

# 東北の農業気象

第 23 号

昭和53年9月(1978)

( 論 文 )

1. 散水かんがいによるレタスの凍霜害防止の検討 .....	谷口利策・大楊和彦.....	1
2. 尹紙重量式の結露計による水滴消長の記録とその意義 .....	橋本 晃・安達忠衛・平野喜代人 .....	5
3. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究		
第5報 田植期間中の日別風向・風速について .....	日野義一 .....	10
4. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究		
第6報 減数分裂時期の日別気温の変動性について .....	日野義一 .....	15
5. 昭和51年山形県における水稻冷害に関する一考察 .....	吉田 浩・山崎栄蔵・神保恵志郎 齊藤昭四郎・大竹俊博・後藤清三 .....	19
6. 冷害気象と稲作技術の評価 第5報 高冷地・海岸冷涼地帯における51年冷害の実態		
一アンケート調査を中心に一 .....	永沼昌雄・前田 昇・宍水孝道 山田知明 .....	23
7. 冷害気象と稲作技術の評価		
第6報 農民記録からみち水稻冷害の地域性 .....	和田純二 .....	27
8. 冷害気象と稲作技術の評価		
第7報 気温からみた水稻安全出穂期間 .....	宍水孝道・永沼昌雄・前田 昇 山田知明 .....	31
9. 水稻生育初期の温度条件が生育形質におよぼす影響 .....	高田隆剛・佐藤陽一・高本 真 .....	35
10. 水稻奨励品種決定現地調査からみた岩手県内の気象の地域的特徴 .....	佐々木忠勝 .....	39
11. 生育温度が異なる条件下における 水稻の早・中・晩生品種の分けつ特性 .....	細井徳夫 .....	42
12. 育苗時の気温・日射条件に対する水稻中苗の生育反応 .....	近藤和夫・寺中吉造 .....	46
13. 窒素追肥時期を変えた水稻の登熟におよぼす気温の影響 .....	吉田善吉・寺中吉造 .....	50
14. 山地傾斜地気象に関する研究		
第2報 岩手県北上山地袖山牧野における気象特性 .....	阿部博史 .....	54
( 講 話 )		
福島県の園芸作物(とくに果樹)における農業気象的問題(気象災害) .....	原田良平 .....	58
地域的気候の違いと農業生産 .....	坪井八十二 .....	65
◇ 支部記事 .....		71
◇ 賛助会員名簿 .....		73
◇ 「農業気象」第33巻総目次紹介 .....		裏表紙

## 52・53 年度農業気象学会東北支部役員・顧問名簿

		( 県別アルファベット順 )			
支 部 長	坪 井	八 十 二	( 52年 4 月～10月 )		東北農試
〃	宮 本	硬 一	( 52年11月～ )		古川農試
〃	○ 木 下	彰	( 53年 4 月～ )		東北農試
評 議 員	○ 永 沼	昌 雄			青森農試
	○ 小 野	昌 治			〃
	○ 本 庄	一 雄			岩手大学・農学部
	○ 工 藤	部 敏			盛岡地方気象台
	○ 宮 大	川 晶			岩手農試
	○ 谷 口	利 己			〃
	寺 中	利 吉			東北農試
	安 藤	山 六			〃
	石 山	本 文			秋田地方気象台
	松 千	八 重 根			秋田農試
	八 羽	大 原			東北農試
	大 川	阿 菅			宮城農業センター
監 査 幹 事	前 阿	細 佐			仙台管区気象台
	阿 細	佐 木			山形大学・農学部
	牛 日	吉 阿			山形農試・庄内支場
	吉 阿	土 高			福島園試
顧 問	坪 清	井 水			福島農試
	梅 内	輪 八			久慈農林事務所
	輪 八	山 本			東北農試
	〇 印	日本農業気象学会			青森農試
	〇 印	本部評議員			東北農試
	〇 印	〃			〃
	〇 印	〃			岩手農試
	〇 印	〃			秋田農試
	〇 印	〃			秋田地方気象台
	〇 印	〃			宮城農業センター
	〇 印	〃			山形県庁
	〇 印	〃			福島農試
	〇 印	〃			岩手県経済連
	〇 印	〃			岩手農試
	〇 印	〃			東北農試
	〇 印	〃			仙台管区気象台
	〇 印	〃			気象協会東北本部
	〇 印	〃			東北大・農学部
	〇 印	〃			東北大・理学部

( ◎印 日本農業気象学会長 )

( ○印 本部評議員 )

## 散水かんがいによるレタスの凍霜害防止の検討

谷口利策 ・ 大場和彦

(東北農業試験場・環境部) (九州農業試験場・畑作部)

### 1 はじめに

作物体に連続的に水をかけて氷の皮膜を作って、作物を凍霜害から護ろうとする方法(氷結法)は、かなり以前から考えられていた。この氷結法の原理は、微小水滴が作物体に付着氷結する際に発生する潜熱(水1gにつき80 calの熱を放出する)による保温である。したがってつぎつぎと水滴が作物体に付着氷結することが必要で、それによって多くの熱量が発生し、その一部が作物体の保温に用いられ作物体温を0℃付近に維持し、凍霜害を防ぐのである。今までにこの氷結法の効果は、果樹、茶、桑などの永年作物について検討がされているが、野菜類についての検討はあまりみられない。ここではレタスについてこの氷結法の効果を検討した。その狙いは、12月採りのレタスは、収穫期に霜にあって品質が悪くなったり、生育が停滞することがある(レタスは結球期になると耐寒性が弱くなる)。このため一般にはビニール被覆を行ない、トンネル栽培をしてこれらの影響を防いでいる。しかしトンネル栽培をすると労力や経費がかかり、また機械化、省力化を進める上からは好ましいことではない。そこで、既設の散水かんがいを利用して、凍霜害を防ぐことができ、レタスの収量品質の低下がなければ、ビニール被覆は省略できよう。以上の目的で散水かんがいによるレタスの凍霜害の防止の可能性を検討したのでその概要を報告する。

### 2 試験方法

1) 年度・場所：昭和48～51年10月～12月，九州農業試験場・畑作部の第2圃場，粗粒質火山灰土壌

2) 供試品種：グレートレークス54

3) 耕種概要 直径38mmのペーパーポットに8月下旬～9月上旬に播種，9月下旬に定植，栽培密度畦幅160cm，床巾110cm，条数3，条間30cm，株間35cm，施肥量(kg/a)ようりん50，燐硝安加里1号16，全量基肥，降雨後または灌水後，施肥作畦をし黒色ポリエチレンフィルムでマルチをし，定植を行なった。

11月中旬に1部にビニールフィルムにて被覆を行ないいわゆるトンネル栽培を行なった。ビニール被覆は両裾を約10cm開放し，温度による毎日の開閉は行なわなかった。収穫は12月中旬に行なった。

4) 試験区：散水区，対照区，トンネル区，一区面積は約24㎡

5) 処理方法：散水，対照それぞれの区の結球部の最上葉のほぼ中央部に，熱電対(直径0.125mmの銅-コンスタンタン)を貼布して葉温を測定し，葉温が0℃付近に低下すると散水を開始し，翌朝，対照区の葉温が0℃付近になると散水を中止した。散水はナン社製，および共立金属製のヘッドを使用し，約30～35秒で1回転するようにした。1時間当たり平均散水量は，前者(A区)が2.9～3.4mm，後者(B区)が3.4～3.8mmであった。散水処理は初霜時(50年11月21日，51年11月14日)より行ない，収穫日までに前者が10回，後者が13回実施した。

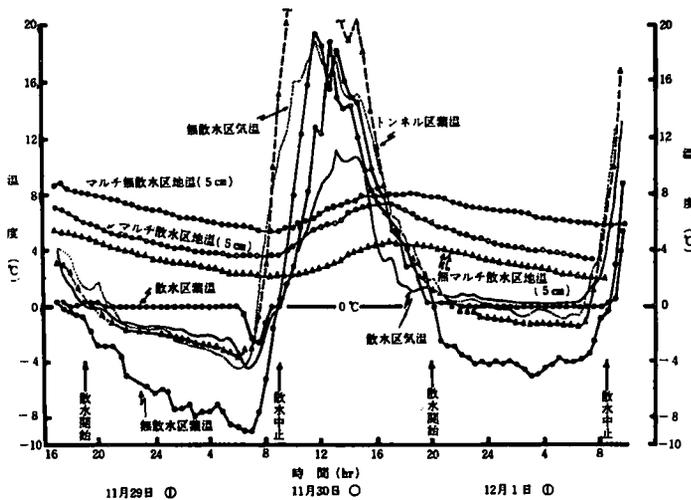
6) 調査項目：収穫物調査 全重，結球重，凍霜害および凍霜害に起因して発生が助長される細菌性腐敗病による枯死葉数 微気象調査 レタスの植被直上(マルチ上約30cm)の温・湿度，葉温，地

温 ( 5, 15cm ) 水温, 土壌水分の測定。

### 3 試験結果および考察

昭和48~51年の試験結果の傾向は、同じであったので50・51年度の結果について述べる。

1) 微気象の変化: 散水を開始すると葉温, 植被付近の気温ともただちに上昇したが, 葉温はとくにその上昇が顕著であった。第1図に温度経過の一例を示した。図からわかるように, 夜間の葉温の経過は, 散水区はほぼ0℃付近の温度で推移しているが, 対照区は最低-8.9℃まで低下した(散水区で1時葉温の低下がみられるが, これはヘッ드의回転が不良となり, 葉温測定部に水が十分かからなかったためである)。トンネル区の葉温は, 対照区よりは1~4℃高く経過しているが, 散水区にくらべると最大4℃程度低くなっている。また植被付近の気温は散水区が対照区より最低気温で2~3℃, トンネル区より2℃程度高く経過した。一方日中における葉・気温の経過は, 夜間の傾向とは逆の傾向を示し, 散水区が最も低く, トンネル区が最も高い経過となった。地温の経過は5cm深では, 散水区が対照区より最大3℃程度低く, この差は散水中に大きく, 日中は1℃程度に縮まった。15cm深では最大で1℃程度の差であった。これはマルチ区の場合であるが, 無マルチ区では対照区との差はさらに大きくなった。土壌水分は散水することにより増大し, マルチ区で10cmがpF 1.0, 30cm深でpF 1.2程度まで一時的に低下した。無マルチ区ではpF 1.0以下になった。マルチ区はレタスの葉を伝わって土中に滲透する水分が主体で, その他多くの水はマルチを伝って畦間から排水されるのであるが, それでも散水の回数が増えると土壌水分は相当増大する。したがってこの土壌水分の増大が地温低下や肥料の流亡などに関与するので, 凍霜害防止のための過剰水量の散水は厳に慎む必要がある。



第1図 散水による葉温, 植被付近の気温および地温の日変化(11月29~12月1日 昭51)

注) 散水区, 対照区葉温は熱電対, トンネル内葉温はサーミスターで測定

2) 収量調査: 地上部全重はトンネル区 $\geq$ 散水A区 $\geq$ 散水B区 $>$ 対照区の順でトンネル区が最も重たかった。(第1~2表)。

球重も全重と同じ傾向がみられた。全重の中に占める球重の割合は, トンネル区が最も大きくて約

56%ついで散水A区の約54%，散水B区が51%で，対照区は約48%ともっとも小さかった。この結果，球重の対照区に対する比率は，全重より増大しトンネル区が約29%，散水A区が21%，散水B区が14%の増加となった（昭和51年）。

第1表 収穫物調査結果（昭50）

（株当りg）

区	散水区 (A)			対照区 (B)			トンネル区 (C)		
	全重	球重	被害葉数	全重	球重	被害葉数	全重	球重	被害葉数
1	942.2	586.9	0.14	725.2	450.6	1.62	888.4	577.4	0.08
2	938.3	593.6	0.05	804.0	482.1	1.55	884.3	575.7	0.08
3	870.0	558.7	0.07	743.1	450.1	2.03	—	—	—
4	930.0	600.6	0.14	726.8	435.8	2.01	—	—	—
平均	920.1	585.0	0.10	749.8	454.7	1.80	884.3	575.7	0.08
対B比(%)	122.7	128.7	5.6	100.0	100.0	100.0	117.9	126.6	4.4
球重/全重(%)	100.0	63.6	—	100.0	60.6	—	100.0	65.1	—

注) 被害葉数は結球部の葉数を示す。被害程度は完全枯死を1.0とし被害なしを0とし，10段階に分けた。

第2表 収量調査結果（昭51）

（株当りg）

区	散水A区 (A)			散水B区 (B)			対照区 (C)			トンネル区 (D)		
	全重	球重	被害葉数	全重	球重	被害葉数	全重	球重	被害葉数	全重	球重	被害葉数
1	853	469	0.62	863	441	0.20	799	367	1.08	893	458	0.16
2	879	465	0.20	819	428	0.03	785	370	1.09	877	516	0.09
3	806	417	0.08	794	400	0.02	741	325	1.20	827	486	0.06
4	742	406	0.18	772	388	0.03	726	390	0.99	755	409	0.05
計	3,280	1,757	1.08	3,248	1,657	0.28	3,051	1,452	4.36	3,352	1,869	0.36
平均	820	439	0.27	812	414	0.07	763	363	1.09	838	467	0.09
対照区 (%)	107.5	120.9	24.8	106.4	114.0	0.6	100.0	100.0	100.0	109.8	128.7	8.3

凍霜害や凍霜害に起因して発生が助長される細菌性腐敗病のため，葉が枯死（とくに結球部）するが，その発生状態は，対照区 ≧ 散水区 ≧ トンネル区の順で，対照区の被害葉数が最も多くて，平均して1球当り1～2枚程度の被害を受けていたが，他の区は葉1枚の面積の大体1～2割程度の軽い褐変がみられる程度であった。以上により，散水による凍霜害の軽減がみられたが，これらの区間の差が有意であるかどうかを検討し，その結果を第3表に示した。

散水区と対照区の間には球重，被害葉数は明らかに有意差がみられたが，散水A区とトンネル区の間には有意差がみられなかった。

球重の階級別個数割合を第2図に示したが，対照区はS，2S級の小玉割合が多かったが，散水区トンネル区はL以上の大玉割合が多く，玉伸びが良かったことを示していた。これは前述したように結球部の被害葉数が対照区より1～2枚少ないことによっていた。また玉揃いの程度をみる一つの指

標として、球重の変異係数(C・V)をみたが、年により数値に差がみられるが、いずれの年も、散水区≧トンネル区<対照区の順であった。

第3表 最小有意差(L.S.D)の検定結果

項目	区間	A:B A:C A:D B:C B:D C:D					備考
		全重	-	-	-	-	
球重		-	**	-	*	*	***
被害葉数		-	**	-	***	-	***

L.S.D	g	g	g
0.05	51.5	0.01	72.2
0.05	0.43	0.01	0.61
		0.001	104.3
		0.001	0.86

注) \*...5%, \*\*...1%, \*\*\*...0.1%で有意差あり。

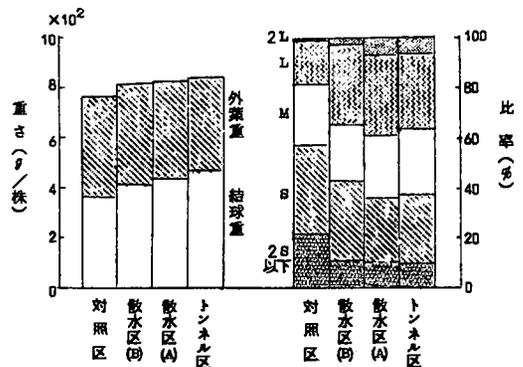
4 おわりに

散水かんがいによってレタスのような軟弱葉菜でも凍霜害が防止できることがはっきりした。そしてトンネル栽培に匹敵する収量のあげられる可能性も十分あることが窺われた。

散水かんがいによる凍霜害防止上の留意点は散水の開始中止時期を適確にすること(葉温が0℃付近からはじめ翌朝日の出後対照区が0℃付近になって中止すること、百葉箱内気温だと葉温より2~3℃高い)、散水量は低温の程度にあわせた水量にすることは当然だが、過剰水にはしないこと、また水滴はできるだけ小さくすることなどであろう。今回の試験では葉温-8℃程度までは3mm~3.5mmの散水強度で防止が可能であった。なお今回の試験ではマルチ栽培により水滴捕捉率は0.4~0.5程度と推定された。

参 考 文 献

- 1) 福中斉他(1976): 昭51農士学会講演要旨集
- 2) 加藤昭三他(1971): 静岡農試研報(16)
- 3) 此木晴夫他(1971): 日本農業気象学会東海支部会誌 24
- 4) 水之江政輝(1972): 第6回畑地かんがい研究会発表要旨
- 5) 中川行夫・坪井八十二(1959): 農業気象 14
- 6) 岡部融他(1967): 蚕糸研究(64)
- 7) 鈴木清太郎(1956): 農及園 31
- 8) —————(1957): 農及園 32
- 9) 竹中肇(1972): 畑地かんがい研究 6
- 10) 谷口利策・大場和彦(1974): 昭和49年度九州農試年報
- 11) 坪井八十二(1957): 農業技術 12
- 12) 渡辺靖六(1970): 農士誌 37(12)



第2図 外葉重、結球重および結球重の階級別個数割合(51年)

注) 2L:651g以上 L:481~650 M:401~480 S:301~400 2S:300以下

## 沱紙重量式の結露計による水滴消長の記録とその意義

橋本 晃・安達忠衛・平野喜代人  
(福島県農業試験場)

### 1 はじめに

イモチ病は雨が降り続くような気象下で多発生しやすい。また、地形別にみると、山間の谷間などで、イネ葉上の水滴が遅くまで乾きにくいような水田は本病の被害をうけやすいことが知られている。このように、本病の発生と水滴の消長とは密接な関係があり、その理由は病原菌の分生胞子が発芽しイネに侵入するには、水滴が長時間にわたって間断なく保持される必要があるためと考えられている。

野外的水滴消長を観測するために、従来も多くの種類の器械が試験されてきたが、実用化して一般に市販されている観測器械は殆んどない。著者はイモチ病の発生環境解析に当って、イネ葉上水滴の状態を把握することの重要性を痛感し、かねがね観測器械を考案試作中であつたが、最近になって、ほぼ満足できる結露計の開発に成功した。この結露計はイネの水滴消長を推定する上で、水田に長時間設置しても記録結果は安定しており、しかも取扱いが容易であることから実用性が高いと考えられたので、その概要を報告する。

### 2 結露計の構造と記録状況

開発した結露計は、原理的には記録部を備えたバネ秤りである。この秤りの感部の支持棒には、広さ $29 \times 80 \text{ cm}$ の東洋沱紙製№2の角型沱紙を、5山に折り込んでとりつけている。この沱紙に吸収される水滴の重さの変化は、1週間巻時計ドラムにとりつけた自記湿度計記録紙に、ペンキで自記される方式をとっている。沱紙に吸収された水滴の重さ1gは湿度計用記録紙の1目盛になるよう指示され、ほぼ30分間の水滴重量の変化もかなり詳細に判別できる。使用した沱紙は風雨に対しても耐久性があり、稲作期間を通じて交換の必要がないほどである。

この結露計によると、空気中の水蒸気が凝結して出来る結露、あるいは雨の水滴が時間の経過にもなつて、増減する状況が記録される。結露した水滴は夜間にみられて、記録紙上では徐々に重量が増加するが、雨が降つた場合には重量が急激に増加するので、両者の区別は容易である。この結露計は水滴重量1gが降水量に換算して0.014mmに相当するので、雨量計でも記録されにくいような微少な雨も検知できる。風が強いと記録は乱れるが、この場合には結露しにくいために、記録の読み取りに際しては、ほとんど支障なかった。

### 3 イネ葉面水滴と結露計記録との関連

イネ葉面において結露した水滴の付着は量的に連続しているので、イネ葉面の水滴付着の有無を一定時刻で区切るのはむづかしい。観察によると、イネ葉面での結露の始まりは株内でも部位によって異なっている。すなわち、葉面が傾斜あるにはわん曲して表面がしゃへいされない部位では最も早くから結露が始まり、葉の表面にかすかなビロード状となつて水滴が付着する。株内のうっぺいした葉面や草冠から突き出て直立している葉身では結露時刻が遅れるが、やがて結露が進むとイネの全面が水滴でおおわれる。

一旦付着した結露水滴は、夜間でも風が強く吹くと消失し、早朝は日の出時刻頃から徐々に消え始める。この場合、草冠から突き出た葉身の結露水滴は最も早く、次いで草冠部の水滴が消失する。う

閉した株内部に位置する葉身では、水滴は大粒となって株内部で最も遅くまで滞留している。一般に、水滴が全て消失するまでの時間は、イネの繁茂程度によって異なっている。しかし、イネ株の草冠部においては、繁茂程度が異なっても、結露した水滴の消長する時刻に大差なかった。

水田畦畔の株際に設置した結露計の記録状況をイネ葉面の水滴付着状況と対比してみると、イネ葉身に結露が始まる時刻には、結露計はほぼ3gを示しており、以後7gでは株全体葉面積の1/3~2/3に結露し、12gでは2/3以上に結露していた。また、イネ葉面の結露した水滴が消失し始めると、結露計の水滴重量も同時に減少を示した。

結露計では水滴は約50gまでが沓紙に保持されるが、それ以上の水滴は落下する。したがって、雨の水滴は、沓紙に保持された量の水滴について経時的な消長が記録されている。一方、雨の水滴はイネ葉面のワックスによってはじかれるので落下しやすく、結露のように表面に様に付着しないで、葉縁の水孔部や葉節部付近あるいは、下葉の表面に大粒水滴となって滞留することが多い。したがって、雨の水滴は肉眼で見るイネの水滴付着状況と結露計の記録水滴重量とは異なっている。しかし、降雨時の結露計記録によると、日中の雨は降りやむと水滴が急激に乾燥しやすく、夕刻あるいは夜間の雨は降りやんだ後も、水滴が翌朝まで保持されやすい状況がよく判った。

イネの溢液水滴が形成され始める時刻は、結露計の吸湿が始まる時刻とほぼ一致するが、この場合の記録は風によって乱れやすいので、溢液水滴の消長を類推するには不明確な場合が多い。

#### 4 記録紙の読み取り方法

前述のように、この結露計は結露の雨のそれぞれの水滴消長が記録できるほか、結露した水滴については水滴量の多少も判定できて、観察によれば、その状況はイネ株草冠部の水滴消長とよく合致すると考えられた。しかし、結露計の記録は、イネ株における水滴消長と同様に、連続した水滴重量の変化で示されるので、記録の読みとりには目的に応じた一定の基準を必要とする。そこで、イモチ病の発生生態解析を目的として、病原菌の感染条件を考慮に入れた次のような基準を設けた。すなわち、結露計記録紙上から水滴保持時間を読みとるには、最低値から3gの増加を示した時刻を基点として、この水滴が2時間当り3g以上の割合で減少する時刻までの間を水滴保持時間とした。この際、水滴重量が一時的に減少しても、2時間内に再び水滴の供給があれば、水滴保持時間は連続しているとみなした。

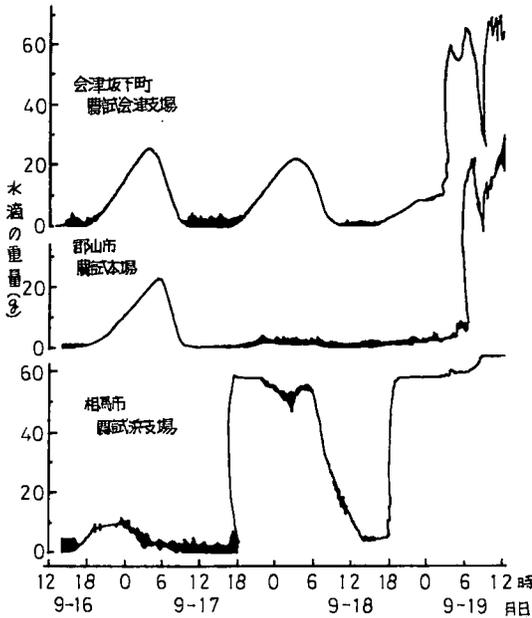
#### 5 水滴保持状況の地点別の比較

福島県においては、各地方によってイモチ病発生量の差異が大きい。これは、その地方のイネ品種構成や耕種法あるいは土壌条件などにも起因するが、とくに気象条件によって大きな影響を受けやすい。そこで、昭和52年に県内の代表地点に結露計を設置して、まず各地点での水滴保持時間を比較してみた。

設置場所は、県内の浜通り地方、中通り地方および会津地方に位置する地点として、それぞれ福島県農業試験場浜支場（相馬市）、同本場（郡山市）および同会津支場（会津坂下町）の各病害虫発生予察ほ場を用いた。この水田には、畦畔の株際に高さ20cmの台を置いて結露計を設置した。

結露計における水滴保持の状況は、3地点で大きく異なる場合がしばしばみられ、この典型的な事例を第1図に示した。

昭和52年9月16～9月19日の3地点の結露計記録を対比してみると、9月16日は相馬では夜半から



第1図 同一日における結露計記録の地点別比較



第2図 試験地の場所

風が強く、同時刻頃から結露した水滴が消失したのに対して、郡山と会津坂下では結露水滴が顕著であったことが示されている。9月17日は相馬では夕刻と翌朝に雨が降っているのに対して、郡山では曇天のためか全く水滴の付着がなく、会津坂下では晴天で結露が認められる。また9月18日は、相馬では夕刻から雨が降り

翌日正午頃まで断断续续水滴が保持されたのに対して、郡山と会津坂下では翌朝から雨が降り、雨がやんだ合間には水滴の消失を示す切れ込みが記録されている。このように、水滴の保持状況は天候条件の影響を受けやすいとともに、1日間の水滴保持時間は降雨の時刻によっても大きく変化しやすい状況が示されている。

### 6 イモチ病の発生と結露計の記録

最低気温が16℃以上であって水滴保持時間が8時間以上の日は、イモチ病菌がイネに感染するのに好適なことが別の実験から判った。さらに、感染源となる分生胞子の飛散は、結露した水滴よりも雨の水滴によって助長されやすいことを知ったので、結露計からの水滴保持時間の読みとりは、雨による水滴と結露した水滴とに分け、水滴保持時間と前述3地点のイモチ病発生との関係を見た。なお、3地点のイネは、品種と耕種法を揃えてポット植にして水田内に埋設したものである。

水滴保持時間を集計した結果は第1表に示す。昭和52年7月1半旬～8月4半旬の合計水滴保持時間数は、郡山321時間、会津坂下407時間、相馬551時間であり、各地点の間で差異が大きかった。イモチ病の感染条件を考慮して、最低気温16℃以上で8時間以上の水滴保持時間となった日数をみると、降雨水滴では相馬20日、会津坂下12日、郡山15日であり、結露水滴では相馬19日、会津12日、郡山0日であった。この結果からも3地点の間でイモチ病の感染条件はかなり異なっていることが示唆された。

結露計による観測と同時に行った葉イモチの発病調査の結果を第2表に示した。

葉イモチの初発生病斑の感染は、第1表に示したように7月1半旬にみられた降雨水滴8時間以上保持の日に行われたとすると符合しやすい。また、初発生以後の葉イモチ進展も、このような感染に好適な日を経過して約7日以降になってみられ、好適日数が多いと発病程度が高くなるようであった。

第1表 結露計による水滴保持時間の地点別の比較

月・ 半旬別	水滴保持時間8時間以上・最低気温16℃以上の日数						* 1日当り平均水滴保持時間		
	降 雨 水 滴			結 露 水 滴					
	郡 山	会津坂下	相 馬	郡 山	会津坂下	相 馬	郡 山	会津坂下	相 馬
7・1半旬	1	1	4	0	2	0	5.2	9.4	12.0
2	0	0	1	0	0	1	1.8	2.6	8.4
3	2	2	3	0	0	1	5.6	8.0	10.0
4	0	1	2	0	1	2	2.2	7.2	10.0
5	0	0	0	0	4	5	1.6	8.0	9.2
6	3	0	0	0	4	4	7.2	8.8	11.4
8・1半旬	0	0	1	0	0	4	1.6	5.4	9.2
2	2	1	2	0	0	1	8.8	7.4	11.0
3	3	2	3	0	1	1	13.2	8.6	15.0
4	4	5	4	0	0	0	15.6	16.0	14.0
合 計	15	12	20	0	12	19	321	407	551

注) 夜半0時を中心にした1日間の最長の水滴保持時間

第2表 ポット植したイネの株当り葉いもち病斑数

月・半旬	郡 山		会 津 坂 下		相 馬	
	調査 月日	病斑数	調査 月日	病斑数	調査 月日	病斑数
7・1半旬	7/5	0	7/1	0	7/3	0
2	7/7	2.2	7/7	0.3	—	—
3	7/11	12.0	—	—	7/11	1.0
	7/15	10.4	7/15	41.6	7/14	64.4
4	7/20	109.8	—	—	7/19	100.0
5	—	—	7/21	92.6	—	—
6	7/26	397.2	7/27	64.8	7/29	2,904.0
8・1半旬	8/3	234.9	8/3	49.0	8/5	690.2
2	—	—	—	—	—	—
3	8/12	245.7	—	—	8/12	488.7

備考 1) 品種ササニシキ, 稚苗, 5月17日移植, 1株6本植。  
2) 本調査の遂行には原町病害虫防除所矢口宣夫氏なら  
びに若松病害虫防除所境隆氏の後援助を頂いた。

相馬において, 他の地点よりも極めて多発となったのは, 降雨が多くその水滴保持時間が長くなりやすい条件にあったためであると考えられる。

なお, 結露した水滴が8時間以上保持されても, 発病増加に  
関与しにくいようであった。この理由は, 感染源となる分生胞子の飛散時刻が結露のある日では遅れがちとなることに基づくと考えられる。また一般に, イモチ病発病の多少は, 感染時の気象条件のみならず, イネの抵抗力に大きく影響をうけ, とくにイネの生育ステージが進むと抵抗力が強くなるために, 感染

に好適な水滴保持条件があっても発病増加につながらないことがある。本実験でもこの現象がみられており、イモチ病発病の解析には結露計観測に併せて、イネの抵抗力との相互関係を検討する必要性が感じられた。

