

東北の農業気象

第 38 号

平成 5 年 8 月 (1993)

巻 頭 言

何でも気象か-----永沼昌雄

論 文

青森県における気温の年次変動と地形因子の影響-----	熊谷泰治-----	1
青森県八戸におけるやませと海風の気候学的性質-----	菅野洋光-----	4
人工衛星画像及びレーザ・レーダによる「やませ霧」の霧水量の測定-----	坂本孝志・伊藤 智・粉川弘樹・ 十文字正憲-----	9
福島県内における水稻灌水直播栽培の適地区分-----	荒川市郎・本馬昌直-----	11
平成3年、青森県に発生した水稻障害不稔の地域間差異について-----	中堀登示光・清藤文仁・小山田善三-----	15
水稻の生育ステージ予測について-----	富田秀弘-----	19
秋田県における稲の生育特徴と気象の関係 第3報 出穂期について-----	山本寅雄・島山俊彦・鎌田易尾-----	25
台風9119による東北地方の農林災害-----	阿部博史・卜蔵建治-----	29
開花前の温度、遮光処理がダイズの収量構成要素に及ぼす影響-----	多田 久-----	33
葉たばこ乾燥における二重遮光ハウスの利用-----	菅野昭五・石川格司・大清水保見-----	38
果樹園の気温分布について-----	井上君夫・佐々木忠勝・大木昭郎・ 阿部博史-----	42
ウインドウレス豚舎の換気特性と空中浮遊微生物について-----	皆川秀夫・平澤謙一・藤江康弘・ 中村慶逸・古谷 真・大西千佳子-----	48

特別講演

学会賞（普及賞）を受賞して-----卜蔵建治-----52

進む研究

水田の診断型水管理装置と生育・収量に及ぼす効果-----	井上君夫-----	55
冬の盛岡の無加温ハウスで軟弱野菜をつくる-----	小沢 聖-----	58

ぐるっと東北

秋田県農業試験場の近況から-----嶽石 進-----63

研究レビュー

ヤマセ研究の現状と課題-----菅野洋光-----65

トピックス

地域総合研究の紹介-----伊澤敏彦-----72

小 講 座

温度を測るには-----濱崎孝弘-----75

東北風土記

酒と美人のくに-----工藤敏雄-----79

支部会案内

平成5年度東北支部会の案内とプログラム-----80

支部だより

平成4年度支部会報告-----	82
賛助会員名簿-----	83
会 則-----	84
投稿について-----	85
平成6年度功労賞候補者の推薦について-----	88
農業気象総目次（第48巻）-----	94
編集後記-----	93

平成5・6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	◎佐藤忠士	岩手県農試
評	議	員	◎穴多	青森県農試砂丘分場 <small>青森支部</small>
"	"	"	◎卜藏	青森県農試
"	"	"	◎井上建君	弘前大学
"	"	"	◎工藤敏雄	東北農試
"	"	"	佐々木忠勝	岩手大学
"	"	"	村田孝雄	岩手県農試県南分場
"	"	"	鈴木喜進	岩手大学
"	"	"	嶽石光	秋田県農試
"	"	"	及川俊昭	秋田県農試
"	"	"	田中良弘	宮城農業短大
"	"	"	五十嵐正	宮城県古州農試 <small>宮城支部</small>
"	"	"	武田晃	山形大学
"	"	"	橋本光衛	山形県農試
監	査	事	浜部良俐	福島県農試
"	"	"	菅原秀弘	福島県農試
幹	事	"	富田川夫	盛岡農業改良普及所
"	"	"	皆川史光	青森県農試
"	"	"	阿部正益	北里大学
"	"	"	伊五澤己	東北農試
"	"	"	岡田聖均	岩手県農試
"	"	"	小沢貢	東北農試
"	"	"	小嶋英雄	岩手県農試
"	"	"	平川和洋	岩手大学
"	"	"	宮島津村	秋田県農試
"	"	"	本村和洋	宮城農業センター
"	"	"	宗崎一尚	山形県農試
顧	問	"	岩崎健治郎	福島県農試
"	"	"	土井三郎	東北農業試験場
"	"	"	梅田益己	東北製粉共同組合技術顧問
本	部	役	岡田孝夫	(財)日本気象協会東北支部嘱託
"	"	員	穴水秀	学会賞審査委員 (支部選出)
"	"	"	皆川	永年功労者選考委員 (")
"	"	"		編集委員 (")

◎本部学会評議員

【巻頭言】

何でも気象か

青森県農業試験場

永沼昌雄

6月末、風邪のため休暇をとって寝ていたら、井上評議員から電話が入った。用件は、「東北の農業気象」に巻頭言を是非書けという事だった。最近の13年間は、稲作専技—普及所—稲作専技をしていて、いわゆる研究発表なるものをしていないし、柄ではないと何度もお断りしたのだが、井上さんの強引さに負けてつい引き受けてしまった。

さて、原稿用紙に向かってなにをどう書いてよいのやら見当がつかない。仕方がないので最近の本誌や本部の学会誌を拾い読みし、その感想と現場に居たときの気象に対する感じた事を述べる事にした。

先ず、最近の学会誌を一読した感想を述べさせて貰うと、「東北の農業気象」の編集後記にあるように、全国大会で発表された研究のうち論文としてまとめられるのは約30%弱であろうが、「東北の農業気象」では口頭で発表したものも含めてすべて論文としてまとめることになっており、なかにはかなり無理しているのではと指摘している。そのためかどうかは分からないが、小生が普及所に在籍していた頃にこのデータの読み方はこれで良いのかと質問され返事に窮した事が何度かあった。

又、本学会誌は、小生の様に地方に居る者にとって難解なものが多く、これが農業生産にとってどれだけ役立つのかと思うものがかなりあった。言うならば論文のための論文としか思えないものがあつたようである（勿論これは小生の勉強不足によるものと十分反省しているが）。もう少し分かりやすく表現できないものかと思うものがあつたように思う。

次に現場（普及所、県庁）における気象資料の取扱いであるが、気象担当は普及員になりたての者が押しつけられた形でやっているのが青森県だけかもしれないが一般的である。気象と農業生産とが深い関わりを持っていることは誰でも知っていることなので、本来は中堅職員が気象の推移を注意深く見守って行かねばならないのが本来の姿なのだが、この辺の認識が当青森県では欠けているようである。

本年（1993）は、5—6月が北日本では低温・少照の日が多く、又、九州では僅か10日間位で平年の1年間の降水量があり水害、山崩れ等による死亡事故などが多発している。東北地方管内だけをみても青森の最高気温が仙台のそれよりも高い日が数日続いたり、異常気象が頻発している。今後どのような異常気象が発生するか分からな

いが、特に農業関係者は十分注意する必要があるだろう。ここで思い出すのは、農試の成績検討会席上で元気象科長のAさんが、収量や品質が設計どおりに得られると、技術が向上したとし、その反対だと気象条件が悪かったと釈明したのに対して、君は何でも気象のせいにするのかと嘯み付いたことがあった。昭和55年の水稲の大冷害は、同一品種への偏重と稲作へのそれを強く戒めたものであった。

現在、青森県では水稲の品質・食味の向上と安定生産は勿論のこと「やませ」地帯には冷涼な気象を生かしたながいも、にんにく等を作付けし、津軽地域には米、りんごの他に第3の作物として施設栽培（花き、トマト、きゅうり等）を導入し、危険分散を図っている。

それにしても国の農政の腰がふらついているには困ったものだ。昨日まで減反しないとペナルティを課し、今日から復田しないとペナルティとは朝令暮改の最たるものである。このような政策を何とか改めて欲しいものである。

青森県における気温の年次変動と地形因子の影響

熊谷 泰 治

(青森県五所川原地区農業改良普及所)

1. はじめに

気象は作物の生育に大きな影響を及ぼすことから、それに基づいた作物の地帯区分が多く試みられている。本県のような寒冷地においては気温が支配的であり、その高低のみで決定されることが多いが、気象の年次変動が大きな地域において安定した収穫量、品質を得るためには、その大きさをも考慮に入れることが必要となる。そこでアメダスの観測結果を統計処理し県内の気温の変動の大きさを確認するとともに、それに影響を及ぼすであろう若干の地形因子を用いて検討を加えたので、その結果を報告する。

2. 解析方法

気温の年次変動の大きさを表す指標として、県内22のアメダス 4要素観測地点の日平均気温について、標準偏差を計算した。本県の場合アメダスが導入されたのは1976年からであるが、導入期日が一律でないため、統計期間は1977年から1990年の14カ年とした。

また、本県は三方を海に囲まれており、気温の変動はこれに大きく影響されていると考えられるため、各観測地点から太平洋、日本海、陸奥湾までの距離及び標高について、気温の標準偏差との相関を求めた。

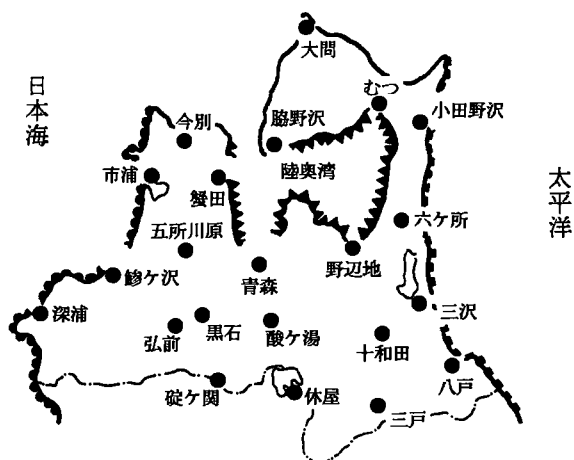


図-1 青森県内のアメダス4要素観測地点

3. 結果及び考察

表-1.1, 1.2に県内アメダスの日平均気温の標準偏差を月単位で平均して示した。気温の年次変動は季節的にみると冬期、特に11, 12月といった初冬に最も大きい。また、最も小さくなるのは各地点を通じて9月であり、その前後の8月, 10月も小さい。

次に地点間を比較した場合については、年平均でみると日本海沿岸から津軽半島、陸奥湾の西側にかけてが2.6℃台と小さく、次いで日本海側の内陸部及び下北半島の太平洋側、そして太平洋沿岸及びその内陸部で大きく3.0℃となっている。傾向として、太平洋側から日本海側に向かうにつれ小さく、さらに津軽半島、下北半島のように周辺に海洋の分布する度合いが高い地点についてはより

小さくなっている。この差は月単位で見るとさらに大きくなり、特に4月が最大となる。このように気温の地域変動は南北100km程度にしかすぎない本県でありながら、かなり大きいことが分かる。

さらに、表-1.1、1.2で示した各月の気温の標準偏差と地形因子について相関を求めた結果を表-2に示した。年間を通じて標高は相関が高く、影響力の強いことが伺われた。ただし、6~8月といった夏期については標高に有意性が見られなくなり、変わって海洋までの距離、特に日本海までの距離の影響が強く、太平洋までの距離は相関が見られるものの比較的影響が弱いという結果となった。そのため、一概に「やませ」の影響とも言い難いが、本県の夏期の気象を特徴づける現象である。

以上の結果より、本県の気温の変動の大きさについては夏期において海洋の影響が大きいことが確認された。また、今回用いた標高、海洋までの距離に加え、任意地点からの一定距離内に占める陸の割合等、より詳細な地形因子を決定し重回帰分析などを行うことにより、任意地点の気温の変動の大きさの推定も可能であろうと判断された。

表-1.1 アメダス各地点の日平均気温の標準偏差の月平均

(統計期間 1977~1990年)

月	地 点											
	大間	むつ	小田	野沢	今別	脇野沢	市浦	蟹田	五所川原	青森	野辺地	六ヶ所
1	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8
2	2.8	2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8
3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
4	2.2	2.8	2.5	2.6	2.5	2.6	2.4	3.0	2.7	2.9	2.9	3.0
5	2.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.4	3.0	2.9	3.0	3.0	3.1
6	2.1	2.7	2.5	2.4	2.5	2.5	2.3	2.7	2.5	2.8	2.8	2.9
7	2.3	3.0	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.8	2.6	3.0	3.0	3.1
8	2.2	2.6	2.4	2.3	2.4	2.5	2.3	2.4	2.3	2.6	2.6	2.6
9	1.7	1.9	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
10	2.3	2.6	2.5	2.5	2.3	2.5	2.7	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4
11	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	2.9	3.1	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1
12	3.3	3.2	3.3	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
年	2.5	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.8

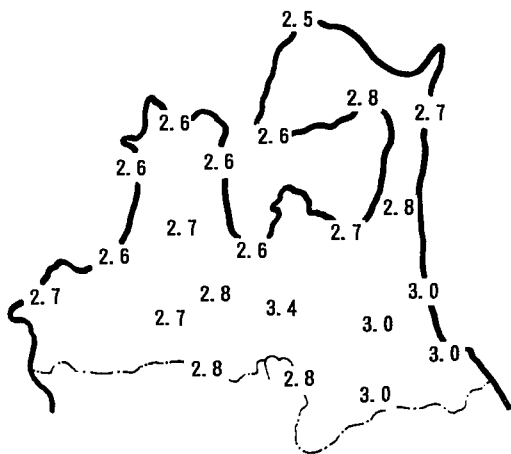
表-1.2 アメダス各地点の日平均気温の標準偏差の月平均

(統計期間 1977~1990年)

月	地 点										
	鉢ヶ沢	深浦	弘前	黒石	酸ヶ湯	三沢	十和田	八戸	碓ヶ関	休屋	三戸
1	2.8	3.0	2.7	2.9	3.6	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	3.1
2	2.7	2.9	2.8	2.9	3.5	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.1
3	2.3	2.5	2.4	2.5	3.3	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.5
4	2.9	3.0	3.0	3.2	4.0	3.3	3.4	3.4	3.0	3.0	3.3
5	2.9	2.9	3.1	3.2	3.9	3.5	3.4	3.4	3.1	3.1	3.3
6	2.5	2.3	2.6	2.7	3.2	3.2	3.3	3.2	2.5	2.7	3.1
7	2.6	2.2	2.7	2.8	2.8	3.4	3.4	3.4	2.5	2.9	3.3
8	2.4	2.2	2.5	2.4	2.8	2.9	2.9	2.9	2.5	2.5	2.8
9	1.7	1.9	1.9	2.0	2.5	1.9	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1
10	2.4	2.5	2.5	2.7	3.4	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7
11	3.0	3.2	3.0	3.1	4.0	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.0
12	3.2	3.3	3.1	3.4	3.9	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.2
年	2.6	2.7	2.7	2.8	3.4	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	3.0

表-2 地形因子と月標準偏差の相関

月	海洋までの距離			標高
	太平洋	日本海	むつ湾	
1	-0.202	0.313	0.237	0.773***
2	-0.134	0.430*	0.322	0.769***
3	-0.017	0.323	0.320	0.827***
4	-0.025	0.584**	0.401	0.605**
5	-0.125	0.680***	0.256	0.530*
6	-0.460*	0.848***	0.121	0.321
7	-0.628**	0.872***	-0.012	0.040
8	-0.519*	0.870***	0.194	0.266
9	0.023	0.474*	0.289	0.681***
10	0.028	0.269	0.143	0.776***
11	-0.175	0.123	-0.054	0.866***
12	-0.076	0.115	0.104	0.829***
年	-0.260	0.689***	0.238	0.681***



図中の数字は℃

図-2 日平均気温標準偏差の年平均の分布

青森県八戸におけるやませと海風の気候学的性質

菅野 洋 光

(東北農業試験場)

1. 目的

梅雨期から夏季にかけて吹走し、特に北日本に冷害をもたらすやませに関しては、これまで多くの研究がなされており(例えば、浅井, 1950; 卜藏, 1975), 詳細な事例解析もなされている(工藤, 1981, 1984; Ninomiya and Mizuno, 1985)。また一方では低温の海風も局地的に農業に影響をおよぼしており(浅井, 1952), 東北地方太平洋沿岸の地域ではやませと海風の両方から影響をうけていることになる。

東北地方太平洋岸ではやませと海風がほぼ同じ風向となるため、風向風速の日変化や気温の平年偏差を用いてやませと海風を区別してきた。ここで海風に関しては、設楽(1957)が青森県三本木平野における侵入状況を示した以外、その性質等に関して解析されていない。そこで菅野(1991)は下北丘陵での観測からやませと海風の鉛直方向の構造も含めた違いを示した。しかし、やませと海風の統計的な性質の違いについてはまだ十分に研究されていない。やませと海風についてそれらの性質を統計的に明らかにすることは、農作物の低温による被害の原因を明らかにする上で、またその予測を行う上で、重要となると考えられる。そこで本研究ではやませと海風の気温・湿度の差異およびその季節変化について統計的に明らかにし、やませと海風をよりよく理解することを目的とする。解析対象地としては、やませが侵入する気象官署のうちで最も北に位置する青森県八戸を選択した。

2. 方法

用いた資料は八戸における気象データで、1976年4月から1991年9月までの15年6ヶ月分である。はじめに八戸における1日の1時から24時までの1時間ごとの風向のうち15時を含んだ(海風と比較するため)3/4以上がN~SSEである日を「東風吹走日」として選択した。これはほぼ1日東よりの風が吹くことがやませが侵入する必要条件となると考えたことと、やませと海風とを区別にするためである。つぎに東風吹走日の日平均気温の平年偏差からやませ吹走日を選択した。なお、やませの持続日数が長いほど気温偏差も大きくなるとの解析結果があるため(門脇, 1951; 力石・飯田, 1990), ここでは3日以上持続した事例の出現頻度についても検討した。

海風吹走日は、①八戸における3~6時の風向がNNW~Sもしくは風速が1 m/s以下②13~16時の風向がNNE~SSEおよび風向が2 m/s以上③1日の日照時間が3時間以上および無降水④日最大風速が6 m/s以下、の4つの条件をすべて満たす日とし、事例を選択した。そして両者の年間を通じた出現頻度について検討した。

最後に、やませおよび海風の両者ともに出現頻度が大きい5月上旬から9月下旬までの期間について、気温、相対湿度、混合比の各月の旬ごとの平均値を求め、それらの差について検討した。こ

の場合、海風が侵入している時間を考慮して、15時のデータを用いた。また、3日以上やませが連続して吹走した事例の平均を全体の平均と比較・検討した。

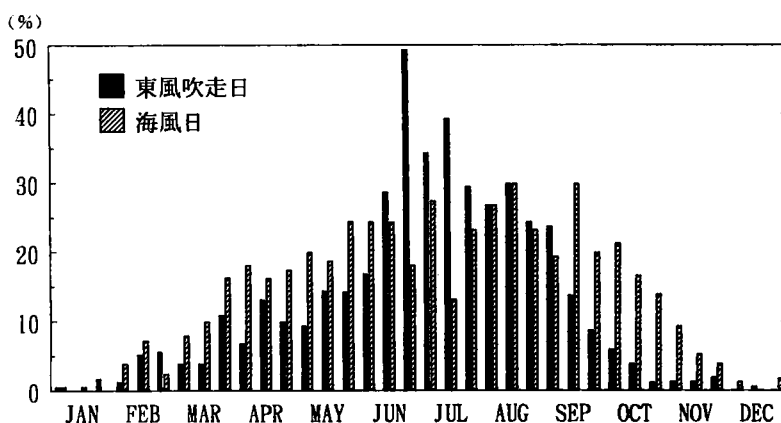
3. 結果

a. やませと海風の出現頻度と日平均気温年偏差

第1図は各月の旬ごとに集計した東風吹走日および海風吹走日の出現頻度である。東風吹走日と海風吹走日とをそれぞれ合計すると、東風吹走日は717日、海風吹走日は833日となった。なお、両方の判定基準を満たすものが42日（全体の2.7%）あったが、それらについては東風吹走日に含めた。

東風吹走日は主に5月中旬から9月中旬までの期間に出現しているが、6月下旬が最も多く（出現率約49%）、7月上旬から中旬がそれについて多い（第1図）。

海風吹走日は主に3月下旬から10月下旬にかけて出現している。これはそれ以外の時期には冬型の気圧配置が出現しやすく西風が卓

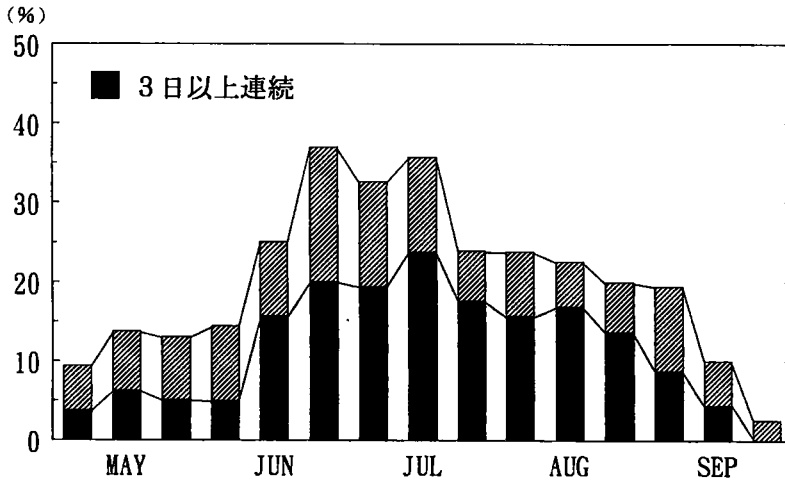


第1図 八戸における東風吹走日と海風吹走日の出現頻度 (1976年4月～1991年9月)

越しやすいことと、八戸の日最高気温年値が3月上旬以前と11月上旬以降では海水面温度平均値よりも低いため、海風が吹きにくいことがその原因として考えられる。また7月中旬には出現頻度が小さいが、これは梅雨前線の影響によると考えられる。以下では統計的に意味を持たせるため、東風吹走日が多く出現している5月から9月の5ヶ月間について解析する。

東風吹走日の日平均気温と総観場の対応を検討した結果、気温正偏差日は三陸沖の高気圧から南東気流と共に南起源の気団が流入する場合が多く、やませ吹走日とすることは不適當であることがわかったので、日平均気温年偏差 0℃以下の事例をやませ吹走日とした。

第2図はやませ吹走日の出現頻度を示す。最も頻度の大きい6月下旬で36.9%となっており、その後7月中旬までの1ヶ月間で30%以上の高い出現頻度を示している。また6月中旬以降9月上旬まで19%以上の出現頻度を示しているが、その間8月下旬まで3日以上連続した事例の方が2日以下の吹走期間のものよりも多い。ただし件数で見ると、持続日数が短いものほど多く、持続日数2日以下の事例が全体で146件、3日以上が65件となっている。

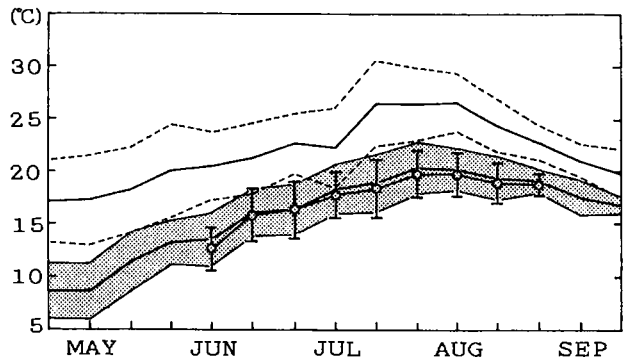


第2図 八戸におけるやませ吹走日の出現頻度

b. やませと海風の気温・湿度の差異

第3図はやませ吹走日と海風吹走日の15時における旬平均気温である。やませが3日以上連続する場合についての平均値は、統計的有意性からその出現頻度の大きい6月中旬から9月上旬までの期間についてのみ求めた。

海風の気温の季節変化は、7月下旬の急激な昇温が特徴的であるが、これは梅雨明けと共に侵入する小笠原気団 (Tm気団) の影響を反映したものであると考えられる。また、8月上旬以前の標準偏差が大きいことも特徴的で、海風日の気温はその時に支配的な気団の影響を受けていることがわかる。



第3図 やませ吹走日と海風吹走日の15時の気温の季節変化

一方、やませの気温は海風と比較して標準偏差が小さい。これは、工藤(1984)や浦野ほか(1990)が指摘しているように、やませは海から顕熱や潜熱の供給を受けて変質するため、その季節変化が海水面温度のそれと近いものになるためであると

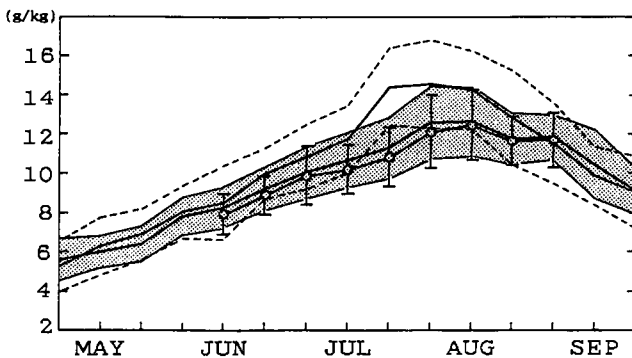
考えられる。3日以上連続する事例を全体の平均と比較すると、その差は6月中旬の最大値で0.9℃であり、また6月下旬から9月上旬までの間でも最大で0.6℃程度であり、大きな差は認められない。

極太実線はやませの、太実線は海風の平均を、アミ域と破線はそれぞれの標準偏差(±1σ)の範囲を、○はやませが3日以上連続する場合の平均を、その上下のバーは標準偏差±1σの範囲を表す。

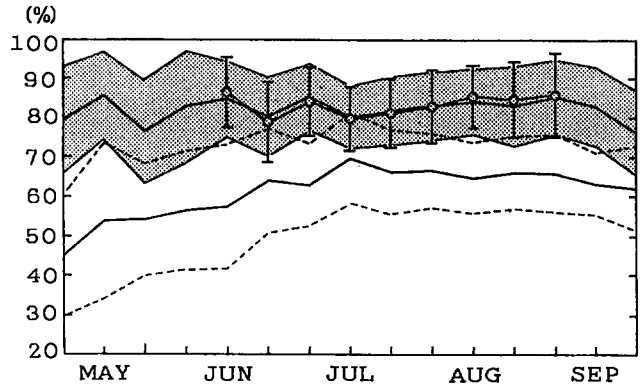
やませと海風の気温を比較すると、6月下旬と7月中旬を除いて標準偏差 $\pm 1\sigma$ の範囲で統計的に有意に両者を分離することができる。6月下旬はやませが相対的に高温であったことにより、また7月中旬は海風が低温であったため両者が近い値を示している。

つぎに相対湿度をみると(第4図)、海風の場合は6月中旬以前の標準偏差が大きく、気温と同様その性質には幅があることがわかる。7月中旬に値が最も高くなるが(平均で約70%)、この時に気温と同様やませとの差が最も小さくなる。7月下旬以前にその時間変化が大きく、また9月中旬から急激に値が低下するが、その間はほぼ70~90%の値を示している。3日以上やませが連続する場合をみると、6月中旬と8月中旬から9月上旬の期間は全体の平均よりも高いが、そのほかの期間はほぼ等しいかあるいは3日以上連続した場合の方が低くなっている。

第5図から混合比をみると、海風の7月下旬の急激な増加が特徴的であるが、これは気温とも一致しており、小笠原気団の東北地方への侵入を示している。この時期にはやませとの差が最も大きい。そのほかの時期にはやませと海風の差は小さく、9月上旬以降では両者の値が逆転する。これは秋になって海風が大陸からの乾燥した気団の影響を受けるようになるのに対して、海上を長距離にわたって吹走するやませの方が水蒸気を多く含むようになることが原因として考えられる。またやませが3日以上連続する場合はすべて全体の平均よりも小さい値を示しており、7月中旬から8月上旬でその差が大きい。とくに



第5図 やませ吹走日と海風吹走日の15時の混合比の季節変化



第4図 やませ吹走日と海風吹走日の15時の相対湿度の季節変化

7月下旬では3日以上連続するやませは海風と標準偏差 $\pm 1\sigma$ の範囲で統計的に有意に分離できる。6月下旬から7月上旬の時期についてみると、やませが3日以上連続する場合の持続日数2日以下の場合に対する気温の低下量と比較すると、混合比の低下量の方が大きいため、この時期の相対湿度はやませが3日以上連続する場合の方が小さくなっていることがわかる。

第1表にはやませと海風の15の気温の平均値とその差を示す。やませと海風の差は、最も大きい

第1表 やませ吹走日と海風吹走日の旬ごとの15時の平均気温(1976年~1991年)とその差

	ヤマセ吹走日	海風吹走日	気温差
5月 上旬	8.7	17.1	8.4
5月 中旬	9.1	17.2	8.1
5月 下旬	11.9	18.2	6.3
6月 上旬	14.1	20.0	5.9
6月 中旬	14.2	20.5	6.3
6月 下旬	17.4	21.3	3.9
7月 上旬	16.7	22.7	6.0
7月 中旬	18.9	22.3	3.4
7月 下旬	20.5	26.5	6.0
8月 上旬	21.1	26.5	5.4
8月 中旬	21.8	26.6	4.8
8月 下旬	20.4	24.5	4.1
9月 上旬	19.7	22.8	3.1
9月 中旬	18.1	21.1	3.0
9月 下旬	17.1	19.9	2.8

5月上旬が8.4℃で、最も小さい9月下旬で2.8℃である。特に稲にとって重要な7月下旬から8月上旬にかけての期間でやませの気温は21℃前後であるが、これが15時の値で日最高気温出現時刻に近いことを考えれば、やませが持続した場合、農作物にとって厳しい条件となることがわかる。一方海風については、その時期になると26℃以上となり、日最高気温の平年値(7月下旬から8月中旬までそれぞれ27.4℃, 26.9℃, 26.9℃)よりもやや低い程度であるが、標準偏差が大きいため、農作物の栽培に考慮を払う必要がある。

文 献

- 浅井辰郎, 1950: やませ吹走時における東北地方の気温分布について. 資源研彙報, No. 16, 58-66.
- 浅井辰郎, 1952: 東北地方沿岸の海風による低温地帯. 内田寛一先生還暦記念祝賀会編: 内田寛一先生還暦記念論文集下巻. 帝国書院, 215-233.
- 卜蔵建治, 1975: やませ吹走時に八甲田山風背に生ずる雲について. 農業気象, 31, 1-5.
- 門脇関郎, 1951: 山背風の調査(第1報). 研究時報, 3, 51-62.
- 菅野洋光, 1991: 下北丘陵におけるやませ気団と海風の観測 -1990年6~9月の気温の鉛直分布と東西差-. 天気, 38, 573-579.
- 工藤泰子, 1981: やませの立体構造とそれに及ぼす山地の影響. 東北地理, 33, 204-211.
- 工藤泰子, 1984: 典型的なやませ時のオホーツク海気団の特性 -1981年6月18日~21日の事例解析-. 天気, 31, 411-419.
- Ninomiya, K. and Mizuno, H., 1985: Anomalously cold spell in summer over North-eastern Japan caused by northeasterly wind from polar maritime air-mass. Part 2. Structure of the north-easterly flow from polar maritime airmass. J. Met. Soc. Japan, 63, 859-871.
- 力石國男・飯田秀重, 1990: やませに対する海洋の影響. 号外海洋, No. 3, 55-60.
- 設楽 寛, 1957: 青森県三本木平野における夏季気温の不連続分布について. 東北地理, 9, 67-71.
- 浦野 明・中村晃三・浅井富雄, 1990: やませ時における海上の下層雲の形成と赤外放射の効果. 月刊海洋, 22, 417-421.

