

東北の農業気象

第 35 号

平成 2 年 8 月 (1990)

巻頭言

脇役から主役に向けて.....小野清治..... 1

論 文

久慈沿岸で観測されるやませ霧について.....	井上君夫・阿部博史.....	2
レーザ・レーダ装置によるやませ観測—1988年度観測結果—.....	渡辺 充・岩佐 巨・赤坂 郁 長峰信雄・十文字正憲・内山晴夫.....	6
霧研究施設に設置したレーザ・レーダ装置.....	長峰信雄・十文字正憲・内山晴夫.....	10
一戸町高森高原における霧研究施設の概要.....	十文字正憲・長峰信雄・内山晴夫.....	14
大豆群落による日射吸収率の推定.....	飯島良次・岩切 敏・中島正雄.....	18
小麦越冬前の気温と生育量から見た播種時期.....	多田 久・穴水孝道・熊谷泰治.....	20
青森県におけるメッシュ気候値の作成		
第1報 未観測地点における気温の推定方法について.....	熊谷泰治・穴水孝道.....	25
昭和63年7月の気象条件と不稔発生分布.....	小林弥一・宗村洋一・斎藤真一 手代木昌宏・根本有子.....	33
福島県相馬における昭和63年冷害の実態.....	大谷裕行・久力 幸.....	38
昭和63年の青森県における水稻の不稔について.....	多田 久・穴水孝道・熊谷泰治.....	42
昭和63年宮城県におけるイモチ病多発生と少発生年の気象的特徴について.....	日野義一.....	46
岩手県南地帯における昭和63年水稻の不稔といもち病の発生実態.....	伊藤勝浩・小沢龍生・畠山 均 菅原浩規・武田真一.....	52
水稻の苗の種類及び初期生育の相違が障害不稔発生に及ぼす影響.....	平野 貢・本庄一雄.....	56
水稻の減数分裂期の気温と障害不稔発生の関係		
—昭和63年水稻冷害の実例—.....	本庄一雄・平野 貢・黒田栄喜.....	61
分けつ期の気温と水稻の草型について (Ⅳ).....	阿部貞尚・飯島正光.....	65
岩手県における水稻の気温による発育段階予測		
第1報 早生品種について.....	多田 徹・伊五澤正光・石川 洋.....	69
近年の青森県水稻作における気象災害、とくに冷害の一考察.....	金澤俊光・穴水孝道.....	73
水稻障害不稔による減収尺度.....	伊五澤正光・多田 徹・石川 洋.....	78
生育モデルによる水稻収量変動の解析.....	岡田益己.....	82
水田微気象モデルを利用した水管理エキスパートシステム.....	井上君夫・佐々木忠勝.....	86
宮城県における出穂期前後の低温出現率と出穂期.....	日塔明広・中野 修・佐々木俊彦.....	90
乳熟期における冠水が水稻の収量・品質に及ぼす影響.....	高橋政夫・菅原浩規・畠山 均.....	94
水稻稚苗の育苗期の温度・光量と苗の素質について.....	寺中吉造・横山真人・佐藤 薫 星野由美.....	99
牧草の発芽、初期生育と光量について.....	寺中吉造・兔原浩史.....	105
進む研究		
気象制御装置による登熟気温の制御と後期追肥の反応.....	高山真幸・嶽石 進・福田兼四郎.....	111
ぐるっと東北		
宮城県農業センターのあらまし.....	中野 修.....	114
支部会案内		
平成2年度支部会の案内とプログラム.....		120
支部だより		
平成元年度支部会報告.....		118
会員動静.....		118
寄贈図書.....		118
決算報告及び予算.....		119
賛助会員名簿.....		119
会 則.....		122
投稿について.....		123
平成3年度功労賞候補者の推薦について.....		126
新刊紹介		
農業気象総目次 (第45号).....		116
編集後期.....		130
		131

平成2・3年度日本農業気象学会東北支部役員顧問名簿（県別）

支 部 長	◎本 庄 一 雄	岩手大学
評 議 員	小 野 清 治	青森県中南地方農林事務所
〃	◎卜 蔵 建 治	弘前大学
〃	◎穴 水 孝 道	青森県農試
〃	◎工 藤 敏 雄	岩手大学
〃	佐 藤 忠 士	岩手県農試
〃	宮 部 克 己	岩手県経済連
〃	◎井 上 君 夫	東北農試
〃	斉 藤 正 一	秋田県農試
〃	嶽 石 進	〃
〃	日 野 義 一	宮城県農業実践大学校
〃	寺 中 吉 造	宮城県農業短大学
〃	黒 木 斌 雄	山形県農試
〃	佐 藤 晨 一	〃
〃	小 林 弥 一	福島県庁
〃	橋 本 晃	福島県農試
監 査	阿 部 谷 良	盛岡農業改良普及所
〃	菅 原 俐 久	東北農試
幹 事	多 田 久	青森県農試
〃	皆 川 秀 夫	北里大学
〃	岡 田 益 己	東北農試
〃	阿 部 博 史	〃
〃	伊五澤 正 光	岩手県農試
〃	細 井 徳 夫	東北農試
〃	佐々木 忠 勝	岩手県庁
〃	鈴 木 光 喜	秋田県農試
〃	日 塔 明 広	宮城農業センター
〃	大 江 栄 悦	山形県農試
〃	宗 村 洋 一	福島県農試
顧 問	土 井 健治郎	東北製粉協同組合技術顧問
〃	佐 藤 忠 士	岩手県農業試験場長
〃	梅 田 三 郎	(財)日本気象協会東北本部嘱託
本 部 委 員	寺 中 吉 造	学会賞審査委員 (支部選出)
〃	卜 蔵 建 治	永年功労者選考委員 (〃)
〃	岡 田 益 己	編集委員 (〃)

(◎本部学会評議員)

巻 頭 言

脇役から主役に向けて

小 野 清 治

作物の生産向上と安定を図るための主役は、品種改良であったり、栽培法であったりして、農業気象をはじめとした環境部門は常に脇役として甘んじて来たところである。

しかし、最近の農業気象研究はめざましい進展を見せ、時として主役を演ずるような場面も少なくない。

私が農業気象の試験研究を手がけたのは昭和24年である。当時は試験研究の方向もはっきりしていなかったし、また試験研究に必要な器材も乏しかったので、専ら蓄積された気象観測値の整理とそれに基づいた統計解析が主なるものであった。その後、試験研究体制が整備されるにつれて、試験研究の方向も定まり、加えて次々と新しい測器が開発されたことによって、現場でもデータの収集・処理・解析といった試験研究が行われるようになってきた。

東北地域には東北農試を始め、青森、宮城に専門研究室・科が誕生し、その他の県でも専門研究室・科こそないが、それなりに農業気象研究は急速に進展するようになった。

最近ではコンピュータの導入によって、これまで解析の難しかった研究も容易に行われるようになり、余り目立たなかった農業気象も、広く農業に関係する人々に理解されるようになってきたことは喜ばしい限りである。

最近における消費構造は急激に変化し、これに対応した作物生産を図ることが焦眉の急となってきている。既にこれらの動きをいち早くとらえ、消費の動きに合わせて農産物の生産を図ったことにより、大きな所得を挙げている農家も見受けられる。これらの農家は地域の気象立地を上手に利用し、作物を導入、組立てをしたことが所得を大きくした一因となっている。

世の中がこうした状況であるだけに、特殊な気象条件にある地域ほど、その気象を有利に活用することによって、他にない「特別な顔」を持った農産物の生産が出来ることになる。そうした意味では著しく進歩してきた農業気象研究を駆使することによって、これまで品種改良や栽培法の後塵を拝してきた農業気象も、逆に気象に合わせた品種改良や栽培法の改善を求められることができるというものである。これまでは先に品種、栽培法が決められ、次にこれらを定着させるための気象改良研究をさせられてきたような感じがする。例えば水温上昇法、効果的な防風技術、保温資材の効果と利用法など、総じて作物の側に立った試験研究が多かった。常に脇役の研究と見なされて来た農業気象も、今の時代だからこそ、主役になり得るのではないかと思う。

また地球の温暖化、環境汚染を始め多くの気象に関連した現象が、世界的規模で問題となっている時なればこそ、農業生産に果す農業気象の役割は、さらに大きくなっている。

この面からも農業気象が主役の座に一步一步近づいてきているような気がしてならない。そのためにもこれからの研究は、主役になりきるための研究に心して取り組んで欲しいものである。

久慈沿岸で観測されるやませ霧について

井上君夫・阿部博史

(東北農試・気象特性研)

1. はじめに

東北から関東地方の広範囲において、夏の低温と秋の長雨をもたらした1988年の天候は、極東域でのブロッキングを伴う偏西風の蛇行やフィリピン付近の不活発な対流活動による日本付近の亜熱帯高気圧の後退によると解析されている(渡辺, 1988)。一方、耕地では海霧を伴うやませが卓越し、沿岸から内陸部の水稻等に冷害が発生した。このやませの発現・継続を予想する場合に、オホーツク海高気圧の形成維持に関わる大気力学・熱力学過程の解明が不可欠である。このような観点からオホーツク海高気圧の動気候学的研究(大川, 1986)や梅雨・モンスーン研究(加藤, 1987)が進められている。研究の成果に注目したいが、同時に耕地上を吹走する霧の変質過程や付着した霧の作物への影響などを解明する必要がある。これらを背景として、岩手県久慈市北野の海岸台地でやませの微気象特性および侵入してくる海霧の雲物理特性などを把握する総合観測を1988年の夏期に実施し、霧の発生原因による特性の相違などが明らかとなったので報告する。

2. 観測体制と天気概況

(1) 観測地点および観測方法

図1に示したB地点の侍浜町北野(標高, 175 m)の草地で、1988年6月12日から8月5日にかけて総合観測を実施した。霧測定は7月上・中旬に行った。観測は地温などを含む熱収支観測の他に、細線式霧水量計と風洞式霧水量計による霧水量の時・空間分布や反射型視程計による視程の測定などを行った(井上・阿部, 1990)。

(2) 天気概況

1988年の7月はオホーツク海高気圧の張り出しと梅雨前線の北上が断続的に繰り返され、海霧の侵入する日数も多かった。霧測定ができたのは7日間で、つぎのような気象特性であった。7月1, 2, 12日はE~NNEの風向で、日平均気温は14.9, 14.4, 14.6℃と低かった。また、7月8, 15, 16, 17日はE~WWSの風向で、日平均気温は17.2, 18.3, 17.5, 15.8℃と前者より高かった。

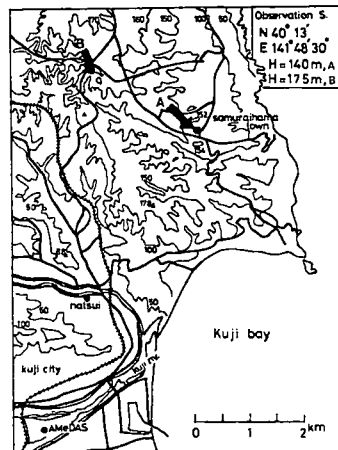


図1. 1988年にやませ総合観測を実施した岩手県侍浜町北野の草地(標高, 175 m)

3. 結果と考察

(1) 霧水量の簡易測定とその時・空間変動

海霧の発生と耕地上への侵入、作物への付着によって、作物は少照と低温・過湿な条件に曝される。この海上から陸上に侵入してくる霧の挙動について、最近では竹内ら（1984）の報告があるにすぎない。霧の挙動を把握するためには、霧水量を測定する必要があることから、著者らは福富・須川（1953）の測器を参考に図2に示す風洞式霧水量計を製作した。本装置は通常の通風式乾湿計の風洞部を450mmと長くし、その先端部に霧を付着させるフィルターとその後方に熱電対温度計を配置してある。風洞内の平均流速は約1m/sであった。霧水量は測定前後のフィルターの重量差で計る。一方、霧水量の時間変動はSasyo（1968）の開発した細線（ステンレス）式霧水量計で測定した。図3は両者による霧水量の15分平均値である。霧水量が多くなると、両者の差が拡大する傾向にあるが、測定時間を短縮すればこの測器で簡単に測定できることがわかった。

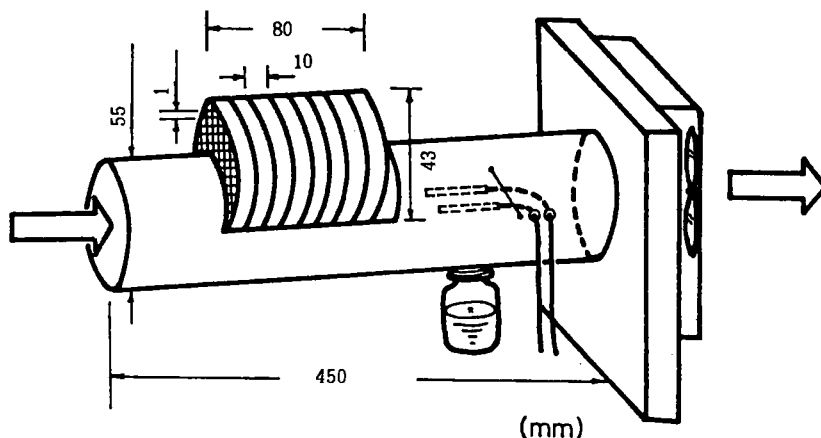


図2. 風洞式霧水量計の概観。フィルターは1mm間隔のナイロン網を8枚重ねてある

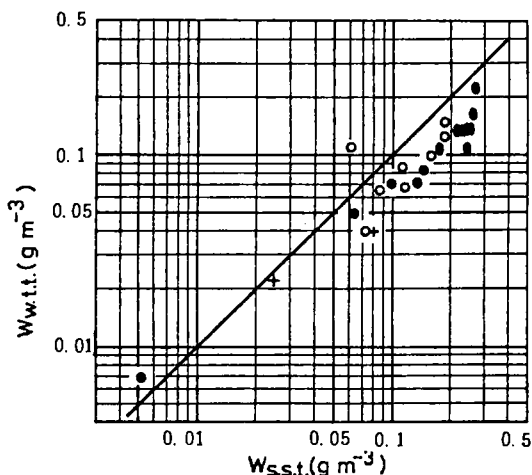


図3. 風洞式(Wwt.t)と細線式(Wsst)霧水量計による霧水量の比較。●1988.7.2, ○7.8, +7.12, ■7.16

図4は風洞式霧水量計で測定した霧水量の鉛直分布である。測定したデータのほとんどが図示したとおり単調に減少する傾向を示した。これは霧がたえず海風による輸送・拡散と上空からの自由落下によって地表付近に侵入し、その地表では地面や作物に霧が付着するためである。また、この鉛直分布は風速分布とよく類似している。時間的にも霧水量は微細かつ断続的に変動し、そのスペクトル解析から8～9分の周期が最も卓越することが示された。すなわち、高い運動エネルギーをもつ長周期の風がその輸送に寄与していると考えられる。

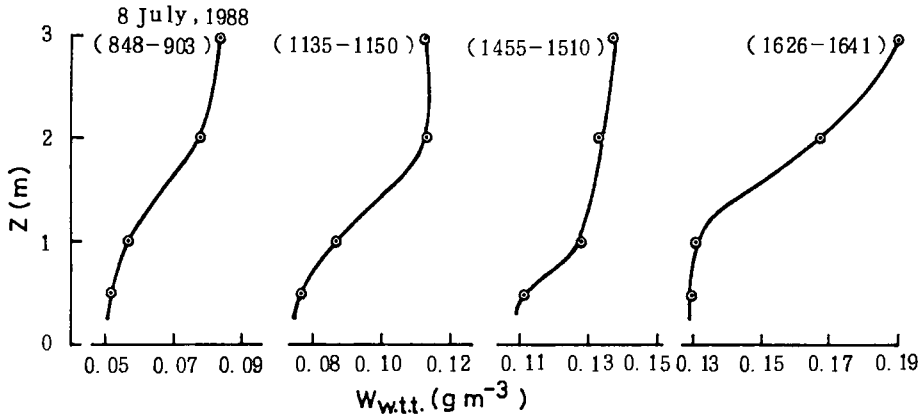


図4. やませ発現時における霧水量の鉛直分布 (1988. 7. 8)

(2) 視程と霧水量との関係

一般に、地上に到達する太陽光は空間浮遊物によって散乱、吸収、反射されて減衰するが、その強さは海霧の場合、霧粒の直径と総霧水量に比例する。また視程は霧粒の平均半径に比例し、霧水量に反比例することが報告されている(竹内ら, 1984)。これらの関係を久慈の海霧について明らかにしたのが図5である。同図に片山ら

(1984)の釧路での観測結果を示した。本観測の場合、霧水量の少ない7月2、12日(E~NNE)と多い7月8、16日(E~SSW)および中間の7月17日(SE)の3グループに分けられる。先に述べた平均気温や風向などから類推すると、約0.15 g/m³の霧水量を境にして霧の発生原因や性質が異なり、0.15 g/m³以下では平均粒径が8~15μ、発生は北から吹走してきた移流霧であると考えられ、0.15 g/m³以上では平均粒径が4~8μ、発生は南の梅雨前線から延びる前線霧であると考えられる。

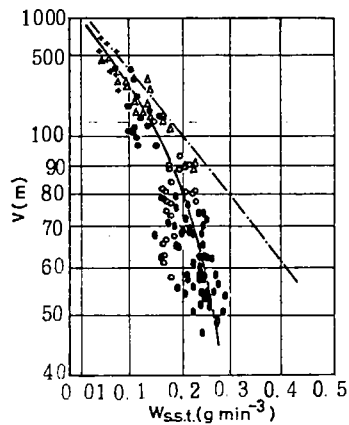


図5. 視程 (V) と霧水量 (W_{sst}) との関係
● 1988. 7. 2, ○ 7. 8, + 7. 12, ◆ 7. 16, △ 7. 17

引用文献

- 1) 渡辺文雄, 1988 : 1988年日本の天候 夏(6-8月). 天気, **379**, 8-11
- 2) 大川隆, 1986 : オホーツク海高気圧の動気候学. 北海道の農業気象, **38**, 25-40
- 3) 加藤内蔵進, 1987 : 梅雨前線と亜熱帯高気圧域の水蒸気場. 天気, **34(12)**, 31-32
- 4) 井上君・阿部博史, 1990 : 久慈沿岸で観測される海霧の微気象特性. 東北農試研究報告, **81**, 19-31
- 5) 竹内政夫ら, 1984 : 霧の消滅機構及び防霧効果に関する研究. 科学技術庁研究調整局報告, 112-134
- 6) 福富孝治・須川明, 1953 : 霧中における湿度の一測定. 低温科学, **11**, 19-27
- 7) Sasyo Y., 1968 : Studies and developments of meteorological instruments for cloud physics and micrometeorology. Papers in Meteorol. Geophys., **19(4)**, 687-598
- 8) 片山昭ら, 1984 : 北海道における海霧に関する研究. 科学技術庁研究調整局報告, 11-80

レーザ・レーダ装置によるやませ観測 - 1988年度観測結果 -

渡辺 充・岩佐 亘・赤坂 郁・長峰信雄・十文字正憲・内山 晴*
(八戸工業大学・電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに

本学では、ここ数年やませ霧のレーザ・レーダ観測を行っているが、そのほとんどが水平観測である。さらに、やませ霧の実体を明らかにする目的で、昨年度は垂直観測を集中的に行い、興味深いデータを得ることが出来たので報告する。

2. 実験装置

図1にやませ霧観測装置の概要を示す。観測は2通りの方法で行った。

水平方向は、レーザ光を装置内の水平打ち出しミラーによって海岸線方向に打ち出す。垂直方向は、レーザ光を、大学校舎の窓の外に取り付けた垂直打ち上げミラーで、ほぼ真上へ鉛直に打ち出す。

受信は、それぞれの専用の受信望遠鏡で行い、水平観測には、30cmの屈折望遠鏡を、垂直観測には、20cmの屈折望遠鏡を用いた。

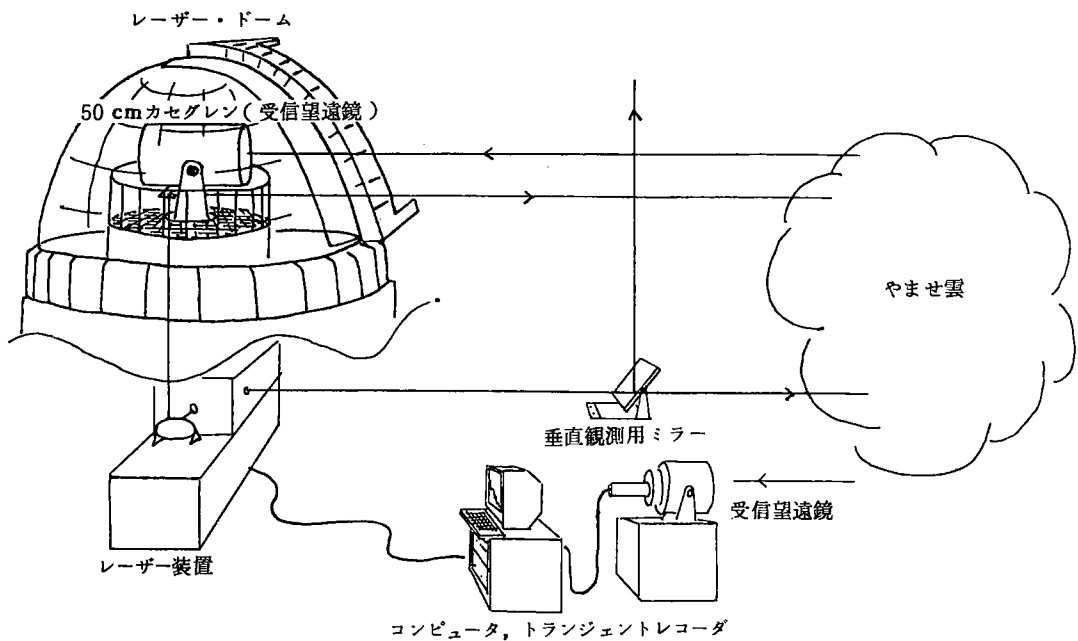


図1. やませ霧観測装置の概要

さらに、来年度はスキャンニング可能なレーザ・レーダに改良し、立体観測を行う予定である。すなわち、レーザ光を、レーザ装置の直後に取り付けた打ち出しミラーによってドーム室に打ち上げ、50cm大型望遠鏡の真下に取り付けたミラーで反射させ、望遠鏡と同一方向へ打ち出す。これにより、360°、垂直30°の観測が可能になる予定である。

さて、レーザ・レーダ装置を長期にわたって使用していたため、動作が不安定になった。そこで、ギャップスイッチの所に簡単な除湿装置を取り付け、さらにすべてのコンポーネントを新たに交換したところ、極めて安定に動作するようになった。

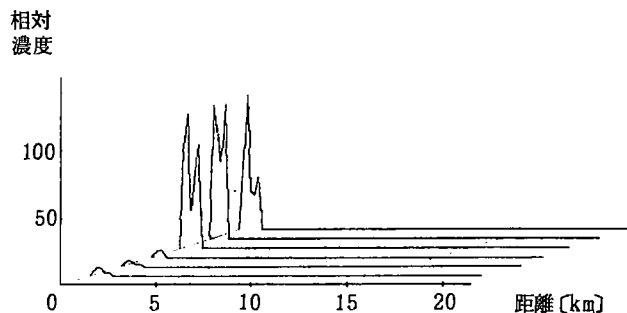


図2. やませ観測結果の一例

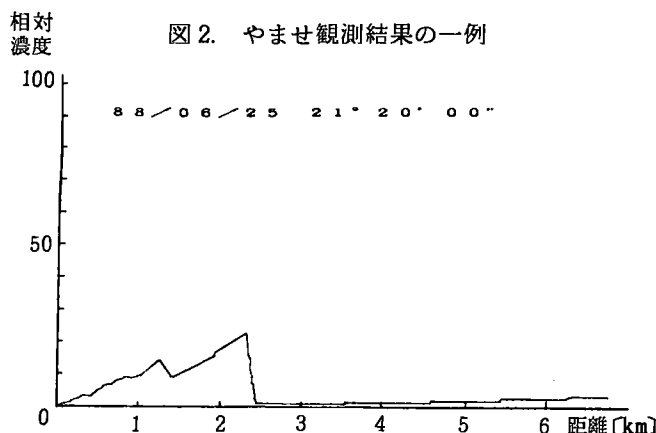


図3. 水平観測例

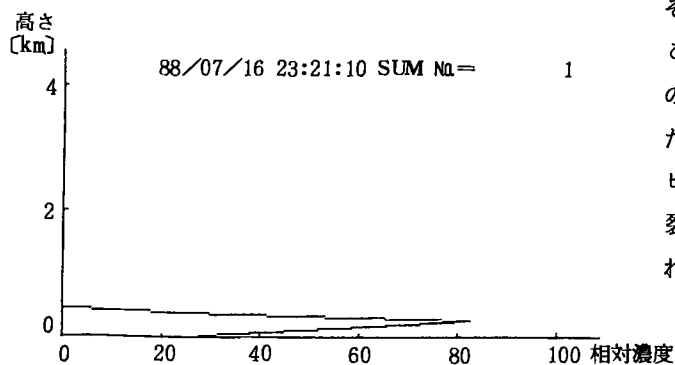


図4. 垂直観測例 (シングルピーク)

3. やませ霧のレーザ・レーダ観測

図2は、1988年度の観測結果の一例である。垂直、および水平観測は、このように10分間隔で行い、濃度分布を明らかにした。図では、横軸に距離、縦軸に濃度、斜め軸に時間をとって示してある。グラフより、霧が発生して次第に濃くなって行く様子がよく判る。

図3は、距離を拡大して示したものである。いずれの図でも0点が本学の位置、また海岸線は大学から約7.2 kmである。これにより、霧のピークは本学から2.3 km地点にあり、この付近に霧が停滞するのが再確認された。

図4および図5は垂直観測の一例である。図4は地上付近に濃い霧があるのが判る。図5はダブルピークとなっており、地表付近に濃い霧が、そして、その上にもう一層霧があるのが判る。このとき、地上付近よりも上のピークの動きが早く、霧が発生したり消滅したりするのが見られた。また、ダブルピークから次第に融合したり、再び分裂するというような複雑な動きも見られた。

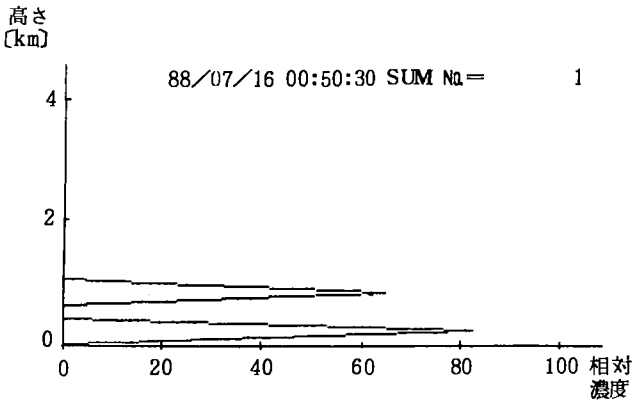


図5. 垂直観測例 (ダブルピーク)

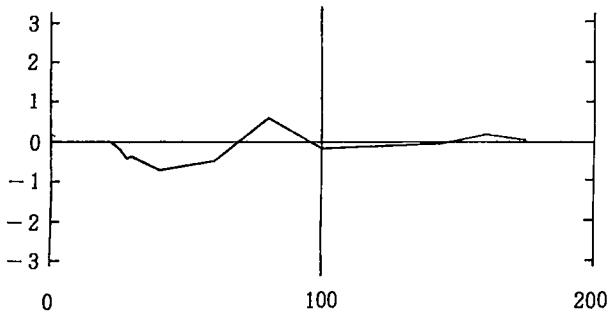


図6. 霧のスピードの時間変化

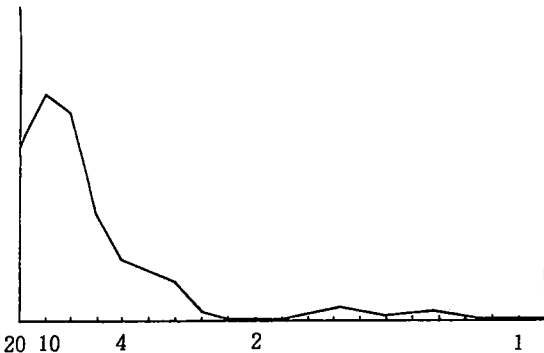


図7. 霧のスピードの周期

4. データ解析

1) 霧のスピードの周期

これらのデータをもとに、霧の密度のピークの動きから、見かけ上の霧のスピードを求めてみた。図6に上空500 m付近の霧のスピードの時間変化を示す。これにより、霧のスピードは、上下方向で0.5 m/s程度、早くても1 m/s以下であることが判る。さらに、ピークの動きが周期的に変化していることから、フーリエ解析を行い、卓越する周期を求めた。結果を図7に示す。主な周期は、100分、30分であり、かなり長いことが判った。

2) 霧の密度の時間変化の周期

垂直観測の代表的なデータをもとに霧の密度の時間変化をまとめたグラフを図8に示す。これも周期的に変化していることから、フーリエ解析を行い、卓越する周期を求めてみた。

結果を図9に示す。卓越する周期は、100分と35分であり、スピードの周期と同様ゆっくりとしたものが目立った。

3) 過去のデータとの比較

霧の水平分布は、'87年の場合、本学から500 m付近まで入り込んでいたのに対し、本年は本学付近までは入ってこず、海岸から4 km付近に停滞することが多かった。

霧の高さ方向のスピードは、例年と変わらず、1 m/s以下であった。

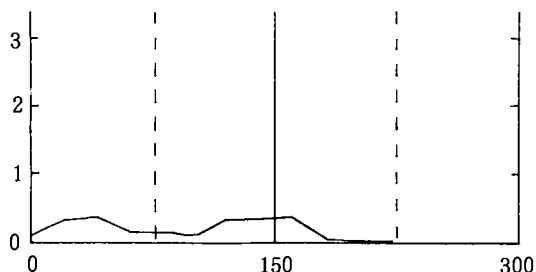


図8. 霧の密度の時間変化

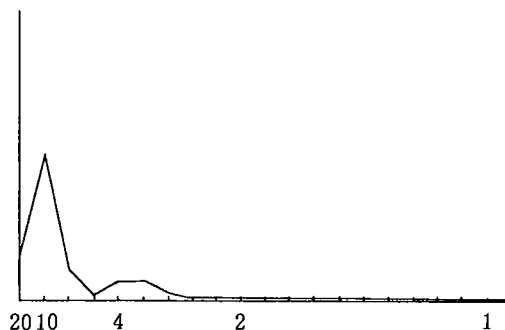


図9. 霧の密度の周期

5. まとめ

昨年同様に水平方向のレーザ・レーダ観測を行い、水平方向密度分布の状態を確認した。さらに本年度は、垂直観測を重点的に行った。本年度明らかになったのは次の6点である。

- (1) '88年度はやませ霧の最も濃い地点は、おおむね、大学から3kmであった。
- (2) 霧のスピードは、例年と同様1m/sec未満であり、前後にゆっくり前進後退を繰り返している。
- (3) 霧の高度分布は、昨年同様、シングルピークとダブルピークの時があり、上のピークの動きが早く、発生したり、消滅したりする。
- (4) 高さ方向のスピードは、昨年同様1m/s未満である。
- (5) 昨年は、霧のピークが上空数百mから1km付近と高かったのに対し、今年度は、地表すれすれに立込める日が多かった。
- (6) 同一高度でも、小刻みに濃くなったり、薄くなったりする。

6. おわりに

以上本報告では、霧の1988年度はやませ霧の垂直分布をレーザ・レーダ観測し、その挙動を明らかにした。

参考文献

- 1) 十文字正憲ほか：日本農業気象学会東北支部会誌，
東北の農業気象，第32号，P 17 - 20 (1987)
- 2) 十文字正憲ほか：日本農業気象学会東北支部会誌，
東北の農業気象，第34号，P 54 - 63 (1989)

霧研究施設に設置したレーザ・レーダ装置

長峰信雄・十文字正憲・内山晴夫*

(八戸工業大学・電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに 「八戸工業大学レーザ応用研究施設」が、岩手県一戸町の御好意により、1989年春、同町高森高原に設置された。この研究施設で、やませ霧や山岳霧の様子を高所から立体的に観測し、その実体を解明するために、可搬型レーザ・レーダ装置を試作・設置し、同年11月には、国内で初めて雪雲をリアルタイムで、しかも立体的に捕らえることに成功したので報告する。

2. 装置の概要

図1に試作したレーザ・レーダの概要を示す。高出力色素レーザ装置の上に口径20cmの望遠鏡を固定し、その直前に、大型平面ミラーを用いたスキュンニング装置を取り付け、レーザ本体を動かすことなく、レーダ・ビームをスキュン出来るようにした。

図2にレーザ・レーダの信号処理系のブロック図を示す。望遠鏡で集められた微弱な後方散乱光(対象物体すなわち霧や雲、逆転

層などからのエコー)を、光電子増倍管で電気信号に変える。この信号は微弱なので、パルスアンプで増幅し、トランジェント・レコーダでA-D変換し、デジタル信号に変換する。これをパーソナルコンピュータで R^2 補正計算して、ディスプレイに表示する。このデータは、横軸に距離、縦軸を物体の相対濃度、斜め軸を時間として、3次元表示させる。

図3にレーダ送信機の構造を示す。フラッシュランプ駆動用高圧コンデンサの上にレーザヘッド(レーザの心臓部)を固定し、その両側に、光共振器を形成する2枚のミラーを取り付けてある。レーザ光は、この片方の半透明鏡から出てくる。レーザ

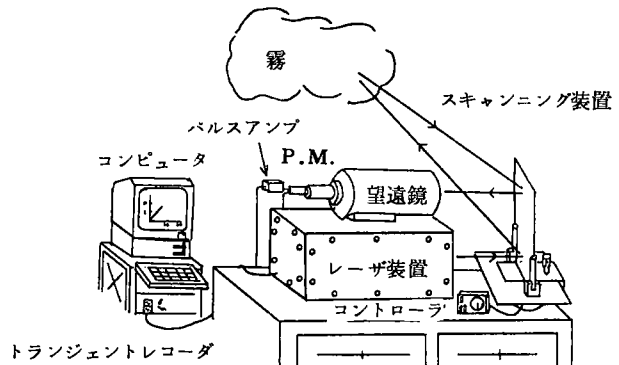


図1. 試作したレーザ・レーダの概要

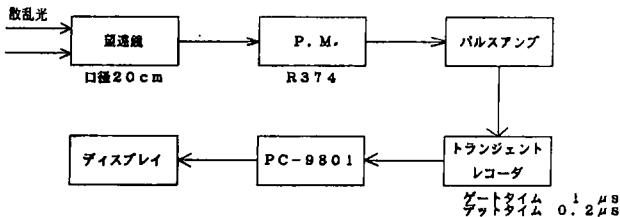


図2. 信号処理系のブロック図

パルス幅は、 $1\ \mu\text{s}$ 、最大出力 800mJ 、ビーム拡がり角 $2\ \text{mrad}$ である。大きさは、 $400 \times 400 \times 1000\text{mm}$ であり、小型の装置にしてはかなりハイパワーである。レーザ・レーダ送信機は可視光の場合、通常 200mJ 程度であるので、レーザ・レーダ装置としては、国内外を通し、第一級のものと言える。レーダ送信機本体は、可搬型タイプとするため、キャスター付きの架台に取り付け、設置のときは、 30ϕ ボルトで床にロックした。

3. スキャンニング装置

レーザ・ビーム・スキャンニング装置の構造を図4に示す。電動式ロータの上に取り付けた大きき $355 \times 460\text{mm}$ の大型の平面鏡を取り付けた。左右はロータで電氣的にスキャンし、上下はマイクロメータヘッドによりマニュアルで動かすようになっている。受信望遠鏡とレーザ光打ち出し口が、ミラー面内に納まるように、ロータの下にベーク板を取り付け、高さを調整し、 8ϕ ビスでレーザ架台にビス止めした。

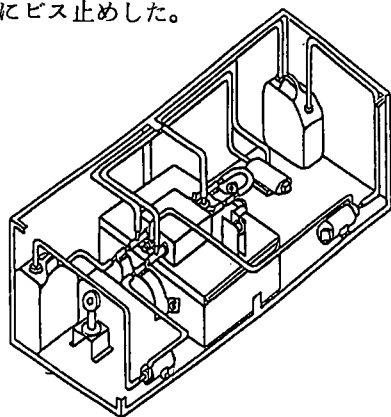


図3 レーザ送信機の構造

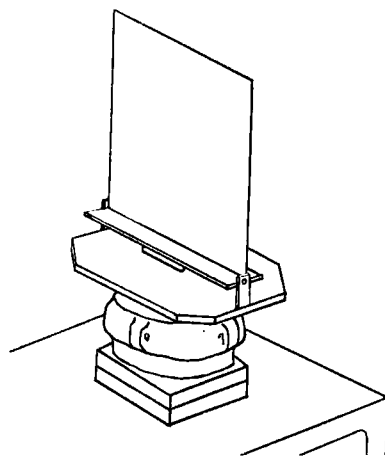


図4. レーザ・ビーム・スキャンニング装置の構造

図5と図6にスキャン装置の動作試験特性を示す。いずれも、インジケータの指示値と実際の角度がリニアに対応しており、高い精度でコントロール可能なことが判る。左右は $\pm 22.5^\circ$ 、上下は $+39^\circ$ 、 -22° でスキャン可能である。

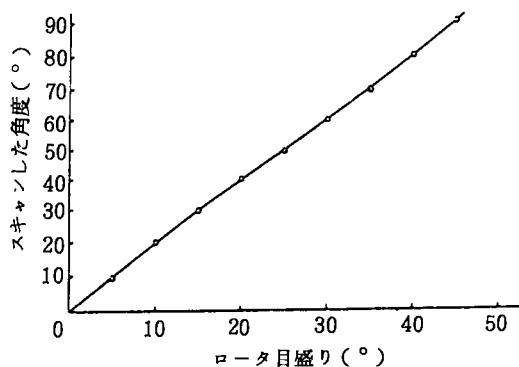


図5. スキャンニング装置の左右方向のスキャン特性

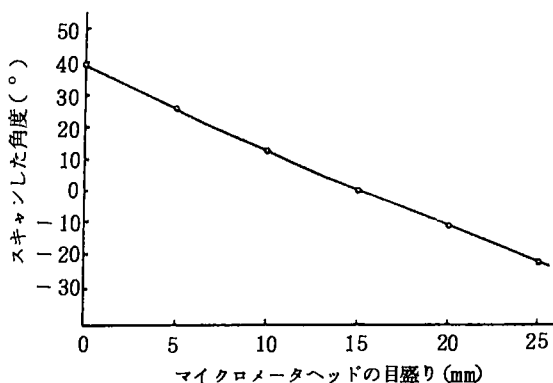


図6. スキャンニング装置の上下方向のスキャン特性

4. レーザ・レーダ装置による雪雲観測

このレーザ・レーダは、本来霧観測を目的として設置されたものであるが、5月から整備に掛かったため、作業は非常に順調に進んだものの、完成したのは、霧のシーズンがなくなってしまった11月であった。そこで、レーザ・レーダ装置の動作試験として、雪雲を対象に観測を行ってみた。雪雲観測を行っている様子を写真-1に示す。中央部がレーザ送信機で、その上に、受信望遠鏡、左側が信号処理用トランジェントレコーダおよび信号処理系である。



写真-1 雪雲観測を行っている様子

図7に雪雲の観測結果の一例を示す。雪雲は、研究所付近から距離15kmまで広がっており、10km

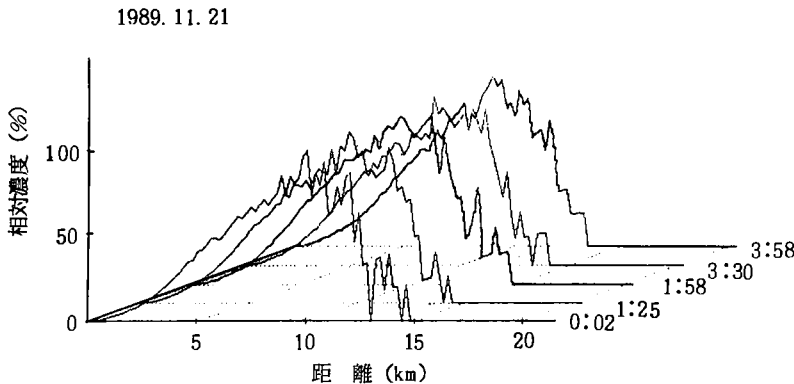


図7. 雪雲の観測結果の一例

5. 雪雲の挙動のコンピュータによる解析

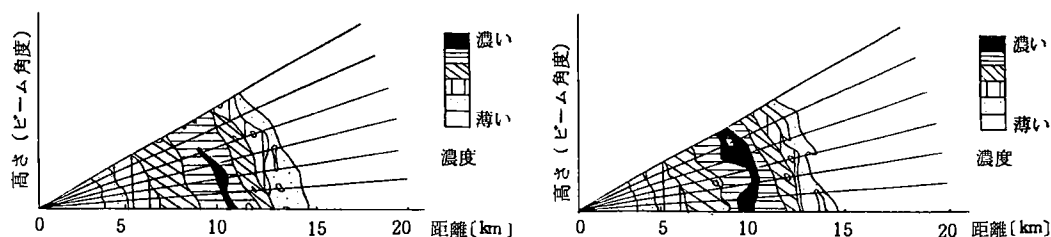
雪雲の立体像を得るため、レーザ・ビームをスキャンして3次元データを得た。そのままでは、画像に出来ないので、これを縦7×横7の49メッシュに分けて解析を行った。水平ビームは、ビーム中心を十和田市方向とし、2°ステップずつ変え、±6°振り、縦ビームは、水平方向を零°として、上方向へ1°ステップで6°振った。観測は夜間23時頃から明け方まで一晩行った。

図8にビームを上方向に振ったときの観測結果を示す。(a)は午前0時02分のデータであり、(b)は午前3時58分のデータである。同図(a)を見ると、雪雲の最も濃いところは、水平(標高800m)より仰角4°の範囲まで、すなわち、高度にして700m(海拔1.5km)まで発達していることが判る。(b)の場合は、4時間後のデータであり、午前0時のときに比べ、中心がかなり発達し、濃い雪雲となっていることが判る。

雪雲には、中心部に特に濃いコアみたいなものがあり、それを中心にほぼ対象に広がっているのが見られる。また、雪雲の層は、手前よりも向う側の方が複雑になっていて、所々に空洞部分が見られる。

付近が最も濃くなっている。また、雲の濃淡が時々刻々と複雑に変化している様子が、グラフよりよく判る。

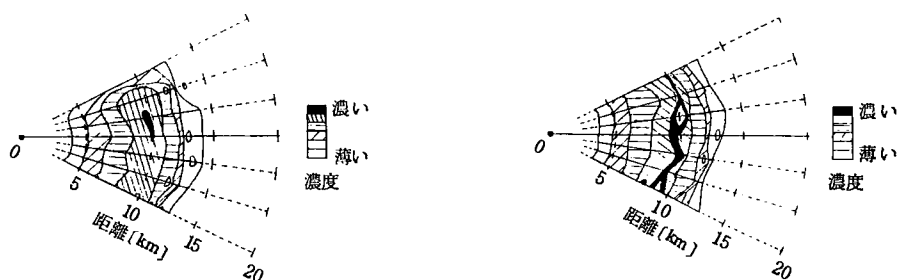
つまり、研究所から見て向う側の方が、雲の生成消滅が激しく、そのため、所により空洞部分を生じているものと思われる。



(a) 1989年11月21日0時02分（真夜中） (b) 1989年11月21日3時58分（明け方）

図8. ビームを上方向に振ったときの観測結果

図9にビームを左右に振った時の観測結果を示す。(a)、(b)とも仰角 1° つまり、ほぼ水平方向のデータであり、垂直分布と同じ時刻の観測結果である。雪雲は(a)、(b)とも研究所より10km付近のところに最も濃い部分があり、時刻が経つに従って大きく成長しているのが判る。このコアの部分の拡がり範囲は、いずれも左右に広がっていて、(a)の場合500m位、(b)は2km位の範囲にわたって広がっていることが判る。また、(b)の午前4時頃の方が、コア部分が複雑なパターンになっていることが判る。



(a) 1989年11月21日0時02分（真夜中） (b) 1989年11月21日3時58分（明け方）

図9. ビームを左右方向に振ったときの観測結果

6. 謝辞

本研究は八戸工業大学付属「レーザ応用研究施設」の主力テーマとして行われているものであり、施設の設置から研究補助金に至るまで物心両面で御世話になった一戸町当局はもちろん、様々な御援助を頂いた関係各位に深く感謝するものである。

また、実際に実験を担当してくれた十文字研究室卒研究生の森山、渡辺の両君、また、協力してくれた十文字研卒研究生諸君一同に深く感謝するものである。

参考文献 1) 十文字正憲ほか：日本農業気象学会東北支部会誌、

東北の農業気象、第34号、P 54 - 55 (1989)

2) 十文字正憲ほか：八戸工業大学紀要、第8号、P 44 - 56 (1989)

一戸町高森高原における霧研究施設の概要

十文字正憲・長峰信雄・内山晴夫*

(八戸工業大学・電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに 我々の研究室では、過去数年間にわたり、レーザ・レーダ装置を用いて、やませ霧の実体解明に務めてきた。当初は、十分な観測データを得ることが出来なかったものの、装置の整備が終わり、数年にわたるレーザ・レーダ観測の結果、八戸平原付近における、やませ霧の実体をかなり解明することができた。

さらに、詳細にやませの実体を明らかにするには、下北半島から岩手県三陸沿岸にかけて多数のやませ霧観測ステーションの設置が必要である。現在、観測ステーションとしては、図1に示すような施設が運用、または計画されている。すなわち、弘前市（弘前大学）、佐藤ヶ平（弘前大学）、八幡岳（八工大、弘前大）、八戸平原（八戸工大）、久慈市（東北農試）などでは既に観測が実

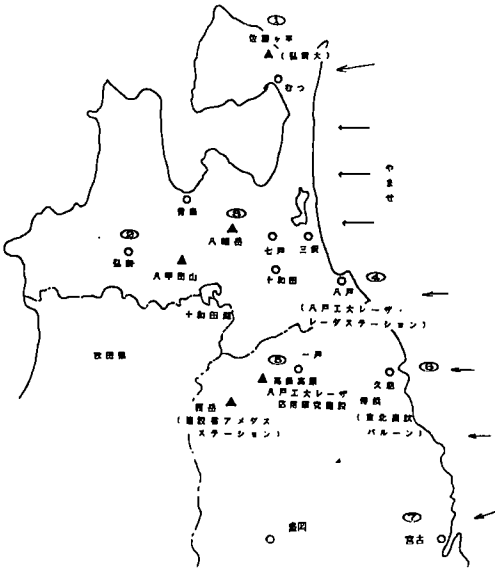


図1. 青森県および岩手県における「やませ観測ステーション」の計画

施されているが、必ずしも十分な観測網とは言えない。

このため、1989年には、一戸町高森高原にやませ霧を主研究テーマとする、八戸工業大学レーザ応用研究施設が設けられることになった。

施設は、岩手県一戸町の御好意により建設され、1989年5月に竣工し、同年11月には、やませ霧や雪雲を観測出来る態勢になった。

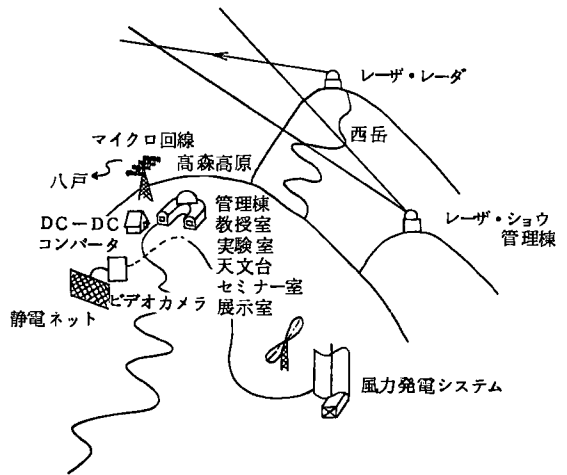


図2. 「八戸工業大学レーザ応用研究施設」の概要

2. 研究施設の概要

図2に研究施設の概要を示す。研究施設は、標高約800mの山頂にあり、ほぼ360°眺望でき、岩手県北部から下北半島まで見渡せ、やませ霧の侵入する様子が手に取るように判る。ここには、一戸町観光天文台も併設されている。また、施設のそばには、霧消去の屋外実験を行なうための、静電式霧消去ネットを設置した。現在、この電源としては、商用電源を用いているが、将来風力発電による電力を使う予定である。また、本学

と研究施設をマイクロ波回線で結び、遠隔操作やデータ伝送を行うためのアンテナシステムも設置した。このほか、高出力レーザーによる霧消去実験や、バイオマスの実験も予定している。さらに、施設のすぐ側には、建設省のアメダスが置かれており、気象データの入手も容易であり、将来は、高森高原より標高が高く、360°見渡せるこの西岳山頂に、レーザー・レーダを併設し、観測できるよう交渉中である。

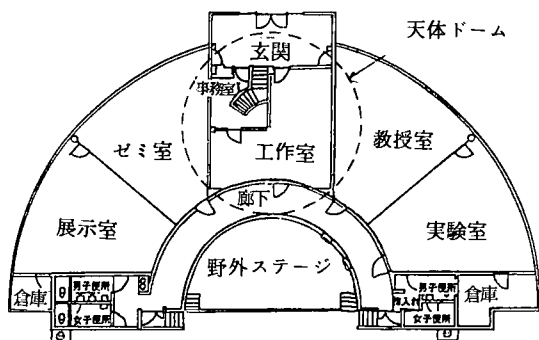


図3. 研究施設の平面図

図3は、研究施設の平面図を示したものである。形状は、トーラスを半分に切ったようなユニークな形になっており、中央部には直径5mの天体ドームが取り付けられ、中には、見たい星や星座がボタン1つで選べ、しかもコンピュータで自動追尾出来る。東北一の50cm反射望遠鏡を備え付けてある。

