

東北の農業気象

第 33 号

昭和63年7月(1988)

巻 頭 言 東北支部会への期待と支部会報	本庄一雄	1
解 説 昭和62年暖候期における東北地方の気象状況	工藤敏雄	2
論 文 有効積算温度からみた北東北地方の水稲収量の予想	卜蔵健治	6
東北における水稲の登熟と気温	佐川久光	11
水稲の生育期間別有効温度の探索 第2報 分けつ期の気温と水温	熊谷泰治・穴水孝道 多田 久・井畑勝博	14
宮城県における稲作期間の気象要素と水稲生育量に関する研究 第5報 水稲本田期間中の気象要素積算値と生育・収量	日塔明広・日野義一	18
青森県における主要水田雑草の発消長と気象との関係	木野田憲久・山崎賀久 中堀登示光・浪岡 実	22
小麦の登熟期間の積算気温からみた刈取り適期	多田 久・穴水孝道 永沼昌雄・木村晶子	26
青森県における畑作物の生育と気象 第1報 出芽と気温及び湛水	多田 久・穴水孝道・井畑勝博	31
低温・少照下のリンドウの光合成速度について	寺中吉造	36
風向と植被面におけるCO ₂ 濃度	手塚一清	40
山間高冷地の大区画段差水田内小水路利用による用水温と水田温度 について	鈴木亀平・日野義一・日塔明広	44
宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稲水管理法改善に関する研究 第6報 稲作期間中の時期別用水温と気温との関係	日野義一・日塔明広	49
昭和61年7月の低温と水稲の障害不稔発生について	本庄一雄・平野 貢	55
岩手県ヤマセ常襲地帯における昭和61年度水稲状況について	佐々木邦年・島山貞雄・中村良三	59
秋田県における昭和61年水稲の障害不稔—施肥との関連—	鎌田金英治	63
やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布	井上君夫・阿部博史	68
液晶利用による健苗板の開発とその利用	福田兼四郎・嶽石 進・鎌田易尾	74
立体写真法による牛の体表面積測定	皆川秀夫・斎藤 豪	79
講 話 中国東北部の農村事情	本庄一雄	83
進 む 研 究 長距離移動性害虫“アワヨトウ”の多発生と気象との関係	平井一男	87
ぐるっと東北 山形農試の近況報告	吉田 浩	90
支 部 会 案 内 昭和63年度支部会開催のお知らせ		92
支部創立40周年記念大会概要		93
支 部 だ よ り 昭和62・63年度支部役員名簿		表紙
昭和62年度支部会報告		94
会 員 異 動		94
会 員 動 静		95
寄 贈 図 書		95
会 計 報 告		95
賛助会員名簿		96
会 則		97
注意報・警報の基準		98
編 集 後 記		101
農業気象総目次(第43号)		裏表紙

昭和62・63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	岩手大学農学部
評 議 員	◎小 野 清 治	青森県西地方農林事務所
〃	◎卜 蔵 建 治	弘前大農学部
〃	穴 水 孝 道	青森農試
〃	◎工 藤 敏 雄	岩手大農学部
〃	佐 藤 忠 士	岩手県庁
〃	宮 部 克 巳	岩手県経済連
〃	◎井 上 君 夫	東北農試
〃	鎌 田 金英治	秋田県角館農業改良普及所
〃	関 寛 三	東北農試
〃	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
〃	吉 田 浩	山形県農業試験場
〃	羽根田 栄四郎	鶴岡市
〃	川 島 嘉 内	福島農試
〃	阿 部 貞 尚	〃
監 査	阿 部 谷 良	岩手県庁
幹 事	菅 原 侗 久	東北農試
〃	多 田 久	青森農試
〃	皆 川 秀 夫	北里大
〃	阿 部 博 史	東北農試
〃	伊五沢 正 光	岩手農試
〃	細 井 徳 夫	東北農試
〃	佐々木 忠 勝	岩手県庁
〃	斉 藤 正 一	秋田農試
〃	日 塔 明 広	宮城農業センター
〃	菅 原 道 夫	山形県藤島農業改良普及所
〃	橋 本 晃	福島農試
顧 問	土 井 健治郎	盛岡市
〃	千 葉 明	岩手農試
〃	吉 田 泰 治	仙台管区气象台
〃	梅 田 三 郎	日本気象協会東北本部
	寺 中 吉 造	学会賞審査委員（支部選出）
	小 野 清 治	永年功労者選考委員（〃）
	卜 蔵 建 治	編集委員（〃）
		（◎本部学会評議員）

東北支部会への期待と支部会報

支部長 本 庄 一 雄

技術者あるいは研究者の皆さんが、ある調査なり実験を行なうと必ず結果が出て来ます。その結果は予想されたものであり、期待された通りのこともあるでしょうし、今まで本を読んだり、文献をみたりあるいは先輩からきいた事と違った結果であるかも知れません。中には今まできいたことも読んだこともない新しい事実かも知れません。

このような結果を皆さんは沢山持っていることと思います。発表しないまいいわゆる「暖めている」ものも多いのではないのでしょうか。こんな事を発表すれば笑われるのではないか、発表会で意地悪な質問を受けるのではないかと、尻ごみされている方がいるかも知れません。皆さんの暖めている結果をどしどし発表してほしいと願っています。

一般に研究論文としてまとめる場合には緒言、方法、結果、考察、まとめ、引用文献など一定の体裁を整え、内容的には学術的価値のあるものということになります。せっかく面白い研究結果が得られても、多くの文献をよみ、従来の結果との比較など十分な考察をする時間的な余裕がないために研究論文にまでまとめることができず、結局はその成果を発表することなく終ってしまう、あるいは発表の時期を失ってしまうことがよくあります。不完全な論文であってもよいと思います。機を逸することなく発表してほしいと思います。短報でもよいのです。そのような論文を積み重ねて行くことが大切な事だと思うのです。その積み重ねがやがてまとまった論文になるに相違ありません。

調査報告は研究論文とはちがいが、必ずしも新しい知見の必要性はないように思われます。例えば冷害の実態調査や晩霜の被害調査、あるいはある年の気候特性と作物の収量との関係を調べた報告などです。その結果は今までと似たものであったにしても立派な調査報告であると思います。私達は農業の現場を十分に知ることが大切です。現場から問題を拾い、それを解決して現場へ戻す、これが農業技術者の心構えだと思います。現場から問題を拾うためには農業生産の現場を知らなければなりません。実態調査はその現場を知る有力な手段の一つでもある訳です。

農学の研究成果は実験室のみでは得ることは困難だと思います。たとえ得られたにしても農業の現場に応用するには甚だ物足りないものになるでしょう。また、実態調査のみでも現場の問題は解決しません。実験と実態調査の両者の結果をふまえた考察、これが現場の問題解決に一番の近道であらうと思います。

本部会員の中にはもっと権威ある支部会報にしなくてはいけない、という見方もある一方で、支部会報が充実すれば、本部会員を退会する恐れがあり、支部会報はあまり立派にならない方がよい、とする意見もあるやに聞いています。支部会報には支部独自の使命があります。本部会報とちがうのは当然のことだと思っています。

私は日本農業気象学会東北支部の手弁当的な、家庭的な雰囲気が好きです。支部会報をあなたのメモとして使ってほしいと願っています。

昭和62年度暖候期における東北地方の気象状況

工藤敏雄
(岩手大学農学部)

1. はじめに

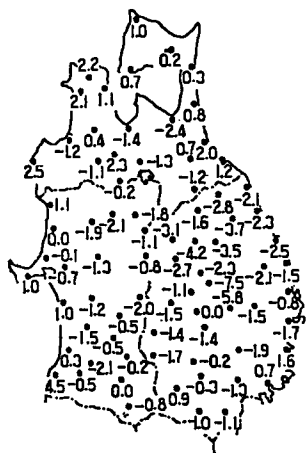
ことしの暖候期（4月～10月）の天候変化の特性をみると、春から初夏にかけての記録的な少雨、変則的な梅雨、盛夏期の低温・多雨などがあげられ、これらの現象を大きく支配したと思われる熱帯太平洋域のエルニーニョ現象など、何かと話題の多い年であった。

これらのことを背景にして、東北地方全体のことしの天候をひと口でいえば、規模は小さいながらも気象災害の頻発した年といえよう。各県の記録に残り、また県民生活や経済に多少なりとも影響のあった農業気象災害をみると、その回数は7～11回と多く、その種類は凍霜害、ひょう害、水害、強風、旱害など12種類に及び、発生しないのは冷害だけという状況であった。この中では、岩手県内陸部における4月26日の降雪現象や、8月にはあまりみられない降ひょうによる災害が宮城、岩手の両県にあるなど、局地的には変化の激しい天候があらわれ、ことしの暖候期天候の異常性を示した。以下、各季節別にその概略を述べる。

2. 気象概況

○春季（4～5月）：4月は記録的な少雨と寒暖の変化が極めて大きいことが特記される。上層の状態では、東谷（日本付近より東側にある気圧の谷がある場合のこと）の流れの場となり、北西風が入った。一般場は下降気流のため、下層では湿潤な南西気流が入りにくかった。これは少雨の典型的な循環場で、地上では月の約半分が移動性高気圧におおわれる結果になり、雨の降りにくい型となった。

このため、山林火災が相次ぎ、田植に向けて水不足のスタートとなった。また、4月下旬の寒さは2月下旬なみの低温で、この時期としては1926年以来第2位の記録となったし、同じく4月26日の岩手県内陸部中心に降った雪など、変化の激しい気象が展開された。



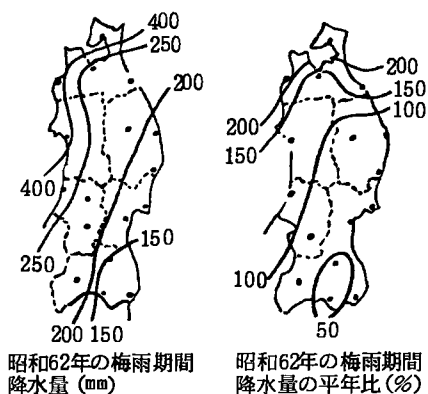
北部3県の昭和62年5月6日朝の最低気温（℃）

引続き5月も東西流が卓越し、東北地方は4月同様、月の半分以上も高気圧におおわれた。このため、下旬初めまで少雨状態が続き、4月以来の水不足がいよいよ深刻となり、渇水対策本部を設置した県もあった。しかし、その後、日本付近の上層場は西谷にかわって雨が降りやすくなり、いわゆる「梅雨の走り」の現象となって恵みの雨が降り、月合計でようやく平年並みにこぎつけた。なお5月5～6日にかけて、北部3県（岩手、秋田、青森）で凍霜害があり、各県ともそれぞれ野菜、果樹、葉タバコ等にかんりの被害があった（北部3県の最低気温の分布図参照）。

○梅雨期前半（6月）：6月初めは、記録的な暑さと4月以来

の少雨傾向が続いたことである。即ち、4日から7日にかけて夏型が卓越し、6月中の最高気温の第1位の記録を更新した箇所もあって、真夏なみの暑さとなった。しかし、天気は周期的に変化したため、量は少ないものの、時折雨が降ったので、生活用水の制限などには到らなかった。下旬後半になってようやくオホーツク海高気圧があらわれ、梅雨前線の北上もおくれて、東北地方南部は6月25日に、北部では27日に夫々「梅雨入り」となった。これは平年より南部では14日、北部では12日おそい。なお、4日には青森県に、22日には福島県に降ひょうがあり、折柄の野菜、果樹、葉タバコ等にかんりの被害が発生した。

昭和62年東北地方の梅雨期間の降水量と平年比



(註) これによると、青森県の梅雨量は平年の150~200%で最も多く、秋田や酒田など、日本海側を中心として150%前後であった。そのほか、岩手・宮城・山形など平年よりやや少なめであったが、福島県では会津地方を除き、中通り・浜通りでは平年の半分以下と極端に弱かったことを物語っている。

○梅雨期後半(7月)：7月に入ると、梅雨前線も次第に北上して東北地方に停滞するようになったので、一転して曇りや雨の天気が続くようになった。しかし、オホーツク海高気圧の勢力が弱いので、いわゆる「梅雨寒」の天候にはならず、逆に23、24日の両日には、太平洋側を中心に35℃を越す猛暑となった。しかし、太平洋高気圧の強さもこの辺が峠で、その後、31日になってオホーツク海高気圧が勢力を増してきたので、全般に気温は下がり、一方では低気圧の通過や前線の活発化で、突然梅雨型の天候にかわった。このため、期待された「梅雨明け」も8月に持ち越された。

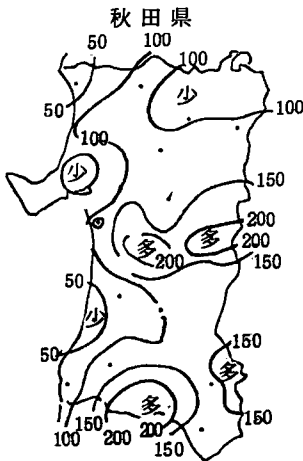
今年の各地の梅雨入り・梅雨明け(確定値)について

	入 り	明 け
沖 縄	5月13日(5月11日)	6月26日(6月22日)
奄 美	5月13日(5月11日)	7月2日(6月27日)
九州南部	6月2日(6月1日)	7月25日(7月15日)
九州北部	6月8日(6月6日)	7月26日(7月18日)
四 国	6月8日(6月5日)	7月25日(7月16日)
中 国	6月8日(6月7日)	7月26日(7月18日)
近 畿	6月8日(6月8日)	7月24日(7月17日)
東 海	6月9日(6月9日)	7月24日(7月17日)
関東甲信	6月9日(6月9日)	7月23日(7月18日)
北 陸	6月28日(6月9日)	8月8日(7月20日)
東北南部	6月25日(6月11日)	8月9日(7月21日)
東北北部	6月27日(6月15日)	8月9日(7月26日)

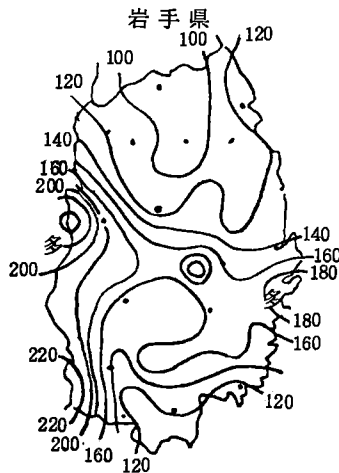
(註) 今年は北陸・東北地方で入梅・出梅の時期が2週間前後おくれ、その他の地方では入梅は平年並(±3日以内)だったものの、出梅は5日~10日遅れた。北陸地方の入梅・出梅の遅れは1951年以來の1位。東北地方南部の入梅は、おくれの2位(1位は1967年6月26日)で、出梅1位。東北地方北部の入梅・出梅ともおくれの2位(おくれ入梅1位は1952年6月30日、おくれ出梅1位は1957年8月10日)

○盛夏期（8月）：4日頃まで東北地方は典型的な梅雨型の天気となり、この時期としては記録的な低温となった。しかし、5日ごろからようやく太平洋高気圧におおわれて気温も上昇してきた。梅雨は東南北部、北部とも9日に明けたが、平年より南部で19日、北部では14日も遅い「梅雨明け」となった。しかし、その後の夏型も長続きはせず、月半ばすぎには東北地方は前線帯となって曇りや雨の日が多くなり、秋田県や岩手県では大雨による冠水や浸水などの被害があった。また、青森県では台風12号からかわった低気圧で被害が出るなど、月の後半は風や雨による被害が相次いだ。

昭和62年8月16日から18日にかけての前線による大雨



昭和62年8月16日から17日にかけての合計降水量（mm）



昭和62年8月16日から18日にかけての合計降水量（mm）

が多かったことから北部では雨が少なかったことと、被害は軽微であったが、台風13号の影響で主として太平洋側に大雨が降ったことである。また、9月22日岩手県で降ひょうがあり、水稲、リンゴ、野菜などに被害が発生し、収穫期を控えての被害だけにその痛手は大きかった。

昭和62年東北地方に影響のあった台風または台風から変わった低気圧

7/31~8/1	日本海低気圧(台風8号から変わった)と梅雨前線	大雨、強風、雷雨で山形・秋田・青森県に被害
8/31~9/1	台風12号や台風12号から変わった低気圧	強風で青森・秋田・山形県被害
9/16~19	台風13号	大雨、強風で福島・青森県に被害
10/17~18	台風19号	強風で青森県に被害

（註）台風は22個発生（平年26.9個）。うち上陸数は1個（平年3個）で、共に平年より少なく、全国的にも台風による被害の少ない年となった。

○秋（10月）：移動性高気圧が本州付近を通ることが多く、また低気圧が沿海州付近を通ったことや台風の接近、上陸などで暖気の北上、侵入をうながし、気温の高い日が多くなることにつながった。結局、月の前半は晴れたが、後半は台風19号の影響もあって天気はぐずつき、青森県の一部で被害があった。初霜は太平洋側で平年より早かったものの、内陸地方では全般に4日から10日おくれで、同じく初霜も3～8日のおくれとなった。

（註）今年度の真夏日の日数をみると、6月は顕著な夏型により、最高気温の第1位の記録の出たところもあり、特に内陸部に多かった。

一方、7・8月は例年より少ないところが多く、青森では6日間の真夏日が8月の平年日数だが、今年は1日もなかった。

○初秋（9月）：日本付近の大気の流れは例年になく東西流が卓越した。このため、全般に天気は周期的にかわった。このような状況のなかでの特徴としては、高気圧が北偏して通ること

3. むすび

今夏の大気循環や熱帯大洋域の対流活動をみると、偏西風が平年より南下し、太平洋高気圧（亜熱帯高気圧）は本州の南海上で発達し、北側への張り出しは弱かった。このため、6月は梅雨前線は本州からはなれて南海上にあらわれやすく、盛夏期（8月）も高気圧の東西軸が平年より南に偏する傾向が続いた。

この結果、本州付近は亜熱帯性高気圧圏の北の縁辺部に位置することとなり、前線は北日本から九州に停滞することが多く、東北地方はついに安定した盛夏にならずに終わった。

このように、今年の夏は、太平洋高気圧が平年より東の位置で発達したが、熱帯太平洋域のエルニーニョ現象にともない、対流活動は、平年の位置よりも南東寄りになる東経160度付近で強かったことが要因の一つと考えられる。

以上のことから、前述のような春から初夏にかけての少雨、変則的な梅雨、盛夏期の低温、多雨などの異常現象と、頻発した各種気象災害の間隙をぬって、とにも角にも水稲については4年連続の豊作を樹立したことは幸いであった。が、他の農作物については問題を残した面もあり、今後の研究に期待するところが多い。いずれにしても、これまでの東北地方の暖候期天候の支配的要因を、北極寒気そのものだけに注目していた点を改め、地球の裏側からの現象、しかも海洋現象が日本付近の気候、しいては東北地方の気候に影響することを見直さなければならない経験をした年となった点で、昭和62年の気象概況を回顧する意義は大きいと思う。

参考資料

東北地方各県気象月報（青森、秋田、岩手、宮城、山形、福島）

仙台管区気象台、異常気象報告（昭和62年）

昭和62年度、東北地方暖候期天候対策研究会資料

日本気象協会、気象（昭和62年）

農業気象災害速報、岩手県、秋田県

有効積算温度からみた北東北地方における水稲収量の予想

ト 蔵 建 治

(弘前大学)

1. はじめに

先の報告で、水稲収量に関する有効下限温度 (MET) を 18, 19, 20℃として青森県内の収量を AMeDAS から予想する試みをおこない、有効な結果が得られたので岩手、秋田県も含めた北東北地方における水稲収量の予想を同様な手段で検討した。

ここで、有効積算温度 (ETS) とは日平均気温を TD とすれば

$$ETS = \sum_{i=1}^N (TD - MET)$$

ただし、 $TD > MET$

N を水稲栽培期間とし、有効温域の値に関しては温度の有効性は統べて等価と考えた。

AMeDAS 観測点 1 つが 1 市町村を代表するようにし、山間高地で水田が周囲に見当たらないような観測点や海岸で山地が迫り周囲の水田面積が 100ha 以下の観測地点は検討の対象から除外した。北東北地方における各県の作況指数と収量を示すと表-1 のようであり、各県における代表年は表の下部にまとめた。

青森県については先に検討したので詳細は省略する。

2. 岩手県について

岩手県には 33 の AMeDAS 観測点があるが、先にあげた水稲栽培と無関係な地点を除外すると表-2 に示すように 29 となる。

29 地点が代表する市町村の水稲栽培面積は約 4 万 - 3.6 万 ha であり、県下全体の栽培面積 (約 8.6

- 8.0 万 ha) の 46.7 - 46.8% であり、青森県の 40% より大きい。海拔高度は奥中山 (一戸町) の 430m を最高に 200m を越える地点が 11 もあり、青森県では 200m を越える地点が 1 つであったのに比べ、人間の生活環境 - 水稲の栽培地帯がかなり高地にまで及んでいることを示している。

岩手県の大冷害年は昭和 55 年であり、作況指数は 60 で収量は 293 kg/10 a、大豊作年は作況指数の大きい 53 年を選んだ。収量は 540 kg/10 a と 59 年と同じであり、7 年間に作況指数が 3 ポイント向上したことを示している。また、作況指数が 100 に近い年 (平年作年) は 58 年であり収量は 488 kg/10 a で北東北地方三県の内では最低であり、他県より 60 - 70 kg/10 a 少ない。

有効下限温度を 18, 19, 20℃ の 3 つを用いて、表-2 に示した各市町村の収量と有効積算温度の関係を示すと図-1 のようである。猶、三次式においては下限温度 20℃ において変曲点が 2 つ現われるため、同一線上で説明することに無理があると考えられるので、収量と有効積算温度の関係

表-1 北東北地方各県の作況指数、単収

	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59
青森	110	106	47	65	99	94	109
	614	597	265	371	564	534	621
岩手	112	105	60	76	89	99	109
	540	513	293	372	440	488	540
秋田	106	100	99	88	103	101	108
	579	553	547	494	583	572	613

(上段：作況指数、下段：単収)

青森県：S59 (大豊作年)、S57 (平年作年)、S55 (大冷害年)
 岩手県：S53 (大豊作年)、S58 (平年作年)、S55 (大冷害年)
 秋田県：S59 (大豊作年)、S58 (平年作年)、S56 (大冷害年)

を二次式についてのみ記す。

$$MET = 18\text{℃とすれば} \quad Y = -0.0048X^2 + 3.98X - 289.46$$

$$MET = 19\text{℃とすれば} \quad Y = -0.0064X^2 + 4.18X - 137.06$$

$$MET = 20\text{℃とすれば} \quad Y = -0.0089X^2 + 4.53X - 19.08$$

表-2 岩手県のAMeDAS観測点と水稻栽培

観測地点	海拔 高度 (m)	市町村	大豊作年		大冷害年		平年作年		図・表 No.
			昭和53年		昭和55年		昭和58年		
			作況指数 112 作付面積(ha)	収量 kg/ 10 a	作況指数 60 作付面積(ha)	収量 kg/ 10 a	作況指数 99 作付面積(ha)	収量 kg/ 10 a	
種市	20	種市町	401	472	354	5	346	351	1
軽米	153	軽米町	762	543	753	6	738	431	2
二戸	120	二戸市	746	555	719	55	708	461	3
山形	290	山形村	190	452	156	5	144	335	4
久慈	25	久慈市	670	503	585	5	594	399	5
荒屋	310	安代町	569	497	470	43	483	435	6
奥中山	430	一戸町	776	491	671	38	645	393	7
葛巻	390	葛巻町	345	480	250	32	223	427	8
岩手松尾	275	松尾村	1,080	560	990	68	1,020	510	9
好摩	205	玉山村	1,700	586	1,590	213	1,600	543	10
岩泉	112	岩泉町	393	429	357	15	337	371	11
雫石	208	雫石町	3,400	578	3,180	281	3,220	499	12
盛岡	155	盛岡市	1,530	590	1,460	317	1,460	542	13
宮古	42	宮古市	428	463	394	25	362	386	14
紫波	170	紫波町	3,910	592	3,770	366	3,710	545	15
川井	206	川井村	187	427	175	63	160	351	16
沢内	327	沢内村	927	504	924	162	946	465	17
大槌	140	大槌町	605	567	544	305	519	464	18
山田	4	山田町	426	446	383	21	355	361	19
湯田	250	湯田町	467	499	453	184	458	467	20
遠野	273	遠野市	2,650	554	2,530	188	2,420	455	21
北上	60	北上市	3,750	541	3,490	367	3,460	502	22
釜石	100	釜石市	217	455	215	27	215	382	23
若柳	100	胆沢町	4,340	537	4,100	296	4,130	485	24
江刺	42	江刺市	4,700	518	4,570	399	4,500	487	25
住田	80	住田町	384	484	367	141	359	421	26
大船渡	37	大船渡市	219	456	195	170	191	405	27
一関	68	一関市	3,470	500	3,330	343	3,410	461	28
千厩	77	千厩町	863	500	805	286	816	452	29
AMeDAS			40,105	536	37,780	263	37,529	481	..... a
岩手県全体			85,800	540	80,900	293	80,200	488	..... b
a/b			46.7%	99.3%	46.7%	89.8%	46.8%	98.6%	

比較のために青森県の各下限温度における曲線（A）を書き入れた。これにより、岩手県では平年作においては、青森県の収量曲線の上に位置する地点と下に位置する地点に二分されることが明らかであり、それが最も良く現われるのは18℃の場合である。これは岩手県における水稻品種の分布が大きく異なることや、水田の分布も山間地から低平地まであり、土壌条件などの差異が収量に影響している部分があるためと考えられる。

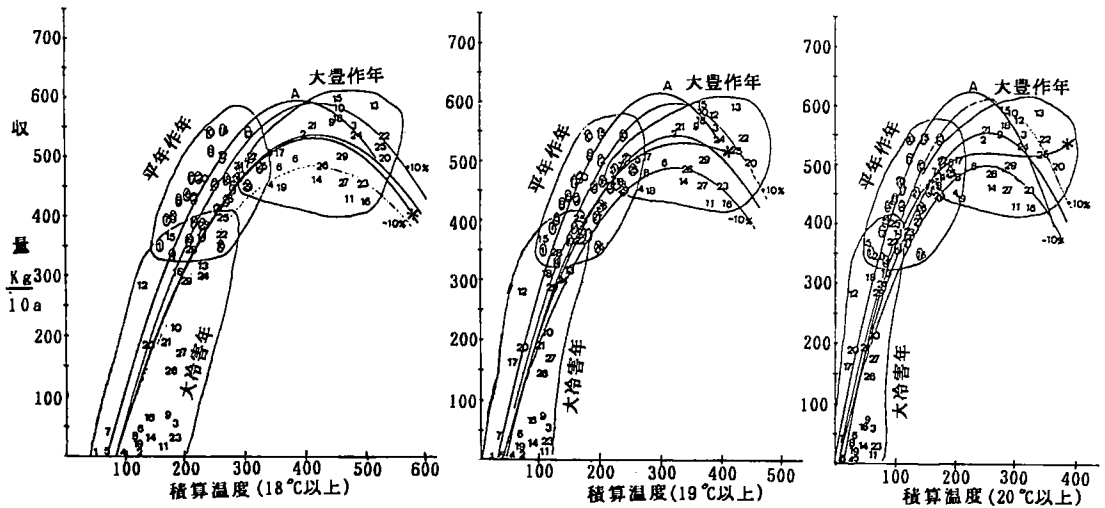


図-1 岩手県における水稻栽培と積算温度の関係

日平均気温で積算期間は5月から9月まで
 曲線Aは青森県のもの：曲線*は三次式を示す。

3. 秋田県について

秋田県には32のAMeDAS観測点があり、水稻栽培と無関係な地点を除外すると表-3のように22になる。

22地点が代表する市町村の水稻栽培面積は約5万ha、県下全体の栽培面積（約11万ha）の45.3%でありAMeDAS観測点により代表される市町村の単位面積当たり収量と県下全体のそれが非常によく対応していると云った特徴が認められる。海拔高度は湯の袋が320m、田沢湖が228mである外は全部低平地であり、県全体の水田の90%以上が100m以下の低地に分布している点は青森県の水田分布に似ている。

表-3に示した各市町村の収量と有効積算温度の関係を図-2に示す。近年における収量の最も低い年が秋田県では昭和55年ではなく他の二県と異なり昭和56年であるが、青森、岩手のように収量が皆無（作況指数=0）になる地点もない。

表-3 秋田県のAMeDAS観測点と水稻栽培

観測地点	海拔 高度 (m)	市町村	大豊作年		大冷害年		平年作年		図・表 No.
			昭和59年		昭和56年		昭和58年		
			作況指数108	収量 kg/ 10a	作況指数88	収量 kg/ 10a	作況指数100	収量 kg/ 10a	
八森町	31	八森町	247	582	240	421	245	495	1
能代市	22	能代市	4,390	630	4,210	382	4,310	550	2
鷹巣町	29	鷹巣町	2,480	650	2,390	435	2,440	578	3
大館町	59	大館町	3,450	646	3,300	448	3,380	577	4
鹿角市	126	鹿角市	3,170	626	3,280	420	3,220	553	5
男鹿市	20	男鹿市	2,080	596	2,000	469	2,040	540	6
大潟村	0	大潟村	6,570	616	6,210	517	6,310	594	7
五城目町	6	五城目町	1,600	607	1,550	471	1,570	550	8
阿仁町	120	阿仁町	396	500	383	350	393	435	9
秋田市	9	秋田市	4,770	602	4,620	497	4,660	551	10
河辺町	55	河辺町	1,360	576	1,240	484	1,310	537	11
角館町	56	角館町	1,340	597	1,270	498	1,300	587	12
田沢町	228	田沢町	1,820	598	1,760	475	1,790	564	13
雄和町	20	雄和町	1,900	574	1,850	470	1,870	536	14
大曲市	30	大曲市	3,490	639	3,360	562	3,390	623	15
本荘市	11	本荘市	2,460	568	2,330	511	2,390	540	16
東由利町	117	東由利町	1,040	568	1,020	472	1,030	527	17
横手市	59	横手市	2,740	649	2,640	580	2,670	628	18
象潟町	6	象潟町	1,320	552	1,260	496	1,280	488	19
矢島町	72	矢島町	804	572	799	491	796	555	20
湯沢市	96	湯沢市	2,520	648	2,380	588	2,400	633	21
雄勝町	320	雄勝町	1,040	623	1,020	558	1,030	590	22
AMeDAS			50,987	601	49,112	482	49,824	556	..... a
秋田県全体			112,400	613	108,500	482	110,100	572	..... b
a/b			45.4%	100%	45.3%	98.6%	45.3%	99.7%	

(ただし、一市町村に複数の観測地点がある場合は一地点だけを使用した。)

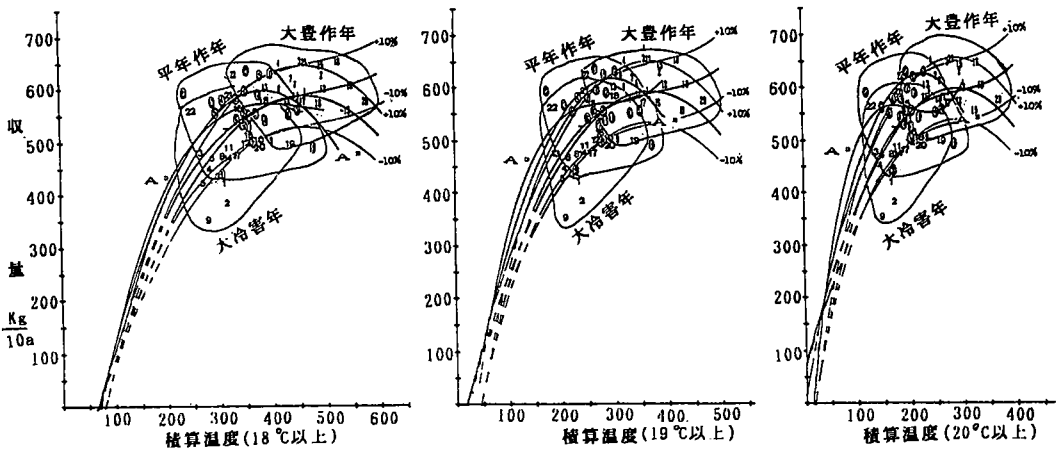


図-2 秋田県における水稻栽培と積算温度の関係

曲線A²、A³は青森県の二次、三次曲線をしめす。
点線の部分は青森県の式よりY=0とした値を求め挿入した。

したがって、これらのデータだけから収量と有効積算温度との関係を求めると演算式の上では下限温度が18, 19, 20℃と云う条件が満たされない。そこで、青森県において求められた各下限温度の式で $Y=0$ とした値を挿入したうえで演算式を求めた。青森県の式を用いたのは青森県の水田の大部分(90%以上)が100m以下に分布し、品種もアキヒカリが80%以上を占めており条件が単純であることによる。積算温度の値が大きくなるほど(大豊作年)三次式で近似されるように見えるが、詳細に検討すると19, 20℃で変曲点が二つあるので、他県と同様に二次式のみ記す。

ME T=18℃とすれば

$$Y = -0.0044 X^2 + 4.00 X + 313.09$$

ME T=19℃とすれば

$$Y = -0.0062 X^2 + 4.44 X - 197.95$$

ME T=20℃とすれば

$$Y = -0.0083 X^2 + 4.63 X - 44.09$$

表-4 北東北地方における有効下限温度と水稻収量

	相関係数による検討		
	18℃	19℃	20℃
青森県	0.894	0.902	0.883
岩手県	0.881	0.895	0.892
秋田県	0.884	0.859	0.822

県北部の能代市と山間地の阿仁町が低温の影響を受けただけで、気温の面からは秋田県全体として稲作が極めて安定していることを示している。

4. むすび

北東北地方三県における水稻収量とAMeDASデータにより求められる日平均気温との関係を検討した。下限有効温度を18, 19, 20℃とし各県における収量との関係を求めると相関係数は、0.8以上あり(表-4)、いずれの場合も5%水準で有意であった。このことは、この地方の水稻収量が自然条件の中で気温に極めて強く依存していることを示すものと考えられる。

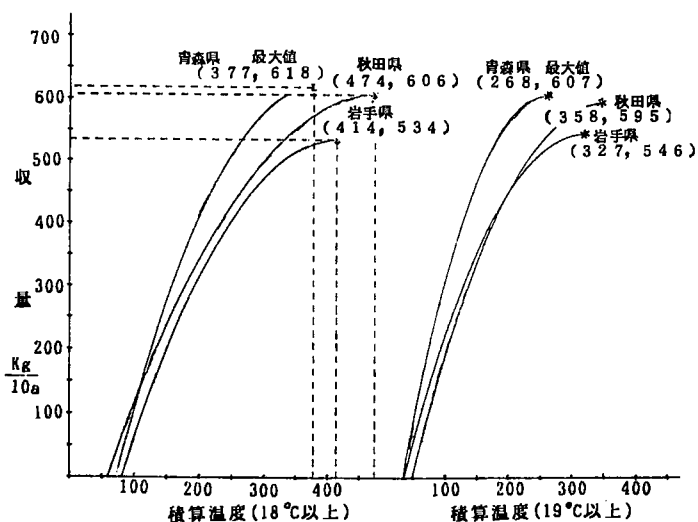


図-3 有効積算温度と最大収量

しかし、各県における気温への依存はそれぞれ異なっており、その関係を図-3に示す。青森県が低温で多収であるのに対し、秋田県は高温で多収になり、岩手県は先の二県に比べ収量そのものが低い。

東北における水稻の登熟と気温

佐川 久光・菊地 登
(東北農政局・作況試験室)

1. はじめに

東北の水稻の作柄を指標として、5つの地帯に区分し、その地帯ごとのもみ数・千もみ当たり収量が収量に及ぼす相対的影響度(直接効果)を計算したところ、千もみ当たり収量の影響が大きかったので、この要素の予測方法について検討した。

2. 調査材料

- (1) もみ数・千もみ当たり収量…水稻作況標本等。昭和48年～
- (2) 気温…黒石(日本海北部)、秋田(日本海中南部)、八戸(太平洋北部)、盛岡(太平洋内陸)、仙台(太平洋南部)の气象台、または観測所の観測値。
- (3) 地帯区分 「東北における水稻作柄による地帯区分と収量の予測」日本農業気象学会東北支部会報第32号に採った。

3. 結果及び考察

(1) もみ数・千もみ当たり収量が収量に及ぼす影響度

もみ数・千もみ当たり収量が収量に及ぼす影響度は、表1のとおりで、千もみ当たり収量の影響度が日本海南部の59%、太平洋北部の56%を除けば、70~80%の高率であった。即ち、登熟が収量に強く影響を及ぼしているという結果が得られた。

日本海南部は、夏期の気温が他の地帯に比べて安定しているため、登熟も安定していると考えられる。太平洋北部については、「やませ」によって、異常低温となり、しばしば不稔が多発する地帯であるにもかかわらず、千もみ当たり収量の影響が小さいのは、この低温によって、もみ数まで減ってしまうためと考えられる。

表1. 効果の相対検討表

地帯	項 目			1㎡当たり全もみ数		千もみ当たり収量	
				x_1		x_2	
日本海北部	単 独 効 果	同 果 接 果	x_1	$r y x_1$	0.195	$r y x_2$	0.930
			x_2	$r x_1 x_1$	1	$r x_2 x_1$	-0.164
	標準偏回帰係数	同上%	x_1	$r x_1 x_2$	-0.164	$r x_2 x_2$	1
			b'	b'	0.357	c'	0.989
				26.5	73.5		
日本海南部	単 独 効 果	同 果 接 果	x_1	$r y x_1$	0.566	$r y x_2$	0.879
			x_2	$r x_1 x_1$	1	$r x_2 x_1$	-0.050
	標準偏回帰係数	同上%	x_1	$r x_1 x_2$	-0.050	$r x_2 x_2$	1
			b'	b'	0.612	c'	0.910
				40.2	59.2		
太平洋北部	単 独 効 果	同 果 接 果	x_1	$r y x_1$	0.557	$r y x_2$	0.954
			x_2	$r x_1 x_1$	1	$r x_2 x_1$	-0.348
	標準偏回帰係数	同上%	x_1	$r x_1 x_2$	-0.348	$r x_2 x_2$	1
			b'	b'	1.011	c'	1.306
				43.6	56.4		
太平洋内陸	単 独 効 果	同 果 接 果	x_1	$r y x_1$	0.279	$r y x_2$	0.977
			x_2	$r x_1 x_1$	1	$r x_2 x_1$	0.071
	標準偏回帰係数	同上%	x_1	$r x_1 x_2$	0.071	$r x_2 x_2$	1
			b'	b'	0.211	c'	0.962
				18.0	82.0		
太平洋南部	単 独 効 果	同 果 接 果	x_1	$r y x_1$	0.158	$r y x_2$	0.976
			x_2	$r x_1 x_1$	1	$r x_2 x_1$	-0.058
	標準偏回帰係数	同上%	x_1	$r x_1 x_2$	-0.058	$r x_2 x_2$	1
			b'	b'	0.335	c'	0.994
				25.2	74.8		

注) 太平洋北部 55年を除く。

(2) 出穂前後の平均気温と千もみ当たり収量

出穂前後の平均気温と千もみ当たり収量との相関は、表2のとおりであった。

出穂前20日間及び出穂前20日～同後10日間でみると、日本海南部を除くと、0.8以上の相関がみられる。また、出穂前20日～同後20日間、出穂前20日～同後30日間でみても相関はみられるが、出穂前20日～同後10日間の場合よりもやや低かった。

表2. 出穂前後の気温と千もみ当たり収量

地帯	出穂前20日間		出穂前20日～出穂後10日	
	r	回 帰 式	r	回 帰 式
i	0.881	$-115.90 + 10,704x - 0.216x^2$	0.833	$-99.26 + 9,217x - 0.183x^2$
ii	0.658		0.671	
iii	0.955	$-123.07 + 11,304x - 0.229x^2$	0.961	$-126.34 + 11,525x - 0.233x^2$
iv	0.849	$-116.80 + 10,788x - 0.218x^2$	0.857	$-88.52 + 8,207x - 0.160x^2$
v	0.871	$-2.13 + 0.732x$	0.936	$-4.90 + 6,835x$

地帯	出穂前20日～出穂後20日		出穂前20日～出穂後30日	
	r	回 帰 式	r	回 帰 式
i	0.799		0.771	
ii	0.635		0.601	
iii	0.947	$-160.52 + 14,741x - 0.307x^2$	0.927	$-217.85 + 20,178x - 0.434x^2$
iv	0.927	$-83.22 + 7,924x - 0.156x^2$	0.814	$-93.16 + 8,892x - 0.180x^2$
v	0.889	$-3.91 + 0.805x$	0.887	$-6.09 + 0.908x$