人工衛星画像及びレーザ・レーダによる「やませ霧」の霧水量の測定

坂本 孝志*・伊藤 智**・粉川 弘樹***・十文字正憲
(八戸工業大学 電気工学科)

1. はじめに

我々は、過去数年にわたって、やませ霧をレーザ・レーダ装置を用いて観測し、データ収集を行ってきた。今年度は、得られたデータの解析と霧水量の推定を行った。

2. レーザ・レーダによる観測

今年度は、垂直観測を中心に行い、水平観測は、適時行った。観測は10分間隔で行い、コンピュータにより距離 2乗感度補正計算した後、ディスプレイに表示した。衛星画像による観測方法については後述する。

3. 観測結果

図1に観測結果の一例を示す。横軸に霧の相対濃度を、縦軸に霧の高度を取って示してある。霧は地表付近から高度400mまでに存在し、300m付近に濃度のピークがある。グラフより、霧が這うように侵入してくる様子がよく判る。

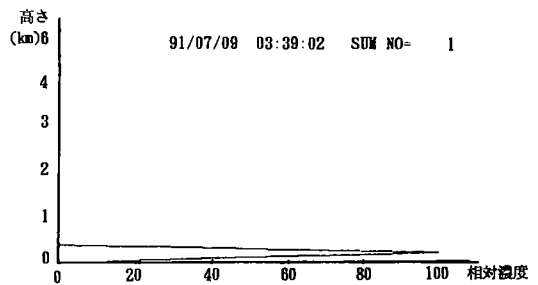


図1 観測結果の一例

4. 観測データの解析

4-1 やませ霧のRHI表示

図2にやませ霧のRHI表示を示す。横軸に観測時刻、縦軸に霧の高度を取り、霧の密度を色の濃淡で示してある。観測例は雲との融合型の場合で、内陸は複雑な分布をしており、それが時々刻々変化しているのがよく判る。霧の最も濃い部分は地表付近にある。

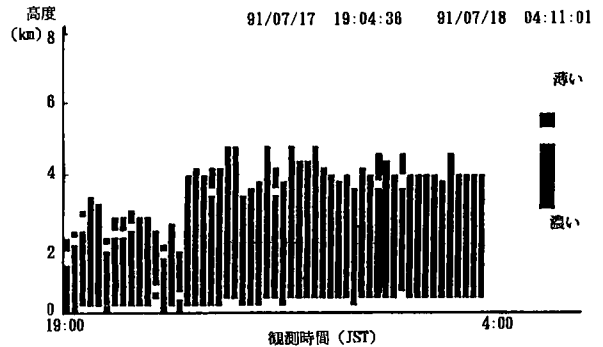


図2 やませ霧のRHI表示

4-2 気温・気圧との関係

図3に気温・気圧と霧底・霧頂の関係を表す。横軸に観測時刻、縦軸に気温と気圧を取って示してある。また、同じ図に、霧の霧頂と霧底を示してある。気圧が高くなるにつれ、霧頂の高度が高くなる様子が現れている。これは、気圧が高くなる事により、逆転層の霧を押し下げる力が強まり、霧の高度が低くなる為と思われる。

4-3 霧水量の計算

やませ霧の霧水量は、これまで観測も見積計算もされていなかった。図4に我々が提案した全霧水量の計算方法を示す。地上のレーザ・レーダ装置で、霧の垂直密度分布を観測し、一方、気象衛星

「ひまわり」で霧の水平密度分布を観測して、それらを掛け合わせればよい。レーザ・レーダ観測より、面積 $S_0 \times$ 厚さ l に含まれる霧水量 W_0 は、

$$W_0 = (S_0 \cdot l) = \int \rho(h) dh \quad \dots\dots (1)$$

で求められる。ここで、少し乱暴であるが、水平分布が一様であると仮定すると、全霧水量 W は、

$$W = W_0 \cdot S / S_0 \quad [kg] \quad \dots\dots\dots (2)$$

で表される。ひまわりの画像はマイクロ波コンバータを利用して衛星から直接受信した。

以上の方法で求めたところ、霧水量は日によって異なるが、約 $4.5 \times 10^3(t)$ となった。観測日による霧水量の変化を図5に示す。日によって霧水量は大きく変化しているが、一度濃い霧が発生すると、その後の霧は比較的薄いのが見て取れる。

5. まとめ

今年度のやませ霧の観測結果より、次のことが明らかになった。

- 1) 気温が低くなると、霧の密度が高くなり、気温が高くなると霧の密度は低くなる。
- 2) 気圧が高くなると、霧の霧頂は低くなる。
- 3) 一度濃い霧が発生すると、その直後に発生する霧の密度は低くなる。
- 4) 霧水量の周期は、霧の密度変化の周期と同様に、30分~200分と長い事がわかった。

さらに、霧水量の推定に関しては、次の事が明らかになった。

- ① 新しい霧水量推定方法を提案した。
- ② やませ霧の霧水量を初めて明らかにした。

参考文献

- 1) 坂本・粉川・十文字, 1992: 「レーザ・レーダと衛星画像によるやませ霧の霧水量推定」 電気関係学会東北支部連合大会講演論文集 p.174
- 2) 児玉・力石・卜蔵・十文字・渡辺・中村・加藤・沢井, 1990: 「やませ時の冷害の原因となる下層雲の発生機構とその発見予測の可能性に関する研究」 文部省科学研究費 重点領域研究 自然災害の予測と防災力 ワーキンググループ研究成果報告書

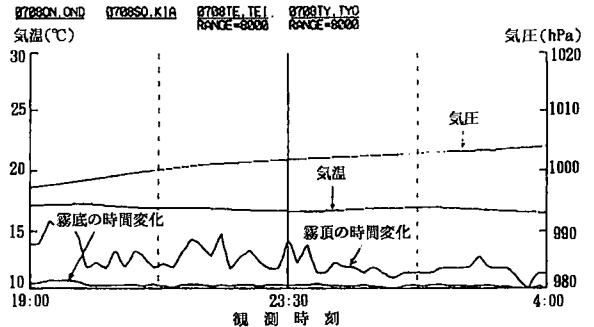


図3 気温・気圧と霧底・霧頂の関係

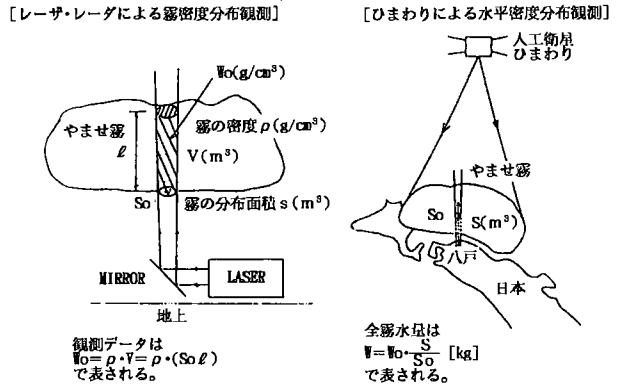


図4 やませ霧の全霧水量の計算方法

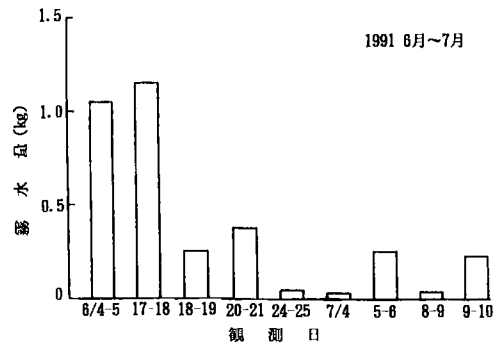


図5 観測日における霧水量の変化

福島県内における水稻湛水直播栽培の適地区分

荒川 市郎・本馬 昌直

(福島県農業試験場)

1. はじめに

水稻の湛水直播栽培は、春作業の期間拡大や稲作の省力技術として注目されている。しかし、この栽培法は、福島県では従来の移植栽培に比べ、出芽期が低温になりやすく苗立率が不安定なこと、地域によっては出穂期が遅れ登熟不良になるなどの問題点がある。したがって、この栽培法の普及地域は、地域の気候特性を考慮し決定する必要がある。

そこで、福島県内のメッシュ気候値をもとに、気温から見た地域別の播種期の策定を行った。また、場内で行われた湛水直播栽培のデータをもとに、ササニシキの出穂期推定モデルを作成し、このモデルを利用して、気候条件から見た湛水直播栽培の可能地域をメッシュ毎に検討した。

2. 試験研究方法

(1) メッシュ気候値の推定法

気温のメッシュ気候値は、宗村(1989)が開発した福島県メッシュ気候図システムをPC9801上に移植し、農耕地メッシュについて日別に計算した平均気温を用いた。

以下の計算には、すべてこの値を用いたが、本稿では、水稻奨励品種決定試験の現地ほ場および農業試験場の属するメッシュについてのみ掲載した。

(2) 湛水直播栽培の適地推定

湛水直播栽培の適地を決定する上で出芽苗立と出穂遅延による登熟不良が重要な要因と考えられることから、以下のような方法で出穂モデルを作成し、播種期の早限と晩限を策定した。

1) 出穂モデルの作成

播種後の日平均気温から出穂期を求めるモデルとして、本報では梅津ら(1992)と同様に、堀江ら(1990)が提唱した発育指数(DVI)の概念を採用した。DVIの計算に必要な発育速度(DVR)と日平均気温の関係の解析は、竹澤ら(1989)のノンパラメトリック法を使用した。

DVRの解析には、1983年から1985年まで福島県農業試験場で実施したササニシキの湛水土中直播栽培の作期移動試験の結果を使用した。計算にあたっては、播種期のDVIを0、出穂期のDVIを1と設定した。

2) 播種早限

播種早限は、羽生ら(1967)に従い、日平均気温11.5℃の出現日とした。

3) 播種適期

播種適期は、梅津ら(1992)の試験結果から苗立率80%を確保できる気温条件として、播種後10日間の平均気温が14.0℃以上確保できる日の初日に設定した。

4) 播種晩限

羽生ら(1967)の方法にしたがって、日平均気温15℃の退行日を成熟期晩限とし、そこから積算気温800℃が得られる日を出穂晩限とした。次に、この日から前項で求めた日別の平均気温に対応するDVRを積算し、DVIが1となった日を播種晩限とした。

5) 好適播種晩限

羽生ら(1967)の方法にしたがって、出穂後40日間の平均気温22℃を確保できる日の最終日を好適出穂期とし、前項と同様の方法でDVRを逆算して、DVIが1となった日を好適播種晩限とした。

6) 適地の判定方法

上記の計算結果から、湛水直播が可能な地域は、播種適期より播種晩限が遅い地域とした。また湛水直播の好適地は、播種適期と好適播種晩限の間隔が広い地域とした。上記の計算には、パーソナルコンピュータ(SV-H98model30)を使用し、メッシュ気温の計算ではFORTRAN、DVIの計算ではBASICによるプログラムを使用した。

3. 試験結果及び考察

(1) 湛水直播栽培におけるササニシキの出穂期推定モデル

表1のように、播種期のDVIを0、出穂期のDVIを1としたササニシキの出穂期推定モデルは、予測精度が高かった。このときの平均気温とDVRとの関係は、図1のように11℃付近で0.25℃付近で最大となる曲線関係が認められた。このようにDVRが11℃付近で0となることは、羽生による湛水直播栽培の播種早限の11.5℃とほぼ一致し、モデルの数値が妥当なことを示している。

表1 ノンパラメトリック法による出穂期の予測精度

生育ステージ		平均気温(℃)			予測精度 λ	観測値の標準 偏差(日)
0	1	最小値	最大値	ΔT		
播種期	出穂期	4	30	0.5	1000	1.79
播種期	出穂期	4	30	0.5	10000	1.70
播種期	出穂期	4	30	0.5	100000	2.41

注) 湛水土壤中直播栽培、1983年から1985年のササニシキのデータを使用

ΔT: 気温の計算間隔 λ: スムージングパラメータ

(2) 播種早限

播種早限は、表2のように中通り北部が最も早く4月中旬であった。次いで、いわき、中通り南部、会津平坦、浜通り北部の順で4月下旬であった。会津山間および阿武隈山間の播種早限は、5月上旬から中旬であった。

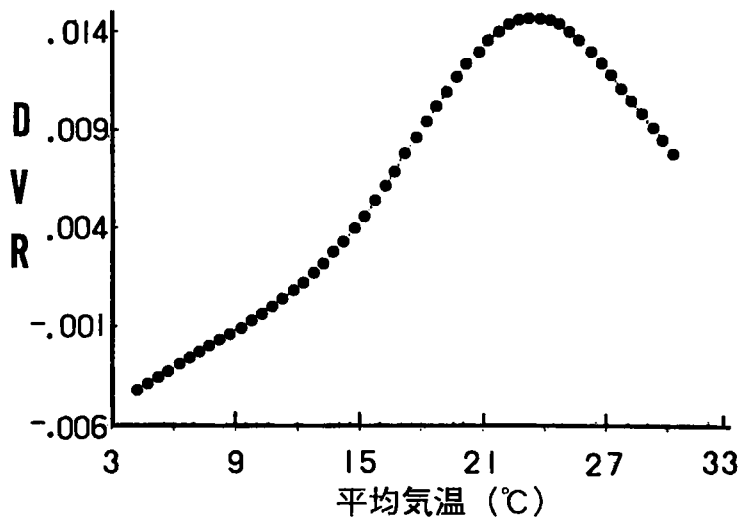


図1 湛水直播栽培における播種期から出穂期のD V Rと気温の関係

(3) 播種適期

播種適期は、平坦部では播種早限のほぼ2週間後となり、中通り北部の梁川が最も早く5月1半旬、次いで会津平坦、いわき、中通り南部の順となった。また、浜通りおよび会津山間、阿武隈山間の播種適期は、播種早限の3週間後で、それぞれの地域の移植時期と一致した。このことは、湛水直播栽培において安定した苗立率を確保しようとする、後者の地域では播種期が移植期と重なるため、直播による作期の拡大が期待できないことを示唆している。

(4) 好適播種晩限および播種晩限

ササニシキを前提とした好適播種晩限は、中通り北部の梁川が最も遅く6月1半旬、次いで会津平坦の塩川が5月6半旬、浜通り南部のいわき、中通り南部の郡山、矢吹が5月4半旬となった。これらの地域は、播種適期との間に間隔があり、安定した苗立ちを確保できる時期に播種して、登熟期間の気温22℃を確保できる地域であり、湛水直播の好適地と考えられる。

また、柵倉は、好適播種晩限が播種適期の前にあり、登熟期間の気温を確保しようとする、苗立ちがやや悪くなる地域である。

さらに、中通りの長沼、会津平坦の西会津、いわきを除く浜通りは、好適播種晩限が存在しないが播種晩限の存在する地域である。これらの地域は、播種適期に播種した場合、出穂が遅く出穂後40日間の平均気温22℃を確保できないが、40日間の積算気温800℃を確保できる地域である。したがって、これらの地域は、湛水直播栽培が可能であるが、直播の好適地より登熟条件が悪く減収する地域と考えられる。同様に会津山間、阿武隈山間も好適播種晩限がない地域である。これらの地域は、移植栽培でもササニシキの適地ではなく、他の早生品種による対応が必要と考えられる。

以上の結果、福島県の気候条件から見て、ササニシキ等中生種による湛水直播栽培の好適地は、梁川、郡山、矢吹、塩川、会津坂下、新鶴、いわきを中心とした地帯と考えられる。その他の地域は、早生品種の導入を検討する必要がある。また、山間の気温の低い地帯では、湛水直播による作

期拡大が困難である。

本報では、地域の気候値として平年値を使用しているため、年次変動について検討していない。また、水稻の生育量が考慮されておらず、湛水直播栽培を導入した場合の収量の推定ができない。直播栽培の適地区分をより精密にするためには、これらの課題を解決する必要がある。

表2 地域別の湛水直播の播種期

地 域	代表市町村	標 高 (m)	播種早限 (月日)	播種適期① (月日)	好適播種② 晚限(月日)	播種晚限③ (月日)	②-① (日)	③-① (日)
中通り	梁 川	58	4.18	5. 2	6. 5	6.21	34	50
	郡 山	233	4.22	5. 6	5.18	6.15	12	30
	長 沼	363	4.28	5.12	-	6. 2	-	21
	矢 吹	290	4.21	5. 6	5.17	6.16	11	41
	棚 倉	216	4.26	5.10	5. 6	6.14	-4	35
阿武隈 山間	飯 館	445	5. 3	5.23	-	-	-	-
	川 内	435	5.15	6. 4	-	-	-	-
	都 路	499	5. 6	5.27	-	-	-	-
会津平坦	塩 川	204	4.25	5. 7	5.29	6.16	22	40
	会津坂下	194	4.28	5.10	5.16	6.15	6	38
	新 鶴	204	4.27	5.11	5.14	6.14	3	34
	西 会津	163	4.29	5.14	-	6. 9	-	26
会津山間	猪 苗 代	529	5. 3	5.21	-	-	-	-
	南 郷	525	5. 2	5.19	-	5.26	-	7
	田 島	625	5. 5	5.23	-	-	-	-
浜通り	相 馬	17	4.27	5.16	-	6.11	-	26
	小 高	25	4.27	5.14	-	6.16	-	33
	富 岡	47	4.27	5.15	-	6.15	-	31
	いわき	18	4.22	5.10	5.20	6.25	10	46

代表市町村は農業試験場の本支場試験地および水稻奨励品種決定調査(現地調査)ほ場の属するメッシュである。

4. 引用文献

- 羽生寿郎ら 1967: 北日本における水稻直播栽培の適地・適期の決定方法に関する農業気象学的研究 東北農業試験場研究報告 34:1-21
- 堀江 武ら 1990: イネの発育課程のモデル化と予測に関する研究 第1報 モデルの基本構造とパラメータの推定法および出穂予測への適用 日本作物学会紀事 59(4):687-695
- 宗村洋一 1989: 福島県におけるメッシュ気温平年値の推定 東北の農業気象 34:18-24
- 竹澤邦夫ら 1989: 作物の発育ステージのノンパラメトリック推定の有効性 農業気象 45(3):151-154
- 梅津敏彦ら 1992: 散播による湛水土壤中直播栽培技術 山形県立農業試験場研究報告 26:77

平成3年，青森県に発生した水稻障害不稔の地域間差異について

中堀登示光・清藤 文仁・小山田善三

(青森県農業試験場)

1. まえがき

平成3年の青森県では，穂孕期と開花期の低温によると見られる障害不稔が発生し，顕著な地域間差異が見られたので，実態を報告するとともに，不稔発生が玄米の蛋白質含率や品質等に及ぼす影響についても検討を行ったので以下報告する。

2. 供試材料及び調査方法

平成3年度奨励品種決定基本調査（黒石本場所，藤坂支場）及び現地調査（青森県内18か所）計20か所に供試された品種「キタオウ」，「むつほまれ」を用い，不稔歩合（各品種3株全穂），玄米の蛋白質含量（インフラライザ-450）について調査を行った。

3. 調査結果及び考察

図1には県内20か所における出穂期と不稔歩合と示したが，主力品種の「むつほまれ」についてみると平賀町，黒石市（農試本場），五所川原市，青森市（細越），中里町，車力村，柏村，深浦

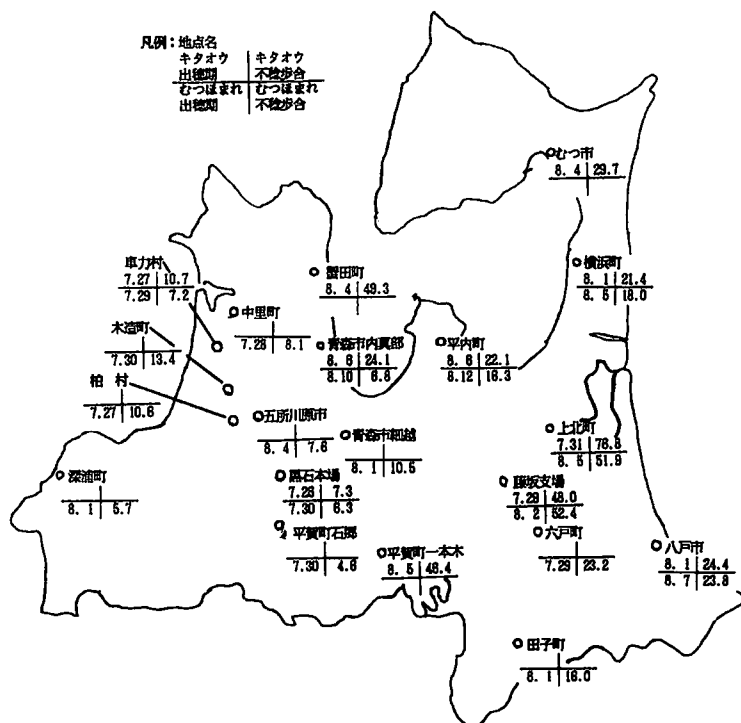


図1 障害不稔発生地域間差異

町等の津軽地域では不稔歩合が10%以内で実質的な被害は殆ど見られなかった。なお、山間部の平賀町（1本木）では不稔が46.4%（「キタオウ」）と多発しており、津軽地域でも山間部は厳しい気象条件であったことが伺われる。

一方、青森県東部で「やませ」が直接吹き込む上北町、十和田市（藤坂支場）、六戸町等の南部地域の内陸部では20～70%台の不稔歩合を示し、津軽地域よりは明らかに不稔が多く、被害も甚大であった。なお、同じ南部地域でも、試験地によって不稔の程度が異なっているが、六戸町は徹底した深水灌漑によって被害の程度を軽くしているし、田子町では盆地となっており地形的に直接「やませ」が吹走しないため不稔発生が少なかったものと考えられる。

陸奥湾沿岸の蟹田町、青森市（内真部）、平内町、むつ市、南部地域の八戸市等の海岸沿岸地域でも、不稔歩合が10～40%台を示し、南部地域の内陸部に次いで不稔が多く発生している。しかし、「むつほまれ」についてみると不稔歩合は10～20%で、内陸部の「むつほまれ」よりも明らかに不稔が少なくなっている。また、「むつほまれ」は早生種の「キタオウ」に比べても10%以上不稔が少なくなっているが、どちらの品種も耐冷性が「中」程度であることを考えると、この不稔発生の差も生育ステージによる差と考えられる。

この海岸沿岸地域は生育初期からやませ風の影響を受け易く、本来であれば主として早生品種を作付けなければならない地域であるが、現実的には、蟹田町とむつ市を除くと「キタオウ」よりも中生品種の「むつほまれ」の方が多く作付けされており、このことから実際的な被害量は南部地域内陸部よりも低かったものと考えられる。

このように、津軽地域と南部地域内陸部では著しい差が認められたわけであるが、次にこの要因について、両地域の代表地点を黒石本場（「むつほまれ」の不稔歩合6.3%）と藤坂支場（同52.4%）の生育と気象経過から考察してみたい。

表1には両場所の生育ステージを示したが、「むつほまれ」の幼穂形成期は黒石・藤坂とも同じ7月5日で幼穂形成期までは生育ステージに殆ど差が見られなかったが、出穂期では黒石が7月30日、藤坂が8月2日で3日の差がみられた。

表1 穂首分化期・幼穂形成期と出穂期

場所	品 種 名	穂首分化期(月日)			幼穂形成期(月日)			出穂期(月日)		
		91年	平年	90年	91年	平年	90年	91年	平年	90年
黒石	むつほまれ	6.27	7. 6	6.29	7. 5	7.14	7. 8	7.31	8. 7	8. 2
	つがるおとめ	6.27	-	6.29	7. 5	-	7. 8	8. 2	-	8. 2
藤坂	むつほまれ	6.26	7. 8	6.27	7. 5	7.16	7. 6	8. 1	8.10	8. 1
	アキヒカリ	6.28	7.10	6.29	7. 7	7.18	7.10	8. 2	8.11	8. 3

次に、幼穂形成期からの日平均気温（アメダス）の推移を見てみると（図2）、19.1℃（農業気象観測値では20.0℃）以下の低温が連続的に襲来した時期は、十和田では7月12日（幼穂形成後7日）～7月21日（同16日）の10日間と8月3日（出穂後1日）～8月6日（同4日）の4日間の2回である。その

後も断続的に 8月14日まで低温が続いている。

ここで、穂孕期を幼穂形成期後日数で 8日~17日、開花期を出穂当日から出穂後 9日までの各々10日間とした場合、穂孕期の平均気温は黒石で19.9℃、十和田は18.2℃で1.7℃の差がみられた。また、19.1℃以下となった日数（以下低温日数という）は、黒石が 3日であるのに対し、十和田は 9日で 6

日差がみられた。さらに、日平均気温19.1℃を基準とし、それ以下となった日の気温との差の積算値（ $\Sigma (19.1 - t)$ 、但し $t < 19.1$ 、 t は日平均気温）を低温量と呼称すると、それぞれ2.1℃と12.1℃で大差がみられた。また、開花期でも平均気温が黒石、十和田で21.1℃と18.6℃で2.5℃の差がみられ、低温日数では 2日と 7日、低温量では2.6℃と9.6℃と穂孕期同様開花期でも大差がみられた。

このように穂孕期及び開花期の両危険期で低温を受けたことが南部地域で不稔が大発生する要因になったことは明らかであるが、穂孕期、開花期のいずれの低温がより多く影響を与えたかはこのデータからは明らかにできない。しかし、昭和57年の藤坂における穂孕期の低温による「アキヒカリ」

の不稔発生の例を見れば（穂孕期における低温日数3日、低温量6.4℃、不稔歩合26.2%、但し「アキヒカリ」は耐冷性が「むつほまれ」よりもやや弱い）、平成3年の場合はこれよりも明らかに低温量が多く、仮に開花期の低温がなくても相当量の不稔が発生したものと推定され、穂孕期の影響の方が開花期よりも大きかったのではないかと推定される。

次に、海岸沿岸地域で不稔発生が比較的少なかった要因について解析してみたい。表2に示すように、低温襲来時の平均気温は、南部内陸、海岸沿岸地域の各試験地とも第1期、2期とも17~18℃で試験地間に大きな差がないことと、沿岸部で出穂が5~10日も遅れた（「むつほまれ」）こと等を考えると、生育遅れによって穂孕期が内陸部よりも遅くなり、結果的に危険期の低温

をある程度回避したため、内陸部よりも不稔が少なくなったものと考えられる。

なお、出穂が早いにもかかわらず、田子町や横浜町のように不稔発生が比較的少ないところもあ

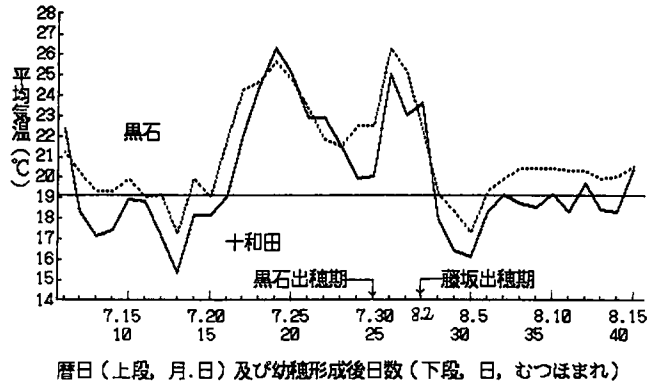


図2 幼穂形成期後の日平均気温（アメダス）の推移

表2 低温襲来時の気温と日照時間（アメダス）

区分	観測所名	対象試験地名	平均気温(℃)	
			第1期	第2期
津軽	黒石 青森 五所川原 深浦	黒石本場 青森細越 五所川原市 深浦町	19.3	18.5
			19.7	19.4
			19.8	19.0
			20.3	20.1
南部	十和田 三沢 八戸 三戸	藤坂支場 (上北町) 八戸市 田子町	17.8	17.2
			17.4	17.4
			18.3	17.6
			19.1	17.7
沿岸	むつ 蟹田 野辺地	むつ市 蟹田町 (平内)	17.6	17.5
			18.5	18.8
			17.5	17.0

注) 第1期：7月12日~21日の10日間

第2期：8月3日~6日の4日間

沿岸：陸奥湾沿岸

るが、これは地形的にやませ風を受けにくいところに位置するためと考えられる。また、六戸町は出穂が藤坂支場よりも早いにもかかわらず不稔歩合が藤坂の半分程度しかないが、前述したように水管理技術が優れていたためであり、幼穂形成期から気象条件に合わせて深水管理を行えば不稔発生を半減できることを実証したもので、注目に値する。

次に、不稔発生の多少と蛋白質含有率、検査等級との関係について若干の検討を行った。図3に示すように不稔歩合と蛋白質含有率の間には密接な関係がみられ、不稔が多く発生するほど玄米の蛋白質が多くなっていく傾向がみられる。一般的に蛋白質含有率が多くなれば食味が劣るとされており、蛋白質含有率8%以下を食味からみた蛋白質の限界値とすると、不稔の発生限界は20%台以下であることが、図3から推定される。また、不稔歩合と検査等級の間にも関係がみられ、不稔歩合が10%以上になると1等米の格付けは困難な傾向がみられた（図省略）。

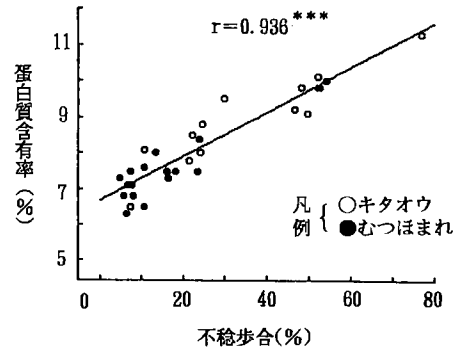


図3 不稔歩合と蛋白質含有率との関係

4. むすび

- (1) 青森県内20か所について、平成3年に発生した障害不稔の地域間差を見たところ、3つのグループに分類することができた。第1のグループは、青森県の西側に位置する津軽地域であり障害不稔が10%以下で障害不稔が殆ど発生しないか、または発生しても軽微な地域である。第2のグループは、青森県の東側に位置する南部地域の内陸部で20~70%の不稔歩合を示し障害不稔が多発した地域である。第3のグループは陸奥湾沿岸地域及び南部地域の沿岸部であるが、早生地帯でありながら中生品種の作付けが多く、生育が遅れたため危険期の低温をある程度回避し、結果的に不稔の発生が内陸部よりも少なかった地域である。第1と第2グループを黒石本場と藤坂支場とに代表させて、気温を調査したところ、第2グループは、第1グループよりも2℃前後低い17~18℃前後の低温を穂孕期、開花期の両危険期にダブルで受けたため不稔が多発したものと考えられた。
- (2) 不稔歩合と蛋白質含有率の間には密接な関係が見られ、不稔が多くなるに従い蛋白質含有率が多くなる傾向がみられた。

水稻の生育ステージ予測

富田 秀弘

(青森県農業試験場)

1. はじめに

青森県では、追肥や病害虫防除などの指導を適切に行なうために、生育ステージを高い精度で予測できることが望まれている。前報では、平成元年に開発した水稻の生育ステージ予測システムの予測精度について報告した。前システムは、予測法が従前の積算気温法と変わらないため、近年の異常気象下で予測精度が低下しており、各地域・各品種・各生育ステージごとに式を作成する必要があるなど問題が多かった。

近年、発育指数(DVI)による予測法が開発され(堀江, 1981), さまざまな作物においてその有効性が報告されている(堀江ら, 1986, 田村ら, 1989, 川方ら, 1989, 石橋ら, 1990)。そこで、本報では青森県的水稻の主力品種である“むつほまれ”について、移植期から出穂期までの発育速度(DVR)を気温または気温と日長時間の関数として求め、その予測精度について検討したので、その結果について報告する(以下発育指数はDVI, 発育速度はDVRと略す。)

2. 研究方法

本報では、移植日のDVIを0, 出穂期のDVIを1とするモデルについて検討を行った。DVIは、毎日の変化率であるDVRを積算したもので、次式のように表わすことができる。

$$DVI = \sum_{i=1}^t DVR(i)$$

ここで、tは日数である。

品種には、“むつほまれ”を用い、生育データとして農業試験場の作況試験、各地区農業改良普及所の生育観測圃のデータを用いた。また、気象データは作況試験、生育観測圃のある市町村のアメダスデータを用いた。その地点と年次は下記に示すとおりである。

1) 使用データ

(1) 生育データ

ア. 水稻作況試験成績

地点 黒石, 十和田(藤坂), 年次 1986~1991

イ. 各地区農業改良普及所生育観測圃データ

地点 青森, 弘前, 五所川原, 鯉ヶ沢, 深浦, 野辺地, 八戸, 三戸

年次 1986~1991

ウ. 項目 移植期, 穂首分化期, 幼穂形成期, 出穂期

(2) 気象データ(アメダスデータ)

ア. 項目 日平均気温

- イ. 地点 青森, 弘前, 黒石, 五所川原, 鯨ヶ沢, 深浦, 野辺地, 十和田, 八戸, 三戸
- ウ. 年次 1986~1991
- エ. 期間 4月1日~10月31日

日長時間は、各地点とも現在測定を行っていないため、太陽の赤緯とアメダス地点の緯度から求めた理論日長時間を用いた。

青森県の水稲品種は、感温性が大きいとされているため、DVRは日平均気温(T)の関数と仮定し、以下の2式を比較した。

$$DVR = a(T - b), \dots\dots\dots (1)$$

$$DVR = (1 - \exp(-a(T - b))) / c, \dots\dots\dots (2)$$

但し、 $T < b$ ならば $DVR = 0$ 。

ここで、 a , b , c はパラメータである。

(1)式は有効積算気温を発育指数にあてはめたもので、(2)式は高温域でDVRが頭打ちになるよう飽和型の関数を仮定した式である(堀江, 1981, 川方ら, 1989)。DVRの解析に用いる生育データ、気象データとしては、先の10地点における“むつほまれ”栽培期間の平均気温(1986~1990)を求め、表-1に示すとおり高い、中位、低いに分類し、各分類から1地点ずつ計3地点を選んだ。DVRのパラメータの解析には、(1)式、(2)式ではシンプレクス法を使用した。穂首分化期、幼穂形成期のDVI値は、解析によって得られたパラメータを用い、計算により推定した。得られたパラメータの中には、出穂期の予測のみ高い精度を示すものが見られるが、穂首分化期、幼穂形成期の予測も必要なのでそのようなパラメータは棄却した。

表-1 青森県の各地点の稲作期間(むつほまれ)の平均気温

低い	中間	高い
鯨ヶ沢 (17.5) 野辺地 (17.5) 十和田 (17.6) 八戸 (18.0)	三戸 (18.5) 五所川原 (18.5) 深浦 (18.3)	黒石 (18.6) 青森 (18.6) 弘前 (18.9)

※ () 内は86' ~91' の稲作期間の平均気温

また、本県の感温性が大きいとされている品種でも、短日処理を加えると出穂が早まる現象が見られること、感光性を加えることでモデルの予測精度が向上するという報告があることなどから(川方ら, 1989), DVRを日平均気温(T)と日長時間(L)の関数と仮定し解析を試みた。日長時間を加えたモデル式の検討では、予測精度向上とともに、既存の生育データで日長時間の影響を評価できるかを検討した。仮定したのは、以下の2式である。

$$DVR = a(L - b)(T - c), \dots\dots\dots (3)$$

但し、 $L < b$ あるいは $T < c$ ならば $DVR = 0$ 。

$$DVR = \{1 - \exp(a(L - b))\} / \{1 + \exp(-c(T - d))\} * e, \dots\dots\dots (4)$$

$L < b$ ならば $DVR = 0$ 。

ここで、 a , b , c , d , e はパラメータである。

(3)式は有効積算気温の概念に日長時間を加えた式で、(4)式は堀江ら(1986)が提唱している式である。

品種は(1)(2)式と同様に“むつほまれ”を用い、DVRの解析に用いる生育データ、気象データも先に述べたように10地点中3地点を組み合わせ用いた。DVRの解析には(3)式、(4)式では、マルカート法(刀根, 1981)と準ニュートン法(刀根, 1988)を使用した。穂首分化期、幼穂形成期のDVI値も日平均気温のみの場合と同様に、解析によって得られたパラメータを用いて推定した。

3. 結果及び考察

解析の結果得られたパラメータと各生育ステージのDVIは表-2のとおりである。

表-2 DVRの関数のパラメータと各生育ステージのDVI値

モデル式	a	b	c	穂首分化期	幼穂形成期
(1)式	9.90924E-4	6.0347		0.50994	0.61767
(2)式	0.663410	8.5529	37.8167	0.51229	0.63262

(1)式、(2)式の予測精度をみたのが図-1である。図中、モデル式では各生育ステージの予測日数と実測日数との差の二乗和をデータ数で割った平方根である標準誤差を予測誤差として表わし、実測値は平均出穂日からのばらつきを標準偏差で表わした。

実測値は各生育ステージで約±7日と大きくばらついたのに対し、各モデル式とも±3日と実測値とよく一致していた。地点別にみると、予測値が早い方へシフトする地点と、遅い方へシフトする地点がみられた。予測値がシフトすることは、モデルに問題があることも考えられるが、圃場は必ずしもアメダス観測点の近くにあるわけではないので、気温の経過が両者で違っていることが考えられる。しかし、ここではどちらに問題があるのか判断できなかった。

