

東北の農業気象

第 20 号

昭和 50 年 7 月 (1975)

[論 文]

1. 冷水遮光条件がイネの生育におよぼす影響とりん酸の施肥効果
..... 斉藤正一・鎌田金英治・佐藤尚雄 1
2. 水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連
第 2 報 減分期以降の温度が登熟と品質におよぼす影響
..... 熊野誠一・松本 頤・関 寛三・金 忠男 5
3. 昭和 48 年水稻登熟後期の異常降雨と穂発芽について 高田隆剛・高本 真・佐藤陽一 9
4. イネ稚苗の近紫外量に対する生育反応の品種間差について 寺中吉造 13
5. 庄内地方の水稻稚苗育苗における気象背景 大沼 濟 18
6. 寒冷地における育苗期間の気象条件と水稻の作柄に関する考察 阿部玄三 21
7. 重回帰分析による稲作期間の気象からみた水稻収量予測 穴水孝道 25
8. 水稻の出穂予測法に関する研究
第 1 報 出穂期の実態とその変動について 永沼昌雄・前田 昇 29
9. 十和田市地区における昭和初期の気象と農業の記録(1)
竹ヶ原助八氏の日記を中心として 和田純二 33
10. パイプかんがいによる寒冷地の稲作改善
① 水地温の上昇効果 巖石 進・石山六郎 37
11. 稲作期間中における水田温度と露場気象
第 5 報 宮城県の水田田植期間の気温と水田水温 日野義一・千葉文一 41
12. 水田転換畑における接地気象に関する研究 前田 昇 45
13. とうもろこしの登熟と気温との関係についての一考察 菅原 俐 49
14. 岩手県における畑作物の干害発生実態調査について
..... 佐々木邦年・佐藤忠士・高橋康雄・大野康利・神山芳典 51
15. 有孔ポリ被覆による深溝まき栽培に関する研究
第 1 報 畑イネの生育反応と適用性について 佐藤忠士・神山芳典・佐々木邦年 54
16. 土壌凍結深度の推定方法について 阿部玄三・奥山富子 56
17. 大規模施設ハウス群の微気象 千葉文一・日野義一 58
18. 傾斜草地からの流出水変動の予備的調査 藤原 忠・阿部博史 62

[講 話]

1. 世界と日本の食糧危機と異常気象 大後美保 65
 2. 東北における異常気象対応技術 本谷耕一 67
- ◇ 支部記事 72
◇ 賛助会員名簿 74
◇ 「農業気象」第 30 巻総目次 裏表紙

日本農業気象学会東北支部

(020-01盛岡市下厨川赤平4 東北農業試験場内)

50・51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 評 議 員	山 中 罔 利	秋田地方気象台
	永 沼 昌 雄	青森農試
	小 野 清 治	〃
	藤 原 忠 忠	東北農試
	本 庄 一 雄	岩手大・農学部
	木 下 彰 彰	東北農試
	光 野 一 一	盛岡地方気象台
	官 部 克 己	岩手農試
	寺 中 吉 造	東北農試
	石 山 六 郎	秋田農試・大館分場
	熊 野 誠 一	東北農試・栽培第二部
	宮 本 硬 一	古川農試
	工 藤 敏 雄	仙台管区気象台
	羽 根 田 栄 四 郎	山形大学・農学部
	大 沼 濟 濟	山形農試・庄内支場
	大 渡 辺 正 正	福島農試
監 査	大 川 晶 晶	岩手県庁
幹 事	菅 原 侗 侗	東北農試
	前 田 昇 昇	青森農試
	阿 部 博 史	東北農試
	細 井 徳 夫	〃
	佐々木 由 勝 勝	岩手農試
	牛 崎 敏 雄	秋田地方気象台
	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	土 井 健 治 郎	岩手県経済連
	加 藤 愛 雄	東北大・理学部
	黒 沢 順 平	岩手農試
	松 本 誠 一	仙台管区気象台
	◎ 坪 井 八 十 二	東北農試
	梅 田 三 郎	気象協会東北本部
	内 海 徳 太 郎	
	輪 田 潔 潔	東北大・農学部
	八 畝 利 助	
	山 本 義 一	東北大・理学部

(◎印 日本農業気象学会副会長)

冷水、遮光条件が稲の生育に及ぼす影響と燐酸施肥の効果

斎藤正一・鎌田金英治・嶋貫和夫

(秋田県農業試験場)

1 はじめに

冷害気象条件下における稲作の技術対応は、稲の一生を通して考えなければならない。また冷害条件としては低気温、冷水のほか日照不足を伴うものであり、これらの個々の要因はそれぞれ稲の生育や収量構成に対しに影響を及ぼし、品種特性の違いによってどのように反応を示すか知る必要がある。また低温条件下における燐酸施肥は冷害を軽減する効果が知られているので、燐酸多用条件が冷水、遮光と関連してあらず稲の生育様相からその効果を検討した。

2 試験方法の概要

この試験は昭和48年に実施したもので供試品種は早生穂重型のヨネシロと、中晩生偏穂数型のトヨニシキを用い、標肥条件は窒素、燐酸、加里とも 0.7 kg/a とし、これに燐酸3倍量(3P)すなわち 1.4 kg/a を育成燐肥で加えた条件を設け、それぞれの条件において活着後から6月25日まで30日間冷水(14.5℃)のかけ流し区と、同期間寒冷紗で20%遮光区を設けた。さらに同施肥条件の別区に穂前後20日間冷水かけ流しをして、それぞれの生育相の変化や収量構成の変動等について検討した。

3 試験結果

(1) 分けつ期冷水処理。処理により生育は一般に抑制されるが、処理終了後次第に回復しヨネシロは無処理より長稈となったが茎数では無処理並に回復できない。トヨニシキは処理終了後の茎数増加が著しく無処理を上廻り、特に3P区の茎数が多く穂数型の特性を強く表わした。

稲体水分(図-1)は処理により著しく低下し、処理終了後2週間程度で1時回復するが、穂揃期では2品種とも標肥処理が著しい再低下をみた。しかし3P区は再低下がみられず無処理並に高水分

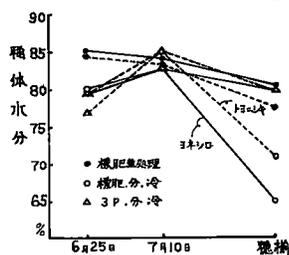


図-1 稲体水分の推移

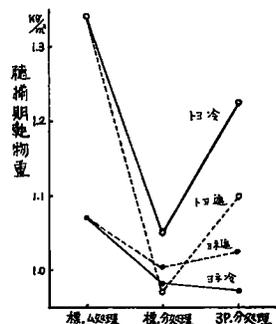


図-2 分けつ期処理による乾物重

で経過した。

乾物生産に及ぼす影響(図-2)はヨネシロは茎数の抑制に比例して一般に処理区が少ないが、トヨニシキは変動が大きく、無処理並の茎数を確保した標肥処理区では著しく低下し、さらに茎数の多い3P区では無処理に近づく傾向を示した。さらに成熟期の稈重(図-4)では2品種とも冷水処理が重く、ヨネシロの変動が少なく、トヨニシキもほぼ同傾向を示すが変動が大きい。

また登熟状況(図-6)では2品種とも処理による粒重の増加が顕著だが、3P区では少なく無処理に近づくが、この傾向はヨネシロが大きい。

(2) 分けつ期遮光処理。分けつ期30日間20%遮光では2品種とも乾物重(図-2)では概ね冷水処理と同じ傾向を示し、3P区は茎数を多くして遮光による生育抑制の影響を軽減しているが、ヨネシロは稈重の変化のわりに粗わら比率(図-5)が高かった。

(3) 登熟期の冷水処理。穂前後20日間の冷水かけ流し処理では3

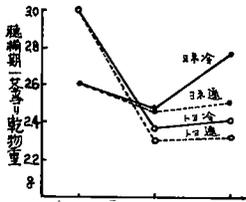


図-3

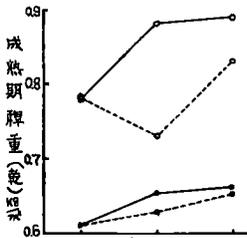


図-4

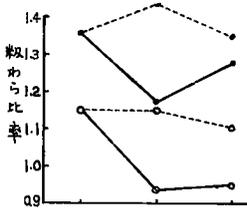


図-5

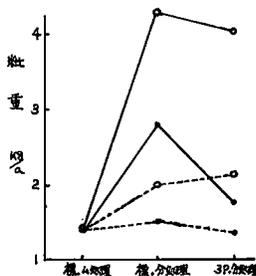


図-6

P区は2品種とも標肥より生育量がまさり、全粒数も多い状態で処理されたが、成熟期の稈重(図-7)では何れも標肥処理で重く、3P区は無処理並に軽い値を示し、粒から比率(図-8)と相反的傾向がみられ、粒、屑米重(図-9)も少なくて登熟がきわめてよく、全粒数の獲得と相俟って標肥無処理を上廻る収量結果を得た。

4 考 察

(1) 分けつ期冷水処理。分けつ期冷水かけ流しの影響は、呼吸の低下および水分をはじめ諸養分の吸収阻害があると云われているが、生育は一般に抑制され草丈、茎数とも処理区が劣り稲体水分は低下した(図-1)。そして処理終了後稲体水分はほぼ2週間位で無処理並に回復する。その後再低下するがヨネシロでは7月10日頃から穂揃期に至る茎数経過は減少して冷水処理の後作用として蓄積型の生育をとり、水分低下の経過をとったものと推察される。トヨシキは水分再低下の程度がヨネシロより少なく、7月10日以後も茎数増加がみられ、冷水処理による後作用は拡大型の生育相をとり、品種特性の違いによる低温に対する反応を異にしている。

これに対して3P条件での稲体水分経過は2品種とも再低下がみられず、無処理と同程度に高水分で経過するが、分けつ期冷水処理における障害としては標肥と同程度に受けるものの、回復後の後作用への影響はなく冷水処理による水分代謝への抑制的影響が軽減されることを認めた。

一般に乾物生産は生育量に比例し、分けつ期は茎数に支配される面が大きく、冷水かけ流し処理により茎数は抑制され、乾物重(図-2)も軽くなる。穂数型のトヨシキは処理後の後作用としての茎数、乾物重の回復が大きく変動が著しい特徴を示し、標肥処理の穂数では無処理区を上廻ったが、乾物重の回復は標肥より3P区が大きいものの無処理に及ばなかった。したがって1茎当り乾物重(図-3)では標肥処理、3P処理とも無処理区より著しく軽く、3P区の乾物重増加傾向は後期茎数増による結果で、後作用として拡大代謝型の生育相を強くしている。穂重型のヨネシロは処理後の茎数の回復は比較的少なく、乾物重の動きも安定的とみられるが、穂揃期における1茎当り乾物重をみると3P区では無処理より増加傾向を示している。これはヨネシロは冷水処理終了後の後作用として蓄積代謝型の生育相をとった結果とみられ、3P条件ではこの傾向を大きくしている。そして3P区では前述の高水分の保持と合わせ考えれば形態的変動を少なくして体質的に回復していることが推察された。

さらに成熟期の稈重(図-4)では2品種とも出穂前の傾向が逆転して冷水処理で重い傾向を示し、

さらに成熟期の稈重(図-4)では2品種とも出穂前の傾向が逆転して冷水処理で重い傾向を示し、

後作用としての転流阻害による蓄積が推察されたが、その程度はヨネシロが軽く、トヨシキが顕著である。しかし3P区は穂数が多い結果によるもので1茎当り乾重では軽くしている。

これらのことから分けつ期冷水処理における3Pの効果は、耐冷性強のヨネシロでは機能的な体質の回復とみられ、耐冷性中のトヨシキは穂数増によって処理の影響をカバーするようである。

分けつ期冷水処理が登熟に及ぼす影響を稈重の推移から推察すると、処理区は若干の転流阻害による稈重の蓄積現象があったものとみられるが、このことは籾わら比率(図-5)と対比してみても説明され、稈重とほぼ相反関係を示すが3Pの籾わら比率は稈重の傾向に比べて高く、とくにヨネシロが顕著で体質的回復に効果のあったことが想像される。また2品種とも処理による糞重(図-6)の増加が顕著であるが、3P区はこの傾向を軽減して無処理に近づく。この傾向はとくにヨネシロが大きい。

(2) 分けつ期遮光処理。冷害は低温とともに日照不足が伴う場合が多く、分けつ期30日間を寒冷紗で20%遮光した影響を検討した。

日照制限は光合成の低下による乾物生産の抑制が容易に考えられるが、遮光処理によって稲体水分は冷水処理の場合と同様に低下する。そして処理終了後2週間程度で回復し、その後の再低下がみられず無処理並の高水分(図-1)で経過する。乾物生産は概ね冷水処理と同傾向を示して標肥処理区は軽いが3P区は茎数を多くして乾物重を増し無処理に近づく。したがって穂揃期における1茎当り乾物重では標肥と同程度に軽くなり、遮光における3P条件では体質的变化は少なく、いずれも穂数増によって遮光による生育抑制を補償的に軽減するものと推察した。

成熟期の稈重(図-4)は穂数に比例して変化しており、籾わら比率(図-5)に対比しても穂数に影響される面が大きく、分けつ期遮光は登熟に直接の影響は認められない。ただしヨネシロは稈重の変化のわりに籾わら比率が高く、遮光による茎数抑制が穂重強化の形で回復した結果によるものと推定した。

(3) 登熟期冷水処理。登熟期の冷水処理による障害機作としては根温の低下による根の呼吸低下、および吸水機能の低下を通して光合成の低下につながると云われており、転流阻害現象もみられるが、この時期の冷水処理による影響を成熟期の稈重(図-7)でみると、2品種とも標肥処理で重く、3P処理区は無処理並に軽い。そして籾わら比率(図-8)はこの傾向と相反的關係にあることが明瞭で、標肥処理区は転流阻害結果と推察され、同処理の3P区では登熟がきわめてよく(図-9)、3P条件は冷水処理による登熟の

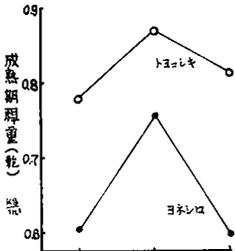


図-7

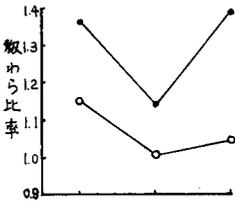


図-8

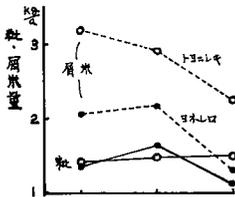


図-9

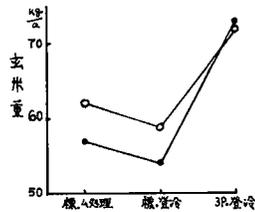


図-10

転流阻害を防止する働きを示している。

5 まとめ

冷害条件としての冷水、日照制限条件が稲の生育や収量構成に及ぼす影響を、特性の異なる品種について検討し、対応技術としての磷酸多用の効果を検討し次のことを明かにした。

(1) 分けつ期冷水かけ流し処理では全般に生育が抑制され、稲体水分の低下をみるが同処理の3P区では水分の再低下がみられず、乾物生産の回復と相俟って冷害現象を軽減する。

また品種特性の反応では、ヨネシロは形態的にあらず冷害現象は一般に少なく蓄積代謝型をとるが、標肥条件では稲体水分低下が比較的大きく登熟阻害の影響は小さい。トヨニシキは水分の動きは比較的少ないが形態的に変動が著しく、拡大代謝型をとり不稔の発生を多くした。同処理の3P条件でヨネシロは穂重型化を強くし、トヨニシキは穂数型化の傾向をさらに強めながら対応している。

(2) 分けつ期遮光処理では転流阻害現象がみられず、ヨネシロは基数抑制がむしろ穂重強化に有効に働き、トヨニシキは後期分けつによる基数の過剰増加で登熟低下を招く結果となった。

(3) 登熟期の冷水かけ流し処理では標肥区で2品種とも転流阻害による籾わら比率および登熟を低下するが、3P条件でその傾向を消去し、前歴で生育量のまさった3P区が標準区を上廻る収量を得た。

参 考 文 献

- 1) 秋田農試 1973 : 冷害条件下における主要品種の特性検定
- 2) 本谷耕一・速水昭彦 1964 : 水稻生育の調整に関する研究 東北農試研究報告第30号
- 3) 本谷耕一 1965 : 水稻の低温障害と今後の問題 日作140回講演要旨
- 4) 雨宮 昭 1974 : イネの低温抵抗性に関する二三の生理的側面 総括検討会資料

水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連

第2報 減分期以降の温度が登熟と品質におよぼす影響

熊野誠一・松本 顕*・関 寛三・金 忠男

(東北農業試験場 *農林水産技術会議)

1 はじめに

登熟に関する気温や水温の影響については、多くの研究が行なわれているが、自然界の気温はなだらかな変温で推移し、これに従って水稻体の生理作用にも対応があるところから、急激な温度の切換えを前提とした多くの知見がそのまま適用し得るかどうかの懸念がある。また、品質を構成する玄米形質については、その成因や変異性についての研究が甚だ少ないので、これらの面の解明を目的として1973年に研究に着手した。本報は1974年に得られた結果である。

2 試験材料及び方法

(1) 試験材料：キヨニシキを供試し、畑5.3葉苗をa/2,000ワグナーポットに1株2本植、ポット当り3株として5月23日に移植した。1処理区2ポットとした。(2) 温度処理：自然光、3室型のグロスキャビネットを用い、極大値が午後2時、極小値が午前2時、日較差10℃のサインカーブによるプログラムコントロールにより変温させた。日平均気温が20℃、25℃、30℃の3段階の処理とし、比較として無処理(自然温)区を設けた。処理時期は、①…出穂前15日～同5日、②…出穂前5日～出穂後5日、③…出穂後5日～同15日、④…出穂後20日～30日及びC…自然温、の5区とした。(3) 施肥量：基肥として三要素成分各1g/ポットを施し、追肥として、A…出穂前20日、B…出穂期に各1gの窒素を硫酸で施用した。(4) 玄米形質の調査：比重1.06の塩水選を行なった精穀から得られた玄米について1区20gを用いて分別した。

3 温度処理の精度

第1表 温度設定の精度

第1表により日平均温度をみると、自然温区では処理期間中23.4～26.5℃の変動幅を示し、処理区では、30℃区が自然温区より3.1～6.3℃高く、20℃区では3.1～6.4℃低く、25℃区では1.0～2.3℃の差であり、25℃区が最も自然温区に近似していた。

処理期間中の温度変異をみると、処理区

区	処理時期	最高温度		最低温度		日平均温度℃	対自然温度	日較差℃
		℃	C.V%	℃	C.V%			
30	①	34.8	1.6	24.5	0.9	29.6	4.7	10.2
	②	34.7	1.0	24.4	1.4	29.5	4.7	10.5
	③	34.7	1.3	24.5	0	29.6	3.1	10.2
	④	34.9	1.8	24.6	1.4	29.7	6.3	10.5
25	①	29.1	1.2	19.2	1.1	24.2	-0.7	9.8
	②	29.5	1.3	19.1	0.8	24.3	-1.5	10.4
	③	29.3	0.9	19.2	1.0	24.2	-2.3	10.2
	④	29.6	0.6	19.1	1.2	24.4	1.0	10.5
20	①	25.4	1.0	15.1	1.2	20.2	-4.7	10.2
	②	25.1	0.8	15.0	0	20.0	-5.8	10.1
	③	25.3	1.1	15.0	0	20.1	-6.4	10.3
	④	25.5	0	15.2	1.9	20.3	-3.1	10.3
自然温	①	31.0	7.9	18.7	18.6	24.9	-	12.4
	②	29.6	6.4	21.9	6.1	25.8	-	7.7
	③	31.7	5.0	21.2	9.7	26.5	-	10.5
	④	27.5	8.1	19.5	14.9	23.4	-	8.0

注；自動平衡記録温度計にて測定

変異係数は最高温度、最低温度とも1%内外であり、かなりの精度で温度が制御されたことが認めら

第2表 出穂期(8月)及び刈取期(9月)

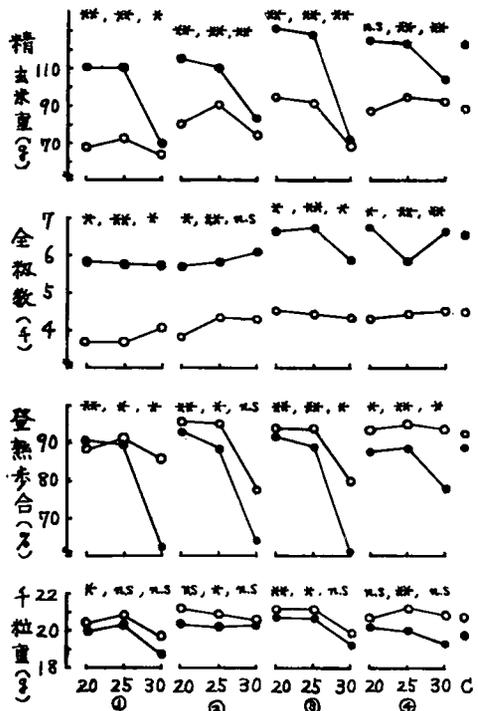
4 試験結果及び考察

(1) 出穂期及び刈取期: 刈取りは出穂後の日平均温度の積算値が1,000~1,050℃に達したときに行なった。第2表に示されるように、①区では高温によって

追肥時期	項目	A (出穂前20日追肥)				B (出穂期追肥)			
		出穂期	同左遅延日	刈取期	登熟日数	出穂期	同左遅延日	刈取期	登熟日数
①	20	9	0	23	45	10	2	25	46
	7.23~25	8	-1	22	45	7	-1	22	46
	8.2	30	6	-3	19	44	4	-4	18
②	20	11	2	26	46	8	0	24	47
	8.2~25	8	-1	22	45	8	0	22	45
	8.11	30	8	-1	22	45	6	-2	22
③	20	9	0	26	48	8	0	26	49
	8.11~25	9	0	25	47	8	0	23	46
	8.22	30	9	0	22	44	8	0	20
④	20	8	-1	24	47	8	0	24	47
	8.27~25	8	-1	22	45	8	0	22	45
	9.6	30	9	0	20	42	8	0	19
自然温度		9	-	23	45	8	-	23	46

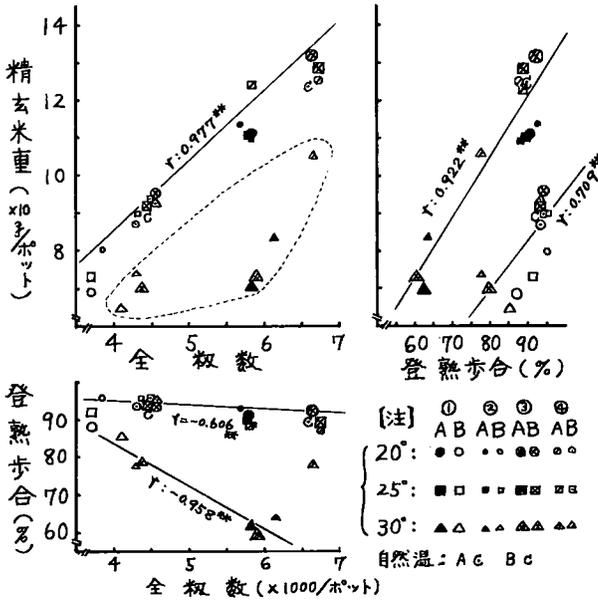
出穂は促進され、刈取期も早くなったが、出穂から刈取りまでの日数は各温度処理区とも45日程度、②区も同様に45~47日と登熟日数の差は小さかった。③区と④区では処理温度と自然温の隔差の関係から43~49日、あるいは42~47日と、処理温度による差が拡大された。

(2) 収量及び収量構成要素: 各温度処理区において追肥時期による差異が大きくあられ、精玄米重及び全粒数では出穂前20日追肥区(A)が出穂期追肥区(B)よりもかなり多く、登熟歩合と千粒重は逆にB区がA区よりも好結果を示した。これを処理時期別にみると、A区ではどの処理時期においても30℃処理区の精玄米重の低下が著しく、B区では③時期の30℃処理区を除けば大きな差異はなく、登熟初期には高温による悪影響の大きいことが認められた。粒数では、追肥時期による水準の違いが明確に示されたが、処理による影響としては、30℃③時期の処理による減少傾向が認められた。登熟歩合については精玄米重の場合と類似し、30℃処理によって各時期とも著しく低下した。また、この低下度は出穂前20日追肥区すなわち着粒数が多い場合に著しく、時期としては①、②、③とくに③時期においてより大きく低下した。本庄は、戸外の平均温度よりも高い温度処理の場合、穂揃直後15日間の処理によって登熟歩合が著しく低下することを認め、温度較差とくに夜温の高いことに注目しているが、本試験によれば、較差の影響ではないようにみられる。千粒重については、概してどの処理時期においても30



第1図 時期別温度処理が登熟歩合などに及ぼす影響

[注] *, **, n.sは有意差, 左より温度間, 追肥時期間および交互作用, *5% **1%水準, —●— A, —○— B



第2図 収量構成要素間関係

℃処理によって低下する傾向がみられ、とくに①、③時期の低下度が大きかった。

これら各要素間の関係を第2図に示した。精玄米重と全粒数とは、20℃と25℃の処理区をこみにして0.977の高い相関々係を示し、粒数が素直に精玄米重に結びつく生育相をとったことが知られる。換言すれば、粒数が第1義的に収量に関係し、著しい登熟阻害がなかったことを示すものである。しかし、30℃区はこの相関々係から外れ、登熟様相を異にしたことがみられる。このことは、粒数と登熟歩合との関係を示した第2図左下の図によっても明らかで、20℃、25℃区と30℃区とでは明確に異なる2本の回帰直線が

得られ、30℃では粒数増加に伴う登熟歩合の低下は大きい、20℃、25℃処理では、これが甚だ小さいことが示される。なお、登熟歩合が収量と密接に関係することは、第2図右に示されるが、その関係は、30℃区も含めて、少粒数段階と多粒数段階で異なる2本の回帰直線で示された。これを要するに、登熟歩合は収量に密接に関係するが、高温の場合には登熟歩合が著しく低下し、その低下度は粒数が多いほど大きくなるということが明確に示されたといえよう。

(3) 玄米構成及び品質：第3表に玄米構成を示した。処理温度、処理時期にかかわらず、出穂前20日追肥区が出穂期追肥区に比して整粒歩合が劣る傾向にあり、着粒数が多い場合には登熟が十分伴わないことが示された。温度処理による差異は②、③の時期にその程度が大きく、とくに、③においては温度による差異が大きい。すなわち、30℃処理によって整粒歩合は著しく低下し、未熟粒、被害

第3表 時期別温度処理が玄米構成に及ぼす影響

時 期	①			②			③			④			
区	整粒歩合	未熟粒歩合	被害粒歩合										
20	A	78	5	17	80	6	13	81	3	16	60	17	23
	B	85	2	13	87	2	11	84	1	15	74	10	16
25	A	77	2	21	76	9	16	74	10	16	69	9	22
	B	78	1	21	84	2	14	82	3	15	77	5	18
30	A	76	1	22	77	6	17	47	21	32	70	8	21
	B	86	1	13	79	2	19	51	15	34	76	7	17
温度間	n.s	n.s	n.s	*	n.s	*	**	**	**	n.s	n.s	n.s	
追肥間	n.s	n.s	n.s	**	**	n.s	*	*	n.s	**	*	n.s	

注；C区は整粒歩合A74、B84、未熟粒歩合A13、B2、被害粒歩合A20、B14(各%)、最下欄は有意差を示す。

第4表 登熟初期における温度処理が玄米形質に及ぼす影響

区分	処理区	完全粒	腹白	乳白	心白	背白
整	A	93	3	4	1	0
	B	94	2	3	1	0
粒	A	84	13	2	+	+
	B	89	8	2	1	0
30	A	41	12	46	1	+
	B	38	18	44	0	0

有意差;温度・追肥 **n.s **n.s **n.s

区分	処理区	腹白	乳白	背白	基白	その他
未	A	50	17	0	0	33
	B	70	30	0	0	0
熟	A	72	11	1	13	3
	B	90	10	0	0	0
粒	A	82	4	1	0	13
	B	78	17	5	0	0

有意差;温度・追肥 *** n.s.n.s

区分	処理区	畸型	ねじれ・胴切	着色	青粒
被	A	32	11	41	15
	B	38	18	42	2
害	A	30	6	48	16
	B	36	3	56	5
粒	A	43	5	42	10
	B	60	8	30	2

有意差;温度・追肥 *** *n.s n.s.n.s n.s**

色粒には温度処理による差が認められなかった。また、ねじれ粒と胴切れ粒は20℃の低温によって比較的多く発生した。これら玄米形質については、他の①、②、④時期においても程度のちがいはあるが同傾向であった。登熟阻害現象が、低温と高温とで異なった玄米形質として発現されてきたことは興味あることと考えられる。

5 要約

登熟期を主体とする4時期に、サインカーブによる滑らかな3段階の変温(日平均温度20℃、25℃及び30℃、日較差10℃、10日間)を与えたところ、登熟阻害は、30℃処理において最も顕著であり、時期としては出穂後5日~15日の登熟初期において大きいことがうかがわれた。そのことは、着生粒数が多いほど登熟歩合と千粒重の低下が大きく、整粒歩合の劣化を招き、玄米形質としては畸型粒が多く発生することによって示された。また、20℃ではねじれ、胴切粒が多くなる傾向がみられ、登熟不全現象が温度によって異なった様相を呈した。腹白粒については、追肥時期と温度処理の交互作用がみられ、成因の複雑さがうかがわれた。

引用文献 本庄 1974 : 水稻の登熟に及ぼす気象条件の影響 東北の農業気象19号

粒とも多くなり、登熟阻害現象が明らかに示された。

玄米構成において温度の影響が強く現われた③時期の処理について、品質を構成する玄米形質の調査結果を第4表に示した。整粒については、追肥時期による差異は認められず、もっぱら温度処理による差異が明確であった。すなわち、完全粒は高温になるほど減少し、30℃処理では40%程度に落ちこんだ。反面、乳白粒が著しく増加し、腹白粒もまた増大することが示された。未熟粒の内容としては、腹白粒が大部分を占め、その発生には追肥時期、温度処理それぞれによって差異を生ずることが示された。すなわち、20℃の低温では発生は比較的少ないが、25℃では出穂期追肥区において、30℃では、出穂前20日追肥区において発生が多かった。また、基白粒が25℃処理の出穂前20日追肥区に、その他未熟粒が、20℃区及び30℃区のそれぞれ出穂前20日追肥区において多かった。被害粒の内容としては、畸型粒と着色粒が主体であった。

