

東北の農業気象

(創立40周年記念号)

第 34 号

平成元年 8 月 (1989)

巻 頭 言

東北支部創立40周年を迎えて……………本庄一雄…………… 1

論 文

- 水稲の初期生育における風の影響……………佐藤晨一・谷藤雄二・桜田 博
菊池栄一・中場 勝…………… 2
- 山間地における水稲の早期育苗による施設内温度環境改善に関する研究……………日野義一・佐藤順紀・涌井 茂…………… 6
- メッシュ気象データ利用による果樹の発芽期予測
—温度変換日数法に基づくモデル—……………三浦 浩・小笠原和博・荒垣憲一…………… 11
- 青森県の気象と畑作物 第2報 小麦の越冬後の気象と収量……………多田 久・穴水孝道・熊谷泰治…………… 14
- 福島県におけるメッシュ気温平年値の推定……………宗村洋一…………… 18
- 東北地方における積雪の長期継続期間について……………細井徳夫…………… 25
- 宮城県における稲作期間の気象要素と水稲生育収量に関する研究
第6報 本期中期の生育量および生育期と有効温度の下限値について……………日塔明広…………… 30
- 有効積算温度からみた南東北地方の水稲収量の予測……………卜蔵建治…………… 34
- 山形県庄内地域の夏期気象変動と稲作状況……………大沼 済…………… 38
- 水稲の生育時期別有効温度の探索……………熊谷泰治・穴水孝道
第3報 有効温度による幼穂形成期、出穂期等の予測……………多田 久・井畑勝博…………… 42
- 日照時間と初数をもちた登熟歩合の予測の適用性……………高取 寛…………… 46
- DVS値による水稲発育段階の推定……………谷藤雄二…………… 49
- レーザ・レーダによるやませ観測—昭和62年度の観測結果—……………十文字正憲・内山晴夫…………… 54
- 静電式ネット処理によるヤマセ対策ほ場試験結果について……………内山晴夫・十文字正憲
高木哲男・金澤俊光…………… 56
- 霧センサの試作と十和田市相坂における野外実験……………十文字正憲・内山晴夫…………… 60
- 八幡岳における山岳霧の観測……………十文字正憲・内山晴夫…………… 62

講 演

- 山形県におけるメッシュ気象情報の活用……………荒垣憲一…………… 64
- カナダ・アメリカの畜産事情……………皆川秀夫…………… 71

進 む 研 究

- 発育モデル：DVSを用いた水稲不稔歩合の推定……………日塔明広・矢島正晴・清野裕…………… 76

ぐ る っ と 東 北

- 新体制の東北農試と農業気象研究……………井上君夫…………… 79

支 部 会 案 内

- 平成元年度日本農業気象学会東北支部大会
及び創立40周年記念大会プログラム…………… 81

支 部 だ よ り

- 平成元年・2年度支部役員名簿……………表紙
- 昭和63年度支部会報告…………… 83
- 会員異動…………… 83
- 寄贈図書…………… 83
- 会計報告…………… 84
- 賛助会員名簿…………… 84
- 会 則…………… 85

40周年記念記事

- 東北の農業気象総目録(第1号～第34号)…………… 87

- 編集後記…………… 114

- 農業気象総目次(第44号)……………裏表紙

平成元・2年度日本農業気象学会東北支部役員顧問名簿（県別）

支 部 長	◎本 庄 一 雄	岩手大学農学部
評 議 員	小 野 清 治	青森県西方地方農林事務所
〃	◎卜 蔵 建 治	弘前大農学部
〃	◎穴 水 孝 道	青森農試
〃	◎工 藤 敏 雄	岩手大農学部
〃	佐 藤 忠 士	岩手県農試
〃	宮 部 克 己	岩手県経済連
〃	◎井 上 君 夫	東北農試
〃	齐 藤 正 一	秋田県農試
〃	嶽 石 進 一	〃
〃	日 野 義 一	宮城県農業実践大学校
〃	寺 中 吉 造	宮城県農業短大
〃	黒 木 斌 雄	山形県農試庄内支場
〃	佐 藤 晨 一	〃
〃	小 林 弥 一	福島農試
〃	橋 本 晃 一	〃
監 査 幹 事	阿 部 谷 良	盛岡農業改良普及所
〃	菅 原 俐 久	東北農試
〃	多 田 久 夫	青森農試
〃	皆 川 秀 夫	北里大
〃	岡 田 益 己	東北農試
〃	阿 部 博 史	〃
〃	伊五沢 正 光	岩手農試
〃	細 川 徳 夫	東北農試
〃	佐々木 忠 勝	岩手県庁
〃	鈴 木 光 喜	秋田農試
〃	日 塔 明 広	宮城農業センター
〃	大 江 栄 悦	山形県農試
顧 問	宗 村 洋 一	福島農試
〃	土 井 健 治 郎	盛岡市
〃	佐 藤 忠 士	岩手農試
〃	梅 田 三 郎	日本気象協会東北支部
〃	寺 中 吉 造	学会賞審査委員（支部選出）
〃	卜 蔵 建 治	永年功勞者選考委員（〃）
〃	岡 田 益 己	編集委員（〃）

（◎本部学会評議員）

東北支部創立40周年を迎えて

支部長 本 庄 一 雄

日本農業気象学会東北支部は昭和24年（1949年）に創立され、本年で40周年を迎えた。20周年には「創立20周年記念号」を出し、機関誌の出版されていない期間の研究発表課題、東北の農業気象1～14号の研究発表総目録、会員の寄稿及び支部活動の歩みをまとめている。30周年には「東北の農業気象抄録集（1～24号）」及び記念講演の記事を合わせた記念刊行物を出版した。そして、40周年を迎えるに当り、記念事業を計画し、昭和62年に秋田県農業試験場で開催された支部役員会、総会に提案し承認を得た。記念事業の具体化について数回の検討が重ねられ、昭和63年山形大学農学部で開かれた役員会、総会で諮られ、次の如き事業を行うこと、すなわち、記念出版物として「農業気象情報 100問 100答」の刊行、記念講演会、記念式典、記念祝賀会および会誌「東北の農業気象」創刊号以降の研究発表等総目録を第34号に掲載することが決定された。

支部創立以来、地域農業の発展に貢献した基礎となるものは何といたっても「東北の農業気象」の刊行であろう。支部機関誌「東北の農業気象」の第1号が発刊されたのは昭和31年6月である。支部発足後8年目であり、当時の支部長であった東北大学加藤愛雄教授は“東北地方に於てその置かれている地理的位置に於て、農業経営の成果が農業気象の研究の応用の有無によって著しく支配される事を考えるとき、この「東北の農業気象」が東北地方の発展に些かでも寄与出来ることを望んでいるものである”と述べられている。

かくして昭和31年以来、財政的な困難を乗り越えて毎年号を重ね本年で34号に至った。第1号より第34号までの研究発表は493編に達しているが、その内容を見ると殆どどの研究が寒冷気候下における生産性の向上を目指したものであり、東北の農業生産活動に直接活用される研究報告が極めて多い。全号を通じてみると稲作に関連した課題が約60%を占め、東北支部の特徴を表している。東北地方はわが国の食糧生産基地として重要な位置を占めているが、寒冷な気候条件下で更に安定した生産をあげるためには農業気象と関連した研究を欠くことはできない。例えば水稻の冷害をあげると、実態調査、地域性、水温上昇、かんがい法、やませと防風施設、被害量の推定など現象解析と対策についての研究が多く、いわば農業と直接結びついた研究である。常に生産の現場を重視し、積極的に現場から問題を拾い、その成果を現場にかえす姿勢がみられ、たのもし。事実「東北の農業気象」に発表された研究成果は、地域の農業技術改善に大きく貢献できたと確信している。

40年と一口に言えば容易なことであるが、決して安易な途ではなかった筈である。それは極めて長い歳月であり、先輩諸兄のなみなみならぬ努力と、会員相互の和の力によって支えられた40年であった。創設期、発展期をすぎて、今や充実期に入っている。人にたとえても40歳といえば油の乗りきった働き盛りである。最近の支部会報には研究論文のほかいろんな情報がのり、支部会報としてより充実した方向を目指していることは喜ばしい。本誌の編集、出版に当られる支部会事務局の皆さんに深く感謝申し上げると共に、会員相互の研究情報の交換と親睦を図りながら支部会を守り育てていただきたいと願っている。

水稻初期生育における風の影響

佐藤晨一・谷藤雄二・桜田 博・菊池栄一・中場 勝
(山形県立農業試験場庄内支場)

1. はじめに

庄内地方の水稻栽培において、風の影響はその功罪としていろいろ論議されることが多い。下田¹⁾によると、庄内地方における偏東風“清川ダシ”の実態と水稻への影響については、作況指数と6月の風の総出現率及び8、9月の弱風の出現率との間に正の相関が認められている。大沼²⁾は昭和56年の“清川ダシ”は低温をともない初期生育の停滞をもたらしたとしている。また、昭和61年は活着期に強風が吹き、苗を黄化させている。さらに、菅³⁾は風の作物生育における発育生理的な意義について植物ホルモンとの関連でエチレン生成が増大し、ジベレリン含量が減少することを明らかにしている。ここでは風洞実験施設における活着直後と6葉期からの風処理による生育及び乾物生産に与える影響を調査したので報告する。

2. 試験方法

(1) 活着直後の処理 供試品種「ササニシキ」の稚苗を箱型容器(60×17×15cm)に移植し、移植5日目から風洞実験施設において連続60時間(2.5日)、気温14と17℃下で、3mと5m/秒の風速を与えた。処理開始から4日後(処理期間)と処理終了15日後(処理後期間)の生育量を、また処理期間を含む10日間とその後10日間の単位乾物重当りの乾物重増加率(RGR)を示した。処理終了後は戸外に出した。栽植密度6.6×5.6cm、3本植え。発根調査は処理直後の苗の根を剪根し、7日後に調査した。区制2反復

(2) 6葉期からの処理 供試品種「ササニシキ」と「キヨニシキ」の稚苗を箱型容器(60×37×15cm)に移植し、6葉期から連続20日間、気温20℃、風速0から10m/秒を与えた。20日間の処理期間とその後16日間(処理後期間)の生育量、RGR、単位葉面積当りの乾物増加量を示すNAR、葉面積指数LAI、単位土地面積当りの乾物増加量(CGR)を示した。栽植密度は5.4×4.0cm、2本植えとした。区制2反復

3. 結果及び考察

(1) 活着直後の低温と風処理を行ったときの苗生育について、その結果を表1に示した。調査は草丈、茎数、葉数、RGR、発根力である。処理期間の草丈は低温と風により短草化し、とくに14℃下の風速5m区では同0m区(風無処理)の57%と著しく短い。処理後期間では処理期間に短草化した分の回復は風速3mで無処理を上まわったが、5mでは無処理比90%であり、短草のまま推移した。また、この傾向は14、17℃の両温度域でも同様であった。

処理期間の茎数の動きは、14℃下では分けつはなく、17℃、風速0m区で0.4本分けつしたが、風を処理した区では分けつが抑えられた。処理後期間の風の影響も草丈の場合と同じく、風速3mのときの回復が早い。しかし、回復の程度は低温の14℃下で無処理を大幅に上まわったのに対し、17℃下では無処理比46%であった(分散分析表 風速と気温の交互作用1%有意)。風速5mでは草丈と同様、分けつの回復は遅れ、無処理より茎数は著しく少ない。

表1 活着後のイネ生育に及ぼす風の影響 (ササニシキ)

調査項目	気温 (°C)	処理期間生育量			処理後期間生育量		
		風速 (m/秒)			風速 (m/秒)		
		0	3	5	0	3	5
草丈 (cm)	14	1.80	1.73 (96)	1.03 (57)	21.73	23.70 (109)	19.43 (89)
	17	2.85	2.35 (82)	2.40 (84)	24.08	26.00 (108)	21.55 (89)
茎数 (本/株)	14	0	0	0	0.69	2.06 (299)	0.44 (64)
	17	0.43	0.07	0.05	3.81	1.75 (46)	1.06 (28)
葉数	14	0.45	0.45 (100)	0.38 (84)	1.78	1.83 (103)	1.68 (94)
	17	0.50	0.48 (96)	0.40 (80)	1.61	1.73 (107)	1.65 (102)
R G R (g/g・day)	14	0.169	0.161 (95)	0.150 (88)	0.112	0.124 (111)	0.102 (91)
	17	0.194	0.178 (92)	0.179 (92)	0.119	0.101 (85)	0.094 (79)

分散分析表 (A:風速 B:気温 ** 1%有意 * 5%有意)

			A	B	A × B	A	B	A × B
草丈			*	**		**	**	
茎数						**	**	**
葉数								
R G R				**				

() 内 風速0m対比 (%)

表2 発根力

気温 (°C)	発根量 (根長×根数cm・本)		
	風速 (m/秒)		
	0	3	5
14	87.1	85.3 (98)	55.2 (63)
17	154.3	115.2 (75)	85.8 (56)

葉数展開は、草丈、茎数ほど処理による差はみられないが、5mの処理期間における展開がやや抑えられ、処理後期間は3m区の回復が早い。

これら形態的变化のほか、乾物生産の面からRGRをみると、風処理により、RGRは低下したと推察された。その後10日間の動きは茎数の動きと同様、14°Cの低温下で風速3m区の乾物生産のスピードが早く無処理を上まわったのに対し17°C下では回復するまでに至らなかった。

処理直後の苗の活力をみるため、発根力を表2に示した。発根量は14°Cより17°Cが多いが、風速が強くなるほど発根量は少なくなり、その程度は17°Cが大きい。

菅³⁾によると、風が物理的ストレスとして働き、縦方向の成長を抑えることは、体内ホルモンの変化と関連して、すでに説明されている。また、風速5.7mまでは処理後の茎数は無処理より増加し、必ずしもマイナスの作用だけでないことは本試験においても同様の傾向であった。さらに、本試験

表3 6葉期のイネ生育に及ぼす風の影響

項目	品種名	処理期間						処理後期間					
		風速 (m/秒)						風速 (m/秒)					
		0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
草丈 (cm)	ササニシキ	46.7	42.1	32.8	28.0	22.0	8.6	1.1	2.6	2.9	3.6	5.4	14.9
	キヨニシキ	46.3	40.7	33.5	24.9	21.6	8.5	1.8	2.4	3.4	3.7	4.0	11.7
	平均	46.5	41.4	33.2	26.5	21.8	8.6	1.5	2.5	3.2	3.7	4.7	13.3
茎数 (本)	ササニシキ	1.4	1.6	2.9	0.9	0.8	0.2	-0.1	-1.0	-1.0	0.1	0.3	-0.2
	キヨニシキ	0.8	1.0	2.1	0.3	0.2	0.4	-0.5	-0.1	-0.7	-0.3	-0.5	-0.4
	平均	1.1	1.3	2.5	0.6	0.5	0.3	-0.3	-0.6	-0.9	-0.1	-0.1	-0.3
葉数 (枚)	ササニシキ	2.6	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	1.0	1.1	1.4	1.3	1.3	2.0
	キヨニシキ	2.7	2.5	2.3	2.3	2.4	2.3	1.2	0.9	1.2	1.4	1.5	2.1
	平均	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3	2.2	1.1	1.0	1.3	1.4	1.4	2.1
葉色 (ミノルタ)	ササニシキ	30.5	30.4	32.0	29.0	30.8	27.3	27.6	28.0	28.9	30.8	29.7	37.0
	キヨニシキ	32.6	32.0	30.8	30.6	31.0	28.3	27.8	26.1	29.0	31.6	30.8	39.4
	平均	31.6	31.2	31.4	29.8	30.9	27.8	27.7	27.1	29.0	31.2	30.3	38.2
出穂期 (8月 日)	ササニシキ	18	18	15	18	20	27	葉色, 出穂期は実測値					
	キヨニシキ	16	16	13	17	20	26						
	平均	17	17	14	17.5	20	26.5						

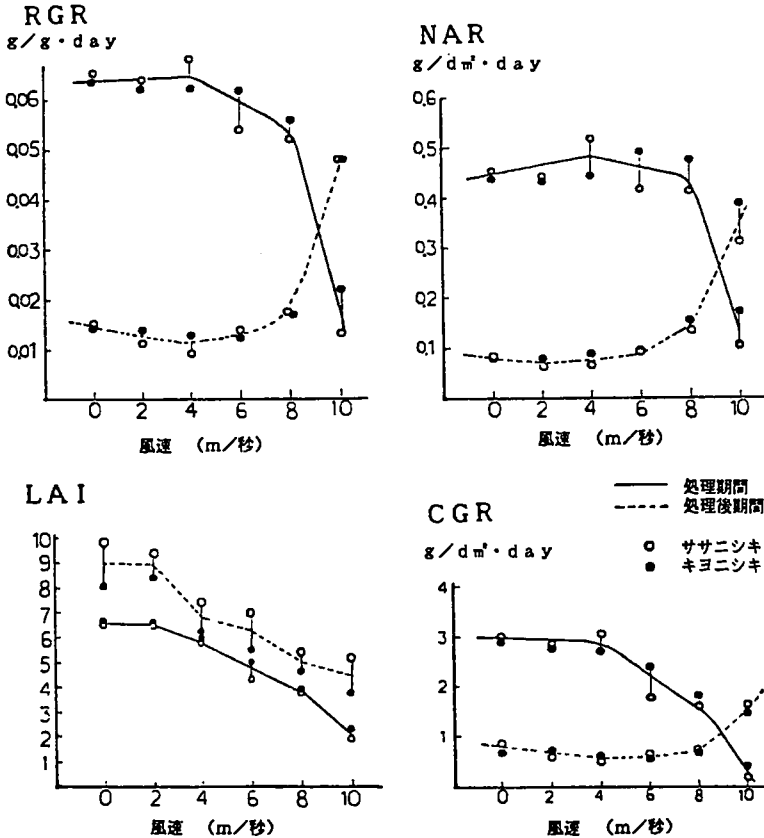


図1 稲の乾物生産に及ぼす風の影響

は風と気温の絡みで検討したもので、その結果、14と17°Cの比較から気温の高い方が風の影響の大きいことを明らかにした。また、風速の程度では、14°C下で3 mまではその後風が止んだ場合無処理を越える生育となるが、5 m以上になると生育の抑制されることが推察された。さらに、発根力の調整から風に吹かれた直後の苗の消耗は17°Cでは風速3 mから認められた。

(2) 6葉期の試験として、「ササニシキ」に「キヨニシキ」を加え、風速0 m（無処理）から2 m間隔で10 mまで風速を増やしたときのイネ生育量への影響を調査した。その結果は風処理期間と処理期間の生育量として表3に示した。

風による短草化は風の強さに従うものだが、その程度は4 mでやや、10 mで著しく大きい。品種間差は小さい。無処理の処理後期間での草丈伸長は1.5 cmとわずかな中で、風により短草化した程回復は早いが、無処理区の草丈を上まわっていない。

茎数の動きは、活着期の試験と異なり風速2～4 mであれば風処理期間でも無処理より分けつが多く、処理後期間ではこれら区の減少程度がやや多かった。

葉数は処理期間に0.3～0.5枚少なくなったが、草丈、茎数の受けた影響より小さい。葉色もやや淡くなる傾向はみられるが、風速10 mで目立つ程度でわずかである。処理後の葉色は生育の遅れた分あとで濃くなった。出穂期は風速4 mで無処理より「ササニシキ」で3日、「キヨニシキ」で5日早まったが、風速が8、10 mになると遅れ、10 mでは9～10日の遅れとなった。

乾物生産に及ぼす風の影響としてRGR、NAR、LAI、CGRを図1に示した。処理期間のRGRが風速4 mまでは無処理と同程度、8 mまでの漸減と10 mでの急減パターンは、NARでもほぼ同様で変わらない。処理後期間の変動は10 mで急増する逆パターンであった。LAIは風速が強くなるに従い直線的に小さくなり、また処理後は「ササニシキ」のLAIが高い。NARとLAIの積で表される単位面積の乾物増加量CGRは、RGR同様4 mまでは無処理と差がなく、8 mまで漸減し、10 mで急減した。しかし、処理後期間のCGRは急減した10 mを除き8 mまでは無処理と同程度で、乾物生産のレベルでは影響は少ないと推察された。

6葉期の水稻に対する風の影響として、活着期同様草丈の短草化があげられ、風速4 mまでは分けつは停滞より促進される傾向がみられ、乾物生産も無処理と変わらない結果を得た。

4. 結 論

風洞実験施設において水稻の活着直後の6葉期からの風処理により生育及び乾物生産に与える風の影響を調査した。風により両処理区とも草丈は短草化した。分けつ盛期の6葉期処理の茎数増は風速4 m/秒で最も多い。処理後一定期間の草丈伸長は、活着期での風速3 mが無処理を上まわり、茎数増は処理時気温17°Cより14°Cで多い傾向があった。6葉期処理における単位面積乾物重CGRは風速4 m/秒までその影響が少なく、4 mから8 mまで漸減し、10 mになると急減した。

参考文献

- 1) 下田英雄。大沼済(1982)：山形県庄内地方における偏東風“清風ダシ”の実態と水稻に及ぼす影響並びに被害軽減対策。山形県立農業試験場研究報告，第17号。
- 2) 大沼済(1982)：56年春の清川ダシによる稲の初期生育に及ぼす影響。日本農業気象学会東北支部報，第27号。
- 3) 菅 洋(1983)：作物の生育と風。農業および園芸，第58巻第1号。

山間地における水稻の早期育苗による施設内温度環境改善に関する研究

日野義一・佐藤順紀・涌井 茂
(宮城県農業実践大学校)

1. はじめに

最近異常気象の頻発で、しばしば冷害を受け、特に山間部では、生育遅延による影響が大きく、登熟不良となる場合がある。したがって、その対象として、早期育苗による生育の促進が極めて重要と思われる。そこで、本報では、無加温ハウスにおける、早期育苗の温度環境と生育について調査を進めて来たので、その結果の概要を報告する。なお、調査に当っては、本大学校の職員および学生諸君の協力によるところが多く、深く感謝と御礼を申し上げる。

2. 調査の方法と概要

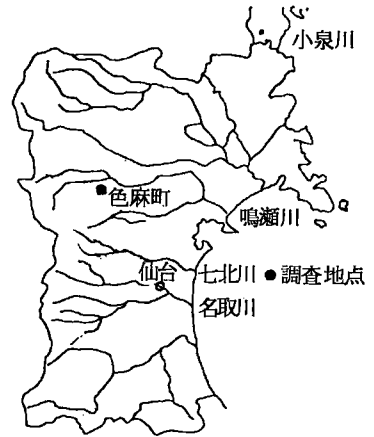
調査場所：宮城県北部山間地（加美郡色麻町王城寺ハツ東）宮城県農業実践大学校，農産学部附属色麻農場で実施し，その地点は，第1図に示すとおりである。

調査年次：昭和63年3月～4月。

調査項目：ハウス内気温，トンネル内気温，箱下地温および外気温は，電子管式，自記記録温度計により測定した。なお，調査ハウスの概要は，第2図に示すとおりである。

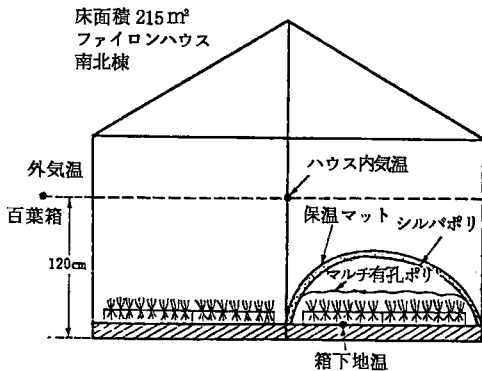
ファイロンハウス（南北棟）内に育苗箱を設置し，それに有孔ポリエチレン（0.02mm）のマルチとトンネルにシルバポリエチレン（0.02mm）および保温マットの二重被覆による育苗を行ったものである。

生育調査：育苗期間中の草丈，葉齢，乾物重量について調査を行なった。



第1図 早期育苗の調査地点

育苗ハウスの概要



第2図 育苗ハウス内温度観測地点および設置概要(加美郡色麻町王城寺)

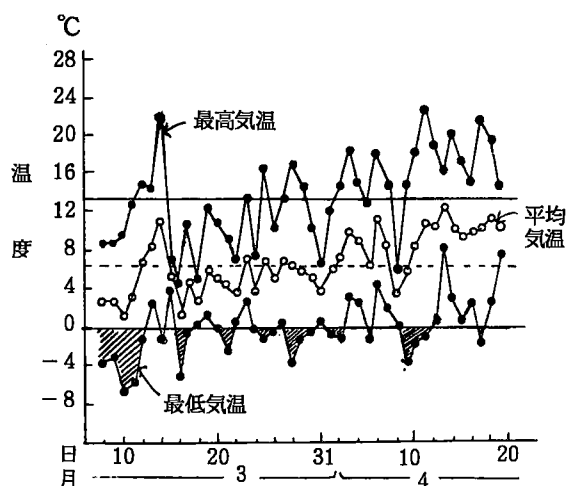
3. 調査の結果と考察

1) 早期育苗時の初期気象経過

ここでは、特に育苗期間中の前期、すなわち、3月中における、日別気象経過を仙台の値でみた結果は、第3図のとおりである。これによると、平均気温の平年偏差、3月上旬は、ほとんど平年より低く経過し、10日から15日ころには、極めて高温となり、3月14日には、平年より7℃も高くなった。その後は、平年より高目の日が多くなっていったが、月末は、やや低く経過している。日照時間でみると、3月初めと月末は少ないが、その他の日は、比較的好天続きで経過していた。なお、降水量は、播種当初降雪がみられ、8日、22日に降雨となっている。

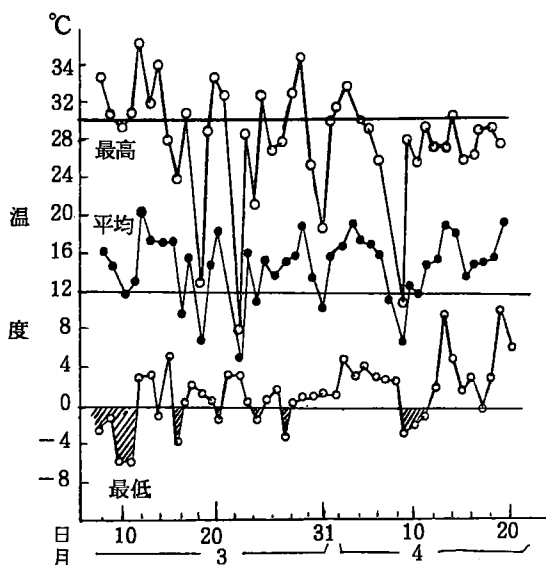
2) 育苗期間中における気温の経過

3月1日から4月20日までの早期田植期間の気温を測定した。その結果は、第4図に示すとおりである。これによると、



第4図 早期育苗期間中の気温の経過(昭63)(加美郡色麻町)

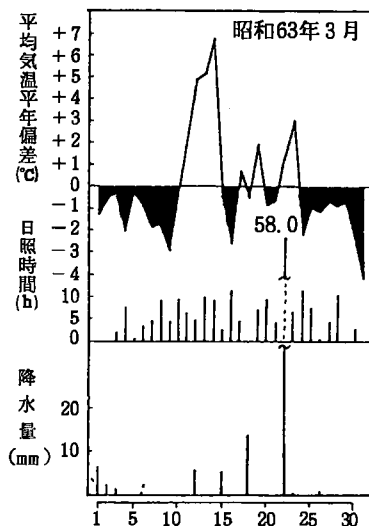
最高気温は、約4℃から21℃の範囲に経過し、全期間の平均は約13.5℃となっていた。つぎに平均気温でみると、約2℃から12℃で、平均値は約6.5℃であった。一方最低気温についてみると、約-7.5℃から約8.0℃の範囲で、この時期は極めて低温を示し、氷点下の温度が多くあらわれていることが認められた。



第5図 早期育苗期間中のハウス内気温の経過

(2) トンネル内気温

ハウス内トンネル中央部における気温についてみたのが、第6図である。これによると、最高気



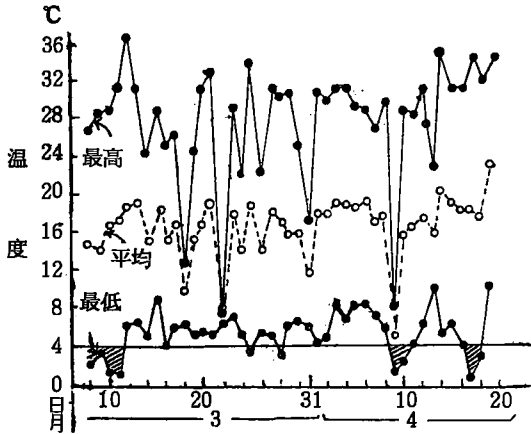
第3図 育苗期間中における初期の気象経過(仙台)

3) 育苗期間中におけるハウス内温度

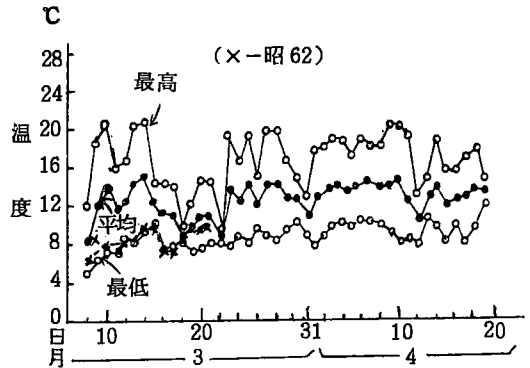
(1) ハウス内気温の経過

3月初めから4月20日までのハウス内気温についてみたのが、第5図である。これによると、最高気温は、換気前は、約30℃以上の日が多く、4月に入ると換気実施によって、30℃以下の値で経過した。なお、全期間では、約8℃から34℃となっていた。つぎに平均気温では、ハウス内は、ほとんど12℃以上の日が多く、苗の生育可能温度に達していることになる。ところが、最低気温でみると、外気温よりは高温で経過しているが、ハウス内でも氷点下の日がしばしばあらわれている。すなわち、全期間中では、-6℃から10℃の範囲で経過していた。したがって、この時期のハウス内最低温度では、生育可能温度を示さないことが認められた。

温は、約7℃から36℃の範囲で経過し、また日別の特徴をみると、育苗管理で、かん水作業実施により、トンネル被覆除去で、急に温度の降下する日も観察されたが、ほぼ24℃から32℃の値を示している。一方平均気温でみると、トンネル換気時は、10℃以下を示したが、その他の日は、ほとんど12℃以上となっていることが認められる。つぎに、最低気温でみると、全期間トンネル内は氷点下以上の温度であり、特に、外気温で降霜危険温度とされている4℃以下の日もあったが、ほぼ6～8℃の範囲内で経過していた。



第6図 早期育苗期間中におけるハウストンネル内気温の経過 (昭63) 加美郡色麻町



第7図 早期育苗期間中におけるハウストンネルベット箱下地温の経過 (昭63)

(3) ハウストンネルベット箱下地温

育苗箱下の地温を測定した結果、第7図のとおりである。ハウス内気温の場合と異なり日中と夜間の温度差は小さく、気温の影響を大きく受けていないことが、特徴となっている。まず、最高温度についてみると、約10℃から22℃の範囲内となっている。しかし日別でみると、3月20日頃から4月20日までは、変化が小さく、約20℃内外で経過していた。一方平均温度の場合は、ほとんどの日が10℃以上で、特に3月末から4月は、約15℃前後の値を示していた。

なお、最低温度でみると、播種当初は、5～6℃であったが、その後、数日経過してからは、ほとんど8～10℃の範囲内であった。この時期でハウス内にトンネルとマルチをした箱下地温は、夜間でも非常に高温を示していることが認められ、この現象は、前年度の調査(3月上、中旬)でも一致した値を示していることが認められる。

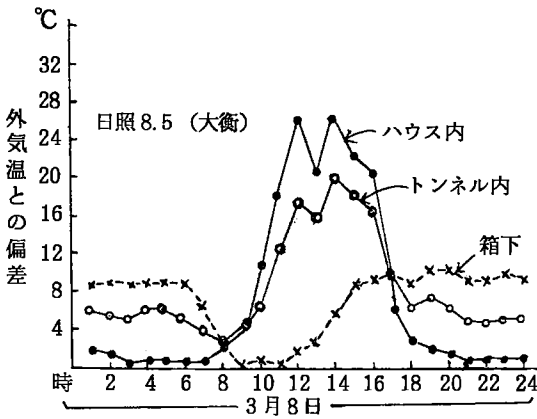
(4) 各測定場所別最低温度の外気温との差

ここでは、ハウス内の各測定場所別の最低温度を外気温と比べてみたのが、第8図である。これによると、ハウス内気温は、外気温より約1～2℃高く経過している日が多くなっている。時には、外気温と同じか、やや低目の日も観察された。

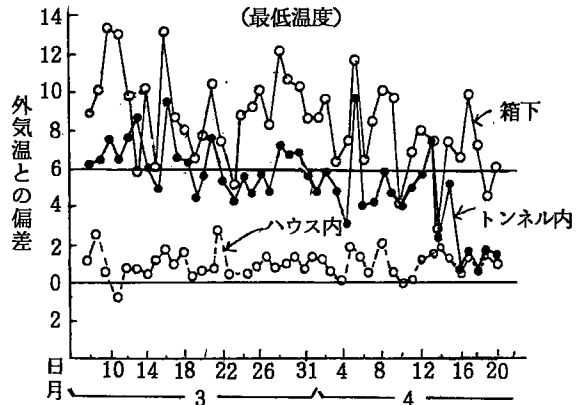
つぎに、トンネル内の場合でみると、ほとんどの日が4～8℃外気温より高温となっていた。しかし4月16日以降は、トンネル被覆除去したことで、ハウス内の気温と同様な温度差で経過している。箱下地温の場合でみると、約6℃から13℃の範囲が外気温より高く、しかもハウス内より約8～10℃高く、トンネル内に比べては、約4～5℃高い値で経過していることが認められ、かなり低温時においても、ベット箱下、すなわち苗の根の部位になると、高温を示していることが認められた。

(5) 外気温との偏差

3月8日(晴天日)の外気温との偏差をみたのが、第9図である。これによると、ハウス内気温は、午前6時ごろまでが約1℃外気温より高いが、その後徐々に差が大きくなり、12~14時頃で、もっとも差が大きく、約20~27℃の値を示した。ところが、その後は急に小さくなり、20時頃からは、1℃位の温度のちがいで経過した。一方トンネル内気温をみると、温度の日変化は、ハウス内気温とほぼ同じ傾向を示しているが、外気温との偏差では、夜間は、約5~6℃高く、日中の10~14時では、約20℃高くなっている。ところが、箱下地温でみると、ハウス内やトンネル内気温と異なり、夜間は8℃内外高



第9図 観測場所別の外気温との偏差 (昭63) 加美郡色麻町

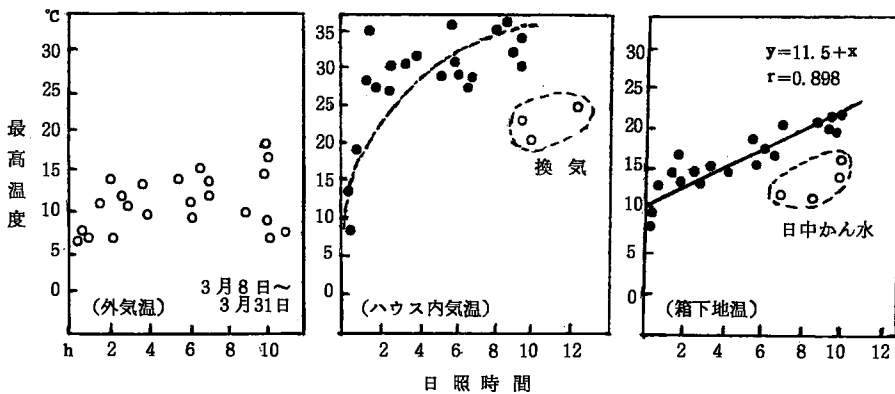


第8図 観測場所別の最低温度による外気温との偏差の経過 (昭63) 加美郡色麻町

く経過している。しかし日中の9~11時頃では、ほぼ外気温と同じ温度を示していることが観察された。なお、その後の経過では、徐々に外気温との差が大きくなり、夜間にもっとも差の大きいことが、箱下地温の特徴として認められた。

4) 最高温度と日照時間との関係

各観測部位別の最高温度を日照時間(隣接する大衡観測所)との関係でみたのが、第10図である。これによると、外気温と日照との関係では、日照の多少による影響はみられなかった。ところが、ハウス内気温でみると、ハウス内換気の場合を除けば、ほぼ日照が多ければ、ハウス内の気温は上昇する傾向はみられる。なお、箱下地温でみると、日照時間の多少に影響し、



第10図 早期育苗期間の日照時間と測定場所別温度との関係 (昭63)

日照時間の多いほど箱下ベット地温が高くなっていることが認められ、外気温やハウス内気温に比べて相関が高くなっていることがみられる。しかし日中かん水した場合は、日照が多くても低い温度を示していることは当然である。

5) 育苗期間中の各測定場所および苗の生育

育苗期間中における、測定場所別の平均温度と田植時の苗の生育は、第1表のとおりである。これによると、最高温度では、外気温13.4℃に対して、ハウス内は27.3℃、トンネル内で27.2℃、ベット箱下地温では16.8℃となり、さらにハウス内裸地の地表温についてみると、24.9℃を示していた。これらの温度は、いずれも外気温よりかなり高温を示していることが認められた。つぎに、最低温度でみると、外気温0.2℃、ハウス内気温1.4℃、トンネル内気温5.2℃、ベット箱下地温、

第1表 早期育苗期間中におけるハウス内温度及び生育(昭和63)

項目 温度	外 気 温	ハウス内 気 温	トンネル 内 気 温	箱下地温	裸 地 温 (地表)	苗	
						項目	ポット苗 (4月20日)
最高温度	13.4	27.3 (+13.9)	27.2 (+13.8)	16.8 (+3.4)	24.9 (+11.5)	草 丈	12.3 cm
最低温度	0.2	1.4 (+1.2)	5.2 (+5.0)	8.7 (+8.5)	2.0 (+1.8)	苗 齢	3.0 枚
平均温度	6.8	14.4 (+7.6)	16.2 (+9.4)	12.8 (+6.0)	13.5 (+6.7)	乾 物 重	2.2 g / 100 個体

注) 3月8日から4月20日の平均
()内は外気温との差

播種: 3月1日

加美郡色麻町王城寺
宮城県農業実践大学校 農産学部

8.7℃、裸地で2.0℃となって、外気温との差では、トンネル内が5.0℃、ベット箱下地温では、8.5℃高くなっていることが認められた。なお、平均温度で、外気温が6.8℃に対して、ハウス内の各測定場所いずれも、12℃以上となって、平均温度からは、生育可能温度を示していた。一方苗の生育調査でみると、早期栽培の4月20日田植時で、草丈12.3cm、葉齢3.0枚、乾物重量2.2g/100個体となって、生育が緩慢であるが、田植可能な生育はみられ、外気温の低い3月1日からの無加温育苗ができた。

4. むすび

宮城県北部山間地で、早期育苗を施設内で、無加温栽培を実施した。すなわち、ハウス内にトンネルとさらに育苗床面にマルチを行なって、3月1日に播種した。その結果、育苗期間中の最高温度は外気温で、10~15℃と低温であるが、ハウス内の気温、トンネル内気温、ベット箱下地温いずれも、18℃以上を示し、苗の生育に充分可能な温度を示していた。ところが、最低温度では、外気温が、ほとんど0℃以下で、-7.0℃と言う低温の日もあった。それに対して、ハウス内気温は、0℃以下とならなかった。特にベット箱地温の場合は、常に8℃内外の高温で、この温度は、前年度の測定結果と同じであった。最高温度について、測定場所別の日照時間との関係でみると、外気温は、日照の多少に影響されないが、ハウス内温度は、日照の多いほど高く、特にベット箱下地温で高い相関を示していることがみられた。以上のことから、山間地において、3月初めから無加温ハウスの早期育苗を実施しても、日中、夜間とも、ハウス内のトンネルおよびマルチベット箱下地温では、高温を示し、水稻の生育は維持できることが認められた。

メッシュ気象データ利用による果樹の発芽期予測

— 温度変換日数法に基づくモデル —

三浦 浩・小笠原和博*・荒垣憲一

(山形県立農業試験場・*新庄農業改良普及所)

1. はじめに

果樹の発芽期を予測することは、作業計画の策定や病虫害の防除時期の把握、防霜対策の必要性の把握に利用できる。また、作付適地の判定にも利用できる。果樹の発芽期を早い時期に予測している事例や、特にメッシュ気象データを用いて、広域的に予測しようという事例はなく、今回が初めての試みであると思われる。筆者らは、農業研究センタープロジェクト研究第5チームで研究されている、温度変換日数の理論によるモデル式を用いて、各種果樹の発芽期を予測することを試みた。また、メッシュ気象データを使用して、発芽予測地図を作成したので報告する。

2. 方法

(1) 感温特性のモデル式は次のとおりである。

$$DTS = \exp \{ Ea (T - Ts) / (R \cdot T \cdot Ts) \}$$

DTS : 温度変換日数 (温度 T の非線形変換値)

Ea : 活性化エネルギー

R : 気体定数 (1.984)

Ts : 標準温度 (絶対温度 $T = Ts$ のとき DTS = 1)

T : 気温 (絶対温度)

(2) 発芽期の予測に必要な感温特性値は、Ea、起算日、起算日から発芽期までの積算DTSの3種類である。まず、任意のEaと起算日を組み合わせ、起算日から発芽期までの毎日の気温をモデル式に代入し、日々のDTSを求め積算していく。この作業を数年分の発芽期について行い、積算DTSの平均値を算出する。得られた平均の積算DTSと各年の積算DTSの差の分散がもっとも小さいときのEa、起算日、積算DTSを発芽についての感温特性値とした。ただし、同じ樹種の起算日については感温特性値の比較のため、できるだけ同じになるように設定した。標準温度については、15℃に設定した。

