

東北の農業気象

第 22 号

昭和52年11月(1977)

[論 文]

1. 遮光下の水稻の出葉速度に及ぼす生育温度の影響	細井徳夫・麻生常吉	1
2. 水稻の稚苗植における穂数成立までの生育と気象との関係	菅原 俐・金子一郎	5
3. 水稻の穂ばらみ期低温処理時の日射量のちがいが不稔歩合に及ぼす影響	寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫	9
4. 水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連		
第3報 出穂期以降の温度が登熟と品質に及ぼす影響	国分牧衛・関 寛三・金 忠男 熊野誠一	14
5. 冷害気象と稲作技術の評価		
第3報 農民記録からみた大正2年の冷害の実態	和田純二	18
6. 水稻冷害の減収量推定尺度に関する知見 — 既往の減収推定尺度の再検討 —	阿部玄三	22
7. 宮城県における水稻品質と気象条件	千葉文一	26
8. 山形県庄内地方における水温上昇管理の実態	大沼 濟	29
9. 岩手県における豊凶考照試験に関する二・三の考察	佐々木忠勝	33
10. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究		
第3報 田植え期間中の日別日照時間の変動性について	日野義一	37
11. 宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究		
第4報 田植え期間中の日別気温の変動性について	日野義一	41
12. 秋田県における春・夏の気温と水稻作況との関係	高橋正男	45
13. 土砂流入ならびに冠浸水が水稻の収量品質に及ぼす影響	永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道 山田知明・工藤富夫	49
14. 水稻における寒冷乾風の被害について	斎藤博行・小南 力	52
15. 登熟気温と水稻減収被害の関係	宮部克己・田中義一	56
16. オホーツク海高気圧による凍霜害		
— 主として岩手県北部および北上山地における凍霜害について —	工藤敏雄・中村憲司	58
17. 昭和51年7月上旬の岩手県北上山地の凍霜害		
— 主として地形条件と作物被害について —	阿部博史	66
18. 簡易土壌侵食計の試作	阿部博史	70
19. 簡易蒸発計の試作	岩波悠紀	72
シンポジウム「昭和51年度の冷害気象と水稻生育」		
1. 昭和51年岩手県の冷害気象とその特徴	工藤敏雄	75
2. 冷害気象と水稻生育および被害相について	宮部克己	79
3. 青森県における昭和51年の水稻冷害の実態	小野清治	81
4. 宮城県における冷害気象と減収要因	千葉文一	85
◇ 支部記事		87
◇ 賛助会員名簿		91
◇ 「農業気象」第32巻総目次		裏表紙

52・53年度農業気象学会東北支部役員・顧問名簿

(県別アルファベット順)

支 部 長							
//							
評 議 員							
	坪	井	八	十	二	(52年 4月~10月)	東北農試
	宮	本	硬	一		(52年 11月~)	古川農試
	永	沼	昌	雄			青森農試
	○小	野	清	治			//
	本	庄	一	雄			岩手大学・農学部
	木	下		彰			東北農試
	○工	藤	敏	雄			盛岡地方気象台
	官	部	克	己			岩手農試
	大	川		晶			//
	○谷	口	利	策			東北農試
	寺	中	吉	造			//
	安	藤		清			秋田地方気象台
	石	山	六	郎			秋田農試・大館分場
	松	本		頭			東北農試
	千	葉	文	一			宮城農業センター
	羽	根	田	栄	四		山形大学・農学部
	大	沼		濟			山形農試・庄内支場
	原	田	良	平			福島園試
	川	島	嘉	内			福島農試
監 査		阿	部	谷			岩手県庁
幹 事		菅	原				東北農試
		前	田				青森農試
		阿	部	博			東北農試
		細	井	徳			//
		佐	木	忠			岩手農試
		齊	藤	正			秋田農試
		牛	崎	敏			秋田地方気象台
		日	野	義			宮城農業センター
		吉	田				山形農試
		阿	部	貞			福島農試
顧 問		土	井	健	治	郎	岩手県経済連
		黒	沢	順		平	岩手農試
		○坪	井	八	十	二	東北農試
		加	藤	愛		雄	東北大・理学部
		清	水	逸		郎	仙台管区気象台
		梅	田	三		郎	気象協会東北本部
		内	海	徳	太	郎	
		輪	田			潔	東北大・農学部
		八	田	利		助	
		山	本	義		一	東北大・理学部

(◎印 日本農業気象学会長)

(○印 本部評議員)

遮光下の水稻の出葉速度に及ぼす生育温度の影響

細井徳夫・麻生常吉
(東北農業試験場)

1 まえがき

気象要因の気温及び日射量が、水稻の生育速度に及ぼす影響力の強さは、生育段階によって異なり、またその影響を強く及ぼす期間が栽培法によって変化すると考えられる。本報告は温度が水稻の生育速度に強く影響を及ぼす期間とその影響の強さが、50%の遮光によっていかなる変化を示すかを2葉苗と5葉苗の出葉速度を示標にして、開放型変温装置を用いて検討した。

2 材料及び方法

1) 供試品種 供試11品種の中でインカリ(早生種)、フジミノリ(中生種)、日本晴(晩生種)、をその代表として選んだ。

2) 供試苗 苗床は稚苗育成箱を用い、施肥は稚苗常法に準じた、種子は催芽後、各品種とも10cm間隔に条播した。苗はガラス室内で育成した。

	無遮光温度処理区	50%遮光温度処理区
2・3葉苗区播種日	1974年 4月30日	1976年 5月17日
5葉苗区播種日	1974年 4月10日	1976年 4月28日
移植日	1974年 5月10日	1976年 5月26~28日
移植密度	23cm×5cm	23cm×5cm

3) 実験条件 温度処理は開放型変温装置を用い5温度処理区を設定した。無遮光区は5月10日、50%遮光区は6月1日に温度処理を開始した。遮光処理はサラン製寒冷紗を用い1976年6月1日から開始した。

	無遮光区	50%遮光区
(1) + 3℃区	目標温度は自然温度推移+ 3℃	目標温度は自然温度推移+ 3℃
(2) + 1.5℃区	" + 1.5℃	" + 1.5℃
(3) ± 0℃区	" ± 0℃	" ± 0℃
(4) - 1.5℃区	" - 1.5℃	" - 1.5℃
(5) - 3℃区	" - 3℃	" - 3℃
(6) S, 0℃区(無遮光自然温度区)	—————	" ± 0℃

4) 試験区栽培法、東北農試構内に設置された開放型変温装置の鉄製栽培枠(2.4m×1.6m=3.84㎡)に水田状態(水深3cm)で栽培した。

施肥はa当り完熟堆肥250kg、3要素は成分として窒素1kg、磷酸2kg、加里1.5kgを元肥として施した。

5) 調査方法 各温度区の調査個体数は8個体、各品種の出穂経過を毎週1回、出穂まで調査した。各温度処理区の稲群落内の温度および水温を熱電対で測定、記録した。

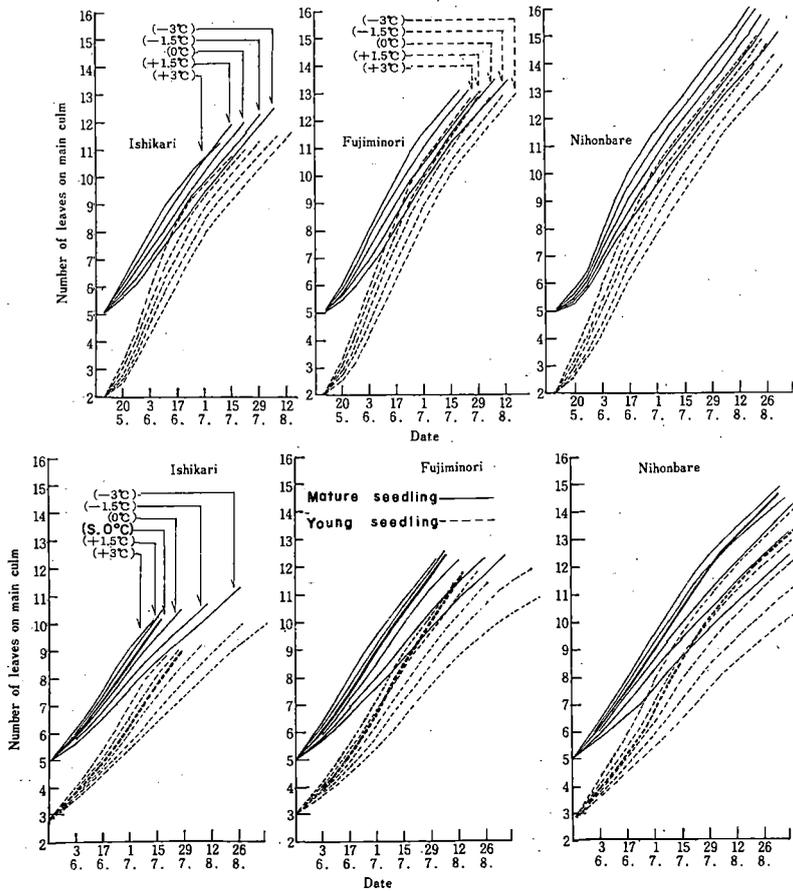
3 結果及び考察

品種の出葉経過を、各温度区について第1図に示した。無遮光区において5葉苗(以後成苗と略記

す)と2・3葉苗(以後稚苗と略記す)の各品種の葉令差は、高温区で7月上旬、低温区は7月中旬まで減少を示したが、その後この差は変化なく保たれた。品種の温度処理区間の葉令の差は成苗区において7月上旬、稚苗区は7月中旬まで移植時から増加した。その後この差は変化せず推移した。温度処理区間の葉令の差は、5葉期以後稚苗区が成苗区より大きかった。

50%遮光区(以後遮光区と略記す)において成苗と稚苗の葉令差は、無遮光区と同様高温区で7月上旬、低温区は7月中旬まで減少を示すが、この差はその後変化なく推移した。各品種で温度処理間の葉令の差は、成苗区および稚苗区とも遮光下において移植から出穂まで常に増加した。無遮光下における温度処理間の葉令の差は、主稈葉数の大小に比例し、早生種に比べ晩生種が大きかった。

品種の葉位別出葉間隔を各温度区について第2図に示した。無遮光下の稚苗区出葉間隔は、各温度条件下において成苗区より移植から9葉期まで短かく、その後出葉間隔の稚苗区と成苗区の差は縮少した。温度処理間の出葉間隔の差は、成苗および稚苗区とも移植から8葉期まで高温区が低温区より短かった。9葉期以後温度処理間の出葉間隔の差は縮少した。温度処理間の葉令(生育)の差が成苗区より稚苗区で大きい原因は、出葉速度が温度に強く支配される期間が稚苗区では2~9葉期であり、成苗区の5~9葉期より著しく長いことによる。出葉間隔の温度反応に関する品種間差はほとんど認められなかった。

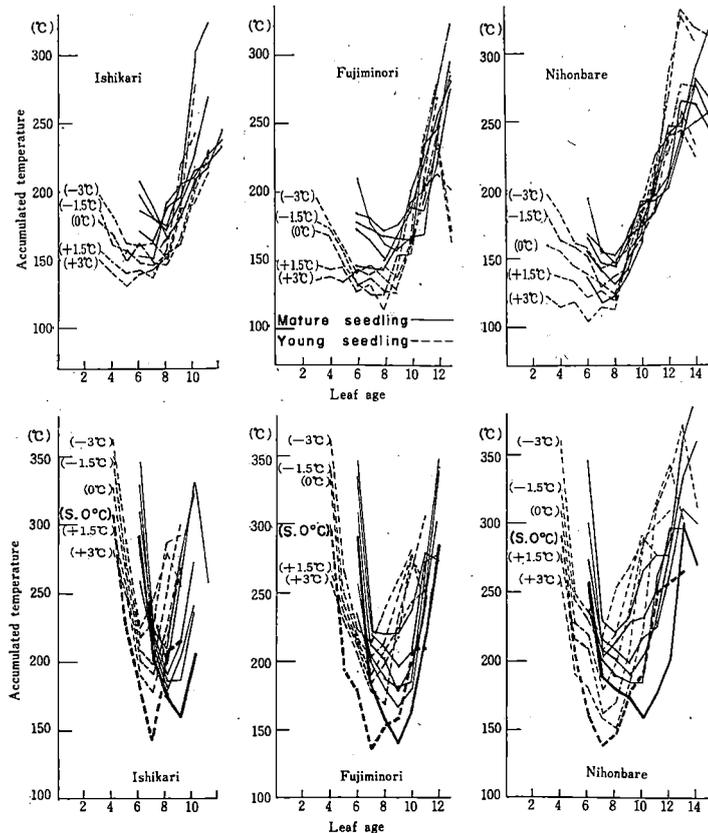


第1図 無遮光(上図)及び50%遮光(下図)下の水稻出葉に及ぼす生育温度の影響

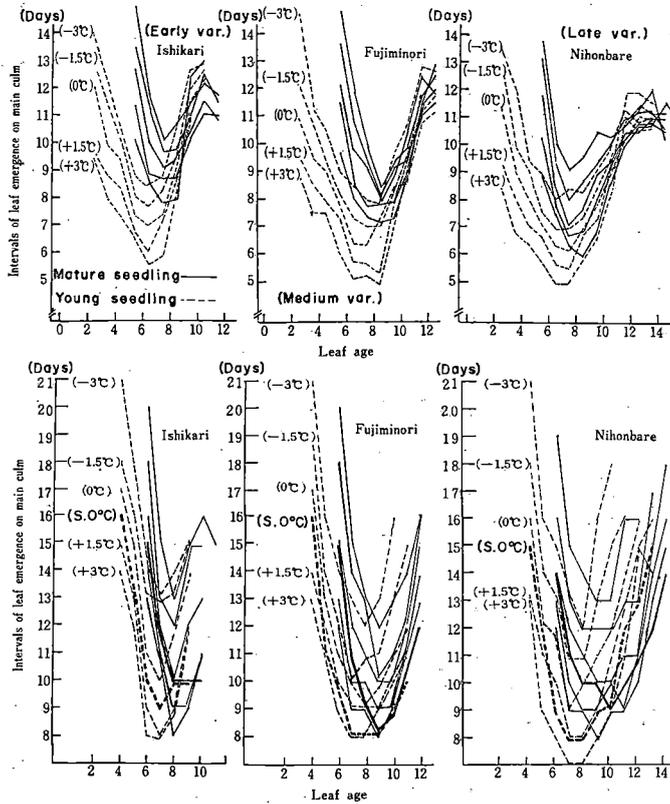
遮光条件下において、稚苗区の出葉間隔は成苗区より対応する温度区において9葉期まで短かった。出葉間隔の稚苗区と成苗区の差はその後減少した。温度処理間の出葉間隔は、成苗区および稚苗区とも無遮光条件下と異なり、移植から出穂まで常に高温区が低温区より短かった。遮光処理は出葉に及ぼす温度効果を8葉期以後も持続させた。遮光区の出葉間隔は無遮光自然温度区に比べ全ての温度区とも長い。遮光は出葉を遅延させた。

第3図は各葉位の出葉に要した積算温度（以後積算温度と略記す）を示す。無遮光下において各温度条件下の稚苗区の積算温度は、成苗区より移植から9葉期まで少く、葉位が進むとこの差は減少を示した。温度処理間の積算温度は、稚苗区では6葉期、成苗区では8葉期まで低温区が高温区より大きかった。温度処理間の積算温度の差は葉位が進むと減少を示した。積算温度が小さい値で出葉する場合を温度の利用効率が高く、それが大きい値で出葉する場合を利用効率が低いと仮定した場合、水稻の出葉に関する温度の利用効率は、無遮光下では葉令が増加すると生育温度の高低によって変わらず、出葉速度は積算温度に比例した。

遮光下の稚苗区積算温度は、移植から8葉期まで成苗区より小さいが、8葉期以後は逆に成苗区より大きな積算温度を出葉に要求した。低温区の積算温度は、稚苗区及び成苗区とも移植より出穂まで常に低温区が高温区より大きな値で経過した。遮光下の出葉に関する温度の利用効率は高温区が高く、低温区が低かった。無遮光0℃区と遮光0℃区の積算温度の比較において、移植直後の積算温度は大



第2図 無遮光（上図）及び50%遮光（下図）下の出葉間隔に及ぼす生育温度の影響



第3図 生育温度が異なる条件下における無遮光（上図）及び50%遮光（下図）下の各葉位の出葉に要した積算温度

差が認められなかった。しかし葉令の増加に伴い遮光区の積算温度は、無遮光自然温度区の積算温度に比べ著しい高い値を示す。遮光は出葉に関する温度の利用効率を低下させ、かつ生育温度の変化に伴い、その利用効率は差異を生じた。

4 まとめ

1) 温度は無遮光下の出葉に移植から8葉期まで強く影響し、高温は出葉を促進し低温は遅延させた。温度の影響を強く受ける生育期間が成苗に比べ稚苗は長く、生育温度の変化に伴い成苗より稚苗の生育は大きく変動する可能性を示唆す。

2) 遮光下の水稲の出葉に温度は移植より出穂まで強く影響した。生育温度の影響力は無遮光に比べ遮光下では著しく強く、生育温度の差に伴う遮光下の生育の変動幅は、無遮光下より著しく大きい。遮光下の出葉は出穂に至るまで強く温度の影響を受ける。したがって主稈葉数の多い晩生種は、その少い早生種より生育温度の強い影響を受ける期間が長く、晩生種の生育は早生種に比べ遮光下では温度変化に伴い大きな変動を示す。

3) 遮光は各葉位の出葉に関する温度の利用効率を著しく低下させる。生育温度の差異による出葉に関する温度利用効率の差は、生育が進むと無遮光下では減少を示すが、遮光下ではその差が大きく、かつ全期間にわたり持続する。

遮光は温度の生育に及ぼす影響力を強め、かつ温度が出葉に強く影響を及ぼす期間を延長させる。

水稲の稚苗植における穂数成立までの生育と気象との関係

菅原 惲・金子一郎
(東北農業試験場)

1 はじめに

近年、水稲栽培においては稚苗または中苗による機械移植がかなり急速に一般化されてきた。このため、気象との関連において、水稲生育の良否の判定ないしは作柄の予測を行なう場合、従来の成苗による栽培様式にもとづく知見では十分それらに対応できるとはいえない。そこで、稚苗植の場合の生育について、昭和46年～50年の5カ年の作況試験成績から、従来の成苗植とくらべてとくに異なると思われる穂数の成立までの水稲の生育と気象との関係について若干の検討を行った。

2 水稲作況試験の栽培条件

苗の種類は稚苗(20日苗)、田植期は5月10日、品種はレイメイとトヨニシキ、栽植密度は33cm×12cm(25.3株/m²)、1株は5本植で、個体数は126本/m²である。施肥量はa当たり基肥としてN 0.70kg、P₂O₅0.95kg、K₂O 0.95kg、別に堆肥113kgを施用。追肥としてN 0.40kgを穂首分化期および出穂期前15日頃の2回に等量ずつ分施。なお、この試験は東北農試盛岡試験地で実施された。

3 結果および考察

(1) 稚苗植と成苗植の比較

穂数の成立に関する諸形質について、稚苗植と従来の成苗植との比較を第1表に示す。稚苗植は

第1表 穂数に関する諸形質についての稚苗植と成苗植との比較

品 種	形 質 苗の種類	最高茎数	有効茎歩	有効穂数	1 穂	m ² 当	収 量
		(本/m ²)	(%)	(本/m ²)	全 穂 数	全 穂 数	
					(粒)	(×10 ² 粒)	(kg/10a)
レイメイ	稚 苗	626	67.9	423	75.2	319	612
	成 苗	401	84.0	336	89.7	301	568
	%	156	81	126	84	106	108
トヨニシキ	稚 苗	846	59.2	498	67.1	333	625
	成 苗	572	69.0	387	78.0	302	590
	%	148	86	129	86	110	106

注：1. 昭和46～49年の4カ年の平均値。

2. 成苗はビニール折衷苗代。

成苗植に比し最高茎数は多く、有効茎歩合は低く、有効穂数は多く、1穂全穂数は少なく、全穂数/m²は多く、収量は多くなる傾向がある。すなわち、稚苗植では1穂全穂数は少ないから、穂数を確保するためには穂数に

依存しなければならない。稚苗植稲作では穂数の成立の良否がきわめて重要であると考えられる。

(2) 有効穂数の成立

1) 茎数からみた有効穂数推定時期

第2表に田植後各時期における茎数と有効穂数との相関係数を示した。この表によると両品種とも有効穂数と田植後40日の茎

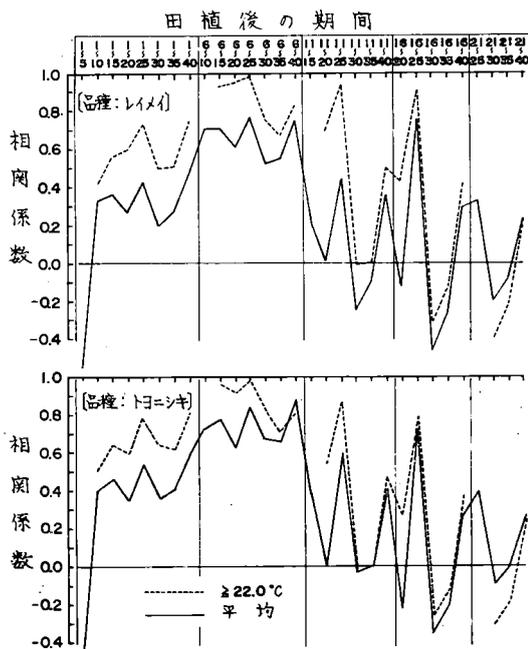
第2表 田植後各時期の茎数と有効穂数との相関係数

品 種	田植後30日	田植後40日	田植後50日
レイメイ	0.694	0.764	-0.519
トヨニシキ	0.896	0.993**	0.729

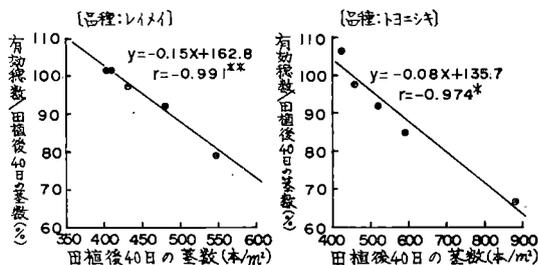
数との相関が最も高く、とくにトヨニシキではきわめて高い。概して最高分けつ期である田植後50日では相関が低く、最高茎数の多少は直接穂数の多少を示す指標とはなりにくいことを示している。また、第1図では田植後40日における有効穂数/茎数(%)と茎数/ m^2 との関係を示している。この関係から田植後40日の時点で有効穂数をほぼ適確に予測することも可能であることがわかる。このように田植後40日までに発生する分けつの多少は穂数成立に対し重要な役割をもっている。

2) 田植後40日の茎数と気温との関係

田植後40日の茎数の成立と気温との関係について検討した結果、田植後の茎数の増加数と最高気温との相関が他の気温指標との相関よりも高いことが認められた。次に、田植後40日の茎数は田植後1~40日間において、どの時期の最高気温とつよく関係しているかをみようと、田植後1, 6, 11, 16, 21日から起算した各期間の最高気温の平均値または日最高気温から種々の段階の一定値以上の積算値($\geq 14.0^{\circ}\text{C}$, $\geq 16.0^{\circ}\text{C}$ …… $\geq 26.0^{\circ}\text{C}$)を求め、これらと田植後40日の茎数との相関係数を求めた。

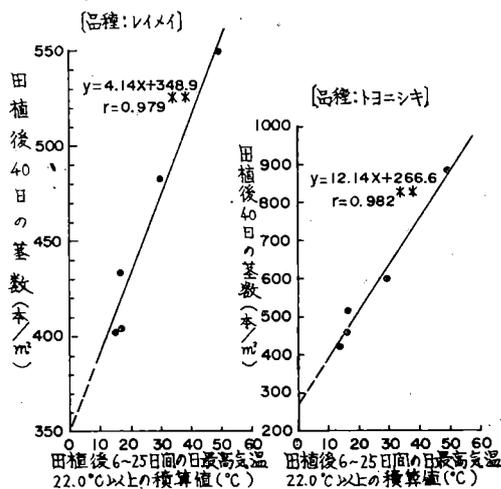


第2図 田植後各期間における最高気温の平均値または日最高気温22.0℃以上の積算値と田植後40日の茎数との相関係数



第1図 田植後40日における有効穂数/茎数と茎数/ m^2 との関係

その結果は第2図に示したとおりである。第2図の実線は平均値との相関係数であるが、一定値以上の積算値を用いることによって平均値による場合よりも相関の高いものが得られた。第2図の点線は最も高い値を示した日最高気温



第3図 田植後6~25日間に於ける日最高気温22.0℃以上の積算値と田植後40日の茎数との関係

22.0℃以上の積算値との相関係数を示したものである。これによると、最も高い相関を示す期間は田植後6～25日である。また、起算日を異にする場合においても、田植後25日までの期間のものにいずれも高い相関がみられた。このことは、最高気温との関係において、田植後25日以前の時期が田植後40日の莖数の成立に対してきわめて重要な期間であることを示しているものと思われる。第3図は最も高い相関がみられた田植後6～25日間の日最高気温22.0℃以上の積算値と田植後40日の莖数との関係を示したものであるが、この関係はきわめて密接である。

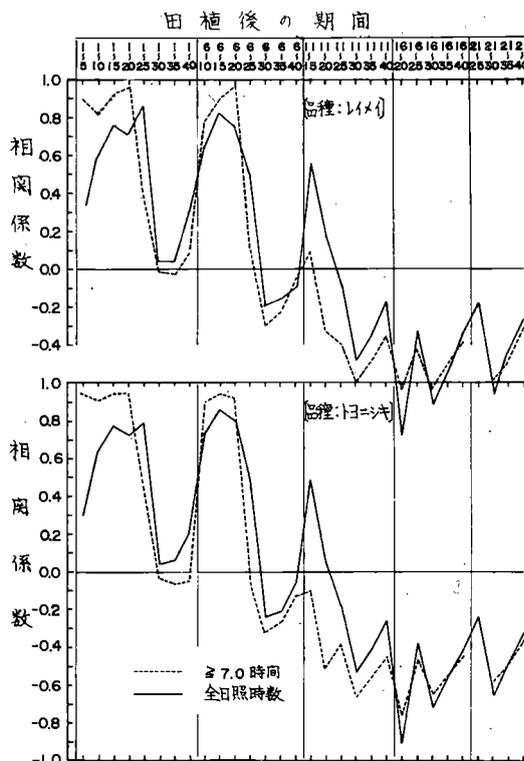
3) 田植後40日の莖数と日照時数との関係

田植後40日の莖数と日照時数との関係についても、最高気温の場合と同様な方法によって、田植後のそれぞれの期間の全日照時数または1日当たり日照時数から種々の段階の一定値以上の積算値(≥3.0時間, ≥5.0時間……≥11.0時間)を求め、これらと田植後40日の莖数との相関係数を求めた。その結果は第4図のとおりである。第4図における実線は全日照時数との相関係数を示しているが、日照時数との関係においても、全日照時数との相関よりも一定値以上の積算値を用いたときの相関係数が高いことが認められた。また、第4図の点線は最も高い相関がみられた1日当たり7.0時間以上の積算値との相関係数を示している。これによると、田植後40日の莖数はレイメイにおいては田植後1～20日間または6～20日間、トヨニシキでは田植後1～20日間における相関が最も高い。しかし、田植後1日または6日から起算した期間において、田植後21日以降の日数を加えた期間ではいずれも相関は低く、さらに、田植後11日以降から起算した期間においてはむしろ負の相関関係を示している。このことは気温における場合と著しく異なる点であって、田植後40日の莖数の成立に対し田植後20日以前の日照時数の影響がきわめて大きいことを示している。

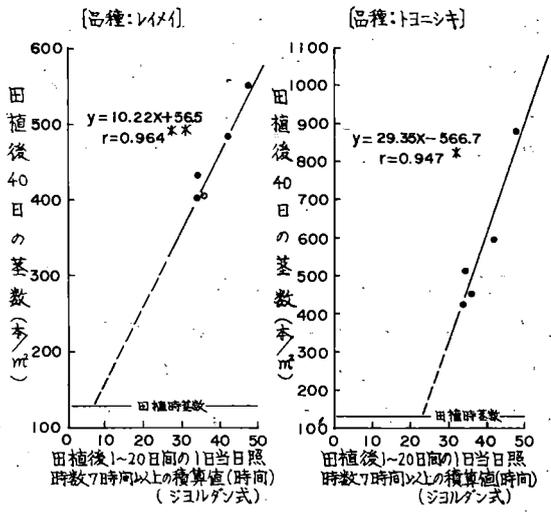
第5図は、両品種とも高い相関がみられた田植後1～20日間の日照時数のうち1日当たり7.0時間以上の積算値と田植後40日の莖数との関係を示したものであるが、この関係もきわめて密接である。

4 おわりに

以上の検討によれば、籾数/ m^2 の成立において、稚苗植では成苗植に比し穂数/ m^2 の重要性はより大きく、そして穂数は田植後40日の莖数をつよく関係していることが見い出された。したがって、稚苗植では籾数を推定する上からみても田植後40日の莖数の持つ意義はきわめて大きいといえる。田植後40日の莖



第4図 田植後各期間における全日照時数または1日当たり7.0時間以上の日照時数の積算値と田植後40日の莖数との相関係数



第5図 田植後1~20日間における1日当たり7.0時間以上の日照時数の積算値と田植後40日の莖数との関係

なお、この試験の実施年次における田植後1~25日間においては、いわゆる不良気象が出現していないため、より低温、少照で生育する場合についての解析は不十分である。これらについては今後の検討が必要である。

数の成立について、気温、日照時数との関連でみると、気温では最高気温が他の気温指標よりもつよく関係していることがみられ、田植後1~40日間の最高気温の平均値よりも、田植後6~25日間における日最高気温22.0℃以上の積算値との関係がきわめて密接であることがわかった。また、日照時数との関係においても、田植後1~40日間の全日照時数との相関はほとんどみられないが、田植後1~20日間もしくは、田植後6~20日間の1日当たり7.0時間以上の積算値(ジョルダン式)との相関はきわめて高いことが明らかになった。したがって、稚苗植においては、田植後1~25日間の気象によっておよその穂数を推定することが可能である。

水稲の穂ばらみ期低温処理時の日射量の違いが不稔歩合に及ぼす影響

寺中吉造・吉田善吉・近藤和夫

(東北農業試験場)

1 はじめに

近年、本邦の気候が温暖期より寒冷期に移行しつつある⁹⁾といわれている。寒冷化の程度は、歴史時代では、世紀単位で3℃位と推定¹²⁾されているが、現に1976年の岩手県(盛岡市)の8月の気象は、気温で平年差-3.2℃、日照時数で平年比45%という異常気象であった。

作期を通じ、この程度の気温低下を想定すれば、遅延型冷害に対し、現在よりも、品種は早生でかつ耐冷性のあることが要求されるから、北海道品種の採用も必要である。また栽培法は、低温下で健苗の早植で初期生育量を早期に確保するとともに、作期の策定には、出穂期をもっとも高温な季節にあたるようにすることが必要となる。

この時期は、7月末～8月初旬であり、従来の計画栽培の好適出穂期である8月中旬¹³⁾よりも1～3半旬早くなるので、穂ばらみ期に低温・少照にあう確率はますことになり、現在は遅延型冷害が主であるとされる東北地方でも障害型冷害に対する対策も重要となろう。

障害型不稔にかゝわる気象要素として、東北地方の冷害は少照をとまらうことが多い⁸⁾ので、日射の影響を考慮する必要があるが、日射の程度について言及している既往の報告は少ない。そこで、筆者らは、障害不稔における日射量の影響を、穂ばらみ期に検討したところ、2, 3の知見をえたので報告する。

本実験にあたり、貴重な種子を分譲していただいた、上川農試の和田定科長および青森農試の佐藤尚雄藤坂支場長の御厚意に深く感謝の意を表するものである。

2 実験材料および方法

① 材料の栽培 供試品種は第3表のように、北海道と東北地域の13品種である。これらの品種の稚苗を1976年5月31日、圃場に22株/m²、1株4本で移植し、処理前に土をつけて抜取り、1/5,000aの鉢を移した。② 処理方法 1) 処理時期と低温処理 各品種が葉耳間長±3cmのとき、自然光の人工気象箱(2×2×2Hmのもの4基、風速0.5m/sの床吹上げ方式)内に搬入し、5日間、昼夜15±0.5℃、湿度70±10%で処理した。2) 日射量処理 同一の低温処理時に、日射量のみ4段階に変えた。すなわち、自然光量である標準区、その±および±の光量となるようガラス壁の外側に寒冷紗を貼布して調節した2種の遮光区、さらに陽光ランプ(東芝、DR-400、反射型)5灯を草冠より1mはなして、1日12時間昼間照射した補充区をもうけた。なお、参考として戸外無処理区を加えた。処理時の鉢の水面を包んだ上面と側面をアルミ箔で囲い、日射量の違いが鉢の水・地温の上昇に与える影響がないようにした。処理後は、戸外に成熟期までおいた。③ 調査 各区9穂を、処理後、成熟期に一穂総粒数と不稔歩合を測定した。不稔歩合は、触診により子房の肥大が認められない空粒数の全粒数に対する比率で表わした。気温は通風温度計、日射はエプリー日射計をもちい、いずれも草冠部で測定した。

3 実験結果および考察

① 処理温度、光量について

第1表 処理期間中の戸外の気温と日射量

品番	処理期間 (月・日)	気温(°C)			日射量 (ly/day)
		max	min	mean	
1, 2, 3, 4, 7	8.2~8.7	24.5	17.6	21.5	234
5, 6	8.4~8.9	24.2	17.4	20.7	237
8, 9, 10, 11, 12	8.6~8.11	24.8	17.9	21.3	237
13	8.7~8.12	25.4	17.1	21.3	288

第2表 光量処理の日射量(ly/day)

戸外補光標準				
1/2遮光	1/4遮光	1/8遮光	1/16遮光	1/32遮光
249	368	224	112	44
(100)	(147)	(90)	(45)	(18)

注 ()内は比数

供試時の戸外日射量を第1表にしめした。

各供試時の気象は、異常な少照であったが、日射量の差異はごく少なく、最後のササニシキ(品番13)を供試したときがやゝ多い他は、235 ly/日とほとんど一定であった。したがって、人工気象箱利用の各区の光量水準は、第2表のように40 ly/日から370 ly/日の幅に設定できた。なお、戸外無処理区の気温は、各供試時を通じて平均気温で21±0.5°Cの範囲にあり、日射量が標準区なみであるが、気温は高い場合に相当した。

② 日射量による不稔歩合の変動

第3, 4, 5表にしめすように、処理時の日射量水準により、同一低温処理でも明らかに、不稔歩合に有意差がみられた(検定は \sin^{-1} 値を用いた)。補光区<標準区<1/2遮光区の順、すなわち360→224→112 ly/日と日射量が減少するにしたがい、全品種平均で29→41→47%と不稔歩合は増大した。

しかしながら、1/2遮光区より日射量の小さい1/4遮光区では、1/2遮光区よりも不稔歩合が却って少なくなり、標準区と有意差がみられなかった。本実験のような不稔歩合のパターンは従来、報告されていない。

第3表 低温処理時の日射量と不稔歩合(%)

品番	品 種	戸外 無処理	低 温 処 理			
			補 光 標 準	1/2遮光	1/4遮光	1/8遮光
1	はやゆき	12.1	64.0	61.0	63.7	58.2
2	道北糯18号	10.2	51.0	53.2	50.3	43.9
3	そらち	14.0	32.7	55.7	42.7	33.7
4	マツマエ	11.1	25.2	50.0	48.2	62.0
5	染 分	6.5	13.1	31.2	29.9	19.5
6	オイラセ	10.5	24.1	16.0	44.7	30.3
7	シモキタ	5.3	19.9	31.6	50.1	38.0
8	フジミノリ	8.6	36.8	57.6	53.6	43.6
9	レイメイ	7.9	20.3	35.8	51.5	44.7
10	トワダ	12.7	15.7	45.9	53.6	42.7
11	たつみもち	7.0	15.7	22.5	37.5	17.7
12	トヨニシキ	10.5	18.2	26.0	39.5	30.0
13	ササニシキ	10.8	35.7	41.5	49.2	47.8
全品種平均		9.8	28.6	40.6	47.3	39.4

第4表 分散分析表

要 因	平方和	自由度	不偏分散	不 偏 分 比
光 量	2184.03	12	182.00	6.87**
品 種	2723.24	4	930.811	35.15**
残 差	1270.83	48	26.47	-
計	7178.11	64	-	-

