

北海道立農業試験場資料 第17号

Miscellaneous Publication of Hokkaido
Prefectural Agricultural Experiment Stations
No. 17. March 1985

昭和55年から58年の4年連続 異常気象と水稻生育の技術解析

昭和60年 3 月

北海道立中央農業試験場

Hokkaido Central
Agricultural Experiment Station
(Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan)

序

昭和55年、北海道は7月中旬以降の記録的な低温により、水稻は10a 当たり収量385kg、作況指数81、1等米出荷率が僅か6.5%という大きな冷害を受けた。翌昭和56年も低温や風水害のため10a 当たり収量413kg、作況指数87、1等米出荷率3.3%と2年続きの冷害を受けた。昭和57年は10a 当たり収量501kg、作況指数105の「やや良」であったが、7月下旬の低温による被害を受けたところでは3年続きの冷害となり、地域別に著しい差があった。

さらに昭和58年は、栄養生長の全期間にわたって稀にみる異常低温、少照の影響による典型的な遅延型冷害と、9月下旬からの強霜、10月上旬の降雪とこれによる倒伏の被害が加わり、10a 当たり収量355kg、作況指数74の「著しい不良」となる大冷害であった。

北海道の稲作は、昔から「冷害とのたたかい」であることは今も変わらない。冷害の要因は、低温と少照の気象条件によるところか最も大きいですが、これを助長する要因に品種選択、水田の透排水不良、多肥特に窒素肥料過多、適正を欠く水管理、病虫害防除の不徹底などが指摘されている。しかし冷害の程度は地域により、また同一地域内においても集団や個人の差が極めて大きく、平年並の収量水準でしかも全量1等米を生産している優良事例は決して少なくない。

今後、北海道の稲作を安定的に発展させるため、冷害時における減収軽減、品質向上、低コスト稲作を展開しなければならない。

本資料は農業試験場の稲作研究者並びに稲作担当専門技術員により、昭和55年から58年までの冷災害の要因について技術的な解析を行い、問題点を摘出して、今後の資とするためとりまとめたものである。内容的には十分整理されてない点もあるが、北海道の安定稲作技術確立の参考として活用されることを期待する。

昭和60年3月

北海道立中央農業試験場 場長 馬 場 徹 代

編 集 及 び 執 筆 者

中央農業試験場稲作部 ¹⁾	稲 作 部 長	男 沢 良 吉 絹
"	育 種 科 長	森 村 克 美
"	ほ 場 管 理 科	竹 川 昌 和
"	育 種 科	前 田 博
"	栽 培 1 科	前 田 要
"	"	稲 津 脩
"	栽 培 2 科	五十嵐 文 雄
"	"	橋 本 庸 三
上 川 農 業 試 験 場 ²⁾	水稲栽培科長	森 脇 良三郎
"	土壌肥料科科長	古 山 芳 広
"	病虫予察科長	土 屋 貞 夫
"	病 虫 予 察 科	八 谷 和 彦
道 南 農 業 試 験 場 ³⁾	作 物 科 長	佐々木 一 男
"	専 門 技 術 員	岩 崎 忠 雄
北 見 農 業 試 験 場 ⁴⁾	普 通 作 物 科	天 野 高 久
北 海 道 農 業 改 良 課 ⁵⁾	主任専門技術員	藤 村 稔 彦

1) 069-03 岩見沢市上幌向

2) 078-02 旭川市永山 6 条 18 丁目 302

3) 041-12 亀田郡大野町本町 680

4) 099-14 常呂郡訓子府町字弥生 52

5) 060 札幌市中央区北 3 条西 6 丁目

昭和55年から58年までの4年連続異常気象 と水稻生育の技術解析

目 次

I 昭和55年から58年の稲作と気象及び生育概況

1 稲作概況	1
(1) 作付面積の動向	1
(2) 作付品種の動向	1
(3) 栽培法の推移	2
(4) 収穫量及び1等米比率	4
2 気象及び生育概況	5
(1) 気象概況	5
(2) 生育概況	9
(3) 要 約	15

II 水稻生育に関する技術的解析

1 北見農業試験場	17
(1) 作況ほにおける生育収量	17
(2) 品種及び栽培条件と生育収量	18
(3) 要 約	24
2 上川農業試験場	25
(1) 作況ほにおける生育収量	25
(2) 生育解析	27
(3) 品 種	39
(4) 栽培条件	43
(5) 要 約	48
3 中央農業試験場	50
(1) 作況ほにおける生育収量	50
(2) 品種との関連	56
(3) 栽培条件と生育の特徴	65
(4) 偏東風と防風対策	70
(5) 昭和56年8月豪雨による冠水害	74
(6) 要 約	74
4 道南農業試験場	75
(1) 作況ほにおける生育収量	75
(2) 品種及び栽培条件と生育収量	80
(3) 要 約	85

III 地力培養と施肥に関する技術解析

1 上川農業試験場	86
(1) 三要素の肥効	86
(2) 有機物施用効果	87
(3) 施肥法とその効果	89
(4) 復元田における減肥効果	96
(5) 食味特性に及ぼす影響	97
(6) 要 約	99
2 中央農業試験場	100
(1) 土壌環境の年次間差異	100
(2) 水稻の年次別施肥反応	103
(3) 地力培養と土壌環境並びに水稻生産性	108
(4) 復元田の肥培管理対策	113
(5) 栽培条件と食味特性の関係	117
(6) 要 約	121

IV 主要病害虫の発生状況

1 上川農業試験場	123
(1) 褐変稈	123
(2) 紅変米	124
(3) 斑点米	130
(4) 要 約	133
2 中央農業試験場	133
(1) 病 害	133
(2) 虫 害	135
(3) 要 約	139

V 現地における優良事例

1 網走地域	140
2 上川・留萌地域	140
3 道央地域	143
4 道南地域	149
5 要 約	154

VII 今後の技術的対策と試験研究課題

I 昭和55年から58年の稲作と気象及び生育概況

1. 稲作概況

(1) 作付動向

昭和44年、作付面積は26万6千haの最高に達し、全国の8.4%を占めたが、翌昭和45年以降の生産調整に伴って大幅に減少し、昭和48年には14万5千3百haとなり、昭和49年から作付増加に転じ昭和51年には20万haに回復した。その後「水田総合利用対策」、さらに「水田再編利用対策」へと引きつがれ、昭和55年には15万4千haとなり、昭和58年に至る作付面積は表I-1に示すとおりで、ほぼ60年前の昭和年代初めの面積にまで後退した。

表 I - 1 水稲作付面積

地域・支庁	水 稲 作 付 面 積 (ha)			
	55	56	57	58
全 国	2,350,000	2,251,000	2,230,000	2,246,000
北 海 道	154,200	145,000	144,900	147,100
石 狩	14,400	13,300	13,100	13,700
空 知	64,000	60,800	60,700	61,600
上 川	34,500	32,600	33,100	33,400
後 志	7,290	6,980	7,000	7,080
桧 山	5,990	5,740	5,780	5,830
渡 島	4,900	4,650	4,660	4,720
胆 振	6,400	6,060	6,110	6,160
日 高	4,840	4,670	4,700	4,740
十 勝	1,400	1,010	755	707
網 走	4,520	4,100	3,930	4,050
留 萌	5,460	5,110	5,040	5,140

注) 農林水産省「作物統計」による。

(2) 作付品種の動向

昭和55年から58年にかけて作付された品種は表II-2のとおりである。うるち種を熟期別にみると早生が5～6%，晩生が8～9%で大部分の85%は中生が占めている。

うるち品種をみると、先づ良質米生産をめざして㊦、㊧で好評を得ている「キタヒカリ」が昭和55年の冷害年以降も急増し、昭和57年には「イシカリ」に代って1位となり、翌昭和58年はさらに増加して4万2千5百haとなり、作付率31%を占めた。

一方、昭和50年以降作付が1位で、昭和52年には実に7万3千haに達しうるち種の39%を占めた「イシカリ」が、水稲作付面積の減少と良質、良食時米生産を阻むことから、昭和55年以降は毎年1万haが減少し、昭和57年には「キタヒカリ」、「ともゆたか」に次いで3位の作付率となったように、この4年間における作付品種の動きがはげしかった。

表 I - 2 水稻品種の作付状況

品 種 名	昭 和 55 年		昭 和 56 年		昭 和 57 年		昭 和 58 年	
	作付面積 (ha)	比率 (%)	作付面積 (ha)	比率 (%)	作付面積 (ha)	比率 (%)	作付面積 (ha)	比率 (%)
1 キタヒカリ	18,608	12.7	27,598	20.1	38,347	28.3	42,520	30.9
2 ともゆたか	37,513	25.6	37,777	27.5	35,384	26.1	33,480	24.3
3 みちこがね							14,942	10.9
4 ともひかり								
5 イシカリ	57,216	39.1	44,123	32.1	34,200	25.2	21,434	15.6
6 はやこがね	5,476	3.7	7,826	5.7	7,725	5.7	8,230	6.0
7 マツマエ	5,152	3.5	4,607	3.3	4,573	3.4	4,893	3.6
8 キタアケ								
9 ユーカラ	5,519	3.8	4,088	3.0	4,550	3.3	3,957	2.9
10 しおかり	7,299	5.0	5,543	4.0	4,027	3.0	2,955	2.1
11 巴まさり	1,459	1.0	1,468	1.1	1,179	0.9	1,268	0.9
12 しまひかり			74	0.0	360	0.3	180	0.1
13 きよかぜ	18	0.0	10	0.0	8	0.0	3	0.0
14 ゆうなみ	1,649	1.1	264	0.2	121	0.1	72	0.1
15 殿林 20 号	558	0.4	419	0.3	377	0.3	281	0.2
16 さちほ	380	0.3						
17 うりゅう	358	0.2	295	0.2	157	0.1	147	0.1
18 ほうりゅう	256	0.2	102	0.1	55	0.0		
19 そ の 他	5,044	3.4	3,501	2.5	4,618	3.3	3,191	2.3
うるち計	146,504	100.0	137,576	100.0	135,681	100.0	137,552	100.0
20 おんねもち	3,151	62.4	3,392	65.6	4,851	70.1	5,427	74.6
21 たんねもち								
22 かむいもち	1,071	21.2	1,026	19.8	1,262	18.2	1,100	15.1
23 工藤もち	354	7.0	369	7.1	373	5.4	352	4.8
24 ユキモチ	351	7.0	271	5.2	316	4.6	198	2.7
25 そ の 他	124	2.5	117	2.3	114	1.7	199	2.8
もち 計	5,051	100.0	5,175	100.0	6,916	100.0	7,276	100.0
合 計	151,555		142,751		142,597		144,828	

注) 北海道米改良による

もち種はほとんど変化がなく、「おんねもち」が60～70%を占め、次いで「かむいもち」が作付された。

(3) 栽培法の動向

移植の機械化は昭和46年1%, 50年64%, 55年94%と急速に普及し、昭和58年には97%に達した。苗の種類については、昭和51年遅延型冷害の被害を助長したといわれる稚苗(51年55%)が、昭和55年には半分に減り、昭和58年にはさらに少なくなり、中苗と成苗(成苗ポット苗)にかわって行った。すなわち耐冷稲作技術の一つとして稚苗から中苗え、さらに成苗えの道を歩んでいた。

表 I - 3 栽培法及び苗の種類別移植面積

区別 年	水稲作付面積 (ha)	機 械 移 植 (ha)				手 植 (ha)	直 播 (ha)
		稚 苗	中 苗	成 苗	計		
55	151,203	34,620 (22.9)	107,220 (70.9)	371 (0.3)	142,211 (94.1)	8,989 (5.9)	3 (0.0)
56	142,621	29,023 (20.3)	105,073 (73.7)	1,119 (0.8)	135,215 (94.8)	7,402 (5.2)	4 (0.0)
57	142,526	25,081 (17.6)	107,301 (75.3)	4,272 (3.0)	136,654 (95.9)	5,868 (4.1)	4 (0.0)
58	144,928	21,639 (14.9)	111,541 (77.0)	6,760 (4.7)	139,940 (96.6)	4,984 (3.4)	4 (0.0)

注) () は水稲作付面積に対する比率 (%)

表 I - 4 育苗様式別移植面積

区別 年	機械移植面積 (ha)	箱マット (ha)	簡易マット (ha)	型 枠 (ha)	紙 筒 (ha)		成苗ポット (ha)
					機 械 植	条ばら播き	
55	142,211	81,950 (57.6)	23,608 (16.6)	28,315 (19.9)	6,483 (4.6)	1,484 (1.0)	371 (0.3)
56	135,215	80,214 (59.3)	16,409 (12.1)	29,734 (22.0)	6,416 (4.7)	1,323 (1.0)	1,119 (0.8)
57	136,654	80,214 (58.7)	14,209 (10.3)	31,582 (23.1)	5,840 (4.3)	717 (0.5)	4,272 (3.1)
58	139,940	81,173 (58.0)	12,738 (9.1)	32,994 (23.6)	5,766 (4.1)	509 (0.4)	6,760 (4.8)

