

# 東北の農業気象

第 26 号

昭和56年 9月 (1981)

[ 論 文 ]

1. 水稲幼穂発育期の温度条件と不稔発生ならびに穂高増加量との関係 …… 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稲の育苗様式別地帯区分について …… 佐々木忠勝・島山 均 …… 5
  3. 穂孕から出穂期における水稲の冠水害調査について …… 高野文夫・宮部克己・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. 低温湿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・高橋晶子 …… 48
  14. 太陽放射の季節的变化 …… 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
- ◇ 支部記事 …… 64
- ◇ 日本農業気象学会東北支部会員移動 …… 66
- ◇ 賛助会員名簿 …… 67
- ◇ 「農業気象」第36巻総目次 …… 裏表紙

日本農業気象学会東北支部

(020-01 盛岡市下厨川赤平4 東北農業試験場内)

昭和56・57年度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	永沼 昌雄	青森農試	
"	小野 清治	青森県庁	
"	工藤 敏雄	盛岡地方気象台	
"	宮部 克己	岩手農試	
"	大川 晶	" 県南分場	
"	日野 新太	東北農政局岩手統計情報事務所	
"	谷口 利策	東北農試	
"	石山 六郎	秋田農試	
"	鎌田 金英治	"	
"	千葉 文一	宮城農業センター	
"	寺中 吉造	宮城農業短大	
"	大沼 清	山形農試庄内支場	
"	吉田 浩	山形県庁	
"	原田 良平	福島園試	
"	川島 嘉内	福島農試	
監査	阿部 谷良	盛岡農林事務所	
"	菅原 俐	東北農試	
幹事	穴水 孝道	青森農試	
"	阿部 博史	東北農試	
"	細井 徳夫	"	
"	佐木 忠勝	岩手農試	
"	斉藤 正一	秋田農試	
"	日野 義一	宮城農業センター	
"	菅原 道夫	山形県新庄農業改良普及所	
"	阿部 貞尚	福島農試会津支場	
顧問	土井 健治郎	岩手県経済連	
"	高橋 長二	岩手農試	
"	柳原 一夫	仙台管区気象台	
"	梅田 三郎		
"	内海 徳太郎		
"	輪田 潔		
"	八鍬 利助		

# 水稻幼穂発育期の温度条件と不稔発生ならびに穂高増加量との関係

高田 隆剛・佐藤 陽一・高本 真  
(東北農業試験場栽培第一部)

## 1 はじめに

東北地域は地理的に寒冷地にあり、これまでも水稻の生育・収量は気象によって大きく変動してきた。ことに、低温、少照にともなう水稻の冷害は、生育形質の抑制と損傷をとめない、しばしば減収をもたらしてきた。したがって東北地方において米の安定多収をはかるためには、水稻の生育に關する気象条件の解明が重要である。水稻の生育過程における気象の影響を時期別に確認するための一つとして、幼穂発育期の温度条件と不稔発生との関係および出穂直前の温度条件と穂高増加量との関係から、それらの諸限界温度を推定するために試験を行なったので、その結果について報告する。

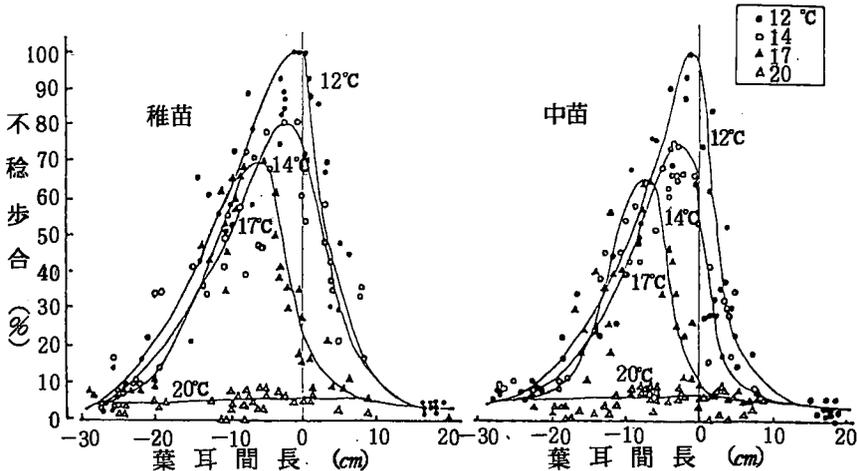
## 2 試験方法

トヨニシキを用い、稚苗、中苗を本田に機械移植し、6月下旬に $\frac{1}{5},000$ aワグネルポットに鉢上げして生育させた稲を、幼穂発育期の温度条件と不稔発生との関係をみるために、葉耳間長を目安に、12, 14, 17, 20°Cで処理した。出穂直前の温度条件と穂高(穂の最先端)増加量、穂首長との関係およびその限界温度をみるために、止葉々耳下2~3cm穂高の稲を、10, 12, 14, 16, 20, 25°Cで処理した。また、不稔発生の限界温度をみるために、 $\frac{1}{5},000$ aワグネルポットに20粒円形播きして生育させた稲を葉耳間長を目安に17, 18, 19, 20°Cで処理した。温度処理法は、いずれも自然光型グロースクャピネットを用い、一定温で5日間処理した。

## 3 試験結果および考察

### (1) 幼穂発育期の温度条件と不稔発生との関係

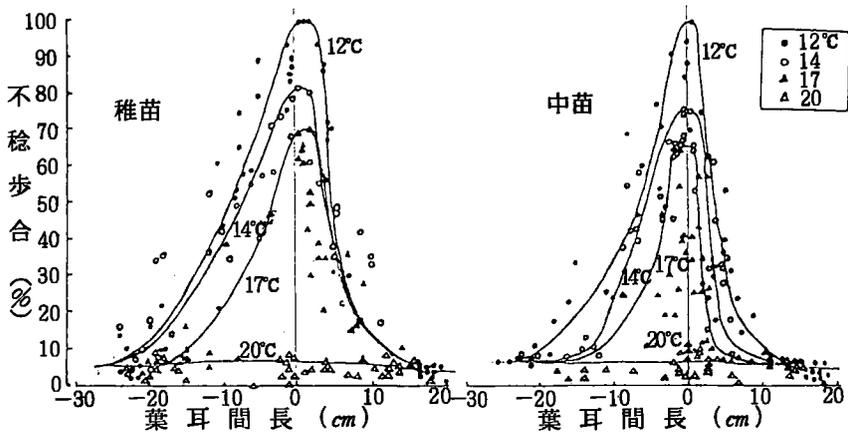
稚苗、中苗について、処理温度ごとに、処理開始時の葉耳間長と不稔歩合との関係をみると、第1図のように、12, 14, 17°Cでは、不稔歩合の最大値を示す葉耳間長があり、それを中心に不稔歩



第1図 処理開始時の葉耳間長と不稔歩合との関係

合は、葉耳間長の負側では徐々に減少し、正側では急激に減少した。不稔歩合の最大値は、稚苗、中苗とも12℃を最高に14, 17℃と処理温度が高くなるにしたがって減少し、14, 17℃では稚苗より中苗がわずかに低くなった。

不稔歩合の最大値が現われる処理開始時の葉耳間長位置は、稚苗、中苗とも12℃では葉耳間長0付近であるが、14, 17℃と処理温度が高くなるにしたがって葉耳間長の負側へ寄った位置に現われた。しかし、この不稔歩合の最大値が現われる葉耳間長位置を処理終了時でみると、第2図のように、全体的にはほぼ葉耳間長0付近に現われ、高い処理温度ほど温度処理中の生育が大きく幼穂発育中における穎花の低温感受性が最も高く、不稔が発生しやすい葉耳間長0付近に各処理温度とも到達し、処理温度が低いほど低温感受性の高い時期を経過する期間が長いことも不稔歩合を高めた要

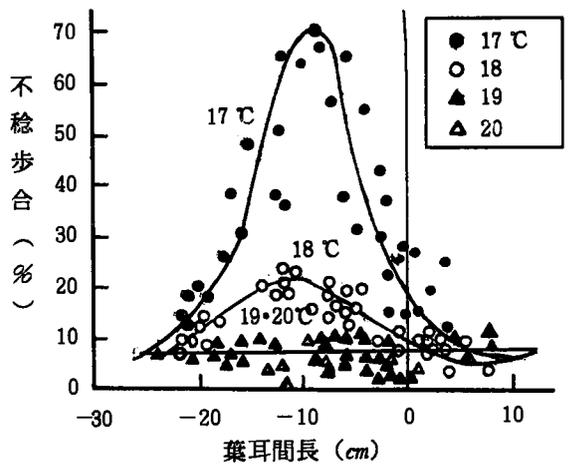


第2図 処理終了時の葉耳間長と不稔歩合との関係

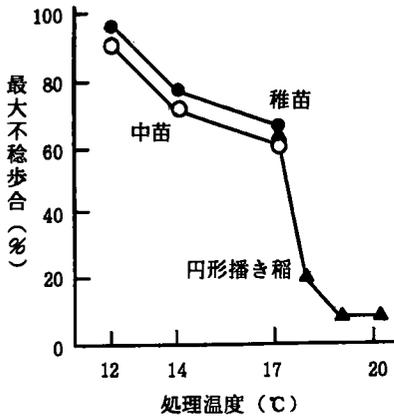
因とみられる。処理温度20℃では、稚苗、中苗とも、どの葉耳間長位置でも無処理と同様の不稔歩合で障害不稔の発生はみられなかった。

円形播きによる稲でも、第3図のように、17℃と20℃は前述の稚苗と中苗をこみにした場合とはほぼ同様になり、18℃では不稔歩合の最大値がみられ、その葉耳間長位置は17℃よりやや負側に寄ったところに現われた。19℃は20℃と同様に不稔歩合の最大値はみられなかった。

不稔発生および不稔歩合ごとの限界温度をみるために、処理温度と処理温度ごとに最大から5位までの不稔歩合を平均して1穂の不稔が最も発生しやすい時期での最大不稔歩合との関係を見ると第4図のように、全体的に負の相関々係がみられ、17℃以下では温度の上昇にともなう不稔歩合の低下は緩やかであるが、17℃から18℃の間では急速に低下した。17℃以下での処理温度に対する不稔歩合は、中苗より稚苗がやや高くなった。したが



第3図 処理開始時の葉耳間長と不稔歩合との関係（円形播き稲）



第4図 5日間の処理温度と最大不稔歩合との関係

って本試験の条件下では、第1表のように、稚苗と中苗をこみにした5日間の一定温による障害不稔が

第1表 最も障害不稔が発生しやすい時期での不稔発生推定限界温度と60%、80%の不稔発生する限界温度

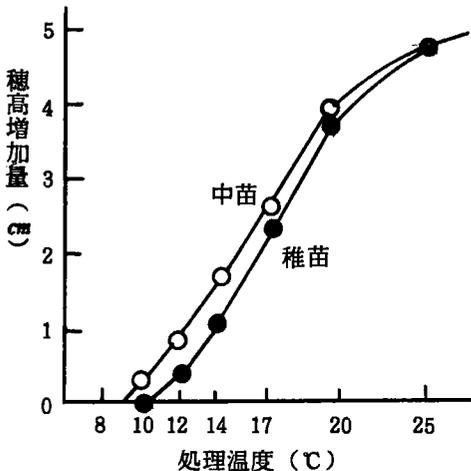
不稔発生限界温度	不稔歩合	
	60%	80%
18°Cと19°Cの間	17.0~17.5°C	13.0~13.5°C

注) トヨニシキの稚苗・中苗こみで5日間一定温処理

出はじめる限界温度は18°Cから19°Cの間に存在し、不稔歩合60%の限界温度は17.5~17.0°Cと、不稔歩合80%の限界温度は13.5~13.0°Cと推定された。

(2) 出穂直前の温度条件と穂高増加量、穂首長との関係

出穂直前における穂の先端部が、その時期の処理温度によってどのように上昇するかをみるために穂の先端部が止葉々耳下2~3cm時に5日間一定温で処理をした結果を示したのが第4図である。稚苗、中苗とも処理温度と穂高増加量の間にはややS字的関係にあり、25°Cの高温では稚苗と中苗の穂高増加量に差はみられないが、20°C以下ではほぼ稚苗は中苗より0.5cm少なかった。これらの関係から、この時期での5日間温度処理による穂高増加停止限界温度は、稚苗が10°C、中苗が9°Cで、温度の上昇にともなって穂高が急速に増加する温度範囲は、稚苗、中苗とも12°Cから20°Cの



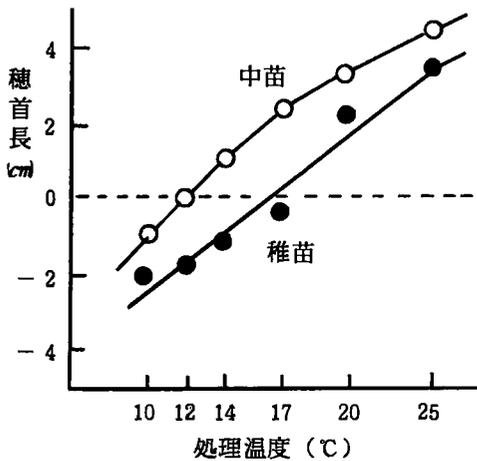
第5図 5日間の処理温度と出穂前2~3cm穂高増加量との関係

第2表 止葉々耳下2~3cmの穂高における穂高停止限界温度および穂高が急速に増加する推定温度範囲

育苗様式	穂高停止限界温度	穂高が急速に増加する温度範囲
稚苗	10.0°C	12.0°C~20.0°C
中苗	9.0°C	12.0°C~20.0°C

間であると推定された。

穂高が止葉々耳下2~3cm時に5日間温度処理すると処理温度にともなって穂高の増加量が大きになると同時に、穂首長(止葉々耳から穂首節までの長さ)にも差異がみられた。処理温度と穂首長との関係は、第5図のように、稚苗、中苗ごとに正の相関関係がみられ、稚苗は16°Cぐらい、中苗



第6図 止葉々耳下穂高2~3cm時における5日間の処理温度と穂首長(止葉々耳から穂首節まで)との関係

第3表 出穂直前における5日間温度処理で穂首長が0となる限界温度

育苗様式	穂首長が0になる限界温度
稚 苗	16℃
中 苗	12℃

は12℃ぐらいで0となり、それ以上の処理温度では止葉々耳から穂首節が抽出し、それ以下の処理温度では、止葉々鞘内から穂首節が抽出しない状態になった。したがって、止葉々耳下の穂高が2~3cm時に5日間一定温処理した場合に穂首長が0になる限界温度は、この試験では、稚苗16℃、中苗12℃ぐらいと推定された。

#### 4 まとめ

トヨニシキの稚苗、中苗を用いて、幼穂発育期の温度条件と不稔発生との関係および出穂直前の温度条件と穂高、穂首長との関係をみ、諸限界温度を推定した。

(1)幼穂発育期の温度条件と不稔発生との関係では、18℃以下の処理温度では不稔歩合の最大値がみられ、それを中心に葉耳間長の負側では徐々に、正側では急激に不稔歩合が減少した。不稔歩合の最大値を、処理開始時の葉耳間長位置でみると、12℃ではほぼ葉耳間長0付近にあるが、処理温度が高くなるにしたがって葉耳間長の負側へ寄る傾向にあり、処理期間中に処理温度にともなって稲体の生長が行なわれるため、処理終了時でみると不稔歩合の最大値は各処理温度とも葉耳間長0付近になった。不稔歩合の最大値から、稚苗と中苗をこみにした5日間一定温処理による不稔発生の限界温度は18℃から19℃の間にあるものと推定された。

(2)出穂直前の温度条件と穂高増加量との関係は、稚苗、中苗ともほぼS字的な関係にあり、穂高増加停止限界温度は、稚苗が10℃、中苗が9℃ぐらいで、温度の上昇にともない穂高が急速に増加する温度範囲は、稚苗、中苗とも12℃から20℃の間であると推定された。また、出穂直前の温度条件と穂首長との関係は、稚苗、中苗とも正の相関関係にあって、穂首長が0になる限界温度は、稚苗が16℃、中苗は12℃ぐらいと推定された。

#### 参考文献

- 島崎佳郎ほか4名(1964)：穂ばらみ期の低温処理による不稔粒発生要因の解析 北海道農試彙報 No 83
- 近藤和夫ほか3名(1967)：水稻障害不稔の発生様相と減収機構 日作東北支部報9号
- 佐竹徹夫(1971)：障害型冷害におけるイネ雄性不稔 農業および園芸 46(12)
- 佐竹徹夫(1980)：イネ冷害の機構と栽培的対策 農業気象 35(4)

## 最低気温出現頻度からみた水稲の育苗様式別地帯区分について

佐々木忠勝・皇山 均  
(岩手県立農業試験場)

### 1 はじめに

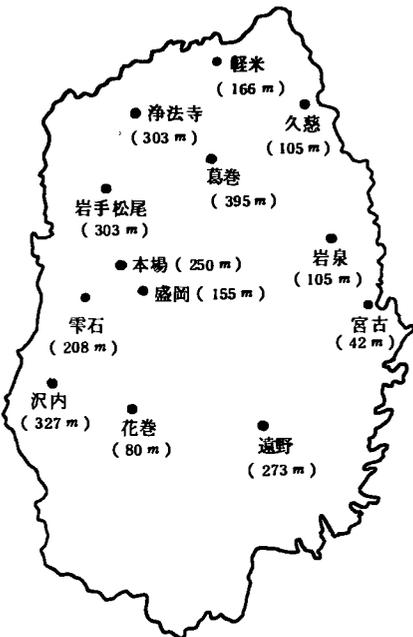
岩手県における昭和55年の水稲機械移植面積比率は、稚苗56%，中苗41%で合計97%である。

育苗様式は、県南部は稚苗，ハウス方式の比率が高く，県中北部では，中苗，トンネル方式（露地育苗）の比率が高い。県中北部は，育苗期間が，気象的に不安定な地帯であり，育苗様式のなかでも，トンネル方式は，低温対策が不十分なため，苗の生育不良や立枯様症状の発生が多い。

これまで，県中北部の低温対策として，トンネル育苗からハウス育苗への切替えの必要性がいわれてきたが，経営規模が小さいことや，畑作物および，たばこ作との競合，育苗技術水準が低い等，経済的，技術的なネックにより切替えがすすまなかった。

しかし，ここ数年來の育苗期間の寒暖の変動の大きさや，毎年，同じような低温被害のくり返しを考えると，地帯別に無理のない育苗様式の確立と，地帯区分のための目安が必要である。

ここでは，気象面から最低気温出現頻度を目安として，播種期の早期限界を推定し，育苗様式別（畑トンネル方式，ハウス方式）の危険，やゝ危険，安全の地帯区分を行った。

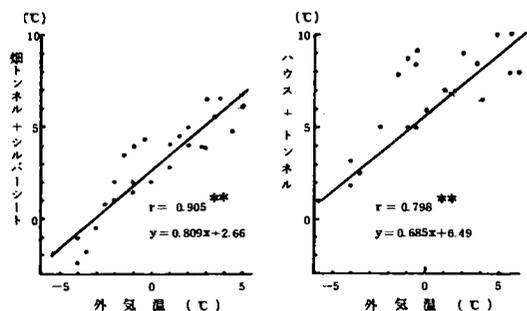


盛岡	昭 31 ~ 50	遠野	昭 31 ~ 50
宮古	"	久慈	"
軽米	"	岩泉	"
葛巻	37 ~ 50	浄法寺	32 ~ 47
花巻	31 ~ 47	滝沢	39 ~ 54
岩手松尾	32.37 ~ 50		
雫石	31 ~ 50		
沢内			

第1図 農業気象観測地点および統計年次

### 2 結果の概要

第1図に，地帯区分を行うに際しての農業気象観測地点13ヶ所（盛岡・宮古・軽米・葛巻・花巻・岩手松尾・雫石・沢内・遠野・久慈・岩泉



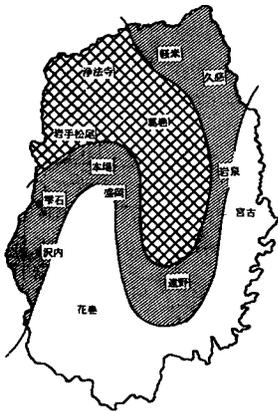
第2図 低温時の保温効果 昭54.11(畑トンネル+シルバースシート対外気温，ハウス+トンネル対外気温)



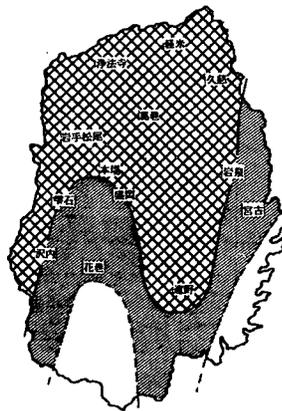
第2表 慣行移植晩限期および早期限界播種期からみた移植期  
(畑トンネル育苗)

月日		場所							
		盛岡	宮古	軽米	葛巻	花巻	滝沢	浄法寺	岩泉
慣行移植晩限期	稚苗	5/20	5/15	5/16	(5/15)	5/10			
	中苗	5/25	5/20	5/22	5/25	5/20			
早期限界播種期からの移植期	稚苗	5/5	4/26	5/16	6/1	5/5			
	中苗	5/20	5/11	5/31	6/16	5/20			
播種期からの移植期	稚苗	5/15	5/12	6/1	6/8	5/16			
	中苗	5/30	5/27	6/16	6/23	5/31			
岩手松尾	雫石	5/15	5/20	5/17	5/19	(5/16)	5/17	(5/16)	5/20
	沢内	5/28	5/25	5/25	5/23	5/19	5/22	5/25	5/25
遠野	久慈	6/1	5/12	5/12	5/16	5/5	5/5	5/21	5/15
	岩泉	6/6	5/27	5/27	5/31	5/20	5/20	6/5	5/30
浄法寺	滝沢	6/4	5/23	5/24	6/3	5/16	5/15	6/4	6/1
	花巻	6/19	6/7	6/8	6/18	5/31	5/30	6/19	6/16

注) ( ) 内は推定



第4図 畑トンネル箱苗の危険地帯 (稚苗, 育苗期間20日)  
⊗ 危険 ⊘ やや危険 ○ 安全



第5図 畑トンネル箱育苗危険地帯 (中苗, 育苗期間35日)  
⊗ 危険 ⊘ やや危険 ○ 安全

畑トンネル箱育苗の危険、やや危険、安全地帯を、第4図、第5図に示した。

2) ビニールハウス内トンネル育苗のやや危険地帯

(1) 策定条件

ア. 「早期安全播種期」は最低気温出現頻度図から、出現頻度20%の移動平均値が-1.5℃になる日とした。

(2) 策定方法

ア. 「早期限界播種期」および、「早期安全播種期」から、稚苗は20日後、中苗は35日後を「早期限界播種期からみた移植期」および、「早期安全播種期からみた移植期」とした。

イ. 「早期限界播種期からみた移植期」が慣行の移植晩限期を越える地帯を、畑トンネル箱育苗の危険地帯とした。

「早期安全播種期からみた移植期」が慣行の移植晩限期を越える地帯をやや危険地帯とした。

ウ. 危険およびやや危険地帯

以上のような策定条件および、方法により、第1表に、県中北部の農業気象観測地点の「早期限界播種期」および、「早期安全播種期」を示した。

また、第2表には「慣行移植晩限期」と「早期限界播種期からみた移植期」および、「早期安全播種期からみた移植期」を示した。これらの表から、作図を行い、稚苗、中苗における

第3表 早期安全播種期および早期安全播種期からみた移植期

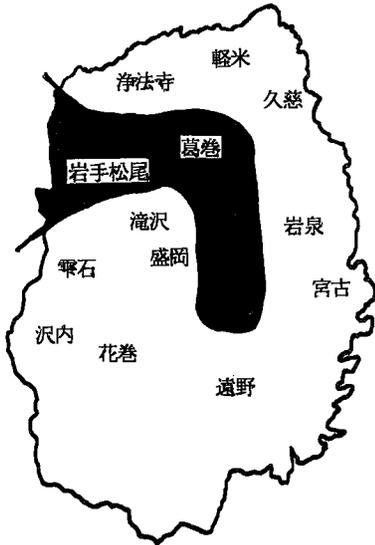
場所 月・日	盛岡	宮古	軽米	葛巻	花巻	岩手松尾	雫石	沢内	遠野
早期安全播種期	4/5	-	4/16	4/27	-	4/25	4/7	4/15	4/16
早期安全播種期からみた移植期	5/10	-	5/21	6/1	-	5/30	5/12	5/20	5/21

久慈	岩泉	浄法寺	滝沢
4/6	4/8	4/20	4/15
5/11	5/13	5/25	5/20

注) ① ビニールハウス内トンネル育苗の場合  
 ② 中苗, 育苗期間35日

イ. 外気とビニールハウス内トンネルの最低気温較差は、外気-1.5℃のとき、ビニールハウス内トンネルは5℃とした。  
 ウ. よって、「早期安全播種期」は、ビニールハウス内トンネルの最低気温が5℃以下の頻度20%になる日である。



第6図 ビニールハウス内トンネル育苗のやゝ危険地帯(中苗, 育苗期間35日)

● やゝ危険 ○ 安全

(2) 策定方法

ア. 「早期安全播種期」から、稚苗は20日後、中苗は35日後を「早期安全播種期からみた移植期」とした。

イ. 「早期安全播種期からみた移植期」が、慣行の移植晩期を越える地帯をやゝ危険地帯とした。

(3) やゝ危険地帯

以上のような、策定条件および、方法により、第3表に、中苗における各気象観測地点の「早期安全播種期」および、「早期安全播種期からみた移植期」を示した。

また、第6図には、中苗におけるビニールハウス内トンネル育苗のやゝ危険地帯および、安全地帯を示した。

やゝ危険地帯として、葛巻(標高395m)、岩手松尾(標高280m)があげられるが、これらの地帯でも、ハウス+トンネル+保温資材や、ハウス+トンネル+石油ストーブにより安全をはかることができる。

3 まとめ

水稻の育苗様式別地帯区分図から、畑トンネル箱育苗の稚苗では、県北部の高標高地帯では危険であり、ハウス育苗に切替える必要がある。安全地帯は、北上川中下流を中心に、中南部沿岸地帯である。中苗では、盛岡より北の地域、沢内、雫石を含む奥羽山脈寄りの地帯および、遠野を含む北上山系寄りの地帯で危険である。もちろん、安全地帯でもトンネル箱育苗よりハウス育苗が安定している。

ビニールハウス内トンネル育苗は、県北部の標高280m以上の場所ではやゝ危険であるが、低温時には、保温資材や、石油ストーブの活用により充分安全をはかることができる。

なお、この地帯区分は、地形的、土壌的および、苗の生理的な面からの考慮はしていない。また、育苗期の気象要因は、気温のほか、日射、風、温度等多岐にわたり、その影響力も大きく、今後検討を要する事項である。

## 穂孕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\* 宮部克己\*\* 新毛晴夫\*\*\* ( \*江刺農業改良普及所  
 \*\*岩手県立農業試験場 \*\*\*岩手県立農業試験場, 県南分場)

### 1 はじめに

1979年は22年ぶりのおそい出穂となり、梅雨あけ末期の8月4日から7日にかけては東北々部に停滞した前線の影響により記録的な降雨量をしめし北上川流域ではアイオン、ガザリン台風時以来の大水害に見舞われた。この時期が、たまたま、穂ばらみから出穂期にあっていたが、この頃の冠水例は少ないので冠水による被害程度の資料しゅう集を目的に関係機関と合同で現地調査を行ったのでその結果の概要も報告する。

### 2 調査方法の概要

調査地区は胆沢郡前沢町管内の現地農家圃場の中から、冠水程度、冠水時間、日数、生育段階、品種別に調査地点を設定し農業試験場県南分場、水沢農業改良普及所前沢駐在事務所、町役場、農業協同組合、農業共済組合が共同で調査にあたり収量並びに解析調査は農業試験場県南分場が行った。