山崎ら^{14),15)} 松島ら³⁾ 沢ら²⁾ は、高温時の遮光は不稔に影響するが、低温時には影響が殆んどみられないので、冷害不稔は低温のみによっておこるとし、島崎ら⁷⁾ SATAKE et al.⁵⁾ は低温だけの場合より、それに遮光を組合わすと不稔が多くなるので、遮光は冷害不稔を助長するとし、また和田ら¹¹⁾ は、供試品種により遮光の影響が異なるとし、冷害不稔に対する遮光の効果について、一致した結論はえられていない⁶⁾。

第5表 光量処理間の差の検定(5%)

	平均	遮光			
		戸外補光標準	1/2	4/5	
戸外	6.69				
補光	16.91	10.22*			
標準	24.26	15.57*	7.35*		
1/2遮光	28.35	21.66*	11.44*	4.09*	
4/5遮光	23.44	16.75*	6.53*	0.82*	4.91*

本実験の1/2遮光区までの光量の減少により不稔歩合の増大がみられ、島崎らのような遮光により不稔が増大する傾向と一致した。他方、標準区と1/2遮光区とを比べれば、山崎らのように遮光による不稔歩合の増大はみられない。また、品種の光量による不稔歩合の変動をみれば、和田ら¹¹⁾のいう不稔歩合におよぼす品種の光量反応の違いもある。

すなわち、本実験では、各光量水準の対比の仕方により、上記3説のいずれにも、符合する結果がえられた。

佐竹⁶⁾は、冷害不稔発生に対する少照の効果が低温の強度に左右され、低温の強度が弱いとき少照の効果が表れると指摘したが、筆者らは温度よりも、遮光処理による光量水準の違いが大きいと考えている。本実験の昼一夜、15-15℃・5日処理は、和田ら¹¹⁾の18-10℃・6日、島崎ら⁷⁾の13-13℃・5日より弱い、清沢ら²⁾の17-17℃・6日処理よりも強く、耐冷性の検定条件として、育成地での使用例もあり、必ずしも弱い低温処理ではない。

従来の諸報告での遮光区的光量は遮光率でしめされているが、いま対照自然光(無遮光)に対する比率で表わすと、50⁵⁾、40⁷⁾、30²⁾、25¹¹⁾、10³⁾%と区々である。島崎ら、SATAKE et al.はそれぞれ40、50%であり、光量比としては比較的高い場合であり、その他の諸氏は10~30%と比較的低いことも原因しているのではなからうか。

また、遮光率でなく、光量調節された結果、実際に稲に与えられる光エネルギー量として表示してこそ、少照の影響が比較考察できるので、実験条件として無遮光区的光量の記載が既往の報告ではすべて欠落している。温度条件のみ厳密に定量しても、日射条件の絶対量の測定がなければ、片手落ちのそしりは免れまい。

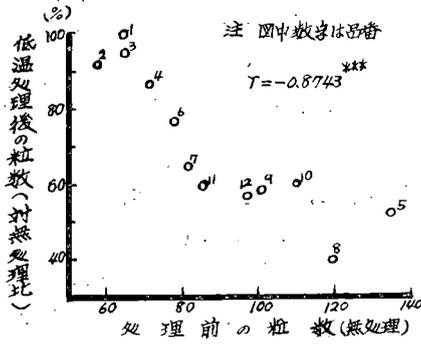
以上、本実験の結果から、低温下の遮光の影響は、品種および光量水準により、不稔歩合が規定されると考えられる。和田ら¹¹⁾は、低温・少照による不稔歩合への影響度からみた品種間差異は、必ずしも、いわゆる耐冷性の傾向と一致しないとのべている。本実験では、遮光程度がある程度大きくなり、ほとんどの品種で不稔歩合の増大がみられなくなるのは、100 ly/日以下位の弱光とみられる。

本実験で、4/5遮光区が1/2遮光区よりも不稔歩合が少なく、標準区なみになる現象は、実験条件の過誤と考えられず、また処理前後の出穂前日数からみても区間の処理中の生育ステージの遅速によるものとも考えられない。この理由は今の処不明であるが、同化、転流等生理作用に求めたい。これらの作用にかゝる葉温は日射の影響をうける。西山⁴⁾は低温・強光時に気温より高くなり、人工光源使用の場合とくに葉温の上昇は大きいと報じている。葉温は風速、温度、作物の蒸散作用によっても変る。筆者らは、補光区の葉鞘部温度をサーミスターを用い、気温より+0.2℃と殆んど無視できる値をえたが、今後の生理作用の解明にあたり、葉身部を含めた稲の体温の検討が必要である。

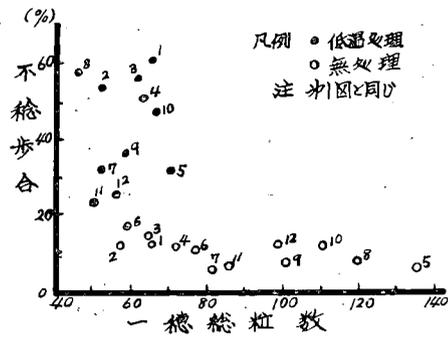
③ 低温による不稔歩合の変動

戸外無処理区は、標準区と光量条件がほとんど等しく、気温条件が異なるだけであるから、不稔歩合の差は、気温の影響とみてよい。すなわち、230 ly/日前後の日射量下の21℃と15℃の温度処理の違いである。

第3表によれば、全品種平均の不稔歩合は、温度処理21℃→15℃により、10→40%と約30%の増加があった。これは15℃下の日射量処理368→50 ly/日による約20%の不稔歩合の変動より大きかった。角田ら¹⁰⁾は、減数分裂期を中心とする低温処理による稔実粒数の低下には、感受性の大きい期間の長短、あるいは稔実粒数の構成要素である一穂総粒数の低下が大きいのか、不稔歩合の低下が大きいのか、などに品種間差があると報じている。いま、本実験を、低温処理による一穂総粒数の減退度で整理すると第1図のようになる。すなわち、低温処理により、各品種とも一穂総粒数は減退するが、粒数の



第1図 処理前の一穂総粒数と低温処理によるその減少度との関係



第2図 低温処理による不稔歩合と一穂総粒数との関係

減退度と、処理前の粒数(戸外無処理区)との間には、かなり高い負の相関($r = -0.874^{***}$)が認められた。低温処理による一穂総粒数の低下度の品種間差は、その品種の処理前の一穂粒数の大小の差によるところが大きいようである。ここで、北海道品種群(品種1~4)は東北品種群にくらべてすべて一穂粒数が小さいが、低温処理による減退度も小さかった。なお、低温処理後の粒数は、光量水準による差は明らかでなく、既往の報告と一致した^{2), 11)}

次に、一穂総粒数と不稔歩合との関係を、低温処理の有無で比べると第2図のようである。

戸外無処理区では、各品種とも、不稔歩合は一穂総粒数と関係なく、約10%前後であり、北海道、東北の品種群の差はみられなかった。しかしながら、低温処理をおこなうと、各品種とも粒数が減少するが、処理後の一穂粒数が同じレベルでも、北海道品種群の不稔歩合は東北品種群のそれよりも高かった。

北海道品種群が低温処理による一穂総粒数減退度が少ない点は、草型の特性として、冷害不稔に対し有利と考えられるが、不稔歩合が大きい結果は予想外であった。筆者らは、北海道品種は、東北よりも厳しい寒地で育成普及されているので、多少の栽培面の不利を超越して、品種間差がみられることを想定していた。しかしながら、前項でのべたように、光量水準を変えた低温処理下でも、不稔歩合は東北品種よりも、とくに小さくはなかった。

伊藤¹⁾は、穂ばらみ期の低温処理において、前歴、後歴の弱度の低温処理があると、不稔歩合が増大することを報じている。本実験では、低温処理時の戸外光条件をなるべく同じくするため、各品種の出穂期を接近させるように、本田水温を18~22℃に変えて栽培した。したがって北海道品種は、東北品種よりも、低水温下で生育させ出穂をおくらせたものが供試されたため、前歴条件が不良であり、極早生のはやゆき、道北糯18号にはとくに不利に作用したと考えられた。

北海道、東北品種群の本質的な耐冷性の比較検討は、前歴、生育ステージをさらに厳密に揃えた今後の試験にまちたい。

4 まとめ

- (1) 北海道、東北地方の水稲13品種の穂ばらみ期に、昼夜15℃・5日間の低温処理を、日射量を変えておこない、不稔歩合との関係をしらべた。
- (2) 不稔歩合は、日射量の減少とともに増加した、しかし、ある程度の弱光(約100 ly/日以下)になると、かえって不稔歩合は減少した。
- (3) 低温処理時の日射量による不稔歩合の変動は、品種間差が認められた。
- (4) 低温処理による一穂粒数の減少度には、品種間差があった。北海道品種は、東北品種にくらべ、一穂粒数の減少度が少なかったが、不稔歩合は低くはなかった。
- (5) 障害不稔におよぼす、温度・日射量の影響の解明には、日射量は遮光率でなく絶対光量で表わし、また品種ごとの検討が必要である。

引用文献

- 1) 伊藤延男(1971): 障害型冷害における前歴、後歴の影響 日作紀 40, 別(2), 95~96
- 2) 清沢茂久・相見霊三(1959): 水稲の障害型冷害における低温と遮光の役割 日作紀 27, 417~421
- 3) 松島省三・角田公正・真中多喜夫(1958): 水稲の登熟に及ぼす生育各期の気温・日射および気温較差の影響 農業及び園芸 33(6), 877
- 4) 西山岩男(1972): フェイトロン中におけるイネの葉温と気温との関係 生物環境調節 10(1), 7~11
- 5) SATAKE, T., I. NISHIYAMA, N. ITO and H. HAYASE (1969): Male sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage in rice plants. I Methods of growing rice plants and inducing sterility in the phytotron. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 38, 607
- 6) 佐竹徹夫(1976): イネの冷害(星川・北条編, 作物の形態と機能 下巻) 288(202), 東京, 農業技術協会
- 7) 島崎佳郎・佐竹徹夫・渡辺淳・伊藤延男(1964): 種孕期の昼、夜温ならびに遮光処理の不稔発生におよぼす影響(水稲冷害の解析的研究 IV) 北海道農試彙報 83, 1~9
- 8) 坪井八十二(1958): 冷害気象の特徴と起り方 農業改良 8, 7
- 9) ————・根本順吉(1976): 異常気象と農業 211, 東京, 朝倉書店
- 10) 角田公正・和田純二・金沢俊光・佐藤享一(1967): 水稲冷害の実際的研究 第25報 幼穂発育期における低温障害の品種間差 日作紀 36, 525~526
- 11) 和田定・国広泰史・本間昭(1972): 水稲の減数分裂期における水温、気温ならびに遮光などの処理が不稔歩合に及ぼす影響 日作紀 41, 340~347
- 12) 山本武夫(1976): 気候の語る日本歴史 245(226), 東京, そしえて
- 13) 八柳三郎(1960): 東北地方における稲作の計画栽培について〔3〕 農業及び園芸 35(8) 1248~1252
- 14) 山崎義人・中山治彦・沢村浩・清沢茂久(1957): 水稲の幼穂発育期における温度と光の影響 第1報 日作紀 25, 178~179
- 15) 全上(1957): 全上 第2報 前歴と低温障害との関係 日作紀 25, 231

水稲における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連

第3報 出穂期以降の温度が登熟と品質に及ぼす影響

国分牧衛・関 寛三・金 忠男・熊野誠一

(東北農業試験場 *北陸農業試験場)

1 はじめに

登熟の適温あるいは障害温については多くの研究がなされてきたが、それらの結果は、昼夜一定温か、急激な温度の切り換えによって昼夜の較差を与えた処理により得られたものが多く、なだらかに変温する自然界の気温にそのまま適用しうるかどうかの懸念がある。また品質を構成する玄米形質については、その成因や変異性についての研究が少ないので、これらの面からの解明を目的として1973年より試験を行っている。前報¹⁾では、減分期以降について、温度と追肥時期とを組合せた処理の影響を検討した。本報では、温度処理を出穂期以降にしぼり、温度処理の時期と程度(期間)が登熟と玄米形質に及ぼす影響を1974、1975の両年にわたって検討した結果を報告する。

2 材料および方法

(1) 温度処理 1974年には品種キヨニシキを用い、温度処理は出穂期(出穂率30~40%)以降5回にわたり1週間毎に行った。即ち①:出穂期より ②:出穂期7日後より ③:同14日後より ④:同21日後より ⑤:同28日後よりである。1975年には品種トヨニシキを用い、温度処理は個々の穂について、出穂期(穂の抽出開始日)より3日間毎に11回にわたって行った。両年ともグロースキャビネットを用いて気温を3段階とし、それぞれの日平均気温が30°、25°、20°Cとなるように日較差10°Cのサインカーブによる変温を与えた。

(2) 供試材料の養成 両年とも葉齢5程度の斉一な畑苗を選び、a/2,000ワグナーポットに1株2本、3株/ポットとして移植し、施肥は基肥として3要素を成分で各1g、幼形期にN成分0.5g/ポットの追肥を行った。ポットは処理期間中だけグロースキャビネットに搬入し、他の時期は野外で生育させた。

(3) 調査 1974年にはポット単位に行い、1975年には出穂の株内変異を考慮して、1本毎の穂について出穂日(抽出開始日)をラベルし、穂単位に行った。刈取りは出穂後の積算気温が1,050°C(1974)あるいは1,100°C(1975)に達した時点で行い、自然乾燥させた後、得られた試料の中から20gの全穂について登熟を、また約20gの粗玄米について玄米形質を調査した。

3 試験経過および処理温度の精度

1974年には、各温度処理区とも最高気温は設定より1~3°C高くなり、ポット内地温は日最高で2~5°C、日最低で4~7°C気温より高かった。追肥時期は出穂の遅れから出穂23日前(予定20日前)となった。処理①の開始時で出穂率のポット間および個体間変異が大きく、同一のポットでも個々の穂の抽出には7日程度の変異があった。1975年にはこれら穂の抽出の株内変異を考慮して、個々の穂の出穂日を

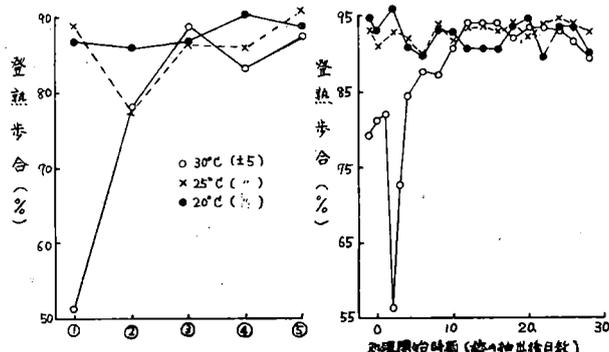
第1表 全処理期間の気温の平均(1975)

	自然温	30°C区	25°C区	20°C区
日最高	30.1	36.2	30.8	26.4
日最低	18.7	24.5	18.3	14.3
日平均	24.4	30.4	24.5	20.3
日較差	11.4	11.7	12.5	12.1

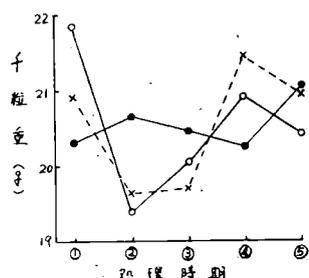
第2表 登熟期の時期別温度処理が玄米形質に及ぼす影響(1974)

区	整 内 容					未 内 容						被 内 容			死 米	
	完 全 粒	腹 白 整 粒	心 白 整 粒	乳 白 整 粒	熟 粒	腹 白 未 粒	乳 白 未 粒	基 白 未 粒	背 白 未 粒	そ の 他 未 粒	害 粒	畸 形 粒	着 色 粒			
30°	①	79	55	8	0	16	8	3	4	+	+	+	13	7	6	+
	②	51	22	13	0	15	28	13	12	+	+	2	20	9	10	2
	③	56	38	5	1	12	26	6	16	+	2	3	15	13	3	2
	④	84	79	4	0	1	4	1	1	2	+	2	7	2	5	4
	⑤	85	80	2	+	3	2	+	+	+	0	2	10	9	1	3
	F	**	**	ns	-	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
25°	①	75	62	8	0	6	5	3	1	3	0	2	18	11	8	1
	②	63	34	18	+	12	15	10	1	3	+	3	18	12	6	5
	③	68	57	8	0	3	12	3	1	2	1	5	17	10	7	3
	④	78	74	3	0	2	4	+	+	1	0	2	13	8	5	5
	⑤	77	73	2	0	1	3	+	+	1	+	2	18	8	10	3
	F	*	**	*	-	**	*	**	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
20°	①	68	52	14	0	2	12	6	+	1	+	6	18	9	9	3
	②	75	60	11	0	4	7	3	1	1	+	3	13	8	5	4
	③	79	61	17	0	1	6	3	0	1	+	2	13	7	6	2
	④	77	70	6	0	1	5	1	1	1	0	2	15	10	6	3
	⑤	72	63	7	+	2	4	1	0	1	+	1	21	9	12	4
	F	ns	*	*	-	ns	ns	*	-	ns	-	ns	ns	ns	*	ns
①	79	69	9	+	2	5	1	+	1	+	1	14	6	8	3	

注) 出穂期(出穂率30~40%)より1週間毎の処理。粗玄米を100%として。整粒には青整粒を含む。畸形粒はねじれ、胴切れ、粒大の小さなものなど。



第2図 3日間の温度処理が登熟歩合に及ぼす影響(1975)



第1図 1週間の温度処理が登熟歩合と千粒重に及ぼす影響(1974)

ラベルした後に処理した。所定の温度処理は第1表に示す通り、設定より最高気温は高め、最低気温は低めとなり、日較差は12℃程度となった。

4 試験結果および考察

(1) 登熟歩合および千粒重の低下しやすい時期

登熟歩合は、1週間処理の場合で①、②の30°区および②の25°区で低下し、特に①の30°区で低下が著しかった

(第1図)。30°区3日間だけ処理した場合は穂の抽出開始1日前~抽出開始5日後頃からの処理で低下し、特に抽出開始2~3日後からの、即ち開花盛期における処理で著しく低下した(第2図)が、25°、20°区では低下はみられなかった。千粒重は1週間処理の②、③の時期の30°および25°区において明らかに低下したが、3日間の処理の場合には明瞭な低下は認められなかった。

開花直前の高温は不稔を多発させ、その主因は花粉の成熟不良と開葯不能によるとされ、また登熟期では高温により糊の同化産物受け入れ能力が早期に減退するといわれている²⁾が、本試験でもこのような障害が生じたものと考えられる。登熟歩合については、初期30℃の悪影響は明らかであるが、25℃では①で低下しておらず、②の時期で低下がみられるが、これは②の時期に日射量が少なかったことが影響したものとみられ、25°区程度の温度では、日射量との関連で影響の程度がかなり変動するものと思われる。

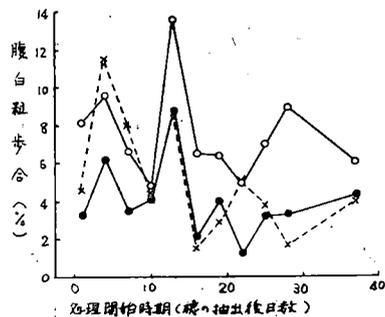
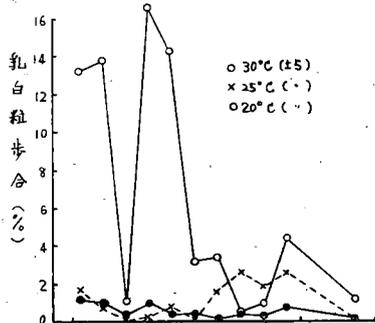
第3表 登熟期の時期別温度処理が玄米形質に及ぼす影響(1975)

区 (処理期間の 出穂後日数)	整 内 容					未 内 容					被 内 容				死 米		
	完 全 粒	腹 白 粒	乳 白 整	被 害 整	+	熟 粒	基 白 未	腹 白 未	背 白 未	乳 白 未	そ の 他 未	害 粒	畸 形 粒	胴 切 粒		着 色 粒	
30℃	①(1~4)	92	73	6	13	+	4	+	2	1	1	0	5	3	+	2	0
	②(4~7)	87	68	6	13	0	8	+	4	2	1	1	4	2	+	2	1
	③(7~10)	82	71	6	1	4	2	0	1	+	0	0	16	2	11	4	+
	④(10~13)	73	57	4	5	8	14	+	1	1	12	+	13	2	9	2	+
	⑤(13~16)	75	55	12	5	3	13	0	2	1	9	+	11	2	5	3	1
	⑥(16~19)	87	80	5	+	2	5	+	1	+	3	1	7	3	3	2	+
	⑦(19~22)	88	79	5	1	3	5	+	1	1	2	+	7	2	3	2	1
	⑧(22~25)	92	84	4	+	3	2	+	1	1	+	+	5	2	3	1	1
25℃	①(1~4)	93	87	3	1	1	2	0	1	+	1	+	5	3	1	1	+
	②(4~7)	92	82	9	1	0	3	0	3	+	+	+	5	1	0	4	1
	③(7~10)	91	83	6	0	2	2	0	2	0	0	+	6	1	1	4	1
	④(10~13)	92	86	3	+	3	2	0	1	+	0	1	6	2	2	2	1
	⑤(13~16)	89	76	7	1	5	2	0	1	+	+	1	9	1	3	4	+
	⑥(16~19)	87	80	1	+	6	3	1	1	1	0	1	9	2	3	4	+
	⑦(19~22)	89	82	2	1	4	3	1	1	+	1	+	8	3	2	3	1
	⑧(22~25)	99	79	4	3	3	1	+	1	+	0	+	9	2	3	3	1
20℃	①(1~4)	91	83	3	1	4	1	0	1	0	+	+	8	2	4	2	+
	②(4~7)	91	82	5	1	3	2	+	1	0	0	0	6	2	2	3	2
	③(7~10)	87	81	3	+	3	2	+	1	1	+	0	11	2	4	5	1
	④(10~13)	90	83	4	1	3	1	+	+	0	+	+	8	2	2	5	1
	⑤(13~16)	84	73	8	+	3	3	1	1	+	+	1	11	3	2	6	2
	⑥(16~19)	87	77	2	+	7	1	1	+	+	0	+	12	0	4	8	0
	⑦(19~22)	92	83	4	+	5	1	0	0	+	0	1	6	1	2	3	2
	⑧(22~25)	88	82	1	+	4	1	+	+	+	+	0	11	4	2	4	1
◎(自然温)	90	81	5	1	4	3	1	1	+	1	1	6	1	2	3	1	

注) 粗玄米を100とした粒数%

(2) 玄米形質の変動

1週間処理した1974年の結果を第2表に、3日間処理した1975年の結果を第3表および第3図に示した。1週間処理では②、③の時期に温度の影響を強く受けた。この時期の高温(30°; 25°区)によって、整粒歩合、完全粒歩合は低下し、逆に未熟粒および30°区では被害粒も増加した。未熟粒の内容容としては腹白粒が多く、30°区では腹白粒に加えて乳白粒も多く発生した。3日間処理でも30°区



第3図 登熟期の3日間毎の温度処理が乳白粒と腹白粒の発現に及ぼす影響(1975)

では、穂の抽出後10~16日の時期では、整粒歩合、完全粒歩合が著しく低下し、未熟粒および被害粒が増加した。未熟粒の内容容は腹白粒と乳白粒が主体であった。20°区では全時期を通して未熟粒が少なく、逆に被害粒が多くなる傾向を示した。

未熟粒の主体をなした乳白粒と腹白粒とでは発生し易い処理時期に差がみられ、それぞれの成因の相違がうかがわれる。乳白粒は、登熟初期(出穂後5~15日頃)即ち穂の養分要求のもっとも旺盛な時期に高温または低温によって養分需給に不均衡を生じ、弱勢花への養分集積が一時的に抑制されて生ずると推定されている³⁾が、上記の結果では穂の抽出直後より抽出後16日頃までの高温処理で発生が多く、特に抽出後10~16日頃の穂では3日間であっても著しく発生し、この時期が高温によって乳白粒のもっとも発生し易い時期と思われた。しかしこの場合でも、抽出後7~10日の処理にみられるように、日射量の多い場合にはその障害の程度はかなり軽減され、光合成による炭水化物供給量はかなり大きく関係することがうかがわれた。

一方腹白米の発生には品種間差があるといわれ、気温との関係では高温で増加し、低温では減少すると報告されている⁴⁾本

報の結果では、1週間処理の場合は出穂後2~3週目一特に2週目で、3日間処理の場合には登熟初・中期一特に登熟中期で多くなる傾向がみられたが、後期の処理でもかなり発生しており、乳白粒とは異なり、腹白米の発現し易い時期と温度との関係は明瞭ではなく、その成因の複雑さがうかがわれた。

5 要約

登熟期以降の各時期に、グロースキャビネットを用い、サインカーブによる滑らかなる段階の変温(日平均気温30℃, 25℃, 20℃, 日較差10℃)を1週間あるいは3日間与えて、その登熟および玄米形質に及ぼす影響をみた。(1)登熟歩合は開花盛期の高温処理でもっとも低下し、35°/25°(昼/夜)では3日間の処理でも著しく低下した。千粒重は出穂後2, 3週目の1週間高温処理で低下したが、3日間の処理では影響がなかった。(2)玄米形質は登熟初・中期の高温処理で未熟、被害粒多く、未熟粒の内容容としては乳白、腹白粒が多かった。乳白粒は穂の抽出直後から抽出16日後頃までの処理で多く、特に抽出後10~16日の穂では3日間処理でも多発した。腹白の発生は穂の抽出後10~20日頃の処理で多かったが、他の時期の処理でも発生がかなりみられ、検討の余地が残された。

引用文献 1)熊野誠一・松本頭・関寛三・金忠男(1975)東北の農業気象20, 2)佐藤庚(1975)農業及園芸30, 3)長戸一雄・江幡守衛(1960)日作紀28 4)長戸一雄ら,(1969)日作紀38

冷害気象と稲作技術の評価

第3報 農民記録からみた大正2年の冷害の実態

和田 純二

(青森県農業試験場)

まえがき

青森県において明治中期以降の最大の冷害は大正2年で、作況指数は19である。当時の冷害の実態を記録した文献は少ないが、公刊されたもので「大正2年青森県凶作救済誌—青森県」が主なものである。これは800頁にもおよぶ報告書で、凶作の事実、その影響、救済事業等行政関係記事を中心としたものであるが、栽培技術面からみた冷害の原因解明と対策技術などの記述は少なく、具体的に実態を把握するには十分でない。十和田市相坂(元藤坂村)の篤農家竹ヶ原助八氏(1877~1936)の日記から、昭和初期この地方の気象の推移と農業の記録をまとめ本誌第20号に報告したが、その後明治末期から大正年間の日記を閲覧する機会をえたので、大正2年の天候、自家の農作業、作物の生育・収量・自然現象などを中心に豊年の大正3年との比較でまとめた結果について報告する。

1 苗代障害

凶作の明治35年、大正2年と、豊作の同3年および平年の気象経過を表-1に示したが、苗代期、田植期の5月、6月は、凶作兩年とも低温で、とくに大正2年の6月は低温少照であった。5月8日の日記「本日の暴風は、ほとんど明治35年5月の風と同様の感あり、寒気も強く、35年の凶作当時を回想せり」と、この年の前途に不安を予感、5月24日には「連日の天候不順のため苗代失敗多く、全部失敗したものもあった」とし、さらに6月11日「本年苗不足にして、一般に薄植となれり」と苗代不作を明らかにしている。図-1は竹ヶ原家の稲作作業期日で、田植期間は6月9~28日、翌3年は6月3~13日となり、前年より10日も早く終わっている。なお、苗代播種期は4月下旬に行なわれ、兩年次に大きな差はみられなかった。

表-1 月別の平均気温、日照時数

(青森气象台)

		4月	5	6	7	8	9	10
平 気 均 温 ℃	明治35年	6.0	10.9	15.2	17.7	19.7	19.3	12.5
	大正2年	8.0	11.5	15.0	18.1	20.2	16.5	11.3
	大正3年	7.0	13.5	17.6	21.0	23.2	19.3	12.3
	平 年	7.8	13.3	17.0	21.3	23.0	18.4	12.2
日 照 時 数 h	明治35年	200	197	257	134	182	155	186
	大正2年	198	208	171	120	240	220	137
	大正3年	200	215	215	140	200	183	172
	平 年	199	229	195	182	188	169	162

2 初期生育の不振

田植後も依然低温続きで生育が不良であった。6月29日によく分げつを始めているが、大正3年は6月19日分げつをはじめ、21日には「既に分げつ時期となり分草はじむ」と、兩年次の分げつの盛衰の差がよくあらわれている。7月2日には「連日の曇雨天、かつ冷氣烈しく、稲黄色に変じ、遅植の田は赤味色となる」と、次第に冷害の生育相を呈してきていることが記録されている。表-2は6~8月の日記から天気をまとめたもので、7月が晴天が少なく、曇天日数が多く、表-1の日照時数の少ないのと同じ傾向を示している。

雑草の発生も遅く、除草は7月7日から8月13日まで、翌3年は2週間早く6月23日から8月1日までで終わっている(図-1)。泥負虫駆除は7月14日より29日までで、翌3年は早く、6月29日から7月15日までで、このように兩年次で作業期日に大きな差がみられている。また、大正2年は泥負虫成虫初発5月21日、蛹化は7月6日に認め、翌3年はそれぞれ5月21日、6月13日と早まった。

竹ヶ原氏は作物の生育、害虫の発生などの観察結果をよく日記に書いているが、明治36年7月17日の日記「本年泥負虫の発生非常に多く、昨年は被害の少ないのをみれば、多分気候によるであろう」とか、「高温下で大閉口の態」とか、「繁育に順当な天候」のように、その年の気象と泥負虫の発生と被害などよく若いころからよく知悉していたようである。

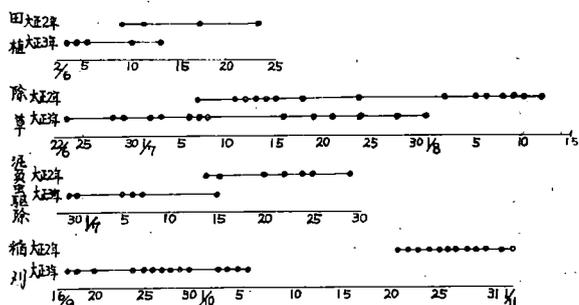


図-1 大正2年, 3年の竹ヶ原家稲作作業期日

表-2 日記にみる大正2年6~8月の天気

年次	月	天気					東風	備考
		快晴	晴	曇	晴曇 たたり	雨		
大正2年	6月	4	9	4	6	5	15	2日欠測
	7月	1	6	11	7	6	20	
	8月	5	12	7	3	3	24	

3 冷害年の自然観察

竹ヶ原氏は16才から59才まで日記を書き続けた。大正半ばまでは自家農業の記録が中心で、毎日の天気、農作業、作物の生育等を詳述しているが、農業日記としてだけでなく、生物、自然の四季の移り変わりもよく観察、記録にとどめている。青森県南部地方はうつぎ(卯の花)が垣根や畑の境界に植えられているが、うつぎの開花は平年6月半ばごろで、戦前はこのころ田植盛期であった。明治35年の凶作年には「土用過ぎること10日後の今日(8月17日)尚開花をみる」、また、昭和6年の冷害年には「7月8日うつぎの開花3分」とある。大正2年7月8日には「例年田植時に開花するうつぎ、本年気候不順のため今ごろ盛んに開花」とあり、うつぎは冷害年の指標花木として観察していた。

南部平野の西にそびえる八甲田連峯の消雪の早晩も観察の対象となっており、大正2年には「8月19日八甲田山上に尚雪見たり」と記録、とくに、晩年の昭和年代には八甲田山の消雪と冠雪時期をよく観察している。大正15年は9月11日まで、昭和6年は9月15日まで、同9年は8月14日まで残雪をみている。冷害年必ずしも八甲田山の消雪期がおそいといえないかもしれないが、竹ヶ原氏の晩年の日記にも、生涯の念願として豊凶予知、この地方の俚諺編さんをあげており、周囲の生物季節や自然観察に心がけていたことはこれらのことをみてわかる。

4 出穂遅延と台風被害

8月20日の日記に「出穂のおくれること1週間以上、冷氣曇天で出穂しても開花せず」、23日には「連日曇天冷氣であるが多少出穂しつつあり、天日みえないが、穂中央部より少しづつ開花」とある。

なお、大正2年8月と同程度の低温が襲来した昭和51年の出穂、開花期の冷害現象は、まさに大正2年の出穂、開花の様相を彷彿とさせるものがあった。

自家のは場では、北海道種8月14日走り穂、23日出穂揃、主力の小山代、半坊主は8月30日～9月2日ごろ出穂揃となり、藤坂村全体では9月1日には6分通り出穂している。翌3年の小山代、半坊主の出穂は8月8～13日で、村は8月11日7分通り出穂し、前年と20日前後の差がみられている。

8月19日以後もなお曇天が続き、開花が不順であった。26日は曇雨、東の疾風吹き、午後から降雨となり、翌27日は「前夜より降り大降雨。東の暴風雨終日吹き、雨は午後に至り益々降り、風強く夜西南の暴風となる」とある。この台風は8月22日カロリン群島北方洋上に発生、27日午後勿来沖、石巻方面、水沢、青森を貫いている。8月28日の日記「時、前夜より西南の大暴風吹き荒む。朝田圃と畑を一巡。稲は出穂しても開花しなく、風のため白くすきとおり悪変。茎中程より折れたるもの数知れず。畑作物は大低倒伏。このよう風害と水害は20年来なかった」と、大正2年の冷害は、出穂遅延に加えて出穂期に台風が直撃し、被害を大きくしている。

5 登熟推移と作況

8月31日「郡農会石井技手来宅、本年の不作救済作奨励依頼あり。同氏と田圃を一巡したが、27日以前に出穂したものの大低枯死悲観的であった」。9月4日「本村の稲8分通り出穂揃となるも、穂重れるものなし」。9月7日「午前田圃を見巡ったが、ほとんど出穂揃、小山代は黒小豆のごとくであった。穂の垂下するもの二分位」と、登熟遅々として、また黒稈発生も認めている。

9月14日には青森より黒石に移転したばかりの農事試験場を見学、日曜日で職員不在で、ひとりでは場をみて「一の張、小山代はやや乳熟しているのみで、相馬、細稈は尚開花中で登熟が憂慮される」とみている。車窓からの検見では、奥羽線青森新城から浪岡までは出穂したのみで、穂の垂下稀。川部に至り穂垂下、乳熟せるもののみ。東北線では、青森浦町で一部穂の垂下せるをみたが、三沢までみな種無しの凶作。10月17日「五戸地方は藤坂より晩稲多く皆無のもの頗る多い」と述べている。

10月13日には郡役所より書記来村、稲作検見に案内。330町のうち4分作以上19町、他は2分5厘、一部には種無しの惨状を呈した場所もみられたという。さらに11月16日には村長より農事試験場国分技手来村につき相談を受けて、品種別の作柄を九平を4分、半坊主2分、岩賀、小山代1分、その他2分、全村の作況2分5厘と進言している。

6 収穫作業

出穂遅延のため秋の収穫作業がいちじるしくおくれた。図-1にみるように自家の稲刈は、村では最も早く10月21日にはじまり、11月2日に終了している。大正3年は9月17日～10月6日の刈取りでその差が大きい。水稻、畑作地帯であり、稲刈りに後に畑作物の収穫がはじまるのである。収穫期も表-3のように、冷害年と高温年の差が大きい。夏収穫の麦でも春からの低温の影響で収穫がおくれ、さらに秋作物は11月以降の収穫となり、翌3年との差が約10日以上となっている。稲刈後に畑作物の収穫となるが、この間稲は三角乳穂で、みぞれや雪にも耐えうる慣行の乾燥が行なわれるが、水稻畑作経営の南部地方では、農民の長年の経験から生れた乾燥法ということになる。

7 冷害助長の原因と収量

竹ヶ原氏が10月13日村内の検見の結果、凶作の原因として1気温の低かりしこと最大の原因なり。2種類の選定の誤りたること。3肥料の配合宜しからざること。4挿秧の遅れたることの4つをあげ

表-3 竹ヶ原家畑作物収穫期日(大正2, 3年)