昭和55年から58年における苗の種類別実施面積を表 I - 3 に、育苗様式別面積は表 I - 4 に示したとおりである。

表 I - 5 田植機の条数別普及状況

年	項目	区別	2 条	4 条	5 条以上	計	左のうち 乗 用 型
55	普及台数(台)		3,796	24,367	8,570	36,743	2,833
	普及面積(ha)		8,278	86,359	47,574	142,211	18,739
56	普及台数(台)		3,114	22,732	10,107	35,953	4,252
	普及面積(ha)		6,380	78,019	50,816	135,215	23,595
57	普及台数(台)		2,639	22,599	11,051	36,289	4,714
	普及面積(ha)		5,274	72,588	58,792	136,654	27,171
58	普及台数(台)		2,119	21,853	12,188	36,240	5,123
	普及面積(ha)		4,975	71,318	63,647	139,940	29,418

なお移植機の普及状況を表 I - 5 に示したが、年を追う毎に 2 ～ 4 条が 5 ～ 6 条以上の多条

化え進み、これと同時に歩行型から乗用化へと移行してきた。

(4) 収穫量及び1等米比率

農林水産省北海道統計情報事務所による全道平均の10a 当たり収量及び作況指数は表Ⅰ－6のとおりである。

表Ⅰ－6 水稻10a 当収量と作況指数

地域支庁	10a 当たり収量 (kg)				作 況 指 数			
	55	56	57	58	55	56	57	58
全 国	412	453	458	459	87	96	96	96
北 海 道	385	413	501	355	81	87	105	74
石 狩	402	354	531	360	87	76	114	77
空 知	420	413	516	384	87	85	106	79
上 川	448	467	547	336	92	96	112	68
後 志	395	431	485	392	87	95	105	85
桧 山	376	430	429	405	82	93	92	87
渡 島	173	396	403	335	36	82	84	69
胆 振	179	299	375	308	38	64	80	65
日 高	249	354	421	375	53	75	89	79
十 勝	160	314	372	109	39	76	91	27
網 走	56	406	349	45	13	94	81	10
留 萌	423	400	516	337	97	91	118	74

表Ⅰ－7 収穫量及び1等米比率

地域支庁	水 稻 収 穫 量 (t)				1 等 米 比 率 (%)			
	55	56	57	58	55	56	57	58
全 国	9,692,000	10,204,000	10,212,000	10,308,000	64.3	61.3	63.9	64.4
北 海 道	594,200	598,300	726,500	522,000	6.5	3.3	21.5	3.3
石 狩	57,900	47,100	69,600	49,300	5.7	0.3	22.1	2.7
空 知	268,900	250,900	313,000	236,600	7.2	4.7	28.5	2.3
上 川	156,200	152,310	181,000	112,200	3.9	2.9	12.5	0.2
後 志	28,800	30,100	34,000	27,800	6.4	3.2	25.0	15.4
桧 山	22,500	24,700	24,800	23,600	15.6	1.4	28.3	9.8
渡 島	8,480	18,400	18,800	15,800	0.6	0.3	4.8	2.9
胆 振	11,500	18,100	22,900	19,000	3.9	2.5	13.4	8.0
日 高	12,100	16,500	19,800	17,800	3.7	2.0	11.0	9.7
十 勝	2,240	31,170	2,810	764	0.0	0.0	7.9	0.0
網 走	2,530	16,600	13,700	1,820	0.0	3.3	5.4	0.0
留 萌	23,100	20,400	26,000	17,300	13.3	1.1	18.9	3.2

昭和55年は8月中・下旬の低温と少照の影響を受けて不稔穂を多発した。したがって10a当たりの全道平均収量は385kg、作況指数81であった。支庁別では網走が56kg、指数13で最も悪く、太平洋側の地域も障害不稔の被害が大きかった。

昭和56年は7月中旬から8月初めの一時期を除いて、5月以降9月前半までの低温、少照と、大平洋側を中心に風水害を受けた。したがって全道平均の10a当たり収量は413kg、作況指数87で前年を少し上廻ったが2年続きの「著しい不良」であった。

昭和57年は全道平均では10a当たり501kg、作況指数105の「やや良」で、留萌、石狩、上川では作況指数が110を超えるほど良い作柄であったが、7月下旬の低温により不稔を多発した胆振、網走、渡島では「著しい不良」となって、3年連続の冷害となった。

昭和58年は田植直後から激しい低温と少照が続く異常気象が影響し、出穂期が平年より10～20日（全道平均13日）も遅れるという典型的な遅延型の生育であった。これに加えて9月下旬の降霜、さらに10月初旬の降雪による害を受け、全道平均10a当たり355kg、作況指数74の「著しい不良」となった。したがってこの年の収穫量は表I-7に示したように52万2千tに落ち込んだ。

また1等米比率は昭和55年が6.5%、昭和56、58年はわずか3.3%にすぎなかった。

（男沢良吉）

2. 気象及び生育概況

（1）気象概況

昭和55年から同58年までの全道に亘る気象条件は、年次により地域により大きな差異がみられる。ここでは、太平洋沿岸の気象条件下の道南農試（大野町）、道央偏東風地帯の中央農試稲作部（岩見沢市）、道央内陸の上川農試（旭川市）、オホーツク海の影響下にある北見農試（訓子府町）のそれぞれの作況調査報告にある気温（平年差）及び日照時数（平年比率）を、北海道を斜めに縦断した気象帯としてとらえ、上記4箇年の経過と特徴点の概要を述べる（表I-8、9）。

昭和55年：

〈北見農試〉 気温については、4月上旬から5月上旬まではかなり低温であった。5月下旬から6月上旬は極端に高かったが、6月中旬からやや低めになり、7月下旬から8月中旬は低温が厳しく、その低温傾向は8月下旬まで続いた。日照時数は、6月中旬を除いて5月中旬から6月下旬まで多かったが、7月上旬より9月下旬に至るまで、平年の70%程度であった。

〈道南農試〉 気温については、4月上旬から5月中旬はかなり低かった。5月下旬から6月下旬にかけては高く、かなりの高温もあったが、再び7月上旬から9月下旬まで7月の2半旬を除き低く、特に7月中旬から8月下旬にかけてはかなり低温であった。日照時数は、5月中旬から6月下旬まで平年並か、時にはかなり多かったが、7月上旬から9月上旬まで8月上旬を除き平年の半分ほどの極端な日照不足であった。

〈中央農試〉 気温経過の傾向は北見農試に似ているが、平年値との差は小さい。日照時数の経過は、7月にほぼ平年に近い日照があったほかは、道南農試と同傾向である。

〈上川農試〉 気温が高かったのは5月下旬～6月上旬、6月下旬及び9月中旬で、全期間を通じ低温傾向であり、平年値との差は北見農試に類似している。日照時数が多かったのは6月下旬及び8月上旬で、全期間を通じ日照不足の傾向であった。しかし、7月中旬から8月上

表 I-8 各農業試験場の作況報告にみられる、年次別日照時数（平年比率）
と平均気温及び最低気温（平年差）

（▲印は平年以下を示す）

		北 見 農 試			道 南 農 試			中 央 農 試			上 川 農 試		
		日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温
昭和五十五年	上	% 87	℃ ▲3.9	℃ ▲2.9	85	▲2.5	▲1.6	73	▲2.0	▲0.2	58	▲3.1	▲1.3
	5 中	115	0.8	0	99	0	▲0.9	98	0.3	0.4	73	▲1.0	▲1.2
	下	123	4.0	2.9	138	2.6	2.1	117	3.5	3.1	73	3.3	1.7
	上	125	5.2	4.2	101	3.3	2.4	104	4.2	4.1	91	2.8	1.1
	6 中	83	▲1.9	▲1.1	97	0.4	0.7	59	▲1.1	0.8	52	▲2.0	▲1.0
	下	114	0.2	0	154	0.9	0.8	119	1.4	1.3	114	1.0	0.4
	上	77	0.2	▲0.3	41	▲0.9	0.2	73	▲0.2	0.7	73	▲0.4	0.1
	7 中	48	▲0.9	▲0.5	58	▲1.8	▲1.4	97	0	0.6	92	▲1.1	▲0.8
	下	79	▲3.5	▲2.9	63	▲2.4	▲1.6	96	▲1.3	▲1.3	85	▲2.8	▲3.1
	上	66	▲4.0	▲4.5	128	▲3.2	▲3.8	128	▲0.9	▲1.7	136	▲1.7	▲3.5
	8 中	61	▲3.2	▲3.0	40	▲3.8	▲2.7	41	▲2.9	▲1.4	46	▲3.7	▲2.5
	下	60	▲2.5	▲0.9	29	▲3.8	▲2.2	49	▲2.1	▲0.4	57	▲2.7	▲0.9
	上	68	0.8	1.0	71	▲0.9	▲0.2	99	0.5	0.3	100	▲0.3	▲0.6
	9 中	65	1.4	1.5	107	▲0.2	▲0.4	86	1.9	3.4	80	0.8	1.6
	下	93	▲1.6	▲1.7	101	▲2.4	▲3.1	109	▲1.7	▲1.5	85	▲2.8	▲2.7
昭和五十六年	上	—	3.4	1.5	122	0.4	0.6	118	1.8	1.9	143	2.6	1.2
	5 中	—	▲4.6	▲3.3	69	▲3.2	▲1.5	77	▲3.0	▲1.1	86	▲4.6	▲3.8
	下	79	▲3.6	▲2.2	99	▲2.7	▲2.1	78	▲2.5	▲1.9	65	▲4.7	▲3.7
	上	87	▲2.3	▲0.1	83	▲2.3	▲1.7	69	▲2.2	▲1.8	92	▲3.0	▲2.6
	6 中	93	1.0	2.3	58	▲1.5	▲0.3	67	▲0.1	0.8	83	▲0.6	0.5
	下	83	0.1	▲1.1	118	▲1.2	▲1.3	92	▲1.3	▲2.2	82	▲1.7	▲1.8
	上	48	0	1.5	54	0.1	1.1	30	▲0.6	0.5	45	▲1.9	▲0.3
	7 中	135	5.0	4.8	83	2.7	2.8	104	3.3	3.1	93	2.6	3.1
	下	94	▲1.1	▲0.7	133	0	▲0.4	149	▲0.2	▲0.6	134	▲1.0	▲1.8
	上	101	1.2	0.4	115	▲0.2	▲0.2	76	▲0.6	0.1	80	▲1.6	▲1.2
	8 中	55	▲0.5	0.6	68	▲2.0	▲1.4	69	▲1.3	0.3	89	▲2.2	▲1.6
	下	78	1.3	0.8	67	▲1.4	▲2.2	75	0.5	1.0	88	▲0.3	0
	上	93	▲2.2	▲3.2	96	▲3.2	▲3.4	107	▲2.7	▲2.6	106	▲3.6	▲3.3
	9 中	125	▲1.4	▲3.7	160	▲2.3	▲3.4	140	▲1.1	▲1.7	123	▲1.8	▲2.3
	下	94	1.1	0.6	93	0	0.3	84	1.2	1.5	87	0.4	0.6
	上	96	0.6	0.5	85	▲0.1	▲1.0	107	0	0.1	108	▲0.6	▲0.5
	10 中	99	0.1	0.1	106	0.2	▲1.4	127	0.2	▲0.6	101	▲0.6	0

