関係が認められている。しかしながらこの要素は観測上の問題と広範囲に観測を実施していないこと等からやや不適と考え、多少相関は低いが観測も容易である最低気温が一般的な指標として用いられるものではなかろうか。

以上のことから幼穂伸長期間を最低気温との関係について分析してみると、丁度その期間は穎花の決定期間であり、また粳穀の大きさが決定される期間でもあるのでこの時期の低温の出現は粳穀の発育を阻害しているものと判断できる。

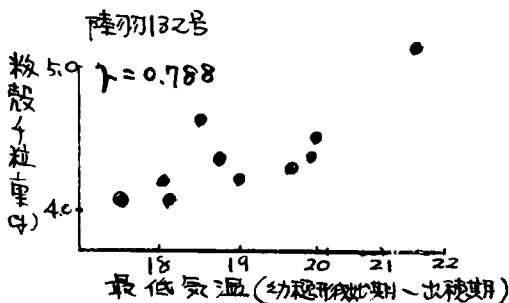
前述で検討を加えたのは、作況試験で供試している1品種についての成績であるが、つぎに岩手統計



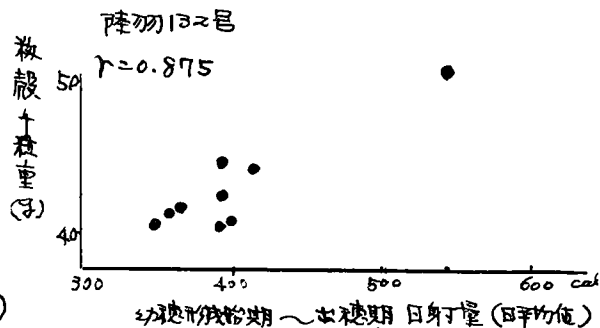
第2図 出穂後40日間日射量と玄米千粒重との関係(年次間)

第1表 水稻玄米千粒重の成分径路係数(単独効果)

	陸羽132号(保折)	
	径路係数	同 比
粳穀千粒重	0.6160	49.2%
出穂後40日間日射量	0.3734	29.9
1㎡当全粒数	0.2615	20.9
残 差	0.364	



第3図 最低気温と粳穀千粒重との関係(年次間)



第4図 日射量と粳穀千粒重との関係(年次間)

調査事務所で実施している作況標本筆の平均値について玄米千粒重と7月下旬の平均気温との関係について検討した結果は、第5図のとおりであり県内各地に散在する標本筆(平均値)でも作況試験と同じ結果がえられ、このことは年次、品種、栽培条件の相異に関係なく幼穂伸長期間の低温は籾殻の大きさを規制し、さらに玄米千粒重に影響をあたえていることが明確となった。

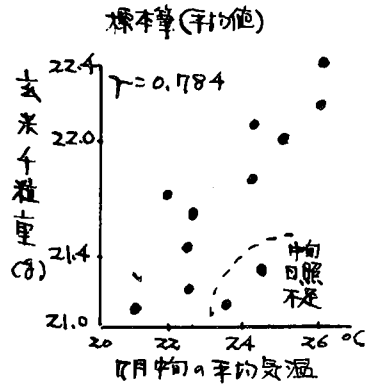
4 要 結

今までの検討結果から玄米千粒重は籾殻千粒重との関係が高く、したがって出穂前の影響が大きい。またその籾殻千粒重を規制する期間は幼穂伸長期間であり、気象要因として日射量が最も大きく、つぎに最低気温が強く

関与している。今後は籾殻の大きさを重視する上から同期間の気象的な背景について検討することによって、早期にしかもかなり明確に玄米千粒重を予測することが可能と考えられ、また籾殻の大きさを規制する温度の限界値についても充分検討を加える必要がある。しかし作柄予想を微視的にみる場合約30%の重みづけで出穂後の条件にも影響されるので、このことも軽視することはできない。

参 考 文 献

- 1) 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、農技研報 A 5
- 2) 戸刈義次、岡本 嘉、玖村敦彦(1954)、水稻における炭水化物の生産および行動に関する研究、第1報、生育に伴う諸器官中の主要成分含量の推移 日作紀 22(3、4)
- 3) 曾我義雄、野崎倫夫(1957)、水稻における炭水化物の消長と登熟との関係 日作紀 26(2)



第5図 7月気温と玄米千粒重との関係

昭和41年の登熟期間の天候と水稻の生育について

小野清治・前田 昇・穴水孝道

(青森県農業試験場)

1 はじめに

青森県的水稻収量は昭和30年以降上昇の一途を辿ってきたが、昭和37年以降は停滞もしくは僅かながら下降気味の傾向すら認められて来ている。

もともと寒冷地の稲作は夏期間の気温の高低に左右され勝ちで、昭和37年以降の収量停滞も多分に夏の不順天候による面が大きい。それだけに青森県の稲作は安全多収を基本とした技術体策を進めて来ているにもかかわらず、昭和41年の作況指数が94%にとどまり、僅かに平年作を下廻る結果となったが、これは昭和41年の不順天候が栽培技術の進歩を上廻る異常天候によることを物語っている。

稲作期の不順天候は、この2~3年続いているが、特に昭和41年の稲作気候は、5月末~6月中旬の低温で初期生育を不良ならしめ、7月末~8月初旬の低温は障害型冷害を起し、9月中旬以降~10月上旬に至る低温は登熟不良を惹起せしめた原因となり、稲作全期間を通じて前2~3年の不良天候を上廻る経過であった。

筆者等は、昭和41年の稲作期の気候経過の中から、特に著しく登熟を阻害した登熟期の天候について若干の考察を行なったので報告する。

2 調査結果

(1) 県内主要地点の登熟気温

各出穂日別に県内主要地点の登熟気温を第1図に示す(登熟気温は出穂後40日間の最高最低気温の平均温度)。

第1図でも明らかな如く、登熟気温の最も高い地点は津軽中央地帯の黒石で、以下津軽北部の青森、南部平野の藤坂、海岸冷涼地帯の蟹田、下北半島の田名部の順となっている。

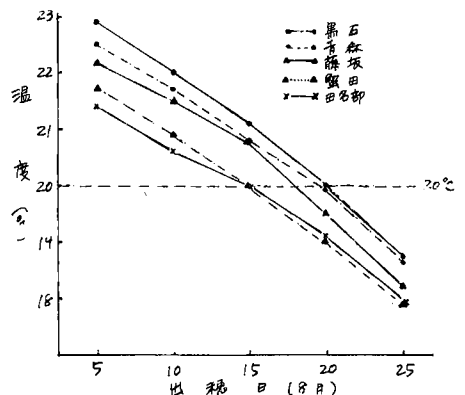
登熟限界気温20℃について見ると、20℃以下となる日は黒石では8月20日、青森19日、藤坂18日、蟹田、田名部では8月15日となり、津軽地域が全般的に遅くて8月18~20日、南部地域では8月15~18日で津軽地域より2~3日早くなっている。

今年の出穂期は各地とも前年より2~4日遅れ、黒石で8月17日、青森は22日、冷害常習地帯の下北地方は8月25日であって、前年より4日遅れて出穂期に達している。したがって、登熟気温20℃を確保し得た地域は津軽中央地域のみで、その他の地域では登熟を充分行うための限界期日より大巾に遅れていることがわかる。

又日照時間では、蟹田、田名部、青森が多く、黒石、藤坂で少なく、その中でも黒石が最も少なかった。総じて日照時間は津軽地域で少なく、南部地域が多かった。

(2) 登熟期間の気温と日照

出穂日を異にした場合の登熟気温と日照について、南



第1図 主要地点の出穂日別登熟気温

部地域の藤坂と津軽地域の黒石について、40、41年を比較したのが第2図である。

第2図によれば、41年の登熟気温は黒石、藤坂ともに平年並であるが、日照時間は黒石で20~40時間、藤坂で50~60時間それぞれ平年より多くなっている。

しかし、40年と著しく異なるのは、41年の日照時間は平年より多かったけれども、40年よりは黒石で40時間、藤坂で20時間前後少なかったことである。

又、黒石と藤坂について見ると、黒石の方が藤坂より登熟期の天候は不良のように思われるが、日照の総時間の比較では多照であった藤坂と、寡照であった黒石とはほぼ同じ位の数値を示し、必ずしも黒石の方が寡照であったとは云え得ない。

