

東北の農業気象

第 14 号

昭和 44 年 8 月 (1969)

論 文

1. 水深のちがいと水田温度について 日野義一・千葉文一・宮本硬一 1
 2. かんがい水量の多少が水田温度と稲の生育におよぼす影響 第 2 報
千葉文一・日野義一 6
 3. 水管理が初期の分けつ発生に及ぼす影響
小野清治・穴水孝道・前田 昇・和田純二・金沢俊光 11
 4. 節水かんがいによる水稻冷水害の防止に関する研究
第 4 報 適用限界に関する農業気候の推定 宮本硬一・日野義一・千葉文一 14
 5. 高温時の水稻育苗 (薬剤処理による) と本田の生育相について
柴田義彦・長松谷正三郎 19
 6. 水稻冷害の実際的研究 第 3 0 報 人工気象室の温度分布について
楡淵欽也・和田純二・浪岡 実・小山田善三・中川宜興 24
 7. 青森県の水稲収量の地域性 小野清治・徳差武典 27
 8. 登熟期間の気象と多収穫稲について 山本寅雄・石山六郎・須藤孝久 30
 9. 水稻に及ぼす風の影響について 羽根田栄四郎 34
 10. 水稻の収量構成と登熟気候との関係について 内島立郎 36
 11. 東北地方における月別水平面日射量分布図の作成 (序報) 吉田作松 41
 12. 塔型温室による水稻育苗について 寺中吉造・杉本文午 45
 13. 多収地における水稻の収量変動に対する 7, 8 月気象要因の影響 藤原 忠 51
 14. 山形県の米作における技術ならびに気象効果 大沼 濟 57
 15. 開放型変温実験装置 (低温用) の試作
羽生寿郎・岡本利高・内島立郎・藤原 忠 62
- ◇ 支部記事 67
- ◇ 賛助会員名簿 68
- ◇ 「農業気象」第 24 巻目次紹介 裏表紙

日本農業気象学会東北支部

盛岡市下厨川赤平 4 ・東北農試内

昭和44, 45年度 支部役員

支部長	城 下	強	(東北農試)
評議員	藤 原	忠	(東北農試)
"	舟 山	謙三郎	(盛岡作況研)
"	樋 口	福 男	(山形農試)
"	石 山	六 郎	(秋田農試)
"	小 林	一 雄	(秋田地方气象台)
"	宮 本	硬 一	(宮城農試)
"	小 野	清 治	(青森農試)
"	関 塚	清 蔵	(東北農試)
"	梅 田	三 郎	(仙台管区气象台)
"	渡 辺	正	(福島農試)
"	山 本	孜	(盛岡地方气象台)
"	吉 田	作 松	(仙台管区气象台)
顧問	岩 崎	勝 直	(八郎潟新農村建設事業団)
"	加 藤	愛 雄	(東北大・理学部)
"	木 村	耕 三	(仙台管区气象台)
"	坂 本	正 幸	(東北大・農研)
"	内 海	徳太郎	(東北電子高)
"	輪 田	潔	(東北大・農学部)
"	八 鍬	利 助	
"	山 本	義 一	(東北大・理学部)
"	八 柳	三 郎	

水深のちがいと水田温度について

日野義一・千葉文一・宮本硬一

(宮城県農業試験場)

1 はじめに

水稻の冷水害が問題となって以来、水田温度に関する調査や研究は、多くの研究者によって、なされている^{1,2)}ところが水田水深のちがいによる水田温度については、八鐵³⁾(1932)、三原²⁾(1952)による研究の外、数少ないようである。そこで筆者らは水管理による熱的特性を明らかにする、第1段階として、水田水深のちがいと水田温度との関係について調べたので、昭和43年の結果について、その概要を報告する。

2 試験の方法

1) 試験区の設定

面積50㎡の試験田2区を當場圃場内に設け、水深のちがいによって、2cmの浅水区と4cmの深水区にした。

2) かんがい方法

田植直後から供試条件の水深になるように17時にかん水した。降雨の場合は直ちに落水して調節した。なお水田温度の日変化は色々な水深について行なった。

3) 栽培法

品種：ササニシキ、苗代様式：保温折衷苗代、移植日：5月23日、栽植方法：24×24cm、1株：3本植、なお耕種管理は当農試標準栽培法によった。

4) 調査の方法

水田内の調査は水深、温度、生育について、つぎのような方法で行なった。

(1) 水深の測定

水田内に測定用の物差しを設置して、毎日9時に測定した。

(2) 水田の温度環境

水田水温：水田の畦間内に、最高、最低温度計を設置し、5月中旬から8月下旬まで連続観測を行なった。また日変化については、サミスター温度計を用いて観測した。

水田地表温と地温：地表温はサミスター温度計を用い、地温観測は深さ別に曲管地中温度計を設置して、毎日9時1回の連続観測を行なった。

(3) 水稻の生育、葉面積測定

5月下旬田植直後から旬1回生育の調査を行ない、葉面積の測定は生育調査時に稲の生育が平均的なものを抜取り、葉身を単位面積0.2cm²のパンチによって切り取ったものの重量法により測定した。

3 試験の結果と考察

1) 水深の時期的経過と水稻の生育状態

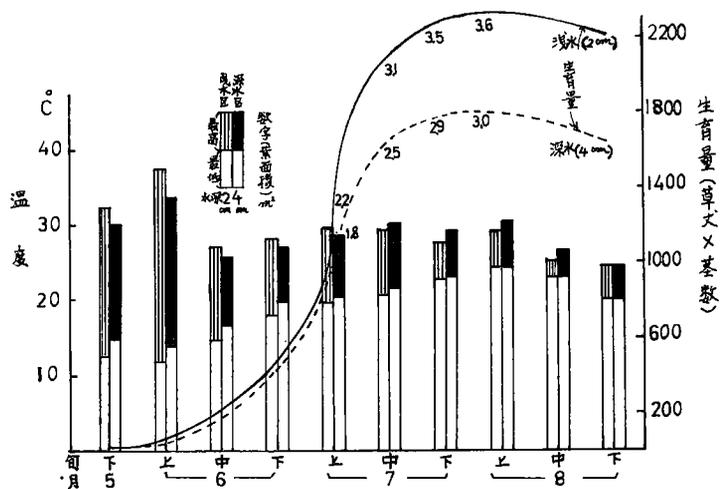
水深の測定結果田植直後の5月下旬から8月下旬までの平均水深は浅水区が2.0cm、深水区約4.0cmであった。またこれらの水深のちがいによる水稻の生育経過をみると、草丈の伸長状態は生育初期、5月下旬から6月下旬までは深水区は浅水区より優っていた。しかし6月下旬以降においては反対に浅水

区の方が深水区より、かなり高い値を示した。また茎数では、いずれの期間も浅水区が多い結果となった。したがって、7月以降の浅水区は深水区より生育量が増加していた。成熟期における、稈長、穂長、穂数の調査結果では、いずれも浅水区が優っていた。

2) 水深のちがいによる水田水温

水稻の生育期間における、水深の異なる水田水温の比較と生育量は第1図の通りである。最高水温の比較では7月上旬までは浅水区の方が深水区より高い値を示していた。最低水温では深水区の方が全期間を通して浅水区より高く経過していた。したがって水深のちがいによる温度差は、生育の前半には、はっきり認められた。しかし7月中旬以降の最高水温は深水区の方が高い値を示していた。これは水深差による温度差ではなく、むしろ水田内の植被量の相違による影響と考えられる。すなわち7月上旬より水稻はかなり急速に繁茂

し、生育量の増加が著しく、第1図の生育経過にみられるように、浅水区の方が深水区より植被量が多く、その結果水面に達する日射が少なくなるので浅水区の方の最高水温が低目に経過したものと思われる。なお最低水温では生育が進むにしたがって深、浅による温度差が小さくなり、8月ではほとんど温度差が認められなかった。



第1図 水深のちがいによる水田水温および生育量の時期的変化 (昭43. 官農試)

3) 水深のちがいによる水田地温

深さ5cm、10cmの9時における水田地温の時期的変化をみると第1表の通りである。これによると水深のちがいによる温度差はあまり大きくあられず、浅水区の方が深水区より多少低目に経過している。これは地温観測の時刻が水温上昇の途中にあたっているので、水深差による地温への影響が大きく出る前の状態と思われる。なお10cm地温の平均温度は浅水区で20.9℃、深水区21.1℃でほとんど差はなかった。

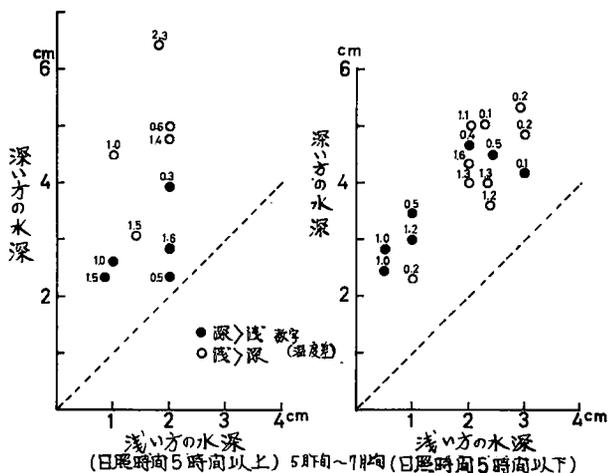
第1表 水深のちがいによる水田地温の比較 (官城農試)

地温 月旬	5 cm			10 cm											
	7	8		5	6			7			8				
区	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
浅水区	22.7	24.9	24.3	23.3	20.7	15.3	18.7	19.3	20.8	20.6	21.9	24.4	23.8	23.1	20.9
深水区	22.8	25.1	24.4	23.5	21.0	15.5	18.7	19.4	20.8	20.7	22.1	24.7	24.0	23.4	21.1

(9時観測)

4) 水深のちがいと最高水温の相対的高低関係

水深のちがいによる最高水温の旬別平均の比較では7月上旬までは前述の通り浅水区の方が高い値を示した。しかし日別測定値をみると必ずしも一定の傾向を示していなかった。すなわち水深の深い方に高い値を示す場合と水深の浅い方に高い値を示す場合の2通り認められた。そこでこれらの最高水温の比較を相対的な高低関係で示したのが第2図である。これによると日照時間5時間以上では水深の浅い方が高い値を示したのは、浅水的水深2cmと深水の水深が4cm以上のものとの時にあらわれた。また水深の深い方に高い値を示したのは、深い方の水深が4cm以下で浅い方が2cm以下のものを比較した時にあらわれ、浅水の最高水温が相対的に深水のものより低温になるのは、日射を吸収して高温を形成する熱量よりも蒸発および交換放熱によって失われる熱量の方が深水の場合より大きい割合をしめているのではないかと推測される。また日照5時間以下の比較的くもの多い日についても大体同様の傾向を示したが、水温の差は日照時間の多い場合のように、はっきり認められなかった。

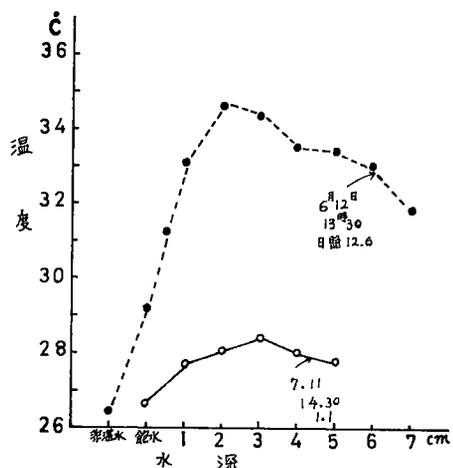


第2図 水深のちがいにおける最高水温の相対的な高低関係 (昭43. 宮農試)

いずれにしても、水深のちがいによって出る最高水温の相対的高低の出現傾向は、必ずしも一定でなく水深の程度によって、ちがってくるものが観測された。

5) 水深別の水田地表温度

水深別の水田地表温度を日中の高温時に観測した。その結果第3図に示した通りである。これによると生育初期の6月12日では水深のちがいによって、かなり温度に相違のあることが認められた。また7月11日の結果も6月の観測結果と同様の傾向を示したが、水深のちがいによる温度差はあまり大きくあらわれなかった。これは水田内の植被量の増加による影響が大きいものと思われる。水深別の地表温度でもっとも高い値を示すのは水深が2~3cmのところ3cm以上の深さでは、むしろ低い傾向を示した。また2cm以下の水深でも前述の浅水の最高水温の場合と同様、水深が浅くなるほど地表温は低くなる。こうした傾向は筆者らの前報¹⁾でも得られている。したがって日中の高温時において、もっとも高い地表温度を示すのは湛水深2~3cmにあると考えられるが、これらの問題については、更に検討を加えていきたい。



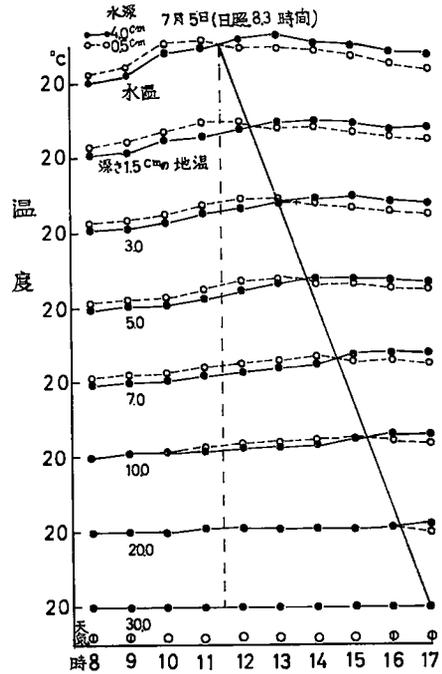
第3図 水深別地表温度の比較 (昭43. 宮農試)

6) 水深のちがいによる水温、地温の日変化

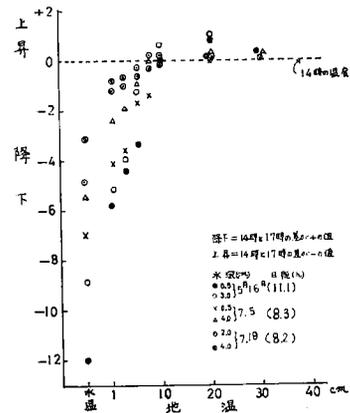
水深のちがいによる水温および地温の日変化は第4図に示した。これによると水深差によって水温、地温の温度変化に相違のあることが認められた。午前の気温上昇時刻での水温は、水深0.5cmの浅い方が高い値を示していた。しかし11時30分以降になると水深4cmの深い方が、むしろ浅い方より水温は高い値を示すようになった。

地温の深さ別日変化をみると地下20cmより深いところでは、ほとんど日変化が認められなくなり、水深のちがいもほとんど影響しなくなる。しかし深さ1.5~10cm地温においては、水深のちがいが日変化に対して水温の場合と同様はっきり示されていた。すなわち日中の前半には水深0.5cmの地温が水深4cmより高く経過し、後半になると、それが反対になる。ただこの相対的高低関係が反対になる交点の起る時刻は深い地温ほどおくられている。1.5cm地温ではそれが水温より約1時間おくらせて12時半ごろであるが、10cm地温では15時半ごろになる。これは地温の日変化における土壌中の熱伝導度によるもので当然のことであろう。

つぎに水深のちがいによる水温、地温の14時から17時までの温度変化についてみると、水温と浅い部分の地温は17時まで温度は降下しているが、10cmより深い地温では17時になっても温度は上昇していた。この温度変化を水温、地温の部位別に比較したのが第5図である。それによると14時から17時までの温度変化量は水温で最も大きく、地温では深くなるにしたがって温度変化が小さくなる。また水深のちがいでは、水深の浅い方が変化は大きく、深い方の変化は小さい。これを時期別にみると5月16日は14時と17時の温度差が大きく、とくに水温について見ると水深0.5cmでの降下度は12℃、水深3cmでは9℃でその差は3℃となった。地温は深くなるにしたがって水深差の影響は小さい。これが7月上、中旬になると、14時と17時の温度差は5月16日の時より小さくなり、水深差によ



第4図 水深のちがいによる水温、地温の日変化(昭43.宮農試)



第5図 水深のちがいによる深さ別温度変化の比較(昭43.宮農試)

る温度のちがいが小さくなる。なお10cmより深い地温では、温度の変化量はどの時期でもかなり小さく、また水深のちがいは地温の変化にあまり影響していない。

ただしこれは透水性が 0.2 mm/d の極めて小さい粘質土壌の場合であるので、透水性の異なる土壌での水温、地温に対する水深の影響については今後の課題である。

4 摘要

水田水深のちがいと水田温度との関係について、昭和43年農試本場で試験を行なった。その結果を要約すると次のとおりである。

1) 試験区は浅水区と深水区とした。本田かんがい期間中の平均水深は浅水区：2cm、深水区：4cmであった。

2) 水田水温の最高水温は浅水区が7月上旬までは深水区より高温で経過したが、中旬以降は水深のちがいによる温度差は小さくなり、植被量の多少による影響があらわれる。最低水温は全期間を通じて深水区の方が浅水区より高温に経過した。

3) 水田地温5cm、10cmの9時観測値では深水区の方が浅水区よりやや高目であったがその温度差は小さかった。

4) 水深の違いによる最高水温の相対的高低関係では、浅水の方が深水より低い場合と浅水の方が深水より高い場合とがあり、前者は浅水の水深が2cm以下の極めて浅い水深の時、後者は浅水の水深が2~3cm以上の時である。

5) 日中高温時における水深別地表温度を比較すると、水深2~3cmのところの温度が最も高く、水深がそれより深くなるほど、また浅くなるほど地表温は低くなる。

6) 水温、地温の深さ別日変化をみると、水深の違いによる影響は水温と地温10cmまで見られ、水深の浅い方は日変化の温度巾が大きく、水深の深い方は温度変化の巾が小さい。しかし地下下10cmより深い地温には水深の違いはほとんど影響しない。

5 引用文献

1) 千葉文一・日野義一(1968)：かんがい水量の多少が水田温度と稲の生育収量に及ぼす影響 東北の農業気象, 13・12~14.

2) 三原義秋・矢吹万寿・萩原美代子(1952)：水温上昇に関する研究 (3)湛水の深さと水温の日変化について 農業気象・8・3~4号, 35~40

3) 宮本硬一(1962)：東北地方における冷水田と冷水被害に関する研究 宮城農試報告, 30・1~138.

4) 農林水産技術会議(1966)：農林水産業に関する試験研究の現状と問題点, 一農業気象編一 1~100, 農林水産技術会議事務局

5) 八鍬利助(1932)：水深を異にする苗代の温度に就いて (II) 農業及園芸, 7, 843~857.

かんがい水量の多少が水田温度と稲の生育におよぼす影響 第2報

千葉文一・日野義一

(宮城県農業試験場)

1 はじめに

稲作技術や土地基盤整備などの進展にともなって水田における用水の消費形態も各種の変化が起り、また他産業や都市の発達による水の需要量は著しく増加してきている。したがって今後水田の水利用についてはより合理的な水管理を行なうことが重要な課題となってくる。そこでかんがい水量を変えた場合に、それが水田の温度や水稻の生育収量にどのような影響をあたえるかについて昭和42、43年の2ヶ年試験を行なった。この中42年の結果については前年度に報告¹⁾した通りであるが、今回はさらに用水の節減を考えた場合の雨水利用と水の生産性について昭和43年度の結果を中心として前年度の結果もあわせて検討した。それを取りまとめて報告する。

2 試験方法の概要

- 1) 試験場所 仙台市原町農試本場、桃生郡河南町、宮城郡利府町
- 2) 試験期間 昭和42、43年
- 3) 試験区の構成

試験区	かん水方法
イ) 対 照 区	常時湛水、水深4~5cm(慣行かん水)
ロ) 少量かん水区	間断かん水、水深2cm
ハ) 雨 水 区	代かき、田植以外は雨水利用としてかん水はしない。

注) 雨水区は昭43、農試本場のみ

4) 耕種概要、品種：ササングレ。栽植様式：24×24、30×10、3本植。田植：5月23~25日、その他：かん水法以外は標準耕種法による。

5) 試験調査項目と方法

イ かんがい期間の用水量：直角座標自記水位計を各々の水田に設置し毎日の増、減水深を測定して用水量を求めた。あわせて毎日1回水田水深を測定した。

ロ 水田水温、地温：水温は田面上1cmに設置した最高最低寒暖計で、地温は5、1.0cmを曲管地中寒暖計で毎日1回観測を行なった。

ハ 稲の生育、収量：生育調査は時期別に草丈、莖数を測定し、収量調査は各区3ヶ所の坪刈りによって行なった。

3 試験結果と考察

1) かん水量と雨量

かんがい期間中の各区の旬別かん水量と雨量を昭43の農試本場における測定値で図示すると第1図の通りである。それによるとかん水量の時的なちがいは、慣行かん水の対照区、少量かん水区ともに田植後の本田初期にかん水量が多く、その後次第に少なくなり、7月下旬の出穂前後からふたたび多くなっている。雨水区は代かき、田植時のかん水以外はかん水をしなくて降雨量のみを用いているので、かんがい水量の時的な変化は降雨の有無に左右される。

かんがい期間中の総かん水量は本場では対照区の787mmに対して少量かん水区は472mmで対照区の約60%の水量となった。雨水区の水量は462mmであるが、これは雨水が水田用水として有効に利用された水量であり少量かん水区とほぼ同じ位になった。河南町の場合は慣行かん水区の725mmに対し少量かん水区は519mmで約70%の水量であった。

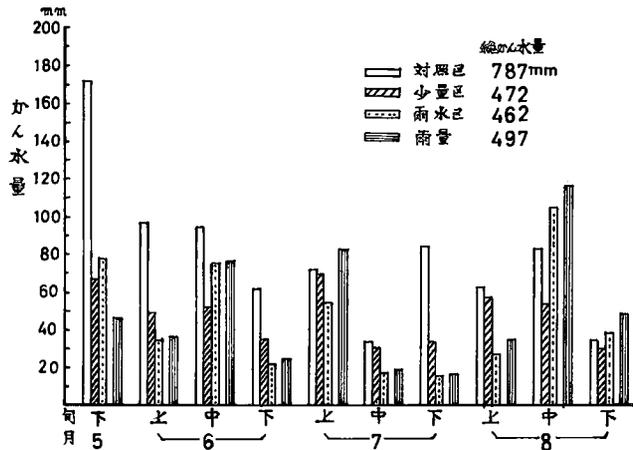
つぎに、かん水量中に占める雨量の割合を本場での試験結果について

求めると第2図のようになる。これによると、対照区のかん水量中に占める雨量の割合は全期間を通じての総かん水量に対して63%になっており、時期的にみても全般的にかん水量に対する雨量の割合が少なくなっている。しかし梅雨期の7月上旬と8月中、下旬の秋霖期には雨量の方がかん水量より多くなっている。少量かん水区ではかん水量に対する雨量の割合は対照区よりやや多くなっているが、時期的な違いは対照区とほぼ同様の傾向を示している。全期間を通じての総かん水量中に占める雨量の割合は105%で雨量の方がかん水量より多くなった。これは6月中旬と8月中、下旬の雨量が必要かん水量よりもかなり多かったためである。また雨水区では5月下旬以外雨量が100%以上になっている。これは田植時の用水以外はかん水しないで雨量だけを用水としたためである。

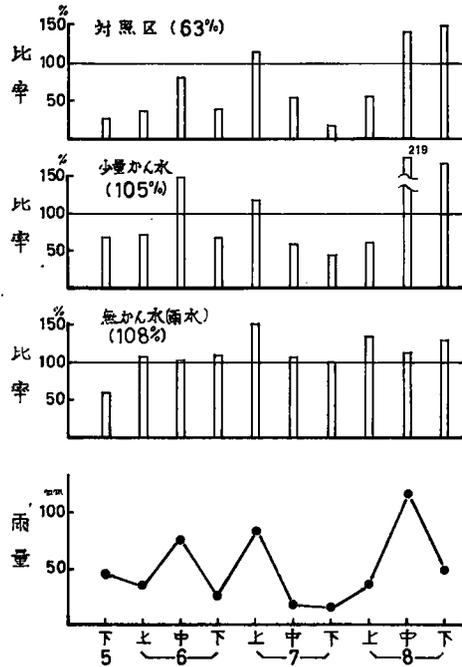
なお、かん水量に対する雨量の割合が100%をこえた部分は雨量がかん水量として有効でなかった量、すなわち一雨の雨量が少なくて茎葉にさえぎられて水田に入らなかったもの、および雨量が多すぎて人為的に排水された水量とからなるであろう。

この結果から雨量がかん水量として有効につかわれるのは雨の降り方や稲の生育時期などによって変わるが、全期間を通じては雨量の80~90%位のように、従来から用いられている有効雨量の割合とほぼ一致する値である?

