

東北の農業気象

第 17 号

昭和 47 年 8 月 (1972)

[論 文]

1. 異常気象下における水田温度と稲の生育 昭和46年4月下旬～5月中旬の異常気象
日野義一・千葉文一 1
2. 8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析のこゝろみ 藤原 忠 5
3. 水田の落水時期と米質に関する研究 第1報 青森県における落水時期の実態
永沼昌雄・前田 昇・佐藤亮一・和田純二 9
4. 水稻の登熟における品質について 菅原 惲・舟山謙三郎 13
5. 山背地帯における水稻栽培の問題点について 宮部克己・中村良三・藤原 宏 17
6. 山形県庄内地方における機械田植用土付2葉苗の大量育苗施設と苗の生育について
—— 主として藤島管内を中心として —— 菅原道夫 21
7. 水稻稚苗に対する近紫外線の補光について 寺中吉造 25
8. 大区画水田におけるOEDの効果 石山六郎・山本寅雄 31
9. 気温の日変化に関する研究 和田道宏・村上利男 34
10. 東北地域の農業気候の特長 阿部玄三 37
11. ビニールハウスの温度変化 千葉文一・日野義一・和泉昭四郎・川村邦夫 41

[講 話]

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

◇ 支部記事

◇ 会員名簿

◇ 賛助会員名簿

◇ 「農業気象」第27巻目次紹介 裏表紙

日本農業気象学会東北支部

盛岡市下厨川赤平4・東北農試内

昭和 46・47 年度 支部役員

支 部 長	武 藤 三 雄	(東北農試)
評 議 員	藤 原 忠	(東北農試)
"	舟 山 謙 三 郎	(東北農試)
"	樋 口 福 男	(山形農試)
"	石 山 六 郎	(秋田農試)
"	国 分 均	(青森地方气象台)
"	光 野 一	(盛岡地方气象台)
"	宮 本 硬 一	(宮城農試)
"	小 野 清 治	(青森農試)
"	関 塚 清 蔵	(東北農試)
"	梅 田 三 郎	(気象協会東北本部)
"	渡 辺 正	(福島農試)
顧 問	藤 卷 竹 千 代	(岩手県農試)
"	岩 崎 勝 直	(八郎潟新農村建設事業団)
"	加 藤 愛 雄	(東北大・理学部)
"	佐 木 芳 治	(仙台管区气象台)
"	坂 本 正 幸	
"	内 海 徳 太 郎	
"	輪 田 潔	(東北大・農学部)
"	八 鍬 利 助	
"	山 本 義 一	(東北大・理学部)

異常低温時における水田温度と水稻の生育

—— 昭和46年の4月から5月初めの異常低温について ——

日野義一・千葉文一

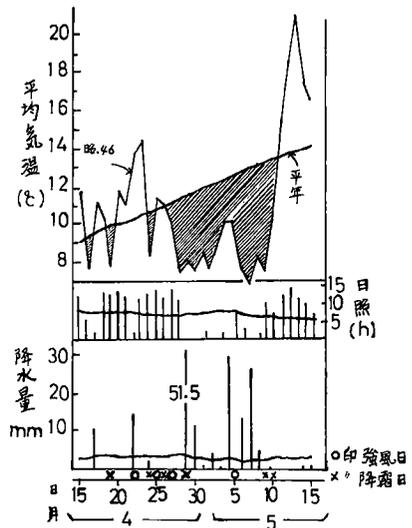
(宮城県農業試験場)

1 はじめに

昭和46年苗代時期の4月中旬から5月上旬にかけては、降霜、強風があらわれ、さらに多雨、寡照の異常低温が続いた。このため水稻苗代や早期稚苗移植田では大きな被害を受けた。この時期の低温危険度や低温対策の重要性とそれともなり水田温度の上昇、保温法については、すでに筆者らは報告している。1), 2), 3)そこで、ここでは昭和46年の異常低温の実体とそれともなり水稻苗代、早期稚苗移植田の温度環境と水稻の生育に対する影響および低温対策としての水温上昇、保温効果について調査したので、その結果の概要を報告する。

2 気象経過と異常性

昭和46年の4月中旬から5月中旬の気象経過は第1図のとおりである。これによると4月下旬から5月上旬までの連続低温と、その後の急激な異常高温が特徴となっている。この連続低温は苗代前期の4月28日ごろまでは、移動性高気圧と低気圧が2日周期で交互に北日本を通過したため、降霜(4月19, 24, 26, 28日)と強風(4月22, 25, 27日)が交互に相次いであらわれたので日照はあったが、日中の気温は高くならなかった。その後4月29日から天気は急にくずれ、寡照、多雨の日が続き、気温は著しく低下し、それが5月8日ごろまで連続してあらわれ、5月9, 10日には天気は回復したが早朝の冷込みが強く、降霜があった。このような連続低温は過去にその例が極めて少なく、ことに保温折衷苗代の除覆時期であり、早期稚苗移植時期にあたる4月6半旬から5月上旬の連続異常低温と5月上旬の寡照はいずれも記録的なものであった。なおこの異常低温で日中の最高気温が低かったことが特徴であり、4月6半旬から5月上旬の平均では最高気温は12.5℃で平年より5℃以上も低く、最低気温は4.4℃で平年より3℃低くなっている。また5月上旬の日照時間は31.6時間で平年比は46%となった。この連続異常低温と寡照についての異常性を昭和3年から昭和46年(仙台)までの4月6半旬から5月2半旬までの平均最高気温と、昭和2年から昭和46年までの5月上旬合計日照時間について、リターンペリオドで示してみると、第2図の通りで、最高気温では昭和46年がもっとも低く、過去43ヶ年間で第1位となり気象台開設以来の低温であった。日照時間では第3位となり、これは15年に1回あらわれるほどの寡照年であった。なお最低気温も第3位の低温であった。この連続異常低温も5月11日からそれまでとは反対にかなり高温、多照となり、特に12, 13



第1図 4月半ばから5月半ばの気象経過経過(仙台) (昭46)

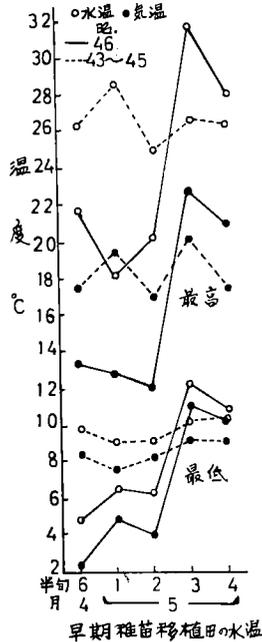
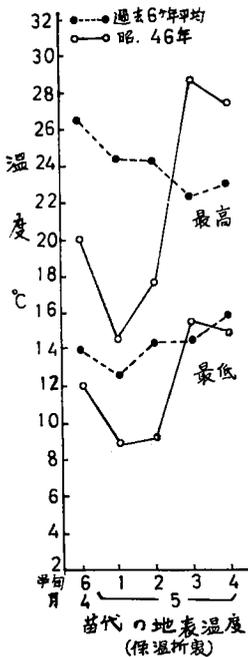
日の最高気温は、25.7、27.5℃と盛夏時のような異常高温を示し、その後も高温、多照の日が続いた。

3 水田温度と水稻の初期生育

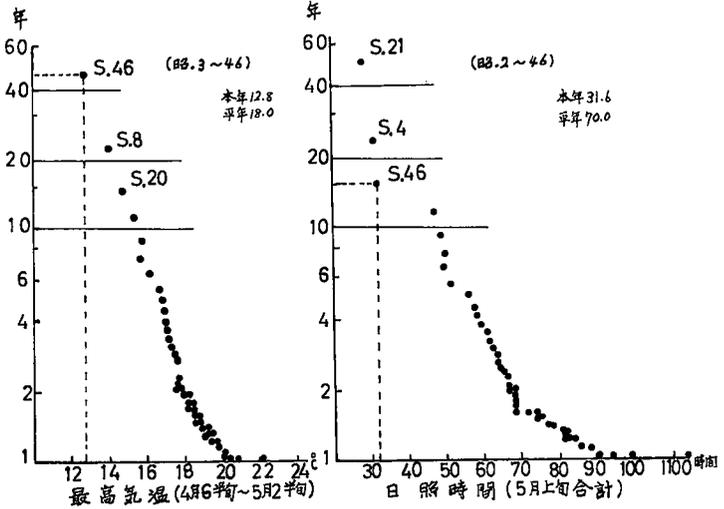
1) 水田温度

保温折衷苗代除覆後および早期稚苗移植時期の4月6半旬から5月4半旬までの水田温度をみると第3図に示したとおりである。これによると前述の異常低温のあらわれた、4月6半旬から5月2半旬ま

での苗代地表温や早期稚苗移植田の水温では、いずれも過去の平均値に比べて非常に低く経過していた。すなわち苗代地表温では最高温度約14~20℃で過去6ヶ年平均に比べて約6~9℃も低くなり、また最低温度では約9~12℃で過去6ヶ年平均値より約2~5℃低くなっていた。



第3図 4月6半旬から5月4半旬までの水田温度 (宮農試)



第2図 仙台における最高気温および日照時間のリターンペリオド

早期稚苗移植田の最高水温では約18~22℃で過去3ヶ年の平均値より約4~10℃低くなり、最低水温では約5~6℃で過去3ヶ年平均より約3~5℃も低くなっており、苗代、稚苗移植田「ともに最高温度の低温が著しく、とくに5月1半旬の低温は過去の平均値に比べて、どちらも約10℃も低くなった。ところが5月3~4半旬にかけての日中の水田温度はこれまでとは反対に過去の平均値よりかなり高く経過し、苗代地表温の最高温度では約28~29℃と言う高温を示し、過去6ヶ年平均値より約4.5~6.0℃も高く経過していた。また早期稚苗移植田の最高水温でも28~32℃とかなり高く、これは過去3ヶ年平均値に比べて約2~5℃も高くなっていた。しかし最低温度の苗代地表温は過去の平均値に比べて、あまり大きな相違はみられず、ほとんど同じ位であり、早期稚苗移植田でも過去3ヶ年平均水温より約1℃前後高目になっただけであった。

2) 水稻の生育

前述の異常気象下の水田温度経過における、水

稲の生育をみると第1表、第4図に示したとおりである。苗代の播種後25日目の草丈伸長状態では平年比60~70%とかなり少なく、生体重では平年比35~40%と平年の半分以下となっていた。また降霜、強風による被害と低温による苗の立枯性腐敗病も多発して、大きな被害を与え、さらに低温直後の急激な異常高温が重なって、枯死苗の増加を一層多くした。

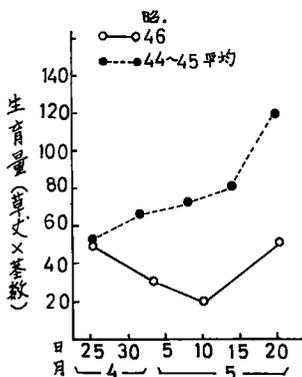
早期稚苗移植の初期生育経過をみると、移植時から5月10日ごろの異常低温時期では、ほとんど生育量(草丈×基数)の増加はみられず過去の平均値が徐々に増加しているのに対して、むしろ減少しており、昭和46年水稻初期生育の不良がはっきり認められた。

第1表 苗代の苗の生育状態(は種後25日目)

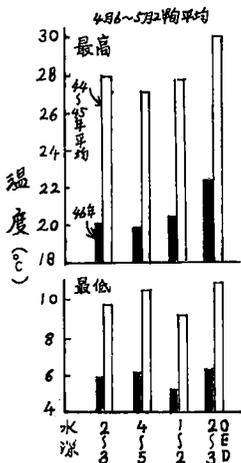
項目 品種名	は種期 月 日	除覆期 月 日	草 丈		生体重(100ヶ体)	
			本 年	平年比	本 年	平年比
フジミノリ	4. 14	4. 26	10.5 ^{cm}	59.3 [%]	6.00 ^{kg}	35.5 [%]
ササニシキ	"	"	9.2	65.2	6.13	38.3
ササングレ	"	"	9.7	73.5	6.33	39.6

作況試験(昭.46)

4 水温上昇, 保温効果

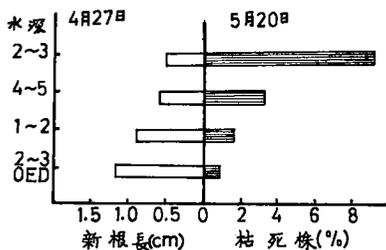


第4図 早期稚苗移植田の初期生育量(官農試)



第5図 早期稚苗移植田の水深のちがいとOED散布の水温比較(官農試)

低温時期における水温上昇と保温をはかるため、稚苗移植後の湛水深を対照区の2~3cmに対し、深水区: 4~5cm, 浅水区: 1~2cmとした場合と対照の水深2~3cmにOEDを散布(10a当り, 400g 5日おきに4回)した場合の水温, 稲の生育について比較した。各区の水田水温は第5図に示したとおりで、昭和46年の水温は各区とも過去の平均水温にくらべ最高, 最低ともに、かなり低くなっている、しかし水深のちがいやOED散布による水温差は例年のとおりあらわれOED散布区、浅水区は日中の水温上昇効果が認められ、OED区は対照区より約2.2℃高くなった。また夜間の最低水温ではOED散布区、深水区は対照区より約0.5℃位高く、保温効果が認められた。このような水温差は稲の生育にかなり影響を与え、第6図に示すように、移植後5日目(4月23日植)の新根長はOED区がもっともまさり、ついで浅水、深水、対照区の順となっていた。なおこのような結果を示したのは、この調査時点は前述の異常低温に入る直前で移植後降霜、強風の日があったけれども、日中は晴れて日照が多かったため浅水は日中の昇温が著しくなり、また深水では夜間の保温効果が高かったこと



第6図 早期稚苗移植田の初期生育(根)および枯死株率(官農試)昭46

とが新根の伸長に大きく影響したものである。また移植後1ヶ月目の生育調査で異常低温による枯死株率をみるとOED区が約1%でもっとも少なく、ついで浅水区1.5%, 深水区3%, 対照区9%の順となり、低温時期のOED散布による水温上昇, 保温効果が顕著に認められた。また浅水区では移植直後の水温上昇効果による活着促進がその後の生育に良い結果をもたらした、深水

区では夜間の保温効果が高かったことが、対照区より枯死率を少なくしたものである。

5 摘 要

昭和46年水稻の苗代期、早期稚苗移植時期の4月中旬から5月初めの低温異常性と水田温度、および水稻の初期生育について検討した結果を要約すると次のとおりである。

1) 4月6半旬から5月2半旬は平年に比べて、低温、寡照、多雨となり、昭和46年の苗代期や早期稚苗移植時期はかなり異常気象年であった。低温程度の最高気温は昭和3年以来第1位の記録を示した、最低気温では第3位の低温となった。なお5月上旬合計の日照時間では第3位の寡照となった。5月3、4半旬では反対に高温、多照、寡雨となって経過した。

2) 水稻苗代地表温や早期稚苗移植田の水温は、4月6半旬から5月2半旬までは、過去の平均に比べて、苗代最高温度は約6～9℃、最低温度は約2℃低く経過していた。しかし5月3～4半旬では反対に昭和46年の最高温度いずれも過去の平均値より高くなっていたが、最低温度ではあまりちがいがみられなかった。

3) 水稻の生育は保温折衷苗代の播種後25日目では草丈、生体重は平年より少なく、とくに生体重は平年の35～40%となっていた。苗代後半では低温による枯死苗も発生した。

早期稚苗移植田の5月10日ごろまでは生育量の増加はみられず、生育不良が認められた。

4) 異常低温時の早期稚苗移植田の水温上昇と保温効果では、OED散布がもっとも大きく、また浅水区は日中の上昇、深水区では夜間の保温が認められ、低温による枯死株率ではOED散布は約1%、浅水1.5%、深水3%、対照区9%となった。

引 用 文 献

- 1) 日野義一・千葉文一・宮本硬一(1970): 早期稚苗移植田の水田温度について
——特に水深のちがいとOED使用効果——, 東北の農業気象, 15, 45～48。
- 2) 千葉文一・日野義一(1970): 稚苗による早期田植の温度環境と用水量, 東北の農業研究, 12, 15～18。
- 3) 千葉文一・日野義一・宮本硬一(1971): 稲作期間中の水田温度と露場気象との関係, 第1報, 報, 早期稚苗移植田の初期温度と露場気温, 東北の農業研究, 第13号, 印刷中。

8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析のころみ

藤原 忠
(東北農業試験場)

1 はじめに

当初水稻の品質に及ぼす気象条件の影響を解析したいと考えたが、統計解析に使用できる品質関係の資料の蒐集が困難であったので、品質に関連が深いと考えられ、また気象条件とも密接な関係を持っている登熟歩合を対象に、出穂および登熟期に当たる8・9月の気温・日照条件の影響度を重回帰分析により解析するとともに、得られた重回帰式を使用して、登熟歩合気象指数を地帯別に算出し、登熟気候の地域性についても一つの検討を行ない従来の結果と多少異なる実際の農家水準での知見を得ているので、報告したい。

2 資料および方法

使用した資料は、農林省統計調査部より公刊されている作況標本筆調査資料のうち、42・43年度の東北地域内23地帯(下閉伊地帯はのぞく)の品種フジミノリの登熟形質と、これら23地帯に所在する1地帯1地点の観測値である。

まず、8・9月の気象条件と登熟歩合および玄米千粒重との単純相関関係を調査し、その結果気象条件と高い正の相関関係の得られた登熟歩合(y)と8・9月の気温・日照の4条件(T_8 , T_9 , S_8 , S_9)および8・9月の平均の気温・日照の2条件($T_{8.9}$, $S_{8.9}$)との重回帰分析を行ない、重回帰方程式や重相関係数・標準偏回帰係数を算出し、登熟歩合と8・9月の気象条件との量的関係や、登熟歩合への8・9月の気温・日照条件の寄与率を推定しようとした。

また、登熟歩合と8・9月平均の気温・日照との間に得られた重回帰式($Y=a+b_1T_{8.9}+b_2S_{8.9}$)を使用して、主要地点の平年の気象値を算入して地帯別登熟気象指数を算出し、その大きさから登熟気候の地域性についても検討しようとした。

なお、重回帰分析の計算には農林研究計算センターの電子計算機を使用させていただいたのでお断りする。

3 結果の要約

1) 42・43年度の8・9月の気温・日照条件と「フジミノリ」の登熟形質

相関解析に使用した23地点の8・9月の気温・日照条件の平均値(M)とその標準偏差(σ)を示すと第1表に掲げるようであり、調査地帯の気象条件の中は $M \pm 3\sigma$ を算出すれば、この範囲内に約99%が含まれることにより推定される。

また、第1表から42年は43年に比べて8月が高湿・多照であったが、9月は逆にか照傾向であったことも知られる。

登熟形質については表を省略したが、調査地帯平均の登熟歩合(%)の $M \pm \sigma$ は、42年が 80.5 ± 5.2 、43年

第1表 地帯別作況標本筆の登熟形質に対応させた
23地点の42・43年度の気温・日照条件

年次	8月気温(°C)		9月気温(°C)		8月日照(hr)		9月日照(hr)		8・9月 気温(°C)		8・9月 日照(hr)	
	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D
	42	24.4	1.0	19.3	1.2	219.4	29.8	136.4	32.0	21.8	1.0	177.9
43	23.5	1.1	19.3	0.9	174.3	27.8	193.2	26.4	21.4	1.0	183.8	26.0

が76.9±6.1であり、玄米千粒重(g)のM±σは、42年が22.0±0.6、43年が22.1±0.5であり、またm²当り粒数(粒)は、42年が30,000±1,889、43年が29,600±1,715でいずれの形質も気象条件に恵まれた42年の方が43年よりややまさっていたことがわかる。

2) 42・43年度の8・9月の気温・日照条件およびm²当り粒数と登熟歩合との単純相関関係

8・9月の月別の気温・日照の4条件についてその相互関係をみると第2表に示すようで、8月と9月の気温および日照との間には高い正の相関関係がみられる。すなわち、続く月の同一気象要素の間には密接な相関を持つ傾向が強い。

従って、8・9月の月別の気温・日照と登熟歩合と高い相関を持つと、続く9月の気温・日照も登熟歩合と有意な相関を持つはずであり、第2表の結果も明らかにその傾向を示す。それ故、本稿で行なったような、地域的な広がり、同一年次の気象要素を同一年次の作物形質に対応させて、統計解析を行なう場合は、充分上述のことを考慮しておく必要があると考える。

次にm²当り粒数と登熟歩合との関係であるが、一般に両者の間には負の相関が介在することが知られているが、ここで使用した作況標本筆の資料は、農家水田であり、またm²当り粒数が3万粒前後のためと思われるが、両者の間に有意な負の関係はみられなかった。従って、次項の重回帰式の説明変数に粒数の項は省略したが、理論的には問題を残しているかも知れない。

3) 8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析

ここでは、東北地域において、8・9月の気温・日照条件と登熟歩合との関係がどのような重回帰式で示されるか、また8・9月の気温・日照条件が登熟歩合に対しどの程度の影響力を持っているかについて、42年と43年の両年次において考察してみた。

前者については登熟歩合(目的変数 Y)と8・9月の月別気温・日照(4ケの説明変数 X₁~₄)および8・9月の平均気温・日照(この場合2ケの説明変数 X₁~₂)との重回帰式を算出するとともに、その重相関係数(R)からR²×100%により総合気象条件の登熟歩合への寄与率を大まかに推定してみた。その結果は第4表に示すような統計的に有意な重相関係数は得られたが、ここで使用した資料と手法では、登熟歩合への気象・日照の寄与率は46~59%の範囲の値であった。

次に後者について8・9月の月別の気温・日照の4条件の場合および8・9月の平均の気温・日照

第2表 8・9月の気温・日照4条件の相互関係と登熟歩合との単純相関係数

年次要素	昭42				昭43			
	T ₈	T ₉	S ₈	S ₉	T ₈	T ₉	S ₈	S ₉
気温 T ₉	.844**				.874**			
日照 S ₈	.187	.365			.295	.412*		
〃 S ₉	.038	.213	.953**		.106	.278	.850**	
登熟歩合 Y	.549*	.621*	.539*	.512*	.597**	.588**	.482*	.389

注 添字の数字は月を示す

第3表 8・9月平均の気温・日照・m²当り粒数と登熟歩合との単純相関係数

年次要素	昭42			昭43		
	T _{8.9}	S _{8.9}	m ² 当り粒数	T _{8.9}	S _{8.9}	m ² 当り粒数
日照 S _{8.9}	.259			.281		
登熟歩合 Y	.617**	.531**	-.240	.615**	.453*	.036

注 添字の8・9は8・9月の平均を示す。

の2条件の場合のそれぞれの気象条件が、登熟歩合に対して、どのような相対的ウェイトで影響を持ったかを標準偏回帰係数の大きさから推定しようとしたのが第5表である。第5表の結果から推考すると、42年には登熟歩合に対して気温より日照の相対的な影響力がまさり、43年には逆に気温（とくに8月）の方が日照より大きな影響力を持っているように判断された。

1) 項で述べたように、42年の8月が43年に比べて高温であり、また42年の9月は43年に比べて高照であったことと前述の結果を対応させて考えると、登熟期に低温な年には温度条件が、高照な年には日照条件が登熟歩合

に対して相対的に優位に働くように思われる。しかし、ここで使用した手法にも検討を要する点もあると考えられるのでこの点はお断わりしておきたい。

4) 登熟歩合気象指数の地域性

前項で求められた重回帰式のうち、42年と43年の登熟歩合と8・9月平均の気温・日照との重回帰式 ($Y = a + b_1 T_{8,9} + S_{8,9}$) を使用して、平年の登熟気象指数を算出し、その大きさから登熟気候の地域性を検討する一つの資料を得ようとした。算出された指数について、主要稲作地帯の代表的な地点の値を示すと第6表のようであり、地帯間差は最大10%前後であり、日本海側と太平洋側の稲作地帯の指数の相違は数%以内であった。また、重回帰式は42年と43年のいずれを使用しても指数の地帯間差の特徴は殆ど変わらない。