このような登熟期間40日間の平均的状态で比較した場合は、前述のように登熟を阻害するような気候条件でなかったが、農家はおしなべて41年の登熟が著しく不良であったことを訴えている。

そこで、40日間の登熟期間を登熟前期(出穂直後~20日間)と登熟後期(出穂後21~40日)に2分し、平年と比較した結果、かなり異なった経過を示しておりこれが41年の登熟不良の要因と考えられたため、登熟期間を前半に2分して気温の経過を検討した。

(3) 登熟期前後半の気温比較

黒石における登熟期前後半の平均気温を出穂日別、年次別に示したのが第3図である。各年の登熟期間の気候は、38年は低温多照、39年は低温寡照、40年は高温多照年であって、第3図でもわかるように41年は40年とかなり異なる経過を辿っている。

即ち、41年の出穂後21~40日の平均気温は、7月31日出穂の場合は23℃で40年より高く、8月5日出穂では21.5℃でこれもまた高かったが、8月10日では8月5日より5日間だけ出穂が遅れたことにより平均気温は2℃低下した。

8月10日以后に出穂した場合も、5日間遅れるにつれて約1℃づつ降温し、40年よりも低温となった。

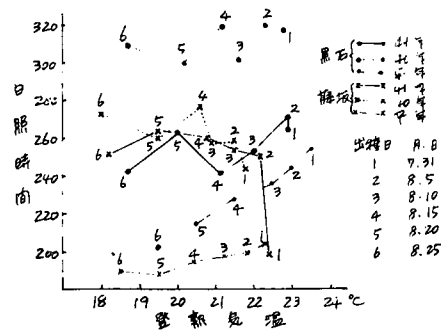
特に出穂が8月10日以降の場合、登熟の前半高温、後半低温となり、8月15日、20日の出穂では後半期の低温が顕著であった。

41年の県内各地の出穂期から推察すると、41年の出穂期は登熟前半高温であるが、後半期の低温が著しかった時期に丁度出穂したことになり、加えて日照時期も前年より少なかったこと等が関与して、41年の登熟を不良にしたことと判断される。

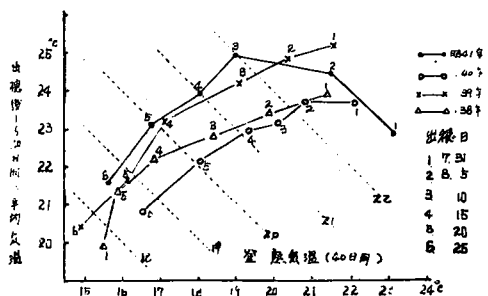
(4) 登熟気候と水稻生育

登熟期の気候と水稻生育との関係を黒石と三戸郡田子町における調査結果を示したのが第4図(イ)(ロ)である。

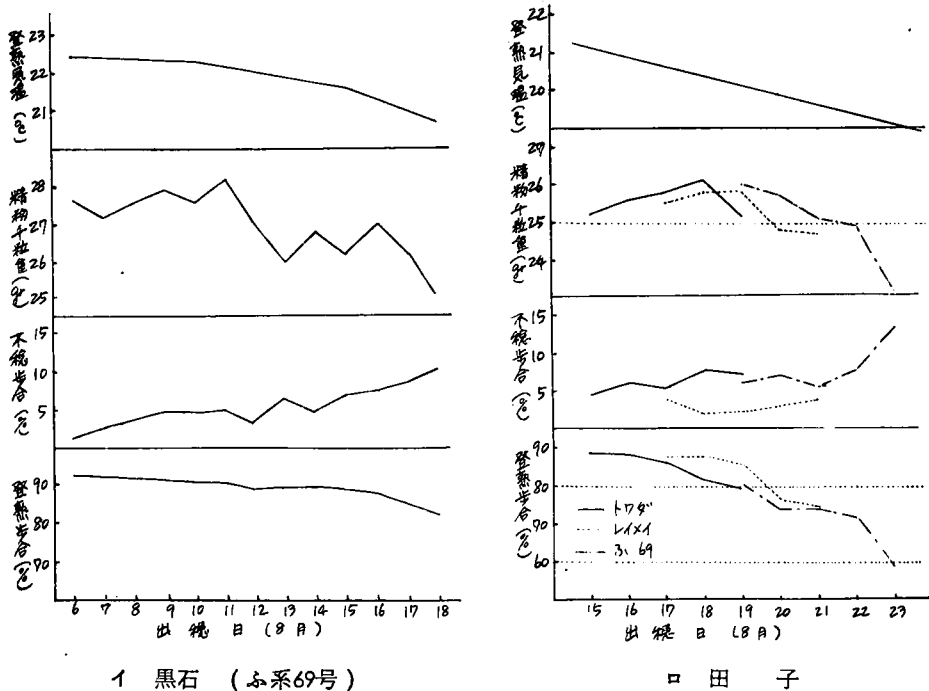
両地点とも出穂日毎に出穂札をつけ、後日これを



第2図 登熟期間の気温と日照



第3図 出穂後1~20日と21~40日までの年次別平均気温



第4図 出穂日別不稔歩合及び登熟歩合

抜き取り出穂日別に登熟歩合、不稔歩合、精糲千粒重を調査した。

第4図によれば、黒石の登熟歩合は出穂の早い程高く、遅くなるにつれて低下し登熟気温の降温カーブと類似した傾向を示している。不稔歩合は出穂日が遅い程高まる傾向が認められるが、これは7月末～8月初旬の低温が丁度穂孕期に合致したことによるものであって、この傾向は隣接水田でも8月17～18日に収穫したものに不稔が多発生していることからもうかがい知ることが出来る。

精糲千粒重も登熟歩合に見られたように、出穂が遅れるにつれて軽くなっている。

田子では調査したトワダ、レイメイ、ふ系69号とも出穂が遅れるにつれて低下し、特にふ系69号では8月23日以降に収穫すると、登熟歩合は極端に低下したことがわかる。

又、不稔歩合は3品種とも10%以下で、しかも出穂日の早晩による不稔の多少は認め難く、僅かにふ系69号のみが出穂の遅い穂に不稔が多い傾向が認められている。

しかし、この不稔は出穂前の低温による障害不稔よりも、出穂遅延による登熟障害によって生じた不稔であるように推定された。

したがって、41年の障害不稔の発生は三戸地区においては8月15～21日までに収穫した水田には発生が少なかったものと推察される。

精糲千粒重も登熟歩合と同様で、出穂が遅れるにつれて軽くなっている。

8月23日以降に収穫した場合は、登熟歩合、精糲千粒重が急激に低下しており、これが要因としては諸種の条件が介在して即断出来難いが、登熟を著しく不良ならしめる条件下(登熟気温19℃以下)で生育が進められたことも大きな原因の一つとしてあげられる。

3 要 約

昭和41年の水稻登熟は著しく不良であったため、登熟期間の天候経過と水稻生育について若干の考察を行ない次のような結果が得られた。

(1) 41年の9月、10月の気温、日照を前年と比較すると、気温では全体的に9月が低く10月が高かった。日照時間は9月では南部地域が多く、津軽地域では少なかった。特に10月の日照時間は全体的に前年より50時間前後少なかった。

(2) 登熟気温の最も高い地点は津軽中央部で、津軽北部地帯、南部平野地帯、海岸冷涼地帯、下北半島地帯の順となり、出穂期が前年より2～4日遅れたことより充分な登熟気温(20℃以上)が得られた地域は津軽中央地帯だけで、他の地帯では登熟の充分行なわれる温度ではなかった。