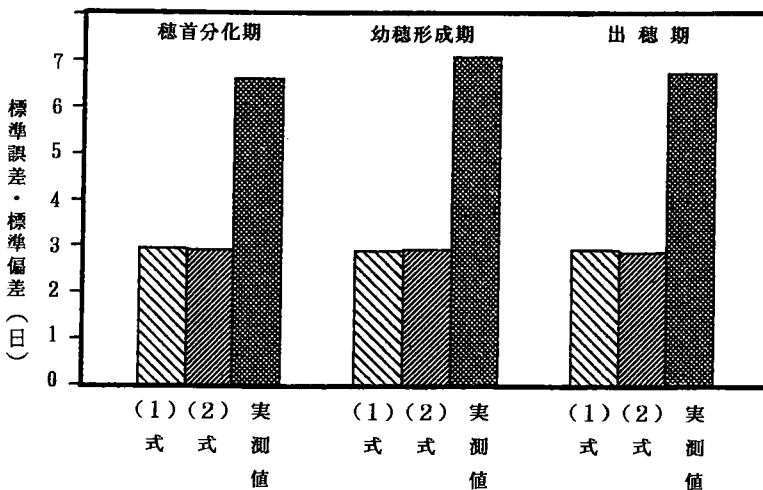


図-1 (1)式と(2)式の各生育ステージの予測値の標準誤差と実測値の標準偏差

図-2では、各モデル式の気温に対するDVRの変化を比較した。(1)式と(2)式は12~21℃の間において、かなり近いDVR値を導き出すことがわかった。“むつほまれ”栽培期間の日平均気温の発生頻度は13~20℃に集中しており(図-3)、30℃付近の高温の発生は少ないことから、現在のところ高温域のDVRの頭打ちは必要ないと思われる。青森県においては

低温年の予測が重要なことから、低温域のあてはまりがよい方が望ましい。1986年から1991年まで生育が大幅に遅延するような年次がないので判断が難しいが、(2)式の方がわずかに低温な年にあてはまりがよかった。

次にDVRの関数に日長時間を加えた(3)式、(4)式について解析し、得られたパラメータと穂首分化期と幼穂形成期のDVI値を表-3に示した。

また、図-4には(3)式、(4)式の各生育ステージの予測精度を示した。予測誤差は、気温のみの(1)式、(2)式の予測誤差と同様に約±3日程度と実測値とよく一致していたが、気温のみの場合よりわずかに予測精度は劣る結果となった。

(3)式、(4)式の各気温、

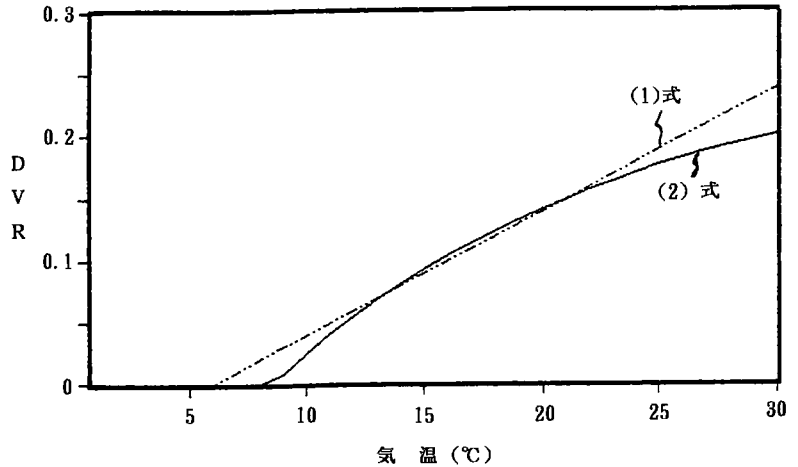


図-2 (1)式と(2)式の各気温におけるDVR値

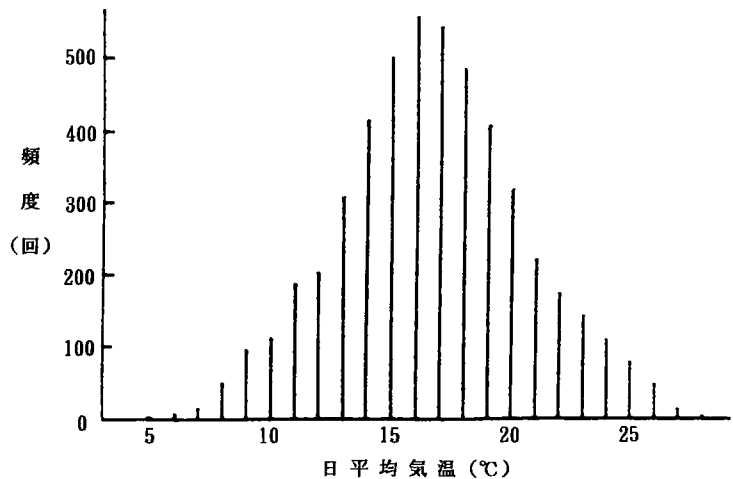


図-3 むつほまれ栽培期間の日平均気温の出現頻度 (青森県内10地点, 1986~1991)

表-3 DVRの関数のパラメータと各生育ステージのDVI値

モデル式	a	b	c	d	e	穂首分化期	幼穂形成期
(3)式	5.404E-5	35.5074	7.4136			0.48847	0.60090
(4)式	116.47	15.1280	0.2475	15.90	50.3254	0.50183	0.61430

各日長時間のDVR値を比較したのが図-5である。(3)式では日長時間が長くなると、気温-DVR直線の傾きが小さくなる傾向となった。しかし、(4)式のDVRは、15.1時間未満では気温だけで変化し、15.1時間以上では気温に関係なくDVR値は0となるモデル式となった。(3)式はわずかに日長時間が評価されているが、(4)式では日長時間は評価されていないと判断された。

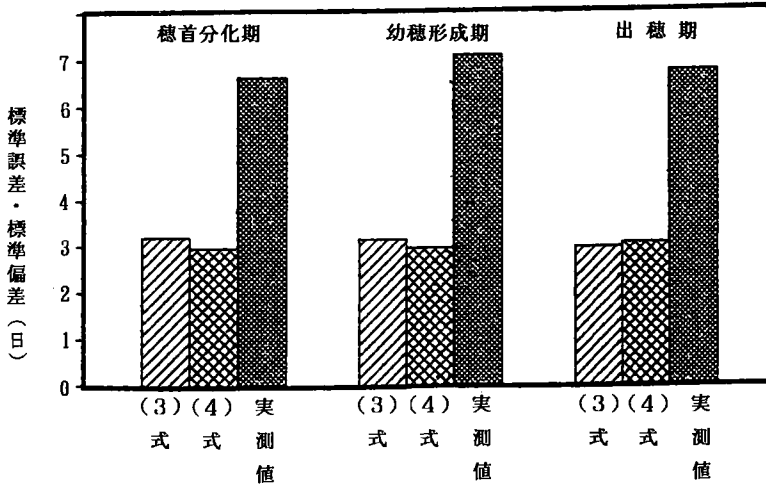


図-4 (3)式と(4)式の各生育ステージの予測の標準誤差
実測値の標準偏差

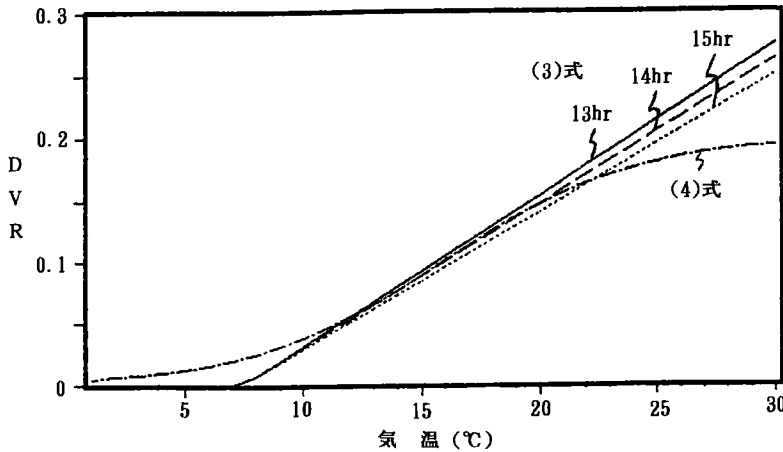


図-5 (3)式と(4)式の各気温、各日長におけるDV R値

青森県の場合、移植期間が2週間以内に集中しており、日長時間のデータの幅が狭く、既存のデータでは日長時間を評価するデータとして不適当と考えられた。

既存のデータでは日長時間が評価できないこと、また、気温のみの方があてはまりがよいこと及び栽培期間が本県のように非常に狭い範囲に限定される場合は、みかけ上発育は気温のみに依存するとの報告(鮫島ら, 1987)があることなどから、むつほまれの生育ステージを予測するには、気温のみの式が望ましいと思われる。(1)式、(2)式を比較すると、わずかではあるが(2)式の方が予測精度が優っていたので、現段階では(2)式が予測式として適当と思われた。

本研究では移植期を0、出穂期を1として解析した。しかし、移植期～幼穂形成期は花芽の分化であり、幼穂形成期～出穂期は花芽の発達と違ったステージなので、他のDVIモデルのように、移植期～幼穂形成期(0→1)、幼穂形成期～出穂期(1→2)に2分割して解析するほうが望ましいと考えられ、2分割したモデルも試みたが、上に記したモデルよりもよい予測精度がえられなかったことと、使用上問題がなければよりシンプルであることが望しいことから、あえて分割したモデルを採用しなかった。今後必要に応じて検討してみたい。また、最近生産コスト低減のため乳苗の使用や直播栽培の必要性が叫ばれており、栽培時期が拡大し栽培形態が多様化することが予想され、より広範囲な適応性のために日長時間を加えたモデルの開発が必要になると思われる。

4. まとめ

D V I の概念を用いて、本県の主要品種である“むつほまれ”の各生育ステージ予測モデルについて検討した。生育データは県内10地点の1986年から1991年の作況圃，生育観測圃のデータ，気象データはアメダスの日平均気温と理論日長時間を用いた。D V R を気温のみの関数と仮定した(1)式，(2)式，気温と日長時間の関数と仮定した(3)式，(4)式について検討したところ，各式とも予測誤差が約±3日以内で実測値とよく一致していた。しかし，(3)式，(4)式には日長時間の影響が十分に現れず，気温のみのモデルと変らないモデルとなった。栽培期間が狭い範囲に限定される青森県においては，気温のみの式でよいと思われる。したがって，(2)式の予測精度が他より優り適当と判断された。

今後直播栽培や乳苗の普及に伴い栽培時期が拡大することが予想されるため，作期移動試験などを行い，日長時間も組み込む必要があると思われる。

5. 謝 辞

本研究を実施するにあたり，農業環境技術研究所数理解析研究室の山田一茂室長に懇切なご指導を頂いた。同研究所大気保全研究室の小林和彦主任研究官には，シンプレクス法のサブルーチンを提供して頂いた。埼玉大学の刀根薫博士には，マルカート法，準ニュートン法のサブルーチンを使わせて頂いた。各地区農業改良普及所，農業試験場稲作部，藤坂支場の皆様には，生育データを提供して頂いた。ここに感謝の意を表します。

6. 引用文献

- 堀江 武，1981：気象と作物の光合成，蒸散そして生長に関するシステム生態学的研究，農技研報告 A 28
- 田村良文・竹澤邦夫・金野隆光・小野祐幸・清野 豁・門馬栄秀，1989：ノンパラメトリック回帰を用いた温度評価によるトウモロコシの絹糸抽出期予測．日作紀，58(1)，48-54
- 石橋英二・桐山 隆・田村良文・金野隆光・小野祐幸，1990：ノンパラメトリック回帰を用いた温度評価による水稻の生育期予測．日作紀，59(3)，443-449
- 川方俊和・岡田益己，1989：発育指数を用いた水稻の幼穂形成期と出穂期の推定，農業気象 45(3) 137-142
- 堀江 武・中川博視・吉良和彦，1986：稲の発育過程のモデル化と予測に関する研究(1)，発育動態の気象的予測モデルについて，日作紀，55(別1)，214-215
- 鯨島良次・岩切 敏，1989：気象と大豆の生育動態に関する研究(1)，開花までの期間における発育速度と日長・気温の関係，農業気象，42(4)，375-380
- 刀根 薫，1981：B A S I C，28非線形最小2乗法，137-146
- 刀根 薫，1988：B A S I C，32多変数関数の最小化，189-202
- 暦計算研究会，1991：新こよみ便利帳11太陽，40-41

秋田県における稲の生育特徴と気象の関係

第3報 出穂期について

山本寅雄・畠山俊彦・鎌田易尾

(秋田県農業試験場)

1. はじめに

あきたこまちが1984年に秋田県で奨励品種に採用され、本格的に作付けされたのはその翌年からであったが、1991年には70,853haと秋田県の作付面積の69.1%を占めるに至った。一方、全国的にも数県で奨励品種に採用されたことなどから同年の作付面積は10万haを越え、日本晴を抜いて全国で第3位の作付けになった。1992年は政策上のこともあって63,603haとやや漸減はしたものの、その良食味特性を基に、名実ともに秋田県の銘柄品種になっている。

あきたこまちが系適(系統)番号で奨励品種決定現地調査に供試されたのは、1982年(県内17ヶ所)からで、その後継続して供試していることから1991年で丁度10年を経過したことになる。そこで、10年間における奨励品種決定現地調査及び農試本場、大館分場(現大館試験地)で実施された生産力決定本試験のデータを基に、主力品種であるあきたこまちを通じて水稻生育の地域性と気象の関連性について検討したが、ここでは出穂期との関係について報告する。

2. 調査方法

(1) 調査品種：あきたこまち

(2) 調査場所

県北平坦山沿地帯：鹿角市、比内町、大館市、鷹巣町、森吉町(阿仁町)

県南山沿地帯：矢島町、田沢湖町

日本海沿岸地帯：能代市、大潟村、秋田市、本荘市

県南平坦地帯：神岡町、大森町(大曲市)、六郷町、平鹿町(横手市)、中仙町(角館町)、湯沢市

(3) 気象データ：秋田県気象月報(秋田地方気象台)、1982~1991年

観測地点は(2)に示した場所。但し、アメダス気象観測所のない地点については最も近い()内観測地の数値を使用。

(4) 栽培法：標肥は農家の慣行栽培法に基づき、多肥は活着期(移植後1週間以内)に窒素成分0.2kg/aを加えてもらい、数値は標肥・多肥の2区平均値を使用。

3. 調査結果及び考察

10年間の平均出穂期及び出穂期に關与する平均移植日、移植日~出穂期までの日数、平均気温の積算値、さらにその期間の日平均気温を表1に示した。出穂期は県北平坦山沿・県南山沿地帯は8月6.6日~9.4日の間にあり、地帯間の幅がやや見られる。日本海沿岸地帯は県北に位置する能代市で8月10.9日であるが、他の3地点は8月6.2日~8.7日の間にあり出穂期は早くなっている。県南平坦地帯は8月7.9日~9.7日の間にあり、地帯間の幅が最も小さいが、出穂期そのものは最

表1 出穂期と移植月日・平均気温積算値他(1982~1991平均)

地名	鹿角市	比内町	大館市	鷹巣町	森吉町	矢島町	田沢湖町
出穂期(月日)	8・8.6	8.2	7.4	9.4	9.2	6.6	8.8
Sx	4.5	3.6	4.5	4.7	4.3	3.8	4.8
移植(月日)	5・20.2	21.6	18.3	19.0	19.1	18.3	21.9
移植~出穂日数(日)	80.4	78.6	81.1	82.4	82.1	80.3	78.9
移植~出穂積算気温(℃)	1554	1528	1555	1621	1589	1633	1516
日平均気温(℃)	19.3	19.4	19.2	19.7	19.4	20.3	19.2

地名	能代市	大潟村	秋田市	本荘市
出穂期(月日)	8・10.7	8.7	6.2	6.9
Sx	3.7	4.7	3.6	4.6
移植(月日)	5・19.8	20.8	12.9	14.3
移植~出穂日数(日)	83.1	79.9	85.3	84.6
移植~出穂積算気温(℃)	1665	1559	1700	1674
日平均気温(℃)	20.0	19.5	19.9	19.8

地名	神岡町	大森町	六郷町	平鹿町	中仙町	湯沢市
出穂期(月日)	8・8.8	9.1	9.5	8.7	7.9	9.7
Sx	3.0	4.6	2.7	3.3	3.2	2.7
移植(月日)	5・22.0	23.7	24.2	21.9	25.4	22.0
移植~出穂日数(日)	78.8	77.4	77.3	78.8	74.5	79.7
移植~出穂積算気温(℃)	1606	1591	1610	1626	1532	1603
日平均気温(℃)	20.4	20.6	20.8	20.6	20.6	20.1

も遅い地帯である。さらに、各地点ごとの標準偏差についてみると、最も小さいのは県南平坦地帯であり、同一地点での年による出穂期の変動は少ないことがわかり、次いで日本海沿岸地帯となり、最も変動幅の大きいのは県北平坦山沿・県南山沿い地帯であることが知られる。

一方、出穂期に関する要因としての移植日、出穂期までの日数、積算気温との関連でみると、移植日の最も早いのは日本海沿岸地帯で、その内でも特に県中央部に位置する秋田市・本荘市で5月15日以前に田植えを行っており、このことは地域の実状とよく一致している。しかし、移植日から出穂期までの日数は80日~85日を要し、最も長い日数になっているとともに、積算気温も1650℃以上を必要としている。逆に、県南平坦地帯は移植日が5月22日~25日と最も遅いにもかかわらず、移植日から出穂期までの日数は75日~80日の間にあり、最も短期間で出穂期に達しており、その間の積算気温も1600℃前後と少ない。県北平坦山沿・県南山沿い地帯の移植日は5月18日~22日、移植日から出穂期までの日数は80日前後と他2地帯の間になっているが、積算気温は1500℃台で最も少ない。

以上のことから、県北平坦山沿・県南山沿い地帯は移植日が早いにもかかわらず、出穂期までの日平均気温が最も低いことから、積算気温が最も少なく出穂期になり、日本海沿岸地帯の移植日は北部に位置する能代市・大潟村では県北平坦山沿い地帯に近く、中央部の秋田市・本荘市は極端に早くなっているが、日平均気温が20℃以下であることから、最も多い積算気温を要して出穂期に到っている。県南平坦地帯は移植日が遅いにもかかわらず、日平均気温が20℃以上と高く、出穂期までの積算気温も日本海沿岸地帯ほど必要としないため、出穂期はあまり遅くならない。

表2には平均気温、最高気温、最低気温について、出穂期と関係のある6月と7月の積算気温の10年間の平均値とその期間の標準偏差を示した。

最高気温についてみると県南平坦地帯が1500℃台と最も高く、次いで矢島町を除いた県北平坦山沿・県南山沿い地帯が1400~1500℃台で、日本海沿岸地帯が1400℃台と最も低い。同様に、最低気

表2 6月と7月の積算気温平均値 (1982~1991) (°C)

地名	鹿角市	比内町	大館市	鷹巣町	森吉町	矢島町	田沢湖町
平均気温	1183	1182	1182	1217	1192	1283	1178
Sx	70.8	69.9	69.9	66.6	65.9	66.7	61.9
最高気温	1485	1491	1491	1529	1511	1602	1419
Sx	85.1	79.4	79.4	87.9	67.9	73.3	62.8
最低気温	911	919	919	941	899	1001	942
Sx	72.0	63.7	63.7	71.7	76.9	72.8	76.6

地名	能代市	大瀧村	秋田市	本荘市
平均気温	1227	1207	1269	1227
Sx	67.2	66.2	89.9	51.3
最高気温	1456	1434	1470	1469
Sx	69.7	68.9	64.0	50.1
最低気温	1015	988	1048	1001
Sx	70.2	73.8	69.9	56.9

地名	神岡町	大森町	六郷町	平鹿町	中仙町	湯沢市
平均気温	1247	1247	1261	1261	1251	1227
Sx	60.7	60.7	63.3	63.3	59.3	62.8
最高気温	1520	1520	1549	1549	1556	1502
Sx	67.4	67.4	68.2	68.2	66.8	70.8
最低気温	1013	1013	1011	1011	983	955
Sx	68.0	68.0	69.2	69.2	67.5	60.4

温についてみると最高気温とは傾向が異なり、最も高いのは日本海沿岸地帯のほぼ1000°C前後で、次いで県南平坦地帯の 900~1000°C台、最も低いのは矢島町を除く県北平坦山沿・県南山沿い地帯の 900°C前後である。

次に、各地点の最高気温、最低気温の積算値の年次によるふれを標準偏差でみると、最低気温では各地帯間に大きな差はないが、わずかながら県北平坦山沿・県南山沿い地帯の数値が他の2地帯より大きい傾向にあり、年次間の変動が大きいようにみられる。最高気温についてもほぼ同様のことがいえるが、その差はさらに大きくなり、県北平坦山沿・県南山沿い地帯の最高気温は、最低気温より年次によるふれが大きいといえる。もう一つの特徴としては、県北平坦山沿い地帯では最低気温の標準偏差よりも最高気温の標準偏差が大きいのに対し、日本海沿岸地帯は、逆に最低気温の標準偏差が大きい。県南平坦地帯は最高気温、最低気温とも標準偏差の間にはほとんど差はなく、気温的に安定している地帯といえる。

以上の地帯別温度条件と出穂期の関係を考察するために、6月と7月の積算気温との相関関係を

表3 出穂期と6月・7月の積算気温の相関関係 (1982~1991)

地名	鹿角市	比内町	大館市	鷹巣町	森吉町	矢島町	田沢湖町
平均気温	-0.859**	-0.849**	-0.862**	-0.814**	-0.940**	-0.376	-0.517
最高気温	-0.719**	-0.799**	-0.831**	-0.551	-0.768*	-0.280	-0.356
最低気温	-0.956**	-0.869**	-0.943**	-0.921**	-0.954**	-0.436	-0.608

地名	能代市	大瀧村	秋田市	本荘市
平均気温	-0.888**	-0.900**	-0.789**	-0.748*
最高気温	-0.845**	-0.795**	-0.790**	-0.537
最低気温	-0.897**	-0.806**	-0.926**	-0.835**

地名	神岡町	大森町	六郷町	平鹿町	中仙町	湯沢市
平均気温	-0.769*	-0.926**	-0.888	-0.759*	-0.484	-0.836**
最高気温	-0.626	-0.808*	-0.935**	-0.545	-0.179	-0.713
最低気温	-0.753*	-0.845**	-0.713*	-0.845**	-0.646	-0.872*

表3に示した。全体的にみると、最低気温が出穂期と相関関係が認められる地点が多く、次いで平均気温で、最高気温と相関関係の認められる地点は少ない。したがって、各地帯別に最低気温、平均気温と出穂期の関係についてみると、県北平坦山沿い地帯は全地点で2要素との相関が高く1%水準の有意差が認められるとともに、どちらかといえば最低気温との相関が高いことから、県北平坦山沿い地帯の出穂期は最低気温の影響が大きいと考えられる。日本海沿岸地帯も最低気温、平均気温と出穂期の相関は高く、本荘市の平均気温を除いては1%水準の有意差が認められるとともにやや最低気温との相関が高い傾向にあるが、県北平坦山沿い地帯と異なる特徴としては3地点で最高気温とも1%水準の有意差が認められることで、このことは日本海沿岸地帯は平均気温、最高気温、最低気温に関係なく、その年次による気温そのものに出穂期が規制されると考えられる。県南平坦地帯の気温と出穂期の関係は他2地帯ほどの密接な関係は認められないが、それでも最低気温、平均気温との間には1%~5%水準、5%水準で有意差が認められる地点が多いことから、気温によって規制を受けていることは当然である。しかし、表1に示したように、移植日から出穂期までの日数が最も短い地帯であることやその間の日平均気温が高いことによって出穂期が安定していることが相関関係を小さくしている要因になっているとも推定できる。

県南山沿い地帯は他地帯のように積算気温との相関関係は認められないが、矢島町の場合は山沿い地帯にもかかわらず最高気温積算値が最も高いことや、最低気温積算値が比較的高いこと、田沢湖町の場合その逆の条件にあるためと考えられるが、これらのことと他の気象要因との関係についても検討する必要があると考える。

4. まとめ

(1) 奨励品種決定現地調査におけるあきたこまちの出穂期を地帯別にみると最も早いのは日本海沿岸地帯で、次いで県北平坦山沿・県南山沿い地帯となり、県南平坦地帯は最も遅いが、同一地点での年次変動は小さい。

(2) 出穂期と移植日、出穂期までの日数、平均気温積算値、日平均気温の関係についてみると県北平坦山沿・県南山沿い地帯は移植日、出穂期までの日数は他地帯の中間にあるが、出穂期までの積算気温は最も少なくすむ。日本海沿岸地帯は移植日は最も早いですが、出穂期までの日平均気温があまり高くないため、最も多い積算気温を要している。県南平坦地帯は移植日が遅いにもかかわらず出穂期までの日数は積算気温、日平均気温が高いため最も短い。

(3) 出穂期とそれに関与するとみられる6月と7月の10年間の最高気温、最低気温、平均気温の積算値との相関関係をみると全体的には最低気温、平均気温との相関が高い傾向がみられ、地帯別では県北平坦山沿い地帯は最低気温との相関が高い。日本海沿岸地帯は最高・最低・平均気温とも相関が高く、県南平坦地帯は最低気温、平均気温と相関関係は認められるものの他2地帯に比べ有意差水準は低い。

参考文献・資料

秋田地方気象台、1982~1991：秋田県気象月報

穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇、1979：人工気象室利用による温度処理が水稻の生育・収量におよぼす影響 第1報 分けつ期間中の温度と出穂期の早晚、東北の農業気象、24、61-64

台風9119号による東北地方の農林災害

阿部 博史(東北農試)・卜蔵 建治(弘前大農)

1. はじめに

1991年9月28日、発達しながら東シナ海を北上して日本海に入った台風は衰えることなく北上を続けた。このため東北地方の日本海側の各地で記録的な暴風となった。台風は雨量は多くなかったものの猛烈な暴風を伴っていたため、東北地方は日本海側を中心に山形県1, 秋田県5, 青森県9人の人命が失われ、農林災害も甚大なものがあった。強風による神社、寺院などの古い建築物あるいは樹齢250年から400年の秋田杉やケヤキの巨木が倒木する被害などからみて、再現期間は100年を越える地点も多いと考えられる。

本報告は、台風9119号による東北地方を中心とした農作物被害の実態についてまとめるとともに、台風で最大の農作物被害となった青森県のリンゴの被害について、過去の台風被害との差異を明らかにすることを試みた。

2. 台風の進路と農作物被害の実態

マーシャル諸島付近で発生した台風9119号は1991年9月24日那覇市の南約650kmで中心気圧925hPa中心付近の最大風速50m/sで大型で非常に強い台風となった。9月26日になると台風の今後の進路は「洞爺丸台風に類似する」と報じられ、近年台風被害が比較的少なかった東北地方、北海道にも被害の広がるのが予想された。その後台風は予想された進路を進み、九州北部をかすめて日本海に入り28日午前0時、輪島市の西約270kmの海上に達し、中心気圧950hPaで最大風速は45m/sとなり、大型台風にしては移動速度が大きく、衰えることなく日本海を時速100km近い猛烈な速度で北東に進んだ。台風は28日午前6時青森県深浦の西約130kmで中心気圧995hPa、最大風速40m/sとなり、「大型で強い台風」に変わり時速90kmで北東進し、さらに速度を増し、午前8時前に北海道渡島半島に上陸

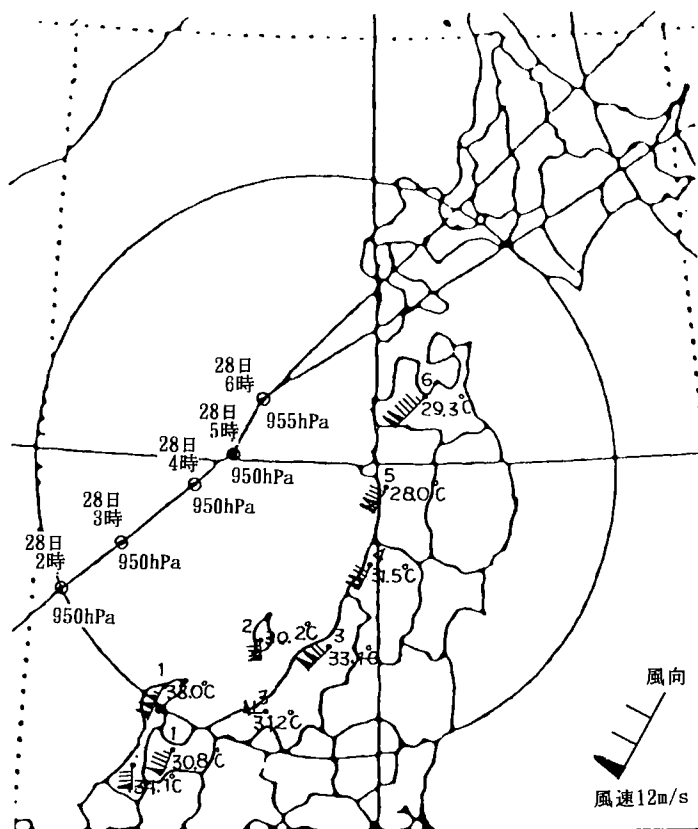


図-1 日本海を北東に進む9119号.1ケタ数字は最高気温出現時刻

した。その後、北海道を横断するかたちで通過し、午後3時に千島近海で温帯低気圧となった。

28日未明から暴風は日本海の各地を襲い、最大瞬間風速は輪島57.3m/s、新潟45.5m/s、秋田51.4m/s、青森53.9m/sとなり、これらの地点の最大瞬間風速の極値を更新した。このように日本海側の気象官署の最大瞬間風速値が更新されたが、最大風速値まで更新された地点は青森だけである。この

表-1 台風9119接近時の最大瞬間風速と観測所極値

地点	台風9119号(1991.9.28)			観測所開始～1980年までの極値			
	起時	風向	風速m/s	年次	月 日	風向	風速m/s
青 森	06:05	SW	53.9	1961	5.29	SW	35.9
深 浦	05:09	SW	36.3	1970	8.5	SSW	41.7
む つ	07:24	SW	34.7	1961	5.29	WSW	38.9
八 戸	06:46	WSW	38.8	1955	2.20	SW	41.3
秋 田	05:59	SSW	51.4	1954	9.26	SW	42.7
酒 田	04:20	SSW	45.9	1961	9.16	WSW	49.0
新 庄	05:19	SSW	32.1	1978	3.1	WNW	32.7
山 形	01:14	SSE	24.1	1959	9.27	SE	32.6
盛 岡	06:43	S	33.5	1963	11.9	W	35.2
宮 古	08:44	SW	35.2	1970	1.31	SE	36.7
大 船 渡	05:10	SSE	24.7	1980	12.24	NE	36.2
石 巻	05:10	S	32.4	1958	9.27	NE	40.1
仙 台	05:07	SSW	28.3	1965	1.9	WNW	33.3
福 島	02:32	S	24.6	1979	3.31	W	32.2
若 松	01:43	SSE	14.7	1959	9.27	SSE	31.1
白 河	02:50	S	29.6	1965	1.9	NW	47.0
小 名 浜	04:12	S	21.9	1979	10.19	S	37.2

ことから9119台風は突風率が大きく、これに伴う振動がこれまでの台風より大きかった。これが風災害を増大させる側面をもっていたと考えられる。

なお、突風率が大きくなった原因に風向が考えられる。強風の風向は南寄り(SSW, SW)で(図-1)、本州の背稜山脈から日本海に吹き抜ける風であった。さらに深夜から早朝であるにもかかわらず、日最高気温30℃以上が各地で記録されるなどフェーン現象が生じていることから明らかのように、地形の影響を強く受けた台風である。

台風の最大風速の分

布を気象官署とAMeDASの値からみると図-2のようである。日本海沿岸の各地点で10m/sの強風を残らず記録しているが、内陸部では10m/s以下と台風の影響の少ない地帯が認められる。それは秋田県の出羽山地と奥羽山脈にはさまれた地帯である。また、奥羽山脈の山沿いでは地峡からの吹き出しによる強風域(10m/s以上)と山塊による風の遮蔽効果による弱風域(10m/s以下)が入り組んでいるが、全体として弱風地点が多くなるのは台風の中心から遠くなるためと考えられる。

台風9119号による農林災害の甚大さは激甚災害地に指定された県が15に及び、それらの県は次の各県である。青森、秋田、岩手、山形、新潟、長野、石川、広島、山口、愛媛、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分県である。大別すると台風常襲地帯に指定されている九州、中・四国と台風襲来の少ない信越、東北地方である。日本列島でも南に位置する前者が台風被害の大きいことは考えられるこ

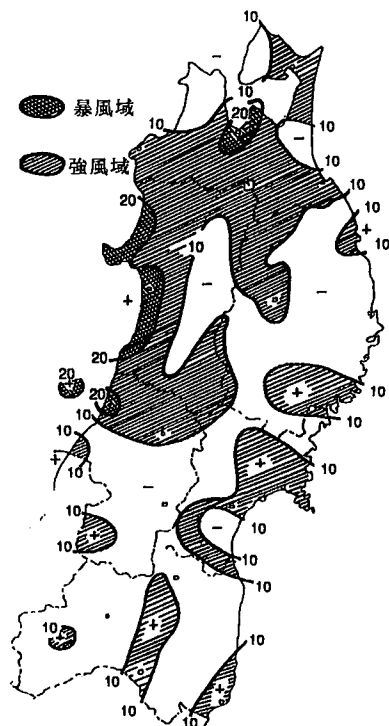


図-2 風速の最大分布m/s(1991.9.28)
但し、10分間平均風速の最大。

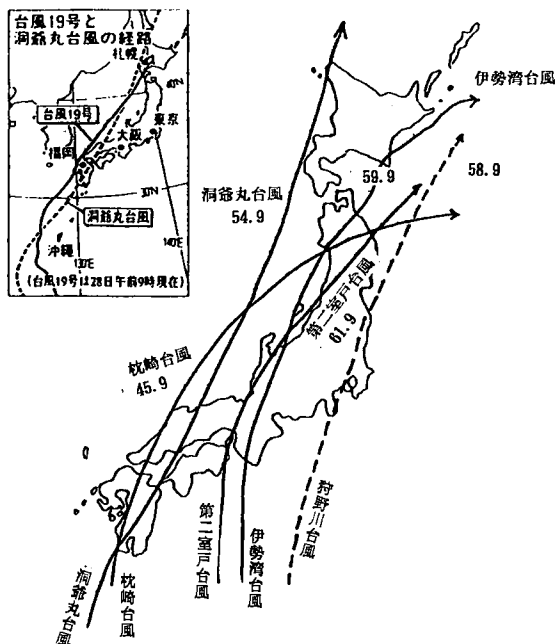


図-3 過去の有名な台風の経路

とだが、後者にまで大被害が及ぶ事態は稀なことである。しかし近年の台風史上に名を残す台風は
いずれも信越、東北地方にも大被害を与えていると言う事実は注目すべきである(図-3)。

こうした大型で非常に強い台風の襲来時期はいずれも9月であり、収穫まじかな農作物を直撃す
ることになる。日本列島南部の台風常襲地帯は二毛作地帯で農業生産は1年中可能であるが、東北
地方は単作であるだけに、この時期の被災は農業生産に対する依存度が低下している昨今であって
もその年の農家収入を決定的なものにしかねない。

9月台風は農作物に与える影響が大きく、昔から恐れられて来た(二百十日、二百二十日等)が、
1991年9月は17号、18号、19号と7日~10日毎に本州に台風が接近通過し、その被害はかってないほど
であった(図-4)。このため農作物被害の中には17号~19号までの台風の影響を分離するのが不可
能に近いものもあった。水稻の被害などもその例で、台風時の豪雨による冠水、強風による脱粒、
倒伏などを含めた農作物被害は約30%である。野菜(19%)、その他の作物(7%)の内にも冠水の被害
が含まれている。残り45%にあたる果実の被害は台風19号の強風による落下であり、樹体の折損な
どは別である。果実被害の内容は1/3がミカンを中心とした柑橘類で、南のいわゆる台風常襲地帯で
栽培されている代表的な果実であり、残り1/3がリンゴ、他の1/3がカキ、ナシ等その他の落葉果樹
である。東北地方の果樹として代表的なものはリンゴであり、青森県のリンゴの被害は731億円に達
し、次いで秋田県の74億円、山形県30億円、岩手18億円に及んだ。また、東北地方の果樹被害の多
くはリンゴである。リンゴは全国生産量の半分が青森県で生産され、次いで長野県で約20%、残り

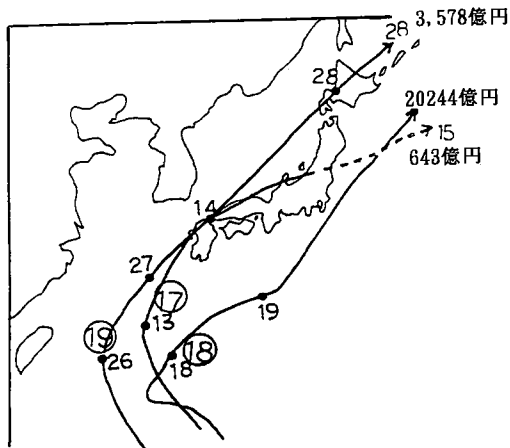


図-4 1991年9月の台風進路と農作物被害
(丸の中の数字は台風の号
(黒丸の位置は9月一日9時の台風の中心))

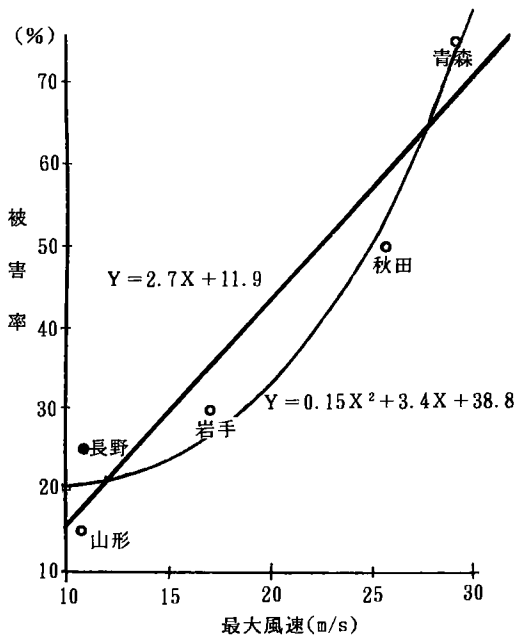


図-5 リンゴの被害率と最大風速の関係
(風速は各地方気象台の値)

参考文献

- 1) 桑形恒男・近藤純正, 1992: 風速計高度や粗度の違いを考慮した1991年台風19号の強風解析, 自然災害科学 11-2, 87-96.
- 2) 糸屋吉彦ほか, 1992: 1991年台風によるスギ人工林被害と林分構造, 日林試東北支部, 44-115-116.