表Ⅰ－９ 各農業試験場の作況報告にみられる、年次別日照時数（平年比率）
と平均気温及び最低気温（平年差）

（▲印は平年以下を示す）

		北 見 農 試			道 南 農 試			中 央 農 試			上 川 農 試		
		日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温	日照 時数	平均 気温	最低 気温
昭和 五 十 七 年	上	% 103	℃ 3.6	℃ 3.8	72	1.8	3.1	99	3.7	4.1	103	2.9	2.6
	5 中	123	0.6	0.3	112	0	▲0.3	112	▲0.1	0	117	▲0.9	▲0.9
	下	105	▲0.2	0.2	78	▲0.7	0.2	84	0.2	0.5	84	▲1.2	▲0.9
	上	93	0.6	0.1	129	▲0.4	▲0.5	98	▲1.3	▲1.0	96	▲1.4	▲1.1
	6 中	145	0.3	2.3	167	▲0.1	▲1.5	178	▲0.1	▲2.6	172	▲1.7	▲3.6
	下	62	▲3.2	▲3.9	107	▲1.5	▲0.9	99	▲1.4	▲1.7	130	▲2.8	▲3.7
	上	181	4.1	0.5	242	1.3	▲0.6	235	1.8	▲0.6	230	1.3	▲1.0
	7 中	88	0.7	1.9	110	0	0.1	70	0.2	1.1	73	▲1.0	▲0.3
	下	77	▲3.5	▲1.6	60	▲2.9	▲1.6	58	▲2.7	▲1.4	74	▲3.3	▲2.5
	上	108	1.7	2.1	96	0.1	0.4	95	1.9	1.9	113	1.5	1.5
	8 中	147	0.5	0	96	0.3	0.8	106	2.2	2.5	127	0	▲0.3
	下	78	3.3	5.2	67	0.7	1.9	66	2.3	3.6	81	2.0	3.5
	上	124	▲0.7	▲1.7	121	▲1.4	▲2.1	122	0	▲1.2	130	▲1.8	▲2.7
	9 中	125	2.0	2.0	132	▲0.6	▲1.0	129	0.9	0.4	121	0.4	▲0.1
	下	106	2.3	1.8	102	1.0	1.6	86	1.1	1.2	83	0.4	0.6
昭和 五 十 八 年	上	134	1.5	1.6	110	0.4	▲0.3	123	0.7	0	124	▲0.1	▲0.8
	5 中	112	▲0.1	0.6	91	0.9	2.0	94	0.8	0.2	91	▲0.5	▲0.7
	下	96	0	1.1	91	▲0.2	0.3	80	0.3	0.9	80	▲0.9	0
	上	58	▲5.5	▲2.4	105	▲1.5	▲1.6	101	▲2.8	▲2.1	95	▲5.2	▲4.4
	6 中	80	▲4.0	▲2.0	46	▲2.9	▲1.7	63	▲3.1	▲2.4	55	▲5.0	▲4.3
	下	65	▲3.6	▲1.9	32	▲3.1	▲1.5	37	▲2.7	▲1.9	46	▲3.8	▲2.7
	上	116	▲4.1	▲4.4	76	▲3.0	▲1.8	107	▲1.9	▲2.4	143	▲4.0	▲4.5
	7 中	94	▲3.3	▲2.9	133	▲2.2	▲2.5	81	▲2.2	▲2.0	84	▲3.2	▲2.6
	下	74	▲1.7	0.8	62	▲2.4	▲1.5	56	▲2.3	▲1.1	47	▲3.2	▲1.6
	上	116	1.6	1.5	112	0.6	0.9	114	1.1	1.1	97	0.7	1.0
	8 中	114	3.2	3.2	90	1.3	1.8	112	1.9	1.6	134	0.8	0.3
	下	83	▲0.8	0.2	99	▲0.8	▲0.5	108	0.3	0.7	87	▲1.7	▲1.1
	上	76	2.0	3.5	73	1.1	1.7	80	2.1	3.2	80	1.1	1.9
	9 中	86	▲0.7	1.6	99	▲1.1	▲0.7	94	0.5	1.2	94	▲1.4	▲0.8
	下	102	▲0.6	1.1	129	▲0.7	▲1.0	111	▲0.6	▲0.3	99	▲2.0	▲1.6
	上	125	0.4	1.5	94	▲1.3	▲0.9	96	▲1.1	▲0.8	91	▲2.4	▲1.7
	10 中	111	0.2	▲0.2	119	▲2.8	▲3.4	92	▲1.7	▲1.8	104	▲2.3	▲1.8

旬にかけてほぼ平年並の日照があったことが北見農試と異なる点である。

昭和56年：

〈北見農試〉 気温については、5月中旬から6月上旬にかけて低かったが、それ以降、8月下旬までは7月下旬を除いて順調に経過した。9月上・中旬は低かった。日照時数は、7月上旬と8月中旬が平年の半分程度であったが、他はほぼ平年並であった。

〈道南農試〉 気温については、5月上旬まで高めであったが、5月中旬から10月上旬に至るまで7月を除き連続的に低温傾向であった。1箇月間に1旬程度は日照の多い旬があったが、全般的にはやや少なく温度はいずれも低かった。

〈中央農試〉 気温については、5月上旬までは高めであったが、それ以降、高かったのは7月中旬、8月下旬及び9月下旬のみで、平均気温の低温傾向は道南農試とほぼ似ている。しかし、最低気温については、道南農試ほどの平年値との差はなかった。日照時数については、7月上旬が極端に少なかったが、同下旬には平年の1.5倍もあった。9月以降は平年以上の日照があったが、全般的には少なかった。

〈上川農試〉 気温については、5月上旬まで高めで、それ以降、7月中旬と9月下旬が高いほかは低温の連続であり、その傾向は中央農試に類似するが、最低気温の平年値との差はやや大きい。日照時数についても、中央農試と傾向が類似している。

昭和57年：

〈北見農試〉 気温については、6月下旬、7月下旬及び9月上旬を除いては順調な経過であった。日照時数については、6月下旬、7月下旬及び8月下旬と1箇月毎に少ない旬があったが、全般的には日照は多かった。

〈道南農試〉 気温については、5月上旬、7月上旬、8月中・下旬及び9月下旬以外は低温傾向であった。しかし、日照時数としては5月上・下旬、7月下旬及び8月下旬を除いては平年並から多く、全般的には日照は多かった。特に、7月上旬には日照が平年の2.5倍もありながら、最低気温は低かった。

〈中央農試〉 気温については、5月上旬までは高かったが、その後6月下旬まで低めに経過した。しかし、それ以降は7月下旬と9月上旬を除いては高めに経過した。日照時数は、7月中・下旬及び8月下旬に少なかったが、全般的には日照は多かった。

〈上川農試〉 気温については、5月上旬まで高く、その後7月下旬まで低めに経過した。8月は高かったが9月上旬に再び低めとなった。日照時数は、7月中・下旬に少なかったほかは、かなり多い年であった。日照時数の経過は中央農試に類似している。

昭和58年：

〈北見農試〉 気温については、5月下旬まで比較的順調に経過したが、6月上旬より7月下旬に至る2箇月間、極端な低温が続いた。それ以降は最高気温がやや低い旬があったが、概ね順調であった。日照時数は、6月上・下旬、7月下旬及び9月上旬が特に少なかったが、全般的には平年より僅かに少ない程度であった。

〈道南農試〉 気温については、10月も引き続き低かったほかは北見農試と同傾向であったが、平年値との差はやや小さかった。日照時数については、各月に1旬づつ平年より多いことがあるのみで、全般的には平年より少なかった。

〈中央農試〉 気温については、7月下旬までの経過は北見及び道南農試と低温傾向を同じくするが、それ以降、9月中旬まで高めに経過し、再び低温となった。日照時数は6月中・下

旬及び7月下旬が極端に少ないが、全般的にも少ない。

〈上川農試〉 気温については、他の農試と異なり5月から低温傾向が始まった。気温が高かったのは8月上・中旬及び9月上旬のみで、他は総て低めに経過した。4つの農試の中では6月、7月の平年との差が最も大きかった。日照時数は、6月中・下旬及び7月下旬は平年の半分であったが、全般的にも少なかった。

(2) 生育概況

全道の各年次の生育概況を一律に述べることは、極めて難しい。ここでは、各年次（昭和55～58の4箇年）及び各地域の生育概況を、水稻奨励品種決定現地調査にみられるいくつかの形質により概括してみよう（図I-1～4）。以下、用いられる成績は、下記の市町村で実施されている現地調査圃（標肥）における、各年次の2～3品種の平均値である。即ち、品種名及び市町村名は「マツマエ」及び「巴まさり」（七飯、大野、江差）、「イシカリ」「ともゆたか」及び「キタヒカリ」（今金、蘭越、共和、石狩、恵庭、長沼、栗山、深川、妹背牛、当麻、東鷹栖、羽幌、小平、鶴川、厚真、平取、静内）、「はやこがね」「しおかり」及び「イシカリ」（名寄、風連、池田、音更）、「はやこがね」及び「しおかり」（端野、佐呂間）であり、風連、池田及び音更の昭58は「はやこがね」のみである。昭54の作況指数が全道で107であり、かつ、各支庁とも100を越えていたため、昭54の値を標準的に用いる場合があるので明記しておきたい。

出穂期及び成熟期：（昭55）昭54に比べると、出穂期は概ね同じか早い傾向にあり、特に、蘭越・共和、当麻・東鷹栖で早かった。しかし、鶴川・厚真、端野・佐呂間ではやや遅れ、七飯・大野では4日遅れた。登熟日数は全地域でながびいた。その中で、昭54の登熟日数に比べると、その差の一番少ない七飯・大野、当麻・東鷹栖で+3日、一番多い池田・音更で+14日であった。成熟期としては、昭54より早かったのは当麻・東鷹栖のみで、最も遅れた地域は池田・音更の14日遅れであった。（昭56）昭54に比べて、出穂期が遅れた地域が多い中で、むしろ早かったのは、蘭越・共和、当麻・東鷹栖、風連・士別、端野・佐呂間であった。端野・佐呂間のみ昭55より出穂期が早かったが、他地域は総て1～8日の遅れで、全体的には出穂期の遅れた年であった。また、登熟日数を多く要し、成熟期はさらに遅れた。昭54の登熟日数に比べ、前年同様、当麻・東鷹栖の+3日、池田・音更の+13日であった。成熟期についても、昭54と最も差の小さい1日遅れは当麻・妹背牛であり、最も遅れたのは17日遅れの池田・音更であった。また、昭55の成熟期より昭56のそれが遅い傾向にあったが、石狩・恵庭、端野・佐呂間は逆に早かった。（昭57）昭54に比べ、出穂期は概ね同じかやや遅れる傾向にあったが、遅れの大きかった地域は、七飯・大野、深川・妹背牛、羽幌・小平であった。池田・音更だけが1日早かった。出穂期は遅れる傾向であったが、登熟日数は昭54に比べ、同じか、むしろ少ない傾向にあり、石狩・恵庭、当麻・東鷹栖、羽幌・小平では5～6日少なかった。従って、成熟期が半数の地域で昭54より早かった。しかし、昭54より鶴川・厚真、平取・静内では1日、池田・音更では6日、それぞれ登熟日数が多かった。（昭58）各地域とも昭54に比べ、出穂期が大幅に遅れたが、最も遅れの小さかったのは蘭越・共和の9日で、最も大きかったのは端野・佐呂間の16日であった。出穂期の遅れもさることながら成熟期も大幅に遅れ、成熟期に達した地域は江差・今金、蘭越・共和、深川・妹背牛の三地域にとどまった。

穂数： 年次間の傾向をみると、全地域に共通的にいえることは、昭56及び昭58の穂数が、両年間の多少は別として、4年間では少なかった。また、約半数の地域に当る石狩・恵庭、長沼・栗山、深川・妹背牛、当麻・東鷹栖、風連・士別、羽幌・小平で昭55と昭57が同程度に穂