### 3 調査結果の概要

冠水14日後出穂が終了したと思われる時点で調査圃場から株を採取し受精歩合を調査した結果、冠水1日

までは受精歩合90%以上であるが冠水時間が長くなるにしたがって低下する。

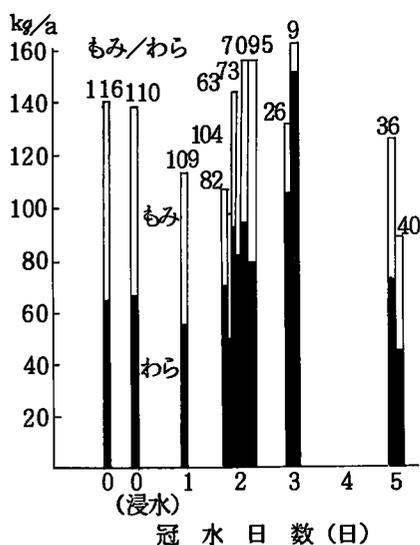


図3. もみ、わら収量と冠水日数

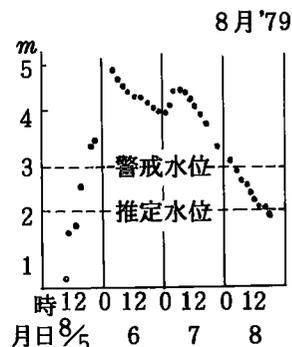


図1. 大曲橋の水位

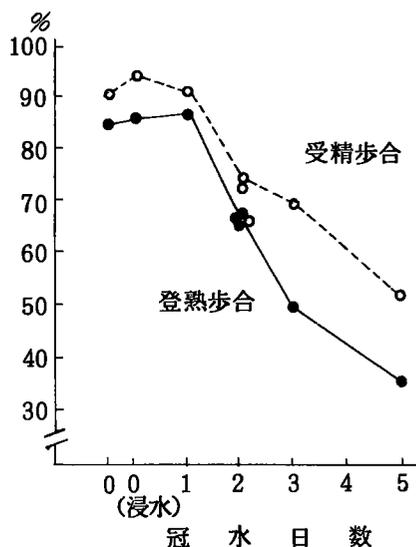


図2. 受精登熟歩合と冠水日数

冠水2日66~75%, 3日69%, 5日で約50%となった。出穂始、出穂期にくらべ穂ばらみ期の方が2日冠水では受精歩合は低下の傾向をしめす。冠水により白稈の発生が多くみられ枝穂が発生し出すくみ現

象を呈して出穂もおくれ開花もバラバラとなる。冠水時間と収量の関係では当然のことながら冠水時間が長いほど減収傾向をしめた。浸水の場合はそれほど減収とならないが、冠水1日47.5kg/a、2日32.6kg/a、3日10.3~22.4kg/a、5日26.6kg/aとなり出穂期冠水よりも穂ばらみ期の方が被害が大きくなる傾向が認められた。冠水による収量減は白稈発生によるもみ数減少よりも、もみ/わら比、登熟歩合の低下が強く影響しているものとみられる。流速と冠水害の関係では停滞水の方が被害を増加している。また、冠水前の前歴が被害量に關与するのは勿論であり、冠水時の生育ステージとの関係で被害様相が変化していることが明らかにされた。

4 おわりに

1979年の8月4日から7日にかけての大雨による水稻冠水害の現地調査を行い、減収機構と減収推定尺度を明らかにしようとした。冠水害は、冠水日数、冠水時の生育量、生育段階、品種、圃場条件によっても異なるが、今回の調査結果から前沢地区におけるササニシキの穂ばらみ～出穂期冠水の冠水時間と減収率の間には高い相関が認められ、図8のような関係が認められた。今後の被害算定の参考となるものと思われる。

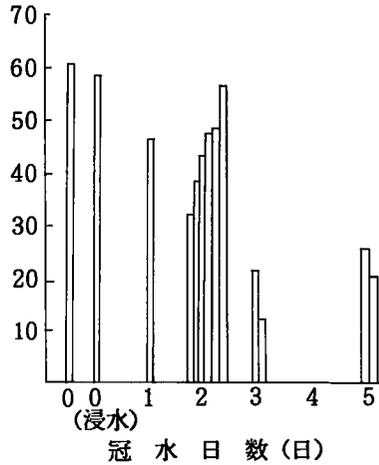
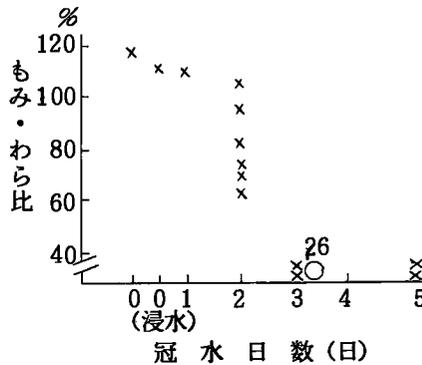


図4. 玄米収量と冠水日数



## 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

(宮城県農業センター)

#### 1. はじめに

水稲の稚苗移植を宮城県の気象的特性に基づく栽培で、より安定した生産と向上をはかるため、極早期移植の問題を取り上げ実施して来たが、4月の時期は、強風や低温に遭遇する機会が多いことから、本報では、若干それらについて調査した結果の概要を述べておく。

#### 2. 試験の方法

##### 1) 試験場所と年次

宮城県名取市、宮城県農業センター圃場で、昭和53～55年まで行なった。

##### 2) 試験区と耕種条件

試験区の構成および各区の耕種条件は、第1表に示したとおりである。

第1表 試験区の構成と耕種概要

育苗法	田植時期	品 種	栽植様式	1株本数
稚 苗	4月13日	ササニシキ	30×15cm	5
稚 苗	4月20日	ササニシキ	30×15	5
稚 苗	5月1日	ササニシキ	30×15	5
稚 苗	5月10日	ササニシキ	30×15	5
稚 苗	5月21日	ササニシキ	30×15	5

播種量は、1箱当り、180g(乾籾)をもつとも早植の4月13日の苗、3月21日に播種し、その後各田植時期別に10日おきにし、20日苗にして行なった。  
 本田施肥量は、10a当り、N:6.0, P:12.0, K:9.0kgと堆肥約1.5tを施した。  
 追肥は、田植15日目に、N:1.5kgと7月15

日から田植時期ごとにN,Kをそれぞれ1.5kgを5日おきに行なった。

水管理法:湛水期間中9～10時に2～3cm位の水深にかん水をした。

低温時期の湛水内地温(5cm)は、水田内に冬期間から、65×40×50cmのコンテナを埋め、それに水田土壌を入れて、湛水深5～6cmにした。

##### 3) 測定項目と方法

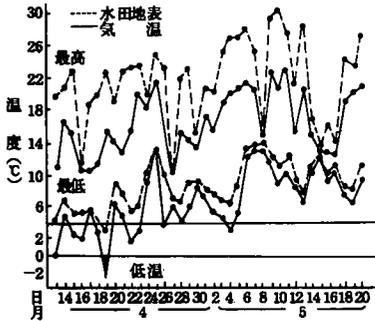
- (1) 水田温度:電子管式自記記録温度計を設置して、連続測定した。
- (2) 露場気象:試験田に隣接する、露場気象観測所で行なった。
- (3) 水稲の生育:田植当初から、早丈、葉数、新根長、乾物生産量と被害(枯死株率)について調査した。

#### 3. 試験結果と考察

##### 1) 初期の気象経過と強風、低温

4月13日の田植から5月20日までの気温、水田温度(地表温)の経過は、第1図のとおりである。これによると、最高気温は、約10～23℃、水田地表温は、約13～30℃の範囲となって、日中は、それほど低温とはならない。ところが、最低温度でみると、気温は、-2.3℃から13℃までとなり、4月23日ごろまでは、4℃以下の降霜を示す温度まで低下していることが認められた。なお、水田地表温は、気温より、約2℃高い値で経過していた。

強風および低温時の気温、水田地温度の日変化について、まず強風では、4月13日に田植し、その4日目(4月17日)には、低気圧の通過に伴って、強風(NW方向)が吹き荒れ、その時の風速は、日中10m/sec以上がほとんどで、しかも6時から9時と11時から15時ごろまでは、15m/sec以上、更に20m/sec以上を記録したのが、10数回みられた。したがって、田植当初の稚苗に大きな傷害を与えた。それから2日過ぎの4月19日には、最低気温-2.3℃と言う低温を示し、最悪の気象条件に遭遇した。そこでこれらの気温、水田地表面温度の日変化を第2図に示した。強風時の気温は、約6~11℃で、日中と夜間との差は5℃で、あまり気温の上昇はみられなかった。一方水田地表面温では、約7~19℃となって、



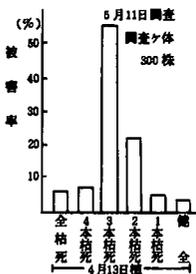
第1図 田植初期の水田温度と気温の経過(昭54)

気温に比べて、高温で、日中は日照の影響もあって、強風にもかかわらず、12℃の上昇となった。つぎに、低温時の日変化をみると、気温は約-2.3~16℃となり、日中は比較的高温で経過したが、夜間では、0℃以下が4時間もつづいていた。水田地表面温度では、約3~23℃で20℃も上昇し、気温に比べて、日中の水田内はかなり高いことが認められる。

### 2) 初期の被害と生育

前述の様な気象経過中における、初期の被害で、5月11日の調査でみると、第3図のようになる。これによると、4月13日植の場合は、初期に大きな被害がみられている。すなわち、株内の枯死率では、株全体が枯死したものが、約6%、3本枯死が、全体の55%と最も多く、健全株が、わずかに4%にすぎない結果となり、強風や低温の遭遇は、水田全体に何らかの障害を与えたことが明らかであった。

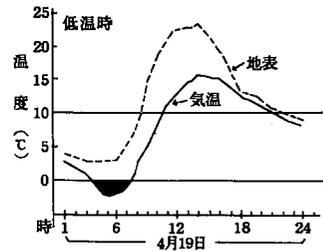
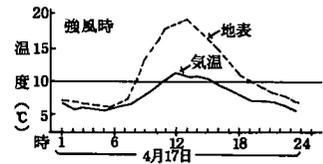
なお、初期生育の状態について、田植時期別の生育との比較で、県平均田植日の5月10日に調査した場合で検討した結果、第4図に示したとおりである。これによると、草丈の伸長状態は、もっとも早い4月13日植は、強風、低温の被害によって、葉先の枯れ上りが多く、伸長は、もっとも劣って、4月20日植でもっともまさっていた。葉数の調査では、4月13日植、4月20日植が3葉以上の値を示し、枯れ上りの多かった4月13日植においても、5月1日植よりは、葉数は増加していた。



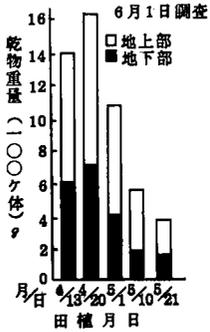
第3図 初期の被害状況(昭54) 宮城県農業センター

根の伸長状態では、強風や低温によって、地上部の被害が大きかったもののほど根の伸長量は劣り、4月20日植でもっとも良い値を示していた。

なお、6月1日に乾物生産量を調査してみると、第5図のように、この時期になると、被害の受けた場合もかなり生育量が多くなり、快復も早いことから、重量においては、5月1日植以降の田植に比べて、4月13日植では、初期に被害を受けても、その後の増加量は、著しくなっていること

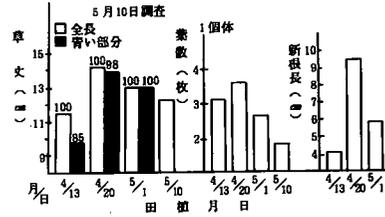


第2図 強風低温時の水田温度と気温の日変化(昭54) 宮城県農業センター



第5図 初期生育の比較(昭54) 宮城県農業センター

が認められた。この様に、4月13日植の増加量が比較的多かったのは、被害によって株内個体数が減少していることから、それが個体重量の増加となって、乾物重量が多い結果を示したものと思われる。

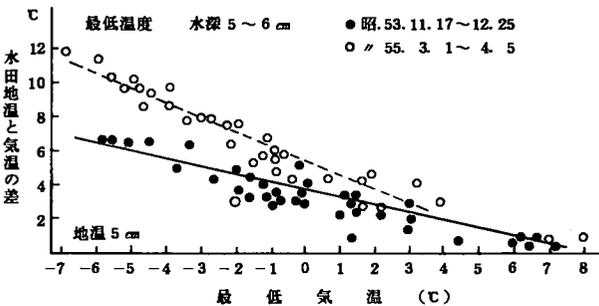


第4図 田植時期別による初期生育(昭54) 宮城県農業センター

以上、稚苗の早植による初期の生育には、強風や低温によって大きな被害を受けることが認められたが、それでも生育が進むにつれて、かなり快復することも明らかであった。

3) 低温時期の湛水内地温と気温との関係

早植は、年次によってかなり厳しい低温にも遭遇するものと判断されることから、ここでは、昭和53年の11~12月と昭和55年の3~4月の湛水状態における最低温度の地温を測定し、気温との関係を求めたのが、第6図である。これによると、気温が低くなるにつれて、湛水内地温(5cm)と



第6図 水田温度と気温の差と最低気温との関係 (宮城県農業センター)

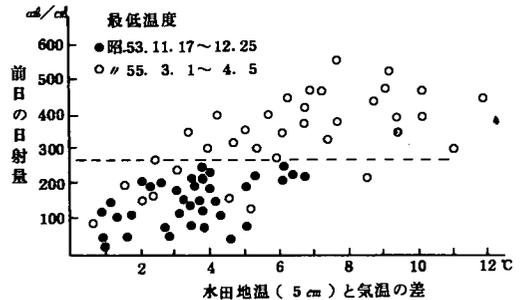
気温との差が大きくなっていることがみられる。また、11~12月の場合と3~4月の測定値では、その関係にもちがいがあり、11~12月中では、気温と湛水内地温は、3~4月の場合より差が小さくなっている。そこで、この様なちがいがついて、前日の日射量との関係からみたのが、第7図にあげたように、日射量の多いときには、湛水内地温と気温との差が

大きくなっていることが認められ、したがって、日中の日射量の多少が湛水内温度に影響し、春季3~4月の水田内は、気温に比べて11~12月より高くなるものと思われる。

なお、この関係については、更に検討を加えて行く必要がある。

4. 要 約

田植時期が早まれば、それだけ強風や低温に遭遇する危険性が高くなるので、ここでは、昭和54年の場合について検討し、更に低温時期の湛水内地温と気温との関係についても若干取り上げた結果は、次のとおりである。



第7図 前日の日射量と水田温度と気温差との関係 (宮城県農業センター)

1) 田植初期の気象と強風低温：4月13日から5月20日までの日最高気温の経過では、気温は約10~23℃、水田地表温が13~30℃となって

日中は、極端な低温障害を示す温度とならない。日最低温度では、気温 - 2.3 ~ 13℃、水田地表温度 2 ~ 14℃で、4月24日までの気温は4℃以下の霜害発生危険温度以下で経過している。

田植4日目(4月17日)に低気圧の通過に伴って強風(NW)が吹き荒れ、日中は10m/sec以上がほとんどで、しかも20m/secのときもしばしばあらわれ、田植当初に大きな傷害を与えた。その2日過ぎ異常低温 - 2.3℃を記録した。このときの気温の日変化では、0℃以下が4時間、4℃以下が8時間もつづいて、初期の生育に大きく影響した。

2) 初期の被害と生育：強風、低温による被害、5月11日では、株全体枯死6%、3本枯死55%枯死株の認められなかったものは4%となって、水田全体に大きな被害を与えた。

田植時期別の生育では、草丈は、被害の影響で4月13日の早植がもっとも劣っていたが、葉数では、4月20日植、4月13日植は5月1日植より増加していた。葉の枯れ上りの多かった4月13日植の根長は、もっとも短い結果となっていた。

6月1日の乾物生産量では、障害を受けた区もかなり生育が快復し、4月20日植 > 4月13日植 > 5月1日植 > 5月10日植 > 5月21日植の順となった。

3) 低温時期の湛水内地温と気温との関係：最低温度で11~12月と3~4月の湛水内地温と気温との関係でちがいが認められ、3月から4月の場合は、気温と湛水内地温との差が大きい傾向がみられ、それが気温の低い程差が開いていた。前日の日射量との関係からみると、日射の多い場合の方が気温と湛水内地温との差が大きく、3~4月の方が11~12月の場合より非常に日射量が多くなって、湛水内地温が高くなっているものと思われる。なお、これらの点については、更に検討を加えなければならない。

#### 参考文献

- 1) 日野義一・千葉文一(1975)：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第1報、初期の気象と水稻生育について、東北農業研究、第18号。
- 2) 日野義一・千葉文一(1976)：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第2報、本田期間中の生育時期別気象の特徴、東北農業研究、第19号。
- 3) 日野義一(1977)：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第3報、田植期間中の日別日照時間の変動性について、東北の農業気象、第22号。  
第4報、田植期間中の日別気温の変動性について、東北の農業気象、第22号。
- 4) 日野義一(1978)：宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究。  
第5報、田植期間中の日別風向、風速について、東北の農業気象、第23号。  
第6報、減数分裂時期の日別気温の変動性について、東北の農業気象、第23号。
- 5) 日野義一(1979)：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、東北の農業気象、第24号。  
第8報、登熟期間中の日別気温の変動性について、東北の農業気象、第24号。
- 6) 日野義一(1980)：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生育、東北の農業気象、第25号。  
第10報、早植試験期間の気象と生育、収量、東北の農業気象、第25号。

## 水稻の作況からみた北冷西暑型災害

宮本硬一・黒川幸重

(香川大学農学部)

### 1 はじめに

近年、北冷西暑型の天候については、気象専門家の間で、しばしば問題にされているが(朝倉, 1979), こうした天候については、かなり古くから知られており、冷害気象における一つの特性として、すでに半世紀以上も前に指摘されていた(築地, 1914)。その後、昭和9年には北日本の凶冷と西日本の干ばつが同時に発生して全国的に水稻が被害をうけたことから、北冷西暑型の天候が気象専門家の注目するところとなり、岡田(1934)によって詳細な気象学的説明が加えられた。さらに、近年に至って和田ら(1963)による冷害気象の解明が一段と発展させられたことによって、この種の天候についても、かなりの知見が得られるようになった。

ところが、こうした気象が、農作物、特に水稻に対してどのような影響を与えるかについては、全く知られていない。筆者らは、北日本の冷害と関東以西の干害を基軸に、他の災害も含めて、それら災害が同じ年に発生した場合を北冷西暑型災害と名づけ、水稻の作況から減収の実態を明らかにし、稲作災害の新しい側面に照明を与えようとするものである。

調査に当って、統計資料の面から協力された、宮城県農業センター佐野稔夫部長ならびに同センター日野義一科長に深く感謝する。

### 2 調査の方法

資料は農林省統計調査部のもの(1955, 1956~ 現在)を用い、都道府県ごとに、各年次について、水稻の平均収量(10アール)が平年を下まわった場合を減収量とし、減収の起った府県を減収地域とした。対象とした年次は明治14年(1881)から今日に至る100年間である。北冷西暑型災害の年次は、あらかじめ、災害年表(畠, 1951, 中原, 1940, 齊藤1967)によって選び出し、減収量を府県ごとに算出すると共に、気象要因別の減収地域の推定は表1の基準によった。平年値は、

前7か年の両極値を除いた5か年平均を用いた。なお、沖縄県は水稻の作付面積が極端に少ない

表1 年次別減収地域の類別基準

地 域	気 象 要 素	1 (カ月)	2	3
凶 冷 地 域	気 温 偏 差	$\geq -2.0$ (℃)	$\geq -1.5$	$\geq -1.0$
干 ば つ 地 域	降 水 比 率	$\geq 30$ (%)	$\geq 50$	$\geq 70$
大 雨 地 域	降 水 比 率	$\geq 2.0$ (倍)	$\geq 1.75$	$\geq 1.50$

こと、資料の不足ならびに気象立地的位置などを考慮して、対象外とした。

### 3 災害の発生状況

明治14年から現在に至る、被害を伴った異常気象の発生は図1のとおりである。それによると、東日本から北日本にかけての凶冷による冷害は37回、西日本の干ばつは59回出現しており、その中で、比較的規模の大きいと思われた災害年は、凶冷:14か年、干ばつ:13か年、計27か年で、水稻について言えば冷害と干害だけで3.7年に1度の割合で大きな被害をうけていたことになる。

こうした水稻の気象災害の中で、北冷西暑型災害年の減収量と作付面積を示すと図2のようにな

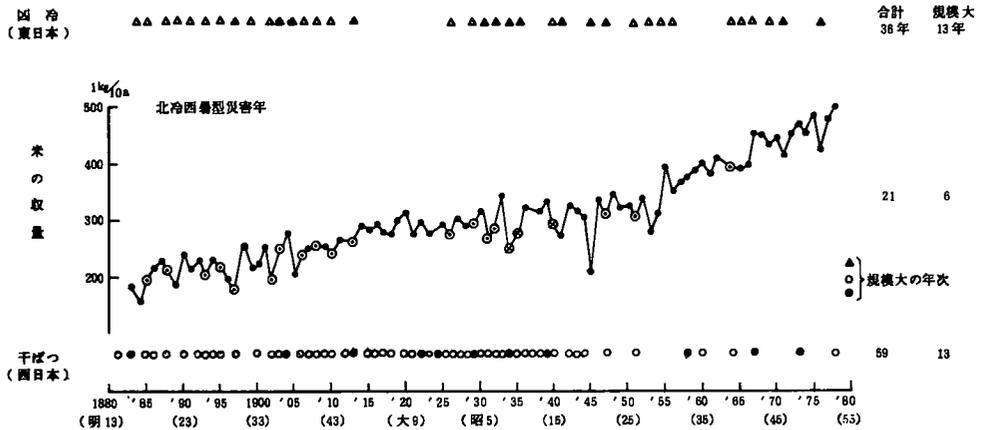


図1 過去100年における北冷西暑型災害の発生

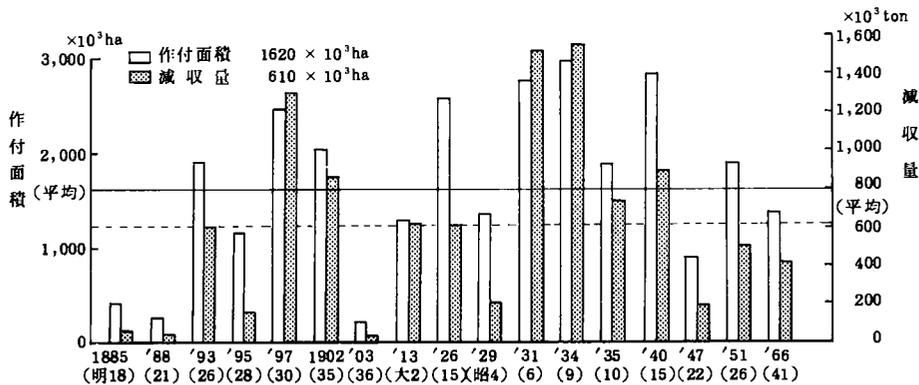


図2 年次別減収地域の水稲面積と減収量

る。それによると、減収のみられた災害年（17か年）のうち、減収量が平常値（約61万トン）を上まわった年は、明治30年（1897）を始め6か年を数える。また、減収地域の広さでは、作付面積が160万ヘクタールの平均を越す年次は、明治26年（1893）より数えて9か年である。したがって、減収量、減収地域とも、17か年平均を上まわった、いわゆる規模の大きな災害年は、明治30年、同35年（1902）、昭和6年（1931）、同9年（1934）および同15年（1940）ということになる。しかも、減収の大きな年次は、昭和凶作期で目立っている。

#### 4 災害の地域性

ここでは減収の特に大きかった4か年（明治30年、昭和6年、同9年、同15年）および比較的近年（昭和26年、同41年）のものについて、年次ごとに、減収地域を気象要因で区分し、図3に示す

ことにする。

それによると、年次によって要因別減収地域の分布は多様になっているが、基本的には北日本の凶冷、西南暖地の干ばつ地域が、はっきり示されている。加えて、大雨地域やその他地域もその間に若干みられ、北冷西暑型災害の年には、低温、寡雨の外に、大雨など各種の要因による被害も起こっている。

次に、これら災害年の平均(17か年)によって全国を気象要因別に地域区分をすると図4のようになる。すなわち、日本の本土は、北冷西暑型災害の観点から、凶冷地域、干ばつ地域および大雨を含む複数の気象要因による減収が共存している混合地域の三つに大別される。その中で、本州の中央部一帯に混合地域が分布している点に注意する必要がある。しかも混合地域の中に、一部、凶冷地域が混在している形が入っているが、本州中部地方は、大雨、低温などの被害要因が複雑に入り混っているため、相対的に低温の発生頻度がより多いところでは、局地的に凶冷地域と区分されることになる。

### 5 減収地域の比較

気象要因別減収地域ごとの減収量や、作付面積を比較すると、図5のようになる。すなわち、水稻の減収量は、凶冷地域で特に大きく、全年(17か年)の平均が約28万トンで、干ばつ地域のもよりは22%も多い。

それに対して、減収地域の広さを水稻の作付面積を用いて比較すると、多少事情は変わってくる。すなわち、干ばつ地域での

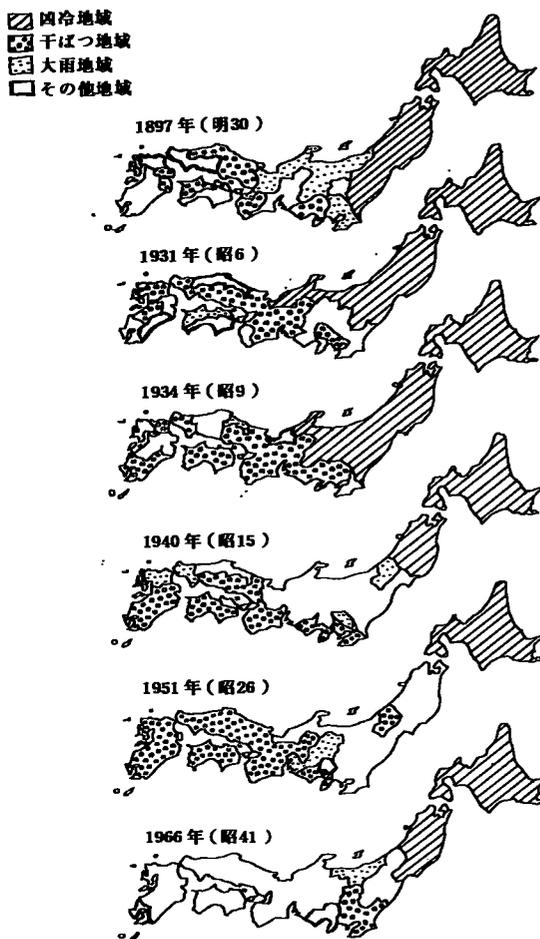


図3 年次別減収地域の気象要因による地域性

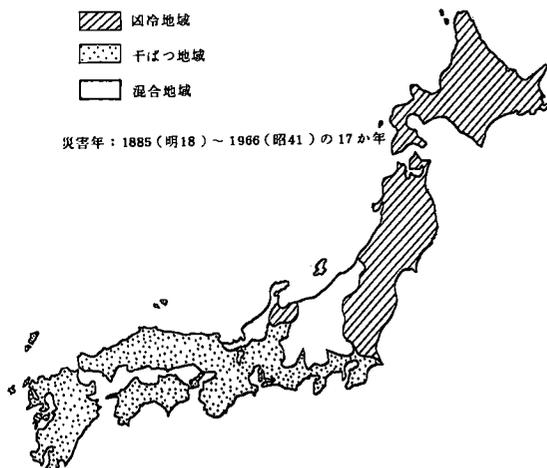


図4 減収地域の気象要因による地域性

作付面積は平均約80万ヘクタールを数え、凶冷地域のそれよりも50%も多い。また、大雨地域においては、減収量、作付面積共全災害の13%を占めており、低温、乾燥に加えて、大雨による災害も三者共存という形で存在することが、北冷西暑型災害の場合、よく見られる（明30，昭15）。