2) 水田水深と水田温度



第1図 旬別かん水量と雨量 (昭43. 宮農試)



第2図 かん水量中に占める雨量の割合 (昭43. 宮城農試)

かん水量の差は水田水深の差となって、これが水温や地温に影響をあたえている。

かん水量の違いによる水田水深と水田温度の測定結果を旬別に示したのが第1表である。それによると少量かん水区の水深は対照区に比べ1cm内外浅くなっており、この水深差は水田温度に影響をあたえ

第1表 かん水量の多少による水田水深と水田温度

項目 月旬区	水田水深(cm)		最高水温(℃)		最低水温(℃)		地温10cm(℃)	
	対照	少量かん水	対照	少量かん水	対照	少量かん水	対照	少量かん水
5 下	3.2	2.1	28.2	29.1	11.7	11.4	15.2	15.3
	3.6	2.4	32.6	33.3	15.4	14.7	18.6	18.6
6 中	3.8	2.5	28.4	29.6	16.3	15.3	18.9	19.2
	3.7	2.9	30.9	31.8	18.4	17.1	20.3	20.2
7 上	2.2	1.7	27.1	27.4	17.5	16.2	19.9	20.1
	0.3	0.2	27.6	28.8	19.1	18.7	20.8	21.0
7 中	2.2	1.2	29.0	28.9	22.6	22.0	23.6	23.5
	3.2	2.2	28.3	28.5	22.6	22.5	23.9	23.9
8 上	1.1	0.6	26.5	26.9	21.1	21.2	23.3	23.1
	1.4	1.6	22.7	22.7	18.7	18.6	20.4	20.8
平均	2.5	1.7	28.1	28.7	18.3	17.8	20.5	20.6

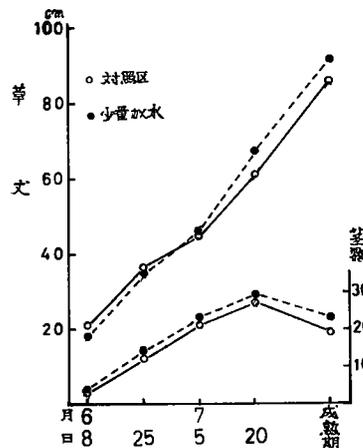
注) 昭43.河南町 水深、地温の観測時刻は毎日8時

ている。すなわち水深の浅い水田では水深の深い水田に比べ水温の最高温度は高く、最低温度は低くなり一日の温度較差が小さい。しかし地温に対してはこの試験で見られる程度の水深差ではあまり大きな影響がなく温度差は小さい。また水深差が水田温度にあたえる時期的な影響は水面まで日射の入る本田初期に大きく、稲の生育が進むにしたがって水深差による水温差が小さくなり、稲の繁茂度が最大となる出穂期前頃からは水温差はかなり小さくなって、水深の差は水田温度にほとんど影響をあたえなくなる。このような水田温度の変化は本場の試験でもほぼ同様の結果を得ており、また雨水区での水深は対照区の半分以下の1.5cm内外で少量かん水区と同じ温度変化を示していた。なお、この水田水深の違いと水田温度との関係についての詳細は別報の通りである。

3) 稲の生育経過と収量

稲の生育経過は第3図に示す通りで、かん水量の多少による水田水深、水田温度の違いが生育に影響を与えており浅水になっている少量かん水区の稲の生育は対照区に比べ本田初期は草丈がやや低く、茎数は多くなっているが、中期(7月上旬)以後の草丈は本田初期と反対に少量かん水区は対照区よりやや高目になった。茎数は前期から引続き少量かん水区の方が多目に経過している。これは本場、河南町とも同様の傾向を示している。

つぎに収量を比較すると第2表の通りで、本場における昭



第3図 稲の生育経過(昭43.宮城農試)

4.3の結果では少量かん水区は対照区にくらべ収量はやや低目になっているが、雨水区は対照区との差は1%内外であった。河南町の試験では少量かん水区の方がやや多目になっていた。また昨年の試験でも少量かん水区の方が収量はやや多目になった。しかしかん水量の多少による収量差はいずれも2~5%以内であったことから考えると、この試験で実施した程度のかん水量の差では収量に大きな影響はあたえないと思われる。

4) かん水量と収量

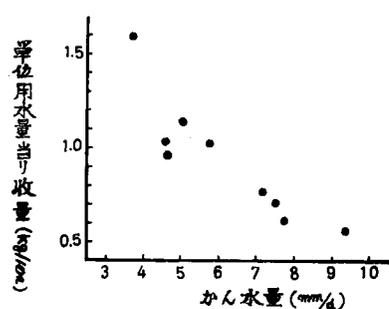
かん水量の多少と収量との関係をさらに水の生産性を考えて、単位用水量(1¹ton/10a)当りの収量を昭42, 43の試験結果から求めて見ると第2表のようになり、かん水量の多い方が単位用水量当りの

第2表 かん水量と収量

区	項目 かん水量 ton	平均日 かん水量 mm/d	10a当り 収量 kg	単位用水量当 り収量(10a) kg	備考
対照区	787	7.8	477	0.606	昭和43年 本場
少量かん水区	472	4.7	454	0.961	かん水期間
雨水区	462	4.6	470	1.017	5.23~8.31
対照区	735	7.2	551	0.760	昭和43年 河南町
少量かん水区	519	5.1	584	1.125	かん水期間 5.23~8.31
対照区	513	5.8	520	1.013	昭和42年 本場
少量かん水区	332	3.7	529	1.593	かん水期間 5.23~8.20
対照区	926	9.4	507	0.548	昭和42年 利府町
少量かん水区	733	7.5	516	0.703	かん水期間 5.27~9.1

注) 単位用水量: 10a当り1ton

収量が低くなっている。これをさらにかん水量の平均日量と単位用水量当り収量との関係について図示すると第4図のようになる。それによると日かん水量の少ないほど単位用水量当り収量が高くなり、そして農試本場における試験の平均日かん水量が3.7mmの収量が最も高い。この日かん水量3.7mmは農試本場で測定した本田かんがい期間中の平均蒸発散量とほぼ同じ値³⁾である。これ以下のかん水量については試験データがないので明らかでないが、極端な節水かんがいは収量を低下させている⁴⁾ことなどから、蒸発散量より少なくなるかん水量では逆に収量は低下すると思われる。これらのことから水の生産性から見たかん水量はかんがい期間中の蒸発散量に相当する水量の場合で最高の生産性を示すものと考えられる。しかし実際の水の働きは作物の蒸発散に対する水分の供給だけではなく、土壌中での物理的、化学的な働きや保温効果などがありこの平均日かん水量3~4mmが最も生産効率の高い水量になるとはかぎらない。



第4図 かん水量と単位用水量当り収量との関係(昭42, 43. 宮城)

4 むすび

かん水量の多少は水田水深の差となり、この水深の違いは水田水温や地温に変化をあたえ、そして稲

の生育にも影響をあたえている。しかし収量に対しては、この2ヶ年の試験で行なったかん水量の違いでは収量の差が2～5%以内で大きな影響はあたえておらず、むしろ単位用水量当りの収量はかん水量の少ない方が高い値を示している。これらのことから本県における本田期間中の総かん水量は現行の70%位にしても収量に影響をあたえず、水の生産性、高度利用の面からはかえって有効であると思う。しかし稲作期間中の時期的な必要かん水量についてはさらに検討する必要がある。

また、かん水量中に占める雨量の割合は慣行かん水の60%内外の水量となっており、農試本場のように透水性の小さい水田では代かき、田植以外はかん水しないで雨水のみ利用しても慣行かん水と同じ位の収量になっていたこともあわせ考えると、雨水の利用を有効に行なえば、かん水量はさらに少なくすることが可能である。

5 摘要

1) かん水量の多少によって慣行かん水区、少量かん水区、雨水区を設け、かん水量、水田温度、稲の生育収量について昭42、43の2ヶ年試験を行なった。

2) かんがい期間中の総かん水量は慣行かん水：750～800mm、少量かん水：500mm、雨水：460mmであった。

3) かん水量中雨の占める割合は慣行かん水の約60%、少量かん水では105%となった。

4) かん水量の多少による水田水深は慣行かん水は3～4cm、少量かん水は1～2cmでその差は2cm位であった。

5) 水田水温は少量かん水は慣行かん水にくらべ、最高水温が高く、最低水温は低く温度較差が大きい。地温10cmでは水深の違いによる温度差は小さい。

6) 水深の違いによる水田温度の差は7月上旬頃までは明らかであるが、植被量の多くなる7月中旬以降は水田温度の差はほとんど無くなる。

7) 稲の生育収量では本田初期の草丈は少量かん水の方が慣行かん水より低いが、中期以後は少量かん水の方が高目になる。茎数は少量かん水の方が多目に経過した。しかし収量には大きな差は出なかった。

8) 単位用水量(1_{ha}/10a)当りの収量はかん水量の少ない方が高く、平均日かん水量3.7mmが最も高い収量を示した。この日かん水量は蒸発散量とほぼ同じ値である。

9) 宮城県における本田期間中の総かん水量は慣行かん水の70%位にしても収量に影響をあたえない。しかし時期別用水量についてはさらに検討する必要がある。

10) 用水の節減、高度利用を考えた雨水の有効利用については今後も検討を進めたい。

引 用 文 献

- 1) 千葉・日野(1968)：かんがい水量の多少が水田温度と稲の生育収量におよぼす影響
東北の農業気象13
- 2) 農林省農地局(1954)：土地改良事業計画基準一かんがい編
- 3) 千葉・宮本(1967)：水田における蒸発散量と気象条件 東北の農業気象12
- 4) 宮本・千葉(1967)：節水かんがいによる冷水害の防止に関する研究 第3報
宮城農試報告

水管理が初期の分けつ発生に及ぼす影響

小野清治・穴水孝道・前田 昇・和田純二*・金沢俊光**

(青森県農業試験場)

1 まえがき

青森県の水稲作は5石取り技術を確認するに至った現在の技術を安定且つ大衆化し、さらに飛躍的増収をはかるためにはこの一連の栽培技術に改善を加え、高度の調和を保つような稲を作る必要がある。

そこで筆者等は、水稲の初期分けつを助長するためには初期の水管理がどうあらねばならないか、即ち下位節よりの分けつ発生を促進させ早期に有効茎を確保するための合理的な水管理技術を解明しようとして、1967年に青森県農業試験場圃場と藤坂支場の人工気象室を使用して実施した。本報は人工気象室内で実施した結果を報告する。

2 試験方法

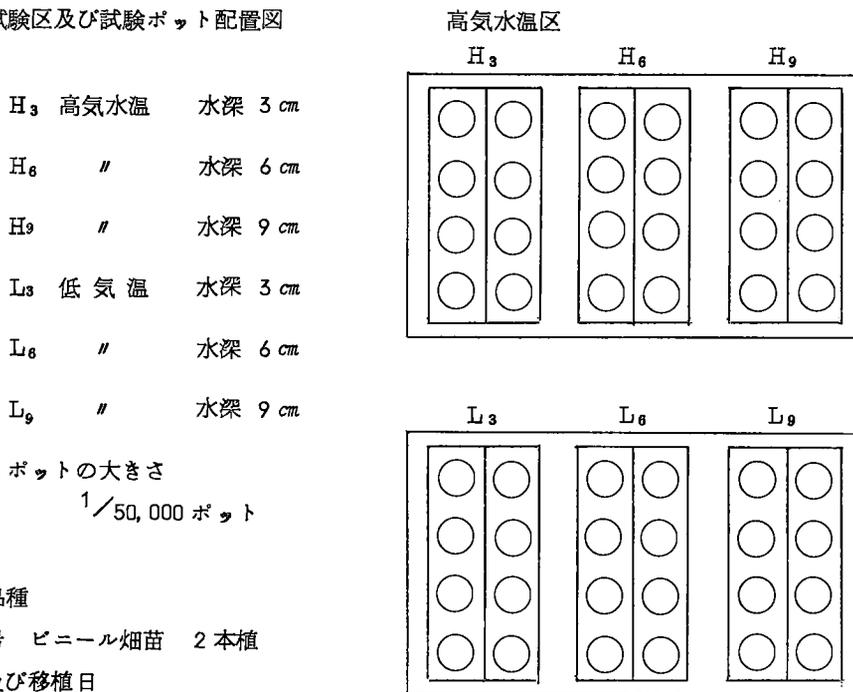
1) 試験場所及び試験区の大きさ

青森県農業試験場藤坂支場人工気象室(間口2m, 奥行1m, 高さ1.7m)

2) 試験区

気象室2基を使用し試験区及び試験ポット配置は第1図のとおりである。

第1図 試験区及び試験ポット配置図



3) 供試品種

ふ系69号 ビニール畑苗 2本植

4) 播種及び移植日

4月13日播種 5月29日移植

5) 供試期間中の人工気象室内の温度条件

移植後処理期間中の温度条件は第1表のとおりである。

* 青森農試藤坂支場

** 青森農試五戸支場

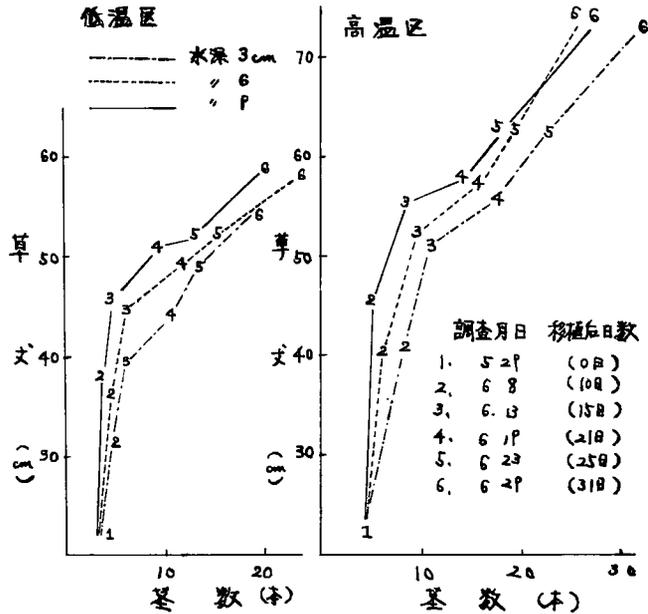
3 試験結果の概要

1. 移植後の草丈・基数の推移
 移植後の草丈・基数の推移について示したのが第2図である。第2図でも明らかなように草丈は水深の深い程長くなり、また低気温、低水温区（以下低温区）より高気温、高水温区（以下高温区）の方が長得であった。特に高温区では移植後10日目と25～31日目の調査の場合に急激に伸長しているのに対し低温区では移植後15日目頃までは伸長するが、その後は緩慢で又その伸長度合も高温区に比して少ない。

一方基数について見ると低温区の場合移植後21日目頃から水深6cm区が他の区よりも基数が多くなり次いで3cm, 9cm区の順であってこの傾向は圃場試験の場合もほぼ同様な結果が得られた。高温区では水深の浅い場合ほど基数は多くなり同一調査日の比較では低

第1表 植付後の温度経過

区名	日数要素	1～10		11～20		21～30		31～40	
		気温	水温	気温	水温	気温	水温	気温	水温
高温区	最高	22	30	23	31	24	30	25	30
	最低	12	14	14	16	15	17	17	19
低温区	最高	20	28	21	29	22	28	23	28
	最低	10	12	12	14	13	15	15	17



第2図 移植後の草丈・基数の推移

第2表 移植後10日毎の草丈, 基数, 葉令の増加数

項目 植付後日数	水深 区名	基数						葉令						草丈					
		3 cm		6 cm		9 cm		3 cm		6 cm		9 cm		3 cm		6 cm		9 cm	
		高 温	低 温																
10		4.6	0.6	2.1	1.1	1.5	0.4	2.0	1.7	1.8	1.7	2.0	1.6	19.7	11.1	18.7	17.4	25.0	17.3
20		9.4	6.2	9.5	7.4	9.1	5.6	1.6	1.3	1.6	1.2	1.7	1.3	15.1	12.7	17.1	11.8	12.0	12.6
30		14.1	9.7	10.5	11.8	11.9	10.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	17.0	11.9	16.3	9.0	16.6	8.1

温区より平均約30%前後基数は多かった。

次に移植後10日毎の草丈・基数・葉令等の増加量について第2表に示した。第2表によると草丈は高温区が低温区よりもいずれの条件下でも伸長率が高く、特に高温区の水深9cmの植付後1～10日（最高水温30℃, 最低水温14℃）にかけては他の同じ調査日の区より5～1.4cmも長く最も伸長率が高かった。

一方基数の増加は移植後21～30日かけての10日間が最も増加数が多く、特に最高水温30℃,

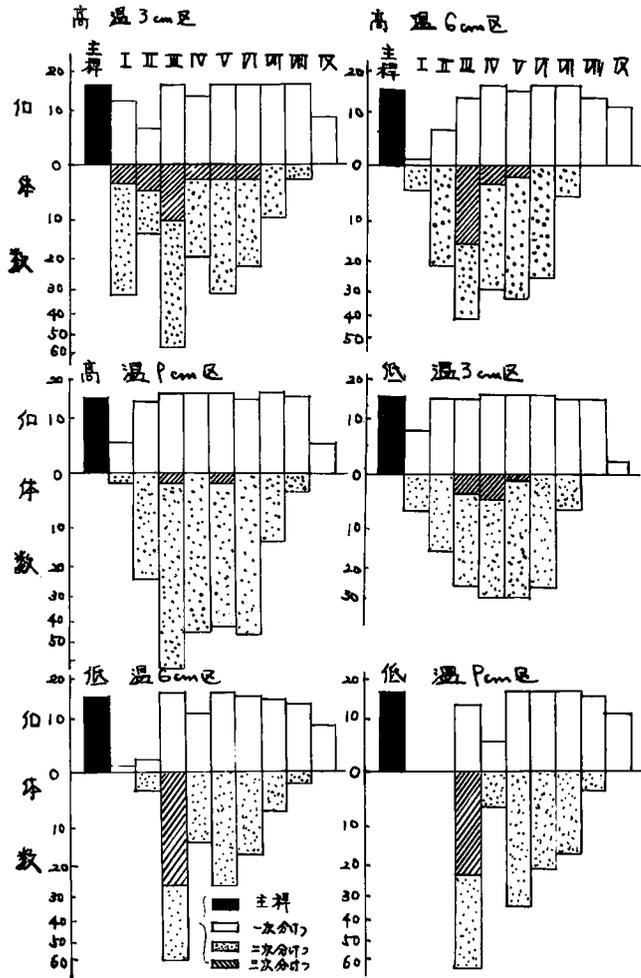
最低水温 17℃ で水深 3 cm 区が最も多かった。しかし葉令は気水温さらには水深の差による影響は明瞭ではなかった。

2. 節位別分けつ発生

温度条件及び水深条件の異なる 6 処理について各節位別に分けつ発生を見たのが第 3 図である。

この図によれば高温区の水深 3 cm 区は I II 節の一次分けつが水深 6, 9 cm の場合より多く、また二次分けつも下位節に多く、三次分けつも I ~ VII 節までの各節に認められている。水深 6 cm 区では一次の I ~ III 節までの分けつの欠除が目立ち二、三次分けつとも III 節以降の高位節に多く発生している。水深 9 cm 区は III 節以降の高位節からの二次分けつの発生が顕著であるが I 節の一次分けつ及び I II 節の二次分けつが欠け三次分けつの発生は極めて少なかった。

低温区では水深 3 cm の場合一次分けつの発生は高温区の水深 3 cm と大差ないが、二次分けつ及び三次分けつの発生は劣っており、特に I ~ III 節の二次分けつが高温区の水深 3 cm より劣っている。水深 6 cm では I II 節の分けつ欠除が目立ち、III 節の二、三次分けつが著しく多い。IV ~ VIII 節



第 3 図 各節位別分けつ発生

までの二次分けつは同じ水深の高温区は勿論、低温区の水深 3 cm より少なく三次分けつは III 節のみに発生が認められ、他のどの節からも発生していない。水深 9 cm は一次の I II 節は全く欠除し、III 節の二次分けつが極端に多かった。そして VII 節の一・二次分けつの欠除も目立ち全体として V ~ IX の高位節の分けつが多かった。以上の結果から低温区の水深 6, 9 cm 区は一般に V 節以上の高位節からの分けつが多く、低温で湛水深の深いものほど下位節の分けつ発生を阻害していることがうかがわれた。

4. むすび

初期の水管理が分けつ発生に及ぼす影響について調査した結果、次の諸点が判明した。

1. 水深を 3, 6, 9 cm とした場合の分けつ発生は水深の浅い場合ほど良く行なわれ、水温は最高 30℃、最低 17℃ の場合によく分けつが行なわれている。又最高水温 30℃ 以上で最低水温 18℃ 以上になると分けつ発生は抑制がちとなり、最低水温が 12℃ 以下の場合には著しく分けつ発生はおさえられる。
2. 分けつはいずれの場合でも浅水の方が良く行なわれるが、好適温度条件下では水深の深浅による分けつ発生の違いは小さいが、高水温になると水深の深い程分けつ発生は少なくなる。
3. 一般に水深が深くなると III 節以上の二次分けつの発生が多くなり低温区では深水にすると I ~ II 節の分けつは欠除される。従って低温の水深 6, 9 cm の場合と高温 9 cm では高位節からの分けつが多く早期の有効基数を確保するには高、低温にかかわらず水深を深くすることは得策でない。

節水かんがいによる水稻冷水害の防止に関する研究

第4報 適用限界に関する農業気候の推定

宮本硬一・日野義一・千葉文一

(宮城県農業試験場)

はじめに

水稻の冷水害を防止するための節水かんがいの効果と方法については筆者らによって既に報告されている。^{2,3)} ただ漏水過多の冷水田で掛流しを行なっている時は、その時の気象条件、すなわち低温や無降水などの如何によっては節水かんがいの効果がマイナスに作用する恐れもないわけではない。したがって節水期間(6月上旬~7月上旬)において水温より低い気温や非湛水田の地面が割れるほどの無降水の連続などは節水かんがいの限界条件となる。⁴⁾

ここでは主として6月における気温(日別最高、最低)、無降水について限界条件を設定してその変動性を解析し、節水かんがいの適用時期、適用地域などを具体的に示すための推定尺度を得ようとした。

本研究を行なうに当って協力された東北農試気象研究室、青森農試気象科、同藤坂支場および秋田農試水田作科の各位に深謝する。

1 調査の方法

1. 気象的限界条件の設定

1) 低温

節水限界気温: 節水期における日最高気温 16°C 以下と日最低気温 12°C 以下の出現率をそれぞれ求め、それが50%の時の気温を節水限界気温とした。^{5,7)}

2) 乾燥度

(1) 有効無降水日: 日雨量 1.5mm 未満のものを含めた無降水日を有効無降水日とし、その出現率を求めた。⁵⁾

(2) 節水最大乾燥期: 節水期において、5日連続の有効無降水日の出現率が最大となる時期を節水最大乾燥期とした。

(3) 有効残留雨量: 有効雨量(雨量 $\times 0.7 \sim 0.8$)と蒸発散量との差を求め、⁵⁾ これを有効残留雨量とした。

2. 気象資料の地点と統計年数

宮城県の旧区内観測所、農業気象観測所19点、北東北3県の農試、気象台4点の気象資料を収集した。統計年数は宮城県の場合、1927~1967、1949~1967、北東北では1949~1968である。

2 調査の結果と考察

1. 限界条件としての気温

1) 最高気温

日最高気温 16°C 以下の出現率はどの地点でもきわめて低く、宮城県の冷水地帯にある作並(標高 250m)の場合、6月7、8日にピークが現われ、出現率28%を示しているが、となりその他はず

べて非常に低い。また北東北の場合、低温出現頻度の最も大きい藤坂の例においても、6月2日に1日だけ45%となっただけで、他はいずれも25%以下の低さであった。これら二つの例をみると、先にあげた低温限界としての出現率50%ということからは、はるかに低い値である。したがって日最高気温は東北地方全域にとっても、一部の高冷地を除いてほとんど節水かんがいの限界条件にはならないように思う。

2) 最低気温

低温限界としての最低気温1.2℃以下の出現率の変化は表1に示した。宮城県の場合、その出現率が50%になる時期は冷水地帯では6月14日ごろで、それ以後になると低温出現率は急激に減少する。

東北地方の北部3県(平野郡)では、出現率50%になる時期は藤坂を除いて6月1.4日、もしくはそれ以前で、宮城県の場合と大同小異である。藤坂ではそれが6月17日でやや遅くまで低温による限界が存在する。したがって南東北の全滅と北東北の平坦部では6月15日ごろまでが最低気温による低温限界期といえるであろう。

次に日最低気温1.2

℃以下の出現率(半月平均)と半月最低気温との関係を宮城県の冷水地帯と北東北3県(平坦部)の各々について求めてみると図1のようになる。

それによると宮城県の冷水地帯と北東北の平坦部においては、低温出現率と最低気温との間には、ほとんど同

表1 最低気温1.2℃以下の出現率

地名 月日	宮 城			北 東 北			
	志津川	作並	仙台	黒石	藤坂	盛岡	秋田
6. 1	60(%)	55	56	70	80	55	40
2	60	67	51	70	80	60	55
3	63	67	49	75	80	70	55
4	63	72	56	70	80	65	30
5	55	61	46	45	60	60	30
6	80	83	49	65	70	85	40
7	63	83	41	40	70	80	45
8	58	67	41	50	65	60	50
9	58	44	38	50	55	55	35
10	55	44	49	35	45	55	45
11	55	55	28	50	70	65	55
12	40	44	18	55	80	60	40
13	60	61	28	45	65	50	30
14	53	50	26	35	65	65	40
15	18	28	13	40	70	30	10
16	35	44	15	40	60	50	30
17	25	33	10	20	55	25	10
18	25	22	13	25	45	25	5
19	38	39	18	15	45	30	5
20	28	33	8	25	35	25	5

注 一：節水限界期

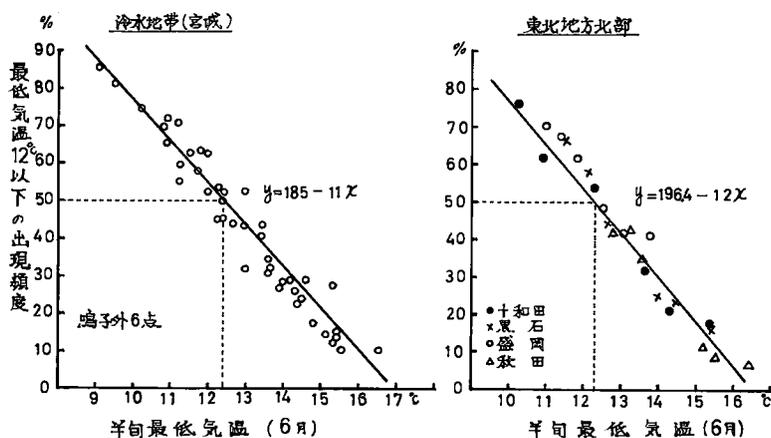


図1. 日最低気温1.2℃以下の出現率と半月最低気温との関係

じょうな直線関係がみとめられた。すなわち、最低気温 12℃ 以下の出現率 50% は半月最低気温では約 1.23℃ に相当する。したがって半月最低気温 1.23℃ を節水限界気温といふことができよう。

この値を用いて節水限界期を推定すると表 2 のようになり、12℃ 以下の出現率 50% になる期日と 1~2 日の差がみられるだけできわめて近似的である。

こうしたことから、節水限界気温 1.23℃ (半月最低) は、南東北では全域、北東北は平坦部に対して適用限界の推定尺度となりうると思う。

2. 限界条件としての降水

非湛水田において土壌が乾燥するような時期を推定するため、宮城県について 5 日連続の有効無降水日の出現率を求め、これが最大となる時期、すなわち節水最大乾燥期を算出して表 3 に示した。

それによると、節水期間中で最も乾燥するのは 6 月 15 日ごろを中心とした中旬である。その時の無降水日の平均出現率は 70% に達している。より乾燥する地域としては、宮城県の場合、北東部の平坦から海岸方面で、その地方では 74% の出現率となっている。そのことをより詳細に分布図で示したのが図 2 である。

図の a は宮城県の 6 月における有効無降水日の出現率の分布であり、b の方は有効残留雨量 (有効雨量と蒸発散量との差) の分布を示している。さらに c は旬雨量の分布図である。

この三つを通らんとすると共通的特徴としては 6 月中旬における県の北東部にみられる一定条件以下の地域の類似性がある。

すなわち、無降水日の出現率 70% 以上、有効残留雨量がマイナスの場合および旬雨量 40mm 以下の地域などが 6 月中旬においては共通的地域としてみられる。したがって旬雨量 40mm 以下という値は、宮城県の場合、乾燥の特に強い中旬では十分節水の限界条件となるものと思われる。さらに節水期における蒸発散量の日量で 3.0mm (10 年平均) 以上であるので、これは旬雨量 40mm を先きのべ

表 2 節水期における乾燥度 (宮城)