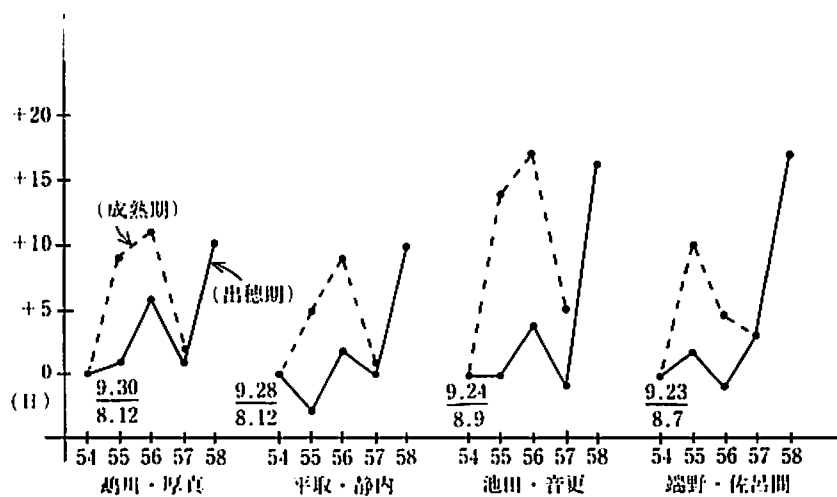
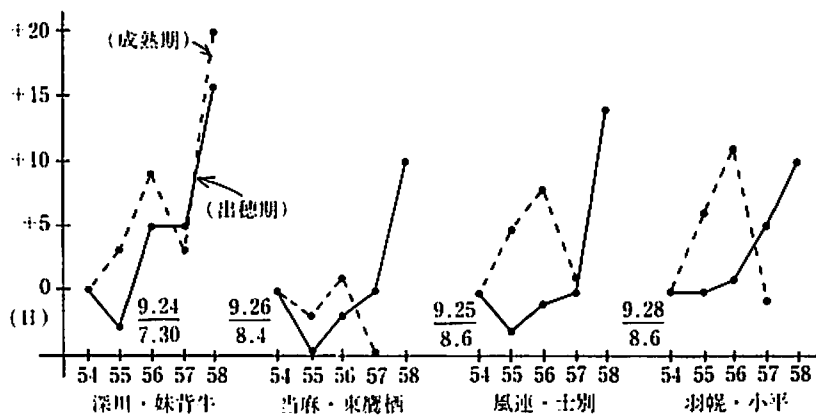
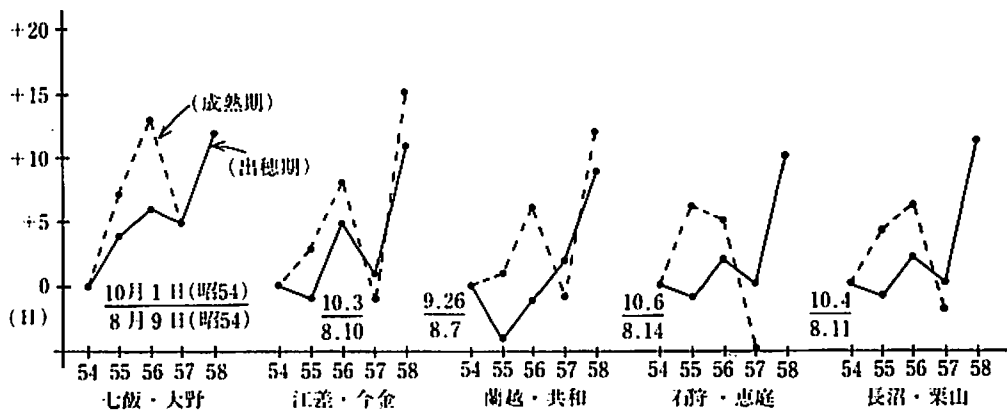


図 I - 1 奨決現地試験における昭和 54 年の出穂期
及び成熟期に対する各年次の遅速日数

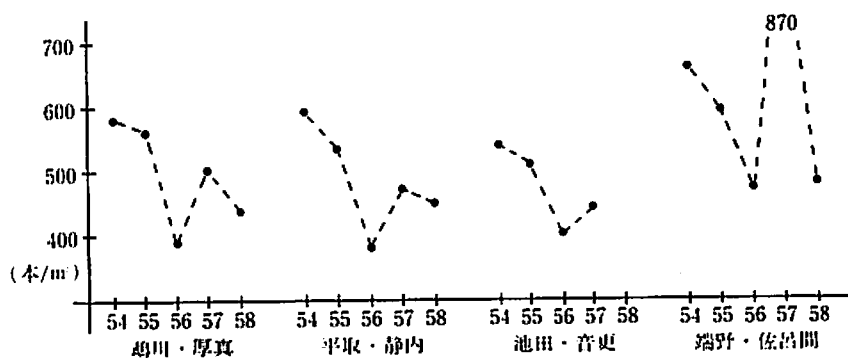
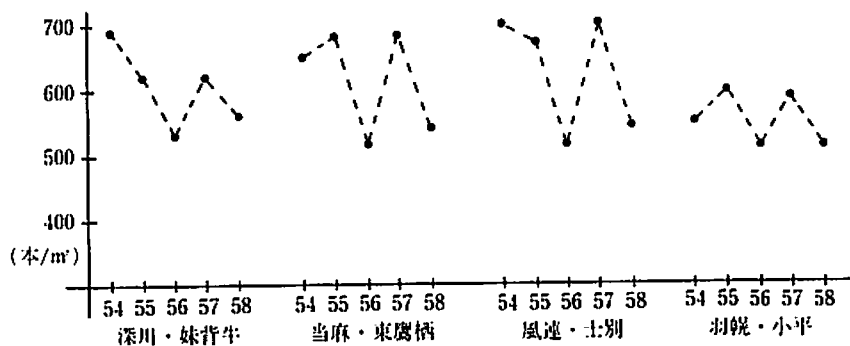
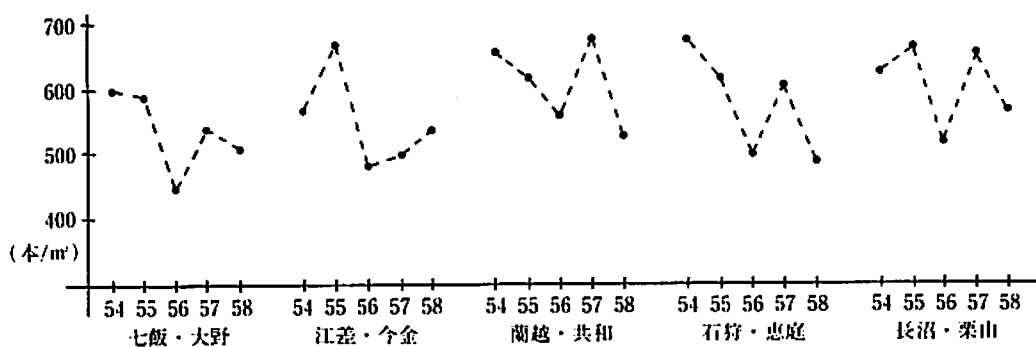


図 I - 2 奨決現地試験における年次別穂数

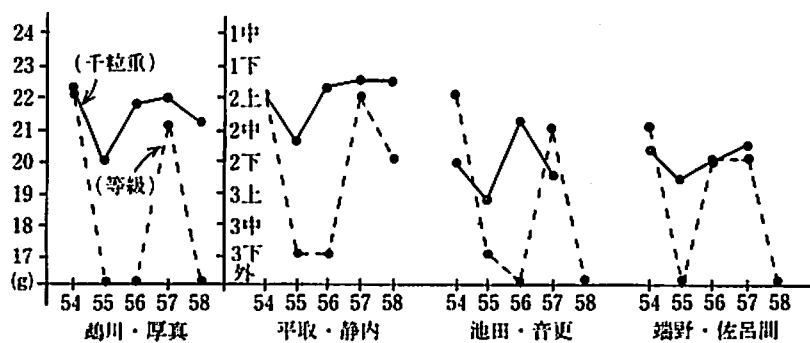
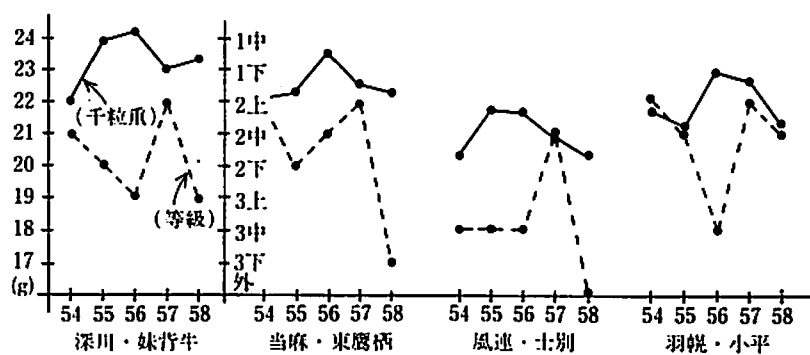
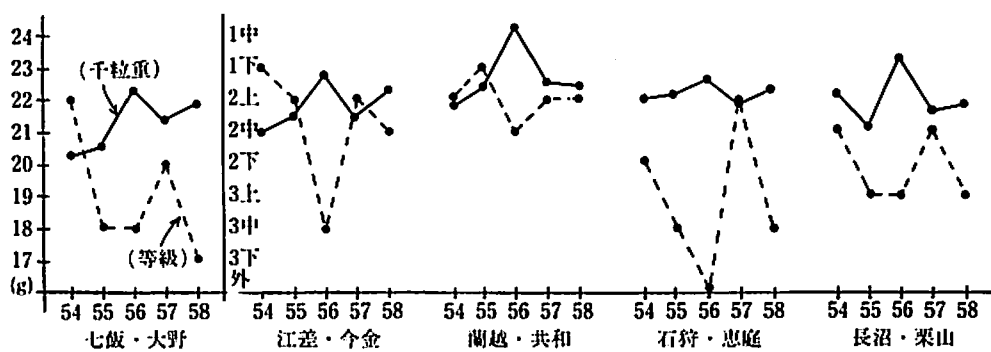


図 I - 3 稟決現地試験における年次別
玄米千粒重及び玄米検査等級

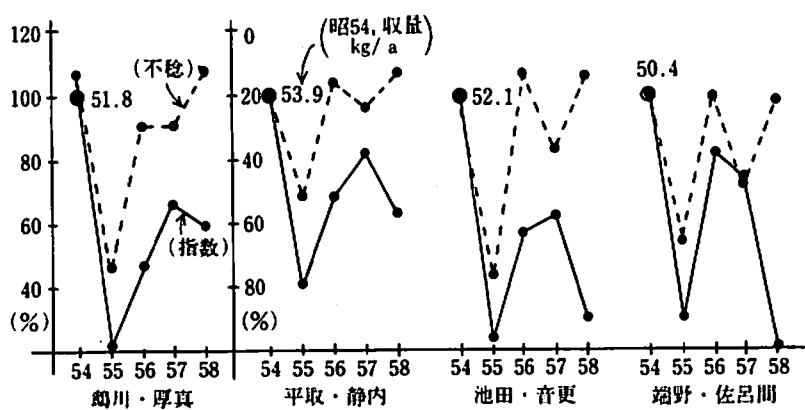
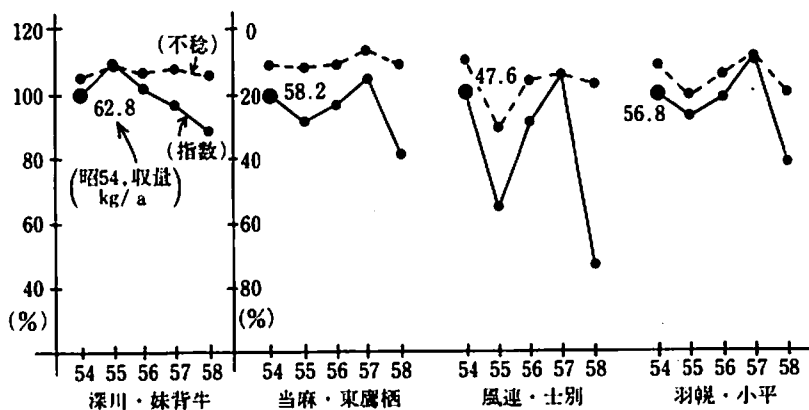
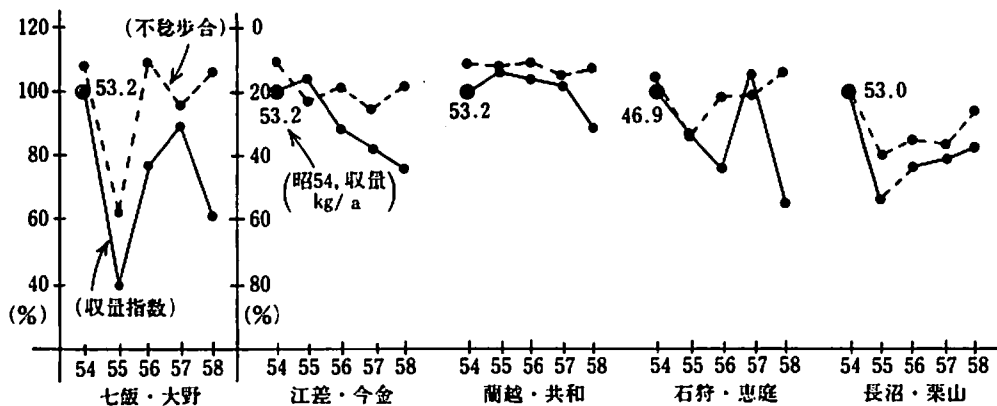


図 I - 4 奨決現地試験における年次別不穏歩合及び
昭和 54 年に対する年次別収量指数

数が多く、七飯・大野、蘭越・共和、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更、端野・佐呂間では両年に差があり、いずれの年が多いかも異なるが、4年間では穂数の多い年次となっている。江差・今金では昭55が極めて多く、他の3年次が同程度であった。佐呂間、端野の昭57が異常に多いのは、遅発分けつによるものと考えられる。昭54との比較は、図より読みとって載きたい。