次に、各年次ごとに、要因別地域の減収量を比較してみると、凶冷、干ばつのうち、どちらかの要因による減収が支配的な年次、凶冷と干ばつの被害が同程度のもの、およびそれ以外の要因もかなりの比重で干与している事などがみられる。最初のタイプは支配的要因によって凶冷型、干ばつ型といい、次の二つは、それぞれ混合型とした。この類別で17か年の区分をしてみると、凶冷型：6か年、干ばつ型：6か年、混合型：5か年となっている。その主な年次についてタイプを示すと図6のようになる。

それによると、凶冷型の典型は昭和9年であり、干ばつ型の代表は昭和15年である。さらに混合型には大雨の比重が大きい、明治30年と、凶冷、干ばつが同程度の昭和6年などがある。

### 6 むすび

以上の結果から、北日本で冷害が発生した場合、その半分近くが北冷西暑型災害となっており、その被害が全国的に拡大して大きな災害年となった事も、かなりの数になる。

稲作の水利条件は昭和30年代の後半から急速に整備されて、水稻の干害そのものは、近年著しく減少している。とは言え、こうした天候の場合、低温、乾燥の他に大雨などの異常気象も局部的に発生しやすいので、各種作物が全国的な範囲で異常天候の悪影響をうける危険性がある。北冷西暑型の天候はその意味で極めて警戒を要するものがある。

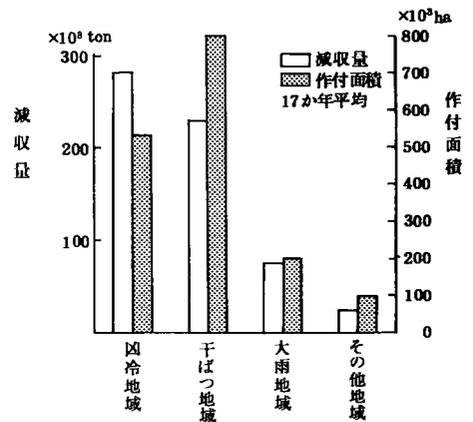


図5 地域別水稻の減収量と作付面積

この類別で17か年の区分をしてみると、凶冷型：6か年、干ばつ型：6か年、混合型：5か年となっている。その主な年次についてタイプを示すと図6のようになる。

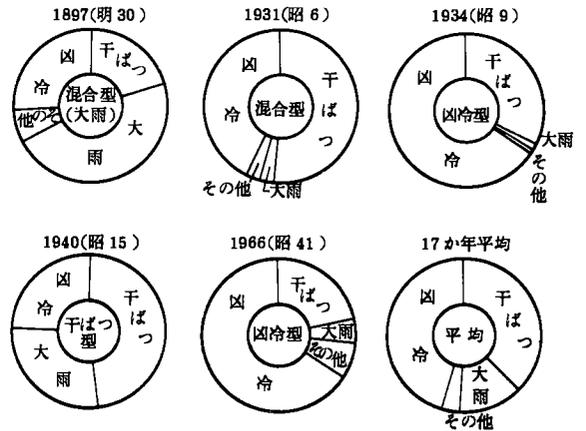


図6 年次別減収量の要因別比較

### 引用文献

朝倉正 (1979) : 気象からみた1978年干魃の解析, 水利科学23(1), 畠清人 (1951) : 凶饉年表, 東北の気候, 中原孫吉 (1949) : 日本干魃史, 中央気象台彙報16, 岡田武松 (1934) : 東北凶冷の原因, 天気と気候1 (8), 斉藤鍊一 (1967) : 気象災害年表, 気象災害, 共立出版, 築地室雄 (1914) : 養蚕季節における気候一斑, 上田蚕系専学報2, 和田英夫ら (1963) : 東北地方の夏季の低温, 気象研究ノート14 (1)

## 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  
(福島県農業試験場)

#### I まえがき

本県は農業上の地帯区分が暖地と寒地の接点的位置にあり、気候も海洋性でしかも偏東風の影響を受ける浜通り、内陸性気候の会津盆地、中間地帯の中通りに大別されるほか、各地域とも水田の標高差は600 mにも及ぶため、栽培品種の統一が困難な複雑な地勢である。したがって現行栽培されている多くの品種を地帯別、標高別に整理し、それに応じた栽培技術体系を確立することが、広範な面積をもつ本県稲作安定化の重要な課題であるがために、標高別の作期、安全出穂限界期を各地域ごとに推定し、さらに地域限界品種について検討を加えた結果を本誌第24号で報告した。

本報告ではさきの報告を補完する見地から、標高別の移植期の推定を主として収量及び米質の面から検討したものでその結果を報告する。

#### II 調査方法

- (1) 標高別作期等の推定については県内気象観測所の資料により、主として平均気温の平年値を使用した。
- (2) 品種関係は奨励品種決定現地試験は、及び、各品種選抜、一般総合助成「最近の稲作冷害(異常気象)の抵抗性の低下と応急対策の確立」の試験成績を供試した。

#### III 結果並びに考察

##### (1) 標高別出穂期と収量

標高別安全出穂期間は  $y = 0.06x + 40.9$  ( $y$  = 安全出穂期間,  $x$  = 標高,  $r = -0.922^{**}$ )

表-1 標高別出穂期と収量について

(51 ~ 53 本場)

標高 (m)	場所	回 帰 式	x の 値								範 囲 (x 値)
			5	10	15	20	25	30	35	40	
			x に対する歴日 (月, 日)								
			29/7	3/8	8	13	18	23	28	2	
200	郡山	$y = -0.03x^2 + 0.9x + 52.5$	56.2	58.4	59.2	58.4	56.2	52.4	47.2	40.5	5~40
300	郡山	$y = -0.04x^2 + 1.4x + 40.7$	46.7	50.7	52.7	52.7	50.7	46.7	40.7	32.7	5~45
400	船引	$y = -0.04x^2 + 0.9x + 61.4$	-	66.4	65.9	63.4	58.9	52.4	43.9	33.4	10~45
500	常葉	$y = -0.003x^2 - 1.9x + 87.8$	-	-	58.6	48.6	38.4	28.1	17.6	7.0	15~50

注  $y$  = 収量 (kg/a)  $x$  = 出穂日, 7月25日起算

で示され、本県の場合標高 100 m 上昇にともない約 6 日間短縮され、しかも、標高 600 m 以上は安全出穂期間は 0 日となり、高冷地水稻栽培の厳しいことが知られる。これと安全出穂限界期等から各標高毎におおよその品種がはりつけられている。しかし、各安全出穂期間内の収量、品質の変動については不明であったため、昭和 51 年から 53 年までの標高別にササミノリを供試し検討した結果は表 - 1 に示すとおりである。表から同一栽培条件であっても低地では出穂期が早く、高冷地では生育期間の主として温度に影響されて遅くなる。収量は低地では早期出穂が必ずしも多収でなく、標高 300 m 以下は 8 月 8 日～13 日頃に好適出穂日がある。しかし標高 400 m では 8 月 3 日、同じく標高 500 m では 8 月 8 日出穂が最多収となっている。高冷地で出穂期が遅れるに従って減収程度が大きいことも判明した。これらの解析のため品種別の登熟温度（40 日間の日平均気温）と収量の関

表 - 2 品種別登熟温度と収量

(本場)

品 種	登熟 40 日間の平均温度 (℃)								温度の範囲
	25	24	23	22	21	20	19	18	
ササミノリ (kg/a)	61.8	62.6	62.6	61.8	60.2	57.8	54.6	50.6	18 ~ 25
トヨニシキ	—	—	60.2	57.5	55.0	52.4	49.8	47.1	17 ~ 23

係について標高 200 m の本場で調査した結果を表 - 2 に示す。

ササミノリの最多収登熟温度は 23～24℃で、25℃はむしろ減収する。やや遅いトヨニシキはこの試験下では 24℃以上の温度条件で出穂しなかったため、23℃が最高収量となった。

この結果から標高 300 m 以下での早期出穂がむしろ収量減となることは高温登熟の結果によるものであり、高冷地の遅出穂の収量減は低温登熟によるものであることが判明し、最高温度はほぼ 23℃と思われる。

(2) 標高別出穂期の胴割れについて

高位収量と共に近年は米質の問題が大きくとりざたされている。米質については種々の要因が関与し品質の低下となるが、本県は大きく地帯わけをするとほぼ標高 300 m 以下の平坦地は胴割れが主因に、高冷地及び浜通り平坦の一部では着色米によると言われていることから、特に胴割れ粒の

表 - 3 標高別出穂期と胴割れの発生について

(51～53 本場)

標高 (m)	場所	回 帰 式	x 値							範囲
			5	10	15	20	25	30	35	
			(x に対する暦日)							
			29/7	3/8	8	13	18	23	28	
200	郡山	$y = 0.009x^2 - 1.6x + 38.8$	31.0	23.7	16.8	10.4	4.4	1.1	—	
300	郡山	$y = 0.01x^2 - 0.3x + 5.6$	4.4	2.7	1.4	—	—	—	—	
400	船引	$y = -0.07x^2 + 2.2x - 9.5$	—	—	—	—	—	—	—	

注 y = 胴割発生率 (%) x = 出穂日, 7 月 25 日起算

発生について検討を加えた。

表-3は標高別の胴割れの発生を出穂期毎に示したものである。胴割れの発生は刈り取り時期の遅れ、或は高温登熟で多くなることが確められているが、本表でも同一刈り取り条件下では出穂時期の早いほど胴割れの発生が多く、しかも、低標高地で顕著である。低地でも出穂期の遅い場合、又高標高地での発生は認められないことは従来の知見と一致する。胴割れの発生を特に多くする登熟温度は24℃以上と推定されるがこれらについてはさらに検討を加える必要がある。

### (3) 標高別各種登熟温度の出現日

標高別登熟温度の出現日について検討した結果は表-4に示すとおりである。出穂日を8月に限

表-4 8月中における標高別各種登熟温度の出現日

40日間の 平均温度(℃)	回 帰 式	標 高 (m)						標高の範囲
		100	200	300	400	500	600	
17	$y = -0.02x + 35.9$	—	—	—	28	26	24	420 m 以上
18	$y = -0.02x + 32.6$	—	—	27	25	23	21	250 m 以上
20	$y = -0.02x + 30.1$	—	26	24	22	20	—	200 m 以上
22	$y = -0.04x + 26.2$	23	19	15	12	8	—	550 m 以下
23	$y = -0.03x + 18$	15	12	9	6	—	—	420 m 以下

注  $y$  = 各種温度の8月中の出現日,  $x$  = 標高 (m)

定したものであるが、平年値で18℃の出現日は標高250 m以下にはなく、22℃出現日は標高550 m以下に限定される。さらに最適温度条件である23℃はほぼ標高400 m以下に限られることとなる。又24℃以上の地帯は会津平坦、県北の信達盆地、浜通り南部と一部局地的に他の平坦部に分布しているのみで標高別回帰式をとることが不可能であるが、標高300 m以上では殆んど出現しない。

本県の水稲栽培面積の約70%は標高300 m以下に分布するが、この平坦地の23℃出現日は標高300 mで8月8～9日であり、これより早い出穂は低収のほか、米質低下につながるものと推定される。

標高400 m以上では、最適温度の23℃～24℃は出現しないので、出来得る限り高温条件下で出穂させるよう早期出穂の体系が必要である。

田中氏(1967)は登熟40日間の平均気温が20℃以下になると減収し、20℃を実用的登熟温度としているが、本表から標高200 m以下の地帯は好適栽培地帯であるが、中山間に属する標高400～500 m地帯は8月20日頃が出穂限界となり、収量の年次間変動の大きい不安定地帯である。さらに標高600 m以上は出穂の安全期間がなく冷害の常習地帯に大別することができる。

## IV む す び

標高差の大きい極めて複雑な本県の水稲安定のため、各種資料から、標高別の出穂期による収量と米質について検討した。

その結果ササミノリにおいては登熟40日間の平均気温が23℃～24℃で収量が最も高く、それ以外の温度では減収する。胴割れの発生は標高300 m以下のしかも早期出穂した登熟温度が24℃以上で特に多発生し易い傾向を示すことが明らかになった。これらのことから本県の米作地帯の標高300 m以下での好適出穂期は平年値でほぼ8月8日～15日頃と推定され、この期間より早い出穂の場合は低収にとどまらず米質低下をおこす。又実用的登熟温度と云われる20℃は標高100 m以下には8月中には出現しない。又好適温度の23℃は標高400 m以上では出現しないことから、高冷地帯では、幼穂形成期の最低気温17℃以上になったら出来るだけ早く出穂するような技術体系をとることが収量安定化の条件であることが明らかとなった。

## 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

(青森県農業試験場)

#### 1 はじめに

農業気象観測の開始は黒石が1913年、藤坂が1936年で、これ等二つの地点のデータは青森県の日本海側と太平洋側の気象の年次特徴や作物気象の解析を行なう場合の代表地点として古くから広く活用されてきた。ところで気象解析を行う場合平年気象つまり平年値が必要となるが、黒石と藤坂の平年値の算出は最近までは手計算で観測開始年から対比年の前年までのデータの単純平均を、また現在では電算機を使って過去30年間のデータを対象に移動平均によってそれを求めていた。しかしこれ等の方法は労力と経費の面で問題があるので、世界気象機関(W・M・O)で運用している方法に準じた算出方法(但し単純平均)で平年値を求めることにした。そこで筆者等はこの方法で算出された平年値を従来より運用している30年移動平均による逐年更新の平年値との違いを明らかにするため、青森県総務部電子計算課の協力を得て黒石のデータを対象に比較検討を行った。またこの解析過程で得られた移動平均値を用いて黒石と青森における最近の気候変動についても若干の検討を加えたのでその結果を報告する。

#### 2 試験方法

##### 1) 対象地点と統計期間

黒石 1926～1979年(54年間) その他気候変動解析のため青森の1886～1979年も使用

##### 2) 気象要素

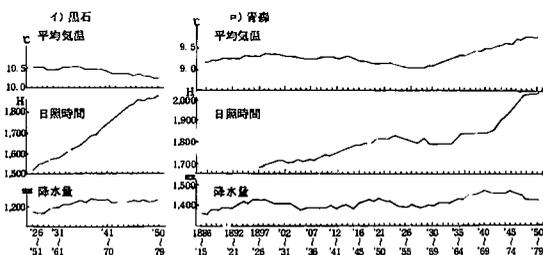
気温(最高、最低、平均) 日照時間(ジョルダン) 降水量

##### 3) 統計処理

- イ) 30年移動平均: 年, 月, 半月, 日別に算出(但し日照時間と降水量の欠測は平年値を代入)
- ロ) 気候変動の解析: 30年移動平均値(黒石25個, 青森65個)のデータより解析
- ハ) 平年値と移動平均の比較: 黒石の1931～1960年と1941～1970年でそれぞれ得られる平年値と1932年及び1942年を起算として求めた30年移動平均との差を月, 半月, 日毎に求めたそれを統計解析

#### 3 試験結果の概要

##### 1) 移動平均からみた気候変動



第1図 30年移動平均による平均気温、日照時間、降水量の年平均と合計値

気候の変動については3, 5, 10ヶ年等の移動平均によるデータを対象とするものとか、時系列等によって解析する方法があるが、ここでは30年移動平均のデータを対象に解析した。

第1図イ), ロ)は、30年移動平均による年間の気候変動について示したものであるが、黒石の平均気温は1926～1955年までの30年間の平均値が1950～1979年までの30年間の平均値に比

べて0.26℃高温で昭和年代に入ってからには下降傾向にある。また最高、最低気温は(図省略)、最低気温はほぼ平衡状態を、また最高気温は下降傾向を示し、これが平均気温下降の原因となっている。これに対して日照時間は年々増加傾向(1年当り平均6.4h)を示し、1926~1955年の平均値が1950~1979年の値より344.2時間(1日当り0.9h)多く、また降水量は1927~1956年の平均値で谷が認められ、その後わずかに増加し、1935~1964年の平均値以降は平衡状態を呈し現在に至っている。次に青森地方気象台の観測データの結果では、平均気温は1898~1927年の30年間平均値をピークにゆるやかな山谷型の変動を示したが1926年以降は年々上昇し、1926~1955年の平均値より1950~1979年の平均値が0.5℃高く黒石の解析結果とは逆の結果が得られた。しかし日照時間は1897年以降年々増加し、1926~1955年の平均値より1950~1979年の平均値は218.2時間(1日当り0.6h)、また1897年起算値よりは333.8時間(1日当り0.9h)多かった。降水量はゆるやかな山谷型の振幅、つまり1886年、1906年、1929年で谷が、また1898年、1921年、1941年で山が認められ最近には下降の兆を示している。

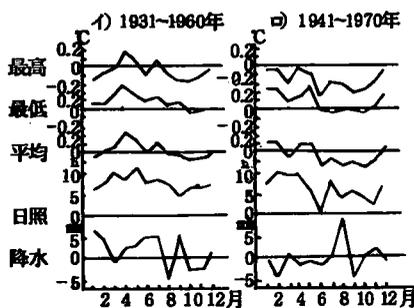
黒石と青森の気温変動が異なった原因としては観測場所の移転、観測方法や日界の違いも考えられるが、このほかに青森での人口増加による都市気象の影響も予想されるので今後より詳細な解析検討が必要である。

## 2) 平年値と30年移動平均との比較

1926~1979年の中で統計期間をW・M・Oに準じて算出される単純平均(以下平年値と呼ぶ)は1931~1960年(1961年から使用される平年値、以下旧平年値と呼ぶ)と1941~1970年(1971年から使用される平年値、以下新平年値と呼ぶ)がある。そこでこの2つの平年値と1932年と1942年をそれぞれ起算として求めた9個ずつの30年間の逐年移動平均との差およびその統計量を求め30年移動平均と平年値の比較検討を行いその結果を第2図、第3図、第1表に示した。

### 1) 月平年値とその移動平均

旧平年値とその間で得られる移動平均との比較では、最高気温は4、5、7月、最低気温は1~9月と12月、また平均気温は3~5月と7月のそれぞれで平年値より移動平均が高く、それ以外の月はいずれも平年値が高かった。平年値と移動平均との差は最高、最低、平均気温とも+0.26~-0.17℃(+は移動平均が、-は平年値がそれぞれ高い(多い)ことを示す)であった。また日照時間はいずれの月でも平年値が移動平均より少く(平年値との差は5月で11.7h、最も差の短縮される9月でも4.5h)で、さらに降水量は変動が大きく8、10、11月で平年値が多く3、12月では両者間で差がなく、残りの月は移動平均が多かった



第2図 移動平均と平年値との差(月)

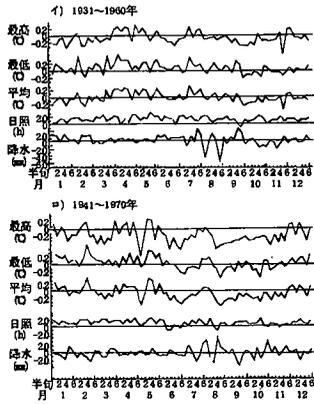
(注: 差 = 移動平均 - 平年値)

(平年値との差は+6.4~-4.8mm)。

次に新平年値と移動平均との比較では最高気温は各月とも平年値が高く、最低気温は1~5月と12月以外の月、平均気温は3月と6~11月でそれぞれ平年値が移動平均より高かった(平年値との差は最高、最低、平均気温とも+0.22~-0.37℃で旧平年値の場合よりやや多い)。また、日照

時間は旧平年値の場合と同様平年値が移動平均より各月とも少なく（平年値との差は 10.2 ~ 0.7 h），さらに降水量は 1 ~ 7 月と 9 月は大差ないが 8 月は移動平均の総量が平年値より極端に多かった（平年値との差は + 9.7 ~ - 4.3 mm）。

ロ) 半旬平年値と移動平均



第 3 図 移動平均と平年値との差 (半旬)

(注: 差 = 移動平均 - 平年値)

均より半旬総量で 5 ~ 7 mm 多く, それ以外の半旬は逆に 1 ~ 2 mm 移動平均が多かった (平年値との差 4.1 ~ - 7.2 mm)。

旧平年値と移動平均との比較では, 最高気温は 3 月第 5 半旬までと 6 月第 1 半旬から 7 月第 2 半旬と 8 月第 1 半旬以降は平年値が, またそれ以外の半旬は移動平均がそれぞれ高く, 最低気温は 9 月第 6 半旬 ~ 10 月第 5 半旬は平年値がそのほかは移動平均が高い傾向を示した。さらに平均気温は, 最高気温と類似した傾向を示し, 最高最低, 平均気温の平年値と移動平均との差は 0.49 ~ - 0.55 °C であった。また日照時間は, 平年値と移動平均が等しいか, もしくは平年値が多い半旬も一部で認められたが全般には平年値より移動平均が半旬計で 1 ~ 2 時間多かった (平年値との差は 2.1 ~ - 1.1 h)。さらに降水量は集中豪雨や秋霖の出現が移動平均算出期間中少なかつたこともあって 8 月と 10 月中旬 ~ 11 月中旬までは平年値が移動平均より半旬総量で 5 ~ 7 mm 多く, それ以外の半旬は逆に 1 ~ 2 mm 移動平均が多かった (平年値との差 4.1 ~ - 7.2 mm)。

次に新平年値とその間の移動平均との比較では, 気温は旧平年値とその移動平均との差に比べ大きく, また平年値が移動平均より高い半旬が多くなっている。すなわち, 最高気温は 2 月第 5 半旬 ~ 3 月第 5 半旬と 6 月第 1 半旬 ~ 11 月第 5 半旬までは平年値が高く, その他にも 5 月第 1 半旬は 0.8 °C も平年値が高かった。最低気温は 1 月から 6 月第 4 半旬までと 12 月は全般に移動平均が高く, 特に 2 月第 4 半旬は 0.59 °C 移動平均が高かった。しかし 6 月第 5 半旬 ~ 11 月第 6 半旬は逆に平年値が高い傾向を示し平均気温も最低気温の場合とほぼ近似した傾向であった (平年値との差は 0.59 ~ - 0.8 °C)。日照時間および降水量は, 旧平年値とその移動平均との比較結果とほぼ類似し新平年値とその移動平均との場合でも半旬総量で 2.0 時間移動平均が多く (平年値との差は 2.6 ~ - 1.2 h), 降水量も 7, 8, 9, 10 月にかけてその差の変動が大きく (平年値との差 5.2 ~ - 3.7 mm) それ以外の各月の半旬は平年値との差は ± 2.0 mm であった。

ハ) 日平年値とその移動平均

日平年値 (新, 旧平年値) とそれぞれの間での移動平均について求め, その両者間の比較を行なったが毎日のデータについて示すにはデータ量が膨大になるので, ここでは 1 ~ 3 月, 4 ~ 6 月, 7 ~ 9 月, 10 ~ 12 月の 4 期間に分けその期間の中で平年値と移動平均との差が大きくなる時期についてだけの両者の差の統計量を第 1 表に示した。最高, 最低気温の平年値とその統計期間の中での移動平均との差は, 旧平年値とその間の移動平均との差 (以下前者と呼ぶ) より新平年値とその間の移動平均との差 (以下後者と呼ぶ) が大きく, また平均気温は逆に前者でその差が大きく, 前・後者を通しての平年値と移動平均との差は平均で + 0.66 ~ - 0.74 °C であった。日照時間は前者が後者のそれより大きく, 前・後者を通しての平年値と移動平均との差の平均は 1 日当たりで 0.6 ~ 0.1 h であった。降水量は前者と後者では大差ないが 8 月だけは集中豪雨が頻発した後者と, その頻発

が少なかった前者ではその差の符号を異にしていた。また平年値と移動平均との差は前・後者とも1日当り1ミリ以下であるが8月は1.4～-1.0mmで、その差は大きかった。

第1表 日別平年値と移動平均の差の統計量

(差=移動平均-平年値)

要素	月半旬	年次 項目	1931～1960年				1941～1970年			
			平均	S・D	最大	最小	平均	S・D	最大	最小
最高気温	2月5半旬		-0.05	0.24	0.45	-0.70	-0.22	0.23	0.24	-0.71
	5 1		0.06	0.41	0.95	-0.59	-0.74	0.49	0.59	-1.75
	7 5		0.12	0.22	0.57	-0.71	0.66	0.63	1.88	-0.17
	11 3		-0.16	0.28	0.58	-0.77	-0.37	0.34	0.25	-0.98
最低気温	2月4半旬		-0.18	0.38	0.40	-1.52	0.58	0.28	1.01	0.07
	5 1		0.03	0.27	0.52	-0.78	-0.06	0.18	0.28	-0.47
	8 5		0.02	0.14	0.31	-0.31	-0.39	0.35	0.13	-1.29
	11 3		-0.02	0.34	0.89	-0.89	0.00	0.16	0.30	-0.55
平均気温	2月5半旬		0.20	0.23	0.64	-0.24	0.12	0.26	0.78	-0.38
	4 1		0.37	0.27	1.26	-0.06	-0.10	0.45	0.75	-1.07
	7 5		0.13	0.09	0.35	-0.03	-0.06	0.23	0.32	-0.80
	11 3		-0.09	0.25	0.74	-0.68	-0.20	0.21	0.17	-0.70
日照時間	3月6半旬		0.34	0.39	1.55	-0.33	0.32	0.45	1.36	-0.50
	5 4		0.60	0.56	1.71	-0.19	0.49	0.51	1.48	-0.36
	7 1		0.43	0.46	1.88	-0.26	0.27	0.26	0.89	-0.30
	10 1		0.07	0.26	0.65	-0.35	0.10	0.40	1.13	-0.45
降水量	1月5半旬		0.15	0.57	1.05	-1.36	0.44	0.39	1.27	-0.24
	6 6		0.16	0.88	1.95	-0.98	-0.10	0.46	1.45	-1.26
	8 1		-1.03	1.31	0.82	-3.66	1.43	2.66	9.98	-0.63
	10 4		-0.41	0.55	0.53	-1.82	-0.32	0.72	1.60	-2.04

#### 4 むすび

W・M・Oに統計期間を準じた平年値と移動平均との差を明らかにしたが、どちらも平年値として採用する場合一長・一短がある。つまり移動平均による平年値は毎年新しいデータが入るのでその近傍の気候変動のデータが反映されるし、またW・M・Oによる平年値は一定期間平年値が固定されるためその間における年次間の比較をする場合には、その高低、多少が正確にとらえられるという利点がある。従って前述したように、両平年値間にそれほど大きな差がないので労力、経費の面からみてW・M・Oで実施している統計期間に準じた平年値(但し単純平均)を採用するのが合理的と判断された。

## 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  
(東北農業試験場)

#### 1 はじめに

現在、多点記録計やデータロガー等の電子計測器の発達により、精密で多量のデータが各種気象要素について得られる。これら短時間々隔で測定された逐時データを直線（折れ線）で結べば気象の日変化を実測値に近い形で表現出来る。この報告では折れ線による表現を利用して生物の対気温生長量（反応量）や温度量あるいは階層別温度出現時間を計算する方法を前報<sup>1)</sup>に関連させて示した。また、計算の1例として20℃以下の温度量（冷却量）を計算するための折れ線法、平均気温法、修正 sine 曲線法の比較を行なった。