レーザー応用研究施設としては、教授室・実験室・工作室、さらに市民への展示室などが設けられている。写真-1に、施設の写真を示す。建物は、鉄筋コンクリートで、内外とも木ばりにしてあり、ログハウス風な外観となっている。

写真-2に、施設の近くに設けられた、宿泊施設を示す。これは、ログハウスとして作られており、夏場のシーズンには、観測を希望する人達が、宿泊できるようになっている。

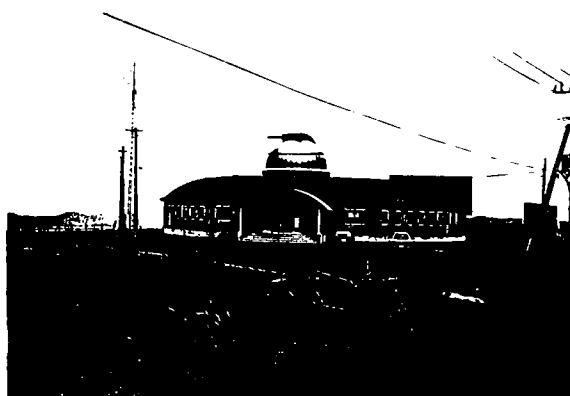


写真-1 町立天文台および八戸工業大学
レーザー応用研究施設

3. レーザ応用研究施設の設備の概要

やませ霧を主研究テーマとする、八戸工業大学レーザー応用研究施設は、教室・実験室・工作室の3つに大きく分けられる。

教室には、大学の教職員4人分の机と、書籍を収納するラック他、会議・ミーティングには欠かせない電子ボード、そして応接セットまで用意されている。

実験室は、やませ霧が吹き込む、北東から東側に面しており、観測には最適な配置となっている。実験室内には、やませ観測用レーザー・レーダ装置や、マイクロ波回線用通信機器の他、来客者への体験コーナーとして、静電式霧消去ネットのミニチュアも準備した。また、レーザー・レーダの観測方法や、やませ霧の実体を分かり易くパネルに示し、展示してある。

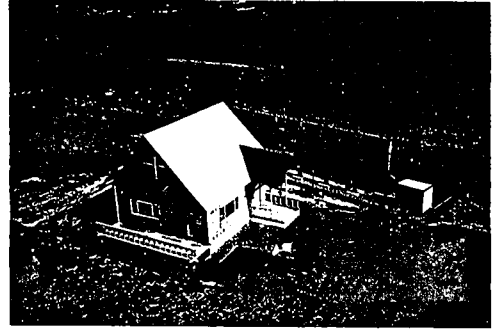


写真-2. ログハウスおよび静電式霧消去ネットの様子

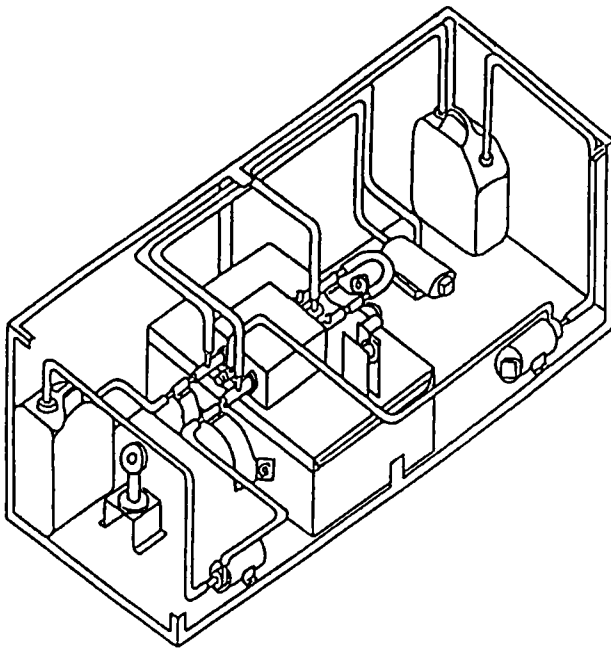


図4. レーザ送信機の概要

4. 研究施設に設置したレーザー・レーダ装置および静電式霧消去ネット

図4に、試作・設置したレーザー・レーダ装置の概要を示す。高出力レーザー装置の上に、口径20cmの望遠鏡を固定し、その直前にレーザー・ビーム・スキャニング装置を取り付け、レーザー本体を動かさずに送受同一方向にビームをスキャンできるようにした。

望遠鏡で集められた散乱光は、P.M.で電気信号に変え、トランジェントレコーダでA-D変換し、コンピュータで R^2 補正処理し、ディスプレイに表示する。トランジェントレコーダは、ゲートタイム $1\mu\text{s}$ 、デットタイム $0.2\mu\text{s}$ である。したがって、距離分解能は、195mである。

'89年11月には、レーザー・レーダ装置の整備がほぼ完了し、雪雲観測を行った。このデータに関しては、本論文集の「霧研究施設に設置したレーザー・レーダ装置」の項を参照されたい。

研究所の東側には、霧消去実験の静電式ネットを設置した。図5に、設置した静電式ネットの原理図を示す。平行に張った2枚の金属ネットの間に高圧線を張り、コロナ放電により、微粒子を帯電させ、クローン力でマイナス側のネットに吸着させ、水滴として液化されるものである。写真-3に、静電式ネットの外観を示す。縦2.5 m、横1.5 m、厚さ40 mのパネルを上下二段に各14枚、合計28枚はめ込み、試作した。ネット全体では、高さ5.5 m、長さ21 mという、かなり大きいものである。

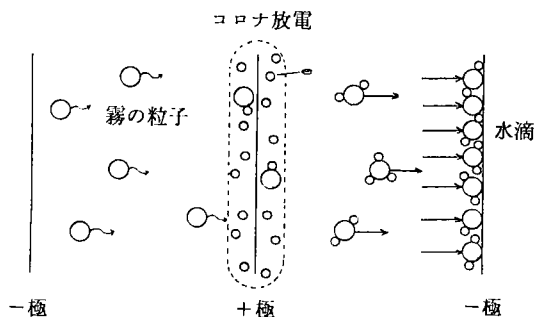


図5 静電式ネットの原理図



写真-3 静電式ネットの外観

4. マイクロ波回線の概要

写真-4は、マイクロ波回線に用いるアンテナの外観である。アンテナタワーは、地上高15 mのものを用いた。アンテナは、音声 $144\text{ MHz} \cdot 432\text{ MHz} \cdot 1.2\text{ GHz}$ の3バンド、またTVは、 $1.2\text{ GHz} \cdot 2.4\text{ GHz}$ の2バンドであり、上段から $2.4\text{ GHz} 50\text{ エレ} \times 2 \times 2$ 、 $430\text{ MHz} 15\text{ エレ} \times 2$ 、 $1.2\text{ GHz} 72\text{ エレ} \times 2$ 、 $144\text{ MHz} 12\text{ エレ} \times 2$ となっている。アンテナはローターにより、 366° 自在に方向を変えることができる。また、タワーの中間には、固定ビームとして、 $1.2\text{ GHz} 23\text{ エレ} \cdot \text{ループ}$ 、 $2.4\text{ GHz} 30\text{ エレ} \times 2$ 、テレメータまたは連絡用として、 $1.2\text{ GHz} / 430\text{ MHz} / 144\text{ MHz}$ 3バンドアンテナを取り付けた。



写真-4 アンテナシステムの外観

5. おわりに

一戸町高森高原に建られた、八戸工業大学レーザ・レーダ応用研究施設の概要について述べた。なお、施設の設置は、一戸町の御好意によるものであり、関係各位に深く感謝するものである。

大豆群落による日射吸収率の推定

鮫島良次・岩切 敏・中島正雄
(農業研究センター)

目 的

大豆群落の日射吸収率の簡易計算式を提案する。

方 法

大豆(エンレイ)をうね幅60cm, 株間10, 15, 20, 25 cmで栽培した。うね方向は東-西, 南-北, 東南-北西を設定した。群落の日射環境(r , r_0 , τ)およびLAIと植被率を測定した。測定データをもとに, 日射吸収率の簡易計算式を導出した。下の3つの式を基本にした。

$$\alpha = 1 - r - (1 - r_0) \cdot \tau \quad \dots\dots(1)$$

$$\tau = \exp(-k \cdot F) \quad \dots\dots(2)$$

$$r = r_f - (r_f - r_0) \cdot \exp(-h \cdot F) \quad \dots\dots(3)$$

ただし, α :日射吸収率, r :群落上面反射率, r_0 :裸地面反射率, τ :日射透過率(群落下地面への), k :減衰係数, F :LAI, r_f :繁茂時(植被率100%)の群落上面反射率, h :パラメータ。

群落内日射測定には, 20cm長の管型日射計を, うね間と株間に, うね方向と直角に設置した。植被率は群落を真上から見て, うねと直角方向の大豆葉の広がり幅を測定し, それをうね幅で除して得た。この方法による植被率の値は真の植被率の値よりやや大になると考えられる(葉の広がりの中の空隙が測定不可能なので)。

結果と考察

株間とうね方向は, 1日トータルの群落内日射環境および植被率とLAIの関係にはほとんど影響しなかった。

群落の日射透過率 τ を測定し(2)式に当てはめたところ, $k=0.58$ であった(図-1)。一方, (3)式のパラメータ h を求めたところ, $h=0.57$ であった。そこで,

$$h = k$$

と仮定して(2), (3)式を(1)式に代入して整理した結果,

$$\alpha = (1 - r_f) \cdot (1 - \tau) \quad \dots\dots(4)$$

という簡易式が得られた。この式では裸地面反射率が不要である。

次に, 簡易式(4)が導かれた背景を植被率を用いて考察する。群落の植被率(C)は次式で良く近似できた(図-2)。

$$C = 1 - \exp(-j \cdot F) \quad \dots\dots(5)$$

$j = 0.70$ が適当であったが、ここで、 $j = 0.58$ ($\therefore j = h = k$) と見なせると仮定する (図-2, ここで用いた測定法による植被率の値が真の値よりやや大である事を考慮すると、この仮定の妥当性は更に高まる)。

一方、(3)式は次のように書き換えられる。

$$r = \{ 1 - \exp(-h \cdot F) \} \cdot r_f + \exp(-h \cdot F) \cdot r_0 \quad \dots\dots(6)$$

(5)式および $j = h = k$ から、(6)、(2)式は次のようになる。

$$r = C \cdot r_f + (1 - C) \cdot r_0 \quad \dots\dots(7)$$

$$\tau = (1 - C) \quad \dots\dots(8)$$

(7)、(8)式を(1)式に代入すると、

$$\alpha = (1 - r_f) \cdot C \quad \dots\dots(9)$$

(5)式から(9)式は(4)式に等しい。

以上のことから、次のように考えられる。

① 植被率の測定結果を(5)式で表わした場合のパラメータ j は近似的に(2)式の k と(3)式の h に等しいと見なせる。すると(7)、(8)式が導ける。この2式から、 $j = k = h$ とは、次の②、③を意味することがわかる。

② 群落上面反射率は、群落を真上から見て植被に覆われている部分と裸地部分の割合に、繁茂時反射率と裸地面反射率を各々乗じて、両者加えて求まる ((7)式より)。

③ 大豆群落を真上からみて植被に覆われている部分は透過率がほぼゼロと見なせる ((8)式より)。これは大豆群落は水平葉が互いに重複して配置されているからであろう (図-2 で LAI と植被率を対比して見ると重複程度がわかる)。

④ このように反射率と透過率は、それぞれ植被率から近似的に求められる。

結局、 α は群落を真上から見て植被に覆われている部分について、当該部分の反射損失を差し引いて求まる。当該部分の透過率はゼロであるから、群落下裸地面反射率は不要となる。

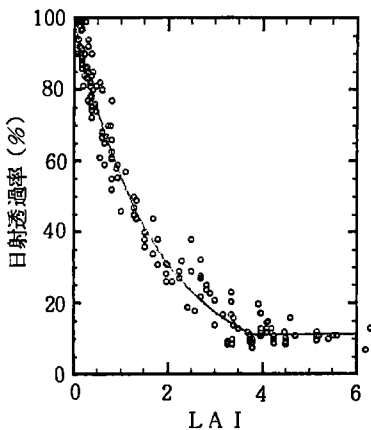


図-1. LAI と日射透過率
当てはめた曲線は $k = 0.58$
ただし LAI > 3.76 の範囲では
LAI は一定

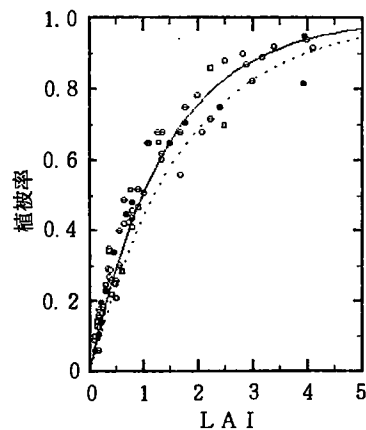


図-2. LAI と植被率
実線は $j = 0.7$
破線は $j = 0.58$

小麦越冬前の気温と生育量からみた播種時期

多田 久・穴水孝道・熊谷泰治
(青 森 農 試)

1. はじめに

小麦の安定・多収栽培のためには適期播種が不可欠である。特に、多雪地帯である青森県の日本海側地域では根雪期間の長い年は雪腐病の多発などで減収となり、生産が著しく不安定である。この対策としては薬剤による雪腐病の防除と同時に越冬前に最適な生育を確保することが必要で、このためにも適期播種が重要である。しかし、越冬前の生育量と越冬後の生育並びに収量について検討したものは少なく、特に、この観点から播種時期について検討したものは殆んどない。そこで、越冬前の生育量並びに成熟期の生育量及び収量について検討し、併せて播種時期についても検討したのでその結果について報告する。

2. 試験方法

(1) 越冬前の気温と好適生育量の検討についての試験は1986年、1987年（いずれも播種年度）に黒石市の青森農試圃場（標高40m、以下黒石と略記）と弘前市十腰内の岩木山麓圃場（標高200m、以下十腰内と略記）で実施した。供試品種はキタカミコムギで、播種は1986年の黒石が9月5日、9月10日、10月4日、10月14日、十腰内が9月6日、9月19日、10月3日、10月14日、1987年の黒石が8月25日、9月5日、9月20日、10月5日、十腰内が9月5日、9月10日、9月15日、9月20日に行なった。調査は越冬前に播種後30日、50日、70日及び越冬直前の4回抜き取りによる生育調査と成熟期に分解調査及び収量調査を行なった。耕種方法は兩年次とも播種量は1.2 kg/a（条間30cmのドリル播）、施肥量はa当たり成分量で基肥はNが0.8 kg、 P_2O_5 が1.5 kg、 K_2O が1.2 kg、追肥はNで0.4 kgを4月中旬に行なった。なお、雪腐病に対しては根雪直前にグアザチン・メプロニル粉剤（4 kg/10 a）による薬剤防除を行った。

(2) 最適播種時期の検討については1951年～1980年の30年間の気象の平年値を用いて(1)の試験で得られた越冬前の最適生育量を確保するための積算気温を求めた。調査は根雪期間の長い日本海側地域の青森、弘前、黒石、五所川原、蟹田、鯨ヶ沢、深浦、金木、碓ヶ関の9地点を対象に行なった。

3. 結果と考察

(1) 越冬前の気温と好適生育量

1986年における越冬前の平均気温（9月7日～12月11日）は黒石が10.6℃、十腰内が9.9℃根雪期間は黒石が97日間（12月16日～3月22日）、十腰内が116日間（12月16日～4月10日、推定）であった。同じく1987年の平均気温（9月6日～11月13日）は黒石が14.4℃、十腰内が13.3℃、根雪期間は黒石が125日間（11月28日～3月31日）、十腰内が140日間（11月15日～4月2日、推定）で、黒石が十腰内より平均気温が0.7～1.1℃高く、根雪期間は15～19日短かった。

播種時期の違いによる越冬前の生育量と収量は、1986年の場合、越冬前生育量の茎数は黒石で9月20日播種、十腰内が9月19日播種が最も多く、草丈、葉数、乾物重は播種日が遅くなるほど低下し、特に、黒石が10月4日、十腰内が10月3日以降の播種で顕著であった。収量は両地点とも播種日が早いほど多かったが、黒石では播種日間の差は小さかった。一方、1987年の場合、越冬前生育量の茎数が黒石で9月20日播種、十腰内は9月10日播種で最も多く、草丈、乾物重は1986年と同様に両地点とも9月5日播種で最も優った。収量は黒石では9月20日、十腰内では9月10日と越冬前の茎数が最も多かった播種日で多収であった。越冬前の生育と収量の関係をみると、両年次及び両地点とも草丈、葉数、茎数、乾物重とも増加するほど収量も増加する傾向が見られ、両年次の黒石と十腰内を込みにすると、それぞれの生育量と収量とに有意な正の相関係数が得られた。これは、生育量を確保することで越冬茎歩合の向上、穂数の増加などにより増収に結びつくことと判断された。越冬前生育量と越冬後の茎数との関係は、国井（1980）によると、根雪期間が151日以上では生育量が多いほど越冬茎歩合が高くなると指摘しているが、本試験でも根雪期間が140日以下では越冬前の茎数が多かった区で越冬茎歩合が低い傾向が見られたのに対し、根雪期間が140日程度になると越冬前の生育量が多いほど越冬茎歩合は高く、根雪期間が長い年には越冬前の生育量が多いほど有利と考えられた。

表-1 収量水準40 kg/a以上及び未満の越冬前生育量

区分	地点	試験年次	播種日 月・日	収量 kg/a	越冬前の生育量			
					草丈 cm	葉数 枚	茎数 本/m ²	乾物重 g/m ²
40 kg / a 以上	黒石	1986年	9. 5	51. 7	45. 5	7. 9	1328	381. 4
	黒石	1986	20	48. 8	27. 4	6. 6	2043	216. 7
	黒石	1987	20	47. 8	35. 3	7. 0	2090	247. 0
	黒石	1987	10	46. 0	47. 8	7. 9	1523	299. 7
	黒石	1987	8. 25	45. 7	44. 2	8. 3	763	348. 4
	黒石	1987	9. 5	43. 6	49. 7	8. 0	1447	360. 0
	十腰内	1987	10	42. 5	34. 3	7. 2	1157	142. 4
	平均				46. 6	40. 6	7. 6	1479
標準偏差				8. 3	8. 3	0. 6	471	87. 1
40 kg / a 未 満	黒石	1987年	10. 5	39. 6	16. 3	5. 1	970	56. 4
	十腰内	1987	9. 5	39. 2	39. 6	7. 6	1083	192. 4
	十腰内	1986	5	34. 5	25. 7	7. 3	1192	242. 0
	十腰内	1986	20	34. 5	19. 9	6. 4	1753	129. 4
	十腰内	1987	15	25. 0	29. 3	6. 8	1113	110. 7
	十腰内	1986	10. 4	24. 2	11. 1	3. 9	771	23. 3
	十腰内	1986	14	23. 1	7. 9	1. 9	403	6. 5
	十腰内	1987	9. 20	23. 0	23. 1	6. 2	1091	80. 7
平均				30. 3	21. 6	5. 9	1047	105. 2
標準偏差				7. 3	10. 2	1. 9	382	81. 4

そこで、多収を得るための生育量を検討するため、収量水準が40 kg/a以上とそれ以下に分け越冬前の生育量を表-1に示した。40 kg/a以上の収量水準での生育量は、草丈が平均で40.6 cm (標準偏差 8.3 cm), 葉数は平均が7.6枚 (標準偏差 0.6枚), 茎数は平均が1479本/m² (標準偏差 471本/m²), 乾物重は平均が285.1 g/m² (標準偏差87.1g/m²)であった。また、前述した越冬前の生育量と収量との回帰式より求めた収量40 kg/a以上になる生育量は草丈が34cm, 葉数が

表-2. 収量水準40 kg/a以上得るための越冬前生育量の目安

草 丈	葉 数	茎 数	乾 物 重
40 cm 前後	7.0 ~ 8.0 枚	1500 本/m ² 前後	300 g/m ² 前後

7.1枚, 茎数が1358本/m², 乾物重が239 g/m²で、これらの結果、収量40 kg/a以上得るために必要な生育量は表-2に示したように、草丈が40cm前後, 葉数は7.0~8.0枚, 茎数はおよそ1500本/m², 乾物重は300 g/m²前後と考えられた。松尾ら(1941)は越冬前の生育量が多いことが

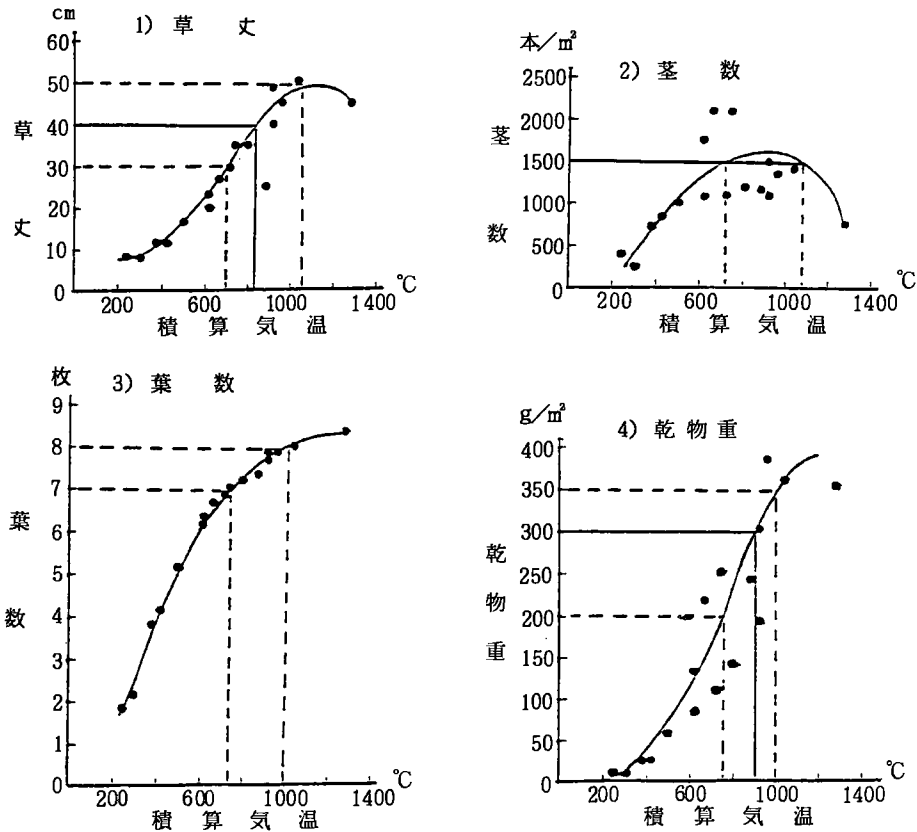


図-1 越冬前の積算気温と生育量

越冬には有利であると指摘しており、多収を得るには生産量の確保が重要である。

次に収量水準40 kg/aの生産量を確保するために必要な播種後の積算気温について検討した。図

- 1 には播種後から各調査時までの積算気温と生育量との関係を示したが、茎数以外の各生育形質は積算気温が増加するにつれ増加傾向がみられる。そこで、表-1に示した収量水準40 kg/a以上の生育量の平均値±標準偏差の範囲(累積度数分布で64%の出現割合)となる積算気温を求めると、草丈はおおよそ700~1000℃、茎数、乾物重はおおよそ750~1000℃であった。なお、茎数の播種日別推移では9月20日播きで最も多く(この場合播種からの積算気温は700℃前後)、これより播種時期が早くても遅くても茎数は減少する。収量水準40 kg/a以上を得るには1500本/m²前後ないしそれ以上茎数が必要で、これを確保のための播種後の積算気温はおおよそ700~1000℃の範囲と考えられた。

(2) 多雪地帯の播種時期

収量水準40 kg/a以上を目標とした越冬前の生育量を得るための条件としては、播種後から越冬前までの積算気温は700℃~1000℃必要であるが、この積算気温を確保するための播種時期を日本海側地域を対象に求めた。

気温から見た小麦の越冬開始時期は生育が低温により停止する時期と考えられ、生育が停止する温度は3~5℃とみなされるが、本試験の抜き取りによる生育調査の結果でも同様の温度範囲と推定された。このため、日平均気温が3℃以下になる日を越冬開時日と考え、これ以降を越冬期間とした。

日平均気温が3℃以下になる日は平年で日本海沿岸の深浦では12月9日であるが、他の大半の地点は11月30日前後であるので、ここでは便宜上11月30日以降を越冬期間とし、11月30日より逆に暦日をさかのぼり積算気温700℃到達日を播種晩限、積算気温1000℃到達日を播種早限として播種適期を求めた。この結果、播種早限日は大半の地域は9月5日前後であるが、日本海沿岸の深浦で9

表-3. 日本海側主要地点の播種適期の早・晩限月日

地点 項目	青森	蟹田	弘前	黒石	五所川原	深浦	鱒ヶ沢	金木	碓ヶ関
早限日(月・日)	9.6	9.4	9.7	9.7	9.6	9.11	9.8	9.8	9.3
晩限日(月・日)	9.22	9.20	9.23	9.22	9.22	9.27	9.24	9.24	9.19

月11日とやや遅く、山間部の碓ヶ関で9月3日と早かった。一方、播種晩限は深浦で9月27日、他の地点は9月20日から24日で、各地点とも播種適期期間は17日間程度であった。本県の播種適期は従来の指導では標高の高い山麓地帯などを除いては9月15日から25日であるが、ここではこれより早い9月5日から20日頃であった。しかし、富山(1950)の報告によると早播きでは茎数が繁茂し、軟弱になり病害の発生が多くなり越冬に不利との指摘もあり、本試験でも8月25日のような早期の播種では茎数や収量の低下が見られることや、茎数の推移などから最適生育量やこれに伴う播種期の早限についてはなお検討が必要である。

4. 摘要

越冬前の気温と生育量からみた成熟期の生育、収量について検討し、収量水準40 kg/a以上得るための越冬前生育量と積算気温を求め、日本海側地域の播種適期を求めた。

(1) 越冬前の生育量が増えるほど収量も増加する傾向が見られ、収量水準40 kg/a以上得るため

の越冬前の生育量の目標は草丈40cm前後、葉数7.0～8.0枚、茎数が1500本/m²前後、乾物重が300 g/m²前後であった。

(2) 収量種準40 kg/a を目標とする生育量を得るための播種からの積算気温は700～1000℃程度であった。

(3) 上記の積算気温から求めた津軽地域の播種適期は大半の地点が9月5日前後から9月20日頃、日本海沿岸の深浦では9月11日から9月27日で、播種適期幅は17日程度であった。

参考文献

- 国井輝男, 1980 : 上川地方における秋播小麦の冬損に関する研究, 第2報 越冬前の生育量と冬損, 特に越冬茎歩合との関係. 北農, 47 (6), 1 - 12
- 富山宏平, 1950 : 小麦の栽培法と雪腐菌核病の関係 - 特に播種期と肥料について -. 農及園, 25 (10), 33 - 36
- 松尾孝嶺, 野村 正, 1941 : 積雪下における小麦の生育について. 日作紀, 12 (4), 391 - 402

青森県におけるメッシュ気候値の作成

第1報 未観測地点における気温の推定方法について

熊谷泰治・穴水孝道

(青森県農業試験場)

1. はじめに

メッシュ気候値は広島県で最初に開発され、東北でも岩手県において早期に開発が行われている。東北のように気象変動が激しく、かつ気象資源も十分とは言い難い地域においてメッシュ気候値は作物の地帯区分等に大きな力を発揮するが、その作成には数多くの地形因子の計算、統計処理を行なわなければならないと気候に利用できるものではなかった。しかし、1988年に気象庁からメッシュ気候値として全国の月別気温・降水量が発表され、利用申請さえすればMS-DOSファイルとして入手が可能となった。現在、これをベースとして他の様々な情報を付加しメッシュ気候値利用システムを作成する試みが積極的に行われている。

ところで、メッシュ気候値利用にあたって、平年値のみではその年度における気象の動向やそれに基づいた管理情報等を導くことができず不満足な感がある。この要求を満たすためにはリアルタイムなメッシュ情報が必要となる。方法としては、広島県で行われているように気象観測地点の平年偏差を距離の逆数で重みづけしメッシュに展開する方法が比較的精度がよく、かつ処理も簡単である。この場合、メッシュ気温推定に用いる観測地点をいかに適切に選択するかが問題となり、この違いが推定精度に影響する。こういった研究は農業環境技術研究所や中国農業試験場などの報告がみられるが、比較的単調な地形において検討が行われ、当県のように三方を海に囲まれるといった複雑な地形条件においてあてはまるかは疑問である。そこで今回は1985年のアメダス気象観測資料を用い、近傍の観測地点を用いて実際の観測地点に対して推定を行なうことにより、推定に用いる観測地点数と精度の関係について比較検討するとともに、コンピュータ処理するためのアルゴリズムについても検討を加えたのでその結果を報告する。

2. 試験方法

アメダスの1985年の平均気温を用い、平野部では黒石、十和田の2地点、沿岸部では三沢、むつ、市浦の3地点を推定地点として選定し、この地点の近傍のアメダス観測地点を推定するための基準地点（以下参照地点と略記）として平均気温を推定した。この推定値と実測値との比較から参照地点数と精度の関係について検討を行った。

(1) 対象年次 1985年（昭和60年）

(2) 供試資料 アメダス平均気温 青森県内20地点 1985年観測値

（休屋、六ヶ所は対象から除外）

準平年値（統計期間 1979～1987年）

(3) 推定地点

1) 平野部 黒石、十和田

2) 沿岸部 三沢, むつ, 市浦

(4) 推定方法

参照地点と推定地点間の距離の逆数による重みづけを施した加重平均により, 平均気温の推定を行った。参照地点数は1地点から5地点までとした。

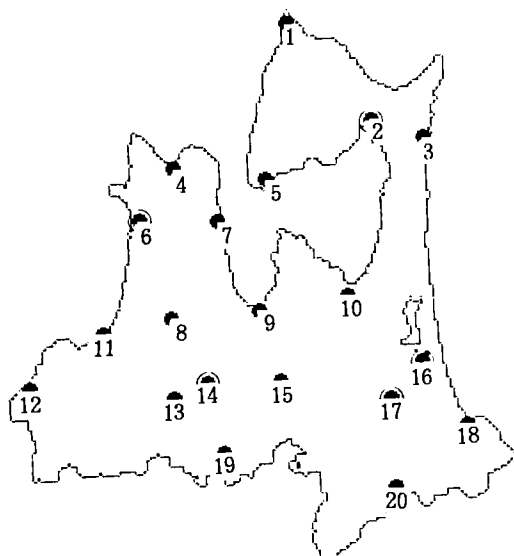
$$l = \sum \frac{1}{l_k}$$

$$\Delta T = \frac{1}{l} \left(\sum \frac{\Delta T_k}{l_k} \right)$$

l_k : 推定地点と参照地点との距離
 ΔT_k : 参照地点の年間偏差
 ΔT : 推定年間偏差

3. 推定結果及び考察

第1図, および第1表に推定地点と推定するために参照した観測地点を示した。用いたアメダス観測値は, 推定地点, あるいは参照地点のいずれかに欠測のある日は除いた。なお参照地点は, 地点数が2以下の場合には観測地点との距離が近いものを, それ以上の場合には参照地点を頂点として構成される多角形の面積が小さく, かつできるだけ観測地点が内挿となるように選択した。



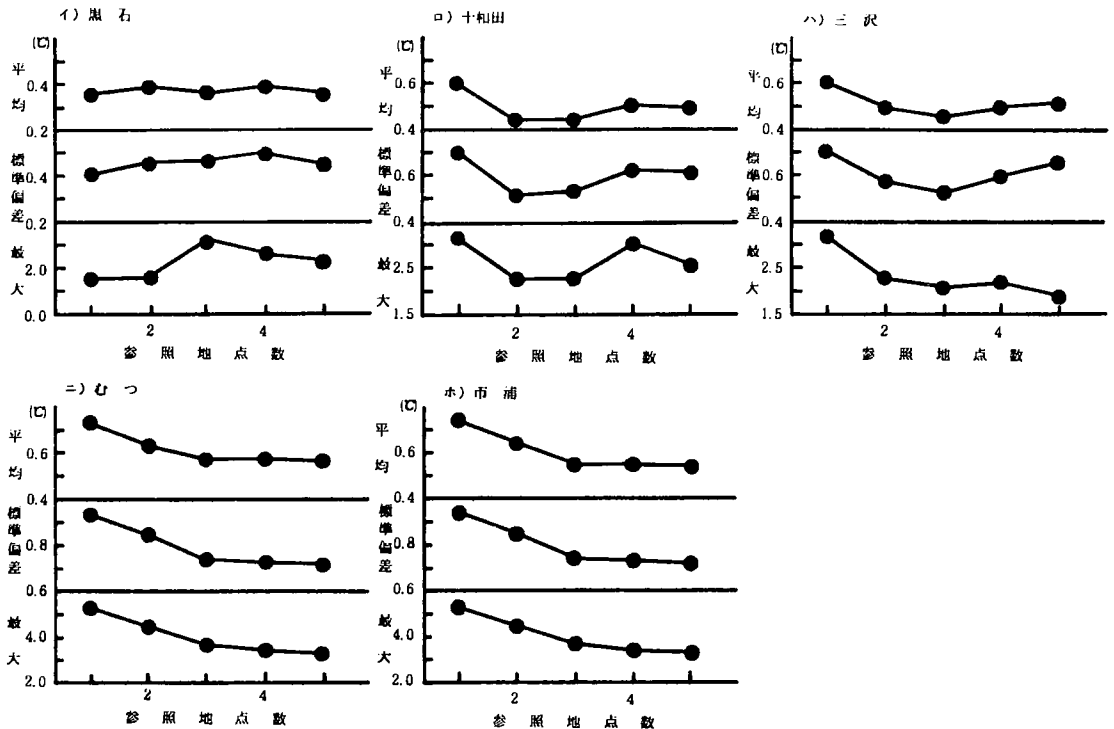
No	地点名	標高(m)
1.	大間	14 m
2.	むつ	3 m
3.	小田野沢	6 m
4.	今別	30 m
5.	脇野沢	15 m
6.	市浦	20 m
7.	蟹田	3 m
8.	五所川原	9 m
9.	青森	3 m
10.	野辺地	43 m
11.	鱒ヶ沢	40 m
12.	深浦	66 m
13.	弘前	30 m
14.	黒石	40 m
15.	酸ヶ湯	920 m
16.	三沢	39 m
17.	十和田	42 m
18.	八戸	27 m
19.	碓ヶ関	145 m
20.	三戸	38 m

第1図 県内のアメダス観測地点(4要素)

第1表 推定地点、参照地点の位置関係

参照地点数 推定地点	1 地点	2 地点	3 地点	4 地点	5 地点
黒石	弘 前(11.4)	弘 前(11.4)	弘 前(11.4)	弘 前(11.4)	弘 前(11.4)
		碓ヶ関(19.5)	碓ヶ関(19.5)	碓ヶ関(19.5)	碓ヶ関(19.5)
十和田	三 沢(14.1)	三 沢(14.1)	三 沢(14.1)	三 沢(14.1)	三 沢(14.1)
		三 戸(24.1)	三 戸(24.1)	三 戸(24.1)	三 戸(24.1)
三 沢	十和田(14.1)	十和田(14.1)	十和田(14.1)	十和田(14.1)	十和田(14.1)
		八 戸(21.5)	八 戸(21.5)	八 戸(21.5)	八 戸(21.5)
むつ	小田野沢(16.7)	小田野沢(16.7)	小田野沢(16.7)	小田野沢(16.7)	小田野沢(16.7)
		脇野沢(36.4)	脇野沢(36.4)	脇野沢(36.4)	脇野沢(36.4)
市 浦	今 別(18.0)	今 別(18.0)	今 別(18.0)	今 別(18.0)	今 別(18.0)
		蟹 田(24.7)	蟹 田(24.7)	蟹 田(24.7)	蟹 田(24.7)
			五所川原(28.7)	五所川原(28.7)	五所川原(28.7)
			五所川原(28.7)	五所川原(28.7)	五所川原(28.7)
			鯉ヶ沢(33.2)	鯉ヶ沢(33.2)	鯉ヶ沢(33.2)
					脇野沢(41.3)

注) 図中 () 内の数字は推定地点と参照地点の距離 (km)



第2図 各観測地点における参照地点数別の残差絶対値平均、標準偏差、および最大値

平野部において、黒石では参照地点数と精度の関係はさほど大きくはない。十和田の場合には2～3地点を用いた推定で精度が高く、これ以上地点数を増やすと精度は低下する。平野部では観測地点が比較的密にあることから、近くに同様の地形条件を持った観測地点が存在する 경우가多く、参照地点数を必要以上に増やすことは異質なデータを取り込むこととなって精度が低下するようである。

沿岸部においては、参照地点の分布が偏ることから外挿による推定となる場合が多い。本試験では三沢、市浦が外挿による推定となった。海に近いことの影響なのか、あるいはデータの外挿に起因するのかは明らかではないが、沿岸部では参照地点数を増やした方が精度の高くなる傾向がみられた。ただし3地点以上でその向上はわずかであった。

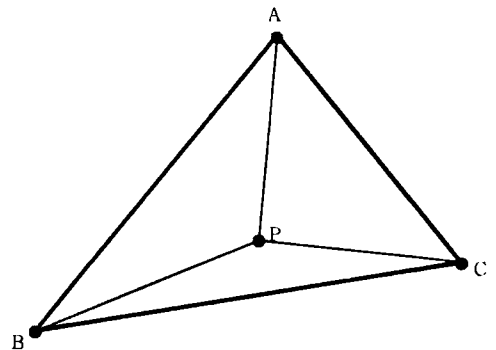
以上の結果よりメッシュ気温の推定に用いる参照地点数は平野部では3地点で十分であり、沿岸部ではより多くの観測地点を参照すべきであると考えられた。ただし、参照地点を3地点とすると一観測地点が周囲の観測地点に比べて特異的な観測値を示した場合の影響がかなり大きくなる。そのため、そういったことの起こりやすい観測地点の把握と、その対策については今後検討を行わなければならない。

4. 参照地点決定のためのアルゴリズム

次にコンピュータによる参照地点3地点の決定のためのアルゴリズムであるが、この巧拙が演算速度、および推定精度を左右するため処理上の一つの鍵となる。上原(1986)はその条件として

- ① 線分AP, BP, CPができるだけ小さくなるようにする。
- ② 地点Pが三角形ABCの外に大きく離れない条件として
$$(\triangle ABP + \triangle BCP + \triangle ACP) < 1.2 \times \triangle ABC$$

の2点をあげている。



第3図 上原による参照地点の決定方法

筆者はほぼ同様の主旨で、以下のようなアルゴリズムで参照3地点を決定した。

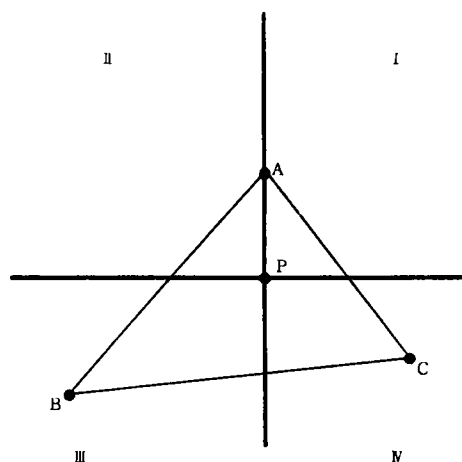
推定地点Pと最も近い観測地点A₁とで構成される線分A₁Pと、点Pを通りこれに垂直な線分とで平面を4象限に区分する。このうちⅢ象限に含まれ推定地点P₁に最も近い地点B₁、Ⅳ象限に含まれる同様の地点をC₁とし、参照地点をA₁、B₁、C₁とする。ただし、最近地点とその周囲の3地点で構成される三角形が必ずしも最良ではないことから、推定地点にN番目に近い観測地点により同様に決定される三角形A_nB_nC_nの面積S_nを計算し、最小となる組合せを実際の推定に使用する。また三角形を構成する3地点が見つからない場合は沿岸部とみなし、参照地点を近い順に5地点用いて推定を行っている。

このアルゴリズムによれば実際に周囲に観測地点が存在し、推定地点が内挿可能であればばま

ちがいなくそのための3地点を見つけ出す。また、三角形の組合せも普通は5組計算させれば三角形の面積が最小となるものが得られるため、処理速度も比較的早い。

改良を要する点として、一つには面積を基準として選択を行っていることから、参照地点によって構成される三角形の高さが小さければ、参照地点までの距離が遠くとも優先して選択することがあげられる。また考察でも述べたが、参照地点が3点と少ないことから、特定の観測地点が周囲に対して異様な偏差を示した場合、その観測地点を用いたメッシュと他では推定値がかなり異なり、メッシュ図に表示するとこの境界が明確に現れる。

なお、このプログラミングはN88BASIC (86)で行っており、推定地点選択ルーチンのリストは別紙に示した。ただし、外挿となった場合のルーチンは省略した。



第4図 参照地点決定のための象限の区分

5. 引用および参考文献

- 1) 上原由子・原田昭彦, 1986 : 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究
第9報 県内観測地点における最高・最低気温の欠測値推定. 広島農試報告, 第50号, 25-34
- 2) 森 康明・河野富香・房尾一宏, 1984 : 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究
第3報 県内観測地点における平均気温の欠測値補正. 広島農試報告, 第48号, 135-148


```

3090      KI=KI+1
3100      DT = (DT(P1,KI))/L1 + DT(P2,KI)/L2 + DT(P3,KI)/L3) /L
3110      TEMP% = T(KI)+DT
3120      PRINT #2,RIGHT$( "      "+STR$(TEMP%),4);
3130
3140      LOCATE 0,1
3150      PRINT USING "## ## ## ###":MN,DY,P1,P2,P3,T(KI)
3160      PRINT USING "### ### ### ###":DT(P1,KI),DT(P2,KI),DT(P3,KI),TEMP/10
3170
3180      NEXT DY
3190      PRINT #2,""
3200      NEXT MN
3210
3220      ERASE P2,P3
3230      WEND
3240
3250      CLOSE :END
3260
5000      -----
5010      推定座標の画面への書き込み
5020      *POINTING
5030          XY$=LEFT$(D1$,6)
5040          X(O)=VAL(LEFT$(XY$,3))
5050          Y(O)=VAL(RIGHT$(XY$,3))-400:'原点Y座標
5060          PSET (X(O),199-Y(O)),7
5070          RETURN
5080
5090      -----
5100      並び替え
5110      *SORT
5120          FOR I=1 TO NC-1
5130              FOR J=I+1 TO NC
5140                  IF L(I)>L(J) THEN SWAP L(I),L(J) :SWAP NO(I),NO(J)
5150              NEXT J
5160          NEXT I
5170          RETURN
5180
5190      *DISB
5200          IF X(NO(G))>= X(O) AND Y(NO(G)) >= Y(O) THEN GOSUB *PATTERN1 :RETURN
5210          IF X(NO(G))>= X(O) AND Y(NO(G)) <= Y(O) THEN GOSUB *PATTERN2 :RETURN
5220          IF X(NO(G))<= X(O) AND Y(NO(G)) >= Y(O) THEN GOSUB *PATTERN3 :RETURN
5230          IF X(NO(G))<= X(O) AND Y(NO(G)) <= Y(O) THEN GOSUB *PATTERN4 :RETURN
5240          RETURN
5250      -----
5260      *DISBXO
5270          IF Y(NO(G))>=Y(O) THEN GOSUB *PA1 ELSE GOSUB *PA2
5280          RETURN
5290
5300      *DISBYO
5310          IF X(NO(G))>=X(O) THEN GOSUB *PA3 ELSE GOSUB *PA4
5320          RETURN
5330
5340      -----
5350      *PATTERN1
5360          FOR I= 1 TO NC
5370              IF I=G THEN GOTO 5560
5380              IF Y(NO(I))>=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))<=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD1 :GOTO 5560
5390              IF Y(NO(I))<=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))<=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD2
5400          IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5410          RETURN
5420      -----
5430      *PATTERN2
5440          FOR I= 1 TO NC
5450              IF I=G THEN GOTO 5650
5460              IF Y(NO(I))>=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))>=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD1 : GOTO 5650
5470              IF Y(NO(I))<=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))>=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD2
5480          IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5490          RETURN
5500      -----
5510      *PATTERN3
5520          FOR I= 1 TO NC
5530              IF I=G THEN GOTO 5730
5540              IF Y(NO(I))<=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))<=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD1 :GOTO 5730
5550              IF Y(NO(I))>=A*X(NO(I))+B AND Y(NO(I))<=A2*X(NO(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD2
5560          IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5570          RETURN
5580      -----
5590      *PATTERN4
5600
5610
5620
5630
5640
5650
5660
5670
5680
5690
5700
5710
5720
5730
5740
5750
5760

```

```
5770   FOR I= 1 TO NC
5780     IF I=G THEN GOTO 5810
5790     IF Y(N0(I))<=A*X(N0(I))+B AND Y(N0(I))>=A2*X(N0(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD1 :GOTO 5810
5800     IF Y(N0(I))>=A*X(N0(I))+B AND Y(N0(I))>=A2*X(N0(I))+B2 THEN GOSUB *QUAD2
5810     IF Q1=D OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5820   RETURN
-----
5840   *PA1
5850   FOR I= 1 TO NC
5860     IF I=G THEN GOTO 5890
5870     IF X(N0(I)) <= X(0) AND Y(N0(I)) <= Y(0) THEN GOSUB *QUAD1
5880     IF X(N0(I)) >= X(0) AND Y(N0(I)) <= Y(0) THEN GOSUB *QUAD2
5890     IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5900   RETURN
-----
5920   *PA2
5930   FOR I= 1 TO NC
5940     IF I=G THEN GOTO 5970
5950     IF X(N0(I)) >= X(0) AND Y(N0(I)) >= Y(0) THEN GOSUB *QUAD1
5960     IF X(N0(I)) <= X(0) AND Y(N0(I)) >= Y(0) THEN GOSUB *QUAD2
5970     IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
5980   RETURN
-----
5990   *PA3
6010   FOR I= 1 TO NC
6020     IF I=G THEN GOTO 6050
6030     IF X(N0(I)) >= X(0) AND Y(N0(I)) <= Y(0) THEN GOSUB *QUAD1
6040     IF X(N0(I)) <= X(0) AND Y(N0(I)) <= Y(0) THEN GOSUB *QUAD2
6050     IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
6060   RETURN
-----
6070   *PA4
6090   FOR I= 1 TO NC
6100     IF I=G THEN GOTO 6130
6110     IF X(N0(I)) >= X(0) AND Y(N0(I)) >= Y(0) THEN GOSUB *QUAD1
6120     IF X(N0(I)) >= X(0) AND Y(N0(I)) <= Y(0) THEN GOSUB *QUAD2
6130     IF Q1=0 OR Q2=0 THEN NEXT I ELSE RETURN
6140   RETURN
-----
6150   *QUAD1
6170     Q1=Q1+1
6180     P2(G,Q1)=N0(I)
6190   RETURN
-----
6210   *QUAD2
6220     Q2=Q2+1
6230     P3(G,Q2)=N0(I)
6240   RETURN
-----
6250
```

昭和63年7月の気象条件と不稔発生分布

小林弥一・宗村洋一・斉藤真一・手代木昌宏・根本有子
(福島県農業試験場)

1. はじめに

昭和63年の福島県の水稲の生産量は34万4600tで、前年対比で70%、14万7200t減少した。作況指数は全県で76、地域別では中通り北部が80、中通り南部が71、浜通りが61、会津が90であった。作況指数76は「著しい不良」で、年次別で見ると昭和28年の68、55年の74に次ぐ戦後3番目の凶作であった。

作況指数の著しい低下は梅雨入り後の気象条件と9月の少照、多雨が影響した。特に7月の気象条件の影響を強く受けた。7月上旬は北高型の気圧配置で曇りや雨天の日が多く、中旬にはオホーツク海高気圧の張り出しと北高型気圧配置で連日曇天か雨天であった。下旬には冷たい北東気流の南下で冷温の程度が強まり、曇天日数が多かった。

そのため水稲の生育は遅れ、冷温と日照不足で障害不稔が多発し、また出穂の遅れによる登熟遅延、それに冷温、少照であったことから稲体が軟弱になり、さらに登熟期の降水日数が多かったことからいもち病の防除適期を逸し、穂いもちが多発した。したがって昭和63年の冷害は障害不稔、遅延型冷害、いもち病発生で複合型冷害であったといえる。

2. 調査方法

7月の気象官署、アメダス観測所の気温、日照時間については福島地方気象台の気象月報および県内気象観測所の資料を使用した。

出穂状況、不稔発生分布は県内農業改良普及所、奨励品種決定現地調査の資料を使用し、出穂別不稔発生状況は場内品種見本栽培田の数品種を日別にマークし、不稔歩合を調査した。

3. 結果および考察

(1) 7月の気象条件

7月の平均気温、日照時間を表1に示した。7月の平均気温を旬別に分けて見てみると、上旬は北高型の気圧配置が続き、気温は平年より低かった。しかし中旬はオホーツク海高気圧が北日本に張り出し北高型気圧配置が強まり、北東気流の影響で気温は上旬より低下した。とくに阿武隈山間、阿武隈準平坦、中通り平坦では平年より2℃以上低かった。しかし会津平坦では阿武隈山系、奥羽山系の2山系のため北東気流の影響が弱まり平均気温は21℃以上であった。下旬になると平均気温はさらに低下し、平年偏差も中旬の倍以上になり冷温化が強まり、その程度は図1からわかるように浜通り平坦、阿武隈山間、阿武隈準平坦、中通り平坦で強く、19℃以下の観測地点が多かった。平年は下旬になるにつれ気温が上昇するのに63年は低下した。したがって月平均気温は観測開始以来、順位が1位になる観測地点が多く、冷温程度は極めて強かったことが伺える。

