

II 水稻生育に関する技術的解析

1. 北見農業試験場

(1) 作況圖における生育・収量

表II-1に北見農業試験場で観察された冷害の様々な症状と生育時期別の作況を示した。各年次における減収の要因について検討すると、次のようになる。

昭和55年は、穂孕期から出穂・開花期以降作況が悪化している。穂の「出すくみ」、花粉の飛散不良など不稔発生の直接の原因となる症状が明瞭に現われている。これらの症状は、穂孕期のみの低温によっても起こるが、昭和55年の場合は、主として出穂・開花期の低温によるものである。出穂の遅延ならびに登熟初期の低温による登熟遅延も著しかったが、最終的には各品種とも成熟期に達し、千粒重の低下は比較的小さかった。したがって、昭和55年の減収の主因は、開花期の低温による不稔である。

表II-1 冷害の主な症状ならびに作況

生育時期	昭和55年		昭和56年		昭和57年		昭和58年	
	症状	作況	症状	作況	症状	作況	症状	作況
育苗期		やや不良 (6.20)		平年並 (6.20)			5月6日および18日の 降霖により第2、第3 葉の先端部が枯死。苗 葉はやや不良。	不良 (6.20)
活着期		平年並 (6.20)	活着抑制。	不良 (6.20)		平年並 (6.20)	活着が著しく抑制さ れ。枯死個体が多発。	不良 (6.20)
分けつ期		平年並 やや不良 (7.20)	分けつ発生の遅延。 出穂の停滞。	不良 (7.20)		平年並 (7.20)	分けつ発生の著しい遅延。 出穂の停滞。7月上旬 の急激な昇温により葉 色が濃緑化。	不良 (7.20)
幼穂形成期		平年並 やや不良 (7.20)	幼穂形成期は平年に比 べて7-14日遅延。低 位位からの分けつ停 止。	不良 (7.20)		やや良 (7.20)	幼穂形成期は平年に比 べて約25日遅延。	不良 (8.20)
穂孕期	短穂多げつ型の生育。 晩生種で幼穂形成期か ら出穂期迄の日数が長 くなった。粟粒から穂 の抽出抑制。穂揃不良。 葉病発生多発。開花 抑制。花粉の充実、飛 散不良。	不良 (8.20)	主穂葉数は平年に比 べて0.5-1.0枚増。高 位位からの選発分けつ 多発。	やや良 (8.20)	晩生種に穂孕期低温に よる不稔の発生が予想 された。	平年並 (8.20)	高位位からの選発分け つが多発。主穂葉数は 平年よりも0.5-1.5枚 増。茎数は0-10%増。	不良 (8.20)
出穂・開花期		不良 (8.20)	出穂期は平年に比 べて3-7日遅延。頂部 花の退化が目立った。 穂数は平年の60-80 %。	やや不良 (8.20)	晩生種において出穂期 が平年に比べて1-2 日遅延。	平年並 (8.20)	出穂期は平年に比 べて20-24日遅延。穂揃 不良。	不良 (9.20)
登熟期	出穂・開花期低温に よる不稔が多発。登熟 遅延。	不良 (9.20)	登熟遅延。とくに選 発分けつの登熟遅延が めだった。	やや不良 (9.20)	晩生種に穂孕期低温に よる不稔が認められ た。	やや不良 (9.20)	登熟が著しく遅延。10 月6日、7日の降霖に よる葉身が白化した。登 熟停止。未熟粒多発。	不良 (10.20)
成熟期	平年に比べて3-9日 遅れて成熟期に達し た。 穂数：0-10%増 1穂数：0-20%減 総穂数：きよかぜは20 %減。またこがねは10 %増。おんねもちは平 年並。 総実歩合：35-60% 減。 千粒重：0-5%減。 収量：35-65%減。 検査等級：着色粒混入 により全品種規格外。	不良 (10.20) 不良 (11.20)	平年に比べて約10日遅 れて成熟期に達した。 穂数：20-40%減 1穂数：0-40%増 総穂数：0-20%減 総実歩合：10-20%増 収量：10-30%増 検査等級：全品種2等	平年並 (10.20) 良 (11.20)	成熟期は平年並かやや 早かった。 穂数：20-70%増 1穂数：早生種では 10%減。晩生種では15 %増 総穂数：10-90%増 総実歩合：0-50%減 千粒重：北育65号は10 %減。他は平年並。 収量：北育65号は60% 減。他は10%増 検査等級：2-3等	やや不良 (10.20) やや不良 (11.20)	どの品種も成熟期に達 せず。 穂数：北育65号は10% 増。他は10-30%減 1穂数：10-30%増 総穂数：0-40%増 総実歩合：北育65号は 15%増。他は10-20% 減 千粒重：10-20%減 収量：85-90%減 検査等級：登熟不足の ため全品種規格外	不良 (11.20)