玄米千粒重：ほとんどの地域で、昭56の千粒重が4年間で最も重い。また、昭55が最も軽い地域は、約半数の地域の七飯・大野、長沼・栗山、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更、端野・佐呂間である。4年間で変異幅の小さい地域は、石狩・恵庭であるが、大きい地域は蘭越・共和、長沼・栗山、羽幌・小平、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更で2 g程度である(昭58の池田・音更、端野・佐呂間を除く)。昭54との関連は図を見て載きたい。

玄米検査等級：蘭越・共和以外の地域では、昭57の等級が最も良い。昭56が昭57と同様に良い地域は、蘭越・共和、当麻・東鷹栖、端野・佐呂間である。規格外となった地域は、昭55には、鶴川・厚真、端野・佐呂間、昭56には、石狩・恵庭、鶴川・厚真、池田・音更、昭58には、風連・士別、鶴川・厚真、池田・音更、端野・佐呂間となっている。全般的には、昭56及び昭58が不良であるが、地域によっては昭55も同様である。昭54はどちらかといえば良い年に入ろう。4年間で変異幅が小さかったのは、蘭越・共和であった。

不稔歩合：昭55は4年間で最も不稔歩合が高く、高い地域は七飯・大野、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更及び端野・佐呂間で太平洋沿岸や網走・十勝地方である。やや高いのは石狩・恵庭、風連・士別である。昭55について高いのは昭57で、高かった地域は池田・音更、端野・佐呂間であり、やや高いのは七飯・大野であった。両年は地域により不稔歩合に大きな差がみられた。昭56及び昭58は、全体的には不稔歩合が低い年であった。昭54も同様に不稔の少ない年であった。4年間比較的変異が小さかった地域は江差・今金、長沼・栗山、羽幌・小

表 I—10 北海道支庁別水稻作況指数、10 a 当り収量及び平年収量

	作 況 指 数 (%)						収 量 (kg)						平年 収量 (昭58)
	昭54	昭55	昭56	昭57	昭58	55~58 平 均	昭54	昭55	昭56	昭57	昭58	55~58 平 均	
全 国	103	87	96	96	96	94	482	412	453	458	459	446	(kg/10a)
北海道	107	81	87	105	71	87	502	385	413	501	355	414	482
石 狩	113	87	76	114	77	89	510	402	354	531	360	412	470
空 知	107	87	85	106	79	89	516	420	413	516	384	433	489
上 川	106	92	96	112	68	92	510	448	467	547	336	450	497
留 萌	106	97	91	118	74	95	461	423	400	516	337	419	455
後 志	108	87	95	105	85	93	482	395	431	485	392	426	463
桧 山	104	82	93	92	87	89	476	376	430	429	405	410	467
渡 島	101	36	82	84	69	68	486	173	396	403	335	327	483
胆 振	105	38	64	80	65	62	486	179	299	375	308	290	471
日 高	103	53	75	89	79	74	484	249	354	421	375	350	472
十 勝	106	39	76	91	27	58	433	160	314	372	109	239	409
網 走	104	13	94	81	10	50	434	56	406	349	45	214	433

平であり、ほとんど変異がなかったのは蘭越・共和、深川・妹背牛、当麻・東鷹栖であった。

収量： 図 I - 4 には、昭54の収量を100として示した。昭54は全道的に100以上の収量指数を示した豊作年であった。

4 年間で、昭55が最も収量が低かったのは七飯・大野、長沼・栗山、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更であり、上記以外の地域では、昭58が最も低かった。昭55が最も高かったのは江差・今金、蘭越・共和、深川・妹背牛であり、昭56が高かったのは端野・佐呂間である。長沼・栗山では昭58が年次の差は小さいが最も収量があった。昭57が最も高く、収量水準も高かったのは石狩・恵庭、当麻・東鷹栖、風連・士別、羽幌・小平であり、収量水準が比較的低かったのは七飯・大野、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更であった。4 年間、収量も高く比較的安定していたのは蘭越・共和、深川・妹背牛、当麻・東鷹栖、羽幌・小平であり、収量水準は低い年次差が小さかったのは長沼・栗山であった。変動が極めて大きかったのは七飯・大野、風連・士別、鶴川・厚真、平取・静内、池田・音更、端野・佐呂間であった。

これら試験結果は、表 I - 10 が示す各支庁別収量指数と傾向を同じくするものである。

(3) 要 約

以上、前項の気象概況と上記の生育概況と合せて各年次の特徴を要約すると次のとおりである。

昭和55年： 6 月までの気象経過は比較的順調であったが、7 月に入ってから低温と日照不足の不順な天候となった。出穂期は一部地域を除いて平年並かやや早いほどであったが、出穂期以降も天候は不順続きで、成熟期は平年並か地域によってはかなり遅れたところもあった。穂数は多い年であった。玄米千粒重は全体的には軽く、その上、障害型不稔の厳しい地域では不稔発生により収量は極端に低かった。玄米等級は不良であった。全道の作況指数は「81」であった。

昭和56年： 天候が順調であったのは5月上旬までで、それ以降は全道的に低温となり、7月中旬を除いては10月に至るまで低温傾向が続いた。しかし、網走地方ではその程度が最も軽かった。従って、出穂期が遅れたのは主に太平洋沿岸と十勝地方に限られるが、成熟期は全道的に大幅に遅れた。穂数は4箇年（昭55～58）では最も少なかった。玄米千粒重は重かった。不稔発生は平年並かやや多い程度であったが、登熟気温の不足により登熟歩合が低く、地域によっては昭55同様大幅に収量が低下した。玄米等級は前年度並であった。全道の作況指数は「87」であった。

昭和57年： 前年同様5月上旬までの天候は順調であったが、その後網走地方を除いては低温傾向が7月下旬まで続いた。出穂期は平年並であったが一部地域ではやや遅れた。出穂期以降は好天に恵まれ、登熟日数は平年並か少ない傾向で成熟期を迎えた。穂数は昭56ほどではないが多い年であった。玄米千粒重は、昭55並かやや重い程度である。出穂期前のいわゆる冷害危険期に、低温と日照不足によると考えられる不稔発生の多い地域では、不稔多発が減収に結びついた。玄米等級は比較的良好であった。不稔発生の多い地域では、その程度に応じて減収したが、全道の作況指数は「105」であった。

昭和58年： 全道的に、6月上旬から7月下旬まで厳しい低温が持続し、初期生育から極度に不良となり、出穂期は平年より2週間前後も遅れた。8月下旬やや低温があったものの、9月上旬までは気温は高めであったが、その後、再び低温となりほとんどの地域で、成熟期に達しなかった。穂数は昭56よりやや多い程度で少なかった。玄米千粒重は昭57並かやや重い程度

の平年値に近かった。従って、不稔歩合は非常に少ない年であったにも拘らず、登熟歩合が低く、前記3箇年間に比較的収量に恵まれた地域では、収量が最も低く、その他の地域でも昭55に継ぐ低収となった。玄米等級は地域によって昭56と同じであったが、上回った地域もあった。全道の作況指数は「74」であった。なお、ここでは病虫害の発生については総て割愛した。

(森村克美)

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)		やや良 (6.20)	5月6日および18日の 降霜により第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 げ つ 期		平年並 やや不良 (7.20)	分げつ発生の遅延。 出穂の停滞。	不 良 (7.20)		平年並 (7.20)	分げ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 位位からの分げつ停 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。穂腐不良。 粟粒腐敗病多発。開花 抑制。花粉の充実、飛 散不良。	不 良 (8.20)	主穂数は平年に比べ て0.5~1.0枚増。高 位位からの遅発分げつ 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)	高水位からの遅発分 げつが多発。主穂数は 平年よりも0.5~1.5 枚増。基数は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。穂腐 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。とくに遅 発分げつの登熟遅延が 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日の降霜に よる葉身が白化し、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。きたこがねは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：青色粒混入 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15 %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

()：作況報告の日付

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圖においては、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、穂数減あるいは総稈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。

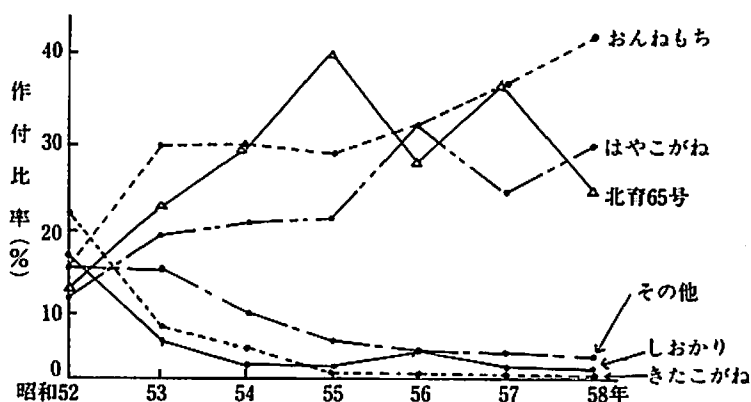
昭和58年の作況は、終始不良であった。活着期から分けつ期にかけての低温により活着が著しく遅延し、分けつ発生も遅延した。このような症状は毎年各地で認められるものであるが、昭和58年のように移植後1ヶ月以上も分けつが全く発生せず、枯死個体が多発するようなことはこれまでの冷害調査でもあまり例はない。その結果、幼穂形成期が著しく遅延し、出穂期も大幅に遅れた。昭和58年における作況指数の著しい低下は、出穂期の大幅な遅延による登熟不良が原因であった。

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
しおかき	(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

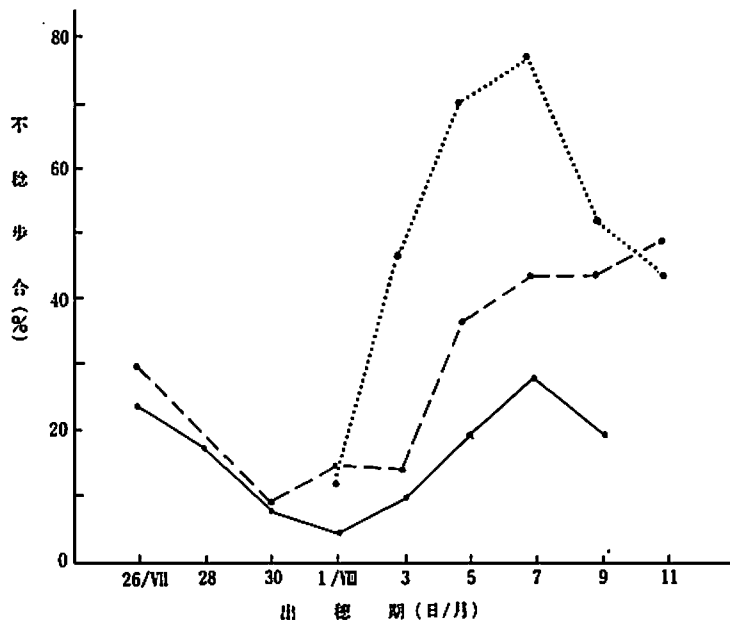
品 種	年 次							平均	標準 偏差	変異 係数	豊作年(52-53)		冷害年(55-58)	
	52	53	54	55	56	57	58				平均	同左比	平均	同左比
はやこがね	49.1	54.3	58.2	31.6	48.1	55.0	20.1	45.2	14.1	31.2	53.9	100	38.7	100
北育65号	50.4	61.6	59.4	11.2	45.0	14.6	12.5	36.4	22.8	62.6	57.1	106	20.8	54
おんねもち	56.7	56.2	56.5	23.0	42.5	50.0	15.1	42.9	17.2	40.1	56.5	105	32.7	84
しおかき	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。