(3) 7月31日以降各5日毎の登熟気温は平年並みであったが、日照時間は黒石で20～40時間、藤坂で50～60時間平年より多かった。県内主要地点でもほぼ黒石、藤坂の如き傾向を示した。

(4) 登熟期間の気温、日照は平年を上廻り、昭和40年に匹敵する気候であったが、登熟は著しく不良であった。この要因は、登熟前半期の気温がかなり高かったのに反し、登熟後半の気温の降温が顕著であったことに起因している如くに判断され、特に8月15～20日にかけて出穂最盛期であったものの、登熟後半期の低温の影響が顕著であった。

(5) 出穂日別登熟歩合を調査した結果、津軽地域では急激な登熟障害を起す期日以前に出穂が行なわれたため、出穂日の早晚による登熟歩合の低下は少なかったが、南部地域では出穂の早晚による登熟歩合の差は明瞭に認められ、田子町での調査結果によると、出穂日が1日遅れる毎に平均約3%の登熟歩合の低下が認められた。

シンポジウム(昭和42年1月28日)

一東北地方における稲の霜害と防霜の可能性について一

[話 題]

青森県における古タイヤ燃焼による稲の防霜対策実施概要について

(青森県農林部農務課)

1 実施の動機

昭和41年は、春以来不順な天候に災され、生育の遅延が甚しく出穂は県平均で7日、冷涼地帯では7~10日以上遅れとなり、8月20日の出穂限界期を越えて出穂したものが21,000ha(26.4%)におよび遅延型冷害が極めて憂慮された。

しかも8月26日以降出穂した2,500haは登熟期にかなりの好天に恵まれても遅延型冷害を受けることが必至とみられた。加えて初霜が例年より早目と予想されたため、出穂の特におくれた地域を対象に霜害防止により生産の確保を図るため、古タイヤ燃焼による防霜対策を実施した。

2 実験地域の選定

1) 市町村の選定

8月25日以降の出穂が150ha以上の市町村で、しかも市町村における指導体制が確立し、積極的な協力が得られること。

2) 実施部落(集団)の選定

①出穂が8月25日以降となり遅延型冷害の懸念があること。②冷害防止に対する意欲が高く霜害防止を積極的に希望すること。

以上の基準により、第1表のような実験区を選定した。

第1表 実験地域の概況

市町村	部落名	水田面積	防霜実施面積	農家戸数	実施農家数	水田の区画
むつ市	水川目	25ha	25ha	18戸	18戸	整理されている
	土手内	58	30	47	47	"
下北郡	砂子又	13	13	35	35	"
東通村	田代	10	10	26	26	整理されていない
上北郡	千樽		15		10	整理されている
六カ所村	新納屋		12		20	"

3 防霜実施の概況

1) 防霜実施当時の水稻の生育状況

基幹品種シモキタでは出穂後35~45日経過し、黄熟期に達したが、基幹品種以外の品種(オイヤセ、南榮、トワダ、フジミノリ、なるほ、タツミモチ)の作付が各部落とも20~40%を占め、これ

らの品種では出穂後の日数も短かく、生育の延長が必要であった。

昭和41年の登熟期の気象は、低温、寡照であったことから、出穂後の日数に比例して登熟は進まなかった。そのため対象部落の登熟は、例年より登熟日数を多く要し、出穂後60日前後を経過して収穫が行なわれた。

2) 実施概況

第2表 防霜実施の概況

項目	防霜期日	むつ市		東通村			六カ所村	
		水川目	土手内	砂子又	田代		千樽	新納屋
					一 班	二 班		
出穂後の日数 (品種シモキタ)	月日 9.29	日 37	日 36	日 37	日 34		日 38	日 40
	9.30						39	41
	10.5	43	42	43	40		44	
	10.6	44	43	44	41		45	
	10.7	45	44	45			46	
発煙開始時刻	9.29	時分 23.30	時分 2.40	時分 1.30	時分 2.00	時分 2.30	時分 4.00	時分 3.00
	9.30						3.00	4.00
	10.5	22.30	23.30	0.30	1.30	1.30	22.00	
	10.6	22.00	23.00	23.30	23.30	23.30	22.00	
	10.7	22.30	22.40	23.30	1.00		22.00	
タイヤ使用本数	9.29	本 180	本 150	本 190	本 65	本 65	本 86	本 68
	9.30						76	72
	10.5	250	150	198	87	85	224	
	10.6	129	160	180	122	125	246	
	10.7	100	120	200	100		146	
	計	659	580	768		649	778	140

3) タイヤ燃焼の方法

タイヤの内側に灯油を塗布し(1本当り0.5ℓ)タイヤ1本当り枕木1本準備し、タイヤはこの枕木の上に斜めにのせ、布きれにガソリンを浸して火をつけ、タイヤの内側より燃焼させ、5分ほどして火勢のついた頃を見計って生草をかけ(ひとかかえ)発煙させた。生草は30分おきに補給した。1本のタイヤの燃焼時間は、タイヤの大きさ等も影響し一様でないが、概ね2時間から3時間であった。

4) 燃焼場所

5ヵ所当り30カ所前後とし、主として広巾畦畔や農道を使用した。

5) 防霜実施当時の気象概況

① 9月30日～10月1日

実施部落に近接した田名部測候所と六カ所村尾ツグの資料を第3表に示した。表でもわかるように29～30日にかけて、西南西の風が2～5m/sec吹いていたため気温の降温は割合ゆるやかで気温も高く、降霜は認められなかった。9月30日～10月1日にかけては、風速が弱く風向は南西～西南西で

最低気温は両地点とも 5℃以上であったが、実施部落はすべて低地で山に囲まれているため、場所によっては降霜がみられたものと思われる。

② 10月6日～8日

10月5日から寒気が侵入し、天気は快晴に恵まれ、風速は弱く気温の降温が急であったため各地で降霜が見られた。10月7日には各地でこの月の最低を記録した。

第3表 最低気温(℃)

月日 地点	X 3 0	X 1	X 5	X 6	X 7	X 8
	田 名 部	5.9	9.2	6.0	3.4	0.3
六 カ 所	9.0	7.5	6.0	4.4	3.2	6.0

4 実施結果

1) 発煙地域内の気象

気温観測は発煙地域内に3カ所、地域外に1カ所を設け毎時観測を行なった。観測に使用した温度計に差異が多いため、地域内を代表するような正確な数値は得られなかった。

観測者の観察によると、発煙地域内での降霜は地域外より遅れて結霜し、またその程度も弱かったことを認めている。

2) 登熟の状況

実施前(9月25日)と実施後(10月10日)、実施地域内と地域外から標本を抜取り調査した結果、栽培法の相違等により厳密な比較は出来ないが、場所により防霜実施田と無実施田にある程度の差が認められた。外観的には、防霜実施田は無実施田に比し、◎稈もちが7日前後長かったこと。◎莖葉、籾の熟色がよかったことなどが観察された。

第4表 登熟歩合調査成績

(品種：シモキタ、5株調査)

期 日	む つ 市				東 通 村				六 カ 所 村			
	水川目		土手内		砂子又		田 代		千 樽		新納屋	
	防霜	無防	防霜	無防	防霜	無防	防霜	無防	防霜	無防	防霜	無防
9月25日	35.1	42.3	54.8	43.5	27.3	36.2	27.8	39.8	57.8		71.8	51.1
10月10日	63.8	62.3	80.3	72.3	63.2	49.7	70.5	61.4	66.0		75.8*	65.2*
差	23.7	20.0	25.5	28.8	35.9	13.5	42.7	21.6	8.2		4.0	14.1
(参考) 精 籾 重 kg/10m ²	3.30	3.00	—	—	3.90	3.75	4.55	4.28	5.39	5.06	—	—

注 *は10月5日調査

3) 実施農家の動向

大半の農家は稈もち、熟色のよかったことから、ある程度効果を認めているが、①収量が増えたかどうか。②収量が増えたとしても、資材費、運搬費、労力費等経費の支出と対比した場合、総合的な増収となったかどうか、等から、県および市町村が補助をするのであれば実施するという意向が強い。