#### 7 おわりに

イモチ病の野外下における発生解析のための一手段として結露計を開発した。この結露計はイネの葉面水滴の消長を類推するには有効と考えられ、従来の一般気象観測では得られない解析資料が得られた。イモチ病菌の感染は、水滴消長と密接な関係があり、水滴保持条件の微細な変化も発病量に大きな変化をもたらすと考えられる。本報では、結露計の特性と地方別の水滴保持状況の比較および葉イモチ発病との関係について概要を述べた。しかし、本結露計の適用範囲については未確認の場面も多く、またイモチ病との関連性について不明な点が多く残されている。今後、これらの諸点についても実験を重ねて、利用の意義を明らかにしていきたい。

#### 参 考 文 献

- 1) ASAI, G. N. et al. (1967): Influence of Certain Environmental Factors in the Infection of Rice by *Piricularia oryzae*, *Phytopath.*, 57
- 2) STONE, E. C. (1957): Dew as Ecological Factor I. A Review of the Literature, *Ecology*, 38(3)
- 3) 橋本晃 (1976) : イネいもち病菌の感染と水滴, *植物防疫*, 30(7)
- 4) ———, 平野喜代人, 加藤公光 (1977) : いもち病多発地と少発地の発生解析, 結露計利用の実験例, *北日本病虫研報*, 28
- 5) ———, 安達忠衛, 平野喜代人 (1977) : いもち病の感染と水滴 3. 1日中の孢子採集数の変化と微気象とくに葉面水滴, *日植病報*, 講要投稿中
- 6) 鈴木穂積 (1967) : 葉上水滴の存在時間を測定する器械の試作, *北陸病害虫研報*, (15)
- 7) LLOYD, M. G. (1961): The Contribution of Dew to the Summer Water Budget of Northern Idaho, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 42
- 8) 小林次郎 (1968) : 微気象用結露計の考案とその使用例, *農及園*, 43(2)
- 9) YAMAMOTO, G. (1936): The Measurement of the Amount of Dew at Hukuoka, Japan, *Geophys. mag.*, (10)

# 宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究

## 第5報 田植期間中の日別風向、風速について

日野 義一

(宮城県農業センター)

### 1 はじめに

宮城県の水稲栽培で従来より、更に安定した生産と向上をはかるため、前報まで<sup>1), 2), 3), 4),</sup> 4月半ば以降のかなり早い時期からの田植を提唱して来たが、しかし4月は、低温の時期となっているが、それよりも、日中の強風が田植当初の生育に大きく影響を、およぼす場合が多いので、本報では、田植期間中の風向、風速について調査したので、その結果の概要を報告する。

### 2 調査方法の概要

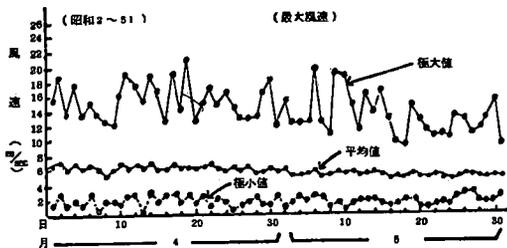
本調査は、昭和2年から51年まで、宮城県仙台市(仙台管区气象台)の4、5月における、日別風向、および風速の観測資料を用いた。

### 3 調査の結果

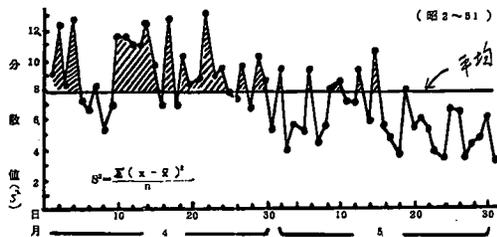
#### 1) 風速の日別変動経過

4月から5月までの日別風速を、最大風速で、昭和2年から51年までの平均値および極大、極小値についてみると、第1図に示したとおりである。これによると、平均値の日別経過では、全期間4~7 m/secとなって、あまり大きな変化がみられないが、時期的特徴からみると、4月初めから5月末まで、徐々に少ない風速となっている。つぎに極大値の経過をみると、10 m/secから20 m/secの範囲となっているが、日別によって変動が大きく、とくに4月10日から20日までと、5月10日前後がもっとも変動の大きい時期となっている。一方極小値についてみると、全期間ほとんど2 m/sec以下の値となって経過していた。なお日別の変動性を分散値でみると、第2図のとおりである、これによると4月初めから5月末までかなり、その日その日で異なる値を示していたが、全期間をとおしてみると、4月初めから5月末まで徐々に小さくなっている。しかし時期的には、5月初めと、5月末の分散値が小さく、4月はかなり大きい値を示していることが、特徴としてあげられる。つぎに変動係数でみると、第3図に示したとおり、4月10日ごろから4月末までと、5月10日から15日ごろがもっとも変動が大きいので、これらの時期の田植は、強風があらわれやすいことになるので、水管理が極めて大切なことである。なお5月初めや5月末は、比較的変動の少ない安定した時期となってい

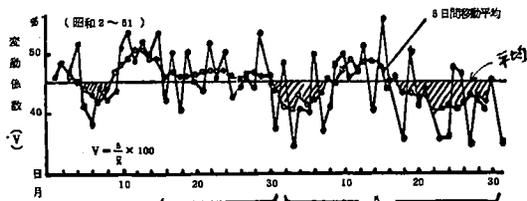
ることが認められた。つぎに強風の出現性についてみると、第4図に示したように、最大風速8 m/sec以上の場合は、4月から5月までに、5%から35%までの範囲となっているが、4月は5月に比べ、かなり出現頻度が高く、ほとんど20%以上で、5年に1回以上あらわれる。ところが5月に入ると、急に少なく、20%以下となり、更に5月末では、10%内外となって、10年



第1図 4、5月の日別最大風速による平均、極大、極小値の経過(仙台)



第2図 4, 5月の日別最大風速による分散値の経過(仙台)



第3図 4, 5月の日別最大風速の変動脈による経過(仙台)

2) 風向の日別出現性と風向別湿度

4, 5月の最大風速時における, 風向16方位の日別出現頻度を, それぞれの風向別にみると, 第5図に示したとおりである。これによると, EとWの風向では, 日別によって出現頻度にちがいがみられ, 4月から5月初めまでは, W向の方がE向より, 約5%高い出現頻度で経過しているが, 5月半ば以降は, ほぼ同じ程度のあらわれかたとなっている。

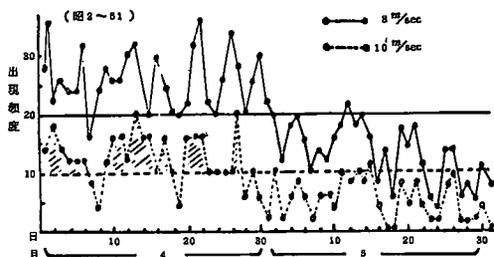
なおE向は全期間10%以下で, これは10年に1回以下の出現頻度となっているのに対し, W向の方は, 4月から5月初めでは, 10%以上の日も, かなりあらわれていることがみられた。

つぎにSとNの風向について, みると全期間, ほとんど10%以下の出現頻度となっているが, 時期別にみると, 4月中は, Nの方向がやや高い出現頻度を示しているが, 5月に入ると, 反対にSの風向がN方向より, 高い出現頻度となって経過しているが, あまり大きなちがいが, みられなかった。

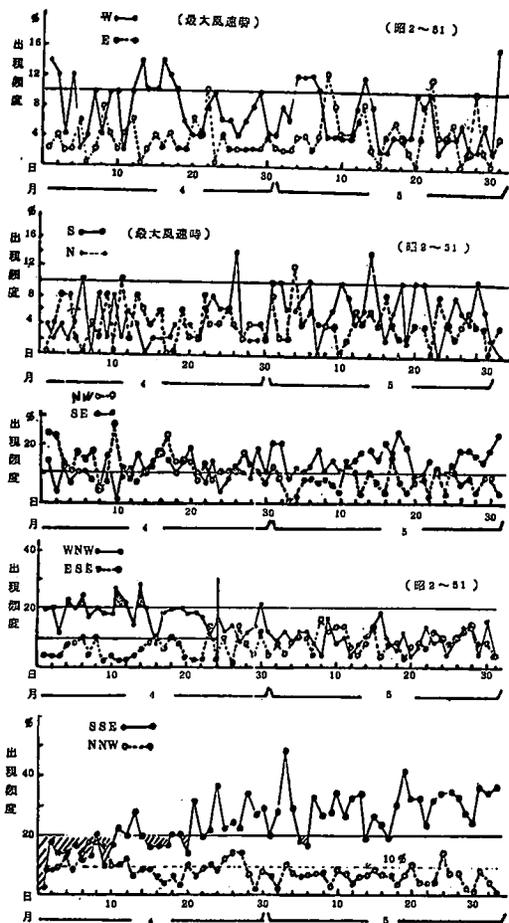
なお, SEとNWの場合についてみると, 4月初めは, NWの方がSEより高い値で経過していたが, しかし4月10日ごろから4月末にかけては, SEとNWの出現頻度が, ほぼ同じ値となっているところが5月に入るとNWの方向は, 徐々に少なく, 10%以下を示したのに対して, SE方向は, ほとんど10%以上となり, とくに5月半ばや末では, 約20%の出現頻度を示し, 5年に1回以上あらわれる時期があらわれていた。WNWとESEについてみると, 4月初めから25日ごろまでは, 風向のちがいによる出現頻度が明らかに認められ, WNW方向はESEより高い値を示し, WNWは, 約20%内外で経過しているのに対し, ESEは10%以下のかかなり少ない出現頻度を示していた。ところが4月25日以降5月末までは, WNWとESEが, ほとんど同じ値となって経過している。

に1回ぐらいのあらわれかたとなっている。つぎに10m/sec以上の強風についてみると, 4月から5月までの全期間20%以下で, しかも4月末から5月末までは, 10%以下の極めて少ない出現頻度を示し, 10年に1回のあらわれかたとなっているので, この時期頃からは, あまり大きな強風が, あらわれなくなっていることが明らかになった。

以上のことから, 4月中は, 強風のあらわれやすい時期となっていることが認められるので, 4月半ばの早植に際しては, 強風対策としての水管理には, 充分注意する必要がある。



第4図 4, 5月の日別最大風速の出現頻度(仙台)



第5図 4、5月の日別風向の出現頻度(仙台)

2年に1回以上あらわれる風向となっていたが、5月半ばからは、40%以下となっていた。一方S、E、SE、ESE、SSE方向の場合をみると、4月初めから5月末まで、徐々に高い出現頻度となり、それが約25%から75%までに達し、NからW寄りの風向と反対の出現頻度の経過を示していた。なお4月20日ごろからは、SからE寄り風向の出現頻度とNからW寄りの風向の出現頻度が入り交り、SからE寄りの風向が高くなっていることが特徴となっている。

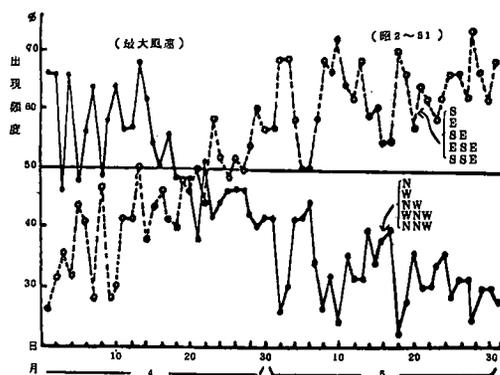
また4月20日から4月30日までの、早植当初の風向別出現頻度を、16方位でみると、第7図にみられるとおりでである。これによると風向は、SSE>WNW>SE>NW>NNW>W>S>ESE>N>Eの順となり、その他の風向では、極めて少ない出現頻度を示していることが認められた。

以上、最大風速時の風向別出現頻度について調査したが、とくに4月20日から4月30日までのあ

一方SSEとNNWの場合をみると、NNWは、4月初めから徐々に少ない出現頻度となっているのに対して、SSEは反対に4月から5月末まで徐々に高い出現頻度を示し、4月10日頃では、NNWとSSEとが入れ替り、SSE方向は、この時期から20%以上の出現頻度となって、5年に1回以上のあらわれかたで経過している。しかしNNWは、全期間20%以下で、しかも4月10日以降は、ほとんど10%以下の場合が多くなっていることが特徴であった。

なお、NE、SW、ENE、WSW、NNEの風向は、4、5月の期間中あまり、あらわれることがなかった。

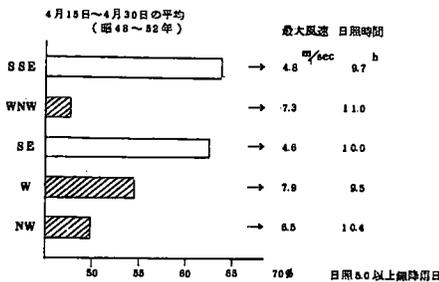
以上それぞれの風向別出現性について述べたが、更にこれらの主な風向を大別して、4、5月の日別出現頻度を比較したのが、第5図である。これによると、N、W、NW、WNW、NNWを合せた場合の経過では、4月初めから5月末まで、徐々に少ない出現頻度となり、それが70%から20%までの範囲となっていた。なお4月初めから4月15日までは、かなり高い50%以上で、



第6図 4、5の日別風向の出現頻度経過(仙台)

いで、SSEの出現頻度が、もっとも高い値を示している点に注目する必要がある。すなわち空気湿度は、風向別によって、かなりのちがいがみられるわけで、それをみたのが、第8図である。これによると、この期間中に比較的風向出現頻度の高い場合の湿度をみると、SSE、SEの場合が60%以上となっているのに対して、WNW、W、NWなどでは、55%以下で、とくにWNWでは、50%以下となり、もっとも高い湿度を示したSSEともっとも低いWNW方向との差は15%以上のちがいがみられた。

この様な風向別による湿度のちがいは、当然田植当初におけ



第8図 風向のちがいによる湿度の比較(仙台)

る苗の生育にも大きく影響するわけである。したがって、強風時の風向についても充分検討した上で、田植を実施することも大切なことと思われる。

4 む す び

昭和2年から51年まで宮城県仙台市、(仙台管区気象台)の4、5月における、日別風向、風速(最大風速)の変動性および出現性について、調査した結果は、次のとおりである。

田植期間中の4、5月の風速の平均では、全期間4 m/sec から7 m/secで、それが4月初めから5月末まで、徐々に少ない風速となっている。極大値は、10 m/sec から20 m/sec を示し、極小値は、全期間2 m/sec内外となっていた。

変動経過について変動係数からみると、4月10日ごろから4月末までや5月10日から20日ごろまでの変動が大きく、不安定な時期となっているので、田植時の管理には、充分注意する必要がある。

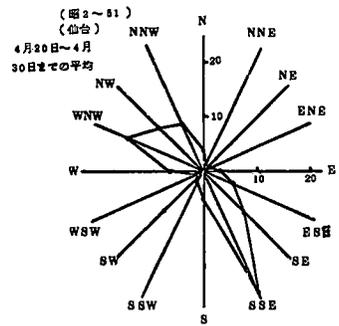
強風の出現頻度で、最大風速8 m/sec以上の場合、4月が20%以上となっているが、5月に入ると20%以下で5年に1回以下のあらわれかたとなる。10 m/sec 以上でみると、全期間20%以下で、5月は10%以下の10年に1回以下となる。

風向別の出現頻度では、それぞれ風向によって相違があるが、大別して4、5月の経過をみると、NからW寄りの風向は、4月から5月末まで、徐々に少ない出現頻度となっているが、SからE寄りの場合では、反対に徐々に多い出現頻度を示している。なお4月半ばから末にかけての、早植時の風向別出現頻度は、SSE>WNW>SE>NW>NNWの順となり、この時期の風向別相対湿度では、SSE、SE向の方がWNW、NW、W方向より高い湿度を示し、もっとも高いSSEと低いWNWとの差は、15%以上となっていた。

以上のことから4月半ばから5月初めにかけては、強風のあらわれやすい期間となっているので、防風対策が望まれる。また風向によって、湿度にちがいがあるので、この点についても、充分検討した上で、田植を実施することも極めて、大切なことである。

5 引用文献

1) 日野義一・千葉文一 (1975) : 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究



第7図 早植時期の風向別最大風速の出現頻度

第 1 報 初期の気象と水稲生育について，東北農業研究，第18号．

2) 日野義一・千葉文一（1976）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究．

第 2 報 本田期間中の生育時期別気象の特徴・東北農業研究，第19号．

3) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究．

第 3 報 田植期間中の日別日照時間の変動性について，東北の農業気象．第22号，37～40．

4) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究．

第 4 報 田植期間中の日別気温の変動性について，東北の農業気象 第22号，41～44．

# 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究

## 第6報 減数分裂時期の日別気温の変動性について

日野 義一

(宮城県農業センター)

### 1 はじめに

宮城県の水稲栽培で、これまでより更に安定した生産と向上をはかるため、4月半ばのかなり早い時期の田植について、検討してきたが、実際これまでの田植時期より20日も早いため、従来より、生育が進み、出穂も早まることから、減数分裂時期の低温障害も予想されるので、本報では、6、7月における日別気温の変動および低温の出現性について調査したので、その結果の概要を報告する。

### 2 調査方法の概要

本調査は、昭和2年から50年まで、宮城県仙台市（仙台管区气象台）の6、7月における、日別気温の観測資料を用いた。

なお出穂状態については、宮城県名取市、宮城県農業センターにおいて、昭和50、51、52年の早植（4月20日植）および標準植（5月10日植）の試験結果を用いた。

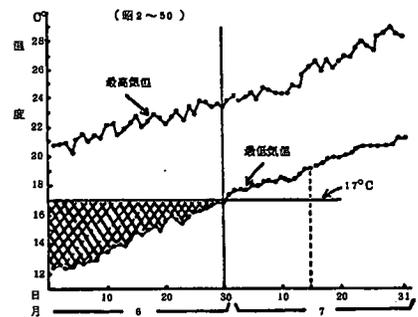
### 3 調査の結果

#### 1) 気温の変動経過

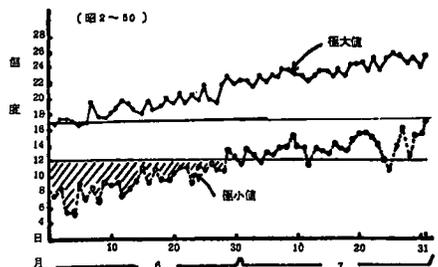
昭和2年から50年までの平均値による、6、7月の日別気温の経過をみると、第1図に示したとおりである。これによると気温は、日別によって相違がみられるが、最高気温の6月初めから7月末までに、約20℃から29℃の範囲となり、その間9℃の上昇がみられた。一方最低気温についてみると、約12℃から21℃までとなつて、9℃の差があり、最高気温と同じ値の昇温範囲となつて経過している。

なお減数分裂時期の低温による障害発生の危険温度と言われている、17℃以下の期間を最低気温でみると、6月30日までは、低温障害発生の危険温度となつて経過している。ところが最高気温では、全期間、17℃以下の障害温度はあらわれなかった。

ところで6月から7月までのあいだに、それぞれ9℃の差があったので、1℃昇温するに要する日数は、6～7日かかることになるが、実際は、その日、その日でかなり変動が大きいわけである。そこで6月から7月の日別最低気温を極大値と極小値についてみたのが、第2図である。これによると、極大値では、17℃から25℃までの範囲となつて、低温障害発生危険温度の17℃以下の値は、あらわれていないが、極小値でみると、5℃から17℃までとなつて、

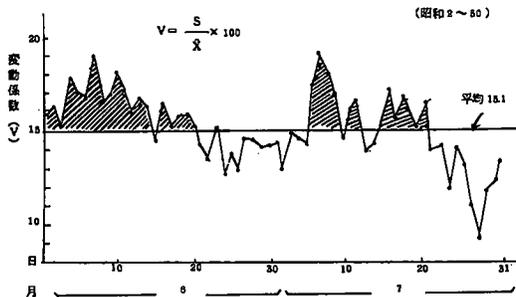


第1図 6、7月の日別気温の経過（仙台）

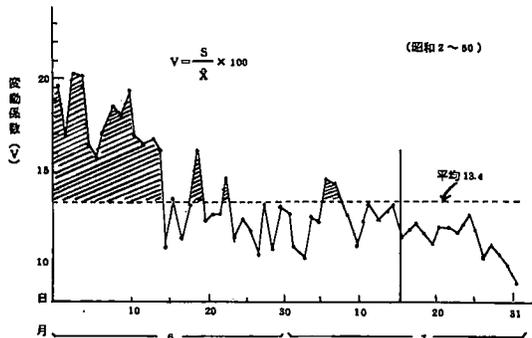


第2図 6、7月の日別最低気温の極大、極小値の経過（仙台）

極小値による、減数分裂時期の低温発生危険温度は、6、7月の全期間中にあらわれていることになる。つぎに活着限界気温と言われている、12℃以下をみると、6月の期間中の極小値にあらわれていることが認められた。なお最低気温の極大値で、もっとも高い値を示した、7月末の値と、極小値で、もっとも低い値を示した6月初めの値との差は、20℃もあり、かなり変動の大きいことがみられる。



第3図 6、7月の日別最高気温の変動経過(仙台)



第4図 6、7月の日別最低気温の変動経過(仙台)

そこで6、7月の日別最高、最低気温の経過を、変動係数でみると、第3、4図に示したとおりである。これによると、最高気温では、6月初めから6月20日ころまでと、7月5日ころから7月20日ころまでの変動が大きく、6月20日から7月5日ころまでは、やや変動が小さくなって経過し、更に7月20日以降では、期間中もっとも小さい変動となっていることが認められる。

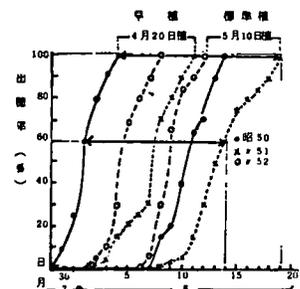
一方最低気温の場合についてみると、6月初めから7月末まで徐々に、変動が小さくなっている。しかし日別変動をみると、6月初から15日ころまでは、かなり変動が大きく、その後急に小さくなり、更に7月15日以降は全期間中もっとも小さく安定した経過を示している。

以上のことから6、7月の気温変動の特徴として、6月初めから15日ころまでは、最高、最低気温とも変動が大きく、不安定な時期で

あり、7月20日から末は反対に、最高、最低とも変動が小さく安定した時期となっていることが認められた。

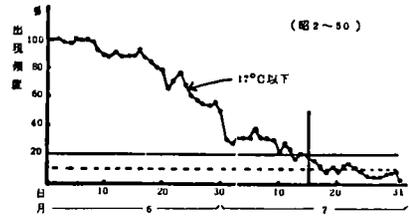
## 2) 出穂時期と低温出現の日別経過

あらかじめ減数分裂時期を想定する必要から早植(4月20日植)と標準植(5月10日植)について、昭和50,51,52年の出穂経過をみると、第5図に示したとおりである。これによると標準植の出穂でもっとも早いのが、出穂始め8月6日、出穂期(出穂率60%)、8月9日、出穂揃8月12日となっているのに対して、早植でみると、出穂始めが7月29日、出穂期8月2日、出穂揃8月4日となって、4月20日植は、従来の宮城県における標準植より、約8日ほど早めになるので、当然減数分裂時期も、これまでより早まることを考慮してみると、丁度7月20日ころがもっとも早い減数分裂期に遭遇することになるので、前述の気温の変動経過からみると、最高、最低気温、とも安定した時期からになるので、極めて有効な気象の経過となる。しかしなが



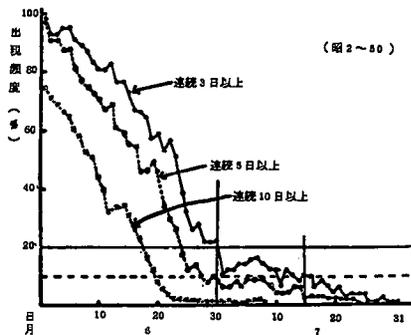
第5図 早植および標準植の出穂状態(農業センター)

ら、従来の田植時期に比べて、生育がかなり進む点から、減数分裂時期の低温障害発生危険温度の出現性を検討する必要がある。そこで一般に言われている障害危険温度17℃以下の出現頻度を日別経過でみたのが、第6図である、これによると、6月中の出現頻度は、いずれもかなり高い、60%以上を示しているが、7月に入ると急に低くなり、とくに7月15日以降では、約10%となり、これは10年に1回のあらわれかたとなって、経過している。したがって早植（4月20日）の出穂期が8月2日ころになれば、減数分裂時期に17℃以下の低温障害発生の危険温度は、10年に1回は遭遇することになる。しかし17℃以下の日が1日ぐらいあらわれても、あまり影響がないとすれば、4月20日植の早植でも、宮城県における中生種のササニシキで、仙台の気象条件からは、あまり問題にならないことになる。そこで17℃以下の最低気温が連続3日間、5日間、および10日間以上の場合を出現頻度でみると、第7図に示したとおりである。これによると連続3日間以上の場合では、6月25日ころまで50%以上の値で経過していたが、その後急に少ない値を示し、6月末では約20%の5年に1回の出現となり、7月に入ると20%以下で、更に7月15日以降は、10%以下とかなり出現頻度は低い。



第6図 6、7月の日別最低気温の出現頻度（仙台）

つぎに連続5日間以上についてみると、6月25日ころまでは、20%以上となっていたが、6月末からは10%以下で、更に7月15日をすぎると、5%以下となって経過し、7月25日以降では連続5日間以上の日はみられなくなる。



第7図 6、7月の日別最低気温17℃以下の出現頻度（仙台）

なお連続10日間17℃以下のあらわれる期間についてみると、6月20日ころまでには、すでに10%以下の値を示し、かなり出現頻度が低くなり、7月10日過ぎには、連続10日間17℃以下を示す様な最低気温の日があらわれなくなっている。

以上のことから、6月中は、かなり17℃以下の低温障害発生の危険温度が連日あらわれやすい時期となっ

ていたが、7月に入ると、あまりあらわれないことが認められた。したがって7月半ば以降になれば、あまり仙台の場合では、最低気温17℃以下の連続日があらわれない。

### 3 む す び

昭和2年から50年までの宮城県仙台市（仙台管区气象台）の6、7月における、日別気温の変動性について調査した結果は、次のとおりである。

6、7月の最高気温では、全期間約20℃から29℃となって、この期間中における最高気温では、減数分裂時期の低温障害発生温度とされている、17℃以下の値はあらわれない。

最低気温では、約12℃から21℃までとなり、17℃以下の危険温度は、6月30日まであらわれる。

最低気温の極大値では、約17℃から25℃までとなり、極小値では、約5℃から17℃までとなり、全期間17℃以下の低温障害発生の温度が、あらわれることになり、更に田植時の活着限界気温と言わ

れている、12℃以下も極小値では、6月末までみられる。

日別の変動経過を変動係数でみると、最高気温は、6月初めから20日ころまでと、7月5日から20日ころまでの変動が大きく、6月20日ころから6月末と7月20日以降は変動が小さく、安定した経過を示している。最低気温では、6月初めがかなり変動が大きく、その後徐々に少なくなり、7月20日以降は、変動の少ない安定した経過を示している。したがって6、7月の気温変動の特徴は、6月前半が変動が大きく、7月後半は安定していることがみられる。

減数分裂時期の低温障害発生の危険温度と言われる、17℃以下の出現頻度、20%以下は7月15日以降である、なお17℃以下連続3日間以上の出現頻度では、6月中60%以上と、かなり高いが、7月に入ると急に小さく、7月15日以降10%で10年に1回以下のあらわれかたとなる。また連続5日間、10日間17℃以下を示す期間は、いずれも6月中に10%以下の出現頻度となり、更に7月15日以降では、連続5日間以上で5%以下となり、連続10日間以上ではあらわれない。したがって宮城県の中生種（ササニシキ）で早植（4月20日）栽培の減数分裂時期は、7月15日以降になるので、低温障害発生の危険温度としては問題にならない。

なお本報は、減数分裂時期における気温について述べたが、今後は、登熟期間中における、気温、日照時間の変動性についても検討を加えて行きたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 日野義一・千葉文一（1975）：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第1報、初期の気象と水稻の生育について、東北農業研究，第18号。
- 2) 日野義一・千葉文一（1976）：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第2報、本田期間中の生育時期別気象の特徴、東北農業研究，第19号。
- 3) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第3報、田植期間中の日別日照時間の変動性について、東北の農業気象，第22号。
- 4) 日野義一（1977）：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第4報、田植期間中の日別気温の変動性について、東北の農業気象，第22号。
- 5) 日野義一・千葉文一（1973）：宮城県における田植期間の気象的特徴について。  
東北農業研究，第16号。
- 6) 日野義一・千葉文一（1972）：異常気象時における水田温度と水稻の生育 —昭和46年の4月から5月初めの異常低温について、東北の農業気象，第17号。
- 7) 日野義一（1978）：水稻栽培の気象条件と早植 —初期温度と地域性—、東北農業研究，第21号。
- 8) 日野義一・文葉文一・宮本硬一（1972）：稲作期間中における水田温度と露場気象に関する研究。第1報、早期稚苗移植田の初期温度と露場気温、東北農業研究，第13号。

## 昭和 51 年山形県における水稲冷害に関する一考案

吉田浩・斉藤孝一・下田英雄・山崎栄蔵・神保恵志郎・斉藤昭四郎・大竹俊博・後藤清三

(山形県立農業試験場)

### はじめに

昭和51年の山形県における作況は、近年では昭和46年の作況指数90に次いで低い92を示し、県平均10アール当り単収では、50年の豊作年次に対して(612kg/10a)511kgと101kgもの減収となった。

また栽培方法では、機械移植栽培が面積比で92%と普及拡大し、名実ともに機械化一貫体系が確立して初めての不作であることから、早急な対応が必要となった。県農試では本支分場をあげ、冷害実態の調査と解析を行ない対応をはかろうとした。本報告はこれらで得られた知見である。