乾燥度		最大乾燥期					
		期 間			平均日		無降水出現率 (%)
地点		(月)	(日)	(日)	(月)	(日)	
		北岸部 地方	気仙沼	6.	13	17	6.
志津川			13	17		15	75
女川			14	18		16	69
西部山間 地方	松倉		13	17		15	71
	鳴子		10	14		12	68
	内沢		13	17		15	69
	作並		12	16		14	66
	青根		6	10		8	65
	湯原		13	17		15	70

注：無降水出現率 = 5 日間の平均有効無降水日の出現率

表 3 節水限界気温の終日比較

終日		低温出現率よりの終日	最低气温よりの終日	差
宮城県冷水地帯	志津川	6. 12	6. 13	+1
	若柳	2	2	0
	鶯沢	9	8	-1
	松倉	7	8	+1
	鳴子	11	9	-2
	門沢	11	13	+2
	作並	12	12	0
	青根	19	18	-1
	湯原	24	23	-1
	金山	1	1	0
北東北	黒石	6. 11	6. 9	-2
	藤根	18	18	0
	盛岡	15	14	-1
	秋田	5. 30	1	+2

注：低温出現率よりの終日：最低气温 12℃ 以下の出現率 50% になった日
最低气温よりの終日：半月最低気温の推移曲線より 1.23℃ になった日

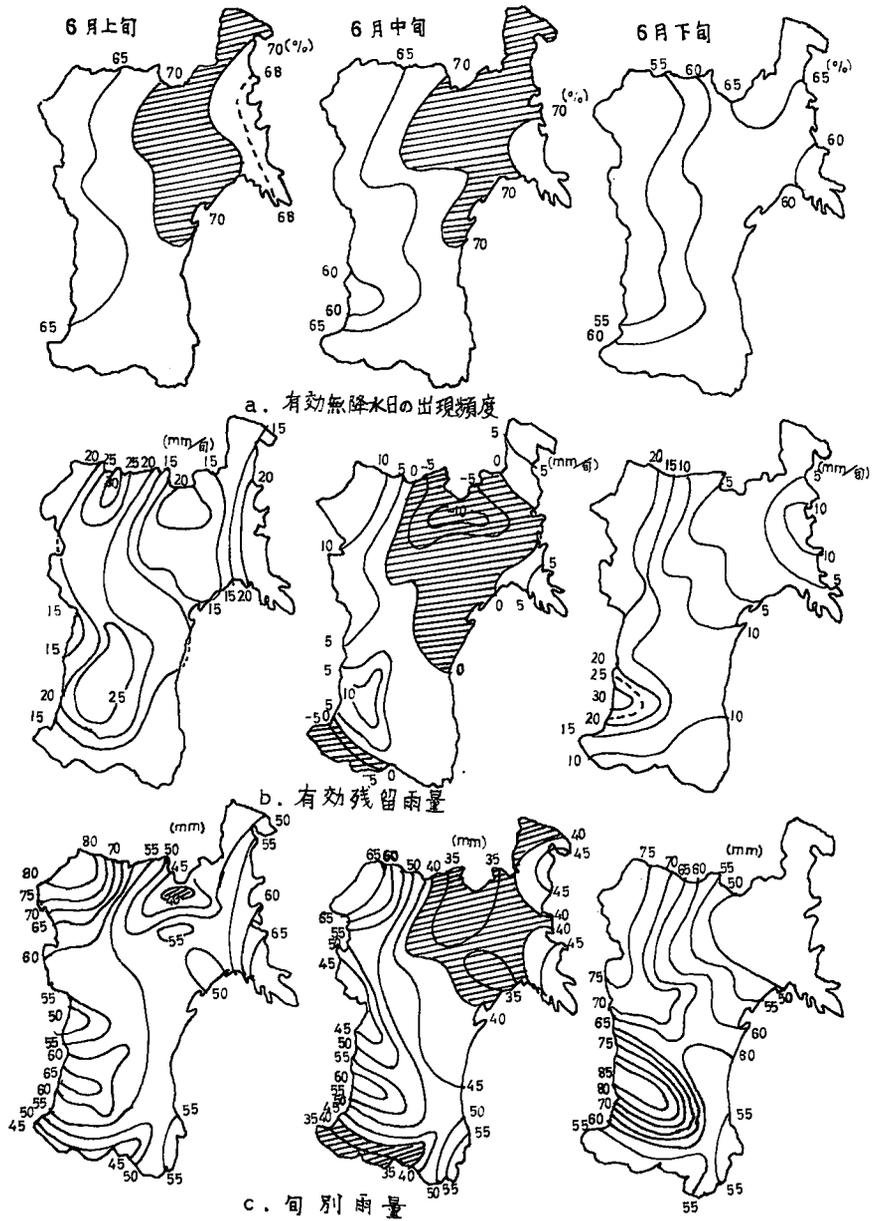


図2 6月における乾燥度の地域分布(宮城)

た有効雨量30mmとほぼ等しい量になる。したがって旬雨量40mmは、節水期における非湛水田の土壌が乾燥化にむかう転化点とも考えられるので、これは宮城県における節水限雨量としてもよいと思う。さらにこの旬雨量40mm以下の出現率から、乾燥する時期が6月中旬であることが示されている点も指摘しておきたい。

む す び

低温および降水の変動性から、冷水対策としての節水かんがいの有効な適用限界の推定尺度が得られ、具体的な適用時期、適用地域が東北地方についてなされた。

低温としては半月最低気温 12.3°C が節水限界気温として得られ、東北全域に適用することができる。また節水限界雨量としては旬雨量 40mm があり、有効無降水日の出現率 70% も乾燥度の指標となる。

これらを用いて具体的な適用地域、適用時期を推定した結果、最低による限界時期は南東北の全域と北東北の平担部は大体6月15日ごろまでで、それ以前に節水かんがいを行なう場合は、その時、その場所における気温変化に特別の注意が必要であり、特に水温と夜間気温との相対的な高低関係が問題になろう。

しかしこの場合も15日以降になれば低温による制限条件は全く解消するものと思う。非湛水田における土壌の乾燥に対する降雨の限界条件としては宮城県については6月中旬という時期と、県の北東部という地域が要注意の対象として示されている。適用限界の時期は5日連続の有効無降水日の出現率が最大となる。いわゆる最大乾燥期で示されており、地域も有効無降水日の出現率 70% 以上と旬雨量 40mm 以下、もしくは有効残留雨量がマイナスの地域といった乾燥指標で得られている。

以上二つの節水限界条件から南東北の全域と北東北の平担部に対しては6月中旬までの気温低下と無降水の連続に留意して節水かんがいを適用することが望ましい。

引 用 文 献

1. 伊達了(1963): 東北地方の水稲栽培期間の決定方法に関する農業気象学的研究
東北農試研報 28
2. 宮本硬一(1963): 東北地方における冷水田と冷水被害に関する研究 宮城農試報 30
3. ———, 千葉文一(1965): 節水かんがいによる冷水害の防止に関する研究, II, 宮城農試報 35
4. ———, ———(1967): 節水かんがいによる水稲冷水害の防止に関する研究, III, 宮城農試報, 37
5. 宮本硬一, 千葉文一(1969): 寒冷地水田の水収支に関する研究, I, 印刷中
6. 水温水量部会(1962): 冷水かんがい田の水温水量と稲の被害に関する調査研究, 日本農業気象学会
7. 八柳三郎(1960): 東北地方における稲作の計画栽培, I, 農及園, 35(6)
(詳細は "農業気象" に掲載の予定)

高温時の水稻育苗（薬剂処理による）と本田の生育相について

柴田 義彦・長松谷 正三郎

（神岡高等農業学園・横手農業改良普及所）

1 はじめに

秋田県の稲作でも県南地帯の稲作栽培は、絶えず高度な生産性の高い技術を要求する地帯であって、10a当りの生産量も、42年は576Kg、43年は579Kgと非常に高く、これらのことから土地基盤整備に対する農民の意欲も非常に高いものがあります。しかし、これらの事業を実施した場合、当初の計画どおりに事業が完了するのはまれでその殆んどが半月以上もおくれるのが普通です。それだけでなく融雪や出稼等のため晩播晩植になりがちなのに、更に田植が予定より半月以上も後れる事によっておこる一番大きな問題はやはり、苗が徒長軟弱になりやすいと云う事です。この様な事から特に高温下での育苗についての技術対策は、西南暖地のみならず、この地域でも重要な課題であり、これに対処するために薬剂処理による高温時の育苗と本田の生育相について検討して見たので、ここにその概要を報告します。

2 苗代の気象経過と苗代日数について

本年度（43年）の気象経過と苗代日数について、第1表及び第2表から見るに

第1表 昭和43年度半月別最高最低平均気温及び平均気温と日照時間（横手通報所調べ）

項目	4 月						5 月						6 月						計
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
最高平均気温	14.6	13.4	15.7	14.4	19.3	19.2	21.3	17.5	18.7	22.7	20.7	19.3	23.6	27.2	26.0	22.5	26.0	26.9	※1,864.9
最低平均気温	7.4	4.7	2.3	5.7	5.1	9.4	9.6	7.3	9.0	8.3	11.5	10.9	13.3	14.3	15.1	14.7	13.7	18.2	※ 883.2
平均気温	8.1	9.1	9.0	10.1	12.2	14.3	15.5	12.4	13.9	15.6	16.2	15.6	18.5	20.8	20.5	18.6	19.9	24.6	※1,375.9
日照時間 h	46.7	19.1	41.0	17.9	42.6	19.3	31.0	33.0	24.8	47.2	26.1	24.3	37.5	48.2	43.7	19.8	46.5	33.0	591.7

※ 1日平均積算

第2表 苗代の積算温度と苗代日数

区	項目	播種から田植迄の積算温度		本年対 平年差	苗代期間	備 考
		43年	平年			
保温折衷 苗代	慣行区	489.4℃	460.7℃	+28.7	36日	播種4月15日 田植5月21日
	試験区	695.4	676.3	+19.1	48日	" 4月18日 " 6月5日
	慣行区対試験区比	+206	+215.6		+12日	
ビニール 畑苗代	慣行区	506.8	478.7	+28.1	39日	播種4月11日 田植5月20日
	試験区	759.5	756.4	+3.1	44日	" 5月11日 " 6月24日
	慣行区対試験区比	+252.7	+277.7		+5日	

播種期がおそくなる程、平均気温が高く（特に6月に入ってから）なるので、それだけ一定期間内の積算温度は高く、またビニール畑苗代の慣行区と試験区に於いては、試験区の方が、積算温度で252.7℃多く、苗代日数でも5日多い。保温折衷苗代でも同様に試験区の方が積算温度で206℃多く、苗代日数で12日と共に多くなっている。

しかし、これらの条件下にありながら前述の事柄から播種と田植がなかなか適期に出来ないために、試験区に於いては苗代期間が総体的に慣行区よりも長くなりがちである。この事ははじめにも述べたとおり健苗育成の面からは重要な課題であります。

3 試験の概要と方法

1) 試験の概要

生長抑制剤であるB-ナインについては、今迄も果樹、ソ菜、水稻（本田の茎葉及び土壌処理）等に於いて、いろいろな方々の試験研究がなされているが、水稻育苗については、初めてのなので、苗代の茎葉散布と本田の生育及び収量との関係、水稻体内に於ける作用力持続期間、その他、散布濃度及び温度条件と作用力の関係等につき検討してみた。

2) 試験区

a ビニール畑苗代、B-ナイン50倍区、B-ナイン100倍区、対照区
播種後33日目の6月13日（草丈27.6cm、葉数3.9枚、莖数1.0本、積算温度557.9°Cの時）にB-ナイン水溶液を3.3m²当り350cc散布する。

b 保温折衷苗代、B-ナイン100倍区、B-ナイン200倍区、対照区
播種後41日目の5月29日（草丈21.7cm、葉数5.0枚、莖数2.1本、積算温度576.1°Cの時）にB-ナイン水溶液を3.3m²当り350cc散布する。

3) 耕種概要

a ビニール畑苗代：品種、フジミノリ。播種、5月11日。播種量、3.3m²当り0.3Kg。苗代期間中は一切灌水しない。田植、6月25日。栽植密度、30cm×15cmの5～6本植。泥炭土壌で排水不良の為（減水深0.3cm/day）止草迄（7月28日）は浅水にして、その後は灌水しない。

b 保温折衷苗代：品種、フジミノリ。播種、4月18日。播種量、3.3m²当り0.25Kg。田植、6月6日。栽植密度、30cm×15cmの3本植。植土で排水不良の為（減水深0.4cm/day）10日間隔位で灌水した。

4 試験結果

a ビニール畑苗代

1) 苗の生育について。B-ナインの茎葉散布による、苗の生育については、第3表に示すとうりである。草丈は、処理区が対照区よりも共に短く、莖数、葉数及び風乾率は、100倍区が他区よりも優っている。また苗イモチ病について調査した結果、処理区が共に対照区よりも上位葉の病斑数及び総病斑数の少ないことが認められた。

第3表 B-ナイン処理によるビニール畑苗の生育について

項目 区	cm	本	枚	g	g	%	上から2葉 目のイモチ 病々斑数	上から3葉 目のイモチ 病々斑数	ヨード、ヨ ートカリ液反応 (7月17日)	出穂期
	草丈	莖数	葉数	生体重	風乾重	風乾率				
50倍区	35.0	1.0	5.41	52.4	11.6	22.1	0個	2個	38.7%	8月18日
100倍区	36.8	1.23	5.47	53.2	12.0	22.5	2	8	26.9	8月19日
対照区	38.5	1.16	5.44	59.4	12.2	20.5	8	12	21.4	8月21日

注 6月24日 60個体調査

ロ) 本田の生育について、7月17日に調べた、ヨード、ヨードカリ液による澱粉反応は、50倍区、100倍区、対照区の順に高く、また出穂期もこの順に速まっている。

b 保温折衷苗代

1) 苗の生育について。このことについては、第4表に示すとおりである。草丈は、処理区がピニール畑苗代同様対照区よりも短

第4表 B-ナイン処理による保温折衷苗の生育について

項目 区	cm	本	枚	g	g	%
	草丈	茎数	葉数	生体重	風乾重	風乾率
100倍区	2.4.8	2.4	5.4	5.1.8	8.0	1.5.4
200倍区	2.5.0	2.6	5.5	7.7.0	10.8	1.4.0
対照区	2.6.3	2.3	5.4	7.0.0	9.0	1.2.8

注：6月5日 60個体調査

く、茎数は、処理区が対照区よりもやや多く、葉数は、200倍区が一番多い。また、生体重及び風乾重は、200倍区と対照区が共に優っているが、風乾率は処理区、特に100倍区が一番高い。

リ) 本田の生育について。苗代での成績を更に掘り下げ、本田の生育との関連性を見る為に、本田で追せき調査をした結果は、第5表に示すとおりである。草丈は、苗代期同様、処理区が対照区よりも共に短く、また茎数は200倍区が一番多く、100倍区と対照区は逆になり、対照区が優っている。また7月12日に調べた。ヨード・ヨードカリ液による澱粉

第5表 B-ナイン処理による保温折衷苗の本田生育について

項目 区	7月10日			7月12日 ヨードヨード カリ液反応	出穂期	8月13日			
	草丈(cm)	茎数(本)	葉色			稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本)	1穂当り健全葉数
100倍区	64.9	18.7	中	68%	7月31日	9.0.3 9.8.2	1.9.3 10.3.2	1.5.3 9.3.8	4.2(枚)
200倍区	65.8	22.2	中	65	8月1日	9.1.0 9.9.0	1.9.2 10.4.2	1.7.5 10.7.3	4.0
対照区	68.0	21.2	淡	57	8月3日	9.1.9 10.0	1.8.7 10.0	1.6.3 10.0	3.8

反応は、100倍区、200倍区、対照区の順に低いにもかかわらず、葉色は、

100倍区と200倍区が対照区よりもやや濃色である。

注：10株調査

出穂期については、畑苗代と同様100倍区、200倍区、対照区の順に速まり、稈長は、対照区が長く逆に穂長は処理区が共に長かった。穂数は、200倍区が一番多く、また一穂当り健全葉数は処理区が共に多かった。更に、成熟期に有効茎の形態について、調査して見たのが、第6表である。

第6表 有効茎の形態について

項目 区	第1			第2			第3			第4			第5			合計		
	葉鞘	葉身	節間	葉鞘	葉身	節間	葉鞘	葉身	節間	葉鞘	葉身	節間	葉鞘	葉身	節間	葉鞘	葉身	節間
100倍区	23.9	20.7	33.6	19.3	31.0	21.2	20.3	32.2	14.1	17.9	28.0	8.4			0.66	81.4	111.9	77.96
200倍区	24.0	21.8	34.0	19.5	32.0	21.3	20.4	33.8	14.5	17.8	28.3	8.5			0.62	94.1	87.4	98.0
対照区	24.8	23.4	34.2	20.5	35.8	22.3	22.2	37.5	14.4	19.0	31.5	8.0			0.65	81.7	115.9	78.88
																86.5	128.2	79.55
																100	100	100

注：8月13日 10株調査 節間は穂首節間を第1節間とする

葉鞘について見ると処理区が対照区よりも共に短く、特にこの傾向は、第3及び第4葉鞘に於いて大きく、また葉身については、葉鞘よりもこの差が顕著に現われ、特に第2及び第3の上位葉身に於いて、この差が大きく見られる。節間については、総体的には、殆んど大差ないが、処理区がやや短くなっている。しかし、処理区第4節間に於いては、逆に長くなっている。

最後に枝梗及び登熟との関連について、見たのが、第7表である。一次枝梗の10株総数は、穂数と

第7表 B-ナイン処理による枝梗と登熟について

項目 区	1次枝梗数		2次枝梗数		精粒数		しなない数		不受精粒数		合計		登熟歩合
	10株 総数	1穂 平均	10株 総数	1穂 平均	主稈	その他	主稈	その他	主稈	その他	1次枝 梗粒数	2次枝 梗粒数	
100倍区	1.446	9.8	1.888	12.7	2.401	9.616	384	1,405	132	593	8.678	2.853	82.7
	88.4	98	90.5	99.2	12.017		1.789		725		14.531		
200倍区	1.693	9.7	2.007	11.5	2.737	10.503	540	1,712	140	621	10.161	6.024	81.8
	103.6	97	96.2	89.8	13.240		2.184		761		16.185		
対照区	1.634	10.0	2.086	12.8	2.580	10.197	632	1,973	130	300	9.804	6.049	80.6
	100	100	100	100	12.777		2.605		430		15.853		

注 8月13日 10株調査

の関連から200倍区が一番多く、逆に一穂平均一次枝梗数は、対照区が多くなっている。二次枝梗の10株総数及び1穂平均二次枝梗数は、対照区が共に処理区よりも多く、また精粒数は200倍区、対照区、100倍区の順に少くなっている。しなない数については、対照区が一番多く、次に200倍区、100倍区の順で、不受精粒については、処理区が共に多く、対照区が少なく登熟歩合は、100倍区が一番高く、次に200倍区、対照区の順に低くなっている。

5 考 察

苗代期に於ける、苗の生育と苗代日数についてみると、第2表からみてもわかるように播種日がおそくなる程 それだけ平均気温が高くなるので、一定期間内の積算温度は高くなる。このことから、畑苗代に於いて慣行区が4月11日に播種し、試験区が30日おくれの5月11日に播種した場合、苗の生育等から見ると、慣行区は39日間で（積算温度は本年度506.8℃）草丈16.3cm、基数2.7本、葉数5.4枚となり田植適期になっているのに対し、試験区の方は、播種後20日目の5月31日に、積算温度で慣行区よりも202.9℃少ない303.9℃で慣行区と同じ長さには達している。また、このことを保温折衷苗代についてみると、慣行区の播種は4月15日で播種後36日間で田植適期の（積算温度は489.4℃）草丈17.5cm、基数2.3本、葉数5.0枚となっているのに対し、試験区の方は、播種が3日おくれの5月18日で苗代期間は48日となっているが、実際に慣行区の草丈17.5cmには2日おくれの積算温度で4.2℃少ない48.5.2℃でこの長さには達した。

以上のことから云えることは、播種日がおそくなる程、高温時における短期育苗と云う事で、これは云いかえると苗の徒長軟弱を意味することであり、これに対処するために、B-ナインを処理した結果は、第3表及び第4表で見られるとおりで、ビニール畑苗代については、草丈は、処理区が共に短く、また風乾率及び100倍区の基数、葉数は処理区が共に優っていたことと、イモチ病の病斑数が処理区に於いて少なかった事、また保温折衷苗代に於いても、ビニール畑苗代と同様の傾向を示し、草丈は、処理区が共に短く、風乾率及び基数、葉数は処理区が対照区に比較し、同等以上の結果を示していることから、当初の目標であった草丈をある程度に押えて、苗の徒長軟弱を阻止し、健全なる苗を育成すると云うことは、ある程度達成出来たと思います。

更に本田の生育相との関連について見るために、保温折衷苗で本田の追せき調査を行った結果は第5表（畑苗の一部は第3表）に示されているとおりであるが、対照区に比べ処理区の草丈は、かなり押

られているにもかかわらず、稈長はそれ程でもなく逆にヨード・ヨードカリ液による澱粉反応及び穂長や一穂当り健全葉数、穂揃の程度、また200倍区に於いては、莖数及び穂数共対照区に比較し優っていることなどから見て、処理区の健全なる生育の程が伺われると思います。

また、有効莖の形態について、第6表から考察されることは、葉身については、対照区の方が各葉身当り3~5cm位づつ長く、また節間と葉鞘については、処理区が共にやや短くなっているが、ただ処理区の第4節間に於いては、逆にいずれも微かづゝではあるが、対照区よりも長くなっている。以上のことがらや、第5表の葉色等から見るに、B-ナインの残効性等については、保温折衷苗代の5月29日処理のものでは、第5節間伸長期あたり迄持続するものと思われまゝです。つまり処理後30日間前後の残効性があると云う事です。このことは、処理区の第4節間に於いて、節間伸長が見られることや、第5表の葉色が対照区よりも濃くなっている事などから、これらの現象は、つまり抑制効果の切れた後に起る反動的現象によるものではないかと思われまゝです。この現象は処理区の第1葉鞘及び穂長、200倍区の第3節間や第5表の葉色等からして、大体10~15日間位持続するものと思われまゝです。

更に、第7表の枝梗と登熟について見ると第4節間の伸長等と関連してか、処理区の2次枝梗の割合及び着粒数が思ったよりも、つまり100倍区の場合は、生育が抑制されていることと、200倍区の場合は、穂数が多いにもかかわらず多いと云う事です。また登熟歩合に於いても対照区に比較して高いと云う事は、それだけ地上部及び地下部の健全なる生育によるものと思われまゝです。

最後に、今年の調査結果から総括してみると今年の場合は晩播晩植による高温下での健苗育成と云う事で実施したのであるが、今迄の調査結果から見るに、西南暖地に於ける高温下での健苗育成の面にも十分に適用出来るものと思われまゝです。以上の事から、実際にB-ナインを、水稻の苗代時に使用する場合は、その経済性(畑苗代で本田面積10a当り500円、保温折衷苗代で1,200円)及び使用効果等からして、200倍区が最つとも適切なものと思われまゝです。また使用に当っては、その残効性と反動的現象及び苗代期間の気象、特に平均気温等の面から見たところの適切な時期に使用する事である。今年の保温折衷苗代に於いて処理した時期を見ても、倒伏節間である第4節間等の伸長を促している事は、多少問題があるので(今年位の反動的現象では、殆んど問題にはならない)。これらの節間伸長に影響を及ぼさない時期、つまり、今年の処理時期からすると、もう15日前後早11時期に処理したなら、まだ効果的であったと同時に安全に使用出来たのではないかと思われまゝです。またもし使用後、第5節間等の伸長を促すような事が心配される時は、栽培技術でもって、反動的現象を出来るだけ抑制するように配慮することが、安全多収の面から見ても、必要な事と思われまゝです。なお、B-ナインの効用とそのメカニズム及び処理時の生育ステージの差異と効果、展着剤の種類と濃度との関係等については、まだ今後の研究にまつところが、多いものと思われまゝです。

水 稻 冷 害 の 実 際 的 研 究

第30報人工気象室の温度分布について

楠淵欽也・和田純二・浪岡 実・小山田善三・中川宜興
(青森県農業試験場・藤坂支場)

1 はじめに

近年、ファイトロン(植物環境調節装置)の進歩により、各種の環境設定が容易に行なわれるようになった。しかし、このような人工気象装置も、厳密には自然環境の再現ではなく、気象室独特の気象環境であることが知られている。例えば気象室内の温度環境については、東北農試盛岡試験地(1954)北海道農試気象研究室(1967)等における調査の結果、室内の温度分布は必ずしも均一でなく、とくに、日射の強さによる影響の大きいことが報告されている。

筆者らは気象室内の微気象を明らかにするとともに、調整方法を確立し試験精度の向上をはかるため、1967年および'69年に実験を行なったので、ここにその結果について報告する。なおこの実験に当り協力いただいた本場農業気象科小野清治科長、穴水孝道技師、五戸支場金沢俊光科長に感謝の意を表する。

2 実験方法の概要

実験は1967年10月と、'68年5月、同じく7月の3回にわたり室内の温度分布を測定し、さらに8月に水稻(ポット)を搬入、温度ムラが幼穂発育期の不稔発生や、登熟に及ぼす影響を明らかにするための実験を行なった。

実験 I

1967年10月18日に17.5°Cに調節された人工気象室内27点の温度分布を自記々録温度計により測定した。

実験 II

1968年5月23日、20°Cの恒温条件下で吹出口および吸込口の両調整板を上向45°、あるいは水平等の角度調整、さらにポットの有無の組合等18方法について室内18点の温度の変化を測定した。

実験 III

同じく7月23~24日に実験IIと同様にポットの有無の外に遮光幕(材料よしず)の有無、感温部の位置変更等の処理をした場合の温度分布を調べた。

実験 IV

I~IIIの実験により温度ムラをかなり解消できることが明らかになったので、1/5000ポット栽培のトワダを用い、7月29日(葉耳間長士0)に温度ムラを調整した室、および無調整室に各40ポットを搬入、16°C-7日間処理を行ない、温度ムラがポット位置による不稔発生に及ぼす影響を調査した。

実験 V

8月26日(出穂後10日目)、1/5000ポット栽培のトワダを、調整室および無調整室に各27ポットを搬入し、17.5°C-34日の低温処理を行ない、温度ムラが登熟に及ぼす影響を調べた。