作物名(作業名)	大正2年	大正3年	備考
裸麦(調整)	7月27日	7月21日	大正元年7月26日
小麦(刈取)	8 7	7 20(早生)	
粟(収納)	11 1	10 20	
稗(脱穀)	11 4	10 24	
蕎麦(調整)	11 7	10 31	
大豆(脱穀)	11 21	11 8	
糯粟(収納)	11 22	11 1	

て、さらに1良好なる種類(品種)は早生九平, 半坊主, 小山代等。2悪い種類岩賀, 仙台代, 凶作不知, 近成等で, 岩賀, 仙台代が主な六日町(部落名)に多く栽培し, これが凶作の原因となる。3肥料の配合の悪いもの, 即ち刈敷を施したものの一般に成績悪く, 殊に大豆粕を混入したものが凶作となった。4冬水をかけた田は一般に遅れて成績が悪かった。5苗出来が悪く大低失敗しないものがない状況で, これにしたがって田植の遅れたものも又凶作を招いた一因であった。6湿田は乾田より一般に悪く, 明治35年の凶作と反対であったとしているが, これは「明治35年稲

表-4 県, 郡, 農試個人等の収量比較

Kg/10a

年次	津軽平野		南部平野		県	県指 作 況数	農試 試 豊 区 験	上北郡 藤坂村	上北郡 天間林村
	中弘	南黒	十三	三八				竹ヶ原助八	中嶋農場 (生籾重)
明治35年	154	178	1	8	93	44	166	不明	皆無
全45年	295	298	141	164	220	94	241	242	265
大正2年	110	77	21	18	46	19	167	180	244
全3年	345	324	213	270	270	113	352	352	489

注) ①農試は, 明治は青森市, 以降は黒石市。②竹ヶ原助八は全水田面積の収量からの換算。③中嶋農場は坪刈から換算

作=就テ, 私考録」の中に冷害の原因解析で「結果良キ土質, 耕土深キ湿田=シテ, 砂田大イ=悪カリキ」とあることを指しているもので, この理由は明らかでない。表-4は, 県, 津軽, 南部の郡, 農試, 竹ヶ原氏, 中嶋農場等の10a当たり収量について比較したものである。明治35年の凶作は, 南部地方で減収が著しかったが, 大正2年の場合は, 県全体と津軽地方で明治35年より冷害が厳しく, 反対に南部地方の大正2年の被害が, 明治35年より軽いことが認められている。このように地域により冷害程度が異なるのは, 冷害気象の特徴や耕種技術等多くの要因が関与しているようである。

むすび

竹ヶ原日記の克明な毎日の記録を読むと, 前述のように竹ヶ原氏が11月16日に村長に進言した作柄は2分5厘前後と推定しているが, 公刊の「大正2年青森県凶作救済誌」によれば, 藤坂村の作柄が1分作以下となっており, 作柄判定に差がみられる。また, 大正2年は稲作生育全期間にわたる低温であるが, 苗代冷害, 出穂期の台風直撃や水害等の被害のあったことも一層被害を大きくしたようである。生育全期にわたる低温であったが, 6月, 7月の気温は, 昭和29年の方が低温であった点は, 注目される点である。ともあれ, 竹ヶ原家の水稲総収量は14石3斗で, 大正3年の30石8斗の約半作であり, 年間の自家消費約10石といわれ, 販売量は4石程度のみである。これでも竹ヶ原家は当時の中農の上に属す自作農であったが, 多くの零細な小作農にとっては, 大正2年の冷害がいかに農家生活に深刻な影響をあたえたか想像に余りあるものがある。

水稲冷害の減収量推定尺度に関する知見

一 既往の減収推定尺度の再検討 一

阿 部 亥 三

(農業技術研究所 気象科)

1. はじめに

近年においては水田の機械移植の普及がめざましく、また、品種の作付動向にも著しい変化が見られている。このような稲作技術の変革に伴い、従来の冷害の減収量の推定尺度を見直し、冷害気象に対する現行稲作技術の安全度を検討しておくことは、今後の冷害対策に万全を期する上で極めて重要であると考えられる。このような視点に立って、現在の稲作技術に適合する冷害減収量推定尺度の設定について、農林省の別枠研究「異常気象対応技術に関する総合的研究」(昭和51年度開始、5ヶ年計画)の中で進められている。したがって、水稲の冷害減収量推定尺度についての的確な成果の得られる日も近いと考えられる。ここでは既往の冷害減収量推定尺度を再検討した結果について、その概要を述べることにする。

2 調査の方法

これまでに、穂ばらみ期(出穂前11~15日)と開花期(出穂期後5日間)および登熟期間(出穂後40日間)における平均気温と減収率との関係などが求められている(1)、(2)、(6)、(10)が、試験方法(人工気象室と圃場条件)あるいは試験実施所のちがいのために、結果が多少異なっている。そこで、本調査では、それらを相互に比較検討して、その相違点を明らかにするとともに、統一的な見方のなし得るようにつとめた。

調査検討に当っては主に次の資料を用いた。

- (1) 水稲冷害減収量推定尺度(農林省統計調査部)
- (2) 北海道における冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点(北海道農試・道立農試 昭和37年)
- (3) 青森県における冷害危険度の推定と今後の研究上の問題点(青森農試 昭和37年)
- (4) その他、北海道と東北地方における関連業績(主要なものは引用文献に記載した)。

3 結果の概要と考察

(1) 穂ばらみ期の低温と減収率

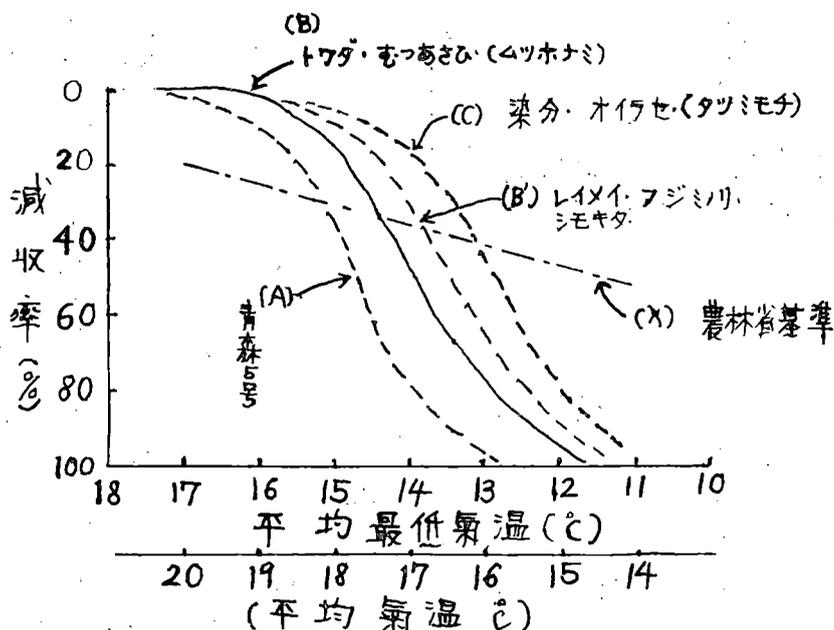
穂ばらみ期に5日間一定低温で処理した場合と圃場条件で低温に遭遇した場合から、低温程度と減収率(R_1)との関係を求めた結果を第1図に示した。

第1図での農林省基準(10)は、人工気象室内で一定低温で5日間処理した結果を図示したものである。品種名を記載した(A)、(B)、(C)の各曲線は、青森農試藤坂支場における既往の圃場試験成績に基いて、穂ばらみ期5日間の平均最低気温(ならびに平均気温)との関係を示した(1)、(2)のものである。また、(B)曲線および(A)、(B)、(C)の各曲線でも、図中に()を付した品種は、その後の青森農試で追加したものである(9)。

第1図によると、人工気象室で一定低温で処理した場合は低温程度に比例して直線的に減収するのに対して、圃場条件から得られた結果では、軽度の低温条件では減収率が少ないが、低温程度が著しくなると減収率の急増することがわかる。すなわち、穂ばらみ期5日間の平均気温が20~17℃の場合

には人工気象室の方が圃場条件での場合より減収率が大きく、平均気温が16℃以下になると逆に圃場条件での減収率が人工気象室の場合よりも増大することが知られる。

さらに、同一低温に遭遇しても、耐冷性の強弱によって減収率に品種間差異が顕著に認められ、とくに平均最低気温15～12℃の範囲で品種間差異が著しい(7)。このほかに、北海道農試でも冷害危険期(出穂前15～6日)の平均気温と稔実歩合との間に顕著な品種間差異のあることを報じており、耐冷性の品種間差異に関する研究業績は数多い(3)(4)。したがって、冷害対策には耐冷性の強い品種を重点的に作付することが基本となる。



第1図 穂ばらみ期5日間の低温と減収率(R_1)との関係

(2) 開花期5日間の低温と減収率との関係

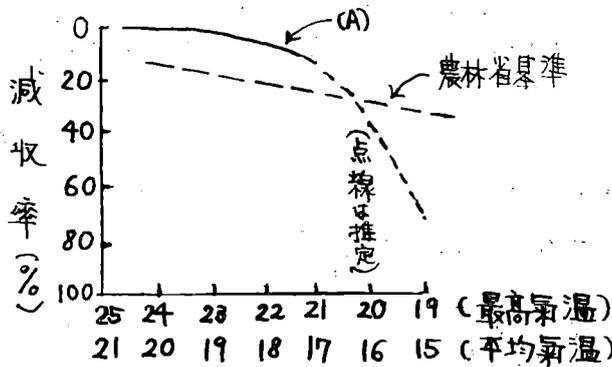
第2図に開花期5日間の平均気温および最高平均気温と減収率(R_2)との関係を示した。図の中で、農林省基準とあるもの(10)は、人工気象室で一定温度で処理した結果から得られたもので、曲線は1954年の青森農試藤坂支場での圃場試験成績から得たものである(1), (2)。

第2図によると、開花期5日間の平均気温と減収率との関係でも、穂ばらみ期の低温と減収率との関係で認められたことと同様に、20～17℃の範囲では人工気象室での減収率が圃場条件の場合よりも大きく、16℃以下になると逆に圃場での減収率が人工気象室における減収率よりも大きくなる。

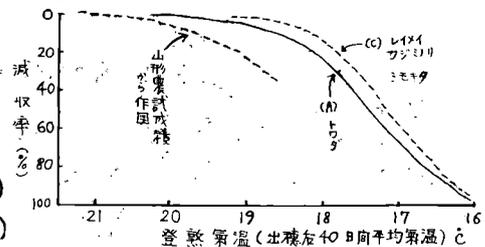
このように、一定低温処理と自然条件で低温に遭遇した場合とでは、平均的には同一温度であっても減収率に差異が認められるのは、水稻の温度反応、とくに限界気温条件について検討すべき点の多いことを意味し、今後の減収推定尺度を設定する上で十分に考慮すべき点でもある。

なお、開花期と減収率との関係では、品種間差異は今までには明らかにされていない。しかし、5日間の平均気温が低くても、その直後に高温晴天条件に遭遇すると、一斉に開花現象が見られ(5)、開花障害が軽減されるので、出穂期に若干の差のある品種間では被害程度が著しく相違する場合がある。

したがって、開花期における低温と減収率との関係については、その前後の気温条件ならびに日照の多少、総穎花数などの関連で、なお検討すべき点が多く残されていると考えられる。



第2図 出穂開花期5日間の気温と減収率 (R_2) との関係



第3図 登熟気温と減収率 (R_3) との関係

(3) 登熟期間の平均気温と減収率との関係

第3図に登熟期間(出穂後40日間)の平均気温と減収率 (R_3) との関係を示した。第3図の(A)曲線は青森農試藤坂支場における出穂遅延年次ならびに平年の晩生種の収量および晩植試験の成績より作図したものであり(1), (2), (C)曲線はその後の青森農試の成績(9)を引用したものであり, (B)曲線は山形農試の成績で, 1971年の本場, 3分場の試験(8)を引用して作図したものである。

第3図によると、青森農試の成績では登熟気温が20℃を下廻ると軽度の減収が始まるが、低温条件における登熟性に品種間差異が認められ、フジミノリ、レイメイ、シモキタの各品種は登熟気温が同一の低温の場合にはトワダより減収率がやゝ少ないようである。また、山形農試の成績では登熟気温が21℃より低くなると減収が始まり、日照時数の多少との関連もあるが、青森の品種よりは低温条件下における登熟性がやゝ劣るようである。

登熟の適温としては、出穂後40日間平均気温でほぼ22℃～21.5℃(5)と考えられているが、出穂前の気象条件ならびに生育状態および登熟期間の日照の多少などの関連で、登熟の適温も多少変動する可能性が考えられる。したがって、登熟期間の気象条件と減収率との関係については、これらの諸条件を考慮に入れて、今後さらに検討を加える必要がある。

上記の3時期のほかに、幼穂形成中期(出穂前25～15日)も低温に弱く、農林省の減収推定尺度(10)によると、この時期に5日間平均気温が17℃以下になると40%近い被害率となることが示されている。しかし、これは人工気象室による一定低温処理の結果であり、自然圃場では湛水によって幼穂が低温から保護されているため、幼穂形成中期の低温障害は実際には軽度にとどまっているようである。

(4) 冷害減収量の算定

冷害減収量の算定に当っては、前述した穂ばらみ期、開花期、登熟期間の3時期の各減収率 (R_1 , R_2 , R_3) から、次の2方法が考えられている。すなわち、その1つは、3時期の各減収率の和で表

わす方法で、 $R = (R_1 + R_2 + R_3) \dots\dots\dots ①$ で示され(1), (2), この場合は、 $(R_1 + R_2 + R_3) \leq 100\%$ 以下の前提がある。①式のこの点を改良したのが、次の②式である(1)。

$R = [1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3)] \dots\dots\dots ②$ ①, ②はともに総減収率(R)を示すものである。

$(R_1 + R_2 + R_3) \leq 30\%$ の場合には、①式でも、②式でも、総減収率に大差がないが、合計減収率 $(R_1 + R_2 + R_3)$ が30%以上になると、次第に①式の方が②式より大きな減収率を示すようになる。

しかし、現実には $(R_1 + R_2 + R_3)$ が30%以上を示す強度の冷害の場合には、①式によるよりも減収率はさらに増大する可能性が大きい。したがって、①式および②式の改良式を考える必要があると思われる。

4 むすび

既往の冷害減収量の推定尺度について再検討を行なった。すなわち、穂ばらみ期、開花期、登熟期間の3時期における低温程度と減収率との関係について、従来の成績に若干の知見を加えるとともに、減収量の算定方法に関する見解を述べた。

5 引用文献

- (1) 阿部亥三ほか3名(1964)：青森県における冷害危険度の推定に関する研究 農業気象19巻4
- (2) 阿部亥三(1969)：やませ風地帯における水稻生育に関する農業気象学的研究 青森農試研報14号
- (3) 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№83
- (4) 同上 ほか3名(1964)：穂ばらみ期の昼夜温ならびに遮光処理が不稔粒発生におよぼす影響 同上誌
- (5) 田中 稔(1962)：水稻の冷水ならびに出穂遅延障害に関する研究 青森農試研報9号
- (6) 坪井 八十二(1964)：水稻冷害による減収量の推定について、農業気象19巻4号
- (7) 鳥山国土, 和田純二(1960)：東北地方で栽培されている主要品種の耐冷性について。東北農業研究, 2号
- (8) 吉田 浩ほか3名(1973)：昭和46年異常気象における水稻作況に関する一考察 東北の農業気象, 18号
- (9) 青森農試(1975)：過去の冷害気象に対する現在の稲作技術効果(騰写印刷)
- (10) 農林省農林経済局(1975)：夏作減収推定尺度, 統計情報部, 農作物被害調査必携
- (11) 羽生寿郎ほか2名(1965)：寒地水稻の安全出穂期間を決定する新方法 農業気象21巻3号

宮城県における水稻品質と気象条件

千葉文一

(宮城県農業センター)

1 は し が き

宮城県産米の品質を上位等級米割合で見ると、年次によってかなり変動しており、また同じ年度でも県内の地域的差が見られる。水稻の品質には、肥培管理、収穫調整など技術的なものや、病害虫の発生量などもかなり関与しているが、この上位等級米割合の年次、地域によって変動する要因解析の一方法として、気象条件との関係について調査した。その概要を報告する。この調査にあって資料の提供ならびに御助言下さった東北農政局統計情報部、宮城食糧事務所関係職員の方々に謝意を表す。

2 調 査 方 法

(1) 調査に用いた資料

- | | |
|---------------|------------|
| 1) 米穀検査成績 | 宮城食糧事務所 |
| 2) 稲作季、作業調査資料 | 東北農政局統計情報部 |
| 3) 宮城県農業気象月報 | 仙台管区気象台 |

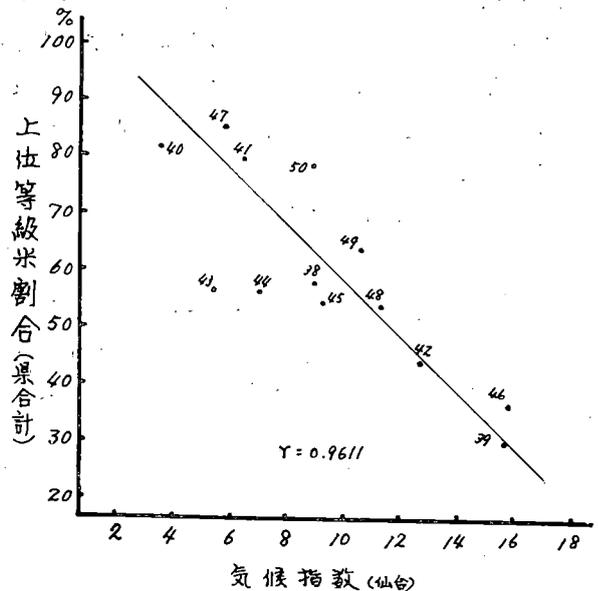
(2) 調査事項

- 1) 上位等級米割合(3等級以上の合計)の年次変動と気象条件
- 2) 上位等級米割合の県内地域性と気象条件

3 調 査 結 果

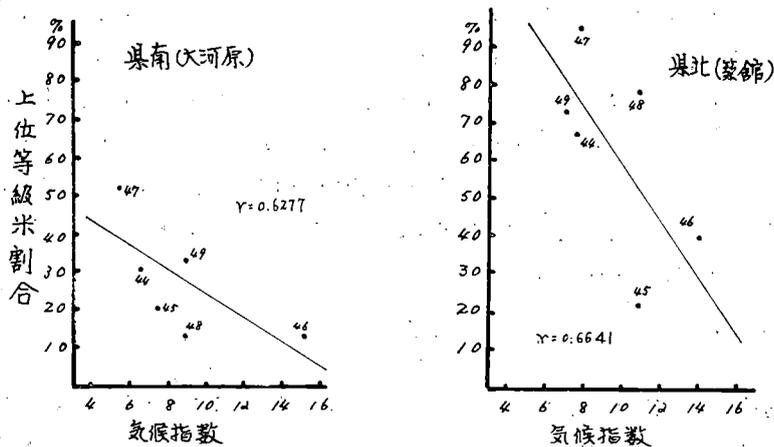
(1) 年次別上位等級米割合と気象条件

宮城県産米の年次別上位等級米割合を見ると、最高が昭47の85.4%から最低の昭39 30.3%まで年次によってかなり差がある。水稻品質は生育期間中の肥培管理や収穫、乾燥、調製などの技術的要因と病害虫の発生量などがかなり大きく影響することは当然であるが、年次による上位等級米割合の変動には技術的要因よりも、各年次の気象条件の方が大きく影響していると考えられる。気象の変化が品質に影響をあたえるのは、稲の生育期間によって異なるが、出穂前後から登熟期、さらに収穫、乾燥期間の気象条件の変化が大きく影響する。この期間を通じ好条件に経過することが登熟の良化、品質向上に最も望まれることであるが、実際には、この間の気象変化が大きく、ことに8月下旬から9月中旬にかけては秋霖が



図一 上位等級米割合と気象条件との関係

くなる。このうち昭44～49産米の平均上位等級米割合と気象条件との関係を図示したのが図一2である。それによると、上位等級米の多い県北部内陸地域は上位等級米の少ない県南部および海岸地域より、この時期は好天に恵まれ、良く乾燥することが認められる。この傾向は単年度産米にも認められた。つぎに県南（大河原）、県北（築館）の代表地点での上位等級米割合と気象条件との関係を昭和



図一3 県南、県北の上位等級米割合と気象条件

44～49年産米について見ると図一3の通りで、県南、県北とも気象条件と相関が認められる。しかし天候の影響のしかたは、県北の方が大きく、県南は天候の良否による上位等級米割合の年次変化は小さく、全体的に県北より上位等級米割合は低い。

4 まとめ

宮城県産米の品質（上位等級米割合）は登熟期から収穫、乾燥期間（出穂後35日～刈取り20日後）の気象条件とくに降雨日数、雨量、日照時間の多少に大きく影響される。これは県全体の年次別上位等級米割合の変動との関係が明らかに認められ、降雨が少なく、日照時間が多い年ほど上位等級米割合は高くなる。しかし昭和43年のように登熟期前半から、好天、寡雨が続き、干ばつ気味の水不足が品質に影響し、収穫期が好天候で経過しても品質向上がみられない年もある。また昭和50年は、この期間の気象経過は平年並程度であったが、上位等級米割合は予想以上に高くなった。これは、収穫、乾燥法の技術的な面など人為的要素がかなり影響したものと思われる。

また、この期間の気象条件と品質との関係は、県内地域別の上位等級米割合の多少にも認められた。

5 引用文献

- 1) 熊野誠一ほか3名（1975）：水稻における登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連，東北の農業気象第20号

山形県庄内地方における水温上昇管理の実態

大 沼 済

(山形県農業試験場・庄内支場)

1 まえがき

山形県庄内地方の水稲作は、成苗手植から機械移植になって作季が早まり、移植時期においては、以前に比べて約10日～15日程度くり上がり、それだけ寒冷な日数も多くなったこともあって、初期の水田水温上昇管理の比重が増大した。

この機械移植の普及拡大に伴う水温上昇管理については、従来から保温管理や昼間止水という対策で指導されてきているが、具体的に何時から何時までという明確なメドがなく、漠然と有効分けつがとれるまでという表現で表わされている場合が多かったので、庄内地方の気温・水温の観測値から整理してこの水温上昇管理の時期についてまとめたので、発表し参考に供したい。

2 保温水管理の期間について

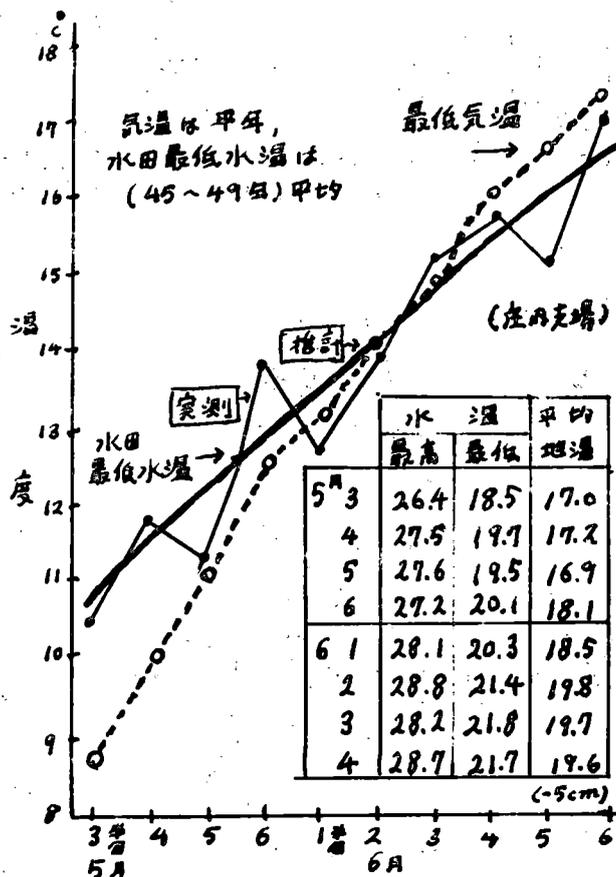
第1図は、庄内支場における気象観測値で、気温は最低気温で平年値である。

また、水温は水田水温で最低水温であり、昭和45年から49年に至る5ヶ年平均値である。

この観測値のうち、最低気温は30ヶ年の平均であるため、フレは比較的小さいが、水温はその特質上の避け難い傾向と、期間の短かいことがあって、可成りフレが大きい。

そのため、水温（最低）と気温（最低）のうち、水温については実測値から移動平均的に推計傾向線を加えた。

この結果から知られることは、田植当初の気温より水温の高い傾向は、6月2半旬でほぼ一致し、その後6月3半旬からは気温が水温を越えることから分かるように、朝方の最低水温が最低気温に越されるまでは、水温上昇の特に重点期間と考えられる。



第1図 気温と水田水温の関係

逆に、朝方の最低気温が最低水温より上回るようになれば、当然保温水管理の意味が縮小し、寧ろ保温しない方が稲の保温に効果的ということになる。

この時期が、庄内支場の観測によれば、6月第2半旬で、水温上昇の保温管理は6月第2半旬と考えてよいと思われる。

第1表：水温調査河川と地点

河川名	延長流路 m	灌漑積 ha	観測地点
㊸京田川	29,683	2,200	△余目町南野(北橋堰)
㊹藤島川	32,500	1,470	△上流：羽黒町富沢(因幡堰) △下流：藤島町野田ノ目(〃)
㊺立谷沢川	21,820	150	△立川町肝煎
㊻赤川	70,420	2,870	△三川町押切新田
㊼青竜寺川	19,300	363	△上流：鶴岡市高田(高田堰) △下流：鶴岡市播磨(中京田堰)
㊽庄内高瀬川	6,600	1,000	△遊佐町野沢
㊾月光川	15,800	1,000	△遊佐町吉田

(㊿最上川) 調査は昭和43~46年(4ケ年), 採水器付水温計使用 山形県蚕糸農産課集録 9AM. 測定

なお、この場合に水田水温を最高・最低の平均とし、平均気温との比較で見ると、若干おくれて7月第1半旬ごろとなる。

3 現地事例による水温上昇管理指標次に、現地の庄内地方各地の場合について、同様の傾向の検討を行った。

第1表は、その現地水温調査河川と地点について示した。

なお、この調査は昭和43年から46年に至る4ケ年間、県蚕糸農産課の事業で行われた観測調査で、同一場所でも同一農家が担当して実測した。

この場合の観測は、水温については採水器付水温計を使用し、9時の測定である。

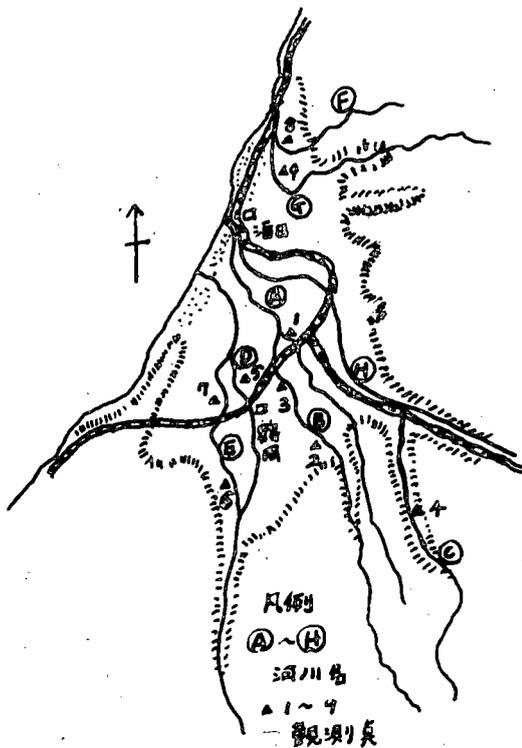
また、観測の河川、箇所は表示のほかにもあるが、ここでは代表的な事例として、河川では7河川、観測点としては9地点で行ったものである。

この関係位置を概念図として図示すると、第2図のとおりである。

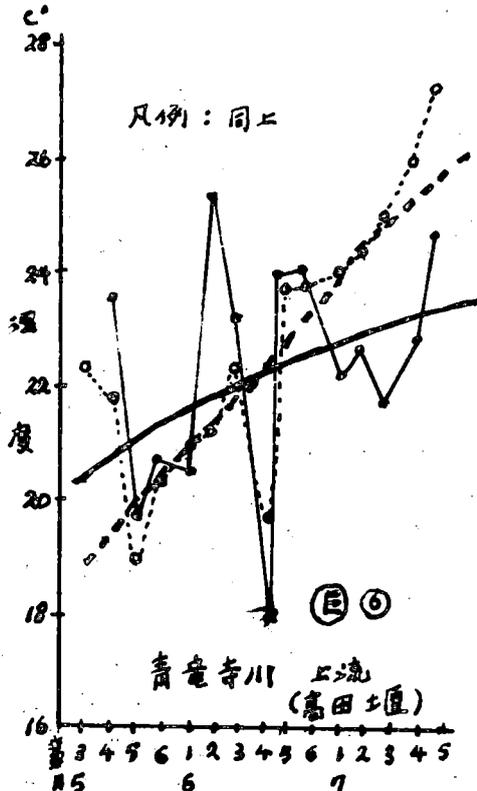
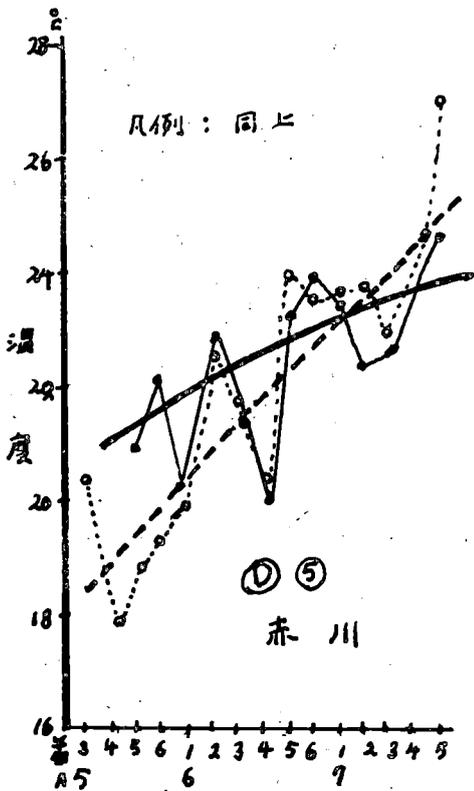
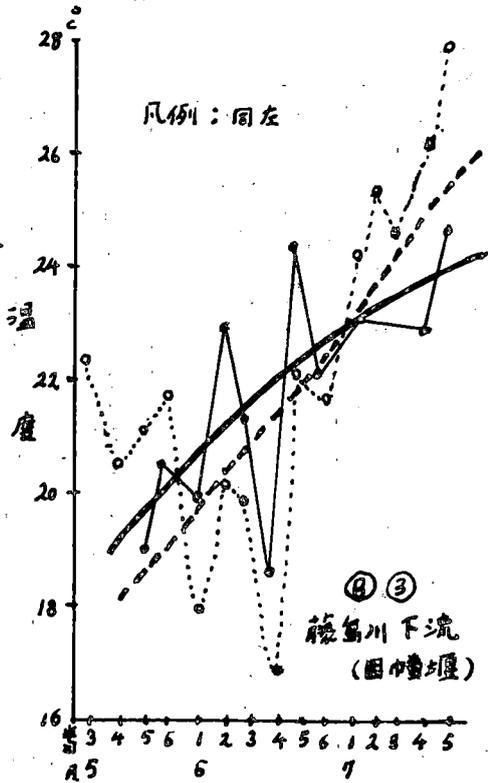
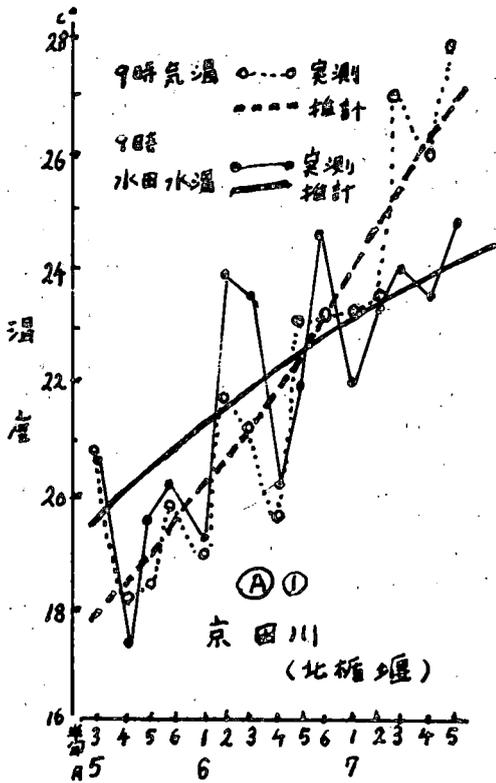
調査は、4月から9月まで毎日(時々欠測もあり)観測したもので、これを半旬又は旬別に整理して掲示した。

第2表は各地点別に、旬別の気温・流水温・水田水温についての9時温度を4ケ年間平均したものである。

また、これらの中から京田川(㊸-1)、藤島川下流(㊹-3)、赤川(㊻-5)および青竜寺川上流(㊼-6)について図示したのが第3図である。



第2図 庄内地方水温調査地略図



第3図 気温と水温(9時)の関係

第2表 気温と水温観測値

(日別観測値 4ヶ年を平均)

要素	区名 河川名	4月		5月		6月		7月		8月		9月				
		中旬	下旬	月上旬	中旬	月上旬	中旬	月上旬	中旬	月上旬	中旬	下旬	月上旬			
気 温 (9時)	A京田川①	10.6	14.7	18.0	19.5	19.3	20.6	20.8	23.6	23.7	26.9	28.5	28.3	26.1	26.1	23.5
	B藤島川②	15.1	16.2	19.0	19.9	20.1	22.0	21.2	23.6	25.3	26.5	28.7	27.7	27.2	26.8	25.1
	③	10.8	13.4	15.3	21.4	21.3	19.5	18.9	22.8	25.4	26.0	29.8	29.9	27.2	22.7	22.9
	C立谷沢川④	9.5	15.1	18.5	19.1	18.7	19.9	21.0	22.4	24.1	26.4	28.3	28.2	27.1	26.7	24.5
	D赤川⑤	11.2	13.2	17.5	19.4	19.0	21.2	21.4	23.9	23.9	24.4	27.9	28.0	26.5	26.6	23.9
	E青竜寺川⑥		13.7	16.7	22.1	19.6	21.8	21.1	23.5	23.9	25.6	28.0	28.2	27.1	26.4	24.5
	庄内⑦	13.2	13.9	17.1	20.0	19.8	21.7	21.8	24.3	24.1	25.7	30.0	29.5	28.4	27.2	25.8
	F高瀬川⑧	10.3	12.0	15.2	15.8	16.9	18.0	19.5	20.7	21.3	22.9	25.5	25.3	25.7	25.3	22.8
	G月光川⑨	7.0	10.1	14.2	16.5	17.4	18.2	19.2	19.4	23.0	24.2	26.6	27.7	26.4	25.6	24.5
流 水 量 (9時)	A京田川①	7.6	7.7	9.6	11.1	12.2	14.3	15.5	17.2	18.8	21.2	22.8	24.4	23.2	23.2	20.2
	B藤島川②	5.7	6.7	7.4	8.9	10.2	11.2	12.9	14.8	16.4	17.0	19.4	20.2	20.0	19.8	18.8
	③	6.2	8.1	9.2	9.7	11.2	12.6	14.2	16.2	17.8	19.4	18.7	20.7	22.9	20.3	19.8
	C立谷沢川④	5.8	8.6	11.5	11.7	12.5	13.7	14.5	16.2	16.8	18.1	19.2	20.1	20.2	19.6	18.0
	D赤川⑤	5.8	7.0	8.6	9.0	10.6	12.2	13.9	15.9	17.7	19.7	21.6	22.0	21.0	21.1	19.9
	E青竜寺川⑥	6.2	7.0	7.4	8.8	10.1	11.4	12.4	13.9	16.4	17.3	19.2	19.1	19.6	19.8	19.9
	庄内⑦	8.0	7.9	8.8	9.5	10.8	12.0	13.2	14.6	16.9	18.1	19.7	21.2	20.9	20.7	21.4
	F高瀬川⑧	7.2	8.8	10.8	12.8	14.0	14.7	15.6	16.7	18.3	19.1	19.5	19.4	18.8	18.4	17.2
	G月光川⑨	5.2	7.0	7.9	9.2	11.1	11.8	12.5	14.7	15.4	16.0	17.5	17.8	17.0	16.5	15.8
水 田 水 温 (9時)	A京田川①				19.1	20.3	22.2	22.2	23.8	23.3	24.4	26.0	25.1	23.8	24.0	22.2
	B藤島川②				16.4	18.9	19.0	21.5	22.4	(23.2)						
	③					19.9	21.7	20.2	23.7	23.8	(23.2)	25.7	(25.8)	(25.8)	21.4	
	C立谷沢川④				(14.0)	18.9	18.9	18.4	21.0	21.9	21.7	22.0	21.7	21.6	21.5	(18.2)
	D赤川⑤					21.4	21.4	21.1	23.9	22.4	24.1	25.6	25.8	25.5	25.6	(27.1)
	E青竜寺川⑥				(23.6)	20.1	22.7	20.5	23.6	22.4	22.3	24.1	23.2	22.1		
	庄内⑦															
	F高瀬川⑧				13.5	14.9	15.8	17.3	18.6	19.6	20.9	22.1	22.3	21.3	19.8	18.5
	G月光川⑨				11.3	11.4	12.2	13.4	14.7	15.7	15.8	16.8	17.7	17.9	17.6	17.1