なお、これらの作業は、感温特性値検索プログラム「FLOWER」(金野, 1978)を、日平均気温用に変更して行った。

(3) 今回用いた発芽期のデータは昭和52年から61年までの山形県立園芸試験場の圃場のもので、リンゴでは「ふじ」「スターキング」及び「紅玉」、アウトウでは「佐藤錦」「ナポレオン」及び「高砂」、ブドウでは「デラウェア」と「巨峰」である。なお、気象データはアメダス左沢のデータを使用した。

(4) 発芽予測地図の作成は、リンゴの「ふじ」について行い、起算日は2月1日、発芽までの積算DTSは18.24、Eaは14,000として予測した。気温のメッシュデータは、ウェザーニュース社より購入したものを使用し、昭和63年のデータを使用した。

なお、地図作成はメッシュ気象データ変換プログラム「TEMPKUWA」を使用した。

表1 各果樹の発芽に関する感温特性値

品種名	積算 DTS	Ea	起算日	分散	相関 係数
	(日)	(cal)	(月, 日)		
ふじ	18.24	14,000	2.1	3.172	0.924
スターキング	9.48	22,000	2.1	0.994	0.986
紅玉	5.52	28,000	2.1	8.373	0.899
佐藤錦	45.52	8,000	1.1	21.501	0.541
ナポレオン	44.94	8,000	1.1	19.975	0.659
高砂	43.90	8,000	1.1	17.857	0.586
デラウェア	9.16	35,000	1.1	4.857	0.921
巨峰	10.68	34,000	1.1	22.110	0.688

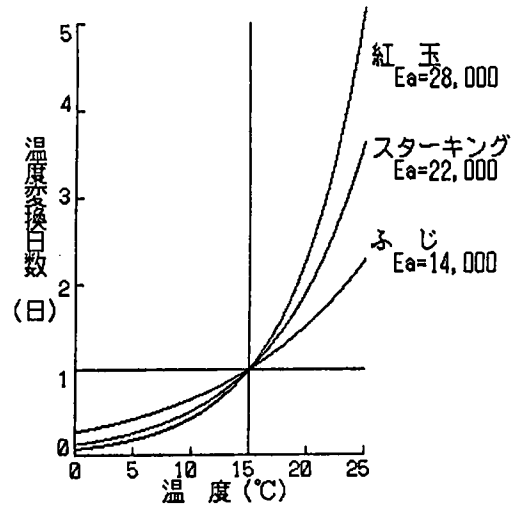


図1 Ea の大きさと、温度変換日数の関係

3. 結果と考察

(1) 表1でみると各果樹の当てはまりは、樹種や品種によってばらつきがあった。予測値と実測値の相関が比較的高い感温特性値が得られたのは、リンゴの3品種とブドウのデラウェアであった。オウトウの3品種とブドウの「巨峰」については、相関が低かった。オウトウの相関が低い原因としては、休眠覚醒との関係が深く、前年の12月の気象条件から考慮する必要があるのではないかと考えられる。「巨峰」の相関が低い原因としては、もともと樹勢が強い品種であるため、選定作業によって樹勢をコントロールするということが、発芽に影響しているためと考えられる。

(2) 表1及び図1で、感温特性値の当てはまりが良いリンゴの3品種について比較してみると、「ふじ」<「スターキング」<「紅玉」という順に Ea が大きくなる。このことは、早生種ほど高温域での温度反応性が高く、低温域での温度反応性が低い事を示しているものと考えられる。

(3) 図2の「ふじ」の平年発芽予測地図で県内の各産地を比較してみると、山形市、天童市の近郊では4月2～4日に発芽期をむかえるものと考えられる。これに比べて、村山市、東根市、南陽市、寒河江市、左沢町、高島町の近郊では、5日～1週間ほど発芽期が遅れるものと考えられる。

4. おわりに

筆者らは、今回作成した平年開花予測地図の他に、平成元年の発芽予測地図を作成し果樹の生育進度について、普及現場向けに発表している。ここ数年、メッシュ気象データの利活用研究が、広範囲に行われるようになってきているが、リアルタイムなメッシュ気象データの利用例が少なく、特に作物との関係でリアルタイムな利用をしている事例があまり多くないことは、残念なことである。

5. 謝 辞

感温特性検索プログラム「FLOWER」を提供していただいた、農業研究センタープロジェクト研究第5チームの金野チーフ、同チームの小野氏、田村氏には、この場をかりて深く誠意を表す。更に、発芽期のデータを提供していただいた、山形県立園芸試験場の果樹部関係者に誠意を表す。

1 kmメッシュ気温変換日数到達日分布図
 2月1日から積算平均気温変換日数 18.24日(平均) [耕地]

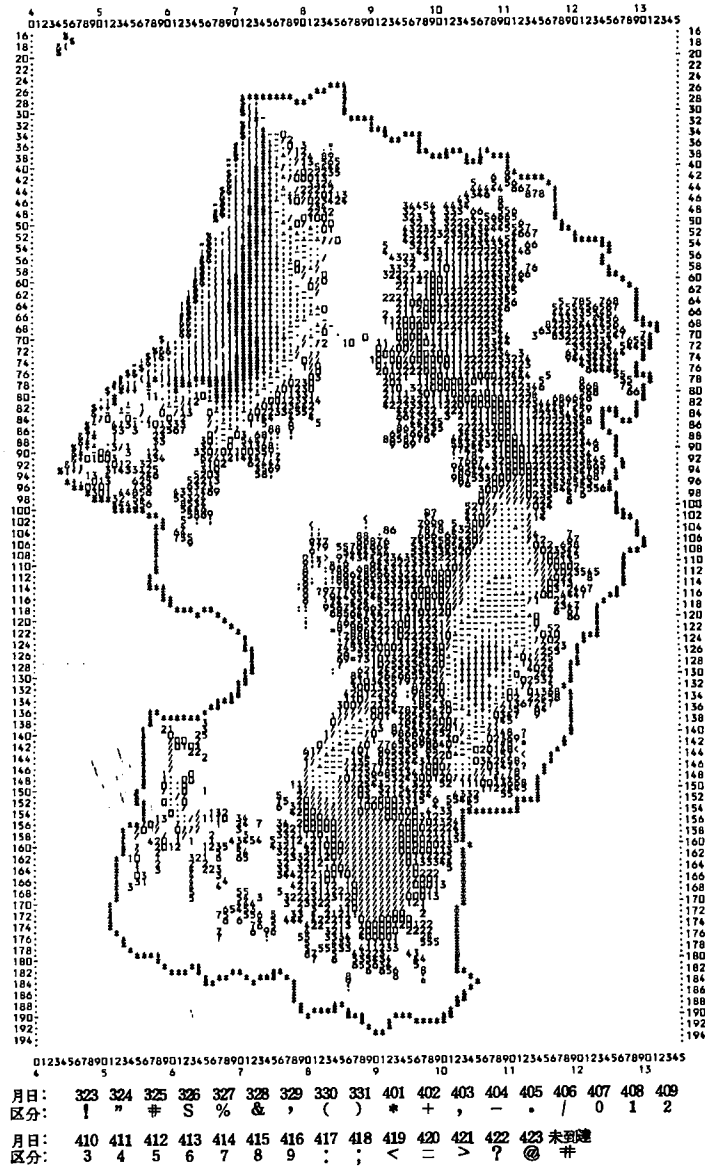


図2 発芽期予測地図(「ふじ」, 平年)

参考文献

- 金野隆光, 1980 : 土壤中の生物活性と温度。土壤の物理性, 41, 7-16
- 金野隆光・杉原 進, 1986 : 土壤生物活性への温度影響の指標化と土壤有機物分解への応用。農環研報, 1, 51-68
- 小笠原和博, 1988 : メッシュデータの変換。山形県立農業試験場作成コンピュータプログラム集, 2

青森県の気象と畑作物

第2報 小麦の越冬後の気象と収量

多田 久・穴水孝道・熊谷泰治
(青森県農業試験場)

1. はじめに

青森県的小麦栽培は気象の影響が大きく、1984年や1988年などでは根雪終日の大幅な遅延や登熟期間の「ヤマセ」が原因で収量や品質の低下がみられた。

筆者等はこれまで気象と生育・収量との関係について出穂期頃の低温と不稔発生との関係や登熟期間の気象と収量との関係などについて検討してきた。ここでは一部それらの結果も用いて越冬後の気象と県内各市町村の収量との関係について検討したので報告する。

2. 試験方法

- (1) 調査資料：農作物統計表，青森県気象月報，気象（アメダスデータ）の準平年値。
- (2) 調査期間：1979年～1987年。但し、1984年は雪腐病多発のため除外。
- (3) 調査地点：青森，八戸，むつ，深浦，弘前，黒石，五所川原，市浦，鱒ヶ沢，三戸，十和田，三沢，野辺地，六ヶ所，東通（気象観測地点は小田野沢）……収量及び気象調査その他1979年～1987年に作付のみられた青森県内33町村について……収量調査
- (4) 調査項目：10a当たり収量，平均気温，日照時間，降水量。
- (5) 調査方法：越冬後（4月1日～5月31日と6月1日～7月20日）の気象と収量との関係解析。

3. 結果と考察

- (1) 県内主要地点の越冬後の気象と収量

県内主要地点の越冬後から成熟期にかけての気象を4月1日から5月31日（以下越冬後から出穂期と略記）と6月1日から7月20日（以下登熟期間と略記）に分けてこの間の平均気温，日照時間，降水量との関係をみた。

越冬後から出穂期にかけての平均気温は，日本海沿岸の市町村で収量と有意な正の相関が認められる所が多いが，この間の日照時間，降水量でははっきりした傾向はみられなかった。

一方，登熟期間の平均気温は気温が低い北地域のみつ，東通で収量との間に有意な正の相関が認められたが，高温な津軽地域では有意な関係は認められず，むしろ負の相関傾向がみられた。従って登熟期間の高温は増収に結びつかないものと判断された。また，日照時間と収量との間にはむつで正の有意な相関が認められたが，それ以外の市町村では有意差は認められなかった。これら有意差が認められなかった市町村の相関係数をみると太平洋側では正の，日本海側では負の傾向を示し，平均気温と同様の傾向が認められた。また，降水量に有意差は認められないが負の相関係数を示す所が多かった。

(2) 県内市町村の収量と登熟期間の気温

次に県内各市町村の1979年から1987年にかけての平均収量と登熟期間の平均気温について示したものが図-1である。各市町村の収量をみると、250 kg/10 a以上の比較的多収な市町村は下北地域と上北、三八地域にかけての太平洋側の市町村が大部分である。一方、登熟期間の平均気温でみると、日本海側の地域は大部分が17℃以上で18℃以上の地域もみられるが、太平洋側では三戸周辺の18℃以上の地域を除いてそれ以外では大半の地域が17℃以下で、下北地域では16℃以下の地域もみられる。250 kg/10 a以上の多収市町村が太平洋側で多い原因については昔から畑作物の栽培が行なわれ、栽培技術水準の高いことが関係しているが、その他に登熟期間の好適気象条件も関係していると考えられる。

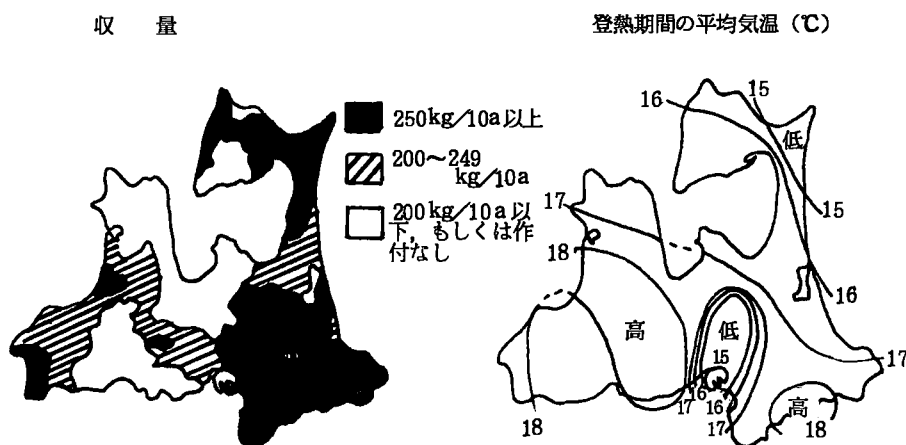


図-1 県内各市町村の収量と登熟期間の平均気温（統計期間、1979～1987年）

(3) 中南地域と上北地域の登熟期間の気象と収量

1979年から1987年にかけての登熟期間の気温と収量を日本海側の中南地域（平均気温は黒石）と太平洋側は上北地域（同十和田）についてみると、この間の収量は中南地域がおよそ170～260 kg/10 a、上北地域は210～340 kg/10 aと上北地域で多く、登熟期間の平均気温は中南地域が17～20℃、上北地域は15.5～19℃となっており、各年次とも中南地域で1℃前後高い。また、中南地域で最も多収だった年次（1983年）の平均気温は16.7℃で、逆に収量が低かった年次（1980年）の平均気温は19.8℃であった。一方、上北地域では最も多収だった年次（1985年）の平均気温は17.5℃、逆に収量が低かった年次（1979年）の平均気温は18.6℃で、登熟期間の気温は低温の場合に収量の高くなる傾向がみられた。そして、両地域の登熟期間の気温と収量との関係についてみても有意差は認められないが、負の相関がみられ、18℃以上では250 kg/10 a以下の年次が多かった。

次に登熟期間の日照時間は中南地域がおよそ300～350時間、上北地域は200～300時間で中南地域が50～100時間多い。この間の日照時間と収量の関係をみると、中南地域で最も多収であった1983年が293時間、逆に最も低収であった1986年は287時間であり、一方、上北地域では最も多収であった1985年が250時間、最も少なかった1987年は321時間で、日照時間と収量との間には両地域を概観した場合、明瞭な関係は認められなかった。

表-1 日本海側及び太平洋側地域の各市町村における多収年次の収量と気象要素の平均及び標準偏差

地域	収量及び気象要素 項目	収 量 kg/10 a	越冬後～出穂期			登 熟 期 間		
			平均気温 ℃	日照時間 時間	降 水 量 mm	平均気温 ℃	日照時間 時間	降 水 量 mm
日本海側	平 均	284	11.4	452	138	17.0	320	163
	標準偏差	55	1.5	27	58	1.3	56	79
太平洋側	平 均	345	10.2	413	119	16.9	293	161
	標準偏差	36	0.7	25	66	0.9	47	27
県	平 均	319	10.6	427	125	16.9	303	162
	標準偏差	54	1.2	32	63	1.0	51	51

日本海側地域は21, 太平洋側地域は27市町村, 統計年次は1979～1987年

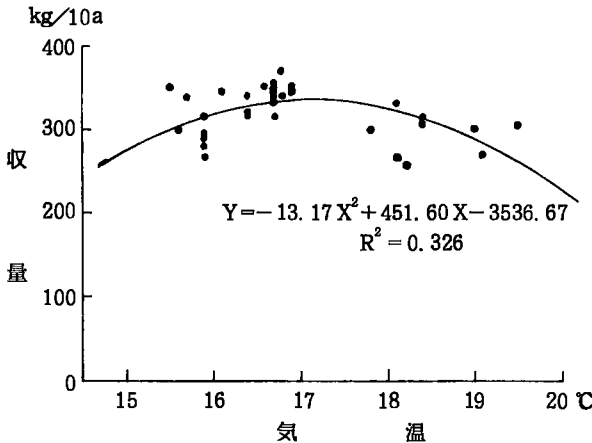


図-2 各市町村の多収年次の登熟期間の平均気温と収量

(4) 市町村の多収年次の越冬後の気象と収量

1979年以降の各市町村で最も多収になった年次の気象についてみた。多収年次は日本海側で1983年, 太平洋側では1985年であった。そこで各市町村で最も多収になった年次の越冬後の気象を表-1に示した。越冬後から出穂期にかけての平均気温は日本海側では10～13℃, 太平洋側では9.5～11℃で, 登熟期間の平均気温は日本海側で15～18℃, 太平洋側で16～17℃と両地域で温度差がみられた。この原因としては地域間差もあるが多収になった年次が異なることも挙げられる。次に, 各市町村における多収年次の収量を越冬後の気象と収量との関係についてみた。しかし, 市町村間の栽培技術が同一でないので1979年から1987年の8年間(1984年は除く)

の平均収量に大きな差が認められない200 kg/10 a 台の日本海側13市町村, 太平洋側24市町村を対象に検討した。越冬後から出穂期にかけての気温は9.5～12℃であるが収量との間には相関が認められなかった。しかし, 平年の気温に比べるとこの間の気温は高いことから, この間の気温は穂数や1穂粒数に影響を与えていると考えられる。一方, 登熟期間の気温は図-2に示したように大半は15.5～19℃に含まれるが, 16～17℃にかけて収量は高く, 気温と収量との間に2次曲線の回帰式が得られ, この回帰式から300 kg/10 a 以上になるのは15.5～18.5℃の範囲であると推定される。和田等(1983)によると登熟期間の積算温度はほぼ一定で, 高温ほど登熟日数は短縮し, 江口等(1984)は1日の短縮は収量を3～6%減収し, 高温による子実の肥大促進より登熟日数の短縮により減収することを指摘している。筆者等(1986)が行った人工気象室での登熟期間の温度処理でも25℃の処理に比べ15～20℃の処理で千粒重や子実重は50%近く勝り, 高温で減収することが認められている。一方, 越冬後から出穂期までの日照時間は日本海側で420～480時間, 太平洋側で

390～440時間で多収となり、登熟時間の日照時間は日本海側で260～380時間、太平洋側が250～340時間で多収であった。次に日本海側と太平洋側を包含した場合の日照時間と収量との関係を見ると、両時期とも有意な相関は認められなかったが、多収を得るための越冬後から出穂期にかけての日照時間は400～460時間、登熟期間のそれは250～350時間であった。

登熟期間に遮光処理を行うと千粒重や子実重が低下し、日照時間の多少は収量に影響する。しかし、今回の調査対象資料では気温やその他の影響が大きく、日照時間の差ははっきり表われなかったものと考えられる。

降水量は越冬後から出穂期にかけて日本海側が80～200mm、太平洋側では50～190mm、登熟期間では日本海側が80～240mm、太平洋側130～190mmの時に、収量は多収になり、両地域を包含した場合は越冬後から出穂期にかけては60～190mm、登熟期間は110～210mmで同じく多収になった。

以上の結果、多収年の越冬後から出穂期にかけての気象は平均気温が9.5～12℃、日照時間は400～460時間、降水量は60～190mm、登熟期間の平均気温は15.5～18.5℃、日照時間は250～350時間、降水量は110～210mm程度と考えられた。

しかし、収量構成要素や生育量と気象の関係及び越冬前や越冬中の気象と収量との解析については今後の問題としたい。

4. 摘 要

県内各市町村の10a当たり収量と越冬後の気象との関係について検討した。

- (1) 県内で250kg/10a以上の比較的多収な市町村は太平洋側地域に多く、それ等の地域の登熟期間の平均気温は15～17℃であった。しかし、三戸周辺は平均気温18℃以上でも多収であった。
- (2) 1979年から1987年における市町村の登熟期間の平均気温と10a当たり収量を日本海側の中南地域と太平洋側の上北地域についてみると、低温ほど収量は高くなる傾向がみられ、18℃以上では収量の低下が目立った。
- (3) 各市町村で最も多収になった年次の気象をみると、越冬後から出穂期にかけての平均気温はやや高く、日照時間、降水量は平年並みの市町村が多かったが、登熟期間の平均気温は平年より0.5～1.5℃低い16～18℃、日照時間、降水量は平年並みの市町村が多かった。
- (4) 多収年の気象は越冬後から出穂期にかけての平均気温は9.5～12℃、日照時間は400～460時間、降水量は60～190mm、登熟期間の平均気温は15.5～18.5℃、日照時間は250～350時間、降水量は110～210mm程度と考えられた。

引用文献

- 江口久夫・申萬均・広川文彦, 1984: 極早生小麦品種の安定栽培法. 中国農業試験場, A第32号, 17-34.
- 多田久・穴水孝道, 1986: 小麦の出穂後の気象と収量. 東北農業研究, 第33号, 89-90.
- 和田道宏・北原操一・近藤和夫, 1983: 麦の作期に関する研究. 第10報, 大・小麦品種の播種期と出穂期・成熟期との関係, 東北の農業気象. 第28号, 44-47.

福島県におけるメッシュ気温平年値の推定

宗村 洋一
(福島県農業試験場)

1. はじめに

国土数値情報資料を用いて、広島県、岩手県等では1kmメッシュ(1km四方)ごとの気温平年値が推定されており、複雑な地形下にあっても詳細にとらえられたメッシュ気温を用いて、作物生産の適地判定、作季策定等に利用されている。一方、気象庁により全国のメッシュ気温平年値が推定されたが、これとは別に福島県内約14,000メッシュにおける気温平年値を推定したので、以下に報告する。推定にあたって、国土地理院により作成された標高および土地利用面積に関する国土数値情報資料を使用した。

2. 気温資料の収集

(1) AMeDAS 地点の気温資料収集

まず、図1に示した福島県内29、県外16地点のAMeDASにおける1979~1985年の7年間の日別・月別最高(低)気温、同期間の気象官署(福島、若松、白河、小名浜、日光)の観測資料および気象官署の平年値(1951~1980年)を収集した。北村(1978)によれば、官署観測値とAMeDAS観測値との間に季節、場所により気温日極値に差が生ずるのであるが、収集した7年間の資料から日気温の7年平均値を図2により比較すると、最高気温で-0.3℃、最低気温で0.2℃の差があるものの、年間を通じてほぼ一定の関係があり、官署資料からAMeDAS資料への換算が可能とみられる。なお、平均気温には最高(低)気温

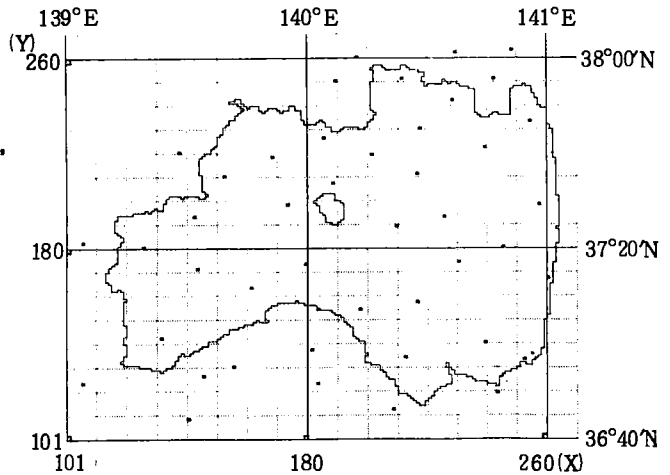


図1 使用したAMeDAS地点の分布

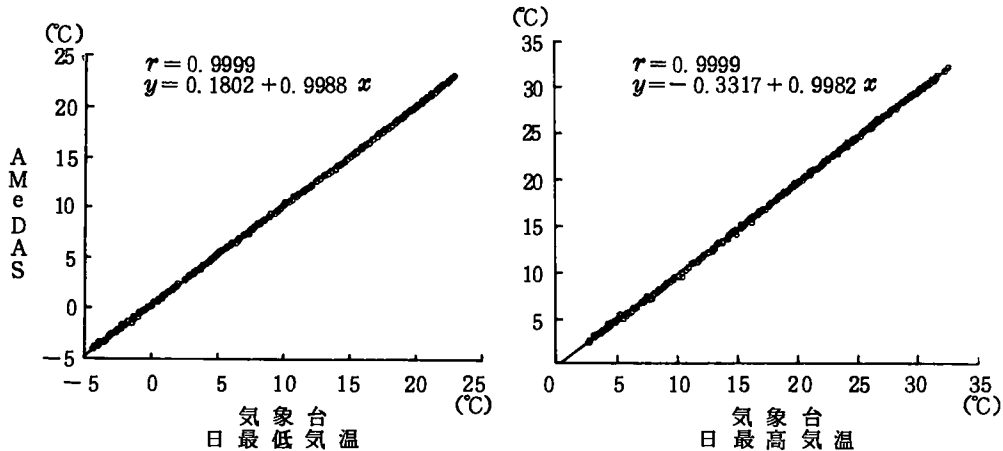


図2 日別気温の7年平均値の関係(1979~1985年, n=365, 福島市)

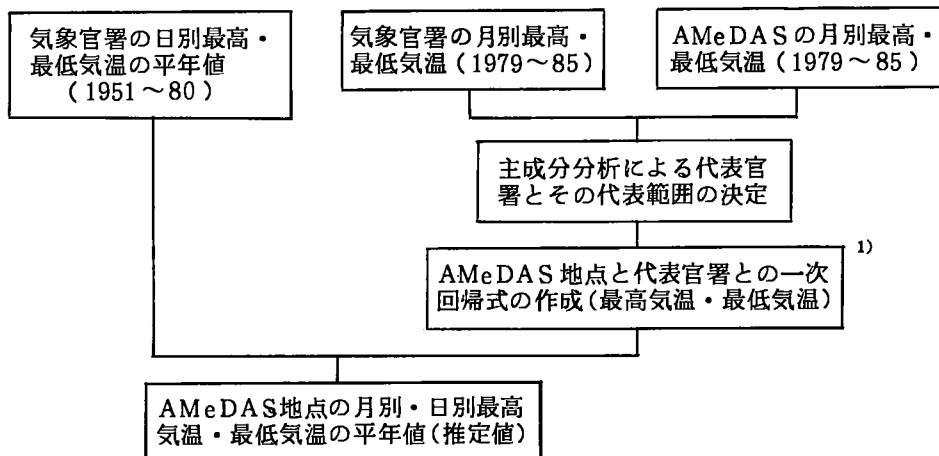


図3 AMeDAS地点の気温平年値の推定方法
注1) 日別値の7年間平均値 ($n = 303$) 使用

の平均を使用するため、平均気温を求めた段階で両者の差はほぼ相殺される。

次に、図3のように主成分分析で求めた代表官署とAMeDASとの回帰式に代表官署の平年値を代入して、7年平均値を期間補正した値（日本気象協会東北本部，1987）を、AMeDAS地点の平年値とした。この回帰式の相関係数は0.836～0.996の範囲であった。

(2) 気温の標高補正

このようにして求めた気温は、AMeDAS地点の標高におけるものであるが、この標高と当該メッシュ平均標高との間に差がみられた。差の大半は40m以内だが、中には100m以上の差があるところもあった。また、図4は各標高における最高気温の分布だが、8月は太平洋沿岸部の7地点で他の地点より低く、この傾向は夏の期間中みられた。これは標高より太平洋の影響が大きいと思われる。最低気温ではこのような傾向はみられなかった。標高差100mに対する気温減率が0.5℃程度といわれることからみて標高補正が必要で、太平洋沿岸部7地点の最高気温を除きメッシュ平均標高における気温へ補正した。この場合の気温減率は、表1の月別気温との1次回帰式の係数aを使用した。

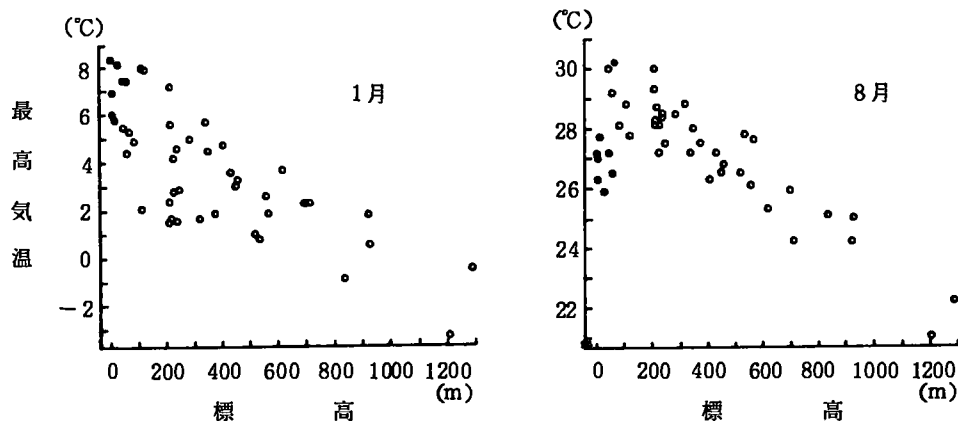


図4 標高に対する気温の分布
注) 黒丸が太平洋沿岸部

表1 月別気温と標高との1次回帰式

月	単回帰式の係数 (Y = b + aX)					
	最高気温			最低気温		
	b	a	r	b	a	r
1	5.37	-0.00546	-0.714	-3.48	-0.00479	-0.825
2	6.17	-0.00552	-0.754	-3.18	-0.00482	-0.831
3	9.71	-0.00567	-0.803	-0.61	-0.00474	-0.843
4	17.03	-0.00575	-0.902	4.78	-0.00458	-0.866
5	22.12	-0.00584	-0.886	9.86	-0.00470	-0.862
6	24.64	-0.00592	-0.905	14.64	-0.00434	-0.862
7	28.15	-0.00571	-0.893	18.61	-0.00398	-0.840
8	29.75	-0.00609	-0.929	19.93	-0.00440	-0.870
9	25.26	-0.00603	-0.933	15.86	-0.00462	-0.897
10	19.57	-0.00591	-0.924	9.40	-0.00480	-0.883
11	14.00	-0.00548	-0.832	3.45	-0.00438	-0.850
12	8.19	-0.00524	-0.696	-0.97	-0.00423	-0.828

Y: 観測所月別気温 (°C) n = 38 (最高気温), 45 (最低気温)
 X: 観測所標高 (m)
 r: 相関係数

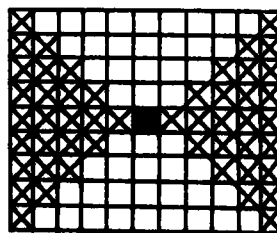
表2 準備した因子

因子	定義	R	H
平均標高	3次メッシュ平均標高 (m)		
緯度	(Y, X) コードにおけるYの値		
経度	(Y, X) コードにおけるXの値		
海岸距離	太平洋と日本海の海岸線 (標高0 m) メッシュまでの最短距離 ($L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$) のうち、		
太平洋近海	太平洋海岸線メッシュまでの距離		
標高差	東西南北にR個のメッシュをとった場合の中心と最高値との差 (m)	4, 8, 12	
陸度	陸メッシュの割合 (%)	4, 8, 12, 16	
傾斜度	隣接する8メッシュについて北側3メッシュと東1メッシュの標高が中心より高い場合にその差を積算し、又、南側3メッシュと西1メッシュの標高が中心より低い場合にその差を積算したものの合計 (m)		
盆地度	東西南北にR個のメッシュをとった場合に、周辺メッシュで中心より標高が高いメッシュ数の割合を、中心より標高が低いメッシュについてその標高差を積算したものに乘じたもの (m)	4, 8, 12, 16	
開放度	東西南北にR個のメッシュをとった場合の中心よりHm以上高くないメッシュの割合 (%)	4, 8, 12, 16	-200, -100, 0 100, 200
偏開放度西	北西および南西にR個のメッシュをとった場合の中心よりHm以上高くないメッシュの割合 (%)	2, 5, 8	50, 100, 150
" 東	北東および南東	"	"
" 北	北西および北東	"	"
" 南	南西および南東	"	"

3. 月別気温の推定

(1) 推定の手順

メッシュ月別気温の推定は徳山ら（1986）と同様に、栗原ら（1982）の地形因子と平均気温の重回帰分析（変数増減法）による平均気温推定式作成に準じた最高（低）気温推定式により実施した。



■ 中心メッシュ
 ⊗ 偏開放度算出に使用するメッシュ（東および西を示す）

図5 偏開放度の説明図

(2) 地形因子の作成

説明変数として準備した地形因子を表2に示す。これらの因子の大半は栗原ら（1982）が使用したものと同一であるが、新たに2～3 km以内の範囲で南または南西方向への傾斜の割合を表す傾斜度、中心メッシュより低標高である部分の容積を表す盆地度および方位別の開放度を表す偏開放度（東、西、南、北）を作成した。猪苗代湖および海域の平均標高をそれぞれ514 m, 0 mとした。AMeDAS地点の緯度、経度を図1に示したようなメッシュコードに変換し、そのY, Xを緯度、経度として使用した。偏開放度のとりかたを図5に示す。

(3) 気温推定式の作成

地形因子の全組数は73であるが、この中からパラメーター（R, H）をもたない地形因子と、パラメーター付き地形因子のうち相関係数の符号が一定で係数の絶対値が比較的大きいものを用い、重回帰分析を実施した。説明変数の数は、最高気温で43, 最低気温で42（ともにn=45）である。結果を表3, 4に示す。得られた推定式は重相関係数が最高気温で0.954～0.983, 最低気温で0.923～0.979, 標準誤差が最高気温で0.40～0.67（平均0.56）, 最低気温で0.40～0.67（平均0.55）であった。気温と密接な関係にある標高がすべての月で採用されたほか、最高気温では緯度、経度、海岸距離（近海）、陸度、開放度、偏開放度東が、最低気温では緯度、標高差、偏開放度西、偏開放度東がほとんどの月で採用された。採用された因子の効果として標準偏回帰係数を求めた結果、最高気温では平均標高、近海距離（春）、緯度（冬）、陸度（夏）の、最低気温では平均標高、近海距離（夏）、標高差（冬）の効果が大きいとみられた（図省略）。栗原ら（1982）は、たかだか2度の緯度変化が平均気温におよぼす効果は小さいとしているが、太平洋の福島県沖では冬季に寒流が南下し、海水温が低下することの影響とみることもでき、結果として緯度の採用となったものと思われる。各因子間では、経度と太平洋距離、盆地度と開放度、傾斜度と偏開放度北の間にそれぞれ高い相関（ $r = -0.735 \sim -0.983$ ）があり、重回帰分析の過程では、必ずしも単相関が高い因子が採用されることはなかった。

(4) 推定誤差の補正

気温推定式から得られた値と平年値との差 ΔT は重回帰分析では表現できない誤差であり、全体を通して $-1.6 \sim 1.8^\circ\text{C}$ （最高気温）、 $-1.8 \sim 1.5^\circ\text{C}$ （最低気温）の範囲にあった。この誤差は1年を通じて同じ傾向の場所もあったが、全体では一定の傾向はなかった。誤差を除くため、推定値を次式により補正した。

$$T' = T + \sum (\Delta T_i / L_i) / \sum (1 / L_i) \dots\dots\dots(1)$$

T' : 推定気温
 T : 推定式による気温
 ΔT_i : 近傍4観測所における ΔT
 L_i : 近傍4観測所からのメッシュ距離

4. 日別気温の推定

月別気温から日別気温を算出する場合、一般に調和解析が用いられているが、ここでは大高(1986)の月始め気温に日数による増分を加える方法に一部修正を加えた方法を用いた。前月末日の気温を月始め気温とし、月別気温を利用して次の式で求めた。

$$T'_{m} = (T_{m} - T_{m-1}) \cdot DL_{m} / (DL_{m} + DT_{m}) + T_{m-1} + E_{m} \dots\dots\dots(2)$$

$$DL_{m} = (N_{m-1} - 1) / 2 ; DT_{m} = (N_{m} - 1) / 2 + 1$$

T'_{m} : m月の月始め気温 T_{m} : m月の月別気温 N_{m} : m月の日数

E_{m} : 月別気温を直線で結んで求めたみかけの月始め気温と月始め気温との差

次に、月始め気温からの日別気温は次式により求められる。ここで、 T_{md} の誤差項 E'_{md} を(2)

$$T_{md} = (T'_{m+1} - T'_{m}) \cdot d / N_{m} + T'_{m} + E'_{md} \dots\dots\dots(3)$$

T_{md} : m月d日の気温 T'_{m} : m月の月始め気温

N_{m} : m月の日数 E'_{md} : m月d日の気温の誤差

および(3)式からとりだすと、 $E'_{md} = (E_{m+1} - E_{m}) \cdot d / N_{m} + E_{m} + E_{md}$ となり、 E'_{md} の大きさはm, dに依存するのみとなる。したがって、(3)式は次式と同等と考えられる。すなわち、

$$T_{md} = (T''_{m+1} - T''_{m}) \cdot d / N_{m} + T''_{m} + E'_{md} \dots\dots\dots(3)'$$

$$T''_{m} = (T_{m} - T_{m-1}) \cdot DL_{m} / (DL_{m} + DT_{m}) + T_{m-1}$$

月始め気温の誤差 E_{m} と月始め気温から求めた日別気温の誤差 E_{md} とをを包含した E'_{md} を求めれば、 T_{md} を算出することができる。AMeDAS地点では T_{md} が既知であるので、(3)'式から45地点の E'_{md} を算出した。この場合、最暖月および最寒月付近ではこの方法は月始め気温の誤差が大きくなるので、大高の方法に準じ、月別気温により求めた2次曲線から月始め気温を求めた。 E'_{md} の平均値を全メッシュに共通に使用することとして(3)'式

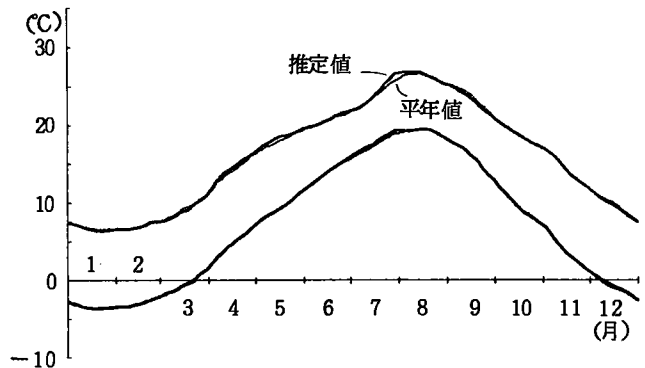


図6 日別気温の推定値と平年値の動き (相馬市)

で求めた日別気温の推定値と平年値の動きの例を図6に示す。推定値は7月中下旬に太平洋沿岸部で高く、中通り地方で低くなった。この誤差が最大であった相馬でのこの期間の積算誤差は、この期間の平均気温とほぼ同じであり、積算気温で1日分程度の誤差とみられる。これ以外の期間ではほぼ平年値に重なっており、実用的に使用可能と思われる。平均気温は最高気温と最低気温の平均値を使用した。

5. あとがき

月別平年値を日別気温に加工し、市町村別に演算表示するパソコン用プログラムを作成して利用を図ることとした。水稻成熟期晩限(最低気温10°C退行日)を表示した例を図7に示す。作物ごとのパラメーターを選択していくことでメッシュ気候図の利用場面が増えていくことと思われる。

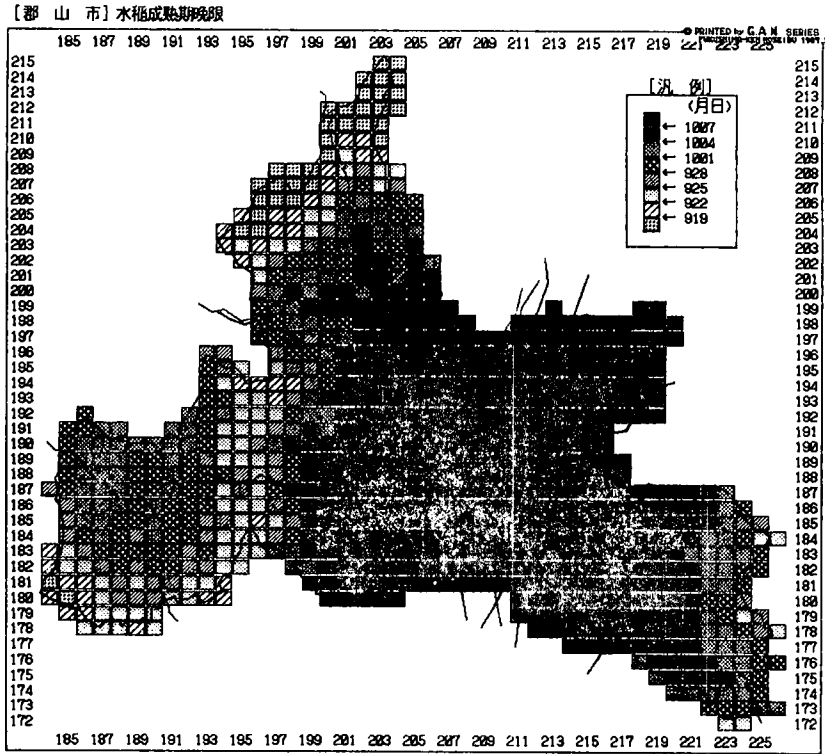


図7 パソコンによるメッシュ気温の利用例（郡山市）

謝 辞

本調査実施にあたり、福島県農業改良課大高哲郎主査に全般の指導をいただいた。また、観測所の平年値算出にあたっては、（財）日本気象協会東北本部、同福島支部の方々および、福島県農業試験場荒川市郎副主任研究員に全面的にご援助いただいた。ここに深謝の意を表する。

引用文献

- 北村幸房，1978：日最高（低）気温の任意時刻値と正時値の相違。札幌管区气象台技報，92，56
- 64
- 栗原弘一ら，1982：広島県メッシュ気候図（1）1 km²メッシュ平均気温の推定。研究時報，34（1），
17-28
- 日本気象協会東北本部，1987：農業技術情報システム確立による気象データファイル作成。
- 大高哲郎，1986：パソコン用メッシュ気候図プログラムの開発。東北の農業気象，31，38-43
- 徳山順一ら，1986：岩手県メッシュ気候情報システムの開発 第1報メッシュ最高・最低・平均気温
平年値の推定。東北の農業気象，31，44-57

東北地方における積雪の長期継続期間について

細井徳夫

(東北農業試験場)

1. はじめに

積雪が長期にわたって継続する状態を「積雪の長期継続期間」または「長期積雪」といい、多雪地帯は根雪と呼んでいる。根雪期間は、積雪地帯の冬期の作目や品種の重要な選択要因であり、病害の発生、害虫の生存率、鼠害等にも深く関係している。この根雪の概念は各地方ごとにその内容に少しずつ違いがあるので、以下のような統計基準を設定した。²⁾ (1) 積雪の有無は毎日9時の観測値で判別する。(2) 積雪が30日以上継続した場合をいう。ただし、10日以上積雪継続期間が二つ以上ある場合は、その間の無積雪日の合計が5日以内ならば二つの期間を通じて積雪が継続したものとみなす。(3) 初日・終日および根雪期間の平均値は欠測年と発現のなかった年を除いて統計する。