すでに、登熟期間における有効な気候資源の大きさを表わす指標として「気候登熟量示数」が定義されその地域分布や出穂時

期別の変化について詳細な報告があるが、本稿では、農家水準での登熟形質を対象に登熟気候の地域性の検討を意図したものである。

第4表 8・9月の月別気温・日照および8・9月平均の気温・日照登熟歩合との重回帰式・重相関係数ならびに寄与率

年次	重回帰方程式	重相関係数	寄与率
42	$Y_{42} = 1.719T_{8,9} + 1.561T_{9,9} - 0.107S_{8,9} + 0.163S_{9,9} + 10.039$.765**	58.5%
43	$Y_{43} = 2.837T_{8,9} + 0.172T_{9,9} + 0.034S_{8,9} + 0.045S_{9,9} - 7.692$.685*	46.9
42	$Y_{42} = 2.547T_{8,9} + 0.067S_{8,9} + 12.715$.727**	52.9
43	$Y_{43} = 3.333T_{8,9} + 0.071S_{8,9} - 7.567$.681**	46.4

注 添字の数字は月を示す。Tは気温・Sは日照
寄与率は重相関係数(R)から $R^2 \times 100\%$ で算出

第5表 標準偏回帰係数の大きさから推定した登熟歩合に対する8・9月の気温・日照の相対的な影響力の推定(%)

要素 年次	8月		9月		8・9月	
	気温	日照	気温	日照	平均気温	平均日照
42	14.2	26.7	15.3	43.8	43.5	56.5
43	57.3	17.7	2.9	22.1	63.4	36.6

第6表 8・9月の平均の気温・日照より推算した地帯別登熟歩合気象指数の探索(指標品種フジミノリ)

要素	場所	黒石	藤坂	盛岡	大曲	秋田	古川	山形	藤島	坂下
		42の式	79.1	74.1	78.0	80.3	81.2	76.7	80.2	81.5
	黒石に対する比	100	94	99	102	103	97	101	103	103
43の式	76.2	70.3	75.1	78.0	78.8	73.9	77.6	79.6	79.2	
	黒石に対する比	100	92	98	102	103	97	102	104	104

4 あとがき

登熟歩合を品質に関連する一つの形質と考え、東北地域内の8・9月の気温・日照と登熟歩合との重回帰分析を試み、両者の関係の重回帰式を算出するとともに、標準偏回帰係の大きさから8・9月の気温・日照の登熟歩合への相対的な寄与率を推定してみた。また、登熟歩合と8・9月の気温・日照との重回帰式を使用して登熟歩合気象指数を算出し、登熟気候の地域性についても一つの資料を得ようとした。しかし、使用した資料の厳密性や統計解析の手法にもなお検討の余地を残しているように思われ、御批判をいただき度い。

参 考 文 献

- 1) 松島省三(1968): 稲作の理論と技術, 養賢堂
- 2) 村上利男・和田道宏(1972): 水稻登熟の気温反応に関する研究, 作物学会東北支部会報14号, 23~24
- 3) 内島立郎・羽生寿郎(1967): 本邦水稻の気候登熟量示数の地域性について, 農業気象22巻4号, 139~142
- 4) 内島立郎(1969): 水稻の収量構成と登熟気候との関係について, 東北の農業気象14号, 36~40

水田の落水時期と米質に関する研究

第1報 青森県における落水時期の実態

永沼昌雄・前田昇・*佐藤亮一・和田純二

(青森県農業試験場*藤坂支場)

1 はじめに

水稻の落水時期を決めるには、米粒の発育経過からみて基本的には穂揃後25~30日位が適期とされているが、実際には品種、気象条件、土壌、排水の良否、病害虫とくにいもち病の発生状況等を考慮して行なうべきだとされている。

青森県では深層追肥を中心とした多収穫栽培の場合は、二次枝梗粒の登熟歩合を向上させるため、できるだけ落水時期を遅くするようにと指導してきた。しかし、最近ではコンバイン、バインダー等の急激な普及により落水時期の決定は栽培の面と機械利用の面から検討する必要に迫られてきた。

出穂後の水管理と登熟、米質の関係について、小野等は43年の試験結果から間断かんがいは、天候が不順な場合はその効果も少なく、ややもすれば千粒重を軽くし、品質に悪影響を及ぼす懸念があるとし、高温な年に行なった方がよいとしている。さらに45年に行なった落水時期と米質に関する試験の結果では、早期落水は登熟、米質を悪化させることを明らかにした。46年は気象条件、土壌条件の異なる現地で落水時期と米質について試験を行なったがこれと関連して青森県内の落水時期の実態を把握するため本調査を行なったのでその結果を報告する。

2 調査方法

調査には、東北農政局青森統計事務所の昭和41~45年の水稻作況標本筆(約100haに1点を抽出、約850枚の調査カード)を用いた。そして各々のカードから出穂期、落水期、刈取期について地帯別に集計整理した。各時期の判定基準には50%水準をもってした。また土壌に関する資料は、当該土じょう科で作成した市町村別各種土壌型分布一覧表を用いた。

3 調査結果

(1) 地域別出穂期、落水期および刈取期

各地域別の出穂期、落水期および刈取期は第1表に示すとおりで、ここでは5ヶ年平均で示した。

出穂期は、津軽の場合、中弘、南黒が8月9日、北五では11.6日、西では12日となり、南部では気象条件のよい三八が11.4日、以下東青、上十、下むの順で最も遅い下むでは16.2日となっている。

落水期についてみると、津軽では中弘、南黒で9月8日、北五、西では9月1.8日となり、出穂の遅い地区で落水期が逆に早まっている。南部では三八が最も早く9月6.2日で以下東青≡下む、上十の順となっている。

刈取期は、中弘、西、南黒≡北五の順でその巾は小さく、10月1~3日であり、南部では東青、三八、下む≡上十の順で10月4~6日で津軽より約3日程度の遅れである。

つぎに出穂期~落水期、落水期~刈取期の実日数をみたのが第2表であるが、津軽の中弘、南黒で

第1表 地域別出穂、落水および刈取期
(41~45年平均)

地域 地区	津 軽				南 部			
	中弘	南黒	北五	西	上十三	三八	東青	下む
出穂期	8月 9.6	9.6	11.6	12.0	8月 13.0	11.4	12.4	16.2
落水期	9月 8.0	8.4	1.8	1.8	9月 10.6	6.2	8.2	8.4
刈取期	10月 1	2.8	2.8	2.0	10月 6.2	4.2	3.8	6.0

は出穂から落水までの期間が29~30日、北五、西では21日とその期間が短く、両地区では約9日の差が認められる。南部では気象条件の最も劣悪な下むがこの期間が23日と短く、三八、東青が26~27日、上十三では29日後に落水している。

第2表 各期間の実日数

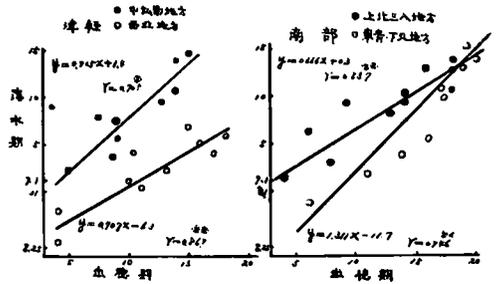
(41~45)

第1図は41~45年の郡別出穂期と落水期との関係を示したものであるが、同じ津軽でも中弘南黒と西北五ではその傾向が異なり、排水不良土壌比率でも前者は20~30%、後者は70~74%と明らかに2系列に分けられる。

地域 地区	津 軽				南 部			
	中弘	南黒	北五	西	上十三	三八	東青	下む
出穂期~落水期	29.4	29.8	21.2	20.8	28.6	25.8	26.8	23.2
落水期~刈取期	22.4	24.4	31.0	30.2	25.6	28.0	25.6	27.6
出穂期~刈取期	51.4	54.2	52.2	51.0	54.2	53.8	52.4	50.8

南部でも東青、下むと上十三、三八ではその傾向が異なり、中弘南黒と上北三八がその期間が長く類似しており、西北と東青、下むでは出穂期の差はあるが期間が短い点で類似している。湿田分布も上十三、三八は27~32%、東青、下むで64~70%となり津軽と同様2系列に分けられる。

寒冷地における水稻の登熟促進には登熟期に水地温を高めることがよいとされているが、この調査の結果では気象条件のよい地区で湛水期間が長く、逆に気象条件の悪い地区、換言すれば湛水期間の長く必要とする地区が短くなっている。

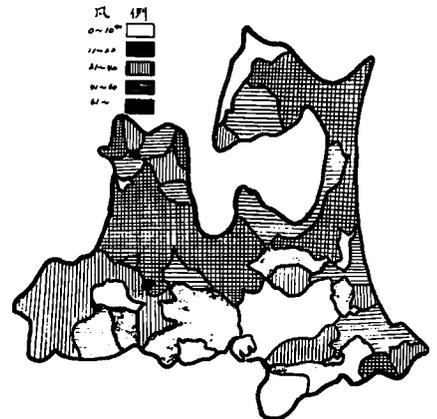


第1図 出穂期と落水期との関係 (昭和41~45)

(2) 土壌型と落水期

落水時期の決定には登熟の程度、病害虫の発生状況、その年の気象等多くの要因が関与するが、その他に土壌別の秋作業の難易が大きく影響している。県内水田作付面積(44年)に対する排水不良土壌(泥炭土壌、強グライ土壌、グライ土壌(G3)の合計値)の比率を示したのが第2図である。この図から排水不良土壌比率が大きいのは津軽の西、北五、南部の東青、下む地区であり比較的少ないのは津軽の中弘、南黒、南部の上十地区であることがわかる。これをさらに町村別排水不良土壌比率と出穂期および出穂~落水期、落水~刈取期間の実日数の関係を45年の調査側から示したものが第3表および第3図である。

調査点数の少ない町村を除き、郡別に排水不良土壌比率の高い町村順に出穂~落水の日数を比較すると一部例外はあるが、湿田の多い町村ほど出穂~落水の日数が短い。とくに西、北五では14~27と短い。また、南黒、上十三のように乾田から湿田までの分布が広いため、市町村間に16~38日の巾がみられる。湿田率が同じでも地域により落水日数に差がみられるが、(例えば湿田率20%台でも西では出穂後20日位で落水するが、上十三では30日位である)これは土壌の質的な構成の違いから湿田の程度が異なるためであろう。



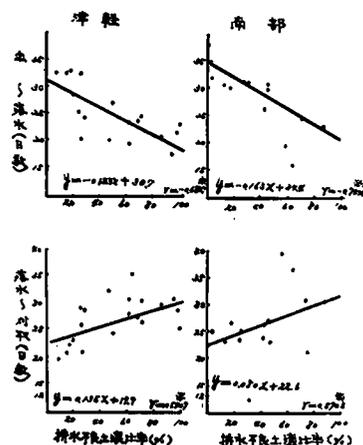
以上のように出穂から落水までの日数は湿田の分布の多少によって左右されるところが大きいですが、刈取までの日数を比較すると

第2図 排水不良分布図

郡間の市町村間より郡間の地域差が大きい。すなわち、東青、西、北五は50日前後、中弘、南黒は50～55日、南部地方は52～58日と落水日数と異なる地域差の特徴がみられる。

第3表 排水不良土壌比率と出穂から落水および刈取までの日数(昭45)

津		軽			南		部			
郡別	市町村	排水不良土壌比率	出穂期 落水期	出穂期 刈取期	郡別	市町村	排水不良土壌比率	出穂期 落水期	出穂期 刈取期	
中弘	弘前市	26.2	32.1	53.0	東北	東北町	63.8	16.0	52.5	
	岩木町	8.7	32.5	52.3		上北町	58.0	19.1	58.4	
南黒	常盤村	61.8	19.4	50.0	上十	下田町	45.3	29.9	56.8	
	浪岡町	46.9	19.9	52.0		七戸町	26.2	30.9	55.8	
	尾上町	20.1	28.4	51.4		百石町	24.7	30.9	54.2	
	平賀町	18.3	32.4	55.2		天間林村	18.6	30.0	56.7	
	黒石市	16.9	32.5	53.1		六戸町	15.0	30.5	53.8	
西	車力村	98.7	21.4	49.8	十和田	十和田市	2.6	35.0	54.9	
	稲垣村	94.5	17.4	47.9		十和田町	0.0	37.8	52.5	
	木造町	86.0	20.9	50.7		三八	八戸市	47.4	30.2	53.6
	柏村	72.3	23.7	49.9	五戸町		44.4	25.9	52.2	
	森田村	65.2	14.1	49.6	田子町		4.3	32.0	57.0	
	鯉ヶ沢町	26.8	20.8	49.5	東青	青森市	76.4	27.1	98.3	
	深浦町	26.7	25.2	50.8		平内町	42.4	24.3	48.7	
	北五	中黒町	100.0	23.2	48.9	下む	蟹田町	32.3	37.0	49.2
五所川原		68.7	24.4	51.4	むつ市		88.1	22.8	53.2	
金木町		62.3	23.2	48.9	む		東通村	73.2	24.4	54.7
鶴田町		48.8	26.9	51.2						



第3図 排水不良土壌比率と出穂～落水期、落水～刈取期

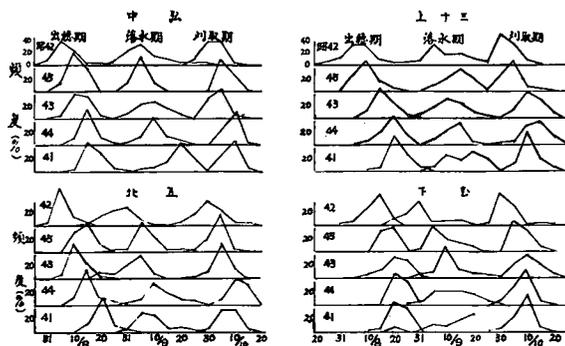
(3) 落水期の年次変異

出穂期は気象条件により年次変異が大きい、出穂期から落水期までの年次変異の巾は6～7日で比較的小さい。

落水日数は湿田の分布率によっても違うので、代表郡として乾田の多い中弘、上十三の二郡と、湿田の多い北五、下むの二郡について最近五ヶ年間の出穂期、落水期、刈取期の頻度分布型の推移を比べたものが第4図である。おゝむね出穂の早い年次の順に示した。

出穂、落水、刈取期の各分布曲線から相互の関係をみると、乾田の多い中弘、上十三では、出穂から落水までの日数が長く、落水から刈取までの日数は22～26日で短い。湿田の多い北五、下むはこれと反対に落水から刈取までの日数が約30日で、刈取作業が支障なく行われるための必要日数とみられる。出穂の遅れた44、41年の北五、下むにおける落水期の巾が他の年次にくらべて広い傾向がみられるが、これは、落水に早いが、乾田化に早期落水を必要とする地帯(町村)が多いためと推定される。

また、45年は出穂後高温、多照、か雨の登熟条件にあったためか、下むを除き出穂から落水までの日数が最も長かった。



第4図 出穂、落水、刈取期の分布曲線の年次変異

4 摘要

青森県の落水時期を明らかにするため、昭和41～45年における青森統計調査事務所作成標本筆個票からの出穂期、落水期の集計資料と県内水田の土壌型調査資料から検討を行なった。

(1) 落水時期は明らかに地域差があり、津軽の中弘、南黒は西、北五に比較して、南部では上十三、三八は下む、東青に比較し出穂から落水までの期間が長い。

(2) 登熟の促進、米質向上のために落水時期を遅くした方が望ましい気象条件の不良な地区（津軽の西北五、南部の下む）が落水時期が早い。

(3) これらの地区が落水時期を早めざるを得ないのは排水不良土壌が多いため、排水不良土壌の多い町村ほど落水時期が早い。

(4) 出穂の遅れた年で湿田分布率の高い郡では落水期の巾が広がる傾向がみられる。落水まで不十分であるが、乾田化のため必要日数を確保する地帯があるためと思われた。

参 考 文 献

- 1) 菅原反太(1954)：水稻の落水時期のきめ方 農園 29—8
- 2) 高井静雄(1955)：稲作本田の落水時期 農園 30—8
- 3) 小野清治, 前田昇(1970)：寒冷地における多収栽培のかんがい法に関する研究

第2報 出穂後の水管理と地下水位の高低が稲の登熟に及ぼす影響

水稻の登熟における品質について

菅原 例・舟山謙三郎

(東北農業試験場)

1 はじめに

近年稲作上品質が一層重視されてきているが、米の品質という場合、一つには玄米集団における米粒の質別組成が問題にされるとおもわれる。粗玄米集団では、その組成は通常活白米、活青米、死青米が大部分を占めているものであるが、まず、ここでは品質が良いということは活白米の多い集団を指し、その他の米粒がより多く混入してくるものは不良であるという観点から、¹⁾ これら米粒の質別の生成について登熟気象との関係を明らかにしようとして、その1例として当場所盛岡試験地で実施した作況試験の成績から若干の検討を行ったので、その結果について報告する。

2 検討に用いた水稻作況試験の耕種概要

(1) 品種：陸羽 132 号 (2) 苗代様式：保温折衷苗代 (3) 播種および田植期：4月20日、6月1日 (4) 栽植密度：22.7株/m² 1株3本植 (5) 本田施肥量：N基肥0.44、追肥0.18 P₂O₅ 0.59 K₂O 0.54 (成分kg/a) 堆肥：113kg/a (6) 供試年数：昭和30～45年までの16年間

3 結果と考察

(1) 収穫時の米粒の質別組成

まず、予めお断りするが、この検討には出穂期後15日から5日ごとの粗玄米の質別調査結果を用いたが、この調査は出穂期後各期日に得られた粗玄米粒数に対する各質別の粒数歩合であり、全初数に対するものでないため、歩合が浮動的で厳密性に欠けるものがあり、また欠測年次もあるので、こうした条件の下での解析ということである。

第1表は収穫時における粗玄米の主要な質別の粒数歩合である。

第1表 収穫時の粗玄米の質別組成

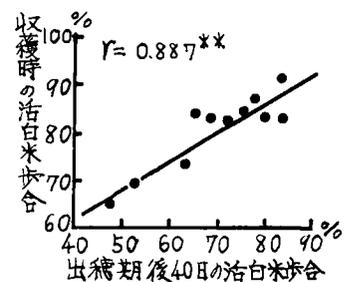
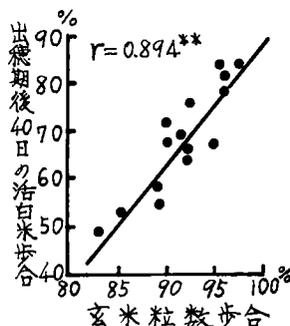
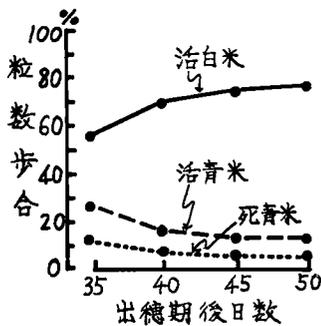
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
活白米(%)	90.6	85.0	84.4	83.0	87.0	—	—	82.5	64.7	—	83.2	—	82.6	—	69.6	73.2
活青米(%)	6.9	8.8	8.4	9.5	4.7	—	—	4.2	18.3	—	9.0	—	10.2	—	3.4	3.8
死青米(%)	1.9	1.7	2.6	1.6	1.3	—	—	5.5	9.1	—	2.3	—	1.8	—	13.8	6.0
計 (%)	99.4	95.5	95.3	94.1	93.0	—	—	92.2	92.1	—	94.5	—	94.6	—	86.8	83.0

—は欠測年

活白米歩合は90%以上を示すことはまれで、83～87%の範囲のものが大部分であり、これらが通常における品質を示すものとおもわれる。しかし70%以下となることもあり、この場合青米の比率が高まっており、これらが玄米の品質をきわめて不良にしてくるものとみることができる。このように作況試験は同一圃場、同一設計の下で毎年継続実施されるものであるが、年次による気象の影響の大きいことがしられる。

(2) 米粒の質別生成と気象との関係

第1図は出穂期後35日以降の各質別の粒数歩合の平均的推移を示したものである。平均的には出穂期後40日で、その大勢がほぼ決定されるが、しかし出穂期後50日まででは除々ではあるが進行していくことが認められる。そこで出穂期後40日における活白米の生成について収穫時の玄米粒数歩合との関係をみたのが第2図である。これによれば収穫時の玄米粒数歩合の成立と活白米歩合の生成とはかなり相関の高いことわかる。つまりこのことは玄米粒数歩合の高まるような条件が同時に玄米集団としての品質を高めることを意味するものと判断される。そしてこの出穂期後40日の活白米歩合は第3図に示すように、概略的には収穫時までこの関係もちこすものと考えられる。したがって出穂期後40日の時点における米粒の質別の生成がその成立をみる上での一つの重要時期とみることができる。



第1図 出穂期後35日以降の質別粒数歩合の平均的推移

第2図 出穂期後40日の活白米歩合と玄米粒数歩合

第3図 収穫時の活白米歩合と出穂期後40日の活白米歩合との関係

われわれは、さきに籾数の多少が決定される場合、出穂期前の生育の態様が3~4の型に類型化される生育型(または分けつ型)のあることを見出し、活白米の生成と同義的条件を求めるとおもわれ²⁾玄米粒数歩合の生成に対しては、出穂期後8日間の最低気温の程度が先行的に重要な要因であり、かつ登熟の性質もこの生育型と関連していることを指摘したが、³⁾この生育型別に³⁾出穂期後40日における質別粒数歩合をみたのが第2表である。

第2表 出穂期後40日の生育型別、質別粒数歩合(%)

	I 型		II 型		III 型		V 型	
	活 白	活 青	活 白	活 青	活 白	活 青	活 白	活 青
	83.9	9.0	76.1	11.9	48.7	26.3	78.1	12.3
	67.4	14.7	66.0	18.0				
	81.1	10.9	69.4	16.7				
	83.6	7.4	54.8	27.5				
	64.0	9.5	72.1	14.0				
			68.4	17.7				
			53.0	8.9				
平均	76.0	10.3	64.3	16.4	48.7	26.3	78.1	12.3

※ 第2表に示した生育型を簡単に要約すると次のとおりである。

I型：茎数が本田前期に多く、後期に分けつの発生が少なく、籾数は多くなり得ない。

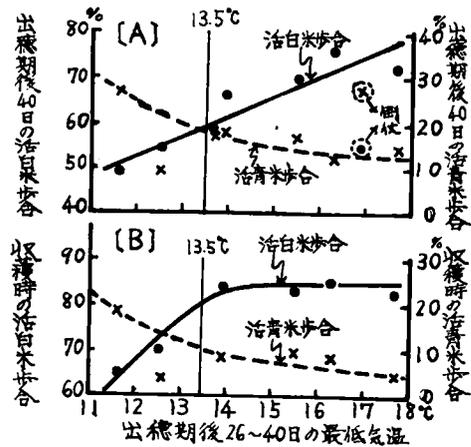
II型：茎数が本田前期にI型より少ないが、やや多く、後期には前期の茎数とほぼ同率に分けつが発生し、最高茎数を最も多くし、かつ籾数も多くなる。

III型：本田前期に、とくに移植後分けつの発生がみられないか、また逆に苗代分けつが死滅して茎数が少なく、後期にはII型よりもさらに分けつが多発する。籾数は変動的である。

IV型：II型に類似するが、茎数がきわめて少ない。また籾数も少ない。

なお、ここに云う本田前期、後期とは植付後20日を境とし、以前と以後を指す。

第2表によれば、概してII、III型はI型に比べ、活白米の生成が不良で、活青米が多い傾向にあり、生成速度のおそいことがしられ、このII、III型の生育のものが実際には問題となる。そこで、このII、III型について活白米、活青米の生成についてみたのが第4図である。出穂期後40日における活白米の生成は、第4図上段の〔A〕にみられるごとく、出穂期後26～40日の最低気温につよく規制されているように見受けられる。そして収穫時の質別の生成に対するこの期間の最低気温の影響は、図下段〔B〕に示すごとく、この期間の最低気温が13.5℃以下で大きな回復はのぞめないようであり、13.5℃以上ではどの温度段階でもほぼ一定値（83～85%）となるごとくみられる。同様に、活青米もこの13.5℃を境としてその生成を異にするようにみられ、このことからみて出穂期後26～40日間の最低気温13.5℃は玄米集団の質別組成に対する一つの限界温度とおもわれる。