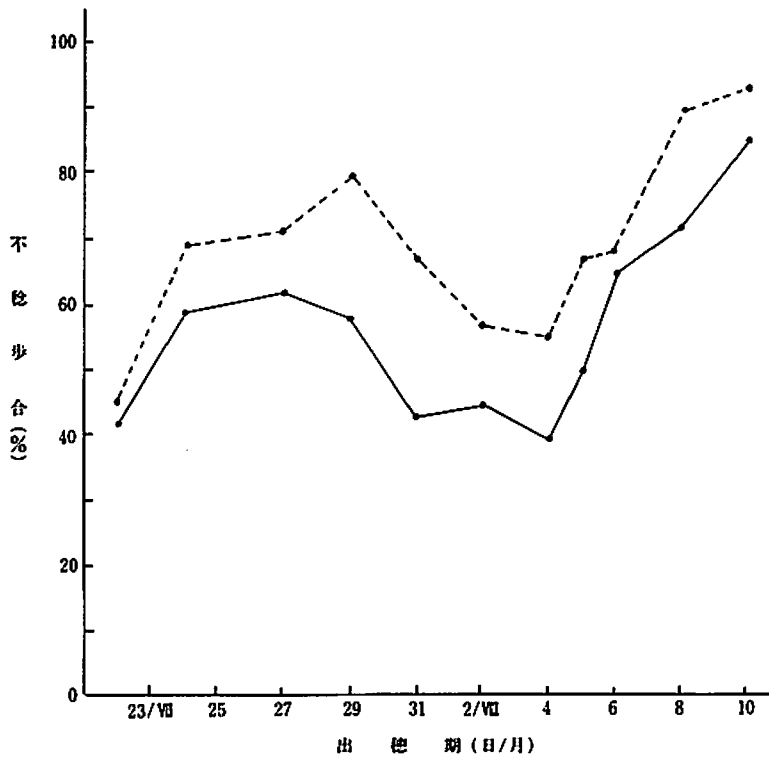
図II-2は3品種の穂孕期低温による不稔を昭和57年の気象条件下で比較したものである。各品種とも8月7日頃出穂したものが最高不稔歩合を示したが、はやこがねの不稔歩合が最小であった。また、昭和55年の開花期低温による不稔についても、図II-3に示すように、はやこがねが強い抵抗性を示した。昭和55年からの連続冷害において、はやこがねが最も多収であったのは、上述のようなはやこがねの穂孕期ならびに開花期の耐冷性と早熟性によるものであることは疑いない。なお、参考として、昭和51年以前の栽培品種(しおかき、農林20号)の成績も表II-2、表II-3に示した。もし、これらの品種が依然として網走管内で作付され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

年次 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、最近の窒素多施肥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、割れ粳が少なく、且つ耐冷性の一段と高い新品種の導入が必要である。

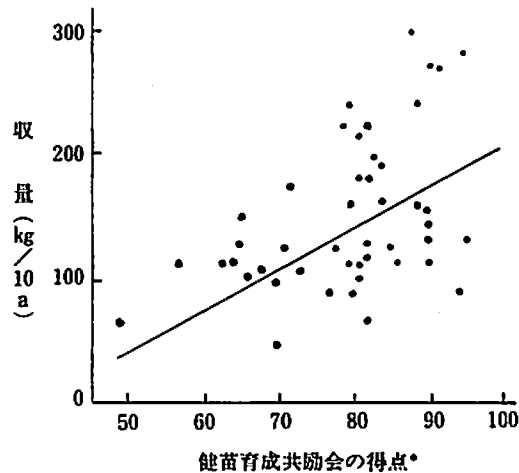
2) 栽培条件

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



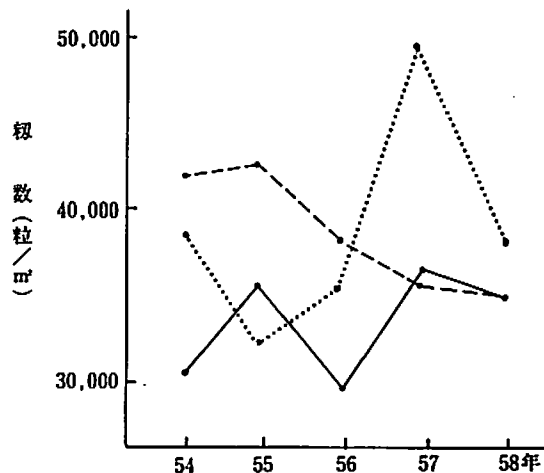
図II-4 健苗育成共励会の得点と収量との関係(北見農業改良普及所)
注) 昭和55年の訓子府町における事例。

*: 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. m^2 当たり粒数

昭和54年以来、毎年数十筆の圃場について m^2 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 m^2 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

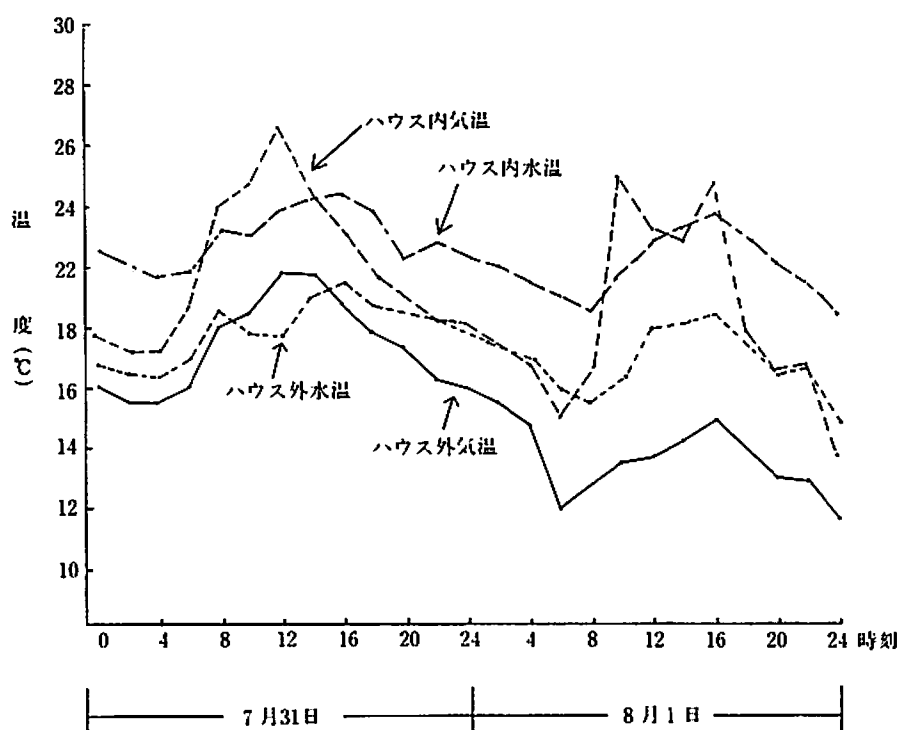
昭和58年の厳しい冷害によって59年度の種子確保が危まれた。そのため、苗代用のビニールハウスを水田に設置し、保温することを図った。出穂の大幅な遅延によって未熟粒の多発がほぼ確定的になった登熟初期（9月4日）に畦際に330㎡のビニールハウスを組み立てた。ビニールは天井部分のみとし、その年の春に使用したものをを用いた。

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	1.9mm 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。収量は精穀重、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、総穂数の減少であった。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、最近の窒素多施肥傾向やおんねもちにおいて割れ穂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基数が急増して、7月初旬には平年を凌駕する基数に達した。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 度 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

けつが、既に欠除していたために依然として緩慢であった。その結果全莖数は平年の8割程度に過ぎなかった。

幼穂形成期は、平年に比べ9日遅れたが、7月中旬からの好天で出穂期は7～8日遅れまで回復した。この間、止葉期頃に一時的な低温があったが大事に至らなかった。なお、出穂直前における集中豪雨による悪影響もなく、開花授精は良好に行なわれた。

登熟期間は、初期から低温下におかれた。また、8月22～23日には強風雨もあって極めて不良条件下に経過した。したがって、登熟日数は60日以上を要したが、初霜が遅れたことで辛うじて成熟期に達した。

57年：苗の生育は概ね順調で、平年並の苗素質が得られた。移植後、6月末までは低温であった。特に6月上旬は著しい寡照による低温で、初期生育は緩慢であった。6月中、下旬は夜の冷え込みが大きかったが日中は高温と多照で、6月中旬に入って分けつが始まった。その後の莖数は、初期分けつの抑制による不足はあったが、分けつの発生は順調であった。また、7月に入ってから好天候で高次高位の分けつが発生して莖数は急増し、平年を20%上回って最高分けつ期が遅れた。

幼穂形成期は、平年よりも3～5日遅れた。出穂期は7月下旬の低温で、さらに2日程度遅れが加わった。なお、この、低温は穎花分化期に当たったため、不稔の多発が懸念されたが、多照であったことと、最低気温が致命的でなかったことから障害は概ね少なかった。

登熟期間は高温、好天候に経過した。特に8月半ば過ぎからの高温は登熟促進に大きく寄与して、多穂数でありながらも出穂後50日を経ずして成熟期に達した。

58年：苗は育苗前半の好天候で順調な生育を遂げ、平年よりも葉令が勝る良苗が得られた。6月は記録を更新する低温で、時に最高気温が低く、20℃を越える日が僅か4日に過ぎなかった。このため初期生育は停滞して、6月20日を過ぎてようやく分けつが始まった。7月も低温の連続であったが、分けつに支障がない程度であったため、短稈多分けつ化の様相を呈し、最高分けつ期は平年よりも15日遅れて3割増の莖数を示した。

幼穂形成期は葉令増も加わって平年よりも17日の遅れで、過去に例を見ない遅延日数になった。幼穂形成後もさらに遅延度が加わりつつあったが、8月に入って高温に転じ、出穂期は14日遅れ程度まで回復した。8月のこの高温は出穂開花を速進させたが、この時期までに開花が完了できなかった晩生種は、8月下旬の低温で開花障害による不稔が見られた。

登熟初期は、出穂が遅れたが米粒の発育は良好であった。しかし、後期は気温の低下が著しく、特に9月第6半旬の冷え込みと初霜で莖葉の傷みが見られて登熟が鈍化した。さらに10月に入って、6日の降雪で倒伏し、遂に成熟が中断された。ちなみに本年の登熟温度は、平年に比べて100～150℃の不足であった。

2) 収量構成要素および収量

55年：分けつ期間に適温を得て、穂数は平年の2割増を示し、さらに多穂にもかかわらず1穂穂数は平年並であった。したがって、m²当り全穂数は平年の2割強の増加を見た。

稈実歩合は、危険期は低温であったが日照に恵まれて僅かな低下に過ぎず、登熟歩合も低温下にありながら成熟までに十分な日数が得られて、落ちこみは小さかった。玄米千粒重も、ほぼ平年に近い粒重を示した。したがって、収量は作況試験では一般試験圃に比べて増収率は低かったが、それでも10%を超える対平年比を示した。

以上の如く、本年度の作況の高指数は、豊富な穂数と出穂が安全期間内に行なわれたことに

表II-8 収量及び収量構成要素

年 度 年 次 項 目	55		56		57		58	
	本 年	平 年	本 年	平 年	本 年	平 年	本 年	平 年
m ² 当り穂数(本)	711	595	532	642	710	642	678	656
m ² 当り粒数(粒)	468	387	385	420	441	412	470	419
登熟歩合(%)	70.0	75.0	77.8	73.7	70.5	72.6	62.0	72.0
玄米千粒重(g)	21.4	21.7	22.0	21.7	21.2	21.5	20.7	21.4
玄米収量(kg/10 ^a)	702	631	660	668	651	645	604	646
収 量 比 (%)	111	100	99	100	101	100	93	100

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

よる。

56年：下位分けつの抑制と分けつ前半の生育不振で、茎数不足が穂数減となって、穂数は平年の8割程度に過ぎなかった。1穂粒数は、寡穂のために1割程度多くなったが穂数不足を補なうまでに至らず、m²全粒数は平年に比べて10%近く不足した。稔実歩合は、止葉期前的高温と止葉期直後の多照、8月の低温期直前に出穂開花が完了したことなどで平年に勝る結果を見た。登熟は緩慢であったが、降霜が遅れたことで予想外の高い登熟歩合を示し、玄米千粒重も平年並かやや勝った。したがって、収量は寡粒数であったが高い歩留を得て、ほぼ平年並の作況指数であった。

57年：6月末まで抑制されていた分けつが、7月上旬の高温で急増した。さらに、7月後半の低温は有効茎歩合を高めた。その結果、高位高次分けつ茎であるが穂数が増大して平年の1割以上の増加を見た。1穂粒数は多穂が原因で少なかったが、m²当り全粒数は6%程度増加した。稔実歩合は7月下旬の低温で僅かながらも低下した。登熟は、8月の高温で進み、屑米が減少し精玄米粒数は平年を上回った。しかし、登熟歩合は不稔の発生と多粒数が原因で、当作況圃では平年に劣った。玄米千粒重量は、登熟温度に恵まれたが、粒がらが小粒化したため平年を下回った。収量は平均的には平年を凌駕したが、品種、苗の種類で並から120%の範囲にあった。