2. 主要な統計資料および参考資料

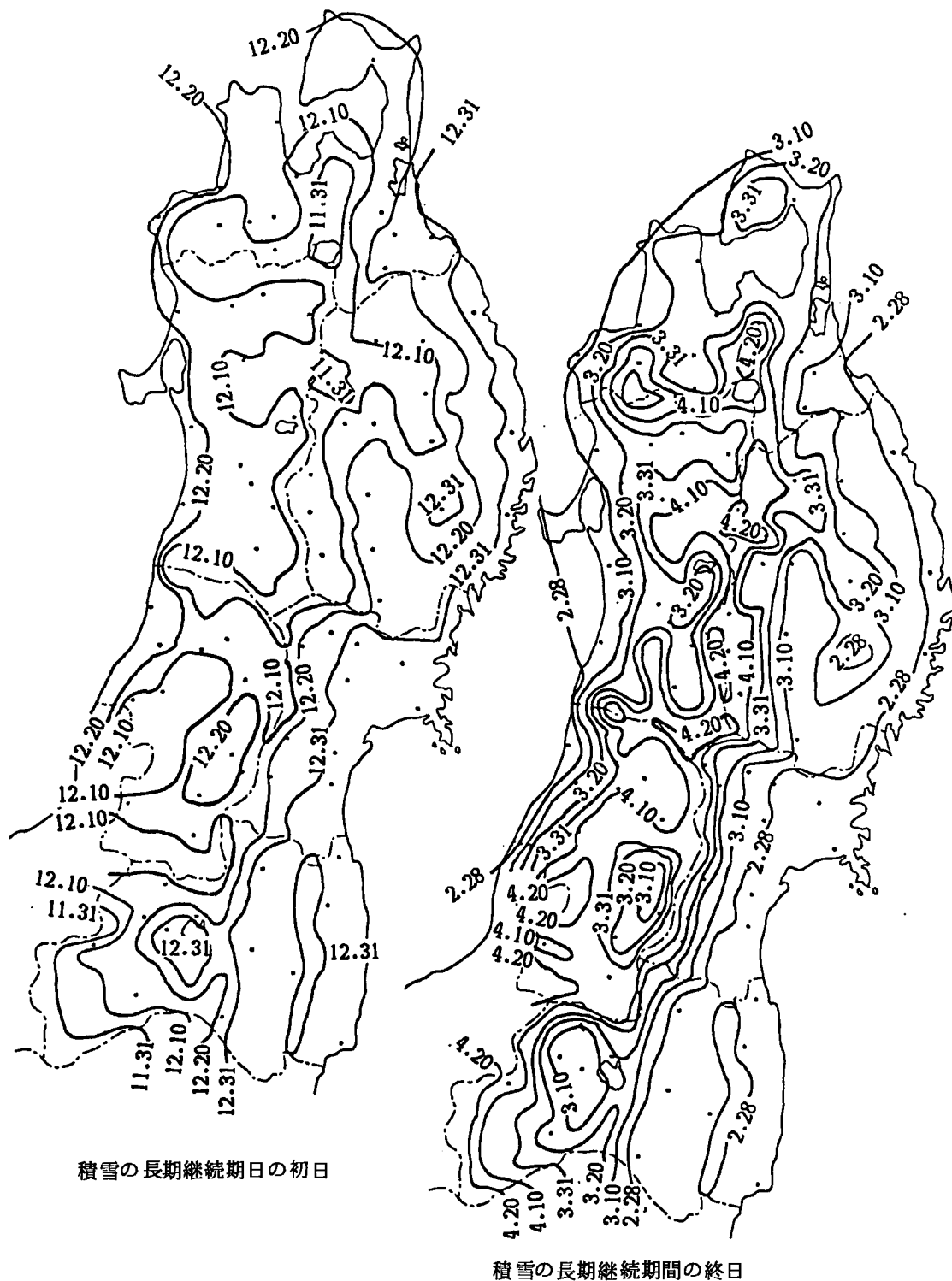
1) 地方気象台, 1953~1985: 県別気象月報。日本気象協会各支部, (青森, 秋田, 岩手, 宮城, 山形, 福島)。2) 高谷 悟, 1983: 東北地方の積雪と降雪。仙台管区気象台(仙台)。3) 前田紀彦, 1988: 東北地方の豪雪地帯における積雪の統計図表。仙台管区気象台(仙台)。4) 秋元真次郎, 1954: 積雪累年気象表。農業技術協会(東京)。5) 増田 盛, 1961: 積雪調査。農林水産技術会議(東京)。

3. 調査結果および考察

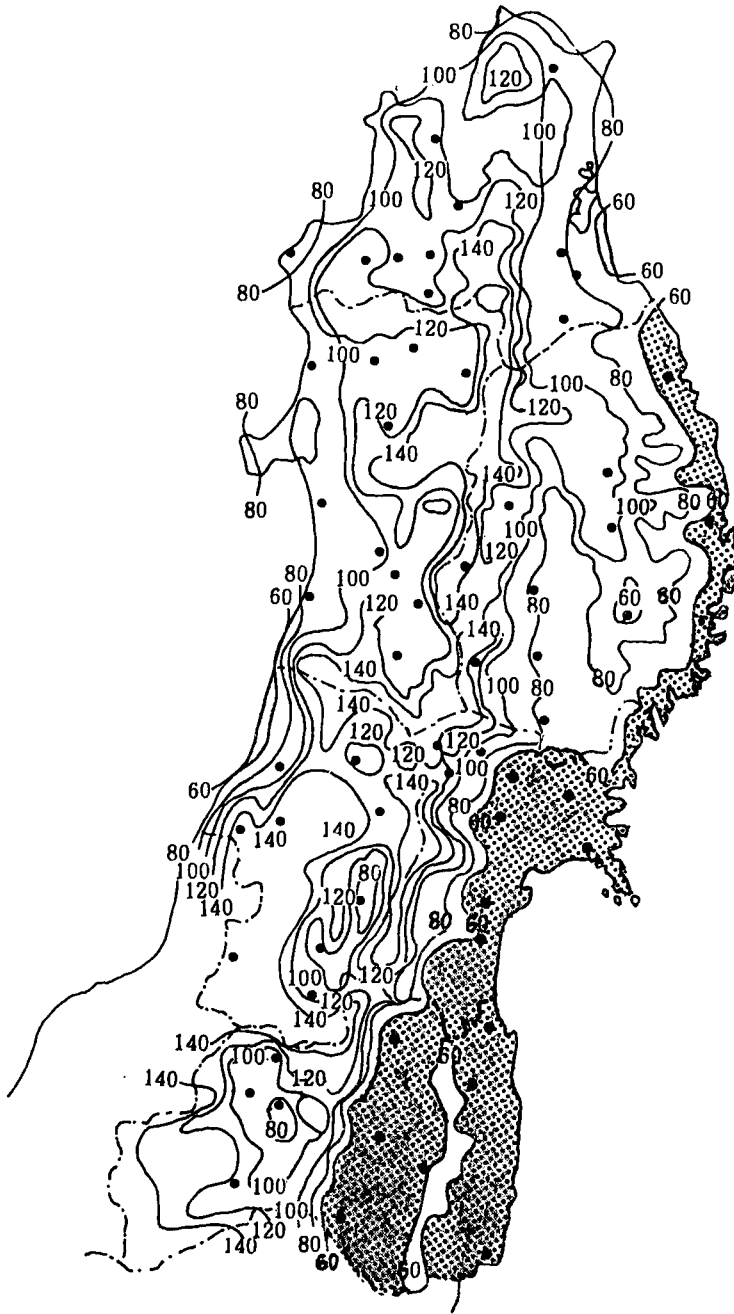
^{1, 2, 3, 4, 5)} 1900~1985年の積雪統計から算定された根雪の初日の等日線図を第1図に示す。奥羽および越後山脈にそった地帯は、根雪の初日が東北地方で最も早い地帯であり、12月上旬に根雪となる。日本海側で根雪の初日が遅い地帯は、秋田と山形の庄内平野、および内陸の会津盆地で、12月下旬~1月上旬に根雪となる。大平洋側の仙台平野南部、福島県の浜通り地帯は根雪の発現がない。三陸沿岸、仙台平野北部、福島盆地はまれに根雪が発現する。根雪がかなりの頻度で発現する地帯は、12月中に根雪の初日を向える地帯と対応し、北上山地の大平洋側、岩手県北上川盆地、青森県の三本木原がこれに該当する。

根雪の終日の等日線図を第2図に示す。日本海側で根雪の終日が最も早い地帯は庄内平野であり、2月末日には消雪する。秋田平野と内陸の会津盆地は3月上旬に消雪する。山形盆地は3月中旬に消雪し、3月下旬に津軽平野、能代平野、雄物川盆地、米沢盆地が消雪する。新庄盆地は平坦部で最も消雪が遅く、4月上旬である。大平洋側において、三陸沿岸、仙台平野北部、福島盆地の根雪発現年の消雪は2月下旬、青森県の三本木原、北上山地の大平洋側、北上川盆地は3月上旬に消雪する。3月中旬~下旬には下北半島も消雪する。

根雪期間の等日線図を第3図に示す。奥羽と越後山脈の山間地帯の根雪期間は140日以上で、東北地方で根雪期間が最も長い地帯である。津軽と能代平野、雄物川および新庄盆地の根雪期間は100~120日であり、秋田平野の根雪期間は80~100日、庄内平野は60~80日であった。内陸の会津や



第1図 積雪の長期継続期間の初日と終日



第2図 積雪の長期継続期間

第1表 東北地域の長期積雪期間

地 点	初日 (月日)		終日 (月日)		初終間 (日)		地 点	初日 (月日)		終日 (月日)		初終間 (日)	
	\bar{X}	$\bar{\sigma}$	\bar{X}	$\bar{\sigma}$	\bar{X}	$\bar{\sigma}$		\bar{X}	$\bar{\sigma}$	\bar{X}	$\bar{\sigma}$	\bar{X}	$\bar{\sigma}$
青森	12.11	10.4	3.28	10.2	108	18.4	今別	12.16	19.9	3.20	16.3	95	24.4
八戸	12.29	14.0	2.28	13.5	62	20.0	碓ヶ崎	12.11	11.1	3.28	7.9	108	15.3
深浦	12.24	15.1	3.10	13.7	77	22.0	三戸	12.25	16.0	3.09	12.5	75	21.4
むつ	12.18	13.4	3.22	11.6	95	19.1	大間	1.02	16.1	3.02	16.8	60	23.1
弘前	12.13	9.1	3.25	9.0	103	15.0	鱒ヶ沢	12.09	18.5	3.12	15.8	74	20.3
野辺地	12.11	12.1	3.31	9.1	111	17.0	黒石	12.12	10.7	3.27	9.9	106	17.4
五所川原	12.14	13.3	3.26	12.4	103	20.6							
秋田	12.24	14.8	3.07	11.5	74	19.8	角館	12.17	17.0	3.28	12.2	102	25.3
鷹巣	12.13	11.7	3.24	10.0	102	17.6	本庄	12.23	14.5	3.07	16.4	74	24.4
横手	12.15	13.3	3.27	15.8	103	23.4	湯沢	12.14	15.4	3.30	11.4	107	23.2
能代	12.20	15.1	3.14	14.6	84	25.3	大正寺	12.15	15.5	3.27	12.0	103	24.0
五城目	12.21	14.1	3.12	14.1	82	21.6	矢島	12.17	14.0	3.26	14.5	100	22.4
毛馬内	12.22	12.2	3.12	11.5	91	20.2							
盛岡	12.20	15.6	3.06	12.5	77	20.1	一関	12.29	17.1	2.25	16.1	59	21.6
沢内	12.06	12.2	4.15	13.1	131	19.4	二戸	12.20	14.3	3.13	12.8	84	18.3
湯田	12.08	13.2	4.15	10.9	129	21.6	軽米	12.25	15.0	3.10	16.3	76	23.5
遠野	12.23	15.0	3.04	20.7	72	24.4	奥中山	12.06	11.5	4.04	16.3	121	21.4
北上	12.24	15.9	3.10	11.2	77	23.7	雫石	12.14	14.1	3.23	12.5	100	21.7
若柳	12.21	15.7	3.18	16.5	88	29.2							
山形	12.25	13.6	3.08	12.9	74	22.6	小国	12.16	13.6	4.08	14.2	116	21.4
酒田	12.29	12.9	2.25	13.6	59	22.2	長井	12.22	13.3	3.21	16.1	90	24.4
新庄	12.17	14.6	4.04	10.4	109	22.8	高島	12.21	14.8	3.21	15.3	93	24.8
米沢	12.17	13.5	3.28	13.7	102	23.4	楯岡	12.22	15.0	3.20	13.2	89	24.2
尾花沢	12.14	14.1	4.07	16.2	115	19.2	金山	12.15	15.1	4.07	11.5	113	23.6
鶴岡	12.27	12.9	3.12	11.6	76	19.0							
川渡	12.24	16.1	3.14	15.2	81	25.1	大衡	1.08	13.6	3.02	5.8	54	16.7
新川	12.29	17.7	3.13	13.2	76	27.8							
若松	1.03	15.0	3.06	14.6	63	23.5	南郷	12.06	13.9	4.03	10.1	121	18.0
田島	12.15	14.6	3.26	14.1	102	21.7	猪苗代	12.16	15.3	3.26	14.7	101	25.0
桧枝岐	12.07	12.5	4.20	8.6	137	16.8	只見	12.11	14.3	4.23	11.7	134	20.5
喜多方	12.16	14.8	3.10	12.4	83	28.6	金山	12.07	15.7	4.12	12.0	117	24.1

山形盆地の根雪期間は80日より短い。大平洋側において、三陸沿岸、仙台平野北部、福島盆地における根雪発現年の根雪期間は60日未満である。青森県の三本木原の低地、岩手県の北上川盆地の根雪期間は60~80日、北下半島、三本木原山沿い地帯、北上山地の大平洋側地帯の根雪期間は80~

100日である。北上山地内陸側の根雪期間は100～120日、奥羽山脈にそった湯田、沢内の根雪期間は約130日である。

1955年から30年間の積雪統計により算定された東北地方の主要観測地点における根雪の初日と終日、根雪期間およびそれらの標準偏差を第1表に示す。東北地方の主要農耕地帯で根雪の発現頻度の高い、津軽平野の弘前、五所河原、能代平野の鷹巣、秋田平野の秋田、雄物川盆地の横手、角館、庄内平野の酒田、新庄盆地の新庄、尾花沢、山形盆地の山形、米沢盆地の米沢、会津盆地の若松、青森県三本木原の八戸、北上川盆地の盛岡と北上において、根雪の初日は弘前の12月13日から若松の1月3日と21日間の地域間差があった。これらの地点の根雪の初日の標準偏差は弘前の9.1日から盛岡の15.6日の範囲にあり、この標準偏差に大きな地域間差はない。しかし、各地点の標準偏差によれば、根雪の初日の年次異動は3年に2年は、 $\pm(9\sim15)$ 日以内であるが、 $\frac{1}{3}$ の確立で標準偏差以上の年次変動がおこることを示し、主要農耕地帯の根雪の初日の年次変動はかなり大きいと指摘できる。

前記の主要農耕地帯の根雪の終日は庄内平野、酒田の2月25日から新庄盆地、尾花沢の4月7日と約40日間の地域間差が存在し、東北地方の主要農耕地帯の根雪の終日は、その初日と比較し地域間差が大きい。これらの地点の根雪の終日の標準偏差は津軽平野の弘前の9.0日から新庄盆地、尾花沢の16.2日の範囲にあり、この標準偏差に大きな地域間差はない。しかし、各地点の根雪の終日の標準偏差によれば、根雪の初日とほぼ同様な年次異動を示すことが分った。

根雪のある主要農耕地帯の根雪期間は、庄内平野の酒田の59日から新庄盆地の尾花沢の115日の範囲にあった。日本海側の根雪期間の標準偏差は、津軽平野、弘前の15日から雄物川盆地、角館の25.3日と約10日間の地域間差が示された。津軽平野の弘前、能代平野の鷹巣の根雪期間の標準偏差と比較し、雄物川盆地の角館と横手の根雪期間の標準偏差は大きく、根雪期間が100日前後であっても、雄物川盆地は根雪期間の年次変動が大きい地帯と言える。日本海側で比較的短い根雪期間を示す地帯の山形や会津盆地、秋田や庄内平野の各地点の根雪の標準偏差は22～23日とかなり大きい。大平洋側で根雪の発現頻度の高い主要農耕地帯である青森県三本木原の八戸、北上川盆地の盛岡と北上等の根雪期間の標準偏差は20～23日であり、大平洋側の三本木原や北上盆地の根雪期間の年次変動と、日本海側の各地点の年次変動の大きさに差異はとくに認められない。また、根雪期間が60日未満の大平洋側の地帯は、根雪の発現頻度がきわめて低いが、発現年の根雪の標準偏差は、根雪の発現頻度の高い地帯と大差はなかった。

4. まとめ

根雪期間の等日線図は、すでに作図されている県もあるが、作図年次も古く、根雪の基準も県単位でやや異なっている。そこで統計基準を定め、東北地方の根雪の初日、終日および初終間の等日線図を作図し、主要地点の根雪の初日、終日および初終間の標準偏差を求めた。これらの結果によれば、根雪の発現頻度の高い主要農耕地帯は、12月上旬～下旬に根雪の初日を向え、根雪の終日は2月下旬～4月上旬で、根雪の初日と比較し根雪の終日の地域間差は大きかった。根雪の初日と終日の主要地点の標準偏差は9日～16日と標準偏差に地域間差はないが、全体の標準偏差の数値は大きく、根雪の初日と終日は $\pm(9\sim16)$ 日以上の年次変動が $\frac{1}{3}$ の確立で発現することが分った。東北地方の根雪の発現頻度が高い主要農耕地帯の根雪期間は60日～120日と2ヶ月の地域間差が存在した。これらの地点の根雪期間の長さは、根雪の初日の早い地点より根雪の終日が遅い地点とよく一致した。また、東北地方の根雪の発生頻度の高い主要農耕地帯では、根雪期間の標準偏差は15日～25日と大きく、 $\pm(15\sim25)$ 日以上の根雪期間の年次変動が $\frac{1}{3}$ の確率で発現することが分った。

宮城県における稲作期間の気象要素と水稻生育収量に関する研究

第6報 本田中期の生育量および生育期と有効温度の下限値について

日塔明広

(宮城県農業センター)

1. はじめに

本田中期における有効温度の下限値を得る手がかりとして、基準温度別積算値および同平均値と、田植後からの乾物重増加量および第10葉出葉期、出穂期までの日数との相関について検討した。

2. 試験方法

(1) 調査年次：昭和54～60年，7カ年。

(2) 耕種概要：品種 ササニシキ。稚苗。田植時期 5月1日，5月10日，5月20日。

栽植密度 1株4本植え， m^2 当り22.2株。基肥窒素 6 $kg/10a$ 。

(3) 基準温度：平均気温，地温（深さ5cm）について，実測値，8，10，12，16，18℃の7水準。

(4) 検討内容

- 1) 田植後から6月20日および7月20日までの基準温度別積算値と，同期間の地上部乾物重増加量との相関。
- 2) 田植後から第10葉出葉期および出穂期までの基準温度別平均値とそれぞれの生育期までに要した日数との相関。

3. 結果および考察

試験年次7カ年平均の田植後からの乾物重増加量，第10葉出葉期および出穂期までの日数は表-1のとおりである。乾物重増加量は，田植時期の早いものほど大きかったが，田植時期3区平均の増加量は6月20日までが81 g/m^2 ，7月20日までが388 g/m^2 となった。田植後から10葉出葉期，出穂期までの日数は田植時期の早いものほど多くを要し，3区平均では10葉出葉期までが53日，出穂期までが92日であった。

田植時期3区を込みにした基準温度別積算値および平均値は表-2のとおりである。

表-1 田植後からの乾物重増加量および第10葉出葉期，出穂期までの日数
(7カ年平均)

田植月日	6月20日 (g/m^2)	7月20日 (g/m^2)	第10葉期 日数 (日)	出穂期 日数 (日)
5月1日植	112	479	57	99
CV (%)	61	25	14	4
5月10日植	80	387	53	93
CV (%)	67	28	14	4
5月20日植	51	299	48	85
CV (%)	66	26	17	5
3区平均	81	388	53	92
CV (%)	70	32	16	7

田植後から6月20日までの積算値は，気温実測値655℃，地温実測値765℃，また7月20日までは気温実測値1253℃，地温実測値1398℃であり，いずれの期間も地温が気温を上回った。基準温度

別の積算値および平均値は、当然ながら基準値が高くなるほど小さくなったが、変動係数は基準値が高くなるほど大きく、地温よりも気温で大きかった。さらに、変動係数は期間日数が短いほど大きい傾向があった。田植後から第10葉出葉期までの基準温度別平均値は気温実測値 17.3℃(積算値 920℃)、地温実測値 19.8℃(同 1050℃)であった。また出穂期までの平均値は気温実測値 19.5℃(積算値 1800℃)、地温実測値 20.9℃(同 1900℃)となった。

表-2 基準温度別積算値、平均値および変動係数
(7カ年, 田植時期3区込み)

期 間		実測値	基 準 温 度 (°C)						
			8 ≤	10 ≤	12 ≤	14 ≤	16 ≤	18 ≤	
期 間 積 算 値	田植後から 6月20日 まで	気温(°C)	655	336	258	181	115	63	27
		CV(%)	20	22	25	30	40	53	70
		地温(°C)	765	447	368	288	210	138	77
		CV(%)	19	20	20	22	26	34	51
	田植後から 7月20日 まで	気温(°C)	1253	696	558	422	297	188	100
		CV(%)	10	11	12	14	17	24	33
地温(°C)		1398	841	702	563	426	286	176	
期 間 平 均 値	田植後から 第10葉出葉 期まで	気温(°C)	17.3	9.3	7.3	5.4	3.7	2.2	1.1
		CV(%)	7	14	17	22	30	42	60
		地温(°C)	19.8	11.8	9.8	7.8	5.8	3.9	2.3
	田植後から 出穂期まで	CV(%)	6	11	13	16	21	29	44
		気温(°C)	19.5	11.5	9.5	7.5	5.6	4.0	2.5
		CV(%)	4	7	8	10	13	17	25
地温(°C)	20.9	12.9	10.9	8.9	6.9	4.9	3.2		
	CV(%)	3	6	7	8	10	13	18	

表-3に、基準温度別積算値と乾物重増加量との相関係数、さらに基準温度別平均値と第10葉出葉期および出穂期までの日数との相関係数を示した。6月20日までの乾物重増加量の場合、実測値

表-3 基準温度と生育量および生育期との相関係数 (7カ年, 田植時期3区込み)

生育量および 生育期間			基 準 温 度 (°C)						
			実測値	8 ≤	10 ≤	12 ≤	14 ≤	16 ≤	18 ≤
乾物増 重加 量	6月 20日	気温	0.799 ^{***}	0.929 ^{***}	0.945 ^{***}	0.939 ^{***}	0.914 ^{***}	0.878 ^{***}	0.844 ^{***}
		地温	0.755 ^{***}	0.872 ^{***}	0.909 ^{***}	0.939 ^{***}	0.943 ^{***}	0.909 ^{***}	0.865 ^{***}
量	7月 20日	気温	0.833 ^{***}	0.871 ^{***}	0.845 ^{***}	0.789 ^{***}	0.681 ^{***}	0.548 [*]	0.410
		地温	0.829 ^{***}	0.880 ^{***}	0.879 ^{***}	0.858 ^{***}	0.809 ^{***}	0.695 ^{***}	0.655 [*]
第10葉出葉期 までの日数		気温	-0.659 ^{**}	-0.659 ^{**}	-0.660 ^{**}	-0.652 ^{**}	-0.610 ^{**}	-0.528 [*]	-0.414
		地温	-0.805 ^{***}	-0.805 ^{***}	-0.805 ^{***}	-0.805 ^{***}	-0.797 ^{***}	-0.766 ^{***}	-0.725 ^{***}
出穂期までの 日数		気温	-0.849 ^{***}	-0.849 ^{***}	-0.852 ^{***}	-0.857 ^{***}	-0.847 ^{***}	-0.818 ^{***}	-0.728 ^{***}
		地温	-0.750 ^{***}	-0.750 ^{***}	-0.750 ^{***}	-0.752 ^{***}	-0.759 ^{***}	-0.737 ^{***}	-0.605 ^{**}

との相関係数は気温0.799,地温0.755であったが,基準温度12℃前後まで相関係数は徐々に大きくなり,気温では基準温度10℃以上で0.945,地温では14.0℃以上で0.943ともっとも大きくなった。なお,6月20日までの積算気温と増加量との関係は,図-1に示したとおりである。実測値の場合では,図中右側のように田植時期の早晚によって傾向が異なり,同じ増加量に対する積算値の大きさは,5月1日植>5月10日植>5月20日植の順となった。これは田植時期が早いほど無効温度が多いためと思われる。一方,10℃以上の積算では,図中左側のように田植時期の早晚による傾向の相違は認められなかった。7月20日までの乾物重増加量では判然とした傾向は見られなかったが,気温,地温ともに12℃未満で比較的高い相関が得られた。7月20日までの積算気温と増加量との関係は図-2のとおりで,図中右側の実測値よりも,左側8℃以上積算の方がばらつきが小さくなっている。

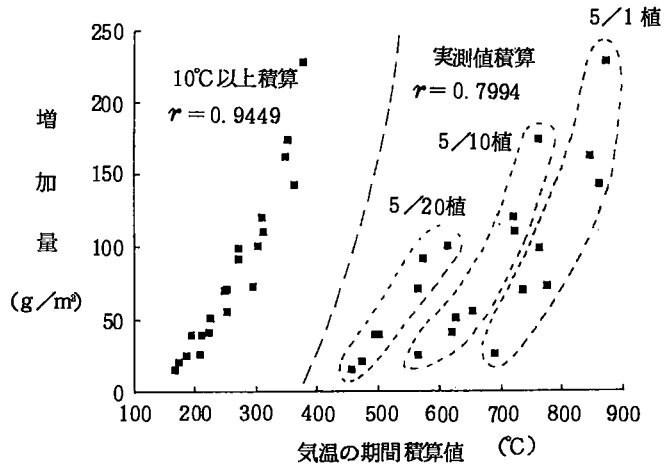


図-1 気温と乾物重増加量(6月20日)

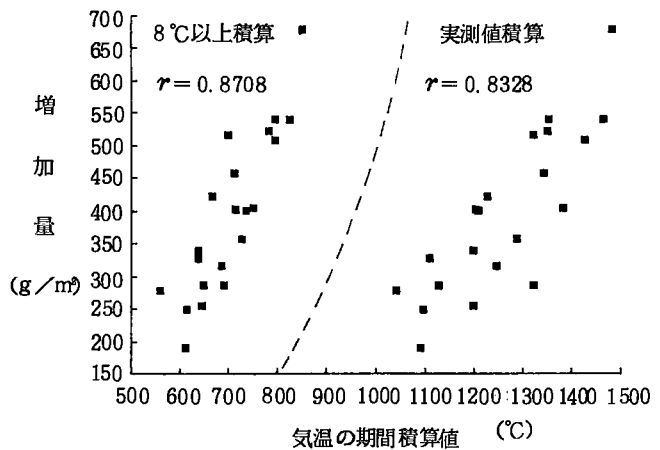


図-2 気温と乾物重増加量(7月20日)

第10葉出葉期までの期間平均値と日数との相関は,実測値で気温-0.659,地温-0.805となった。基準温度の中でもっとも相関が高かったのは,気温では10℃以上,地温では12℃以上であったが,実測値との差はほとんどなかった。出穂期までの日数との相関係数は,実測値気温-0.849,地温-0.750となったが,基準温度12℃付近まで徐々に大きくなり,気温では12℃以上で-0.857,地温では14℃以上で-0.759と実測値よりもやや高い相関が得られた。図-3,4に期間平均値と第10葉出葉期および出穂期までの日数との関係を示したが,もっとも相関の高い基準温度でも実測値との大きな差はみられなかった。

4. むすび

有効温度の下限値を知る手がかりとして、基準温度を設けてその積算値や平均値と生育の増加量および出葉期、出穂期までの日数との相関を検討した。地上部乾物重増加量では田植後から6月20日頃までの比較的短い期間については、気温では10℃以上、地温では14℃以上というように実測値よりも非常に相関の高くなる基準温度は認められたが、7月20日までのように期間が長くなると、もっとも相関の高い基準温度でも実測値との大きな差はみられなかった。

また、田植後から第10葉出葉期および出穂期までの日数については、実測値と基準温度別の相関の高さにはほとんど差はみられなかった。

これらのことから、今後は各生育ステージ別に期間を短く区切って検討するとともに、有効温度の上限値についても同様の調査を行いたい。

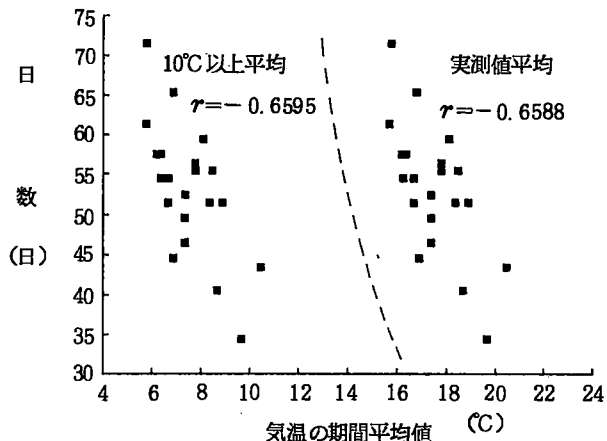


図-3 気温と10葉出葉期までの日数

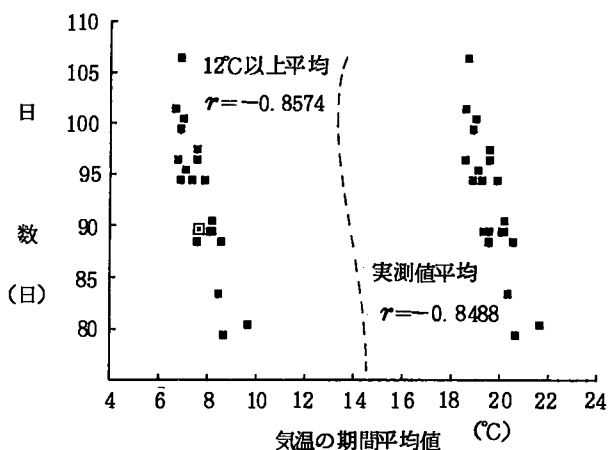


図-4 気温と出穂期までの日数

有効積算温度からみた南東北地方の水稲収量の予測

ト 蔵 建 治
(弘前大学農学部)

1. はじめに

先の報告で、水稲収量に関する有効下限温度を18, 19, 20℃として北東北三県の収量を AMeDAS のデータから予想する試みをおこない、有効な結果が得られた(ト蔵 1988) ので、南東北三県についても同様な手段で水稲収量を予想することにした。

表-1 南東北地方の作況指数と収量 (kg/10a)

年	山形		宮城		福島	
	作況指数	単収	作況指数	単収	作況指数	単収
S50	112	612	108	516	110	524
S51	92	511	90	433	89	424
S52	104	581	98	468	103	490
S53	104	579	107	583	110	521
S54	98	548	107	518	107	516
S55	97	546	99	383	94	359
S56	92	525	88	434	94	463
S57	97	553	91	449	94	462
S58	102	582	107	472	108	483
S59	107	608	107	529	109	538
S60	107	613	110	548	111	553
S61	105	604	99	496	106	531

南東北地方における各県の作況指数と収量を示すと表-1 のようである。表から、それぞれの県で大冷害年、平年作年、大豊作年を選んだ。統計期間があまり長くなると栽培技術などの変化があり、一連のデータとして無理があるので、大豊作年で昭和53年の値を用いた県もあるが、主として昭和55年から59年までの値を用いた。

各有効下限温度で収量予測式を検討したが三次式においては変曲点が二ヶ所現われるので北東北地方の例にならない二次式について記す。

2. 宮城県について

宮城県では16の AMeDAS 地点が対象となり、多くの水田は100m以下の低平地に開けているが、栗駒町を代表する駒ノ湯観測点は標高520mにある(後述するがこの観測点は水稲収量を検討する観測点としては疑問があるうちのひとつである)。昭和55年の大冷害年には太平洋沿岸の二地点で収量が100kg/10aとなった。昭和55年の大冷害年における県平均の作況指数は79で、平年作は昭和58年、大豊作年は昭和53年とした。作況指数で昭和55年以後の最大は59年の107であるが、本報告では収量との関係を検討しているため、近年で収量が最大である53年を用いた。収量と各有効下限温度(MET)の関係から求められた予測式は以下のものであり、その関係を図1に示す。

$$MET = 18^\circ\text{C} \text{ とすれば } y = -0.0019x^2 + 2.07x - 22.04,$$

$$MET = 19^\circ\text{C} \text{ とすれば } y = -0.0039x^2 + 2.67x - 7.60,$$

$$MET = 20^\circ\text{C} \text{ とすれば } y = -0.0026x^2 + 2.94x + 178.60,$$

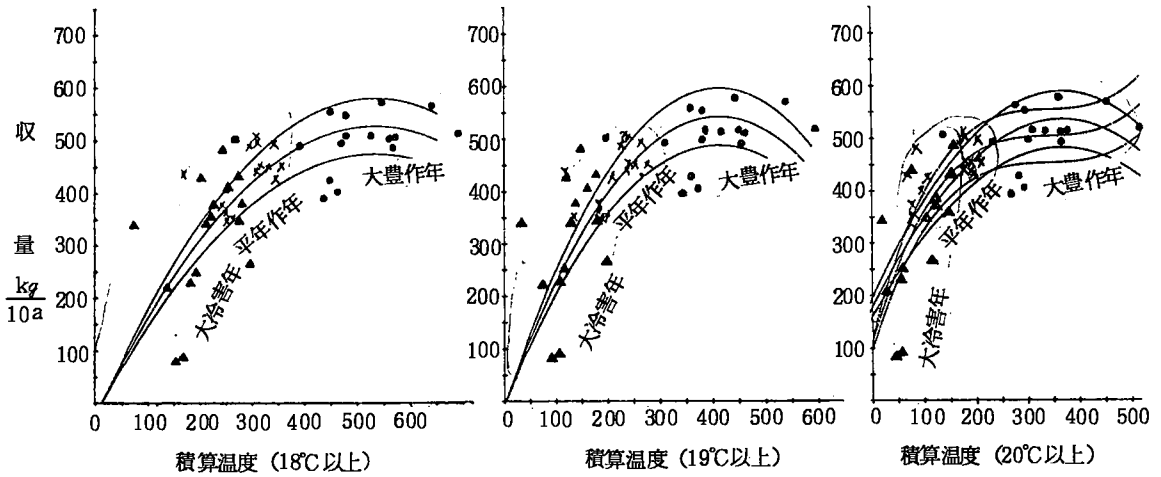


図1. 宮城県における水稻栽培と積算温度の関係

3. 福島県について

福島県では昭和55年の大冷害年の作況指数は74で北に位置する宮城県よりも低く、太平洋に近い標高が400mを越える高地二地点で収量が50kg/10a以下になった。平年作年は58年（作況指数98）、大豊作年は59年（作況指数109）とし、収量と各有効下限温度の関係から求められた予測式は以下のものであり、その関係を図2に示す。

MET = 18℃ とすれば $y = -0.0022x^2 + 2.33x - 85.88,$
 MET = 19℃ とすれば $y = -0.0028x^2 + 2.39x - 29.65,$
 MET = 20℃ とすれば $y = -0.0037x^2 + 2.47x + 126.94,$

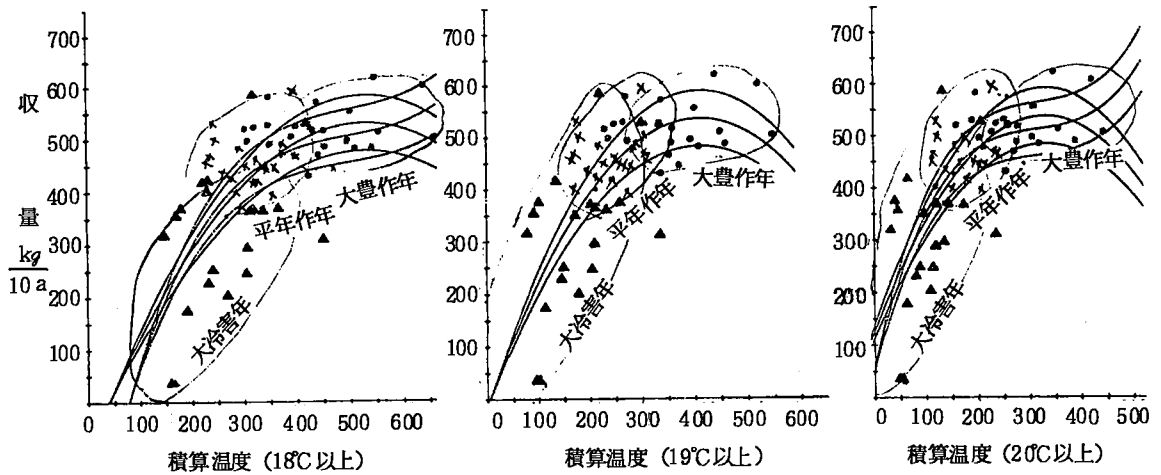


図2. 福島県における水稻栽培と積算温度の関係

4. 山形県について

山形県は作況指数が90以下になる年は無く、ここで大冷害年というのは近年で最も収量が低い年のことであり、昭和56年がそれに当る。県内20ヶ所の観測点の中で昭和56年（作況指数92）の収量

が 400 kg/10a 以下になったのは 1 地点であり (図 3), 夏季の気温の変動が少なく, 収量は安定しているが, 県全体としての平均収量は秋田県より低い。実収量だけでは有効下限温度を検討することが困難なので, 秋田県の場合 (卜蔵 1988) と同様, 青森県において求めた各下限温度で $y = 0$ とした値を挿入したうえで予測式を求め, その関係を図 3 に示す。

ME T = 18°C とすれば $y = -0.0024 x^2 + 2.47 x - 24.38$
 ME T = 19°C とすれば $y = -0.0041 x^2 + 3.16 x - 12.73$
 ME T = 20°C とすれば $y = -0.0027 x^2 + 1.90 x + 263.94$

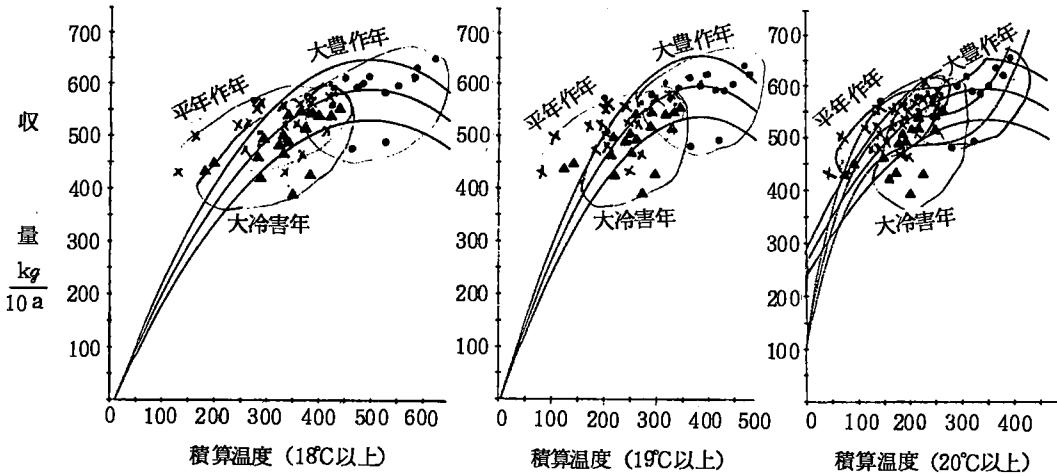


図 3. 山形県における水稲栽培と積算温度の関係

5. 演算結果の適合性

東北地方で各県下の AMeDAS 観測点の値から有効下限温度 (MET) を 18, 19, 20°C とした場合の有効積算温度と水稲収量の関係から重回帰式を求めたが, 決定係数は 5% 水準でいずれも有意であった。この関係を示す重相関係数は表 2 のようであり, 一般に 19°C で最も大きい値が得られ, 北ほどその値は大きくなると言えよう。多くの実験結果, 過去の冷害の調査から導かれた水稲の収量に対する有効下限温度を 19°C とした場合の有効性 (佐竹 1980, 田中 1983) はこの表からも明確にされた。有効下限温度を 20°C とした場合, 第 3 項がプラスになる南東北地方では, 有効下限温度はこの値より小さいと見るのが適当と考えられる。

表-2 東北地方における有効下限温度と水稲収量の二次相関係数の検討

	18°C	19°C	20°C
青森県	0.894	0.902	0.883
岩手県	0.881	0.895	0.892
秋田県	0.884	0.859	0.822
宮城県	0.813	0.881	0.774
山形県	0.843	0.896	0.714
福島県	0.721	0.799	0.742

ここでは冷害時の減収量の予測と言った観点から有効下限温度を 19°C より低い 18°C として検討をすすめた。東北地方の大冷害年 (昭和 55 年) で下限有効温度を 18°C とした場合の積算温度と収量の関係をみると, 青森県の例から下限温度を 18°C とした場合, 積算値が 70°C 以下では収量が望めない