第4図 出穂期後26～40日の最低気温と、出穂期後40日、および収穫時の活白、活青米歩合との関係

分けつI型では第2表からみて、活白米の生成が速く、高レベルになるのが通常のように見受けられるが、しかし、このI型の中に低率を示す年次もある。これは昭和36年、45年の事例であり登熟中期に日中の高温、乾燥のつよかった年次で、半活白、半活青等の歩合が高い傾向にあることが認められている（表省略）。このように活白米歩合低下の原因は温度条件のみでなく、水稻生育の前歴とも関係し、一律視し得ないものがあるとおもわれる。

以上は、米粒の質別生成に対し、巨視的にはその要因を指摘してみたが、とくに登熟の遅延がちな

場合の質別米粒の生成に対し、登熟晩期に最低気温が低い場合の影響についてみたのが第3表である。登熟がおくれ、かつ晩期の最低気温が低い場合、これが回復の可能性をもちながら登熟が進まないのか、停止しているかを判定すること 第3表 出穂期後 26～40 日の最低気温が 13.5℃ 以下の場合の収穫期の質別玄米と、登熟期後半の最低気温の 1 例

は、実際の場面においては重要ともわれる。第3表は活白米の生成の不良な年次における収穫時の米粒の質別歩合と、出穂期後 26日以降 5 日ごとの最低気温を示したものである。これによれば 38年は最終的には活青米を多く伴っており、44年は死青米を多く伴っている。この原因はこの表からみて出穂期後 46～50 日の最低

年次	質別歩合 %	出穂期後の最低気温 ℃						
		日 26-30	日 31-35	日 36-40	日 25-40 平均	日 41-45	日 46-50	日 51-55
38	活白米	64.7						
	活青米	18.3	14.5	9.9	10.3	11.6	11.1	11.9
	死青米	9.1						5.2
44	活白米	69.6						
	活青米	3.4	10.9	14.8	11.8	12.5	10.3	7.6
	死青米	13.8						4.8

気温の相異に求めることができるのではないかと考えられる。すなわち、活青米の多い 38年は 11.9℃ であるのに対し、44年では 7.6℃ となっていることである。故にこの温度の相異からみて、登熟晩期の最低気温が 5 日間平均で 10℃ 以上では登熟の進行は行われるが、8℃ 以下からは強い障害を受けるのではないかと判断される。だがこの場合米粒の大きさについては不明であるので玄米集団としての品質についての判定は困難である。しかし、こうした気象の関与が二次的には品質に影響する重要な要因（劣勢な米粒の玄米化）となるのではないかと考えられるが、なお検討を要する。

4 摘 要

- (1) 登熟と品質との関係を得ようとして、作況試験結果から米粒の質別粒数歩合の生成に対し、主として気温の面から検討した。
- (2) 米粒の質別粒数歩合の大勢は平均的にはおよそ出穂期後 40 日頃に決定され、その後の進展は緩やかとなるがなお進行する。
- (3) 活白米歩合の生成に対しては、出穂期後 40 日までの動向が支配的であり、そしてこの時期の活白米歩合は収穫時の玄米粒数歩合と相関が高く、玄米粒数歩合の生成の条件と一致するとみられた。
- (4) 出穂期後 40 日の質別米粒の生成は、出穂前の生育の態様と関係するようであり、分けつが移植後 20 日以後に多発するような生育タイプでは活白米歩合の生成が不良である。そしてこれらの生育型における出穂期後 40 日における活白、活青米の生成に対しては、出穂期後 26～40 日の最低気温でみて、13.5℃ が一つの限界気温であることが得られた。
- (5) 登熟が遅延がちな場合の登熟晩期の最低気温が 5 日間平均で 10℃ 以上で登熟が進行するが、8.0℃ 以下では死青米が多くなることが認められた。

引 用 文 献

- (1) 松島正・村上利男：東北農業研究 14（未刊）
- (2) 菅原俐・小野寺昭男・舟山謙三郎：東北農業研究 13（未刊）
- (3) 菅原俐・舟山謙三郎：東北農業研究 14（未刊）

山背風地帯における水稲栽培の問題点について

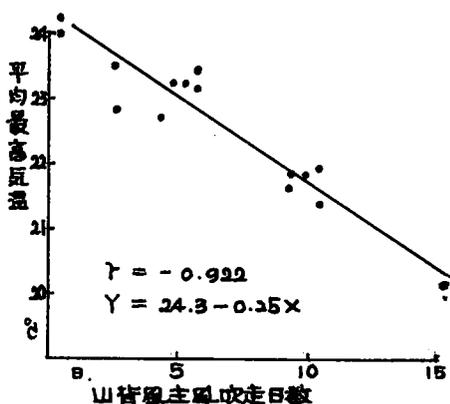
宮部克己・中村良三*・藤原 宏**

(岩手農試 * 県北分場 ** 福岡農林事務所)

1 まえがき

岩手県北部太平洋沿岸地方は、従来、冷害常習地帯と言われ、水稲の収量が県内でも低い地帯であり、あわせて、年次による変動の大きい特徴をもっている。この地方では、夏の期間に、しばしば、低温風（山背風）が卓越して気象条件にめぐまれず、これら山背風がもたらす低温か照条件が、主たる収量阻害要因と目されている。このようなことから、当該地方の安全稲作技術の問題点を明らかにするため、稲作期間の気象解析を行い、水稲生育の地域性を検討した結果について報告する。

2 北部沿岸地方の気象の特徴



第1図 6月における山背風主風吹走日数と平均最高気温との関係（軽米）

軽米地方では、6月の山背風吹走日数と平均最高気温との間に、高い負の相関関係がみとめられ（第1図）吹走日数が平年の2倍近くに達すると、月平均最高気温で約1.5℃の低下を示し、3倍程度では約3℃も低下する。

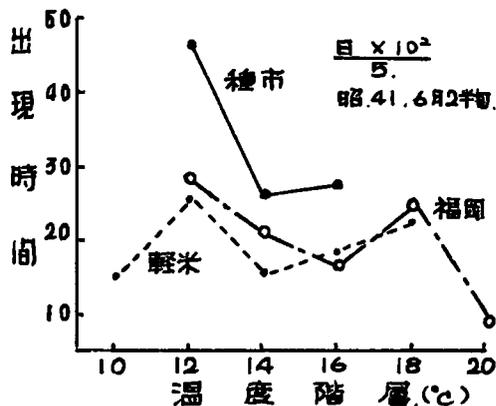
とくに、冷害年次には吹走日数が豊作年の3～4倍にも達し、このような山背風の卓越年次には、水稲は遅延型生育をたどり、初期生育依存型に属する当地方の作柄に大きく影響している。（第1表）

一般に、山背風地帯では、気温の日変化が小さく、内陸に比べて最高気温が上りにくい特徴をもっており、沿岸と内陸の気温差が6月に最

第1表 山背風吹走日数の年次変動
軽米.N～S.E

月 年次	6	7	8	計	備考
昭 29	9	16	10	35	冷害年
30	4	0	5	9	豊作年
41	13	12	14	39	冷害年

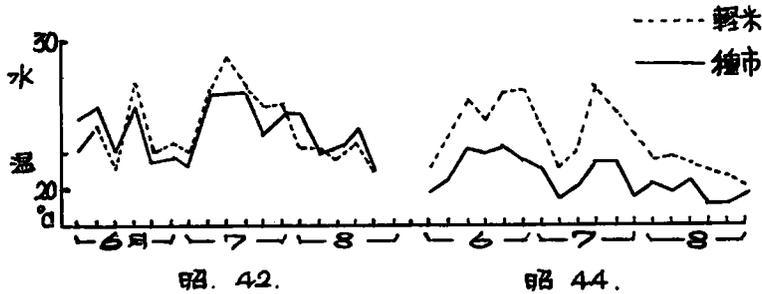
大をしめすと言われているが、このことは、第2図からも充分にうかがい知ることが出来る。昭和41年は冷害年で、活着期間が低温に経過した年次であるが、内陸の福岡に比べて沿岸の種市では高温階層の出現がみられず地域性は明らかである。



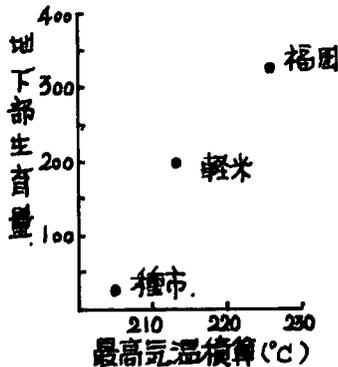
第2図 温度階層別出現時間

第2表

位置\地点	種市	大野	軽米	福岡
海岸からの距離 (km)	0.3	10.0	23.0	47.0
標高 (m)	2	170	153	155



第3図 軽米と種市の水田水温(半旬別) 昼の水温(8~16時)



第4図 最高気温と地下部生育量の関係(昭44)

1/6~1/7と極めて短い期間であり、8月の第3半旬が確率遅延日数をみこんだ安全出穂期間となる。

次に、第5図は、耕種条件(土壌、肥料、苗、移植時期等)を同一にした水稻ポットを水田に設置して、気象条件と水稻の生育の関係について調査を行なった(昭42~44)結果から算出した移植から出穂までの積算気温であるが、3カ年とも、内陸に比べて沿岸の方が積算気温が多くなり、冷害年次において、その程度を著しく増大する。これは、内陸に比べて沿岸では、その期間内に生育速度に対して無効となる温度がより多く含まれるものと考え

このようなことは、水田水温についてもみとめられ(第3図)高温年には種市と軽米の差が少ないのに対し、低温年の昭和44年では、6~8月を

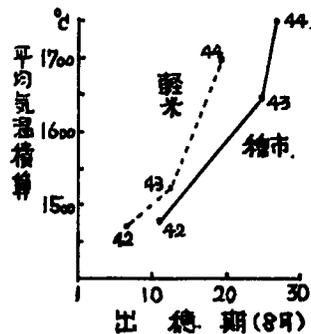
通じて、明らかな違いが、みとめられる。このようなことから移植12日後の地下部生育量と最高気温の間には明らかな差異がみられ、内陸に比べて沿岸の活着は遅延し、低温年においてこの傾向がいちじるしい。(第4図)

したがって、沿岸地方では、健苗育成を守ることは勿論、本田の水管理に周到な注意を払い、水田基盤の整備につとめながら、水地温の上昇に心がけ、生育遅延をひきおこさないように努めることが大切である。

3 水稻安全栽培期間の地域性

移植早限から好適出穂晩限期間の許容積算気温では、内陸に比べて沿岸では約300度も少ないことから、品種の選定、生育量確保の面で、より多くの規制を受けやすい点が特徴的である。また、低温減収尺度を用い、収量との関係で求めた安全出穂期間の分布を検討した結果では、北部沿岸地方で、収量指数90%以上を確保する安全出穂

期間の中が、県内でもっとも短く、県中南部の



第5図 移植から出穂までの積算気温

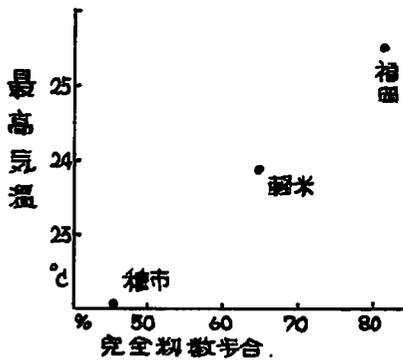
られ、絶対温度の不足とあわせて、問題にしなければならないことである。

4 気象の差異が水稻生育におよぼす影響

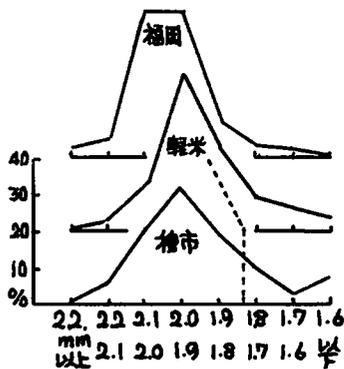
耕種条件(土壌、肥料、苗、移植時期等)を同一にした水稻ポットを水田に設置して、気象条件と水稻の生育の関係について調査を行なった(昭42~44年)結果から、気象の差異が水稻生育におよぼす影響について検討すると、移植後30日間の最高気温と出穂との相関が高く、とくに移植時の気象経過が沿岸地方では、その年の生育速度を強く規制することになり、沿岸では、内陸に比べて主稈葉数が、低温年で約1葉多くなって出穂が遅延する。しかも、沿岸ほど年次による出穂の変動の大きいことが知られた。したがって、6月の気温条件に、沿岸地方では注目する必要がある。

低温年ほど、内陸に比べて沿岸では遅延型の生育をたどるため、生育量が小さく、短稈少けつ型の生育相をしめし、穂数では低温年の場合、内陸に比べて沿岸の穂数が40%以上も減少する傾向をしめした。一方、低温年では、沿岸の場合、初期生育がおさえられるため、秋まさり型の生育をしめしがちであるが、稈実には必ずしも良い結果をもたらさないようである。沿岸は内陸に比べて、1株籾数、登熟度でおとるために、株当たり穂重は軽くなるが、とくに、低温年(昭44)でこの傾向が明らかで、第6図において地域性が明らかにみとめられる。

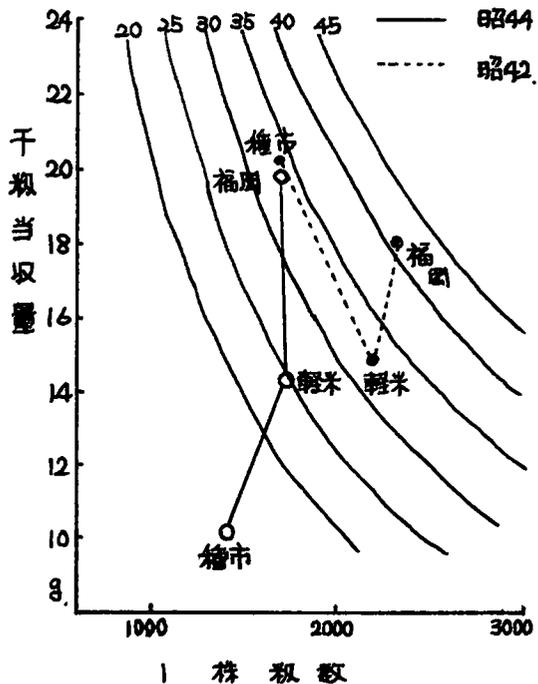
また、第7図にみられるとおり、低温年では、玄米粒の平均の厚みが、沿岸では、おとる傾向をしめし、このようにして千粒重についても沿岸が内陸に比べておとっている。



第6図 出穂後45日間の最高気温と完全粒数歩合



第7図 玄米粒厚別粒重割合



第8図 1株当精粒重

昭和42年は、軽米、福岡では、いもち病の被害により、千粒当収量が種市よりもおとったが、(第8図)昭和44年は、一転して、種市の千粒当収量がいちじるしく低下して、株当精粒重がおとり、種市の年次による変動の大きい点が目立った。一般に、内陸に比べて北部沿岸の生育が、質、量的におとるのは、沿岸の場合、年次による気象の変動が大きく、気温型が内陸と称相を異にしており、6月以降、しばしば、低温に見舞われるため、生育速度が初期からおさえられ、さらに出穂の変動が大きくて、登熟が低下しやすいためである。しかしながら、高温年には、内陸と沿岸の間のちがいが少なくなり、内陸よりも障害が少ない場合もみられるので、これらのことがらを充分、考慮して、栽培的対応をとることが、対策技術確立の上でのぞましいと思われる。

5 摘 要

北部沿岸の山背風が卓越しやすい地帯の安全稲作技術確立の問題点を明らかにするため、稲作期間の気象解析を行い、水稻生育の地域性について検討を加えた。

(1) 北部沿岸の山背風地帯では、内陸に比べて稲作期間中の気温条件に恵まれず、遅延型生育をたどる結果となりやすい。たまたま、山背風の吹出しが少ない高温年次には、生育も内陸型に接近し、その差が少なくなるが、そのような気象型の出現頻度は少ない。

(2) 水田水温は、高温年で場所による差が少なく、低温年において差が増大し、沿岸の種市に比べて、軽米の水温が高く、低温年の6～7月には、2～3℃の差がみられる。したがって、冷水対策が安全稲作を行なう上での大切な問題点として、とりあげなければならない。

(3) 移植後30日間の最高気温と出穂との相関が高く、沿岸では移植時の気象経過が、生育速度を強く規制している。

(4) 移植から出穂までの間の積算気温は、内陸に比べて、沿岸の方が大きく、生育速度に対しての無効温度が沿岸ほど多く、冷害年次において、その程度を増す。

(5) 沿岸の安全出穂期間中は、県内で、もっとも短く、県中南部の1/6～1/7と極めて短い期間で、8月の第3半旬が確率遅延日数をみこんだ安全出穂期間となる。

(6) 沿岸では、高温年においても、内陸に比べて出穂が4～5日のおくれをみせ、低温年には、9～13日位、おくれる。

(7) 低温年ほど、内陸に比べて沿岸では、遅延型の生育をたどり、生育量が小さく、短稈少けつ型の生育相をしめすが、高温年には、生育の地域差が少なくなる。

(8) 低温年には、沿岸では初期生育がおさえられるために、内陸に比べて粒数が少なく、さらに、出穂が遅延して登熟度がおとるため、低収となりやすい。

引 用 文 献

1. 岩手農試(1970): 偏東風地帯における水稻収量の阻害要因解析に関する試験成績書
2. 岩手農試(1967): 地域別研究会議抄録
3. 岩手農試県北分場(1966): 水稻試験成績書

山形県庄内地方における機械田植用土付2葉苗の大量育苗施設と苗の生育について

菅 原 道 夫

(山形県藤島農業改良普及所)

1 まえがき

山形県庄内地方における機械田植の普及は米をめぐる社会情勢のきびしさにもかかわらず著しいものがあり、その種類は労働力、資材費、均質苗の大量生産という面から土付2葉苗のマット苗様式が大部分となっている。この機械田植と田植機台数の昭和45年度と46年度の状況は第1表の如くであり特に藤島農業改良普及所管内の機械田植作付比率は46年に17.9%に拡大された。

第1表 機械田植の実施状況と田植機台数

項目	機械田植面積			動力田植機台数							
	45年		46年	ひも苗		マツ苗		中苗		合計	
	作付面積	作付面積	同比率	45年	46年	45年	46年	45年	46年	45年	46年
山形県	1,644ha	10,004ha	10.5%	352台	892台	350台	2,219台	25台	184台	727台	3,295台
庄内地方	443.9	5,500	13.7	41	33	96	1,288	9	129	146	1,450
藤島管内	264.4	2,313	17.9	34	22	55	403	8	43	97	468

この田植機の必要とする苗を安定して供給する育苗施設の設置状況は第2表の如くであり、育苗施設の設置傾向は当初の出芽室(育種器)+ビニールトンネルやパイプハウスとそれに育苗器や出芽室をプラスしたものから、46年度にはファイロンハウスやそれに付芽室(ストラミット)をプラスした鉄骨の固定ハウスが出現し、増加しつつある。これらの育苗施設のうち比較的育苗環境が安定してある二つの事例について述べる。

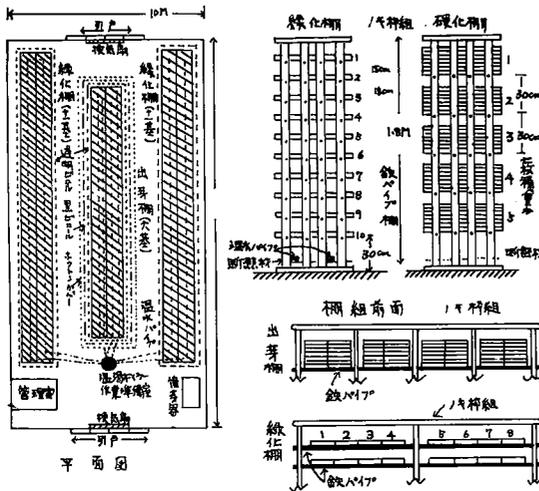
第2表 機械田植用土付2葉苗の大量育苗施設の概況(2千箱以上)

地域	年次	様式	出芽室+パイプハウス		パイプハウス		出芽室+ファイロンハウス		ファイロンハウス		ガラスハウス	
		出芽室+ビニールトンネル	棟	m ²	棟	m ²	棟	m ²	棟	m ²	棟	m ²
		ヶ所										
山形県	45	7	10	790	20	1584	—	—	—	—	—	—
	46	13	180	10020	303	21430	3	890	8	2610	1	29
庄内地方	45	4	7	553	20	1584	—	—	—	—	—	—
	46	2	33	2330	303	21430	3	890	7	2480	—	—
藤島管内	45	1	5	330	10	792	—	—	—	—	—	—
	46	—	13	860	78	4690	3	890	7	2480	—	—

2 育苗施設の事例

(1) ファイロンハウス育苗施設

育苗ハウスの概略は第1図の如くであり幅10mの鉄骨組みを2m間隔に連結組立ててゆき、1回当り育苗箱数に見合ったハウスの面積に仕上げる。屋根と前後側壁はファイロン張りとし強風や積雪に耐えるようにし、側壁には透明ビニール張りとして太陽光線の透過と高温時の換気操作に使用してい



仕様 鉄骨 N 100 柱間 2 m、1 節木材
 外 装 圧板 ファイロン波板、前後側壁 ファイロン板、両側壁 透明ビニール(0.1mm切み)
 換気扇 前後側壁上に各 1 台 直径 1.06m(0.4kw/h 560rpm 320ml/min)
 熱源 温湯ボイラー(22,000Kcal/h) サーマプロック 強制循環
 出芽室 ノキ枠組 鉄パイプ棚 横 1.2 m、高さ 1.8 m、長さ 2.7 m、保温カバー 5 重
 被覆(下より透明ビニール、黒色ビニール、ホットカーパーの順に重ねる)
 8 箱並べ×7 箱横置き×5 段×2 列×6 箱=3,560 箱×4 回転=13,440 箱
 線化室 ノキ枠組 鉄パイプ棚 横 1.2 m、高さ 1.8 m、長さ 2.7 m
 保温カバー(透明ビニール)
 8 箱並べ×10 段×2 列×21 箱=3,560 箱×4 回転=13,440 箱

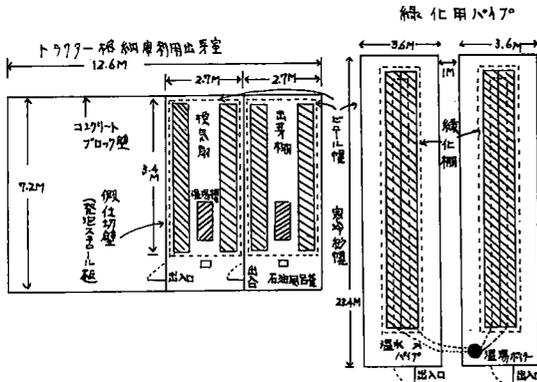
第 1 図 ファイロンハウス育苗施設の概略(藤島町三和)

計 6.5 日の日数で 4 回の反覆利用で所定の苗箱を育苗している。

(2) 出芽室+パイプハウス育苗施設

この育苗施設の概略は第 2 図の如くであり育苗過程の出芽と線化を分離し、出芽はトラクター格納庫内に既設した出芽室で行い、線化は隣接地にパイプハウスを設置して行っている。

出芽室はコンクリートブロック造りの格納庫内を発泡スチロール板で段仕切りし、その内部に出芽棚を組みその上から透明ビニール幌で被覆し、熱源として温湯槽に石油風呂釜の温湯を循環させ湯温を 70~80°C にすると室温 30~40°C を確保出来、出芽室の上下、前中央の温度差を解消するため出芽室



仕様 出芽室(コンクリートブロック造り車庫内利用) 2 室
 タル木(45°角)枠組 断熱鉄骨アングル棚 透明ビニール幌 仕切り壁発泡スチロール
 熱源 石油風呂釜温湯循環(9,800Kcal/h) 温湯槽 90cm×120cm 深さ 45cm
 温度均平用換気扇 径 30cm 300W 以上各室 1 台
 収容力 15 箱並べ×8 段×5 箱横置き×2 列×2 室=2,400 箱×4 回転=9,600 箱
 線化用パイプハウス ノキ枠組 鉄パイプ棚 寒冷紗被覆 横 1.2 m 高さ 1.8 m
 熱源 温湯ボイラー(22,000Kcal/h) サーマプロック 強制循環) 長さ 22 m
 収容力 71 箱並べ×9 段×2 列×2 室=2,276 箱×4 回転=9,104 箱