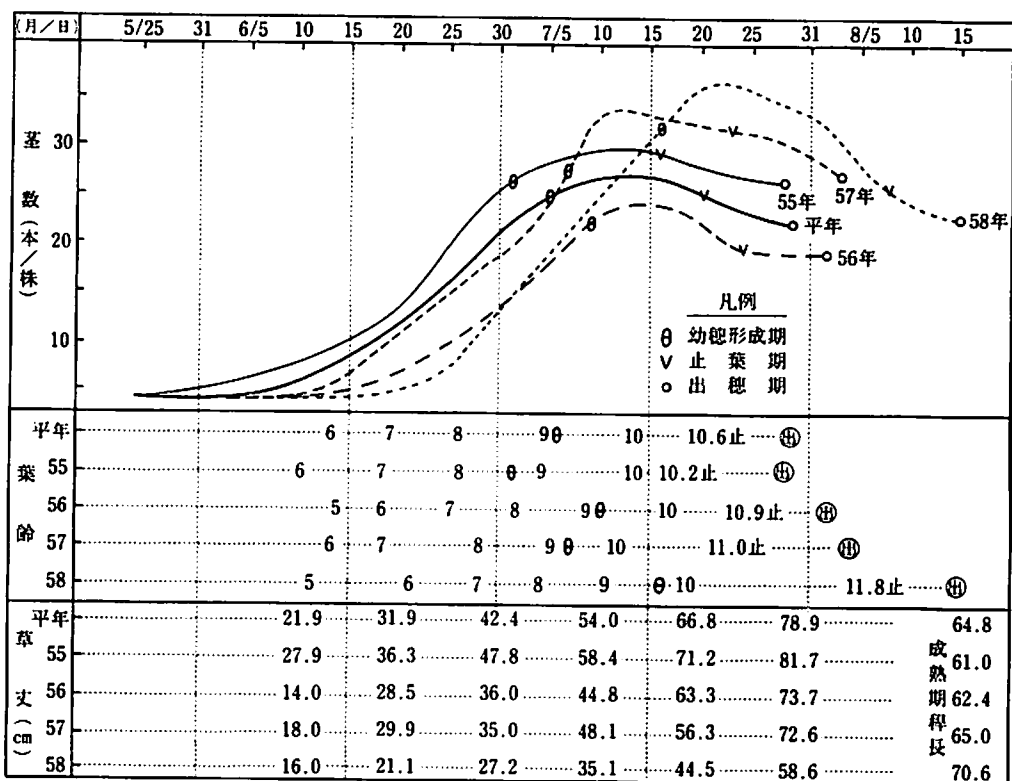
58年：初期生育の不振で、前年と同様に高位高次分けつが増大した。しかし穂数は、有効茎歩合の低下が著しく、平年よりも僅かに多い程度に止まった。1穂粒数は、生育遅延に伴う穎花分化期の縮体窒素の高濃度で増加した。したがって、m²当り全粒数は1割強の増加を見た。

稔実の程度は、出穂開花が遅れた「イシカリ」の稚苗、および「キタヒカリ」中苗では開花期低温で受精が低下した。その他全般的には子房の発育停止や未熟粒の増加があつて、平年よりも10%の登熟低下を示した。玄米千粒重量も充実不良が原因で4%程度減少した。収量は、本調査では粒厚1.7mm目以上を玄米としていることから、平均では90%の対平年比で、最低は「キタヒカリ」の82%であった。

(2) 生育解析

1) 栽培試験における年次間の比較

55年以降4ヶ年の生育、収量を、栽培試験の「機械移植苗の苗種類と年次間変動解析」を引用して示すと図II-7、図II-8の通りである。なお、この試験は昭和51年から同一試験方法で実施しているものである。



上川農試栽培試験より (稚・中・成・紙筒各苗の平均・イシカリ)

図II-7 年次別生育経過図

初期生育の年次間差について見ると、55年は極めて良好で、51年以降例を見ない好生育であって、移植後間もなく分けつが認められた。これに比して、56～58年の3ケ年は初期生育の停滞が著しく、特に56年と58年は甚だしい停顿状態を示した。なお、56年と58年とでは、初期分けつは56年が明らかに勝ったが、葉令5葉に達した時期と6月10日時点の草丈は56年が劣った。このことは、56年は苗質が若令であったことと、活着時の5月第6半旬の低温が厳しかったためと考えられる。

分けつ中期から幼穂形成期にかけての生育は、55年は6月中旬の低温寡照で一時的に分けつの鈍化が見られた。しかし下旬には再び活発化して、暦日のうえでは最高の茎数を示し、安全確収上重要な条件であるところの、早期に必要なにして十分の穂数を確保した。幼穂形成期は4ケ年では最も早く、平年に比べて4日早まった。

初期生育不良年の3ケ年中、この時期の遅れが最も少なかった57年は、6月半ば過ぎからの分けつが活発化して平年に近い茎数までに回復し、幼穂形成期には平年を凌駕した。しかし、幼穂形成期は主穂葉数の増加もあって、平年並までには回復しなかった。ついで56年は、中期以降も依然として緩慢な分けつを示し、幼穂形成期の茎数は4ケ年中の最低を示した。幼穂形成期は茎数の寡少もあって平年に比べて4日遅れに止まった。

初期生育が最も停滞した58年は、初期分けつの著しい抑制にもかかわらず6月下旬以降は順調に茎数を増加し、7月始めには56年を凌駕した。以後も短穂多分けつ型の草状で推移し、幼穂

形成の異常な遅れと草丈の抑制とが相まって、幼穂形成期には平年の3割を越える茎数に達した。幼穂形成期は、長期に及ぶ低温下の生育で平年に比べて11日の遅れを示し、かつ主稈葉数は1葉以上の増加を見た。

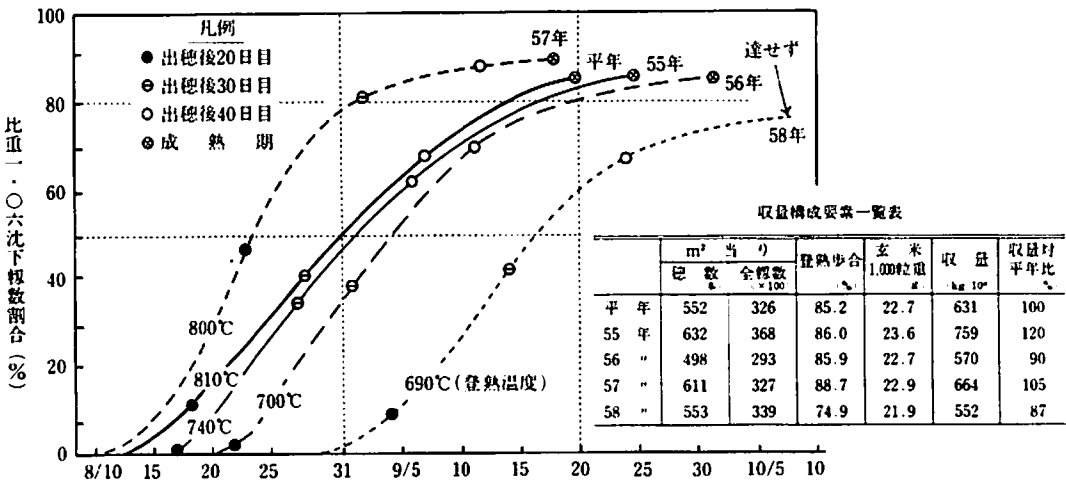
幼穂形成期から出穂期に至る生育の特徴は、次の通りである。55年度は、幼穂形成期には十分な茎数に達し、かつ草丈も50cm程度に伸長したため、以後の分けつは終止の状態に移った。したがって、幼穂形成期以前の分けつ茎が極めて優勢化した結果、有効茎歩合が高まり、優勢穂を増大させる要因になった。この年の生育期節は、止葉期までは極めて促進的であったが、止葉期から出穂までの期間に停滞があった。このため出穂期は、平年に比べて1日早い程度に過ぎなかった。

56年は初期分けつ緩慢型で、しかも幼穂形成期の茎数が寡少であったにもかかわらず、幼穂形成期直後に早くも分けつ終止期に入った。加えて分けつの無効化も大きく、有効茎歩合の低下が大きかった。茎数が少ない段階での分けつ停止は、本田初期における下位分けつの夭折のみが原因であるのか、また、有効茎歩合の低下は如何なる原因によるのかは明らかでない。

特に56年の当試験の穂体窒素含有率は、幼穂形成期、止葉期とも他の3ヶ年および平年に比して明らかに高濃度であった。一方幼穂形成期から出穂期に至る日数は、4ヶ年中最も短日で、平年の24日に対して1日短縮した。

57年および58年には、56年と異なり後期分けつ旺盛型を示した。両年とも、幼穂形成期の茎数が平年を上回る多けつ状態であっても、なお分けつ増加を来した。したがって、最高分けつ数は平年対比で57年が26%増、58年が33%増を示した。最高分けつ期後の分けつの減少程度は、57年は徐々に減少して、無効分けつは少なかった。58年は急激に、しかも無効になる分けつが特に多かった。したがって、57年是有効茎歩合が高く穂数は4ヶ年中最多を示した。58年是有効茎歩合の低下が著しく、40%近い分けつ茎が夭折した結果穂数は平年並になった。

55年から58年までの登熟の進行経過を示すと、図II-8の通りである。



図II-8 年次別登熟経過および収量構成要素一覧表 (図II-7の関連資料)

共に穂数が増大した55年と57年とでは、出穂期の遅速に反して登熟の進行が顕著に異なった。即ち、57年は出穂期が平年よりも5日程度遅れたが、登熟の進行は急で出穂後20日目には50%近い登熟粒割合に達し、30日目には早くも80%を示した。この登熟の早さは、近年の多収時代に移ってからの最も早い登熟の進捗度であった。55年は、出穂が早かったにもかかわらず、出穂後20日目の比重1.06で沈む登熟粒は僅少で、出穂後30日目、40日目の登熟粒割合はいずれの年次よりも劣った。したがって、登熟日数は60日近くを要した。

56年は、出穂後20日目の登熟粒割合は平年に劣ったが、30日目、40日目では平年並になった。しかし、この年は40日目以降の登熟が緩慢になって、成熟期に至る日数は60日を要した。58年は出穂の著しい遅れがありながらも、出穂後日数から見た登熟の進捗度は、初期は良かった。しかし後期は、暦日上の遅れと9月末の早冷が災して成熟期に達することができなかった。

以上の登熟遅速の原因について見ると、57年は登熟気温（出穂後40日間）は平年並の800℃であって、さらに多照に恵まれて登熟が進んだ。また、イネの植生面からは、多穂の割には総穂数が平年並で、1穂当り着粒数が少なかったことも登熟良化の原因と考えられる。55年の登熟の遅れた原因は、登熟気温は56年よりも高い740℃であったが、56年に比べて寡照の程度が大きかった。さらに植生面からは、平年の1割を超える多穂数であったことも原因であると考えられる。56年の登熟気温は厳しく、700℃であった。しかし、この年の、8月は寡照とは言え、その程度は少なく、9月は多照であった。また、稲の体勢が少穂数寡穂数であったことが、低温下でありながらも平年に近い登熟の進捗を見た原因である。58年は56年よりも更に低い登熟気温で690℃であった。しかし、登熟初期の良かった原因は、本試験のイネは8月中旬の高温時に開花受精を完了した、9月の日照はほぼ平年に近かったなどがあげられる。しかし、9月下旬からの著しい低温が、この年の冷害を決定づけた。

各年次における収量の増減の理由については、前述した作況試験の通りであって、55年は、生育量の早期確保と生育促進の重要性を証明した年であった。即ち、初期生育の良化で早期に十分な茎数を得て、さらに出穂期が促進的であれば、穂数が多く登熟気温が低い不良条件下に於いても高収をあげ得ることを実証した。これに反して、56年は寡穂数は低温下における登熟不良に対処し得るものの、初期生育の不良に伴う穂数不足は、低収をもたらす原因であることを証明した。57年と58年は、分けつ中後期の低温は後発分けつを過剰化させ、登熟障害を一層助長させる危険性を示唆させた。そうして、57年は登熟期の高温を患受したことで豊作、58年は出穂遅延に伴う登熟期低温の厳しさを、今更ながら思い知らされた。

苗の種類と年次差について見ると、表II-9の通りである。この資料は、昭和51年から実施の各年次共通の栽培法により行なっているものである。したがって、各苗の栽培規準に基づいて育苗を行ない、移植期は稚苗が5月17～18日、その他の苗は5月23～24日に行なったものである。

年次を平均した出穂期の早晩は、中苗と成苗とでは殆んど差がなく、特に止葉期追肥条件下では全く差が見られない。しかし稚苗は、これらの苗に比べて早植であるにもかかわらず2～3日遅い。出穂期の年次変動については、偏差値が示す如く成苗が最も小さく、ついで稚苗である。これに比べて中苗は、年次変動がやや大きい傾向が見られる。また、出穂が最も促進した最早年と、最も遅延した最晩年との日数較差も、稚苗と成苗が少なく、中苗が多い結果が見られる。稚苗は一般に冷害年に遅延日数以上が遅れるとされているが、この結果を見る限りにおいては、低温年に他の苗の遅延日数以上に遅れるとは言えない。