の25%近くが山形, 岩手, 福島, 秋田の各県で生産されており, 各県の被害率は青森県75%, 秋田県50%, 山形県15%, 岩手県30%であった。そこで最寄りの気象官署の最大風速と被害率との関係を見たのが図-5である。風速に比例して被害率が多くなることは明らかである。一次式より二次式によく近似されるのは風圧力が風速の二乗に比例するためと考えられる。

一方, 東北地方の広大な面積を有する樹林も猛烈な風により根返り, 幹折れ等の被害に見舞われた。特に秋田県及び秋田県に隣接する山形県, 岩手県, 青森県でその被害が大であった。図-2のそれぞれの県強風域内の樹林が倒された方向および折損状況は, 秋田県北部でN, NE, E, 青森県南部N, NE, E, 岩手県中, 北部でN, ENE, Eと地形が大きく関係していた。

3. おわりに

台風9119号は過去に襲来した大型台風に匹敵する猛烈な強風を伴った台風であった。この台風により被災した日本海側の各県は「米どころ」で水田単作地帯として有名であるが青森のリンゴ, 山形のサクランボなど古くから落葉果樹の大産地でもある。近年は減反地を利用した果樹栽培がこれらの地域で盛んになりつつあり, 強風による根返り対策が望まれる。

開花前の温度、遮光処理がダイズ収量構成要素に及ぼす影響

多 田 久

(青森県農業試験場)

1. はじめに

青森県のダイズにとっては、やませによる低温・少照が収量を低下させる原因になっている。やませはダイズの出芽時期から結実期間までのさまざまな時期に現れ、生育・収量に及ぼす影響は出現時期によって異なると考えられる。これまで、開花前の低温の影響は、斎藤ら(1962)、後藤ら(1972)、橋本ら(1973)によって検討されているが、青森県で栽培されている早生品種と中性品種に及ぼす影響は明らかでない。そこで、これらの品種に及ぼす開花期前の低温・少照の影響を検討した。

2. 試験方法

1986年と1987年に早生品種のワセスズナリと中生品種のオクシロメを 1/5000aのワグネルポットに1本植えて栽培し、1処理に7ポットを供試した。1986年には12.5℃の低温と60%の遮光を、1987年には15℃と12℃の低温を処理し、とも温度処理23℃を対象とした。温度は人工気象箱、恒温で処理し、遮光には野外で黒シートを用いて処理した。処理開始期および処理期間は、1986年のワセスズナリで3葉期および6葉期到達日から、オクシロメでは6葉期、7葉期到達日からそれぞれ10日間、1987年のワセスズナリで3葉期到達日から、オクシロメで5葉期、7葉期到達日からそれぞれ14日間である。

各処理の播種期は、1986年の3葉期から処理したワセスズナリで6月6日、6葉期から処理した同種で5月17日、6葉期から処理したオクシロメで5月17日、7葉期から処理した同種で5月4日、1987年の3葉期から処理したワセスズナリで6月19日、5葉期から処理したオクシロメで5月29日、7葉期から処理した同種で5月2日である。両年とも基肥で窒素0.5g/a、リン酸1.5g/a、加里1.0g/a、を施肥した。

3. 結果と考察

図1に開花前の温度、遮光処理が開花数に及ぼす影響を示す。ワセスズナリの3、6葉期処理、オクシロメの6、7葉期処理とも開花数は23℃区で最も多く、12.5℃区より遮光区で減少した。ワセスズナリの3葉期処理では、12.5℃区処理による減少はみられなかったものの、遮光処理により約20%減少した。同種の6葉期処理では、12.5℃で約10%、遮光処理で約40%減少した。一方、オクシロメの6葉期処理では、12.5℃処理と遮光処理で約20%減少し、同種の7葉期処理では、12.5℃処理で約5%、遮光処理で約35%減少した。

このことから、開花数への影響は両品種とも低温より遮光で大きく、葉数が増えるほど増大するといえた。遮光処理で開花数が大きく減少したのは、処理後の主茎節数や分枝数が減少したことから、花芽分化の異常ではなく花芽数の減少によると考えられた。

個体あたりの総粒数は、図2に示すようにワセスズナリではいずれの処理時期でも23℃区で多い傾向があったが、処理間の差は小さかった。オクシロメではいずれの処理時期でも23℃区が最も多く、特に1986年の7葉期処理で遮光処理による減少が大きかった。しかし、1986年の6葉期処理や1987年の5葉期処理のように比較的早い時期の処理では処理間の差が小さかった。両品種を比べると、低温や遮光による総粒数の減少はオクシロメで大きい傾向がみられた。

一莢内の粒数を図3に構成比で示す。3、4粒莢の比率はワセスズナリでは23℃区がいずれの処理時期でも高く、低温区では1粒莢の比率が増加して3、4粒莢の比率は低下した。一方、オクシロメではワセスズナリと異なり、低温による1粒莢比率の増加はすべての処理時期で認められなかった。しかし、1986年の7葉期処理で遮光区の1粒莢の比率が増加した。

一莢内の胚珠数を図4に構成比で示す。ワセスズナリは兩年とも3、4胚珠莢の比率は23℃区が多く、12℃と15℃の低温区では低下した。一方、オクシロメでは2胚珠莢の比率が大きく、ワセスズナリでみられた低温での減少は明確に認められなかった。

個体あたりの子実量は両品種と1986年では、23℃区で最も多く、12.5℃区より遮光区で減少した。この減少程度は12.5℃区、遮光区ともワセスズナリよりオクシロメで大きく、特に7葉期処理の遮光区では23℃区より70%減少した。1987年では両品種とも、23℃区で最も多く、12℃区と15℃では減少に大差はなかった。また、処理時期が遅くなるほど遮光による実重が減少する傾向がみられた。

これらの結果から、開花前の影響は低温より遮光で大きいとみられ、少照は減収の主要因になり得るといえる。また、開花前に15℃の低温を処理することにより粒数、子実量が減少した。このことから、減収になる限界温度は15℃以上と考えられた。稔実莢数や1莢内粒数の減少に及ぼす低温や少照の影響は開花期に近づくほど大きくなり開花期を中心にした15~20日間で大きいといわれているが、本試験でも同様の傾向がみられた。

しかし、低温と遮光が収量構成要素に及ぼす影響はワセスズナリとオクシロメで異なることが認められた。このことから、品種間の低温・少照に対する応対は生育期間や生育時期の差だけではない

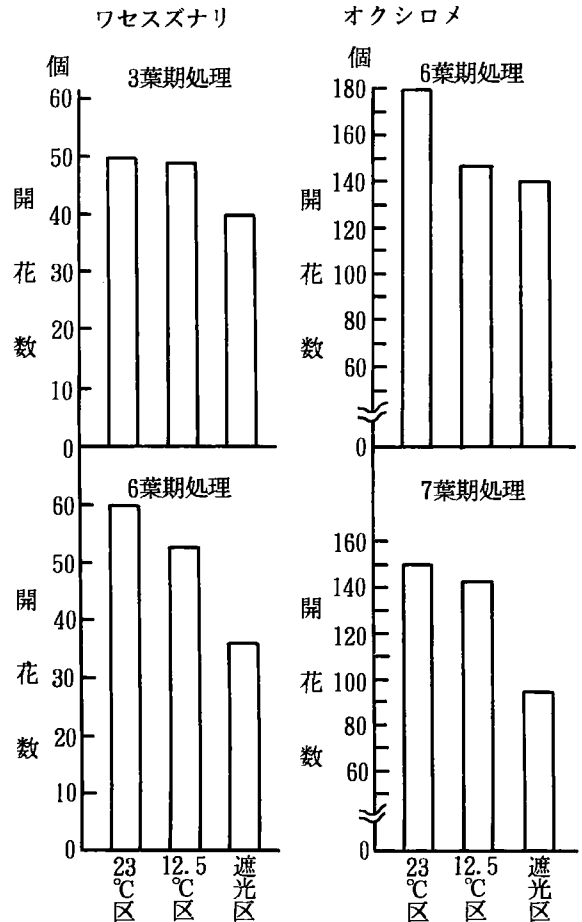


図1. 低温と遮光処理が個体あたりの開花数に及ぼす影響(1986)

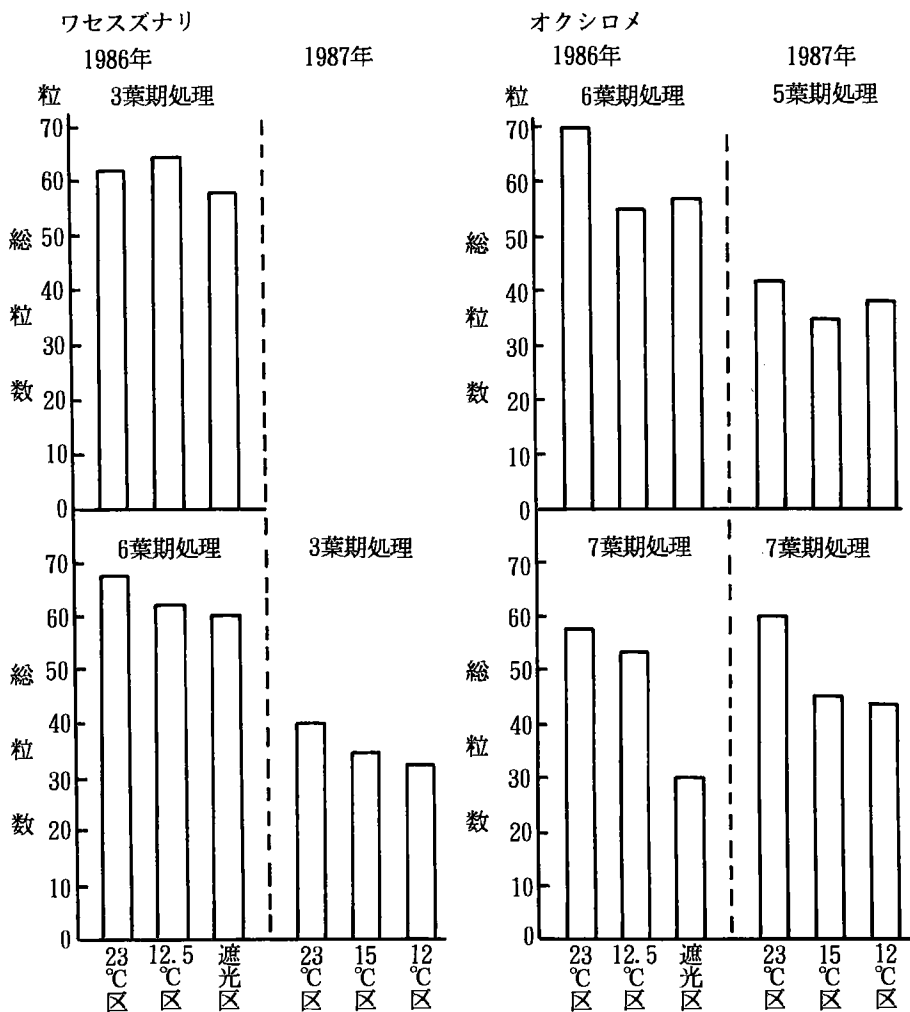


図2. 低温と遮光処理が個体あたりの総粒数に及ぼす影響

く、収量構成要素の変動に対する検討も必要である。

4. あとがき

開花前の低温と遮光が収量減収要素に及ぼす影響を検討した結果、いずれも開花数や胚珠数、総粒数の減少をもたらし収量低下に結び付くことが認められた。しかし、これらの減少程度は品種間で異なり、早生、中生の冷害年の収量差は生育期間の差以外に低温や少照に対する反応の異なることが予想された。

しかし、ここでは処理時期ごとに播種時期が異なるため生育量や各生育ステージに差があり、処理期間以外の気温や日照時間に差が生じた。これが各形質に影響するため、今後各生育ステージごとの気温や日照条件を一定にした実験が必要である。また、温度の日較差、低温と遮光の組み合わせ処理による影響、詳細な品種間差の検討なども必要である。

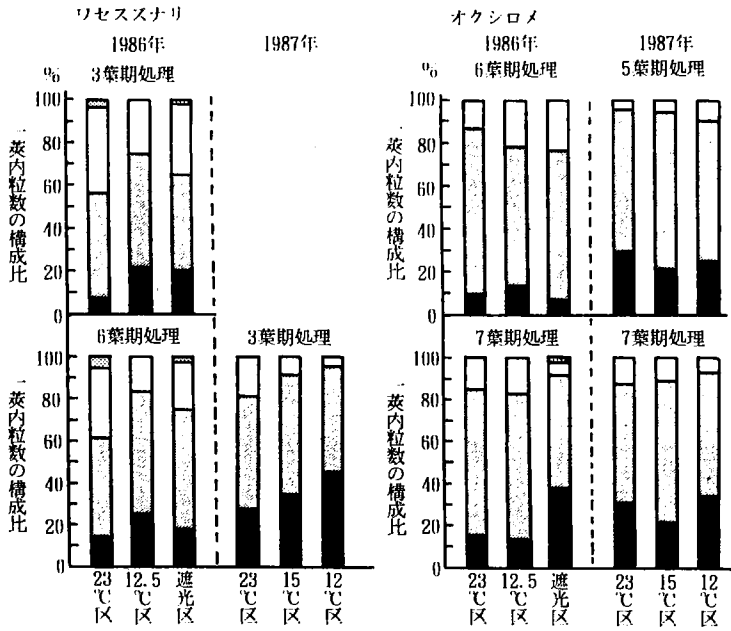


図3. 低温と遮光処理が1莢内粒子数の構成比に及ぼす影響

■ : 1粒莢 □ : 2粒莢
 □ : 3粒莢 □ : 4粒莢

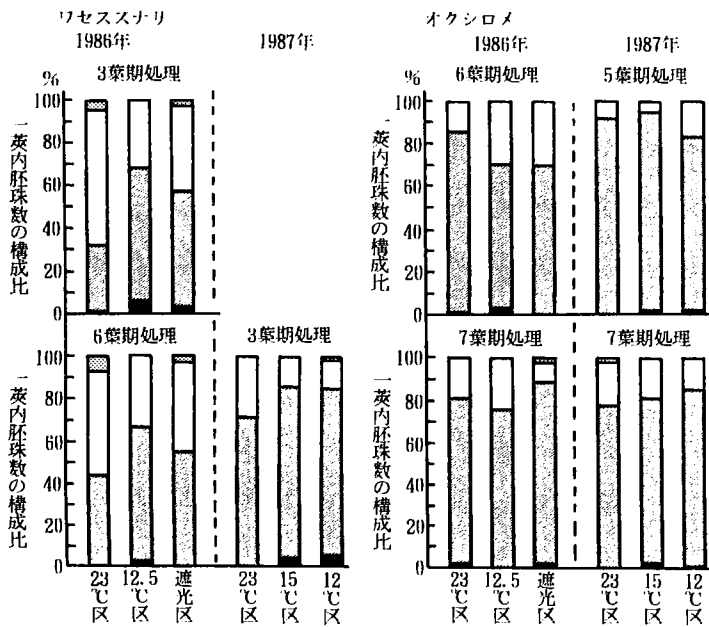


図4. 低温と遮光処理が1莢内胚珠数の構成比に及ぼす影響

■ : 1胚珠莢 □ : 2胚珠莢
 □ : 3胚珠莢 □ : 4胚珠莢

5. 参考文献

- 後藤和男・山本 正, 1972 : 豆類の冷害に関する研究 第3報 大豆の開花前低温が花粉の発芽及び受精に及ぼす影響. 北海道農試彙報, 100, 14-19.
- 橋本鋼二・山本 正, 1973 : 豆類の冷害に関する研究 第4報 大豆の生育収量に及ぼす生殖生長中期の低温と窒素質肥料との関係. 日作紀, 42, 475-486.
- 斎藤正隆・高沢 寛, 1962 : 大豆に対する低温の影響について II 生育時期別の低温処理が生育並びに収量に及ぼす影響. 北海道農試彙報, 78, 26-31.

葉たばこ乾燥における二重遮光ハウスの利用

菅野昭五・石川格司*・大清水保見**

(前岩手県立農業試験場県北分場・*岩手県農政部・**岩手県立農業試験場県北分場)

1. はしがき

葉たばこバーレー種の乾燥は、光や高温など外気の影響を避けることのできる屋内で「ゆっくり」乾燥を進めることが基本であるが、現実には安価で場所を選ばず、簡単に建てることのできるパイプハウスでの乾燥が主流となっている。

パイプハウスでの乾燥では温度、湿度の変化が大きく、急乾葉等の品質不良葉が発生し易い。また好適乾燥環境を維持するための温度、湿度管理に多くの労力を要するなど改善すべき点が多い。

このため、パイプハウスでは被覆資材、遮光幕等種々の改善が試みられてきているが、今回二重遮光による乾燥法の検討を行い、その乾燥特性についての知見が得られたので報告する。

2. 試験方法

- (1) 試験年次 平成元～2年
- (2) 試験実施場所 軽米町 県北分場パイプハウス
浄法寺町 低コスト生産モデル営農実証農家パイプハウス
- (3) 供試品種 第1バーレー種バーレー 21
- (4) 供試ハウス 1) 二重遮光ハウス
2) 一重遮光ハウス

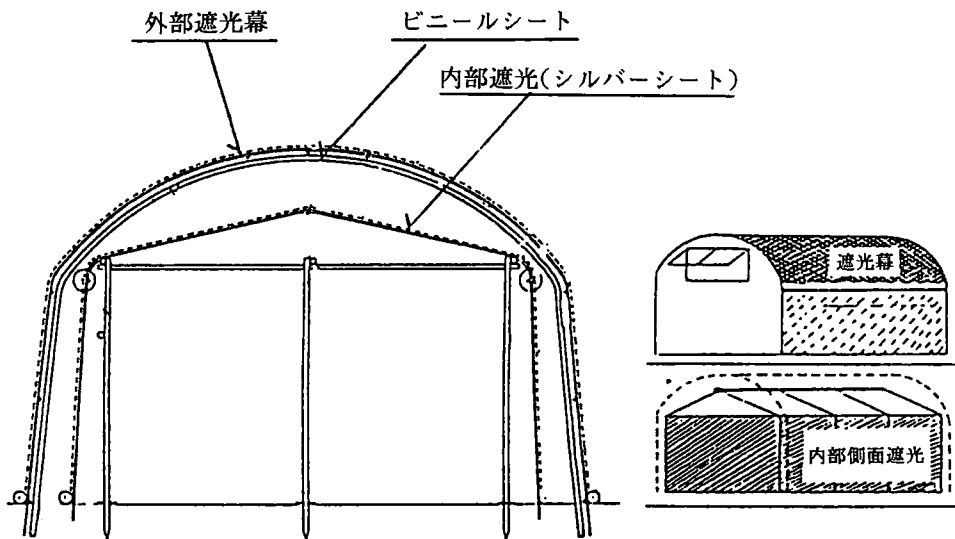


図-1 二重遮光ハウスの構造

3. 結果及び考察

(1) ハウスの遮光程度と温度、湿度の変化

バーレー種乾燥における適条件の範囲を図-2に、実察のハウスでの温度、湿度の日変化を図-3に示した。

二重遮光ハウスは一重遮光ハウスにくらべ温度・湿度の日変化が少なく、晴天の日でも30℃以上の高温とならず湿度も高めに維持されるため、高温急乾葉が発生しにくい乾燥条件となった。逆に曇天の日には温度がやや低めで湿度は高めとなるため、むれ葉の発生しやすい乾燥条件となった。

(2) 二重遮光ハウスにおける温湿度管理

二重遮光ハウスでは、晴天時でも急乾葉の発生しにくい乾燥条件となるため、温度、湿度の管理

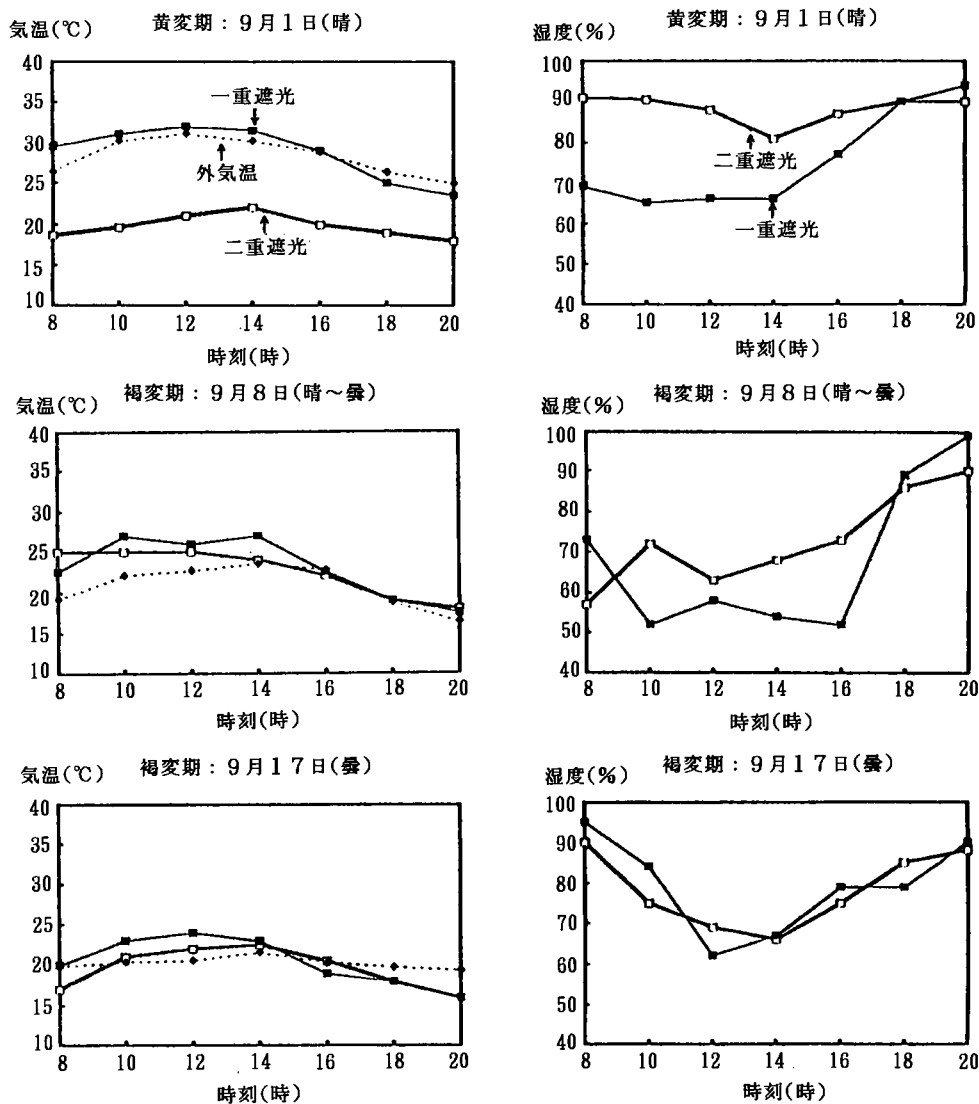


図-3 ハウスの遮光程度と温湿変化(平成2年度)

がし易くなり、ハウスの開閉回数を1日1～2回省略できることが明らかとなった。逆に雨天が続く場合には多湿条件で推移するため、むれ葉、吊腐れ、カビ等の発生が心配されることから早めに風火力を利用し、湿度低下をはかる必要があることが明らかとなった。

以上の結果から、二重遮光ハウスでの温度・湿度管理法を図-4のとおり定めた。

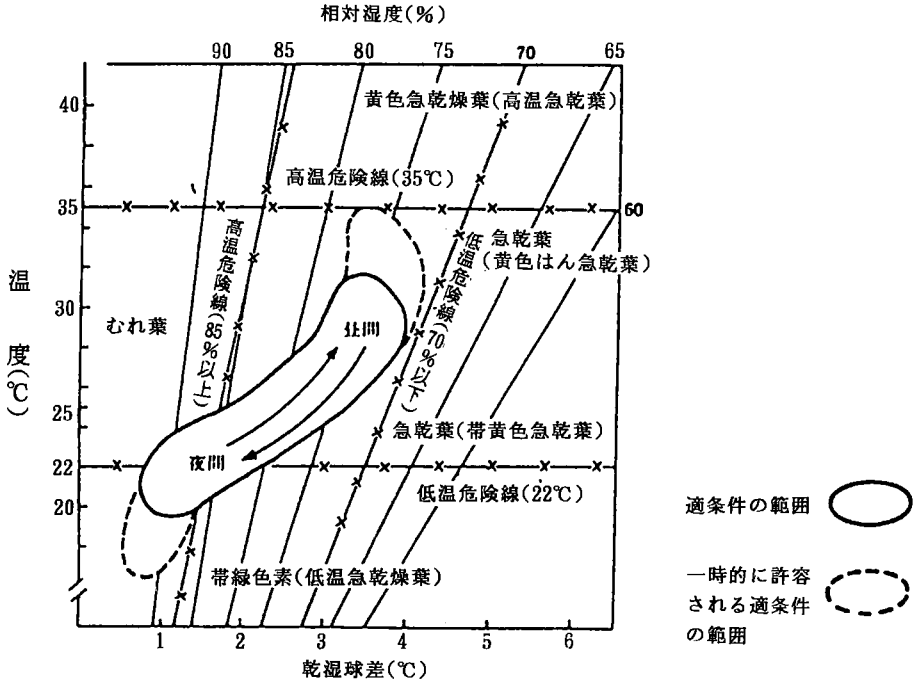


図-2 バーレー種乾燥における適条件の範囲
(岩手県たばこ耕作組合編たばこ耕作手帳より引用)

	粗水切 黄変期	褐変期	中骨固定期
中葉連干し	3～4日	10～14日	10日
	一重遮光 (内部のみ)	二重遮光	屋内吊かえ
	カタ、ツマ、1日2回の換気。夜間は密閉。低温・雨天時は風火力利用		屋内の換気 (発カビ防止)
本葉幹干し	4～7日	30～33日	
	一重遮光 (内部のみ)	二重遮光	
	連干しと同じ操作(全期間ハウス)		
温度(°C)	25～30	25～28	25～30
湿度(%)	75～85	85～75	75～65

図-4 二重遮光ハウスにおける温湿度管理法

(3) ハウスの遮光程度と乾燥葉の品質・収量

ハウスの遮光程度と乾燥葉の品質・収量の調査結果を表-1に示した。

二重遮光ハウスでは分場、浄法寺町とも品質の良好な正常葉率が高まり、品質不良葉である急乾葉率が大幅に低下し、品質向上効果が明確に認められた。この結果、kg当り単価が高まり、単収には差が認められないことから、kg当り単価が高まったぶんだけ10a当り販売代金も増加した。

農家事例でも同様の傾向が認められることから、二重遮光ハウスの産地での早急な普及が望まれる。

表-1 ハウスの遮光程度と乾燥葉の品質収量

試験場所	区別	タイプ別千分比						計	kg当り 単価 (円)	収量 (kg/10a)	販売代金 (円/10a)
		A	B	C	P	S	M				
県北分場	二重遮光	337	602	16	45	0	0	1,000	1,405	246.5	346,333
	一重遮光	210	636	22	131	0	0	1,000	1,286	247.5	318,285
浄法寺町	二重遮光	425	445	98	32	0	0	1,000	1,595	300.0	478,500
	一重遮光	281	565	33	120	0	0	1,000	1,536	299.0	459,264

A：正常葉 B：粗剛葉 C：未熟、薄葉 P：急乾葉 S：ムレ葉 M：腐敗葉

4. まとめ

- (1) パイプハウスを二重遮光することにより温度・湿度の日変化が少なく、温度、湿度管理がし易くなり、ハウスの開閉回数を1日1~2回減らせることが明らかとなった。
- (2) 二重遮光ハウスでは急乾葉の発生が少なくなり、品質向上効果が明らかに認められた。

果樹園の気温分布について

井上君夫¹⁾・佐々木忠勝²⁾・大木昭郎²⁾・阿部博史¹⁾

(¹⁾東北農業試験場・²⁾岩手県農村振興課)

1. はじめに

果樹は花蕾期から幼果期の4月から6月に霜の被害を受けることが多い。岩手県のりんごの場合、幼果期に30分間遭遇した場合に凍霜害を受ける危険限界温度は -1.7°C としているが、5月であれば出現する可能性は高い(岩手県, 1993)。すなわち、この頃の天候は春の訪れの遅れや寒気の南下によって不順になり易く、霜の降りることがある。このように異常な低温や降霜が予想される時には古タイヤや霜カットを燃やし、発熱によって霜害を防止する方法が多くとられてきている。しかし、この方法は労力的に負担となり、また樹木の間隔が狭くなっていることから使用が難しく、最近、防霜ファンを設置する果樹園が増えてきた。

防霜ファンの効果は樹冠付近の高さの気温と10mの高さまでの気温の差で決まるが、東北のりんご園で気温の鉛直分布を計測した例は少なく、また場所によって逆転層の高さが異なることなどから防霜ファンの効果が十分に判断できない状況にある。傾斜地に造成される果樹園では凹部や冷気の通り道で霜害の発生し易いことは分かっているが、その流出や堆積の状況については把握できていない。そこで、盛岡と一関の果樹園を対象に気温の鉛直分布と地・物の三次元温度分布を計測し、りんご園内の気温分布の把握を試みたので報告する。

2. 天気概況

5月上旬は発達した低気圧がオホーツク海付近に停滞し、沿海州方面から次々と日本上空に強い寒気が南下したために肌寒く、天気はぐづついた。低温注意報が1日から7日まで発令された。7日から8日は大雨となり、13日から14日と16日、18日には気圧の谷が通り、天気が崩れた。その他の日は移動性高気圧に覆われて晴れたが、気温の低い日が多く、11日は内陸で霜が観測された。観測期間中の5月の天候は不順であったが、上旬にはつぼみをつけ、中旬以降には開花受精が行われた。