これによると、4事例はそれぞれ特色があって、全く同様の傾向とは限らないが、比較的正常な調査値であり、これから推定すると、第2図のようにノルマルではないが、凡そ同様の傾向がうかがわれる。

すなわち、前記(庄内支場)の事例は最低温で、後者(4事例)は9時観測であるため前者に比べて10月乃至14日のズレが認められるが、これを庄内支場における平均気温水温同志と比較すると、気温が水温を越える時期は、最低気温、同水温同志の場合より10~15日おくれることが知られているので、現地調査の事例から類推して、ほぼ6月10日~20日ごろがクロスポイント(交叉点)であり、田植からほぼ6月10日ごろまでが、庄内地方平坦地における水温上昇の積極的に必要な期間とみてよいものと思される。

4 おわりに

上記のように、年々くり上がる田植期に対し、保温水温管理の重要性が増大しているため、積極的に対策管理を必要とする重点期間を調べてみると、朝方の最低気温が一般管理している場合の水田水温最低よりも上廻る時期までが保温水温管理の期間とみている。

そしてその時期は、庄内支場および現地の事例をみると、庄内地方では6月中旬とみてよいと思われる。

岩手県における豊凶考照試験に関する二、三の考察

佐々木 忠勝

(岩手県農業試験場, 県南分場)

1 はじめに

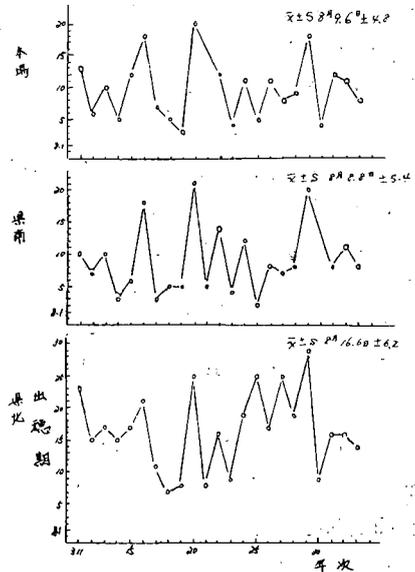
岩手県における水稻豊凶考照試験は、明治末期から開始されているが、この調査研究を進めるにあたって、本場（盛岡市本宮）、県南分場（江刺）、県北分場（軽米）で共通に供試されている品種と年次を抽出し、品種では、岩手関山1号、岩手早生大野1号、岩手亀ノ尾1号、統計期間は、昭11～33年を得た。上記の3品種と年次を用いて、場所別の出穂期と玄米重の年次変動および、両者の相関から、安全出穂限界期の考え方で、3場所におけるそれぞれの特徴を考察した。さらに、県南分場の大正15年～昭和36年までのデータを用い、気象条件と、水稻収量の関係を求めた。なお、この研究を進めるにあたり、農技研、微細気象研究室、阿部室長には、指導および、校正を賜り、ここに厚く感謝するしだいです。

2 3場所における出穂期、玄米重の年次変動と相互関連性

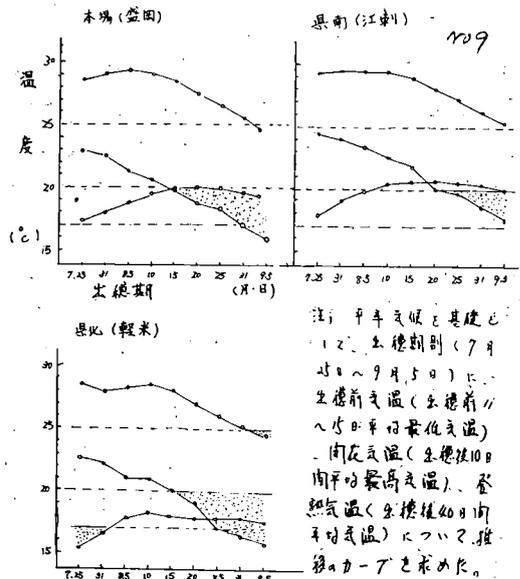
第1図に岩手関山1号の年次別出穂期を示した。図によると本場は、平均出穂期が8月9.6日、県南分場（以後県南と略記する）、8月8.8日で大差ないが、県北分場（県北と略記）では、8月16.6日で1週間近い遅れとなっており、また、出穂期の標準偏差も県北で大きくなっている。なお、昭16、22、29年は、3地点とも出穂の遅延が目立つ年であり、一般に冷害年と呼ばれる年と一致している。本場と県南では、出穂の年次変動は、ほぼ類似しているが、県北ではやゝ異なる年次変動を示し、とくに、本場、県南では、出穂遅延のあまり見られない昭25、27年にも昭20年並に出穂の遅延を示しているのが、特徴として指摘される。

つぎに、3地点における安全出穂期の幅について、検討した結果を第2図に示す。なお、各種の文献を参照して、出穂前気温では、17℃以下、開花気温では、25℃以下、登熟気温では20℃以下を、それぞれ障害温度と定めて、3地点の安全出穂期間を策定した。

これを第1図と照合してみると、本場では、昭16、20、29年が、県南では、昭20年がそれぞれ安全出穂期よりも出穂が遅延している。これに対し、県



第1図 出穂期の年次別変動 (岩手関山1号)



第2図 安全出穂期間 (平年)

北では、23ヶ年中で、ほぼ60%の年次が、安全出穂期間の範囲に入っていない。この中で安全出穂期間の制限因子として最も強く作用するのは、登熟気温であるので、登熟の限界温度といわれている75℃をとって見た。この場合には、本場で昭20年が出穂限界ぎりぎりの線で、県南はすべて出穂限界以内に入る。県北では明らかに、出穂限界以後の出穂年次が、昭11、16、20、25、27、29年となっており、このことから、県北地方での冷害危険度の大きいことが知られる。

第3図は、3場所の玄米重の年次別比較を示したものである。この中で、3場所とも出穂遅延の目立った昭16、20、22、29年についてみると、昭16年は、3場所とも低下し、昭20年では、県北が極端な減収を示し、本場も低い、県南では、平均並の収量となっている。昭22年は、本場が低収で、他の2場所は、平均よりやや減収し、昭29年には、県南での低下が目立っている。

出穂期と収量の相関関係について、岩手関山1号を第4図に示す。本場と県南では、5%の危険率で有意であるが、県北では、収量の年次変動が大きく、このため、出穂期と収量の間には有意な相関関係を示さない。

早生大野1号では、出穂期が、岩手関山1号に近く、出穂期、収量の変動も、岩手関山1号と類似しているためここでは省略する。

岩手亀ノ尾1号は、平均出穂期も、本場、県南が8月14日、県北では、8月22日と遅い。安全出穂期以後の出穂年次は、県南では、昭16、20、22、29年の4ヶ年にすぎないが、本場では、39%、県北では、実に、78%の年次で出穂遅延が起っている。したがって、岩手亀ノ尾1号は、熟期が遅いため、県北はもとろん、本場でも明らかに不適な品種ということが出来る。

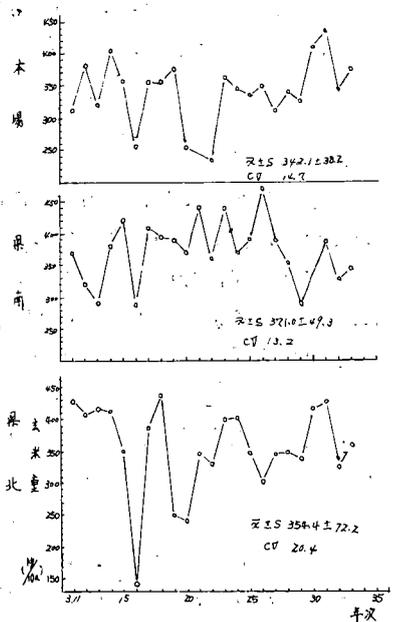
つぎに、岩手亀ノ尾1号の玄米重について、年次別推移をみても、3場所とも、昭16、20、29年は、減収が目立ち、県南でも気象条件による減少が明らかに表われている。

玄米重と出穂期の間、3場所とも、1%の危険率で有意な相関関係がみられ、出穂遅延に伴う減収傾向は、県北で大である。

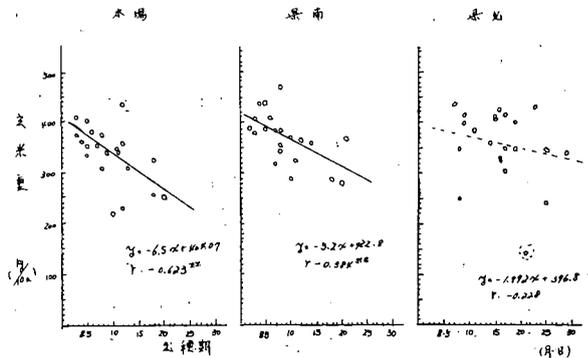
以上、豊凶考照試験における年次別の出穂期と玄米重および、両者の相関関係について、安全出穂期、限界出穂期の観点からの考察を加えた。現在の奨励品種は、3場所ともほぼ安全出穂期間中に出穂するものだけに選抜されている。岩手関山1号の出穂期は、現在の県南の晩生種にほぼ相当している。出穂期の年次変動幅として、おむね、±5日程度と考えられる。また、県南の晩生種は、昭16、20年程度の気象条件が出現した場合には、10日前後の出穂遅延が見込まれることになる。

3. 県南分場における気象と生育、収量との関係

県南分場を含めた、南部内陸平坦地（北上川下流地帯）では、生育期間の少照条件、とくに、登熟



第3図 玄米重の年次別変動



第4図 玄米重対出穂期（岩手関山1号）

期間の少照が問題とされている。ここでは、豊凶考照試験成績を主材料として、気象条件と水稲の生育収量との関係を検討した結果について述べる。

(1) 結果の概要

第1表に、豊凶考照試験の早生群（岩手関山1号）岩手早生大野1号，岩手八幡1号），中生群（豊国，岩手亀ノ尾1号，白河白稲），晩生群（近江豊後，凌豊後，敷島）について気象と出穂および、収量の相関を示す。なお、統計年次は、大正15年～昭和36年で、平均出穂期は、早生群（以下早生と略記する），で8月10日，中生群で15日，晩生群，20日の平均収量はそれぞれ，378.9 kg/10a, 393.1 kg/10a, 374.0 kg/10aである。

以下、第1表に基づいて主要な点を述べる。出穂と収量との間には、早生が1%，中生，晩生が0.1%の危険率でそれぞれ有意な相関関係が認められた。気温条件と、出穂期との相関では、6月平均気温で、早生，中生，5%の危険率で有意。7月平均気温は、早生と中生が0.1%，晩生が5%の危険率で有意が認められた。

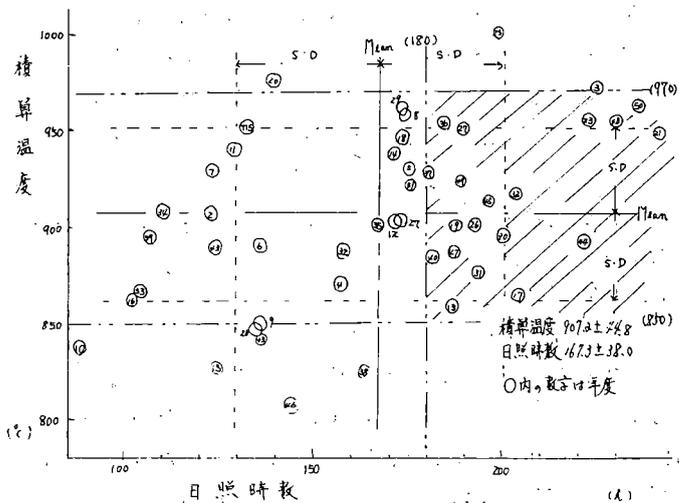
気温条件と収量との相関をみると、

6月平均気温が、早生と5%の危険率で有意，8月平均気温は、晩生で5%の危険率で有意，7・8月平均気温は、中生，晩生で5%の危険率で有意な相関が認められる。9月平均気温は、早・中・晩生とも有意な相関は認められない。日照条件と収量との関係では、6月日照時数が、早・中・晩生とも5%の危険率で有意な相関関係が認められ，7月日照時数は有意な相関を示さず，8月日照時数は、早・中・晩生とも，1%の危険率で有意な相関を示し，9月日照時数は、早生で5%の危険率で有意。中生・晩生では，0.1%の危険率で有意な相関を示している。8，9月日照時数は，早生が1%，中生，晩生が0.1%の危険率で有意な相関を示し，とくに，8，9月の日照時数と収量の相関が高く，熟期の遅くなる程，その傾向が強い。

第1表 県南分場における気象と収量の相関 (大正15～昭和36年)

	相 関 係 数		
	早 生	中 生	晩 生
出 穂 期×収 量	-0.551**	-0.655***	-0.655***
6月平均気温×出穂期	-0.422*	-0.388*	-0.320
7月平均気温×出穂期	-0.616***	-0.600***	-0.454**
6月平均気温×収量	0.374*	0.215	0.232
7月平均気温×収量	0.150	0.329	0.313
8月平均気温×収量	0.242	0.325	0.384*
7.8月平均気温×収量	0.218	0.389*	0.405
9月平均気温×収量	0.070	0.097	-0.033
6月日照時数×収量	0.341*	0.378*	0.402*
7月日照時数×収量	0.172	0.237	0.295
8月日照時数×収量	0.433**	0.440**	0.445**
9月日照時数×収量	0.421*	0.601***	0.619***
8.9月日照時数×収量	0.491**	0.573**	0.585***

注 * 5%水準有意, ** 1%, *** 0.1



第5図 登熟期間（8月10日～9月9日）の積算温度対日照時数 (大正15年～昭和50年)

(2) 考察

前にも触れたように、この試験の早生群が現在の晩生品種と出穂がほぼ同じであることから、つぎに、早生群を中心に考察を進めることにする。

前述のように、早生の収量は、6月平均気温、6月日照時数、9月日照時数と5%の危険率で有意な相関、8月日照時数とは、1%の危険率で有意な相関を示している。平均出穂期が、8月10日であるから、6月は栄養生長期で、穂数確保の重要な時期にあたり、8月は出穂期をはさんで、幼穂形成の後期と、登熟期中期程度までを支配する時期に当たっている。

温度条件が充分の場合、日照条件と収量の関係は、幼穂形成後期よりも、登熟期において相関が高いとみるべきで、著者の行った時期別の遮光試験でも、明らかに、登熟期において強い影響を受ける。以上から、県南での水稲収量は、温度条件よりも日照条件に左右されやすいことになり、出穂期が遅くなる程この傾向は強まる。

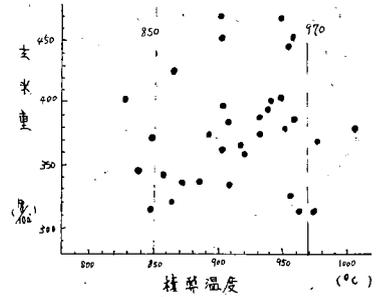
第5図に、登熟期間（8月10日～9月19日の40日間）の積算温度と日照時数の関係を示した。この図から、日照時数と積算気温の間に有意な相関はないが、

日照時数が多くなるに従い積算温度が上がる傾向は認められる。第6図は、豊凶考照試験から、大正15年～昭和36年までの早生群の玄米重と登熟期間（8月10日～9月19日）の積算温度との関係を示したものである。この図から、850℃以下でやゝ減収傾向がみられ、970℃以上でもやゝ減収傾向にあることが窺われる。積算温度の標準偏差は±44.8℃であるから、大部分はこの範囲に入ることになり、この範囲内では、温度による収量への影響は非常に少ないことが知られる。第7図は、同じ資料について、玄米重と日照時数との関係をみたものである。日照時数は180時間を境にして玄米重のレベルが明らかに違っていて、玄米重、410kg/10aレベルを越えた年数は、180時間以下が0年、180時間以上は、12年中7年と半数年以上が、410kg/10aのレベルを越えており、登熟期間の日照時数が180時間以上であることが、多収のための気象条件と考えられる、前掲の第5図の斜線部分が、登熟期間の気候的多収条件にあたり、全体の38%がこの範囲に入る。また、最近の14年間は、57%が斜線の部分に入る。

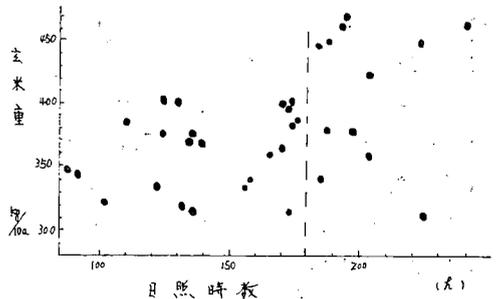
4 おわりに

3場所における出穂期、玄米重の年次変動と相互関連性を検討した結果、本場、県南分場では、出穂期および玄米重の年次変動は類似しているが、県北分場では、やゝ異なる年次変動を示し、明らかに冷害危険度の大きいことが知られた。また、安全出穂限界より遅れた場合、品種、場所を問わず、減収傾向が見られ、今後の異常寒冷気象の出現した場合の減収量推定の参考になると考えられる。

つぎに、県南分場における、気象と生育、収量との関係では、登熟期間の日照時数が収量との相関が高く、日照時数180時間以上が気候的多収条件と考えられた。



第6図 玄米重(早生群)対登熟積算温度 (大正15年～昭和36年)



第7図 玄米重(早生群)対登熟日照時数 (大正15年～昭和36年)

宮城県気象条件と水稲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

日野 義一

(宮城県農業センター)

1 はじめに

水稲の早期機械雑苗移植栽培で、宮城県の気象的特徴を効果的に利用して、これまでより、更に収量の向上をはかるため、前報では、初期の気象と水稲の生育や¹⁾、本田期間中における生育時期別気象の特徴について述べて来たが、²⁾日照時間による、田植時期の合理的な決定も重要なことと思われるので、本報は、4、5月の日別日照時間の変動性について調査したので、その結果の概要を報告する。

なお本調査を実施するにあたり、助言と激励を賜った、当作物保護部長佐野稔夫氏および御指導下さいました、作物保護部、農業気象科長千葉文一氏に対して、厚く感謝の意を表します。

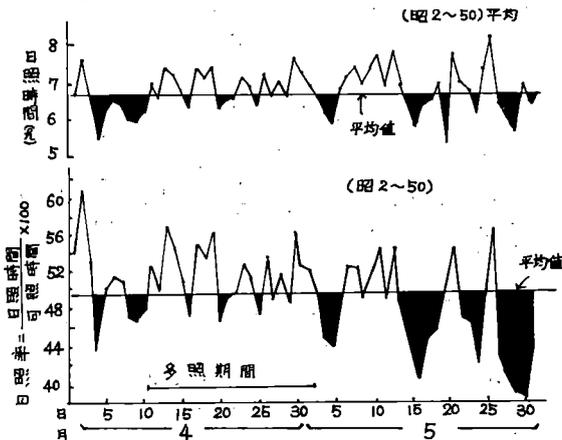
2 調査方法の概要

本調査は、昭和2年から50年まで宮城県仙台市、(仙台管区気象台)の4、5月における、日別日照時間の観測資料を用いた。

3 調査の結果

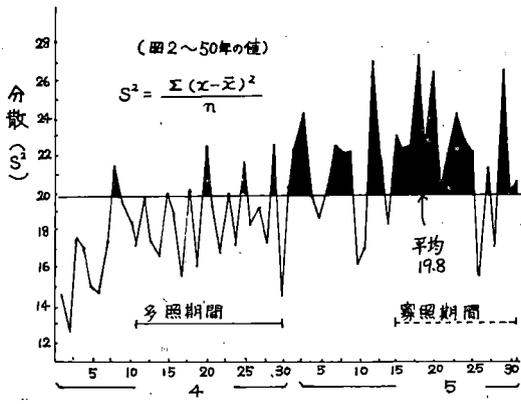
1) 日照時間の日別経過

4月から5月までの日別日照時間の経過について、昭和2年から50年までの平均値でみると、第1図に示したとおりである。これによると日別によって、日照時間に相違がみられるが、全期間約5時間から8時間の範囲となっている。また平均では、約6.7時間を示していた。なお日別特徴についてみると、4月2日や4月13日から4月30日までと、5月5日から5月13日ころまでの日照時間は、全期間の平均値より多い日照時間を示している。ところが4月3日から4月12日までや、5月初めの2~3日と5月15日以降では、反対に平均値より少ない日照時間となって経過している。これらの4、



第1図 4、5月日照の日別変動経過(仙台)

5月までのなかで、とくに注目すべき日照時間は、4月13日から4月末までの連続多照期間と5月13日から5月末における、連続寡照期間があげられる。したがって、この日照時間の特徴は、田植日決定上のためには、極めて大切なことである。そこでこれらの日別経過を日照率でみると、4月から5月までは、約35%から60%の範囲となり、もっとも多い4月初めと最も少なかった5月末では、約25%の相違がみられた。つぎに日別でみると、4月初めの2~3日や4月15日前後が、かなり高い日照率を示している。しかし5月13日以降では、



第2図 4, 5月の日別日照時間の分散値における経過(仙台)

日照時間が長い時期であるため、かなり少ない50%以下の日照率がほとんどで、しかも5月末では、40%以下と極めて少ない日照率を示していることが認められた。

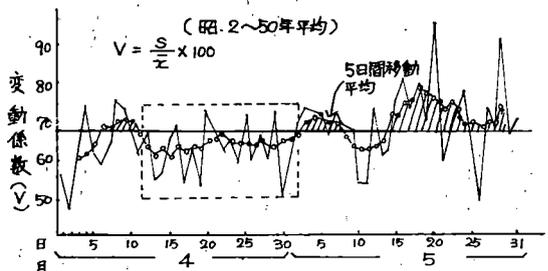
2) 日照時間の日別変動経過
日照時間の4, 5月における、過去49ヶ年平均の日別経過では、前述のとおりで、あまり大きな変化がみられなかったが、実際年次によってもかなり異なった値を示し、その日その日で変動が大きくなっていることが、当然みられる。そこでこれらの日別日照時間の変動経過を分散値でみたのが、第2図である。これによると4月初めから5月末までは、かなりその日その日で、異なった値を示していることが認められる。しかし全期間をとおしてみると4月初めから5月末までは、徐々に大きくなって行く傾向を示している。つきに4月と5月の特徴で、4月中が5月に比べて分散の値は小さく、全期間平均以下の、場合がほとんどで、とくに4月1日から5日ころまでは、期間中もっとも少ない値となっていた。一方5月中は、4月と反対に平均値以上の場合が多くなり、5月15日から25日までは連日平均以上の分散値となって経過している。

なお日別変動の特徴を、さらに変動係数からみると第3図に示したとおりである。これによると4月の日別変動では、8日前後がもっとも大きな変動を示しているが、その他の日では、あまり大きな変動がみられない。すなわち4月1日から3日までと4月13日から30日までは、全期間中もっとも小さい変動係数を示し、特に4月13日から30日までのあいだでは、ほとんど平均以下の値となり、5日間の移動平均値では、連日平均以下となって経過し極めて安定した期間であることが認められた。

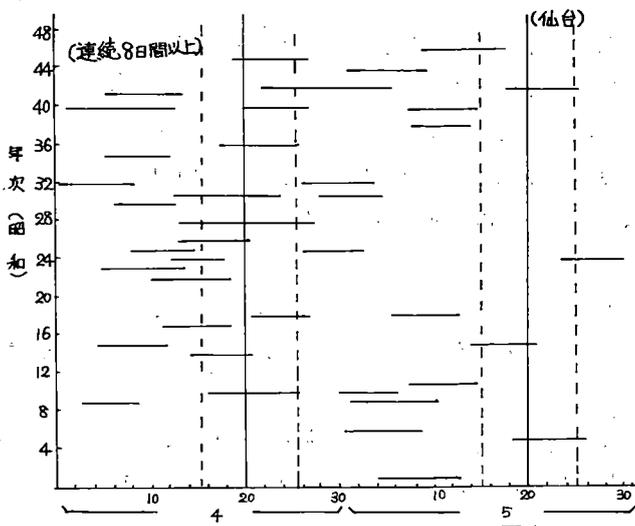
なおこのもっとも変動の小さい安定した時期は、前述のように、かなり多照期間にもなっているので、この点については、充分注目すべきことである。一方5月中についてみると、4月に比べ急に変動が大きくなり、とくに5月15日以降はほとんど平均以上となり、しかも5月20日前後の2~3日では、4, 5月をとおしてもっとも大きい変動値を示し、かなり不安定な時期となっていることが認められた。なおこの時期は、全期間もっとも寡照でもある。

3) 日照時間の年次別連続日

4月から5月までの日照時間を日別で5時間以上の多照時を連続日数、8日以上について、昭和2年から50年までを年次別で見ると、第4図に示したとおりである。これによると、4月10日から4月30日まで



第3図 4, 5月の日別日照時間の変動係数における経過(仙台)



第4図 4, 5月の日別日照時間の分の連続日数の年次別出現日

のあいだでは、かなり連続多照日の年が多くあらわれている。ところが、5月10日前後の、すなわち宮城県における標準機械稚苗田植時期ころの場合では、かなり連続多照日のあらわれる年が少なく、もっとも多い4月20日前後の半分以下となっていた。なお5月20日以降では、過去49年のあいだに、わずか3回だけしか、連続多照日があられず、極めて少ない出現時期であることが認められた。

以上のことから、田植時期の合理的決定を日照時間の特徴だけから判断することは困難であるが、最近の機械稚苗田植としては、4月半ばから4月末にかけての、連日好天日のあらわれや

すい、しかも変動の少ない、比較的安定した日照の出現する期間を田植時期として考えることも、一つの方法ではなかろうかと思われる。

4 むすび

昭和2年から50年まで、宮城県仙台市(仙台管区气象台)の4月から5月における、日別日照時間の変動性について調査した結果は、つぎのとおりである。

田植期間中の4, 5月の日照時間、過去49年の平均による、日別経過では、全期間約5~8時間の範囲となり、日別日照時間の特徴をみると、4月13日から4月30日までが、もっとも日照時間が多く、日照率(日照時間/日照時間×100)では、約50~60%となっている。ところが4月初めや5月15日以降では、反対にかなり日照時間が少なく、とくに5月15日以降の日照率では、ほとんど50%以下となり、しかも5月末では、40%以下の極めて少ない値を示していた。

日別変動を分散値、変動係数からみると、その日、その日で、かなり異なった経過を示すものの、4月初めと4月13日から4月30日までや、5月5日から10日ころの変動が全期間中で小さい傾向を示し、しかも4月13日から4月末までは、もっとも少なく、連日安定した変動経過となっている。ところが4月5日ころから10日までや、5月15日以降では、変動が大きく、5月末では全期間中でもっとも大きな変動値を示し極めて不安定な時期となっていた。

つぎに連続好天日のあらわれかたを、日照5時間以上の場合で連続8日以上について、年次別でみると、4月初めから5月末までにかなりのちがいがみられ、4月20日前後は、5月20日前後、に比べ、約4倍の連続好天日があらわれている。

以上のことから、早期機械稚苗田植時期の問題としては、とくに4月半ばから5月初めの、日照時間の多い、しかも変動の少ない安定した時期についても充分考慮する必要がある。

なお、今後は、本田期間中における、日照時間の変動性についても充分検討を加えて行きたい。

5 引 用 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, 初期の気象と水稻の生育について, 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, 印刷中
- 3) 日野義一・千葉文一(1973) : 宮城県における田植期間の気象的特徴について
東北農業研究, 第16号。
- 4) 日野義一・千葉文一(1973) : 稲作期間中の水田温度と露場気象に関する研究
第3報, 稚苗移植田の水深のちがいによる水田水温と露場気温との関係, 東北の農業気象,
第18号, 47~50。
- 5) 日野義一・千葉文一(1972) : 異常気象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, 東北の農業気象, 第17号,
1~5。

宮城県の気象条件と水稻栽培改善に関する研究

第4報 田植期間中の日別気温の変動性について

日野 義一

(宮城県農業センター)

1 はじめに

水稻の早期機械稚苗移植栽培で、田植期間における、気温の特徴を検討し、合理的な田植時期を決定するため、本報では、4、5月の日別気温についての変動経過と低温危険温度の出現性について調査したので、その結果の概要を報告する。なお本調査をおこなうにあたり、御指導を下さいました、作物保護部、農業気象科長千葉文一氏に厚く感謝の意を表します。

2 調査方法の概要

本調査は、昭和2年から50年まで、宮城県仙台市(仙台管区気象台)の4、5月における、日別気温の観測資料を用いた。

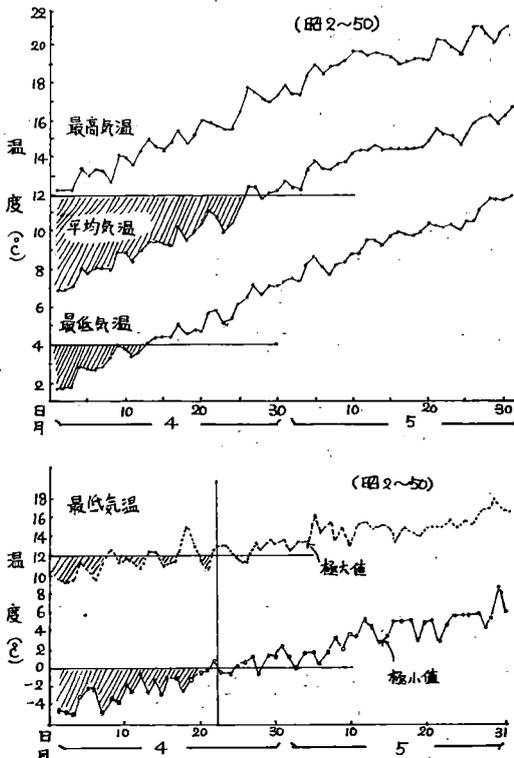
3 調査結果

1) 気象の経過

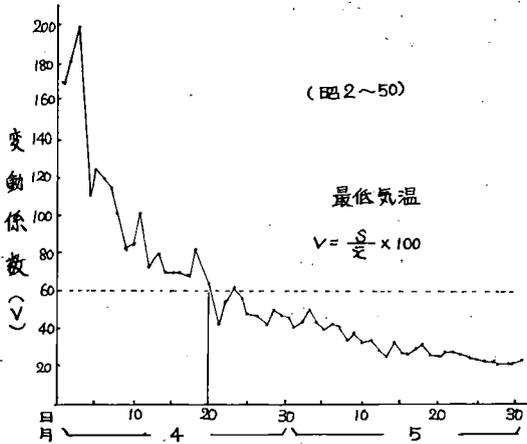
昭和2年から50年までの平均による、4、5月の日別気温の経過についてみると、第1図に示したとおりである。これによると気温は日別によって相違があるが、最高気温では、約12℃から20℃までの範囲となって、4月から5月までの間に約8℃の昇温がみられた。つぎに平均気温でみると、約7

℃から17℃で10℃の差がみられ、水稻の活着気温と言われる、12℃以下の期間は4月26日までとなって、この時期までは低温日が多いことになる。なお最低気温についてみると、約2℃から12℃までの範囲で約10℃のちがいとなって、とくに霜害発生危険温度4℃以下のあらわれる時期をみると、4月13日までとなっている。このような気温の日別経過で4月から5月までに、それぞれ10℃内外の温度差があったので、丁度1℃上昇するに要する日数は、平均でおよそ5～6日かかっている。

以上のように、各気温の過去49ヶ年の平均では、あまり大きなちがいがみられないが、実際その年によって、かなり異なった温度を示すわけである。そこで4、5月の日別最低気温における極大値と極小値についてみると、極大値では、10℃



第1図 4、5月の日別気温の経過(仙台)



第2図 4, 5月の日別最低気温の変動経過(仙台)

4月初めから5月末までは、徐々に変動が小さくなって、経過しているが、特に4月初めから4月20日ごろまでの変動が大きく、その後は急に小さくなり、しかも4月末以降では、ほぼ安定した同じ程度の変動経過を示していることが認められた。

2) 低温出現の日別経過

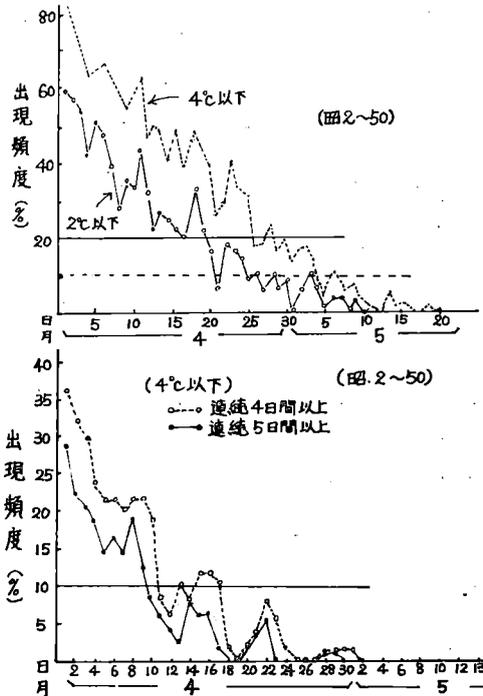
4, 5月の気温経過は、その日その日でかなり温度のちがいが、みられることは、前述のとおりでこれを、更に低温の出現性からみると、第3図に示したとおりである。これによると、最低気温4℃以下の霜害発生危険温度の出現頻度では、4月初めがもっとも高い約80%でその後徐々に低くなり5月20日以降は霜害発生危険温度があらわれない。なお20%以上の出現頻度の期間をみると4月25日ころまでとなってこの時期までは、5年に1回以上あらわれる。しかし10%以上の出現頻度になると、それより10日おくれの5月5日までとなり、この時期までは10年に1回以上あらわれることになっている。

また稲作期間中の水田水温(水深2~3cm)における最低水温は最低気温より、約2℃高くなる⁴⁾のでそれを考慮して、最低気温2℃以下の出現頻度をみると、もっとも高い4月初めが約60%でその後徐々に低く経過し5月10日以降ではあらわれない。

なお出現頻度で20%以上の時期は、4月20日までとなり、更に10%では、4月25日

から18℃までとなり、一方極小値では、-5℃から8℃までとなって、極小値による霜害発生危険温度4℃以下は、5月10日まであらわれたことがあるということである。つぎに0℃以下のあらわれるのは、4月20日までとなって、この時期までは、かなりの低温が発生していることになる。

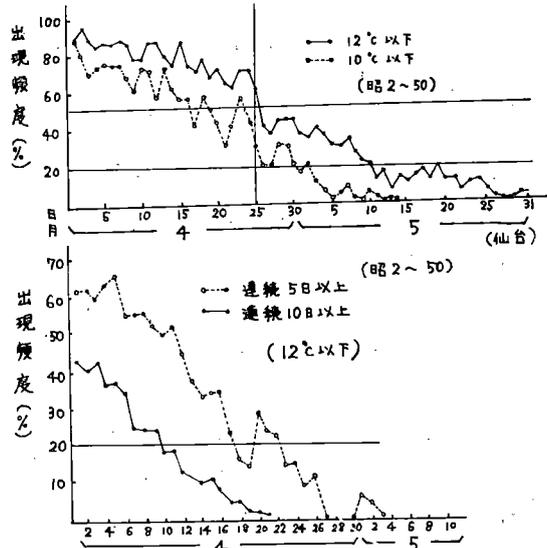
なお最低気温の極大値で、もっとも高い温度と極小値のもっとも低い温度との差をみると23℃もあり、かなり変動の大きいことがみられる。そこで4, 5月の日別最低気温の経過を変動係数でみると、第2図に示したとおりである。これによると、4月