#### 2 折れ線による気温変化の表示と階層別温度出現時間

今、第1図のように気温が刻々と変化しているとき、ある時点の気温と、H時間後の気温とのうち低い方をA、高い方をBとする。AB間が短時間であるとき、AB間の気温を直線で近似する。

$$A, B \text{間の直線式: } x = f(t, A, B, H) = \frac{B-A}{H}t + A \quad (1)$$

$$\text{直線の逆函数式: } t_x = f^{-1}(x, A, B, H) = \frac{x-A}{B-A}H \quad (2)$$

第i番目の階層温度出現時間 $\Delta t_{i1}$ は、(2)式を用いて次のように表わされる。

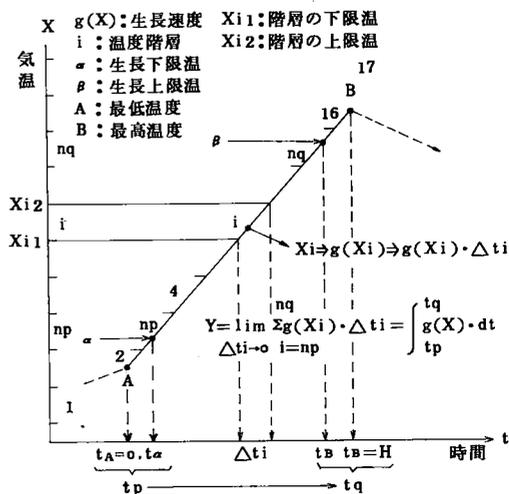
$$\Delta t_{i1} = f^{-1}(x_{i2}, A, B, H) - f^{-1}(x_{i1}, A, B, H) \quad (3)$$

従って、一日の階層別温度の出現時間 $\Delta t_{d1}$ は

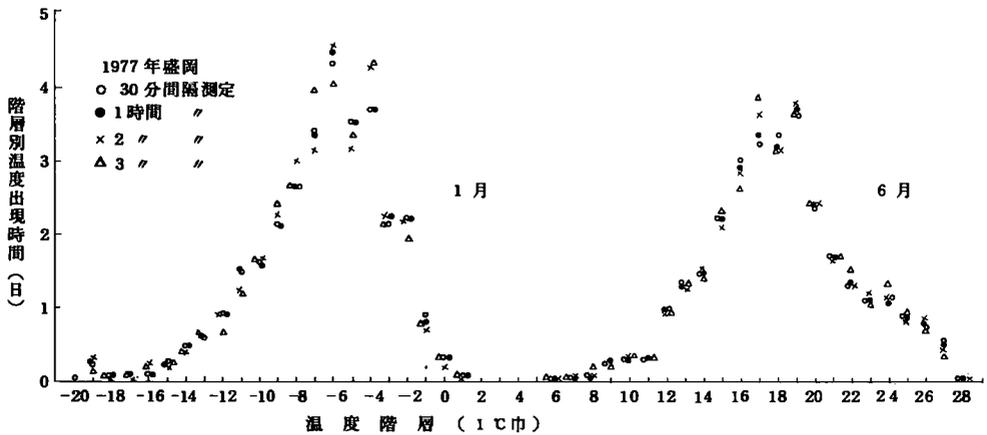
$$\Delta t_{d1} = \sum_{j=1}^{\ell} (f^{-1}(x_{i2}, A_j, B_j, H) - f^{-1}(x_{i1}, A_j, B_j, H)) \quad (4)$$

ただし、一日を $\ell$ 等分し、各区間の時間をH、初めから第j番目の区間における最小値を $A_j$ 、最大値を $B_j$ とする。

変動する気温を細分し、折れ線近似するためには、データの測定間隔が短時間であることが望ましいが、データの読みとりが自動でない場合は自ずと限界がある。そこでデータの測定間隔について検討を行なった。1例として第2図には測定間隔が30分、1時間、2時間、3時間である場合の階層別温度出現時間を(4)式から計算して示す。求める階層巾は1℃である。



第1図 気温変化の直線近似と生長量、温度量



第2図 気温の測定周期と階層別温度出現時間（温度階層巾1℃，1977年盛岡）

この場合の気温観測は、百葉箱中に置かれた測温抵抗体（pt 100 Ω，外径4.5mm，長さ45mmのステンレス管被覆）を使用し、多点記録計で記録する方法によった。図の通り、30分と1時間データは、かなり近接して居り、1時間でも十分精度がよいことがわかる。ただし、気温の通風観測や、感度のよいセンサーの使用、あるいは求める階層巾が1℃以下の場合等には30分程度以下の間隔が望ましいし、逆に求める階層巾が2℃以上の場合には3時間程度の間隔でも十分である。

### 3 折れ線法による生長量、温度量の計算方法

第1図で、生長量が温度  $x$  に対する生長速度  $g(x)$  と階層別温度出現時間  $\Delta t_i$  との積和で表わされるとすると階層毎の生長量  $g(x_i) \cdot \Delta t_i$  を  $A \sim B$  間について積算したものが  $A \sim B$  間の生長量  $Y$  である。従って前報の修正 sine 曲線の場合と同様に次のような積算式又は積分式が成立つ。

$$Y = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=n_p}^{n_a} g(x_i) \cdot \Delta t_i = \int_{t_p}^{t_a} g(x) \cdot dt \quad (5)$$

結局、記録計で得られるデータを順に結び折れ線で表現すれば任意の期間の生長量が計算できることは明らかである。

生長量が気温の函数として(5)式の積分式で表わし得るのは、温度  $x$  に対する生長速度  $g(x)$  が函数で表わされる場合であり、 $g(x)$  に(1)式の直線式を代入して積分式を得る。この場合は(5)式の積算式のように  $\Delta t_i$  を計算する必要がないので計算が比較的容易である。以下に、 $g(x)$  が温度反応の実験式としてよく用いられる函数の積分式を記す。なお、 $g(x)$  は生長速度であるが、 $g(x)$  の単位に生長気温当量を用いると“有効積算気温”が求まり、次の(6)式で  $a = 1$  又は  $-1$  とおき  $g(x)$  を℃単位にすると一定温 ( $b$ ) 以上又は以下の積算温度が求まる。即ち  $g(x)$  の単位を温度にとれば温度量（日度や時度の単位）が求まる。

1) 直線  $g(x) = ax + b$  ( $a \neq 0$ )

$$Y = h(t_p, t_a, A, B, H) = \int_{t_p}^{t_a} g(x) dt = a \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{B-A}{H} \right) t^2 + \left( A + \frac{b}{a} \right) t \right]_{t_p}^{t_a} \quad (6)$$

2) 放物線  $g(x) = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ )

$$Y = a \left[ \frac{1}{3} \left( \frac{B-A}{H} \right)^2 t^3 + \frac{1}{2} \left( 2A + \frac{b}{a} \right) \left( \frac{B-A}{H} \right) t^2 + \left( A^2 + \frac{b}{a} A + \frac{c}{a} \right) t \right]_{t_p}^{t_a} \quad (7)$$

3) 飽和型双曲線  $g(x) = a(x-c) / \{b + (x-c)\}$  ( $a > 0, b \neq 0$ )

$$Y = a \left[ t - \frac{bH}{B-A} \log \left| t + (A-c+b) \frac{H}{B-A} \right| \right]_{t_p}^{t_a} \quad (8)$$

4) 指数曲線  $g(x) = d + ae^{bx}$  ( $a \neq 0, b \neq 0$ )

$$Y = \left[ d \cdot t + \frac{aH}{b(B-A)} \exp \left\{ \frac{b(B-A)}{H} t + bA \right\} \right]_{t_p}^{t_a} \quad (9)$$

5) 対数曲線  $g(x) = a \log b(x-c)$  ( $a > 0, b \neq 0$ )

$$Y = a \left[ \left( t + \frac{H(A-C)}{B-A} \right) \left( \log b \left( \frac{B-A}{H} t + A - c \right) - 1 \right) \right]_{t_p}^{t_a} \quad (10)$$

6) logistic 曲線  $g(x) = d + a / \{1 + \exp(-b(x-c))\}$  ( $a > 0, b \neq 0$ )

$$Y = \left[ (d+a)t + \frac{aH}{b(B-A)} \log \left| \exp(b(A-c)) + \exp \left( -b \frac{B-A}{H} t \right) \right| \right]_{t_p}^{t_a} \quad (11)$$

A B間の生長量を実際に計算する場合の注意として生長限界温度を考慮する必要がある。即ち気温 A, B がそれぞれ限界温度を越えないときは,  $t_p = t_A = 0$ ,  $t_a = t_B = H$  の値を使用し, 下限温  $\alpha$ , 上限温  $\beta$  を越えたときは(2)式から求めた  $t_p = t_\alpha$ ,  $t_a = t_\beta$  を用いる。

結局一日の生長量  $Y_{day}$  は次のように表わされる。

$$Y_{day} = \sum_{j=1}^{\ell} h(t_{pj}, t_{aj}, A_j, B_j, H) \quad (12)$$

なお, 温度が低下する区間では  $-h(t_{aj}, t_{pj}, A_j, B_j, H)$  を加えればよい。

次に, 折れ線による温度量, 生長量の応用計算を考える。気温の経過が任意の関数で表わされている場合, 関数を一定時間々隔に細分し, 折れ線近似することによりこれらの計算が可能となる。例えば, 前報<sup>1)</sup>で示したように気温の日変化を修正 sine 曲線で表わした場合に, 生長量や温度量を直接に積分式で表わし得るのは気温  $x$  と生長速度との関係式  $g(x)$  が直線や放物線等のべき乗式と飽和型双曲線の場合に限られた。この場合でも, 先ず気温日変化を細分して折れ線近似し, 本報告の(6)~(11)式を適用すれば  $g(x)$  が種々の函数形である場合でも容易に計算し得るのは明らかである。

#### 4 温度量 (冷却量) 計算方法の比較

水稻等の冷害現象の指標として 20℃ 以下の温度量 (冷却量, 単位 = 日度) が使われるが<sup>2)</sup>, この値の計算方法として平均気温法, 修正 sine 曲線法およびこの報告の折れ線法について検討する。

平均気温法では, 日平均気温 ( $x$ ) が 20℃ 以上の場合は 0, 以下では 20℃ から日平均気温  $x$  を差

引いた $\Sigma(20-x)$ を計算する。修正sine曲線法とsine曲線法では前報<sup>1)</sup>の(9)式を用いた。折れ線法ではこの報告の(6)式において $a = -1$ ， $b = 20.0$ として、測定時間々隔が30分、1時間、3時間、6時間、8時間の場合について計算した。計算の比較基準として30分間隔の場合を実測値と仮定した。

計算法の差異を明確にするため年間を通し、月別に計算した結果を第1表に示す。表によれば、1～6時間々隔の折れ線法および修正sine曲線法は実測値(30分間隔)に極めて近く、次いで8時間々隔折れ線法、sine曲線法、日平均気温法の順に適合性が高かった。なお、

実測値に対する相対的誤差は一般に気温較差の大きい春秋と20℃以下の気温が少ない夏季で大きい。特に平均気温法での誤差が大きかった。

### 5 摘 要

1) 折れ線による気温表示を利用した、生長量(反応量)、温度量、階層別温度出現時間の計算式および方法を前報<sup>1)</sup>に関連させて述べた。

2) 階層別温度出現時間、温度量(20℃以下の温度量=冷却量)を計算するためのデータの測定間隔について検討した。温度量については特に、平均気温法、修正sine曲線法、sine曲線法との比較を行ない、1～6時間々隔の折れ線法および修正sine曲線法が従来の平均気温法より実測値に近く、有効な方法であることを確かめた。

### 6 引用文献

1) 和田道宏, 1980: 気象の日変化のモデルと応用, 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, 東北の農業気象, 25, 24-27。

2) 内島立郎, 1976: 冷温条件と水稻の不稔発生との関係についての一考察, 農業気象, 31, 199-201。

第1表 算出方法の差異による20℃以下の温度量  
(東北農試, 盛岡試験地 1977)

月	折れ線法(測定時間々隔別)					修正sine曲線法	sine曲線法	平均気温法
	0.5時間	1	3	6	8			
1	793	792	791	793	803	796	800	801
2	638	639	637	640	643	642	642	642
3	545	545	544	547	545	543	535	535
4	367	366	366	370	362	365	350	350
5	221	221	219	218	210	226	218	208
6	80	80	79	77	68	86	80	63
7	13	12	11	10	7	15	12	3
8	20	20	20	19	14	24	21	9
9	72	72	71	72	61	75	68	54
10	227	227	227	231	223	227	209	205
11	371	370	370	375	373	367	353	353
12	572	572	571	574	579	567	557	557

注 単位は日度

## 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

(東北農業試験場)

#### 1 はじめに

前報までに気温日変化のモデルおよびこれを利用した生長量や温度量の計算モデルについて理論的に述べてきた。この報告では実際の計算に必要な気温モデルの係数を東北地方の主要な地点について明らかにするとともに、これら係数の地域性についても考察を行なった。本研究に当たり貴重な資料を頂いた気象台関係者の方々に厚くお礼申し上げる。

#### 2 気温モデルと使用した資料

気象日変化のモデル式を次の修正sine曲線 (MS-curve) で表わす。

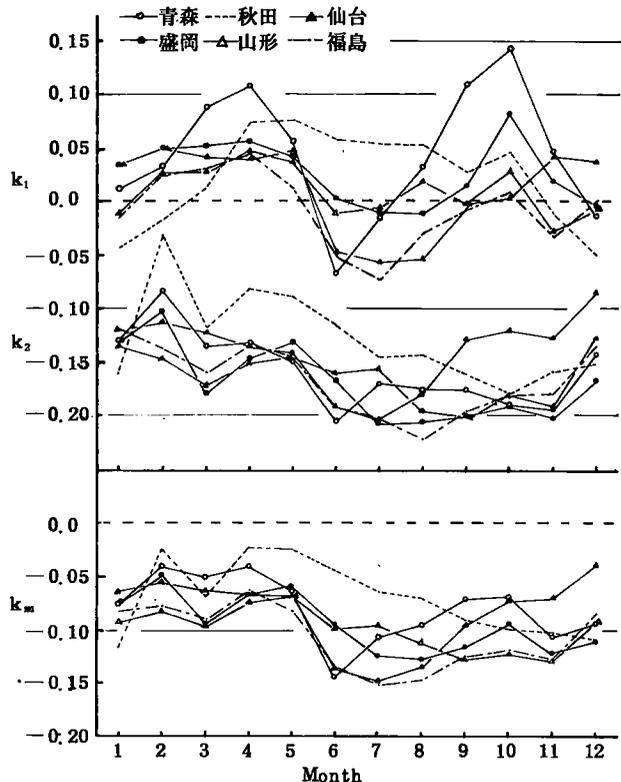
$$x = (B - A) \sin^2\left(\frac{\pi t}{2H}\right) + A + k (B - A) \sin^2\left(\frac{\pi t}{H}\right) \quad (1) \quad (|k| \leq 1/4)$$

ここで  $x$  は気温、 $t$  は日最低気温からの時刻、 $A$  は日最低気温、 $B$  は日最高気温、 $H$  は  $A$  から  $B$  までの所要時間で  $A$  の起時  $t_A$  と  $B$  の起時  $t_B$  との差である。 $k$  は sine 曲線からの分離割合 (%) を表わす sine 修正係数で気温の日変化の型を表わす。

1) まず青森、秋田、盛岡、山形、仙台、福島 の 6 地点については 1968 ~ 1977 年に各気象台で観測された 3 時間おきの気温と日最低・最高気温およびそれぞれの起時を用いて MS-curve の 2 半周期モデルにおける諸係数を計算した。すなわち sine 修正係数  $k_1$  ( $A \sim B$  間)、 $k_2$  ( $B \sim$  翌朝の  $A$  間) を (1) 式から最小二乗法で計算し、 $t_A$ 、 $t_B$ 、 $H$  を集計的に求めた。さらに日平均 sine 修正係数  $k_m$  を次式から計算した。

$$k_m = \{k_1 H + k_2 (24 - H)\} / 24 \quad (2)$$

2) 一方、上記 6 地点のほか深浦、むつ、八戸、宮古、大船渡、石巻、若松、白河、小名浜、新庄、酒田の合計 17 地点については、1968 ~ 1977 年の



第 1 図 sine 修正係数  $k$  の季節変化 (1968~1977)

3 時間おきの観測気温から求めた日平均気温  $\theta_n$  と日最低・最高気温とを用いてMS - curveの1半周モデルにおける日平均sine修正係数  $k_m$  を次式から計算した。

$$k_m = 2 \ell_m - \delta$$

$$= 2 \{ \theta_n - (A+B)/2 \} / (B-A) - \delta$$

(3)

ここで  $\ell_m$  は気温日較差係数であり、 $\delta$  は上記6地点において(2)式から計算した  $k_m$  と(3)式から計算した  $2\ell_m$  との差から求めた補正項である。

### 3 結果と考察

#### 1) 6地点における気温分析

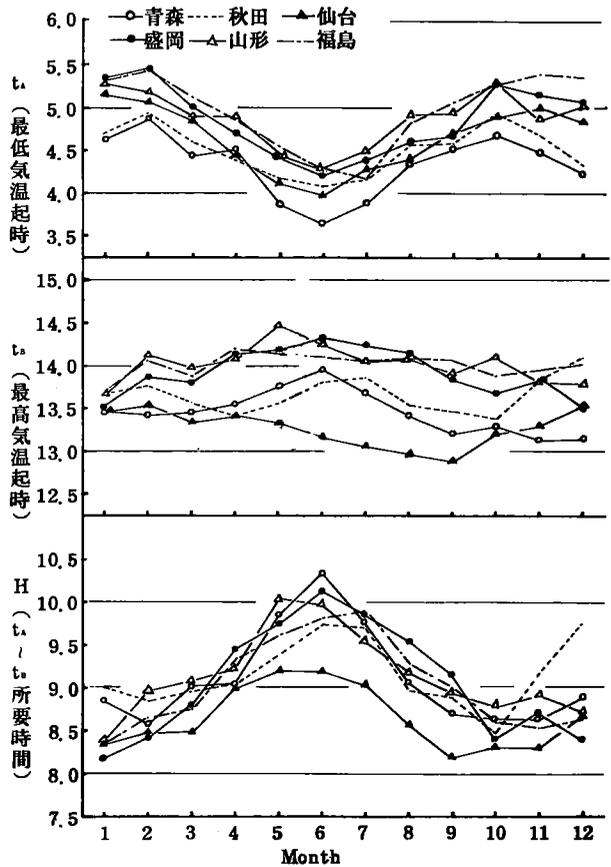
$k_1$  : 秋田を除く5地点で春と秋にプラス、夏と冬にマイナスの領域にまたがる1年2周期の変動をしている。地点別では秋田は冬期間が他の地点より低いが4~10月にはプラスのまま推移し、1年1周期の変動をしている点で他と異なる。年較差は青森で非常に大きく、ついで秋田、福島で大きい。年較差の最小は山形である。

$k_2$  : どの地点も年間を通してマイナスであり、 $k_1$  に較べ変動が小さい。地点により最大値が12~2月、最小値が6~10月に現われ、また4~5月に小さな極大値をとる。地点別では秋田は  $k_1$  と同様に2月~8月において他の地点より高く推移し、仙台は9~12月に他の地点より高く推移している。年較差は秋田で最大で次いで青森、仙台で大きく、最小は山形である。

$k_m$  :  $k_1$  と  $k_2$  との平均であり、相殺されて  $k_2$  よりもさらに年較差が小さくなり年間を通じマイナスの値をとる。全体としては  $k_2$  の推移に似ているが特に1~5月の変動が小さくなった。地点別では秋田で4~8月に他の地点より高く推移しているのは  $k_1$  ;  $k_2$  と同様である。年較差は仙台、青森、秋田で大きく最小は山形である。

$t_A$  : どの地点も最低気温は6月に最も早い時刻に現われ、10~2月には遅い時刻に現われる。12月には小さな極小値がみられる。地点別では年間を通じて  $t_A$  の地点順は一定しており、青森、秋田、仙台、盛岡、山形、福島の順に時刻が早い。青森と福島との差は年間を通じ約38分である。

$t_B$  : 日最高気温は5~7月には遅い時刻に現れ、10~1月には早い時刻に現われるが年較差は  $t_A$  ほど大きくない。地点別にみると年間を通じ遅い時刻に現われる山形、福島、盛岡と早い時刻に



第2図  $t_A$  ,  $t_B$  , Hの季節変化(1968~1977)

現われる仙台，青森，秋田にわかれる。とくに仙台の5～9月の最高気温は13時頃で他の地点より相当早く，冬は逆に夏より遅い時刻に現われるのは注目される。

H：6月に最大値をとり，10～1月に小さい値をとる。 $t_A$ の傾向と上下が逆転している。これは $t_B$ の年較差が小さいことと関係があるが， $t_A$ における地点間の順位の一貫性は失われている。地点別では仙台は年間を通して，他の地点より小さい値で推移する。これは日最高気温の現われる時刻が他の地点より相当早いことに起因している。

2) 17地点における sine 修正係数  $k_m$  と地域区分

先に述べたように，まず6地点の $k_m$ と $t_m$ をそれぞれ(2)式，(3)式から計算して比較した結果，

青森	$\delta = 0.0317$	秋田	$\delta = 0.0384$	} 平均 $\delta = 0.0290$
盛岡	$\delta = 0.0341$	山形	$\delta = 0.0287$	
仙台	$\delta = 0.0191$	福島	$\delta = 0.0218$	

の値を得た。 $\delta =$

第1表 東北地方における sine 修正係数  $k_m$  (1968～1977) 単位×0.01

0.0290を東北地方一般の値と仮定し，

(3)式の簡略式を用いて17地点の $k_m$ を計算した。この結果を第1表に示す。

全体の傾向としては10～5月に変動の小さい高い値をとり，6～8月に最小値をとる点で6地点の $k_m$ と似ているが，2～3の地点で冬期間にプラスの値をとる。

つぎに東北17地点の $k_m$ を，主として冬(12月～2月平均)と夏(6～8月平均)の値の大小から地域区分することが出来る。すなわち $k_m$ を%で表わすとき，冬期間は $k_m$ が2.0%以上の下北地方，2.0%～4.5%の西東北

地点 月	深 浦	青 森	む つ	八 戸	宮 古	大船渡	盛 岡	石 巻	仙 台
1	-2.0	-4.0	4.9	-8.6	-7.6	-6.4	-4.5	-9.8	-7.5
2	-4.1	-2.4	6.8	-7.0	-6.9	-5.2	-4.5	-10.3	-6.7
3	-5.6	-4.6	1.0	-8.2	-9.3	-7.1	-10.3	-9.4	-8.0
4	-5.4	-6.6	-6.0	-8.4	-8.1	-2.9	-7.9	-6.8	-8.2
5	-6.1	-8.2	-7.8	-10.8	-8.3	-3.4	-6.1	-8.1	-6.9
6	-8.9	-15.7	-12.7	-17.2	-16.1	-7.4	-10.7	-15.2	-14.5
7	-10.8	-12.2	-14.0	-17.0	-17.0	-11.2	-13.5	-17.8	-16.7
8	-11.3	-12.2	-10.4	-15.1	-18.3	-11.6	-15.2	-15.9	-16.8
9	-8.1	-7.7	-2.7	-9.0	-11.3	-4.8	-12.0	-10.1	-11.3
10	-4.4	-7.7	0.2	-6.9	-7.8	-4.3	-7.6	-6.8	-5.7
11	-3.3	-7.7	-0.6	-8.9	-8.5	-4.5	-9.4	-7.9	-5.4
12	-1.7	-4.8	2.5	-8.3	-6.8	-3.1	-6.5	-10.2	-5.6
$\bar{x}$	-6.0	-7.8	-3.2	-10.4	-10.5	-6.0	-9.0	-10.7	-9.4
s	3.2	3.9	6.9	3.8	4.2	2.9	3.5	3.6	4.3

地点 月	福 島	小名浜	白 河	若 松	山 形	新 庄	酒 田	秋 田	東 北 平 均
1	-8.4	-5.7	-5.5	-5.3	-7.9	2.3	0.1	-5.6	-4.8
2	-10.1	-7.2	-6.3	-7.0	-7.1	1.6	0.8	-2.6	-4.6
3	-11.1	-5.6	-8.3	-11.3	-10.0	-2.6	-2.0	-5.0	-6.9
4	-8.8	-2.9	-5.2	-8.8	-8.5	-3.5	-2.4	-3.2	-6.1
5	-9.6	-3.5	-6.7	-9.2	-7.0	-4.6	-6.2	-5.7	-7.0
6	-14.5	-12.3	-12.5	-12.6	-10.9	-9.4	-9.7	-8.7	-12.3
7	-16.0	-14.9	-15.2	-13.8	-11.8	-10.5	-5.9	-8.9	-13.4
8	-18.2	-14.9	-18.3	-16.0	-14.2	-14.1	-7.0	-9.4	-14.1
9	-14.5	-11.5	-13.9	-15.7	-13.9	-10.8	-5.3	-8.6	-10.1
10	-10.9	-4.1	-7.3	-13.1	-9.9	-11.4	-3.2	-7.0	-6.9
11	-9.7	-2.8	-6.8	-11.8	-10.0	-7.1	-2.5	-5.1	-6.6
12	-6.8	-4.3	-7.5	-7.7	-7.9	0.5	-1.8	-4.6	-5.0
$\bar{x}$	-11.5	-7.5	-9.5	-11.0	-9.9	-5.8	-3.8	-6.2	-8.2
s	3.4	4.6	4.4	3.4	2.4	5.5	3.1	2.3	3.4

注.  $k_m = 2 (\theta_m - (A+B)/2) / (B-A) - \delta$  から計算

第2表 sine 修正係数  $k_m$  の地域区分

地域		冬 期 (12月~2月平均)		
		下北地方	西 東 北	東 東 北
夏 期 (6~8月平均)	地域 $k_m$	2.0%以上	2.0~-4.5%	-4.5%以下
	西東北沿岸 - 12.0%以上		深浦, 秋田, 酒田	
	内陸地方 - 12.0%~ - 16.0%	むつ	青森, 新庄	盛岡, 山形, 若松 白河 (大船渡, 小名浜)
	東東北沿岸 - 16.0%以下			八戸, 宮古, 石巻 仙台, 福島

(日本海側), -4.5%以下の東東北(太平洋側)に区分され, 夏期間は  $k_m$  が -12.0%以上の西東北沿岸, -12.0~-16.0%の内陸地方, -16.0%以下の東東北沿岸に区分される。これらの区分および地点を第2表に示す。大船渡と小名浜については, 上記基準に従って分類したが春(3~5月)と秋(9~11月)に相当高い値をとる点で他と異なる。結局, 東北地方は  $k_m$  により, 下北地方, 西東北沿岸部, 同内陸部, 東東北沿岸部, 同内陸部の5地域に区分された。

以上の区分において特徴的なことの1つは東東北沿岸の修正 sine 係数が西東北沿岸のそれと対照的に低いことである。これは一日の日最低気温と日最高気温が両地帯で同じ場合でも, 階層別の気温分布を比べると東東北沿岸では低温の出現時間が多いことを意味している。

#### 4 おわりに

この報告では東北6地点(青森, 秋田, 盛岡, 山形, 仙台, 福島)の気温日変化の型を表わす sine 修正係数, 日最低気温起時, 日最高気温起時および周期の季節変動について調べた。また東北17地点の日平均 sine 修正係数を調べるとともにこの値に関し東北地方が下北地方, 西東北沿岸部, 同内陸部, 東東北沿岸部, 同内陸部に地域区分出来ることを示した。

これら気温モデルの係数を用いれば, 生長量や温度量の計算ができるが, 特<sup>に</sup>一日以内の気温経過が問題である場合や2~3日以内の精密な計算を除いて1半周期モデルを用いた計算, すなわち日平均 sine 修正係数  $k_m$  を用いた計算で十分である。この場合必要最小限度のデータは日最低気温と日最高気温であり, これに第1表の  $k_m$  を当日の値の代わりに用いればよい。ただし日平均気温のデータがある場合には(3)式から当日の  $k_m$  値が求まるので, より精度の高い計算が出来ることになる。

#### 5 引用文献

- 1) 和田道宏, 1980, 気温の日変化に関する研究 I. 日変化のモデル, 農業気象, 36, 19-24。
- 2) 和田道宏, 1980, 気象の日変化の分析と応用 I. 盛岡における気温分析例, 東北の農業気象, 25, 20-23。
- 3) 和田道宏, 1980, 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, 東北の農業気象, 25, 24-27。

## 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

(東北農試\* 現宮城県農業短期大学)