### 1 作況ならびに生育の特徴

51年における栽培的な特徴を見ると、移植期・栽植密度は、機械移植の普及にともなって早植・密植となっているにかかわらず、出穂期・刈取期が大巾に遅延している。これに対して46年の冷害年次では、育苗期の低温による苗代被害が苗質低下と苗不足を来し、このため晩植と疎植化した場合と対照的である。しかし、このことから機械移植の冷害抵抗性の弱さの一端がうかゞわれる。

生育相では、穂数や全粒数など生育量そのものは平年を上廻って獲得されたが、登熟歩合・千粒重などでの低下が特徴的である。したがって、46年の冷害が苗被害が主因となり生育量不足や生育の軟弱徒長が減収となったのに対し、51年は生育量そのものは十分にとりながらも、登熟時の低温により減収したもので、山形県では過去に数少ない冷害の様相を示した。

しかし、このため登熟期の気象条件の比較的良好な平坦部では減収程度は少なかったが、不良条件の県最北地帯や一般的な中山間部以上では、生育量の大きいほど登熟の低下を来し減収を大きくしたが、機械移植の全県的な普及にともない、これら不良環境地域での冷害対応を急ぐ必要のあることが、再認識された。

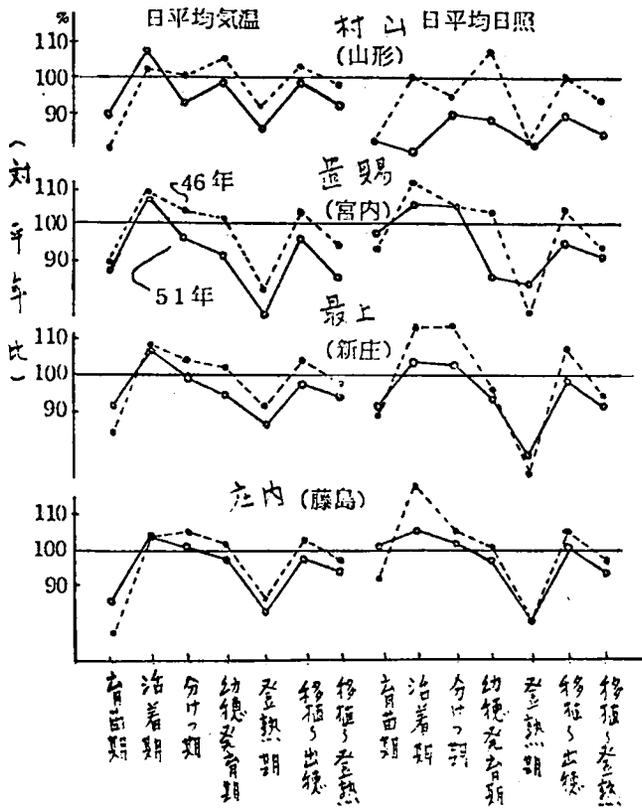
第1表 作況ならびに生育の特徴

(県計、山形統計情報事務所)

項目 年度	作況 指数	10a当り 収 量	栽 培 盛 期			株 数 (株/m <sup>2</sup> )	穂 数 (本/m <sup>2</sup> )	㎡当り 全粒数 (百粒)	登熟歩合 (%)	玄米千粒量 (g)
			移植期	出穂期	刈取期					
昭和51年	92	511 <sup>kg</sup>	月日 5.17	月日 8.13	月日 10.10	22.2	494	341	77.4	21.1
50年	112	612	.18	.6	9.25	22.2	452	351	83.0	21.3
46年	90	500	.31	.10	.29	20.7	405	330	69.1	21.5
平 年	—	—	.23	.9	.27	22.0	452	338	76.4	21.3

### 2 稲作期間の気象特徴

稲作期間の気象は、全般的に平年に比較して優ったのは活着期である。その他は低温少照傾向を示



第1図 稲作期間の気象

以上で活着期は5月中旬から6月上旬まで高温多照で経過し、さらに分けつ期も平年に近い気象となったので、活着は平年よりも良好な生育でスタートし、草丈の伸長は大で茎数は多目に獲得できた。

その後、6月下旬から7月中旬にかけて低温が入り、7月1日には県内でもっとも気象条件の良い山形で最低気温7℃を記録し、極値を更新している。この低温は、丁度幼穂形成始期に入りはじめた稲の生育を停滞させ、出穂期頃の低温とともに51年の特徴となった出穂遅延の主要因となった。

7月下旬梅雨あけとともに高温多照となったが、前記のとおり8月4日から各地で平均気温20℃を下廻る低温となり、出穂が停滞したままや、出穂期間が1週間以上にわたる現象が各地でみられた。このため出穂は平年より県平均で4日おくれ、46年比でも3日遅延した。さらに刈取期は13日おくれ、登熟日数が50日以上となるなど、異常生育となった。

地域別の作況指数は、村山92、最上90、置賜88、庄内95であるが、とくに作況の低い最上、置賜では登熟期間の低温もさることながら、日照時間の少ないことが特徴的である。

### 3 登熟期間の気象と作況との関係

以上のように、51年の冷害は出穂から成熟期にかけての低温被害であるが、これを気象的な面でみると次のとおりである。

市町村別の玄米単収と、これを代表するとみられる気象観測所における出穂後40日間の気象との関

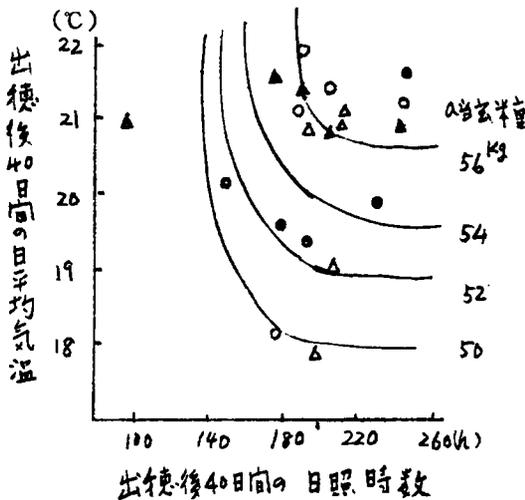
し、とくに育苗期、登熟期の低温少照が特徴的である。すなわち、近年で最も減収した46年と比較して育苗期では、やや気温は高いが、その他の生育期ではすべて下廻っている。本年の減収を決定的にした出穂から登熟期にかけては、県下各地域とも8月の日平均気温は平年より約3℃低く、日照時間では110~150時間て平年の50~60%、雨量は逆に200~270%であった。9月も引きつづき1℃低く、この低温傾向は、8月4日から10月中旬まで継続し(とくに著しいのは9月中旬まで)各地で気象上の最低極値を更新したり最大値を示した。

これらを経時的にみると、育苗期では4月下旬から5月上旬に低温少照が入ったが、46年と異なり機械移植用苗のため、保温管理がゆきとどき被害を最少限度にした。

次いで活着期は5月中旬から6月

係をみたのが第2図である。これで収量水準別の気象条件をみると、50kg/aでは日平均気温18℃、日照時数140時間程度であり、54kg/aでは19.5℃、160時間、56kg/aで21℃、200時間程度とみられた。また作況指数と気象条件との関係を見ると(第2表)、日平均気温とは大体相関がみられるが、日照時間単独では認められない。すなわち、同一気温下では日照時間の多少が作況への相関は高いが、地域的または局所的な少照地帯があり、これが減収度を大きくしており、今後の栽培計画にも、この点を考慮に入れた対応の必要性が認められた。しかし、作況指数と気象との関係を概括的にみると、出穂後40日間の日平均気温は作況指数80%で19℃以下、90%で20℃、100%で21.5℃以上とみられ、日照時数は80%で150時間以下、90%で200時間、100%では250時間以上と推定できる。

また51年は登熟日数が延長したが、これは稲体の損傷のない場合は刈取りを延長することにより減収を少なくすることができることを示しているが、この場合の登熟限界温度は品種により若干異なるが(稲体の損傷の少なさと関係する)、半月の平均気温で13℃(最低気温9℃、最高18℃)程度とみられる。



第2表 出穂後40日の気象と作況指数との関係(1976)

項目	日平均気温	日照時数	登熟量示数
地域			
村山	0.895**	-0.232	0.728*
最北	0.485	-0.229	-0.393
置場	0.328	-0.269	0.784*
庄内	0.989***	-0.040	-0.318
県全体	0.696***	0.046	0.529*

1. 玄米量・作況指数は市町村別。
2. 気象は上記該当の農業観測所データによる。

第2図 玄米収量と出穂後40日間の気象との関係(1976)

#### 4 栽培条件別の要因解析

##### (1) 品種

品種により登熟期の低温による減収率が異なるが、本県の主要品種をみると、減収率10%は出穂後40日間の日平均気温でササニシキは20.5℃。キヨニシキ、やまてにしき19.5℃と推定される。これを県下で51年の気象下で栽培可能なのは、標高200m以下の平担で8月3半月以内に出穂できる場合である。しかし不良環境地帯の最北地域では、平担部でも8月5日以前に出穂することが条件となるので実際には栽培不可能となる。キヨニシキは標高250mまでで8月20日以前に出穂させることで栽培可能である。やまてにしきは、キヨニシキと温度条件では同じだが、登熟速度の早いこと、いもち病抵抗性をもっていることで標高350mまで実際は栽培可能なことが推定できる。さらに350m以上では(県内では約2,000ha)極早生種の導入の必要なことを認めた。

51年における品種の問題点として、不適地への拡大があげられる。これを以上から推定すると、約2,500ha（うちキヨニシキ1,300ha、ササニシキ500ha）とみられた。

第3表 登熟の限界温度について（1976）

項目 品種名	登熟限界に達した半月の気温		
	最高	最低	平均
ササニシキ	17.5℃	9.3℃	13.5℃
キヨニシキ	16.6	7.9	12.2
やまてにしき	18.6	9.7	14.2
平均	17.6	9.0	13.3

(2) 苗, 移植期

近年における最大の技術革新ともいえる機械移植栽培は、51年の気象下で出穂期を成苗と比較すると、稚苗では約10日、中苗（3.5葉苗）では約7日遅延している。これは平年より約5日おくれておりこの分が成苗より耐冷性の低下があるものとみられる。

これを51年度の気象下で減収率0%とする出穂期で、県下における栽培地帯を区分すると、標高200m以下の平担（最北地域を除く）では、ササニシキ（中生）程度の稚苗を用いた場合の移植限界は、5月23日頃で、実際にはほとんど完了している時期なので問題はない。

そこで、県下中山間部（標高200～350m）や最北地域では、キヨニシキ中苗、やまてにしき稚苗で5月10日、やまてにしき中苗で5月17日となり、実際のこの地帯の移植は5月10日が始期であることから良苗（中苗が望ましい）の適期が必要である。

第4表 品種別の登熟気温と減収率ならびに苗別の出穂遅延程度（1976）

項目 品種名	出穂後40日間の日平均 気温と減収率				出穂遅延日数（成苗対比）							
					稚苗（2.5葉）				中苗（3.5葉）			
	18℃	19℃	20℃	21℃	平担	中山間	山間	移植～ 出穂積算 気温 ℃	平担	中山間	山間	移植～ 出穂積算 気温 ℃
ササニシキ	40%	25%	12%	4%	11日	8日	6日	1820	7日	4日	4日	1730
キヨニシキ	38	18	4	0	10	8	5	1760	6	4	3	1670
やまてにしき	31	15	6	2	10	9	7	1670	6	5	4	1600
平均	36.3	19.3	7.3	2.0	10.3	8.3	6.0		6.3	4.3	3.7	

むすび

機械移植の急速に普及した48年から50年までは、気象的に恵まれたこともあり、問題も少なく拡大し、また品種も平担部品種の高標高への作付が増加傾向にあった。しかし、異常気象の発現が予想されている近年において、51年の気象はこの意味において重要であった。この経験を十分に活かし、今後の異常気象において、その被害を出来るだけ少なくすることが急務と考えるものである。

## 冷害気象と稲作技術の評価

### 第5報 高冷地、海岸冷涼地帯における51年水稲冷害の実態

— アンケート調査を中心に —

永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道・山田知明

(青森農試)

#### 1 はじめに

昭和51年は田植直後から6月末までの高温多照による初期生育は良好だったが、8月はじめから10月中旬まで低温少照となり、このため出穂遅延、開花授精障害、登熟障害により県作況指数は91、上位等級米比率も目標の60%を大きく下廻る8%台にとどまった。51年冷害は機械移植後はじめて経験した冷害でもあり、その冷害も平坦部では遅延型冷害が多く、高冷地や海岸冷涼地帯のような不良環境地帯では、冷水害と穂ばらみ期から続いた低温による出穂遅延と登熟期の低温により、遅延型と障害型冷害を受けた。

ここでは、高冷地、海岸冷涼地帯の農家を対象に、今後の冷害防止対策、普及指導上の資料とするため、水稲冷害に関するアンケート調査を行ったのでその結果について報告する。

#### 2 調査地および調査農家の経営概況

51年の冷害は不良環境地帯の被害がとくに大きかったので、調査対象地は高冷地2ヶ所、海岸冷涼地1ヶ所とした。アンケート用紙の配布は11月上旬で回収は11月下旬までに行ったが、未記入の項目についてはきまとりにより補足した。調査時期がやや遅れたので農家は冷害による減収を出稼ぎで補うため経営主も出かけてしまった農家もあり、それらの農家は調査不能の場合が多かった。

調査地の概況、調査戸数および調査農家の経営概況を下表に示した。

調査集落と調査戸数および調査農家の経営概況

調査集落	区分	標高(m)	調査戸数	家族数(人)	農従者(人)	経営者令	耕地面積(a)					水田比率(%)
							計	水田	普通畑	そさい	果樹	
平賀町小国	高冷地	350	47	5.4	1.9	49.3	98.5	75.5	14.8	5.8	2.3	76.6
黒石市厚目内	"	380	12	4.8	2.2	54.8	179.9	55.4	44.4	67.5	12.6	30.8
蟹田町下小国	海岸冷涼地	3	31	5.6	2.0	52.8	254.2	233.2	10.1	10.9	—	91.7

平賀町小国部落(以下平賀という)は標高350mあるが、両側を山に囲まれた盆地状の所に水田が開けており、地形的には恵まれていて、50年の収量は多い人で600kg/10aを越えた人もあった。

一方、同じ高冷地でも黒石市厚目内(以下黒石という)は平賀より標高が30m高いうえ、台地に水田があり風が強く吹き抜け、気象条件はさらにきびしいものとなっている。また、蟹田町下小国(以下蟹田という)は津軽半島北部に位し、「やませ」の影響を強く受け、かつては冷害常習地とさえいわれたが現在は品種、栽培法の改善、さらには農家の努力もあってかなり安定した収量を得るようになってきている。

調査戸数は平賀が47戸（全農家の90%）、黒石は12戸（同40%）、蟹田は31戸（同90%）であった。経営主の平均年齢は平賀が49.3才、黒石54.8才、蟹田52.8才であり、また、耕作面積は平賀が98.5a、黒石177.9a、蟹田254.2aで水田比率はそれぞれ76.6%、30.8%、91.7%で黒石は自給米生産が主で蟹田は水田単作地帯である。

### 3 調査の結果と考察

#### 1) 調査地の収量階層別比率と品種構成

調査結果を表1に示した。平賀、黒石では10a当り収量が0～1俵（60kg）が90%以上で冷害により潰滅的な打撃を受けたことがわかる。両地とも部落全体の飯米が3月末までしかなく、冷害による所得減を出稼ぎで補うため、この調査を実施した11月はじめは既に出稼ぎに行ってしまった後か、寸前の農家が多かった。蟹田では育苗に失敗し、晩植となり、皆無作になった農家以外は8、9月の記録的な低温にもかかわらず5俵（300kg/10a）以上の収量を得ており、8俵（480kg/10a）以上と平年並の収量を得ていた農家が約1/4もあった。

品種構成をみると、平賀ではレイメイが圧倒的に多く、県の奨励品種の早生種であるオイラセ、シモキタは11%強にすぎない。これはオイラセ、シモキタでは出穂期が早すぎ、レイメイではやや遅いが、50年の異常残暑でレイメイが多収となったことからこの品種の作付比率を大きくしたという。また、黒石では民間育成の「かにた3号」や「いそひかり」が40.8%もあり、ふ系系統や北海道の品種、系統を含めると60%以上になる。蟹田でもシモキタは13.8%にすぎず、「かにた3号」、青系67号、ふ系系統で78%以上あり、高冷地や海岸冷涼地等の気象条件のきびしい地帯に適応した品種の開発、普及が充分でなかったことを示している。

表1 調査集落の階層別収量の比率と品種構成（%）

町村	収 量 (俵/10a)							品 種 構 成 (%)							
	0～1	1～2	2～3	3～5	5～7	7～8	8～	オイラセ	シモキタ	レイメイ	ふ系	青系	民間	北海	その他
平賀町	91.9	2.7	2.7	—	2.7	—	—	7.3	4.0	65.5	—	—	—	1.6	21.6
黒石市	90.0	—	10.0	—	—	—	—	—	—	—	7.5	—	40.8	12.8	38.9
蟹田町	3.3	—	—	—	29.0	41.9	25.8	—	13.8	—	53.4	16.7	8.1	—	8.0

注 ふ系：ふ系106, 108, 109, 110号の合計、青系：青系67号、民間：かにた3号、いそひかり

#### 2) 育苗法、水管理の実態

育苗法別、移植法をみると、平賀では成苗手植、中苗機械移植がそれぞれ48.8%、稚苗機械移植が2.4%で今後は機械移植（中苗）が増加する傾向にある。黒石では気象条件のきびしいこともあって成苗手植が圧倒的に多く、今後もこの傾向は変わらないと思われる。また、蟹田では成苗手植と中苗機械移植が2：1となっている。しかし、ここにも平賀同様、中苗機械移植に移行しようとしているが、当分は成苗手植を続けると断言する農家もあった。その理由としては育苗、補植に意外に労力がかかること、初期の水管理に苦勞し、出穂遅れで51年のように減収するのであれば、田植労力がかかっても總体的に成苗手植の方がよいとしている。

一般水管理は高冷地では地形上、沢水の掛流しが多いが、蟹田では73%以上も押上灌漑をし、さら

に低温時の深水灌漑を68%以上も実施しているが、平賀では36.7%，黒石で58%で蟹田に比較して少ない。中干しについてみると、平賀で50%，黒石で36%実施しているが、蟹田では13.8%と少ない。

落水時期は平賀、黒石では出穂後21日以降のものが多かったが、蟹田では出穂後16~20日落水が22.6%もあったが、これは湿田のため秋作業の関係で止むを得ず落水したケースが多く、その他はできるだけ落水時期を遅らしたとしている。

表2 育苗法・水管理等

町村	育苗法						水管理								落水時期(出穂後)			
	成苗		中苗		ハウス	雑苗	一般水管理				深水		中干し		10	16	21	25
	ト	折衷	ト	折衷			樹	流し	押	水	その他	実施	無	実施	無	5	15	20
平賀町	12.3	36.5	9.7	39.1	-	2.4	84.8	15.2	-	36.7	63.3	50.0	50.0	-	23.3	30.0	46.7	
黒石市	58.3	33.3	-	8.4	-	-	66.7	8.3	25.0	58.0	42.0	36.3	63.7	-	-	22.2	77.8	
蟹田町	62.5	-	31.3	-	6.2	-	23.3	73.4	3.3	68.0	32.0	13.8	86.2	6.4	22.6	16.1	54.7	

3) 冷害を助長した原因

冷害の原因は8月4日以降の記録的な異常低温少照によるが、さらにそれを助長させた原因としてとりあげられたのは、平賀、黒石の高冷地では第一に品種選定の誤り、第二に水管理、第三に施肥量が多すぎたことがあげられ、蟹田では第一に施肥量が多すぎたこと、第二に品種選定、第三に水管理をあげている。機械移植については全体として今更手植に逆戻りすることはできないとの考え方が多かった。

表3 冷害を助長した原因

町村	品種選定			機械移植			施肥量			遅植			水管理			病虫害		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
平賀町	78.1	8.6	10.7	3.1	14.3	10.7	9.4	37.1	17.9	6.2	14.3	14.3	3.1	25.7	32.1	-	-	14.3
黒石市	75.0	25.0	-	25.0	-	-	-	25.0	20.0	-	12.5	-	-	37.5	40.0	-	-	40.0
蟹田町	14.8	26.9	15.0	11.1	3.8	-	59.2	26.1	-	3.7	11.5	15.0	7.4	11.5	40.0	3.7	-	20.0

4) 今後とくに注意する事項

昭和51年の冷害を教訓に今後注意する事項としてあげられたのは高冷地では当然のことながら品種、第二に健苗の育成、第三に施肥量(全体的に減肥しようとする動きがみられた)、第四に水管理の合理化をあげている。

表4 今後とくに注意する事項

町村	品種選定			健苗育成			機械移植			施肥量			病虫害防除			水管理の合理化		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
平賀町	80.6	3.1	3.1	12.9	34.4	25.0	-	6.3	3.1	6.5	34.4	12.5	-	9.4	6.3	-	12.5	40.6
黒石市	70.0	18.2	-	20.0	45.4	11.1	-	-	-	-	-	22.2	-	-	-	10.0	18.2	22.2
蟹田町	44.8	16.7	-	31.0	36.7	13.3	-	3.3	-	20.7	26.7	26.7	-	6.7	6.7	-	6.7	30.0

5) 昭和51年の冷害について農協、自治体、国、試験場等への意見、要望等

各地の要望事項は、生活面では税の減免や肥料代金の補助、すでに受取って一部使用した販売予約金の返済時期の延長などがあり、技術面では種子の無償配布や適品種のあっせん、技術指導上の一層

の強化、長期予報の活用（より早目に現地に情報を流す）があげられ、試験場に対しては高冷地、海岸冷涼地帯向け品種の早期開発、展示ほを兼ねた試験田の設置、高冷地の気象観測の実施等がある。

今年の冷害について農協、自治体、国、試験場等への意見、要望等

i) 平賀町

農協へ 肥料代金の補助、販売予約金の返済猶予、肥料設計等の技術指導。

町へ 町民税、健保掛金の大幅な減免、種子の配布、早い救援を。

県へ 農業政策の確立とその実施、長期予報を早目に知らせてほしい。

国へ ネコノ目農政でない農政を、農産物の価格補償制度の確立。

普及所、試験場へ 高冷地向き品種の開発普及、普及所、農協、町、試験場が一体となって効果のある指導を、現地に展示ほを兼ねた試験田を。

ii) 黒石市

温水ダムの設置を、気象観測の実施、指導の強化、税の減免、種子の配布、品種開発

iii) 蟹田町

農民と指導機関の対話を、種子の配布、長期予報を早目に、共済制度の改革、機械移植による確収技術の確立、早生品種の開発普及

4 おわりに

昭和51年の8月、9月は大正2年以来の記録的な低温少照となり、青森県の平坦部では遅延型の、高冷地および不良環境地帯では混合型の冷害となり、作況指数も91に低下し、上位等級米も8%台にとどまった。これは機械移植が普及してから始めて受けた22年ぶりの冷害であり、農民、行政、試験研究機関等の各方面に数多くの反省と教訓を残した。

今回の冷害に関するアンケート調査の結果からつぎの点が指摘された。

その第一は、高冷地や海岸冷涼地帯等のいわゆる不良環境地帯向きの品種開発、普及が必ずしも充分でなかったこと。

第二は、昭和50年の登熟期の高温多照が品種選定、高冷地への機械移植の導入、施肥量の増加を促し、冷害を助長させたこと。

第三は、技術指導する側、それを受入れる農家の両者に問題があったことである。アンケートの農家の行政への要望の中に技術指導をより強化、充実してほしいというのがあったが、現実には昭和40年代に殆んど各部落にあった農事研究会的な組織が消滅してしまったり、有名無実になっていたので指導の効果が非常に悪かったこと（今回の調査でも平賀、黒石では消滅していて蟹田だけが活動していた）。

第四は、これらの不良環境地帯が普及、行政、研究の面から必ずしも重視されていなかったことがあげられる。このことはとくに山間冷涼地帯に大きく、それが稲作技術の低下に拍車をかけ、被害を大きくしたものと考えられる。

以上が51年冷害に関するアンケート調査から得た反省と教訓であるが、今後ともこれらのことを忘れずに安定確収技術の確立、普及、実施に農民、行政、試験研究の三者が努力しなければならないと考える。

# 冷害気象と稲作技術の評価

## 第6報 農民記録からみた水稲冷害の地域性

和田 純二

(青森県農業試験場)

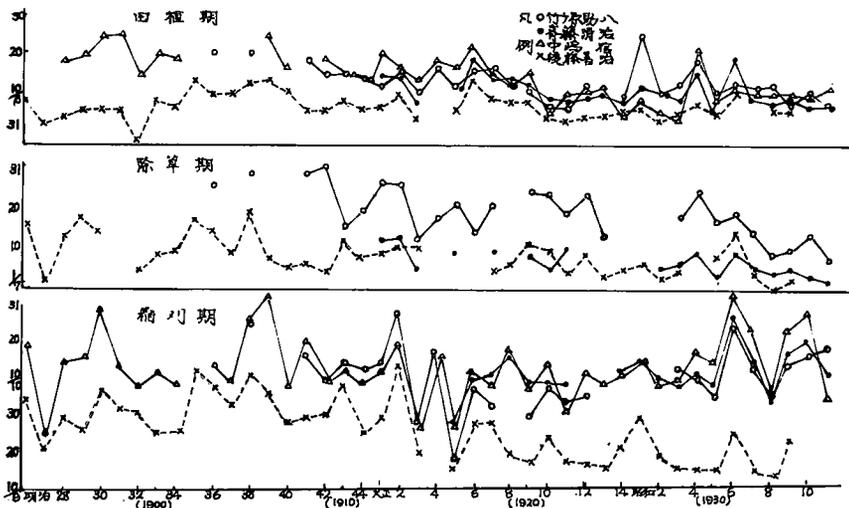
### まえがき

水稲冷害研究文献は、昭和10年ごろ以前の公刊のものが少なく、このことから農民日記、坪刈表などは価値ある研究素材となる。これらを探索し、過去の冷害の実相、発生機構、冷害気象などの解析にとって貴重な資料となるが、年々発掘が困難になりつつあるのが現状である。本報では、収集した日記 ①竹ヶ原助八(1877~1936)十和田市相坂(旧藤坂村) 明治26年~昭和11年の記録、②斉藤清治(1894~1987)南津軽郡田舎館村 明治45年~昭和40年の記録、参考として③後藤善治(1878~1938)山形県酒田市豊原 明治26年~昭和9年の記録(善治日記として東京大学出版会出版)を用い、さらに、坪刈表は中嶋勝次郎(1858~1923)、中嶋信(1895~)上北郡天間林村 明治24年~昭和21年の中嶋農場の坪刈記録を加え、これらの資料から水稲冷害の地域性の視点から検討したものである。

### 結果

#### 1.水田作業期日の変遷

明治中期から昭和初期に至る40数年にわたる主な作業期日の推移について検討したが、各作業期日は全作業期間の平均値で示した。図の欠落部分は、資料が現存していないためである。



図一 田植期、除草期、稲刈期の推移

田植期は、大正初期まで6月中旬前後、その後は6月10日前後に早まり、庄内の後藤家の田植期に近づいてきている。田植期のおそい年は、大正6年、昭和4年、同6年などで、苗代期の5月平均気温が10.3~11.3℃、平年値より1.7~2.7℃も低い。また、明治32年は、4~6月は稀にみる異常高温続きで、この時代としては著しく田植が早まっているのが、とくに目立っている。

除草期は、明治期から昭和初期にかけて次第に早まっているが、裏日本の斉藤、後藤両家にくらべ

て、冷涼な大平洋側の竹ヶ原家がおそく、両地域の差がよくあらわれている。

稲刈期は、青森県の三者はほぼ同傾向に推移しているのに対し、庄内の後藤家は早く、大正初期からは9月中旬となり、北東北と南東北と対照的な差をみせている。稲刈期の早晩と作況の良否との間に密接な関係があり、中嶋農場の例では、県作況指数70以下(66~19)8カ年の平均稲刈期が10月28日、110以上(110~122)8カ年の平均稲刈期が10月6日となっている。

### 2. 冷害年の主要作業日別稼働状況

日別の作業状況を冷害年の大正2年と昭和6年を、高温年の大正3年と昭和5年との比較(以下比較年と称す)を竹ヶ原、齊藤両日記から検討した(図-2, 3)。大正、昭和のそれぞれ豊凶兩年の田植期の差は、竹ヶ原家で3~6日、齊藤家では大正で7日、昭和で15日である。竹ヶ原日記には、

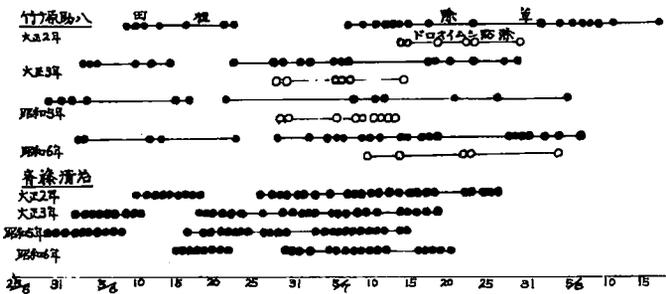


図-2 冷害年と高温年の田植、除草等の日別作業

大正2年苗立不良、一株本数を減らすとあり、齊藤日記には、昭和6年他家より苗を貰うとあり、両冷害年もとも苗出来が不良であったことがうかがわれる。

田植期間は、竹ヶ原家12~22日間、実働日数5~7日で、とくに、昭和期には、古田終了後

開田が晩植となり、田植期間が20日以上となった。齊藤家では、田植期間即実働期間でその日数が7~10日間である。

田植期から除草期までの日数は、竹ヶ原家33~41日に対し、齊藤家は21~22日と短い。実働日数も竹ヶ原家も20日以内に対し、齊藤家は18~28日と長い。10a 当り除草労力は、竹ヶ原家4.5人、三番