畸型粒は30℃処理によって多発生し、着

昭和48年水稻登熟後期の異常降雨と穂発芽について

高田隆剛・佐藤陽一・高本 真

(東北農業試験場)

1 はじめに

昭和48年の水稻登熟後期にあたる8月下旬から9月にかけては異常ともいえるほどの長期にわたる断続的な降雨があり、水稻の倒伏にもなり穂発芽や無倒伏での穂発芽もみられたので、作況判定の資料とするため、その実態を調査したので結果を報告する。

2 とりまとめ資料および調査対象圃

気象については、東北各気象台刊行「気象月報」および当场気象観測成績を用い、穂発芽については、下記の圃場から試料を採取した。

調査対象圃場と試料採取稲

稲の状態	圃場所地	圃場記号	品 種 名	栽 培 法	試料番号	試料採取稲の状態	排水良否	試料採取時期	
倒 伏	大 曲 市	A	サチニシキ	稚苗機械移植	1	無倒伏、穂発芽なし (対照)	普	月 日 10.5	
					2				波状倒伏
					3				完全倒伏、わら腐敗
	仙 北 町	B	キヨニシキ	稚苗機械移植	4	波状倒伏	普	10.5	
					5				"
					6				完全倒伏、わら腐敗
	東北農試 栽 一 部	D	トヨニシキ	稚苗機械移植	7	波状倒伏	普	10.5	
					8				"
					9				"
無倒伏	東北農試栽一部		112品種(系統)	成 苗 手 植		直立稲の穂発芽	普	10.6	

3 結果および考察

(1) 登熟後期の気象

当時の気象概況を東北各気象台の発表による気象月報でみれば、8月初めから続いた夏型の気圧配置は8月終りから急速に衰え、発達した低気圧が日本海を東北東に進み、相づく低気圧の接近と日本の南岸に秋雨前線が停滞するなど周期的に天気は変わり東北地方の中・北部で異常とみられる断続的な降雨が長期にわたってあったことが記されている。

東北各気象台における昭和48年および累年平均の8・9月の旬別降水日数は第1表のとおりで、昭和48年は8月下旬から9月に

第1表 昭和48年および累年平均の8・9月旬降水日数 (日)

月	旬	青 森		盛 岡		仙 台		秋 田		山 形		福 島	
		38年	平均										
8	上	6	4	7	4	6	5	8	4	6	4	6	6
	中	5	3	5	4	5	4	6	4	4	3	6	5
	下	6	5	8	6	7	6	7	5	8	4	7	5
9	上	8	6	9	5	8	6	9	6	7	5	7	6
	中	7	5	8	6	6	6	8	6	8	6	8	6
	下	7	6	8	5	8	5	9	6	9	6	7	5

注) 平均とは累年平均のことで1886~1947年の平均値である。
降水日数は0.1mm≦

にかけて、青森・岩手・秋田・山形の各県で降水日数が多く、これを日別にみると断続的な降雨が異常に長期にわたっていたことがみられた。さらに、大曲における8月下旬から9月下旬までの降水日数を気象観測が開始されて以来の75か年の順位でみれば、第2表のように昭和48年は昭和33年と並んで第1位に多く、昭和33年は9月中旬、旬の半数に相当する5日無降水日数があつたのに対し昭和48年は多い旬で3日しかなく極めて断続的で、しかも、日別降水量も決して少なくない。このようなことから、昭和48年水稻登熟後期の気象は、東北中北部で異常降雨であつたといえよう。

穂発芽の発生に影響を与える気象条件としては、降雨のほか気温と湿度が考えられるので、最低気温と最小湿度をみたところ、半旬別最低気温はほとんどの半旬が平年より1.5~2.0℃高く、最低湿度も5~10%高く、穂発芽の発生にとっては極めて好条件であつたとみられる。

(2) 倒伏による穂発芽

登熟後期の異常降雨にともなつて全般に登熟は遅れたが、なかでも過剰生育稻や稚苗機械の遅植え稻では軟弱気味で、加えて断続的な異常長雨による物理作用によって倒伏が増大した。近年、栽植株数の増加傾向とあいまって広巾植・並木植方式が多くとられ、雨に打たれて倒伏した稻は特徴的に穂が広い株間に入りこみ湿度の高い地面と接する状態が多く、風による倒伏は1定方向に穂がわらの上に乗って倒伏する

かたちとは異つた。

採取した試料により穂発芽歩合と稲体形質をみたのが第3表で、穂発芽歩合の高い稻は稈長が長く、各節位の節間長歩合は下部が大きく、100穂当り重・稈重は軽く、稈長1cm当り100穂当り重・稈重も軽い。つまり、稈が細く長い稲ほど倒伏による

第2表 大曲の過去75か年における降水日数とその多い順位

年次	月	9			合計	順位
	旬	下	上	中		
S. 48	8日	7日	9日	7日	31	1
S. 33	8	10	5	8	31	
S. 9	9	7	8	6	30	2
S. 37	8	8	7	6	29	3
S. 39	10	8	4	7	29	
T. 11	9	7	5	7	28	4
S. 27	10	7	5	6	28	
S. 2	10	7	9	1	27	5
S. 11	9	3	8	7	27	
S. 16	9	5	6	7	27	

第3表 発芽穂数歩合と稲体形質

項目	記号 番号	A			B		C	D		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
発芽穂数歩合		0	90.5	100.0	68.3	88.6	100.0	100.0	86.2	98.6
平均	1株全穂数	19.0 ^本	21.0	20.0	20.0	23.3	23.0	23.3	21.7	24.7
	穂長	16.2 ^{cm}	16.7		16.3	16.1		16.2	16.2	17.0
	稈長	74.4 ^{cm}	85.7		88.1	92.3		91.4	77.0	80.7
節間長歩合	n	41.8 [%]	35.3	稲体腐敗のため調査不能	36.7	34.2	稲体腐敗のため調査不能	35.0	42.3	41.7
	n-1	24.0 [%]	23.1		23.8	21.7		23.4	26.8	25.2
	n-2	20.2 [%]	25.1		24.3	24.3		23.4	20.3	20.6
	n-3	12.4 [%]	13.2		12.5	15.7		13.6	9.2	10.3
	n-4	1.6 [%]	3.3		2.7	4.1		4.6	1.4	2.2
100穂当	わら重	165 ^g	125	調査不能	168	169	調査不能	149	143	117
	稈重	58 ^g	43		71	62		60	60	45
100穂稈長1cm当	わら重	2.22 ^g	1.46		1.91	1.83		1.63	1.86	1.45
	稈重	0.78 ^g	0.51		0.80	0.67		0.66	0.78	0.56

穂発芽歩合が高いことを示した。

第4表 1穂当り粒数と穂発芽粒数歩合

項目		記号			B			C	D	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
一穂当	全粒数	84.1 ^粒	82.9 ^粒	80.4 ^粒	84.6 ^粒	82.8 ^粒	78.0 ^粒	84.7 ^粒	91.7 ^粒	88.8 ^粒
	発芽粒数	0	17.1	23.2	10.6	10.3	17.9	24.0	20.2	34.5
	無発芽粒数	84.1	65.8	57.2	74.0	71.8	60.1	60.7	71.5	54.9
	稔実粒数	83.4	60.4	47.9	72.6	69.4	53.6	54.4	70.4	52.9
	不稔粒数	0.7	5.7	10.0	1.4	2.2	6.5	6.3	1.1	2.0
発芽歩合	対全粒	0%	20.6	28.8	12.5	13.3	23.0	28.3	22.1	38.2
	対稔粒	0	22.1	32.9	12.8	13.7	25.1	30.6	22.3	39.1

平均1穂当全粒数が少なく、穂発芽粒数歩合が高い。倒伏程度の甚

しい稲は稈が細いため1穂の粒数が少なく、早期の倒伏による弱勢粒の不稔と穂発芽が多くなったものとみられる。

発芽粒について、芽長5mmを区分に発芽数の頻度分布をみた結果、各試料とも5mmまでが最も多く芽長区分が大きくなるにしたがって少ない傾向にある。倒伏程度が甚しいほど長い芽が多い傾向にあり、圃場記号Dのように排水不良田では発芽長が100mm以上におよぶ粒もあった。さらに、これらについて、発芽粒千粒重・

第5表 千粒重および千粒当芽根重

芽根切粒千粒重をみたのが第5表で、どの試料でも発芽長の増大にもなって発芽粒千粒重、芽根切粒千粒重は軽くなり、この表には掲載していないが千粒当芽根重は発芽長の増大にもなって重くなった。同一圃場内の試料間では倒伏程度が甚しいほど同一発芽長区分における発芽粒千粒重、芽根切粒千粒重は軽く、千粒当芽根重は重い傾向にある。無発芽粒千粒重は倒伏程度が甚しいほど軽い傾向がみられた。

項目	発芽長 上限	A			B			C	D	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
発芽粒	5mm	21.0 ^g	21.2 ^g	23.0 ^g	23.5 ^g	20.3 ^g	22.4 ^g	25.0 ^g	24.7 ^g	
	10	22.0	21.9	22.7	23.3	20.5	22.0	24.4	25.0	
	15	20.9	20.9	21.9	23.0	19.9	21.4	24.2	24.6	
	20	20.2	20.2	21.4	22.7	19.5	20.9	23.8	24.0	
	25	20.0	20.5	20.8	22.1	18.8	20.2	24.3	24.4	
	30	20.0	20.8	20.7	20.0	18.4	19.8	24.2	23.2	
	35	20.0	19.0	20.0	20.0	17.3	19.2	23.9	23.6	
	40	20.0	17.8			16.0	18.9	23.1	23.3	
	160	20.0	17.0			15.0	18.8	22.1	22.5	
芽根切粒	5	20.9	20.7	22.4	23.0	19.7	22.1	24.5	23.3	
	10	21.6	21.0	21.6	21.6	19.4	21.4	23.5	23.0	
	15	19.9	19.3	20.3	20.0	18.5	19.9	22.7	22.6	
	20	19.0	18.6	18.6	19.3	17.6	19.0	21.7	21.4	
	25	18.5	18.3	18.0	18.6	16.8	18.0	21.0	20.7	
	30	17.8	17.7	17.7	16.7	16.4	16.9	20.0	19.4	
	35	17.5	16.3	13.3	10.0	15.5	16.4	18.3	18.7	
	40	15.0	14.7			14.0	14.7	16.6	16.2	
160	10.0	13.5			11.9	12.5	13.9	13.7		
無発芽稔実粒		14.6	14.0	18.5	19.4	14.6	15.5	18.8	18.5	

摺落玄米重歩合、摺

落玄米粒数歩合、青米粒数歩合をみた結果が第6表で、擱落玄米重歩合、擱落玄米粒数歩合は倒伏程度が甚しくなるに従って減少し、

第6表 擱落玄米重歩合・擱落玄米粒数歩合および青米粒数歩合(%)

圃場記号 項目 試料番号	A			B			C	D	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
擱落玄米重歩合	81.3	64.6	58.3	65.8	69.5	59.2	64.3	67.8	61.0
擱落玄米粒数歩合	93.0	62.7	49.2	71.6	79.1	58.0	50.4	75.7	55.3
青米粒数歩合	6.2	42.8	66.8	28.9	83.6	57.3	30.9	25.7	32.0

青米粒数歩合は増加した。なかでも倒伏程度の甚しい試料番号3・6は籾摺りのさいに砕けたものを含め50%程度しか玄米とならず、そのうち60%前後が青米であった。さらに、発芽長5mmを区分として擱落玄米粒数歩合をみた結果、倒伏程度が甚しいほど小さく、青米粒数歩合は大きくなった。このようなことから、倒伏によって著しく登熟が遅延したことがうかがわれる。

(3) 無倒伏稲における穂発芽

無倒伏稲における穂発芽の外見は、籾の芽の部分か芽のふくらみによって割れた程度から芽長が2mm位におよぶものまで様々で、ほとんどの発芽籾が時日の経過にともない発芽伸長途中で芽に雑菌が侵入したとみられる黒変があり、甚しい籾は芽が枯死して、米の品質低下を招く要因となった。

東北地方の主要33品種について、無倒伏稲での穂発芽発生の有無をみた結果、レイメイ、ハヤニシキにみられ、新系統や有望系統など53系統についてみた結果では、ふ系99・103号、び系90号、奥羽280・290号、越南111号、中部19号、青系糯73号などに発生をみた。その他27品種(系統)についてもみたが、大部分が発生しており、1粒でも発芽した穂を発芽穂数としその歩合をみた結果、オトメモチ89%、ササニシキ44%、ミヨシ42%で、発芽籾数歩合もこれらの品種では大きい。この調査対象となった圃場は比較的少肥条件で栽培されており、過剩籾や弱勢籾の着生が少ないことから穂内における籾間の登熟速度の変動が小さく、穂や株全体からみても登熟速度が早い稲であったのに加えて、連日の降雨による多湿と高温が穂発芽を促進したものと思われるが、出穂期と穂発芽の発生状況とは明りような関係はみられない。穂発芽の発生が著しい9品種(系統)について、穂発芽籾数歩合を調査した結果、稔実籾数に対しては3.2~21.0%で、ふ系99号が最も高い。発芽穂数歩合は66.7~100.0%で、穂発芽発生穂を稔実籾数に対する穂発芽歩合5%を区分に分布をみた結果、各品種(系統)とも稔実籾数に対する発芽歩合5%以下または5~10%に発芽穂数率の最頻値があり、奥羽280号では発芽籾数歩合80%以上の穂もみられた。

穂上における発芽籾の発生位置はどの品種も1定の傾向はみられない。

3 むすび

以上は、昭和48年における水稻登熟後期の異常降雨の状況と、それにもなり穂発芽発生の気象条件、穂発芽の実態調査結果である。作況判定のためにはこのような実態とともに減収推定方法、減収量についても調査検討しなければならなかったが、この調査では実態を明らかにすることのみにとどめ問題をのこした。昭和48年度における農林省の作物統計調査結果では穂発芽としては公表されず、風水害のなかに含まれて公表されており、この調査にあたって大曲市周辺における巡回観察結果でも穂発芽の多発地帯は、稚苗機械植えが多く、収穫がコンバインに依存している地域、とくにカントリーエレベーター利用地域では、収穫の順番が定められ、長雨による収穫の著しい遅れが一層穂発芽の発生を助長したようにみられた。

イネ稚苗の近紫外線量に対する生育反応の品種間差について

寺中 吉造

(東北農業試験場)

イネ稚苗に対して近紫外線(360nm)の補光が、苗生育¹⁾、低温活着性²⁾を増大すること、また近紫外線(310nm)の補光は苗生育を抑制し、茎葉部に褐色条斑を発生する²⁾ことは既に報告した。本報では、これら2種の近紫外線源の補光比による苗形質の変動を、2、3の品種で検討したものである。

1 実験材料および方法

① 苗の育成 稚苗方式によった。中性火山灰壤土を床土とし、箱当たり肥料三要素各1gを施用し、1972年11月18日に浸漬籾を箱当たり360mg播種後、暗所で32℃・2日間で出芽させた後、昼一夜気温30-25℃、日長12時間にした人工光グローブキャビネット³⁾内で、近紫外線を除去した主光源下で育苗し、育苗期間中に近紫外線を補光した。

② 供試要因 1) 品種 水稻フジミノリ、ササニシキおよび統一(Thong-11)の3品種。統一はIR-8×(ニューカラ×台中在来1号)で日印交配種の韓国栽培品種である。2) 近紫外線源と補光量 310nmおよび360nmを中心波長組成とする2種の蛍光管(FL-SBおよびBLB, 40W, 東芝製)をもちい、供試苗との距離を変え6段階の補光量を設定した。3) 補光処理期間 出芽前より4日および11日間とした。それぞれ1および1.8葉期に相当した。4) 主光源量 陽光ランプを主体とし水銀ランプと白色蛍光管を加えた人工光源で、供試苗との距離を変え、強、弱2段階を設けた。

③ 測定および調査 光源の分光エネルギーの測定は波長別輻射エネルギー測定器(飯尾, SRP-1462)でおこない、生育調査は播種後2週間目の苗調査および3週間目の茎葉の着色の観察をおこなった。茎葉の着色度は全個体の着色を1、無着色を0として分級した。

2 実験結果および考察

(1) 供試光源の波長組成

供試した主光源は、第1図に示すように、もとの波長組成(実線)のものに、近紫外除去フィルムをフィルターとして、近紫外線の波長域を除去(点線)したもので、ほぼ完全に除去し得た。

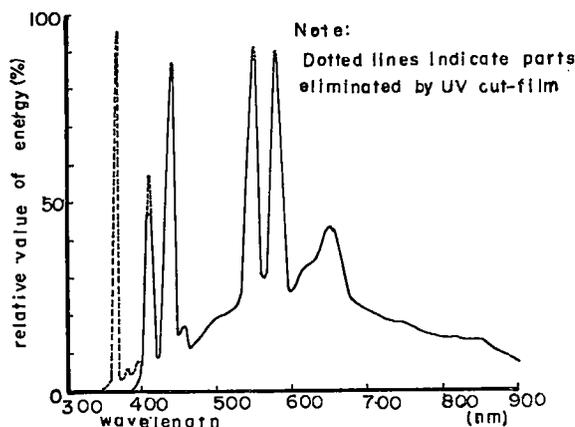


Fig.1 Energy spectrum of main light source

また供試した補光源は310nmおよび360nmを中心とする線源(以下310nmおよび360nmと略記する)で、その波長組成を単色光に準じて半値幅を求めると、それぞれ46nm、35nmである。¹⁾

(2) 供試区の受光量と補光比

各線源の日当受光量(300~900nm)と近紫外線の補光比をしめすと、第1表のようである。

主光源量を158および317 $\text{ly} \cdot \text{day}^{-1}$ の強弱光下で、補光源の最大28 $\text{ly} \cdot \text{day}^{-1}$ までの受光量を与えた結果、補光源/主光源(%)で表わした補光比は0.1~17.5%の範囲であ

第1表 供試区の受光量と補光比

区 番	受光量 ($\text{ly} \cdot \text{day}^{-1}$)				補光比 (%)	
	主光源 (A)	補光源 (B)		(B/A)		
		nm 310	nm 360	nm 310	nm 360	
1	158	24	28	15.0	17.5	
2	158	5	7	3.1	4.4	
3	158	2	3	1.5	1.6	
4	317	24	28	7.5	8.8	
5	317	5	7	1.7	2.2	
6	317	2	3	0.7	0.8	
7	158	2	3	1.5	1.5	
8	158	1	2	0.9	0.8	
9	158	0.1	0.1	0.1	0.1	

統一は、一般に、310nmと360nmの差が、ササニシキ、フジミノリに比べれば小さかった。このように、統一および310nmでは補光比、補光期間の増大と共に草丈の漸減は明らかであった。

(3) 近紫外線の補光比と苗の生育

1) 草丈

第2図によれば、310nmおよび統一では、草丈は補光比の増大と共に抑制されるが、補光比5%以上では大差なく、それ以上の抑制はみられなかった。

360nmのササニシキ、フジミノリでは、草丈は補光比1~2%で小さい山があり、約3%を谷としてその後漸増または増減のないプラトーがみられた。しかし、統一は低補光域の山はみられず、310nmと同様な傾向で、ササニシキ、フジミノリの傾向とは異なった。

310nmは、4日処理のフジミノリを除けば、360nmより草丈の抑制は大きく、また処理日数をますとこの抑制度が大きくなった。360nmは、処理日数をまして、低補光域のササニシキ以外は、310nmのような草丈の抑制が明らかでなかった。

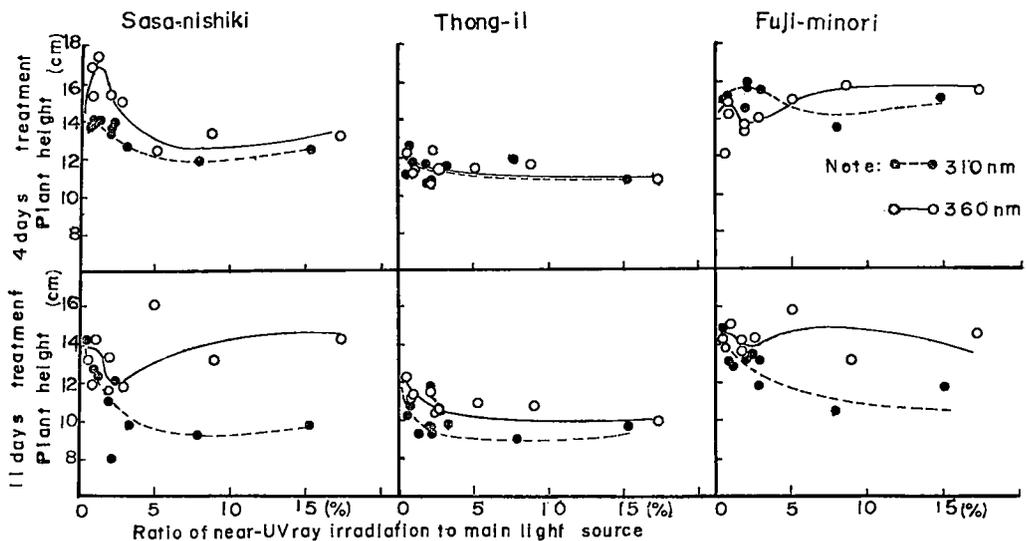


Fig. 2 Relation between plant height and near UV irradiation

(2) 茎葉重

第3図に示した。茎葉重は、310nmでは4日処理で補光比3%まで急減後、ほぼ一定値を保つが、11日処理になると補光比の増加につれて低下した。この低下の度合はササニシキ、統一で大きく、フジミノリでは小さかった。

しかし、360nmでは、各品種とも、4日処理では区間の分散が大きい、傾向的にみると補光比3~5%附近に山があるようである。補光がそれより大きくなると減少傾向がうかがわれるが、減少程度はフジ

ミノリがササニシキ、統一より少ないように見える。11日処理になると、各品種とも、茎葉重は補光比3%までの急増と、それ以上の補光比が大きい領域でのプラトー傾向が明らかであった。

360nmに対する茎葉重の生育反応は、草丈のそれと異なる面があること、ササニシキの低補光域での反応が鋭敏であること、およびフジミノリが310nmでは反応が小さいことなどが認められるが、補光比に対する茎葉重の反応パターンには基本的な品種間差は認めがたいようである。

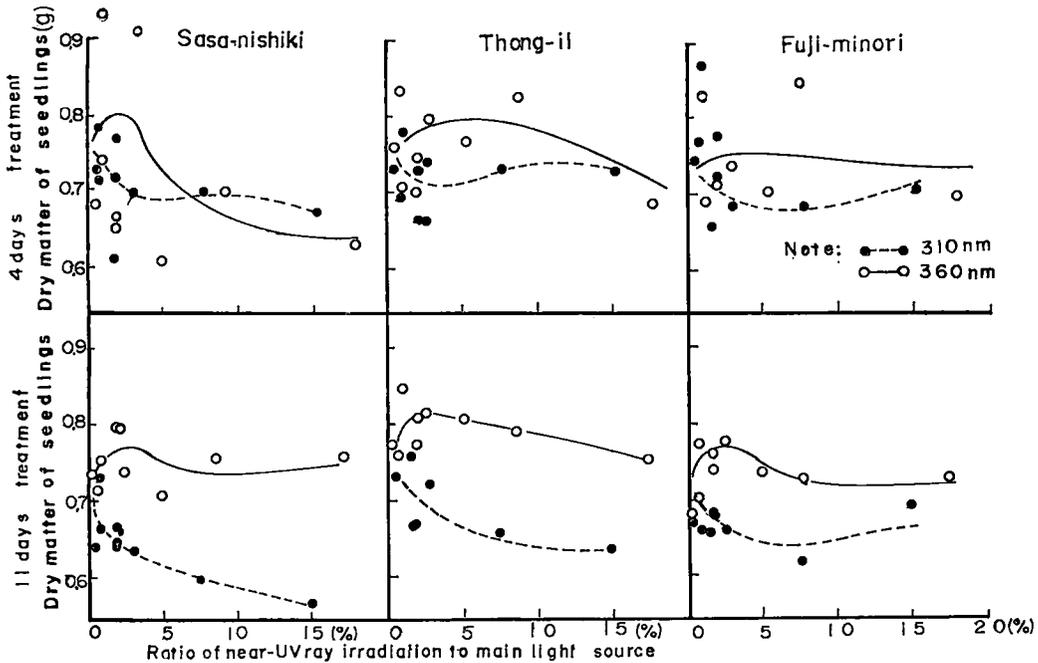


Fig. 3 Relation between dry matter of seedlings and near-UV irradiation

(3) 苗指数

第4図に茎葉乾重/草丈で表わしたいわゆる苗指数と補光比との関係をしめした。

310nmでは、4日処理の補光比5%以下の低補光レベルでは、フジミノリでやや不明瞭であるが、補光比3~5%まで急増したのち一定する傾向がみられた。11日処理では、各品種とも苗指数は補光比3%まで急増し、それより補光比がますます、品種間差がみられ、フジミノリは一定傾向であるが、ササニシキ、統一では急減した。この2品種の補光比増大による反応は、処理期間延長のとき明らかとなったが、フジミノリは3品種中、もっとも鈍感のようである。

360nmでは、4日処理の区間の分散は大きいだが、11日処理と同様に、共に補光比3%までは補光により苗指数をまし、補光比が大きくなると漸減した。これは茎葉重の傾向と同様である。

苗指数は、苗の充実度を表わすので徒長の指標ともなる。補光比3%のピークは草丈の抑制と茎葉重の増大による徒長抑制効果とみられる。苗指数では360nmと360nmとの間に、補光比による変動パターンに相違がみられず、両者の差は量的においてのみあることがしられた。また品種間にも、茎葉重の場合と同様に、補光比による変動パターンの差はみられなかった。

稚苗育成で補光効果を期待するには、補光比10%以上は必要ないようである。また310nmは茎葉重増加の効果はなく、徒長抑制効果のみである。一般に、360nmは310nmの抑制一方の単純作用と異なり、生育刺激の効果をもってあり、補光比の適値としてほぼ3%であることが明らかとなった。

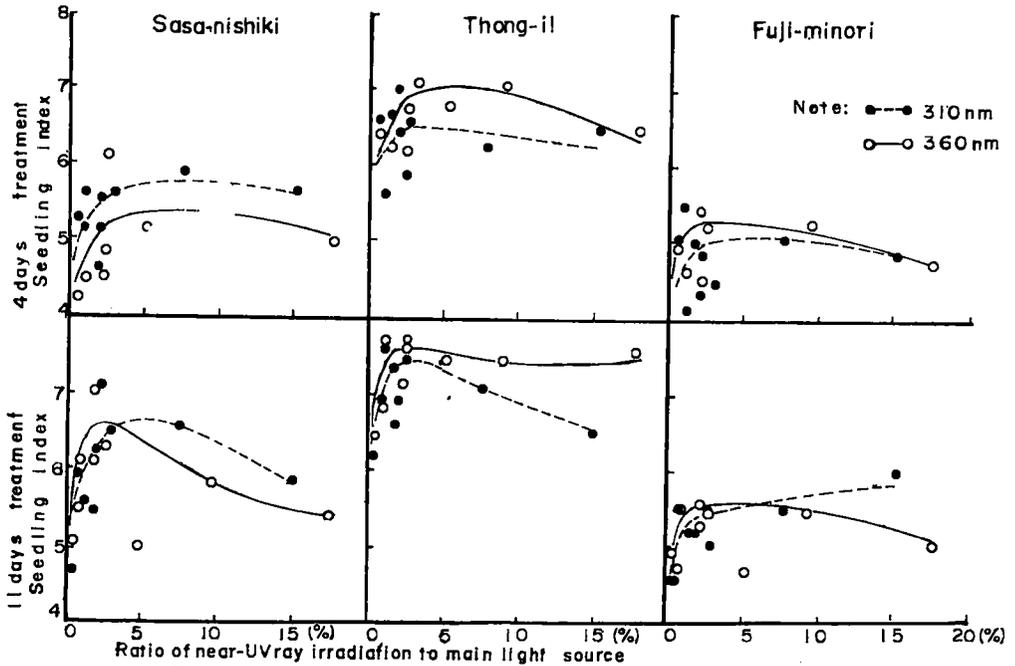


Fig.4 Relation between seedling index and near-UV irradiation

(4) 茎葉の着色

310nmについては、茎葉部のアントシアニンによる着色は既に報告したが、本実験では4日処理で明らかに茎葉部は着色し、かつ品種間差が認められた。すなわち、フジミノリ<ササニシキ<統一の順に着色度が大きく、着色度が大きい品種は着色が認められる限界補光比が、着色度の小さい品種よりも低かった。11日処理では各品種とも、補光比3%以上では着色度の増加が少なくほぼ一定であった。

360nmでは、従来の日本稲のみの実験結果では、茎葉の着色がみられなかったが、本実験の統一のみ、明らかに4日処理から310nmと同じ程度の着色が認められた。ただ310nmと異なり、10日処理でもさして増加せず、最大値が310nmの70%程度で、310nmより小さい点が異なっていた。

統一の360nmと310nmの間、4日処理と11日処理との間の差が他の2品種より小さいことや、11日処理でとくに310nmが360nmよりも処理の影響が甚しいことなどは、草丈における統一の傾向とよく一致した。統一が近紫外線一般に感受性が強いことは確かである。統一が日印合成種で南方稲の遺伝因子をもつため低温抵抗性が小さいことが知られているが、⁴⁾・⁵⁾ 近紫外線感受性については、未だ報告されていない。フジミノリが耐冷性が大きく、近紫外線感受性が小さいことと考え合わせ、低温抵抗性と近紫外線感受性との間に関連があるかと推察される。

本実験の育苗条件は比較的高温条件なので、統一はフジミノリ、ササニシキに対し、温度条件として不利ではないので、光条件が品種間差をもたらしたとみられる。フジミノリは耐冷性の大きい品種であるが、310nmによる茎葉重の抑制や茎葉重の着色が少なく、ササニシキはフジミノリと統一の中間の着色度で3品種の耐冷性の序列と着色度の序列は一致していることは興味深い。耐冷性と近紫外線感受性との関係について、高・低緯度品種を含め供試品種を拡大して、今後の検討にまちたい。

近紫外線の自然光における組成比は、太陽高度や大気の濁度などにより変化するが、条件の良いときでたかだか数%であり、近紫外線の70~100%を360nm附近がしめている。⁶⁾ 本実験よりみて、360nmの

