

東北の農業気象

第 18 号

昭和48年7月(1973)

〔 論 文 〕

1. 浸冠水による作物被害と軽減技術 鎌田金英治・小野 充・山口邦夫 1
2. 青森県における冷害の実態 —新聞記事を中心として— 穴水孝道・和田純二 5
3. 水稲の冷害対策技術効果に対する一考察 阿部玄三 9
4. 昭和46年異常気象における水稲作況に関する一考察 吉田 浩・亀井 績・山崎栄蔵・芳賀静雄 13
5. 機械化移植苗の素質に関する研究
第5報 稚苗に対する植付時の風および地温の影響 寺中吉造 17
6. 南海低気圧による林木の冠雪害 八重樫良暉・嘉村 耕 21
7. 主成分分析による東北地方の気候地帯区分 小島忠三郎 25
8. 北東北における牧草の収量と気象条件 阿部玄三・奥山富子 29
9. ビニールハウスにおける反射板の効果について 佐々木由勝・藤沢勝太郎 33
10. 水田の落水時期と米質に関する研究 第2報 落水の早晚と米質 前田 昇・永沼昌雄・小野清治 36
11. かんがい水による水田温度環境調節に関する研究 第2報 地下水利用による苗代期の低温障害防止
千葉丈一・日野義一・大果誠一 40
12. 同 上 第3報 地下水利用による登熟期の夜間温度調節 千葉丈一・大果誠一・日野義一 44
13. 稲作期間中における水田温度と土壌気象に関する研究
第3報 稚苗移植田の水深のちがいによる水田水温と露場気温との関係 日野義一・千葉丈一 47
14. 水稲保温折衷直播栽培における播種時期について 田中義一 51
15. 寡照条件下における水稲生育相 第1報 透水と日照との関係 高野文夫・米沢 確・佐々木忠勝 55
16. 水稲体温と環境条件との関係 第II報 自然条件下における水稲体温 羽根田英四郎 59
17. ユニット暖房蚕飼育装置の暖房時における微気象特性
—特に外気象下における温度制御について— 河端常信 62
18. カントリーエレベーターの自主検査にあらわれた気象の影響 佐藤亮一・和田純二・松橋 実 66
19. 昭和47年9月12日の岩手県玉山村の降雹被害について 工藤敏雄・大川 晶 70

〔 講 話 〕

1. 最近の気候変動について 和田英夫 73
- ◇ 会員だより 78
- ◇ 支部記事 79
- ◇ 賛助会員名簿 81
- ◇ 「農業気象」第28巻目次紹介 裏表紙

日本農業気象学会東北支部

盛岡市下厨川赤平4・東北農試内

48・49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	山 中 園 利	秋田地方気象台
評 議 員	永 沼 昌 雄	青森農試
	小 野 清 治	〃
	藤 原 忠 一	東北農試
	本 庄 一 雄	岩手大・農学部
	光 野 一	盛岡地方気象台
	宮 部 克 己	岩手農試
	桜 井 清 蔵	東北農試
	関 塚 清 蔵	〃
	石 山 六 郎	秋田農試・大館分場
	熊 野 誠 一	東北農試・栽培第一部
	宮 本 硬 一	宮城農業センター
	工 藤 敏 雄	仙台管区気象台
	羽 根 田 栄 四 郎	山形大・農学部
	大 沼 濟	山形農試・庄内分場
	渡 辺 正 一	福島農試
幹 事	前 田 昇 史	青森農試
	阿 部 博 史	東北農試
	細 井 徳 夫	〃
	菅 原 侑 一	〃
	田 中 義 一	岩手農試
	牛 崎 敏 雄	盛岡地方気象台
	斉 藤 正 一	秋田農試
	千 葉 文 一	宮城農業センター
	山 崎 栄 蔵	山形農試
	高 橋 昌 一	福島農試
顧 問	岩 崎 勝 直	八郎潟農村建設事業団
	加 藤 愛 雄	東北大・理学部
	菅 益 次 郎	東北農試
	黒 沢 順 平	岩手農試
	佐 木 芳 治	仙台管区気象台
	梅 田 三 郎	気象協会東北本部
	内 海 徳 太 郎	
	輪 田 潔	東北大・農学部
	八 瀨 利 助	
	山 本 義 一	東北大・理学部

浸冠水による作物被害と軽減技術

鎌田金英治・山口邦夫・小野允

(秋田県農業試験場)

1 はじめに

水害による作物の被害、および減収機構については古くから研究されて来ているが、このような災害は一部の常発地帯を除いては不意にやって来るのが一般的で、これらに対する技術対策も十分であるとは思われない。しかし近年圃場の基盤造成技術の進歩とともに、用排水の分離された圃場や、パイプライン方式による圃場造成も増加して来ている。これらは水害を主目的としたものではないが、このような災害時に有利に働くことも明らかにされつつある。昭和47年7月の集中豪雨は秋田県内で大きな農業災害をもたらしたが、その被害は基盤造成方法により著しく異なることが明らかにみられた。その現状を調査して二・三の知見が得られたのでその結果について報告する。

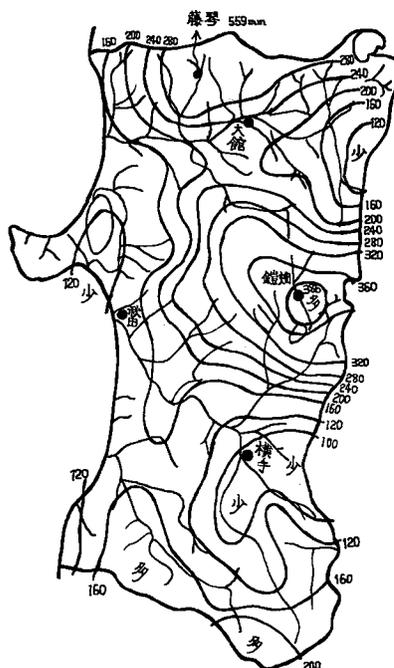
この研究を実施するに当たり本谷耕一場長より有益な助言を得た、記して謝意を表す次第である。

2 県内における降雨量の分布

47年7月7～8日における県内の降雨分布は第1図に示した通りで、田沢湖を中心とした東部山岳地帯と米代川流域の県北山岳地帯に降雨が多く、藤琴で549mm、鎧畑で382mmを記録した他、県内の平均雨量で190mmとなっている。これは秋田県の年間降水量1,900mmの10%に相当する雨量であり、これを1時間毎の雨量で見ると最大は鎧畑における28/hmmであり、各地とも7日・8日の夜半に強い雨が降り、鎧畑では8日の日中にも強い雨が降った。なお秋田市での2日間の合計雨量は131mmである。

3 圃場条件の違いとトマトの被害状況

第1表に圃場条件の違いとトマトの被害状況を示してあるが、これからわかるように水制御の出来るパイプライン圃場では降雨中においても浸水はほぼ50mm程度で、しかも停滞することもなく、雨上りと同時に排水されているが、普通圃場では100～150mmと停滞水が多く、しかも40時間にわたり滞水しており、一部は畦上まで冠水している。このような停滞水の差異がトマトの生育に大きな差をもたらし、雨上り後2日目から普通圃場のトマトは萎凋現象を呈し、さらに7月下旬のフェーン現象下では先端葉が枯死し、下葉は捲葉となり、明らかに水分代謝の異常性が認められた。しかしパイプライン方式圃場のトマトにはこのような症状は全く認められず、生育は順調であった。



第1図 秋田県の地域別降雨分布

(7月7～8日)

第1表 圃場条件とトマトの被害

圃場	パイプライン圃場	普通圃場
浸水程度	畦上に50mm程度の浸水、 畦の上部は露出	畦間に100～150mmの浸水 1時畦上まで冠水(約40時間)
被害症状	1) 雨上り後、下葉に疫病の発生をみる。 2) 症状みられず 3) 症状みられず	1) 全 上 2) 雨上り2日後(7月10日)より生長点附近および上位葉3～4枚が萎凋、紋フエーン現象により枯死する。 3) 第4～第5果房の太りが悪く、また下葉は捲葉となる。

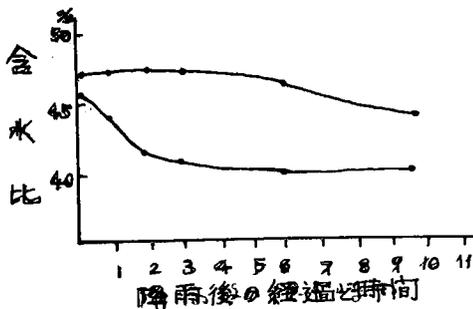
注) A, パイプライン圃場の条件

- イ) 暗渠 10m間隔に地下80cmに埋設、塩ビ管・粉ガラ保護
- ロ) 心土破砕 暗渠に直角に1m間隔に深さ40cmに施行
- ハ) 地表水排除 耕地内から耕地外へ250～300mmのパイプで排除
- ニ) 圃場の境界 1mのコンクリート柵工板を入れ、外部からの水の浸入を防ぎ、その水は外周暗渠でカットする。
- ホ) 圃場の立地 周囲は水田に囲まれた30aの転換2年目圃場

B, 普通圃場の条件

- イ) 暗渠 10m間隔、深さ80cmに埋設、土管、ソダ保護
- ロ) 地表水排除 明渠による。
- ハ) 圃場の境界 明渠による。
- ニ) 圃場の立地 54aの畑団地、昭和37年より水田転換(10年目)

て土壌の水分特性について検討したのが第2表である。これからわかるようにパイプライン圃場の土壌は乾土容積が少く、孔隙量が大きく、また飽和水分時における水分量が少ないなどが明らかにされ、



第2図 圃場条件の違いと表土の排水

4 圃場条件と排水

このように圃場の造成方法により浸冠水の被害が大きく異なることから、これらは結局水の移動と関係が深いと推定されたので、7月12～13日に再び50mm程度の降雨があったのでその時の両圃場における排水の程度について調査した。その結果は第2図に示す通りである。

この図からわかるようにパイプライン圃場の土壌水分は降雨後約3時間でほぼ平衡状態まで低下するが、普通圃場では9時間経過後もまだかなり高い水分状態で、表土が湿潤であることがわかった。そこでこれら両者の土壌を表土、下層土に分けて

さらにその孔隙量の50～60%しか水が入らず、粗大孔隙の大きい特性をもっていることがわかる。そして飽水後2.5時間放水した後の水分減少程度をみると、パイプライン圃場では36～43%であるのに対し普通圃場は孔隙量の46～65%と高い値を示しており、最大吸水時から放水の時間経過にともないパイプライン圃場の土壌は急速に水分低下するが、普通圃場ではとくに下層土の乾燥速度の遅いことが目につく。

このように土壌の水分特性の差が表土の排水速度を支配しているものと考えられ、パイプライン圃場で地

第2表 圃場条件と土壤水分特性

圃場条件	乾土容積 cc	孔隙量 cc	飽和水分量 cc	飽和水分量/ 孔隙量	飽和後2.5時間放水時 水分量/ 孔隙量	対乾土水分量			最大吸水量に対する比率	
						飽和時 %	30分後 %	2.5時後 %	30分後 %	2.5時後 %
普通畑 表土	31	69	49.9	72	46	54.4	38.2	34.7	70.2	63.8
下層土	38	62	50.9	82	65	45.8	38.9	84.9	84.9	79.0
P-圃場 表土	24	76	38.4	51	36	54.2	42.1	77.7	77.7	72.1
下層土	25	75	44.1	59	43	59.2	46.9	79.2	79.2	73.0

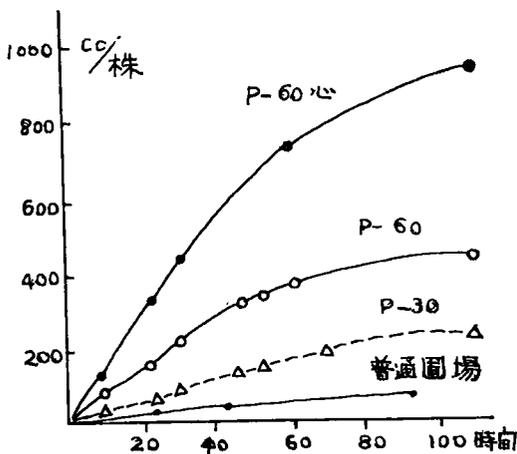
下水低下，心土破砕などの施行により土壤基盤がこれら降雨に対応出来る方向で造成されていることを示している。

5 浸冠水とトマトの生理特性

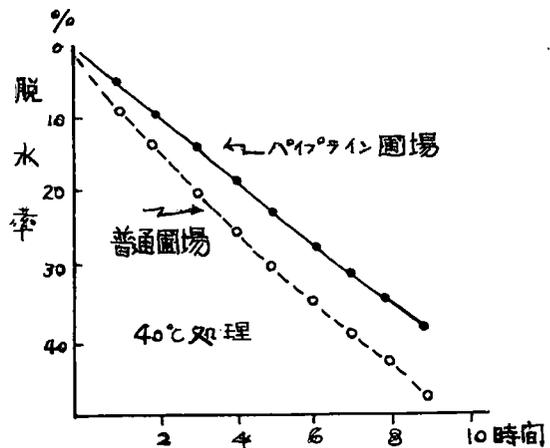
浸水程度，浸水時間などにより第1表に示したように顕著な症状がみられるが，これら症状の生理的要因を明らかにするために主に水分代謝の面から検討してみた。

まず根の吸水程度をみるために溢泌量の調査を行ってみた結果が第3図に示されている。これは7月12日に両圃場の生育中庸株を地上20cmの位置で切断し，切口を三角フラスコに入れ密閉し，一定時間毎に採集し，これを累積したものである。その結果溢泌量は圃場の排水条件と極めて密接な関係にあることがわかり，地下水位低下が速く，透水条件の良い程多く，パイプライン圃場に比較して普通圃場のトマトは極めて少いことが明らかになった。溢泌量は根の量と活力（吸水力）がコミになって表現されると考えられるが，浸冠水被害の現われる圃場の溢泌量は少く，この量の多い圃場は被害が少いことは第一義的に吸水能力の差がこれを支配していると考えられ，また溢泌量調査は根の活力を診断する上に有力な手がかりを与えるものと思われる。

一方吸水された水が体内でどのような形で利用されているのを見る目的で，生育の中心葉を切断しこれを40℃の恒温乾燥器に入れ水分の減少率を1時間毎に測定した。その結果が第4図に示されている。（採取した葉は第3果度附近のもので当時の最大葉である）



第3図 圃場条件とトマトの溢泌量



第4図 圃場条件と脱水速度

この図からわかるように普通圃場のトマトの脱水速度はパイプライン圃場のそれに比較して脱水速度が非常に早いことがわかった。吸水された水は植物体内では主に細胞原形質内に諸種の物質と結合しながら膨潤を司どっているが、これらが種々の要因で生理機能を低下した場合にはその最も初期に現象として現われるのがこの水と物質が分離し始め、フリーな水分状態を保つことであると云われているが、浸冠水の場合もこれに合致する値が得られた。このような水は外気の気象環境に容易に反応し、脱水速度を早め、フェーン現象のように高温、低湿度の状態では吸水と蒸散のアンバランスから萎凋、枯死の現象を表すものと推考される。

6 む す び

浸冠水によって起る被害には諸種の採相があるが、その中で萎凋～枯死の過程をたどる一つの方向として考えられる要因に、停滞水による根の酸素欠乏に起因する呼吸系の阻害とこれともなり根の吸水機能低下、体内水分代謝の変調が考えられ、これらが気象環境への対応力を失い、風、フェーン現象、高気温条件下で容易に萎凋現象を示し、ついには枯死に至らしめることが考えられる。したがってこのような被害軽減技術として水の停滞をなくし、降雨があっても常に水が移動しているような圃場基盤を造成しておくことが、根の周囲に酸素が補給され、かつ根の活力低下も防がれることがわかった。その手段としては主に透水条件の附与、とくに下層土の改善が大切な要件であり、心土破砕が有効な手段であるとともに、そこで排水された水の処理が重要である。秋田県農試で造成されたパイプライン圃場は地上水、地下水の制御とともに降雨時における水の処理に意を注いでいる点がこのような浸冠水被害を軽減している大きな特徴であると思われる。今後圃場の基盤整備が益々盛んになると思われるが以上の結果が基盤整備の方向で活用されれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 秋田地方気象台 昭和47年7月7日から9日にかけての東北地方北部を中心とした大雨に関する異常気象速報 昭和47年7月15日
- 2) 鎌田金英治, 山口邦夫, 田口喜久治, 転換作を有利にする好適基盤の造成技術, 農業および園芸, vol.47, No.10. 昭和47年10月
- 3) 本谷耕一 水稻の低温障害と今後の問題点—栄養生理の立場から—, 日本植物学会第140回講演会, シンポジウム要旨, 昭和40年10月

青森県における冷害の実態

—新聞記事を中心として—

穴水孝道・和田純二
(青森県農業試験場)

1 緒言

停滞していた青森県の米の生産力も昭和30年以降 450 kg/10a 台に飛躍し、昭和46・47年は全国第一位の反収となり、特に昭和47年は 581 kg/10a と稲作史上始めて以来、空前の高収量を記録した。

この輝かしい生産力の躍進は、品種および栽培技術の開発に負うところが大きい。本県は本州の最北端で、地形・海況が複雑で、気候も地域的に大きく異なり、過去においては北海道につぐ冷害常習地帯と目され、4年ないし5年に一回、周期的に冷害が襲来したことを考えると、冷害の危険性が全く去ったわけではなく、不順天候に対しなお不安を残している。

筆者等は、昭和46年10月、青森県農業試験場構内に「田中稔・記念館」が建設落成した際、冷害克服歴史の稲作資料の一つとして、新聞(東奥日報)に表われた冷害の世相について、明治19年以降の代表的冷害年における新聞記事から収集したので、その概要について報告する。

2 代表的冷害年次とその作況

明治19年から昭和47年までの87年間で、青森県の水稲収量が半作もしくは半作以下になった代表的な冷害年は、9回あって約9.7年に1回冷害が出現している。

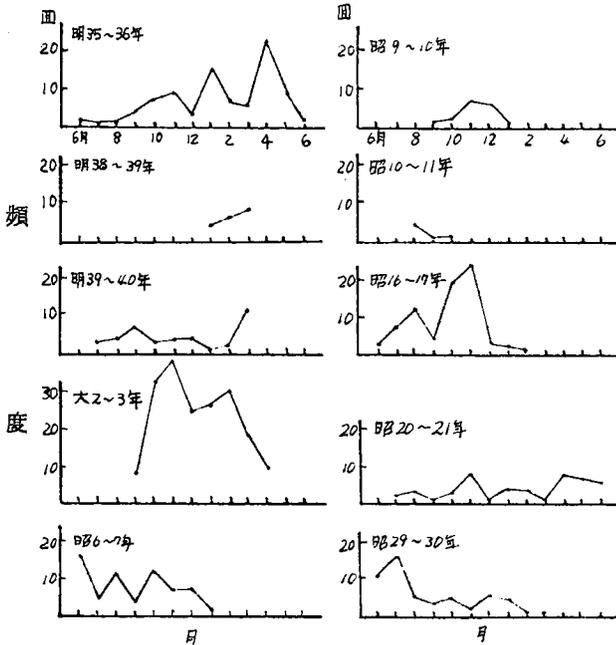
すなわち、明治では、35年(作況指数44)、38年(同66)、39年(同54)の3回、大正では、2年(作況指数19)の1回、また、昭和は、6年(作況指数52)、9年(同46)、10年(同41)、16年(同50)、20年(同40)の5回あり、これ等の冷害年で、特にひどかったのは大正2年であった。

最近では、昭和28年(作況指数93)、昭和29年(同84)があげられ、特に昭和29年の気象は過去の冷害年に匹敵するくらいの低温にもかかわらず、稲作技術の進歩もあって、それほど作況指数は低下していない。

3 新聞紙上に表われた冷害に関する記事

これ等代表的冷害年において、当時の地方新聞は冷害関係記事をどれくらい、また、どのような内容で取りあげていたかを、東奥日報の新聞記事について調査した。

第1図は、代表的冷害年の、田植から翌年の田植頃までの期間を対象に、冷害に関係した記事の月別出現頻度について示したものであるが、この図によれば、各年次とも大体8・9月頃から翌年の1～2月頃まで記載されている。しかし明治35年と昭和20年は年間を通して記載され、春早々からの低温で、稲の作柄がかかり早くから憂慮され、しかも冷害がひどかったことがわかる。これに対し大正2年は、明治以来最悪の大凶作であったにもかかわらず、稲作前半の天候が比較的順調であったため、9月頃までは冷害関係の記事が少なく、10月頃から急激に多くなり翌年の2月までは各月とも24～38項目の記事数が取りあげられている。また、昭和9年および10年は、半作以下であったにもかかわらず、各月での取りあげ回数が非常に少くなっている。これはわが国が満州に進出し、食糧供給源の基地がある程度確保されたことと、日華事変等による国内事情の緊迫化で、冷害そのものがそれほど重要視するだけのよゆうがなかった社会的背景のあったことは見逃せない。



第1図 冷害年の月別冷害に関する記事数

- 大正2年：稲泥棒頻々たり(11月15日), 食事せずに登校(12月27日), 哀れ売られる少女隊(12月24日), 何か食っている(1月17日), 乾菜のみ食い(2月2日)
- 昭和6年：苗不足のため時々植付を中止(6月16日), 急激な暑気に稲熱病猖獗(8月4日), 哀れむべき北郡の相内に飢餓迫る(10月9日), 凶作地に行く(12月20日)
- 昭和9年：昨年1月から離村婦女子3千人, 大部分は生活困難で売られて行く(11月2日), 欠食児童ますますふえて行く(12月3日)
- 昭和10年：北郡三好村では遂に教員俸給不払(10月26日)
- 昭和16年：電熱苗代の苗はあらゆる点で優秀(6月12日), 青立稲の買上げ要望(10月6日), 青立稲の有効化(10月9日), 農林16号に成功(11月15日)
- 昭和20年：楽観許さぬ水稻(7月20日), 未熟米も認めよ(11月12日), 小豆等で食いつなぎ(4月16日), 飢えの一步前(4月28日), こうして食いつなぎ(6月24日)
- 昭和28年：効果上々の保温折衷苗代(10月11日), 凶作の南部でこの収穫, 反当4石5斗は確実, 警異的な藤坂5号(10月23日), 保温折衷苗代時代来る(2月1日)
- 昭和29年：凍霜害は5万町歩(6月29日), イモチ全県にわたり猛威(7月26日), 収穫前に降霜, 絶望的な稲の「青刈」(10月27日), 稲作に農民待望の新風「トワダ」「オイラセ」奨

さらに、年間を通しての冷害関係記事は、大正2年が177項目で最も多く、ついで明治35年、昭和16年、昭和20年の順となり、昭和10年は最も少なかった。

そこで、これら冷害年の新聞に記載された中で、主なる記事の見出し、およびその記載月日を列記すると次のようである。

明治35年：米穀の大輸入(10月5日), 麦を食すべし(10月29日), 凶作と学校閉鎖(11月29日), 凶作惨記(1月9~27日), 東北地方免租(1月22日), 餓死の事実(4月12日)

明治38年：凶作救恤運動(1月29日), 餓死・凍死(2月8日), 本県の米作(2月14日), 凶作と窮民(3月3日)

明治39年：近来の冷気と稲作(8

月19日), 西郡稲作皆無地の惨況(10月25日), 本県稲作の惨状(11月13日), 前年(39年)の米作被害(1月29日), 東北凶作の原因(3月4日)

勸品種に、県農試等の苦心実る（2月9日）

次に、これら冷害年において新聞に表われた冷害に関する記事の内容についてふれてみる。

明治35年は苗代期の悪天候で風害や低温のため苗の生育が悪く苗不足及び田植の遅延等が報ぜられているが、本格的に冷害関係のニュースが報ぜられたのは10月頃からである。つまり10月11日の新聞には、本県米作は4分か4.5分作と予想が出され、11月7日には皆無作が中郡の西目屋村をはじめ2百余ヶ所もあり、これ等の地方ではワラビの根を掘って飢えをしのいでいることが、また、11月27・28日の新聞では、西郡木造地方で反当り、最多で1石6斗、最少5升、平均4斗5升で、平年より9割以上の減収となるとか、三戸郡の西越小学校では、凶作のため二三校閉校している等が報ぜられ、この冷害は東北全般であるため、農商務省は東北地方を免租することとなる等のニュースがみられる。

明治38年は未調査の分もあるのでこゝでは省略する。

次に、明治39年は6月下旬、7月上旬と8月に異常低温が出現し、特に8月16日の最低気温は7.4℃まで低下し、農試圃場の早生でも8月15日にようやく走り穂がみられたことが報ぜられており、そして唯一つの応急対策として日夜2寸内外の深水灌溉をし、漏水しないように畦畔や水口を嚴重にするなどの指導をしていることが当時の記事からうかがえる。また、同年11月13日の記事では、11月2日以降の暴風雨と降雪のため稲株の倒れるもの、籾の振り落されるもの等、従来の不作に加え今回の打げきは大きく目下地租免除出願のため調査中であるとか、1月29日発表の各郡別被害状況によると、上北郡及び東郡の被害が4割強の減収で最も多く、中弘南黒では2割前後の減収と報ぜられている。

大正2年の冷害は、前述した如く最もひどかったため記事の頻度も多く、また記事の内容も当時の世相がよく反映している。つまり10月20日の発表によれば、平年作に比しほとんど3分作、12月7日の記事では早くも、食事もろくろくしないで登校し体操の時間はただ空しく立っている有様で、中郡高杉村では11月250人の生徒中、50人より通学する生徒がないとか、南津軽郡においても教員への俸給を支払えない学校が10校もあるということが記載されている。また、1月17日には、上北郡浦野館村の凶作小作人は、外米に干菜と粟をまぜかゆを作って食べているところはまだ良い方で、2月2日の記事には西郡木造附近の部落では、百戸のうち20戸は飯の代りに乾菜のみ食べて露命をつなぎ、唯脈が通って活きているだけにすぎないという状態が報ぜられている。そして12月24日には、東北地方の飢きんを利用して無学無盲の婦女子を欺きて「親の苦境を救うは孝の道なり」と言葉たくみにおだてて、東京へ工女、淫売婦に売るくらいならまだしも、満州・朝鮮さては遠く南洋までも売り飛ばしている事実があるというニュースも載っている。

昭和6年は明治35年に類似した気象経過で、特に融雪がおくれ播種から低温で、6月早々から苗不足や田植遅延等のニュースが出ている。また出穂も2週間遅延し皆無作は2,700町歩で、大正2年以来18年ぶりの凶作となったとか、11月29日の記事には、凶作画報と題し、穂がカサカサに乾いて箒のように立ったきりの写真が載せられている。またこの年の南部地方の凶作地では、馬と人間が同居し、ムシもろくろく数かず2.5～3.5尺のいろりに生木をたいて暖をとり、そこに座っている年頃の娘の目は明眸もくされかけ、あるかなきかの光の下で食べて見ると灰をかんだ感じがする鶏の飼と同じような、粟と米と馬鈴薯の混合食を食べているとか、芸娼妓として売られた娘は、昭和6年2,417名、翌7年1,501名、合計3,918名もの婦女子が売られている等は、現在からみると到底考えられないようなことが、当時の青森県の農村で起きている。

9年及び10年は半作以下であったにもかかわらず、前述したように冷害に関係した記事が全般に少ないが、その中からひろって見ると、離村婦女子が3,000人もあり、大部分は生計を助けるために売られて行くものが特に南部地方に多い等のニュースや、昭和10年に至っては、北郡三好村では教員俸給不払いとなり、村には食べる米すらもないというように、打続く昭和初期の冷害で、いかに農村は疲弊し、農民生活が態々なものであったかが報導されている。

これに対して、16年および20年の冷害になると半作もしくは半作以下であったが、太平洋戦争等の影響もあって冷害に関する限りそれほど深刻なニュースとして記載されていない。すなわち、16年の場合は電熱苗代の開発や農林16号に成功したというニュースがみられるが、20年は「した」も供出の対象として許可されたニュースや、下北の田名部や大湊では「サング」や「小豆」を代用食として食いつないでいるといった程度のニュースで、品種や栽培技術関係の開発の記事がほとんどみられない。

栽培技術が進歩した28・29年になっても、五等米に全額奨励金や、「上」クズ米にも奨励金等がニュースが出ていた反面、保温折衷苗代及び藤坂5号の開発等、記事の内容も時代の変遷がよく反映していた。

4 む す び

以上のように、明治19年以降の青森県における代表的冷害年の新聞から、とくに水稻冷害関係記事を収集し概観した。

記事のでかたをみると、冷害の程度があまり差がなくても記事の頻度が多い年、少ない年、記事が年間を通じて報せられる年と、特定の期間に集中している年などの型があるようである。これ等は稲作期間の天候、冷害の程度・政治・社会経済的背景等との関連によって異なっている。

明治時代に入っては、旧幕時代のような飢饉(ききん)、悲惨事は過去のものとなった。それでも、餓死・凍死、大正・昭和初期では娘の身売り等、時代により世相の変遷はみられるが、新聞記事から冷害・凶作により農村が疲弊し、苦しめられていることをうかがい知ることができる。

冷害の対策技術も、冷害の起るたびにほぼ同じようなことがくりかえされているに過ぎず、技術開発の記事で目立ったものは少なく、本格的な記事は昭和28・29年の冷害年からで、これも、長年にわたる試練と冷害研究の時代を経て、ようやく成果が開花、結実した結果といえるようである。

こゝ数年来、異常気象が頻発し、日本だけでなく、地球全体の気候が寒冷化に向っていることが問題となってきた。冷害は大いに緩和されてきたが、過去の大冷害のような異常低温が襲来した場合現在の技術水準では、なお樂觀を許されないであろう。過去の新聞記事にもみられるような冷害の悲惨さを再びくりかえさない対策技術開発に一層の努力が必要であろうと考える。

水稻の冷害対策技術効果に対する一考察

阿 部 亥 三

(農 業 技 術 研 究 所)

1 緒 言

米の増産確保は長年にわたってわが国の農林行政の中心を占めていたが、生産技術の向上とともに収量の増加が著しく、昭和45年から日本の農政史上はじめて水稻の減反政策（生産調整）がとられるに至った。ところが、減反政策実施2年目に当る46年には北日本一帯に冷害が発生して減収が見られ、西南暖地の諸県も秋期の不順天候の影響で減収し、全国平均作況指数は93%に低下した。このことは現在の稲作技術でも冷害の危険性の大きいことを示しているものである。

冷害に関する研究成果は数多いが、ここでは冷害対策研究の成果が水稻の生産量に反映している点を中心に述べ、農業気象研究の立場から今後究明すべき事項について若干の考察を加えて見たい。

2 水稻反当収量の推移

明治14年から各10年毎の単位で全国ならび東北六県の平均収量を示すと第1表のとおりである。この表から、明治14年以降全国平均収量（ y_1 ）も東北六県平均収量（ y_2 ）も年代とともに増加していることが認められるが、とくに気付く点として次のことがあげられる。(イ) 大正中期頃までは（ y_2 ）は

第1表 全国ならびに東北六県の
平均収量 (kg/10アール)

年	全国(y_1)	東北六県(y_2)
明治14~23	198	172
" 24~33	217	199
" 34~43	247	200
" 44~大正9	280	251
大正10~昭和5	289	288
昭和6~"15	301	279
" 16~"25	306	306
" 26~"35	351	384
" 36~"45	416	478
" 46	411	477

（ y_1 ）より明らかに低収であったこと。(ロ) 大正中期から昭和初期にかけては夏期高温年がつづいた関係もあって、（ y_2 ）は（ y_1 ）とならぶが、昭和6~15年の期間には冷害年次が多かった再び（ y_1 ）より下廻っていること。(ハ) 昭和16~25年は戦中戦後に当るため収量は停滞気味であり、（ y_1 ）と（ y_2 ）は等値を示していること。(ニ) 昭和26年以降は（ y_1 ）も（ y_2 ）も増加が目立ち、とくに（ y_2 ）の上昇が著しく、とりわけ36年以後の収量向上が著しい。