(注) 調査管内作況指数：55年：13、56年：94、57年：81、58年：10

()：作況報告の月日

昭和56年は、移植直後から幼穂形成期までの本田初期の作況が不良であった。その後、次第に作況は回復し、北見農業試験場の作況圃においては、最終的には“良”になった。しかし、網走管内のほとんどの地域では本田初期の生育不良がその後も回復せず、結局、穂数減あるいは総穂数の減少によって減収となった。したがって、網走管内の作況は“不良”であった。

昭和57年は、出穂期までは外観的には冷害の症状はほとんどなく、登熟期になって初めて晩生種に不稔が確認され、作況が悪化した。しかし、それは穂孕期低温によるものであり、穂孕期の段階ですでに発生がある程度予想されていたものである。被害は冷害危険期が低温と合致した北育65号に集中した。成熟期は平年並かやや早く、したがって登熟の異状はほとんど認められなかった。昭和57年の減収の主因は、穂孕期低温による不稔である。

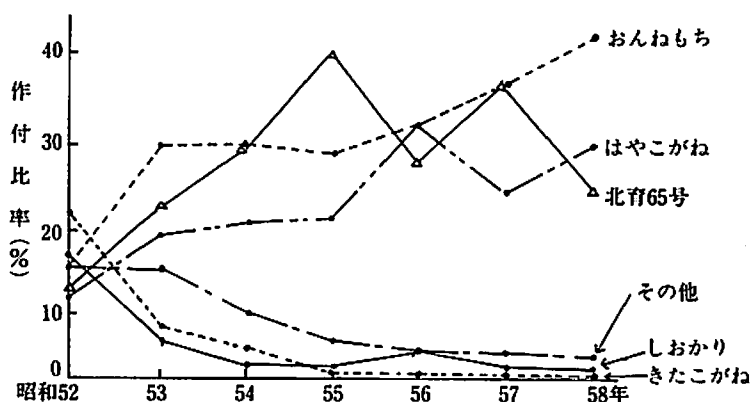
昭和58年の作況は、終始不良であった。活着期から分けつ期にかけての低温により活着が著しく遅延し、分けつ発生も遅延した。このような症状は毎年各地で認められるものであるが、昭和58年のように移植後1ヶ月以上も分けつが全く発生せず、枯死個体が多発するようなことはこれまでの冷害調査でもあまり例はない。その結果、幼穂形成期が著しく遅延し、出穂期も大幅に遅れた。昭和58年における作況指数の著しい低下は、出穂期の大幅な遅延による登熟不良が原因であった。

以上、4ヶ年の作況指数低下の主要因について検討を行ったが、昭和58年は冷害に対する認識を深める上で特に重要である。穂孕期低温による不稔は、昭和57年にもみられたように今日でも網走管内において最も重視すべき冷害である。しかし、その他の時期の冷害でも症状が重ければいつでも大不作の原因になり得るのであり、網走管内の稲作安定化のためには、どの時期の冷害にも対処できる総合的な技術の組み立てが必要である。