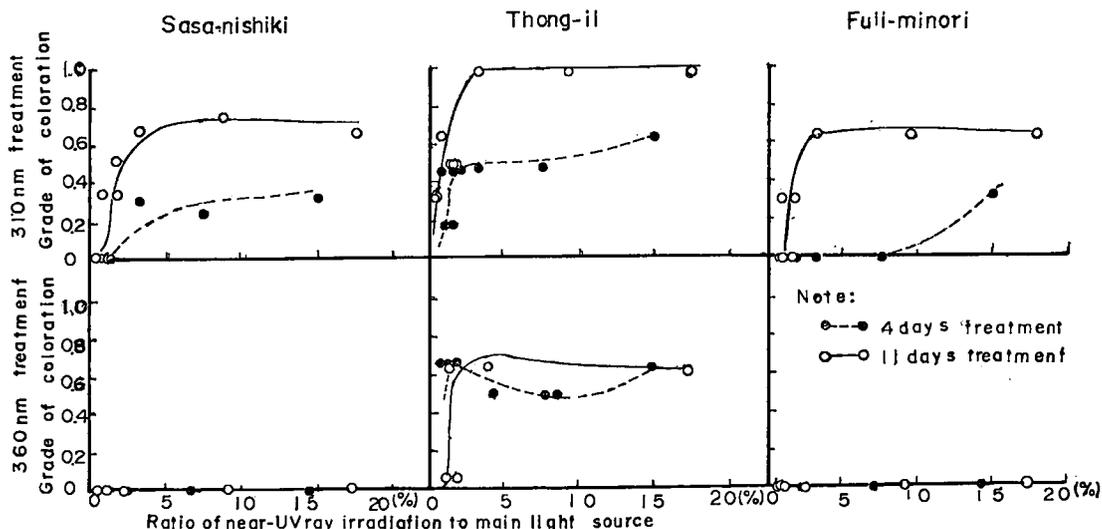


Fig.5 Relation between grade of coloration (2nd leaf) and near-UV irradiation

欠如は徒長傾向をしめすが、苗質向上よりみた補光比は3%位で自然光の組成に近く、10%と多くなっても、統一を除いて、可視的な生育障害はないようである。自然状態では、少照条件等において、普通、近紫外を含め短波長域の組成が著減するので補光の効果はあるものと考えられる。310nmは乾物生産に無効であり、徒長抑制効果が顕著でいわゆる紫外線の属性をもっている。

3 要 約

- (1) 近紫外線2種(310, 360nm)につき補光比を変え、水稻稚苗3品種の生育反応を検討した。
- (2) 310nmは補光比の増大と共に、草丈、茎葉重の抑制と茎葉部の着色が明らかであった。
- (3) 360nmは生育抑制作用は少なく、茎葉重に対し刺激作用が約3%の補光比で認められた。
- (4) 310および360nmとも、補光比3~5%で苗指数を最大にした。
- (5) 統一(日印合成種)は両近紫外線による草丈の伸長抑制と茎葉の着色が品種間で最も大きく、とくに360nmでは統一のみ着色し、フジミノリ、ササニシキと明らかに異なった。
- (6) フジミノリは310nmによる草丈、茎葉重の抑制と茎葉の着色は品種間で最も小さかった。

本実験の遂行にあたり、近紫外線除去フィルターを快く試作して頂いた三菱モンサント名古屋研究所の鷺見技師、および貴重な種子を分譲して頂いた韓国作物試験場の金容碩氏の御厚意に深謝します。

引 用 文 献

- 1) 寺中吉造 1972 : 東北の農業気象 17, 25~30
- 2) ——— 1973 : 日本作物学会東北支部会報 15, 30~31
- 3) 藤原 忠・———・阿部博史 1974 : 東北の農業気象 19, 38~41
- 4) 李 善龍・雨宮 昭・田中市郎 1973 : 日本作物学会紀事 42, 別号1, 111~112
- 5) 金 容碩・原城 隆・西川広栄 1974 : 日本作物学会東北支部会報 16, 10~11
- 6) Shulgin, I.A. 1967 : (内島善兵衛訳: 太陽光と植物, 1970, 東京, 63)

庄内地方の水稲機械植育苗における気象背景について

大 沼 済

(山形県農試・庄内支場)

庄内地方は全国的にも農業機械の普及割合が高く、殊に最近では田植が機械化された結果、水稲の栽培は機械化一貫体系が確立された。

いま、この田植状況について49年度の統計によると、導入された田植機台数は7,580台で、庄内水田作付面積35,780haの80.1%に当る28,700haに及んでいる。

さらに、この機械移植について内容を示すと、稚苗方式が6,080台で全体の80%、中成苗方式が1,510台で約20%を占めている。

また、7,590台のうち、個別利用が58.2%、共同利用は41.8%となっているが、ほぼ稚苗方式の全体に相当する育苗の約80%は共同方式で、経費節減と省力化を図っている。

1 育苗方式の現況

この機械植稚苗植の前提となる育苗については、これまでの苗代育苗に比べてより寒い早期に開始されるので、加温・保温等の微気象の人工調節による安全化が図られ、安全多収に資している。

しかも、作業を個別よりも一層利点の多い共同方式をとる場合の稚苗育苗は、出芽・緑化について大きい規模のハウス化の方向を辿つていて、これについて48年度の庄内3普及所の調査によって育苗施設の概要をとりまとめると、次表のようである。

第1表 庄内地方の共同育苗施設の概況 (昭48)

そして、この中で鉄骨ファイロンハウス式は俗に「庄内型育苗ハウス」と呼ばれている。

型 式	棟 数	普及所	棟	本田面積
鉄骨ファイロンハウス式	65棟	鶴岡	9棟	941ha
		藤島	39	3,000
		酒田	17	1,011
パイプハウス式	36	鶴岡	9	607
		藤島	14	637
		酒田	13	1,624
室(むろ)式	2	鶴岡		86
鉄骨パイプ式	10	酒田		415

庄内普及所調査

2 庄内型ハウスと耐気象特性

「庄内型育苗ハウス」は、第1図のとおり、ファイロン屋根の鉄骨ハウスで、周囲を1mm厚のビニールで構成しているもので、概ね50~100haを対象に、昭和46年当時の価格で施設費が300万円~400万円程度で、他のデラックス方式に比較してみると、かなり安価で、しかも共同利用に向いている。

ただ、経済性を高めるため、できるだけ庄内地方の育苗期(4月~5月)の気象に対して安全性の下限に近いところで、設計され資材の準備がされている。

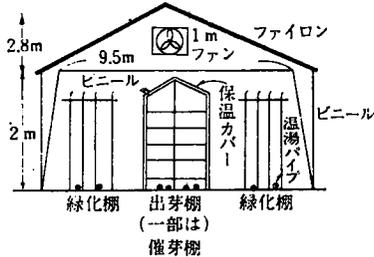
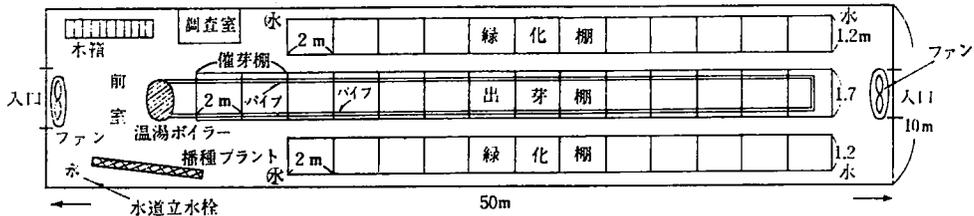
この環境と気象に対する保温安全性を考慮して建設され、実際に利用した結果も特に問題がなく、当地方の機械植の適期である5月中旬までに十分安定して育苗が完了できる。

ここで、最も代表的な一例として、藤島町新屋敷部落の庄内地方として最も先進的な施設である庄内型ハウスについて図示すると次図のとおりである。

次に、この育苗に最も基本となった庄内地方の気象について調査した結果を示すと次のとおりである。

3 庄内地方の育苗期における気象条件

用いた気象観測値については、庄内支場(藤島町)の場合は、昭36~47年(12年間)の日別値の移動平均をとり、測候所(酒田)については平年値である。



施設の概要
 ハウス：間口10m、奥行50m、軒下2m、柱上4.75m、軽量鉄骨屋根透明ファイロン張り、側面1.3mm透明ビニール張り、砂敷土間。
 施設：暖房器、温湯ボイラー（フジカ FIH 204 強制通気、ポット式白灯油燃料16,000kcal/h）
 出芽 1列4段（1段6~7枚重ね）で1基250箱用の19φ鉄パイプ通し木製棚20基（5,000箱分）
 緑化 1列15cm間隔10箱として稲枕と竹による手製棚（5,000箱分）
 播種プラント クボタ SR-500 1台
 灌水 水道立水栓、オリエンタル撒水器
 換気 羽根径1m換気扇2台

第1図 「庄内型」 稚苗育苗施設（軽量鉄骨ハウス）

(1) 0~5℃（気温）の出現

支場観測の資料によって0~5℃の出現をみると、4月15日ころまでは殆んど2年に1回程度の頻度で、5月5日ごろになると5年に1回程度に上昇（増加）してくる。

(2) 0℃以下（気温）の出現

4月10日ころまでは5年に1回程度で、4月25日を経過すると、殆んど出現しない。

なお、昭36~47の最低の極値を日別に見ると、4月30日までは（-）1~2℃の発生は免れない。

(3) 11~15℃（気温）の出現

4月15日を中心に一時的な頻度が高く、4月25日ごろで5年に1回程度の出現となり、5月5日ごろで安定する。

(4) 16~20℃（気温）の出現 5月1日から出現する。

(5) 日平均風速 4月20日ころまでは6m/sで、5月以降に低下し5m/s以下になる。

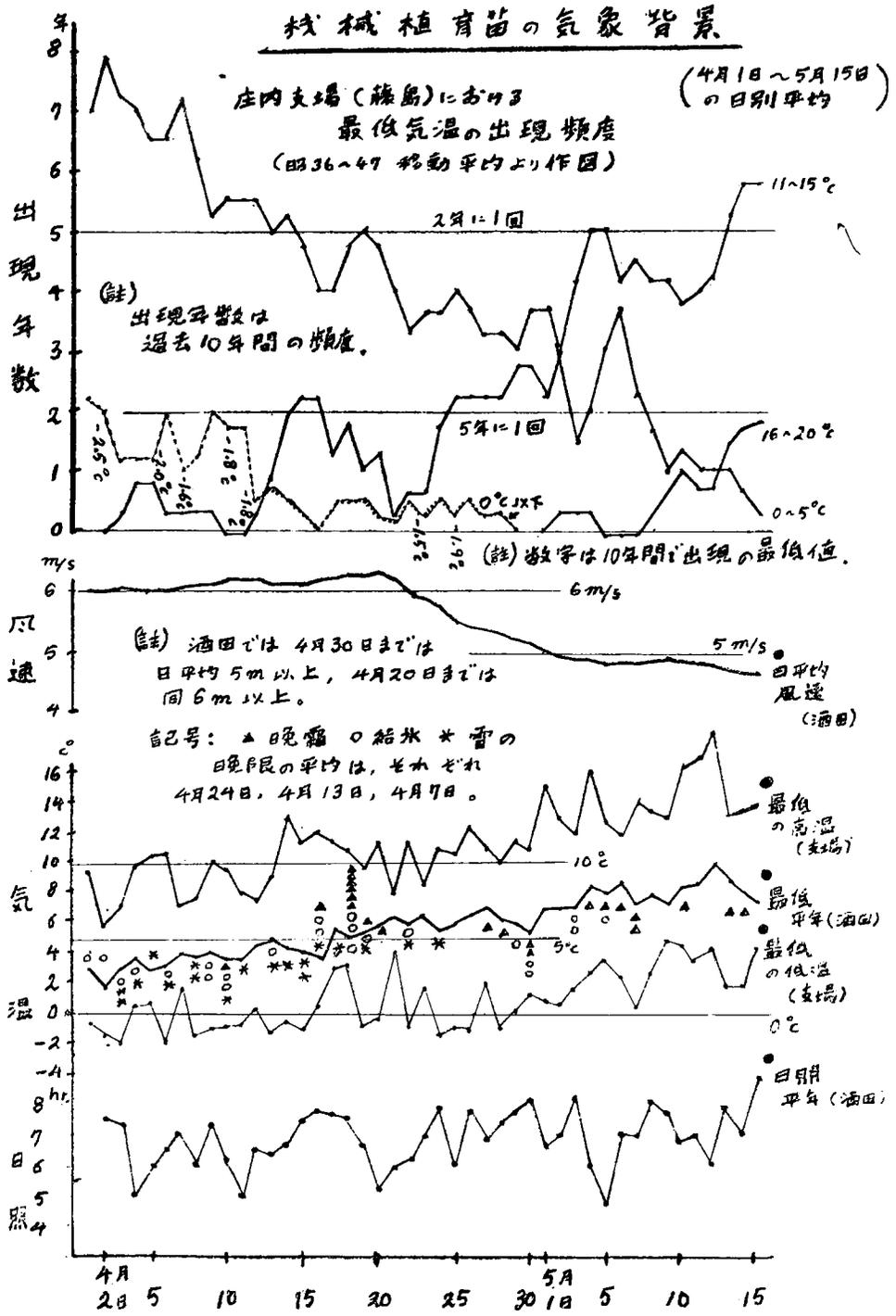
(6) 最低気温の最低値 5月1以後は完全に0℃以上で、4月15日以前は殆んど0℃以下。

(7) 最低気温の最高値 4月25日以降は完全に10℃以上となる。

(8) 最低気温（平年）

4月20日以降完全に5℃以上であるが、低温現象はそれまでに頻度高く、4月18日>4月10日>4月30日に特異日がある。

従って、以上のような気象背景の下で実際に利用されている「庄内型ハウス」では、フジカFIH 204BP（ボイラー出力16,000Kcal/H、発熱量22,000Kcal/H）で出芽は問題なく、硬化については、4月20日以前の分については、二重被覆（ビニールと保温マット）4月25日以降の分についてはビニール単用で指導している。



第2図 庄内における春季(4月~5月)の気象概況

寒冷地における苗代期間の気象条件と水稻の作柄に関する考察

阿部 亥三

(農業技術研究所)

1 緒言

寒冷地においては古くから「苗代半作」といわれ、苗代期間の天候と健苗育成の重要性が強調され、苗代期間の気象条件の良否が水稻の作柄を予測する上で重要な指標の1つとして考えられてきた。しかしながら、苗代期間の気象と水稻の作柄についての解析事例は極めて少なく、育苗法(播種量、播種時期、施肥量など)に関する試験が多くなされておられ、保護苗代が開発されてからは各種被覆資材の優劣と管理方法についての試験が多く行われている。何故、苗代期間の気象と水稻作柄との関係についての検討が余りなされなかったのであろうか。この理由として、①育苗期間の気象条件が幾分不良であっても、苗代は小面積なので防風柵を設けたり、周到的な水管理を行なうことによって、或る程度低温被害を軽減し得ること。②移植の際に弱少苗は除外されるので、本田期間の気象条件がより強く生育・収量に影響するためと考えられる。

保護苗代の普及された現在では、水苗代に比較して育苗が容易になったため「苗代半作」の諺は忘れられたような風潮すら感ぜられる。しかし、寒冷地における稲作の基本の1として、健苗育成の重要性は現在も銘記する必要があると考える。

次に青森県における苗代期間の気象条件と水稻の作柄との関係について調査検討した結果と、1967～1968年に行なった試験結果を併せて報告する。

2 調査結果の概要

(1) 4・5月平均気温と水稻の作柄

青森の4・5月平均気温と水稻の作況指数を第1表と第2表に示した。第1表(1885年～1955年の期間)によると、4・5月平均気温が高温の場合の作柄は概して平年作以上を示し、低温の場合には不作が多く、平年並の気温の場合には作柄は平年作を中心として広範囲にわたっていることがわかる。しかし第2表(1956年～1972年の期間)では、第1表の期間より4・5月平均気温の平均値が1.2℃高くなっていることや、保護苗代の普及が見られたこともあって4・5月平均気温と水稻の作況指数との間の関係は明瞭でない。なお、 I_c (修正作況指数)およびY式(年次傾向線)からの偏差から求めた作況指数(I_b)による作柄分布も第2表に併記したが、この場合でも4・5月平均気温との関係は明らかでない。ただし、 I 、 I_c 、 I_b と4・5月平均気温との間の相関係数を求めると、0.116、0.312、0.264、が得られ、ともに有意性はないが、傾向的には4・5月平均気温が高いと作況指数の増加することが窺われた。

(2) 凶作年と豊作年の4・5月平均気温および6～8月平均気温と作況指数

第3表に代表的凶作年ならびに豊作年における4・5月および6～8月平均気温と水稻の作況指数を示した。この表によると、凶作年には4・5月平均気温がT、2年以外は平年より低温で、しかも6～8月平均気温が平年(20.0℃)より低温を示し、豊作年は4・5月平均気温が平年並以上か、若しくは平年より著しく低温でなく、6～8月平均気温がおおむね平年並以上の値を示すことが認められる。

第1表 青森の4・5月平均気温(平均値 9.5℃)と水稻の作況指数 (1885~1955年の70年間)

作況指数 (I)	低温 ≤ 8.9℃	平年並 (9.0~10.0℃)	高温 ≥ 10.1℃
	19例	30例	11例
7.5以下	7	3	0
7.6~8.5	1	2	0
8.6~9.5	4	8	1
9.6~10.5	5	17	4
10.6~11.5	1	4	6
11.6以上	1	1	0

第2表 青森の4・5月平均気温(平均値 10.7℃)と水稻の作況指数 (1956~1972の18年間)

作況指数 (I)	低温 ≤ 10.1℃ 5例			平年並 (10.2~11.2℃) 8例			高温 ≥ 11.3℃ 4例		
	I	Ic	Ib	I	Ic	Ib	I	Ic	Ib
86~95	-	1	-	1	1	1	-	-	-
96~105	1	3	3	2	5	4	2	4	2
106~115	3	1	2	4	2	3	2	-	2
116以上	1	-	-	1	-	-	-	-	-

(注) 作況指数 (I) は農林省発表の数値

作況指数 (Ib) は $y = 380.5 + 9.90x$ から得られる収量と当該年の収量比 (%)。

修正作況指数 (Ic) は、 $Yc = 417.14 + 7.86X$ から得られる収量と当該年の収量比 (%)。

両式とも X の値は基準年 (1956年) を 1 とする。

第3表 凶作年と豊作年の4・5月および6~8月平均気温と作況指数 (1885~1955)

	凶 作 年				豊 作 年		
	4・5月 平均気温 (℃)	作況指数	6~8月 平均気温 (℃)		4・5月 平均気温 (℃)	作況指数	6~8月 平均気温 (℃)
M. 26	7.9	7.5	19.6	M. 23	10.6	115	20.2
M. 35	8.5	4.4	17.9	M. 25	9.4	115	21.3
M. 38	8.7	6.6	18.7	M. 27	9.6	115	22.1
M. 39	9.2	5.4	18.6	M. 37	9.9	122	21.2
T. 2	9.8	1.9	17.8	T. 3	10.3	113	20.6
S. 6	8.4	5.2	18.1	S. 8	9.0	111	21.1
S. 9	8.8	4.6	19.2	S. 12	8.8	115	20.8
S. 10	9.1	4.1	19.2	S. 14	8.6	119	20.1
S. 16	8.5	5.0	18.0	S. 27	9.8	113	19.9
S. 20	8.1	4.0	18.2	S. 30	9.1	127	21.7

(3) 青森の月別平均気温の年代別推移

青森の月別平均気温について、最近17ヶ年(1931~1972)の平均値と過去70ヶ年(1885~1955)の平均値を比較すると、最近の年代では4・5・6・7の各月平均気温が古い年代に比較して、11, 16, 0.8, 0.5℃、それぞれ高い値を示し、8, 9, 10月の各月別平均気温では最近の年代と古い年代との間にほとんど差が認められなかった。(数値省略)次に4・5月平均気温と6~8月平均気温の年代別推移を第4表に示した。第4表から、春季気温も夏季気温も年代によってかなり異なることがわかり、過去の冷害年(明治末期・昭和初期)の多くは夏季気温の低い年代に発生していることが窺われるとともに、最近の年代で4・5月平均気温の高いのが顕著な特徴として認められる。

第4表 4・5月平均気温と6～8月平均気温の年代別推移(℃)

	4・5月		6～8月			4・5月		6～8月	
	平均 気温	平均 気温	平均 気温	平均 気温		平均 気温	平均 気温	平均 気温	平均 気温
1888～1897	9.5	20.1	1913～1922	9.4	20.4	1938～1947	8.9	21.3	
1893～1902	9.6	20.0	1918～1927	9.4	20.6	1943～1952	9.3	21.9	
1898～1907	9.6	19.6	1923～1932	9.2	20.3	1948～1957	9.8	20.6	
1903～1912	9.5	19.5	1928～1937	9.0	19.8	1953～1962	10.3	20.0	
1908～1917	9.4	19.8	1933～1942	9.0	20.1	1958～1967	10.8	20.5	

(注) 5ヶ年移動平均で求めた値をさらに10ヶ年平均したもの。

(4) 月平均気温間の相関

月平均気温間には、6月と7月および7月と8月との間には有意な相関関係が認められており、また、4・5月平均気温と6月平均気温の間にも有意な相関係数が得られている。(統計期間1885～1960年)すなわち、過去の年代では春季気温と夏季気温との間に関連性があり、両者の間に正の相関関係が認められていた。しかし、1963年頃からこの種の関連性が明らかでなく、気温の周年変化のパターンが変わってきたように見られる。このことは最近の異常気象とともに、今後の農業を考えて行える上で見逃してはならない点と考える。

次に苗代期間の気象条件が水稻の生育収量におよぼす影響について検討した試験結果を述べる。

3 試験結果の概要

(1) 試験方法の概略：試験実施場所は黒石と摺毛(標高350m)と下小国(やませ風地帯)の3ヶ所で、ビニール畑苗代で育苗し、苗を交換して約5,000分の1アールポット(直径17cm、深さ27cm、土壌は現地土壌を使用)に栽植し、それぞれ現地の水田内に設置した。施肥量は1ポット当り成分量でN、P、K各0.8g宛施用。1区5ポット、栽植様式は18cm×22cm、1株2本植として、ポット周辺の栽植様式を同一とした。

(2) 育苗期間の気象条件と苗の生育

育苗期間の気象を第5表に示したが、これによると、最高気温は黒石が下小国より約2.2℃、摺毛より0.5℃高く、最低気温は黒石が下小国より2.6℃、摺毛より2.2℃高く、日照時数では黒石が摺毛より約30%多く、黒石と下小国の間の差はきわめて少ない。

第5表 育苗期間の気象比較

	黒石 下小国		黒石 摺毛		黒石 下小国		黒石 摺毛	
	① 4月19日～ 5月21日	② 4月25日～ 5月25日	③ 4月16日～ 5月31日	④ 4月23日～ 6月2日				
気 最 高	19.0	17.0	19.4	19.0	19.0	16.5	19.8	19.2
温 最 低	7.7	5.4	8.5	6.8	7.8	5.5	8.1	5.2
(℃) 平 均	13.4	11.2	14.0	12.9	13.4	11.0	14.0	12.2
日照時数(hr)	246.6	252.2	266.1	202.1	334.2	308.0	309.9	244.6

(注) 表の①、②は1962年、③、④は1963年の露場観測値である。

第6表 植付時の苗の生育

	播種日 (月日)	育苗地	品 種	苗 長 (cm)	葉 数 (枚)	分けつ (本)	生体重 (g)	風乾重 (g)	風乾重歩合 (%)
1962	4. 19	黒石	トワダ	17.9	5.3	1.3	6.9	1.7	23.9
		下小国	"	20.5	5.6	0.0	5.9	1.1	18.6
	4. 25	黒石	しもきた	15.1	4.6	1.0	5.1	1.2	22.5
		摺毛	"	13.7	4.6	0.9	5.9	1.3	22.0
1963	4. 16	黒石	トワダ	20.7	5.9	0.9	26.2	5.9	22.5
		下小国	"	18.6	5.8	1.7	34.5	7.1	20.6
	4. 23	黒石	しもきた	19.3	5.9	1.4	24.1	4.9	20.3
		摺毛	"	18.9	5.6	0.8	19.8	3.4	17.3

(注) (1962年は20個体調査, 1963年は50個体調査の結果である。)

移植時の苗の生育状態を第6表に示したが、この表から、黒石育苗の苗は下小国、摺毛の両地の苗に比較して乾物重その他で優ることが認められ、育苗期間の気象条件の差異が苗の生育に反映していることが明らかである。なお、剪根苗を用いて移植後7日目における生育調査でも黒石で育苗した苗が著しく優っていた。

(3) 移植後の生育経過と収穫物調査

移植後の生育経過を摘記すると、次のとおりである。

1962年： 高温傾向に経過したため各地で栄養生長期の生育は良好で、黒石育苗同地栽培の場合は茎数がとくに増加した。草丈は黒石栽培が優ったが、黒石栽培の場合は過剰生育気味で、生育後期には若

第7表 収穫物調査成績(参考値)

本田 育苗地 品 種	黒石		下小国		黒石		摺毛	
	黒石	下小国	黒石	下小国	黒石	摺毛	黒石	摺毛
	トワダ		トワダ		しもきた		しもきた	
全重 (g)	86.5	89.6	93.2	93.2	81.1	71.8	82.0	86.2
稈長 (cm)	83.5	84.8	71.8	62.3	76.7	75.5	70.3	72.3
穂長 (cm)	17.5	17.0	18.1	18.0	15.4	16.0	15.5	15.6
1穂重 (g)	1.9	1.8	2.1	1.8	1.4	1.3	1.6	1.6
穂数 (本)	25.1	24.6	23.6	27.8	32.0	30.5	30.2	29.8
不稔歩合 (%)	13.1	11.6	6.7	8.3	9.6	11.3	9.4	7.5
1株籾重 (g)	44.5	42.4	46.2	45.7	43.8	37.3	44.3	47.1
籾重/全重	49.9	47.3	49.6	49.3	54.0	51.2	54.0	54.6

(注) (下小国栽培は1962年の成績。他は2ヶ年平均)

干涸落傾向が見られた。

1963年： 草丈、茎数とも黒石育苗が下小国育苗に優り、黒石栽培が下小国栽培に優った。また黒石栽培は草丈で摺毛栽培に優り、黒石育苗が摺毛育苗に優る。茎数は初期には摺毛育苗がやや多かったが、生育途中で逆転して、最終的には黒石育苗が優る結果を示した。

収穫物調査結果を参考までに第7表に示した。この表から、育苗期間の気象条件の差異が最後の収穫物に

まで影響をおよぼしていることが窺われ、黒石育苗が下小国・摺毛の両地の育苗より優ることがわかる。

なお、下小国では1963年の秋期に障害があったので、収穫物調査は1962年のみを示した。

4 む す び

1885～1955年の期間は青森の4・5月平均気温の高低は水稻の作柄の良否と関係が深い、1956年以降は4・5月平均気温が全体的に高目となっており、水稻の作柄との関係は明瞭ではない。しかし、1962、1963の2ヶ年間に黒石と低温地帯(下小国・摺毛)で育苗した苗を交換して、ポット栽培を行なった結果では育苗期間の気象条件が水稻の生育収量に極めて重要なことを実証された。

重回帰分析による稲作期間の気象からみた水稲収量の予測

穴水 孝道
(青森県農業試験場)

1 はじめに

青森県の水稲収量は6～8月の3ヶ月間の平均気温と密接な関係があるが、この3ヶ月間の平均気温だけでの水稲収量の予測は困難である。そこで5月～10月までの稲作期間の気象(平均気温と日照時間)を使って重回帰分析により水稲収量の予測を試みたのでその結果について報告する。

なおこの研究を遂行するにあたっては、農林省農業技術研究所、物理統計部、試験設計研究室の広崎室長、ならびに奥野、塩見両技管の御指導ならびに御教示を賜ったので、記して深謝の意を表する次第である。

2 解析材料

解析にもちいた資料は青森県における明治19年から昭和48年までの88年間の10アール当りの県平均水稲収量と全期間における青森地方気象台の5月～10月までの月平均気温(日6～8回観測の平均値)と月合計日照時間をもちいた。

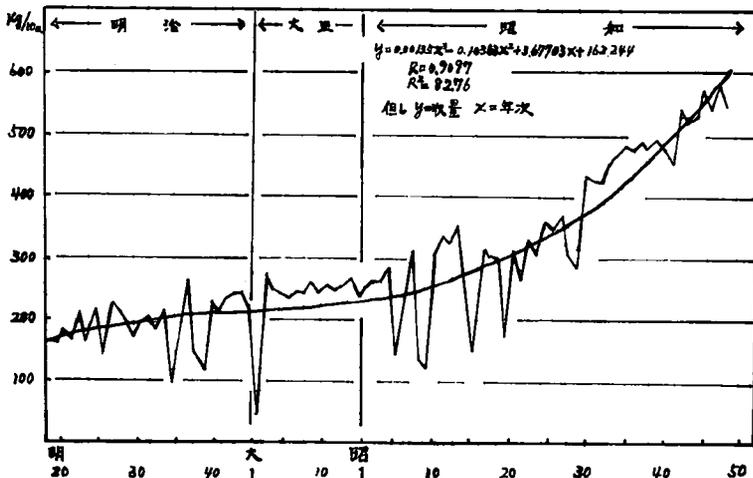
3 解析方法

明治19年から昭和48年までの10アール当り県平均水稲収量を目的変数(Y)、年次すなわち明治19年を1年目、全20年を2年目……、昭和47年を87年目、全48年を88年目とした年次を説明変数(X)として、最適と考えられる三次の曲線回帰式を求めた。次にこの曲線回帰式によって予測された収量と実収量との差、つまり回帰残差($Y - \hat{Y}$)を目的変数とし、青森地方気象台の5月～10月までの月平均気温と全期間の月合計日照時間を説明変数として重回帰分析によりこの残差の予測を試みた。