表1 7月の旬、月の気温と日照時間

地点	平均気温 (°C)						日照時間 (hour)			
	上旬	中旬	下旬	月	偏差	順位	上旬	中旬	下旬	月
福島	20.4	20.1	18.2	19.5	-4.1	1位	11.4	13.5	14.4	39.3
若松	21.2	21.7	20.4	21.1	-2.3	1位	24.6	34.4	64.0	123.0
白河	19.5	19.2	17.4	18.6	-3.5	1位	14.2	10.1	18.7	43.0
小名浜	19.4	20.2	19.2	19.6	-2.2	5位	13.2	12.5	28.5	54.2
相馬	19.3	19.6	18.0	18.9	-2.1	1位	5.3	7.0	11.9	24.2
浪江	18.9	19.3	17.6	18.6	-2.6	1位	5.7	9.3	12.9	27.9
広野	18.5	19.3	17.6	18.4	-2.4	1位	13.3	9.3	15.2	37.8
上遠野	19.5	19.6	18.8	19.3	-2.5	1位	3.8	5.9	12.0	21.7
飯館	17.9	17.4	15.6	16.9	-3.0	1位	7.4	9.7	14.0	31.1
川内	18.3	18.0	16.6	17.6	-2.8	1位	5.9	5.5	14.2	25.6
船引	18.4	18.1	16.4	17.6	-2.9	1位	9.6	8.4	15.8	33.8
小野	18.7	18.5	17.4	18.2	-2.7	1位	4.4	6.8	18.8	30.0
石川	19.7	19.7	18.1	19.1	-2.7	1位	5.6	11.6	16.9	34.1
東白川	19.9	19.7	18.3	19.3	-2.5	1位	7.2	8.4	17.4	33.0
梁川	19.9	19.9	17.8	19.1	-3.2	1位	8.8	9.2	12.0	30.0
茂庭	18.9	18.5	16.9	18.1	-2.8	1位	7.8	9.1	18.3	35.2
二本松	19.7	19.0	17.1	18.5	-3.4	1位	8.2	5.3	10.7	24.2
郡山	19.9	19.4	17.5	18.9	-3.1	1位	8.3	6.1	18.4	32.8
鷺倉	15.3	14.2	12.3	13.9	-2.5	1位	9.6	3.8	17.1	30.5
桧原	17.4	17.4	16.3	17.0	-1.7	2位	9.2	18.8	18.3	58.8
喜多方	21.0	21.6	20.1	20.9	-1.6	1位	17.9	28.1	49.0	95.0
只見	20.2	21.0	20.1	20.4	-0.7	5位	9.8	19.3	38.2	67.3
田島	19.8	19.4	18.0	19.0	-1.6	1位	17.9	20.1	30.6	68.6

気象官署：福島，若松，白河，小名浜。相馬以下はアメダスポイント
 浜通り平坦：相馬，浪江，広野，上遠野。阿武隈山間：飯館，川内。
 阿武隈準平坦：船引，小野。中通り平坦：茂庭，石川，東白川，梁川，二本松，郡山。
 奥羽山間：鷺倉，桧原。会津平坦：若松，喜多方。会津山間：只見，田島。

表2 7月の不照日数

地点	日数	平年	地点	日数
福島	18	6.4	小野	22
若松	6	3.9	石川	22
白河	21	6.2	東白川	21
小名浜	15	5.9	梁川	20
相馬	25		茂庭	20
浪江	25		二本松	19
広野	20		郡山	20
上遠野	20		桧原	12
飯館	24		喜多方	10
川内	25		只見	11
船引	21		田島	9

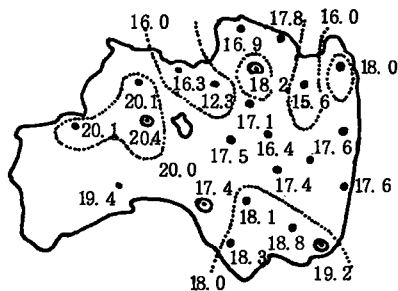


図1 7月下旬の平均気温分布

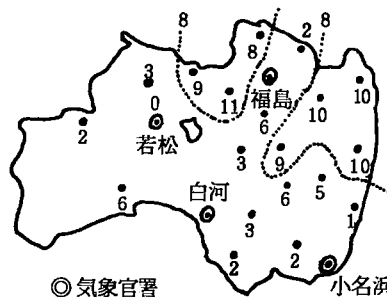


図2 15°C以下の最低気温出現日数分布

7月下旬の最低気温が15°C以下の出現日数を図2でみると、相馬、浪江の浜通り平坦北部、飯館、川内の阿武隈山間の北部と茂庭、桧原、鷲倉の奥羽山間は8日以上で、連続して最低気温が15°C以下であった。

次に日照時間（バイメタル）を表1でみると、月合計では会津若松、喜多方の会津平坦、只見、田島の会津山間以外は50時間以下で極めて日照時間が少なかった。とくに旬別では上旬、中旬が少なく、地域では浜通り平坦、阿武隈山間および準平坦、中通り平坦が少なく、上旬、中旬ともに10時間以下の観測地点が多かった。

7月の不照日数を表2に示した。浜通り平坦の相馬、浪江や阿武隈山間の飯館、川内では不照日数が24日以上で暦日にすると7月13日から29日頃までは日照がなかった。次に中通り平坦の福島、郡山が20日前後で、会津平坦になると10日以下となり、太平洋沿岸で不照日数が多く内陸に入るにつれて少なかった。これはオホーツク海高気圧の張り出しや北高型気圧配置の影響によるものであった。

(2) 日別の気温階層別持続時間

郡山の7月13日から31日までと8月の冷温の日の気温階層別持続時間を図3に示した。冷温は7月13日から入り、梅雨明けの31日まで続いた。20°C以下の気温が16時間以上の日は7月13、14日、それから16日から30日までで、とくに21日から28日までは気温が20°C以下で経過した。17°C以下になったのは13、14日、それから18日から22日までは10時間以内の時間帯が連日連続し、23日から25日までは17°C以下であった。その後31日まで8時間から16時間の範囲で連日経過した。15°C以下は24日に14時間、25日に6時間出現し、継続すると20時間であった。

このように7月13日以降の気温状態を階層別でみると20°C以下の気温状態が長期間続き、冷温程度が最も強かったのは7月24、25日であった。

(3) 出穂日と不稔歩合

8月5日から出穂した穂の日別の不稔歩合を図4に示した。それによると8月5日から7日に

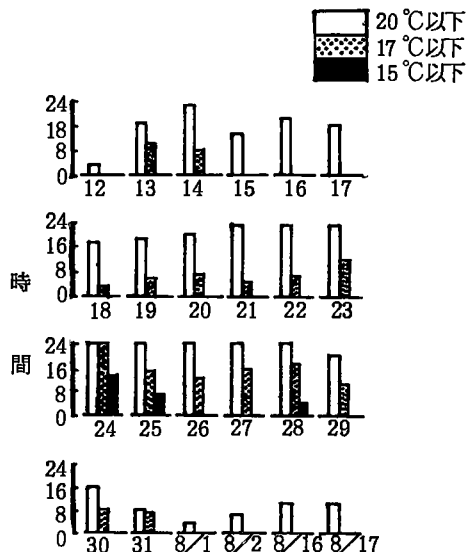


図3 日別の気温階層別持続時間（郡山）

穂した穂で最も不稔歩合が高く、それより遅れて出穂すると不稔歩合は漸次低下し、平年並みの不稔歩合になったのははなの舞で8月12日、初星で13日であった。8月6日から10日までの耐冷性中のアキヒカリと耐冷性極強のはなの舞の不稔歩合はほぼ同値であった。このことから7日中、下旬の冷温および日照不足の程度は強く、また長かったものと考えられる。

(4) 品種別の作付けと不稔発生分布

市町村別の作付け1位の品種分布を図5に示した。コシヒカリは福島、郡山の一部、石川、東白川、会津の山沿いの一部で多く作付けされた。初星は浜通りの相馬双葉地方、中通りの岩瀬、西白河、それに会津山間で多かった。ササニシキは会津平坦、郡山の一部で作付けが多かった。アキヒカリは猪苗代湖周辺、阿武隈山地の北部、会津山間の一部で多かった。日本晴はいわき地方だけであった。

このような品種の作付分布で8月11日から15日にかけての普及所別出穂面積率を図6に示した。それによると浜通りの相馬双葉地方、中通りの東白川、西白河地方、会津山間はこの時期に30%以上の面積率で、とくに相馬地方は50%以上であった。中通りの福島、郡山、会津平坦

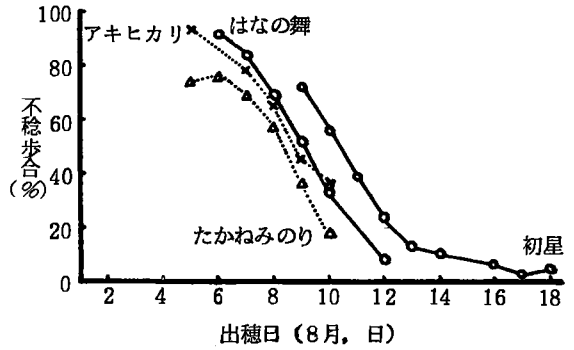


図4 出穂日別の不稔発生状況(郡山)

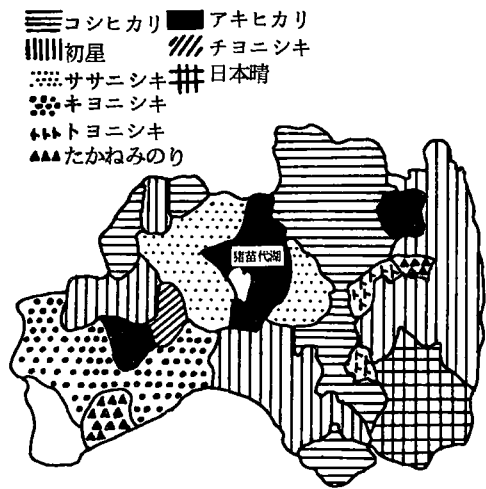
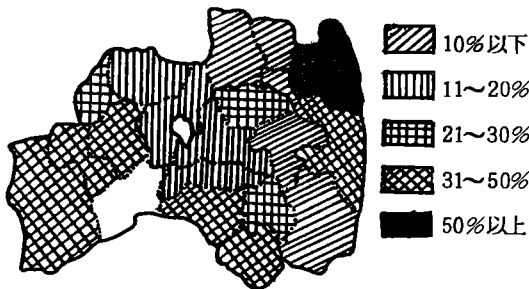


図5 市町村別作付け1位の品種分布



出穂期 8月11~15日
福島県農業改良課資料から作図
図6 普及所別の出穂面積率

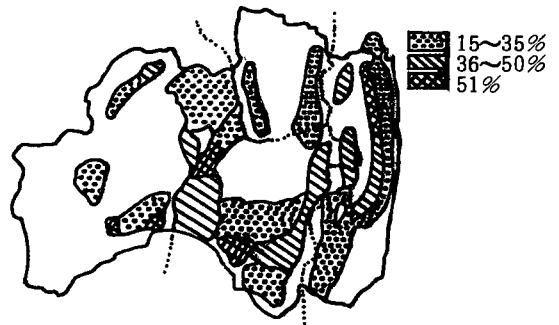


図7 障害不稔の発生分布

およびいわきでは20%以下であった。出穂面積率が高い地帯の特徴を見ると早生種品種の作付けがおおい市町村と早植え地帯であった。

障害不稔の発生分布を図7に示した。障害不稔率が高い地帯は相馬双葉地方、阿武隈山間、郡山以南の岩瀬、石川、東白川、西白河地方、それに猪苗代湖周辺であった。これら障害不稔が高い地帯と図6の出穂面積率を重ねると8月11日から15日での面積率が高い地帯は、早生種品種の作付けが多い地帯と早植え地帯で、減数分裂期が7月中下旬の冷温、日照不足の時期に遭遇していた地帯であった。

4. まとめ

昭和63年7月の気象経過は、中旬はオホーツク海高気圧の張り出しと北高型気圧配置、下旬は北東冷気流の南下で長期間冷温、日照不足になり、この期間が減数分裂期であった早植え地帯の相馬双葉地方および早生種品種の作付け地帯の相馬双葉地方、阿武隈山間、郡山以南の岩瀬、石川、東白川、西白河地方、それに猪苗代湖周辺は高い障害不稔率を示した。

福島県相馬における昭和63年冷害の実態

大谷 裕行・久力 幸
(福島県農業試験場相馬支場)

1. はじめに

福島県の昭和63年度水稲収穫量は344,600 tであり、62年に比し30%の減収であった。作況指数

表1 積算気温、日照時間の年次間差(相馬支場)

	63年	61年	58年	57年	56年	55年	平年
積算気温	(C)553	514	486	517	466	603	564
	6月(%)	-2	-9	-14	-8	-17	+7 (100)
	602	616	610	615	715	610	697
	7月	-14	-12	-12	-12	+3	-12 (100)
	791	726	728	736	712	607	745
積算日照時間	8月	+6	-3	-2	1	-4	-19 (100)
	586	606	598	564	544	578	604
	9月	-3	0	-1	-7	-10	-4 (100)
	(hr) 86	135	151	164	65	175	151
	6月(%)	-43	-11	0	+9	-57	+16 (100)
積算日照時間	34	110	78	141	167	78	145
	7月	-77	-24	-46	-3	+15	-46 (100)
	115	145	128	121	208	66	171
	8月	-33	-15	-25	-29	+22	-61 (100)
	65	150	99	119	165	110	135
9月	-52	+11	-27	-12	+22	-19 (100)	

は県計で76となり、昭和28年、55年に次ぐ戦後3番目の「著しい不良」年となった。特に浜通り地方は作況指数61.10 a 収量295 kgと、県内で最も大きい被害を受けた。これは障害不稔の発生と出穂遅延及び日照不足と降雨日数が多かったことによる登熟不良といもち病の大発生のためである。

本報では気象要因と不稔発生及び病害発生の実態を報告し、併せて7～8月の低温出現頻度と障害型冷害発生の危険性について述べる。

2. 昭和63年稲作期間の気象の特徴

表1によれば、63年は7月の積算気温が平年比-14%、8月は+6%であり、同じ障害型冷害の発生した55年に比較し、8月の気温は回復している。又、日照時間は6～9月まで連続して平年より少なく、特に7月、9月は著しく少ない。

図1から明らかなように、7月末のほぼ10日間、最低気温は17℃以下となり、最高気温も20℃以下の日が見られる。この低温期間は、早生～中生品種の減数分裂期と長短の差はあるが、明らかに重なっている。又、降雨日数は7月が28日、8月が21日あり両月の79%を占める。

以上の気象経過が稲体に与えた影響は次のようにまとめられる。6～7月の日照不足により、稲体は乾物生産が少なく軟弱となった。

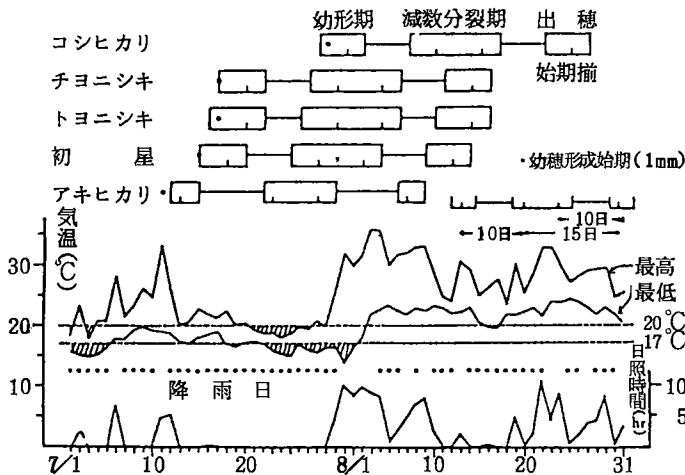


図1 昭和63年水稲の生育ステージと気象

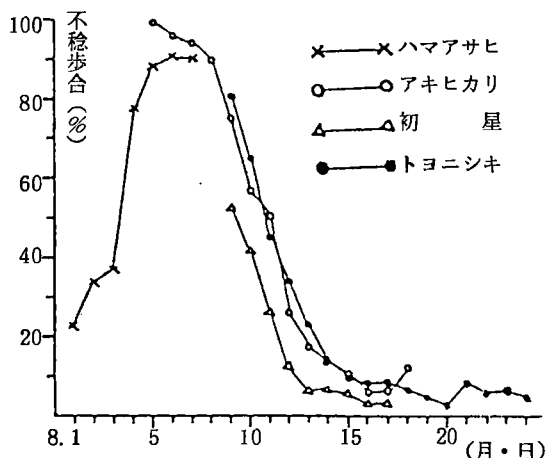


図2 出穂日別不稔歩合

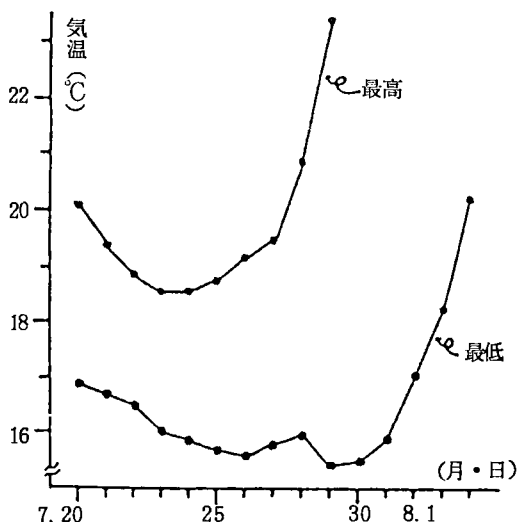


図3 低温時の気温推移(5日間移動平均)

表2 出穂日と枝梗別不稔歩合(%)

ハマアサヒ		アキヒカリ		初星				
月日	1次	2次	月日	1次	2次	月日	1次	2次
8.1	28.5	10.0	8.5	99.4	98.2	8.9	62.1	28.8
4	75.9	80.1	8	96.2	77.0	13	6.9	6.4
7	93.3	85.6	11	33.0	12.9	17	2.6	6.3

7月末期の低温により、出穂期がハマアサヒ〜トヨニシキの品種に障害不稔が発生し、又、高冷地では出穂が遅延した。8月の日照不足と多降水日数は稲体の乾物生産を抑制し、登熟低下を招き、穂いもち、いなこうじ病多発の要因となった。9月の日照不足により、後期登熟も低下した。このため、障害不稔の多発により減収した早生種だけでなく、中・晩生種でも何らかの影響を受け減収している。

3. 障害不稔発生の実態

図2に品種ごとの出穂日別不稔歩合を示した(ハマアサヒは日ごと5穂、他品種は10穂を調査)、平年の不稔歩合は10%以下であるから、8月1日〜16日頃までに出穂した穂は障害不稔粒が発生していると認められる。又、障害不稔粒発生のピークは8月5日〜8日であった。

図3に障害不稔粒発生の原因と考えられる7月下旬の気温を示した。最低気温の5日間移動平均値は7月20日〜31日とも17°C以下であるが、障害不稔のピークは8月5日〜8日であり、その前後で急減することから、最高気温の移動平均値も19°C以下となった7月23日〜25日が最危険期間と推定された。

表2に出穂日ごとの枝梗別不稔歩合を示した。極早生種のハマアサヒは出穂日が遅い穂ほど不稔歩合が高くなり、早生のアキヒカリ、中生の初星は出穂日が遅い穂ほど不稔歩合は低下した。又、アキヒカリでは2次枝梗の被害が少ない傾向であった。

不稔粒の時期別発生傾向は1次、2次枝梗間に差が認められず、55年冷害のように減数分裂期と出穂開花期の両期に障害を受けた場合と異なった。なお、同一出穂日であってもアキヒカリと初星では不稔歩合に差が生じた。これは2品種間の耐冷性の差と考えられる。

4. 病害発生の実態

昭和63年の浜通りにおける穂いもち

表3 品種別穂いもち発生程度

	アキ ヒカリ	トヨ ニシキ	ササ ニシキ	サコ ヒカリ	シ 日本晴
55年	3	2	4	4	2
56年	1	0	1	2	0
57年	2	3	4	3	1
58年	1	1	2	1	1
59年	1	1	2	2	0
60年	1	0	1	1	0
61年	1	1	2	2	1
62年	0	0	0	0	0
63年	3	3	5	3	2

(0~6)

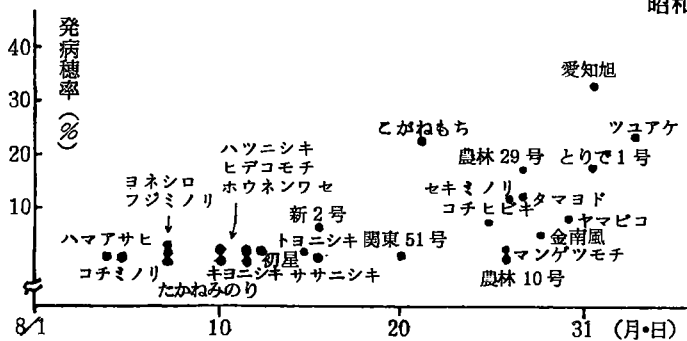


図4 品種の出穂期といなこうじ病発病程度

この発生率は福島県病害虫防除所の調査によれば、作付面積比率で48.5%であり、平年の発生面積の2.7倍に達した。

表3に相馬支場の品種試験ほ場における穂いもち発生程度を示した。昭和63年は57年以来の多発生となり、又、55年並に早生～晩生品種まで発生が認められた。

気象要因との関係では、8月のやや高目の気温と連続した降雨により、穂いもち感染に好適な条件となり、胞子供給量も多く、しかも、稲体が低日照により軟弱であり、出穂期間が長かったことが感染量の増大に影響し、9月の多降水は感染期間を長くしたと推定される。

昭和63年はいなこうじ病も多発生し、浜通りでは平年発生面積比6.6倍となり、米質低下の要因となった。

図4にいなこうじ病の発生と出穂期の関係を示した。発生穂率は8月20日以後に出穂した品種で高い傾向がみられた。なお、出穂が早い品種では、この穂が発病する事例が観察された。穂こうじ病の感染時期は出穂前10日前頃といわれていることから、

晩生種及び早生種の二段穂での多発は、8月15日～22日の多降水と気温の影響によるものと考えられる。

5. 夏期低温出現頻度と障害不稔発生の可能性

浜通り稲作が前述したような障害不稔発生を主因とする冷害に遭遇する危険性について検討した。図5に17℃以下の最低気温日が出現する頻度を示した（昭和56年～63年の頻度は10年として計算した）。

38年間を通した場合、17℃以下の最低気温日の出現頻度は7月6半旬～8月5半旬まで6%以下となる。このため、浜通り北部では従来、7月5半旬以後が減数分裂期となる品種構成、作付計画が立てられてきた。しかし、最近の10年間は、7月5～6半旬に低温となる頻度が10%を越えている。加えて、浜通り北部平坦の品種構成は初星の増加により、従来より早生化している。又、移植時期は早生程の増加にもかかわらず5月1～2半旬であり、従来と変化していない。

以上のような、7月後半の低温化傾向、早生品種増加を考えれば、浜通り北部平坦の稲作における減数分裂期障害型冷害の可能性は従来より増加していると考えられる。品種構成、早、中生種の耐冷性強化、早生品種の作期、水理慣行を含めた水管理法等を総合的に考える必要があると思われる。

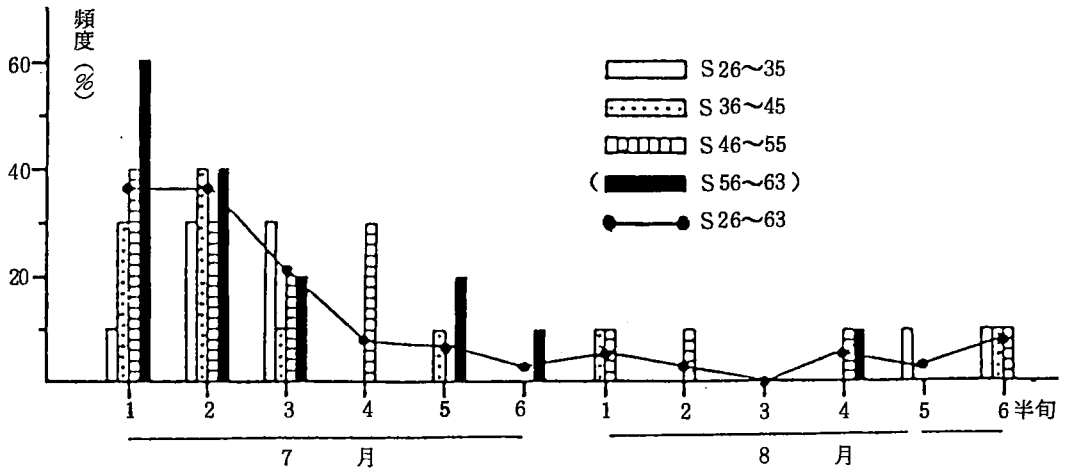


図5 17°C以下の最低気温日出現頻度(相馬支場)

6. むすび

昭和63年、福島県北部の冷害は6～9月の日照不足による稲体質の低下と、7月20日～31日の低温による減数分裂期障害不稔の発生、いもち病の多発、いなこうじ病等による品質低下という複合型冷害であった。又、この機会に7月、8月の17°C以下の最低気温日の出現頻度を調べ、近年それが増加していることを明らかにした。以上から、該当地域における稲作栽培体系を総合的に見直す必要があることを指摘した。

昭和63年の青森県における水稻の障害不稔について

多田 久・穴水孝道・熊谷泰治

(青 森 農 試)

1. はじめに

昭和63年の青森県における水稻の作柄は作況指数84の「著しい不良」であった。この主因は7月11日から8月1日にかけての「ヤマセ」の卓越と低温によるもので、その結果、日本海側地域では障害不稔の多発、太平洋側地域では出穂遅延による登熟不良となった。

そこで、今回は日本海側地域に発生した障害不稔を対象に、発生の原因とその被害様相について調査・解析を行なったので、その結果を報告する。

2. 試験方法

調査解析に用いた資料は弘前市、南津軽郡尾上町、黒石市（農試）の3地点において成熟期に障害不稔の発生程度別に水稻標本株の抜き取り及び坪刈りを行って得られた標本分解調査並びに収量調査結果と青森県農業生産推進本部の稲作関係資料、青森県気象月報の気象（アメダス）データである。なお、調査対象品種は弘前、黒石が「アキヒカリ」、尾上が「むつほまれ」で、尾上の気象解析は黒石の気象データを使用した。

3. 結果と考察

(1) 穂ばらみ期間の気象と不稔歩合、収量

6月、7月は「ヤマセ」が卓越し、6月中旬以降の気温は低めの時期もあって、特に、7月下旬は平年に比べ黒石が6.6℃、十和田は8.0℃低くいずれも記録的な低温となった。日照時間は太平洋側の地域を中心に少照（十和田の7月中旬が皆無）になったが、日本海側の地域では平年並みであった。その結果、県内の生育観測圃における「アキヒカリ」の幼穂形成期は日本海側で7月16日（平年7月17日）、太平洋側で7月27日（平年7月21日）であった。また、県平均出穂期は8月16日（平年8月12日）で、日本海側の市町村の大半が8月12日から14日、太平洋側の市町村では8月18日から22日であった。出穂前11～20日の穂ばらみ期間の気温は、日本海側地域の平均気温が18.0℃～19.5℃、最低気温が14.0℃～16.0℃で、特に、出穂前16～20日の5日間の平均気温16℃前後、最低気温12℃前後とかなり低かった。しかし、生育の遅れた太平洋側地域での穂ばらみ期間の気温は、大半の地域がそれぞれ平均気温20℃、最低気温17℃以上で、障害不稔が発生する程度ではなかった。

そこで、障害不稔が多発した弘前市、尾上町および農試は場から障害不稔発生程度別に水稻標本株の抜き取りと坪刈りをして、穂ばらみ期間の気温と障害不稔の発生程度について調査した。

障害不稔の発生は8月11日以前に出穂したものに多く見られ、出穂が早いほど不稔歩合は高かった。そこで、穂ばらみ期間の気温と不稔歩合の関係についてみると、図-1に示したように出穂前11～15日の平均気温及び最低気温が低下するほど不稔歩合は増加し、平均気温17℃、最低気温13℃以下になると不稔歩合は急激に増加する傾向が認められた。しかし、出穂後16～20日、同11～20日

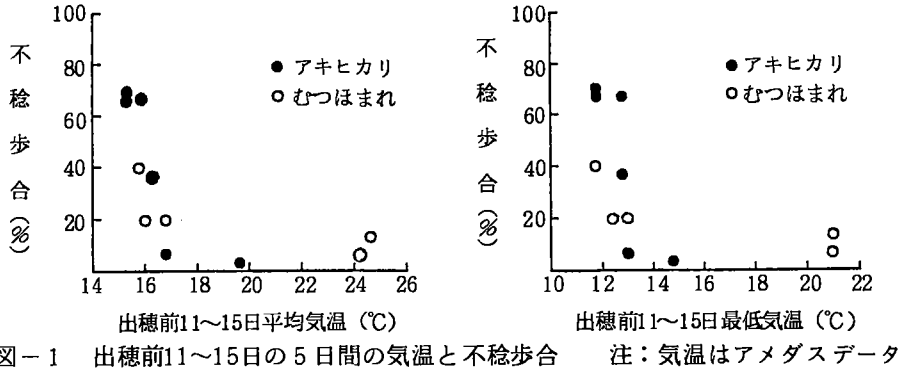


図-1 出穂前11~15日の5日間の気温と不稔歩合 注：気温はアメダスデータ

の気温と不稔歩合の間にはいずれも明瞭な傾向が認められず、この原因としては出穂前11~15日に当たる7月の第6半旬の気温が著しく低かったことによるものと判断される。このことから昭和63年の場合障害不稔発生の主因は7月第6半旬の低温と考えられるが、この時期は日本海側地域の平均出穂期から逆算すると出穂前16~20日である。しかし、不稔歩合は8月11日を中心としてそれ以前に出穂したもので多く、それ以降に出穂したものが少ないことから、障害不稔が多発した水田の低温出現時期は出穂前11~15日の低温によるものと判断された。また、品種間では「むつほまれ」より「アキヒカリ」で不稔歩合が高くなる傾向が見られた。なお、昭和57年は障害不稔と穂ばらみ期間の日照時間との間に有意な高い負の相関が認められたが、昭和63年は障害不稔が多発した日本海側での穂ばらみ期間の日照時間は平年並みであったので、不稔歩合との間には明瞭な関係は認められなかった。穂ばらみ期間の気温と収量との関係についてみると、不稔歩合の場合と同様に、出穂前11~15日の平均気温、最低気温が低くなるほど収量は低下し、その傾向は「むつほまれ」より「アキヒカリ」で減収が大きかった。

(2) 不稔歩合と収量

不稔歩合と登熟歩合との関係を見ると、登熟歩合は不稔歩合の増加に伴い直線的に減少し、この間には高い有意な相関 ($r = -0.986^{***}$) が認められた。また、不稔歩合と玄米千粒重との関係については 岡ら (1987) も指摘しているように不稔歩合が増加するにつれ千粒重も減少したが、その傾向は直線的であった。これは、幼穂形成期から穂ばらみ期の低温によって、籾殻が縮小したことや上部一次枝梗の強勢穎花が不受精となり、下部二次枝梗の弱勢穎花の比率が高まったことなどによると考えられる。

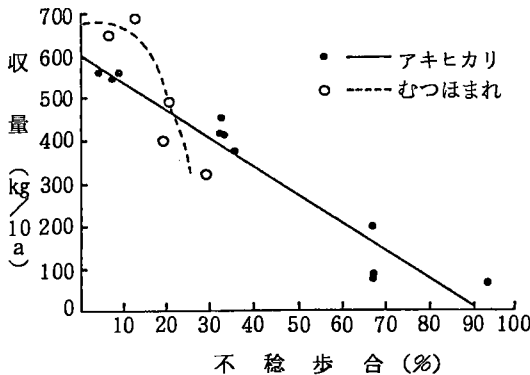


図-2 不稔歩合と収量

これらの結果、収量は図-2に示したように「アキヒカリ」では不稔歩合9%から95%にかけては直線的に減少し、「むつほまれ」では不稔歩合15%までは減少がほとんど認められないが、15%から30%にかけの減少傾向は「アキヒカリ」と大差ないと見られた。

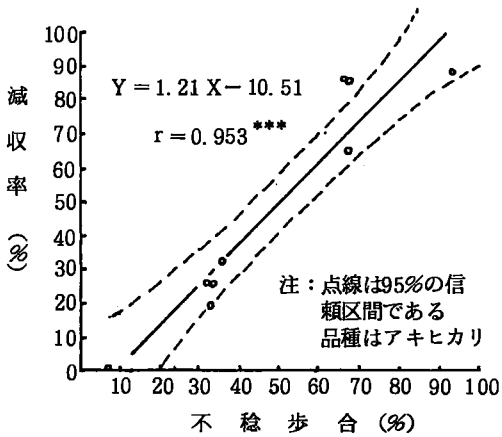


図-3 不稔歩合と減収率の関係

次に、「アキヒカリ」を対象に不稔歩合と減収率の関係を図-3及び表-1に示した。ここでは不稔歩合10%以下の収量指数を100として求めた。不稔歩合(X)と減収率(Y)の間には $Y = 1.21X - 10.51$, $r = 0.953^{***}$ の関係式が得られ、不稔歩合が増加するとともに減収率も直線的に増加し、阿部ら(1964)の研究による不稔歩合40%以下での補償作用は本調査の結果では認められなかった。これは、不稔歩合の増加による千粒重の増加(不稔籾以外の籾殻の中の玄米肥大)に結び付かなかったことによると考えられる。

表-1 不稔歩合と減収率(アキヒカリ)

減収率	項目	不稔歩合(%)								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
減収率(%)	平均	2	14	26	38	50	62	74	86	98
	95%信頼区間	0	1	15	29	41	52	63	72	81
		17	27	36	47	58	71	85	100	100

(3) 刈取時期と収量、品質

障害不稔が発生した水田では刈取時期が遅れるにつれて品質が低下することは佐々木(1985)の研究でも指摘されている。今回不稔歩合の発生程度の異なる水田での出穂後の日数から見た刈取時期と品質、収量との関係について検討した。

不稔歩合の多少と刈取時期ごとの検査等級の関係は、不稔歩合が7%の場合では出穂後35日が2等の上、同40~55日までは1等の上で変化なく、同60日では1等の下と低下した。一方、不稔歩合が66%と高い場合には出穂後37日目では2等の上であったが、それ以降は低下し出穂後52日では3等の中、その後は3等の下まで低下した。次に、不稔歩合が7%と66%の場合の茶米及び着色米の発生推移を見た。不稔歩合が低い場合は、茶米及び着色米の発生率は出穂後日数が経過するにつれわずかに増加するが、出穂後65日でも両者合計して5%程度であった。これに対し、不稔歩合が高い場合は、茶米及び着色米の発生は出穂後42日で茶米の発生率が9%、着色米は3%程度で、その後の両者を合計した比率は10~15%程度と不稔歩合が低い場合に比べて発生率は高かった。従って、出穂後日数が経過するにつれて検査等級は落等し、茶米、着色米は増加するので不稔歩合が高い場合の刈取時期は早めることが大切である。

一般に農家における刈遅れの原因としては、刈取時期を遅くすることで増収を狙うことが考えられるが、出穂後の玄米重の推移を見ると、不稔歩合が低い場合は、出穂後55日頃までは増加する傾向が見られる。しかし、不稔歩合が高い場合では、出穂後45日以降は殆ど増加が見られず、刈取時

期を遅らせても増収は期待できない。

以上の結果、不稔歩合（7%）が低い場合の刈取適期は出穂後50～55日（出穂後の積算気温では900～1000℃）、不稔歩合（66%）が高い場合は出穂後40～45日（同800～850℃）と不稔歩合が高いと刈取時期を早める必要があるものと考えられた。

4. 摘 要

昭和63年に発生した障害不稔の発生要因と被害様相を解析し、障害不稔の発生程度と収量、品質、収穫適期などについて調査、解析した。

- (1) 不稔歩合は出穂前11～15日の気温が低下するにつれて高くなり、平均気温17℃（最低気温13℃）以下では急激に増加し、収量も同様に減収した。
- (2) 不稔歩合の発生程度の品種間差異をみると、「むつほまれ」より「アキヒカリ」で多い傾向が見られた。
- (3) 「アキヒカリ」の不稔歩合と減収率との間には $Y = 1.21 X - 10.51$ （ $r = 0.953^{***}$ ）が得られ、不稔歩合の増加とともに直線的に減収し、昭和63年の障害型冷害では補償作用は認められなかった。
- (4) 収量・品質面から見た刈取適期は、不稔歩合（7%）が低い場合は出穂後50～55日で、不稔歩合（66%）が高い場合は同40～45日であった。

参 考 文 献

青森県農林部，1989：昭和63年異常気象による農作物被害の実態。

穴水孝道・多田 久・木村晶子，1984：水稻の穂ばらみ期における昭和57年の気象と障害不稔。
東北の農業気象，第29号，6－9

阿部亥三・鳥山国土・東山春紀・小野清治，1964：青森県における冷害危険度の推定に関する研究。農業気象，19（4），133－139

佐々木忠勝，1985：異常気象年における水稻の刈取時期と品質。東北の農業気象，第30号，72－76

浪岡 実・立田久善・工藤聡彦・高城哲男・木野田憲久，1982：低温処理による不稔の発生が玄米重及び玄米品質に及ぼす影響。日作東北支部報，25，45－46

昭和63年宮城県におけるイモチ病多発生と少発生年の気象的特徴について

日 野 義 一

(宮城県農業実践大学校)

1. はじめに

宮城県の昭和63年における水稻イモチ病発生は、県内いたるところにみられ、特に県南部の平担地は、もちろん、県北部山沿いで極めて多い発生となり、中央部でやや少ない発生面積となっていた。しかも、葉イモチ病だけでなく、穂イモチ病の発生、被害面積が著しかった。そこで、もっとも被害の多かった、県北部山沿いを中心に多発生年（昭和63）と最近の少発生年（昭和61, 62）の気象的特徴について調査を行なったので、それらの概要を報告する。

2. 調査の方法と概要

調査場所：主な気象調査は、イモチ病発生、被害面積の比較的多い地方にある気象観測所、県北部山沿いの大衡町と仙台管区気象台の観測資料を用いて調査した。

調査年次：多発生年は、昭和63年、少発生年は、昭和61, 62年について、4月から9月までの値を用いて調査した。

調査項目：気温、日照、降水量、湿度、風向について行なった。

イモチ病発生の資料は、各年次とも宮城県病害虫発生予察年報による。

3. 調査結果と考察

1) イモチ病の発生

県全体のイモチ病発生および被害面積について、多発生年（昭和63）と少発生年（昭和61, 62）について調査した結果は、第1表に示したとおりである。

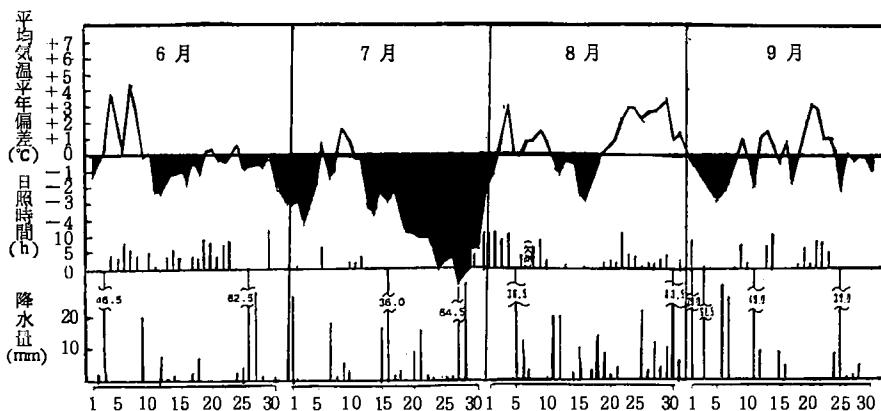
第1表 宮城県におけるイモチ病発生、被害面積

項目 年次	葉イモチ病		穂イモチ病	
	発生面積	被害面積	発生面積	被害面積
昭和61	8,688 ha	1,199 ha	4,298 ha	907 ha
昭和62	7,490	88	6,040	100
昭和63	33,845	4,583	44,745	17,260

宮城県農業センター（発生予察資料による）

葉イモチ病の多発生年を昭和61年の場合と比較してみると、発生面積で、3.9倍もあり、昭和62年と比較すれば、更に差が大きくなって、昭和63年の多発生状態がみられる。一方被害面積からみると、昭和61年は、約3.8倍、昭和62年とでは、約5.4倍の被害面積を示した、なお、昭和61年の葉イモチ病被害面積は、やや多い年であった。

穂イモチ病についてみると、これも昭和63年の多発生は、昭和61年の約10.4倍で、葉イモチの発生面積割合より、高い面積となっている。なお被害面積の場合でみると、これは、昭和61年の少発生より昭和63年は、約19.6倍で、昭和62年よりは、更に多い被害面積を示していることがわかる。これらのことから、昭和63年の穂イモチ病は、記録的な異常発生であると思われる。



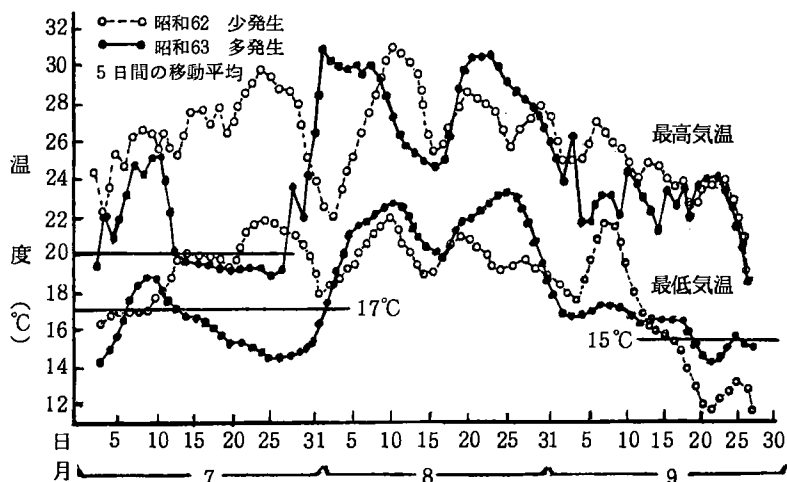
第1図 昭和63年の稲作期間中の気象経過（仙台管区気象台）

2) 昭和63年の気象経過

稲作期間、特に6月から9月までの昭和63（多発生）の気象経過の特徴について、気温、日照、降水量についてみると、第1図にあげたとおりである。それによると、平均気温は、6月初めは、高温であったが、その後7月末まで、ほとんど平年より低い日が多く、特に7月半ば以降月末までは、異常低温で経過していた。8月に入って半ばに一時低温の日もみられたが、その外の期間は、平年より高く経過していた。9月に入ってからは、やや平年より低温の日が多くなって経過していた。一方日照時間についてみると、6月上旬、中旬は、比較的日照が多かったが、その後急に7月末までは、ほとんど日照らしい日照がなく、8月に入って上旬に日照が比較的多かったが、半ばの水稲出穂期頃には、日照が少なく、月末にやや日照があった。ところが、9月上旬は、ほとんど日照がなかったものの半ばにはややみられたが、下旬は殆んどみられなかった。つぎに降水量についてみる。6月から9月まで、降ったり、晴れたり、継続的な降雨となって経過していた。しかし時期的にみると、8月半ばから9月中旬までの間には、かなり降雨日が集中していることが特徴としてみられたのが、昭和63年の気象経過の概要であった。

3) 多発生年と少発生年の気象経過

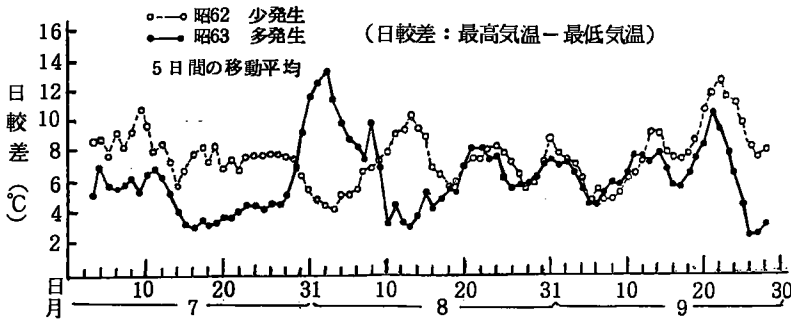
気温について、7月から9月までを、県北部山沿い大衡町の気象観測の値で、多発生年（昭和63）を少発生年（昭和62）と比較してみると、第2図のとおりである。これによると、最高気温は、7



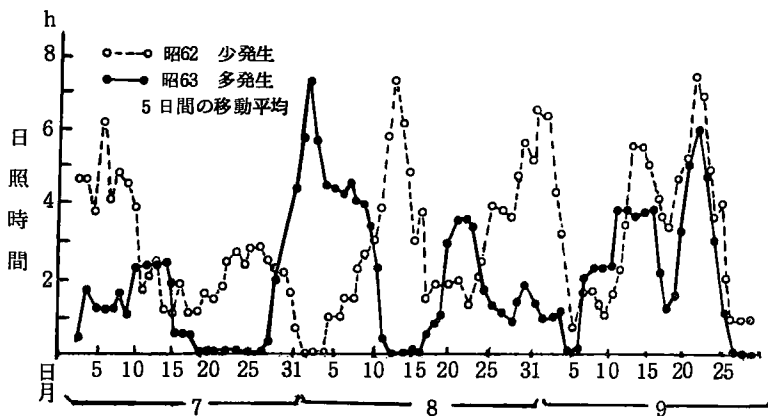
第2図 多発生年(昭63)と少発生年(昭62)の気温の経過（大衡）

月において、多発生年が低く、8月初めは、多発生年が比較的高く経過していたが、月半ばに入ると低く、月末になって再び多発生年の方が高い結果を示した。

なお9月になって上、中旬は少発生年が高かったが下旬には、ほとんど同じ値で経過していた。一方最低気温でみると、7月は全期間多発生年が低く、8月は反対に高くなっていた。しかし9月では、初めが低く半ば以降は、多発生年の方が高くなっていることがみられた。なお、日較差で、それらの経過を比較してみると、第3図に示したとおり、7月は、多発生年の方が少発生年より小さくなっている。



第3図 多発生年(昭63)と少発生年(昭62)の気温日較差の経過(大衡)



第4図 多発生年と少発生年における日照時間の経過(大衡町)

なお9月中旬、下旬になると、昭和62年の少発生年が多く、この時期も多発生年の日照が少ない点がみられた。これらのことから、昭和63年の日照時間は、少発生年に比べて、非常に少ない日照で経過していることがわかる。

降水量の経過をみると、第5図のとおりである。これによると、多発生年(昭和63)は、7月中旬以降、8月上旬までは、非常に少発生年に比べて多く、8月中旬は、反対に少発生年が多くなっていた。8月中旬以降9月15日頃までは、再び多発生年の降水量が多く、特に8月25日から9月15日ころまでは、連日の降雨がみられ、前述の仙台管区气象台に比べても、かなり降雨日数が多くな

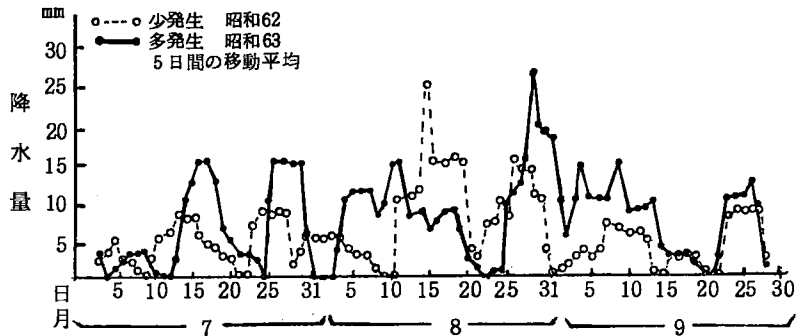
8月では上旬が、多発生年の方が大きい日較差となったが、その後急に小さくなり、8月下旬以降はほとんど同様な経過を示していた。なお、9月下旬は多発生年の日較差が小さい結果となっていた。日照時間についてみると、第4図にあげたように、7月から9月では、7月は多発生年で少なく、特に7月上旬にその差が大きく、水稻の最高分け期頃に遭遇している。8月でみると、上旬は昭和63年の多発生年が多かったものの、8月中旬、下旬では、昭和62年の少発生年が多く、昭和63年の日照不足がみられた。

っている。ところが少発生年では、7月から8月10日までは、少ないが、8月中旬と月末にやや多かったが、その後は少なくなっていることが、特徴と言える。

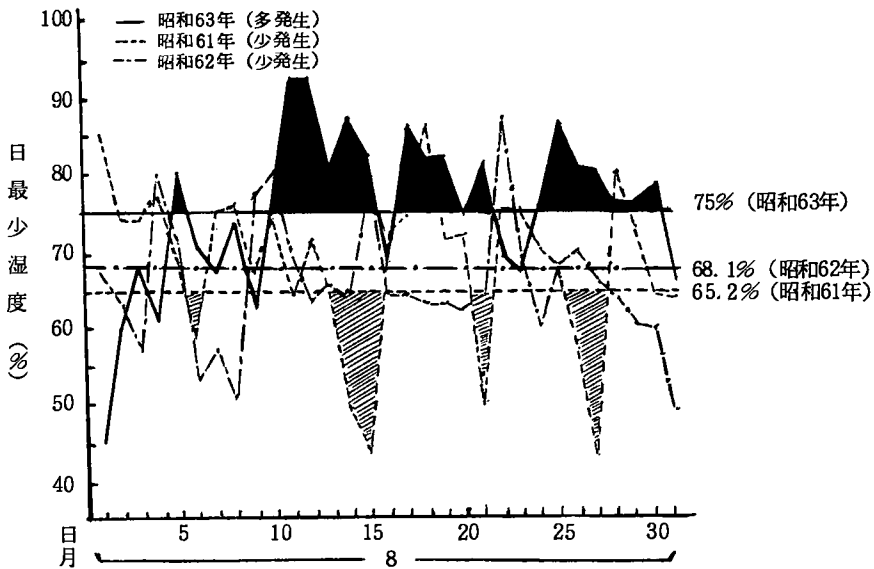
4) 日最少湿度

昭和63年のイモチ病発生で、特に、穂イモチ病

の発生および被害面積が著しい点から、8月における日最少湿度についてみたのが、第6図である。すなわち、昭和61、62年の少発生に比べて、多発生の昭和63年の場合は、非常に高い湿度を示していた。月平均の日最少湿度は、75%になり、少発生62年、68%、昭和61年では65%となって、昭