注1. 相関係数の有意水準1%以上のものに回帰式を記した。

2. 地帯区分 i 日本海北部 ii 日本海中南部 iii 太平洋北部
 iv 太平洋内陸 v 太平洋南部

(3) 千もみ当たり収量の予測

出穂前後の気温と千もみ当たり収量との相関が最も高いのは、出穂前20日～同後10日間の期間であるため、これを用いて予測式を作った。

地帯別にみると、日本海南部のように低いところがあるので、全地帯を込みにすると、図1のようになった。回帰は2次式を用いた。この回帰線からは、56年のように離れる年次はあるものの、この時期の気温から、東北における千もみ当たり収量の大方の予測が可能と考えられる。

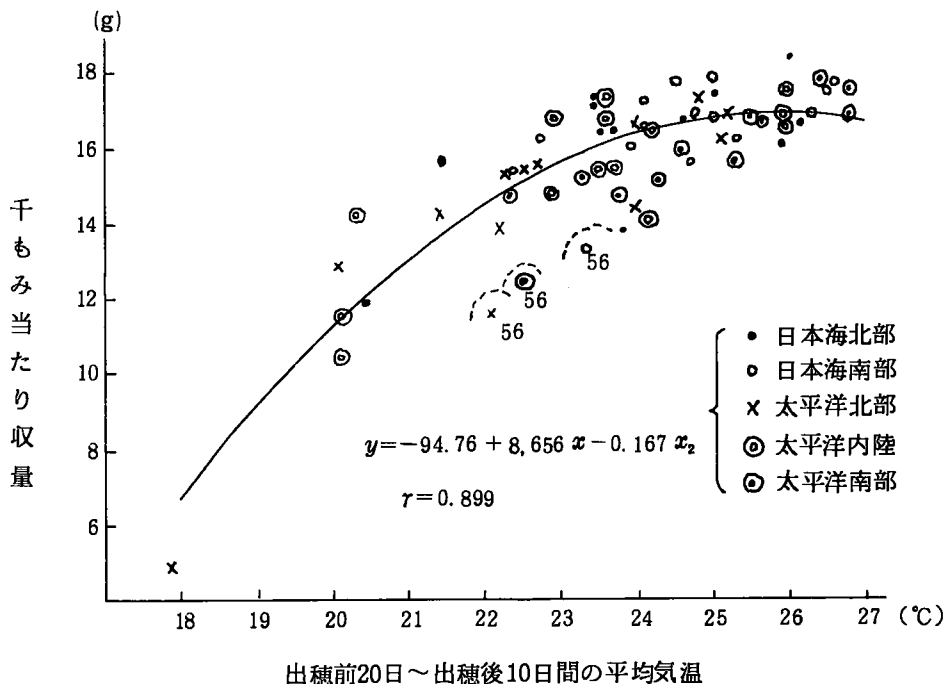


図1 出穂前20日～出穂後10日間の気温と千もみ当たり収量

4. 適 用

(1)近年における東北の水稲収量は、登熟依存型となってきているため、水稲作況標本等の成績を用い、千もみ当たり収量と気温との関係を検討し、これらの結果から収量の予測式を作成した。

(2)千もみ当たり収量と気温との関係では、出穂前20日～同後10日間の気温との相関が最も高いが、地帯別にみると、日本海南部では相関が低かった。

(3)出穂前20日～同後10日間の気温と千もみ当たり収量との関係について、全地帯込みにして計算すると、相関が高くでたので、この関係から予測式を作成した。

この式は、東北における登熟の予測の効率化という点から有意義と思われる。

水稻の生育時期別有効温度の探索

第2報 分けつ期の気温と水温

熊谷泰治・穴水孝道・多田 久・井畑勝博*

(青森県農業試験場・*八戸地区農業改良普及所)

1. はじめに

水稻の生育期等の予測において、予測モデル式中に気温をパラメータとして組み込む場合、普通は単純な積算気温が用いられる。これは、気温と生育が直線的に比例するという仮定により成り立っているものであるが、実際には上記の関係は曲線によって表される。そのため、平年と大差ない気象条件で推移した場合には精度は高いが、極端な気象条件下では実況値と直線により与えられる予測値との間にはかなりの差が生じる。よって、予測精度を向上させるためには、出現気温中の有効温度を明確化し、曲線関係を予測式中に反映させなければならない。

さらに、有効温度は作物の生育に応じて変化して行くことが予想されるため、各生育期における有効温度を求める必要がある。本県においては気象環境に恵まれない地域も多く、気象変動も激しいため、初期生育の遅れが収量に影響を及ぼす頻度が高い。そのため、前報では根の伸長、葉齢の展開等からみた活着のための有効温度について報告した。

今回はその次の段階として、生育初期における分けつの発生及び増加のための有効温度について、気温を中心に検討を加えたのでその結果を報告する。

2. 試験方法

(1) 試験年次 昭和59年～62年

(2) 供試品種 アキヒカリ (中苗)

(3) 耕種概要

1) 施肥法及び施肥量 全量基肥 N, P, Kとも 1 kg/a

2) 栽植密度 24.3 株/m² 1 株4 本植

3) 移植日 (播種日) 5月1日 (3月25日), 5月11日 (4月5日)
5月21日 (4月15日), 5月31日 (4月25日)

4) 調査項目

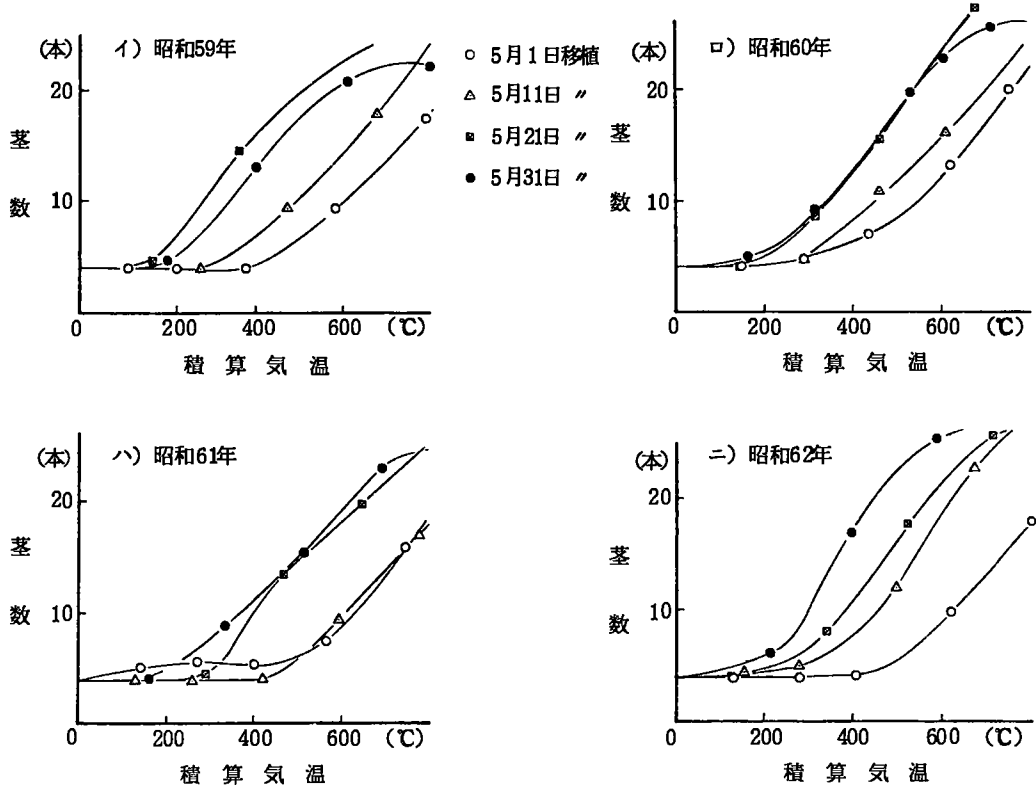
草丈, 茎類, 葉齢 (10日毎, 最高分けつ期前後は5日毎, 各区40株調査)

露場気温, 水田水温

3. 試験結果及び考察

(1) 積算気温と生育

各年次とも、移植を10日毎に4回行い、出現温度差による生育の違いから解析を行った。移植後の積算気温と茎数増加の関係を第1図に示した。



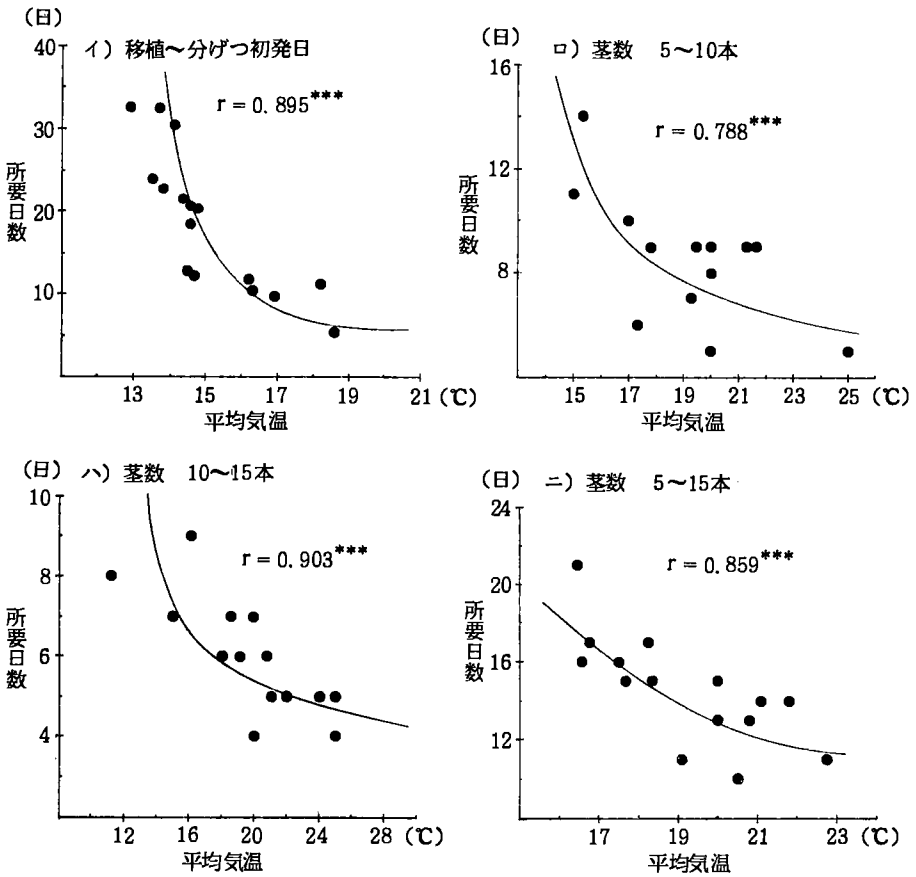
第1図 各年次における積算気温と茎数の増加

移植後ある程度の期間を経た後、分げつは発生する。便宜上、分げつの起点を株当りの茎数が5本となった日とし、分げつ初発日と称する。移植からこの分げつ初発日までの積算気温はかなりの変動がみられるが、早期に移植したものほど多い傾向があった。そのため、この間の平均気温と所要日数の関係を双曲線により近似させたところ $r = 0.895^{***}$ という有意な相関が得られた。

茎数増加の初期においては、積算気温に対する茎数増加の型は多様である（分げつ発生後、急激に増加を始め速やかに一定生育速度に到達するもの、増加が緩慢で一定生育速度到達までかなりの期間を要するもの等）。そのため、分げつ初発日から茎数10本までの平均気温と所要日数の相関は $r = 0.788^{***}$ と低かった。

茎数が10本近くなると、分げつは積算気温に対してはほぼ一定の生育速度を示す安定期へ入る。そのため、茎数10本から15本までの平均気温と所要日数の相関は $r = 0.903^{***}$ と再び高くなった。また、分げつ初発日から茎数15本までの相関は $r = 0.859^{***}$ であった。（第2図）

なお、同様に水温について相関を求めたところ、移植から分げつ初発日までは $r = 0.896^{***}$ 、分げつ初発日から茎数10本までは $r = 0.696^{***}$ 、茎数10本から15本までは $r = 0.878^{***}$ 、分げつ初発日から茎数15本までは $r = 0.696^{***}$ であった。分げつ発生節が茎基部にあることを考えると気温より水温の方が相関は高いと考えられるが、本試験では必ずしもそうはならなかった。さらに、生育予測を行うに当たって利用可能なデータは当面気温だけと考えられるため、あえて気温を中心に検討を加えた。



第2図 茎数における一定生育量到達までの平均気温と所要日数

(2) 有効温度の試算

前述のように一定生育量間の平均気温 t と所要日数 D との関係を双曲線により近似させた。

$$D = \frac{t}{(a t + b)} \quad \dots\dots(1)$$

また、このときの積算気温 T は

$$T = D \cdot t \quad \dots\dots(2)$$

と表わされることから、(2)式は

$$T = \frac{t^2}{(a t + b)} \quad \dots\dots(3)$$

と変形される。ここにおいて T が最小となる温度階層 t_{\min} を温度利用効率上の適温とした。この t_{\min} を基準として、各温度階層毎の有効温度を算出するために温度の利用効率 η を考えた。 η は最小積算気温 T_{\min} に対する各温度階層の積算気温 T の比により与えられると考え

$$\eta = \frac{T_{\min}}{T} \quad \dots\dots(4)$$

とおいた。各温度階層中の有効温度 Q_t は出現気温 t に温度利用効率を乗じたものとなるため

$$Q_t = \gamma \cdot t \quad \dots\dots(5)$$

とした。以上の式より有効温度は

$$Q_t = \frac{(a t + b)}{t} \cdot T_{\min} \quad \dots\dots(6)$$

で表される。

なお、本試験において、移植から分けつ初発日までの間の有効温度算出式は(6)^a、分けつ初発日から茎数15本までの間の算出式は(6)^bとなった。

$$Q_t = \frac{120(0.418t - 5.242)}{t} \quad \dots\dots(6)^a \quad Q_t = \frac{267.5(0.131t - 1.147)}{t} \quad \dots\dots(6)^b$$

また、(6)^a、(6)^b式より温度階層別有効温度を求めたものを第1表に示した。

第1表 分けつの各期間における温度階層別有効温度

移植～分けつ初発日					分けつ初発日～茎数15本				
温度階層	所日数	積算気温	温度利用率	有効温度	温度階層	所日数	積算気温	温度利用率	有効温度
13	67.7	880	13.6	1.8	9	281	2531	10.6	1.0
14	23.0	322	37.3	5.2	10	61.3	614	43.6	4.4
16	11.1	178	67.8	10.8	12	28.2	339	78.9	9.5
18	7.9	142	84.5	15.2	14	20.4	285	93.8	13.1
20	6.4	128	93.5	18.7	16	16.9	270	99.2	15.9
22	5.6	122	98.0	21.6	17	15.7	268	100	17.0
24	5.0	120	99.8	24.0	18	14.9	268	100	18.0
25	4.8	120	100	25.0	19	14.2	269	99.4	18.9
26	4.6	120	99.8	26.0	20	13.6	272	98.5	19.7
28	4.3	121	98.9	27.7	22	12.7	279	95.9	21.1

これより移植から分けつ初発日までの温度利用効率からみた最適気温は25℃であり、また、限界気温は13℃という結果が得られた。この限界気温については佐藤(1972)の報告とほぼ一致する。さらに、分けつ初発日から茎数15本までの温度利用効率からみた最適気温は18℃であり、限界気温は9℃となったが、これは従来の研究よりかなり低く、前歴条件等についての検討を必要とする。

また水温については、移植から分けつ初発日までの温度利用効率からみた最適水温は31℃、限界水温は16℃、分けつ初発日から茎数15本まではそれぞれ23℃、12℃であった。

参 考 文 献

- 1) 羽生寿郎, 内島立郎 1962 : 作物の生育と気象との関連に関する研究
第1報 水稻の出穂期と気温の関係(1), 農業気象 18(3), 21~29
- 2) 羽生寿郎, 内島立郎 1963 : 気温条件からみた水稻出穂期の遅延
東北の農業気象 7, 63~68
- 3) 佐藤 康 1972 : 環境に対する作物の生育反応
第1報 栄養成長期の生育に及ぼす気温の影響, 日作紀 41, 388~393

宮城県における稲作期間の気象要素と水稻生育量に関する研究

第5報 水稻本田期間中の気象要素積算値と生育・収量

日塔 明広・日野 義一*

(宮城農業センター・*宮城県農業実践大学校)

1. はじめに

一般に、水稻の生育・収量の予測に用いられる気象要素は、測定が容易でしかも過去のデータが収集しやすい気温や日照時間の期間積算値および平均値であることが多い。しかし、さらに水田内の温度や日射量等、他の気象要因との関係も把握しておくことが必要であると考え。本報では、期間別の気象要素積算値と水稻の生育・収量との関係について調査した概要を報告する。

2. 調査方法

- (1) 調査年次：昭和54年～60年，7カ年。
- (2) 調査項目：1) 水稻；田植後から7月20日までの地上部乾物重増加量，第10葉出葉日，出穂期（出穂率60%），玄米収量。2) 気象要素；気温，水田地温（深さ5cm），日照時間（ジョルダン式日照計），日射量（太陽電池式日射計）。
- (3) 耕種概要：品種 ササニシキ，稚苗，田植時期 3区（5月1日植，5月10日植，5月20日植），栽植密度 m²当り22.2株 4本植え，基肥（kg/10a） N-6 P-9 K-7。
- (4) 気象要素の積算期間：田植後から第10葉出葉日，田植後から出穂期，出穂期前20日から出穂期，出穂期から出穂期後40日，出穂期前20日から出穂期後40日，田植後から出穂期後40日。

3. 調査結果

表-1 田植後から出穂期までの年次別気象要素積算値と同平均値

(1) 年次別の出穂期および玄米収量と気象要素
表-1に5月10日植区の年次別出穂期と田植後から出穂期までの各気象要素積算値およびその平均値を示した。調査年次7カ年の出穂期は、昭和54, 59, 60年が8月6日～7日，その他の4カ年は13日～15日であった。出穂期までの気象要素積算値は、各要素ともに出

年次	出穂期 (月・日)	積算値				平均値			
		平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (Kcal)	平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (cal)
昭54	8. 6	1796	1917	480	33	20.4	21.8	5.5	375
55	8.15	1883	2142	403	34	19.4	22.1	4.2	350
56	8.13	1805	1898	469	33	19.2	20.2	5.0	356
57	8.14	1860	2033	534	35	19.4	21.2	5.6	369
58	8.13	1790	1927	437	32	18.8	20.3	4.6	341
59	8. 7	1709	1834	397	29	19.2	20.6	4.5	330
60	8. 7	1727	1872	508	32	19.4	21.0	5.7	360

穂期の早い年次が小さい傾向にあったが、これは出穂までに要した日数が少なかったためである。各気象要素の期間平均値は、出穂期がもっとも早かった昭和54年が平均温度、日照時間、日射量ともに大きかった。しかし他の年次では、出穂期の早晩と平均値とに判然とした傾向はなかった。出穂期後40日間の気象要素積算値は、表-2に示したように収量の多かった昭和54, 59, 60年が他の4カ年よりも明らかに大きく、平均気温積算値で920℃以上、日照時間積算値では230時間以上となっていた。

(2) 期間別の気象要素積算値とその変動性

表-3に調査年次7カ年における田植時期別の第10葉出葉日、出穂期、7月20日までの地上部乾物重増加量および玄米収量の各平均値を示した。日数を多く要しているが、田植時期の早い区ほど第10葉出葉日、出穂期は早く、さらに乾物重増加量、収量も多かった。なお各区を込みにした場合の第10葉出葉

日は7月2日、出穂期は8月11日であった。表-4に各田植区の期間別気象要素積算値を示した。表のように田植時期の早い区ほど積算値が大きいが、これはそれぞれの期間日数が長いためであり、また出穂期後40日間については、田植時期の早い区ほど出穂期が早いために高温・多照条件に遭遇しやすいことによる。各田植時期を込みにした場合の田植後から第10葉出葉日までの積算値は、平均気温910℃、水田平均地温1030℃、日照280時間、日射量19.6Kcalとなった。これら気象要素のなかで、変動係数(CV)は日照時間の19.2%がもっとも大きかった。変動係数を田植時期別にみた場合では、田植の遅い区すなわち期間日数が短い区ほど大きく、さらに水田地温よりも気温で大きい傾向がみられた。田植後から出穂期までの積算値は、気温1790℃、地温1940℃、日照460時間、日射量32.7Kcalで、変動係数は日照時間の13.2%がもっとも大きかった。なお、この期間以降の変動係数は、気温よりも水田地温の方が大きくな

表-2 出穂期後40日間の年次別気象要素積算量

年次	玄米 収量 (kg/ 10a)	積算値			
		平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (Kcal)
昭54	546	944	927	256	15
55	457	834	814	109	9
56	444	822	783	204	13
57	442	871	849	129	9
58	493	906	869	113	9
59	527	926	890	231	13
60	555	986	965	290	15

表-3 第10葉出葉日、出穂期、生育増加量及び収量

区 (田植月日)	第10葉 出葉日 (月・日)	田植後 日数 (日)	出穂期 (月・日)	田植後 日数 (日)	乾物重 増加量 (g/m ²)	玄米 収量 (kg/ 10a)
5. 1	6. 27	57. 0	8. 8	98. 6	478. 6	523. 0
5. 10	7. 2	53. 0	8. 11	92. 6	387. 4	494. 9
5. 20	7. 7	47. 9	8. 14	85. 4	299. 0	460. 4
全区込み	7. 2	52. 6	8. 11	92. 2	388. 3	492. 8

表-4 期間別気象要素積算値, 標準偏差, 変動係数

区 (田植月日)	田植後～第10葉出葉日				田植後～出穂期				出穂期～出穂期後40日			
	平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (Kcal)	平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (Kcal)	平均 気温 (℃)	平均 地温 (℃)	日照 時間 (h)	日射 量 (Kcal)
5. 1 AVE	934	1077	326	21.8	1848	2022	506	35.5	914	883	197	12.5
CV	10.4	9.4	10.2	4.5	3.9	4.3	8.8	4.8	7.5	8.1	38.6	22.3
5.10 AVE	910	1039	285	19.7	1796	1946	461	32.8	898	871	190	12.1
CV	12.4	10.9	17.6	10.3	3.5	5.4	11.2	5.7	6.6	7.2	38.6	23.4
5.20 AVE	873	979	240	17.2	1726	1848	414	29.9	884	854	186	11.8
CV	16.3	14.3	18.6	13.1	3.8	5.4	12.4	6.0	6.1	7.1	35.4	20.9
全区 AVE	907	1032	284	19.6	1790	1938	460	32.7	898	869	191	12.1
込み CV	12.8	11.7	19.2	13.4	4.6	6.1	13.2	8.8	6.6	7.2	35.8	21.2

注) 表-4 1) AVE: 調査年次7カ年の期間別積算値の平均, 2) CV: 同変動係数(%)

表-5 期間別気象要素積算値と生育増加量, 玄米収量との相関係数

積算期間	気 温			地 温			日 照 時 間	日 射 量	
	最高	最低	平均	最高	最低	平均			
乾物重 P ~ J	0.784	0.835	0.814	0.797	0.801	0.826	0.584	0.737	
収 量	P ~ H	-0.108	-0.354	-0.192	-0.146	-0.314	-0.237	0.305	0.045
	H-20~H	0.573	0.416	0.523	0.583	0.580	0.615	0.454	0.474
	H~H+40	0.830	0.635	0.794	0.747	0.802	0.783	0.722	0.727
	H-20~H+40	0.801	0.650	0.778	0.749	0.817	0.799	0.667	0.692
	P~H+40	0.404	0.353	0.413	0.211	0.133	0.190	0.654	0.556

注) 1) n=21 2) 乾物重: 田植時から7月20日までの地上部乾物重増加量

3) P: 田植時, J: 7月20日, H-20: 出穂期前20日, H: 出穂期, H+40: 出穂期後40日

った。出穂期後40日間の積算値は、気温900℃、地温870℃、日照190時間、日射量12.1Kcalとなった。変動係数は、気温6.6%、水田地温7.2%、日照時間35.8%、日射量21.2%で、日照時間と日射量が顕著に大きかった。

(3) 気象要素積算値と乾物重増加量及び収量

表-5に田植後から7月20日までの気象要素積算値と地上部乾物重増加量との相関係数、さらに期間別の気象要素積算値と玄米収量との相関係数を示した。乾物重増加量は、気温および水田地温の各項目(最高、最低、平均温度)と相関が高く、また日照時間よりも日射量で高かった。収量は、積算期間によって相関の高さが大きく異なり、田植後から出穂期、田植後から出穂期後40日までの気象要素積算値では、有意な相関はみられなかった。ただし、田植後から出穂期後40日までの日照時間と日射量の積算値では、かなり高い相関を示した。収量との相関が高い期間は、出穂期から出穂期後40日さらに出穂期前20日から出穂期後40日であった。また気象要素のなかで相関が高かったのは、気温および水田温度で、日照時間、日射量ではやや低かった。

4. むすび

(1) 田植後から出穂期までの気象要素積算値は、出穂期の早い年次で小さい傾向がみられたが、その一因には出穂期までに要した日数が短いことが挙げられる。気象要素の期間平均値は、出穂期のもっとも早かった昭和54年が他の年次に比べて大きかったほかは、平均値の大小と出穂期の早晚に判然とした傾向はみられず、有効温度等を用いた検討が必要と思われた。

出穂期後40日間の気象要素積算値は、玄米収量の多かった年次が明らかに大きく、特に日照時間および日射量で顕著であった。

(2) 期間別の気象要素積算値は、田植後から出穂期では、平均気温1790℃、水田平均地温1940℃、日照460時間、日射量32.7Kcalで、出穂期後40日間では、気温900℃、地温870℃、日照190時間、日射量12.1Kcalであった。また気象要素別にみた変動の大小は、各期間ともに日照時間>日射量>水田地温≥気温の順で、この傾向は出穂期後40日間に顕著に現れた。なお、本田初・中期までは水田地温よりも気温の方が変動が大きいと思われた。

(3) 田植後から7月20日までの気象要素積算値と地上部乾物重増加量との相関は、気温、水田地温で高く認められ、さらに日照時間よりも日射量で高かった。一方、気象要素積算値と玄米収量との相関を期間別にみると、田植後から出穂期では各要素ともに有意な相関はみられず、田植後から出穂期後40日では日照時間、日射量で比較的高い相関が認められた。収量との相関が高かったのは出穂期前20日から出穂期後40日および出穂期から出穂期後40日の期間で、気象要素のなかでは気温、水田地温が高い相関を示した。なお、この両期間の相関係数は各気象要素ともに $0.83^{**} > r > 0.64^{**}$ (n=21)の範囲内にあった。

青森県における主要水田雑草の発消長と気象との関係

木野田憲久・山崎賀久・中堀登示光・浪岡 実
(青森県農業試験場)

1. はじめに

除草剤の散布時期は、ノビエ、ホタルイ等の主要雑草の葉齢を目安にしている場合が多く、従ってこれらの雑草の葉齢と気象との関係を把握することが、除草剤の適期散布、安全使用の面から重要である。青森農試では昭和50年以降毎年主要雑草の葉齢の推移を調査しており、これらの雑草の葉齢と気象との関係について検討をおこなったので、以下報告する。

2. 材料及び検討方法

- 1) 調査材料 除草剤試験圃場に発生したノビエ、ホタルイ及びその他の主要雑草
- 2) 調査年数 昭和50年から62年までの13年間
- 3) 耕種概要 入水期 5月6日、植え代期 5月8日、移植期 5月13日 (13年間平均)
- 4) 調査項目

① 葉齢 ノビエ、ホタルイの中庸個体について0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0の各葉齢の到達日を調査(極端に発生が早いもの、遅いものを除く)

② 主要雑草の発消長 発生始期(発生率10~20%)、発生盛期(40~50%)、発生終期(80~90%)

5) 供試圃場の雑草の㎡当り発生量(昭和61年6月18日)

項 目	ノビエ	コナギ	ハコベ	マツバイ	ホタルイ	ヘラオモダカ	ミズガヤツリ
発生本数	458	13	-	-	58	339	19
風乾重(g)	15.2	0.1	11.0	0.2	0.9	5.2	3.5

表1. ノビエの葉齢と植え代後の気象との関係

項 目	相関係数
日最高気温積算値	0.960
日最低気温積算値	0.964
日平均気温積算値	0.963
日最高気温平均値	0.309
日最低気温平均値	0.583
日平均気温平均値	0.424
日照時間積算値	0.915
雨量積算値	0.358
平均気温8℃との差の積算値	0.937
" 9℃ "	0.923
" 10℃ "	0.907
" 11℃ "	0.888
" 12℃ "	0.862

注 n=91, 有意水準 5% : r = 0.207
1% : r = 0.270
0.1% : r = 0.341

上表のように供試圃場はノビエとヘラオモダカの発生が多くホタルイ、コナギ等は比較的少ない圃場である。

3. 結果及び考察

1) ノビエ(タイヌビエ)の葉齢と植え代後の気象との関係

ノビエの4.0葉期までの葉齢と各気象要素との関係を13年間込みにしてその相関関係を見たところ表1の結果が得られた。最も相関係数が高かったのは日最低気温の積算値と日平均気温の積算値で($r = 0.964^{***}$, 0.963^{***})、ついで日最高気温の積算値であった。一部で用いられている(日平均気温-10℃)の積算値との相関係数は $r = 0.907$

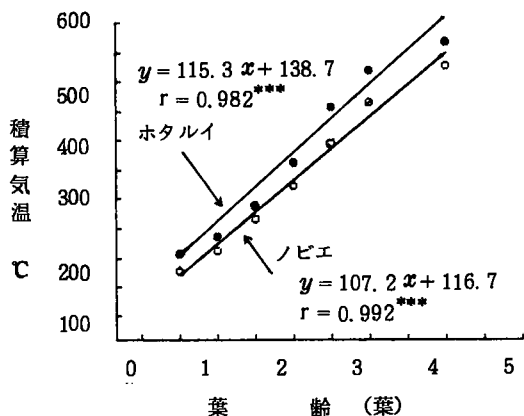


図1. 葉齢と移植後の日平均気温積算値との関係(年次平均)

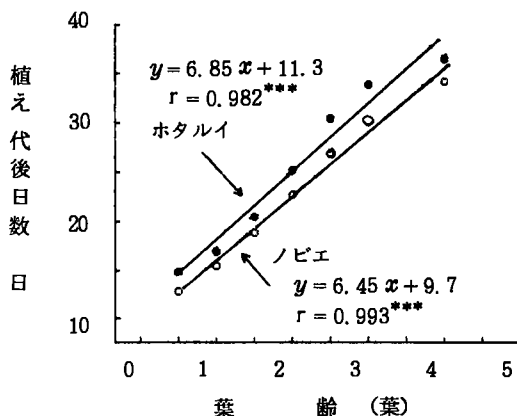


図2. 葉齢と植え代後日数との関係(年次平均)

でやや低かった。このことから、一般的に用いられている日平均気温の積算値でノビエの葉齢を推定することが可能であると考えられた。この結果にもとづき、13か年のノビエの葉齢に対する日平均気温の積算値の回帰式を求めてみたところ、年次によってかなりのふれがみられ、とくに2.0葉と2.5葉期のふれの大きい傾向がみられた。そこで各葉期ごとに要した日平均気温を平均して(年次を平均して)それと葉齢との関係をみたのが図1である。葉齢から積算気温を推定すると y (積算気温) $=107.2x$ (葉齢) $+116.7$ の回帰式が得られた。これによるとノビエが出芽するまでにはおよそ117℃を要し、1葉展開するのに約107℃を要することがわかる。したがってそれぞれの葉期の到達日までの積算気温は1葉期224℃、2葉期331℃、3葉期438℃、4葉期545℃と推定された。

葉齢と植え代後日数とのあいだには、年次を平均してみると、 y (日数) $=6.45x$ (葉齢) $+9.7$ の回帰式が得られ、その結果を図2、表2に示した。これによると出芽するまでに10日(田植後5日)、1葉期は16日(同11日)、2葉期は23日(同18日)、3葉期は29日(同24日)を要し、1葉展開するのに6.5日を要している。稲の葉齢は7日間でおおよそ1葉進むことが当地域では通常であるので、出芽後のノビエの葉齢の推移は稲とほぼ同じ傾向があると言えよう。しかし、これを植え代期、移植期がほぼ同時期の他県農試の昭和62年の成績で対比してみると、葉齢の進展が遅い傾向がみられる(データ省略)。これは、出芽までの日数や1葉の展開日数が他県よりも多くかかるためであるが、これには積雪期間の長短や入水期の早晚、気温等が関係しているものと考えられるが確証はない。

2) ホタルイ(イヌホタルイ)の葉齢と植え代後の日積算気温との関係

ホタルイの葉齢と植え代後の積算気温との関係を年次を込みにしてみたところ、ノビエ同様密接な相関関係($r=0.982^{***}$)がみられた(図1)。これによると、出芽までには積算気温で139℃、植え代後日数では11日を要し、1葉展開には積算気温で115℃、日数で6.9日を要している。これ

表2. 葉齡の指定到達日（年次平均）

葉 齡 (葉)	ノ ビ エ		ホ タ ル イ	
	植え代後 日数 (日)	移植後 日数 (日)	植え代後 日数 (日)	移植後 日数 (日)
0.5	13	8	15	10
1.0	16	11	18	13
1.5	19	14	22	17
2.0	23	18	25	20
2.5	26	21	28	23
3.0	29	24	32	27
3.5	32	27	35	30
4.0	36	31	39	34

をノビエと対比してみると、出芽および1葉展開温度（日数）ともホタルイでやや多く要しており、ノビエよりも葉齡の展開の遅い傾向が見られた。ノビエとホタルイの葉齡と積算気温との関係式からノビエ葉齡とホタルイ葉齡との関係を推定したところ y （ホタルイの葉齡） $= 0.91x$ （ノビエの葉齡） $- 0.14$ の式が得られた。初期では葉齡差は小さいが、葉齡がすすむにしたがいその差の拡大する傾向がみられる。

3) 主要雑草の発消長

主要雑草の発消長（発生始期，盛期，終期）を積算気温および日数で表4に示した。発生を早い順に並べるとハコベ類，ノビエ，マツバイ>ホ

タルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ>オモダカ>タマガヤツリ，キカシグサ，コナギ>クログワイの傾向が見られた。これを高橋（1977）が発表した東北6県平均の発消長と比べると，発生始期までの積算気温（日数）が全般的に青森県で高く（多く），逆に発生盛期，発生終期までの積算気温（日数）が低い（少ない）傾向が見られている。発生始期が遅いのは気温が他県よりも低いためと解釈されるが，発生盛期，終期が早まる要因については不明であり今後検討を要する。また，雑草の発生順位にも違いがみられ，特に，ミズガヤツリとオモダカが大きく異なっている。東北6県平均ではミズガヤツリはノビエなみに早く，一方，オモダカはコナギよりも遅い発生となっている。このように大きく異なる要因としては，青森ではこれらの雑草は移植時に塊茎の埋め込みを行って調査をしており，自然発生の状態で調査したものでないので，この点が関係している可能性がある。

4. まとめ

1) 13年間の平均のノビエの葉齡と植え代後の日平均気温の積算値とのあいだには y （積算気温） $= 107.2x$ （葉齡） $+ 116.7$ ， $r = 0.992^{***}$ の密接な相関関係が認められ，出芽始めまで約117℃（植え代後日数では10日），1葉展開するのに約107℃（同6～7日）要していることが明らかとなった。

2) 同様にホタルイについては $y = 115.3x + 138.7$ ， $r = 0.982^{***}$ の関係が認められ，出芽始めまで139℃（植え代後日数では11日）1葉展開するには115℃（同7日）要することが判明した。ノビエと対比すると，出芽始めまでの日数がホタルイでやや多く要し，1葉展開日数にでもノビエよりもやや多めであった。

3) 主要雑草の発消長では，発生の早い順に並べるとハコベ類，ノビエ，マツバイ>ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ>オモダカ>タマガヤツリ，キカシグサ，コナギ>クログワイの傾向がみられたが，ミズガヤツリ，オモダカは東北6県平均の発消長とは異なる傾向がみられた。

表 3. 植え代後の積算気温と日数からみた主要雑草の発消長

雑 草 名	発 生 始 期		発 生 盛 期		発 生 終 期		供 試 年 数 (年)
	気 温 (℃)	日 数 (日)	気 温 (℃)	日 数 (日)	気 温 (℃)	日 数 (日)	
ハ コ ベ 類	183	14	232	17	289	20	13
ノ ビ エ	187	14	238	17	293	21	13
マ ツ バ イ	193	14	241	17	288	20	13
ホ タ ル イ	219	16	265	18	310	22	13
ヘ ラ オ モ ダ カ	229	16	264	19	330	23	6
ミ ズ ガ ヤ ツ リ	236	17	301	21	377	26	10
オ モ ダ カ	303	21	377	25	453	29	12
タ マ ガ ヤ ツ リ	343	25	431	29	510	33	10
コ ナ ギ	359	25	423	28	507	33	12
キ カ シ グ サ	372	25	456	30	519	34	10
ク ロ グ ワ イ	402	28	521	34	614	40	4

5. 引用文献

高橋周寿, 1977: 水田雑草防除における地域特性と今後の問題点・第3回日本雑草学会シンポジウム講演要旨

小麦の登熟期間の積算気温からみた刈取り適期

多田 久・穴水 孝道・永沼 昌雄*・木村 晶子**

(青森農試*・青森県農林部農業指導課**・黒石地区農業改良普及所)

1. はじめに

小麦の栽培でも他の作物同様収量のみでなく、品質も大きな問題になる。品質向上のためには栽培技術の改善と適期刈取りを行うことである。特に、刈取り時期にあたる7月中・下旬は梅雨期特有の降雨にみまわれることが多く、その結果、穂発芽等により品質が著しく劣ることがあるので、適期刈取りは重要である。

小麦の刈取り時期は、穂の熟色や子実の充実状態により判断する方法があるが、この方法より正確で簡易な判定方法の開発が要求されている。水稻の刈取り時期を決める場合出穂後の積算気温も刈取り時期の目安の1つとして使われているが、小麦でも出穂後の気象からみた刈取り時期の予測が可能かどうかについて検討した。出穂後の積算気温と刈取り時期の研究については、既に永沼等(1981)によって報告されているが、その後新たな知見が得られたので、その結果について報告する。

2. 試験方法

(1) 試験場所：青森県黒石市

(2) 試験年次：1979年から1987年

(3) 供試品種：キタカミコムギ

(4) 調査方法

① 標本採取 200穂採種の中から生育中庸な50穂を対象にした。

② 子実水分の測定 105℃の恒温乾燥機で24時間乾燥後含水率を求めた。

③ 子実千粒重 子実水分12.5%に換算して算出。

④ 気象要素 青森農試の気象観測データ使用。

(5) 調査時期：出穂後30日から60日にかけて2日から5日ごと。

(6) 耕種方法：播種日は9月20日、播種量1.0kg/a、条間30cmのドリル播。

施肥量、基肥 堆肥100、石灰10、N 0.8、P₂O₅ 1.2、K₂O 1.0

追肥 4月中旬 N 0.4 (各kg/a)

3. 結果と考察

表-1 出穂後35日, 40日, 50日の子実水分, 子実千粒重と出穂後50日間の気象

年次	項目 出穂期 (月・日)	子実水分 (%)			子実千粒重 (g)			出穂後から50日間		
		出穂後 35日	出穂後 40日	出穂後 50日	出穂後 35日	出穂後 40日	出穂後 50日	日平均 気温の 平均(°C)	日 照 時 間 (時間)	降 水 量 (mm)
1979年	5.29	46.1	42.9 [*]	15.0 ^{**}	33.5	38.6 [*]	37.7 [*]	19.9	305.4	213.5
1980	5.29	46.2 [*]	41.7 [*]	20.9 [*]	35.9 [*]	37.6 [*]	39.0 [*]	19.8	372.4	153.4
1981	5.29	61.5	52.2	41.1 [*]	18.6	27.5	38.4 [*]	18.3	226.9	225.7
1982	5.29	52.0	45.2	25.7 [*]	31.1	38.8	39.3 [*]	18.6	428.3	99.4
1983	5.18	59.7	50.4	42.7	25.0	34.3	42.2	16.0	303.1	134.2
1984	6.4	47.2	43.6	19.6	37.9	40.5	39.4	21.2	291.5	191.1
1985	5.25	54.3	47.7	40.8	26.2	33.3	41.1	17.6	345.6	122.4
1986	5.31	57.2	49.2	40.0 ^{**}	23.5	30.7	40.8 ^{**}	17.8	299.4	124.9
1987	5.24	—	43.4 [*]	25.6	—	40.2 [*]	40.2	18.6	375.5	165.7