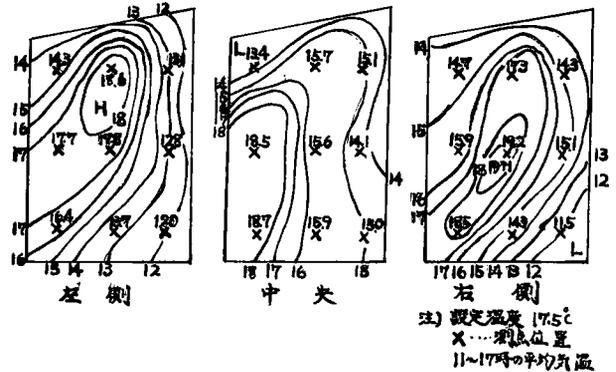
3 結 果

実験 I

まず、真上からみた温度分布では、高さ20cmの場合壁側に高温、前面に低温部分があり、中段

(75cm)では壁側の高温帯が拡大されている。さらに上段(130cm)では中央部に高温があり、その周辺は低温となっている。

側面からみると第1図のように、正面向って右側では中央付近、中央部では壁側で半分、また左側では中央部にそれぞれ高温帯が分布した。低温部分は各面ともおおむね前面ガラス側にみられた。



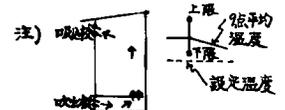
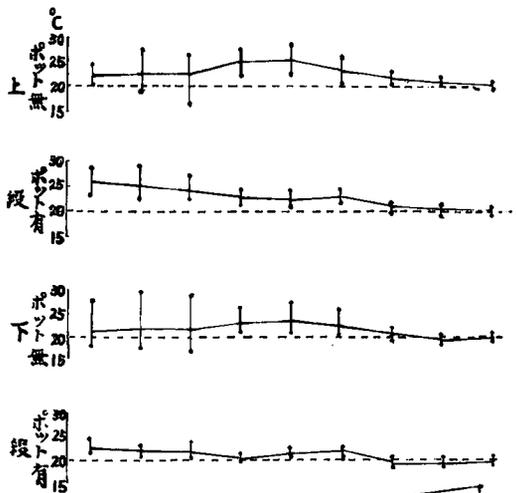
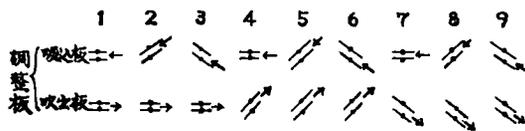
第1図 側面からみた温度分布

実験Ⅱ

第2図のように吹出板および吸込板を下向45°にした場合、ポットの有無にかかわらず温度ムラが少なかった。

また吸込板が水平あるいは上向45°でも、吹出板を下向45°にした場合温度ムラが少なく、このことは、吸出板角度が温度ムラに大きく影響していることを示しているものとみられる。

吹出板が水平でポットのある場合と、吹出板が上向45°でポットの無い場合にはいずれも上段(90cm)付近において高温となった。



第2図 調整板の角度およびポットの有無と温度分布との関係

実験Ⅲ

調整板の角度調整およびポットの有無の条件に加え、さらに日射の影響を明らかにするため遮光幕の有無による温度変化をみたものが第3図である。なおこの実験は7月23~24日の高温晴天条件下で行なわれた。

本実験により次の結果が得られた。

(1) 日射が多い場合、遮光により温度ムラが少なくなった。

(2) 遮光しない場合、温度ムラが大きく、かつ平均温度が設定温度よりかなり低温となった。

(3) 遮光幕がない場合、ポットの有無による温度ムラに大きな差がみられなかった(1と2の比較)

(4) 調整板が水平で遮光しない場合、温度ムラが大きかった(4と6の下段の比較)

(5) 感温部を壁に吊した場合と、中央部に吊した場合では後者の方が室温が低かった(8と9の比較)

(6) 吹出板は右側1/4の部分を開けて(板が横に4等分になっている)、他の部分は下向45°にした場合、温度ムラが最も少ないことがわかった。また、第1表は各種条件下の遮光区と無遮光区のそれぞれの温度分布を示したものである。これをみても無処理区、とくに下段の温度ムラの大きいのが目立った。

実験Ⅳ

調整板、遮光幕を利用した調整室と、これと対象の無調整室でトワダを用い、穂孕期の低温処理を行なった結果が第2表である。温度分布をみると、調整室では右側2測点のみ設定温度16℃より1~1.5℃低いが、他の7測点は±0.5℃前後の差で、無調整室に比べてムラが少ない。また、両差とも前面が少し高温となり、壁側に向って低温となる傾向が認められた。

不稔発生程度についてみると、当然のことながら温度分布の影響がみられ、無調整室の方がやや乱れた。このことは、実際の試験に当り、前面あるいは壁側に供試材料を配列するときに考慮する必要のあることを示唆している。

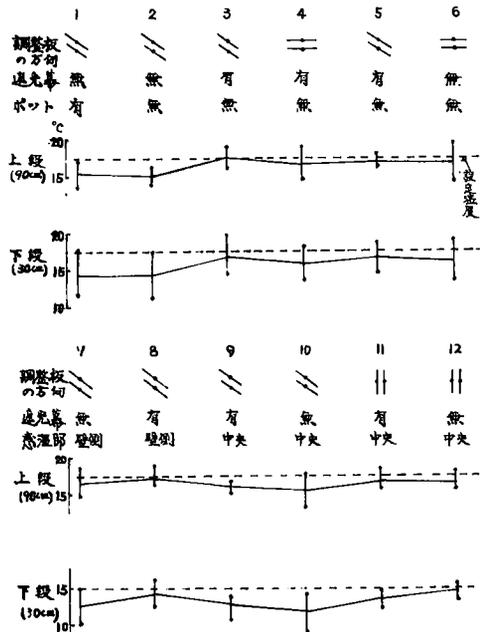
実験Ⅴ

実験Ⅳと同じく、調整室および無調整室で登熟期間の低温処理を行なった結果、調整室が無調整室に比べ設定温度17.5℃からの差が少ない。しかし、調整区では遮光が強度に過ぎたため登熟が著しく阻害され、長期間遮光の悪影響がみられ今後問題を残した。

むすび

以上の実験の結果、人工気象室内の温度特性がかなり明らかにされた。すなわち、温度ムラを少なくする方法としては、吹出、吸込両調整板の角度調整、晴天時の遮光幕利用等が考えられ、さらに、処理中のポット位置の移動操作も、温度ムラの影響を少なくするうえで効果が認められる。

しかし、このような操作にも限界があるので、根本的には機械の構造の改善、性能の向上が必要と思われる。なお、本実験は16~20℃の範囲に限られたが、さらに高温や低温、変温条件、あるいは外気温の異なる場合等についても検討し、人工気象室利用試験の精度向上を図りたい。



第3図 遮光幕の有無等の処理条件と温度分布との関係

	無処理区				遮光区			
上段 (90cm)	16.7	15.5	15.4	\bar{x} 16.1 σ 1.12	17.5	16.7	16.6	\bar{x} 17.0 σ 0.85
	16.6	17.0	14.5		17.7	17.5	15.5	
	17.2	17.3	14.5		18.0	17.3	15.9	
下段 (30cm)	16.7	16.1	14.9	\bar{x} 14.9 σ 1.60	17.9	16.7	15.7	\bar{x} 16.2 σ 1.33
	15.6	16.2	12.4		17.1	16.9	14.0	
	14.7	15.2	12.2		16.9	16.6	14.2	

注) 設定温度17.5℃

第1表 遮光の有無と温度分布との関係

	無調整区			調整区		
°C	15.3(41.4)	14.9(46.6)	13.9(40.4)	15.5(39.5)	15.3(39.1)	14.4(44.6)
%	15.3(40.5)	15.3(42.7)	14.1(40.9)	15.8(38.4)	15.7(38.7)	15.2(38.2)
	15.5(36.0)	15.4(36.8)	14.6(42.3)	15.8(33.7)	16.4(37.3)	15.8(33.6)
	\bar{x} 14.92(40.8) σ 0.59(3.15)			\bar{x} 15.58(38.1) σ 0.51(3.28)		

注) 設定温度16℃ 処理期間1963年7月29日~8月5日 ()内数字は温度測点付近のポット平均不稔歩合を示す

第2表 穂孕期処理期間の温度分布と不稔歩合

青森県の水稲収量の地域性

小野清治・徳差武典
(青森県農業試験場)

1 はじめに

青森県の水稲収量は、昭和30年以降上昇傾向が著しかったが昭和37年～41年にかけては稲作期の不順天候年が多かったこと等も反映して収量は停滞傾向を呈している。筆者等は県内27地区農業改良普及所毎に収量動向と災害による被害量等について説明を加え、今後の指導地域内の減収要因の排除と収量向上の参考に供するため若干の解析を試みた。

以下、これまでの結果の概要について報告する。

2 調査方法

調査資料は昭和24年以降の各市町村別水稲収量(農林省青森統計調査事務所調)と、県内各農業改良普及所で調査した資料を対象とした。

3 結果の概要

(1) 最近10ケ年における水稲収量の動向

青森県における昭和42年の県平均収量は $542\text{ kg}/10\text{ a}$ で全国第3位であったが、県内67市町村の中でこの県平均収量を上廻ったのは、津軽(日本海側地域)では35市町村中21市町村、南部(太平洋側地域)では32市町村中のわずか2市町村にすぎなかった。

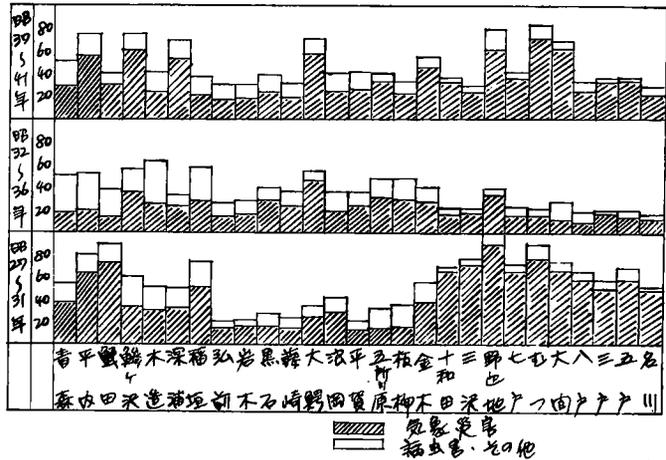
津軽の平均収量が $576\text{ kg}/10\text{ a}$ に対し、南部では $485\text{ kg}/10\text{ a}$ であって約 90 kg の差があり、市町村単位にしても津軽の1位(県1位)は田舎館村の $632\text{ kg}/10\text{ a}$ であるのに対し、南部の1位(県22位)は南部町、福地村の $542\text{ kg}/10\text{ a}$ でその差は 90 kg であった。昭和32年～36年迄の5ケ年の平均収量についてみると、津軽の $475\text{ kg}/10\text{ a}$ に対し、南部では $420\text{ kg}/10\text{ a}$ であり、昭和37年～41年の5ケ年平均でも津軽 $493\text{ kg}/10\text{ a}$ に対し、南部は $436\text{ kg}/10\text{ a}$ といずれも津軽の収量は南部の収量より高くなっている。津軽地域のうち、ここ10年間収量の変動の少ない町村は西目屋村、碓ヶ関村、蟹田村、今別町等であって三厩、平館、市浦、小泊、深浦、岩崎、青森の津軽地域7市町村と六ヶ所、脇の沢、風間浦、七戸の南部地域4町村は昭和32年～36年の平均収量より、昭和37年～41年迄の5ケ年の平均収量の方が低収であった。又昭和32年～36年迄の平均収量が $500\text{ kg}/10\text{ a}$ 以上の町村は津軽地域のみで9市町村、昭和37年～41年では、これまた津軽地域の13市町村であった。これに対して平均収量 $400\text{ kg}/10\text{ a}$ 以下の町村は津軽地域では前年5ケ年(昭32～36年)で7市町村、後半5ケ年(昭37～41年)でも7市町村と変らなかったが、南部地域では前半5ケ年では16市町村、後半5ケ年では11市町となっている。昭37～41年の5ケ年の天候は37年以外は不順であって稲作栽培上不利な条件が続いたが、それにもかかわらず $500\text{ kg}/10\text{ a}$ 以上の市町村が増加し、 $400\text{ kg}/10\text{ a}$ 以下の市町村が減少傾向をたどっているゆえんは品種及び栽培技術による点が極めて大きい。

(2) 各普及所別年間増加量

67市町村を27地区農業改良普及所単位で集計し、年間平均増加量を示したのが第1図(1)図である。図(1)は昭和24年～41年迄の18ケ年間の平均増加量を示したものであって、これによると各地区

年では、南部地域の65%に対して津軽地域が47%となっていて、気象災害の発生割合は南部地域の方が津軽地域よりも多くなっている。しかし気象災害は早熟耐冷性品種の育成栽培技術の進歩によって各地区とも次第に減少しつつある。

第3図は災害による10a当の減収量を示したものであるが、病虫害による減収量よりも気象災害による減収量が大きく、特に昭和27年～31年の気象災害による



第3図 諸災害による減収量 (kg/10a)

減収量は平内、蟹田、稲垣、十和田、三沢、野辺地、七戸、むつ、大間、八戸、三戸、五戸の12地区で50kg/10a以上となっているが、津軽中央地帯に位置する地区では20kg/10a以下であって、前述の12地区にくらべると約1/3の減収量である。昭和32年～36年の場合は、南部地域は災害発生面積が少なかったので減収量も津軽地域より少なくなっている。又昭和37年～41年にかけては各地区とも減収量は少な目であるが、平内、鱒ヶ沢、深浦、大鰐、野辺地、むつ、大間の7地区では50kg/10a以上の減収量となっており、いずれも気象災害の中の冷害による減収がその大部分を占めている。それだけにこれらの地区については冷害対策技術の指導徹底が他の地区より強化する必要がある。

4 結 び

このように災害によって生ずる減収量は大きく、地区内の平均収量が高めるためには気象災害や病虫害による減収をできるだけ少なくすることが先決となる。気象災害の発生面積は次第に減少傾向にはあるが現在なお20～70%の水田で災害の発生が認められ、その中でも冷害の発生面積が大部分を占めている事実から栽培技術的な対策は勿論、土地基盤を整備して、減収要因の排除及び軽減を早急に行う必要がある。平均収量の高い津軽中央地帯に位置する地区では年間増収量がきわめて少ないため、土壌改良や健苗の育成、天候や生育状況に応じた水管理、施肥法の改善、病虫害防除など栽培技術の総合化が必要である。

登熟期間の気象と多収稔稲について

山本寅雄・石山六郎・須藤孝久

(秋田県農業試験場)

1 はじめに

昭和24年より行われた「米作日本一賞制度」、および昭和41年からはじめた30haの平均収量を750kg以上得ることを目的とする「750kg集団ほり賞制度」において多数の個人あるいは集団での多収穫者を出しているが、この750kg以上の多収穫と気象条件、特に登熟後期の気温、日照時数と収量との関係について考察したので報告する。

2 調査結果および考察

解析は米作日本一賞制度で秋田県一位となり全刈の審査を行なったもの、収量および750kg集団ほり賞制度の受賞集団とその地域の気象経過の調査を基にして行った。

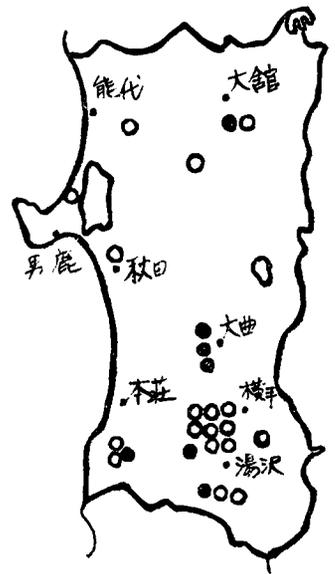
(1) 多収穫の地域性と登熟期間の気象条件

米作日本一賞および750kg集団ほり賞受賞集団の分布は第1図に示す通りで、その収量は750~1000kg、分布は鷹巣、秋田地域では2~3人、横手、湯沢では最も多く11人であるが、隣接する大曲地域は大面積でかつ平坦な仙北平野を含みながら昭和42年までは多収穫者は一人も出していない。

このように横手・湯沢を中心とする地域に多収穫者が多く、鷹巣、秋田、大曲を中心とする地域に少ないことは第1表にみられ

第1表 県内各地の気候登熟量示数他

項目	年次 場所	昭和43年				平 年			
		鷹巣	秋田	大曲	横手	鷹巣	秋田	大曲	横手
気示 候登 熟量 数	8月1日出穂	968	933	703	864	860	876	732	621
	5	988	1035	785	987	909	955	794	694
	10	1048	1108	843	1023	943	1015	835	792
	15	1004	1131	809	1053	955	1031	845	860
	20	767	1106	764	1021	802	995	808	884
出の 穂積 後算 40日 間度	8月1日出穂	891	927	918	926	950	966	963	995
	5	849	890	873	887	927	945	942	979
	10	829	868	845	861	902	917	916	952
	15	808	843	814	832	866	883	880	918
	20	744	819	790	809	824	844	839	876
出積 穂算 後日 40日 間時 の数	8月1日出穂	240	251	185	232	249	281	229	244
	5	239	255	191	243	244	273	224	239
	10	257	269	204	247	238	264	217	234
	15	254	274	202	257	231	253	206	225
	20	246	274	201	258	224	241	196	215



・ 750kg集団ほり賞制度受賞集団
○ 米作日本一賞制度秋田県一位
第1図 県内多収事例の分布図

る通り鷹巣では、特に出穂までの気温が他地域に比較して低く、生産量

が小さいことが考えられ、これに対し大曲では出穂までの気温が高く生産量は大きいですが、日照時数が不足で、それによる登熟不良が多収を阻害していることが指摘される。

しかし、このような気象条件下の大曲において第2表に示す通り、昭和43年の750kg集団ほり賞制

度で750kg以上の受賞集団が全県で6グループあるうち3グループが受賞したことは注目される。

一方横手においては気温も高く、生育量の確保が容易であり、また出穂後の気温、日照時数にも恵まれており、加えて土壌的には河床沖積地が多く、透水性の良い肥沃な土壌であることが多収の一要因とみられる。

(2) 多収稲の登熟と気象

米作日本一賞秋田県一位の出穂期と登熟期の関係について昭和24年～昭和42年(昭37, 39年は部分刈りなので除く)の17年間についてみると供用品種は大部分が中晩生または晩生品種であるにもかかわらず、出穂期は一般に早く、8月10日～15日に収穫のものが11点、8月10日以前のもものが4点で、8月16日以降のものは2点あるにすぎない。

一方登熟日数では50日以内が2点、50日～60日が9点、60日以上が3点となっており、その大部分は50日以上登熟期間(出穂から全刈りまでの日数)となっている(出穂期の点数と一致しないのは昭和24年～26年の全刈り月日が不明のため)

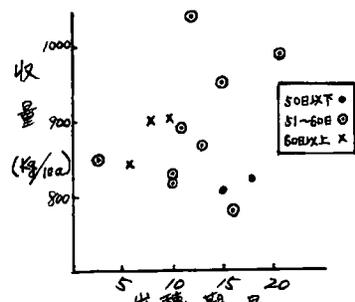
このように多収稲は普通栽培の稲に比べて出穂期が早く、登熟期間は50日以上と、かなり長期間であるということが知られるが、さらに多収稲の場合の収量構成の特徴として1株当り穂数もさることながら、二次枝梗の多いことが指摘され、しかもその登熟がよく行われている。この籾の充実には長期間を要し、登熟向上が問題となるので、とくに後期の気象条件との関係が重要視されねばならない。

出穂期、登熟期間と収量の関係は第2図に示す通り明らかな相関関係は認められず、また出穂後30日間の積算平均気温、積算日照時数と収量の関係についても第3図の通り関係は認められない。然るに出穂後30日から50日に至る間の積算平均気温、積算日照時数と収量の関係についてみると、第4図の如く収量800kg以上の大部分のものは気温37.0℃(1日18.5℃)日照時数90時間(1日4.5時間)以上のところに分布することが知られ、一方気温38.0℃、日照時数90時間以下では多収を得ているものは入っていない。

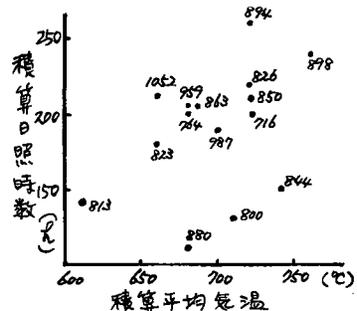
このように多収を得るためには出穂後30日間の登熟の気象条件はもちろん重要ではあるが、その後の気象条件も収量とより密接な関係にあるといえる。

第2表 昭和43年県内の多収事例(750kg集団ほり賞制度)

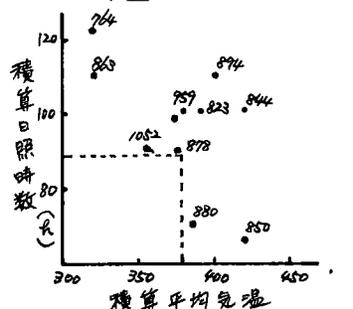
項目	場所	北秋田郡向田	由利郡大竹	大曲市大島	仙北郡小町田	仙北郡上千	雄勝郡新処
籾ワラ比(%)		135	147	135	133	142	134
登熟歩合(%)		71.6	77.3	72.9	79.7	89.8	76.6
玄米重(kg/10a)		758	754	772	768	786	842



第2図 出穂期、登熟期間と収量

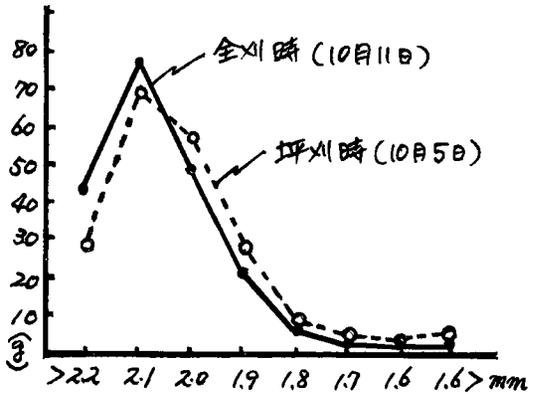


第3図 出穂後30日間の気象と収量



第4図 出穂後30日～50日の増加値と収量

またこの間の経緯を説明する一例として第5図に示した通り米作日本一賞制度の中の昭和35年の場合について坪刈り時(10月5日)と全刈り時(10月11日)の玄米200g中の粒厚分布を調査し、その増加程度をみたものであるが、出穂後54日~60日のわずかに6日間の間に粒厚2.1mm以上の粒は明らかに坪刈り時より多くなっており、坪刈り時から全刈り時の間に粒が肥大していることが認められた。



第5図 玄米200g中粒厚分布(重量)
(昭和35年米作日本一工藤雄一氏)

このように多収稲としては総粒数を多く確保し、登熟期後半の気象条件を充分に利用し

得る稲体及び土壌条件を作ることが特に重要であるので、これに対応して出穂を早めた上で長期に及ぶ登熟期間を有効に気象条件に対応させていることが理解される。

以上のように多収稲の場合、登熟期間が50日から60日と長いことが特徴であるが、普通栽培稲は積算平均気温1,100℃~1,200℃から見かけ上の品質が低下することが認められている。しかし多収稲は未熟粒が少なく、登熟の良いことが特徴で、普通栽培稲が過熟の生育状態の時期でもなお登熟の途上にあることから推定して、登熟期間の積算平均気温が一般の場合よりも高くなっても、直ちに品質低下に結びつくか否かについてはさらに調査が必要である。

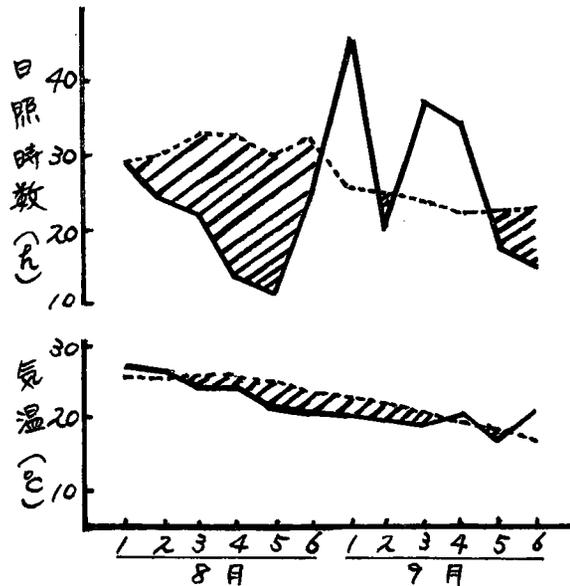
大曲の多収事例では積算平均気温1,130℃であるにもかかわらず見かけ上の品質は低下していない。

(3) 大曲の多収事例と登熟期間の気象

次に昭和43年に行われた750kg集団ほり賞制度で3グループもの受賞集団を出した大曲についてみると次のようになる。

昭和43年の大曲における出穂期は8月1日で、一方気象経過を8月~9月の登熟期間の気温、日照時数について平年と比較すると第6図の通りで、平均気温は平年を下廻っており、日照時数では8月5半旬までは平年より少ないが、8月6半旬~9月5半旬は平年より大きく上廻っている。これを前述の出穂後30日から50日に至る間の積算平均気温、積算日照時数で見ると積算平均気温392.4℃、積算日照時数136.2時間となり、米作日本一賞制度の多収稲の気象条件と一致し、この期間が登熟に好条件に働いたものと推定できる。

このような気象経過は県内においても各地ともほぼ同様の傾向であったが、他の地域、特に県北では前半の低温のため稲の生育量も少なく、また登熟が著しく



第6図 昭和43年大曲における8月~9月の気象

遅れて稲体が衰微し、後半の好条件に対応できなかったのに反し、県南の大曲においては好条件として稲体に作用していること、即ち前半の低温は登熟速度を抑制する調節作用として働き、後半には適温多照として有利に働いたと考えられる。

しかし、これだけでは750kg以上の多収は明らかに登熟後半の天候に支配されることになるが、大曲ではモールドレーナーなどによって地下排水をとるとともに有効茎確保の後、田面に10cm位の排水溝を10a当り8~10本設けて土壌の透水性の向上を図りながら水管理を行なったこと、施肥では穂数確保に必要な基肥を施した後、稔実向上の追肥を施用したことなど、莖葉、根の健全な維持を図る技術をとったことが、9月以降の多照条件に対応させ得た要因で、これら透水条件が登熟期間に日照の少ない大曲の地域性に対処する重要な手段の一つとなるものと認められる。

3 摘要

(1) 米作日本一賞制度で秋田県一位となった多収稔稲と750kg集団ほう賞制度受賞集団の収量等とその地域の気象経過、特に登熟期間の気象について調査研究を行った。

(2) 米作日本一にみられる多収稔稲は中晩生、晩生種が多いにもかかわらず、出穂期は8月1日~8月15日と早く、しかも登熟期間は長いことが特徴である。

(3) 出穂後30日から50日間の積算平均気温38℃以下、積算日照時数の増加値が90時間以内であれば多収稔は例は少く、収量800kg以上のものは370℃、90時間以上のところに分布している。これよりみると、多収稔においては登熟期間の後半の気象条件の重要性が大である。