4) 問題点と反省

- ① 早熟耐冷性品種の作付を徹底し、生育の促進をはかる。
- ② 簡便にして経済性の高い防霜法の開発
- ③ 計画的燃焼資材の確保
- ④ 人員配置の適正化
- ⑤ 観測器材の整備
- ⑥ 実施体制の強化

編集部注：

以上は講演資料として持参された同題名の成績書（昭和42年1月28日）から、主として防霜実験に関する部分を抜萃したものである。章節を多少変えたり、霜害予防推進体制のほか省略した部分も多い。原著者の意図を十分表わしえないことを恐れるので、詳しくは原著によられることを願う。

[新 刊 紹 介]

凍霜害——その予報と防除の実際——内島善兵衛訳（エム・イ・ベリヤンド、ベ・ケ・クラシーコフ著）畑地農業研究会 226頁 450円

1960年発行のソ連の「凍霜害」の実用書である。内容は10章に分かれ、1. 危険霜の特徴
2. 接地気層の夜間冷却を決定している諸因子 3. 霜害に関連した気象サービス 4. 霜の予報
5. 霜害防除法の物理的基礎 6. 野外加熱法 7. 煙霧法 8. 発煙用パイルによるイブシ
9. 降雪時に凍結した植物の緩やかな回復 10. 灌漑法ならびに煙霧法と野外加熱法との組合せ、となっている。

霜害防除に必要な気象物理的基礎知識をわかりやすく説いており、防除法では煙霧法についての内容が詳しい。

霜害防除の基礎知識と実際についてわかりやすく具体的に書かれているので、現場技術者、指導者にとって有用である。

昭和41年10月11日～12日、岩手県奥中山に於ける防霜実験

工藤 敏雄

(盛岡地方气象台)

1 はしがき

霜害の応急的予防方法には色々の方法がある。しかしどの方法を行いかは、予防には常に経済性が問題になるので、予防すべき対象となる作物によってきめられなければならないことは当然である。

岩手県において、昭和38年9月中旬に県北部一帯に稲の初霜による登熟障害が発生したが栽培方法等について考えさせられるものがあった。偶々北海道では古タイヤを使用しての燻煙法により稲の霜害防除を実施して或る程度の成功を収めていることに刺激されて、当地では一体どの位の効果があるものか、岩手県農林部農業改良課の企画により昭和41年10月11～12日、自動車古タイヤの燃焼による防霜実験を行なった。

2 測定概要

実験の目的は

- (1) どの程度の面積に火点数をいくつ位にしたらより効果的かを調査したい。
- (2) 燻煙により温度はどの位上昇するか又は現状を維持出来るものかどうかの二点にしぼり、併せて垂直変化の様相をみようとした。

実験地の選定に当っては、これまで比較的顕著に初霜による被害の発生した場所を2～3ヶ所選んだが、準備、資材等の関係で1ヶ所のみしか実施することが出来なかった。

(a) 実験圃場の状態

実験圃場の地理的地位は第1図に示した通り、岩手県内陸北部「二戸郡一戸町大字小繁字軽井沢」であり、東北本線奥中山駅に近く、国道4号線十字より東方約200mの地点である。(第2図参照)当地帯の標高は430mで、圃場に使用したところは西側から東側にうつるゆるやかな傾斜で、G点から北の方は水田となってひらけ、所謂霜道の様相を呈し、約12度の傾斜角があった。

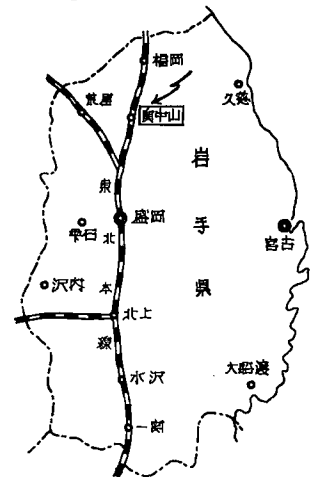
圃場は東西約640m、5点を通る長さ98m、8点を通る長さ64m、G点から農道まで30mの距離であって、総面積52496㎡となっている。水稻は実験当日は既に刈取りが始まっており全面積中、水稻の収穫したところと未収穫のところが半々という状態であった。

(b) タイヤ燃焼の方法

古タイヤの蒐集については、普通自動車用の小型のものとトラック用の大型のものが大体半数づつで合計70本を用意した。

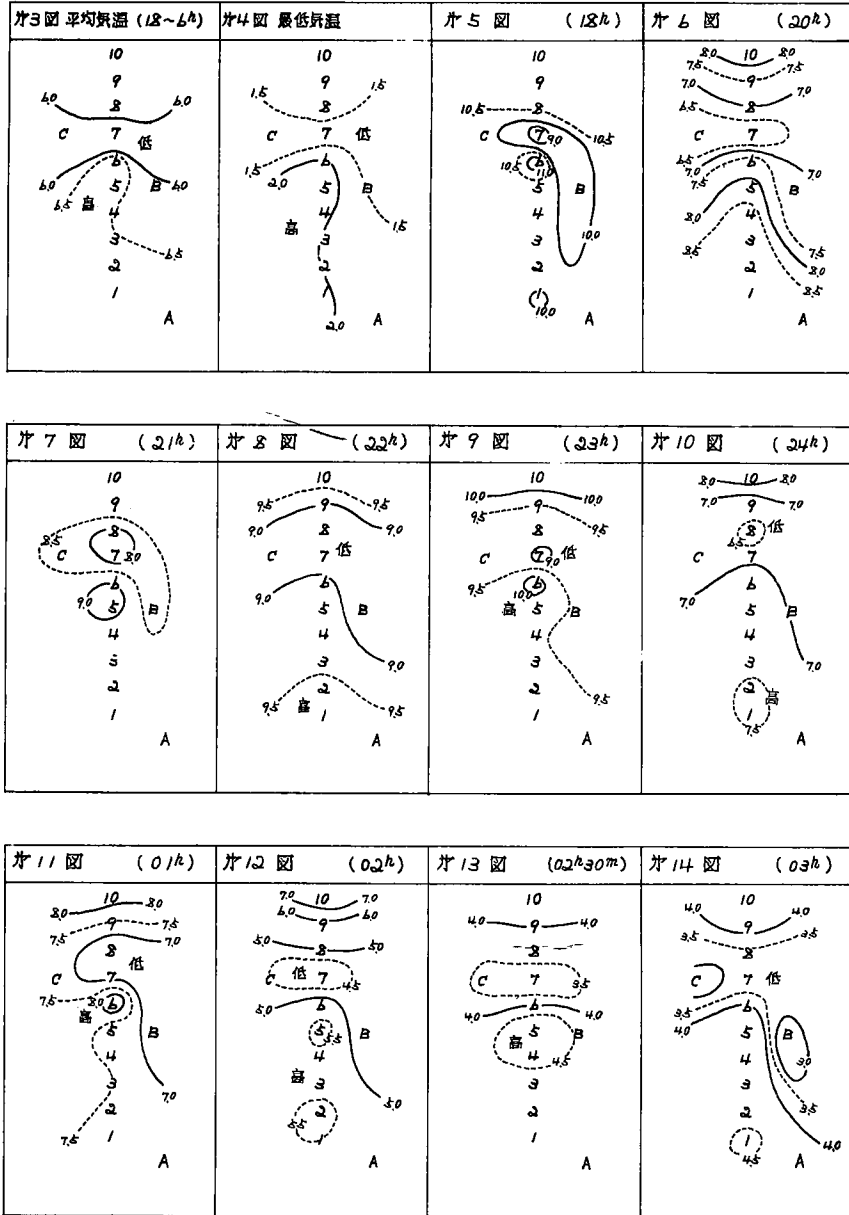
第2図に示す通り、タイヤとタイヤは大体7～8mの間隔に配置し、圃場周囲に41火点を配置した。まづ古タイヤに廃油をかけて点火し、ゴムに燃えうつったところであらかじめ刈取っておいた雑草をのせると云う方法をとった。