また明治30年以前は青森地方気象台で日照時間の観測がなされていなかったため、回帰残差の予測においては明治30年から昭和48年までの77年間を対照とした。

4 解析結果

(1) 青森県の水稲収量の年次変化



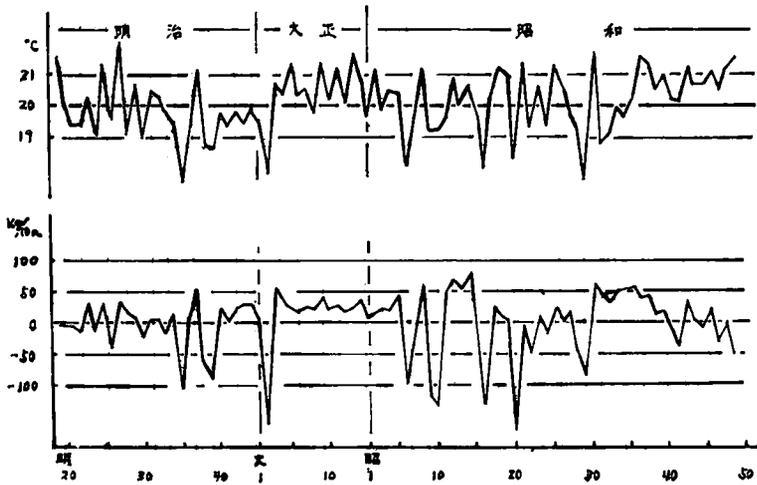
10アール当りの県平均水稲収量を明治19年以降についてみると、収量レベルは次の4段階に分けられる。すなわち明治年代 $200 \frac{kg}{10a}$ (標準偏差 $S=32kg$)、大正年代 $250 \frac{kg}{10a}$ ($S=13kg$)、昭和1～29年代 $300 \frac{kg}{10a}$ ($S=38kg$)、そして昭和30年以降の $500 \frac{kg}{10a}$ (S

第1図 青森県の明治19年以降の年次と水稲収量の曲線回帰

＝47kg)であるが、代表的冷害年次といわれる明治35, 39年, 大正2年, 昭和6, 9, 10, 16, 20年は3倍の標準偏差(3S)以上で減収している。しかしこれ等冷害年次以外の青森県の水稲収量は明治, 大正, 昭和と年代を経るにつれてそのレベルは向上し, いわゆる年次の効果(品種改良と栽培技術の進歩)が明瞭に認められる。そこで年次の効果を求めるため, 明治19年から昭和48年までの10アール当り県平均水稲収量Y(目的変数)とそれ等に対する年次X(説明変数)との関係式を求めると第1図に示したような $y = 0.00135x^3 - 0.10363x^2 + 3.67703x + 162.244$ なる曲線回帰式が得られた。ここで説明変数を一次から三次まで変換した三つの回帰式を求めたが, 回帰式による予測値と実収量の関係や重相関係数などから考えると前述の三次の曲線回帰式が最も適当である。

(2) 曲線回帰式による回帰残差と気象

明治19年から昭和48年までの10アール当りの県平均水稲収量を前述の曲線回帰式で予測すれば約82%は説明可能であるが, 残りの年次の効果で説明できない回帰残差は, それぞれの年次の気象要因と



第2図 青森の6～8月の平均気温と水稲収量の曲線回帰に対する回帰残差

それ以外の要因によって生ずるものと考えられるが, 特に明治35, 38, 39年, 大正2年, 昭和6, 9, 10, 16, 20, 28, 29年のような冷害年では気象の影響により前述の曲線回帰式による予測からかなりはずれている。第2図は青森の6～8月の平均気温と県平均水稲収量の曲線回帰式に対する回帰残差について示したものである。この図でも明らかなように昭和30年以前では3ヶ月間の平均気温が20℃より低ければ回帰残差はマイナス(すなわち不作あるいは凶作)となり, 20℃より高ければ回帰残差はプラス(平年作もしくは豊作)となっている。しかし昭和30年以降ではこの関係が不明瞭で, 低温であっても回帰残差はプラスであったり, 逆に高温であってもマイナスになっているが, これは昭和30年から35年にかけては稲作技術が著しく進歩したことによるものであり, 昭和40年以降は生産調整や良質米生産による水稲収量の伸びをやみによるものと推察される。

(3) 年次による水稲収量の曲線回帰からの回帰残差の重回帰分析

曲線回帰式による予測値と各年次の実収量との差(回帰残差)を青森地方気象台の明治30年以降における5月～10月までの平均気温と月合計日照時間をもって重回帰分析を試みた。

もちいた変数は, 1, 収量: Y, 2～7, 5月～10月までの月平均気温: X₁～X₆, 8～12, 全期間のその月の気温平年偏差と翌月の気温平年偏差の積: X₇～X₁₁, 13～18, 全期間の各月における気温平年偏差の2乗: X₁₂～X₁₇, 19～24, 5月～10月までの月合計日照時間: X₁₈～X₂₃, 25～30, 全期間のそれぞれの月の気温平年偏差と月合計日照時間の平年偏差の積: X₂₄～X₂₉, 31, 年次: X₃₀,

32, 年次の2乗: X_{31} , 33, 年次の3乗: X_{32} , 34, 回帰残差: $(Y - \hat{Y})$, 35, 6~8月まで月平均気温の和: X_{33} , 36, 6~8月までの月平均気温の和の2乗: X_{34} , 37, 7~9月までの月合計日照時間の合計値: X_{35} , 38, 7~9月までの月合計日照時間の合計値の2乗: X_{36} , 39, 7~9月までの月合計日照時間の合計値と6~8月までの月平均気温の和の積: X_{37} , 40, 有効温度: X_{38} , の合計40個の変数を持ちて重回帰分析を行なった。なお有効温度とは水稻の各生育段階で有効と思われる温度(5月, 活着の限界気温として13℃, 6月, 分けつの限界気温15℃, 7月, 障害不稔発生気温19℃, 8月, 出穂ならびに開花の限界気温20℃, 9月, 登熟限界気温19℃, 10月, 水稻の生育限界気温15℃をそれぞれ想定し, その値をそれぞれの月から差し引いた残りの値の合計値を有効温度)とした。

しかし重回帰分析を行なう場合, これ等40個の変数全部を対照とすることは計算が複雑になるばかりでなく, またこれ等の変数間には相関の高いものも存在するので相関のある部分は重複して解析することになり適当でない。従ってここでは, 1. 稲作期間の気温だけを説明変数とする, 2. 気温, 日照の両方を説明変数とする, 二つの手法の他に, 3. 変数増減法による解析についても分析した。最初に気温だけを説明変数として重回帰分析した場合の重相関係数(R^2)は72.1%で実収量と予測値との差は±50kg以上の場合もあって, 予測の精度はそれほど高くない。(図・表省略)

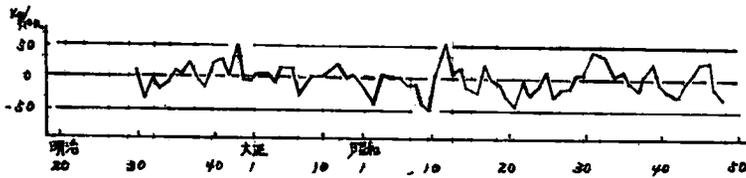
これに対して気温と日照の31個の説明変数を使って重回帰分析した結果を第1表および第3図に示したが, この図表でも明らかなように, 重相関係数は83.1%でその予測値のズレは±50kg以内となっている。

第1表 変数名とその偏回帰係数

変 数 名	偏回帰係数	変 数 名	偏回帰係数	変 数 名	偏回帰係数	変 数 名	偏回帰係数
平均気温 5月	5.24	平均気温 8月×9月	-11.90	日照時間 6月	-0.16	平均10月× 日照10月	0.09
6月	-271.29	9月×10月	3.12	7月	0.65	平均(6月+7 月+8月) ²	2.41
7月	-274.10	平均気温 (5月) ²	12.51	8月	0.39	日照(7月+8 月+9月) ²	0.00
8月	-277.95	(6月) ²	-10.04	9月	0.30	平均(6~8月)× 日照(7~9月)	-0.01
9月	6.80	(7月) ²	-0.88	10月	-0.04	CONSTANT	7715.47
10月	-2.79	(8月) ²	-10.96	平均5月× 日照5月	-0.33	R	0.91
平均気温 5月×6月	-15.20	(9月) ²	2.99	平均6月× 日照6月	0.40	RR	83.08
6月×7月	-10.63	(10月) ²	-19.36	平均7月× 日照7月	-0.80	RRR	70.78
7月×8月	-1.70	日照時間 5月	0.001	平均9月× 日照9月	0.01	V(RES)	29.47

そこで気温と日照を説明変数とした重回帰式の予測値と実収量との差についてみると, 冷害年次であてはめの精度が-25kg以上ではずれた年次は昭和9・10年と20年であって, それ以外の冷害年次は±25kg以下の範囲で予測されている。また冷害年以外で予測が比較的大きくはずれた年次は, 明治43年, 昭和3, 12, 21, 31, 42, 46年等であって, いずれにせよこれ等の年次は気象以外の要因が収量の多少に影響したものと考えられる。

これに対して変数増減法による解析では、重相関係数 $R^2=76.5\%$ で予測の精度も $\pm 50\text{kg}$ 以上であった。(図・表省略)また収量を年次の効果と稲作期間の気象を使って直接、変数増減法により解析すれば、13ステップで重相関係数は 95.7% となり、みかけ上では重相関係数が最も高くなったように



第3図 実収量と予測収量との差

認められるが、稲作期間の気温と日照で回帰残差を説明した $R^2=83.1\%$ より劣る。(図・表省略)というのは後者は年次の効果で説明しき

れない残り分(回帰残差)を重回帰分析した結果の重相関係数である。試みに年次および気象を説明変数として変数増減法によって求められた重回帰式により収量を予測すれば、その予測値は実収量より $\pm 50\text{kg}$ 以上はずれる年次が出てくる。従ってここで解析された重回帰分析では、第1表に示されたような偏回帰係数をもちいた重回帰式が最適と考えられる。しかしこの予測式でもってしても回帰残差($Y - \hat{Y}$)の予測において、標準偏差以上にマイナスの方向ではずれ年次は、明治31年、昭和3, 9, 10, 20, 21, 26, 42, 48年の9ケ年であり、同じくプラス方向ではずれ年次は明治41・43年、昭和12, 31, 32, 46年の6ケ年であった。従ってこれ等の年次は気象要因以外の要因が内在して、増減収した年次と考えられる。いずれにせよ水稲収量は気象条件以外の要因もかなり影響するであろうが、年次の効果(品種改良・栽培技術の進歩)で収量を予測し、次にその予測値と実収量との回帰残差を稲作期間の気象で予測すれば約97%は説明できると考えられる。

5 むすび

青森県の明治19年から昭和48年までの10アール当り県平均水稲収量と年次との曲線回帰式を求め、この回帰式と実収量との差(回帰残差)を稲作期間の気温と日照を使って重回帰分析を行ない、その中で重回帰式のあてはめが最も近似値を示す式を求めた。その回帰式をもって水稲収量を予測すれば実収量とは $\pm 50\text{kg}$ 以内の範囲で予測が可能である。しかし、それ以上予測の精度を向上させるには気象以外の要素も説明変数に加えて予測する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 広崎昭太・他1名 1973年:重回帰モデルによる水稲生育制御の一方法
農業技術研究報告A.20
- 2) スネデカー・コ克蘭 統計的方法 原書第6版 (畑村又好・他3名共訳) 岩波書店
東京
- 3) 青森県気象対策連絡会 1961年:青森県気候誌
- 4) 青森県 1971年:青森県農業気象10年報(昭和36年~昭和45年)

水稻の出穂予測法に関する研究

第1報 出穂期の実態とその変動について

永沼 昌雄・前田 昇

(青森県農業試験場)

1 はじめに

水稻の安定確収のためには適品種選定、健苗の育成、適期田植、病害虫の適期防除、合理的な施肥体系、水管理等が必要である。とくに、青森県のような登熟気象のきびしい地域では出穂の遅れは収量、品質に大きく影響する。出穂期が地域別に早い時期に予測できれば、追肥の時期や、病害虫防除等の作業計画が安定でき、しかも、収量、品質についての一応の予測が可能となる。

青森県的水稻の出穂期の予測については、統計情報事務所の作況試験室で田植後40日間の平均気温から、津軽と南部の二地帯区分したのを発表しており、さらに、昭和43年には本場で、6月平均気温と出穂期の回帰式を地域毎に作成し、利用していたが、筆者等はより精度の高い予測式を求めようと、その第一段階として、最近の本県の出穂期の実態とその変動をとりまとめたので報告する。

2 解析資料

解析に用いた資料は、青森県水稻畑作生育観測圃調査成績書、黒石本場、藤坂支場水稻作況試験田成績書、青森県農業気象月報、本場気象台帳などで、統計期間は昭和39年から47年の9ケ年間としたが、その理由は、本県の主要品種がフジミノリ、レイメイ、シモキタで人力成苗田植でしかも、気象資料や生育観測圃の資料が全県的にこの頃から整備されているためである。

3 結果と考察

(1) 地域別出穂期の変動

各地域別の出穂期は第1表に示すとおりで、ここでは9ケ年平均で示した。出穂期の県平均は8月10、9日で、最早は昭和42年の4日、最晩は昭和41年の18日で、最早晩の差は14日もあり、変動幅が大きい。地域別の平均出穂期は、津軽では中弘、南黒、北五、西、東青の順であり、南部では上十三、下むで、最も早い中弘と遅い下むでは6、7日の差がある。また、出穂期の早い地域ほど最早晩の差が小さく標準偏差も小さく、変動幅が小さいことを示している。つぎに、市町村別に平均出穂

第1表 地域別出穂期の変動

(面積割合50~60%到達日)

郡	平均	最早	最晩	差	標準偏差	変異係数
東青	8月 日 13.0	8月 日 8	8月18日 18	日 10	4.6日	35.4%
西津軽	11.0	4	18	14	4.5	40.9
中弘	8.6	3	13	10	3.3	38.4
南黒	9.4	3	15	12	3.6	38.3
北五	10.1	4	17	13	3.9	38.5
上十三	12.1	5	20	15	5.0	41.3
下む	15.3	8	23	15	4.7	34.1
県平均	10.9	4	18	14	4.4	40.4

期を出穂期の標準偏差により区分すると、第2表のようになり、出穂期の早い市町村ほど変動幅が小さいことが分る。

第2表 市町村別出穂期の早晚と区分

出穂期	地域	東	青	津	軽	上	十	三	下	北	三	八
	安定度											
早い	安定			弘前, 田舎館 鶴田								
	やや安定			相馬, 藤崎 尾上, 平賀, 板柳								
	不安定										三戸, 南部	
やや早い	安定			岩木町, 大鰐 碓ヶ関								
	やや安定	青森		木造, 岩崎, 柏, 黒石, 浪岡, 森田 常盤, 五所川原 金木, 中里		六戸						
	不安定			鯉ヶ沢, 深浦 稲垣, 車力		十和田市, 七戸 十和田町 天間林					五戸, 田子 名川, 倉石 福地, 新郷 南郷	
普通	安定											
	やや安定			小泊, 市浦		下田					八戸	
	不安定	平内, 蟹田, 今別 蓬田, 平館, 三厩		西目屋		野辺地, 上北町 横浜, 東北町		むつ, 川内 脇野沢			階上	
やや遅い	安定											
	やや安定											
	不安定					三沢, 百石 六ヶ所		東通 佐井村				
遅い	安定											
	やや安定											
	不安定							大畑 風間浦 大間				

注) 平均出穂期 { 早い 8月9日以前
 やや早い 8月10~12日
 普通 8月13~15日
 やや遅い 8月16~17日
 遅い

出穂期安定度 { 安定 標準偏差3日以内
 やや安定 " 4日 "
 普通 " 5日 "
 不安定 " 5日以上

(2) 登熟気温の高低とその安定度

市町村別の各年次の実出穂期から登熟気温（出穂後40日間の平均気温平均）を求め、その安定度をみたのが第3表である。出穂期の早い津軽中央地帯では21.5℃以上で、しかも安定しており、良質米生産に適しているが、県全体に占める面積、収量比は必ずしも大きくない。また、下む地帯の殆んどの市町村、および東青の一部では20℃以下であり変動も大きいので、これらの地区では今後とも品種選定、栽培に充分注意する必要があることを示している。

第3表 登熟気温とその安定度

登熟 気温	地域	東 青	津 軽	上 十 三	下 北	三 八
	安定度					
高 い	安 定		岩崎, 深浦, 弘前 岩木町, 藤崎, 尾上, 田舎館			三戸, 南部町
やや 高い	安 定	青森	鯨ヶ沢, 森田, 柏 稲垣, 車力, 相馬, 黒石, 大鰐, 浪岡, 平賀, 常盤, 五所 川原, 板柳, 中里, 金木, 鶴田			田子, 名川 福地, 南郷
	やや安定	今別	木造, 碓ヶ関, 小泊, 市浦	横浜		八戸
	不安定	平館				
普 通	安 定		西目屋	七戸		
	やや安定			十和田市 野辺地 十和田町		新郷
	不安定	蓬田, 三厩		六戸, 上北		五戸, 階上 倉石
低 い	不安定					
	きわめて 不安定			三沢, 百石, 下田, 東北町 天間林, 六ヶ所	むつ, 川内, 大畑, 大間, 風間浦, 東通 佐井村, 脇野沢	

注)

登熟気温	{	高い	21.5℃以上	安定度	{	安定	平均-標準偏差=20℃以上
		やや高い	21.4~20.5℃			やや安定	" - " =20℃~19.5℃
		普通	20.4~20.0℃			不安定	" - " =19.5℃~19℃
		低い	20℃以下			きわめて不安定	" - " =19℃以下

(3) 作況田における出穂予測

作況田は、耕種法が一定なので出穂予測のよい資料となる。参考までに、各生育時期別の平均気温と出穂との重回帰式を黒石、藤坂の資料を用いて求めたのが、第4表である。黒石の水苗代、藤坂の畑苗代では高い相関関係があるが、黒石では低く、平均気温だけからの出穂予測は問題があり、この他に、水稻の生育状況、(葉令、莖数、草丈)などを加味する必要があり、また、平均気温のほか日照時間等も考慮する必要があり、今後検討を要する。

第4表 期間別積算気温からの出穂期を推定するための重回帰式

	苗代, 品種	重回帰式	重相関係数
黒石	水苗代, 陸羽132号	$y = 130,387 - 0.0332 x_1 - 0.0179 x_2$ $- 0.0732 x_3 - 0.0226 x_4$	0.8574
"	畑苗代, トワダ	$y = 100,328 - 0.0101 x_1 - 0.0001 x_2$ $- 0.0229 x_3 - 0.0478 x_4$	0.7262
藤坂	" "	$y = 129,449 - 0.084 x_1 - 0.0762 x_2$ $- 0.0456 x_3 - 0.0891 x_4$	0.867

注)

説明変数

水苗代	$x_1 = 4月21日 \sim 5月31日$ の平均気温積算	畑苗代	$x_1 = 4月11日 \sim 5月20日$ 平均気温積算
	$x_2 = 6, 1 \sim 6, 30$ "		$x_2 = 5, 21 \sim 5, 31$ "
	$x_3 = 7, 1 \sim 7, 31$ "		$x_3 = 6, 1 \sim 6, 30$ "
	$x_4 = 8, 1 \sim 8, 10$ "		$x_4 = 7, 1 \sim 7, 31$ "

4 むすび

青森県の出穂期の予測をするための第一段階として、県内の出穂期の実態と登熟気温について、各種の統計資料を用いて整理した。

1) 青森県の最近9ヶ年の平均出穂期は8月10、9日であるが、変動巾が大きく最早で8月4日、最晩で8月18日で、その差は14日もある。

2) 地域別にみると、津軽中央地帯が8月10日前後で最も早く、東青、上十三では8月12～13日で最も遅い下む地区では8月15日過ぎである。

3) 出穂期の早い地区ほど変動巾が小さく、遅い地区ほど大きい。

4) 登熟気温は、出穂期の早い中弘では21.5℃以上でしかも安定しているが、県全体に占める面積収量比は必ずしも大きくない。また、下む地区の殆んど市町村および東青の一部では、登熟気温が20℃以下であり、変動も大きく耐冷性の強い早生種の開発普及が望まれる。

5) 黒石、藤坂の作況田の出穂期と各時期別の平均気温積算からの出穂予測式の重相関係数は黒石の水苗代(陸羽132号)では0.8574、畑苗代(トワダ)では0.7262、藤坂の畑苗代では0.8670でより精度の高い予測式を求めるには水稻の生育状況や平均気温以外の資料(日照時間や有効温度等)を、実験的に求める必要があり、今後検討を加える余地がある。

十和田市地方における昭和初期の気象と農業の記録

—竹ヶ原助八氏の日記を中心として—

和田 純 二

(青森県農業試験場)

1 竹ヶ原助八氏の略歴

明治10年2月5日、留治氏の長男として藤坂村(現十和田市)に生まれる。人名録等によると、寡言実直、篤農家、村の産業組合の創始者、相坂平耕地整理組合理事その他の組合理事、委員として村の自治に献身的努力をされたという。県知事、県農会、大日本農会、昭和謝恩会等から多くの表彰を受け、晩年、村長に選ばれたが、昭和11年10月25日突如卒去し、関係者から惜まれた。

また、16才頃から生涯書き続けた日記、農業関係を主としたメモ帳に氏の遺された足跡をうかがうことができる。昭和年代は11年まで連結して残っており、主要部分は産業組合、耕地整理組合関係であるが、一部に自家の農作業、村や社会のうごき、気象、私事にわたること等を記述している。昭和初期、冷害が頻発し、不況下の十和田地方における気象経過と農業、とくに耕種期日の変せんを中心に取まとめた結果について報告する。

2 耕種期日の変せん

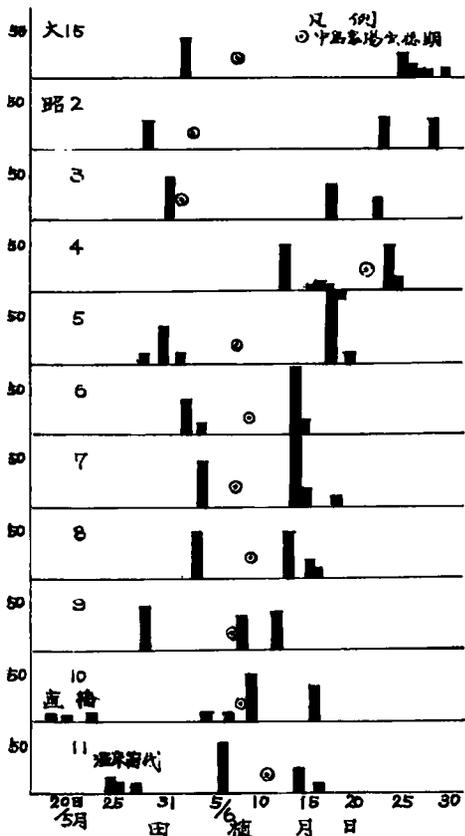
(1) 田植期

氏が青年時代から毎日自家の農作業と労力が日記にかかれ、自家の農業経営の内容検討の資料としていた。第1図は毎年の田植全労力を100として(毎年約55~60人、10a当り2.5~3人)日別の労力を示したものである。昔から八十八夜の播種、6月10日過ぎの田植は慣行であったが、明治26年以降の記録から年代別の平均田植月日を求めてみると、明治は6月11・7日、大正6月7・7日、昭和になると6月2・9日と年代を経る毎に4~5日ずつ早まっている。元田である奥入瀬川流域の沖積土壌水田をまず植えてから、洪積台地で開田の耕地整理地区に移るので、田植作業は二つのピークがあった。水苗代のため不順天候年には田植がおくれている。例えば昭和4年は苗代期間の低温のため、元田の田植が6月10日過ぎと最もおくれた年である。藤坂村から南へ9kmの県農試五戸分場の豊凶考照試験成績によると、「播種後気候概して低温にして、かつ日照時数少なかりしを以て発芽遅延した。其の後気候亦不順で生育不良となって約10日田植期をおくらせた」とある。青森気象台の記録では、この年の5月平均気温は10.3℃、昭和1~11年間で最も低かった。

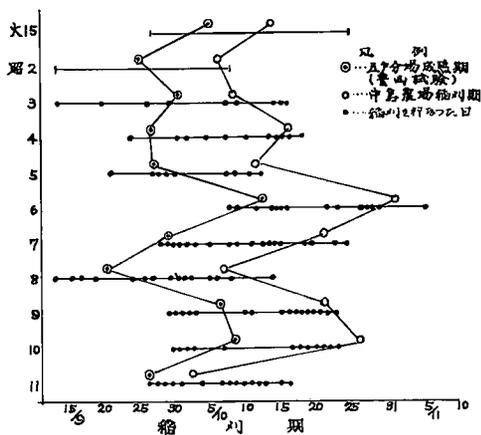
耕地整理地区の田植は、昭和4年ごろまでは6月20日過ぎであったが、その後は早まり中旬になっている。昭和10年には湛水直播、11年には陸苗代苗を用いて、省力や多収を試みている。

(2) 出穂期

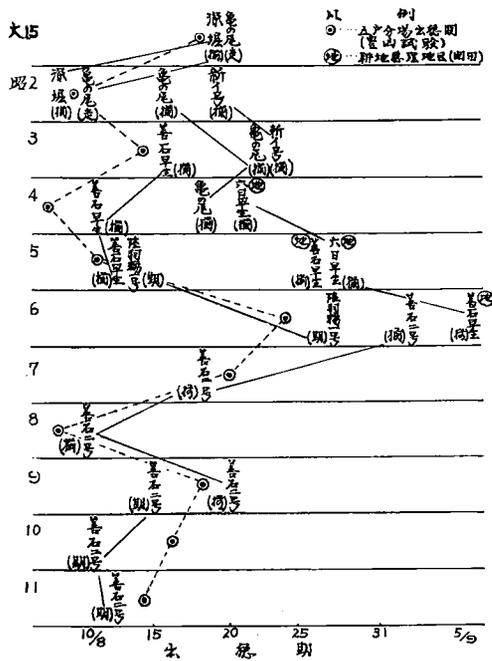
厳密な出穂の年次間差異は比較できないが、同一品種について出穂走、期、揃のいずれかについて比較して、この期間の出穂傾向をみたのが第2図である。参考に県農試五戸分場の豊凶考照試験9品種の平均出穂期を比較したが、ほぼ平行的な関係がみられた。昭和6年は冷害年で最もおくれたが、同じく冷害年の9年、10年の出穂遅延がみられなく注目される場所であるが、五戸分場の豊凶考照試験でも、この両年は6年より減収が少ない。しかし、県作況では9・10年の減収の大きかったのは、いもち病と洪水による冠水害によるといわれている。4年は前述のとおり、田植がおくれたが、その



第1図 田植期の変せん



第3図 稲刈期の変せん



第2図 出穂期の変せん

後の高温で出穂が早まった年である。8年は順調年で、出穂も早く、作況指数111、10a 300 kgを突破した年である。

(3) 稲刈期

第3図は年次別稲刈期を示したもので、●印は稲刈作業の行なわれた日である。参考に五戸分場の豊凶考照試験9品種平均成熟期と上北郡天間村中島農場(藤家村北方18km)の稲刈期を示した。稲刈の早い2、8年はとくに8月の平均気温が24℃(青森气象台)で、11年間で最も高い。また、冷害年の6、9、10年の稲刈期はおくれている。

(4) 畑作物の出穂期と収穫期

昭和6年以降の大・小麦、馬鈴薯、大豆について、出穂期と収穫期を比較したのが第1表である。小麦の出穂期ではあまり年次間差がないが、収穫期では冷害年の6年でおくれ、大麦では出穂期と収穫期とも6年のおくれが大きい。秋収穫の馬鈴薯、大豆でも6年の夏

期低温の影響で収穫作業がおくれ、主要畑作物も冷害年で生育遅延の影響が大きいことを示している。

第1表 主要畑作物の出穂および収穫期日

	昭 6	昭 7	昭 8	昭 9	昭 10	昭 11
小 （ 州 二 号 ） 麦	出穂 6月7日出穂 収穫 8月3日		6月2日走り穂 6月8日開花 盛期 7月18日	6月1日走り穂 7月15, 17日	6月4日 出穂揃 7月13日	6月4日出穂 7月17日
大 麦	出穂 6月9日出穂 揃 7月22日	5月20日 出穂 7月9日	5月25日 出穂 7月13日	5月21日出穂 6月29日	5月29日 出穂揃 7月1日	6月6日 出穂揃 7月7日
馬 鈴 薯	掘取 9月22日	9月8, 9, 20日	9月12, 13, 22日	8月15, 16日	8月21, 28日	9月10, 13日
大 豆	収穫 11月11日 打落 11月12, 13日	10月26日 10月31日 11月1, 6日	10月30日 11月5, 6日	11月2, 4, 5, 6 9, 12, 14日 10月10, 11, 13日	11月3日 11月5日	10月24, 25日

3 気象記録

竹ヶ原氏の明治26年、16才時の日記に必ず毎日の天候、自然現象が観察記録され、これが生涯の日記をみても変らなかった。第2表は日記から昭和年間の雪、霜等の初終日表にしたものである。霜については、明治30年頃の記録が残されているので、藤坂支場の観測値と合わせれば70年以上の資料となり、十和田地方の霜についての貴重な資料となるものと思われる。八甲田山の消雪と冠雪も記録され、とくに大正15年と昭和6年に9月10日過ぎまで残雪があったことは、この冬の雪と夏期冷涼なことと関係があるのか興味深いものがある。晩年の日記にこの地方の俚諺編さんの企があることが書かれている。若い時から豊凶予知、天候に関する俚諺を採録していたようである。昭和初期以前の農業は自然農業で、気象に左右される度合いが大きいことから、氏は観天望気、よく気象や自然現象のよき観察者であった。

4 昭和6年日記抄

昭和6年冷害必定とみてゆく過程を日記からひろってみる。

7月8日 晴 午前11時73度 東ノ風 三本木地区ノ畑作モ見タ、大豆ノ生育、連日ノ曇雨天ノタメ悪シ。ウツギ開花三分。（昭和50年この地方で6月23日ごろ満開）。

7月10日 曇 東ノ冷風強シ 此日冷氣非常ニ烈シク風強ク、明治35年ト大正2年ヲ想起シタ。折茂耕地整理地区ニハ田植ヲ見受ケタ。

7月13日 雨曇 午後降雨 正后64度 毎日ノ曇雨天ト冷氣ノタメ毎戸ニテコタツヲ使用、土用前ノコタツニハアキレタ天候デアル。

7月21日 曇 微雨少シ降ル 東ノ冷風 午前8時65度 冬シヤツニ袷ハ綿入レヲ着シ、夜カヤヲ用フルモノナシ。ウツギ満開中。

7月31日 晴 東ノ風 午前5時68度 正后77度 耕地整現地区ノ過半ノ稲未ダ黄色ノモノアリ、

第2表 雪、霜等の初終日表

	大 15	昭 2	昭 3	昭 4	昭 5	昭 6	昭 7	昭 8	昭 9	昭 10	昭 11
晩霜	5/13 4/14	5/9 6/4	4/19 5/20	4/19 4/30	4/28 5/1	5/13 5/19	5/10 5/17	5/9 5/12	5/4 5/6	5/11	5/7 5/9
初霜	10/11 15	10/15 10/16	10/5 10/25	9/24 甘藷結ル 10/24	10/13 10/15	10/12 10/16	10/26 10/27	10/18 10/26	10/3 10/10	10/23 10/24	10/19
結日		4/22 田水凍ル		5/6 田水凍ル	4/28	4/19	4/11			4/19	
氷初日			11/1 水始メテ凍ル	11/2 田水凍ル	11/13	10/30	11/11	10/31		11/10	
終雪	4/14 4/15	3/15 4/7	4/22 4/23	5/4 5/5	5/6 5/7	4/8 4/19	3/30 4/11	4/8 4/28	4/14 4/30	4/2 4/15	3/30 4/9
初雪	11/6 11/20	11/22 12/3	10/31 12/5	11/19 11/22	11/12 12/3	11/20 11/27	11/8 11/17	11/3 11/28	11/15 11/16	11/11 11/21	
八甲田山	消雪 9/7 残雪見ユ 9/11 残雪見ユ 9/13 全ク見エナイ	7/29 カスカニ見ユ	8/11 残雪見エズ		7/29 八甲田・赤倉ニ残雪見エズ	8/27 残雪見ユ 9/7 残雪見ユ 9/15 残雪見ユ	8/9 雪少シ見ユ 8/11 見エナイ		8/14 雪少シ見ユ	7/27 八甲田雪2カ所ニ見ユ 7/29 雪見エナイ	
冠雪	10/13 10/27	10/11 10/17	10/14 10/19	10/21 10/31	10/12 11/2	10/11 10/22	10/18 10/25	10/10 10/24	10/1 10/5	10/8 11/6	10/18 10/22