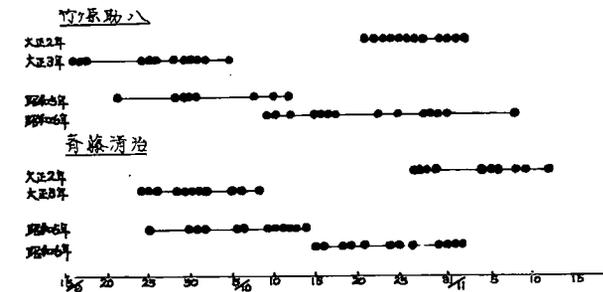


図-3 冷害年と高温年の日別稲刈作業

除草まで、齊藤家は63人、四番除草までで、環境のよい津軽地方が野稗等の発生量が多いためか、除草に多くの労力を要している。ただ、昭和6年は田植期がおくれ三番除草にとどまっている。

泥負虫防除は、竹ヶ原家のみで行なわれ、低温性害虫としての地域差があらわれている。

稲刈期は、他作業にくらべ年次変異が大きく、大正2年、昭和6年は比較年より、それぞれ30~35日、約20日のおくれとなっている。稲刈実働日数は、両家とも10日前後であるが、竹ヶ原家は早生種から晩生種までの作付と、昭和期には開田増反によるおそ刈のため、やや稲刈期間が長い。

### 3. 気温からみた春作業および田植期、稲刈期

5月平均気温(青森气象台資料)は、大正2年11.5℃ 昭和6年10.9℃で、比較年にくらべてそれぞれ2.0℃、1.5℃低く、とくに、昭和6年は少照であった。両冷害年は水苗代時代であったので、5月を中心とする春期の不順天候が、春作業や田植期にどのように影響をおよぼしたであろうか。竹ヶ原日記によれば、大正2年は代掻以降、昭和6年は耕起以降から比較年にくらべて作業がおくれ、田植期もそれぞれ7日と3日のおくれとなった。齊藤日記によれば、大正2年は二番打以降、昭和6

年は播種以降から作業がおくれ、田植期もそれぞれ7日と15日のおくれとなった。(表省略)

つぎに長期に記録された中嶋農場坪刈表と後藤日記から、気温と田植期および稲刈期の関係を見た(図-4)。気温は遠隔であるが、青森気象台および山形気象台の資料を用いた。5月平均気温と田

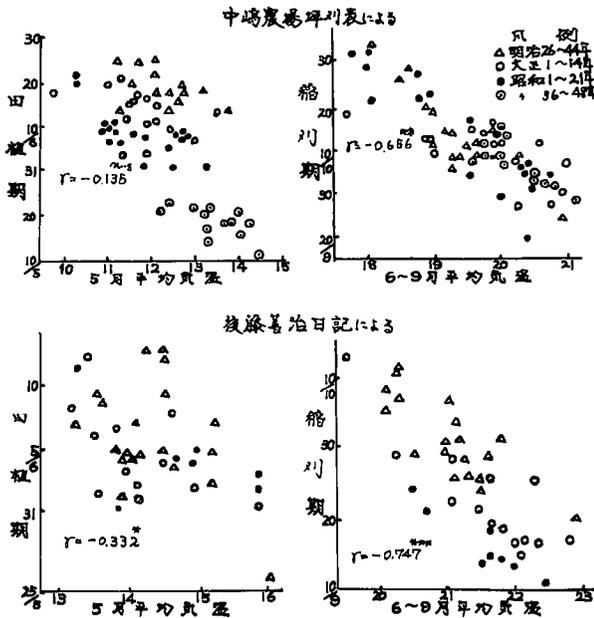


図-4 気温と田植期および稲刈期との関係

関係はあまり明らかでなく、青森の5月平均気温10~14℃に対し、山形は13~16℃の高温条件下であることも一因かも知れない。6~9月平均気温と稲刈期の間には密接な相関関係( $r = -0.747^{***}$ )が認められ、中嶋農場の場合と同様であった。

表-1 大正2年, 昭和6年7月の天気別日数

年次	日記者	天気					偏東風
		快晴	晴	半晴	曇	雨	
大正2年	竹ヶ原 助 八	1	6	7	11	6	20
	齊藤 清 治	2	11	4	12	2	1
	後藤 善 治	7	2	11	4	7	—
昭和6年	竹ヶ原 助 八	0	9	7	12	3	26
	齊藤 清 治	0	14	14	2	1	0
	後藤 善 治	4	9	9	9	4	—

植期の関係を、中嶋農場の場合、時代別の平均田植期で見ると、明治6月20日、大正6月13日、昭和(1~21年)6月10日と年年早まり、保護苗代(畑苗, 手植)普及の近年(36~47年)では5月19日で、明治期より1カ月も促進された。しかし、近年の5月平均気温は13℃前後で、戦前の11.6~12.0℃にくらべてかなり高温条件下での育苗と田植が行なわれていることを注目しなければならない。同農場の6~9月の平均気温と稲刈期との関係では、気温田植期の相関のように、時代別により異なるという関係はみられなく、全期間を通じて高い相関関係( $r = -0.656^{***}$ )が認められた。

後藤日記では、5月気温と田植期の

#### 4. 日記にみられる冷害年の天候

上述三氏の日記には、日常の自家の農事を中心とした記事はもちろん、毎日の天気の変化を克明に記録している点が共通している。事例として大正2年と昭和6年の7月の天候を、天気別日数で比較した(表-1)。冷涼な大平洋側は、裏日本にくらべて晴天日数が少なく、曇雨天日数が多い。また、大平洋側特有の偏東風が20日以上も吹走し、冷害気象の地域性がみられる。

つぎに、竹ヶ原、齊藤両日記より大正2年7月の天気観察記事を要約比較した。(表-2)。7月12日まで両地域とも曇

表-2 農民日記にみる大正2年7月の天気

氏名 7月 日	竹ヶ原 助 八	斉 藤 清 治
1日	曇 東冷風 冬日如 小雨	曇 午前半晴 午后曇少雨
2	曇 東冷風 寒	晴 午前半晴 風穏晩冷～
3	曇雨 東冷風 寒 午后雨	曇 午后ヨリ雨 四時風
4	半晴 西南風 午前小雨	曇 早朝細雨 後半晴夜雨
5	半晴 西南 大暖 小雨	曇 午後六時ヨリ些少ノ雨
6	雨 午前小雨午後雨 東風	雨 早朝ヨリ雨 十時大雨
7	雨 午前曇雨 東風 冷	曇 午後三・四回雨 寒
8	雨 東冷風 小雨 夜大雨	曇 寒ク冬如シ ヤマセ
9	曇 東風 正午少晴 暖気	曇 午後六時細雨春先ト同
10	曇 東風 少シ暖シ	曇 曇天ノ割ニ暖シ
11	曇 東風 少シ暖シ	半晴 早朝細雨
12	曇 東風 暖 夜始メテ晴	曇 時々雨 後半晴
13	晴 東風 大暖 夜七十度	晴 終日好天 午後北風寒
14	雨 午前曇 少暖昼七十度	曇 時々雨 正午大雨
15	曇雨 午前微雨 東風少暖	雨
16	晴 東ノ風 暖	晴 汗ガ出ル程ノ炎暑
17	晴 東ノ風 暖 夕曇少冷	晴 昨日同様好晴
18	晴 東ノ風 少暖 朝夕曇	晴 好晴 晩方寒冷
19	半晴 東風 少暖 朝夕曇	晴 九時ヨリ晴天 夕涼
20	曇 東ノ風 少暖 朝夕曇	晴 七時ヨリ半晴 後晴
21	曇 朝小雨 東ノ風 少暖	曇 時々雨 暑シ
22	曇晴 正午八十度 午后晴	半晴 暑シ 三時頃ヨリ雨
23	半晴 朝雨 南風 夜大雨	曇 夜中大雨 朝半晴夜雨
24	晴 朝大雨	半晴 夜来雨六時止 半晴
25	半曇 北微風 昼八十度	半晴 朝雨 九時ヨリ曇天
26	快晴 西南和風 八十五度	快晴
27	晴 東風 大暖 八十五度	晴 朝霧 十一時ヨリ快晴
28	半晴 東ノ風 少暖 夜雨	晴 暑シ
29	曇 東風 正午六十九度	快晴 午後ヨリ涼シ
30	曇 東冷風 微西六十八度	晴 好晴 夜ヨリ涼シ
31	曇 東冷風 午后晴夜冷気	晴 好晴

雨天, 13日にはじめて晴天, 16～18日晴天, その後26日快晴であったが, 7月後半は大体, 大平洋側より津軽地方の天候が良好であったことが, 表からうかがわれるところである。

むすび

上述のような精農家達は, 長い年月にわたり日記や坪刈表を書き続け, それを反省の資とし, 自家の耕種や経営に役立てたであろうと思われる。竹ヶ原日記によれば, 大正2年, 連日の曇雨天とやませ風で, 7月はじめには稲葉黄色に変じ, 分けつ遅延とし, 指標花木の卯の花の開花の遅いこと, 出穂期が1週間以上も遅れたこと, さらに台風被害などから凶作必定と早くから予知していた。それに対し斉藤日記によれば, 9月はじめに, 天候10日も続けば平年作と見込んだが, 同月18日に至り「今年ノ稲作ハ大ケガツノ見込」と述べ, 大冷害予知に大きな差がみられる。表と裏日本の環境の違いが大きな要因であるが, 竹ヶ原氏は過去多くの冷害経験をつみ重ねてきており, 斉藤氏は19才, 農業経験数年ということもあろう。昭和6年の日記においても同様に冷害の予知に差がみられている。以上のように冷害関係文献の少なかった過去の冷害研究にとって, よく整理された農業日記などの農民自らの記録類は, 研究成果をあげるための貴重な素材と考える。

## 冷害気象と稲作技術の評価

### 第7報 気温からみた水稻安全出穂期間

穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇・山田知明

(青森農試)

#### 1 緒言

1976年の稲作は、1954年以来22年ぶりの冷害となり青森県の作況指数は91、県平均収量は504kg/10aとなった。この冷害は6月後半から7月はじめにかけての低温もさることながら、8月4日以降の大正2年以来の異常低温と少照により、出穂が大巾に遅れたことと、その後の天候の回復がみられなかったため、登熟が阻害され、とくに海岸および山間冷涼地帯を中心に顕著な冷害となった。

水稻の安全出穂期間に関係した研究は、羽生、八柳、伊達等によってなされているが、筆者等は青森県における安全出穂期間について、1964年から開始された農業気象観測の県内主要地点における気象データ<sup>1)</sup>と県内の市町村別水稻出穂期の資料をもとに、現在の稲作技術の評価について若干の検討を試みたのでその結果について報告する。

#### 2 安全稲作作季の求め方

稲作作季を求める場合、活着期の温度、穂孕期および出穂開花期の温度、登熟期間の温度について検討する必要がある。活着期

第1表 播種早限日よりの積算気温到達日

項目 地点	播種早限 期 日	所用積算気温				
		1600℃	1800℃	1900℃	2000℃	2200℃
むつ	4月12日	7月29日	8月7日	8月11日	8月16日	8月25日
小田野沢	5. 1	8. 11	21	25	30	9. 9
六ヶ所	4. 12	7. 31	8	13	17	8. 26
野辺地	4	25	3	7	11	20
青森	5	23	7. 31	4	9	18
蟹田	14	31	8. 9	13	18	26
五所川原	3	20	7. 29	2	6	14
鯨ヶ沢	3	21	29	2	6	15
深浦	3	21	29	2	7	15
弘前	1	16	25	7. 29	2	10
黒石	1	18	27	31	4	12
三沢	3	24	8. 1	8. 5	10	18
八戸	1	21	7. 30	3	7	16
十和田	5	24	8. 1	6	10	19
三戸	3. 30	17	7. 25	7. 29	2	10

の小田野沢では、6月5日

であった。次にこの早期限界移植日をもとに苗代期間35日で育苗した中苗の場合の早限播種日を求め、それより出穂までの所要積算気温(1600℃, 1800℃, 1900℃, 2000℃, 2200℃)についての到達日を過去10ヶ年間の気象データから求めた結果を第1表に示した。

青森県における代表品種の播種から出穂までの所要積算気温は、藤坂の奨励品種決定試験のデータから求めると、中生種(トワダ)で1967℃, 早生種(シモキタ)が1928℃, 極早生種(オイラセ)が

1771℃で、さらにこの所要積算気温の地域差をみるために、同じ中生種のトワダとレイメイについて日本海側の黒石と太平洋側の藤坂における1959年～1976年までの18ヶ年間の資料から求めるとそれぞれ1988℃と1953℃であった。次に穂孕期の平均気温20℃および最低気温17℃以上と出穂開花期の最高気温25℃以上の早限日と晚限日について1965年～1974年の気象資料からの平均値と、その結果から安全出穂期の早限日を求めた。また出穂後40日間の平均気温20℃と19℃以上、さらに平均気温15℃の退行日を求め、それ等の結果を第2表に示した。その結果冷害を回避するための安全出穂期間は日本海側の平野部では7月28日～8月20日までの約25日間、太平洋側と津軽半島および津軽の山間部では7月30日～8月18日までの約20日間、下北半島のむつでは7月30日～8月14日までの15日間、さらに小田野沢では8月5日～13日までの9日間であった。従ってこの安全出穂期間と前述の播種早限日から出穂に要する積算気温とによって、平年における安全稲作作季の把握が可能となる。

第2表 主要地点の安全出穂期間 (1960～1969年 10ヶ年平均)

項 地 点	穂 孕 期				出穂開花期				全左より の出穂期 早 限	登 熟 気 温		平均気温 15℃以上
	平均気温20℃以上		最低気温17℃以上		最高気温25℃以上		20℃以上	19℃以上				
	早 限	晚 限	早 限	晚 限	早 限	晚 限						
青 森	7月3半旬	9月1半旬	7月4半旬	8月6半旬	7月4半旬	9月1半旬	7月28日	8月18日	8月23日	10月1日		
弘 前	6 6	2	4	6	3	2	27	20	25	1		
深 浦	7 3	2	3	9 2	4	1	23	23	28	5		
む つ	4	1	4	8 6	4	8 5	30	14	20	9 30		
八 戸	3	1	4	9 1	4	9 1	28	19	24	10 2		
小田野沢	5	1	5	1	8 2	8 4	8 5	13	20	1		
横 浜	4	2	4	1	7 4	9 1	7 29	17	23	4		
蟹 田	4	1	4	1	5	8 6	29	16	21	1		
今 別	4	2	4	1	5	9 1	29	18	24	3		
五所川原	3	1	4	8 6	3	1	28	19	24	1		
鱒ヶ沢	3	1	4	6	3	1	27	18	23	2		
黒 石	3	1	4	6	3	2	28	19	24	1		
東 目屋	3	1	4	5	3	1	29	16	21	9 29		
碓ヶ関	3	1	4	6	3	1	28	16	21	29		
六ヶ所	4	1	4	9 1	5	8 5	31	14	20	10 1		
野辺地	4	1	4	8 6	4	6	30	16	23	1		
七 戸	3	1	4	6	4	9 1	30	16	21	9 30		
十和田	3	1	4	6	4	1	30	15	20	30		
三 戸	2	8 5	4	6	3	2	28	20	24	10 1		
大 間	4	9 2	4	9 1	6	6	31	18	24	4		
川 内	4	1	6	8 6	4	6	29	16	21	1		
金 木	3	2	4	6	4	1	28	20	25	1		
三 沢	4	1	4	4	4	1	30	18	23	2		

### 3 安全出穂期間からみた青森県の稲作の現状

青森県の1964年～1977年までの14ヶ年間の出穂期と出穂後の気温について統計解析を行ない、これが正規分布するものと想定して安全出穂期の出現割合を「正規の累積度数分布表」<sup>2)</sup>をもちいて求めた。安全出穂期間を求める場合、穂孕期および出穂開花期の限界気温の出現割合をも考慮する必要がある

が、今回は登熟気温20℃以内での出現割合だけでもって、県内各地帯の安全稲作の評価を試みた結果を第3表に示した。まず、登熟気温20℃を確保するための平年の限界出穂日を1964～1977年までの14ヶ年間の市町村別平均出穂期との関係から限界日以内に出穂する出現割合を求めると、むつ、小田野沢、六ヶ所等の下北半島地帯では40%前後、野辺地、三沢、蟹田等の海岸冷涼地帯では60～70%、日本海側と太平洋側の気象環境の良好な平野部では80～90%、さらに100%近い所もあった。しかし登熟気温20℃を確保するための限界出穂日は単純平均的なとらえ方であって、実際には出穂日および登熟期間の天候は年次変動があって、その変動をも考慮すべきである。

そこで1964年から1977年までの14ヶ年間の市町村別出穂期に対する登熟気温を年次毎に求め、それより登熟気温20℃以上の限界出穂日の出限割合を求めると、むつ、小田野沢、六ヶ所では37%、野辺地、三沢、蟹田が55%、太平洋側の平野部でも60～70%、日本海側の平野部では85%前後となり、前述で求めた出現割合より小さくなり、この算出方法の方が実際の場合と合致してくる。

第3表 登熟気温からみた安全出穂期の出現割合 (統計期間 1964～1977年)

項 地点別	平年の出穂期と平年の登熟気温の限界日 およびその限界日以内に出穂する出現割合						各年次毎の出穂期から求め た登熟気温とその出現割合				
	(X̄) 平年 の出穂期	(S)全左 標準偏差	(X̄+S) (約84%)	限界期日		出現割合(%)		(X̄) 平均	(S)全左 標準 偏差	出現割合(%)	
				20℃以上	19℃以上	20℃ 以上	19℃ 以上			20℃ 以上	19℃ 以上
むつ	8月14.7日	4.1日	8月19日	8月14日	8月20日	43.3	90.2	19.56℃	1.35℃	37.1	65.9
小田野沢	15.5	4.1	20	13	20	27.0	86.7	19.59	1.20	37.5	68.8
六ヶ所	16.7	5.3	22	14	20	30.5	73.2	19.51	1.48	37.1	63.3
野辺地	13.6	4.7	18	16	23	69.9	97.8	20.16	1.34	54.8	80.8
三沢	16.3	4.1	20	18	23	65.9	94.8	20.24	1.39	56.8	81.3
十和田	10.4	3.8	14	15	20	88.8	99.5	20.53	1.31	65.5	87.9
八戸	12.7	3.9	17	19	24	94.8	99.8	20.76	1.30	71.9	91.2
五戸	11.3	4.0	15	16	21	87.9	99.2	20.44	1.33	62.9	86.0
三戸	8.2	3.6	12	20	24	99.9	100.0	21.74	1.10	94.3	99.4
今別	13.1	4.2	17	18	24	87.9	99.5	20.83	1.21	75.5	93.5
蟹田	13.8	4.8	19	16	21	67.7	93.2	20.16	1.35	54.8	80.5
車力	10.9	3.9	15	20	25	99.0	100.0	21.59	1.31	88.7	97.6
金木	11.3	3.7	15	20	25	99.2	100.0	21.28	1.22	85.3	96.9
五所川原	9.9	3.0	13	19	24	99.9	100.0	21.44	1.08	90.8	98.8
鱒ヶ沢	9.7	3.5	13	18	23	99.1	100.0	21.39	1.24	86.9	97.3
深浦	9.8	4.1	14	23	28	99.9	100.0	21.88	1.19	94.3	99.2
青森	12.2	3.7	16	18	23	94.3	99.8	20.99	1.15	80.5	95.8
弘前	7.9	3.2	11	20	25	99.9	100.0	22.09	1.22	95.6	99.4
黒石	9.6	3.3	13	19	24	99.8	100.0	21.38	1.15	88.5	98.1
碓ヶ関	12.0	3.4	15	16	21	87.9	99.6	20.70	1.27	70.9	91.0

しかし、中・稚苗の機械移植面積率の占める割合がこの統計期間の中では少なく、機械移植は成苗手植より3日前後出穂が遅れるという事実を考慮すると、後者の算出方法による登熟気温20℃以内に出穂する出現割合よりさらに小さくなる可能性も十分考慮しなければならない。また1976年の冷害年の調査結果<sup>3)</sup>では登熟気温19℃でも米質には問題があるとしても、収量はそれほど減収しないことが明らかにされているので、登熟気温19℃以内に出穂する出現割合について求めると、下北半島地帯では65%前後、太平洋側では85%前後、日本海側では90%以上であった。

#### 4 摘 要

青森県の最近の稲作技術での気温と出穂期とから安全稲作作季についての評価を試みた結果、次の諸点が明らかになった。

1) 平年における移植の早限気温13℃以上の出現日は、日本海側と太平洋側の内陸平野部では5月8日以降、津軽半島や下北半島では5月17日以降で下北外海の小田野沢では6月5日であった。

2) 冷害を回避するための安全出穂期間は、日本海側の平野部では7月28日～8月20日までの約25日間、太平洋側地帯と津軽半島および日本海側山間部では7月30日～8月18日までの約20日間で、下北半島地帯は7月30日～8月14日の15日間、さらに小田野沢では8月5日～13日の9日間であった。

3) 安全出穂期間内に出穂する出現割合について、出穂期と登熟期間の気温の年次変動が正規分布するものと想定して「正規の累積度数分布表」から求めた結果、下北地帯が37%、海岸冷涼地帯が55%、山間冷涼地帯と太平洋側平野地帯で60～70%、日本海側平野地帯では85%以上であった。

以上の結果、下北地帯と海岸および山間冷涼地帯（全作付面積の9.3%）では、極早生品種の開発と普及が必要であり、太平洋側の平野部と津軽北部地帯（全作付面積の61.6%）では、安定確収技術の確立と個別経営面積の大きい地帯では労働生産性向上による生産費の安価な米の生産が、さらには気象環境の良好な津軽平野地帯（全作付面積の29.1%）では、アキヒカリやムツホナミ以上の良質米品種の開発と普及が必要である。

#### 参考文献

- 1) 農業気象10年報—青森県—（1976年）農林省、気象庁
- 2) 統計的方法、スネデカー、コ克蘭（津村善郎、他2共訳）原書第6版（1972年）岩波書店
- 3) 青森県における昭和51年水稻冷害の実態（1977年）青森県農業試験場・専技室

## 水稻生育初期の温度条件が生育形質に及ぼす影響

高田隆剛・佐藤陽一・高本 真

(東北農業試験場栽培第一部)

### 1 はじめに

気象の専門家が異常気象時代の到来を指摘しているように、近年、各地に異常気象が発生し、昭和51年も東北地方を中心に8・9月に異常低温、少照が襲来し、水稻に大きな被害を与えた。東北地方は地理的に寒冷地にあり、稲にとっては気象条件が作柄を支配する大きな要因となっている。そこで、近年、東北地方の水稻作の大部分をしめている稚苗、中苗について、田植直後からの温度条件が生育形質に及ぼす影響をおよぼし、稲体の枯死および生育限界温度や稚苗、中苗におけるそれらの差異を明らかにして、水稻の生育予測法ならびに栽培技術改善の資料にするため行なった試験の結果を報告します。

### 2 試験方法

供試品種はトヨニシキで、稚苗、中苗として育成した苗を用い、 $\frac{1}{5000}$ aワグネルポットに稚苗5月21日、中苗5月27日植付けし、植付け直後から30日間、グロースキャビネットで10、12、14、16、20、25℃の6段階の気温で処理した。処理中の日照時間および植付け苗の生育形質は下表のとおりで、日照時間は平年よりやや多めに経過し、苗の生育形質は、中苗の主稈葉数はやや進んでいるが、その他についてはほぼ標準並みである。

処理中の日照時間 (ジュールダン)

育苗様式	期間			
	0~10	11~20	21~30	合計
稚 苗	86.3 <sup>h</sup>	61.6 <sup>h</sup>	51.1 <sup>h</sup>	200.0 <sup>h</sup>
中 苗	68.7	61.9	59.8	190.4

植付け苗の生育形質

育苗様式	生育形質			
	主稈葉数	草丈	茎数	乾物重
稚 苗	2.5 <sup>葉</sup>	13.1 <sup>cm</sup>	1.0 <sup>本</sup>	15 <sup>mg</sup>
中 苗	4.0	14.5	1.0	25

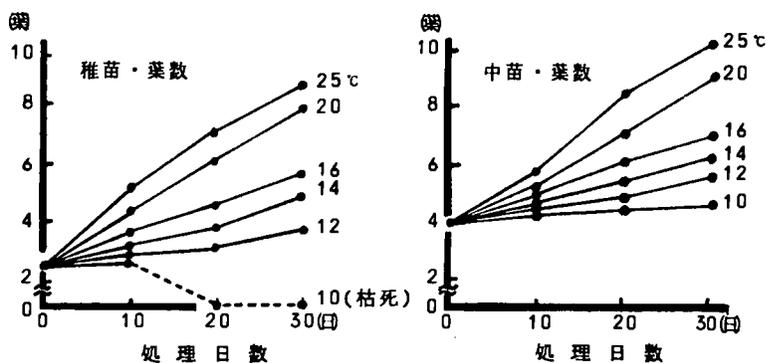
### 3 結果および考察

#### (1) 稲体の枯死

温度処理による稲体の枯死は、稚苗の10℃では処理10日後に全個体が枯死したが、中苗では10℃で枯死はみられず、稚苗、中苗ともその他の処理温では枯死はみられない。したがって、枯死限界温度は稚苗では10℃、中苗では9℃ぐらいとみられる。

#### (2) 主稈葉数の増加

処理温度別に処理日数



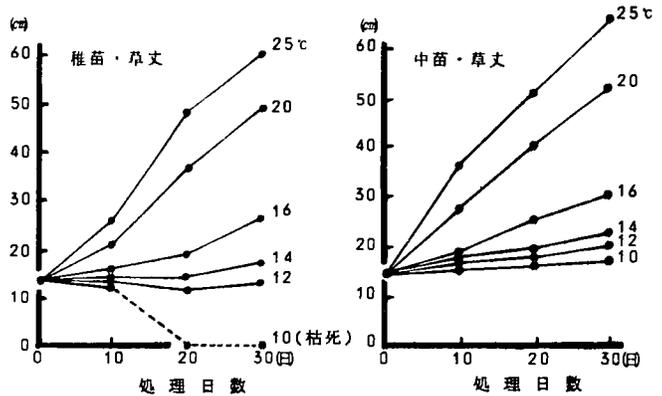
第1図 処理温度別主稈葉数の推移

にともなう主稈葉数の経過をみたのが第1図である。稚苗では12℃が処理日数の経過にともなってわずかに増加し、14℃以上でも処理温度にともなう増加がみられた。中苗では10℃が処理日数の経過にともなってわずかに増加し、12℃以上では処理温度にともなう増加がみられた。このようなことから主稈葉数の増加限界最低温度は、稚苗は11℃、中苗は9℃ぐらいで、中苗は稚苗より低い温度でも主稈葉数の増加がおこなわれるようである。

### (3) 草丈の伸長

処理温度別に草丈の増加状況をみたのが第2図である。稚苗は12℃では植付け時よりわずかに短くなる傾向にあり、14℃でもほとんど増加がみられないが、16℃以上では処理温度にともなう増加がみられた。中苗は10℃でわずかに増加がみられ、12・14℃は処理温度にともなう増加がやや大きく、16℃以上では処理温度にともなってかなり大きな増加がみられた。

稚苗の12℃以上で主稈葉数の増加がみられながら草丈では12℃で処理日数の経過にともなってわずかに短くなり、14℃でもほとんど増加がみられないのは、低温ほど葉



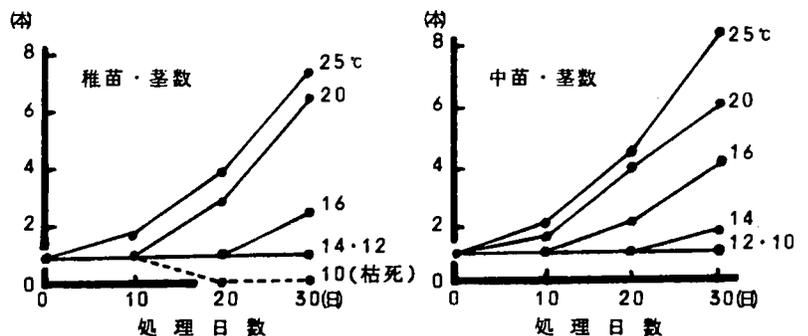
第2図 処理温度別草丈の推移

身の枯死が大きいためである。このようなことから草丈の増加限界最低温度は、稚苗は13℃、中苗は9℃ぐらいで、草丈の増加は中苗は稚苗より低い温度でも行なわれるようである。

### (4) 茎数の増加

処理温度別に茎数の増加状況をみたのが第3図である。稚苗は14℃以下は処理期間中茎数の増加はみられず、16℃は処理20日後、20℃は処理10日後、25℃は処理10日までにそれぞれ茎数の増加がみられ、16℃以上の処理温度では処理日数が進むにしたがって処理温度にともなう茎数の増加がみられた。中苗は、12℃以下では処理期間中茎数の増加はみられず、14℃では処理20

日後、16℃では処理10日後、20・25℃では処理10日までにそれぞれ茎数の増加がみられ、処理日数が進むにしたがって処理温度にともなう茎数の増加がみられた。このようなことから茎数増加の限界最低温度は、

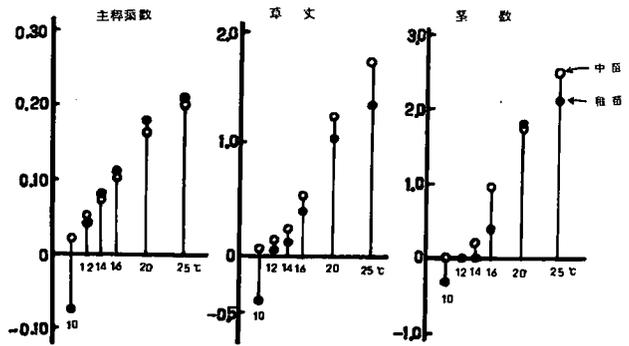


第3図 処理温度別茎数の推移

稚苗は15℃、中苗は13℃ぐらいで、中苗は稚苗より低い温度で茎数の増加が行われるようである。

(5) 処理温度別生育形質の増加傾向

主稈葉数、草丈、茎数などの生育形質と処理温度との関係は、以上のようなものであるが、処理温度による生育形質の増加傾向について、稚苗と中苗の差異をみるために、処理温度ごとに処理日数と生育形質との回帰係