にもかかわらず、岩手県の奥中山で約50kg/10a、宮城県の駒ノ湯で350kg/10a近く、福島県の松原で500kg/10a以上の収量が得られており、此れ等の地点は収量と有効積算温度の関係を論じる上で例外的な存在と考えられる。三地点で共通しているのは太平洋側で標高が高いことである。これは、この地方の冷害の主因であるヤマセの逆転層の上限か、あるいはそれに近い高所に存在するので気温がある程度低くても日照時間が多いため、ヤマセ地帯の低平地より高い収量が確保されたのか AMeDAS により気温が観測されている地点と水田の分布する位置とかけはなれていて気温の観測値が所在の町村の水田地帯の気温を正確に代表していないためなのかについて現地で検証が必要である。

また、有限下限温度18℃において積算値が100～200℃の間では日本海側や太平洋側の内陸部では積算値に比例して収量が直線的に増加し、積算値が太平洋側と同じなら日本海側の方がはるかに高い収量が得られることも興味あることである。これは先の例でも述べたように気温が低くてもヤマセによる移流霧あるいは低層の雲（層雲）などがなく、日照が多いこと（卜蔵 1982）によるものと考えられる。こうした低温域での収量の検討だけでなく高温域での収量も検討したのが図5である。

予測される県平均単収が最も高いのは青森県の618kg/10aで、最小は宮城県の530kg/10aであり、宮城、福島、岩手県の差は催かである。

宮城、福島の両県では最大収量もそれをあげるのに要する積算温度の値もほぼ等しいが、岩手県はこれらの県よりも100℃以上も少ない積算温度で同等の収量を上げている。これらの三県に比べ青森、秋田、山形県は60～80kg/10a以上多収であり、特に青森県では少ない積算値で多収となる。このように低温で多収が確保できるのはアキヒカリが青森県内で80%近く作付されており、他県のように品質を重視したいわゆる銘柄米指向とは異なるためと考えられる。

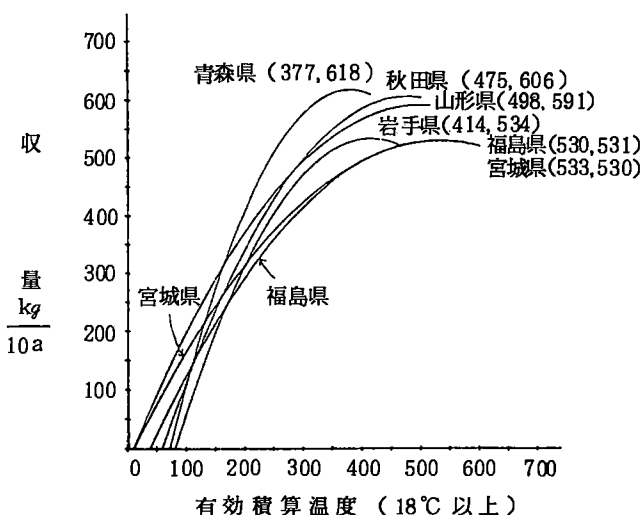


図5. 東北地方における最大収量と有効積算温度の関係

一連の研究は文部省科学研究費：課題選考61304016（代表者 江幡守衛、各大農学部教授）の分担として行なわれたものである。

引用文献

- 1) 卜蔵建治, 1988: 有効積算温度からみた北東北地方の水稻収量予測. 東北農業気象, 33, 6～10
- 2) 卜蔵建治, 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. 農業気象, 33, 309 - 315
- 3) 佐竹徹夫, 1980: イネ冷害の機構と栽培的対策. 農業気象, 35, 251 - 261
- 4) 田中稔, 1983: 稲の冷害. 農山漁村文化協会

山形県庄内地域の夏期気象変動と稲作作況

大 沼 濟
(山形県・鶴岡市)

1. はじめに

山形県庄内地域は、全国的にも良質米の生産地として知られているが、昭和62年の統計では転作が6,941 ha(水田の18.2%)行われており、稲作は32,200 haで品種ササニシキを96.2%作付けし、10 aの平均収量は595 kgとなっている。

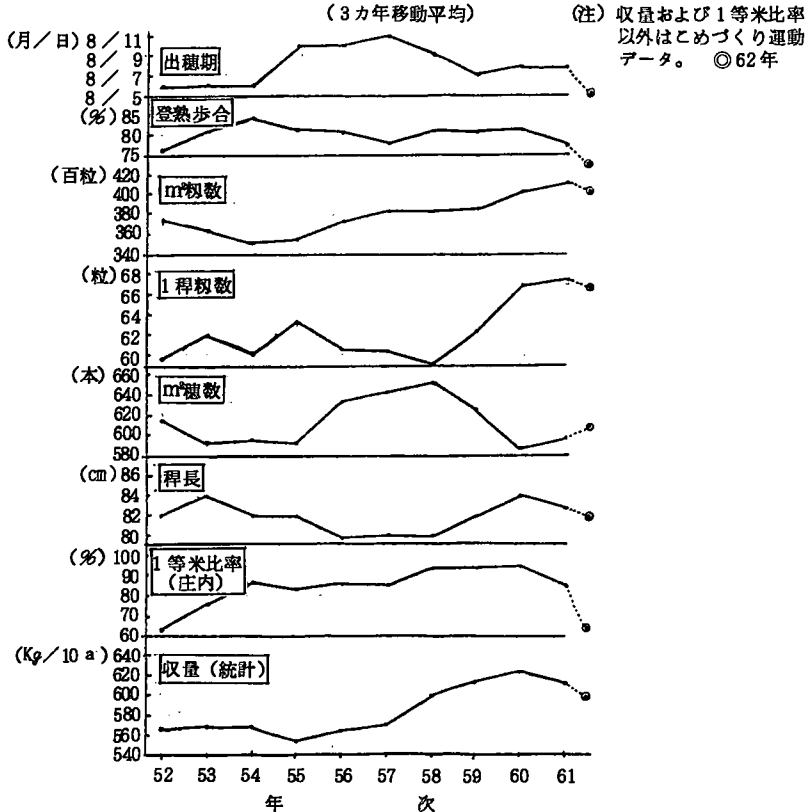
水田の82.1%は海拔50m以下であり、用排水も概ね整っているため、耕地条件は比較的に良好であるが、ただ最上川の峡谷を通して、太平洋側から庄内地域に吹き込む偏東風(清川ダシ)は、時期と程度によって一利一害を生じ、常に庄内稲作々況には大きくかかわってきた。

この様な地域環境の中で、48年度から積極的な米づくり運動が続けられ、技術が自然条件を生かしてそれなりの実績を上げてきたが、62年に至り俄然作況に変動を生じた。

この変動について、米づくり運動の稲作生育・生態調査と夏期の気象条件をもとに整理してみると、一つの因果関係があると見られたので、報告するとともに御指摘をお願いしたい。

2. 庄内地域稲作の実態

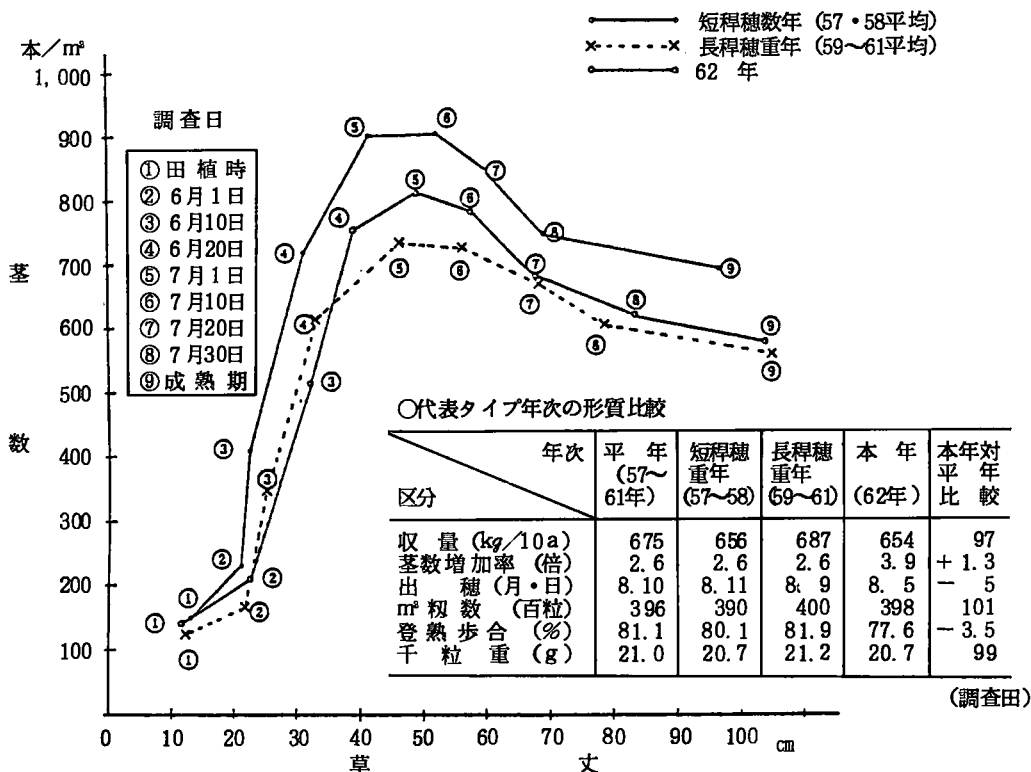
庄内稲作の概況について、累年の調査データは、統計事務所や研究・普及機関等でそれぞれ取られているが、米づくり運動(事務局・庄内経済連)としても48年以降はほぼ同一の様式で調査している。この資料を中心にここ10年の庄内稲作の動きを示すと第1図の図りである。



第1図 庄内稲作の動き

それぞれの項目について、3か年の移動平均を以て作図したが、これから次のような事がいえる。

- ① 収量：統計事務所のデータによると、昭和55年までは横這いであるが、56年から増加し60年までは急激に多収の傾向を辿った。しかし61年から下降し、62年の単年度では地域の作況指数こそ99ながら、南部平担ではかなりの低下を来した。
- ② 一等米比率：53年までは80%以下であるが、54年からは90%台で58年以降は特に高く、多収良質の実績を上げた。しかし62年は品質に問題を生じ、収量と同様に庄内南部の低落は大きく、40%に満たない農協もあった。
- ③ 稈長：80cmから85cmの範囲で変動があるが、注目されるのは56年及至58年が短稈であるのに対して、59・60年が長稈となったことで1穂粒数と同傾向である。
- ④ m²当たり粒数：稈長とは相反形質であるため、56年から3年間は多穂数であったが、59・60年は少穂数で、この関係から57～58年は短稈多穂数年、59～61年は長稈少穂数（穂重）年として対比することができる。
- ⑤ 1穂粒数：特に59年からの増加が著しく、m²当たり穂数とは反対で、稈長と比例している。
- ⑥ m²当たり粒数：穂数と1穂粒数との積として、55年からは年々増加し、61年は最高の4万に達した。
- ⑦ 登熟歩合：全体としては54年から横這いながら下降傾向があり、m²当たり粒数とは相反の関係が見られる。
- ⑧ 出穂期：56年頃が8月10日前後とやや遅いが、59～61年は生育が促進され、登熟には好適な条件であった。



第2図 生育の代表的2タイプと62年の生育相

これを要するに、品種ササニシキにとって59年から61年は、この品種本来の生態的特徴である穂数タイプでなく、むしろ反対の長稈穂重タイプで籾数が増え、生育促進があつての多収であつたといふことである。

3. とくに品質・収量の低下した62年の生育タイプ

第2図は庄内地域の30カ所にある米づくり運動の調査田のデータから作図したものであるが、草丈と茎数の相関図は短稈穂数年(57~58年)と長稈穂重年(59~61年)の生育タイプおよび問題の62年の違いを示している。

すなわち短稈穂数年は初期生育がよく、最高茎数も目立って多い。しかし、長稈穂重年の場合は最高茎数について形態的に明らかに差をみることができる。

第1表 代表タイプ年次の主要形質比較

区 分 \ 年 次	平 年 (57~60年)	短稈穂 数 年 (57~58)	長稈穂 重 年 (59~61)	本 年 (62年)	本年対 平 年 比 較
稈 長 (cm)	81.5	77.7	84.1	81.7	100
穂 長 (cm)	17.3	16.8	17.6	17.7	102
穂 数 (本/㎡)	622	694	574	594	95
最高分げつ期 (月・日)	7.5	7.5	7.3	7.1	(-) 4
有 効 茎 率 (%)	74.7	73.5	75.6	69.3	(-) 5.4
1 穂 籾 数 (粒)	64.6	56.5	70.0	67.0	104

この2つの生育タイプと収量との関係は表示のように、結果的には長稈穂重年の方が多収で、これは㎡当たり籾数と登熟歩合で裏付けられている。それに対し62年のタイプは、最高分蘗期前後の茎数が若干多い。しかし62年度の草丈と茎数との関係を見ると、非常に良質多収であつた長稈穂重年とタイプは殆ど類似しており、良質多収年になる筈であつたが、実際の収量は下回つた。ところが、62年の品質収量の結果は意外なもので頭書に示したような不良な作況に終わった。

4. 作況に影響した夏期の気象変動

ここ10年のなかでも最近の数年は気象変動が大きいようである。稲作は技術対策が進んでいるといわれながらも、気象の影響を強く受けて作況は変動するが、稲の収量構成・決定要素の成立から見ると、夏期(8月及び9月)の気象が最も関係が深い。ところで、第2表には短稈穂数年④と長稈穂重年⑤及び62年について、気温から降水量までの各要素について夏期2か月のデータ(酒田測候所)を示した。

第2表 代表タイプ年次の気象要素比較

(酒田測候所)

要素	区分	8月					9月				
		57・58年 平均A	59～61年 平均B	AとB 比較	62年 C	BとC 比較	57・58年 平均A	59～61年 平均B	AとB 比較	62年 C	BとC 比較
気温	平均(℃)	24.9	26.4	+	24.6	低い	20.4	20.5	≒	21.3	高目
	最高(℃)	28.8	31.1	+	28.4	低い	24.8	24.7	≒	25.8	高目
	最低(℃)	21.7	22.2	+	21.2	低目	16.5	16.6	≒	17.6	高目
湿度(平均)(%)	79	73	-	80	高い	76	74	-	72	低い	
曇量(平均)(%)	6.5	5.2	-	7.7	多い	6.7	7.2	+	7.2	並	
風速(平均)m/s	3.0	3.3	+	3.3	並	2.7	3.6	+	3.9	強	
日照 hr	191.9	254.0	+	173.8	少ない	165.9	152.6	≒	153.1	並	
日射量 cal/cm ² /日	400	466	+	365	少ない	321	311	≒	311	並	
降水量(mm)	109.8	110.8	≒	364.5	多い	152.5	168.5	+	102.0	少ない	

これによると、ササニシキの生態的特性の穂数タイプに逆らって、長稈穂重で多収を上げた59～61年の気象は、8月について特に顕著であるが、穂数タイプの57・58年に比べて、気温高く、湿度低く、曇少なく、日照多く、日射も多いという、まことに恵まれた条件であったことが分かる。

しかし62年の気象は一転して、59～61年に比べて、気温低く、湿度高く、曇り多く、日照・日射が非常に少なく、降水が3倍多いという結果であった。この場合に短稈穂数であれば、それ程のマイナスにはならなかったとも思われる一方、少なくとも平年程度の気象であれば、それ程の低下は無かったとも思われるが、とにかく長稈穂重というタイプは、気象条件が良ければ極めて多収になり得る反面に、不良条件には極めて欠点が出しやすい生態型であることを、端なくも実証する結果となった。

5. まとめ

従って、とくに変動の大きい最近の気象条件を考えると、品種ササニシキを圧倒的に作付けしている庄内地域としては、品種の生態的特性を活かし、極端な穂重型化を避けることが、良質安定多収の技術と考える。

参考資料

庄内米づくり運動実績報告書(昭和48年～同62年)、庄内経済連。
気象統計(累年)、酒田測候所。

水稻の生育時期別有効温度の探索

第3報 有効温度による幼穂形成期，出穂期等の予測

熊谷泰治・穴水孝道・多田 久・井畑勝博*

(青森県農業試験場・*八戸地区農業改良普及所)

1. はじめに

水稻の生育時期の予測において積算温度を用いた場合，異常な高温や低温が出現すると精度の低下することが多い。これは出現温度中の作物に利用される温量の割合がその温度により変化するためである。よって，前報では一定の生育量到達に要する日数とその間の平均気温の関係から出現温度中の温度利用効率を求め，この式を用いて分けつ発生日等の予測モデルを作成した。

今回は生殖生長期について，同様の手法を用い生育診断予測を目的として設定した圃場の昭和59～62年の4年間におけるデータをもとに穂首分化期，幼穂形成期，出穂期の予測モデルを作成した。そして，青森県農業試験場作況試験圃の中苗アキヒカリ（表層追肥），おとび同藤坂支場作況試験圃の中苗アキヒカリ（全量基肥）の生育資料を用い，精度の検証を行ったのでその結果を報告する。

2. 試験方法

生育診断予測圃において昭和59～63年の5か年，5月1日から5月31日までの期間で10日毎に計4回の移植を行い，出現温度に対する生育反応の解析を行った。

(1) 試験年次 昭和59年～63年

(2) 供試品種 アキヒカリ（中苗）

(3) 耕種概要

1) 施肥法及び施肥量 全量元肥 N・P・Kとも1 kg/a

2) 栽植密度 24.3株/m² 1株4本植

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

(4) 調査項目

草丈，茎数，葉齢（10日毎，各区40株調査）

穂首分化期，幼穂形成期，出穂期到達日

露場気温，水田水温

(5) 供試資料

青森県農業試験場 作況試験圃（以下，青森県試作況圃と略記）

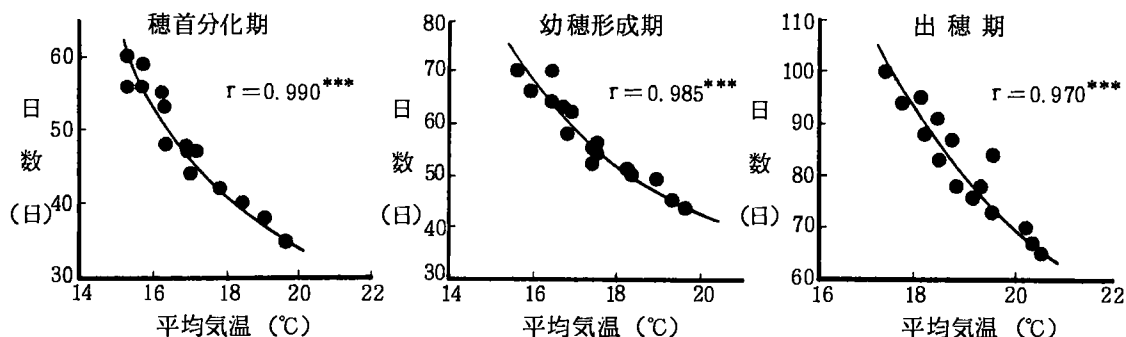
中苗アキヒカリ一表層追肥，昭和51～62年 生育資料

青森県農業試験場藤坂支場 作況試験圃（以下，藤坂支場作況圃と略記）

中苗アキヒカリ一全量基肥，昭和52～62年 生育資料

3. 試験結果及び考察

(1) 生育期到達所要日数と平均気温



第1図 各生育期到達までの所要日数と平均気温

第1図に示したように各生育期到達に要する日数とその間の平均気温には高い相関があり 曲線により近似が可能である。曲線近似の方法としては2次曲線, 指数曲線, 対数曲線等様々あるが, この程度の曲率ではどれを用いても大差ない。ここでは比較的計算が容易な双曲線を採用した。この出現気温と所要日数の関係より有効温度算出式は(1)式で表すことができる。(詳細については前報参照)

$$Q_t = \frac{(a t + b) \cdot T_{min}}{t} \dots\dots(1)$$

- Q ; 出現気温中の有効温度量 (°C)
- t ; 出現気温 (°C)
- T_{min} ; 生育期到達に要する最小温度量
- a, b ; 係数

この表現型をDVS (Development Stage) とするために(1)式を変形する。各生育期に到達するのは

$$\sum Q_t = T_{min} \dots\dots(2)$$

となるときであるから生育期到達時における(2)式は

$$\sum \frac{(a t + b)}{t} = 1 \dots\dots(3)$$

となる。この(3)式のパラメータ決定に生育診断予測圃の昭和59~62年の16のデータを用いた場合, 各々の生育期予測式は以下ようになる。なお, 以後これらを双曲線モデルと総称する。

穂首分化期予測式

$$DVS = \sum \frac{(0.0683 t - 0.792)}{t} \dots\dots\dots(4)$$

幼穂形成期予測式

$$DVS = \sum \frac{(0.0580 t - 0.693)}{t} \dots\dots\dots(6)$$

出穂期予測式

$$DVS = \sum \frac{(0.0427 t - 0.574)}{t} \dots\dots\dots(6)$$

注) $DVS = \sum DVR$
 $DVR < 0$ の場合は $DVR = 0$ とする。
 $DVS \geq 1$ で各生育期到達とする。

(2) 生育予測式の検討

これらのモデルより昭和63年の生育診断予測圃の各生育期到達日の推定を行い、その精度を検証した。昭和63年は気象変動のかなり大きい年であったが、穂首分化期、幼穂形成期の推定残差は1日程度と精度は比較的高かった。しかし出穂期の推定については実際の到達日に比べ6日程遅れた。この原因としては、7月下旬の記録的な低温を予測式が過大評価してしまったためと考えられる。

さらに、これらのモデルを用いて青森農試作況圃中苗アキヒカリの昭和51年から62年の生育期推定を行った。この結果では穂首分化期、幼穂形成期の推定値が実際の到達日より早い傾向を示した。これは、作況圃と生育診断予測圃との水温差、さらに施肥法等の栽培法の差などにより生じたものと思われる。また、昭和55年の様に5・6月の高温な年は予測値がかなり早まる傾向にあり、高温が過大に評価されていることがわかった。そして、その残差の標準偏差は穂首分化期で2.5日、幼穂形成期で2.4日、出穂期で3.6日であった。

さらに、同じ式を用いて藤坂支場作況圃中苗アキヒカリの昭和52~62年について同様に生育期の推定を行った。その結果、穂首分化期、幼穂形成期についての推定精度は比較的高かったが、出穂期については予測の遅れが目立ち、またその残差の標準偏差も3.3日と大きかった。

この予測法に対して、従来より行われている一定温度(11℃)以上の出現温度のみについて積算するモデルで青森農試作況圃の51~62年について推定を行い、両予測法の違いによる精度を比較検討した。その結果、一定温以上積算するモデルの残差の標準偏差は穂首分化期で1.7日、幼穂形成期で1.8日、出穂期で3.4日であり、双曲線モデルによる推定の残差に比べ変動は少なかった。ちなみに青森農試作況圃において、その圃場で得られたデータを用い生育期の推定を行った場合に、その残差の標準偏差は穂首分化期で1.9日、幼穂形成期で1.8日、出穂期で2.1日と変動は小さくなった。

(3) 考察

今回作成した双曲線モデルは、そのパラメータ決定のために用いた生育診断予測圃については適合性が高い。しかし、極端な高温や低温が出現した年次の生育は表現しきれていない。これは得られたデータの温度域が狭いこと、また予測モデルに用いた双曲線という関数型が適当でないことも考えられる。温度域については移植期の幅をより広くとることで、当てはめる関数型についてはノンパラメトリックな手法を試みることで解決できるであろう。

また、構築したモデルを異なる地点に適用する場合に、双曲線モデルは直線近似モデルに比べ予測精度の低下する傾向が強い。これは、この地点における温度反応をより正確に組み込んだ（生育に影響を与え、かつ気温と相関の高い要因を組み込んだ）モデルとすることで汎用性が低下するのではないかと考えられる。この結果より、やはりモデル作成においては精度追求型、汎用性の2つの方向性を念頭におく必要があると考えられる。精度追求型は重回帰式などで作成され、良い精度が得られているようである。汎用型は栽培方法等の違いにさほど影響を受けず、さらに用いるパラメータも気温、葉齢等の簡便なものではなくてはならないため、精度追求型に比べモデルの構築は難しい面を持つ。精度は多少犠牲になるにしても生育診断予測システムの生産現場への適用を考えると、その許容基準は生育期の予測で±3日程度と考えられる。ここ数年来、異常気象が頻発していることを考えると安定した精度を持ち、かつ地理的適用範囲の広いモデルの開発が望まれる。

4. 要約

各生育期の到達所要日数とその間の平均気温の関係を双曲線により近似させ、生育診断予測圃の昭和59～62年のデータを用い穂首分化期、幼穂形成期、出穂期の予測モデルを作成した。このモデルの精度を検証するために同圃場の昭和63年、および青森農試と藤坂支場作況圃の過去の年次に対して生育期推定を試みた。

生育診断予測圃の昭和63年の生育期推定結果は、穂首分化期および幼穂形成期では残差が1日程であったが、出穂期では6日程の遅れとなり、低温下の生育を表現しきれなかった。

このモデルを同一場内の作況試験圃に適用した場合に推定残差は大きく、11℃以上の出現気温を積算して生育期を推定するモデルより精度は低下する傾向がみられた。そのため、適用範囲の広いモデルを作成するためには、より広範囲なデータを用いる必要があると考えられた。

参考文献

- (1) 羽生寿郎・内島立郎, 1961: 気象条件からみた水稻の出穂期の遅速. 東北の農業気象, 第7号
- (2) 井畑勝博・穴水孝道・多田 久, 1987: 水稻の生育時期別有効温度の探索, 第1報 活着期の気温と水温. 東北の農業気象, 第32号
- (3) 熊谷泰治・穴水孝道・多田 久・井畑勝博, 1988: 水稻の生育時期別有効温度の探索, 第2報 分けつ期の気温と水温. 東北の農業気象, 第33号

日照時間と籾数をもちいた登熟歩合の予測の適用性

高 取 寛

(山形県立農業試験場庄内支場)

出穂期以降の積算日照時間・積算気温等と m^2 当り籾数を説明変数とした重回帰モデルで登熟歩合を予測しようとする例は多い。¹⁾³⁾ また、そのような重回帰モデルを用いた予測値を作況情報として利用している例²⁾³⁾や、ある地域の適正籾数を策定するための資料¹⁾としている例もある。

また、本県(山形県)で行われている生育予測及びその作況情報としての提供には、その基礎となる組織的かつ多数のデータの蓄積を必要とする⁴⁾。これに対して、比較的少ないデータでモデルを構築できる重回帰は、適用性について考慮すれば簡便な手段として実用的であろう。

本論は、ササニシキの登熟歩合予測時に重回帰モデルを用いた場合の適用性に関し二三の知見を述べるものである。

1. 方法

重回帰モデルの基礎となるデータには山形農試本場・同庄内支場における作況試験のデータを用いた。各々には地域慣行に準じた栽培管理に基づく「標準区」と、幼穂形成期・減数分裂期の追肥を増加して籾数を増加させる「対照区」があり、その両方のデータを用いた。

なお、本場分はササニシキ稚苗栽培をとりいれた1973年から1980年の移転前までのデータ(N=16)を用い、庄内支場分については同じく1973年から1985年までのデータ(N=26)を用いた。

また、説明変数の選択には後退法を用いた。このとき、必要な精度が得られるならば、説明変数の数は少ないほうが良いとする統計的理由及び、栽培上の対応技術の観点も加味して、説明変数を出穂後30日間の日照時間と m^2 当り籾数の2変数とした。

2. 結果と考察

出穂後30日間の日照時間と m^2 当り籾数を説明変数とした場合の重相関係数は、本場0.828、支場0.799(各々式①②)であった。なお、出穂期以降の日照時間の積算期間を長くすると重相関係数の増加する傾向が認められた。しかしながら、落水時期を対応技術としようとする観点から、出穂後30日間の積算日照時間を用いた。なお、式①～④における日照時間の偏回帰係数のt検定では有意性は認められなかったが、変数減少法の関係で残った。また、これらの式の偏回帰係数の正負は籾数に負、積算日照時間に正と生理的特性に一致するものであった。

登熟歩合の予測程度はどの程度から実用可能かとする議論がある。本県で実用化されている生育予測に関しては、予測時期によっては登熟歩合実数で5%付近までの誤差の生じることがある⁴⁾。したがって、本論では5%以内の誤差を許容範囲とすることにした。

式①の残差を個々のサンプルについて見たとき、倒伏程度(0~4表示)が1~3のものは残差の絶対値が1.3~5.1%であり、倒伏程度が4のものは4.8~10.6%と大きい傾向にあった。庄内

支場のサンプルについても倒伏程度4のものは、それ以下のものと比較して大きい傾向にあった。なお、本場・庄内支場のサンプルから倒伏程度が4より大きいものを除去した場合の重回帰係数は各々0.890(式③, N=12)と0.802(式④, N=24)であった。

このような観点から、倒伏程度が本重回帰モデルの適用性に与える影響については、以下のことが言える。すなわち、倒伏程度が3より大きい場合は、5%以上の残差の生じることが多く、適用性は極めて低い。強倒伏が予想される時には、このようなモデルの適用はひかえるべきと思われる。なお、当初はこれらの説明変数に倒伏程度を説明変数とした重回帰式もあったが、変数選択の過程で倒伏程度は除かれた。倒伏時期の問題等もあり、単純に成熟期の倒伏程度を説明変数とすることは困難と思われる。

本場と庄内支場の重回帰式間(式③と式④)で平行性の検定と位置の違いの検討を行ったが、これらのF値は各々0.16と0.87でいずれも5%以下での有意差は無かった。

しかしながら、これらの2式を総括してN=36の式(式⑤・ $R=0.892$)をもちいた場合、次のような予測精度上の問題点が生じた。

式①と式②において、各々サンプルについて5%以上の残差が出現する率を見た場合、各々 $1/12 \cdot 3/24$ であったが、式④の場合は $13/36$ であった。すなわち、重回帰係数の若干の増加があっても、定めた許容範囲以上の残差の出現する頻度が高くなった。よって、統計的な有意差が無くとも、その総括については予測精度上からの検討が必要と言えよう。

また、こうした回帰モデルの外挿性の観点からも³⁾ 定点的取り扱いをするのが良いと思われる。

中山らはキヨニシキで出穂後40日間の日照時間と m^2 当り籾数を説明変数とした重回帰モデルで登熟歩合を推計し、重回帰係数0.883を得ている¹⁾。すなわち、他品種への適用性もあるものと思われる。

また、同じく中山らは遅延型冷害年次の適用性についても言及し、普通年次と比較して残差が小さいことから、遅延型冷害年における適用性も高いとしている。しかしながら、障害型冷害年次の適用性については不稔籾の影響により、適用性は低いとしている¹⁾。ササニシキについてみると、中山らが使った冷害年のデータと同程度の遅延型冷害を受けた例は山形農試及び庄内支場にはない。これらのうち、遅延型冷害年とされた1973年・1975年の本場のサンプルの残差の絶対値1.3~5.1%とはば許容できる範囲にあった。すなわち、遅延型冷害年とされる年次においても、ササニシキについてはある程度の適用性があると思われる。

これらの中で、これらは遅延型冷害年のサンプルを含むデータで得た重回帰モデルであり、全くそうしたサンプルを含まない重回帰モデルの遅延型冷害年次における適用性は別に検討されるべきである。

引用文献

- 1) 中山義明他, 1982: 最近の異常気象条件下における最上地域水稻の良質多収について. 山形農試研報, 17, 15~26.
- 2) 田中 良他, 1984: 水稻の生育と収量の予測システムの開発. 第1報 出穂期以降における収量の逐次予測. 日作東北支部報, 27, 43~44.

- 3) _____ 1985: _____, 第2報 本田生育の診断予測.
 _____, 29, 25~26.
- 4) 谷藤雄二他, 1985: 水稻生育の逐次予測モデルの構築とその適用. 山形農試研報, 19, 1~21.

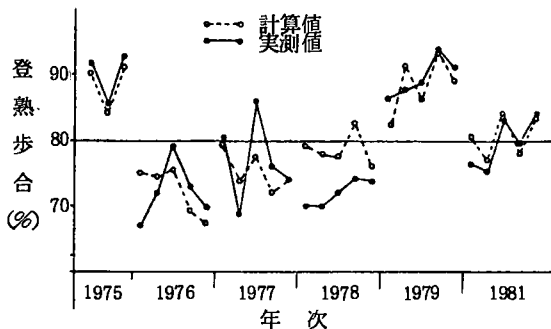
表1. 本試験に関係する各種重回帰式

- 山形農試本場の全サンプルによる重回帰式 (n=16, R=0.828)
 $Y = 125.4 + 0.04251 X_1 - 0.1387 X_2 \rightarrow \textcircled{1}$
 Y; 登熟歩合% X_1 ; 出穂後30日間の日照時間hr X_2 ; 籾数/m² (×100)
- 式①から倒伏程度4のサンプルを除去した場合 (n=12, R=0.890)
 $Y = 122.0 + 0.06259 X_1 - 0.1379 X_2 \rightarrow \textcircled{2}$
- 庄内支場の全サンプルによる重回帰式 (n=26, R=0.799)
 $Y = 113.6 + 0.04903 X_1 - 0.1166 X_2 \rightarrow \textcircled{3}$
- 式③から倒伏程度4のサンプルを除去した場合 (n=24, R=0.802)
 $Y = 112.7 + 0.04706 X_1 - 0.1162 X_2 \rightarrow \textcircled{4}$
- 本場・庄内支場分 (式②・式④) を総括した場合 (n=36, R=0.892)
 $Y = 112.8 + 0.05099 X_1 - 0.1145 X_2 \rightarrow \textcircled{5}$
- キヨニシキの場合 (中山ら, 1982, R=0.883)
 $Y = 98.51 + 0.134 X_1 - 0.141 X_2 \rightarrow \textcircled{6}$

表2. 出穂後の日照時間の積算期間と重相関係数

期間(日)	20	30	40
重相関係数	0.769	0.799	0.820

注) 庄内支場のサンプル (n=24) による。



注) 1976, 1981が遅延型冷害年次で1978年は障害型冷害年, その他は普通年次

図1. 式⑥を用いた時の遅延型冷害年次の適用性 (中山ら, 1982)

表3. 倒伏程度と残差

番号	倒伏程度	計算値	実測値	残差
1	1	57.4	60.0	+ 2.6
2	1	68.3	72.4	+ 3.9
3	1	81.9	82.6	+ 1.3
4	1	67.4	64.5	- 2.9
5	2-3	81.1	84.1	+ 3.0
6	3	70.1	74.3	+ 4.2
7	3	67.2	63.4	- 3.8
8	3	67.0	70.6	- 3.6
9	3	62.2	67.3	- 5.1
10	3	84.7	88.1	+ 3.4
11	3	78.3	83.1	+ 4.8
12	3-4	80.3	86.1	+ 5.7
13	4	76.4	65.8	- 10.6
14	4	76.0	67.4	- 8.6
15	4	73.1	66.7	- 6.4
16	4	65.5	60.8	- 4.8

D V S 値による水稻發育段階の推定

谷 藤 雄 二

(山形県立農業試験場庄内支場)

堀江¹⁾の提唱したD V S (Developmental stage)は、日平均気温によって水稻の發育段階を表す尺度である。D V S 値がコシヒカリの移植日から出穂期までの期間の發育段階を連続的に数値化して表せることは山本ら²⁾が明らかにし、また北陸地域の各県農試ではその実用化の検討がなされている⁴⁾。

山形県においては、ササニシキの生育を逐次的に予測する方法を確立しているが³⁾、發育段階を簡易かつ高精度で予測する方法についての検討は十分とは言えない。

そこで、本研究においては、山形県の主要品種であるササニシキとキヨニシキのD V R (發育速度)を求める式を作成し、D V S と發育段階との適合性ならびにその活用面について検討した。

1. D V R、D V S の算出

D V R は毎日の發育速度、D V S は毎日のD V R を積算して次のように与えられる。また、一日当たりのD V R i は日平均気温の関数として(2)式で表される。

$$D V S = \sum D V R i \quad \dots\dots(1)$$

$$D V R i = 100 / G [1 - \exp \{ -Kd (T_i - T_{cd}) \}] \quad (T_i \geq T_{cd})$$

$$D V R i = 0 \quad (T_i < T_{cd}) \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 T_{cd} は發育の最低温度、 G と Kd はパラメータである。供試品種の(2)式のパラメータは次の方法によって推定した。

ササニシキ : 1974年(昭49)山形農試において、移植を4月20日から7日毎に6月27日まで11回繰り返した。苗は2.2葉の稚苗、1株当たり5本植、栽植密度22.2株/㎡、施肥はN成分で基肥0.4 kg/a、活着期0.2 kg/a、幼穂形成期0.2 kg/aとした。各区の出穂期は、4月20日植の8月1日から、6月27日植の9月3日までの範囲にわたり、移植日から出穂期までの所要日数は最短の区で69日、最長の区で104日であった。次に、移植日から出穂期まで、毎日の平均気温を(2)式に代入し、移植日のD V S を10、出穂期のD V S を100とする制約条件のもとで、パラメータ G 、 Kd 、 T_{cd} をシンプレックス法によって推定した。その結果は(3)式で与えられる。

$$D V R i = 100 / 52.9 [1 - \exp \{ -0.118 (T_i - 13.3) \}] \quad \dots\dots(3)$$

キヨニシキ : 1976年(昭51)から1978年(昭53)の3年間、旧山形農試尾花沢試験地において、移植を5月15日、30日および6月15日に行った。移植時の苗は2.1~2.3葉、1株当たり5本植、栽植密度22.2株/㎡とした。各区の出穂期は8月3日から9月4日の範囲にわたり、移植日から出穂期までの所要日数は最短の区で76日、最長の区で93日であった。ササニシキと同方法で(2)式のパラメータを推定した結果は(4)式で与えられる。なお、(4)式のパラメータは初期値の与えかたによっては収束しない場合もあったが、多様な初期値を与えた中から、ほぼ平均的な値をパラメータの推

定値とした。

$$DVR_i = 100 / 75.4 \{ 1 - \exp \{ -0.213 (Ti - 9.6) \} \} \dots\dots\dots (4)$$

(3)式と(4)式のパラメータのうち、発育最低温度である T_{cd} の推定値は、ササニシキ 13.3°C 、キヨニシキ 9.6°C であり、両品種間には 3.7°C の差がみられる。この差が品種特性によるものか、あるいは計算上によるものかは明らかでない。しかし、著者らは⁵⁾ 両品種の分けつ初発生に關与する水温には、約 3°C の差がみられ、キヨニシキはササニシキより低水温での分けつ発生が可能なることを認めている。

ここでは、シンプレックス法で収束したパラメータを用いることとし、(3)、(4)式による発育段階の適合性の検討を行った。

2. DVSと出穂期の適合性

ササニシキのDVS値を県内各場所および年次別に計算したのが第1表である。表中のDVS値は、まず移植日を10として、これに日平均気温 T_i を(3)式に代入して求めたDVRを積算したものである。各場所のデータは、庄内支場と山形農試は作況試験、遊佐町と天童市は奨励品種決定調査成績

第1表 出穂期のDVS値

年次	品種 場所	ササニシキ			キヨニシキ		
		庄内支場	遊佐	山形農試	天童	金山	向町
昭51	51	100	98	98	101	-	-
	52	97	91	89	89	100	95
	53	102	96	101	97	98	93
	54	102	99	100	100	104	102
	55	104	97	98	102	108	104
	56	96	92	92	94	100	99
	57	98	97	99*(88)	92	107	104
	58	96	94	97*(85)	92	107	101
	59	103	100	100*(91)	95	100	100
	60	102	95	99*(88)	92	100	99
	61	93	95	95*(82)	90	101	104
	62	97	99	100*(90)	-	100	102

庄内支場、山形農試：作況試験成績

遊佐、天童、金山、向町：奨励品種決定現地試験成績

ササニシキ

$$DVS = \sum_{i=1}^n DVR_i \quad (1)$$

$$DVR_i = 100 / G \{ 1 - \exp \{ -Kd (Ti - T_{cd}) \} \} \quad Ti \geq T_{cd} \quad (2)$$

$$DVR_i = 0 \quad Ti < T_{cd}$$

$$DVR_i = 100 / 52.9 \{ 1 - \exp \{ -0.118 (Ti - 13.3) \} \} \quad Ti \geq 13.3 \quad (3)$$

$$DVR_i = 0 \quad Ti < 13.3$$

但し、山形農試57~62年(*印)の $T_{cd} = 12.0$

キヨニシキ

$$DVR_i = 100 / 75.4 \{ 1 - \exp \{ -0.213 (Ti - 9.6) \} \} \quad Ti \geq 9.6 \quad (4)$$

$$DVR_i = 0 \quad Ti < 9.6$$

$$DVR_i = 35 / 8266.8 t^{-1.833} \quad 18.0 < t < 30.0 \quad (5)$$

(t は DVS 値65到達日以降の日平均気温)

である。供試苗はいずれも稚苗である。表中のDVS値が100であれば出穂期の実測値と一致し、DVS値と出穂期の適合性が高いことを示す。DVS値が97～103の範囲は、出穂期の実測値のおおよそ±2日の範囲に相当する。

そこで、この範囲の値を、DVSと出穂期の適合性の良さを表す目安とすると、庄内支場は12年間のうち、8年間で適合性が高く、気温変動の激しかった56年と61年のDVSはこの範囲から大きくかけ離れ、適合性は低かった。遊佐町は庄内支場と同傾向にあり、庄内地域での適合性は総じて高いとみられた。これに対し、内陸地域の山形農試と天童市は適合性は総じて低く、とくに山形農試では57年に現在地（山形市みのりが丘）に移転した後の適合性は著しく低かった。このため、当場が移転した後の57～62年にのみ、 Tcd を12に変更してDVRを計算した結果、DVS値は61年を除いてはいずれの年次も適合性は高かった。

(3)式の適合性が、場所によってこのように異なる要因は明らかでない。例えば、5～7月の平均気温は山形農試（みのりが丘）は庄内支場より0.5℃低く、移植日は5日も遅い。にもかかわらず、山形農試の出穂期は庄内支場より2日早い。このことは、出穂期の早晚が気温のみで単純に説明できるものでなく、気温以外の風速や灌漑水温などの気象要素、施肥、水管理などの栽培要素、それに生育量などの稲体要素が出穂に及ぼす影響は無視できないと考えられる。