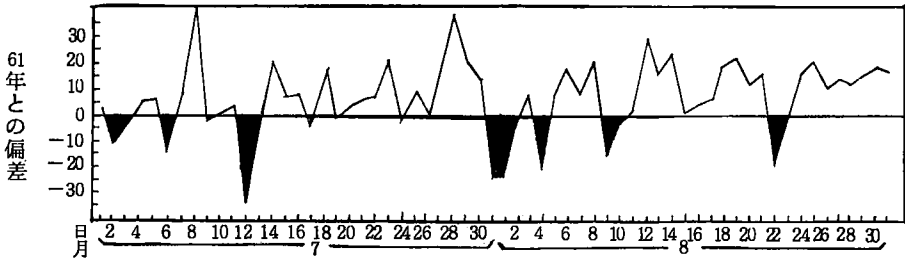
第5図 多発生年と少発生年における降水量の経過 (大衡町)



第6図 多発生年と少発生年における日最少湿度の経過 (仙台)

和63年の多発生の場合と、もっとも少ない昭和61年との差では、10%もあった。

つぎに日別での特徴についてみると、8月はじめには、多発生、少発生年の差はあまりないが、それ以降は、連日、昭和63年は多くなり、水稻の出穂直後の湿度は、日最少の湿度で、約80~90%の日が多くなっていることが認められた。一方少発生年は、ほとんど80%以下で、特に、昭和61年の場合には、50%以下の日もみられ、少発生年のこの時期は、かなり低湿度を示している年であることが、認められた。なお、この昭和61年の低湿度の年と多発生年の場合について、7月、8月を

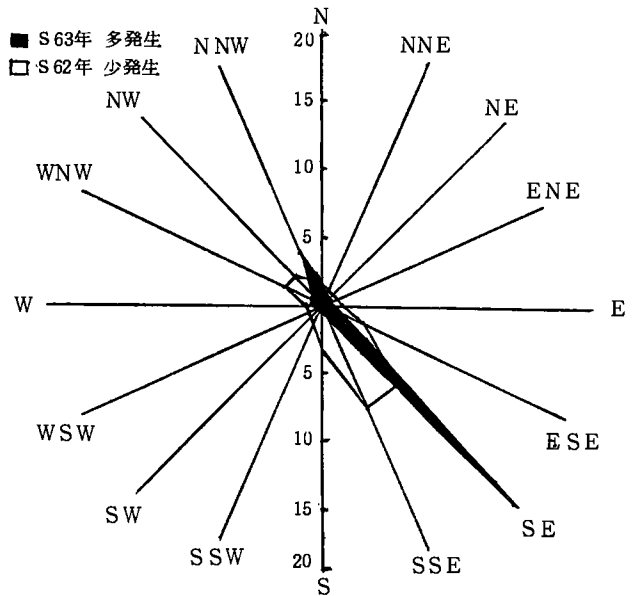


第7図 昭和63年7月と8月の日最少湿度，昭和61年との偏差（仙台）

昭和61年との偏差から発生年（昭63）の特徴をみると，第7図に示したとおりである。7月半ば以降は，ほとんど，多発生年の湿度が高く経過している。8月についてみると，初めは，昭和63年の多発生の場合の湿度は低くなっていたが，中・下旬では，連日，昭和63年の方が高い湿度で，8月の平均では，約20%も昭和61年の偏差から高いことが認められ，これが穂イモチ病発生に大きく影響をおよぼしていたものと思われる。

5) 風向の出現性

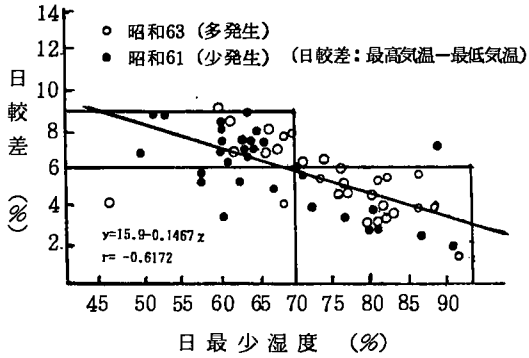
昭和63年の多発生と昭和62年の少発生について，8月の風向で，その特徴を取り上げてみたのが，第8図である。これによると，多発生年では，S E方向がもっとも多く，N N W方向からの吹走は，極めて少ない出現となっていた。それに対して，少発生年についてみると，W方向，S寄りなど，各種の方向から吹走していることが認められる。この風向別湿度の特徴については，著者は，すでに，1978年，本会に報告している。特にS寄りの風は，湿度が高く，W方向は低い湿度を示していることから，イモチ病多発生年は，S E方向の吹走出現に集中している点も，一つの要因と判断される。



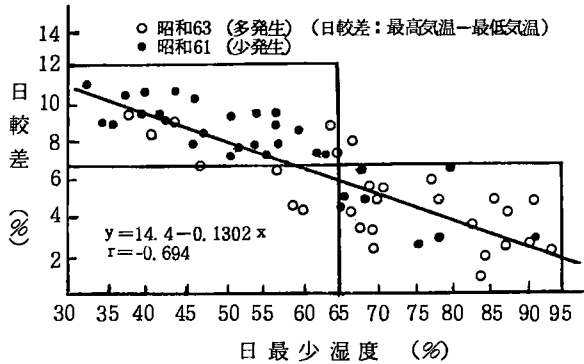
第8図 多発生年（昭和63）と少発生年（昭和62）の8月における日最多風向出現の状況（大衡町）

6) 気温の日較差と日最少湿度との関係

8月と9月の多発生年（昭和63）と少発生年（昭和61）の気温日較差と日最少湿度との関係をみたのが，第9，10図である。これによると，8月，9月いずれも，気温の日較差が大きい場合に湿度が低くなり，反対に湿度が高いほど，気温の日較差が小さくなっていることがみられ，しかも，それらの相関関係も明らかにみられる。したがって8月の場合でみると，多発生年は，前述のように，8月上旬には気温の日較差が大きく，湿度も比較的低い日もあったことで明らかにその関係式にもみられるが，しかし，全体的に昭和63年の8月は，気温の日較差約6℃以下，日最少湿度70



第9図 多発生年(昭和63)と少発生年(昭和61), 8月の日較差と日最少湿度との関係(仙台)



第10図 多発生年(昭和63)と少発生年(昭和61), 9月の気温日較差と日最少湿度との関係(仙台)

害面積でも穂イモチ病は、約20%にもおよんでいる。そこで多発生年(昭和63)と少発生年(昭和61, 62)の気象について比較した。その結果、気温は、多発生年は、7月半ばから末にかけて低く、特に最高気温は、少発生年の最低気温より低い現象が観察された。気温の日較差は、7月から9月まで多発生年が小さい日が多かった。日最少湿度の7月、8月では、多発生年は、少発生年に比べて、約10~15%高く、特に7月中旬や9月は多発生年は連日高かった。風向では、多発生年は、S E方向寄りの風が集中しているのに対して、少発生年は、各方向から吹走している。

気温の日較差と日最少湿度との関係を、8月、9月でみると、気温の日較差の大きい程、日最少湿度は低くなっている関係は、精度が高くないがあらわれ、多発生の昭和63年は、8月、9月とも気温の日較差が小さく、日最少湿度の高い日の多い点が認められた。

参 考 文 献

- 1) 昭和61年度, 宮城県農作物有害動植物発生予察年報
- 2) 昭和62年度, 宮城県農作物有害動植物発生予察年報
- 3) 昭和63年度, 宮城県農作物有害動植物発生予察年報
- 4) 日野義一(1978): 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究,

第5報 田植期間中の日別風向, 風速について, 東北の農業気象, 第23号, 10~14

％以上の日が多くなっていることが認められる。

一方昭和61年の場合は、湿度50%から65%の低い湿度となり、気温の日較差は、6℃から9℃に集中していることが特徴となっている。なお、9月の場合についてみると、多発生年(昭和63)は、ほとんど湿度65%以上で、気温の日較差7℃以下にあり、反対に少発生年(昭和61)は、湿度65%以下で、気温の日較差7℃以上の日が多くなって、8月と同様9月も多発生年と少発生年で相違がみられた。以上のことから、穂イモチの多発生年は、湿度が高く、気温の日較差の小さい場合であると思われる。いずれにしても、気温の日較差の大きいときは、日最少湿度は低く、反対に気温の日較差の小さい場合には、日最少湿度が高くなっている関係はみられ、精度は高くないが、それらの相関関係は認められる。

おわりに

昭和63年, 宮城県における水稻イモチ病は、最近では例のない異常多発生で、葉イモチ病の発生面積は、県全体の約30%、穂イモチ病は、約50%となった。被

岩手県南地帯における昭和63年水稻の不稔といもち病の発生実態

伊藤勝浩*・小沢龍生△・畠山 均*・菅原浩視*・武田真一*

(*岩手農試県南分場・△県農村振興課・*岩手農試)

1. はじめに

昭和63年の稲作は7月中下旬に著しい低温少照で経過したことにより岩手県南地帯においても障害不稔を発生させることとなった。また葉いもちの発生は少なかったが出穂以後特に9月に入ってから県南部を中心に穂いもちが多発し昭和38年、49年に次ぐ多発生となった。そこで昭和63年水稻の不稔といもち病の発生実態についてその概要を報告する。

2. 調査結果および考察

(1) 主要品種の出穂日別不稔歩合及び収量

- 1) 供試材料：県南分場優良品種比較試験 稚苗移植（4月15日播種，5月10日移植）
- 2) 施肥量（成分kg/a） 窒素：0.6 + 0.2（-25） 珪カル：12（現物量）
りん酸：1.2 堆肥：120（現物量）
加里：0.6 + 0.2（-25）

3) 出穂日別不稔歩合調査

供試品種の出穂日ごと

に5～10穂調査

昭和63年の本県の7日の気象経過を見ると、中旬から下旬にかけて著しい低温少照で経過し岩手県全域に7月12日から30日まで連続19日間にわたって低温注意報が出された。江刺市における7月下旬の最低気温の平均は14.9℃で平年を5.3℃も下回る値となった。図1によるアメダス観測点の江刺の10分値から読みとった階層別低温出現時間を見ると、17℃以下の低温出現時間は7月28日の16時間を最高に7月14日，7月19日，7月20日，7月23日～30日と合計11日間にわたって8時間以上となっ

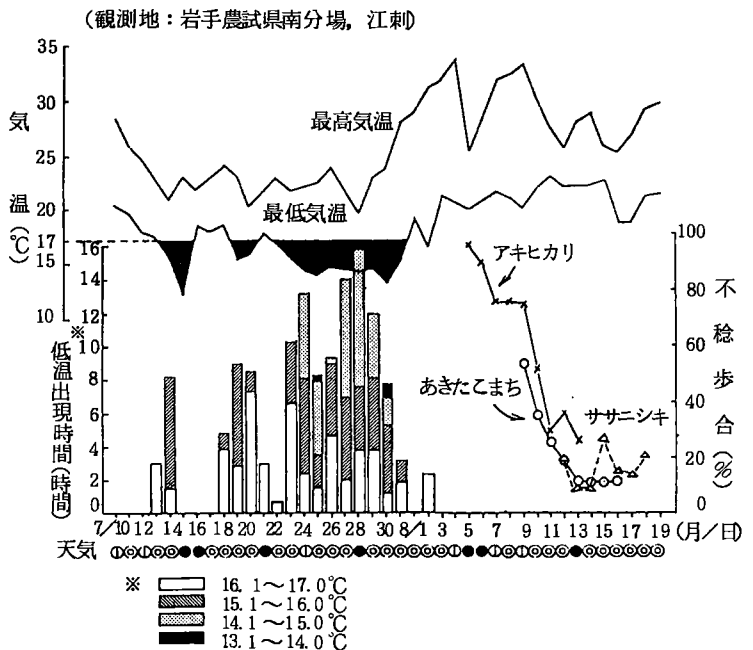


図1 天候と階層別低温出現時数及び出穂日別不稔歩合

伊藤勝浩*・小沢龍生△・畠山 均*・菅原浩視**・武田真一*

(*北上農業改良普及所 △県農村振興課・*岩手農試**岩手農試県南分場)

ている。昭和55年と比較すると本年は17℃以下の低温の日数は少ないが、1日あたりの出現時間が長く、より低い温度が出現していることがわかった。

開花の状況は8月に入ってから上旬の晴れの日が3日間しか見られなかった。特に出穂の中心となった8月11日から15日までの第3半旬の日照時間は平年の一割の2時間半しかなかった。そのため午後になってから開花する日や開花しない日が多くみられた。出穂日別の不稔歩合は8月2日～11日、特に8月4日～6日頃に出穂した品種で高くなった。酢酸カーミン染色による花粉の充実歩合を調査したところ、充実花粉が50%以下のものが数多く観察された。昭和55年における不稔発生の要因は減数分裂期と開花期の低温であったが、本年は7月23日～30日にかけて、生育ステージでは減数分裂期から盛期における低温のためと考えられる。

昭和55年の気象条件においても県南分場のある江刺市ではほとんど障害不稔の発生は見られなかったが、本年の場合、短い期間の強烈な低温であったために、低温の時期が遅いか、それまでの生育の遅れがなければ、岩手県南地域の主要品種であるササニシキも回避できずに大きな障害を受けたものと思われる。図2によれば、主要品種の出穂期・登熟歩合と収量の関係は、収数などの違いもあり単純な比較はできないが、出穂期の差が登熟歩合・収量に大きく影響していることがうかがわれる。8月7日出穂の3品種の比較では障害型冷害の強さはアキヒカリ<いわて21<たかねみのりとなると思われる。

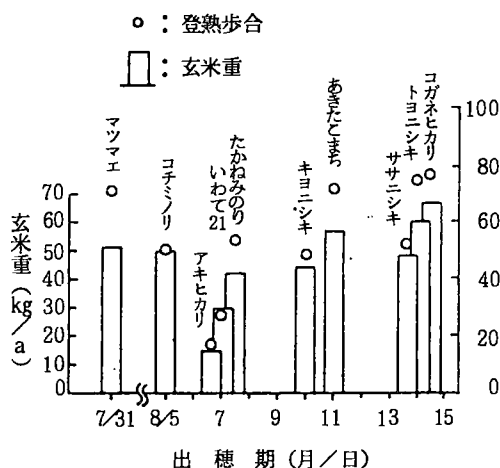


図2 主要品種の出穂期、登熟歩合及び収量

表1 優良品種比較試験5ヶ年平均値

	出穂期	玄米重 (kg/a)
マツマエ	7.27	49.8
コチミノリ	7.31	54.3
いわて21	7.29	67.4 (S62)
たかねみのり	8.2	61.1 (S60~62)
アキヒカリ	8.3	62.3
あきたこまち	8.4	64.5 (S62)
キヨニシキ	8.8	63.6
コガネヒカリ	8.8	67.0
トヨニシキ	8.9	62.2
ササニシキ	8.10	59.2

(2) いもち病の発生実態

1) 調査場所：県南分場生産力検定本調査圃場および作況試験圃場

2) 施肥量：(窒素成分kg/a)	基肥	幼形期	減分期	但しササニシキは
生検標肥	0.5	0.2	-	0.5 - 0.2
” 多肥	0.7	0.2	0.2	0.7 - 0.2
作況圃	0.6	0.2	-	0.4 - 0.2

3) 供試品種

アキヒカリ・キヨニシキ・コガネヒカリ・トヨニシキ・ササニシキ・あきたこまち

図3によれば、8月から9月は日照時間が少なく、降雨日が続き、気温が高めに経過した。特に8月下旬のいもち病の感染好適条件の出現で、粳いもちの発生による孢子量の増大をもたらし、8月下旬から9月中旬の大量の穂首感染につながったと考えられる。

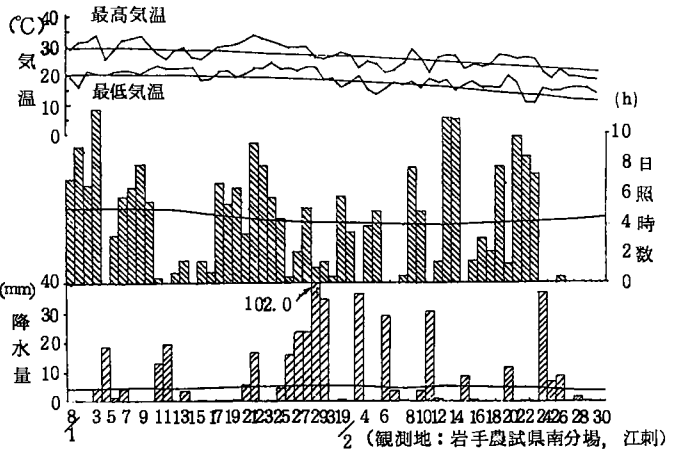


図3 8月から9月にかけての日別気象経過

いもち病の発生状況についてそれぞれ条件ごとにまとめると表2および図4に示した穂いもちの発生と品種の関係はいもち病抵抗性の弱いササニシキで他の品種に比べ各段に発生が多い。またいもち病に強いとされるキヨニシキでは障害不稔の発生が比較的多かったため、粳および枝梗のいもち病菌に対する抵抗力を低下させるか、感受性を高め、穂いもちの発生を多くしたと考えられる。表3および図5に示した穂いもちの発生と施肥の関係は、明確に多肥栽培で多発した。多肥区では稲体窒素濃度が高まり、いもち病に対するイネの抵抗力を低下させ、菌の侵入が受けやすくなったため多発したものと考えられる。また障害不稔の発生は稲体窒素濃度の転流を妨げ窒素濃度の低下を抑えたため発生を助長したと考えられる。

表4に示した発病程度と収量については同じ施肥条件では発病穂率が高いほど減収し、多肥区で

表2 品種と穂いもち病発生程度〔作況データ〕

品 種 名	穂いもち病発生程度 (%)		出穂期	収 量 kg/a	m ² 当り 穂 数 本/m ²	m ² 当り 粳 数 ×10 ³ /m ²	登 熟 歩 合 %	不 稔 歩 合 %	千粒 重 g
	首+ $\frac{1}{2}$ 以上	首+ $\frac{1}{2}$ 以上+ $\frac{1}{2}$ 以下							
アキヒカリ	2.6	15.8	8.9	21.3	466	43.8	26.3	51.1	18.3
キヨニシキ	8.1	19.4	8.13	51.4	508	42.8	60.9	27.5	20.1
コガネヒカリ	5.0	14.4	8.13	66.8	579	42.0	76.8	16.2	20.6
トヨニシキ	3.0	11.9	8.14	61.9	551	42.5	73.1	14.9	20.0
ササニシキ	36.6	44.9	8.13	53.8	577	37.2	74.6	14.1	19.4

表3 施肥量と穂いもち病発生程度〔生検データ〕

品 種 名	施 肥 量	穂いもち病発生程度 (%)		出穂期 月・日	収 量 kg/a	m ² 当り 穂 数 本/m ²	m ² 当り 粳 数 ×10 ³ /m ²	登 熟 歩 合 %	千粒 重 g	不 稔 歩 合 %
		首+ $\frac{1}{2}$ 以上	首+ $\frac{1}{2}$ 以上+ $\frac{1}{2}$ 以下							
あきたこまち	標肥	1.3	15.2	8.11	51.8	484	34.2	79.7	19.2	—
	多肥	3.8	19.2	8.12	56.7	565	40.0	72.9	19.1	—
キヨニシキ	標肥	11.1	21.6	8.12	51.6	478	38.1	68.2	20.2	26.5
	多肥	18.4	32.4	8.11	55.2	510	43.8	62.5	20.1	30.7
コガネヒカリ	標肥	6.5	17.9	8.13	59.9	529	36.2	80.3	20.9	15.6
	多肥	20.0	28.8	8.13	63.1	581	44.8	69.5	20.5	17.4
ササニシキ	標肥	34.3	43.5	8.14	49.6	558	38.0	68.6	19.4	—
	多肥	57.2	63.2	8.14	38.8	601	46.1	44.9	19.1	—

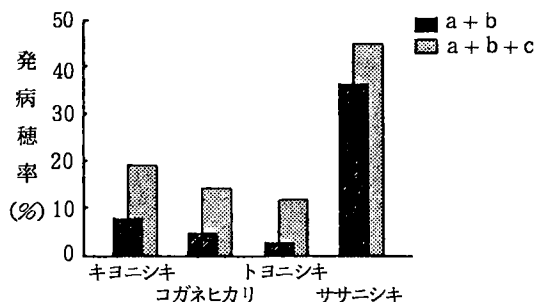


図4 品種別の穂いもち発病状況
作況圃 a: 穂首いもち, b: 枝梗いもち (>+) c: 枝梗いもち (<+)

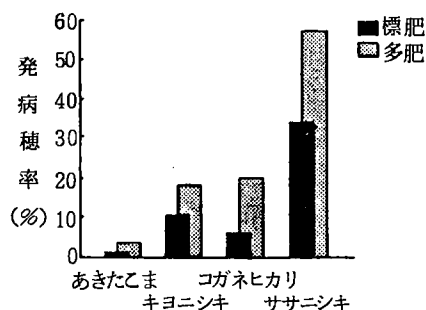


図5 品種, 施肥量と穂いもち発生
の生検圃 (穂首いもち+枝梗いもち (>+))

その傾向が顕著であった。また玄米千粒重でも同様に発表穂率が高いとその低下の傾向が認められた。発病穂率と品質については、発病穂率が高いほど、未熟粒・死米・特に白死米が増加し、品質を低下させているといえる。本年の場合、いもちの発生時期が遅かったため、玄米検査等級で落等しているのは白死米より進んだ光沢の見られる乳白米が比較的多かった。本年のような穂いもちの多発生は収量と玄米品質の両面の低下に及ぼす影響が大きい。

表4 穂いもち病発生程度別、収量、品質 (ササニシキ) [生検データ]

施肥分 (Nkg/10a)	区	出穂期	穂いもち病発生程度 (%)		収量 kg/a	m ² 当り 穂本/m ²	m ² 当り 数 ×10 ³ /m ²	登歩 %	熟合	千粒重 g	玄米検査 等級
			首+1/3以上	首+1/3以上+1/3以下							
標肥 (基5 減分2)	A	8.13	34.9	47.8	54.9	529	36.1	77.0	19.8	1 下	
	B	8.14	31.9	39.5	52.6	584	39.2	69.7	19.5	2 中	
	C	8.14	36.0	43.1	41.3	562	38.6	59.2	19.0	3 上	
多肥 (基7 減分2)	A	8.14	25.2	38.3	54.8	591	47.1	58.5	19.8	2 中	
	B	8.14	48.7	53.5	41.4	598	44.7	50.2	18.7	3 下	
	C	8.14	97.8	97.8	20.3	613	46.6	26.1	18.7	規外	

施肥分 (Nkg/10a)	区	整粒 (%)	玄米品質 (1.70mmフルイ) (粒数%)															
			未熟粒					被害粒					着色	死米		合計		
			乳白	腹白	背白	青未熟	その他	計	胴割	奇形	茶米	その他		計	青死		白死	計
標肥 (基5 減分2)	A	78.3	2.7	0.6	2.3	3.6	9.6	18.8	1.4	0	1.1	0	2.5	0.2	0	0.2	0.2	100.0
	B	75.2	2.2	0.3	2.5	4.6	8.9	18.5	1.3	0.1	2.0	0	3.4	0.1	0.7	2.0	2.8	100.0
	C	71.3	4.7	0.6	6.4	2.5	8.4	22.6	0.9	0	1.8	0.1	2.8	0.3	0.3	2.7	3.0	100.0
多肥 (基7 減分2)	A	75.7	2.6	0.9	2.4	5.9	8.1	19.9	0.6	0	0.7	0.3	1.6	0.3	1.4	1.1	2.5	100.0
	B	65.5	3.2	0.4	4.6	14.4	5.4	28.0	0.5	0.2	0.4	1.2	2.3	0	2.2	2.0	4.2	100.0
	C	57.8	13.5	0.4	6.0	2.2	12.5	34.5	0.4	0.1	3.4	0	3.9	0.2	0.4	3.2	3.6	100.0

3. まとめ

本年の障害不稔の発生は7月23日~30日にかけての低温によるものと考えられる。この間の17℃以下の低温の出現は8時間以上であった。昭和55年と比較すると本年は低温の時期が短いがその出現時間は長い。また本年のような後期の穂いもちの多発生においても、玄米千粒重の低下とくず米重の増加によって収量の低下を招き、品質では未熟粒・死米(特に白死米)を増加させるなど収量・品質への影響が大きいことがわかった。

水稻の苗の種類および初期生育の相違が障害不稔発生に及ぼす影響

平野 貢・本庄 一雄

(岩手大学農学部)

はじめに

昭和55年水稻冷害の東北各地における実態調査によると、障害不稔にもとづく被害程度が品種のほか、栽培法の違いによって異なることが指摘されている。とりわけ苗の種類（稚苗・中苗・成苗）によって不稔歩合に差異がみられることは注目すべきである。しかしその要因についてはさまざまな見解があり必ずしも明らかでない。また同じ昭和55年に寺中らは葉令の異なる数品種の苗を作期を変えて移植し、不稔歩合を調べた結果、同じ出穂期でも品種によっては4～5葉苗が2～3葉苗より障害不稔が少なく、その差は20～40%を示し品種間差異に匹敵する大きさであると報告している。

著者らも稚苗および中苗を圃場に移植し、それに初期生育を人為的にコントロールした区を加えて栽培した水稻について、昭和63年の自然冷温下における障害不稔の発生状況を調べ、苗の種類と障害不稔耐性との関係について若干検討したので報告する。

1. 材料と方法

品種アキヒカリおよびコガネヒカリを用い、播種量、播種日を変えて箱育苗された稚苗および中苗を岩手大学構内の実験水田に昭和63年5月11日に移植した。育苗は27℃の育苗器で出芽後、ガラス室で25℃-10℃の範囲内で管理した。移植時の苗の主な形質は表1に示すとおりで、苗丈は全般的に短めであったが、いづれも健苗であった。本田の栽植密度は22.2株/㎡、1株3本植、元肥は10a当りN 6 kg, P 8 kg, K 6 kgとし、6月28日にN 1.5 kg (NK化成)を追肥した。

試験圃を分散板で2分し、一方は通常のかんがい水で管理され（以下普通かんがいという）、他方は6月2日～21日までの20日間、14℃の井戸水を少量づつ均等に掛け流すことにより若干かんがいが水温を下げて管理された（以下冷水かんがいという）。この間の地下3 cmの地温は普通かんがいが日最高平均25.5℃、日最低平均17.8℃で、冷水かんがいはそれぞれ22.5℃、16.1℃であり、最高地温の平均で3℃、最低地温の平均で1.7℃冷水かんがいの方が低い条件であった。各区の面積は14.4㎡で1区制である。連続した10株について生育調査を行ったほか、乾物重および稲体窒素を定期的に測定した。出穂調査と不稔調査は生育調査に用いた10株のうちから平均株6株を選んで行った。

表1 供試苗の育苗条件と苗の形質

品 種	苗 の 種 類	播 種 (乾粒g/箱)	播種日 (月日)	育苗日数 (日)	苗 齢 (齡)	草 丈 (cm)	乾 物 重 (mg/1本)	苗のN含有率 (乾物%)
アキヒカリ	中 苗	100	4. 8	33	3. 9	12. 9	34. 6	4. 38
	稚 苗	180	4. 20	21	3. 0	10. 6	20. 1	5. 10
コガネヒカリ	中苗※	50	4. 8	33	4. 5	11. 7	42. 7	3. 85
	稚 苗	180	4. 20	21	3. 2	9. 3	20. 0	4. 85

※ この苗にかぎり株まきポット苗、他はすべてばらまき苗

2. 結果と考察

(1) 苗の種類と分けつ期の冷水かんがいによる生育の違い

図1に茎数の変化と穂数を示した。図によれば茎数は普通かんがい、冷水かんがいを問わず両品種とも中苗の方が稚苗を上回って推移したが、その差はアキヒカリにくらべてコガネヒカリがはるかに大きい傾向を示した。これはコガネヒカリの中苗は播種量がアキヒカリの半量であり、加えて株まきポット苗であるため活着もよく初期生育が優れたためと思われる。冷水かんがいによって茎数はいずれも抑制された。抑制の程度は品種により異なり、アキヒカリで大きくコガネヒカリでは比較的小さい傾向がみられ、分けつ終止期とみられる7月12日でもアキヒカリの茎数は普通かんがいに比較して中苗、稚苗ともに10本前後少ないのに対し、コガネヒカリでは両苗とも普通かんがいと同程度まで増加した。以上のように中苗と稚苗あるいは冷水かんがいによる初期生育の相違により生育期に変動がみられ、品種によっても異った生育パターンを示した。

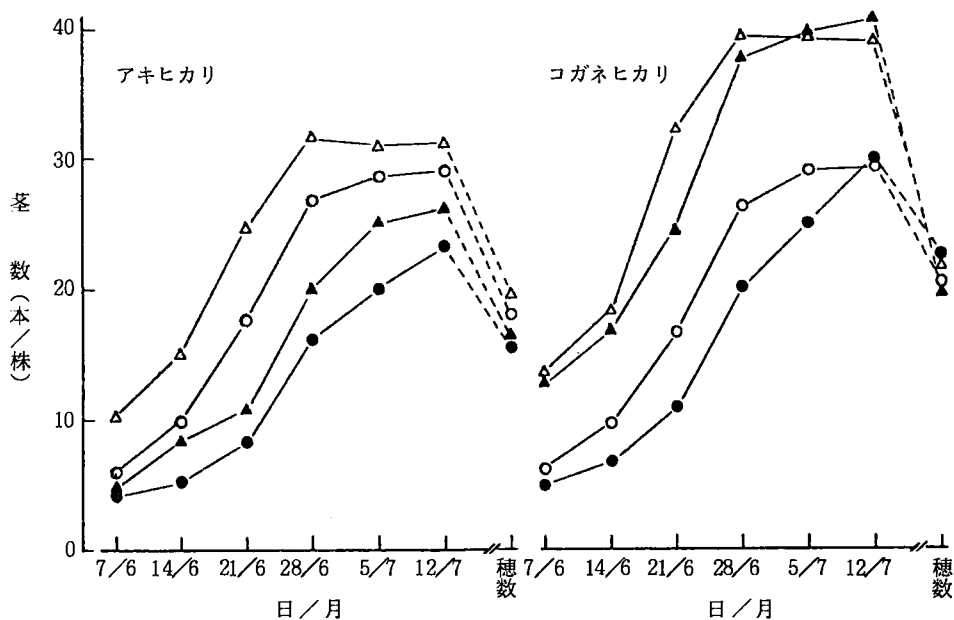


図1 苗の種類と分けつ初期の冷水かんがいが茎数に及ぼす影響

△中苗・普通かんがい ○稚苗・普通かんがい
 ▲中苗・冷水かんがい ●稚苗・冷水かんがい

地上部乾物重は表2に示すとおり、両品種とも中苗が常に稚苗を上回り、また、冷水かんがいは普通かんがいに比べて劣っており、各区とも茎数の推移に対応した変化を示している。生殖生長期に入った7月19日の乾物重をみると、普通かんがいの中苗と稚苗の乾物重の差に比べて、冷水かんがいの両苗の差は若干大きいことから、冷水かんがいによる生育抑制の影響は中苗より稚苗の方が大きかったものと考えられる。しかしその後の調査を欠いているので減数分裂期まで及んだかどうかは明らかでない。稲体Nの含有率は当然ながら生育の遅れている区ほど高いが、7月19日のN

％は高い区でも3％以下であり、減数分裂期に至ればそれ以下と思われるので、各区の危険期の稲体Nは障害不稔に影響するほどの高い含有率ではなかったものと推定される。

表2 生育に伴う地上部乾物重 (g/株) と稲体N含有率の推移

品 種	区 別	6月7日		6月21日		7月5日		7月19日	
		DW(g)	N (%)	DW(g)	N (%)	DW(g)	N (%)	DW(g)	N (%)
アキヒカリ	中苗・普※	0.82	4.01	4.18	3.30	13.48	2.21	25.68	1.69
	稚苗・普	0.42	4.15	2.73	3.23	8.74	2.63	20.05	1.99
	中苗・冷※	—	—	2.58	2.91	8.35	2.44	20.68	2.10
	稚苗・冷	—	—	1.29	3.07	7.01	2.49	13.10	2.84
コガネヒカリ	中苗・普	0.99	4.00	4.96	3.32	14.69	2.39	26.93	1.69
	稚苗・普	0.49	4.12	3.32	3.54	11.58	2.36	24.36	1.75
	中苗・冷	—	—	2.83	2.88	9.65	2.39	20.96	2.52
	稚苗・冷	—	—	1.56	2.94	7.12	2.54	13.28	2.74

※ 「普」は普通かんがい栽培, 「冷」は分けつ期(6月2日~21日)冷水かんがい栽培

(2) 障害不稔の苗の種類間比較

各区の出穂期, 減数分裂期の気温, 不稔歩合等を表3に示し, また減数分裂期の気温と不稔歩合との関係を両品種および各区こみにして図2に示した。減数分裂期の判定は別にポット栽培した同じ品種の葉耳間長をマークした材料と本庄が提示した平均気温と葉耳間長0から出穂までの日数の

表3 減数分裂期および前歴の気温と不稔歩合

区 別	減数分裂期間 (月 日)	減分期前7日間 の日最低気温の 平均値	減分期(5日間) の日最低気温の 平均値	平均出穂日 (月 日)	平均一 穂粒数	不稔歩合 (%)	
アキヒカリ	中苗・普	7.25 ~ 29	14.9℃	13.8℃	8.6	81.6	95.1
	稚苗・普	7.26 ~ 30	14.6	14.3	8.7	82.2	89.3
	中苗・冷	7.27 ~ 31	14.5	14.7	8.8	89.6	71.6
	稚苗・冷	7.29~8.2	13.6	15.8	8.10	91.1	35.4
コガネヒカリ	中苗・普	7.29~8.2	13.6	15.8	8.10	76.9	39.3
	稚苗・普	8.1 ~ 5	14.6	18.6	8.12	77.9	12.0
	中苗・冷	8.3 ~ 7	15.1	20.6	8.14	81.7	7.9
	稚苗・冷	8.5 ~ 9	17.4	25.9	8.16	87.0	4.8

関係式を参考にしておこなった。表3および図2によると8月10日以前に出穂した区に障害不稔がみられ, 品種, 苗の種類および初期生育の違いにかかわらず減数分裂期の冷温の程度が強いほど不稔歩合が高い。前歴の気温は減数分裂期の気温とは逆に不稔歩合の高い区ほどやや高い傾向にあるが, その差は13.6℃~14.9℃とそれほど大きくはない。伊藤によれば前歴温度がある程度以下となると減数分裂期の冷温と相まって不稔を助長するという。本実験の場合も冷温の程度から前歴が不稔を助長したとみられるが, 区による前歴温度の差は小さいので各区の不稔歩合の差はほとんど減数

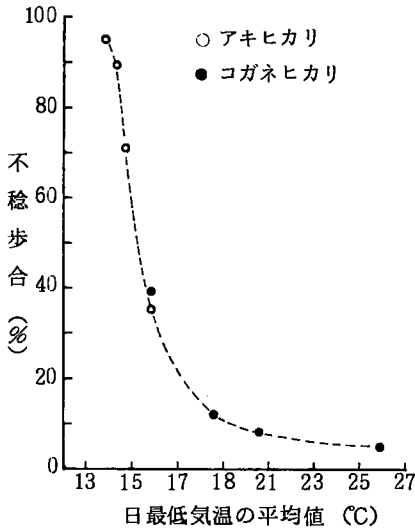


図2 減数分裂期の気温と不稔歩合との関係

かかわらず常に10~20%低くなっている。これらの相違点について前述の生育相と関連させて考察すると、普通かんがいでは中苗、稚苗間に1穂粒数には殆んど差がない(表3)が、株当の茎数は中苗が多く、穂数も多い。

従って中苗は群落も稚苗より密であり、面積当り穎花数も多く、このことが中苗の不稔を助長した1つの要因と考えられる。不稔歩合が90%を越えるような場合には他の要因は強度の冷温で打ち消されたものと理解される。冷水かんがいの不稔歩合が低い理由については図1で明らかのように冷水かんがいは普通かんがいに比べて中苗、稚苗ともに茎数が大巾に少ないため、稲の体質が強まり、耐冷性が強化されたためと考えられる。

以上のことから通常の栽培においては少なくとも中

分裂期の温度差によるものと思われる。以上のように減数分裂期の冷温程度によって不稔歩合に差はみられたものの苗の種類間にそれぞれ1~2日の出穂期の差があるため平均不稔歩合をもって苗の障害不稔耐性を比較することはむづかしい。そこで全般的に障害不稔のみられたアキヒカリについて同一出穂日の穂をグルーピングして、不稔歩合を比較した。その結果を図3に示した。

図3で各区の不稔歩合をみると、分けつ期の冷水かんがいによって初期生育を抑制した場合は中苗と稚苗の間に不稔歩合の差は全くみられない。しかし普通かんがいの場合は不稔が90%を越えるような高いときは両苗間に差はないが、不稔歩合がそれ以下となると中苗と稚苗の間に約10%の開きがあり、中苗の方が不稔が多い。一方、冷水かんがいは普通かんがいと比較して、中苗、稚苗に

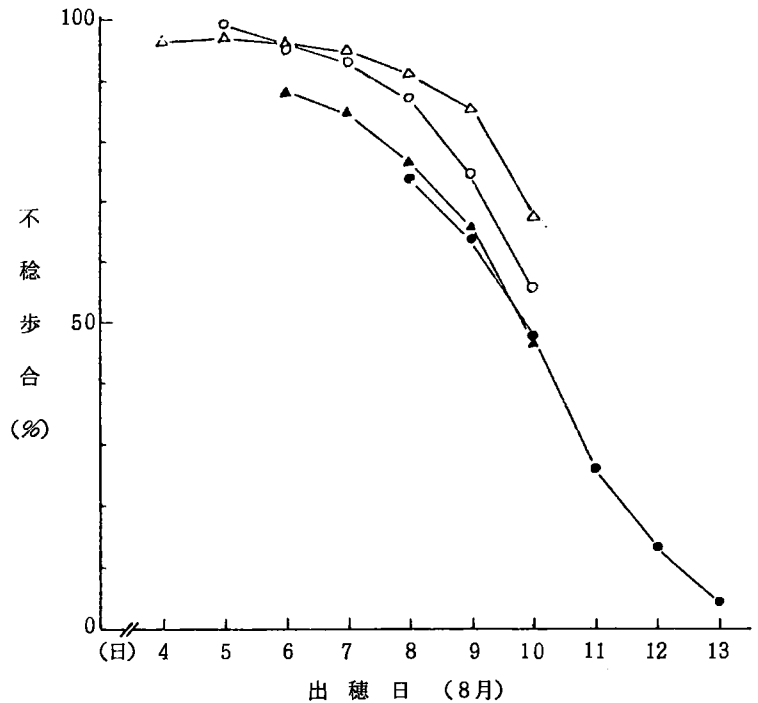


図3 出穂日別障害不稔の苗の種類間差異(アキヒカリ)

- △中苗・普通かんがい ○稚苗・普通かんがい
- ▲中苗・冷水かんがい ●稚苗・冷水かんがい

苗と稚苗の間には障害不稔耐性に本質的な差はないものと言えよう。寺中らは昭和55年の冷害においてササニシキ、レイメイで4～5葉苗は2～3葉苗より不稔歩合が小さく、障害型冷害における葉令増加苗の有利性を認めており、本実験の結果とは異なるが、昭和55年と63年では気象条件も違い、また品種や苗の葉令差も本実験とは異にしているため、両者の相違はこれら各種条件のちがいに起因しているであろう。しかし昭和55年の冷害では苗の種類による障害不稔耐性にはさまざまな事例がみられ、このことは言い換えれば移植後の生育パターンが施肥の量や方法あるいは他の栽培管理で種々変りうるため、苗の種類と障害不稔耐性とは直接結びつかないことを示唆するものであり、本実験の結果もこれを裏付けるものと考えられた。

4. 摘 要

昭和63年の冷害気象条件のもとで、水稻の苗の種類間における障害不稔発生がちがいについて生育相との関連で検討し、つぎの結果をえた。

- 1) 通常の栽培法でのアキヒカリの中苗と稚苗では不稔歩合が90%以上の場合は両者間に障害不稔の差異は認められず、90%以下の不稔歩合では中苗が稚苗より約10%不稔歩合が多い。
- 2) 分けつ初期に冷水かんがいを行い莖数が抑制された区では通常のかんがい水区にくらべ中苗、稚苗にかかわらず約10%不稔歩合が減少し、中苗と稚苗の不稔歩合に変わりはなかった。
- 3) 株当り莖数が少ないほど不稔歩合も減少したことから、本実験でみられた苗の種類による障害不稔の差は莖数の多少が主な原因と考えられ、中苗と稚苗の障害不稔耐性は本質的に変わらないものと理解された。

引 用 文 献

- 1) 農水省東北農業試験場編, 1981: 東北地域における55年冷害の記録, 15 - 155
- 2) 寺中吉造・吉田善吉, 1980: 昭和55年障害型冷害における水稻の苗の種類による不稔歩合の違い. 東北の農業気象, 27, 27 - 32
- 3) 本庄一雄, 1986: 水稻冷害の発生予知と被害量の推定に関する研究. 昭和60年度科学研究費補助金研究成果報告書, 5 - 13
- 4) Nobuo Ito, 1976: Male Sterility Caused by Cooling Treatment at the Young Microspore Stage in Rice Plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, 45 (4), 558 - 562

水稻の減数分裂期の気温と障害不稔発生の関係

— 昭和63年水稻冷害の実例 —

本庄一雄・平野 貢・黒田栄喜

(岩手大学農学部)

1. はじめに

水稻の減数分裂期の低温と障害不稔の発生については、人工気象室を用いた多様な条件下で実験が進められ報告されている。しかし、冷害年における圃場での低温の程度やその持続時間は極めて不規則であり、人工気象室の実験とは著しく異なるために、減数分裂期が低温に遭遇しても障害不稔発生の有無あるいはどの程度発生するのかという推定は非常に困難な現状である。一般的な気象観測値、例えばアメダス、気象台等の観測値を用いて障害不稔発生の推定を行うことができれば、応用範囲が広く実用的であろうと思われる。

これらの観点から前報（本庄ら1988）では各品種の平均出穂日から減数分裂期を推定し、減数分裂期間の2つの温度指標から本庄ら（1981）の方法により推定登熟歩合を算出し、各品種の実際の登熟歩合との対比を検討した。

昭和63年の岩手県的水稻作況指数は85であり、10 a 当り玄米収量は435 kgという著しい不作であった。7月中、下旬の異常低温により内陸ではアキヒカリを中心に著しい障害不稔が発生し、太平洋沿岸では出穂遅延による遅延型冷害が発生するという珍しい年であった。8月中旬以降、気温は高目であったが日照は少なく、曇雨天が続きイモチ病が多発したのも作柄を低下させる原因となった。

表1 昭和63年7月15日～31日間の気温の温度別持続時間（時）

温度 月日	13℃以下	13.1～ 15.0	15.1～ 17.0	17.1～ 19.0	19.1～ 21.0	21.1～ 23.0	23.1～ 25.0	25.0以上
7月15日	—	—	6	6	6	6	—	—
16日	—	—	—	16	8	—	—	—
17日	—	—	—	13	11	—	—	—
18日	—	—	5	9	3	2	2	3
19日	—	—	—	14	3	3	1	3
20日	—	—	7	7	4	6	—	—
21日	—	—	1	14	9	—	—	—
22日	—	—	11	2	2	2	7	—
23日	—	7	3	3	3	8	—	—
24日	6	4	3	1	4	6	—	—
25日	—	7	3	4	3	5	2	—
26日	—	7	4	2	2	4	3	2
27日	—	12	6	2	1	3	—	—
28日	—	14	4	3	3	—	—	—
29日	—	7	2	5	2	2	3	3
30日	—	—	6	5	2	3	2	6
31日	—	—	4	6	4	2	1	7

本報告は昭和63年の障害型冷害年における圃場栽培の各品種について茎ごとの出穂日別不稔歩合を調査し、減数分裂期の低温条件をあらゆる温度指標を求め、これより減数分裂期の温度と不稔の発生について検討した。

2. 実験材料と調査方法

7月15日から31日までの温度別気温の持続時間は表1のようである。この表は岩手大学農学部構内の実験水田の観測値であるが、23日から29日にかけて15℃以下の時間帯が長く、特に24日は13℃以下の気温が6時間（最低10.9℃）も続いた。最高気温も低く25℃を超えたのは26日のみであった。

7月中、下旬の低温の推移からみて障害不稔は必ず発生するだろうと予測し、予め多数の品種について茎別に出穂日をマークした。枝葉の葉鞘から穂の先端が抽出したものを出穂とし1品種について3～5株の可能な限りの茎に出穂日を記入した札をつけた。また、一部の品種は葉耳間長も記録し減数分裂期の推定に用いた。各品種の収穫期に株を抜き取り自然風乾後、出穂日ごとに穂を分け、各穂について稔実籾、不稔籾を調査した。不稔籾の判定は触指により行い、米粒の発育の認められないものを不稔籾として扱った。

茎別出穂日をマークして不稔籾の調査をしたのは23品種であるが、8月13日以降に出穂した品種には障害不稔が発生しなかったため、この報告に用いた品種は平均出穂日が8月11日以前であり、さらに出穂札を6日以上着けた10品種（表1）を選び解析した。

各出穂日別の減数分裂期の推定は平均気温と葉耳間長0日から出穂まで日数との関係（本庄ら1988）から葉耳間長0の日を推定した。また、減数分裂の最盛期は葉耳間長-4cm附近であるので、

表2 減数分裂期間の温度指標と各品種の出穂日別不稔歩合

出穂日 月・日	温度指標℃*		不 稔 歩 合 %									
	①	②	ハマアサヒ	アキヒカリ	ムツコガネ	ササミノリ	ハツニシキ	トヨニシキ	あきたこまち	ウゴニシキ	農林17号	コガネヒカリ
7. 31	16. 31	17. 48	69. 5									
8. 1	16. 25	17. 38	76. 4									
2	16. 38	17. 54	80. 2									
3	15. 87	17. 26	83. 0									
4	14. 64	16. 45	84. 1									
5	14. 74	16. 38	97. 1	99. 2	95. 8							
6	13. 63	15. 60	100. 0	94. 7	93. 2	100. 0	100. 0	93. 1	94. 4			
7	13. 37	15. 44		93. 7	79. 8	95. 2	97. 7	77. 3	91. 5	90. 8	90. 0	
8	14. 55	16. 56		88. 1	70. 1	91. 3	93. 2	71. 4	76. 1	83. 1	79. 8	78. 3
9	14. 68	16. 95		74. 2	60. 2	83. 4	86. 8	58. 1	66. 2	70. 4	72. 7	58. 9
10	15. 40	18. 03		55. 3	41. 3	68. 6	79. 3	41. 6	49. 8	54. 8	59. 5	40. 1
11	16. 97	19. 77			32. 7	59. 9	61. 5	21. 4	35. 3	47. 9	41. 9	31. 4
12	18. 24	21. 32							23. 7	34. 7	32. 6	23. 9
13	18. 68	21. 62							10. 9	23. 5	13. 7	15. 1

* 温度指標 ① 減数分裂期間の日最低気温の平均値
 ② 減数分裂期間の（日最低気温 + 日平均気温）÷ 2 の平均値

平均気温と1日当り葉耳間長の伸長量（本庄ら1988）から葉耳間長-4cmの日を推定した。そして葉耳間長-4cmの日を中心に5日間を減数分裂の期間とした。

低温条件をあらわす温度指標の算出は前報（本庄ら1988）と同様であり、①減数分裂期間の日最低気温の平均値および②（日最低気温+日平均気温）÷2の平均値を出穂日ごとに求めた。

3. 実験結果

減数分裂期間の2種類の温度指標①、②の気温および各品種の出穂日別不稔歩合を表2に示した。各品種とも8月5～7日を中心に不稔歩合が極めて高い。8月6日出穂のハマアサヒ、ササミノリ、ハツニシキは100%不稔となり、その他の品種も93%を超える不稔であった。8月13日の出穂ではウゴニシキを除いて不稔歩合が10%台であって障害不稔の発生はみられない。

出穂日別減数分裂期間の2種類の温度指標と各品種の出穂日別不稔歩合との相関係数および一次回帰式を求め表3に示した。温度指標と不稔歩合の相関係数をみるとハマアサヒを除いて温度指標②（日最低気温+日平均気温）÷2の平均値の方が高くあらわれている。図1に表3の一次式の回帰直線を示した。

表3 温度指標と各品種の不稔歩合との相関係数および一次回帰式

品 種	相 関 係 数		一 次 回 帰 式	
	温度指標①	温度指標②	温度指標①	温度指標②
1. ハマアサヒ	-0.894	-0.882	$y = 219.8 - 8.8x$	$y = 303.7 - 13.0x$
2. アキヒカリ	-0.777	-0.885	$y = 333.2 - 17.3x$	$y = 339.1 - 15.4x$
3. ムツコガネ	-0.843	-0.890	$y = 320.1 - 17.1x$	$y = 311.3 - 14.3x$
4. ササミノリ	-0.951	-0.973	$y = 252.6 - 11.5x$	$y = 243.8 - 9.4x$
5. ハツニシキ	-0.982	-0.991	$y = 245.4 - 10.7x$	$y = 235.1 - 8.7x$
6. あきたこまち	-0.982	-0.986	$y = 291.3 - 15.0x$	$y = 282.2 - 12.4x$
7. トヨニシキ	-0.949	-0.967	$y = 338.1 - 18.8x$	$y = 332.4 - 15.3x$
8. ウゴニシキ	-0.972	-0.979	$y = 250.0 - 12.0x$	$y = 244.4 - 10.0x$
9. 農林17号	-0.985	-0.986	$y = 271.5 - 13.5x$	$y = 263.8 - 11.2x$
10. コガネヒカリ	-0.981	-0.940	$y = 237.7 - 12.0x$	$y = 233.7 - 10.1x$
全 品 種	-0.874	-0.914	$y = 283.5 - 14.1x$	$y = 281.8 - 12.2x$

4. 考 察

昭和63年の障害型冷害年における圃場栽培の各品種の出穂日別不稔歩合と低温条件をあらわす2種類の温度指標の関係について検討した。図1をみると温度指標に①の日最低気温の平均値を用いた場合は、最低気温の平均値が13～14℃のように低温の場合は各品種の不稔歩合のちがいは約20%であるが、最低気温平均値が高くなる程ばらつきが大きくなり18℃附近では各品種の示す不稔歩合に最大と最小では約60%のちがいがみられる。これに対し②の（日最低気温+日平均気温）÷2の平均値を温度指標として用いた場合には気温が高目になっても比較的収束しており、21℃附近で各品種の示す不稔歩合は約40%のちがいであった。また、表3の温度指標と不稔歩合の相関係数を10品種の込みで見ると最低気温の平均値を用いた場合には-0.874、（日最低気温+日平均気温）÷2

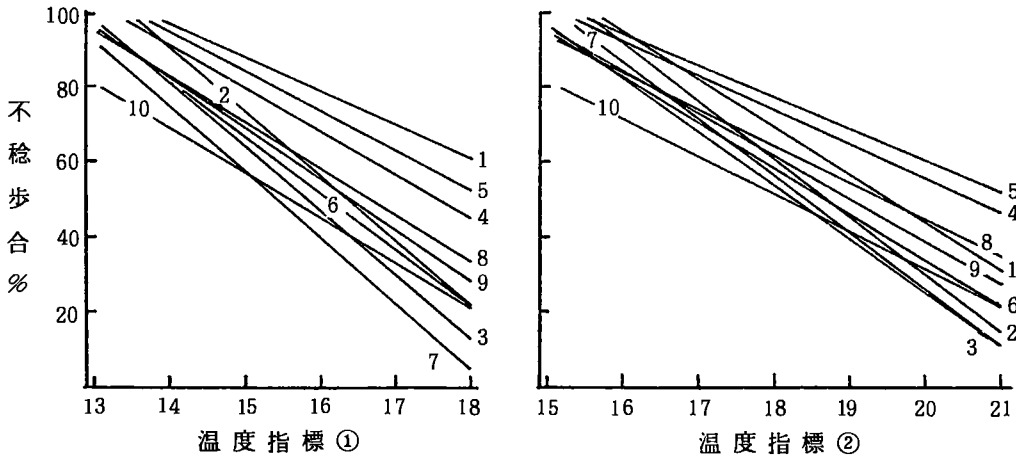


図1 減数分裂期間の温度と不稔歩合の回帰直線
注) 番号は品種を示す。表3と同じ。

の平均値を用いた場合には -0.914 であって後者の方が相関係数が高い。これらのことから減数分裂期間の温度指標としては日最低気温の平均値を用いるよりも、日中の温度の高低を加味する一つの方法として取り上げた(日最低気温+日平均気温) $\div 2$ の平均値を用いる方がより適切であると思われる。

供試した10品種の不稔歩合(y)と(日最低気温+日平均気温) $\div 2$ の平均値(x)の一次式は表3のように $y = 281.8 - 12.2x$ であって、この式より減数分裂期間の気温からみた不稔歩合を求めると表4のようである。この表でみられるように減数分裂期間の平均気温が 22°C 以上であれば障害不稔の発生はほとんどないと見てよいと思われる。気温が低下するに従って不稔歩合が増加し、 15°C になればほとんど不稔になると見てよいであろう。

表4は一つの調査結果から導いたものであり品種の耐冷性も考慮していないし、供試品種も少ないので、総ての障害不稔発生時に適合することはないかもしれない。しかし、減数分裂期の気温からみて障害不稔が発生するか、しないかの判断をする時の材料の一つとして使うことができるであろう。さらに、障害不稔がどの程度発生するかの予測にも役立つものと思われる。

引用文献

本庄ら, 1981: 減数分裂期の気温が登熟歩合に及ぼす影響. 日作東北支部報, 24, 67-69.