第2表は昭和6~10年、昭和28~32年、昭和40~44年の3つの年代について、県平均収量の上位五県とその他全国・東北六県・北海道の各平均収量を示したものである。

第2表によると、昭和6~10年の期間での多収県は関西以西に限定されており、北海道はもちろん、東北六県平均収量は全国平均におよばないが、全国的に豊作を示した昭和8年には東北六県平均収量が全国平均に近接していることが認められる。昭和28~32年の年代になると、30年のような豊作年も、29・31・32の低温冷害年にも東北地方や長野県など寒冷地の諸県が収量上位を占めるに至っている。しかし、この年代では北海道の収量は全国平均におよばず、とくに29、31年の冷害年には著しく減収している。40~44年でも東北六県および長野県などの寒冷地の諸県が収量上位を占める場合が多いが、41年のような冷害気象年にはさすがに九州地方の諸県が上位を占めている。なお、北海道の平均収量は天候良好年（42年）には全国平均に近接するが、

冷害年（41年）にはもちろん、天候普通年（40・44年）にも全国平均収量に劣ることが認められる。

第2表 水稻の高位収量の年代推移（kg/10アール）

	昭和6	7	8	9	10
1位	大阪 352	大阪 394	大阪 430	佐賀 386	奈良 376
2位	奈良 350	奈良 383	香川 428	奈良 372	香川 364
3位	山梨 327	香川 376	奈良 422	大阪 332	佐賀 363
4位	滋賀 322	愛媛 348	佐賀 420	山梨 329	大阪 360
5位	群馬 319	滋賀 341	熊本 412	滋賀 322	石川 276
全国平均	262	286	345	253	276
東北六県	246	274	339	172	224
北海道	84	67	352	138	118
	昭和28	29	30	31	32
1位	佐賀 360	長野 422	長野 511	長野 473	長野 465
2位	山形 351	山形 412	山形 461	山形 436	山形 456
3位	香川 340	新潟 385	山梨 436	宮城 436	秋田 442
4位	長野 338	山梨 362	青森 435	青森 429	新潟 426
5位	熊本 338	秋田 354	香川 433	山梨 407	青森 423
全国平均	280	308	396	348	364
東北六県	301	340	431	414	416
北海道	233	177	343	150	332
	昭和40	41	42	43	44
1位	佐賀 512	佐賀 542	山形 567	山形 569	山形 532
2位	山形 496	山形 514	秋田 551	秋田 543	青森 527
3位	青森 475	長野 507	青森 542	長野 535	佐賀 518
4位	長野 471	福岡 484	佐賀 540	青森 520	秋田 510
5位	宮城 470	熊本 470	長野 531	新潟 518	長野 508
全国平均	390	400	453	449	435
東北六県	463	449	521	510	496
北海道	334	283	452	474	351

以上のことから、昭和28年頃を境として東北地方の水稻収量は全国平均を上廻るようになったことがわかるが、それまで長年にわたる冷害に対する苦闘がある。すなわち、東北地方においては夏期気温と稲作収量との間には密接な関係があって、3～4年に1回位の割合で冷害不作が発生していたが、冷害対策研究の成果によって冷害の危険度は大巾に軽減されたことになる。しかしながら、北海道においては収量レベルは時代の推移とともに上昇しているが、7・8月平均気温が19.5℃以下の場合には例外なく減収しており¹⁾、東北地方よりも夏期気温の高低によって作柄が影

響を受け易く、冷害の危険性は極めて大きいものと考えられる。

3 水稻作付面積の推移

明治中期まで北海道における水稻の作付面積は極めて少なかったが、政府による開拓事業の推進や品種改良の結果、次第に水田面積が増加し、明治34年には北海道の作付面積が始めて1万ha余に達している。北海道以外の地域でもこの時期には作付面積が漸増しており、全国水稻作付面積は明治14年の252万haから20年後の明治34年には274万haと増加した。第3表は明治39年から5年毎の北海

道、東北六県および全国合計作付面積の推移と最近3ヶ年の作付面積を示したものである。

第3表 北海道・東北六県および全国の水稲作付面積の推移(単位: 100ha)

	昭和39	44	大正5	10	昭和元	6	11	16
北海道 (A)	196	395	585	897	1386	1933	1816	1772
東北六県 (B)	4579	4649	4736	4843	4904	5192	5243	5433
全国 (C)	27990	28524	29182	29679	29960	30882	30416	30111
(C)-(A+B)	23215	23480	23861	23939	23670	23764	23357	22906
	昭和21	26	31	36	41	44	45	46
(A)	1411	1447	1816	2009	2297	2662	2064	1904
(B)	4938	53311	5640	5942	6177	6618	6050	5712
(C)	27196	28770	30590	31240	31230	31730	31730	26260
(C)-(A+B)	20847	21992	23134	23289	22756	22450	22450	18644

この表によると、北海道における水稲作付面積は明治40年に約4万ha、大正10年には約9万haと急増し、昭和6年には19万ha余に達している。このように北海道において水稲作付面積が急激に増加した背景には、未利用地の多い北海道に対する政府の拓殖計画の推進とも関連して、開拓民の主食を確保するために行われた水稲の品種改良の効果がある。すなわち、北海道においては従来適品種がなかったために栽培が困難または不可能の地域が多かったが、品種改良によって遂次優良品種を得るにもなって、稲作の有利性と安定性が高まり、栽培の範囲が次第に拡大された結果である。

昭和6年は戦前において北海道および全国の作付面積がほぼ最大を示した時期で、この後はひきつづいた冷害(昭和9・10・15・16年)や、太平洋戦争や風水害などの影響が加わり、昭和26年までは北海道および全国の作付面積は減少傾向にあり、戦前の最大面積に復するのは31年以降である。しかし、東北地方においては北海道のように冷害のために作付面積は減少しておらず、終戦前後に一時的に作付面積の減少が見られるが、減少程度は北海道や全国に比較して少ない。昭和36年から44年(とくに41年以降)にかけて、北海道・東北六県では作付面積の増加が著しく、全国合計でも44年には戦前戦後を通じて作付面積が最大に達する。だが、北海道と東北六県を除外した合計作付面積(C)は大正中期の面積に復していないことに注目する必要がある。したがって、北海道・東北六県を主とする北日本地域は反収の向上と作付面積の増加の両面でわが国における米増産に対して主動的役割を果たしてきたことになる。それ故、今後北日本に大冷害が発生する場合には米の自給計画は当然おびやかされることが予想される。

4 冷害対策研究の成果と今後の問題点

冷害対策研究の成果で効果の顕著なものは、(1) 耐冷多収性品種の育成 (2) 保護苗代による健苗早植技術 (3) 病害虫防除と施肥技術・水管理技術などがあげられる。とくに耐冷多収性品種の育成は保護苗代による健苗早植技術と相まって、遅延型冷害防止に対して極めて効果を発揮し、寒冷地の稲作栽培の安定に大きく貢献した。しかし、冷害の危険性が全く去ったわけではなく、強度の冷害気象が出現すれば現在の稲作技術でもかなり減収することが予想される。

第4表は過去の冷害年の気象があらわれた場合、現在の稲作技術でどの程度の収量をあげ得るかを

北海道¹⁾と青森県³⁾について推定した結果である。この表から、技術改善の効果は推定作況指数が往年

第4表 過去の冷害年の気象に対する現在の作況指数より高くなっているばかりでなく、平年収量の向上に役立っていることが、反面において冷害気象の脅威は依然として大きいことが認識されるであろう。

	北海道 当時推定		青森県 当時推定	
明治 35	14	45	44	61
大正 2	8	41	19	62
昭和 6	45	71	52	84
” 9	81	82	46	79
” 16	52	68	50	70
” 29	61	79	84	87

(注) 昭和37年の技術水準で推定。推定作況指数は38年の平年収量を100として算出。北海道は藤原忠らの計算結果¹⁾を引用。

年収量の向上に役立っていることが、反面において冷害気象の脅威は依然として大きいことが認識されるであろう。

農業気象研究の立場から今後検討を要する事項としては、(1) 品質・食味と気象条件、とくに冷害危険地帯の米質の検討、(2) 障害型冷害防止対策、(3) 気象の長期変動を考慮した場合の今後の生産予測、(4) 水稻生産の好適気象条件の究明、などが考えられる。

とりわけ、米の品質と気象条件との関係の検討は急ぐ必要があると判断されるので、次に若干付言しよう。

米の品質と品種或いは産地とは関係があり、北海道品種(しおかり・ほりりゆう・ひめぼなみ)とレイメイ・フジミノリは玄米の白度で劣ると云われている⁴⁾。また、レイメイ・フジミノリはコシヒカリ・ササニシキ・ホウネンワセに比較して胚芽残存率が高い旨も指摘されている⁴⁾。昭和47年3月24日の新聞報道は食糧庁による米の評価基準を発表しているが、これは全国の主な産地別に、①~⑤の評価をあてはめている。この評価基準で①および②にランクされた地点の気象条件を検討した結果、概ね第5表の条件を満たすことが知られた。

第5表 米の評価基準で上位にランクされた地点の気象条件

	ランク①	ランク②
6・7月平均気温(°C)	21.5~23.0	20.0~24.0
登熟期間平均気温(°C)	22.0~24.0	21.0~25.0
同上 日照時数(h)	250以上	250以上
気候登熟量指数 ⁽¹⁾	800以上	800以上

(注) (i) ランク①の気象条件は水沢・小牛田を除いた12地点に適用。(ii) ランク②では気候登熟量指数のみは、熊本(1)、大分(1)・福島(2)・栃木(3)の計7地点を除いた14地点に適用し、その他の気象要素は21地点に適用。

第5表によれば、①にランクされた地点よりも②にランクされた地点が水稻生育期間の温度範囲の広いことが認められ、また、良質米を生産するためには温度条件も重要であるが、登熟期間の日照時数と気候登熟量も大切なことがわかる。

さらに、北海道および北東北の一部では平年気象条件でも生育期間の温度が良質米を生産するのに不足なことが窺われる。したがって、北海道と北東北では冷害対策を基本として品質向上に力を注ぐ必要がある。

引用文献

- 1) 北海道農試：北海道における冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点(1962)
- 2) 内島 羽生：本邦における気候登熟量指数の地域性について、農業気象22(4) (1967)
- 3) 阿部 亥三：やませ風地帯における水稻生育に関する農業気象学的研究、青森農試研報14号(1969)
- 4) 角田 公正：米質をめぐる諸問題(1) 農業技術27巻10号(1972)

昭和46年の異常気象における水稲作況に関する一考察

吉田 浩・亀井 績・山崎栄蔵・芳賀静雄

(山形農業試験場)

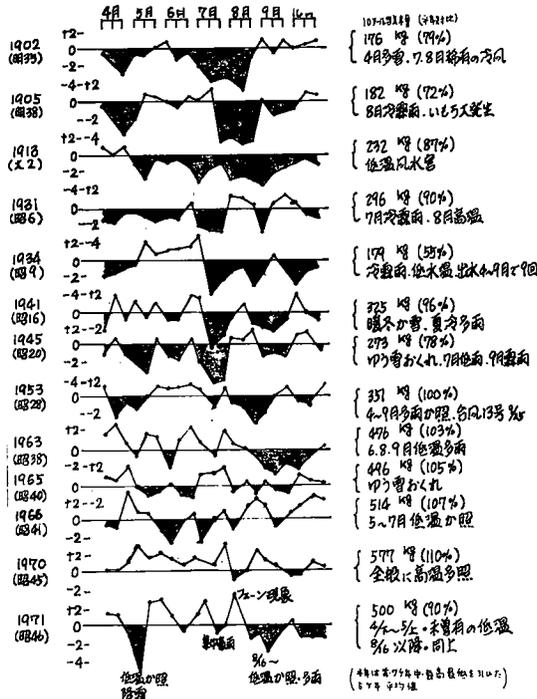
1 はじめに

昭和46年の水稲作況は、指数で90となり、昭和20年未の不作となった。このことは、近年の高度に発達した農業技術の中での減収であるだけに、凶冷年次における技術の再検討を要する部分の摘出が必要と考えられるので、検討を行ない、2～3の知見を得たので報告する。

2 気象の特徴

今年の水稲減収の主因となった気象は①苗代期(4月中旬～5月10日)の低温・寡照・多雨・降霜と、②登熟期(8月16日以降)の低温・寡照であり、これらは、ともに種類の少ない異常気象である。

さらに、その他6月中旬、7月中旬の低温、その後の反動的な高温(とくに7月末～8月上旬)および7月中旬の集中豪雨(最上・庄内地域)など変動の多い気象は、稲体の軟弱化を導き減収要因となった。



第1図 近年の特異年次における平均気温の推移 (山形気象台)

第1表 苗代凍霜害と作況(県普及所調査)

項目	地域別				
	庄内	最北	村山	置賜	
苗代	苗代本田割合(%)	3.8	24.0	27.3	18.4
	苗代被覆面積率(%)	16.4	27.3	21.9	23.0
	同上(内使用不可(%)	16.4	27.3	21.9	23.0
保苗代	苗代本田割合(%)	0.0	0.0	0.0	0.0
	苗代被覆面積率(%)	55.5	58.9	64.8	75.5
	同上(内使用不可(%)	81.8	82.3	53.6	60.3
水苗代	苗代本田割合(%)	79.6	75.6	37.3	56.4
	苗代被覆面積率(%)	2.2	6.7	16.3	3.9
	同上(内使用不可(%)	30.0	4.0	2.9	0.2
普通	苗代本田割合(%)	64.8	49.0	25.2	—
	苗代被覆面積率(%)	43.2	9.5	5.2	—
	同上(内使用不可(%)	21.6	39.5	20.0	—
苗代被覆面積率(%)		73.1	69.1	45.9	34.4
用種(播期)別平均日数(日)		+7	+5	+6	+6
作況指数(%)		85	91	94	92

46年の過去の類似年としては、昭和9・大正2明治38年等で、何れも収量の平年比は、(平年は前7ケ年の最高・最低の収量を示した年を除き5ケ年平均を平年とした) 55%, 87%, 72% と甚しい凶作年次となっている。

3 生育の特徴

(1) 苗代の凍霜害

4月中旬からの異状気象は、丁度、保温折衷苗代(以下保苗代とする)の除紙直後や、その他の苗代でも本葉2葉前後で、低温抵抗性の弱い生育期であったことから、近年にない苗代期での凍霜害を被った(第1表)。

被害の様相は、水面から露出していた部分の凍害と、その他のものでは苗が黄化現象を呈し、これらに二次的に立枯病が発生し、苗が枯死に至ったものもある。

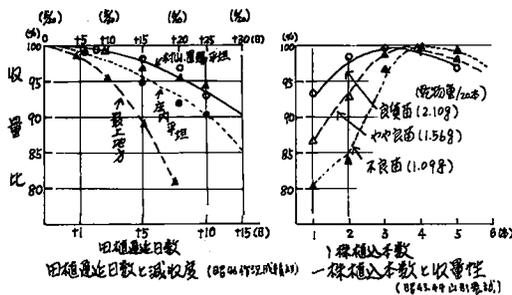
苗代別では、保苗代で被害甚大で、畑苗代で被覆しているものでは、軽微であり、これが作況に影響している。

苗質の低下については、県農試の成績で、外見的な低下は少いが、乾物量は低下し、とくに保苗代では平年の60~70%であり、畑苗代ではほぼ平年並で、これらも作況に影響を与えた。

苗代凍霜害の対応としては、播直しを行ったが(本田面積換算7600ha, 稚苗1200ha分)、稚苗では殆んど使用したものの、苗代では、苗質不良で結果的に3分の1程度しか使用しなかった。したがって、殆んどは、苗代日数を延長して苗の被害回復したところで田植した。

この点で、稚苗では、畑苗以上に被害が少く(集約的に保護した)、このため作況もほぼ平年並となった。

(2) 田植期の遅延



第2図 田植諸条件と収量性

田植期は、保苗代の多い庄内で平年より8日もおくれ、県平均でも7日の遅れとなった。

これを第2図でみると、田植遅延のための減収は、庄内で約2%, 最上3%, 村山・置賜で1%程度とみられるが、さらに前述の苗質の劣化や、植込本数の減少(苗の絶対数不足を、植込本数の減で対応した例が多い)が、さらに減収を強くしたと推察される。

(3) 短稈少けつ型で、出穂遅延は比較的少ない

46年の生育相としては、肥切現象が早く出現し、(元肥少肥、乾土効果による窒素発現少、5月末~6月上旬の高温多照)、これと7月の低温が重なり、有効分けつ歩合の低下による穂数の減少と短稈化となった。これらは地力の低い地帯ほど著しく、減収要因となった。

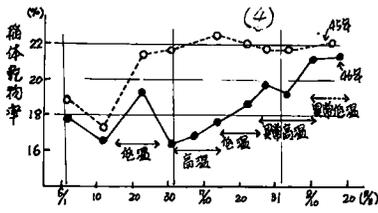
出穂期は、7月末から8月上旬にかけての異常高温が促進的に働き、田植遅延の割合には出穂が早まり、幾分でも減収程度を軽減した。

(4) 稲体質の低下

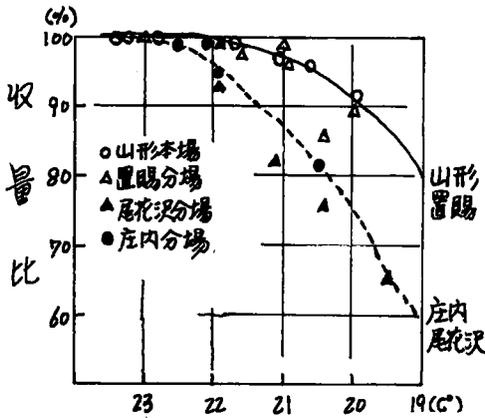
以上のような稲作期間の高温、低温のくり返しは、苗質不良とともに稲作質の低下を招いた。第3図は庄内分場における稲体の乾物率の推移をみたものであり、温度の高低とともに稲体質が変化することを認めた。これらは、その後の葉いもち、穂いもち病の誘因となったと考える。

(5) 登熟不良・品質低下

8月16日以降の低温・寡照は、記録的なものであっただけに登熟の低下が著しく、減収を決定的なものにした。登熟時の気温と収量の低下度については、すでに多くの検討がなされているが、第4図でみるように、地帯により低下度は異なることが認められた。



第3図 異常気象による稲体質の低下 (庄内分場)



第4図 登熟期気温と収量 (出穂後40日間の日平均気温)による。

第2表 出穂期と収量 (()の温度は出穂後40日の日平均気温)

地域別	出穂条件	登熟限界期 (22~23°)	収量10%低下期 (20~21°)	稲作時の収量10%低下期	出穂程度		
					10 (%)	50	95
庄内平坦		8/8 ~ 9日	8/13 ~ 18日	8/24 ~ 26日	8/7日	8/12日	8/16日
最上平坦 等の他の中山道		8/3 ~ 4日	8/7 ~ 8日	8/20 ~ 24日	5	10	16
村山平坦		8/7 ~ 8日	8/20 ~ 21日	8/24 ~ 25日	3	9	14
置賜平坦		8/6 ~ 7日	8/7 ~ 18日	8/24 ~ 25日	3	9	17

これは、気温以外の気象要因、土壌条件等が組合はれることに結果する。また低下度の大きい地帯は、地力が大きな要因となっていることが、本図から推定される。

すなわち、土壌条件が比較的ひとしく、気象条件の異なる庄内、尾花沢 (前者は気象条件良、後者不良)登熟期の気温と同傾向で収量が低下し、村山・置賜でも登熟期気温と収量が同傾向 (両者とも地力高いが、前者が気象的にやや優る) で低下することが、その裏づけとなる。

3. 病虫害の発生

本年は、前述のような気象・稲の生育から、冷害年次の特徴的な病害である葉いもち・穂いもちが大発生した。これらは、稲の高温・低温のくりかえしから派生する軟弱性が現われた時点で、急激な発生をみており、通常の時期より遅めの発生をみている。

これらは、薬剤防除のみでは不可能であり、稲体質の健全化と併せての総合防除が必要で

その他、特異な害虫で、ドロオイムシ、セ

ジロウカの大発生をみたが、これらも今年の特異気象との関連が考えられる。

以上のように、46年は、苗代期と登熟期に異常気象となったことから、近年にない作況の低下となったが、今後の問題点としては次のようなことがあげられる。

① 育苗時の凍霜害対応として、とくに機械移植用苗の対応が必要であり、さらに活

着~分けつ時の低温を考えた場合の対応として、良質苗の育成が、さらに重要となってくる。

② 低温時の登熟向上について、肥培管理、生育調整、病虫害防除等の技術確立や、低温時の刈取機械化、乾燥技術の研究などについて、さらに精度の高い検討が必要である。

第3表 葉いもち・穂いもち病・セジロウシの大発生 (山形農試)

病害虫名		葉いもち病	穂いもち病	紋枯病	白葉枯病	ニカメイタフ (-世代)	ニカメイタフ (ニ世代)	ヒハモフ リバエ	イハモフ リバエ	ドロイ ムシ	セジロウシ	ヤマアヲコバヤ
産面積	本年 (ha)	66,492	65,029	34,107	8,769	26,897	22,505	4,423	6,688	26,381	35,920	9,676
	前年比 (%)	207	229	91	84	65	84	86	57	199	282	115
被害面積	本年 (ha)	15,695	22,396	3,805	1,983	2,058	2,321	119	52	4,680	6,729	891
	前年比 (%)	281	400	99	64	33	73	22	2	187	672	61
追防除面積 (ha)		91,394	240,068	105,689	4,774	27,453	70,600	3,824	5,744	15,126	11,414	5,741

第4表 収量構成要因について (山形統調)

地域	栽植密度		出穂盛期		有効穂数		m ² 当粒数		登熟歩合		玄米千粒重		100当玄米重		
	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	前年比	本年	作況	前年比
	%	%	日	日	%	%	%	%	%	%	%	%	kg	%	%
庄内	108	106	+4	+5	97	87	101	92	-10.1	-9.1	99	101	483	85	84
最上	104	101	-1	+2	103	98	113	97	-14.2	-17.0	99	99	451	91	83
村山	103	100	+2	+4	103	100	106	99	-9.7	-10.6	99	100	532	94	90
置賜	100	98	+3	+4	101	103	99	94	-7.3	-5.4	99	102	520	92	90
県計	104	103	+3	+4	100	94	103	96	-10.3	-9.7	99	101	500	90	88

参 考 文 献

- 1) 農業気象学会：水稻冷害の文献的研究
- 2) 田中 稔：水稻冷害の実際的研究 (第1報) 登熟期間における気温の精粒千粒重におよぼす影響，日作紀 18：156～158
- 3) 松島 ら：水稻登熟機構の研究 (6) 生育各期の気温較差が水稻の登熟におよぼす影響，日作記 25：203～206

機械化移植苗の素質に関する研究

第5報 稚苗に対する植付時の風・地温の影響について

寺中 吉造

(東北農業試験場)

1969年5月、北部東北では植付時の強風・低温で苗の植痛みが甚しく、初期生育を遅延させた。稚苗移植は成苗移植よりも田植が早期に初まるため、植付時の異常気象に遭う機会が多い。活着と風の影響についての報文は少ないので、本報は風を中心にし、植付地温も関連させて取り纏めたものゝ大要である。実験に当り施設、機械を使用させて頂いた当時・環境部の小林尙室長、および専門の見地から御助言を頂いた藤原忠室長に厚く御礼します。

1 実験材料および方法

①風の処理法 アクリル風洞(縦100×横40×高さ20cm、厚さ3mm)の一端を布製ダクトで、ファン(山本製DK型熱風乾燥機、軸流型8枚羽根、1800rpm、750W、ケース外径43cm)に連結して送風し、整流は行なわなかった。同一風洞内の風速差は僅かであったので、いくつかの風洞を同一線上に相互の間隔を調節し所要の風速を設定した。風速、気温は草冠中央部を熱線風速計で、湿度は風洞出口において乾湿球温度計で測定した。供試風速は0.5～15m/s、処理時間は5～9hrの範囲で行なった。供試苗は植付状態に調製した中性火山灰壤土を填充し、湛水深1cmにしたトタン製有底箱に、1株4本植、植付深2cmで移植し、網室内の風洞に格納処理後、風洞を除去し戸外人工気象室(昼夜気温18～4℃)に移した。

②地温の処理法 網室内におかれた地温勾配槽(大起製DK-1型、縦120×横20×深さ30cm)2槽をもちい、中性火山灰壤土を填充し、湛水深2cmとし地表下2cmの地温を10～25℃に調節し、各槽を6温度領域にわかし、各領域ごとに1株4本植で植付深2cmに移植した。風と地温処理を併せ行なうときは風洞を槽上において風処理をおこない、処理後は風洞を除去し網室内で地温処理を実施した。

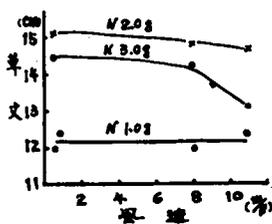
③供試苗と処理条件 風処理は実験1～3でおこなった。実験1は品種フジミノリを、箱当り窒素基肥量を1, 2, 3gに変えたほかは土つき稚苗組方式の常法により1972年4月19日に播種し、出芽揃後戸外人工気象室(昼夜気温35～15℃)で7日間育成後、戸外(最高最低気温20～10℃)で育成した2.5～2.8葉苗を5月22日に、気温15℃、風速0～11m/s・9hr処理とした。実験2は品種フジミノリ、ササニシキをもちい、同年6月5日に常法で播種、出芽揃後に戸外人工気象室(昼夜気温35～15℃)で生育時期別に光量を自然光の $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ および $\frac{1}{5}$ に変えて育成した2葉苗をもちい、7月3日に風速0～12m/s・5hr処理をおこなった。処理時の気温25℃、相対湿度70%であった。実験3は品種フジミノリ、ササニシキをもちい、同年7月5日に常法により播種、出芽揃後に戸外人工気象室(気温20℃および30℃と地温30℃および15℃の各定温の組合せ)で育成した1.8～2.2葉苗を、7月20日に0～15m/s・8hrの処理をおこなった。処理後の気温28℃、相対湿度65%であった。地温処理は実験4～6でおこなった。実験4は品種レイメイをもちい、常法により1968年4月28日にファイロンハウスに播種し、5月27日に2.7葉苗を剪根または土つきの状態で移植し、風処理をおこなわなかった。実験5, 6はともに実験2の苗をもちい、実験5は1972年7月3日に移植し、0～12m/s・5

hr, 実験6は7月20日に0~15m/s・3hrの風処理を加えた。

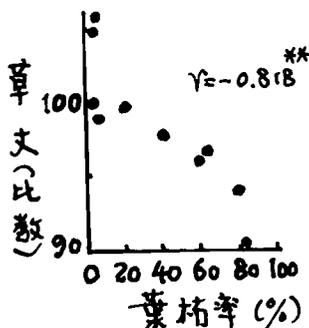
④調査 移植時の苗および処理10~14日後の苗の生育調査を50~20個体についておこなった。調査項目は各実験とも草丈、葉数、生・乾重測定をおこない、実験により苗の生育に葉緑素濃度、根のTTC還元力(いずれも比色法)、全窒素濃度、処理後の生育に20日後の葉枯率の測定も加えた。

2 実験結果および考察

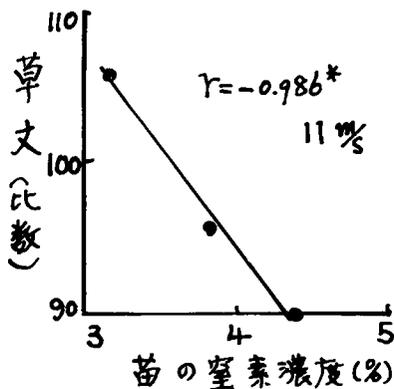
(1)風速と活着 風処理の影響は草丈の伸長抑制に端的に観察された。第1図は実験1の例をしめした。草丈は処理時に抽出中である第4葉々身長と相関があり($r = 0.749^{**}$)、第4葉身長への阻害傾向は草丈の傾向をより拡大した形であった。図でみるように、基肥窒素が3.0gと多い区では風速が8m/s以上では、風処理による草丈、莖葉重および抽出葉身長の生育抑制は大きく、1.0g区では大差なく、2.0g区は前2区の間であった。なお、観察による葉枯れ程度や葉枯(個体)率も風速の増大とともに増した。いま、草丈の抑制を0.5m/sを対照として比数で表わすと、8~11m/sの場合に葉枯れ率と密接な負の相関($r = -0.818^{**}$)があった(第2図)。また草丈の抑制と供試苗の窒素濃度とある程度の負の相関($r = -0.603^*$)があり、とくに風速11m/sのような強風についてみると明らかな負の相関($r = -0.986^*$)があった。



第1図 風速と草丈



第2図 草丈の抑制と葉枯



第3図 草丈の抑制と苗のN%

た(第3図)。莖葉重、根重も風により抑制されるが、根重の場合、根乾物率と負の相関が($r = -0.606^*$)があったので、単なる生育の遅滞でなく生理的障害と推定された。

処理中の観察では、5m/s以上になると苗は傾き、10m/s以上では完全倒伏に近く、葉身は風により激しく振動するが、莖元より折れるとか、浮苗になることはなかった。そして風処理後3~4日でおき上り、11m/s・9hrの処理で枯死は認められなかった。

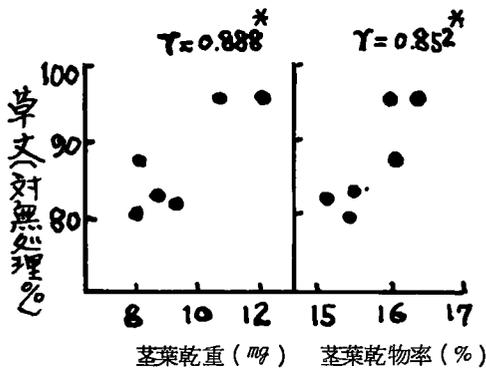
実験2では育苗温度、育苗日数を同じくして、葉令を2.0に一定し、光量のみで素質を変えた苗をもちいた。これらの苗に対する風速の影響は第1表にしめすように、3→7→12m/sと順次大きくなる傾向があったが枯死はみられなかった。苗の形質に対する影響は、草丈<莖葉乾重<根乾重の順

基肥窒素の多施用苗は、窒素濃度をますが、軟弱となり抽出葉の生育を阻害し被害が大きくなると考えられた

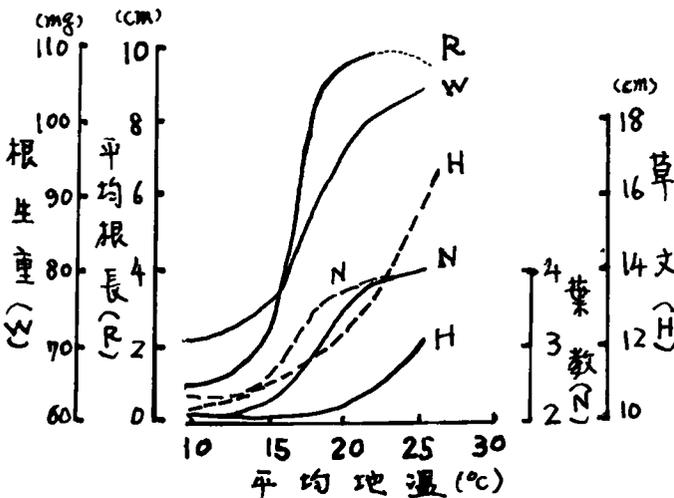
第1表 風速と活着

風速 (m/s)		3	7	12
草丈 (%)	F	100.1	99.5	96.0
	S	—	100.7	98.2
茎葉乾重 (%)	F	98.9	99.5	87.7
	S	—	99.4	89.0
根乾重 (%)	F	94.7	94.3	82.8
	S	—	102.9	85.1