注) 出穂後35日の*は36日, 同40日の*は39日, 同50日の*は49日, **は51日。

表-1には出穂後35日, 40日, 50日の子実水分, 子実千粒重と出穂期後50日間の気象について示した。

子実水分の変化をみると, 出穂後35日, 40日, 50日と日数が経過するにつれて子実水分は減少し, 出穂後35日頃の子実水分は45~60%であるが, 50日頃では15~45%と年により子実水分の減少程度に差がみられるが急激に減少する。子実水分の減少程度に差がみられるこの原因は, この間の気象条件によるものと考えられる。そこで, 出穂後の気象条件と子実水分の減少推移との関係を明らかにするため, 子実水分に最も年次間差のみられた出穂後50日頃の子実水分と出穂期から50日間の1日当たりの平均気温(以下平均気温と略記), 日照時間と降水量の総量と子実水分との関係についてみた。子実水分が最も少なかった年次は1979年で15.0%, 次いで1984年で19.6%等, 逆に多かった年次は1983年で42.7%, 次いで1981年の41.1%等で, これらの年次の気象をみると, 子実水分

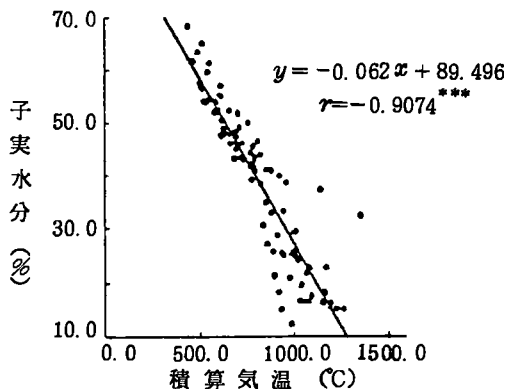


図-1 出穂後の積算気温と子実水分との関係

が少なかった1979年, 1984年のこの間の平均気温はそれぞれ19.9°C, 21.2°Cで, 子実水分が多かった1981年, 1983年はこの間の平均気温がそれぞれ18.3°C, 16.0°Cで, 子実水分の少ない年次の出穂後50日間の平均気温は, 子実水分の多い年次のそれに比べて高かった。しかし, 出穂後50日間の日照時間及び降水量との関係は判然としなかった。そこで, 出穂後50日間の平均気温と日照時間及び降水量の総量と出穂後50日頃の子実水分との相関係数(r)を求めると, 平均気温とは $r = -0.8509^{**}$ (**は有意基準1.0%)と高い負の相関が認め

られたが、日照時間 ($r = -0.3590$) や降水量 ($r = -0.3109$) では有意な相関はみられず、平均気温が子実水分の減少変化に関与しているものと判断された。

そこで、1979年から1987年までの9年間について出穂後調査時期毎の子実水分と出穂後の積算気温との関係を図-1に示した。子実水分は積算気温の増加と共に直線的に減少し、両者の間には $r = -0.9074^{***}$ (***) は有意水準 0.1% と高い相関が認められ、出穂後の積算気温と子実水分の推移とは密接な関係のあることが認められた。

子実千粒重は出穂後日数の経過と共に増加するが、子実水分の場合と異なり出穂後40日から50日頃に最大を示し、その後漸減する傾向が認められた。また、子実千粒重の最大になる時期は年により早晚がみられ、これは気象が関与しているものと考えられた。即ち子実千粒重が最大になる時期が出穂後40日頃と早かった1979年、1984年は結実期間の気温が高温な年次で、子実水分の減少も早く、子実千粒重が最大になる時期が遅かった1983年、1986年はいずれもその間の気温が低温で、

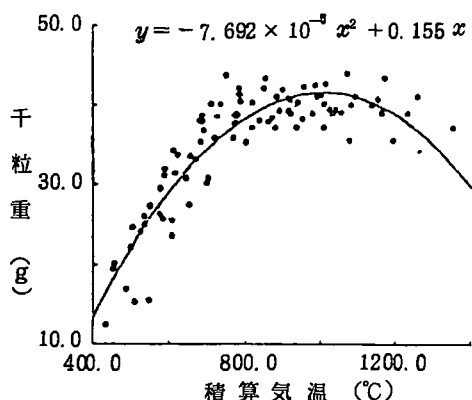


図-2 出穂後の積算気温と子実千粒重との関係

表-2 子実水分40%、同30%到達までの出穂後日数、出穂後積算気温とその統計量

年次及び統計量	40%到達		30%到達	
	日数(日)	積算気温(°C)	日数(日)	積算気温(°C)
1979年	41	793	45	879
1980	40	793	45	898
1981	50	924	51	950
1982	45	827	47	868
1983	55	817	59	891
1984	41	836	45	935
1985	50	882	54	963
1986	51	907	56	1,003
1987	44	806	49	913
平均	46.3	842.7	50.1	922.2
標準偏差	5.3	49.4	5.2	44.0
最大	55	924	59	1,003
最小	40	793	45	868

子実水分の減少も遅い年次であった。さらに子実水分の減少が早い年次ほど子実千粒重が最大になるのも早くなり、子実水分が40%に達する時期と子実千粒重が最大になる時期がほぼ同じ頃になる年次が多かった。しかし、最大時の子実千粒重も年により差がみられ、最大になる時期が早く、また、結実期間の気温が高いほど軽くなる傾向がみられた。結実日数の多少と気象並びにその時の子実千粒重については、江口等(1984)の報告があり、結実日数は高温ほど短縮され、これに伴い子実千粒重は軽くなることが指摘されており、今回の調査でも同様の傾向がみられた。

図-2には1979年から1987年の9年間について出穂後の積算気温と子実千粒重の関係について示した。子実千粒重は積算気温の増加と共に重くなるが、850°C付近で最大になり、それ以上では減少する傾向がみられ、両者の間には $r = 0.8178^{**}$ と高い相関が認められた。しかし、子実千粒重が最大になる時期の出穂後の積算気温は年次変動がみられるので、子実千粒重が増大するための有効温度を、温度階層毎の積算温度で変動係数が最小になる時の温度を有効温度と判定する統計的手法で求めた結果、子実千粒重が最大になる

時の積算気温は、日平均気温20℃を上限とした積算気温が883.4℃(標準偏差94.8, 変動係数10.7)であった。このことから、子実千粒重が増大する場合、効率的な温度階層は20℃と推定された。

以上のように、子実水分、子実千粒重は気温と密接な関係があるので、積算気温からみた刈取り適期の予測について検討した。

子実水分は収穫方法によって異なるが、手刈りやバインダー刈りする場合、子実水分が40%程度から刈取り可能で、コンバイン刈りの場合は子実水分が30%程度でないと収穫できない。そこで、子実水分が40%或は30%到達日をそれぞれの刈取り時期の目安として検討した。

表-2をみると、各年次の子実水分が40%及び30%に達する出穂後日数及び積算気温は、子実水分が40%に達する日数の最も短かかった年次が1980年の40日、最も長かった年次が1983年の55日で、平均では46.3日、標準偏差が5.3であった。また、出穂後の積算気温は、最も少なかった年次が1979年、1980年の793℃、多かった年次が1981年の924℃で、その平均は843℃、標準偏差が49.4であった。子実水分が30%に達するまでの出穂後日数が最も短かかったのは1979年、1980年、1984年の45日、長かったのは1986年の56日で、その平均は50.1日、標準偏差は5.2であった。出穂後の積算気温では最も少なかったのは1982年の868℃、多かったのが1986年の1,003℃で、その平均は922℃、標準偏差が44.0でいずれも高温年で出穂後日数は少なく、積算気温も少ない傾向が認められた。そして、子実水分が40%或いは30%に達するのは、出穂後日数ではそれぞれ約46日、50日であるが、両者とも前後5日程の幅がある。これに対し、出穂後の積算気温では子実水分40%は843℃、同30%は922℃で到達し、それぞれ49℃、44℃程度前後の幅がある。しかし、この時期の平年の日平均気温は約20~21℃で、日数にすると前後2~3日の幅になり、刈取り予測には出穂後の日数よりは積算気温で求めた方がその精度は高いと考えられた。しかし、子実水分や子実千粒重だけで品質が決るものではないので調査時期毎に品質、等級についてみた。出穂後日数及び積算気温からみた等級についてみると、出穂後45日頃から50日頃にかけて品質が最も向上する年次が多く、出穂後積算気温でみると843℃から922℃であった。

以上の結果、出穂後の積算気温から刈取り適期を予測する場合、積算気温は高温年が少なく、低温年が多くなる傾向はみられるが、子実水分40%に到達する場合の出穂後積算気温は800~890℃、また、同30%に到達するそれは880℃~970℃で、手刈りやバインダーで刈取りする場合と、コンバインで刈取りする場合の目安になるものと判断された。

しかし、今回積算気温等からみた刈取りの予測について検討したが、収穫の遅れも品質低下の要因になるので、今後は刈取り幅の検討や、刈取り時期前後の雨は品質の劣化と同時に子実水分の変化にも影響を及ぼす場合もあるので、これらを含めた刈取り時期の予測法の検討が必要である。また、山間高冷地やヤマセ地帯のように気象条件の異なる地帯での検討も必要である。

4. 結 論

出穂後の積算気温並びに子実水分、子実千粒重の推移からみた手刈やバインダーで刈取りする場合並びにコンバインで刈取りする場合の刈取り適期の予測法について検討した。

- (1) 結実期間の子実水分の推移は年次間差がみられ、子実水分の減少推移は高温で高く、出穂後の積算気温とは $r = -0.9074^{***}$ と高い相関が認められた。
- (2) 子実千粒重は出穂後日数で40日から50日頃にかけて最大になり、出穂後高温な年は最大になる時期が早く、低温年で遅れる傾向がみられた。そして、子実水分が40%になる時期と子実千粒重が最大になる時期とはほぼ合致した。
- (3) 出穂後の積算気温からみた刈取り時期は、手刈やバインダー（子実水分40%到達日）で 800～890℃、コンバイン（子実水分30%到達日）では 880～970℃で、この間積算気温は高温年次が少なく、低温年次が多くなる傾向がみられた。

引用文献

江口久夫、申萬均、広川文彦、1984：極早生小麦品種の安定多収栽培法、中国農業試験場報告、
A第23号、17 - 14。

永沼昌雄、穴水孝道、高橋晶子、1981：子実水分と千粒重等の推移からみた小麦の刈取り適期に
ついて、東北の農業気象、第26号、48 - 51

青森県における畑作物の生育と気象

第1報 出芽と気温及び湛水

多田 久・穴水 孝道・井畑 勝博*
 (青森農試・*八戸地区農業改良普及所)

1. はじめに

畑作物の生産には気象の影響が大きく、大別すると気象災害のように直接生育、収量に被害を与える場合と、作付品種の選定や播種時期、栽植密度等の栽培上の制約要因となって影響を与える場合の二つがある。

これまで畑作物と気象に関する研究は、東北及びそれ以外の地でも種々の研究がなされている。しかし、青森県では作況解析を除くと比較的畑作物に対する気象研究は少ない。一方、青森県の気象は、日本海側と太平洋側の気候に分けられ、太平洋側の夏季の「ヤマセ」や日本海側の冬期の多雪等地域に特有な気象現象もみられ、畑作物の生育や収量に与える影響も大きい。このため、地域の気象に適した作物や栽培法の確立が望まれている。そこで、畑作物のコムギ、ダイズ、ソバを対象に気象と生育について1979年から検討されてきたが、今回はその中の気温と湛水が出芽に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 試験方法

- (1) 供試作物(品種) : コムギ(キタカミコムギ), ダイズ(オクシロメ), ソバ(階上早生),
- (2) 処理方法

1) 出芽と温度試験

i 処理方法 : 水稻の機械移植用育苗箱(長さ60cm, 幅30cm, 高さ3cm)に50粒播種し, 温度処理は人工気象室を用いた。

ii 処理温度(恒温処理)

作物	温度										
	9.0℃	10.5	11.5	13.5	14.0	16.0	19.0	22.0	23.0*	24.0	27.5
コムギ	○	○	-	-	○	-	○	-	○	○	○
ダイズ	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	-
ソバ	○	○	-	-	○	-	○	-	○	○	○

注1) ※23℃は、恒温処理の他に変温(28.0~18.0℃)処理区も設けた。

2) ダイズはこの他に1982, 1983年の播種試験(圃場試験)の結果も併せて検討した。

2) 出芽と湛水試験

i 処理方法(播種量と湛水深) : 1/5000a のワグネルポットにコムギとソバは1ポット50粒, ダイズは1ポット25粒播種し, 3~5cmに湛水。

ii 処理期間 : ① 1日間, ② 2日間, ③ 3日間, ④ 5日間, ⑤ 無処理

iii 処理時期 : ① 播種直後, ② 出芽前(播種3日後のコムギ幼芽伸長期, ダイズ, ソバは胚軸伸長期)

(3) 調査方法：1)，2)の試験とも出芽粒数について毎日調査

(4) 区 制：コムギとソバは(1)，(2)の試験とも2区制，ダイズは(1)の試験は2区制，(2)の試験は4区制。

3. 結果と考察

1) 出芽と温度

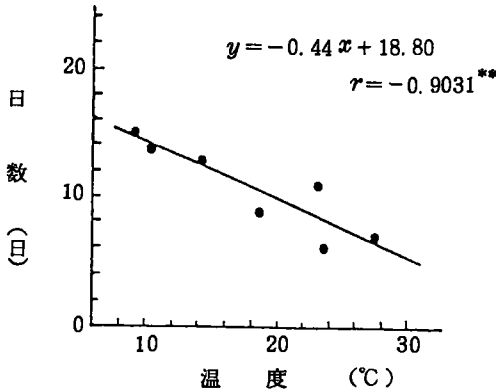


図-1 コムギの出芽時の処理温度と出芽日数

コムギ：処理温度と出芽日数の関係を図-1に示した。処理温度が20℃以上では出芽日数が7～10日，15℃では約12日，10℃では約14日であった。処理温度の高低と出芽日数の長短との関係は，9.0℃から27.5℃の範囲では24.0℃で最も短かったが，温度が低くなるに従い出芽日数は直線的に増加し，温度（ x ）と出芽日数（ y ）の間には相関係数 $r = -0.9031^{**}$ （**は有意水準1.0%）で回帰式 $y = -0.44x + 18.80$ が得られた。

発芽時の温度は，既往の研究では最低が0～2℃，最高が40～42℃で，30℃を越えると発芽力は急激に弱まるといわれ，今回の試験でも9.0℃処理では出芽日数がやや長くなる程度で，低温の限界はもっと低いと考えられた。また，高温は筆者等（1983）の発芽試験でも処理温度20℃，25℃に比べ30℃では発芽率が極めて悪く，今回の試験と併せ，9℃から30℃の範囲での適温は出芽日数が最も短縮され，出芽率も良好な24℃程度から30℃までの間と考えられた。

以上は恒温条件下での試験結果について述べたが，播種から出芽までの気温は日較差の条件下で行われる。そこで，日較差の影響をみるため変温処理と恒温処理の違いについて検討した。処理温度は23℃で，変温処理は最高28℃，最低18℃と恒温処理23℃と比較した。その結果，出芽始は恒温処理が変温処理に比べ1日早かったが，出芽率50%到達日数には両処理間で差がないことから，異なる温度での検討も必要ではあるが，恒温条件と変温条件とは大差ないものと思われた。

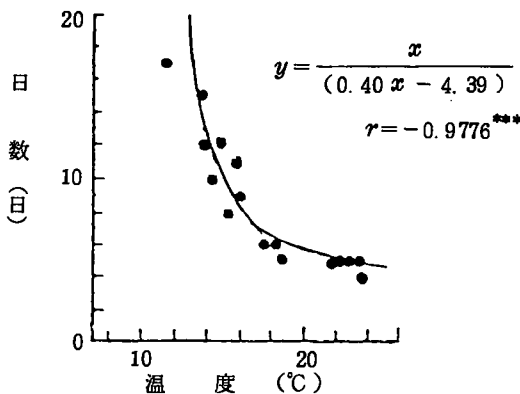


図-2 ダイズの出芽時の処理温度と出芽日数

異なる温度での検討も必要ではあるが，恒温条件と変温条件とは大差ないものと思われた。

ダイズ：播種期試験での播種から出芽期までの平均気温は1982年が播種日5月10日で13.6℃，同6月10日で17.6℃，同7月5日で22.2℃，同7月10日で22.5℃，同7月15日で21.8℃，同7月20日で21.9℃，1983年は同4月30日で14.8℃，同5月10日で15.7℃，同6月10日で15.3℃，同7月10日で18.0℃，同7月20日で18.6℃，同7月30日で23.4℃であった。

人工気象室による温度処理と播種期試験の結果として播種から出芽までの所要日数と温度の関係を図-2に示した。出芽日数は20℃以上では4~5日, 15℃では約8日, 11℃で約17日と低温で長くなった。しかし, 20℃以上ではその日数の短縮はほとんどみられず, 15℃以下ではその日数は急激に長くなり, 10.5℃では20日以上経過しても出芽はみられなかった。これらの結果, 温度(x)と出芽日数(y)の間には $r = -0.9776^{***}$ (***)は有意水準0.1%)の相関があり, その回帰式として $y = x / (0.40x - 4.39)$ が得られた。

井上(1953)によると発芽時の最低温度は2~4℃であるが, 10℃以下では発芽は極めて悪いといわれ, 今回の試験結果でも, 11℃前後が実用的にみて限界になると考えられた。また, 前述同様23.0℃での恒温処理と変恒処理とを比較すると, 出芽率80%に達するのは恒温処理で2日早い, 出芽始, 出芽率50%到達日数は同じで, 両処理間に大差はないと考えられる。

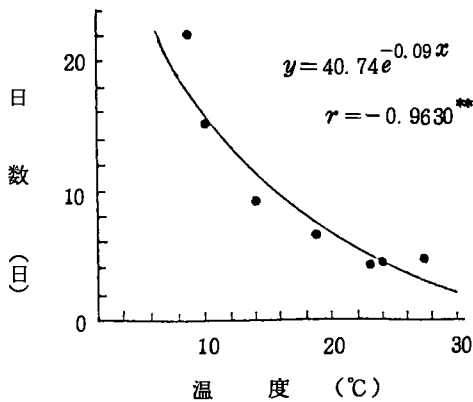


図-3 ソバの出芽時の処理温度と出芽日数

ソバ: 図-3の処理温度と出芽日数の関係を見ると, 出芽日数は20℃以上では4~5日, 15℃で約10日, 10℃では約16日と高温で短く, 低温で長くなるが, 20℃以上ではあまり短縮されなかった。ソバは比較的発芽が容易な作物で, 最低0~5℃, 最高は37~44℃といわれるが, 今回の処理温度9.0℃でも発芽日数は22日を要したが発芽率の低下はみられなかった。また, 温度(x)と出芽日数(y)の間には $r = -0.9630^{***}$ で, その回帰式は $y = 40.74 \times e^{-0.09x}$ の関係が得られた。

前述同様処理温度23.0℃の恒温と変温の差をみると, 出芽率50%到達は恒温処理で1日早い, 出芽始, 出芽率80%到達日が同じで大差はないと考えられる。

しかし, これまでみた3作物とも23℃の処理温度では, 恒温処理と変温処理で大差なかったが, 各作物とも出芽始や出芽率50%, 80%到達日の中で差がみられるところもあることから, 処理温度

表-1 湛水処理によるコムギ, ダイズ, ソバの出芽始迄の日数と出芽率

作物名	項目	処理時期 処理日数				播種直後				出芽前				無処理	
		1日間	2日間	3日間	5日間	1日間	2日間	3日間	5日間	1日間	2日間	3日間	5日間		
コムギ	出芽始迄日数(日)	5	5	6	8	5	5	6	-	4					4
	出芽率(%)	90	44	28	23	84	50	8	-	95					
ダイズ	出芽始迄日数(日)	6	7	7	15	6	7	7	11	4					4
	出芽率(%)	19	18	10	8	76	59	61	42	89					
ソバ	出芽始迄日数(日)	5	5	6	-	7	-	-	-	4					4
	出芽率(%)	57	48	16	-	5	-	-	-	100					

が高い場合や逆に低い場合, 変温と恒温の違いによる出芽率や日数の関係に差が生ずるか否かについては不明である。

(2) 出芽と湛水
コムギ: 湛水処理は播種直後と出芽前の二時期で実施したが, 表-1に示すように, いずれも出芽始が遅れ,

出芽率も低下し、その傾向は処理日数が多くなるほど顕著であった。両時期の処理とも1日処理では出芽率は約80%であるが、2日間処理では出芽始は無処理に比べ1~2日の遅れとなり、出芽率は50%程度で、3日間以上では極めて出芽率は低く、特に、出芽前の処理で低下が大きかった。発芽には酸素が必要で、小川(1969)は土壤中の酸素が10%以下になると出芽に支障をきたすとしているが、湛水状態では極めて土壤中の酸素が少なく、出芽率の低下となる。出芽前の処理で出芽率の低下が大きかったのは、幼芽伸長後はより酸素を要求するためと考えられる。しかし、2日間以上の湛水は時期の早晚に関係なく出芽率の低下が大きく、湛水の限界日数は1日程度と考えられる。

ダイズ：播種直後、出芽前とも湛水処理により出芽始が遅れ、出芽率も低下し、処理日数が多くなるほどこの傾向は増大した。しかし、処理時期の違いでみると、出芽前の1日処理では出芽率は80%に達するが、播種直後では出芽率20%程度と極めて低く、出芽前の処理では5日間処理でも出芽率は50%程度であるのに対し、播種直後では2日間と3日間処理で出芽率約10%、5日間処理では出芽がほとんどみられず、播種直後の湛水処理で出芽率の低下は極めて大きかった。

ダイズは他の畑作物の中では比較的過湿に強いが、播種から出芽にかけては極めて弱く、子実を水中におくと細胞がこわされ発芽不能になる。今回の試験でも播種直後に湛水状態に長時間放置されたことは酸素不足等と同時に細胞の破壊による発芽不能になり、極めて出芽が悪かったと思われる。このように、播種から出芽までの数日間で湛水の影響は播種直後と出芽直前では差がみられ、播種直後では1日の湛水でも出芽率の低下が極めて大きい、出芽前では2~3日の湛水でもかなりの出芽がみられた。

ソバ：播種直後では1日間処理で出芽始は無処理に比べ2日遅れ、出芽率は約50%、2日間、3日間処理で出芽始は3日遅れで出芽率約10%、5日間処理では出芽がみられなかった。出芽前では1日間処理でも出芽始は4日遅れで出芽率は10%以下、2日間以上の処理では出芽はみられず、湛水処理による出芽の低下は著しく、特に、出芽前での湛水処理の影響が極めて大きかった。

ソバは酸素の要求度が強く適湿には弱い。竹前(1986)も播種直後の湛水処理による発芽率は、1日を越えると急激に低下し、3日間では1%で、極めて過湿に弱いことを認めている。また、播種3~4日後の湛水で発芽は極めて劣るともいわれ、今回の試験結果でも同様の傾向がみられた。このように、湛水に極めて弱いので、栽培する場合は圃場の排水に十分注意しなければならない。

4. 結 論

コムギ、ダイズ、ソバの出芽時の温度と湛水日数の影響について検討した。

- (1) コムギの出芽に対する温度の影響は、低温ほど出芽日数は長くなり、温度(x)と出芽日数(y)との間には $y = -0.44x + 18.80$ ($r = -0.9031^{**}$) の関係式が得られた。

湛水処理の影響は、播種直後、出芽前とも2日間処理で出芽率50%もしくはそれ以下で、特に出芽前での湛水処理による出芽率の低下が大きかった。

- (2) ダイズの出芽に対する温度の影響は、20℃以上では出芽日数に大差ないが、20℃以下では低温ほどその日数が多くなり、特に15℃以下では急激に日数が多くなり、11℃以下では播種後20日以上経過しても出芽はみられなかった。温度(x)と出芽日数(y)との間に $y = x / (0.40x -$

4. 39) ($r = -0.9776^{***}$) の関係が得られた。

湛水処理の影響は、出芽前では5日間処理でも出芽率50%近くに達するが、播種直後では1日間処理でも出芽率は20%程度と極めて劣った。

- (3) ソバの出芽に対する温度の影響は、出芽日数は低温で長くなるが、ダイズ同様20℃以上ではその日数に大差認められなかった。温度 (x) と出芽日数 (y) との間に $y = 40.74 \times e^{-0.09x}$ ($r = -0.9630^{***}$) の関係が得られた。

湛水処理の影響は、播種直後の1日間処理で出芽率は約50%であったが、2日以上処理と出芽前の処理ではいずれも出芽率が極めて劣った。

- (4) コムギ、ダイズ、ソバの出芽と温度との関係で、恒温処理と変温処理の違いが出芽始め、出芽率50%、同80%到達日に違いがあるか否かについて、処理温度23℃で比較検討した結果、3作物とも恒温処理で到達日が1~2日早まる場合もみられたが、恒温、変温処理の違いは大差ないものと判断された。しかし、23℃より高い場合や低い場合については不明である。

参考文献

- 井上重陽, 1953: 種子の発芽温度に関する研究. 第9報, 大豆, 日作紀, 第21巻, 第3~4号, 276~277。
- 小川和夫, 1969: 鉾質畑地土壌における地力要因の解析的研究. 東海近畿農試研報, 18, 192~352。
- 竹前 彬, 1986: 秋ソバの省力安定栽培, 農業及び園芸, 第61巻, 第11号, 51~56, 養賢堂
- 多田 久, 永沼昌雄, 穴水孝道, 高橋晶子, 1983: 小麦成熟期の気象と穂発芽. 東北の農業気象, 第28号, 49~52。

低温・少照下のリンドウの光合成速度について

寺 中 吉 造

(宮城県農業短期大学)

1. はじめに

さきに、やませ気象(低温・少照・多湿)下の作物の生育反応を知るため、イネ⁵⁾⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾、コムギ⁸⁾の食用作物、オオムギ、ソルガム、トウモロコシ、エンバクなどの飼料作物¹²⁾および寒地型牧草¹¹⁾について、低温・少照下の光合成速度について報告した。本報は寒冷地の花卉で最近生産の伸びの著しいリンドウについて、系統、生育段階を変えて検討したものである。

2. 材料および方法

供試系統はエゾリンドウとササリンドウとした。両系統とも本学学内圃場にて前々年播種し、通常の移植栽培をしたものである。測定時期は両系統とも生育段階を10対葉期前後と20対葉期前後の2回とした。前者は生育期で6月中～下旬で、後者は開花期直前で8月中旬であった。測定法は、所定時期に株を鉢上げし、その一部2～5茎につき着生葉のまま、温・湿度調節可能なアクリル同化箱に挿入し、相対湿度70%と一定し、風速1m/s、通気量10ℓ/mm下で、光強度(0～4万lux)と気温(15～25℃)とを変えて、光合成速度を葉面積あたりみかけの光合成速度であらわした。供試葉面積は50～80cm²であった。測定システムは、島津SPB-Z型をもちい、光源は陽光ランプ(東芝、DR-400)であり、光強度は水槽を透過した光強度を、照度計(ミノルタ、T-1)で光源からの距離と寒冷紗により調節した。通気は本学3階屋上より緩衝ドラムを経て外気を導入した。外気のCO₂濃度の日中の変化は350ppm位でほぼ一定であった。

3. 結果および考察

供試系統は川合(1960)³⁾が当地で柳葉リンドウの開花は19～20節で7月中旬との報告よりも、晩生で、ササリンドウはエゾリンドウよりも晩生である。両系統の葉面積は3～6cm²と大差ないが、葉形はエゾリンドウは楕円状舟形、ササリンドウは葉先が細く、草状はエゾリンドウは強剛、ササリンドウは比較的繊細である。供試ササリンドウの生育はやや劣っていたので系統間の光合成速度の絶対値の比較よりも、おもに温度・光反応について以下述べることにする。

(1) 10対葉期の温度・光反応

図1に示したエゾリンドウはササリンドウよりも光合成速度は大きかった。しかしながら、温度・光反応としてみると、4～2万luxの比較的多照下では、明らかに20℃で光合成速度が最大値をしめし、1万lux以下の少照下では低温ほど光合成速度が増大する点は、両系統とも全く同じであり、既報のイネ⁷⁾⁸⁾と全く同様な結果をえた。横山(1982)¹³⁾はリンドウ(品種いわて)の実生1年株を晩秋掘り上げ、湿鋸屑と共に冷蔵(0±1℃)し、12月に移植して夜間最低温15℃で管理し1月末～2月初に光合成速度を測定し、4万luxまで光合成速度はまし光飽和点はさらに高い光強度と考えられること、4万luxで20～23.8℃、3万luxで19.5～23.5℃、2万luxで18.0～22.0℃、1万luxで7.8～12.5℃で光合成速度は最大値をしめ、多照下で20℃前後、少照下では比較的低温が

適温であるとした。本報告も光合成速度の適温の光強度による偏移はよく類似した。ただ光合成速度の絶対値がかなり異なるのは材料・育成法の違いと考えられる。しかし、両者の傾向は良く似ていることから、バイテクなど人工光下の培養・増殖に光合成速度の増大が有利とすれば、多照下で20℃はよいが、通常の植物育成蛍光灯程度の照度では、20℃より低い温度が適当と考えられる。

(2) 20対葉期の温度・光反応

図2にしめした10対葉期と比べてエゾリンドウの光合成速度の値は小さくなったが、ササリンドウでは大差なかったので両系統間の光合成速度の差は小さくなった。両系統とも、20対葉期の光合成速度は、10対葉期とことなり、光強度の大きいほど規則的に大きく、またすべての光強度において低温ほど大きくなった。暗呼吸速度(0

luxの値とする)も両系統とも20対葉期は10対葉期よりも大きかった。イネでは、⁷⁾ 苗分けつ期の⁸⁾ 栄養生長期には1万lux以下で、穂孕期¹⁰⁾では2万lux以下で適温の低温側への偏移がみられたが、本報告のリンドウでは20対葉期で4万lux以下で適温の低温側への偏移が認められた。このことは、両作物とも栄養生長期と生殖生長期にみるように生育段階で光合成速度の温度・光反応型が異なることをしめすと考えられる。また暗呼吸も¹⁰⁾ 栄養生長期より生殖生長期で高いことは両作物とも同様である。イネでは¹⁰⁾ 糊熟期以降の光合成速度は同一適温(20℃)のもと、広い光強度の範囲で少照とともに光合成速度は規則的に低下したので、光合成速度の温度・光反応型は生育前期(栄養生長期)、生育中期(穂孕期、生殖生長期)、生育後期(糊熟期後、登熟期)に3別された。リンドウでの生育後期の測定を欠くが、生育前、中期についてはイネと同型と考えられる。

(3) 生育段階による適温の偏移とその限界光強度

生育前期の光合成速度の適温が少照になると低温側に偏移するという報告は、イネでは石井・星川(1974)³⁾の稚苗群落について、堀江(1981)¹⁾の分けつ期のシュミレーションの結果があるが、単葉についての実測ではない。イネ、リンドウ以外では森井(1985)⁴⁾がブドウの幼木の単葉につき3

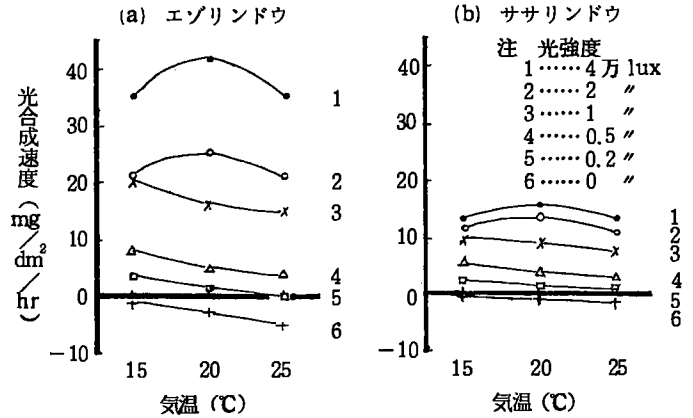


図1. リンドウの生育期の光合成速度(10対葉期)

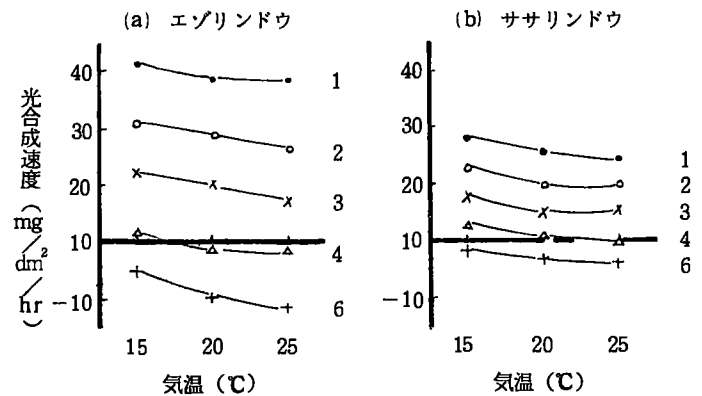


図2. リンドウの開花期前の光合成速度(20対葉期)

万 lux → 1.5 万 lux → 0.7 万 lux と照度の低下にともない、光合成速度の適温は $35^{\circ}\text{C} \rightarrow 30^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ と低下することを認めている。

生育中期の光合成速度の適温が少照になると低温側に偏移することは、生育前期と同様であるが、偏移が明らかに認められる光強度（限界光強度と仮稱）は作物により異なるようである。イネ、リンドウはともに生育前期の限界光強度は 1 万 lux であるが、生育中期ではリンドウのほか赤クローバ¹¹⁾、ケンタッキーブルーグラス¹¹⁾で 4 万 lux、イネ¹⁰⁾のほかソルガム¹²⁾、スイートコーン¹²⁾で 2 万 lux、ライグラス類¹¹⁾ 1.5 万 lux、ムギ類¹²⁾ 1 万 lux、チモシー¹¹⁾、オーチャードグラス¹¹⁾、白クローバ¹¹⁾ 0.75 万 lux など作物による幅が大きかった。一般に、1 万 lux 以下の光強度に限ると生育前～中期にわたり、供試全作物で適温の低温側への偏移があった。

(4) 暗呼吸と真の光合成速度

限界光強度以下になり適温が低温側に偏移するときは、光強度ごとに殆んど直線状に高温ほど光合成速度が低下し、暗呼吸速度は、正負の符号を異にするが、全く少照下の光合成速度と温度との関係で平行的であり、暗呼吸と限界光強度以下の光合成速度と関連があるとみられる。さらに、真の光合成速度をみかけの光合成速度 + 暗呼吸とすれば、限界光強度以下の真の光合成速度は温度に無関係に光強度のみに関連し、光強度が低いほど真の光合成速度は規則的に低くなっている。限界光強度以下では暗呼吸の大小がみかけの光合成速度を規制している。限界光強度以上では真の光合成速度とみかけの光合成速度は、温度・光反応型が、温度に依存する点では大差なく、真の光合成速度はみかけの光合成速度と適温は同じか、高温側に偏移する位である。この傾向は、 $15 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 、 $0 \sim 4$ 万 lux の範囲で C_3 、 C_4 作物に差はなかった¹²⁾。

(5) 光補償点および温度・光の相補性

みかけの光合成速度の光強度の補償点は、温度により異なる。明らかに高温ほど光強度は高く、また生育段階により異なり、生育前期より生育中期のほうが光強度は高いことが明らかである。このように、温度、生育段階で光合成速度の光の補償点が異なることは、群落の要因を入れない単葉の場合でもみられることが指適される。また、 $15 \sim 25^{\circ}\text{C}$ で限界光強度以下の光強度と温度との関係を気温 1°C と同じ光合成速度をえる光強度を計算すると、生育前期にはイネ⁹⁾、リンドウとも $200 \text{ lux}/^{\circ}\text{C}$ 、生育中期にはイネ¹⁰⁾ は $5000 \text{ lux}/^{\circ}\text{C}$ 、リンドウは $250 \text{ lux}/^{\circ}\text{C}$ と異なるが、両作物とも生育中期が生育前期より単位温度に対する光強度の当量は大きいようである。すなわち温度が 1°C 高く（低く）なると、これ位の光強度を増大（減少）がもとの光合成速度を維持することになる。このように光合成速度に対する温度と光の相補性⁹⁾は限界光強度下の場合、生育段階により異なる。

4. まとめ

露地栽培のエゾリンドウとササリンドウの着生葉につき気温 ($15 \sim 25^{\circ}\text{C}$) と光強度 ($0 \sim 4$ 万 lux) をかえ、生育段階もかえて、みかけの光合成速度を測定した。

(1) エゾリンドウとササリンドウの光合成速度の温度・光反応の型に大差はなかった。

(2) 栄養生長期 (10 対葉期) には、 $2 \sim 4$ 万 lux で 20°C に光合成速度の適温がみられたが、1 万 lux 以下になると、低温ほど光合成速度は大きく、適温は 15°C に偏移した。

(3) 開花期前 (20 対葉期) には、あきらかに 4 万 lux 以下はすべて 15°C に適温がみられ、栄養生

長期と異なった。

(4) リンドウの生育段階別の光合成速度の温度・光反応の型は、イネと類似した。

謝 辞

本実験の遂行にあたり、貴重な材料の提供と懇切な御教示を頂いた、本学園芸科 花卉研究室の岩波清高氏に対し、心からの謝意を表します。

引用文献

- 1) 堀江 武, 1981: 気象と作物の光合成, 蒸散そして生長に対するシステム生態学的研究, 農技研報告, A28, 1 - 181.
- 2) 石井竜一・星川清親, 1974: イネ稚苗の光合成におよぼす光・温度の影響, 日作紀, 別(2), 78-79.
- 3) 川合 宏, 1960: 東北地方における花卉の生態に関する研究 第7報 リンドウの花芽分化及び開花について, 農業及び園芸, 35(10), 101 - 102.
- 4) 森井正弘, 1985: ブドウ葉の光合成特性について, 大阪府農林技術センター研究報告, 22, 11-15.
- 5) 寺中吉造・近藤和夫, 1982 a: 水稻の低温下の光-光合成速度関係について, 東北の農業気象, 27, 47-51
- 6) ———, 1982 b: 農水省研究成果シリーズ, 145, 58-59.
- 7) ———, 1984: 低温少照下の水稻苗の光合成速度, 日作東北支報, 26, 4 - 5.
- 8) ———, 1985: 水稻の分けつ期における低温少照下の光合成速度について, ———, 28, 67-68.
- 9) ———, 1986 a: 低温・少照・多湿下の小麦の光合成速度について, 東北の農業気象, 31, 22-24.
- 10) ———, 1986 b: 東北地域における低温少照型冷害にかかわる作物生育反応に関する研究, 文部省科研費(一般研究B)成果報告書, 1-15.
- 11) ———, 1987 a: 低温・少照下の牧草の光合成速度について, 東北の農業気象, 32, 78-81.
- 12) ———, 1987 b: 低温・少照下の飼料作物の光合成速度について, 日作東北支報, 30, 86-87.
- 13) 横山 温, 1982: リンドウの移植育苗, 農業および園芸, 57(3), 85-88.