(2) 品種および栽培条件と生育

1) 品種

図II-1に網走管内における昭和52年以降の品種の変遷を示した。この図で明らかなように昭和55年以降は作付面積の90%以上が北見農業試験場育成のはやこがね、北育65号およびおんねもちの3品種（系統）で占められている。したがって、これらの3品種の冷害防止効果について述べる。



図II-1 網走管内における作付品種の変遷

ア. はやこがね

本品種は昭和52年に奨励品種に決定されたものであり、現在、網走、十勝、上川北部など北限の稲作地帯において主力品種となっている。その成果は昭和55年からの連続冷害によって明確に示された。

表II-2および表II-3に北見農業試験場ならびに端野町の奨励圃における昭和52年以降の

表II-2 北見農業試験場奨励圃における収量の品種間差異

品 種	年 次							平均	標準 偏差	変異 係数	豊作年(52-53)		冷害年(55-58)	
	52	53	54	55	56	57	58				平均	同左比	平均	同左比
はこがね	(57.0)	(48.4)	(30.0)	37.1	50.3	51.5	6.3	40.1	17.5	43.6	52.7	100	36.3	100
北育65号				24.5	45.9	14.5	2.9						22.0	61
おんねもち	(43.7)	(53.7)	(22.9)	(17.1)	51.6	44.8	3.0	33.8	19.5	57.7	48.7	92	29.1	80
しおかり	(40.7)	(49.5)	(29.9)	18.3	47.2	21.4	4.2	30.2	16.7	55.3	45.1	86	22.8	63
農林20号	(36.6)	(52.3)	(20.7)	(10.8)	47.0	29.0	3.5	28.6	18.1	63.3	44.5	84	22.6	62

注) 中苗、標記区のデータを示した。kg/a。
()は作況圃の中苗のデータを示した。kg/a。

表II-3 端野町奨励圃における収量の品種間差異

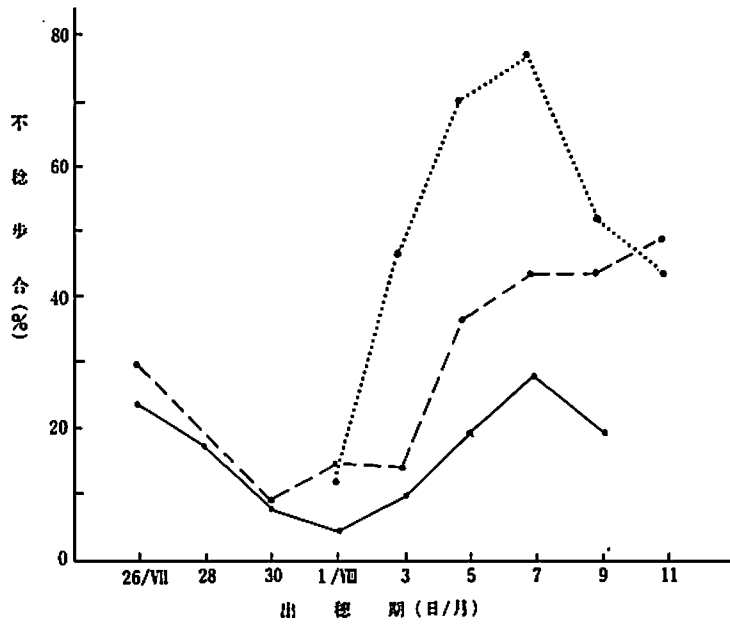
品 種	年 次							平均	標準 偏差	変異 係数	豊作年(52-53)		冷害年(55-58)	
	52	53	54	55	56	57	58				平均	同左比	平均	同左比
はやこがね	49.1	54.3	58.2	31.6	48.1	55.0	20.1	45.2	14.1	31.2	53.9	100	38.7	100
北育65号	50.4	61.6	59.4	11.2	45.0	14.6	12.5	36.4	22.8	62.6	57.1	106	20.8	54
おんねもち	56.7	56.2	56.5	23.0	42.5	50.0	15.1	42.9	17.2	40.1	56.5	105	32.7	84
しおかり	51.8	57.2	56.3	9.9	40.4	23.7	9.0	35.5	21.2	59.7	55.1	102	20.8	54
農林20号	23.7	58.6	57.2	8.4	36.3	14.5	9.8	29.8	21.4	71.8	46.5	86	17.3	45