(4) 登熟期間が多収稔の場合、普通栽培のものより長期にわたるのは登熟後半の玄米（特に二次枝梗等の弱勢穎花に由来するもの）の粒の肥大がよく行われていることであり、その例としては昭和35年の例が最もよく現われている。

(5) 平坦部であるにもかかわらず米作日本一賞制度では日照不足が原因となって多収稔者が出なかったとみられる大曲において、昭和43年に多収を得たのは出穂を早めた上で、登熟後半の多照を利用したことによるが、これは地下水、地上水の水管理などで稲体を健全に維持して、後半の好条件に対応させたことが関連しているとみられる。

水稻に及ぼす風の影響について

羽根田 栄四郎

(山形大学農学部)

1 諸言

作物の生育と気象因子に関する従来の研究は温度、光に関するものが多く見られ、風を対象とした研究は少ない。

そもそも、風は作物に対するCO₂の供給源として、また生理作用に対する刺激的役割のあることが知られているが、その研究は主として風害を対象としたものが多い傾向である。

近年、坪井は風処理により蒸散が促進され、葉身よりも茎、穂において多くなることを、また、川田等は弱風処理によって蒸散が促進されることや根における原生木部に対応する通過細胞の比率が大きくなることを明らかにした。

筆者は水稻に対する弱風 ($\leq 3.0 \text{ m} / \text{s}$) の影響について、3の実験を試みたので報告する。

2 実験方法

供試材料は1/2000aポットに砂耕育成したササニシキ12葉期、14葉期のものを用いた。

蒸散量の測定は春日井水耕液に移植して行った。

処理温度は15℃、30℃のコイトロン及びガラス室内の30℃、25℃、20℃、15℃の土壌恒温水槽を用いた。

風処理は扇風機を用いて稲体面において3.0 m/sとなるように調節し、一方、無風状態としてはラン綱で四周を囲み、稲体への太陽光の照射がさまたげにならないように注意したものである。

体温の測定は水面上5cmの幼穂のある附近の葉鞘部に特製の針状サーミスターを差し込んで記録させた。

サーミスターの差し込んだ部分はラノリンを塗って空気との接触をなくするように留意した。

蒸散量の測定は重量法によって行なった。

3 実験結果及び考察

(1) 水稻の蒸散量に及ぼす風の影響について

昼30℃、夜15℃の変温下で12葉期の蒸散量を測定した結果は第1表のようである。

風処理によって蒸散量は明らかに増加した。特に、高温下において顕著である。

また同面積の水面からの蒸発量と比較すると蒸発率は水面からの蒸発の方が蒸散よりも大きくなった。

風処理にともなう蒸発量の増加は無風状態下の2.8~3.1倍となるのに対して蒸散量は1.5~1.8倍となり、風の影響は蒸散よりも蒸発に対して大きいことが明らかである。

この事は植物莖葉からの蒸散と水面からの蒸発とはともに気化潜熱利用の蒸発形態である点においては同じであるが、蒸発は単に物理的なものであるのに対して蒸散は気孔の開閉や体内水分の変化など物理的面に生物的な作用が付加される結果によるものであろう。

また、OED・Greenの噴霧によって蒸散の抑制効果は明らかであり、風の有無にかかわらず60

第1表 処理期間の平均蒸散量および蒸発量(g/100cm²)

項目 区別	蒸散量	蒸発量	OED Green 処理蒸散量
風処理	23.70g	52.05g	10.60g
無風状態	14.73	17.78	7.11
比率	160.8	292.7	149.1

註：期間5日間・平均値は12時間のもの

％位の抑制効果が認められた。

次に夜温の高低と水の消失は第2表の如く低温下よりも高温下において多くなり、風の影響は高夜温において明らかである。

しかし、OED・Greenの蒸散抑制効果は認められなかった。

この事は夜間の稲体からの水の消失は気孔よりも水孔からの溢泌によるものと言える。

次に地温と蒸散量との関係は第3表のように地温が高いほど蒸散量が多くなり、特に風処理による促進が認められた。

しかし、15℃の低温下では風の影響は認められなかった。

この事は低温下においては吸水量が少なく蒸散量においつかなくなり、葉の水分含量が低下し気孔の開度が小さくなるためと考えられる。

また地温の相違による蒸散量の差異は風処理した場合に大きくなる傾向がある。

即ち、15℃下の蒸散量に対して30℃の蒸散量は無風状態で131.8％、風処理で148.6％の比率を示した。

(2) 風処理に伴なり稲体温について

30℃および15℃のコイトロン内で14葉期の稲の水面上5cmの茎温を測定した結果は第4表のようである。

この測定位置は分解調査の結果幼穂の位置であり、幼穂温と見なしているものと思われる。

茎温は風処理によって高温下では無風状態のものよりも低温となり、気温よりも低くなった。

しかし、低温下ではこの傾向は明らかでなかった。

坪井は風処理によって水稻の蒸散が促進され、葉身よりも茎や幼穂の蒸散が多くなることを指摘しているが、本実験結果の風処理にともなり茎温の低下は茎や幼穂の蒸散による気化熱がうばわれる結果によるものと考えられる。

この事は稲体にOED・Greenを噴霧して蒸散を抑制したものの茎温の低下が少ないことから裏付けされよう。

4 参考文献

1. 坪井八十二 (1961) : 水稻の暴風被害に関する生態学的研究—作物の風害に関する研究—農技研報告A第8号別刷
2. 木戸三夫 (1954) : 風が吹くと稲葉の色があせる原因 農及園 29 565 - 566
3. 川田信一郎・頼 光隆 (1968) : 弱風処理による蒸散作用の促進が水稻冠根の内皮細胞などに及ぼす影響 日作紀 37.624 - 630

第2表 夜温の高低と蒸散量(g/100cm)

区別	OED Green 処理別	15℃	30℃
風処理	無処理	1.75	7.62
	OED Green 処理	1.45	6.33
無状風態	無処理	1.65	3.65
	OED Green 処理	1.14	3.20

註：5日間平均値 12時間当り

第3表 地温と風処理による蒸散量(g/100cm)

処理温度 区別	30℃	25℃	20℃	15℃	30℃/15℃の蒸散 量比率
風処理	17.97	15.76	14.23	12.09	148.6
無風区	16.34	13.99	13.34	12.39	131.8
同上比率	110.0	112.0	106.6	97.5	

註：処理期間は5日間 12時間当平均値

第4表 コイトロン内気温と各処理にともなり茎温(℃)

気温	風処理区		無風区	気温	風処理区		無風区
	無処理	OEDGreen 処理区	無処理		無処理	OEDGreen 処理	無処理
14.5℃	14.3℃	14.7℃	14.7℃	30.3℃	29.0℃	30.0℃	30.0℃
14.5℃	14.4℃	15.0℃	14.8℃	30.8℃	30.0℃	30.0℃	30.8℃

水稻の収量構成と登熟気候との関係について

内 島 立 郎

(東北農業試験場)

1 まえがき

登熟気候の生産性を評価するものとして羽生および筆者ら^{1) 2)}はすでに気候登熟量示数を示した。これは種々の条件がもっとも良い場合の登熟量の可能性を表わすもので、登熟気候の資源としての豊かさを示す示数である。しかしながら、現実の収量は登熟気候が同じであっても群落の繁茂量や粒数などの収量構成によって著しく異なるものである。したがって具体的に登熟気候を評価するには、収量成立と気候の量的関係を明らかにする必要がある。筆者は収量を構成する粒数と収量の関係が登熟気候とどのように関連しているかについて検討し、試論をえたので発表する。

この研究に当っては前当場農業気象研究室長羽生寿郎博士の懇篤な御指導をいただき、また藤原忠室長からは温かい激励と助言をいただいた。なお、解析には各県農試の貴重な試験成績を使わせていただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

2 資 料

東北各地の農業試験場の中、青森、岩手(県北、県南)、東北、宮城(本、古川)、秋田、山形(本、庄内、尾花沢、置賜、最上)、福島(本、浜、会津)の各場の昭和42年度水稻栽培試験成績記載の栽培試験成績ならびに気象観測値。なお、青森、岩手県南、福島会津については昭和31年度以降の成績をも使用した。取扱った資料全体の粒数範囲は $19800 \sim 69300$ 粒/ m^2 、収量範囲は $3.88 \sim 90.3$ kg/aであった。

3 解析方法

まず、収量の成立内容を表わすものとして面積当り粒数(全頭花数)と収量(玄米重)の一般的関係を考えた。すなわち、一般に収量(Y)は
$$Y = M \times W_g \dots\dots (1)$$

ここで、M: 単位面積当り粒数。W_g: 単位粒数当り収量

栽培環境に大きな違いがない場合、すなわち同一場所同一年次の結果についてみると、W_gは一般にMが増加するにつれ減少する傾向がある。いま、W_gの減少がMと直線関係で近似されるとすると

$$Y = aM - KM^2 \dots\dots (2)$$

変型すると
$$Y = Y_{max} - K(M - M_{max})^2 \dots\dots (3)$$

ここに、M_{max}: 最多収量を示す単位面積当り粒数(仮に最適粒数とよんでおく)。Y_{max}: 最多収量。K=係数

つまり、栽培環境に大きな違いがない場合の粒数と収量の関係は(3)式の型で表わされ、収量の成立はM_{max}を中心として粒数が多くても少なくても減少する単頂曲線で表わされる。このような曲線を仮に粒数-収量曲線とよんでおく。この場合、栽培環境を同じとみる幅に問題が残るが、品種や栽培法の違いにかかわらず、同一場所同一年次ごとに(3)式の関係を求め、これを収量成立型の違いとして気候要素との関係を解析した。

4 結果

1. 収量成立の地域性

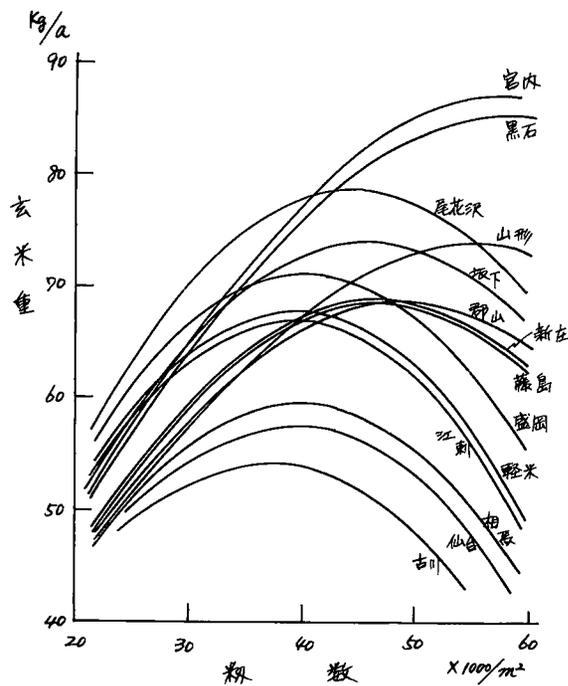
収量成立が(3)式の籾数-収量曲線で表わされるには、 M と W_e が直線関係で近似されなければならないが、両者には第1表のように相関が認められた。

第一表 籾数(M)と千粒当り収量(W_e)の相関係数 -昭和42年の資料の場合-

地名	n	籾数範囲	相関係数	地名	n	籾数範囲	相関係数
黒石	39	$235 \sim 488 \times 100/m^2$	*** -0.865	郡山	12	$300 \sim 506 \times 100/m^2$	*** -0.906
軽米	11	301~354	* -0.588	坂下	28	250~566	*** -0.940
盛岡	32	251~429	*** -0.854	新庄	19	235~363	*** -0.706
江刺	37	290~398	*** -0.871	藤島	9	274~341	* -0.703
仙台	43	243~551	*** -0.952	尾花沢	32	310~442	*** -0.780
古川	21	241~348	*** -0.938	山形	41	198~428	*** -0.627
相馬	28	250~536	*** -0.892	宮内	33	263~490	*** -0.716

これらの関係をもとに各地の籾数-収量曲線を求めると第1図のようになる。各曲線とも品種や施肥量の異なるサンプルを含めた傾向であるから、実際にはこれらの傾向線を中心として点のバラツキがあるが、場所により収量成立型が著しく異なることがわかる。このような収量成立型の違いは同一場所でも年次によってみられるが、結局、最適籾数の違いと同じ籾数に対応する収量レベルの違いによる。

籾数-収量曲線からみて生産力が高いとみられる場所は、宮内、尾花沢、山形、黒石などで、いずれも日本海側内陸地方にある。また生産力が低いとみられる古川、



第1図 各地の籾数-収量曲線

仙台、相馬などはいずれも太平洋側に属しており、地域としての特徴がうかがわれる。

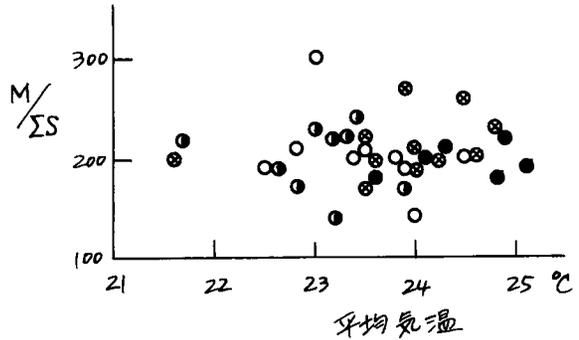
2. 収量成立と登熟気候

籾数に対応する収量レベルが場所や年次により異なるのは、現象的には登熟歩合と玄米千粒重の違いによる。これは与えられた容量としての籾数に対する登熟量の問題であるから、種々の要因が関与しているとしても、登熟気候が大きな影響を与えているものとおもわれる。そこで資料の平均の登熟期間と

して8月1日～9月10日の40日間の気候を対象とし、収量成立との関係を解析してみた。資料にあらわれた登熟気候の範囲は、平均気温21.6～25.1℃、気温日較差平均6.6～10.8℃、積算日照時間116～318時間であった。

(1) 最適籾数と登熟気候の関係

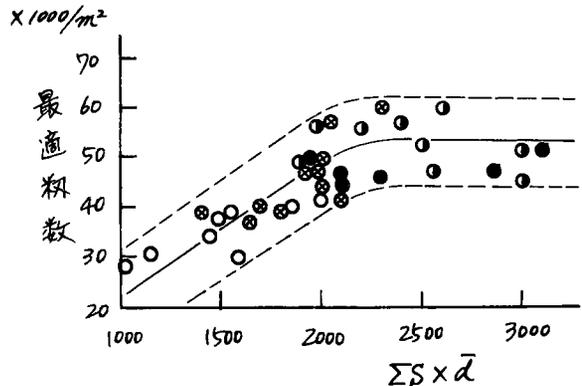
登熟期間の日照時間(S)が最適籾数(M_{max})に比例するものとして $M_{max}/\Sigma S$ の値をとり、平均気温との関係をみると第2図である。ここに示した登熟気温が約21～25℃の範囲では気温との関係がほとんどみられず、むしろ気温のいかにかかわらず $M_{max}/\Sigma S$ が200前後に並ぶ傾向がみられる。このことは M_{max} が気温と関係なく ΣS と比例していることを示している。 ΣS との関係をさらに検討すると(図省略)、直線比例関係ではなく、およそ230時間以上では M_{max} の値は一定の傾向を示すことがわかった。しかし最適籾数は第3図に示したように、積算日照時間と気温日較差の積($\Sigma S \times \bar{d}$)との対応がもっとも良いようにみられた。すなわち、場所や年次の違いにかかわらず最適籾数は $\Sigma S \times \bar{d}$ がおよそ2300付近まではほぼ比例的に増加するが、それ以上の気候値では4.5～6.0万粒/ m^2 の間で一定の傾向を示すものとみられた。



第2図 最適籾数と登熟気温(8月1日～9月10日間平均気温)の関係
(●:黒石, ○:江刺, ●:坂下, ⊗:昭42の各地)

(2) 収量と登熟気候の関係

収量は籾数によって変るから、収量と登熟気候のを知るには同じ籾数レベルについてみなければならぬ。圃場試験では同じ籾数レベルの群落を作ることは容易ではないが、(3)式のように籾数と収量関係をモデル化すると籾数階層に応じた収量を知ることができる。各地についての籾数階層ごとの収量を算出し気候との関係をみると、最適籾数の場合と同様に気温との関係は少なく $\Sigma S \times \bar{d}$ との

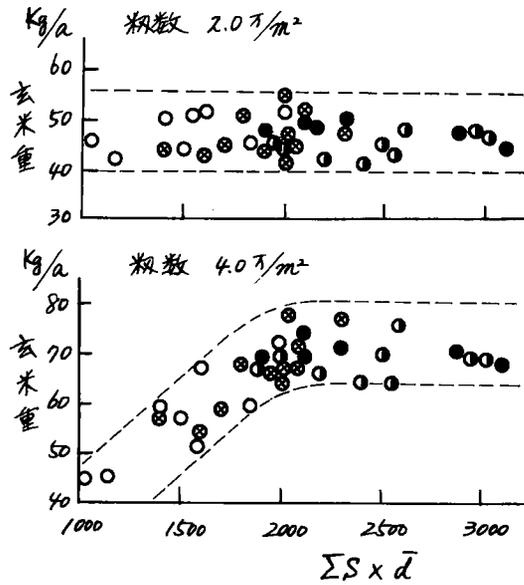


第3図 最適籾数と登熟期間(8月1日～9月10日)の $\Sigma S \times \bar{d}$ の関係
(記号は第2図に同じ)

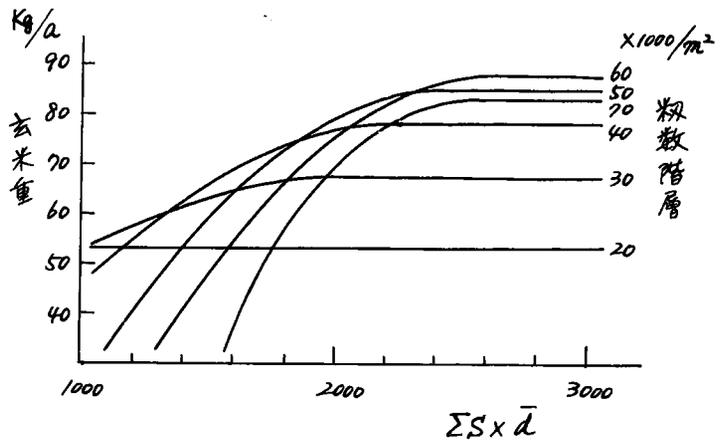
間に第4図のような関係がみられた。籾数2.0万粒/m²の場合は気候値の大きさに関係なく、収量は40~55 kg/aで一定の傾向を示す。このていどの籾数の収量は、この図の気候範囲では気候の違いよりも籾容量で規制されているとみるべきだろう。しかし、4.0万粒/m²の場合には収量ははっきり気候の影響をうけている。気候値が小さい場合の収量は2.0万粒/m²の場合とほぼ同じであるが、気候値が大きくなるとともに収量は増大しておよそ2,000の値で収量は最大となり、それ以上気候値が大きくなっても収量は一定の範囲にある。この傾向は籾数レベルがあがるほど一層顕著になり、気候値が大きい場合の収量レベルは上がるが小さい場合はむしろ減収となり、気候値の大小による収量差が一段と顕著になる。

このような関係を各籾数レベルについて明らかにし、収量の上限值について整理すると第5図のような関係が得られる。これは籾数と収量と登熟気候の一般的関係を表わしている。籾数レベルに対応する収量は必ずしも直線関係ではなく、ある気候値までは気候値とともに増すが、それ以上では収量はほぼ一定の傾向を示す。最大

収量は籾数レベルが高いほど多いが6.0万粒/m²以上ではむしろ減収する。また籾数レベルが高いほど気候による収量差が大きく、最大収量に達するのに大きな気候値を要する。



第4図 籾数階層別の収量と登熟期間の $\Sigma S \times \bar{d}$ の関係 (記号は第2図に同じ)



第5図 籾数・収量、登熟期間の $\Sigma S \times \bar{d}$ の相互関係

以上の結果をまとめると、最適稈数や収量成立の場所や年次による違いは巨視的にはみれば登熟期間の日照時間または $\Sigma S \times \bar{d}$ と関連があり、収量と気候の関係は稈数レベルによって異なるものといえよう。

5 考 察

稈数（穎花数）が収量決定の大きな要因であることはよく知られているが、普通の試験条件では稈数の範囲が狭く施肥や栽培法による稲体の生産能力の差が相対的に大きくなるため、両者の間に一定の傾向を把握し難い。しかし、年次とか場所という気候のスケールで多数の資料について考えると、両者には密接な関係がみられるのである。細かくみると品種や施肥法による傾向をも把握することができる³⁾。いずれにして稈数と収量の関係は(3)式のような単項曲線で表わされ、最適稈数が決められる。稈数が多くなった場合に玄米収量が低下し最適稈数が存在するかどうかについては議論もあるが、登熟期間の炭水化物生産量と稈数との配分関係から考えると、分配をうけるべき稈数が増大すると精米となるに必要な炭水化物を配分される稈数が少なくなり、不十分に分配されたいわゆる屑米が多くなるため⁴⁾ 収量が低下するとみられる。すなわち稈数が多くても登熟期間にそれに見合っただけの炭水化物生産が伴わないと、籾への集積が分散され登熟歩合や千粒重の低下を来すことになるであろう。したがって最適稈数や稈数と収量の関係は、その場所、その年の登熟気候と密接に関係するものと考えられる。

気候要素との関係は日照時間の影響はみられたが、登熟期間平均気温とはほとんど関係がみられなかった。資料の関係で 21°C 以下および 25°C 以上の気温については不明であるが、少なくとも $21^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ の範囲では生産性への影響は少ないようにおもわれる。水稻の光合成は $20^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$ の範囲では温度によってほとんど影響されず⁵⁾、また光合成の結果としての乾物生産量を表わす純同化率 (NAR) も $21^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲では気温とほとんど無関係であり、日射に比例する⁶⁾ ことが知られている。稈数レベル=葉面積レベル=同化面積レベルと考えると、同じ稈数レベルの群落における生産力の違いは結局光合成能力の差とみられるから、このような登熟温度の範囲では温度の影響よりも光条件の影響を強くうけるものとおもわれる。しかし、光合成に影響をもたらす低温や高温域では登熟気候による生産性が変るものとおもわれる。第5図の横軸を光の強さ、稈数階層を葉面積または繁茂量の階層と考えると、各曲線は光一同化を表わす双曲線関係に近似している。このことは一般圃場における稈数、収量、気候の関係が基本的にはいわゆる光合成理論を具現しているものといえよう。

本報の結果はまだ推論の域をでないが、稈数と収量の関係が $\{\Sigma S \times \bar{d}\}$ のような気候値で表わされるならば、気候値の分布から最適稈数や収量成立の内容を判定することができ、登熟気候の生産性について具体的に評価することが可能になると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 羽生・内島・菅原(1966): 東北農試研報, 34, 27~36
- 2) 内島・羽生(1967): 農業気象, 22(4), 137~142
- 3) 高橋・佐野・千葉・氏家・千葉(1969): 日作東北支部会報, 11, 5~6
- 4) 和田(1969): 農技研報, A16, 27~169
- 5) 村田(1961): 農技研報, D9, 1~169
- 6) 池永・森田・升尾(1968): 日作紀, 37(4), 614~617

東北地方における月別水平面日射量分布図の作成（序報）

吉 田 作 松
（仙台管区气象台）

1 目 的

東北地方における日照時間の観測地点の数は、次のとおりである。

バイメタル日照計のみ	2 2 6
ジョルダン日照計のみ	2
両方を併設	1 8
合 計	2 4 6

日照時間のルーチン観測が、このような、いわゆるメソネットで実施されているのは、世界ではじめてであろう。この月平均日照時間から月平均水平面日射量を推定し、その分布図を作成する。

2 方 法

次の推定式を用いる。

$$Q = Q_0^* (a + b \cdot S / S_0^*) \dots\dots\dots(1)$$

Q : 月平均水平面日射量, ly/day .