山本ら²⁾は、移植日から幼穂形成期までの期間のDVRは(2)式で、幼穂形成期から出穂期までのDVRは、この期間の平均気温と、幼穂形成期から出穂期迄の日数との2次式で求めることによって、DVSと出穂期との適合性が高まることを報告している。本報においても、幼穂形成期のDVSを65とし、山本らと同方法によってこの点を検討し(5)式を得たが、本式を適用してもDVS値と出穂期との適合性は向上しなかった。(5)式の t はDVS値65の到達日以降の日平均気温である。

$$DVR_i = 35 / (8266.8 t^{-1.833}) \quad 18 < t < 30 \quad \dots\dots (5)$$

次にキヨニシキのDVSを(4)式を用いて計算した結果を同じく第1表に示す。本品種は山形県では県北地域に主として作付されていることから、DVSと出穂期との適合性はその地域の代表的な地点である金山町と最上町向町（いずれも奨励品種決定現地調査地点）のデータに基づいて検討した。ササニシキと同様に、DVS97～103の範囲を適合性の良さを判定する目安とすれば、この範囲にある年次数は金山が11年間のうち7年、向町が同じく6年であった。両場所とも適合性は比較的高いとみられる。しかし、年次によっては大きくかけ離れる場合もあり、(4)式が県内のキヨニシキの作付地帯に広く適用できるかどうかはさらに検討を要する。

3. DVSの応用

(3)式によるササニシキのDVS値と出穂期との適合性が比較的に良好であった庄内支場の作況試験データに基づいて、DVSの応用面について次に検討した。

DVS値と葉齢との関係：従来から水稻の発育段階を表す尺度として葉齢が用いられている。もし葉齢とDVS値との間に強い関係を見いだせるなら、葉齢をDVS値に読みかえて表すことができる。第2表は年次別の各葉位抽出日（葉位は不完全葉を除く）のDVS値である。5～6月に異常低温の連続した56年と61年を除いて、葉位抽出日のDVS値をみると、5葉は20～23、6葉は26～29、7葉は32～34、8葉は37～41、そして9葉は44～50の範囲にあり、年次によるばらつきは小さく、ほ

第2表 各葉位抽出日および最高分けつ期のDVS値(庄内支場)

葉位 年次	5	6	7	8	9	10	11	12	最高分 げつ期
昭51	22	26	33	39	45	56	62	75	55
52	22	27	33	40	44	56	67	77	48
53	23	28	34	42	50	62	74	83	60
54	20	27	33	38	48	59	73	84	58
55	22	29	33	39	47	56	67	80	57
56	18*	23*	28*	36*	41*	49*	56*	64*	52
57	22	28	33	39	46	55	67	76	59
58	21	24*	32	38	47	58	70	—	50
59	21	28	34	39	48	58	65	80	60
60	22	28	33	40	49	57	71	78	55
61	18*	23*	28*	34*	42*	50*	63*	—	50
62	24	28	33	37	47	59	70	78	52
平年	22	27	32	39	49	57	68	79	55
範囲	20~23	26~29	32~34	37~41	44~50	55~62	65~74	75~84	48~60

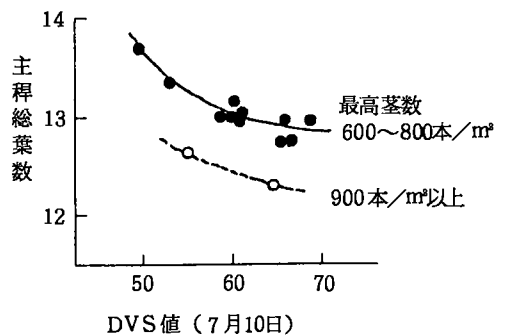
(範囲は*印を除く)

ば一定の値を示している。しかし10葉以降、とくに11, 12葉抽出日のDVS値の年次によるばらつきは大きい。なお、山本ら³⁾はコシヒカリで5葉のDVS値は21, そして10葉は52であるとし、本結果と近似した値を算出している。このことから、ササニシキのDVS値による葉齢の推定は9葉抽出までは比較的の高い精度で可能であるが、10葉抽出以降はDVS値の年次によるばらつきが大きく、葉齢推定にこの値を用いることはできないと考えられる。DVS値が10葉以降からばらつきの大きくなる要因は、この時期は最高分けつ期頃に相当すること、出葉転換期であること等から、出葉速度が単に気温のみでなく、生育量や稲体栄養などの諸要素に影響されるためと考えられる。

DVS値と主稈総葉数との関係：5月10日に移植したときの6月30日(移植後51日)、7月5日(同56日)および7月10日(同61日)のDVS値と主稈総葉数との関係をみると、6月30日と7月5日では共に一定の傾向は認められなかったが、7月10日では両者に負の関係が認められた。すなわち、最高茎数が、600~800本/m²の年次では、7月10日のDVS値の小さい年次は主稈総葉数は多く、DVS値の大きい年次では総葉数は少なかった。また、最高茎数が900本/m²以上と多い年次も前者と同傾向にあるが、DVS値が前者と同値であっても主稈総葉数は少なかった(第1図)。

DVS値と最高分けつ期との関係：最高分けつ期のDVS値は48~60の範囲にちらばっているが、平均的にみると55である。この値は、コシヒカリの52³⁾と近似している。

DVS値と幼穂の発育段階との関係：庄内支場の作況試験では7月10日前後に幼穂の発育状況を調査している。この時点でのDVS値と幼穂発育段階との関係をみると、年次によるばらつきはあるが、平均的にはDVS値50が穂首分化期、55が第一枝梗分化期、60が第二枝梗分化期、そして65が穎花分化初期に相当すると推定された。



第1図 DVS値と主稈総葉数との関係(庄内支場)

以上の応用例にみられるように、DVS値を尺度として発育段階を推定する方法は、アメダスやメッシュ気象の情報を入力することによって、その有効性は一層向上する。すなわち、毎日の気象情報の入力によって、時々刻々とイネの発育段階の評価、予測が可能となり、栽培管理のための情報を生産現場に提供できることになる。さらに、発育段階の的確な評価は、いま山形県で構築されている生育の逐次予測⁶⁾の精度向上にも寄与すると考えられる。

しかし、DVS値による発育段階の推定は年次のふれも大きい場合がみられること、稲作期間の気温経過の異なる場所では(2)式のパラメータを新たに推定せねばならないなどが示唆されたことから、その有効性や応用面についてはさらに検討を重ねる必要がある。

引用文献

1. 堀江 武, 1985: 北陸の気象と水稻生産. 日本農業気象学会北陸支部会誌, 10, 84~92.
2. 山本良孝ら, 1986: 気温による水稻の発育段階予測について. 北陸作物学会報21, 47~48.
3. 山本良孝ら, 1987: 同, 第2報 DVS値と葉齢, 葉齢指数及び幼穂長との関係. 北陸作物学会報, 22, 17~18.
4. 北陸地域水稻生育診断. 予測技術開発研究会資料, 1988.
5. 谷藤雄二ら, 1980: 水稻品種の気象反応と適応性に関する定量的研究. 山形農試研報, 14, 1~17.
6. 谷藤雄二ら, 1985: 水稻生育の逐次予測モデルの構築とその適用. 山形農試研報, 19, 1~22.

レーザ・レーダによるやませ観測

—昭和62年度の観測結果—

十文字 正憲・内山 晴夫*

(八戸工業大学電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに 我々は、大型レーザ・レーダ装置を用いて過去4年間にわたり、やませ霧の観測を行ない、かなり詳細なデータを得ている。今回は、62年度の観測結果について述べる。

高出力レーザを放射し、雪、やませ、電離圏の電子層などに当て、後方散乱光を大型望遠鏡で集光し、電気信号に変えてブラウン管に表示する。レーザ・ビームと望遠鏡をスキャンすることにより、雲、やませ、原子層などが立体的に表示することが出来る。
レーザ装置

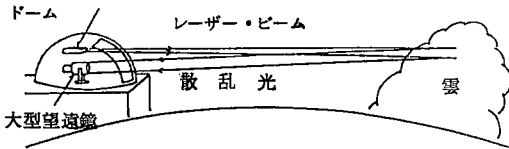


Fig.1 レーザ・レーダ装置の概念図

3. やませ観測 Fig.2は、水平方向の観測例である。本学から約1 kmに霧のピークがあり、87年度も、この付近に霧が停滞するのが再確認された。

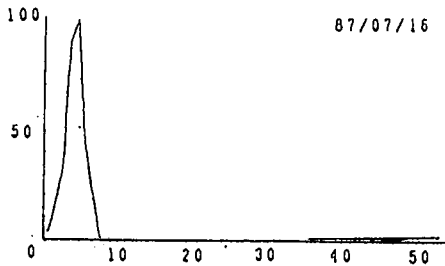


Fig.2. 水平観測例

Fig.3は、垂直方向の観測例であり、62年度初めて観測されたものである。上空500 m付近が最も濃く、800 m付近で消えている。更にその上空1,000 m付近に小さなピークがある場合もあった。

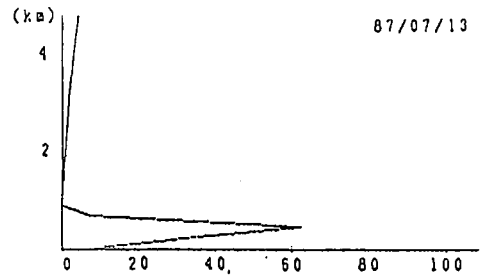


Fig.3 垂直観測例

Fig.4は、霧の垂直方向のスピードを示したものである。秒速0.5 mぐらいでゆっくりと周期的に働いているのがわかる。

2. レーザ・レーダ装置 装置の概念図をFig.1に示す。レーザ光をやませ霧に当て、その後方散乱光を測定して、霧の密度分布や時間変化を観測する装置である。装置の性能をTable 1に示しておく。

Table 1. レーザ・レーダ装置の性能

・ドーム	直径	5 m	高さ	30 m
	標高	100 m		
	視野	360° 水平	90° 垂直	
・送信機	レーザ	フラッシュランプ励起色素レーザ		
	波長	可変 (5,800~6,100Å)		
	出力	5 J 非同調時	1 J 同調時	
	パルス幅	2 μ sec		
	ビーム拡がり	2 m rad		
	スペクトル幅	0.02 Å		
	繰り返し率	最大1 Hz		
・受信機	望遠鏡	50cm Cassegrain タイプ		
	視野	5 m rad		
	フィルタバンド幅	15 Å		
	フォト・マル	EMI R374		

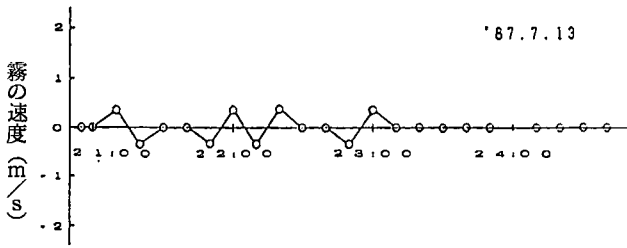


Fig. 4 霧のスピード

4. フーリエ解析

霧のスピード及び濃度の時間変化の周期を求めるためにフーリエ解析を行なった。

Fig.5は、霧のスピードの生データであり、これをフーリエ解析すると、Fig.6のように周期が求まる。卓越する周期は24分、32分、40分および60分

などである。

Fig.7は、上空500 mの霧の濃度の時間変化の測定結果であり、これをフーリエ解析すると、Fig.8.のようになる。20分、33分および16分などの周期が卓越しているのが判る。

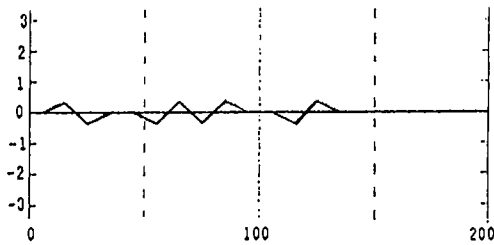


Fig.5 生データの表示

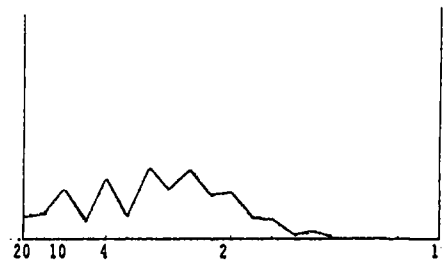


Fig.6 スピードの周期

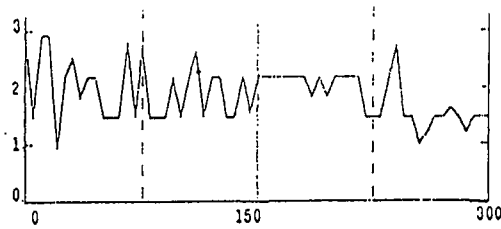


Fig.7. 霧の密度の時間変化

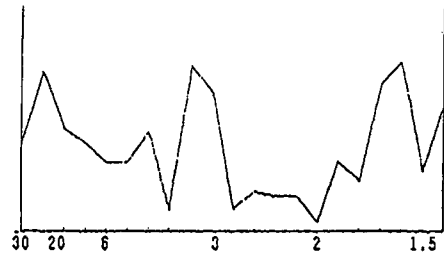


Fig.8 霧の密度の時間変化の周期

5. おわりに

87年度やませ霧のレーザ・レーダ観測について述べた。さらに、フーリエ解析により、やませ霧の実態がかなり明らかにできた。

静電式ネット処理によるヤマセ対策ほ場試験結果について

内山晴夫・十文字正憲・高木哲男**・金澤俊光*

(八戸工業大学・*青森県農業試験場藤坂支場)

1. 諸言

三陸沿岸から下北半島を経て北海道の太平洋沿岸一帯にかけては、初夏から夏の時間に、ヤマセと呼ばれる冷湿な偏東風が吹走する。このヤマセは、気温の低下と共にしばしば濃霧の発生を伴いこれらの地方の農業、特に水稻の生育に悪影響を与えており、冷害の元凶と恐れられている。そのため、八戸工大(1987)の呼びかけにより、農業関係者はもちろん工学関係者も加わった学際的な研究会も開かれ、十文字(1987)によるレーザー・レーダを用いた霧観測をはじめとするヤマセの実態解明に対する努力と同時に、穴水・永沼・高橋(1983)、青森県(1987)や内山・十文字(1987)によるその対応策の検討が試行されている。

本文は、ヤマセ対策の一環として霧に注目したもので、静電気を応用した霧消去装置の開発と基礎実験、および十和田市の試験田で実施した、静電式ネットによるヤマセ霧対策フィールド実験の方法と成果について述べたものである。

2. 静電式ネットの開発と室内実験

(1) 霧液化消去の原理

図1の実験装置で、1の針電極を3の高圧直流電源(3KV以上)の陽極に接続し、2の平板電極を陰極に接続すると、針電極の近傍はコロナ放電の状態となる。そこへ、霧粒子4を導くと、コロナ放電により発生した正イオンが霧に付着し、霧粒子は正に帯電する。そのため、霧粒子はクーロン力により2の負電極に吸引されて吸着し、5のように蓄積したものは液状化するので、7の容器に回収される。この際、高圧電源の極性を逆にしても、もちろん同様の効果が認められる。

(2) 網状電極を用いた基礎実験

網状電極(130×130mm²、網目10×10mm²、直径1mm、開口比70%)を用いた回収実験を行ない、図2の結果を得た。電極間隔が10mmの時は、平板電極の時の90%の回収能力を示しており、網状電極も充分使用可能であることを確認した。

3. ヤマセ霧対策フィールド実験

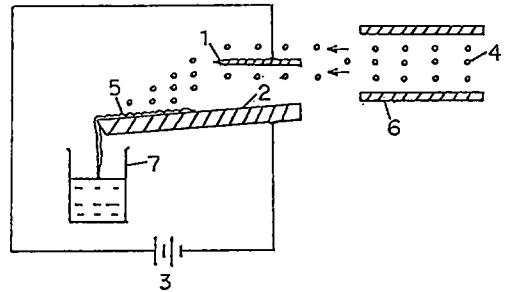


図1. 静電式霧液化回収装置

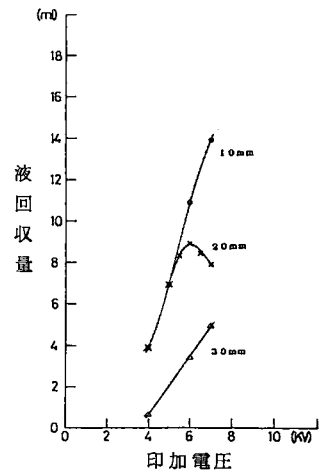


図2. 網状電極の特性

** 現在青森県農業試験場

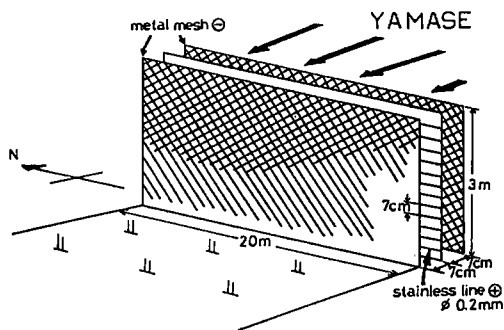


図3. 静電式ネットの構造

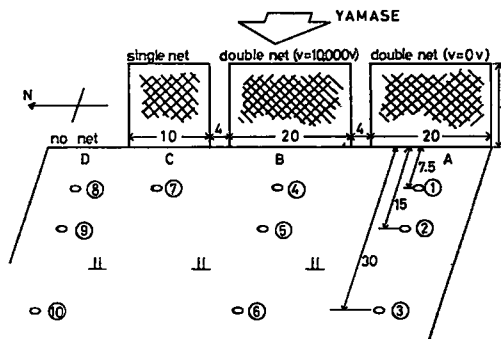


図4. ほ場の実験区の状況

(1) 静電式ネットの設置

十和田市の相模川下流域の水田に、図3のような高さ3m、長さ20m、網目3mmのビニール被膜金網を、140mm間隔で二重に張り、その中央部に直径0.2mmのステンレス細線を70mm間隔で水平にスグレ状に張って、これに1万Vの電圧を印加する霧液化消去装置（以下静電式ネットと呼ぶ）を設置した。完成した静電式ネットの設置状況を写真1に示す。南北方向の畦畔に沿う網面に対してヤマセはほぼ垂直に吹走する。図

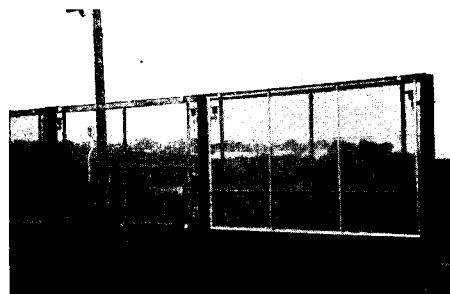


写真1 静電式ネットの設置状況

4は、ほ場の状況を示したものであり、規模や構造は同じであるが、通電をしないで単なる二重網としたA区域、通電して霧消去も行なう本来の二重網のB区域、高さは同じだが長さが半分の10mで単に網を一枚張っただけのC区域、そして何も対策を施さないD区域の4実験区から成っており、各区域ともその中央から7.5m（2.5H）、15m（5H）、および30m（10H）の距離の合計10地点（No.1～10）を稲作の生育ならびに収量の調査点とした。

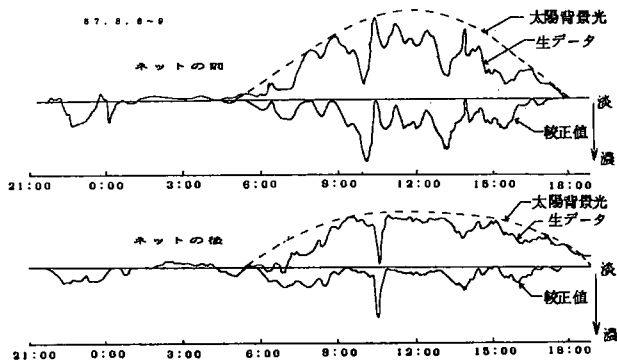


図5. 静電式ネット前後における霧の測定データ

(2) 霧濃度測定センサの試作と霧の観測

投光器のLEDと受光器のフォトランジスタを対向させた霧濃度センサを試作し、これを静電式ネットの風上および風下側にセットして得たデータの一例が図5であり、予想以上に日中の背景光が強く、破線で示した重畳成分を差し引いて霧の濃度データとして校正し直したものが、同図に示す校正曲線である。風上側のデータと風下側のデータとを比較すると、濃霧度が低下していることから、静電式ネットによる霧消去の状況を認めることができるが、10時頃の濃霧のピークには充分対応しきれなかったことが窺える。

(3) 実験結果

アキヒカリの稲作調査と併行して、気温および湿度調査を2地点 (No 5, 9), 水温調査を5地点 (No 1, 2, 5, 7, 9) で実施した。図6より、静電ネット処理をしたB区は、無処理D区に比べて、最高気温が1~2℃高まる傾向を認めることができる。図7に示すNo 1, 7, 9の水田水温のグラフで、矢印は、やや低温・少照で経過した時期を示しており、この期間についての平均値を表1に示す。ネット処理のA, B区は、無処理区Dに比べて0.5℃高くなっており、保温効果が認められる。図8のNo 2, 5, 9地点の水田水温についても、同様に平均値を求めたものが表2であり、A, B両区に認められる保温効果に大差ない。

表3および4からわかるように、稲の生育、収量共にネット処理の相異による差異が判然としないのは、ほ場の地カムラが原因と思われる。また、出穂期については、A, Bの二重網区には違いないが、共にネット一重のC区や無処理のD区に比べて、1~2日早まる傾向があった。

表1. ヤマセ期の平均水田水温 (2.5 H)

区 Na	区 名	ネットからの距離 (m)	ネット高倍率 (H)	最高水温 (°C)	最低水温 (°C)	平均水温 (°C)
1	二重網A区	7.5	2.5	24.0	19.8	21.9
7	一重網C区	7.5	2.5	23.7	19.9	21.8
9	無処理D区	15.0	5.0	22.9	19.7	21.3

表2. ヤマセ期の平均水田水温 (5 H)

区 Na	区 名	ネットからの距離 (m)	ネット高倍率 (H)	最高水温 (°C)	最低水温 (°C)	平均水温 (°C)
2	二重網A区	15.0	5.0	23.8	20.0	21.9
5	一重網B区	15.0	5.0	24.0	20.1	22.1
9	無処理D区	15.0	5.0	22.9	19.7	21.3

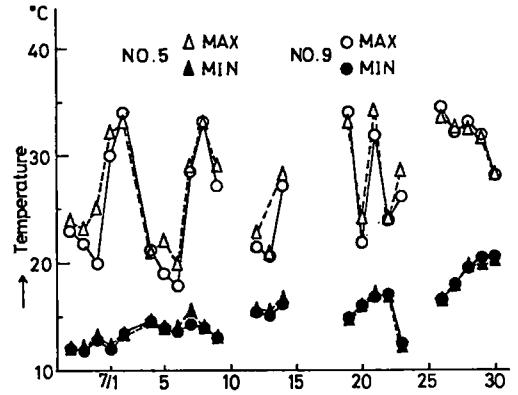


図6. ネット処理および無処理区の気温

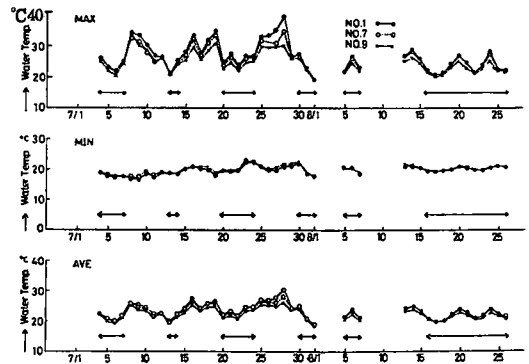


図7. 水田水温の変化 (2.5 H)

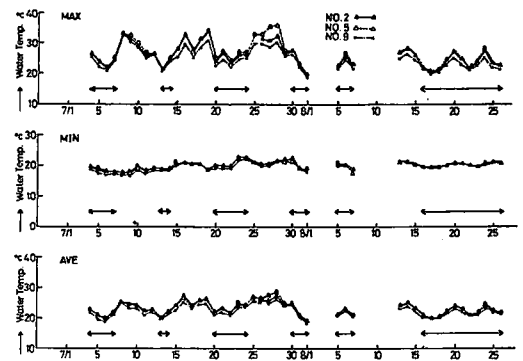


図8. 水田水温の変化 (5 H)

4. 結論

以上、ヤマセ対策の一環として、ヤマセ霧の除去をテーマに、コロナ放電を応用した静電式ネットの開発とこれを実際の水田に設置したフィールド実験について述べた。実験を実施した昭和62年の天

表3 水稻の生育および出穂期調査

区 No	区名	ネットの 高さ (m)	ネット 高倍率 (H)	6月27日		7月14日		成 熟 期			出穂期 (月・日)
				草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	
1	二重網A区	7.5	2.5	38.5	16.1	49.0	18.5	73.7	18.0	15.4	8月8日
2	"	15.0	5.0	38.4	21.5	51.4	23.8	75.7	17.3	18.8	8日
3	"	30.0	10.0	39.4	23.9	52.2	26.9	77.1	17.6	20.8	9日
4	二重網B区	7.5	2.5	39.2	19.3	51.7	21.3	76.7	17.7	17.5	8月8日
5	"	15.0	5.0	39.0	20.3	50.6	22.2	74.8	17.1	17.0	8日
6	"	30.0	10.0	40.1	22.7	53.7	26.3	76.5	17.7	21.3	8日
7	一重網区	7.5	2.5	37.8	21.5	50.1	23.4	74.7	16.7	18.2	8月9日
8	無処理区	7.5	2.5	38.9	18.7	50.8	22.3	74.4	18.1	19.2	8月9日
9	"	15.0	5.0	38.3	19.4	49.0	21.2	72.6	17.7	17.9	10日
10	"	30.0	10.0	39.0	21.4	51.7	24.8	76.1	17.1	18.7	9日

表4 収量ならびに収量構成要素

区 No	区名	収量調査 (kg/a)				登 熟 歩 合 (%)	m ² 当た り穂数 (本/m ²)	1 穂 の 数 (粒)	m ² 当た り総粒 数 ×100粒	玄米千 粒 重 (g)
		全 重	精粒重	玄米重	屑米重					
1	二重網A区	146.1	73.7	56.3	4.8	66.8	380	85.2	324	22.8
2	"	130.9	64.2	49.4	3.8	62.0	464	84.9	394	22.5
3	"	169.2	84.2	62.1	7.3	62.0	514	90.2	463	21.9
4	二重網B区	142.4	70.4	53.4	4.2	63.3	432	79.7	344	22.4
5	"	139.1	70.0	51.2	6.0	65.6	420	82.0	344	22.1
6	"	135.0	67.7	50.8	4.9	59.9	526	82.6	434	22.2
7	一重網区	137.1	65.2	48.4	5.0	64.4	450	72.2	325	21.7
8	無処理区	130.9	62.6	47.4	4.3	67.1	474	80.6	382	22.3
9	"	135.4	67.9	51.0	4.9	63.2	442	82.3	364	22.5
10	"	141.6	70.6	52.1	6.1	65.1	462	81.8	378	22.0

候が良好に推移したため、ほ場では防風ネットとしての効果が顕著に現れ、静電式ネットの性能を分離して認めることはできなかったが、開発した光電式霧濃度測定センサを用いて、肉眼では観測困難な自然界の霧消去の状況を克明に観測し、本装置が有効に稼働していることの確証を得た。本装置は、ヤマセ霧対策研究用として、今後も数年にわたり稼働させる予定である。

謝 辞

本研究は、昭和62年に本学で企画された「交通安全に関する総合研究」、および昭和62年度「21はちのへ研究奨励金」の補助をうけて行なわれたものであり、ここに関係各位に深く感謝の意を表します。また、実験に協力してくれた本学電気工学科十文字研究室、およびエネルギー工学科内山研究室の昭和62年度卒業生の各位に感謝します。さらに、ほ場の提供をはじめ種々の便宜を図っていただいた十和田市相坂の平館昭彦氏に深謝します。

参 考 文 献

- 1) ヤマセの実体解明とその対策に関するシンポジウム：昭和62年4月，八戸工大
- 2) 十文字：“レーザ・レーダによる雪雲及びヤマセの観測”，東北の農業気象，No32（1987）
- 3) 穴水・永沼・高橋：“青森県のヤマセ常襲地帯における防風網の効果と水稻の生育”，東北の農業気象，No28（1983）
- 4) 青森県農林部：“ヤマセ被害防止防風林設置実験事業報告書”，昭和62年3月
- 5) 内山・十文字：“静電気を応用した霧液化消去装置の開発”，昭和62春季応物連合講演会予稿集，30P-S-6（1987）

霧センサの試作と十和田市相坂における野外実験

十文字正憲・内山 晴夫*

(八戸工業大学電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに

我々は、静電式霧液化消散装置を十和田相坂に設置し、その効果を調べるとともに、霧濃度測定装置を試作し、霧の様子を調べたので報告する。

2. 霧測定装置の概要

Fig. 1 に試作した霧測定装置のブロック図を示す。変調されたLED光を数cm離れたフォトトランジスタで受け、光強度を測定する。このとき、LEDとフォトトランジスタの間に霧があれば受光量が霧の濃度に応じて変化するため、霧の濃度が計測できる。

Fig. 2 にセンサの設置状況を示す。ネットは水田の東側に設置し、東から吹き込むヤマセ霧をここで遮断する。このネットは2面ならべて設置し、1面だけに通电する。その隣には通常1重ネットを張り、さらに、なにも設置しない区画で、稲の生育状態や、温度湿度などの比較調査を行った。さらに、ネットの両面にセンサを取り付け、霧の濃度を測定した。

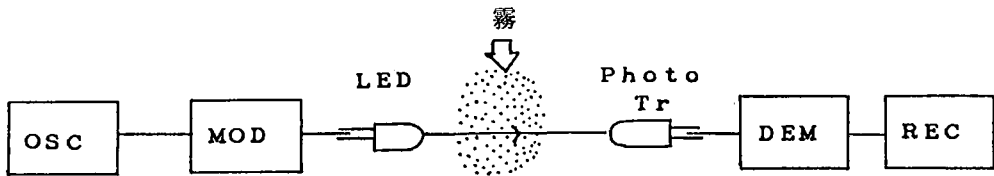


Fig. 1 試作した霧測定装置のブロック図

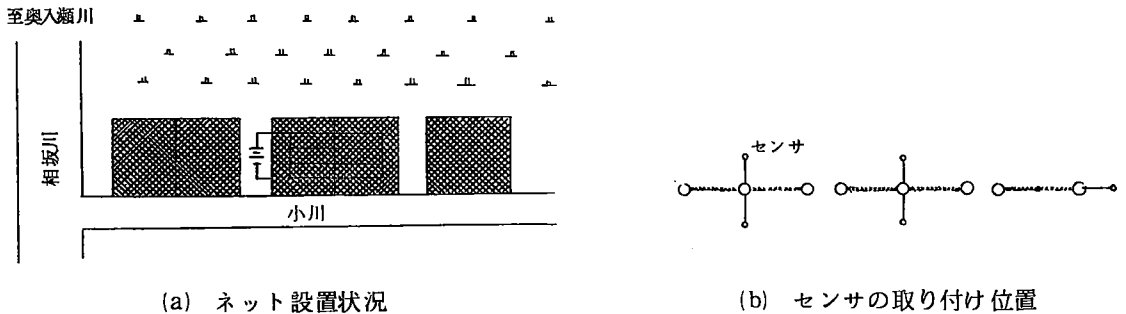


Fig. 2 センサの設置状況

3. 実験結果

Fig. 3 に8月8日のデータを示す。静電式ネットがある方は黄色く出穂しているのが判った。Fig. 4 に霧の測定結果を示す。予備実験をせずに設置したので、背景光をかぶってしまった。これを考慮して更生すると、0~100%の間のカーブとなり、ネットの後方の霧が消えているのが良く判る。



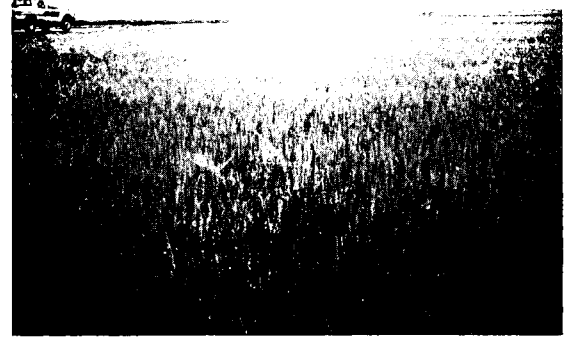
霧濃度測定用センサ取り付けの様子



静電式ネットの設置状況



静電式ネットなし



静電式ネットあり

Fig. 3 静電式ネットの効果

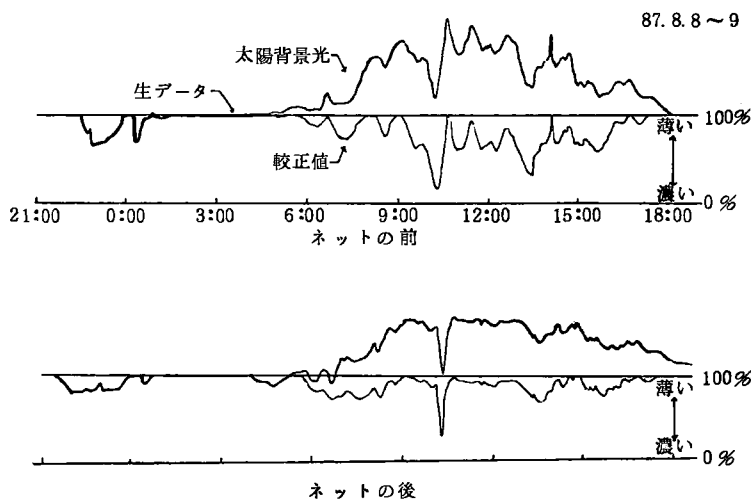


Fig. 4 霧の測定結果

4. おわりに

本実験は青森県農業試験場藤坂支場の協力の下に行なわれたものであり関係者各位に深く感謝する。

八幡岳における山岳霧の観測

十文字正憲・内山 晴夫*

(八戸工業大学電気工学科, エネルギー工学科*)

1. はじめに

青森県では、やませ気象が毎年問題となっている。我々は過去数年にわたって、平地でのやませ観測を行って来たが、高度の高い地点から観測することも必要と考える。我々は、霧センサを新たに試作し、八幡岳における山岳霧の観測を行ったので報告する。

2. 霧センサの概要

Fig. 1 に試作した霧測定装置のブロック図を示す。変調されたLED光を数cm離れたフォトトランジスタで受け、その間に霧があれば、Fig. 2 に示すように受光量が霧の濃度に応じて変化するため、霧の濃度が計測できる。Fig. 3 に試作したセンサの形状を示す。集光効率を高めるためにレンズを挿入した。送信回路図をFig. 4 に示す。10 kHzの非安定マルチバイブレータを用い、2SC372でドライブした。Fig. 5 は受信回路である。フォトトランジスタTPS-601の出力にクランプ回路を挿入し、背景光雑音をカットするようにした。

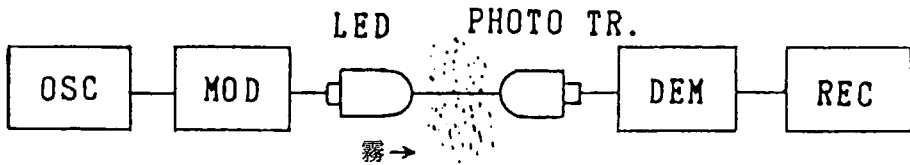


Fig. 1 試作装置のブロック図

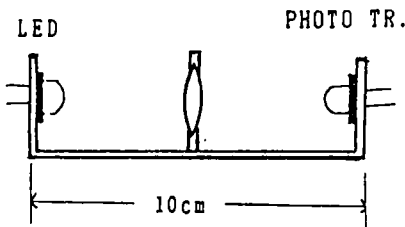


Fig. 2 センサ出力の様子

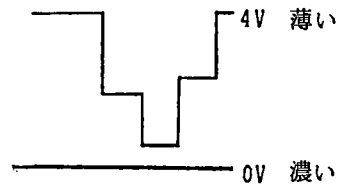


Fig. 3 センサの構造

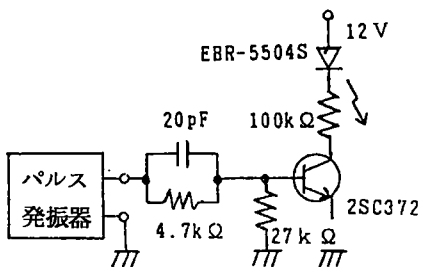


Fig. 4 送信機の回路図

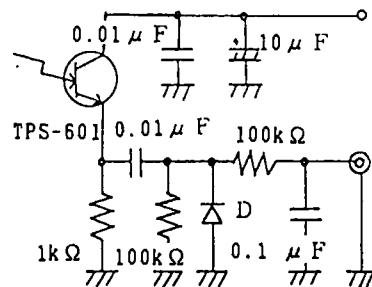


Fig. 5 受信機の回路図

3. 山岳霧の観測

観測地点としては、Fig. 6に示す八幡岳を選んだ。山頂付近まで舗装道路が通っており、観測に都合が良かった。観測は本年7月7日～10日の4日間実施した。折り良くやませ気象になり、連日霧が発生し霧観測ができた。観測結果の一例をFig. 7に示す。横軸は距離によって示してある。ラベンダーの里付近から霧がはじめ、牧場付近ではかなり濃く、山頂付近では車の走行が困難なくらい霧が濃くなった。Fig. 7はこの様子を定量的によく表わしている。

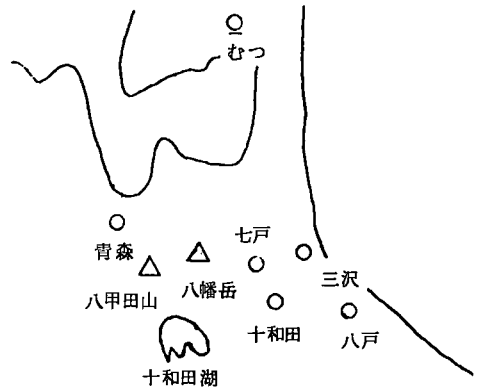


Fig. 6 八幡岳の地図

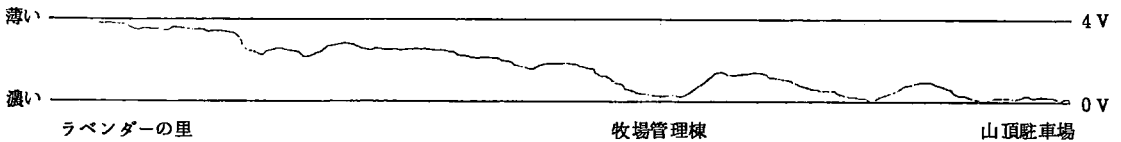


Fig. 7 測定データ

4. おわりに

本実験は、車載用霧センサの実験を行うにあたり、八幡岳牧野組合で、供営林所の協力の下に行われたものであり、関係者各位に深く感謝する。

参考文献

- 1) 十文字ほか, 1988: 電気関係学会東北支部講演会論文集。

山形県におけるメッシュ気象情報の活用

荒 垣 憲 一

(山形県立農業試験場)

1. はじめに

気象が農業生産に大きなかわりを持つことは、農業技術が高度化した現在でも変りはない。気象条件を農業生産に好適にコントロールすることが、最も生産を安定させる方法であるが、気象のコントロールには、膨大な経費と労力がかかるため、土地利用型作物の場合は、自然の気象条件に応じて技術対応を行って生産の安定化を図ることが得策である。一方、気象情報は、気象官署の点としての情報からアメダスに、さらにはメッシュ気象などの面としての情報が入手出来るようになった。これらの情報は農業に対して、これまで以上に有効な活用が期待される。また、アメダス、メッシュ気象情報は膨大な量になるが、これらの情報を迅速かつ、的確に処理するためのコンピュータの開発が進み、農業生産の場に気象情報の利用しやすい条件が整備されている。

山形県では、昭和61年からアメダス、メッシュ気象情報を導入して、農業生産への活用システムの開発を行なっている。以下、山形県農業試験場におけるシステム開発及び利用の状況について記述する。

2 農業気象情報システムの開発の状況

(1) 導入している気象データ及び導入方法

導入している気象データは表-1に示すとおりである。なお、メッシュ気象データは、株式会社ウェザーニューズに委託開発した。導入方法は公衆回線及び郵送(FD)による。また、加工及び解析はパソコン(N5200)で行っている。

(2) メッシュ気温の精度検証

昭和62, 63年に表-2に示した地点でメッシュ気温の精度検証を行なった。表

-3に昭和62年5~10月の半旬積算気温のメッシュ実測値との比較を示した。これによると、藤島、寒河江では、おおよそ、2℃以下の誤差であった。しかし、みのりが丘では、5℃以上の誤差が認められた。このことは、みのりが丘の観測地点の標高が153mであるのに対して、みのりが丘が存在するメッシュの平均標高は268mで大きな違いがあるためと考えられる。したがって、メッシュ内に標高差が少ない場合は、十分に利用出来る精度と考えられるが、メッシュ内の標高差が多い場合は十分注意して利用する必要がある。

表-1 導入気象データ

メ ッ シ ユ	1. 日別気温 (1) 平均 (2) 最高 (3) 最低	ア メ ダ ス	(5) 平年の日平均 (6) 平年の日最高 (7) 平年の日最低
	2. 日別平均気温 (1) 平均 (2) 最高 (3) 最低		2. 降水量 (1) 毎時 (2) 日最大 (3) 日降水量 (4) 平年の日降水量
	3. 指定時間リアルタイム気温	ダ ス	3. 風向・風速 (1) 毎時 (2) 日最大 (3) 日平均
アメ ダ ス	1. 気温 (1) 毎時 (2) 日平均 (3) 日最高 (4) 日最低		4. 日照量 (1) 平年の日合計