第4図 稚苗と中苗の処理日数と生育形質の回帰係比較

数を算出して比較したのが第4図である。主稈葉数の増加傾向は、各処理温度とも稚苗と中苗の差はきわめて小さいが、処理温度別にみると12℃以下では稚苗より中苗がわずかに大きく、14℃以上では中苗より稚苗がわずかに小さい傾向にある。草丈の増加傾向は、どの処理温度でも稚苗より中苗が大きく、処理温度が高くなるにしたがってその差が大きくなる。茎数の増加傾向は20℃では、中苗より稚苗がわずかに大きく、処理期間中茎数の増加がみられない12℃をのぞいて他の処理期では稚苗より中苗の増加傾向が大きくなった。このように、中苗は、主稈葉数の12℃以下、草丈や茎数の各処理温度で稚苗より増加傾向が大きく、生育形質の温度に対する増加傾向は稚苗より中苗が大きくなるようにみられる。

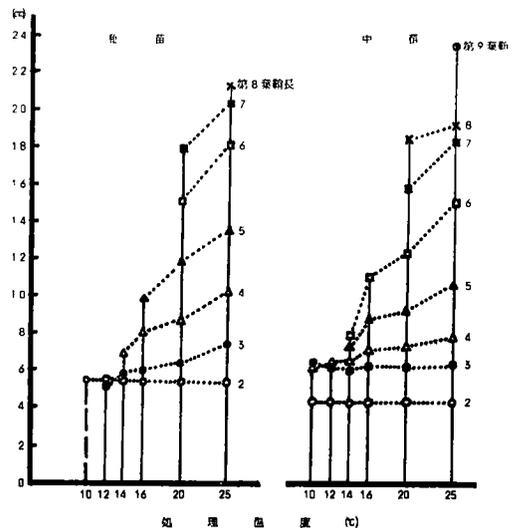
(6) 葉鞘長とその逆転

処理終了時である処理30日目の葉鞘高は第5図のとおりで、稚苗、中苗とも処理温度が高くなるにしたがって葉鞘数が増え、各位の葉鞘長も長くなった。低温処理以前に伸長した葉鞘より処理中に伸長した次位の葉鞘が短く、葉節高の逆転がみられることはすでに明らかにされており、この葉節高の逆転をこの実試からみれば、稚苗では第2葉節高と第3葉節高が12℃で逆転しており、中苗では第3葉節高と第4葉節高が10℃で逆転して、稚苗の14℃以上、中苗の12℃以上では葉節高の逆転はみられない。

このように稚苗と中苗では植付直後の低温による葉節高の逆転温度が異なり、葉節高が逆転しない限界温度は稚苗は中苗より高く、低温での葉鞘伸長性は、中苗は稚苗より大きいとみられる。

(7) 葉身の枯死

処理温度による葉身の枯死状況を葉身長に対する枯死葉長歩合でみたのが第6図である。処理開始



第5図 処理終了時(植付け後30日目)の葉鞘長

時、稚苗は2.5葉、中苗が4.0葉で、稚苗では第2葉が、中苗では第3葉がそれぞれ完全に展開していた。処理開始時に完全展開していたこれらの葉身について枯死率の経過をみたのが第6図の上段で稚苗の第2葉は25℃では全く枯死はみられないが、20℃以下では処理日数が進むにしたがい、処理温度が低いほど枯死葉率が高くとくに12℃以下では急激に枯死葉率が増加する傾向となった。中苗は第3葉身の枯死が20℃以上ではみられないが、16℃以下では処理日数が進むにしたがい処理温度が低いほど枯死葉率は高く12℃以下の低温では稚苗が中苗より枯死葉率がきわめて高い。

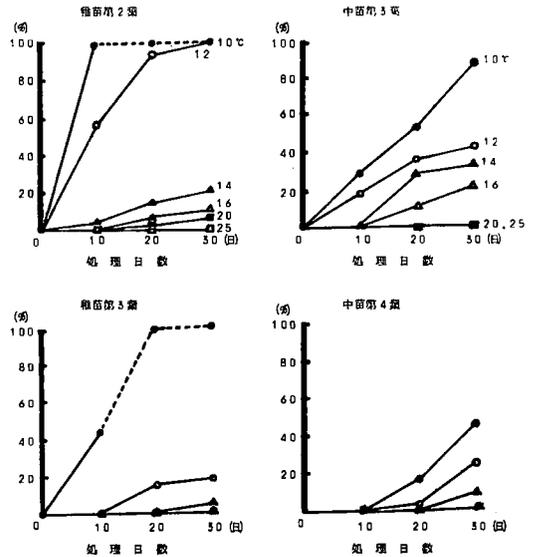
処理開始時に未展開葉であった稚苗の第3葉、中苗の第4葉は第6図の下段のように、稚苗、中苗とも16℃以上では葉身の枯死はみられないが、それ以下では処理温度の低下にともない枯死葉率の増加がみられ、12℃以下では稚苗は中苗より低温にともなう枯死葉率の増大がみられた。このように葉身の枯死率についても中苗は稚苗より低温でも枯死葉率が小さく、低温に強い現象がみられた。

#### 4 むすび

東北地方の水稲作の大部分をしめる稚苗、中苗について生育初期の温度条件と生育形質との関係を見たところ、稚苗、中苗とも生育形質によって温度反応が異なり、稲体の全枯死限界温度は稚苗では11℃、中苗では13℃、生育停止限界温度は主稈葉数が稚苗では11℃、中苗では9℃、草丈は稚苗では13cm、中苗では、9cm、茎数は稚苗では15本、中苗では13本と推定され、稚苗と中苗の生育形質に対する温度反応は稚苗より中苗が大きく、枯死および生育形質の停止限界温度も稚苗より中苗が高いことから生育初期の異常低温による生育障害は中苗より稚苗が大きいものと推考される。

#### 参考文献

- (1) 近藤萬太郎・岡村 保：水温と稲の生育の関係（第1報） 農学研究15（'30）
- (2) ————・—————： ” （第2報） 農業及園芸 VI（'31）
- (3) 北海道農試：対象形質別限界気象条件の解明 昭和51年度別稈研究「異常気象対応技術の確立に関する総合研究」推進会議資料（ガリ刷）（昭52）農林水産技術会議事務局
- (4) 寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫：水稲の苗質による本田初期生育と水温の関係 東北の農業気象 21号（昭51）



第6図 葉身の枯死長率経過図

## 水稻奨励品種決定現地調査からみた岩手県の気象の地域的特徴について

佐々木 忠 勝

(岩手県立農業試験場)

### 1 はじめに

県内の気象の傾向を考える場合、暦日でもって論ずる場合が多いが、ここでは、水稻奨励品種現地調査成績を用い、実際の出穂期を中心に、出穂前、出穂後の気象、とくに、出穂後の気象条件に重点を置いて、気象の地域的特徴の検討を行った。なお、品種、および統計年次の抽出にあたっては、同一品種で、供試年次も長く、現地数も出来るだけ多いことを前提として、フジミノリ(統計期間S41~47)、さわみのり(S38~44)を得た。

試験実施場所は、種市、浄法寺、雫石、沢内、大迫、紫波、横川目、遠野、山田、千厩、花泉、陸前高田の12ヶ所である。気象資料は、岩手県気象月報を用い、各現地からもっとも近い気象観測所の気象データを用いた。なお、現地と気象観測所の位置が離れすぎ、やゝ問題が残るのは、陸前高田と大船渡観測所、山田と宮古測候所である。

### 2 調査結果の概要

#### (1) 播種期、移植期、出穂期の地域的差異

播種期は、ほぼ4月20日前後で地域による傾向的な差異はないが、早い場所と遅い場所では、10日前後の差がみられる。移植期は、5月25日~5月30日の間に大部分が行われており、地域による傾向的な差はない。出穂期は、フジミノリでは、8月2日~8月14日、さわみのりでは、8月8日~8月23日までの範囲に含まれ、地域による差異が認められ、分布図を第1図に示す。

フジミノリ程度の熟期では、江刺(県南分場)、花泉を結ぶ地帯が8月3日以内、雫石、紫波を中心とした北上川中流地帯では8月5日前後、8月10日以後は、中部北上山地から北部沿岸にかけた地帯である。さわみのり程度の熟期では、

第1表 移植期、出穂期および移植~出穂期平均気温

項目 場所	フジミノリ							さわみのり						
	移植期 (月・日)		出穂期 (月・日)		移植期~出穂期 平均気温(℃)			移植期 (月・日)		出穂期 (月・日)		移植期~出穂期 平均気温(℃)		
	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	C.V
種市	5.229	4.3	8.143	6.7	18.4	0.9	4.9	5.260	6.9	8.230	5.8	18.0	1.8	10.0
浄法寺	24.7	4.0	7.6	5.4	19.5	0.5	2.6	29.7	2.9	16.3	5.1	19.8	0.4	2.0
雫石	24.3	1.4	4.6	5.6	19.9	0.5	2.5	25.3	2.1	10.0	7.0	19.9	0.3	1.5
沢内	6.07	5.5	9.0	5.2	19.9	0.4	2.0	29.9	5.1	13.9	5.1	19.9	0.5	2.5
大迫	5.289	2.8	5.3	5.5	20.5	0.3	1.5	28.9	2.2	8.7	5.9	20.2	0.6	3.0
紫波	23.3	2.9	4.6	6.2	20.8	0.5	2.4	25.9	4.3	10.6	6.9	20.8	0.6	2.9
横川目	26.1	4.1	5.5	6.7	20.5	1.1	5.4	26.4	4.0	11.0	8.9	20.5	0.5	2.4
遠野	23.7	5.3	7.7	5.9	19.0	2.2	11.6	26.6	4.1	14.0	6.4	20.3	0.5	2.5
山田	6.05	4.1	10.4	5.2	20.0	0.5	2.5	31.6	4.0	16.6	4.3	20.1	0.5	2.5
花泉	5.287	4.1	1.7	6.4	21.9	0.9	4.1	25.3	3.8	7.0	5.0	21.6	0.9	4.2
千厩	26.3	6.3	4.6	6.3	20.4	1.0	4.9	26.0	4.2	11.3	4.1	20.2	0.6	3.0
大船渡	21.0	3.7	2.0	7.6	19.4	0.6	3.1	24.4	5.0	13.3	5.1	19.5	1.1	5.6

北上川中、下流平坦地が8月10日後に入ってくる。浄法寺、山田を含む県北部、および中北部沿岸一帯では出穂期が8月15日以後となり、安全出穂限界から考えてこれらの地域では実際の栽培に適しないことが知

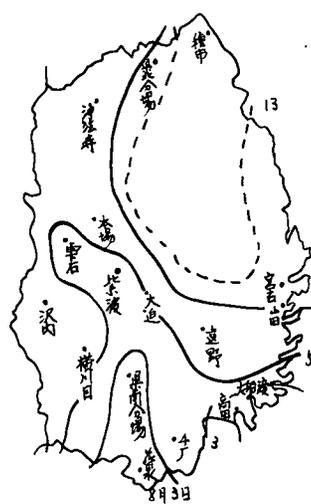
られる。

(2) 移植期～出穂期の平均気温，および積算気温

第1表に，移植期～出穂期の平均気温の平均 (Mean)，標準偏差 (S.D.)，変異係数 (C.V) を示す。移植期～出穂期の平均気温は，地域的差異が認められ，第2図 (フジミノリ) に示す。これによると，21℃以上が花泉から一関周辺までで，20℃以上の範囲には，紫波周辺から，南部北上山地を除き県南地帯の大部分が入る。19℃以下は，中北部北上山地と，北部沿岸である。さわみのりでも同様の傾向を示す。積算気温は，地域による傾向的な差異はないが，極端に出穂期が遅い場合，積算気温が多くなる傾向がある。

(3) 登熟期間 (出穂後40日間) の平均気温，日照時数，気候登熟量示数

各地点における出穂後40日間の平均気温，日照時数，および気候登熟量示数を第2表に示す。さらに，第2表を作図したのが，第3～第5図である。出穂後40日間の平均気温を品種別にみると，フジミノリでは，23℃の線は，江刺，花泉を含む北上川下流の平坦地帯，22℃の線は横川目から紫波を通る北上川中流地帯で，21℃の線は雫石から北上山地の等高線をたどり，遠野へ



第1図 出穂期分布  
(フジミノリ)



第2図 移植期～出穂期  
平均気温(フジミノリ)

第2表 出穂後40日間の平均気温，日照時数および登熟量示数

項目 場所	フジミノリ									さわみのり								
	出穂後40日間 平均気温			出穂後40日間 日照時数			登熟量示数			出穂後40日間 平均気温			出穂後40日間 日照時数			登熟量示数		
	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	C.V	Mean	S.D	C.V
種市	20.5	1.4	6.8	244.5	41.3	16.9	932.0	170.3	18.3	18.8	1.0	5.3	232.7	45.7	19.6	730.6	125.6	17.2
浄法寺	20.3	1.2	5.9	256.9	38.4	15.0	958.6	232.1	24.2	18.4	1.6	8.7	244.6	44.9	18.4	688.0	305.1	44.4
雫石	21.7	0.9	4.2	268.2	30.8	11.5	1084.9	117.3	10.8	20.9	0.9	4.3	274.7	34.9	12.7	1102.4	146.1	13.3
沢内	20.7	0.8	3.9	232.5	26.1	11.2	914.2	95.9	10.5	19.9	1.0	5.0	222.7	32.7	14.7	831.9	134.1	16.1
大迫	21.7	1.0	4.6	264.0	39.8	15.1	1062.1	177.4	16.7	21.7	0.8	3.7	238.9	38.9	16.3	970.0	175.4	18.1
紫波	22.5	1.0	4.4	262.0	32.8	12.5	1014.6	142.7	14.1	21.6	1.2	5.6	241.1	31.4	13.0	959.0	148.5	15.5
横川目	22.7	2.6	11.5	272.9	35.0	12.8	1037.7	170.9	16.5	21.4	1.3	6.1	261.0	48.1	18.4	1032.8	210.4	20.4
遠野	21.0	1.1	5.2	227.8	40.6	17.8	911.6	199.3	21.9	20.3	1.0	4.9	214.2	37.9	17.7	825.3	157.4	19.1
山田	21.2	0.8	3.8	240.1	47.7	19.9	975.7	189.6	19.4	20.4	0.8	3.9	219.6	41.4	18.9	865.2	154.9	17.9
花泉	23.1	2.6	11.3	218.2	53.6	24.6	727.9	271.4	37.3	23.3	1.3	5.6	202.7	48.0	23.7	760.3	245.4	32.3
千厩	22.3	1.0	4.5	227.6	45.7	20.1	880.6	158.1	18.0	21.8	1.1	5.1	201.3	25.4	12.6	795.0	105.2	13.2
大船渡	22.6	1.1	4.9	265.5	49.4	18.6	999.6	169.8	17.0	21.7	1.2	5.5	249.7	37.3	14.9	974.5	175.1	18.0

そこから宮古の北に抜ける。20℃以下は、中部北上山地、および北奥羽山麓地帯である。さわみのりでは、23℃は花泉周辺だけ、22℃の線が江刺の北から花泉にかけての北上川下流平坦地、20℃の線が遠野の真北から宮古の北に抜ける。総体的に、北に行くにしたがって低くなっている。

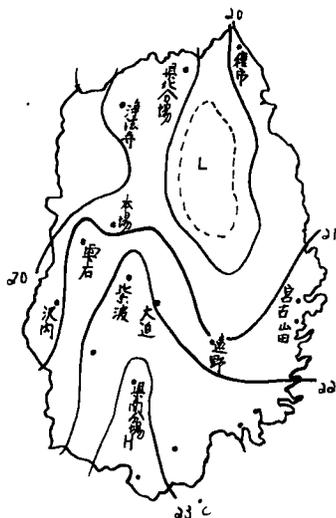
積算日照時数は、気温による傾向と様相を異にし、県中部で高く、南に行くにしたがい少なくなる。すなわち、フジミノリでは、横川目から紫波、雫石を含み、広く岩手郡にかけての1帯が260時間以上と多く、南端の花泉周辺では、

220時間と一番低い。次に、千厩、遠野にかけて、江刺をよぎる線が低くなっている。さわみのりでも同様の傾向で、とくに、日照時数の多いのは、岩手郡の1帯と横川目周辺である。

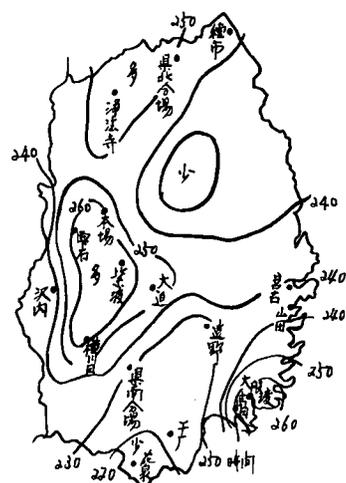
これらの2つの登熟要因から、気候登熱量示数を見ると、フジミノリでは、1000以上が横川目から北上し、紫波、大迫を含み、雫石の北をかこむ線で、900の線は江刺を通り大船渡に連なり、800℃以下は花泉周辺である。さわみのりは、フジミノリより登熟要因に規制されやすく、気候登熱量示数1000以上は、雫石と横川目を結ぶ細長いひょうたん型の線で、900の線は、沢内の東側を通り、紫波、大迫を含み、岩手郡の北部を通り秋田へ抜ける線、800以下に江刺、千厩、花泉が入る。第2表から、気候登熱量示数のCVの分布を見ると、県中部の平均値の高い地帯で小さく、南と北に行くに従い大きくなっており、県中部地帯の登熟期間の気象が安定していることが知られる。

### 3 むすび

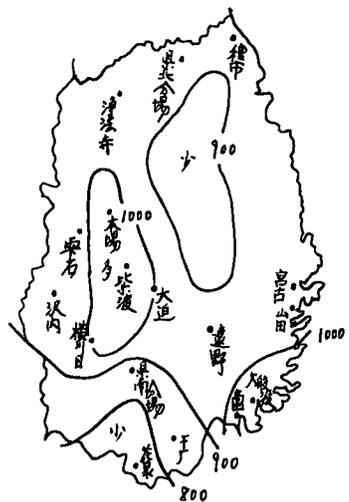
奨励品種決定現地調査成績を用い、現地の実際の出穂期を中心に、出穂前、出穂後の気候、とくに出穂後の気象値を分布図で示した。その結果、出穂後40日間の日照時数、および気象登熱量示数は、県中部のやゝ奥羽山麓よりの平坦地で多く、南下するにしたがい少なくなることが知られる。また、気候登熱量示数のCVも県中部で小さく、南、および北に行くにつれて大きくなっており、県中部地帯での優位性が確認された。



第3図 出穂後40日間  
平均気温(フジミノリ)



第4図 出穂後40日間  
日照時数(フジミノリ)



第5図 気候登熱量示数  
(フジミノリ)

## 生育温度が異なる条件下における水稻の早・中・晩生種の分けつ特性

細井 徳夫

(東北農業試験場)

### 1. まえがき

水稻の分けつは最終主稈葉数の増減、及び出葉経過が強く関連すると言われる。この最終主稈葉数の生育温度による反応は品種間でことなり、北海道種の最終主稈葉数は相対的に低温で生育するほど増加し、高温では減少した。西南暖地種の最終主稈葉数は、高温に生育すると増加し低温では減少を示した。東北種の最終主稈葉数は生育温度による変動が他地域の品種に比べ小さかった。

水稻の最終主稈葉数の温度反応の早晩生に基づく品種間差異が認められることから、分けつの温度反応にも品種間差異が存在するものと推察される。本報告は開放型変温装置を用い、変温下における穂数成立を、分けつの温度反応の品種間差異から追求した。

### 2. 材料及び方法

1) 供試品種 早生種（農林20号、イシカリ、シオカリ）、中生種（下北、フジミノリ、ササニシキ）、晩生種（コンヒカリ、日本晴）の8品種を用いたが、本報告は早生種（イシカリ）、中生種（フジミノリ）、晩生種（日本晴）をその代表とした。

2) 育苗法 5葉苗は1973年4月20日、2葉苗は5月8日にシャーレ内にて催芽した種子を育苗箱にピンセットで条播した。播種間隔は0.3cm×10cm、ガラス室及びアミ室内で栽培し、肥培管理は畑苗代に準じた。

3) 移植日 成苗、稚苗とも5月20～22日に移植した。

4) 栽培法 ①東北農試構内に設置した開放型変温装置（2.4 m × 1.6 m = 3.84 m<sup>2</sup>）の鉄製栽培枠に移植、栽培した。栽植密度はうね間21cm、株間10cm、1本植、各品種16個体。

②施肥量 各要素成分としてa当たり窒素（硫安）1kg、リン酸（過石）2kg、加里（塩加）1.5kgを基肥とした。

5) 温度処理 開放型変温装置を用いて、東北農試構内の気温推移を基準にして、+3、+1.5、0、-1.5、-3℃の温度差を保つ5温度区を設定した。

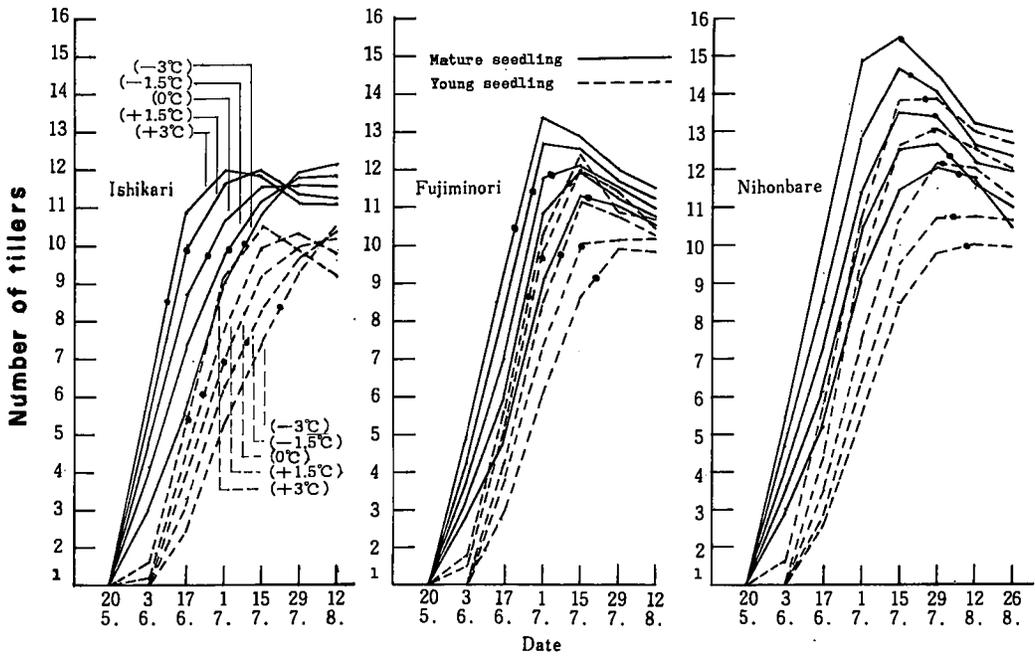
6) 調査法 各品種16個体を毎週調査した。報告結果は、区内の移植位置を考慮し、外枠に近い個体を除き各区とも中備のもの8個体の結果を用いた。

### 3. 結果及び考察

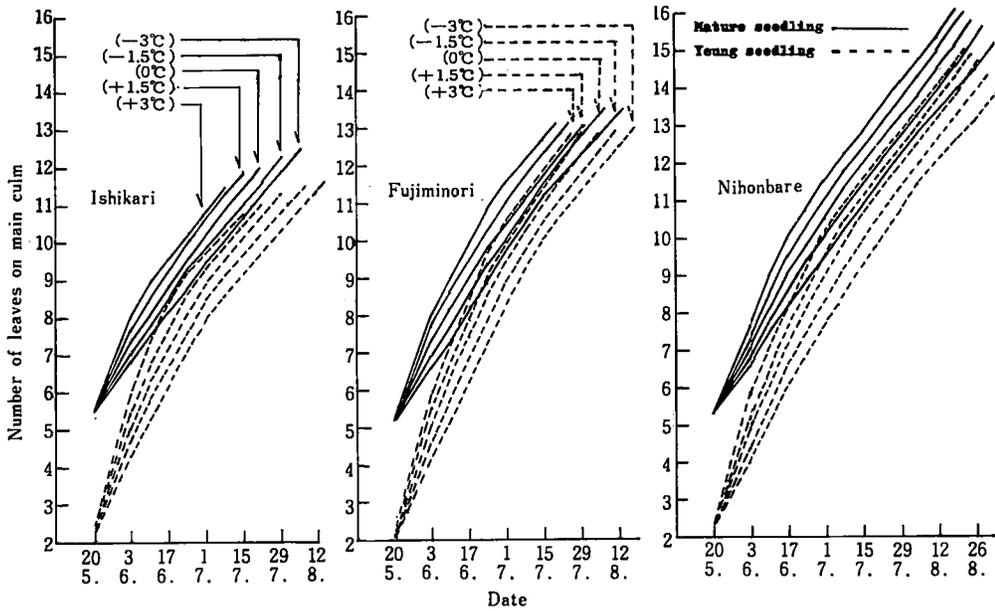
各温度区の分けつ経過を第1図に早、中、晩生種に分けて示した。

生育初期（移植より分けつ最盛期まで）早、中、晩生種の分けつ特性に関し品種間差異が認められず、高温区の分けつは低温区より多く経過した。この傾向は成苗、稚苗とも成立した。

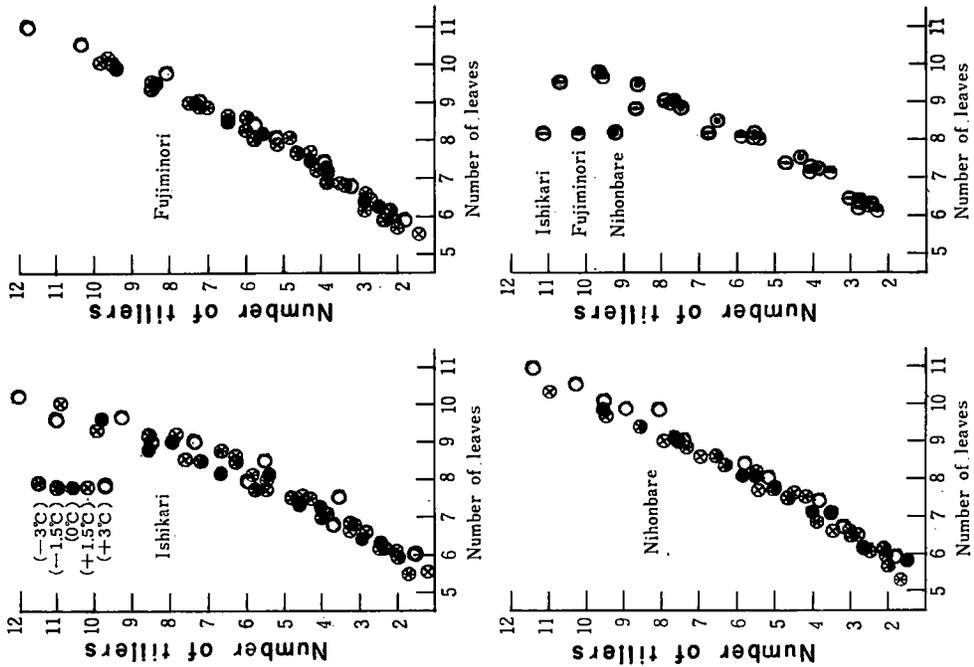
生育中期（分けつ最盛期より幼穂分化まで）最高分けつ期の出現に関し品種間差が認められ、高温区の早生種の最高分けつ期は黒丸で示す幼穂分化期以後に至った。高温区の中生種は幼穂分化直後に最高分けつ期が現れた。晩生種は最高分けつ期直後にほぼ幼穂が分化した。低温区の早生種は最高分けつ期が現れなかった。低温区における中、晩生種の最高分けつ期は高温区とほぼ同様に認められた。



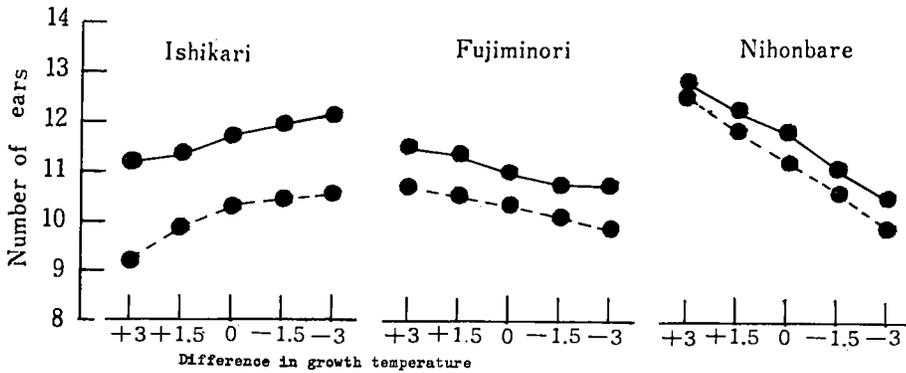
第1図 生育温度を異にする早, 中, 晩生種の分けつ経過



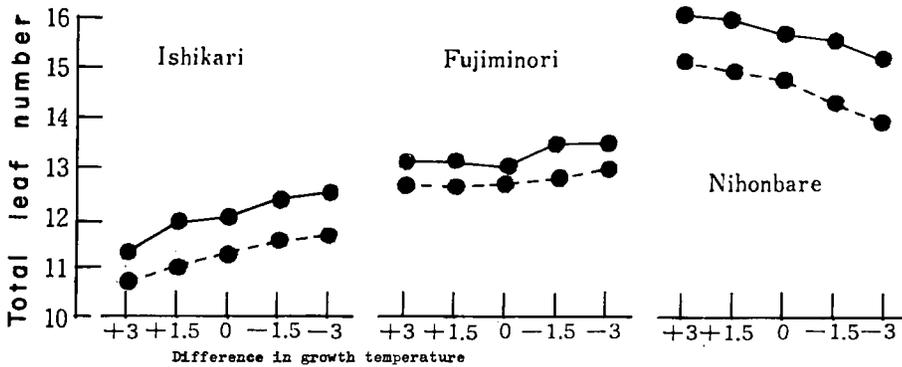
第2図 生育温度を異にする早, 中, 晩生種の出葉経過



第3図 異なる温度に生育する品種の分けつ数と主稈葉数の相関  
および分けつ数と主稈葉数の相関の品種間差異



第4図 品種の穂数に及ぼす生育温度の影響



第5図 品種の最終主稈葉数に及ぼす生育温度の影響

生育後期（幼穂分化から出穂まで）分けつの品種特性に以下の品種間差が認められた。高温区の無効分けつは晩生種が多く、中生種がこれに次ぎ、早生種の無効分けつは少なかった。低温区の早生種の無効分けつは認められず、出穂期および出穂後も分けつした。低温区の中生種では、幼穂分化後、分けつは停止し、やや無効化する分けつも認められた。低温区の晩生種では幼穂分化後、無効分けつが認められた。以上の傾向は成苗、稚苗とも認められた。無効分けつは、高温区>低温区、晩生種>中生種>早生種の順序性が見られた。