本庄ら, 1988: 昭和61年7月の低温と水稻の障害不稔発生について. 東北の農業気象, 33, 55-

表4 減分期の温度指標 (日最低気温+日平均気温) $\div 2$ からみた不稔歩合

気 温 $^{\circ}\text{C}$	不稔歩合%
22	13.4
21	25.6
20	37.8
19	50.0
18	62.2
17	74.4
16	86.6
15	98.8

分けつ期の気温と水稻の草型について (IV)

阿部 貞尚・飯島 正光*

(福島県農業試験場・*東北農政局)

1. はじめに

著者は、稚苗を対象に地域や品種を異にした場合の草型について検討した。水稻の草型は、分けつ盛期の気温と密接な相関が認められ、気温が低くなるにつれて草型指数が大きくなり、短稈多分けつ型の生育相を示すことを報告¹⁾した。

本報は、成苗と稚苗について、苗の種類と最高分けつ期の草型について検討したものである。

2. 材料および方法

福島県農業試験場(郡山)の水稻作況試験と気象観測データを用い、成苗(保折苗)は1956～1976年の21か年、稚苗(箱苗)は1976～1988年の13か年について検討した。供試した品種は農林21号で、耕種概要は表1に示したとおりである。成苗の苗乾物重は、1960～1976年(17か年)の数値を用いた。

草型の指標として、草型指数(本/cm) = m²あたり茎数(本) / 草丈(cm), を求めた。

表1 耕種概要

苗の種類	移植期 (月・日)	栽植密度 (cm)	1株 苗数 (本)	aあたり施肥量			試験期間 (年)
				N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)	
成苗	5.25	26.1 × 22.7	3	0.95	0.73	0.82	1956～1976
稚苗	5.15	30 × 16	5	0.6	1.0	1.0	1976～1988

表2 移植時の苗の性状

項目	成 苗			稚 苗		
	レンジ	平均	C V (%)	レンジ	平均	C V (%)
草丈 (cm)	23.1 - 18.4	20.8	11.4	15.0 - 9.0	13.0	16.2
葉 齡 (葉)	5.9 - 5.0	5.6	4.8	2.6 - 2.0	2.1	8.6
茎 数 (本/個体)	3.3 - 2.3	2.9	8.8	1.0 - 1.0	1.0	0.0
乾物重 (g/100体)	12.0 - 4.8	7.7	28.4	1.15 - 0.89	1.15	17.1

現在, 阿部貞尚(福島県農政部農業改良課), 飯島正光(福島県農業試験場)

表3 6月半旬別最高・最低気温の比較

気温	半旬	成 苗			稚 苗		
		レンジ (℃)	平均 (℃)	C V (%)	レンジ (℃)	平均 (℃)	C V (%)
最高	1	26.4 - 16.6	22.3	10.3	28.4 - 21.3	23.9	9.6
	2	27.9 - 17.1	23.0	12.2	29.3 - 23.2	25.8	6.2
	3	26.9 - 19.7	23.5	8.5	27.9 - 16.2	23.9	13.0
	4	27.4 - 19.7	24.1	8.7	29.7 - 18.8	25.0	14.2
	5	29.0 - 21.0	24.7	8.1	30.9 - 19.3	24.0	12.9
	6	29.9 - 20.1	24.8	9.7	26.9 - 19.8	23.3	8.2
	月	25.2 - 21.5	23.7	4.2	27.1 - 22.1	24.3	6.7
最低	1	16.1 - 10.2	13.0	12.3	16.2 - 10.5	14.0	11.4
	2	16.5 - 9.8	13.6	14.0	17.4 - 11.2	15.5	12.3
	3	17.1 - 11.4	14.6	11.0	17.5 - 10.3	14.4	16.7
	4	17.7 - 12.6	14.6	21.0	22.2 - 11.4	16.0	20.0
	5	19.3 - 13.7	16.2	8.6	20.0 - 12.2	15.9	15.7
	6	20.2 - 14.0	17.0	9.4	21.2 - 13.3	16.2	13.6
	月	15.0 - 13.7	15.1	6.0	18.0 - 13.6	15.3	9.9

3. 結果および考察

(1) 6月最高・最低気温の比較

苗の種類別に供試期間の最高・最低気温について検討する(表3)。最高気温についてみると、平均値では苗の種類間に大きな差はないが、年次による変異は成苗で1, 2半旬, 稚苗では3, 4, 5半旬とやゝ大きい。一方、最低気温の平均値は最高気温と類似傾向を示したが、年次変動は4半旬と大きく、両苗間に共通した特徴が認められた。

(2) 最高分げつ期の草丈・㎡あたり茎数・草型指数の比較

草丈, ㎡あたり茎数ならびに草型指数を表4, 表5に示した。苗の種類によって絶対値には差がみられるものの、草丈と㎡あたり茎数の増加には負の相関関係が認められた。草丈が短い年次では㎡あたり茎数が多く、草型指数は大きい数値を示した。

(3) 草丈・㎡あたり茎数・草型指数におよぼす気温の影響

表6を通算すると、最高気温と草丈との間には、稚苗は正、成苗では負の相関が指摘される。この要因を検討すると、成苗の移植後に最高気温が高く経過することによって、苗枯れなどの植え傷みが多発し、移植時の活動中心葉が枯れあがり、草丈が短縮するためと考えられる。2半旬の最低気温と草丈, ㎡あたり茎数, 草型指数との間にも、苗の種類間に相反する関係が認められた。成苗の場合、2半旬は移植後15~20日の時期に相当し、最低気温が高いほど苗代分げつの夭折が抑制されること、最初に出る分げつ(4号分げつに相当)の発生が促進されるためと推察される。

表4 成苗を対象とした生育の年次比較

年次 (年)	草丈 (cm)	m ² あたり 茎数 (本)	草型指数 (本/cm)
1956	61.9	850	13.7
1957	65.9	739	11.2
1958	58.8	828	14.1
1959	53.1	792	14.9
1960	55.8	695	12.5
1961	62.8	736	11.7
1962	46.1	812	17.6
1963	70.1	674	9.6
1964	62.4	739	11.8
1965	61.1	788	12.9
1966	56.3	748	13.3
1967	57.3	799	13.9
1968	53.7	806	15.0
1969	62.8	680	10.8
1970	62.4	731	11.7
1971	61.7	714	11.6
1972	52.8	960	18.2
1973	61.3	710	11.6
1974	55.4	976	17.6
1975	69.0	943	13.7
1976	64.6	898	13.9
平均	59.8	791	13.4
CV(%)	9.7	11.4	17.2

表5 稚苗を対象とした生育の年次比較

年次 (年)	草丈 (cm)	m ² あたり 茎数 (本)	草型指数 (本/cm)
1976	46.6	944	20.3
1977	50.8	732	14.4
1978	55.7	868	15.6
1979	55.8	917	16.4
1980	48.9	983	20.1
1981	60.0	855	14.3
1982	42.2	1043	24.7
1983	40.7	1025	25.2
1984	54.3	990	18.2
1985	41.2	919	22.3
1986	43.8	1051	24.0
1987	40.8	1188	29.1
1988	44.2	865	19.6
平均	48.1	952	20.3
CV(%)	13.7	12.0	22.7

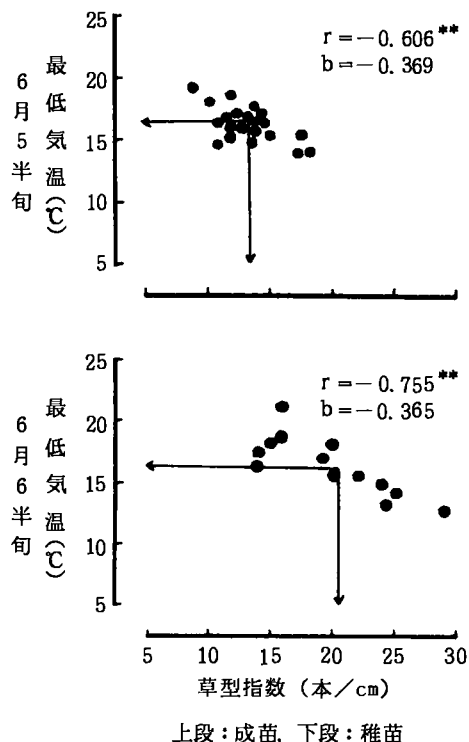


図1 最低気温と最高分けつ期の草型指数との関係

つぎに草型指数について検討する(図1)。主稈葉数は、年次によって若干の差を生じたが、成苗は5半旬、稚苗では6半旬に10葉展開期から11葉抽出期に相当する。両苗とも最低気温と草型指数との間に有意な負の相関が認められた。草型指数の平均値は、成苗が13.4本/cm、稚苗では20.3本/cmであった。稚苗の数値が大きくなる理由は、成苗に比べて草丈が短く2・3・4・5の節位からの分けつ発生数が多く、茎数増になるためであり、宮坂²⁾も指摘しているところである。

草型指数の平均値に対応する最低気温は、成苗、稚苗ともに16.2℃で一致した。草型指数の大小は16℃くらいの最低気温を境に、より低温域で分けつ期間が長くなり、草丈伸長と分けつ発生限界温度の差異から、短稈多分けつ型の生育相を呈するものと考えられる。

表6 6月半旬別の最高・最低気温と最高分げつ期の生育との相関係数

気温	半旬	草 丈		㎡あたり茎数		草型指数	
		成 苗	稚 苗	成 苗	稚 苗	成 苗	稚 苗
最高	1	-0.083	-0.353	0.421	0.389	0.315	0.412
	2	-0.214	0.046	0.313	0.359	0.295	0.205
	3	-0.252	0.219	0.085	0.159	0.209	-0.073
	4	-0.017	0.216	0.302	0.316	0.230	0.040
	5	-0.134	0.048	-0.303	0.229	-0.288	0.071
	6	0.110	0.601	-0.165	-0.579*	-0.167	-0.661*
最低	1	0.135	-0.408	0.280	0.107	0.106	0.243
	2	-0.303	0.318	0.622**	-0.184	0.558**	-0.301
	3	0.026	0.773**	0.140	-0.446	0.195	-0.706**
	4	0.287	0.544*	0.159	-0.024	-0.078	-0.357
	5	0.492*	0.158	-0.450	-0.141	-0.606**	-0.214
	6	0.279	0.674*	-0.383	-0.630**	-0.436*	-0.755**

備考：有意水準 成苗 (n=21) 5% - 0.423 1% - 0.537
 稚苗 (n=13) 5% - 0.532 1% - 0.661

表7 最高分げつ期の草型指数と諸形質との相関

その1 成 苗						
項 目	レ ン ジ	平均	C V (%)	相関係数		
有効茎歩合 (%)	69.1 - 48.2	60.0	10.0	-0.615**		
稈 長 (cm)	105.4 - 82.5	94.2	6.5	-0.127		
穂 長 (cm)	18.6 - 15.5	16.6	4.8	0.001		
㎡あたり穂数 (本)	512 - 408	461	6.5	0.688**		
1 穂 粒 数 (粒)	80.1 - 55.8	68.3	9.5	-0.223		
㎡あたり粒数 (粒)	39585 - 24225	30625	11.2	0.192		
その2 稚 苗						
有効茎歩合 (%)	63.3 - 41.4	51.5	11.6	-0.835**		
稈 長 (cm)	98.0 - 81.0	89.2	6.3	-0.204		
穂 長 (cm)	17.2 - 14.9	15.9	4.3	-0.503		
㎡あたり穂数 (本)	530 - 451	484	4.4	0.068		
1 穂 粒 数 (粒)	70.2 - 53.6	60.9	8.2	-0.434		
㎡あたり粒数 (粒)	33008 - 26913	29552	6.9	-0.417		

(4) 収量構成要素などにおよぼす草型指数の影響

草型指数と有効茎歩合との間に有意な負の相関が認められた。すなわち、草型指数の増大は無効分げつ茎の増加も含まれているために、有効茎が低くなることを示している。成苗の草型指数・㎡あたり穂数は、稚苗に比べて効率の良いことが示唆された(表7)。

4. まとめ

最高分げつ期の草型指数は、成苗が6月5半旬、稚苗では6月6半旬の最低気温との間に有意な相関が認められた。草型指数の大小は、成苗と稚苗が一致して最低気温16.2℃であり、この温度より高温域で小さく、低温域では大きくなることが示唆された。

引用文献

1. 阿部貞尚, 1985: 東北の農業気象, 30, 55~58.
2. 宮坂 昭, 1978: 田植機稲作の基本と応用, 243~246, 社団法人全国農業改良普及協会.

岩手県における水稻の気温による發育段階予測

第1報 早生品種について

多田 徹・伊五澤 正光*・石川 洋

(岩手県立農業試験場・* 岩手県立農業試験場県南分場)

1. 緒論

京都大学・他試験場と共同で「水稻の發育動態予測システムの開発」の研究を行っているが、堀江(1987)によるその理論及び結果を岩手県の奨励品種(早生品種)に当てはめて生育ステージの予測を検討した。

今回は早生品種のたかねみのり、アキヒカリについて検討した。

2. 方法

本研究において、DVI(發育指数)の設定は下記の通りにした。

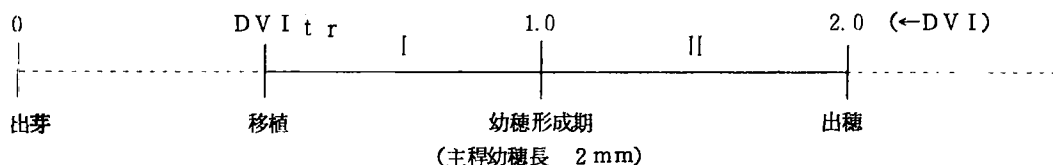


図1 本研究のDVIの設定

また、DVI, DVR(發育速度)及びDVI_{tr}(移植時のDVI)は次式で与えられる。

$$DVI = DVI_{tr} + \sum_i DVR_i, \dots\dots\dots(1)$$

$$DVR = \frac{1}{G} \cdot \frac{1}{1 + \exp\{-A(T - T_h)\}}, \dots\dots\dots(2)$$

$$DVI_{tr} = C \cdot NL + D, \dots\dots\dots(3)$$

T: 日平均気温, NL: 移植時葉齡(不完全葉を1とする)

DVRのパラメータの算出はシンプレックス法を使用した。従来の堀江による生育モデルと異なる点は以下の3点である。

- (1) 現地などにおいては育苗時の気温が不明な場合が多いということから、出芽～移植の気温を使用せず、移植時のDVIをその時の葉齡から算出することにした。
- (2) 肉眼で容易に観察でき、栽培上重要であるという理由から、幼穂分化(第1苞原基分化期)のかわりに幼穂形成期(幼穂長2 mm)を指標とした。
- (3) DVRは温度のみの関数とした。これは、アキヒカリのような感温性品種は圃場に移植した場合、季節による日長の差は生育ステージにほとんど影響ないという理由からである。

3. 使用データ

パラメータの算出に使用したデータは以下のデータである。

- (1) たかねみのり 作況試験及び他試験
 県北分場 : 16データ (1985 ~ 1988)
 本場 : 3データ (1986 ~ 1988)
 移植時葉齢 : 3.1 ~ 5.4 葉
- (2) アキヒカリ 作況試験及び他試験
 県北分場 : 14データ (1979 ~ 1988)
 本場 : 3データ (1986 ~ 1988)
 移植時葉齢 : 3.1 ~ 5.0 葉

4. 結果及び考察

(1) パラメーターについて

同じ予測時期において、出穂期に近い品種では品種の差は余りないことがわかる。この数値より計算した日平均気温とDVRの関係を図1に、移植時葉齢とDVIの関係を図2に示す。

表1 最適パラメーター

品 種	予 測 時 期	A	Th	G	C	D
たかねみのり	移植～幼穂形成期	0.1336	20.565	36.960	0.0654	0.1011
	幼穂形成期～出穂期	0.3700	15.000	20.000	—	—
アキヒカリ	移植～幼穂形成期	0.1152	21.619	36.335	0.0697	0.0904
	幼穂形成期～出穂期	0.3400	15.040	20.400	—	—

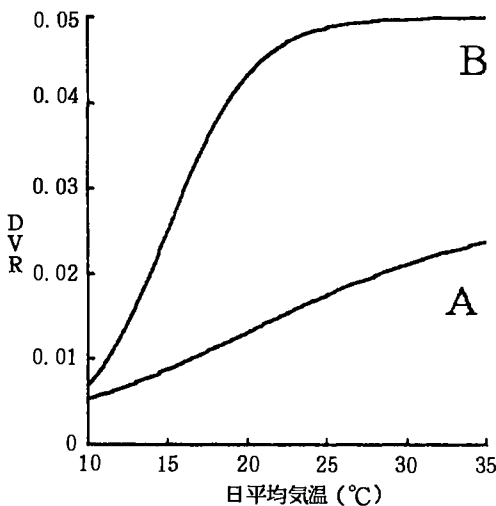


図1 日平均気温とDVR
 (品種 たかねみのり)
 A : 移植～幼穂形成期
 B : 幼穂形成期～出穂期

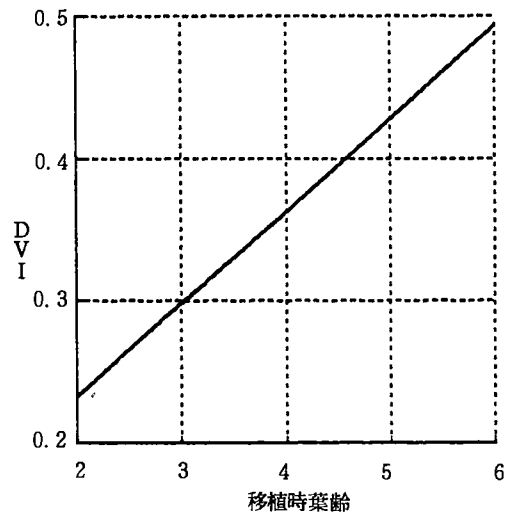


図2 移植時葉齢とDVI
 (品種 たかねみのり)

(2) 最適パラメーターの検証

1) パラメーターを推算する際に使用したデータの当てはまり

表2より平均推定誤差はほぼ2日以内となっており、幼穂形成期の観測誤差を考慮すると、ほぼ妥当なものと思われる。

たかねみのりのそれぞれの時期の実測値と予測値の比較を図3、図4に示す。

表2 予測結果

品 種	予 測 時 期	誤 差 範 囲	n	残 差 二 乗 和	平均推定 誤 差	R
たかねみのり	移植～幼穂形成期	-2～+3	19	63	1.8209	.9447
	幼穂形成期～出穂期	-4～+1	19	51	1.6384	.7655
アキヒカリ	移植～幼穂形成期	-5～+4	17	73	2.0722	.9275
	幼穂形成期～出穂期	-3～+2	17	42	1.5718	.7414

*平均推定誤差：{ 残差二乗和 / (n - 1) }^{0.5}

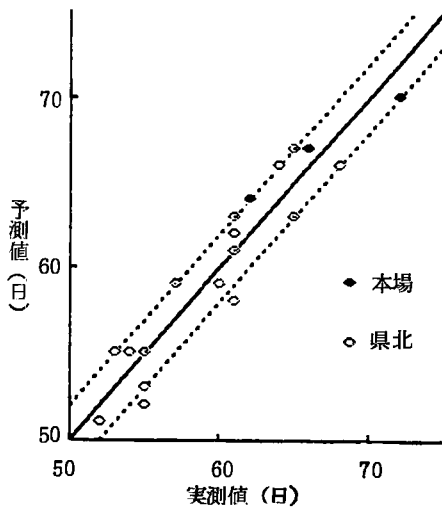


図3 移植～幼穂形成期の日数
(品種 たかねみのり)

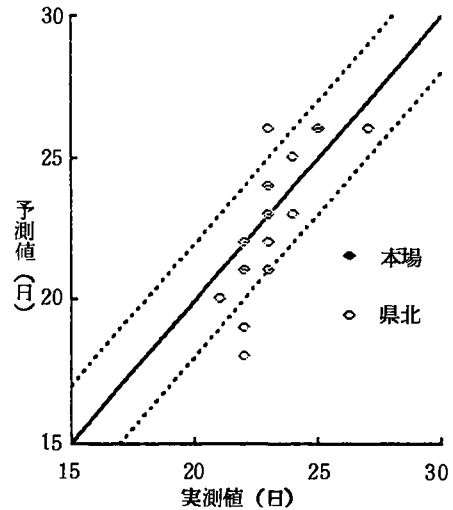


図4 幼穂形成期～出穂期の日数
(品種 たかねみのり)

2) 平成1年のデータの当てはまり

最適パラメータを使用して、平成1年の予測をした結果を表3に示す。これらのデータはパラメータを推算するには使用していないデータである。誤差の所にある出穂期A、Bというのは、Aは観測した幼穂形成期をDVI=1.0とし、そこから残りの期間を積算したものであり、Bは幼穂形成期が不明であると仮定して、すべて予測のみで行ったものである。

これより、たかねみのりは本場、県北共に良く適合しているが、アキヒカリは特に本場で実際の幼幼穂形成期～出穂期が短かったということがわかる。これはパラメータの推算に県北分場のデータを多く使用したため、平成1年のような幼穂形成期～出穂期の高温多照のデータが少なかったためと考えられる。

今後はさらに多くのデータを使用して検討する予定である。

表3 幼穂形成期、出穂期の予測及び結果

品 種		場所	移植時		実 測 幼 穂 形成期	実 測 出穂期	誤 差 (実測-予測)		
			葉 齢 (N L)	移植日			幼 穂 形成期	出穂期 A	出穂期 B
たかねみのり	1	本場	3.00	5/15	7/21	8/10	0	-1	-1
	2	本場	4.00	5/20	7/19	8/9	0	0	0
	3	県北	4.40	5/20	7/19	8/9	-1	0	-1
	4	県北	4.80	5/20	7/18	8/8	-1	0	-1
アキヒカリ	1	本場	3.10	5/15	7/22	8/10	1	-3	-2
	2	県北	4.80	5/20	7/19	8/8	0	-2	-2
	3	県北	4.10	5/20	7/19	8/9	-3	-1	-4
	4	本場	4.20	5/11	7/17	8/5	3	-3	0
	5	本場	4.16	5/11	7/17	8/6	3	-2	1
	6	本場	3.99	5/11	7/17	8/7	2	-1	1
	7	本場	3.71	5/14	7/20	8/7	2	-4	-2
	8	本場	2.82	5/14	7/21	8/8	-1	-4	-5
	9	本場	4.73	5/22	7/19	8/8	1	-2	-1
	10	本場	4.71	5/22	7/19	8/8	1	-2	-1
	11	本場	4.22	5/25	7/21	8/11	-1	-1	-2
	12	本場	5.13	5/31	7/21	8/12	0	0	0

5. 摘 要

(1) 堀江らの水稻発育段階予測法を基本とし、DVI理論を使用してたかねみのり、アキヒカリの幼穂形成期、出穂期を予測した。

(2) 堀江らの予測法と比べて、変更した点は①移植時のDVIをその時の葉齢より算出し、そこから積算を開始したこと。②幼穂分化の代わりに幼穂形成期(幼穂長2mm)を指標としたこと。③両品種とも日長の影響については無視してよいことが明らかになったため、DVRの計算式は日長の項を無視し、温度のみの関数としたことの3点である。

(3) 平均推定誤差はほぼ2日以内となり、観測誤差等も考慮すると妥当なものと思われた。

(4) 推算したパラメーターを使用して平成1年の予測を行った結果、誤差が大きくなったところもあったので、今後広範囲のデータを入れてパラメーターを推算する予定である。

引用文献

- (1) 京大農作物学研究室, 稲の発育動態予測モデルの考え方とパラメーター推定法(1987), 未発表
- (2) 堀江武・中川博視・吉良知彦, イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究 第1報・日本作物学会紀事55(1), 214 - 215(1986)
- (3) 同 第2報, 日本作物学会紀事 56(1), 208 - 209(1987)

近年の青森県水稲作における気象災害、とくに冷害の一考察

金澤 俊光*・穴水 孝道
* (青森農試・藤坂支場, 青森農試)

はじめに

青森県の水稲作は、自然環境の厳しさから冷害を受け易く、生産量は低位でかつ不安定性が伴っていた。これらは、木村(1950)が指摘するように、いわゆる南部(藩)地方と津軽(藩)地方では相当に異なる様相を呈しており、南部地方の冷害軽減が大きな課題であると言ふべきであろう。

ところが、第2次大戦後は水稲の品種改良が進み、早熟・強稈・耐冷・多収性を兼備した藤坂5号の育成(昭和24年命名)によって、冷害克服の端緒を得た。その後は、藤坂5号系の改良品種を続々と生み出し、一方では育苗法や施肥法等の改善が、水稲の収穫量を大幅に向上させ、その後も各種の農業資材や農業機械の開発・普及に伴って、高単収果の仲間入りを果たし、今日に至っている。

しかし、昭和30年代・40年代の順調な発展期を経て、昭和51年に不作(作況

表1. 青森県の水稲収量とその変遷

期間	10a 当たり収量(kg)	変動係数(%)
昭和21~30	329.9	14.9
31~40	462.0	4.7
41~50	540.8	6.9
51~63 (除55)	529.4 (551.4)	19.7 (12.8)

指数91)を記録してより以降、近年の単収向上は鈍化し、かつ作柄の変動が大きくなるという傾向を示し、安定生産の観点より問題を提起していると思われる。そこで、この要因を気象災害の面から整理し、青森県の宿命ともいえる冷害の実態を見直したいと考えた。

1. 研究方法

基本的には、統計情報事務所が公表している累計の数値に準拠した。年次は、昭和51~63年の13か年である。その中で、冷害部分の検討に際しては、青森県の公表値ならびに青森県農業試験場による生育・作柄に関する解析資料等を使用した。

また、被害程度の推計に関しては、前記の諸資料より地域性とその程度を拾い出し、年次別・市町村別の登熟気温を加味しながら、東青・西津軽・北津軽・中津軽・南津軽・上北・下北・三戸の8地帯に分けて被害量を推定した。これを基礎として、作況表示地帯毎に組み換え、平年収量に対する減収割合(被害量率)を試算した。

2. 結果と考察

(1) 水稲の全体被害について

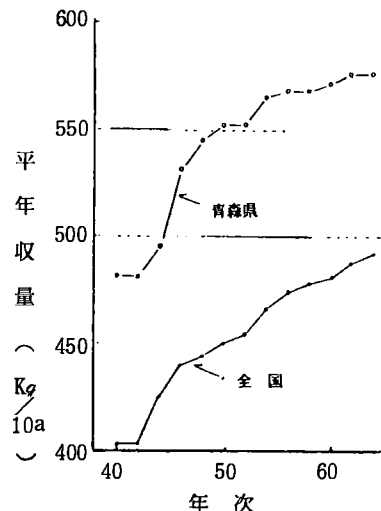


図1. 近年における水稲の平年収量

*金澤 俊光は、平成2年4月より、青森県農業試験場勤務となる。

表2. 青森県の水稲被害とその内訳

項目 区分	被害面積 (100 ha)					被害量 (100トン)				
	気象	病害	虫害	その他	計	気象	病害	虫害	その他	計
平均	495	96	32	3	626	658	44	8	0	710
変動係数 (%)	61	59	50	108		110	95	112	131	
構成比率 (%)	79.0	15.4	5.1	0.5	100	92.7	6.2	1.1	0.0	100
被害率 (%)	65.8	12.8	4.3	0.4	83.3	15.4	1.0	0.2	0.0	16.6 **

項目 区分	被害面積 (100 ha)					被害量 (100トン)				
	冷害	風水害	干害	その他	計	冷害	風水害	干害	その他	計
平均	412	65	4	14	495	596	55	3	5	659
変動係数 (%)	70	151	235	207		119	185	237	224	
構成比率 (%)	83.2	13.1	0.9	2.8	100	90.5	8.4	0.4	0.7	100
被害率 (%)	54.7	8.6	0.6	1.9	65.8	14.0	1.3	0.0	0.1	15.4 **

- 注) 1. 農林水産統計資料 (昭51~63) による。
 2. 被害面積は、被害種類の延べ面積である。
 3. * 被害面積 ÷ 作付面積 × 100, ** 被害量 ÷ 平年収量 × 100

1) 水稲被害面積は、種類によって重複する部分もあるが、平均的には作付面積の83%が何らかの被害を受けている。その内訳では気象が79%を占め、残りは病害・虫害・その他の順位となる。

2) これらを被害量の面から見ても同様な順位であるが、平年収穫量を100とした場合、平均的な被害総量は16%余に相当する。全被害の93%が気象被害で占められ、面積当たりの被害量は大きい。

要約すると、青森県においては気象に起因する被害が最大で、しかもその頻度が高い実態にある。

(2) 水稲の気象被害について

1) 被害面積は年平均で約5万ha、作付面積対比で65%余に達する。これを100とすれば、冷害83%、風水害13%、干害とその他(異常高温、雹害、地震など)で4%という割合になる。

2) 被害量でいえば、年平均で約66万トン、その内訳は冷害が91%、風水害で8%余、干害とその他は約1%である。

言うなれば、青森県で最大の気象被害は冷害であり、これを軽減できれば、莫大な利益となる。

(3) 水稲冷害の年次的な状況

1) 冷害による被害面積は、皆無の53年と1%未満の59・60年を除くと、最近13か年の中で10か年は明らかな被害が生じ、作付面積の過半数が罹災した年次は8か年に達している。55・56年のように全面積で被害を受けた実例もあることから、平均的には被害面積率が55%という数値を示している。

2) これを被害量でみると、13か年で平年収量の14%相当量が冷害で失われており、最大は55年の60%余、続いて56年の32%という数値がある。青森県の水稲作生産額は年間1,000億円を軽く越えるので、1%が約10億円に相当するから、被害率14%というのは、毎年百数十億円余の損失を蒙っていることを意味している。

表3. 年次別・冷害による被害の概況

項目 年次	冷害の型	被害面積率(%)	被害量率(%)	作況指数	1等米比率(%)	備 考*
52	遅 延	31.2	4.0	103	32.4	
53	—	—	—	110	47.3	
54	障 害	27.7	4.5	106	54.0	
55	障 害	100.0	60.5	47	32.6	
56	遅 延	100.0	32.1	65	0.4	
57	障 害	69.0	9.0	99	78.8	
58	遅 延	94.7	14.2	94	66.9	
59	—	0.1	0.0	109	90.1	
60	—	0.5	0.0	106	91.9	
61	遅 延	80.0	10.5	100	82.8	
62	遅 延	52.0	7.8	101	70.5	
63	混 合	87.3	25.1	84	27.3	津軽…障害（幼穂発育期） 県南…出穂遅延
計	—	54.7	14.0	—	—	

注) 1. 被害面積率=被害面÷作付面積×100

注) 2. 被害量率=被害量÷平年収量×100

注) 3. *印は、被害を受けた時期又は特徴など。

3) この様に大きな被害をもたらす冷害を、量的な見地から、地帯別・タイプ別に考察してみた。

表4. 地帯別・タイプ別冷害による被害量率の推定値

年次	地帯 タイプ	青 森			津 軽			南 部			下 北			県 計		
		遅	障	計	遅	障	計	遅	障	計	遅	障	計	遅	障	計
昭. 51		12	6	18	6	6	12	19	6	25	52	4	56	12	5	17
52		6	—	6	1	—	1	8	—	8	13	—	13	4	—	4
53		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54		—	6	6	—	1	1	1	9	10	2	11	13	0	4	4
55		—	73	73	—	32	32	—	100	100	—	100	100	—	61	61
56		53	—	53	27	—	27	36	—	36	44	—	44	32	—	32
57		4	8	12	—	5	5	6	9	15	1	8	9	3	6	9
58		18	—	18	7	—	7	24	—	24	40	—	40	14	—	14
59		—	—	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0
60		—	—	—	—	—	—	0	—	0	1	0	1	0	—	0
61		14	—	14	6	—	6	16	—	16	26	—	26	11	—	11
62		16	—	16	5	—	5	9	—	9	31	—	31	8	—	8
63		10	15	25	2	13	15	32	9	41	33	17	50	13	12	25
平均		10	8	18	4	4	8	12	10	22	19	11	30	(7.3)	(6.7)	(14.0)
														7	7	14
(参 考)	同上構 成比(%)	55	45	100	49	51	100	52	48	100	62	38	100	52	48	100
	平年収量 割合(%)	8			57			33			2			100		

注) 1. 被害量率=被害量÷平年収量×100, (単位, %)

2. タイプ:遅……遅延型, 障……障害型

3. 細部推計した数値を、地帯別・タイプ別に再集計した。

① 作況表示地帯毎に被害量率で見れば、下北>南部>青森>津軽>となり、津軽の優位性は明らかで、単純な比較をすると下北・南部は3~2倍以上の被害を受けていると言えよう。

② 被害のタイプ別に比較すると、遅延型=障害型……津軽・青森県（厳密には、津軽：遅<障，青森県：遅>障），遅延型……青森・南部・下北となる。これは、ヤマセに伴う低温・少照の頻度が高い地域では、遅延型冷害の危険性が高いことと密接な関係があるとみられる。

4) 冷害による被害は、通常の場合、収穫量の減損すなわち量的な面で顕著に現われるが、品質の低下も大きな問題である。

① 明らかに作柄不良（作況指数94以下）の年次は冷害年であり、その年次の1等米比率は低下している。また、大局的に見て、作況指数が低いと概ね低品位である。したがって、冷害は減収のみならず低品位化を随伴させており、とりわけ遅延型冷害の場合は、品質の低下に大きく影響している。

② 52~54年はレイメイ時代およびその直後に相当しており、作況指数が高いにも拘らず、1等米比率が低い。これは品種がもつ特性による部分と、産米改善の取り組み意織の低さに起因するものとの両面があるのではないかと推定される。

おわりに

青森県の水稲作における冷害防止については、研究開発の面と生産指導の面から絶えず努力を重ねており、その結果、現在の平年単収は576 kg（全国第3位）に達するまでとなった。しかし、本県の気象災害、とりわけ冷害は、今もって最大の生産阻害要因であることに変わりはなく、今後とも被害軽減すなわち冷害防止の対応は、絶対に欠かすことができない。

第2次大戦後の10年間・昭和20年代は社会的な混乱が続き、稲作は停滞していたが、その後の20年間で飛躍的な発展を遂げて来た。しかるに、

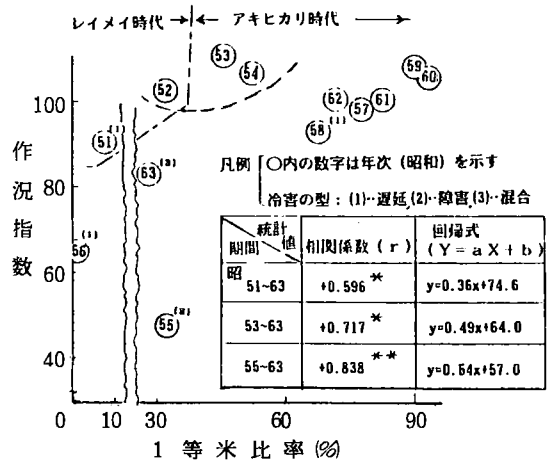
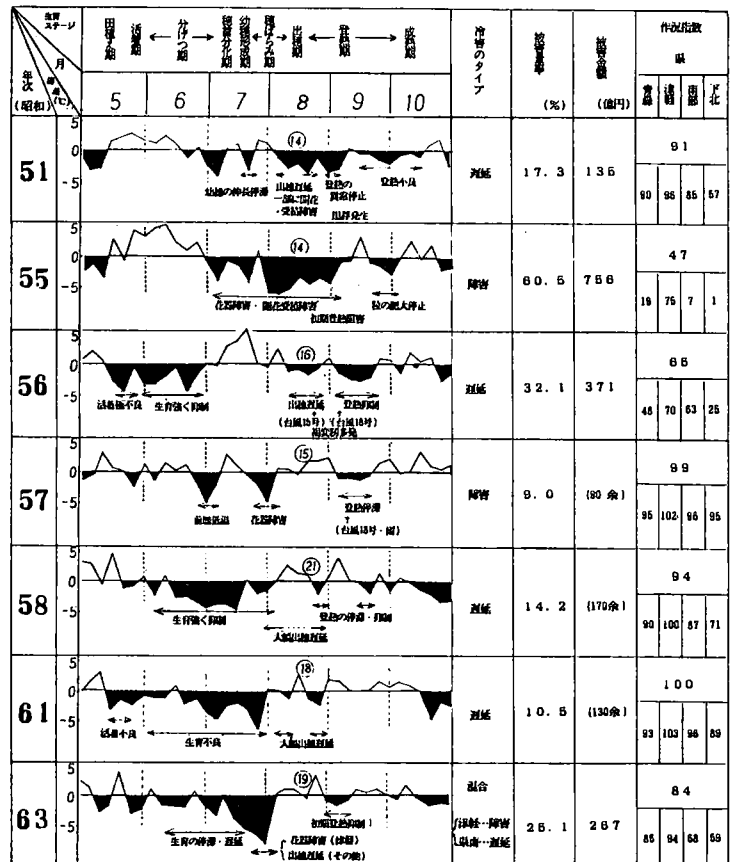


図2. 一等米比率と作況指数との関係

図. 冷害年次の半旬別平均気温平年偏差と被害概要



注) 1. 半旬別・平均気温の平年偏差図…青森県農試農支場(十和田市) 3. 被害率 = 被害量 ÷ 平年単収 × 100
2. ○内の数字は、十和田市の平均出穂期 4. 被害金額 ()内は推計値

近年は収量水準が向上したとはいえ、戦後当時に匹敵するような収量の年次変動がみられ、異常な気象の来襲が本県の水稲作にも大きな影響を与えていることが窺えるのである。

被害の実態をみると、冷涼地帯を抱える地域ほど生産の安定性に欠け、被害量も多い現実が示されている。よって、県が定める稲作地帯区分およびこれに伴う栽培改善の基礎的な技術を、キメ細かく地道に実施して、自らが積極的に被害の回避や軽減を図るべきである。冷害年次における優良事例を調査してみる時、そこには必ず人為的な努力の跡が認められており、技術の適用とその巧拙が成果を左右しているのである。

また、本県の冷害をタイプ別にみると、県全体では遅延型と障害型の被害が略々同程度であるものの、冷害の頻度が高い地域ほど遅延型冷害の防止が大きな課題となっている。そのため、冷害頻発地帯の解決策として、早熟品種の育成や作期の前進技術に積極的な取り組みを継続した結果が、単収の著しい向上という実績を生んだとも言えよう。

しかし、冷涼地帯の技術水準は更に向上させねばならぬので、広義の耐冷性を付与する基本技術は必須であり、登熟の確保を主眼とする安定性と良質性の併存を重視するべきである。これに比べて、気象環境に恵まれた地域では障害型冷害の克服を必要とするが、卜蔵（1989）の指摘する水稲の低温による不稔発生の抵抗性（障害型または狭義の耐冷性）向上、新しい水管理技術の開発等が望まれる。このような県内の地域性を熟知して、長期にわたる技術改善を能動的に推進しなければならない。

最後に、本県に関して有意義な御教示を賜った、東北農政局青森統計情報事務所・作況研究室長、福井正氏に謝意を表す。

文献・資料

木村 吉郎，1950：東北地方の稲の凶作発現に関する一資料・農業気象，6(2)，5 - 10

東北農政局青森統計情報事務所，1977：昭和51年青森県水稲作～1987：昭和61年青森県水稲作

“ ，1988：昭和62年産青森県稲作農作物統計

“ ，1989：昭和63年産農作物統計

“ ，1977：第24次青森農林水産統計年報～1989：第36次同左

青森県，1977：昭和51年冷害と対策の概要，4 - 8，86 - 89

“ ，1981：昭和55年冷害と対策の概要，18，19 - 24

“ ，1982：昭和56年青森県農作物災害と対策の概要，16，20 - 25

“ ，1989：昭和63年農作物異常気象災害と対策の概要，12，15 - 19

青森県農業試験場・専技室，1977：青森県における昭和51年水稲冷害の実態

青森県農業試験場，1977：昭和51年の稲作～1986 昭和60年の稲作（稲作研究資料）

青森県農業試験場・専技室，1981：青森県における昭和55年水稲冷害の実態

青森県農業試験場，1982：青森県における昭和56年水稲冷害の実態とその要因解析

“ ，1983：昭和57年度水稲障害不稔発生の実態とその要因解析

青森県農業試験場ほか，1984：青森県における昭和58年異常気象による農作物被害の実態とその要因

青森県農林部，1989：昭和63年異常気象による農作物被害の実態

卜蔵 建治，1989：昭和63年冷害の背景・自然災害科学，8(3)，1 - 11

水稻障害不稔による減収尺度

伊五澤正光・多田 徹・石川 洋
(岩手県立農業試験場)

1. はじめに

岩手県の中・北部地帯は7月下旬～8月上旬の水稻の減数分裂期に低温の出現確立が高く、障害不稔が発生し減収する危険が高い。近年では昭和55年・57年および63年は障害不稔の多発により、被害を大きくしている。

このように障害不稔が多発した場合、どの程度減収するかについて、岩手統計情報事務所や青森県農業試験場などから不稔歩合と減収率の関係が報告されているが、実状に合わなかったり、利用しにくいなど、問題点が多い。

そこで、障害不稔により減収した岩手県における過去の事例をもとに、不稔と減収程度について検討した結果について報告する。

2. 方 法

障害不稔が多発しなかった場合の収量を推定するために、平常年の一穂籾数・ m^2 籾数・稔実籾数等から重回帰分析により登熟歩合・千粒重の推定式を求めた。次いで、障害不稔が多発した事例についてこれらの予測式により、不稔歩合が通常であった場合の収量を求め、実収量との比較により不稔歩合と減収率の推定式を求めた。

表1 登熟歩合・玄米千粒重推定に用いたデータ
(昭和45～63年, 農試本・分場各種試験・生育診断圃)

品種名	項目	一穂籾数 (粒/穂)	m^2 当籾数 (千粒)	稔実籾数 (千粒)	登熟歩合 (%)	不稔歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	収量 (kg/10a)
アキヒカリ	データ数	45	45	45	45	45	45	45
	最大値	102.1	50.3	47.3	93.7	14.7	24.3	795
	最小値	70.0	30.9	29.3	69.3	3.1	20.7	575
	平均値	87.1	38.3	35.4	79.9	7.5	21.9	672
	標準偏差	6.7	4.4	3.9	5.6	3.0	1.0	56
ハヤニシキ	データ数	96	96	96	96	96	96	96
	最大値	100.1	41.9	39.8	95.3	9.8	24.4	747
	最小値	56.1	13.4	12.8	78.8	2.3	20.0	256
	平均値	78.5	30.8	28.9	87.7	6.0	22.4	594
	標準偏差	8.6	6.7	6.1	4.1	1.9	0.9	105

表2 減収率推定に用いたデータ
(昭和45~63年, 農試本・分場各種試験・生育診断圃)

品種名	項目	一穂数 (粒/穂)	m ² 当 数 (千粒)	稔実数 (千粒)	登熟歩 合 (%)	不歩 合 (%)	稔合 千粒重 (g)	収量 (kg/10 a)
アキヒカリ	データ数	72	72	72	72	72	72	72
	最大値	102.6	50.9	43.7	93.7	99.5	24.3	795
	最小値	66.9	27.9	0.3	0.4	3.1	18.8	6
	平均値	86.0	39.0	25.6	61.1	33.5	21.1	503
	標準偏差	7.4	4.8	10.8	23.4	26.9	1.2	213
ハヤニシキ	データ数	90	90	90	90	90	90	90
	最大値	100.1	47.6	39.8	95.3	99.8	24.4	743
	最小値	56.1	18.7	0.1	0.1	2.3	19.3	3
	平均値	78.99	33.61	25.2	72.7	22.9	22.0	520
	標準偏差	8.015	5.723	9.3	25.7	27.6	1.1	187

3. 結果と考察

(1) 登熟歩合の推定 (データ解析は「快刀乱麻」を使用, 以下同様)

登熟歩合は一穂数・m²数と相関が高いことから, これを説明変数として重回帰式を求めた。

その結果は以下の通りである。

アキヒカリの推定式: $Y = -0.402X_1 - 0.542X_2 + 135.6$ (1)
 $n = 45$ $R^2 = 0.576$ 平均誤差 = 3.7%

ハヤニシキの推定式: $Y = 0.045X_1 - 0.448X_2 + 97.9$ (2)
 $n = 96$ $R^2 = 0.452$ 平均誤差 = 3.1%

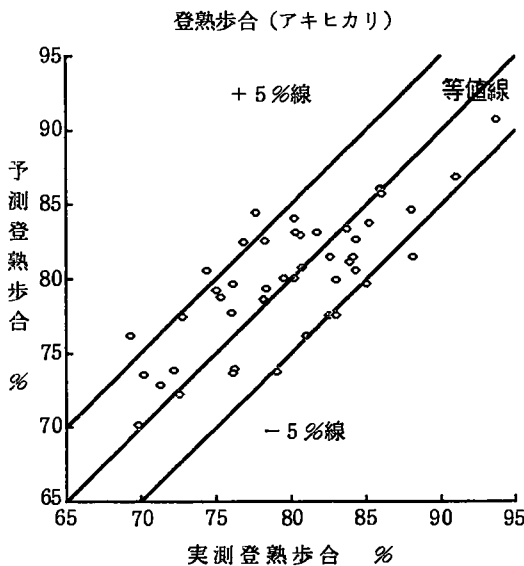


図1 登熟歩合の実測値と予測値
(アキヒカリ)