注) 中苗、標記区のデータを示した。kg/a。

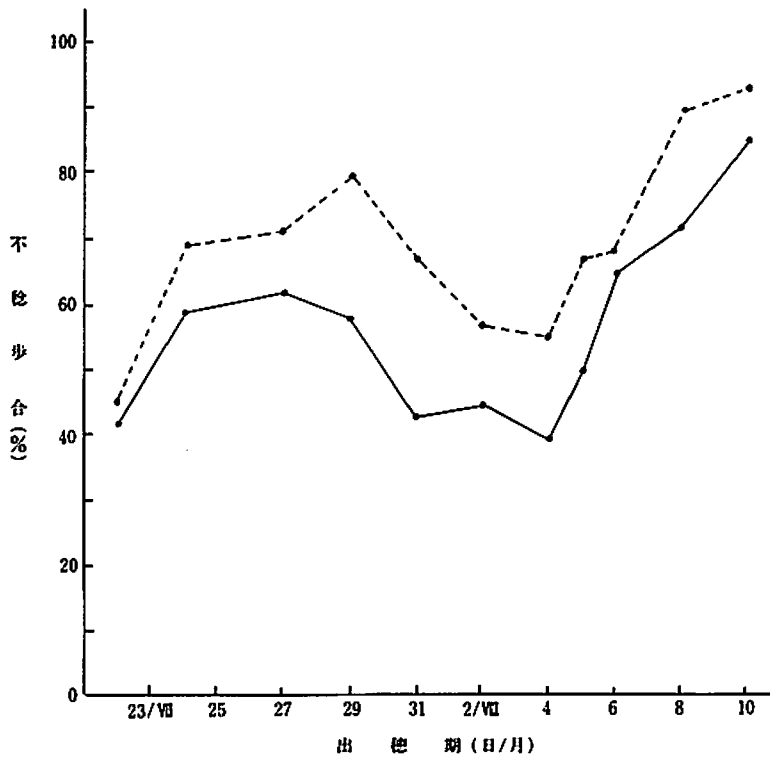
収量を示した。2ヶ所とも7ヶ年の平均収量は、はやこがねが最も高く、変異係数も最小であった。豊作年には端野町におけるように他品種に比べてやや低収になることがあるが、冷害年には他品種に比べて明らかに多収であった。

図II-2は3品種の穂孕期低温による不稔を昭和57年の気象条件下で比較したものである。各品種とも8月7日頃出穂したものが最高不稔歩合を示したが、はやこがねの不稔歩合が最小であった。また、昭和55年の開花期低温による不稔についても、図II-3に示すように、はやこがねが強い抵抗性を示した。昭和55年からの連続冷害において、はやこがねが最も多収であったのは、上述のようなはやこがねの穂孕期ならびに開花期の耐冷性と早熟性によるものであることは疑いない。なお、参考として、昭和51年以前の栽培品種(しおかり、農林20号)の成績も表II-2、表II-3に示した。もし、これらの品種が依然として網走管内で作付されていたとすれば、昭和55年以降4ヶ年の作況は、おそらく実際の50%程度に過ぎなかったであろう。

食味特性が悪いのがはやこがねの最大の弱点であり、この点を改良することが今後の課題で



図II-2 穂孕期低温による不稔の品種間差異 (昭和 57年)
 注) ———: はやこがね, - - - - -: おんねもち,: 北育 65号
 北見農業試験場奨奨決圃(中苗, 標肥区)のデータを示した。



図II-3 開花期低温による不稔の品種間差異 (昭和 55年)
 注) ———: はやこがね, - - - - -: おんねもち,
 北見農業試験場奨奨決圃(中苗, 標肥区)のデータを示した。