点火は12日2時30分に開始し、37分には全火点对する点火が終了した。

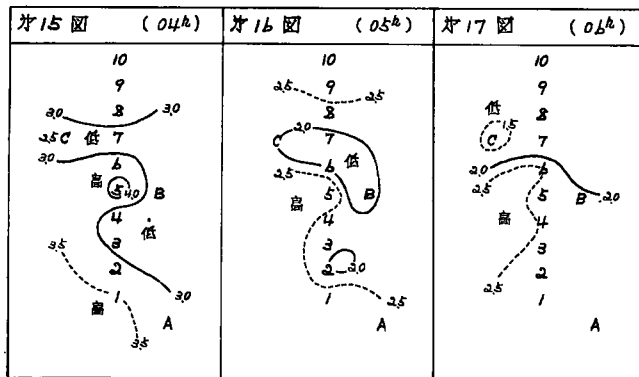


第1図 岩手県の主要地点と実験地の位置

時刻別による実験圃場内の温度分布図



第3図~第14図 時刻別による実験圃場内の温度分布図



第15図

対値には大きな変化はないものようで、以後15図から17図までの時間的な変化も点火の影響はないものと考えてよさそうである。しかし、これを逆に考えれば、タイヤ燃焼がなければ、その下降の程度は或はこれより急激となったとも考えられる。いずれにしてもその効果はさして大きく出るものとは考えにくい。

点火前の高温域は、地形を考え併せると6点から逆に1点に到るまで次第に高温となる傾向のみられることは当然としても、点火後の3時から5時までは1点から6点を結ぶ線の左側に高温域があるものようである。この左側は山林が生え茂り、風向のN E系であったため、暖気が逃げ場を失って貯留されたためなのだろうか。しかし、低温域と高温域の差はわずか0.5℃～1.0℃でありこのような考察は適切かどうか疑わしい。4時の5点中心の高温は明らかでない。

(b) 地点別の時刻別温度変化

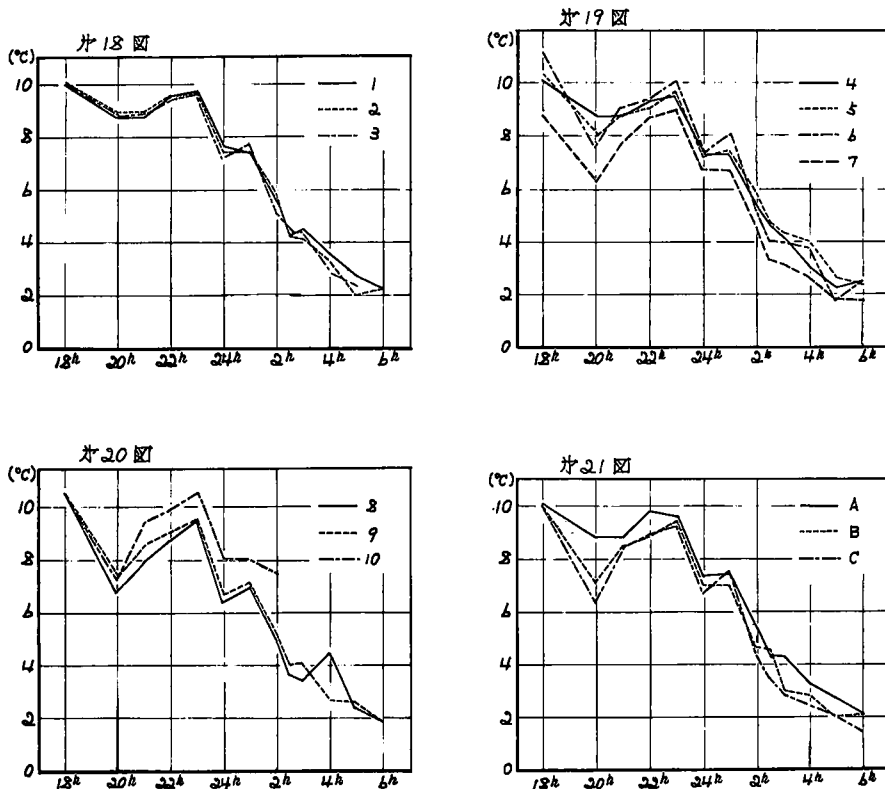
第18図から21図まで、地点別によりその時間的な変化の状態を考察する。先づ、全体的にみて変化の状況を概観すると、

- イ 18時から20時までは下降
- ロ 21時から23時までは上昇
- ハ 24時から6時までは下降

の3段階に分けられるようである。これまでの調査によると、冷気流の最もよくなる時刻は、周囲の地域や地形及び植被の状態などによって相異なるが、大体20時～21時、23時～1時、3h～4h、5h～7hにおきることが比較的多いとされている。

しかし今回の実験では、20時30分頃から急に雲が多くなり、以後23時すぎまで曇ると云う状態であったので、前半はむしろ温度降下の状況把握には適さないような状態であった。従って前半は冷気流の存在を云々することは不適當で比較的溫度降下の状況を満足させてくれるのは1時過ぎである。点火から4時頃にかけて一様に下降している観測点（1～3点）と現状維持であまり下降しない観測点（5点、6点）のあることは、タイヤ燃焼によるためとみられないこともないが、これとて明らかに把握出来るものでないよう見受けられる。

これを今少し細かくみるために、5点に設置した日巻自記温度計の記録により5分毎の温度変化を求めその傾向をみたのが第22図である。



第18～第21図 各観測点の時刻別温度変化

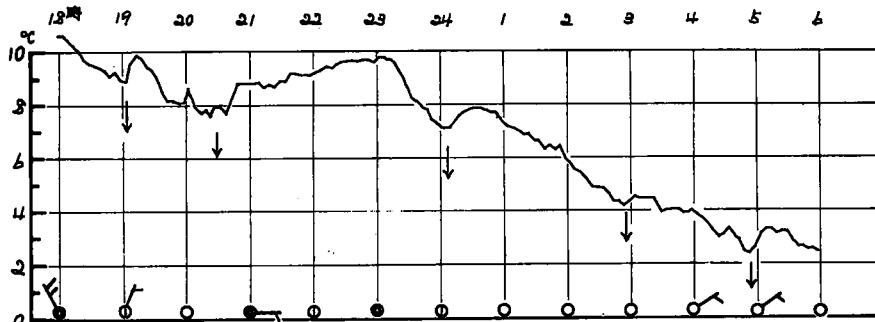
これによると、温度の急下降は23時以後では24時05分、02時55分、04時50分前後にみられ、点火後に当る2時55分、4時50分とも一応の下降があらわれている。

風向、風速及び天気を下に付記したが、初めは北寄りの風から東寄りに変化しており、風速は18時を除きいづれも弱い。天気は23時までは安定せず、快晴、曇りと入れみだれたが、12日に入ってから快晴となり、以後朝まで続いた。最低気温は、7時に於て観測された1.2℃で、04時55分頃に発現している。

(c) 第5観測点に於ける垂直分布

第23図により判る通り、上下の差は殆んど認められないが、5時に観測されたものより考察してみると、20cmから150cmに到るまでのうちで最も高温を示すのは50cmと70cm付近のようである。

一方、10cmから20cmに到る間に於てやゝ温度が下り、軽微な逆転層とおぼしきものがみられる。全観測時にこのような状況のみられるのは当夜の気象状態から寧ろ疑問がもたれ、観測設備等からみても逆転層とみるのは早計であると考えられる。なお、露は19時50分に、また霜は03時57分に夫々観測された。



第22図 自記温度計による5分毎の温度変化

4 観測結果に対する考察

(a) 古タイヤ燃焼について

夜間冷却の主要原因の一つは、地面からの熱放射、即ち地面からの有効放射であることは言うを俟ない。有効放射が増加すればするほど夜間冷却も大きくなる。煙の粒子は地面からの熱放射の天空への逸出を防ぐ能力を持っているので、地面付近に煙幕をはるにより、地面の有効放射を抑えることが理論的に可能である。古タイヤ使用によるこ