注 Fフジミノリ, Sササニシキ,
2.0葉苗13種の平均。



第4図 風処理と苗形質



第5図 地温と活着

べ低温活着性がよいといわれているが、本実験で土つき苗(図中の破線)の草丈、葉数の増加は剪根苗より低い地温で始まるようである。

に大きかった。生育抑制の小さい苗の形態は明らかでなかったが、根の活力と関係があった(後記実験5を参照)。

さらに実験3でもちいた、同一育苗日数で育苗温度を変えた葉令1.8~2.2の範囲でも、風速15m/s・8hr処理後も枯死はみられなかった。この場合、第4図のように茎葉乾重あるいは茎葉乾物率の大きい苗ほど草丈で表わした生育抑制度は小さかった($r=0.888^*$, 0.852^*)。苗の葉緑素濃度(第2葉身)、茎葉乾重/草丈との間に傾向はうかがわれたが有意差は検出できなかった($r=0.794$, 0.667)。以上のように各種稚苗を通じて明らかな生育抑制が明らかに認められる強風は10m/s以上で、15m/s・8hr処理でも枯死しなかった。本報告は定常風の場合であり、風向を含めた変動風の場合の検討が残されているが、実際の風害は、風速そのものよりも間接的な浮苗発生による事が大きいのではないと思われる。風による生育抑制は1.8~2.8葉の範囲で茎葉乾物率の高い苗、茎葉乾重の大きい苗で小さかったが、同じ2.0葉苗で

は根の活力の高い苗で小さかった。

(2)地温と活着 風処理を加えない実験4の生育を第5図にしめした。根長、茎葉生重は12~13℃からふえるようであるが、15℃までは僅かな増加で、15℃から20℃にかけて殆んど直線的に伸長し、20℃以上で頭打ちかむしろ減少する傾向を認めた。草丈、葉数も根長の傾向に準ずるが、草丈は25℃位まで伸長を続けた。茎葉乾重、根重の変化は他形質とくらべ小さかったので、地温が高くなるにつれ、茎葉乾物率、茎葉乾重/草丈は低下した。土つき苗は断根苗にくら

供試した地温勾配槽の平均地温は日較差が6~8℃あったので、厳密な定温でないから、有効温度当量概念の採れば、平均温度が同一であっても日較差が大きければ、図中の曲線の勾配は低温域で急となり、高温域で緩やかになり、低温域の伸長開始温度は低くなり、高温域の伸長停滞温度は高くなることになる。

(3)風・地温と活着 実験5の葉令を揃えた苗では、風処理の生育への影響は植付地温でことなり、中温(15~20℃)、高温(20℃以上)域で大きく、低温域(15℃以下)で最小であった(第2表)。

第2表 風・地温処理と活着

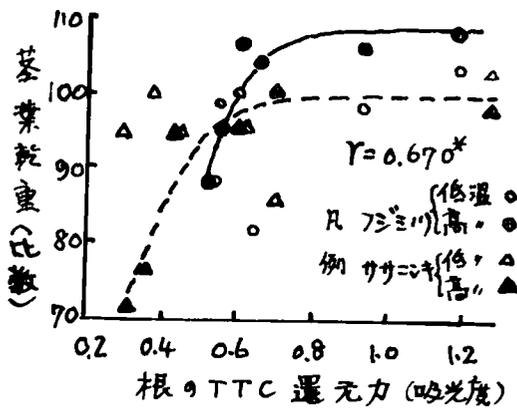
	品種	草 丈			茎 葉 乾 重		
		H	M	L	H	M	L
風 処 理 (W)	F	116	104	94	98	93	98
	S	121	112	99	113	107	107
無 処 理 (C)	F	122	122	103	109	98	93
	S	136	139	104	130	130	106
W/C	F	95	85	91	85	95	105
	S	89	80	95	87	82	101

品種をこみにした苗の根の活力と風処理後の生育との間に相関が認められた($r=0.593^*$)。

他方、実験6の育苗日数が同じく葉令を変えた苗では、高温域でのみ相関($r=0.670^*$)が認められた。

注 移植時を100とした比数、草丈の異なる2.0葉苗3種の平均。
12m/s・5hr, H, M, Lは高, 中, 低地温領域。Fフジミノリ
Sササニシキ。

このことは、風処理を伴う活着では、生



育抑制は葉令(生育量)でことなるほか植付時地温によりことなり、低温域で小さく、中、高温域で大きいことを示した。また、両実験を通じ、地上部の生育抑制の小さい根は根の活力が大きいと認められ、強風耐性にかゝる苗質の要素として根の活力は考慮するべきで、ある程度まで値が大きいことが必要であろう。(第6図)。

第6図 風・地温処理と苗の根の活力

3 まとめ

育苗法を変えた各種土つき稚苗について、風速、地温を変えて移植時の風処理による影響をみた。

1. 生育の抑制は風速10m/sから顕著になるが、15m/s・8hr処理で枯死しなかった。
2. 風による生育の抑制は、茎葉乾重、茎葉乾物率あるいは根の活力の大きい苗で小さかった。
3. 風と地温による生育抑制は、根の伸長の大きい中・高温域で大きく、低温域で小さかった。

参 考 文 献

東北農試編(1972) 東北地方における昭和44年の特異型気候に伴う稲作の解析

南海低気圧による林木の冠雪害

八重樫良暉・嘉村 耕

(岩手県林業試験場)

1 はじめに

昭和47年1月15日夜半から16日早朝にかけて、岩手・宮城両県を襲った南海低気圧は、北上山地を主体にベタ雪を降らせ、広大な範囲にわたって、林木の枝葉に着雪しその重量によって折損あるいは倒伏させる冠雪害を生じ総被害額は97億円に達した。

過去において、このような被害は、三陸沿岸部で、昭和12・20・29・38年に発生しているが局部的なもので、今回のような大面積の被害はその例を見ないものである。

このような気象災害に対処して、造林木の育成上留意すべき技術的問題点が検討されなければならないのであるが、一般に林木の冠雪害は、冬期に積雪の少ない地方における被害ほど大きくなる傾向があり、天災として受けとめる以外にはないような実情にある。

今回の林木の冠雪害実態調査によって、被害程度とその分布状態から判明した降雪時の状態とその関連要因の2・3について報告する。

2 被害時の積雪

被害のあった区域は図-1に示すように、岩手・宮城両県にまたがる北上山地全域にわたり、この中でも激害地と見られるのは宮城県北部から岩手県南部にかけての地域である。

盛岡気象台の報告によると、岩手県地方は1月15日昼頃から雨になり、夜からみぞれ、(山間部は雪)に変わったところが多く、16日夜までの約36時間で、県北海岸部に14.3mm内陸部で100mmを越し1月としては珍らしい大雨を記録した。北上山系一帯は降雪となり高海拔地で1m以上の積雪を見た。

岩手県内で最も森林被害の多かった千厩農林事務所管内における、16日朝の積雪量を調査した結果を、この地域の標高分布図上に示すと図-2のとおりである。

標高との関係から、当日の降雪量を見ると、標高100m以下では0~10cm、100m台：40~50cm、300m台：50~70cm、400m台：60~70cm、500m台：100cmといった積雪量となっている。

また、それぞれの地域で降雨がみぞれあるいは湿雪に変わったのは、標高500m以上では17時頃、300m内外では23時、150m以下では24時ということで湿雪は16日3時頃まで激しく降ったようである。

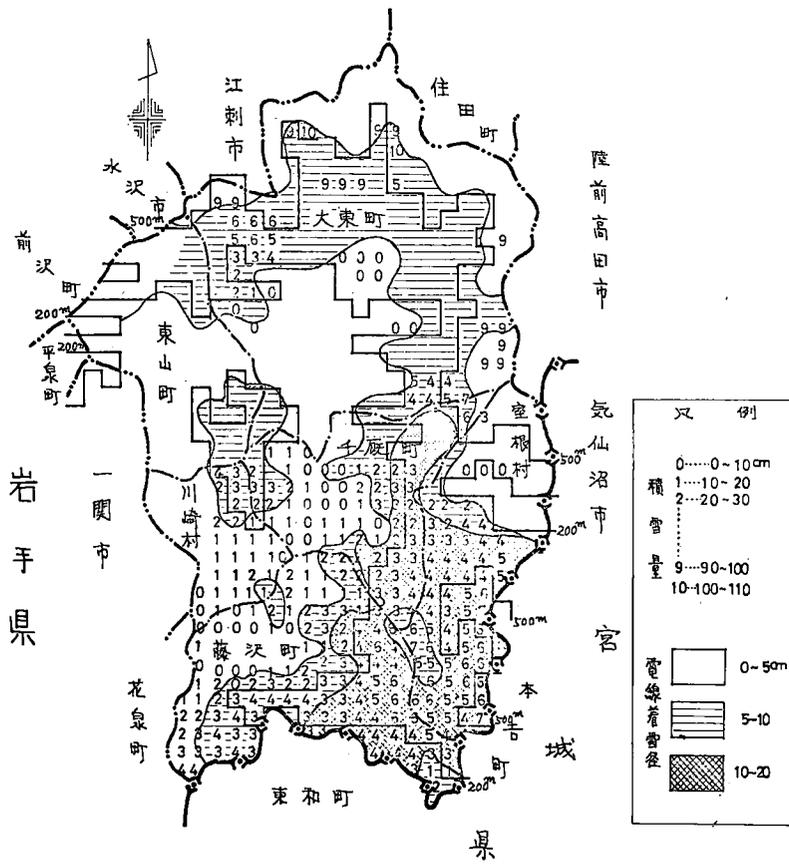
3 林木の冠雪害

林木の枝葉に着雪する冠雪現象は、雪の粘着力によるもので降雪時の気温に左右される。

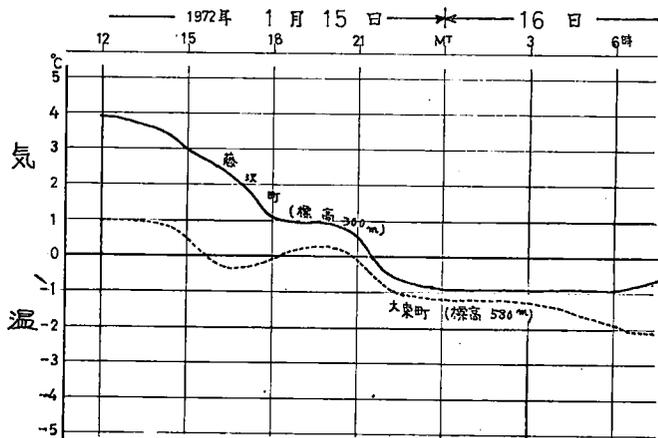
気温が0℃から氷点下1℃位の時に最大で気温がさがるにつれて急速に粘着力が減少し、気温が氷点下4℃以下になると林木に冠雪害を及ぼす程は積り得なくなってしまう。

降雪中の気温は図-3の自記温度計の例から見ても地域によって異なるが、標高300m内外のところでは23~5時までには冠雪に好条件の0~氷点下1℃の気温を保ち、その時間が最も長く、それ以上の標高500m地帯では0℃以下になった時間も早く、また氷点下1℃以下に気温が降下しているため冠雪の現象は生じなかった。低地帯ではみぞれ程度に終わったところが多かった。

風は冠雪を妨げる一要因でもあるが15日24時現在で海岸部の大船渡市で5m/s、内陸部の一関市



図一 2 標高分布図上に示した積雪量および電線着雪径による区分図



図一 3 降雪時の気温変化 (自記温度計による)

4 降雪量と林木の被害

降雪量の面から被害実態を見ると、翌日の積雪深、20～30 cm程度の地域から被害が見られ、40～60 cmの地域で最も被害が甚だしい。標高500 m内外で、100 cmの積雪深となっているが、標高が高くなるにしたがって、気温も低下するため、冠雪被害が少なくなっている千厩農林事務所管内だけを見ると、ほぼ積雪量と標高が比例し、降雪時の気温が林木の冠雪に適する気温（1℃～氷点下1℃）を継続した時間の長さによって、23時頃から雪に変わった地域に激害が多く、およそ3時頃までの4時間は冠雪現象が続いたものと考えられる。着雪しやすい湿雪は、降水量換算50 mm相当のものが全部樹冠にのったとすると1 m²当たり50 kgの重さになると言われている。

これまで、山陰、北陸、九州、四国で発達した林木の冠雪害を見ると、いずれも雨がみぞれにかわり、それが雪になって多量に降った場合に限られているが、その時の降雪量は30～40 mmであって、新雪の深さも40 cm以下である。それに比べ、今回は2倍に近い積雪量のところがあり、その降雪の様子も大粒の雪がちょうど雪の幕で覆ったように降ったとも言われており、このような降雪の形態に被害の特殊性があると考えられる。

5 電線着雪径と林木の被害

林木の冠雪と電線着雪は同じ現象だといわれている。今回の雪害は林木のみならず、送電線、電話線等の被害も可成りあり、特にコンクリート電柱の倒伏折損が見立った。

16日朝の電線着雪径について東北電力株式会社千厩出張所等の協力により調査した結果、その太さの分布を図一2に併記した。

着雪径6 cm程度の地域から林木の冠雪害が見られ、最高20 cm程度となっている。

林木の被害程度から見ると、6～10 cmと、11～20 cmの地域では被害に差があるようで、11 cm以上の地域は樹木の冠雪害の甚だしいところである。なお、電柱の倒伏折損もほぼ着雪径11 cm以上のところに多く見られた。

6 むすび

林木の被害が病虫害であれば、その発生予察、早期発見、早期防除に努力することに解決の方向を見いだすことが出来るが、このような気象災害の対策にはあてはまらない。

しかし、防除とはいかないにしても、被害林木の雪起し、折損木の伐採除去、さらには跡地への造林など、林地の再生産に必要な種々の助成策がとられている。これらに対処するに当り、被害地域とその量を速急に把握することが必要であった。被害時における交通通信の途絶にともない適確なる被害実態を聴取することすら困難をきわめた。これらのことから、降雪状態の地域分布その他から、何らかの被害の傾向性との相関を求めておくことの必要を感じ、本調査資料を報告することにした。

本県における林木の冠雪害は何十年に一度という頻度であることから、冠雪に耐えるような林の仕立て方をするということは、いわゆる経済性の高い通直な林木の生長をある程度犠牲にして根元の太いずんぐりした林木を生産することになる。林木の健全性を追う余りに経済価値を考えない林分を造成することにも疑問があるが、一方経済性のみ偏することは今後の造林にとっていましむべきことを感ずる。すなわち、これらの操作は林木の成立密度と関係が深く、林分の健全さを考慮した。植栽本数除伐、間伐の検討がさらに必要である。

主成分分析による東北地方の気候地帯区分（要報）

小 島 忠三郎

（林業試験場東北支場山形分場）

1 まえがき

気候区分として有名なものにケッペンの気候区分と、ソーンスウエイトの気候区分がある。そしてこれらの区分をわが国にあてはめたのが、福井、関口らにより報告され、また独自のものとして関口、鈴木、吉良などの報告がある。これらはいずれも、気温と降水量の2要素をもとに適当な指数（乾燥指数、P—E指数、乾湿指数）、係数（湿潤係数、乾燥係数）、あるいは限界値（乾燥限界）などを指標として採用している。しかしこれらの区分は、全世界あるいは全日本といった広い地域を対照としたもので、東北地方といった小地域の区分にはあらずる。

筆者は東北地方における242地点の気象資料をもとに、多変量解析法の一つである主成分分析の手法を用い、ある程度客観的な気候区分を試みたので報告する。なおこの計算は農林研究計算センターを利用して行ったもので、プログラムは筆者が作成した。ここに計算センターの指導員各位に深甚の謝意を表す。また全般的なことに關し、農業技術研究所奥野博士および林業試験場川端幸蔵氏、同東北支場山谷博士の御教示をえた。厚くお礼申し上げる。

2 主成分分析について

主成分分析とは、お互に相関のある多くの特性値（変量）のもつ情報を、お互い無相関な少数の総合特性値（合成変量）、すなわち主成分に要約し、直観的な総合判断を下せるようにすることである、といえる。そしてこれらの主成分をもとに、分類を行うことができる。

さて、主成分はつぎのような1次結合で示される。

$$\begin{aligned} Z_1 &= W_{11} X_1 + W_{12} X_2 + \dots \dots \dots W_{1p} X_p \\ Z_2 &= W_{21} X_1 + W_{22} X_2 + \dots \dots \dots W_{2p} X_p \\ &\vdots \\ Z_m &= W_{m1} X_1 + W_{m2} X_2 + \dots \dots \dots W_{mp} X_p \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$Z_1 \sim Z_m$: m の主成分

$W_{11} \sim W_{mp}$: m の主成分に対する P の重み係数

$X_1 \sim X_p$: P の特性値

この重み係数を求めるのが目的であるが、これはもとの特性値の分散、共分散行列（あるいは相関行列）の固有値問題に帰する。そしてある主成分の固有値と行列の対角和との比を寄与率といい、その主成分で採り出された情報の割合を示す。累積寄与率は数 m の主成分の寄与率の合計である。また重み係数は、各固有値に対応する固有ベクトルであるが、これは比例関係しか定まらないので、その自乗和が1になるようにして求める。なおその自乗和が固有値に等しくなるようにして求めたのが因子負荷量であって、これはその主成分ともとの特性値との相関係数である。（くわしいことは専門書によらるたい）

3 資料

気象資料はほとんど気象官署からえられたものであるが、山間部や山地の資料が少ないので、山地

は別に考慮するよりほかない。

気象要素は植物の分布や成長および農林業、交通など人間生活に対する影響を考慮し、下記のように定めた。とくに積雪は東北地方にとって重要である。(カッコ内は統計年数)

- (1) 海面基準 5～10 月平均気温 (1931～60 年)
- (2) 海面基準 12～3 月平均気温 (1931～60 年)
- (3) 5～10 月平均日較差 (1931～60 年)
- (4) 12～3 月平均日較差 (1931～60 年)
- (5) 4～6 月降水量 (1961～70 年)
- (6) 7～9 月降水量 (1961～70 年)
- (7) 12～3 月平均日最小湿度 (1966～70 年)
- (8) 4～6 月平均日最小湿度 (1966～70 年)
- (9) 7～9 月平均日最小湿度 (1966～70 年)
- (10) 最深積雪 (1935～44 年)
- (11) 根雪期間 (1935～44 年)

このほか風、日照時間、天気日数なども重要な要素であるが、全地点の資料はえられない。統計年数も資料の関係でまちまちであるが、相対値がわかればよいのであまり問題とはならない。

4 主成分分析の結果および考察

まず気象要素間の相関行列(表省略)をみると、とくに相関の高いのは最深積雪と根雪期間(0.86)、春の湿度と夏の湿度(0.83)で、つぎは春と夏の降水量(0.67)、冬の湿度と最深積雪(0.59)および根雪期間(0.64)、冬の気温と根雪期間(-0.55)、暖候期の日較差と春の湿度(-0.57)および夏の湿度(-0.56)などである。

この相関行列をもとに、主成分分析を行った結果が表-1である。主成分は大きい方から4つ求めた。この第4主成分までの累積寄与率は0.80で、これだけで全情報の80%が説明できることを示す。

表-1 主成分分析の結果

気候要素	係数	第1主成分		第2主成分		第3主成分		第4主成分		因子負荷量の自乗和
		因子負荷量	重み係数	因子負荷量	重み係数	因子負荷量	重み係数	因子負荷量	重み係数	
5～10月海面気温		0.049	0.027	*-0.646	-0.398	*0.596	0.434	0.314	0.328	0.874
12～3月 "		*-0.580	-0.319	-0.407	-0.251	*0.580	0.422	0.281	0.293	0.917
5～10月日較差		*0.512	0.281	*-0.574	-0.353	-0.062	-0.045	-0.187	0.195	0.630
12～3月 "		-0.212	-0.116	-0.396	-0.243	0.250	0.182	0.194	0.202	0.302
4～6月降水量		-0.142	-0.078	0.291	0.179	*0.817	0.594	-0.413	0.431	0.943
7～9月 "		0.445	0.245	0.478	0.294	*0.618	0.450	-0.349	0.365	0.930
12～3月湿度		*0.716	0.393	0.263	0.162	0.150	0.109	0.359	0.375	0.733
4～6月 "		-0.405	-0.222	*0.791	0.487	0.047	0.034	0.279	0.291	0.870
7～9月 "		*-0.535	-0.294	*0.696	0.428	0.056	0.041	0.254	0.265	0.838
最深積雪		*0.815	0.448	0.168	0.104	0.231	0.168	0.280	0.292	0.824
根雪期間		*0.905	0.497	0.222	0.136	-0.016	-0.011	0.160	0.167	0.894
固有値		3.308		2.640		1.889		0.916		
累計寄与率		0.301		0.541		0.712		0.796		

*印：とくに絶対値の大きいもの

表に示した最後の欄の因子負荷量の自乗和は、第4主成分までで採られた各要素の情報の割合に等しく、日較差を除いていずれも大きい値である。とくに気温、降水量、根雪期間および春の湿度は、90%の情報が採られたことを示す。

つぎに各主成分の特徴を簡単に述べる。

第1主成分—採りだされた情報の割合は30%で、因子負荷量の大きい要素は根雪期間、最深積雪で、冬の湿度と気温がこれにつく。主として冬の気候要素の情報を総合したものであるといえる。

第2主成分—採り出された情報の割合は24%で、第1主成分と合すると54%になる。因子負荷量の大きい要素は春と夏の湿度であり、暖候期の気温と日較差がこれにつく。主として暖候期の気候要素のうち、湿度と気温関係の情報を総合したものであるといえる。

第3主成分—採り出された情報の割合は17%で、第1、第2主成分と合すると71%になる。因子負荷量の大きい要素は春の降水量で、ついで夏の降水量、暖候期と冬期の気温である。主として暖候期の降水量と、年間の気温の情報が総合されたものであるといえる。

以上の3主成分は、各地点のスコアを算出して地図上にプロットすれば、その分布の状況を知ることができる。これも一つの気候分布図であり、目的によっては単独に利用しうる。(図省略)

第4主成分—採り出された情報の割合は8%と小さく、因子負荷量のとくに大きい要素もない。また各地点のスコアを地図上にプロットしても、全くランダムに散らばり特定の分布を示さなかった。すなわちこの成分は、局地的な変動をあらわすもので、地帯区分には関係ない成分とみてよい。

5 気候地帯区分

上に述べた3つの主成分の重み係数を用いて求めた各地点のスコアは、3次元空間に散布する1つの点の座標と考えることができる。そしてある範囲内にかたまて分布する地点は、同じ気候型に属すと判断してよい。ところで、3次元の散布図を平面上に画くことは困難であるので、まず第1、第2主成分に着目し、第3主成分については符号だけを考えることにする。すなわち第3主成分がプラスなら○、マイナスなら×で示し、さらにその絶対値が1.0以上のばあいは丸で囲む。このようにして個別にスコアの散布図を画くと、近接した地点は大体かたまっていることがわかった。(図省略)

つぎに3つのスコアは平均が0となっているので、その正負だけに着目すれば2³=8の象限に区分される。しかし、同一象限に属する地点でもその距離が遠ければ、同じような気候条件とはいわれない。そこで、まず3次元空間における各地点の重心(0点)からの距離Dを求める。

$$D^2 = Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 \dots\dots\dots (2)$$

Z₁ Z₂ Z₃ : 各地点の3主成分のスコア

このDの値の大きさにより各象限を3つに分ければ、24群の気候型に分類されるが、実際には該当する地点がないか1つ位のものがあり、これらを除くと22群となる。なおDの値の小さいものは、東北全体の平均的な気候型を示すもので、別に1つの気候型として分けてよいが、このような地点は実際には少く、また散在しているため1つの気候型として分ける必要はないように思われた。

つぎに各群間の距離D_{ij}(i群とj群の距離)を、次式により求める。

$$D_{ij} = (\bar{Z}_{1i} - \bar{Z}_{1j})^2 + (\bar{Z}_{2i} - \bar{Z}_{2j})^2 + (\bar{Z}_{3i} - \bar{Z}_{3j})^2 \dots\dots\dots (3)$$

\bar{Z}_{1i} : i群の第1主成分の平均スコア

\bar{Z}_{1j} : j群の " " "

以下これに準ずる。

このようにしてDi_jを求めると、なかに距離の近い群が存在する。これらは一緒にくくってもよいので、群の数をへらし14群とした。

つぎにこの14群をもとに地帯区分を行うわけであるが、各地点のスコアの散布図を参照し、また群平均との距離なども考慮して、多少ゆり通性をもたせて区分する。あまり機械的に行うと、不連続な地帯が数多く生ずるからである。このようにして図-1に示す21地帯の区分ができあがる。この21地帯のなかには同じ群(同じ気候型)のものがあるが、これは今回採り入れなかった要素(風、天気日数、日照時間など)が違い、距離的にも離れているので、独立した地帯とみてよい。なお群名のローマ数字は第1, 第2主成分の符号により、a, bは第3主成分の符号で区別したものである。図をみるとⅢ型(第1主成分マイナス, 第2主成分プラス)は、沿岸地帯の気候をあらわしていることがわかる。

さらに21の小地帯区分を大きくくくって単純化すると、図に示した太線のように9つの地帯に区分される。このばあい、まえに述べたⅠ~Ⅳの大区分にこだわらず、他の気候要素をも加味し、気候の類似性と地域のつながりを考慮して区分する。その結果、東北地方は大体南北に走る4つのベルトに大区別され、さらにこれを北と南とに2分することにより8

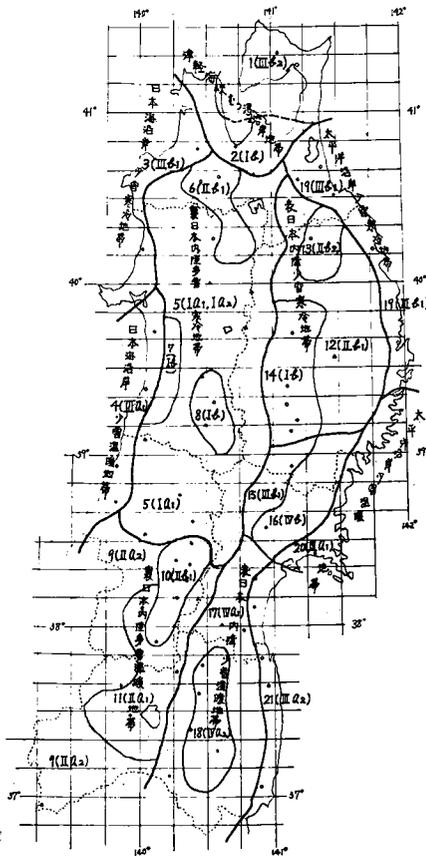


図-1 東北地方の気候地帯区分

つの中地帯に区分されるが、まえの小区分で1地帯と2地帯は特殊な気候型を示すのでこれを別にし、結局の地帯に区分されたわけである。なお9つの地帯名は仮りにつけたもので、なお検討を加えたい。

6 むすび

以上述べたように、東北地方の気候区分に必要な気候要素を、主成分分析によって3つの主成分に集約し、これらをもとに21の小地帯に区分した。また逆に、資料のえられなかった他の要素をも考慮し、21地帯をさらに総合して9つの中地帯にまとめた。

これは地帯区分の一つのところであり、今後さらに検討すべき点もあろうが、一応一般的な目的(とくに農林業など)に使用しうると信ずる。

(文献省略)

北東北における牧草の収量と気象条件

阿部亥三・奥山富子

(農業技術研究所)

1 はじめに

寒地性牧草は一般に寒冷地の気候に適する作物と考えられている故か、わが国において寒地牧草の収量と気象条件について検討された事例は比較的少ない。筆者の一人の阿部は青森農試古間木支場(1972年4月畑作園芸試験場園芸部と改称)で1962~66年に行なった「牧草多収栽培試験¹⁾」および1968~71年に行なった「土壌改善による牧草の特性検定試験^{4),5)}」の結果を素材として、牧草の収量と気象条件について若干の考察を行なったので、その概要を報告する。

なお、本試験の実施に当っては前記の場所において数多くの研究員の協力を受けたことを付記し、深謝の意を表する次第である。

2 試験設計の概要と収量成績の概要

(1) 牧草多収栽培試験

供試作物はラジノクローバーとオーチャードグラスの混播で、試験区の構成は第1表に示すとおりである。

第1表 試験区の内容(施肥量kg/10a)

区分	基 肥					追 肥		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	石灰	堆肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
対照区	4	10	4	200	1,000	2 n	—	3 n
増肥A区	8	20	8	200	2,000	4 n	—	6 n
＃ B区	8	40	8	200	2,000	4 n	3 h	6 n
＃ C区	8	40	8	200	2,000	6 n	4.5 h	9 n

収量成績については既に発表している¹⁾が、次に主な点を摘記する。

① 増肥による増収効果は第1回と第2回および第5回刈取時の生草重に認められ、とりわけ第1回と第2回の生草重の増加が著しい。盛夏時(第3回と第4回刈取)においては増肥の効果は少ない。② 第1回刈1連制 追肥:5回刈取で5回追肥する。h:刈回数(刈の生草重の多寡は年間生草重と相関が極めて高く、年間生草重で10アール当り10トン以上の高収量をあげるためには第1回刈取生草重で3トン以上収穫する必要がある。なお、第2回目以後の各刈取時の生草重はいずれも年間生草重とは有意な相関は認められないが、(第1回+第2回)、(第1回~第3回)、(第1回~第4回)、(第2回~第5回)の各合計生草重の多寡は年間生草重との間にそれぞれ有意な相関関係が認められた。③ 年間生草重の指数では、対照区(100)<増肥A区(110)<増肥B区(125)÷増肥C区(124)となり、増肥の効果が明らかである。④ 年間乾草収量と養分吸収量との間には有意な相関が認められ、多収を得た場合には、CaO、N、P₂O₅、K₂Oの各吸収量が多く、とくにCaOとNの吸収量の多寡は乾草収量との関係が深く、また、これら4者の各吸収量の間にも相互に関連性が見られた。

増肥の効果は少ない。② 第1回刈1連制 追肥:5回刈取で5回追肥する。h:刈回数(刈の生草重の多寡は年間生草重と相関が極めて高く、年間生草重で10アール当り10トン以上の高収量をあげるためには第1回刈取生草重で3トン以上収穫する必要がある。なお、第2回目以後の各刈取時の生草重はいずれも年間生草重とは有意な相関は認められないが、(第1回+第2回)、(第1回~第3回)、(第1回~第4回)、(第2回~第5回)の各合計生草重の多寡は年間生草重との間にそれぞれ有意な相関関係が認められた。③ 年間生草重の指数では、対照区(100)<増肥A区(110)<増肥B区(125)÷増肥C区(124)となり、増肥の効果が明らかである。④ 年間乾草収量と養分吸収量との間には有意な相関が認められ、多収を得た場合には、CaO、N、P₂O₅、K₂Oの各吸収量が多く、とくにCaOとNの吸収量の多寡は乾草収量との関係が深く、また、これら4者の各吸収量の間にも相互に関連性が見られた。

(2) 土壌改善による牧草の特性検定試験

供試作物はラジノクローバー・オーチャードグラスの単播および両者の混播で、試験区の構成は第2表に示すとおりである。

第2表 試験区および内容 (施肥量kg/10a)

試験区	改良資材	基 肥					(注) 追肥は刈取ごとに施用し 1回の施用量(kg/10a)は N, P ₂ O ₅ , K ₂ Oで, ラジノ クローバーでは, 2-3-6 オーチャードグラスは, 6- 3-6, 混播の場合は, 4- 3-6である。 播種期 1968年8月28日,
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	石灰	堆肥	
普通肥料区		8	20	8	470	1,500	
土壤改良A区	P吸の10%相当 量の磷酸配合施用	8	20	8	470	1,500	
土壤改良B区	P級の5%相当量 の磷酸配合施用	8	20	8	470	3,500	