分蘗伸長更ニナク、今秋作況甚ダ心痛ニ耐ヘナイ。七・八分ヲ得バ幸イナランカト思フ。

9月15日 晴 西南ノ風 暖 蟬盛ニナク。稻盛ニ開花中、八甲田山雪見ユ。

9月24日 秋晴 東ノ風 暖 午後5時76度 蟬鳴キ、稻開花。

9月29日 半晴 午后降雨 西南ノ風 本田矢神、中楸、相坂ノ各田圃ヲ巡リ、結実ノ不良ナルニ加ヘテ稻熱病ノ至ル処ニ發生シ居ルニハ実ニ一驚シタ。此ノ分ナラ五分作下ルコト確實トナッタ。善後策講ズル急務ナルコト云フマデモナイ。としている。この年の県作況は52, 10a当り144kg, 上北郡では10a当り58kgの収量となった。

5 むすび

日記を書き続けることはむずかしい。竹ヶ原氏は青年時代から生涯、日記と農業関係記事を主とした雑記帳を遺している。努力の人、有能の人であつたらしい。明治・大正の資料は一部だけであるが、これから従来細部まで知られていない冷害気象や、農業事情をうかがうことができる。この地方には昭和初期以前の資料が乏しいので貴重な存在である。ウツギの開花はこの地方でも春から初夏にかけての気温高低の目安とされ、凶作年の明治35年は8月中旬開花中、大正2年7月開花中の観察記録に、低温の程度が推定される。最近、明治・大正の資料の一部が発見されたので、これらを加えて、明治中葉から昭和初期の冷害気象と農業変せんの一側面について検討してゆきたい。

パイプかんがいによる高冷地の稲作改善

(1) 水地温の上昇効果

嶽石 進・石山 六郎

(秋田県農業試験場)

1 はじめに

秋田県北鹿地方の水稲収量は栽培技術の改善によって向上して来ているが、県中央以南に比べて気象的、土壌的に不安定要因が多いためか、収量が下回り、品質も劣っている。特に、この地域に多い山間高冷地は、かんがい水が冷たく水田の基盤整備も遅れているため、低収、低品質で、しかも年次変動の大きいことが認められている。

近年、水田基盤整備の一環として、全果的にパイプかんがい方式がとり入れられてきているが、秋田県北の山間高冷地にある阿仁町戸島内地区では、昭和43年から44年にかけて区画整理(規模16ha)した際に、自然落差を利用した流下式のパイプかんがい施設を施工している。このパイプかんがい方式の採用によって、この地域では事業費の節減、用水路、温水田の解消による作付面積の増加、水口青立の減少による増収などに高い事業効果をあげている。

しかし、山間高冷地のパイプかんがい圃場における水田温度の上昇形態とか水稲の生育様相については、必ずしも明らかにされていない面がある。したがって、高冷地稲作の高位安定化の一環として、昭和49年にパイプかんがいによる水田水地温の上昇効果の実態について、慣行かけ越しかんがい田と対比しながら検討したので、その結果を報告する。

なお、本試験を遂行するにあたり、本谷耕一場長、山口邦夫栽培部長にいろいろと御指導を得た。こゝに心から謝意を表する。

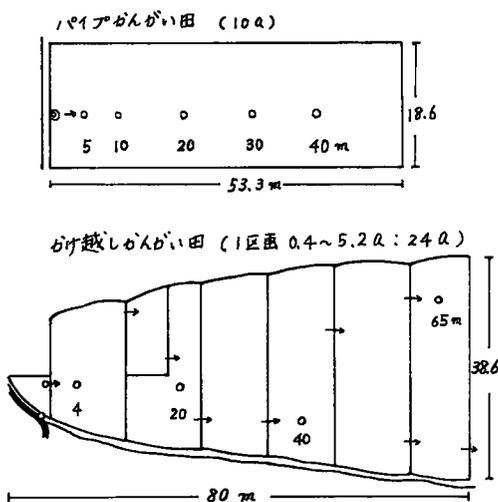
2 試験方法

(1) 試験場所：試験場所の秋田県北秋田郡阿仁町戸島内は米代川の支流である阿仁川の上流で、森吉山(1,454m)の南西部の山裾に位する典型的な山狭急傾斜地であって、標高は約350mである。

(2) 試験田：形状と規模については第1図に示した通りで、パイプかんがい田は約5~16aの大きさの長方形に区画され、1枚毎の高低差は30~120cmである。またかけ越しかんがい田の区画はほぼ長方形であるが、1枚0.4~5.2aと小さく、高低差は約20~100cmである。

(3) 水地温の観測

1) 水地温の分布は6月14~15日、7月2~3日の2回、いずれも水口を基準に測定位置を設け(第1図)時刻別(14h~9h)に棒状温度計を用いて測定した。地温の測定は地表下10cmである。



第1図 試験田の形状と水地温測定位置

2) パイプかんがい田のかん水後の水温分布は7月16日,8月12日に約40分間かん水し, 止水後の水温を測定した。

(4) 耕種法: 品種にヨネシロ(早生)を用い, 育苗はビニール畑苗代, 但しパイプかんがい田には中苗を併用した。移植期は畑苗が6月2~3日, 中苗は5月31日, 栽植密度は畑苗が m^2 当り24.3株, 中苗は m^2 当り26.2株である。その他は現地耕種慣行に準じた。

3 試験結果

当地区内の用水は森吉山に源を発する沢水を利用しているため水温は低いが, 水量は比較的豊富である。

水地温の測定はパイプかんがい田は水持ちがよく(垂直浸透量 $5mm/day$ 程度)昼夜とも止水状態で測定し, かけ越しかんがい田は慣行である常時かけ越し状態で測定した。

(1) かんがい法による水口からの距離と水温

1) 水温の測定結果は第2図でみられるように, パイプかんがい田では分けつ初期(6月14~15日), 分けつ後期(7月2~3日)ともに水口, 水尻の測定場所による差は最低水温とみられる5時, 最高水温とみられる14時ともに $1\sim 2^\circ C$ で極めて小さい。かけ越しかんがい田では最低水温とみられる5時の水温で, 水口と水尻の差が6月15日には $2^\circ C$ 内外, 7月3日には $4^\circ C$ 内外であるが, 最高水温とみられる日中14時の水温では, 水口, 水尻の差が $10\sim 12^\circ C$ であった。

2) かけ越しかんがい田の水温が平衡水温に達するのは, 日中14時には, 温水取入口からの直線距離で6月14日には $30\sim 40m$ (稲作付4~5枚目), かんがい水温が比較的高い7月2日で $20m$ (稲作付3枚目)に, また最低水温と見られる5時には, 両時期とも $30\sim 40m$ (稲作付5枚目)でそれぞれ平衡水温に達する。

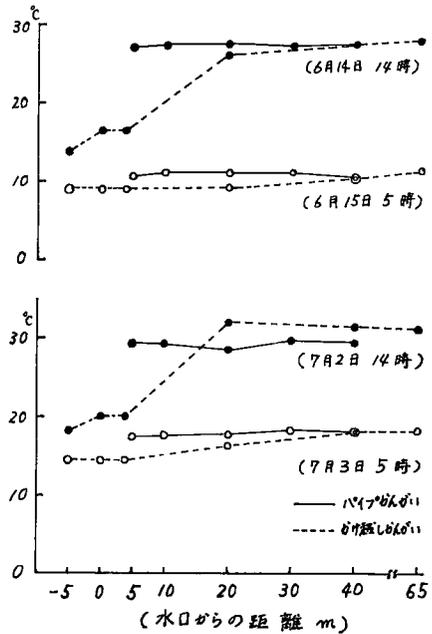
3) かけ越しかんがい田における温水田の温水効果は, 本試験の場合, 稲作付なしの温水田0.4aで測定され, 最低水温とみられる5時には両時期とも効果はないが, 最高水温とみられる14時には6月14日 $2.6^\circ C$, 7月2日 $1.9^\circ C$ のそれぞれ水温上昇効果がみられる。

4) パイプかんがい田のかん水は, 6月14日の測定の場合は前日13日に, 7月2日測定には当日の朝方かん水したものである。7月2日14時の測定でパイプかんがい田が, かけ越しかんがい田の $20m$ 以後の水温より低目なのは, かん水後の時間が短いためとも考えられる。

(2) かんがい法による水地温の時刻別変化

1) パイプかんがい田とかけ越しかんがい田の水口部分(パイプかんがい田では水口から $5m$, かけ越しかんがい田では温水取入口から $4m$)と, 水尻部分(それぞれ $40m$)における水温, 地温を時刻別に測定し, その結果を第3図に示した。

2) 水田水温は気温の動きとほぼ同様の経過をたどり日中が高く, 夕刻から急に低下し朝方5時



第2図 水温の分布比較

頃に最低水温となり、日の出の気温上昇とともに水温も上昇する。

3) かけ越しかんがいの水温は水尻では気温より高く経過するが、水口では最低気温時にだけ気温より水温が高まるだけで他はいずれも低く経過し、水尻、水口の差は日中が大きく、最低気温時には小さくなる。

4) パイプかんがい田の水温は、水口であっても従来からのかけ越しかんがい田における水尻部分の水温経過と同じ経過をたどり、水口、水尻の差がなく、気温より常に高い。

5) 地温（地表下10cm）の経過は水田水温にくらべ日中は低いが夜間は高く日較差が小さい。かけ越しかんがい田の地温は水口が水尻より5～6℃低く、パイプかんがい田ではその差は小さいが、水口が水尻より0.1～0.5℃低く経過し、水温より水口、水尻の差がはつきりしている。

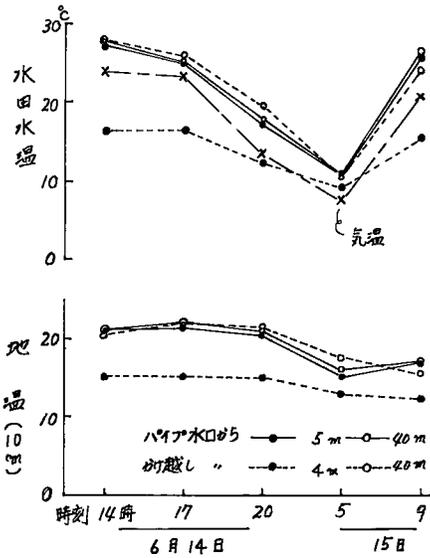
6) またかけ越しかんがい田の地温は5時よりも9時で水温は高まってもさらに低くなるが、パイプかんがい田では水温の上昇とともに高まる。

(3) パイプかんがい田のかん水後の水温分布

本方式によるかん水は第4図の長方形の短辺のほぼ中央にある蛇口を操作してかん水するようになっていて、普通は朝方にかん水している。ここでは午前10時すぎに約40分かん水し、止水後の水温分布を第4図②にある×印の点で測定し作図した。

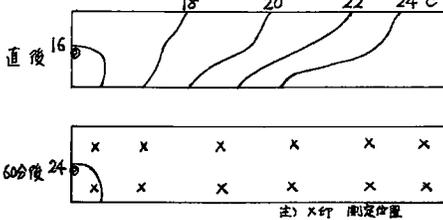
1) 7月16日の測定では用水温13.9℃（かん水深2cm）のものが、止水直後には水口15.8℃、水尻24.3℃で、水口附近で2℃内外、水尻では10℃内外の上昇がみられ、30分後には水口部22℃、部分的には26℃にも上昇し、24℃以上の面積比が76%に達し、60分後には水口部分が23.6℃で他は24～26℃と大部分が24℃以上のほぼ平衡水温に達した。

2) 8月12日の測定では用水温14.8℃（かん水深2～3cm）のものが、止水直後には水口16.2℃、水尻24.8℃で水口部分が1～2℃、水尻部分で10℃ほど上昇し、60分後には21～25℃で24℃以上の面積比が65%に達し、90分後には80%が、120分後に水口附近が23℃

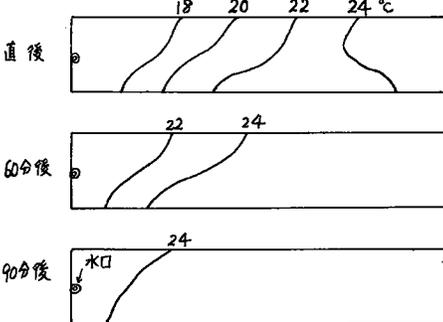


第3図 水地温の時刻別変化

7月16日 かん水処理 午前10時20分から40分間
用水温 13.9℃ かん水深 2cm
気温 21.5～25℃ 天候 ☉～○



8月12日 かん水処理 午前10時30分から40分間
用水温 14.8℃ かん水深 2～3cm
気温 27.9～30.9℃ 天候 ☉～○



第4図 パイプかんがい田のかん水後の水温分布

内外、他は24~26℃でほぼ平衡水温に達した。

3) このように7月16日(分けつ後期)にくらべると8月12日(穂ばらみ後期)は明らかに平衡水温に達するまでの所要時間が長い。

4 ま と め

(1) 山間高冷地におけるパイプかんがい田の水地温の上昇機構を明らかにし、高冷地における水稻作の安定多収の資とする目的で、慣行のかけ越しかんがい田の水地温と対比しながら検討した。

(2) パイプかんがい田の水地温は、従来の高冷地の冷水かんがい田で見られる水口、水尻の温度差が殆んどなく、水口であっても慣行かけ越しかんがい田における温水取入口から40m(稲作付田5枚目)と同じ程度の水地温である。

(3) パイプかんがい田における水田水温は、7月中旬の分けつ期では止水後約60分で、また8月上旬の穂ばらみ期には約120分の比較的短時間で上昇し平衡水温に達することが認められ、これは稲の生育量の多少で異なるが、本田初、中期に水温上昇が早く、かつ大きいことが、稲の生育に及ぼす効果を大きくしているといえる。

(4) 以上のことから高冷地におけるパイプかんがい方式は、かん水が簡便で、短時間かん水後止水かんがいであることがその特長とみられ、早朝かん水(本試験では10時かん水の結果である)。やゝ深水(この場合は2~3cmと高冷地としては浅水)することによって、この効果はさらに拡大できるものと推察される。

参 考 文 献

- 1) 秋田県農業試験場 1972 : 水田の体質改善 研究情報 №5
- 2) 淡路銃一郎, 柴田昭二郎, 佐藤 満 1972 : パイプラインによる基盤改良の経済性と成立条件 秋田県農業試験場研究時報 №8
- 3) 本谷耕一 1961 : 東北における火山灰水田の稲作改良に関する土壌肥料的的研究 東北農業試験場研究報告 第21号

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5報 宮城県の水田期間の気温と水田水温

日野 義一・千葉 文一
(宮城県農業センター)

1 はじめに

前報までは、稲作期間中の水田温度と露場気象との時期的な関係²⁾や水田水深のちがいによる水田温度^{3), 5), 6)}について検討し、更に露場気象と水田温度との関係について述べて来た。

1), 4) そこでこれらの結果にもとづいて、宮城県内各地の水田期間中の気温から、水田水温を推定し、その地域の特徴についてまとめたので、その結果の概要を報告する。

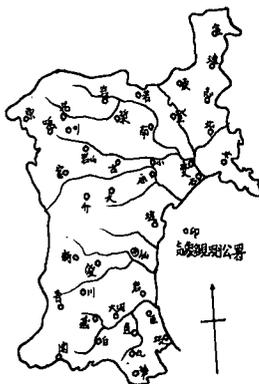
2 調査方法の概要

本調査は、昭和43年～47年まで、宮城県仙台市原町、旧農試本場において、4月25日から5月20日まで、水田水温(水深1～2cm)、(4～5cm)と露場気象観測を行なった値から、露場気温と水田水温の間に、第1表に示すような関係式が得られた。これを県内各地の気象観測値に適用させ、地域の特徴を検討した。

調査地点は、第1図に示した。県内の農業気象観測所および気象庁公署、併せて40ヶ所とした。なお水温観測を行なった水田の土壌は埴土で透水性が極めて小さく、かん水は2～3日の間断かん水を行なったような水田環境条件の場合である。

3 調査の結果と考察

宮城県における、水田期間中の平均気温の地域的分布について、第2図に示した。



第1図 県内気象観測値調査地点

第1表 水田水温と露場気温との関係式
(仙台市原町)

表1 水田水温と露場気温との関係式(仙台市原町)

項目	日照時間	水田水深	関係式	相関係数
最 高	0.0～3.4 h	1～2 cm	$T_w = 0.91T_a + 6.4$	$r = 0.87$
		4～5 cm	$T_w = 0.97T_a + 4.0$	$r = 0.92$
最 低	3.5～8.1 h	1～2 cm	$T_w = T_a + 10.8$	$r = 0.76$
		4～5 cm	$T_w = 0.88T_a + 10.9$	$r = 0.64$

T_w = 水田水温 (T_w 最高) (T_w 最低)

T_a = 露場気温 (T_a) (T_a)

4.25日～5.20日 (1965～1972)

これによると水田期間中の最高気温は、県全体としては、約18～20℃の範囲であり、あまり地域的に大きなちがいがみられないが、地域的には、奥羽山脈沿いと仙台湾周辺の最高気温が低い値を示し、県北部の内陸や、南部の内陸が高く、福島県寄りには20℃でもっとも高い値を示していた。一方最低気温についてみると、県全体では、約6～9℃の範囲で仙台湾沿いのもっとも高く、それより内陸に向って、徐々に低くなっている。これら気温の地域的分布を仙台市(仙台管区気象台)の気温との偏差からみると、水田期間の平均最高気温では、海岸地帯や奥羽山脈沿いは、いずれも仙台市より約0～1℃低く、県北部および南部の内陸では約1～2℃高く、またその他の地域は約0～1℃高い結果を示すが、あまり大きな温度のちがいがみられなかった。

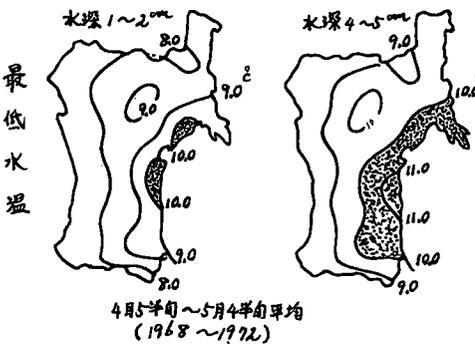
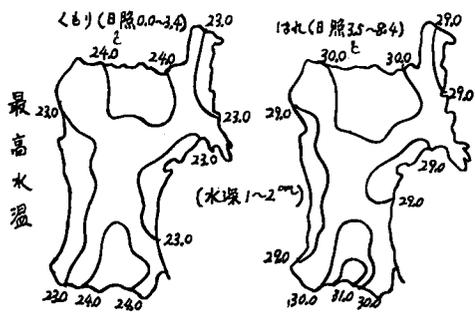
つきに最低気温の偏差分布をみると、県全体いずれの地点においても

仙台市の観測値（气象台）より低い最低気温を示していることが特徴としてあげられる。なお地域的には、仙台湾や県南部海岸沿いは仙台市との差

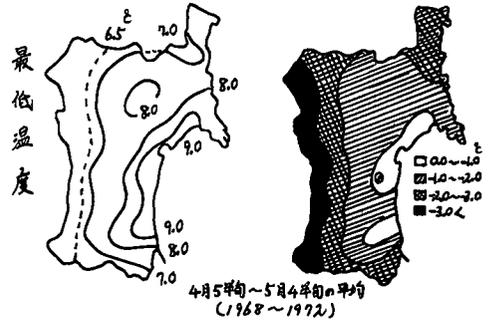
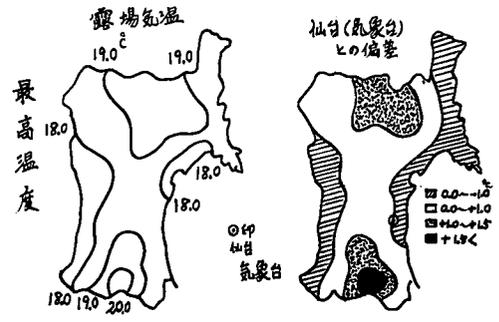
がもっとも少なく、0～1℃低い、それより内陸に入ると徐々に差が大きくなり、奥羽山脈沿いになると、仙台市より約3℃以上も低くなっている。つぎに第1表に示した露場気温と水田水温との関係式を用いて、県内各地の気温から水温を算出し、水田水温による地域的分布を、第3図に示した。これによると、水田水温の地域的分布は気温の分布とほぼ同様な傾向を示しているが、気温に比べて、かなり高い値を示している。すなわち最高水温でみると、くもり（日照0.0～3.4時間）の場合では県全体23～24℃となつて、気温より約4～5℃高い値を示した。これが天気、はれ（日照3.5～8.4時間）の場合でみると、県全体約29～31℃となり、気温に

くらべ約10～11℃高い値を示した。地域的には、晴天、くもりとも海岸や奥羽山脈沿いが低く、北部、南部内陸地方では晴天の場合には30℃以上の高温地帯となっている。

最低水温を水深1～2cmと4～5cmの場合についてみると、いずれも仙台湾がもっとも高い地帯で



第3図 宮城県における田植期間の水田水温の地域的特徴



第2図 宮城県における田植期間中の気温の地域的特徴

内陸に入るとしたがって最低水温は低下した。また県全体の最低水温は、水田水深1～2cmでは約8～10℃を示し、最低気温より1℃以上高くなっている。また水田水深4～5cmの場合では更に高い最低水温が観察され、県全体では約9～11℃で気温に比べて2℃以上高く、最低気温でみられなかった10℃以上の地帯は全体の約30%にも達した。

つぎに田植時期のもっとも早い4月5半旬と遅い5月4半旬における最低温度の地域的分布を第4図に示した。これによると、田植時期の早い4月5半旬の最低気温では、県南部海岸地帯がもっとも高く、それより内陸になると徐々に低い最低気温を示し、奥羽山脈沿いではもっとも低い最低気温の分布が観察された。なお県全体の最低気温は、約3～6℃で、とくにこの時期のもっとも低い3℃以下の最低気温を示す地域は、県全体からみると約15%で、いずれも奥羽山脈沿いであり、

また霜害発生の危険温度である4℃以下のところは、県全体の約40%にもおよんで、この時期は、最低気温からみると、稲栽培にはかなり低温の時期であることを示す。これに対して、この時期の水田水温の分布をみると、気温とはほぼ同様な地域の特徴を示している。しかし水温は気温に比べてかなり高く水深1~2cmの水田水温は、西部山間部のみ4℃以下のところがあらわれており、その他の地帯では4℃以上であった。

また水田水深4~5cmの場合の水温では、県全体約6~10℃と気温や水田水深1~2cmの水温に比べかなり高い温度を示し、4℃以下の地帯はあらわれない。

また田植期間中でもっともおおそい5月4半旬での最低温度は、仙台湾沿いがかもっとも高く、それより内陸になるにしたがって低く、とくに奥羽山脈沿いがかもっとも低い地帯となっている。しかしこの時期は、最低気温はかなり高く、県全体では約8~10℃の範囲で、しかも10℃以上の最低気温を示す地域は全体の約30%にもおよんだ。この時期の最低気温は、もっとも早い4月5半旬の水田水温より高い温度分布を示していることがわかる。

5月4半旬の水田水温の分布をみると気温の場合とほぼ同様な地域の特徴となっているが、水田水深1~2cmでは全県的には約9~12℃を示し、10℃以上の最低水温を示す地域は県全体の約60%もあり、とくに石巻周辺の最低水温は12℃以上となっている。さらに水深4~5cmの場合では10℃以上の水田水温が大部分で石巻周辺や南部海岸寄りでは、約12~13℃とかなり高い地帯があらわれている。

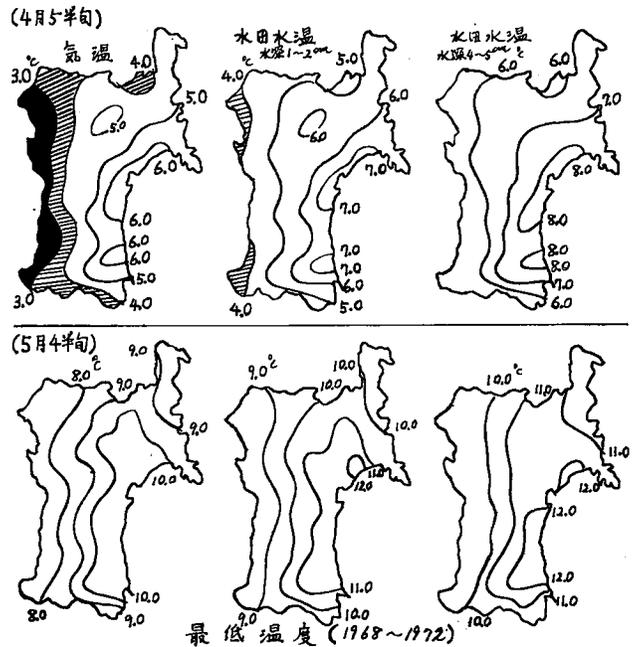
以上のように、水田水温は、天候や水田水深のちがいによって変化しているが、気温にくらべ最高、最低とも高く経過しており、地域的にも相違のあることが認められる。

4 むすび

宮城旧農試(仙台市原町)の試験水田で田植期間4月25日~5月20日までの気温、水田水温を昭和43~47年の5ケ年間観測した結果から水田温度と露場気象との関係を求め、県内各地の気象観測値に適用させ、水田水温を推定し、気温、水田水温の地域的分布について検討した。

その結果、田植期間中の平均最高温度は、県内に大きな地域的な温度差はみられなかったが、気温、水田水温いずれも、海岸や奥羽山脈沿いは低く、県北部や南部内陸地帯が高い温度分布を示し、県南部では仙台市より気温、水温とも約2℃高温を示す地域が認められた。

気温と水田水温との関係では、天候によって異なるが、水田水温は気温より高く、晴天の場合は気温より9~10℃以上高く、内陸部で30℃以上の高水温を示した。



第4図 宮城県における気温および水田水温の地域的特徴

最低温度は、気温、水田水温いずれも海岸沿いが高く、内陸になると徐々に低くなり、奥羽山脈沿いよりも低い地帯となっている。仙台市（気象台）との偏差でみると、各地とも仙台市より低く、奥羽山脈沿いでは3℃以上も低くなっている。

気温と水田水温との関係では、水田水深によって差はあるが、いずれも水田水温の方が高く、水深4～5cmの場合では最低気温より最低水温は2℃以上高く、9～11℃の水温分布を示した。

もっとも早い時期の4月5半旬の最低気温、最低水田水温いずれも奥羽山脈寄りほど低く、この時期の最低気温では、4℃以下の霜害発生危険地域は県全体の約40%にもおよび、それが奥羽山脈沿いとなっている。しかし水田水温の場合でみれば、水深1～2cmでは西部山間地帯で4℃以下のところが若干みられる程度で、更に水深4～5cmの場合は、県全体約6～8℃の最低水温を示し、気温より2～3℃高いので霜害発生危険温度の4℃以下の地帯は、まったくあられもない。また田植の終期に近い5月4半旬になると気温、水温とも4月末よりかなり高くなり、最低水温は西部山間沿いを除いては、県下全般10℃以上となっている。

以上のように、田植期間中の水田水温は、天候や水深のちがいによって変化するが、最高、最低とも、気温よりかなり高く、それが地域的にも相違のあることが認められた。

なお、これらの結果は水田の漏水が少なく、2～3日の間断かん水を行なうような、止水の水田に適用され、毎日かん水や常時掛流しかんがい水田では適用されない。

今回は田植期間中について述べたが、今後は本田期間中の気温と水田水温の地域的分布の特徴についても検討を加えて行きたい。

引 用 文 献

- 1) 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に関する研究，第1報，早期稚苗移植田の初期温度と露場気象。東北農業研究，第13号，21～23。
- 2) 千葉文一・日野義一・宮本硬一 1972：稲作期間中の水田温度と露場気象に関する研究，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号，38～41。
- 3) 日野義一・千葉文一 1973：稲作期間中の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象との関係，東北の農業気象，18号，47～50。
- 4) 日野義一・千葉文一 1974：稲作期間中の水田温度と露場気象に関する研究，第4報，本田期間中の水田水温について，東北の農業気象，19号，10～14。
- 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号，1～5。
- 6) 日野義一・千葉文一 1970：早期稚苗移植田の水田温度について，一特に水深のちがいとO₂D使用効果一，東北の農業気象，15号，45～48。
- 7) 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号，1～4。

水田転換畑の地象に関する研究

前 田 昇
(青森県農業試験場)

1 はじめに

昭和47年度青森県の米の生産調整実施面積は16,000ha, 達成率170%で東北はもちろん全国でも北海道に次ぐ高い達成率を示した。生産調整の内訳は、休耕の面積率が約半数以上を占めているが、年次を経るにつれて、休耕は少なくなり転作が増加する傾向になってきている。

水田からの転換畑は、一般に周囲が水田に囲まれていたり、附近に用排水路がある等のことから、地下水位が高く土壌水分が多い圃場が多い。したがって、転換畑の地象は普通畑とかなり異なることが予想されたため、転換畑と普通畑の地象を解明し作物栽培の基礎資料を得るため試験を実施した。