風向と植被面におけるCO₂濃度

手塚 一 清

(宮城県農業短期大学)

1. はじめに

作物生産の場のCO₂環境を解明することは、作物生産の上で重要であり、そのため、自然環境下で物質生産の根源となるCO₂の挙動を調査することが必要となる。水田におけるCO₂のSinkとSourceを論ずるには、作物体の同化、呼吸および土壌呼吸のほか、移流の影響を考慮しなければならない。とくに、わが国のような狭い国土では、水平方向に均一な広い圃場が得られにくい。ため、植被面上のCO₂環境が、圃場をとりまく地形からのCO₂の移流によって影響をうけることが考えられる。移流による圃場のCO₂濃度の変化は、風による大気のかく乱や大気の輸送履歴が複雑にからみあっているとと思われる。本研究は、植被面上のCO₂濃度の動態を生殖生長期以降のイネ個体群において調査し、作物生産のための好適な立地を作出するための基礎資料とするために行ったものである。

本報は、1981年、東北大学農学研究所付属実験農場で行なわれたものであり、種々の御鞭達を賜った本田強講師（現宮城教育大）および農場職員の方々に深謝します。

2. 観測方法

観測地点は、仙台の北東約35kmの宮城県鹿島台町の水田で、海拔は3mである。観測圃場の周囲は平坦地で、田園景観を示し、図1に示すとおり、観測地点のSE方向は、河川景観を呈し、約15km先は、松島湾である。SWおよびNW方向には、低い丘陵地帯があり、さらにE方向10kmにも丘陵がある。CO₂濃度測定圃場に隣接してAMeDASの観測装置がある。

CO₂濃度の測定は、
水稻品種キヨニシキ

を慣行法で栽培した圃場で行った。CO₂濃度は、赤外線ガス分析計（島津URAS-3型）により、草冠部〜草冠上10cmで測定した値を使用した。観測されたCO₂濃度の値は、イネが生殖生長に入ってから糊熟期に至る期間で、LAI（葉面積指数）は2.5〜5.3であった。CO₂濃度測定期間の7



- II 丘陵地景観
- II 5 多島海景観
- III 原野景観
- III a 田園景観
- III b 垂都市景観
- III c 都市景観
- III 4 平地河川景観
- III・IV 5 砂浜景観

▲ 観測地点

図1. CO₂濃度観測地点の
周辺
(宮城県自然景観図
より)

月中旬から9月上旬までの風向の最多方向はSEで、風速の平均値は昼間2.4 m/s、夜間1.1 m/s、AM5:00~7:00までは観測時の51%が無風状態であった。観測地点は、周囲の地形から海陸風が存在するものとみられる。CO₂濃度の測定値は、風による大気のかく乱の影響を少なくするため、観測期間中の日平均風速が、 2.5 ± 1.1 m/sにある日のものを使用した。植被面上のCO₂濃度は、イネの発育段階に応じて変動するため(手塚ら1984)、観測日の間隔は、出来るだけ等しくなるようにした。風向および風速は、CO₂観測圃場に隣接するAMeDASの観測値(測定高6 m)を利用した。日射量および気温は、地上1.3 mで測定した。

3. 観測結果および考察

植被面上のCO₂濃度は、作物の同化量および呼吸量を左右する日射量および気温の影響をうけるほか、さらに乱流拡散や移流に伴う大気の輸送履歴がある。後者に関する気象要素に風速および風向がある。風向は、時刻によって異なるほか、季節によっても異なり、イネの幼穂形成期~登熟期においては、図2に示したとおり、昼間にはSE方向が多い。植被面上のCO₂濃度変化は、作物の同化量に関する日射量の影響をうけるため、移流による植被面上のCO₂濃度変化に関しては、昼間と夜間とに区分して考える必要がある。風向別にみた植被面上のCO₂濃度は、光合成が行なわれている昼間には図3に示すとおり、風向がNE、SE、S方向の時のCO₂濃度の平均値は低く、SW、W、NW方向の時のそれは高い値を示した。一方、夜間にも図4に示すとおり、風向がS、SE方向の時のCO₂濃度の平均値は低く、SW、W方向の時のそれは高い傾向がみられた。

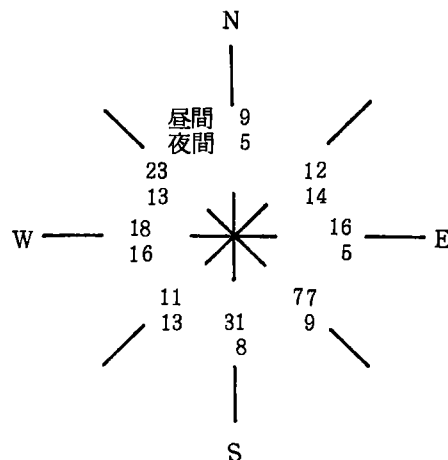


図2. 風向別標本数

これらのCO₂濃度の値は、同化量に影響をおよぼす日射量および風速(矢吹ら1974)を異にした時の平均値である。日射量は、時刻および天候によって異なり、風速も時刻による風向の変化および気団の影響によって異なる。無風状態におけるCO₂濃度と日射量との相関係数のうち、直線回帰が最も高い相関係数($r = -0.626$ $n = 62$ $P < 0.01$)を示した。イネにおけるみかけの同化は光合成有効放射量が3 cal/cm²/hr以下では行なわれなく(秋田1980)、イネ体からはCO₂放出が多くなる。光合成有効放射は、当圃場における1981年の測定結果では、日射量の42.5%

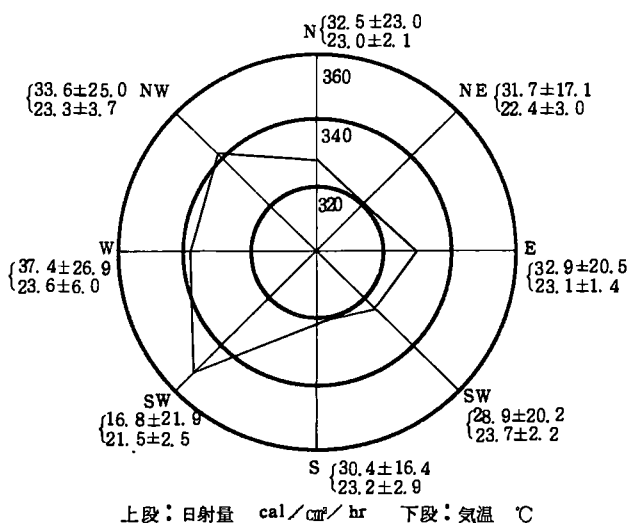


図3. 昼間における風向と植被面のCO₂濃度

であったので、みかけの光合成は、日射量が $7.1 \text{ cal/cm}^2/\text{hr}$ 以上で行なわれていることになる。このことから、大気からイネ体に吸収される CO_2 量を支配する日射量は、測定値より $7.1 \text{ cal/cm}^2/\text{hr}$ を差引いた値とした。一方、風速は、植被層内の光合成速度に影響をおよぼすほか、草冠上の CO_2 もかく乱して草冠上の CO_2 濃度に影響をおよぼす。草冠上の CO_2 濃度は、前述の2つの要因によって変動するので、風速を対数法則やベキ乗法則および AMe DAS の風速の値と水田で測定した地面修正量から推定した草冠上10cmの風速の値を日射量に関する値とともに、植被面上の CO_2 濃度を示す式に導入することを試みた。しかし、測定時の大気の安定度が常に中立でな

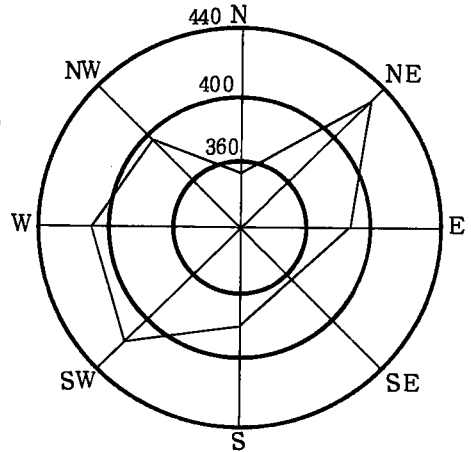


図4. 夜間における風向と植被面の CO_2 濃度

かったためか、これらの値を CO_2 濃度を示す式に導入して、植被面上の CO_2 濃度を説明することは出来なかった。 CO_2 濃度を、日射量によって支配される部分と、風による CO_2 拡散によって支配される部分に分けると、風速の対数と日射量の和で示される式の値が、最も風向別の CO_2 濃度の観測値に近い値を示し、 CO_2 濃度・日射量・風速との間に相関関係があることが見出された。

以上の事実から、風向別に CO_2 濃度を風速と日射量を変数としたモデル式

$$z = a \ln x + b (y - 7.1) + c$$

$$z = \text{CO}_2 \text{濃度 ppm}, x = \text{風速 m/s}, y = \text{日射量 cal/cm}^2/\text{hr}$$

を作り、回帰係数および相関係数を求めてみた。その結果を表1に示す。重相関係数Rは、NE

表1. 風速および日射量と植被面における CO_2 濃度との相関関係

方位	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
回帰係数								
a	-11.71	-0.19	-2.96	-6.31	-7.51	6.41	-18.13	-11.67
b	-0.626	-0.236	-0.824	-0.435	-0.171	-0.768	-0.553	-0.665
c	348.9	325.2	352.2	339.5	332.1	353.9	371.1	366.5
偏相関係数								
r_{xy-z}	0.031	-0.377	-0.157	0.139	0.035	-0.620	0.568	0.400
r_{xz-y}	-0.377	-0.036	-0.073	-0.277	-0.347	0.081	-0.314	-0.241
r_{yz-x}	-0.776	-0.278	-0.683	-0.790	-0.229	-0.448	-0.393	-0.518
重相関係数								
R	0.877	0.295	0.685	0.659	0.417	0.640	0.774	0.713

注) 回帰式 $z = a \ln x + b (y - 7.1) + c$

$x = \text{風速 m/s}$ $y = \text{日射量 cal/cm}^2/\text{hr}$ $z = \text{CO}_2 \text{濃度 ppm}$

有意水準 ※ : 5% ※※ : 1% ※※※ : 0.1%

とSを除き、有意であった。偏相関係数 r_{xy-z} は、SWおよびW方向において、また、 r_{yz-x} は、EおよびSE方向において有意であった。表1から風向と植被面のCO₂濃度の関係を次のようにみることが出来よう。SE方向は、AM 8:00以降に多く、季節風であるとともに、河川に沿って吹走する海風でもある。海風の時、植被面のCO₂濃度は、低くなることを示している。またSW～NW風は、丘陵から平地に向う風で、夜間におけるSW～NW方向のCO₂濃度が、前述のとおりSE～S方向のそれより高いことからみても、圃場の光合成は、丘陵をSourceとしたCO₂によっても行なわれていることが示唆された。

風向と日射量および気温との関係は、図3のとおりである。概してW風は、他方向に比べて日射量が高い時が多く、植被面上のCO₂濃度は、日射量が高い値を示しているにもかかわらず、CO₂濃度の低下は認められないことから、他方向に比べ、比較的濃度の高いCO₂を耕地に供給していることが推察される。一方SW風は、他方向に比べて日射量の平均値が低く、そのためか、植被面のCO₂濃度は高い傾向がみられた。

風向別の昼間平均気温、日射量、風向別のCO₂濃度を示す式の風速の係数 a をそれぞれ x , y , z として相関係数を求めると、 $r_{xy} = 0.649$, $r_{yz} = -0.632$, $r_{xz} = -0.818$ で、 r_{xz} のみ有意水準5%で有意性が認められた。したがって、植被面上のCO₂濃度は、日射量のほか、風向が異ると、移流による気温の影響も考えられるので、気団による気温の影響は、風向を通して、植被層の光合成速度にも変化をおよぼし、植被面上のCO₂濃度に影響をおよぼしているとみられた。W～N風は a の値が大きな値を示したにもかかわらず、植被面上のCO₂濃度が高いことは、風によるCO₂拡散に伴うCO₂濃度の低下も、移流によるCO₂供給が、植被面のCO₂濃度を高めていることになる。丘陵地をSourceとして圃場への移流となったW～N風のCO₂濃度が高いことは、作物生産量が日射および気温をとおしてのみでなく、作物生産の場に局地風として移送されるCO₂によっても左右されることを意味しているとみなされた。

4. むすび

作物生産のための好適な立地を作出するための一方法として、風向が植被面のCO₂濃度におよぼす影響を、水田圃場の周辺と地形と関連づけて調査した。植被面のCO₂濃度は、作物の同化、呼吸および土壌呼吸のほか、我が国のような狭い国土では、地形の変化に起因する局地風によるCO₂の移流を考慮する必要がある。生殖生長期以降のイネの植被面におけるCO₂濃度は、SE～S風の時到低く、SW風の時には高かった。またW風は、日射量の値が高くても植被面のCO₂濃度は低下しなかった。このことは風向が海岸、河川方向からの時はCO₂濃度が低く、丘陵方向からの時には高いことを示唆している。圃場をとり囲く地形は、CO₂濃度を通して作物の生産量に影響をおよぼす可能性を示しており、作物生産量は、周囲の地形からのCO₂の移送を通じても検討する必要があるとみられた。

引用文献

1. 秋田重誠 1980 : 作物の光合成、光呼吸の種間差、農技研報告 31 1 - 49
2. 手塚一清、本田強、高橋成人 1984 : 作物個体群内におけるCO₂環境に関する研究、日作東北支部報 27, 122 - 124
3. 矢吹万寿、青木正敏、鱧谷憲 1974 : 風速と光合成に関する研究、農業気象 30, 101-105

山間高冷地の大区画段差水田内小水路利用による用水温と水田温度について

鈴木亀平*・日野義一**・日塔明広***

(宮城県宮崎農協・**宮城実践大学校・***宮城県農業センター)

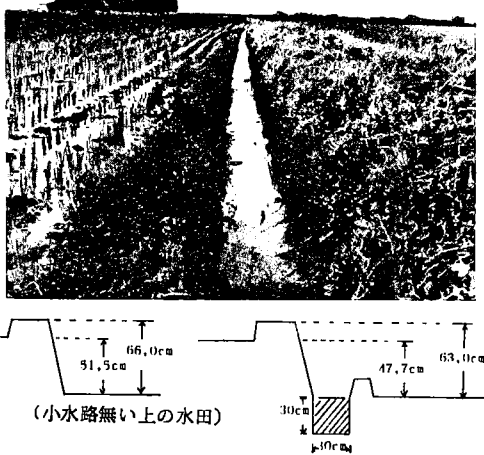
1. はじめに

山間冷水地帯において、最近水田汎用化促進による基盤整備が急速に進められ、大区画水田造成によって、段差水田が多くなっている。そのため冷水による生育のむらが生じ、水口だけでなく、畦畔段差下水田にもあらわれている。そこで段差水田下の小路設置による、水路内温度や水田温度の特徴について調査を進めて来たので、それらの概要について報告する。

2. 調査の概要

1) 時期：昭和62年6～8月

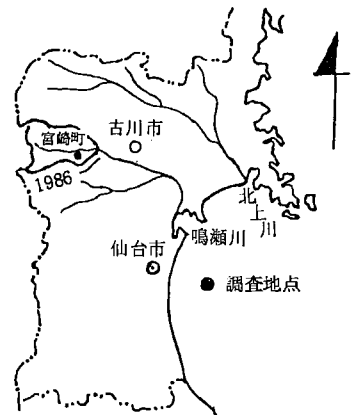
2) 場所：宮城県加美郡宮崎町三ヶ内。県北部奥羽山間高冷地の冷水地帯に属し、鳴瀬川水系となっている。それは第1図に示したとおりである。



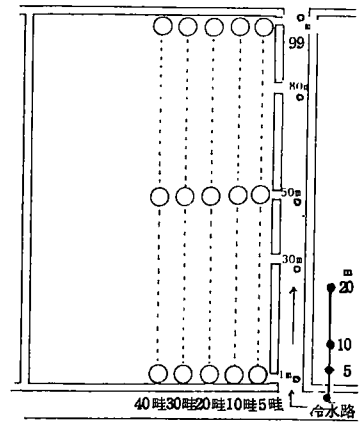
第2図 段差畦畔の高さ及び小水路設置区の状況 (昭62年)

3) 大区画段差水田の概要：縦100m、横30m、南北畦畔の段差63cmの水田に、深さ30cm、巾30cmの小水路を設置した。その状況は、第2図にみられるとおりである。

4) 測定項目と方法：水田段差上と下の水田地表温、小水路内水温、冷水温について測定した。その概要は、第3図に示したとおりである。1般慣行水田の冷水入口より5m、10m、20m地点の深さ5cm地温と、小水路の距離0m、30m、50m、99m水温、更に水田内地表温については、小水路からの畦別1、10、20、30、40畦を測定した。なおこれの観測は



第1図 山間高冷地における段差水田の調査地点



第3図 観測・生育調査地点

サミスター温度計および携帯用電子管式自記記録温度計による。気温、および日射量は、移動式総合微細気象観測装置により測定した。

5) 水稻の生育：品種ササミノリ、稚苗30×14cm、2～5本機械植の草丈、茎数を7月17日に調査した。

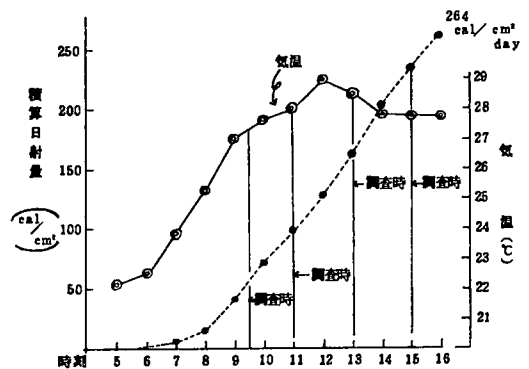
3. 調査結果と考察

小水路および水田内温度調査時における気象概要は、第4図に示したとおりである。これによると、調査日の気温では、日中（5～16時）でみると、約22℃から28.5℃の範囲内で経過していた。しかし、水田温度調査中の9時30分から15時00分では、27℃から29℃の場合であった。

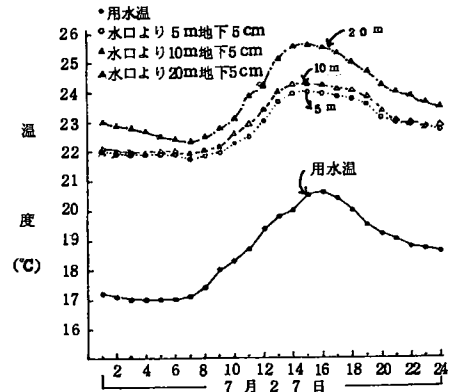
一方日射量（全天日射量）についてみると、最初の水田温度調査時の9時30分には、積算値で約50 cal/cm²であり、最終調査時の15時00分においては、約230 cal/cm²の積算値を示していた。

1) かんがい用水温と水田地温

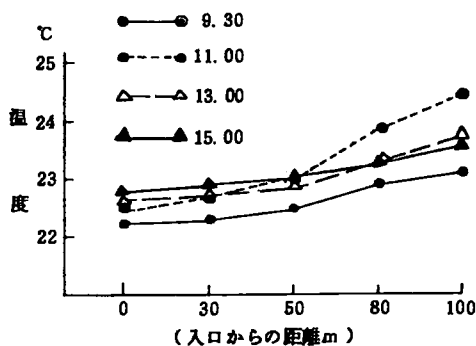
一般慣行かんがい水田における、用水温と水口からの距離別水田地温（深さ5cm）を調査した結果は、第5図に示したとおりである。これによると、冷水路内の用水温は、約17℃から21℃の範囲で経過し、水田内地温よりかなり低い水温となっていることがみられる。一方水田内地温深さ5cmの場合でみると、水口に近い5mと10m地点の場合は、夜間はほとんど同じ温度となっているが、日中はやや水口より遠い10m地点が高い値で経過している。なお水口より20m地点になると10m地点に比べて、更に高温を示した。したがって冷水の入口より遠い場合には、日中、夜間いずれも、かなり高温となって、5m地点では、冷水温より



第4図 小水路及び水田内温度調査時における気象経過
(昭和62年7月27日：宮崎町)



第5図 一般の、かんがい用水温と水田温度の日変化
(昭62年・宮崎町三ヶ内)

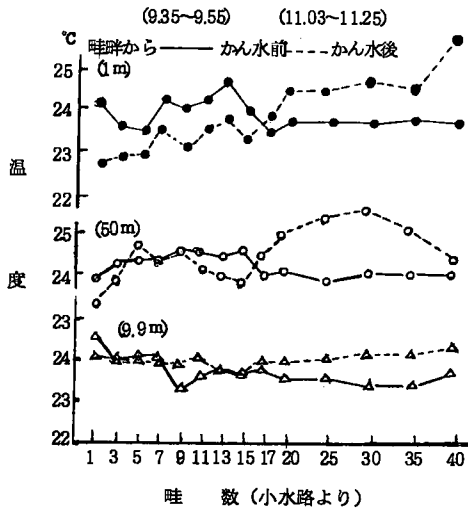


第6図 小水路距離別水温
(昭和62年7月27日：宮崎町)

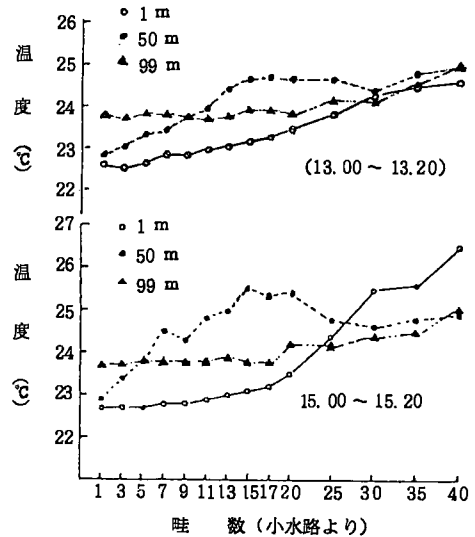
約5℃、
20m地点
では約6
℃高く経過して

ることが認められる。これらの結果からこの時期においても、かんがい用水温はかなり低温で、しかも17℃の障害不稔危険温度を示しているの、丁度穂ばらみ期に遭遇することから、掛流しかんがいは、極めて不利となるので、水温の上昇は大切となる。

2) 小水路内水温：段差下水田畦畔沿いの小水路設置により，冷水を流入させ，約 $0.02\text{m}^3/\text{sec}$ の場合で入口から100 m地点までの水温を時刻別に調査した結果は，第6図に示したとおりである。この測定値は，冷水入口から100 m地点まで，水田にかん水しない条件で，排水路吐出しによる場合である。その結果，9時30分のときでみると，あまり距離別による水温の上昇はみられないが，100 m地点の排水口付近で 1.0°C の昇温が認められた。つぎに11時でみると，入口 22.5°C から 24.5°C を示し， 2.0°C の昇温となって，小水路設置によって，流水による迂回で日中の水温上昇は確認された。



第7図 かん水前後の水田地表温度
(昭和62年7月27日宮崎町)



第8図 かん水後の水田地表温度
(昭和62年7月27日：宮崎町)

2) 水田かん水前後の水田内地表温度：小水路の畦畔から入る，水田内の畦数別で地表温度を，かん水前と後について，冷水路畦畔より1 m, 50 m, 99 m地点について調査した。その結果は，第7, 8図に示したとおりである。これによると，かん水前，9時35分から9時55分では，水田畦畔の1 m地点の水路から15畦までのところは，かん水後より高くなっていることからかん水後は冷水の流入による影響が明らかにみられた。しかしそれより奥に入るにつれてかん水時の温度は高くなっていた。これは，時間的にまだ奥まで到達しないことによるものと思われる。なお50 mのところで見ると，この場合は，約20畦ころまでは，かん水の前後でほとんど差がなく，さらに奥になるにしたがって，ややかん水前より高いが，その差は極めて小さくなっていた。つぎにかん水後の水田を13時から13時20分でみると，冷水に近い1 m地点小水路からの流入では，50, 99 m地点に比べて，もっとも低く，それが畦間数25列まで明らかに認められた。一方50 m地点からの流入で見ると，1 m地点より高くなり，しかも11時から11時30分のときまでは，99 m地点より高温を示していた。これは，水稻の生育量のちがいによる影響と思われる。なお畦数30列以降では，水口の距離別の差はほとんどみられなかった。99 m地点での温度は，畦数のちがいによる差は，ほとんどみられず， 24.0°C から 24.5°C の範囲となっていた。一方15時から15時30分の場合で見ると，この時刻は，1 m地点

のかん水がもっとも低温でその影響は畦数20列まであり、それより奥に入ると急に温度の上昇がみられている。つぎに50m地点からの場合でみると、水路近くの水田で低いが、中に入るにつれて高くなっている。99m地点からのかん水では、小水路から畦別にみると、ほとんど畦のちがいによる差は無く、入口とそれより奥に入ったところでの温度は同じ値を示していた。

4) 水稻の生育量：水田温度観測時における水稻の生育状態を調査した結果は、第1表に示したとおりである。これによると、草丈の伸長状態は、小水路から1m地点水口付近は、65.8cmでそれより奥に入った畦数30列の地点では、61.5cmを示していた。つぎに水路の50m地点のところで見ると、58.0cmから65.9cmの範囲を示していた。なおもっとも水温上昇の観察された99m付近でみると、64.7cmから73.2cmとなって、水田の水尻に近い地点の草丈はもっとも伸長において優っていた。これは、小水路の迂回によるかん水温度の上昇が大きく影響したものと思われる。

なお茎数についてみると、1m地点では、1株当たり約28本から40本、50m地点の場合水口付近の約31本から39本に、99mの地点では約35本から42本の範囲となりこの地点がもっとも多くなっていた。これらのことから茎数は水田全体でかなりの相違がみられたが、これは機械値による植付本数のちがいや最高分げつ期以降の時期に入っていることもあって、水田全体で茎数の相違がみられたものと思われる。いずれにしても小水路から遠くなるにつれて茎数の増加傾向はみられ、小水路設置による水温の上昇が生育に影響を及ぼしていることが認められた。

第1表 水田温度観測時の水稻生育状態（昭和2年）

区分		地点	1 畦	10 畦	20 畦	30 畦	40 畦
1 m	草 丈	65.8	65.5	63.1	61.5	63.9	
	茎 数	29.8	37.7	40.1	27.7	39.9	
50 m	草 丈	60.4	58.0	62.8	63.3	65.9	
	茎 数	30.5	33.5	33.9	39.3	39.2	
99 m	草 丈	64.7	67.2	65.9	73.2	66.4	
	茎 数	35.3	36.6	43.0	39.9	41.8	

注。（各地点中心で10株平均）7月27日調査

む す び

奥羽山間冷水地帯の段差大区画水田における、冷水害対策として、水田段差下水田の畦畔沿いに小水路を設置し、水温上昇による用水温と、それをかん水した場合の水田温度について調査した、その結果の概要は、次のとおりである。

用水（冷水）温度について7月末に測定してみると、かなり低水温で、穂ばらみ期に遭遇していることで、障害不稔限界と言われている17℃以下の危険温度があらわれていた。したがってこの地帯はかなり低水温であることが認められた。水温上昇によるかんがい法を実施するため、段差大区画水田下に小水路を設置した場合の日中における用水温を冷水取入口から100m地点、排水口まで各水口を閉じた状態で測定した結果、約2～3℃の水温上昇効果が認められた。

小水路（水温上昇）からの水田にかん水する前と後の水田地表温度について調査してみると、か

ん水前は、水田全体の温度差はほとんど差がみられなかった。ところが、小水路から水田に流入させた後に測定してみると、冷水路からの距離1 m, 50 m, 99 m地点のかん水では、冷水に近い1 m地点の水口付近が低くて、それより遠い5 m, 99 m地点の場合水口付近ではそれほど低温を示さない。それぞれの水口から水田内畦数別に水田温度をみると、水口から奥に入るにつれて温度の上昇があらわれ、特に畦数約20, (6 m)からは、かなり高い温度を示していることが認められた。

水田温度観測時における水稻の生育調査では、冷水路の近い小水路流入口から遠くなるにつれて生育が進み、特に茎数が多くなっている。また各水口から奥に入るにしたがって徐々に、草丈、茎数が優っている。これは小水路設置による水温の上昇が水稻の生育に影響をおよぼしているものと思われ、大区画水田の段差下、小水路によるかん水効果が認められた。

参 考 文 献

- 1) 三原義秋, 1953, 水温上昇に関する研究. 農業及園芸, 28 : 645.
- 2) 八柳三郎, 1937, 冷水かんがい田における水口被害軽減の一方策. 農業及園芸, 12 : 149.
- 3) 田島善作・行田和広・依田富男, 1959, 水田水温上昇に関する研究. 長野農試研集報, 7 : 15~26.
- 4) 鳥山国土・佐々木正吉, 1956, 新開田の冷害防止に関する研究. 青森農試研報, 3 : 45~52.
- 5) 宮本硬一, 1962, 東北地方における冷水田と冷水被害に関する研究. 宮城農試報告, 30 : 1~138.
- 6) 日野義一・鈴木亀平, 1983, 山間高冷地の気象およびかんがい水温の上昇法と水稻の生育収量. 東北の農業気象, 28 : 36~39.
- 7) 鈴木亀平・日野義一・日塔明広, 1984, 冷水地帯のかんがい水温と気象との関係. 東北の農業気象, 29 : 38~41.
- 8) 鈴木亀平・日野義一・日塔明広, 1985, 山間冷水地帯のかんがい水温と気象との関係. 一特に水温上昇田とかんがい水田の水温分布について一. 東北の農業気象, 30 : 30~34.
- 9) 鈴木亀平・日塔明広・日野義一, 1986, 山間冷水地帯における段差水田の温度環境と水管理法一特に大区画段差水田の温度について一. 東北の農業気象, 31 : 106~109.
- 10) 鈴木亀平・日野義一・日塔明広, 1987, 山間冷水地帯の大区画段差水田の温度環境と水稻の生育. 一特に畦畔沿いの温度と浸透水遮断効果について一. 東北の農業気象, 32 : 40~44.

宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究

第6報 稲作期間中の時期別用水温と気温との関係

日野義一* ・ 日塔明広**

(*宮城県農業実践大学校 ・ **宮城県農業センター)

1. はじめに

最近基盤整備が急速に進み、大区画水田が、山間高冷地や海洋沿いなどの冷水地帯でも実施されている。したがって水路の完備に伴ない冷水の流水速度が早くなる点から水口付近の冷水被害が、下流水田まで拡大される。そこでかんがい用水温の特徴に応じた水管理技術を解明するため、本報では、稲作期間中の時期別用水温と気温との関係から調査を進めて来たので、その結果の概要を報告する。

なお本調査を実施するにあたっては、各地における多くの方々から御協力をいただいた。宮城県中新田、本吉農業改良普及所および関係町、農協職員の方々に対して、深く感謝と御礼を申し上げます。

2. 調査方法の概要

調査場所：宮城県奥羽山間高冷地北部（加美郡宮崎町三ヶ内）および北部海岸の山寄り（本吉部本吉町小泉）

調査年次：昭和57～59年4月～9月

調査項目：かんがい用水温および気温、日射量は、移動式総合微細気象観測装置および電子管式自記記録温度計を各地用水路近くに設置して観測した。なお各地の観測地点は、第1図に示したとおりである。

3. 調査の結果と考察

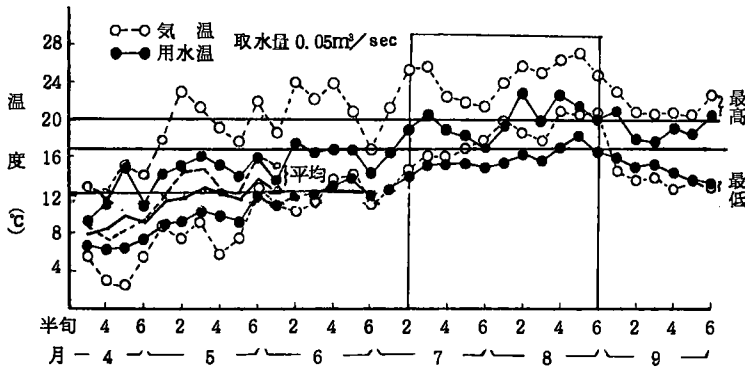
1) 稲作期間中における気温と用水温の経過

半旬別の値で稲作期間中の気温と用水温の特徴についてみると、第2・3図に示したとおりである。これによると、昭和57年での奥羽山間高冷地北部宮崎町の場合では、最高温度は、気温に比べて、用水温は、全期間低く経過している。しかし、時間的な特徴では、初期の4月や後期9月は気温と用水温の差があまりみられなかった。5月から8月では、差が大きくあらわれていた。最低温度でみると、4、

5月は、気温より用水温が高く、6月は気温と用水温がほとんど同じである。しかし、7、8月の用水温は気温より低く、9月に入って再び用水温は気温より高くなって経過していることが特徴としてあげられる。なお用水温は、日中、夜間とも、ほとんど20℃以下となり、最低温度の方は、17℃以下を示し、穂ばらみ期の障害危険温度以下の日が多くなっていた。つぎに活着限界温度を示す12℃を平均温度でみると、4月や5月初めの気温、用水温は、それ以下を示し、山間高冷地にお



第1図 宮城県内各地におけるかんがい用水温と気温の観測地点



第2図 稲作期間中における気温と水温の経過 (昭57, 宮崎町三ヶ内)

7月半ばまでは、気温に比べて水温の方が高い値を示しているが、7月半ばから8月中は、反対にやや気温の方が高くなって、前述の奥羽山間高冷地北部宮崎町の場合と、ほぼ同様な傾向がみられ、9月に入ると再び気温より水温の方が高く経過していることが特徴としてあげられ、冷水地帯では、ほぼ共通した経過を示している。

なお、気温は6月初めまで20℃以下であるが、その後はそれ以上を示していた。17℃以下の場合でみると、気温、水温いずれも7月半ばまでとなり、それ以降は17℃以上で経過していた。

2) 稲作期間中の気温と水温との時期別関係

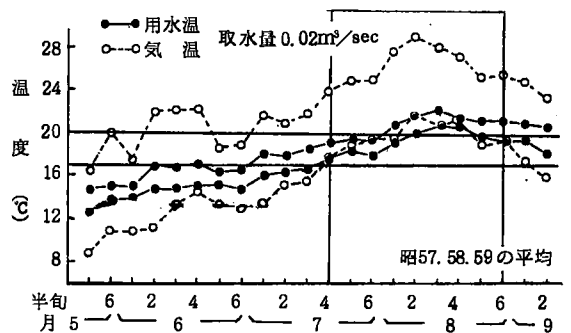
気温と水温との関係について、半旬別の値でみたのが、第4、5図である。これによると、奥羽山間高冷地北部宮崎町では、最高、最低温度いずれも相関が高く、4月3半旬から9月6半旬の期間では、最高温度で $r=0.927$ 、最低温度で $r=0.976$ を示していた。したがって、あらかじめ気温から水温の推定が可能である。

つぎに北部海岸の山寄り本吉町の場合でみると、この地においても気温と水温との相関が高く最高温度で $r=0.815$ 、最低温度で $r=0.921$ となって、ある程度気温から水温の推定は、可能と思われる。なお各地いずれも最低温度の方が最高気温より高い相関関係が認められた。そこで、これらの関係を、さらに月別の半旬の値を平均して、その関係式の中に取り入れてみたのが、第6、7図である。これによると月別の関係は、奥羽山間高冷地北部宮崎町の場合、最高温度で、4月は、気温14℃に対して水温11.5℃となり気温より水温は2.5℃低くなっている。5月でみると、気温21.0℃で水温が15.0℃を示し、4℃の差があり、6月では21.5℃のとき16.0℃となり、4.5℃の差を示し、7月の場合では、気温23.0℃のとき水温19.0℃と4℃のちがいがみられている。8月のときは25.0℃に対して21℃であり、9月は21℃に対して水温が19℃を示していた。

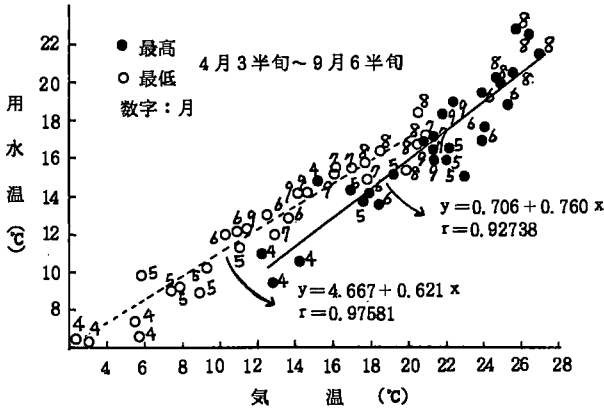
この時期は、かなり低温であることが認められた。

一方北部海岸の山寄り、本吉町の場合でみると、水温は、最高、最低温度との差があまりなく経過していた。なお、最高温度では、気温に比べて水温の方は、全期間低くなっていた。

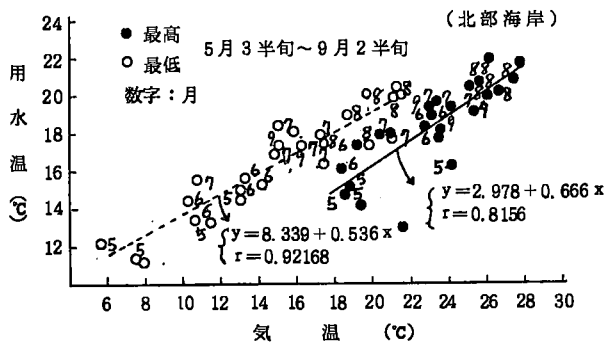
最低温度では、5月から



第3図 稲作期間中における気温と水温の経過 (本吉町)



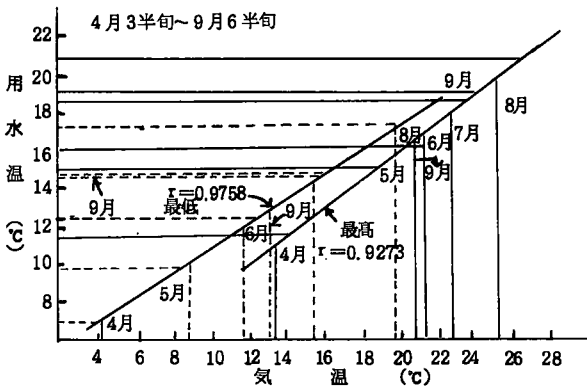
第4図 稲作期間中における気温と用水温との時
時期別関係 (昭57, 宮崎町三ヶ内)



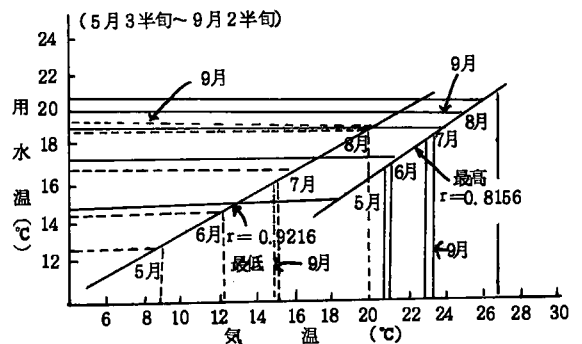
第5図 稲作期間中における気温と用水温との
時間的關係 (昭57, 本吉町)

關係を示していた。7月の場合では23.0℃に対して19.0℃となり、8月では気温27.0℃、用水温21.0℃この月6.0℃の差がある。9月についてみると、気温23.0℃となって、3.0℃の差を示す關係にあった。

一方最低温度でみると、5月の気温が9.0℃に対して用水温は13.0℃となって、この月は気温より用水温の方が4.0℃高くなっている關係がみられる。6月の場合では、12.0℃のとき14.0℃を示



第6図 月別の気温と用水温との關係
(昭57, 宮崎町)



第7図 月別の気温と用水温との關係
(昭57, 宮崎町)

一方最低温度でみると、4月の気温は、4.0℃に対して用水温6.0℃の關係があり用水温の方が2.0℃気温より高くなっている。5月では、9.0℃に対して10.0℃を示し、更に6月でみると12.0℃のとき12.5℃となって、ほとんど差のない關係となっていた。ところが7月でみると気温は16.0℃に対して用水温が15.0℃を示し、用水温より気温が1.0℃高くなった。8月では、20℃に対して17℃となりこの場合気温より用水温3.0℃低い關係となった。なお9月には、気温15.0℃のときが用水温13.0℃を示し、7月より低い關係がみられた。

つぎに、北部海岸山寄り本吉町の場合でみると、最高温度、5月では、気温21.0℃に対して用水温が15.0℃の關係を示し、気温に比べて6.0℃の差となっていた。6月についてみると気温23.0℃のとき17.0℃となって、この時期も6.0℃の差とな

って、気温に比べて用水温がかなり低い

し、この時期は2.0℃の差であった。7月では気温15.0℃に対して用水温17.0℃この月も用水温が気温より2.0℃高い結果の関係を示していた。ところが8月でみると、気温が20.0℃、用水温19.0℃となって、この月は、気温より用水温が低い関係となっていることがわかる。9月は、15.0℃に対して19.0℃となって再び、用水温が気温より高い関係を示していることがみられる。

以上のことから、あらかじめ、月別、すなわち時期別の用水温を気温から推定出来るので、水稻の生育時期別の用水温を知ることが可能であるので、水管理には極めて便利であると思われる。

3) 稲作期間中の日射量と用水温との関係

かんがい用水温と気温との関係で、半月別の値では、日中、夜間いずれも高い相関関係は認められたが、しかし、最高温度は、日射の影響を受けると判断した。その関係結果は、第8、9図にみられるとおりである。まず奥羽山間高冷地北部宮崎町の場合では、4月は、日射量の多少に用水温の上昇があまり左右されないことが認められる。

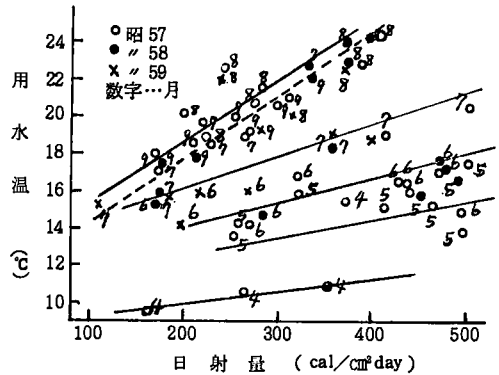
また5月、6月では、4月に比べてやや用水温の上昇はみられるが、この時期も日射量の多少にあまり影響されない。しかしその後は、季節が進むにつれて、徐々に用水温と日射量との関係で、日射量が多くなるにつれて用水温が高くなる傾向がみられる。すなわち、8月、9月の場合でみると、明らかに日射量の多い程用水温が高くなっている点が認められた。