供試面積 13a, 1区0.7a 2連制, 刈取回数 1969・1970年は5回, 1971年4回

試験結果の主要な点を摘記すると次のとおりである。① 草種間の年間生草重を比較すると, ラジノクローバーが最も優り, 次いで混播・オーチャードグラスの順である。② 土壤改善による増収率は, オーチャードグラス25~26%, 混播23~24%, ラジノクローバー19~21%で, 土壤改善A区と土壤改善B区とはほぼ同程度の増収効果を示した。③ 刈取時期毎のN, P₂O₅, K₂Oの養分吸収量で見ても収量傾向と合致する結果を得た。

3 農業気象的観点からの考察

上述した事柄をふまえて, 農業気象的立場から若干の検討を行なったが, 特に留意した点は, 盛夏時における夏枯れ現象の有無および第1回刈取生草重の多寡と気象条件の關係の解明である。

第3表(イ)・(ロ)に二つの試験結果から, 刈取時期別1日当り平均生草重と気象条件を検討した数値を示した。

第3表 刈取時期別1日当り平均生草重(kg/10a)と気象条件

(イ) 1963年~1966年の平均

刈取時期	I	II	III	IV	V	(注) 生長開始期はこ の3種の草種では概ね日 平均気温5℃の出現期日 と合致すると考えられた ので, 第1回刈取の生育 日数は4月1日より起算 している。したがって, 積算気温, 合計降水量の 起算も第1回刈取の場合 は4月1日より起算を行 なっている。
対 照 区	33.3	46.3	46.0	37.9	22.3	
増 肥 A 区	39.8	55.6	44.5	41.5	23.6	
" B 区	50.2	57.6	45.6	42.3	31.0	
" C 区	51.8	59.3	44.4	40.2	30.1	
生育日数	51	35	38	34	49	
期 間	4.1~5.21	5.22~6.25	6.26~8.2	8.3~9.5	9.4~10.24	
積算気温(℃)	520.2	535.5	752.4	751.4	725.2	
日平均気温(℃)	10.2	15.3	19.8	22.1	14.8	
合計降水量(mm)	119.9	91.1	261.9	130.3	167.8	
1日当り降水量	2.4	2.6	6.9	3.7	3.4	

(ロ) 1969年～1970年の平均

草種		I	II	III	IV	V
オーチャード グラス	普通肥料区	51.1	40.3	37.0	36.1	31.4
	土壌改良A区	64.9	55.1	48.4	41.5	42.2
	土壌改良B区	65.6	60.7	43.9	43.7	44.2
ラジノ クローバー	普通肥料区	51.7	64.5	49.0	45.9	21.4
	土壌改良A区	66.4	72.7	61.8	54.3	29.1
	土壌改良B区	66.1	70.2	56.6	60.7	37.0
混播	普通肥料区	50.6	43.4	41.3	42.8	28.5
	土壌改良A区	59.8	63.9	57.4	55.0	34.0
	土壌改良B区	62.0	60.1	56.9	52.7	34.2
生育日数		51	32	32	32	34
期間		4.1～5.21	5.22～6.22	6.23～7.24	7.25～8.25	8.26～10.1
積算気温(℃)		510.0	489.6	624.0	720.0	639.0
日平均気温(℃)		10.0	15.3	19.5	22.5	18.5
合計降水量(耗)		122.4	112.0	86.4	179.2	98.6
1日当り降水量(耗)		2.4	3.5	2.7	5.6	2.9

第3表(イ)から、単なる増肥では盛夏時(第Ⅲ回目、第Ⅴ回目)の生草重の増加は余り期待できないことが認められるが、土壌改良が行なった場合には第3表(ロ)に見られるように盛夏時の増加量が普通肥料区より著しくなる。しかし、それにしても第1回および第2回刈取りの場合より1日当り生草重の増加量は少ない。盛夏時の生草重増加が春期の増加量におよばない理由は高温のための生育抑制が、水分不足による生育抑制からは不明である。なお、第3表(ロ)から、ラジノクローバーはオーチャードグラスより耐暑性がやや強いと見られた。

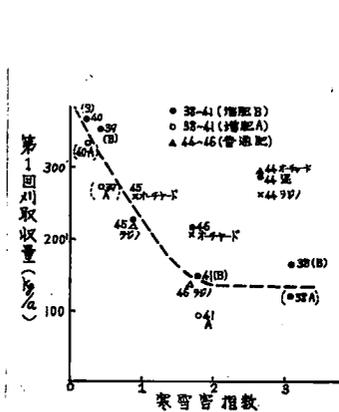
寒冷地の越冬作物は年次によって寒凍害が著しいと生育収量に甚大な影響をおよぼすことが知られており、したがって、牧草の耐寒性も重視する必要があるが、これまで寒凍害の程度を適切に表現する農業気象の指標が得られてなかった。筆者は寒雪害指数を提唱し、寒冷寡雪地帯の菜種の生育収量と関係の深いことを指摘したが、これと同様の考え方で、寒雪害指数の大小と牧草の第1回刈取収量および年間生草重との関係を検討してみた。

(注1) 寒雪害指数 = (土壌凍結深度 × 1.2月平均積雪深) ÷ 100 として算出した。

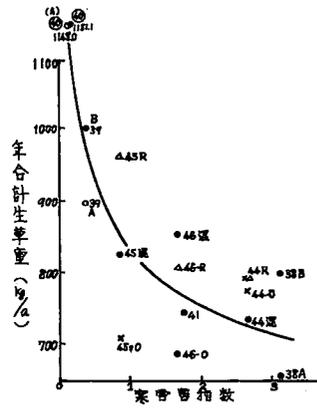
(注2) 土壌凍結深度は実測および寺田の公式 $\xi = 2.94\sqrt{\Omega}$ ……④ を使用。Ω : 凍結指数。寺田の公式による推定値(x)と実測値(y)との間には、古間木の場合 $y = 1.43x - 39.72$ ……① ①式が成立しているため、実測値のない年次については、④式を用いて推定値を求め、更に①式によって修正値を算出して使用した。

以上の方法によって、寒凍害指数を年次別に求め、これと、施肥条件の近似している1963～1966年の増肥A区、増肥B区および1969～1971年の普通肥料区の各第1回刈取生草重および年間生草重との関係を第1図と第2図に示した。

第1図から、寒雪害指数の大小は牧草の第1回刈取収量と関係が深いと見られ、第2図からは年間生草重とも寒雪害指数の大小が関係のあることが われるであろう。この寒凍害指数の地域性については今後更に検討を進める必要がある。



第1図 寒雪害指数と第1回刈取収量との関係



第2図 寒雪害指数と年合計生草量との関係

北東北における牧草播種の晩期限界は日平均気温20℃の退行期日(A)が一応の指標と考えられ、(A)日から日平均気温10℃の退行期日(B)までの積算気温として約780℃必要と推定された。

牧草の耐凍性は環境条件により、また、栽培条件によっても変化することが知られているが、作物気象的立場からの研究が必要と考えられている。

4 むすび

青森農試古間木支場において行われた牧草栽培試験収量と気象条件を検討し、次の点を指摘した。

(1) 盛夏期には1日当り生草重の増加が低下し、単に増肥を行っても盛夏時における生草重の増加は余り認められず、土壌改善を行なった場合に生草重の増加量が多くなるが、なお春期の増加量にはおよばない。

(2) $(\text{土壌凍結深度} \times 1 \cdot 2 \text{月平均積雪深}) \div 100 = \text{寒雪害指数}$ として表現すると、寒雪害指数は牧草の第1回刈取生草重および年間生草重と関連のあることが知られた。

参 考 文 献

- 1) 阿部ほか2名：牧草の多収栽培試験の解析，作物学会東北支部会報 第10号（1968）
- 2) 阿部ほか2名：土壌の凍結深度の測定事例，東北の農業気象 第15号（1970）
- 3) 阿部玄三：寒冷地における収量予測に関する研究 とくに寒凍雪害と収量との関係，昭和46年度農業気象学会講演要旨
- 4) 青森農試：土壌改善を基盤とする畑作生産力増強に関する研究（昭和43，44，45年度成績書）
- 5) 青森農試古木支場：土壌改善による畑作生産力増強対策試験成績書（昭和46年度）
- 6) 中川行夫：牧草の耐凍性に関する二・三の知見と考察 畜産の研究 15巻，12号（1961）

ビニールハウスにおける反射板の効果について

佐々木由勝・藤沢勝太郎
(岩手県立農業試験場)

1. まえがき

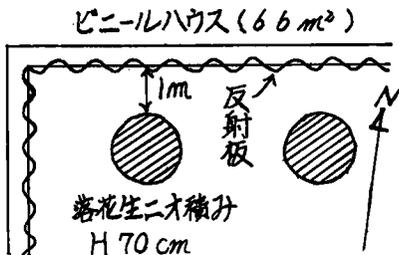
近年、ビニールハウスの利用が大巾に増加している。野菜はもとより、水稻の機械移植に伴う育苗ハウスとして、急激に普及している。それらの利用は春期が主であり、利用拡大としてもいろいろと考えられるが、その一つとして収穫物の乾燥があげられる。その場合、育苗などのような平面的な利用と異なり、二才積み形式となることが多く、日かげ部分が生じて、乾燥むらが悪化されることから日かげ部分に対する反射板による光線反射効果を検討したので、その結果を報告する。

2. 試験方法

- (1) 供試作物：落花生の乾燥
- (2) 反射板の種類：イ. アルミハク板
ロ. 着色フィルム（鮮紅色）

(3) 設置形式

左図による、ビニールハウスで行い、反射板のとりつけは、巾90cmのものを地上30cmとして、落花生のニオ積みは莢を外向けにして茎葉を内側に積んだ。

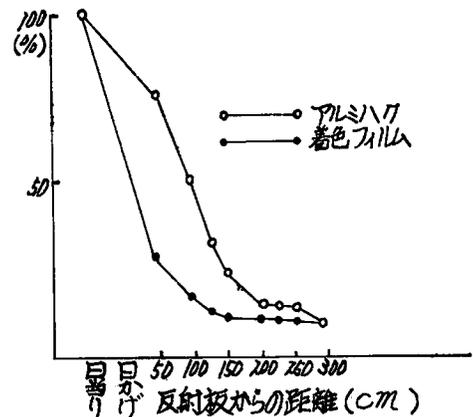


- (4) 測定器材：温度測定はサーミスター温度計、日

射量の測定は管形日射計、熱電対温度計によって行い、また含水分の測定は 105℃、24時間の乾物法で実施した。

3. 試験結果

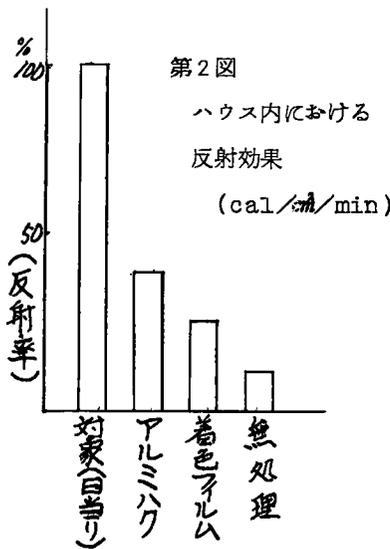
ビニールハウスでの反射実験の前にハウス外で、それぞれの反射板を供試して、日かげ部分に対する反射量を検討した。その結果、第1図、第1表に示すように、反射板による反射効果は当然ながら板からの距離が離れるにつれ反射量は少なくなり、0.62 Cal/cm²/minでの反射量はアルミハク板でみると、50cm地点では70%と多く、100cmでは50%台に、さらに、250cm～280cmになると10%程度に減るようである。アルミハク板と着色フィルムの反射効果であるが、着色フィルムの場合、使用目的が反射量でないものであり、反射効果は劣った。したがって、反射量を目的にする場合はアルミハク板、あるいは鏡、手がかるなものとしてはトタン板などの効果が高いと考えられる。また、板からの距離では乾燥を目的にする場合は、50cm～100cmの範囲で効果が期待できそうである。



第1図 日かげ部への反射効果

第1表 日かげ部分への反射量 (ハウス外)

種類	板からの距離 (cm)	cal/cm ² /min	50	100	130	150	200	230	250	280
			100 %	75.8	51.6	32.2	24.1	14.5	14.5	14.5
アルミハク	0.62	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.06
	100 %	75.8	51.6	32.2	24.1	14.5	14.5	14.5	14.5	9.6
着色フィルム	0.62	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
	100 %	29.0	17.7	14.5	11.2	11.2	9.6	9.6	9.6	9.6

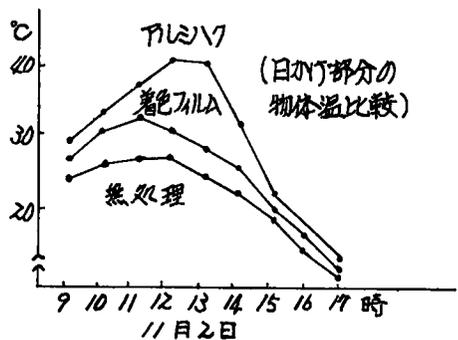


また、ビニールハウス外と同じようにハウス内でも日かげ部分に対する反射量をみたのが第2図であるが、ビニールハウスの日射透過率が低く、60%程度であったがハウス外の日射量は0.90, 0.94 Cal/cm²/minの条件で実施した。反射板からの距離が100 cm程度としてみたが、アルミハク板の場合、反射率が40%程度、着色フィルムは27%程度であった。また、無処理でも、ビニールハウスの側面ビニールによる反射が17~18%、認められた。ハウス内での反射効果も先のハウス外の結果と同じように認められたが、材料による差も明らかにみられた。ハウス内の反射量測定と同じ条件下で、その反射量による物体温度の上昇効果、あるいは含水分の減少に対する

効果を検討した。まず、物体温度であるが次頁の図のように設置して行い、測定はサーミスター温度計を使用した。

その結果、日射のある日中について、日かげ部分の経時的、物体温度の変化を第3図に示したが、無処理に対して明らかに反射による物体温度の上昇効果を認めることができた。その効果はとくに、日射の強いほど反射量も多くなり、物体温度も高くなるようである。また、第2表に示すように、板からの距離が離れるにつれて反射量が少なくなることと同じく、物体温度の上昇も劣った。

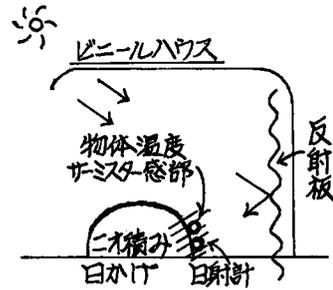
日中の平均物体温度でみると無処理に比較して、アルミハク板は133%、着色フィルムが114%で、また、最高温度においては50%、20%の上昇効果を示した。



第3図 物体温上昇効果

第2表 板からの距離による物体温の比較

種類 時間	アルミハク		無処理	ハウス外
	100cm	200cm		
9	37.3	31.0	29.6	25.0
10	41.5	35.2	36.0	29.0
11	44.8	41.0	37.7	36.5
12	41.0	40.6	36.5	32.0
13	41.5	37.2	34.2	33.0
14	38.2	32.0	30.4	19.3
15	30.7	29.8	22.5	14.8
16	16.0	15.5	13.8	11.7
17	13.0	13.0	11.0	10.4

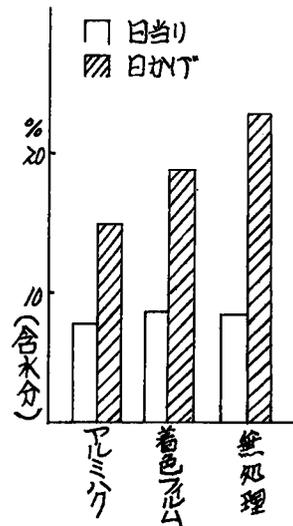


反射板の効果, それによる物体温度の上昇効果が認められたが, それが落花生の水分

減少にどうむすびつくか検討した。水分の減少経過でみると日当たり部分に対しては劣るが, 無処理に比較しては減少が早い。乾燥開始20日後の含水分を第4表に示したが無処理に対して10%程度低く, 日当たりとの差を少なくした。反射板の種類による反射量の差が水分の減少にも, 物体温度同様認められた。また, 実験中に, 反射板の物体温度の上昇に加えてビニールハウスの入口, 裾を開放することにより, 乾燥がすすみ, 反射効果も上がることを認めた。また, 反射効果を乾燥のみならず, 水稻育苗における緑化時の緑化むら, あるいはこれを利用することによる高率的な緑化方法なども考えられる。

4. 摘要

- (1) 反射板としてアルミハク板程度のものであるとすれば反射率は100cm地点で50%程度期待できる。
- (2) 反射板からの距離では50cm~100cmで70%~50%であるが250cm~280cmでは10%程度になる。
- (3) 日かげ部分に対する反射は物体温度の上昇効果として現われ, アルミハク板程度のものであると晴天日の日平均で30%程度, 最高物体温度で50%程度の効果がある。



第4図 乾燥20日後の水分含量

- (4) 反射効果により乾燥速度が早まり, 無処理に比較し20日後の含水分で10%程少なく, 日当たりとの差を少なくする。
- (5) ビニールハウスの乾燥利用の場合, ハウスの日射透過をよくすることと, 入口, 裾の開放を行うことが必要である。
- (6) 反射板としてはアルミハク板, あるいは鏡が効果的であるがトタン板なども手がるに利用できると思われる。

おわりに, 実験実施にあたり, 資材のお世話とご助言をいただいた東北農試農業技術部に厚く感謝の意を表す。

水田の落水時期と米質に関する研究

第2報 落水時期の早晩と米質

前田 昇・永沼昌雄・小野清治

(青森県農業試験場)

1. はじめに

筆者等は第1報において、青森県内の落水時期の実態について調査し、落水時期に地域差のあること、とくに土壤条件に左右され、湿田地帯では出穂後30~35日、乾田地帯では20~25日前後であることを指摘したが、ここでは落水時期の早晩が、収量、米質に及ぼす影響について、45~46年の2ケ年間土壤条件、気象条件の異なる現地での試験結果をとりまとめたので報告する。

2. 試験方法

(1) 試験場所

黒石本場………黒色土壤、壤土腐植型(乾田壤土)。

西郡柏村………津軽の湿田地帯、グライ土壤、強粘土構造型(粘土の強い半湿田)。

十和田市………南部平野地帯、黒色土壤、粘土火山腐植型(黒ぼく)。

(2) 落水時期

出穂後25日、及び35日。

但し、十和田市では出穂後低温寡照で生育の遅延が懸念されたので、出穂後26日、及び37日に落水し、他の地区より湛水日数を2日間延長した。

(3) 施肥量、品種他 Kg/a (全量基肥)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	移植日	栽植密度	品種
黒石	1.1	1.1	1.1	5月20日	30.3cm×15.2cm 21.8株/m ²	レイメイ
柏	1.2	1.0	1.0	5月19日	30.3cm×15.2cm 21.8株/m ²	レイメイ
十和田	0.9	1.5	1.0	5月25日	25.7cm×14.4cm 27.1株/m ²	レイメイ

(4) 調査項目

主として登熟歩合と玄米構成について調査したが、登熟歩合は生育中備な20株を抜き取り、その中から穂数、穂重が平均値に近いものを5株選び、それらの籾をこき落として比重1.06の塩水で選別した。米質調査は粒厚1.7mm以上の玄米を対象に均分器で等分し、玄米構成を調査した。

3. 試験結果

(1) 生育状況

十和田試験地では、苗代末期から本田初期にかけて強い低温に襲われたため、初期生育が不良となり、株揃いが悪かったので、試験区の株当たり穂数は他の試験区に比べて少なかったが、それ以外については特記すべきものはなく、順調な生育推移であった。

(2) 出穂後の気温及び登熟歩合

出穂後の気象及び登熟歩合を第1表に示す。

第1表 出穂後の気象及び登熟歩合

地名	落水時期	出穂期	成熟期	出穂後40日間		収穫までの積算		刈取日	登歩	熟合	糍歩合
				平均気温	日照時間	平均気温	日照時間				
黒石	35日落水	8月5日	9月17日	21.1	276	892.5	300	9.18	88.7	7.0	
	25日落水	5	17	21.1	276	892.5	300	18	80.9	15.2	
柏	35日落水	8. 7	9. 23	20.6	330	973.6	419	9.26	89.1	8.4	
	25日落水	8	23	20.3	332	949.3	391	26	86.2	7.6	
十和田	37日落水	8. 10	9. 28	19.0	251	916.2	308	9.30	85.8	8.4	
	27日落水	10	28	19.0	251	916.2	308	30	85.9	9.1	

出穂期は黒石8月5日、柏7～8日、十和田10日であったので、出穂後40日間の平均気温は各地域によって約1.0℃前後の温度差を生じている。

日照(バイメタル)は柏地区で330時間と多照であったが、黒石280時間、十和田250時間であり、十和田試験地では登熟気温も19.0℃と低く、低温寡照であった。

成熟期は落水の早晚による差はみられなく、地域による差、即ち出穂が早く登熟気温の高かった黒石で早く(出穂後43日)、以下柏46日、十和田49日の順であった。

玄米の品質は刈取時期、および刈取りまでの積算気温が大きく影響するが、黒石890℃、十和田916℃、柏950℃であり、出穂後日数でも、それぞれ40～50日の範囲内であるので、適期に刈取られたものと考えられる。

登熟歩合はmm当りの着生粒数によって異なるが、今年の登熟気温が19～21℃と低かったわりには、登熟歩合は各地共80%以上となっている。

落水時期の比較では、遅く落水することによって登熟歩合は高まる傾向にあり、黒石8%、柏3%位高まっているが、十和田ではほとんど差がなかった。十和田で登熟気温も19℃と低かったわりには登熟歩合が85%と高いのは、mm当りの粒数が2.7～3.0万粒と少なかったことが原因している。また十和田で落水時期の早晚による差がみられなかった原因としては、早期落水区では、落水後3日目から3日間にわたって100mmの多雨に見舞われたため、水田の土壌水分は湛水状態に近づき、その結果、土壌水分の乾湿の差が少なくなり、早期落水の意義がうすれたためと推定される。

(3) 収量調査結果

各区の収量調査の結果を第2表に示す。

第2表 収量調査結果(Kg/a)

地名	落水時期	全重	粒重	わら重	糍摺歩合	精歩糍合	1.9mm以上玄米重	同左検査等級	玄米千粒重(1.7mm以上)
黒石	35日落水	145.9	73.1	61.2	76.3	50.1	55.4	3の下	22.5
	25日落水	143.7	73.8	61.8	75.8	51.4	55.4	3の下	22.3
柏	35日落水	158.0	85.0	61.0	79.4	53.8	67.5	3の下	21.5
	25日落水	166.0	83.4	77.0	76.4	50.3	63.7	4の上	21.5
十和田	37日落水	137.0	64.5	65.0	79.8	47.1	51.5	4の上	21.6
	27日落水	144.5	58.4	69.5	80.0	40.4	46.7	4の上	21.5

玄米収量は、摺落し玄米を段篩機を使用して選別し、1.9mm以上のものを玄米収量とした。

黒石では、落水時期の早晚による差は少なく、両区共550Kgであるが、登熟気温の低い柏、及び十和田地区では両区の差が大きく、落水時期を遅らすことによって、収量指数は柏で6%、十和田で10%の増収をみた。

(4) 玄米構成

各区の玄米構成の調査結果が第3表である。

表中の中間粒とは、具体的には、整粒にするには若干粒張りが少なく、着色気味で、しかも腹白、心白の小さいもの等が含まれる。

第3表 玄米構成(粒厚1.7mm以上、重量%)

地名	落水時期	整粒	中間粒	未熟粒			死米	被害粒		
				活青	腹白 心白	青未熟		奇型	着色	他
黒石	35日落水	62.6	13.4	1.7	0	13.3	1.1	3.2	4.5	0.2
	25日落水	53.6	22.0	1.3	0	11.5	2.0	2.6	6.8	0.1
柏	35日落水	64.9	12.4	1.3	0.1	8.8	0.5	4.5	6.3	1.1
	25日落水	55.2	18.2	1.6	0.2	8.2	0.6	5.0	10.5	0.5
十和田	37日落水	52.5	11.0	2.9	2.0	9.4	2.0	3.5	9.5	0.2
	27日落水	51.8	11.6	2.0	4.3	10.4	3.9	3.0	12.9	0.2

(注) 中間粒とは、形状、形質が整粒より劣るものであり、かと云って被害粒、未熟粒にも入らないそれらの中間的なものである(概ね一般未熟粒が主体である)。

黒石では、整粒歩合は落水時期の遅い場合に約9%位多くなっており、早期落水した時は、中間粒、いわゆる形質の劣るもの、「見面」の劣るものが多いであった。

被害粒は、奇型粒と着色粒を主に調査したが、25日落水区では被害粒が多くなる傾向にあり、その中でも着色粒が多くなっている。

従来、着色粒は開花期の低温や風水害等によって発生が認められているが、本試験区でも、着色粒に差を生じていることから、その原因が土壤水分によるものか、落水したことによる生理的なものなのかどうかは判然としなく、今後この点の検討も必要である。

柏試験地では、黒石と同様な傾向がみられ、25日落水区は中間粒、及び被害粒が多くなり、被害粒の中でも着色粒が多くなっていることが整粒歩合の低下の原因となっている。

十和田試験地は、他の試験地に比較して登熟期間を低温寡照で経過したため、落水時期の早晚よりも、登熟気象の方が大きく影響し、37日落水区でも整粒歩合は52.5%と低くなっており、そのため整粒歩合、及び中間粒では差がみとめられなかった。

しかし、未熟粒、特に腹白、心白の大きいもの、及び着色粒は早期落水区に多くみられた。

なお、整粒歩合及び中間粒で落水時期による差がみられなかったのは、登熟期間の低温寡照と共に、早期落水区で落水後3日目から100粒の多雨に見舞われた関係で、早期落水の意義が若干うすれたことも原因しているようであるが明らかでない。

4. 要 約

青森県の稲作地帯では、バインダー、コンバイン等の普及に伴い、圃場への機械導入を容易にするため、出穂後間もなく落水する傾向が多くなってきたので、出穂後の落水時期と登熟歩合、及び米質との関係について試験し、次のような結果を得た。

(1) 46年の登熟期間は全般に低温であったので、登熟気温は黒石で21.0℃、柏で20.3℃、十和田で19.0℃であって試験地間で約1.0℃の差があった。

(2) 登熟歩合は、各試験地共落水時期を遅くすることによって高まる傾向が認められた。

(3) 玄米収量(1.9mm以上玄米重)は黒石で差がなかったが、登熟気温の低い柏及び十和田試験地では、落水時期の遅い程多収であった。

(4) 玄米構成をみると、整粒歩合は落水時期を早くすると低下し、逆に中間粒や被害粒(特に茶米)は増加し、米の検査等級の低下の一因となっている。

(5) 以上の結果からみて、今後は秋作業の機械化(バインダー、コンバイン等の能率)を考慮し、全体的な視野において土壌条件、水利条件等との関連で落水時期について検討を加える必要がある。

かんがい水による水田温度環境調節に関する研究

第2報 地下水利用による苗代期の低温障害防止

千葉文一・大累誠一・日野義一

(宮城県農業試験場)

1. はじめに

水田のかんがい水温は、水源の種類によって異なることは第1報で述べた通りで、このかんがい水温が稲の生育に影響を与えることはすでに数多く報告されており、とくに沢水、地下水かんがいでは冷水被害が現われ、その対策としてかん水法改善が有効であることは知られている。¹⁾これに対し筆者らは、水温特性を活用した水田温度環境調節法として地下水の利用を試み、その一つとして苗代期の地下水かんがいで夜間冷却を抑え、低温障害防止をはかった。その結果、夜間の地下かんがいは苗代期の低温障害防止にかなり有効であることがわかったのでその概要を報告する。

2. 試験方法

1) 試験期間 昭和45年-46年 (苗代期間) 2) 試験場所 宮城郡宮城町下愛子

3) 試験区の構成

(1) 対照区 慣行水管理、水深3cm間断かん水、愛子地区農業用水利用

(2) 地下水かんがい区 夜間(21時~5時)地下水掛流し、昼間止水、かん水量15ℓ/m

4) 試験処理期間と耕種管理

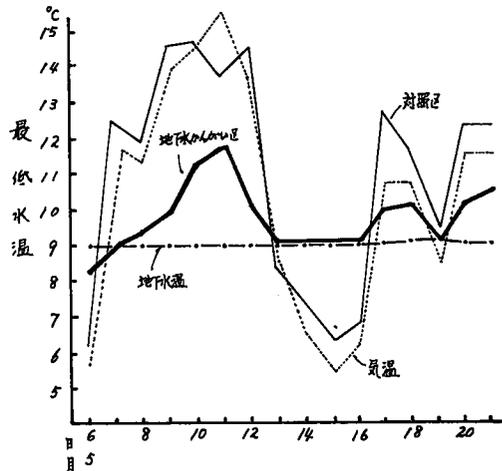
(1) 処理開始 除覆当夜(昭45:5月4日,昭46:4月28日) (2) 終了:5月20日,

(3) 苗代様式 保温折衷苗代 (4) は種 昭45:4月18日,昭和46:4月17日,

(5) 水管理 地下水かんがい区は処理期間中揚水ポンプにタイムスイッチを付け所定時刻の自動かん水によって連日夜間掛流しかん水を行なった。但し昭46は翌朝の最低気温が5℃以下と予報が出された日だけ行なった。その他は標準管理法による。

3. 試験結果

苗代期間の4月中旬から5月中旬にかけては降霜をともなうような低温の出現頻度が高く²⁾降霜による苗代被害がしばしばあり、また降霜が無くともこの時期に低温が続けば苗生育に悪い影響を与える。この低温とくに夜間冷却を抑える方法として昼夜温度変化の小さい地下水を夜間掛流しかん水を行ない慣行水管理と苗代水温、苗生育を比較検討した。その結果、昭和45年の結果では図1で見られるように対照区の水温は気温よりやや高いが、気温の変化と同じ傾向で変化し水温の変動が大きい。これに対し夜間地下水かんがい区

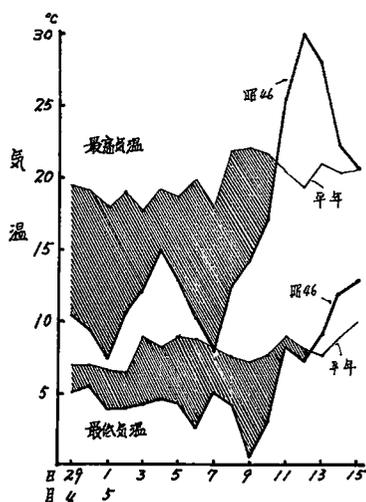


第1図 苗代最低水温、気温の経過(昭45, 宮城)

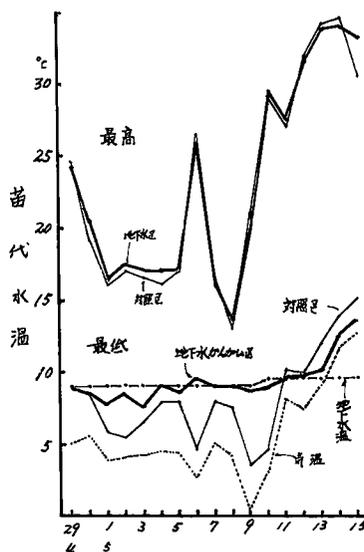
水温は地下水温の影響を受け、気温が地下水温より高い場合は気温より低く経過しているが、気温が低下し地下水温より低くなった場合の水田水温は、地下水温より低くならず夜間の保温効果が認められる。この水温経過での苗生育は表1の通りで地下水かんがい区は気温の低い日の保温効果は認められるが、その他の日は対象区より夜間水温が低く経過したため苗の生育は対照区よりやや劣る結果となった。それで昭和46年には最低気温が5℃以下と予想された日のみ地下水を夜間掛流しにした。その結果、昭和46年は苗代除覆時期の4月下旬後半が図2に見られるような異常低温が現われ、それが5月10日まで続き、9日には最低気温は0.5℃となり降霜があった。11日以降は一転して高温に経過した。このため地下水かんがい区は除覆直後から5月11日までは毎夜地下水かんがいを行ない、その後は最低気温が5℃前後と予想され地下水かんがいを行なったのは3回だけであった。この苗代期の異常低温下での地下水かんがい区と対照区の苗代水温経過は図3の通りであった。