Q_0^* : 月平均大気外水平面水射量, Iy/day

S : 月平均日照時間 (S_J : ジョルダン, S_B : バイメタル)

S_0^* : 天文可照時間

Q_0^* , S_0^* は緯度によって定まり、計算された表がある。

3 資料の検討

(1) 仙台と札幌の水平面日射量および日照時間の資料

エプリー日射計の係数の変化の吟味の結果、ならびにバイメタル日照計の観測開始を考慮すると、それらを利用できる期間はさしあたり次のとおりである。

	水平面日射量	バイメタル日照時間
仙 台	1967年10月-	1964年7月-
札 幌	1964年12月-	1965年7月-
仙 台	1967年10月-1968年10月(13ヵ月)	
札 幌	1965年 7月-1968年 9月(39ヵ月)	

(2) 水平面日射量に対する積雪の影響

札幌における $\frac{Q}{Q_0^*}$ と $\frac{S_J}{S_0^*}$ の関係は第1図のとおりである。夏(4~11月)と冬(12月~3月)に分けて、回帰式を求めると、次のようになる。

$$\begin{aligned}
 \text{夏} \quad \frac{Q}{Q_0^*} &= 0.214 + 0.47 \frac{S_J}{S_0^*}, \quad r = 0.92 (N = 30) \\
 \text{冬} \quad \frac{Q}{Q_0^*} &= 0.278 + 0.39 \frac{S_J}{S_0^*}, \quad r = 0.91 (N = 15)
 \end{aligned}
 \dots\dots\dots(2)$$

札幌では、12～3月には、各月とも大半が積雪におおわれているが、1965年12月だけは異常に少雪であり、そのためむしろ夏に近い傾向にある。それ故にこの月を計算から除いた。

第1図に見られる、夏と冬の相違は、積雪の有無によるものと思われるが、これをチェックしてみよう。

日照率が0の日の昼間雲量は1(全天を1とする)とみてよい。このような日には

$$\frac{(Q_i/Q_o^*) (\text{冬})}{(Q_i/Q_o^*) (\text{夏})} = \frac{1 - A_o \quad A_o}{1 - A_s \quad A_o} \dots\dots\dots(3)$$

A_s : 積雪面の反射率, 0.65とする。

A_o : 雪がない地表面の反射率, 0.15とする。

A_o : 雪の反射率, 夏冬同一と仮定

(2)式と(3)式から、 $A_o=0.43$ となる。この値は、中層雲と下層雲の平均的反射率として、直接観測の結果(たとえば、Fritz, 1950)と同程度である。

上の結果により、仙台(冬でも積雪を考慮する必要がない)の資料と、札幌の夏の資料をあわせ用いることにする。

4 水平面日射量推定式

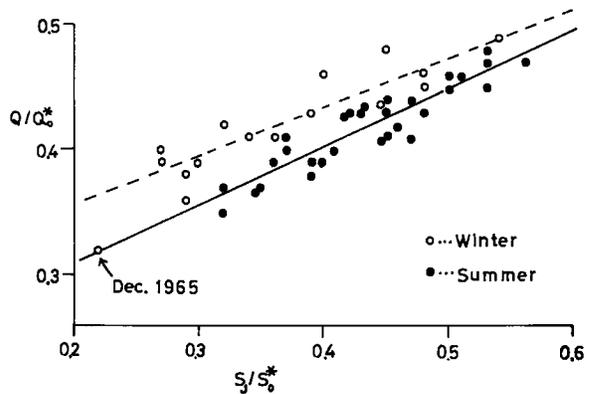
ジョルダン日照計による日照率ならびにバイメタル日照計による日照率と、水平面日射量の関係は第2図A, Bのとおりで、仙台と札幌を区別する必要がない。これらの回帰式は次のとおりである。

$$Q_i = Q_o^* (0.181 + 0.54 \cdot S_j / S_o^*), r = 0.94 (N=40) \dots\dots(4)$$

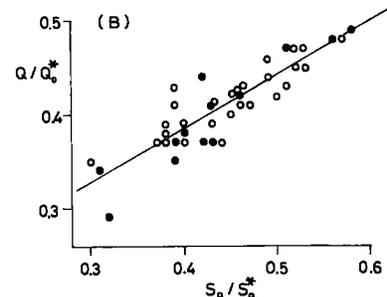
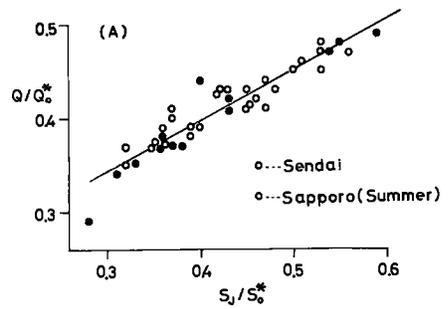
$$Q_i = Q_o^* (0.153 + 0.58 \cdot S_b / S_o^*), r = 0.89 (N=40)$$

バイメタル日照計の方が、いくらか推定精度が悪いが、推定値の標準誤差は10%程度である。

(4)式において、 $S_j / S_o^* = S_b / S_o^* = 1$ 、すなわち快晴の日には、2つの式から推定される Q_i / Q_o^* は、それぞれ0.72および0.73となり、全く同一とみてよい。



第1図 夏(4月11月)と冬(12～3月)における水平面日射量と日照率との関係, 札幌



第2図 水平面日射量と日照率との関係
(A) ジョルダン日照計の場合
(B) バイメタル日照計の場合

また、完全に曇天ではないが、雲がかなり多い日の Q/Q_0^* として、0.25を仮定すると、(4)式から

$$S_T/S_0^* = 0.13, \quad S_B/S_0^* = 0.17$$

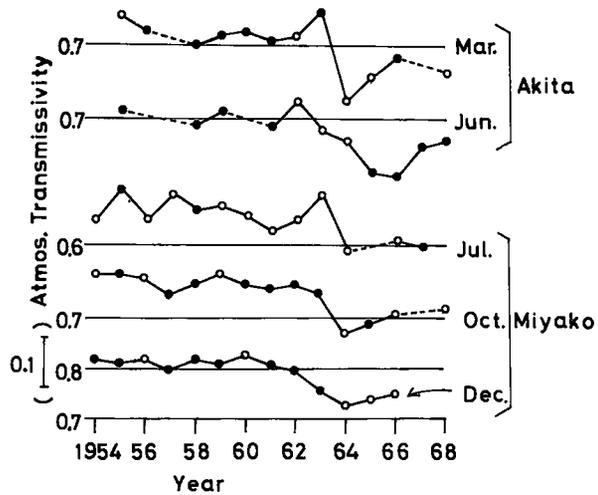
となり、バイメタル日照計による日照率の方が大きい。この現象が、雲が多い日に起ることは、吉田(1968)の結果と一致する。

5 推定式 修正

Kondo(1967)によれば、茨城県館野高層気象台の月平均水平面日射量に比べて、仙台と札幌は、いずれも6%だけ少ない。原因は、都会の大気混濁である。したがって、東北地方全体の水平面日射量の分布図を作成するときには、(4)式から推定された値に、係数 $1/0.94$ を乗ずることとする。

6 近年における日射の強さの特性

第3図に、秋田と宮古における、銀盤日射計観測から得られた大気透過率の変化を示す。大気透過率は、大気中の水蒸気量と混濁物質の量によって変化するので、日々においても多少の変化が見られる。しかし、1963年10~12月ころから、急に低下し、1968年になっても、まだ完全にはもとの値にもどっていない現象は、1963年3月17日、バリ島のアンググ山の噴火による影響である。



第3図 近年における大気透過率の変化、黒丸は月中の観測回数が3回以上、白丸は2回以下

この研究の資料、特に水平面日射量は、上の影響をうけているわけである。第3図によれば、1964~1967年の

大気透過率は10%程度少な目であり、したがって直達日射の強さは、同程度少な目になる。しかし、Ruge(1965)やWexler(1951)によれば、大気混濁が増すことによって、散乱光の強さが大きくなり、全日射量としての減少は5%以下と推定される。

7 あとがき

(4)式を用いて、東北地方の月別水平面日射量の分布図を作成するために、各地の5年平均の月別日照率を計算中である。ただし、この場合、山間部の観測地点もかなり多いので、地形を考慮した可照時間(仙台管区気象台、1967)を用いている。

しかし、まだいくつかの問題が残されている。たとえば、

(1)地形を考慮した可照時間を用いても、日出・日没の山の高度角の大小によって、日照率の相違することが、理論的に考えられるので、実際にどの程度に相違するのか、単独のテーマとして研究中である。

(2)平年の水平面日射量とするために、6節でのべた、噴火の影響を補正すべきか否か。

なお(4)式では、天文可照時間を用いたが、最終的には、地形を考慮した日照時間を用いる予定である(目下札幌に地形測定を依頼中)。しかし、式の係数がわずかわるだけであろう。

文 献

Fritz, S. (1950): Measurements of the albedo of Clouds. Bull. Amer. Met. Soc., Vol. 31, 25-27

吉田作松 (1968): バイメタル式日照計による観測値の性質—ジョルダン日照計との相違とその原因, 気象庁研究時報, 第20巻, 6-23

Kondo, J. (1967): Analysis of solar radiation and down-ward long-wave radiation in Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., Vol. 18, 91-124.

Wexler, H. (1951): On the effect of volcanic dust on insolation and weather (1). Bull. Amer. Met. Soc., Vol. 32, 10-15.

Rüge, U. (1965): Welt weite Klimaschwankungen. Met. Abhand., B. 51, H. 2, pp. 96.

仙台管区气象台 (1967): 仙台管区气象台管内各観測所における実際の日出・日没時刻ならびに可照時間の算出について, 仙台管区气象台, 東北技術だより, 第31号。

塔型温室による水稻育苗について

寺中吉造・杉本文午

(東北農業試験場)

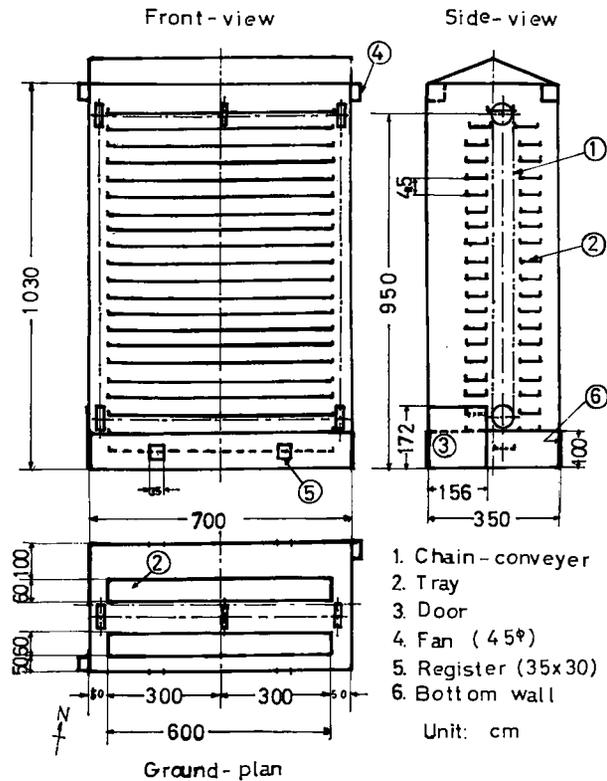
1. まえがき

田植の機械化の研究の発展はめざましく、特に土つき稚苗に関する移植機はほゞ実用の域に達した。しかし経営面積の大きい場合や集団栽培の場合、好適作季間に移植を行なうには、苗の供給が問題となる。すなわち、機械移植に適するよう規格化された育苗法で、大量の均斉な苗を短期間に生産する事が要求される。普通、大量育苗施設として、ハウスを利用した棚育苗が用いられているが、上下の温度、光、土壌水分のムラが大きく、育苗箱の上下のさしかえや灌水に多大の労力を要する。

塔型温室は育苗箱を載せたトレーがチェーンコンベアにより、温室を垂直方向に循環するため、環境条件をいわば立体式ターンテーブルのように均一化し、育苗箱のさしかえを不要とし、また灌水、防除などが手元の一ヶ所で集中管理ができるように作られ、大量苗生産の工業化をはかったものである。本報告は、1968年8月に東北農試で竣工した塔型温室を利用して、実際に水稻稚苗の大量育苗を行ない、環境調査とその調節法を通じ、育苗性能を明らかにすることを目的とし、同年秋に実施した試験の概要である。なお、本研究は農林省の特別研究“水稻の移植、収穫作業の機械化による栽培技術体系”のうち大量育苗方式の確立に関する研究の一部である。研究の実施にあたり、本施設の企画と実現に並ばならぬ努力を注がれた木根淵部長の御指導を頂いたことを深謝するものである。

2. 塔型温室の構造・仕様

見取図は第1図にしめした。構造は鉄骨トラス(一部ラーメン)で屋根および外壁は温室用ファイロンを張っている。入口は引戸式、上部に自動換気扇(給・排気)2ヶ、下部のブロック腰壁にレジスター4ヶ、最下部には400W×8灯/6mの植物育成蛍光灯(プラントルクス)を苗箱上面より45cmの高さに装置した。トレーコンベアは塔の中心より南寄りに設置され、コンベアの電動機(2.2KW)は中央最上部にある。これらの電源スイッチは塔外壁入口横にもうけてある。トレーは60×600cmのもの40台が、ピッチ45cmにチェーンコンベアに取り付けられ、0.15~0.6^m/minにわたり無段で変速可能である。チェーン



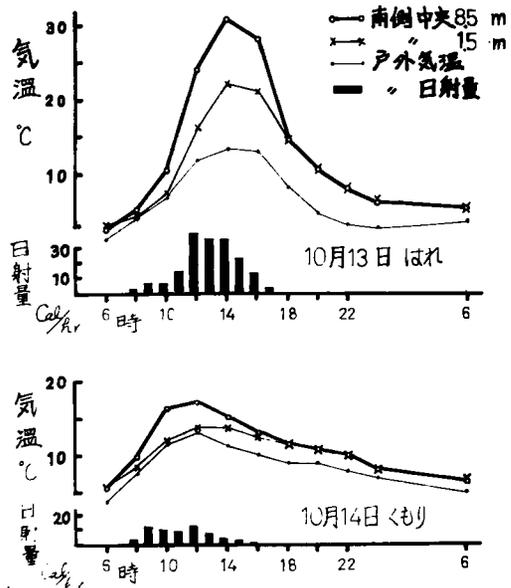
第1図 育苗塔見取図

全長は約20mであるから、1循環に約30分~2時間かかる。1トレーの積載能力は苗箱の大きさを30×60cmとすれば20箱である。したがって全積載箱数は800箱となり、10aあたり13~15箱必要とすれば、1回に5~6ha分の苗生産が可能である。なお、灌水や育苗箱の出し入れは北側通路でおこなわれる。

3 試験方法

1) 環境要因 温度は塔内上~下部(床8.5, 5.0および1.0m)の各平面ごとに縦横を夫々3分した9点を取り、計27ヶ所につき互換型サーミスタ隔測温度計で;日射量は塔内上~下部(床1.0~5.0m南北トレー近傍および1.0mトレー内側)と最下部(床面北側)につき農試電試式自記日射計で、光組成については塔内上部(床1.0m),下部(床2.0~1.0mトレー上),および最下部(床0.2m最下段トレー上)につき波長別輻射エネルギー測定器を用いたが、照度計(マツダ5号)および光合成有効日射計も随時併用した。光関係は日射計以外は11~12時に測定し、すべて水平面受光量で表わした。湿度は塔内上部(床1.0m東側換気扇0.3m前),下部(床1.8mトレー内側)につき電気通風式白金抵抗体を感温部として電子管式自記平衡記録計により;炭酸ガス濃度は塔内上~下部(床9~1m南北側の各中央)の垂直分布と中部(床5m)の水平分布を赤外線ガス分析器により;風速は塔内上,下部(床1.0m北側,床1m北側入口附近)につき熱線風速計により測定した。なお、風速についてはトレーの移動の有無の下に、無換気、自然換気および強制換気について行なったが、CO₂濃度はトレー移動、無換気、波長別輻射エネルギーはトレー静止の状態にて測定した。その他の測定は、トレー移動、自動換気(排気)、入口扉とレジスターの開放下で行なった。これらの要因はすべて戸外のそれと比較された。

2) 育苗法 水稻品種ヨネシロを9月23日に浸種糶0.45ℓ/箱を播種し、25日に温室に搬入した。温度管理は昼間自動換気し塔内上部気温を30℃以下とし、夜間は9月25日~10月4日まで20~30℃に加温した。育苗期間中の外気温(平均)16.0℃、温室内の気温(床8.5m南側中央の最高と床1.0mの南側中央の最低の平均)は25.0℃であった。加温法は9月25~26日、10月3~4日は送風機つき灯油バーナー(Reddy Heater, 性能, 発熱量12,500Kcal/hr. 温風吐出量2.8m³/min, 1/8HP)を用い、9月27日~10月2日まで外気温が低かった(期間中最低温4℃)ためプロパンガスバーナー(Comet. 性能発熱量12,000Kcal/kg, ガス消費量1.5~4kg/hr/2~15ld/in², 1/4HP)を用いた。ヒーターは入口付近におき、風向は北側壁面に平行させた。トレー移動速度は0.45m/minに一定した。



第2図 塔内気温の日変化(無換気)

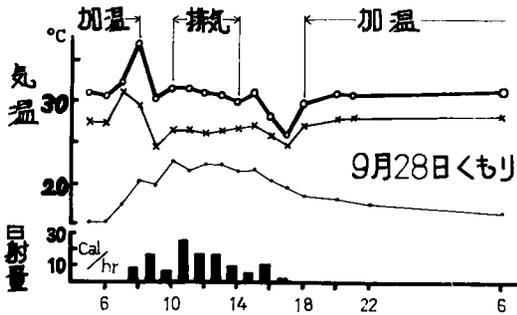
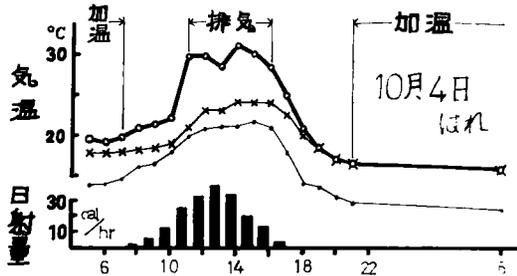
4 試験結果

1) 塔内環境要因

(1) 気温 (イ)日変化 第2図に晴天および曇天時の一例を示した。室内気温は日射量に

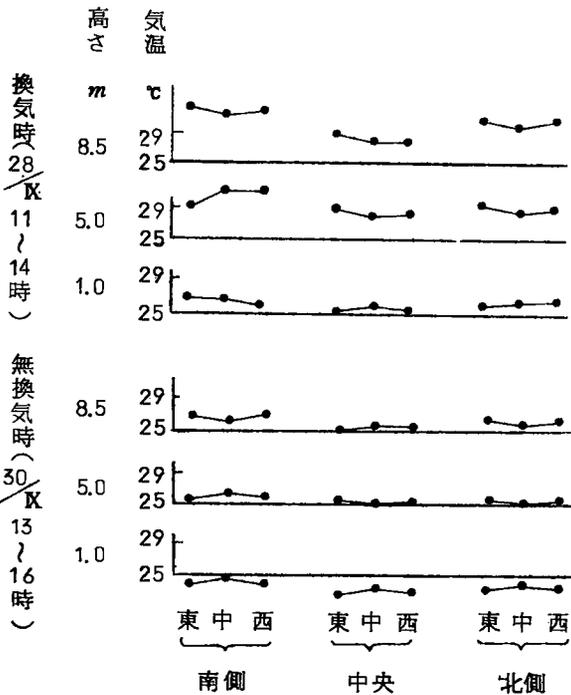
左右されることは当然であるが、特に塔型であるため上部の気温の上昇は著しい。外気温がほぼ同じ両日を比べると、外気温との差は曇天日の4℃に対し、晴天日には約17℃上昇した。しかし、上部は降温も急激で18時には下部と同じ温度となる。その後24時～6時には上下の気温の逆転もみられるがその差はごく僅かである。第2図よりみれば、日中の昇温効果に対し、夜間の保温効果はかなり小さいといえよう。第3図は育苗期間中に加温および換気を行なった時の例で、加温は9月28日が30℃、10月4日が20℃を、また換気は両日とも上部が30℃を越えないことを目標とした。昼間換気することにより、最高気温はほぼ30℃に保たれたが、期間中外気温が25℃をこえたと上部では35℃をこえ、換気のみでは気温の降下は不十分であった。また夜間加温によって上部はほぼ30℃に保たれ、上下の較差は約3℃であるが、加温熱風の吹出口のある北側では熱風の通り道の気温が高くなるようである。

ロ) 温室内の気温分布 第4図に室内27ヶ所の温度分布を示した。上下較差は南東隅が最大で換気時に約6℃であるが、全般に南側で大きく中央で小さい傾向がある。また換気時には無換気時に比べて較差が大きくなった。東西較差の最大は南側の中段で1.8℃あったが、大部分は0.5℃以内で較差はごく小さかった。なお、東側は早朝気温の上昇時に早く昇温する傾向がみられたが、この点更に検討を要する。南北較差は全般に南側が高く、中央が最も低かった。最大は3.3℃で上部西側の換気時にみられた。この場合も上下較差と同様に、換気時に差が大きくなる傾向があり、下部よりも上部で大きかった。



第3図 塔内気温の日変化(換気)

期間中外気温が25℃をこえたと上部では35℃をこえ、換気のみでは気温の降下は不十分であった。また夜間加温によって上部はほぼ30℃に保たれ、上下の較差は約3℃であるが、加温熱風の吹出口のある北側では熱風の通り道の気温が高くなるようである。



第4図 塔内における気温の分布

室内における温度較差を考慮した温度調節方式は、屋外環境の変化に対応して今後の検討が必要である。

2) 日射量

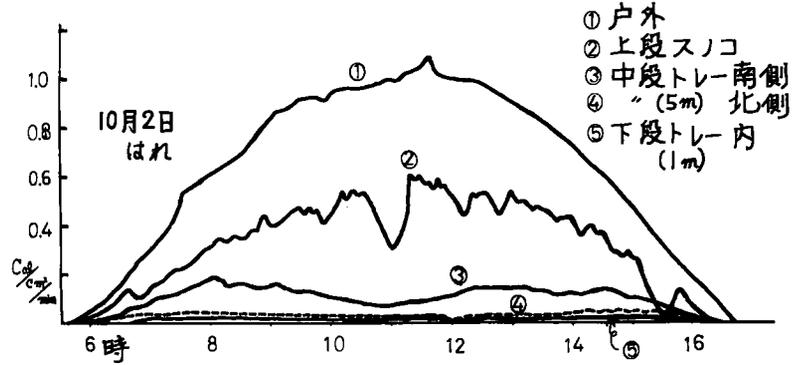
イ) 高さ別日変化

第5図のように戸外にくらべて上部では約 $\frac{1}{2}$ 量となった。中部でトレーの南側では戸外に対し最大約 $\frac{1}{4}$ 量と

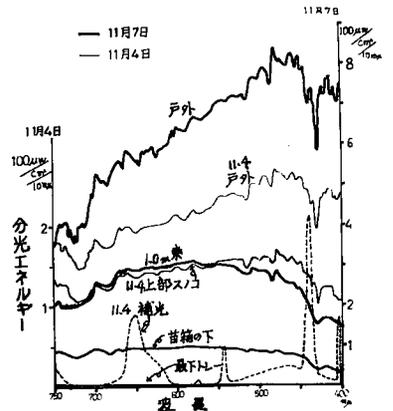
なり、9~15時頃ほど一定であった。このうち11時前後のやゝ低い値は鉄柱の影響とみられる。同じ高さでもトレーの北側では著しく少くなり、とくに下部トレーの内側での減少は顕著である。照度(11月20日)も日射量と同様に上部で戸外の51%, 最下部トレーの北隅で戸外(7,600 Klux) 0.1%にすぎなかったが、補光により5%となった。また下部の南側中央で側壁近傍の照度は、トレー南隅に至るとその10~30%に減じた。なお、同時に行なった上部の有効日射量は戸外比60%で、照度のそれよりも9%高かった。

ロ) 波長別エネルギーの分布(400~750 $m\mu$) 第6図にみるように、11月4日の観測では上部で400~500 $m\mu$ で戸外60%, 500~750 $m\mu$ で同じく70%で、波長の短い方の透光率は少ない傾向がみられたが、11月7日の下部ではこの傾向は一層明らかで、400 $m\mu$ で約20%, 500 $m\mu$ で40%, 600 $m\mu$ で55%, 700 $m\mu$ で60%となり、戸外では波長の短い程エネルギーは大きい、温室内では波長が600 $m\mu$ 附近から短い程エネルギーが小さかった。また最下段のトレーは両日とも殆んど0に等しいが、これに植物育成蛍光灯による補光はある程度の効果が見られ、440および660 $m\mu$ 附近のピークが特徴的である。

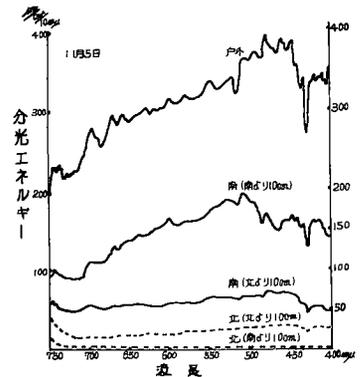
育苗箱上の分布は第7図のごとくで、下部の南側トレーでは、育苗箱の南縁はくらべて北縁は約40%でその差は大きい。これはトレーのピッチが45 cm と小さいため陰になるからである。また南縁では戸外のおよそ $\frac{1}{2}$ 量で、波長別の傾向も戸外の傾向とほぼ一致するが、北縁では波長による差はみられない。次に北側トレーでは北縁が南縁より受光量は大き



第5図 日射量の日変化(農試電試式日射計)



第6図 塔内の高さによる分光エネルギーの分布 (11月4日北側 11月7日南側)



第7図 塔内の場所による分光エネルギーの分布 (トレー2m高さ、静止中央、南北方向)

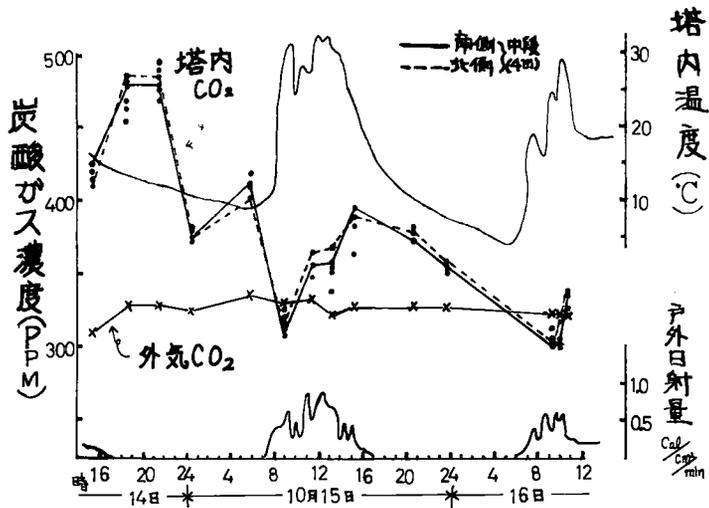
く、南縁では殆んど0に近かった。北側の北縁は南側トレーの北縁よりさらに少なくその1/2となっている。したがって、トレーを移動させても、育苗箱の北縁と南縁では南縁が多く的光エネルギーを受け、波長組成も短波長の割合が多いことになる。

温度の場合とくらべ、日射量の分布は不均一で、かつ戸外より少ない。本報告では散光量の測定や太陽の方位・高度の検討はしなかったが、鉄骨、トレーなど構造による点もあろう。育苗に必要な光量(質)は今後の温度、水分、ガスなどの環境と生育段階に関連づけた苗の光生物学的研究にまつ処が大きい。

(3) 湿度 晴天(10月4日)と曇天(9月28日)とも比較した。相対湿度は両日を通じて外気100~70%で、塔内は80~50%であり、塔内の上、下部の差は最大10%で比較的小さかった。絶対湿度でみると明らかに上部は下部より高いが、下部は曇天時の夜間加温時以外は外気とほぼ等しいので、上、下部の差は曇天で大きく約7g/kgであった。また曇天の塔内上部の絶対湿度は外気より約10g/kg多く、晴天の2倍であった。日変化は曇天はほぼ一定していたが、晴天では日中やや高く、夕方から夜間にかけて低い傾向があった。これらは主として大量に収容した苗(箱)の蒸散(発)によるものとみられる。

(4) 炭酸ガス濃度 第8図に示すように、塔内CO₂濃度の日変化は9~10時頃に外気のCO₂濃度より僅かに下る他は、

いずれも外気より高かった。最高になるのは15~21時頃で、快晴日(15日)は降雨日(14日)にくらべCO₂濃度は低かった。外気の濃度よりも低下するのは稲の炭酸同化作用によるものと考えられる。密閉状態にかかわらず昼間のCO₂濃度が外気より高い理由は、1つには塔内の育苗箱中大量の床土(腐植に富む火山灰土、



第8図 塔内CO₂濃度の日変化
注 測点の重複するものは一つとしてプロットした。

約4m³)による土壌呼吸のためと思われる。炭酸ガス濃度の垂直・水平分布はこみにして第8図中にしめしたが、8~14時頃に南側がやや低下する傾向がある他は、塔内の位置によるちがいは0ppm位で、日変化の違いにくらべれば遙かに小さかった。

(5) 風速 11月29日の測定では、無換気(換気扇、レジスターシャッター閉鎖)では塔上部が、自然換気(前記を開放)では下部が、トレーの移動の有無にかかわらず、僅かに風速が大きい傾向はあるが、全般に塔内風速は0.10~0.15m/sと小さかった。ただ強制換気を行った場合、換気扇に近い(3m)上部のみ0.5~1.0m/sであった。この場合、下部のレジスターからの外気の流入は