表-2 メッシュ精度検証場所

地点名	観測者	北緯	東経	標高	メッシュNo	メッシュ標高
みのりが丘	農業試験場	38 15.3	140 14.9	153 m	131 - 100	268 m
藤島	農業試験場庄内支場	38 15.7	139 54.2	13	69 - 73	10
寒河江	林業試験場	38 16.5	140 16.5	103	115 - 103	108

表-3 実測値とメッシュデータの差：1986 (S61) 05~10半旬積算気温 (1/10℃)

月	半旬	みのりが丘 * 153	131 -100 * 268	131 -101 * 189	131 -102 * 130	藤島 * 13	69 - 72 * 13	寒河江 * 145	115 -102 * 105
5	1	701	- 65	- 27	2	692	7	696	- 13
	2	743	- 49	- 12	13	744	- 8	753	- 21
	3	649	- 37	- 7	14	675	2	654	- 3
	4	703	- 16	12	32	682	- 2	720	- 3
	5	613	- 19	15	40	656	2	635	1
	6	912	- 34	4	31	686	5	939	- 5
6	1	889	- 23	3	24	888	4	909	- 6
	2	821	- 42	- 13	11	852	- 9	835	- 11
	3	916	- 19	11	34	906	- 15	950	- 16
	4	721	3	21	33	953	- 9	962	2
	5	951	- 30	- 5	15	1015	- 12	963	3
	6	869	- 30	- 8	11	910	- 2	881	- 3
7	1	706	- 20	- 4	13	935	- 6	905	6
	2	800	- 8	9	23	974	- 9	1003	12
	3	1011	- 8	8	19	1032	- 14	1013	4
	4	1017	- 9	11	24	1033	0	1043	- 5
	5	965	- 25	- 1	15	986	- 8	973	1
	6	1479	- 15	21	48	1485	- 11	1517	- 9
8	1	1161	- 34	- 7	17	1240	- 10	1183	- 10
	2	1124	8	29	47	1136	- 10	1153	7
	3	1250	- 21	9	33	1311	1	1279	- 4
	4	1199	- 20	7	26	1261	- 3	1227	- 8
	5	1143	- 31	- 11	7	1178	- 3	1161	- 15
	6	1503	- 19	17	44	1530	- 11	1547	- 15
9	1	1181	- 29	- 4	18	1229	- 5	1200	- 13
	2	1004	- 19	12	32	1063	- 7	1028	- 9
	3	987	- 24	6	28	1052	- 10	1029	- 18
	4	951	- 16	12	30	1006	1	983	- 10
	5	515	- 13	5	19	583	- 3	551	- 9
	6	799	- 35	- 6	37	855	6	818	- 12
10	1	853	- 22	6	23	900	- 1	876	- 8
	2	662	- 25	2	23	762	- 4	684	- 7
	3	588	- 28	- 19	- 3	553	- 9	611	- 12
	4	359	- 27	- 3	17	442	- 7	371	- 8
	5	394	- 12	15	34	510	- 2	424	- 4
	6	507	- 5	26	42	621	- 2	521	20

* 標高

(3) メッシュ気温一次加工プログラム

メッシュ気温データは、膨大な量になるので、データ加工のためのプログラムが必要である。そのために、以下の一次加工プログラムを開発した。

1) 積算プログラム

- ① 指定期間内のメッシュを積算する。(本年及び平年の平均, 最高, 最低気温)
- ② 指定期間内の一定期間までを本年で積算し, 残りの期間を平年メッシュで積算する。(平均最高, 最低気温)
- ③ 指定期間内の本年と平年メッシュの差を積算する。(平均, 最高, 最低気温)

2) 特定の気温に到達する日を検索するプログラム

- ① 特定の気温に到達する日を検索する。
- ② 積算しながら特定の気温に到達する日を検索する。(平均, 最高, 最低気温)
- ③ 一定の期間までを本年メッシュで積算し, 残りの期間を平年メッシュで積算しながら特定の気温に到達する日を検索する。(平均, 最高, 最低気温)

3) 特定の場所の気温を出力するプログラム

- ① 耕地
- ② 水田
- ③ 畑地
- ④ 樹園地
- ⑤ 指定地点

以上, 1) ~ 3) のプログラムは数字メッシュプリント, 地図メッシュプリントで表示できる。

4) 特定の月日, 時間の気温を出力するプログラム

(4) 利活用プログラム

1) 気象図, 表作成プログラム

アメダスデータについて気温(平均, 最高, 最低), 降水量を半月別に図示するプログラム, 及び日別の気温(平均, 最高, 最低)を図示するプログラムを作成した。また, アメダスの気温(平均, 最高, 最低), 日照量, 降水量, 風速の本年及び平年の数値を1ヶ月毎に表示するプログラムを作成した。

2) 水稻の不稔障害発生予測

内島が示した冷却度(減数分裂期間の低温の度合)により水稻の不稔障害発生予測を行った。表-4に示したアメダスデータを用いた冷却度は各正時の気温から求めた。また, 図-2に示したメッシュデータに用いた冷却度は日平均気温から求めた。精度については現在検討中である。

表-4 水稻の不稔障害発生予測(アメダス)

月/日	鶴岡	新庄	山形	高畠	出穂期
7/22	0.0	0.5	0.4	1.0	
7/23	0.5	1.1	0.6	1.4	
7/24	1.3	2.1	2.0	2.7	
7/25	1.0	1.7	1.8	2.3	
7/26	0.5 3.3	1.4 6.8	1.2 6.0	1.4 8.8	8/6
7/27	1.2 4.5	2.4 8.7	2.2 7.8	2.1 9.9	8/7
7/28	1.7 5.7	2.6 10.2	2.2 9.4	2.1 10.6	8/8

註) 冷却度 = $\{ (20 - T) / 24 \}$, $T = (20^\circ\text{C以下}$
の各正時の気温)

上段の数値は日別の冷却度, 下段の数値は前5
日間の積算冷却度

判定	冷却度	10未満	危険なし
		10~19	発生あり
		20以上	発生多

3) 果樹の開花期予測

モデル式

$$DTS = \exp [E_a (T - T_s) / R \cdot T \cdot T_s]$$

DTS : 温度変換日数 T : 気温

E_a : 活性化エネルギー T_s : 標準温度

R : 気体定数 (1.984)

以上のモデルを基本にして、開花特性値検索プログラム〔FLOWER〕(金野1987)を使用して、各樹種、品種の特性値(表-5)を求めた。なお、この方法は、開花に及ばず影響度により気温に重みづけを行う温度変換方式である。また、特性値を求めるにあたって、山形県園芸試験場のデータを用いた。なお、気温データはメッシュを用いた。

表-5 りんご、おうとう、ぶどうの特性値

樹種	品種	積算DTS (日)	E _a (cal)	起算日 (月.日)	分散	相関
りんご	ふじ	24.44	23,000	2.25	2.350	0.972
	スターキング	28.32	20,000	2.25	0.513	0.996
	紅玉	27.79	21,000	2.25	1.595	0.983
おうとう	佐藤錦	29.13	15,000	2.20	3.201	0.932
ぶどう	デラウェア	54.55	21,000	3.20	2.839	0.955

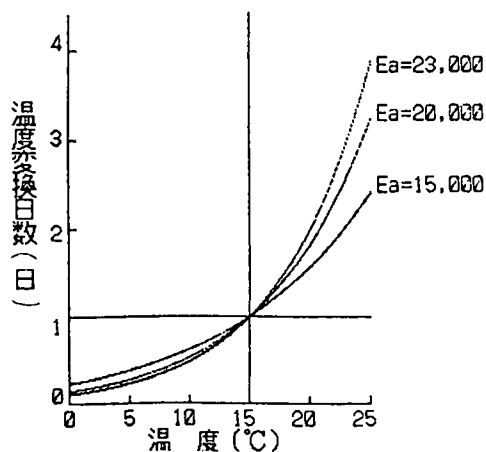


図-1 E_a別気温と温度変換日数との関係

4) 桑の発芽予測

果樹の開花期予測と同様の方法で桑の発芽予測を行った。結果を図-3に示す。また、精度検証について表-7に示す。

予報の1報は3月1日~4月2日は本年のデータ、以後は平年のデータで予測した。2報は全期間を本年のデータで予測した。実測値と比較すると、1報は、+3日以内の差であった。また、2報では、1報よりその差が小さかった。1報と2報の精度の差は、4月第6半旬の気温が平年より高かったことによる。実用的には、+3日以内の精度と考えられ、本システムを現地へ適用することが可能と考えられる。

5) 水稻の刈取り適期予測

出穂期からの一定積算気温到達日を指標として水稻の刈取り適期を予測した。これまで、品種毎に、出穂期から刈取り適期までの積算気温が明らかにされている。それによると、ササニシキは1,050℃、キヨニシキ

は1,000℃、はなの舞は950℃である。図-4に8月5日出穂期の場合の1,000℃到達日のマップを示した。なお、このマップは、コンピュータで自動的に作図したものをわかりやすく作りなおしたものである。また、このマップから、1,050℃到達日をみる場合は、+2日、950℃到達日をみる場合は-2日とする。気温データはメッシュを用いた。

6) 病虫害の発生予察

葉いもち病について、既製のモデル「BLASTAM」を用いて、感染好適日を予測する。気象データはアメダスを用いた。また、イネミズゾウムシ越冬後成虫の水田飛来時期について、

$$\text{モデル式} \quad Y = 100 / (1 + e^{-0.06074x + 7.3496})$$

X: 有効積算温度 (13.8℃以上)

Y: 累積飛しょう開始固体率 (松井 1985)

を用いて予測する。

表-6 桑の発芽特性値

品 種	DTS	E_a	起算日	分 散	相関係数	標準温度
剣 持	15,646	29.0	3月1日	1,598	0.977	15

表-7 桑の発芽予測の精度検証

調査地点 メッシュNo	予 測		実 測	実測との差	
	1報	2報		1報	2報
113-104	5/2	4/30	4/29	+3	+1
111-100	5/2	5/1	5/1	+1	0
110-100	5/2	5/1	5/1	+1	0
111-99	5/3	5/1	5/4	-1	-3
108-101	5/2	5/1	5/3	-1	-2
109-92	5/4	5/2	5/2	+2	0
107-86	5/6	5/4	5/5	+1	-1
100-66	5/5	5/3	5/1	+4	+2
94-143	5/8	5/8	5/7	+1	+1
89-156	5/4	5/2	5/6	-2	-4
84-144	5/3	5/1	5/4	-1	-3
82-142	5/6	5/4	5/5	+1	-1
87-141	5/3	5/1	5/2	+1	-1
83-140	5/7	5/5	5/4	+3	+1
86-135	5/6	5/3	5/3	+3	0
76-80	5/6	5/4	5/5	+1	-1
72-76	4/30	4/29	4/29	+1	0

注 1) 品種は剣持

2) 予測の1報は3/1~4/20本年、以後は平年、2報は3/1から全期間、本年

3) 実測との差は実測日に対する早晚日数で-は早、+は遅れを示す。

7) 異常気象対象

原データをそのまま利用したり、マップ化して利用する。現在、気象情報を最も活用しているのは異常気象対策に対してである。果樹等の晩霜対策や各作物の低温による生育遅延、結実障害対策等に活用する。

(5) 今後の利活用システム開発計画

- 1) 水稻の登熟，品質診断予測
- 2) 水田土壌チッソ発現予測
- 3) 果樹の成熟期予測
- 4) 野菜（露地）の適地判定
- 5) 牧草の生育診断

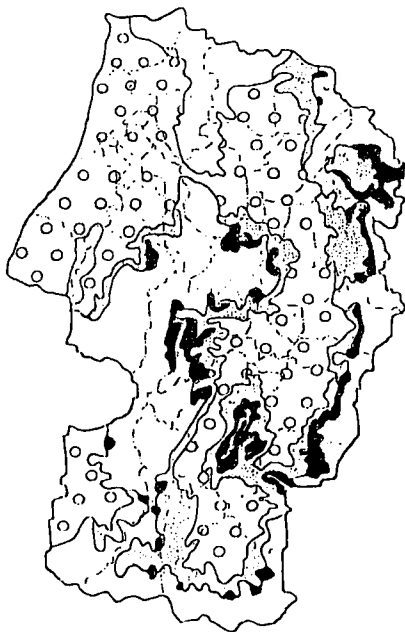


図-2 水稻の不稔障害発生予測

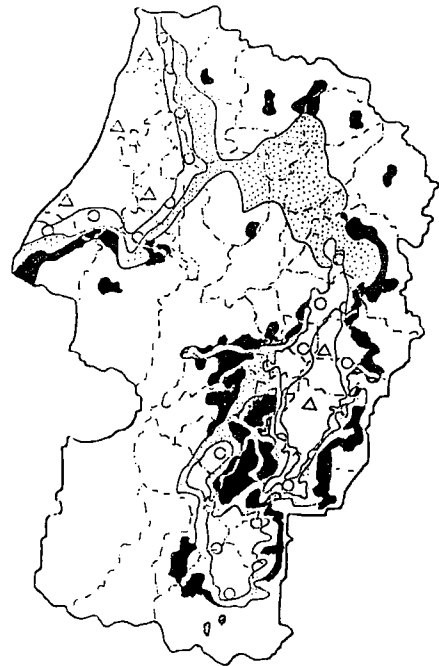


図-3 桑の発芽予測

不稔障害発生に関する期間，7/22~26（5日間）の低温に遭遇する程度を次式，冷却度 = $\{(20 - T) / 24\}$ で算出し，障害発生の予測を行なった。なお， T は20℃以下になった場合の平均気温である。

3/1起算日，3/1~4/20は本年の気温，4/21以降は平年気温。

凡例	冷却度	不稔障害発生予測
○ ○	10未満	無し
● ● ● ●	10~15	危険あり
■	15以上	危険多い

凡例	区分
△	5/1以前
○ ○	5/2~4
● ● ● ●	5/5~7
■	5/8以降



図-4 水稻の刈取り適期予測

出穂期8/5を想定し、出穂期から積算気温1,000℃到達日を示した。8/5～8/31は本年，9/1以降は平年気温。

凡例	区分
△	9/18以前
○ ○	9/19～21
● ● ● ●	9/22～24
■	9/25以後

3. おわりに

農業気象情報のシステム化は最近始まったばかりの分野であり、実用化されている事例は少ない。しかし、今後は、高度化する農業技術に対する強力な支援情報になることはまちがいでなく、早急に発展させるべき分野であると考えられる。さらに、農業気象情報のシステム化の発展のためには、作物生育や病害虫に関するデータベースの構築、作物栽培に結びついた農業気象の研究の推進が必要と考える。

カナダ・アメリカの畜産事情

皆川 秀夫

(北里大学 獣医畜産学部)

1. はじめに

アメリカ農業工学会とカナダ農業工学会との共催により、第3回国際家畜環境シンポジウムがカナダのトロントで1988年4月25日～27日の3日間開催された。本報では、そのシンポジウムとポストエクスカージョンの概要、およびそれらの後、日本から参加した9名で行ったアメリカのミネソタ州とコロラド州における畜産施設見学(計5日間)の要点を、カナダ・アメリカの畜産事情として紹介した。

2. シンポジウムとポストエクスカージョン

国際家畜環境シンポジウム(International Livestock Environment Symposium, ILES)は過去2回、ネブラスカ大学(1974年)とアイオワ州立大学(1982年)でそれぞれ開かれている。今回は、カナダ第一の都市、トロントのコンステレーションホテルで開催された。参加者は13ヶ国から170名に及び、日本から筆者の他、農水省農業工学研究所の干場信司と佐藤義和の両氏が発表を行った。シンポジウムは次のセッションに分かれ、計65演題について活発な討論が行われた。

- (1) 自然換気および機械換気による環境制御(8題)
- (2) 豚の生産に及ぼす環境の影響(8題)
- (3) 物理的解析によるデザインの改善(8題)
- (4) 家畜環境のシミュレーションとマイクロコンピュータ制御(11題)
- (5) 家畜の閉鎖空間における環境汚染物質の測定と制御(6題)
- (6) ストレスに対する家畜の反応(7題)
- (7) 環境および栄養が家畜の疾病と生産に及ぼす影響(7題)
- (8) 新しい畜舎システム(4題)
- (9) 生産者への研究成果の普及(4題)
- (10) 家畜環境の将来展望(2題)

トピックとして、アメリカのコネル大学やネブラスカ大学では鶏や豚を対象に環境、栄養、管理の各レベルに応じた家畜の成長モデルを開発し、これに飼料代、暖房費、肉や卵の価格などの経済要素を含め、家畜の経済的最適制御を実用化しつつあることがあげられる。なお、シンポジウムの詳細については、講演集(ILES III, 1988)およびその日本語抄訳集(松田・干場, 1988)をそれぞれ参照されたい。

シンポジウムの後、4/27～28の2日間にわたりトロント近郊の畜産施設のポストエクスカージョンが開催された。参加者は約40名であった。初日は、家畜の解体と肉の販売を行うカナダパッカー社の研究農場とゲルフ大学の養豚施設をそれぞれ見学した。カナダパッカー社の研究農場は約280haの飼料畑を所有し、乳用牛、肉用牛、豚、家禽類について栄養、管理、衛生の各研究を行っている。畜舎は厳寒期の保温と換気に配慮しており、乳牛舎は木製のダクト送風による陽圧換気方

式、肥育豚舎と育成乳牛舎は棟部を開放し屋根および壁に断熱を施した自然換気方式を採用していた。ゲルフ大学では、豚の糞尿曝気施設とメタンなどのバイオガスを取り出す発酵施設を見学した。

第2日目は酪農農家（レイマー農場、搾乳牛60頭、畑80ha、借用畑40ha）、肉用牛繁殖肥育農家（ステッケル農場、年600頭出荷、畑160ha）、養鶏・養豚会社（ラビー農場、年40万羽および七面鳥1.5万羽出荷、繁殖豚180頭、畑260ha）、オンタリオ州家畜市場、養豚会社（ロノン農場、繁殖豚2,000頭、畑160ha）の計5箇所をそれぞれ見学した。レイマー農場の乳牛舎は係留式で、棟開口部を手動で開閉できる独自の自然換気方式を採用していた。平均搾乳量は7,200kl/年・頭である。オンタリオ州の酪農家の平均搾乳頭数は47頭で、乳量は6,500kl/年・頭、1.5人の家族労働に支えられている。カナダ政府は余剰乳対策として現在、割当制度（quota system）を導入し乳牛の頭数を制限している。乳牛1頭の価格は約20万円であるが、割当の権利は1頭につき約50万円で取引される。肉用牛農家のステッケル農場では、敷料を入れた旧牛舎で牛を育成し、体重400kgより全面スノコ床および自然換気方式を採用した牛舎に移し肥育を開始、600kgで出荷している。肥育効率を上げるため一頭あたりの床占有面積が1.9～2.2㎡と高密度の飼育を行っている。スノコ床の下は糞尿槽になっており、約5箇月間貯留できる。スノコ床と密飼いのため肥育牛の尾の壊死による歩行障害が問題となっていた。企業農場であるラビー農場の七面鳥舎（床面積18×21㎡）は、放射暖房としてプロパン燃焼パイプを天井に設置し、コンピュータで棟開口部に附けた排気バップルの開度を調節し舎内熱環境の制御を行っている。牛乳と同様に鶏肉や鶏卵でも割当制度による生産調整が行われている。家禽生産の場合、割当の権利は農場にある。このため、乳牛のように自由に割当の所有権を売買できず、農場が売却されてから2年経過しなければ割当の権利を譲渡できない。割当の権利が含まれるため養鶏農場の価格は高い。養豚会社のロノン農場における肥育豚舎は傾斜地を利用した半地下式豚舎で、天井および壁を150～200mm厚の断熱材で保温し、片側側壁を開放した断熱自然換気豚舎となっていた。半地下式および断熱を強化しているため無加温でも保温がよく、厳寒期でも畜舎内最低気温は15℃を維持できる。各農場に共通することは、飼料を自給しその配合を独自に行っていること、家畜の糞尿を畑地に還元していること、畜舎の断熱と換気を重視していることがあげられる。なお、オンタリオ州家畜市場では豊富な農産物を見学し昼食を楽しんだ。市場見学は、地域の農業を理解する上で極めて有益な企画と思われた。

3. アメリカにおける畜舎施設見学

ポストエクスカージョンの後、4/29～5/2にかけて一行9名はアメリカのミネソタ州とコロラド州における畜舎施設見学を行った。短期間であったため、ミネソタ大学の乳牛舎と、デンバー近郊にあるモンフォート社の牛の屋外肥育場（open feedlot）の2箇所を見学したにすぎない。しかし、いずれもそれぞれアメリカ有数の酪農地帯および肉用牛生産地帯にあり、それらの施設は日本の畜産施設を考えるうえで参考になるものが多い。

4/30と5/1の両日、州都セントポールのミネソタ大学農業工学科にベイツ（Bates, D. W.）名誉教授を訪ねた。ベイツ教授は畜産施設に関する指導書（MWPS-1, 1983; MWPS-7, 1985）の編集委員をしている。一行はベイツ教授の案内で学内の強制換気乳牛舎などを見学し、換気に関する講義を受けた。

北緯45度の内陸に位置するセントポールの年平均気温は約4℃で、厳寒期の日最低平均気温は

-20℃にも達する。ミネソタ大学の乳牛舎は冬期の保温のため窓を1箇所制限した閉鎖型の係留式畜舎となっており、天井・壁は数百mm厚もの断熱材を施してある。畜舎の換気は、壁と天井とが接する箇所に設けた隙間入気口 (slot inlet) から新鮮な外気を導入し、同じく壁に取り付けた換気扇で舍内汚染空気を排出する陰圧換気方式を採用していた。見学した乳牛舎とはほぼ同様の強制換気方式をとる乳牛舎を図1に示した。この牛舎の換気方式はベイツ教授らが設計したもので、設計の要点を次に示す。

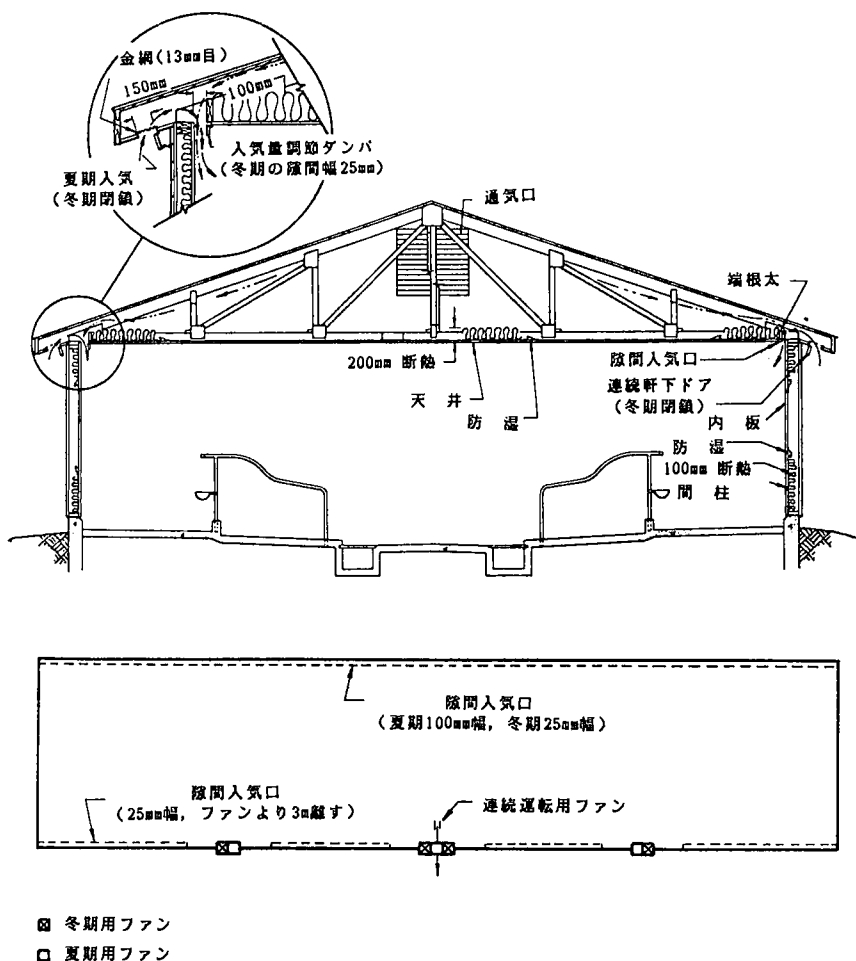


図1. ミネソタ州北部Rouseauにある陰圧換気方式の係留式乳牛舎 (11m×51m)
(上, 断面図, 下, 平面図, Bates and Anderson, 1982より訳して転載)

- (1) 断熱：換気効果を高めるため、壁と天井にそれぞれ100mm厚と200mm厚の断熱材が防湿施工されている。一般的に、壁と天井にはそれぞれ75mm厚と120mm厚の断熱材を使用することが望ましい。
- (2) 排気システム：北壁に設置した換気扇は夏用および冬用(春・秋を含む)の2種類あり、いずれも温度調節器が接続され舍内気温に応じてON-OFF制御される。中央の換気扇は冬期でも常時回転し、垂直ダクトを付け床上40cm付近の汚染空気を排出する。これにより水分、臭い、浮遊病原微生物の除去に必要な最低換気回数4回/時が維持できる。夏期の換気回数は、外気温に比し舍

内気温の昇温度合を5℃以内に抑えるため、換気扇全体で40回/時に設定してある。換気扇の風量は静圧が3mmAqのときの値を採用している。これは風速7m/sの外気が換気扇に直接当たる場合の動圧にほぼ等しく、外気風速がそれ以下であれば換気扇は外気の風速にあまり左右されず確実な換気ができる。冬期使用しない換気扇には断熱パネルを設置する。

(3) 入気システム：新鮮な外気は妻面通気口から屋根裏を通り、隙間入気口より舎内に入る。夏期は軒下からも外気が供給される。舎内入気量および吹き出し速度は、南壁に設置された隙間入気口ダンパの開口幅によって調節され、冬期は25mm幅、夏期は100mm幅にそれぞれ設定されている。北壁の隙間入気口の開口幅は変化せず25mmとし、かつその入気口の端は換気扇より3m以上離して設ける。入気量と排気量のバランスを保つため、妻面および軒下の通気口総面積および隙間入気口総面積はともに、使用する換気扇全体の通気断面積の約2倍とする。

ベイツ教授は、家畜の衛生対策として換気的重要性を力説され、獣医学の研究者とともに畜舎の換気方式の確立に長年取り組んできた。強制換気乳牛舎におけるこのような隙間入気方式は、過去30年以上の経験に基づいても有効かつ経済的な方式であるという。またベイツ教授は陰圧換気を推奨していた。陽圧換気は陰圧換気に比し、舎内の換気輪動が不均一なこと、断熱材や防湿材に亀裂があると水蒸気が入り、断熱効果の減少や結露を生じ易いことが理由である。ここで紹介した施設はベイツ教授の実践的研究のごく一部と思われるが、この乳牛舎の強制換気方式は鶏舎や豚舎にも応用できる要素を含んでいる。

5/2、コロラド州デンバーの北約100kmのフォートコリンズにあるコロラド州立大学にボイド(Boyd, L.L.)教授(農業工学)を訪ねた。ボイド教授は7年前に来日されたことがあり、教授の好意により一行は、畜産学科のスタントン(stanton, T.L.)助教授から産学共同で研究中的肉用牛生産の概要を聴き、午後その生産現場の1つ、大学近郊にあるモンフォート社の屋外肥育場を見学した。

図2にモンフォート社の屋外肥育場の全景を示した。農場の敷地面積は約160haであり、10万頭もの牛が鉄管および丸太の柵で区画化された中に“野ざらし”で肥育されている。中央に見える建物はサイロおよび飼料の加工・調整施設である。モンフォート社はこの農場を含めコロラド北部に3農場を所有し、全体で年間約75万頭もの牛を肥育している。同社の年間総売り上げ額は約2,600億円で、このうち200億円分に相当する牛肉と副産物が主として日本に輸出されている。

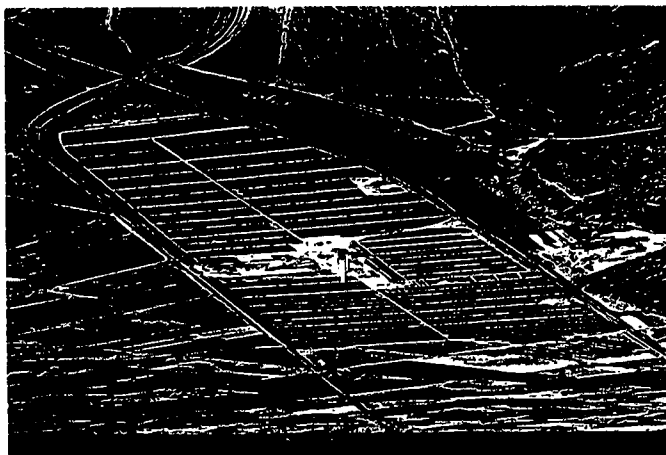


図2. 牛の屋外肥育場の全景 (Monfort of Colorado, Inc.より転載)

肥育場の区画の床は、飼槽や水槽付近のコンクリート床を除き、土と糞尿で悪臭が強かった。降雨時には牛が地面のぬかるみを避けられるように区画の中央に盛土してある。年降水量が約400mmと少なく乾燥しているため屋根は不要で経済的な肥育ができる。なお、年平均気温は約10℃で、これは日本では青森県の値にちかい。1区画の大きさは約4,000㎡であり、最大400頭の牛を肥育できる。肥育素牛（1～2歳まで、体重310～390kg）は、西部の大小の繁殖農家や家畜市場より直接購入し、トラックで農場に移送し、健康を診断したうえで肥育を開始、500kg前後で出荷する。牛の肥育期間は100～150日で、大きさ、飼養条件、品種など多くの要因によって変動する。大きさと体重を均一にしたとき、平均体重520kgの牛から平均330kgの枝肉が得られる。粗飼料として、冬から春は大型トレンチサイロに貯蔵した青刈トウモロコシサイレージを、また夏から初秋は青刈アルファルファをきざんでそれぞれ牛に給餌する。濃厚飼料は主として蒸気圧偏乾燥したトウモロコシフレックである。このほか、タンパク質とミネラルを補給する。これらの飼料は、区画毎に牛の月例、体重、仕上げの肉質に基づきコンピュータで調合され、トラックで給餌される。なお、モンフォート社はコロラド北部の農家と青刈トウモロコシの栽培契約を結び、種子や栽培技術を農家に供給して3農場全体で粗飼料を年17.5～20.0万トン確保している。濃厚飼料のトウモロコシはコロラド東部およびネブラスカ州より入手し、3農場全体で1日当たり最大6千トン消費する。飲用水は地下水を使用し、1区画当たり最大0.3トン/分の水を水槽に供給できる。肥育場に堆積した糞尿は年2～3回除去し、それは有機質肥料として農家で使用される。

畜舎の要らない牛の肥育は低コストが魅力である。スタントン助教授によれば、肉用牛の屋外肥育はテキサス、ネブラスカ、カンサス、コロラドの順に多いという。いずれも年降水量が800mm以下の比較的乾燥した大平原地帯にあり、またそれらの地域は地下水を大規模に畑にかんがいたアメリカ有数の穀倉地帯でもある。羊・豚・鶏に比し、肉用牛の生産が盛んな理由に、消費者の牛肉に対する強い嗜好性および生産における利益率の高さがあげられる。日本でも牛の屋外肥育試験が1977年に北海道で行われたが、降雨時のぬかるみが重大な問題となった。牛肉自由化を前に肉牛生産の増大は急務であるが、その基本には畜舎の低コスト化と経営規模の拡大が重要である。

引用文献

- 1) Bates, D.W. and Anderson, J.F., 1982: How to plan a mechanical ventilation system for the dairy barn. Agricultural Extension Service, M-128, Univ. of Minnesota, St. Paul, 1-13.
- 2) ILES III, 1988: Proc. of the third international livestock environment symposium. American Society of Agricultural Engineers, Pub. 1-88, St. Josef, Michigan, 1-470.
- 3) 松田従三・干場信司（監訳）、1988: 第3回国際家畜環境シンポジウム ILES III 抄訳集、農業施設学会、1-86.
- 4) MWPS-1, 1988: Structures and Environment Handbook, 11th Ed., Midwest Plan Service, Iowa State Univ., Ames, Iowa (立花一雄（訳）、1988: 畜産施設ハンドブック（計画・環境編）、農業施設学会、1-852)
- 5) MWPS-7, 1985: Dairy Housing and Equipment Handbook. 4th Ed., Midwest Plan Service, Iowa State Univ., Ames, Iowa (堂腰 純（監訳）、1987: 酪農施設・設備ハンドブック、北海道農業施設研究会、1-125)

発育モデル：DVSを用いた水稻不稔歩合の推定

日塔明広*・矢島正晴**・清野 裕**

(*宮城県農業センター，**農業環境技術研究所)

昭和63年の東北地方の稲作は、6月中旬以降の長期にわたる低温・少照により大きな被害を受けた。宮城県においても、7月下旬の異常低温による障害不稔の激発、また穂いもち病の多発によって甚大な被害を被った。そこで、水稻の発育モデルと不稔発生に関する低温感受性モデルとを組合せ、主要な減収尺度である不稔歩合の推定を試みた。

不稔歩合推定法および推定結果の概要は以下のとおりである。

供試材料は、水稻品種ササニシキを対象とし、図-1に示した昭和63年度宮城県水稻生育調査圃22地点の不稔歩合を含む水稻生育および隣接する AMeDAS 観測地11地点の気温データである。不稔発生に関する低温感受性モデルは、内島(1976)、Horie(1986)の冷却量と発育ステージの概念を導入し検討した。発育ステージ(DVS)の予測は、農業環境技術研究所気象生態研究室の作期移動試験により得られたパラメータを用いて、移植日より行った。なお、移植日のDVSは移植時の葉齢から推定した。

これらに基づき、次式を考案した。

$$1) DVS = \sum A \cdot (T_i - T_b)$$

$$2) UF = \sum \{ (T_o - T_i) \cdot W(DVS) \}$$

$$DVS = 0.72 \sim 1.20$$

ここで、 UF ：不稔歩合推定値。 T_b 、 T_o ：基準温度。 T_i ：日平均気温。 $W(DVS)$ ：不稔発生に関する低温感受性(重み関数)。

なお、幼穂形成始期、減数分裂期、出穂期、開花期をDVSで表すと、おおよそ0.72、0.88、1.0、1.07となった。



図1. AMeDAS観測地点(●)と生育調査圃(○)

生育調査圃の不稔歩合実測値とAMeDAS気温データを供試して、本推定式にしたがい、不稔発生に関する低温感受性（重み関数）をシンプレックス法を用いて決定したところ、図-2のように、重みの形はHayaseら（1969）の低温処理による不授精の発生傾向と極めて類似したものが得られた。また本推定式により供試調査圃22地点の不稔歩合を推定したところ、図-3に示したように比較的よい精度で推定ができた。

次に不稔歩合のメッシュ化を行うため、宮城県内17地点のAMeDAS気温データと月平均気温のメッシュ気候値から、稲作期間における第3次メッシュごとの日平均気温を推定し、本推定式により各メッシュについて不稔歩合を推定した。

まず、移植日を5月5日（昭和63年県内田植最盛期）、4月28日、5月12日、また移植時の葉齢を2.5葉（稚苗）、4.0葉（中苗）と設定し、各メッシュの推定歩合と水田面積から不稔程度別の水田面積を推定した。その結果、表-1に示したように、移植日が早く、しかも葉齢が大きいほど不稔程度の高い水田が多くなる結果となった。

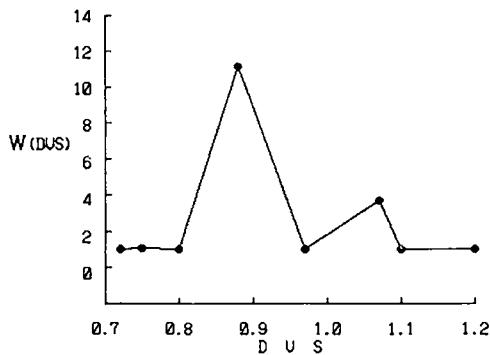


図2. 実測のデータをもとにシンプレックス法で決定した不稔の低温感受性

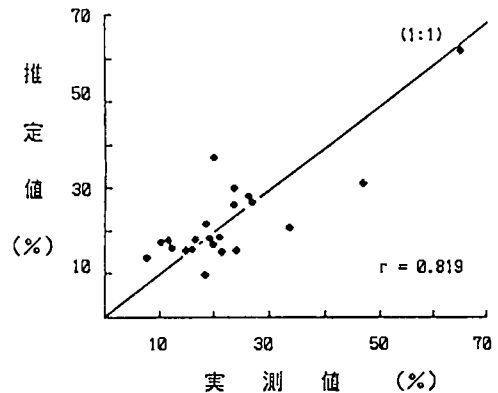


図3. 不稔歩合の実測値と推定値

表-1 宮城県内の不稔程度別水田面積率（％）

推定値 昭和63年 品種 ササニシキ

推定不稔歩合(%)	移植時葉齢 2.5 葉			移植時葉齢 4.0 葉		
	4月28日植	5月5日植	5月12日植	4月28日植	5月5日植	5月12日植
～ 10	3.6	10.9	19.9	0.6	1.5	1.6
10 ～ 15	2.7	46.7	56.0	0.4	1.2	1.3
15 ～ 20	29.4	36.0	21.5	1.3	1.9	4.0
20 ～ 30	53.1	5.2	1.3	2.6	27.1	51.4
30 ～ 50	10.2	0.4	0.4	13.8	45.9	38.9
50 ～	1.0	0.8	0.8	81.3	22.4	2.8

注) 県内全水田面積 150,821 ha (昭和59年土地利用データによる)

図-4は、移植日5月5日（県内田植最盛期）、移植時葉齢2.5葉（稚苗）に設定した推定不稔歩合のメッシュ図である。図のように、障害不稔が多発した県南部で不稔歩合が高く表示されるなど、実態に比較的合致した結果が得られた。さらに各メッシュの推定不稔歩合を用いて、作柄地帯別に不稔歩合を求め、地帯別の作況指数と比較したところ、図-5のように両者の間には高い相関がみられた。なお、本研究の詳細は、平成元年日本農業気象学会に発表予定である。

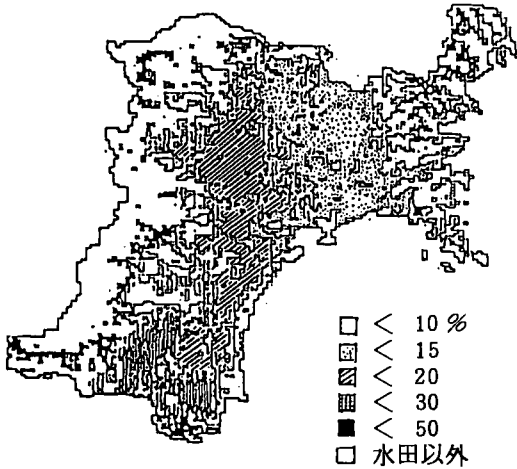


図4. 推定不稔歩合のメッシュ図
（5月5日、2.5葉苗を移植
した場合）

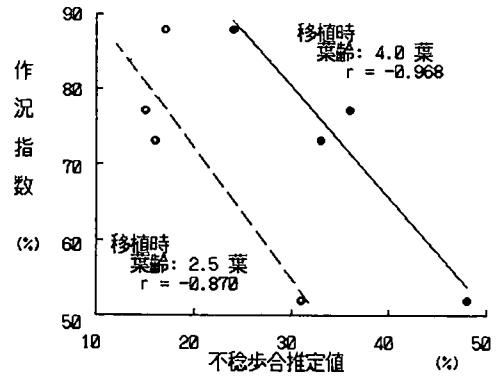


図5. 作柄地帯別にメッシュ図から
推定した不稔歩合と作況指数
（10月15日現在）

新体制の東北農試と農業気象研究

井上君夫

(東北農試・気象特性研究室)

当场では昨年、昭和25年の創設以来の全面的改組が行われた。新たに策定された研究基本計画にしたがい、組織は企画連絡室、総務部、8研究部に再編成され、3総合研究チームを含む44研究室等において、別表に示した主要研究・業務が実施される。