2 試験方法

(1) 試験場所

試験を実施した圃場は農試内で、普通畑、転換畑とも側面に水田があり、転換畑は転換初年目である。普通畑と転換畑とは、距離的には約300m離れているが、土壌型はいずれも黒色土壌、粘土腐植型である。

(2) 調査項目及び方法

- イ、地温 5, 10, 20 cm……電子管式温度記録計及び自記地中温度計, 曲管地中温度計にて測定
- ロ、地下水位………地表面下 50, 100 cmに塩ビ管を埋設し, 毎日9時頃に測定
- ハ、土壌水分………上層(0~10cm)及び下層(10~20cm)から採土し, 含水比を測定。
- ニ、地上気温, 湿度………高さ 10, 30, 50, 100 cmを電子管式温度記録計及びルサフォード型最高, 最低温度計にて測定。

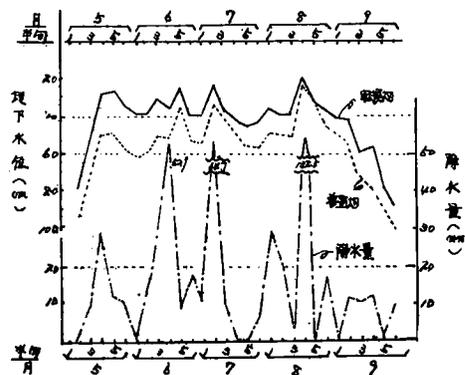
ホ、測定場所………裸地畑(但し耕起して畑状態)及びたまねぎ栽培畑内

3 試験結果の概要

(1) 地下水位

普通畑、転換畑とも道路を隔てて水田が隣接しているため、地下水位の高低は附近水田の灌排水による影響が大きく、水田に湛水前の調査では、普通畑96cm, 転換畑80cmであったが水田に灌水後には両圃場とも地下水位は急激に上昇し、灌水前より約40cm上昇した。5月中旬から8月末までのたまねぎ作季間の平均地下水位は、普通畑53cm, 転換畑40cmであった(第1図)。

日降水量と翌日の地下水位の高低との間には、有意の相関関係がみられ、転換畑の場合には、日降水量5mmで4cm, 10mmで約8cm地下水位は高くなったが、普通畑の場合には地下水位の高くなる割合は少なかった。



第1図 半月別地下水位及び降水量

(2) 土壌水分

地下水位の高低と土壌水分との関係を見出すため、転換畑と普通畑の土壌水分を、上層、下層に分けて採土し、土壌水分を調査した結果が第1表である。

土壌水分は、地下水位の高い転換畑が普通畑に比較して、上層、下層とも約20%高かった。特に7月13日から30日にかけては雨らしい雨もなく、連日高温多照であったので、普通畑ではかなり土壌が乾燥し、上層では36%と低下したが、転換畑は63%であり、乾燥による土壌水分の減少傾向は少なかった。

転換畑、普通畑とも地下水位の高低と土壌水分とは負の有意の相関関係がみられ、地下水位が高い場合には土壌水分も多く、その傾向は上層よりも下層、転換畑よりも普通畑の場合に高い相関関係を示した。

(3) 降水量と土壌水分、地下水位

土壌水分は地下水位の高低とともに降水量の多寡によって影響されるが、降雨後の土壌水分と地下水位との関係を調査した結果が第2図である。

降水量は7月7日25.7mm、8日39.0mm、2日間で65mmを記録している。普通畑、転換畑とも降雨によって地下水位は上昇し、土壌水分も多くなった。

降雨後の土壌水分の変化は、転換畑では上層は日増しに少なくなる傾向を示したが、下層ではその変化はゆるやかであり、常に高い土壌水分であった。

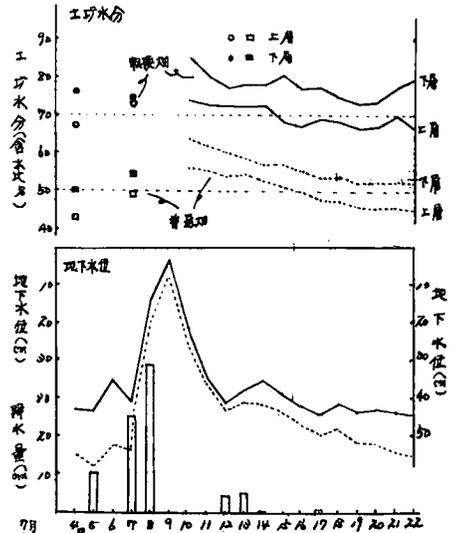
普通畑の場合には、上層、下層とも降雨後の日数の経過とともに地下水位は低下し、土壌水分は少なくなった。降雨後の地下水位と土壌水分との相関係数は、上層の場合普通畑 $r = -0.916^{***}$ 、転換畑 $r = -0.740^{**}$ 、下層の場合普通畑 $r = -0.953^{***}$ 、転換畑 $r = -0.796^{**}$ であり、日降雨量が多い場合の地下水位の高低と土壌水分との関係は、転換畑よりも普通畑の場合に高い負の相関関係を示した。

(4) 地温

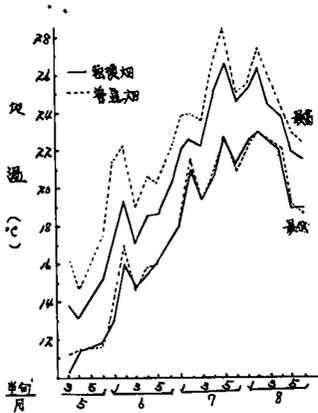
転換畑は地下水位が高く土壌水分も多かったが、半旬別地位10cmの推移を示したのが第3図である。最高地温の比較では、転換畑の場合調査期間を通じて普通畑より1~3℃低く、特に5月から7月5半旬までは2~3℃の差を生じた。最低地温の比較では、両圃場による差が少なく、転換畑が6月1~2半旬に約1.0℃低かった以外はほとんど±0.5℃の範囲内であり、地下水位が高く、土壌水分が多かった程には転換畑と普通畑との最低地温の差はなかった。以上のことから、最高、最低地温

第1表 土壌水分(含水比)

項目 月日	普通畑			転換畑			
	地下水位	土壌水分		地下水位	土壌水分		
		上層	下層		上層	下層	
5. 20	53.0	45.2	53.8	33.5	67.1	76.7	
	25	55.5	44.7	53.9	33.0	71.9	76.7
6. 2	61.5	40.3	49.6	39.5	58.3	73.4	
	6	61.5	38.3	50.7	41.0	65.6	76.4
	15	51.0	53.0	56.0	33.5	74.6	83.2
	20	54.0	46.1	52.6	42.0	64.9	74.5
	27	53.0	42.8	52.4	41.5	64.4	73.7
	7. 4	54.5	43.1	49.6	43.0	66.8	75.7
10	25.5	56.1	63.9	21.5	74.0	85.5	
	15	43.5	51.2	57.1	39.0	68.0	80.6
	20	52.0	45.4	52.1	43.0	63.1	73.8
	26	58.0	36.2	46.0	43.5	62.9	75.7



第2図 日降水量と土壌水分、地下水位



第3図 半月別地温の推移 (10 cm)

の日較差は転換畑で小さく、普通畑で大きかった。

(5) 地温の日変化

転換畑と普通畑の地温の日変化を示したのが第4図である。(イ) は快晴日、(ロ) は曇天日、(ハ) は快

晴日であるが前日に30mmの降雨があったため地下水位は高く(普通畑41.0cm, 転換畑19.0cm), 土壌水分の多い場合の地温の日変化である。

(イ)、及び(ロ)の場合には、転換畑の最低地温は普通畑の値とほとんど同じ値まで低下するが、日出後昇温するまでの時間が遅く、9時~10時頃から昇温し始め、温度の上がり方もゆるやかである。普通畑の場合には、昇温する起時は転換畑に比較して3時間位早く、上昇率も大きいことが最高地温を高くしている。したがって、一定温度以上の継続時間は普通畑で長かった。

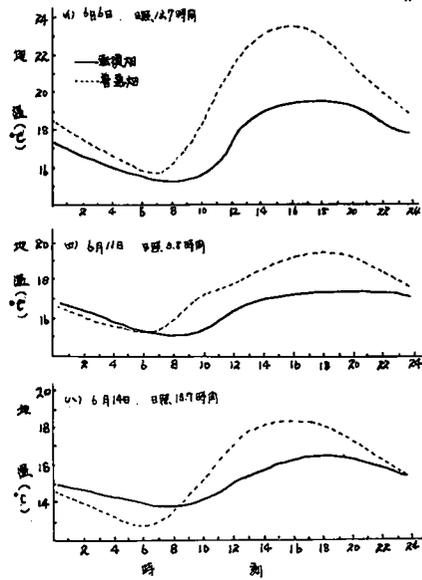
また、(ハ)のように降雨後であって、地下水位が高く、土壌水分が多い場合には、水分の保持力が大きかった転換畑で最低地温が高くなっているが、その場合でも、最低地温からの昇温する起時間が遅く、上昇率は小さいため、最低地温が高い割には最高地温は高くはならなかった。

以上のように、転換畑の最高、最低地温の現われる時刻の遅れや、地温の上昇がゆるやかで遅く昇温する傾向は、7、8月の調査でもみられた。

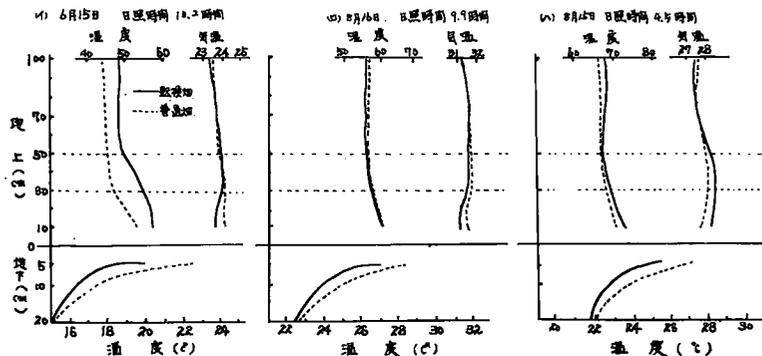
(6) 地上気温及び湿度

地上気象の垂直分布を示したのが第5図である。数値は9時~17時までの10回観測の平均値である。(イ)、(ロ)は日照時間が長い日の結果、(ハ)は日照時間が少ない日の調査結果である。

(イ)、(ロ)の場合には、地温は普通畑で1~2℃高くなっているが、地上気温につい



第4図 地温の日変化



第5図 気温、地温、湿度の垂直分布 (9時~17時までの10回観測の平均)

ては、30~50cmまでは普通畑の場合に温度が高くなる傾向を示したがその差は小さかった。

また、50cm以上では圃場による差はなかった。湿度は6月15日の調査では、各高さとも転換畑の場合に4~8%高かったが、8月の調査ではほとんど差がなかった。

このように、日照時間が少ない日の比較では、地温は晴天日同様普通畑が1~3℃高かったが、地上気温の場合には逆で、地上50cm位までは転換畑の温度が高くなったが、転換畑と普通畑との温度差は0.5℃と小さかった。

湿度の場合には、両圃場の差は2~3%の範囲内であり、その差は小さかった。

しかし、両圃場の地上10cmの湿度は、毎日9時測定結果では常に転換畑が高かった。

以上のように、地温の場合には転換畑と普通畑とに差がみられたが、地上気温、湿度については、晴天日には普通畑の気温が高く、曇天日には転換畑の気温が高かったが、その範囲は地上30~50cmまでであり、温度差も0.5℃前後であり大きな差はみとめられなかった。

7 むすび

(1) 地下水位の高低は降水量の多寡とともに附近水田の灌排水の影響が大きい。

5月~9月までの平均地下水位は、普通畑53cm、転換畑40cmであり転換畑の地下水位は調査期間を通じて高い。

(2) 転換畑、普通畑とも地下水位の高低と土壌水分は、負の有意の相関関係を示し、転換畑の土壌水分は普通畑に比較して上層、下層とも20~40%多い。

(3) 降雨後の土壌水分の推移は、普通畑は上層、下層とも日数の経過につれて低下したが、転換畑では上層は日増しに低下したが下層では減少傾向は少ない。

(4) 転換畑の地温は普通畑に比較して最高地温は2~3℃低く、最低地温はほとんど差がない。

地温の日較差は転換畑で小さく、普通畑で大きい。

(5) 地温の日変化は、転換畑では最低地温の起時が普通畑に比較して2~3時間遅く、昇温時間も遅く始まり、温度の上昇もゆるやかである。

普通畑の地温は、昇温時間が早く、温度の上昇率が大きいことにより最高地温を高くしている。

(6) 地上気温及び湿度の日中の垂直分布は、晴天日には普通畑の気温が高く、曇天日には転換畑の気温が高い傾向がみられたが、その範囲は地上30~50cmまでであり、温度差は0.5℃前後で小さい。湿度は晴天日には転換畑で4~8%高かったが、曇天日にはほとんど差がない。

参 考 文 献

- 1) 八鍬 利助, 1951 : 地温に関する研究, 農業気象, 10
- 2) 山崎 不二夫・長谷川 新一 1959 : 畑地かんがい, 農文協 東京
- 3) 大後 美保, 1948 : 農地微気象の研究, 北隆館 東京

とうもろこしの登熟と気温との関係についての一考察

菅原 俐

(東北農業試験場)

1 はじめに

この研究は、水田転換畑に実取りとうもろこしを導入する場合の作期の可動範囲を明らかにしようとして行ったものである。子実生産を目的とする栽培に当って成熟可能な気象限界を明らかにすることは、作期の策定ないしは選択をより容易にするものと考えられる。これまで限界近くの低温下で登熟する場合の成熟期の判定は、観察では困難であるため登熟の気象限界も明確にされていなかった。これらの点を明らかにするために、昭和48年に転換畑におけるとうもろこしについて、穀実の水分含量の消長の面から成熟期を明確にする試みを行い、あわせて登熟に要する気温条件について検討したので、その結果を報告する。

2 試験方法

作期を晩期に偏らせ、より低温時期に登熟するように生育させて、絹糸抽出期後穀実の水分含量を乾燥法によって追跡測定した。なお、耕種概要は次のとおりである。

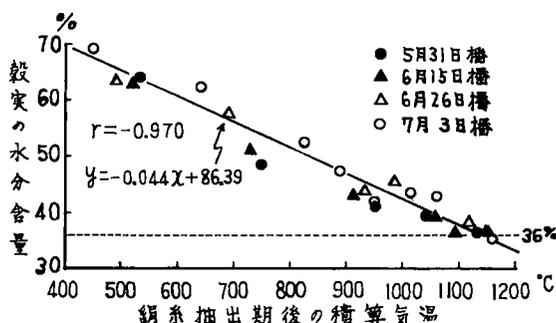
- (1) 品種 交3号 (2) 土壌条件 排水良好な沖積土壌、3年目の転換畑
- (3) 栽植密度 畦巾70cm×株間25cm、1株1本立(571.4本/a)
- (4) 施肥量 基肥 N 0.4 P₂O₅ 1.0 K₂O 1.2 (成分kg/a)
- 堆肥 150 石灰 10(実量kg/a)
- 追肥 N 0.4 K₂O 0.3 (成分kg/a)

3 試験結果と考察

各作期の絹糸抽出期は第1表のとおりである。成熟期は十分な気温条件の下で登熟する場合は比較的容易に判定できるが、より低温下で行われるときは観察では困難となりやすい。このような場合

第1表 各作期の絹糸抽出期

播種期	絹糸抽出期	播種期～絹糸抽出期迄日数
月 日	月 日	日
5. 31	8. 9	70
6. 15	8. 13	59
6. 26	8. 17	52
7. 3	8. 23	51



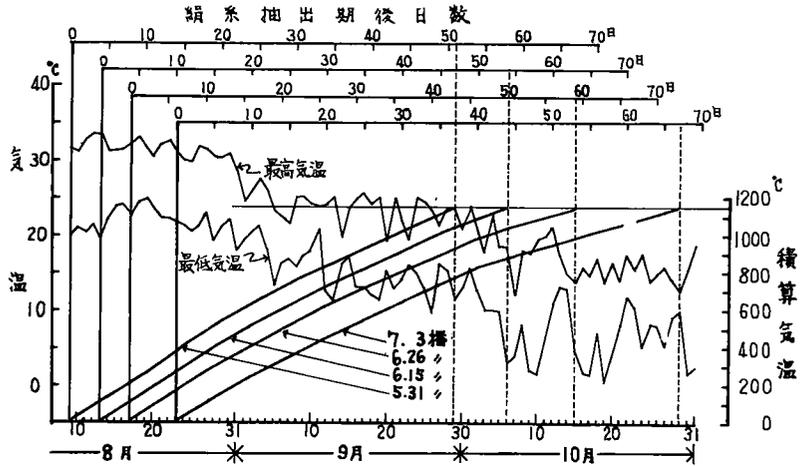
第1図 絹糸抽出期後の積算気温と穀実の水分含量との関係

には、穀実の水分含量の消長から成熟

期の判定が考えられる。穀実の水分含量は登熟の進行とともに逐次減少して、登熟が完了するときはほぼ36%に達しているところから、この点に着目し、成熟期と判定できる穀実の水分含量を36%と仮定し、絹糸抽出期後その消長を追跡した。こうして求められた水分含量の減少経過について、絹糸抽

出期後の積算気温との関係を見ると第1図のようになり、きわめて高い相関関係を示す結果を得た。この関係から、成熟期は絹糸抽出期後の積算気温が1150℃に達する時点とみることが出来る。また、この1150℃は登熟の所要積算気温で、絹糸抽出期が決定されれば成熟期を推定することが可能となる。

しかし、登熟の限界を求めためには登熟の所要温度を明らかにするのみでは不十分で、次には成熟前に登熟が停止を受ける温度ないしは、登熟不能温度が明確にされなければならない。すなわち、登熟の限界は、登熟が停止される温度が出現する直前に所要温度が確保されるところを指すものと考えられる。こ

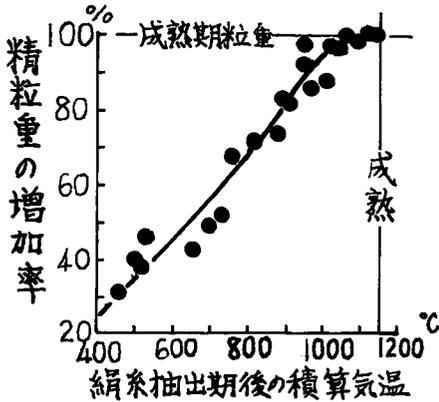


第2図 絹糸抽出期後の気温経過

この検討のため第2図を示した。第2図はこの試験の登熟における気温経過ならびに各作期について、絹糸抽出期から1150℃に達する積算気温曲線を示したものである。これによれば、播種の早い区は登熟後期にかなりの低温を受けているが、これらはほぼ成熟に達しているので、この試験例からは成熟

前に登熟が停止する気温はかなり低いところにあることを示している。すなわち、この図から登熟を停止する気温は実際的には霜害を起す低温、あるいはそれに近い低温が長く続く場合と推定される。しかし、このことはなお検討を要する。

第3図は絹糸抽出期後の積算気温と精粒重の増加率との関係をみたものである。限界付近では登熟の所要日数も長くなり、凍霜害の危険度も大きくなるとおもわれるが、第3図にみられる関係は成熟に達しない場合でも気温条件から減収率の推定を可能にするものである。



第3図 絹糸抽出期後の積算気温と精粒重の増加率との関係

4 おわりに

とうもろこしの登熟について、その所要積算気温を明らかにし、低温域で登熟する場合についても気温条件から成熟期を判定しうることを、未成熟でも減収率が推定できることを明らかにした。さらに登熟の限界についても考察し、作期の策定上、登熟についての目安は一応得られた。しかし、1年のみの試験結果であり、とくに登熟を停止する気温、品種による登熟の気温反応の差異、あるいは日照条件についても検討する必要がある。

岩手県における畑作物の干害発生実態調査について

神山芳典・佐藤忠士・高橋康利・大野康雄・佐々木邦年

(岩手県農業試験場)

1 はじめに

昭和48年の異常少雨は岩手県においても第1表のごとく記録的なものであった。6月中旬以降7月末までの長期にわたる乾燥により、農作物は多大の被害を受けるにいたった。この調査は、干ばつ遭遇を機会に、干害発生の実態を把握し、研究および、被害対策上の資料を得ようとしたものである。ここでは、農試圃場および県北部の農家圃場における主要畑作物の被害発生状況の概要を報告する。

第1表 降水量の少ない順位

昭29~48 (単位 mm)

順位	6 月				7 月				8 月			
	上	中	下	月合計	上	中	下	月合計	上	中	下	月合計
1	12	2*	8*	48*	0	0	4	12	1	1	2	35**
2	14	11	10	53	8	3	7	53**	1	4	5	37
3	22	11	12	69	14**	7	9	72	1	6	6**	71
4	24	12	17	76	18	8**	9	98	4	9	8	102
5	24	13	18	93	23	16	12	108	6	13	11	109
6	24	20	22	95	33	20	16	114	8**	15	13	119
7	25	21	23	102	33	26	18	122	23	16	15	128
8	26	25	30	109	36	31	31**	145	24	20**	22	131
9	37	26	35	109	39	46	31	150	28	24	33	141
10	37	28	39	116	43	51	35	155	36	31	41	150
11	39*	28	51	117	48	53	39	159	45	47	47	161
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	89	109	147	217	191	157	254	338	136	152	148	317
平均	41	34	51	126	58	52	62	169	44	53	58	155

註 - 昭48 *昭32 **昭29

2 調査場所

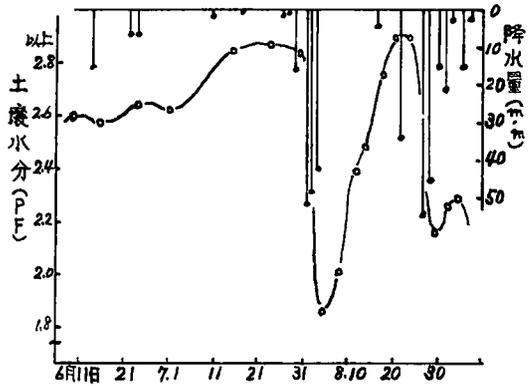
農試圃場では、マルチ下15cmの土壌水分の推移を乾土法およびテンションメーターにより調査し、主要畑作物の生育・収量を平年と比較した。農家圃場の調査は8月上旬と収穫時、二戸市下斗米の傾斜畑における大豆、畑いねの被害発生状況を傾斜の上・中・下部別に調査し、多雨年である昭和49年と比較した。岩手町一方井では、大豆、畑いねに対するスプリンクラー灌漑の効果を調査した。

3 調査結果

農試圃場における土壌水分の推移は第1図のように、6月中旬からPF値が上がり、7月にはPF 2.8以上の日が多くテンションメーターによる読取りは困難で乾土法によったが、推定値は7月上旬でPF 2.7、下旬にはPF 3.7以上となった。また、降水後の土壌水分の変化は、無マルチではすぐPF値の低下がみられるが、マルチの場合は数日遅くなる。しかし、7月20日に30mmの灌水を行った区では、フィルム下への水分の浸透が早いことが認められた。

48年度の干ばつ条件下で育った畑作物の収量を平年と対比した(第2図)。

落花生は初・中期の繁茂量少なかったが、開花は平年より2日早かった。8月の降雨後の主茎は伸長が大きく、最終的には抑制は小さかった。着莢数は減少したが、子実の充実が良く、百粒重の増加により収量は平年比110%となり、品質は最良となった。また灌水、無灌水の差は極めて小さく、百粒重が若干増した程度であった。



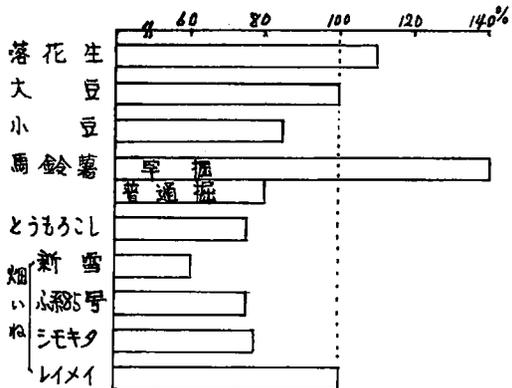
第1図 降水量とマルチ下の土壌水分(S48)

大豆(白目長葉)は3~4日開花が早

まり、着莢数が若干減少しているほかは、ほぼ平年並の収量で、比較的干害の影響は少なかった。

小豆(岩手大納言)は最終的には主茎長も高く、分枝数も多くなったが前期に抑制され、子実の充実も劣り前7カ年平均より減収した。小豆畑の土壌水分は7月12日で表層下10cmの含水率は密植区で26.4%、粗植培土区が33%と差がみられ、密植区の低水分区が生育を抑制された。

馬鈴薯は開花期が前2カ年に比較し2日早まり、早期肥大が顕著で早掘り(7月15日)上いも重は45%の増収で10a当り3トンを越えた。しかし、その後8月始めに集中的な降雨があったものの再び高乾燥が続き、茎葉の枯凋が早く、最終掘取り時には逆に16%の減収となった。



第2図 作物別収量平年対比(岩手農試)

第2表 畑稲生育・収量

(岩手農試)

項目 品種	年次	出穂期 月日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本	精玄米 重 kg/a
新雪	48年	7.29	45.9	13.4	29	20.1
	平年	8.1	62.5	15.5	25.1	32.0
シモキタ	48年	8.10	55.5	14.8	24	36.6
	平年	8.11	66.7	17.5	27.6	45.4

ともろこしの抽雄、糊熟期とも2日早まった。稈長は平年並であったがとくに前期の生育劣り、後期かなり回復をみたが稈径は細く、茎葉の繁茂不十分で23%の減収となった。また品種によっても異なりYDCは17%、ムツミドリは13%で早生種ほど減収の幅は大きかった。

畑いねはマルチ中央部の土壌水分はPF 3.8以上となり干害著しく、一般区は7月20日に30mmの灌水を行った。第2図・第2表のように品種間差が大きく、出穂は早生種ほど早まり、稈長・穂長とも著しく抑えられ、干粒重も軽く、とくに早生種で減収した。また、無灌水区の収量は更に減少し、灌水の効果は認められた。なお、マルチ、無マルチの比較でも早生種は減収大きく、晩生種のシモキタは平年並と同様の傾向を示した。

岩手県における畑作物栽培圃場の一つの典型と考えられる傾斜畑での干害発生状況を、二戸市下斗米の畑いね、大豆について調査した。一般に傾斜畑の干害は耕土の厚い下方に向うほど軽減されているが、ここでは傾斜の中部>上部>下部の順に干害が大きかった。これはI層(耕土)の深さと、II層の粗密が場所により異なることから、保水力および毛管水の上昇に差があるためと推察された。

第3表にみられるように陸稲は全般に生育抑制が強く、出穂のおくれと後半の登熟不良が目立った。とくに保水力の悪い中段では出すくみ状態で、いもち病の発生も多く、収穫皆無に近かった。下段は耕土層深く、干ばつ下でも品種(くるみ早生)の特性を発揮し登熟良く、収量のには平年よりやや劣る程度であった。

大豆は枯死するようなことはなかったが、中段の生育量が極端に小さく、着莢数減で低収となった。

なお、49年の生育と比較した結果、陸稲では稈長、大豆では茎長、分枝数、着莢数で劣り、差は中段で大きかった。

岩手町一方井地区で畑いね、大豆に対する灌水の効果を調査した。

第5表 畑稲に対する灌漑の効果(岩手町一方井)

項目	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	籾重 kg/a	玄米重 kg/a	千粒重 g
灌漑	57.0	14.3	322	32.6	24.0	18.7
無灌漑	54.4	14.4	284	27.1	22.4	18.5

第6表 大豆に対する灌漑の効果(岩手町一方井)

項目	茎長 cm	分枝数 本	莢数 莢	稈重 kg/a	子実重 kg/a	百粒重 g
灌漑	63.4	5.2	101	37.0	30.2	48.8
無灌漑	58.5	4.9	109	26.6	28.8	44.9

4 むすび

この調査により概ね次のようなことが確認された。土壌の異常乾燥の影響は作物ならびに土壌によって違い、48年のような条件では、①落花生は多収、大豆が平年並、とうもろこしは中程度の減収で、馬鈴薯は早掘りで多収、普通掘りで減収。品種によっても差があるが畑いねがとくに大きかった。②耕土層の深さ、土質等の土壌条件によって著しく異なる。③マルチの効果は、かなりの乾燥でも認められるが、程度や作物の種類によって差がある。④灌水の効果は、灌水量と時期が問題である。

なお、調査開始時期が遅かったこと等により、充分な解析はできなかったが、さらに検討したい。

第3表 陸稲の生育・収量(二戸市下斗米)

	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	玄米重 kg/a	千粒重 g	一穂 穂数	
						稔実	不稔
上	83.6	20.1	152	14.3	20.1	52.7	42.3
中	48.0	17.1	70	1.6	19.6	17.5	53.8
下	84.0	22.2	201	23.7	22.5	68.3	28.9

第4表 大豆の生育・収量(二戸市下斗米)

	茎長 cm	節数 節	分枝数 本	莢数 莢	稈重 kg/a	子実重 kg/a	百粒重 g
中	45.4	10.9	0.5	12.7	8.2	6.0	29.6
下	66.8	15.1	3.2	40.3	27.7	15.6	29.6

畑いねでは稈長が伸び、穂数、千粒重も増加したが予想ほどの多収とはならなかった。これは圃場の耕土層深く、腐植に富み土壌条件が良かったことと、灌水時期と5日間断5~10mmの灌水量に問題があったこと、もちいた品種が本来収量水準低く、いもち病にも弱い新雪であったことによると思われる。

大豆の灌水区は茎葉の繁茂旺盛で、着莢数は若干減ったが百粒重大きく、収量は平年並で品質は良好であった。

有孔ポリ被覆による深溝まき栽培に関する研究

第1報 畑いねの生育反応と適用性について

神山芳典・佐藤忠士・佐々木邦年

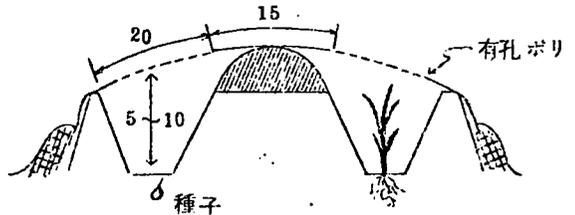
(岩手県農業試験場)