東北地方の太平洋側は、いわゆる“やませ”による低温少照気象に遭うことは、最近の昭和51、55年の冷害でも示された。このように東北地方の冷害は、北海道地方の“晴冷型”とことなり、少照を伴う冷害が多い。したがって“低温少照型”冷害の解明には、日照を含めた冷害気象の再現や気象条件設定による作物反応の研究が必要である。従来冷害研究は、実験条件に温度のみを取上げ、日照あるいは温度・日照の複合環境下の研究は少ない。しかし日射条件設定は、自然光の変動が大きいため、温度条件設定と比べて遥かに困難である。このため人工光源による低温少照冷害再現が研究手法として有効と考えられるが、既に佐々木ら(1975)<sup>2)</sup>は白濁水層による調光方式の屋内型の冷害気象再現装置につき報告している。著者らは、屋外型で乾式調光方式の装置を考えたところ、農林水産省の別枠研究「異常気象」で昭和54年度に予算化され、東北農試盛岡試験地に設置された。本装置は、この種のものとして前例のない方式であるので、仕様・性能の概要を報告し、大方の御批判を仰ぎたい。

### 1 本装置設計にあたっての考え方

著者らは、本装置の基本的な着想は、人工光源を用うるが、戸外自然光圃場条件と常に関連もしくは対比できるようにできるだけ戸外に近接設置すること、装置で調整された空気、水が屋外へも取出し汎用利用ができること、実験目的の多様化、保守の面から調節、点検が容易で手動・自動共主な性能に備えること、遮音、断熱性能の良いこと、寒冷地仕様であることなどである。これらを満たすものとし屋外型・乾式調光方式が選ばれ、結果的に人工光源の冷却、防音は容易となり、装置を収納する建屋も不要となり省費化された。自然光下との対比、関連および汎用利用も、装置南側の外部取出し用ダクト、コックにより可能となり、寒冷地仕様は、寒冷式冷凍機、乾式調光方式に採られた。実験条件の設定、調節を容易にすべく、主なセンサーは試験室内外に延長可能とした。

### 2 装置の仕様の概要

本装置は外形は約 $5.0 \times 1.5 \times 3.0$  mで、内部は5室に区分されており、機能的に3分される。

① 試験室 2室あり、各室とも内法 $1.5 \times 1.5 \times 1.8$  Hm、ステンレスすのこ床下に $0.5$  Hmの水温槽を2槽もち、各室、各水槽とも独立に温度調節可能である。試験室内の四周はステンレス張り、東西側は多孔とし調節空気は水平に送られる。天井は強化ガラスで水フィルターとし、試験室上部の照射室の人工光源による熱線を吸収する。北側の観音開き扉を閉ずれば完全暗黒となるが、扉上部の北側内壁に安全灯として10Wの緑色蛍光灯、南側内壁に湿度調節と温度、光センサーコード取出し箇所とスリーブを設けた。扉には覗き窓、密閉時の安全レバーを備えた。

② 照射室 各試験室上部にあり、外形約 $1.5 \times 1.5 \times 1.0$  Hmで、各室25灯の反射型陽光ランプ(DR-400)25灯を懸架し、電動機による $0.76$  mの垂直距離の変化と点灯数の増減の組合せで定常光およびカムによる任意の光量の日変化の設定が可能である。

③ 機械室 2試験室・照射室を連絡すべく中央におかれ、空調機械を収容し、天井まで吹抜け

である。南、北側に観音開き扉、床下ピットに配線関係、床上に水槽用循環ポンプ、その上に空調用、除湿用冷凍機各2をおき、東西側壁面は1灯ごとの手動点滅機、昇降機手動点滅機を配置し、その上部に光源の安定器を50ヶを懸架した。室内の冷却は常時自動換気扇2箇によるが、手動あるいは扉の開閉も場合により行う。

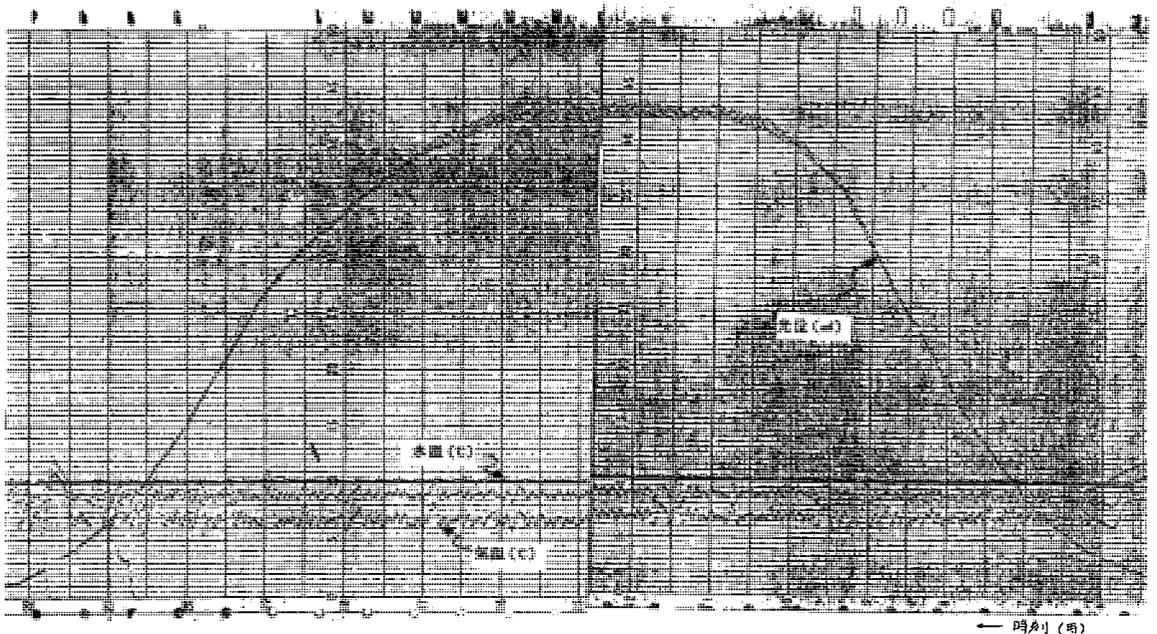
以上の3室はコンパクトにまとめそれ全体として建屋状であるが、制御盤のみは近接する既存建屋の一隅を利用し、両者の連絡は地下トラフによった。

### 3 調節方式と性能

- ① 気温 入力抵抗式PLD制御、カムによるプログラムコントロール、 $7\sim 35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$
- ② 湿度 プラスチックフィルム式、 $50\sim 90\%\pm 7\%$  ( $25^{\circ}\text{C}$ )、手動
- ③ 水温 入力抵抗式電子式偏差指示温度計を昼夜各1、昼夜変温可能、 $7\sim 35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$
- ④ 風速  $0.2\sim 0.5\text{ m/s}$  横吹き、試験室送風シャッターと送風機の回転数の調節により、 $0.35\text{ m}^3$ の室内の一定箇所でも最大 $2\text{ m/s}$ がえられる。手動。
- ⑤ 光量 床上 $1\text{ m}$ で $0\sim 50,000\text{ lux}$ が、カムによるプログラムコントロールが可能、光量調節は太陽電池(本山式)をセンサーとし、点灯数と照射距離の組合せの自動選択方式による。

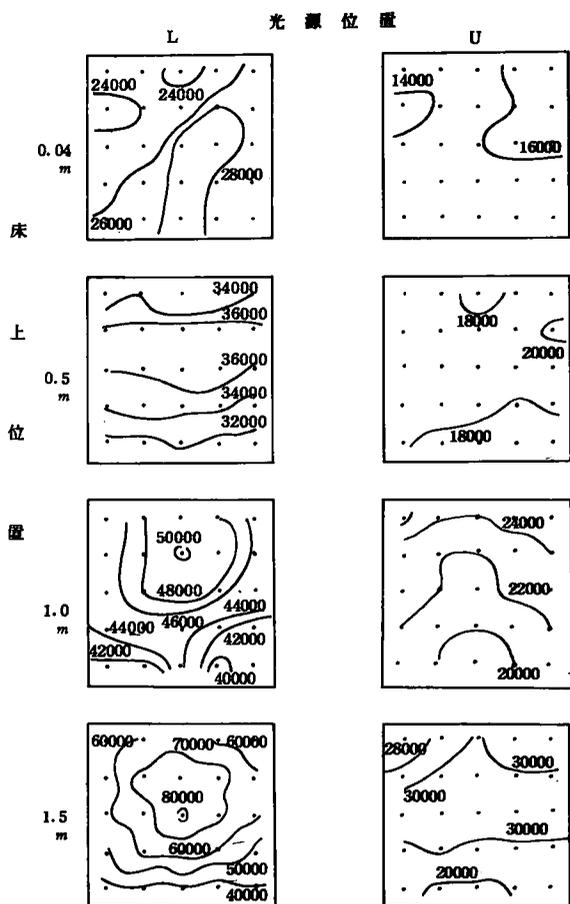
### 4 調光精度について

本装置は、屋外型人工光方式グロースキャビネットともいえる。人工光方式では、自然光方式にくらべ、空調性能は良いので、ここでは新方式の光量のプログラムコントロールとその室内分布精度(配光曲線)について、とくに検討した。



第1図 光量のプログラムコントロールの例(時刻は一部縮めてある)

まず、プログラムコントロールは、第1図に示すように、ほぼ所期の通りの日変化の調光は可能であった。図の下方は気温、水温であるが、調光下でも満足する精度がえられた。とくに水温は±



第2図 光源位置・床上距離別の配光曲線(25灯/室)

- 注 1) Uは最上限, Lは最下限  
 2) 単位は lux  
 3) 各図の下縁が扉側  
 4) 測点は 0.3 mメッシュ

距離による勾配も小さくなることがみられる。ここで灯数を半減した場合と灯数を半減しないで光源位置を上限にした場合の照度は殆んど似ているが、後者は前者よりも床上距離による変化勾配は小さいことがわかる。また床上距離ごとの照度の変異係数は光源位置が高ければ大きな差はないが、光源位置が低ければ、灯数が少ないと変異係数が大きく、とくに床上 1.5 m での変異係数は大きくなった。変異係数は床上 1 m までは、光源位置や灯数による差は小さく、たかだか 10% 程度であった。従って同程度の照度であれば、灯数を多くして、光源位置を高くした方が、灯数を少くして光源位置を低くするより、垂直(床上距離)、水平の照度の分布精度はよい。本装置の調光方式は灯数→光源距離の順でおこなわれるので照度の分布精度の点からも適当である。

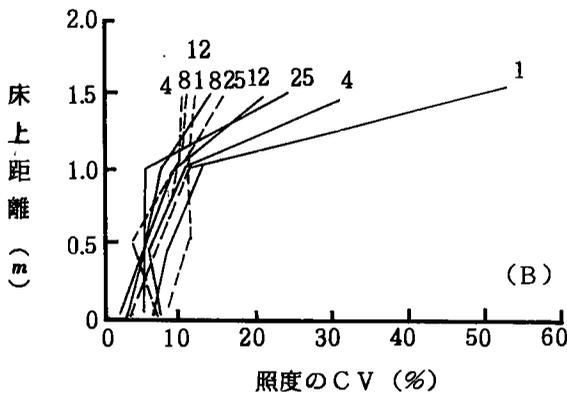
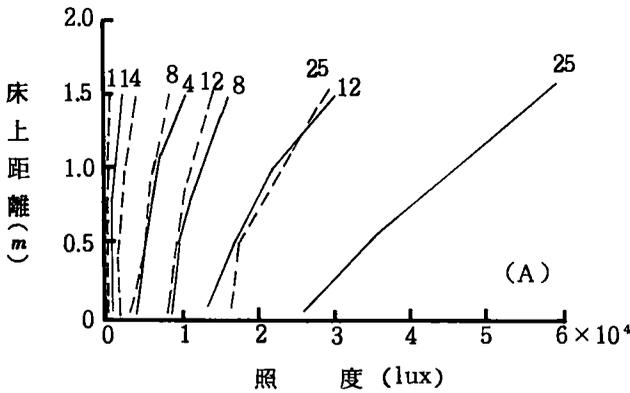
灯数が多ければ、照度そのものの床上距離による変化勾配が大きいことの留意が必要であるが、床上距離 1 m 位までは分布精度そのものは特に高くはない。例えば、25 灯で光源位置下限で、床上

0.2 m と高精度であった。

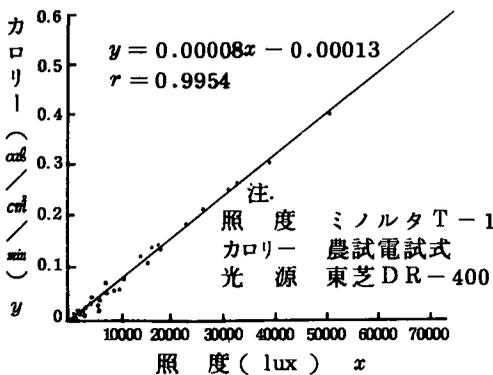
次に、配光曲線を第 2 図で示した。本調光方式はセンサーの信号により、灯数を自動的に選択しついで照射距離で調節する。ここでは 25 灯で照射距離の最大最小(光源位置の上下限)の場合について、水平面に 0.3 m メッシュに測点を設け、遠隔操作によりミノルタ T-1 照度計で測った。図によると、試験室中央が最も照度が高く、床上 1.5 m で最高 80,000 lux 同心円状の傾向は、光源位置が低いときで、床上 1 m 以上で明らかであるが、光源位置が高いときや、光源位置が低くても床上 1 m 以下では、あまり定かではなく、比較的均一であり、低照度ほど(光源位置が高いほど)分布精度が高い。また、扉側に低照度帯がみられるのは、扉上部の笠付き蛍光灯、扉中部の覗き窓(ステンレスを貼ってない)のためであり、蛍光灯をとりマジックスクープにすれば、さらに配光曲線は良くなる筈である。現状のままでは扉側 30 cm 帯を除いて供試することで分布精度を向上できる。

次に、同じく 0.3 m メッシュで、灯数を変え、灯数ごとに光源位置を変えた場合の床上距離ごとの照度の平均値とその変異係数(CV)を求めると第 3 図ようになる。

灯数が多ければ照度は大きくなるが、床上



注 1~25灯数； , 光源位置LU (図3注)  
 第3図 照射灯数、光源位置および床上距離による水平面照度 (A) とその分布精度 (B) の変動



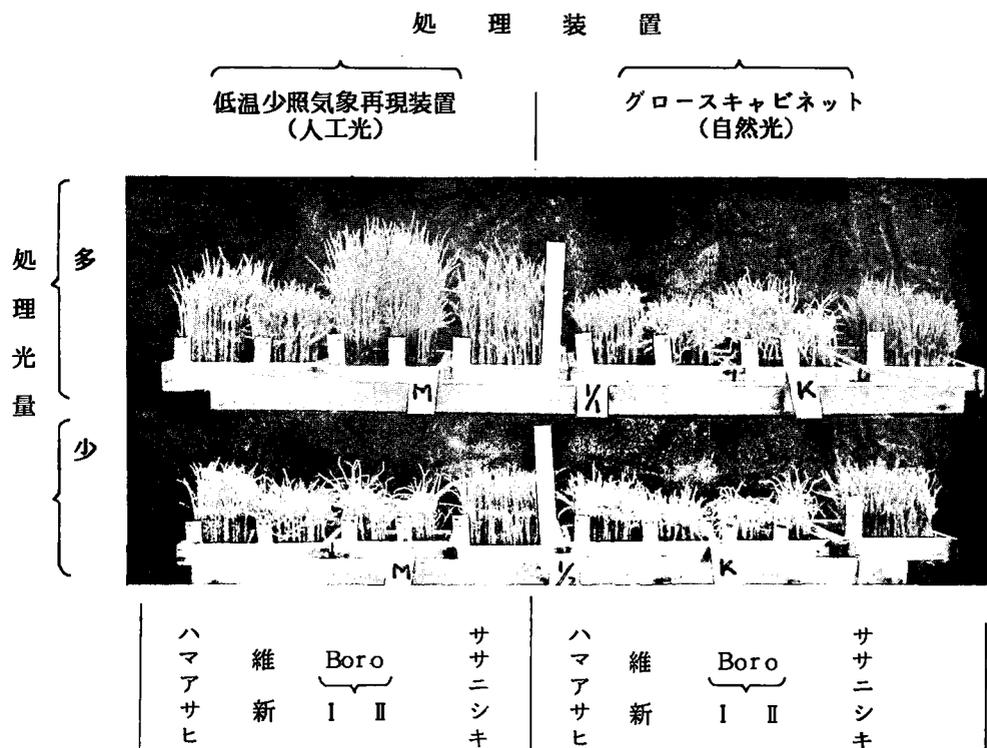
第4図 照度とカロリーとの関係

1 mにおいて、照度50,000 lux, CV 7%であるから、既往の報告<sup>4)</sup>と比べてもまさるとも劣らない性能をもつといえる。これは、測器や光源の差もあらうが、本装置のm当り灯数が多いことも一因と考えられる。なお、床上距離1.5 m以上で30,000 lux, 以上の場合CVは15~20%と大きくなるから、多照条件では床上距離を高くしないことである。なお、本報告の照度をカロリーに換算するために実測した結果は第4図のとおりで、図より50,000 luxは0.4 ly/min, 60,000 luxは0.5 ly/minにはほぼ等しかった。いづれにしても配光曲線を参考にして、供試材料の床上距離と使用面積を定めるが、材料の形状の違いもあるので、処理前に照度を確認すべきである。

### 5 本装置の使用例

#### ① 自然光型グロースキャビネットの対比

既報した自然光下の水稻幼苗の低温少照耐性の品種間差異<sup>9)</sup>を本装置で検討したところ、両装置における耐性序列は全く同じであった (第5図)。供試品種は、ササニシキ；ハマアサヒ；韓国品種として水原258号、振興、統一；熱帯品種としてBoro I, II (農技研分譲) であり、4群の序列は低温 (15℃) 下の少照 (1/2光量) でこの順序に耐性が低かった。また既報した自然光グロースキャビネットに



第5図 低温少照耐性の品種間差異 (15℃・30日, イネ稚苗)

おける穂孕期低温処理時の日射量の不穏歩合におよぼす特異な傾向確認に、本装置を用いた。②汎用利用 地温調節水槽より冷水温を装置外に取出し、自然光下の低水温の初期生育への影響をみた。装置外水槽は水面を断熱材で被覆したが、装置内水温と大差なかった。

#### 要 約

低温少照冷害気象を再現するため、空調に加え、陽光ランプの灯数と照射距離の組合せによる調光により、0~60,000 luxのプログラムコントロール可能な装置を作成した。光量分布精度は床上1mで50,000 lux, CVは7%であった。本装置による水稻幼苗の低温少照耐性の品種間差異は自然光グロースキャビネットによる場合と同様であった。本装置は建屋不要で、光源の冷却、遮音対策も容易であり、装置内で調整された空気、水の装置外への汎用利用も可能である。

#### 引 用 文 献

- 1) 北条良夫・加藤真次郎 (1978) 環境調節を可能とした光合成速度測定装置について 農技研究資料 D (生理遺伝) 第2号 1-27
- 2) 佐々木信介・ト蔵建治・千川 明 (1975) 冷害気象再現装置の試作 弘大農報 25, 25-32
- 3) 寺中吉造・近藤和夫 (1980) 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 東北の農業気象 25, 49-53

## 低水温下における有機物施用が水稻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

(青森県農業試験場,\*現. 弘前地区農業改良普及所)

### 1 まえがき

近年、世界各地で大雨、干ばつ、冷夏、酷暑、寒波等の異常気象が頻発し、またわが国でも1976年や1980年には異常冷夏となり、これ等のことを考えると藩政時代や明治、大正、昭和初期に群発した凶冷年次の到来を予想しないわけにはいかない。ところで、最近の稲作情勢は量より質の時代へと大きく変貌を遂げたが、その反面多収を目的とした技術の一つである化学肥料依存による窒素肥料の多投は、かなり根深く浸透し簡単に捨てきれない技術であろう。しかし、この施肥技術は地力維持向上の面からみると多くの問題があり、古来から養われてきた堆肥を中心とした有機物施用による肥培技術、つまり健全な土作りの見なおしが提唱されている。なかでも最近、気象学者達が、地球の寒冷化を予想し注意を喚起しているが、これに伴う冷害発現の可能性を考えた場合、その被害軽減のための対策の一つとして地力の維持向上も欠くことのできない技術であることは異論がないであろう。そこで筆者等は冷害気象を想定した低水温条件下での堆肥および稲わらの施用が、水稻の分けつ発生におよぼす影響を明らかにするために調査解析を行ったのでその結果を報告する。なお、この研究を遂行するにあたり高坂巖前化学部長(現青森県主任専門技術員)並びに化学部土壌科、鹿内技師から多大な協力を頂いたので深謝の意を表する。

### 2 試験方法

(1) 試験場所 青森農試、地下水位制御圃場

(2) 耕種概要

イ) 供試品種 ムツホナミ (ハウスノハ) 播種および移植月日

育苗、中苗)

ロ) 栽植密度 27.3×15.2cm (24.2

株/m<sup>2</sup>), 4本植(手植)

年次	播種期	移植期	年次	播種期	移植期
1976	4月14日	5月19日	1978	4月17日	5月21日
1977	4月14日	5月18日	1979	4月14日	5月19日

(3) 試験区とその処理方法

地下水位の高低	施肥量(全量基肥)	有機物(kg/a)	処理水温
高地下水区 (30cm以上)	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O とも	無 施用	活着後から40日間冷水掛け流灌漑を行い処理期間中の水温は平均水温で平年のそれより2.0℃低水温となるような管理をした。
低地下水区 (60cm以下)	1.2(kg/a)	堆肥 100	
		稲わら 60	

掛け流期間, 1976年5月25日~7月5日(42日間), 1977年5月30日~7月8日(40日間), 1978年5月31日~7月9日(40日間), 1979年5月31日~7月10日(41日間)

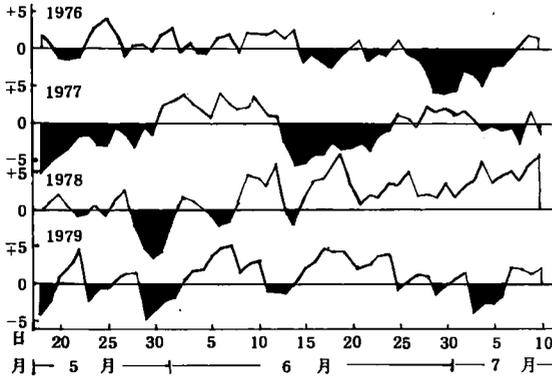
(4) 供試面積 500m<sup>2</sup>(1区70m<sup>2</sup>, 1区制)

### 3 試験結果の概要

(1) 移植から分けつ期間中の気象概要

試験年次4カ年について移植後から分けつ期間中(5月19日~7月10日)の日別平均気温の平年偏差図を第1図に示した。試験年次初年目である1976年の移植後25日間の気温は、平年並でないしや

や高目に経過したが、その後低温となり、特に最高分けつ期頃の低温が目立った。また、1977年は活着期と分けつ中期に低温が出現したのに対して、1978年は分けつ初期に強い低温となったが、その後はまれにみる高温が続いた。さらに1979年は、分けつ初期と後期に2～3日の低温が出現した



第1図 移植から分けつ期間中の日別平均気温平年偏差

(2) 冷水掛け流期間中の水温

第1表 冷水掛け流期間(40日間)の水温(℃)

要素 年次	水 温			平均水温	平均水温の平年差	
	最高	最低	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1976年	23.9	15.1	19.5	1.8	-2.7	2.1
1977年	24.3	15.1	19.7	1.9	-2.9	1.7
1978年	24.4	15.8	20.1	3.5	-2.6	2.6
1979年	25.2	16.1	20.7	1.9	-2.0	1.8
1954年	28.5	13.5	21.0	2.6	-1.8	2.1
平 年	29.5	15.9	22.7	1.1	-	-

なったと推察される。従って同期間の平均水温の平年差も最初の2カ年が平年より2.7～2.9℃低く、残りの2カ年は平年より2.0～2.6℃低かった。また、冷害年である1954年の水田水温との比較では、1954年のそれが平年より1.8℃低かった。しかし、これと試験年次4カ年の水温との比較では、1954年の水温が、最高水温は3℃前後高く、最低水温は逆に2℃前後低くなっており、掛け流処理による水温は、冷害年の平均水温とでは大差ないが、最高および最低水温では必ずしも類似していなかった。次に各年次の平均水温の推移についてみると、冷水掛け流灌漑によりその期間の平均水温は、平年の水温に比べ2℃以上低温であったが、その程度は1976年は分けつ後期、1977年は分けつ中期、1978年は分けつ前期にそれぞれ強い低温が現われているが、1979年は40日間を通して著しい低温は現われなかった。

(3) 草丈・茎数の生育推移

試験年次4カ年の各調査日毎の草丈・茎数の生育推移を第2表(イ)に、また生育調査日毎の分けつ発生の増加量について(ロ)に示した。

が、それ以外は全般に高温であった。このように移植後から分けつ期間中の気温は4カ年ともそれぞれ異なった気象経過をたどった。

そこで、4カ年の活着期から分けつ期間中の低温出現時期を型式化すると、1976年は分けつ後期低温型、1977年は活着期と分けつ中期低温型、1978年は分けつ初期低温型、1979年は分けつ初期と分けつ後期低温型に分けられる。

掛け流期間40日間の水温と過去の代表的な遅延型冷害年と目される1954年の同期間の、黒石における気象感応試験田の水温について第1表に示した。掛け流40日間の平均水温は、1976年と1977年は19.6℃前後、1978年と1979年は20～21℃の範囲で、この水温の違いは前述した気象の年次変化も影響して、このような結果と

第2表 (イ) 草丈・茎数 (1976~1979年の平均 20株調査)

区名		項目 月日	草 丈 (cm)				茎 数 (本)			
			6. 10	6. 20	6. 30	7. 10	6. 10	6. 20	6. 30	7. 10
高 地	無 施 用		21.8	28.8	38.5	44.4	3.6	6.0	11.3	19.6
	堆 肥		23.9	30.2	39.7	45.7	5.7	8.5	14.8	24.6
水 区	稻 わ ら		21.8	28.1	36.8	43.0	4.2	7.1	12.8	21.1
低 地	無 施 用		21.2	28.2	36.6	42.3	3.9	5.5	10.0	17.0
	堆 肥		24.0	30.1	38.6	45.1	4.3	7.3	13.7	21.5
水 区	稻 わ ら		22.7	29.3	38.2	43.5	3.9	6.2	11.8	18.6

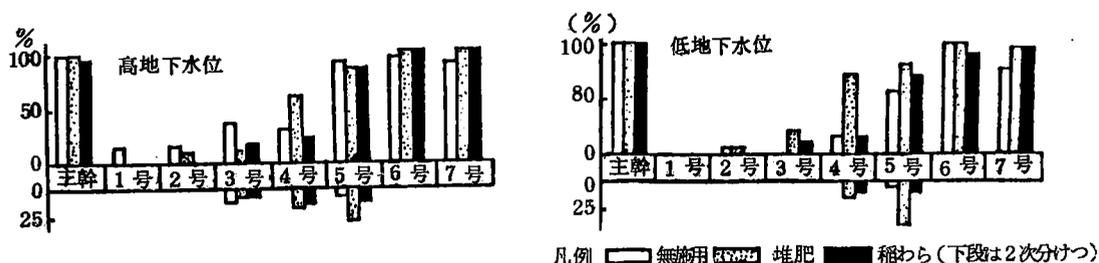
高地下水田の草丈は、堆肥施用区で優り、稻わら施用区は無施用区より劣った。また、低地下水田のそれも堆肥施用区で優り、ついで稻わら施用区、無施用区の順であった。これに対して茎数は地下水位の高・低に関係なく各調査月日とも堆肥施用区で優り、無施用区で最も劣った。