第3図 4, 5月の最低気温2℃, 4℃以下の出現頻度(仙台)

までとなっているので、2℃以下では、4月25日以降は、かなり出現頻度が小さくなることが認められた。

つぎに最低気温4℃以下が連続4日および5日以上出現頻度をみると、連続4日以上の場合で10%以上となっているのは、4月17日までとなり、更に連続5日以上についてみると、4月10日までが10%以上となり、この時期までは、10年に1回以上あわられることになっている。一方平均気温12℃以下、および10℃以下の出現頻度をみると、第4図に示したとおりである。これによると、12℃以下では、4月25日ころまでは、約70%以上とかなり高い出現頻度と



第4図 4、5月の平均気温10℃、12℃以下の出現頻度(仙台)

なっているが、それ以降は急に少なく経過している。しかし20%以上の出現頻度でみると、5月10日までとなって、宮城県機械稚苗移植の標準田植時期までは、5年に1回は12℃以下の日があわられることになる。10℃以下の出現頻度では、12℃以下の場合より、全期間中20%内外少なく経過し、しかも20%以上の値を示しているのは、4月25日ころまでとなって、この時期までは、5年に1回あわられることになる。また平均気温12℃以下の連続5日と10日以上出現頻度をみると、連続5日以上の場合で20%以上の出現頻度となっているのは、4月23日までとなり、その後は急に低くなって、4月末では、ほとんど連続5日以上の日があらわれなくなる。つぎに連続10日以上出現頻度では、連続5日間以上の場合よりは、約20%低い頻度で、20%以上の出現期間は4月10日ころまでとなり、4月22日以降においては、平均気温12℃以下の連続10日以上の場合にはあらわれていなかった。

4 要約

昭和2年から50年までの宮城県仙台市(仙台管区气象台)の4、5月における、日別気温の変動性について調査した結果は次のとおりである。

田植期間中の4、5月における、最高気温では、全期間約12℃から18℃となって、この時期における最高気温では、低温障害危険温度に達していない。平均気温では、約7℃から17℃となり、活着限界温度と言われている12℃以下の低温は4月26日まであられる。最低気温では、約2℃から12℃までとなり、霜害発生危険温度4℃以下は4月13日までとなって、4月半ばまではかなり低温の時期である。

最低気温の極大値は、10℃から18℃までとなり、極小値は-5℃から8℃までとなって、0℃以下の時期は4月20日まであられた年があった。

日別の変動経過を変動係数でみると、4月20日ころまでは、かなり変動が大きくなっているが、その後は急に小さい値となり、4月末以降では、ほぼ安定した同じ値で経過している。

低温の出現性を最低気温2℃、4℃以下について、出現頻度でみると、2℃以下では4月20日、4℃以下が4月25日までが、それぞれ20%以上となって、この時期までは、5年に1回以上は、低温障

害発生危険温度になる。4℃以下連続4日、5日以上の出現頻度10%以上は、連続4日以上で4月18日まで、連続5日以上は、4月10日までとなり、この時期までは、それぞれ10年に1回以上あらわれることになる。

平均気温12℃以下の出現頻度が20%以上であるのは、5月10日までとなり、更に10℃以下の出現頻度20%以上は4月末までとなっている。

平均気温12℃以下の日、連続5日以上になる出現頻度20%以上は、4月23日、連続10日以上では、4月10日までとなって、この時期までは、5年に1回以上あらわれる。

以上のことから4、5月の気温で、とくに4月半ばまでは、かなり低温の時期で、しかも低温出現頻度も高くなっているが、その後4月半ばから5月初めまでは、比較的安定した時期であるので、田植日の合理的決定のためには、極めて大切な時期である。

なお今回は、4、5月の田植期間中における日別気温経過の特徴について述べたが、今後は、減数分裂時期の低温出現性や地域性についても充分検討を加えて行きたい。

5 引用文献

- 1) 日野義一・千葉文一(1975)：宮城県の気象条件と水稲栽培改善に関する研究
第1報、初期の気象と水稲の生育について、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稲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、印刷中。
- 3) 日野義一・千葉文一(1973)：宮城県における田植期間の気象的特徴について
東北農業研究、第16号。
- 4) 日野義一・千葉文一・宮本硬一(1972)：稲作期間中における水田温度と露場気象に関する研究、第1報、早期稚苗移植田の初期温度と露場気温、東北農業研究、第13号。
- 5) 日野義一・千葉文一(1972)：異常低温における水田温度と水稲の生育、東北の農業気象、第17号、1～4。

秋田県における春、夏の気温と水稲作況との関係

高橋 正 男

(秋田県農協中央会)

1 はじめに

秋田県の稲作は、耐冷性の安定多収品種と保護苗代、早植えを軸に、水源確保、土地基盤整備、土壌改良、施肥法、病害虫防除、生育調整などを含めた安定多収技術が体系化され、これを駆使して飛躍的に発展し、総収穫量、単収ともに全国第3位で、全国総収穫量の約5%、10a当り収量は9俵の高水準にある。

しかし、現在の生産構造は極めて心もとないものがある。兼業・出稼ぎの進行する中で、稲作所得は農家総所得額の約45%に減少し、農家経済に占めるウェート低下は生産意欲、姿勢に変化をあたえ米の需給過剰傾向から銘柄米の画一、単純作的作付を助長し、急速な機械移植は育苗、安全作季の軽視を招き、就業構造の多様化による集落連帯感のゆるみは、病害虫防除共同組織の崩壊へとつながり、機械化・化学化依存は農業経営理念、とりわけ地力倍養を根底からかえてきた。

稲作は天の恵みときびしさに左右されることは昔も今もかわりなく、その年の気象によって豊凶が決定づけられることを避けることはできない。異常気象が多発すると予想される時、明治19年以降の資料にもとづいて春、夏の気温と水稲作況との関係を解析し、成果が得られたので、その結果の概要を報告する。

2 研究方法の概要

- (1) 気 温 秋田地方气象台(明治19年～昭和51年)および気象通報所(3箇所)農業気象観測所(35箇所、昭和40年～51年)の観測資料から4月、8月の平均気温を用いた。
- (2) 作況指数 昭和32年以降は農林統計、それ以前は県統計により平年値(過去7ケ年のうち最高、最低を除く5ケ年の平均)に対する指数を用いた。

3 研究結果と考察

- (1) 年別の稲作栽培各作季、および各時期の気象各要素と作況指数との関係を検討した結果、4月(以下「春」という。)と8月(以下「夏」という。)の関連における月平均気温と作況指数との関係が最も高い。
- (2) 過去90年間における春、夏の平均気温の分散は大きく、春、夏とも6度の範囲に及ぶ。しかし分布は平年値交点(春8.5、夏24.0度)中心に集中する。異常気象と見られる高温年または低温年の連続は少なく、異常高温と異常低温の連年出現がみられる。(図1)
- (3) 平均気温が平年値以下、特に春、夏ともに平年値以下の年次は各種災害が多い。これが作況指数に与える影響は大きい。(図1)
- (4) 春、夏とも温度1度差ずつで区分し、該当個所に各年の作況指数を入れ、各区分毎に作況指数を平均すると次のようになる。(図2)
 - (I) 平年値の交点に対し春、夏とも高温ベース上にある各区は、何れも作況指数は107～116。
 - (II) 平年値の交点に対し春低温、夏高温ベース内にある各区は(春6.5度を除く)作況指数は

(Ⅲ) 平年値の交点に対し春高温，夏低温ベース内にある各区は何れも102～123の作況指数

(Ⅳ) 平年値の交点に対し春，夏とも低温ベース内の各区（1区を除く）は70～99と作況指数は100以下である。

(5) 平年値に対し春高温であると夏の気温いかにかわらず，また春低温であっても夏高温であると作況指数は100以上である。（図2）

(6) 春，夏の平均気温の平年値に対する高低によって類型化し，次の4タイプが得られる。（図3）

Ⅰ 春，夏高温タイプ	作況指数	113	
Ⅱ 春低温，夏高温タイプ	"	108	} 114（苗代，稔り半作づつ）
Ⅲ 春高温，夏低温タイプ	"	106	
Ⅳ 春，夏低温タイプ	"	91	

(7) 春，夏低温タイプ（Ⅳ）においては，概括的には夏が平年より涼しい（平年値より1～2度低温）と95程度，これが平年より寒い（3～4度低温）と80以下の作況指数となる。（図4）

(8) 4つのタイプの経年的出現について見ると，Ⅳタイプは明治以降終戦頃まで，Ⅰタイプは終戦後から現在までの間の出現頻度が高い。Ⅲタイプは明治～大正初期それに終戦後～現在まで。その中間に当る大正中期から終戦頃まではⅡタイプの出現頻度が高い。（表1）

4 む す び

(1) 気象要素のうち，とりわけ気温の高低は水稻の生育ひいては作況指数と関係が深い。特に春の気温は苗の良否を，ひいては穂数の確保，夏の気温は開花・登熟の良否を左右する。苗代半作，干魃（日照り）に不作なしといわれるがよくこれをいいあてている。

(2) 稲作はまだまだその年の気象に左右される。したがって気象経過から米の豊凶を予知することができる。気象条件から豊凶を予知する方法の一つとして4月と8月の気温の関連と作況指数との間に極めて密接な関係のあることを突きとめた。

(3) 4月の平均気温は8.5度，8月の平均気温は24.0度，この平年値の交点を中心として三つの部分に分け，その年の4月の平均気温が平年値以上のときは8月の平均気温のいかにかわらず，常に上作ないし豊作になる。また4月の平均気温が平年値より低かった場合は，8月の気温が平年値より高い場合は，上作または豊作になるが，8月も低い場合は下作または不作になる。

(4) 平年的にみて秋田県内春，夏の気温地域差は比較的小さい。これが異常気象下では過去90年の経年変化の最大値まで拡大されてあらわれる。しかも，異常低温年には地域間差を縮少し各地域とも冷害の危険をばらむ。今後の稲作冷害対策は，これらに対応するものでなければならない。

この研究を発表するに当って坪井八十二東北農業試験場長のご指導並びに伊藤剛秋田県農協中央会参事のご激励および，秋田県農協中央会営農対策部新保谷忠雄次長始め部員各位のご協力に負うところが多い。記して深甚の謝意を表する次第である。（昭和51年10月10日）

（注）昭和51年冷害下の稲作作況指数の予測をこの研究成果によって行ない，秋田県農協中央会では「農協あきた旬報№85」8月25日発行で「93」と発表した。その後農林省秋田情報事務所の作況指数は，8月30日（8月15日現在）発表は「98」10月5日（9月15日現在）発表「94」である。

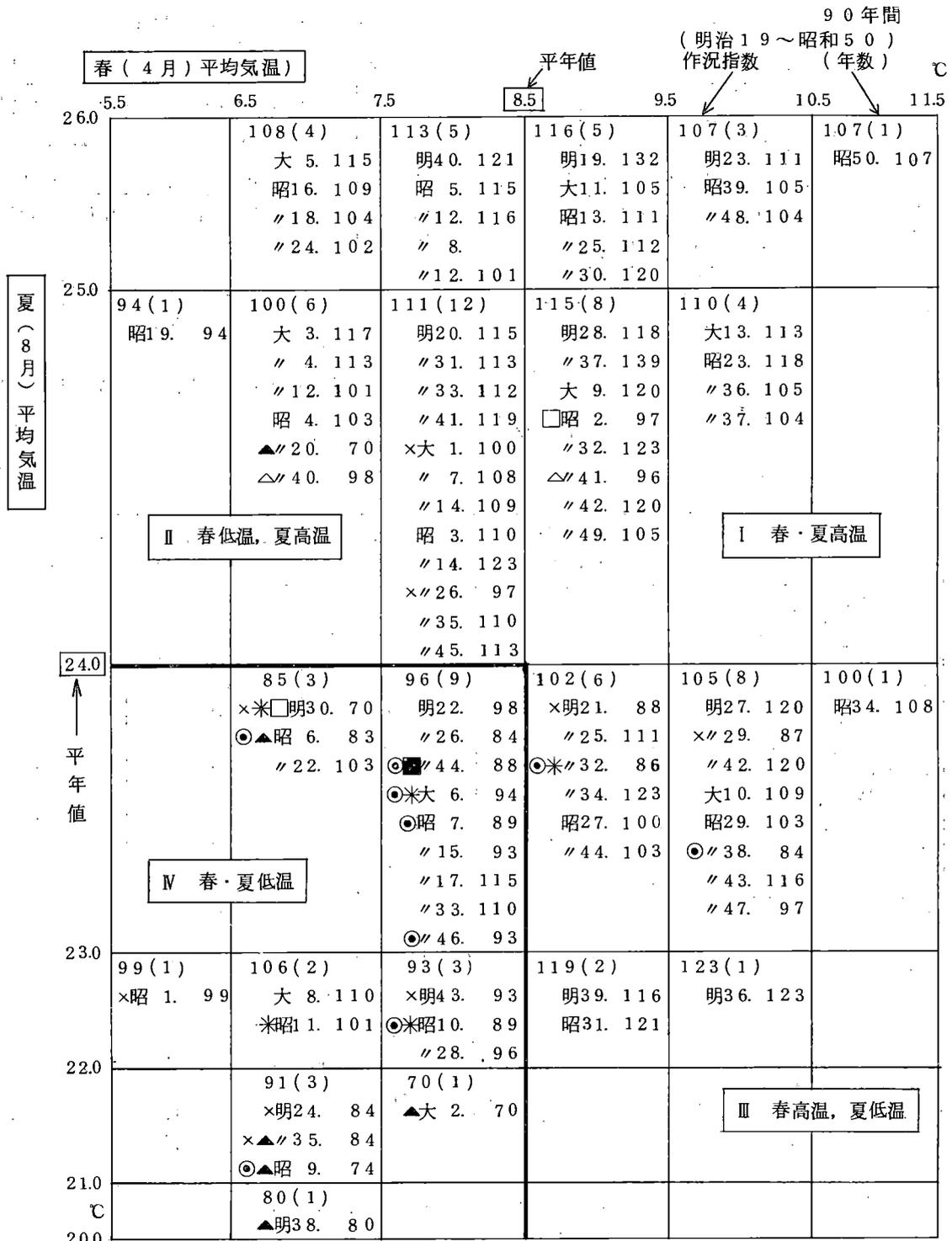


図1 春, 夏の気温と水稲作況指数(その1)

(注) (1) 作況指数 昭和32年以降は農林統計。それ以前は平年値(最高・最低を除く5ヶ年平均)に対する比率

(2) 主な災害 ▲遅帯型または混同型冷害 △障害型冷害 ◎いもち多発 米ウンカ多発
□早魃 ■多雨 ×台風・水害(成熟期)

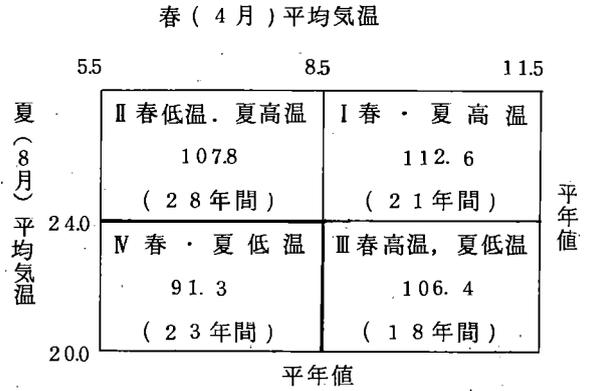
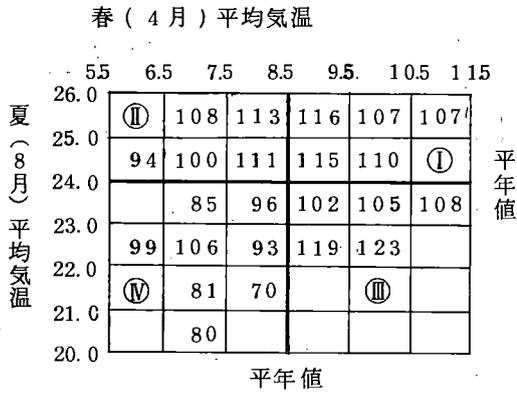


図2 春, 夏の気温と水稲作況指数(その2)

図3 春, 夏の気温と水稲作況指数(その3)

表1 気象タイプ別出現頻度

(年)

	明19~ 28	明29~ 38	明39~ 本4	大 5~ 14	昭 1~ 10	昭11~ 20	昭21~ 30	昭31~ 40	昭41~ 50	明19~ 昭50
Ⅰ 春, 夏 高温	3	1		3	1	1	3	4	5	27
Ⅱ 春低温 夏高温	1	2	5	4	4	6	3	2	1	28
Ⅲ 春高温 夏低温	3	4	2	1			2	3	3	18
Ⅳ 春, 夏 低温	3	3	3	2	5	3	2	1	1	23

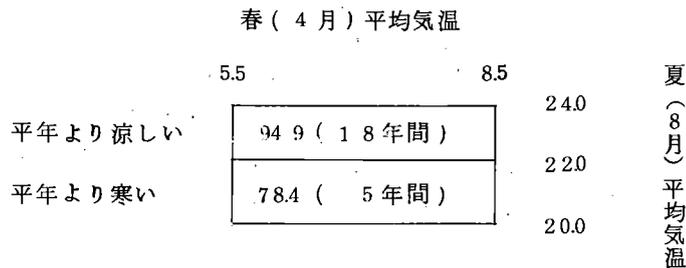


図4 Ⅳタイプにおける作況指数

土砂流入ならびに冠水、浸水が水稲の収量、品質に及ぼす影響

永沼昌雄・前田 昇・穴水孝道・山田知明・工藤富夫^{*}

(青森県農業試験場・^{*}青森県庁農務課・専技)

1 はじめに

昭和50年は7月27～28日、8月5～6日、20～21日、23～24日と、津軽地方を中心に4回の集中豪雨に見舞われ、大小の河川が氾濫し、冠水及び流失、土砂流入した水田面積は約5000haに及んだ。

とくに、8月5～6日は水稲の出穂始～出穂期に、8月20～21日は乳熟期～糊熟期にあっており、水稲に大きな被害を与えた。水害による減収尺度、機構については、夏作減収推定尺度（農林省農林経済局統計情報部）に示されているが、それは、西南暖地における昭和30年代の品種、栽培法下のものであるため、その適用には問題がある。

本県の主要品種であるレイメイを、標準栽培した稲を対象として、冠水害もしくは土砂流入害による減収量、および品質に及ぼす影響について調査したので、その結果の概要を報告する。

2 調査方法

水害が大きかった、津軽地方の中央部に位置する南津軽郡田舎館村と、弘前市小友から、冠水日数土砂流入深の異なるほ場を選定し、収量、品質等を調査した。

弘前市小友では、冠水日数の異なる水田を対象とした。冠水時期は、出穂始と糊熟期の2回で、冠水日数は2回ともほぼ同じである。調査田では土砂の堆積はほとんどなかったが、穂先まで完全に濁水の中に没したこともあって、茎葉及び穂には土砂が附着し、表面は茶褐色を呈していた。

田舎館村では、稲の糊熟期に水害を受けたが、土砂流入深および冠水時間の異なる水田があったので、土砂の堆積深および冠水時間別に水田を選び調査した。

調査田の水害の概況は表-1に示した。

表-1 調査田の概況

調査地点	品種	被害月日	被害時期	被害状況(程度別)
弘前市小友	レイメイ	8月5～9, 21～25日	出穂始, 糊熟期	冠水 4, 3, 2, 1, 0.5, 0日
南郡田舎館村	"	8月20～21日	糊熟期	土砂流入深 50, 30, 25, 15cm 冠水 24h, 3h 浸水(標準)

3 結果と考察

(1) 収量調査

収量調査および標本分解調査の結果を表-2・3に示した。

土砂流入の場合、収量は堆積深にほぼ比例して減収した。すなわち、減収率は土砂流入深50cmで97%、30cmで60%、25cmで38%、15cmで32%であった。

減収の要因としては、土砂流入、堆積による茎葉の挫折、および埋没による登熟障害が原因と考えられる。糊熟期の冠水時間の長短による減収率は、24時間冠水で21.5%、3時間冠水で4%であった。出穂期と糊熟期の2回冠水したほ場（弘前市小友）での、冠水日数の差による減収率は、3日冠水で85%、2日冠水で41%、1日～0.5日冠水で30%であった。

減収要因は、土砂流入の場合と同様登熟障害により千粒重が軽く、不稔粒が増加したことによるも

のと思われる。そして減収率が大きかったのは、濁水の冠水で茎葉及び穂に汚泥を附着させ、退水後それらは茶色に変色し、同化能力を低下させ、登熟を著しく阻害したためと推定される。

地点	項目	全量	ワラ量	稲刈量	乾玄米量				収量比				整粒	未熟粒	被害粒	その他	死米	砕粒
					1.4 >	1.9 >	1.8 >	1.9 >	粒	粒	粒	粒						
田舎	土砂流入深50cm	21.0	-	10.2	9.2	4.3	2.2	6.4	3.4	12.4	26.4	14.3	5.3	28.9	12.7			
	# 30#	(72.0)	(15.0)	53.7	10.1	34.7	26.5	52.0	41.0	28.7	44.1	7.2	10.1	11.8	0.1			
	# 25#	125.3	33.5	66.7	5.7	47.6	40.0	71.4	61.9	44.3	21.6	4.3	20.8	9.0	0.0			
	# 15#	144.7	65.7	65.0	7.0	49.4	43.9	74.1	68.0	51.7	29.0	5.0	6.8	4.9	2.6			
	冠水24時間	134.3	58.5	61.4	3.6	57.4	50.7	86.1	78.5	53.0	40.7	3.1	0.2	2.8	0.2			
	# 3#	154.5	69.3	78.1	2.2	64.7	62.0	97.0	96.0	62.5	29.1	5.0	2.2	1.2	0.1			
田舎	視水(標準)	159.0	69.3	81.6	2.4	66.7	64.6	100	100	68.8	20.3	3.1	5.4	1.9	0.5			
田舎	冠水4日	105.8	63.6	26.9	3.3	21.4	19.7	32.5	31.7	12.5	23.5	5.3	48.3	10.0	0.4			
	# 3#	123.8	88.5	12.9	2.8	10.2	9.4	15.5	15.1	8.5	11.9	5.0	20.8	53.8	0.0			
	# 2#	141.8	69.0	57.5	8.1	41.3	36.5	62.7	58.8	32.7	47.7	15.1	2.2	2.1	0.2			
	# 1#	117.8	53.4	54.0	5.3	44.0	42.4	66.8	68.3	48.5	27.5	16.7	3.0	4.0	0.3			
	0.5	119.3	54.5	55.0	4.0	45.2	43.6	68.6	70.2	54.8	28.6	7.0	5.1	3.9	0.6			
	0	171.0	75.6	84.2	6.1	65.9	62.1	100	100	64.3	26.7	1.8	0.1	6.6	0.5			

地点	項目	全量	ワラ量	稲刈量	乾玄米量				収量比				整粒	未熟粒	被害粒	その他	死米	砕粒
					1.4 >	1.9 >	1.8 >	1.9 >	粒	粒	粒	粒						
田舎	土砂流入深30cm	78.8	18.1	-	19.6	5.0	6.7	13.0	1,370	42.6	47.9	9.5						
	# 25#	79.0	19.3	-	21.6	1,045	497	83	1,625	64.3	35.6	5.1						
	# 15#	78.9	19.7	17.1	21.8	1,251	339	106	1,696	73.8	20.0	6.2						
	冠水24時間	79.5	22.4	19.5	14.4	776	169	110	1,056	73.6	16.0	10.4						
	# 3#	76.6	19.1	15.6	19.4	1,189	90	30	1,309	90.8	6.9	2.3						
	視水(標準)	78.8	19.0	16.7	20.2	1,416	189	32	1,637	85.5	11.5	2.0						
田舎	冠水4日	67.3	16.6	16.6	16.4	569	174	367	1,110	51.3	15.7	33.0						
	# 3#	67.0	19.3	16.1	20.6	265	250	827	1,340	19.7	18.6	61.8						
	# 2#	80.9	17.9	16.2	25.0	1,259	453	153	1,865	67.5	24.3	8.2						
	# 1#	76.1	19.5	16.3	16.4	1,150	207	74	1,431	80.4	14.5	5.1						
	0.5	75.8	18.7	16.0	17.4	1,103	172	110	1,385	78.5	12.4	7.9						
	0	84.5	18.6	17.0	24.4	1,373	439	178	1,990	69.0	22.1	8.9						

表一 2 収量調査結果 (kg/a), 玄米構成(重量%)

表一 3 分解調査結果

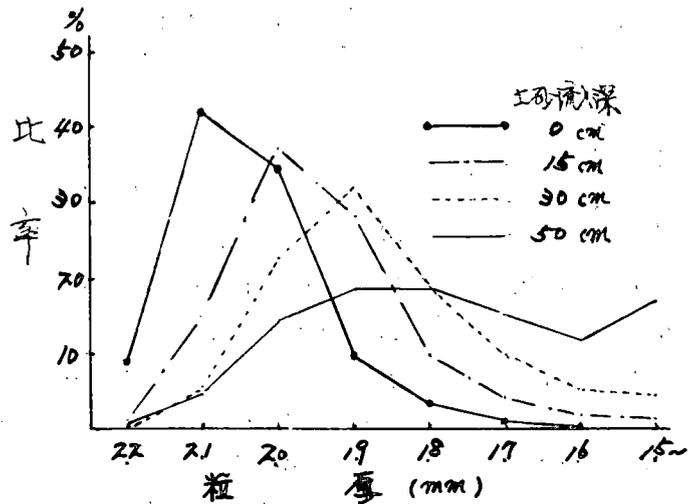
(2) 玄米調査

土砂流入深及び冠水日数により収量に差が認められたので、それぞれの玄米構成と粒厚について調査した結果が表一1, および図一1, 2・3である。

土砂の流入深と玄米の粒厚別比率を図一1に示したが、土砂の堆積深に比例して、粒厚のうすいものが増加した。

すなわち、標準区では厚さ2.1ミリの層が42%あったのに対し、土砂が50cm堆積したほ場では、2.0ミリ~1.8ミリまでの玄米比率は、全体の15~18%と少なく、1.7ミリ以下の玄米は44%と多くなっており、粒厚は薄く粒は小さいものが多かった。

冠水日数と粒厚との関係を示したのが図一2であるが、土砂流入の場合ほど判然とした傾向は認め



図一 1 土砂流入深と粒厚別比率 (田舎館村)

られなかったが、冠水日数が2日以上になると、粒厚の薄いものが多かった。各区の玄米構成の調査結果は図-3に示した。調査項目の被害粒には、奇型・茶米・芽くされ粒等が含まれ、「その他」の項目には腹白・心白・乳白粒が含まれている。

土砂流入深と玄米構成の関係は図に示したとおり、土砂の堆積が多いほど死米及び被害粒、とくに腹白・心白・未熟粒が多くなって整粒歩合が低下した。糊熟期の3時間冠水区と24時間冠水区の玄米構成の比較では、冠水時間が長びくほど整粒歩合は低下し、その要因の大部分は未熟粒(ヤセ米)が多く、見かけの品質は悪かった。

冠水日数と玄米構成の比率では、冠水日数が長いほど整粒は少なくなり、3日~4日冠水の場合には、死米及び乳白・腹白粒が増加し、さらに未熟粒・被害粒も多くなって、これが整粒歩合を低下させた大きな原因と考えられる。

4 まとめ

昭和50年の7月・8月は、津軽地方を中心に4回の集中豪雨があり、河川が氾濫し、冠水および土砂流入による被害が続出した。最近の品種、栽培法下での冠水および土砂堆積深別の減収量を把握するため、専技、関係地区普及所の協力の下に調査した。

- (1) 収量は、土砂流入が多いほど減収し、減収率は50cm堆積で標準の約97%、30cmで60%、25cmで38%であった。玄米構成は、腹白・心白・乳白・未熟粒の増により整粒歩合が低下し悪化する。
- (2) 糊熟期の24時間と3時間の冠水による減収率は、それぞれ20%、4%前後であった。
- (3) 出穂期、糊熟期と2度の冠水による冠水日数別減収率は、3日冠水で約85%、2日冠水で40%、1日冠水で32%、0.5日冠水で30%であった。

減収の原因は、登熟歩合の低下、登熟停止による千粒重の減によるものである。

- (4) 冠水日数と米質との関係は、冠水日数が長いほど米質は悪化するが、これは乳白・腹白・未熟粒・被害粒が増加し、整粒歩合が低下するためである。

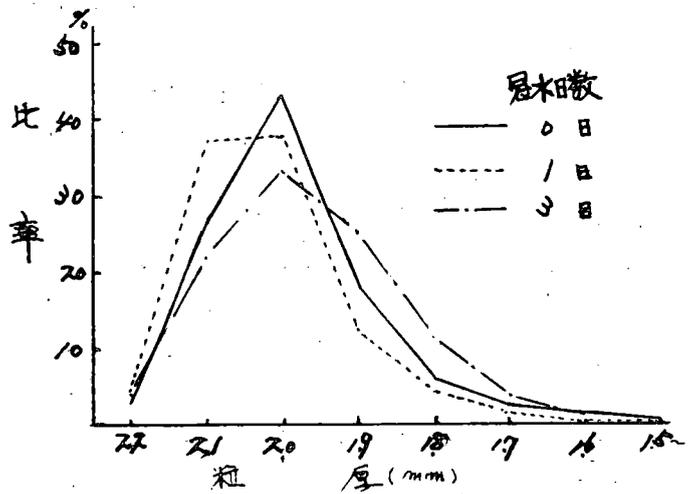


図-2 冠水日数と粒厚別比率(弘前市小友)

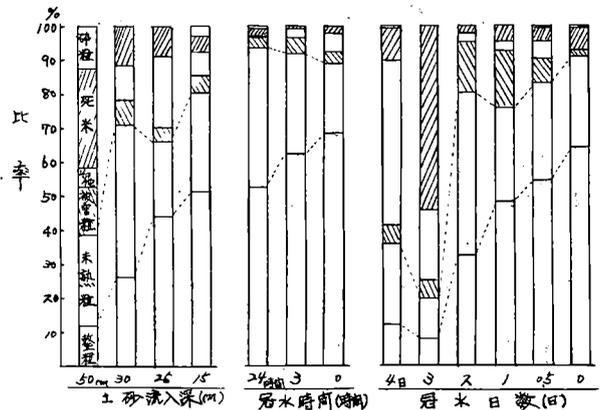


図-3 玄米構成(重量%)

水稲における寒冷乾風の被害について

斎藤博行・小南力

(山形県農業試験場 庄内支場)

1 はじめに

山形県庄内地域は良質品種のササニシキ作付面積が68%を占め、平坦部ではほぼ全面積が機械移植によって生産される。倒伏しやすく、いもち病に弱いササニシキがこのように安定した作付率を維持している背景には、農家および関係機関の努力による、品質特性の把握と技術対応があげられる。とくに、過繁茂、倒伏防止のため水稲中期生育のコントロール技術として基肥の一部を活着期に分割施肥、機械中耕、作溝、中干し、MCP処理などが一貫性をもって組み立てられている。さらに、土壌、水利、気象などの立地条件のうち、「清川ダム」に代表される庄内地方特有の風の影響があげられ羽根田の報告では、水稲の栄養吸収に対する風の影響としてN吸収の抑制があるとしており、風の稲生育の抑制効果がササニシキの安定栽培のうえで一因を占めていると考えられる。

しかし、フェーン、暴風等のように水稲へ被害を及ぼす風も多く、これらの研究報告も多い。本報告は、1976年6月下旬から7月上旬にかけて発生したボラと類似の寒冷乾風の被害実態と、その影響について調査した結果である。

2 気象経過と稲生育変化

6月27日以降、オホーツク海付近に停滞した優勢な高気圧の寒波の吹き出しの影響によって、北日本は異常低温が連日続いたほか、とくに庄内地方は低温に加えて、強風が吹いた。この期間の気象経過について、庄内支場内に設置してある藤島農業気象観測所における数値を、第1表に示したが、低温、強風、低湿度、強日射の寒冷乾風は、6月30日から7月4日までの5日間に及んでいる。この5日間は、最低気温で2.8℃、最低気温で5.3℃それぞれ平年値より低いほか、日平均風速は6.2m/s、日照

第1表 気象経過(1976年)

気象 月日	気 温 °C		降水量 mm	日照時間 h	9 時		日平均風 速 m/s	最小相対 湿度 %	天気
	最高(平年比)	最低(平年比)			風向	風速			
6. 27	22.6(-0.9)	17.4(+0.3)	0	8.7	W	4	3	75	☉
28	21.8(-3.7)	15.2(-1.5)	—	11.4	W	3	2	67	☉
29	21.4(-3.7)	14.4(-3.3)	—	8.6	W	2	3	70	☉
6. 30	20.2(-5.2)	12.6(-5.8)	—	12.5	E	7	7	65	⊙
7. 1	23.7(-2.0)	11.5(-6.8)	—	13.1	E	9	6	33	⊙
2	25.3(+0.5)	12.6(-5.6)	—	13.3	E	6	4	30	⊙
3	21.8(-3.0)	15.0(-3.6)	—	12.8	E	8	8	55	⊙
4	20.6(-4.4)	13.0(-4.6)	—	6.8	E	6	6	70	☉
5	22.9(-2.5)	14.2(-4.2)	3	3.9	E	4	3	78	☉
6	24.9(-0.1)	15.8(-4.8)	—	11.8	N	1	1	62	☉

時間(ジョルダン)は11.7hであった。

このような気象条件下での稲生育変化として、7月1日までは特に異常な変化が認められなかったが、7月2日の早朝から葉身の裏面先端部分が白灰色に変色し、7月3日には白灰色の部分に赤枯症状と類似した褐色の小斑点が5~10個/cm程度発生した。2日後の7月5日になっても白灰色および褐点には変化が認められなく、葉身先端部分が1~2cm脱色枯死する個体の発生があった。この段階で、昭和47年7月中、下旬および48年下旬に発生したフェーン現象被害と同様、葉先枯や葉の黄化の被害を予想したが、その後の葉身部の変化は認められず、白灰色部分は枯死することがなく生育し、次葉の展開とともに目立たなくなった。白灰化被害は裏面にのみ発生し、表面には無発生である。

この寒冷乾風による稲生育への影響として、6月25日から7月5日までの期間における作況調査では、葉齢展開は0.3葉ほど平年より遅延し、草丈伸長率では平年の136%に比較し15%ほど伸長が抑制された。同時期の草丈伸長率が132%を越すと倒伏の危険性が増大することなどから、草丈伸長率の抑制は、ササニシキの機械移植栽培上、好都合であったことから寒冷乾風の被害は最小限にとどまり「やませ」のような大巾な生育遅延の被害は回避された。

3 被害葉発生葉位および方位との関係

a) 方法

場内の試験ほ場(ササニシキを5月10日に稚苗機械移植を行なう)から葉位展開が東西方位および南北方位に出現している稲体について、各10個体の白灰色被害発生葉位、程度の調査を行なう。

b) 結果および考察

その結果は第2表に示したが、白灰色被害葉は主茎葉にのみ発生し、分けつ葉には無発生で、しかも被害葉の発生葉位は、最上位の完全展開葉の9葉か10葉に限定され、葉位展開方位との関係では、

第2表 葉位出現方向と葉位別被害程度

葉位 方向	項目		葉身長 cm	白灰化被 害長 cm	葉先枯 cm	褐色斑点 程 度
	葉位					
東 西	10 葉		26.1	9.6	0.6	1.1
	9 葉		23.1	7.4	2.1	1.9
南 北	10 葉		26.4	1.6	0.4	0.1
	9 葉		23.1	1.6	0.9	0

注) 褐色斑点程度 0:無 1:少 2:中
3:多 4:甚

風向方位にあたる東方向に葉身が展開しているものに白灰色被害葉が多く、かつ東西展開葉の被害程度は南北展開葉に比較して5~6倍の白灰化長であるし、褐色斑点量も多い。

白灰色被害部分の細部顕視結果、葉身裏面の葉脈部表皮細胞が、擦過的な障害によって破壊された様相を示していることや、強風下において東

方展開の9葉や10葉の最上位展開葉が、葉身裏面を天頂方向にして上下・左右に振動している状態などから、白灰色被害発生のためには、葉身長がある程度の長さ以上を持ち、かつ葉身裏面を天頂に向かせる風速の存在が必要条件と考えられる。