ある。

イ. 北育65号

本系統は障害型冷害に対する耐冷性が弱でかつ晩生であるが、食味特性が優れ、且つ多収性であるため、昭和52年以降栽培面積が急増し、昭和55年には網走管内で約4割を占めるに至った。しかし、この年に、北育65号の弱点は大きく露呈した。その結果、昭和56年には一時栽培面積は減少したが、昭和57年には増加して再び集中的に被害を受けた。北育65号の作付は寒冷地稲作の基本から逸脱しており、性急な良質米生産に対する大きな戒めとなった。昭和55年および昭和57年は、いわば「北育65号冷害」と言ったところだろう。今後早急にはやこがね、なしいは新品種キタアケに置き換えていくべきである。

ウ. おんねもち

網走管内ではすでに1市4町がもち米団地の指定を受けており、もち米生産地として位置づけられている。そこで栽培されるもち品種はすべておんねもちである。表II-4に昭和52年以

表II-4 網走管内における出荷玄米の等級別比率（北見農業改良普及所）

等級	52		53		54		55		56		57		58	
	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち
1	27.5	16.9	64.1	33.2	36.0	0	0	0	6.2	0	5.4	0	0	0
2	57.1	51.7	15.5	58.4	48.1	2.4	7.9	0	69.9	1.6	52.0	0	0	0
3	14.0	27.5	3.4	6.7	12.8	27.2	67.1	9.5	16.5	22.2	38.3	5.1	3.0	8.0
等外規格外	1.4	4.0	17.0	1.7	3.3	70.4	25.0	90.5	7.4	76.1	4.2	94.8	97.0	92.0

降各年に出荷されたうるちおよびもち米の等級比率を示した。昭和58年はうるち、もちともほとんどが落等したために両者の差は明確ではないが、昭和54年および冷害年次の昭和55年、56年、57年についてはもち米の落等比率がうるち米に比べて著しく高い。落等の主因は着色米の混入（昭和58年は整粒不足）である。着色米の発生要因は複雑であり、まだ十分に解明されていないが、最近の窒素多施傾向やもみ割れを起しやすいおんねもちの特性が着色米の多発にかなり関与しているものと考えられている。

今後、網走管内においてももち米の安定生産を図るためには、おんねもちよりも熟期がさらに数日早く、割れ割が少なく、且つ耐冷性の一段と高い新品種の導入が必要である。

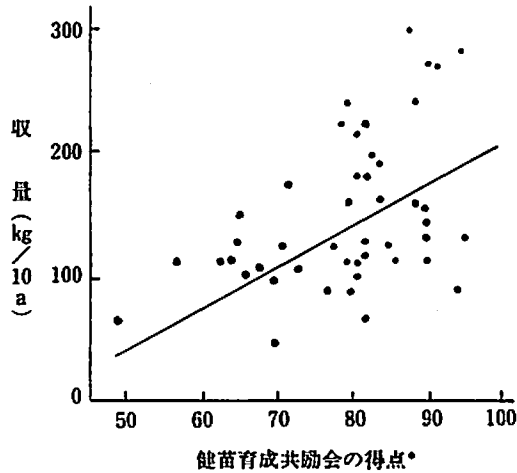
2) 栽培条件

栽培条件と生育との関係については、北見地区農業改良普及所が行った2、3の現地調査のデータに基づいて述べる。

ア. 健苗育成共励会

図II-4に健苗育成共励会の得点と収量との関係を示した。これは昭和55年の訓子府の例であるが、両者の間には明らかに正の相関が認められ、健苗養成の効果が収量にまで及んでいることがわかる。しかし、詳細にみると、健苗であっても増収に結びついていない場合も少なくない。健苗は生育初期の冷害に対して明らかに抵抗性を示すが、これを確実に増収にまで結びつけるためには、耐冷技術の総合的な組み立てが必要であることを示すものである。