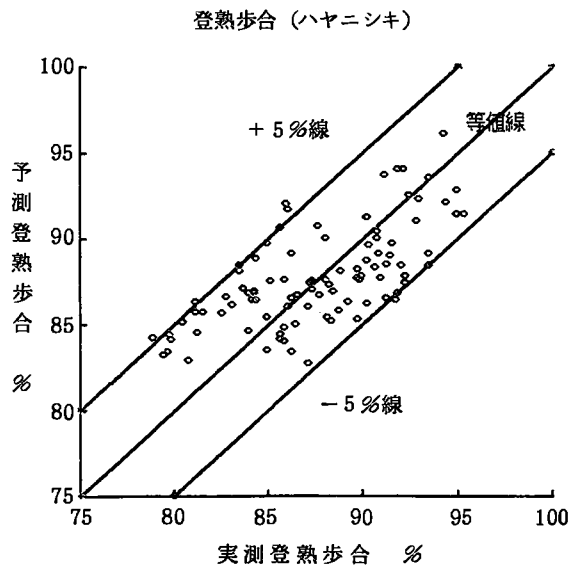


図2 登熟歩合の実測値と予測値
(ハヤニシキ)

Y : 登熟歩合(%) , X_1 : 一穂粒数(粒) , X_2 : m^2 粒数(千粒)

式(1)・(2)の寄与率は必ずしも高くないが、平均誤差はいづれも4%未満で、実用上ほぼ満足できるものと考えられた。

(2) 玄米千粒重の推定

玄米千粒重の推定のために各種の項目について検討したが、いずれの項目も相関が低いが、以下のような推定式を求めた。

アキヒカリの推定式： $Y = 0.046X_1 - 0.231X_2 + 0.176X_3 + 20.54$ ……………(3)
 $n = 45$ $R^2 = 0.086$ 平均誤差 = 0.9 g

ハヤニシキの推定式： $Y = 0.031X_1 - 0.527X_2 + 0.468X_3 - 0.031X_4 + 25.325$ ……………(4)
 $n = 96$ $R^2 = 0.335$ 平均誤差 = 0.7 g

Y : 玄米千粒重(g) , X_1 : 一穂粒数(粒) , X_2 : m^2 粒数(千粒) ,
 X_3 : 穂実粒数(千粒/ m^2) , X_4 : 登熟歩合(%)

式(3)・(4)とも寄与率が低く、平均誤差も0.7~0.9gと大きく、図3、4で示すように実測値と予測値の差がやや大きい。これは、説明変数に登熟期間の気象条件が入っていないことによると考えられ問題が残るが、今回はこの推定式を用いることとした。

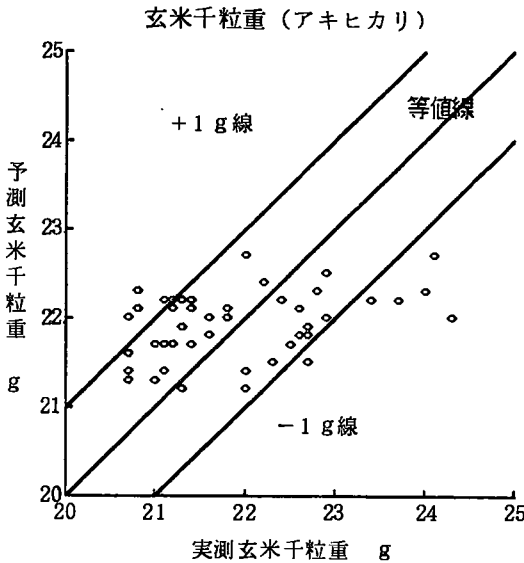


図3 玄米千粒重の実測値と予測値 (アキヒカリ)

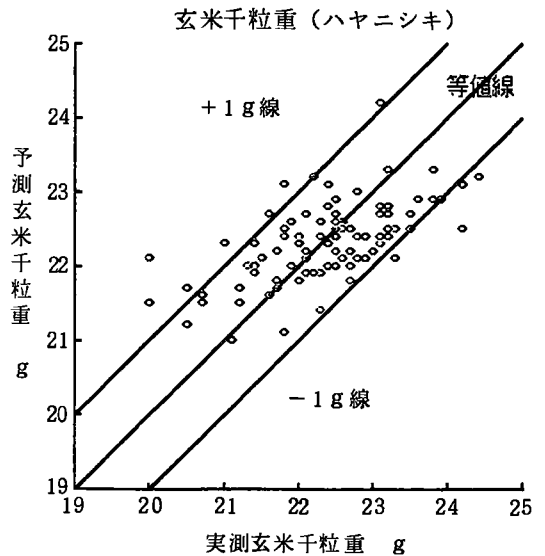


図4 玄米千粒重の実測値と予測値 (ハヤニシキ)

(3) 減収率の推定

以上の推定式を用いて、障害不稔が多発した昭和55・57・63年の岩手県内の各種事例について、障害不稔が多発しなかった場合の収量を推定した。さらにこの結果から実収量との比較で減収率を求め、不稔歩合と減収率の関係について図5に示した。なお、生理的障害等により通常年でも数%の不稔は発生していることから、不稔が10%未満の場合の減収率は無(0)とした。

この結果、不稔歩合と減収率の関係について、アキヒカリとハヤニシキの品種間差異はないと考えられた。また、不稔歩合が15%以上では不稔歩合と減収率の関係は1次式で表すことが可能と考えられ、この2品種を一緒にして推定式を求めた。

減収率の推定式： $Y = 1.120X_1 - 11.753$

Y：減収率（%）， X_1 ：不稔歩合（%）， $n = 90$ ， $r = 0.995$ ，平均誤差 = 2.8%

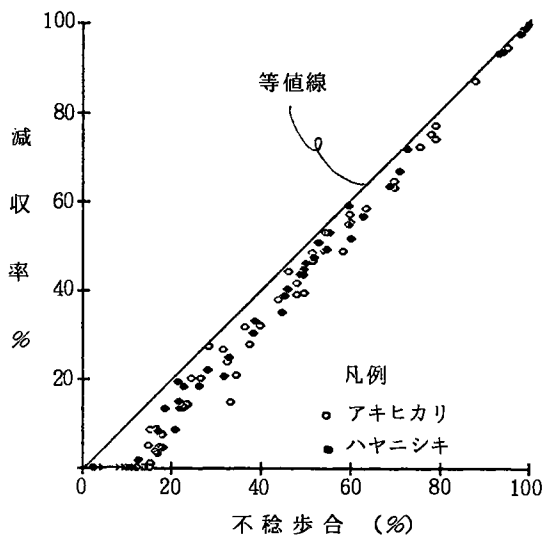


図5 不稔歩合と減収率

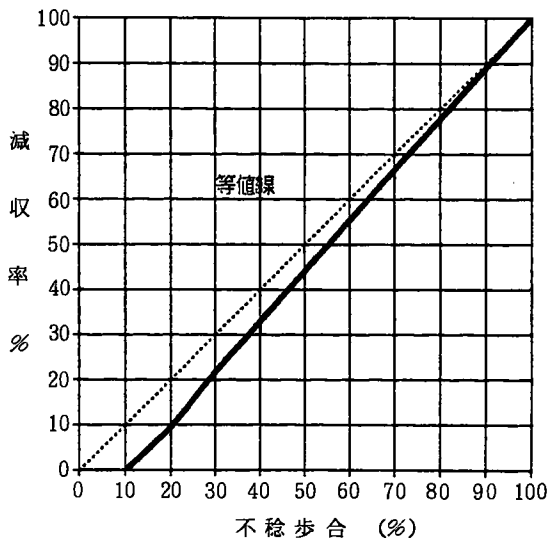


図6 不稔歩合と減収率（模式図）

4. おわりに

水稻の障害不稔の多発した場合の減収率の推定には、その年の不稔歩合が通常であった場合の収量をどのように想定するかが大きな問題である。本報告では、それぞれの事例について一穂粒数や m^2 粒数等から不稔歩合が通常であった場合の登熟歩合や玄米千粒重を推定することにより、減収率を求めた。しかし、本手法では当該年の登熟期間の気象条件や稲体の栄養条件が考慮していないことなど、残された問題点も多いことから、今後さらに検討していく必要があると考えられる。

生育モデルによる水稲収量変動の解析

岡田 益己
(東北農業試験場)

1. はじめに

昭和51年(1976年)以降、北日本を中心に冷害が頻発している。これは世界的にも顕著になっている異常気象が原因とされており、今後もこの傾向が続くものと予想される。安定な生産を維持するために、作物の生育・収量の解析、診断、予測が、以前にも増して重要となろう。一方、この分野での作物生育モデルの活用を目的として、とくに水稲ではHorie(1987)や岡田・小林(1987)などのモデルが開発されている。ここでは、後者の開発によるPRISMにいくつかの改良を加え、東北地域における2、3の問題に応用を試みた。

2. モデルの概要

図1にモデルのブロックダイアグラムを示す。図中の円形内の f は関数関係、 \times は乗算、 $-$ は減算、 Δ は積算の意味である。また右に突起した図形はパラメータを示し、 h は収穫係数、 k_s は光-乾物変換係数、 M は維持呼吸係数、 k_t は群落吸光係数である。長方形内の変数は積算量、平行四辺形内の変数は日量あるいは日平均値である。

はじめに日平均気温から葉面積の増加量を求め(岡田, 1989)、LAI(葉面積指数)を決定する。次にLAIから群落の日射吸収率を求め、その値に日射量を乗じて群落の吸収日射量を算出する。これに光-乾物変換係数を乗じて乾物の生産率とする。一方、現存乾物重(生きている乾物)に比例する維持呼吸率を求めて生産率から差し引き、これを生長率(CGR)とする。CGRを日々積算したものが総乾物重である。また収量は最終的な乾物重に比例し、その比例係数を収穫係数

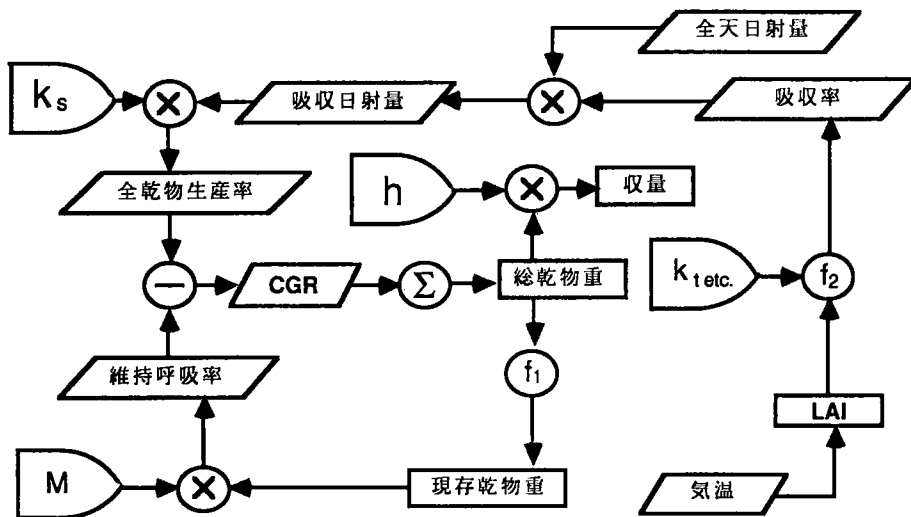


図1 水稲生育モデルのブロックダイアグラム

とする。冷害の影響を評価するには、障害不稔と登熟遅延の過程をモデルに組み込む必要がある。前者には、矢島ら（1989）の関係を利用して不稔歩合を求め、収穫係数を不稔歩合の関数とした。後者は秋冷に遭遇した時点で生長を止め、そのときの総乾物重に収穫係数をかけるという処理で、登熟歩合、屑米などの評価は十分ではない。従って本モデルでは粗玄米重が算出される。

3. 実測の収量変動に対するモデルの再現性

総乾物の生産過程に関するパラメータは、茨城県つくば市で水稻品種日本晴を用いて実施した作期移動試験から求めた。また发育ステージの予測には、アキヒカリのモデル（川方・岡田，1989）を用いた。さらに障害不稔のモデルは宮城県下のササニシキのデータから作成されている。これらのうち品種の特性が最も生育に影響する過程は发育の早晩なので、本モデルは大略アキヒカリの生育パターンに近い傾向を示すものと考えられる。そこで盛岡および仙台の気温と日射量をモデルに入力し、その推定値と岩手県、宮城県の収量とを比較した（図2）。想定した移植日は盛岡では5月20日、仙台では5月15日である。なお報告されている実収量には、技術向上によるとみられる増加傾向があったので、各年の実収量を1988年とその年の平年収量の比で割り、1988年の技術レベルでの収量を推定し、その値を実測値とした。

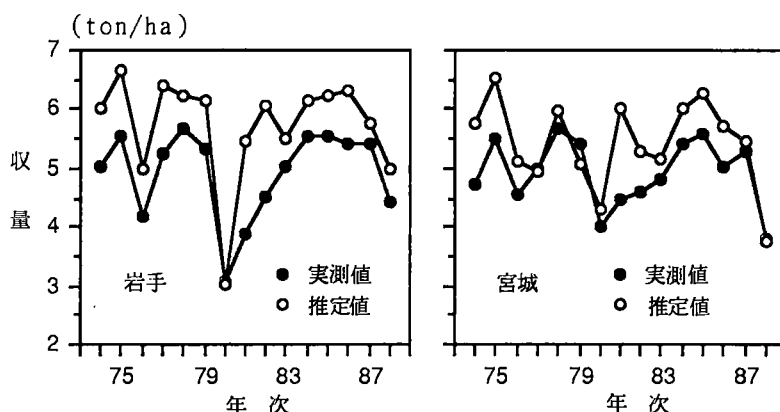


図2 岩手県、宮城県における1974-1988年の収量とモデルによる推定値の比較

全般にモデルの推定値は実測値よりも大きいのが、年々の変動の傾向はかなり一致した。モデルが粗玄米重を推定していること、気温・日射量以外の要因による減収を見積っていないことなどを考慮すれば、推定値が実測値よりも大きくなるのは当然である。それにもかかわらず、典型的な障害年である1980年や1988年の推定値は実測値に近い。また、1981年に代表される遅延年は大きくずれている。また岩手県の1982年のように減収を推定できない例もある。これらの結果より、現在のモデルが、1) 障害不稔をやや過大に見積る傾向がある、2) 使用している気象観測点の代表性の問題もあるが、軽微な不稔を再現できない、3) 登熟遅延を評価できない、などの改良すべき問題が指摘された。

4. 障害不稔回避のための移植期の検討

1988年の冷害時に、移植期の早いことが障害不稔を助長したとの議論があった。典型的な障害年である1980, 1988年を例にして、この点をモデルで検討した(図3)。使用した気象データは盛岡と仙台の観測値である。前述のように本モデルは障害不稔をやや過大に評価する傾向があるので、図の結果は相対的な比較として理解する必要がある。

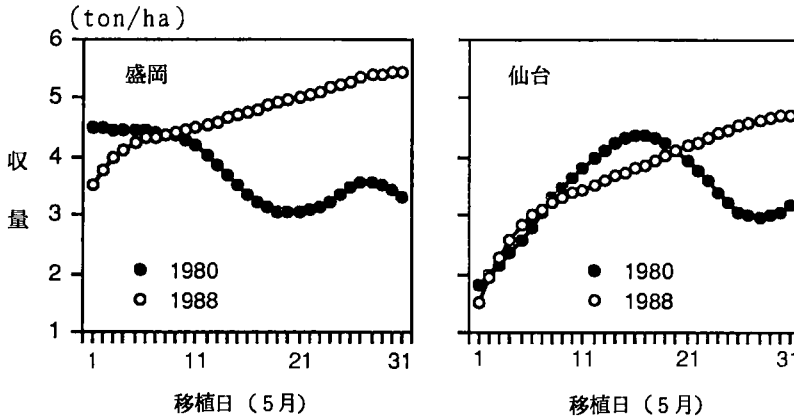


図3 移植日の違いが1980, 1988年の収量に及ぼす影響

1988年は両地点とも移植期が早いほど減収が著しく、連休田植に代表される早期栽培が冷害による減収を助長したと言える、一方、1980年はこれとは異なり、また両地点間の傾向も一致していない。すなわち盛岡では5月上旬移植で収量が多く、中旬では極小となった。仙台では盛岡と対象的に5月中旬移植で収量が極大を示した。1988年は7月下旬の短期間に低温が来襲したため、その時期に減数分裂期を迎える早植えが障害不稔を増大した。5, 6月が異常に高温だった1980年は生育が早く進み、盛岡の5月20日前後及び仙台の同下旬の移植では、8月上旬の低温に開花期が遭遇し減収となった。また仙台の5月上旬移植は7月上旬中旬の低温に減数分裂期が、また下旬の低温に開花期が遭遇し、著しい減収を招いた。このように年次によって低温のパターンが、また地域によって生育の進み方が異なるため、移植期の早晩の良否を一様に議論できないことが明らかになった。

5. 気候変化の影響評価

地球環境の変化が作物生育に与える影響を本モデルで予測した。現在有力とみられる気候シナリオでは、21世紀前半に日本付近は約1℃気温が上昇すると見込まれている。しかし寒冷化の予測もかなりあるので、ここでは1974年から1988年の気温に一律±1℃上下させた場合をシミュレートした。盛岡における例を図4に示した。

気温の1℃上昇は障害不稔の程度、頻度を減少し、また1℃低下は極端な不稔年を誘発する可能性が高い。かりに1980年のような年に一律1℃の低下が起これば、収穫が皆無となることが予想される。1988年の場合には1℃上昇の方が収量が低くなったが、これは発育が進むために7月下旬の最低温の日に減数分裂期が一致してしまうためと解釈される。一方、1℃上昇時の良作年に注目すると、現在よりもやや収量が低下する傾向が認められる。これは、気温の上昇で出穂が早まり、総乾物生産量が減少するからである。従来の収量レベルを維持するためには、より晩生の品種の導入

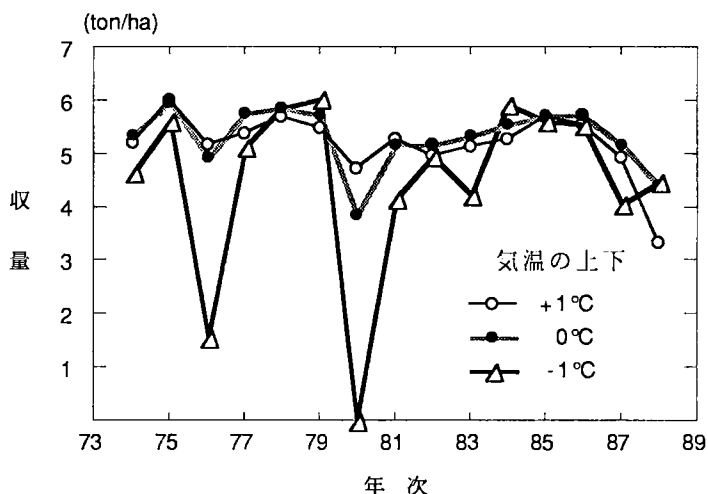


図4 ±1°Cの気温変化が収量に及ぼす影響の予測

が必要であろう。

6. まとめ

水稻の生育モデル (PRISM) を東北地域の収量変動の解析に利用できるように改良した。実際の収量との比較の結果、本モデルは障害不稔をやや過大評価すること、登熟遅延を十分に再現できないことなど、さらに改善すべき点が指摘された。不完全ではあるが、本モデルを用いて、移植期の早晩による障害不稔の回避の可能性、および地球規模の気候変化の影響を検討した。前者については、移植期の早晩の良否は年次や地域によって異なること、また後者については、1°C低下の場合、極端な障害不稔年を招く可能性が高いこと、一方1°C上昇の場合、生育期間が短くなるために良作年でもやや収量が低下することなどが明らかになった。

引用文献

- Horie, T., 1987: The effects on rice yields in Hokkaido. In *The Impact of Climatic Variations on Agriculture*. Vol. 1 (ed. Parry, M. L. et al), Reidel, 809-825.
- 川方俊和・岡田益己, 1989: 発育指数を用いた水稻の幼穂形成始期と出穂期の推定. *農業気象*, **45**, 137-142.
- 岡田益己・小林和彦, 1987: 水稻の生育モデル (PRISM). 昭和62年度日本農業気象学会講演要旨, 94-95.
- 岡田益己, 1989: 関東地方水田地帯の生物資源利用可能量の評価. バイオマス変換計画研究報告第17号「生物資源の適正利用のための賦存量・利用可能量の評価」, 農林水産技術会議事務局, 10-18.
- 矢島正晴・日塔明弘・清野 豁, 1989: 発育モデルを用いた水稻不稔歩合推定法. 日本農業気象学会1989年大会講演要旨, 58-59.

水田微気象モデルを利用した水管理エキスパートシステム

井上 君夫・佐々木忠勝*
(東北農試・*岩手県農政部)

1. はじめに

冷害対策として古くから取り入れられてきた微気象改善方法の一つである水管理法の改善は、水稻の品種改良、育苗技術、あるいは栽培技術等が進んできた現在でも、冷水障害の回避や低温障害の軽減技術として重要であることが多くの研究で指摘されている(鳥山・井上1984, 金沢・島田1980)。

この冷害の主因とされる海霧を伴う偏東風は一般に低温、少照、多湿な気象特性を持っていると認識されているが、日照時間の地域分布あるいは低日照の継続日数を調査すると、低温であっても多照な地域や比較的日照のあることが報告されている(小沢1977, 鳥山ら1983)。実際の水温上昇施設(迂回施設)で見ると、 $100 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ の日射量がある場合、水温は約5℃上昇する(日野1988)。これらの事実から時間・空間的に変動する低日射を効率的に利用することによって、冷害年においても水田水温の上昇を図ることができる。

このような考え方に基づき開発したのが、水田微気象モデルを利用した診断型水管理エキスパートシステムである。水管理の判断とされる知識情報は東北各県が発行している稲作指針などから収集した。本システムの概要と若干のモデルシミュレーションの結果について報告する。

2. 水管理エキスパートシステム

(1) システムの基本概念

エキスパートシステムは「専門家の知識を組み込み、専門家の代行あるいは補助を行うソフトウェア・システム」であり、対象分野の専門家の知識が組み込まれていないシステムは如何に複雑な機能を具備していてもエキスパートシステムではないといわれている(新田1987)。すなわち、専門家の知識や推論の仮説などに関する情報を如何に収集・整理するかがポイントである。工学分野では橋本(1988)の高炉診断制御へのエキスパートシステムの応用や農学分野では鳥越(1989)の作付体系におけるAI利用の可能性などがあり、人工知能の一応用分野として発達してきたエキスパートシステムが新しい意思決定手法となりつつある。

図1は水田微気象モデルを利用した水管理エキスパートシステムの基本構成である。本システムは大きく制御系と推論系で構成され、前者は水田微気象モデルやデータ処理プログラムからなる計測・解析部であり、後者は推定した水温や水深が過去の知識ベースに照らして妥当か否かを推論する部分である。

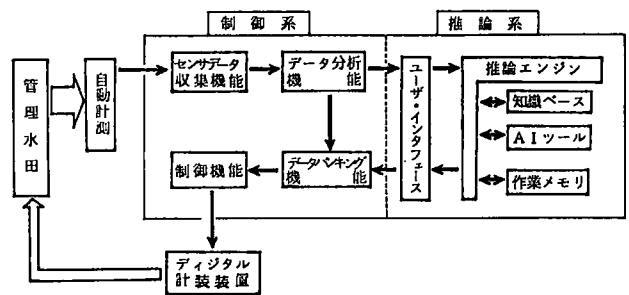


図1. 水管理エキスパートシステム

制御系のデジタル計装装置などはまだ完成していないが、気象状態に伴って変化する群落内温度や水温などを計測し、そのデータと水稻生育状態から最適な水深とその時の水温が逐時決定できるシステムである。

(2) 水管理情報の収集

東北各県の稲作指針には、最適水管理を基本とした制御基準が示されているが、その中には定性的な表現が見られる。従って、この稲作指針情報に文献学的情報と経験則を加えて、水管理の判断の手順と基準値を明確にする必要がある。各県、各生育期間毎に整理した一例が図2である。判断の要素や基準値は活着期、分けつ期、幼穂形成期など生育時期によって異なるが、その手順はいずれも階層構造で表現できることがわかった。例示した岩手県の活着期の水稻では、気温12℃、水田水温15℃の温度条件が確保できるか否か及び0.2 ly/min以上の日射が確保できるか否かで水深と灌水時間が決定される。

(3) エキスパートシステムの構築

この全体のプログラムは図1から分かるように、微気象モデルプログラムと推論プログラム及びそれらをリンクするインターフェイスプログラムで構成される。推論プログラムはパソコンAIエキスパートツール muLISP 言語で作成し、微気象モデル及びインターフェイスはFORTRANで作成した。図2に示した階層構造のルールは、基本的にはIF-THEN方式で記述し、仮説はデーモン関数で灌がい方式を表現した。

(4) モデルデータによるシミュレーションと推論の実行

外部境界条件として水田上の日射、気温、湿度、風速および草丈、茎数、水深、灌水温度などを入力することによって、水田内の気温、葉温、水温、地温などを推定するのが微気象モデルである

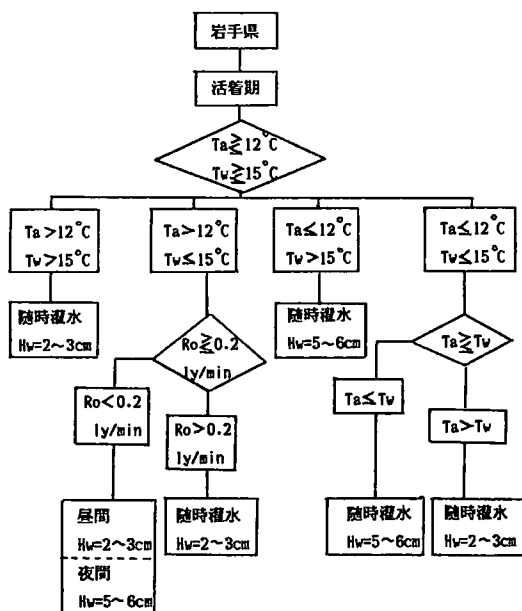


図2. 階層構造で表現される水管理 (Tw 水田水温, Hv 水深, T1 灌がい水温, Ta 気温, Ro 日射量)

```

+-----+
*   水田微気象予測モデル   *
+-----+
シミュレーション中です。しばらくお待ち下さい。...

# CALCULATE LAPSE OF TIME T= 540.MIN
シミュレーションが終了しました。
>Ih>31
muLISP-87 NEC PC-9801 MS-DOS Version 8.03 (07/12/88)
(C) Copyright Soft Warehouse, Inc., 1983, 1985, 1986, 1987.
All Rights Reserved Worldwide
+-----+
*   水管理エキスパート・システム   *
+-----+
    
```

県名	:	岩手
期間	:	幼穂形成期
時刻	:	9
日射量	Ro :	0.33
以前の水深	Hw :	20
気温	Ta :	15.1
灌水温度	T1 :	16
地温	T2o :	17
葉面積指数	LAI :	1.8
草丈	H :	80

この予測情報に基づき、次の時刻の水温と水深を推論しますのでしばらくお待ち下さい。...

水温 (Tw) は [17.0 °C] です。

水深 (Hw) を [20cm] にして下さい。

推論が終了しました。

判断基準は次の【2つ】の規則により検証されます。

```

-RULE_43
(IF (# EQ 県名 岩手) (# EQ 期間 幼穂形成期))
(THEN (NODE-岩手3))
-RULE_4301
(IF (NODE-岩手3) (# LE 気温 17) (# LE 気温 灌水温度))
(THEN (水灌 = (灌水1)))
    
```

図3. モデルシミュレーションと推論の実行例

(井上1985)。このモデルから推定された水温、気温などが仮説に照らして適切であるかどうかを判断し、適切でなければそれを再度微気象モデルへフィードバックして最終的な水深とその時の水温を決定するものである。

その実行例を図3に示した。この例(岩手県, 幼穂形成期)では, 9時の日射, 気温などの気象条件と判断基準(ルール, 仮説)から推論した水深とその時の水温が各々20cm, 17℃と決定される。

3. 生育時期別のシミュレーション

(1) 分けつ期

各生育期毎にその時の水管理の特徴が表現できるような気象条件下でシミュレーションを実行し, 同時にルールや仮説の検証を行った。図4は分けつ期における結果であるが, ここでは気温が18℃より高いか否か及び気温と灌がい水温のどちらが高いかの2つの条件で推論される。その結果, 気温が17℃の夜間の水深は5cmに高めて稲体の保温を図り, 昼間日射が0.2 ly/min以上になると, 水深を3cmに下げ, 水温と地温の上昇を図っている。

(2) 幼穂形成期

幼穂形成期の水稻は低温の影響を最も受けるために, その水管理は特に重要である。ここでは用水の確保と高い畦畔が整備されていることを前提としている。夜間から早朝においては, 気温より灌水水温が高いことから12cmまで水深を増すことで水温の低下を防いでいる(図5)。その後は水深を下げ, 日射の分布に水温が追従するように推移している。本システムでは水温は気温や日射の気象条件から決定されているが, この図から予想されるように, 一度温めた水田水を日射が上昇したことですぐに排水する制御法でよいかという問題がある。すなわち, その直後に低温・少照となった場合, 水温の上昇はその時には望めなくなる。このような事態を回避するには1日から2日先の天候状態を判断情報として入力しておく必要がある。

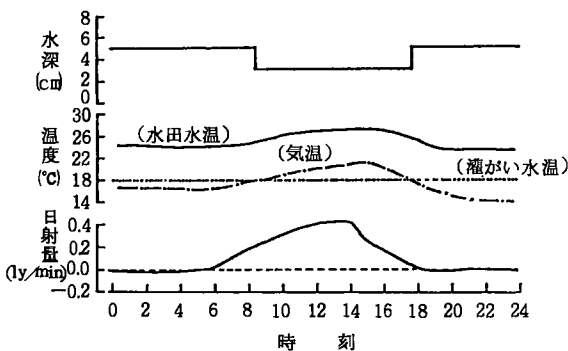


図4. 分けつ期(岩手県, アキヒカリ)を対象にシミュレートした最適な水深とその時の水温

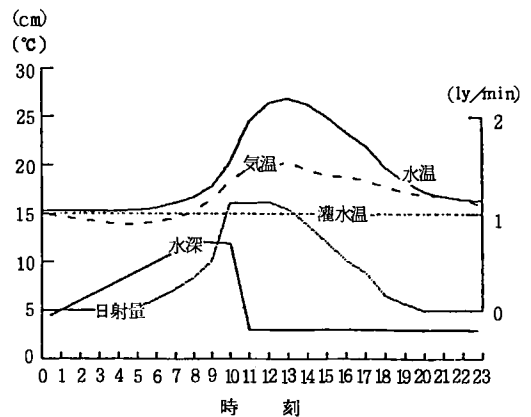


図5. 幼穂形成期におけるシミュレーション結果

(3) 穂ばらみ期

穂ばらみ期についてみると、気温が17℃より低いかな否かを判断し、さらに気温と水温を比較して水温が高ければ水深を最大20cmまで高める判断をする。図6では、夜間から早朝の気温が17℃を下回っているが、灌がい水温が13℃と低いために5cmと僅かに水深を上げ、水温を約14℃に保持している。昼間は、日射が比較的に低いので水深を3cmとして気温に近づけている。

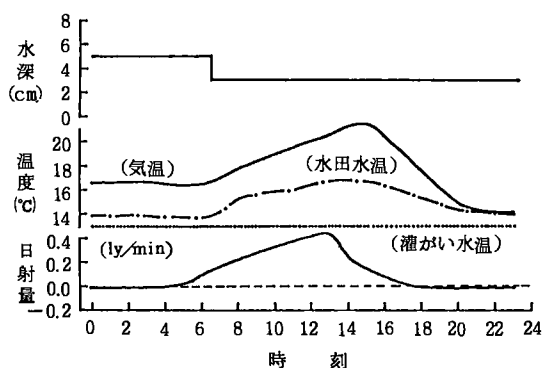


図6. 穂ばらみ期におけるシミュレーション結果

4. むすび

一般的な水管理情報と微気象の推定値から、最適な水深とその時の水温を推論するソフトプログラムを開発し、そのシステムが予想したとおりに機能していることを確認した。さらに、実際の水田に適用して実証することを計画している。

引用文献

- 1) 鳥山國士・井上君夫, 1984: イネの低温による障害型不稔に及ぼす微気象要因のシミュレーションによる解析. 日作紀, **53**, 387 - 395
- 2) 金沢俊光・島田慶世, 1981: 被害の実態調査結果と栽培技術上の問題点. 55年冷害の記録, 東北農試, 30-44
- 3) 小沢行雄, 1977: 寒冷地に対応する環境改良技術の展開. 農業気象学会シンポジウム記事, 40-46
- 4) 鳥山國士・斉藤滋・東正昭, 1983: 水稻の障害型冷害危険度による東北地方の地帯区分. 日作紀, **52**, 28-33
- 5) 日野義一, 1988: 日射早植稲作. 新製作社, 122 - 129
- 6) 新田克己, 1987: エキスパートシステムにおける知識表現と推論. 情報処理, **28**(2), 158 - 165
- 7) 橋本紘吉, 高炉診断制御へのエキスパートシステムの応用. 人工知能, **3**(1), 40-45
- 8) 鳥越洋一, 1989: 作付体系におけるAI利用の可能性. システム農学, **5**(1), 19-26
- 9) 井上君夫, 1985: 水田微気象環境のシミュレーションモデル. 農業気象, **40**(4), 353 - 360

宮城県における出穂期前後の低温出現率と出穂期

日塔明広・中野 修・佐々木俊彦

(宮城県農業センター)

1. はじめに

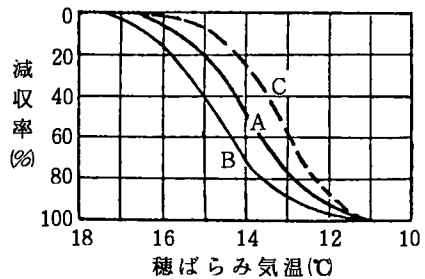
本県における平年の県平均出穂期は8月12日前後で、8月第2半旬後半から第3半旬のほぼ1週間内に集中する。一方、昭和55年以降に作況指数が94以下となった不作年は、昭和55年(作況指数79, 障害型), 56年(同88, 遅延型), 57年(同91, 登熟不良, 一部障害型), 63年(同75, 障害型)の4カ年を数える。これら不作年のうち昭和56年(出穂期8月20日)を除いた3カ年の出穂期は、8月第3半旬後半でありほぼ平年並みの出穂期であった。不作をもたらした要因は様々であるが、気象要因としては減数分裂期以降の異常気象、特に異常低温の影響が大であると思われる。そこで、冷害危険期である穂ばらみ期(減数分裂期)、出穂開花期および登熟期の低温出現率から各々の好適時期を検索し、これらの結果から本県における好適出穂期を検討した。

2. 調査方法

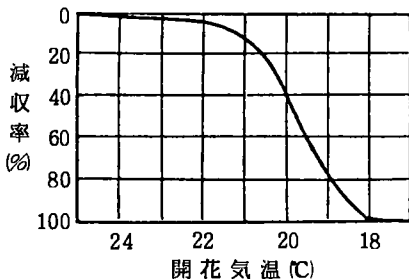
気温データは仙台における過去38カ年(昭和26年~63年)の7月から9月までの日別気温(平均・最高・最低気温)を用いた。対象品種はササニシキとした。

各生育時期(危険期)の危険温度は、図-1に示した青森農試による減収推定尺度をもとに、次のように設定した。穂ばらみ期; 出穂前10日~14日の5日間, 最低気温17℃以下。ただし、対象品種をササニシキとしたため、減収曲線はB(冷害に弱い品種, ササニシキ, キヨニシキなど)を参考にした。出穂開花期; 出穂期後5日間, 最高気温24℃以下。登熟期; 出穂期後40日間, 平均気温20℃以下。

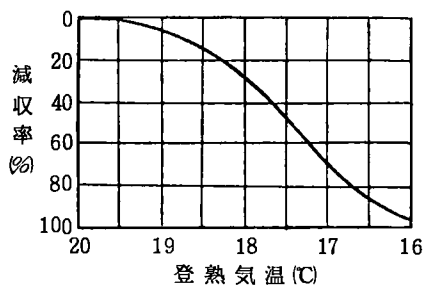
各年次における7月, 8月の日別気温の5日



(a) 出穂前10~14日間の平均最低気温



(b) 出穂開花期5日間の平均最高気温



(c) 出穂後40日間の平均気温

図-1 各危険期における気温と減収率
(『気象と農業生産』坪井八十二著より)

移動平均値から穂ばらみ期（最低気温）および出穂開花期（最高気温）の低温出現率を求めた。同様に7月後半以降の平均気温の40日移動平均値および積算値から登熟期の低温出現率を求めた。

なお、各危険期における危険温度の出現率10%以下（10年に1回の出現頻度）を好適条件の目安とした。

3. 調査結果

各危険期における低温出現率と好適時期は次の通りであった。

(1) 穂ばらみ期

本県での穂ばらみ期は7月下旬にあたり、第6半旬頃となる場合が多い。図-2に示した通り、この期間の日別最低気温の経過は、平年（過去38カ年）では18~20℃であるが、図-3のように17℃の出現率は、7月中旬までは20%以上で、10%以下となるのは第5半旬半ば以降であった。

5日移動平均による低温出現率は図-4の通りである。5日間の平均最低気温17℃の出現率は、第5半旬以降10%以下となり、第6半旬以降は5%以下であった。

なお、図-5は5日間に日最低気温が17℃以下となる日数別出現率を示したものであるが、3日以内の出現率は第5半旬以降10%以下となった。

これらのことから、穂ばらみ期の時期としては、7月第5半旬以降が好適であると思われた。

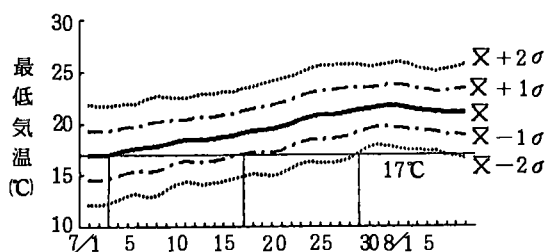


図-2 7月から8月上旬までの最低気温の経過
(仙台：昭和26年~63年，38カ年の平均)

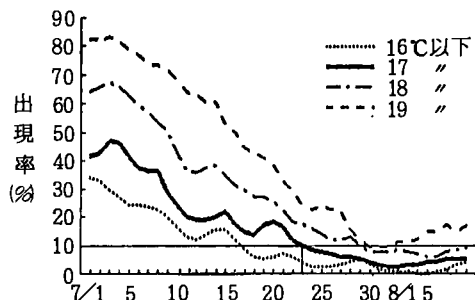


図-3 日最低気温の低温出現率

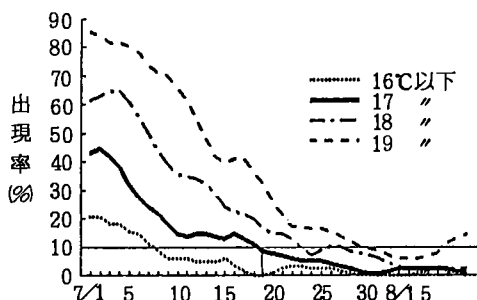


図-4 5日間に日最低気温が17℃以下となる日数の出現率

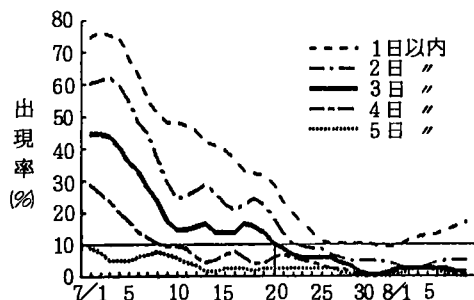


図-5 5日間移動平均による最低気温の低温出現率

(2) 出穂開花期

図-6に7月下旬から8月末までの5日移動平均による最高気温の低温出現率を示した。最も低温出現率の低い8月上・中旬は危険温度24℃の出現率が5%前後で、好適な出穂開花期であった。本県での出穂開花期は概ね8月第3・4半旬であり、出穂開花期の低温が減収要因となる確率はかなり低いと考えられ、また現状の出穂開花期でも好適時期の範囲内であると思われた。

(3) 登熟期

前項では、登熟期の危険温度を出穂期後40日間の平均気温で20℃としたが、ここでは22℃の出現率についても検討した。すなわち、千葉らは本県の好適出穂期を登熟気温22~24℃が得られる時期としており、また図-7のように出穂期後40日間の積算平均気温と作況指数の関係では、積算気温900℃(平均気温22.5℃)以上の年次はほとんど作況指数100以上となるが、880℃(平均気温22℃)以下の年次は作況指数100以下となることが多いからである。

図-8は、平年における7月後半から8月中旬までの、平均気温の40日移動積算値を示したものである。積算温度が最大となる時期は、約980℃(平均気温24.5℃)となる7月第5半旬頃で、その後積算温度は徐々に小さくなり、8月第4半旬以降は880℃(同22℃)以下となった。

40日移動平均による温度別出現率を図-9に示した。図のように平均気温21℃の出現率が8月第3半旬頃まで10%以下であることから、本県で出穂期が集中する8月第2・3半旬に、危険温度である20℃が出現す

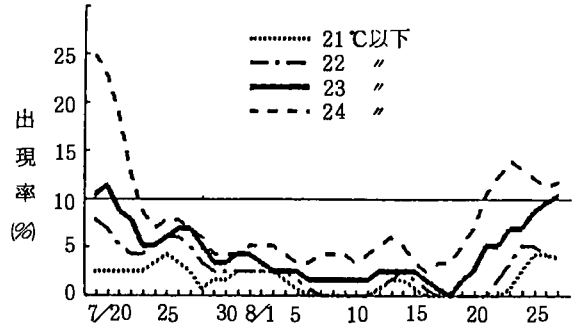


図-6 5日間移動平均による最高気温の低温出現率

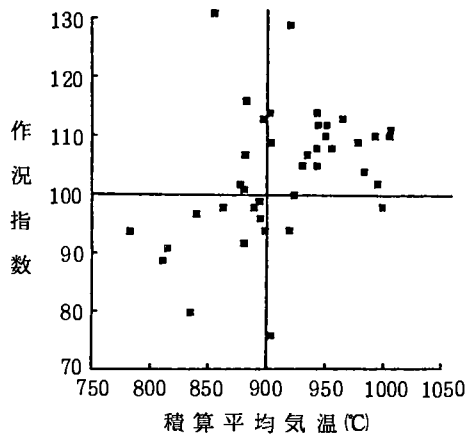


図-7 出穂期後40日間の積算平均気温と作況指数
(平均気温：仙台)

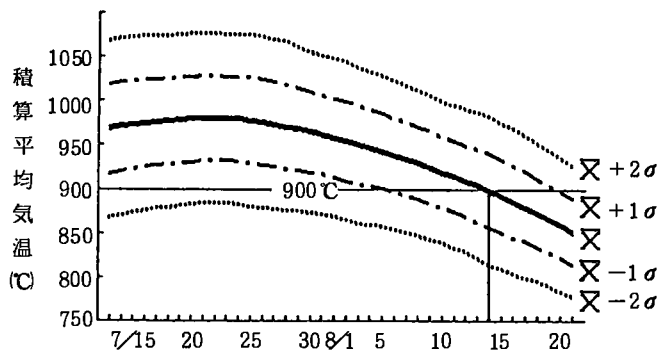


図-8 平均気温の40日間移動積算値

る確率はほとんどないと思われた。一方、作況指数100以下となりやすい22℃の出現率は、8月第2半旬頃から10%以上となり、第3半旬の半ばには20%以上となった。

これらのことから、8月第4半旬までに出穂期となれば、危険温度20℃以上の登熟気温を十分に得られるものと思われた。また、8月第1半旬までに出穂期を迎えれば、平均気温22℃以下の出現率が

10%以下であり、この期間、好適な登熟気温22℃～24℃の出現率は40%～50%であった。

4. むすび

ある地域における好適出穂期の策定に当たっては、水稻の品種特性および対象地域の気象特性などが考慮される。気温の面では、障害不稔防止の第1条件となる穂ばらみ期の低温遭遇回避を重視するか、良好な登熟を得るための登熟気温を重視するかで策定する出穂期は異なる。すなわち、穂ばらみ期の低温出現率は時期が遅くなるほど低くなるが、逆に登熟期の低温出現率は時期が遅くなるほど高くなるからである。ここでは、各危険期における危険温度出現率10%以下となる期間をその生育時期の好適期とし、それらの条件に合致する期間を好適出穂期とした。対象品種をササニシキ、また仙台での気温条件を例にとり検討した結果、穂ばらみ期（最低気温17℃以下）、出穂開花期（最高気温24℃以下）、登熟期（平均気温20℃以下）、各々の危険温度出現率10%以下の条件を満たす好適出穂期は、8月第1半旬から第4半旬の期間であった。なお、8月第1半旬に出穂期を迎えれば、好適な登熟気温22℃～24℃を40%～50%の確率で得られることが分かった。

参考文献

- 1) 坪井八十二, 1986: 「気象と農業生産」. 149 - 150, 養賢堂
- 2) 千葉文一・千葉隆久, 1981: 宮城県における水稻登熟気温からみた冷害危険度と安全作期.