この分けつの品種特性を検討するため、各品種の出葉経過を第2図に示した。生育初期、中期には各品種の出葉の温度反応はほとんど品種間差が認められなかった。

各品種とも生育初期および中期において、高温区の主稈葉数は相対的に低温区より多く推移した。成苗の主稈葉数は稚苗より各品種とも常に多く推移した。生育後期において、最終主稈葉数およびその温度反応の品種間差異によって、出葉経過はやや変化を示したが、一般的には温度処理間の主稈葉数の差異は出葉の終了まで保たれた。

第3図に各温度区の一株分けつ数と主稈葉数の関係を早、中、晩生種に分けて示した。また基準温度区（0℃区）の早、中、晩生種の分けつ数と主稈葉数の関係を示した。

生育初期および中期の一株分けつ数と主稈葉数は、生育温度にかかわらず、早、中、晩生種とも強い関係を保った。また基準温度区において、一株分けつ数と主稈葉数の関係に品種間差はなかった。生育初期、中期の分けつは主稈の葉数展開に比例して増加した。従い生育初期、中期の生育温度及び品種間の分けつ数は主として生育（主稈葉数）の差に因ることが推察できた。

成苗と稚苗の分けつ数と主稈葉数の関係に差異がないことから、成苗区と稚苗区の分けつ数の差も主として生育（主稈葉数）の差に因ると推察できた。

しかし高温による生育初期、中期の分けつ数の多少さは、とくに早生種では穂数の増加に結びつかない。

一株穂数と最終主稈葉数の関係を検討するため第4図に一株穂数、第5図に最終主稈葉数を示した。早生種の一株穂数及び最終主稈葉数は低温区ほど多く、高温区ほど少なかった。逆に晩生種の一株穂数、最終主稈葉数は高温区ほど多く、低温区ほど少なかった。中生種の一株穂数、最終主稈葉数は、生育温度による変化が小さかった。この傾向は、成苗、稚苗区において認められた。なお成苗区と稚苗区の一株穂数の差は早生種が大きく、晩生種が小さかった。

以上のごとく品種の一株穂数の温度反応は、大きな品種間差異が見られない生育初期、中期の分けつ数の多少より、温度反応に大きな品種間差異が認められる最終主稈葉数とかなり密接な関連をもつことが示唆された。すなわち、穂数の温度反応は、出穂性を異にする早、中、晩生種の最終主稈葉数の温度反応の差異により支配され、大きな品種間差異を示すことが推察されよう。

#### 4. まとめ

東北地域における極早生種（北海道種）の穂数は高温経過年ほど減少し、低温経過年ほど増加した。極晩生種（暖地種）の穂数は高温年ほど増加し、低温年ほど減少した。中生種の気温変動による穂数の増減は他品種に比べ小さかった。この早晩性による分けつの温度反応の品種間差異は、生育温度による品種の最終主稈葉数の増減に原因すると推察された。

育苗時の気温・日射条件に対する水稲中苗の生育反応

近藤和夫・寺中吉造

(東北農業試験場)

中苗の育苗環境条件と苗質との関係を明らかにし、育苗管理の具体的指針を得るため、2, 3品種につき、光・温度に対する出葉反応を検討し、若干の知見をえたので報告する。

1 実験方法および材料

① 育苗法 有底箱に中性火山灰土を床土とし、催芽0.5mmの種子を箱当り乾粒換算90gを1977年4月16日に播種し、暗所加温出芽(30℃・48hr)後、処理を開始した。施肥量は、基肥を箱当りN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O各1.5-2.0-2.0gとし、追肥は、2, 3葉時にN1.0g, タチガレン6g/箱施用した。

② 処理 a 品種 イシカリ(早生), ササニシキ(中生)および日本晴(晩生)。b 温度 正絨波の日変温で、較差10℃の日平均気温15(①), 18(②), 21(③), 24℃(④)および日平均気温21℃で較差20℃(⑤)の温度型を、人工気象室(±1℃)で設定した。c 光量 自然光を1とし、その1/2と1/5(期間中の自然光の平均日射量400ly)になるよう、寒冷紗をもちい各温度型に光量の3水準をもうけた。なお、加温出芽予措の効果の実験では、15℃(低温)と21℃(高温)と1/1(無遮光)と1/5(遮光)のみにつきおこない、それぞれ無加温出芽区をもうけた。

2 実験結果および考察

1) 加温出芽予措の有無と出葉速度

結果は第1表にしめした。光・品種をこみにし、育苗温度環境についてみると、

第1表 加温出芽の有無と育苗環境と出葉速度(日)

品 種	光量	育苗温	高温(26~16℃)			低温(20~10℃)			
			は種	1葉	2葉	は種	1葉	2葉	
イシカリ	多照	対照	12	10	—	17	—	—	
		処理	9	8	12	14	13	17	
	少照	対照	12	14	—	22	—	—	
		処理	11	9	9	16	16	—	
	ササニシキ	多照	対照	12	10	—	18	14	—
		処理	6	8	12	12	12	20	
日本晴	多照	対照	12	15	—	24	—	20	
	処理	10	10	14	14	16	28		
日本晴	多照	対照	12	10	—	22	10	—	
	処理	9	9	29	12	12	46		
日本晴	少照	対照	12	11	—	26	—	—	
	処理	12	10	17	16	17	28		

① 低温育苗の場合 加温出芽の有無を通じ、育苗日数は1葉まで12~26日を要した。加温出芽をしない(無加温)と3~12日おくれ、2葉まで日数は、加温出芽でのみ24~27日であったが、加温出芽がないと早くても32日かゝり、5~8日はおくれた。

また、出芽間隔でみると、第1表のように、遮光下では、1葉迄に2~6日、2葉迄に5~9日さらにおくれた。低温育苗では、45日苗でも3葉の出現は、無遮光下で加温出芽したときのみみられ、45日以上もかかった。

② 高温育苗の場合 加温出芽の有無を問わず、育苗日数は、1葉迄6~12日、2葉迄に17~26日、3葉迄に29~34日を要した。低温育苗に比べて、各葉齢に到達する日数は、1葉で3~14日、2葉で6~12日、

3葉では15日以上も小さかった。

各葉齢迄ごとの日数短縮に対する加温出芽の効果を見ると、1葉0~6日、2葉1~8日であり、

遮光下の遅延は、1葉で0～4日、2葉で1～6日、3葉では加温出芽の場合のみであるが、0～10であった。これを出葉間隔でみると、第1表のように、は種～1葉は（低温育苗の場合と逆に）無遮光で、1～2葉は遮光で、それぞれ出芽加温の効果が大きかった。

一般に、低温環境では遮光により出芽速度は減退するが、加温出芽処理は、育苗環境が低温のとき少照による出葉速度の減退を防ぐのに、少くとも育苗初期は有効であるといえる。なお、日本晴の出芽加温による出芽促進効果は、他の2品種にくらべ、とくに低温・多照下で大きく、高温・少照下で小さい傾向がみられた。

寒冷地の機械植苗の育苗には、少くとも従来の保護苗の成苗なみ以上の素質をもつことが、今後の目標であると考えられるが、作期計画上、育苗日数も保護苗なみに以下に目標をおくことが望ましい。目標苗代日数をえるための、出芽加温の効果につき次のように考えられる。

(1) 低温育苗（15℃）では、少照下の出葉遅延が大きいので、加温出芽による出葉促進は有効であるが、出芽加温処理をおこなっても、3葉までに45日以上苗代日数を要し、30日・3葉苗の可能性はない。

(2) 高温育苗（21℃）は、低温育苗よりも、無加温でも少照による出芽の遅延度は少ない。とくに、出芽加温効果は光量による影響は余りなく、30日・3葉苗の可能性はある。光量が極端に少なくなければ、無加温でも可能とみられる。とくにイシカリは光量の影響が少なく、品種間差が窺われた。

(3) 以上のように21℃程度的高温育苗であれば、30日・3葉苗に対し、加温出芽は有効である。ただし、少照下では、イシカリが光量の影響がとくに小さく、温度のみで概して育苗の計画化ができるし、日本晴は、より高温における加温出芽処理の効果は少ないようである。

そこで21℃を中心にして供試温度範囲を拡げ、加温出芽を前提にして、30日で3葉、ひいては40日で4葉到達を目標にして、育苗時の温度・光環境の相互関係を明らかにしようとした。

## 2) 育苗気温・日射条件と中苗の生育

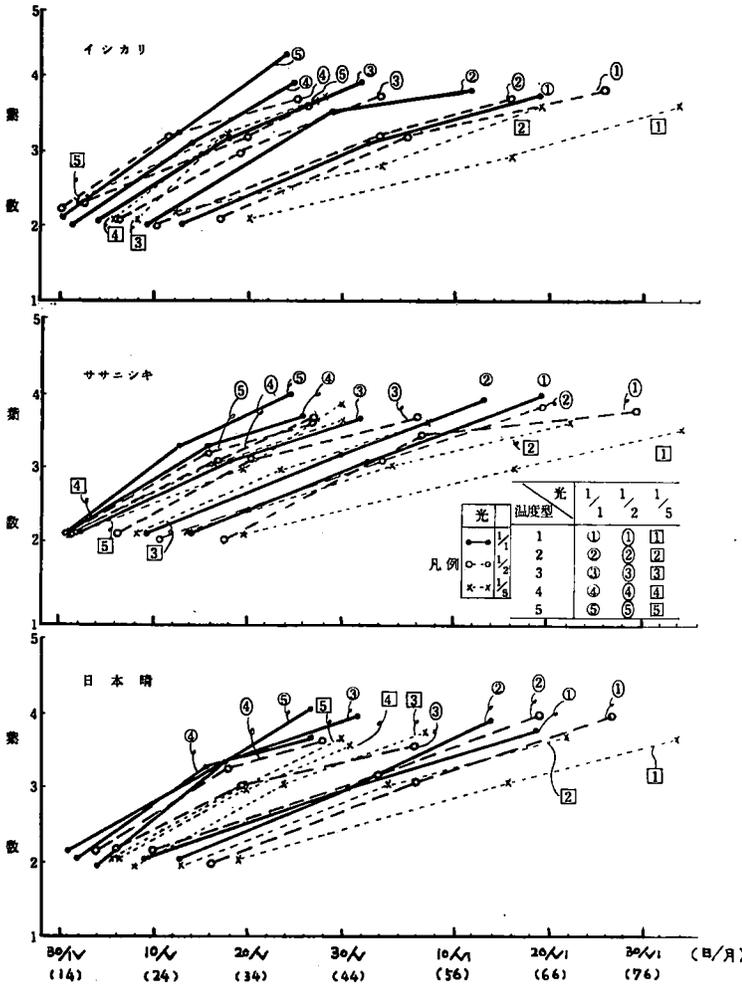
(1) 葉数の推移 葉数あるいは出葉速度について第1図にしめた。

### a 自然光（1/1）条件下

図中の各品種とも、育苗温度が15～24℃と高くなるに従い、出葉速度は早まり、とくに18～21℃間で出葉速度が急変することが認められた。

品種間では、晩生の日本晴が15～18℃の低温域および21～24℃の高温域の出葉速度の差が小さく、かつ低・高温域の中間の18～21℃の中温域の差が大きかった。早生のイシカリは、この2点で日本晴とかなり異なる傾向をしめし、高温になるにしたがい比較的なだらかに葉が増加した。中生のササニシキは日本晴とイシカリの中間に位した。すなわち、早・中・晩生の順に、出葉の温度反応型は変化した。品種間のこの違いは、出葉に対する各温度域の有効度の型の違いであり、晩生の日本晴の有効温度下限は高く、それ以上の温度で出葉に対する有効性は急増するが、有効温度上限は早生イシカリより低く、出葉増加に効率的な温度域が早生より狭いと考えられた。本実験の範囲では、早生～晩生と連続的であったが、早晩生一般の傾向であるかは、今後の検討にまちなたい。

次に、日較差の大小の影響を日平均育苗温度21℃と同じで、日較差10℃（③）と20℃（⑤）で比べてみる。日較差が大きい場合、明らかに葉速度は各品種とも例外なくまさった。そして、⑤は日較差が10℃で日平均温度が高い24℃（④）よりも葉速度は大きく、供試温度型の中で最高の葉速度



第1図 葉数の推移

注 ( )内は播取後日数

あった。すなわち、早生イシカリ、中生ササニシキでは15℃で減光の影響はないが、晩生の日本晴では15℃ですでに影響を受け、出葉は遅延した。

平均気温の高い④では、自然光と1/2減光の出葉差は小さいが、平均気温の低い③、また同じ平均気温で日較差の大きな⑤では減光の悪影響が大きく、1/2減光程度でも、自然光の場合と異なり、日較差が大きくても、出葉促進効果はみられなかった。

c 1/5弱光条件下

21~24℃の高温域では、イシカリで大差ないが、ササニシキ、日本晴と晩生になるほど、弱光の影響は顕著に出葉のおくれに表れた。15~18℃の低温域では、30日頃のみ日本晴、ササニシキ、イシカリと早生になるほど弱光による出葉の遅延が大きかった。18~21℃では弱光により出葉速度はあまり変らなかった。以上を、30日、40日苗の時点ごとに温度・光との関連でみると第2図のようになる。

(2) 3葉期の育苗日数

以上を、3葉期までの育苗日数と温度・光環境との関係で表わすと第3図のようになる。

a 自然光条件下

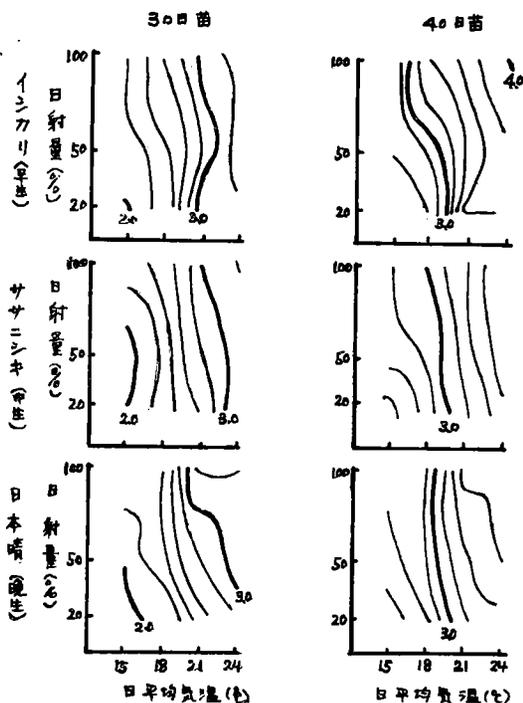
をしめ、この温度型のみが、育苗日数(播種期起算)40日で4.0葉苗がえられた。

第1図の出葉曲線で③、④が出葉速度の停滞がみられるに対し、⑤はすぐれて直線的に葉数が増加している。この傾向は日本晴で著しい。過繁茂ないしは徒長の一指標として草丈をみると、③は⑤よりもむしろ短いのが一般であったので、③の受光態劣化によるものとはいえない。

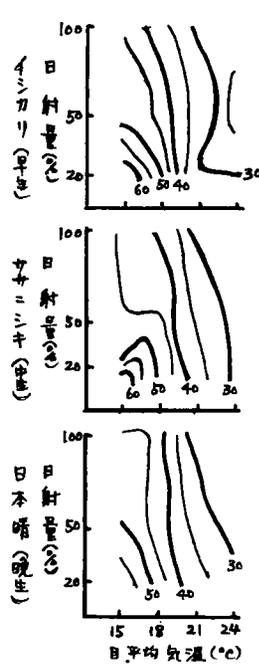
次に、自然光より減光した場合につき検討する、減光により各温度型とも出葉は遅延した。

b 1/2弱光条件下

各品種とも21~24℃で自然光より出葉は遅延するが、24℃での遅延は比較的少なかった。しかし、18~21℃での出葉の急変は、自然光と同様であった。そして15~18℃での出葉速度の自然光よりのおくれに品種間差が



第2図 中苗の育苗温度・光による出葉数の品種間差



第3図 3.0葉までの育苗日数と温度・光条件

15~24℃範囲の上, 下限温度での品種間差は明らかでなかった。

b 弱光条件下

低温域で, 早生イシカリは中・晩生のササニシキ, 日本晴よりむしろおそく, 高温域ではこの逆であった。しかしながら, 18~21℃の中温域では, 日射量や品種による差は小さく, 既出1)の項と同様な傾向であった。

図中の等育苗日数曲線の30~40日の両曲線の傾向から, 多照時で該当範囲は早生ほど広くかつ該当気温も低いが, 少照時には, 早生ほど該当範囲は狭く, かつ該当気温は狭かった。つまり, 少照

時に多照時なみの出葉速度をえるためには, 多照時より高温を要することで, 晩生ほどその必要度が大きいことを表わしている。1/5程度の少照になると15~18℃の低温域での出葉速度の遅延が明らかである。

次に⑤と④, ③を比較すると, 晩生の日本晴は多照のとときと同様に, ⑤は④, ③よりも出葉は早かったが, 早生のイシカリ, 中生ササニシキでは⑤は③より早まったが, ④よりは早まらなかった。少照時の日較差増大による効果は晩生日本晴でとくに大きかった。

3 まとめ

育苗日平均気温(15~24℃)と日射量(自然光量とその1/2, 1/5)の水稻中苗の出葉におよぼす影響を3品種(早, 中, 晩生)をもちい検討した。

- 1) 出葉速度は, 15℃・1/5でとくに少なく, 育苗気温, 日射量の高いほど増加した。
- 2) 気温18~21℃の出葉増加率は, この温度範囲よりも高, 低温域にくらべて大きく, かつ日射量の影響も比較的小さかった。
- 3) 日射量が減少すると, 同一出葉速度をえる気温は, より高温側に移動した。このいわば光と温度の代替効果は晩生日本晴で大きかった。
- 4) 同一気温(21℃)で, 日較差を大きくすると出葉速度は大きくなった。
- 5) 気温21℃で日較差20℃のとき, 多照下では, 24℃で日較差10℃の場合より出葉速度は大きくなり, 供試区でこの温度型のみ, は種後40日で4葉苗がえられた。
- 6) 出葉速度に関する, 温度・光反応には品種間差が認められた。すなわち, 高温域では晩生が, 低温域では早生が, それぞれ光の影響を受けやすかった。
- 7) 出芽加温処理は, 低温・少照の環境で初期出葉の増進に有効であった。

## 窒素追肥時期を変えた水稻の登熟におよぼす気温の影響

吉田善吉・寺中吉造  
(東北農業試験場)

水稻の出穂後気温の登熟に対する影響を窒素追肥時期との関連で、人工気象室の滑らかな変温をもちいて検討した。

### 1 実験材料および方法

① 材料の栽培 ササニシキの畑苗(5.0葉)を、1975年5月21日(I試験)および21日(II試験)に、a/2,000 鉢に1株2本植とし、鉢当たり2株移植した。土壌は盛試沖積土、基肥は3要素各1g/鉢とした。② 処理 1) 追肥 N2g/鉢を、出穂前50, 40, 30, 20, 5日頃に施した。なお、無追肥区を参考に設けた。2) 気温 自然光人工気象室をもちい、日較差10℃、日平均気温18, 21.5および25℃の正弦波曲線による変温。3) 期間 上記の気温で穂揃後40日の全期間処理群(I)および、全期間の平均気温が21.5℃と同じいか、前・後半の気温を変えた処理群(II)を設けた。I, II試験とも各18試験区のほかに、参考とし戸外温下で追肥時期の異なる区を設けた。供試鉢数は各区2鉢とした。4) 調査 処理前後の生育および登熟形質を測定した。不稔粒は触診により判定し、精玄米は粒厚1.7mm以上のものとした。米質は整粒歩合で表わし、整粒の内訳を完全粒および活青米に分けた。なお、各試験の処理期間中はまれな好天に恵まれた。

### 2 実験結果および考察

#### 1) 処理時の稲体条件

第1表に示した。一株穂数は鉢培栽のため多く、無追肥でも26~27本であった。出穂前50~30日頃の追肥区は40~45本と多く、また出穂も無追肥区より1~3日おそく、この傾向は追肥時期の早いも

第1表 穂揃期(処理開始時)の調査

試験区別番	区の内容 (追肥時期前歴)	一株当り					葉身 N %	出穂期 (月日)	生葉身 N mg	N mg / 粒
		穂数	粒数	穂重 (g)	生葉重 (g)	莖重 (g)				
I	1 出穂前52日追肥	44.0	3,740	10.7	19.2	41.0	3.09	8.18	593	0.159
	2 " 41 "	45.0	3,884	10.4	19.5	40.8	2.90	18	566	0.146
	3 " 31 "	41.5	3,382	10.8	20.0	38.6	2.99	16	598	0.177
	4 " 20 "	27.5	1,760	8.1	14.4	37.2	2.95	14	425	0.241
	5 " 3 "	28.5	1,719	5.4	9.2	26.7	2.08	15	191	0.111
C	無追肥	27.0	1,850	6.5	9.1	38.2	2.32	15	211	0.114
II	1 出穂前54日追肥	45.0	4,028	10.1	19.1	38.2	3.81	8.24	728	0.156
	2 " 43 "	42.0	3,877	10.5	20.0	42.7	3.01	24	602	0.155
	3 " 33 "	43.0	4,042	12.5	19.1	42.8	3.06	22	584	0.144
	4 " 22 "	33.0	2,112	8.6	16.4	34.4	3.44	20	564	0.267
	5 " 5 "	26.0	1,625	5.6	9.7	25.0	3.07	21	298	0.183
C	無追肥	26.0	1,854	5.8	9.7	27.5	2.52	21	244	0.132

ので大きかった。これに対し、出穂前20~5日頃の追肥区は、穂数、出穂期とも無追肥区と大差なかったが、出穂前20日追肥区の出穂のみが1日早かった。

全区の一穂当り粒数は60~94、葉身窒素濃度は1区を除き2.1~3.4%と圃場値並かやや多い位であった。

#### 2) 窒素追肥期・気温と登熟

処理後の各区の登熟・米質調査の結課を第

2表に示した。登熟歩合と精玄米粒数歩合との間に高い相関 ( $r = 0.9$ ) があったので、登熟形質には、以下精玄米粒数歩合で代表してのべる。試験結果は第2表に示した。

① 登熟全期間同一気温処理の場合

登熟歩合は粒数の多少により異なることが知られている。そこで第2表の追肥時期別の登熟をその区の粒数との関係は、概して追肥時期の早い区の粒数が多いこと、一株粒数と精玄米粒数歩合との間に負の相関があること、および供試区は1株3,000粒を境に、追肥時期の早・晩2群に大別されることにみられた。穂数の影響を消去するため一穂粒数との関係を見ると、第1図のように、さらに明確

第2表 追肥時期を変えた登熟気温の登熟、半質への影響

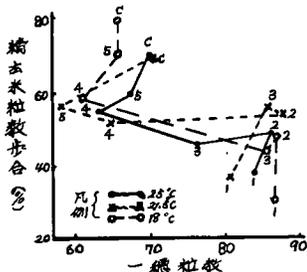
に一穂70粒を境にして区番1~3と4~Cとに群別される。

登熟が粒数水準によって異なることを考慮し、窒素追肥時期と登熟との関係も粒数水準ごとに論ぜらるべきであるが、本試験では各時期の粒数は必ずしも同じではない。しかし、各追肥時期ごとに気温の影響を検討するには差支えないと考えられる。

気温の影響は、比較的少粒である幼穂形成期以降および無追肥区

実験区	追肥	第 I 実験						第 II 実験						
		登熟1) 気温	登熟歩合 (%)	精玄米粒数歩合 (%)	完全米歩合 (%)	活青米歩合 (%)	整粒歩合 (%)	追肥2) 気温	登熟歩合 (%)	精玄米粒数歩合 (%)	完全米歩合 (%)	活青米歩合 (%)	整粒歩合 (%)	
1	-52	A	35	38	62.3	4.3	67	-54	A→C	34	35	62.7	6.1	69
	B	32	37	16.0	3.9	20	B		33	34	16.6	5.3	22	
	C	29	30	21.0	58.9	80	C→A		32	32	47.3	14.8	62	
2	-41	A	47	48	52.3	1.7	54	-43	A→C	38	41	47.9	6.7	54
	B	49	55	26.0	12.0	38	B		34	35	29.7	5.3	35	
	C	47	47	26.5	17.4	74	C→A		45	37	55.1	1.3	56	
3	-31	A	40	45	39.7	0.4	40	-35	A→C	27	35	25.9	1.9	28
	B	38	51	7.9	8.2	16	B		25	35	1.6	2.7	4	
	C	37	43	11.7	47.2	59	C→A		33	38	20.0	2.8	23	
4	-20	A	41	47	6.5	2.0	27	-22	A→C	35	38	37.4	8.6	46
	B	27	46	1.5	10.5	12	B		28	37	0.6	11.3	12	
	C	53	58	4.2	5	53	C→A		42	46	11.2	13.0	24	
5	-3	A	48	58	21.9	1.9	23	-5	A→C	43	47	30.4	5.4	36
	B	37	56	1.7	10.4	12	B		47	57	12.2	19.1	31	
	C	62	70	10.1	36.7	47	C→A		58	65	43.5	12.2	56	
C	-	A	62	70	29.0	1.6	31	-	A→C	63	75	17.8	0.3	18
	B	49	69	4.8	6.2	11	B		33	48	0.7	9.6	10	
	C	76	79	7.5	29.8	37	C→A		75	75	16.2	2.2	18	

注 1. 追肥時期は出穂前日  
2. 温度条件 A高温 25℃, B中温 21.5℃, C低温 18℃

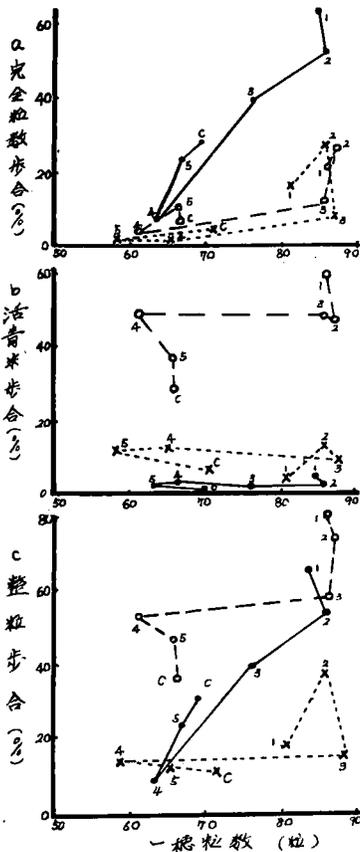


第1図 登熟と一穂粒数

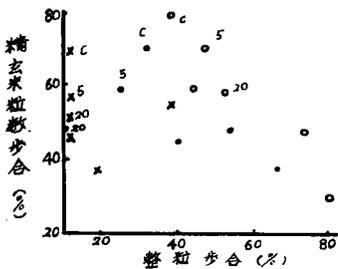
(区番4, 5およびC)では、第2表、第1図で明らかなように、18℃区の登熟が他の気温区よりもまさっていた。逆に比較的多粒である幼穂形成期以前の追肥区(区番1~3)では、より高温側の登熟が良かった。18℃区は、他のより高温な2区よりも、粒数との相関が明らかであった。

ついで、米質につき、完全粒数歩合と活青米歩合につき、粒数と関連させてみると、本試験では、第2図-aのように、粒数の増加により登熟は劣化しなかった。完全粒数歩合はむしろ、粒数の多いときに高い傾向で、とくに高温(25℃)で明らかに認められた。一方、活青米の増加

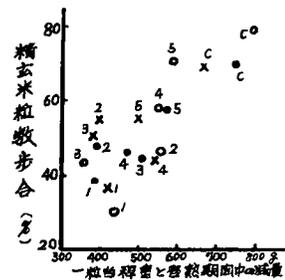
には、粒数に関係なく低温(18℃)であった(第2図-b)。完全粒数歩合と活青米歩合の和である整粒歩合の向上には、低気温、中気温(21.5℃)が粒数に関係なく、高・低に分かれ、高気温は少粒から多粒にかけ増加し、その両域がそれぞれ中温、低温に交わり、各温度の傾向線は恰もZ状になった(第2図-c)。



第2図 一種粒数と米質の関係



第3図 精玄米粒数歩合と整粒歩合



第4図 登熟期間中の転流量と登熟

なお、処理時の葉身N%の登熟・米質におよぼす影響はみられなかった。

整粒歩合と精玄米粒数歩合との関係は、低温区にのみ負の相関が第3図のように明らかであり、登熟が良くても米質は劣る傾向にある。しかし、気温区間の比較では、高～中温区の米質に比べて、区番4, 5およびCの比較的粒数の小さい区で、低温区は最良の系列であった。