第 2 図 出芽室+線化パイプハウス育苗施設の概略(鶴岡市小淀川)

る。また高温対策として換気扇を 2 台取付けサーモスタットにより自動換気を行っている。出芽室はハウス中央に設置しその両側に線化棚を配置し出芽から線化への苗箱の移動と太陽光線の利用に便ならしめるとともに、線化より硬化への苗箱の移行に当っては棚間にコンテナを積んだ軽トラックを乗入れ作業効率をあげている。

育苗温度の確保は温湯ボイラーより温水パイプを引き、出芽室には 2 本配管し棚の被覆は 3 重とし熱の放散を防いでいる。線化棚は温水パイプ 1 本配管し透明ビニール被覆で最低温度 10°C 以下とならぬよう備えている。

育苗日数は出芽に 2.5 日と線化に 3 日を見込み、苗箱の交換に各 0.5 日宛、合

中央天井に換気扇を取付けている。この育苗日数は 2 日で充分であり線化ハウスと結んで 4 回反覆利用しているが、さらに多数回利用できる。

線化用パイプハウスは出芽室隣接地に 24 坪のものを 2 棟設置し、線化棚下に温湯ボイラーより配管し温湯を循環させ低温に備えるとともに、線化棚を寒冷紗幌で覆い晴天時の強光、過高温防止とハウスビニールの肩換気の際の風による苗箱の乾燥を防いでいる。この線化日数を 3 日とし苗箱の交換に各 0.5 日を見込んで 4 回反覆利用している。

3 各育苗施設の温度確保状況

機械田植用土付2葉苗は作季の関係上田植時期早く、このため当地方としては融雪後間もない比較的低温時期に育苗を開始せねばならず、育苗に必要な温度を確保するための育苗施設の必要性が高く苗の生育に見合った加温、保温装置や光線の調節を行い苗生育を安定せねばならない。

昭和46年度の春季の天候は不順で外気温（藤島農業気象観測所調査）は異常に低く、育苗開始期の4月11日以後5月1日までの育苗期間20日中最低気温がマイナス以下になったのが4月19, 24, 26, 28日の4回あり、0℃前後まで低下したのは4月11, 13, 15, 20日の4回であり、1～5℃に達した回数は4回あり、いづれも育苗温度を大きく下廻っているため安全育苗を期待するためには加温、保温施設の価値は高いと見られる。

(1) ファイロンハウス育苗施設の温度推移

この育苗施設の温度推移は第3図に見られる如く発芽期では最高気温25～35℃の範囲で推移し期間中の平均31.5℃となっており。最低気温は20～32℃の範囲で推移しているが25℃以下となったのは育苗箱を緑化棚に移行し新たに播種覆土した育苗箱を入れるため出芽期を開放したためで、この期間を除外してみれば温度確保は比較的良好であり2.5日で芽長0.5～0.7cmに達した。出芽後の温度較差は熱源が温水パイプのため棚の手前、中央、奥の温度差は小さいが、棚の上下の温度差は積重ね育苗箱の間に2～3cmの隙間を設け棚内の熱対流を妨げぬよう注意しているが±3℃程度見られる。

緑化棚は当初の11日～15日まで無加温とし出芽棚より放散する余熱を期待したが、出芽棚の3重被覆のため外部への放熱は殆んどなく夜間の緑化棚温度は外気温に近くなるため温湯ボイラーより配管し、棚を透明ビニールで覆い苗生育に支障を来さない温度を確保し苗丈7～8cm、苗令1.1～1.3令程度を3日間で得て硬化に移行している。

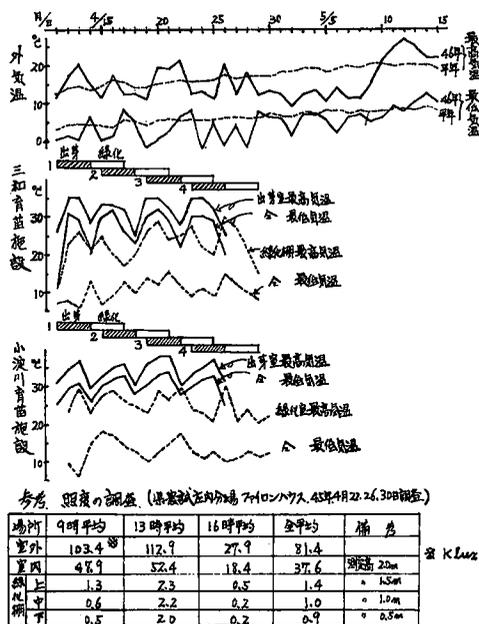
(2) 出芽室+パイプハウス育苗施設の温度移行

出芽室の構造上放熱が非常に少いため室内気温はやや高目となるようであり室内の最高気温は25～38℃の範囲で推移し最高気温の期間内平均は34℃となった。室内温度の上下、手前、中央、奥の温度較差は換気扇のため±1℃程度と小さく苗の生育むらも少い。出芽日数2日で芽長0.7～1.0cmに達した。

緑化棚の気温は10～30℃の範囲で推移しファイロンハウスに比し温度較差が大きいのは外被覆が0.1mmのビニールフィルムであり、晴天時の直射光や夜間の降霜等外気温の影響が大きい。

(3) まとめ

2つの育苗施設について温度確保、苗生育、作業利便等より見ると、出芽は鶴岡市小窪川の出芽室



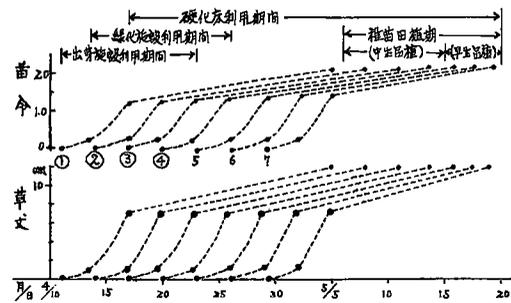
第3図 外気温と各育苗施設の温度推移

が優れておるが苗箱の交換は藤島町三和の出芽棚が便利である。緑化では温度、光線調節、苗箱移動で三和のファイロンハウスが有利であると見られる。

4 苗の生育と田植期

育苗施設利用の苗生育はほぼ計画的に行うことができることは第4図に示すとおりである。出芽室において催芽種子(芽長1mm)を播種した育苗箱を積重ね出芽を2~2.5日で芽長0.5~1.0cmの鞘葉伸長までとする。これ以上日数を長くし芽が伸長すると芽が湾曲したり、少しの震動で鞘葉が折損する。緑化棚では3日間の緑化で苗丈7~8cm、苗令1.1~1.3令までとするが施設利用日程に余裕があれば緑化日数を延長した方が苗生育は促進され、育苗日数の短縮も可能となる。硬化はビニールトンネルで行っており12~18日間で苗令2令、草丈12cm前後としているがこの間寒波、降霜等の低温や強風による生育障害が県念されこれに対する設備も必要である。育苗回数は現在4回反覆利用しているが、土付2葉苗の田植作季と気温との関係で更にもう3回位の利用も可能と見られ、今後における利用面積の拡大、施設償却の軽減に結びつけられよう。

昭和46年の稚苗機械田植期を5月6日より5月20日までの15日間を計画したが不順天候のため5月10日より田植開始し終了は5月25日頃となった。この出穂状況は当初田植された中生で8月5日頃となり、5月20日植で8月13日となった。早生の5月20日植の出穂は8月8日であったが5月25日植で8月12日の出穂となり、本田における収量構成要素、登熟温度の確保の上から早植が有利であり収量が安定している。



第4図 稚苗の生育と育苗施設、田植機利用期間

5 むすび

以上、2つの育苗事例を報告したが育苗施設中高温を必要とする出芽過程はできるだけ外気を遮断し計画温度を確保するうえからは出芽室>ファイロンハウス>パイプハウスとなり、緑化過程では太陽光線と温度確保が必要となるが、強光の調節、晴天時の熱輻射の制限、低温時の加温からするとファイロンハウス>パイプハウス>ビニールトンネルの順になり、苗生育の計画化のためには育苗施設の整備が必要となる。また作業の円滑化のため苗箱の運搬手段を考慮する必要がある。

今後、庄内地方において機械田植の急伸が予想されるが、これに伴って育苗施設の設置も進めてゆかねばならないが、最近の米の過剰傾向からくる産地間競争を乗切するためには良品質米を省力、低コストで生産することが必要となる一方、急進歩する生産技術に対応するため育苗施設の設置は地域の実情に即した設備投資額の軽いものとするのが大切と思われる。

最後に本稿を作成するに当って資料を提供していただいた関係者各位に厚く謝意を表する。

参 考 文 献

山形県立農業試験場

総合実験農場に関する報告書 № 6. 7. 8

山形県立農業試験場庄内分場

機械化稲作に関する成績書(昭和45年度)

水稻稚苗に対する近紫外線の補光について

寺 中 吉 造

(東北農業試験場)

1 まえがき

著者らは、さきに自然光または人工光のいずれにおいても、水稻稚苗の草丈の過度の伸長は低温活着性を低下させる^{13), 16)}ことを報じた。また弱光下あるいは昼夜25℃定気温で草丈の伸長がとくに著しい^{15), 16)}が、昼夜変温(35-15℃)により光量に関係なく草丈の伸長を抑制し、低温活着性を向上できることを明らかにし、また光質では青色光が赤色光にくらべ葉鞘長、草丈の伸長を抑制することが認められた。

施設育苗では、被覆資材により透光量が減少し、戸外日射量の少ない場合に弱光の影響がでるのみならず、光質も変化する。曇雨天の場合、250~450nmの短波長域の輻射量は雲による拡散などのため著しく減衰⁶⁾するので、青色~紫外域の短波長域は施設内で一層少くなる。プラスチックフィルムは添加剤や汚染により、可視域よりも紫外、赤外域、とくに紫外域の透過率が減少²⁾することがしられ、ファイロンハウスでは紫外域の透過率が小さ^{5), 18)}く、かつ弱光下では可視光の青色域の透過率も小さ¹²⁾く、ビニールフィルムでは銘柄により300~400nmの透過率がことなり、350nmで20~65%の差がある²⁾ことが知られている。

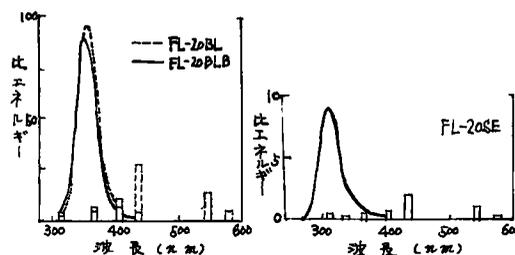
ハウス内の光質の稚苗への作用は、光量、温度と関連するので、ただちに紫外域をふくむ短波長域光組成の減少が草丈の伸長に影響するとはいえない。本報告では弱光下の比較的低温育苗条件で、近紫外線補光による苗質への影響を、草丈伸長を中心に検討したものである。

2 方法と材料

実験は1968年、1969年におこなった。両年とも室内定温器人工光下(以下人工光と略記)および戸外ファイロン張り育苗施設自然光下(10~11月、以下自然光と略記)条件で近紫外線補光処理をおこなった。

①供試苗の育成法 水稻品種フジミノリを土つき稚苗の苗紐方式の常法により、箱あたり施肥量として3要素成分各1gを当場の中性火山灰壤土に混合した床土に、催芽籾を箱あたり200g播種し、電熱育苗器で出芽させたのち、定温器またはファイロンハウスで育成した。育苗の光・温度条件は、人工光の場合は25℃とし、定温器の天井ガラス外側に近接して白色螢光灯(FL-20W)2灯により、草冠部照度3,000luxとし、他の4側面は黒紙を貼り遮光した。自然光の場合は、1968年は扉を開放したファイロンハウス(4×8×3Hm)で、期間中の最高、最低気温の平均はそれぞれ、25℃、4℃で、1969年は育苗塔¹²⁾(3.5×7×1.1Hm)の最下段トレー上(上方のトレーに育苗箱をのせない)でそれぞれ25℃、5℃であった。

②供試補光源の波長組成 近紫外光源として3種の螢光灯(東芝製)を用いた。第1図¹⁷⁾示すように波長組成が310nmにピークをもつFL-20SE(SEと略記、以下同じ)、360nmにピークをもつFL-20BL及びFL-20(40)BLB。第1図 供試補光源の分光エネルギー分布



17)

第3表 室内定温器(25℃)内の補光と処理日数と苗の生育

実験年次	処理日数	補光処理	第1 乾重			地上部乾物		葉先枯	第1 地上部				
			草丈	鞘高	地上地下	乾物率	草丈						
			cm	cm	mg	mg	mg	%	%	%	%		
1968	5	対照無補光	18.3	8.1	12.7	—	—	12.3	6.93	少	100	100	100
		BL	17.4	7.0	12.7	—	—	14.3	7.29	多	95	86	100
		BLB	15.2	7.7	12.0	—	—	13.0	7.89	中	83	95	94
1969	5	対照無補光	16.0	6.6	11.8	3.6	12.4	—	7.37	—	100	100	100
		SE	12.7	6.3	11.6	4.1	11.9	—	9.13	—	79	95	98
		BLB	14.0	5.8	11.5	3.7	11.6	—	8.21	—	88	97	97
	13	対照無補光	26.2	10.0	12.7	3.0	11.7	13.2	4.84	—	100	100	100
		SE	25.3	9.5	13.4	2.4	9.5	15.1	5.29	—	97	95	106
		BLB	27.2	9.3	14.4	2.2	9.9	13.2	2.29	—	104	93	113

注 1) 処理10日後

に無処理にくらべ第1鞘高、草丈を短縮し、乾重/草丈比を増加したが、光源間でSEがBLBよりも草丈の短縮度は大きかった。しかし、処理期間をさらに5日間延長したときに、BLBでは草丈、乾重とも無補光の場合よりむしろ大きくなり、他方、根の発達はいさなくなった。

両年の出芽揃より5日間の近紫外線補光処理による苗の反応は、明らかな草丈の抑制とわずかな乾重抑制傾向であった。両年に共通にBLBがもちいられているので、3種の光源間の草丈伸長抑制への影響度は、SEが最も大きく、BLB、BLの順となった。

3) 戸外自然光下の補光(戸外育苗ハウス)

結果は第4表にしめした。

1968年: BLの

1葉期より10日間の補光により、室内人工光の場合と異なり、第1鞘高、第2葉身長の増大による草丈の伸長をみた。生重、地上部乾重も

第4表 戸外ファイロンハウス内の補光と苗の生育(10日間処理)

実験年次	補光処理	草丈	第1 鞘高	第2 葉身長	乾重			地上部乾物率	乾重/草丈	第1 鞘高	地上部乾物率	
					地上	地下	籾					
		cm	cm	cm	mg	mg	mg	%	%	%	%	
1968	対照無処理	11.5	5.0	9.2	13.1	—	—	10.5	11.4	100	100	100
	BL	13.2	5.2	10.7	13.8	—	—	11.2	10.5	115	104	105
1969	対照無処理	10.5	4.6	7.5	12.0	3.0	18.6	13.3	11.4	100	100	100
	BLB	12.2	5.4	9.2	12.6	2.8	18.2	11.9	10.3	116	117	105

補光により増加したが、乾物率は大差なく、乾重/草丈比はむしろやゝ減少した。

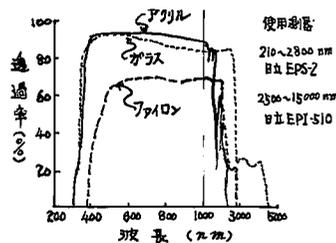
1969年: BLBの出芽揃期後10日間の補光により、前年と同様に第1鞘高、第2葉身の伸長により、草丈、地上部乾物重はやゝまさった。しかし、地下部乾物重、籾重が減少し全乾重はまさず、乾物率、乾重/草丈比も減少した。20日間処理後も10日間処理と同様な傾向であった。

両年の結果から戸外自然光下で出芽揃~1葉期からの近紫外線の10日間の補光処理は、BLB(BL)については、室内人工弱光5日間処理の場合と異なり、対照無補光にくらべ、草丈の抑制はみられず、かえって明らかな伸長をみ、地上部乾重をやゝ増大させた。

4 考 察

1) 供試光環境—光質および光量

自然光中には4%内外の近紫外線が含まれているが、本報で設定した対照無補光環境は、人工光は白色蛍光灯光線で近紫外域組成は第1表のように少ない(10)にガラス透過光である。また戸外育苗施設の自然光は第2図のようにファイロン透過光で、近紫外域の法線透過率は少ない(5,18)。したがって人工光、自然光とも草冠上の光組成は近紫外線がごく少ないことが容易に推定できる。また供試した近紫外線源は第1図のように、SEが最も中心波長が短かく310nmであり、単色光に準じて半値幅を求めると46nm、BL、BLBは中心波長360nmで半値幅35nmである。BLBは複合フィルターにより青色域の輝線を除いたもので、BLより単色性は高いが、近紫外線源としてBL、BLBはほぼ同じと考えてよい(9)。いずれも300~400nmの近紫外域中に大部分の波長組成をもち、この種の蛍光管としては純度の高いほうであろう。



第2図 各種資材の法線透過率 5)

本報告の近紫外線源のうち、遠紫外域に近いSEが、エネルギーの割合に5日間の処理で草丈の抑制効果が大きく、これより長い中心波長をもつBLBがSEにつき、BLBの波長組成に青色域の加わったBLが3種中もっとも抑制効果はマイルドである。BLとBLBとも対照無補光よりも葉先枯れが大きい(第3表)のは、エンドウで青色域が赤色域よりも蒸散作用が大きい(22)ように、近紫外線に蒸散作用促進効果があるかは今後の検討にまきたい。

被補光環境として、設定温度は人工光下の試験において、さきに著者らが最も従長し易いと認めた昼夜25℃定温であり、自然光下の試験は昼25℃、夜5℃位で従長しにくい温度管理である。一方、光量は人工光下は兩年ともガラス透過3,000 luxで、光量換算(300~800nm²¹)によっても0.01 cal·cm⁻²·min⁻¹、すなわち1日4.4時間照射で111y·day⁻¹となる。自然光下は1968年は501y·day⁻¹、1969年は51y·day⁻¹であり、各実験とも501y·day⁻¹以下で光量としてかなりの弱光下で実験がおこなわれたことを指摘したい。

2) 近紫外線の種類、照射量と生育反応

補光条件として、人工光下では1968年は1969年の補光比とも約3倍と大きく、また処理開始時葉令も早い。自然光下では逆に1969年は1968年にくらべ、補光量で約2倍、補光比で約10倍と大きい。兩年を通じての補光比はおよそ1/10~1/1で、処理期間は人工光下で5~13日、自然光下で10日~20日である。

360nmを中心とする近紫外線源BLBの草丈への影響は、このような被補光環境、処理開始時葉令差にかかわらず、人工光下5日処理で草丈の抑制がみられるが、13日処理では自然光下の10日処理と同様に草丈が伸長してくることや自然光下で20日処理も10日処理と傾向が変わらなかったことより、5日間と10日間以上の補光処理では、対照無補光にくらべて前者が抑制、後者が伸長させることはあきらかに認められる。温度や光量(主、補光源)のこの程度の差では補光の影響は変わらないようである。初期の一時抑制が促進に移行する理由は近紫外線の刺戟作用とみられるが、今後の詳しい生育時期別生育反応を継続的にしらべ、後作用をふくめて明らかにする必要がある。

310nmを中心とする近紫外線SEは、人工光下でのみ供試したが、360nmを中心とする近紫外

線B L Bにくらべ、5日処理で草丈の抑制が大きいこと。13日処理後でも対照無補光より小さいことから処理による草丈抑制効果がB L Bより明らかに大きい。両近紫外線処理効果に明白な差があり、これは第1表でみられるようにエネルギー差でなく、両線源の質的な差によるものであろう。

以上、少くも近紫外域の360nmは青色域よりわずかに短い波長域であるが、紫外線一般の作用といわれる生育抑制は顕著でなく、伸長効果に転化することが認められる。

水稻に対する紫外線の作用について植田が各種着色ガラス透過光による単色光の生育に対する影響をみ、紫外線による抑制効果を報じているが、透過光の波長組成は遠紫外から青色域を含んでいるので、近紫外域の補光である本報告と直接の比較は困難である。Klein et alもmarigold、トマトなどにつき1,000~500 f t e c、15hr/日の白色螢光灯+白熱灯の人工光源下で、プラスチックフィルターによる近紫外線の除去および近紫外線B L Bの補光の両手法により、近紫外線による乾物率の増大と生育の抑制を報じている。また三原・坂井は各種作物をもちい、同じく紫外域の除去の有無をもつフィルムにつき温度との関係を、温度応答曲線装置を使用しハツカダイコンを除く十字科野菜とホウレンソウで紫外線による抑制効果を高温期より低温期において認めた。

しかし、著者の発表と同時期に、金木は大豆に対する近紫外線の作用性につき、陽光ランプ($0.043 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$)に補光比を1/10~1/60にかえてS E、B L Bを気温20℃、12hr/日照射し、生育に対する抑制が遠紫外光源(G L)よりもはるかに小さいこと、1/60の補光比ではS Eはむしろ経時的に草丈を伸長させ、下胚軸でB L Bは促進的、S Eは抑制的、上胚軸はS E、B L Bともに促進的と認めた。また相見は小麦について主光源(可視域約5,400 lux)に補光比1/8で気温20℃、16hr/日の照射でS Eはかなりの障害作用を与えたが、B L Bはほとんど影響がないことをみとめ、さらにタバコを近紫外域除去有無をかえたフィルムのトンネル栽培した結果、360nmを中心とする近紫外域を透過するフィルム使用の場合の生育がよく、この近紫外域は刺戟的作用をもっと報じている。ただし、これらのフィルム使用の場合は近紫外域内の波長のニュアンスは区別できない。近紫外線の影響は作物により異なるともみられ、とくに花菜類は抑制するようであるが、大豆小麦の例は、本報告のイネの場合のS E、B L Bの作用性についてはよく似ているといえよう。

3) 稚苗の育成と近紫外線補光

作物の正常発育に必要な近紫外線量はまだ明らかでない。朴蔵は各種螢光灯による作物育成実験で正常な形態形成に必要な量について示唆している。補光環境の温度、光量、光質条件と補光量、質の検討は、最終的に理想的な光波長組成比の問題となり、にわかには決定しがたい。施設育苗などでの環境調節栽培でのこされた光管理法確立の一環として、近紫外線の評価はさらに広い光量レベルのもとで検討するべきであるが、遠紫外、青色域はもとより、近紫外域内の波長帯による区別も必要とならう。

紫外域の同化作用はわずかにあるとされており、著者もイネ稚苗葉身のB L B照射でみているが、光形態形成作用を検討する場合ある程度の考慮は要しよう。しかし、近紫外線単独作用のメリットは同化作用の面よりも、短期処理による生育調節作用に期待したい。光による生育調節は温度、施肥、土壌水分によるそれとくらべ、培地に残効をのこさず、作物体に非接触的で操作しやすい利点がある。施設育苗での短い苗代期間に処理による生育の一時抑制期間を考慮すると、生理活性が高く、胚乳養分も十分あり安定的な育苗初期がよいのではないかと考えられる。

5 要 約

- 1) 室内人工光と戸外自然光の弱光(可視域, $5 \sim 50 \text{ ly} \cdot \text{da} \bar{\text{y}}^{-1}$)下で育成された水稻品種フジミノリの稚苗に, 近紫外線蛍光灯2種(310nmまたは360nmを中心とする波長組成)の補光($1 \sim 7 \text{ ly} \cdot \text{da} \bar{\text{y}}^{-1}$)をおこない苗生育への影響をみた。
- 2) 人工光下の場合, 360および310nmとも出芽前~2葉期間の5日間の補光処理で, 苗の乾物率はまし, 草丈は抑制され, 乾重/草丈比をまし徒長抑制がみられた。
- 3) この場合, 草丈の伸長抑制程度は310nmが360nmより大きかった。
- 4) 360nmの近紫外線は, 人工光, 自然光の区別なく, 弱光下の出芽揃~1葉期からの10日以上補光処理は, 草丈を却って伸長させ, 乾重も増大させ, 生育への刺激作用がみられた。
- 5) 稚苗育成に近紫外線を利用する場合, 短期処理による生育初期の生育調節利用が適当と考えた。本報の取纏めに当り御助言と便宜を頂いた小倉祐幸, 伊藤実, 本田雄一の各氏に深謝します。