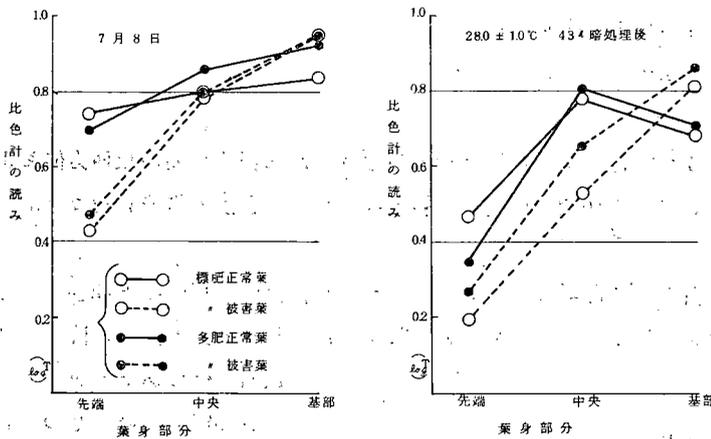
4 被害葉の葉緑素含量

a) 方法

7月8日にササニシキで、基肥量の異なるほ場（標記N : 0.3kg/a, 多肥N : 0.5kg/a）から第9葉位葉身の白灰色被害程度がほぼ同等なものと、無被害のものについて各々10個体を取り、葉身先端、中央、基部の三部分から、直径5mmの円径パンチで5.098cm²の面積分を抜き打ち、同サンプル中の葉緑素をC₂H₅OHで抽出し10mlにFillipinのち660muで比色した。葉緑素活性調査は、前記サンプルを試験管に入れたのち蒸溜水を10ml加え、定温器（28±1.0℃）で48時間の暗処理、前記同法により葉緑素残量を調査した。

b) 結果および考察

部位および施肥条件と葉緑素含量についての調査結果は第1図に示したが、白灰色被害葉の先端部分の葉緑素含量は明らかに減少しているし、中央部分もやや減少傾向がある。しかし、基部では被害葉の葉緑素含量が高い結果となり、先端部分の減少に対する補償性を示した。施肥条件と葉身中の葉



第1図 葉身の葉緑素含量および暗処理後残存量

被害葉では基部の残量が多くなっており、先端部が白灰化被害によって基部葉緑素含量が補償的に高まるほか、葉緑素活性が高いことを示した。このことは施肥量が多いほど顕著になる。

5 肥料条件と被害条件について

a) 方法

昭和23年に開始した肥料三要素試験ほ場において、堆肥、無堆肥系列区内の無肥料区（N・P・Kとも0kg/a）、無窒素区（N : 0kg/a, P : 0.8kg/a, K : 0.5kg/a）、無磷酸区（N, K : 0.5kg/a, P : 0kg/a）、無加里区（N : 0.5kg/a, P : 0.8kg/a, K : 0kg/a）、三要素区（N, K : 0.5kg/a, P : 0.8kg/a）において50株中の白灰色被害茎を調査した。耕種概要は、ササニシキの成苗を5月21日に19.7株/m²（27.6 × 18.5cmの南北並木植）の栽培密度で1株3本植である。

b) 結果および考察

肥料条件と白灰色被害茎率についての結果を第2図に示した。特徴的なことは、無堆肥系列における無窒素区と無磷酸区の被害茎率が、極度に高いことで、両区とも磷酸肥料が無施用であることが共通の施肥条件であることから、磷酸欠乏が白灰化被害を助長していることが推定され、堆肥（100

緑素含量の関係では、多肥条件で含量が高くなる傾向が大きいですが、多肥では葉身長が概して長くなることから、風による振動の影響を強く受けることもあるので、とくに先端部では逆転することも考えられる。

葉緑素の活性について暗処理後の葉緑素残量および減少差で検討すると、正常葉では、中央部の残量が最も多いのに対し、

kg/a)を施用することによって、被害程度が軽減していることは、稲わら中に含有する0.2%弱の燐酸成分による効果が発現していると考えられる。

被害要因が、強風、強日射、低湿度による蒸散の促進に対して低温で根の吸収阻害があったため、稲体の水分が不均衡となったことによるものだとすれば、堆肥施用は土壤水分当量を高める効果があるので、風害に対し抵抗性を持つことになることから堆肥施用は被害軽減となる。

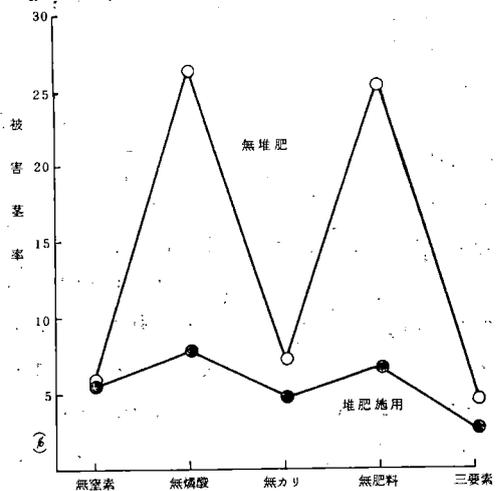
また、土壤pHが高く、土壤中の燐酸が有効化しない年次などは、分けつ数不足となるわけだが、本年も同傾向にあったことから、無窒素区や無燐酸区の株間風速に多少変化があったことも被害助長の一因と推測できることなどから施肥条件と被害についての関係は、複雑である。

6 まとめ

水稲における寒冷風の被害として「やませ」の影響について報告されているが、今回の風害と比較すると日射量の点で全く異なる。今回の寒冷乾風は強日射を併っていたため、気温低下に対し、水・地温の低下が少ないことで根の吸水阻害を回避したことなどや、白灰色被害葉の葉身基部の葉緑素含量増加と活力向上により同化能力の減退が補償されたことなどから、稲生育への影響が少なかった。このほかに被害時期が、ササニシキ機械移植栽培において、中期生育の抑制期間があったことも幸いしているが、同様な気象が出穂期前後に発生すれば、温度条件から障害型冷害となることも十分考えられるので、気象変動期の今日としては、早急に対策技術の確立が望まれる。

参 考 文 献

- 1) 坪井八十三 (1961) : 水稲の暴風被害に関する生態学的研究, 農技研報告 A第8号
- 2) 羽根田栄四郎 (1971) : 水稲に及ぼす風の影響について, 日本作物学会東北支部会報15号
- 3) 羽根田栄四郎 (1973) : 水稲の養分吸収に及ぼす気象条件の影響, 日本作物学会東北支部15号
- 4) 佐々木信介ら (1973) : 水稲の生育・収量に及ぼす「やませ」の影響, 同上
- 5) 山口俊二ら (1965) : 水稲の簡易葉色測定法と応用, 農業及び園芸 P 833
- 6) 吉野正敏 (1976) : フェーンとボラとおろし, 科学 P 500
- 7) 斎藤博行 (1976) : 機械移植栽培の倒伏予察と生育調査について, 日本作物学会東北支部会報19号



第2図 肥料条件と被害茎率について

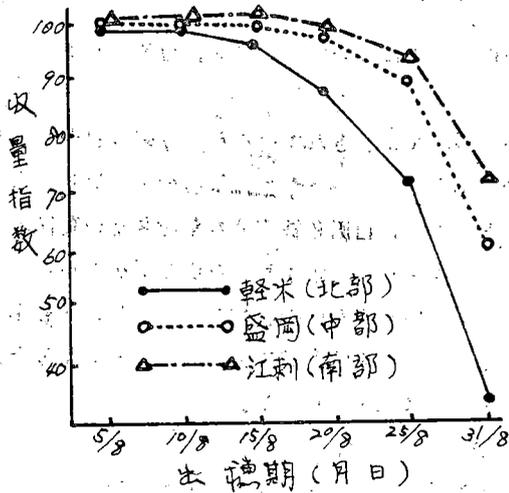
登熟気温と水稲減収被害の関係

宮部克己, 田中義一*

(岩手県農業試験場, ※岩手県農業試験場県南分場)

1 はじめに

昭和51年は近年、稀にみる冷害年となり平坦地では遅延型冷害、山間高冷地では遅延型+障害型冷害となって大きな被害をもたらした。出穂開花期に低温に遭遇する等、最近の冷害年とは様相を異にしている点が多かったので作柄の予測には色々と困難な面もあったが冷害対策の取組みにあたって地帯別の作況の早期判定が必要となり既往の調査研究結果にもとづいて減収尺度を用い収量予測が行なわれたが、それらの中で現行のままでは必ずしも適合が良くないとの声が聞かれた。勿論、減収尺度については当該地帯の栽培法と作付品種に適合した尺度が用意されなければならないにもかかわらず、本県では不十分である点が多いように思われる。このようなことから最近の圃場試験結果にもとづいて減収尺度の検討を行なってみたので、これらの結果の概要を報告する。



第1図 水稲出穂期と収量の関係

界を15℃としている。これらのことは圃場試験でも同様の傾向が認められることから、コンスタントに15℃の温度が出限する時期を登熟終期として検討を加えた。このようにして求められた減収尺度(第3, 4図)を現行方式(第2図)に対比させて、その差異を比較検討した。

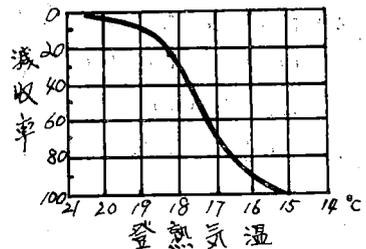
3 調査結果の概要

第2図の減収尺度を用いて県内の地帯別の出穂期と収量の関係を平年気温値により求めたのが第1図であるが、これらの結果からうかがわれるように県北と県南部との登熟

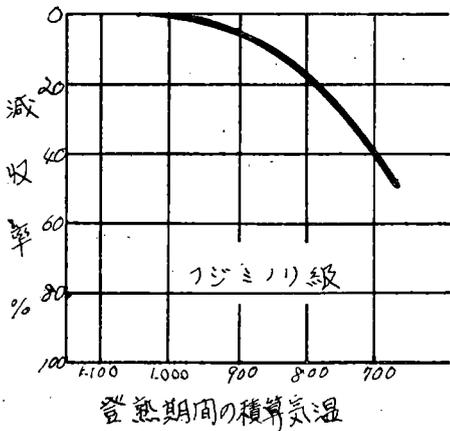
2 調査方法の概要

昭和49, 50年の2か年にわたり水稲品種の出穂期を異動させて登熟に対する温度反応を検討した成績と水稲奨励品種決定調査成績の累年値から帰納し、登熟期間の気温と減収率の関係を求めた。この場合、登熟気温は出穂期の翌日から平均気温15℃が2日以上連続して出現する時点の前日までの気温を積算して算出した。

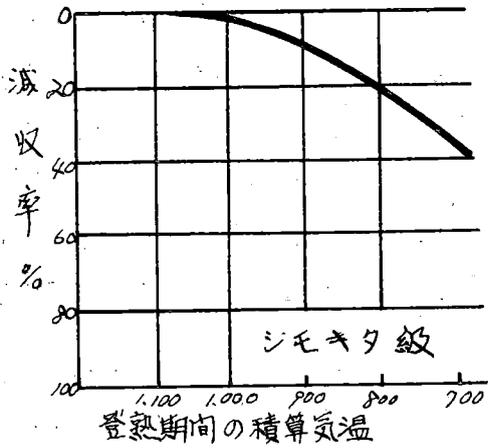
八柳は出穂後における低温(15℃)処理による米粒の充実についての影響を低温実験室を用いて実験した結果、出穂後25日以降では15℃の低温でも粒重の低下がみられないとし、成熟終期の低温の限



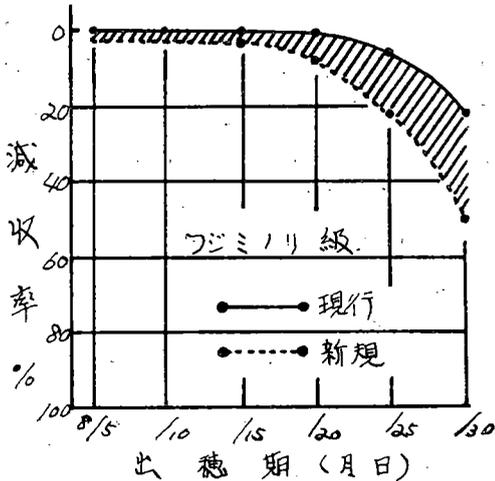
第2図 登熟期間(出穂後40日間の平均気温)と減収率 (阿部ら, 1964)



第3図 登熟気温と減収率



第4図 登熟気温と減収率



第5図 水稲出穂期と減収率の関係

期間の気象条件は著るしく異なり県北部が寒冷な条件におかれて出穂遅延による減収被害の程度が大きいものであることが知られる。しかも、県北部では年次による気象変動幅が大きく、しばしば、生育限界温度を割るようなことも見られ、いわゆる温度不足となりやすい地域であること、および、気象変動の影響を受けて収量の年次間変動や場所による収量水準差がみられ生育量に違いがあること、さらには県北部でも沿岸部と内陸部では秋季の気温特性が異なることが重なって減収尺度の不適合事例が生じるものと思われる。第3図と第4図は県北部の早生品種シモキタ、中生品種フジミノリの2品種について求めた減収尺度であるが、シモキタについては年次の蓄積が不足しているので今後、さらに検討を必要とするように思われる。第5図は第3図の減収尺度を用い北部沿岸の種市町の気温条件のもとで出穂期と減収率の関係を求めたものであり現行第2図の減収尺度による出穂期と減収率の関係と対比させてあるが新方式の尺度によって、より実態との適合がみられるように思われる。

4 おわり

一般に、登熟日数は品種、栽培法、栽培場所、年次等によって変動幅が認められるが、昭和51年のように登熟後半の天候もちなおして、かなりの回復をみた事例や稲作環境の地域性が複雑な本県では登熟日数40日というとりえ方だけでは問題が残るものと考えられる。とくに、最近、機械移植栽培が急速な普及をみたことから、手植え稲作とは生育相が異なってきたこと、場所による登熟期間の気温型の違い、および、登熟機能のすぐれた品種の出現等から登熟気温と減収率の関係についての吟味が大切と思われる。このような意味あいから、より適切な減収尺度の設定が急がれるが、さしあたり現在、組織的にとりすすめられている一連の冷害試験の成果に期待したい。

オホーツク海高気圧による凍霜害

— 主として岩手県北部および北上山地における凍霜害について —

工藤敏雄，中村憲司

(盛岡地方気象台)

1 はじめに

昭和51年7月1日未明，岩手県北部および北上山地中北部に降霜があり，一部では結氷現象が観測されるほどの低温となった。これに伴ない，農作物は凍霜害をうけ，その被害は最近になく多大なものとなった。

オホーツク海高気圧の影響による凍霜害は，昭和29年6月9日～10日のものが典型的なものとされているが，7月に入って今回のように広範囲にわたり，かつ被害程度の強い例はなかった。これは例年になく寒気の強いことにもよるが，昭和51年冷害の先駆として注目すべきことであり，オホーツク海高気圧による凍霜害の解析を試みたので報告する。

2 岩手県における凍霜害の記録

「岩手県災異年表」や「岩手県60年間の異常気象」によると，昭和年間における凍霜害は第1表のとおりで，その地域別の発生回数は第1図の数字で示してある。移動性高気圧も含めた総回数に対してオホーツク海高気圧によるものを括弧内に示し，これを月別の頻度でみたのが第2図である。

これによると，岩手県の凍霜害のもっとも多いのは，5月から6月半ばにかけてで，そのうちでも6月上旬が多くなっている。凍霜害を気圧配置別にみると，5月までは移動性高気圧によるものが大部分をしめ，6月と7月はオホーツク海高気圧で占められる。

3 昭和51年7月1日における岩手県北部及び北上山地の凍霜害

(1) 凍霜害発生の原因となった気象状況

6月下旬のはじめ頃に，アラスカ方面に形成された高気圧がしばらく停滞したあと，6月25日頃から西進してシベリヤ東部及びオホーツク海に高気圧をつくった。この高気圧はさらに沿海州から日本海に張り出し，6月28日には東日本をおおい，29日から北日本一帯に季節はずれの異常な寒気を送り込んだ。

オホーツク海高気圧の張り出しがもっとも強まった6月30日夜半には，日中から強かった風もおさまって県下全般に晴れあがり，同時に空気も乾燥してきたので，夜半から地面の放射冷却が急に強まってきた。このため，7月1日朝の盛岡の最低気温は4.3℃までさがり，7月としては気象台開設(大正12年)以来の低い記録となった。(第3図・昭和51年7月1日3時の地上天気図)

このあと，7月2日には一時寒さがゆるんだものの，低温や降霜の危険のある日が4日まで続いた。このような状態は7月1日の最低をピークに，北方からの寒気の補給が弱まるにつれて徐々に回復に向ったが，異常な低温は6月29日から7月5日まで一週間続いた。

(2) 県内の最低気温分布と被害激甚地における気象変化

7月1日朝の冷え込みは，7月としては宮古測候所が明治16年開設以来の記録となり，また盛岡地方気象台が大正12年に観測を始めて以来の最低となって，県内はのきなみ観測史上の最低記録となった。

7月1日の最低気温分布をみると、まず3℃の等温線は県北部浜民一岩泉を結ぶ線以北の大半と、北上山地を南下して世田米付近までのびている。これらの地帯は標高が大体200m以上のところであるが、この3℃の等温線に包含された地域に大体被害が発生している。このなかで氷点下にさがったのは、岩洞、藪川、門馬、附馬牛の各地で、北上山地の中央部である。この一帯は標高500～700mの高原地帯で、氷点下2℃前後までさがり、降霜、結氷の現象があつて、被害の最も激しい地帯となつている。なかでも、岩手郡玉山村藪川では-2.3℃となつたが、これより山間部に入ると、局地的には-3℃前後となつたところもあると推定される。(第4図参照)(第2表)

一方、北上川流域の平坦部や湯田、沢内方面は大体5℃以上の気温で被害には到らなかつたが、これ等の地方でも7月として観測開始以来の最低となつたところが多い。

続いて7月2日は一時寒さがゆるみ、3℃以下の地域もせまくなったものの、藪川1.7℃、門馬0.6℃、附馬牛1.4℃と前日の最低を示した地域は引続き冷え込み、霜も観測された。しかし、その他の地方では1日朝より高温となり、平坦部や沿岸部では7～9℃まで上昇したが、これらの地方でも平年より8℃前後も低目となつている。

7月3日は再び気温はさがり、2日朝に比較すると平野部ではあまり変化はなかつたが、門馬を中心に再び氷点下にさがった。加えて3℃等温線に包含された区域もやや北にひろがつたものの、1日朝ほどではなく、寒さはしだいに峠をこした。

(3) 被害激甚地における気象変化

7月1日の最低をピークに気温は次第に上昇したが、その模様を第5図の各地の最低気温の変化に示した。2日は一時上向きとなつたものの、3日は再び下降し、7月1日のような極端な低温でなくとも冷気にさらされた時間はさらに加わつた。

各地の毎時気温変化図を第6図に示したが、畑作物の育成されている地表面付近はこの温度より数度低目とみることができるので、岩洞、軽米などは既に7月1日0時過ぎには被害の発生が予想される。

(4) 農作物の被害状況

被害市町村を第7図に示した。作物別にみて被害面積の多かつたのはデントコーン765ha、大小豆の416ha、葉タバコ319haなど。被害の甚だしかつたのは下閉伊郡岩泉町、岩手郡玉山村、九戸郡九戸村、下閉伊郡川井村、二戸郡一戸町など8市町村にのぼつている。

このうちで、局部的に最も大きな被害をうけたのは玉山村藪川地区で、耕地面積の狭い割に、被害率70%以上の面積が61haも出るなど、そのダメージは最も大きいとみられる。

4 降霜時におけるオホーツク海高気圧の動向とそのタイプ

(1) 降霜日における高気圧の位置と示度

岩手県に対するオホーツク海高気圧の影響は、その縁辺がかゝつて曇天冷涼な天気を形成することが多い。しかし、これが南下し、またはその一部がたれさがつてくると、逆に天気はよくなり、低温となつて降霜現象をもたらす。

この場合の中心示度と位置を示したのが第8図である。これによると、中心示度は1014～1024mb

だが、大体1018~1020mb'の示度の場合で、位置は北海道東岸が多く、N40°~N50°、E140~150の中に入ったときは危険とみなければならない。

(2) オホーツク海高気圧のタイプ

降霜のあったときの地上天気図をみると、大別して次の三つの型にわけられる。

- W型 この型が最も多く、本州付近の等圧線のこみが多いほど、被害は広く発生し、日本海と三陸沖に別の高気圧又はそのあじのある時ほど県内の被害面積は大きくなる傾向がある。(第9図)
- 高圧帯型 北海道東方の中心位置から南西にのびる高圧帯がある場合で、この場合の被害面積も割合大きい。(第10図)
- 三陸沖型 この場合は中心から南西にのびる気圧の峯は、関東地方付近にのびる場合で、高気圧後面といったタイプ。県内の被害は北部に限られ、前二者より被害は軽微である。(第11図)

5 最低気温分布と被害発生地域

今回の調査はオホーツク海高気圧による降霜の場合に焦点をあてたのであるが、県内の気温分布と被害との対応をみるため、移動性高気圧の場合も同時に調査したので報告する。

(1) オホーツク海高気圧による場合

これの時期は5月から7月まで発生するが、梅雨のシーズンということで、全体の80%は、6月に発生している。6月の7例を平均したものが第12図で、被害面積は北上山地の中北部を中心に盛岡以北の一带となっている。郡別にみると、岩手、二戸、九戸、下閉伊の各郡と上閉伊郡の一部になる。また、第13図は5月から7月までの11例の平均であるが、大体は6月の平均と類似するが、中心は北上山地の中北部で、面積は高原地帯にせばめられる。

(2) 移動性高気圧による場合

6月における移動高の2例を平均したものが第14図で、低温地帯は北上山地の中央高原と西部に面積が広がる。第15図は移動高17例(5月~6月)の平均による気温分布だが、3℃以下の低温区域はほぼ全県にひろがる。

以上から、低温分布と被害区域が対応するものとすれば(本調査では3℃以下とする)、オホーツク海高気圧による低温区域は移動高より狭く、かつ低温程度も弱い傾向がある。これは、オホーツク海高気圧の場合は、移動高より季節がずっと進んだ、梅雨-初夏の候になってからの現象だからであろう。しかし、農作物は一端被害をうけると、まきなおしなどのきかない不利な面があり、暖かさになれた農作物のうける低温障害は大きくなるのは当然考えられるところである。

6 オホーツク海高気圧による凍霜害発生年の夏季の気象

第1表から、昭和年代の凍霜害のうち、その発生面積と被害額の大きなものをとると

昭和11, 13, 16, 24, 29, 41, 51年

の7例となる。このうちで、夏季が低温、寡照になったり、稲作上に支障のある気象状態に経過した年は16, 29, 41, 51年の4例である。このなかで、凍霜害の最も顕著な年は29年と51年で、両者とも

その後の天候は不順で冷害となっている。

このことから、凍霜害のあった年は必ずしも冷害年とはならないが、オホーツク海高気圧による大霜害のあった年は、その後もオホーツク海高気圧の勢力はおとろえず、冷害につながる場合がある。また、この種の大霜害は2年続かない傾向にあることも第一表からわかるであろう。

7 むすび

本調査は昭和51年7月1日の凍霜害を実例とし、オホーツク海高気圧による降霜被害の検討をしたが、得られた結果の主なるものは次のとおりである。

- (1) 昭和年間における岩手県凍霜害の原因を気圧配置別にみると、オホーツク海高気圧と移動性高気圧の比率は11/13で、大体半々である。
- (2) 3℃以下の低温域は、移動高の場合は県下全域、オホーツク海高気圧の場合は北上山地の中北部を中心に、盛岡以北の高冷地。
- (3) 降霜のあるオホーツク海高気圧には地上気圧配置で3つのタイプに分類できる。
- (4) オホーツク海高気圧による大霜害のあった年次は、遅延型冷害につながる例が多い。
- (5) オホーツク海高気圧による大霜害は2年続かない。

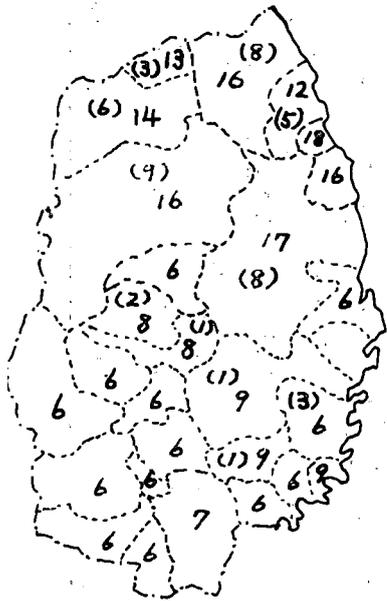
第1表 昭和年間における岩手県の凍霜害記録

昭和	月 日	型	初晩霜	場 所
2	6. 4	移動高	晩霜	九戸郡
5	9. 7	移動高	初霜	岩手郡 (松尾村, 藪川)
10	9. 16	移動高	初霜	岩手郡 (藪川)
11	5. 25	オホーツク海高	晩霜	紫波郡, 岩手郡, 二戸郡, 九戸郡, 上閉伊郡, 気仙郡
13	5. 14	移動高	晩霜	岩手県全般
13	6. 20	オホーツク海高	晩霜	九戸郡, 下閉伊郡, 岩手郡, 久慈市
16	5. 15~16	移動高	晩霜	岩手県全般
16	6. 19	オホーツク海高	晩霜	九戸郡, 下閉伊郡
20	7. 24	オホーツク海高	晩霜	下閉伊郡
24	6. 9	オホーツク海高	晩霜	九戸郡, 二戸郡, 岩手郡, 下閉伊郡, 二戸市, 久慈市
26	7. 3	オホーツク海高	晩霜	二戸郡 (小島谷)
26	9. 22	移動高	初霜	岩手郡 (玉山村)
28	8. 29~31	オホーツク海高	初霜	岩手郡, 下閉伊郡, 上閉伊郡
29	6. 9~10	オホーツク海高	晩霜	岩手郡, 二戸郡, 二戸市, 九戸郡, 久慈市, 下閉伊郡, 稗貫, 気仙
33	6. 3	オホーツク海高	晩霜	久慈市, 九戸郡
36	5. 18	移動高	晩霜	遠野市, 下閉伊郡
36	5. 26	移動高	晩霜	二戸郡, 二戸市
38	5. 3~4	移動高	晩霜	東磐井郡, 二戸市, 二戸郡, 九戸郡, 上閉伊郡, 下閉伊郡
39	4. 28~30	移動高	晩霜	岩手県全般
41	6. 12	オホーツク海高	晩霜	岩手郡, 二戸市, 二戸郡, 九戸郡, 上閉伊郡, 下閉伊郡
43	5. 9~10	移動高	晩霜	気仙郡, 稗貫郡
44	5. 7	移動高	晩霜	岩手県全般
47	5. 28~29	移動高	晩霜	岩手県全般
47	6. 1	移動高	晩霜	岩手県全般
51	7. 1	オホーツク海高	晩霜	二戸郡, 九戸郡, 久慈市, 岩手郡, 下閉伊郡, 遠野市, 紫波郡

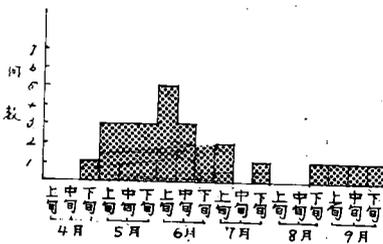
第2表 7月における最低気温の順位表

○印 本年更新

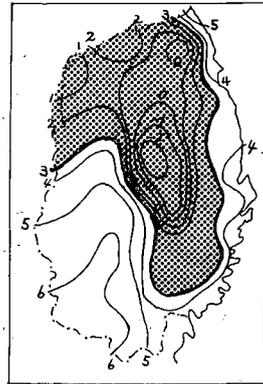
地 点	順 位	観 測 値	年 (元号)	日	地 点	順 位	観 測 値	年 (元号)	日
盛岡	①	4.3	S51	1	門馬	①	-2.2	S51	1
	2	5.8	S20	24		②	-0.4	S51	3
	③	7.3	S51	4		3	-0.3	S20	24
	④	7.6	S51	2		④	0.6	S51	2
	5	7.6	S26	3		5	1.2	S15	7
宮古	①	4.9	S51	1	遠野	①	2.5	S51	1
	2	5.8	S20	24		2	3.6	S20	24
	③	7.4	S51	2		③	6.2	S51	3
	4	8.0	S20	23		④	6.3	S51	2
	5	8.1	S32	10		5	6.3	S26	7
藪川	①	-2.3	S51	1	奥中山	①	0.8	S51	11
	②	0.7	S51	3		2	2.0	S20	24
	3	1.5	S26	4		③	2.9	S51	3
	④	1.7	S51	24		4	3.9	S40	26
	5	2.5	S10	11		5	5.5	S17	16
軽米	①	0.9	S51	1	荒屋	①	1.2	S51	1
	2	3.0	S22	1		2	1.8	S23	6
	3	3.1	S26	3		3	5.0	S26	30
	④	4.2	S51	3		4	5.0	S20	24
	5	4.5	S20	24		⑤	5.4	S41	1
葛巻	①	0.3	S51	1	福岡	①	2.8	S51	1
	②	2.9	S51	3		②	4.6	S51	2
	3	4.2	T15	9		3	6.8	S41	1
	④	4.3	S51	2		④	7.6	S51	4
	5	4.5	M42	4		5	7.7	S20	24



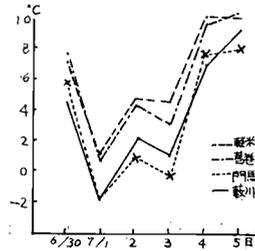
第1図 地域別凍霜害回数



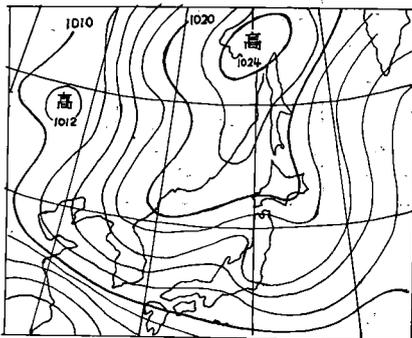
第2図 月別凍霜害回数



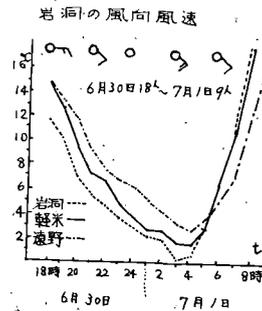
第4図 昭和51年7月1日岩手県最低気温分布
(等温線は1℃毎)



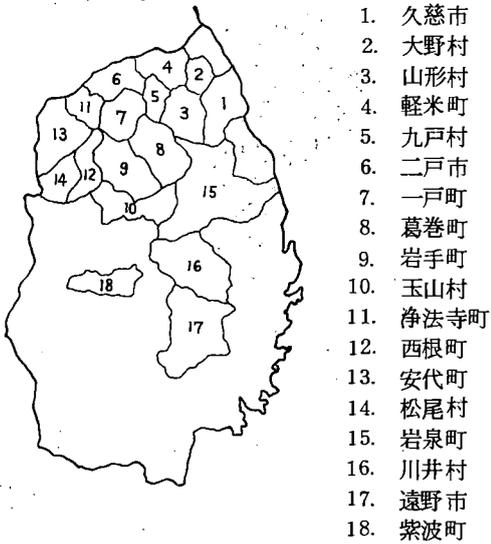
第5図 被害激甚地の最低気温の変化



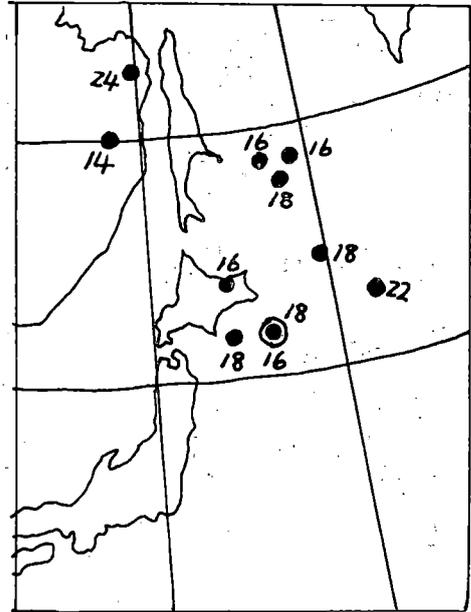
第3図 昭和51年7月1日3時 地上天気図



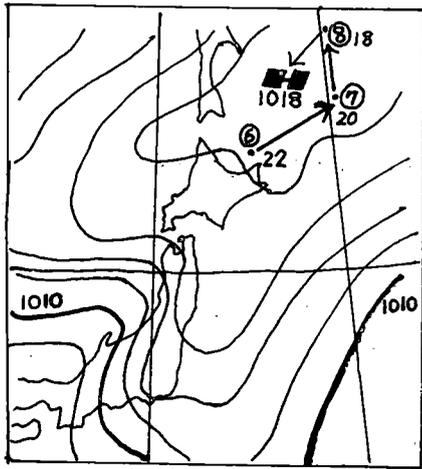
第6図 主要地点の毎時気温変化



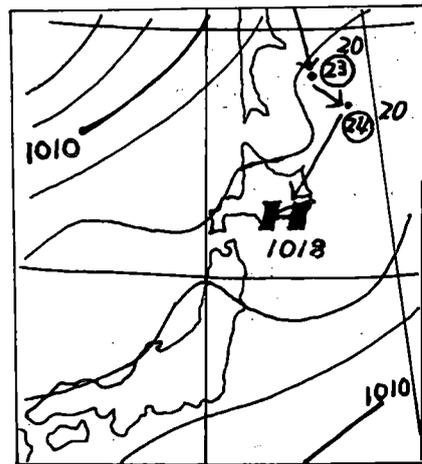
第7図 被害市町村



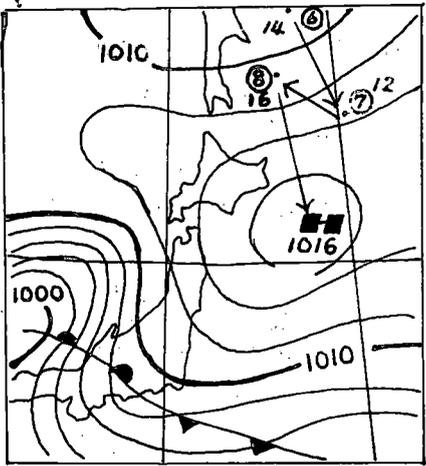
第8図 オホーツク海高気圧による霜害日の高気圧の位置と示度



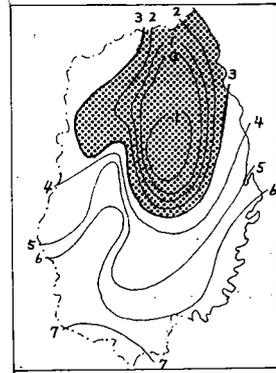
第9図 W型地上天気図 (S 29. 6. 9)



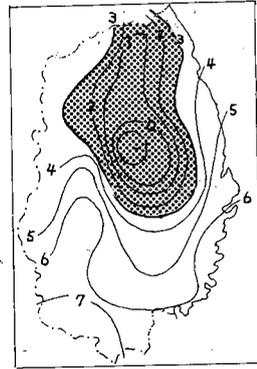
第10図 高気圧帯地上天気図



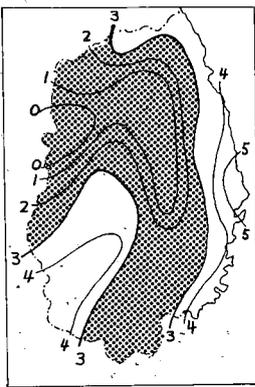
第11図 三陸型地上天気図



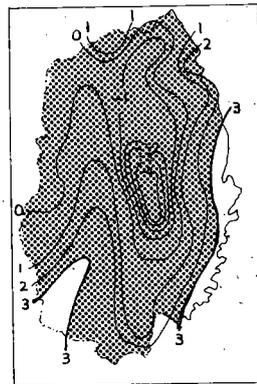
第12図 オホーツク高気圧による6月の最低気温分布(7例)



第13図 オホーツク高気圧による最低気温分布(11例)



第14図 移動高による6月の最低気温分布(2例)



第15図 移動高による最低気温分布(17例)

昭和51年7月上旬の岩手県北上山地の凍霜害

—主として地形条件と作物被害について—

阿部博史

(東北農業試験場)