ここで、出穂期の茎葉から粃への転流との関係をみるため、1粒当り稈重の処理期間中の減量と精玄米粒数歩合との関係を、全区こみにしてみると、第4図のようであり、両者の間にかなりの正の相関があった。すなわち、粒当り稈重の減量の大きく転流の良い場合に登熟は良かった。しかしながら、米質との関係では明らかでなかった。

以上、幼穂形成期以降追肥あるいは無追肥により、多粒にすぎない場合、低温区の転流良好で登熟は、低温区で比較的良好であった。また米質も、活青米歩合は大きいですが、整粒歩合としては、低温区は優れる結果であった。

本試験では、各温度区は一律に40日処理としたので、とくに低温区は登熟日数として不足の状態であることも考慮されねばならない。活青米から完全粒に転化する温度、日射などの環境条件はまだ詳らかでないが、本試験で25～21.5℃と18℃との間に、活青米歩合の極端な差があることが注目された。また活青米歩合と完全粒歩合との間には明らかな関係はなかった(第5図)。なお、本実験の低温区は日較差10℃で、最低温は13℃であった。

② 登熟期間の平均気温を同じくし、前・後半の温度を変えた場合

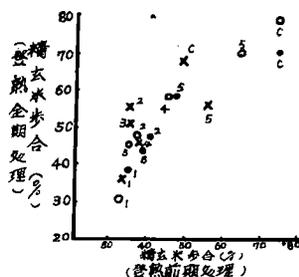
平均気温21.5℃のみにつきおこなった。

①よりも、②の登熟は劣るが、①、②共通の中温(21.5℃)を仲介として考察する。

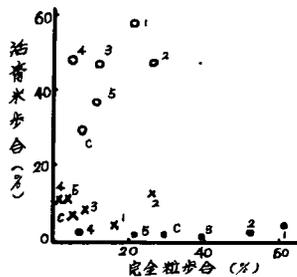
第2表によれば、②は①と処理期が7日おくられているが、平均気温を21.5℃と同じくして、前期20日と後期20日の気温の高低を組合わせた。

②の前期温度を①の全期温度と対比すると、精玄米粒数歩合の時期別、気温別の傾向が類似していた。これを一括した第5図にみられるように、前期の温度のみでも、全期の温度の場合にかなり接近した結果が得られることがわかった。

活青米歩合や、整粒歩合も、第2表によると、前期のみ25℃で



第5図 登熟前期気温の精玄米歩合への影響



第6図 整粒歩合の構成2要素の関係

も、全期25℃の場合に類似しているといえる。

米質の向上安定のための追肥時期として圃場試験の事例では、穂首分化期追肥は、多粒化し生育不安定でひいては米質を劣化しがちであり、幼穂形成期以降～出穂までの追肥が、一般的に安定で効果のある場合があるとされている。

本実験でも、幼穂形成期以降の追肥や無追肥で登熟、米質は向上したが、処理時のN%は、追肥区（無追肥区）で～3%（2%）、成熟期で1～1.5%（0.7%）で大きな差はなかったことや、粒数として過大でなかったこともある。しかしながら、低温が活青米歩合をのぞけば、すぐれていた。このことが、本実験が鉢栽培で、比較的多窒素条件で、人工気象室内で行なわれた事などに起因するか、今後の検討にまきたい。

### 3 まとめ

ササニシキをもちい、出穂前50～5日までの窒素追肥期を変え、人工気象室内で、出穂40日間の気温の高低（日平均25、21.5および18℃、正絃波変温、日較差10℃）の影響を検討した。

- 1) 精玄米粒数歩合は、出穂前50日追肥では25℃が良かったが、出穂前40～30日追肥で21.5℃、出穂前20～3日追肥で18℃が良く、追肥期のおくれと共に、登熟適温が低くなった。
- 2) 出穂期稈重の減少と精玄米粒数歩合の間に正の相関関係が認められたが、米質とは無関係であった。
- 3) 精玄米粒数歩合の増加は、18℃において、粒数に無関係に整粒歩合の低下を伴った。
- 4) 整粒歩合は、25℃では、粒数の増加と共に多くなったが、18℃では粒数にかかわらず、つねに多かった。
- 5) 整粒歩合を完全粒歩合と活青歩合に分けると、前者が25℃で粒数とともにまし、後者は18℃で顕著に多く、両者とも窒素追肥期と無関係であった。
- 6) 活青米粒数歩合は、完全粒歩合や粒数とは無関係に、18℃で急増した。
- 7) 精玄米粒数歩合は、登熟期間の前半20日間の気温処理のときは、全期間処理と接近した。
- 8) 整粒歩合、活青米歩合は、登熟期間の前半または後半のみ25℃の場合も、全期間25℃なみになった。

引用文献（畧）

# 山地傾斜地気象に関する研究

## 第2報 岩手県北上山地袖山牧野における気象特性

阿部 博史

(東北農業試験場)

### 1 はじめに

北上山地は、日本列島の東北端に近い太平洋沿岸地域にあり、その北端は青森県八戸市、南端は遠く宮城県牡鹿半島におよぶ区域である。北上山地中の最高峰はこの地域のほぼ中央部に聳える早池峰山(1,914 m)で、これから南北にそれぞれ1,000 m級の山地が連なって、北上山地の背を形成している。山地群の多くは、山頂附近に緩傾斜面を有する準平原地形で、数百年前から馬の放牧が行なわれていたと云われる。

これらの山地を主体とする北上、北岩手地域に存在する標高800 m以上の広大な農用地開発可能地のうち、昭和50年度から畜産開発適地として7,700 haの草地造成が広域農業開発事業として着手された。

広域農業開発事業は、地域における酪農および肉牛経営の規模拡大を図るとともに、機能分担方式による公共、共同牧場の建設を行うという基本方針に基づき、先発地の岩手県葛巻町袖山地区で昭和51年度より工事が進められている。

今後、開発が進められていくなかで山地の有効かつ適正な利用に際し、地形的、気象的条件の厳しい山頂高海拔地帯の気象特性のは握は困難であったが、現地での観測データの収集ができたので一応概括的な特性についてここに報告する。

現地の気象観測に際し、特に厳寒期の山頂部の観測地えの機械点検、保守のため大型雪上車の運行の便をいただいた葛巻町役場並びに吹雪の中簡易雪上車で観測器機の保守に同行していただいた当场業務科谷藤彰技官に深甚の謝意を表するものである。

### 2 調査地および観測方法

岩手県葛巻町は北上川源流の岩手町と太平洋岸の久慈市とのほぼ中間、北上山地の北部の中央に位置し、総面積43,000haで、その大半は山林原野で占められ、農地は僅か6%にすぎない山村である。

酪農の歴史は古く、岩手県の主要な生産地で、北上山地畜産開発の中心的地域の一つに位置づけられている。

なかでも、袖山牧野は町の東端、岩泉町に隣

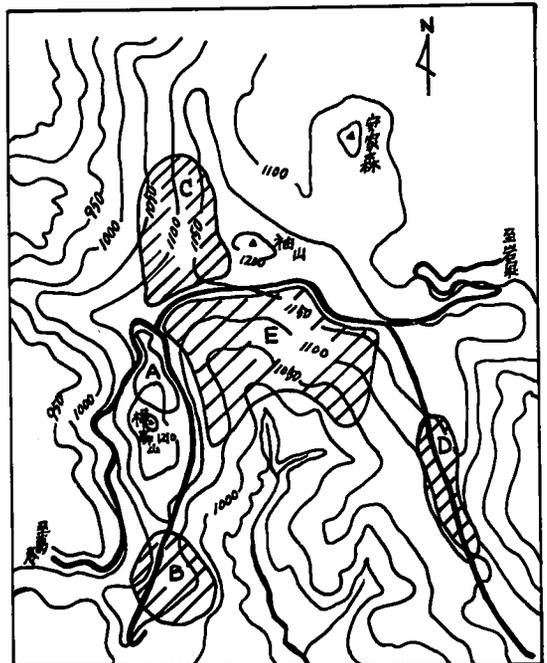


図-1 袖山牧野概況

接する標高 1,000 m 以上の高海拔地帯に展開する造成草地、飼料生産団地、放牧草地および乳雄育成牧場が配置される大規模な公共牧場である。

気象観測の基点は図-1に示すように、樺森山(1,210 m)と袖山(1,215 m)の鞍部にある放牧監視舎を中心に配置した。

観測種目は、気温、地中温度、日射量、雨量、風向、風速を各自記々録計で記録させた。さらに図-1に示したように、A、B、C、D、E地区の積雪の深さおよび土壌凍結深をそれぞれ測深棒並びに地中をボーリングして実測した。

袖山地域における気象特性を北海道東部根釧地方で同様な広域開発事業が実施されているので、この地域と比較するため、附近の気象観測値の得られる根室測候所の観測値とさらに袖山牧野の山麓に位置する葛巻の観測値とを比較検討した。

### 3 結果

#### 1) 気温

袖山(1,140 m)と葛巻(390 m)および根室(25.8 m)の平均気温の推移は図-2に示すとおりである。一般的に北上山地の気温は北海道東部、オホーツク沿岸並びに根釧地域に類似しているといわれており、年平均気温で5.5℃前後である。袖山の気温推移をみると、春季から夏季には順調に気温の上昇がみられ7月に最高をしめしてその後気温の下降が続き冬をむかえ1月には最低に達する。根室の気温推移はオホーツク沿岸なため春の訪れは遅く気温の上昇は鈍く8月に最高を示し、以後徐々に下降し1月に最低を示す。袖山牧野の気温は北上山地の一般的な傾向を示している。

暖候期は日中高温を示し、夜間低温となり温度較差の大きい傾向を示していた。

しかし、冬季になると高海拔地に位置する牧野では気温の低下が著しく、11月から3月までは平均気温が氷点以下が続き、12月～3月までの期間最高気温の月平均値が氷点以下で、なかでも1月は最高気温-8.8℃最低気温-14.4℃、平均気温-11.5℃を示している。

#### 2) 風速

袖山牧野は山頂高海拔地帯であり当然風は強いと予想していたが、各地点に比較してみるとはっきりと特徴が現れている。

各月別の平均風速の推移は図-3に示すように、暖候期の袖山牧野の平均風速は3～4m/sec前後と各地点ともあまり差は無いが寒候期に入ると一段と強度が増してくる。なかでも12月～3月までは8m/sec以上の値を示しており、強い季節風が吹いて

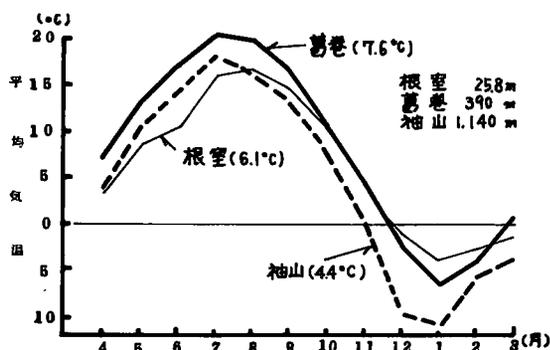


図-2 根室、葛巻、袖山の平均気温



図-3 根室、葛巻、袖山の平均風速の比較

いることがうなづける。

表-1に袖山と根室の各月別の最大風速を示した。

- 平均風速と同様暖候期間は両地点とも大差はないが、寒候期に入ると一段と強度の差が現れ

てくる。袖山牧野では寒候期の10月～3月についてみると1月をのぞいて30m/sec以上の観測値を得た。その最大値は34.0m/sec、根室の27.9m/secに比べ山頂高海拔地の特徴といえよう。

表-1 袖山と根室の最大風速の比較 (m/sec)

地点 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
袖山	28.4	25.5	22.0	15.0	14.8	20.8	34.0	32.0	31.0	25.5	32.5	30.5
根室	27.9	17.4	13.2	12.5	15.8	18.5	22.1	24.3	20.1	20.4	20.7	19.4

表-2 袖山および根室の風向別頻度 (%)

地点	月	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
袖山	4	7	3	1	2	4			
	5	8	5	6	2	4	4		
	6	1	7	3	7	1	3	7	
	7	7	4	7	7		3	0	1
	8	7	5	7	7	7	7	7	7
	9	3	0	1	3	1	7	2	7
	10	1	6	6	5	3	3	1	0
	11	3	8	0	1	0	7		
	12	3	7	4	1	6	3	3	
	1	1	3	8	1	3			3
	2	9	7	7	9			5	
	3	3	6	5	2	1	7		3
	根室	4	4	3	7	7	7	1	7
5		1	0	2	9	1	3	3	5
6		7	3	3	1	0	6	0	3
7		7	3	3	2	1	3	3	2
8		1	0	1	0	3	6	4	5
9		7	1	3	1	0	3	4	0
10		3	3	2	6	1	3	3	2
11		7	4	0	1	7	2	3	1
12		1	0	5	8	3	1	3	1
1		6	6	1	3	3	1	0	3
2		1	7	2	4	3	1	4	3
3		3	3	3	2	3	3	1	6

3) 風向別頻度

袖山および根室における各月の風向別の頻度を表-2に示した。

袖山牧野は前にのべたように、北上山地の最高峰早池峰山を中心に南北に1,000 m以上の背をなしており、ここ袖山の観測地点も南北にのびる稜線上に位置し、西方には奥羽山脈の八幡平が連なっており、西風が吹きつける地形をなしている。このため各月とも西風又は西寄の風が多くなっている。

暖候期は南および東寄の頻度が多少吹走しているが北西～南西のいわゆる西寄の風が圧倒的に多い値を示している。

根室についてみると、暖候期と寒候期の南東と

北西にそれぞれははっきりと変化を示しており、季節風の影響が顕著に現れている。

4) 風速強度別頻度

袖山牧野における平均風速、最大風速および風向別頻度について述べたが、北上山地の山頂高海拔地帯の最も特徴的な風速強度について、その頻度を図-4に示した。

図-4にみられるように暖候期および寒候期で風速強度の頻度がはっきりと現れている。暖候期における袖山の風速強度は10m/sec未満の風速は月の52～73%であり、10～20m/secの頻度は27～40%であるのに、それに比べ寒候期は10～20m/secの風速頻度が月の53～52%、さらに20～30m/secの風速頻度は23～52%にも達し、さらに30m/sec以上の頻度が3～10%現れている。

寒候期間を通じて袖山牧野の山頂高海拔地帯における風速強度は10m/sec以上の日が90%を越える頻度で吹走していることがうかがえよう。またさらに30m/sec以上の強風の頻度も各月とも出現して、北上山地の山頂高海拔地の厳しさが低温、強風という気象条件にあることが解った。

一方、根室についてみると、暖候期、寒候期ともははっきりと風速強度の分布が別れており、それぞれ10m/sec未満の風速強度については63～73%、26～32%、また10～20m/secの風速頻度は、16～37%、60～74%と暖候期、寒候期とその頻度が顕著に現れた。30m/sec以上の強風は暖候期、寒候期を通じて現れていない。

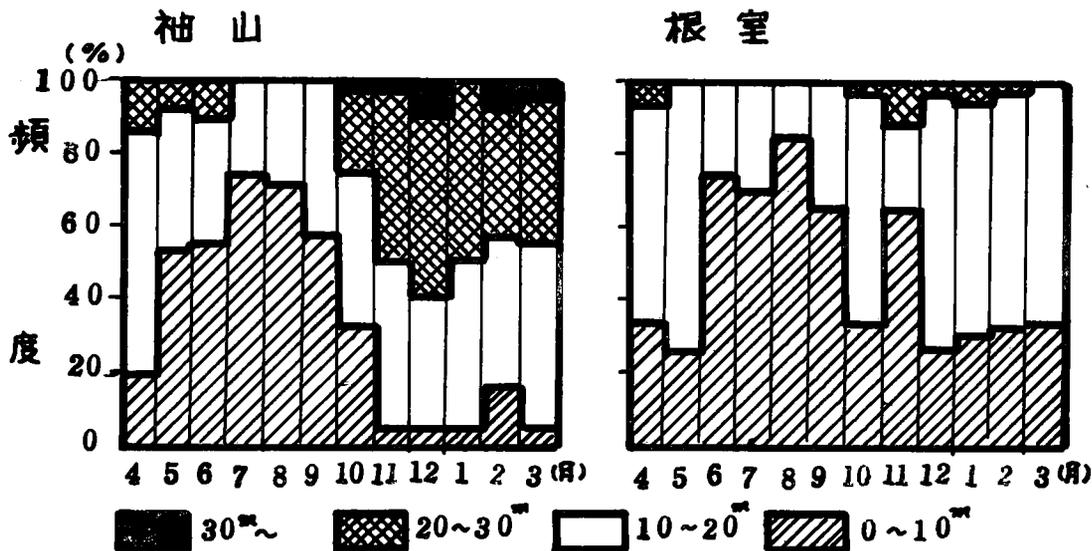


図-4 袖山と根室の風速強度別頻度

5) 土壤凍結深および積雪の深さ

山頂高海拔地では11月に入ると最低気温も氷点下になり、くわえて北西の季節風が吹きつけ袖山牧野の土壤は凍結が始まる。牧野内各地点の土壤凍結深は表-3に示す通りであるが、最深凍結深は80cmを越えている地点があり、翌春6月にも地中に凍結層を認める地点が存在した。寒冷、強風のため牧野内の草地上のほとんどの地域に積雪は停滞せず、林地の風下に位置する附近にのみ積雪の停滞が認められた。各地点の積雪深は表-4に示す。

草地に隣接する野草地あるいは林地は草地に比べ積雪の滞留は多く認められた。

4 おわりに

北上山地の山頂高海拔地にある袖山牧野での数ヶ年間の観測結果から概括的な特性をのべたが、低地に比べ、温度および風、さらにこれらの影響を大きく受ける草地上の気象条件が比較にならない程厳しい条件であることが解った。草地は大規模機械造成のため、森林の皆伐を行っての工法で進められており、山地の森林は風力を弱め積雪の飛散を防止して、地下部の保温に役立つことからこれら山頂高海拔地の厳寒な気象条件を考慮して行うべきである。

北上山地の山頂高海拔地の開発には、寒冷、強風という問題を克服するためには、森林の地形に合った適正な配置が望まれ、今後さらにこの面からの研究が重要と考えられる。

表-3 土壤凍結深 (cm)

地 点	凍結深 (cm)	
	最 深	最 少
A	30	10
B	20	10
C	30	10
D	30	10

1976. 12. 2 測定

表-4 積雪の深さ (cm)

地 点	積雪の深さ (cm)		
	最 大	最 少	林 地
A	70	0	120
B	85	0	-
C	150	0	120
D	90	0	130

1977. 3. 3 測定

## 福島県の園芸作物（とくに果樹）における 農業気象的問題（気象災害）

福島県園芸試験場長 原 田 良 平

福島県は本邦における温暖地帯の植物が冷涼な地帯の植物にうつりかわる地域に位置し、園芸作物のなかでも果樹については、温暖地方に適する果樹と冷涼な地帯に主産地を有する果樹が入りまじり、各種落葉果樹の主産地を形成している。

阿武隈川流域の中通り、大川流域の会津盆地は東西に山脈があって海洋の影響少なく、夏乾の気候であって果樹栽培に好適し、浜通り一帯は降水量は前二者より多いが、適地を選ぶことによって栽培が可能である。

生産された果実は主として京浜、京阪神、北海道、隣県の主要都市に向けられているが、モモは遠く九州、中国地方にも出荷され、全国的に販売されている。

昭和51年の果樹類の栽培面積は約12,000ha、生産額約290億円で福島県の農業粗生産額の約9%を占めている。

リンゴ	3,300 ha	（青森、長野、山形、秋田に次ぐ）	44,800 t
モモ	3,290	（山梨に次ぐ）	60,800
ナシ	1,460	（鳥取、茨城に次ぐ）	40,900
ブドウ	740	（全国10位）	4,160
カキ	1,540	（ " 5位）	13,500
クリ	350	（ " ）	510
ウメ	660	（全国7位）	2,050
オウトウ	97	（ " 6位）	170
スモモ	105	（ " 6位）	1,140

過去の気象災害について果樹と関係あるものを調べてみると頻度が多く、被害額の大きいものとしては晩霜害である。

以下本県の果樹と気象災害について概要を順次述べてみる。

### 1 晩霜害

霜害は、植物の耐寒性の弱い時期に起るから、果樹ではその生育初期の4～5月ころに著しい。

この時期の霜は、日の出前ころ気温の最低となる早朝に起りやすいが、本県の降霜条件として福島市におけるものを指数にとると

- (1) 夜間の雲量が 2.5 以下
- (2) 夜間の平均風速が 3.5 m/s 以下
- (3) 日中の最高気温が 20 ℃ 以下
- (4) 18時の露点温度が 7 ℃ 以下

ならば、規模はともかく降霜のあることはほとんど確実といってよい。しかし、これらの4条件は互いに関連なく起りうると考えられるから、これを組み合わせた気象状況の起る度数と降霜度数を対

照してみると、たとえば(1)と(4)の条件が同時に起るような状況では、降霜の公算は少なくとも70%以上とみて大過のないことがわかる。

次にこのような状況の起る気圧配置は、ほとんど移動性高気圧の通過するような場合で、それもこの高気圧の中心付近とその前面で降霜をみるのがきわめて多く、しかも規模70%以上の降霜は、高気圧中心部に限るといっても過言ではない。

しかし、この気圧配置であっても、降霜のあるのはその半数にも達しない。これは、その時々で上層の気象状態が異なるからで降霜のある場合は上層には強い寒気があり、その寒気が南下して沈降するという状態になっている。つまり晩霜の条件として、地面付近で夜間の放射冷却が著しくなることと同時に、上層からの寒気の沈降があることが必要なのである。

#### (1) 霜害の季節

霜害の起りやすい時期であるが、浜通り・中通りでは、平野部で4月半ばから5月上旬、山沿いでは4月下旬から5月中旬までで、会津は5月一杯とみてよいが、もちろんその年々の気候の推移作物ステージによってかなり異同がある。気温の低い年には遅くまで低温の日が多く現われ、暖かい年には早くその懸念が解消すると考えて良い。また霜害の目安となる極端に低い最低気温出現の可能性として、福島に0℃以下の最低気温が現われる可能性は5月20日頃が限界である。

#### (2) 霜害の地域性

霜害の起る地域には、その年の植物の種類や生育状態による場合と、局地的な気象特性によるものがある。後者については、地形や土地の裸被などの影響が大きく、一般に空気の流通が少ない土地や冷気の滞留しやすい低地、あるいは冷気の流れ道にあたる傾斜地などで、それぞれ霜穴とか霜道と言われている。

これに反し、水辺や高地の中腹以上など、放射冷却の緩和あるいは顕著な気流の交替により降霜条件の起りにくい、いわゆる無霜害地帯もある。

実際の分布では、阿武隈・奥羽山脈の中腹部に高温帯、中央盆地に低温域の存在が認められ、この高温帯は高度200～400mの大気の逆転層の上部に当たっているため霜害を受けにくく、低温域は霜穴や寒気の滞流するところで霜害常襲地帯となっている。

いま福島盆地を例にとると、最低気温の水平分布は、地形や、地被状況による地表付近の冷気の移動ならびに放射冷却の相違でほとんど決まると考えられる。

このような精細な温度分布は、凍霜害対策上きわめて重要であるが、まだ県全体について調査が行届いてはいない。(土地の利用状態などが変われば、放射冷却の程度や地表付近の冷気の移動も変わるので、前に調査した所もあらためて調べる必要がある。)

#### (3) 4月下旬の低温継続時間

4月20日以後福島の最低気温が氷点下になったとき、気温4℃以下の継続時間と危険示数(低温障害の程度を表わす目安であって、4℃以下の継続時間と4℃からの気温の降下量との積の1/2で表わす)記録を次表に示す。

霜害年月日	最低気温 (℃)	4℃以下継続時間 (時間)	危険示数 (度・時間)	順位
大正 6.4.26	-0.9	7.0	17.2	2
7.4.25	-1.2	5.0	13.0	7
9.4.25	-0.3	5.0	10.8	9
昭和 16.4.28	-2.2	5.8	18.0	1
23.5.29	-0.1	5.8	11.9	8
28.4.20	-0.8	6.0	14.4	4
28.5.3	-0.7	6.3	14.8	3
30.4.20	-0.6	5.9	13.6	6
(32.5.4	0.5	5.7	10.0	10)
39.4.29	-0.5	6.3	14.1	5

なお、本県の結霜条件として、普通という気温（地上約 1.5 m の大気の温度）が 4℃以下になれば地表に接する気層の気温が 0℃以下となりうるものとし、4℃を特定気温としている。

もちろん、地形や地物の如何によって低層の気温分布は著しく異なる。

(4) 降霜予報技術

ア、天気図 イ、基準点との温度差をチェックする ウ、日中の最高気温との関係、18時、21時の気温との関係 エ、湿度との関係 オ、風速、雲量との関係 カ、月令 キ、局地的降霜予報装置の利用（湿度、温度、逆転現象の3要素を組合わせた予報装置）、無線警報装置など ク、その他

(5) 危険限界温度について

ア、夜間における植物体の温度と気温との関係

植物体は夜間冷空気との接触および植物体からの輻射放出の両方で冷える。そのため露出している果実より樹冠内部の果実の方が温度が高い。露出している果実では気温が下がって行く時には果実温の方が気温より高いが、気温が落着くと果実温は気温と同じか気温より低くなる。

イ、種類、品種間差、発育ステージ別

種類、品種によって発育程度に応じた耐寒性、言葉をかえていえば凍霜害の危険限界温度がある。このような危険限界温度を論ずる場合はすべて植物体温でいうのが正しい。

もっとも、この温度は後述するような生理的な条件の影響で差を生ずるし、実験的に厳密に測られたものではないので大まかな表現しかできない。とくに自然状態では植物体温は厳密に保たれることはないし、いろいろな条件によってもちがうので、危険限界温度は 0.3～0.4℃ぐらいの幅をみて考えるのが妥当である。

次表は果樹の種類、品種別のおおまかな危険限界温度を発育程度に応じて示したものである。

表 1 果樹の種類別、発育程度別の凍霜害を受ける危険限界温度

種 類	1	2	3	4	5	6	7	備 考(品種間差)
リンゴ (紅玉)	-4.0	-3.0	-2.5	-2.0	-1.8	-1.8	-1.8	印度, 祝が弱く, デリシヤス, 紅玉はこれに次ぎ, ゴールデン, 旭は強い。国光は花がおそいので霜害はあまりうけない。
ナシ (長十郎)	-3.5	-2.8	-2.2	-1.9	-1.7	-1.7	-1.7	長十郎, 八雲が弱く, 早生赤, 晩三吉, 二十世紀, パートレット, フ・ラウランスは中間で, 新興, ウインターネリスは強い。
モモ	-4.5	-3.5	-2.7	-2.3	-2.0	-2.0	-2.0	砂子, 倉方早生が比較的弱い。
オウトウ	-2.2	-	-2.2	-	-1.7	-1.7	-1.7	ナポレオン, 大紫はやや弱い。
カキ ブドウ 新梢		-2.0						

備 考 以上の温度に 30 分以上おかれた場合は危険である。

1 ……リンゴ, ナシは未着色の硬い蕾が花叢内でわかれた時期

2 ……リンゴは中心花蕾が色づいた時期, ナシは蕾の先端桃色, モモは花べんが見えはじめた頃

3 ……リンゴは全花蕾が色づいた時期, ナシは蕾が白色になった時期, モモは花べんが見えはじめた頃

4 ……開花直前    5 ……満開期    6 ……落花期    7 ……落花直後~10日頃までの幼果期

なおここでいう危険限界温度は, 前述したように花, 幼果あるいは新梢の植物体温であるから, 百葉箱や輻射よけをつけない裸の温度計で測った温度は, ほゞ果樹の植物体温に似ているので実用上この温度を植物体温として代用し, そのままこの危険限界温度を適用してもよい。

表 2 リンゴの品種による霜害のちがい (1964年福島県伊達町)

品 種	被 害 歩 合 %	品 種	被 害 歩 合 %
祝	70	ゴ ー ル デ ン	30
旭	38	デ リ シ ャ ス	22
紅 玉	57	国 光	56
ス タ ー キ ン グ	57	印 度	
デ リ シ ャ ス			

表3 モモの品種別の霜による被害 (1964年福島県伊達郡)

品 種	霜による被害歩合 %	品 種	霜による被害歩合 %
布目早生	73	大久保	67
砂子	95	箕島白桃	86
倉方	90	白桃	75
福光	67	缶桃	73
高倉	78		

(6) 栽培管理と霜害

低温抵抗力

地形, 草生, マルチの有無

耕うんの有無

灌水の有無

(7) 霜害の対策

ア, 被害前の対策

(ア) 栽培環境中気象に関する考慮

(イ) 耐霜性品種の育成あるいは導入

(ウ) 開花遅延の方法あるいは耐凍性を付与する方法

イ, 直接の防止対策

(ア) 燃 焼 法

燃 料——重 油      リターンスタックヒーター, 空カン利用

固形燃料——  
 — Tree Heat (アメリカ製)  
 — F-Heat (福島製)  
 — ポリプロピレン

その他, タイヤ, マキなど

(イ) 氷結散水法      スプリンクラー

水量確保に問題がある。棚仕立のものではよいが、立木ではつららの重みで枝が折れる。

(ウ) 煙 霧 法      フォッグマシン, 共立製, アメリカ製, OEDを利用した人工霧

(ニ) 送 風 法      ウインドマシン, 小型送風機, 燃焼法との併用

(ホ) 被 覆 法      わい化栽培との関連で検討の要あり→材料  
 薬剤の開発

いずれにしても簡便で公害(煙, 騒音など)を伴わない防霜法の開発が重要

新しい燃料      簡易な器具      夜間電力の利用      プロパンガス      その他

## 2 凍寒害

リンゴ樹の凍霜害を受けた地域では、それが誘因となってふらん病が多くなる傾向が認められる。とくに2月高温、3月低温の傾向が強く、また秋季(10, 11月)の気温較差が大きく-10℃以下の低温出現頻度が高いような気象条件は本病の誘発の多少に大きく関与するようである。(本県で会津田島、下郷町で5~6ha罹病面積あり)