引 用 文 献

- 1) 相見靈三(1971): 日本生物環境調節学会第9回講演大会要旨 21~22
- 2) 稻田勝美(1971): 生物環境調節 8(2) 37~44
- 3) 植田幸輔(1934): 日本作物学会紀事 6(4) 411~426
- 4) 植田幸輔(1935): 日本作物学会紀事 7(2) 223~237
- 5) 小倉祐幸(1970): 著者への私信
- 6) 加藤愛雄・鈴木務(1960): 東北の農業気象 6. 486~490
- 7) 金木良三(1971): 日本生物環境調節学会第9回大会講演要旨 49~50
- 8) Klein, R.M. et al. (1965): Plant Physiol. 40(5), 903~906
- 9) Jagger, J. (1967): (武部啓訳, 紫外線光生物学, 1969, 25)
- 10) Shulgin, I. A. (1967): (内島善兵衛訳: 太陽光と植物, 1970, 63)
- 11) Stiles, W. & Cocking, E. C. (1969): (倉石ら訳, 植物生理学, 1972, 177)
- 12) 寺中吉造・杉本文午(1969): 東北の農業気象 14, 45~50
- 13) 寺中吉造・前田忠信(1971): 東北の農業気象 16, 51~55
- 14) 寺中吉造: 未発表
- 15) 東北農試 機械化栽培第1研究室(1968): 水稻の機械化栽培に関する試験成績書(昭和43年度)
- 16) 東北農試 機械化栽培第1研究室(1971): 水稻の機械化栽培に関する試験成績書(昭和46年度)
- 17) 東芝商事(1967)照明と電材(41年度) 26~27
- 18) 日東紡(1971)フアイロン温室資料(改訂版) 3~7
- 19) 農林省農林水産技術会議(1972): 構造改善推進のための農業機械化技術の緊急開発に関する 88~91
- 20) Folley, R. F. (1963): Amer. Soc. for. Hort. Sci. 83. 721~726
- 21) Bernier, C. T. (1963): I. E. S. Conf. Paper No. 48
- 22) 朴蔵建治(1965): 生物環境調節 3(1) 25~29
- 23) 朴蔵建治(1968): 生物環境調節 5(2) 29~33
- 24) 朴蔵建治(1970): 生物環境調節 7(2) 26~30
- 25) 三原義秋・坂井久純(1971): 日本生物環境調節学会第9回講演大会要旨 21~22

大区画水田における水温上昇剤の効果

石山六郎・山本寅雄

(秋田県農業試験場)

1. はじめに

水田水温上昇剤としてのOEDについては昭和33年頃から東北ブロック連絡試験として試験が始められて、その水温上昇効果と利用方法が検討されてきた。その結果秋田県ではOEDによる水温上昇効果はみられるが、風雨によるOED膜の破れが多く、また比較的面積の大きい本田(10a以上)では風によるOED膜の吹き寄せがあって水温上昇効果は小さい、さらに風雨のあとは再び水田に入って処理しなければならないなどの処理方法の煩雑さなどから、風の少ない地域や場所で、区画の小さい苗代に利用できる程度だと結論されていて、現在はほとんど利用されていない。

最近になってOEDの剤型が、水面上に浮遊しながらOED膜を作るフレーク状(OED-F)に試作されたことから、稲作期間中、風の比較的強い海岸寄りである秋田農試圃場の、比較的面積の大きい本田25aの圃場で、昭和45・46年の両年にOED-Fの利用法、水温上効果などについて検討したので、主として46年の結果から報告する。

2. 試験方法

1) 供試水田の区画、第1図でみられるような1区

画50m×50m(25a)の圃場で試験を行なった。

2) OED-Fの処理、OED-Fは6月9、15、

19、23、30日、7月8日の計6回処理した。た

だし6月19日は中耕除草のために落水したことから処理したものである。また稲作期間中の風向が西風が大部分であるので、どの期間の処理も西側畦畔

だけから行ない1回の使用量はOED-F10a当たり

300グラムである。

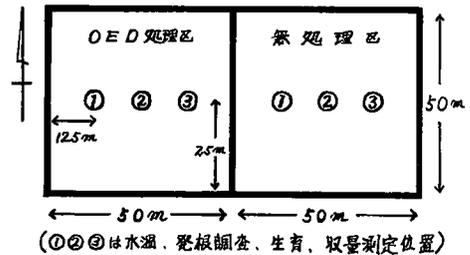
3) 供試品種など、保温折衷苗、代苗のサチニシキを供試して、6月9日に22.7×22.7cm(m²当たり19.4株)1株3本植えにした。

4) 水温などの測定、水温は第1図の測定位置にU字型最高最低温度計を設置して測定し、天気、風向、風速(地上1.5m)は午前9時頃に測定した。なお降水量、日照時数は近くの秋田地方气象台で観測された結果である。

3. 試験結果と考察

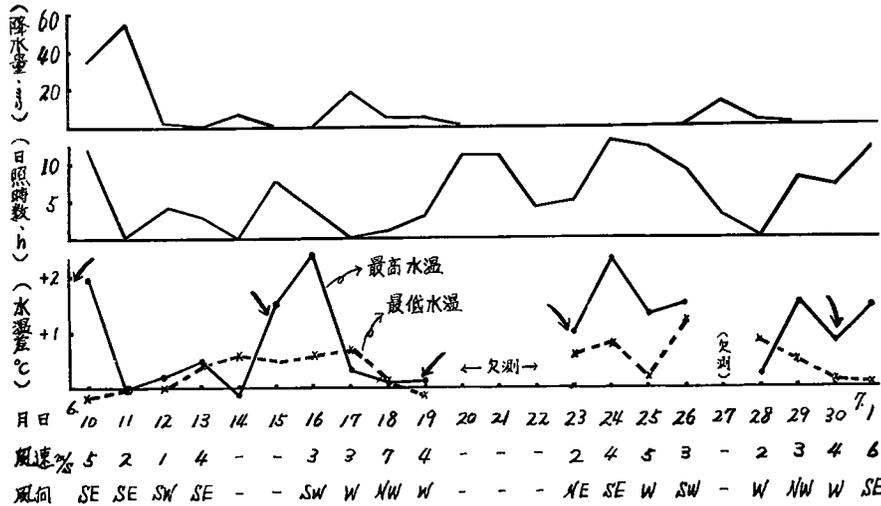
1) 水温測定の結果

①OED-F処理の効果、OED-F処理による水温の上昇効果は第2図の無処理との水温差で見られるように無処理区にくらべて処理区は、最高水温が高く、温低水温も高目に経過する。この傾向は従来の試験結果と同じく晴天(日照時数多)で無処理区との差が大きく、曇雨天では差が小さ



第1図 供試水田区測定位置の略図

い。しかし以前（昭和34年頃）の結果では、晴天での最高水温は4~5℃以上も高まり、逆に最低水温は晴天でもほとんど差がないと報告されているが、本試験の結果では、最高水温の高まりは2℃内外にとどまっていることと、最低水温は最高水温より差は小さいが上昇効果がみられているのが注目される。これは以前の試験が10 a以下の小面積で試験されているのにくらべて本試験の場合の区画が



1枚25 aと大きく熱容量が大きいことが原因していると考えられる。

第2図 水温差（対無処理区）と天候条件

②降雨および風などの影響 以前のOEDでは降雨や風のためにOED膜の破れが多くて、雨や風のあとでは水温上昇効果がないとされていたが、OED-Fの場合は第2図でみられる6月27日には10ミリ程度の降雨があっても翌28、29日には晴れると共に再び水温が上昇している。また6月10、24、25、30日、7月1日には4~6米の風があつたがそれでも水温の上昇がみられる。これらのことからOED-Fは以前のOEDよりは降雨、風による悪い影響は少ないものと考えられる。

第1表 測定位置別水温（期間平均値℃）

項目	区名 期間位置	処理区				無処理区			
		1	2	3	平均	1	2	3	平均
最高水温	6.20~6.14	24.6	25.0	25.1	24.9	24.3	24.8	24.3	24.5
	6.15~6.19	26.9	27.5	27.8	27.4	26.2	26.6	26.7	26.5
	6.23~6.26	33.8	34.1	34.4	34.1	32.8	32.8	32.2	32.6
	6.28~7.	130.1	31.3	31.4	30.9	30.0	30.3	29.6	30.0
	平均	28.9	29.5	29.7	29.3	28.3	28.6	28.2	28.4
最低水温	6.10~6.14	15.4	15.6	15.7	15.6	15.2	15.2	15.8	15.4
	6.15~6.19	15.8	16.3	16.1	16.1	15.6	15.3	16.0	15.6
	6.23~6.26	17.9	17.4	17.0	17.4	16.6	16.4	17.1	16.7
	6.28~7.	120.1	20.1	20.0	20.1	19.8	19.5	19.9	19.7
	平均	17.3	17.4	17.2	17.3	16.8	16.6	17.2	16.9

（注） 位置1. 2. 3.は第1図の①, ②, ③で示す測定位置である。

10、24、25、30日、7月1日には4~6米の風があつたがそれでも水温の上昇がみられる。これらのことからOED-Fは以前のOEDよりは降雨、風による悪い影響は少ないものと考えられる。

③処理方法と水温上昇効果 OED-Fの処理方法を簡単にするために本試験では、当地方が海から吹く西風が比較的多いことを利用して、毎回西側畦畔（一辺50 m）だけから処理した。この結果は第1表でみられるように、無処理区にくらべて処理区は最高、最低水温がどの測定位置でも高く、処理区の最高水温が西側よりも東側でむしろ高くなっている。また第2図の風向と水温上昇効果には一定の傾向がみられない。さらに西風の場合は東側の畦畔に、東風の場合は西側の畦畔にOED-Fがそれぞれ移動して細かいOED-Fが稻株の中にあることなどが観察された。

以上の結果から西側に処理されたOED-Fが50 mある東側まで広がり、風の方向によって水面上に浮遊しながら膜をつくり水温上昇に役立っているものと考えられ、以前のOEDよりも使用法が非常に簡単である。

2) 稲の生育、収量におよぼす効果

水温以外の条件を揃えるために、素焼きの鉢に砂を入れ根切り苗をさして調査位置に埋めた発根調査の結果は第2表のように、処理区が最長根長、根数ともに無処理区よりまさっていて、OED-Fで処理することによって水温が上昇し活着が早まるとみてよい。

また培着後の稲の生育は表 第2表 活着、生育経過、収穫物調査

のように処理区の草丈が長く、

茎数も多く経過した。
成熟時の生育は処理区の穂数は多いが稈長、穂長はむしろ短い、これは本試験の場合

OED-F処理以外の条件(施肥量など)が同一であること

項目	発根調査草丈(月日cm)							茎数(月日本)			成熟時の			収穫物調査(a)		
	最長根長	根数	6.23	6.30	7.7	6.23	6.30	7.7	稈長	穂長	穂数	フラ	もみ	重	重	重
区名	(cm)	(本)							(cm)	(cm)	(本)	(kg)	(kg)	(kg)		
処 理	7.2	9.5	35.0	44.8	58.0	5.8	13.1	17.9	86.7	19.3	19.2	60	72	60		
無処理	6.8	9.0	33.6	42.1	54.8	5.6	12.0	16.3	87.0	19.9	18.2	58	70	58		

(注) 何れの調査も3ヶ所の平均値である。

とが原因と考えられる。さらに収穫物調査の結果は、処理することによってフラ重、籾重、玄米重ともその差は小さいが無処理区より多い。

また以上の活着とその後の生育、収穫物などの差は風上、風下の位置による差異はみられなかった。

4 摘 要

1) 稲作期間中、風の比較強い海岸部の本田では、従来から水温上昇剤のOEDは使用できないとされてきたが、剤型が改良された水温上昇剤OED-Fについて水温の上昇効果、利用法を大区画(25a)の本田で検討した。

2) OED-Fは従来のOEDよりも最高水温の高まり方は晴天の日でも2℃内外で小さいが、従来高まりにくいとされていた最低水温も最高水温ほどの差ではないが高まる。これは供試水田の区画が今までの試験例より大きいことが原因していると推察される。

3) OED-Fは従来のOEDにくらべて、水に浮遊しながらOED膜を作る剤型であることから、従来のものより風雨による影響が少なく4~5米程度の風や、10ミリ内外の雨でも再び処理する必要がなく、また風上の畦畔だけから処理することができるなど、処理作業上簡単に利用できる。

4) OED-Fで処理された稲は、活着が早くその後の生育もよく収量はわずかではあるが無処置区にまさった。

5) 以上のことからOED-Fは従来OEDを使用できなかった地域でも利用でき、その使用法も従来のものより簡単であると考えられた。

気温の日変化に関する研究 階層別気温出現時間の算出方法

和田道宏・村上利男
(東北農業試験場)

1 まえがき

作物の生育に占める気象の役割は大きなものがあり、栽培上無視し得ない。従来日平均気温と作物の生育量の相関が研究されてきたが、羽生・内島¹⁾によれば、気温と生育量間関係は両者に無関係な一定常数で比例しているのではなく、気温により比例定数が変わるため、生育を単なる平均気温の積算値で表わすには限度があり、そのため生育量に対する有効気温と生育期間の階層別気温出現時間を考慮した積算値により検討する必要があるとしている。

本研究は年間を通じ気温の日変化する型を数式で表わし、これにより階層別気温の出現時間を計算する方法を検討したものである。

なお、本研究における計算は、農林省農林研究計算センターを利用した。

2 階層別気温の出現時間算出法

従来、各階層別気温の出現時間の算出は、気温の変化を記録した自記紙により実測して求める方法と、日最高、最低気温値から羽生の方法²⁾により求める方法が知られているが、いずれもその算出が容易でない難点がある。コンピューターを利用し、日最高、最低気温値より各階層温の出現時間を試算する新方法を検討した。その方法は次の通りである。

1日における気温の経時的に変化を最低気温出現時(午前4~6時)から最高気温出現時(午後1~3時)迄と、最高気温出現時から翌日の最低気温出現時迄に分け、それぞれ2つのSin曲線で近似させた。なお、最低気温出現時から最高気温出現時迄の所要時間は、日長に關係すると考えられる

ので、その季節的変動を気象台観測値を用いて歴日の函数値として求めた。

一日の気温の推移を模式的に第1図に示す。第1図において、気温変化が最低気温[点(O, B)], および最高気温[点(H, A)]をそれぞれ最小値, 最大値とするSin曲線で推移すると仮定すると

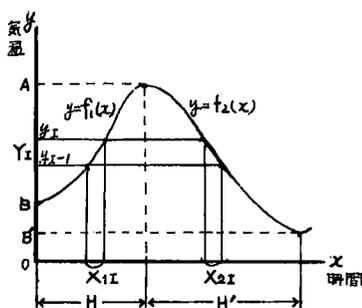
曲線 $f_1(x)$ は次式で表わし得る。

$$y = f_1(x) = \frac{A-B}{2} \left\{ \text{Sin} \left(\frac{x\pi}{H} - \frac{\pi}{2} \right) + 1 \right\} + B$$

..... (1)

x : 最低気温からの経過時間

y : 温度



第1図 気温の日変化の模式図

- B : 一日の最低気温
- A : 一日の最高気温
- B' : 翌日の最低気温
- H : 最低気温から最高気温迄の時間
- H' : 最高気温から翌日の最低気温迄の時間

(1)式の逆関数をとると

$$x = f_1^{-1}(y) = H \left[\text{Sin}^{-1} \left\{ \frac{2(y-B)}{A-B} - 1 \right\} + \frac{\pi}{2} \right] / \pi \dots\dots\dots(2)$$

このとき I 番目の温度階層 Y_I ($y_{I-1} \sim y_I$ 間) の出現時間 X_{1I} は

$$X_{1I} = f_1^{-1}(y_I) - f_1^{-1}(y_{I-1}) \quad (I: 1, 2, 3 \dots) \dots\dots\dots(3)$$

一方最高気温から翌日の最低気温迄の変化曲線 $y = f_2(x)$ は同様にして

$$x = f_2^{-1}(y) = (24-H) \left[\text{Sin}^{-1} \left\{ \frac{2(y-B)}{A-B} - 1 \right\} + \frac{\pi}{2} \right] / \pi \dots\dots\dots(2)$$

$$X_{2I} = f_2^{-1}(y_I) - f_2^{-1}(y_{I-1}) \dots\dots\dots(3)$$

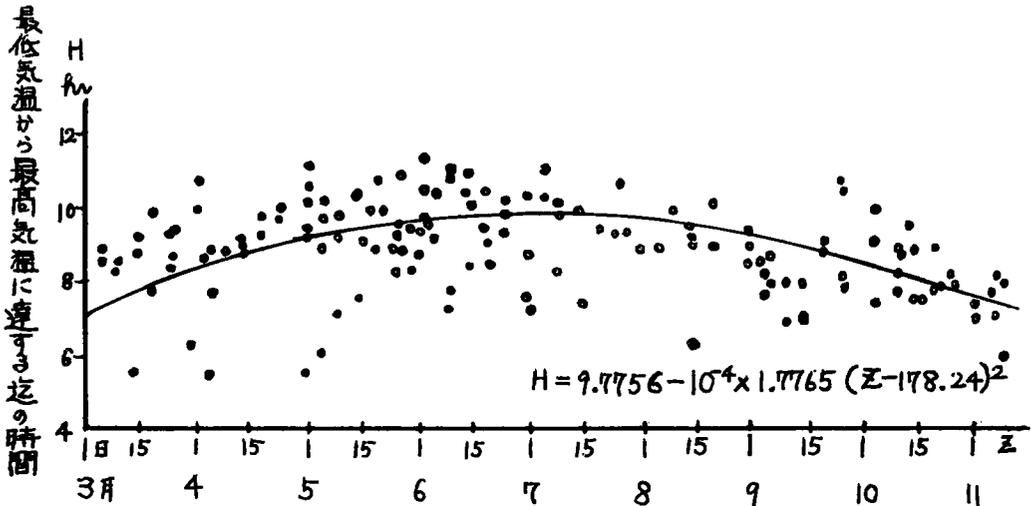
したがって 1 日の I 番目の温度階層 (Y_I) の出現時間 (X_I) は

$$X_I = X_{1I} + X_{2I} \text{ となる。}$$

なお H の値は最低気温から最高気温迄の時間であるが、3 月 1 日より 10 月 31 日迄の季節的推移を第 2 図に示す。これによれば日長の最も長い夏至の頃を頂点とする次の二次曲線で近似し得る。

$$H = 9.7756 - 10^{-4} \times 1.7765 (Z - 178.24)^2$$

Z : 1 月 1 日を 1 とする 1 月 1 日からの経過日数



第 2 図 最低気温より最高気温に達する迄の所要時間の季節的变化 (盛岡)

(注) 盛岡気象台の昭和40~44年の5ケ年のうち、3月1日~10月31日の期間における各月の1, 5, 10, 15, 20, 25日の観測値を使用した。ただし最低気温が3時~8時、最高気温が12時~16時の間に出現した場合のみ取り上げた。Zは1月1日を1とした場合の1月1日からの経過日数、Hはhr

3 階級別気温出現時間の実測値と試算値の比較

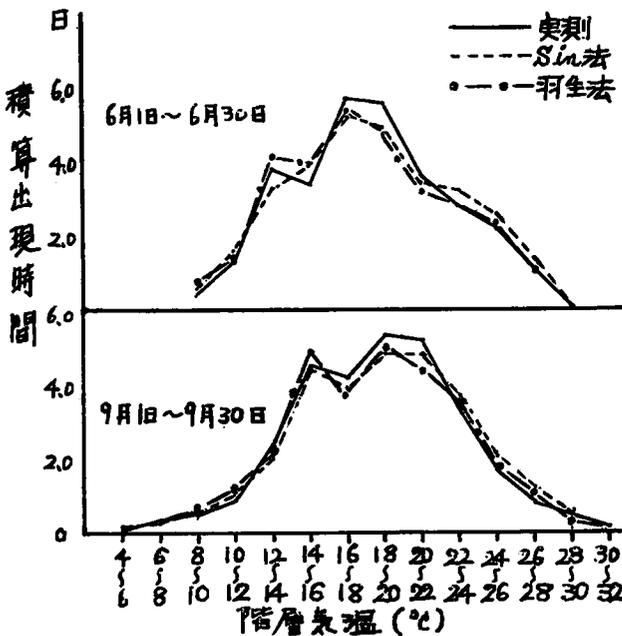
羽生²⁾は階層別気温出現時間の計算の基礎として、日平均気温と日最高、最低平均気温の差に注目し、Sin 曲線を横軸に 1.3 時間ゆがめた S-curve を仮定して、一日の日最高、最低気温を与えれば本邦の夏における階層別気温の出現時間を算出できることを理論的に示した。

これに対して、本研究での特徴は、一日の気温の推移曲線を 2 つの Sin 曲線と仮定し、実際の気温

第1表 階層別気温の出現時間に関する実測値と試算値

階層温	6 月			9 月		
	実測値	Sin法	羽生法	実測値	Sin法	羽生法
2~4	0	0	0	0	0	0
4~6	0	0	0	0.10	0.17	0.20
6~8	0	0	0	0.43	0.33	0.39
8~10	0.43	0.57	0.76	0.53	0.59	0.68
10~12	1.29	1.58	1.52	0.87	1.13	1.31
12~14	3.81	3.28	4.13	2.39	1.98	2.20
14~16	3.36	3.93	4.04	4.48	4.41	4.90
16~18	5.68	5.18	5.40	4.16	3.91	3.74
18~20	5.64	4.86	4.76	5.33	4.77	4.90
20~22	3.55	3.37	3.22	5.21	4.81	4.39
22~24	2.83	3.17	2.78	3.37	3.69	3.63
24~26	2.17	2.57	2.30	1.67	2.08	1.81
26~28	1.14	1.40	1.04	0.83	1.25	1.19
28~30	0.12	0.09	0.05	0.47	0.60	0.43
30~32	0	0	0	0.18	0.28	0.23
32~34	0	0	0	0	0	0
計 6	30.00	30.0	30.00	30.00	30.00	30.00

(注) 6月および9月の各1ヶ月間(昭和45年盛岡)に出現した各階層気温の積算出現時間



第3図 階層別気温の出現時間に関する実測値と試算値

の日変化に応じ、それぞれ2つの曲線を一日の最低、最高、および翌日の最低気温から定められたこと、および最低気温から最高気温迄の経過時間の季節的変動を考慮した点にある。

昭和45年6月1日~30日、および9月1日~30日の各1ヶ月間の盛岡市厨川における日最高、最低気温および気温日変化実測データ(東北農試環境部農業気象室観測)を用い、両期間における各階層気温の積算出現時間について、前記算出法(以下Sin法と仮称)による試算値と羽生の方法による計算値、および実測値を比較した結果が第1表と第3図である。これらによれば本法による試算値は羽生法と同様、甚だ実測値に適合することが知られた。実測値への適合性を比較すると、6月は羽生法が、9月は本法がそれぞれ僅かに優るようである。なお、本法の場合は実測や、羽生の方法に比べ、やや高温部階層の出現時間が多くなる特徴がみられるが詳細は今後の検討に俟たれる。

4 摘要

(1) 気温の日変化の型を日最高、最低気温および歴日により定められる2つのSin曲線で近似させた。又最低気温から最高気温迄の所要時間の季節的变化は二次曲線で表わした。

(2) 上記の気温の日変化の型により計算した一定期間の階層別気温出現時間は実測値にはなほだ近似している事を確かめた。

参考文献

- (1) 羽生寿郎・内島立郎：作物の生育と気象との関連に関する研究。農業気象18(3), 1962
- (2) 羽生寿郎：本邦における夏季の気温日変化の型。農業気象18(3), 1962