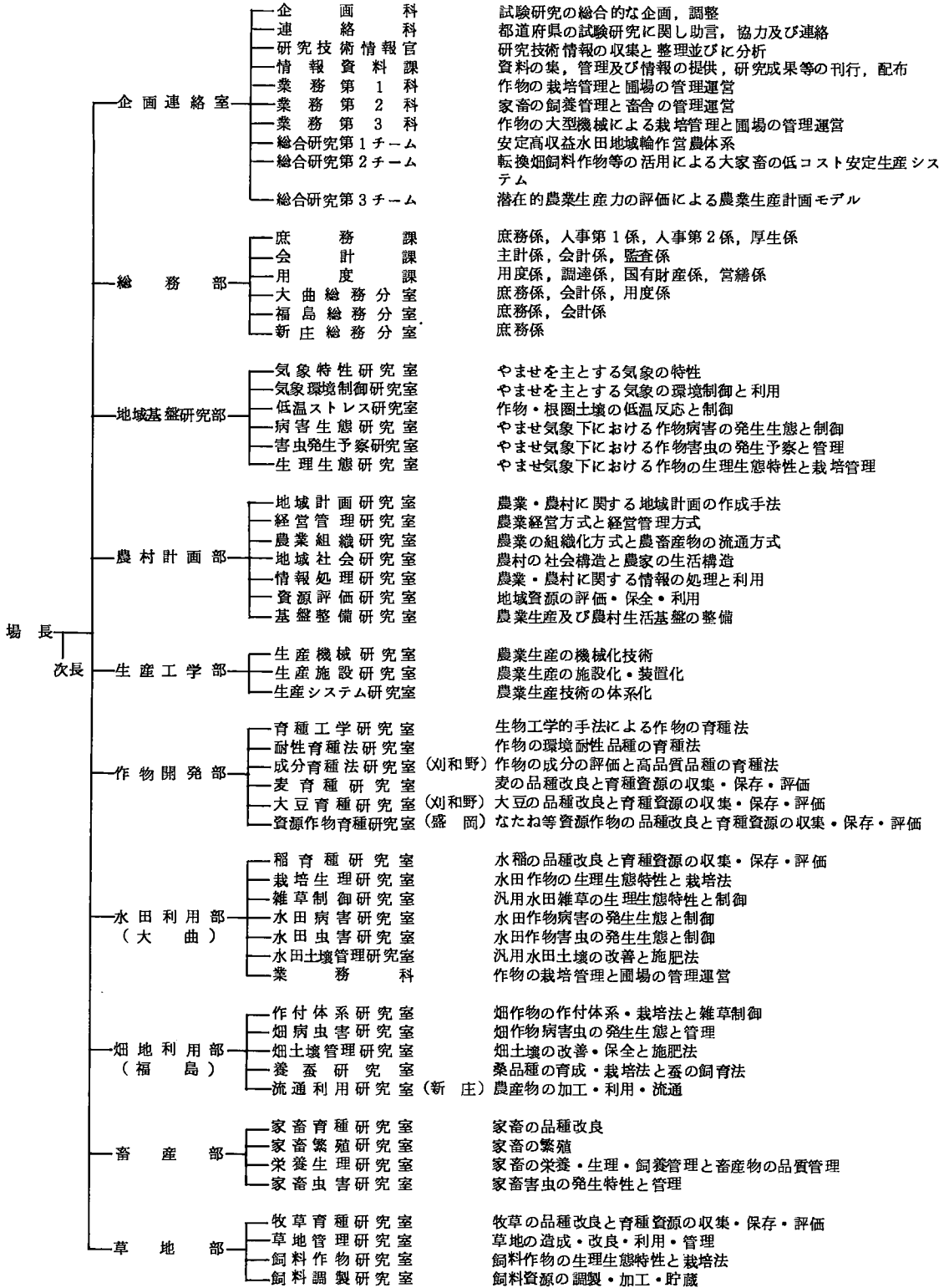
研究基本計画は今後の10年間を目標に、①やませ環境研究の深化、②農村活性化のための農村計画研究、③バイオテクノロジーを含む動植物の育種・繁殖の研究、④地域重要研究問題の解決、等の研究の重要性、緊急性に鑑み、6項目の主要研究問題を骨子として策定されている。

地域基盤研究部に属する気象特性研究室と気象環境制御研究室は、第2の柱である「やませ地帯における総合生産力安定向上技術の確立」の中で、耕地・草地等の生産環境の諸特性と機能の解明、及びその管理・改善・利活用のための手法、技術の開発等を積極的に行い、東北地域に固有のやませ気象を克服し、生態系調和型の高生産性農業の創出を指向することになっている。

気象特性研究室は、現在海霧を伴うやませが耕地上を吹送する時の気温や日射量の分布・変動等をフィールド実験によって解明し、特にやませ霧が作物に与える影響の推定、及びやませ地帯の気候資源量の把握、日射のメッシュ化手法の開発等を目的として研究を実施している。また冷害研究に関連しては従来より、水稻の穂ばらみ期障害型冷害の耐冷性に関する品種間差異の成立原因の解明等を行ってきた。

気象環境制御研究室は、各県の協力を得ながら水稻の生育・収量予測モデルの開発を進めている。さらに、簡易被覆環境の特性解明と利用法の開発、冷湿少照下における作物生態反応の動的解析、及び圃場気象情報収集システムの開発等について、研究が進められることになっている。

2研究室の研究の対象と目的は、勿論やませ環境のみではなく、東北地域をその対象とし、そこの農業気象の諸問題の解決を図ることにある。今後も、東北各県の試験研究機関と連携を密にし、農業気象研究を深化、発展させていかなければならない。



支 部 会 案 内

平成元年度日本農業気象学会東北支部大会
及び創立40周年記念大会プログラム

日時：平成元年8月24日（木）～25日（金）

場所：共済ビル・岩手大学

大会日程

月 日	午 前	昼 休 み	午 後	夜
8. 24	—	全体役員会 (1200-1300)	記念式典 記念講演会 (1400-1650)	記念祝賀会 (1730-1900)
8. 25	研究発表 (0900-1145)	総 会 (1145-1215)	研究発表 (1315-1530)	—

第1日（8月24日，共済ビル 盛岡市中央通り3丁目）

記念大会議事次第

1. 大会委員長挨拶 14：00～14：10
2. 来賓挨拶
学会長，岩大農学部長 14：10～14：30
3. 功労賞等の表彰 14：30～14：40
4. 記念講演会 14：50～16：50
講演者 鳥山 國士 座長 小野 清治
 内嶋善兵衛 日野 義一
 工藤 敏雄 卜蔵 建治
 門間 敏幸 宮部 克己
5. 記念パーティー 17：30～19：00
来賓挨拶（東北農試場長，岩手県農政部長）

第2日（8月25日，岩手大学 盛岡市上田3丁目）

研究発表

（午 前） 09：00～09：55（座長 伊五沢正光）

1. 久慈沿岸で観測されるやませ霧の気象特性
○阿部博史・井上君夫（東北農試）
 2. やませのレーザ・レーダ観測—63年度観測結果—
○渡辺 充・岩佐 亘・赤坂 郁・佐藤愛華・長峰信雄
十文字正憲・内山晴夫（八戸工大 電気工学科）
 3. 霧研究施設に設置したレーザ・レーダ設置
○長峰信夫・十文字正憲・内山晴夫（八戸工大 電気工学科）
 4. 一戸町高森高原における霧研究施設の概要
○十文字正憲・長峰信夫・内山晴夫（八戸工大 電気工学科）
- 09：55～10：35（座長 中野 修）
5. 大豆群落による日射吸収率の推定
○鮫島良次・岩切 敏・中島正雄（農業研究センター）

6. 小麦越冬前の気温と生育量からみた播種時期
○多田 久・穴水孝道・熊谷泰治（青森農試）

7. 青森県におけるメッシュ気候値の作成
第1報 未観測地点における気温の推定方法について
○熊谷泰治・穴水孝道（青森農試）

10：35～11：45（座長 佐々木忠勝）

8. 昭和63年7月の気象条件と不稔発生分布
○小林弥一・宗村洋一・斉藤真一・手代木昌宏
根本有子（福島農試）
9. 福島県相馬における昭和63年冷害の実態と解析
○大谷裕行・久力 幸（福島農試 相馬支場）
10. 昭和63年の青森県における水稻の障害不稔について
○多田 久・穴水孝道・熊谷泰治（青森農試）
11. 昭和63年宮城県におけるイモチ病多発生と少発生年の気象的特徴について
日野義一（宮城県農業実践大学校）
12. 岩手県南地帯における昭和63年水稻の不稔といもち病の発生実態
○伊藤勝浩*・小沢龍生[△]・畠山 均*・菅原活視*・武田真一[○]
（*県南分場 [△]県農村振興課 [○]岩手農試）

（午 後） 13：15～14：10（座長 小林弥一）

13. 水稻の苗の種類および初期生育の相違が障害不稔におよぼす影響
○平野 貢・本庄一雄（岩手大 農学部）
14. 水稻の減数分裂期間の気温と障害不稔の発生との関係
○本庄一雄・平野 貢（岩手大 農学部）
15. 分けつ期の気温と水稻の草型について
○阿部貞尚・飯島正光*（福島農試・*東北農政局）
16. 岩手県における水稻の気温による発育段階予測
○多田 徹・伊五沢正光・石川 洋（岩手農試）

14：10～14：50（座長 平野 貢）

17. 近年の青森県水稻作における気象災害 一特に冷害の一考察一
○金沢俊光・穴水孝道（青森農試）
18. 水稻障害不稔による減収尺度
○伊五沢正光・多田 徹・石川 洋（岩手農試）
19. 生育モデルによる水稻収量変動の解析
岡田益己（東北農試）

14：50～15：30（座長 多田 久）

20. 水田微気象モデルを利用した水管理エキスパートシステム
○井上君夫・佐々木忠勝*（東北農試・*岩手県庁）
21. 宮城県における7月、8月の低温出現頻度と安全出穂期の検討
○日塔明広・中野 修・佐々木俊彦（宮城農業センター）
22. 乳熟期における冠水が水稻の収量品質におよぼす影響
○高橋政夫・菅原活視*・畠山 均*（北上農業改良普及所・
*県南分場）

支 部 だ よ り

1. 昭和63年度支部会報告

昭和63年度日本農業気象学会東北支部会は山形県立農業試験場や山形大学の関係各位のご尽力により、昭和63年8月22、23日山形大学農学部を主会場として開催された。

研究発表会	16課題	山形大学農学部
特別講演会	2課題	”
役員会, 総会		”
懇親会		”

現地研修会は庄内地方の現地稲作, 山形県立農業試験場庄内支場試験圃場, 酒田山居倉庫等を見学, 酒田駅前解散した。

支部会開催にあたり, 大会運営委員長の山形県立農業試験場吉田浩場長を初め, 関係各位に対し心より厚くお礼申し上げます。

2. 会員異動

入会者

氏 名	所 属
黒木 斌 雄	山形県農試庄内支場
山崎 賀 久	青森県農業試験場
高城 哲 男	”
大江 栄 悦	山形県農業試験場
木村 和 則	”
三浦 浩	山 形 県 庁

退会者

佐川久光, 菊地邦郎, 今井繁男, 本田勝雄

3. 寄贈図書

日本農業気象学会本, 支部より会誌を戴いております。ご利用の節は事務局までご連絡下さい。

4. 会計報告

昭和63年度 会計決算報告

(平成元年度3月31日)

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前期繰越金	0円	53円	通信費	28,000円	27,570円
個人会員会費	360,000	326,500	振替費	4,500	2,980
賛助会員会費	20,000	60,000	事務費	4,500	3,100
雑 収	120,000	90,300	旅 費	25,000	28,000
			印刷費	360,000	335,000
			会議費	40,000	40,000
			雑 費	20,000	20,000
			予備費	18,000	15,000
合 計	500,000	476,853	合 計	500,000	471,650

次期繰越金 $476,853 - 471,650 = \underline{5,203}$

平成元年度 会計予算

(63年8月22日)

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越金	0円	通信費	28,000円
個人会員会費	380,000	振替費	4,500
賛助会員会費	20,000	事務費	4,500
雑 収	100,000	旅 費	5,000
		印刷費	380,000
		会議費	40,000
		雑 費	20,000
		予備費	18,000
合 計	500,000	合 計	500,000

5. 賛助会員名簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市東二番町70	電力の開発, 販売
美和電気工業株式会社	仙台市立田町14番3号	計測機器販売
(株)旭商会仙台店	仙台市上杉一丁目9-38	計測機器販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町126	化学薬品販売
八戸科学社	八戸市内丸14	理化学器機械販売

日本農業気象学会東北支部会則

昭和30年	4月	1日	実 施
昭和31年	12月	19日	一部改正
昭和35年	12月	22日	同
昭和37年	12月	4日	同
昭和39年	1月	31日	改 正
昭和42年	1月	27日	一部改正
昭和45年	12月	19日	同
昭和49年	9月	13日	同
昭和53年	10月	28日	同
昭和59年	9月	27日	同

第1章 総 則

第1条（名称）：本会は日本農業気象学会東北支部とする。

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

第3条（事務局）：農林水産省東北農業試験場農業気象研究室におく。

第2章 事 業

第4条（事業）：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

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

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

第3章 会 則

第6条（会員）：本会の会員は正会員、賛助会員、名誉会員とする。

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

第4章 役 員

第7条（役員）：本会に次の役員をおく。

支部長 1名 評議員 若干名
監 査 2名 幹 事 若干名

第8条（任務）：

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

- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。

- (3) 監査は本会の会計を監査する。

- (4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条（選出）：

- (1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。

- (2) i 評議員は東北地方在住の会員のうちから選挙により決める。うち4名を本部評議員として互選する。

- ii 支部長は自動的に本部ならびに支部評議員の資格をもつ。

- (3) 監査は支部長が会員の中から2名を委嘱する。

- (4) 幹事は支部長が会員中から委嘱する。

第10条（任期）：役職の任期は2年とし、重任を妨げない。

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

第5章 顧 問

第12条（顧問）：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会 議

第13条（会議）：本会には総会と評議員会をおく。

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

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

第7章 会 計

第14条（会計年度）：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第15条（経費）：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第16条（会費）：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 2,000円

賛助会員については別に定める。

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

第18条 その他は本部会則に従う。

第19条（会則の改正）：この会則の改正は総会の決議により行う。

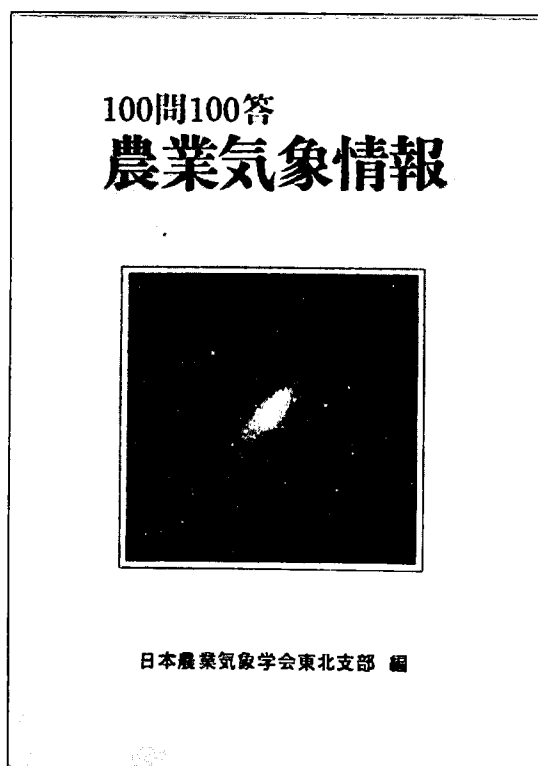
好評発売中

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

記念特集号

東北の農業気象総目次

(第1号～第34号)

昭和31年(1956)～平成元年(1989)

東北の農業気象 第1号 昭和31年3月(1956)

発刊の辞	東北大学理学部教授 加藤愛雄	1
1. ソリバップ, グリーンの水温上昇効果に関する一実験	宮城農試 宮本硬一・千葉文一・森谷睦夫	3
2. ビニール被覆による水温上昇について	宮城農試 宮本硬一・千葉文一・森谷睦夫 ・庄司源十郎	4
3. 硬質ビニール板による分散灌漑の効果について	青森農試 羽生寿郎・鳥山国土・小田桐光雄 和田純二・佐々木正吉	6
4. 水稻冠水被害による形態的变化	宮城統計調査事務所 氏家四郎・斎藤豊治・鈴木康彦 加藤力	9
5. 水田微気象と水稻の炭水化物の集積に関する研究(1)	山形大学農学部 羽根田栄四郎	10
6. 5cm地温と馬鈴薯萌芽との関係の統計的考察	岩手農試 高橋友吾	12
7. 畦被覆による地温の差異が馬鈴薯の生育収量に及ぼす影響について(予報)	東北農試 阿部玄三	13
8. 昭和30年水稻栽培期間の天候位置	山形県庁 小笠原和夫, 小林四郎	14
9. 福島県における水稻の豊凶について	福島測候所 梅田三郎	16
10. 山背風について	八戸測候所 松沢一郎	17

東北の農業気象 第2号 昭和32年6月(1957)

I 特別講演		1
1. 植物病害発生に及ぼす環境因子の影響について	東北大学 農学研究所長 坂本正幸	1
2. 東北地方の農業気候学的区分	岩手大学 農学部教授(農博) 永井政次	2
II 研究発表		6
1. 岩手県に於ける農業気象研究の回顧と展望	水沢緯度観測所 須川力	6

2.	宮城県冷水地帯における水温と水稻の生育について……………17	
	— 昭和30年度宮城村の場合 —	
		宮城県農業試験場 宮本硬一・千葉文一
3.	水温と水稻の蒸散量及び水中溶存酸素の消耗について(予報)……………20	
		山形大学 農学部 羽根田栄四郎
4.	晩霜時における温度分布の予報(第2報)……………24	
		福島測候所 防霜予報グループ 池田正治 外(本要報執筆者) 梅田三郎
5.	山形県稲収量の推移……………32	
	— 反当収量の歴史的趨勢 —	
		山形県庁 専門委員 小笠原和夫
Ⅲ	シンポジウム……………33	
	今夏期の早稲種の不稔現象について……………33	
Ⅳ	学会記事……………75	

東北の農業気象 第3号 昭和34年3月(1959)

I	特別寄稿	
1.	昭和32年度水稻の倒伏を省みて……………1	
		宮城県農業試験場 副場長(農博) 山本健吾
Ⅱ	研究発表	
	A 水稻と気象、並に気象災害(水田の微気象)	
2.	昭和32年の気象と稲作特に不稔障害について……………8	
		青森地方気象台長 柳谷喜太郎
3.	秋田の水稻収量と気象について……………18	
		秋田地方気象台技術課長 荒 勝
4.	並木植の方向を異にした水田畦間温度について……………23	
		宮城県立農業試験場 千葉文一・宮本硬一
	B 凍霜害関係	
5.	日本梨の凍霜害による減収について……………33	
		農林省福島統計調査事務所作況調査課長 新開真一
6.	晩霜時に於ける最低気温分布の予想(福島防霜グループ)……………43	
		福島地方気象台技術課長 小林善博
7.	細域の温度分布の特性について(福島防霜グループ)……………50	
		福島地方気象台長 梅田三郎
Ⅲ	シンポジウム	
	「防霜対策について」……………59	
		司会 東北大学理学部教授(理博) 加藤愛雄

東北の農業気象 第4号 昭和35年3月(1960)

I	特別講演	
1.	最近の暖冬について……………1	
		仙台管区気象台技術部長 内海徳太郎

II 研究発表

2. 江合川の水質について.....	小牛田農林高校	森 俊彦	5
3. 地温管理について.....	宮城農業短大	遠藤冲吉	13
4. 晩霜期の晴れた夜における裸地と草生地 の気温比較観測の一例.....	福島地方気象台	梅田三郎	14
5. 晩霜時期における最低気温分布の 予想.....	福島地方気象台	小林善博	23
6. 稲作期間の気温変化.....	盛岡地方気象台	加藤吉男	31
7. 水稻の収量構成と気象（序報）.....	新庄測候所	佐藤義正	36
8. 防潮林伐採時に伴う周辺稻田の風速 分布変化について.....	仙台管区気象台	高橋正吾	54

東北の農業気象 第5号 昭和35年12月(1960)

I 研究発表

1. 鳴子ダムの浮泥について（予報）.....	小牛田農林高校	森 俊彦	1
2. 水温上昇剤『O. D. E』の水稻に及ぼす 効果について（予報）.....	東北農試	阿部亥三・小野清治	10
3. 水稻の冷水被害軽減に関する研究 第1報 ポリエチレンチューブの1現地 試験例.....	東北農試	栽培第二郎 羽生寿郎・内島立郎・菅原 俐	16
4. 冷水地帯における灌漑法と水稻収量.....	宮城農試	宮本硬一・千葉文一	25
5. 水稻の早期多収栽培の地域性確立に 関する生態的研究 第1報 青森県における気象の地域性 と水稻生育との関連性.....	青森農試本場 藤坂試験地	阿部亥三・小野清治 鳥山国士・和田純二	31
6. 水稻収量の構成と気象〔第2報〕 概要.....	新庄測候所	佐藤義正	36
7. 水稻体温測定実験（第1報）.....	一関市役所農場 一関気象通報所長	竹林邦夫・小岩孝太郎 松沢一郎	42
8. 地下気象環境が水稻の生理作用に及ぼす 影響について（水分代謝について）.....	山形大学農学部	羽根田栄四郎	53
9. 海岸防風林伐採による周辺稲作の被害 分布の推定.....	宮城農試	宮本硬一	55
10. 麦間間作大豆の栽培に関する農業気象 的考察（概要）.....	青森農試 東北農試	阿部亥三 栽培第二部 菅原 俐	61

11. 青森県北奥羽地域における気象災害の地域分布について(概要).....	65
青 森 農 試 阿部亥三・小田桐光雄・小野清治	
12. 地面状況の差異による気温分布調査.....	74
福島防霜グループ 福島地方気象台 工藤敏雄	

東北の農業気象 第6号 昭和37年8月(1962)

I 研究発表

1. 水稲収量の構成と気象(第3報).....	1
新庄測候所 佐藤義正	
2. 福島県における水稲収量分布の特性について.....	7
福島地方気象台 梅田三郎	
3. 稲の生理と灌漑水温(第1報).....	15
山形地方気象台 東谷平治	
4. 冷水田における灌水時刻と水温・地温の変化について.....	22
宮 城 農 試 宮本硬一 千葉文一	
5. 水田の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究.....	30
a 第7報 登熱の地域性と年次変化.....	30
青 森 農 試 阿部亥三 小野清治 鳥山国土	
b 第8報 高冷地の気象特性と水稲生育.....	39
青 森 農 試 阿部亥三 小野清治 和田純二	
6. 水稲生育に関する農業気象学的研究.....	51
a 水田水温の分布について	
b 水温と水稲苗の発育・発根について	
c 水温と水稲苗の蒸散・吸収について	
d 水温と水稲の炭水化物含量の消長について	
山形大学農学部 羽根田栄四郎	
7. 太陽輻射の波長別測定(予報).....	57
東 北 大 学(理学部) 加藤愛雄 東 北 大 学(農 研) 鈴木 務	
8. てん菜の播種決定についての農業気象的考察.....	62
東 北 農 試 伊達 了	
9. 水稲体温測定実験(第2報).....	69
一関市役所農場 竹林邦夫 小岩孝太郎 一関気象通報所 松沢一郎	

東北の農業気象 第7号 昭和38年2月(1963)

I 研究発表

1. 気温からみた大豆の生育と栽培期間について.....	1
農林省東北農業試験場 内島立郎・伊達 了・羽生寿郎	
2. 本邦における「てん菜」栽培に対する気温条件.....	6
農林省東北農業試験場 伊達 了	
3. 降霜日における傾斜地の冷氣移動の観測.....	11
盛岡地方気象台 梅田三郎	
4. 水田地温について(第2報).....	16
各種条件下の水田地温について	
山形大学農学部 羽根田栄四郎	
5. ポリエチレンチューブの熱伝達について.....	20
農林省東北農業試験場 羽生寿郎	
6. 寒地における水田用水量の研究(第1報)	
水田減水深に対する気象条件の影響について.....	26
宮城県農業試験場 宮本硬一・千葉文一	
7. 福島県における稲作季節と桜の季節について.....	31
福島地方気象台 工藤敏雄	
8. 昭和36年の稲作期間の気候解析と水稻収量の地域性.....	42
青森農業試験場 小野清治・阿部亥三	
9. 青森県における農業気象研究の課題について.....	48
(特に水稻を対象として)	
青森農業試験場 阿部亥三	
10. 水稻の早期多収栽培の地域性確立に関する生態的研究(第11報)	
気候並びに土壤肥料条件の相違が水稻生育に及ぼす影響(要旨).....	51
青森農業試験場 阿部亥三・小野清治・和田純二・鳥山国土	
11. 農業気候に関する研究(第6報).....	58
本邦における夏季の気温日変化の型	
農林省東北農業試験場 羽生寿郎	
12. 気温条件からみた水稻の出穂期の遅速.....	63
農林省東北農業試験場 羽生寿郎・内島立郎	
13. 深雪用繰り出し式百葉箱(試案).....	68
新庄測候所 佐藤義正	

東北の農業気象 第8号 昭和39年3月(1964)

[研究論文]

東北地方の凶鐘についての統計的調査.....	1
盛岡地方気象台 梅田三郎	
水稻収量の構成と気象(英文要旨).....	4
新庄測候所 佐藤義正	
冷水灌漑田における水田水温に関する一考察.....	6
青森農試 東山春紀・阿部亥三	

気温条件からみた水稲出穂期の遅速（補遺）……………11
東北農試 羽生寿郎・内島立郎

宮城県における水稲乾田直播栽培の気象環境(1)……………13
宮城農試 宮本硬一

気温条件による東北地方のてん菜栽培期間の推定方法……………17
東北農試 伊達了

月山山麓地域の土地利用についての農業気象的考察……………20
東北農試 内島立郎・羽生寿郎・伊達了

宮城県川渡山地草原の農業気象について（予報）……………23
東北大農研 岩波悠紀・山根一郎・佐藤和夫

青森県太平洋沿岸地帯における稲作立地に関する調査概要（概報）……………25
青森農試 阿部亥三・小野清治・東山春紀

東北の農業気象 第9号 昭和39年10月（1964）

〔論文〕

1. 昭和38年の青森県の水稲作況に対する一考察……………小野清治・阿部亥三…………… 1

2. 積算気温からみた水稲生育の好適性……………伊達了・菅原 俐…………… 7

3. 気温条件よりみた水稲生育の好適な時期—宮城県の例—……………宮本硬一……………12

4. 北日本における水稲直播栽培の気温的安全限界につ
いて……………羽生寿郎・内島立郎・斉藤武雄……………18

5. 湛水並びに非湛水条件下における地温の相違と水稲生育
との関連性……………阿部亥三・前田 昇・小野清治……………21

6. 水田用水量に関する知見……………阿部亥三・東山春紀
小野清治・前田 昇……………29

7. OEDによる移植苗の植えこみ防止に関する2, 3の
試験……………千葉文一・宮本硬一……………34

8. 冬期不快指数の考えと広義の気象環境指数について……………佐藤義正……………37

9. 農家の気象への関心について……………森 俊彦……………45

〔参考資料〕

東北地方における水稲収量の地域的特徴……………53

東北の農業気象 第10号 昭和40年8月（1965）

〔論文〕

1. 岩手県における日照率の調査とその分布について……………昆 幸雄・池田誠也…………… 1

2. 昭和39年4月末日の宮城県における凍霜害について……………千葉文一…………… 5
—特に作物の生育時期及び地形との関係について—

3. 晩霜害年の群発生と晩霜害発生の地域差	梅田三郎	9
4. 寒地における観葉植物等の冬季保存管理について(第1報)	川合 宏	13
5. ススキ草原における火入れ温度について	岩波悠紀・飯泉 茂	16
6. 蒸発に対するトウモロコシ植被の影響について	小林勝次	19
7. 青森県におけるてん菜収量の年次的並びに地域的変異について	阿部亥三	21
8. 昼間止水かんがいによる水田内地水温の昇温効果について	佐々木虎・米沢 確・菊地忠雄 渡辺成美	25
9. 大区画水田の水田用水量と水稻生育について	大野 昊・小野清治・前田 昇 穴水孝道	29
10. 低温時の深水かんがいが不稔発生に及ぼす影響	大野 昊・小野清治・前田 昇	33
11. 昭和39年の水稻登熟の地域性と水稻作況について	大野 昊・小野清治・穴水孝道	37
12. 気候登熟量示数からみた昭和38・39年の東北表方の登熟 気象	羽生寿郎・内島立郎・菅原 利	41
13. 寒地水稻の安全出穂期間を決定する一方法	羽生寿郎・内島立郎・菅原 利	45

東北の農業気象 第11号 昭和41年6月(1966)

〔論文〕

1. 近世における東北地方の霜害について	梅田三郎	1
2. 栽培計画のための気象積算値計算図表	羽生寿郎・菅原 利	5
3. 農家の気象への関心について その2 宮城県北部の気象俚諺について	森 俊彦	8
4. 青森県におけるてん菜の収量と気象条件 (てん菜の好適気候の探索)	阿部亥三・阿部典雄	12
5. 気温並びに日照が馬鈴薯の生育及び収量に及ぼす影響	西川広栄	15
6. 秋田県における水稻乾田直播の気象からみた問題点	山口邦夫・石山六郎・斉藤正一 島田孝之助	21
7. 節水かんがいによる冷水害の防止について 一特に漏水過多田の場合について	千葉文一・宮本硬一	25
8. 青森県の水稲登熟の地域性について	大野 昊・小野清治・穴水孝道 前田 昇	29
9. 昭和40年の障害不稔発生の実態について	大野 昊・小野清治・前田 昇 穴水孝道	34
10. 岩手県における昭和40年の水稻作況と気象	土井健治郎	38
11. 宮城県における昭和40年苗代期の異常低温とその影響	宮本硬一	42
12. 宮城県における昭和40年7月下旬の異常低温と水稻不 稔発生について	千葉文一・斉藤豊治	47
13. 稲作からみた昭和40年度気象の特異性について	須藤孝久	51
〔特別講演〕		
1. 昭和40年の異常気象(特に春の豪雪, 7月の低温と大雨) について	小林一雄	55
2. 秋田県における昭和40年の異常気象と稲作	山口邦夫	59
◎ 討論 一 昭和40年の気象と稲作		64

東北の農業気象 第12号 昭和42年7月(1967)

[論文]

1. 畑作物の豊凶要因に関する農業気象学的考察	阿部玄三・阿部典雄	1
2. 大小豆の干害による損傷様相と被害について	柴田悖次・近藤和夫・松村三男 舟山謙三郎	5
3. 秋田県における夏播レタス不時抽苔の気象的解析について	須田雄悦・伊藤彰雄	9
4. 栽培計画のための平均気温頻度別カーブについて	内島立郎	12
5. ジョルダン型とバイメタル型日照計の比較観測結果について	千葉隆夫	15
6. 長期天候予報の現況とその利用についての一考察 昭和 昭和41年暖候期間の予報と実況をみて	内島立郎	18
7. 水田における蒸発散量と気象条件との関係について	千葉文一・宮本硬一	22
8. 大区画水田の灌漑法に関する研究 第2報 新規開田地の畦畔滲透が水稻の生育に及ぼす 影響	大野 昊・小野清治・穴水孝道 前田 昇	25
9. 大区画水田の灌漑法に関する研究	大野 昊・小野清治・穴水孝道 前田 昇	28
10. 湛水直播水稻の初期出葉間隔と水温との関係(作物の生 育と気象との関連性に関する研究 第2報)	羽生寿郎・菅原 俐・内島立郎 岡本利高	32
11. 水稻の穂孕期における気象について 一とくに日較差に ついて一	角田公正・和田純二・金沢俊光	36
12. 水稻出穂期後の日照不足が登熟におよぼす影響 予報 1. 品種間差異について	土井健治郎・清原悦郎	40
13. 水稻玄米千粒重におよぼす気象要因について	中村登喜男・舟山謙三郎	43
14. 昭和41年の登熟期間の天候と水稻の生育について 〔シンポジウム〕(東北地方における稲の霜害と防霜の可能性について)	小野清治・前田 昇・穴水孝道	46
1. 青森県における古タイヤ燃焼による稲の防霜対策実施概 要について	青森県農林部農務課	50
2. 岩手県の防霜実験に関する話題	工藤敏雄	54
3. 東北地方の霜害に関する話題	梅田三郎	61

東北の農業気象 第13号 昭和43年(1968)

[論文]

1. バイメタル式日照計の性質ージョルダン日照計との相違とその要因	吉田作松	1
2. 寒地における観葉植物等の冬期保温管理について(第2報) 一日照の差異と保温法が露地小型ハウスの室内温度に及ぼす影響一	川合 宏・鹿野昭一	2
3. 高冷地の気象利用による夏まきトマトの育苗について	長松谷正三郎・藤原栄吉	5
4. 不順天候年次の水管理が水稻生育に及ぼす影響	小野清治・前田 昇・穴水孝道	8
5. かんがい水量の多少が水田温度と稲の生育収量に及ぼす影響	千葉文一・日野義一	12

6.	秋田県における稲乾燥体系と気象との関係について……………	須藤 孝久……………	15
7.	登熟後期の長雨による穂発芽の被害……………	伊藤 正・斉藤豊治……………	20
8.	頻度別気温による水稻の作季策定について……………	田中義一・内島立郎……………	26
9.	畑地における土壌水分の変化に対する気象条件の影響……………	千葉文一……………	30
10.	畑稲マルチ栽培の地象的研究 第1報 地温変化に及ぼす影響……………	古沢典夫・佐藤忠士・鎌田信昭 田中義一……………	34
11.	畑稲マルチ栽培の地象的研究 第2報 土壌硬度、水分変化と生育収量……………	古沢典夫・中野信夫・米田秋作 大野康雄……………	37
12.	水稻冷害の実際的研究 第27報 作況試験からみた分けつの推移型……………	和田純二・佐藤亮一・金沢俊光……………	40
13.	水稻冷害の実際的研究 第28報 気象条件が分けつに及ぼす影響……………	櫛淵欽也・和田純二・金沢俊光 佐藤亮一……………	44
14.	水稻の蒸散に関する研究(1)……………	羽根田栄四郎……………	48
15.	開放型変温実験装置(高温用)の試作……………	羽生寿郎・岡本利高・内島立郎……………	53

東北の農業気象 第14号 昭和44年8月(1969)

[論文]

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

東北の農業気象 第15号 昭和45年9月(1970)

〔論文〕

1. 岩手県における夏期の山背風について……………宮部克己・藤原 宏……………1
 2. やませ風の気象的特質, 特に日射量との関係……………佐々木信介・卜蔵建治……………4
 3. 畑輪作に関する研究
第7報 畑作物の連作障害と気象との関係……………櫛淵欽也・和田純二・佐藤亮一
松田幹男……………6
 4. 畑稻マルチ栽培の初期生育時の微気象……………阿部亥三・米田 豊……………10
 5. 土壌の凍結深度の測定事例……………阿部亥三・米田 豊・阿部典雄……………15
 6. 昭和44年における水稻収量構成要素の低下の解析(宮城県を中心とした東北地方)
齊藤豊治・小島善吾・氏家瑞六……………17
 7. 6・7・8月の気温・日照と県別水稻収量との重回帰分析のこころみ
藤原 忠……………23
 8. 水稻冷害の実際的研究
第32報 低温障害に及ぼす気温較差の影響について……………櫛淵欽也・和田純二・浪岡実
中川宜興・金沢俊光……………27
 9. 寒冷地における多収栽培のかんがい法に関する研究
第2報 出穂後の水管理と地下水位の高低が稲の登熟に及ぼす影響
小野清治・前田 昇……………31
 10. 稲作の水管理に関する研究……………羽根田栄四郎……………35
 11. かんがい水による水田温度環境調節に関する研究
第1報 各種かんがい水温と気温との関係……………千葉文一・日野義一・宮本硬一……………41
 12. 早期稚苗植田の水田温度について -特に水深のちがいとOED使用効果-
日野義一・千葉文一・宮本硬一……………45
 13. 断熱施設利用による水稻の大量催芽について……………寺中吉造・杉本文午……………49
 14. 開放型変温実験装置を用いた変温実験
第1報 水稻の分けつ期間の変温実験例……………岡本利高・内島立郎・藤原 忠……………55
 15. 同上
第2報 水稻の登熟期間の変温実験例……………岡本利高・内島立郎・藤原 忠……………60
- 〔短報〕
1. 地干しが米質に及ぼす影響について……………矢野時男……………65
- 〔講話〕
1. 農業の機械化と農業気象研究について……………岩崎勝直……………67
- 〔20周年記念記事〕
- あいさつ……………東北支部長 坂下 強……………73
- 20周年をかえりみて……………日本農業気象学会長 武田京一……………74
- 創立20周年をむかえて……………梅田三郎……………76
- 東北の農業気象20周年をかえりみて……………阿部亥三……………80
- 20周年をかえりみて……………宮本硬一……………82
- 雑 感……………吉田作松……………84
- ☆ 東北支部の歩み(業務日誌から)……………97
- ☆ 研究発表および「東北の農業気象」総目録……………96

東北の農業気象 第16号 昭和46年9月(1971)

〔論文〕

1. 東北地方における任意地点の平均気温の推定法と若干の考察(要法)
小島忠三郎…………… 1
2. 山地傾斜地気象に関する研究
第1報 円錐丘斜面の方位による2~3の気象要因の変化……阿部博史・藤原 忠…………… 7
3. 畑輪作に関する研究
第8報 気象条件と試験収量および県平均収量との関係……榑淵欽也・和田純二・佐藤亮一
松田幹男……………12
4. 東北地方における水稻多収地帯の8, 9月気候の特徴について
内島立郎……………16
5. 生保内(秋田県)における水稻の出穂期と温度, 日照の関係
田口機一……………20
6. 水稻冷害の実際的研究
第37報 気象条件と品質の地域性(2)……………榑淵欽也・和田純二・佐藤亮一
浪岡 実・松田幹男・中堀登示光……………23
7. 水稻の生育・収量・品質に及ぼす風の影響……………石山六郎・山本寅雄……………27
8. 水稻品種の登熟性に及ぼす温度ならびに日射の影響について……佐藤晨一・佐藤清三・秋場善憲……………30
9. 寒冷紗による防風垣資材の防風温効果……………小野清治・穴水孝道……………34
10. 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係
第2報 普通移植田の本田期間における水田温度の時期的変化…千葉文一・日野義一・宮本硬一……………38
11. 寒冷地における多収栽培のかんがい法に関する研究
第3報 水穂後の水管理と稲の登熟および米の品質……………小野清治・前田 昇……………42
12. 初期の水管理の稚苗稲への生育反応……………穴水孝道・小野清治……………47
13. 各種蛍光灯による水稻稚苗の生育反応……………寺中吉造・前田忠信……………51
14. 温蔵庫利用による水稻の催芽について……………寺中吉造・杉本文午……………56

東北の農業気象 第17号 昭和47年8月(1972)

〔論文〕

1. 異常気象下における水田温度と稲の生育 昭和46年4月下旬~5月中旬の異常気象
日野義一・千葉文一…………… 1
2. 8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析のこゝろみ
ろみ……………藤原 忠…………… 5
3. 水田の落水時期と米質に関する研究
第1報 青森県における落水時期の実態……………永沼昌雄・前田 昇・佐藤亮一
和田純二…………… 9
4. 水稻の登熟における品質について……………菅原 利・舟山謙三郎……………13
5. 山背地帯における水稻栽培の問題点について……………宮部克己・中村良三・藤原 宏……………17
6. 山形県庄内地方における機械田植用土付2葉苗の大量育苗施設と苗の生育について
一主として藤島管内を中心として一 ……菅原道夫……………21
7. 水稻稚苗に対する近紫外線の補光について……………寺中吉造……………25
8. 大区画水田におけるOEDの効果……………石山六郎・山本寅雄……………31

9. 気温の日変化に関する研究	和田道宏・村上利男	34
10. 東北地域の農業気候の特長	阿部亥三	37
11. ビニールハウスの温度変化	千葉文一・日野義一・和泉昭四郎 川村邦夫	41

〔講 話〕

1. 施設気象の制御	谷 信輝	45
2. 昭和46年の異常気象と長期予報	松倉秀夫	48
3. 今後の気象 一安全確収技術のすすめ一	木村耕三	53

東北の農業気象 第18号 昭和48年7月(1973)

〔論 文〕

1. 浸冠水による作物被害と軽減技術	鎌田金英治・小野 充・山口邦夫	1
2. 青森県における冷害の実態 一新聞記事を中心として一	穴水孝道・和田純二	5
3. 水稻の冷害対策技術効果に対する一考察	阿部亥三	9
4. 昭和46年異常気象における水稻作況に関する一考察	吉田 浩・亀井 績・山崎栄蔵 芳賀静雄	13
5. 機械化移植苗の素質に関する研究 第5報 種苗に対する植付時の風および地温の影響	寺中吉造	17
6. 南海低気圧による林木の冠雪害	八重樫良暉・嘉村 耕	21
7. 主成分分析による東北地方の気候地帯区分	小島忠三郎	25
8. 北東北における牧草の収量と気象条件	阿部亥三・奥山富子	29
9. ビニールハウスにおける反射板の効果について	佐々木由勝・藤沢勝太郎	33
10. 水田の落水時期と米質に関する研究 第2報 落水の早晚と米質	前田 昇・永沼昌雄・小野清治	36
11. かんがい水による水田温度環境調節に関する研究 第2報 地下水利用による苗代期の低温障害防止	千葉文一・日野義一・大累誠一	40
12. 同 上 第3報 地下水利用による登熟期の夜間温度調節	千葉文一・大累誠一・日野義一	44
13. 稲作期間中における水田温度と土壌気象に関する研究 第3報 稚苗移植田の水深のちがいによる水田水温と露場気温との関係	日野義一・千葉文一	47
14. 水稻保温折裏直播栽培における播種時期について	田中義一	51
15. 寡照条件下における水稻生育相 第1報 透水と日照との関係	高野文夫・米沢 確・佐々木忠勝	55
16. 水稻体温と環境条件との関係 第Ⅱ報 自然条件下における水稻体温	羽根田栄四郎	59
17. ユニット暖房蚕飼育装置の暖房時における微気象特性 一特に外気象下における温度制御について一	河端常信	62
18. カントリーエレベーターの自主検査にあらわれた気象の影響	佐藤亮一・和田純二・松橋 実	66
19. 昭和47年9月12日の岩手県玉山村の降雹被害について	工藤敏雄・大川 晶	70

〔講 話〕

1. 最近の気候変動について	和田英夫	73
----------------	------	----

東北の農業気象 第19号 昭和49年8月(1974)

〔論文〕

1. 水稻機械移植栽培に関する生態的研究
第2報 青森県南部平野における稚苗移植の作季について…中堀登示光・本田勝雄
三本弘乗・佐藤尚雄……………1
 2. 明治24年以降の中島農場稲作坪刈記録について
第1報 気象からみた解析について……………和田純二・千葉順逸……………6
 3. 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係
(4) 本田期間の水田水温について……………日野義一・千葉文一……………10
 4. 稲の葉展開速度と環境……………細井徳夫……………15
 5. 東北地方の水稻登熟期における異常低温の出現特性……………宮本硬一・日野義一……………19
 6. 水稻の登熟に及ぼす気象条件の影響
特に登熟歩合と玄米千粒重について……………本庄一雄……………23
 7. 低温重粘地帯における暗きょ施行田の透水性と水収支……………穴水孝道・鹿内武次・相馬駿春……………27
 8. 簡易暗きょ(パイドレン)における水温と地温の変化について
大沼 濟・吉沢示雄……………31
 9. 畑苗代における2~3被覆資材の利用について……………寺中吉造……………34
 10. 東北農試に新設された人工光・自然光グロースキャビネットの概要
藤原 忠・寺中吉造・阿部博史……………38
 11. ビニールハウスの環境抑制
一換気方法によるハウス内部気象の変化一……………千葉文一・日野義一……………42
 12. 主要畑作物の登熟期における降雹による被害解析について…佐々木邦年・佐藤忠士
高橋康利・大野康雄
神山芳典……………45
 13. 北海道地方における昭和48年初夏の異常少雨について……………内島立郎……………49
 14. 東北地方における昭和48年6・7月の異常少雨の概況……………工藤敏雄……………53
- 〔講話〕
1. 寒冷地における施設栽培の問題点……………中川行夫……………58
 2. 気象条件と牧草の生育・生産について……………小原繁男……………62