機械移植栽培が広く普及するようになってすでに10年が経過しており、育苗技術はかなり向



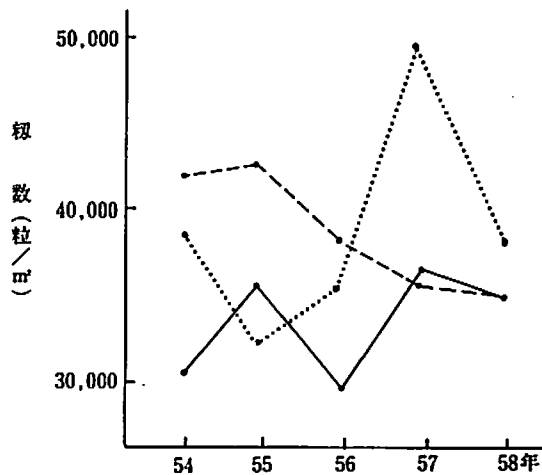
図II-4 健苗育成共励会の得点と収量との関係(北見農業改良普及所)
注) 昭和55年の訓子府町における事例。

*: 草丈, 第1葉鞘長, 葉令の実測値ならびに苗代全体の生育状態を総合評価したもの。100点満点。

上しているが、健苗率は依然として低い。播種密度は苗の健否を左右する最も大きな要因のひとつであるが、実際に調査してみると半数以上の農家が基準播種密度を越えている地区もあり、健苗率の低いことを裏付けている。すでに、技術的には、成苗を機械移植できるまでになっており、この4年連続の冷害を契機として中苗移植から成苗移植への大転換を考えるべきであろう。

イ. m²当たり粒数

昭和54年以来、毎年数十筆の圃場についてm²当たり粒数を調査した結果を図II-5に示す。この図で明らかなように35,000粒を越えている事例が数多くあり、中には50,000粒に達する事例もある。当面の目標収量を10a当たり450±50kgとすると、粒数は多くても35,000粒が限度で



図II-5 農家圃場におけるm²当たり粒数(北見農業改良普及所)
注) —: はやこがね, ----: おんねもち,: 北育65号

あろう。穂数過多の原因は主として窒素多施である。最近、葉色によって稲体の窒素栄養状態がある程度診断できるようになっているので、こうした方法を有効に活用し、窒素の適正施用に努めなければならない。

ウ、良質種子確保のための緊急対策

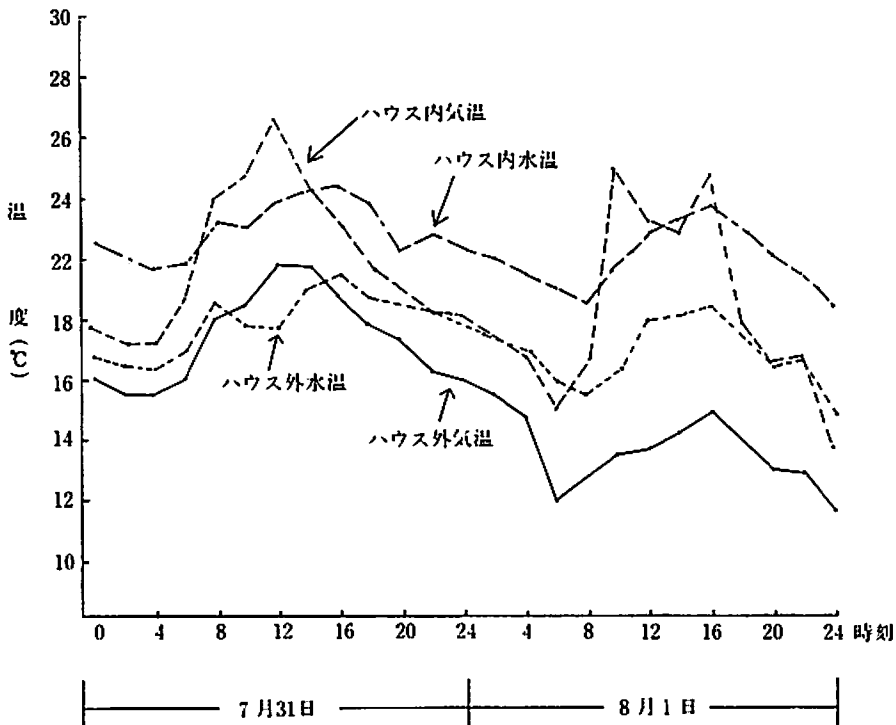
昭和58年の厳しい冷害によって59年度の種子確保が危まれた。そのため、苗代用のビニールハウスを水田に設置し、保温することを図った。出穂の大幅な遅延によって未熟粒の多発がほぼ確定的になった登熟初期（9月4日）に畦際に330㎡のビニールハウスを組み立てた。ビニールは天井部分のみとし、その年の春に使用したものをを用いた。