東北地域の農業気象環境の特長（概報）

阿部 亥三

（農業技術研究所）

1. はじめに

東北地域は冷涼な気象条件のために、かつては水稻の冷害を半ば宿命的と考えられた時代もあったが、近年における栽培技術の進歩によって反収の増加が著しく、耕地面積が他地域より広いことと相まってわが国の食糧基地として重要な地位を占めるに至っている。しかし、冷害の危険性が全く解消した訳ではなく、また水稻の生産調整と転換作目の選定が農政上の大きな問題となってきたので、東北地域における農業の在り方についても再検討を加える必要に迫られている。

東北地域における農業気候の地域性に関する研究業績も数多いが、^(豊後、大分) 今後地域農業を一層発展させてゆくためには、地域内の気候特性をさらによく把握した上で適地適作を基本とした営農を考えることが極めて重要である。

このような見地にとって、従来から積雪寒冷地帯と称せられた東北地域の農業気象環境の特長と問題点について概括的に述べ、参考に供したい。

2. 東北地域の気候の特長

東北地域は中央を走る奥羽山脈を境として、太平洋側と日本海側に二大別されるが、さらに北緯37°から41.5°にわたる南北の差、縦走する3列の山系と低地の系列および海流の影響をうけて気候の地域差を生じ、気候区分も細分化される。次に主な農業気象の指標についてその特長を述べる。

(1) 日本海沿岸と太平洋沿岸の気温比較

気温の高低には緯度の南北および海拔高度の影響する面が大きいが、東北地方では標高50m以下の地点に限定した場合、気温と緯度との間に高い相関関係が認められており、各月平均気温は緯度の函数として一次式で表示される。²⁾

第1表は日本海沿岸と太平洋沿岸の地点について、5～10月、11～4月および全年の各平均気温を緯度別に示したものである。

第1表によると、同一緯度の場合、5～10月平均気温では日本海沿岸が太平洋沿岸より1.0～1.7°C高温を示し、緯度が南下するにしたがって両者の温度差の増すことが認められる。このことは夏期間の主風向が南寄りであるため、奥羽山脈によってフェーン現象がおこって日本海側地域に高温をもたらす結果と見られる。これに反して、11～4月平均気温では日本海沿岸と太平洋沿岸とでは余り差異が認められない。これは、日本海沿岸では降雪・曇天が多いため日中の昇温が少なく、夜間の冷却も少なく、気温較差が小であるのに対して、太平洋沿岸では晴天が多いため日中昇温するが、夜間の冷却も大なるため、日中と夜間とが相殺されて、日本海沿岸と太平洋沿岸の平均気温の間に余り差を生じないためと理解される。また、日本海沿岸・太平洋沿岸について緯度による気温の低下を見ると、緯度1°につき0.8°C前後であるが、日本海沿岸が太平洋沿岸よりやや大であり、5～10月の期間より11～4月の期間が緯度による気温差の大なることが知られる。東北地方における緯度に対する気温の遞減率について伊達の³⁾ 研究があり、第1表と同様の結果を指摘している。

第1表 日本海沿岸と太平洋沿岸の気温比較(°C)

	日本海沿岸					太平洋沿岸				
	①	②	③	④	⑤	①'	②'	③'	④'	⑤'
緯度	41°	40°	39°	38°	37°	41°	40°	39°	38°	37°
5~10月	18.5	19.3	20.1	20.9	21.6	17.5	18.1	18.7	19.3	19.9
11~4月	2.5	3.5	4.4	5.4	6.3	2.5	3.4	4.2	5.1	6.0
全年	10.6	11.4	12.2	12.9	13.7	10.1	10.8	11.5	12.2	12.9

日本海沿岸と太平洋沿岸の気温差

	①-①'	②-②'	③-③'	④-④'	⑤-⑤'
5~10月	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7
11~4月	0	0.1	0.2	0.3	0.3
全年	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8

緯度による気温差

	日本海沿岸				太平洋沿岸			
	⑤-④	④-③	③-②	②-①	⑤'-④'	④'-③'	③'-②'	②'-①'
5~10月	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6
11~4月	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9
全年	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7

(2) 雨量因子とマルトンヌ係数

第2表 東北地方各地の年平均気温と年降水量

第2表は東北地方各地の年平均気温と年合計降水量から、雨量因子とマルトンヌ係数を算出した結果である。この表から、太平洋側地域は冬期間の降水量(降雪)が少ないため乾燥し易い傾向にあることが窺われる。すなわち、このことは、太平洋沿岸では春の乾燥期に風蝕害が発生し易く、太平洋側南部では乾燥害の危険性のあることを示すものである。

第2表と関連して、日本海側では春の乾燥害は太平洋側より少ないが、積雪害の問題が大きく、また北部太平洋側地域は低温で積雪の少ないことと相まって冬期間の土壌凍結害の著しい点に注意する必要がある。

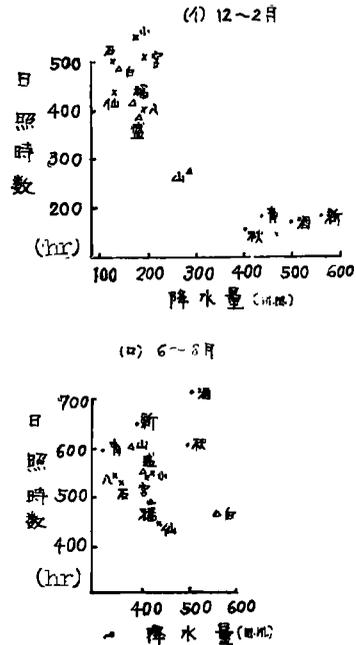
地点	T(°C) 年平均 気温	R(mm) 年降水量	R/T 雨量因子	R / T+10 マルトンヌ係数
小名浜	12.4	1,567	126.4	69.9
白河	10.9	1,425	130.7	68.2
福島	11.8	1,198	101.5	54.9
仙台	11.2	1,204	107.5	56.8
石巻	10.9	1,128	103.5	54.0
宮古	10.1	1,344	133.1	66.9
盛岡	9.4	1,203	128.0	62.0
八戸	9.3	1,103	118.5	57.1
(新潟)	12.7	1,780	140.1	78.4
山形	10.7	1,229	114.9	59.4
酒田	11.5	1,935	168.3	90.0
秋田	10.3	1,791	173.9	88.2
青森	9.2	1,394	151.5	72.6

(備考 第1図の地名は本表の地名の頭文字を使用)

(3) 降水量と日照時数との関係

12～2月および6～8月の合計降水量と合計日照時数との関係を第1図(イ)・(ロ)に示した。この図から、冬期間には日本海沿岸は寡照多雪・太平洋沿岸は多照寡雪の傾向が明瞭で、内陸地帯は両者の中間の値を示すことが認められ、夏期間には日本海沿岸が太平洋沿岸より多照を示すことがわかる。

春秋の時期については数値を省略したが、冬期および夏期ほど太平洋側と日本海側との間で差異はなく、春期には太平洋側がやや日照多く、(日本海側やや寡照)、秋期には日本海側が多雨(とくに11月)で、太平洋側で多照の傾向がみられる。ただし、9月には南東北の寡照が特長としてあげられる。



第1図 降水量と日照時数との関係

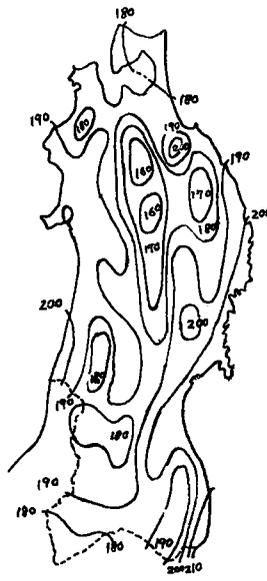
(4) 日平均気温10℃以上の継続日数

および無霜期間の地域分布

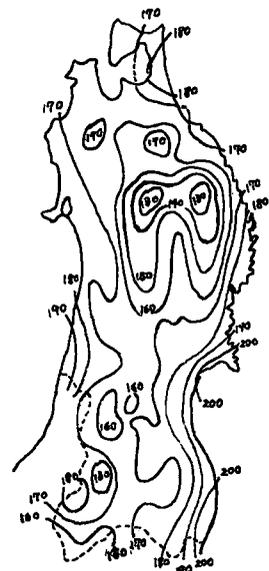
主要地点について
日平均気温10℃の出現期日および退行期日をもとめ、それから日平均気温10℃以上の継続日数を算出し、その地域分布を示したのが第2図である。

この日平均気温10℃以上日数は作物栽培可能期間を判定するための気候的指標となるもので、次に述べる無霜期間の長短とも極めて有意な正の相関関係が認められている。

無霜期間の長短は作物栽培期間を制限する重要な気象条件である



第2図 日平均気温10℃以上の日数(日)



第3図 無霜期間(日)

が、降霜現象は地形・地物の影響を受けやすいので、正確な平均無霜期間の得られる箇所はかなり限定されている。伊達は東北地方における平均初終霜日について緯度と標高から推算式を得ているので、その推算式を使用して各地の平均初終霜日を求め、平均無霜期間を算出した結果を図示したのが第3図である。

第2図と第3図にはかなり類似性が認められ、北部東北では無霜期間も10°C以上日数も短く、内陸地帯は沿岸地帯より短いことが認められる。第3図は東北地域における無霜期間の大勢を判断し得る資料と考える。

3. 気候の地帯区分とその特長

東北地域の気候は第3表に示すように、太平洋側北東部・同南部・日本海側に三大別され、それぞれの地帯は沿岸型と内陸型の気候に区分される。さらに、地形の影響をうけて気候の地帯区分は細分化されてゆく。

沿岸型と内陸型の気候の差異は風速と気温較差に認められる。すなわち、沿岸は内陸に比較して平均風速が強く、気温較差が小であり、気象災害の面で見ると、沿岸地帯に風害の危険性が強く、内陸地帯では凍霜害・雪害（日本海側）の危険性が高いことになる。

内陸地帯で標高が高くなって山地状態に近くなると、風速が強まり、気温較差の小なる山地気候を呈する。山地気候については気象資料の集積が少ないので今後究明すべき点が多く残されている。

東北地域の農業気象環境の特長について概括的に述べたが、細部の点に関しては今後の研究に期待したい。

参 考 文 献

- (1) 仙台管区気象台：東北の気候（1951）
- (2) 伊達 了：東北地方における平均気温の推算について 東北農試研究報告第3号（1953）
- (3) 同 上：東北地方における平均初終霜日および無霜日数の推算について 同上誌（1953）
- (4) 阿部玄三：青森県における気候の地域性に関する研究 青森農試研究報告第5号（1961）
- (5) 青森農試気象科：青森県における農業気象環境の解明に関する研究 同上誌第11号（1966）

第3表 東北地方の気候の地帯区分とその特長

大区分	中区分	特 長	主な気象災害
太平洋側北東部	(沿岸)	親潮寒流の影響下 夏期冷涼	○冷 害 ○潮風害
	(内陸)	冬期寒冷寡雪 春期乾燥	△凍霜害 ◎寒凍害 (土壤凍結) ○風蝕害
太平洋側南部	(沿岸)	黒潮暖流の影響下 夏期温暖 九月寡照多雨	○潮風害 ◎乾 燥 △凍霜害
	(内陸)	冬期多照寡雨 春期乾燥	△寒 害
日本海側	(沿岸)	対島海流の影響下 夏期高温多照	○潮風害 ◎乾 燥
	(内陸)	秋期寡照多雨 冬期	△雪 害 △霜 害

備考 ○印 沿岸に多
△印 内陸に多
◎印 沿岸・内陸共通

ビニールハウス内の温度変化

千葉文一・日野義一・和泉昭四郎・川村邦夫
(宮城県農業試験場)

1. はじめに

近年東北地方においてもハウス栽培が進展し、その経営規模は拡大されており、現在一般に使用しているハウスには単棟、連棟があり、その構造、規模も各種あって、それが全般的に大型化する傾向にある。このハウス栽培においては温度管理がもっとも重要な栽培管理技術であり、とくにハウスの規模が大型化するにともなってその温度管理を適切に行なうことがますます重要になる。

そこでハウスの合理的な温度管理法を確立するため、現在使用されているハウスの中から代表的なハウスを選び、ハウス内微気象の実態を観測調査した。ここではその中から単棟ハウスと連棟ハウスのハウス内気温の変化についてその特徴をまとめたのでその概要を報告する。

なおこの調査報告にあたって、観測に協力をいただいた石巻農業改良普及所関係職員ならびに調査ハウスを快く提供していただいた担当農家の方々に深謝の意を表する。

2. 供試したハウスと温度測定方法

試験にもちいたハウスは、宮城県石巻市大街道地区で農家がキュウリを栽培しているハウスである。棟の方位はいずれもほぼ南北方向となっている。ハウスの構造、規模は第1表に示すとおりで、ハウスの構造特性をあらわす指標となる保温比 ($R = Af / Aw$) はそれぞれ異なる値を示している。

ハウスの温度管理は日中の高温時には天窓開閉、換気扇によって調節し、夜間は二重カーテン、温風暖房、地中暖房によって保温している。天窓の位置は単棟ハウスは棟上、連棟ハウスは棟間の谷部にある、換気扇は単棟ハウスの両妻に各1台付いているが、連棟では換気扇を使用していない。

温度分布の測定はハウス内9ヶ所でベット上70cm (キュウリ植列間) とカーテン上50cm (ベット上200cm~250cm) に測温抵抗体を設置し、電子管式記録温度計で昭和46年3月23日から4月7日まで連続測定を行なった。また同時にハウス内外の日射量を農試電試型日射計をもちい電子管式記録計で連続観測した。

第1表 供試ハウス(昭46. 石巻)

区別項目	N R-180型	連棟13型	連棟12型
構造	単棟(片天窓)	8連棟	10連棟
棟高	500 cm	315 cm	260 cm
床面積	1,152 m ²	1,350 m ²	1,170 m ²
保温比	0.802	0.762	0.723
作物	キュウリ	キュウリ	キュウリ
草面高	150 cm	100 cm	100 cm

保温比 $R = Af / Aw$

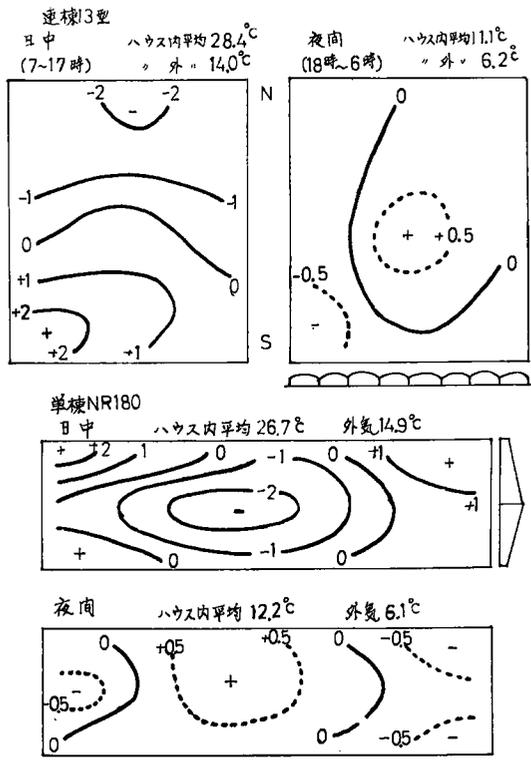
$Af =$ 床面積 $Aw =$ ハウス表面積

3. ハウス内気温変化の調査結果

(1) ハウス内の気温分布

ハウス内の気温は外気温にくらべかなり高温を示しているが、測定場所によって異なる値を示し、その場所による温度差は天気や時刻によって変る。天気では晴天日に温度差が大きく、昼夜では昼の方が場所による温度差が大きい。この気温分布を連棟13型と単棟NR-180型について、日中(7時

～17時)の平均気温と夜間(18時～6時)の平均気温にわけて、ハウス内各測定個所の平均気温との偏差で図示すると第1図のようになる。それによると日中の気温分布は連棟、単棟ともに場所による温度差が大きく、高温部と低温部の温度差は4℃以上になっている。ハウス内の平均気温は連棟は28.4℃であるが、高温部では30℃以上となり低温部は26℃位になっている。単棟のハウス内平均は26.7℃で、高温部は約29℃、低温部は約25℃となっている。ハウス内外の温度差はハウス内平均気温で、連棟は14.4℃、単棟は11.8℃であった。夜間の気温分布は温風暖房機によって加熱しているため場所による温度差は日中よりかなり小さくなり連棟、単棟ともに高温部と低温部の差は1℃内外である。ハウス内の平均気温は連棟：11.1℃、単棟：12.2℃で外気温との差は連棟は4.9℃で単棟は6.1℃であった。なお第1図に示した温度分布は晴天日の一例である。



第1図 ハウス内気温分布(ハウス内平均気温に対する偏差) S 46.3. 石巻

(2) 風向による気温分布の変化

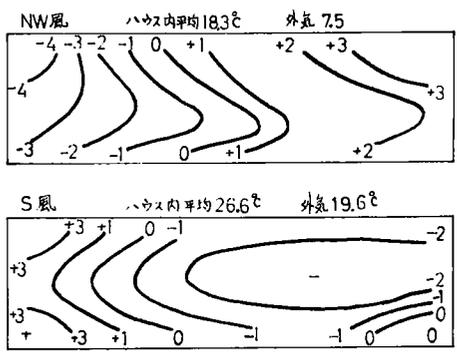
日中のハウス内気温は天窓の開閉、換気扇によって制御されるが、

天気や風などの気象条件の変化がハウス内気温分布にかなり大きな影響をあたえている。とくに長方形の単棟ハウスでは風向によって通風換気の状態が異なり、それが気温分布を大きく変えている。それで単棟ハウスの気温分布を風向別に比較してみると第2図のようになる。すなわちN寄りの風のときは高温部はN側に、低温部はS側に現われ、S風のときは高温部がS側、

低温部はN側に現われており、その温度差はいずれも5～7℃以上とかなり大きい。

このようにハウス内気温分布では、ハウス外の風向に対して風上側に高温部、風下側に低温部が現われる。

この風上側と風下側の温度差は通風換気のしかたによって違うので、通風換気のしかたを変えた場合について比較してみると第3図のとおりである。この日はハウス外の風向がS風であったので風上側のS側が高温部になっている。これによると天窓を開放して換気扇を2台(N, S両妻各1台)同時に回転した場合にはS側が27℃、N側

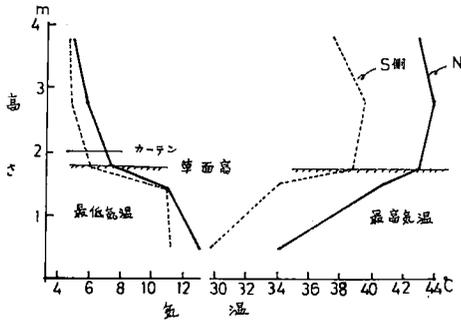


第2図 風向別のハウス内気温分布 (単棟 NR-180) S 46.3 石巻

が21°Cとなり、その温度差は6°Cになっている。これを換気扇を止めて天窓だけの自然換気になるとハウス内の気温は全体的に高くなりS側は29°C、N側は26°Cとなり、とくにN側の昇温が大きくS-Nの温度差は3°Cとなって換気扇による強制換気の場合より差は小さくなった。さらに天窓を閉めて換気を行わない場合にはS-Nの差は0.2°Cとなった。このようにハウス内気温分布はハウス外の風向によって変わり、風上側と風下側の温度差は強制換気を行なった場合に大きくなり、自然換気では風速が強い場合に温度差が大きくなる。

(3) ハウス内気温の垂直分布

単棟ハウスの中央ベットでS側とN側の気温垂直分布を観測した結果を第4図に示す。それによる気温の垂直分布はS側、N側とも同じ気温分布を示しているが、観測当日はNWの風であったので



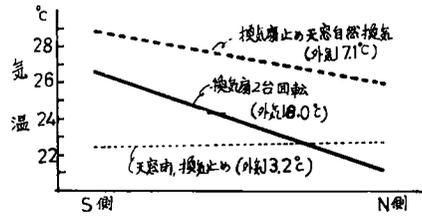
第4図 ハウス内気温垂直分布
(単棟 NR-180) S 46.3 石巻

風上側のN側が高温になっており、日中の換気時にその差が大きく、夜間はS-Nの差は小さくなっている。最高気温についてみると植列内地面近くの気温が最も低く、それから上にいくにしたがって気温は急に高くなり、草面付近からその上部で最も高温を示し、さらに上部では天窓に近づき気温はやや低くなる。最低気温の垂直分布は夜間はカーテンを閉め温風加温するためカーテン内の植列間では上下の温度差は小さく保温効果が認められるが、カーテンに近い草面付近では気温は急に低くなり、カーテン上ではさらに気温が低く、上にいくほど低い、夜間のカーテン内と外の温度差は5~6°C以上になっていた。

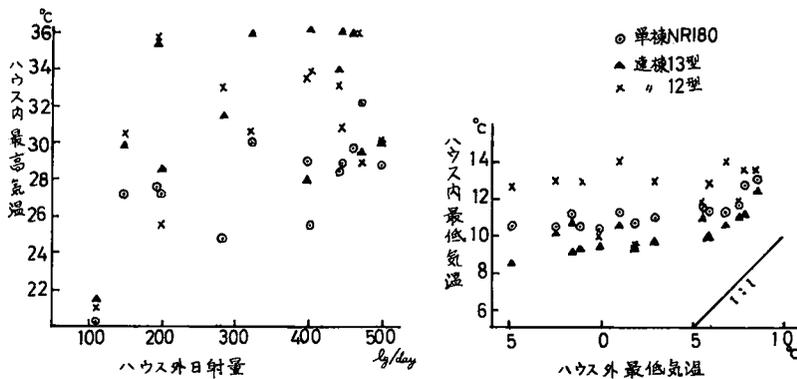
(4) ハウス構造別のハウス内気温

ハウス内気温は外気温にくらべいずれのハウスもかなり高温に経過している。日中の最高気温は日照、日射量の多少によって左右されるが、実際の温度は天窓の開閉や換気扇によって制御されるので第5図でみられるようにハウス内最高気温の高低とハウス外日射量の多少との関係は明らかでない。

ハウスの構造別の最高気温を比較すると、観測期間中の平均では外気温の13.7°Cに対し、単棟ハウス:27.6°C、連棟13型:31.7°C、連棟12型、31.0°Cとなって外気温との差は単棟:13.9°C、連棟13型:18.0°C、連棟12型:17.3°Cで単棟は連棟より3~4°C低い。これは構造による日中の換気率の差によるものと思われる。つきに夜間の最低気温について見ると、夜間は暖房機によって適度に保温されるので第5図でみられるように外気温の高低には関係がなく観測期間中はいずれのハウスもほぼ一定温度で経過していた。なおこの夜間温度は暖房機のサーモ設定温度によって決まる。構造別の夜間気温は期間中の平均で外気温の2.4°Cに対して単棟:12.1°C、連棟13型:10.3°C、連棟12型:12.1°Cとなっていたが、暖房機を使用しているのでこれらの温度差からは保温効果が比較出来ない。しかしハウ

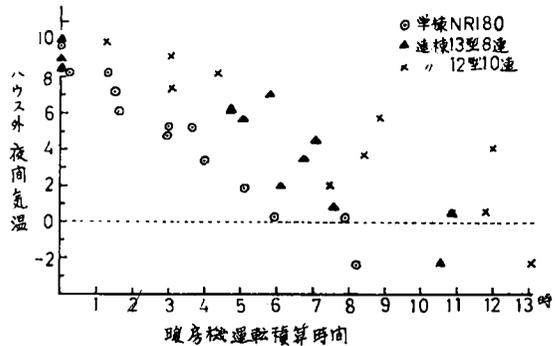


第3図 換気扇、天窓開閉によるハウス内気温の変化(風向S)
(S 46.3 石巻)



第5図 ハウス内気温とハウス外気温との関係 S 46. 石巻

スの保温効果は暖房機の運転時間に関係するので夜間外気温の高低による暖房機の運転積算時間によって保温効果を比較すると第6図のとおりで、いずれのハウスも外気温が低いほど運転時間は長くなるが、同一外気温での運転時間は単棟<連棟13型<連棟12型の順となり、単棟ハウスの暖房機運転時間が最も短い。しかし夜間の外気温が平均8.5℃以上になると単棟、連棟13型では暖房機は全く運転していないが、連棟12型では短時間であるが暖房機は運転していた。この運転時間の長短はハウスの構造による保温力の差と思われ、それぞれの保温比の違いと一致しており、保温比の大きいハウスは暖房機の運転時間は短い。