以上のことから奥羽山間高冷地北部宮崎町において春から初夏にかけては、融雪による用水となっている点から、日射量の多少に大きく左右されないものと思われる。

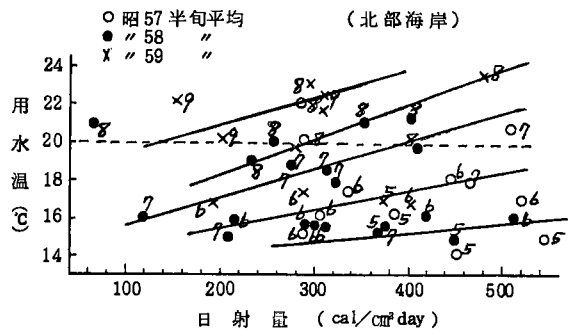
つぎに北部海岸山寄り本吉町の場合でみると、これは前者の様な関係はみられず、用水温は、季節が進むにつれて上昇しているが、各月別とも日射量の多少に大きく左右されない結果となっていた。これは、年次による関係でもあまりみられず特に5月の本田前期では、日射量の多少による影響はほとんどない。この傾向は奥羽山間高冷地宮崎町の場合でもみられている。したがって4月から6月初めにかけては、山間の用水温は、日射による上昇までに至らないままであるものと考えられる。

4) 気温と用水温との関係の年次的特徴

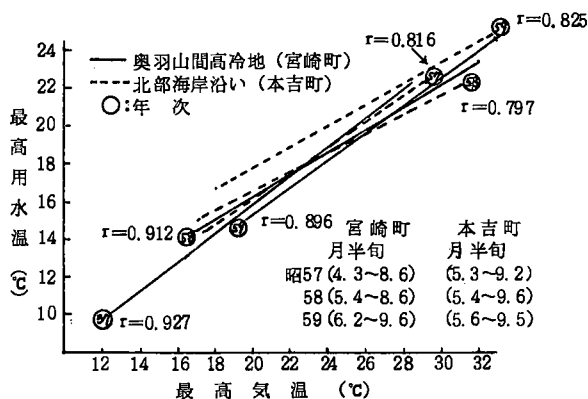
奥羽山間高冷地北部宮崎町と北部海岸寄り本吉町の気温とかんがい用水温との関係を年次別について調査した値で その関係をみたのが、第10、11図である。これによると、最高温度では、奥羽



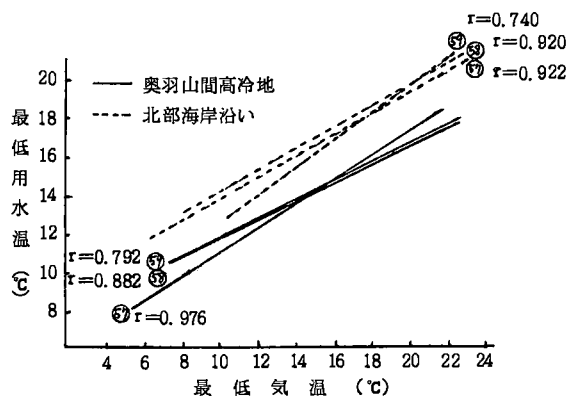
第8図 稲作期間中における日射量と最高用水温との関係の时期的特徴 (宮崎町三ヶ内)



第9図 稲作期間中における日射量と最高用水温との関係 (本吉町小泉)



第10図 稲作期間中における(最高温度)気温と水温との関係



第11図 稲作期間中における(最低温度)気温と水温との関係

山間高冷地北部宮崎町の昭和57, 58, 59年の値では、年次によってやや変動があり、昭和57年の場合は、他の年次より観測時期が早いことで、低い温度の値からの関係を示している。なお、昭和59年は6月からの観測開始となったことで、もっとも高い温度からとなったが、継続的にみると、最高気温と水温との関係は、ほぼ直線上になって、年次による変動は、それほど大きくないことが認められた。相関係数では、59年が、0.896から0.927の範囲となって、かなり高い相関を示していることが認められた。

つぎに北部海岸沿い本吉町の場合でみると、ほぼ3ケ年とも観測時期が同じ頃となっていたので、温度範囲に、それほどちがいはみられなかった。しかし年次による気温と水温との関係では、奥羽山間高冷地北部宮崎町に比べて、変動が大きく、昭和59年の場合では、昭和57, 58年に比べて、水温が高い値での関係

を示している。しかし、各年次の相関係数は、 $r = 0.797$ から 0.825 となって、比較的相関は高くなっている。なお奥羽山間高冷地北部宮崎町の方は、北部海岸沿い本吉町より相関係数は高くなっていた。すなわち3ケ年の平均では、奥羽山間高冷地宮崎町 $r = 0.917$ に対して北部海岸沿い本吉町の場合は、 0.8127 となって、約 0.1 の差がみられた。

一方最低温度についてみると、奥羽山間高冷地北部宮崎町では、昭和58, 59年の水温と気温との関係がほぼ同じ値であった。ところが昭和57年の場合は、観測期間が異なる点から、他の年次との相違があった。しかし相関係数では、もっとも高い $r = 0.976$ を示していた。なお昭和59年のもっとも低い $r = 0.792$ であった。北部海岸沿い本吉町の場合でみると奥羽山間高冷地北部宮崎町に比べて、水温は各年次いずれも $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 高い関係を示している。なお相関係数では、昭和59年の場合 $r = 0.740$ 、昭和57, 58年は、ほとんど同じ $r = 0.92$ となってしかも、最高温度より高い相関係数を示していることが認められた。

以上奥羽山間高冷地北部、北部海岸沿いの冷水地帯において、かんがい水温と気温との関係を取り上げた結果から或る程度気温から水温を推定することが可能であり、時期別にもおよその値を知ることが出来たと判断している。

4. む す び

宮城県奥羽山間高冷地北部（加美郡宮崎町三ヶ内）および北部海岸の山寄り（本吉部本吉町小泉）において稲作期間中の時期別用水温と気温との関係を昭和57, 58, 59年に調査した結果、稲作期間中の経過では、奥羽山間高冷地、北部海岸山寄りいずれも最高温度は気温に比べて用水温は、全期間低く、最低温度は、本田前期は気温より用水温が高く、中期の7月末から8月反対に用水温が低くなって、この時期は日中、夜間とも気温より用水温が、両地点とも同様であった。本田後期の9月では、再び用水温が高くなっている。月別における気温から用水温を知るため、稲作期間中の関係式から求めてみた結果、あらかじめ月別の気温から用水温を平均的な値で求められた。

稲作期間中の日射量と用水温との関係でみると、気温と用水温との関係では、日中、夜間とも相関が高くなっているのに対して、日射量と最高温度の用水温との関係では、あまり日射量の多少に左右されないことが認められ、特に、本田初期にその傾向が強い。その後季節が進むにつれて徐々に日射量の多い場合に用水温は高くなる傾向がある。すなわち、奥羽山間高冷地北部宮崎町の8月、9月の場合にみられる、その他の時期ではそれほど影響がない。特に春季から初夏にかけての用水は融雪によるため日射量の多少に左右されないものと思われる。

かんがい用水温と気温との関係による年次変動でみると、各地とも年次によって、多少の違いがみられるが、それほど大きな変動がなく、特に奥羽山間高冷地北部の場合は、山間奥深い谷間からの流水となっていることから年次変動があまりみられない。しかし北部海岸沿いの山寄りでは、丘陵地帯に属する点の影響もあって、年次による変動があるものの大きなちがいが認められない。

参 考 文 献

- 1) 日野義一（1984）：宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水管理法改善に関する研究。
第1報 稲作期間中の用水温と気温の経過、東北の農業気象，29：30～33。
第2報 初期の気温と用水量の関係、東北の農業気象，29：34～37。
- 2) 日野義一（1985）：宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究。
第3報 本田中期の気温と用水温の関係、東北の農業気象，30：20～25。
- 3) 日野義一・日塔明広（1986）：宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究。
第4報 出穂、登熟前期の気温と用水温との関係、東北の農業気象，31：114～118。
- 4) 日野義一・日塔明広（1987）：宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水管理法改善に関する研究。
第5報 登熟後期の気温と用水温との関係、東北の農業気象，32：34～39。
- 5) 日野義一・鈴木亀平（1983）：山間高冷地の気象およびかんがい水温の上昇法と水稻の生育収量、東北の農業気象，28：36～39。
- 6) 鈴木亀平・日野義一・日塔明広（1984）：冷水地帯のかんがい水温と気象との関係、東北の農業気象，29：38～41。
- 7) 鈴木亀平・日塔明広・日野義一（1986）：山間冷水地帯における段差水田の温度環境と水管理法 一特に大区画段差水田の温度について一、東北の農業気象，31：106～109。

昭和61年7月の低温と水稻の障害不稔発生についての一考察

本庄一雄・平野 貢

(岩手大学農学部)

1. はじめに

昭和61年の岩手県水稻作況指数は107であり豊作であった。大部分の品種は出穂が8月10日以降であったので障害不稔の発生はみられなかったが、8月8日以前に出穂した品種に障害不稔が発生した。現地の農家をみると中苗仕立てで養成した苗を早植した場合に発生している。岩手県和賀郡和賀町の例ではアキヒカリを5月10日前に田植した場合には出穂期が8月5日頃であって、障害不稔が発生したが、同じ苗を用いても5月20日以降に田植した場合には出穂期が8月10日以降となり障害不稔は全く発生していなかった。6月末から7月25日までの約1ヶ月間、最高気温、最低気温とも低く、特に7月21日～23日は平均気温が平年の最低気温を下廻る低温であった。7月11日～25日の夜間の平均、昼間の平均、日平均気温は表1のようであった。

本報告は岩手大学農学部構内の実験水田に栽培した品種での障害不稔の発生状況及び7月の気温の推移からみて障害不稔の発生を予測して出穂日をマークしたアキヒカリの障害不稔の実態について報告する。

2. 調査方法

農学部構内水田に標準栽培された表2に掲げる8月12日までに収穫した26品種を調査した。収穫期に各品種5株を抜き取り、自然風乾燥後を1.06の比重液で登熟粒、未登熟粒に区分し、さらに未登熟については透視法により稔実粒と不稔粒に区分した。これらの品種については約50%出穂した日を出穂期とした。表4のアキヒカリの出穂日については、止葉の葉鞘より籾が抽出したものを収穫とし、毎日午前10時に出穂日をマークした。同一出穂日ごとに区分し、触手によって稔実粒、不稔粒を一次枝梗、二次枝梗別に調査した。

減数分裂期の推定は次のようである。図1に平均気温と葉耳間長0より出穂までの日数を示した。この図はすでに日作東北支部会報第25号に発表したものであるが、理解を深めるために再掲したものである。昭和56年に行なった実験であるが、葉耳間長0附近になった時にガラス室、人工気象室などで数種類の温度処理を行なった外に、晩播して9月に入ってから葉耳間長0になるように育成し、自然の低温にあてた区も用いた結果を示したものである。この図に見られるように平均気温と葉耳間長0から出穂までの日数は極めて高い負の相関があり、平均気温が高いと出穂までの日数は短く、平均気温が低いと出穂までの日数は長くなる。平均気温が1℃低いことにより葉耳間長0から出穂までの日数は約1日おくれることが示されてい

表1. 61年7月の昼・夜の平均気温
(岩手大・試験圃場)

	夜間(19 ～6時) 平均気温	昼間(7 ～18時) 平均気温	日平均 気温
7月11日	18.0℃	23.2℃	20.6℃
12	18.0	18.0	18.0
13	17.7	20.0	18.9
14	17.7	21.7	19.7
15	17.5	19.2	18.3
16	18.1	19.5	18.8
17	18.3	19.5	18.9
18	18.1	20.4	19.3
19	17.2	21.0	19.1
20	16.7	21.4	19.1
21	16.4	20.9	18.7
22	16.5	19.2	17.9
23	17.2	19.3	18.2
24	17.3	21.5	19.4
25	18.2	22.2	20.2

表 2. 各品種の出穂期と登熟歩合及び推定登熟歩合

品 種	出穂期 月・日	登 熟 歩合%	未登熟 歩合%	不 稔 歩合%	推定減分期	推定登熟 歩 合 %
農 林 20 号	7. 20	16.9	14.3	68.7	7月3～7日	
イ シ カ リ	"	49.3	5.9	44.8	"	
平 均		33.1	10.1	56.8		26
シ ン セ ヅ	7. 26	46.2	1.6	52.2	8～12日	46
栄 光	7. 28	47.2	2.3	50.4	11～15日	
イ ワ コ ガ ネ	"	34.7	3.1	62.2	"	
平 均		41.0	2.7	56.3		36
テ イ ネ	7. 31	20.7	5.4	73.9	16～20日	
オ イ ラ セ	"	78.1	3.8	18.1	"	
平 均		49.4	4.6	46.0		40
ミ チ ヒ カ リ	8. 1	25.3	2.0	72.7	17～21日	
南 栄	"	47.9	2.2	49.9	"	
サ サ ホ ナ ミ	"	23.3	1.2	75.5	"	
巴 ま さ り	"	68.9	3.3	27.8	"	
ハ マ ア サ ヒ	"	57.5	3.9	38.6	"	
平 均		44.6	2.5	52.9		36
な る ほ	8. 5	55.8	2.1	42.1	22～26日	38
ハ ツ コ ウ ダ	8. 6	66.5	1.6	31.9	24～28日	
フ ジ ミ ノ リ	"	78.3	1.9	19.8	"	
ミ マ サ リ	"	79.8	2.1	18.1	"	
ヤ マ セ シ ラ ズ	"	72.2	3.0	24.8	"	
レ イ メ イ	"	85.7	4.9	9.4	"	
ア キ ヒ カ リ	"	66.7	5.3	27.9	"	
平 均		74.9	3.1	22.0		70
藤 坂 5 号	8. 7	72.5	2.9	24.5	26～30日	80以上
ハ ヤ ニ シ キ	8. 9	81.0	2.7	16.3	26～30日	
ト ワ ダ	"	77.5	1.9	20.6	"	
平 均		79.3	2.3	18.4		80以上
キ ヨ ニ シ キ	8. 11	81.8	6.5	11.7	28～8月1日	
ト ヨ ニ シ キ	"	92.5	1.2	6.3	"	
平 均		87.2	3.8	9.0		80以上
コ ガ ネ ヒ カ リ	8. 12	83.0	8.3	8.7	29～8月2日	
あ き た こ ま ち	"	90.4	4.0	5.6	"	
平 均		86.4	6.1	7.2		80以上

る。図1により各品種の葉耳間長0より出穂までの日数を推定した。また、減数分裂の最盛期は葉耳間長-4cm附近であるので、図2より葉耳間長0から-4cmの日数を推定した。そして、葉耳間長-4cmの時期を中心に5日間を減数分裂期と推定したものである。

3. 結果と考察

表2は8月12日以前に出穂した各品種の出穂期、登熟歩合、推定登熟歩合などを示した。8月9日以後に出穂した6品種のうち、トワダを除き他の5品種は登熟歩合が80%以上(81~92%)であって障害不稔は全く出ていない。7月20日~8月7日までに全穂した20品種は被害の程度にちがいはあるが、大部分の品種で障害不稔が発生している。

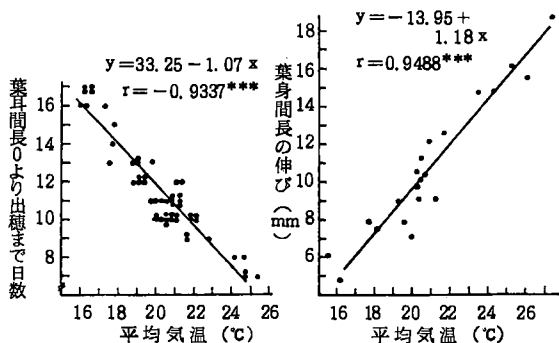


図 1. 平均気温と葉耳間長0より出穂まで日数の関係

図 2. 平均気温と1日当り葉耳間長の伸長量

各品種の出穂日ごとの平均不稔歩合でみると、概して出穂日の早い品種ほど障害不稔の発生が多いことがみられる。中でも被害の大きいのがササホナミ (75.5%), ティネ (73.9%), ミチヒカリ (72.7%), 農林20号 (68.7%) であり、イワコガネ、栄光も不稔歩合が50%を超えている。これに対し障害不稔の発生が殆んどみられない品種としてレイメイがあげられる。また、オイラセ、ミマサリ、フジミノも被害が軽い。

7月31日と8月1日出穂の7品種をみると、減数分裂期の気温がほぼ同じであるのに不稔歩合をみると70%台から20%台まであって、品種間差異が明らかにみられる。オイラセの登熟歩合は78.1%であり障害型に対する耐冷性が特異的に強い品種のようにみうけられる。巴まさりもかなり強いようである。

表3の推定登熟歩合の計算は一部については日作東北支部会報第24号に報告し、さらに資料を加え昭和60年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書「冷害の発生予知と被害量の推定に関する研究」に発表したものであるが、概要は次のとおりである。登熟歩合に関する資料は昭和55年の障害型冷害年の調査のうち、立地条件の異なる広い地域を対象とした例として岩手農試の本場、県南分場、県北分場および福島農試相馬支場の水稻作況試験成績、それに同一圃場で北海道の極早生種から福島県の極晩生種までを栽培した岩手大学作物学講座の成績を用いた。

低温条件をあらゆる気温指標として何れの場所でも資料が手に入る最低気温、平均気温を用い、前記資料の登熟歩合との関係をみるため各品種の減数分裂期間の(A)日最低気温の平均値、(B)(日最低気温+日平均気温)÷2の平均値の2つの気温指標と登熟歩合の相関を求めた。(B)の気温指標を用いたのは、障害不稔の発生は夜温が相当強度の低温であっても昼温が高い場合には不稔発生が軽減されるか、あるいは発生が殆んど無いことが報告されている。そこで日中の気温の高低を加味する一つの方法として日最低気温に日平均気温を加え、これを2で割った平均値と登熟歩合の関係をみたものである。(A)および(B)の気温指標と登熟歩合の相関を検討したところ(B)の気温指標と登熟歩合の関係が(A)よりも適合することが判明した。表3は(B)の気温指標と登熟歩合の相関関係の一次式より求めたものである。

表 3. 減数分裂期の気温からみた推定登熟歩合 (日最低気温+日平均気温) ÷ 2の平均値

推定登熟歩合	岩手農試	岩手大学	相馬支場	3ヶ所をこみにした場合
10%	15.5℃	15.7℃	16.2℃	15.7℃
20	16.3	16.5	17.1	16.5
30	17.2	17.3	17.9	17.4
40	18.0	18.2	18.8	18.3
50	18.8	19.0	19.6	19.1
60	19.6	19.8	20.5	20.0
70	20.4	20.7	21.3	20.8
80	21.2	21.5	22.2	21.7

表4. 出穂日別1穂当り稔・不稔粒数（アキヒカリ）

出穂日	一次枝梗			二次枝梗			穂全体			穂全体の稔実%	推定登熟%
	稔実粒	不稔粒	不稔%	稔実粒	不稔粒	不稔%	稔実粒	不稔粒	不稔%		
8月4日	26.5	34.5	56.6	33.0	15.7	32.3	59.5	50.2	45.8	54.2	32
5	19.2	34.2	64.0	30.7	13.4	30.3	50.0	47.6	48.8	51.2	38
6	22.8	35.4	60.8	36.2	11.9	24.8	59.0	47.3	44.5	55.5	50
7	24.6	24.7	50.1	25.3	7.7	23.3	49.9	32.4	39.4	60.6	53
8	33.7	27.3	44.8	51.7	7.3	12.4	85.3	34.6	28.7	71.3	70
9	43.4	11.8	21.4	38.0	4.4	10.4	81.4	16.2	16.6	83.4	80以上
10	46.5	9.5	17.0	46.5	4.0	7.9	93.0	13.5	12.7	87.3	"
11	45.3	3.2	6.7	27.7	4.0	9.8	73.0	7.2	7.9	92.1	"

各品種の推定減数分裂期間とその期間における（日最低気温+日平均気温）÷2の気温指標および表3の一次式より求めたのが表2の推定登熟歩合である。これをみると7月20日出穂の2品種の登熟歩合の平均は33.1%であり推定登熟歩合は26%，7月26日出穂のシンセツは登熟歩合，推定登熟歩合とも同じである。このように出穂日別の各品種の平均登熟歩合と推定登熟歩合を比較してみると，殆んどの場合，推定登熟歩合の方が低く，8月5日のなるほを除くと0～9%のちがいがみられる。8月5日出穂のなるほの場合は17%のちがいであった。

7月中旬以後の気温の推移からみて障害不稔の発生が予想されたので，アキヒカリを用い出穂をマークして障害不稔を調査したのが表4である。穂全体の不稔発生でみると8月4日より7日までに出穂したものは40～49%の不稔が発生し，8日出穂では不稔が急に減少し，9日出穂では不稔が若干多いものの，10日以後の出穂では障害不稔はみられない。枝梗別稔実歩合をみると障害不稔特有の穂相を呈し，一次枝梗着生初よりも二次枝梗着生初の方がよく，ここでは示していないが穂の上部の稔実が悪く，穂の下部の稔実が良く，典型的な障害不稔の穂相であった。この調査では稔，不稔の調査のみで，稔実粒のうち登熟粒がどの位あったかの調査をしていないので，表2に示したような推定登熟歩合との比較はできないが，あえて比較すると表4に示すようである。8月4，5日出穂の場合は稔実歩合と推定登熟歩合にちがいがみられるが，8月6日以後に出穂したものについてはほぼ似たような数字が得られた。

以上述べたように表2に示した出穂日別の平均登熟歩合と推定登熟歩合との間，あるいは表4に示したアキヒカリの出穂日別稔実歩合と推定登熟歩合との間には，個々にみると違いがあるが，全体の傾向としてみるとほぼ合っているように見られる。推定登熟歩合の算出に用いた資料は昭和55年のものであって，この年の冷害は減数分裂期と開花期の両時期とも低温であり，いわゆる複合型冷害の年であった。従って減数分裂期のみの低温では表3に示した推定登熟歩合より高いものになると推察されることから，減数分裂期のみの低温による被害，開花期のみの低温の被害など，障害不稔発生の時期別データから推定すればもっと正確なものとなろう。さらに品種による障害型耐冷性のちがいが大きいことから基幹品種を用いた被害発生の尺度を作ることも重要なことである。これらの研究は人工気象室のみの実験，あるいは冷害年のみの調査では得られず，両者の研究が相まって始めて十分なデータが得られ解析が可能になるものと思われる。

なお，本研究の一部は文部省科学研究費の補助によった。

岩手県北ヤマセ常襲地帯における昭和61年度水稻作況について

佐々木邦年・畠山貞雄・中村良三
(岩手県立農業試験場県北分場)

1. はじめに

岩手県の昭和61年度水稻作況指数は県全体107良の豊作年であった。しかし、ヤマセ常襲地帯と云われる北部地帯は96やや不良であった。図1にみられるように北部地帯は岩手県北部太平洋沿岸を含んでおり、例年4月から8月にかけてオホーツク高気圧から吹込むヤマセの影響の著しい地帯である。昭和61年度も7月に19日も連続してヤマセの吹走が卓越して水稻の生育に影響して作況指数を低下せしめた。

このようなことからヤマセ対応技術として59年から実施してきた水稻冷災害回避技術についての成果が認められたので報告する。

2. 最近のヤマセ吹走と作況指数について

表1は昭和55年から61年にかけてのヤマセ吹走と作況指数についてであるが、55年、56年、57年はヤマセの吹走が卓越し3年連続して冷害年となった。58年は県全体の作況指数99の平年並みであったが、北部地帯は6月、7月に連続してヤマセが吹走し90となり4年連続の冷害年となった。また、59年は4月、5月に41日も連続してヤマセの吹走がみられたが、水稻の生育に最も大事な6月、7月、8月に著しく少なかったことにより生育が一変して旺盛となり、北部地帯の作況指数は111で県全体の109を上回り豊作年となった。60年は4月から8月の各月ともヤマセの吹走が少なく、水稻の生育は初期から極めて順調に経過し、59年同様、北部地帯の作況指数112は県全体109を上回り2年連続の豊作年となった。61年は前述したように4月から6月までヤマセの吹走も少なく水稻の生育も順調であったが、7月に入って19日連続してヤマセの吹走があり、生育が停滞し、出穂がおくれ、登熟が不良となり、県全体の作況指数は107と豊作年となったが、北部地帯は96のやや不良となった。

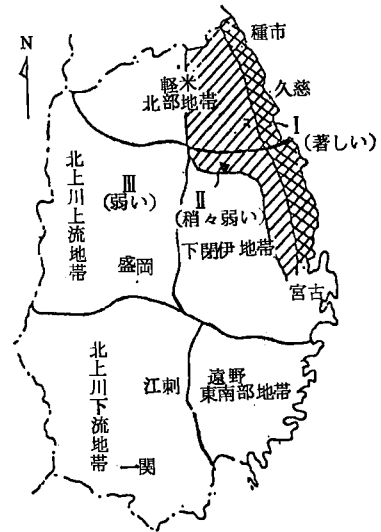


図1. 岩手県の農業地帯区分とヤマセ影響地帯

表1. ヤマセ吹走と水稻作況指数 (55~61年)

項目 年度	ヤマセ吹走日数						地帯別作況指数					
	4月	5月	6月	7月	8月	計	北部	下閉伊	東南部	北山川上流	北山川下流	県
55	4	6	1	22	22	55	5	6	36	51	72	60
56	4	12	17	5	8	46	72	72	72	76	76	76
57	5	3	10	11	7	36	84	85	79	91	89	89
58	0	5	15	19	4	43	90	91	95	100	99	99
59	19	22	5	6	0	52	111	111	111	111	108	109
60	5	6	8	6	0	25	112	115	113	108	109	109
61	2	9	7	19	4	41	96	104	108	105	109	107
平均	5.6	9.0	9.0	12.6	6.2	42.6	*464	*412	*473	*531	*501	*503

3. 昭和61年度北部地帯の作況指数と気象経過ならびに収量について

図2に示すように北部地帯各市町村の作況指数は内陸部の二戸市、一戸町、浄法寺町で平年作100～102であったが、沿岸部に近くなるに従って作況指数は低下し、種市町は県下で最下位の81にとどまった。このことはヤマセ吹走の影響が内陸部は殆んど無かったため、沿岸部ほど影響が著かったことによる。

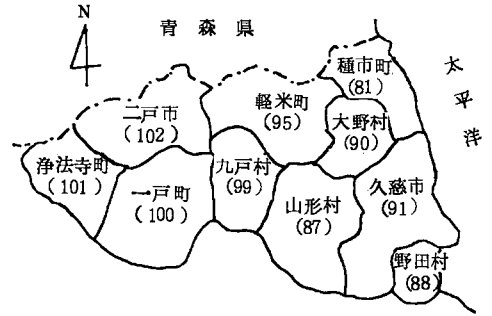


図2. 北部地帯各市町村の作況指数

図3は、豊作年の60年と61年の平均気温と日照時間について、各月別、地域別に示した。平均気温は60年、61年とも5月、6月は平年を下回ったが、7月は60年が平年に近く、61年は沿岸部の種市、久慈で極端に低く経過した。8月は60年が平年を大きく上回り、61年は7月に引き続き低く経過した。9月は60年、61年とも平年に近く経過した。

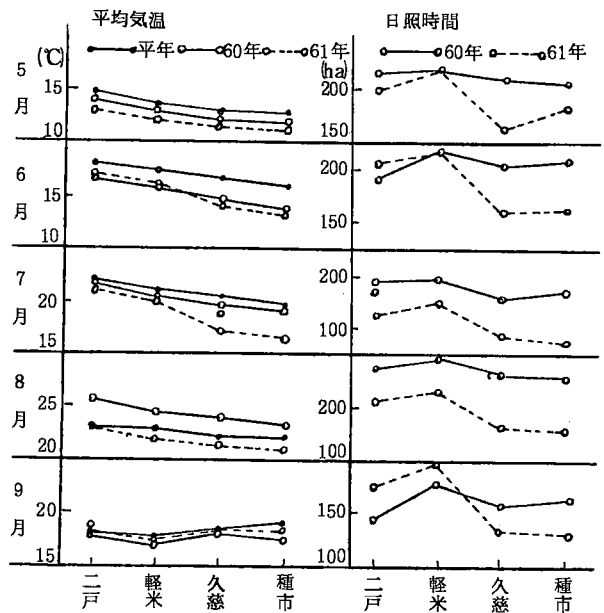


図3. 北部地帯の地域別、月別平均気温と日照時間

また、日照時間は60年に比較して61年の5月、6月が種市、久慈で大きく下回り、軽米、二戸で60年なみであった。しかし、61年の7月、8月は60年を大きく下回った。9月は61年種市、久慈で下回り、軽米、久慈で60年を上回った。なお、図4は、水稻の生育期間5月から9月までの積算気温、積算日照時間を示した。積算気温は60年、61年とも平年を下回っており、とくに61年は各地域とも大きく下回った。積算日照時間は60年に比較して、61年が種市、久慈で大きく下回ったが、軽米、二戸は60年に近く経過した。

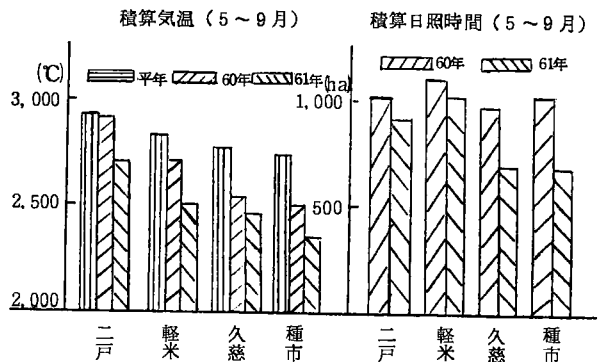


図4. 北部地帯の地域別積算気温と積算日照時間

以上のような気象経過によって、図2に示したような地域別作況指数をもたらしたものと推察され、このような気象経過は5月から8月にかけてのヤマセ吹走の影響によるものである。

表2は、60年、61年の北部地帯地域別年収量と当年収量ならびに作況指数を県平均との関係で示し、それを図示したのが図5である。図5は北部地帯の地域別年収量を県年平均収量と比較

表2. 北部地帯の地域別収量と作況指数

年 度	県			二戸			軽米			久慈			種市		
	当年 収量	平年 収量	作況 指数	当年 収量	平年 収量	作況 指数	当年 収量	平年 収量	作況 指数	当年 収量	平年 収量	作況 指数	当年 収量	平年 収量	作況 指数
60	kg 545	kg 500	109	kg 555	kg 491	113	kg 531	kg 478	111	kg 514	kg 459	112	kg 479	kg 420	114
61	538	503	107	512	502	102	459	483	95	421	463	91	340	420	81

すると二戸100、軽米96、久慈92、種市83と沿岸部ほど低い。また、60年は各地域とも平年収量を上回り、豊作をもたらした。しかし、61年は平年収量を下回り、特に沿岸部で著しく下回った。

4. ヤマセ対応技術について

最近の頻発する異常気象に対応して、59年から61年にかけて水稻冷災害回避技術現地実証試験を種市町で実施し、冷災害防止技術について検討した。

(1) 試験区の構成

苗素質と側条施肥の効果

区 番	品種名	育苗法	施肥法	10a当たり施肥量kg		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
①	たかねみのり	散播成苗	側条施肥	5.0+2.0	6.6	5.0+2.0
②	"	丸型樹脂ポット苗	"	"	"	"
③	"	"	全層施肥	6.0+2.0	18.0	9.0+2.0
④	"	散播中苗	"	"	"	"
⑤	コチミノリ	"	"	"	"	"

(2) 試験の概要と成果

苗の生育は育苗期間が概ね好天候に恵まれたため、乾物重歩合が高く、健苗がえられた。

表3は、昭和61年に実施した苗素質と施肥法についての結果であるが、散播中苗（全層）に比較して、ポット苗（全層）の出穂が3日早く、成熟も4日早まった。また、稈長、穂長はポット苗がまさったが、穂数は中苗が多い傾向にあった。しかし、登熟歩合、玄米千粒重がまさったポット苗の精玄米重が散播中苗より20%増となり苗素質の効果が顕著であった。

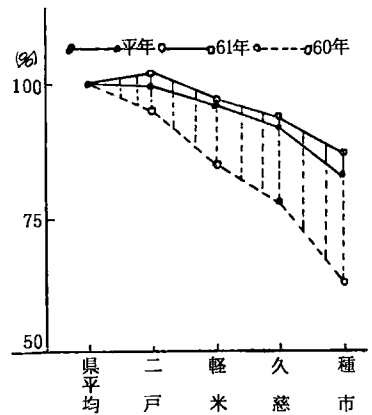


図5. 北部地帯の地域別収量の県平均収量対比

防風網の効果

区 番	品種と防風網の距離	備考
①	たかねみのり + 5H	散播成苗 5Hは防風網 の高さ1.8m の5倍の距離 をしめす。 (9m)
②	" + 10H	
③	" + 15H	
④	" + 20H	

耕種概要

育苗法	播種期	播種量 (乾粒/箱)	移植期	栽植密度 (株/m ²)
散播成苗	4月5日	70g	5月22日	22.5
丸型樹脂 ポット苗	4月10日	50g	"	24.1
散播中苗	4月13日	100g	"	23.0

施肥法についてはポット苗の全層と側条の比較で出穂について差がなかったものの稈長、穂長、穂数が明らかに側条施肥がまさり、精玄米重は20%近い増収効果が認められた。

なお、たかねみのり、コチミノリの比較は出穂がたかねみのりが1日位早く、穂数はコチミノリが多いものの登熟歩合が低く、収量的には大差ないが、たかねみのりが安定した生育を示した。

防風網の効果は表4に示すように防風網からの距離が近いほど出穂、成熟が早まり、生育収量ともまさり、明らかに防風網の効果が確認された。

以上のようにヤマセ吹走が影響する冷災害回避技術はコチミノリよりたかねみのりが安定し、中苗より葉数増加苗の散播成苗、ポット苗が、全層施肥より側条施肥が生育、収量ともまさる。さらに防風網を組合せることによって総合技術として顕著な効果が認められ、指導上の参考事項に取りあげられた。なお、防風網の利用面積は当地区内で70~80%利用されている。

5. まとめ

(1) ヤマセ吹走と作況指数について

岩手県北部地帯は夏季ヤマセ吹走の卓越によって、しばしば冷災害をもたらし作況指数を低下せしめてきた。55年から61年までに作況指数96以下は5ヶ年あった。

(2) ヤマセ影響の地域差について

北部地帯はヤマセ常襲地帯と云われるが、ヤマセの影響は当然沿岸部ほど激しく、内陸部は年によって殆んど影響を認められない場合があり、地形等が大きく影響する。

(3) 冷災害回避技術について

ヤマセ対策技術としては、耐冷品種の導入はもとより、葉数増加苗(散播成苗、ポット苗等)の導入、側条施肥の励行、防風網の設置等の組合せによる総合技術によって冷災害が回避できる。

引用文献

1. 宮部克己ら, 1973, 山背風地帯における気象並に水稻生育相の解析に関する研究, 岩手農試研究報告第17号, 1~27
2. 泊ほか, 1980, 防風施設による冷害気象改善に関する研究, 北海道農試研報, 127:31~74

表3. 苗素質と側条施肥の効果 (昭和61年)

区名	項目	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	成 熟 期			a 当 た り 精 玄 米 重 (kg)	同左 比 例	玄 米 千粒重 (g)	m 当 り 穂 数 (千粒)	登熟 歩 合 (%)
				稈長 (cm)	穂長 (cm)	m 当 り 穂 数 (本)					
①	散播成苗(側条)	8.25	10.16	72.4	18.2	384	43.1	120	20.0	31.3	73.3
②	ポット苗(側条)	8.25	10.16	76.0	17.6	451	49.3	138	20.4	35.4	67.4
③	" (全層)	8.25	10.15	71.2	17.8	366	43.0	120	20.6	30.0	70.8
④	散播中苗(全層)	8.28	10.19	70.2	16.5	392	35.8	100	19.2	28.4	64.0
⑤	(コチミノリ)"	8.29	10.20	66.3	17.5	420	35.2	98	19.5	33.3	51.0

(注) 供試品種=①~④たかねみのり, ⑤コチミノリ

表4. 防風網の効果 (昭和61年)

区名	項目	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	登 熟 期			a 当 た り 精 玄 米 重 (kg)	同左 比 例	玄 米 千粒重 (g)	m 当 り 穂 数 (千粒)	登熟 歩 合 (%)
				稈長 (cm)	穂長 (cm)	m 当 り 穂 数 (本)					
①	防風網から5H	8.23	10.12	75.4	18.4	427	45.6	116	20.0	34.5	74.9
②	" 10H	8.24	10.15	73.5	18.3	393	44.4	113	20.0	33.7	72.7
③	" 15H	8.26	10.18	70.2	18.1	366	43.3	110	20.5	28.4	74.9
④	" 20H	8.27	10.18	70.4	18.0	348	39.2	100	19.6	28.5	70.7

(注) 供試品種=たかねみのり

秋田県における昭和61年水稻の障害不稔

— 施肥との関連 —

鎌田 金英治

(秋田農試)

昭和61年の秋田県的水稻作は、作況指数 105、10アール当り収量は 607 kgで、これは史上第2位、全国第1位の豊作となっている。反面、7月中下旬の低温、少照によって、中央以南の内陸平坦地では、これまで経験した事のない、著しい障害不稔の発生をみている。この地帯は、これまで、県内では冷害についての安全地帯とされていることから、今後の技術指導上大きな問題になるとみられるので、主に施肥との関連で検討した。

1. 試験方法

供試品種はアキヒカリ、施肥区分として、堆肥2t施用区と無堆肥区に大別し、夫々に基肥を無肥料、窒素5, 7, 9kgとし、追肥は無肥料を除き、活着期、幼穂形成期、減数分裂期に2kgずつ行った。他に基肥としてリン酸、加里を夫々10kg, ヨーリン90, ケイカル150kgを施し、堆肥区は18cm, 無堆肥は13cmの耕深とした。供試圃場での生育時期は、幼穂形成期が7月11日、減数分裂期・7月28日、出穂期・8月4日であった。

2. 試験結果

1) 県内における不稔発生の実態

図-1には秋田市における7~8月の日別

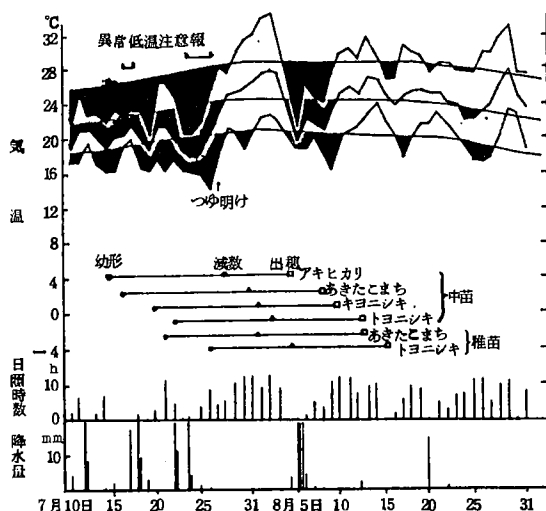


図-1 7~8月の日別気象経過と品種別生育ステージ

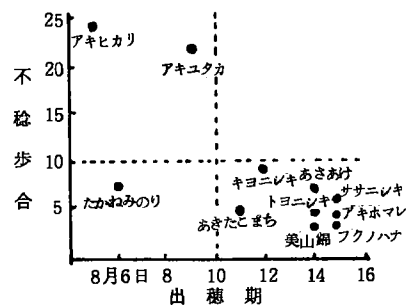


図-2 出穂期と不稔歩合

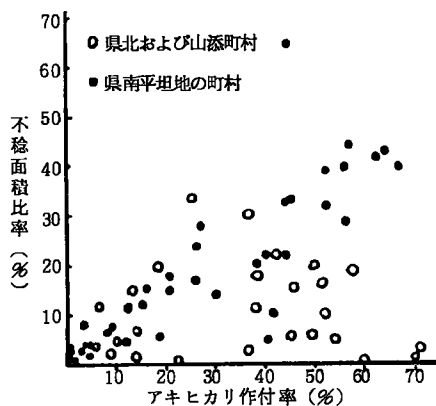


図-3 アキヒカリの作付比率と不稔20%以上の発生面積比率

の気象経過と、品種別の生育ステージを示した。7月中旬以降は17℃以下の低温の日が続き、特に23～26日頃に低温の程度が強まった。この時期はアキヒカリの減数分裂期に相当していた事が認められる。その結果、図2に見られる様に、アキヒカリと同じ頃に出穂した品種に障害不稔が多発しており、その程度は8月10日以前に出穂したものに多かった。同じアキヒカリでも生育の進んでいる程度によって不稔に差が見られ、図-3に見られる様に、秋田以南の内陸平坦地程不稔歩合が高く、県北や山添の町村では生育が遅れていた事から、不稔を免れている。