ブドウ; 本年のねむり病の多発は昨年冷夏による貯蔵養分の体内蓄積不足のところに春先の低温出現頻度が高かったため発生したものと考えられる。

モモ、ナシ; 凍害の発生したところから胴枯病が侵入することが多い。

## 3 雪害

全県的には東北のうちでは他の県よりは被害が少ない。会津方部は比較的豪雪地帯であるが果樹の面積が少ないので大きな問題はない。

なお、リンゴのわい化栽培は雪害の被害を受けやすいので豪雪地帯では問題があろう。

## 4 雹害

雹害は突発的に発生する。しかも短時間で甚大な被害をもたらすが、局地的な場合が多い。

雹害は突発的であるため積極的な予防対策を講ずることはほとんど不可能である。また被害の程度によって、その対策は異なるが、一般的には次のように行なう。

ア、被害数日後の傷口がかたまつたところに、殺菌剤(各果樹によって異なるので、防除基準に従って選ぶ)を散布して病害の発生を防ぐ。

イ、葉の裂傷がひどく、同化機能が十分営まれないような場合は被害の大きい果実を減らし着果量を適正にして果実の肥大を図る。

ウ、有袋栽培では袋が多く破れるので、早い時期の被害では早急に袋の掛けかえをする。

## 5 低温・降雨・日照不足・風

### (1) 開花期

4月20日中心のモモ、4月23~27日頃のナシ、5月上旬のリンゴの開花期の低温(15℃以下)降雨、風(7~8m以上)は訪花昆虫の飛来に影響する。また降雨が続く場合には人工受粉を行なおうと思っても適期を失うことがしばしばある。そのため実止りが不良となる。またブドウの開花時は6月中・下旬の梅雨期にあたる。そのため花振いをおこし歯のかけたようなブドウになる。

### (2) 生育期間中

発芽直後から初夏にかけて強い季節風が吹くと伸長中の軟弱な新梢が被害をこうむる。カキ、ブドウは被害が大きい。

また、果樹に発生する病原菌は一般に20~25℃で繁殖するものが多いし、降雨と多湿によりそれらに拍車かけられる。6~7月の風がモモのせんこう細菌病を多発させる。

病害虫防除は共同によるSSによって、果樹園面積の約40%で行なわれ、他は手散布によって行なわれているが、いずれにしても散布時の降雨、風は防除を困難にするので適期散布を失う結果になる。また散布後の降雨が甚だしい場合は農薬の持続期間が短縮するし、リンゴではボルドー液散布後の降雨は果面、葉面上に付着している石灰を多く流亡させるため、硫酸銅が果面および葉面に残り、その結果果実、葉に銅の薬害を発生し、無袋果の外観をそこねたり、早期落葉の原因となる。

### (3) 果実の肥大期および成熟期

降雨、日照不足は炭水化物合成機能の低下と果実への異常な水分の移行によって、果実の品質を低下させる。また熟期のおくれと未熟果を発生させる。

とくにモモ、ブドウなどでは未熟のまま終ることもある。また熟期のおくれは結果的に販売時期をぎりぎりまで遅らせることになるので、一時的に販売のピークをつくり価格形成上不利となる。

そのほか生理落果を誘発する。カキ、モモ、ナシ、リンゴなどほとんどの果樹において異常な生育期間中の天候は栄養のバランスをくずすことになるので問題になる。

なお、翌年の花芽分化に影響をおよぼし、隔年結果や減産の原因になる。

## 6 台風

本県は他の果樹産地に比し、台風被害は少ない県である。しかし落果、落葉を招くことがある。

風害対策→防風林、防風ネット、その他

## 7 農業気象的問題に対する今後の技術対応

### (1) 予防対策よりも地形を考えた計画的栽培を

とくに未利用地の新規開園特に標高の高いところでの無理な開園についての反省

### (2) 品種構成上の問題

### (3) 栽培の基本的事項を忠実に守る

土地を大切にし地力を維持する。

太陽を効率よく使う→間伐、樹形構成、夏季せん定、ブドウのハウス栽培（安定生産のための）

など

### (4) 収量を規制する（天候に応じて）ブドウ、リンゴ、ナシなど

### (5) その他

## 地域的気候の違いと農業生産

日本農業気象学会会長 坪井 八十二(東北農業試験場長)

### 1 はじめに

53年度から第2の生産調整ともいうべき、水田利用再編対策が始まろうとしています。

先に農林省は、農業生産の指標を示しましたし、昨日はまた転作面積の配分が各県毎に示されました。この政策を遂行してゆくためには、地域間の問題が大きくとりあげられることになっています。一つの指標で県の配分を決めたというような新聞報道もありますが、地域問題が一つの指標になっていることも事実であります。また一方農林省は、地域農政の特別事業というようなことをはじめることとして、市町村の中の数集落を対象としました施策、しかも地域(小さい区分け)、生産現場からのいろいろな施策をそれにそって、いろいろな事業を進めて行くというようなことで、今までの中央集権的な方向から、丁度反対の地域主義といえますか地方自治といえますか、そういう発想で農政を展開していこうとしています。いずれにしても、最近地域とか地方とかという問題が非常に重要になって来ています。

私は今年の夏、庄内を歩きまして、たまたま月山を越える雲の動きが非常に大きい状況にいました。あの清川ダシの鉄橋の上で非常に強い風に吹かれまして、「ヤマセとダシ」の問題あるいは「ダシとフェーン」の問題などをあらためて考えてみる必要があるのではないか、ということを実感しました。この講演資料の最後に「ダシとフェーン」ということで掲載していますが、これは農林省公報(aff)の巻頭言に書いたものです。実際清川ダシに吹かれて感じたことを書いたものです。ただこの中の「生保内ダシ」が「吹けば宝風、稲みのる」ということは実は良く知らないのですが、こういうことではないだろうかということを書いたものです。ですから現場でいろいろご承知の方は、間違っているかも知れませんのでお教えていただければと思っています。

いずれにしても地域とか地帯、地区とかいう言葉がはやりになっていますが、私達は前々からこういう場所でそれぞれ気象条件が違っているということを知っていますし、私は「こういうような局地的な気象条件の違いを農業生産に十分考慮して対応していかなければならない」とつねづね思っているわけでございます。そこで先に申しましたような水田利用再編対策にあたって、また先程の原田場長のお話しにもありましたような、気象災害に対応するにあたりまして、また積極的に地形気象を生産に活用して行く点からも、もう少しこれを活かしていかなければならない。このような地形気象、地域気象を我々の研究に結びつけて行く必要があるのではないか、とつねづね思っていますので、特別講演の依頼に対しまして一応以下のような項目について話そうと思っています。

1. 気候が区切る作物栽培の北限と南限
  - ・ミカン栽培の北限
  - ・リンゴ栽培の南限
  - ・水稲栽培の北進
2. 気候が制限する作物栽培の期間
  - ・水稲栽培可能期間の地域による違い
  - ・気候による2毛作の制約
  - ・生産力の地域による違い
3. 気候からみた水稲の好適作季・安全作季
  - ・水稲の計画栽培
  - ・気候登熟量示数
  - ・災害の地域性と回避栽培



と同時に咲くようになることがよくわかります。

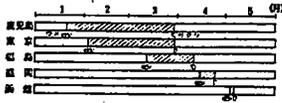


図4 ウメの開花からサクラの開花までの期間(倉嶋, 1969)  
(北へ行くほど短くなる統計期間 1953~65)

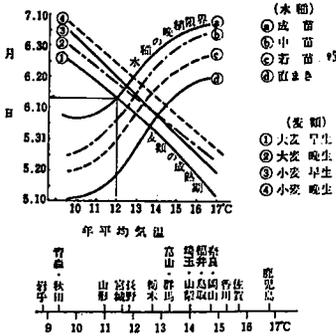


図5 水稻の晩植限界と麦の成熟期

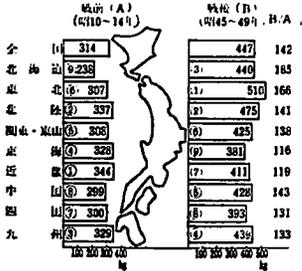


図6 米の単収向上の地域差 (作物統計から作成)

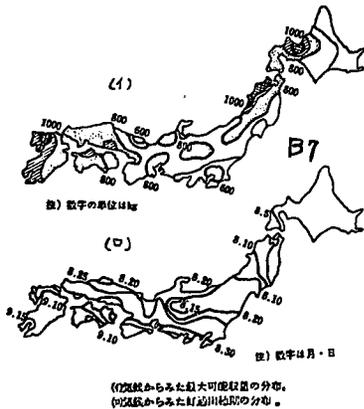


図7 気候生産力と最適出穂期 (内島ら)

図5は気候による二毛作の制約について示したものです。麦類の成熟期を左上から右下への直線で示し、水稻の晩植限界を左下から右上への曲線で示しています。年平均気温が12℃というのは長野県。岩手県は9℃以下になっています。図から長野県の大麦は早生ですら6月13日にならないと成熟期に達しない。一方稲の方は成苗で6月13日が晩植の限界ということでありました。したがって大麦の早生を入れ水稻の成苗移植をすれば、なんとか二毛作が可能になるわけです。成苗を用いないで中苗、若苗(稚苗)などを使用する場合は、とても二毛作は不可能であり直播はさらに無理であることがわかります。

図6は単収向上の地域差を示しています。戦前は東北地方は、全国のランクでは6位であったのが、現在は一位の生産性をもっています。これは現在の稲作が寒冷地に合うような稲作体系に組替えられたということ東北地方は米の主産地になったわけです。北陸は戦前、戦後とも2位を維持しています。

このよう 収量(単収)にも地域差があるが、この地域差単収も技術によって変わるわけで、東北地方もいろいろな変遷を経て米の主産地になったということです。

### 3. 気候からみた水稻の好適作季・安全作期

最近はきめ細かい計画栽培が提唱されています。いわゆる水稻の計画栽培ということです。

図7(イ)は、羽生さんらがやられた気候登熱量示数の全国分布を示したものです。また(ロ)は最大収量を得ようとする場合の品種の最適出穂期を示したものです。ここで言いたいことは、機械田植になってから西南暖地で麦の栽培が圧迫されているといわれるが、若し最大の収量を得ようとするれば、九州では9月上旬頃に収穫させれば良いので、6月中旬頃の田植でも良いわけです。

麦を圧迫しているとすれば、機械田植のためというよりも労力などの関係が大きくてやれないのではないかと私は思っています。

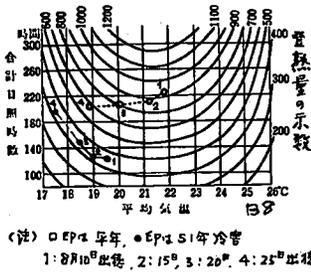


図8 登熟期間の気温・日照と登熟量

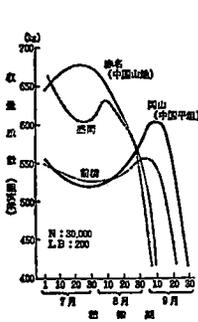


図9 場所による好適出穂期の違い (坪井 1969)



図10 地帯別水稻作況指数

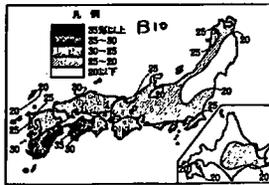


図11 台風 comes襲危険度の分布

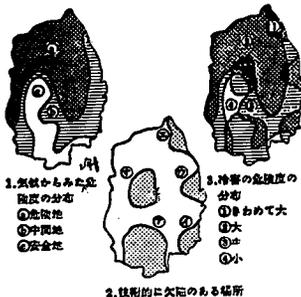


図12 仮定による冷害危険度の県内分布 (岩手県)

図8～図10には、地域性によって農業生産の違いを示しました。図8は内島さんらの登熟量と気象の関係図に51年度の登熟期間の状態を書き加えたものです。51年の冷害年の登熟量示数が小さいことがよくわかります。また図10は51年の東北地域の作況指数を農業地帯別に示したもので地域差の大きかったことがよくわかります。図11には災害にも地域差の大きいことを台風について示しています。図から東北地方は台風の来襲は比較的少ないことがみられます。ただ日本海に出た台風が再上陸するものがあるため秋田県、青森県、北海道の東部は比較的台風来襲の頻度が高くなっています。

図12は岩手県の気候からみた冷害の危険度の県内分布です。原図は昭和36年に岩手農試が東北六県と一諸に共同研究して作製したものです。

いろいろ与えられた気候の他に、現在は技術そのものが崩れたことがみられるので、この両者を重ね合わせると気候と技術を一諸にした危険地帯がわかり、その地帯にはどんなことを中心に技術指導をしたら良いか、その対策などもわかるのではないかと、このようなことを考えて私が例示として図示したもので、岩手県の実態ではありません。

#### 4. 作物栽培の安全地と危険地

三沢さんが前に書かれた風土産業(長野県を中心にして書かれた)、地形気象から風土産業が生れているのですが、この風土産業を今後とも伸ばさねばならないことを早くから述べておられますが、東北地方にも茶の産地が気仙沼や高田の方にはあります、また災害では霜害や冷害の危険地があり、またヤマセの常習地、ダシの吹く地帯などがありますが、これらが地形によって、気候の違いがでてくるので、それらに十分対応した合理的な農業をやるのが非常に大切ではないかと思えます。

そういう意味からもう少し郷土からの農業気象がでてくる必要があるのではないのでしょうか。

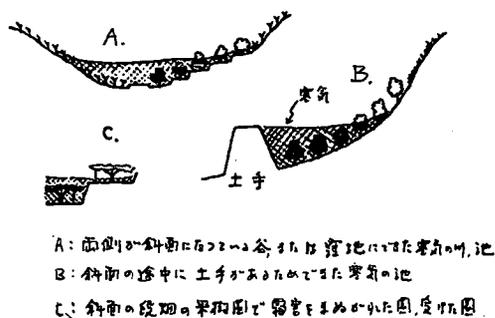


図13 地形でできる寒気の池や川

図13はいわゆる霜穴とか冷氣湖などといわれているもので、傾斜地になっている時にはそこは霜害は発生しにくいですが、そこに新幹線や高速道路の土手ができると霜害の常習地になる危険性があることを示しています。したがって新幹線や高速道路のために土地を売ることは、その土地（土手）のかみ手の気候を悪化させることのあることを十分考え気をつける必要があるのです。土手でなく高架にすればこの悪影響は除かれます。最近、新幹線は高架になっていますが、高速道路はそうなっ

ていません。高架の方が建設費が2～3倍もかかるためでしょうが、目には見えない気候の悪化をさせないように十分気をつける必要があります。

### 5. 気候の不公平を政策で是正する。

最初に申しましたように水田転作が行なわれようとしています。同じ水田1haといっても、そこで栽培される作物や使用回数によって、年間の収益というものは東北地方と西日本ではずい分と違います。例えば米そのものは10a当り大体10万円程度と思われませんが、西日本では米を作って、その他に麦あるいは野菜栽培ができますがそれらの作物はものによっては米の3～4倍の収益があげられるものもあります。

東北地方では水田は稲の単作しか気候的にむずかしいわけですが、西日本では米の他にもとれるわけですから、そこに場所による地域による気候の不公平、不平等があります。我々は寒冷地手当をもらっているが、農業においても気候に応じて同じ土地（面積）からいくら上るかその収益に差がありますが、その差をその土地に生れた人の宿命と考えないで、その気候的不公平を政策によって是正することこそが、本当の政治ではないか？と思います。したがって今回の水田転作についても、水稲の冷害常習地帯は転作の耕地になると思いますが、時々冷害のくる程度の所は、現在日本一の米の生産地である東北は、単作でもありまた他の金もうけも出来にくい所でもありますから、水田利用再編においても農業の地域分担をもっと明確にすべきではなかったか。今回の配分は3年間変えないということですが後はそのようなことをもう少し考慮して、急傾斜で配分してもらいたいと考えます。農林省も県配分では若干の傾斜は付けたわけですが、県内配分あるいは市町村配分では面積割になったところが多いようです。

以上を要約しますと、「もう少し農業気象研究でも地域問題、地域気象、地形気象を研究しようではありませんか」ということを申しまして私の話を終ります。

付 東風（ダシ）と風炎（フェーン）

吹けや生保内東風、七日も八日も 吹けば宝風 稲みのる

秋田民謡、生保内節の一節である。生保内は現在田沢湖町の一部になっているが、田沢湖の東方標高270mの所にある古い集落で、かつては凶作試験地の置かれていた冷害の常習地である。

ここは盛岡市から西に奥羽山脈を横切って大曲市に到る国鉄田沢湖線の間地点にあり、古くから角館と共に秋田美人の産地として知られている。北上川の支流雫石川の源流と雄物川の支流玉川の源流が、それぞれ東西から奥羽山脈に食い入ってできた峡谷に沿って、国鉄と国道が走っている。この奥羽山脈の低いところに岩手側から吹く風が集まり、山越えして西の峡谷に沿って、乾燥した東寄りの強風となって秋田側に吹き出すのである。これが生保内ダシである。

民謡のいうようにこのダシが宝風かどうかについては疑問視する人が多いが、私はこのダシが乾燥していることから、ダシが続く年はいもち病の発生が少なかった経験からいわれたのではないかと思う。

東北地方には山地、山脈の低いところを越す東風をダシといい、その場所の名を付けて呼んでいる例が非常に多い。中でも有名なのが山形県の清川ダシである。朝日山地の北、月山と鳥海山の間地点を最上川が横切るところにできた峡谷を吹き抜ける強風である。

この清川ダシは、岡山県の広戸風、愛媛県をやまじ風と共に、我が国の三大悪風といわれる局地的強風の一つである。後二者が全くの山越しのオロシ風であり、台風の通過が原因であるのに対し、清川ダシは低い山越えにはなるが峡谷に沿って吹き出す風で、オホーツク海高気圧が発達し梅雨型の気圧配置の時に起こりやすい。この気圧配置の上に日本海に低気圧があって日本海側に風を吸い込む力のある時は、清川ダシは一層強くなる。

強風の度が過ぎれば作物に被害が出て悪風となるが、余り強くなければ乾燥した風なので、生保内ダシと同様、ここでも病害の軽減に役立っているに違いない。

清川ダシが強くなるような気圧配置の時には、この山系の大小多数の峡谷から規模さまざまなダシが現われる。更にこの傾向が強くなると、峡谷からだけでなく山脈の低い鞍部からも吹き出して山越えの風炎（フェーン）になる。山の斜面を登る時、風の中の水分が雲となり、山越えして反対側に吹き降ろす時、高温乾燥の風となる。山頂に掛った雲も風下側で消えて日本海側は好天となる。湿った低温のヤマセ風に吹かれる宮城県に比べ、いもち病に弱いササニシキが山形県でつくりやすい理由はここにあるのかも知れない。

#### 雲の峯

いくつ崩れて

月の山（芭蕉）

—フェーン時の月山山頂の雲の動きは激しい—

## 支 部 記 事

### 支部会について

◎ 昭和53年度の支部総会並びに研究発表会を下記により開催しますので、多数ご参加下さいませようご案内申し上げます。

なお研究発表されます方は、10月7日までに発表題目と発表者名を、事務局まで御連絡下さい。

### 記

日 時 昭和53年10月27日 13.00～研究発表 15.00～特別講演、夜・懇親会

10月28日 8.30～10.00 役員会・総会 10.00～15.00 研究発表会

場 所 岩手大学農学部（盛岡市上田3丁目18番8号）

特別講演 岩手大学農学部長 石川武男氏（題未定）

### 人事移動について

◎ 支部長 古川農業試験場長の宮本硬一氏が香川大学にご転任になりましたので、後任支部長の選出を行ないました。新支部長には東北農業試験場環境部長木下彰氏が選出されました。

◎ 評議員 宮城県の評議員（宮本硬一の後任）に仙台管区気象台の八重樫佐平氏が選出され、また福島県の評議員（申し合せ事項改正による増員）には福島県園芸試験場の原田良平氏が選出されました。

### 支部会費、その他について

◎ 支部会の運営は会員からの会費で運営されています。会費および別刷代は同封の振替用紙でできるだけ早く納入して下さいませようお願い申し上げます。

◎ 52年度の総会にて了承されました支部会友の候補者を、各県よりご推選下さいませようお願いします。

◎ 日本農業気象学会編 シンポジウム紀事「水稻冷害の対策技術」の残部が若干ありますので、ご希望の方は事務局までお申込み下さい（1,000円〒120円）。

◎ 山形大学農学部 羽根田栄四郎氏が下記の本を出版されました。

「稲作気象」 A5版 上製本ビニールカバー付 220頁 2,200円〒200円

発売所 鶴岡市本町3-14-29, 農業荘内社内, 庄内農業技術研究会, 郵便振替口座 山形 5477 庄内農業技術研究会。

昭和52年度 会計決算報告

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前期繰越	1,833円	1,833円	通信費	25,000円	22,500円
個人会員会費	180,000	178,000	振替費	1,500	1,350
賛助会員会費	60,000	40,000	事務費	2,000	2,000
雑 収	30,000	59,000	旅 費	25,000	22,900
			印 刷 費	190,000	205,490
			会 議 費	20,000	20,000
			雑 費	6,500	4,500
			予 備 費	1,833	0
合 計	271,833	278,833	合 計	271,833	278,740

次年度繰越金 278,833円 - 278,740円 = 93円

昭和53年度 会計予算

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	93円	通信費	25,000円
個人会員会費	180,000	振替費	1,500
賛助会員会費	60,000	事務費	2,000
雑 収	40,000	旅 費	8,000
		印 刷 費	240,000
		会 議 費	15,000
		雑 費	3,500
		予 備 費	93
合 計	280,093	合 計	280,093

## 賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市東二番町70	電力の開発, 販売
気象協会盛岡支部	盛岡市山王町	気象調査等
気象協会秋田支部	秋田市八橋字八橋78-4	気象調査等
佐川屋器械店	盛岡市駅前通り9の5	理化学器機械販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町126	化学薬品販売
三機商事株式会社	盛岡市本町通三丁目16-9	計測機器販売
美和電気工業株式会社	仙台市一番町一丁目4-14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸14	理化学器機械販売
(株) 旭商会仙台店	仙台市上杉一丁目9-38	計測機器販売

あらゆる 気象観測, 用計測器

各種 温度, の検出端, 測定機器

PH, 濁度, 他 水質, 監視用計器

指示記録, から データ処理, まで

業界のトップレベルの機器を駆使してお客様にご満足いただける  
計測器・計測システムをお届けさせていただきます。  
お問合せは当社セールスサービスネットワークをご利用下さい。

横河電機・横河ヒューレット・パッカート・中浅測器  
東北・北海道地区代理店

美和電気工業株式会社

東北地区支店. 出張所

仙台支店: 〒980 仙台市一番町一丁目4-15 ☎(0222)21-5466  
盛岡出張所: 〒020 盛岡市夕陽瀬町22-28 ☎(0196)51-9000  
秋田出張所: 〒010 秋田市大町3-4-39(大町3丁目ビル1階) ☎(0188)63-6081  
山形出張所: 〒099 山形市松波1丁目16-9 ☎(0236)32-0221  
郡山出張所: 〒963 郡山市山崎213 ☎(0249)33-8732  
いわき出張所: 〒974 いわき市楲田町南町1-5-11(古川ビル) ☎(02466)3-2059

北海道地区支店. 出張所

札幌支店: 〒060 札幌市中央区南二条西1丁目(宮本ビル) ☎(011)261-2401  
苫小牧出張所: 〒063 苫小牧市字明野9-223 ☎(0144)55-5860  
旭川出張所: 〒070 旭川市南一条22丁目左一号 ☎(0166)32-5022  
釧路出張所: 〒087 釧路市川上町4丁目1(野口ビル4階2) ☎(0154)23-6496  
本社: 東京都新宿区新宿2丁目8番1号(新宿セブンビル7階) ☎(03) 341-2101

---

東北の農業気象 第 23 号

昭和53年 9 月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部  
振替口座(仙台) 4882 番  
盛岡市下厨川赤平 4 東北農試内  
郵便番号 020 - 01

印刷所 盛岡市本町通二丁目 8 - 37  
(株)阿部謄写堂

---

# 日本農業気象学会東北支部会則

昭和30年 4月 1日 実施  
昭和31年 12月 19日 一部改正  
昭和35年 12月 22日 同  
昭和37年 12月 4日 同  
昭和39年 1月 31日 改正  
昭和42年 1月 27日 一部改正  
昭和45年 12月 19日 同  
昭和49年 9月 13日 同

## 第1章 総 則

第1条 (名称)：本会は日本農業気象学会東北支部とする。

第2条 (目的)：本会は日本農業気象学会の趣旨に則り東北における農業気象学の振興をはかることを目的とする。

第3条 (事務局)：農林省東北農業試験場農業気象研究室におく。

## 第2章 事 業

第4条 (事業)：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

- (1) 農業気象についての研究発表会、講演会、談話会などの開催。
- (2) 機関誌「東北の農業気象」の発行。
- (3) その他必要と認める事業。

第5条 (事業年度)：本会の事業年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終る。

## 第3章 会 則

第6条 (会員)：本会の会員は正会員、賛助会員、名誉会員とする。

- (1) 正会員は本会の趣旨に賛同し、入会を申込んだ者。
- (2) 賛助会員は本会の目的事業に賛同する個人または団体で別に定めるところによる。
- (3) 本会の発展に著しい貢献をした者のうち評議員が推薦し総会が承認したものを名誉会員とする。

## 第4章 役 員

第7条 (役員)：本会に次の役員をおく。

支部長 1名 評議員 若干名  
監査 2名 幹事 若干名

第8条 (任務)：

- (1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長事故あるときまたは欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員がその職務を代行する。
- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。
- (3) 監査は本会の会計を監査する。

(4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条 (選出)：

- (1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。
- (2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち3名を本部評議員として互選する。  
ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。
- (3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。
- (4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条 (任期)：役職の任期は2年とし、重任を妨げない。

第11条 (解任)：役員または顧問が東北地方を離れ、またはその職場を退いた場合には自然解任となる。

## 第5章 顧 問

第12条 (顧問)：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

## 第6章 会 議

第13条 (会議)：本会には総会と評議員会をおく。

- (1) (総会)：年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。
- (2) (評議員会)：必要に応じ支部長が招集する。幹事は評議員会に出席し発言することができる。

第14条 (会の成立)：総会は会員の5分の1以上、評議員会は評議員の2分の1以上の出席により成立する。

## 第7章 会 計

第15条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第16条 (経費)：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第17条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 1,000円

賛助会員については別に定める。

第18条 (決算)：会計の決算は会計年度終了後速かに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第19条 その他は本部会則に従う。

第20条 (会則の改正)：この会則の改正は総会の決議により行う。

学会長就任のあいさつ……………坪井八十二… 115

論 文

1. 沖縄におけるパイナップル栽培と日射量  
について……………城間理夫… 1
2. 芝生上への熱移流に於ける風下拡散の効果  
……………磯部誠之… 7
3. 中海北西沿岸、本庄地域の気温について  
……………小林哲夫… 61
4. 防風施設によって助長される霜害  
……………三原義秋・鶴田孝一・根本 修… 67
5. 比較的小さい面の強制対流水蒸気輸送係数  
……………長谷場徹也… 73
6. 作物の物質とエネルギー変換を考えに入れ  
た温室環境モデル(英文)  
……………高見晋一・内嶋善兵衛… 117
7.  $C_3$ 植物と $C_4$ 植物に関する農業気候学的研究  
(3) 蒸散量ならびに葉温……………長谷川史郎… 129
8. 温量指数と寒さ指数の長期変化と変動特性  
……………内嶋善兵衛・堀部淑子… 137
9. 間接熱交換方式による温排水利用温室につ  
いて……………山本雄二郎・岡野利明・青木 清… 149
10. 貯熱交換機つきハウスのモデルとその妥当  
性のテスト(英文)…高見晋一・内嶋善兵衛… 155
11. ハウスの暖房負荷係数の変動とプラスチック  
フィルムの熱貫流率について(英文)  
……………堀口郁夫… 175
12. 防風林の風下風速分布に及ぼす防風林の幅  
の影響に関する風洞実験(英文)…高橋英紀… 183

要 報

1. 作物生長のモデル化  
モデルの構造とサラダ菜への適用  
……………大原源二・高倉 直… 13
2. 果樹の葉内水分不足に関する研究  
(8) 温州ミカン樹の日の出前と日中の葉の  
水ポテンシャルの関係  
……………間苧谷 徹・町田 裕… 19
3. 高知県におけるハウスの暖房必要熱量と必  
要換気量の分布……………森田純行・橋本博好… 25

4. 大型ビニールハウスにおける暖房負荷の実  
態調査……………環境制御基準資料調査グループ… 189

学会賞受賞記念講演要旨

温室内の温度と直達光環境に関する研究  
……………岩切 敏… 81

講 座

農業生産とエネルギー……………宇田川武俊… 199

シンポジウム報告

生物現象と微気候に関するトピックス  
一昭和50年度日本農業気象学会秋季大会  
シンポジウム(1)…………… 87

国際会議報告

1. 国際シンポジウム「気候変動と食糧問題」  
概要報告……………三原義秋… 35
2. 国際柑橋会議(1977年)……………真木太一… 99
3. WMOアジア地区農業気象研究セミナーに  
出席して……………岩切 敏… 195

資 料

施設園芸環境制御基準資料…………… 特別号

論 説

農業教育と農業気象教育の在り方に関する  
見解……………日本農業気象学会… 31

- お知らせ…………… 41, 98, 109, 116, 167, 194, 217
- 書 評…………… 18, 24, 34, 80, 128, 182
- 本会記事…………… 49, 86, 103, 169, 208
- 会員移動…………… 55, 107, 172, 216
- 訃 音…………… 50
- 賛助会員名簿…………… 58, 113, 173, 225
- 抄 録…………… 98, 168, 188
- 訂 正…………… 102
- 編集投稿規定…………… 110
- 支部だより…………… 102, 170, 209
- 謝 辞…………… 215