1 はじめに

昭和51年7月末明に岩手県北部および北上山地を中心に稀に見る寒波が襲来し、とくに山間高冷地帯で強度の凍霜被害を蒙った。これは6月末にオホーツク海高気圧の張り出しに伴い北日本一帯に季節はずれの異常な寒波が襲来した。オホーツク海高気圧の張り出しの最も強まった6月30日夜半には岩手県下全般に晴れあがり、さらに夜半から放射冷却現象が起り、7月1日盛岡の最低気温は平年より11.6℃も低い4.3℃まで下り、7月としては大正12年に盛岡地方気象台が開設して以来の最も低い記録を示した。また、北上山地の玉山村藪川では氷点下2.3℃まで下り各地共7月としての最低値を記録した。

さらに7月2日および3日にかけても北上山地の中央部の標高500～700mの山間高冷地帯で氷点下2℃前後まで気温が低下した。このため山間部を中心に強度の降霜および結氷現象が起り、蔬菜類、豆類、飼料作物を中心に多大な被害をもたらした。(図-1, 図-2参照)

東北地方は昭和29年6月9日～10日に強度の降霜被害に襲われたが、昭和51年7月1日～3日わたる凍霜害被害はこれを上まわる被害をうけたことは近年にないものであった。

被害発生後北上山地の山間部を中心に被害状況を見ることができたので、地形条件と作物被害について解析を試みたので報告する。

2 調査方法

7月1日未明の異常な低温に遭遇し強度の凍霜害を受けた北上山地の中央部、岩手県玉山村藪川地区に凍霜害発生直後赴き、現地の作物被害の程度ならびに被害地を1/25,000地形図に記載、さらに現地農家の人に過去の被害ならびに今回の被害について聞き取り調査を行った。

図-1に示すように7月1日の最低気温分布が0℃の等温線に囲まれている玉山村藪川、葛巻町、岩手町、川井村の凍霜害激甚地帯を重点に被害直後並びに収穫期に藪川で行ったのと同じ方法で現地調査を行った。

同一町村内でも面積が広く完全に被害地を調査することが出来なかったが、関係町村から甚大なる御協力をいただき資料を倍加させていたゞいた。

現地調査の資料をもとに、凍霜被害分布図を作成し、凍霜被

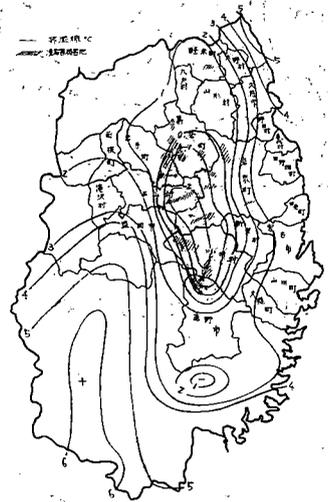


図-1 昭和51年7月1日最低気温分布および凍霜被害地帯

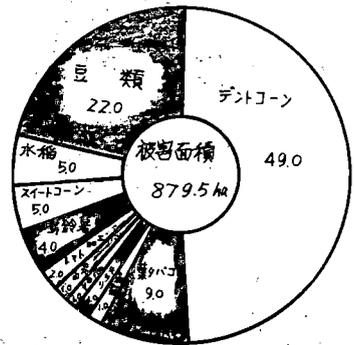


図-2 作物別被害割合% (葛巻町, 岩手町, 玉山村, 川井村)

害と地形条件について解析を行った。

3 調査結果

凍霜被害の最も強かった玉山村藪川をはじめ葛巻町、岩手町、川井村の農作物の被害は主として飼料作物であるデントコーンが全体の約50%をしめており、次いで豆類、葉タバコ、水稲、馬鈴薯の順となっている。(図-2参照、岩手県農政部調)

また、凍霜被害は作物のみにとどまらず、山野における草木(イタドリ、フキ、ワラビ、山ブドウ、ナラ、カシワ、カラマツ、白樺)なども葉が黒色または褐色に変色し葉が枯れ落ちるなどの様相を呈していた。なかでも飼料作物の大半が全葉身枯死状態で、播き直しを行わなければならない程であり、キュウリ、トマト、菜豆にいたっては手のほどこし様もない程であった。

これら凍霜被害地の四ヶ町村は北上山地のなかでも高冷地帯に属するところで、深く入り組んだ谷間の底部、川添いまたは急傾斜面の下部に点在する耕地が大半をしめ、きわめて地形的にみて良好な耕地とはいえない状況にあった。激甚被害地の四ヶ町村の被害と地形概況は次のとおりである。

(図-3)

(1) 玉山村藪川地区

藪川地区は玉山村の東端をしめる位置にあり、岩洞ダムを中心に西側に外山地区、東側に藪川地区に別れている。図-3に示すように東西に連なる標高600~700mの谷間の両側に続く山の傾斜面は、外山地区は緩傾斜で上部は標高800m内外であるのに比べ、藪川地区は急峻でその上部は800~1,000mにも達している。西側は盛岡市に接する峠(700m)と東側を早坂峠(916m)、南北を900~1,000mの尾根でかこまれた高原の盆地状地形を呈している。7月1日の最低気温の観測値は外山地区の藪川観測所で-2.3℃、岩洞ダムの堰堤附近の岩洞観測所で-1.6℃まで低下した。

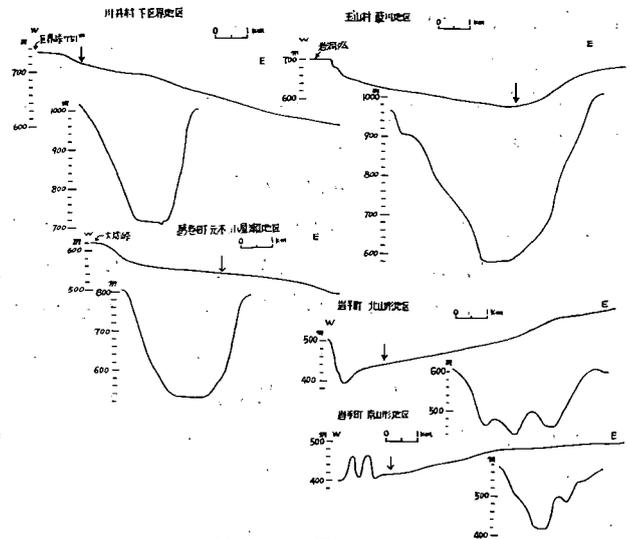
この両地区は岩洞ダムの上流部で分断されており外山地区は外山川、藪川地区は丹藤川の上流域にそれぞれ耕地が広がっている。凍霜被害はいずれも甚大であったが、外山地区よりも藪川地区の方が全域にわたって各作物共被害が甚大であり、外山地区は場所によっては被害軽微なところがあった。藪川地区の激甚地域の地形断面をみると標高600~650mの間に耕地が点開しており、背後の標高差400mにも及ぶ斜面の大半は林木の伐採地であるが、多少雑木林がある程度のものであった。

(2) 葛巻町元木、小屋瀬地区

市街地の東側は標高1,000~1,200mの稜線で岩泉町に接し、西側は700~900m、北側を1,000mの稜線でそれぞれ岩手町、玉山村藪川地区に隣接し、中央部を北西方向に馬淵川が流れて谷が開けている。谷間は南北、東西谷にそれぞれ連なり、各流域の周辺に耕地が広がっている。7月1日の葛巻観測所の最低気温は0.3℃であったが、馬淵川上流域並びにその支流域(山形川)全域にわたり甚大な被害を受けた。とくに市街地の西側岩手町に隣接する標高500~600mの元木、小屋瀬地区は激甚な被害を受けた。この地区は背後を800~900mの稜線にかこまれ、流域が東西から南北に急に転換する屈曲地点の両岸に尾根が突き出して谷を狭めており、盆地状地形を形成し冷気湖を形づくったために被害を一層大きくしたものと思われる。葛巻町内で平坦地に近い耕地を有するこの地域で被害をもたらした要因として前述したものに比べ、他の地域が標高300~500mなのに比べこの地域は標高500~600mにもおよぶ高標高地帯であるため、被害を一層助長したものと推察される。(図-3-1, 2)

(3) 岩手町山形地区

岩手町は北上川の東西に広がる地域でとくに被害の甚大であったのは山形地域で、北部で葛巻町、南部で玉山村藪川に接する地域である。北上川支流丹藤川上流部で屈曲する地点で尾根が突き出して自然の門を形成し、支流域を含めて盆地状地形を形成している。この地域の最低気温の観測値はないが、南部で玉山村藪川に接する南山形地区の方が北山形地区に比べ標高も高く被害の程度も一段と甚大であった。



(4) 川井村下区界地区

盛岡市の東方区界峠 (750 m) に隣接し、

図-3-1 被害地地形概況

国道 106 号線、国鉄山田線が通る谷間を閉伊川が東流する地域である。

被害の大きかったのは閉伊川支流の小国川上流部と閉伊川上流部の標高 500 m 以上の地域並びに下区界地区が被害甚大であった。とくに下区界地区は標高 600 m 以上で、東側をのぞく三方向を 1,000 m ないしは 1,200 m におよぶ稜線がとりがこんでいる。

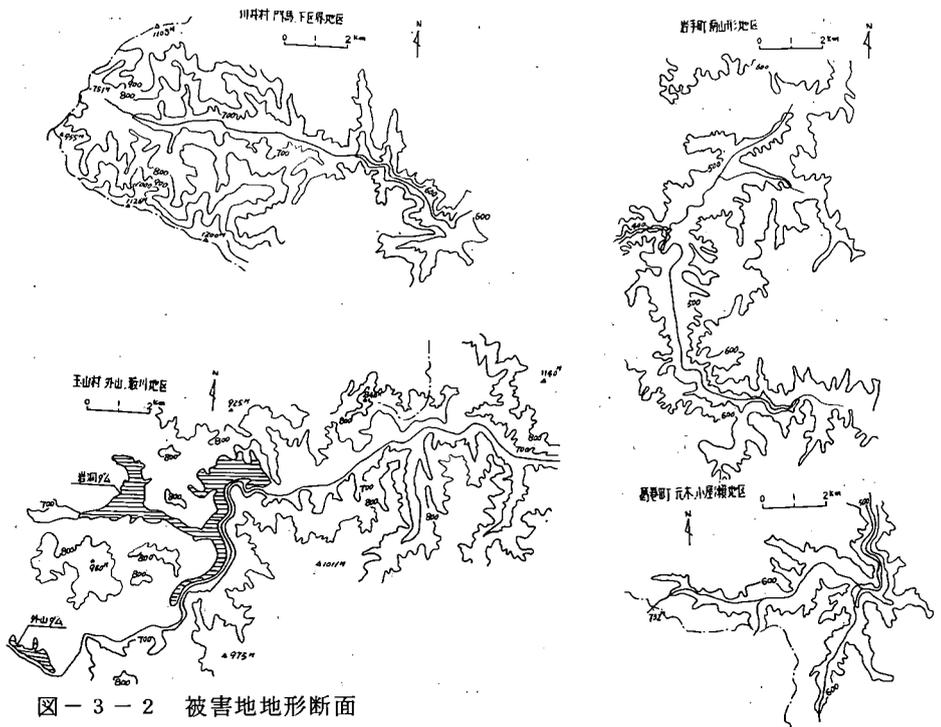


図-3-2 被害地地形断面

附近の門馬観測所における 7 月 1 日の最低気温は -2.2°C と玉山村藪川について低温を記録した。この地域で特徴的な事例として作物の被害は他の激甚地区と同様であったが、草木のうち白樺の葉が山肌一帯にわたって枯れていた。このような現象は他の地区では見られなかった。とくに谷間の底部附近のみに被害が集中していた他の地域と異なり、山腹の傾斜面にも凍霜害が及んだことは、かなり強い寒気に見舞われたものと推察される。

以上四ヶ町村の他にも一部激甚被害地も見られたが、局部的または作物の作付が無い地帯であった

り 草木のみの原野であったりで今回は解析を試みなかった。

4 考 察

51年7月1日の凍霜被害激甚地は前記4ヶ町村にとどまらず軽微な被害をふくめ、岩手県下18市町村に及んだ。とくに激甚な被害をうけた玉山村藪川地区をはじめ、葛巻町、岩手町、川井村の被害地形を精査したところいくつかの共通点を見いだした。

(1) 谷の方向

谷の方向が東西に走り西側が上流部および南北谷の南側が上流部で峠又は鞍部になっている地形のところが被害激甚地であった。

ただし、東西谷の西側が開けた地形でも（岩手町山形地区および葛巻町江刈地区）谷の下部が尾根の突出し等で狭まった地形では冷気湖を形成し被害を受けた。谷が南側に開けた地形で被害を受けたのは遠野市附馬牛地区のみであった。

(2) 盆地状または冷気湖を形成する地形

玉山村藪川地区は高原状の大規模な盆地状をなしているが、岩洞ダムをはさんで東西に藪川地区、外山地区と二つの盆地状地形に別れている。藪川地区の地形（図-3参照）をみると谷間の断面、つまり山肌の傾斜面が急峻で標高差が大きく、植生も林地の伐採跡地が多い。このため冷気の滞留が多く被害を甚大にした要因としてうかがえる。

また、地形、地物の影響（建物、道路等）で小面積ではあるが小さな冷気留などが形成されて被害を受けたところが多かった。（葛巻町全域および玉山村藪川、外山地区、岩手町山形地区）また、昔耕地の上部に耕地防風林が配置されていたが現在はその上部に耕作地を造成したため、この防風林帯が冷気留の作用をしたために被害をうけた地域もあった。（葛巻町打田内地区）

(3) 背後の傾斜面の植生状況の差異

凍霜被害激甚の4ヶ町村は北上中地のなかでも複雑に入り組んだ地形が多く、さらに谷間の傾斜面も急峻であり、戦後の伐採が進み、植林を行なわない山が多くなっている。また、野草の刈取り等で傾斜面に木の皆無のところさえ見られた。山肌に密な林がある斜面下部と疎林の傾斜面の下部とでは前者の方が被害程度は軽微であった。

以上の三点で地形的に見て凍霜害の危険地帯の判別が可能である。

なお、今度のようなオホーツク海高気圧の影響で岩手県を中心に異常な寒気を送り込んだ場合、東西谷の上流部にあたる地域並びに南北谷であっても南側が上流部の場合は共に被害を大きくした地域であった。（図-4 上外川）これは当時の気圧パターンでの冷気の流れが北上山地の地形からみて東または北寄りの流れを示すために起った現象と思われる。

— 参考文献省略 —

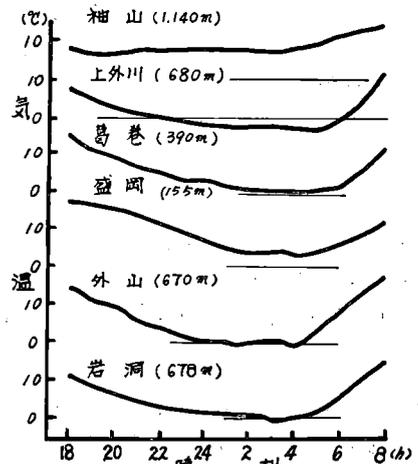


図-4 主要地点の気温変化
(51. 6. 30 ~ 7. 1)

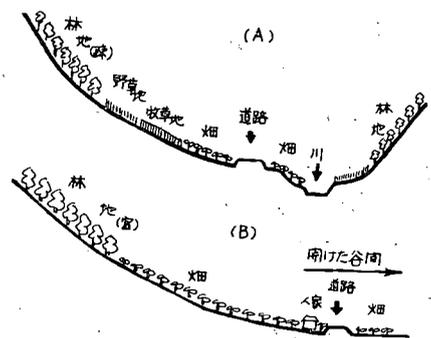


図-5 凍霜害の多かった地形と(A)と
少なかった地形(B)

簡易土壌侵食計の試作

阿部博史

(東北農業試験場)

1 はじめに

近年東北地方の各地で未利用地を対象に大規模な開発が進められている。とくに北上山地を中心とする標高 800 m 以上の農用地開発可能地は 7,700ha にも及び、これらは地理的・気象的条件のきわめて厳しいところである。またこの対象地は準平原部の頂部あるいはその周辺の傾斜面で広大な野草地は古くから牛馬の放牧の最適地として利用されてきた。そのため立木は伐採され、火入れが繰り返されて利用され、傾斜が急になるとシラカバ・ブナ等の広葉樹林地となり木材の生産の場として利用されてきた。

農用地造成事業により地目の変換を大規模に行なわれると、水文循環の態様が変化し、環境保全の上で問題を惹き起こすことがある。とくに林地から草地への変換に伴う降雨流出関係の表面流去水によって起因する斜面の土壌侵食が大きな問題となっている。

これらの局所的な土壌侵食の発生形態の実態を把握し、侵食防止ならびに土地保全技術探索のため山地傾斜地において使用可能な簡易土壌侵食計を考案試作し、現地において試用した結果実用に供し得られたので報告する。

なお、本器の考案並びに試作について多大の御支援を戴いたウイジン工業社森忠保氏に謝意を表す。

2 測器の概要

試作した簡易土壌侵食計の構造は図-1 に示している。大別して①本体、②支持アームからなり、各部の機能は次の通りである。

①本体、(ア)名称板；本体全面上部に地点名・測定点番号・測定年月日等を記入する。(イ)侵食断面深度目盛板；侵食断面の深さの形状を転写する。(ウ)断面測定ポイント；侵食断面を測定し目盛板にその形状を転写する。(エ)測定ポイントサポート；断面測定ポイントが侵食溝底部まで下った全ポイントを上部まで引き上げるのに用いる。(オ)ポイントサポート上下用チェーン；測定ポイントをポイントサポートで引き上げる際ポイントサポートを水平に移動するためサポート左右両端に固定し上下させる。(カ)ポイントサポートハンドル；ポイントサポートを上下させるためチェーンと連動するハンドルを使用。(キ)断面測定用ポイントヘッド；侵食溝底部の地表に接触するときヘッドが地中に進入しないように球状にした。(ク)深度指示端；ポイントヘッドが侵食溝底部に到達したときその深さを目盛板に転写させる。(ケ)本体カバー；本体収納カバー。

②支持アーム、(コ)水準器；本体の水準取り用。(カ)水平アジアスター；測定時固定杭上に本体をすえつける。(シ)水準ハンドル；本体の水準微調整をする。(ス)アーム取付ボルト；測定時には本体に取りつけて測定を行い、本体とアームの着脱用。

構成は以上からなり侵食断面最大測定巾 1880 $\frac{mm}{m}$ 、最深測定深さ 860 $\frac{mm}{m}$ 、侵食断面間隔 10 $\frac{mm}{m}$ 、および侵食深さ 0.1 $\frac{mm}{m}$ の読取りが可能である。

3 測定方法

測定を行う侵食溝の両端にあらかじめ木製の固定杭を巾2600^{mm}に打っておき測定点番号を記入しておき、その上に侵食計を置き水準ハンドルで水準器を用いて水準を合せる。次に名称板に地点名・測定点番号・測定年月日を水性ペンでそれぞれ記入する。さらに測定ポイントを同上下用ハンドルで静かに下降させ断面測定ポイントが侵食溝底部に達するまで下げる。ポイントの長さは全部同じであるので侵食断面の浅いところは降下量が少なく、深いところは降下量が多い。これらの浅深の違いが目盛板に転写され測定中の侵食断面の形状が写し出される。その形状をカメラで撮影し、測定が終了とポイントサポートをハンドルを使用して測定ポイントを引き上げて1ヶ所の侵食断面測定が終了する。各測点の様子を撮影したフィルムは現像しマイクロリーダープリンターで拡大焼付をして侵食断面の形状を読取る。

4 試用結果

岩手県葛巻町の既に開発が進み蓄産的に利用されている袖山牧野において本器を試用し測定を行った。袖山牧野は昭和46年度に林地およびかん木林地を伐採して耕起造成を行ったところで傾斜は約15程度の草地である。傾斜草地の上部から下部にかけて400~500mにおよぶ侵食溝が発生しているので測定点を5m間隔に設けてあらかじめ所定の場所に長さ50cmの固定杭を打ち込んでおいた。

測定には本器の移動に両端各1名ずつ、さらに前方からカメラで撮影する者1名の合計3名が必要であった。カメラ撮影のため写真が写せる天候であれば測定が可能であり本器の重量も約13kgと測点間の距離が5mと近かったので移動に要する時間及び計測に要する時間は数分で終了した。この結果

山地傾斜地における侵食溝の簡易な測定に使用し得るものと思われた。

5 むすび

山地傾斜地の開発にともない地目の変換が起り、人為的に山地の形態が変化する。また放牧家畜の水飲場や蹄傷などにより人工草地内に溝状侵食の発生がみられ、降雨時に流水が集中し侵食溝が拡大しつつある。

これらの侵食溝の発生要因と形態の変化を追求し傾斜草地の侵食防止機構並びに復元の方法を見出すことができれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 村井宏他；土壤侵食計の試作と試用結果について 日林学会講演集 1973
- 2) 林野庁；北上北岩手広域農業開発関連調査報告書 1976

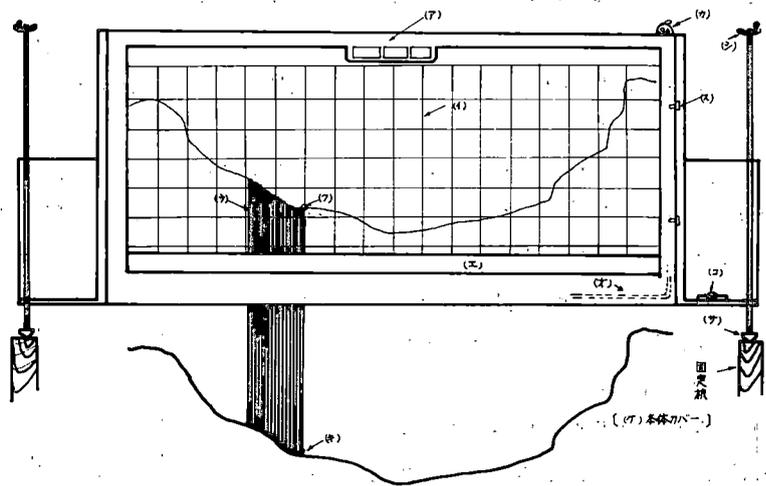


図-1 簡易土壤侵食計の構造概要

簡易蒸発計の試作

岩波 悠紀

(東北大学農学研究所)

1. はじめに

蒸発はその気候を総合的に理解する上に極めて重要な要素の一つであるために、生態学の分野では簡易に蒸発量を求めるための研究がLivingston¹⁾を始め多くの研究者により試みられてきた。わが国でも平田氏²⁾、大後氏³⁾により、それぞれ平面口紙および円筒口紙を使っての蒸発計が考案された。しかしこれらは天秤を必要とするために、実際に生態学分野で使うことは困難であった。

そこで本報では、亜高山帯の森林環境調査のために⁴⁾、簡単に使える蒸発計として、円筒口紙からの蒸発量を目測で求める方法を検討したので報告する。

2. 使用法

蒸発計は図1に示したようにアクリル製の部分と、裏に方眼紙をはり付けたガラス管をビニール・チューブでつないだだけのもので、研究者が自作可能である。使用にあたってまず、蒸発計の先端に円筒口紙を挿入する。このとき円筒口紙内に、両端を密閉したパイプを入れておく。これは蒸発計を持ち運ぶ際に、樹木の枝などに触れた円筒口紙が潰れて、口紙と蒸発計との接触部から水が流れ出すのを防ぐのが主な目的である。次に、空気侵入口を指で塞ぎ蒸発計内に水を満してから、目盛管の先端をゴム栓で密閉する。口紙面からの蒸発につれ、それとおなじ容積の空泡が空気侵入口から入り目盛管の上端に溜る。したがって目盛管内の水位の低下を読むことにより蒸発量を知ることが出来る。

3. 検討項目

蒸発計の試作に当たり、主として下記の諸項目について検討を加えた。

1) 円筒口紙のサイズと蒸発量

東洋口紙№84の円筒口紙50本について、それぞれの重さを測ったところ、5.5～7.2gのばらつきがあった。このばらつきの幅を持った円筒口紙からの蒸発量を天秤で調べたところ、その差は2%に達しなかった。すなわち、両極端の幾つかを除外すれば、円筒口紙を蒸発計のセンサーに使うことは実用上問題ないものと考えられた。

2) 目盛管の太さ及び長さ

本試作品の問題点は目盛管の上端がゴム栓で塞がれた、いわゆる貯水部が密閉型になっていることである。このように貯水タンク上部が大気開放されていないために、タンク内部の空気圧が色々な条件で変ることになり、蒸発量への影響の有無が懸念される。本項ではこの点についての検討である。

このような目盛管の太さ、長さ及び蒸発計内の減水状態で蒸発速度が異なるかどうかを相互に比

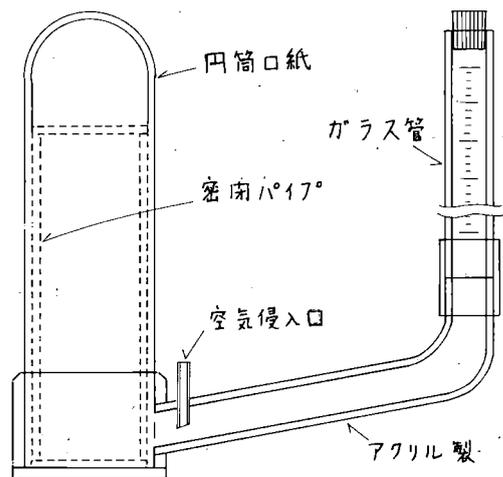


図1 蒸発計

較したが、いずれも目盛の読取誤差以上の差異はみられなかった。

3) 空気侵入口の大きさ

空気侵入口の大小は上述の目盛管内空気圧に多少影響するのみならず、空気侵入口が大きくなるにつれ、大きな空泡が入ることになり、目盛管内の減水線が不連続に動くことになる。また極端に大きくなると、そこから水が流出し易くなり、蒸発計としての役をなさない。

この侵入口の大きさと蒸発量との関係を見るために、侵入口の直径約 1.0, 1.5, 2.3 及び 3.5 mm の 4 種について相互に比較したが、差異はなかった。

4) 天秤法との比較

本報の蒸発計の目盛管部に相当する部分を直径 6.5 cm 高さ 4.5 cm の貯水タンクに置換えたものを別に 4 個作った。この貯水タンクの上面には直径 2 mm の小穴をあけ、貯水タンクを開放型にした。これらの蒸発計は使用前後に、最少目盛 10 mg の直示天秤で全体の重さを測り、蒸発量を求めた。

本報の試作品とこの開放型蒸発計を交互に並べて蒸発量を比較したところ、差異はなかった。しいてあげれば、本試作品の方が 1% 近く大きな値を示す傾向があった。これは目盛管の空気相部の内壁に水滴が付着するなどのためであろうが、実用上何ら支障ないものとみられた。

以上種々検討の結果、本蒸発計は安価且つ手軽に使えることが明らかになったが、さらに 2, 3 の点を改良し実用性を高めたい。

引用文献

- 1) Livingston, B. E. (1935): Atmometers of porous porcelain and paper, their use in physiological ecology. *Ecology*, 16, 438 - 472
- 2) 平田徳太郎 (1928): 紙面蒸発計に就て, 気象集誌 (II), 6, 253 - 261
- 3) 大後美保 (1937): 生態学研究に利用される新案蒸発計に就て(1), 気象集誌 (II), 15, 58 - 63
- 4) 日比野紘一郎・飯泉茂・岩波悠紀 (1975): 蔵王山自然破壊にともなう微気象変化, 蔵王山の環境破壊による生物群集の動態に関する研究 (吉岡邦二編), 150 - 164

昭和51年岩手県の冷害気象とその特徴

工藤敏雄
(盛岡地方気象台)

1 はしがき

昭和51年の東北地方の冷害は、昭和29年以来22年ぶりの本格的冷害といわれる。特に岩手県では7月1日の北上山地中北部及び県北部一帯の凍霜害は、近年稀にみる強度のもので、これを契機に9月まで低温が続き、その被害は甚大なものとなった。

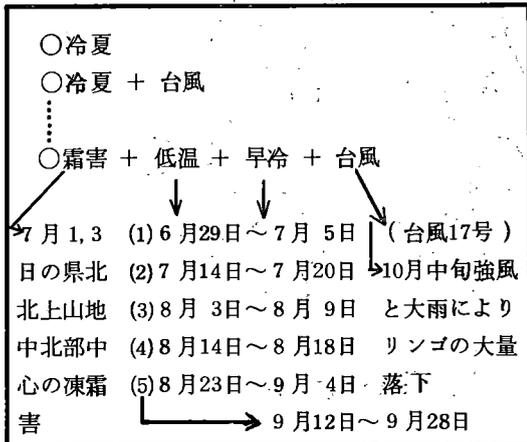
岩手県の冷害は、明治時代はともかく、昭和9年がその代表的なものとして取扱われてきたが、後述するように8月の平均気温20.0℃は、盛岡地方気象台開設以来の低温となるなど、8月を中心に顕著な低温と悪天となって昭和9年を凌駕する最悪の冷害気象を現出したのである。このため、岩手県の冷害は東北六県のうちでも最も痛手が大きく、深刻な経済状態となったが、そのよってきたる気象の原因を主に考察した。

2 冷害の形態

冷害を起すような異常低温や寡照、多雨などの現われ方は決して一様ではない。このため、冷害の最大原因は異常低温にあるが、これを色別すると第1図のようになり、水稲ではこれらに結びついて続発するイモチ病の組合せということになる。しかし、最大の原因は夏季の異常低温であり、岩手県の冷害は7、8月のどちらかの月に20℃またはそれ以下になった年に冷害がおきている。

扱て、本年の冷害を内容別にみると、第1図の後段のとおりで、初夏の凍霜害から始まって7月から8月にかけての連続した異常低温、そして9月半ばからの早冷現象が加わった。幸いにして台風の影響の直接の被害はなかったものの、10月には強風と大雨で水稲にはもちろんのこと、リンゴの大量落下などの悪条件がすさまじく続いたのである。オホーツク海高気圧による凍霜害は、他県にもいくらかあるとはいえ、被害面積からみると岩手県特有のもので、この種の凍霜害は冷害につながる場合が多く、過去の例(昭和16、29年など)がよくこれを示している。

第1図 冷害の型(被害の内容)



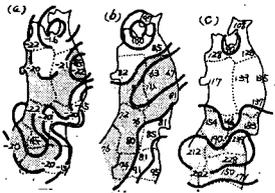
3 昭和51年稲作期間の冷害気象と作況指数

本年の稲作を冷害に追いやった主なる気象特徴は、

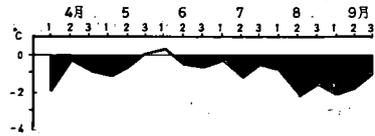
- (1) 5月上旬(育苗後期)の強い低温
 - (2) 6月下旬～7月中旬(生育前期)の低温
 - (3) 7月1～3日の県北部山間高冷地帯の凍霜害
 - (4) 8～9月(出穂、開花、登熟期)の記録的な異常低温、少照、多雨、早冷(第2図)
- などがあげられるが、特に本県の地域的に顕著な現象として、

○海水温の低温と北東気流の流入(第3図)

が顕著であった。



第2図 昭和51年8・9月、2ヶ月間の平均気温平年差(a)、日照時間平年比(b)、降水量平年比(c)



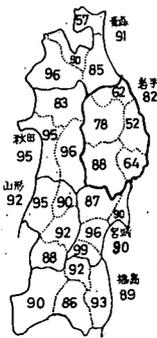
第3図 宮古湾の旬別平均水温偏差 (昭和51年)

次に岩手県の水稲10アール当りの収量は396kg(作況指数82)となり、昭和50年の県平均520kg(作況指数109)の史上最高を記録したのに比較するとその差はあまりに大きく、一転して昭和30年代の10アール当り収量に逆戻りした。一方、第4図により、東北各県の地帯別水稲作況指数をみると、本県は東北地方で最も指数が低く、冷害の中心は岩手県にあったとみられる。特に県内でも下閉伊地帯が52%で最も悪く、次いで北部地帯の62%となっている。地理的環境からみると、前者は沿岸地方、後者は標高の高い地帯である。

4 岩手県が東北地方で最も冷害が大きかった理由。

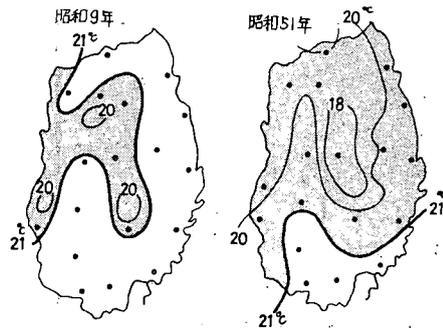
(1) 8月の強い低温

現行の稲作慣行では、8月が出穂→開花そして早い年には月末に登熟に入るなど、稲の生理的には最も重要なステージをふむ時期であり、気象には最も敏感な時期である。昭和年代の典型的な冷害年とされていた昭和9年8月の平均気温と本年との比較からみると、昭和9年は北上山地中北部と奥中山周辺及び沢内盆地に限られていた21℃線は、北上平野南部と沿岸釜石を結ぶ線まで大巾に南下しており、本年の低温の度合は強かった。県内各地の気温偏差をみても昭和9年より大きく、冷害はいつもの年より南下、本県に強い寒気の南限となったとみられる。また、ことしはオホーツク海高気圧が



東北地方平均90

第4図 東北各県地帯別水稲作況指数



第5図 8月の平均気温分布図

いつもの年より強く、加えて前述のとおり三陸沖の海水温も低かったので、高気圧はいつそう周辺に拡大し、低水温上に長く停滞した。したがって冷たい海面上を吹走して岩手県沿岸から侵入してくる北東気流（やませ風）は、北上山地をこえて内陸深く入ったためとみられる。（第5図）

(2) 降雨量が多かったこと

今年の「梅雨入り」は6月8日で、7月23日に「梅雨明け」となった。その後7月末まで夏型で、いわゆる30℃をこす日が8日間もあったが、8月に入ってからは一日もあらわれなかった（大正12年以来の記録）。加えて、8月は梅雨型により日本付近は前線となって雨量が多くなり、第1表のよう

第1表 昭和51年の梅雨量と盛夏季雨量との比較（ミリ）

期 間	地 点						
	盛 岡	宮 古	福 岡	一 関	遠 野	久 慈	沢 内
梅雨期（6月8日～7月22日）	136	102	84	138	113	64	209
盛夏期（7月23日～8月31日）	294	236	203	237	181	191	379

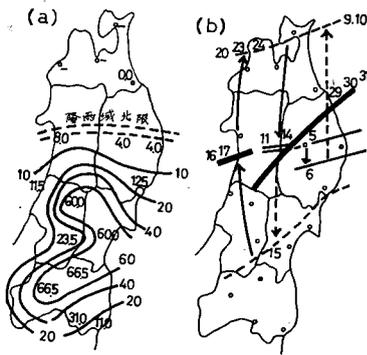
に、梅雨期の2倍以上、ところによっては3倍近くの雨量となった。そして、第6図(a), (b)にみられるように、岩手県は降雨域の北限となることが多く、県内各地の降雨日数も2日前後と多くなって悪影響を及ぼした。降雨日数の多いことは次に述べる日照時数の不足にも関係した。

(3) 日照時数の少ないこと

水稲数量を支配する要因は、気温の高低がその第一義的なものには違いないが、日照の少ないことが主因となって減収になる場合が多い。

第1図(b)と第7図(d)によって8月の日照時数をみると、盛岡を中心に岩手県が東北地方では最も少なく、低温に加えてこの少照がその決定的な要因となっているとみられる。

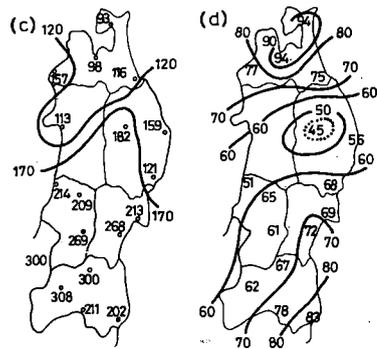
岩手県の被害は東北地方では最もひどく、農家のこうむる痛手は甚大なものがあつた背景には、品種の選定の問題や耕種方法のあやまりなど条件は色々であるであろう。しかし、気象的にみた場合は以上のとおりで、自然条件の悪さもまた他県をしのぐものであることは否定できない。



第 6 図

昭和51年 8月14日の降雨分布(mm)

昭和51年 8月の降雨域北限の南北振動(日)



第 7 図

昭和51年 8月降水比率(%)