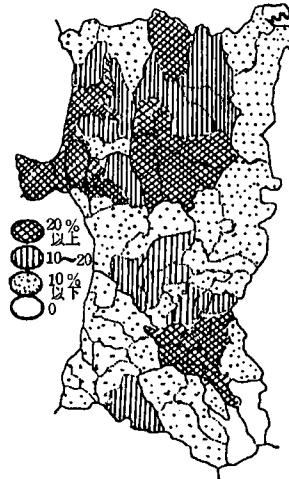


図-4 不稔率20%以上の発生面積比率

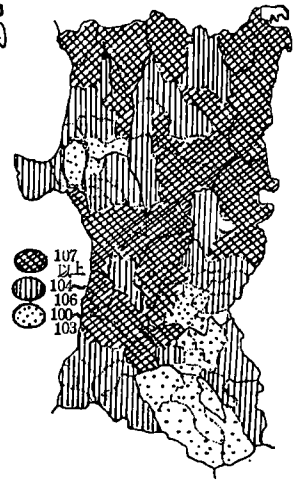


図-5 町村別作況指数の分布

図-4, 5には町村別の不稔率20%以上の発生面積比率と作況指数を示した。不稔の発生は一般に内陸部で多く、特に県南内陸での不稔は、これまで経験の無いことで作況指数は、この地域が最も低く、比較的山寄りで高い特徴を示している。

2) 施肥量を異にした場合の生育と不稔との関係

(1) 生育と収量

図-6, 7には基肥の窒素量を異にした場合の生育量の推移と収量について示した。茎数は窒素の施用量に相応し、施用量の多い程多く、堆肥の施用はこれをさらに増大させている。基肥9kgの茎数は無肥料の約2倍の最高茎数となっている。

収量は窒素の多いほど多収の傾向にあるが、堆肥施用区で630kg、無堆肥では490kg程度で頭打ちとなっている。さらに堆肥施用区の無肥料の収量が、無堆肥の施肥を上回っており、施肥区での不稔発生の著しかった事を示している。

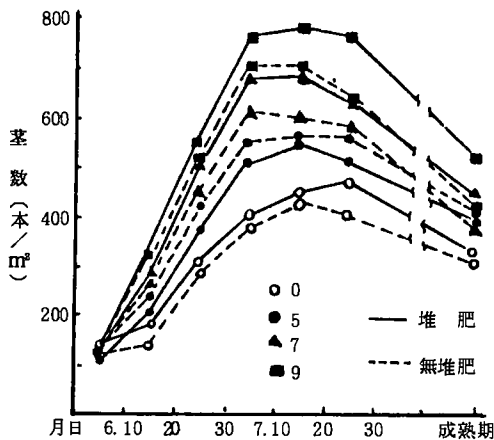


図-6 基肥施用量と茎数の推移

(2) 窒素の施用量と不稔

表-1には窒素の施用量と不稔との関係について示した。窒素の施用量が増大するにつれて着粒数の増大が見られるが、不稔歩合も急

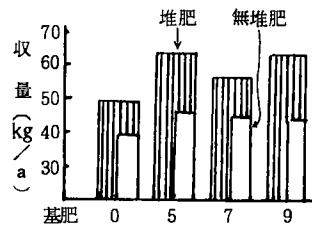


図-7 基肥施用量と収量

表-1 基肥窒素の施肥量と障害不稔 (アキヒカリ) (㎡当たり)

N の 量	枝梗 の 位置	穂 数	稔実 粒数	秕 数	不稔 粒数	合計 粒数	1穂 平均 粒数	不稔 歩合	非登熟 粒数 歩合	稔 実 粒 重		平均 不稔 歩合	
										千粒別	平均		
堆肥 2t	0	上下	395	10,158 16,856	101 160	1,232 918	11,491 17,990	29.1 45.6	10.7 5.1	11.6 6.0	- -	25.3	7.3
	5	上下	490	14,395 21,535	227 286	6,275 3,356	20,896 25,178	42.6 51.4	30.0 13.3	31.1 14.5	- -	24.9	20.9
	7	上下	557	11,015 20,740	168 647	13,619 7,729	24,802 29,179	44.3 52.4	54.9 26.8	55.6 28.7	- -	24.4	39.7
	9	上下	563	10,301 22,082	207 748	17,704 9,192	28,213 32,024	50.1 56.9	62.8 28.7	63.5 31.0	- -	23.0	44.7
無堆肥	0	上下	339	8,302 14,354	19 41	1,002 595	9,323 16,219	27.5 44.3	10.7 3.7	11.0 3.9	25.3 25.0	25.1	6.6
	5	上下	588	8,324 16,113	44 85	7,033 4,032	15,400 20,229	36.9 48.4	45.7 19.9	46.0 20.4	24.5 24.5	24.5	31.7
	7	上下	494	8,750 19,405	257 210	11,029 5,711	20,036 25,326	40.5 51.3	55.0 22.6	56.3 23.4	25.0 23.9	24.2	36.9
	9	上下	483	7,797 16,779	279 183	9,874 5,162	17,950 22,124	37.1 49.8	55.0 23.3	56.0 24.1	24.2 23.8	23.9	37.5

枝梗上下は下から5番目までを下位枝梗, 以上を上位枝梗とした。
非登熟粒数は不稔粒と秕粒の合計の全粒数に対する割合。

増し, 無肥料では6~7%の不稔であるのに対し, 施肥では21~45%の不稔歩合を示しており, 堆肥と無堆肥の比較では, 堆肥施用区で不稔歩合が高くなっている。これを穂相の枝梗別に見ると, 施肥した場合の上位枝梗は30~63%, 下位枝梗は13~29%であり, 上位枝梗は下位枝梗の2倍以上の不稔歩合を示している。一方, 無肥料は上位枝梗でも10%内外であり, 下位枝梗は4~6%と少なく, ほとんど不稔の実感の無い状態である。

また非登熟粒数から不稔粒数を差引いた秕歩合をみると, いずれも1~2%程度で, 極めて秕の少ない稲になっており, 普通では秕となる粒が, ほとんど完全米に変わって, 粒数減を補償しているものと思われる。

図-8には, 株当りの粒数と不稔歩合との関係について示した。いずれも着粒数の増大にともない

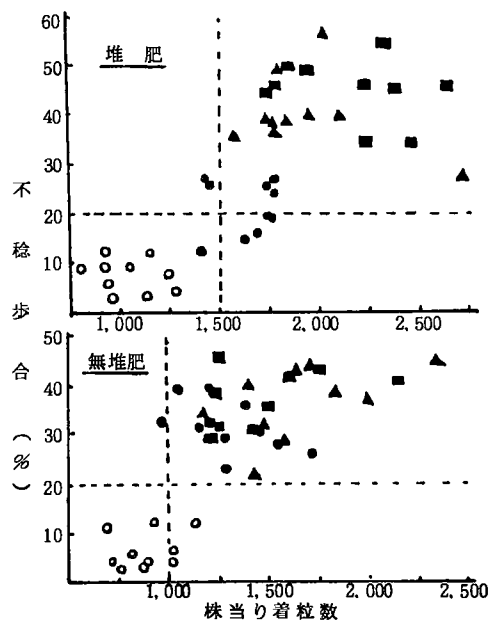


図-8 着粒数と不稔歩合との関係

不稔歩合も高まっているが、堆肥の施用では1,500粒、無堆肥では約1,000粒程度から、不稔の急増する位置があり、堆肥の有無によって、不稔の急増する着粒数に差が見られる。図-9には不稔歩合と粳千粒重、粳重について示した。これは不稔の発生程度によって粒重が補償的に増大するかどうかを見ようとしたものであるが、粳千粒重では、不稔が無い場合で26g、50~60%の不稔で約23gで、12%の減少となっており、粳千粒重としての補償は見られなかった。

堆肥の有無についても、同一線上に並ぶことから、差異は見られない。しかし、株当り粳重（収量に相当する）は、不稔が同一であれば、着粒数の

多いほど、収量も多い結果となっている。施肥区では不稔歩合0%の例が無いので明らかでないが、この図から見ると、不稔歩合20%を越すと収量が急に低下する様であり、補償作用が働くとすれば、この20%未満の場合で見られるものと思われる。

(3) 稲体窒素濃度と不稔

図-10には夫々の施肥と稲体窒素濃度の推移を示した。堆肥、無堆肥ともに基肥窒素の施用に応じた濃度を示し、生育の進捗とともに濃度の低下が見られるが、堆肥施用区が無堆肥に比べて全般的に高濃度で経過しており、幼穂形成期、減数分裂期では、約0.5%程度高い濃度で経過している。

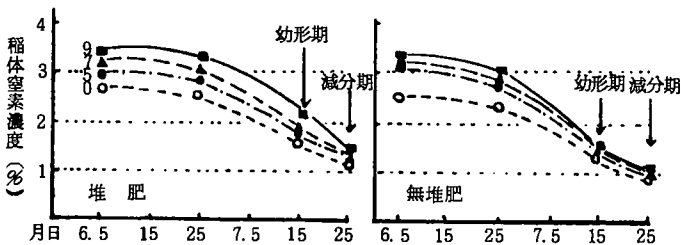


図-10 基肥の施用量と稲体窒素濃度の推移

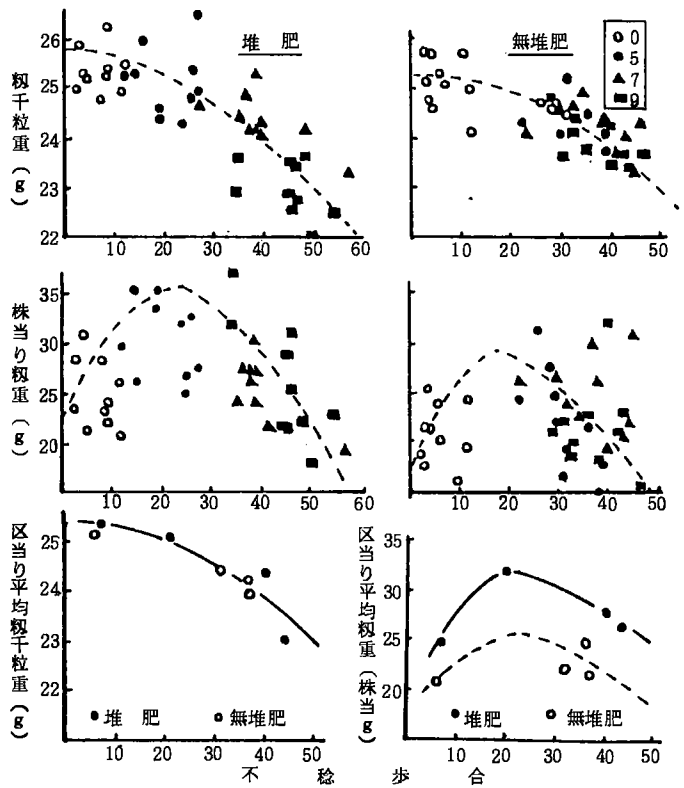


図-9 不稔歩合と粳重、粳千粒重

図-11には幼穂形成期、減数分裂期における稲体窒素濃度と不稔歩合との関係について示した。不稔歩合は両時期ともに窒素濃度と深い関係が見られた。

堆肥と無堆肥では、不

稔の増大する窒素濃度に差のあることがわかる。すなわち、堆肥と無堆肥では、堆肥施用区では窒素濃度、不稔歩合ともに高いが、同一窒素濃度で比較するとむしろ無堆肥の方が高くなっている様である。

3) まとめ

昭和61年に秋田県では、これまで冷害には安全とされて来た県南内陸平地地で

著しい障害不稔を招来し、この地帯はまた県内でも最も多収地帯であったことから、その影響は大きかった。しかし、障害不稔は多発したが、実際の収量は不稔の多かった県南で620kgで、これは史上第4位の収量で、作況指数も104の豊作であった。この様に障害不稔の多発年次には、農家が心配するわりには実収量の低下が比較的少なく済んでいる様にもみられる。このことは、昭和55年冷害の際にもみられている(鎌田ら, 1982)。

この様なことから、堆肥、施肥量を異にする稲の不稔および収量について検討した結果、基肥窒素の多い程、稲体窒素濃度も高く、不稔を多発させる。しかし無肥料の不稔歩合は6~7%で、施肥区の最大は45%に達し、同一の温度条件下で経過しながら、これほどの差を示すのは、不稔は低温によって誘発されるが、その程度は稲体の生理的条件によって大きく変動する事を示すと考えられる(佐々木ら, 1973; 1975)。また、堆肥の施用が不稔歩合を低下させるとする天野(1984)の指摘もあるが、この試験では、不稔歩合は堆肥の有無にかかわらず、窒素濃度の高い程多く、堆肥の施用は無堆肥を上回る不稔歩合を示した。しかし、不稔の多発する窒素濃度をみると、堆肥施用区が若干高い濃度で発現することから、濃度を同一に考えると、堆肥施用区が少ない傾向にある。この様なことから、堆肥施用で不稔が減少することは無いとみられるが、軽度の障害不稔発生時には、天野の指摘するようなこともあり得ると思われる。

また、不稔の発生で収量は減収するが、籾数の多い場合も少ない場合も、ほぼ同一カーブで減収して来ていることから、着粒数の多い場合には実収が高まり、61年度の県南の多収地帯での不稔の多発が、直ちに不作につながらなかった事を示している様にみられる。

引用文献

天野高久, 1984: 水稻冷害に関する作物学的研究. 北海道農業試験場研究報告, 第46号.

鎌田金英治, 福田兼四郎, 1982: 秋田県における55年夏期の偏東風と稲作冷害. 東北の農業気象, 第27号, 33~38

佐々木一男, 前田博, 和田定, 1973: イネの減数分裂期の不稔発生におよぼす窒素濃度の影響. 北農, vol. 40, No. 9, 1~7.

佐々木一男, 和田定, 1975: イネの障害不稔発生におよぼす窒素, 燐酸および加里の影響. 日作紀, vol. 44 (3), 250~254.

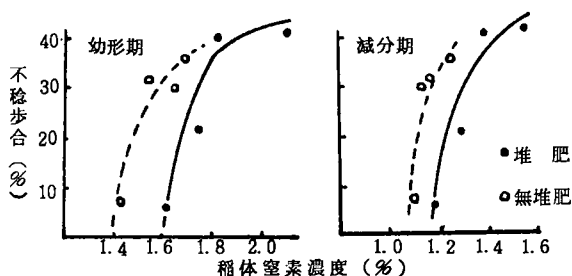


図-11 幼穂形成期及および減数分裂期における稲体窒素濃度と不稔歩合

やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布

井上 君夫・阿部 博史
(東北農業試験場 環境部)

はじめに

優勢なオホーツク海高気圧の張り出し、東進する南岸沿いの低気圧（あるいはそれから延びる梅雨前線）と親潮寒流等の存在によって発現する典型的なやませは、一般に海霧を伴う冷温少照な気象環境を呈する。このため水稻を主とする農作物に与える影響は極めて甚大であり、大きな生産不安定の要因であった。このやませの気象特性や被害対策に関する研究は多数にのぼるが、やませの総観規模での立体構造の解明及びそれに関連する海霧の発生機構と陸上での海霧の変質機構等については事例的・断片的な研究に留まっている（羽生・山田，1954；小沢ら，1970；工藤，1982；科学技術庁，1984；卜蔵ら，1987）。

後者の陸上での海霧の変質機構の解明は農作物に対する温度や日射資源等の確保の面においても重要であり、それには霧上面で起こる太陽放射の吸収による加熱現象及び赤外放射の射出による冷却現象の把握、推定が必要である。雲形成における放射過程の役割においても、その重要性が指摘されており（太田，1985）今後やませについても気象資源、耕地微気象等の幅広い観点からの研究蓄積が必要である。

そこで陸上における海霧の動態解明に資することを目的として、やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布の測定を実施した。

1. 観測時の天気概況と観測方法

(1) 観測地点の選定

海霧上面での日射変動を測定するために、観測地として高所で周囲がよく開け、容易に霧が侵入するという地理的条件を備えた待浜海岸地帯を選定した（図1）。当地点は久慈市の北部台地に位置しており、北西に走る海岸線から約1.4 km内陸に入った標高140 m、緯度40°30′、経度141°48′30″の地点で、周囲の地形は緩やかな起伏を持った牧草地である。したがって、東寄りの海風時には、海霧は確実に観測地点へ侵入してくる。また、高さが200～300 m規模の海霧であれば、後述する係留気球観測で霧上面の日射等を把握することは可能である。

(2) 観測方法と測定項目及びデータ処理

観測の主体は図2に示すとおり、係留気球による日射と気温の測定である。気球搭載用の日射計（MS42S）と熱電対温度計（φ0.3 mm）は特殊ビニール製の気球（16 m³ Heガス）のクレモナロープに図示のとおり取り付けられた。それらからの信号は特殊シールド線でデータロガーへ導いた。日射計は常に水平を保ち、ガラス表面には霧粒が付着しない処置を施した。

測定は強風を避けながら、およそ2時間毎に気球を昇降させ、その間10 m毎に2分間程停止させながら記録した。測定高度は地上1 mから約130 mの間である。また、それらは地上の熱収支観測用の日射計と温度計からの出力と測定の前後に比較した。地上では熱収支観測の他に風向・風速の測定とビデオカメラによる撮映等を行った。

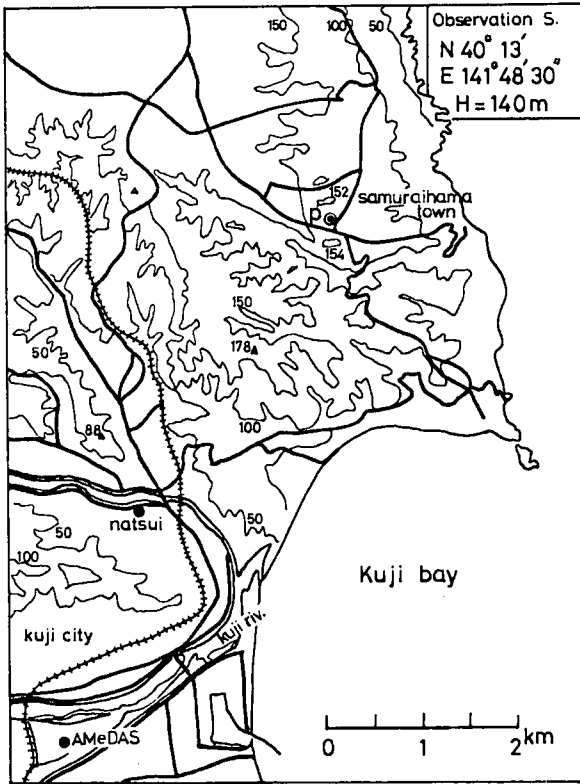


図1. やませ観測地点の久慈市侍浜 (1987.7.5 ~ 7.8)

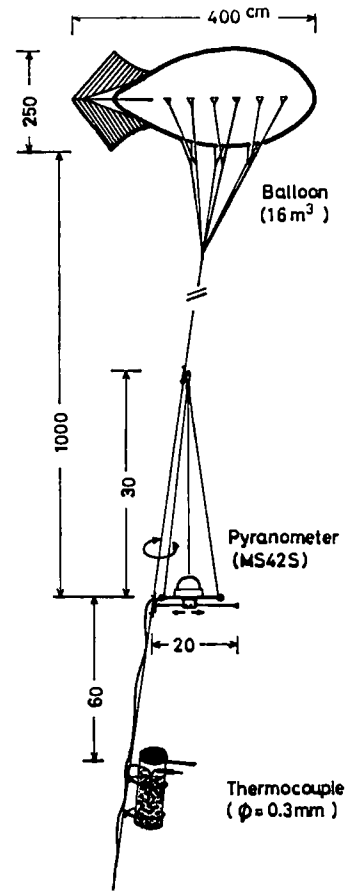


図2. 係留気球による日射と気温の観測

(3) 観測時の天気概況

観測は1987年7月5日から8日の4日間実施した。7月4日に南岸沖から房総沖にあった梅雨前線とその前線上の低気圧は、5日にはオホーツク海高気圧の仙台沖への張り出しによって南下した。その結果、下北半島から八戸、久慈、宮古付近は東～東北東の風が卓越し、観測地点は強いやませとなり、海霧が一日中吹走した。7月6日にはオホーツク海高気圧は後退し、変って東北地方は日本海上にあった低気圧の通過によって、曇天となり、7日は晴れ時々曇りとなった。7月7日の午後は上層風が強く、観測は17時まで中断した。8日になると南岸沖の梅雨前線が衰弱し、気圧配置は南高北低の様相を示し、終日晴天となった。

2. 結果と考察

(1) ひまわり画像による海霧の識別

ランドサット、ひまわり等のリモートセンシングデータは環境、水資源、海象、気象及び農林業等に広く利・活用されている(科学技術庁資源調査会, 1985)。たとえば、八木ら(1984)は

北海道東部太平洋岸に移流する海霧をひまわり2号の衛星画像で確認している。図3はやませに見舞われた7月5日のひまわり3号の赤外画像(IR)と可視画像(VS)である。VSは雲や地球表面からの太陽光の反射(アルベド)を表現し、IRは地球表面から射出される赤外放射温度を表現している。このため、まずVSで白いベール状に見える部分に着目し、つぎにIRでその部分の雲頂温度の高いことを確認することによって、海霧の識別ができる。そこで図3(上)の14時のVS画像でオホーツク海から三陸海岸及び三陸沖に広がる白いベール状に見える部分に着目すると、IRでは三陸海岸沿いの白い部分は消滅して確認することができない。これはその部分の温度と陸地や海面の温度との差が縮小しているためである。さらに、それは地上天気図等と照合してみると、オホーツク海高気圧の南縁で発生し、それが下北半島から太平洋沿岸の北緯40°付近の久慈まで移流していることが判別できる。

ひまわり画像から雲頂の高度や温度を求めることは可能であるが、今回はそのような解析をしなかった。しかし、標高1,000m程の平庭峠からの目視観測等を総合すると、観測地点は300~500m層厚の海霧が吹送していたものと推察できる。さらに、ひまわり画像をみると、早朝から11時頃までは海霧と上層雲の二重構造であったが、しだいに上層雲は後退し、午後は海霧のみに覆われていたものと考えられる。日照時間の分布をアメダスデータでみると、日照時間が零の等値線は下北半島から北上高地の東側を通って九戸に及んでいた。これらのことから7月5日のやませは比較的小規模で、海霧の侵入は海岸帯に限定されていたことがわかる。

(2) 日射と気温の鉛直分布

図4はやませ時の日射と黒体放射及び気温の鉛直分布の一例である。日射と気温の値は気球の上昇・下降時で違うが、これは時間的な変化と霧密度の不均一性によるものと考えられる。7月5日の11:06~11:33についてみると、日射フラックスは高さ40m附近まではほぼ一定値を示し、それより上層では僅かに増加する傾向を示している。これを7月8日(晴天)と対比してみると、晴天時の日射フラックスは鉛直方向にはほぼ一定値を示すなどその違いがわかる。高さ40mは標高180mに相当する。

気温は高さに伴って減少するが、7月5日の温度勾配は100mでおよそ1.5~2.5℃ある。これは、8日の晴天時の1℃程度とは大きな違いである。また、7月5日の場合には上層での日射フラックスの増加に伴って気温の上昇する傾向がみられた。今回、両者の関係については十分に解明できなかったので、さらにデータの収集を図り、理論的・実験的に解明していきたい。

図5は、同様に7月5日の最大可能日射量に対する実日射量の割合である。その割合は地面から50m附近までが20~30%、それより上層では僅かに増大している。図4・5から明らかなように、今回の比較的小規模なやませでも地上に到達する日射フラックスは少なく、したがって数十mの厚さで霧を消散させても大きな日射増加は期待できないことがわかった。

やませに伴う霧層中の日射分布の測定ははじめてであるが、最近気候変動に関する物理機構の解明の一環として海上の層状雲に関する放射特性の観測が活発化してきている。たとえば、オーストラリア東海岸沖で Stephens et al. (1978)は層積雲中の日射フラックスと赤外放射フラックス

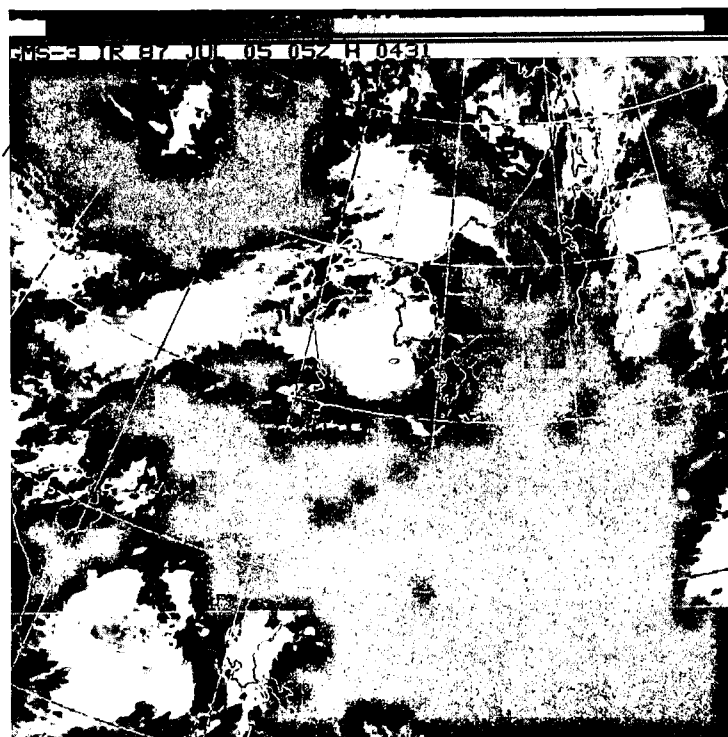
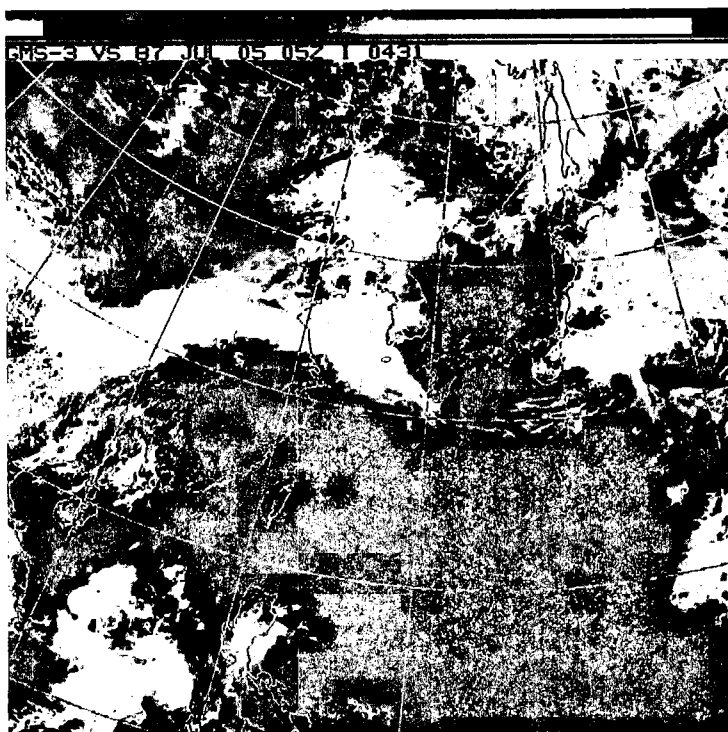


図3. (上) 久慈海岸に侵入するやませ時の海霧, 1987年7月5日14時ひまわり3号による可視画像 (VS)
(下) 同様に赤外画像 (IR)

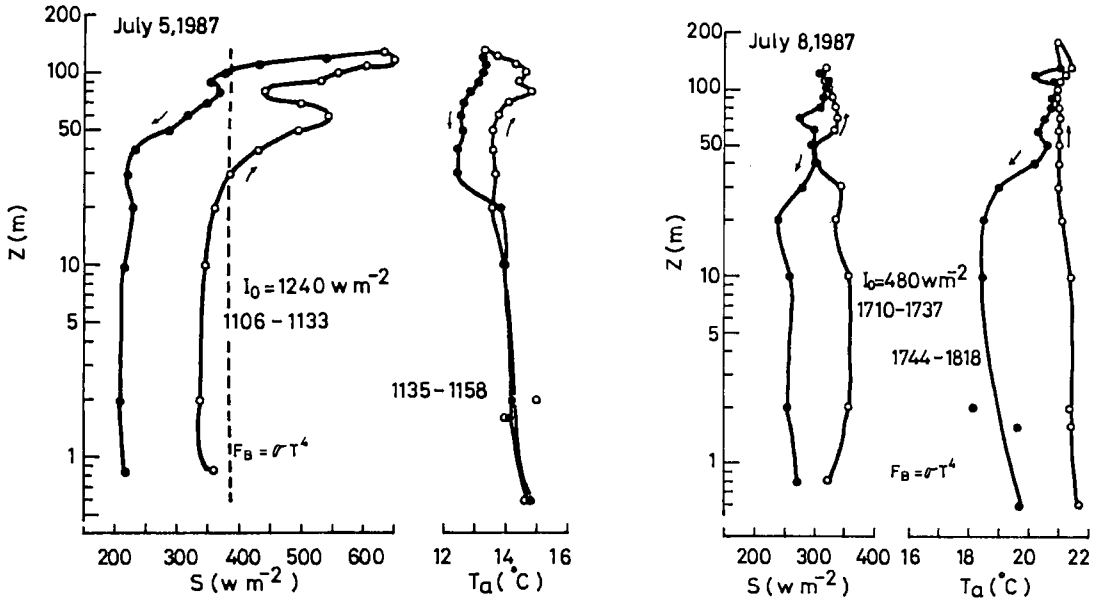


図4. やませ時の日射と黒体放射 (F_B) 及び気温の鋭直分布 (7月5日, 1987) I_0 は最大可能日射量, 白丸と黒丸は上昇時と下降時の測定値である。

晴天時 (7月8日) の測定値

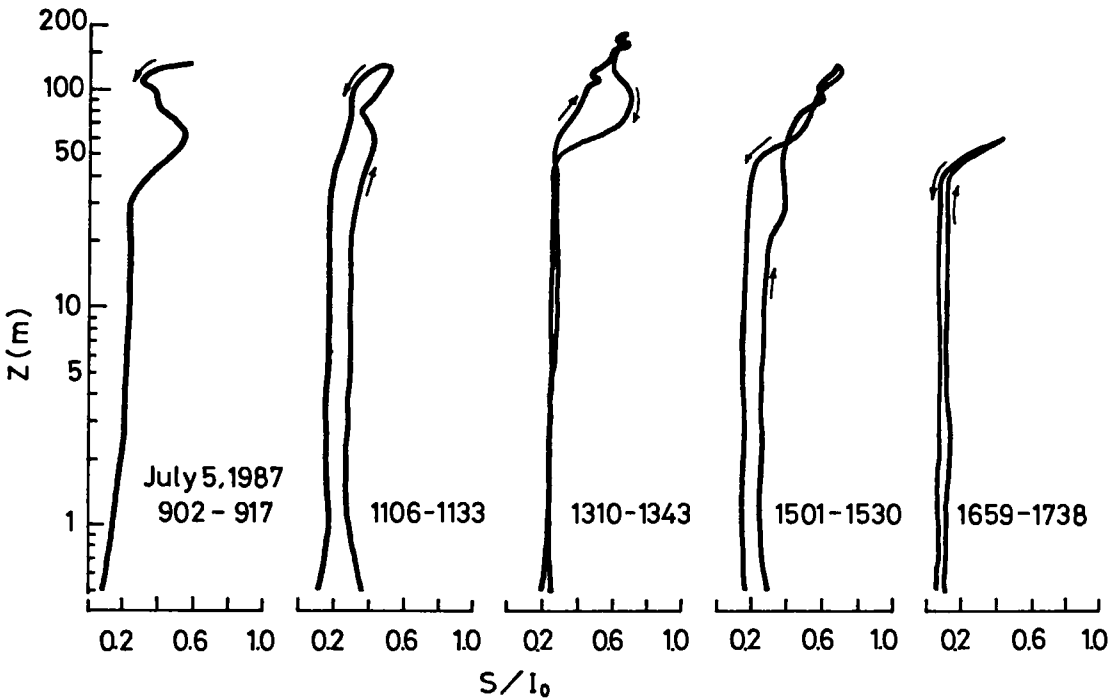


図5. やませ時の最大可能日射量に対する実日射量の割合 (7月5日, 1987)

を観測している。それによると、約 450m 厚さの層積雲で下向き日射フラックスは雲底の 40 W m^{-2} から雲頂の 300 W m^{-2} まで曲線的に増加し、上向き日射フラックスも同様に $0 \sim 205 \text{ W m}^{-2}$ へと増大している。一方、赤外放射フラックスは雲頂で上向き放射と黒体放射及び雲頂では下向き放射と黒体放射が各々等しくなっている。これらのデータに基づいて雲中の日射吸収による加熱率と赤外放射の射出による冷却率を計算し、雲頂では加熱率より冷却率が上回ることを示した。

これらの関係の本観測についてみると、霧層中の下向き日射フラックスは下層で赤外放射フラックスに等しいかそれ以下であることがわかる。また、下向きに対する上向きの日射フラックスの割合は 7 月 6 日と 8 日の 4 例についてみると、高度変化は明瞭ではなく、その割合はおよそ 20~30% であった。その割合は雲形、霧水量、雲粒分布等によって変化するため、直接的に比較することはできないが、本観測で得られた海霧に関する日射特性は妥当なものと考えられる。

一方、海霧による作物被害の軽減対策として日射エネルギーの増大を霧の消散によって図り、それによって気層内に熱的不安定を起こさせ、さらに霧消散を助長させる方法がある。上述の日射データ等の結果から、7 月 5 日の比較的小規模なやませに伴う霧であっても下層霧の除去（消散）によって下表面及び気層を加熱し、それによって気層の不安定化を進めることは困難であると考えられる（守田, 1953）。さらに、日射データ等の蓄積を図り、気象資源及び作物気象等の観点からやませに伴う海霧の発生、消散機構について解明していく予定である。

謝 辞

本観測の実施にあたり、岩手県立農業試験場県北分場の中村良三主任専門研究員に便宜を図っていただいた。ここに記してお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 卜蔵建治・阿部博史・小林裕志・杉浦俊弘, 1987: ヤマセ時の大気逆転層の観察. 東北の農業気象, **32**, 21-24.
- 2) 羽生寿郎・山田幸兵衛, 1954: 農業気象からみた八戸の山背風について. 農業気象, **9**, 45-48.
- 3) 科学技術庁研究調整局, 1984: 北日本太平洋沿岸地方における海霧と山背風に関する研究成果報告書, PP. 211.
- 4) 工藤敏雄, 1982: 1980年冷夏における「やませ」の振舞. 東北の農業気象, **27**, 39-42.
- 5) 科学技術庁資源調査会, 1985: リモートセンシングの現状と動向, PP. 173.
- 6) 守田康太郎, 1953: 防霧林と気象. 林試報, **64**, 1-3.
- 7) 小沢行雄・岩切敏・井上君夫・八木鶴平, 1970: 冷害気象の局地発現機構に関する研究 (第 2 報). 国立防災センター研究報告, **23**, 3-29.
- 8) Stephens, G. L., G.W. Paltridge and C. M. R. Platt, 1978: Radiation profiles in extended water clouds (III). J. Atmos. Sci., **35**, 2133-2141.
- 9) 八木鶴平・上田博, 1984: 都市域と郊外の霧水量等の変動特性に関する研究. 科学技術庁研究調整局編, 81-111.