「宮城県農業センター研究報告」, 第48号, 77-92

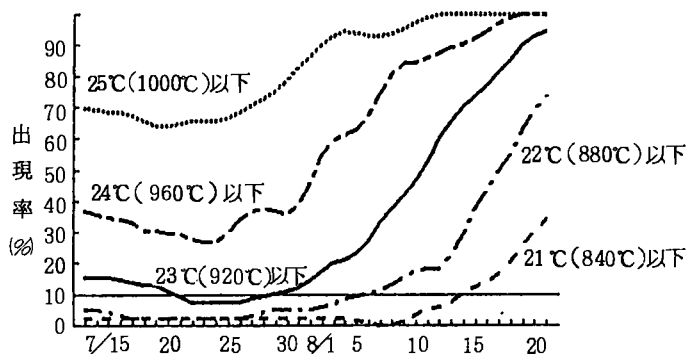


図-9 40日間移動平均による温度別出現率

乳熟期における冠水が水稻の収量・品質に及ぼす影響

高橋政夫*・菅原浩視・畠山 均
(岩手農試県南分場・北上農業改良普及所)

1. はじめに

北上川は、一関市狐禅寺から宮城県境までは狭窄部を流れ、大雨により滞水しやすい地形となっていることから、本県の水害常襲地帯となっている。

岩手県における最近の水稻冠水被害は、昭和54年8月4～7日、56年8月22～24日、61年8月5～7日等があり、いずれも穂孕期～穂揃い期にかけての被害であった。

62年は8月中旬～下旬にかけて3回の冠水被害があり、63年も8月下旬に被害があった。被害のあった北上川下流域は、ササニシキが作付けの中心であり本県の銘柄米生産地帯の品質・収量に大きく影響した。

62・63年とも冠水時の水稻生育は乳熟期であり、この時期の冠水による収量・品質への影響を現地事例について調査したので報告する。

2. 調査方法

(1) 調査地区及び刈り取り日

1) 昭和62年：一関市中里・舞川（9月25日）、川崎村砂鉄川流域（9月26日）
前沢町生母地区（9月28日）

2) 昭和63年：一関市中里地区（9月30日）、川崎村砂鉄川流域（10月5日）

(2) 品 種：ササニシキ

(3) 玄米の品質等級格付け：岩手食糧事務所水沢支所に依頼

(4) 冠水時間毎にサンプリングし収量・品質について調査。ただし、サンプリングにおいて倒伏程度の著しいものや土砂流入・埋没等のものは除外し、冠水のみ条件について調査した。

3. 調査結果

(1) 水稻冠水の概況（図-1）

昭和62年は8月中～下旬にかけて、北上川下流域では3回の冠水被害があり、水田冠水面積は1回目8月16～18日に2,730ha、2回目は22～23日に一関市を中心に145ha、3回目は28～29日に

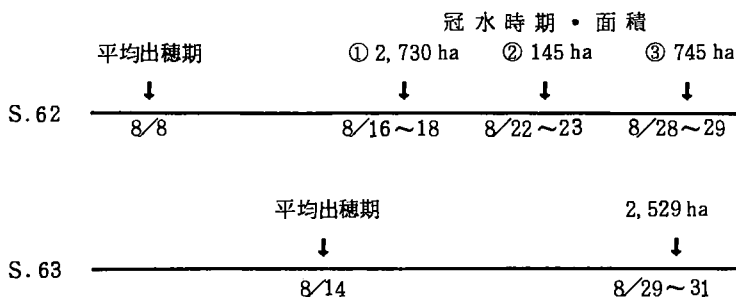


図-1 水稻生育と冠水時期・面積

*現在、岩手県立農業試験場

749ha、延べ3,624haに及んだ。特に一関市・平泉町・川崎村等では、被害面積が多く重複被害を受けた。

1回目冠水時の水稻生育は出穂後7～12日頃にあたり、開花受精を終え乳熟期に達していた。冠水が直接原因となった倒伏は、一関市から川崎村にかけての北上川の狭窄部沿い水田の一部で見られる程度であり、全体的には少なかった。

昭和63年は、8月29～30日にかけて内陸部を中心に2,529haが被害を受けた。冠水時期は、平均出穂期より約15日後であった。金ヶ崎町では千貫石溜池が満水状態となったことから、北上川につながる宿内川が氾濫し農地への土砂流入・埋没等局地的に大きな被害も生じた。

(2) 収量及び構成要素への影響

乳熟期冠水の水稲への影響は、登熟歩合・糶摺歩合・玄米千粒重等登熟要因の低下としてあらわれ、これにともなう屑米の増大により収量は低下した。収量的には、無冠水と比較し62年は1～2日冠水で約5%低下した。重複冠水により更に4%程度被害が増加し、無冠水より8～9%収量低下となった。しかし、重複冠水の収量低下は1回目冠水時間の影響より強く影響している傾向がうかがえた。

63年は1日冠水で12%、2日冠水で22%の収量低下が見られた。また、62年冠水より63年冠水の収量低下が大きい(表-1)。

粗玄米収量を62年の1回冠水で見ると、1～2日冠水による収量低下は1～2%程度であった。1.70mm調整で5～6%、1.85mm調整で6～8%と無冠水との差が大きくなるが、2.00mm調整では2～4%と逆に無冠水との収量差が小さくなった。2～3回の重複冠水では、篩目の大きさによって無冠水との差が広がり1回冠水とは異なった傾向を示した。

63年の事例では、調整篩目を大きくするにしたがって損失割合(屑米重歩合)は増大し、1.70mmで3～9%、1.85mmで8～17%、2.00mmで26～46%であった。一方、検査等級上の品質は、“1”の範囲を越える品質向上(3等→2等)はほとんど見られなかった(表-2)。

以上、検査品質向上のために篩目の大きさを変え検討したが、2.00mmでは損失が大きい割には整粒歩合への影響は少なく、1.85～1.90mm(またはLL規格)の篩で十分と思われた。

(3) 品質への影響

冠水条件ごとに玄米形質を調査し、粒数割合として図-2に示した。

62年は、乳白・心白粒を中心に青未熟粒が増加した。特に一関・前沢では青未熟粒の増加が主体であり、川崎では乳白・心白粒が主体となり品質が低下した。

63年の一関では特に青未熟粒の増加が著しく、川崎では62年と同様に青未熟粒に加え乳白・新白粒が多く整粒歩合が低下した。また、等級検査落等原因としてその他未熟の指摘が多くあり、これは光沢の不足さらには奇形とはならないが玄米形状がイビツなものが多いためであった。

冠水による品質低下は主に乳白粒・青未熟粒の増加によるものであり、他に腹白粒や死米が増加し整粒歩合が低下した。両年とも着色粒の増加は特に認められなかったが、透明感・光沢・粒揃いの低下が認められた(外観形質の劣化)。

また、収量の低下に比較し品質の低下が著しい傾向にあり、この傾向は川崎村で特徴的であった(表-3)。これは川崎村の被害地区が北上川と砂鉄川の合流付近にあり、地形的に水が停滞しやすいことと濁水程度が高くなりやすいためと考えられ、稲体への泥の付着程度も他の地区より多かった。

表-1 収量及び構成要素

年次	冠水 状況 (日)	精玄 米重 (kg/a)	籾/藁 (比)	屑米重 歩合 (%)	籾摺 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	m ² 籾数 (×10 ³ 粒)	登熟 歩合 (%)	千籾 重量 (g)
S.62	0日	55.1	1.11	3.1	78.3	20.6	35.9	76.3	15.3
	0.5~1	52.6	1.16	5.4	75.1	20.6	36.1	68.2	14.5
	1.5~2	52.7	0.98	6.4	72.8	20.2	40.4	63.4	13.2
	2回*1	50.8	1.05	4.7	74.3	20.9	36.9	66.7	13.9
	3回*2	50.2	0.95	5.8	71.4	19.9	36.7	66.9	13.7
S.63	0日	56.1	1.12	4.1	78.9	20.5	35.4	77.0	16.0
	1日	49.3	1.07	3.5	79.0	20.6	31.3	77.2	15.8
	2日	44.0	0.91	6.5	74.3	19.7	33.2	65.8	13.2

* 1 図-1の冠水①で2日, 冠水②は無し, 冠水③で1日

* 2 図-1の冠水①で2~2.5日, 冠水②で0.5日, 冠水③で0.5~1日

表-2 玄米の調整方法の違いによる収量品質

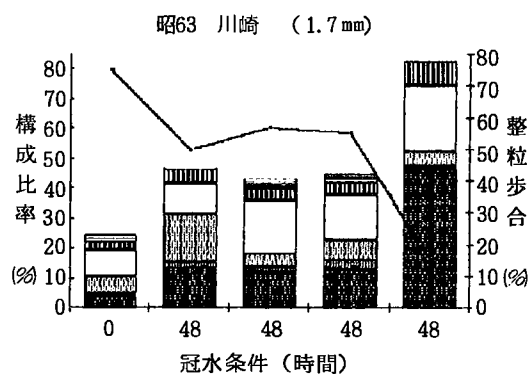
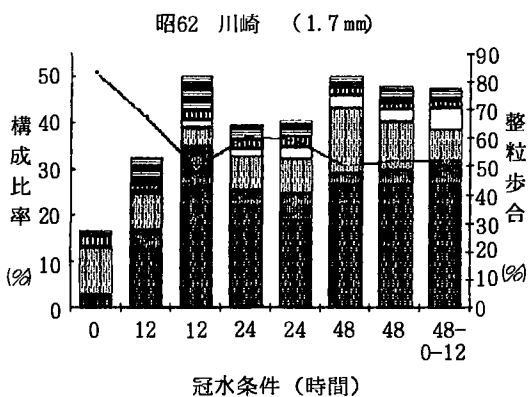
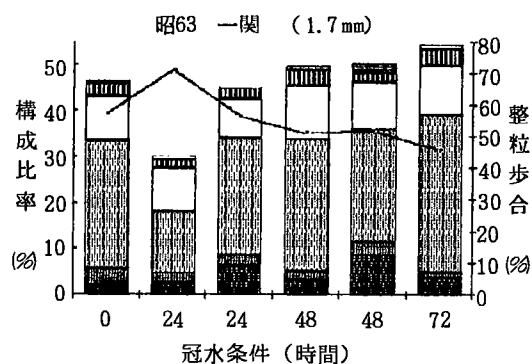
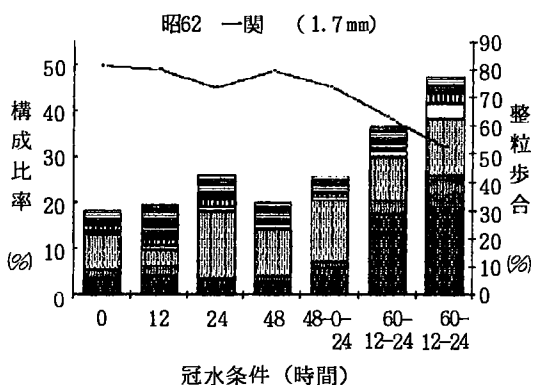
年次	冠水 状況 (日)	粗玄 米重 (kg/a) (比)		粒厚1.70mm<			粒厚1.85mm<			粒厚2.00mm<					
				精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級	精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級	精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級			
S.62	0日	56.9	100	55.1	100	3.1	1.0	52.1	100	8.2	1.0	36.1	100	36.5	1.0
	0.5~1	55.6	98	52.6	95	5.4	1.6	48.8	94	12.1	1.6	35.3	98	36.6	1.4
	1.5~2	56.3	99	52.7	96	6.4	2.2	48.0	92	14.9	2.0	31.0	96	45.7	1.8
	2回*1	53.3	94	50.8	92	4.7	2.0	46.8	90	12.4	2.0	29.4	81	45.1	2.0
	3回*2	53.3	94	50.2	91	5.8	2.5	44.2	85	17.0	2.5	30.0	83	44.1	2.0
S.63	0日	58.5	100	56.1	100	4.1	1.5	53.0	100	9.3	1.5	40.5	100	30.8	1.0
	1日	51.1	87	49.3	88	3.5	2.0	46.1	87	7.6	1.5	37.8	93	25.9	1.5
	2日	47.1	81	44.0	78	6.5	3.4	39.4	74	16.8	3.2	26.4	65	45.2	3.2

注. 等級検査は岩手食糧事務所水沢支所に依頼, 数値は1~3等の数値に規格外を4とした
 平均値

表-3 冠水による収量・品質の地域差 (昭62)

地域	冠水 状況 (日)	粗玄 米重 (kg/a) (比)		粒厚1.70mm<			粒厚1.85mm<			粒厚2.00mm<					
				精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級	精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級	精玄 米重 (kg/a) (比)	損失 割合 (%)	検査 等級			
一関	0日	61.6	100	59.0	100	4.2	2.0	55.9	100	9.2	1.0	43.3	100	29.7	1.0
	2日	51.5	84	49.3	84	4.3	3.0	46.1	82	10.4	3.0	36.0	83	29.9	3.0
川崎	0日	55.3	100	53.1	100	3.9	1.0	50.1	100	9.4	1.0	37.7	100	31.8	1.0
	2日	45.0	81	40.5	76	9.0	3.7	35.0	70	21.0	3.3	20.1	53	55.4	3.3

注. 検査等級は表-2に同じ



凡 例

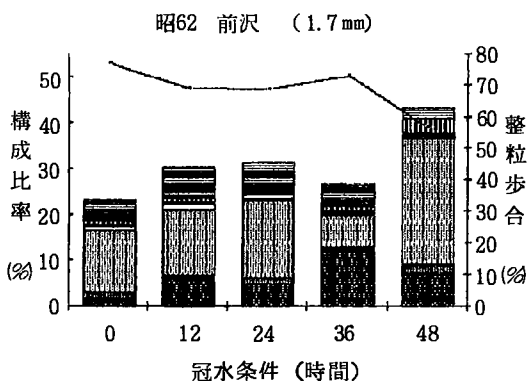
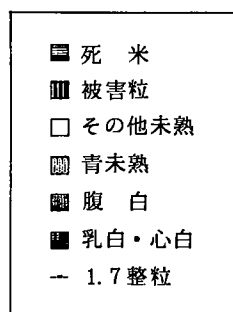


図 - 2 玄米形質調査

3. まとめ

昭和62・63年の岩手県において水稻乳熟期に冠水被害があり、被害面積は北上川下流域を中心に各々3,624ha, 2,529haの面積に及んだ。更に、62年は一部地域で計3回の重複冠水となった。62年は1～2日冠水で約5%の収量低下を示し、重複冠水で更に4%程度被害が増加した。品質面では、乳白粒を中心に青未熟粒の増加が顕著であった。63年は1日冠水で12%、2日冠水で22%収量が低下し、青未熟粒の増加が著しかった。

冠水による被害程度は、水稻の生育ステージ及び冠水の程度・状態（冠水時間、水の清濁、流動性、溶存酸素量、水温等）によって左右される。穂ばらみ期以降の冠水では、穂ばらみ期>出穂期>乳熟期>糊熟期>黄熟期の順に収量・品質への影響が大きいといわれている（1983狩野）。今回の冠水では水稻は乳熟期に達しており、籾数や稔実歩合は既に決定していた。従って、冠水中の呼吸による稲体養分の消耗や、稲体に付着した泥の影響で光合成能力が低下し登熟量が劣り、収量・品質が低下したと考えられた。特にこの傾向は川崎村で特徴的にあらわれ、水が滞水しやすく濁水となりやすいために他の地区より収量・品質の低下が大きかった。

引用及び参考文献・資料

岩手県・盛岡气象台，1979：岩手県災異年表

岩手県農政部，1980：昭和54年農作物気象災害実態調査報告

岩手県農政部，1983：— 昭和55・56・57年 — 農業気象災害の記録

狩野幹夫・岡野博文，1983：1981年の子貝川水害による農作物被害とその対策（水稻の被害）。

農業技術，38（8），346－350

水稻稚苗の育苗期の温度・光量と苗の素質について

寺中吉造・横山真人・佐藤 薫・星野由美

(宮城県農業短期大学)

1. はじめに

著者らは、さきに稚苗の苗素質について自然光下の育苗における温度・光反応につき報告した¹⁾。本報告は、その後人工気象室をもちい、温度を適温の範囲の高、低温下で暗黒～多照条件をつくり、生育段階別に変えて多様な育苗温度・光環境をつくり、1985～1988年にわたり、稚苗の苗形質におよぼす反応を定量的に検討した結果の概要である。

2. 実験材料および方法

品種はササニシキをもちい、鳩胸催芽粃を箱当り 180 匁の播種量、床土はくみあい合成培土 3 号で育苗した。生育段階は播種～不完全葉期、不完全葉期～1 葉期、1 葉期～2 葉期を、それぞれ育苗の前期、中期、後期としたが、1987～1988年は中間はなく、前～中期を前期とした。

育苗温度は高温(23℃)と低温(18℃)とし、それぞれ日較差10℃で4段階矩形波で日変化を付与した。育苗光量は水槽を透過した人工光(陽光ランプ、東芝DR-400)をもちい、草冠部を多照(4万 lux)、少照(2万 lux)と暗黒の3水準を光源からの距離を調節し、照度計(ミノルタ、T-1)で設定した。照射時間は1日16時間とし、暗黒区は通風可能な暗箱をもちいたが、昼温で+1℃、夜温で-1℃位設定温度と差があり、光も10 lux位であった。

試験区は1985～1986年は、3生育段階ごと3光量のすべての組合せ27を、高温、低温ごとにもうけた54区とした。1987年は2生育段階ごとに3光量のすべての組合せ9を、高温、低温ごとにもうけた18区とした。1988年は1987年の光量の組合せ9に、温度を2生育段階ごとに高温、低温をもうけた4を組合せ36区とした。1986、1987年は5月下旬に移植し、学内水田に22.2株/㎡、3本植に移植し、移植時苗、移植後30～40日の初期生育、収穫物の調査をおこなった。葉色の測定は標準葉色票(フジフィルム)、標準葉色帖(富士平工業)をもちい、葉齢の測定はすべて本葉で数え、頂葉の直下葉の葉耳からの抽出長を、頂葉の伸びきった全長との比から計算した。

3. 実験結果および考察

1) 2 葉苗の形質におよぼす温度・光の影響

(1) 出芽歩合 表1に1985、1986年の結果をしめした。

出芽始は、18℃、23℃の温度による差が小さいが、18℃の出芽揃は明らかに小さくなり、光量が多いほど短くなる傾向であった。出芽歩合は18℃は23℃より20%位低い、両温度を通じて、少なくとも光の存在は暗黒よりも出芽歩合を増大した。出芽歩合には少なくとも2～4万 luxの光が有効であり、本報では160～320 ly/日に相当した。

(2) 出葉速度 図1、2に1葉当り出葉日数(以降出葉日数と略記、出葉速度の逆数)でしめした。

出葉日数と光量(温度当光量、積算総受光量を積算温度で除した)との関係をみると、23℃では出葉日数は7～10日、18℃では10～20日であり、両温度とも、光量の増加とともに出葉日数は漸次減少するが18℃でのその傾向は強かった(図1)。さらに、育苗前、後期の温度・光量と出葉日数

表1 出芽と温度・光量

温度 (°C)	光量 (ルクス)	(日) 出芽始	(日) 出芽揃日数	(%) 出芽歩合
23	4	2.5±0.5	1.5±0.5	90±5
	2	3.0±1.0	1.5±0.5	87±8
	0	3.0±1.0	1.5±0.5	82±8
18	4	2.5±0.5	3.5±1.5	69±11
	2	3.0±0	5.0±2.0	70±10
	0	3.5±0.5	6.0±2.0	62±8

注) 1985, 1986 の平均とレンジ

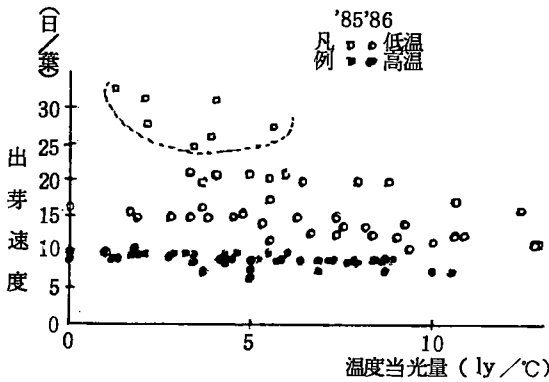


図1 稚苗の出葉速度への温度、光量の影響 ('85~'86)

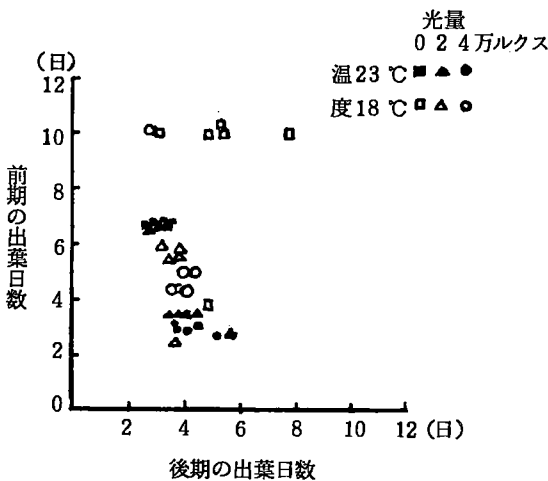


図2 育苗前期の温度・光と前・後期の出芽日数 ('88)

注) 温度・光は前期のみ着目し、後期を無視した

とをみると、前期の光量の影響は後期の光量のそれよりも大きいことが、育苗温度の前・後期の組合せいかんにかかわらずみられた。また前期の高温が出葉日数に支配的であり、後期の低温の影響は小さいこと、前期低温のとき前期光量の影響が大きいことなど、育苗前期(播種~1葉)の高温・少照~多照が出葉速度を早めるのに効果的であった。なお、前期が高温の場合については、前期の出葉速度がおそい区は後期のそれが早くなり、前・後期間に補償作用がみられるようであった(図2)。

以上、出葉速度は少照程度で暗黒よりも確実に早まり、低温は高温に比べ、光による促進は明らかで、光量も160 ly/日程度の弱光である。強光にしても1~2日促進される程度である。

(3) 葉位別葉身長・葉鞘長

図3, 4 にしめた。

① 第1葉身長 育苗温度による違いは大差なく、育苗光量による反応も大きな変化はみられないが、総受光量1000lyあたりに最高値をもつようであった(図3)。

② 第1葉鞘長 第1葉身長とことなり、総受光量の増大と共に直線的に短縮し、暗黒が最も伸長し、宮迫ら('85), ('88)の報告と同様であった(図3)。

③ 第2葉身長 1985~1988年の結果はすべて、暗黒より増大しはじめ、ある程度の光量で最高値になり、以降漸減した。最高値は4年間を通し、総受光量で1000ly位で表われ、その年次間変異は比較的小さかった(図4)。

④ 第2葉鞘長 第2葉身長と同様な型をとるが、最高値は4年間を通じ2000~3000lyで、第2葉身長よりも低い総受光量であり、また最高値の年次間変異も大きかった(図4)。

⑤ 第3葉身長 伸長中の葉身長であるが、総受光量3000ly近くに最高値があるとみられ

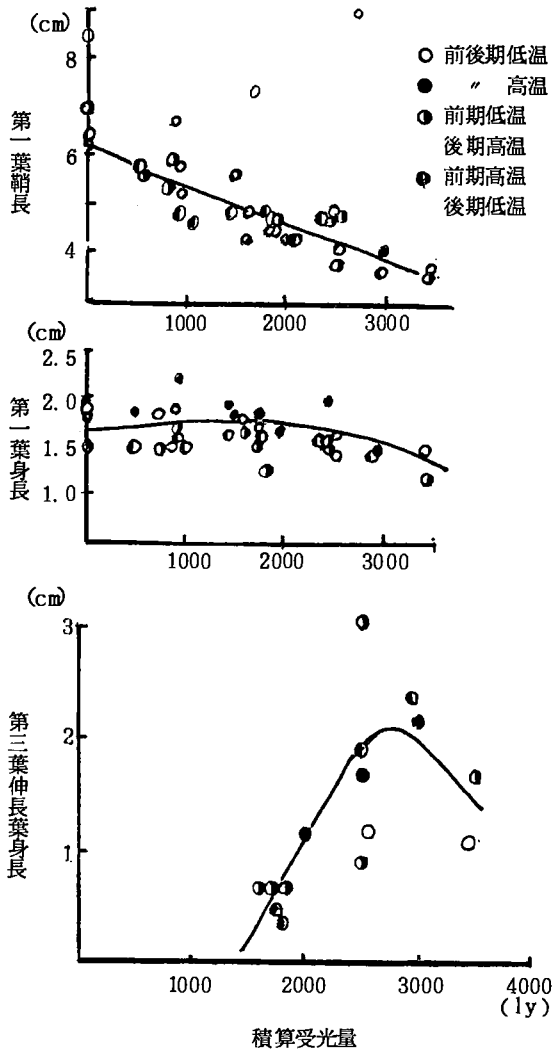


図3 苗の形質と育苗期の受光量 ('88)

乾物重と比較して年次間変異も極めて小さかった。図から2葉苗(稚苗)で1mg/cmをえるには、総受光量4000lyが必要なことがわかる。

(6) 葉色 1986~1988年(1985年を欠く)では、総受光量の増大とともに葉色を増加したが、その最高値は2000~7000lyの広い年次間変異をもつことと、最高値は飽和値とみられる点が他の形質と異なった。

以上の苗の各形質の光に対する生育反応は、第1葉鞘長の直線下降型、地上部乾物重や地上部乾物重/草丈の直線上昇型、2葉身・葉鞘長の単調曲線型および葉色の飽和型の4型に分けられた。設定温度が適温の上下限に近いいためか、温度が光反応型を変えることはなかった。

これまで、2葉苗の形質の温度・光反応につきいわば作物学的に出来る限り葉齢を2葉に揃えて比較してきた。しかしながら、いわば栽培学的に一定育苗日数で育成された苗の素質を考えると

る(図4)。

以上の葉身・葉鞘長の温度・光反応につき、

1. 温度による反応型の違いはなく、高温で値がやっと大きくなるだけで、光量による反応型として同型である。
2. 葉位が上ると、葉身・葉鞘長とも最高値をしめす光量は大きくなる。
3. 1, 2葉の最高値をしめす光量は葉身が葉鞘より小さい光量である。
4. 第1葉鞘のみ暗黒が最大値で、光量の増大と共に直線的に急減し他とことなる、等が指摘される。第1葉鞘を除くと、伸長には暗黒よりもある程度の弱光が最も効果的であることは今迄の報告にはないようであるが、伸長ホルモンと光量との関係があろう。また葉位別の反応の違いは、第1葉身→第葉鞘→第2葉身→第葉鞘→第3葉身と生育段階がすすむに従い、胚乳依存から独立栄養にすすむと共に要求する光量も大きくなると考える。乾物生産における胚乳消費効率率は明らかに温度よりも光量がまずと直線的に増大した(図4)。なお、草丈は通常移植時には第2葉鞘長と第2葉身長との和であるからほぼ両者の合算で表されるので光反応の型も両者に準ずる。

(4) 地上部乾物 1985~1988年の結果では、光量と共に増大するが、年次による変異が大きいことが指摘される(図4)。

(5) 地上部乾物重/草丈 本指数は苗の素質を表現する有効な指標であるが、総受光量に比例して明らかに向上した。しかも地上部

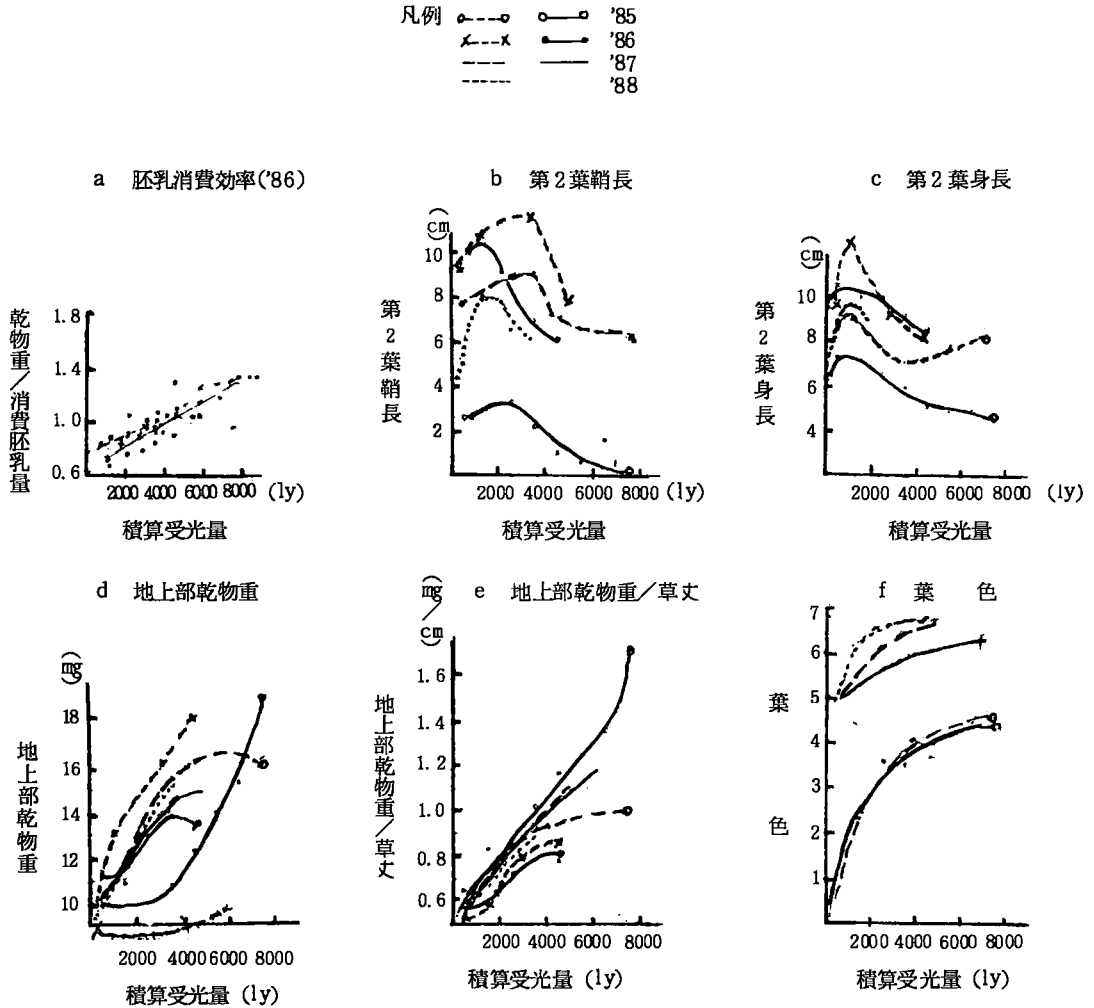


図4 苗の形質と受光量 ('85~'87)

き、まず、葉齢、地上部乾物重/草丈、草丈、葉色が大きいことがよい。実際、1葉期において温度、光を変える時点で各区の差はあまりないが、2葉以降では葉齢の進捗差が大きくなって本田に移植されるので、葉齢をそろえず、育苗日数をそろえたときの苗の前・後期の温度・光量の最適な組合せをみると表2のようである。

2) 育苗日数を同一にしたときの苗素質向上のための前・後期別の温度・光条件

1988年に前期(播種~1葉)に高温(4日)、低温(6日)に光量0, 2, 4万luxを組合わせ、後期(1葉~)には、前期の高、低温ごとと光量の組合せに高温、低温(共に7日)に光量の0, 2, 4万luxを組み合わせたので育苗日数は前期高温区で11日、前期低温区で13日とした。結果は1.5~3.2葉苗の比較的幅広い分布をした(表2)。

表によれば、①郡:おおむね前期は高温→後期は多照が良いという傾向がみられるのは、地上部乾物重/草丈、葉齢、乾物重、葉色(直下葉)であった。これに対し、②群:温度にかかわらず、

表2 育苗前期、後期の温度、光量と苗の素質('88)

		a 地上部乾物重/草丈 (mg/cm)									b 葉 齡									c 草 丈 (cm)																	
		×10 ⁴ mg																																			
前 期	23	4			2			0			4			2			0			4			2			0											
		0.4	0.8	1.1	0.6	0.8	0.9	0.6	0.7	0.8	2.8	2.9	3.2	2.7	2.9	3.2	2.7	2.7	3.0	12.6	14.2	13.4	10.6	15.0	12.8	13.0	15.7	15.0	9.7	16.8	14.2	14.2	13.5	13.5	11.9	16.4	14.2
		0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	0.9	0.7	0.6	0.7	2.8	2.9	3.1	3.1	3.5	3.2	4	11.9	15.0	13.2	12.7	16.3	13.5	4	11.9	15.0	13.2	12.7	16.3	13.5	4	11.9	15.0	13.2	12.7	16.3	13.5
	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	0.6	0.6	0.9	2.8	2.9	3.1	3.0	3.1	3.1	2	14.4	15.6	14.8	12.8	17.1	15.0	2	14.4	15.6	14.8	12.8	17.1	15.0	2	14.4	15.6	14.8	12.8	17.1	15.0	
18	4			2			0			4			2			0			4			2			0												
	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.9	0.6	0.6	0.8	1.5	1.9	2.0	2.0	3.0	3.1	0	13.2	14.3	12.0	10.7	16.1	12.9	0	13.2	14.3	12.0	10.7	16.1	12.9								
	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	0.8	0.8	0.6	0.8	1.5	1.9	2.0	2.0	3.0	3.1	0	13.2	14.3	12.0	10.7	16.1	12.9	0	13.2	14.3	12.0	10.7	16.1	12.9								
		0			2			4			0			2			4			0			2			4											
		18						23																													
		後 期																																			
		d 地上部乾物重 (mg)									e 地下部乾物重 (mg)									f 葉色 (Gyは葉色帖, 他は葉色票)																	
前 期	23	4			2			0			4			2			0			4			2			0											
		8.5	11.9	14.4	8.7	10.9	10.4	7.4	11.8	14.0	7.1	11.7	13.0	8.8	10.0	11.8	8.5	10.4	14.7	8.9	12.6	12.4	8.7	11.2	12.5	8.7	12.8	15.3	8.8	11.0	13.2	8.2	10.2	9.7	8.8	10.0	10.5
		8.5	11.9	14.4	8.7	10.9	10.4	7.4	11.8	14.0	7.1	11.7	13.0	8.8	10.0	11.8	8.5	10.4	14.7	8.9	12.6	12.4	8.7	11.2	12.5	8.7	12.8	15.3	8.8	11.0	13.2	8.2	10.2	9.7	8.8	10.0	10.5
	8.5	11.9	14.4	8.7	10.9	10.4	7.4	11.8	14.0	7.1	11.7	13.0	8.8	10.0	11.8	8.5	10.4	14.7	8.9	12.6	12.4	8.7	11.2	12.5	8.7	12.8	15.3	8.8	11.0	13.2	8.2	10.2	9.7	8.8	10.0	10.5	
18	4			2			0			4			2			0			4			2			0												
	8.5	11.9	14.4	8.7	10.9	10.4	7.4	11.8	14.0	7.1	11.7	13.0	8.8	10.0	11.8	8.5	10.4	14.7	8.9	12.6	12.4	8.7	11.2	12.5	8.7	12.8	15.3	8.8	11.0	13.2	8.2	10.2	9.7	8.8	10.0	10.5	
	8.5	11.9	14.4	8.7	10.9	10.4	7.4	11.8	14.0	7.1	11.7	13.0	8.8	10.0	11.8	8.5	10.4	14.7	8.9	12.6	12.4	8.7	11.2	12.5	8.7	12.8	15.3	8.8	11.0	13.2	8.2	10.2	9.7	8.8	10.0	10.5	
		0			2			4			0			2			4			0			2			4											
		g 本田の茎数									h 本田の草丈 (cm)																										
前 期	23	4			2			0			4			2			0			4			2			0											
		15.4	18.4	22.5	9.8	17.2	18.2	12.6	16.8	18.9	14.3	16.8	19.4	17.6	—	16.2	13.4	19.4	16.7	38.4	39.4	40.5	35.6	40.3	41.4	36.9	38.2	39.6	38.3	41.0	38.8	37.1	38.6	34.9	37.2	38.0	35.8
		15.4	18.4	22.5	9.8	17.2	18.2	12.6	16.8	18.9	14.3	16.8	19.4	17.6	—	16.2	13.4	19.4	16.7	38.4	39.4	40.5	35.6	40.3	41.4	36.9	38.2	39.6	38.3	41.0	38.8	37.1	38.6	34.9	37.2	38.0	35.8
	15.4	18.4	22.5	9.8	17.2	18.2	12.6	16.8	18.9	14.3	16.8	19.4	17.6	—	16.2	13.4	19.4	16.7	38.4	39.4	40.5	35.6	40.3	41.4	36.9	38.2	39.6	38.3	41.0	38.8	37.1	38.6	34.9	37.2	38.0	35.8	
18	4			2			0			4			2			0			4			2			0												
	9.1	—	3.2	12.3	19.7	24.3	—	3.1	9.1	13.9	19.7	21.0	9.3	—	6.0	12.7	21.8	14.8	37.9	39.2	33.8	38.9	45.1	40.3	41.0	29.7	41.6	36.5	43.0	41.7	38.4	41.8	37.6	36.0	24.6	39.1	
	9.1	—	3.2	12.3	19.7	24.3	—	3.1	9.1	13.9	19.7	21.0	9.3	—	6.0	12.7	21.8	14.8	37.9	39.2	33.8	38.9	45.1	40.3	41.0	29.7	41.6	36.5	43.0	41.7	38.4	41.8	37.6	36.0	24.6	39.1	
		0			2			4			0			2			4			0			2			4											
		i 本田の穂数									j 本田の稈長																										
前 期	23	4			2			0			4			2			0			4			2			0											
		13.6	14.6	18.4	17.6	18.2	15.8	14.8	16.8	19.6	16.2	18.2	21.2	16.4	—	15.4	18.8	19.0	17.6	69.2	75.0	76.6	65.0	69.4	72.0	72.6	71.6	75.4	74.0	78.0	71.2	74.2	87.0	76.8	69.8	59.6	70.0
		13.6	14.6	18.4	17.6	18.2	15.8	14.8	16.8	19.6	16.2	18.2	21.2	16.4	—	15.4	18.8	19.0	17.6	69.2	75.0	76.6	65.0	69.4	72.0	72.6	71.6	75.4	74.0	78.0	71.2	74.2	87.0	76.8	69.8	59.6	70.0
	13.6	14.6	18.4	17.6	18.2	15.8	14.8	16.8	19.6	16.2	18.2	21.2	16.4	—	15.4	18.8	19.0	17.6	69.2	75.0	76.6	65.0	69.4	72.0	72.6	71.6	75.4	74.0	78.0	71.2	74.2	87.0	76.8	69.8	59.6	70.0	
18	4			2			0			4			2			0			4			2			0												
	13.6	14.6	18.4	17.6	18.2	15.8	14.8	16.8	19.6	16.2	18.2	21.2	16.4	—	15.4	18.8	19.0	17.6	69.2	75.0	76.6	65.0	69.4	72.0	72.6	71.6	75.4	74.0	78.0	71.2	74.2	87.0	76.8	69.8	59.6	70.0	
	13.6	14.6	18.4	17.6	18.2	15.8	14.8	16.8	19.6	16.2	18.2	21.2	16.4	—	15.4	18.8	19.0	17.6	69.2	75.0	76.6	65.0	69.4	72.0	72.6	71.6	75.4	74.0	78.0	71.2	74.2	87.0	76.8	69.8	59.6	70.0	
		0			2			4			0			2			4			0			2			4											

地下部重が前期は中照→後期は多照がよいと認められた。また草丈は、前、後期とも少照が伸長した。地下部重と本田茎数・穂数の傾向と、草丈と本田の稈長とそれぞれ一脈通ずる傾向がある。①群の形質は前期の光量が少～多照の場合が多いが、地下部重、草丈増大の傾向、後期多照下での穂数増加の傾向から、一般的に前期は高温・中照→後期は多照がよいと思われる。後期の温度は、地上部乾物重/草丈、葉齡に差はないが、地上・地下部乾物重で低温がよいようである。前期の温度・光条件も、葉齡、地上部重、葉色(直下葉)で低温・少～多照が良い場合もあるが、葉齡の進みがややおそくなったので一般的でない。以上、稚苗の苗素質向上には、前記の地下部重の発達を考慮

して、前期高温・中照、後期が低温・多照が総合的にみて好適と思われる。

4. まとめ

ササニシキの稚苗の前期（播種～1葉）、後期（1葉～）に温度の高低（18, 23℃）、光量の多少（0～4万 lux）を組合わせて人工気象室で育苗し、苗の素質の素質への影響を検討した。

(1) 出芽歩合は前期の暗黒よりも160～320 ly/日の光量で大きくなった。

(2) 地上部乾物重/草丈は地上部乾物重、葉色、乾物当り胚乳消費量と同様に育苗期の総受光量と最も関係大きく、また苗形質中もっとも年次変動も小さかった。

(3) 1葉鞘は受光量が少ないほど伸長し、温度との関係は小さかった。2葉鞘はある程度の総受光量（2000～3000 ly）まで伸長し、その後減少した。2葉身は同じ傾向でピークは1000 lyであった。

(4) 出葉速度は光量の増大と共に促進されるが、低温での促進程度は高温より大きかった。

(5) 前期高温・中照（23℃・160ly/日）→後期低温・多照（18℃・320ly/日）の育苗温度・光管理が苗素質向上に好適とした。

引用文献

1) 宮迫訓彦・池田久美子・寺中吉造, (1985): 播種後の遮光が水稻稚苗の生育に及ぼす影響. 日本作物学会東北支部会報, **28**, 7-9

2) 寺中吉造, (1988): 水稻生育に及ぼす光量の影響について. 日本作物学会紀事, **57**別(2), 10-12.

牧草の発芽，初期生育と光量について

寺中吉造・兎原浩史
(宮城県農業短期大学)

1. はじめに

牧草の発芽・初期生育段階における生態，とくに光量との関係をみた報告は，種子検査のほかは少ないようである。本報告は，寒地牧草を主体に，生育への影響を温度との関連で草種間差異を検討したものである。

2. 材料および方法

第1実験 播種床は2cm深の底部有孔箱にくみあい合成培土3号を填充し，定部からしみ出る位十分灌水後，50粒/100cm²播種し，種子の隠れる程度まで，細かく砕いた共土で覆土後，人工光型人工気象室で所定の温度・光量で育成した。温度は昼70-夜80%と一定した。供試草種はホワイトクローバー，アルファルファ，レッドトップ，オーチャードグラスおよびパーミュダグラス*である(*暖地型牧草)。気温は播種～出芽(30%)まで28℃，以降25℃とし，光量は水槽で熱線を吸収した人工光(東芝，DR-400)で播種以降，0，2，4万lux・16時間/日照射した。調査は播種後13日の出芽歩合，草丈，出芽揃日数につきおこなった。

第2実験 播種床，草種(オーチャードグラスを除く)は第1実験と同じ。気温は播種～出芽まで22℃(日較差6℃)，出芽以降21℃(日較差10℃)と第1実験より低温とし，日較差を付与して徒長を抑えた。光量は播種以降0，播種7日以降2万および4万lux，播種11日以降2万および4万lux・16時間/日照射した。調査は草丈，葉齡，葉色(水稻用標準葉色票，フジフィルム)とした。

第3実験 播種床は濾紙(東洋濾紙，定性No.2)1枚をもらい，播種前に十分灌水し，覆土をしなかった。供試草種は第1実験のほかイタリアンライグラスとチモシーを加えた。気温は，播種後14日間，昼8時間28℃，夜16時間20℃，日平均22.7℃(日較差8℃)とし，光量は播種以降0万および0.1万lux・16時間/日照射した。調査は播種後7，14日目の発芽歩合，草丈および葉齡。

第4実験 気温が24時間22.7℃の定温である他は，すべて第3実験と同様にした。

3. 結果

1) 第1実験 結果は表1にしめた。

表1. 牧草の出芽に及ぼす光量の影響

項 目 草 種	出芽歩合(%)			草丈 (cm)			出芽揃日数 (日)		
	0	2	4	0	2	4	0	2	4 万 lux
ホワイトクローバー	100	70	50	3.3	3.8	3.4	5	6	6
アルファルファ	100	70	50	5.0	6.2	5.3	1	3	4
レッドトップ	80	65	80	3.2	3.5	3.3	4	6	6
パーミュダグラス	80	70	50	2.9	3.0	2.8	6	7	7
オーチャードグラス	75	70	50	6.1	6.5	6.4	4	6	6

表1によれば，出芽歩合はレッドトップを除いたほかの草種，ホワイトクローバー，アルファルファ，パーミュダグラス，オーチャードグラスでは0万>2万>4万luxの順に出芽歩合は低下した。出芽揃日数では，全草種で暗黒が最も短かく，しかも0→2→4万luxと光量の増大により長くなり，アルファルファはとくに光量間の差が大きかった。以上から播種直後からの光量は暗黒が出芽が良く，2万→4万luxと光量がまずにつれ，出芽歩合は小さくなる傾向があり，出芽揃日数は明らかに暗黒が光のある場合より短かった。従って出芽に関しては光が不必要なことを示した。

しかしながら，草丈については，2万lux>4万lux≥0万luxの傾向があり，暗黒よりも2万lux程度の弱光で伸長が大きく，4万，0万luxではかえって伸長が抑制され，初期の伸長に好適

な光量がある事がしめされた。

2) 第2実験 結果は表2にしめした。

表2 播種後の暗所期間の長所とその後の受光量による牧草幼植物の生育

項目	草種	暗所日数		7				11		
		明所日数		0*		12		0**		8
		光量		0	0	2	4	0	0	2
草丈 (cm)	ホワイトクローバー	2.58	1.14	1.57	0.97	2.15	1.38	1.04	1.03	
	アルファルファ	2.89	1.35	1.09	1.92	3.35	1.16	1.21	1.05	
葉齢	レッドトップ	2.23	1.04	1.63	1.27	2.29	1.02	1.55	1.17	
	バーミュエダグラス	1.86	1.48	2.21	0.87	2.10	1.31	1.35	1.30	
葉色	ホワイトクローバー	-	子葉	1	1	-	子葉	初生葉	初生葉	
	アルファルファ	-	子葉	1	1	-	子葉	初生葉	初生葉	
葉色	レッドトップ	-	1	2.0	2.0	-	1	2.0	1	
	バーミュエダグラス	-	1	3.7	3.5	-	1	2.8	2.6	
葉色	ホワイトクローバー	-	黄化	5	5	-	黄化	4.5	4.3	
	アルファルファ	-	黄化	4.5	5	-	黄化	4.5	4.5	
葉色	レッドトップ	-	黄化	6	5	-	黄化	4	4.2	
	バーミュエダグラス	-	黄化	5	4	-	黄化	5	4	

注 播種後7日あるいは11日の暗黒区(*, **)の値に対する比数

草丈は、暗所期間11日目に光を与えたとき、その光量は0あるいは4万 lux よりも、弱光である2万 lux がもっとも草丈を伸長させた。これは第1実験と同様であった。全体的に、同じ播種後日数19日であれば、暗所期間7日の場合、レッドトップ、バーミュエダグラスのみその傾向があった。

葉齢は、暗所期間が7日も11日の場合も、その後光量の多少にかかわらず、暗黒処理継続よりも明らかにまさった。暗所期間が11日の場合、レッドトップ、バーミュエダグラスでは、2万 lux が4万 lux よりも明らかにまさるようになった。

葉色も、暗所期間が7日も11日の場合も、暗黒継続よりも光量の大小にかかわらず、光を与えたほうが葉色が濃かった。レッドトップ、バーミュエダグラスは草丈と同じく、暗黒処理7日で2万 lux が4万 lux よりも葉色を濃くしていた。葉齢、葉色、草丈は暗所期間が11日より7日のほうが、全体的に生育を促進した。第2実験は第1実験よりも低温でかつ日較差を付与したので暗黒処理13日の草丈で比べると第1実験の75%と短かかった。

3) 第3実験 結果は表3にしめした。本実験は日変温下でおこなった。

発芽歩合は暗黒(0万 lux)が弱光(0.1万 lux)よりも、ホワイトクローバー、イタリアンライグラス、アルファルファ、バーミュエダグラスが大きい。レッドトップ、チモシーは差がなく、オーチャードグラスはむしろ弱光がやや、大きかった。草丈は、播種後1週間ではレッドトップを除く他の草種はすべて暗黒が弱光よりまさった。しかし2週間後ではアルファルファ、イタリアンライグラスはやはり暗黒が弱光よりまさったが、他の草種は弱光が暗黒よりもまさるようになった。葉齢は播種1週間後でアルファルファのみ弱光が暗黒よりすすんでいたが、播種2週間後には、アルファルファ、ホワイトクローバー、レッドトップ、オーチャードグラスでは弱光が暗黒より葉齢がすすみバーミュエダグラス、イタリアンライグラスでは弱光と暗黒との差はなかった。発芽歩合、

表3 牧草の発芽，初期生育におよぼす光量の影響（変温下）

光量 (lux)	草 種	発芽歩合 (%)		草 丈 (cm)		葉 齢	
		1週目	2週目	1週目	2週目	1週目	2週目
1,000	ホワイトクローバー	72	72	1.15	3.24 (2.82)	子葉	初生葉
	アルファルファ	68	68	1.89	4.66 (2.47)	初生葉	初生葉6 1葉4
	レッドトップ	80	80	1.91	3.07 (1.61)	1	2
	バーミュダグラス	84	84	0.61	1.29 (2.11)	1	1
	オーチャードグラス	68	68	1.85	5.89 (1.51)	1	2
	イタリアンライグラス	64	64	8.62	12.98 (3.15)	1	2
	チモシー	64	64	2.17	4.61 (2.12)	1	2
0	ホワイトクローバー	100	100	2.17	2.4 (1.12)	子葉	子葉
	アルファルファ	76	76	3.9	4.95 (1.27)	子葉	子葉
	レッドトップ	80	80	1.76	2.31 (1.31)	1	1
	バーミュダグラス	92	92	1.23	2.0 (1.63)	1	1
	オーチャードグラス	64	64	2.66	4.49 (1.13)	1	1
	イタリアンライグラス	80	80	9.94	11.24 (1.69)	1	2
	チモシー	64	64	2.76	3.83 (1.39)	1	2

注) () は1週目に対する2週目の比数

がすすみバーミュダグラス，イタリアンライグラスでは弱光と暗黒との差はなかった。発芽歩合，葉齢，草丈よりみて，生育段階がすすむにつれ，暗黒→弱光を要求する草種が多くなった。暗所で葉齢がおくれ草丈の伸長の大きいアルファルファは徒長状態になった。以上は気温の日較差のある場合である。

4) 第4実験 結果は表4にしめた。本実験は定温下でおこなった。

発芽歩合は草種間でかなり差があり，とくにバーミュダグラスは小さかった。これを除けば，暗黒が弱光より大きい差がなかった。草丈は，暗黒が弱光より伸びるのはアルファルファ，オーチャードグラス，チモシーで，弱光が暗黒より伸びたのは，ホワイトクローバー，レッドトップ，バーミュダグラス，イタリアンライグラスであった。葉齢は播種2週間後に，ホワイトクローバー，アルファルファ，レッドトップ，チモシーで，弱光が暗黒よりすすんだ。

表4 牧草の発芽，初期生育におよぼす光量の影響（定温下）

光量 (lux)	草 種	発芽歩合 (%)		草 丈 (cm)		葉 齢	
		1 週目	2 週目	1 週目	2 週目	1 週目	2 週目
1,000	ホワイトクローバー	83	88	1.01	2.91 (2.88)	子 葉	初生葉
	アルファルファ	80	76	1.33	3.14 (2.36)	子 葉	1
	レッドトップ	58	52	1.53	3.04 (1.99)	1	1.7
	バーミュダグラス	—	44	—	1.96 (1.96)	—	1
	オーチャートグラス	72	81	—	4.08 (4.08)	—	1
	イタリアンライグラス	80	86	5.03	12.31 (2.45)	1	2
	チ モ シ ー	86	86	2.08	4.71 (2.26)	1	1.4
0	ホワイトクローバー	76	88	1.55	2.13 (1.48)	子 葉	子 葉
	アルファルファ	76	100	1.69	3.23 (1.91)	子 葉	子葉8 初生葉2
	レッドトップ	64	64	1.11	2.55 (2.30)	1	1
	バーミュダグラス	32	36	0.63	1.02 (1.62)	1	1
	オーチャートグラス	33	80	0.33	4.57 (3.85)	1	1
	イタリアンライグラス	18	80	3.31	10.8 (3.26)	1	2
	チ モ シ ー	92	96	2.09	5.1 (2.44)	1	1

注) () は1週目に対する2週目の比数

4. 考 察

本報告に供試した種子は1988年産イタリアンライグラス，チモシーはタキイ種苗，他は雪印種苗の市販品で同年に実験をおこなったので品質は良好である。また種子の過乾燥はなかった。

1) 発・出芽～初期生育と光量

発芽～出芽には，明所より暗所が有効であるが，その後の生育に関しては光が必要で，暗所期間が出芽後長すぎるのは良くなく，必要な光量も4万 luxよりも2万 luxの光量が良い結果である。このことは著者らが水稻（催芽種子）で出芽～初期生育で，暗所よりも弱光（2万 lux）がよい事実^{4) 8)}と一致した。これは，光量による地温上昇効果によるものでないことは明らかである。

2) 発芽，初期生育と温度——高・低温，定温・変温

本報告の28℃と22℃の温度の高低は，初期生育への光量の草種間差異に対し大きな影響はない（表1，2）。しかし変温は定温に比べ，暗黒下の発芽を促進させる草種が多かったが，チモシー，

アルファルファは定温がむしろ変温より促進することが、光量にかかわらずみられた。光量にかかわらず変温で発芽が促進される草種は、レッドトップとパーミュダグラスとなる。このように、変温は発芽を暗黒下で促進し、弱光下ではむしろ定温が発芽を促進するのが一般的と考えられるが、光量（光の有無）にかかわらず変温や定温で促進される草種もあることが判った。発芽後の草丈の伸長や葉齢の進展にも変温が弱光下で有利に作用する草種が多いことは、変温効果にかかわる光量の影響は、発芽と草丈・葉齢との間では逆な傾向をしめすものと考えられる。（表3，4）。

3) 好光性種子について

牧草種子には好光性種子のあることが知られており、現に種子検査条件に光条件を加える種子がある。本報告で発芽に対する光の影響をみると、変温下では前記1)のように暗黒下が弱光より発芽歩合が高いことから、供試草種中に好光性種子はないことになる。定温化ではイタリアンライグラス、オーチャードグラス、パーミュダグラスが好光性種子とみられる位である。しかし、草丈で定温・変温の別なく好光性をしめすものは、ホワイトクローバー、レッドトップ、パーミュダグラス、チモシーであり、葉齢で定温・変温の別なく好光性をしめすものは、ホワイトクローバー、アルファルファ、レッドトップとみられたので、草丈・葉齢を通じて定温・変温の別なく好光性種子とみなされるのはホワイトクローバ、レッドトップである。