表1 苗調査結果(田植時6月1日)

	草丈	葉数	茎数
対照区	24.9 cm	6.9枚	4.3本
地下水かんがい	22.5	6.5	4.1



第2図 苗代除覆後の気温経過



第3図 苗代除覆後の水温経過

それによると、苗代水温は最高、最低ともに気温よりやや高目に経過しているが、最高水温は苗代除覆後から5月10日までの平均では対照区：19.3℃、地下水かんがい区：19.6℃となり、平年の最高気温より低目に経過し、5月8日の最高水温は13℃となる低温であった。5月11日以降は天気回復し、気温の上昇にもない水温も上昇し、日中の最高水温は両区とも30℃前後の高水温で経過した。この日中の最高水温は、地下水かんがい区、対照区ともほとんど同じ値を示し、区間の温度差はきわめて小さかった。これに対し夜間の最低水温は、低温期間中の水管理の差が明らかに認められ、地下水かんがい区は対照区より高目に経過しており、低温期間中の平均では地下水かんがい区：8.6℃、対照区：6.6℃となり、地下水かんがい区は対照区より2℃高くなった。とくに5月9日の降霜日に

は、対照区の最低水温は3.5℃となったが、地下水かんがい区は8.6℃で5℃以上高かった。このように地下水かんがい区の水温が高く経過したのは、この時期の地下水温は最高水温：10℃、最低水温：9℃でほとんど水温の変化はなく、最低気温より5℃以上も高くなっていたため、夜間の地下水かんがいは対照区より保温効果が高かった。5月11日以降は気温は高くなり、それにもなって夜間水温も地下水温より高くなったので、地下水かんがい区は夜間地下水掛流しをほとんど行なわなかった。そのため最低水温は両区ともほぼ同じ値で経過し、5月11日以降の平均最低水温は地下水かんがい区：10.6℃、対照区：10.9℃となり、地下水温にくらべ両区とも地下水温より1℃前後高くなった。また苗代地温を比較してみると、低温期間中の平均では地下水かんがい区：10.8℃、対照区：10.1℃で地下水かんがい区は0.7℃を高く経過した。低温期以降の平均では最低水温と同様両区の差はほとんど無くなった。このため苗代除覆後から田植期までの平均温度では、最高水温は両区とも25.1℃で同じになったが、最低水温は地下水かんがい区：9.7℃、対照区：8.8℃となって地下水かんがい区の方が約1℃高くなった。9時の地温は地下水かんがい区：13.2℃、対照区：12.8℃でわずかに地下水かんがい区が高くなった。

このような苗代温度のちがいは苗の生育にもかなり影響があった。苗代除覆時から田植までの苗生育調査結果を表2に示す。

表2 苗生育調査結果 (昭46, 宮城)

項目 区	除 覆 時		5 月 8 日			5 月 1 9 日			田 植 時		
	草 丈	葉 数	草 丈	葉 数	根 長	草 丈	葉 数	茎 数	草 丈	葉 数	茎 数
対 照 区	6.9cm	2.2枚	7.1cm	3.5枚	4.9cm	13.3cm	4.3枚	1.6本	16.5cm	5.1枚	2.5本
地下水かんがい区	6.9	2.2	7.5	3.7	5.9	14.5	4.2	1.6	16.2	5.0	2.4

注) 除覆：4月28日、田植：5月25日、田植可能苗

それによると、除覆時の苗生育は両区とも同じであったが、5月8日の調査で除覆後異常低温が続いたため両区とも苗の伸長はきわめて悪かったが、地下水かんがい区の方が対照区より苗の生育は良く、とくに根の伸長が良かった。その後の調査でも、地下水かんがい区の生育はやゝ良かったが、田植時の調査では、両区の苗生育量には大差はなかった。しかし両区とも前年にくらべると草丈、茎数ともかなり劣っていた。このように田植時の苗生育量には大差はなかったが、除覆後の異常低温と5月9日の降霜による苗代被害があり、その程度は地3に示す通りで、苗代被害は対照区の方が著しく

表3 異常低温被害面積割合 (昭46, 宮城)

	多	中	少	無被害	計
対 照 区	30%	30%	40%	0	100%
地下水かんがい区	—	5	95	0	100

注) 多：枯死または、わい小苗(田植時草丈：5cm以下)
 中：生育不良(田植時草丈：5~13cm)
 少： # (# 13~18cm)
 無：普通苗(田植時平年草丈(前2ヶ年平均)：18~20cm)

生育不良、立枯れ苗の発生が多く現われ田植が出来る苗の数は、は種全量の50%以下で苗不足となったが、地下水かんがい区では全般的な生育の遅れのほかは対照区に見られるような大きな被害は無く、田植にはほぼ支障はない程で地下水の夜間掛流しかんがいは保温効果が高く、苗の低温障害防止効果

が大きかった。

4. まとめ

地下水の夜間掛流しかんがいによって苗代の夜間温度を調節し、苗の低温障害防止について試験を行なった。その結果、低温時の夜間地下水掛流しは夜間の温度低下をおさえ、保温効果が大きく、苗の低温被害防止に効果があった。しかし地下水の夜間掛流しは、苗代期間に地下水温が最低気温より低い日も連日行なうことは苗の生育に良くない。地下水の夜間掛流しの効果をあげるには最低気温が5℃以下に低下することが予想された夜間だけ行なうことが低温障害を防止し、苗の生育を良好にする。

参 考 文 献

- 1) 宮本硬一 (1962) : 東北地方における冷水田と冷水被害に関する研究, 宮城農試報告第30号
- 2) 千葉, 日野 (1971) : 稚苗による早期田植の温度環境と用水量, 東北農業研究第12号

かんがい水による水田温度環境調節に関する研究

第3報 地下水利用による登熟期の夜間温度調節

千葉文一・大黒誠一・日野義一

(宮城県農業試験場)

1. はじめに

登熟期における昼夜温度較差の拡大は登熟良化に有効であることは知られている。これを水田で人為的に行なう方法として、夏期水温の低い地下水を利用し、夜間の水田温度を低下させ昼夜の温度較差を拡大し、登熟良化をはかる試験を昭44~46に行なった。その結果、一応の成果を得たのでその概要を報告する。

2. 試験方法

- 1) 試験期間 昭和44年~46年 (登熟期) 2) 試験場所 宮城郡宮城町下愛子
- 3) 試験区の構成
 - (1) 対 照 区 : 慣行水管理 (愛子地区かんがい用水を使用)
 - (2) 夜 冷 A 区 : 出穂期から落水まで、夜間 (21時~5時) 地下水掛流し、昼間止水
 - (3) 夜 冷 B 区 : A 区の10日後から同上処理
- 4) 試験処理期間と耕種管理
 - (1) 処理開始: 夜冷 A 区は出穂期、B 区は A 区の10日後 (2) 終了: 落水期
 - (3) 田植: 6月1日, 15cm×30cm, 3本植 (4) 品種: ササニシキ
 - (5) 管理: 出穂期までは各区とも同一標準管理とし、出穂期後は供試条件以外は標準管理とした。地下水かんがいはタイムスイッチを付け所定時刻の自動かん水を行なった。

3. 試験結果

出穂期から落水期まで夜間地下水掛流しによって夜間の水田水温は低下し、昼夜の温度較差は図1で見られるように慣行水管理の対照区より2~3℃大きく経過している。これを試験期間中の

平均と比較すると表1の通りである。それによると各年次によって多少その値に変化があるがいずれも夜冷区は対照区より最低水温は2℃以上も低く、とくに昭45の夜冷A区は対照区より5℃以上も低くなっている。これに対し日中の最高水温は稲の繁茂しているこの時期では夜間冷却による影響が日中にもみられ、昼間止水にしても夜冷区は対照区より日中の水温はやゝ低くなっている。しかし昼夜の水温較差は夜冷区

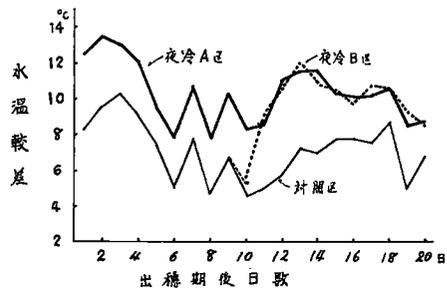


図1 出穂期後の水温較差

の方が2~4℃位大きい。この水温較差を気温較差 (表2) と比較すると対照区は各年次とも水温の方が気温より較差は小さいが、夜冷区は昭44以外はいずれも気温較差より水温較差の方が大きくなっている。地温についても同様で夜冷区の較差は対照区より2~3℃大きい。

表1 登熟期の水田温度と収量 (宮城)

	最 高 温 水	最 低 温 水	水 温 較 差	地 温 較 差	玄米重	くず米 重歩合
(昭44)	°C	°C	°C	°C	Kg	%
対 照 区	26.8	19.9	6.9	3.3	491	7.9
夜 冷 A	24.7	15.1	9.6	5.2	539	5.3
夜 冷 B	26.2	17.4	8.8		498	5.5
(昭45)	°C	°C	°C	°C	Kg	%
対 照 区	27.1	19.0	8.1	3.9	540	6.1
夜 冷 A	25.7	13.5	12.2	7.4	583	5.2
夜 冷 B	26.3	15.4	10.9	—	583	5.7
(昭46)	°C	°C	°C	°C	Kg	%
対 照 区	23.1	17.0	6.1	2.8	452	12.3
夜 冷 区	22.8	15.2	7.6	3.5	481	9.4

注) 温度は出穂期～落水の平均

表2 試験期間中の気象と地下水温

年次	最 高 気 温	最 低 気 温	較 差	日 照 時 間	最 低 地 下 水 温
昭和44年	29.0°C	18.8°C	10.2°C	5.9 h	14.5°C
" 45 "	27.6	19.8	9.8	4.2	12.7
" 46 "	22.5	16.1	6.4	3.3	14.2

注) 出穂期～落水の平均温度

このような水田温度較差の拡大は稲の登熟に好影響をあたえ、くず米が少なくなり、収量は増加している。なお各年次によって収量に差があるが、これはその年次の気象条件が大きく影響しているためで昭46の登熟期は8月中旬から9月中旬にかけて異常低温、多雨、寡照の天候であったため全般に登熟が不良となり収量は低下した。しかしこの不良条件下にあっても夜冷区の水田温度較差の拡大は一穂もみ重、もみ千粒重の増加を示し、収量は対照区よりやや高くなった。

これをさらに収穫物について昼夜温度較差の大小との関係を見ると図2, 3のようになる。

それらによると、水温較差の拡大によって登熟は良くなり、較差が大きいほど、一穂玄米粒数は増

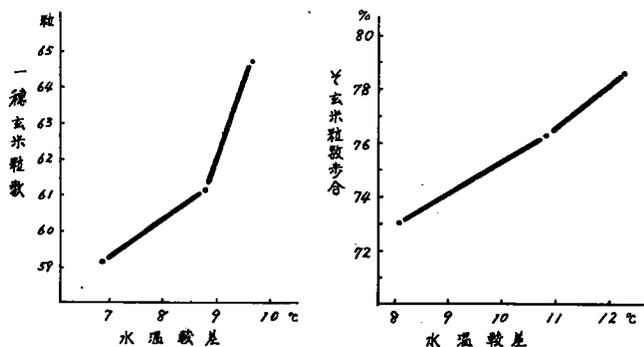


図2 水温較差と一穂玄米粒数、そ玄米粒数歩合 (昭44, 45, 宮城)

加しており、そ玄米粒数歩合も高くなっている。また較差の拡大は米粒の肥大にも関係し、粒厚別の玄米重割合を見ると、較差の大きい夜冷区は大きな米粒の占める割合が多くなっている。なお、ここに示した水温較差は試験期間の出穂期から落水までの平均較差なので、出穂直後から夜冷を行なったA区の方が、それより10日おくらせて夜冷を開始したB区より平均の温度較差が大きくなっている。しかし実際には図1で見られるように夜冷を行なっている期間中の較差は、A、B区ともほぼ同じ値で経過している。このことから登熟には出穂直後からの温度条件が影響していることが認められ、夜冷による昼夜温度較差の拡大は登熟を良好にし、収量を高めることがわかった。なお、この試験で用いた地下水温は最高水温が15~16°C、最低水温は13~14°Cであったが、夜間かん水で日中止水としたため水田温度は前述のように日中の最高水温は25°C以上となり、夜間の最低水温も昭45の夜冷A区を除いてはすべて15°C以上であり、また気温は昭44、45とも比較的高温で多照、寡雨の好天であったため、夜冷区の低温障害は認められず、昭46の異常低温時でも夜冷区は低温障害の増加とはならずむしろ較差拡大の効果の方が大きかった。

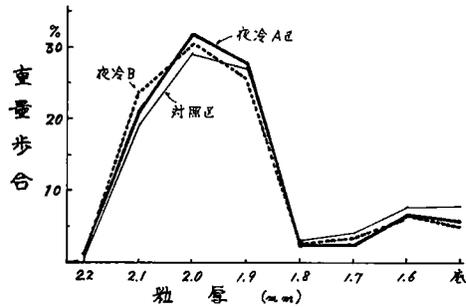


図3 玄米粒厚別重量歩合の比較(宮城)

4. むすび

登熟期の昼夜温度較差の拡大は登熟を良好にし収量を高める。これを人為的に行なう方法として夏期低水温の地下水を利用した夜冷による水田温度較差の拡大を試みた。その結果、夜間地下水掛流しによって水田水温、地温の較差は慣行水管理の対照区より2~3°C大きくなり、それが登熟を良好にし収量を高めており、最低水温13~14°Cの地下水では冷温障害は認められず、地下水利用による較差拡大の効果が認められた。

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3報 稚苗移植田の水深のちがいによる水田水温と露場気温との関係

日野義一・千葉文一

(宮城県農業試験場)

1. はじめに

水田水温が水稻の生育におよぼす影響は、きわめて大きい、この水田水温と露場気温との関係を知るため、これまで早期機械稚苗移植田の初期の水田温度環境や普通移植田の本田期間の水田温度の時期的変化について報告してきたが、¹⁾、²⁾、³⁾ 水田水温は、かん水方法や灌水水深によって変化し、また日照時間の多少によって変化する、このため水田水温と露場気温との関係についても、これらの諸条件を考慮しなければならない、それで筆者らが昭和43年から47年まで早期稚苗移植田の初期低温対策として、水深の調節やOED使用の試験を行なって来た結果から、水深のちがいやOED使用による水田水温と露場気温との関係をとりとまとめたので、その概要を報告する。

2. 調査方法の概要

昭和43~47年の5ケ年間、仙台市原町農試本場で早期稚苗移植田の初期水温(4月25日~5月20日)を測定した結果を用いた。水深のちがい、およびOED使用を次のようにした。

水深のちがい：1~2cm, 2~3cm, 4~5cm。

OED散布：水深2~3cmにOED10a当り500gを1週間おきに散布。

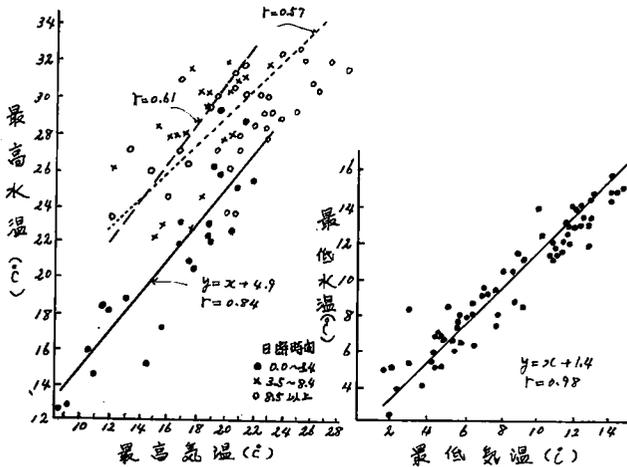
なお本試験水田には、4月24~25日に稚苗(平均2.5葉)を15cm×30cmに移植した。また試験水田は透水性が極めて不良で、浸透量は0.2mm/dayであった。

3. 調査の結果と考察

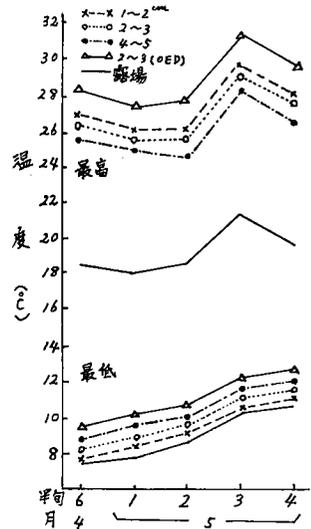
水田水温は露場気温にくらべ、最高、最低いずれの温度も高目に経過しており、とくに日中の水温と気温との差が大きくなっている。また水深のちがいやOED散布によって水温と気温の温度差にかなりの相違が認められることは、前報⁴⁾、⁵⁾、⁶⁾のとおりである。これを昭和43~47年を通じて稚苗移植田の初期(4月25日~5月20日)の平均温度でみると、最高水温では露場最高気温の平均19.3℃に対して、水深1~2cmは27.0℃で7.7℃高く、水深2~3cmでは26.8℃で7.5℃低く、また水深4~5cmの場合では26.0℃となって6.7℃高い値を示しており、水深の浅いほど気温との差が大きくなっている。なお同じ水深2~3cmではOED散布によって2℃以上高くなる。つぎに最低水温では露場の最低気温9.0℃に対して水深1~2cmでは9.5℃で0.5℃高く、水深2~3cmでは10.0℃で1.0℃高くなり、更に水深4~5cmになると10.5℃で1.5℃高くなって最高水温の場合と反対に水深の深い方が高くなる。しかし水温と気温の差は最高水温の場合に比べてかなり小さい。またOED散布による昇温効果が認められて、水深2~3cmでも水深4~5cmよりも0.4℃高く、また同じ水深に比べては約1.0℃高い。これら水深のちがいによる水温の差や気温との差をさらに期間中の半旬別経過でみたのが第1図で、水温の時期的変化では、最高、最低ともに気温と同じ傾向を示し、ほぼ平行的に経過し、それぞれ温度差は時期によって多少異なるが、全般的には全期間の平均値とだいたい同じぐらいの温度差で経過している。このように水深のちがいによる水温差、気温との差は長期間の平均では前述のような値を示しているが、しかし実際には毎日、毎日の値は、その日の状況によ

ってかなり、かわり、とくに最高水温の場合の変動が大きくなっている。最低水温ではあまり大きな変動は示さない。そこでこれらを日別の水温と気温との関係について、水深2~3cmの場合でみると、第2図のようになる。それによると最高水温と最高気温の関係では、点のばらつきがかなり大きくなってしたが、正の相関関係の傾向を示している。またこれらの点について更に検討してみると、日照時間の多少によって分けられ、日照の少ないときは水温は低く、日照が多いと水温は高くなっており、日照時間別でみると日照の少ない(3.4時間以下)ときは水温と気温との相関($r=0.84$)は高くなり、日照時間が多くなるにしたがって低い(3.5~8.4時間: $r=0.61$, 8.5時間以上: $r=0.57$)相関がみられ、水温は日照時間の多少に大きく左右されていることがわかる。

最低水温では日別変動は小さく、気温との相関は非常に高い($r=0.98$)値を示している。このように最高水温ではかなり日別変動が大きく、日照の多少に大きく影響され、日照時間が多ければ水温は高くなり、気温との差はある程度大きくなる。また日照の少ない日は気温との差は小さくなる。しかし日照時間の多少と水温と気温の温度差の関係について

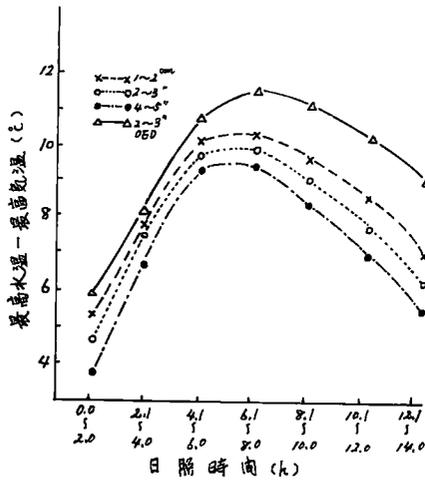


第2図 水田水温と露場気温との関係(平均水深2~3cm) 官農試
昭和43~47年(4月25日~5月20日までの日別)



第1図 水田水温(水深のちがいで)と露場気温の半月別比較(昭43~47年平均)官農試

てみると第3図に示したが、最高水温と最高気温の差は、日照が8時間附近で最大に達し、それ以下でも以上でも小さくなる。日照が8時間以上における水温と気温の差は、8時間以下の場合と様相を異にし、多照に伴う差の減少は、日照が少ない場合にくらべゆるやかである。また、これは水深やOED散布によって差異がみられ、水深が深いほど多照による温度差の小さくなりかたがいちぢるしく、浅い水深ではゆるやかである。OED散布では、これがさらにゆるやかであり、多照時でも依然として温度差が大きい。



第3図 最高水温と最高気温の差と日照時間との関係(昭43~47年平均) 4月25日~5月20日 宮農試

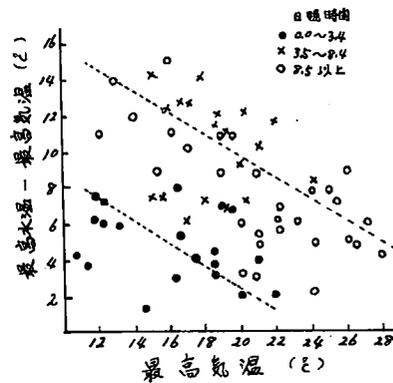
り、気温の高いときは、水温と気温の差が小さくなっている。このように水温に対する日照の影響のしかたは、水深のちがいや、同じ水深では外気温の高低で異なることが認められた。

4. まとめ

早期稚苗移植田の初期(4月25日~5月20日)の水温と露場気温との関係を昭和43~47年の5ケ年の観測値から調査した結果は前述のとおりで、水田水温は水深のちがいによって異なるが、露場気温との関係では、最高、最低水温とも気温より高くなっている。

最高水温は日照時間の多少に大きく左右されるが、その程度は露場気温の高低によって異なる。日照時間の多少による水温と気温との差は日照が多くなるにしたがって大きくなるが、日照8時間以上になると、水温と気温の差は縮まってくる。また外気温の高低との関係では、外気温が低い(12~16℃位)場合は日照の多少による温度変化が大きく、水温と気温との差は2℃~15℃位の巾があり、外気温が高い(26℃以上)場合は水温と気温の差は4~8℃で温度差、変化巾ともに小さい。なお水温と気温との関係では日照時間が3時間以下と少ない場合は水温と気温との相関が高い。日照時間の多いところでは低い相関を示す。最低水温では気温との相関が高い。日別の水温、気温は変動が大きいため水温と気温の温度差に一定の値は得られないが、昭和43~47年の5ケ年の期間中の平均値では、水温と気温との差は、最高、最低の順でみると、水深1~2cm: +8.0℃, +0.5℃。2~3cm: +8.5℃, +1.0℃。4~5cm: +6.5℃, +1.5℃。2~3cm(OED): +9.5℃, +2.0℃、それぞれ水温は高くなっていた。以上今回は初期の場合について調査したが、今後は更にその後の時期別についても充分検討を加えて行きたい。

これはOED使用水田では蒸発抑制が大きく影響して高水温を示すものとおもわれる。しかし全般的な傾向としては、日照時間が多くなると、気温が高くなり、気温が高い時は同じ日照時間でも水温はその割には高くない。このことは、第4図の最高水温と最高気温の温度差と気温との関係から明らかにみられ、気温の低い(12~16℃)場合は水温と気温の温度差の変動範囲が大きく、2~15℃となって約13℃も巾がある。しかし気温の高い(26℃以上)ときでは温度差の変動範囲は4~8℃でその巾は4℃位と小さくなっている。また同じ日照時間であれば気温の低いときは日照の水温上昇効率が高くなって、水温と気温との差が大きくな



第4図 最高水温と最高気温の温度差と気温との関係(宮農試)(昭43~47年)

引 用 文 献

- 1) 千葉文一・日野義一(1970): 稚苗による早期田植の温度環境と用水量, 東北農業研究, 12, 15~18
- 2) 千葉文一・日野義一・宮本硬一(1971): 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係
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, 13, 21~23
- 3) 千葉文一・日野義一・宮本硬一(1971): 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係
第2報 普通移植田の本田期間における水田温度の時期的変化, 東北の農業気象 16, 38~41
- 4) 日野義一・千葉文一・宮本硬一(1970): 早期稚苗移植田の水田温度について
—特に水深のちがいとOED使用効果—, 東北の農業気象, 15, 45~46
- 5) 日野義一・千葉文一・宮本硬一(1969): 水深のちがいと水田温度について, 東北の農業気象
14, 1~5
- 6) 日野義一・千葉文一(1972): 異常低温時における水田温度と水稻の生育, 東北の農業気象。17
1~4

水稲保温折衷直播栽培における播種時期について

田 中 義 一

(岩手県農業試験場)

1 はじめに

当地方においては、従来の湛水、乾田直播では、春季の気象条件の厳しさから、発芽、苗立といった初期生育の不安定、出穂、成熟の遅延、そして品質、収量性に著しく安定性を欠くため、普及は勿論のこと、試験研究上でも足踏状態であったといえる。最近、本県の一精農家によって見いだされた保温折衷苗代を延長する方式による直播栽培は、普及にはまだまだ問題はあるにせよ、従来の直播方式の欠点を大巾にカバーし、出穂、成熟が普通移植栽培並みで、品質、収量も安定し得ることが確認されている。本県では、この新しい直播方式を保温折衷直播と呼ぶこととし、技術体系確立のため諸々の試験を実施しているが、この中から、播種時期について報告する。

2 試験方法

品種は、ハヤニシキ(早生)、フジミノリ(中生、47年のみ)、ササミノリ(晩生)、トヨニシキ(極晩生)を用い、播種時期は各品種とも、4月10日から10日間隔で5月10日までの4回とした。播種様式は、条間34.5cm、播巾5~6cmの条播で、アール当たり5kg播(乾粒換算、2~3mm催芽播種)、被覆資材は、厚さ0.02mm、巾135cm、孔の規格直径1.5mm、間隔3.0cm×1.5cmの透明有孔ポリフィルムを用い、4畦同時被覆とした。施肥量は、成分でアール当たり基肥N1.2kg、P3.0kg、K1.2kg、追肥はNのみで、分けつ初期0.4kg、減分期0.2kg施した。基肥に用いた肥料はN成分の70%を緩効性の1B化成とし、不足分は単肥で施した。被覆期間中の入水は3~4日に1回とし、しかもはしり水程度とした。また、有孔ポリフィルムの被覆期間は稲の2.5葉期までとし、それ以降は除覆し湛水とした。

3 試験結果

(1) 播種期の早限

播種から出芽、苗立といった初期の天候は、試験を行なった両2ケ年のうち、47年度は比較的恵まれ、保温折衷直播のみならず、湛水直播においても初期生育が良好で順調であったといえる。しかし、46年は4月のはじめから5月上旬にかけ、天候は非常に不順で異常低温、降霜が断続してあらわれた。

第1表 苗立歩合(除覆時調査)

品種 播種期	ハヤニシキ		フジミノリ		ササミノリ		トヨニシキ	
	46年	47年	46年	47年	46年	47年	46年	47年
4月10日	62%	87%	—	88%	61%	88%	37%	75%
" 20日	76	75	—	75	63	48	73	45
" 30日	53	90	—	90	63	89	54	78
5月10日	61	75	—	80	72	80	60	70

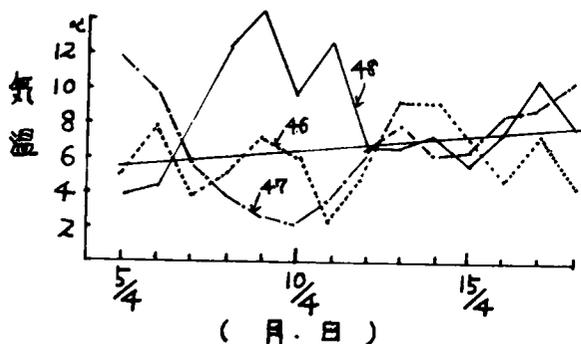
特に最低気温の低下が著し

く、4月10日から5月9日までの1ヶ月間で、-2.0℃以下を示した日数8日、-4.0℃以下も4日を数えた。このような近年まれにも断続した低温来襲にも

かかわらず、孔のあるポリフィルム被覆であり、しかも覆土、くん炭なし、踏切溝もない栽培法で保

第2表 有孔ポリフィルム被覆の昇温効果

項目	5月3日		5月4日		5月5日		5月6日		5月7日	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
気温	16.2 [℃]	2.4 [℃]	22.0 [℃]	4.5 [℃]	18.4 [℃]	12.1 [℃]	21.7 [℃]	—	21.7 [℃]	0.9 [℃]
保折直地温	28.5	6.8	32.0	10.2	18.3	14.5	30.0	11.6	35.8	10.6
湛直地温	22.5	2.3	26.3	5.0	16.4	12.3	26.3	9.7	30.4	6.7
保乾直地温	27.2	5.5	30.7	8.7	18.3	14.0	30.0	12.6	35.1	12.0
乾直地温	20.0	4.5	23.4	6.7	16.0	12.5	23.5	10.5	26.0	7.0
日照時数	ジョルダン 12.2h		9.4h		0.0h		8.7h		11.1h	



第1図 4月上旬の気温経過（滝沢）

温折衷苗代に比較しハードニング栽培といえるため、生育が緩慢となったが、低温による立枯病の発生はきわめて少なく、発生をみたものでも葉身に小さい褐点を生じたにとどまり、被害としては軽微なものであった。保温折衷苗代ではこの低温は大被害を与えており、立枯病が県下各地で大発生し、苗不足をきたした。また、この直播方式を見いだした精農家においても昭和40年以降栽培を続けているが、立枯病の発生を一度もみていないことからしても、薄播のしかも、有孔ポリフィルム被覆である程度ハードニング栽培となる保温折衷直播は、低温による立枯病抵抗性が強いことが確認される。このことは、まだ低温来襲頻度の高い早期に播種可能となることを示すものといえよう。第1図は、昭和46, 47, 48年の播種早限期日と想定される4月上旬の滝沢における日平均気温について示したが、試験を実施した両2ケ年の、稲の出芽、苗立といった初期生育、立枯病に対する抵抗性からして、1番早播区の4月10日頃には、この保温折衷直播の播種は可能となると考えられる。この4月10日頃の気温は、3ケ年平均で6.0℃、平年値の日平均気温でも6.0℃であり、このことからして、気温的には、日平均気温6.0℃が播種可能限界といえよう。種子の発芽は6℃ではとても不可能であるが、このことは第2表の結果により証明される。有孔ポリフィルムの被覆効果は、湛水直播の水による昇温効果よりも著しく高く、多照であれば、最高地温（-3.0cm）で気温よりも8~14℃、湛直の地温（-3.0cm）よりも4~6℃も上廻る、最低地温でも気温、湛直地温よりも、それぞれ4~9℃、2~5℃高い、また、日平均でも、気温、湛直よりもそれぞれ6~11℃、5~8℃上廻る。このことは、露場の平均気温が6.0℃であっても、有孔ポリフィルム被覆すれば、種子の発芽最低温度10~13℃を上廻る温度が得られることを示すものといえよう。以上のことから保温折衷直播の播種早限は、日平均気温6℃出現初日に求めることができよう。しかし、品種的にみれば、第1表の発芽、苗立歩合に示されるが、早生、中生の品種にはこのことがいえても、トヨニシキクラスの極晩生では、6℃といった気温条件下では、発芽、苗立歩合が37%と低く危険である。第3表は、保温折衷直播栽培が県内各地で行なわれる場合を想定し、各地における日平均気温6℃の