表II-5に成熟期における生育・収量ならびに玄米の品質を示した。ハウス内の稲はハウス

表II-5 ビニールハウス内外の生育の差異（北見農業改良普及所）

設置場所	区	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	精粒重 (kg/a)	同左 比	粗玄 米重 (kg/a)	同左 比	千粒重 (g)	検査 等級	粒厚分布(%)			
											2.0mm 以上	2.0mm 1.9 1.8	1.9mm 1.8	1.8mm 以下
仁 頃	ハウス外	97.2	16.9	18.6	33.1	100	23.9	100	18.2	㊟	17.5	21.3	20.8	40.5
	ハウス内	93.5	18.8	22.3	49.5	150	38.7	162	19.9	外	44.7	23.2	9.6	22.5
小 泉	ハウス外	71.7	15.0	21.7	36.1	100	25.9	100	19.5	㊟	8.0	14.9	20.5	56.7
	ハウス内	69.6	16.5	15.0	49.3	137	36.6	141	20.6	㊟	34.7	22.4	14.8	28.2

注) 供試品種 仁頃：農林20号、小泉：北育65号



図II-6 ビニールハウス内外の気温および水温（北見農業試験場，昭和58年）

外のものに比べて稈長はやや短かいが、穂長は逆にやや長かった。穂数には一定の傾向が認められなかった。収量は精籾重、粗玄米重ともハウスの方が40～60%増加した。玄米の検査等級はいずれも規格外または等外であったが、粒厚および千粒重はハウス内の方が明らかに大であった。以上のように、本調査に関する限りビニールハウス設置の効果は明らかに認められる。

図II-6は、北見農業試験場の圃場に設置した小型のビニールハウス内外の気温、水温を示したものである。ハウス設置によって気温、水温ともに高まっている。昭和58年の場合、ハウス内の気温の上昇が登熟の促進に結びついたものと考えられる。しかし、場合によっては、表II-6に示すようにハウス設置によって相対照度が低下し、逆に登熟が抑制される可能性も

表II-6 ビニールハウス内の相対照度（北見農業試験場，昭和58年）

測定日	天 気	日 照 時 間	日 射 量 (Cal/cm ² /日)	相 対 照 度 (%)
7月25日	曇（曇量10）	5.5	303.7	83.0
8月8日	晴（曇量6）	6.3	333.0	80.4

注）ハウスは7月21日に新ビニールを使用してつくった。

相対照度は、ハウス外の照度を100とした時のハウス内の相対値。両日とも、

午前11時～正午の間に曇っている時に測定した。

日射量は、1日当りの積算日射量。北見農試本場での値。

曇量、日照時数は、北見農試気象概覧による。

ある。したがって、良質種子確保緊急対策としてのビニールハウス設置については、被覆資材の質、被覆期間、被覆開始の時期などについて今後さらに検討する必要があるだろう。また、冷害年次における良質種子の確保は、全道的にも重要な課題であり、単に、緊急対策にとどまらず、もっと長期的な展望に立った恒久的な対策を検討することも必要である。