飼料作物発芽試験法で照明が必要とされるのは、パーミュダグラス、オーチャードグラス、チモシー、レッドトップであり、いずれも変温条件が指定されている。本報告ではパーミュダグラスとオーチャードグラスの発芽歩合（ただし定温下）の好光性については土掲の文献と一致した。草丈についての好光性はレッドトップ、パーミュダグラス（変・定温とも）、チモシーでみられるがオーチャードグラスではみられなかった。葉齢についてレッドトップ（定温）、オーチャードグラス、チモシー（変・定温とも）に好光性がみられたが、パーミュダグラス、イタリアンライグラスは、光・温度に無関係であった。したがって本報告の好光性は、茸種、形質によって既往の文献と一致する場合もあるが、好光性の対象形質は草種によって異なることや、変温でなく定温下でのみみられる草種があることなどが異なった。種子検査は対象形質を発芽歩合に主点をおくためであると考えられ、好光性種子につき個体発育からの検討も必要であろう。なお、関村・渡辺⁷⁾(72)は圃場で播種後60日遮光による低下は下繁草で著しいと報じている。本報告の上繁草（オーチャードグラス、チモシー）と下繁草（レッドトップ、ホワイトクローバー）とを比べると前者は発芽歩合、葉齢で、後者は草丈、葉齢でそれぞれ好光性種子である。前者は草丈で嫌光性、後者は発芽歩合で嫌光性で対蹠的である。（表3，4）。

5. ま と め

主として寒地型のイネ科牧草とマメ科牧草をもちいて初期生育への定温・変温下の光量の影響をみた。

(1) 播種～出芽には全草種で暗所が明所より生育を促進し、その後の生育には弱光（2万 lux）がよかった。

(2) 光（0.1万 lux）が有効な草種は、発芽に関しては変温下でなかったが、定温化ではオーチャードグラス、イタリアングラス、パーミュダグラスであり；草丈の伸長に関しては定温下に限り、ホワイトクローバー、アルファルファ、パーミュダグラス、変温下に限り、イタリアンライグ

ラス, チモシー, レッドトップ, オーチャードグラスであり, 好光性は変温・定温に関連して変動し; 葉齡に関しては, ホワイトクローバー, アルファルファ, レッドトップであった。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり, 国際種子検査規格など種々御教示頂いた農水省種畜牧場 田中誠也技官に深く感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 江原 薫, (1986): 栽培学大要, 養賢堂, 東京, PP317, 196
- 2) ———・山田豊一・西村 修, (1984): 飼料作物, 実教出版, 東京
- 3) 日本芝草学会編, (1988): 新訂芝生と緑化, ソフトサイエンス, 東京, PP562, 92-100
- 4) 宮迫訓彦・池田久美子・寺中吉造, (1985): 播種後の遮光が水稻稚苗の生育に及ぼす影響について, 日本作物学会東北支部会報, 28, 7-9
- 5) 西村修一, (1983): 飼料作物学, 文永堂, 東京, PP309, 295
- 6) 農林水産省長野種畜牧場, (1986): 国際種子検査規程, PP151, 79-90
- 7) 関村 栄・渡辺 潔, (1972): 牧草草種の初期生育に及ぼす遮光の影響, 東北農業研究, 13, 169-170
- 8) 寺中吉造・石崎恵美・田武仁・千葉隆, (1988): 水稻成苗の育苗期の温度・光量と苗の素質について, 日本作物学会東北支部会報, 31, 29-33

進 む 研 究

気象制御装置による登熟気温の制御と後期追肥の反応

高山真幸・嶽石 進・福田兼四郎*

(秋田県農業試験場・*秋田県立農業短期大学)

昭和59年に秋田県の奨励品種となり、翌60年、2,877haで本格的栽培をスタートさせたあきたこまちは、以後倍々ゲームで作付けを伸ばし、平成2年産では52,000haを超え(秋田食糧事務所4月27日発表の予測値)、作付け比率の50%突破は確実と見られている。このような急激な作付け拡大に伴って懸念されるのが品質・食味の低下であり、量より質を重視した栽培技術の徹底が求められている。そこで、福田ら(1985)の開発した気象制御装置(地下水の熱交換による冷風循環装置:図1)を用いて、あきたこまちに対する後期追肥の影響を検討した。

昭和63年に、あきたこまちに対する穂揃期追肥の影響について、登熟期の気温を変えて検討した。施肥は、基肥0.6(N成分kg/a)、減数分裂期追肥0.2、穂揃期追肥0.2(有無)、登熟期の温度処理は、8月19日から9月3日まで気象制御装置を設置して、圃場を冷却あるいは保温すること

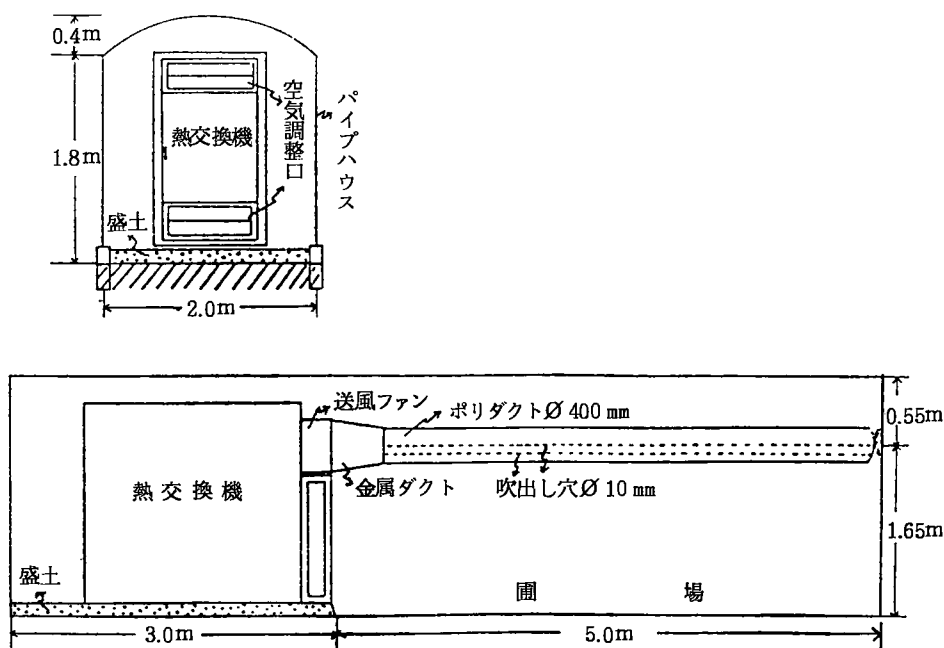


図1 気象制御装置の概念図(福田ら(1985)より)

表1 処理期間の温度 (S. 63. 8. 20~9. 2 まで2時間おきに測定)

処 理	日平均 (対外気温)	昼平均 (6:00~)	夜平均 (18:00~)
外 気 温	25.5 ℃ (± 0 ℃)	28.0 ℃	23.0 ℃
低 温	21.1 (- 4.4)	24.0	18.3
高 温	26.7 (+ 1.2)	30.9	22.4

により行った。処理期間中の温度は、外気温に比べて低温区が4.4℃低く、高温区が1.2℃高く経過した(表1)。その結果、登熟前期の高温処理により、登熟歩合、千粒重が低下して減収し、玄米品質も乳白米の多発により低下したが、低温処理区と外気温区の差は小さかった(図2)。これは、この期間の外気温が平年より2~3℃高く経過したため、更に高温処理を行うことにより登熟初期の澱粉集積が阻害されたが、低温処理ではそれが起こらなかったことによるものと思われる。また、穂揃期追肥により、各温度処理とも玄米窒素濃度が高まった(図3)。この時期に施用された窒素の利用率は極めて高いことが知られており、これは食味の低下につながる危険性がある。

平成元年には、幼穂形成期における深層追肥の影響について検討した。施肥は、慣行区が基肥0.6(N成分kg/a)、活着期追肥0.2、減数分裂期追肥0.2、深追区が基肥0.6、幼穂形成期(深層)追肥0.4で、8月11日から26日まで気象制御装置により圃場を冷却した。処理期間中の温度は、外気温に比べて弱低温区が2.0℃、強低温区が4.0℃それぞれ低く経過した(表2)。その結果、慣行区、深追区とも、登熟前期の低温処理により、登熟歩合、千粒重が低下してやや減収となった(図4)。この期間の外気温はほぼ平年並みに経過しており、低温処理により登熟が遅延し、その

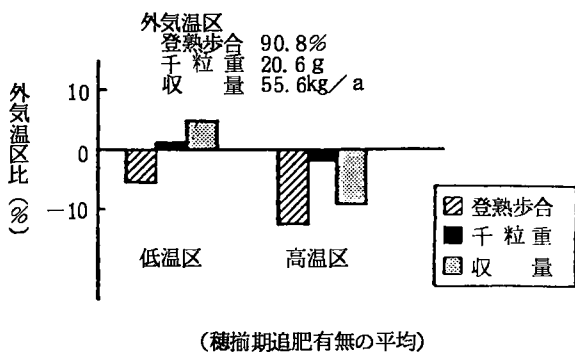


図2 登熟期の温度処理による影響

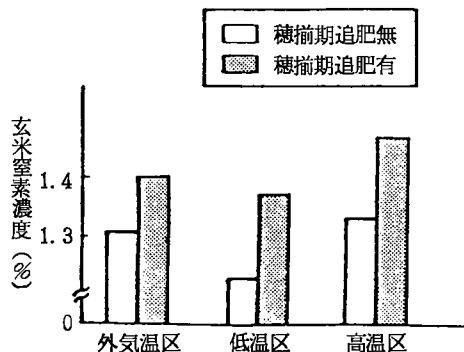


図3 穂揃期追肥の有無と玄米窒素濃度

表2 処理期間の温度 (H. 1. 8. 12~25 まで2時間おきに測定)

処 理	日平均 (対外気温)	昼平均 (6:00~)	夜平均 (18:00~)
外 気 温	24.3 ℃ (± 0 ℃)	27.3 ℃	21.2 ℃
弱 低 温	22.3 (- 2.0)	26.2	18.4
強 低 温	20.3 (- 4.0)	23.5	17.2

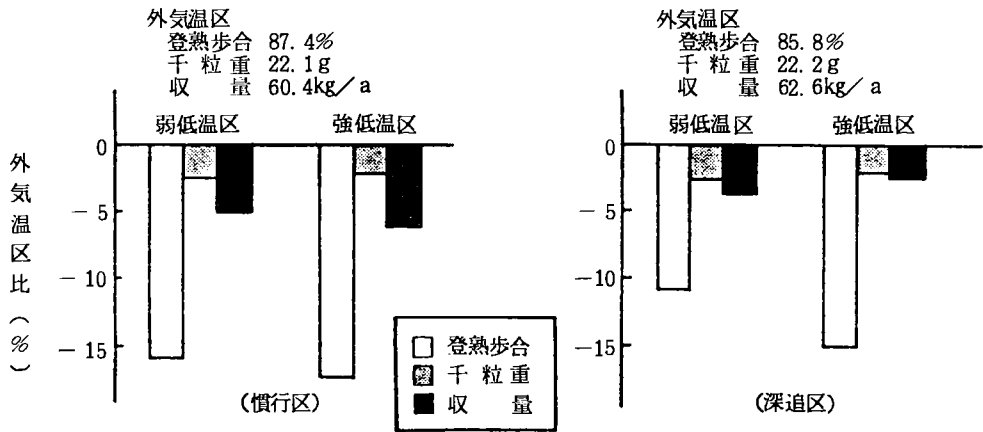


図4 登熟期の低温処理による影響

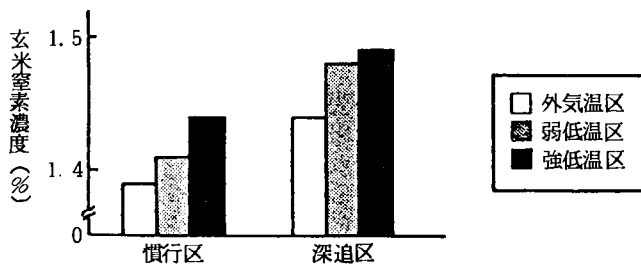


図5 慣行区と深追区の玄米窒素濃度

後の回復も不十分であったものと考えられる。更に、玄米窒素濃度については、深追区が慣行区を上回った(図5)。また、この両区とも登熟前期の低温処理により濃度が高まったが、これには、低温により玄米が小粒化したことも影響しているものと思われる。

以上、試験結果の概要について述べたが、これらの中で、穂揃期追肥や幼穂形成期の深層追肥が、登熟期の気温にかかわらず玄米中の窒素濃度を高めるということは、あきたこまちの栽培に当たって特に注意しなければならない点である。玄米窒素濃度の上昇は、この品種の身上である良食味特性を損うことにもなりかねないため、追肥は減数分裂期までとし、実肥の施用や遅い時期の深層追肥は避け、適切な水管理により、稲体の健全性を登熟後期まで維持させることが必要である。登熟期の温度条件については、高温処理で登熟歩合や玄米品質の低下が認められたが、これは極端な場合であり、本県ではむしろ、低温処理による登熟歩合の低下や、玄米窒素濃度の上昇が問題である。適地をはずれた標高の高い地域での無理な作付けは、安定生産の面ばかりでなく、良質・良食味米生産の面からも避けなければならない。

本県産のあきたこまちは、平成2年産米から1類に格上げされる可能性が高く、それに伴って、消費者の評価もこれまで以上に厳しいものになると予想されており、適地適作、量より質を重視した肥培管理など、食味の維持・向上が緊急の課題となっている。



宮城県農業センターのあらまし

宮城県農業センター 中野 修

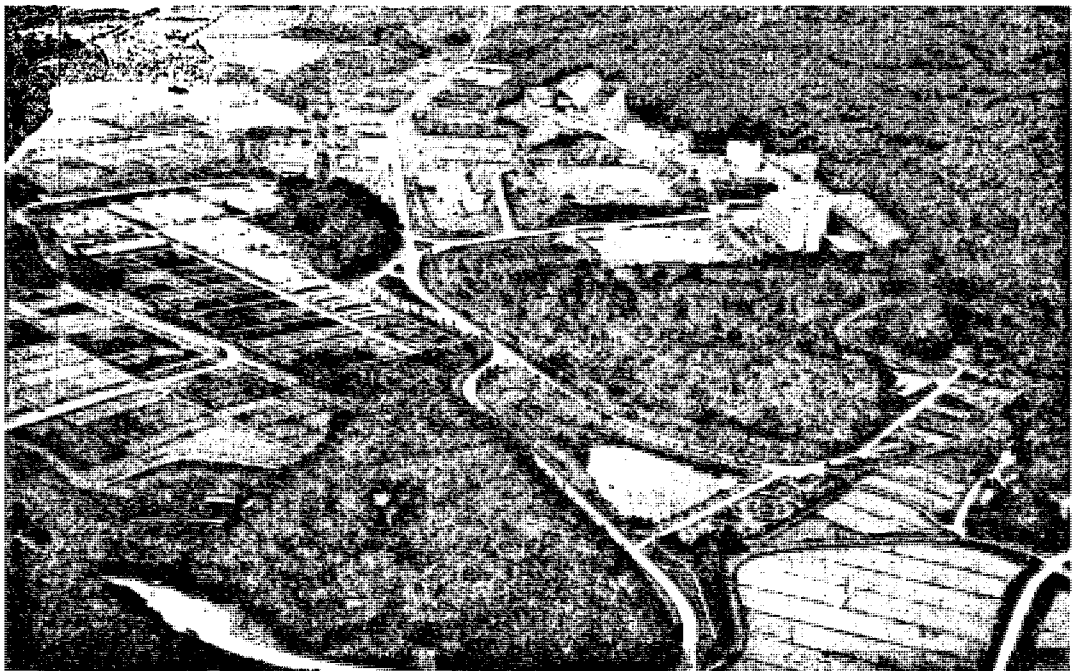
宮城県農業センターは、都市化が進んだ仙台市原の町から、仙台市の南に隣接する名取市西部丘陵の高館に昭和48年に移転しました。この時農業関係試験研究の再編が行われ農業試験場から農業センターに改称し現在に至っています。

至っています。

敷地面積は99haで、そのほかに岩沼市には原種苗科の敷地として約9haの広さがあります。その内圃場面積は約26haの広さがあります。

なお、同一建物内に宮城県園芸試験場及び農業後継者または農業指導者を育成する宮城県農業実践大学校があり、学生達の若やいだ活気に満ちあふれています。

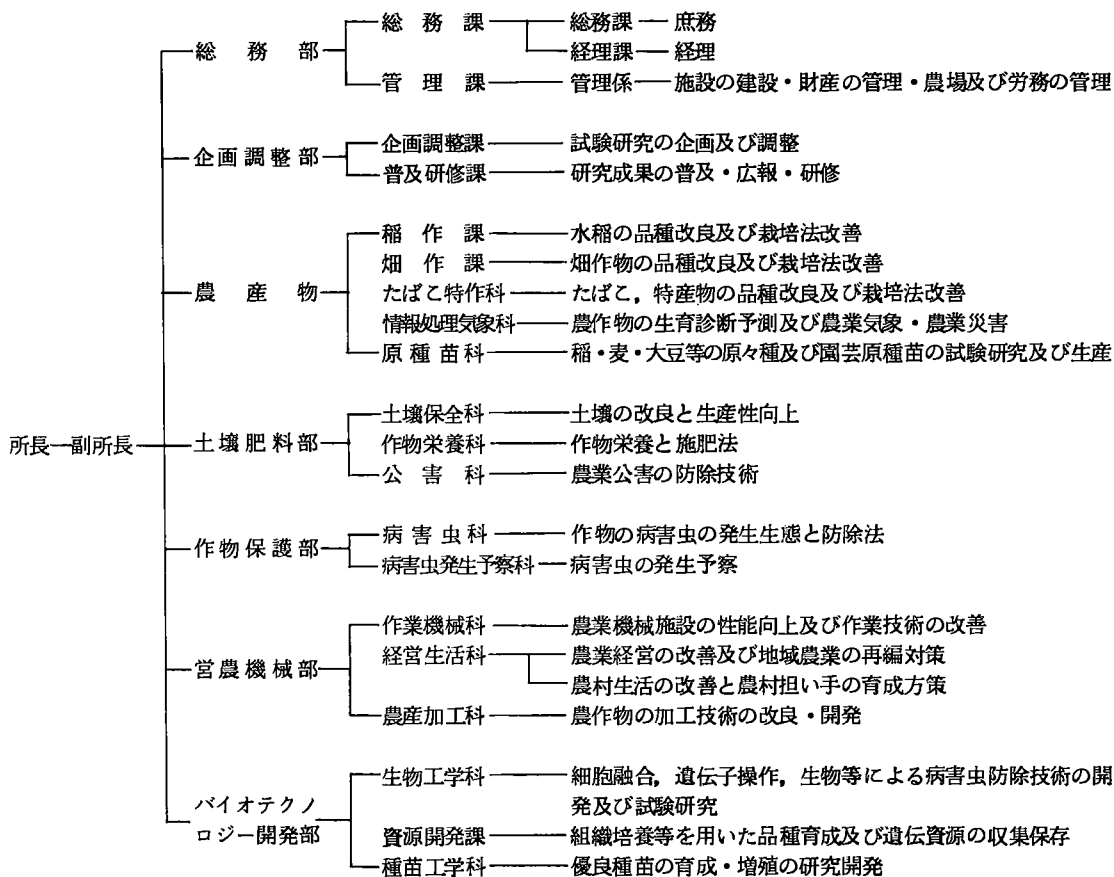
ここは古くから栄えたところで、センターの正門前の道は平安の昔から都と多賀城をむすび人が行き来した東街道で、近くには実方中將の墓や東北で最大の前方後円墳である雷神山古墳など多くの古墳群や、熊野堂等の古い神社がたくさんあります。また、センターの敷地内にも貝塚や縄文、弥生時代の遺跡が残されており、一方、センターの背後の山は環境保全林の「高館いこいの森」となっており、昼休みなどには遊歩道で野鳥の声を聞き、野草を見ながらの散策を楽しむこともできます。このような恵まれた環境であるため、春の花見の頃には多くの小学校や幼稚園の生徒児童が遠足に訪れます。とくに秋には「いも堀遠足」の名称で親しまれていますが、小さいうちから土に親しんでもらうため、センターで栽培したさつまいもを堀に来る多数の幼稚園でにぎわいます。



このような環境下で、研究職員57名、事務職員15名、技能職員41名、宮城県の農業振興を図る試験研究に取り組んでいます。センターの研究分野は、主として水稻、畑作物、特用作物の栽培、生産環境、農産加工及び農業経営です。本年度から新たに消費者ニーズに応えるため、高品質良食味の宮城米を均質安定的に生産するための研究とイネ細菌病の制御技術の開発を課題として取り上げ推進して行くことにしております。

組織については別表に示しましたが、昨年度からバイオテクノロジー開発部が新設され、新装になった「植物バイオ館」で組織培養等を用いた新品種の開発などを進めています。なお、農産部原種苗科は、名取市に南接する岩沼市にあり、水稻、麦類、ニンニクやカーネーションなどの原種生産を行っています。なお、本県の農業関係試験研究機関には当センターの他に前述した園芸試験場、県北の岩出山町にある畜産試験場、県南の亘理町にある蚕業試験場そしてササニシキの育成地として知られ国の指定試験地にもなっている古川農業試験場があります。当センターと最も係わりの深い古川農業試験場ではササニシキに優るとも劣らない良食味品種や新たな需用を拡大するため、多様な用途向き品種の育成を目指して頑張っています。しかしこの地域も都市化の波で試験研究を行うための環境は悪化してきており、試験研究機関の再編も含めて移転が検討されています。

○農業センター



新刊紹介

農業気象学：坪井八十二編著，1990，養賢堂，283頁，定価4017円

世界の植生分布は吉良（1951）の生態・気候区分図によると，主として気温と降水量の分布に支配され，その種類は緯度，標高，地形，土質などによって違ってくる。この自然植生を起源とする農作物の分布も，また気象・気候に支配される結果，それぞれの地域に適した作物を対象とする農業が展開されてきた。

焼畑に始まる農業は，1900年以降の遺伝・育種学の進歩や戦後の有機化学，農芸化学の発達などによって，移動農業からその土地で農耕を営み，比較的安定して多収生産できる農業へと変遷を遂げてきた。しかし，ソビエトにおける穀物の作柄指数の年次変動（1800～1970）をみると，作柄指数の偏差は±20～30%であり，それが約170年間ほとんど変化していない。また，著者は「気象と農業生産（養賢堂）」の中で，わが国の米の単収変動は1885年から1985年の約100年間についてみると，技術の進歩した今日でも依然として大きく，最近はむしろ大きくなる傾向すらみられる，と述べている。

この農業気象学の序文で著者はつぎのように述べているが，これが一つの理由ではないかと思われる「・・・・地球規模で絶えず変化する気温や日射の気象要素は，土壌や病害虫などの環境要素と違って，実際に手で触れたり，掴むことができない。そこに農業気象研究のむずかしさがあり，気象を人為的に管理する手段にも自ら限界がある。・・・・しかし，農業気象の分野では「気象管理技術」ともいえる気象の生産技術化が大幅に立ち遅れている。これは上に述べたように，気象の本来的属性によるものであろう」。しかし，一方では応用技術の発展という観点から最近著しい展開と成果をみせている被覆・施設農業を紹介し，着実な農業気象の発展を印象づけている。

このような気象と農業の謙虚なとらえかたは著者の情熱的な深究心に裏付けされたものと思われる。他の3人の執筆者もまさにこのような姿勢で研究されてきたことは容易に推察できる。それが，農業気象学を構成する各分野をこのような観点から平易・簡明に記述したこの本を特徴ある教科書あるいは農業気象の実用書にしている。新編「農業気象ハンドブック」をより理解しやすくコンパクトしたという印象が持てる。

詳細な内容については割愛し，目次を以下に掲げることとする。

序章 農業気象学	10. その他の災害形成
1. 農業気象学とは	第4章 局地気候と農業
2. 農業気象学の歴史	1. 局地気候の形成
3. 農業気象学の分野	2. 局地気候の農業利用
4. 農業気象研究の動向	3. 局地気候の改良
第1章 気候と農業	第5章 耕地の微気象
1. 日本の気候と農業	1. 微気象の成立
2. 世界の気候と農業	2. 微気象と作物
3. 気候変化と異常気象	3. 微気象の改良と利用

第2章 天候と作物

1. 天候と作物の生育・収量
2. 天候による生育・収量の予想
3. 適地判定と計画栽培法

第3章 農業気象災害

1. 農業気象災害
2. 冷害
3. 冷水害
4. 霜害
5. 凍害
6. 風害
7. 水害
8. 干害
9. 雪害地気候と農業

第6章 被覆気象と施設気象

1. 被覆気象の形成
2. 被覆による環境調節
3. 生産施設の環境調節

第7章 農業気象の調査法

1. 気象要素の測定法
2. 一般気象の観測法
3. 局地気候の調査法
4. 微気象の測定法
5. 気象資料の利用

付 表

参考文献

索 引

四季の農業気象台：内嶋善兵衛著，1990，農林統計協会，159頁，定価1600円

「四季の農業気象台」は農林統計協会から発行されている「新農業暦」に、1981年版から1990年版に掲載した各月の「農業気象台」を再整理して、若干の資料を加えて作成した。執筆にあたって、四季の移りを代表する気象や天気を選び出し、それと農業との関係を明らかにするように心がけた。その他に日本の食糧事情の国際化と地球規模化を考えて、地球的な気候変化を農業の立場からとらえることを試みた。

著者のはしがきをほぼそのまま引用したのは、ちょっと耳なれない「四季の農業気象台」という題名の意味とこの本の内容が上述から察せられるのではないかと考えたからである。

本書はB6版で、一項目一ページに収められ、全部で120項目が収められている。著者はネーミングのつけかたが上手で、例えば地球的なリレー栽培、南方海域からの暴走給水車、天日の利用、バレイショ飢餓、シューツも積もればオゾン層に穴?????である。記述は平易であるが、単なる読物ではなく、内容はデータを使い定量的で、濃密である。是非、ご一読下さい。

(井上君夫)

支 部 だ よ り

1. 平成元年度支部会報告

平成元年度日本農業気象学会東北支部大会及び創立40周年記念大会が、8月24日～25日の両日盛岡市において開催された。

第1日目の記念大会は共済ビルにおいて記念式典、記念講演会が行なわれた。講演者は鳥山国土、内嶋善兵衛、工藤敏雄、門馬敏幸の各氏、また座長は小野清治、日野義一、卜蔵建治、宮部克己の各氏にお願いした。各講演者からは有意義なお話をうかがい、150余名にのぼる参加者は熱心に聞きいった。

つづいて夜は記念祝賀会が同館で開かれた。祝賀会では、日本農業気象学会長、岩手大学農学部長、東北農業試験場長、岩手県農政部長から御祝いの辞があり、多数の参加者ともども創立40周年を祝った。

第2日目は岩手大学農学部にて会場を移し、研究発表会、役員会、総会等が開かれた。研究発表は22課題であった。

2. 会員動静

新入会者

氏 名	所 属
黒 木 斌 雄	山形農試庄内支場
濱 崙 孝 弘	東北農業試験場
鳥 谷 均	防 衛 大 学 校
鮫 島 良 次	農業研究センター
二 部 浜 男	
大和田 正 幸	福 島 農 試
鈴 木 幸 雄	”
根 本 文 宏	”
小 沢 聖	東北農業試験場
工 藤 龍 一	青 森 県 農 試
富 田 秀 弘	”

退 会 者

羽田栄四郎、渡辺 正、阿部 三郎、松本 顕、菊池 邦郎、檜館 正大

3. 寄贈図書

日本農業気象学会本、支部より会誌を載いております。ご利用の節は支部事務局までご連絡下さい。

4. 決算報告及び予算

(1) 平成元年度決算報告

(平成2年3月31日)

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
個人会員会費	380,000 円	349,500 円	通 信 費	28,000 円	26,520 円
賛助会員会費	20,000	15,000	振 替 費	4,500	4,150
雑 収	100,000	95,000	事 務 費	4,500	4,750
繰 越 金	100,000	5,203	旅 費	5,000	9,500
			印 刷 費	380,000	259,676
			会 議 費	40,000	40,000
			雑 費	20,000	20,000
			予 備 費	18,000	36,200
合 計	500,000	464,703	合 計	500,000	400,796

繰越金 464,703円 - 400,796円 = 63,907円

(2) 平成2年度予算

(平成元年8月25日)

収 入		支 出	
項 目	金 額	項 目	金 額
個人会員会費	360,000 円	通 信 費	30,000 円
賛助会員会費	40,000	振 替 費	5,000
雑 収	100,000	事 務 費	4,000
繰 越 金	0	旅 費	24,000
		印 刷 費	360,000
		会 議 費	40,000
		雑 費	20,000
		予 備 費	17,000
合 計	500,000	合 計	500,000

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市青葉区1番町3丁目7-1	電力の開発, 販売
美和電気工業株式会社	仙台市太白区長町南3丁目37-13	計測機器販売
(株)旭商会仙台店	仙台市青葉区上杉一丁目9-38	計測機器販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町126	化学薬品販売
八戸科学社	八戸市内丸14	理化学器機械販売

◇ 平成2年度東北支部大会開催のご案内

平成2年度支部大会を下記のとおり開催いたすこととなりましたので、ご案内申し上げます。
多数の方々のご参加をお願いいたします。

記

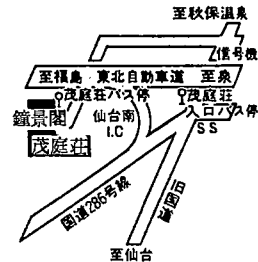
日 時：8月28日（火）（10時30分）～8月29日（水）（11時30分）
場 所：仙台市勤労者保養所
（仙台市茂庭字人來田西143の3，TEL-(022) 245 - 5141）
日 程：8月28日（火） 10:30～12:00 研究発表
12:00～12:40 役員会
13:00～15:30 研究発表
15:40～16:30 総 会
16:40～17:40 講演会
18:00～20:00 懇親会
8月29日（水） 9:00～11:30 エクスカーション
仙台駅解散

詳細は事務局へ：〒020 - 01 盛岡市下厨川赤平四 東北農試
気象特性研究室内 支部学会事務局
TEL. 0196 - 41 - 2145 内線239

バス時刻表 市役所前◀▶仙台駅前◀▶茂庭荘

■ 市役所 → 茂庭荘（茂庭台四丁目行）

県庁市役所前		*9:00	10:10		12:20	13:10	15:20	17:50	
仙 台 駅 前		9:08	10:18		12:28	13:18	15:28	17:58	
長町ターミナル	8:10	—	—	11:30	—	—	—	18:30	
西多賀一丁目西	8:17	9:25	10:35	11:37	12:45	13:35	15:45	18:15	18:37
茂庭荘（着）	8:33	9:40	10:50	11:53	13:00	13:50	16:00	18:30	18:53



■ 茂庭荘 → 市役所

茂庭荘（発）	7:44	9:24	10:14	12:34	13:44	15:34	17:14
西多賀一丁目西	7:59	9:39	10:29	12:49	13:59	15:49	17:29
長町ターミナル	8:06	—	—	—	—	—	—
仙 台 駅 前		9:56	10:46	13:06	14:16	16:06	17:46
県庁市役所前		10:01	10:53	13:13	14:23	16:13	17:53

時刻表のご案内

仙台駅前からのバスご利用は、ターミナル8番のりばより宮城交通、茂庭台団地行（茂庭荘下車）をご利用下さい。

時刻表以外の交通のご案内

秋保温泉行、二口温泉行、川崎行、菅生行（茂庭荘入口下車、徒歩10分）のいずれかをご利用下さい。

- ※は休日運休。
- 主な運行経路
県庁市役所⇄仙台駅前⇄西多賀一丁目西⇄茂庭荘⇄茂庭台



研究発表プログラム

午前（10:30～11:45）

1. 籾がらを利用した人工培地の開発
小沢 聖・岡田益己・濱寄孝弘・高橋英博（東北農試）
2. リンゴの着色におよぼす有効日照時間に関する研究
ト蔵建治（弘前大学）
3. ソバの結実期における気温及び日照時間と収量
多田 久・熊谷泰治・穴水孝道（青森農試）
4. 大麦の収量予測の一手法 ―登熟と日照との関係―
宗村洋一・飯島正光（福島農試）
5. 紫波町における日射気候値のメッシュ化について
阿部博史・井上君夫（東北農試）

午後（13:00～13:45）

6. レーザ・レーダ装置によるやませ霧観測 ―1989年度観測結果―
長峰信雄・内山晴夫・十文字正憲（八戸工大）
7. レーザ・レーダによる雪雲の3次元実時間観測
長峰信雄・内山晴夫・十文字正憲（八戸工大）
8. 電子式結露計の開発とその特性
橋本 晃・根本文宏・半沢伸治（福島農試）

午後（13:45～14:45）

9. 岩手県における水稻の気温による発育段階予測 第2報 ―中晩生品種について―
多田 徹・*伊五澤正光・石川 洋（岩手農試、*県南分場）
10. 水稻の生育ステージ予測とその精度について
富田秀弘・太田恵二・*山崎賀久（青森農試、*青森畑園芸）
11. 海岸からの距離と水稻出穂期の変動についても
大谷裕行（福島県農試・相馬支場）
12. イネの出穂開花期における耐冷性の早期検定法
細井徳夫（東北農試）

午後（14:45～15:30）

13. 秋田県内におけるイネの生育特徴と気象との関係 ―日照とイネの生育―
山本虎彦・島山俊彦・田口光雄・斉藤正一（秋田農試）
14. 昭和62年の山形県最上地域の水稲作況の特徴について
上林義徳¹⁾・黒木斌雄²⁾・菅原道夫¹⁾・長谷川憲³⁾・早坂 剛⁴⁾・長谷川正俊⁵⁾
(¹⁾藤島農業改良普及所, ²⁾山形農試庄内支場, ³⁾山形農試置賜分場, ⁴⁾新庄農業改良普及所, ⁵⁾山形農試最北支場)
15. 不良気象環境地における銘柄米の安定生産と品質向上に関する研究
―特に早期育苗期間の気象と生育について―
日野義一・佐藤順紀・涌井 茂（宮城県農業実践大学校）

特別講演

地球温暖化の問題について

田中正之（東北大学理学部教授）

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
昭和53年 10月 28日	同
昭和59年 9月 27日	同
平成 2年 8月 28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) : 農林水産省東北農業試験場気象特性研究室内におく。
- 第2章 事 業
- 第4条 (事業) : 本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。
- (1) 農業気象についての研究発表会、講演会、談話会などの開催。
 - (2) 機関誌「東北の農業気象」の発行。
 - (3) その他必要と認める事業。
- 第5条 (事業年度) : 本会の事業年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終る。

第3章 会 則

- 第6条 (会員) : 本会の会員は正会員、賛助会員、名誉会員とする。
- (1) 正会員は本会の趣旨に賛同し、入会を申込んだ者。
 - (2) 賛助会員は本会の目的事業に賛同する個人または団体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4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7章 会 計
- 第14条 (会計年度) : 本会の会計年度は事業年度と同じである。
- 第15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16条 (会費) : 支部年会費は次のとおり前納とする。
- | | |
|------|-------------|
| 正会員 | 2,000円 |
| 賛助会員 | については別に定める。 |
- 第17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18条 その他は本部会則に従う。
- 第19条 (会則の改正) : この会則の改正は総会の決議により行う。

日本農業気象学会東北支部功労賞規程

(平成2年4月1日制定)

1. 会則第2章第4条(3)に基づき本規程を設ける。
 2. 功労賞は支部の活動、運営等に永年貢献のあった会員に贈る。
 3. 功労賞受賞者には賞状と賞牌を贈る。
 4. 功労賞は原則として毎年贈る。
 5. 功労賞受賞者を次の手続きで決定する。
 - (1) 功労賞受賞候補者の推薦は会員が行う。推薦者は5名以上の推薦人(役員1名以上を含む)と推薦理由を本会誌閉じ込みの推薦書に記入し、事務局へ届け出る。
 - (2) 推薦書の届けは事業年度内に開催される東北支部会の2ヶ月前までとする。
 - (3) 支部長は受賞候補者を評議員会にはかり受賞者を決定する。
 6. 受賞式は総会でを行う。
 7. 功労賞受賞者の資格は次のとおりとする。
 - (1) 15年以上の会員で、原則として役員を務めた会員。
 - (2) 支部長がとくに功績を認め推薦した会員。
- (付則) 本規程は平成2年度から適用する。

◇ 会誌「東北の農業気象」投稿についてのお願い

1. 投 稿

- 1.1 投稿にあたっては、原則として本会専用の原稿用紙を使用して下さい。なお、ワードプロセッサを利用する場合は、B4サイズ用紙（縦、白紙）を用い、44字36行（1584字詰）で作成した原稿とする。

2. 論文の内容区分および配列は、原則として次のようにして下さい。

表 題（必要な場合は副題を付ける）

著 者 名

まえがき（はじめに、緒論）

本 文

あとがき（結論、むすび）

謝 辞（必要に応じて付ける）

引用文献（参考文献）

3. 表題および体裁

- 3.1 表題は具体的かつ簡潔に、上から6行までの間に表題を中央にいれ、次いで1行あけて氏名と次の行に括弧つきで所属を下記の例に従って書いて下さい。

例 第2種冷夏型の天候時における東北地方の気温分布

工藤 敏雄・宮腰 勝*
(岩手大学・*秋田地方気象台)

- 3.2 所属が現在と異なるときは、その旨を脚注に書いて下さい。

4. 本 文

- 4.1 本文の見出しは、原則として次の記号を用い、書き出しは次の指定に従って下さい。

第1段の見出し	1	1字あけて左端から書く
第2段の見出し	(1)	"
第3段の見出し	1)	"
第4段の見出し	①	"

- 4.2 和文の本文は平仮名まじり、楷書で、ペン字（黒インキが望ましい）にして下さい。数式は上下に十分のスペースをとって下さい。

- 4.3 文書中の式は a/b 、 $\exp(t/r)$ のように明解に書いて下さい。

- 4.4 単位は統一的使用するかぎりSI単位、CGS単位およびMKH単位のどれを使用しても結構です。

5. 図・写真・表

- 5.1 図、写真および表は全て、図1、写真1、表1、のように論文ごとに通し番号を付けて下さい。

- 5.2 図、写真および表には和文の説明をつけ、本文中での引用は図1によれば、表1に示した、などとしてください。

- 5.3 図は原則としてトレース用紙にスミ書きとします。鮮明であればコンピュータのプリンタやプロッタの出力でも結構です。

- 5.4 原図の大きさは、原則としてA4以下でかつ刷上りの2倍とする。とくに、図中の文字や数字の大きさは縮小を考慮して記入して下さい。

- 5.5 図、表および写真の挿入個所は、原稿用紙の3行をあけて説明文を記入し、朱で囲んで下さい。

6. 引用および参考文献

6.1 引用および参考文献は論文の末尾に一括して下さい。

6.2 著者，年：題目名．誌名（略），巻，頁の順に下記の例に従って書いて下さい。

例 木村 吉郎，1951：偏東風の地域的偏向について．農業気象，7(1)，27-29.

伊藤 浩司，1971：個葉光合成の測定法．戸刈義次監修 「作物の光合成と物質生産」，pp. 23-28，養賢堂.

6.3 本文中での引用は番号でなくMonteith (1962)によれば，などとして下さい。

7. 割 付

7.1 割付には原則として本会の割付用紙（44字，36行）を使用し，論文の内容区分に従って，割付して下さい。同用紙の左端に頁数を記入してください。

7.2 図，表および写真の割付は挿入個所を記入し，さらにそれらの上下の各1行および左右の各2列をスペースにとって下さい。図，表および写真の説明文の挿入個所とスペースを指示して下さい。

8. 頁 数

8.1 頁数は原則として4頁以内とします。

好評発売中

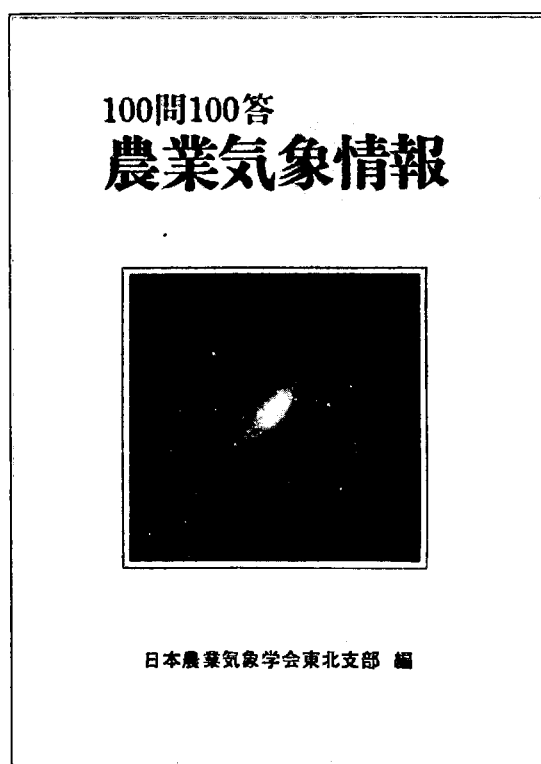
残部僅少 !!!

Q & A

農業気象情報100問100答

東北支部創立40周年記念事業

B6判 290頁 定価1,500円 送料260円



申込先

日本農業気象学会東北支部事務局

東北農試・気象特性研

〒020-01 盛岡市下厨川赤平四 Tel. 0196-41-2145 (239)

郵振 盛岡1-4233 日本農業気象学会東北支部

平成2年7月25日

会員の皆さまへ

日本農業気象学会東北支部

平成3年度功労賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部功労賞規程に基づき、平成3年度の功労賞受賞候補者を、下記により御推薦下さるようお願いいたします。

記

- (1) 推薦方法：日本農業気象学会東北支部功労賞規程に従い、閉じ込みの推薦書で御推薦下さい。
- (2) 締切：平成3年度6月15日（書留便）必着のこと。
- (3) 宛先：020 - 01 盛岡市下厨川赤平四 東北農業試験場
気象特性研究室内
日本農業気象学会東北支部事務局

以上

日本農業気象学会東北支部功労賞の受賞者には賞状と賞牌が総会において贈呈される。賞牌は東北各県の地図と太陽、植物、そして土がデザインされ、中に功労賞の文字が刻まれている。



功労賞（表）

大きさ：直径90mm，厚さ10mm
形体：文鎮
材質：鋳鉄
色：錆色



（裏）

日本農業気象学会東北支部功労賞候補者推薦書

	氏 名	所属機関名
推薦者(代表者)	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

被推薦者 氏 名 _____

所属機関名 _____

主な推薦理由(東北支部会の運営, 活動等に貢献したことをわかり易く 400 字以内で書いて下さい)

役員歴

あらゆる 気象観測, 用計測器

各種 温度, の検出端, 測定機器

PH, 濁度, 他 水質, 監視用計器

指示記録, から データ処理, まで

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

横河電気・横河ヒューレット・パカード・中浅測器
東北・北海道地区代理店

美和電気工業株式会社

東北地区支店、出張所

仙台支店	〒980 仙台市太白区長町南3丁目	TEL.022-249-8111 FAX.022-225-8969
八戸営業所	〒031 八戸市下長八丁目 1-13	TEL.0178-20-4303 FAX.0178-20-4230
盛岡営業所	〒021-01盛岡市前九年 3-19-52 武藤ビル2階	TEL.0196-46-4341 FAX.0196-45-3426
秋田営業所	〒010 秋田市大町 3-4-39 大町3丁目ビル1階	TEL.0188-63-6081 FAX.0188-23-6340
本荘出張所	〒015 本荘市出戸町水林 372	TEL.0184-22-0431 FAX.0184-22-0427
山形出張所	〒990 山形市松波 1-16-9 カネマルビル201	TEL.0236-32-0221 FAX.0236-24-3044
郡山支所	〒963-01郡山市安積町荒井東六兵衛田13番3	TEL.0249-47-1331 FAX.0249-47-1332
いわき営業所	〒974 いわき市植田町南町 1-5-6	TEL.0246-63-2059 FAX.0246-62-5228
福島出張所	〒960 福島市北五老内町 8-13 北五ビル2階	TEL.0245-31-6320 FAX.0245-31-8409

本 社 〒160 東京都新宿区新宿 2丁目 8-1
新宿セブンビル 4階
TEL. 03-341-2101
FAX. 03-341-4426

農業気象 第45巻 総目次

論文

1. ジャーファーマンタ培養におけるCO₂施用が培地のpHに及ぼす影響
 …… 孫 禎翼・金 文基 1
 本條 毅・高倉 直

2. 作物の霜害に及ぼす氷核活性細菌の影響について …… 馮 玉香・羽生寿郎・岡野通明 7
 中山敬一・今 久

3. 果樹園内微気象に及ぼすネット被覆の影響
 …… 今 久・高橋行継・吉富速人 13
 羽生寿郎・中山敬一

4. 水の葉面噴霧がトマトの根の伸長に及ぼす影響 …… 小沢 聖 19

5. 速度論的手法によるソメイヨシノの開花日の推定 …… 小元敬男・青野靖之 25

6. 画像処理によるキュウリ果実の位置検出
 …… 庄野浩資・天羽弘一・高倉 直 87

7. キュウリ果実の収穫用ロボットハンドの開発
 …… 天羽弘一・高倉 直 93

8. 培養液への光入射が培養液組成と野菜の生育に及ぼす影響
 …… 星 岳彦・岡野利明・寺添 斉 99
 吉原利一・斎木 博

9. 発育指数を用いた水稻の幼穂形成初期と出穂期の推定 …… 川方俊和・岡田益己 137

10. 植物組織培養器内の光強度に及ぼす栓および容器の影響 …… 富士原和宏・古在豊樹 143
 中條愉利子・渡辺一郎

11. 温水循環方式による土壌加熱時の熱及び水分移動(英文) …… 関 平和・小森友明 217

12. 微風域において浮力の影響を受ける葉面境界層輸送係数(英文) …… 長谷場徹也・相原研二 227
 守屋公二・西川 敦・伊藤代次郎

13. やませ卓越条件下における山地の気温, 日射特性 …… 卜蔵建治 235

14. チルユニットを用いた温度変換日数によるソメイヨシノの開花日の推定
 …… 青野靖之・小元敬男 243

15. 非破壊顕微画像計測法による汚染ガスに対する気孔とその周辺細胞の反応の検討
 …… 大政謙次 251

16. 非破壊顕微画像計測法による根の吸水機能変

化に対する気孔とその周辺細胞の反応の検討
 …… 大政謙次・丸山幸夫 259

要報

1. 地域気象観測ネットワークシステムの開発
 …… 水谷敦司・高倉 直・田上隆一 33

2. 植物実験用PAN暴露装置の試作
 …… 高木博夫・戸部和夫 39
 竹下俊二・大政謙次

3. トマトの水ストレスと生育に及ぼす根の部分吸水と吸肥の影響
 …… 小沢 聖・斉藤祥子・島根茂雄 105

4. 作物の発育ステージのノンパラメトリック推定の有効性
 …… 竹澤邦夫・田村良文・小野祐幸 151

5. モモ及びニホンナシ生産と雨量の変動との関係 …… 高谷 悟 155

6. 広島県における日照時間及び日射量のメッシュ化について
 …… 上田由子・清野 豁・原田昭彦 159

7. べたがけが表層土壌環境と作物の出芽に及ぼす影響 …… 浜本 浩・中村 浩 265

8. サーモグラフィによる街路樹(仙台市ケヤキ並木)の診断
 …… 大政謙次・田島 彰・宮坂佳代子 271

9. 水稻茎部の蒸散流測定への茎熱収支法の適用(英文) …… 桜谷哲夫 277

資料

1. 水田水・地温の簡易推定法
 …… 高見晋一・菅谷 博・鳥山和伸 43

2. 1988(昭和63)年の日本の天候の特徴
 …… 重原好次 49

3. 昭和63年(1988)冷害の農業気象学的解析と今後の研究課題 …… 井上君夫 165

4. 乾電池駆動による乾湿球温度測定用簡易タイマーの製作
 …… 柏木良明・岡田 格・磯田憲一 173

5. 1988年7月4日つくば市周辺に降ったpH3.2の酸性雨の特徴
 …… 山口武則・藤井國博・岡本玲子 177

6. 中国・寧夏における“両糧一肥”栽培の収量と微気象について …… 楊 桂清・甘 舜徳 281

7. 地下洞穴の気候資源と農産物貯蔵について
 …… 鈴木義則・早川誠而・日下達朗
 宇都宮 宏・田中秀平・丸本卓哉 287

海外報告

1. 台湾の農業気象事情 … 鈴木義則・早川誠而 111
 2. 中国における農業気象学の発展と任務
 …… 信 迺詮 117

学会賞受賞記念講演要旨

1. 寒地の園芸施設に関する農業気象学的研究
 …… 堀口郁夫 181
 2. 作物群落と地表風との相互作用 … 米谷俊彦 185

研究部会報告

1. リモートセンシングの技術の実際とその応用
 …… 若手研究者の会 121
 2. シンポジウム「耕地内微気象の改善による安定生産の可能性」… 農業気象災害研究部会 191

委員会報告

長期計画検討委員会答申(要旨)
 …… 日本農業気象学会長期計画検討委員会 195

抄 録 …… 98, 150, 164, 250
 新刊紹介 …… 110, 172, 250, 258, 270, 276
 書 評 …… 6, 24, 116, 131, 176, 286
 会員の声 …… 190
 支部だより …… 57, 199, 291
 本会記事 …… 59, 123, 201, 301
 お知らせ …… 32, 38, 61, 120, 125, 198, 208, 303
 投稿規程 …… 74
 会員移動 …… 78, 130, 210, 313
 賛助会員名簿 …… 81, 132, 212, 316
 関連研究会の予定 …… 48, 124, 216, 315
 編集後記 …… 86, 136, 216, 320

編集後記

平成2年度に制定されました東北支部功労者の受賞者を決定する手続きが進んでおります。8月の支部会において、表彰がなされるものと思います。そのお手伝いをさせていただいた一人として、さらなる支部活動および支部発展にご協力いただくと共に、とくに若い会員の勧誘にお力添えをいただきたく思っております。

(K・I)

東北の農業気象 第35号

平成2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7-4882番
 盛岡市下厨川赤平4 東北農試内
 TEL (0196) 41-2145
 郵便番号020-01

印刷所 盛岡市本町通二丁目8-37
 (株)阿部膳写堂