1 まえがき

この栽培法は従来のマルチ栽培の土壤被覆による効果と、トンネル栽培の気温上昇効果により、作物の初期生育促進を図ろうとするものである。従来のマルチ栽培法は、ほぼ確立されたといえるが、まだ若干の問題を残していると考えられる。これらの問題点、たとえば畑いねでは、早播きによる霜害、立枯れの発生、鳥害、生育期の追肥、収穫後のフィルム除去が困難であること等があげられる。この栽培法は、これらの点の改善策の一方法ともなるものと思われる。しかし、まだ技術として体系化できる段階ではなく、気象環境的な調査も不十分ではあるが、昭和46年からの試験のなかから知り得たことを報告する。

2 試験方法

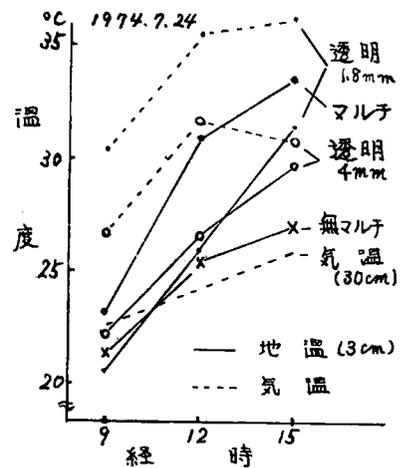
第1図のように深さ5~10cmの播種溝を2条作り、播種・覆土後みぞの部分だけ穴のあいたフィルムで被覆する(穴の径は1.8mmまたは4mm)。品種はシモキタを用い、49年は4月23日播種。播種量はアール当たり1kg。除覆時期は3葉頃から順次7葉までに除覆した。温度の調査は、溝内中央部の気温と、播種位置の地温を深さ3cmについて測定した。



第1図 深溝まき栽培方法

3 試験結果

第2図は薄曇りの時に温度調査したものである。播種位置(深さ3cm)の地温は、深溝被覆地区が裸地より1~3℃高いが、マルチ栽培にくらべて2~3℃低い。調査時の日射量が少なかったため、1.8mmと4mmの間ではほとんど差がなかった。また溝内部の気温は、日射の弱い時でも外気温にくらべ最大7~10℃高い。孔径4mmは風の有無により溝内の気温が変化し易いが、1.8mmでは風による変化は小さく、晴天時には40℃を越えることがしばしばみられた。なお、46年6月、48年5月の軽い降霜では、畑いねに障害は認められなかった。



第2図 栽培様式と温度

深溝まきの発芽はマルチ栽培にくらべ若干早く、土壤水分が適度に維持されることから、発芽揃いが極めて良いことが特長的である。溝内が高温に保たれるため軟弱きみではあるが、初期生育はマルチ栽培に優り良好であった。

49年度の場合、6月13日には4mm径では6葉期、1.8mmでは7葉であったが、4mm径の区は障害なく、1.8mmで著しい葉焼けを生じた。溝の深さや気象条件にもよるが、過去4カ年の試験から、4mm有孔

ポリ区では50日以上被覆も可能であるが、1.8mmでは40日以上は無理な年が多いと思われる。

除覆後裸地条件となるため、急激な環境変化により一時的に葉色は淡くなり生育は停滞する。直ちに回復するが、除覆後の生育は緩慢となり、7月下旬にはマルチ栽培と同じ生育ステージとなった。

第1表 栽培様式と畑稲の生育

(昭和49)

区	項目	7月20日			出穂期 月 日	9月1日			
		草丈 cm	葉数 葉	茎数 本/m ²		稈長 cm	穂長 cm	穂数 本	粒数 粒/1穂
普通栽培		35	7.7	320	8.26	68	18.1	252	99
マルチ栽培		43	9.9	438	.16	67	19.3	305	107
深溝まき1.8ミリ透明		39	9.8	657	.15	65	18.0	406	94
〃 4ミリ〃		38	8.6	559	.17	66	18.8	364	101
〃 4ミリ乳白		40	8.8	578	.18	—	—	—	—

第1表は昭和49年の生育調査結果である。出穂期は4mm区がマルチ栽培より1~2日遅いが、1.8mm区は1日早く、いずれも普通栽培より10日前後早かった。マルチ栽培より1穂粒数は少ないが、穂数は多くなった。

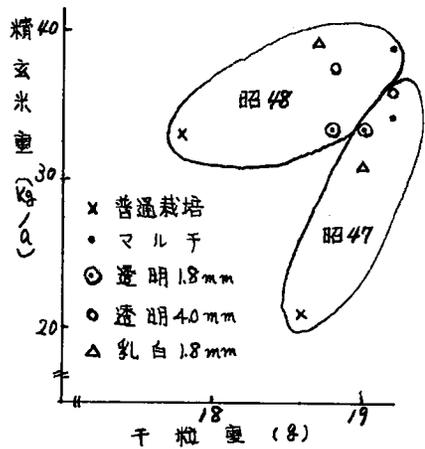
収量的には第3図のように、無マルチとの比較では、47年が73%、48年は15%増収し、マルチ栽培と同等かややまさる収量であった。

4 まとめ

ポリ被覆による深溝まき栽培は、播種部の地温上昇により、出芽が良く、初期生育も溝内の保温効果により播種後40~50日後の除覆までマルチ栽培より旺盛であった。除覆後一後生育は停滞するが、出穂期はマルチ栽培並で収量的にも劣らず、初期生育促進の効果が充分認められた。

また、程度にもよるが、初期障害(晩霜、鳥)の回避も可能であることがわかれた。

今後は資材の改善等を含め、作溝・播種・被覆同時作業の機械化を図るとともに、乾田直播への応用を考えた。



第3図 収量と千粒重の関係図

土壌凍結深度の推定方法について

阿部玄三・奥山富子
(農業技術研究所)

1 緒 言

寒冷少雪地帯においては、冬期間の土壌凍結が甚しい場合には、農道を破かいしたり、越年作物に寒凍害をひき起すばかりでなく、農業上のみならず建築上も重要な問題となる場合がかなり多い、凍結深度の測定は煩雑なので仲々実施されない現状であり、測定事例も少ないが作物・果樹などの栽培適地を考える際には必ず考慮すべき条件の一つである。

筆者は青森県農試古間木支場(現在畑作園芸試験場園芸部)において、1965年冬期から1971年冬期にかけて継続して土壌凍結深度について測定と検討を行ってきた。ここではその測定結果を素材として、土壌凍結深度の推定方法について報告する。

2 既往の研究結果の概要

凍結深度の推定式には、①式に示す寺田の公式がある。^{1) 2) 3)}

$$\xi = 2.94 \sqrt{\Omega} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ξ : 凍結深度 Ω : 凍結指数(0℃以下の気温とその継続時間の積)

筆者の測定値と寺田の公式による推定値を比較すると、1・2月積雪の多い年ほど推定値と実測値の差が増加することを認めた。しかし推定値と実測値との相関係数は $r = 0.919^*$ で、両者の間には

$$y = 1.43 \xi - 39.72 \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

の関係式が成立することを報告した。⁴⁾

そのほかに植生の有無、耕起の有無・耕深などの土壌条件も凍結深度に関係することを認めたが、基本的には冬期間の低温程度と積雪量によって決定される面が大きいと判断された。

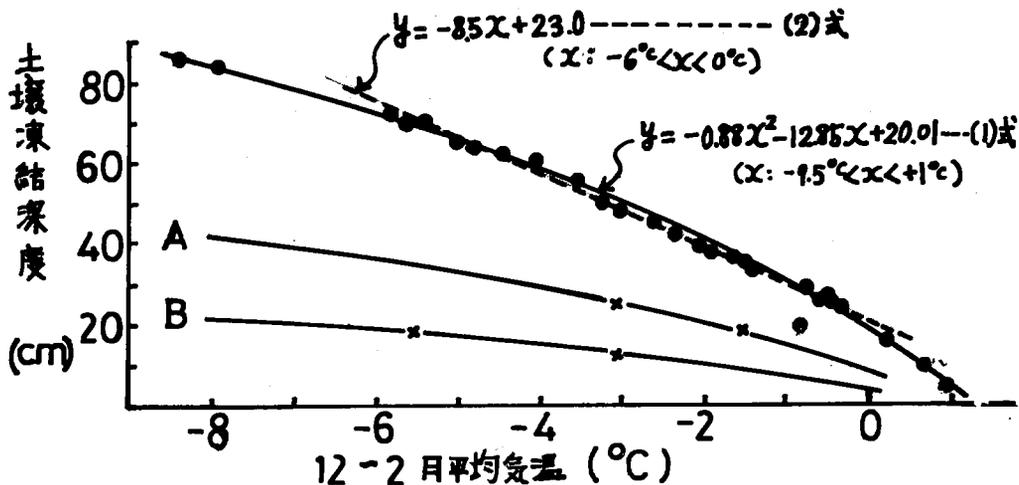
また、土壌凍結深度 \times 1・2月平均積雪深 \div 100=寒雪害指数と仮称すると、この寒雪害指数は寒冷少雪地帯における牧草の収量と関係が深いことを指摘し、土壌凍結深度が寒冷地の農業気候指標の一つとして意義の深いことを報告した。⁵⁾

3 土壌凍結深度の推定方法と考察

寺田の凍結指数の大小、すなわち冬期間の気温の高低が、凍結深度に最も関係が深いことを基本として推定し1～2月平均積雪深から補正することにした。

年平均気温(平年値)と寺田の公式による推定凍結深度との関係を第1図に示した。すなわち積雪のほとんどない状態では、理論式(二次式若しくは一次式)が得られる。

寺田の公式は寒冷地の建築上に役立っている³⁾が、農業上は積雪量の多少によって修正した方が、実際に近い値が得られることは前述したとおりである。⁴⁾ 第1図に併示したA線とB線は積雪による熱伝導遮断を考慮して経験的にひいたもので、A線は1・2月平均積雪深20cm前後の場合、B線は1・2月平均積雪深40cm前後の場合に適用される推定凍結深度の傾向線である。このA線、B線は青森県太平洋側の平坦な火山灰畑土壌(裸地、秋耕せず)においては実際値とかなりよく合致するが、今後はさらに広地



(A) = 1~2月平均積雪深20cmの場合

(B) = 1~2月平均積雪深40cmの場合

第1図 12~2月平均気温と推定凍結深度との関係

域を対称として、推定値と実際値との適合性について検討する必要がある。

実際に土壤凍結を測定する場合には、平坦な積雪状態がほぼ一樣な場所で行なうことが大切で、同一圃場でも若干の起伏で積雪量が異なると凍結深度は著しく相違するので注意しなければならない。なお、小麦・菜種などが作付されている場合には作物の呼吸作用によって地表面と雪表面との間に空間が作られるため、裸地状態の場合より土壤凍結深度は深いのが通例である。将来、異常気象が出現し、厳寒或いは暖冬の気象経過を示す際は、冬期気温の高低によって凍結深度が変化することを銘記する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 山本荘毅：降水（地球科学講座のP 318～P 320）共立出版
- 2) 八鍬利助：農業物理学（P 75～85）養賢堂
- 3) 土質工学会編：土質工学ハンドブック
- 4) 阿部亥三・米田豊 1970：土壤の凍結深度の測定事例 東北の農業気象，15，13～16
- 5) 阿部亥三・奥山富子 1973：北東北における牧草の収量と気象条件，東北の農業気象，18，

大規模施設ハウス群の微気象

千葉文一, 日野義一(宮城県農業センター)

1 はじめに

施設園芸の進展に伴って, ハウスは大型化し, さらに団地化しつつある。宮城県においても昭和48年には亙理郡に施設園芸集中モデル団地が設置され, 運営が開始された。この施設団地においてハウス内外とハウス群の微気象を調査した。その中から大型ハウスの内部微気象とハウス群の気温変化について概要を報告し, 今後のハウス団地化のための適正配置と温度管理法確立の資料としたい。

2 試験調査方法の概要

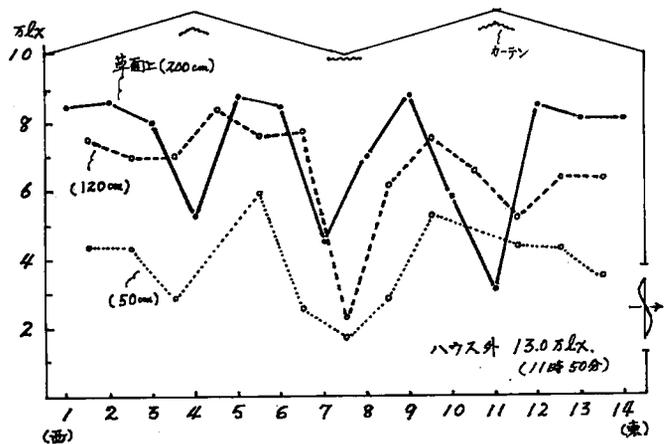
- 1) 調査時期と場所 昭和48年6~10月 宮城県亙理郡亙理町逢隈
- 2) 供試ハウス 施設園芸集中管理モデル団地 栽培ハウス:10棟 育苗ハウス:1棟
 - (1) ハウス規模, 構造 1棟:100m×15m×2棟 波板エスロン 南北棟
床面積:3,000m², 保温比:0.781, ベット数:南北方向14ベット
 - (2) 換気方法 強制換気 換気扇(φ120cm)東側面10台, 換気扇(φ80cm)南北両妻各2台
吸気口(パット:15m×6m, 厚さ10cm, 散水:Vp25パイプに1%穴10cm間隔)西側面に10面
この他に換気扇, 吸気パット間に手動の側窓がある(常時は閉じている)
- 3) 測定調査項目と方法
 - (1) 気温分布 ハウス内外とも高さ100cm, 120cmに設置した最高, 最低寒暖計, サーミスタ温度計で測定した。
 - (2) 湿度分布 気温と同じ位置で, アスマン通風乾湿計を使用して測定した。
 - (3) 照度分布 植列の上面(高さ200cm), 植列間(50, 120cm)の照度と照度計(SP-15)を使用して測定した。

3 試験結果と考察

1) ハウス内の照度分布

ハウス内の水平照度分布測定の結果を第1図に示す。それによるとハウス内の照度は場所によってかなり異った値を示し, 均一な分布とはなっておらず, ハウス外の照度に比べ何れも少ない値を示している。

植被の影響を受けない草面上の照度はハウス外に比べ20~40%少なく, カーテンや棟間の谷部下では70%以上も遮光される



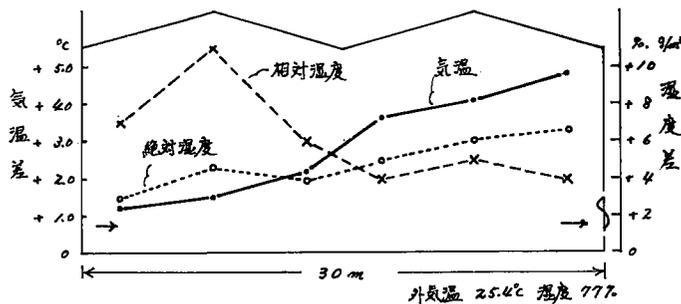
第1図 ハウス内水平照度分布(昭48.7宮城)

植列間の照度は、その高さによって大きく変わり、草面高より低くなるにしたがって照度は減少し、地面上50cm(草面高の1/4)以下では、草面高での受光量の1/2以下になる。

この照度分布は時刻によって入射光とハウス屋根の方向、角度、植列方向で変化し、植列間でも植列方向と入射光の方向が平行になる時刻には地面まで光は到達する。

2) ハウス内の気温、湿度分布

ハウスが大型化すると、夜間の保温性は増大するが、日中の気温、湿度は外気よりかなり高くなり、高温時には強制換気を行っても、場所による気温、湿度分布のむらは大きい。この調査対象ハウス(3,000 m²)で7月から10月まで数回測定した結果では、高温部と低温部の気温差は、最低気温では2℃前後であったが、日中の高温時には7~10℃の温度差があり、外気温にくらべて最高温度部では10℃以上も高い日もあった。湿度も場所による差は10%以上になり、外気にくらべ15%以上も高い部分があった。この日中換気時の気温、湿度の高、低部の現われる場所は換気方法によって異なり、距離



第2図 ハウス内の気温、湿度分布(昭48 宮城)
(ハウス外気温、湿度との偏差で示す)

的には吸気側が外気に近く、排気側に何って気温、湿度の差が大きく、吸、排気口に平行方向では気温、湿度の差はそれほど大きくない。第2図にハウス内36か所で測定した結果から、吸気側から排気側への気温、湿度分布を示す。それによると、ハウス内の気温は吸気側から排気側に行くにしたがって高くなり、外気温との差は、吸気側では1℃位高いが、排気側では外気温より5℃以上高く、吸気側と排気側では4~5℃以上の差となっていた。湿度分布では、相対湿度で見ると、吸気側と排気側の差は明らかでなく、全体的傾向として気温の高低と反対になっているが、ハウス周辺部の吸気口や排気口に近い部分の湿度が低く、ハウス内部の湿度が高い。外気にくらべては、外気湿度とほとんど差のないところもあるが、換気の悪いところでは、外気より10~15%高くなっている。しかし絶対湿度を見ると相対湿度と異なり、気温の変化と同様に、吸気側から排気側に向って高くなっており、外気にくらべ吸気側でも2 g/m³位多く、排気側では6 g/m³以上も多くなっている。

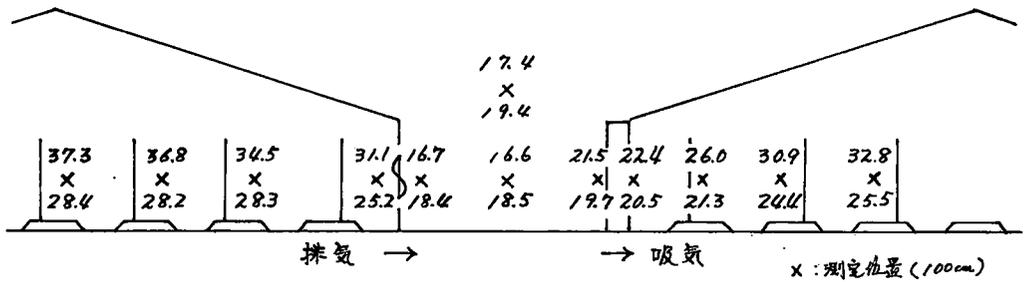
このようにハウスが大型化し、吸気から排気までの距離が長くなると、気温、湿度の差が大きくなり、吸気にくらべ、高温、多湿の空気が排気される。

3) ハウス群における気温分布

ハウス団地では、日中の換気時における気温分布は、相互に隣接するハウスの影響を受け、ハウスが大型化すれば排気量も多くなるので、その影響はさらに大きくなることは当然予想される。そこで隣接するハウス間の気温分布を測定した。その結果を第3図に示す。それによると、ファンを止めたパット部分からの自然換気の場合は、ハウス内の気温は外気温よりかなり高温になり、吸気パット部

的には吸気側が外気に近く、排気側に何って気温、湿度の差が大きく、吸、排気口に平行方向では気温、湿度の差はそれほど大きくない。第2図にハウス内36か所で測定した結果から、吸気側から排気側への気温、湿度分布を示す。

それによると、ハウス内の気温は吸気側から排気側に行くにしたがって高くなり、外気温との差は、吸気側では1

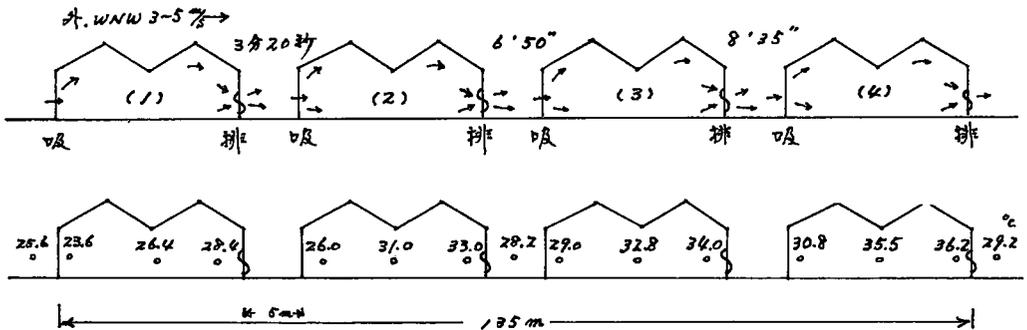


第3図 ハウス間の気温分布(昭48.10宮城) 上段:ファン止め, 下段:ファン換気

分でも外気温より6℃位高く, ハウス内部の高温部では外気温より 10℃以上も高くなっている。これがファン換気を行うとハウス全体の気温が低くなり, 外気温との差は最高温度では10℃位で, ファン止めの場合の1/2以上になり, 吸気側と排気側の気温差も5~7℃位となる。

つぎにハウス棟間の外気温を見ると, ファン止めの場合とファン換気中では2℃ぐらい温度差があり, ファン換気中の棟間外気温は, 隣接前棟の高温排気によってファン止めの場合より2℃位高くなっている。しかし吸気バット直前では, ファン止めの場合はバットの輻射で気温は高くなるが, ファン換気ではバットの輻射の影響は小さい。なお, この調査時はバットの半分以上が乾燥し, 湿めりが不十分であったためバット本来の温度降下の効果は認められなかった。

このように, ファン換気では高温, 多湿の排気が棟間気温を上昇させ, これが次の棟に吸気されることになる。それで, これをハウス団地で連続的に繰返した場合のハウス群の気温を測定した。それ



第4図 ハウス群の煙の流れと気温分布(昭48.宮城)

を図示したのが図-4である。はじめに吸気-排気を各棟で連続的に繰返す場合の空気の流れを見るために煙によって流れを測定した。その結果は第4図の上図で見られるように1号棟から4号棟まで煙は連続して流れ, 前棟の排気は棟間で外気との混合で煙の濃度は薄くなるが, その大部分は次の棟に吸入されている。その速さは1棟の吸気から排気まで約200秒, 1号棟の排気が4号棟に吸気されるまでには8分30秒位であった。このように前棟の排気が次棟へ順次吸気されて行くことは第4図の下図で見られるように, ハウス気温にも大きな影響をあたえている。すなわち, ハウス群における個々のハウスは, いずれも吸気側から排気側に伺って気温は高くなっており, その気温差は何れのハウスも5℃前後である。しかし各棟の気温を比較すると, 最初の吸気側1号棟ハウスの気温が最も低く,

排気の方向にしたがって順にハウス内の気温は高くなり、最終排気口のある4号棟ハウスの気温が最も高く1号棟にくらべると7～8℃位高くなっている。これは1号棟における最初の吸気はパットによって外気温より低下するが、排気までに約5℃昇温し、この高温排気のため2号棟との棟間の外気温は1号棟の吸気前の外気温より約2℃高くなり、これが2号棟に吸気されるため2号棟では1号棟より2℃以上高い吸気温となり、それが排気までさらに約7℃昇温し、1号棟での排気温より5℃前後高い排気温となった。これがまた3号棟との棟間外気温をさらに高め、3号棟へ吸気され、順次4号棟へと進んでいる。このため、ハウス群では吸気と排気が各棟とも同じ方向で繰返えされている場合は前棟の高温排気の影響を受け、最初の吸気ハウスから最終排気のハウスまでにはかなりの気温差が出てくる。このことは、パット・アンド・ファン方式を採用しても、前棟の高温排気のためその効果は半減される。またパットが充分湿めっていない場合は、この測定調査時の3、4号棟で見られるように吸気側でも外気温より高くなって、その効果はかえってマイナスになっている。

4 むすび

ハウスが大型化し、それが団地化された場合のハウス微気象とハウス相互の温度変化について、宮城県亘理郡の集中管理モデル団地で実測調査を行った。その結果は前述の通りである。これを要約すると、ハウスが大型化すると日中の照度、気温、湿度など微気象分布のむらが大きくなり、日中の温度管理で強制換気を行った場合は吸気から排気までの距離約30mの間で気温は約5℃上昇し、絶対湿度も外気より2～6g/m³以上も高くなって排気される。この高温、多湿の排気は棟間の外気温を約2℃高めている。ハウス団地では、それが次棟で吸気されるため、次棟では吸気側でも前棟の吸気側気温より高温となる。この吸気、排気が各棟とも同じ方向で繰返される場合は、それぞれのハウスが順次前棟の高温排気の影響を受けて、ハウス内の気温は前棟より高くなり、最初の吸気ハウスから最終排気ハウスまでにはかなりの気温差が出ずる。またこの高温排気のためパット・アンド・ファン方式を採用してもその効果は半減される。それがパットの湿りが不十分な場合ではかえって吸気側の気温は外気温より高くなり、その効果はマイナスとなる。

以上のことから、大規模なハウスが集団化される場合は、相互の吸気、排気の間関係を十分に検討して、適正な配置を行うことが重要な課題となる。

参 考 文 献

- 1) 千葉文一・日野義一, 1972 : ビニールハウスの温度変化, 東北の農業気象, 17号
- 2) 千葉文一・日野義一, 1974 : ビニールハウスの環境制御 — 換気法によるハウス内部気象の変化, 東北の農業気象, 19号

傾斜草地からの流出水変動の予備的調査

藤原 忠・阿部博史

(東北農業試験場)

1 はじめに

林地を草地化して畜産利用をはかるなど、土地利用の変化が、北上山地を中心に大規模に想定されている。筆者らは、おもに造成法や植生条件との関連で降雨流出特性の動態と草地の保水機能を解析するため、現地に調査牧野を選定し48年度より測定を開始している。この研究は農林漁業における環境保全的技術に関する総合的研究の一環で着手したもので、まだ一部の結果より得られていないが、4～5年調査を継続する予定であり、今後の研究進展への示唆をいただきたいと考え測定状況を報告する。

なお、調査牧野の選定や量水堰の造成その他測定に当っては、岩手県畜産試験場から多大の便宜をいただいていることを付記して厚くお礼申し上げる。

2 調査牧野の概況と測定方法

(1) 調査対象とした集水牧野の概況

岩手県畜産試験場外山分場内放牧地に第1表および第2図に示すような造成法、植生条件を異にする牧野を選定した。外山牧野Aは、耕起および不耕起造成からなる集水面積約4haの人工草地で林地率は0%に近い。外山牧野Bは、49年度新たに造成された択伐不耕起造成草地で林地率約56%とかなりの林地を残した牧野で、集水面積は約35haである。外山牧野Bは現植生をかなり残し、自然生態系を維持しつつ草地化畜産利用をはかるなど新たな意図が大きくもり込まれた造成法がとられている。従って外山牧野AとBの大きな相違は、植生条件(例えば林地率)と耕起・不耕起による土壌条件の差異および集水面積の大小等に基づくものが大きいと推考される。

第1表に示した袖山牧野は、傾斜面の著しく長い草地を機械造成により耕起造成した林地率は0%に近い人工草地であり水食が進行しており、水食との関連で流出水量の測定を行うため選定した。

(ただし連続測定は困難)

第1表 調査牧野の地形概況

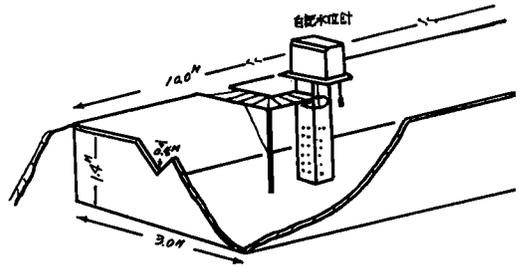
地名	位置	集水面積	形状	標高	傾斜度	傾斜方位	現況
外山牧野A	北上山地 (藪川)	(4) ha	三角形	730 ~ 800 m	13 ~ 20°	E-S-SW	39年造成 耕起および不耕 起の人工草地放 牧用
外山牧野B	"	(35)	"	780 ~ 960	13 ~ 15°	S-W-N	落葉広葉樹疎林 49年9~10 月不耕起による 択伐草地化
袖山牧野	北上山地 (葛巻)	(5)	帯状	1,000 ~ 1,200	13 ~ 15°	S	46年造成 人工草地放牧用 (水食あり)

(注) 林地率は外山牧野Bは約56%, 外山牧野Aおよび袖山牧野は0%に近い。

(2) 測定方法

流出水量の測定には、量水池（整流用）と直角三角堰を組み合わせた量水堰を造成し、三角堰からの越流水深を長期用の自記水位計に連続記録させ、越流水深から公式により流出水量を算出した。使用した公式は次の通りである。 $Q = Kh^{\frac{5}{2}}$

Q : 流出水量(m^3/sec) K : 常数 h : 越流水深(m)
 いま、外山牧野 B に造成した量水堰の概略図を参考までに示すと第 1 図のようである。外山牧野 B の集水面積は約 35ha である。直角三角堰のノッチは 50cm にとったが、現在までのところ、この高さを越えて越流するような大量の流出には遭遇していないが、安全を見込むとこの程度の集水面積を持つ傾斜牧野では三角堰のノッチ 60cm 前後にとった方が良いと考えられる。量水堰



第 1 図 外山牧野 B の量水堰概略図

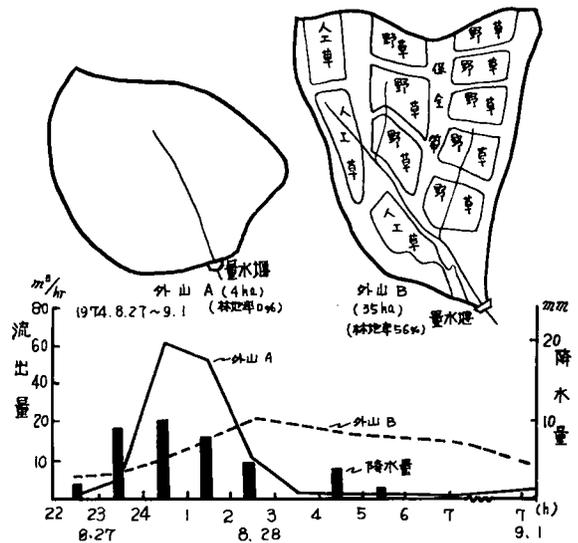
の建設は、不便な山地でまた岩石なども見られるような地盤条件の悪いところでの作業のため予想以上の日数を要した。量水池は水洩れのないことが必要条件であり、また流出水量の算出のためには三角堰からの越流水深の連続記録が要求される。従って水洩れのない量水堰の造成と点検の上になって、自記水位計により三角堰からの越流水深を連続記録させなければならない。また自記計は交流電源には依存できないので、乾電池を使用して 1~3 ヶ月の記録可能としたり、記録紙は低温、多湿条件下での自記記録のため、紙質その他についての改善工夫が必要とされた。降雨量は、口径 20cm の通常型のものを使用自記水位計の一部に記録させるとともに、近くの局地気象の調査地点にも配置した。

3 測定結果の 2~3 の概要

(1) 外山牧野 A

48 年春季の融雪期の流出水量の変動特性を解析すると二つの山が見られ、南よりの斜面からの流出が先行し、その後東斜面の流出が起きること、また当然であるが融雪による流出は急激であることが実測されており、融雪による流出は地形や気象条件に大きく影響されていることが分かった。