液晶利用による健苗板の開発とその利用

福田兼四郎・嶽石 進・鎌田易尾

(秋田県農試)

1. はじめに

機械移植栽培における育苗では、その温度管理が苗質に大きく影響する。しかし、兼業化が進行する中で、温度管理をするものが、老婦女子化しており、社会的事情からも健苗育成を困難にしている。このような場合、健苗育成を理論的に展開しても、その実行は難しい場合が多い。

そこで、技術的な意味での機械移植栽培における育苗温度管理の問題点を明らかにして、その欠点を理屈抜きにカバーでき、かつ意識することなしに育苗温度管理できる指標を作成したので、その結果を報告する。

2. 育苗の問題点

寒冷地帯の稲作に安定多収をもたらしたものの一つに保護苗代がある。この保護苗代により、寒冷地の稲作栽培を大きく変化させ、外気温を制限因子とする時期は播種時期から移植時期に変えた。つまり、水を保温材としても、オープンフィールドに種子を置床する以上、四月の下旬しか播種できず、従って、6月にならないと田植ができなかった。しかし保護苗代の出現により、稲作作期を決めるものは田植時期となり、活着できる温度に到達する5月上旬が早限となり、以前に較べて約1ヶ月田植時期を早めることが出来た。このことによって、出穂期を早め、ひいては遅延型冷害の危険性を少なくできた。しかし機械移植の導入にともない、第1表に示すように、従来の播種量に較べて稚苗で12倍、中苗で6倍の高密度の播種をすることにより、苗の個体間の競合が激しくなり、また高温多湿性の病害が発生し

易くかつ、発生した場合には高温多湿と種子の密播により多発しやすくしている(第2表)。

一方、育苗の温度管理はむしろその導入の経緯から苗を寒さに

第1表 育苗の種類と播種密度

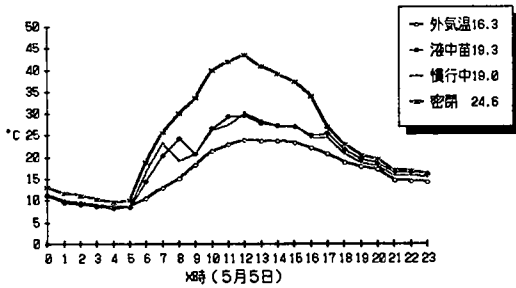
	稚 苗	中 苗	畑 苗	折衷苗	水苗代苗
gr/m ²	1,111	555	120	75	90
比 率	12.3	6.1	1.3	0.8	1.0

あてまいという意識が強く、苗を過保護にすることが問題となっている。第1図にビニールを密閉したときの、温度経過を示しているが、日中の最高気温は40℃をはるかに越えている。だが、夜温はそれほど保温効果(役割は大きい)はなく、夜間は火器を入れない限り、温度を高めることが出来ないことから、育苗管理とは、いかに、日中の温度管理を苗の生育適温にするかにかかっていることになるが、さきに述べたような理由で、どうしても保温が過ぎることになり苗作りを失敗していることが多い。

以上のことを考えると育苗温度管理の要点は、低温による育苗の失敗よりも高温による失敗が多いことが推察される。実際現地でもみる失敗例も、高温による病害の発生と軟弱徒長苗等の例がほとんどである。

第2表 育苗障害とその病原菌

水苗代	畑苗代	箱育苗
Pythium	Gibberella	Pythium
Achlya	Pyricularia	Gibberella
	Cochliobolus	Fusarium
		Pyricularia
		Cochliobolus
		Rhizoctonia
		Corticium
		Trichoderma
		Rhizopus
		Mucor
		Pseudomonas



第1図 育苗管理法と温度経過
1985.5/5

そこで、これらの問題を解決するには高温部分のカットが必要であり、更に、苗のステージに応じての適温の指示をする必要がある。しかもその温度は実用的な幅をもった温度域の方が好ましい。そしてこれらの温度域は、観念的な温度域指示ではなく、「開ける」、「閉める」などの具体的な指示をする必要がある。

以上のような必要条件を備えるものとして液晶表示を採用し、試作品について試験をした。

3. 試験方法

試験は1984年から1986年の3年間行い2℃刻みの液晶紙温度計を用い液晶紙に直射日光が当たらないようにして幌内に設置した。また各年とも、中苗と稚苗について播種期を変え各2回の反復試験を行った。品種はキヨニシキを用い、播種量は中苗100gr、稚苗200grである。その他の育苗法は農試の慣行法とした。なお育苗はトンネル育苗で行った。

(1) 1984年試験

温度管理方法は午前9時前後の定時に、幌内気温がそれぞれ20℃、25℃、30℃に達しておれば、開放以後は天候の如何に係わらず夜まで開放あるいは全閉とする、20℃開放区、25℃開放区、30℃開放区および慣行区とした。夜間は午後5時以降は育苗初期は全閉、同後期は全開とした。

(2) 1985年試験

温度管理方法はトンネル毎にバイメタルのセンサーとリレーをランプおよびブザーに接続し、所定温度に到達したときに警報を発してビニールの開閉を次の要領で行った。

稚苗慣行 慣行管理

稚苗液晶区 >30℃開放、20℃日中半開（幌内温度25℃メド）夜全閉

中苗慣行区 慣行管理

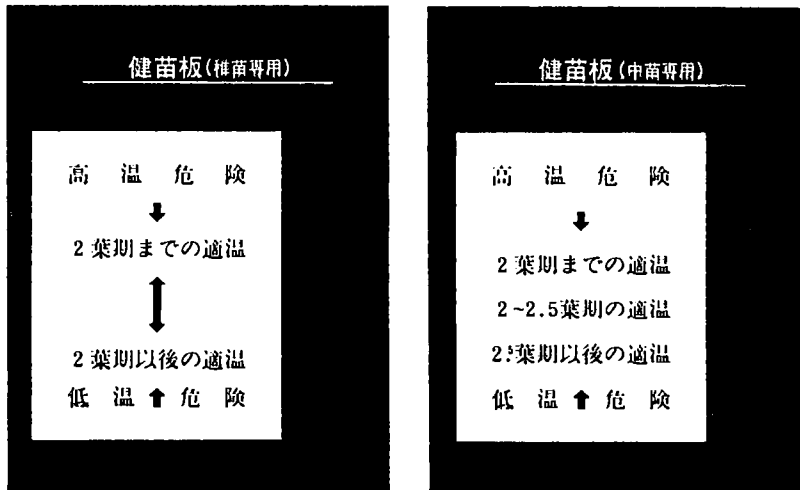
中苗慣行区 >30℃開放、15℃日中半開（幌内温度25℃メド）夜全閉

中苗密閉区 播種後ビニールの開閉を一切しない。

(3) 1986年試験

2年間の結果を踏まえて、5℃刻みの液晶温度域を作り、葉期毎の適温域を決め、表示は第2図

に示すように、それぞれの温度域を温度でなく文字で表示し、高温30℃以上を高温危険と表示、低温域は低温注意と表示した。なお適温域と注意温度域の間の温度域は上下矢印が表示されるようにした健苗板によって温度管理をした。その他栽培法は前年度と同様である。



第2図 健苗板の模式図

4. 試験結果

(1) 1984年試験結果

中苗第2回の試験で生育期間の積算温度を見ると、外気温の積算は423.6℃に対して、中苗慣行では510.3℃、20℃開放区で538℃、30℃開放区で536.5℃、40℃開放区で581.6℃と慣行区に較べても日平均でそれぞれ、0.8℃、0.8℃、2.1℃高く管理したことになり、その結果第3表に示すようにやや葉鞘高、葉身長が長くなっており、充実度も低い。しかし、中苗稚苗とも、ほぼ朝夕2回の管理だけでも20℃開放区、30℃開放区ではほぼ満足する苗が育成されていることが知られた。

第3表 1984年液晶中苗育苗の生育調査（Ⅰは4/10播、Ⅱは4/20播）

区名	草丈 cm	葉数	葉鞘高			葉身長			地上部 g/100ヶ	地下部 g/100ヶ	充実度
			1	2	3	1	2	3			
慣行Ⅰ	10.4	3.7	2.3	3.8	4.9	1.3	3.5	5.3	1.78	0.32	1.71
20℃<Ⅰ	10.8	3.3	2.6	4.2	4.9	1.3	4.2	5.7	1.46	0.30	1.30
30℃<Ⅰ	10.6	3.7	2.4	3.8	5.0	1.2	3.7	5.4	1.44	0.24	1.36
40℃<Ⅰ	13.5	3.9	2.6	4.5	6.4	1.4	4.4	6.7	1.64	0.26	1.21
慣行Ⅱ	14.4	4.1	2.5	4.0	5.5	1.3	4.2	6.5	2.74		1.90
20℃<Ⅱ	16.8	4.1	2.5	3.9	6.1	1.2	4.1	6.6	2.64		1.57
30℃<Ⅱ	18.2	4.4	2.7	4.1	6.1	1.2	4.5	6.8	2.82		1.55
40℃<Ⅱ	20.4	4.3	2.6	4.5	6.9	1.2	4.5	8.0	2.78		1.36

(2) 1985年試験結果

定時管理の方法では、異常な気温、温度の激変に対応することが出来ないで、更に良好な苗とするように、日中半開の操作をとり入れた。その結果液晶区は、ほぼ慣行と同様な生育を示したが中苗での第3葉鞘高、及び第3葉身長が慣行よりも長くなっている。これは慣行区が硬化期間に夜間ビニールを全開したが、液晶区は全開したことによる。そこで昼夜に係わらず、葉期毎の適温を指示することとし、高温の警告と低温の注意を指示させるようにした健苗板の試作品をつくり、1986年試験した。

第4表 1985年第1回育苗試験の生育調査4/10播

区名	草丈 cm	葉数	葉鞘高			葉身長			充実度
			1	2	3	1	2	3	
慣行稚	9.6	2.5	2.9	4.6	-	1.4	5.0	2.9	1.00
液晶稚	10.0	2.4	3.0	4.7	-	1.5	5.2	2.6	1.00
慣行中	12.6	3.7	2.7	4.4	5.6	1.5	4.5	6.8	2.20
液晶中	14.4	3.7	2.8	4.5	6.7	1.6	4.8	7.1	2.10

(3) 1986年試験結果

試験の結果を第5表、第6表に示したが、前2年の苗の生育に比べ、第1回、第2回試験とも第3葉鞘高の徒長も見られず、むしろ県健苗基準に比べやや短苗となったが、葉令の進んだ乾物重も確保でき、県基準、慣行区(熟練者区)に劣らない苗ができた。

第5表 1986年第1回育苗試験の生育調査4/10播

苗種	管理法	草丈 (cm)	葉数	鞘高(cm)			葉身長(cm)			乾物重 g/100	窒素濃 %
				1	2	3	1	2	3		
中苗	健苗板	10.4	2.9	2.7	4.8	-	1.5	4.5	-	1.35	4.48
	慣行	11.5	3.0	2.9	5.1	-	1.5	4.8	-	1.38	4.58
県中苗基準		10~13	2~2.5	3.5	4.4	-	2.4	6.5	-	1~1.5	3.5<

苗種	管理法	草丈 (cm)	葉数	鞘高(cm)			葉身長(cm)			乾物重 g/100	窒素濃 %
				1	2	3	1	2	3		
稚苗	健苗板	12.1	4.0	2.5	3.9	5.3	1.2	4.1	5.5	2.40	4.94
	慣行	11.4	3.6	2.7	4.2	5.1	1.3	4.4	6.1	2.16	4.86
県稚苗基準		13~15	3.5~4	2.7	4.2	5.3	1.5	4.5	7.0	2.5~3.0	4.0<

第6表 1986年第2回育苗試験の生育調査4 / 19播

苗種	管理法	草丈 (cm)	葉数	鞘高 (cm)			葉身長 (cm)			乾物重 g/100	窒素濃 %
				1	2	3	1	2	3		
中苗	健苗板	10.7	2.5	3.2	4.8	-	1.9	5.9	-	1.39	5.19
	慣行	10.6	2.3	3.3	4.4	-	1.8	6.2	-	1.27	4.72
県中苗基準		10~13	2~2.5	3.5	4.4	-	2.4	6.5	-	1.0~1.5	3.5<

苗種	管理法	草丈 (cm)	葉数	鞘高 (cm)			葉身長 (cm)			乾物重 g/100	窒素濃 %
				1	2	3	1	2	3		
稚苗	健苗板	14.3	3.7	3.7	5.1	6.7	1.6	6.6	7.5	2.71	4.98
	慣行	11.0	3.8	3.3	4.0	5.2	1.5	5.3	5.7	2.42	5.03
県中苗基準		13~15	3.5~4	2.7	4.2	5.3	1.5	4.5	7.0	2.5~3	4.0<

5. まとめ

保護苗代は、作期の前進をはかり、結果として稲作の安定をもたらした。しかし、苗作りの低温に留意する余り、むしろ過保護の基調をとり、これが箱育苗の高密度播種と共に、高温、多湿、個体間競合をもたらし、苗代病害に高温、多湿性の病害の多種類、多発生を招いている。

一方、育苗時のビニールによる保温は第1図（トンネル）でみられるように全閉しておけば、40℃以上にも温度は上がるが、最低気温は外気温とほぼ同じと考えられ、従って、育苗の良否は最高気温をおえて、床内気温をいかに苗の好適な温度にもっていくかにあると考えてよい。従って好適な温度を指示することにその目的があるが、この温度指示が温度の測定方法、葉期毎の適温の記憶など種々の問題を起こしており、結果として保温意識を誘起して苗を徒長させることになっている。従って本法では、あえて温度指示ではなく、葉期毎の適温域を文字で示し、高温域に危険の表示をだし、さらに中間温度域は上下の矢印で、適温域に誘導しようとしたものである。本装置を使い、その指示に従えば、健苗を作ることにはだれでも出来ると考えられる。

長さ1.2mのステレオバーに取り付けた2台の汎用カメラ(Nikon F3, $f = 2.8$, 28mm広角レンズ)を用いて牛の中心より4.0m離れた地点に据え付け、牛の前後左右の4方向より撮影を行った。広角レンズを用いたため、撮影距離(L)とレンズ中心間の距離(W)との比、すなわち基線比(W/L)は約1/3.3となり、精度の向上になった。牛体の等高線を求めるため、大きさ約10mm四方の白色テープを指標として牛体表面に格子状に配置した。撮影フィルムは白黒フィルム(Fuji Neopan SS, ASA 100)を使用した。撮影は牛の被毛が夏毛の状態にあった1986年8~9月に行った。

3. 結果および考察

撮影した2枚1組の写真から基準点の写真座標をディジタイザ(Mutoh DL 3-22)によって読み込み、それらの数値を立体写真に関する共線条件の式(村井, 1983)に代入して基準点の地上3次元座標を算出し、実測した基準点座標と比較した。表1に牛体右側基準点の比較結果を例示した。

誤差が生じ易いZ座標の計算値と実測値との差は最大20mm, 最小1mmとなった。また, 前方, 後方, 左側においても, 基準点におけるZ座標の計算値と実測値との差は最大20mm以下であった。

表1. 牛体右側の基準点における地上3次元座標の計算値(X_c, Y_c, Z_c)と実測値(X, Y, Z)との比較
単位(m)

基準点	X_c	$X_c - X$	Y_c	$Y_c - Y$	Z_c	$Z_c - Z$
01	1.188	-0.004	1.430	0.000	-3.989	-0.008
02	*	*	*	*	*	*
03	2.295	-0.002	0.203	-0.004	-1.768	-0.020
04	2.571	0.002	1.492	0.000	-2.208	-0.001
05	2.941	-0.001	1.495	0.000	-2.199	-0.001
06	3.290	-0.001	1.498	0.000	-2.190	-0.001
07	3.854	0.002	0.306	-0.003	-1.769	-0.012
08	2.617	0.001	1.486	0.002	-3.224	-0.003
09	3.004	0.001	1.491	0.001	-3.206	-0.005
10	3.370	-0.001	1.494	0.001	-3.189	-0.008
11	4.478	0.002	1.376	0.000	-3.849	-0.007
12	*	*	*	*	*	*
13	4.706	-0.001	0.274	0.001	-2.358	0.006
14	3.145	0.001	-0.087	-0.004	-2.733	-0.009
平均値**		0.002		0.001		0.007
標準偏差**		0.001		0.002		0.005

注) * 測定値の不良 ** 絶対値

牛体上の指標の地上3次元座標を求め牛の等高線を描き図2に示した。腹部や肩部などは比較的なだらかな変化を示し、頭部と四肢は複雑に変化しており、これらの変化は実体顕微鏡で観察した結果ともほぼ一致していた。なお被毛の深さは10箇所平均で3.3 mmであり、被毛による体表形状の影響は少ないと考えられる。また、首、腹ならびに後肢の断面図を図2に示した。後肢の内側は指標がないため後方および前方より補間した。断面形状は、首および後肢はほぼ左右対称であったのに対し、腹部は臓器などの影響により対称性に乏しかった。

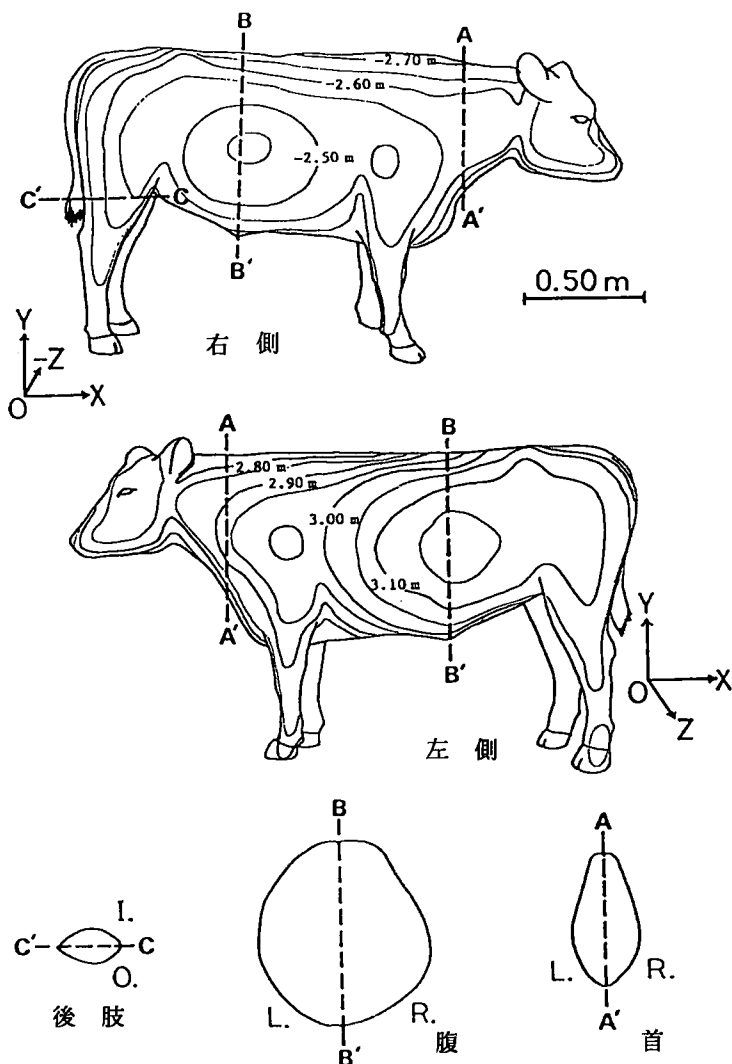


図2. 牛体の等高線と首、腹部および後肢の断面形状

約120mm間隔で牛体断面図を算出し断面周長および断面図間の距離より円錐や円柱などに相当する形状を仮定し部位別の体表面積を算出した(表2, 図3)。四肢は全体の約16%を占め, 人間は成人の場合約50%なので, 牛の場合は著しく小さいことがわかった。

表2. 部位別体表面積と全体表面積に占める割合

部位 #	部位の名称	体表面積(m ²)	割合(%)
A	頭 ##	0.49	9.0
B	首	0.34	6.3
C	胸・肩	0.86	15.8
D	腹・背	2.06	37.9
E	腰・尻 ###	0.84	15.4
F	前肢	0.29	5.3
G	後肢	0.56	10.3
計		5.44	100.0

図3に示す
 ## 耳の表面積 (0.08 m², 1.5%) を含む。
 ### 尾の表面積 (0.06 m², 1.1%) を含む。

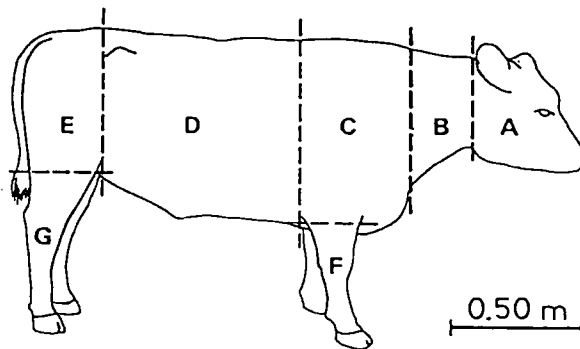


図3. 表2の体表面積に対応する部位

引用文献

- 1) Brody, S., J. E. Comfort and J. S. Matthews, 1928: Further investigations on surface area with special reference to its significance in energy metabolism. Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bul., 115, pp. 1-60.
- 2) Minagawa, H., 1988: Measurement of cattle body surface area by stereo photogrammetry. Proceedings of the Third International Livestock Environment Symposium, American Society of Agricultural Engineers, pp. 179-185.
- 3) 日本写真測量学会編, 1983: 写真による三次元測定, 共立出版, pp. 1-182.
- 4) 村井俊治, 1983: 解析写真測量, 日本写真測量学会. pp. 46-56.

中国吉林省の大学と農村

本 庄 一 雄

(岩手大学農学部)

岩手大学と中国吉林農業大学との間に1986年9月13日、学術交流及び友好協力関係に関する協定書が締結された。その協定に基づいて1987年6月25日から7月24日までの1カ月間、中国の招聘により訪問する機会に恵まれた。吉林農業大学では稲作研究者（大学、農試、人民政府など）約70人を対象に講義、農村での実施指導、大学、試験場などの見学を行なった。

1. 吉林省の概要

中国東北部（旧満州）は遼寧省、吉林省、黒竜江省の3つの省より成り、吉林省は東北部の中央に位置している。吉林省の主要部は東北平原（長春市の標高216m）、東部は朝鮮半島に接する長白山地（長白山2,691m）、西は大興安嶺の麓まで続く。北緯40°50′（十和田湖附近）から46°20′（サハリン南部）にまたがり、省都長春市は43°52′にあって旭川市とほぼ同じ緯度である。年平均気温をみると長春市は4.4℃、盛岡の9.8℃にくらべるとかなり寒い。厳寒期には-30℃は珍らしくなく、雪が少ないため凍土は1.5mにも及ぶという。夏は暑く5、6、7月の平均気温は盛岡よりも高い。降水量は盛岡の半分で完全な夏雨型で5月～9月の間に83%も降る。吉林省全体でみると朝鮮半島に近い東部は900mm、西部の大興安嶺は300mmという。総面積は187,400km²（日本の約1/2）、耕地40,500km²（405万ha）、草原15,500km²、森林67,700km²であり、主要な作物はトウモロコシ、大豆、米、コウリヤン、アワ、小麦、換金作物としてビート、タバコ、垂麻などが作付されている。

月別平均気温（℃）と平均降水量（mm）

（理科年表）

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気温	長春	-17.2	-12.5	-4.4	6.7	14.2	20.3	23.6	22.2	15.0	7.0	-4.4	-13.9	4.4
	盛岡	-2.5	-1.8	1.6	8.3	13.9	17.9	21.8	22.8	18.0	11.6	5.6	0.4	9.8
降水量	長春	8	8	15	20	51	104	183	135	61	38	15	8	645
	盛岡	65	57	88	97	91	121	170	165	155	108	91	75	1282

2. 吉林農業大学

吉林農業大学は長春市（旧新京）にあり、長春駅より南東約20kmの郊外にある。もともとは市内にあったものが「4人組」によって農学部は街の中にあっては研究ができないということで僻地に追われ、「4人組」が打倒された後現在地に新しく建てたものだという。移転してから9年目であり建物は統べて新しい。私の訪問した吉林省東部の延吉市郊外にある延辺農学院（農学院と農業大学は同じ）、黒竜江省ハルビンにある東北農学院も現在地に移ってから9年目だという。

長春市は吉林省の省都であり、北京から飛行機で1時間半、汽車だと特急で15時間、私達は夕方北京を出発し翌朝6時に長春に着いた。北京の近くは電気機関車であるが、ほかには統べて蒸気機関

車で昔懐かしい匂いがあった。広軌なので巾が広く、1室4人の寝台車、食堂車の中国料理と酒など快適な旅を楽しんだ。

長春の人口は230万人、全国の大学の中で規模の大きさを5指に入る吉林大学をはじめ多くの大学があり、学生数は40万人という文教の中心地である。工業も盛んで長春第一自動車工場は全国一という。特産物は朝鮮人参、鹿茸（鹿の角）、虎骨酒など。

(1) 学系及び専攻 吉林農業大学は吉林省立の総合農業大学であり、1948年に設立された。学系（学科）は6学科、18の専攻がある。各専攻には1～11の教研室がある。教研室は大講座制であり、日本の大学の講座は3～4名で構成されているが、吉林農業大学の教研室は10名位で構成されているようだ。学系と専攻及び教研室名は次のようである。（ ）内は教研室名を示す。

農学系	}	農学専攻（耕作栽培，作物育種，遺伝，生理生化学，農業気象）
		植物保護専攻（植物病理，農業昆虫）
		農業教育専攻（農業教育）
土 壤 農 業 化学系	}	土壤農化専攻（土壤，農業化学，土壤微生物，水利測量）
		農業生物物理専攻（農業生物物理）
		農薬化肥専攻（農薬化肥）
動 物 科学系	}	畜 牧 専 攻（家畜飼養，家畜繁育，大各論，小各論）
		獸 医 専 攻（組織胚胎解剖，家畜微生物，生理生化，微生物，内科，外科，寄生虫）
		農畜産品加工専攻（農畜産品加工）
		中国獣医専攻（中国獣医）
		淡水養殖専攻（淡水養殖）
特 産 園芸系	}	果樹栽培専攻（果樹蔬菜育種，果樹栽培）
		蔬菜栽培専攻（蔬菜栽培，果蔬貯蔵加工）
		薬用植物栽培専攻（薬用植物栽培，中草药，植物）
		野生植物利用専攻（野生植物利用）

農業工程系 — 農業生産機械専攻（力学，電工工業電子学，金属工芸，機械製図，系統工程管理，自動車トラクター，機械設計，農牧業機械，農業機械化，農村エネルギー，動力実験室）

農業経済系 — 農業経済管理専攻（農業経済，農業企業管理，農業会計）

(2) 学生数等 学生定員3,000名、現員は2,965名、このほか通信教育1,382名、全寮制で各専攻別の寮が構内にある。学費は国家負担であり、さらに奨学金制度（年間150元9%，200元1%の学生）及び食費補助制（1カ月20元支給）があるという。大学受験は日本の共通一次テストのような制度があって、出願時に希望大学を書くとのこと。学費不要なので進学希望者が多く、よほど努力しないと入れないらしい。勉強にかける情熱はものすごく、図書館はいつ見ても満員だし、早朝構内で本を持ち声を出して勉強する人の多いこと、まさに熱烈学習そのものである。

(3) 附属農場 耕地700ha、牧場500haで中国農学部の農場では3番目の大きさだという。水田は40haであるが、1990年までに100haに拡大するという。生産性が高いこと、低湿地があり畑作

物は湿害を受けるという理由であるが、本音は米が一番利潤があるという。実験農場、生産農場、原種供給農場に区分されており、原種供給農場では水稻、トウモロコシ、大豆、コウリヤン、アワなどを省内の各県に供給している。圃場は雑草もなく整然としており、先の見えない位続く畦は真直で実にきれいだ。牧場では乳牛460頭、鹿400頭（角が鹿茸といわれ精力増強の有名な漢方薬）それに豚、ニワトリなどが飼育されていた。

農場の指導者は6名、技官、作業員を含めて800名だという。経営はすべて独立採算制で、全職員の給料、経営の一切の経費は自前で調達している。1986年の利潤は40万元あったという。（1元は日本円で約40円であった。現在は円高で36円位である。）

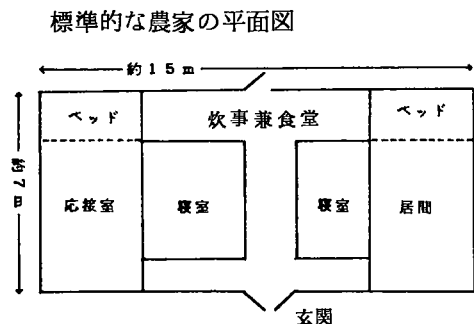
(4) その他 教官は教授4名、副教授（助教授）58名、講師241名、助教（助手）323名、総数626名である。教授数が極めて少なく、理由をきいたが明確な答は得られなかった。大学の中が一つの自治体のように各種の施設があり、機械工場、印刷所、病院、それに職員家族のための幼稚園、小学校、中学校まで整っている。

3. 農業と自由化の波

1978年に「4人組」が打倒されてから大きく政策転換をした中国では農業、工業、国防、科学技術の4つの近代化を目指し各方面で自由な政策がとり入れられている。1980年1月、中国共産党中央委員会が開かれ「農業現代化政策」が決められ農村改革がスタートした。従来行政機関を通じて統て行政命令によっていた生産販売体制を改め、農場の企業化が行なわれ始めた。それまでは利潤は統て国庫に納める代りに赤字が出れば国がカバーする方式であったものが、一定額の財政的寄与を約束し、それ以上は総て内部保留を認めるというのが大筋である。

1981年までは生産隊ごとに生産高を請負い、契約以上に達成した場合は定額の奨励金を出す方式であったものが1982～83年にかけて生産隊ごとの請負いを組（または社）単位で請負い、賃金は変動性となり奨励金は生産高に必ずするように改められた。現在の行政は省—県—郷（郡）—村（生産隊）—組となっている。村の中に組が数組あり、1つの組は数十戸の農家で組織され、1つの集落を形成している。1984年からは請負いの主体を世帯ごとに一定面積（家族人数及び地力によって面積はちがう）を請負う制度になり、最近は更に進んで「家庭農場」なるものが取り入れられ、一定の農地を長期にわたって耕作し農業税、管理費、利潤の一部を支払って個人で経営している。しかし、統べての作業が個人ではなく共同作業に適したものは共同で行なっている。

人民公社時代は集団労働と平等分配が建前であった。この方式では一生懸命働いた者も、そうでない者も収入が同じであって生産性は上らない。生産責任制はこうした矛盾を取り払うもので、農家が国や村に一定の農産物を納めれば余った分は個人の収入にしてよいことになった。土地は国のもので個人所有は認められていないが、働けばそれだけ多くの収入があることから生産性の向上は著しいものがある。その結果、農家の収入は年々ふえ各地で住宅の新築ブームを迎えている。私の見た農家のうち標準的な間取りは図のようであり、寝室やベッドは一段高く作られ



床下には炊事の煙が通り床を暖める方式が採用されている。レンガ作りの平屋建で壁の厚さは40cm程（レンガの横巾2枚分）あって冬も暖かいという。

農家の収入を永吉県万昌郷の例でみると、郷の中に16村があり126の組がある。稲作が中心になっているが、今まで一番収入のよかったのは1984年で1人当り農業だけの収入が900元であったという。1987年は1人725元の計画だときいた。働き手が3人以上いるので少なくとも一戸の収入は2,200元ほどになる計算だ。長春の近くの新立城鎮では水稻の収入が1人千元、副業にニワトリ、ウズラ、漬物工場、鉄工場などを経営しているのでその収入が500元、合計約1,500元になるという。兼業も認められており通勤のサラリーマンも多くなった。都市労働者の月給が100元前後であるから、農家の収入は恵まれており、活気があふれていた。

自由化によって各地に多くみられるようになったのが自由市場である。長春の吉林省博物館（元満州国皇宮）のすぐ隣りに自由市場があり、農家が自家生産した穀物、果物、野菜、肉などが所せましと並べられ、声をはり上げて客を呼び縁日のな雰囲気でごった返していた。1kg当り粳米0.96元、糯米1.4元、アワ1.2元、ゴマ2.6元。米の配給価格は0.4元というから2倍強の値段である。

4. 水稻の栽培

中国東北部の稲作栽培はもともと朝鮮民族の持ち込んだものである。私の見た4カ所の農村でも朝鮮民族の組は一番よい稲を作っていた。吉林省の主要な品種はシモキタ（中生）、ハヤニシキ（中生）、アキヒカリ（晩生）など日本の品種が中心である。アキヒカリは出穂が8月5～10日で年により登熟の悪い年もあり、出穂が早目でアキヒカリ並の収量のある品種を望んでいた。早生種は中国育種の吉梗、寒九、双豊8号があるという。ハイブリットライスは南の方にはあるが、東北部にはない。育苗はハウスでの箱育苗、トンネルの畑苗であり、年々箱育苗が多くなっている。動力田植機もあるが、人力田植機の良いのが作られ10アール4時間で植えるという。施肥量（kg/10a）は窒素15kg、リン酸5～7.5kg、カリ5～10kgが基準であり、リン酸、カリは全量基肥、窒素は基肥に60%、田植後5～7日30%、減分期20%、出穂期10%。どの地区へいっても判を押したような答えであった。吉林農業大学や田中稔先生等の稲作指導により技術的な水準は向上しているが、実践的な応用面はまだ弱いようだ。

1986年の平均玄米収量（10a）は永吉県万昌郷で536kg、九台県飲馬河鎮600kg弱、長春郊外の新立城鎮で560kgという。私の見た稲からみてもこの収量は間違いのないと思われた。中国の方にきくとお米はおいしいから1日3回食べたいという。現在はそれだけの生産がないので普段の食事は朝は中国風のパン（蒸したものが多く種類は豊富）かオカユ、昼ゴハン、夜はゴハンかパンで、米は食事全体の3/5位ときいた。私は1日2食はゴハンを食べていたが、日本の品種なので北京の米にくらべると美味であった。稲作技術の向上とともにコムギやトウモロコシにくらべ生産性もよく安定した収量があるという。農村では稲作技術の修得と開田に懸命である。

気象災害で最も恐ろしいのは冷害である。障害型冷害は殆んどないが、遅延型冷害はまああるという。谷口利策氏のおられる黒竜江省農業科学院にはコイト工業の人工気象室が完成し、今年から冷害実験を始めるときいている。農業技術面での日中友好ができることはうれしい。歴史や文化面からみても中国は最も近い国だ。もっと人的交流を深め友好の絆を深めたいと願っている。

長距離移動性害虫“アワヨトウ”の多発生と気象との関係

平井 一 男

(東北農試環境部虫害第1研究室)

昆虫には不良な環境条件を脱し、適地へ移動する種類がいる。本年4月には、アフリカで発生したバッタの大群が地中海を渡り、南欧に移動したニュースがあった。わが国でも、昨年、本州から北海道の日本海側を中心とする各地で、大量に北上侵入して来たアワヨトウにより牧草や水稲に大きな被害があった。東北、北海道における6月下旬～7月上旬の発生面積は約20万haに及び、多発圃場では1㎡当たり数百頭もの幼虫が見られた。このようなアワヨトウの大発生は古くから日本昆虫七不思議の一つと数えられ、既に807年(古語拾遺)に被害と見られる記録がある。中国では古来より、空から突然降りて来ては大発生を見るところから“神蟲”として恐られているという。このように、年により突発的に大発生するアワヨトウの防除に当たっては、まず第一に発生を予測し、第二に発生の恐れのある年には成虫侵入と幼虫の初期発生の発見に努めることに重点を置かなければならない。

当研究室では一般別枠研究「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発」(昭和58～62年)の中でアワヨトウの発生生態について調査した。その結果、①周年発生地における越冬密度には冬から春にかけての気象の推移が関係していること、②非周年発生地での発生は周年発生地からの成虫の飛来によること、また、3年によって見られるアワヨトウの大発生には一定の周期性は見られないこと等が分かった。ここでは、それらの知見に基づいて、大量の成虫の飛来侵入と幼虫の多発生を予測する方法を開発したので、以下その大要について紹介する。

成虫の多飛来年の予想：移動性害虫の発生予測にはまず成虫の多飛来を予測することが必要である。そのためには、成虫の移出地における越冬密度を把握することが前提になるが、その把握は現実的には困難なので、代わりに越冬密度と関連の深い越冬期間の気象要因を用いて推定することとし

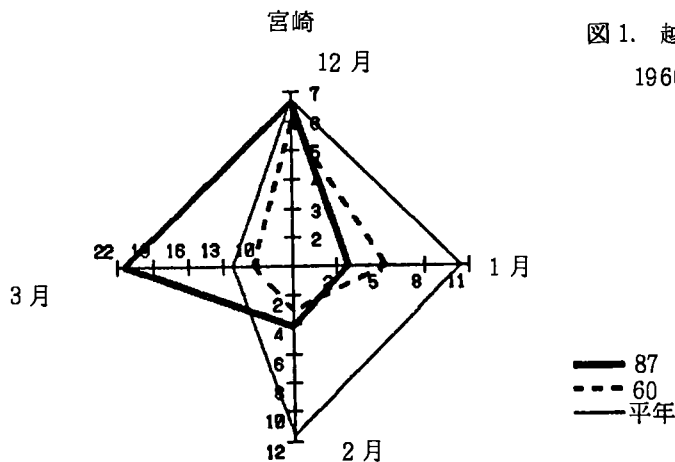


図1. 越冬地における12月～3月の乾燥指数
1960年と1987年は広域多発年であった。

た。この虫は1月の平均気温が2℃以上で、根雪のない温暖な西日本で幼虫越冬が可能である。6月上旬の北日本への大量侵入の移出地は石川県以西～九州地方が有力視されているが、さらに中国華中地方以南も移出地の一つとしての可能性がある。

1958～1987年の間に北日本で多発した8か年について、西日本の越冬可能地帯の12～5月の平均気温と降水量の変化を解析したところ、それらの地点が温暖で乾燥傾向の年に北日本で多発していたことが解明された。このことから、一般に越冬地の1～2月の乾燥指数（月降水量を月平均気温で割った値）が、平年値より小さい年、そして3～5月の月降水量と月平均気温が平年に比べ異常値でない年多飛来予想とすることが妥当であると考えた（図1）。（但し、前年が多発した場合、1～3月の平均気温が前年より高ければ、多雨であっても多発の可能性は高い）。

成虫飛来のモニタリング：北日本におけるアヲトウの発生には、①4月中旬～6月中旬に中国華中地方から東進する低気圧の中心が日本海側にあること、②太平洋側に高気圧が停滞する気圧配置の時に、強い南西風（例えば ≥ 10 m/秒）が卓越すること、③各地で日平均気温が20℃以上に昇温する日が数日間続くことなどの気象条件が関与し、その暖域に乗って大群の成虫が日本海側を夜間に北上侵入する（図2）。したがって、上述の多飛来予想年には図3に示した流れに従って移動侵入を予測し、さらに飛来の実態を把握し、発生を予測するとよい。

成虫の飛来を知るには、図4に示す糖蜜液を入れた誘蛾器による誘引調査が最適である。誘蛾器

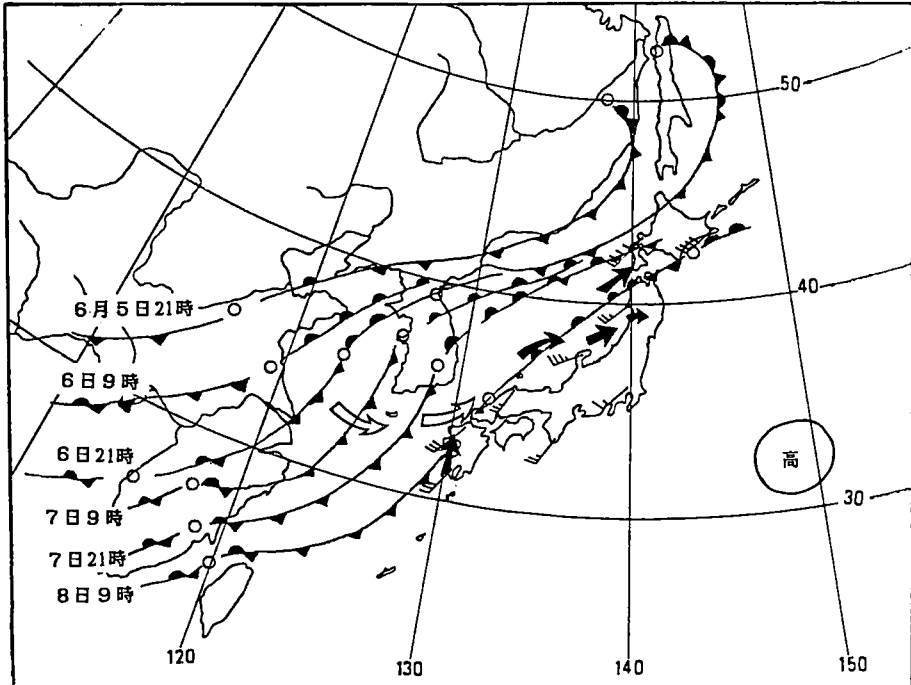


図2. 1987年6月上旬にアヲトウ成虫が本州から北海道の日本海側に大量飛来した時の前線の移動と気圧配置

は周囲に蜜源植物が少なく、西方に開けた1 ha以上の牧草地に設置して飛来侵入する成虫を捕足する。

これまでの調査結果によれば、1台1日当たり雌16頭、5日当たり雌25～50頭が誘引された時に、その牧草地に終齢幼虫で49～80頭/m²の発生が認められ、大きな被害を受けている。このような時には、6月下旬～7月上旬にこれらの1回目の幼虫が牧草地を中心に多発する。その後もアワヨトウの生態要求が満たされれば、すなわち7月上～中旬の幼中期後半から蛹期間に多雨であり、2世代目成虫の発生・産卵期～若齢幼虫期に相当する7月下旬～8月中旬に少雨であると、8月下旬～9月上旬に2回目の幼虫が水稻を中心に多発するので、幼虫の早期発見に努め、被害を未然に防止することが必要である。

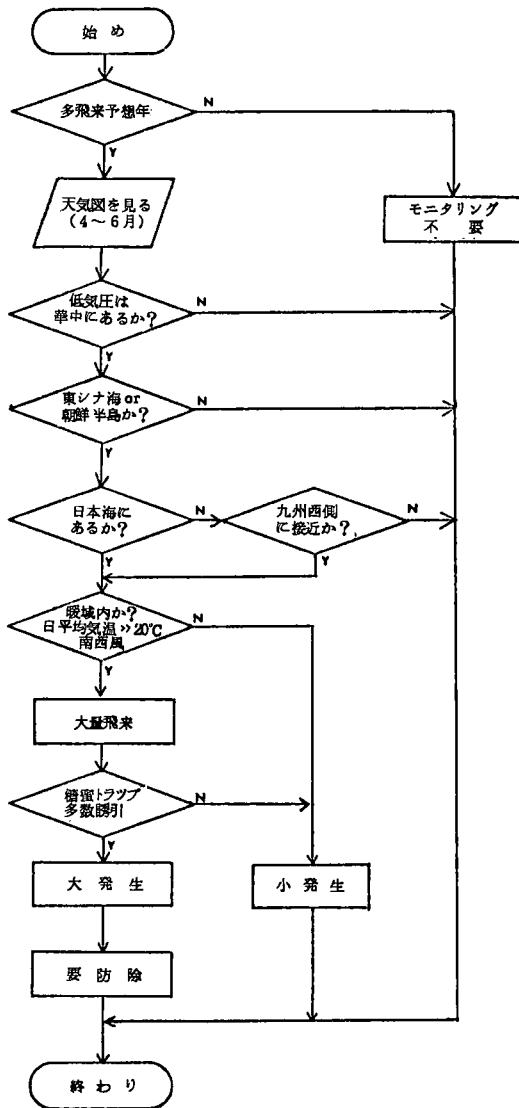


図3. アワヨトウの移動予知と発生予測のながれ

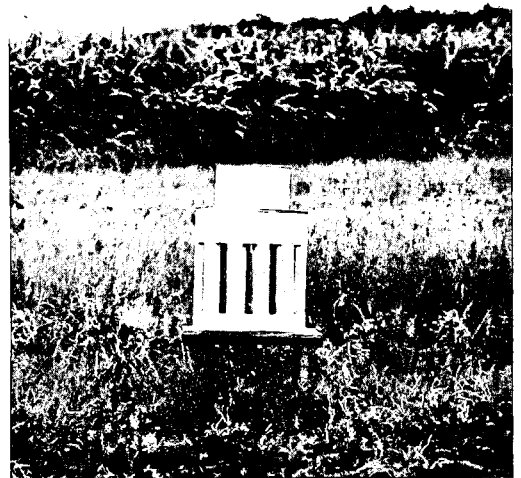


図4. アワヨトウ成虫を捕獲する誘蛾器
誘引源に糖蜜を使用すると、大量飛来した成虫を捕獲するのに効率的である。

山形農試の近況報告

山形県立農業試験場 吉田 浩

山形県は大きく4地域に区分されますが、農試はそれぞれの地域に本支分場が配置され、古くから地域の農業振興につくしてきた。すなわち、村山地域には本場（山形市みのりが丘）、庄内支場（東田川郡藤島町）、最上には最北支場（新庄市松本）、置賜は置賜分場（南陽市宮内）となっている。