第6図 ハウス暖房機運転積算時間とハウス外夜間気温の関係 (S 47. 石巻)

4. むすび

ハウスの合理的温度管理法を確立するため、昭和46年3月石巻市でハウス内の微気象の実態を観測調査した。ハウス内気温は構造、規模によってそれぞれ異なった変化を示している。とくに日中の換気時ではその差が大きく、単棟ハウスは連棟にくらべ外気温との差が小さい。またハウス外の風向に対して風上側に高温部、風下側に低温部が現われ、換気率が大きいほど温度差が大きくなる。夜間は暖房機によって保温されるのでハウス内気温はサーモ設定温度によって左右される。しかし暖房機の運転時間は保温比の大きい単棟ハウスの方が短い。また気温の垂直分布で日中は草面付近からやゝ上部が最も高温を示すが、夜間カーテン下植列間の気温が高く、カーテン外との気温差は5~6℃位あった。

以上のようにハウスの構造、規模による温度変化の特徴を知ることが出来たので、今後はこの結果にもとづいて温度環境制御法について検討を続けて行きたい。

〔講話〕 施設気象の制御

谷 信輝
(農業技術研究所)

1 まえがき

作物の生育には、おのおの好適条件があり農作業は季節に応じて播種収穫ができるよう進められている。農作物とくに野菜の露地栽培では収穫の時期に限られ、あるときには豊富にあるが、ないときは全くないということになる。それを打破って何時でも何所でも、新鮮なものが食べたいという欲望は昔から非常に強かった。

作物生育の場の気温をかえて、いわゆる季節外れに収穫をしようとする試みはかなり昔から行なわれ、油障子で囲み、堆肥の醗熱により加温する温床は、野菜の育苗に広く行なわれた。また、ガラス温室は熱帯植物の観賞用として所々に作られていた。

しかし、施設栽培として普及するようになったのは戦後ビニールフィルムの発達によるもので、ビニールの出現は、従来ゼイタク品とされていた季節外れ野菜を一挙に大衆化してしまい、さらに重油バーナーの使用は、栽培可能の時期、場所などの範囲を拡大し、北は北海道から南は九州まで日本全国にわたりビニールハウスがみられるようになった。ビニールハウスなどによって気象を調節できる原理を考えてその実際について解説をしよう。

2 温室効果

日当りのよい場所に透明なガラスで密閉した空間を作ると、その中は非常に高温となる。この高温となる理由は次のように考えられていた。すなわちその熱源は勿論太陽光であるが、ガラスは波長の短い可視光線を通し、中に入った光は地面や物体に吸収されそのものの温度を上昇させる。高温になった物体は長波長の放射を出す。ガラスは長波長の放射を遮り外には出さない。そのため中に熱が溜り温度が上昇するというのである。そしてこれを温室効果と称した。

しかし、種々実験を行なった結果、このような現象もみられないこともないが、ごく僅かで、高温となる主な原因は、風により熱が運ばれないことによることがわかった。防風林や防風垣によって風を弱めると気温が上昇するのと同じ理由である。

ところが、夜間となると事情が全く逆となり、物体は放射により冷却をして低温となる。もし風があたると、空気のもっている熱が物体に与えられ、著るしい温度低下は起らない。被覆によって風を止めると空気からの熱が与えられないため低温となってしまうわけである。凍霜害の発生する所は風の弱い所にあることもこの理由による。

実際にハウスの中の気温を測ってみると、何も暖房しなくても夜間外気より2〜3度高いのが普通である。この熱はどこからくるかという点で地中からくる。すなわち屋間太陽からの熱は一部地中の土層に貯えられ、夜間放出しているのである。土層の熱容量は極めて大きく、気温の大巾な変化を抑えている。この働きは極めて大切であることに注意されたい。

3 熱のやりとり

熱は物体に吸収され温度となって始めて我々が感ずることが出来るが、温度の調節には熱のやりとりの状態を明らかにする必要がある。これを熱収支といって農業気象研究の重要な項目となっている。

ハウスの熱状態を考えるに熱収支式を用いて説明をしよう。

太陽からの熱はすべて物体に吸収されるわけではなく一部反射されるし、物体も温度が上れば自ら長波長の放射も出す。これらを全部差引勘定したのが純放射量である。十であれば物体が温まる。熱のやりとりを考える場合重要なことは、蒸発の潜熱で水1g蒸発に約590カロリーを要する。これに対して水の状態が変わらず熱だけ移るのを顕熱という。

ハウス内外を問わず、水・地面からの蒸発、作物からの蒸散でもすべて水が水蒸気になるとき潜熱を要する。直射日光下の作物は蒸散を盛んに行なって自らの体温上昇を防いでいる。

熱のやりとりを式で表わすと

純放射量=地中との熱の交換量+蒸発に使われる潜熱量+気層との熱交換量(顕熱量)

になる。表に熱収支の1例を示す。数字の単位は $cal/cm^2 \cdot min$ である。ハウス内と裸地とを比較すると、潜熱・顕熱に大差がありこれが内外の気温の差を生じさせている。すなわち屋間風の吹いている裸地では蒸発により熱が多く消費され、不足した熱量は暖かい空気により供給されている。この時の夜間、外部では蒸発がなくまた顕熱量もなかったが、内部は地中より熱が供給され、一部は蒸発に用いられたが、ハウス内の空気を暖めるにも使われていることを示した。

表1 ハウス内と裸地との熱収支の比較

時刻 項	正 午 頃		夜 半 頃	
	ハウス内	裸 地	ハウス内	裸 地
純 放 射	0.5	0.5	-0.02	-0.1
地中と熱交換	0.45	0.4	-0.1	-0.1
蒸発潜熱量	0.025	0.15	0.04	0
顕 熱 量	0.025	-0.05	0.04	0

単位: $cal/cm^2 \cdot min$

ハウス内の温度の調節は前の式にある4つの項を操作することにより行なわれ、さらに不足する熱を補う暖房、過剰の熱をとる冷房が行なわれるのである。

4 ハウスの保温

ハウス栽培においては夜間ハウス内気温を外気より高く保つことに努力が払われる。それには、まず内から外へ逃げる熱を抑えること、次に他所より熱をとりこむことである。

外へ逃げる熱を抑えるには外壁を厚くすることにより中の暖かい空気が洩れないよう密閉する。壁を通して熱が伝わらないようにする。放射冷却をしないようにすることが行なわれる。外壁を被覆する材料としてコモ・ムシロが用いられたが、その着脱は毎夕・毎朝のことで労力の要る仕事であった。最近ではカーテンと称しビニールフィルムをハウス内に張り壁を二重とすることが行なわれ、その展張をワイヤでする装置も使われるようになった。

蒸発に要する潜熱の量は極めて大きいので気・地温が上り難い。地面にビニールフィルムを敷き地面蒸発を防ぐと気・地温をあげることが出来、同時に内部が過温になることも防げる。

ビニールハウスの暖房機は被覆の手間を除き、被覆しないために失われる熱量を補うように導入されたものであるが、今は積極的な加温のために使われている。寒い地方ほど必要な熱量が多く、燃料の消費量も多くなり生産者に響く。消費量を減らすため、ハウスの熱損失を少なくするようにしなければならぬ。ハウスの暖房機としては重油を燃料とする温風が温湯式のものを用いられている。温風式ものは地上部の温度を上げるのに適し温湯地下配管式は地下部の温度を確保するのによい。これらはすべて自動運転になっていてほとんど人手を要せず所定の温度に保つことができる。

5 ハウスの冷房

人間の住家でも同じであるが、暖房は比較的簡単にできるのに対して、気温を低下することは非常に困難である。作物を好適気温に保つため30℃以上にはしないほうがよいが簡単なハウスでも日射が強ければたちまち30℃位に達してしまう。暖地では夏季の過高温のためハウスの使用が妨げられているのでなんとか気温を下げたい。

それにはハウス内に入る熱をできるだけ防ぎ、中の熱をできるだけ外へ運び出す工夫が必要となる。前に掲げた式でいうと太陽からの熱量を減らし、また潜熱・顕熱を多く外に出すことである。すなわち太陽熱の減少のため外壁を不透明にしたり、日除けをしたりすればよい。ガラス温室ではこのような手段がとられている。窓をあけ換気をし中の熱気を抜くことは普通で、外部に適度の風があるときは最も簡単に効果がある。自然の換気で不足の時、ハウスの構造上広く窓がとれないときは大型換気扇による強制換気が行なわれる。換気扇の運転はサーモスタットにより自動化しているものもある。

換気扇による換気を十分やったとしても、外気温より低い気温にはならない。通常の換気ではどうしても外気より2~3℃高い。さらに外気より下げたいとなると容易でない。ルームクーラーのような冷房機械を使えばできるが、費用を多額に要し問題とならない。そこで利用するのは何かというと前に述べた潜熱である。すなわち蒸発量を増し、気温を下げようとするもので、簡単には床に水をまけばよい。作物にかん水するのは生育に必要な水分を補給することばかりでなく気温の調節の役目もあることに注意を要する。換気扇を併用し外気の流入口で水を蒸発させ気温を下げようとするのが、パッドアンドファン式とかミスト式とかいわれるものである。この装置が理論通り働けば、湿球温度に相当する気温となる筈であるが、実際にはそれより2~3℃高い温度がえられている。日本の夏は比較的湿気が高くこの方法による気温低下の効果は余り大きくないが、大陸内部乾燥地方ではよい成績をえているようである。

ビニールハウスでは、昼間は外に熱を捨てなければならない程高温となり、夜は逆に他所から熱をもってこなければならない程低温となる。1日の間をみてもそうであるし、1年間の夏と冬をみても同じである。もし気温の高い時に熱をとって何かに貯え、気温が低くなったときその熱を放出することが出来れば非常に都合がよい。しかし貯熱ということは意外に難しいことで簡単ではないが、地中熱交換式はこの考えを試みたものである。すなわち地下1~2mの所にパイプを埋設し、昼間の暖気を通し熱を土層に与えておき、夜間通風すれば、暖まった空気がえられるというものである。蓄熱体として大地を使った点面白いと思う。ビニールハウスのみでなく他の施設の温度調節にも応用できそうな気がする。

6 おわりに

農業というものは今まで、その土地の気候に合わせて行われるものと考えられ、農業気象の研究も、気候に合う作物の選定、作業期の決定などを目指してきたが、ハウスや温室の進歩は、作物の生育に合わせて気象を変えてゆくやり方に可能性を与えた。機械類特に電子機器の進歩は著るしく、将来かなりの部分が、自動制御できるようになるだろう。そして農作物の自動生産も夢でない時期も来るかもしれない。

農業技術に関する研究は、従来生物学、化学を軸として進められてきたが、今後は物理学をおおいに導入することが必要となると思う。

昭和46年の異常気象と長期予報

松倉 秀夫
(仙台管区気象台)

1 緒 言

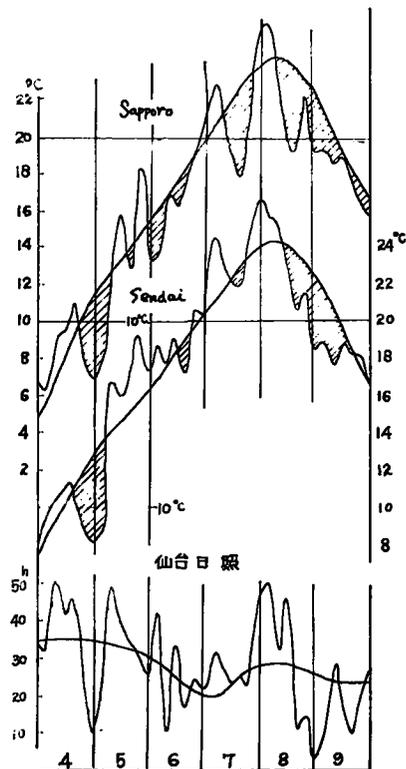
46年の東北地方の作況指数は、94%と昭和28年以来18年ぶりの不作であったが、これは春先きの異常低温による苗代の冷害と、登熟期の8月後半以降の異常低温・長雨・日照不足による悪天候が、最も大きな減収の気象条件の要因であった。しかし減収に対して不良天候説と、冷害の常習地の青森県では101%の平年の作況をあげ、冷害に比較的影響の少ない山形・福島県で90～93%と不良作況を示したことから、うまい米作りムードにおさされて、適地適品種の導入の失敗を原因とする説とがあつて、減収の原因についていろいろの見方がなされている。

これについては、各専門家の方々に十分検討して頂くことにして、私はここで46年の異常気象の実態と、最近の気候変動の概要および長期予報の技術について述べるが、46年の冷害を基本としてこれからの農業のあり方の参考にして頂ければ幸甚である。

2 46年の異常気象の実態

先づ第1図に北海道を代表して札幌、東北地方を代表して仙台の今暖候期の気象変化を示すが、図から明らかなように、北海道では4月下旬～5月上旬にかけての異常低温と季節はずれの雪、6月前半の低温傾向と晩霜、7月中旬～下旬前半の強い低温と日照不足、8月中～下旬の強い低温と9月初めの冷え込みによって障害型冷害が起っている。北海道の冷害は以上のような気象経過で過去の冷害型と同じ変化を示している。

これに対し東北地方は、同じく4月下旬～5月上旬の記録の低温と、日照不足と、その間に2日周期で現れた4月23, 25, 27日の強風、その翌日の4月24, 26, 28日の晩霜、それに加えて4月19日, 5月9, 10日の晩霜と頻発した異常低温と日照不足が重なって、苗代に昭和40年を上まわる大きな被害をうけた。これらの晩霜害は普通の年にみられる移動性高気圧の通過による放射冷却によるものでなく、日本附近は晩冬時に匹敵するような強い寒気場にあつて、ベース的に低いところに、大陸方面より寒冷な移動高気圧が東進したため気温降下を強め、季節としては強い低温が現れ、霜害というより凍害であつた。なお、46年の晩霜の特徴は低気圧の通過後前夜半くらいまで強風が続き、後夜半になって風が止んで晩霜が現われて普通の年と違つていた。また頻発したことも特徴的である。



第1図 札幌、仙台の半月気温と日照時間

その後8月半ば頃までは、5月中旬、7月上旬、8月上旬と夏型が現われ30℃を越す異常高温が続いたりして、特に強い低温もなくおむね順調な天候で経過したので、稲の生育もかなり回復し8月半ばまではほぼ平年並の生育相を示した。しかし8月後半から、台風22号が三陸沖東方洋上を北上し、それを契機に急に夏型が崩れて、高緯度方面から寒気が南下し始め、急に低温ベースに変わり10月半ばまで低温・長雨・日照不足といった稲の生育に最も悪い気象条件が維持した。この低温は過去の冷害年にみられない程長期間続き、それに低温度も早冷の代表年であった昭和28年や昭和31年を上まわる程の記録的低温と、悪天候によって誘発されたイモチ病の多発が重なって冷害を大きくした。

また46年は春先から台風の多発ぶりを発揮し、5月にすでに9個と昭和20年以来の多発記録を示し、年間35個の多発となった。その中19, 23, 25, 29号の4個が本土に上陸したが、東北地方に影響したものは23号1個だけである。しかし台風23号や26号が福島県や青森県・宮城県沿岸部に大雨や塩風害を起こした。

このように46年の気象は高低温の変動が大きく、1度高温や低温が現われるといずれも記録的な異常低温となったり、大雨、干ばつ、長いつゆ(6月3日～7月29日)台風の多発といった異常性の強い天候が現われ、まさに異常気象の連続の年といっても過言ではない。

3 異常気象と大気循環の特徴

つぎにこのような異常気象がなぜ起きたかを考えてみよう。

最近異常気象が世界的規模で起り、1960年代は異常気象時代と云われてきたが、気象の異常性は、一般に或る短期間中の振動の大きい変動が起きるだけで異常が発生するのではなく、同じような傾向が持続するために生じている。すなわち異常が起きる時は、高温の日の次に低温の日という具合にくり返されるので、平均すると平年値に近い状態におちついてくる。したがって異常気象が起きた時は、例年よりも一面的にかたよった天候が持続しがちなので、それによる影響が累加されるわけである。

一般に地上の気圧系は上空を流れている風によって流されるので、上空の風が強いと大気中のうずは早く移動し、天気変化も早くなる。

しかし逆に上空の風が弱いと大気中のうずはゆっくり移動するので、天気変化は遅くなり持続性の大きい天候になる。

もう1つの異常気象の起る条件としては、空気の流れ方が例年と違うことである。例えば10℃の大陸の空気は北海道を通るのを普通とし、これが何らかの原因で九州を通りやすくなったとしよう。そうすると九州は北海道の気温になって異常低温になって大へんな異常気象である。すなわち例年に比べて空気の流れ方がより北にかたよったり、より南にかたよったりして大気の流れが蛇行することである。そのため運動が遅くなるので、蛇行する大気はしばしばブロッキング(阻害)型の流れとなるが、このような現象をブロッキング現象と云われる。すなわち大気がはげしく蛇行するために、常識とは全く逆に温暖域は北に、寒冷域は南に形成され、しかも上空の風は弱くなるので気圧系の運動は遅くなり、同じような天候や高低温が持続して異常気象を起こすのである。ことしの春先きの低温や悪天候および8月後半以降の異常低温や日照不足は、いずれも北半球の大気循環の一環として現われた地球をとり巻く偏西風の流れのブロッキング現象によるものである。

例えば第2図に異常気象の現われた5月1～10日の500 mb(約5キロの高さ)の北半球平均天気図を示すが、この模様がよく現われている。すなわち極に中心を持つ寒気のうずが、西シベリヤ地方とベ

ーリング海およびグリーンランド地方の3方向に流れ出し、反対に大西洋東部とオホーツク海北部およびアラスカ付近は、南からの暖かい空気が北に向っており、寒暖の地域がそれぞれ3か所に位置しているのがみられる。

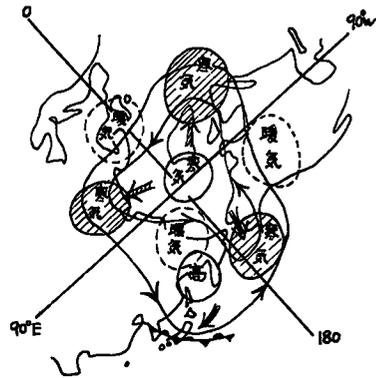
地軸をゆるがすほどの世界的な異常気象が現われて、日本では北陸豪雪のあった昭和38年1月も丁度、極の寒気が日本付近とヨーロッパおよびアメリカ東部の3方向に南下して3波数の流れを示し、これら3地域ではいずれも記録的な寒波や豪雪の異常気象に見舞われた。このように寒気が3方向に流れ出る時は、一般に異常気象が起りやすい特徴がある。

一般に地球の極方面は寒冷で赤道方面は温暖なので、南北の寒暖气団の境に対応して、地球の上空12 km付近に強い西風の空気がジェットのようになって地球をとり巻いて流れている。このジェット気流は一樣に吹いているのではなく、南に片よったり、北に片よったりしながら地球をとり巻いて流れているので、もしジェット気流が日本の南まで南下すると、日本は寒気におおわれ、また日本の北にジェット気流が北上すると暖气団に入って高温となる。したがって異常気象の時は、このジェット気流が例年に比べてはげしく蛇行し、例年に比べて約1,000 kmも南に片よったり、北に片よったりするため、日本付近で位置が1,000 kmも違うと気温にして約7℃くらい違う。そのためジェット気流が1,000 kmも例年より南下すると、それにつれて気温も例年より7℃も冷たい空気が流れ込んで異常低温を起こすことになる。

モデル実験によると、地球の極方面の気温をどんどん冷却させて回転させると、地球を取り巻くジェット気流は3方向に蛇行して3波数の流れ方をすることがわかっている。したがって極方面が何らかの原因で寒冷化が大きくなると、寒気は3方向に流れ出しジェットも蛇行して3波数型の流れを示し、地域的に寒暖の差の大きい変化を示すようになる。このように大気の流れは大きく蛇行するので、大気の流れの運動も遅くなるので、これに対応して下層の気圧系の移動速度は遅くなり、同じような天候が持続して異常現象が起ると考えられる。したがって上空の西風の流れが南北に大きくふれることが、異常気象を起こす原因の1つである。

そこで第2図にもどるが、この図でも明らかなように寒気は3方向に流れ出し地球を取り巻く偏西風の流れは高緯度では3波数型となっている。ところが第2図でみられるように西シベリヤ付近に寒気が南下したため、この地域でジェット気流が強まっているが、これより下流ではオホーツク海北部と日本付近を通るジェット気流と、2つに分流しているのがみられる。一般に北の方の分流は極方面の寒気と高緯度の寒気との間に出来るジェットで、これを極ジェットと呼び、南の方の分流は、高緯度の寒気と中緯度の暖気との間に出来るジェットで、亜熱帯ジェット云われる。

北の方の分流は先に述べた3波数の流れの尾根に相当し、地上の気圧配置では、これより南の地域でオホーツク海高気圧に対応している。一方南の方の分流は亜熱帯ジェットに対応し、地上では前線帯に対応している。そのため極東域では、このようにジェット気流が分流してブロッキング現象が起ると、地上では北高型のおう型の気圧配置が現われやすく、東北地方や北海道東部では、北東気流が卓越して、低温と悪天をもたらす特徴がある。



第2図 異常天候をもたらした上層天気図
(1971.5.1~10 平均500 mb天気図)

だいたいこのようなパターンは梅雨時に現われやすいが、ことしは1か月も早めにつゆ型の気圧配置が現われたとみられる。

なお東北地方の冷夏の現われ方には、前に述べたように上層の偏西風波動のプロッキング現象によって、日本付近ではオホーツク海高気圧が停滞して、北東気流によって冷夏をもたらす型と、上層の北極方面の寒気が強まって、寒気場が広がって北日本をおおう場合や極りずの中心が極東域に片よって、寒れりずの一部が北日本に南下して冷夏をもたらす場合の2つがある。それで前者を第1種類の冷夏といわれ、例えば昭和29年とか昭和31年などの冷夏があげられる。後者を第2種類の冷夏といわれ、代表年として最近では昭和39～41年の北海道の冷夏があげられる。(第3図)

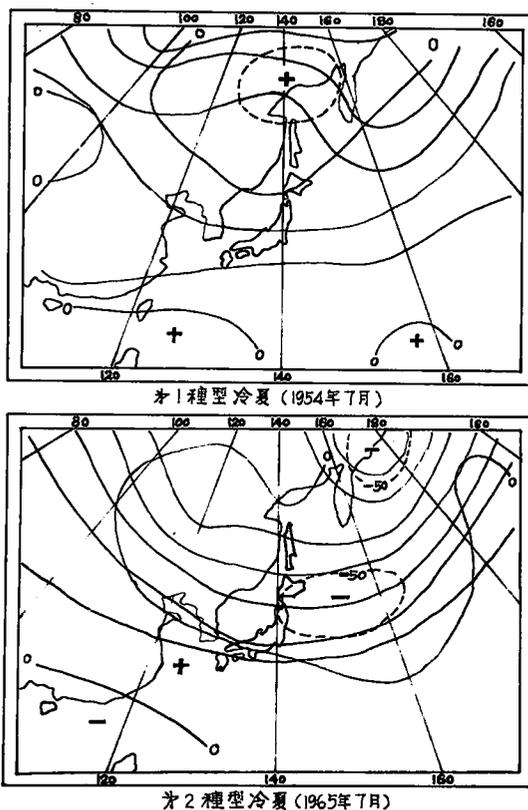
一般に第2種の冷夏の場合は、寒気の南下によってジェット気流は北日本を通りやすいので、ジェット気流の北側に位置した北海道では冷夏となり、またジェット気流の南側に位置する西日本では、暖気場におゝわれて暑夏とか干ばつが起りやすい。この場合東北地方は丁度境目の前線帯となり、その上を低気圧が通りやすいので、低気圧の通過時の悪天と通過後の大陸方面からの寒気の流入によって冷夏となりやすい。この場合天気は太平洋側に比べて、日本海側や南部で強い低温や悪天が起りやすい。