(ロ) 分けつ発生の増加量

期 間	年 次	平 均 水 温	高 地 下 水 区			低 地 下 水 区			
			無 施 用	堆 肥	稻 わ ら	無 施 用	堆 肥	稻 わ ら	
6 月	昭 51	20.9℃	4.1(本)	7.6(本)	5.9(本)	4.5(本)	8.3(本)	6.3(本)	
	11日	52	18.1	0.4	1.5	0.4	0.1	0.2	0.5
	~	53	20.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2	0.3
	20日	54	21.1	3.5	7.2	4.7	1.9	3.5	2.1
6 月	昭 51	19.5℃	5.8(本)	5.7(本)	5.4(本)	5.9(本)	6.1(本)	5.6(本)	
	21日	52	20.4	6.5	6.7	4.0	3.7	6.5	4.7
	~	53	22.0	1.2	5.3	6.2	2.1	5.7	5.7
	30日	54	21.6	7.8	7.6	7.3	6.2	7.0	6.4
7 月	昭 51	20.4℃	7.7(本)	8.7(本)	7.0(本)	6.5(本)	5.8(本)	7.0(本)	
	1日	52	22.1	8.0	8.8	7.6	7.9	7.7	6.4
	~	53	23.8	7.9	9.9	8.6	6.1	9.1	7.6
	10日	54	21.1	9.6	11.7	10.0	7.6	8.6	6.4
移植	昭 51	19.5℃	17.6(本)	21.7(本)	18.0(本)	16.8(本)	21.3(本)	18.5(本)	
	~	52	19.7	14.7	16.8	12.0	11.8	14.2	11.3
7 月	53	20.1	9.2	15.5	14.9	7.5	14.9	13.7	
	10日	54	20.7	21.0	28.2	23.4	15.9	19.4	14.9

次に、生育調査日毎の分けつ発生の増加量についてみると地下水位の高低に関係なく、いずれの年次および調査月日とも堆肥施用区の分けつ増加量が優る場合が多く、移植から掛け流終了時までの約40日間の分けつ発生量は、無施用区と稻わら施用区とでは差はなかったが、堆肥施用区では4カ年とも優り、統計的有意差も認められた。

さらに、掛け流終了時に稻株を抜き取って、節位別分けつ発生状況を1977年~1979年の3カ年について調査したが、その中で1979年の結果を第2図に示した。



第2図 掛け流終了時の節位別分けつ発生状況 (1979年, 5株調査)

1979年の調査結果は勿論, 1978年, 1977年とも地下水位の高・低に関係なく, 堆肥施用区の3~5号での分けつ発生量が多く, その結果, 総基数, 乾物重とも優った。しかし, 稲わら施用区と無施用区との比較ではその差は判然としなかった。

#### 4 要 約

水稻の栄養生長期の低温(遅延型冷害)を想定した冷水掛け流灌漑による低水温下で, 水田の地力維持向上を目的とした有機物施用(堆肥 100 kg/a 施用区と稲わら 60 kg/a 施用区)が, 水稻の初期分けつ確保におよぼす影響を明らかにするため, 1976年~1979年までの4カ年間試験を実施した結果, 次のことが判明した。

(1) 試験年次4カ年の活着期から分けつ期の気象特徴は, 1976年は分けつ後期低温, 1977年は活着期と分けつ中期低温, 1978年は分けつ初期に低温, 1979年は分けつ初期と分けつ後期に低温があらわれ4カ年とも低温出現時期の様相を異にしていた。

(2) 冷水掛け流田の水温は, 平年の水温より平均水温で2℃以上低温で, 過去の代表的な遅延型冷害年次と目される1954年の水温よりも平均水温は低かったが, 最高水温は3℃以上4カ年の水温が低く, 最低水温は逆に2℃前後高かった。

(3) 水稻の生育推移は, 4カ年とも堆肥施用区で優り, 稲わら施用区と無施用との差は判然とせず, また, 掛け流し終了時の稲株抜き取りによる節位別分けつ発生調査でも, 堆肥施用区の3~5号の分けつ発生が多く, 総基数, 乾物重とも優った。

なお, この調査研究は, 水稻の生育現象および形態面だけでの追求で, いわゆる生理生態および土壌の理化学性からみた有機物施用の有利性については, 不明の点が多く, 今後さらに追跡研究をする必要がある。

# 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

(青森県農業試験場)

### 1 まえがき

青森県における明治、大正期の三大冷害は、明治2年、同35年、大正2年であるが、大正期以前の資料が乏しく実態が明らかでない。第2報では、大正2年の冷害気象が再来した場合、現行技術では、作況指数34、10a 当り 185kgと推定されることを報告した。また、第9報では、青森県上北郡七戸町にある農水省奥羽種畜牧場の明治末期の気象資料と農民記録から、津軽地方は大正2年より被害が軽かったが、南部地方は収穫皆無に近いこと、6月半ばまで干ばつ気味であったが、7、8月が異常低温であり、さらに秋期は平年並に経過したことを報告した。本報は最近復刻出版された『三本木開拓誌』と最近出版された十和田市牛鍵山端ルイ家に伝わる『萬日記』から幕末期、明治初期、とくに慶応2年と明治2年の気象と冷害について検討した結果について取まとめたものである。

### 2 結果と考察

#### 1. 『三本木開拓誌』による気象と農事記録

##### (1) 気象の解析

『三本木開拓誌』は、南部藩新渡戸伝翁が東西40km、南北32kmにわたる不毛の原野三本木原を2,500町、1万石の開拓計画（1町4石×2,500町＝1万石）を実現させるために安政2年（1855）63才の時に開拓に着手、4年後の安政6年（1859）5月4日に上水、その後明治5年までの17年間にわたる開拓経過の記録を留めた日誌（開拓留）と、『新渡戸伝翁一生記』をあわせて戦中に編さんし、戦中、戦後に出版したものである。昭和55年に再び復刻出版された内容は工事の業務日誌が

主であるが、当時の農事や天候状況、春の気温（華氏）も観測記録している。観測は安政5年から明治5年までの13年間続けられた。

観測時刻が明らかでなく、欠測もあり資料として十分整っていないが、記録を整理してまとめ、その傾向を把握した。図-1は豊凶年別の天気を比較したものである。凶作年の慶応2年と、豊作年の慶応3年および気候順調年文久元年の6～8月の天気は、慶応2年は晴天日数が少なく、曇天日数が多い。凶作年の明治2年と同3年、4年の場合の比較でも晴天日数が少なく、また雨の日が多いのも特徴的である。

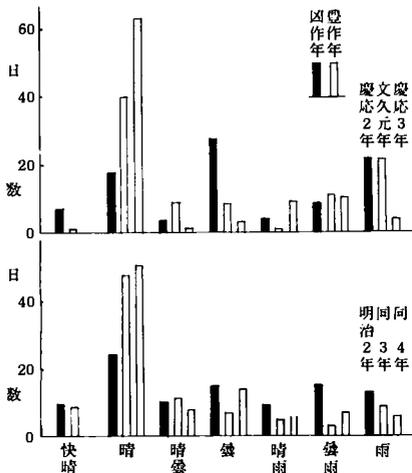


図-1 豊凶年別、天気別の日数（6～8月）

図-2は、慶応2、3年、明治2、3、4年

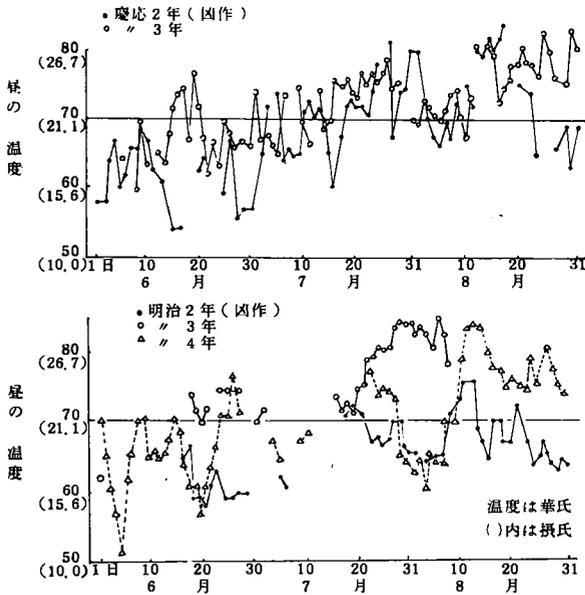


図-2 豊凶両年の6～8月の昼温度の推移

の6～8月の日別の昼間の気温（華氏）の推移を示したものである。慶応2年と同3年の比較では、欠測と観測時刻の点で正確な比較ができないが、慶応2年は同3年に比べ、6月10日ごろから7月半ばまで低温に経過し、8月、とくに後半の気温低下が大きい。慶応3年は8月後半に高温に経過している。明治2年と同3、4年を比較すると、6月が欠測が多いためあまり明らかなでないが、明治2年は60°F前後と低い。日記の天気記録では、偏東風が卓越し、不順天候続きで「人気不宣」と書き留めている。明治2年の7月は、20日ごろまで欠測しているが、その後60

～70°F前後の低温に経過している。明治3年7月20日過ぎから8月10日ごろまで80°F以上の高温であった。明治4年は7月末から8月10日ごろまで60°F以下に低下したが、10日過ぎから高温となった。このように明治3、4年の8月は一時的な低温もあったが、暑い夏であったと推定された。日記の昼の気温の観測時刻は明らかなでないが、12時ごろの観測を推定すると、冷害年であった昭和51年8月の藤坂支場12時気温（月平均）は24.8℃（F 76.7°F）であり、明治2年8月の月平均気温20.3℃（68.5°F）に比べてかなり高いことになる。

『新渡戸伝翁一生記』や『開発留』によると、百数十年前すでに気温を観測し続け、長期の気温が80°Fを作柄良否の目安としている記事がみられているが、新渡戸伝翁は、開拓の先覚者としてのみならず、幕末期における西欧科学導入に熱心な先駆者でもあったように思われる。

### (2) 農事の記録

幹線水路稲生川は、安政5年5月4日に上水されたが、2年後の万延元年（1860）から田植状況が記録されている。表-1は万延元年から12カ年の田植期と刈取期を示したものであり、とくに万延元年は6月8日から田植がはじめられ、12カ年中で田植始め日が6月15日以前が8カ年もあり、これはこの地方の大正期までの平均田植期にあたるもので、幕末期～明治初期の田植期としてはかなり早植であったと推定される。田植労力は年により異なるが、田植期間の総労力は114人～491人の大量の人を要しており、また、この地方では戦後まで行われていた田植時に苗の根に魚粉で根ぐるみもすでに行われていたことが記録されており興味深いものがある。

### 2. 『萬日記』にみる明治2年の冷害の実相

『萬日記』は、明治2～5年までの日記で、十和田市山崎栄作氏が、萬日記と他の文書も収めて出版したものである。主に青森県上北郡下の維新当時の政治、経済情勢を知ることができる。明治2年および3年、4年の気象経過と作柄、冷害下の経済、生活、世相等を日記よりみた。なお、暦

日は新暦であらわした。

表-1 田植始、同終日および刈取始の推移

年次	豊凶	田植始終	刈取始	年次	豊凶	田植始終	刈取始
1860 万延1	半作	6. 8 ~ 6.22	10. 15 ~	1866 慶応2	凶作	6.22 ~ 7. 1	
1861 文久1	季候順	6. 10 ~ 6.25	10. 6 ~	1867 " 3	豊作	6. 17 ~ 6.21	10.8~
1862 " 2	不作	6. 17 ~ 7. 4		1868 明治1		6. 13 ~ 6.23	
1863 " 3		6. 11 ~ 6. 18	10. 5 ~	1869 " 2	凶作	6. 18 ~ 6.23	
1864 元治1		6. 11 ~ 6.28	10.22 ~	1870 " 3	豊作	6. 14 ~	11.1~
1865 慶応1		6. 13 ~ 7. 11		1871 " 4	酷暑年	6. 18 ~	

(1) 明治2年の気象と作柄

日記から気象経過と作柄を抄録してみる。① 大凡田植が済んでもまだのばらの花が咲かない。5月下旬ごろより日々寒く雨天。卯の花土用中盛んに咲いている。② 田植ごろより30日、40日余りまで晴天まれ。日々寒く、稲葉色つかない。③ 8月16日から25日まで洪水3度。④ 11月稲作は皆無。種分とれるものよい方。粟の実入は種有無の境。皆無のもの沢山。大豆も同じ。小豆種なし。⑤ 出来秋は前書の通り。稲作は皆無。畑作は種有無。ひえ一切皆無。水田移植の稈で実をとる。蕎麦種分ようやく。鹿角通は種に気遣なし。但し山根通り皆無の由。三戸通り良好。福岡良き処で、種に気遣なし。秋田は随分宜敷き趣。八戸一位皆無。以上のように明治2年の冷害は、昭和55年の冷害気象、被害程度、被害の地域性とかなり類似しているようである。

(2) 明治3年、4年の気象と作柄

明治3年、卯の花の開花などからみて、生育前半やや不順の天候のようであったが、秋は豊作となった。① ばらの花田植少し前より咲き出す。卯の花半夏（はんげ、7月2日ごろ）より咲き出す。土用（7月20日ごろ）へ余程かかる。② 9月2日ごろ稲作上作、実納めに見える。③ 9月24日、当年の稲作は、初田植付は皆そり穂になる。中期田植は相応の豊作。小川原（湖）方の晩植でも勝れた作の趣。しかし、天朝より御下渡の種は色々あり、いずれもおくれて皆無作もあり。④ 粟作は、実入れ良好であるが、草丈、莖数不足、大豆作も可成良。

明治4年、前年よりさらに豊作で、稲作のみでなく畑作も良好であった。① 8月17日、早植は実納めになり、田畑共に一体に良好。粟は草丈不足、莖数十分。先は諸作一体によく一統よろこびおり。

(3) 明治2年冷害下の経済、生活、世相

現在と異なり冷害必定となると米、雑穀等が高騰し、牛馬は食用に供するため売買され、冬でもわらび根を掘ったと日記に述べている。また、明治維新もようやく新政府ができ救済米や種子の配布も実施された。米と粟の価格の推移を示したのが表-2で、米価は明治2年9~11月が最も高価となり、同3年11月以降ようやく安定し、豊作の明治4年の夏には、明治2年6月ごろの約70%の価格に下落している。主食の粟も冷害により高騰した。大豆も主産地は南部であるが、豆腐の売買なしとか、豆腐粕の価格も高くなったと記録される。

馬産地の南部地方農家について、馬を売ることは農家経済にとって重要なものであった。しかし冷害凶作には、心ならずも食糧として手放さねばならなかった。① 明治2年から喰料の牛馬が五戸通り路にみえる。② 明治2年12月下旬には、喰料馬一頭1両位よりだんだん売れ、1升800文の由。③ 両村も大略牛馬を喰う事に致し趣。喰料馬五戸通へ沢山参る趣。日増に淋しくなる。このように、明治新政府下で救援の施策がとられたが充分でなく、藩政時代の凶作の様相もみられている。御救米、御種による救済は。④ 明治3年4月13日、極困窮者に御救米下さる御沙汰。⑤ 明治3年4月13日、天朝より御種麦取奉る。⑥ 明治3年5月12日、天朝より、御救米御下渡、野辺地湊までゆき麦取る。3,500俵の由。但し1石6両。市にて11両程。⑦ 明治3年8月7日、又々天朝御救米御下渡。と種子や救済米が予想以上の救助がなされたようである。

表-2 米・粟価格の推移

明治2年	6月27日	1貫文に付	米1升5合	
" "	7月中旬	"	" 1升3合	粟1升3合
	9月4日	"	" 1升1合	" 1升1合
	9月中旬	"	" 6合	
	11月上旬	"	" 6合6勺	
" 3	4月8日	"	" 8合	粟 8合
" "	9月6日	"	" 8合5勺	" 8合5勺
" "	9月23日	"	" 1升1合	
" "	11月11日	"	" 1升2合~1升4合	
" 4	8月23日	"	" 2升2合	

### 3. あとがき

(1) 新渡戸伝翁の開拓日記である『三本木開拓誌』、十和田市牛鍵山端ルイ家に伝わる『萬日記』を中心に、十和田市地区の幕末~明治初期の気象と冷害の様相について検討した。

(2) 78才の新渡戸翁は、明治3年正月8日出立、2月11日着京。新政府岩倉大納言に嘆願書を出し、4月5日大隅民部大輔に会い、4月7日に古河市兵衛より南京米千石買入を約すなど、冷害の救助方の陳情を続け6月4日帰った。『萬日記』によると明治3年秋に種粃代金、救助米代金の10月中に上納の旨沙汰に対し、代金の延納の嘆願書が出されるなど、現在の冷害救助の対応原型ともいべきものがみられる。

(3) 新渡戸伝翁が青森測候所開設の明治19年(1886)より29年も前に、13年間も気温の観測を続け、不備の点もあるが、「以下80度以下の日なし」のように、作柄の良否の目安として活用していた。

(4) 両日誌に共通して自然の移り変わり、とくに6~7月の植物季節、卯の花、野ばら、藤の花などよく観察記録。その年の気温の高低をよくとらえていたようである。

## 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・高橋晶子

(青森県農業試験場)

### 1 はじめに

小麦は水田利用再編対策の指定作物としてとりあげられ、青森県においても昭和55年の作付面積は2,800haを超えるようになった。その作付地域も従来殆んど栽培されていなかった津軽地方の、しかも転換畑に加速度的に拡大している。津軽地方は根雪期間が100日前後と長く、従来は秋播小麦の不適地といわれてきた所でも転換畑は一般に地下水位が高く、収穫作業に支障を生じ易いので小麦の品質向上のためには適期刈取りが重要なポイントとなる。従来から小麦の刈取適期は出穂後45~50日頃、いわゆる黄熟期から完熟期にうつる時期で、茎葉の大部分が緑色を失い、子実がロウ状になった時期とされてきた。最近はやインター刈やコンバインによる収穫が主流となったので子実水分は勿論のこと茎葉等の水分も充分考慮して刈取時期を判定する必要があると考え、54、55年の2ヶ年間の試験ではあるが若干の知見を得たので報告する。

### 2 試験方法

- (1) 試験場所 農試本場(黒石)転換2~3年目
- (2) 供試品種 フルツマサリ, キタカミコムギ
- (3) 耕種概要

年次	播種期	播種用式	播種期	施肥量(基肥+追肥)
54年産	9月22日	平畦散播	1.2 kg/a	N 0.8 + 0.4 P 1.2 K 1.0 + 0.45
55年産	9月21日	ドリル播き30cm巾	1.0 kg/a	N 0.8 + 0.4 P 1.2 K 1.0 + 0.45

その他耕種法は当场耕種基準による。

- (4) サンプル採取法と調査時期

年次により若干差はあるが、出穂後25~60日ほぼ隔日に約200穂刈取り、生育中庸な25個体を選抜し、供試した。

- (5) 調査項目と方法

茎葉は部位別に、子実は人力により脱穀した。各部の水分は105℃、24時間加熱法によった。子実千粒重は早刈以外は粒厚2mm以上、水分12.5%換算とした。子実分析は農技研、村山等の方法によったが今回の方法では割愛した。

### 3 調査結果と考察

- (1) 津軽地方における小麦の成熟期の降雨特性

津軽地方における小麦の出穂期は5月末から6月上旬はじめであり、6月は小麦の開花および登熟中期にあたり、7月は登熟後期から収穫期に当る、図-1は全降水日数中に占める5mm以上、15mm以上の比率を津軽の代表地点について示したものである。図から分るように6月は全般的に第1、6半旬に日雨量5mm以上の比率が多く、第3半旬に少ない傾向があり、地域的には西津軽郡が多い

ことが分かる。また、7月の日雨量5mm以上の降水日数比率は第2, 5, 6半旬に多く第3, 4半旬に少ない傾向があり、地域的には6月同様西津軽郡は多い。以上のことから小麦の収穫適期は7月第3, 4半旬に行なうように栽培体系を組立てることが合理的と考える。

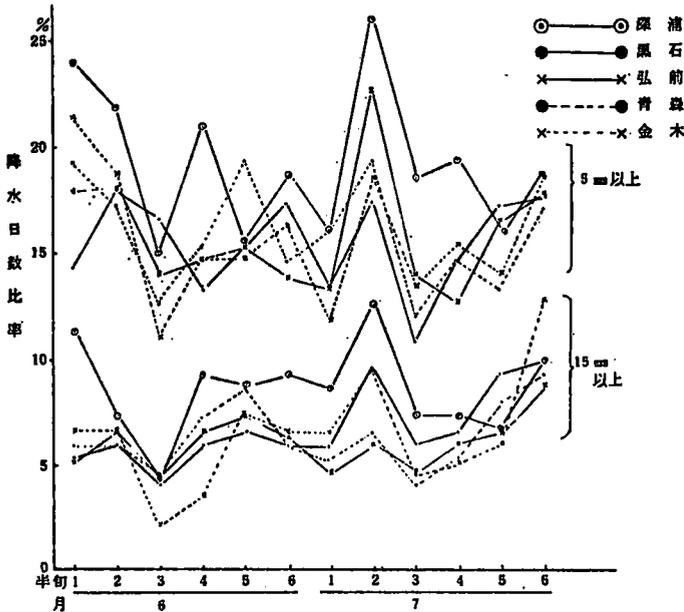


図-1 津軽地方における主要地点の日雨量5mm以上15mm以上日数比率

(2) 部位別水分の推移

出穂（開花）後日数別の部位別水分の推移等を表-1に示した。(54年フルツマサリ) 表から分るように止葉, n-1, n-2葉の水分は出穂後35日以降急速に減少した。また、茎の水分は第1節間では出穂後43日, 第2節間では出穂後47日, 第3節間では出穂後49日以降急速に減少した。また、穂軸の水分は出穂後27~37日目までは60%前後あったものが出穂後45日以降は急速に減少した。

表-1 子実及び茎葉水分(%)の推移(54年度, フルツマサリ)

刈取月日	出穂後日数	開花後日数	子実	穂軸	穎	葉部			茎部(節間)			
						止葉	n-1	n-2	第1	第2	第3	第4
6. 23日	27日	19日	60.3	60.6	49.6	64.2	69.4	62.7	61.1	71.7	74.2	74.2
25	29	21	55.3	53.3	46.0	65.7	66.9	49.2	59.8	70.0	73.8	73.1
27	31	23	49.8	56.0	47.5	59.1	51.6	31.6	61.0	70.9	74.6	74.7
29	33	25	50.7	57.2	46.5	37.2	30.2	16.3	63.1	72.8	76.3	75.6
7. 1	35	27	45.9	55.7	38.4	16.8	16.1	14.9	62.8	70.5	74.5	74.2
3	37	29	45.3	60.9	33.2	11.6	13.4	12.7	62.0	69.4	74.1	74.1
5	39	31	44.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	41	33	39.6	44.0	26.1	12.3	11.0	9.2	58.5	69.4	69.4	71.3
9	43	35	29.4	10.9	12.2	10.6	11.3	11.3	15.3	47.7	64.9	70.1
11	45	37	20.3	15.5	15.0	14.6	15.0	15.3	15.8	39.8	60.6	67.4
13	47	39	19.4	12.6	-	12.8	13.1	15.2	12.4	16.6	49.8	64.2
15	49	41	16.4	11.4	13.6	11.6	11.2	12.5	11.1	12.4	24.3	49.2
17	51	43	13.7	10.1	10.0	11.1	11.6	12.1	10.0	10.2	19.0	46.9
20	54	46	12.5	9.4	9.9	9.8	9.9	10.1	9.5	9.7	12.7	71.7

(3) 千粒重、検査等級及び出穂（開花）後の平均気温積算値

54, 55年の出穂（開花）後日数別千粒重、検査等級及び積算気温を表-2に示した。

表-2 出穂（開花）後の千粒重、検査等級の推移及び平均気温積算値（フルツマサリ）

54年度						55年度					
出穂後 日数	開花後 日数	千粒重	検査 等級	積算 気温*	積算 気温**	出穂後 日数	開花後 日数	千粒重	検査 等級	積算 気温*	積算 気温**
27日	19日	23.4 <sup>(9)</sup>	等外	504 <sup>°C</sup>	383 <sup>°C</sup>	27日	20日	29.9 <sup>(9)</sup>	規格外	549 <sup>°C</sup>	408 <sup>°C</sup>
29	21	26.3	"	456	425	30	23	35.3	"	607	466
31	23	31.2	"	586	465	33	26	36.8	"	667	526
33	25	33.1	規格外	625	504	35	28	35.8	等外上	702	561
35	27	34.9	"	665	544	37	30	39.4	3下	734	593
37	29	37.2	"	702	581	40	33	41.9	3下	793	652
39	31	38.5	"	737	616	43	36	42.8	3中	858	717
41	33	39.1	3下	778	657	45	38	42.0	3上	898	757
43	35	38.0	3中	822	701	47	40	42.6	3中	938	798
45	37	39.4	"	865	744	50	43	42.6	3下	992	852
47	39	37.8	"	907	787	53	46	43.2	3下	1,052	911
49	41	38.7	"	944	824	55	48	40.9	等外	1,099	958
51	43	38.8	"	979	858	60	53	40.7	"	1,212	1,071
54	46	38.3	3上	1,036	915						
59	54	-	3下	1,153	1,032						

注. \*は出穂後、\*\*は開花後の平均気温積算値。

千粒重は、54年産の場合、出穂後27日、開花後19日で23.4gあったが以降増加していき、最大値となったのは出穂後45日であり、55年産の場合は、出穂後27日で29.9gあったのが、出穂後53日で43.2gと最大値となった。検査等級は、54, 55年産とも出穂後35~37日頃までは大部分が未熟粒で規格外または等外であったが、以降、整粒が増し、54年産の場合は出穂後41日、開花後33日で3等の下に格付けされ、以降、出穂後59日、開花後54日までは3等の中または、上に格付けされた。しかし、出穂後59日以降は退色粒や発芽粒の混入、形質不良等で落等し、出穂後65日、開花後60日になると発芽粒が著しく増加して規格外となった。また、55年産についてみると出穂後35~40日で3等の下、以降は3等の中、上となり、出穂後50日、開花後43日以降になると退色が始まり、形質不良となり、出穂後55日以降は等外に格付けされた。出穂後または開花後の平均気温の積算値から刈取り適期をみてみると、54年産の場合は手刈、バインダー刈で出穂後43日~49日、開花後35日~41日、積算気温820~940℃、コンバイン収穫では出穂後47~54日、開花後39~46日、積算気温910~1,020℃前後となった。また、55年産の場合は手刈、バインダー刈では出穂後40~45日、開花後33~45日、積算気温800~900℃、コンバイン収穫では出穂後43~49日、開花後36~42日、積算気温850~1,000℃となった。

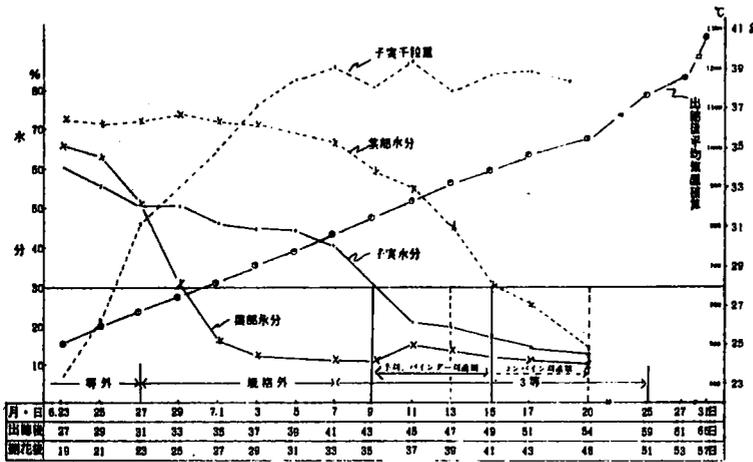


図-2 千粒重、子実及び茎葉水分等からみた刈取適期 (フルツマサリ)