また 49 年 7 月下旬には雨が多く、とくに 7 月 31 日には日雨量 90mm (時間当り最大雨量約 25mm) をこえる大雨があったが、その際に量水堰に捕せられた土砂流出量は飽土土で約 3.6 m^3 (集水面積は約 4ha) であった。これらの土砂は流去水より流出したもので、主な流出箇所は、水みちに近



第 2 図 外山牧野 A・B の地形概況と時間別流出特性の 1 例

(外山 B は外山 A の 4 ha に換算した流出量)

い放牧等により裸地化した個所が主体と推定されたが、この点は今後の検討課題の一つでもある。なお、外山牧野Aは融雪期や降雨日後の数日間以外は測定にかかるような流出水量が見られないので、流出は間かつのである。この最も大きな要因は集水面積が約4haと小さいことがあげられる。

(2) 外山牧野B

集水面積が約35haと大きいので1年中流出が見られるところに量水堰を造成してある。量水堰の完成した48年秋季から年間の連続測定を開始しているが、流出水量の季節変化は、積雪があり寒冷な2～3月に最少となり、融雪期の4月後半から5月はじめにかけ最大となるが、その後減少傾向を辿り盛夏の8月前半には著しく減少する。まだ測定開始後1年を経過していないので9月以降も含めて今後解析を進めたいが、今迄の流出特性から興味深いことは、積雪の流出水量への影響が融雪後1月以上に及んでいることで、この点も各種測定値の集積を待って明らかにしたい。

なお、外山牧野Aと外山牧野Bの大雨の日の流出曲線を比較した1例を掲げると第2図のようで、外山牧野Bの方がAよりなめらかな流出傾向を示す。その理由については、今後の調査とあわせて検討しなければならないが、両牧野の林地率の相違に代表されるような植生条件のちがいが大きく影響しているように推察される。

(3) 袖山牧野

水食との関連で流去水・流出水の挙動を調査しようとする意図で選んだ傾斜草地で、葛巻町に位置し、標高も1,000m以上の山地にあり、距離的・地形的な制約のため作業が遅くれ、量水堰や土砂捕そく装置等を設置し終った段階で、調査はまだ観察の範囲に止まっている。調査対象とした草地は、傾斜面の著しく長い草地を機械造成により草地化した際すなわち造成過程に起こした土壌侵食が現在さらに進行している傾斜草地である。

4 あとがき

寒冷積雪地における、山地傾斜牧野における降水条件（積雪）と流出特性および水食との関係を造成法、植生条件等との関連で解析するため、北上山地内に調査牧野を選定し、量水堰を造成し測定を48～49年より開始しているので、調査牧野の概況および測定状況について述べた。また今迄に得られた2～3の結果にもふれたが、何よりも測定値の集積が先決であり、現在のところ各種環境条件の測定方法の改善と観測値を得ることに追われているのが実情である。測定結果については、各牧野の測定値の集積をまってあらためて報告したい。

参考文献 省略

〔講話〕

世界と日本の食糧危機と異常気象（要旨）

大 後 美 保

（成蹊大学教授）

1972年から1974年にかけて世界的な異常気象に見舞われ、1972年の世界小麦生産額は5%減収するなど、世界的に食用穀類、飼料などが減収となり、アフリカ、インドなどでは多数の餓死者がみられ、西アフリカでは家畜の40~80%が餓死したといわれている。かくして異常気象にもなる食糧危機、ひいては将来の人口増にもなる食糧危機が問題視されるようになった。ここにおいて異常気象と関連して世界と日本の食糧危機の将来の見通しについてマクロな調査をすることも意義があり、その結果についてお話しする。

まず異常気象の原因については近年高層気象観測資料の充実にもない、大気環流と異常気象の関係が解明され、これが今後の異常気象の見通しについて有力な手がかりとなっている。異常気象の見通しについては、周期変化、持続性などについての統計的分析が主体となっているが、将来は熱収支、水収支、エネルギー収支など物理的な研究が必要であろう。さらに異常気象の根本的な原因を解明することが、異常気象の適確な予想を行なう上に大切である。それには地球の変化、太陽系内からの影響、太陽系外からの影響などを究明するほか、CO₂増加、開拓、海洋汚染、気象人工改造など人為的な影響についても明らかにしなければならない。

世界の食糧危機を考える場合にはまずその原因を究明しなければならない。食糧危機は食糧の需給のアンバランスにより起こる。いかえれば、食糧供給の減少、食糧需要の増加によるもので、さらにこれに各国の食糧政策、社会政策、人口政策などが複雑にからみあう。これらの関係についてそれぞれ検討しなければならないが、ここでは世界の穀類の生産増加趨勢と人口増加の関係だけからマクロに求めた結果について示してみると、2000年頃までは1人当穀類生産量はだいたい横ばいだが、食糧の伸び率最少見通しで、人口の伸び率最大見通しの組合せとなれば、2000年には1人当穀類が約16%減少し、さらに異常気象が起これば1972~73年以上の世界的食糧危機に見舞われることとなる。異常気象が起これなくても世界の飢餓人口は現在の2倍の20億ともなり飢餓人パワーが強くなり、日本は食糧輸入に困難を感じることもありうると覚悟しておく必要がありそうである。

次に日本の食糧危機の見通しについては、将来人口(A)、生産調整が複元したとしての米生産量推定(最大推定B₁、最小推定B₂)、生産調整をしたままの米生産量推定(最大推定C₁、最小推定C₂)、米1人当り消費量(食生活欧米化した場合)D、Dの場合の推定米必要量E₁=A×D、食生活現況維持の場合の推定米必要量E₂、などを求め、天候が平年の場合、異常気象の場合、北部より寒冷化が進行した場合などのそれぞれについて見通しを立ててみた。生産調整現状で維持し、天候が平年なら、食生活が欧米化していれば、1980年頃には50万トンくらい不足するが、2025年には約380万トン余剰米が出る。それでも食糧の輸入がストップし、米を主食とすれば、終戦時の食生活よりはるかに悪くなる可能性がある。しかも戦争とちがってこの場合には恒久的であり、265~438万人が栄養失調ないし餓死の状況となる。これに対し、異常気象により、20%程度減収、2年続15%程度減収、3年続10%程度減収の場合について算定してみると、1980年頃が最悪条件となり、250~300万トン不足するが、その後はしだいに余裕ができ、2025年には9~190万トン余剰米となると推定される。

しかしこの場合でも食糧の輸入が全面的にストップすれば、700～800万トン不足し、終戦時の米配給量の4分の1以下という最悪条件下におかれることとなる。

次に寒冷化が米作にどのような影響を与えるかについて調査した結果は、北海道の稲作期間が1℃下れば、栽培北限が札幌付近となり、全国の米収量量が3.3%が減収となり、また2℃下れば北限が青森付近となり、全国の米収量量の11.3%が減収となり、凶冷年には40%以上も減収となることもあり得るのである。ちなみに徳川時代には現在より1～2℃低かった。

以上により、将来の日本の食糧危機については充分警戒する必要がある、これについてのいろいろな新しい対策を提案した。

〔講話〕

東北における異常気象対策技術

本谷 耕一

(秋田県農業試験場長)

はじめに 一異常気象と技術環境の悪化一

数年前より世界的規模で現われている異常気象は農業生産に深刻な影響を与え、人口の急増・経済の高度成長に伴う需要増とともに食糧危機感増大の契機となった。これが経済成長の鈍化を背景に一方では食糧自給率向上へ発展し他方では農業見直し論へと展開していることは周知の通りである。

しかし例えば次の2・3の傾向の如く、これまでの高度成長時代の底流が根強く残留し、

- ① 労働の質的量的低下と技術の粗雑化
- ② 能率主義的機械化と地力の低下
- ③ うまい品種への著しい傾斜

この¹⁾空洞化現象が異常気象に対し技術を一層弱体化しており、当農業気象学会員が昭和36年頃に推定した冷害危険度²⁾よりも技術内容の一段と低下していることが強く懸念されるのである。

ここでは東北地方で実施してきた低温対策技術をふり返り、現在現われている低温・干ばつ・日照不足などの異常気象をどう回避していくのか考えてみたい。

1 従来の低温対策技術

従来、東北地方の稲作技術上の重要問題の一つは言うまでもなく低温対策で、主に偏東風により著しく生育が遅延され、それが秋冷により登熟不良をもたらし不作・凶作となった事実である。障害型冷害は山間高冷地に現われたが、むしろ北海道に多い型であった。この両者よりも恐れられたのはいもち病の異常発生である。最近はこの低温・いもち病に加えて日照不足に対する技術が強く要望されてきたが、まず東北の稲作研究はこの低温などに対し如何なる方策をとってきたか。

(1) 品種：冷害対策といえば品種がまず上げられ、寺尾氏ら以来多くの研究³⁾がなされ陸羽132号を始め、昭和28年以降では藤坂5号・レイメイの育成があり、その貢献にはまことに大きいものがある。低温下において耐冷性品種を求める農家意欲は何ものにも勝り、早中晩生の3品種をバランスをとって作付けするのが常識であった。

(2) 土壌：昭和28・29年の冷害は第1種型（偏東風）低温といもち病によるが、主に火山灰水田、泥炭地に多発したことからそれに対する研究が開始されている。火山灰水田⁴⁾では冷水をかんがいすることが多く、加えて漏水過多、磷酸の著しい不足などが見られ、また泥炭水田⁵⁾では高地下水位・低地温、しかも多量の窒素の遅発生、土壌中の珪酸・塩基など鉍質成分の不足により、共に稲の成育は平年でも生育遅延、あるいは軟弱となり易い性格であった。これが低温により一層助長されていもち病の大発生や低温被害を惹起していたものである。現在はそれらの対策として、水地温を上げ、健苗による生育の良化を先決するなど土壌改良及び栽培管理から誘対策を確立している。

(3) 栽培法：保護苗代が開発されてから初期生育も良化されたが、昭和30年頃から折衷苗が畑苗へ切替えられる。この苗の低温に強いといわれる性格についての研究⁴⁾もなされ、その中で苗代における磷酸多用の効果、立枯防止をかね苗床PHを5前後に調整するなどの諸技術が確立されたのである。さらに早植（従来の移植は6月初め）、健苗、密植の技術が導入され、これが多収穫技術とも結びつ

き一層強力に定着してくる。

以上が低温対策の主要技術となっており、高地力の下で効果を発揮してきたが、現在においてもこれらの総合的利用により相当程度の低温も軽度に回避できると考えている。

2 低温被害と栄養代謝生理

(1) 冷水かんがい下の養分吸収：生育全期間冷水かんがい法を用いて養分吸収の動向をみると第9)図の如くで、①低温に敏感に反応している成分は水分と磷酸含量であり②窒素、硫黄、加里など、蛋白代謝に関連する要素がこれに次ぎ③石灰、苦土、硫黄は吸収抑制されるが当初は影響が小さく、長時間後で大きな差を出している。

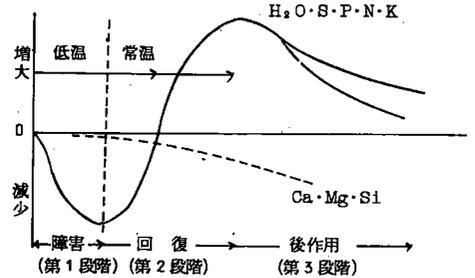
(2) 苦土、珪酸の吸収：上述の如く生育遅延型水稻の体内には珪酸、苦土、石灰などの吸収は少ない。このうち苦土については幼穂発育期の要求度大であり、珪酸の不足は耐病性や根の酸化力の低下、蒸散の増大などをもち、ともに登熟に大きく関与するとされる。東北地方では土壌改良と登熟良化を図る意味から珪酸肥料、土壌改良剤の添加を奨めてきたが、第2図北海道農試、佐竹らの研究により障害不稔に対しても効果の大きいことが明らかにされている。

(3) 発根と根の状態：苗半作といわれる如く東北における健苗育成の生産に対する意義は大きい。この健苗と称せられる苗の性格としては乾物率や窒素、磷酸含量高く発根力が旺盛であるが、この窒素ことに磷酸や糖含量の高いことが低温抵抗力と関連しているように推定され、前述の如く苗床への磷酸多用は低温下でも分けつ・発根をよくし、低温抵抗力を附与しており、対策技術として広く定着してきた。

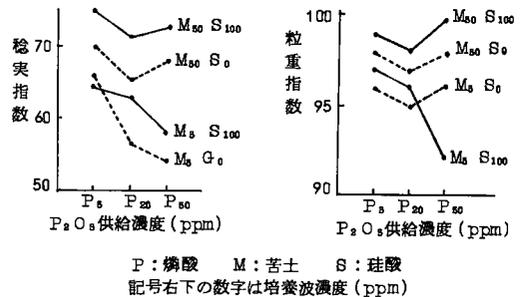
一方冷水かんがいされている水口水稻（極端には低温でない場所）には太くかつ白い丈夫な根が数多く見られ、根張りは著しく良く地上部の葉色もよい。この状態は生育遅延型水稻の姿と類似しているが、これより昇温している場所では一般の水稻同様これほどの根の活力はなく、しかも登熟期には根の活力低下と同時に葉における同化力も低下している。多収穫の稲では稈基部も太く、このこの両者の中間的性格をもつと見られるが、この活力ある根の状態が収量をより高位に維持した好適条件とみている。

かかる現象からみてもある程度窒素・磷酸・糖含量の高く、活力ある根の存在と維持が低温及び高収対策として望ましいとみている。秋田県における昭和49年の7月下旬及び8月下旬の低温はこの条件を根に与え、その後の好天と相まって平年作以上の作況を与えたと解している。

(4) 品種：それでは同じく低温抵抗性品種としてはどのような性格をもつのか、情報をうるためフ



第1図 低温障害の段階区分 (本谷: 1967)



第2図 障害型冷害に対する養分供給濃度の効果 (佐竹ら: 1966)

ジミノリ、ササングレなどを比較してみると第1表の如くである。抵抗性品種は⁹⁾ 磷酸を施肥量に応じて吸収し同化産物を根部や茎部に蓄積し、直ちには拡大生産方向をらず自律性が大きい。しかもこの窒素・磷酸の高い条件があとまで維持されており、上記抵抗性要因と類似の現象がほぼ確認できるのである。

第1表 品種の生理的特性例(本谷・速水：1964)

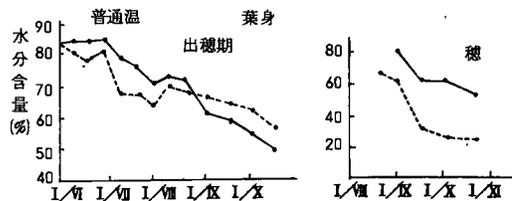
品 種	短 稈 穂 重 型	穂 数 型
生理的特徴	茎積代謝型(充実型) 多肥安定	拡大代謝型(伸長繁茂型) 少肥安定(多肥不安定)
内容		
①生育前期	○ N affinity 小 自律性大 ○ レスポンス N < P ○ 葉鞘への炭水化物の蓄積大 ○ 生育スピード小	N affinity 大 自律性小 N > P 小 大(体内水分高く軟弱)
②生育後期	○ レスポンス N > P ○ N吸収同化能力大 N/P高い所で炭水化物同化量大、移行大 ○ 多肥下でも登熟下せず。 ○ 根の活力維持(炭水化物の供給) 不良環境での抵抗性大 ○ 養水分(SiCaMgNK)の吸収旺盛 ○ 地上部の老化少い、同化力大 ○ 登熟歩合大、千粒重大	N吸収力はあるが一N/P高い所で炭水化物同化量小 根の活力維持困難 下葉の枯上り 地上部の老化大 登熟期間短 登熟歩合小 千粒重小

3 異常気象対策としての根の健全性

(1) 体内水分保持の不安定

苗の発根力や蓄積型代謝にみられる如く窒素、磷酸濃度のある程度高く糖含量の高い条件が低温抵抗性に関連すると推定され、白い活力ある根が主役として機能しているとみられたが、川田¹⁰⁾・雨宮¹¹⁾の最近の研究からも類推されるところである。

冷水かんがいた場合代謝の攪乳と同時に⁴⁾ 脱水現象がみられたが、第3・4図のようにこれは細胞内結合水が低温(呼吸の低下)により不安定となり、離脱するためとみた。細胞内代謝の活発な場合は水分がエネルギー(ATP)により保持されるが、低温によりATP生産が不利となれば水分の保持は困難である。この現象はフェーン風の強いときも同様にみられ、黄化現象をも伴ってくる。なおトマトなどは畑地で土壤水の長時間停滞によ



第3図 水分含量の推移

っても葉の脱水現象¹²⁾がみられるが、いずれも体内水分の不安定性による。

この3者が類似な生理反応とみるにはなお研究が必要であるが、前2者では追肥ことに堆肥を使うなど根が丈夫なときは至って少ない。この根の健全性が地上部とどう関連しているかはともかく根との共やくで地上部の生産が行われているとみている。

(2) 登熟との関係

さてこの考え方を基礎としてみると堆肥を入れたところは太い白い根が後期まで活力を維持しており、品種の抵抗性、あるいは冷

水かんがいした稲の根と似ており、共通したものがあるように思われる。それは生ワラ投入では与えられまい¹⁰⁾。つまり①の堆肥から何か与えられるか②根における代謝によって活性化されるか③あるいは小林のいう如く共生している微生物から何か与えられるかこれらに関連したものかも知れない¹³⁾。

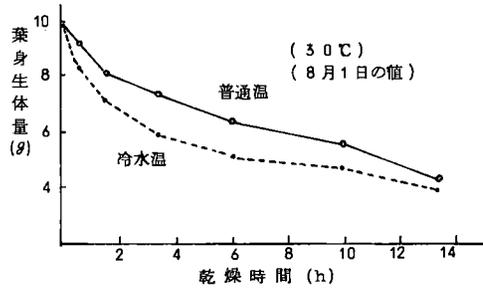
昭和49年東北の日本海側では出穂後40日間の平均気温は登熟にとっては適温で根の活力を維持し、多照により、作況をよくしたが、⁸⁾抵抗性としての条件はこのように光合成や登熟をもよくし、即高位生産へ移行できると理解される。田中稔氏¹⁴⁾もこれに関して同様なことを示している。

なお少照下での対策はどうか。この場合登熟歩合や千粒重の低下が特徴的に表われるが、岩手県農試南分場の¹⁵⁾成果が対策として利用できるのではないか。つまり少照下において透水性のよいことが重要でこれにより根の健全性が確保され登熟を積極的によくするとされたが、さらには堆肥の存在がなお有利に思われる。宮城県¹⁶⁾の昭和49年度の成績はこれを示している。

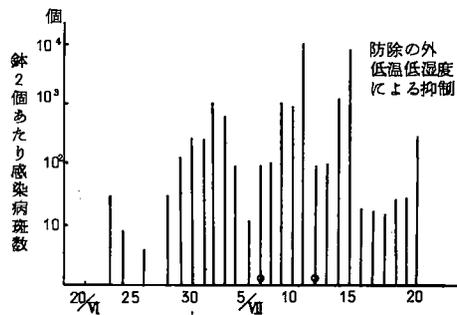
(3) いもち病の発生と防止

さて低温曇天など不順天候の折にいもち病の発生が起り易いことは言うまでもなく昭和49年がこれである。この大発生に至る前に①最低気温17℃程度の日が2日以上連続、あるいは2日以上連続の雨のあった後の晴間に、軽微であるが地域全体に病班が一斉に出始める時期がある。これを広域的初発生¹⁸⁾としているが、②その広域的初発生後間¹⁷⁾かつの7~10日おきに第5図の如く波状的に2・3回の大量の病班増加があり、ことに稲の抵抗力の弱い場合に顕著にみられる。③ここで異常発生となり大勢が決まるとされている。

それでこの広域発生¹⁸⁾の次にくる第2波前後の徹底的に防除し阻止することが大切とされるが、一度異常発生となればかなりの防除をしても防ぎきれないことは昭和38年にも経験済みである。やは



第4図 葉身の水分消失 (本谷: 1961)



第5図 昭和49年日別の葉いもち感染状況

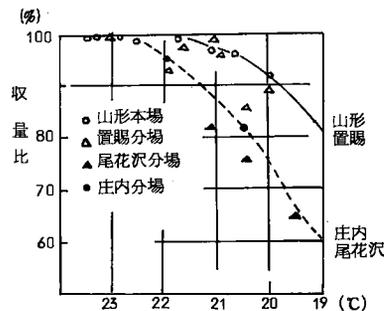
り元をただせば苗いもちの本田への持ちこみであり、穂いもちが突然現われることもないので、苗いもちを本田に持ちこまないよう徹底的に防除することである。かかることから異常発生も多少ながら解決の目度がつよように思われる。

4 低温対策技術の体系化

抵抗性と思われる要因をいくつか引出したが、高度経済成長以来、技術環境が著しく劣悪化している。ここで明治時代の如き異常低温が来た場合はこれまでに以上に打撃をうけること必至と見られ、加えて稚苗・中成苗中心の機械移植へ移行しているので再検討すべき点もあるが、さしあたり次の対策を早急に樹立することが望まれる。

- ① 堆肥・耕深増大により地力を上げ、透水性により水管理の可能な条件を賦与
- ② 早・中・晩品種の作付分散と耐冷性品種の導入
- ③ 健苗・適期植の励行と密植
- ④ 珪酸肥料・土壌改良剤の施用

以上の対策の導入が基本であり、第6図¹⁸⁾に示した山形県の場合の如く、地力の高いところは低温下でも被害が軽度におされることが出来るのである。しかも登熟期では22℃前後の温度により根の機能が強化されると多照で多収と結びつく可能性が十分出る。いもち病の大発生については穂いもち病の防除だけに重点をおくのではなく、苗いもち病の時から手ぬかりなく防除し、しかも広域発生から波状発生に移行したとき徹底的に防除する体制が望まれる。いずれにしても弱体化している稲作の基本技術を再び定着させることが異常気象技術対策として急務であると考えらる。



第6図 登熟期気温と収量
(出穂後40日間の日平均気温)
(吉田浩ら：1973)

引用文献

- 1) 本谷；農及園 48(3)1, 1973, 2) 坪井；農業技術 18(7)309, 1963, 3) 日本農業気象学会編；水稻冷害の文献的研究 1955, 4) 本谷；東北農試研究報告 21, 1963, 5) 滝島；土壌肥料講座 3) 朝倉 1961, 6) 本谷；日本作物学会第 140 回講演会シンポジウム 1965, 7) 佐竹・伊藤；農業技術 21, 229, 1966, 8) 須藤ら；農及園 50, (5) 1975, 9) 本谷・速水；東北農試報告 30, 13, 1964, 10) 川田；農業構造問題研究 1974, 11) 雨宮；昭和 49 年度総括検討会議資料 1975, 2, 12) 鎌田ら；東北の農業気象 18, 1, 1973, 13) 小林(達)；土と微生物 13, 35, 1971, 14) 田中；深層追肥稲作富民協会 1974, 15) 岩手県農試県南分場；水田利用の近代化に関する試験成績摘要 1972, 16) 東北農政局編；昭和 49 年水稻宮城県における作況指数 93 の解析 1975, 17) 佐々木・加藤；北日本病虫研報 22, 38, 1971, 18) 小林(次)；未発表 1974, 19) 小林(次)；日植病報 40(3)189, 1974, 20) 吉田ら；東北の農業気象 18, 13, 1973,

支 部 記 事

◎ 昭和49年度総会並びに研究発表会

49年9月12・13日の両日にわたり、秋田県農業試験場において開催しました。研究発表は19題で、特別講演は2題であり、参加者80名前後で盛会裡に終了しました。

特別講演は、大後美保成蹊大学教授から「世界と日本の食糧危機と異常気象」、本谷耕一秋田県農業試験場長から「東北における異常気象対応技術」について時節柄誠に有意義な講演をいただきました。また会場の秋田県農業試験場には万端のお世話になりましたこと厚くお礼申し上げます。

◎ 支部学会費の値上げについて

総会では50年度分の学会費より1,000円（現行500円）に値上げすることが承認されました。諸物価上昇の折ですが、何卒ご協力お願い致します。

◎ 本会誌に講話2篇を掲載しましたが、いずれも49年度の当支部学会の際特別講演をいただいたもので、お忙がしいなかをご寄稿いただいたお二方に厚くお礼申し上げます。また支部会誌第20号の発刊も予定より遅くなりましたことお詫びします。

◎ 昭和50・51年度の役員選出

5月に49年度の総会の決定に従い、規約に基づき選出致しました。役員の方にはいろいろお手数をおかけすることと思いますが宜しくお願い申し上げます。

◎ 昭和48年以来日本農業気象学会副会長をされております坪井八十二博士が6月16日付で東北農業試験場長として赴任されました。当支部学会は、従前より何かとご配慮をいただいて参りましたが、今後は直接ご指導をいただけることになりました。

◎ 昭和50年度支部学会の案内

50年8月26・27日（火・水）の両日にわたり、山形大学農学部（鶴岡市若葉町）において研究発表会を、庄内地方で見学会を開催致しますので、お誘い合せの上多数ご参加下さいますようご案内致します。

◎ 支部学会講演要旨の本部学会誌への掲載について

49年度より、支部学会で発表の講演要旨を本部学会誌に掲載することになっております。従って、8月に山形大学で研究発表された方は、題目、研究者名、所属と講演要旨を含めて、250字以内にまとめ、9月25日まで支部事務局（東北農試）までお届け下さるようお願い致します。（学会当日でも結構です）

（事務局）

昭和49年度 会計決算報告

収 入		支 出	
項 目	決 算	項 目	決 算
前期繰越	2,903	通信費	12,000
個人会員会費	94,500	振替費	320
賛助会員会費	70,000	事務費	3,500
雑 収	28,500	旅 費	13,000
		印刷費	146,000
		会議費	14,000
		雑 費	4,000
		予備費	2,000
合 計	195,903	合 計	195,620

次期繰越 195,903 - 195,620 = 277

昭和50年度 会計予算

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	277	通信費	18,000
個人会員会費	164,000	振替費	1,000
賛助会員会費	70,000	事務費	2,000
雑 収	25,000	旅 費	20,000
		印刷費	160,000
		会議費	20,000
		雑 費	5,000
		予備費	33,277
合 計	259,277	合 計	259,277

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 14	理化学器械販売
(株)旭商会仙台店	仙台市上杉 1 丁目 9 ~ 38	計測機器販売

東北の農業気象 第 20 号

昭和 50 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	同
昭和49年 9月13日	同

第1章 総 則

第1条 (名称)：本会は日本農業気象学会東北支部とする。

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

第3条 (事務局)：農林省東北農業試験場農業気象研究室におく。

第2章 事 業

第4条 (事業)：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

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

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

第3章 会 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3名を本部評議員として互選する。
ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。
- (3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。
- (4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条 (任期)：役職の任期は2年とし、重任を妨げない。

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

第5章 顧 問

第12条 (顧問)：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会 議

第13条 (会議)：本会には総会と評議員会をおく。

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

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

第7章 会 計

第15条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第16条 (経費)：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第17条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 1,000円

賛助会員については別に定める。

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

第19条 その他は本部会則に従う。

第20条 (会則の改正)：この会則の改正は総会の決議により行う。

農業気象 第30巻 総目次

論 文

1. 施設園芸作物の群落光合成に関する研究(1)
 キュウリ群落の幾何学的構造と受光特性
 …… 岩切 敏・稲山光男… 1
2. 地下石室内の環境に関する研究
 …… 坂上 務・早川誠而… 11
3. 施設園芸作物の群落光合成に関する研究(2)
 畦栽培キュウリ群落内の日向葉面積率分
 布 …… 岩切 敏・稲山光男… 17
4. 被膜剤による温州ミカン果実の風擦防止と
 ナスの蒸散抑制 …… 真木太一… 39
5. 葉面における物質輸送に関する研究(1)
 不連続湿面からの水蒸気輸送 — 序報 —
 (英文) …… 長谷場徹也… 45
6. 風速と光合成に関する研究(4)
 群落光合成量の自記測定装置の開発
 …… 矢吹万寿・體谷 憲… 57
7. C₃植物とC₄植物に関する農業気候学的研
 究(1)
 C₃作物とC₄作物の栽培地の分布
 …… 長谷川史郎・奥田明男… 63
8. 沖繩におけるバインアップル畑の蒸発散量
 について …… 城間理夫… 91
9. 風速と光合成に関する研究(5)
 風速と水稻群落光合成の関係
 …… 矢吹万寿・青木正敏・體谷 憲… 101
10. 施設園芸作物の群落光合成に関する研究(3)
 有限長畦内の環境に対する日向側面からの
 直達光透入の影響 …… 岩切 敏・稲山光男… 107
11. 青森県における冷害危険度の推定に関する
 研究(4)
 冷害減収量の推定尺度からみた1971年の
 水稻の作況 …… 阿部玄三・小野清治… 117
12. 北海道における農業気候指標の地理的分布
 に関する研究(1)
 作物収量年次変動の地域性と気温条件との
 関係 …… 内島立郎・石黒忠之… 123
13. 茶園の潮風害発生機構
 …… 青野英也・築瀬好充・杉井四郎… 131
14. アズキ畑と牧草畑上の気層の温度環境
 …… 桜谷哲夫… 141

15. 農耕地における熱的現象の模型実験(4)
 温床外表面からの顕熱伝達に及ぼす防風垣
 の効果 …… 高橋英紀… 155
16. 施設園芸作物の群落光合成に関する研究(4)
 キュウリ個葉の2, 3の光合成特性
 …… 岩切 敏・稲山光男… 161
17. N/Pシリコン太陽電池日射計
 …… 高田吉治・玉木研治… 167
18. 蒸散に関する研究(7)
 蒸散量と葉温との関係
 …… 長谷場徹也・伊藤代次郎… 173

要 報

1. 野火跡地におけるススキの再生経過と日射
 の反射率 …… 岩波悠紀・内藤俊彦・飯泉 茂… 183
2. 産乳量と飼料摂取量に及ぼす気象環境とく
 に気温の影響について
 …… 鈴木義則・谷口利策… 187
3. 赤外線放射温度計による枠試験水稻田の表
 面温度測定例 …… 奥山富子… 191

講 話

1. 農業気象環境学の構想 …… 西内 光… 27

総 説

1. 温室の構造と透過光量に関する理論的解析
 …… 古在豊樹… 71

シンポジウム報告

1. 作物気象に関する研究集合(第2年次)
 …… 坪井八十二… 81

お知らせ

本会記事	29, 70, 150
書 評	106
抄 録	10, 56, 122, 186
会員移動	34, 87, 130
賛助会員名簿	37, 89, 153, 195
寄贈図書	36, 80
会則及び規定の一部改正	172
謝 辞	186