3. 観測方法

観測は4月中旬頃から開始する必要はあったが、準備不足であったために、川目は5月7日から6月1日、藤沢が5月8日から6月1日まで観測を実施した。川目りんご園は盛岡の中心地から約8km東に位置し、標高は250mから300mで、東から北の斜面を切りくづし、約100ヘクタールを造成している。このりんご園の標高差は最も大きい所で約40m、長方形の中央部が低くなっている。観測点は最も標高が低く、霜害が発生しやすいとされる場所に設けた。一方、藤沢りんご園は千厩から北に約3kmの標高約160mから200mの造成地である。道路を挟んで2ヶ所に分けられるが、観測は霜害の発生しやすい方を選んだ。約2ヘクタールのりんご園の最下流に観測点を設けた。

川目りんご園および藤沢りんご園ともに冷気の堆積や通過が予想される斜面下流に10mの観測用

ポールを立て、それに熱電堆温度計を10, 6, 2, 0.5mの4高度に取り付け、乾球温度と湿球温度(2mのみ)を測った。地上では純放射量と地温を測った。また、川目のりんご園では地表面や樹木の三次元温度分布を赤外線放射温度計で計った。

4. 結果と考察

表1と表2は川目と藤沢のりんご園で観測した最低気温とその時の地温および純放射量である。最低気温の発現は4時から5時頃であるが、これは日の出前に観測されている。現地の日の出は5時頃である。まず川目の場合、気温は地表面に近いほど低下している(3例については逆である)。夕方から翌朝の気温は地表付近が最も低下するのが一般的で、夜間の放射冷却が大きい程、地表面付近の温度勾配が増大する。2mと0.5mの高度の温度勾配から冷却程度を判断すると、2高度の温度差が0.6℃から0.8℃であった11日と19日は地表面冷却が進んだものと考えられる。11日は10日から晴天が続き、0.5mの高さでは10日の23時頃から気温はマイナスに転じている。また、気温が低かった日は7, 11, 12, 13, 20日である。本観測結果から、例えば2mの高度で2~3℃の気温が防霜ファンの運転によって得られる可能性のある日は12, 13, 20日の3日間であると考えられる。11日については、零度付近まで気温上昇が図れる可能性はある。

地温は1cmより10cm深さが大体高く、1cm深さの地温は地上気温の影響を受け易いことが分かる。11日は地温が5℃まで低下し、10cm深さの地温も僅かに低下している。上向きの放射量は12日が最も大きく $-0.25\text{MJ}/\text{m}^2\text{h}$ であったが、決して大きな値ではない。

つぎに藤沢の場合、10mと0.5mの気温差が1℃以上となる日数は盛岡よりも多く、また2mと0.5mの温度差が0.7℃以上の日数は7日間あった。しかし、上向き放射量は盛岡のそれに比べて小さく、地温も大きくは相違しない。藤沢の場合、防霜ファンの効果が期待できる日は12, 20, 27日である。茶園では10アールに1基の防霜ファンの設置が標準とされているが、この密接で設置すればりんご園でも効果は大きいと思われる。しかし、りんご園ではこれよりも粗になることが予想されるので、防霜ファンの設置場所等を十分に調査解析することが必要であろう。

つぎに赤外線放射温度計で計測した地表面や樹木の温度分布について述べる(写真1)。この測定はすべて川目のりんご園である。5月11日(17:22)に撮影した画像は手前の低い所から奥の高い所をみた時で、高度差は30m程である。全体に樹木の温度が地表面のそれより高いが、これはまだ日射があることと樹幹が日中暖められたことによる。この画像から低温部をカットすると、太い幹の部分だけが残る。ここには手前から奥にある樹幹や地表面の温度は一様で、温度センサでその違いは感知できない。5月12日(5:37)場合は樹間を拡大した画像で、10m程の斜面である。5月12日は冷えた日で、表1に示したとおり、2m高度で0.4℃の最低気温を示している。見やすいように低温部(8.36℃以下)をカットした面像をみると、樹木は残っており、通路の一部はカットされている。このカット部分は下草が生えていたり水溜まりができていない部分である。また、この画像でみると、手前の方が僅かに温度が高く、そのような部分が多いように思われる。標高の高い所と低い所の地表面温度や樹幹の温度の違う画像が多く解析できれば、冷気の流れや堆積の状態がこのような方法で解明できる可能性もある。5月27日は同様に斜面温度を見た画像であるが、この日の夜間冷却は弱

く、目的とする画像ではなかった。画面中央の高温部は切り崩された斜面で、斜面の温度は高かった。樹木は東側が西側よりも高く、地表面よりも高かった。しかし、樹木は気温よりも2~3℃低かった。地表面の冷え方は一様ではなく、水溜りや下草の所は冷え易く、木の根元の堆肥の所は冷えなかった。

5月20日には開花していたが、その花卉の温度を見た画像が示されている。6時11分に測定した画像で、日射によって、既に枝表面や花卉の昇温していることがその時の気温と比較して分かる。6時24分で高さ2mの気温は10.0℃であったことから、花卉は既に気温よりも2℃以上高かった。中川ら(1993)の観測では防霜ファンの風が吹いていても気温より葉温は常に低く、気温の上昇と同じ割合で葉温も上昇することを示している。日の出前であれば、葉温は気温を下回るが、その程度は風速や湿度、上向き放射等によって異なる(井上, 1987)。一方、ファンの風が直接葉面上を吹いた場合、葉-気温差がどの程度小さくなるのか等については研究の余地はある。

本研究は斜面下流に霜害が発生しやすい状況を実験的に把握する目的であったが、一点での観測では把握できなかった。1993年にもこの研究を実施しており、本年は約100ヘクタールに6点の乾湿球温度計を配置している。現在、解析中であるが、最低気温の二次元分布をみると、霜害がでるという理由で1992年に観測点を設けた地点が多くの場合、周囲よりも低いことが分かった。これらの結果とも考え合わせると、1992年の観測地点付近は南風が遮られ、西日が15時から16時頃には隠れてしまうことが一つの原因であると推測している。今後、さらに両年のデータを解析し、説明していきたい。

引用文献

岩手県農作物気象災害対策本部, 1993: 農作物技術情報, 1~6

井上君夫, 1987: 水田微気象研究への予測モデルの応用. 農業気象42(4), 367-373

中川行夫・小中原実・岩崎正男・岩崎尚・上村賢治, 1993: 低温時におけるカンキツ園のウインドマシンによる温度上昇効果. 農業気象48(4), 375-378

表1. りんご園における最低気温の鉛直分布と地温, 上向き放射量 (1991.5)

高度 月日	10m Td(℃)	6m Td(℃)	2m Td(℃)	0.5m Td(℃)	2m Tw(℃)	気温差 10m-0.5m	地温 1cm	地温 10cm	放射量 MJ/m ² h	発現 時刻
5月7日	4.0	4.0	4.0	4.1	2.9	-0.1	8.9	10.4	0.02	5:04
8日	8.7	8.3	8.3	8.5	8.2	0.2	9.9	10.3	-0.02	4:04
9日	11.7	11.7	11.6	11.4	11.2	0.3	12.8	12.4	0.01	2:24
10日	6.2	6.2	6.0	5.9	5.3	0.3	9.9	11.7	-0.06	5:04
11日	-0.3	-0.7	-1.0	-1.7	-1.7	1.4	5.0	9.5	-0.14	3:44
12日	1.4	0.6	0.4	0.2	0.3	1.2	7.0	10.7	-0.25	4:24
13日	3.1	2.8	2.3	2.1	2.2	1.0	8.3	11.5	-0.20	4:24
14日	11.9	11.8	11.6	11.9	11.3	0.0	13.7	14.2	-0.02	4:04
15日										
16日	8.8	8.7	8.7	8.7	8.3	0.1	12.8	14.3	-0.07	4:04
17日	9.5	9.4	9.4	9.8	9.4	-0.3	12.8	13.5	-0.02	3:44
18日	8.4	8.5	8.4	8.5	7.7	-0.1	12.5	13.6	-0.03	3:44
19日	8.3	8.0	7.7	6.9	7.6	0.4	11.8	13.3	-0.04	1:04
20日	3.9	3.4	3.1	3.1		0.8	10.0	13.2	-0.21	4:04
21日	8.3	8.1	7.5	7.3		1.0	13.1	15.2	-0.21	4:04
22日										
23日	7.7	7.4	7.2	7.4	7.2	0.3	15.0	16.4	-0.05	1:20
24日										
25日										
26日										
27日	6.2	6.2	5.6	5.6	5.8	0.4	11.4	13.4	-0.12	4:43
28日										
29日	9.3	9.2	9.0	8.9	8.9	0.4	14.0	15.3	-0.07	2:32
30日	6.9	6.5	6.2	6.2	6.2	0.7	12.6	14.9	-0.21	3:52
31日	6.8	6.5	6.2	6.1	6.1	0.7	13.0	15.4	-0.17	4:22

盛岡川目上 東部りんご園, 標高250~300m, Td 乾球温度, Tw湿球温度

20分間隔の出力, 日の出 5時10分頃

表2. りんご園における最低気温の鉛直分布と地温, 上向き放射量 (1992.5)

高度 月日	10m Td(℃)	6m Td(℃)	2m Td(℃)	0.5m Td(℃)	2m Tw(℃)	気温差 10m-0.5m	地温 1cm	地温 10cm	放射量 MJ/m ² h	発現 時刻
5月7日										
8日	8.9	8.9	8.9	9.1	8.6	-0.2	9.5	9.8	0.00	4:30
9日										
10日										
11日										
12日	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.8	1.0	8.0	10.9	-0.22	3:49
13日	6.2	6.1	6.0	5.1	5.3	1.1	10.3	11.8	-0.14	4:29
14日	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	0.0	12.8	13.0	-0.02	3:49
15日	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4	0.2	12.9	12.9	-0.03	5:09
16日	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	-0.1	13.0	13.5	-0.03	4:19
17日	9.3	9.3	9.3	9.5	9.4	-0.2	12.0	12.9	-0.03	3:19
18日	8.5	8.6	8.5	8.7	8.5	-0.2	12.0	13.0	-0.02	4:09
19日	7.7	7.7	7.6	7.8	7.6	-0.1	11.0	11.9	-0.05	3:19
20日	3.9	3.7	3.0	2.7	3.0	1.2	10.7	12.8	-0.18	4:09
21日	8.8	8.6	8.5	7.5	7.9	1.3	12.0	13.0	-0.11	4:49
22日	10.1	9.7	9.7	9.4	9.3	0.7	13.0	13.8	-0.08	4:39
23日	10.7	10.9	10.8	11.3	10.8	-0.6	13.3	13.9	0.12	5:39
24日	10.1	10.1	10.0	10.1	10.0	0.0	13.3	14.0	-0.04	4:49
25日	9.2	8.7	8.6	7.7	7.8	1.5	12.2	13.1	-0.17	4:09
26日	7.5	7.3	7.3	6.9	6.9	0.6	11.4	12.9	-0.09	4:19
27日	4.8	4.6	4.5	2.9	3.2	1.9	10.4	12.8	-0.17	4:19
28日	8.6	8.3	8.2	7.5	7.5	1.1	12.5	13.8	-0.14	4:09
29日	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	0.0	13.0	13.8	-0.04	4:29
30日	8.4	8.4	8.3	8.3	8.2	0.1	12.4	13.9	-0.16	4:09
31日	9.9	9.9	9.8	9.8	9.7	0.1	13.1	13.9	-0.06	4:29

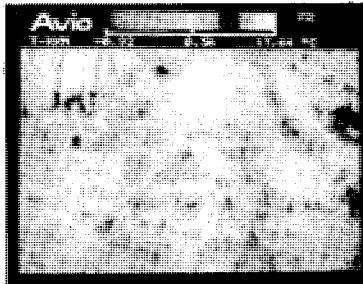
藤沢町上山 りんご園, 標高160~200m, Td 乾球温度, Tw 湿球温度
10分間隔の出力,

写真1. 赤外線放射温度計で測定した樹木や地表面の温度分布(Avio TVS-2100, 検知波長領域 3~5.4μm, 検知器冷却剤 アルゴン, 射出率=1.0)

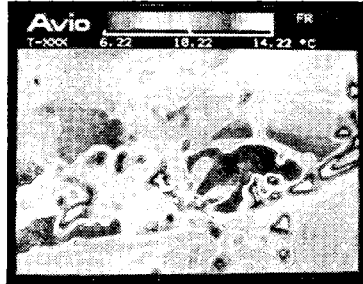
1992/5/11 17:22
手前の低い場所から丘の上を見る



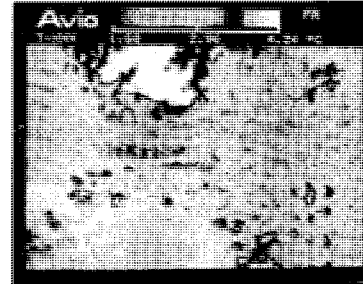
1992/5/12 5:37
手前の低い場所から丘の上を見る



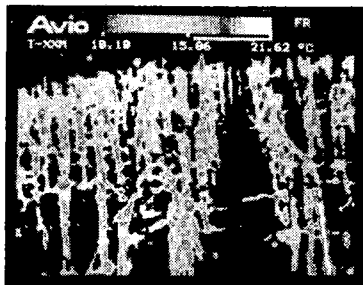
1992/5/20 6:11
手前の低い場所から丘の上を見る



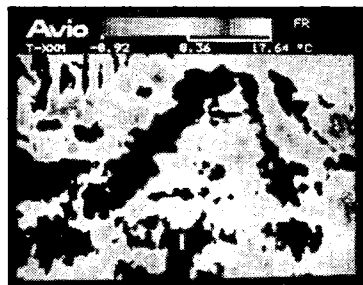
1992/5/27 4:22
手前の低い場所から丘の上を見る



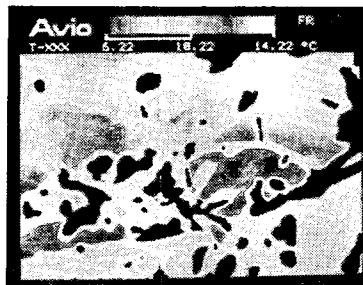
低温部をカットした場合



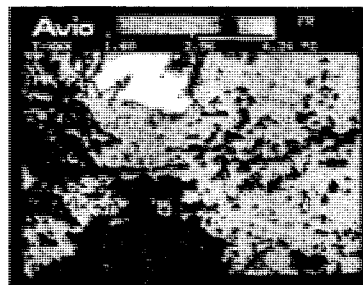
低温部をカットした場合



低温部をカットした場合



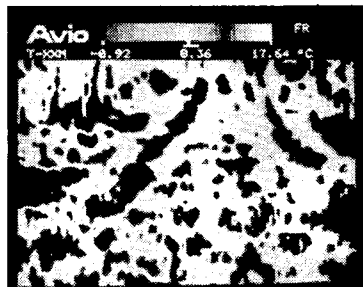
低温部をカットした場合



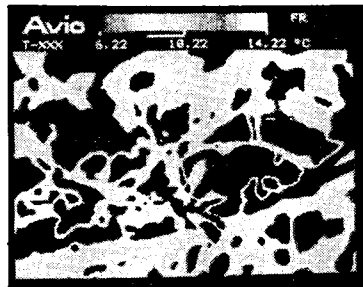
低温部と高温部をカットした場合



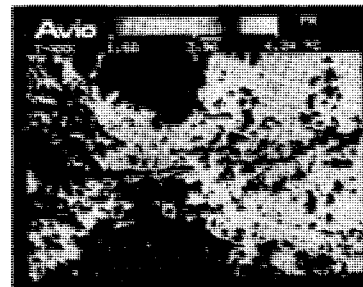
低温部と高温部をカットした場合



低温部と高温部をカットした場合



低温部と高温部をカットした場合



ウインドウレス豚舎の換気特性と空中浮遊微生物について

皆川秀夫・平澤謙一・藤江康弘・中村慶逸*・古谷 真*・大西千佳子

(北里大学獣医畜産学部、*青森県畜産試験場)

1. はしめに

ウインドウレス(無窓)畜舎は断熱と換気とによって気象条件を緩和し、家畜に快適な環境を作り、高い生産性を得ることを目的とした高能率生産施設である。しかし酷暑時に舎内の気流速度が不足し疾病が多発すること、寒冷時に冷気が隙間から進入し舎内気温が低下することなど、換気の問題が指摘されている。本研究ではウインドウレス豚舎の夏季および冬季の舎内気象条件、換気特性、衛生環境をそれぞれ検討し、豚舎の最適な換気方法を探ることを目的とした。

2. 材料および実験方法

実験には青森県畜産試験場に1991年 3月建設されたウインドウレス豚舎を供試し、その概要を図1に示した。供試豚舎の寸法は幅 9m・奥行き54m・棟高 5.2m・容積1,180m³である。舎内には夏季の観測時に母豚12頭、小豚187頭、冬季はそれぞれ31頭、157頭が飼養されていた。

夏季における豚舎の換気方法は、側壁の上部および下部の開口部から入気した新鮮な外気を側壁に設置した計10台の換気扇により排気する陰圧強制換気方式である。他方、冬季の換気法は妻壁のルーバより外気を天井裏に入気して、天井に設置した計 4台の換気扇(サイクルファン)で舎内空気と外気を混合させ給気する方法である。いずれの換気扇も周波数変換器(インバータ)で換気量を調節する。夏季の換気量はインバーク周波数50 Hzを日中に、15 Hzを夜間用と 2種類に設定した。冬季の換気量も昼夜 2種類に分け、それぞれ昼20 Hz,夜15Hzとした。そしてこのような夏季および冬季の状態における供試豚舎の気流分布、換気量、気温・湿度、ならびに空中浮遊微生物濃度をそれぞれ調べた。

舎内の気流分布は線香の煙および気球を用いて可視化した。供試豚舎の換気量は熱線式風速計を

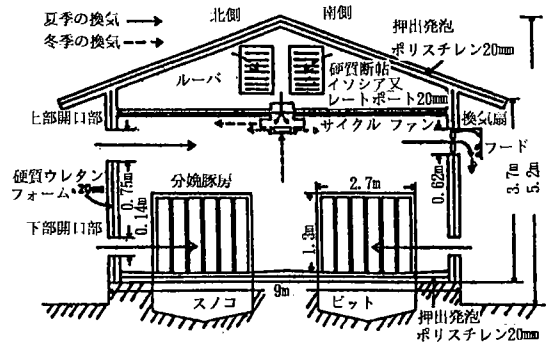


図1. ウインドウレス豚舎

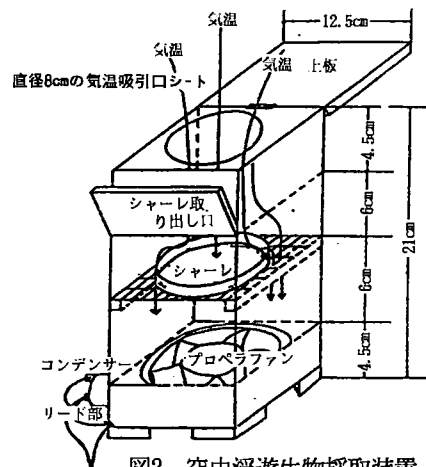


図2. 空中浮遊微生物採取装置

用い、排気口フード 6箇所各9点、サイクルファン 3箇所各9点の風速を計測し、それらの平均風速に各開口部の面積を乗じて求めた。さらに換気量を豚舎容積で除し換気回数も算出した。舎内外の気温・湿度は、アスマン乾湿計と自記記録計を用いて舎内 5箇所、舎外 1箇所を選び測定した。

空中浮遊微生物濃度の測定は、普通寒天培地を用いて大腸菌やブドウ状球菌などの一般浮遊微生物を対象に測定するため図 2に示した装置を試作した。風の影響を除去するため木製の角筒を作り、下部の換気扇を回して上部から空気を吸引し、中央部に設置した培地を塗布したシャーレに空気を当て微生物を採取する。採取した微生物を37℃の恒温器で24時間培養し、培地上に出現したコロニー数を計測し、空気 1m³当たりのコロニー数に補正して微生物濃度を求めた。この採取器を用い舎内 5箇所、舎外 1箇所の空中浮遊微生物濃度をそれぞれ測定した。さらにウインドウレス豚舎と比較するため、対照豚舎として同試験場内にあるハウス豚舎および閉鎖式豚舎(表 1)について、気流を除く各測定項目を計測した。以上の測定は夏季が1991年 8月5日～6日、冬季は同年12月 6日～7日にかけて行った。

表1 比較対照豚舎の概要

	ハウス豚舎	閉鎖式豚舎
床 面	56m ²	630m ²
容 積	163m ³	3150m ³
材 質	塩化ビニール被覆, 鉄管パイプ	鉄骨材, コンクリート床
特 徴	踏み込み式の低コスト豚舎	窓付きの一般的な構造
飼育方式	群飼, 育成豚, 肥育豚	単飼, 群飼, 全飼
頭数(夏)	肥育12頭	母53頭, 育成, 保育123頭
(冬)	肥育12頭	母68頭, 育成, 保育 94頭

3. 結果および考察

(1) 気流分布および換気量

夏季と冬季の舎内の気流分布を図 3示した。夏季について、各開口部から入気する気流の平均風速は1.5m/sであり、開口部より約 2m～3mまで到達したが、中央までは到達せず、中央通路付近で気流の淀みが認められた。この時の換気回数は26回/hであり、目標とされる必要最高換気回数40回/hを著しく下回った。冬季は、サイクルファンからの気流が側壁まで到達し、巡回して中央通路付近から上昇し、外気と舎内空気の混合が確認された。冬季日中の換気回数は9回/hとなり、必要最低換気回数 4回/hの倍近い値が得られた。

夏季の換気回数が著しく低下した原因として換気扇に過大な低抗、すなわち静圧が生じたためと推定された。そこで、マノメータを用いて舎内外の静圧分布を測定し、その結果を図4に示した。舎内は-0.4mmAqと負の静圧、換気扇のフード内は正の静圧がそれぞれ計測された。実測した換気扇 1台当たりの風量と換気扇の特性曲線とから、換気扇には全静圧6.2mmAqが生じていることがわかった。

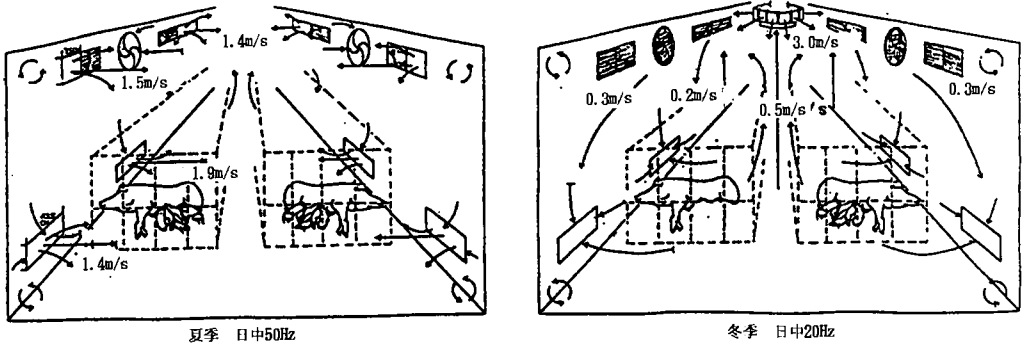


図3. 気流分布と気流速度

したがって、換気扇のフード内には 5.8mmHg の静圧が発生していることになる。このフードは形状が直角型であり、換気扇より吹き出された気流が直接フードに当たり、大きな低抗を生じやすい。また、フードから吹き出す汚染空気の一部は、外気の風向によっては側壁下部の開口部より入ることがあった。

(2) 冬季の気温の日変化

各供試豚舎の冬季における気温の日変化を外気温と比較して図 5 に示した。ウインドウレス豚舎の気温は、他の豚舎に比し日変化が少なく、かつ高い温度で推移し平均気温 18°C を維持していた。外気温の変動に対し、ウインドウレス豚舎で気温変化が少ないのは断熱材の効果によると推定される。他方、断熱性の乏しいハウス豚舎は、ほぼ外気温に近く推移した。深夜、ハウス豚舎内の気温が外気温より低いのは、天空への放射冷却の影響によるものと推定される。なお、閉鎖式豚舎の気温はハウス豚舎とウインドウレス豚舎の両者の中間の温度で推移した。

(3) 空中浮遊微生物濃度

夏季および冬季の各豚舎における空中浮遊微生物濃度の日変化を図 6 に示した。夏季におけるウインドウレス豚舎は、平均 $800\text{個}/\text{m}^3$ と微生物の数が均一化している。これは換気効果および除糞効果が高いことがあげられる。夏季のハウス豚舎の微生物濃度の標準偏差は大きく、また平均濃度は他の豚舎に比べ 3 倍と多い。これは、糞尿踏込み方式の床のためほこりが発生しやすいことが原因と考えられる。冬季は、ウインドウレス豚舎の微生物濃度は平均 $300\text{個}/\text{m}^3$ 少なく、特にハウス豚舎の微生物濃度は夏季に比し激減した。これは気温の低下や舎内空気の乾燥が影響しているものと推

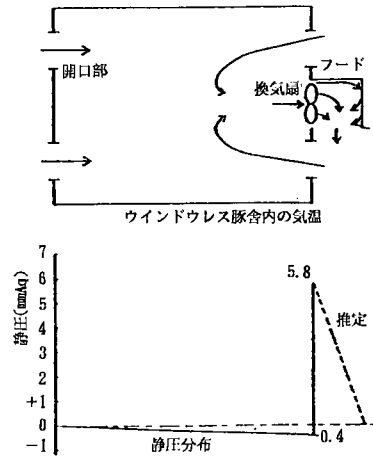


図4. ウインドウレス豚舎の静圧分布



図5. 冬季における各豚舎の気温の日変化

定される。

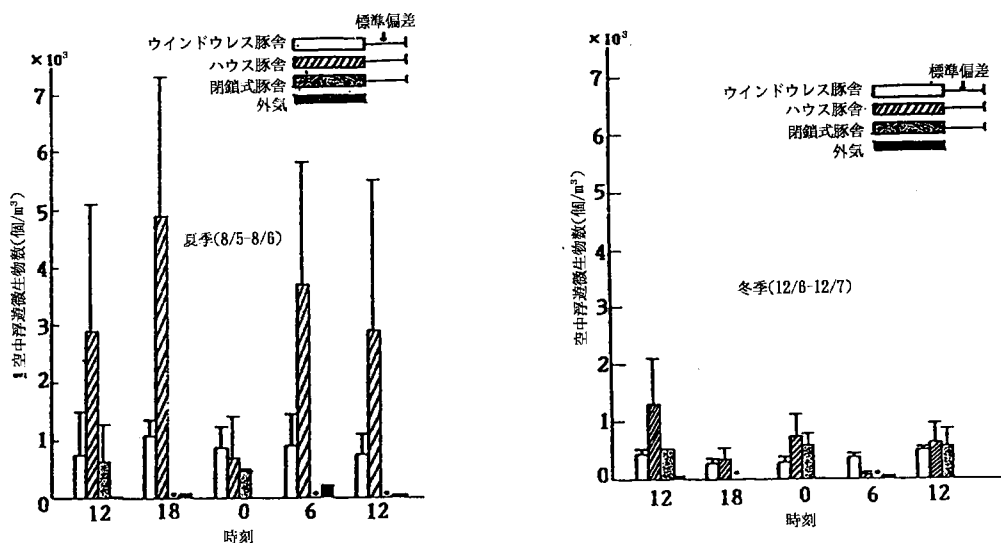


図6. 各豚舎別の空中浮遊微生物密度

4. まとめ

ウインドウレス豚舎は夏季における換気回数が十分でなかった。これは換気扇のフードの形状が直角型のため通風抵抗が著しく増したことによる。フードの形状を改善することにより、換気量が倍増し、舎内の気流速度が増して中央通路付近の空気淀みの解消が期待できる。空中浮遊微生物の測定では、ウインドウレス豚舎は夏季、冬季ともに濃度が低く一定であり、舎内の衛生環境が良好に維持されていた。

【特別講演】

学会賞（普及賞）を受賞して

ト 蔵 建 治（弘前大学農学部）

この度、「やませ」の発生とその対策に関する一連の仕事に対し、伝統のある日本農業気象学会の学会賞（普及賞）が授与されましたことは真に名誉なことであり、深く感謝いたします。

とくに、東北地方の水稻作にとって「やませ」は避けては通れない難題と言われ、本会の多くの方が取り組まれた課題であるだけに、多くの方と喜びを分かち合えることはこの上ない幸せのことと思います。この20年以上にわたり私が取り組んできた仕事の内容は後の文献の欄にまとめておきます。

「やませ」が吹けば冷害になると言われてはいるが、その「やませ」とはなんですかと問われると東北地方の方言のように答えられる場合が多い。昭和9年の大冷害についての報告書の中で（凶作の概況—凶作の地域的分布—）青森県の部分に“冷涼、多湿なるやませのため”と言う記述があり、その他、冷霧を伴う北東風の襲来（宮城県の場合）、冷温なる東風（鹿角地方）とか冷温、多湿なる東風を受けた（山形県）ことが冷害の主因とされている。今日、「やませ」と冷害を語るキーワードとして、冷霧、冷温、多湿、北東風、東風などはまったく適切なものであるが、北東風、東風と言うのは風位を示す言葉であるが、これらの字をこの場合「やませ」と発音したかどうかは今となっては不明である。一方、同時代にヤマセ（ヤマジを含む）と言う言葉の分布とその風位を

調べた図（図1A）がある。この図によると言葉は全国的にかなり広範囲に分布しており、九州、中四国の一部をのぞいて、この言葉が使われているのは海岸であり、「米どころ」と言われる沖積平野の中央部などでは使われていないと言える。また、東北地方では風位は東寄りであるが、南、西を示す地方もある。これだけ広く日本列島に分布する言葉であるが、ヤマセの吹く時期については地方によりかなり差異がある。東北地方では今日、水稻冷害との関係から夏季に吹く風と考えられるが、四国の一部では春一番と同意語であり春季に吹く風と言われ、その言葉の正体は複雑である。ただ、この言葉が昭和9年頃までほとんど使われていなかった地域と中世の頃に海運の開かれていなかった地域（図1B）とはかなり良く対応している。したがって、かなり古い時代の言葉に起因すると考えられ、万葉語とのかかわりについて調べたが、万葉集にはまったく使われておらず万葉語辞典には見当たらない。古い時代の和歌などで東風はコチ、アイの風と言う言葉が使われており、春、夏の風に当てられている。

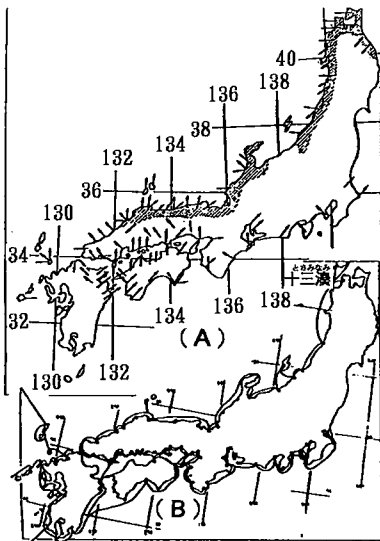


図1 ヤマセとヤマジの分布図(A)と中世における主要海路と港(B)
(A)の斜線部はヤマセ(ゼ)の名称のある地方を示す。
(B)文献に多少の修飾をしたもの。

現在、「やませ」と冷害の関係が問題にされる東北地方北部の太平洋沿岸では冬季に吹く東風についてもヤマセと呼んでいる。これは前者がオホーツク海高気圧の出現、停滞による偏東風であるのに対し、関東地方の沖を北上してくる低気圧や、日本海で発生した低気圧が秋田沖から本州を横断する場合に吹く雪を伴った東風であり、両者とも風位は東であるが、気象学的にはまったく異なったメカニズムによる風である。私が「やませ」と言う言葉を聞いたのは弘前大学に赴任する時であり、その後、20年以上にわたりこの言葉が何を表し、意味するのかについて言語学の立場からかなり関心を寄せてきたが、今だに十分な理解が出来ないままである。ただ、世間では冷害が発生する毎に「やませ」が吹いたからだと言い、冷害の主因は「やませ」であると言うが、冷害の発生しない年は「やませ」は吹かないのかと言うとそうでもない。東北地方北部太平洋沿岸は夏季に東風（やませ）により冷涼な気象がもたらされる地帯であり、その土地の風土として認識されるべきだと考えられる。したがって、熱帯原産の水稻をこの冷涼な風土に導入し（農業の基本である適地適作の検討の不十分なまま）、冷害が繰り返し発生することにより農業経営が不安定な状態を続けるのではなく、この夏季の気象特性を十分に活用する営農が営まれるところに人間の知恵があると言えよう。図2は青森県野辺地町農協におけるコカブの販売実績を示すものである。「やませ」地帯で農業を営む上で「やませ」は避けて通れないのなら、地域の特徴を生かし風土にあった農業を考え、逆に「やませ」を利用した農業経営をすべきで —「やませ」を生かす農業— を提言したのが昭和61年3月のことであった。その後、同農協ではさっそく『偏東風が育てた新鮮野菜』をキャッチフレーズにした出荷箱をつくり、コカブ、ホーレン草の出荷に当たった。提言した年と次の年にかけて栽培農家数、面積とも急激に伸びるが、単価の低迷と労力がかかるということで昭和63年にはやや敬遠された。しかしその夏は冷夏で水稻は大減収となったが、野菜の生育は順調で安定した収穫があったので、以後、順調な伸びをみせている。これは「やませ」を活用した農業の一例であり、最近こうした動きが各地で見られる。

これまでのこかぶ販売実績

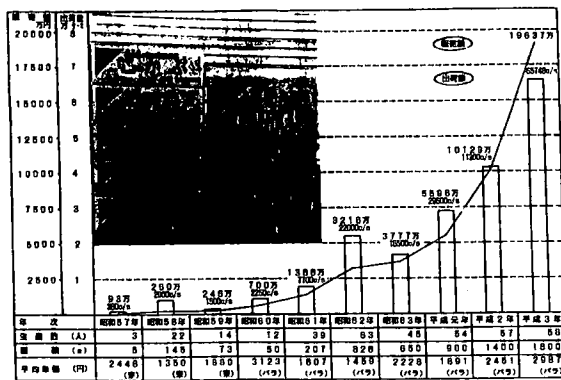


図2 野辺地町農協におけるコカブの販売実績
写真は「偏東風が育てた新鮮野菜」のキャッチフレーズのある出荷箱（野辺地町農協）

「やませ」に関する気象学的な立場からの研究にも最近のハイテクが使われ数多くの気象学的な成果を上げている面もあるが、それが単なる物理学的興味として終わるのではなく、農業生産の場でどう活用されるかについても十分に配慮がなされるべきである。「やませ」と言う言葉により現される複数の気象要素が総合的に農業生産の場とか、そこに住む人にどのような影響を及ぼしているかについて正しく認識することから研究を出なさないでなければならないと考えている。これは「やませ」生態学とか「やませ」風土論と言われるものかも知れないが、こうした研究と「やませ」の気象学と

は相互に関係している＝フィードバックすることになるのであり、今日までの「やませ」の研究成果と無関係ではないと考えられる。

私の仕事は大きな人的組織に支えられた研究でもなく、新型の高価な機器による最先端の研究でもない。ただ、個人が長年にわたり一つの研究テーマに取り組み続けただけのことである。これには今日批判の多い地方国立大学の人事の低迷が幸いしたとしか言いようがない。もし、3～5年で転職がみえている職場ではとても不可能であったろう。

各地にはそれぞれ地域特有の研究対象があり、それに長年にわたり私以上に着実に成果を上げている同僚もあるだろう。こうした人達の研究成果の評価が高まることがこの支部会の発展に大きく寄与することでしょう。そうした機会が一つでも多くなることを期待して受賞の挨拶と致します。

主な関連論文

- 1) 佐々木信介, 卜蔵建治, 1971: 「やませ」の気象学的特質. 東北地域災害科学研究, 第8巻, 42-62. (1971). 自然災害特別研究. 寒冷地帯の異常低温による農業気象災害の研究. 代表者東北大学, 理学部, 山本義一教授, の成果報告.
- 2) 卜蔵建治, 1977: 「やませ」のダシ雲の成因からみた青森県における冷害気象の研究. 自然災害特別研究, 研究成果報告, No. A-51-5, 133-151.
- 3) 卜蔵建治, 1983: 東北地域の海洋性冷気流「やませ」. 自然災害特別研究, 研究成果報告No. A-57-8, 67-76.
- 4) 卜蔵建治, 1990: やませ卓越条件における山地の気象, 日射特性. 農業気象学, 45, 4, 235-242.
- 5) 佐々木信介, 卜蔵建治, 1970: やませ風時の気象特質, 特に日射量について. 農業気象, 26, 3, 143-146.
- 6) 佐々木信介, 卜蔵建治, 1972: やませ風時の気象学的特質. 内陸部への吹走に伴う各気象要素の推移について. 農業気象, 27, 4, 159-163.
- 7) 卜蔵建治, 1975: やませ吹走時に八甲田山風背に生ずる雲について. 農業気象, 31, 1, 1-5.
- 8) 卜蔵建治, 山下 洋, 鈴木哲夫, 1981: 静止気象衛星「ひまわり」のデータによる冷害気象の研究1. 昭和54年青森県下に発生した水稻障害型冷害への適用例. 農業気象, 37, 1, 47-52.
- 9) 卜蔵建治, 山下 洋, 鈴木哲夫, 1982: 同上. 2. 昭和55年東北地方に発生した冷害時への適用例. 農業気象, 37, 4, 309-315.