(3) 要 約

(1) 昭和55年から昭和58年までの各年次における作況指数低下の主要因について検討した。昭和55年は開花期低温による不稔であった。昭和56年は本田初期低温による穂数、または、総籾数の減少であった。昭和57年は穂孕期低温による不稔であった。昭和58年は出穂遅延（本田初期低温による）による登熟不良であった。

昭和57年の作況指数低下の主因となった穂孕期低温による不稔は、網走管内において最も主要な冷害であるが、その他の時期の冷害でも症状が重ければいつでも大不作の原因になりうる。

(2) はやこがねが冷害軽減に大きな効果を示した。はやこがねの耐冷性と北育65号の良食味ならびに多収性を兼ねそなえた新品種を育成することが今後の課題である。

もち米については、着色米の混入による落等が目立った。着色米の発生を助長する要因として、最近の窒素多施傾向やおんねもちにおいて割れ籾が多いことなどがこれまでの現地調査によって指摘された。おんねもちよりも熟期がさらに数日早く、耐病性、耐冷性の一段と高い新品種の開発が急務である。

(3) 健苗育成共励会の得点は収量と正の相関を示した。しかし、実際には健苗率はまだまだ低い。この4年連続の冷害を契機として、中苗よりもさらに健全な成苗移植への転換を進める必要がある。

良質種子確保のための緊急対策として、育苗用のビニールハウスを水田に設置した。ビニールハウス設置の効果は、昭和58年のような条件下においては明らかに認められた。しかし、冷害年次の良質種子確保については、もっと長期的な展望に立った恒久的な対策を検討する必要がある。

(天野高久)

2. 上川農業試験場

(1) 作況圃における生育、収量

作況圃では、育苗管理の違いによる苗素質の差、および、本田施肥量の多用で一般試験圃とは、やや異なる生育収量を示した。

1) 生育経過

55年：苗素質は、育苗前半の不順天候を直接受けて平年に劣った。そのため、本田生育は6月上旬までの好天候にもかかわらず低節位の分けつが抑制され、さらに6月中旬の天候悪化と相俟って、初期生育は平年に劣った。しかし、6月下旬の好天候でようやく茎数が急増して、7月初旬には平年を凌駕する茎数に達した。加えて7月前半の夜の高温、昼の寡照は引続き分けつを促し、有効茎歩合を高めて穂数増加をもたらす要因になった。

穎花分化後期からは長期の低温期に入った。このため、出穂までの日数がここで2～3日遅れた。また、出穂開花期間は、穂数が多いこともあって長い日数を要した。しかし、穂孕期の

表II-7 本田生育調査表

年 次 項 目	55		56		57		58	
	本 年	平 年	本 年	平 年	本 年	平 年	本 年	平 年
幼穂形成期(月日)	6.26	6.27	7.5	6.26	7.6	7.2	7.20	7.3
出穂期()	7.29	7.29	8.4	7.28	8.5	8.1	8.16	8.2
穂揃日数(日)	12	13	12	13	15	13	8	13
成熟期(月日)	10.1	9.18	10.10	9.22	9.23	9.30	達せず	9.28
登熟日数(日)	64	53	-	-	-	-	-	-
最多茎数(本/㎡)	813	739	625	773	904	746	797	776

注) 品種 イシカリ、苗の種類 55・56年は中苗と成苗、57・58年は稚苗と中苗

7月第5半旬は夜の冷え込みがなく、出穂前後は多照に恵まれたことで、受精障害は極めて軽少であった。

登熟の前半は寡照が加わって、米粒の発育が極度に劣った。9月に入って天候が回復したと、茎葉が生彩を保ったことで登熟は進んだが、前半の登熟不振で登熟日数は55～60日を要した。

56年：苗素質は、ほぼ平年並であった。本田初期は前年と異なり、長期間低温に経過した。

特に5月第6半旬の低温は記録的であった。したがって、苗の植え傷みが見られ、活着に長日数を要した。また、下位分けつは殆んど出現しなく、分けつは6月半ばにようやく始まった。6月末からは分けつに支障がないだけの気温が得られたが、この頃の茎数増加に必要な下位分