第23図 第5観測点に於ける垂直温度分布

の種の防除法は、今に始まったことではなく、これまで東北部や関東地方でも自転車タイヤの燻煙による方法が行なわれていることは御承知の通りであるが、最近再び話題にのぼって来たのは、最近のカーブームの煽りから材料を手近かに入手できることなどが原因しているのではなからうか。

しかし、古タイヤ燃焼はこれまで発煙剤を選定する際に考慮されなければならないとされて来たこと、即ち

1. 野外条件下での発煙発生 of 簡便性
2. 人間と作物にとっての煙の無害性
3. 煙の安定性
4. 大面積に煙幕が形成出来るか

5. 運搬ならびに作業に困難が伴はないこと。
6. 材料が低コストであること。

等を夫々満足出来るかどうかである。今回の実験について感じたことは、5項の運搬ならびに作業について、特に多くの人員が要求されたことから、作業は仲々容易でないことが判った。加えて、いかに古タイヤであろうと、いごこれを購入することになると、或る程度の量が必要なことから回収能力や経済的に均衡がとれるかどうかの点である。勿論、この種の予防法は部落全体、村全体等の集団で実施しなければ効果のないことから、作業段階では協同の形態がとられることであろうが、機動力も必要とあっては仲々容易ではない。

(b) 展開の条件

濃い煙が発生し、厚い煙の層が目的地の上を覆うことが効果をあげる条件であることは当然であるが、展開に当って最も大切なことは展開の面積であろう。燻煙法は小面積に実施したのでは効果が少ないことは勿論である。

ところで、今回の実験では前述したように総面積 52496 m² に対して41火点を配置して燻煙した結果は観測の結果の通りである。応急的予防法の内でもこの燻煙法はむづかしい方法と云われる。北海道で古タイヤによる燻煙により効果をあげていると云われるが、どのような点で効果があるものかその結果を知りたい。あるいは燻煙をした区域内と実施しないところとの被害の軽重から云うのであろうか、もしそのようなことであれば今回の実験でも燻煙しないところはより以上の下降をしたのであろうか。いづれにしてもこの回かぎりの実験では簡単に結果をだすことは危険であり、また不可能である。実験圃場をもう少しせばめればよかったとも考えている。即ち燻煙と加熱の両者をかねる方法である。

(c) 観測設備の不備

前述のように温度の燻煙による変化の様子は把握することが出来なかった。やはりこの種の観測はサーミスター等の熱電対関係の観測設備が必要である。燻煙法はその効果の点からも煙より霧に近いものを発生させる方法がよいようで、この実験でも火点の全部ではないが一部に水をかけてみたものもあるが煙のなびく点では草をかけたものよりよいようであったことから、将来はこの方向に進むものと思われる。

東北地方の霜害に関する話題

梅田 三郎

(仙台管区気象台)

まえがき

近年におけるわが国の霜害はその発生状況から見ると、東北地方の中部以南から関東以西にかけては春の晩霜によるもの、東北中部以北特に北海道では秋の早霜による霜害が多い。最近では北海道における早霜による稲その他の霜害防止が重要な問題となっており、東北地方においても青森、岩手の両県でその防止対策の実施方法が問題となって来た。そこで防霜対策を実施する場合の問題点を挙げ、効果的に実施することは如何にすれば良いかを考えて見る。

1 霜害発生の地域的な差異と霜害年の群発生⁽¹⁾

霜害の発生が非常に稀なものであれば、毎年その防止対策を考える必要はないであろう。如何なる防災対策を実施するにしても、かなりの経費が必要であり、経済的に成り立つものでなければ無駄である。防霜対策を実施するに当たっても先づ第一にこの点を考慮しなければならない。

(1.1) 霜害発生の地域的な差異

現在稲作にとって霜害が問題となるのは苗代期における晩霜によるものと、初秋の登熟期における早霜によるものである。苗代期における霜害の防止は対象面積が狭いので比較的容易に実施できるが、登熟期におけるものは対象面積が広いだけに非常に困難である。

現在の気候条件下では、稲作を対象とする晩霜害は東北全域で問題となっており、中部以北では特に充分警戒を要する。これは苗代期が東北全域殆んど同時なのに、晩霜期が北方程おそいためである。早霜害が問題となるのは東北中部以北特に青森・岩手両県である。早霜は北方程早く、登熟の充分進まぬうちにやってくる事が多く、年によっては登熟のおくれることもあるので、このような際には一層恐ろしい。

現在の気候状況下では東北地方の大部分の地方では早霜のくる頃には、稲は霜に充分堪え得る程度に登熟の進んでいる所が多いが、中部以北では地域によっては問題となる。従って稲を対象とする早霜害防止対策が東北地方全般に必要なというわけではないが、中部以北では地域によって考慮して置くべきである。

(1.2) 霜害年の群発性(発生状況の特徴)⁽²⁾

最近の冷害年である昭和28年には8月31日に岩手県で早霜害があったが、東北地方では早霜害は近年は非常に少なく、霜害と言えば晩霜によるものが大部分である。併し近世の災害記録を見ると盛夏期においてすら霜のあった記録がある。

1751~1850の100年間では霜害の季節別出現確率は春期6~18%、盛夏期11~25%、秋期64~79%(信頼度60%の出現確率の信頼限界)で、秋に断然多いのが目立っている。

一方20世紀に入ってからの霜害の発生状況を見ると、東北地方では6月中旬まで起っているものもあるが、主として5月末で終っており、8月初めを境として晩霜害と早霜害に分ければ、その出現確率は晩霜害94~98%、早霜害2~6%で、近年で霜の記録の全くないのは7月中旬から8月中旬までの期間である。

近世の霜害記録と近年のものとの異なるところは、第1に近世のものでは早霜害の記録の多いのに対して近年は晩霜害の記録の多いこと。第2は近世では盛夏期に霜のあった記録がかなり数多く残されているが、近年は全く盛夏期には霜害が記録されていないことである。

第1の相違は災害記録の重点の置き方や農作業の遅速にあるのではないかと考えられる。即ち近世に晩霜害記録があまり残されていないのは、災害記録の重点の置き方にあり、実際に晩霜害が少なかったと言うことではないであろう。又近年早霜害が少なくなっているのは近世より早霜害が少なくなっていることのほか、農作業が早くなり、霜害を受ける機会が少なくなっているためであろう。第2の相違点は近世の夏がかなり冷涼だったためと推測される。

近世における霜害記録は水稻を対象としたもので、かなり回数が多いように考えられるが、平均的に見れば10年に1回ぐらいの割合である。これから見れば水稻に対する防霜対策はそれほど重要視しなくとも良いように考えられるが、はたしてそのように考えて良いだろうか。

凶作や飢饉が群をなして発生することは良く知られているが、霜害にも頻発する時期があり、一旦発生すると何年か続いて発生している。近世では1677~1695、1743~1755、1811~1838年がその頻発期間に当たっている。近世の最終の霜害群は天保の凶饉頃のもので、天保3・4・6・7・9年と連続的に起っている。従って10年に1回ぐらいと見積って安心してはゆかない。

近年における状況を晩霜害について見るに、明治36~44、大正13~昭和6、同12~17、同25~33年がその頻発期間で、第2群以降の各群は13~14年の間隔で起っている。これは東北地方の晩霜害について言えることで、発生機構の異なる盛夏期や初秋の早霜害にそのままあてはまると言うわけではないが、近世の霜害に見られるように群をなして発生しやすいと見るべきである。

今後東北地方においても現在の北海道のように、早霜による被害を受けるような冷涼な気候がやってくるかどうかは現在のところ知る由もないが、天明や天保時代のような冷涼な天候が絶対にやって来ないと言う保障はない。東北地方でも中部以北の青森県や岩手県などでは、早霜害を如何に防止すべきか考慮して置く必要があると考えられる。