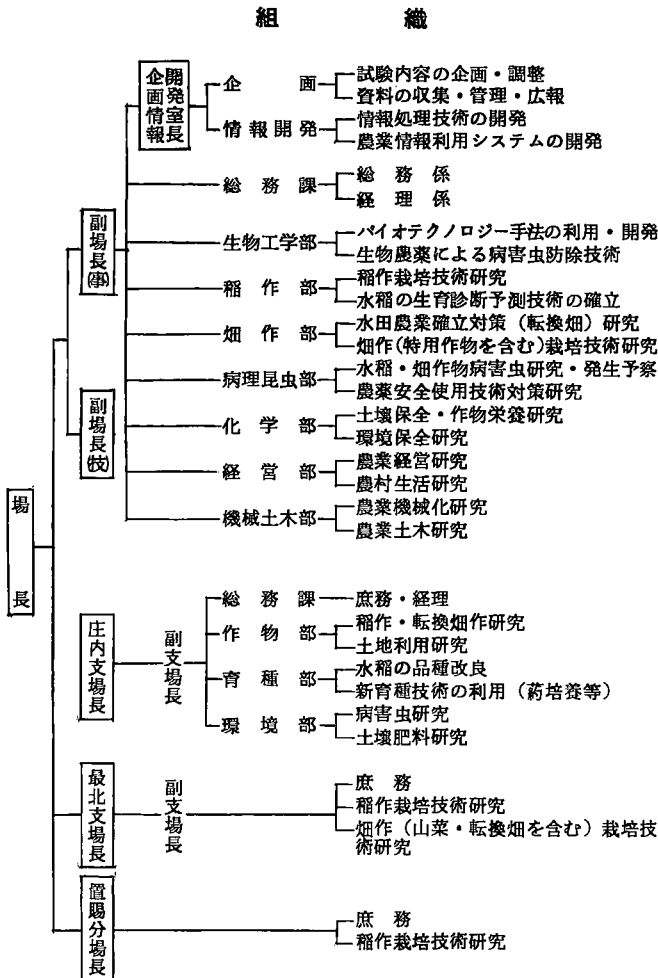
組織については別表のとおりで、研究員は合計66名、技労職員44名、事務職員14名で、県産業振興のため頑張っている。

本場：設置以来まもなく100周年を迎えるが、現在地は昭和57年に3回目の移転整備をしま

す。現在地は山形市の西部山麓に当り、40haの敷地は、ほ場11ha、施設・道路等14ha、その他緑地となっているので、緑と自然が一ぱいの農試である。栽植された樹木類は1万本余で、本館までの通路の両側には、オヤマザクラ、コブシ、ナナカマド等が植えられるなど、春夏秋冬のそれぞれのたたずまいには目を見張らせるものがある。

しかし、良いことだけでなく、水田には石が露出し毎年石拾いに苦労しているし、畑は強粘土であるために排水不良で、山砂を30cmばかり入れて攪排し、暗渠排水して、田畑とも最近やっと満足な試験がやれるようになっていく。

研究の特徴としては、稲作、麦、大豆とも多収穫についての解析では全国でも知られているほか、最近の新しい部門の研究セクションの設置



で、情報開発では水稲をはじめ各作物の生育診断、予測技術の開発、気象情報を活用した技術開発、生物工学でのバイオテク手法による水稲ほかの作物の品種育成、農業土木での暗渠排水の資材、工法等の研究などに取組んでいる。

庄内支場：庄内平野の中心に位置し、昭和61年度で施設整備を完了し、趣きを一新している。研究の主力が水稲品種育成となっているので、は場・施設の整備ともそれらに沿ったものとなっている。

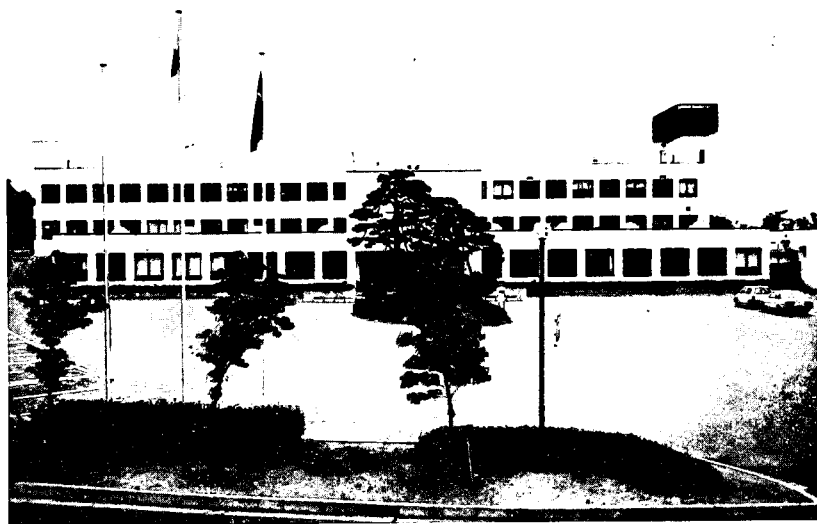
最近、早生種の「みちのくわせ」、「はなの舞」を育成し大いに意気をあげており、今後ポストサニシキを目標に育成に意欲を燃やしている。

最北支場：県内の豪雪地帯に位置し、寒冷地の稲作と畑作、園芸関係の試験を実施している。特に大豆多収穫や山菜類の栽培に関する研究で知られており、近年の水田転作で成果も見ている。施設が老朽化していることから、近々中に隣接している農業大学校と一体的整備をすることで、現在整備前の調査を行っているところである。

置賜分場：かつて水稲の多収栽培で10アールあたり1013kgをあげるなどして知られたが、現在は水稲の品質改善、低コスト生産等の研究を進めている。

本場と距離も近く、農業地帯としても類似することから、共同研究等も多くなっている。

農業のきびしさは年毎に高まっているが、それだけに試験研究に対する要望は、大きく、しかも切実になってきている。そのためにも研究に携るものが気をひきしめて技術開発を行っているところである。



山形農試の全景

昭和 63 年度支部会開催のお知らせ

昭和63年度日本農業気象学会東北支部会が山形県立農業試験場を初め、関係各位のご協力により山形大学において次の日程で開催される運びとなりましたのでご案内申し上げます。

記

1. 会 場 山形大学農学部（鶴岡市若葉町，TEL 0235 - 23 - 1521）

2. 会 期 昭和63年8月22日（月）～23日（火）

(1) 第1日目（8月22日） 役員会，研究発表，講演会，懇親会

12:00～13:00 役員会

13:00～16:30 研究発表

16:30～17:20 講演会

① 山形県におけるメッシュ気象情報の活用 荒垣 憲一（山形農試）

② カナダ・アメリカの畜産事情 皆川 秀夫（北里大学）

17:20～17:50 総会

18:00～20:00 懇親会（農学部内で予定）

(2) 第2日目（8月23日） 現地研修会（費用は無料の予定）

8:30 鶴岡駅前出発 9:00～10:00 庄内支場 11:00～11:40 山居倉庫

12:00 酒田駅前解散

3. 研究発表申し込み及び参加申し込みはおよそ8月6日（土）までに下記へお願いします。

〒020-01 盛岡市下厨川赤平四 東北農業試験場農業気象研究室内

日本農業気象学会東北支部事務局（TEL 0196(41)-2145 内線239）

4. 宿泊申し込みは下記の宿泊案内参照の上各自直接申し込んで下さい。

① ホテル山王プラザ

TEL 0235 - 22 - 6501(代)

室料 シングル ￥3,500

バス付きツイン ￥8,000

（税，サービス料込み）

チェックイン16:00 チェックアウト10:00

③ 鶴岡ワシントンホテル

TEL 0235 - 25 - 0111

室料 シングルA ￥4,800

” B ￥5,000

ツイン A ￥9,000

” B ￥9,500

② 第一イン鶴岡

TEL 0235 - 24 - 7611(代)

室料 シングル ￥5,200

ツイン ￥10,000

（税，サービス料10%別）

チェックイン15:00 チェックアウト11:00

④ ビジネスホテル白樺

TEL 0235 - 23 - 3117

室料 シングル ￥3,500

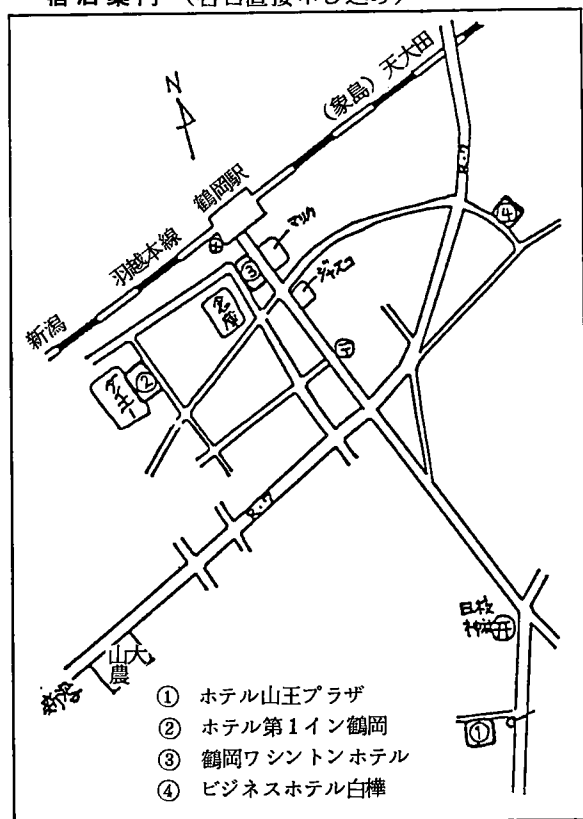
ツイン 7,000

（税，サービス料込み）

チェックイン16:00 チェックアウト10:00

詳細は直接申し込み時に確認して下さい。

宿泊案内（各自直接申し込み）



※ 現地研修会見どころ

山居倉庫：庄内米の保管倉庫として1893年に築造され、15,000tの収容能力を持ち、周囲は直射日光を防ぐため、けやき並木に囲まれている。

倉庫は11棟連なっており、うち1棟は歴史資料館として利用され、庄内地方の米の歴史を紹介している。

庄内支場：大正9年に山形県立農事試験場庄内分場として創設、昭和60年現本館及び付属棟が完成、昭和61年に試験場が整備された。

作物部、育種部、環境部、総務課の1課3部制である。水稻育種は、良質多収、耐病性、耐冷性、耐倒伏性を目標とし交雑育種、薬培養を用いている。

近年水稻の品質向上が重要視されているため、玄米形質に対する栽培条件、乾燥法、病害虫の影響等に取り組む一方、食味関連の理化学性と食味評価の解析を行っている。

日本農業気象学会東北支部創立40周年記念大会概要

1. 記念講演

日程	昭和64年8月24日（木）		
場所	共済ビル（盛岡市中央通り3丁目）		
テーマ	「東北の農業気象の未来像」		
講師	鳥山 国士（全国農協連合会）	「作物気象の立場から」	
	内嶋 善兵衛（お茶の水女子大）	「環境科学の立場から」	
	工藤 敏雄（岩手大学）	「農業気象の立場から」	
	門間 敏幸（東北農業試験場）	「農業経済の立場から」	

2. 研究発表

日程	昭和64年8月25日（金）
場所	岩手大学農学部（盛岡市上田三丁目）

3. 記念出版物

Q & A方式「農業気象情報100問100答」の出版（昭和64年5月刊行予定）

1. 昭和62年度支部会の開催について

昭和62年度の日本農業気象学会東北支部会は、秋田県秋田市の秋田県農業試験場を主会場に開催されました。研究発表課題は17課題、講演1題を数えた。総会終了後、市内のふきみ会館において懇親会が開かれ、第1日目を終えた。

2日目は県南部、由利地方の農業事情研修が行なわれ、本庄地区の稲作実証田、由利原高原の稲作、草地飼料、高原野菜、高原地帯、さらに鳥海山麓に設置されている温水路施設およびパイプ灌がい施設等を見てまわり、それぞれ最近の農業事情に対し造詣を深めた。

支部会開催にあたり、大会運営委員長の秋田県農業試験場福田兼四郎稲作部長はじめ、秋田県農業試験場関係者及び普及所等関係各位に対し心より厚くお礼申し上げます。

昭和62年度支部会

8月21日（木） 研究発表 17課題 （秋田市 秋田農業試験場）

役員会

講話 「中国東北部の農村事情」 本庄一雄（岩手大学農学部）

総会

懇親会 （市内 ふきみ会館）

8月22日（金） 現地研修会（由利地方の農業事情）

秋田一本庄地区稲作実証田—由利原高原の稲作、畜産と飼料作、高原野菜—鳥海山麓温水路施設およびパイプ灌がい施設—秋田駅解散

2. 昭和63年度支部会開催のご案内

昭和63年度の日本農業気象学会東北支部会は、山形県農業試験場等のご協力により、8月22日（日）～23日（火）に山形大学農学部を主会場に前項の日程で開催される運びとなりました。会員多数のご参加をお願いします。

3. 会員異動

入会

氏名	所属
井上 駿	東北農業試験場
棟方 研	東北農業試験場
鶴田 正明	岩手県農業試験場
吉田 一衛	大船渡農業改良普及所

退会

佐々木信介、幅 巖、田口喜久治、内藤文男

勤務先変更

福 田 兼四郎 秋田農試→秋田農業短大
 鎌 田 金英治 " →角館農業改良普及所
 鎌 田 易 尾 " →大潟農場
 菅 原 道 夫 山形農試庄内支場→藤島農業改良普及所
 宮 部 克 己 岩手農試→岩手県経済連

4. 会員動静

谷口利策会員は、中国三江平原農業総合試験場計画の専門家として黒龍江省哈尔滨市に滞在中ですが、当初の2ヶ年間の任期がさらに昭和64年6月まで延長されることになりました。

皆川秀夫会員は昭和63年4月23日ー5月4日まで、カナダ（トロント）、アメリカ（ミネアポリス、デンバー）の畜産事情視察に赴いた。

5. 寄贈図書

北海道支部、北陸支部、関東支部、東海支部、近畿支部、中・四国支部、九州支部の各支部より、支部会報、支部会誌、また本部より本部会誌等を戴いております。ご利用の節は事務局までご連絡下さい。

日野義一会員より「日射早植稲作」—気候資源利用による品質向上と安定多収栽培—の図書が寄贈されました。本図書に関する問合せは、〒989-61 古川市諏訪1丁目4-30 宮城県農業実践大学校、日野義一宛（TEL 0229-23-3649）

6. 昭和62年度会計決算、昭和63年度会計予算

昭和62年度 会計決算報告

(63. 3. 31)

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前期繰越金	15,000円	743円	通 信 費	30,000円	28,260円
個人会員会費	380,000	340,500	振 替 費	5,000	3,860
賛助会員会費	20,000	20,000	事 務 費	4,000	3,670
雑 収	80,000	90,800	旅 費	25,000	23,500
			印 刷 費	360,000	320,000
			会 議 費	40,000	40,000
			雑 費	30,000	30,000
			予 備 費	1,000	2,700
合 計	495,000	452,043	合 計	495,000	451,990

次年度繰越金 452,043 - 451,990 = 53 円

昭和 63 年度 会計 予算

(62. 8. 20)

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越金	0円	通信費	0円
個人会員会費	360,000	振替費	4,500
賛助会員会費	20,000	事務費	4,500
雑 収	120,000	旅 費	25,000
		印刷費	360,000
		会議費	40,000
		雑 費	20,000
		予 備 費	18,000
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	仙台市東二番町 70	電力の開発, 販売
美和電気工業株式会社	仙台市立田町14番3号	計測機器販売
(株)旭商会仙台店	仙台市上杉一丁目 9 - 38	計測機器販売
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

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

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農業気象研究室におく。

第2章 事 業

第4条（事業）：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

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

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

第3章 会 則

第6条（会員）：本会の会員は正会員、賛助会員、名誉会員とする。

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

第4章 役 員

第7条（役員）：本会に次の役員をおく。

支部長 1名 評議員 若干名
監 査 2名 幹 事 若干名

第8条（任務）：

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

- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。

- (3) 監査は本会の会計を監査する。

- (4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条（選出）：

- (1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。

- (2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち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。

注意報・警報の基準

※ 注意報の名称変更

(昭和63年4月1日実施)

1. 雷雨注意報 → 雷注意報

一般的に雷は降水(雨, 雪, ひょう, など), 突風, 放電(落雷)などの現象を伴うものである。しかし, 雷雨注意報は本来主として「落雷」による被害を対象とするものであり, 降水, 突風などの雷に付随する現象は対象としていない。

社会現象の変化から, 直接的(人畜への落雷, 落雷による火災など)だけでなく, 送電線などへの落雷に伴う瞬間的電圧降下による電子機器の誤動作から生ずる社会的混乱などの新たな問題が発生している。

また, 雪が降っているときに「雷雨」という表現は不適當という指摘が寄せられ, 検討の結果, 雷注意報という名称として「落雷などにより被害が予想される場合に発表する。」

2. 異常乾燥注意報 → 乾燥注意報

異常低温注意報 → 低温注意報

W. M. O (世界気象機関) は Unusual Weather について,

(1) 人命を奪ったり, 産業界に重大な影響を与えた厳しい気象現象。

(2) 平均気温や降水量が平年より著しく偏り, その偏差が25年以上に1回しか起こらない程度の大きさの現象

と定義している。

気象庁は昭和49年3月「過去30年の気候にたいして著しい偏倚を示した天候をもって異常気象と定義する」。これらの定義から見ると,

ア. 「異常」という言葉は, 出現度数の小さい現象や激しい現象に使用する事が多く, 慎重に使用することが望ましい。

イ. 全国平均で1予報区あたり異常乾燥注意報は年15回前後, 異常低温注意報は年5回前後発表されるものであり, 出現頻度の小さな現象あるいは激しい現象である事を示す「異常」を付して取り扱うことはふさわしくない。

※ 風に関する警報の新設等について

(昭和63年4月1日実施)

1. 「暴風警報」を新設

「暴風雨警報」と「風雨注意報」を廃止

2. 警報新設等の趣旨

(1) 重大な災害を起こすおそれのある強い風が予想される場合、現状では、降水の有無、多少にかかわらず、すべて暴風雨(雪)警報で表現され、降水の量についての警戒の程度が標題に的確に反映されない。

(2) 雨や雪を伴わないにもかかわらず、「暴風雨警報」「暴風雪警報」が発表され、標題と実態が合わないという指摘があった。

3. 変更の概要

(1) 降水による災害は予想されないが、平均風速がおおむね毎秒20メートル以上の強い風が吹き、風に起因する災害の発生が予想される場合には、「暴風警報」を発表する。

(2) 平均風速が、おおむね毎秒20メートル以上の強い風が吹くとともに、大雨による災害の発生が予想される場合には、雨の強さにおおじて、「暴風警報+大雨注意報」、「暴風警報+大雨警報」を発表する。「暴風雨警報」は廃止する。

(3) しかし、雪については、強い風と大気中に存在する雪により、著しい視程障害や吹溜りによる交通障害が発生するので、「暴風雪警報」「風雪注意報」については引き続き存続させる。さらに、その際、降雪量におおじて、「大雪注意報」や「大雪警報」を「風雪注意報」、「暴風警報」に並列して発表する。

※ 短時間雨量基準導入の目的

(昭和47年7月実施)

(1) 近年の水害(山崩れ、崖崩れを含む)の発生は、短時間の強雨に対応するものが多くなった。すなわちこれまでの24時間雨量の基準によってはカバー出来ない災害が起こっている。これらの災害を対象とする基準を新設するのが、第1の目的である。

(2) 短時間雨量基準を導入することにより、雨の実況値が入電したときに、それにもとずいて注意報への踏切が出来る。(アラーム的機能)。これが第2の目的である。

(岩手県農業気象協議会5月例会資料より転記)

注 意 報 基 準

(仙台 1) ㊦

担当官署		青 森	秋 田	盛 岡
注意報名		青 森 県	秋 田 県	岩 手 県
風 雪 (平均風速)		陸上 13 m/s 海上 18 m/s, ただし 海上は東風15m/s 雪を伴う	10m/s [秋田, 能代, 八幡平13m/s] 雪を伴う	10m/s 雪を伴う
強 風 (平均風速)		陸上 13 m/s 海上 18 m/s, ただし 海上は東風15m/s	10m/s [秋田, 能代, 八幡平13m/s]	10m/s
波 浪 (有義波高)		3 m	3 m	3 m
高潮 (潮位・T.P 上)		深浦 (日本海側) 0.9 m 八戸 (太平洋側) 1.0 m	1.0 m	1.0 m
大 雨 (雨量)	R ₁	20 mm	30 mm	25 mm
	R ₃	40 mm	50 mm	40 mm
	R ₂₄	70 mm	平地 60 mm 山地 80 mm	内陸平地 70 mm 山地 90 mm 沿岸 80 mm
洪 水 (雨量)	R ₁	20 mm R _r 50 mm	30 mm R _r 60 mm	25 mm R _r 100 mm
	R ₃	40 mm	50 mm R _r 60 mm	60 mm R _r 100 mm
	R ₂₄	70 mm	平地 60 mm 山地 80 mm	内陸平地 70 mm 山地 90 mm 沿岸 80 mm
大雪 (24時間降雪の深さ)		平地 20 cm 山沿い 30 cm	○沿岸 20 cm [東由利 30 cm] 内陸 30 cm	平地 20 cm 山沿い 30 cm
雷		落雷等により被害が予想されるとき*		
乾 燥		実効湿度 67 % このほか県内気象官署の 風速, 最小湿度, 実効湿度 など考慮する。	①最小湿度40%で実効湿度 65% ②実効湿度70% で風速10m/s以上	①最小湿度40%, 実効湿度 65%で風速 7 m/s 以上が 2時間継続 ②最小湿度35% で実効湿度60%
濃 霧 (視程)		陸上 100 m, 海上 500 m		
霜 (最低気温)		早霜 ⁺ , 晩霜期におおむね 2℃		
な だ れ		①山沿いで24時間降雪の深さが40cm以上 ②積雪が50cm以上で日平均 5℃以上の日が継続		
低 温	夏期 (最高・最低・平均気温のいずれか)	平年より 4~5℃以上低い日が数日以上続くとき		
	冬 期 (最低気温)	-8℃ [×] 以下 (前日の最高気温が-3℃ [×] 以下, 又は0℃ [×] 以下が2日以上継続) のとき	-7℃ [×] 以下又は-5℃ [×] 以下が数日続くとき	内陸 -11℃ [×] 以下 沿岸 -8℃ [×] 以下のとき
着 氷 ・ 着 雪		大雪注意報の条件下で気温が-2℃より高い場合		
融 雪		米	米	

+印は農作物の生育を考慮し実施する。

警 報 基 準

(仙台 1) 圖

発表官署		青 森	秋 田	盛 岡
警報名		青 森 県	秋 田 県	岩 手 県
暴 風 (平均風速)		陸上 18m/s 海上 25m/sただし 海上は東風20m/s	20m/s 冬期 23m/s	20 m/s
暴 風 雪 (平均風速)		陸上 18m/s 海上 25m/sただし 海上は東風20m/s 雪を伴う	20m/s 冬期 23m/s 雪を伴う	20 m/s 雪を伴う
波 浪 (有義波高)		6 m	6 m	6 m
高 潮 (潮位・T. P上)		深浦 (日本海側) 1.2 m 八戸 (太平洋側) 1.5 m	1.5 m	1.5 m
大 雨 (雨量)	R ₁	40 mm R _T 80 mm	50 mm R _T 80 mm	50 mm R _T 130 mm
	R ₃	80 mm	80 mm	80 mm R _T 130 mm
	R ₂₄	140 mm	平地 110 mm 山地 北部 150 mm 南部 130 mm	内陸平地 130 mm 山 地 170 mm 沿 岸 160 mm
洪 水 (雨量)	R ₁	40 mm R _T 80 mm	50 mm R _T 80 mm	50 mm R _T 130 mm
	R ₃	80 mm	80 mm	80 mm R _T 130 mm
	R ₂₄	140 mm	平地 110 mm 山地 北部 150 mm 南部 130 mm	内陸平地 130 mm 山 地 170 mm 沿 岸 160 mm
大 雪 (24時間 降雪の深さ)		平地 50 cm 山沿い 75 cm	○沿岸 50 cm 〔東由利 70 cm〕 内 陸 70 cm	平地 50 cm 山沿い 80 cm

編 集 後 記

いろいろな情報の伝達手段が進み、その結果情報はあふれ、どれが大切なのか見失いそうな気がします。そう云いながら本誌33号には巻頭言や試験場めぐり等の新たな欄を作りました。今後も読んで、使って、保存していただく内容に会員とともにしていきたいと思しますので、いつでも原稿をお送り下さい。

また、ご案内いたしましたとおり、支部創立40周年記念大会やそれにむけてのイベントが計画実行されつつあります。240人有余の会員の力によって成功することと思います。

本誌が皆さんのお手元に届くのは梅雨も明けたお盆のころと思います。暑い季節でありますので、どうかご自愛下さい。

(K・I)

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。

横河北辰電気・横河ヒューレット・パッカード・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	仙台市立町14番3号	☎(0222)21-5466
三沢出張所	〒033	三沢市南町2-31-3733	☎(0176)57-0266
山形出張所	〒990	山形市松波1-16-9 (カネマルビル201)	☎(0236)32-0221
秋田出張所	〒010	秋田市大町3-4-39 (大町3丁目ビル)	☎(0188)63-6081
盛岡出張所	〒020-01	盛岡市前九年3丁目19-52(武藤ビル2階)	☎(0196)46-4341
福島出張所	〒960	福島市北五老内町8-13 (北五ビル2階)	☎(0245)31-6320
いわき出張所	〒974	いわき市植田町南町2丁目3番地	☎(0246)63-2059
郡山出張所	〒963	郡山市島1-14-22	☎(0249)33-8732

北海道地区支店, 出張所

札幌支店	〒001	札幌市北区北20条西7-20	☎(011)737-2151 ☎(011)716-3556
苫小牧出張所	〒053	苫小牧市新明町4-12-11	☎(0144)55-5860
旭川出張所	〒078-11	旭川市東光12条8丁目52-37	☎(0166)32-5022
釧路出張所	〒085	釧路市浪花町11丁目2番地	☎(0154)23-6496

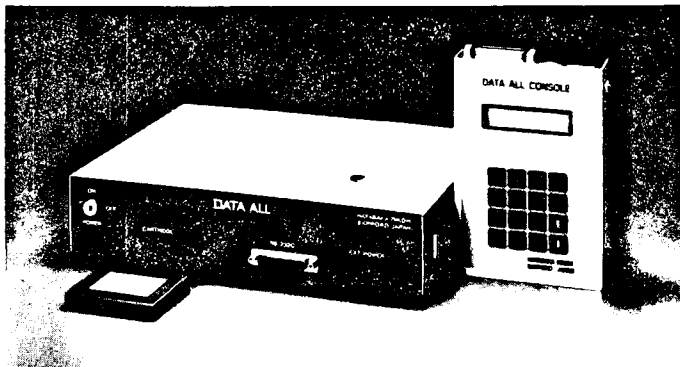
本 社 〒160 東京都新宿区新宿2丁目8番1号(新宿セブンビル4階) ☎(03)341-2101

■ 多現象記憶計 (データオール)

DATA ALL HS-600

データオールは、商用電源の無い山間へき地等で**長期間**にわたり各種データを**多点**で自動収録するカートリッジ式データロガーです。

収録されたデータは、メモリカートリッジや専用コンソールにより**簡単に回収**でき、パソコン(PC-9801シリーズ)によって様々な**データ処理解析**が行えます。



① 多機能

データの表示確認ができる
多彩な入力ができる

② 耐寒 (-40℃)

-40℃の環境下でも安定
動作で高精度測定ができる

③ 商用電源不要

商用電源の無いところで
長期間測定ができる

④ カートリッジ

メモリカートリッジのみでデータ回収
コンソールを使って高速データ回収

■ 入力種類と測定範囲

直流電圧	±5mV~±5V (6レンジ)
熱電対 (T)	±100℃
測温抵抗体	±100℃
サーミスタ	±50℃
ひずみ	±5000×10 ⁻⁶
パルス	255/INT

■ 一般仕様

- ◇測定点数 7点 (アナログ6、パルス1)
- ◇測定分解能 1/5000
- ◇インターバル 1分~24時間
- ◇記憶容量 128KB
- ◇インターフェース RS-232C
- ◇電源 単一リチウム電池
- ◇使用環境 -40~50℃、90%RH以下

■ 1CH専用タイプも揃えてありますので、ご用命下さい。又、特注品もお受けしていますので、お気軽にご相談下さい。

■ 製造元

早坂理工株式会社

〒060 札幌市東区北6条東4丁目
TEL 011-721-5221 FAX 011-753-0279

■ 詳しいお問い合わせは

美和電気工業

(株) 盛岡営業所
〒020-01 盛岡市前九年3-19-52
TEL 0196-46-4341 FAX 0196-45-3426

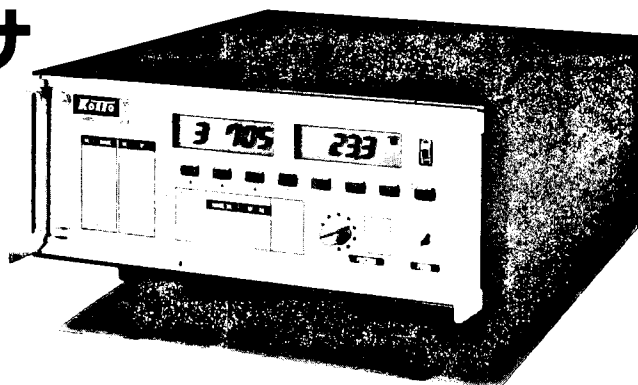
Koito

安全と快適を求めて

各種センサからのデータを 屋外で長期にわたり収録します。

メモリセンサ

MES-801



- 重さ6kgのハンディタイプ。専用バッテリーで長期にわたり動作します。
- 8チャンネル、最大8000データを収録できます。
- 直流電圧のほか抵抗、熱電対、白金測温抵抗体やパルス信号など、多種類の入力ができます。
- 収録インターバルは1分から24時間まで自由に選択でき、手動によるデータの収録もできます。
- 瞬時値のほか収録インターバルの平均値、標準偏差値・積算値などを演算し収録できます。
- 標準インターフェイスにより収録内容をコンピュータへ転送できます。

照度、日射、光量子を正確に計測します。

〈小型〉光強度測定センサ



照度センサ
IKS-15



セル日射センサ
IKS-35



光量子センサ
IKS-25

環境計測センサ・収録装置

小糸工業株式会社

仙台支店 〒980 仙台市国分町2丁目2番5号(柴崎ビル) ☎022(225)7501 FAX022-267-5053
 東京本部 〒108 東京都港区高輪3丁目5番23号 ☎ 03(443)9846 FAX 03-445-4185

論 文

1. 落葉松林の物理環境の季節変化(英文) …………… 松田松二・只木良也・出原茂樹 宅見 啓・大島康行	3
2. 促成栽培トマトの生育に伴う換気ハウスの気象特性およびCO ₂ 濃度の変化 …… 河野徳義	15
3. 植物組織培養器内環境の基礎的研究 (3) 培養小植物体を含む閉栓容器内の炭酸ガス濃度測定と培養小植物体の純光合成速度の推定 …………… 富士原和宏・古在豊樹・渡部一郎	21
4. 緑地が都市内熱環境に及ぼす影響 (2) リモートセンシングによる緑地の抽出と表面温度の解析 …… 本條 毅・高倉 直	31
5. 風に揺れる植物葉面の境界層輸送係数 2. 主気流に対する面の傾きと振動数の効果(英文) …………… 長谷場徹也・伊藤次次郎・西川 敦	105
6. 冬季の夜間におけるソラマメ葉の熱収支について ……………… 高市益行	113
7. 砂丘地の乾砂層に関する研究 (2) 乾砂層内の含水量プロファイルに及ぼす地温勾配の影響(英文) …………… 小林哲夫・松田昭美・神近牧男	121
8. 群落-気流の相互作用 (1) フレキシブルな模型群落の組織的揺れとその風速依存性 ……………… 林 陽生	127
9. ポット配置の相違がポット内土壌温度に及ぼす影響 ……………… 鈴木晴雄・森近勝美	135
10. 堆肥発酵熱の土壌加温システムへの応用(英文) ……………… 関 平和・小森友明	189
11. 下層ジェット気流による九州北部におけるイネウカ類の移動予知(英文) …………… 清野 豁・塩月善晴 大矢慎吾・平井剛夫	203
12. 干陸用締切り水域(中海干拓本庄地区)内外の表面水温の比較 …………… 小林哲夫・元田雄四郎・坂上 務	209
13. 根圏ガス環境の制御に関する研究 (3) キュウリの生育に対する根圏のCO ₂ 濃度と温度の影響	

…………… 北宅善昭・矢吹万寿・清田 信	215
14. 夜間の安定層の破壊に及ぼす地形の影響 (2) 安定層の破壊速度と地形パラメータについて …… 松岡延浩・堀口郁夫・谷 宏	269
15. 赤外線放射温度計による大麻山の斜面温暖帯の測定 ……………… 黒瀬義孝・真木太一	275
16. 気候と農業用土地利用計画 —ナイジェリアにおけるニジュール川流域開発公社の開発地域を例として—(英文) …………… O. J. Olaniran	285
17. ハウス内のモヤ発生に影響するプラスチックフィルム の性質について …………… 堀口郁夫・平野高司	295
18. 乾砂層内の温度日変化の新しい表現法 …………… 武政剛弘・長 智男 黒田正治・薦田広章	305
19. 愛媛県西条市のハウレンソウ栽培地域に吹く局地風アラセの特性解明 …………… 真木太一・黒瀬義孝	311

要 報

1. 生体重量の非破壊連続測定によるリーフレタスの温度-生長反応の解明 …………… 小田雅行・野中正義・星野和生	37
2. 高架橋による日射量減少が水稻収量に及ぼす影響の基準化 ……………… 清野 豁・元田雄四郎	41
3. 正味放射量の季節変化とその推定 …………… 朱 超群・鳥谷 均 古藤田一雄・吉野正敏	45
4. ニホンナシの耐凍性の季節変化 …………… 本條 均・大村三男	143
5. 養液栽培における培養液管理の自動化に関する研究 ……………… 孫 植翼・高倉 直	147
6. 植物組織培養によるシンビジウム PLB 増殖へのCO ₂ 濃度, 光強度および液体培地組成の影響 ……………… 本條 毅・高倉 直	223
7. 葉菜類の人工光栽培における光強度と照射コストの関係 ……………… 後藤英司・高倉 直	229

資 料

1. 1986(昭和61)年の日本の天候の特徴 …………… 久保木光熙	53
--	----

2. BBS(電子掲示板)利用の方法	
..... 本條 毅・庄野浩資・平藤雅之	
佐瀬勘紀(情報システム研究部会)	59
3. 気象要素計測・処理用マイクロコンピュータ	
システムの試作	
—三杯風速計を例として—	
..... 鱧谷 憲・小元敬男	153
4. 赤外線放射温度計の局地気象観測への応用	
..... 真木太一・黒瀬義孝	233
5. 関東甲信地域での降ひょうとひょう害: その分	
布特徴とそのときの大気構造	
..... 吉野正敏・宮内誠司・岩間敏彦	239

小 講 座

温度標準と校正法 竹下俊二	157
----------	------------	-----

シンポジウム報告

昭和62年度全国大会シンポジウム		
「都市園芸の先端技術を見て語る」	159

研究部会報告

1. 第9回農業気象災害研究会・近畿・中国四国	
・九州支部合同講演会シンポジウム「西日本	
の農業気象災害と対策」要旨	
..... 農業気象災害研究部会・近畿・	
中国四国・九州支部	71
2. 「ロックウール耕の現状と将来」セミナー	
..... 施設園芸研究部会	
情報システム研究部会	77
3. 第10回農業気象災害研究会	
「中部日本の農業気象災害と対策」	
..... 農業気象災害研究部会	165

4. '87 施設園芸新技術展	
..... 情報システム研究部会	
施設園芸研究部会	169

国際会議報告

1. 熱帯の農業気候・生気候・地生態と農業に関		
するシンポジウム 高橋英紀・真木太一	65
2. 自然環境における流れと輸送に関する国際シ		
ンポジウムに出席して 磯部誠之	321
3. 国際農業気象シンポジウム		
..... 小元敬男・高橋英紀	325	

研究トピックス	.....	40
談話室	.....	247
抄 録	..... 14, 172, 228,	284
図書ガイド	.....	52
新刊紹介	..... 58, 76, 112, 152, 173,	222, 238, 256, 304
書 評	.....	174, 177
支部だより	..... 79, 176, 251,	330
本会記事	..... 84, 178, 255,	343
お知らせ	..... 90, 175, 180, 249,	257, 341, 344
投稿規程	.....	94
正 誤 表	.....	179
会員移動	..... 98, 183, 262,	354
賛助会員名簿	..... 101, 185, 265,	356
編集後記	..... 104, 184, 264,	360

東北の農業気象 第33号

昭和63年7月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部
振替口座仙台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)阿部謄写堂

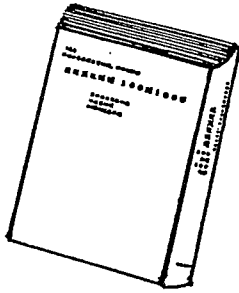
Q & A 「農業気象情報 100問 100答」

編集 日本農業気象学会東北支部（編集代表 本庄 一雄）

執筆 農業気象専門家多数

B6判 215ページ 予定価格 1,500円 送料 250円

毎日の気象は、私達の生活や行動に多大な影響を与えるばかりではなく、そのエネルギー源である食料、資源も気象との営みの中から生みだされます。本書は、農業気象に係る私達の日頃の疑問や知りたい技術情報等を、Q & A方式で基礎から応用まで平易かつ事例的に解説したものです。農業関係者はもとより一般市民の方々にも座右の書として広くご活用いただけるものであります。



主要目次と質問事項

- I. 気象・気候をよく理解するには — Q 1. 毎日の天気と気象衛星「ひまわり」はどう活用されるの? Q 2. エル・ニーニョ現象と気候変動は関係あるの? Q 5. 生物季節観測の内容とその農業への利用は? Q 8. オホーツク海高気圧の勢力と海流やその海水温との関係はどう? Q 12. 簡単な霜発生の予想式はあるの? Q 19. 東北地方の根雪期間とその特徴は?
- II. 地表付近の気象の様子は — Q 20. 水田や畑地での微気象の様子は? Q 22. 積算温度などの計算法と栽培管理への利用法は? Q 26. 花粉アレルギーの原因となる花粉の広がり方は?
- III. 作物を上手に管理するには — Q 29. 作物収量の平均値はどう決めるの? Q 31. 水稲の作期と品種によるその違いは? Q 33. 水稲の冷害発生機構はわかる? Q 36. アメダスを利用した“いもち病”の発生予察とは? Q 38. 農作業の目安となる指標動・植物はなに? Q 43. 水田高度利用のポイントとは?
- IV. 美味しい野菜・果樹を作るには — Q 44. いろいろな野菜の播種・移植と気象との関係は? Q 46. 気象の地域性を活かした野菜の特産地はどこ? Q 47. リンゴの開花予想式はあるの? Q 55. 鉢花・観葉植物の原産地気象と越冬法は?
- V. 気象を畜産に利用するには — Q 56. やませ地帯での牧草の地帯での牧草の調整はどうするの? Q 58. 放牧地での樹木配置の効果はなに? Q 59. 家畜は高温や低温にどのくらい適応できるの? Q 63. 放牧家畜害虫の寄生対策はあるの?
- VI. 施設環境の利点を知るには — Q 64. 東北における水耕栽培のポイントとは? Q 66. ハウスの保温性は資材で違うの? Q 70. カーブハッチとはなに?
- VII. 作物の被害を軽減するには — Q 71. 東北の具体的な凍霜害対策は? Q 73. 冷害対策にはどのようなものがあるの? Q 78. 利雪農業とはなに? Q 82. 酸性雨の農作物への被害はあるの?
- VIII. 気象情報を入手するには? — Q 83. メッシュ気候の内容とその農業への利用法は? Q 84. パソコン通信による気象データや天気図の入手は簡単? Q 87. 過去の気象資料の所在は? Q 90. 気温、日射などの簡易な測定法はあるの?
- IX. 気象・農業のことわざの根拠を知るには — Q 92. ことわざ・観天望気 Q 94. ことわざ・植物と天気 Q 97. ことわざ・豊凶と天気 Q 100. ことわざ・洪水、津波
- 付 録
1. 用語解説 2. 園芸資材の諸特性表 3. プログラムソフト情報 4. 単位と変換表
5. 東北の気象特性(付図) 6. アメダス観測点(付図) その他

御注文は下記へ直接お願いいたします。予約希望者には 1,350円(送料別)で配布致しますので、お早めに御予約ください。

〒020-01 盛岡市下厨川赤平四 東北農試内
日本農業気象学会東北支部 事務局
電話 0196-(41)-2145 内239