局所的に大きく、トレー上の苗が靡く強さとなるが、入口扉を開けるとその程度はごく小さくなる。

(2) 育成された苗の素質

トレーが循環するので、同一軌跡の育苗箱は同一の環境におかれるものとみなして、東西方向(トレー長辺に沿った)の育苗箱の位置による苗の生育差について調べた。結果は第1表のごとくで、育苗期間10日で2葉15cm苗がえられた。ただ苗の均斉度をみると、中央の生育が両端より、草丈、生重、第1葉鞘長が大きい、乾物率が小さく徒長傾向がみられる。しかし、この程度では実用上差支えないと考えられた。この点について全トレーにつき観察したところ、トレーの両端および育苗箱の南縁(灌水位置の反対側)はいずれも乾燥気味となり、草丈は低い傾向がみられたので、灌水ムラによると考えられた。灌水量の違いは第2表にみるように、灌水量の少ないものB(0.25ℓ/箱/日)はファイロンハウス内育苗(発芽揃後ファイロンハウス内で育成した標準苗)と草丈その他大差はないが、灌水量の多いA(0.75ℓ/箱/日)は草丈が高いが、低温活着力は劣つた。現在の灌水方式はビニールホースの先に如露の口をつけて水道に直接つなぎ、人手で行っているが、トレーピッチの狭い(有効トレー間隔35cm)ことと箱の縁の灌水量を十分にするため、箱外にも相当量灌水する必要がある。下段のトレーへの滴下と周囲施設への散水を懸念するため、東西縁や南縁への灌水量が少なめになつたと考えられるが、南縁については既述したように北縁よりも日射量が多いことも関係すると思われるので、これらの点は今後の検討にまきたい。

5 むすび

塔型温室で秋季に水稻稚苗の大量育成を行ない、外気温平均16℃のとき、塔内気温平均25℃-10日間で、2葉15cmの機械移植に適したものがえられ、ほぼ予期通りの育苗ができた。なお、今後の本施設の検討、改善には以下の点を更に明らかにする必要がある。1) 戸外環境(温度、日照など)の変動に対応する塔内環境の変異と調節法。2) 良質苗の短期育成に好適な環境と培地(床土土壌水分など)。

第1表 育苗箱の位置による苗の生育

位置	200本当			第1葉鞘長 cm	第1葉身長 cm	草丈		抗張力 g
	生重 g	乾物 g	乾物率 %			cm	C・V %	
東端	11.5	1.5	12.8	6.2	2.3	14.8	12.3	284
中央	12.6	1.5	11.8	7.0	2.4	17.0*	11.9	307
西端	12.0	1.5	12.3	6.6	2.5	15.6	9.3	285

注) 位置は同じトレー上の位置 * 5%水準で有意

第2表 灌水量と苗の草丈および低温活着力

育苗場所	草丈		最長根長 cm	1本当 根数	30本当		乾重 増加率 %
	cm	C・V %			生重 g	乾重 g	
ファイロンハウス	15.0	6.7	0.5	2.7	1.55	0.31	14.5
育苗塔A	15.4	6.5	0.8	2.0	1.50	0.29	26.0
育苗塔B	21.6	11.1	0.1	0.3	1.21	0.25	3.8

注) i) 15℃定温器内10日間, 土付2葉苗, ii) 草丈は処理前, iii) 根は新根, iv) 育苗塔A 灌水量少, 同B灌水量多

参 考 文 献

- 1) 杉 二郎・小倉祐幸 タワー温室の特性について 生物環境調節5(2) 8~13, 1968
- 2) 杉 二郎他4名 タワー温室の環境について 生物環境調節5(2) 14~20, 1968

多収地における水稻の収量変動に対する7, 8月 気象要因の影響

藤 原 忠

(東北農業試験場)

1 はじめに

東北地方における多収地の収量変動は、その変異係数でみると7~9%前後であり、県別収量の $\frac{1}{2}$ 強程度でかなり安定している。しかし、多収地は各県の稲作中心地帯に所在しておりまた作付面積も大きい。従って多収地の収量の年変異はそれぞれの県の生産量にかなり大きな影響を与えるものと考えられる。

収量の年変異は、気象要因と技術的要因(病虫害被害を含む)によると考えられるが、ここでは前者の気象要因のうち、7, 8月の気温・日照および日較差について、その相互関係とこれら気象要因がどの程度収量の年変異に寄与しているかを統計的に検討しようとした。

2 調査資料および方法

多収市町村として、おおまかにみて日本海側の気象の影響を大なり小なりうけていると考えられる田舎館(青森県)、十文字(秋田県)、藤島・山形(山形県)および坂下(福島県)の5市町村と、これらと比較の意味も含めて、太平洋側表東北の多収ないし準多収地である十和田(青森県)、紫波(岩手県)および古川(宮城県)の3市町村の合計8地点を取りあげた。

市町村別収量は統計調査事務所の資料を使用し、気象観測値は前述の各市町村にそれぞれ最も近接した気象台および県農試の観測値を使用した。(第1表参照)

第1表 調査市町村および使用した観測所および統計年

市 町 村	観 測 所	地 形	県	統 計 年
田 舎 館	青 森 農 試	津 軽 平 野	青 森	昭和29~42
* 十 和 田	藤 坂 試 験 地	三 本 木 原 台 地	"	14
十 文 字	横 手 通 報 所	横 手 盆 地	秋 田	11
* 紫 波	盛 岡 気 象 台	北 上 盆 地	岩 手	14
藤 島	庄 内 分 場	庄 内 盆 地	山 形	14
山 形	山 形 気 象 台	村 山 盆 地	"	14
* 古 川	古 川 分 場	仙 台 平 野	宮 城	14
坂 下	会 津 支 場	会 津 盆 地	福 島	13

注 * 太平洋側気候の影響をうける市町村、十文字は昭32~42、坂下は昭30~42

まず、各地点における気象要素相互間および収量と気象要素との間の単純相関係数を算出し、さらに収量(目的変数)と気象要素(4ケの説明変数)との重回帰方程式(一般式として $Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_4$ であらわされる)を求め、またその重回帰係数(R)から $R^2 \times 100\%$ により7, 8月の気象要因の収量の年変異への寄与率の算出を試みた。

なお、計算は農林研究計算センターの電子計算機によったことをおことわりしておく。

3. 調査結果の要約

(1) 7・8月各月の気温・日較差および日照相互間の関係および気象要素と収量との相関関係

一般に気象要素相互間で最も相関関係の強いのは第2表に示すようで、7月の気温と日照、7・8月のそれぞれの日照と日較差である。このことは当然のことと考えられ、特殊な冷風の移流などのない限り、一般に多照条件が日中の高温をもたらし、一方晴天の日は夜間の放射冷却も大となり従って日較差は増大するはずである。たゞ1~2の地点で若干この関係の乱れているところがみられるが、その原因については今後さらに検討したい。

つぎに、収量と各気象要素との単純相関関係をみると、一般に7月の気温と7・8月の日較差と収量とはかなり密接な正の関係を示すが、日照については、地点により月により相関が乱れる。このように日照と収量との相関が乱れるのは、日照の変異係数が大きいのに対し、この場合統計年次 ($n=14$) が少ないのが大きな原因と思われる。

なお、十和田(青森県)と紫波(岩手県)の7月の気温が収量と高い正の相関係数を示すのが特徴的であるが、このことは、春から初夏にかけてと秋が比較的低温な地帯に位置するためと考えられる。

第2表 気象要素相互間の関係および収量と気象との単純相関関係

(相関係数小数点省略 * 5%, ** 1%水準)

田舎館の収量と黒石の気象

要素	T_7	T_8	R_7	R_8	S_7	S_8
8月気温 T_8	380					
7月日較差 R_7	311	380				
8月日較差 R_8	244	531	421			
7月日照 S_7	563*	291	524	-128		
8月日照 S_8	338	409	277	468	390	
収量 Y	302	092	306	428	092	-145

十和田の収量と藤坂の気象

要素	T_7	T_8	R_7	R_8	S_7	S_8
T_8	429					
R_7	812**	555*				
R_8	244	493*	101			
S_7	801**	554	726**	615*		
S_8	-036	271	-184	615*	211	
Y	645*	138	682	278	360	-134

十文字の収量と横手の気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
8月気温 T ₈	0 2 3					
7月日較差 R ₇	9 3 4 ^{**}	-0 8 4				
8月日較差 R ₈	-0 3 1	5.4 9	-1 0 4			
7月日照 S ₇	9 3 4 ^{**}	-0 2 0	9 3 4 ^{**}	0 0 8		
8月日照 S ₈	-1 7 2	3 1 7	-1 7 2	9 0 9 ^{**}	3 0 9	
収量 Y	2 1 0	2 6 6	2 8 5	5 3 6	3 0 9	3 1 1

紫波の収量と盛岡の気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
T ₈	1 9 2					
R ₇	3 2 1	1 8 4				
R ₈	3 2 1	2 5 4	2 9 5			
S ₇	8 2 7 ^{**}	1 9 7	9 2 4 ^{**}	5 3 7 [*]		
S ₈	0 6 8	4 1 9	0 4 2	8 7 8 ^{**}	2 8 5	
Y	5 3 2 [*]	0 3 3	1 3 1	3 8 5	3 6 6	1 8 8

藤島の収量と気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
T ₈	1 7 6					
R ₇	5 4 8 [*]	1 6 1				
R ₈	2 4 8	2 4 3	2 6 1	0		
S ₇	4 1 4	4 1 0	-1 6 6	-2 0 6		
S ₈	-1 7 0	2 5 1	-2 0 6	0 4 7 [*]	4 3 7	
Y	2 7 2	1 9 7	3 1 2	5 4 5 [*]	-3 4 3	0 1 2

山形の収量と気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
T ₈	1 1 8					
R ₇	8 0 0 ^{**}	2 8 8				
R ₈	-0 2 9	5 7 9 [*]	2 6 4			
S ₇	8 5 5 ^{**}	1 0 9	8 2 2 ^{**}	0 2 1		
S ₈	0 6 8	4 8 5	0 2 1	8 9 8 ^{**}	0 6 8	
Y	2 8 6	1 1 5	2 0 0	3 4 3	1 8 5	5 2 8

古川の収量と気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
8月気温 T ₈	266					
7月日較差 R ₆	586	202				
8月日較差 R ₈	-120	302	77			
7月日照 S ₇	778	778	584	-172		
8月日照 S ₈	272	272	012	271	436	
収量 Y	335	028	342	612	242	171

坂下の収量と気象

要素	T ₇	T ₈	R ₇	R ₈	S ₇	S ₈
T ₈	192					
R ₇	321	184				
R ₈	321	254	295			
S ₇	827	197	-361	-516		
S ₈	068	419	197	-033	-110	
Y	054	090	281	688	164	032

(2) 7・8月各月の気温、日較差および日照と収量との重相関関係

水稻の生育にとって重要な時期と考えられる7・8月について、各月の気温と日照、気温と日較差および日較差と日照の、それぞれ三つの組合せについて、収量に対する重相関係数(R)およびその寄与率R² × 100%によつて推定したのが第3表である。

この表から組み合せる要素によつて多少異なるが、7・8月の気象要素が多収地の収量変動に及ぼす影響力を推定すると30~70%前後のあいだにあり、地点間でかなりの差異がみられる。

各気象要素の組み合わせから総合的にみて、気象要素が最も小さな寄与率を示すのは田舎館であり、田舎館の収量変動に対する7・8月の気象の影響力の小さいことがわかる。このことは、田舎館が比較的気象条件に恵まれていることも考えられるが、田舎館では気象に対する技術的対応が気象変動に打ち勝っていることを示唆しているものと思われる。

また、前述した7・8月の気温と日較差、気温と日照および日照と日較差の三つの組み合わせのなかで、地点間で最もむらの小さな重相関係数および寄与率を示すのは、最後にあげた日照と日較差であることがわかる。従つて、この調査は多収地を点としてとらえ、統計解析を試みたものであるが、水平的な広がり地域性を検討する場合には、日較差と日照の組み合わせで収量との対応関係を考察する方が一般的なあつかいかたと考えられる。

第3表 7・8月の気温と日較差, 気温と日照および日較差と日照に対する
 水稻収量との重相関係数(R)ならびにこれら気象要因の収量への寄与率(%)

市町村	観測点	気温・日較差		気温・日照		日較差・日照	
		重相関	寄与率	重相関	寄与率	重相関	寄与率
田舎館	黒石	0.557*	31.0	0.528	27.9	0.606	36.7
十和田	藤坂	0.856*	73.3	0.698	48.7	0.760	57.8
十文字	横手	0.691	47.7	0.545	29.7	0.799*	63.8
紫波	盛岡	0.684	46.9	0.618	38.2	0.745	55.5
藤島	藤島	0.577	33.3	0.754*	56.9	0.802*	64.3
山形	山形	0.533*	28.4	0.787*	61.9	0.755	57.0
古川	古川	0.825*	68.6	0.375	14.1	0.754	56.9
坂下	坂下	0.787*	61.9	0.413	17.1	0.715	51.1

注 寄与率はR² × 100で算出

つぎに, 7・8月の各月の気温と日較差, 気温と日照および日較差と日照(それぞれ4ケの説明変数)に対する多収地の水稻収量(目的変数Y)の重回帰方程式を参考までに示すと第4・5・6表のようである。重回帰式の偏回帰係数についてその符号に注目すると, 正負いり乱れており理論的に考えられる

第4表 7・8月の平均気温(T)と日較差(R)に対する収量の重回帰式

市町村	重回帰方程式	重相関係数
田舎館	$Y = 54.744 + 9.34T_7 - 21.95T_8 + 6.96R_7 + 29.53R_8$	0.555*
十和田	$Y = 814.58 + 1.12T_7 - 75.94T_8 + 107.87R_7 + 50.29R_8$	0.856*
十文字	$Y = 514.42 - 25.15T_7 + 2.49T_8 + 4.302R_7 + 17.86R_8$	0.691
紫波	$Y = 234.00 + 2.220T_7 - 5.80T_8 - 28.80R_7 + 14.00R_8$	0.684
藤島	$Y = 178.66 + 2.17T_7 + 2.07T_8 + 6.93R_7 + 21.37R_8$	0.577
山形	$Y = 243.48 + 16.03T_7 - 6.24T_8 - 16.31R_7 + 18.97R_8$	0.533
古川	$Y = 318.93 + 10.13T_7 - 18.98T_8 + 11.36R_7 + 3.820R_8$	0.825*
坂下	$Y = 242.25 + 13.86T_7 - 10.38T_8 - 10.06R_7 + 3.21R_8$	0.787*

注 添字の数字は月を示す。

第5表 7・8月の平均気温(T)と日照(S)に対する収量の重回帰式

市町村	重回帰方程式	重相関係数
田舎館	$Y = 292.61 + 18.32T_7 + 1.03T_8 - 0.51S_7 - 0.35S_8$	0.528
十和田	$Y = 369.70 + 53.61T_7 - 7.80T_8 - 0.95S_7 + 0.02S_8$	0.698
十文字	$Y = 514.42 + 4.302T_7 + 17.86T_8 - 25.15S_7 + 2.45S_8$	0.545
紫波	$Y = 145.00 + 26.20T_7 - 0.60T_8 - 0.50S_7 + 0.50S_8$	0.618
藤島	$Y = 43.45 + 11.77T_7 + 13.84T_8 - 0.75S_7 + 0.25S_8$	0.754
山形	$Y = 154.76 + 27.17T_7 - 13.62T_8 - 0.69S_7 + 0.81S_8$	0.787*
古川	$Y = 393.74 + 11.41T_7 - 8.67T_8 - 0.13S_7 + 0.23S_8$	0.375
坂下	$Y = 457.66 - 12.14T_7 + 16.92T_8 + 0.07S_7 - 0.33S_8$	0.413

第6表 7・8月の日較差(R)と日照(S)に対する収量の重回帰式

市町村	重回帰方式	重相関係数
田舎館	$Y = 357.44 + 10.54R_7 + 33.00R_8 - 0.04S_7 - 0.84S_8$	• 606
十和田	$Y = -443.01 + 90.18R_7 + 32.89R_8 - 0.74S_7 - 0.46S_8$	• 760
十文字	$Y = -104.27 + 80.93R_7 + 57.85R_8 - 1.50S_7 - 1.54S_8$	• 799
紫波	$Y = 986.20 - 111.88R_7 + 24.53R_8 + 2.35S_7 - 1.12S_8$	• 745
藤島	$Y = 326.22 - 7.27R_7 - 14.57R_8 + 0.99S_7 + 1.02S_8$	• 802*
山形	$Y = 449.79 + 26.71R_7 - 46.44R_8 - 0.20S_7 + 1.60R_8$	• 755
古川	$Y = 113.55 + 9.66R_7 + 35.36R_8 + 0.31R_7 - 0.18S_8$	• 754
坂下	$Y = 209.99 + 5.43R_7 + 27.17R_8 + 0.18S_7 - 0.01S_8$	• 715

結果と必ずしも一致しないように思われるが、このことについては、統計年次の不足によると考えられ今後さらに検討したい。

4 あとがき

この調査に使用した多収地ないし準多収地8地点の市町村別平均収量は、昭和29年以降14ヶ年前後の値であり、この期間は技術の進歩の著しいときであり、技術の進歩による増収分も含まれたままの値に気象要素を対応させた結果であるから、前述の結果には、技術効果による若干のかく乱が入っていると考えられる。また統計年次も短い。

従って、ここで得られた各種収量に対する相関値は、実際は前項に記載した値をさらに上回っていると考えて差しつかえあるまい。

参 考 文 献

- 1) 角田公正・和田純二・金沢俊光(1967): 水稻の穂孕期における気象について(とくに日較差について)。東北の農業気象12, 36~39
- 2) 中村登喜男・舟山謙三郎(1967): 水稻玄米千粒重におよぼす気象要因について。東北の農業気象12, 43~45
- 3) 農林省秋田統計調査事務所(1968): 東北地域における水稻作況事情の解析(実態篇)
- 4) 東北農試農業気象研究室成績書(1967): 東北地方における水稻高位生産地帯の気候条件
- 5) 内島立郎・羽生寿郎(1967): 本邦水稻の気候登熟量示数の地域性について。農業気象22(4) 139~142

山形県の米作における技術ならびに気象効果

大 沼 済
(山形県農業試験場)

1. まえがき

年次間にも気象変動の大きい中で、米価政策の支持もあって、東北地方の米作は年々安定化の傾向を辿り、収量も着実に向上してきた。

この傾向は、山形県も例外でなく、とくに農村労働力の都市流出が活潑になった昭和37年ごろから、米の生産組織の変化に伴って収量も著しく増加の傾向を示し、昭和37年当時の県反収(10a当り467kg)を基準としてみると、昭和40年は106%、昭和41年は110%、昭和42年は121%(10a当り平均567kg)で、その中で42年においては、全国第1位の水準に達し、翌43年もさらに前年を2kgも上廻る10a当り569kgを以て2ケ年連続日本一を記録した。

このような著しい米作収量の伸びの背景としては、根底に米価政策による土地生産性向上の刺激と意慾の高揚を見逃すことはできないが、これは本県だけの原因ではなく、むしろ適切な対応技術の徹底を含めた技術水準の向上と、気象条件においても、比較的恵まれた背景があったものと考えられている。

すなわち、この結果は技術的に年々進歩しているとは言え、自然条件のもとではやはり気象に大きな支配を受けており、変化の大きい気象に対しては長期、短期予報を活用して対応したこと、また一方では気象自体が比較的恵まれたことが組合わされたためであろうことは、ほぼ間違いなく推定できる。しかし、一体その比重は何がどの程度のものであるかについては充分でないので、このたび検討を試みた結果をここに発表し、大方の御批判を戴きたいと考える。

2. 山形県の気象変動

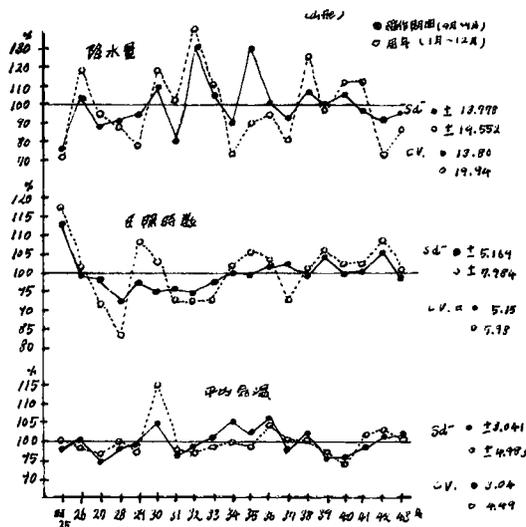
古来、山形県は比較的災害(とくに気象)の少ない地域と言われる。

農林統計によって過去の経過をみると、気象災害については、茲十ケ年の被害率最大値が県平均で6.7%であり比較的その程度は小さく、その点では恵まれた自然環境であるとみることができる。

しかし、地域によっては最上地方のように全国的にも豪雪寒冷地を含み、また我国最高気温の記録(昭和8年7月25日山形市40.8℃)を示すなどで、変動は決して小さくない。

第1図は、山形(地方気象台観測)における気象変動の要素別比較であるが、これによると、平均気温では累年平均に対して周年で(+15%と-7%の範囲であり若干変化は大きい)、稲作期間(4月~9月)においては(+5%の範囲に含まれている。

これに対し、日照はやゝ変動が大きく、稲作期間で(+13%、-7%、さらに降水量は(+30%と-20%と年次間の変化は拡大されるが、降水は米作との関係で省いてみると、気温・日照ともに意外に変動は小さいようである。



第1図 気象要素の年次変動

しかし、これは山形市（村山地方平担）における事例であって、地域を異にし中山間や山間においては、その率は可なり大きくなるものと推定される。

また、最近の傾向としては、比較的安定しており、特に昭和41年と42年ともに累年平均に対しては全体として平均値に近い年次であることが分る。

3 豊作年次の気象特徴

米作は苗代と本田に区分され、苗代期間の気象は育苗効果を左右し、過去に苗代半作・苗代七分作と呼ばれ、苗代期間の気象が収量に及ぼす影響も大きかった。

しかし、昨今では育苗は保護苗代に改善され（昭和41年現在普及率75%）、気象の直接影響程度は小さくなってきた。

こゝでは平年に対し、昭和41年（凶冷年次）との対比で、豊作年次（昭和42年）の本田期間につき調査した。

(1) 昭和42年度の気象経過

第2図および第3図は、気象の主要素について旬別に図示した。

これによると、まづ気温では全体の傾向として昭和42年は田植時、穂孕出穂期が高温、最高分けつ期低温、登熟期が平年並みであり、最高気温では前半が最低気温は後半がそれぞれ平年より高温の経過を辿った。

これに対し、41年度は田植時、最高分けつ期、登熟期が低温で、全く対照的である。

日照は兩年次とも余り大きい変化はなく、降水量も同様に相違は比較的少ない。

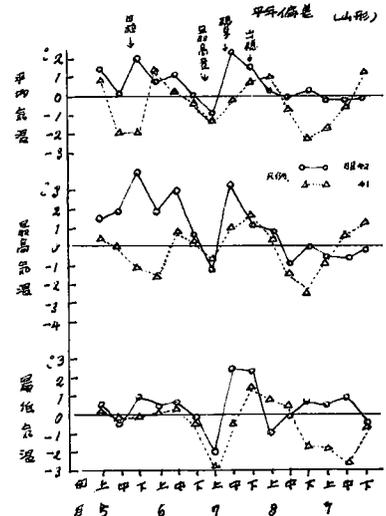
たゞ、温度較差については、概ね10℃程度が標準値であるが、兩年とも田植後は平年値より大きく、8月中旬に平年より小さい傾向である。

(2) 豊作年次の気象背景

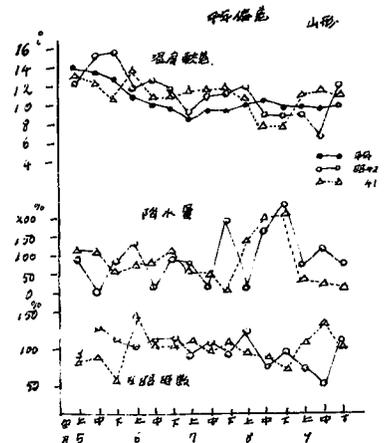
山形における過去8ヶ年間の最高気温・最低気温および日照の夫々の最高値（上限）と最低値（下限）の中から、豊作・年次（昭和42年）の辿った傾向をみると、第4図のようで、比較的顕著に窺われることは、気温ではともに7月上旬を除くと出穂までは上限に近い線を辿っており、日照は特にその傾向に著しい。

これに反し、低温年次（昭41）は概ね逆に出穂後に偶々高温多照を示すが、出穂までの経過では低温寡照である。

また、若干注目されることは、7月上旬がその前後の割に下限に近い下降を示していることで、この割に日照は減少していない。



第2図 気象経過(1) 昭41～42



第3図 気象経過(2) 昭41～42

(3) とくに日射量について

昭和39年より4ヶ年の日射量(垂直面直達日射量:山形)について示すと第5図のとおりである。

概ね山形においては、田植後成熟までに受ける日射量は累積で10,000 cal/cm程度で、この日射量について42年の特徴は、41年より4%程度多いが、40年に比しては9%程度少く、必ずしも日射量が収量の要因ではない。

まず、出穂前と出穂以降の割合をみると、例年と傾向を異にし、出穂までの期間の割合が大であり、出穂後の割合は比較的小さい。

もちろん、全体量の大小を加味して考える必要があるが、登熟は同化機能の向上が大切であり、この主役となる日照はとくに関係が深い訳で、出穂以降の日射量の大小は収量に直接影響するようにみられているが、実際には現実の多収は栄養生長期の日照にも原因するように考えられる。

4 多収稲の生育相からみた気象の特徴とその意味

これまで述べた豊作年次(昭42)の気象特徴は、

(1) 田植後6月末までの初期生育期間が高温と多照で、その程度が例年に比し著しく大きいことである。

これによって稲の生育は活着が非常に順調であり、苗代分けつも含めて低位の分けつが有効化し、多茎の生育となり、構成要素(㎡粒数)の拡大が多穂数の原因となったことである。

また、多茎とともに、生育が促進され、出穂成熟の促進に繋り、登熟温度、日照に若干劣る条件が生じて、補償期間が与えられ、日数の延長がカバーされている。

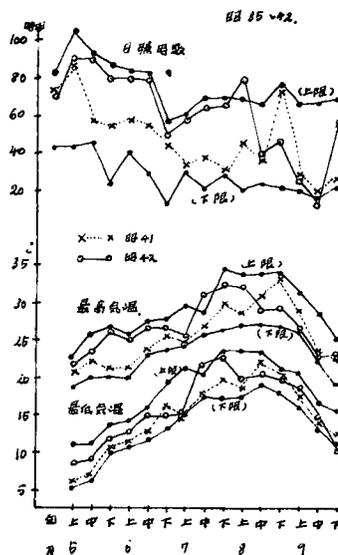
(2) 7月上旬が低温となり、その程度もまた著しいことである。

これは、多茎が穂数増の条件ではあっても、このままでは過繁茂の危険性を伴うものであり技術的には生育調節や抑制が必要で、水管理等で対応する訳であるが、これが自然気象条件の中で、低温によりチツソ吸収が抑制され過繁茂の害が回避されている。