東北の農業気象 第20号 昭和50年7月(1975)

〔論文〕

1. 冷水遮光条件がイネの生育におよぼす影響とりん酸の施肥効果
齊藤正一・鎌田金英治
佐藤尚雄……………1
2. 水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連
第2報 減分期以降の温度が登熟と品質におよぼす影響……………熊野誠一・松本 顕・関 寛三
金 忠男……………5
3. 昭和48年水稻登熟後期の異常降雨と穂発芽について……………高田隆剛・高本 真・佐藤陽一……………9
4. イネ稚苗の近紫外量に対する生育反応の品種間差について…寺中吉造……………13
5. 庄内地方の水稻稚苗育苗における気象背景……………大沼 濟……………18
6. 寒冷地における育苗期間の気象条件と水稻の作柄に関する考察
阿部亥三……………21

7. 重回帰分析による稲作期間の気象からみた水稲収量予測	穴水孝道	25
8. 水稲の出穂予測法に関する研究		
第1報 出穂期の実態とその変動について	永沼昌雄・前田 昇	29
9. 十和田市地区における昭和初期の気象と農業の記録(1)		
竹ヶ原助八氏の日記を中心として	和田純二	33
10. パイプかんがいによる寒冷地の稲作改善		
① 水地温の上昇効果	嶽石 進・石山六郎	37
11. 稲作期間中における水田温度と露場気象		
第5報 宮城県の田植期間の気温と水田水温	日野義一・千葉文一	41
12. 水田転換畑における接地気象に関する研究	前田 昇	45
13. とうもろこしの登熟と気温との関係についての一考察	菅原 俐	49
14. 岩手県における畑作物の干害発生実態調査について	佐々木邦年・佐藤忠士・高橋康雄 大野康利・神山芳典	51
15. 有孔ポリ被覆による深溝まき栽培に関する研究		
第1報 畑イネの生育反応と適用性について	佐藤忠士・神山芳典 佐々木邦年	54
16. 土壌凍結深度の推定方法について	阿部玄三・奥山富子	56
17. 大規模施設ハウス群の微気象	千葉文一・日野義一	58
18. 傾斜草地からの流出水変動の予備的調査	藤原 忠・阿部博史	62
〔講 話〕		
1. 世界と日本の食糧危機と異常気象	大後美保	65
2. 東北における異常気象対応技術	本谷耕一	67

東北の農業気象 第21号 昭和51年7月(1976)

〔挨拶〕

昭和50年度講演会におけるあいさつ(要旨) ……坪井八十二

〔論文〕

1. 宮城県におけるいもち発生と気象条件		
第2報 いもち病多発生年次の気象	千葉文一・井上 徹	1
2. 稲作期間中の水田水温と露場気象との関係		
第6報 本田期間の気温と水田水温との地域性	日野義一・千葉文一	4
3. 水田水温の地域性について	宮部克巳	8
4. 水稲の苗質による本田初期生育と水温の関係	寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫	10
5. 昭和50年度における水稲育苗期の気象変動と苗の被害について	高田隆剛・高本 真・佐藤陽一	15
6. 庄内平野の局地気象と水稲初期成育	大沼 濟	19
7. 八郎潟干拓地を例とした重粘地帯における稲の生育		
その1 初期成育と地温について	樋渡公一	23
8. 水稲養分吸収におよぼす気象条件の影響		
第4報 水稲根の水中溶存酸素の吸収に及ぼす温度の影響	羽根田栄四郎	27
9. 水稲冷害の実験的研究		
第46報 人工気象室におけるイネの低温処理時のポット水温	金沢俊光・中川宣興・小山田善三	29

10. 冷害気象と稲作技術の評価	
第1報 大正2年の稲作期間の気象と主要成育時期の推定	永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道 山田知明……………33
11. 冷害気象と稲作技術の評価	
第2報 冷害気象を対象とした現在稲作技術の評価	小野清治・永沼昌雄・前田 昇 穴水孝道・山田知明・和田純二 千葉未作……………38
12. パイプかんがいによる高冷地の稲作改善	
(2) 稲の生育収量	石山六郎・嶽石 進……………43
13. 寡照下における生育相	
第2報 透水による登熟性向上について	高野文夫・佐々木忠勝……………47
14. 登熟期の気象と米質について	吉田 浩……………51
15. 登熟期の水管理と米質について	芳賀静雄……………54
16. 山地気象計の試作	阿部博史……………56
〔講 話〕	
秋田県の近年の米収と冷害	山中圀方……………60

東北の農業気象 第22号 昭和52年11月(1977)

〔論 文〕

1. 遮光下の水稻の出穂速度に及ぼす生育温度の影響	細井徳夫・麻生常吉…………… 1
2. 水稻の稚苗植における穂数成立までの生育と気象との関係	菅原 俐・金子一郎…………… 5
3. 水稻の穂ばらみ期低温処理時の日射量のちがいが不稔歩合に及ぼす影響	寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫…………… 9
4. 水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連	
第3報 出穂期以降の温度が登熟と品質に及ぼす影響	国分牧衛・関 寛三・金 忠男 熊野誠……………14
5. 冷害気象と稲作技術の評価	
第3報 農民記録からみた大正2年の冷害の実態	和田純二……………18
6. 水稻冷害の減収量推定尺度に関する知見	
一既往の減収推定尺度の再検討一	阿部亥三……………22
7. 宮城県における水稻品質と気象条件	千葉文一……………26
8. 山形県庄内地方における水温上昇管理の実態	大沼 濟……………29
9. 岩手県における農凶考照試験に関する二・三の考察	佐々木忠勝……………33
10. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究	
第3報 田植え期間中の日別日照時間の変動性について	日野義一……………37
11. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究	
第4報 田植え期間中の日別気温の変動性について	日野義一……………41
12. 秋田県における春・夏の気温と水稻作況との関係	高橋正男……………45
13. 土砂流入ならびに冠浸水が水稻の収量品質に及ぼす影響	永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道 山田知明・工藤富夫……………49
14. 水稻における寒冷乾風の被害について	斉藤博行・小南 力……………52

15. 登熟気温と水稻減収被害の関係	宮部克己・田中義一	52
16. オホーツク海高気圧による凍霜害 一主として岩手県北部および北上山地における凍霜害について一	工藤敏雄・中村憲司	58
17. 昭和51年7月上旬の岩手県北上山地の凍霜害 一主として地形条件と作物被害について一	阿部博史	66
18. 簡易土壌侵食計の試作	阿部博史	70
19. 簡易蒸発計の試作 シンポジウム「昭和51年度の冷害気象と水稻生育」	岩波悠紀	72
1. 昭和51年岩手県の冷害気象とその特徴	工藤敏雄	75
2. 冷害気象と水稻生育および被害相について	宮部克己	79
3. 青森県における昭和51年の水稻冷害の実態	小野清治	81
4. 宮城県における冷害気象と減収要因	千葉文一	858

東北の農業気象 第23号 昭和53年9月(1978)

〔論文〕

1. 散水かんがいによるレタスの凍霜害防止の検討	谷口利策・大場和彦	1
2. 浜紙重量式の結露計による水滴消長の記録とその意義	橋本 晃・安達忠衛 平野喜代人	5
3. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究 第5報 田植期間中の日別風向・風速について	日野義一	10
4. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究 第6報 減数分裂時期の日別気温の変動性について	日野義一	15
5. 昭和51年山形県における水稻冷害に関する一考察	吉田 浩・山崎栄蔵・神保恵志郎 斉藤昭四郎・大竹俊博・後藤清三	19
6. 冷害気象と稲作技術の評価 第5報 高冷地・海岸冷涼地帯における51年冷害の実態 一アンケート調査を中心に一	永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道 山田知明	23
7. 冷害気象と稲作技術の評価 第6報 農民記録からみた水稻冷害の地域性	和田純二	27
8. 冷害気象と稲作技術の評価 第7報 気温からみた水稻安全出穂期間	穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇 山田知明	31
9. 水稻生育初期の温度条件が生育形質におよぼす影響	高田隆剛・佐藤陽一・高本 真	35
10. 水稻奨励品種決定現地調査からみた岩手県内の気象の地域的特徴	佐々木忠勝	39
11. 生育温度が異なる条件下における水稻の早・中・晩生品種の分けつ特性	細井徳夫	42
12. 育苗時の気温・日射条件に対する水稻中苗の生育反応	近藤和夫・寺中吉造	46
13. 窒素追肥時期を変えた水稻の登熟におよぼす気温の影響	吉田善吉・寺中吉造	50
14. 山地傾斜地気象に関する研究 第2報 岩手県北上山地袖山牧野における気象特性	阿部博史	54

〔講 話〕

福島県の園芸作物（とくに果樹）における農業気象的問題
 (気象災害)原田良平.....58
 地域的气候の違いと農業生産.....坪井八十二.....65

東北の農業気象 第24号 昭和54年6月(1979)

〔論 文〕

1. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
 第7報 登熟期間中の日別日照時間の変動性について.....日野義一..... 1
2. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
 第8報 登熟期間中の日別気温の変動性について.....日野義一..... 5
3. 昭和53年度東北地方における夏季の異常天候と農作物の
 干害について.....工藤敏雄・八重樫佐平..... 11
4. 大曲地方における80年間の気象観測値からみた特異気象
 について.....高本 真・高田隆剛・佐藤陽一.....17
5. 宮城県における水稻収量の変動と気象災害.....千葉文一・佐野稔夫.....21
6. 少照不良環境下における水稻立枯様症状の発生と温度管
 理との関係.....近藤和夫・寺中吉造.....25
7. 水稻出穂期の冠水が収量・品質におよぼす影響について.....前田 昇・永沼昌雄・穴水孝道.....29
8. 冷害年の気象類型と水稻の作柄.....阿部玄三.....33
9. 水稻における分けつ期の温度条件が生育形質に及ぼす影響.....高田隆剛・佐藤陽一・高本 真.....39
10. 生育初期の冷水かけ流しが水稻の生育におよぼす影響.....大谷 裕行・岩崎 繁・高橋和平.....43
11. 水稻栽培における耕深と地・水温および生育収量.....島田孝之助・石山六郎・佐藤福男..... 47
12. 岩手県沿岸地方北部における海霧と稲作について.....工藤敏雄・宮部克己.....51
13. 水田防風網による昇温効果について.....真木太一.....57
14. 人工気象室利用による温度処理が水稻の生育・収量に及
 ぼす影響
 第1報 分けつ期間中の温度と出穂期の早晚.....穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇.....61
15. 人工気象室利用による温度処理が水稻の生育・収量に及
 ぼす影響
 第2報 登熟期の温度と登熟・収量.....穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇.....65
16. 福島県における冷害危険度の推定
 1 標高別作期ならびに限界品種について.....川島嘉内・阿部貞尚
 岩崎 繁・山内聡美.....69
17. 気象が大規模籾乾燥調整貯蔵施設利用のコンバイン作業
 に及ぼす気象の影響.....和田純二.....73
18. 水稻短期品種の苗と移植期による出穂期の変動について.....吉田善吉・寺中吉造.....77
19. 水稻短期品種の穂ばらみ期の耐冷性.....和田道宏・寺中吉造.....83

〔講 話〕

農民哲学への試論.....石川武男.....86
 一農業・農民への愛と認識一

東北の農業気象 第25号 昭和55年7月(1980)

〔論文〕

1. 宮城県における水稻出穂期と登熟気温からみた冷害危険度…千葉文一…………… 1
2. 大正2年の冷害気象と水稻被害について……………宮部克巳・工藤敏雄…………… 4
3. 冷害気象と稲作技術の評価
第8報 青森県の気象と収量からみた稲作地帯区分……………永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道…………… 8
4. 稲作期間の低温出現の地域的特徴……………内島立郎……………12
5. 人工気象室利用による温度処理が、水稻の生育・収量に及ぼす影響
第3報 登熟気温と減収率……………穴水孝道・永沼昌雄・前田 昇……………16
6. 気象の日変化の分析と応用
Ⅰ 盛岡における気温分析例……………和田道宏……………20
7. 気象の日変化の分析と応用
Ⅱ 気温モデルを用いた生長量、階層別温度出現時間等の計算方法……………和田道宏……………24
8. 電算機利用による気象資料の整備解析について
第1報 気象資料のファイル化とその概要……………穴水孝道・永沼昌雄
前田 昇・高橋晶子……………28
9. タイの気候と農業への一考察
—海外紹介— ……………野田健児……………32
10. 冷害気象と稲作技術の評価
第9報 明治35年と大正2年の冷害気象の特徴と水稻の生育・収量……………和田純二・永沼昌雄・穴水孝道……………37
11. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
第9報 田植から活着期の気象と初期成育……………日野義一……………41
12. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究
第10報 早植試験期間の気象と生育、収量……………日野義一……………45
13. 韓国水稻品種(日印型遠縁交雑種)の育苗時の温度・光反応について
— Indica型因子による低温・少照下の立枯様症状の発想— ……寺中吉造・近藤和夫……………49

〔講演〕

- 東北における農業気象研究の歴史……………小野清治……………55
- 私の農業気象研究の遍歴……………坪井八十二……………65

東北の農業気象 第26号 昭和56年9月(1981)

〔論文〕

1. 水稻幼穂發育期の温度条件と不稔発生ならびに穂高増加量について
高田隆剛・佐藤陽一・高本 真…………… 1
2. 最低気温出現頻度からみた水稻の育苗様式別地帯区分について
佐々木忠勝・畠山 均…………… 5
3. 穂孕期から出穂期における水稻の冠水害調査について……………高野文夫・宮部克巳・新毛晴夫…………… 9

4. 宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究 第11報 早植初期における強風と低温による水田温度と生育	日野義一……………11
5. 水稲の作況からみた北冷西暑型災害……………宮本硬一・黒川幸重……………15	
6. 冷害危険度の推定 第2報 標高別出穂期と収量及び米質……………川島嘉内・大谷裕行 岩崎 繁・山内敏美……………19	
7. 電算機利用による気象資料の整備解析について 第2報 気温、日照時間、降水量の移動平均と平年値について	穴水孝道・永沼昌雄・高橋晶子……………23
8. 気象の日変化の分析と応用 Ⅲ 折れ線による気温表示と生長量、温度量の計算方法……………和田道宏……………27	
9. 気象の日変化の分析と応用 Ⅳ 東北地方における気温日変化の型……………和田道宏……………31	
10. 屋外型低温少照気象再現装置について……………寺中吉造・近藤和夫……………35	
11. 低水温下における有機物施用が水稲の分けつにおよぼす影響	穴水孝道・永沼昌雄 前田 昇・高橋晶子……………40
12. 冷害気象と稲作技術の評価 第10報 十和田地方における幕末～明治初期の気象と冷害……………和田純二・永沼昌雄・穴水孝道……………44	
13. 子実水分と千粒重等の推移からみた小麦の刈取適期について	永沼昌雄・穴水孝道・高箱晶子……………48
14. 太陽放射の季節的変化……………千葉文一……………52	
15. 北東北地方における太陽放射の季節的・地域的变化……………谷口利策・阿部博史・高田隆剛 佐藤陽一・高本真・羽根田栄四郎……………56	
16. 山地傾斜地気象に関する研究 第3報 日射特性について……………阿部博史……………60	

東北の農業気象 第27号 昭和57年9月(1982)

〔論 文〕

1. 近年における東北地方の気候登熱量示数について……………鈴木 守…………… 1	
2. 昭和55年冷害気象の特徴……………永沼昌雄・穴水孝道・高橋晶子…………… 6	
3. 昭和55年の水稲冷害の特徴解析 一主として農業気象的立場から……………阿部亥三……………10	
4. 青森県南部地域における1980年水稲冷害の実態 第1報 障害不稔発生と地域性……………本田勝雄・中堀登示光・諏訪 充 松田幹雄・志村英二……………14	
5. 青森県南部地域における1980年水稲冷害の実態 第2報 幼穂形成期から出穂・開花までの発育経過……………諏訪 充・中堀登示光・本田勝雄 松田幹男・志村英二……………18	
6. 青森県南部地域における1980年水稲冷害の実態	

第3報 十和田市周辺農家の不稔発生と栽培方法	中堀登示光・本田勝雄・諏訪 充 松田幹男・志村英二	22
7. 昭和55年障害型冷害における水稻の苗の種類による不稔歩合の違い	寺中吉造・吉田善吉	27
8. 秋田県における55年夏期の偏東風と稲作冷害	鎌田金英治・福田兼四郎	33
9. 1980年冷夏における「やませ」の振舞	工藤敏雄	39
10. 障害型冷害発生装置について	福田兼四郎・鎌田易尾	43
11. 水稻の低温下の光 — 光合成速度関係について	寺中吉造・近藤和夫	47
12. 昭和56年度夏期低温による畑作・やさいの異常生育	佐藤亮一	52
13. 56年春の清川ダシによる稲の初期生育に及ぼす影響	大沼 濟	54
14. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究 第12報 ほばらみ期、登熟期における低温出現の地域性	日野義一	57
15. 砂丘地における防風ネットの防風効果	穴水孝道・永沼昌雄・高橋晶子	61
16. サーモトレーサによる山地牧野の温度観測	阿部博史・谷口利策	65

東北の農業気象 第28号 昭和58年9月(1983)

〔論文〕

1. 昭和57年暖候期における天候と岩手県の水稲作柄低下の実態	工藤敏雄	1
2. ヤマセの気候特性	宮部克己	5
3. 八戸地方の風系図とやませ風の侵入状況に関する風洞実験	真木太一	7
4. 防風網の特性とその配置法について	真木太一	12
5. 青森県のヤマセ常襲地帯における防風網の効果と水稻の生育	穴水孝道・永沼昌雄・高橋晶子	17
6. 昭和55・56年の気象からみた秋田県内の水稻作柄について	鎌田金英治	21
7. 昭和56年秋田県北部における水稻冷害の一要因 —登熟について—	山本寅雄・大森友太郎	27
8. 昭和55(障害型)・56(遅延型)年宮城県における冷害気象の特徴と早植の実態	日野義一	31
9. 山間高冷地の気象及びかんがい用水温の上昇法と水稻の生育収量	日野義一・鈴木亀平	36
10. 麦の作期に関する研究 第9報 周年播種した場合の収量性	和田道宏・北原操一・近藤和夫	40
11. 麦の作期に関する研究 第10報 大・小麦品種の播種期と出穂期・成熟期との関係	和田道宏・北原操一・近藤和夫	44
12. 小麦に対する穂ばらみ期から出穂期にかけての低温処理と不稔障害	高橋晶子・永沼昌雄・穴水孝道	48
13. 小麦成熟期の気象と穂発芽	多田 久・永沼昌雄・穴水孝道 高橋晶子	52
14. リンゴの凍害発生限界気温とその北日本における発生頻度	西山保道	56
15. 山地傾斜地の畜産的利用に関する研究		

第1報 牧野樹林の気象緩和機能	阿部博史・谷口利策	60
16. 山地傾斜地の畜産的利用に関する研究		
第2報 牧野樹林の家畜保護機能	阿部博史・谷口利策	64
〔特別講演〕		
日本の農業気象の発展と将来の課題	大後美保	68
山形県の気象と稲作	大沼 濟	71

東北の農業気象 第29号 昭和59年8月(1984)

〔論文〕

1. 水稻の出穂期の予測法について	木村晶子・穴水孝道・多田 久	1
2. 水稻の穂ばらみ期における昭和57年の気象と障害不稔	穴水孝道・多田 久・木村晶子	6
3. 東北地方の新旧主要品種の低温登熟性	木野田憲久・山崎季好・三本弘乗 工藤聡彦・浪岡 実	10
4. 低温の連続及び継続処理が不稔発生に及ぼす影響	浪岡 実・高館正男・立田久善 中堀登示光・工藤聡彦・木野田憲久	14
5. 地震による浮苗発生モデル実験	春原嘉弘・鈴木 守・関 寛三	18
6. 寒冷地における多収性外国稲の気象反応	春原嘉弘・今内祥雅・関 寛三 鈴木 守	22
7. 水稻機械植成苗の育苗温度と生育について	寺中吉造・金子歳幸・千葉俊秀	26
8. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究		
第1報 稲作期間中の用水温と気温の経過	日野義一	30
9. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究		
第2報 初期の気温と用水温の関係	日野義一	34
10. 冷地帯のかんがい水温と気温との関係	鈴木亀平・日野義一・日塔明広	38
11. 宮城県における稲作期間中の気象要素と水稻生育量に関する研究		
第1報 本田前期の水稻生育と気象との関係	日塔明広・日野義一	42
12. 大曲における稲作期間の気象について	鈴木 守	50
13. 水稻の草型と気象との関係	鎌田金英治	54
14. 宮城県における水稻の登熟と気象	佐川久光・小林一重	59
15. 高冷地における着色米の発生について		
第1報 気象条件と着色米の発生	浜名光衛・長島房吉	63
16. 気象要因に基づく稲作災害の被害特性		
(2) 戦後の災害	宮本硬一・松村伸二	67
17. 外気追従型圃場気象制御装置(Fieldtron)の開発(第1報)	福田兼四郎・鎌田易尾	72
18. 青森県におけるダイズの結実期間の気温と収量	多田 久・穴水孝道・木村晶子	76
19. 主要野菜の生育・収量に及ぼす気象の影響		
第1報 すいかの着果向上のための保温技術	佐藤亮一・山本忠志・市田忠夫 穴水孝道	80

20. 改良マルチ下の気・地温の推移とハナヤサイ・エダマメの生育
鹿野昭一83

21. 家畜のエネルギー効率と微気象.....皆川秀夫・立花一雄.....88

22. 家畜の熱生産を考慮した畜舎の熱環境設計に関する研究
第2報 畜体の熱環境指標.....皆川秀夫・立花一雄.....92

23. 山地傾斜地の畜産的利用に関する研究
第3報 山地牧野における牧野樹林の配置.....阿部博史・谷口利策・大谷一郎.....97
〔特別講演〕
太陽活動と気象.....柳原一夫.....101

東北の農業気象 第30号 昭和60年6月(1985)

〔論文〕

1. 豚舎の環境測定.....皆川秀夫・立花一雄..... 1

2. 積雪寒冷地の牛舎熱環境.....皆川秀夫・立花一雄..... 5

3. 半旬別平均気温の推移から見た東北6県における水稻の各冷害型の発生頻度
細井徳夫.....10

4. 外気追従型圃場気象制御装置(Fieldtron)の開発
第2報 手動式フィールドローンについて.....福田兼四郎・嶽石 進・鎌田易尾.....14

5. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究
第3報 本田中期の気温と用水温の関係.....日野義一.....20

6. 宮城県における稲作期間中の気象要素と水稻生産量に関する研究
第2報 最高分けつ期から出穂期までの生育と気象との関係
日塔明広・日野義一.....26

7. 山間冷水地帯のかんがい水温と気象との関係
一特に本田中期の水温上昇田について.....鈴木亀平・日野義一・日塔明広.....30

8. 宮城・山形両県における水稻の登熟と気象.....佐川久光.....35

9. 青森県におけるヤマセ気象が畑作物の生育に及ぼす影響
第1報 ヤマセ気象の年次変動と地域特性.....多田 久・穴水孝道・木村晶子.....39

10. 青森県におけるヤマセ気象が畑作物の生育に及ぼす影響
第2報 ヤマセ気象による畑作物の被害程度と地域区分.....穴水孝道・多田 久・木村晶子.....43

11. 水稻の開花期における低温処理が花粉の稔性に及ぼす影響.....木野田憲久・高城哲男・立田久善
高館正男・中堀登示光・浪岡 実.....47

12. にんにくに関する研究
第1報 気温と生育収量.....佐藤亮一・田村勝敏.....51

13. 分けつ期の気温と水稻の草型について(Ⅲ).....阿部貞尚・荒川市郎.....55

14. 水稻機械植成苗の育苗光量と生育について.....寺中吉造・鈴木史人・大友智義.....59

15. 水稻の養水分吸収に及ぼす前歴の影響について.....羽根田栄四郎・佐藤 純.....64

16. 幼穂形成期以降における長期低温が障害不稔の発生に及ぼす影響
浪岡 実・立田久善・中堀登示光

	工藤聡彦・木野田憲久	68
17. 異常気象年における水稻の刈取時期と品質	佐々木忠勝	72
18. 結露計によるイネ葉上水滴の観測とその局地的差異	橋本 晃・安達忠衛	77
19. 深水管理に伴う稲体温の推移	斉藤真一・浜名光衛	81
〔特別講演〕		
福島県浜通りの気象と稲作	徳永友三	84
水稻収量の変動と被害	千葉文一	96

東北の農業気象 第31号 昭和61年7月(1986)

〔論 文〕

1. 岩手県北部ヤマセ地帯における防風網の効果	谷口利策・大谷一郎・伊五沢正光 佐々木邦年	1
2. 青森県におけるヤマセが畑作物の生育に及ぼす影響 第3報 防風網と畑作物の生育	穴水孝道・多田 久・小林和太郎 木村晶子	6
3. 岩手県北ヤマセ地帯の大豆乾物生産と有効温度についての一考察	伊五沢正光・茂市修平・佐々木邦年	10
4. 青森県における大豆作柄の気象からみた一考察	多田 久・穴水孝道・川畑勝博	14
5. 寒冷地におけるハトムギの栽培法 第2報 作期の策定	関 寛三・春原嘉弘・鈴木 守	18
6. 低温・小照・多湿下の小麦の光合成速度について	寺中吉造	22
7. 主要野菜の生育・収量に及ぼす気象の影響 第2報 ダイコンの抽台と気象との関係	佐藤亮一・市田忠夫・山本忠志 穴水孝道	25
8. オオムギ畑における夜間冷却	手塚一清	29
9. 1985年6月15日の降霜被害について	阿部博史・谷口利策	34
10. パソコン用メッシュ気候図プログラムの開発	大高哲郎	38
11. 岩手県メッシュ気候情報システムの開発 第1報 メッシュ最高・最低・平均気温平年値の推定	徳山順一・富永俊夫・島津了司 今野信夫	44
12. 岩手県メッシュ気候情報システムの開発 第2報 メッシュ気候情報利用システムの開発	徳山順一・富永俊夫・島津了司 今野信夫	58
13. 岩手県メッシュ気候情報システムの開発 第3報 メッシュ気候情報の水稻作期策定への応用例	徳山順一・佐々木忠勝・泉川澄男 畠山貞雄・高橋政夫・安藤 誠 上野 剛・富永俊夫	61
14. 豚の放射温度	立花一雄・皆川秀夫	68
15. 出穂前後の気象と宮城県の水稲の収量	佐川久光・菊地 登	72
16. 秋田県における水稻の豊作と気象	鎌田金英治	76
17. 寒冷地における水稻乾物生産の特性	本庄一雄	81

18. 水稻出葉速度の温度反応と生育段階の推定	泉川澄男	89
19. 水稻穂ばらみ期の深水灌漑による障害不稔防止効果	佐々木忠勝・菅原 明・上野 剛	93
20. 水稻の登熟初期における干ばつの被害について	高橋敏浩・神保恵志郎・東海林覚 荒垣憲一	97
21. 高冷地における着色米の発生について		
第2報 出穂後の水管理が稲体温と登熟並びに着色米の発生に及ぼす影響	浜名光衛・斎藤真一	100
22. 冷水かんがい地域における基盤整備効果について	宮部克巳	104
23. 山間冷水地帯における段差水田の温度環境と水管理法	鈴木亀平・日塔明広・日野義一	106
24. 宮城県における稲作期間中の気象要素と水稻生育量に関する研究		
第3報 稚苗の生育と温度	日塔明広・日野義一	110
25. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稻水管理法改善に関する研究		
第4報 出穂、登熟前期の気温と用水温との関係	日野義一・日塔明広	114
26. 作物の養水分吸収に及ぼす環境条件の影響		
(5) 水稻の蒸散と養水分吸収の関連について	羽根田栄四郎	119
〔特別講演〕		
「オホーツク海高気圧に伴う諸現象」		
(主として岩手県を対象として)	工藤敏雄	121

東北の農業気象 第32号 昭和62年7月(1987)

〔論 文〕

1. 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	1
2. 上北地方における明治以後の冷害と気象	和田純二	5
3. 水稻の穂孕期障害型冷害の発生気象要因の解析	細井徳夫	9
4. 青森県におけるヤマセの気象解析	穴水孝道・多田 久・井畑勝博	13
5. レーザ・レーダによる雪雲及びやませの観測	十文字正憲	17
6. ヤマセ時の大気逆転層の観察	卜蔵建治・阿部博史・小林裕志 杉浦俊弘	21
7. 青森県における稲作生産の地域性に関する解析的研究		
第3報 代表的ヤマセ卓越年における気象及び生育の特徴	浪岡 実	25
8. 気象良好年における水稻耐冷技術の効果	佐々木忠勝・上野 剛	30
9. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水管理法改善に関する研究		
第5報 登熟後期の気温と用水温との関係	日野義一・日塔明広	34
10. 山間冷水地帯の大区画段差水田の温度環境と水稻の生育		
一特に畦畔沿いの温度と浸透水遮断効果について	鈴木亀平・日野義一・日塔明広	40
11. 有効積算温度からみた水稻収量の予想	卜蔵建治	45
12. 水稻の生育時期別有効温度の探索		
第1報 活着期の気温と水温	井畑勝博・穴水孝道・多田 久	49

13. 東北における水稲作柄による東北の地帯区分と収量の予測	佐川久光・菊地 登	53
14. 宮城県における稲作期間の気象要素と水稲生育量に関する研究 第4報 出穂期前後の気象要素と登熟歩合及び収量との関係	日塔明広	59
15. 出穂後の遮光処理が水稲の登熟、品質に及ぼす影響	工藤聡彦・中堀登示光・浪岡 実	63
16. 作況試験から見た水稲の幼穂発育と気象との関連について	高城哲男・須藤健児・船木一人 金沢俊光・小林 陽	66
17. 水田における生産環境の成立機構の解明 (2) 水稲個体群におけるCO ₂ 環境	手塚一清・高橋成人	69
18. 被覆資材の利用と農業生産	阿部亥三	74
19. 低温・少照下の牧草の光合性速度について	寺中吉造	78
20. 牛の局所顕熱放散量の測定 〔特別講演〕	皆川秀夫・楢館正大・関根豊樹	82
ヤマセと南部農業	佐々木信介	86

東北の農業気象 第33号 昭和63年7月(1988)

〔巻頭言〕

東北支部会への期待と支部会報	本庄一雄	1
----------------	------	---

〔解説〕

1. 昭和62年暖候期における東北地方の気象状況	工藤敏雄	2
--------------------------	------	---

〔論文〕

2. 有効積算温度からみた北東北地方の水稲収量の予想	卜蔵健治	6
3. 東北における水稲の登熟と気温	佐川久光	11
4. 水稲の生育期間別有効温度の探索 第2報 分けつ期の気温と水温	熊谷泰治・穴水孝道・多田 久 井畑勝博	14
5. 宮城県における稲作期間の気象要素と水稲生育量に関する研究 第5報 水稲本田期間中の気象要素積算値と生育・収量	日塔明広・日野義一	18
6. 青森県における主要水田雑草の発育消長と気象との関係	木野田憲久・山崎賀久 中堀登示光・浪岡 実	22
7. 小麦の登熟期間の積算気温からみた刈取り適期	多田 久・穴水孝道・永沼昌雄 木村晶子	26
8. 青森県における畑作物の生育と気象 第1報 出芽と気温及び湛水	多田 久・穴水孝道・井畑勝博	31
9. 低温・少照下のリンドウの光合成速度について	寺中吉造	36
10. 風向と植被面におけるCO ₂ 濃度	手塚一清	40
11. 山間高冷地の大区画段差水田内小水路利用による用水温と水田温度について	鈴木亀平・日野義一・日塔明広	44
12. 宮城県におけるかんがい用水温の特徴と水稲水管理法改善に関する研究 第6報 稲作期間中の時期別用水温と気温との関係	日野義一・日塔明広	49
13. 昭和61年7月の低温と水稲の障害不稔発生について	本庄一雄・平野 貢	55

14. 岩手県ヤマセ常襲地帯における昭和61年度水稲状況について	佐々木邦年・畠山貞雄・中村良三	59
15. 秋田県における昭和61年水稲の障害不稔		
一施肥との関連一	鎌田金英治	63
16. やませに伴う霧層中の日射と気温の鉛直分布	井上君夫・阿部博史	68
17. 液晶利用による健苗板の開発とその利用	福田兼四郎・嶽石 進・鎌田易尾	74
18. 立体写真法による牛の体表面積測定	皆川秀夫・斎藤 豪	79
19. 講話 中国東北部の農村事情	本庄一雄	83
〔進む研究〕		
20. 長距離移動性害虫“アフヨトウ”の多発生と気象との関係	平井一男	87
〔ぐるっと東北〕		
21. 山形県の近況報告	吉田 浩	90

東北の農業気象 第34号 平成元年8月(1989)

〔巻頭言〕

東北支部創立40周年を迎えて	本庄一雄	1
----------------	------	---

〔論文〕

1. 水稲の初期生育における風の影響	佐藤辰一・谷藤雄二・桜田 博 菊池栄一・中場 勝	2
2. 山間地における水稲の早期育苗による施設内温度環境改善に関する研究	日野義一・佐藤順紀・湧井 茂	6
3. メッシュ気象データ利用による果樹の発芽期予測		
一温度変換日数に基づくモデル一	三浦 浩・小笠原和博・荒垣憲一	11
4. 青森県の気象と畑作物		
第2報 小麦の越冬後の気象と収量	多田 久・穴水孝道・熊谷泰治	14
5. 福島県におけるメッシュ気候図システムの開発		
第1報 1kmメッシュ最高最低気温平均値の推定	宗村洋一	18
6. 東北地方における積雪の長期継続期間について	細井徳夫	25
7. 宮城県における稲作期間の気象要素と水稲生育収量に関する研究		
第6報 本田中期までの生育量及び生育期と有効温度の下限値について	日塔明広	30
8. 有効積算温度からみた南東北地方の水稲収量の予測	卜蔵健治	34
9. 山形県庄内地域の夏期気象変動と稲作作況	大沼 濟	38
10. 水稲の生育時期別有効温度の探索		
第3報 有効温度による幼穂形成期, 出穂期等の予測	熊谷泰治・穴水孝道・多田 久 井畑勝博	42
11. 日照時間と籾数もちいた登熟歩合予測の適用性	高取 寛	46
12. DV S値による水稲発育段階の推定	谷藤雄二	49
13. レーザ・レーダによるやませ観測		
一昭和62年度の観測結果一	伊藤愛華・高木大介・安田知広 内山晴夫・十文字正憲	54

14. 静電気ネット処理によるヤマセ対策は場試験結果について……	内山晴夫・十文字正憲・高城哲男 金澤俊光……………	56
15. 霧センサの試作と十和田区相坂における野外実験……………	赤坂 郁・後藤健治・内山晴夫 十文字正憲……………	60
16. 八幡岳における山岳霧の観測……………	伊藤愛華・赤坂 郁・内山晴夫 十文字正憲……………	62
〔講 演〕		
17. 山形県におけるメッシュ気象情報の活用……………	荒垣憲一……………	64
18. カナダ・アメリカの畜産事情……………	皆川秀夫……………	71
〔進む研究〕		
19. 発育モデル：DVSを用いた水稻不稔歩合の推定……………	日塔明広・矢島正晴・清野 裕……………	76
〔ぐるっと東北〕		
20. 新体制の東北農試と農業気象研究……………	井上君夫……………	79

編集後記

一昨年から会員諸兄の協力と参加のものに進めてきました支部創立40周年記念事業もいよいよ8月24・25日の記念大会でクライマックスを迎えます。

支部長が巻頭言で述べておられるとおり、この記念大会も会員相互の研究情報の交換と親睦を第一義的と考え、虚心坦懐の態度で参加したい。

(K・I)

あらゆる **気象観測**, 用計測器

各種 **温度**, の検出端, 測定機器

PH, 濁度, 他 **水質**, 監視用計器

指示記録, から **データー処理**, 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・中浅測器
東北・北海道地区代理店

美和電気工業株式会社

東北地区支店、出張所

仙台支店	〒980 仙台市青葉区立町 14-3	TEL.022-221-5466 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

東北の農業気象 第34号

平成元年8月発行

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

印刷所 盛岡市本町通二丁目8-37
(株)阿部膳写堂

論 文

1. 根長測定への画像処理の応用 長野敏英・原 道宏	1
2. 水ストレスの軽減によるトマトの着果改善 小沢 聖	7
3. トマト群落の畝方位と直達光受光率 一魚眼レンズ撮影による解析一 蔵田憲次・岡田益己・佐瀬勤紀	15
4. 南九州におけるサツマイモ畑の蒸発散 大場和彦	91
5. 国土数値情報と衛星データを用いた霜害危険 地帯の検出について.....松村伸二・堀口郁夫 谷 宏・元木敏博	101
6. 葉の水分量の計測に有効な分光反射特性 青木正敏・矢吹万寿・戸塚 績	111
7. フィルムマルチ下地温の水平方向のパラッキ とマルチ効果 鈴木晴雄・棚田英雄	119
8. 微速風洞の試作と微風域における葉面輸送係 数 長谷場徹也・相原研二 松岡秀樹・伊藤次代郎	175
9. 施設園芸における栽培管理のMachine Learn- ing による自動化に関する基礎的研究 蔵田憲次	181
10. モデルによる温室の期間冷暖房負荷の算定 權 在永・高倉 直	187
11. 温室の温水カーテンにおける熱移動の解析 小森友明・関 平和	195
12. 植物工場におけるサラダナの蒸散量とチップ バーンに対する培養液の電気伝導度と光条件 の影響 孫 禎翼・高倉 直	253
13. 堆肥発酵熱を利用した土壌加温システムの実 際的なプロセス設計・制御に関する研究(英 文) 関 平和	259
14. 乾燥砂面からの蒸発速度を推定する簡易な方 法(英文) ... 小林哲夫・松田昭美・神近牧男	269
15. ダイズ苗葉の凍結温度への葉面露量の影響 岡野通明・羽生寿郎 中山敬一・今 久	275
16. べたがけ資材の長波放射特性と被覆下の正味 放射量および葉温について 陳 青雲・岡田益己・相原良安	281

17. 温室の期間冷暖房負荷の簡易算定法

..... 權 在永・高倉 直	287
-----------------	-----

要 報

1. カンキツ葉の暗呼吸及び光合成速度に対する 温度環境の影響 本條 均・鴨田福也・朝倉利員	23
2. 畑土壌水収支の年変化と気候条件 奥山富子	27
3. 日本ナシの催芽・開花まで日数への温度の影 響 小野祐幸・金野隆光 奥野 隆・浅野聖子	203
4. 南九州畑地帯における利用可能バイオマス量 の評価 桜谷哲夫・大場和彦	209

論 説

1. 栽培管理と作物の認知に関する考察 蔵田憲次・大原源二	33
--	----

資 料

1. 1987(昭和62)年の日本の天候の特徴 重原好次	37
2. シモバシラ(シソ科植物)の着氷観察 木村和義・田中丸重美	127
3. 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 細野達夫・廣部明泰・青木正敏	215
4. 火山性酸性雨による植物被害 一 桜島近辺の 場合 一 山口武則・大政謙次 宝来俊一・藤井国博	219
5. べたがけによる野菜の台風対策.....小沢 聖	295
6. 中国毛烏素砂漠の砂丘砂の蒸発特性 李 千紅・小林哲夫・元田雄四郎 松田昭美・神近牧男	301

講 座

1. ドラッグ法による摩擦速度の評価 林 陽生・成田浩一・鳥谷 均	45
2. 土壌中におけるCO ₂ 拡散問題の別解法 小森友明・関 平和	49

シンポジウム報告

1. 昭和63年度全国大会シンポジウム「沖縄の農業・施設園芸・農業気象災害」…………… 131
2. 農業生産と環境(その4)環境制御と生体反応…………… 305

研究部会報告

1. 合同シンポジウム「空知地区における農業気象災害対策と新たな農業の展開」…………… 農業気象災害研究部会・北海道支部 53
2. バイオテクノロジーにおける工学的アプローチ…………… 若手研究者の会 57
3. ネットワークシステム, エキスパートシステムについてのセミナー…………… 情報システム研究部会 59
4. 合同シンポジウム「山間傾斜地の農業気象災害と気象資源の有効利用」…………… 農業気象災害研究部会・中国・四国支部 225

学会賞受賞記念講演要旨

1. 北日本における稲作気候資源の地理的分布と変動特性に関する研究…………… 内島立郎 135

2. 耕地微気象の特性解明と予測モデルに関する一連の研究…………… 井上君夫 139

国際会議報告

1. '88国際シンポジウム「施設園芸における先端技術」…………… シンポジウム委員長
シンポジウム事務局 145
2. 第3回国際家畜環境シンポジウム…………… 皆川秀夫・干場信司・佐藤義和 151

抄 録……………	32, 44, 52, 100, 214, 268, 300
新刊紹介……………	61, 62, 118, 155, 156, 224, 236, 306
海外事情……………	63
会員の声……………	65
支部だより……………	66, 144, 157, 229, 307
本会記事……………	67, 161, 237
書 評……………	239, 240, 244, 316, 326
お知らせ……………	74, 163, 241, 317
投稿規程……………	78
会員移動……………	82, 167, 245, 323
賛助会員名簿……………	86, 170, 248, 327
正 誤 表……………	85
関連研究会の予定……………	166, 252, 331
編集後記……………	90, 174, 252, 331