進む研究

水田の診断型水管理装置と生育・収量に及ぼす効果

井上 君夫

(東北農業試験場)

1. ねらいは最適水管理と省力化

生産者にとって、毎日の水管理は時間と労力のかかる作業であるが、栽培管理上は省略することができない。しかしながら、今後は従来の水管理の知識を生かしながら自動化と省力化を図る必要がある。生産者は日中の天気や翌朝の気温を予想しながら、生育に最適な水管理をしている。そこで、この行動・思考パターンを代行させる装置を開発した。この装置化によって、水管理の最適化と省力化及び冷害回避が図れるものと期待している。

2. 多機能装備の優れ物

本装置はエキスパートシステムおよび水管理システムが構築されているパソコンと水位を指示する水位制御器、水位を計測する水位センサ及び給排水用ポンプで構成され、図のように配置される。水田の側にパソコンや水位制御器を置く方法と図1のようにそれらを家の中に置く方法がある。今のシステムは後者で、水位制御器とセンサ及び給排水用ポンプを100m離すことができる。今後、さらにこの距離をとること、また信号を電話回線で送ることも可能である。本装置の一部でパソコンと水位制御器及びプリンターを写真に示した。水位センサとポンプは写真にはないが、水位センサは直径2φのステンレス製の棒状センサを31本20cm四方の箱にセットした形で、ポンプは一般にある水中ポンプである。エキスパートシステムは水田水温や葉温を計算する微気象モデルと水管理情報等が整理されているエキスパートの2つで構成される。

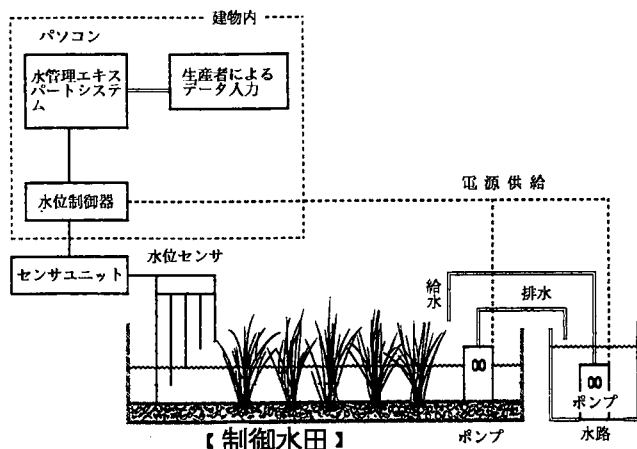


図1 水管理装置の構成と水田内への配慮

水管理は次のように行われる。生産者が気象・作物データを入力すると、エキスパートシステムが生育に最適な水位を推論し、それを水位制御器に送る。水位制御器は水位センサで現在の水位を計測しながら、給排水用ポンプを動作させて指示水位に調整する。指示水位はコマンドで変更でき

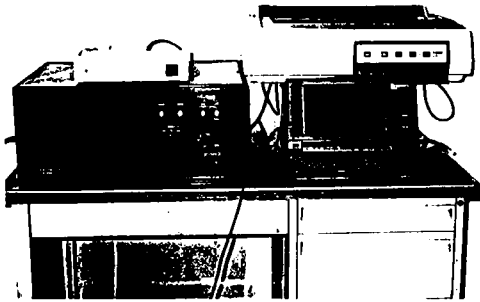


写真 家の中に置かれた水管理装置の一部、パソコンと水位制御器、プリンターが写っている (1992.8, 零石)

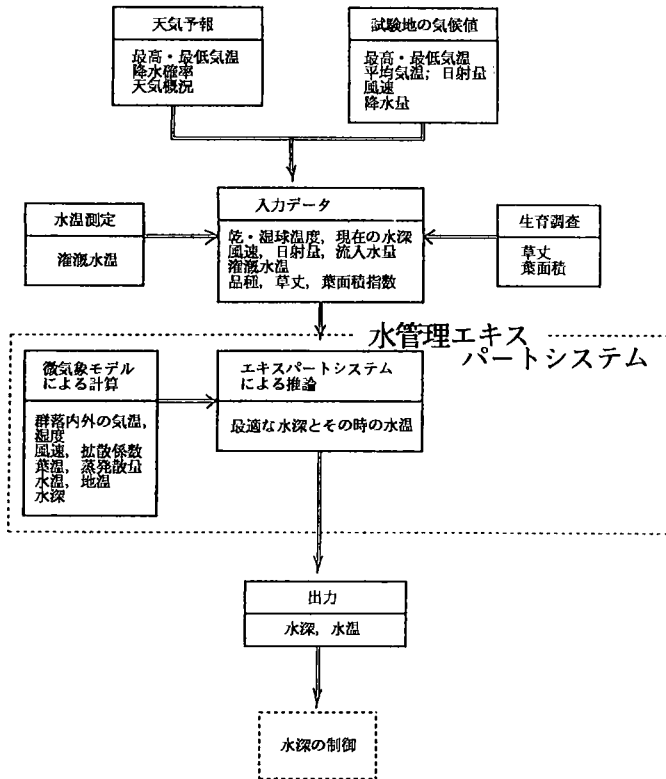


図2 水管理エキスパートシステムによる水田の最適水位の予報手順

3. 予報的水管理で低温回避

エキスパートシステムは具体的に最適水位を以下のように決めている。岩手県の水稲を例にとると、幼穂形成期には17℃以上の気温が要求されるが、それ以上であれば3cmの水位とし、それ以下では決められた水位内で現在の水位と水田水温及び灌漑水温から水田水温を最高にするようにシミ

るが、変更しなければ、降雨や漏水があっても、その水位に保つ機能を持っている。また手動で目的の水位にすることもできる。システムは様々な機能を具備しているが、その中に監視機能があって、水位の経過と指示水位、給排水用ポンプの状態が画面及びプリンターに出力される。本装置の様々な機能を利用することによって、水管理時間の節約と労力の削減が達成されよう。

先に微気象モデルを基本にしていると述べたが、これを利用した最適水位の推論の手順は図2のとおりである。例えば、天気予報を利用して明朝の水位を夕方に推論する場合、乾球温度には最低気温を入力し、湿球温度は天気概況から、日射（純放射）は雲量や乾燥状態などで判断し、草丈と葉面積指数は測定するか、推定をする。灌漑水温は測定する。これらのデータを入力すると、微気象モデルは水温や地温、水稲内の気温や風速などを計算するが、計算された水温や水位が今の水稲にとって最適なものであるかどうかを判断する。棄却されれば、再度水位を変えて、水温を計算し、また照合するがこの操作を繰り返す。採用されれば、これを最適な水位として水位制御器に送信する。

ュレーションを繰り返し行い、水田水温が最高となる水位を最適水位と決める。ここで気温や風速、日射などの入力気象データに天気予報を利用することによって、事前の水管理が可能となるが、これを予報的水管理と呼び、これによって低温被害が回避できる。エキスパートシステムを起動させてシミュレーションを行うのに必要な気象データは図2に示すように天気予報から容易に作成できるが、灌漑水温だけは測定しなければならない。作物データは約2週間毎に草丈や葉面積指数を調査するか、調査できなければ、草丈から葉面積指数を推定して利用する。これらの入力データは初心者でもマニュアルを使って簡単に作成することができる。初心者でもつかえるシステムと操作性をもつ装置の開発が目標である。

さて、本装置を使って試験を実施した1992年の結果によると(表1)、制御区と対照区の水田の草丈と莖数、葉面積指数は生育期間を通じて差異はなかった。しかし、完全米とくず米の収量は制御区と対照区で各々10アール当り459.6kg, 36.1kg, 386.9kg, 132.4kgと明らかに制御区の完全米の収量が対照区のそれを72.7kg/10アール上回った。これは特に夜間の適切な深水管理が効果的であったと推測できる。過去数年間における種々の試験結果からエキスパートシステム及び本装置は当初のねらいである最適水管理や省力化に役立つことが明らかとなった。

表1 1992年の水稻試験の生育調査(零石町, 標高約350m)

試験区	要素	6/18	7/3	7/20	7/29	8/10
制御区	草丈(cm)	30.2	37.2	58.0	69.9	80.2
	莖数(本)	10.8	31.9	30.8	34.2	29.4
	LAI	0.22	1.0	3.0	4.9	5.2
対照区	草丈(cm)	33.8	37.3	58.4	69.1	80.2
	莖数(本)	10.0	33.7	29.4	36.8	29.4
	LAI	0.25	1.1	2.6	5.1	5.5

1992年の水稻試験の収量調査(零石町, 標高約350m)

	制御区 (10a)	対照区 (10a)
完全米	459.6 kg	386.9 kg
くず米	36.1 kg	132.4 kg
籾がら	99.6 kg	103.9 kg

冬の盛岡の無加温ハウスで軟弱野菜をつくる

東北農業試験場 小沢 聖

1. 冬の野菜 Worst 3

1990年4月6日、小雪のちらつく中、私は東京から盛岡に着任した。その夜、妻と買物に出たのはいいが、野菜の「価格が高い」、「品質が悪い」、「種類が少ない」ことに大いに腹をたて、結局、買わずに帰ってきた。私はそれまで、軟弱野菜を対象にした試験場に勤務していた。毎日、生産余剰物をリュクサックで持ち帰っていたので、我が家で買う野菜はわずかであった。それが今回の転勤早々、妻は野菜不足という未経験の厳しい現実と直面して、家庭を運営せざるを得なくなった。この年は、そのうち地物が出回るようになったのでまだ良かった。しかし、翌冬は、文句をいいつつも、結局、妻は関東の屑野菜を高い値段で買わざるを得なくなってしまった。野菜を研究対象としてきた私にとって、この現実はいかに恥づかしいものであった。「これはいかん！」と、研究テーマにもない冬の野菜生産の仕事に取りかかった。

2. 岩手は野菜生産県それとも野菜消費県？

盛岡市中央卸売市場で1992年に扱ったイチゴ、スイカ、メロンを除く野菜取扱額のうち、県内産の割合は表1に示すように、29%にすぎず、関東4県の合計にも及ばない。また、図1に示すように、12月と1～5月の県外産の取扱額は県内産の2倍以上で、県内産の取扱額が県外産を上回るのは8・9月だけである。この年、県外から盛岡に入荷された野菜は約102億円で、これは東京中央卸売市場に岩手県から1年間に出荷する野菜の金額にほぼ等しい。

市場外流通、越境流通、加工利用等の把握が困難なので、野菜の購入金額を明確にはつかめない。しかし、盛岡市の現状から、夏野菜の大産地「岩手」は、「実は野菜の大消費県なのかも？」という疑問が生じる。

表1 盛岡市中央卸売市場で1992年に扱った野菜の出荷額上位7県とその割合

県	取扱金額の割合 (%)
岩手	28.9
千葉	10.7
群馬	7.2
高知	6.8
茨城	6.3
栃木	5.5
北海道	4.4

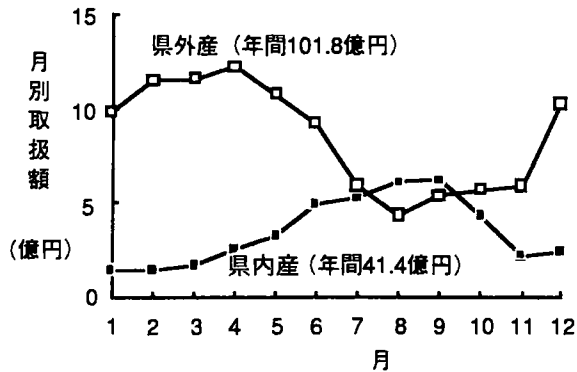


図1 盛岡市中央卸売市場で1992年に扱った野菜の県内産・県外産の月別取扱額

3. 冬に野菜ができれば

岩手に限らず東北地方では、夏の雨よけ栽培のためのパイプハウスが急速に普及した。これらのハウスを使って、冬から春に地元で野菜を少しでも生産できないものであろうか？ それも暖房は使わずに、例えば、盛岡市で消費される11月と12月の県外産ハウレンソウを県内産で代替できれば、約1億円が地元還元される。これは農家収入の向上につながるばかりでなく、今まで粗悪品に高い金を出していた消費者にとっても大きなメリットになるはずである。

4. 冬に強い野菜探し

それでは、どのような作目・品種なら冬でも栽培できるのであろうか？ これを知るために、1991年12月18日に、東北農業試験場の試験圃場の無加温ハウス内に葉菜類50品種を播種し、トンネルとべたがけで保温し、生育速度を比較した。その結果をまとめたのが表2である。盛岡で冬の栽培に耐えられる作目は、コマツナ、ハクサイ、ダイコン、大崎菜であった。中でもコマツナと不結球性ハクサイは、極端な低温条件下でも生育障害が起こりにくく低温伸長性も高いことから、厳冬期の栽培に適した作目といえる。特に、コマツナでは“せいせん7号(協和種苗)”等の淡色系品種で、ハクサイでは“みなとべかな(サカタのタネ)”等の不結球性品種で低温伸長性が著しく高かった。このように、作目ばかりでなく、品種の選択も厳冬期の栽培には重要なポイントといえる。結球性のハクサイ、ダイコン、大崎菜は盛岡の厳冬期の生産には不向きであるが、より環境条件の良い地域では利用価値の高い作目になりえる。

盛岡周辺でも、厳重な保温をして厳冬期に軟弱野菜を栽培している篤農家もある。したがって、つくればできるのは事実であるが、彼等は大変な努力をしているのも事実である。篤農家をみる限り、この時期に一般的な農家が、経済生産の手段として作目・品種を過信するのは危険である。少なくとも、低温伸長性の高い作目・品種を活かすための栽培技術の開発が必要である。

表2 葉菜類の低温伸長性の比較と低温に対する生育反応の特徴

低温伸長性の強・弱	作目	生育の特徴
↑ 強 ↓ 弱	コマツナ	淡色系品種で低温伸長性が高い。
	ハクサイ	不結球型品種で低温伸長性が高い。結球型品種では極端な低温で伸長性が低下する。
	ダイコン	晩性品種ほど低温伸長性が高い。極端な低温で表皮が剥離し、葉身が湾曲する。
	大崎菜	極端な低温では伸長性が低下する。
	タイサイ	極端な低温では葉柄の表皮が剥離する。
	仙台雪	極端な低温では伸長性が低下する。
	千宝菜	
	カキ	
	ウナ	
	チンゲンサイ	極端な低温では表皮が剥離し、葉身が湾曲する。
アブラナ		
キャベツ		
ハウレンソウ	極端な低温では葉身が湾曲する。	
レタ		
ス		

5. べたがけ下の小さな溝

5. 1 長靴の足跡

秋も深まったころ、肥料ぬきの栽培でコマツナを機械播きし、べたがけをした。手抜き仕事だったので地表には深さ10cmほどの長靴の足跡がたくさん残った。しばらくして、作物を片付けるためにべたがけを開けたら、足跡のところだけ生育が極端に良かった「これは何かある」と思い、図2に示すようべたがけの下に溝を作り、その底に播種する実験を始めた。これが、わずか2年で、厳冬期の軟弱野菜を安定的に生産するための技術に発展してしまった。我々はこの方法を溝底播種法と呼んでいる。この栽培方法の原理は、日中に土壤に蓄えた熱を夜間に放出して作物の生育空間を暖めることにある。したがって、暖房のための熱源はまったく使用しない。従来、溝の底に播種する栽培法はあったが、上にべたがけをする考え方はなかった。べたがけをしないと、栽培空間に放出された熱は攪拌されて、すぐに上層に逃げるので効果は乏しいのである。

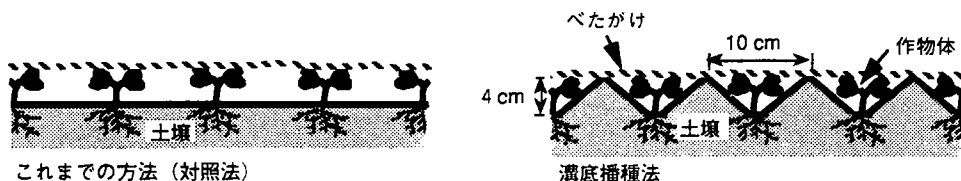


図2 これまでのべたがけと溝底播種法の比較

5. 2 溝底播種法で夜間の地温と葉温が上がる

べたがけ下に対照法と、溝底播種法でコマツナを栽培し、地温と葉温を比較した。図3は、1992年3月14日から15日にかけての無加温ハウス内の日射量と、対照法で栽培したコマツナの子葉展開期の葉温および深さ4cmの地温を経時的に示したものである。図4は、この期間の、溝底播種法での地温から対照法での地温を引いた値と、溝底播種法で栽培した作物体の葉温から対照法で栽培した作物体の葉温を引いた値である。溝底播種法での地温は、日中は対照法での地温より低下するが、夜間には対照法の場合に比べて約1℃高まる。また、溝底播種法で栽培した作物体の葉温は、午後から夜間にかけて、安定して対照法の作物体より高く、日射量が多かった日に続く夜間にはこの上昇は1から2℃、日射量が少なかった日に続く夜間には約0.3℃上昇する。これらのデータから明らかなように、午後から明け方までの低葉温あるいは夜間の低地温が生育阻害要因になっている条件下で、べたがけ下の溝底播種法は有効で、日射量が多いとその効果が高まる。

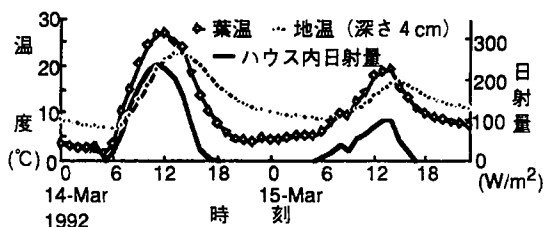


図3 対照法で栽培したコマツナの葉温、地温および日射量の日変化

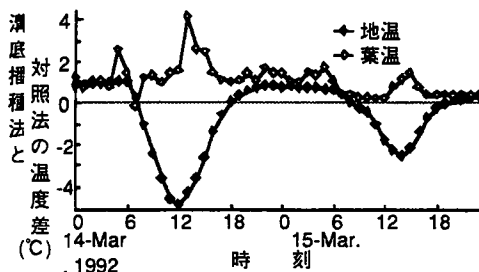


図4 溝底播種法と対照法で栽培したコマツナの葉温差と地温差(溝底播種法-対照法)の日変化

5. 3 溝底播種法で生育が促進され、凍害は減少する

図5は、1991年12月20日に東北農業試験場の無加温ハウス内に播種したハダイコン。“美菜(協和種苗)”の発芽速度を、また、図6は、1993年2月3日に播種したコマツナの葉面積の生育速度を示す。溝底播種法により発芽速度、生育速度とも、対照法の場合に比べて著しく早まる。これは、図4に示す温度環境の改善の影響と考えられる。表2は、図6に示すコマツナを3月29日に収穫し、低温による葉柄部の凍害を調べた結果である。溝底播種法で栽培した作物体の凍害株率は、対照法の場合に比べて著しく低下する。このことは、溝底播種法により生育が促進されて収量が高まるばかりでなく、収穫調整労力が減少するうえに可販収量が著しく高まることを示している。

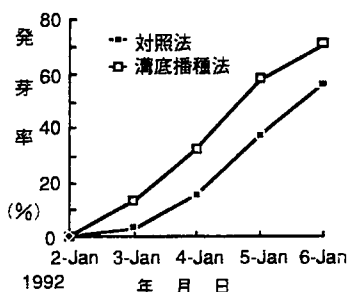


図5 ハダイコンの発芽に及ぼす溝底播種の影響

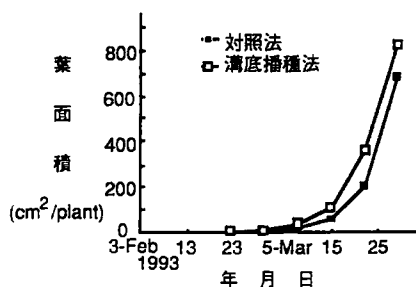


図6 コマツナの生育に及ぼす溝底播種の影響

表2 コマツナの凍害に及ぼす溝底播種の影響

播種方法	凍害株率 (%)
溝底播種法	20
対照法	67

6. 強度やませ地帯は冬の軟弱野菜産地になりえる

岩手県久慈農業改良普及所に高橋智宏さんという若者がいる。彼はこの溝底播種法の価値を良く理解してくれ、久慈市侍浜で実用規模の現地試験を実施する機会を我々に与えてくれた。表3はその現地試験の結果である。コマツナ“せいせん7号”を1992年12月6日に播種し、79日後に収穫した。これまでの方法に比べて、溝底播種法では約65%も増収した。農家の評判も良かったので、この技術もまずは第一段階をクリアしたといえる。1993年の冬からは岩手県園芸試験場高冷地開発センターもこの仕事に加わってくれる予定である。

久慈の現地試験の結果で意外だったのは、予想以上に生育が早く、溝底播種法の効果が高かったことである。三陸沿岸地帯は盛岡のような内陸に比べて冬の気温はかなり高い。さらに、東北地方で最も冬の日射量が豊富な地帯で、その量は施設栽培地帯並みである。この三陸沿岸地帯特有の気象環境が溝底播種法の効果を高めたのであろう。こうしてみると、冷害に苦しめられてきた「強度やませ地帯」は、冬に軟弱野菜を生産するうえでは非常によい環境にあるといえる。「冬から春にかけて三陸沿岸地帯から東北地方の各都市に軟弱野菜が出荷されるようになること」これが当面の私の夢である。

現地試験で栽培したコマツナを久慈市内で販売したところ、200gづめが100円で売れたそうで

ある。この値段は、この時期の東京中央卸売市場での約2倍であることから、寒冷地の住民が新鮮な野菜を欲している現状がよくわかる。今まであたりまえのように買っていた品物がいかに悪いものかを住民に理解してもらうことも、これからの現地試験の大切な目的である。

ところで、無知な私は、栽培さえすれば東北地方各地に運べるものだと思っていた。しかし、現実には厳しいもので、東京に椎茸を運ぶトラック便は頻繁にあるものの、東北地方の中都市に向かう便がほとんどないそうである。地元の努力を促すためにも現地試験を進めるしか私には手だてはないようだ。

表3 久慈市侍浜で栽培したコマツナの
収量に及ぼす溝底播種の影響

播種方法	収量(kg/a)
溝底播種法	620
対照法	370

7. 溝底播種機を貸し出します

地表面に溝をつけるために、東北農業試験場での実験には型板を使った。しかし、型板では実用規模の現地試験に対応できないので、市販の播種機を改造し、人力の溝底播種機を作った。この播種機は、図7に示すように鎮圧輪の鎮圧面を算盤玉状に加工しており、鎮圧しながら地表面に連続した溝を作る構造になっている。覆土器は、鎮圧輪が溝を成型しやすくするために、幅の狭い長めの爪形にした。溝の深さは鎮圧輪の固定角度を変えることにより、容易に調節できる。溝底播種の試験をしてみたい方、東北農業試験場気象環境制御研究室まで、気軽にご一報ください。貸し出します。Tel.0196-41-2145 Ext.351

8. なぜ人類は竪穴式住居を放棄したのか？

この研究を進めるうちに、大昔の人々が竪穴式住居に住んだ理由が理解できるような気がしてきた。平凡社の世界百科事典(1988)には、「この種の住居は、夏は涼しく、冬は保温に富み暖かである反面、土間が湿潤になりやすい欠点がある。」と記されている。竪穴式住居は溝底播種法

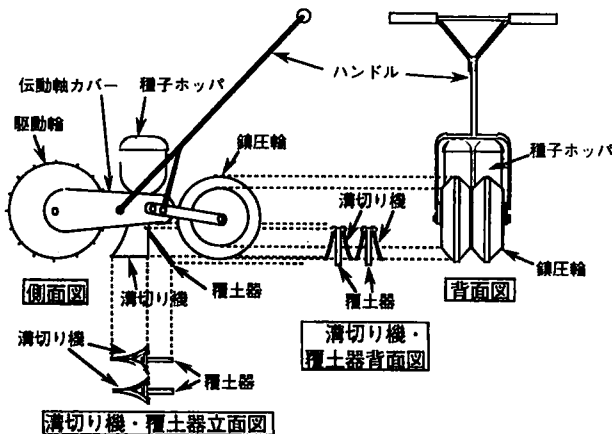


図7 溝播種機の構造(2条播き)

と同様に、土壌に蓄えられた熱を寒さしのぎに利用したパッシブ住宅だったのである。西日本から竪穴式住居は堀立柱住居に変わり、寒冷地や中部山岳地帯でも13世紀ごろまでしか残らなかつたらしい。それでは、なぜ、彼等は竪穴式住居を放棄してたのだろうか？土間の過湿が原因だとしたら、溝底播種法にも同様の悩みがある。この対策技術の検討には、やっと手を付けはじめたところである。



秋田県農業試験場の近況から

秋田県農業試験場 嶽石 進

秋田県農業試験場の創立は明治24年で、平成3年に100周年を迎え祝賀行事が盛大に行われ、その一環として百年史が刊行された。

現在地の秋田市仁井田に移転してから早や30年の歳月が経過した今日、農業試験場周辺の住宅化、灌漑用水への生活排水の混入や建物、施設の老朽化等に伴う問題が発生してきており、抜本的な対策が必要となりつつあった。100周年を機に21世紀を展望した農業試験場の機能と研究方向が重大な課題となり、平成9年を目標に移転、再編整備されることになった。これまで、県内外の有識者らで構成する農業試験場再編整備基本構想検討委員会の提言(平成4年11月)を踏まえ、農業試験場再編整備基本構想(平成5年3月 県農政部)が策定され、現在基本計画の検討が進められている。

現在の農業試験場における研究目標は21世紀に向けた研究目標(昭和62年11月県農業技術開発推進会議)を踏まえ、1)水田農業の生産技術体系化と複合経営の確立、2)低コスト高位安定稲作技術の確立、3)園芸畑作物の産地育成のための新技術の確立、4)生産基盤の改善と農業の環境保全、5)バイオテクノロジー等先端技術の導入と新技術の開発、6)新農業資材の実用化技術の確立を柱に各研究部門相互の連携を図りながら、その実用化に向けて研究が進められている。

組織については別表のとおりで5部、2課、19担当(研究部門は4部15担当)、1農場(大潟)、1試験地(大館)から構成されており、職員数は研究員54名、事務職員12名、現業職員25名、普及兼務職員4名となっている。

秋田県の稲作技術の変遷から見ると、冷害の克服の歴史であったと見られる。近年異常気象の頻発によって、生産の安定性にも危惧がもたれている。気象変動は依然として続くものとみられ、毎年異なった気象条件下における稲作りに柔軟に対応できる技術の確立が重要である。現在、農業試験場には農業気象の研究を専門とする担当はおかれていないため、主に栽培試験の担当部門で対応している。したがって、稲作気象に関する試験は稲作部で取り組まれている。稲作部では、良質、良食味、安定多収の新品種の開発、異常気象に対応力の強い良質、良食味米の安定生産技術の開発、稲作の低コスト化を図るための技術開発に取り組んでいる。栽培技術面では、特に水稻の生育予測および生育・栄養診断による迅速な生育の把握と技術対策の確立に努めている。

そこで、これまでの稲作と気象に関する研究の中から2～3の概要を述べることにする。

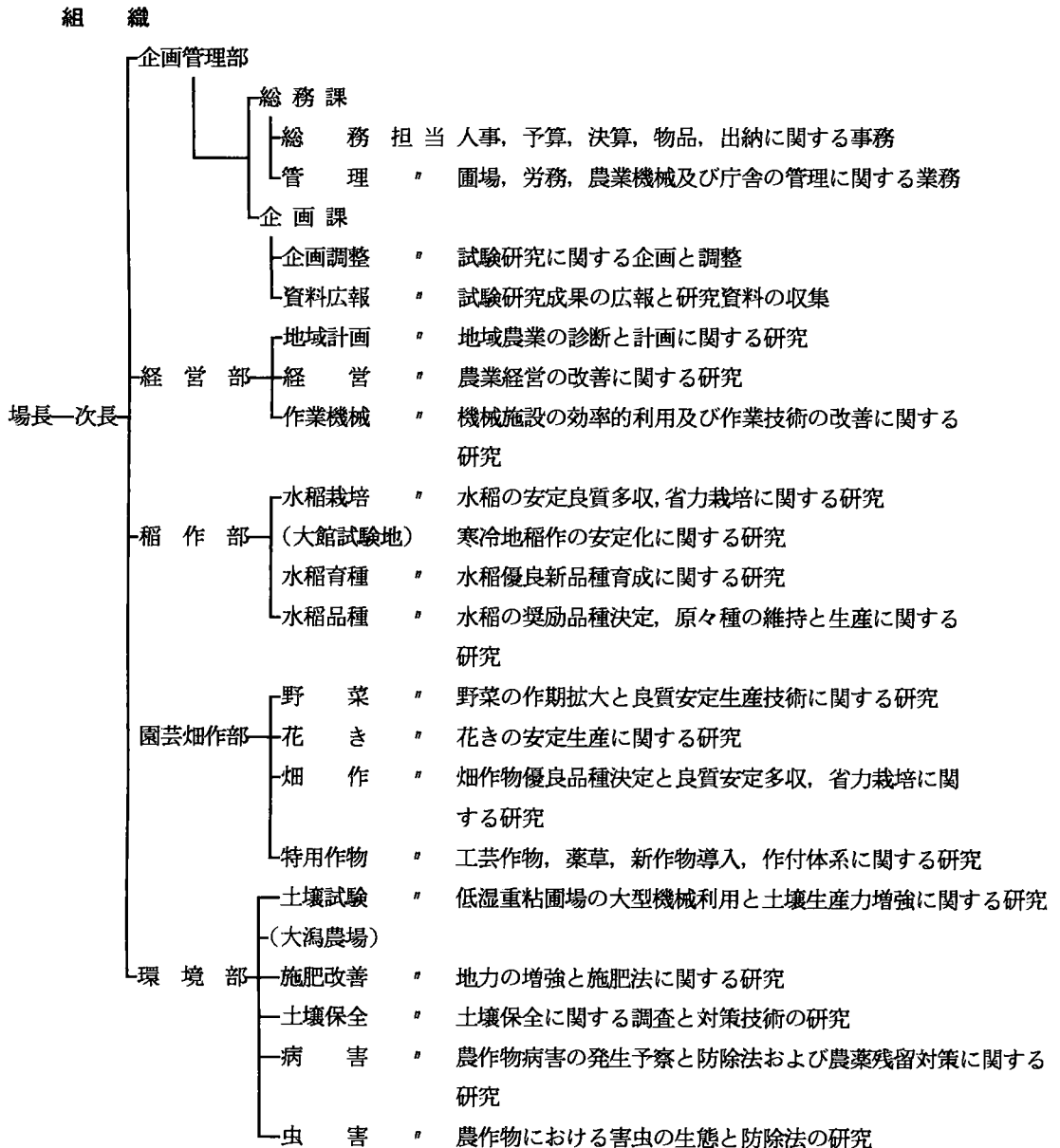
水稻の作況解析に関する研究では、水稻の地域別生育と作況を解析する資料を得ることを目的とした「豊凶考照試験」は明治30年に開始され、その後品種、栽培技術の変遷、試験場所の変更によって数回にわたって改変されながら現在に至り、秋田(本場)、大館(試験地)、平鹿(現地)の3カ所で実施している。そのデータは「作況ニュース」(県農政部・秋田統計情報事務所発行)に随時提供している。