温折衷苗代に比較しハードニング栽培といえるため、生育が緩慢となったが、低温による立枯病の発生はきわめて少なく、発生をみたものでも葉身に小さい褐点を生じたにとどまり、被害としては軽微なものであった。保温折衷苗代ではこの低温は大被害を与えており、立枯病が県下各地で大発生し、苗不足をきたした。また、この直播方式を見いだした精農家に

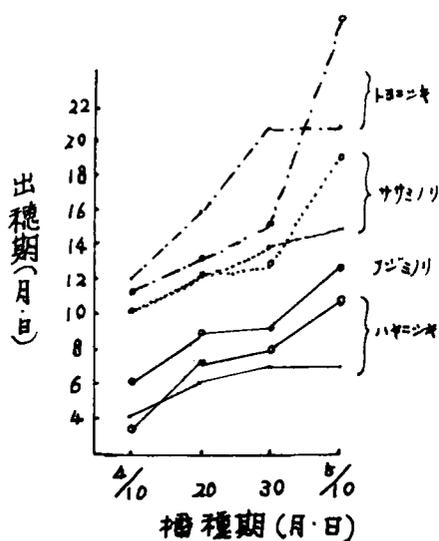
第3表 県内各地の日平均気温 6.0, 8.0, 12.5℃の出現初日

場所	気温 頻度	6.0℃ (保折直播)		8.0℃ (保折苗代)		12.5℃ (稚苗移植)	
		80%	50%	80%	50%	80%	50%
久慈		4月12日	4月4日	4月22日	4月12日	5月23日	5月3日
軽米		.14	.6	.24	.13	.22	.4
福岡		.13	.5	.21	.12	.20	.2
安代		.16	.9	.26	.18	.24	.10
雫石		.19	.8	.25	.19	.23	.10
盛岡		.14	.8	.24	.18	.19	.9
官古		.11	.3	.19	.12	.23	.8
遠野		.19	.9	.25	.19	.22	.11
水沢		.14	.6	.18	.16	.11	.7
江刺		.11	.5	.16	.15	.10	.6
一ノ関		.5	.1	.16	.8	.5	.1
千厩		.13	.2	.20	.9	.5	.2
大船渡		.9	.1	.19	.7	.15	.3
花巻		.10	.2	.19	.9	.8	.2
湯田		.20	.14	.28	.21	.22	.11

出現初日を保温折衷苗代(8℃), 稚苗移植(12.5℃と対比し, 50%, 80%の出現頻度の場合を示したものである。これによると, 出現頻度80%で県南の一ノ関地方では4月6日には播種可能となり, 北上山間, 奥羽山間でも4月22日には播種できることになる, 県中部の盛岡, 岩手郡は4月中旬頃となることわかる。出現頻度50%では, 各地ともこれよりも4~10日も早い時期)に出現初日をみることができる。

(2) 播種期の晩限

5月中旬頃ともなれば, 当該地方においても, 好天の日には最高気温25℃以上の日が出現する。こ



第2図 播種期対出穂期

のような日には, いくら穴のあいた有孔ポリフィルムの被覆であっても, この直播の地温(−3cm)は40℃前後まで上がり, 生育には高温すぎ, そのままでは, 発芽障害, ムレ苗の発生をみ, 発芽, 苗立歩合を下げることになる。気温的にみれば5月中旬頃の播種は危険で4月末日から5月上旬頃までとなるが, 地温上昇は水管理によって防ぐことができ, 入水してやることにより最高地温を30℃以下におさえることができる。したがって, 気温と出芽, 苗立歩合といった関係からは, 播種期の晩限は明確でなく, 初期生育のみ考慮すれば, 水管理のいかんによるが, かなり晚い時期まで播種可能となることになる。しかし, 初期生育から規定できなくとも, 第2図, 第4表に示されるとおり, 出穂, 品質, 収量の面から決ってくる。第2図には, 播種期対出穂期について示した

第4表 収量調査

(昭和46年度)

品種	項目 播種量	アール当たり(kg)		籾摺		アール当たり(kg)		
		ワラ重	精籾量	歩合	歩合	精玄米	比率	屑米量
ハ	4月10日	68.5	53.3	81.5	2.1	43.5	98.	0.9
ヤ	4月20日	65.4	54.3	81.1	2.6	44.0	100	1.1
ニ	4月30日	63.1	62.7	81.3	2.6	51.0	115.	1.3
シ	5月10日	62.0	54.6	80.5	2.8	44.0	100	1.2
サ	4月10日	62.5	61.7	79.6	3.4	49.1	1104.	2.9
サ	4月20日	65.5	59.7	78.7	4.0	47.0	100	1.8
ミ	4月30日	84.9	62.5	75.7	6.8	47.3	100	3.2
ノ	5月10日	70.9	55.1	73.6	6.2	42.1	89.	2.6
ト	4月10日	70.9	52.3	74.5	7.8	42.3	121.	3.3
ヨ	4月20日	84.1	50.5	69.2	13.9	34.9	100	4.8
ニ	4月30日	90.5	40.9	63.4	18.9	26.0	74.	4.9
シ	5月10日	78.1	36.5	63.1	19.3	23.1	66.	4.4

が、明らかに晩限が求められ、品種の早晩に
 ともその晩限の異なる
 ことが示される。各
 品種とも播種時期が晩
 くなるにしたがい出穂
 が当然のことながら遅
 れる。しかし、出穂の
 遅れは、播種期の巾30
 日間よりかなり短かく、
 ハヤニシキ4～7日、
 ササミノリで4～9日

の遅れにとどまっている。したがって、早生のハヤニシキでは、5月10日といった晩播でも十分安全出穂期間内に出穂をみ、播種期の巾の広いことが示されている。中生種のフジミノリは47年の結果だけであるが、5月10日播が8月13日の出穂と遅れているが、これは当該地方の中生の出穂晩限ぎりぎりの線である。晩生種のササミノリは、4月30日播でも出穂が8月13～14日と遅れ危険である。4月25日頃までの播種をしなければならぬだろう。極晩生種のトヨニシキは、安全出穂期間内に出穂をみたのは4月10日播のみで、播種期の早限との関連を考えれば作付不可能品種といえる。第4表は、46年の収量調査結果について示したものであるが、これによってもやはり、第2図の結果を裏付けされる。早生種のハヤニシキは、早播でも、晩播でも収量、品質とも差が認められず、4月10日から5月10日頃までの作付が十分可能である。晩生種のササミノリは、晩播になるにしたがい、収量、品質とも減ずるが、収量的にみて、4月25日頃が播種晩限ではないかと思われる。

4 まとめ

主に播種期の早限について、気温と発芽、苗立、低温出現と立枯病の発生のみから検討加えた。まだまだ不明な点が多く結論的にはいえないが、一応2ヶ年のデータから次のことがいえよう。

- (1) 有孔ポリフィルム被覆で地温上昇効果が高く、保温折衷苗代よりも2℃も低い気温6℃ともなれば播種可能である。
- (2) この栽培法は、あるていどハードニング育苗となるため立枯病抵抗性が強く、かなり強い低温に遭遇しても、せいぜい葉身に褐点を生ずるにとどまる。
- (3) 播種期の晩限については検討不十分な点が多いが、早生品種では5月中旬頃まで作付可能と思われる。
- (4) 保温折衷直播の作季は、従来の湛直、乾直に比べるとかなり広く、しかも安定性が高い。品種的にも、普通移植に準じ用いることが出来る。

寡照条件下における水稲生育相

第1報 透水と日照の関係

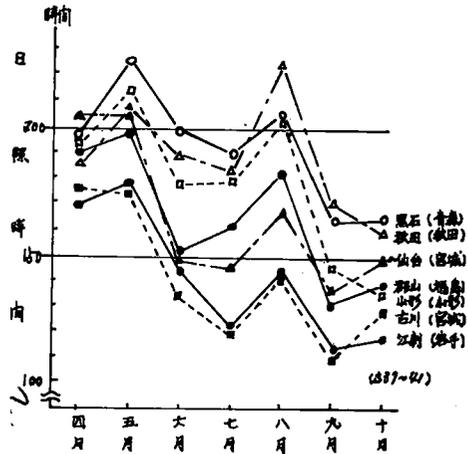
高野文夫・米沢確・佐々木忠勝

(岩手県農業試験場県南分場)

1 はじめに

岩手県南部における水稲収量の停滞は、寡照および透水不良に起因するとみられており、これがひいては産米の品質および水田の機械化にまで影響を及ぼすとみられている。

第1図は東北6県の農業試験場の所在するいくつかの地域での月別日照時間で、この図を見ると、黒石、秋田は稲の生育期間を通して日照が多く、タイプも似ている。とくに5月から8月は月平均180時間以上、9月に入っても160時間以上である。山形も9月には140時間に下がるが、5~8月は黒石、秋田とともに日照時数は多い。しかし当分場における日照時間は5月までは170時間もありフレも小さいが、稲の受光体制が決まる6月末から7月中旬は非常に日照が少ない。しかも稲の出穂以降、稔りの時期にあたる8月が140時間、9月が110時間で日照時数は極めて少ない。



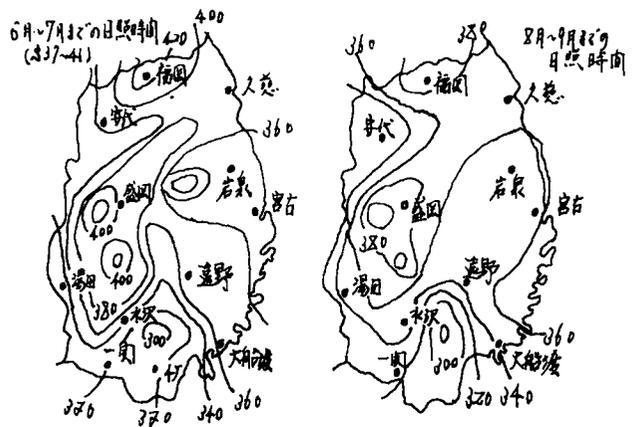
第1図 月別日照時間

県内についてみると、第2図に示されるように、

県中部以北が多く県南地帯は少なく、

とくに登熟期間の日照が少ないことが、登熟低下を助長し品質、収量阻害の一因となっている。

一方、透水不良は種々の原因はあるが、一つには、表層部約120cmまで土層の粒径が細かく埴質で、粒径間隙が極めて小さく、とくに地表下30cm前後にある第2層は緊密で、透水性を制約していることが明らかとなっている。二つには、深度10m以深に成層している第三系の頁岩層が



第2図 県内日照時間分布図

不透水層を形成し、地下水はその上に滞水し、自由水として行動し、非灌漑期には充分低いが、灌漑期には極度に上昇し地表下70cm位に位置する。しかし構造の発達しているところでは、地表下25cm位まで上昇し、もちろん地下水位の高い状態となっている。このような状態である上に、平坦な低地であるため、排水も困難な場合が多く水管理が行い難く、湛水状態になりやすい。これらのことから土壌中の酸素欠乏、有害ガスの発生などもあって、根の健全化がむずかしく、これが稲体に影響し、稔りを

不良にして、収量停滞の一因をなしていると思われる。そこで寡照に対応する栽培技術解明の前段階として、透水および日射量と、水稻生育の関連性について試験した。

2 試験方法の概要

この試験は、昭和44年から昭和46年までの3年にわたって行ない、前2ケ年は人工気象室、最後の1年は屋外で、各年次とも1/2,000 aポットを使用した。

昭和44年度は、1ポット3株、1株2本植とし、予備ポットを準備し生育の揃った3ポットずつ供試し、2区制で行った。品種はふ系72号、レイメイの2品種で、試験区構成は表1のとおりである。遮光区は、遮光率30%のクレモナ寒冷紗を使用した。透水処理は日射処理開始前20日間とし、透水量は1日3cmとし循環灌漑した。

昭和45年度は、ほぼ前年に準ずるが、品種はふ系72号を供試し、表2により試験した。遮光は前年同様クレモナ寒冷紗を使用し、出穂前についても検討した。透水処理期間は日射処理開始20日前から、日射処理終了時までの40日間で検討し、透水量は前年同様3cm/dayとし循環灌漑を行った。

昭和46年度は、人工気象室の無処理区はかなり遮光されるので、遮光程度を変え、屋外で表3により試験した。遮光30%は白色、遮光50%は緑色のクレモナ寒冷紗を使用した。品種はトヨニシキを供試し、透水処理期間は、出穂前40日から出穂後20日までの60日間とした。

3 試験結果の概要

昭和44年度の試験結果を第3図に示したが、日照と登熟歩合の関係をみると、出穂から20日間の登熟前半の遮光によって、ふ系72号、レイメイとも登熟歩合が低下した。しかし出穂後20~40日の登熟後半の遮光は、登熟歩合の低下はみられなかった。玄米千粒重も登熟前半の遮光により低下するが、登熟後半の処理では影響がみられなかった。なお出穂前20日間の透水処理によって、日射制限の有無にかかわらず登熟歩合、玄米千粒重が向上したのに反し、出穂後20日間の透水処理では、その効果は認められなかった。屑米歩合についても、登熟歩合とほぼ同じ傾向を示し、登熟前半処理の遮光区が屑米歩合が高く、とくに無透水でより高まった。この場合、レイメイがふ系72号よ

表1 昭和44年度試験区構成

日射	透水	遮光期間				
		0~+20		+20~+40		
処理区別	有無	ふ系72号	レイメイ	ふ系72号	レイメイ	
人工気象室	無処理	有	①	⑤	⑨	-
		無	②	⑥	⑩	-
	遮光 30%	有	③	⑦	⑪	-
		無	④	⑧	⑫	-
屋外	無処理	有	⑬	⑯	⑭	⑰
	無	⑮	⑰	-	-	

表2 昭和45年度試験区構成

日射	透水	遮光期間			
		-20~0	0~+20	+20~+40	
処理区別	有無				
人工気象室	無処理	有	①	⑤	⑨
		無	②	⑥	⑩
	遮光 30%	有	③	⑦	⑪
		無	④	⑧	⑫
屋外	無処理	有	⑬	⑮	⑰
	無	⑭	⑯	⑱	

表3 昭和46年度試験区構成

透水の有無	日照条件	遮光期間		
		-40~-20	-20~0	0~+20
透水区 -40~+20 30mm/day	自然光区		①	
	遮光30%	②	③	④
	遮光50%	⑤	⑥	⑦
無透水区	自然光区		⑧	
	遮光30%	⑨	⑩	⑪
	遮光50%	⑫	⑬	⑭

注：0は出穂日、+は出穂後、-は出穂前をさす。

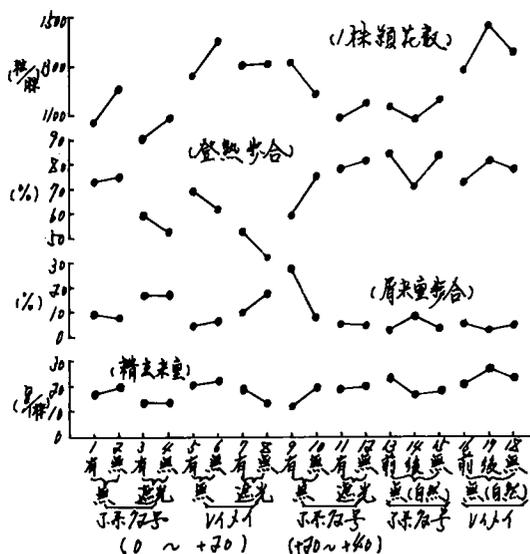
り透水の有無による差が大であった。以上、登熟期間の寡照は登熟を不良にする一因とみられているが、本試験の結果、登熟前半の日照不足が登熟を不良にし、透水による根の活力保持も登熟前半にその効果の大なることが明らかである。

昭和45年度においては、出穂前についても検討した。その結果、出穂前遮光(-20~0)は出穂前40日間の透水処理を行っても、生育には負の影響はみられなかった。登熟歩合は遮光、透水処理によって一定傾向はなく、処理の影響はみられなかった。収量は遮光により低下傾向で、透水処理によって玄米重が増収したが、この収量の動きは粒数要因の増加による。出穂後の遮光条件のうち、登熟前半の遮光区の収量は最も低下した。遮光処理による登熟歩合との関係は判然とせず、しかも透水処理によりやや高まる傾向がみられたが、前年ほど判然としなかった。

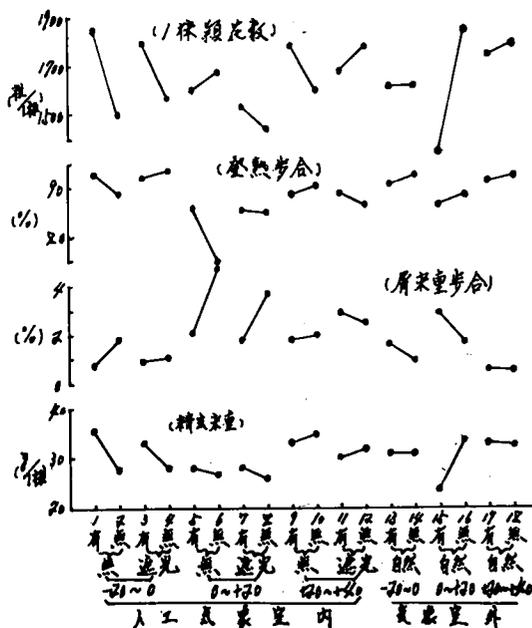
登熟後半の遮光においては、登熟歩合は、登熟前半の処理より高まったものの、出穂前遮光(-20~0)よりやや低下した。玄米重は出穂前遮光(-20~0)と同程度で、登熟前半処理より顕著に高まったが、透水の効果は明らかでなかった。

本年度は、日射量が前年よりかなり多く、このため遮光の有無による日射量の差が少ないため、遮光、透水の有無による登熟形質に及ぼす影響が少なかったものと思われる。

昭和46年度は、前2ヶ年の試験から、人工気象室の無遮光でもかなり遮光されることが判明した

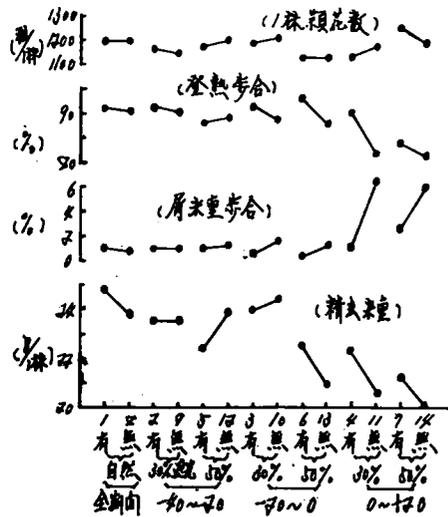


第3図 昭和44年度試験成績



第4図 昭和45年度試験成績

ので、屋外で遮光段階を設けて試験した。その結果、出穂前遮光（-40~-20）は稈長が増大し、遮光強度なほど大となる傾向であった。登熟形質は遮光強度ますにつれ低下するも、出穂後の遮光区ほどではない。透水処理によって登熟度は高まったが、収量はいずれも無遮光に及ばず、区間差も明らかでなかった。出穂前（-20~0）遮光は、稈長が幾分伸長する傾向がみられるが、（-40~-20）遮光ほど判然としなかった。登熟形質は遮光強度ますにつれ低下するも、（-40~-20）遮光ほどでなく、出穂後の遮光よりかなり高まった。なお透水処理により登熟形質は高まり、収量は、いずれも無遮光に及ばなかったが、（-40~-20）遮光に比し、30%遮光では、やゝまさったのに反し、50%遮光では顕著に減収し、登熟前半の処理と同程度の収量であった。



第5図 昭和46年度試験成績

出穂後の登熟前半の処理は、累年同様、登熟形質が最も劣り、遮光程度ますにつれ低下した。しかし透水処理により高まったものの、無遮光区には30%遮光でも及ばなかった。その結果、登熟前半の遮光は収量減が最も大きく、無透水、強度遮光ほど著大であった。

4 むすび

以上3ヶ年の試験の結果、稲の生育のうちで、出穂後登熟期間の日照不足が、出穂前より登熟面での影響が大きく、とくに出穂後20日間の登熟前半の日照不足が登熟を不良にする。しかも遮光程度ますにつれ著大となる。この場合、透水による根の活力保持も、登熟前半において効果が大きい。反面、登熟後半の遮光および透水による登熟に及ぼす影響は極めて少ないことが判明した。また出穂前の遮光は、遮光程度をますにつれ、登熟低下するも、出穂後遮光ほどでなく、透水の効果も、強度遮光の場合のみその効果が判然と認められ、収量面でも、同様であった。

出穂前（-40~-20）の遮光は、稈長が増大する傾向があり、受光姿勢の悪化の因となり易く、その程度により登熟面に反映するものと思われる。したがって透水処理による明らかな差は認められなかったが、稲の姿勢制御の面から、この期間においても、透水処理が重要視されると考えられる。しかし、多照年次においては、遮光および透水の有無による登熟形質に及ぼす影響は、極めて少ないものようである。

水稻体温と環境条件との関係

第Ⅱ報 自然条件下における水稻体温

羽根田 栄四郎

(山形大学農学部)

1 はじめに

従来、水稻の生育に対する水温の重要性については多くの研究が見られ、幼穂形成期頃まではその影響が特に大きいといわれている。

松島¹⁾、高村²⁾は水稻体を部位別に温度処理して、分けつの増殖、生長および出葉速度に対して、生長点附近の温度の影響が最も大きいことを指摘している。

筆者は水田微気象研究の一環として、水稻体温と環境条件との関係を調査しているが、前報³⁾においてはファイトロン内において光、気温、湿度、風と体温との関係について調査し、体温は気温の影響を最も強く受け、接地附近の体温は排水した場合に湛水した場合よりも高温となることを報告した。

本報においてはガラス室内の土壌恒温槽下と自然条件下の湛水田、排水田の体温について調査した結果を報告する。

2 調査方法

供試材料は水稻品種ササニシキを用い、 $\frac{1}{5000}$ aポットに1本植として砂耕育成した13葉期のものと、水田に育成された穂孕期のものである。

13葉期のものはガラス室内の土壌恒温水槽で地温を25°Cとしたものについて水・地面上5cmの茎温を、また、穂孕期のものについては水・地面上1cmと5cmの茎温および止葉温を測定した。

体温の測定法は第1報と同様である。茎温は熱電堆のJunction部を測定位置に差込んで測定したが、この方法は西山⁴⁾らの報告によれば赤外線放射温度計による測定結果と差がないことが報告されている。湛水深は地面上1cmとした。調査個体数は3株で、体温はその平均値で示した。

3 調査結果および考察

13葉期のものを用い、地温を25°Cとして湛水区の水面上5cmおよび排水区の地面上5cmの茎温を測定した結果は第1図のごとくである。

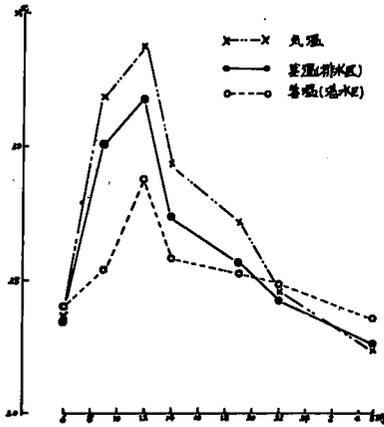
排水区においては昼は湛水区よりも高温となり、夜は低温となる、昼の両区の温度差は大きく・5°C位となった。

茎基部温は早朝をのぞき、気温よりも低温となった。

ガラス室内は気温が高く、乾燥状態となり、風も弱い条件下であった。また、湛水区の水稻は水面上2cm位まで水で濡れていることが観察された。これらのことから湛水区では茎基部表面よりの水の気化現象が旺盛となり、体温の低下をもたらしたものと考えられる。また、無風状態であるために顕熱交換が少なく、潜熱交換による放熱が大きくなり、両区の温度差を大きくしたものと考えられる。

このことは第1報において報告したごとく、湛水区の茎基部の体温はその周辺の蒸散を抑制することによって体温低下が抑制されたことから裏付けされる。

夜間の茎基部温は湛水区のものが高温となるのは茎基部が水で濡れているために体表面よりの放熱が排水区のものよりも緩和されるためであると考えられる。



第1図 13葉期における湛水区、排水区の茎温の日変化

しかし、第1報のファイトトロン内での風処理の実験結果より考えると、水・地面近くでは両水田の茎温差は大きかったものと推測される。

第1表 晴天日における湛水田、排水田の稲体温変化

区別	測定時刻		12	14	17	20	5	8	12	14
	項目									
湛水田	葉温	垂直葉	32.8	31.6	30.9	23.8	21.2	28.5	31.0	29.5
	气温	止葉近く	35.6	32.4	30.8	25.1	21.6	29.9	32.8	32.0
	茎温	水面上5cm	30.6	27.6	28.2	26.5	22.6	25.1	29.1	27.9
排水田	葉温	垂直葉	34.1	30.7	29.7	24.2	21.5	26.9	31.4	29.5
	气温	止葉近く	35.1	32.4	30.6	24.5	22.0	29.1	32.7	31.3
	茎温	地上5cm	31.4	28.6	29.9	24.7	22.5	25.1	29.3	27.8
気象条件	日射量	草丈上	1.18	1.00	0.26	0.00	0.18	0.78	1.22	1.04
		株間	0.16	0.11	0.04	0.00	0.03	0.13	0.30	0.14
		相対値	13.6	11.0	15.4	—	16.7	16.7	24.5	13.5
	湿度(%)	73	71	84	100	100	84	69	58	
風速(m/s)	2.0	2.5	0.5	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0		

注：測定日 7月28日～29日

次に、水田において、穂孕期のものについて晴天日と曇天日に調査した結果は第1表および第2表のようである。

先づ、晴天日においては垂直とした止葉温は気温よりも低くなり、湛水田、排水田の差は一定傾向を示さなかった。

すなわち、止葉温は排水、湛水による影響が少なかったものといえる。

水、地面上5cmの茎温は気温よりも低温となり、特に、湛水田のものが低くなった。

また、湛水田と排水田の比較では、昼は排水田のものが高温となり、夜は湛水田のものが高温となる傾向を示した。

二日目の7月29日は乾燥風が強くなり、両水田の茎温差は小さくなった。

これは茎温測定位置が水面より高かったために、風によって測定位置における体表面の熱交換が等しくなったためと考えられる。

曇天日の調査結果は第2表のごとく、止葉温は気温よりも幾分低くなり、湛水・排水による相異は少ない。

茎温は水・地面上1cm, 5cmにおいて気温よりもやや低温となり、湛水田よりも排水田において低くなる傾向を示した。

湛水田と排水田の茎温を比較すると水・地面上5cmでは大差がなく、水・地面上1cmでは昼は排水田のものが、夜は湛水田のものが、それぞれ高温となる傾向を示した。

これらの傾向は晴天日の場合と類似した。

自然条件下においては気象条件の変化が複雑であり、これにともなって水稻葉温の変化も激しいことは第1報のファイトトロン内の光量、気温、湿度を変えた場合の実験結果からも推察されるところであり、自然条件下におい

ては湛水、排水による相異は殆んど見られなかった。

第2表 曇天日における湛水田、排水田の稻体温変化

区別	測定時刻		12	15	17	4	6	9	12	16	22
	項目										
湛水田	葉温	止葉垂直葉	23.8	22.3	21.3	17.2	17.5	24.6	23.3	26.2	21.5
	气温	止葉の位置	24.3	22.7	21.8	17.6	18.2	24.1	23.6	26.6	21.6
	茎温	水面上5cm	23.4	22.6	21.3	17.8	17.4	21.0	20.8	25.3	21.7
		水面上1cm	22.7	22.1	21.0	18.0	17.6	22.2	20.9	24.0	23.3
	地表温度		25.5	24.6	23.9	18.5	20.4	23.3	24.0	25.6	21.3
排水田	葉温	止葉垂直葉	24.1	22.7	21.7	17.8	17.5	23.9	23.3	28.8	21.5
	气温	止葉の位置	24.7	22.5	—	18.1	18.0	23.6	22.0	26.8	22.4
	茎温	地上5cm	23.6	23.2	21.3	17.9	17.4	21.9	21.0	25.7	22.3
		地上1cm	23.3	22.7	21.9	17.8	16.9	21.8	20.6	25.0	21.8
	地表温度		21.9	21.4	21.6	18.1	20.7	22.9	23.0	25.4	23.4
気象条件	日射量	草冠上	0.86	0.36	0.06	0.00	0.12	0.54	0.38	0.52	0.00
		株間	0.17	0.05	0.01	0.00	0.02	0.05	0.07	0.04	0.00
		相対値	19.8	13.9	16.7	0.00	16.7	9.2	18.4	7.7	0.00
	湿度(%)		60	79	81	100	89	80	66	85	95

注：測定日7月26日～27日

近の体温調節を考慮した水管理が重要であると考えられる。

5) 角田は無湛水栽培は積極的増収となり得ることを示唆しているが、本実験結果に見られるごとく、排水による基基部体温の上昇もその一因となるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 松島省三ら (1966) : 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究
第75報 茎葉部・基基部・根部の各部に対する温度処理が分けつ発生に及ぼす影響 日作紀 34. 4. 478～483
- 2) 高村泰雄ら (1960) : 土壌温度が作物の生育に及ぼす影響
(第8報) 水稻体の部位温度と出葉速度との関係
日作紀 29. 2. 196～198
- 3) 羽根田栄四郎 (1972) : 水稻体温と環境条件との関係
(第1報) Phytotron内における水稻体温 山形農林学会報29号
- 4) 西山岩男 (1972) : フェイトロン中におけるイネの葉温と气温との関係
日作紀 41・第153回講演会要旨資料集 105—106
- 5) 角田公正 (1964) : 水温と稻の生育・収量との関係に関する実験的研究
農技研報告 A第11号・147～158

しかるに、茎温は気象条件の異なる場合においても湛水・排水にともなって一定の傾向を示した。

すなわち、湛水によって昼の基基部の体温低下が認められた。

水温が水稻の生育に大きく影響し、その適温は30°C前後にあるとされているが、それは生長点の分裂活性および伸長に影響する結果であるとされている。

従って、今後幼穂形成期頃までは生長点附

ユニット暖房蚕飼育装置の暖房時における微気象特性

一特に外気象下における温度制御について一

河 端 常 信

(岩手県蚕業試験場)

1 はじめに

寒冷地では春・晩秋蚕期の低温に対する育蚕対策が重要な課題である。しかし現状の養蚕用飼育施設・暖房法には多くの経営・技術的な問題を内在している。

筆者は飼育施設経費を節減し、しかも効率的な暖房効果をあげる目的で育蚕に必要な最小限の空間を暖房できるように設計したユニット暖房蚕飼育装置を試作し、暖房時の微気象特性について種々測定調査するとともに本装置内で蚕児飼育を行ってきた。ここでは外気象下でユニット暖房蚕飼育装置を設置した場合の微気象特性、とくに温湿度の経時的変化について調査した結果の概要を報告する。なお本装置は桂精機製作所・開発設計課の協力で試作されたことを記し、感謝の意を表したい。

2 ユニット暖房蚕飼育装置の構造・性能と測定方法

(1) 飼育器は幅1.5 m、長さ4 m、高さ1.2 m、体積7.2 m³の長方体を1セットとし、2セットで1箱の蚕児飼育と上簇後の簇器保護が可能である。骨組は19本の丸パイプで組立て、テント又はビニールで被覆してその一端を直径15 cmのダクトで暖房機に直結した。暖房機はスイッチ、点火装置、安全装置、送風機からなり、LPガスを燃焼して温風を直接器内に送りこむ。無電気式温度調節器を組込んで、ダイヤル目盛で器内を15°C～50°Cに調節できる。本装置は小実験用に試作したものであるがセットを連結することによって小規模農家用向けの実用化をねらいとしている。