昭和51年 8月の日照時数の平年比(%)

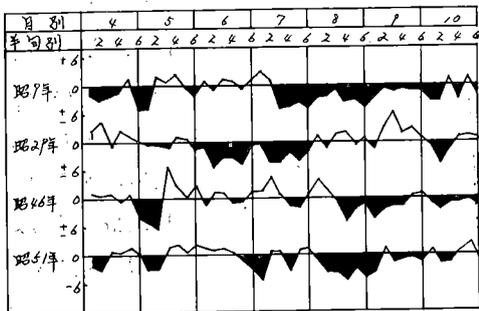
5. おまじひ

以上のことから、岩手県は北からの寒気の南限となったこと。8月中に停滞した前線による雨域の北限となり、低温と悪天の同居の形となったためとみられる。

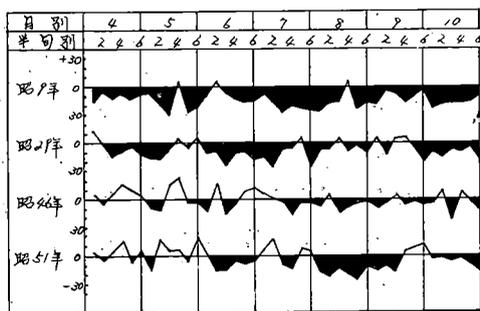
異常気象は、気象学上はおよそ30年以上に一回の稀な気象と定義されている。これは国際的にもそうなので、各国の異常気象をみるときもこの30年以上ということが一つの限界となっている。ところが、最近世界各地にあらわれている異常気象を調べてみると、何十年に一回ということではなく、何百年、何千年に一度といった稀な現象が起っている。異常の程度において、定義の限界とは、はるかに桁ちがいの現象である。この昭和51年の低温現象も、その規模は時間的にも空間的にも大きな現象の一つであり、私達は気候が一つの大きな変わり目にきていることを認識せざるを得ない。このような意味あいから、本資料を調査し今後の参考に供したい。

冷害気象と水稲生育および被害相について

宮部 克己
(岩手県農業試験場)



第1図 代表的冷害年の平均気温平年偏差



第2図 代表的冷害年の日照時間平年偏差

第1表 8月20日出穂における場所別気候登熟量示数

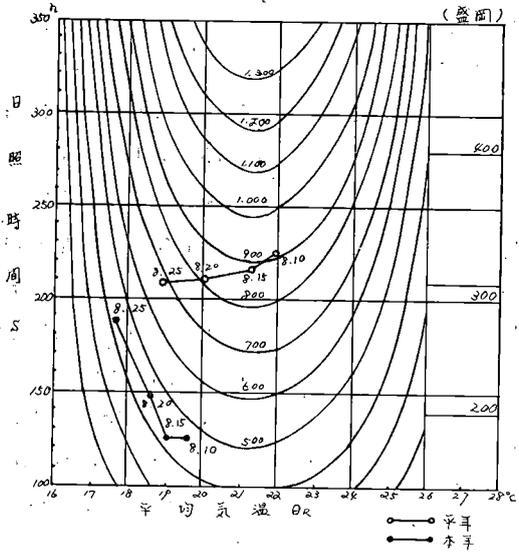
場所 年次	盛岡	江刺	滝沢	軽米	奥中山
昭和51年	456.1	507.9	224.0	243.8	187.3
平年	800.7	646.7	548.4	583.3	350.2

第2表 出穂期別年次別登熟量示数

年次 出穂期	盛岡							
	昭9年	10	16	29	41	46	平年	51年
8月10日	512.5	618.3	667.4	772.6	990.6	714.8	915.6	454.8
15日	406.5	586.9	730.3	804.8	1051.4	632.7	885.6	429.7
20日	309.0	537.5	597.2	762.4	1066.5	531.9	800.7	456.1
25日	215.4	467.6	547.1	712.9	905.0	406.7	677.4	422.5

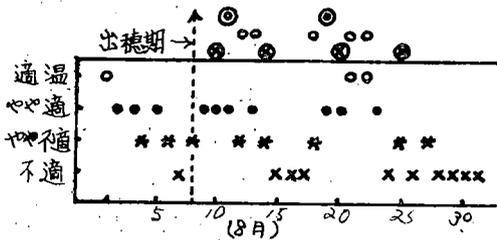
昭和51年の稲作期間の気象経過を過去の冷害年と対比してみると、4月以降の平均気温の消長からは昭和10年に、また、7月～9月の低温は昭和9年、10年に類似している。日照時間についてみると7月は昭和9、10年の冷害年よりも多照であったが、8～9月に限ってみれば昭和9～10年よりもさらに悪い状態となっている。全体として7～9月の気象経過でみると平均気温では東北6県中最も低温であり農試本場の8月の月平均気温は19.2℃で平年に比べて3.5℃も低かった。また、日照時間も最低値で、とくに稲作にとって大切な8月から9月上旬は東北5県平均の78%となっている。この原因はオホーツク海から流れる強い寒気

の南限となり、南の暖気とのはさみうちにされた形で前線が長く停滞したため低温と曇天の不順天候となった。青森は低温ながら多照、宮城は日照不足ながら比較的高温となっている。異常冷夏現象が8月から9月にかけて継続したため出穂が大巾におくれ本場で5～9日、県北分場で5～10日、県南分場では3～8日平年に比較しておくれをみせ、晩生種、稚苗移植条件ほどおくれが目立った。農試本場では8月中の開花適温出現日

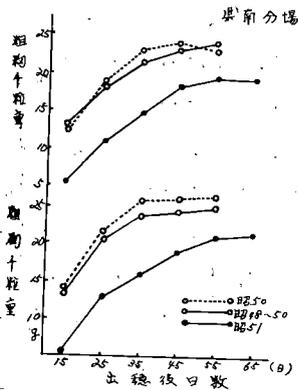


第3図 気候登熟量示数の出穂時期別比較

(成苗フジリ、農試本場)



第4図 開花温度出現状況と開花

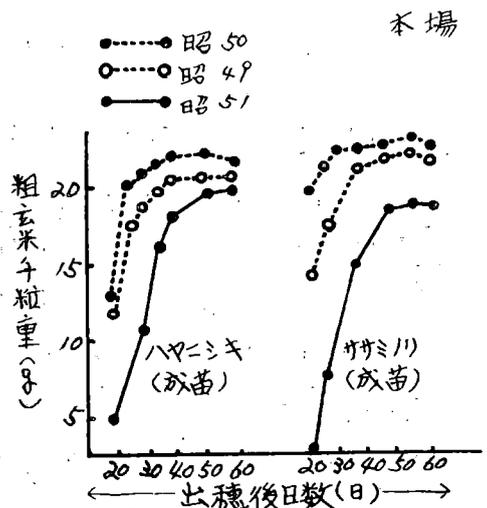


第5図 米粒の肥大状況

が3日だけで開花不適温の日が10日もあったため稲は気温の比較的高い日を待って開花し出穂から開花までの日数が長びいた。

昭和51年の被害状況を地帯別にみると内陸地帯と沿岸地帯では同一標高でも沿岸地帯の被害が大きかったが沿岸地帯では遅延型と障害型の混合型冷害となり生育のおくれ、生育量の不足、開花障害、褐変粃(低温性病害)の発生、登熟不良が重なって作況が不良とな

った。とくに、本年は全局的に標高差によって被害が明らかに異なっており、現地調査の結果では約100mの高度差で収量がほぼ半減していること等は本年の特徴的なことである。



第6図 米粒の肥大状況

青森県における昭和51年の水稲冷害の実態

小野 清治
(青森県農業試験場)

昭和29年の冷害を最後に稲作の冷害は過去の現象として取扱われてきたきらいがあったが、51年は8、9月の異常低温によって冷害の発生を見た。とくに、最近急激に普及をみた機械移植栽培は、冷害の洗礼を受けていないこともあって、低温抵抗性に一抹の不安をいだかせていたが、はからずも東北、北海道を含めた広い地域で低温抵抗性の評価を行うはめとなった。

青森県の機械移植栽培面積比率は東北6県の中で最も低く、しかも中苗が多く採用されたことから、低温による被害は少ないものと予想されたが、結果的には作況指数が91となり、29年以来22年振りの冷害となった。

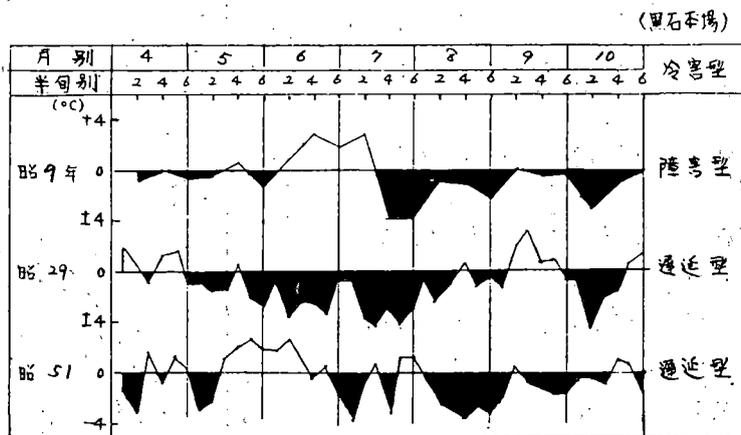
1 稲作期における気象の特徴

過去の冷害年の気象と対比してきわめて特徴的な気象としては、次の2点があげられる。

- (1) 田植直後から生育初期の5月中旬～6月末まで高温多照であった。(活着良好、生育促進、げつ旺盛)
- (2) 8月と9月中旬まで極めて低温で、かつ日照も少なく盛夏期がなかった。(出穂遅延、開花障害、登熟障害)

従来、冷害の気象型としては、5～7月が低温に経過し、時には昭和29年のように9月上旬まで低温が持続される場合もあるが、このような気象経過は遅延型冷害となる。また、6月中旬まで低温であっても、それ以後高温が続き、幼穂形成期から穂孕期にかけて、短期間でも強い低温に1～2回遭うと障害型冷害となる。このような特徴的な気象と対比した場合、51年の気象は第1図でもわかるように、障害型の気象経過をしながら8月以降の強い低温によって遅延型気象も併発した。

水田水温は5～7月までは、平年、前年と対比してもそれほど大きな差は見られないが、8月の水田水温の低温が顕著であった。



第1図 代表的冷害型の平均気温平年差

2 稲作期の生育の特徴

51年稲作の特徴を拾って見ると次の諸点が挙げられる。

(1) 例年より田植期が早まった。

年々田植期は早まってきてはいるが、機械移植栽培が普及されるにつれて更に早まり、51年の田植期は10年前に比較して約7日早まった。

(2) 機械移植栽培が急増した。

田植機による移植面積は、50年の44%から51年は66.4%に増えた。最も実施面積率の高いのは、田舎館村の99.1%で、80%以上の町村も50年の7市町村から17市町村に増えた。

(3) 田植直後から生育は順調で幼穂形成期は平年、50年より早まった。

田植後の天候がよかったので、活着よく、初期生育も順調で、有効茎確保も容易であった。幼穂形成期は全県的に平年、51年より早まり、最も遅い地帯でも7月20日頃に幼穂形成期に達した。

(4) 出穂直前からの低温により各地で出穂が遅延した。

幼穂形成期が早かったので出穂期も当然平年より早まるものと予想されたが、出穂走りから出穂揃いまでに日数を多く要し、第1表に見られるように出穂の進捗は平年、50年より遅れた。

第1表 時期別田植の進捗状況

(1) 郡別田植進捗状況(昭和51年)

(%)

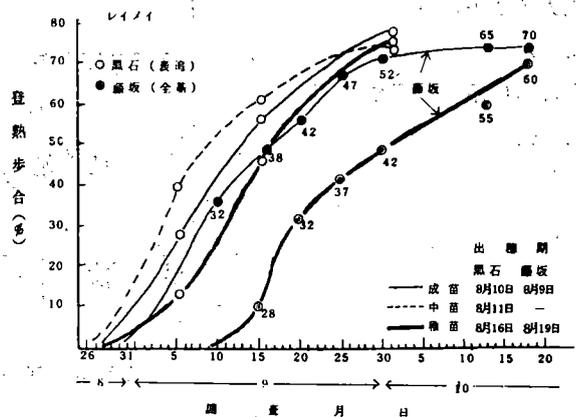
郡別	作付面積ha	月日					
		5月10日	5月15日	5月20日	5月25日	5月31日	6月5日
東 青	7,327	1.0	13.8	50.3	82.5	97.0	100
西	12,171	1.0	26.5	59.9	93.5	99.7	100
中 弘	6,121	0.2	3.3	22.5	58.7	94.6	100
南 黒	10,867	0.1	5.6	52.8	82.6	98.1	100
北 五	14,709	0.2	10.5	55.6	84.3	98.1	100
上 十 三	21,151	4.0	40.0	74.9	89.5	98.6	100
下 む	1,754	0.1	5.9	35.4	74.9	96.9	100
三 八	7,700	2.3	30.4	54.6	89.2	99.6	100
県	81,800	1.6	21.4	57.4	85.0	98.2	100

(5) 稲の開花は不揃いで正常でなかった。

出穂開花期が低温で、開花の最適温である30℃以上の温度の日がなかったので、正常な開花が行なわれず、冷害年特有の満花現象がたびたび見られた。

(6) 登熟の進み方は極めて緩慢であった。

出穂、開花期が不揃いであったのと、その後の気象が低温小照であったため、登熟の進み方は第2図で見られるよう



第2図 黒石、藤坂の登熟歩合の推移

に種苗では極めて登熟が遅れた。

3 病害虫発生の特徴

発生病害のうち、とくに特徴的なものとしては、葉鞘褐変病が全県的に発生し、その中でも東青(22%)上北(20.4%)下北(13.9%)と多かった。また、穂いもちの発生は6,103haに見られ、平年の4,848ha, 50年の1,951haより多かった。

4、冷害の特徴

(1) 被害地域

被害地域は全県にまたがるが、県内67市町村のうち2町村が平年作で他はいずれも平年作以下であった。このうち、作況指数70以下の町村は10市町村が数えられ、その殆んどが下北郡であった。

被害の地域特徴としては、平坦地では遅延型冷害、高冷地では障害型冷害と遅延型冷害の両方を受け、とくに被害の大きい地域としては、太平洋側全域と津軽半島北部、下北半島全域、高冷地で大きかった。

(2) 被害の特徴

①品種と被害 — 品種の如何を問わず出穂期が8月15日以前の水田では比較的被害は軽微であるが、8月20日以降に出穂期に達した水田で被害が目立ち、8月25日以降に出穂期に達した水田では皆無作もしくはそれに近い被害を受けている。被害のとくに目立った品種をあげるとすれば、冷害激基地帯ではシモキタを作付しているのでシモキタの被害がとくに目立った。

②苗の種類と被害 — 成苗→中苗→稚苗の順に生育が遅れ被害が大きかった。

③田植時期と被害 — 機械移植では5月22～23日以降に移植された水田で出穂遅延が見られた。成苗手植では6月に入って移植した水田で被害が認められた。高冷地(黒石市厚目内標高350m)では同一移植日でも、成苗手植と中苗機械植では成苗手植で被害が少なかった。

④出穂期と被害 — 8月15日以降に出穂したものに被害が認められ、8月20日出穂で登熟不良が目立ち、8月25日以降に出穂したものは皆無作かそれに近い被害であった。

⑤施肥と被害 — 施肥総量の多い水田ほど生育遅延が目立った。また、基肥量が多く、追肥量(穂首分化期頃の深層追肥、幼形期頃の表層追肥とも)の多い水田で登熟が遅延し、登熟障害が大きかった。

⑥水管理と被害 — 掛け流し水田で被害が大きく、とくに高冷地や山間地の水田では皆無作かそれに近い被害を受けた。全県の傾向としては、水管理の精粗によって被害が明らかであった。

⑦品質への影響 — 昭和28・29年の冷害年より5等米が多く、規格外米は少なかった。

5 冷害を助長したと思われる原因

県内の6地区農業改良普及所管内を対象とした調査によると、51年冷害を助長した要因としては次の事項が指摘された。

(1) 異常低温による受精、登熟障害

(2) 栽培上の問題点

① 機械移植 — 機械操作を始めとした技術の未熟。田植時期が適期より遅れた。苗の素質が全般に不良であった。

② 多肥栽培の水田が多かった。とくに梅雨明け後の追肥が登熟を不良にした。

- ③ 品種導入の誤りが認められた。
 - ④ 地力低下 — 堆肥の施用減少と土壌改良資材の施用量の不足が指摘される。
 - ⑤ 病害虫防除の体制が共同防除体制がくずれ弱体化の傾向にある。
 - ⑥ 水管理が粗雑で掛け流しが多かった。
- (3) 農家の気のゆるみ — 不順天候年でも平年以上の作況を得てきているので、冷害に対するあまさが認められ、全般的に気のゆるみがあった。

6 今年の冷害で技術指導面での成果と問題点

(1) 成果の認められた事項

- ① 機械移植栽培の普及と相まって、稚苗より中苗の作付を指導し、大巾な普及を見た。
- ② 耐冷性の強いレイメイ、アキヒカリの作付が増加した。
- ③ 田植時期が早まり適期に移植した水田が多かった。また、出穂後の水管理（落水時期の延長）を徹底させた。
- ④ いもち病等の主要病害虫の防除を徹底させた。
- ⑤ 後期登熟の推進を図るため、刈取り時期を延長させた。

(2) 問題点

- ① 機械移植栽培の普及に伴って、作作品種の選定を慎重に行う必要がある。
- ② まだかなり多肥化の傾向（とくにチッソ質肥料）にあり、減肥を図るとともに地力低下の防止を図る。
- ③ 苗素質の低下が目立ち、健苗育苗法と育苗時の障害要因の排除が必要である。
- ④ やませ地帯及び高冷地帯の作作品種の検討と極早生品種の育成が必要である。
- ⑤ 低温年に発生の見られる特殊病害の発生要因の解明と防除技術の確立。

7 今後検討を要する技術的対策

- (1) 機械移植栽培向き早熟多収良質品種の育成
- (2) 健苗育苗技術の早期確立と成苗機械移植栽培技術の検討
- (3) 有機質肥料及び土壌改良資材の施用による地力増強と施肥の合理化
- (4) 土地基盤の整備による栽培管理の合理化
- (5) 低温性病害虫の発生予察及び省力適確防除法の確立

宮城県における冷害気象と減収要因

千葉文一

(宮城県農業センター)

1 昭和51年冷害の減収要因

昭和51年の冷害で宮城県の水稲平均単収は 433 kgで作況指数90の不良となった。単収が 440 kgを下廻ったのは昭和41年以来10年ぶりであった。この減収要因は次の二つがあげられる。

1) 出穂遅延による登熟不良 : 収量構成要素を見ると有効穂数, 全もみ数は平年並であったが, 登熟歩合は62%で平年比92%, 千粒収量は 14.4grで平年比93%であった。(作況試験による)

2) いもち病の多発 : 葉いもちの発生面積は平年比 143%, 穂いもちの発生面積は平年比 235%の多発生となり, 穂いもちは昭和49年を発生面積・被害面積とも上廻り, 最近20か年で最多発生となった。

2 冷害の気象要因と稲生育への影響

1) 田植時期から7月末までの気象 : この期間中にもしばしば低温の時期があり, 気温は全体的に低めに経過し, とくに育苗後期から田植初期の 5月1半旬には最高気温が平年より 5~8℃低い異常低温となり, 苗生育障害(特に中苗)や早植えでは活着不良などの影響があった, また7月中旬後半の異常低温で一部に障害不稔の発生を見たところもあった。しかし, 全般的に降雨が少なく, 日照は平年よりやや多めに経過したため, 稲生育の遅れはほとんど見られず, ほゞ順調に経過した。

2) 出穂期から登熟期の気象 : 8月に入ると夏型の天候は急にくずれ, 低温・寡照・多雨の不順天候となり, とくに8月2~10日, 14~17日の異常低温・寡照が著しく, これが出穂, 開花に大きく影響し, 図-1で見られるように県下全般に出穂は前年(昭50:平年並)に比らべ7~10日遅く, とくに県西部山間, 山沿い地域と北部海岸地域

での出穂遅れが著しく, また開花の乱れも大きかった。この不順天候はさらに9月上旬まで続き, 登熟は著しくおくれ, とくに山間冷水地帯では障害不稔の多発さらに青立ちの水田も多くなった。県内各地の出穂後40日間の積算気温と日照時間を出穂期別に見ると表の通りで, 出穂安全限界の 800℃以上であったのは, 県南の角田が8月25日頃までであったほかは, 各地とも8月15~20日頃までであった。出穂がこれより遅れ, 20日以降の出穂では, 県南の角田を除く各地とも 800℃以下と

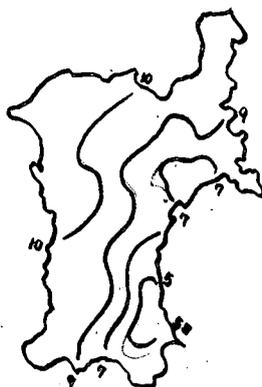


図-1 出穂期の遅れ日数(昭51)

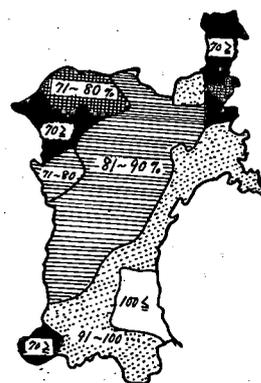


図-2 水稲収量平年比(昭51)

なり, 西部山間, 山沿いおよび北部海岸地方では8月25日頃に出穂したものは, 登熟障害が著しくなる 760℃以下となっている。このように本年は出穂の遅れた稲ほど登熟気温が不足して障害を強く受けている。このため, 県内の収量分布を見ると図-2の通りで, 出穂期の遅れ日数が大きい地域ほど減収が著しくなっている。

表1 県内各地の出穂期別、出穂後40日間の積算気温、日照(昭51)

地点 出穂期	仙台 (15 m)	古川 (23 m)	角田 (12 m)	築館 (38 m)	本吉 (40 m)	関 (350 m)	宮崎 (87 m)	川渡 (200 m)	日 照	
	仙 台	古 川								
8月5日 (平 年)	834 (925)	845 (935)	889 (960)	849 (944)	822 (919)	819 (901)	844 (922)	821 (871)	131 65%	177 68%
10	825 (903)	831 (906)	879 (931)	839 (915)	808 (894)	808 (871)	899 (894)	805 (843)	163 83%	203 82%
15	806 (874)	813 (873)	857 (898)	820 (882)	791 (863)	790 (836)	813 (861)	787 (807)	164 86%	209 86%
20	787 (839)	789 (837)	837 (863)	784 (846)	773 (847)	760 (800)	790 (826)	765 (769)	174 94%	224 93%
25	760 (802)	758 (795)	799 (822)	752 (803)	734 (790)	717 (758)	762 (785)	732 (729)	180 99%	229 95%
30	740 (766)	734 (751)	775 (779)	744 (745)	715 (748)	690 (714)	738 (741)	710 (687)	187 106%	234 99%

注) 積算気温:平均気温(℃);日照:仙台ジョルダン・古川バイメタル
地点()内は標高

3 いもち病の多発と気象

葉いもちと穂いもちの発生分布は図-3の通りである。葉いもちは県北地方では平年より多かったが、県南では平年より少なかった。葉いもち発生時期である梅雨期は、低温であったが、降雨が少なく、日照は平年より多めに経過したため、葉いもちの発生は抑制され、7月中旬までの葉いもち発生面積は県全体で平年比43%と少なかった。

しかし8月に入ってから不順天候で稲生育の遅れとも関連し、葉いもちの進展は出穂期に至ってもなお続き、それが県北地方で著しく、最終発生面積では平年より多くなった。この葉いもち後期進展と出穂期の不順天候で穂いもちえの移行が容易に行われた。出穂後も引続いた異常低温は一時穂いもちの発現を抑制したが、9月中旬以降は気温が平年並にもどり、病徴発現適温となった。これが稲生育の遅れと重なり、病盛は急に進展した。しかも、この間には断

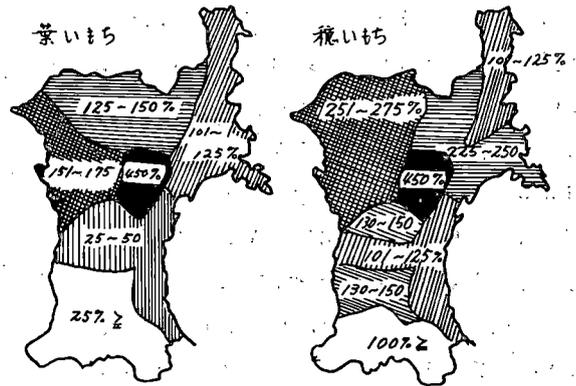


図-3 いもち病発生分布(対平年発生面積比)昭51

続的に多雨の日があり、適期防除作業に大きな支障となり、また散布後の多雨は防除効果を著しく低下させた。このため、葉いもちでは平年より少なかった県南部でも穂いもちは平年並からやよ多めの発生となり、県北部の穂いもち発生面積は平年の200~400%の多発となった。

支 部 記 事

支部会、全国大会について

◎ 昭和51年度総会並びに研究発表会

昭和51年10月25～26日の両日、宮城県古川市において開催しました。25日は研究発表会と昭和51年の冷害気象と水稲生育についてのシンポジウムを行ない、翌26日は支部総会と現地見学会（古川農試根古施設野菜団地、野菜低温倉庫など）を行ない、大変有意義で、盛会裡に終ることができました。開催にあたり準備、研究発表会ならびに現地見学会など万端のお世話をして下さいました、古川農試、宮城県農業センターはじめ多くの関係機関各位に厚くお礼を申し上げます。

◎ 昭和52年度日本農業気象学会全国大会

昭和52年6月11日～13日盛岡市岩手大学農学部を中心に開催し、全国から多数の会員の参加をえまして、発表課題数も63の多きにのぼり、盛会裡に終ることができました。

また、公開シンポジウム「51年水稲冷害と今後の対策技術」には、51年が東北地方は22年ぶりの冷害を受けたこともあって、大きな反響を呼び、農業従事者、普及員、行政担当者、研究者、農業諸団体関係者の300人近い人々の参加があり会場に入れたい人がでるほどの盛況で、また地元新聞では大々的に報道されました。したがって、シンポジウムを開催した目的は十分に果たしたと思います。

また、当日の内容を「水稲冷害の対策技術」として印刷し記録にとどめました。

東北地方ではじめての全国大会でしたが、支部会員の絶大なご協力と岩手県当局をはじめとして東北各県および農業諸団体、多くの会社などのご協力、ご支援によりまして大成功裡に終ることができました。ここにあらためて関係各位に対し厚くお礼を申し上げます。

◎ 昭和52年度支部総会並びに研究発表会の開催について

今年度は開催地を福島県にお願いし、福島県農業試験場のご厚意により次の通り開催することができました。

52年11月21日（月）13.00～22日（火）12.00までの日程で研究発表会、総会並びに特別講演を福島県郡山市熱海町5番浅香荘にて行ないました。

研究発表は15課題あり51年の冷害の関係で冷害に関する発表が半数程度ありました。

特別講演は、福島県園芸試験場長原田良平氏が「福島県の園芸作物とくに果樹における農業気象的問題（気象災害）」について、東北農業試験場長坪井八十二氏が「地域的な気候の違いと農業生産」について講演され大変有意義なものでした。

人事移動について

◎ 東北支部長をおねがいでいました、東北農業試験場長坪井八十二氏は52・53年度の日本農業気象学会長に選出されました。

会長就任にともない支部長ご辞退の申し出がありましたので、後任支部長の選出を行ない、新支部長には宮城県古川農業試験場長の宮本硬一氏が選出されました。

◎ 宮本硬一氏の支部長就任にともない、後任の本部評議員の選出が必要となり、11月22日の総会にて青森県農業試験場の小野清治氏が満場一致で推挙されました。

◎ 48年以降2期4年間東北支部長として本会の発展にご尽力下さいました山中罔利氏は秋田地方気象台長を最後に気象庁をご退官され、現在気象協会研究所にお務めです。今後のご健勝をお祈り申し上げます。

◎ 昭和43年以来支部評議員としてまた事務局を担当され、支部発展に多大のご尽力をされました藤原忠氏（東北農業試験場）が52年3月1日付けで北海道農業試験場に転出されました。

長い間のご苦勞に対し深く感謝するとともに今後のご多幸をお祈り申し上げます。

◎ 藤原忠氏の後任として谷口利策氏（九州農業試験畑作部）が52年4月1日付けで発令されました。今後事務局を担当することになりますが、何卒よろしく願い申し上げます。また同氏は会長付本部幹事としてご活躍なうことになっています。

総会にて了承された事項 （昭和52年11月22日 郡山市熱海町）

- 小野清治氏の本部評議員の推挙
- 山中前支部長と藤原氏に感謝状と記念品を贈呈すること
- 支部会の52・53年度の役員、顧問
- 53年度の大会は岩手県にて行なうこと
- 各県選出評議員定数改正の申し合せ事項

各県より選出する評議員の定数は当該県の会員数による、会員数が20名までは2名とし20名をこえ10名増すごとに1名を増加する、ただし1県当たり7名を限度とする。

○ なお福島県の会員は、7月の評議員選出の時は17名で1名の選出になっていましたが今回入会者が10名あり27名となりました、したがって前記の申し合せ事項にかかわらず後1名選出できることとなりました。福島県の会員内で選出していただくことになりました。

○ 支部会費は53年度までは現行の1,000円で何とか運営をし、54年度には値上げ（50%程度か）する予定であること。

○ 東北の農業気象の投稿論文の中で規定頁数（4頁）を超過したものについては第23号より実費を負担していただくこと。

○ 支部会友（仮称）推せん、交流の件

長年にわたり農業気象観測を行なったり、あるいは農業気象的な考えを農業生産現場に導入して効果をあげている人達が東北支部管内にも在住している。この人達と会員が機会あるごとに交流を深めることは農業気象研究を進める上からもまた研究の実用化をより高める上からも大変有効で意義ある

ものと思われる。

そこで前述したような人に会友（仮称）になっていただき会員との交流をはかる機会をもつように努める。

趣旨は良いので各県で適当と思われる人を推挙してもらい、交流の機会をもつように努めて行くことについて了解された。

支部会費その他

◎ 支部運営は会員からの会費で運営されています。会費および別刷代の納入は同封の振替用紙でできるだけ早く納入下さいますようお願い申し上げます。

◎ 支部会報第22号の発刊が大変おそくなりご迷惑をおかけしましたお詫び申します。

◎ シンポジウム紀事「水稲冷害の対策技術」の残部がありますのでご希望の方は事務局（盛岡市下厨川赤平4，東北農試農業気象研究室）へお申込み下さい。（1部1,000円〒120円）

昭和51年度 会計決算報告

取 入			支 出		
項 目	予 算	決 算	項 目	予 算	決 算
前 期 繰 越	193 円	193 円	通 信 費	20,000 円	23,420 円
個人会員会費	164,000	159,000	振 替 費	1,000	740
賛助会員会費	60,000	50,000	事 務 費	2,000	1,500
雑 収	25,000	30,000	旅 費	23,000	18,000
			印 刷 費	180,000	161,700
			会 議 費	20,000	20,000
			雑 費	2,000	8,500
			予 備 費	1,193	3,500
合 計	249,193	239,193	合 計	249,193	237,360

昭和52年度 会計予算

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	1,833 円	通信費	25,000 円
個人会員会費	180,000	振替費	1,500
賛助会員会費	60,000	事務費	2,000
雑 収	30,000	旅 費	25,000
		印刷費	190,000
		会議費	20,000
		雑 費	6,500
		予備費	1,833
合 計	271,833	合 計	271,833

昭和53年度 会計予算(案)

収 入		支 出	
項 目	予 算	項 目	予 算
前期繰越	0 円	通信費	25,000 円
個人会員会費	180,000	振替費	1,500
賛助会員会費	60,000	事務費	2,000
雑 収	40,000	旅 費	8,000
		印刷費	240,000
		会議費	15,000
		雑 費	3,500
		予備費	0
合 計	280,000	合 計	280,000

賛 助 会 員 名 簿

会 員 名	住 所	主たる事業
東北電力株式会社	仙台市東二番町70	電力の開発, 販売
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
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
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
美和電気工業株式会社	仙台市一番町一丁目4-14	計測機器販売
八戸科学社	八戸市内丸14	理化学器機械販売
(株) 旭商会仙台店	仙台市上杉一丁目9-38	計測機器販売

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・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 盛岡市夕顔瀬町22-28	☎(0196)51-9000
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 いわきし檀田町南町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22号

昭和52年11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 盛岡市中央通一丁目13番
(株)阿部謄写堂

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

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 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3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 1,000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。

論 文

1. 牛舎床部の温度環境に及ぼす布基礎部に埋設した断熱材の効果 … 高橋英紀・小山司郎… 1
2. ダイズ収量の地域性に関する農業気候学的研究 … 岩切 敏… 5
3. 野外における農薬の拡散とその蚕におよぼす影響 … 早川誠而・坂上 務
元田雄四郎・西昇一郎… 11
4. 乱流輸送量変動のスペクトル … 井上栄一・真木太一… 63
5. 植物の水分状態とその制御に関する研究 (1) 水分状態の測定について … 長野敏英・島地英夫… 67
6. 植物生長の電算機制御Ⅱ
キュウリ植物の生理(英文)
…………… 高倉 直・大原源二…107
7. Growth chamber内の微気候(6)
ビニールハウス内の散乱放射環境
…………… 内嶋善兵衛・井上君夫・木村 進…117
8. Growth chamber内の微気候(7)
ビニールハウス内の散乱放射の角度分布
…………… 内嶋善兵衛・井上君夫・稲山光男…127
9. イネの葉面境界層における水蒸気輸送 (1) 層流気流中、葉形湿面の場合
…………… 長谷場徹也・伊藤代次郎…137
10. 根雪終日の一推定法 ……………… 桜谷哲夫…171
11. ほろ型プラスチックハウスにおける日射量解析 ……………… 岸田恭允・園山康正…177
12. C₃植物とC₄植物に関する農業気候学的研究 (2) 生長と光合成におよぼす湛水の影響 ……………… 長谷川史郎・奥田明男…185

要 報

1. 日平均気温10℃以上の連続日数の再現期間 ……………… 内嶋善兵衛… 19
2. 自動切換装置を付加したジョルダン日照計による数日間の連続観測
…………… 岸田恭允・佐藤正一… 23
3. 気候変動と世界ダイナミクス … 高倉 直… 73
4. サツマイモ栽培における交互ぎしの提案
…………… 土佐善甫… 79
5. 甘藷の節挿し密植栽培について
…………… 矢吹万寿・上和田 勉… 83
6. 作物霜害の機構についての提言 … 田沢 博…145

7. 寒冷気象年の水田水温に関する研究
大正2年の札幌の水田水温の推定
…………… 石黒忠之…191
8. 渥美半島における小気候学的調査(1)
…………… 大和田道雄・串岡陽一郎…195
9. 温州ミカン樹の乾燥過程及び乾燥後のかん水による蒸散速度、葉内水蒸気拡散抵抗と葉の水ポテンシャルの推移
…………… 間苧谷 徹・町田 裕…203

学会賞受賞記念講演要旨

1. 蒸散現象に関する解析的研究 … 長谷場徹也… 27
2. 農耕地の融雪促進の実用化に関する研究
…………… 大沼匡之… 33

資 料

1. 電算機を利用した植物成長の最適化制御
…………… 古在豊樹… 41
2. Venlo型温室の構造について …… 立花一雄…149
3. 土-植物-大気系における物質とエネルギーの流れに対する一つのアプローチ
…………… 高見晋一…209

海外研究紹介

1. アメリカ農業気象寸描 ……………… 谷 信輝… 87
2. オランダにおけるコンピュータ制御温室
…………… 古在豊樹… 93
3. カリフォルニアの送風防霜法 …… 上村賢治…155

国際会議報告

1. 農学・生物学におけるシミュレーションモデルの評価に関するワークショップに出席して ……………… 堀江 武…161
2. いくつかの国際会議に参加して … 福島要一…165

研究集会報告

- 「作物気象に関する研究集会」の最終報告
…………… 坪井八十二… 51

お 知 ら せ

- 抄 録 ………………18, 82, 126
書 評 ……………… 22, 32, 50, 56, 61, 66, 72, 116, 202
本会記事 ……………… 55, 99, 126
会員移動 ……………… 57, 103, 148, 217
賛助会員名簿 ……………… 59, 86, 105, 154, 160, 219