図-2に54年産のフルツマサリの出穂後日数、開花後日数別の子実千粒重、水分、茎部、葉部の水分推移、検査等級、及び積算気温からみた手刈、バインダー刈り、コンバインによる収穫適期巾を示した。青森県ではこのような模式図を56年度も作成し地域別の刈取適期巾を関係機関を通して農家に示し、農家の参考に供した。

#### 4 要約

水田利用再編対策の特定作物である小麦の収穫適期を早期に知るため、フルツマサリ、キタカミコムギを供試し、54、55年産小麦について小麦の出穂後、開花後日数別に子実千粒重の推移、部位別水分の推移、検査等級の推移等を調査した結果次のことが明らかになった。

(1) 小麦の収穫適期巾を出穂後日数で見ると、手刈、バインダー刈では出穂後40~49日、コンバイン収穫では43~54日前後であった。

(2) 開花後日数で見ると、手刈、バインダー刈では33~49日、コンバイン収穫では36~46日であった。

(3) 平均気温の積算気温で見ると、手刈、バインダー刈では約800℃~940℃、開花後700℃~850℃前後と推定された。小麦の場合は水稻と異なり出穂から開花期まで4~8日を要し、出穂以降の気候により開花の遅速があるので、開花からの積算気温と小麦の登熟状態から刈取適期を判定した方がより現実的であろう。

(4) 以上は、登熟期間の気温の高かった54、55年産小麦についての結果であり、今後は6、7月に気温の低い年次についての検討が必要である。

#### 5 文献

- (1) 作物大系第2編麦類Ⅲ、麦の栽培
- (2) 内地小麦の製粉加工上からみた性質に関する研究  
熟期を異にする小麦の性質について(その1、その2)  
渡辺他、農化31、31、1956~57
- (3) 麦はどこまで早刈できるか、拓殖律、機農1978

# 太陽放射の季節的变化

千葉文一

(宮城県農業センター)

## はじめに

近年の石油事情からエネルギーの効率的利用と省エネルギーが要請されている。この要請にこたえるため、作物自体の生産能力の向上と太陽エネルギー等自然エネルギー資源の積極的利用を基盤とした革新的技術体系を創出すべく、農林水産省では昭和53年度から大規模プロジェクト研究として、農林水産業における自然エネルギー資源の効率的利用技術に関する研究を発足させた。この総合研究の一部門として、作物生産の基本的エネルギー源である太陽エネルギーの季節的、地理的分布を知るため、全国各地で太陽放射の長期観測が開始された。著者らは、南東北太平洋岸地方における太陽放射の観測を分担し、昭和53年12月から名取（農業センター）と古川（古川農試）の2地点で観測を開始した。この観測は現在も続けられているが、昭和53年12月から昭和54年11月までの1年間で得られた資料から宮城県における太陽放射の年変化について報告する。

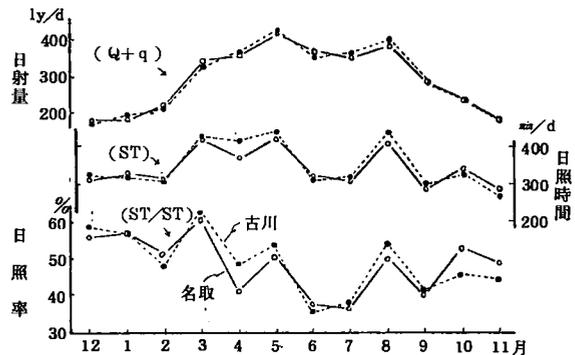
## 研究方法

直達、散乱太陽放射測定装置（英弘精機）を名取（N38° 11'， E 140° 52'）と古川（N38° 35'， E 140° 57'）の2か所に設置し、昭和53年12月1日から観測を開始した。観測要素は、①全短波放射（全天日射） $Q + q$ ，②散乱放射  $q$ ，③全光合成有効放射（ $Q + q$ ）PAR，④散乱光合成有効放射， $q$  PAR ⑤日照時間ST の5要素 この観測データから ⑥直達放射 $Q = (Q + q) - q$ ，⑦直達光合成有効放射 $Q PAR = (Q + q) PAR - q PAR$ を求めた。さらに太陽放射の大気透過率に關与する大気温度を特徴づける  $f$  値も算出した。なお、これら計算は全国統一のプログラムを用いて電算処理によって行った。

## 研究結果

### (1) 全短波放射（全天日射）と日照時間の年変化

名取と古川における月平均全短波放射（ $Q + q$ ）と月合計日照時間、月平均日照率の年変化を図示すると第1図の通りになる。それによると、月平均の全短波放射は名取、古川ともほぼ同じ値で、12月の180  $ly/d$ から太陽高度の増加とともに全短波放射は増加しているが、5月に430  $ly/d$ で最大のピークが見られ、太陽高度の最も高い6月、7月の全短波放射は逆に360～370  $ly/d$ と低下している。8月にふたたび増え、9月以降は太陽高度の低下とともに全短波放射は減少している。このような全短波放射

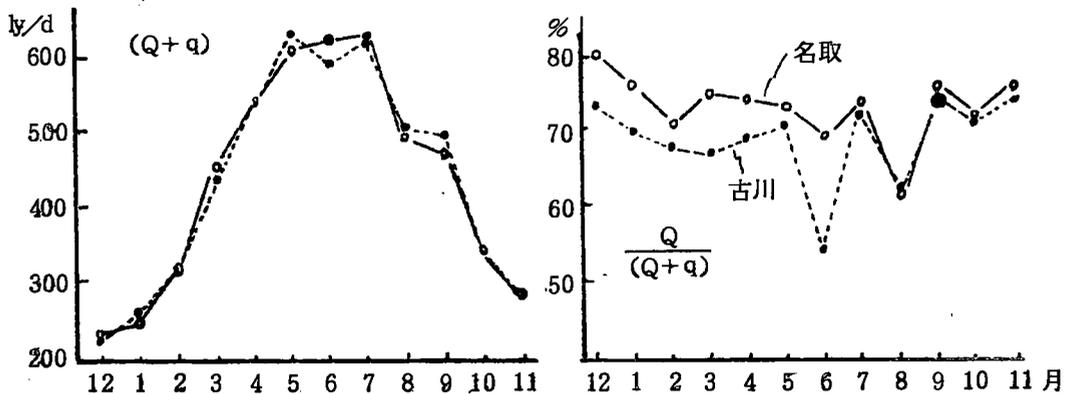


第1図 全短波放射と日照時間、日照率の変化 (昭54, 宮城)

の推移は天気の変化に大きく影響される。そこで日照時間と月平均日照率の年変化を見ると、名取と古川では月によって若干の差はあるが、年間の推移はほぼ同じ傾向で変化している。日照時間は3~5月と8月に多く、その他の月はほぼ同じ値を示し、日長時間の長い6、7月の日照時間は、日長時間の短い12月、1月の日照時間とほぼ同じ値になっている。これを日照率で見ると、3月が60%以上で最も多く、ついで12月、1月の56~59%となっている。これに対し6~7月の日照率は36~38%となって年間では最も少ない。これらのことは季節による天候の違いを示すもので、宮城県地方では冬季の天候が良く晴れの日が多いが、夏季とくに梅雨期の6~7月の天候が悪く、曇雨天の日が多いことを示している。これが、全短波放射に影響しているものと思われる。

(2) 天気別の全短波放射と各種放射の構成比

全短波放射の年変化は前述の通りで、天候に支配される。それで、天気別の全短波放射 ( $Q + q$ ) の年変化と全短波放射の直達光 ( $Q$ ) と散乱光 ( $q$ ) の構成比の年変化を比較した。そのうち日照率80%以上の快晴日について図示したのが第2図である。それによると、快晴日の全短波放射の年

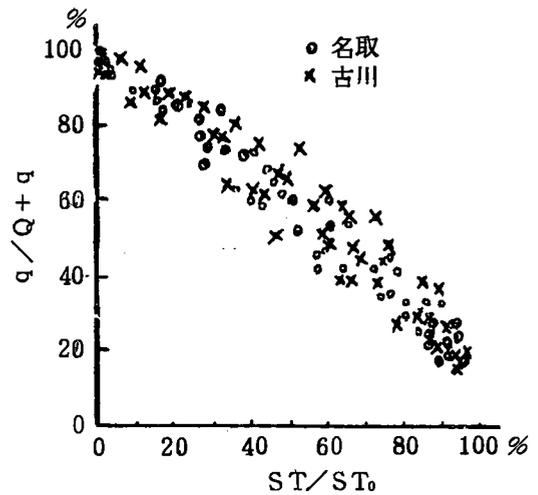


第2図 快晴日の全短波放射と直達光の年変化 (昭54, 宮城)

変化は季節による太陽高度の変化と一致していることが明らかに認められる。曇雨天についてもほぼ同じであるが、夏季のピークは晴天日よりやや低くなっている。

つぎに、全短波放射の直達光と散乱光の割合を見ると、年間を通じて快晴日は直達光の割合が70~80%を占めており、寒候期にやや多く、暖候期はやや少ない傾向を示している

これを、散乱光の割合と日照率との関係で見ると第3図の通りで、日照率が80%以上の快晴日には散乱光の割合は20%以上になり、日照率が低下するにしたがって散乱光の割合が高くなる、日照率が10%以下の曇雨天では全



第3図 散乱光と日照率との関係 (昭54, 宮城)

短波放射のほとんどが散乱光だけとなる。

この全短波放射量と直達光、散乱光の割合、さらに全短波放射のうちの全光合成有効放射  $(Q+q)$  PARの占める割合を天気別に年平均で示すと第1表の通りである。これによると全短波放射は名取、古川ともほぼ同じ値を示している。天気別の全短波放射は快晴日に最も多く、天候を含めた年平均値に対し、50%位多くなっており、曇天日は年平均値より約30%少なく、快晴日の半分以下の放射量

表1 天気別全短波放射と放射構成比

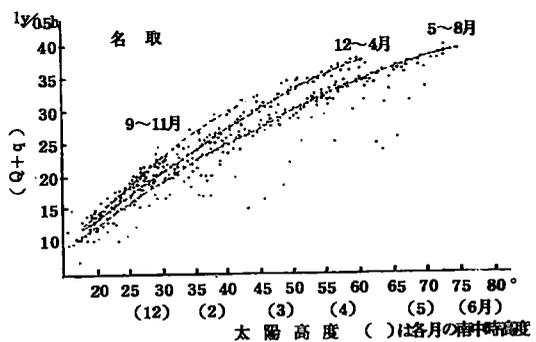
日照率	$(Q+q)$ ly/d	$Q/(Q+q)$ %	$q/(Q+q)$ %	$\frac{(Q+q) PAR}{(Q+q)}$ %
〜 80%以上	437	73	27	45
名 64~45%	332	48	52	47
取 34~15%	211	22	78	48
〜 全年平均	298	54	46	47
〜 80%以上	436	69	31	41
古 64~45%	313	41	59	43
川 34~15%	216	20	80	44
〜 全年平均	299	49	51	43

となっている。この全短波放射の中の直達光と散乱光の構成比を見ると、年間を通じての平均値では名取、古川とも、直達光と散乱光の割合は50%前後で、ほぼ同じであるが、これを天気別に見ると、直達光と散乱光の割合は大きく変る。すなわち、快晴日には年間を通じて直達光の割合は70%以上になっているが、雲量が多くなるにしたがって直達光は減少し、散乱光が多くなる。日照率が30%以下の曇天日には直達光が20%で散乱光が80%になる。この直達光と散乱光の割合は名取、古川ともほぼ同じ値を示すが、全体的な傾向としては、名取は古川より直達光が多く、年平均で見ても名取は直達光の方がやゝ多く、古川では散乱光の方が若干多くなっている。

つぎに全光合成有効放射の年変化について見ると、光合成有効放射は全短波放射の年変化とほぼ同じ傾向で変化しており、全短波放射の中に占める光合成有効放射の割合は、天気にかかわらず名取、古川とも40~50%の中に変化しているが、年平均で見ると名取は47%前後、古川は43%前後となっており、名取の方は古川より光合成有効放射の割合がやゝ多くなっている。

(3) 太陽高度と全短波放射との関係

地面到達の全短波放射は地面の受光角度すなわち太陽高度によって決まる。太陽高度は一日の時刻別、年間では季節によって変る。そこで昭和53年12月から54年11月までの日照率が80%以上の日について、全短波放射と太陽高度との関係を見ると第4図のようになる。それによると、季節によって南中時の太陽高度は変るが、一日では日出から南中時まで、南中時から日没までと太陽高度の変化にともなって地面到達の全短波放射も変化している。しかし、太陽高度と全短波放射の関係は直線的ではなく、緩い曲線を示し、太陽光度の高い南中時に近づくにしたがって全短波放射の増加は緩くなる。南中時以後日没までは午前と反対になるが、太陽高

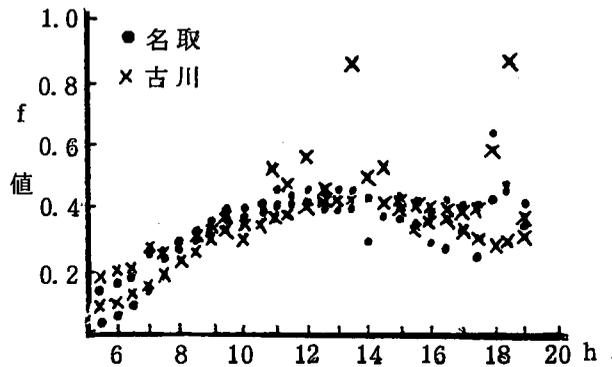


第4図 全短波放射と太陽高度との関係 (昭54.宮城)

度の低下にともなう全短波放射の減少が著しい日がしばしばある。これは大気の状態が午前にくらべ午後の方が不安定で、大気が混濁して全短波放射の透過率が悪くなるためと思われる。これを年間を通じて見ると、太陽高度による全短波放射は季節によって若干異なる。同一太陽高度での全短波放射は9月～11月の秋が最も多く、ついで12月から4月の冬から春にかけての季節になり、太陽高度の最も高い季節である5月から8月の梅雨期から盛夏期の到達全短波放射が最も少ない傾向を示している。このような太陽光度と全短波放射の季節的な違いは、大気の清澄、混濁による全短波放射の透過率が季節によって異なることを示しているものと思われる。

(4) f 値の日変化と年変化

太陽放射の大気透過率に關与する f 値は、測定日による差が大きく、一日でも時刻によって変化する。第5図に快晴日における f 値の日変化を示す。それによると f 値は太陽高度とともに変化しているが、南中時前後の午前と午後の f 値の太陽高度による変化は必ずしも対照的な変化を示しておらず、午後は太陽高度の低い夕方の方 f 値が著しく高くなる日がしばしばある。つぎに f 値の年変化を見ると表2の通りで、月別の日平均の f 値は名取、古川とも0.2～0.6の中に変化している。その値は太陽高度の低い寒候期は0.2～0.3でその後、太陽高度の高い暖候期は0.4以上になり、8月の0.6が最も高い値となっている。f 値がこのように時刻によって異なり、午後から夕方に大きな値を示し、季節によっては暖候期の f 値が大



第5図 快晴日における f 値の日変化 (昭54. 7. 宮城)

表2 快晴日の月別平均 f 値

(昭和54年)

月	名 取	古 川	月	名 取	古 川
1	0.18	0.26	7	0.44	0.47
2	0.31	0.30	8	0.64	0.60
3	0.33	0.36	9	0.37	0.33
4	0.33	0.32	10	0.34	0.36
5	0.39	0.37	11	0.30	0.32
6	0.47	0.40	12	0.19	0.20

注) 快晴日 日照率80%以上の日  
太陽高度 20度以上の時間帯の平均値

くなるのは、大気の安定度が午後あるいは暖候期に悪くなり、大気の混濁、空気湿度の変化が大きく關与しているものと思われる。このような f 値の変化が、前述の地面到達全短波放射と太陽高度との関係での午前と午後の違いや、季節による違いとなって現われる。

むすび

太陽放射の季節的な変化について、その概要を述べたが、これらの値は昭和53

年12月から1か年の値であるので、その年次変動については触れていない。今後も観測を続けデータの蓄積をはかり、太陽放射の季節的な変化の特徴を明らかにしたい。

## 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（東北農試）

羽根田栄四郎（山形大学農学部） \* 現 農事試験場 \*\* 現千葉県船橋市上山町

### 1 はじめに

作物生産の基本エネルギーである太陽エネルギーの構成（直達・散乱，光合成有効放射）とその季節および地域的变化を明らかにすることは，作物生産をより効率的に行なう上からも重要なことである。しかしながら現在まで太陽エネルギーの構成別に長期にわたって測定した例は極めて少ない。ここでは，農林水産省が昭和53年度より実施している大型プロジェクト研究「グリーンエネルギー計画」の一環としての「自然エネルギー資源の分布」のうち著者らが分担している「北東北地方における直達・散乱太陽放射の季節的・地域的变化」について検討を行なったので報告する。この研究は現在も継続中であるので中間報告的なものである。

### 2 観測方法および計算方法

直達・散乱日射測定装置（MODEL-MD-OIO 型，英弘精機製）を盛岡市（東北農業試験場，北緯39° 45′，東経 141° 08′），大曲市（東北農業試験場栽培第一部，N 39° 29′，E 140° 30′）および鶴岡市（山形大学農学部，N 38° 43′，E 139° 49′）の三地点に設置した。上記装置は次の機器で構成されている。

太陽放射成分は，カットオフ・フィルター付きの日射計3台，フィルター付き日射計に遮光リングをセットした日射計3台および太陽電池式日照計を用いて連続観測を行った。

測定成分：全短波放射（ $Q+q$ ），散乱成分（ $q$ ），バンドパスフィルター透過放射（ $(Q+q)_{395}$ ， $(Q+q)_{715}$ ， $q_{395}$ ， $q_{715}$ ，日照時間（ $T$ ）

演算成分：直達放射（ $(Q+q) - (q) = (Q)$ ）

$$\text{光合成有効放射 } (Q+q)_{715} - (Q+q)_{395} = (Q+q)_{PAR}$$

$$\text{散乱光合成有効放射 } (q)_{715} - (q)_{395} = (q)_{PAR}$$

$$\text{直達光合成有効放射 } (Q+q)_{PAR} - (q)_{PAR} = (Q)_{PAR}$$

$$\text{日照率（日照時間／可照時間） } T / T_{max}$$

すべての日射出力はアナログ積算計で積算され，30分間量として記録された。30分間量をデータベースとして，すべての計算が行なわれた。

さらに，観測データを下記の関係式で処理して，地面の太陽放射状態に密接に関係している大気の光学的指標が計算された。

$$\text{大気混濁因子 } T = \log(Q' / 1.98) / (\sigma(m) \cdot m)$$

$$\text{大気の } f \text{ 係数 } f = \frac{\sinh_0 \cdot I_0}{(Q+q)} - 1 \quad / \quad \text{cosech}_0$$

ただし， $Q' = Q / \sinh_0$ ， $m = \text{cosech}_0$ ， $\sigma(m)$ ：大気の散乱率， $h_0$ ：太陽高度

$$\sinh_0 = \sin\psi \cdot \sin\sigma + \cos\psi \cdot \cos\sigma \cdot \cos\theta \quad I_0 : \text{太陽定数 } (1.98 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min})$$

$\psi$ ：緯度  $\sigma$ ：赤度  $\theta$ ：時刻（ $= 24\pi t / 24$ ）である。

### 3 結果と考察

1978年12月から1979年11月までと1979年12月から1980年10月までの約2ヶ年間の測定結果は、以下の通りであった。

1) 各放射量の季節変化を冬(12月~2月), 春(3月~5月), 夏(6月~8月), 秋(9月~11月)と分けてみたのが表-1, 表-2である。盛岡, 大曲, 鶴岡とも全短波放射量(Q+q)光合成有効放射量(Q+q)<sub>PAR</sub>とも冬に最も少なく, 夏期に最大となる変化を示した。1980年の盛岡が, 夏期より春の方が高い値を示しているが, これは1980年の7, 8月が冷夏であり少照であったことによっていた。

表-1 直達・散乱放射の季節別・場所別変化(1978.12~1979.11月)

月	地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
		全短波放射量 (Q+q) ly/day	①の直達成分 Q ly/day	①の散乱成分 q ly/day	光合成有効放射量 (Q+q) <sub>PAR</sub> ly/day	④の直達成分 Q <sub>PAR</sub> ly/day	④の散乱成分 q <sub>PAR</sub> ly/day	日照時間 T min/day	④/①	③/①	日照率 T/ T <sub>max</sub>
12~2	盛岡	168	69	99	-	-	-	219	-	0.59	0.36
	大曲	144	45	99	71	19	52	200	0.49	0.69	0.33
3~5	盛岡	361	183	178	174	81	93	413	0.48	0.49	0.52
	大曲	331	158	173	158	71	87	330	0.47	0.52	0.42
6~8	盛岡	367	183	184	182	82	100	343	0.50	0.50	0.40
	大曲	368	180	188	190*	79*	111*	359	0.48*	0.51	0.43
9~11	盛岡	223	112	111	110	51	59	301	0.49	0.50	0.45
	大曲	220	108	112	105	54	51	290	0.47	0.51	0.42

\* 8月欠測

表-2 直達・散乱放射の季節別・場所別変化(1979.12月~1980.10月) ( )内1部欠測値

月	地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
		全短波放射量 (Q+q) ly/day	①の直達成分 Q ly/day	①の散乱成分 q ly/day	光合成有効放射量 (Q+q) <sub>PAR</sub> ly/day	④の直達成分 Q <sub>PAR</sub> ly/day	④の散乱成分 q <sub>PAR</sub> ly/day	日照時間 T min/day	④/①	③/①	日照率 T/ T <sub>max</sub>
12~2	盛岡	192	86	106	97	44	53	316	0.51	0.54	0.53
	大曲	146	43	103	71	21	50	201	0.49	0.71	0.32
	鶴岡	134	36	98	70	23	47	148	0.52	0.73	0.25
3~5	盛岡	372	180	192	180	82	98	430	0.48	0.52	0.55
	大曲	363	171	192	179	85	94	404	0.49	0.53	0.52
	鶴岡	362	172	190	177	84	93	377	0.49	0.52	0.48
6~8	盛岡	358	144	214	182	70	112	344	0.51	0.60	0.40
	大曲	397	186	211	191	92	99	388	0.48	0.53	0.46
	鶴岡	(379)	(198)	(181)	195	86	109	356	0.51	0.48	0.40
9~10	盛岡	249	119	130	125	57	68	313	0.50	0.52	0.45
	大曲	261	126	135	126	63	63	322	0.48	0.52	0.45
	鶴岡	307	176	131	128	60	68	314	0.42	0.43	0.45

2) 場所別変化, 放射量の場所別変化をみると, 盛岡は大曲, 鶴岡に比べて冬期の放射量の多いのが特徴である。これは冬季, 日本海側の天気が曇天や雪日の多いことによっている。そのため, 大曲, 鶴岡は散乱成分が多く, 直達成分が少ない。これらの傾向は, 図-1, 2に示した月別変化

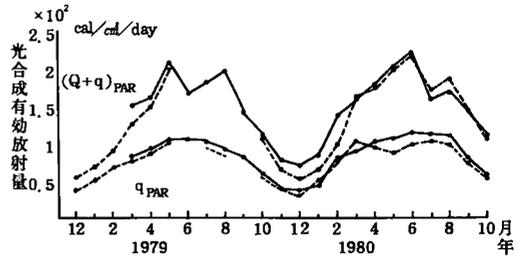
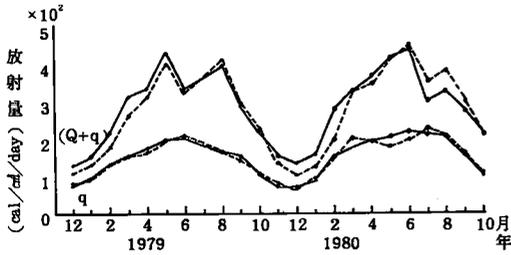


図-1 (Q+q), qの月別および年変化(—盛岡, …大曲) 図-2 (Q+q)PARの月別および年変化

表-3 日照率0.8以上の日の直達・散乱放射の季節別・場所別変化(1979.12~1980.10)

月	項目 地点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
		(Q+q) ly/day	①の直 達成分 Q ly/day	①の散 乱成分 q ly/day	(Q+q) <sub>PAR</sub> ly/day	④の直 達成分 Q <sub>PAR</sub> ly/day	④の散 乱成分 q <sub>PAR</sub> ly/day	日照 時間 T min/day	⑧/①	⑨/①	日照率 T/ T <sub>max</sub>
12月	盛岡	199	145	54	99	67	32	370	0.50	0.27	0.85
	大曲	201	141	60	92	61	31	481	0.46	0.30	0.87
	鶴岡	207	166	41	110	86	24	489	0.53	0.20	0.88
1月	盛岡	235	146	89	116	75	41	478	0.49	0.38	0.84
	大曲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	鶴岡	204	94	110	104	52	52	458	0.51	0.54	0.80
2月	盛岡	329	189	140	158	78	80	544	0.48	0.43	0.85
	大曲	321	127	194	138	39	99	532	0.43	0.60	0.83
	鶴岡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3月	盛岡	451	299	152	211	142	69	622	0.47	0.34	0.88
	大曲	480	343	137	229	154	75	640	0.48	0.29	0.91
	鶴岡	479	326	153	226	146	80	643	0.47	0.32	0.90
4月	盛岡	537	351	186	250	149	101	667	0.47	0.35	0.85
	大曲	510	306	204	244	141	103	661	0.48	0.40	0.86
	鶴岡	565	373	192	267	169	98	666	0.47	0.34	0.85
5月	盛岡	634	461	173	301	204	97	760	0.47	0.27	0.89
	大曲	632	456	176	292	204	88	755	0.46	0.28	0.88
	鶴岡	652	478	174	309	211	98	757	0.47	0.27	0.88
6月	盛岡	641	470	171	312	205	107	772	0.49	0.27	0.87
	大曲	644	464	180	304	207	97	767	0.47	0.28	0.87
	鶴岡	661	470	191	314	207	107	755	0.48	0.29	0.86
7月	盛岡	648	467	181	322	219	103	709	0.50	0.28	0.80
	大曲	631	433	198	297	201	96	737	0.47	0.31	0.85
	鶴岡	—	—	—	309	212	97	701	—	—	0.84
8月	盛岡	582	404	178	289	183	106	727	0.50	0.31	0.87
	大曲	565	370	195	268	164	104	707	0.47	0.35	0.86
	鶴岡	611	413	198	277	174	103	651	(0.45)	0.32	0.85
9月	盛岡	441	327	114	213	149	64	610	0.48	0.35	0.84
	大曲	427	299	128	204	140	64	630	0.48	0.30	0.88
	鶴岡	532	391	141	216	139	77	639	(0.41)	0.27	0.88
10月	盛岡	370	268	102	178	118	60	606	0.48	0.28	0.89
	大曲	382	289	93	181	128	53	603	0.47	0.24	0.89
	鶴岡	489	388	101	196	139	57	625	(0.40)	0.21	0.91

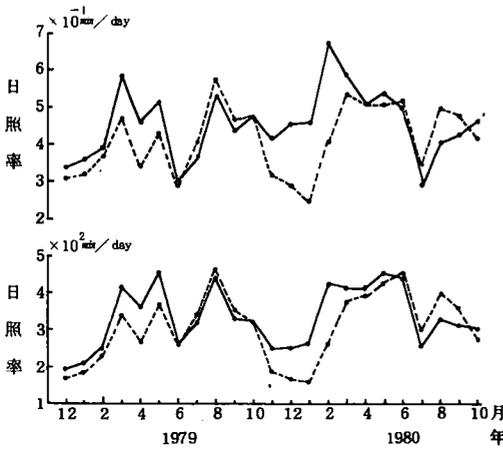


図-3 日照時間, 日照率の月および年変化 (—盛岡, …大曲)