(2) ビニールダクト方式によるユニット暖房蚕飼育装置を考案した。飼育器は幅1.5 m、長さ20 m、高さ1.5 mで露天に設置できるように天井部分を円形とし、テント布で被覆した。暖房機は市販されているカツラYH-25型を用い、それからビニールダクトを飼育器の天井部分に通じた。温度調節は器内にバイメタル式温度調整器をとりつけた。なお本飼育器内で2.5箱の蚕児飼育が可能であり、2セットで5箱の壮蚕飼育と上簇が実施できる。

(3) 微気象調査の方法

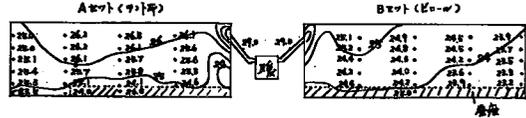
蚕飼育器内の温度分布調査にはサーミスター温度計を用い、器内の6横断面についてそれぞれ20点を測定した。また電子式自記平衡温度記録計(6点式)および温度記録計を用いて器内温湿度、蚕座温湿度および外気温・湿度を継続して測定した。器内の気流については熱線風速計を用いて測定するとともに、蚊取線香の煙の流れを観察しながら風の流れと方向をみた。炭酸ガス濃度については、北川式ガス濃度測定器で測定した。

3 試験結果

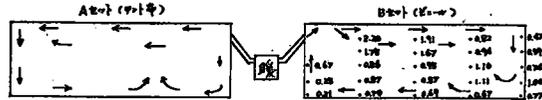
(1) 屋外ハウス内に設置したユニット暖房飼育器内の温度分布特性

小実験用に試作したユニット暖房蚕飼育器を屋外ハウス(屋根・側壁とも塩化ビニール板)内に設置し、飼育器の被覆材をテント布(Aセット)とビニール(Bセット)の場合について暖房時の器内温度分布を示したのが第1図である。ダクトの吹出口の温度は31°C前後であるが温風の拡散は早く、吹出口から30 cm離れると25°C前後となる。この観測は1971年9月14日21時～23時に行なっ

たもので、外気温14.5°C・ハウス内温度18°Cの場合の器内温度分布の縦断面を示しており、外気温の変化によって無電式サーモスタットが作動するので温度の絶対値で比較することは無理であることからその分布形で特性を知る必要がある。それによると温度分布は上部が高く、下部との差はAセットで平均1.3°C、Bセットで0.7°Cであり、等温線はほぼ水平に近い分布を示した。



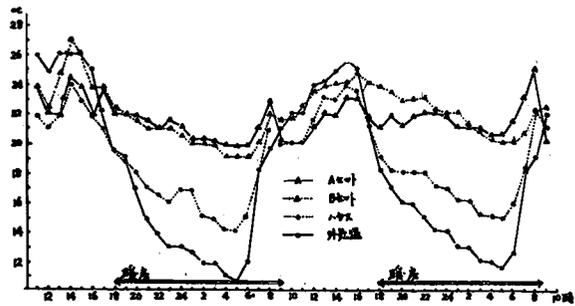
第1図 ユニット暖房飼育器内の温度分布特性(1971年9月14日21時~23時) (外気温14.5°C, ハウス内温度18.0°C, 蚕児5齢5日目)



第2図 ユニット暖房飼育器内の気流(m/sec)

また吹出口より距離が遠くなるにつれ、温度分布は均一になる傾向を示している。被覆材別ではテント布がビニールより1°C前後高いことが認められた。

第2図は飼育器内の気流について示したものである。気流は天井部分にそって前方に流れ、吹出口の反対側の壁にあたって下降流となり、蚕座面は還流となって吹出口の下側から再び上昇流となり器内を循環して



第3図 ユニット暖房飼育器内温度の経時変化(1971年9月13日11時~15日9時)

いる。風速について調べた結果では、器内平均0.91/sec, 上部は1.35/sec, 蚕座部は0.82/secであり、吹出口より1m離れた天井部分の気流がもっとも強く、吹出口より遠ざかるにつれて弱くなる。蚕児飼育上からみると蚕座面は適度の還流が流れることとなり好都合である。なお暖房時の器内CO₂ガス濃度を測定した結果では、0.2~0.3%と低く蚕児飼育に支障のないことが明らかになった。

蚕飼育中の器内および蚕座温度を継続して測定し外気温・ハウス内気温と比較した(第3図)。暖房は原則として夕方4時の給桑終了後点火し、翌朝9時給桑時に消火した。1971年9月13日11時から15日11時(5齢2~3日目)までの49時間の温度を測定した結果、Aセット器内22.7°C±1.8°C, Aセット蚕座21.6°C±1.3°C, Bセット器内21.8°C±2.1°C, Bセット蚕座22.1°C±1.8°C, ハウス内無補温蚕座18.7°C±2.9°C, 外気温17.9°C±5.1°Cであり、飼育器内温度はハウス内より3~4°C高かった。暖房時の器内温度はハウス内温度の低下とともに下降線を示すが、内外温度差は5~6°Cで、外気温1°C・ハウス内温度14°Cの最低温度を示した時点でも器内温度は20°C前後を示し、育蚕時における温度の下限は保持できることが判明した。

以上の調査からユニット暖房飼育器を屋外ハウス内に設置した場合は飼育温度を標準温度内に保持することは容易であり、被覆材としてはテント布が好ましいと言える。

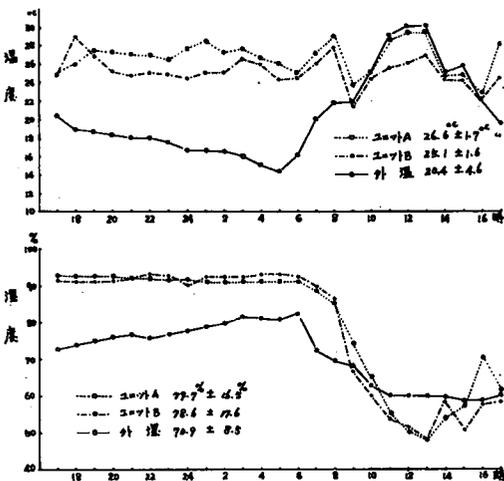
(2) 外気象下におけるユニット暖房飼育器内の温湿度変化

外気象下に直接飼育装置を設置する場合の被覆材については、テント・ビニール・エアールパーなどについて検討してきたが、微気象・耐久性・取扱いの簡便性などを考慮し、また蚕児発育・繭

糸繭などの成績からテント布で被覆することが適当と考えられたのでテント区に統一して試験調査を進めた。

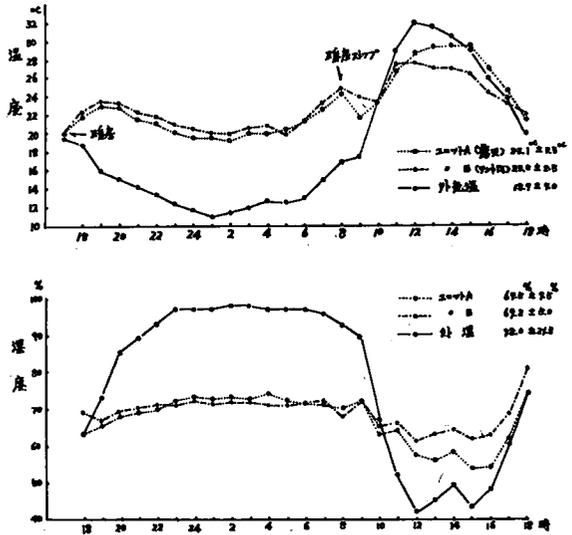
ユニット暖房飼育器を養蚕用テント内に設置した場合と露頭に設置した場合の温湿度変化を外気温・湿度と比較した事例を示したのが第4図である。暖房開始時以降の外気温は低下するのに対し、器内温度は上昇しほほ目的温度の20℃以上を保つことができた。この調査時での外気温の最低は11℃であり器内温度との差は約8℃であった。またハウス内設置と露天設置との間では1℃程度の差でハウス内設置の方が高かった。気温上昇とともに暖房はストップするので実際の夜間暖房時間は14時間程度である。この場合の1日平均温度はユニットA（露天）23.1℃±3.3℃、ユニットB（テント内）23.0℃±2.5℃、外気温18.7℃±7.0℃でユニットA・B間ではほとんど差がない。

湿度についてみると暖房中の器内湿度はA・B区とも70%前後を上下して差は少ない。外湿は夜間95%前後を記録していたもので日中では低湿となり夕方から次第に上昇する。器内の1日平均湿度は68~69%であり、吐蚕期の目的湿度70%にほほ近かくとくに暖房時に70%前後を示すことはLPガスを燃料とした温風暖房の特長であり灯油を燃料とした温風機暖房が過乾になりやすい点と異にしている。



第5図 ユニット暖房飼育装置内における蚕座上（桑葉）温湿度の経時的変化
(1972年9月13日17時~14日17時)

第4図 外気象下におけるユニット暖房蚕飼育装置内温湿度の経時的変化
(1972年9月2日18時~3日18時)

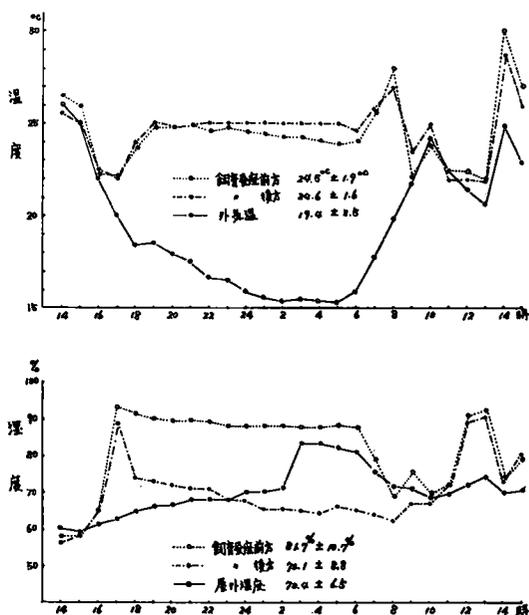


第5図は暖房飼育器内における蚕座上の桑葉中に感知部において温湿度の経時的変化をみた事例である。この測定結果ではユニットA（露天）区がB区（ハウス内）よりむしろ高目であり、湿度についても90%前後の多湿状態であった。これは外気温が夜間暖房時でも高目に推移したことと、濡れ桑を給桑したことによるが、蚕座湿度は桑葉の状態によって相当異なる結果がえられる好事例といえよう。

なお第4・5図についてもいえるが、本装置では夜間暖房時には目的温湿度に制御することは可能である見通しをえられたが、昼間30℃を越す高温時の対策を今後どのように考えるかが育蚕技術上の問題となろう。

(3) ダクト方式によるユニット暖房飼育器内の温湿度変化

YH-25型LPガス暖房機を利用し、ビニールダクト(直径20cm)を飼育器内に導入し、温風を直接器内に吹きこんだ。飼育器は露天に設置し、飼育器の長さが20mあるので飼育蚕座前方4m部分と16m部分での温湿度の経時変化を調べたのが第6図である。測定は蚕座上10cm部位であるが、暖房開始とともに器内温度は上昇し夜間暖房中24~25°Cをほぼ同一水準で保った。この場合蚕座前方に比べ後方部分が約1°C前後高い傾向を示した。外気温の最低は15.3°Cであったが、その時点での器内との温度差は+8.5°C~9.5°Cでありサーモスタットは有効に作動した。1日の平均温度では前・後方において差のないことが確かめられた。



第6図 外気象下におけるユニット暖房蚕飼育装置(ダクト方式)内温湿度の経時変化 (1972年9月11日14時~12日14時)

器内湿度の推移をみると特異的であり、蚕座前方では暖房中87%前後で推移するが蚕座後方では暖房直後89%まで上昇したものが次第に下降線をたどり朝方8時には62%まで低下した。前述したようにLPガス暖房では灯油暖房に比べ相対湿度が比較的高温なのが特長であるが、蚕座面が長くなるにつれて湿度が低くなることが明らかになったのでこれに対する技術対応策を考慮する必要がある。しかし本方式で蚕児5箱を飼育した結果では蚕児飼育成績・繭糸質とも良好であり、燃料経済的にみても著しく効率が良かった。

4 おわりに

本実験では養蚕用飼育施設に過大な資本を投下することなく、しかも暖房効率をあげることをねらいとして、LPガスが完全燃焼することを利用しその温風を直接飼育器内に送風する方式を採用した。

その結果は仕蚕飼育の目的温湿度である20~23°C・70%を保持することは容易であり、外気象下に直接設置しても十分温度制御できることが明らかになった。本報告では試作したユニット暖房蚕飼育装置の微気象特性の一部を報告したにすぎないが、育蚕技術ならびに飼育装置については更に改善の余地が残されている。とくに飼育器については耐風性の強化、夏期高温時の処置などであるが、これらの点は改善を重ねることによって実用化に耐えるものにして行きたい。

参 考 文 献

- 1) 河端常信(1971)ユニット暖房蚕飼育器の試作と暖房時の熱的特性, 日蚕糸東北支部第25回研究発表会講演要旨
- 2) 河端常信ほか(1972)無電気式温度調節器付LPガス・バーナーによる養蚕用簡易ハウスの暖房法と経済性, 岩手県蚕試試験要報
- 3) 矢吹万寿ほか(1971)直火暖房方式によるビニールハウス暖房の熱的特性, 農業施設第1号

カントリーエレベーターの自主検査にあらわれた気象の影響

和田 純二・*佐藤 亮一・**松橋 実

(青森県農業試験場 *青森県農務課 **和田市農協)

1 はじめに

カントリーエレベーターは、近年農業構造改善事業、または米生産総合改善パイロット事業等の国庫補助により、現在青森県では7ヶ所建設され、なお、今後増えることが見込まれている。跛行的であった水稻機械化一貫作業体系も、育苗施設、田植機、コンバイン、カントリーエレベーター体系によりようやく確立されつつある。

ライスセンターは一般に農協が運営し、個々の生産者から委託を受け、個別に乾燥、籾摺調整、包装、受験、売渡しの業務を一括して行なう共同施設であるのに対し、カントリーエレベーターは受託した籾を品種別にブール処理し、大量の籾をバラ貯蔵する施設である。したがって、米穀の売渡の代金の配分、施設の利用料金徴集にあたり、農協が生産者別に自主検査を行ない、生産者別の持ち分を確定している。規定により自主検査は一定の試料について、籾水分と品質検査を行なっているが、荷口別に精密な調査が記録されているところから、これらの調査カードを整理、分析することにより、カントリーエレベーターの運営、管内の作柄や品質の把握、地域の生産計画等に役立つ資料が得られると考えられる。ここでは自主検査の調査カードの集計、整理した資料から、気象の年次変異がどのように作業や、籾水分、籾、玄米の諸形質に影響をおよぼしているかをまとめた結果について報告する。

2 調査方法

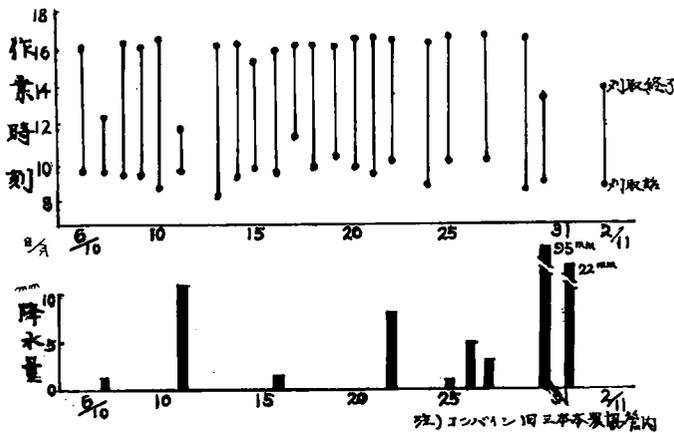
カントリーエレベーターの自主検査資料は旧藤坂農協（現和田市農協藤坂事業所）を中心に、一部は旧三本木農協（現和田市農協三本木事業所）および昭和45、46年度、北海道、東北地域大規模乾燥調整施設運営状況検討会資料を用いた。

旧藤坂農協のカントリーエレベーターは、1966年より操業を開始したが、はじめは普通型コンバインも稼動、100haの協業組合も含まれていたが、現在は個別農家のみで、刈取方法も自脱型コンバインが主体となっている。このように対象の生産者も収穫方法に変せんがあるので、初期は1967年（高温年）と1968年（低温年）を、最近年は1970年（高温年）と1971年（低温年）をそれぞれ比較検討した。また、籾水分、品質も普通型コンバイン、自脱型コンバイン、慣行法と違うので、ここでは自脱型コンバインのみを対象とした。気象資料は藤坂支場観測資料を用いた。

3 結果と考察

(1) 降雨と自脱型コンバインの作業時刻

従来の手刈あるいは、バインダー刈ではある程度の降雨でも作業が行なわれているが、自脱型コンバインの刈取作業は、降雨による吸水籾の生脱穀や、機械走行等の関係からかなり制約される。1971年に旧三本木農協のカントリーエレベーター（2,000t貯蔵）に属す15台の自脱型コンバインの運転日記より、平均作業開始時刻と終了時刻を算出し、毎日の降水量との関係を示したものが第1図である。1組3台、5組が稼動し、個々の機械や、組間の作業時刻に大きな差はないようであるが、作業開始は、降雨、露の状態により、午前8時から10時までの約2時間の中がみられる。刈取終了時刻は、昼間降雨でもない限り午後4時頃であり、開始時刻に比べて巾がせまい。



第1図 自脱型コンバインの作業時刻と降水量との関係

第1表 カントリーエレベーターに穀搬入の無い日の気象

年月日	前日の気象			当日の気象			前日と当日の降水量
	平均気温 ℃	降水量 mm	日照時 hr	平均気温 ℃	降水量 mm	日照時 hr	
昭41 10.13	12.0	3.4	2.0	14.1	61.0	—	64.4
" 14	14.0	61.0	—	17.8	5.9	0.2	66.9
" 16	17.8	3.8	3.8	16.7	3.7	0.0	7.5
" 27	9.6	17.8	—	13.8	2.3	—	20.5
" 29	18.0	11.8	1.9	10.8	4.3	4.3	16.1
昭42 10.8	11.7	11.8	—	13.9	4.1	—	15.9
" 14	15.0	6.8	1.3	16.5	1.5	—	8.3
" 28	6.3	26.0	2.8	9.8	130.3	—	156.3
昭43 10.15	10.0	18.6	3.0	10.4	0.2	4.9	18.8
" 17	8.8	3.7	2.9	8.0	1.7	7.5	5.4
" 18	8.0	1.7	7.5	7.6	56.1	—	57.8
" 20	11.2	6.9	0.3	7.8	0.4	2.2	7.3
" 24	7.7	3.2	3.2	8.8	37.1	—	40.3
" 25	8.8	37.1	—	10.2	45.8	—	82.9
" 26	10.2	45.8	—	9.5	3.8	—	49.6
" 27	9.5	3.8	—	9.5	6.7	—	10.5
昭45 10.10*	16.3	—	6.8	16.2	—	4.7	—
昭46 10.17*	12.2	—	6.1	10.5	—	7.2	—
" 20*	7.9	0	6.5	9.2	—	6.8	0
" 25	10.0	0	4.6	9.6	1.7	5.4	1.7
" 31	7.3	95.0	—	11.0	28.0	—	123.0

注) 1. カントリーエレベーター 旧藤坂農協
 2. 気象資料 藤坂支場観測
 3. *印はカントリーエレベーター側の都合で受入を中止した日

実際の降雨時刻と降雨量が、コンバインの刈取作業にどのような影響をおよぼしたかの関係を見るとつぎのとおりである。

1971年 10月7日 1.0mm 昼頃雨、13時近く作業中止。

10月11日 10.5mm 昼間雨、12時過ぎ刈取中止。

10月16日 1.6mm 夜間雨、午前の作業開始おくれる。

10月22日 7.7mm 夕方から雨で、翌23日刈取中止

10月25日 1.7mm 朝雨 刈取作業10時過ぎから始める。

10月26日 5mm 時々(9時、12時、夜間)の降雨で刈取中止。

10月30日 9.5mm 14時から大雨となり作業中止。

以上の事例でみられるように1~2mmの降雨で、刈取時刻がおくれたり、中止、5mm以上では作業中止となっている。

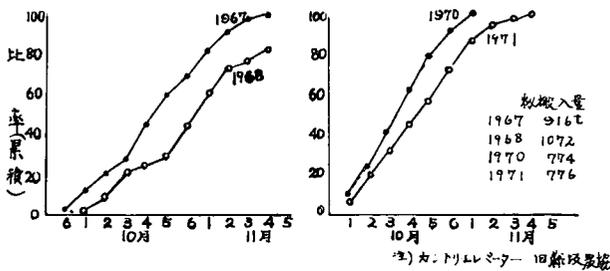
さらに、自脱型コンバインの刈取時刻のとくに早い日と、おそい日の各5日間の気象条件について検討してみた。刈取りの早い日は、平均8時半頃から刈始め、晴天で降雨なく、湿度も低く、ある程度の風もあり、稲体に露がない状態にある。これに対し、作業開始のおそい日は、大体10時過ぎとなり、日照曇天、湿度も比較的高く、風速は弱い天候が多い。

(2) カントリーエレベーターに穀搬入の無い日の気象条件

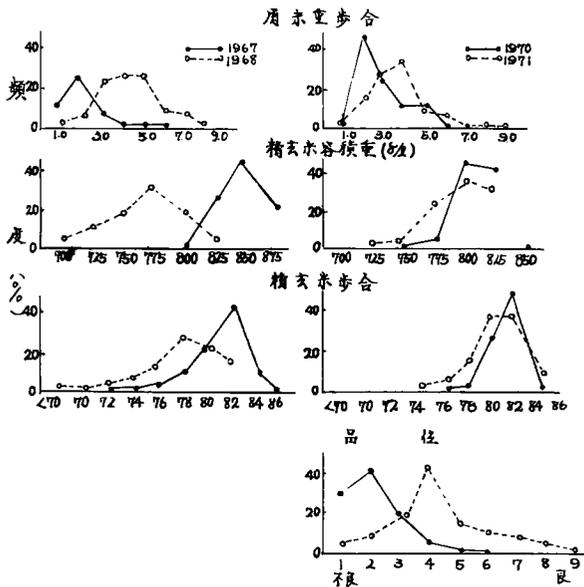
旧藤坂農協カントリーエレベーターの1966年以降で操業期間中穀搬入の無い日の気象を表示したのが第1表である。穀搬入の無い日は、ほとんど当日降雨があるが、ただ、過去21日中3日間だけ

当日に降雨がないのは、カントリーエレベーター側の籾乾燥能力等の関係で受入れを中止したものである。

籾搬入の無い当日だけでなく、前日からの降雨の影響もあり、表からみて前日、当日の2日間の降雨量が10mm以上が13日、10mm以下が8日あり、このうち3日間は上記のとおり受入側の都合で受入を中止した日である。これらのことから、前日から2日間で5mm以上の降雨があれば、コンバイン作業が中止し、籾搬入が行なわれていない。以上の結果から、前述のように当日5mmの降雨があればもちろん、前日からの降雨が5mm程度あればコンバインによる刈取作業ができないとみてよいのではなかろうか。これらのことから刈取期に長雨の年は、コンバイン刈取、カントリーエレベーター体系では作業にかなり支障をきたすものに推定される。



第2図 籾搬入量の時期別推移



第3図 稔実、品質に関する諸形質の年による違い

水分である。地域と籾水分の関係を1971年10月中旬の事例でみると、北海道では28%以上が大部分で、青森では、24~28%、岩手、秋田では20~24%、山形、福島では20%前後と、低温年では南北差が大きい。

(5) 稔実、品質の年次変異

(3) 籾搬入時期の年次変異

カントリーエレベーターへの籾搬入期間は30~40日を要しているが、搬入量の時期別の推移は年により異なっている。高温年の1967年、70年は、出穂、登熟が早いので搬入はじめと終了時期が早く、低温年の1968年、71年のおそいことは、第2図に示すとおりである。

さらに、東北、北海道の1970年と71年の搬入始日と終了日に比較してみると、低温年の71年は前年にくらべて、搬入始日が7~10日のおくれをみている。ただし終了日については差が明らかでなかった。

(4) 籾水分の年次変異

寒冷地ほど出穂期と登熟気象が不安定で、年による籾水分の年次差が大きい。

第2表は高温2ケ年と低温2ケ年の籾水分を比較したものであるが、高温年は刈取初期から20%前後で、後期になると20%以下になっている。低温年は刈取時期もおそく、刈取初期で24~26%と高く、10月20日過ぎでもかなりの高

第2表 年による生脱穀水分の違い

気象条件	高温年		低温年	
	1967	1970	1968	1971
月日	%	%	%	%
9.28	19.8			
29	19.5			
30	20.0			
10.1	—	24.0		
カ				
ン	2	18.4	21.6	
ト	3	18.0	20.2	
リ	4	17.5	21.0	
ー	5	—	21.1	
エ	6	18.1	20.9	26.0
レ	7	23.1	20.1	26.8
ベ	8	—	18.1	24.8
ー	9	22.9	20.3	22.9
タ	10	19.7	—	22.8
ー	11	19.4	19.6	24.6
搬	12	—	21.1	25.4
入	13	21.8	21.4	24.3
月	14	—	21.6	25.2
日	15	22.5	21.6	—
	16	18.5	22.0	26.4
	17	17.6	19.1	—
	18	17.3	18.1	—
	19	18.5	19.3	27.6
	20	17.6	18.9	—

大量の籾をバラ貯蔵するので、農協は生産者別に自主検査を行ない持ち分を確定しているが、自主検査のうち、稔実性、品質に関する籾水分、籾および玄米の諸形質が20数項目に記されている。これらのうちとくに代表的形質について、年次間の比較したものが第3図である。

各形質は荷受口数200～300を各階層別の頻度で示したが、高温年で清米重歩合が低く、容積重が重く、精玄米歩合高く、これらを総合した品位も良好なことが示されている。また、この自主検査の成績は約200haの年次別の稔実性や品質の傾向をあらわしているものであるが、この地域(十和田市、水田約5,000ha)の質からみた作柄との関係をみてみよう。まず、出穂期は高温の'67、70年8月4～5日、低温の'68、'71年の9～12日に比べて早い。登熟気温は高温年は21.5、21.7℃低温年は19.5、19.3℃と登熟限界温度20℃より低下している。収穫乾燥期間の10月中、下旬の降水量は、低温年はそれぞれ51.96mmと多雨で乾燥が悪かった。上位等級未比率をみると、高温年は76.6、44.9%であったが、低温年では5.4、0.9%と著しく低下した。以上の結果から、その年の気象の特徴が、自主検査の籾、玄米の諸形質に影響し、しかもその地域の質からみた作柄とほぼ同一の傾向を示していることがわかる。

4 摘要

(旧藤坂農協カントリーエレベーターの自主検査資料による)

(1) 自脱型コンバインの早晩は、1～2mmの降雨で刈取がおくれたり、刈取中止し、5mm以上では中止する。

(2) カントリーエレベーターに籾が搬入されない日の降水量を調べた結果、前日と当日に5mm以上の降雨があれば、刈取作業が行なわれなく、籾の搬入がなかった。

(3) 籾の搬入時期は高温年は、出穂、登熟が早いので、搬入始期と終りが早い、低温年はおそい。

(4) 籾水分は高温年は20%前後であるが、低温年は高く、寒冷地では低温年ほど南北差が大きい。

(5) その年の気象の特徴が、自主検査の籾、玄米の諸形質によく反応し、その地域の質的な作柄とほぼ同一の傾向を示している。

昭和47年9月の岩手郡滝沢村・玉山村における降雹の被害について

工藤 敏雄*・大川 晶**

(*盛岡地方気象台・** 岩手農試)

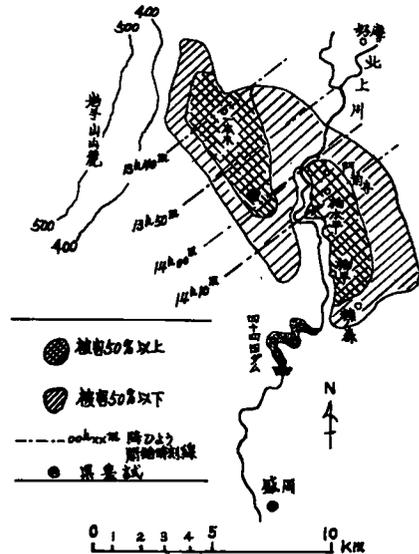
1 まえがき

昭和47年9月12日14時前後、岩手県岩手郡滝沢村、玉山村に、このころとしては、極めて稀な雷雨を伴う降雹に見舞われ、収穫前の水稻をはじめ、多くの畑作物に著しい被害を与えた。とくに成熟期を迎えた稲作への被害は、収量はもとより、品質にまでも被害が大きく影響し、被害額は両村だけで2億7千万円に達したほどであった。岩手農試の試験圃場はこの降雹地域の中心にあたり、その被害についての調査を行ったので、降雹時の気象概況ならびに水稻の被害について報告する。

2 降雹の地域と状況

降雹は雷雨と共に滝沢村一本木地区(13時40分ころ)から始まり、東南に進んで玉山村糠森地区に達しているが、この間、巾約4km長さ約10kmにおよぶ被害面積となり、水田665ha、畑473haに及んだ(第1図)。

最も被害の大きかったのは、玉山村の玉山、門前寺、日戸地区と、滝沢村の一本木地区で、親指大の雹が降り、付近一帯は一時、暗やみとなり、10cmほど積り、直後は一時畑は真白となった。このほか、一本木小中学校のガラス窓がこわれたり、また、子牛がショック死するなどの被害もでたほどであった。降雹の主な時刻は、13時40分～14時20分にかけての40分間で、岩手県における9月としては稀な降雹であり、被害がでるほどの事例は今回が初めてであった。



第1図 降雹地域概略図(1/20万)

3 降雹時の気象概況

アムール河中流にあった高気圧は南東に移動し、北日本をおおい、12日15時では東北地方は釧路沖と日本海に中心を持つ高気圧の割れ目に入っていた。

一方、上空には、シベリヤ大陸から平年より5℃も低い-15℃の強い寒気が入って大気は不安定になり、そのうえ、満州方面から進んできた弱い気圧の谷が、昼すぎころから当地方を通過した。

このため、寒気の流入を強め、大気の不安定を更に強めたものとみられ、県内では11時頃から雷が発生して13時ごろが最も強く、当地帯では雷とともに強い降雹となり、雹の大きさも最大5cm、最深15cmも積ったところもあるなど顕著なものであった。降雹の中心地の気象変化の推移をみると、13時すぎから気温は急激に降下し、湿度は急上昇するなど、寒気の流入に伴う気象の変化が明らかにみられた。

4 登熟時の降雹による水稻収量・品質へ及ぼす影響

降電時の水稻は出穂後 30 ~ 35 日の登熟後期にあたり、電の直接的打撃により葉身の裂傷、枝梗の折損、および著しい籾の脱粒がみられ、収量は激減した。(第 1 表、第 2 表)