2 恒久対策

防霜のための恒久対策のために実施すべきものとして次のことが考えられる。

(2.1) 細域の温度分布の調査⁽³⁾

霜夜における温度は地域的に甚しく異なり、部落毎にかなりの違いがあるのは勿論のこと、細かく見れば1枚の耕地においてすら一様ではない。温度分布の大勢は主として地形地物によってきまり、低温の出る場所は略々一定している。所謂常習霜害地又は霜穴・霜道などと呼ばれている所である。防霜対策を行なうためには温度分布を詳しく知る必要があるが、対策実施の予備調査として是非ともあらかじめ観測調査を実施して置きたいものである。

又霜予報なり注意報では気象官署所在地の最低気温が予報されるが、細かい地域毎の予報は発表されない。従って各地域においては少なくとも毎日の最低気温の実測を行ない、最寄りの気象官署の値とどれ位の違いがあるかを検討して置き、予報値から推定して、その地域の予想値とするようにすべきである。

(2.2) 無霜害地の利用

霜夜における寒気塊は低地へ低地へと移動するので、最終的にも最も低い地域に貯溜される。従って

傾斜地等は比較的温暖であるが、水田などは低地にあるのが普通なので、寒気が貯溜されることとなり、霜害をうけやすい筈である。従って稲作の場合、狭い面積ですむ苗代地の場合を除けば、無霜害地を選ぶことはまず不可能に近い。

(2.3) 無霜害地の造成

冷気塊の流動することを利用し無霜害地を造成することは、地域によっては必ずしも不可能ではない。併し広い面積を対象として実施することは、殆んど不可能と考えられる。ただ山間部などで冷気流の流動を促進するための対策などは比較的容易に実施できるものと考えられる。

(2.4) 防霜を考慮した栽培法の実施

霜害期は地域によって略々きまっているので、これを回避することを第1に心掛けるべきである。又早霜害を回避するためには、登熟をできるだけ早めるような処置が必要であり、品種の選択、栽培法の改良なども採上げるべきであろう。

3 応急対策

一般に防霜のための応急対策としては包被法・覆蓋法・燻煙法・加熱法・撒水法・送風法・灌水法などが用いられているが、稲作に対する早霜害防止法としては、燻煙法と灌水法が有効であるとされている。併し灌水法は時期的な関係で実施は非常に困難であり、従来広く実施されている方法は燻煙法である。

燻煙法夜間における熱の放射を弱めて、温度の低下を少なくする目的で行なう方法であるが、放射を弱めるのに最も効果のあるのは煙よりも霧である。従って煙によって霧の発生を促がすような方法を採用すべきである。現在最も広く用いられている燻煙のやり方は、古タイヤを燃焼させ、乾草をかぶせる方法である。タイヤの燃焼により発生する煙には吸湿性を期待できないが、経済的見地や労力等から考えれば止むを得ないであろう。

霜夜には接地逆転層ができており、適当な方法によって作られた煙霧は、この層内に貯わえられることになる。併し殆んど静穏に近い霜夜においても冷気は低地へと流動する。従って火点の配置には充分に注意し、煙が対象物を蔽うように配慮する必要がある。冷気流動の方向は地域によって定まっているので、事前に検討して風向に直角な方向に火点を選んで置くなどの処置が必要である。

又燃焼する場合1カ所で集中的に発煙させると、折角の逆転層を破り、煙が立ち昇ってしまい効果が少なくなるので、煙の拡散効果も考え合せて、発煙点を数多く展開することも考慮すべきである。更に霧を多量に発生させることをねらい、水田などではせめてかんがい溝だけでも水を入れて置くようにしたいものである。

最後に最も重要な経費の問題であるが、無駄を省くために、燻煙の時間をできるだけ短縮することを考慮しなければならない。これがためには温度観測を多数の地点で実施し、降霜必至と適格に判断してから行なうべきである。

4 応急対策実施の組織⁽⁴⁾

防霜のための応急対策を実施するためには燃料等多数の資材を必要とすることは勿論で、準備のためかなりの時間と労力・経費が必要である。従って異常な霜の発生の危険があるかどうか、短期の天気予報とともに長期の天候予報も必要である。応急対策を実際に行なうためには、対策が円滑に効果的に行なわれるような組織を確立して置くことが何よりも大切である。

(4.1) 降霜予報組織

長期天候予報の段階から天気予報・霜注意報の段階までであるが、これは気象庁の組織そのままで行なわれるものでよい。長期の予報はまだ精度が高くないので、大体の見通しをつける程度とせざるを得ない。併し期間の短い1カ月予報では、かなりの精度を持っているので、是非念頭に置いて準備するようにしたいものである。更に週間予報では降霜日も略々決定されるし、天気予報では霜の程度まで予報され、危険な場合は霜注意報が発表される。これらの予報をできるだけ早く入手し、一般に周知させるための組織は確立すべきである。

(4.2) 応急対策実施のための組織

さきに稲作を対象とする早霜害防止のために、燻煙法が広く行なわれていることを述べたが、相当多量の資材を整備しなければならないことは言うまでもない。かなりの余裕を見て準備する必要があるが、各個人でやるよりも共同で行なう方が有利であることは勿論で、部落や県・市町村単位の組織を確立して整備することが望ましい。

降霜有無の予報は県単位又は広い地域を対象として出されるものであり、霜発生の地域的な違いが相当大きいことから見て、県を単位として霜注意報が出されたとしても、全域に霜がおりるとは限らない。対象となる地域に霜がおりるかどうかは、地域ごとに判断しなければならない。従って降霜予報を出来るだけ早く入手すること、およびその予報に基づいて降霜の有無を判断する必要があり、共同で実施し得るような組織を要する。

降霜必至と考えられる段階に立到った場合でも、経済的立場から燻煙の時間はできるだけ短かくする必要がある。即ち燻煙開始の時刻をできるだけおくらせなければならないが、そのためには防霜実施地域内の詳しい温度の観測と通報を行なうべきである。その観測結果に基づき、燻煙を開始すべき地域・時刻を決定し、実施を指示するようにすべきである。一旦燻煙を開始してからでも、その後の温度変化に応じて燻煙を加減するなどの処置が必要であることは勿論で、このためには最小の組織として、部落単位ぐらいのものが必要となって来る。

即ち防霜資材の整備、降霜予報の通報とこれに基づく降霜有無の判断、実施地域内の温度の観測通報、防霜対策実施の指示などが円滑に行なわれるような、県・市・町村・部落の各級単位の組織を整備する必要があるものと考えられる。

あとがき

東北地方における稲の霜害防止対策、特に早霜害防止対策について考えて来たが、要点を纏めると次のとおりである。

- (1) 現在の気候条件下では東北中部以北特に青森・岩手両県など、かなり夏が低温な地帯では早霜害防止について考慮して置くべきである。
- (2) 恒久対策として細域の温度分布を観測調査して置くことが必要である。稲作を対象とする場合、無霜害地を選ぶことは不可能に近く、無霜害地を造成することも困難と考えられ、霜害期を回避するような栽培法だけが、比較的容易であるように思われる。
- (3) 応急対策として実施し得る良い方法は開発されておらず、経済的に現在直ちに実施し得る方法は燻煙法ぐらいである。実施に当っては微気象を利用した細かい配慮が必要である。又対策を有効にしかも円滑に行なうためには、県の段階から部落単位に至る各級の組織が必要である。

文 献

- (1) 梅田三郎(1965): 晩霜害年の群発性と晩霜害発生の地域差、研究時報17巻10号
- (2) 同上(1966): 近世における東北地方の霜害について、東北の農業気象11
- (3) 同上(1958): 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22巻1号
- (4) 福島県防霜対策本部設置規程(1960)