最近では極方面の寒冷化が強まって、寒気が北海道付近まで南下しやすい傾向があるので、北海道はしばしば冷夏に見舞われている。しかし東北地方は寒暖気団の境に当り、寒暖の変動の大きい天候が現われているが、北海道のような強い冷夏は今まで現れなかった。

しかし、46年はこの寒気が津軽海峡を越えて東北地方まで南下したので、8月後半以降は北海道なみの異常低温に見舞われ、近年に珍らしい冷害が現われた。

つきにこのような異常気象が現われやすいかどうかをみる指標として偏西風の強さが目安とされている。すなわち偏西風が強い時は流れも带状であるので、気圧系も順調に西から東に移動し、日本付近の天気は周期的に変化し高温傾向がある。これに対し偏西風の弱い時は、偏西風の流れは蛇行性が大きく、プロッキング現象が現われやすいので、日本付近では北高型の気圧配置が現われやすいので低温や悪天が現われやすい特徴がある。

46年の暖候期の模様をみると第4図に示すように、偏西風の強い時は高温に、弱い時は低温に対応しているのがみられる。ここで偏西風の強さの目安として、北緯40°と北緯60°帯の500 mb の高度差の年偏差をもって現われ、東西指数



第3図 冷夏をもたらす2つの上層天気図の型
+、-は年偏差

(ゾーナル・インデックス)と呼ばれる。

4 寒冷化と異常気象との関係

最近では異常気象時代と云われるように、昭和38年の北陸豪雪以来世界的規模でいろいろな形で異常気象が現われている。

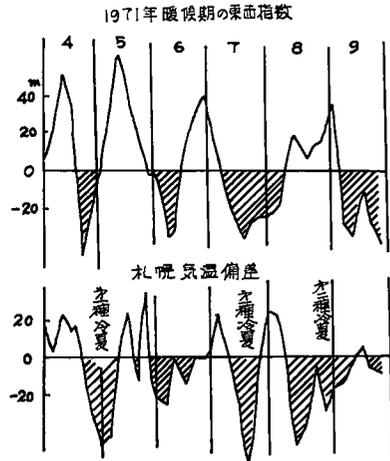
この原因についてはいろいろな見方があるが、これは地球の寒冷期に向い気候変動の過渡期の現象として異常天候が現られているという見方もある。すなわち第5図で明らかのように、地球は気候変動的に1940年頃を頂点として寒冷化に向っているが、この事実はいろいろの資料から内外の気象学者や気候学者が認め、将来小氷河期の到来を示唆している人もある。

そして、その原因として太陽からの直達日射量の減少が大きくとりあげられている。図から明らかに北半球の気温は日射量の変化と平行して変化し、最近日射量は大きく下降しているのがみられる。

ではこのような日射量の減少をもたらした原因についてはまたいろいろ考えられるが、過去の大凶冷年はほとんど前年に地球上のどこかで火山の大爆発が起り、これによって吹き出された火山灰が上空の成層圏に達して、地球をおおい、そのため太陽からの日射量が遮断され、地球の気温が冷却したため冷害が起ったと云はれている。最近は大凶冷害が無くとも、これと同じ現象が、工場の煙突や自動車から排出される微粒子や排気ガスが大気中に浮遊することによって現われている。

これら微細塵や排気ガスによって大気中が汚染されて日射量が減少したため地球の気温が下降しているという説もあるが妥当性があると考えられる。火山灰などは大体1~10ミクロンぐらいで排気ガスや微細塵より大きいので落下速度も1cm/秒くらいなので大体爆発後2~3年で大気は浄化されるが、これら微細塵や排気ガスは1ミクロン以下の大ききで1度上空に押し上げられると落下速度も1cm/分~1cm/時と小さいので、大気中に浮遊し続き益々大気の汚染濃度は増加し広域に広がってくる。

地球がこれら微納塵におおわれると太陽からの日射を散乱させ、また斜めに日射の入る極地方ほど散乱量が増加するので、北極地方の寒冷化が起る。1度極方面の寒冷化現象が起ると、連鎖的に氷域や雪線が拡大して放射冷却域が広まって益々極方面の寒冷化が増長される。このような考え方をすると、極方面が大気汚染などの影響によって温度が低下すると南との温度傾度が強まり、前述したように、ジェット気流は南北に蛇行し異常天候が現われやすくなる。

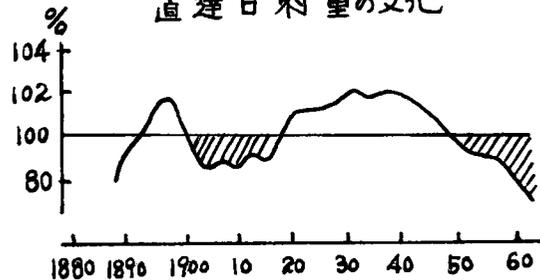


第4図 東西指数と気温との関係

北半球の年気温偏差



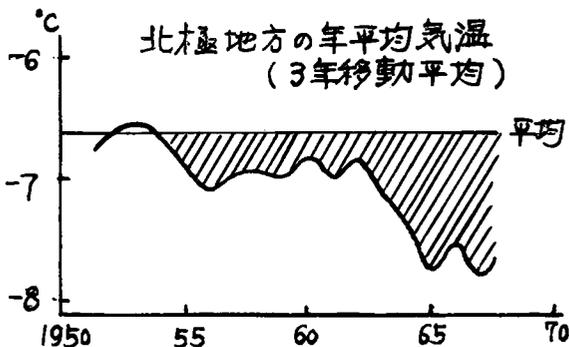
直達日射量の変化



第5図 北半球の気温と太陽からの日射量との関係

第6図に極方面の年平均気温を示すが、異常気象が大きく始まり出した1963年ころから、寒冷化が強まっているのがみられる。

以上のようなことから最近の北日本の冷夏現象は大気汚染によって、極方面の寒冷化が進み寒気場が拡大してジェット気流は南下しやすくなり、北海道はジェット気流の北側に入りやすくなったためとみられる。したがって最近の冷夏はブロッキング現象による第1種型の冷夏は少なく、むしろ極方面の寒冷化と寒気域の拡大によって大陸方面より南下した寒気りずによる冷夏が多くなっている。



第6図 北極方面の寒冷化

そのため期間は短かいが寒気の規模が大きいの強い低温が現われやすい特徴がある。昭和39～41年の連続3年の北海道の冷夏や昭和44年、46年の冷夏も大体この型で第2種の冷夏傾向が強かった。

今後人為的な不注意が大気汚染が続くならば、これによって極方面や地球の寒冷化は益々強まり、明治時代や小氷河期のような寒冷時代が到来し、異常気象が益々多発するおそれがある。

したがって今まで比較的恵まれた気象下において、進歩発展してきた東北地方の稲作技術や農薬・肥料は、今後もし明治時代のような寒冷期に遭遇した場合、どの程度適合出来るかが問題であり、また最近農薬や肥料の公害問題が広く騒がれている時だけに、これらを含めてこれからの冷害対策は、従来と変った形で考えられる時代が来るのではなからうか。

そのため最近としては珍しい46年の異常気象は、いろいろな面で今後の農業のあり方を一考する試金石とも云えそうである。

以上簡単に46年の異常気象の実態と最近の気候変動の概要を述べるが、長期予報の技術については紙面の都合で省略させて貰う。

(1971. 10)

今後の気候（安全確収技術のすすめ）

木 村 耕 三

（気象庁・前仙台管区気象台長）

まず最初に断っておきたい。

これから述べることは、今後の気候はどんなふうになるかを、その根拠の大要を説明しながら、推定しようというものである。

傾向についてだから、たとえば第2図の東北6県の米収量の変化から、この地方の反当米収量は増加の一路をたどったとして、大正2年や昭和9年などの凶作のあったことは問題にしない。高温年4分に低温年6分なら低温という。また、昨年の北半球の夏は中国が酷暑のほか低温域の方が広がったから低温だったとする。

こうしたことを承知の上で、以下を読んでいただきたい。

気候は移り変わる

この世にヒトと呼ぶ動物があらわれ出したところから、地球の歴史からいうとつい最近ともいえる1万年ほど前まで、少なくとも4回、北半球の大陸の大部分が氷河に掩われるほどの氷期という寒い時代と、その氷河どころか、北氷洋の水もなくなるほどの暖かい間氷期という暖かい時代が交互にあらわれたことは、事実といってよいほど確実な証拠が残っている。

ヒトが土をこねて焼いて器をつくる技術を発見してからも気候は変動した。7千年あまり昔には房総半島付近では現在沖縄の海に在るサンゴが生育できたし、秋田県にはツバキが咲いていた。ハマグリが北海道のオホーツク沿岸に豊富に生きていた。氷河が融けて海水が増し、関東平野の大部分は海で、足利市の付近で塩水性の貝が採れた。

4千年ほど前から寒さがもどってきた。氷河ができて海の水は減り、海岸は退いて、関東平野は霞浦や印旛沼を残して陸地になっていった。一番寒かったのは2500年ぐらいの昔らしい。関東平野南部でも草が枯れても腐らずに泥炭層ができた。

その後は大部暖かくなったらしい。西欧ではグリーンランドの氷河が消え、文字通りの緑の島となってバイキングが渡り住むようになった。日本でも谷川の水で苗を育てるほどに、暖候期の気温は高かったらしい。このころの凶作不作の原因は水害旱害病虫害で、冷害もしくは霜害の記録は682年に1件(9月4日、信濃吉備諸国霜降五穀不登)あるだけである。

その高温期も800年ほど昔には終ったらしい。グリーンランドは人の住めない氷の島となり、日本の凶作史に冷害の記録があらわれるようになる。1230年には8月25日「日本中如冬大寒」(吾妻鏡)とある。

ここまでは学者の間で異論のないところである。そして、第1図に示したような小さきみな(といっても、百年の単位ではかかるような)周期で変動があったことも間違いはない。

この図は、グリーンランドの氷河をボーリングして取り出した色々な深さの氷のコアから、物理的な方法でそのコアを形成する氷のできた年代と、それを構成する水分子が海面から蒸発して水蒸気となった時の温度を測定して、その結果をグラフにしたものである。これで見ると、12世紀、この地方の海水温が急に低くなって以後、ほぼ120年の周期で変動している。

温帯地方でも、貝殻などをつくる炭酸カルシウムについて同じような調査を行なう可能性があるよう

だが、まだ具体的には行なわれていないようである。

そこで、いろいろ問題はありますが、俗に「山沢年輪」と呼ばれる飛驒の山中に生えていたヒノキの年輪の幅を調べたものについて、その経年変化を見てみる。第2図がそれである。これでも第1図ほど規則立ってはいないが、似たような周期の変動がある。

では、具体的にこの図で気候のよい時代と悪い時代ではどのような違いがあったかという点、これは案外むずかしい。自然淘汰がわれわれの生活の中でも行われるので、時代が少し違えば、安易に比較ができないからである。

第1表 徳川中期以後の霜害による凶作発生日とその記録の残っている
国名（日本気象史料等より）

1723年9月24日	陸 中	1813年9月27日	陸 中
46827	羽 前	15106	羽 前
47911	羽 前	17727	羽 前
4892	陸 中	32914	羽 後
53922	陸 奥	33731	陸 中
55921	奥羽諸国	"85	飛 驒
72?	陸 奥	36826	奥羽諸国
83911	奥羽諸国	38721	陸 中

たとえば、気候のよい時代には稲作地帯はどんどん広がってゆくの、少し天候の悪い年にあると、たちまち不作凶作になってしまし、気候の悪い時代には安全確保の方向で稲作が行なわれるので、豊作といっても、その年の天候は気候のよい時代での悪い年程度かもしれないのである。

しかし、たとえば江戸時代の中期以後の悪化期、それは松尾芭蕉が奥の細道を回っていたころから始まるのだが、その時代はどんなに霜が早く襲っていたかは、第1表をみればわかると思う。この霜は、植物の生育が止まってしまったほどのもので、現代の気象台で初霜日として記録しているものより一段とひどいものである。

その原因

何万年もの単位ではかかるような氷期の中にも何千年もの単位で移り変わる変動があった。最後の氷期が1万余年前に終って、いまは間氷期といわれているが、その中でも千年単位、百年単位のものも含まれて変動していることは、前に述べたこととおわかりと思う。

では、こうした変動はどうしておこるのだろう。地球の公転自転運動が倒れかかったコマがするような周期的変化をしているので、地球に当たる太陽熱が変化するためだとか、造山運動の活潑な時代は火山爆発が盛んにおこるので、その火山灰で太陽熱が阻げられるためだとか、あるいは、氷河の厚さがある限度を越えると、その重さで地面と接する氷面が融け、平常の何十倍もの早さですべるようになるので、気候的には氷のない地方も氷で掩われるようになるためだとか、いろいろな説がある。

しかし、どの説も弱点もしくは証拠不足な点があって、まだ納得できる説は生れていない。あるいは、どれも本当だが、原因はただ一つではないのかもしれない。

こんなふうに、物理的な因果がはっきりしなければ、第1図や第2図のような気候変動は過去にあらわれた偶然的現象であり、今後も同じようなことが続くという主張にはならぬといわれるかもしれない。

おこりつつある事実

上の反論をくつがえすには、いまだんなことがおこりつつあるかを示す必要がある。

大西洋の北、北氷洋で一番氷の少ない海域の北端にフランツ・ヨーゼフ島がある。ここでの観測では、昭和20年代から気温が下りはじめ、昭和40年代に入ってから、10年前に比べると年平均気温が毎年下って、同44年には6度近くも低くなってしまった。

この島だけが寒くなったのではない。北半球全域平均も下がっているが、特に北緯60度以北では、グリーンランド西部が少し上っているほかは、10年前に比べて1・2度も下がっている。そして、この寒気が時々南の方へ流れ出し、温帯地方はもちろん、北米のフロリダ半島のような常夏の国にまで記録破りの寒さをもたらしている。

日本列島は幸いこの気温低下地域から少しはずれている。しかし、北海道では明らかに昭和30年代に入ってから真夏の気温が下り、昭和40年代に入ってから暖候期の気温も下がっている。

こうしたげんげしい高緯度地方の気温低下は、人間が大気を汚しているため、日射量が減っているからだという説もある。特に原水爆実験による塵や成層圏飛行による排気ガスなどは、対流圏内の汚染と違って地上に洗い落されることが少なく、かつ両極上空に蓄積されてゆくので、現在の気温低下の説明には都合がよい。

しかし、量的にはまだ疑問な点があり、この気温低下を人間のせいばかりとは考えず、まず自然現象として検討してみようという声が世界の気候学者の間で高くなってきた。

では、自然現象としてみた時、どういう方向付けができるだろうか。

これからの傾向

高緯度地方の低温化は、その物理的原因はわからないが、第1図でみると起こりうるものが起こっているものであり、さらに低温化が進むと考えなければならないと思う。

高緯度地方がさらに低温となれば、低温化域はさらに南に広がり、そこから流れ出す寒波が温帯地方を襲う回数も増すはずである。また、低温化がみられない熱帯地方から吹き込む風とその寒波とが温帯地方でせり合って、悪天が生じやすくなるはずである。

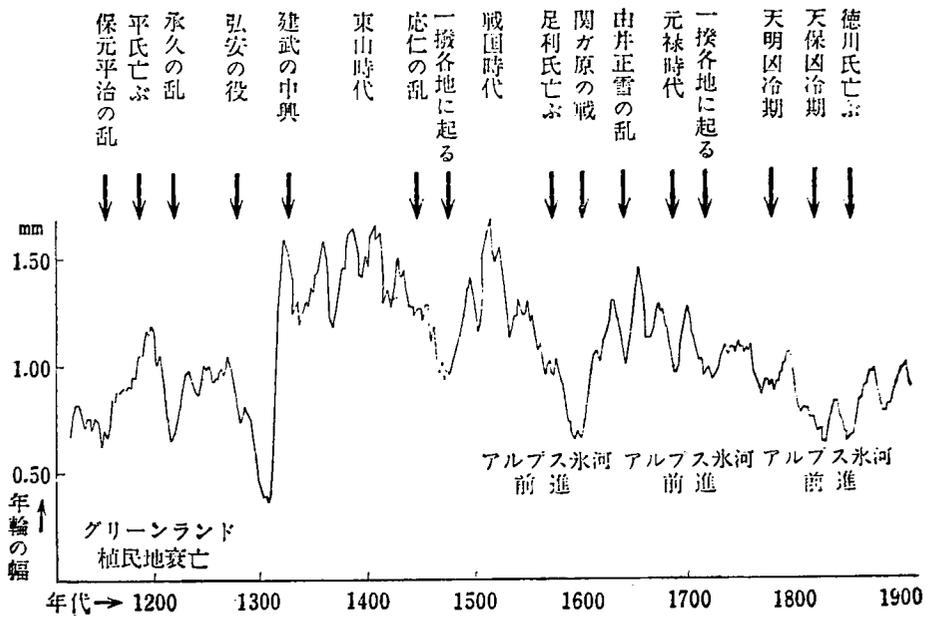
第2図によれば、近世における最悪気候期である天保年間からすでに150年近く経過し、200年以内の周期で変動している事実からみれば、日本の気候も植物の生育不適の方向へ変化してよい時代である。

では、悪化してゆく形は、年一年とだんだんに下ってゆくものだろうか。ある時期に突然落ち込んで、その状態がしばらく続き、また落ち込むという階段をおりるような形で悪化してゆくのだろうか。悪化対策としては後者の方が不意打ちを食うだけに都合が悪い。

結論を先に述べよう。残念ながら後者の型であり、その落ち込みの時期は太陽黒点数の極小期の前後である。

どうしてこういう結論になるかを説明すると長くなる。気候が稲作に適するように変化してきた時代のもので説明に具体性を欠くが、第2図で納得してもらいたい。

これは東北6県等の反当米収量の経年変化を示したものである。この図のうちで東北6県のものがわかりやすいと思う。明治37年ごろ、大正2年、昭和8年前後等の凶作期を迎えるごとに、その前より反



第3図 飛驒のヒノキの年輪の経年変化と歴史の事件の対比

支 部 記 事

◎ 昭和46年度総会並びに研究発表会

昭和46年10月22～23日の両日にわたり、福島市の福島県園芸試において開催した。研究発表12題、参加者約40名であった。23日には、仙台管区気象台松倉秀夫予報官から「46年の異常天候と季節予報について」、また福島県園芸試験場山根一郎場長から「園芸における農業気象的問題について」、それぞれ特別講演をいただいたことは大変有意義であった。

なお、総会の際長年にわたって支部幹事として尽力された内島立郎氏（北農試へ転勤）へ感謝状と記念品を贈呈することが承認された。

◎ 支部長移動

支部長城下強氏には、46年11月九州農業試験場長として転勤のため辞任、新支部長に武藤三雄氏（東北農業試験場長）が推せんされた。

◎ 当支部在住本部会員梅田三郎氏並びに佐藤焯氏には、47年4月本部農業気象学会創立30周年記念式典の際、長年の功績により表彰された。

◎ 本会誌に講話3編を掲載しましたが、いずれも当支部学会の際、特別講演をいただいたもので、お忙しいなかを御寄稿いただいたお三方に厚くお礼申し上げます。

また、本会誌末尾に会員名簿を付したが、誤記・脱落もあるかと思しますので、お気づきの際は事務局まで連絡下さい。

◎ 支部会誌を今少し親しみやすく、役立つ記事をとの声を耳にします。何でも結構ですから会員の方からの御提案を頂ければ幸いです。

◎ 本部学会創立30周年記念出版の一つとして、「農業気象の実用技術」（養賢堂、2,000円）が47年4月に出版されており、最新の農業気象の応用技術面を中心に平易に解説されておりますので紹介します。また、47年4月の総会で、本部学会費が1,800円（現行1,500円）に値上げされましたので、支部在住の本部会員の方の協力をお願いします。

◎ 昭和47年度の支部学会は、10月19日13時（木）～20日12時（金）の両日にわたり、盛岡市自治会館で開催致しますので多数御参加下さい。

昭和 46 年度 会計決算報告

昭和 47 年度 会計予算

収 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前期繰越	58,195	58,195	通 信 費	15,000	11,803
個人会費	103,500	79,700	振 替 費	2,000	340
賛助会費	25,000	25,000	事 務 費	1,000	160
雑 収	-	-	旅 費	7,000	7,340
			印 刷 費	95,000	70,600
			会 議 費	10,000	11,080
			予 備 費	54,695	12,000
			雑 費	2,000	
計	186,695	162,895	計	186,695	113,323

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	49,516	通 信 費	15,000
個人会費	90,000	振 替 費	2,000
賛助会費	25,000	事 務 費	2,500
雑 収		旅 費	7,000
		印 刷 費	100,000
		会 議 費	10,000
		予 備 費	26,016
		雑 費	2,000
計	164,516	計	164,516

次期繰越 $162,895 - 113,323 = 49,516$

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
佐川屋器械店	盛岡市駅前通り9の5	理化学器機械販売
東北化学薬品株式会社	弘前市茂森町126	化学薬品販売
成瀬理化商会	盛岡市上田3	理化学器械販売
三機商事株式会社	盛岡市本町通3丁目16~9	計測機器販売
美和電気工業株式会社	仙台市一番町1丁目4-14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸14	理化学器械販売
(株)旭商会仙台店	仙台市国分町三丁目9番5号	計測機器販売

東北の農業気象 第17号

昭和47年8月発行

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

印刷所 盛岡市中央通り1丁目13番
(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 一部改正

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 員

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2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 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 その他は本会会則に従う。

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。

日本農業気象学会誌「農業気象」第27巻(1971-1972)目次紹介

論 文

1. 冷海風の陸上移流に伴う昇温過程の数値
実験 井上君夫……1
2. 植物群落における風の基礎的研究
(1) 植物群落上における風速垂直分布
について 長野敏英・杉 二郎……11
3. プラスチックハウスの保温比に関する二
・三の考察(英文) 小倉祐幸……15
4. ビニールハウス内の気温の測定法につい
て —昼間の場合—
北村一男・大内良実……37
5. Growth Chamber 内の微気候
(5) ガラス室内のCO₂環境と光
合成のシミュレーション 内嶋善兵衛……45
6. 蒸散に関する研究(3) かんしゃの蒸
散と蒸散抵抗 長谷場徹也・伊藤代次郎……59
7. 鶏舎および畜舎内温度変動の動的解析
高倉 直・ケネス エイ
ジョーダン・ランディス エル ポイド……79
8. 豪雨と水害と研究 第2報 坂上 務……85
9. 実測による温室暖房負荷係数の決定
高倉 直・岡田益己……93
10. 温室の空気調和に関する設計資料
1. 夜間の放射冷却の算定 高倉 直……99
11. 温室内の日射量に関する研究(2)
古在豊樹・杉 二郎……105
12. 複雑に造成されている防風林の効果の実
測と模型実験 横田廉一・高橋英紀……123
13. とうもろこし内の風のスペクトル解析
磯部誠之……129

14. 南極の海氷上における接地気層の観測
真木太一……137
15. 北海道の斜里・網走地域の局地風と防風林
密度について
吉野正敏・星野光子・大和田道雄……145
16. 農耕地における熱的現象の模型実験
(1) 防風垣後方の気温分布
横田廉一・高橋英紀・萩原 守……153
17. やませ風時の気象的特質
佐々木信介・卜藏健治……159

要 報

1. 小地域における水稻の収量算定法の一試案
案 長谷川 剛……19

講 座

1. デジタル アナログ シミュレーショ
ン 高倉 直……23

総 合 紹 介

1. 蒸散効率について 武智 修・長谷場徹也……67

そ の 他

1. 投稿および編集規定 …………… 22
2. 本会記事 …………… 30, 31, 76, 77, 118, 119, 164
3. 支部だより …………… 33
4. 新刊紹介・抄録 …………… 44, 58, 73, 116, 144
5. 賛助会員名簿 …………… 75, 120, 164
6. 会員移動 …………… 34, 74, 117, 130
7. 風のシンポジウム講演募集 …………… 35
8. 会員の声 …………… 28, 116
9. 日本農業気象学会名簿ならびに会則 …………… 37
10. 計 報 …………… 120