第 1 表 降電による収量ならびに構成要素への影響

品 種 名	年 次 (昭)	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	m ² 当 穂数 (本)	玄米重 (kg/a)	籾摺 歩合 (%)	籾/わ ら比率 (%)	玄 米 千粒重 (g)	登熟 歩合 (%)	m ² 当 籾数 (千粒)
ハヤニシキ	4 5	8. 2	9. 15	76. 4	16. 8	423	54. 5	81. 5	126	22. 8	89. 7	28. 8
	4 6	4	13	71. 3	16. 4	373	41. 6	80. 5	97	23. 5	88. 7	22. 6
	45~46平均	3	14	73. 9	16. 6	398	48. 1	81. 0	112	23. 2	89. 2	25. 7
	4 7	6	13	72. 2	19. 4	336	32. 0	82. 6	61	23. 9	92. 0	15. 5
	比	+ 3	- 1	98	117	85	67	+1. 6	-51	103	+ 2. 8	60
フジミノリ	4 5	8. 4	9. 17	83. 4	20. 3	350	58. 4	81. 2	113	22. 6	92. 4	27. 2
	4 6	5	18	78. 8	18. 7	289	44. 2	79. 2	100	23. 0	84. 5	24. 2
	45~46平均	5	18	81. 1	19. 5	320	51. 3	80. 2	107	22. 8	88. 5	25. 7
	4 7	8	18	84. 2	20. 1	317	40. 1	82. 2	75	23. 2	85. 9	18. 2
	比	+ 3	± 0	104	103	99	78	+2. 0	-32	102	-2. 6	71
ササミノリ	4 5	8. 9	9. 26	80. 4	18. 4	517	72. 6	81. 5	112	22. 6	89. 4	35. 8
	4 6	7	26	78. 4	18. 8	395	57. 8	81. 2	98	24. 4	88. 1	35. 0
	45~46平均	8	26	79. 4	18. 6	456	65. 2	81. 4	105	23. 5	88. 8	35. 4
	4 7	11	26	81. 9	18. 9	459	49. 5	79. 5	81	22. 7	77. 5	29. 2
	比	+ 3	± 0	103	102	101	76	-1. 9	-24	97	-11. 3	82

第 2 表 降電による脱粒状況

試験区名	品種名	m ² 当 穂数 (本)	一穂籾数		脱粒 籾数 歩合 (%)	m ² 当籾数		脱粒推 定籾数 (A)-(B) (千粒)	落 下 調 査 籾 数 (千粒/m ²)	玄米重 (kg/a)	備 考
			降電前 (粒)	降電後 (粒)		降電前 (A) (千粒)	降電後 (B) (千粒)				
作 況	ハヤニシキ	336	69. 4	46. 2	33. 4	23. 3	15. 5	7. 8	7. 6	32. 0	被害中
	フジミノリ	317	84. 3	59. 0	30. 0	26. 7	18. 7	8. 0	6. 7	40. 1	
	ササミノリ	459	83. 0	63. 5	23. 5	38. 1	29. 2	8. 9	8. 2	49. 5	
生 検 多 肥	ハヤニシキ	450	78. 4	65. 5	16. 5	35. 3	29. 5	5. 8	3. 6	52. 4	防風林近くで 被害小
	フジミノリ	434	99. 1	84. 1	15. 1	43. 0	36. 5	6. 5	3. 3	59. 9	
	ササミノリ	495	85. 5	71. 5	15. 7	42. 3	35. 4	6. 9	4. 7	57. 1	
良 質 米 省 力 安 定 (或苗手植)	ハヤニシキ	439	82. 4	53. 0	45. 7	36. 2	23. 3	12. 9	9. 7	43. 4	被害大
	フジミノリ	411	95. 1	65. 2	41. 4	39. 1	26. 8	12. 3	6. 4	49. 8	
	ササミノリ	481	71. 7	49. 1	41. 5	34. 5	23. 6	10. 9	5. 6	44. 4	
保 温 折 衷 直 播 4/ 10 播)	ハヤニシキ	389	69. 2	34. 4	50. 3	26. 9	13. 4	13. 5	—	23. 8	被害極大 (16号圃場)
	フジミノリ	359	92. 3	42. 3	54. 2	33. 1	15. 2	17. 9	—	31. 0	
	ササミノリ	418	57. 9	35. 6	38. 5	24. 2	14. 9	9. 3	—	26. 7	

降雹による減収の程度は第1表に示すとおり、30%前後の被害度となり、前2か年比67~78%の作況となった。収量構成要素からみると、登熟後期であったことから籾の脱粒が決定的な要因であり晩性品種は残留籾の登熟の低下への傾向もみられた。このため、著しい籾/わら比の低下となった。降雹の程度は一様でなく、県農試圃場においても強弱がみられ、その結果、第2表にみられるように脱粒程度が異り被害程度に差がみられた。すなわち、激甚と思われる圃場では40~50%の脱粒がみられたが、防風林などにより降雹の少ないところでは15%程度にとどまったところもあり、被害前の標準株と、落下籾数調査などからうかがわれた。また、一般農家の最も被害をうけた水田では、1穂の80~90%程度の脱粒したところもあった。

第3表 雹害による玄米の形質変化

品 種 名	場 所	試験区名	精玄米粒数歩合 (%)				
			整 粒	褐点粒	茶米粒	青未熟粒	死米粒
ササミノリ	雫 石	奨決現地	97.1	0.0	0.1	2.0	0.1
		生検多肥	48.3	12.8	0.6	9.6	2.7
	岩手農試	作 況	67.8	5.2	1.0	6.5	5.0
		稚苗品比	51.5	15.8	0.6	11.0	4.7
		良質安定	68.9	9.8	1.5	5.5	1.7
		直 播	89.0	4.7	2.0	3.3	0.3
	本場平均		65.2	9.7	1.1	7.2	2.9

雹害は収量への影響だけでなく、玄米の品質低下をもたらした。降雹をうけない比較的土壌気象条件の類似した現地試験圃の玄米と品質の比較を第3表に示した。すなわち、雹害の立毛中の籾の物理的打撃の結果とみられる玄米への褐点現象が発生して検査等級が下り、また、死米粒もやや多く、殆んどが5等米~等外米に格付けされた。なお精米にあたって、この褐点を除去するためには2~3%の搗精歩合の低下となった。この褐点粒は登熟の遅れている晩生品種に発生が多かった。

5 摘 要

- 1) 昭和47年9月12日、岩手郡滝沢村、玉山村にこのころとして稀な強い降雹があり、農作物に著しい被害を与えた。
- 2) 降雹は巾約4km、長さ約10kmにわたり、水田665ha、畑473haに及び、中心地は親指大のものが10cmほど積り、被害額は2億7千万円に達したほどであった。
- 3) 降雹時の気象は、二つの高気圧の割れ目に、上空からシベリヤ大陸からの強い寒気が流入して大気が不安定となり雷とともに降雹となり、気温の低下、湿度の上昇など気象の急変となった。
- 4) 県農試は降雹の地域に入り、登熟後期の水稻に著しい脱粒の被害をうけ収量が激減した。その被害程度は収量においては30%前後であったが、40~50%程度のところもあった。被害は品質へも影響し、褐点粒が発生し検査等級が低下した。

最近の気候変動について

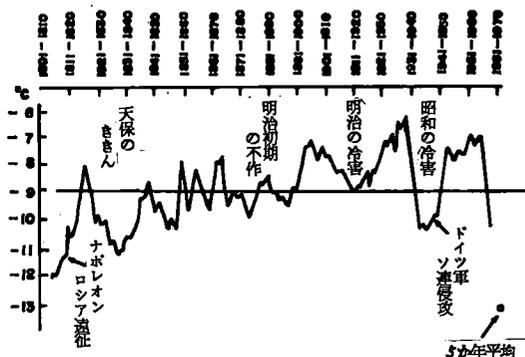
和田 英 夫

(気象庁長期予報管理官)

1 地球の寒冷化

ここ数年来、日本で異常気象が発生するたびに、地球上における気候変動が大きな問題として取り上げられ、“この異常気象は地球滅亡の非”というショッキングな標題が雑誌をにぎわしたりした。ほんとうに地球上の天候が寒冷化に向かっているのであろうか。

地球上の平均気温の観測資料は、北半球でもまだ100年に達しない。これまでの研究では、1880年ころからおおよそその気温変化がかわっている。その結果によると、1880年ころから世界の気温は上昇を続け、1940年ころを頂点としてその後下降を続けている。その気温下降の最も顕著なのは、北緯60度以北の地方で、ソ連を中心に1964年ころから始まっており、この地方における近年の気候は約100年くらい昔に戻っている。その証拠として示したのが第一図である。この図はレニングラードにおける1月の平均気温の大勢を見るため、10年間ずつ次々と平均した値を示したものである。これを見ると、レニングラードの冬の気温はきわめて変動が大きく、ごく最近になって再び気温が低くなっている。試みに最近の5年間(1966-70年)の平均をとってみると、-13.1℃となり、図の中で矢印で示した点に当たる。この値はまさにレニングラードの気象観測始まって以来の最低の平均気温となっている。過去1万年間の最後の低温期が1550-1900年の期間で、小氷河期と呼ばれているが、最近のレニングラードの冬の気温は、その時代より低くなっているのである。



第1図 レニングラードの1月の気温(10年平均)

このような北極地方の大寒冷化に伴い、世界的な降雨の分布にも異常性が見られる。もともと降雨は非常に局地性が大きいのが、概略的にいうならば、最近では乾燥地帯に突如として集中豪雨が降ったり、また熱帯地方における降雨の増加がその特徴である。その中でも、1970年4月と5月にルーマニアに起きた洪水は“ノアの洪水の再来”とまでいわれるほど大規模なものであった。このように世界の天候はいまや、気象異変のひん発時代を迎えているのである。

2 日本の気候変動

さてこのような世界の寒冷化の気候変動の下で、近年の日本の気候はどのような変動をしているのであろうか。これまで述べた世界の気候変化の傾向が、そのまま日本にも現われているわけではない。1940-45年ころには、冬期、春期を中心に寒冷であったが、その後は世界の寒冷化とは逆に著しい

温暖化が続き、1963年ころを頂点としてその後次第に気温が下降傾向となってきている。この戦後の温暖な天候の持続が、日本の稲作、ひいては食糧事情を通じて日本の経済の発展に大きな寄与をしてきたことを忘れてはなるまい。また年降水量の変化をみると、1930年ごろに著しい少雨期があり、その後1950年代の多雨期を経て、現在再び少雨期に直面している。

以上は日本のいわば平均的な気候変動の特性の概要であるが、なんとと言っても最近の日本の天候の特徴は、その変動の度合いがきわめて大きいことであろう。というのは気象庁始まって以来100年近くになる気象観測の記録が、高温に低温に、集中豪雨に干ばつにと新記録続出なのである。最近の異常気象のうち、最も新しい異常性を発揮したのは、昭和38年1月の北陸豪雪のあった年であろう。この年の異常性は世界的な規模であらわれ、異常気象のため地球の自転速度まで狂いだし、文字通り“地軸をゆるがした異常天候”となった。また、昭和42年の夏から秋にかけて、九州を中心に大干ばつとなり、佐賀では9月の降水量ゼロ（平年226ミリ）という驚異的な新記録となり、農業だけでなく社会面でもいろいろな問題をひき起した。このほか、昭和39年から5回にわたる北海道の冷害、昭和40年の大寒春、さらに昭和46年の17年ぶりと言われる北日本の冷害など、最近の異常気象は枚挙にいとまがないのである。

3 最近の夏の天候

古くから北日本の冷夏については、冷害による稲作の対策上、気象学的な観点から多くの研究が行なわれ、北日本の冷夏も北半球の大循環の特性と密接に関連していることがはっきりしてきた。しかしその研究の初期において、北日本の冷害はオホーツク海に高気圧が滞留し、いわゆる低温、多湿なヤマセ（北東風）が吹き続けるため主として北日本の太平洋岸を中心にして発生すると考えられていたのである。ところが北半球の高層天気図が作成され、研究が進むと共に、少なくとも北日本に大冷夏をもたらすような持続的なオホーツク海高気圧は、北極地方に根をもった大規模なもので、オホーツク海にはその一部が現われているにすぎないこと、さらにこのような高気圧の発生は、北半球の冬から春への循環と関連し、北半球的な規模のプロッキング現象の一環として春先からその兆候が始まっていることがわかってきたのである。このようにオホーツク海に高気圧が持続し、北日本が冷害になる型を第1種型の冷夏と呼んでいる。ところが最近になって、オホーツク海に高気圧が現われない新型の冷夏があることがわかった。それは昭和39年からひん発している北海道だけの冷害がこの型で、これはシベリアからの寒気の流入によるもので、一口でいうと弱い冬型のような気圧配置になり寒気が西より風と共に北日本を襲うために発生している。これを第2種型の冷夏と呼んでいる。最近のシベリアの寒冷化と共に、この型の冷夏がひん発しており、この場合には北海道だけではなく、時には本州の日本海の地方でも低温、多雨に悩まされ、第1種型とは天候の分布が全く異なっている。

一方日本の夏の天候は、太平洋高気圧、時には小笠原高気圧と呼ばれる高気圧の大きな影響を受けることは良く知られている。しかしこれも最近の研究によって、日本の夏の天候を大きく支配するのは、それぞれ構造の異なる少なくとも三つの高気圧があることが明白になった。その一つは従来から知られているハワイ付近に中心を持つ太平洋高気圧で、この高気圧は海水温により大きな影響を受け、対流圏の下層に限られた高気圧である。次に小笠原諸島付近に中心をもつ、いわゆる小笠原高気圧があげられる。この高気圧は対流圏中部までの高さに及び、その年々の動向はかなり複雑である。最後の高気圧としてチベット高気圧があげられる。この高気圧はチベット付近に中心をもち、対流圏の上

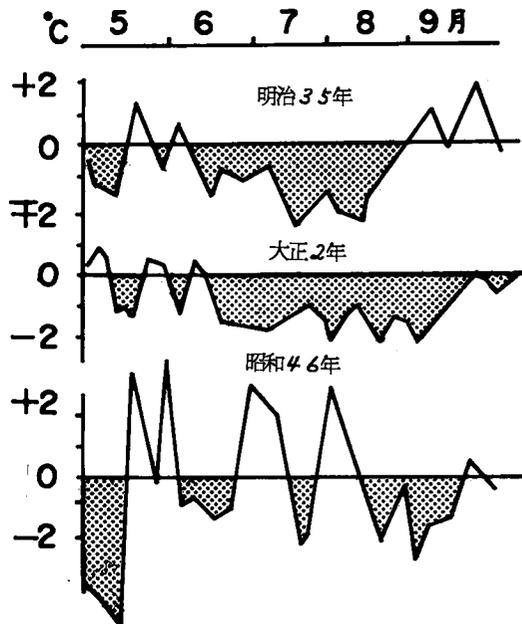
部(約 12 km)で最も顕著で、下層ではむしろ低圧部となっている。このチベット高気圧がしばしば日本の方へ伸長し、西日本の天候に大きな影響を及ぼしていることがわかってきた。つまり日本の夏の天候、特に干ばつの天候はこれら三者の高気圧の動向によって決まるのである。

さて昭和 38 年ころから始まったシベリアの寒冷化に伴い、日本の夏の天候は、同じ日本でも北日本、特に北海道の冷害と同時に西日本の猛暑、干ばつという全く対照的な天候がひん発する年が続いた。このような天候の分布型を北冷西暑と呼んでいる。その原因となっているのがチベットに高気圧の著しい東偏と共に、小笠原高気圧がこれと併合した形で東支那海をおおい、西日本に著しい干ばつ、北海道にはシベリアにおける尾根の形成という形で冷夏をもたらしているのである。このようにチベット高気圧、小笠原高気圧、ハワイ高気圧の近年における動向の特性によって、極東における大循環的立場からかなり納得のゆく日本の夏の天候の説明ができるようになり、その成果がそのまま最近の長期予報の精度向上にもつながっているのである。

4 昭和46年の北日本の冷害

一昨年(昭和 45 年)の稲作は、17 年ぶりの不作となったが、この年の天候はどのような経過をたどったのであろうか、まず 4 月下旬から 5 月上旬にかけての低温があげられる。これは 1030 ミリパスカルという強い高気圧がオホーツク海に現われたために起っており、北海道では季節はずれの大雪が降り、東北、北陸地方では気象観測始まって以来の低温となり、各地に凍霜冷害が発生した。北日本の過去の大冷害の多くは、このような春の天候不順から始まっており、これから冷害予報の大きな目安となっている。梅雨期に入って気温の変動が大きく、七月下旬には各地でゲリラ豪雨に襲われた。七月末にやっと梅雨が明けたが、八月半ば過ぎから再びオホーツク海高気圧が現われ、北日本では早冷の天候となってしまった。この年の夏の天候の特性をまとめると、きわめて変動が大きく、昭和 39 年からひん発している北冷西暑の第 2 種型の冷夏天候に加えて、第 1 種型のオホーツク海高気圧が久しぶりで現われたことであろう。このため北日本では、第 1 種と第 2 種の冷害天候のダブルパンチを受けて、全域にわたって不作となってしまったのである。

この年は北海道では典型的な冷害型の天候であったことは疑いもない。しかし東北地方の夏の気温を過去の冷害の年と比べてみると、必ずしも典型的な冷害年とはいえないのである。その証拠として青森における明治 35 年、大正 2 年の冷害年の夏の気温経過を昭和 46 年と比較して第 2 図に示してある。これを見ると過去の典型的な冷害年は、稲作にとって最も大切な 7、8 月の 2 カ月にわたって著しい低温が続いており、昭和 46 年とは比較にならないような経過を示している。さ



第 2 図 冷害年における夏の半旬気温偏差の経過(青森)

らに昨年のような順調な天候でさえ、本州の日本海側の各地域で作況指数が100を割っていることは、今後予想される本格的な天候不順時代を考えると、きわめて不安を覚えるのである。

5 気候変動とその原因

北極を中心にして高緯度で寒冷化が起こっているのに、どうして日本の天候は極端な変動をしているのであろうか。また日本では寒冬より暖冬が、低温より高温の夏が多く、干ばつの中で集中豪雨がひん発しているのではあろうか。これらの原因については、昨年の本誌で松倉博士が触れており、重複する点もあるが私なりの解説を試みたい。

少し専門的になるが、第3図は北半球の大気の流れの変化をモデル的に示したものである。北半球の高層ではジェット気流と呼ばれる強い西風が吹いており、冬期には毎秒100メートル以上にも達する。はじめ(a)のように西から東へ様に偏西風が吹いていたとする。この時期に



第3図 ジェット気流の蛇行（陰影部分は寒気）

は寒気が北極地方を中心に高緯度に著積され、平均的に偏西風が強く、日本のような中緯度の天候は比較的順調で、冬であれば異常な暖冬となる。このような大気の流れを高指数型と呼ぶ。ところが何らかの原因でこの大気の流れが蛇行しはじめ(b)のようになり、寒気が次第に中緯度地方に侵入し、最終的に(c)のようになったとする。こうなると(a)とは全く違った大気の流れ方となり、北半球の偏西風が弱まり、今まで高緯度にあった寒気がまともの中緯度に侵入して、冬ならば大寒冬や大雪になる。このような大気の流れの状態を低指数型と呼ぶ。この場合に寒気は北半球では、アメリカ大陸東岸、欧州、日本の三カ所に侵入する。この時の大気の流れは3本足の型を示し、昭和38年1月の北陸豪雨や昭和40年の大寒春はこのような低指数型の循環の下で起こっている。また西日本の大干ばつのあった秋には、(a)図のような高指数型の循環になっており、シベリアの寒気の影響を受けて北海道は冷夏、西日本は酷暑と干ばつの天候に悩まされたのである。

このように日本の天候の特性は、北半球の大気の流れ方と密接に関連しており、年々の気候の変動も大気の大循環の特性によって定まる。大循環という観点から最近の日本の天候を考えると、昭和38年ころから始まったシベリアの寒冷化と共に、北半球では高指数型の循環が卓越し、大勢として日本の天候は高温傾向となり、その寒冷化の影響をもろに受けたのが昭和38年1月や昭和40年の春なのである。また集中豪雨やドカ雪のひん発も、高緯度に蓄積された強い寒気のしわざであり、大循環という観点から最近の日本における気候変動の特性を明確にはあくできる。結論的に最近の日本の天候は、(a)型の卓越する高指数期から(b)型の低指数期への転換期に当たっており、その特性がそのまま、日本における変動の大きい天候となって現われているのである。しからは何がこのような地球上の寒冷化と大気の変動を左右しているのであろうか。

気候変動の原因として、現在のところきまった学説はない、既に松倉博士は太陽からの直達日射量の減小説を述べているので、ここでは太陽活動との関係について述べる。太陽活動の指標として太陽黒点数が用いられている。この太陽黒点の観測値は250年くらいあり、約11年の周期で変動しており、統計的に北日本の冷害が、太陽黒点の極小期にひん発することがよく知られている。ところが過

去の黒点の極大の中でも、その最大に続く極小の年に、日本できわめて異常な天候がひん発している。その関係を示したのが第1表である。すなわち、過去250年間に黒点の極大年が25回くらいあった

第1表 太陽黒点の極大順位表

年平均	順位	極大年	極小年	記録(極小頃)
190.2	1位	昭和32年	昭和39年	現在の異常天候
154.4	2位	安永7年 (1778)	天明4年 (1784)	天明の飢饉
151.5	3位	昭和22年	昭和29年	北日本冷害

が、その中の最大値が昭和32年に現われ、これに続く極小期の昭和39年前後に世界的に異常な天候が発生し、また北極地方を中心に寒冷化が始まっている。さらに第2位の極大

に続く天明4年には、有史最大の飢きんが起っており、第3位の極大年に続く昭和29年の極小期には、昭和の凶作時代と呼ばれる北日本の冷害がひん発している。太陽黒点の変動と地球上における気候変動との物理的な因果関係はまだ全くわかっていないが、上にあげた事実から、太陽活動の変動が直接地球上の気候変動に影響していることも十分推定される。この点の究明については、太陽からの日射の変動と太陽黒点との関係を明らかにすることが必要であり、将来の重要な問題となっている。

6 これからの日本気候はどう変わるか

ソ連や英国のような高緯度の国では、近年の大寒冷化の影響が大きく、特にソ連では今後10数年間にわたる気候予想の開拓の必要性をWMO(世界気象機関)に定案している。もともと気候変動の予想はむずかしい問題であるが、世界的な気候変動は、大気の大循環と密接に関連していることは明確である。ところがその大循環の指標である。北半球の東西指数の変化に、かなり規則的な長期傾向がある。ソ連のギルス博士は、毎日の北半球の天気図を調べて、今世紀の初めからの大循環の変動を統計し、今後は低指数の循環日数が次第に多くなると予想している。

また北半球の夏の東西指数にも長期的な傾向があり、日本の夏の天候もそれに応じて変化している。その変化を延長すると、きたる昭和50年ころを中心に低指数期が予想される。一方最近の太陽活動も極水期に向かっているが、昭和47年の8月にはとてつもない大爆発が起っている。次の太陽黒点の極小年は昭和50年で、大循環の低指数期とも一致しており、この頃を中心に北日本の典型的な冷夏の可能性が大きいと考えざるを得ないのである。

会 員 だ よ り

農業気象盛岡談話会について

“東北の農業気象”も会員皆様の御協力により着実な歩みを続けて前進をしておりますが農業気象と言えば何か特別な専門分野と受けとめられがちであり、それだけに本学会支部の役割りも大きいものがあると思います。

常日頃、在盛会員の間で年に1回の研究発表会だけでなく機会をとらえて支部活動を活発に行ないたいものだと話しあっておりました。その一つのあらわれとして会員相互に自由に討論しあえる談話会なるものを計画しとりすすめてみましたので、その概要を御報告いたします。昭和47年12月9日、盛岡市内丸、県合同庁舎会議室で在盛会員や関係機関の方々、約40名が出席して第1回の談話会が開かれました。当日の話題提供者と演題は次のとおりです。はじめに東北農試の菅原惻さんが水稻の気象反応性について述べられ、次いで盛岡農業改良普及所長の土井健治郎さんが岩手県の稲作と日照との関係について話されました。お終いに盛岡地方気象台の工藤敏雄さん（現在、仙台管区気象台勤務）が岩手県の気候特性と日照について話題提供された後、活発な自由討論が行なわれた次第です。とくに土井さんは表日本における日照の性格に注目され、寡照条件が水稻収量阻害要因としてウエイトが大きいことをいち早く指摘し、実態の把握と対策技術確立研究の基礎づくりをされ、作物および農業気象研究の分野で長年にわたり活躍された方でありますので、試験研究一筋に歩まれた貴重な経験からの、うんちくを傾けたお話は出席者一同に深い感銘を与えました。なお土井さんはこのあと後進に道をゆずられ勇退されましたが、これからも支部発展のために変らぬ御指導、御援助を頂きたいと存じます。さいわいなことに岩手県の支部会員は現在100名を突破し、数の上ではどこにもひけをとらないものと思います。このような背景と気象台の工藤さんを中心とする在盛役員の方の奉仕によって有意義な談話会を支部の直接の御世話を受けずにもつことができたことは喜ばしい限りです。なおこの談話会の内容は地元紙で紹介されましたことをつけ加えておきます。（宮部、48、5、1）

本 部 新 役 員 の 紹 介

日本農業気象学会の昭和48、49年度の新役員が4月3日の総会で承認され、新役員の中、会長、副会長、幹事長、会計幹事、編集幹事は下記のとおりです。

会 長	日下部 正 雄	（東京管区気象台）
副 会 長	坪 井 八十二	（農業技術研究所）
幹 事 長	市 村 一 男	（千葉大学園芸学部）
会 計 幹 事	阿 部 玄 三	（農業技術研究所）
編 集 幹 事	高 倉 直	（千葉大学園芸学部）

支 部 記 事

◎ 昭和 47 年度総会並びに研究発表会

昭和 47 年 10 月 19～20 日の両日にわたり、盛岡市自治会館において開催した。研究発表 21 題、特別講演 2 題であり、参加者は約 100 名で大変盛会でした。

なお、特別講演は、気象庁長期予報管理官和田英夫博士および岩手県畜産試験場草地部長小原繁男氏から時節柄誠に有意義な講演をいただいた。

◎ 昭和 48・49 年度の支部役員選出

48 年 3 月に支部長・評議員の選挙を行ない、幹事は各県の評議員の方から推せんしていただいた。役員の方には何かと御迷当をお願いもするかと存じますが、何卒宜しくお願い致します。

◎ 支部長異動

前支部長武藤三雄氏（東北農試場長）は、健康をそこなわれ 4 月に退官され、新支部長には、山中 圀利氏（秋田地方気象台長）が信任されました。

◎ 評議員・幹事の移動

支部評議員を長年務められ、支部学会の発展に甚力された土井健治郎には 47 年 12 月に、また舟山 謙三郎氏には 48 年 7 月、それぞれ退官されました。

また、長年支部幹事（現評議員）として学会運営に甚力された工藤敏雄氏は、48 年 4 月に盛岡地方気象台より仙台管区気象台に栄転されました。

◎ 各県の役員の方を煩わし、“支部だより”の発刊を 2 月に企画しましたが、事務局の不出際もあり、アンケートの回収率が悪く刊行できませんでした。また、支部学会誌第 18 号の発刊も予定より遅くなりましたことお詫びします。なお、本会誌に「会員だより」を掲載しました。今後もお気付きのこと御寄稿下さい。

◎ 48 年度の総会で発表された課題のうち「山地傾斜地気象に関する研究（第 2 報）」は東北農試速報第 16 号に、発表内容を含めて投稿済みですので、本会誌には掲載しませんでした。

◎ 48 年度支部大会の御案内

48 年度の支部学会は、8 月 28 日（木）13 時～29 日（金）16 時の両日にわたり、青森県黒石野市の青森県農業試験場で開催しますので、多数御参加下さいますようお願い致します。

昭和47年度會計決算報告

収 入		支 出	
項 目	決 算	項 目	決 算
前期繰越	49,516	通信費	15,650
個人會員會費	65,800	振替費	570
贊助會員會費	43,000	事務費	1,960
雜 収	7,100	流 費	20,660
		印刷費	80,000
		會議費	20,468
		予備費	6,000
		雜 費	3,300
計	165,416	計	148,608

次期繰越 $165,416 - 148,608 = \underline{\underline{16,808}}$

昭和48年度 會計予算

収 入		支 決	
項 目	決 算	項 目	決 算
前期繰越	16,808	通信費	18,000
個人會員會費	119,000	振替費	1,000
贊助會員會費	45,000	事務費	2,000
雜 費	6,000	旅 費	20,000
		印刷費	115,000
		會議費	15,000
		予備費	11,000
		雜 費	4,808
計	186,808	計	186,808

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
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
成瀬理化商会	盛岡市上田 3	理化学器械販売
三機商事株式会社	盛岡市本町通 3 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 1 丁目 4 - 14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸 1 4	理化学器械販売
(株)旭商会仙台店	仙台市国分町三丁目 9 番 5 号	計測機器販売

東北の農業象気 第18号

昭和48年7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 盛岡市中央通り1丁目13番
(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 一部改正

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 員

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2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 500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。

農業気象 第28巻 総目次

日本農業気象学会創立30周年を迎えて

福島要一…… 1

論 文

1. ハウス暖房における有効放射の設計値
(英文) 小倉祐幸…… 3
2. 砂丘地の微気象 (1)放射状態について
松田昭美・矢野友久・長 智男……11
3. 農耕地における温度現象の模型実験
(2)ビニールハウス外表面からの顕熱伝達
高橋英紀……19
4. 農業用被覆資材の長波長透過率の測定
萩原 守・堀口郁夫……23
5. 農耕地における熱的現象の模型実験
(3)温室外表面からの顕熱伝達に及ぼす
防風垣の効果 高橋英紀……73
6. 温室内の日射量に関する研究 (3)反射鏡
の利用 古在豊樹・杉 二郎……79
7. 南極の海水上における乱流熱輸送につい
て 真木太一……89
8. 蒸散に関する研究 (4)蒸散に及ぼす風速
の影響 長谷場徹也・武智 修……93
9. 海風の陸上移流に関する数値実験 井上君夫… 103
10. 裸地風による葉形湿面からの蒸発
長谷場徹也・武智 修… 149
11. 赤外放射観測について
荒井哲男・山内豊太郎・徳力資夫・三木芳幸… 157
12. 土壌水分傾度による土壌水分の移動
鈴木義則・谷口利策… 165
13. 暖房ハウスにおける地中伝熱観測例
山本雄二郎… 173
14. 西洋ナシの葉やけに関する研究 IV. 葉
やけの微気象的調査
飯塚一郎・渡部俊三・山本隆儀… 181
15. 温度分布がある葉形湿面からの強制対流
による水蒸気輸送 武智 修・長谷場徹也… 21₃
16. 温室の空気調和に関する設計資料 3. 自
然換気による暖房負荷 (英文)
岡田益己・高倉 直… 223

17. 温室の細霧冷房 (Fog & Fan) 法の実施
例について 三原義秋・古牧 弘… 231

18. カンキツの寒害防除に関する研究 (第5
報) 固形燃焼法の昇温効果
小中原実・渡辺康夫・中川行夫… 237

要 報

1. 無暖房ハウスにおける夜間気温の観測例
山本雄二郎… 115

講 座

1. 農業気象研究における電子計算機の利用
高倉 直……29
2. 作物気象と気候立地 阿部亥三……39
3. 物質生産と気象 及川武久……45
4. 群落微気象 磯部誠之… 119
5. 温室気象 矢吹万寿… 127

資 料

1. Water Potential の測定 高倉 直… 245

海外研究紹介

1. 西欧短見 (3)イタリー・フランスの米作
視察記 西内 光… 185

解 説

1. Aerobiology 井上栄一… 193

そ の 他

1. 編集投稿規定 59
2. 農業気象学会会則 137
3. 本会記事 10, 55, 56, 57, 58, 132, 133, 195, 196, 254
4. 支部だより 92, 114, 197, 198, 244
5. 外国文献名紹介 52, 53, 54, 129, 130, 131, 249, 250, 251
6. 新刊紹介 78, 102
7. 紹 介 18
8. 抄 録 201, 222
9. 賛助会員名簿 63, 64, 135, 136, 199, 200, 255, 256
10. 会員移動 62, 126, 192, 252, 253
11. 風に関するシンポジウム 156
12. 日本学術会議第61回総会報告 133, 134