支 部 記 事

※ 昭和41年度会計決算報告

収 入		支 出	
前 期 繰 越	70,904	通 信 費	14,525
会 員 会 費	47,100	振 替 費	645
賛 助 会 費	25,000	事 務 費	2,650
雑 収 入	21,517	旅 費	900
		印 刷 費	65,700
		会 議 費	9,920
		雑 費	12,845
		次 期 繰 越	57,336
合 計	164,521		164,521

※ 入 会 (昭和42年1月以降)

千 葉 隆 夫	盛岡地方気象台
山 崎 嘉 也	盛岡たばこ試験場
沢 村 修	〃
阿 部 吉 雄	岩手大学農学部
西 村 修 一	〃
片 岡 隆 四	〃
林 弘 宣	〃
月 館 光 三	〃
石 川 武 男	〃
伊 藤 実	〃
佐 藤 晃 三	〃
立 花 文 一	〃
岩手大学農学部農業工学科	
松 田 主 一	岩手県農業試験場
長松谷 正三郎	大曲農業改良普及所
日 野 義 一	官城県農業試験場
岡 崎 紘一郎	東北農業試験場
遠 藤 武 男	〃
村 上 利 男	〃
吉 田 善 吉	〃
石 川 格 司	宮古農業改良普及所
大 木 昭 郎	葛巻農業改良普及所
北 館 誠次郎	〃
日 野 新 太	岩手統計調査事務所岩手作況試験室
高 橋 友 吾	〃
岩手県農業共済組合連合会	

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	住 所	主 たる 事 業
協 和 事 務 機	盛岡市紺屋町 3 の 5	計算機、事務器具販売
佐 川 屋 器 械 店	盛岡市駅前通り 9 の 5	理化学器械販売
須 賀 製 作 所	仙台市田町 6 5	気象測器製作販売
仙 台 測 器 社	仙台市大町 5 丁目 2 0	気象測器製作販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町 1 2 6	化学薬品販売
東北電力株式会社	仙台市東二番丁 7 0	電力の開発、販売
東北ビート工業株式会社	盛岡市内丸 1 7 の 4 2	てんさい栽培、集荷
成 瀬 理 化 商 会	盛岡市上田 3	理化学器械販売
フジ製糖株式会社青森工場	青森県上北郡六戸町	てんさい製糖
ヤシマ測器店	仙台市東一番丁	気象測器製作販売

東北の農業気象 第 1 2 号

昭和 42 年 7 月 31 日発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部
盛岡市下厨川赤平 4 東北農試内

印刷所 盛岡市中央通り 1 丁目 1 3 番
（株）阿部謄写堂

日本農業気象学会誌「農業気象」第22巻(1966~67)目次紹介

論 文

1. 蒸散に関する研究 (1) 柑橘蒸散の日変化……長谷場徹也・武智 修
2. 大麦畑の空気学的特徴量の生長に伴う変化(英文)……宇田川武俊
3. 群落光合成の半経験的評価表の一改良……内島善兵衛
4. いろいろな生育段階にあるタバコ群落の葉面日射について……田中純正・杉田静雄・野口勝一
5. トウモロコシ植被内の直達光照射葉面積の一推定法と若干の結果……堀江 武
6. 温帯の湖沼からの蒸発(英文)……新井 正
7. 水稻の倒伏に関する研究 (4) 倒伏におよぼす雨水の附着の影響……水高信雄
8. Growth Chamber 内の微気候 (2) 室内の炭酸ガス環境……内島善兵衛
9. 香川県の干ばつの気候……日下部正雄
10. 水田の放射状態……蒸発散研究グループ
11. 葉温に関する研究 (4) 層流および乱流空気中での葉温の比較……武智 修・長谷場徹也
12. 気温の測定精度について (1) ……荒井哲男
13. 水稻の倒伏に関する研究 (5) 倒伏におよぼす雨滴打圧の影響……水高信雄
14. 本邦における水稻の気候登熟量示数の地域性について……内島立郎・羽生寿郎
15. 農業構造物の環境調節に関する研究 (1) パット・アンド・ファン式による夏のガラス室の冷房……中川行夫
16. 水田の蒸発散……蒸発散研究グループ
17. 野外における湿面蒸発について……長谷場徹也
18. 新型の集土器について……久保祐雄・上村賢二

要 報

1. 地中空気熱交換の応用例……山本雄二郎

講 座

1. 北海道における気象条件と冷害被害との関係……藤原 忠
2. メソ気象学 — その方法と応用……小元敬男
3. 暖地の水稻冷害……佐藤正一
4. 局地風を対象とした風洞模型実験の相似則……根本 茂

講 話

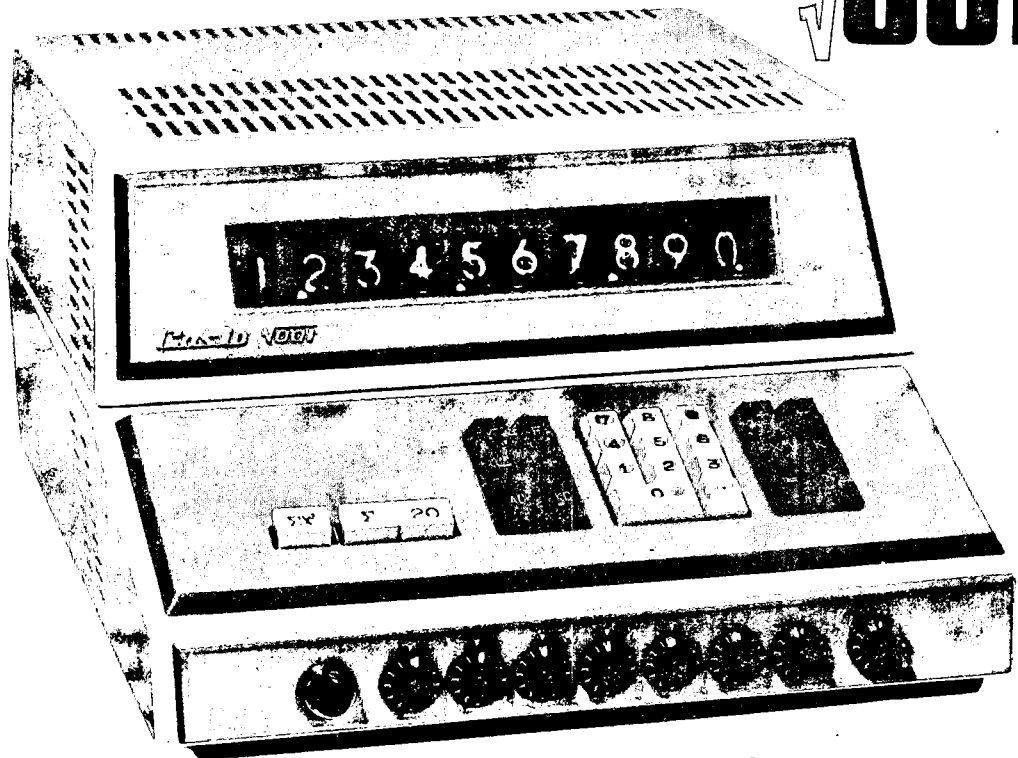
1. 農業用ガラス室の環境調節……矢吹万寿

海外研究の紹介

1. 生態系に関するシンポジウム……黒岩澄雄
2. ワーゲンゲンにおける「不飽和帯の水」に関する国際シンポジウムに参加して……古藤田一雄

カシオ・電卓計算機

√001



■カシオ√001による主な計算例

【1】開平計算

例 1. $\sqrt{12.354 + 47.27} = 5.725657$

・操作順序

固定コマダイヤル 3

1 2 . 3 5 4 = 4 7 . 2 7 = $\sqrt{\quad}$ → 答表示

【2】 ΣX と ΣX^2 の同時算出

$13^2 + 18^2 + 35^2 + 475^2 = 227343 (\Sigma X^2)$

$13 + 18 + 35 + 475 = 541 (\Sigma X)$

$$S = \Sigma X_i^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{S}{n}}$$

岩手県代理店



協和事務機

盛岡市紺屋町3番5号
電話 ③2913 ②2779