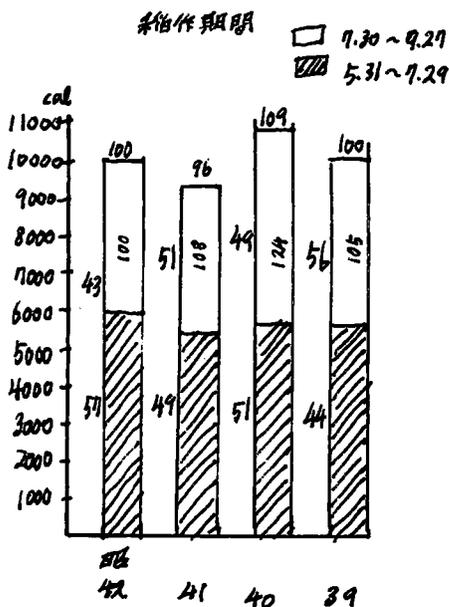
(3) 栄養生長期の日照が多いことである。

日照は稲の乾物生産上で極めて重要であると同時に地水温上昇と土壌微生物の代謝に対し、極めて効果的で、N_{H4}-Nの発現、F₂O₅の有効果等はともにこの多照によるものである。

従って、稲自体の生育量の増大と土壌養分の供給が関連して作用する上で、多照の意味は極めて大



第4図 最高、最低気温および日照の変動(山形)昭35~42



第5図 年次別日射量(山形)

く、さらに養分の吸収と同化ならびに代謝が平行して行なわれる関係で、徒長も抑制され、稲体健全性の維持もまた確保されるものである。

5 多収年次の気象ならびに技術効果

米作も、収量の低い段階では品種、耕種法に大きい欠陥のない限り比較的安定した収量を示す。

しかし、収量段階が上昇するに伴って気象に対する抵抗力が低下しやすく、これに対して技術が計画的にも対応的にも比重が大となる。

さらに、収量も限界的なレベルにおいては、技術は気象を克服すると同時にこれを利用して積極的に構成要素の拡大と決定要素の向上に役立てる必要がある。

山形県の米作も、最近に積極的に多収方向に進んでおり、その意味で気象変化に対する関心も高く、作季の延長や地水温管理には、気象の変動を充分に考慮されてきているが、しかし多収は技術のみでは限界があり、さらに飛躍的な増収のためには米作に対する気象自体も有利でなければならぬようである。

それで、この多収に対する気象と技術の効果を検討した。

(1) 地域的傾向

元来、収量に占める気象、技術の単独効果を区分することは困難であるが、参考文献（後記）によって『総合効果－気象効果＝技術効果』の関係から算出してみた。

結果は、山形本場について示すと第1表のとおりで、ある。

第1表 気象対技術効果

年次	総合効果	気象効果	技術効果	備 考
昭35	97	98	-1	地域平均収量 農林統計 村山：昭35～42 平均516kg
36	98	93	+5	
37	97	100	-3	
38	99	102	-3	
39	93	86	+7	作況平均収量 本場試験 昭35～42平均566kg
40	102	111	-9	
41	103	103	0	
42	111	107	+4	

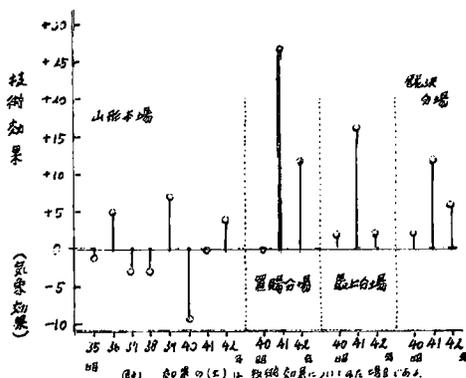
この場合に農林統計によって技術と気象を含む総合結果の収量を昭和35年から42年までの村山地方平均反収に対する各年次の収量比を総合効果とし、同年次における技術一定の豊凶試験収量によって平均に対する各年次の収量比を気象効果として求めたものである。

その結果、村山地域についてみると、技術効果の最も大なる年次は昭和39年（+7）であり、気象効果の最も大きい年……（技術効果の最小年）は昭和40年（-9）であって問題の昭和42年は技術効果の比較的高い年次と言える。

なお、庄内・最上・置賜の各地域についてみると第6図のようであり、41年よりは低いが、技術効果の高い年次と言えるようである。

(2) 場内試験における傾向。

地域的傾向とは別に、場内試験から年次間の技術効果を求めてみた結果は、第2表のようであり、この場合には慣行区の収量に対する総合改善区の収量比であるが、概ね、年次を追って収量比も上昇しており、20～30%程度の効果がみられる



第6図 技術効果の比較

よりである。

第2表 技術効果の比較

		(本分場)						
場所	区分	収 量 比		平 均	備 考			
	区別	フジミノリ	でわみのり					
山形 本場	標 準	100	100	100	元肥重点 畑苗 普通植			
	比 較 A	121	102	112	追肥重点 畑苗 密植			
	比 較 B	92	87	90	元肥重点 保苗 普通植			
置場	年次	標 準 (kg/a)	総合改善区 (kg/a.)				備 考	
			A	B	C			
分場	40	62.4	62.5	63.0	63.4	100 ~ 102	フジミノリ 密植 追肥重点	
	41	63.6	67.4	72.2	78.6	106 ~ 124	でわみのり 追肥重点	
	42	66.6	71.2	78.6	84.4	107 ~ 127	たちほなみ 健苗 追肥重点	
庄内 分場	40	59.8	69.3	70.1		116 ~ 117	ササニシキ 排水 土壌改良 追肥	
	41	51.7	69.0	69.2		133	たちほなみ 密植 追肥重点 排水	
	42	62.7	80.0	72.3		137 ~ 115	"	
最上 分場	40	59.5	71.2	72.2		120 ~ 121	さわにしき 畑苗 密植 混層	
	41	51.3	73.2	65.8		128 ~ 143	たちほなみ さわにしき "	
	42	53.0	66.0	65.7		124 ~ 125	フジミノリ "	

(注) 区別の A, B, C は夫々技術改善区 標準は慣行区を示す。
効果は標準区に対する改善区の収量比

しかし、この場合の算出については、標準慣行区の収量によって、相対比が変動するので厳密なる比較はできないと思われる。

6 ま と め

山形県の米作も逐年増収の傾向を辿り、とくに昭和42年、43年はともに10a当り567kg、569kgと全国一の収量を求めたが、この場合の気象背景と、その収量に占める技術ならびに気象それぞれの効果を算出してみた。

その結果、生育相との関係で気象については、初期高温、中期(最高分けつ期)一時低温、出穂前後高温および全体として多照の気象特徴があり、この特徴の上に技術が礎かれており、気象自体も例年以上に米作に有利な経過を辿ったが、技術効果が一般に気象の効果よりも大なるものと思われた。

7 参 考 文 献

小麦生産における気象効果と技術効果：富元国光(農業技術第20巻 第7号)

開放型変温実験装置（低温用）の試作

羽生寿郎* 岡本利高・内島立郎・藤原 忠

（東北農業試験場）

1 まえがき

筆者らが考案・試作した「開放型変温実験装置」のうち、高温用については、すでに本誌第13号に概要を報告した。ここでは、引続き昭和43年度に低温用を試作し、実験を行ったので、その概要を報告する。

なお、この研究は、農林省の特別研究 “水稲の収量限界向上” の一部として実施しているものである。

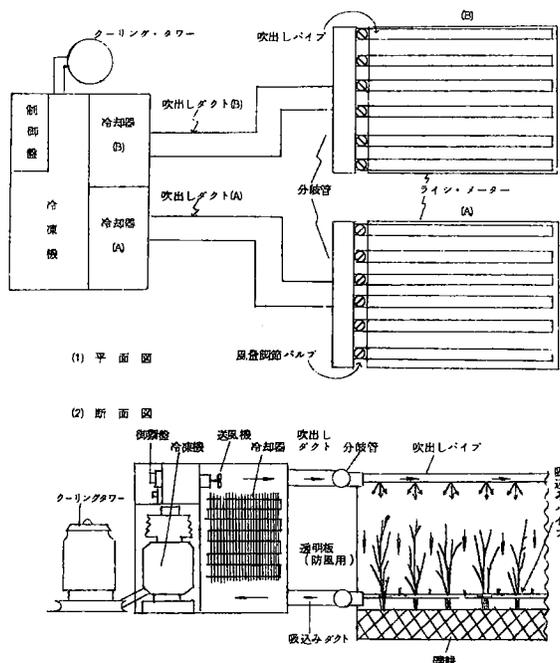
この研究に当り、本実験に用いたイオン交換樹脂利用の礫耕栽培法を考案され、色々な面で多大の激励と援助、懇篤な御指導を頂いた前東北農業試験場長八柳三郎博士、ならびに礫耕栽培法の実務その他について、種々の助言と御指導を頂いた当環境部土壌肥料第一研究室速水和彦技官に、心からお礼申し上げます。

2 低温用変温実験装置の概要

低温用変温実験装置の模式図を第1図に示す。植列の下部に設置された吸込みパイプ（内径70mm、肉厚3mmの塩ビ管）から吸込まれた群落内の空気は、吸込ダクト（内径200mm、肉厚7mmの塩ビ管）を経て冷却器に入り、冷却フィンの中を通過するあいだに熱量をうばわれて冷風となり、送風機によって吹出しダクト→分岐管→吹出しパイプへと圧送され、群落の上部（植被層上約20cm）から水稻群落に向かって吹き出される。

温度の制御は、礫面上70cm（草冠部）の気温が、標準区と同じ高さの気温に対して所定の温度差をもつよう温度差調節計を働かせ、冷凍機から冷却器に行く冷媒の流れを電磁弁によって調節し、吹出す空気の温度を制御することによって行った。

吹出しパイプは群落上に設置したので、このパイプによって日射がさえぎられ、光条件が他の処理区と異なるおそれがある。



第1図 低温用変温実験装置の模式図

* 現・北海道農業試験場

るので、透明のアクリルパイプ（内径60mm，肉厚2.5mm）を吹き出しパイプとして使用し，パイプの下部にはほぼ6cmごとに径5mm前後の穴をあけ冷風の吹き出し口とした。

吹込みパイプ及び吹き出しパイプの基部（分岐管の先端）には，パイプ中の風速のむらをなくすため，パイプごとに風量調整バルブを装着している。また，群落の四周は，外からの風により群落内の変温処理の乱れを防ぐため，高さ92cm，厚さ2mmの透明プラスチック板で囲い，上面は開放した。

本装置に使用した冷凍機等の諸元を第1表に示す。

第1表 冷凍機・冷却器・送風機等の諸元

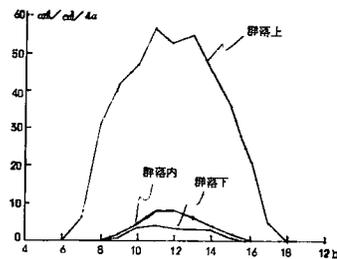
冷 凍 機	日立500 S ₄ -A W型，3相200V，3.75KW，フロン水冷式
冷 却 器	田中式フィン形，A形，12列8段
送 風 機	多翼形電動機，3相200W，400W
較差温度調節計	真空管式，感部：白金抵抗，感度±0.5C

3 水稻の栽培法と生育の概況

水稻の栽培は，土壌の複雑な条件を均一化もしくは消去するため，八柳が考案したイオン交換樹脂を主な養分供給母体とする隙耕によって行なった。このことについては，前報で述べたのでここでは省略する。養分施用は，施用養分総量の2/3をイオン交換樹脂に吸着させ，残り1/3を遊離の状態と与える。いわゆる150%吸着法を用いた。

品種はレイメイを用い，4月11日に畑苗代に360ml/3.3㎡あて播種し，5月23日に移植した。1区の面積は3.84㎡（170cm×240cm）で，栽植密度は1株3本植，23.0cm×17.5cm，24.8株/㎡であった。移植後，pHの安定も早く，生育障害，病虫害もなく順調に生育した。

変温処理を行なったときの稲の生育状態は，草丈約90cm，平均一株穂数約28本，葉数14葉，生葉数3～4枚であった。第2図に，管型日射計で測定した群落内への日射透過の高さによる変化の一例を示したが，9月18日～10月2日の観測値によると，草冠部直下における透過日射量は，群落外日射量の6%前後であり，群落はかなり密な繁茂状態であったといえる。



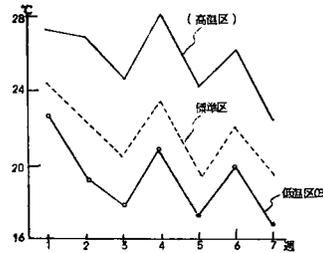
第2図 水稻群落上，群落内部および下部における時間当日射量の日変化(10月2日)

4 変温処理結果

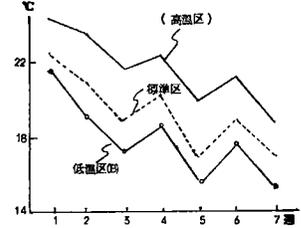
当面，登熟量と気温との関係を明らかにすることを目的としているので，変温処理期間は出穂期の8月8日から，収穫した9月26日までの49日間，変温処理時間は5時～19時（日の出から日没）までとし，夜間は処理しなかった。

1) 変温処理結果

出穂後各7日間ごとの変温処理結果は第3・4図に示す通りで、各週毎の標準区に対する低温区の変温巾は、平均的にはほぼ一定に推移しており、温度差についてみれば一定の定常状態で処理が行われたといえる。

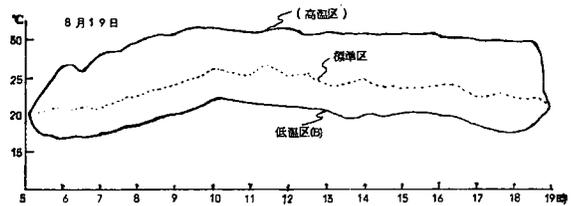


第3図 出穂後各週ごとの処理時間(5~19時)の平均気温の推移



第4図 出穂後各週ごとの日平均(24時間)気温の推移

処理期間49日間の平均処理気温についてみると、標準区に対して、低温(A)区で -1.9°C (図省略)低温(B)区で -2.5°C の温度差で、それぞれ設定目標温度差の -3°C 、 -5°C を下廻っている。これは、風雨や停電等による処理の乱れも一因であるが、



第5図 変温処理時間中(5~19時)の草冠部気温の変化の1例

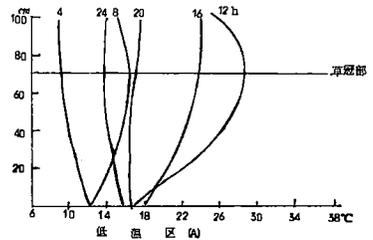
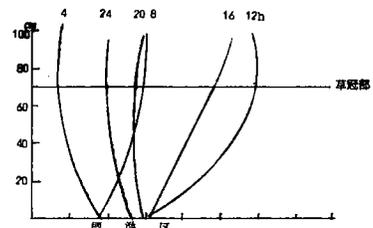
冷却器を通過する空気の色度及び量の問題等によっておこるとされる冷却器フィン部の結霜(氷)が原因で、冷却能力がおちるため、設定目標温度差を与えられなかったものと考えられる。

風が弱く、比較的日射の少ない日には、第5図に示すように、目標とする温度差を与えることが出来た。

2) 温度の垂直分布

温度の垂直分布は、測器の関係で、水温・礫面上70cm及び100cm気温の3点しか測定できなかったが、この3点から大まかな垂直分布を推定してみた。

いま、晴れた日の例を示すと第6図のように、日中の垂直分布のパターンは、ほぼ草冠部附近に極大のみられる受熱型の分布を示しているもので、このような変温処理



第6図 温度の垂直分布の1例(8月13日の場合)

法では、その度合が多少異なるにしても、ほぼ自然の群落状態に類似した垂直の温度分布で処理されていたと考えて良いものと思われる。

3) 温度の水平分布

処理区内の温度の水平分布を明らかにすることは、処理むらの有無の確認という観点から重要なことであるが、このような標準区の気温に対して一定の温度差を与えようとする変温処理方式では、自然の気温が時々刻々変化するので、タイム・ラグのない同時多点観測が最も望ましい。しかし、昭和43年度は、測器の関係で移動観測しか実施出来なかったため、正確な判定は困難であるが、基準点（温度計感部の設置場所）に対して、大体±0.5℃前後のフレに止まっているように推定された。

4) その他の気象条件

1) 処理風速

標準区では群落の下方→上方、低温区では上方→下方と、区によって処理する風の方向がことなるのと、処理むらとの関連などから、風速の垂直・水平分布についても調査する必要があるが、群落附近及びその内部の風速は微風速で、そのため風速の測定には熱線風速計を用いなければならず、この感部が方向性をもっているため、群落附近では測点の吹き出し口からの距離、方向などにより風速がことなるため、測定上困難な問題を含んでいる。従って、43年度は大まかな傾向の把握にとどまったが、低温区の吹き出しパイプ直下約5cmで毎秒90cm前後、草冠部附近で毎秒40cm前後、標準区の草冠部附近で毎秒20cm前後であった。なお、水稻の収穫後、気流に着色した発煙実験によって、装置内の煙の移動状況を写真で判定する試みを行ってみたが、低温区のボーダーにあたる吹き出し管基部の一部を除いて、ほぼ均等な煙の移流状況が観察されたため、おおむね均一な処理が行われているように推定された。

2) 日射条件

低温区では、吹き出しパイプとしてアクリル製の透明パイプ（直径60mm、肉厚2.5mm）6本を、植被上約20cm附近に設置したので、これらのパイプが日射条件に影響していないかを調べるため、管型日射計を用いて、パイプ直下と標準区と同じ高さの日射量との比較観測を行った。

測定は15日間行ったが、その結果、晴れた日にはパイプの散乱光によるためか、低温区の方が多少標準区より多目となり、逆に曇った日には低温区の方が多少少な目であった。しかしその差は僅かであり、測定期間15日間の平均では有意差が認められなかったため、低温区の群落上に設置した吹き出しパイプの日射への影響は、一応ないものと考えられるが、詳しい点については、更に観測を続けて結論を出したい。

5 おわりに

前年度の高温用に引き続き、低温用の開放型群落変温装置を試作し、登熟期間の水稻群落を対象に変温処理を行った結果、実験装置として十分使い得ることがわかったが、なを若干改良すべき点があることもわかった。

第1に、冷却能力の問題である、前にも述べたように、実験開始当初は低温（B）区では-5℃の

温度差を予定していたが、冷却能力の問題から -2.5°C 程度に止まった。これは、冷却器を連続使用していると、冷却フィンが結霜して目詰りを起し、冷却能力（熱交換能力）が低下するのが主因ともわれた。この点の改良方法としては、①冷却器を増設して、熱交換面積を増す。②霜取り装置をつける。③通気量を多くする。等が考えられる。

経費の面からみて最も改良しやすいのは、通気量を多くすることなので、当面、吹き出しパイプ及び吸込みパイプの通気孔を多くして循環風量を増すことと、送風機のモーターの馬力を2 HP程度にあげて、送風圧を上げ、通気量をますことを検討している。しかし、通気量をますことによって冷却フィンの結霜は防げるが、他方冷却フィンとの接触時間が短くなるので、冷却という点からは不利になると考えられるので、通気量の増加は冷却器の熱交換能力とのバランスを考慮しなければならないので、なを細かい検討が必要と思われる。

第2に、冷風の吹き出し方法の問題であるが、着色気流による観察では、吹き出した冷風の相当の部分が群落内部へ下降しないで、上方へ逃げてしまうようであった。これは、植被層上約20 cmを基準にして設置した吹き出し管の高さが、防風用に設置した透明プラスチック板の上端にあたったため、吹き出した冷風の一部は、周囲の風によって上空に引っ張りあげられるようであった。また、日中草冠部が日射を多く受けて葉温や気温が上昇すると、草冠部の上では乱流的な空気の上昇がおこり、冷気の下降を妨げているとも考えられる。このため、吹き出し管や吹込み管の設置位置についても検討を要すると思われる。

以上述べた点について今後改良を加え、より完全な、新しい変温装置を完成したいと考えている。

支 部 記 事

※ 昭和43年度総会並に研究発表会

12月20～21日、山形県天童市、天童農協会館において開催した。研究発表15題、参集者約60名で盛会であった。特別の行事はなかったが、村山市在住の支部顧問八鐵利助博士から農業気象研究についての有益なお話を聞くことができたのは幸であった。なお、会の設営には山形地方気象台、山形県および農試、天童農協会館から多大の御支援をいただいた。厚く御礼申し上げたい。

※ 入会(昭和43年10月～44年7月)

柴田 義彦	神岡高等農業学園	大沼 彪	山形農試最上分場
菊地 邦郎	岩手作況試験室	藤橋 嘉一郎	" "
青森農試藤坂支場		阿部 久太郎	山形作況試験室
守田 康太郎	青森地方気象台	橋本 晃	福島農試
富士 正一	山形農試	鎌田 信昭	岩手農試
原田 康信	"	阿部 典雄	青森農試
谷 藤雄二	山形農試庄内分場	工藤 哲夫	"
田村 茂広	" "	山本 孜	盛岡地方気象台
菅原 道夫	" "	飯塚 一郎	山形大農学部
斉藤 昭四郎	" "	神尾 彪	"

※ 昭和43年度会計決算報告

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	60,000	通信費	15,000
個人会員会費	51,000	振替費	1,500
賛助会員会費	24,000	事務費	3,000
雑収	5,000	旅費	9,000
		印刷費	70,000
		会議費	15,000
		雑費	2,000
		予備費	24,500
計	140,000	計	140,000
	決算 76,036		決算 93,132

次期繰越 130,726 - 93,132 = 37,594

賛助会員名簿

会 員 名	住 所	主 たる 事 業
協 和 事 務 機	盛岡市紺屋町3の5	計算機, 事務器具販売
佐 川 屋 器 械 店	盛岡市駅前通り9の5	理化学器械販売
須 賀 製 作 所	仙台市田町65	気象測器製作販売
仙 台 測 器 社	仙台市大町5丁目20	気象測器製作販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町126	化学薬品販売
東北電力株式会社	仙台市東二番丁70	電力の開発, 販売
成 瀬 理 化 商 会	盛岡市上田3	理化学器械販売
ヤ シ マ 測 器 店	仙台市東一番丁	気象測器製作販売
三機商事株式会社	盛岡市本町通3丁目16~9	計測機器販売施行
美和電気工業株式会社	仙台市南町76	計測機器販売

東北の農業気象 第14号

昭和44年8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
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称する。

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に別に定めるところによる。

(3) 本会の発展に著しい貢献をした者のうち評議員が推薦し総会が承認したものを名誉会員とする。

第4章 役員

第7条 (役員)：本会に次の役員をおく。

支部長 1名 評議員若干名 監査 2名
幹事若干名

第8条 (任務)：

(1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長事故あるときまたは欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員がその職務を代行する。

(2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。

(3) 監査は本会の会計を監査する。

(4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条 (選出)：

(1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。

(2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち2名を本部評議員として互選する。

ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。

(3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。

(4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条 (任期)：役職の任期は2年とし、重任を妨げない。

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

第5章 顧問

第12条 (顧問)：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会議

第13条 (会議)：本会には総会と評議員会をおく。

(1) (総会)：年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。

(2) (評議員会)：必要に応じ支部長が招集する。幹事は評議員会に出席し発言することができる。

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

第7章 会計

第15条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第16条 (経費)：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第17条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 300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議決により行う。

付 則

本会則は昭和42年1月27日より実施する。

日本農業気象学会誌「農業気象」第24巻(1968~1969)目次紹介

論 文

1. 空気調和ガラス室の純放射および短波放射について……小倉祐幸…… 1
2. 庵原における冬季最低気温・地上風の局地気候的特性……岩崎 尚・中川行夫・小中原実…… 7
3. 水稻の倒伏に関する研究(6) 倒伏水稻の炭酸同化と同化産物の移行について(英文)……小林宏信・氷高信雄…… 15
4. 植生のない被覆栽培用小型一重トンネル内の微気象環境特性……金関四郎…… 25
5. 関東甲信地方の降ひょうについて(1)……小元敬男…… 33
6. 草地における土壌水分の垂直輸送について……川西 博…… 53
7. *Growth Chamber* 内の微気候(4) 一温室の暖房デグリーアワーについて……内島善兵衛…… 59
8. 水稻の倒伏に関する研究(7) 水稻の倒伏にもとづく炭酸同化作用の減退(英文)……小林宏信・氷高信雄…… 67
9. 植物群落における光要因と光合成の理論的解析(3) 散光下光合成と比較しての平行光線下葉群光合成……黒岩登雄…… 75
10. 柑橘の葉内水分と誘電率について……武智 修・泊 功…… 109
11. 温室の熱収支……高倉 直・立花一雄・古在豊樹・碓宏八郎…… 115
12. 風による植物の振動問題(第1報)……田中 甫…… 119
13. ソルゴー植床上における風速分布式中の地面修正量と粗度長について……真木太一・高見晋一・新庄 彬…… 127
14. 静岡県柑橘試験場の気象改良工法に関する風洞模型実験……谷 信輝・岩崎 尚・小中原実…… 133
15. 作物群落内におけるエネルギーとガスの交換に関する研究(4) トウモロコシ群落内への直達光の透入と葉面光強度……内島善兵衛・宇田川武俊・堀江 武・小林勝次…… 141
16. 植物計による気象生産力の評価(1) 個体系イネ幼植物計……水落勁美…… 169
17. ガラス室の気象(1) 気温環境について……岩切 敏…… 177
18. ガラス室の気象(2) 放射ならびに湿度環境について……岩切 敏…… 185
19. 酢酸ビニル被覆下の温度……高橋和彦…… 193
20. ペラニ積算日射計の試作並びにその特性について……岸田恭允…… 199
21. 風による植物の振動問題(第2報)……田中 甫…… 207

要 報

1. 環境計測用データ集録装置……高倉 直・立花一雄・杉 二郎…… 39
2. 印度アツサム紅茶樹と気象(4)……伊集院久吉…… 91

講 話 ・ 講 座

- 東北地方稲作改善に関する一連の農業気候学的研究……羽生寿郎…… 41
- 植物の葉温と熱収支……武智 修…… 95
- 光と植物の生育—施設園芸面からみて—……養原善和…… 103
- 家畜生理への気象の影響……岡本正幹…… 153
- いもち病と気象……鈴木穂積…… 211