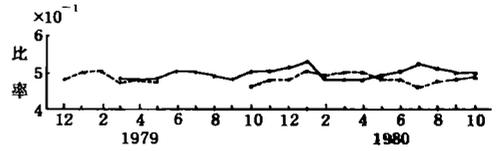


図-4  $(Q+q)_{PAR} / (Q+q)$ の月別および年変化

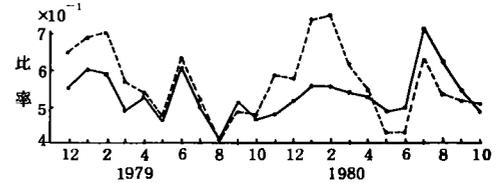


図-5  $q / (Q+q)$ の月別および年変化

からみることができるよう。冬季の差は大きい、暖候期や晴天日(日照率0.8以上の日)の差は小さい(表-3)。

日照時間, 日照率の月別変化を図-3に示したが, これからも季節変化, 場所別変化がよくみられよう。冬季, 春の差が大きく, また1980年の夏季の差が大きいのが特徴であった。

3) 全短波放射量に占める光合成有効放射量の割合, 図-4に示したように盛岡, 大曲とも0.46~0.52の間にあり, 大きい季節変化はみられない。多くの観測例でも0.50付近の値が多いことから北東北でもほぼ似た値が得られていると思われるが, 更に太陽高度との関係等を検討する必要がある。

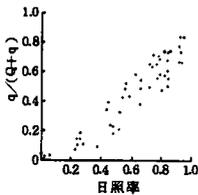


図-6  $Q / (Q+q)$ と日照率の関係

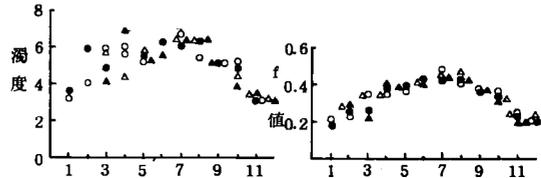


図-7 大気混濁度とf値の変化 (●1980, ○1979盛岡, ▲1980, △1979大曲)

4) 全短波放射量に占める散乱成分の割合, 図-5に示したように, 冬季に散乱成分の割合が多くしかも, その程度は日本海側の盛岡に多い。ただ1980年の7~9月は盛岡の方が大曲よりかなり多くなっているが, これは冷夏の影響が大曲より盛岡の方が大きかったことによっていた。

図-6に全短波放射量に占める直達成分の割合と日照率の関係を示した。これより日照率の増加につれて直線的に直達放射が増加し, 逆に散乱放射が減少し日照率0.8以上では0.4以下となった。

5) 大気混濁因子およびf係数, 日照率0.8以上の晴天日について大気混濁因子とf係数を求め図-7に示した。大気混濁因子は3.1~6.8の間に変化し, f係数は0.18~0.49の間に変化した。

両者とも季節的にみると冬季に小さく夏季には大きくなった。また1日の変化をみると一般に午前中に小さく, 午後には大きくなる傾向がみられた。

現在もデータは収集中であるので, 今後さらに検討を進める予定である。

参考文献省略

# 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

(東北農業試験場)

### 1 はじめに

北上山地は、日本列島の東北端に近い太平洋沿岸地域にあり、その北端は青森県八戸市、南端は遠く宮城県牡鹿半島におよぶ区域である。

北上山地中の最高峰はこの地域のほぼ中央部に聳える早池峰山(1,914m)で、これから南北にそれぞれ1,000m級の山地が連なって北上山地の背を形成している。山地群の多くは山頂附近に緩傾斜面を有する準平原地形で、数百年前から馬の放牧が行なわれていたといわれる。

これらの山地地域は旧来からの粗放的利用方式が現在の社会経済条件下で不適合となったため、北海道の根室地域および九州地域とともに、肉牛および酪農の大規模畜産基地を目指して広域農業開発事業による畜産開発が進められており、すでに一部は畜産団地の完成をみ、近代的山地畜産を目指して躍動しはじめた。

北上山地の農用地開発可能地は標高700~1,200mの地帯に多く存在しており、とくにこれらの地域をとりまく自然条件は厳しく、第2報で報告したとおりである。

現在、まったく新しい利用形態が行なわれている開発対象地域は、いわゆる北上山地の高標高地帯にまで及ぶ、しかも牧草の年間生産量の一番草に対する生産比率は大きく、さらに夏季偏東風(ヤマセ風)の影響を受け、低温、曇雨天を伴うなど山地特有の気象条件がくわゝり牧草生産並びに飼料調整等に重大な支障を及ぼすことがある。

これら北上山地の高標高地帯における日射量の実態が観測の結果明らかになったので報告する。

### 2 観測点配置概要

観測地点は表-1に示すように主として北上山地を主体とする高標高地と奥羽山脈北部の1地点と東北農業試験場の所在する厨川において観測を実施した。

観測に用いた測器は厨川、安比、袖山、外山についてはエプレー型日射計を、又、毛無森、荒川、種山は太陽電地式日射計を用いて自記記録した。楢ノ木平は55年度後半よりエプレー型で観測実施中)

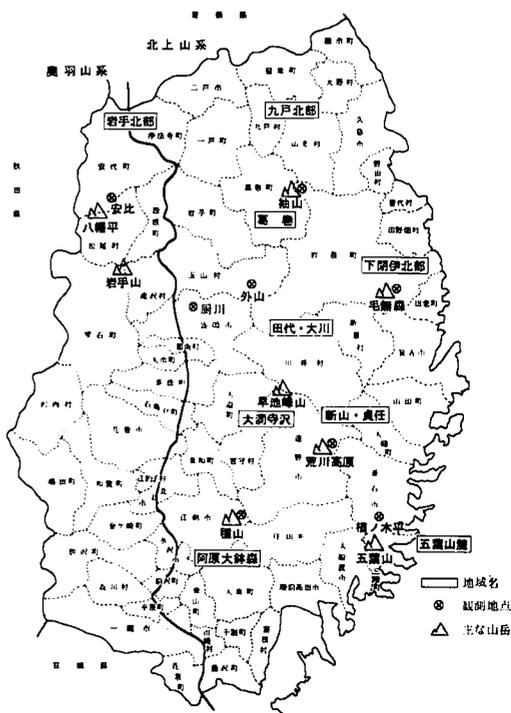


図-1 観測点配置概要

表-1 観測地点の所在地および標高

地点名	所在地	所在地	標高 (m)	備考
厨川		盛岡市厨川字赤平四	167	東北農業試験場
安比		二戸郡安代町細野	635	安代町農協繁殖センター
袖山		岩手郡葛巻町袖山	1,140	袖山牧野
外山		岩手郡玉山村字大ノ平	665	岩手畜試外山分場
毛無森		下閉伊郡岩泉町大字鼠入6地割	940	毛無森牧場
荒川		遠野市附馬牛町上附馬牛千刈畑地内	820	荒川高原
種山		江刺市種山物見山地内	850	種山少年自然の家
檜ノ木平		釜石市唐丹町字川目217	450	五葉山麓

さらに、気象庁所管の地方気象台、測候所の観測値を用いて検討を加えた。

### 3 結果

図-1および表-1に示すような観測地点のうち、エプレー型日射計による観測地点の観測値によるものと、気象庁関係の観測値を主体に解析を行ない、他の地点は測定器の定数検定および観測年次等の関係で補足的に用いた。

図-2は北上山地および奥羽山脈北部をとりまく、青森県八戸、岩手県宮古および秋田における暖候期間の旬別日射量の推移である。昭和53年はとくに梅雨期における日射量が異常に多く高温の年であった。

昭和55年の東北地方は稀にみる冷害年であり、この地方特有のヤマセ（夏季偏東風）の卓越した年であり、この地域における近年における最多、最少両極の推移であろう。

北上山地の梅雨期は主に6月中旬より7月中旬までの期間であるが、平場と異なり高標高地帯ではヤマセの影響を大きく受けるため、この期間はとくに日射量が少なく、 $300 \text{ cal} \cdot \text{cm}^2 / \text{day}$ を下まわる地点も現れる。

このように夏期偏東風の影響を大きくうける地帯では丁度この時期に牧草の1番刈の時期と合うため、飼料生産に重大な支障をまねくことになる。

図-3は北上山地の高標高地帯をとりまく八戸、宮古、厨川の各地点における6月、7月、8月の旬別日射量強度別出現頻度を示したものである。

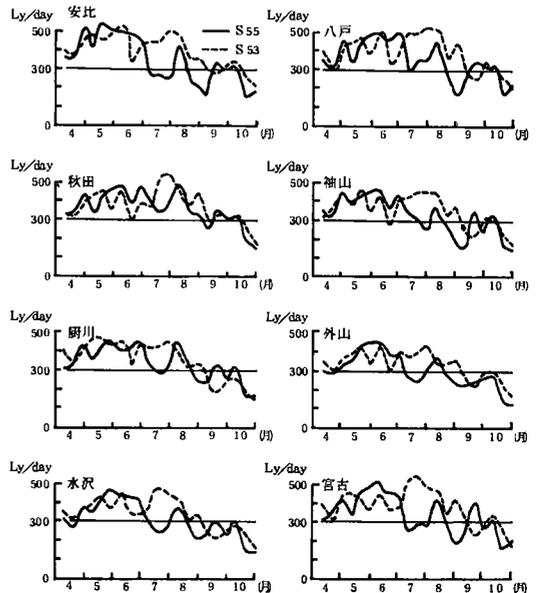


図-2 暖候期の日射量

近年の平均的年次である昭和52年の観測値では、袖山(1,140m)の400cal/cm<sup>2</sup>・day以上の出現頻度は、6月中・下旬で33, 30%, 7月上旬は10%と少なく、中旬の30, 下旬で63%に回復している。安比外山についても同様の傾向を示し、平場でも傾向は同様である。しかし、8月に入ると次第に好天が少なくなり、とくに山地における飼料調整に好適な400cal/cm<sup>2</sup>・dayの日射量出現頻度は減少する。

表-2は葛巻町袖山牧野における飼料生産費の年次推移である。

高標高の日射条件の悪いこの地帯での飼料調整にはウエファープラントの導入は不可欠であったろうが、原油の高騰により生産費は年々増加し、市販の価格を上まわる状態である。

北上山地の高標高地帯に進められている大規模畜産団地の建設と草地の造成が本格化されているなかで、これら地域の飼料生産に重要な役割をはたす太陽エネルギーの恵みに大きな影響を及ぼすヤマセの強弱はこの地帯の気象に重大な影響を与えている。

昭和55年夏期の顕著なヤマセ吹走の実態をランドサット衛星による写真より、内陸部に侵入している雲の状況がはっきりと解かる。

写真の左上部が十和田湖、同下部に田沢湖が位置し、岩手県北部附近にかけてヤマセが侵入して日射量に重大な影響を与えている。

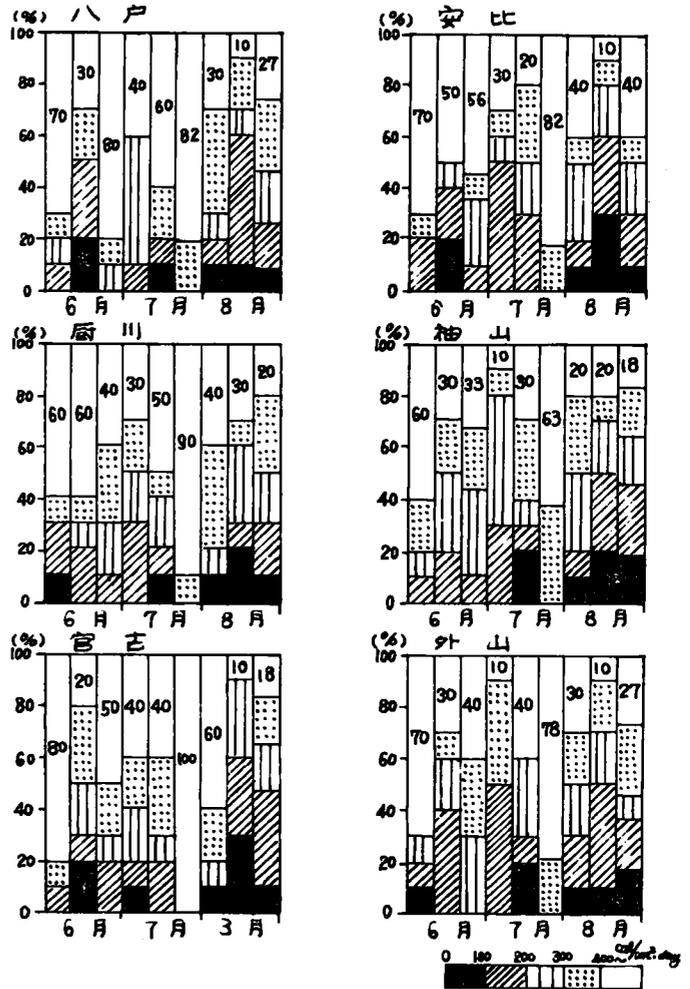


図-3 日射量強度別出穂頻度 (昭52)

表-2 袖山牧野における飼料生産費

項目	年次	昭和53年	昭和54年	昭和55年	備考
固定経費	償却費	2,610 <sup>円</sup>	2,610 <sup>円</sup>	2,610 <sup>円</sup>	
	資本利子	4,186	4,186	4,186	
	租税公課	1,117	1,117	1,117	
	保険料	44	44	44	火災保険料
	修繕料	880	460	500	
	賃借料	658	658	658	土地代
流動経費	労賃	3,050	3,140	3,500	
	電気料	1,414	1,582	1,650	
	燃料費	1,811	2,176	3,000	重油 30,000 l
原料	草費	2,000	2,484	3,000	肥料代
合計		17,770 t	18,457	20,265	
生産量		187.5 t	173 t	180 t	
生産費		94.77 円	106.68 円	112.58 円	1 kg当

※葛巻町畜産開発公社 袖山事業所ウエファープラント(ファンデンブルーク AS-25)試算。

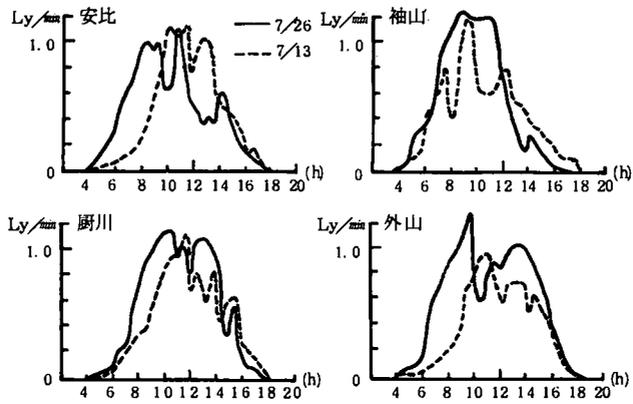
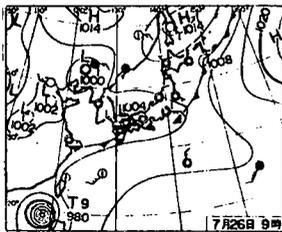
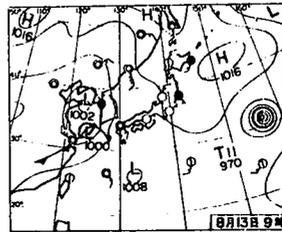


図-4 ヤマセ吹走時の日射量 (1980.)



(7月26日 9時)



(8月13日 9時)

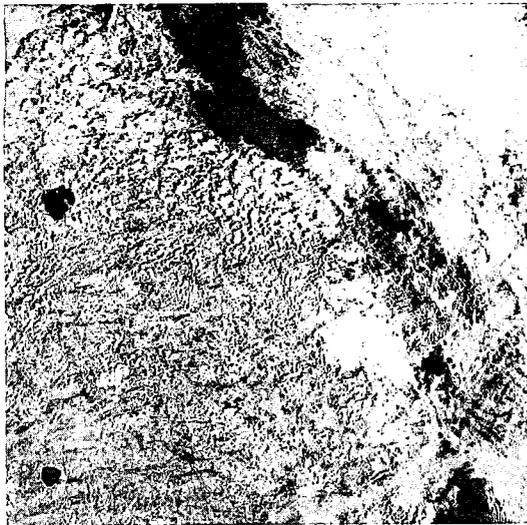


図-5 夏期偏東風(ヤマセ)の吹走状況(1980)  
ランドサット衛星写真

#### 4 おわりに

北上山地および奥羽山脈北部の高標高地帯における日射量の分布は、これら各地点に配置して観測を実施した結果明らかとなったが、肉牛および酪農の大規模畜産基地が現実の姿となって出現し始めており、今後これら基地での飼料生産並びに飼料調整等の問題とさらに家畜の放牧や気象条件と病気に対する問題も含めて、現地の各地点に配置されている観測値をさらにつみかさねて検討を加えたい。

## 支 部 記 事

## 1 昭和55年度支部会について

○昭和55年度の支部会は青森県農業試験場，弘前大学農学部のご盡力によりまして下記日程にて開催し，会員多数の参加を得て盛会裡に終ることができました。本会には日本農業気象学会東北支部の会友である青森県在住の石田末広，金沢峰太郎さんのお二人も参加して下さい，いろいろと有益なお話をして下さいました。お二人は現地研修会にも参加して下さいまして，石田さんの圃場では，冷害の恐れが出てきていた時期でもあり，いろいろとお話しを伺うことができ大変有益でした。厚くお礼を申し上げます。

さらに日本農業気象学会，羽生寿郎会長や前東北支部長の宮本硬一氏，東京大学の立花一雄教授，北海道農試の藤原忠氏等もご参加下さいまして会を盛り上げて下さいました。これまた厚くお礼申し上げます。

丁度弘前の“ねぶた”の時期であり，会員の方々は昼は研究発表に，夜はねぶた見学と素晴らしい1日を過ごされたことと思います。

また現地研修会ではアップルロードを走って，砂丘開発の様子をみ，砂丘分場～蟹田町（石田末広氏の圃場見学）～青森駅と多彩な研修を行なうことができました。

2日間に亘る支部会は青森県農業試験場，弘前大学農学部，青森県農業試験場砂丘分場等々の御協力によりまして，多くの成果をあげて終ることができました。ここに重ねて厚くお礼を申し上げます。

## 記

8月4日 12:00～12:50 役員会 13:00～17:20 研究発表会(18題)  
総会，懇親会(弘前大学農学部)

8月5日 現地研修会  
宿舎 - アップルロード - 屏風山開拓状況 - 砂丘分場～今泉～蟹田町小国  
- 青森駅(解散)

## 2 昭和56年度支部総会研究発表会について

昭和56年度の支部会は秋田県農業試験場のご盡力によりまして，次の日程にて開催します。会員多数のご参加をお待ちしています。

## 記

日時 9月17日(木) 12:00～13:00 役員会 13:00～ 研究発表会 総会，懇親会  
9月18日(金) 現地研修会(仙北，平鹿の稲作等見学) 15:00 (横手解散予定)

## 3 人事について

宮城県の評議員八重樫佐平氏は，病気のため評議員を辞退されました。

## 4 寄贈図書

- 農業気象 第36巻1-4号，第37巻1号 ○北海道支部会誌(北海道の農業気象)第32号
- 日本農業気象学会北海道支部大会講演要旨集(昭和55年度)
- 関東支部だより 第22～24号 ○東海支部会誌 第38号
- 中・四国支部昭和55年度大会講演要旨集

昭和55年度 会計決算報告

( 56. 3. 31 )

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前期繰越	20,000 <sup>円</sup>	13 <sup>円</sup>	通信費	28,000 <sup>円</sup>	26,500 <sup>円</sup>
個人会費	300,000	259,500	振替費	3,000	3,250
賛助会費	50,000	55,000	事務費	8,000	4,000
雑収	50,000	76,300	旅費	30,000	22,000
			印刷費	280,000	260,000
			会議費	30,000	30,000
			雑費	20,000	20,000
			予備費	21,000	10,000
合 計	420,000	390,813	合 計	420,000	375,750

次年度繰越金 390,813 - 375,750 = 15,063

昭和56年度 会計予算

( 55. 8. 4 )

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	10,000 <sup>円</sup>	通信費	30,000 <sup>円</sup>
個人会費	300,000	振替費	4,000
賛助会費	50,000	事務費	6,000
雑収	80,000	旅費	25,000
		印刷費	300,000
		会議費	40,000
		雑費	20,000
		予備費	15,000
合 計	440,000	合 計	440,000

日本農業気象学会東北支部会員移動

	氏名	勤務先
青森県	立花 一雄	北里大学獣醫畜産学部
"	皆川 秀夫	"
"	和田 純二	青森県農業協同組合中央会
"	佐藤 亮一	野辺地地区農業改良普及所
岩手県	北田 金美	六原宮農大学校
"	小針 久典	"
"	寺中 吉造	宮城県農業短期大学
"	阿部 谷良	盛岡農林事務所
"	佐藤 善道	江刺農林事務所
秋田県	古谷 勝司	東北農試栽培第一部
"	加藤 正一	秋田県囑託
管外	真木 太一	農業技術研究所
	黒沢 健	農事試験場
	高田 隆剛	"
	白石 道夫	
	野田 健児	
岩手県	菊池 次男	岩手県立農業短期大学
"	平野 武志	岩泉農業改良普及所
青森県	志村 英二	青森県農業試験場藤坂支場
"	中堀 登示光	"
"	本田 勝雄	"
"	諏訪 充	"
"	松田 幹男	"
"	田中 稔	
"	田村 繁司	
山形県	佐藤 晨一	酒田農業改良普及所

◎お願い 会員の移動につきましては、事務局で把握することがむづかしいので、会員あるいは各県の評議員や幹事の方で事務局にお知らせ下さいませようお願い申します。

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
気象協会盛岡支部	盛岡市山王町	気象調査等
気象協会秋田支部	秋田市八橋字八橋 78-4	気象調査等
美和電気工業株式会社	仙台市一番町一丁目 4-15	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
三機商事株式会社	盛岡市本町通三丁目 16-9	計測機器販売
佐川屋器械店	盛岡市駅前通り 9の5	理化学器機械販売

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。

横河電機・横河ヒューレット・パッカード・中浅測器

東北・北海道地区代理店

**美和電気工業株式会社**

**東北地区支店. 出張所**

仙台支店: 〒980 仙台市一番町一丁目4-15 ☎(0222)21-5466  
盛岡出張所: 〒020 盛岡市前九年三丁目19-52(武藤ビル2F) ☎(0196)46-4341  
秋田出張所: 〒010 秋田市大町3-4-39(大町3丁目ビル1階) ☎(0188)63-6081  
山形出張所: 〒099 山形市松波1丁目16-9 ☎(0236)32-0221  
郡山出張所: 〒963 郡山市山崎213 ☎(0249)33-8732  
いわき出張所: 〒974 いわきし箱田町南町1-5-11(古川ビル) ☎(02466)3-2059

**北海道地区支店. 出張所**

札幌支店: 〒060 札幌市中央区南二条西1丁目(宮本ビル) ☎(011)261-2401  
苫小牧出張所: 〒053 苫小牧市字明野9-223 ☎(0144)55-5860  
旭川出張所: 〒070 旭川市南一条22丁目左一号 ☎(0166)32-5022  
釧路出張所: 〒087 釧路市川上町4丁目1(野口ビル4階2) ☎(0154)23-6496  
本社: 東京都新宿区新宿2丁目8番1号(新宿セブンビル7階) ☎(03)341-2101

---

---

東北の農業気象 第26号

昭和56年9月発行

編集・発行 日本農業気象学会 東北支部  
振替口座(仙台) 4882 番  
盛岡市下厨川赤平4 東北農試内  
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

---

---

# 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

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

## 第7章 会 計

第15条 (会計年度)：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第16条 (経費)：本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。

第17条 (会費)：支部年会費は次のとおり前納とする。

正会員 1,500円

賛助会員については別に定める。

第18条 (決算)：会計の決算は会計年度終了後速かに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第19条 その他は本部会則に従う。

第20条 (会則の改正)：この会則の改正は総会の決議により行う。

農業気象 第36巻 総目次

学会長就任のあいさつ	1	3. ウンシュウミカンの収量変動に及ぼす気象要因の影響の解析 (1) 3~4月の気温とほう芽期, 着花数, 春葉数との関係	池田鐘一・小野貞芳	199
論 文				
1. 温室の換気		4. 気象官署のデータからの都市気候効果の消去の試み(2)	小元敬男・鯉谷 憲	203
I. 洞洞実験による単棟温室の風圧係数と流量係数の測定		5. 温室暖房用放熱管の放熱量について	岡田益己	263
佐瀬勘紀・古在豊樹・奈良 誠・根岸久雄	3	6. ウンシュウミカンの収量変動に及ぼす気象要因の影響の解析 (2) 3~4月の温度処理が発育, 萌芽歩合および収量に及ぼす影響	池田鐘一・田岡昭敏・中西松太郎	269
2. 湖周辺の局地気候		7. 湿度の変化にともなうキュウリ葉のCO <sub>2</sub> 吸収速度の過渡変化	清田 信・矢吹万寿	275
第2報 洞爺湖周辺, 春および夏の気温分布(英文)	高橋英紀・板垣昭彦			
13		論 説		
3. 気温の日変化に関する研究		農業気象環境学の意義	西内 光	109
I. 日変化のモデル	和田道宏	講 座		
4. 温室の放射収支と熱収支 — 温室温度特性式の誘導 —	立花一雄	1. 農作物の干害について	松田昭美	113
5. 水稻の気候生産力の評価に関する研究		2. 農業雪害について	小林一雄	207
I. 水稻の気候生産力評価の試み	杉原保幸・羽生寿郎	3. 果樹の凍害	中川行夫	279
71		国際研究情報		
6. 作物の雹害被害率からみた雹の粒度分布の特徴(英文)	清野 豁	世界気候の環境に与える影響研究…福島要一	123	
7. 植物葉面水蒸気輸送係数と葉寸法との関係(英文)	長谷場徹也・伊藤代次郎	シンポジウム報告		
8. 露に関する研究		昭和55年度全国大会シンポジウム 「新エネルギーの開発と農業への利用」要旨…	131	
I. 台湾南西部における結露時間と露量について	徐 森雄・坂上 務	国際会議報告		
9. 平均化日数の異なる気温の変動特性と経験法による再現期間の信頼限界	岩切 敏	施設園芸におけるエネルギーの有効利用に関する国際シンポジウム…高倉 直・蔵田憲次	287	
10. 防風網に関する研究		海 外 報 告		
(2) 二種の防風網による水稻冷害の微気象改善効果(英文)	真木太一	1. 中国東北地方・内蒙古地方の気候と農業	高橋英紀	217
11. 露に関する研究		2. 韓国勤務1周年	坪井八十二	295
II. 露の形成について	徐 森雄・坂上 務・元田雄四郎・早川誠而	お知らせ		
12. 温室設計への最適設計法の適用		2, 60, 145, 150, 227, 230, 232, 274, 294, 315, 317		
(I) 設計法のアルゴリズムと計算例	蔵田憲次・立花一雄	書 評		
13. 雨と植物反応に関する研究		36, 53, 102, 112, 196, 222, 226		
(I) 乾物生産に対する降雨の影響	木村和義・田中九重美	新刊紹介	42, 80, 122, 180, 197, 256	
189		抄 録	43, 59, 62, 108, 198, 250, 262, 268	
14. 地表—接地気層—大気系における物質とエネルギーの輸送に関する研究		支部だより	44, 146, 223, 301	
(II) 移流とその影響による内部境界層の特徴	早川誠而・坂上 務・元田雄四郎	本会記事	54, 148, 228, 313	
15. 小型の台風7912号通過時の倉敷における水稻の揺れの観測	米谷俊彦	編集投稿規定	63	
16. 水稻の気候生産力の評価に関する研究		会員移動	67, 151, 234, 325	
II. 気候生産力示数の地域的变化	羽生寿郎・杉原保幸	賛助会員名簿	69, 153, 235, 327	
257		謝 辞		314
要 報				
1. 放射冷却型霜柱生長方程式について	金光達太郎	訃 音	小平吉男先生の逝去を悼む	2号
2. 歪計による植物体の揺れの測定	佐藤 勉・米谷俊彦・大滝英治			103