水稻の冷害防止に関する研究では、異常気象による稲作の冷害・災害が発生し、作況指数の低下が問題になるような年には、その都度、実態調査と解析がなされている。水稻の冷害危険度の推定については、昭和36～38年には稲作地帯区分を行うとともに過去の冷害気象下における当時の技術

評価を推定している。また、昭和51～53年には大正2年、昭和16、28年程度の冷害に対して、昭和50年代の技術ではどの位の減収になるかを推定している。

なお、現在の地帯区分は気象条件および地形、地質、土壌条件の類似した地域によって7つの稲作地域(北鹿、山本、秋田、由利、仙北東部、仙北西部、雄平)に区分し、さらに稲作地域ごとに緯度、標高をもとに気象類似別にA₁～C₂の6つの稲作地帯に区分したものが、作付品種の配置等の基礎資料として利活用されている。

産地間競争が激化する中で、さらに秋田米の声価高揚を図るため、あきたこまち、ササニシキを中心に良質安定生産技術の開発に努めているところである。





ヤマセ研究の現状と課題

菅野 洋光

(東北農業試験場)

梅雨期から夏季にかけて吹走し、霧雨と曇天、低温をもたらすヤマセによって、昔から東北地方の農民は苦しめられてきた。江戸時代には天明の飢饉、天保の飢饉があり、昭和になっても娘を身売りしなければ食べてゆけないような冷害があった。宮沢賢治の童話（グスコブドリの伝記）のように火山を爆発させて二酸化炭素を増やし、気候を暖かくできたら話は簡単なのであろうが、現実にはそうはいかない。これまで多くの研究者がその現象を解明するべく努力してきているが、1980年代に頻発した冷害をみてわかるように、ヤマセの予報や冷害の被害予測を行うまで研究は進んでいない。では一体ヤマセの研究はどこまで進んでいるのだろうか？何がわかっている？何がわかっていないのか？そもそもヤマセという現象は低気圧や台風のようにその構造や一生が明確に把握されているのだろうか？以下では、ヤマセ研究のレビューを行ない、それらの点について考察していきたい。

東北地方の人々は太古の昔から夏期の低温に苦しめられていたのであろうか？答えは否である。例えば、縄文時代は世界的に気温が高く、海面も今より内陸まで達していた。このころの東北地方は青森県の亀ヶ岡式土器に代表されるような芸術的な器を作るほど高い文化をもち、漁労や狩猟採集で豊かに暮らしていた。そして西日本の縄文文化は東日本のそれと比較して低く、日本の中心は東北を中心とした東日本にあった。

また、奥州藤原家が栄華を誇った頃もやはり世界的に気温が高く、東北地方では稲の豊作が続き、東日本の武士はその力を強めた。一方西日本では日照りが続き、灌がいが現在のように整備されていなかったため、方丈記に描写されるような飢饉が続き、平家は力を弱めていった。

ところが江戸時代になると、世界的に気温が低下してくる。これは小氷期（little ice age）と呼ばれ、ヨーロッパでは冬の寒さが厳しくなり、テムズ川にも厚い氷が張ったことや、当時の絵画に描かれている人々の服装が厚く、空の色も暗いことなどが知られている。また日本でもさきに述べたような飢饉が頻発した。

このように、東北地方が冷害に見舞われ、人々が苦しめられるようになったのは、それほど古いことではなく、多くの地域で稲作が始まり気候が不順となった江戸時代以降であろうと考えられる。

そもそも「ヤマセ」という言葉はどこからきたのであろうか？ヤマセはもともと山陰地方から津軽海峡をこえて東北地方太平洋側までの広い範囲で認められる風位方言で、「山背」「山瀬」「山勢」「東風」など多くの字が当てられている。これは風向がほとんどが東よりであることから、最も風向に敏感だった船乗りが西回り航路のついで三陸地方まで伝えたものであると考えられる。語源としては日本海側で安定層をともった東風が吹き、山の背（鞍部）にダシ雲がかかった状態をヤマセとよんだ（東京都立大学堀信行助教授からのコメントを元にした筆者の私見）のが始まりで、風向も呼び名も変わらずに太平洋側まで伝わったものではないだろうか。このほかにも「闇風」の

なまったものとする説や、作物や人を低温で「病ませる」からきたとの説があるが、こじつけのような気がする（以上、長谷ほか、1983：「風土の刻印ヤマセ（北東風）社会」参照）。

気象学の上でヤマセの語が登場するのは1950年以降である。ヤマセ研究の数を年代順にみると、1980年代が最も多く、ついで1950年代で、1960年代と1970年代は少ない。これは、戦後の農業生産を上げるために1950年代に冷害の研究を多く行なったが、1960-70年代にかけて気候が安定していたため稲作の収量も多く、特に冷害研究の必要性が高くはなかったためであろう。一方、1980年代になると冷害が頻発するようになり、またアメダスやひまわりなどのそれまでになかった気象・衛星データが使えるようになったこともあって、多種のヤマセ研究が行われるようになった。

1950年代は浅井辰郎による一連のヤマセ研究に代表される。それらは、総観スケールで気温分布を論じたもの（浅井、1950、1951、1952）から、気圧配置との関連を論じたもの（浅井・西沢、1959）、そして青森県太平洋岸での現地観測から種々の気象要素について解析したもの（浅井、1957 a、1957 b；浅井ほか、1958 a、b）まで幅広い。これらによってヤマセの一般的な性質が自然科学的に記述された。また、風向や持続日数と気温との偏差を関連させた研究がいくつかあり（門脇、1951 a、b；木村、1951；羽生・山田、1953、1954；羽生、1956；松沢、1956）、それらによりヤマセの性質が統計的に示された。一方、Shitara（1952）、設楽（1957）は青森県三本木平野の気温の不連続分布について述べており、これはヤマセでなく海風による低温に焦点を当てた研究として注目される。

1960年代には、Shitara（1963、1964）が引続き海風による低温について述べており、また小沢ほか（1967）が冷害の原因としての霧に焦点を当てて観測を行っているが、ヤマセに直接関連した研究例はない。

1970年代になると、佐々木・ト蔵（1970）がヤマセ時の日射量等の観測を行ない、また小鹿（1974）がヤマセ吹走時の青森県の気温分布を示している。さらにト蔵（1975）がヤマセにともなうダシ雲の観察を行ない、気象要素との関連について述べたこと、および和田（1976）が北日本の冷害と大気循環との関連性について触れたことは、注目に値する。

1980年代は、冷害の頻発した状況を反映して研究の数が多い。この時期の研究は①冷害の状況および原因を解析したもの②ヤマセ現象そのものに焦点を当てて解析したもの、の二つに大別できる。①については、ト蔵（1981、1989）、ト蔵ほか（1981、1982）、村上（1981）、工藤（1982）、永沼ほか（1982）、谷口（1982）、内島（1983）などが水稻の作況状況と種々の気象要素を関連させて、1980年、81年、88年の冷害年の状況について解析している。

一方、②ヤマセ現象についての研究は、工藤（1981、1984）がその立体構造と南下にともなう変質を明らかにした。同様に二宮（1984）、Ninomiya and Mizuno（1985 a、b）はヤマセにともなう大規模場とヤマセの鉛直構造を解析している。また、昆（1984）はヤマセ吹走時の気温・日照分布および鉛直構造を示している。

さらに、ト蔵（1986）、ト蔵ほか（1987）はヤマセ吹走時の気温鉛直分布を山地斜面上で求め、ヤマセの積極的利用について提言している。また、井上・阿部（1988）はヤマセ霧の特性を観測している。これらの研究は、ヤマセの農業への積極的な利用を模索する上での重要な布石となるもの

である。

最近では、ヤマセは小規模な観測から大規模な大気循環まで多角的に捉えられ、研究されている。ト蔵 (1990a) はヤマセ吹走時の山地斜面上での気温・日射分布を測定し、標高の高い方が植物の生育にとっては好都合であると指適している。また、菅野 (1991b) は下北半島での観測から丘陵のヤマセに対する障壁効果を示し、海風の成層状態の季節変化を明らかにした。

また、牛来・佐々木 (1990) はヤマセの流入時の気温低下に段階のあることを指摘し、渡辺 (1990) は1980年と1988年のヤマセの鉛直構造を比較検討している。また、力石・佐々木 (1990) はヤマセにも海陸風のような日変化成分が認められることを指摘し、さらに力石・飯田 (1990) はヤマセと海水面温度 (SST) との関連を解析し、冬型気圧配置時の北西季節風吹走による日本海側の降雪とヤマセの霧とが同一のメカニズムであるとの見方を示している。

一方、浦野ほか (1990) によりヤマセ気団形成の数値シミュレーションがなされ、層雲上面からの長波放射の重要性が指摘された。また児玉ほか (1990)、児玉・山本 (1990) はヤマセの源であるオホーツク海周辺の気団生成について解析し、また加藤 (1990) は大規模海陸コントラストがオホーツク海高気圧の生成におよぼす役割について述べ、力石ほか (1990) はヤマセと500 hPa面高度の変動を関連づけて論じている。また、観測手法の一つとしてレーザ・レーダの有効性が十文字 (1990) により示されている。

以上のように、ヤマセ研究の歴史は40数年にもおよび、多くの成果があげられている。しかしながら日々の天気予報において、「低温注意報がでています」とはよく聞かすが、「明日は東北地方にヤマセが吹くでしょう」の台詞を聞くことはできない。これは、気象庁には公式にヤマセを判定する基準がないことによる。また多くのヤマセ研究についてみると、ヤマセを判定するにあたり、共通している部分はあるが、個々の研究で異なっていることが多い。これは、ヤマセのとらえ方 (考え方) が研究者間で必ずしも一致していないことを示唆している。なぜだろうか？

一つには、ヤマセという言葉が風位方言であるため、古来より使われていた意味と自然科学的に把握されるそれとの間に若干の違いが生じ、全体としての意味があいまいとなっていることが考えられる。例えば、鈴木 (1967) によれば、下北半島の数カ所に「12日ヤマセ」という言伝えがあるが、これは旧暦の12月12日にはヤマセ (東風) が吹くとの意味であることから、この地域では季節に関係なく東風 (恐らくある程度の強さをもった) をヤマセと呼ぶようである。一方、これまでの研究のほとんどはヤマセを暖候期の現象としてとられている。これは、農作物の被害と関連させた場合に、寒候季は解析対象期間にならないことがあるが、ヤマセ = 「安定成層の海洋性寒帯気団 (Pm気団) の流入」ととらえると、そもそもオホーツク海からベーリング海にかけてのPm気団は4月から8月にかけてのみ存在することから (菅野, 1991a), それ以外の季節には東風は吹いてもヤマセは吹かないことになる。

また、浅井 (1952) や設楽 (1957) による解析から明らかなように、東北地方太平洋岸では低温の海水により海風も低温となる。菅野 (1993) によればヤマセと海風の気温・湿度は統計的にみて有意に異なっている。従って、小鹿 (1974) や昆 (1984) のようにヤマセと低温の海風とは区別して解析する必要があるが、必ずしも両者が明確に区別されていない場合がある。

また、これまでのヤマセの鉛直構造や気団変質過程を解析した研究のほとんどが典型的な事例解析にとどまっている。これらの結果からは成層状態などの平均的な性質や季節による違いがわからず、結果的に一般的なヤマセ像をとらえにくくしている。

これと関連して、スケール（沿岸地域、メソスケール、シノプティックスケール）を変えたときのヤマセの性質が同一なのか否か、明らかではない。また、その実態を低温の東よりの風とするか、霧と考えるか、大規模な気団変質ととらえるかによっても、対象として得られる現象が異なってくる可能性がある。これは、ヤマセの性質が気塊の性質と海水面温度の両方から決定されることを考えれば充分有り得ることといえる。従って、ヤマセを判定し解析するためには、時期と対象とするスケールを考慮した上で、最も代表性の高いヤマセの判定基準を確立する必要がある。

この点について、これまで明らかになっている点から考察すると、基本的にはヤマセ = Pm気団の変質したものの東北地方への侵入、ととらえることができる。その際、風向風速の日変化から海陸風循環による低温の海風を除外することが必要である。従来は風向の日出現頻度の3分の2以上が東よりであること（小鹿，1974），あるいは卓越風向が東よりであること（昆，1984）などが用いられているが、筆者が八戸の個々の事例で検討したところでは、風向の日出現頻度の3分の2程度では明らかな海陸風循環が含まれる場合がある（そのため菅野（1993）では4分の3以上を判定基準としている）。また、東よりの風が一日中卓越していても、高気圧が三陸沖にある場合などは南から気流が侵入してくるため、気温が高くなる。従って、昆（1984）のように日平均気温の平年偏差を用いてこのような事例を除く必要がある。なお、菅野（1993）によれば海風吹走日のほぼ半数が平年偏差が負となっていることから、日平均気温平年偏差だけを用いてヤマセを判定するのは危険である。また、霧に重点をおいて解析する際にも、上述のような方法でシノプティックにみてヤマセとみなせるのか判定する必要がある。

ところで、昆（1984）はヤマセ日を判定する際に青森・八戸・宮古の3地点の気象官署のデータを用いている。このような方法をとると、東北地方全体にヤマセが侵入する場合は抽出できるが、局地的にヤマセが侵入するような事例は除外されてしまう。この点は前述したヤマセのスケールとも関連するが、例えば八戸でヤマセでも宮古あるいは仙台ではそうではない事例がどの程度あるのか、そしてそのような事例の時のヤマセの強さはどの程度なのか、調べる必要がある。

さらに、成層状態や侵入範囲について、季節や循環パターン、気流の方向などについて、高層データや衛星データを用いて統計的に分類する必要がある（これに関しては、現在作業が進行中である）。そして、数値モデルを用いた実験から気団の変質過程などのプロセスを季節やコースを変えて再現し、検討する必要がある。以上の点が明らかにされたならば、より実用に即したヤマセの判定基準が作成可能となろう。

最後に、ヤマセの予測の可能性について触れる。これについては大きく①ヤマセの長期予報、②ヤマセの侵入範囲予測、の二つに分けられる。①については気象庁発表の長期予報に全てを依存していることから、数値予報モデルの改良による予報の精度向上を待つしかない。一方、②については上述のような季節や循環パターンと関連させたヤマセの性質が明らかにできれば、現実的な予測は充分可能となろう。この場合、季節や大気循環のパターン、気圧配置、海水面温度などのデータを

インプットすればヤマセの侵入予測範囲が表示できるようになるのではないだろうか。

今後二酸化炭素が増加し続けると、気候が急激に変化する恐れがある（ただし、雲と気候とのフィードバックや海洋の二酸化炭素吸収量の見積りが明らかでなく、気温変化の推定値には幅がある）。その場合の気温の上昇量は全世界で一律ではなく、高緯度で最も大きいと予測されている。また、ここ10数年の異常気象をみると、大気循環パターンの変化による地域的な寒暖の差が大きくなる傾向があるようにみえる。従って、東北地方においても、これからの夏の気候が安定するとは限らず、ヤマセによる冷害が減少するとは言えない。今後の地球上の爆発的な人口増加と異常気象の頻発による食料生産の減少の可能性を考慮するならば、ヤマセ研究の重要性は今後さらに高まると考えられ、より実用的な成果をあげなければならない時期にきているといえよう。

参 考 文 献

- 浅井辰郎 (1950) : ヤマセ吹走時における東北地方の気温分布について, 資源研彙報, No 16, 58-66.
- 浅井辰郎 (1951) : 冷害率の垂直分布及びこれと諸気温減率との関係. 資源研彙報, No 19-21, 125-131.
- 門脇関郎 (1951a) : 山背風の調査 (第1報). 研究時報, 3, 51-62.
- 門脇関郎 (1951b) : 八戸地方の山背風の調査. 東北地理, 3, 13-15.
- 木村吉郎 (1951) : 偏東風の地域的偏向について. 農業気象, 7, 27-29.
- 浅井辰郎 (1952) : 東北地方沿岸の海風による低温地帯. 内田寛一先生還暦記念祝賀会編: 内田寛一先生還暦記念論文集下巻. 帝国書院, 215-233.
- Shitara, H. (1952) : On the temperature distribution of a coastal plain-In the case of the Plain of Sanbongi, Aomori prefecture-. Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th. Ser. (Geogr.), 1, 43-55.
- 羽生寿郎・山田幸兵衛 (1953) : 農業気象からみた八戸の山背風. 農業気象, 9, 45-47.
- 羽生寿郎・山田幸兵衛 (1954) : 農業気象からみた八戸の山背風(2). 農業気象, 10, 81-83.
- 羽生寿郎 (1956) : 青森県における昭和29年夏期の山背風について, 農業気象, 12, 5-8.
- 松沢一郎 (1956) : 山背風について. 研究時報, 8, 65-67.
- 浅井辰郎 (1957a) : 猿ヶ森防砂林のヤマセに対する防風・昇温効果の研究. 資源研彙報, No 43-44, 195-209.
- 浅井辰郎 (1957b) : ヤマセ時の日射量と風速. 資源研彙報, No 43-44, 209-210.
- 設楽寛 (1957) : 青森県三本木平野における夏季気温の不連続分布について. 東北地理, 9, 67-71.
- 浅井辰郎・西沢利栄・羽田野考通 (1958a) : ヤマセ雲の高層気象学的研究(A). 資源研彙報, No 46-47, 112-128.
- 浅井辰郎・西沢利栄・羽田野考通 (1958b) : ヤマセ雲の高層気象学的研究(B). 資源研彙報, No 46-47, 129-137.

- 浅井辰郎・西沢利栄 (1959) : ヤマセ吹走時における気温日々変化の気圧配置等による解析. 資源
研彙報, No50, 3-10.
- Shitara, H. (1963) : Meso-climate divide seen from the discontinuity of the
weather. Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th. Ser. (Geogr.), 12, 21, 21-34.
- Shitara, H. (1964) : Sea-breeze air-mass boundary in a coastal plain as an
example of meso-climatic divide. Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th. Ser. (Geogr.),
13, 37-50.
- 小沢行雄・岩切敏・井上君夫 (1967) : 冷害気象の局地的発生機構に関する研究 (第1報).
防災科学技術総合研究速報, 第7号, 3-12.
- 鈴木秀夫 (1967) : 旧暦による下北半島の気候誌. 九学会連合下北調査委員会編集, 「下北-自然
・文化・社会-」, 平凡社, 49-60.
- 佐々木信介・卜蔵健治 (1970) : やませ風時の気象特性-特に日射量について-. 農業気象, 26.
143-146.
- 小鹿洋子 (1974) : ヤマセ吹走時における青森県の気温分布. 東北地理, 26, 45-49.
- 卜蔵健治 (1975) : やませ吹走時に八甲田山風背に生ずる雲について. 農業気象, 31, 1-5.
- 和田英夫 (1976) : 北日本の冷害と最近の異常天候. 農業気象, 31, 203-208.
- 卜蔵健治 (1981) : '80年夏の“やませ”-“やませ”のダシ雲と青森県の冷害-. 天気, 25,
407-410.
- 卜蔵健治・山下洋・鈴木哲夫 (1981) : 静止気象衛星「ひまわり」のデータによる冷害気象の研究.
1. 昭和54年青森県下に発生した水稻障害型冷害時への適用例. 農業気象, 37, 47-52.
- 工藤泰子 (1981) : ヤマセの立体構造とそれに及ぼす山地の影響. 東北地理, 33, 204-211.
- 村上律雄 (1981) : 1980年の冷害気象の特徴と発生要因. 農業気象, 37, 249-253.
- 卜蔵健治・山下洋・鈴木哲夫 (1982) : 静止気象衛星「ひまわり」のデータによる冷害気象の研究.
2. 昭和55年東北地方に発生した冷害時への適用例. 農業気象, 37, 309-315.
- 工藤敏雄 (1982) : 東北地方における昭和56年冷災害気象の特徴. 農業気象, 38, 177-182.
- 永沼昌雄・穴水孝道・高橋晶子 (1982) : 昭和55年冷害気象の特徴, 東北の農業気象, No27,
6-9.
- 谷口利策 (1982) : 東北地方における昭和56年冷害の特徴. 農業気象, 38, 183-188.
- 卜蔵健治・山下洋 (1983) : 東北地方における冷害時の気象特性の解析. 農業気象, 38, 409-
414.
- 長谷誠一・佐々木高雄・菅勝彦 (1983) : 風土の刻印ヤマセ (北東風) 社会. 東奥日報社, 432 p.
- 内島立郎 (1983) : 冷害における7, 8月低温の分布型の特徴について. 農業気象, 39, 19-26.
- 昆幸雄 (1984) : “やませ”について. 昭和58年秋季大会シンポジウム「東北地方の冷夏について」
の報告. 天気, 31, 165-170.
- 工藤泰子 (1984) : 典型的なヤマセ時のオホーツク海気団の特性-1981年6月18日~21日の事例解
析-. 天気, 31, 411-419.

二宮洸三 (1984) : 総観規模でみた東北の冷夏. 天気, 31, 159 - 164.

Ninomiya, K. and Mizuno, H. (1985a) : Anomalously cold spell in summer over North-eastern Japan caused by northeasterly wind from polar maritime air-mass. Part 1. EOF analysis of temperature variation in relation to the large-scale situation causing the cold summer. J. Met. Soc. Japan, 63, 859-871.

Ninomiya, K. and Mizuno, H. (1985b) : Anomalously cold spell in summer over Northeastern Japan caused by north-easterly wind from polar maritime air-mass. Part 2. Structure of the northeasterly flow from polar maritime air-mass. J. Met. Soc. Japan, 63, 859-871.

ト蔵健治 (1986) : ヤマセ時の高地における気象特性に関する研究. 農業気象, 41, 321 - 329.

ト蔵健治・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, 21 - 24.

井上君夫・阿部博史 (1988) : やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布. 東北の農業気象, No 33, 68 - 73.

ト蔵健治 (1989) : 青森県における昭和63年の冷害. 東北地域災害科学研究, 25, 23 - 26.

ト蔵健治 (1990a) : やませ条件下における山地の気温, 日射特性. 農業気象, 45, 235 - 242.

ト蔵健治 (1990b) : 農業気象学からみた「やませ」. 月刊海洋, 22, 391 - 394.

牛来充・佐々木洋 (1990) : 「やませ」の流入過程とその変質. 月刊海洋, 22, 386 - 390.

十文字正憲 (1990) : レーザ・レーダを用いたやませ霧の観測. 月刊海洋, 22, 408 - 411.

加藤内蔵進 (1990) : オホーツク海高気圧と東アジア大規模コントラスト. 月刊海洋, 22, 422 - 426.

児玉安正・鈴木英人・佐藤栄作 (1990) : 暖候期のオホーツク海・北西太平洋域にみられる下層雲の広域分布と変動特性. 月刊海洋, 22, 411 - 416.

児玉安正・山本浩之 (1990) : オホーツク海気団の冷却機構. 月刊海洋, 22, 427 - 432.

力石國男・飯田秀重 (1990) : ヤマセに対する海洋の影響. 号外海洋, No 3, 55 - 60.

力石國男・佐々木有子 (1990) : ヤマセと海陸風. 月刊海洋, 22, 401 - 407.

浦野明・中村晃三・浅井富雄 (1990) : やませ時における海上の下層雲の形成と赤外放射の効果. 月刊海洋, 22, 417 - 421.

渡辺明 (1990) : 冷夏時の大気構造. 月刊海洋, 22, 395 - 400.

菅野洋光 (1991a) : 北極域からユーラシア大陸東部中高緯度における気団の季節変化. 地理学評論, 64A, 225 - 243.

菅野洋光 (1991b) : 下北丘陵におけるヤマセ気団と海風の観測 - 1990年6 ~ 9月の気温の鉛直分布と東西差 -. 天気, 38, 573 - 579.

力石國男・飯田秀重・C. W. Ziskin (1992) : 北半球の500mb面高度の変動とヤマセ. 月刊海洋, 24, 359 - 363.

菅野洋光 (1993) : 青森県八戸におけるヤマセと海風の気温・湿度の差異とその季節変化. 天気, 40, 印刷中.



地域総合研究の紹介

伊澤敏彦

(東北農業試験場施設工学研究室)

地域総合研究とは

平成5年度から5カ年の計画で国立7農業試験場で(関東東海を対象とする農業研究センターを含む)地域総合研究が開始された。基礎的・先導的研究を担当する国立農業試験場で行われる研究は、専門的面から深められれば深められるほど、農業技術として採用しようとするときに、適切な組立の条件を満たすための総合的検討が欠かせないと言われている。そこで、今回は各農業試験場で今までに研究成果として報告した技術を核として、地域に活性を与え得る総合的農業技術を提示する研究をしてみなさい、と始められたものである。実施方法の特徴として、現地を選定して実証試験的に研究を進めること、そのとき都道府県をパートナーとして分担関係を持つことがある。もちろん試験場の中で専門の異なる多くの研究者が協力関係を築いて研究を推進し、期待される成果を達成しようとするものである。

各地域の課題

総合的研究であるから、文字どおり総合的課題をかかけ取り組むが、予算、研究パワー、課題の切実度、地域の特性などから各農業試験場では次のような課題に絞り込んだ。

北海道農業試験場 「寒地土地利用型農業における環境保全型・高能率地域複合営農システムの確立」

東北農業試験場 「超省力水稻直播栽培技術を基幹とする寒冷地大規模生産システムの確立」

農業研究センター 「大規模低コスト水田営農活性化に関する総合研究」

北陸農業試験場 「平坦水田地帯における大規模米生産システムの確立」—大区画水田における潤土直播栽培技術体系—

中国農業試験場 「高生産性・高品質牛肉生産技術を基幹とする地域複合営農システムの確立」

四国農業試験場 「傾斜地カンキツ作の快適省力・高品質生産システムの開発」

九州農業試験場 「暖地複合農業における高生産性営農技術の開発」

東北農業試験場の課題の詳しい内容

東北農業試験場では「超省力水稻直播栽培技術を基幹とする寒冷地大規模生産システムの確立」を課題として、共同研究先は山形県、現地は山形県遊佐町と決め、研究を開始した。研究課題は次のとおりである。

1. 平坦水田地帯における農業構造の解明と水稻直播技術体系の評価

1) 地域農業構造の解明と稲作経営の展開方向

(1) 地域農業動向・稲作経営構造の現状分析

- (2) 地域における稲作作業体系の特質解明と当該技術体系の事前評価
- (3) 平坦水田地域における稲作経営体の展開方向と地域農業支援システムの確立
- 2) 超省力水稻直播技術を基幹とする生産システムの定着条件の解明
 - (1) 寒冷地における超省力水稻直播技術体系の経営的評価
 - (2) 新技術体系を基幹とする大規模稲作生産システムの定着条件の解明

- 2. 寒冷地における直播栽培用水稲品種・系統の選定
 - 1) 寒冷地に適した直播栽培用育成系統の検定
 - 2) 寒冷地に適した直播用品種の選定

- 3. 大区画圃場における高能率生産・管理技術の開発
 - 1) 大区画圃場における噴頭回転式広幅散布機の利用技術の向上
 - (1) 噴頭回転式広幅散布機の改良による播種精度の向上と汎用利用技術の開発
 - (2) 直播用種子の予措・造粒技術の効率化
 - (3) 大区画圃場における効率的施肥技術の開発
 - (4) 噴頭回転式広幅散布機を利用した病・虫害防除技術の開発
 - (5) 噴頭回転式広幅散布機を利用した雑草防除技術の開発
 - 2) 大区画圃場における土壌管理技術の改善
 - (1) 大区画圃場における均平技術の向上
 - (2) 大区画圃場直播に適した耕うん・整地技術の確立
 - 3) 大区画圃場における水管理合理化技術の開発
 - (1) 大区画圃場における水管理方式の解明
 - (2) 大区画圃場における水管理の自動化
 - 4) 超省力水稻直播栽培技術の体系化
 - (1) 大規模水稻直播栽培における作業計画支援システムの開発
 - (2) 大区画圃場における水稻直播栽培技術の体系化
 - 5) 水稻直播栽培における作業計画支援システムの開発
 - 6) 畦畔雑草管理の省力化

- 4. 寒冷地における超低コスト水稻直播栽培技術の標準化

これらの研究課題を通じて、農家が魅力を感じ採用しようという気になれる直播技術体系を示すことが責務である。

そのためには、春の遅い東北で苗立ちが安定して得られること、どうしても移植に比べ出穂時期が遅れるがそれでも収量・品質が落ちないこと、倒伏を避けられること、などの条件を満たせるよう、品種選定、作業技術、栽培管理技術などの面から答を出す必要がある。当然これらの答を出す

に当たっては、東北の気象条件の適切な把握，特に年次変動の評価，地域区分ごとの細かな特性評価は欠かせないものである。

わが国農業の体質強化が求められている今日，多くの分野の研究者の叡知を集めて，十分な答を出せるようつとめて行く覚悟であるが，会員各位のご理解ご協力を得られれば幸いである。



温度を測るには

濱 寄 孝 弘
(東北農業試験場)

はじめに

ある地域の気象条件,あるいは圃場環境や施設内環境などを把握・解析したいとき,我々はほとんどの場合“温度”を測定する。

温度を測定するための測器には幾つか種類があり,それぞれ特徴がある。その中から,測定の目的,例えば測定対象は何か,空間的・時間的スケールはどの程度か,高い測定精度を要求するか,また測定地は遠隔地か,電源はあるのか,などを考慮し,測器を選定する。ここでは,選定の際の参考として,農業気象の分野で一般的に使われる測器の,簡単な測定原理と特徴について述べる。

また,“正しい”温度を測定するには,温度計の測温部が測定対象物と熱平衡に達していなければならない。そこで,測器を作成・使用する際に留意すべき点についても述べたいと思う。

1. 温度計の種類と特性および精度

1) 測温体(センサ)

各種温度計について,測温体の測定原理と,特性・精度を表1に示した。

表1 各種温度計の特性および精度

温度計の種類	測定原理	特性・その他	精度
液体封入温度計	ガラス管内の液体の体積の温度変化	手軽に測定できる。電気・機械的部分を持たず、大きな誤差がない。 破損し易い。読取誤差を生じる。自記できず、遠隔測定できない。	0.1℃ (気象庁検定付)
金属製自記温度計	2種類の金属を張り合わせたパイメタルの、金属の膨張率の違いに起因する湾曲度合の温度変化	電源なしで自記可能。 1日～1カ月毎に自記用紙交換・ゼンマイ巻上が必要。経年変化があり、使用時に検定が必要。遠隔測定できない。自記用紙からの読取が必要。	±0.5℃程度
熱電対温度計	2種類の金属を2点で接合し、接合点間の温度差によって生じる起電力	T型熱電対(銅-コンスタンタン)が一般的。 手軽に自作できる。測温部をごく小さくできる。 冷接点か、冷接点補償回路が必要。	JIS0.4級:±0.5℃ JIS1.5級:±1.0℃
電気抵抗温度計	金属や半導体の抵抗値の温度変化	白金抵抗温度計とサーミスタ温度計がある。 白金抵抗温度計は測温部が大きい。サーミスタ温度計は測温部を比較的小さく出来る。 サーミスタ温度計は、経年変化や製品ムラが大きく、使用時に検定が必要。また、自己加熱に注意が必要。	白金抵抗温度計 JISA級:±0.15℃ JISB級:±0.3℃ サーミスタ温度計 JIS0.3級:±0.3℃ JIS1.5級:±1.5℃
放射温度計	物体の熱放射量の温度変化	物体の表面温度を、非接触で計測できる。 一方、物体からの放射は放射率によって変わるため補正が必要。また、周囲からの放射の反射や、空気中の浮遊物の影響を受ける危険がある。	0.数℃ (放射率等の問題があり、評価困難)

電気抵抗温度計の計測方式には2線式と3線式・4線式とがあり、2線式では導線抵抗の温度変化が測定値に影響する。白金抵抗温度計は測温体の抵抗（100Ω）が小さく、導線抵抗の影響を受け易いため3線式・4線式が使われ、サーミスタ抵抗温度計は抵抗（数k～数+kΩ）が大きいいため、2線式が一般に使われる。

測温部の大きさは、金属製自記温度計>白金抵抗温度計>液体封入温度計≧サーミスタ温度計>熱電対温度計の順で、小さいものほど微細な空間の短時間の温度変化が測定できる。逆に、あまりに測温部が小さく、温度の微変動に過敏になったり空間的な代表性が乏しい場合には、測温体を適当な大きさのガラス管などに封入し、熱容量・サイズを大きくする。

2) 記録計

熱電対温度計や電気抵抗温度計など電気的な測器は、測温体と記録計で構成される。表2に、記録計の種類と特性・その他を示す。測器の精度は測温体の精度と記録計の精度を加算したものとなる。表1、2に示した精度は製品のバラツキを含めた精度、すなわち購入してそのまま使用したときの精度を示している。各自で検定・調整を行えば、精度0.1℃程度は可能だろう。

表2. 記録計の種類と特性

記録計の種類	作動原理	特性その他	精度
自動平衡記録計	一定電圧をかけた滑り抵抗器のブラシ電圧を、測定電圧に平衡させたときの、ブラシ位置から測定電圧を求める。	出力はペン式と打点式とがある。ペン式の方が短時間の変化を記録でき、打点式は同時に多数の測定量を出力できる。測定後、記録用紙を読む必要がある。外部電源を必要とする。	±0.5% (JIS 0.5級)
デジタル記録計 (データロガー)	端子に入力されたアナログ信号をA/D変換器でデジタル信号に変換し、マイクロプロセッサにより処理する。	出力形式は様々で、デジタル表示、打点式、デジタルデータのみを保存・出力するもの等がある。小型で乾電池駆動のものあり。導線を伝ってのノイズに弱い。	±0.2 ~0.02%

乾電池駆動のデータロガーは無電源地での測定に便利であるが、気温測定を目的とする場合、結局通風が出来ないので放射よけのみで測定することになり、状況によっては金属製自記温度計と同程度の精度しか得られない。

どちらの記録計も、抵抗温度計として利用する際にはブリッジ回路を組み込む。冷接点補償回路をあらかじめ組み込んである記録計は、熱電対を端子に直接繋がれば良いので手軽である。ただし、内蔵の補償回路は端子板のどこか一点の温度を参照しているため、端子板の温度ムラにはほぼ一致した誤差を生じる。この温度ムラによる誤差を回避するには、図1のように、複数の熱電対のうち補償回路を使って測定するのは1点とし、残りはその点からの電位差をとり、温度に換算すれば良い。

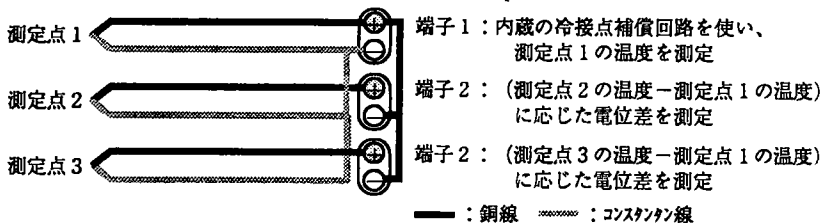


図1. 端子板の温度ムラの影響をなくすための熱電対の配線例

2. 測温部の温度と測定誤差

温度計が示すのは測温部の温度であり、必ずしも測定対象物の温度と一致していない。測温部の温度が対象の温度からずれる原因は、放射の影響（気温の場合）や、測温部の時定数が大きいこと、ガラス管や導線からの熱伝導、測温体自体の発熱があげられる。“正しい”温度を測定するためには、これらの誤差を生む要因を排除するとともに、空気・土壌・水との熱交換を充分にすることが必要である。ただし、時定数については、周囲温度の微変動に影響されない安定した測定値を得るためには、ある程度の大きさが必要とされ、測定の目的によって一概に小さければ良いとは言えない。気温に対する時定数は、風速 1 m/s において、直径 5 mm の円柱形のセンサで約 30 秒、直径 1 mm で 5 秒、0.1 mm で 0.1 秒とされている（近藤，1982）。

(1) 放射よけと通風

気温を測定する場合、測温部の温度は、放射と風速および測温部のサイズ（熱容量と形状）に影響される。細野ら（1988）はセンサ直径 3～5 mm で風速 0.3 m/s の場合、放射よけのみでは、誤差を 1℃以下にするのは困難とし、通風をする場合は、通封筒（表面アルミ箔張り）を二重にすれば通風速度が 0.3 m/s で誤差はほとんど無いが、一重管では 1.0 m/s 以上の通風を行わなければ、0.1℃の精度は得られないとしている。また近藤（1982）は、表面が白色の通風筒では、センサ直径 1 mm で風速 3 m/s において、測定誤差を + 0.14℃と見積もっている。荒井（1969）は、放射よけ・通風無しで、0.1℃以上の精度を得るためには、測温部の直径を 0.01 mm 以下にすれば良いとしている。しかし、ごく微細な環境測定の場合を除き、一般の気象観測には時定数が小さすぎ、データの扱いが難しくなるだろう。気象庁の気象観測指針（1993）では、白金抵抗温度計（100Ω）での気温測定に際しては、金属製の二重通風筒を用い、通風速度 5 m/s とすることとなっている。

百葉箱も一種の放射よけであり、強制通風しなければ内外気温差や内部の温度ムラができ、測定値に誤差を生じる。荒井（1969）によると、標準的な大きさの百葉箱で生じる測定誤差は、日中で - 0.5～+ 1.0℃、夜間 - 0.3～+ 0.3℃である。

抵抗温度計では更に自己加熱が影響する。近藤（1982）の式によると、風速 10 cm/s 下で、1 mm 角（保護管無し）、抵抗 6 kΩ のサーミスタ測温体に、電圧 300 mV をかけて測定した場合、自己加熱による温度上昇は約 0.5℃になる。

(2) 熱伝導

ガラス管や導線からの熱伝導は測定値にどの程度影響を及ぼすのか、について明確に答えている報告は見あたらない。しかし、一般に影響は大きいとされ、特に湿球はガラス管・導線と測温部との温度差が大きく、注意が必要である。ガラス製の棒状温度計で地温を測定するときには、地表に露出する部分に放射よけをする、また、熱電対や抵抗温度計の場合は、図 2 のように、測温部と同じ深さにある程度の長さの導線を設置する、湿球は測温部より広い範囲をガーゼで覆い、通

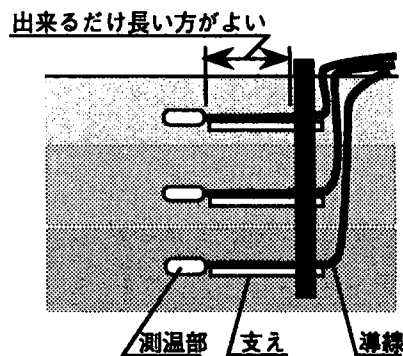


図 2. 地温計の設置方法

風速度を上げる，などの対策が必要である。気温の測定においても，ある程度の長さの導線を測温部と同様に放射よけ・通風をする必要がある。なお，筆者は最低5cmの導線を，地温の場合は測温部と同じ深さに埋設，気温の場合は通風筒内に収めるようにしている。

(3) その他

地表近くの地温はムラが大きいため数点で測って平均をとるのが望ましい。記録計に限りがある場合には，図3のように同じ長さの複数の熱電対を束ねると，各点の平均値が出力されるので便利である。ただし，それぞれの熱電対の長さが異なると，短いものの測定値が優先的になる。また，一本の熱電対が異常をおこしても判別できない。

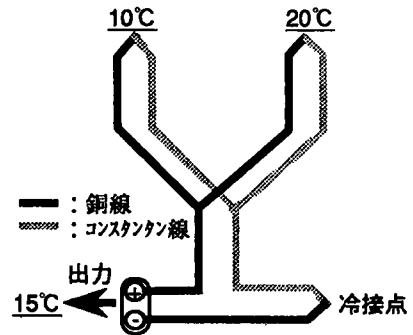


図3. 熱電対による，2点の平均温度の測定法
注) 2本の熱電対の長さが等しくなるようにする

引用および参考文献

荒井哲男，1969：気温の測定精度について(2). 農業気象，23(1)，11～17.
気象庁，1993：地上気象観測指針. 日本気象協会
近藤純正，1982：大気境界層の科学. 東京堂出版
日本農業気象学会関東支部，1988：農業気象の測器と測定法. 農業技術協会
細野達夫・廣部明泰・青木正敏，1988：気温測定における放射除け・通風筒の種類及び形状と測定誤差. 農業気象，44(3)，215～218.

酒と美人のくに

工藤敏雄

岩手大学農学部

「酒の秋田」といわれるくらい秋田は酒どころである。県内の酒の種類は80種をこすともいわれ、爛漫・両関・高清水・新政・太平山など、私でさえすらすらいえるくらい有名銘柄が揃っている。これもおらが国の酒を愛し、誇りに思うことのあらわれと思う。諸会議での県当局の代表の歓迎あいさつには、必ず「米と酒」のPRを忘れない。これも現在のように飽食競争の時代ならいざ知らず、まだ増産一途の昭和30年代から続いているから敬服のほかない。これもその風土から自づとにじみでたものなのであろう。

いま、私が夕刻、盛岡駅で下車、駅前のバス停に立っていることを想定して頂きたい。ふとみると、目の前に秋田の銘酒2つのネオンが輝いている。これでは盛岡に初めてきた人は、秋田の銘酒が岩手の地酒とまちがえても不思議ではない。ことほど左様にそのPR精神に感服するわけだが、反対に岩手の銘酒が秋田駅前にあるとは聞いたことがない。かつて東京にいたころ、上野駅の常磐線ホームに立って電車を待っていると、太平山のネオンが夜空に輝いていたことを思い出す。

ところで、よい酒ができるためにはもちろん技術、それに米の質もあるが、気候の適・不適もあると思う。これを読んでくれている学会員諸氏もそう思うだろうし、私もまたそう思っている。そこで博学多識をもって鳴る僚友の気象学者に意見をただしたところ、彼は「冬は寒いところがいい、寒いと酒を仕込んだとき、雑菌が繁殖しないからよい酒ができる」と、もっともらしいことをいう。そこで私は「では灘や伏見が銘酒なのはなぜか」とつっこんだら、「へへへ、その点からすると気候にはあまり関係ありません」とすぐひっこんでしまった。しかし、私はこれには少し異論があるが、今回はこれ以上話は進めないことにし、本学会諸氏のご判断におまかせしたい。

さて、秋田には米と酒のほかにもう一つ全国に誇れるものがある。それは「美人」である。秋田県は小野小町という、日本を代表する美人の出身地ということになっており、その血を受け継ぐ後輩に美人の多いことは当然考えられることである。ところが、「秋田美人と海流との関係」という世にもあやしげな学説を唱えた人がいる。海流気象学の大御所須田博士である。その説によれば、日本海側では、秋田から始まって新潟、石川、京都、島根というように、一県おきに美人の生産県となっている。ところが、これら各県には、男鹿半島、佐渡、能登半島、与謝半島、島根半島などのように、それぞれデッパリがある。このデッパリが美人生産に関係がある、というのであった。むかし、シベリヤ方面から美人系の種族が小舟で漂流してきて、これらのデッパリにたどりつき、そこに美人発生の要因をつかった、というわけである。

ものごとを何でも気候や海流などに関係づけようとするのは、私を含めて気象屋の悪いくせだが郷土史の大家である我が僚友にうかがいをたてたところ、「美人の生産と気候はあまり関係ありませんね。むかしお金持の殿様が美人を城下町に集めたせいですよ」と、いとも簡単にかたづけられた。美人論にはこのほかいずれもあるようだが、いずれ機会をみて紹介したい。

ともあれ、美人こそは「最大の観光資源」であることは間違いなく、賢明なる学会員諸氏も賛成してくれると思う。この点、秋田県は実際に美人の多いところに、なおかつ小野小町という大きな看板を「祭り」に「民謡」にフル回転のPRをしている。うらやましい限りである。

□□□ 平成5年度東北支部会開催のご案内 □□□

今年度の支部会を下記のとおり開催しますので、多数の方々のご参加とご発表をお願い致します。

記

日時：8月19日 11時～8月20日 14時

場所：仙北郡田沢湖町 田沢湖ハイツ

TEL 0187-46-2201

日程：8月19日 研究発表 11：00～11：55

役員会 12：10～13：00

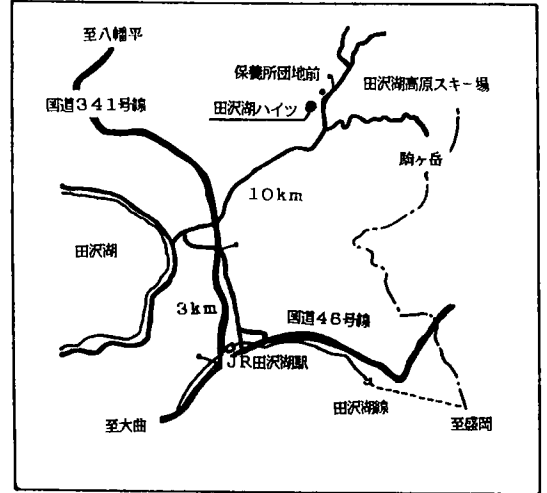
研究発表 13：10～16：10

特別講演 16：20～17：00

総会 17：10～17：40

懇親会 18：00～

会場(田沢湖ハイツ)への案内図



8月20日 エクスカーション(仙北地域の農業)

田沢湖ハイツ — 角館 — 農業科学館 — 大曲駅

8:30発 10:00-10:40 12:00-13:10 14:10着

会費：参加費 13,000円

※交通のご案内

- 田沢湖駅から送迎バスを10:15に運行します。
- バスターミナル(田沢湖駅から徒歩3分)から田沢湖ハイツまでは羽後交通バス乳頭温泉行きで保養所団地下車(バス40分、徒歩2分)。

バスターミナル発 8:45, 9:30, 10:30, 11:35, 12:40, 13:35, 14:40, 15:40

- 8月20日エクスカーション後の大曲駅から各方面への連絡はつぎの通りです。

盛岡方面 たざわ18号 14:38, 山形方面 こまくさ12号 14:44,

秋田, 青森方面 たざわ11号 14:51

平成5年度日本農業気象学会東北支部大会研究発表プログラム
(発表13分, 質疑応答5分)

(研究発表)

午前(11:00~11:55) 座長 多田 久(青森農試)

1. 地形等に依存した果樹園内の気温分布
阿部 博史・井上 君夫(東北農試)
2. リンゴ園における開花期の温度変化
小原 繁(岩手園試)
3. 溝底播種法によるコマツナの冬期栽培
小沢 聖・岡田 益己(東北農試)

午後(13:10~14:05) 座長 桑形 恒男(東北農試)

4. レーザ・レーダによるやませ霧の観測-1992年度観測結果-
伊藤 智・小林 康志・奈良 宜晋・十文字 正憲(八戸工大)
5. やませ気象における沿岸部と内陸部との気象因子の比較
皆川 秀夫・岸和 一英・佐藤 信一(北里大)
6. 八戸におけるやませ時の風向別にみた気象要素の差異について
菅野 洋光(東北農試)

午後(14:05~15:00) 座長 佐々木忠勝(岩手農試)

7. 診断型自動水管理装置による最適水管理と省力化
井上 君夫(東北農試)
8. 秋田県における稲の生育特徴と気象の関係, 第4報 日照時間と
収量の関係からみた地帯区分
山本 寅雄・島山 俊彦・沼沢 和紀(秋田農試)
9. 水稻の幼穂伸長モデル
荒川 市郎・本馬 昌直・岡部 清信(福島農試)

午後(15:15~16:10) 座長 荒川 市郎(福島農試)

10. 重回帰分析による「あきたこまち」の草丈・莖数の逐次予測
宮川 英雄・児玉 徹(秋田農試)
11. 高濃度CO₂・高温下におけるイネの生長-ecotypeからみた初期
生育について-
手塚 一清(宮城農業短大)・K. Ingram(国際稲研究所)
12. イネ黄化萎縮病による被害と防除効果-1992年6月の大雨による
被害と防除効果-
斉藤 弘文・久力 幸・小林 祐一・鈴木 陽子
(福島農試相馬支場)

特別講演

「生保内(オボネ)だし」について

鎌田 金英治(JA秋田中央会)

司会 嶽 石 進(秋田農試)

◇◇◇◇支 部 だ よ り◇◇◇◇

1. 平成4年度支部大会

平成4年度日本農業気象学会東北支部大会が青森県中津軽郡岩木町「あすなろ荘」において8月5日、6日の両日開催された。1日目は研究発表(17課題)と特別講演で、1992年度日本農業気象学会賞(普及賞)を受賞されたト藏建治氏(弘前大学)よりやませ研究について特別講演をいただいた。

また、役員会、総会、懇親会が同荘で行われた。総会においては平成2年度に制定された日本農業気象学会東北支部永年功労賞が下記の会員に授与された。

- 岩手県 菅 原 俐 会員
- ” 細 井 徳 夫 会員

2日目は岩木山南麓の高原地帯、深浦海岸を巡り、海岸段丘上の黄金崎農場、十二湖の樹海及び湖沼群を見学した。

当支部大会の開催に際し、青森県農場試験場、青森県植物防疫協会、黄金崎農場、岩崎村役場等のご援助、ご協力をいただいた。関係各位に厚くお礼申し上げます。

2. 会員動静

新入会員

氏 名	所 属
鏡 敏 春	秋田県立五城目高等学校
山 本 隆 儀	山形大学農学部
庄 野 浩 資	岩手大学農学部
菅 野 洋 光	東北農業試験場
桑 形 恒 男	”
村 田 孝 雄	岩手大学農学部
眞 弓 洋 一	東北農業試験場
島 津 裕 雄	宮城農業センター
小 原 繁	岩手県園芸試験場
原 道 宏	岩手大学農学部

退会者

中村登喜男会員、細田 清会員、黒沢 健会員、近藤和夫会員、井上 駿会員、角田重三郎会員、阿部亥三会員、菅野久之会員、遠藤武男会員、柴田悳次会員

3. 寄贈図書

日本農業気象学会本部及び各支部より会誌の寄贈がありました。ご利用の節は支部事務局へ連絡下さい。

4. 決算報告及び予算

(1) 平成4年度決算報告

a. 収支決算

(平成5年3月31日)

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
個人会員会費	360,000円	353,000円	印刷費	360,000円	349,170円
賛助会員会費	40,000	40,000	通信費	30,000	29,820
支部補助費	40,000	40,000	振替費	5,000	4,250
雑 収	80,000	76,000	事務費	3,000	2,851
繰越金	27,651	27,651	会議費	60,000	60,000
			事務局費	35,000	35,000
			雑 費	10,000	9,960
			予備費	44,651	18,000
合 計	547,651	537,051	合 計	547,651	509,051

b. 余剰金の算出

収 入	537,051円
支 出	509,051円
余 剰 金	28,000円

(2) 平成5年度予算(案)

収 入		支 出	
項 目	金 額	項 目	金 額
個人会員会費	360,000円	印刷費	360,000円
賛助会員会費	40,000	通信費	32,000
支部補助費	40,000	振替費	5,000
雑 収	60,000	事務費	6,000
繰越金	28,000	会議費	60,000
		事務局費	35,000
		雑 費	10,000
		予備費	20,000
合 計	528,000		528,000

6. 賛助会員名簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市青葉区1番町3丁目7-1	電力の開発, 販売
美和電気工事株式会社	仙台市太白区長町3丁目37-13	計測機器販売
株式会社旭商会仙台店	仙台市青葉区上杉1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
平成 2年	8月28日	同

第1章 総 則

第1条 (名称) : 本会は日本農業気象学会東北支部とする。

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

第3条 (事務局) : 農林水産省東北農業試験場気象特性研究室におく。

第2章 事 業

第4条 (事業) : 本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

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

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

第3章 会 則

第6条 (会員) : 本会の会員は正会員, 賛助会員, 名誉会員とする。

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

第4章 役 員

第7条 (役員) : 本会に次の役員をおく。

支部長	1名	評議員	若干名
監 査	2名	幹 事	若干名

第8条 (任務) :

- (1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長事故あるときまたは欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員がその職務を代行する。
- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。
- (3) 監査は本会の会計を監査する。
- (4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条 (選出) :

- (1) 支部長は評議員会が選出し, 総会に報告する。
- (2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち4名を本部評議員として互選する。
ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。

(3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。

(4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条 (任期) : 役職の任期は2年とし, 重任を妨げない。

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

第5章 顧 問

第12条 (顧問) : 本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会 議

第13条 (会議) : 本会には総会と評議員会をおく。

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

第7章 会 計

第14条 (会計年度) : 本会の会計年度は事業年度と同じである。

第15条 (経費) : 本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第16条 (会費) : 支部年会費は次のとおり前納とする。
正会員 2,000円
賛助会員については別に定める。

第17条 (決算) : 会計の決算は会計年度終了後速かに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第18条 その他は本部会則に従う。

第19条 (会則の改正) : この会則の改正は総会の決議により行う。

日本農業気象学会東北支部功労賞規程

(平成2年4月1日制定)

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

◇ 会誌「東北の農業気象」投稿についてのお願い

1. 投 稿

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

2. 論文の内容区分および配列は、原則として次のようにして下さい。

表 題（必要な場合は副題を付ける）

著 者 名

まえがき（はじめに、緒論）

本 文

あとがき（結論、むすび）

謝 辞（必要に応じて付ける）

引用文献（参考文献）

3. 表題および体裁

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

例 第2種冷夏型の天候時における東北地方の気温分布

工藤 敏雄・宮腰 勝*
（岩手大学・*秋田地方気象台）

3.2 所属が現在と異なるときは、その旨を脚注に書いて下さい。

4. 本 文

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

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

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

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

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

5. 図・写真・表

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

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

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

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

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

6. 引用および参考文献

6.1 引用および参考文献は論文の末尾に一括して下さい。

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

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

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

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

7. 頁 数

7.1 頁数は原則として4頁以内とします。

日本農業気象学会・東北支部事務局

好評発売中

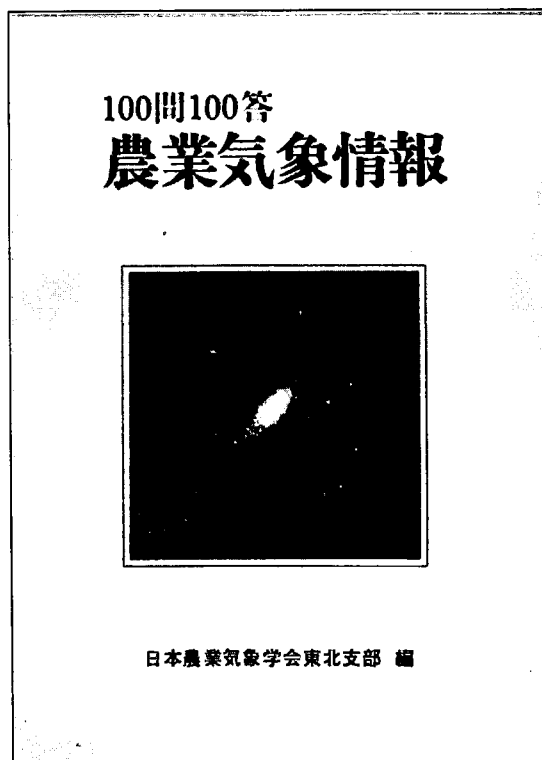
残部僅少 !!!

Q & A

農業気象情報100問100答

東北支部創立40周年記念事業

B6判 290頁 定価1,500円 送料260円



申込先

日本農業気象学会東北支部事務局

東北農試・気象特性研

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

郵振 盛岡1-4233 日本農業気象学会東北支部

会 員 の 皆 さ ま へ

日本農業気象学会東北支部

平成6年度功労賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部功労賞規程に基づき、平成6年度の功労賞受賞候補者を、下記により御推薦下さるようお願いいたします。

記

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

以 上

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



功労賞（表）

大きさ：直径90mm，厚さ10mm
形 体：文 鎮
材 質：鑄 鉄
色： 錆 色



（裏）

日本農業気象学会東北支部功労賞候補者推薦書

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

被推薦者 氏 名 _____

所属機関名 _____

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

役員歴

あらゆる **気象観測**, 用計測器

各種 **温度**, の検出端, 測定機器

PH, 濁度, 他 **水質**, 監視用計器

指示記録, から **データー処理**, まで

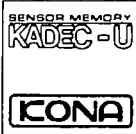
業界のトップレベルの機器を駆使してお客様にご満足いただける
計測器・計測システムをお届けさせていただきます。
お問合せは当社セールスサービスネットワークをご利用下さい。

横河電気・横河ビューレット・パッカード・横河ウエテック
東北・北海道地区代理店

美和電気工業株式会社

東北地区支店、出張所

仙台支店	〒980 仙台市太白区長町南3丁目	TEL.022-249-8111 FAX.022-225-8969
八戸営業所	〒031 八戸市下長八丁目 1-13	TEL.0178-20-4303 FAX.0178-20-4230
盛岡営業所	〒021-01盛岡市前九年 3-19-52 武藤ビル2階	TEL.0196-46-4341 FAX.0196-45-3426
秋田営業所	〒010 秋田市大町 3-4-39 大町3丁目ビル1階	TEL.0188-63-6081 FAX.0188-23-6340
本荘出張所	〒015 本荘市出戸町水林 372	TEL.0184-22-0431 FAX.0184-22-0427
山形出張所	〒990 山形市松波 1-16-9 カネマルビル201	TEL.0236-32-0221 FAX.0236-24-3044
郡山支所	〒963-01郡山市安積町荒井東六兵衛田13番3	TEL.0249-47-1331 FAX.0249-47-1332
いわき営業所	〒974 いわき市植田町南町 1-5-6	TEL.0246-63-2059 FAX.0246-62-5228
福島出張所	〒960 福島市北五老内町 8-13 北五ビル2階	TEL.0245-31-6320 FAX.0245-31-8409
本社	〒160 東京都新宿区新宿 2丁目 8-1 新宿セブンビル 4階	TEL. 03-341-2101 FAX. 03-341-4426

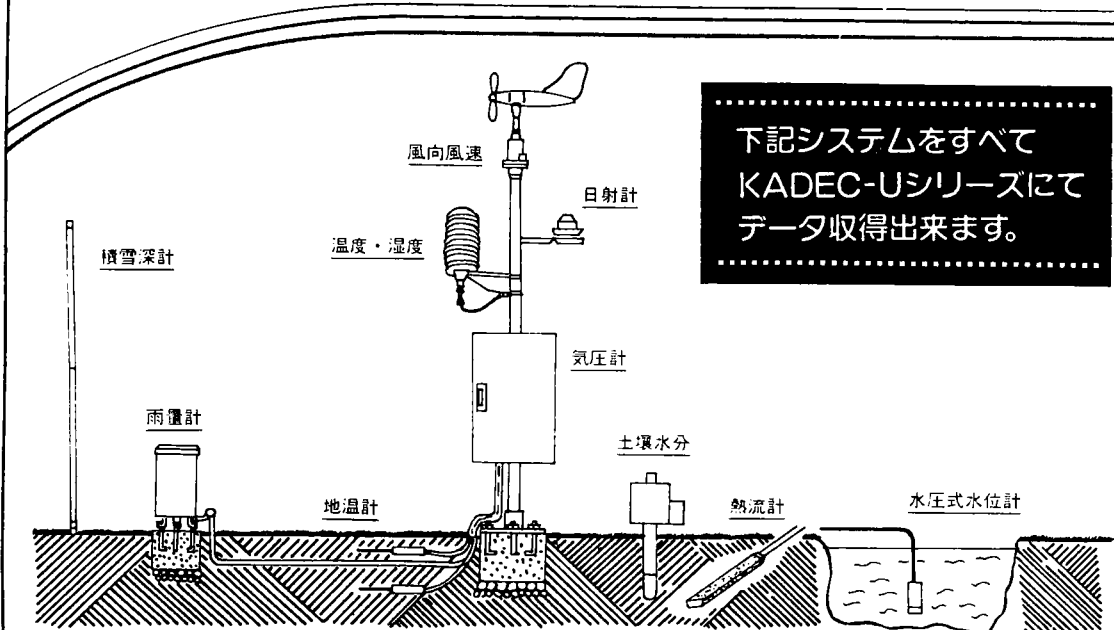
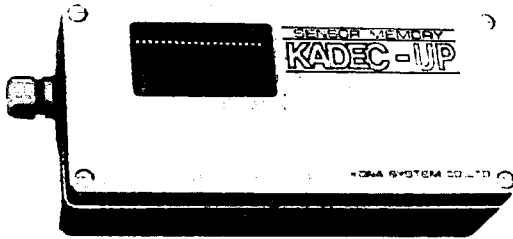


全天候型測定データ記録装置

南極から砂漠まで KADEC-U は設置場所を選びません

- KADEC-U シリーズは、電圧、パルス、ひずみ、抵抗、温度 Pt、サーミスタ温度などが入力出来ます。
- 設置環境温度(精度保証範囲) $-20^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
(環境テスト動作温度範囲 $-70^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$)
- 全天候型防水(雨、雪、結露)長期無人観測
- 測定データは10分インターバル(インターバル切換方式)で7カ月間記憶(バックアップ付)

● データ回収器



.....
 下記システムをすべて
 KADEC-Uシリーズにて
 データ取得出来ます。

コーナシステム株式会社

代理店 (株) 成瀬機械

本社技術部・開発部
 〒004 札幌市厚別区中央2条1丁目4-21 大吉ビル
 TEL (011)894-6333 FAX (011)894-6335

〒020 盛岡市上田1丁目14-33
 TEL (0196) 24-5936
 FAX (0196) 24-5937

農業気象 第48巻 総目次

論 文

北海道赤井川盆地における日最低気温及び日最高 気温と標高の関係 …………… 青木正敏・細野達夫 谷 宏・松村伸二	1
ダイズの無機成分吸収におよぼす人工酸性雨の影 響 …………… 小林卓也・河野吉久・中山敬一	11
カブの生育に及ぼす構造物の被陰の影響とそのモ デル化について …………… 大和陽一・前川 進 稲垣 昇・寺分元一	19
空気組成制御および培養液添加が可能な強制通気 植物培養容器システム …………… 青木正敏・堀口郁夫・伊藤千春 楊 桂清・原田 隆・八鍬利郎	29
世界における陸上植生の純一次生産力の分布 (英文) …………… 清野 豁・内嶋善兵衛	39
バレイショ培養体のCO ₂ 交換量の時間変化に及ぼ す培地ショ糖濃度 …………… 富士原和宏・吉良修司・古在豊樹	49
土壌加温における土壌温度の解析的近似解 …………… 関 平和・小森友明	129
雲仙普賢岳と桜島火山灰の付着がキュウリの葉温 と気孔コンダクタンスに与える影響 …………… 平野高司・清田 信 関 和雄・相賀一郎	139
林地と造成された芝地の熱環境および水収支の特 徴 …………… 原園芳信・清田 信・矢吹萬壽	147
中国トルファンの乾燥地におけるタマリスク防風 林による気象改良 …………… 真木太一・瀋 伯榮 黄 丕振・閻 国榮	157
堆肥化過程におけるエネルギー変換構造 …………… 関 平和・小森友明	225
堆肥発酵熱回収のための充填層型加熱塔の解析 …………… 関 平和・小森友明	237
べたがけ下の環境がハウレンソウの生育におよぼ す影響 …………… 浜本 浩	247
日中および夜間べたがけがコマツナとハウレンソ ウの生育におよぼす影響 …………… 浜本 浩	257
地表面温度と熱収支の周期解及びその応用 …………… 近藤純正	265
人工衛星データを利用した夜間冷却の評価 …………… 松岡延浩・山崎憲章・中山敬一 今 久・谷 宏	277

器官間干渉を基礎として植物生長モデルとその同 定法 …………… 平藤雅之	285
サトイモ葉面からの蒸散とその効果を表わすバラ メータについて …………… 文字信貴・鱧谷 憲 上和田 勉・小元敬男	321
ニホンナシの果実生長と日射量の関係のモデル化 …………… 杉浦俊彦・本條 均・小野祐幸 朝倉利員・鴨田福也・佐久間文雄	329
ファジィクラスタ分析を利用した農業気象災害の 分類 …………… 顧 衛・早川誠而・鈴木義則	339
キャベツ凍害防止を目的とした寒冷紗べたがけの 被覆方法 …… 五十嵐大造・岡田益己・中山敬一	349

要 報

大麦群落の穂の揺れの風速依存性 …… 林 陽生	57
北海道赤井川盆地における標高別温度環境 …………… 青木正敏・細野達夫・谷 宏	65
携帯用分光光度計によるイネの穂の含水率の推定 …………… 山本晴彦	165
アオコの発生が水体の熱収支に及ぼす影響 …………… 中山敬一・浦野永久 今 久・松岡延浩	359

資 料

1991(平成3)年の日本の天候の特徴 …………… 北村 修	69
1991年台風17・19号による九州の農業災害 …………… 山本晴彦	77
1991年5~6月の沖縄県の少雨と農作物被害 …………… 山本晴彦・古谷茂貴	171
台風9117号および9119号による九州の水稲被 害 …………… 山本晴彦・鈴木義則 早川誠而・岸田恭允	175
気候学的方法で推定したブラジル各地の水収支と 灌がい必要度 …………… 中川行夫	365
ブラジリアの気象条件の観測 …………… 中川行夫	369
低温時におけるカンキツ園のウインドマシンによ る温度上昇効果 …………… 中川行夫	375
アメダスデータのメッシュ化について …………… 清野 豁	379

小 講 座

メッシュ気候値 …………… 清野 豁	76
--------------------	----

グローバルな植生・気候データ …… 本條 毅 201	日本農業気象学会創立 50 周年記念式典会長挨拶 …………… 内嶋善兵衛 193
平均値の差の検定の基礎 …… 狩野 敦 303	日本農業気象学会創立 50 周年記念式典祝辞 …………… 岩崎 尚 195
国際会議報告	
苗生産シンポジウム報告	坪井八十二 197
…… 苗生産システム国際シンポジウム事務局 299	矢吹萬壽 199
研究部会報告	
シンポジウム「農業限界地における気象改良」 …………… 耕地気象改善研究部会 295	書 評 …… 38, 146, 236, 256, 276, 358, 364
シンポジウム「農業限界地における気象改良— 高温・乾燥気象の改良」 …………… 耕地気象改善研究部会 387	新刊紹介 …… 328, 338, 348
	討 論 …… 156, 389
	支部だより …… 391
	本会記事 …… 93, 203, 305, 405
	お知らせ …… 84, 95, 170, 212, 284, 298, 308, 368 374, 408
	投稿規定 …… 115
	会員移動 …… 120, 218, 315, 428
	賛助会員名簿 …… 124, 220, 317, 430
	関連研究会の予定 …… 38, 192, 294, 384
	学術会議だより …… 426
	編集後記 …… 128, 224, 320, 434
学会受賞記念講演要旨	
雨に対する作物の生理・生態学的研究 …………… 木村和義 85	
コンピュータシミュレーションによる温室環境の 最適制御に関する基礎的研究 …… 蔵田憲次 89	
画像診断による植物の汚染ガス吸収機能に関する 研究 …… 大政謙次 181	
東北地方の冷害とくに「やませ」の発生と対策に 関する知見の普及・教育 …… 卜蔵建治 187	

編 集 後 記

梅雨に入ったのはいいが、春からの天候不順で作物の生育は今ひとつ。今年は冷害になるのだろうか？ 農家のためには当然、冷害は来ないほうがよいのだが、基本的な対策技術を確立するためには、たまの冷害も必要である。そのかわり、「農家の痛手を負って、研究に励む。」、これが、我々農業気象にかかわるものの責務であろう。今年もがんばりましょう。

(K ・ O)

東北の農業気象 第 38 号

平成 5 年 8 月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部
振替口座仙台 7 - 4882 番
盛岡市下厨川赤平 4 東北農試内
TEL (0196) 41 - 2145
郵便番号 020 - 01

印刷所 盛岡市本町通二丁目 8 - 37
(株)阿部騰写堂
TEL (0196) 23 - 2361