表II-9 苗の種類と出穂・収量の年次差（イネカリ）

苗の種類 と施肥法別	項 目	出 穂 期		同左最早・最晩		収 量		年 次 別 収 量(kg/10a)			
		平 均 (月・日)	同左 S (月・日)	最 早 (月・日)	最 晩 (月・日)	平 均 (kg/10a)	同左 C.V. (%)	55年	56年	57年	58年
稚 苗	標 準 肥	8.2	6.7	7.25	8.16	600	8.1	679	558	630	555
	止葉追肥	"	6.7	"	"	638	10.2	763	613	676	548
中苗マット苗	標 準 肥	7.31	7.1	7.21	8.15	595	10.5	678	511	641	546
	止葉追肥	"	6.9	7.23	"	657	13.5	825	595	696	547
紙 筒 苗	標 準 肥	7.30	7.0	7.22	8.14	601	11.9	727	543	661	539
	止葉追肥	7.31	6.8	7.23	"	649	14.1	822	569	707	549
成 苗	標 準 肥	7.30	6.5	7.22	8.13	606	11.7	758	551	616	560
	止葉追肥	7.31	6.3	7.23	"	653	11.6	817	620	682	574

注) 平均出穂期および平均収量は昭和51～58年

しかし、平均出穂期が示す通り若葉令の稚苗は、早植であっても常に出穂が遅いことから、この点を考慮した早植、早生種の選定などが重要である。

苗の種類別の収量は、平均収量では苗の種類間には僅少差であって、特に標準肥条件では同等の収量である。収量の年次間差を変動係数で見ると、標準肥、止葉期追肥の両施肥条件とも稚苗が小さく、紙筒苗が大きい。一方、中苗マット苗は標準肥下では稚苗に次いで小さく、止葉期追肥下では紙筒苗に次ぐ大きい変動値を示した。成苗は、他の苗が止葉期追肥で変動係数が高くなるのに対して、標準肥と止葉期追肥との変動値は同等を示した。

収量の変動値の違いを、55年以降4ケ年の結果から判断すると、変動係数が小さい稚苗は、低収年の56年、58年とも他の苗に遜色がない収量を示している。これに対して高収年の55年と57年は、稚苗の収量が劣る傾向が見られる。特に55年は、標準肥条件で中苗マットと同程度である以外は、明らかに収量が劣った。以上のことから、稚苗は高収年における増収率が少ないことが収量の年次間差を小さくしている原因であり、紙筒苗は高収年で増収率が高いことが変動係数を大きくした原因である。

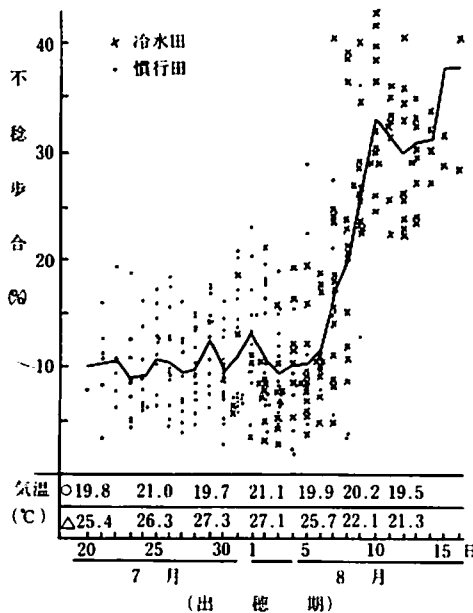
止葉期追肥の増収率は、昭和58年以外はいずれの年次、苗とも高かった。特に止葉期追肥で収数が増加した52、55年の増収が大きかった。58年は強いて見れば、出穂が早い苗に僅かながら止葉期追肥の効果が見られた。

2) 各年次における減収解析

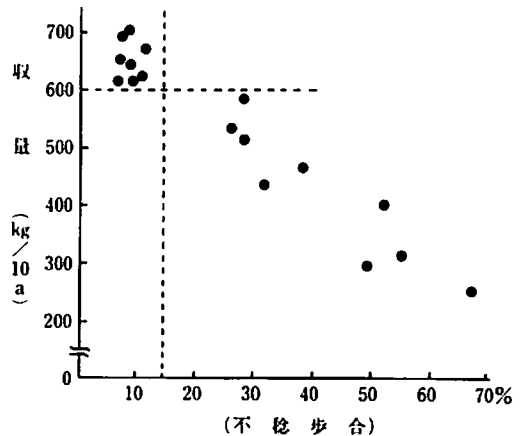
55年：さきに述べたように、55年度の当該作況試験、および栽培試験は平年を上回る収量を示した。一方、管内の地区別の作況は、平年並であったのは上川中央部と留萌南部の良地帯のみで、他は平年に劣り作況指数70%以下の地区もあった。

平年作以下の地区における不作の原因は、55年度における秋の低温が厳しい地帯だけに登熟不良もあった。

しかし、図II-9に示すように、当該の圃場に於ても8月6日以降の出穂では、遅れるに従って不稔が増加し、8月15日出穂のイネは40%程度の不稔を示した。不稔の原因は、出穂前



図II-9 55年の出穂日と不稔歩合の関係
(上川農試・イシカリ)
○印気温は出穂前10~20日の
日平均気温の平均
△印 " 出穂後1~10日の
日最高気温の平均



図II-10 55年の不稔歩合と収量の関係
(上川農試と名寄現地)

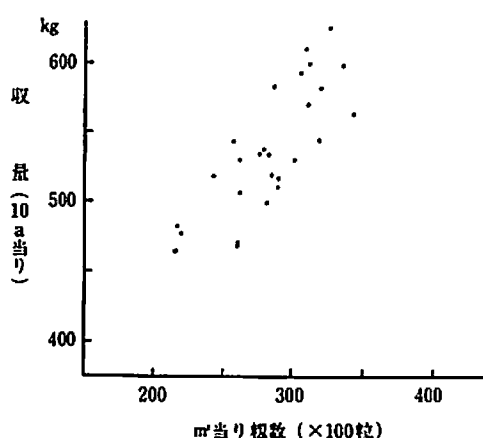
10~20日の日平均気温が不稔が少ない出穂時期のものも、多い時期のものも20°C前後であることから、穎花分化期における低温障害では無かったものと考えられる。一方、出穂期後1~10の日最高気温の平均温度を見ると、8月6日までに、不稔が少ないイネでは、25~27°Cが得られたが、8月6日以降では22°C以下に低下している。このことから、55年度の不稔の発生は開花期の障害と考えられた。

55年度の不稔歩合と収量の関係を図II-10に示す。これによると、55年度の場合、不稔歩合と収量は極めて高い関係にあって、収量は不稔歩合に大きく関与された。したがって、55年度冷害の特徴は、出穂期の早晩によるところが大きく、出穂が遅いイネは登熟歩合の低下よりも不稔の多発が減収要因であった。

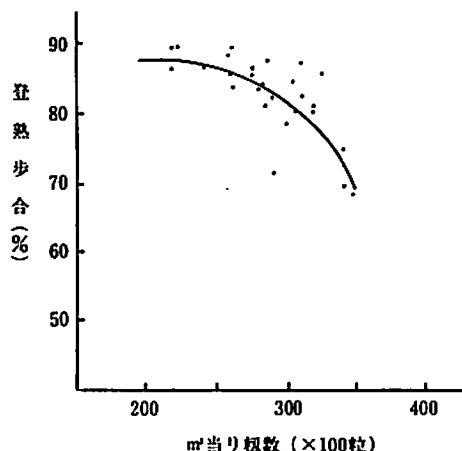
56年：この年は前述の通り稈数確保が困難な年で、このことが減収要因と考えられた。「イシカリ」を用いて苗質、施肥法、および移植期を変えて実施した試験の、稈数と収量との関係を示すと図II-11の通りである。本試験の出穂期の最晩は、晩植した稚苗であっても8月9日であった。また、m²当り稈数の最大も、多肥区であっても35,000粒を越えることがなかった。したがって、稈数過剰で収量停滞現象が見られず、稈数が多いほど増収した。

しかしながら、登熟歩合は図II-12に示す如く、m²当り稈数が35,000粒近くなると明らかに低下した。このことから、さきに示した作況試験、および栽培試験のこの年の高登熟歩合と減収は、稈数が要因と言える。

56年度における生育促進効果を見るため、苗の種類と生育収量を表II-10に示した。移植時



図II-11 56年の㎡当り穂数と収量との関係



図II-12 56年の総穂数と登熟歩合との関係

表II-10 56年度における苗の種類と生育収量（イシカリ）

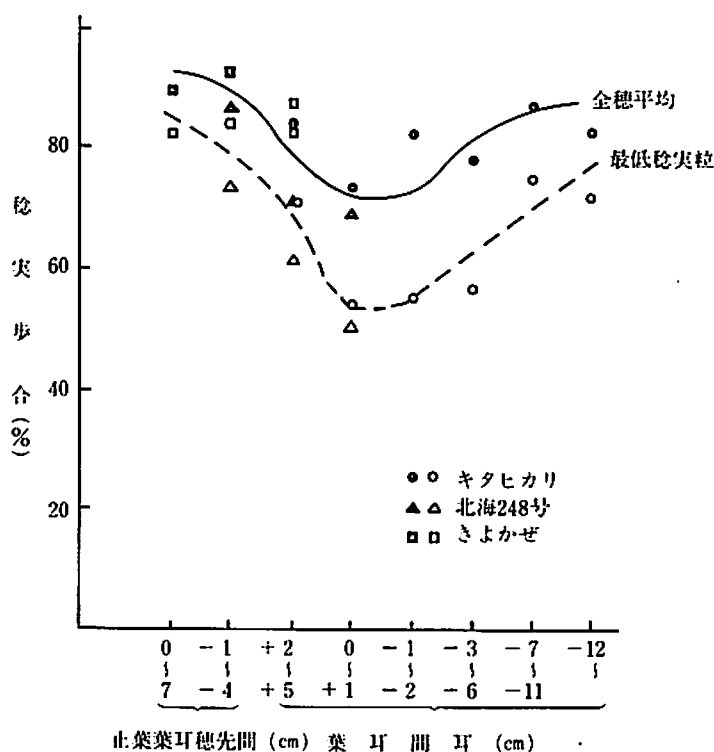
区 別	項目	初期茎数 6月18日 (本/㎡)	有効茎 終 止 期 (月・日)	出 穂 期 (月・日)	穂 数 (本/㎡)	㎡当り 穂 数 (×100)	登熟歩合 (%)	収 量 (kg/10 ^a)	玄米品 質 等 級
成苗	ポット苗	180	7.3	8.1	450	295	83.6	573	2 上
成苗	慣行苗	118	7.5	8.2	435	265	86.3	559	2 中上
紙 筒	苗	150	7.7	8.2	485	262	80.8	561	2 中
中苗	マット苗	105	7.9	8.4	485	280	85.4	535	2 下

注) 移植期5月22日, N-8 kg/10^a標準肥, ㎡当り25株植

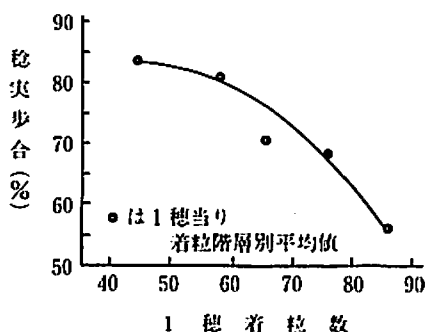
の苗素質が最も優れた成苗ポット苗は初期生育が最も勝り、特に植え本数が多い中苗マット苗、および稚苗に比べて初期茎数が多かった。したがって、生育は速進的で有効茎終止期、出穂期共に早かった。穂数は有効茎歩合の低下でやや少ないが、1穂当り穂数増加で㎡当り穂数は最も多かった。登熟歩合は穂数が多いために紙筒苗、慣行苗にやや劣ったが、それでも83%程度の高い歩留を示した。収量は600kgには至らなかったが、中苗を5%上回る最多収量であった。このことから、良素質を具備した成苗ポット苗は、56年度の如き不順天候下であっても、早い出穂期と高登熟歩合から見て、追肥による穂数増加の余裕があったものと考えられる。

57年：この年は、管内の極一部を除き、極めて高い作柄を示し、特に北限地帯でその程度が高かった。しかし、気象変動に伴う1～2の問題点は存在した。

その一つに、7月第6半旬における低温による不稔障害があげられる。この時期の低温の程度は、夜間の冷え込みが著しく、15℃以下の継続時間数は7月26日が6.6時間、27日が10.5時間、28日が10.6時間、29日が9.7時間であった。また、この期間の日最低気温の極



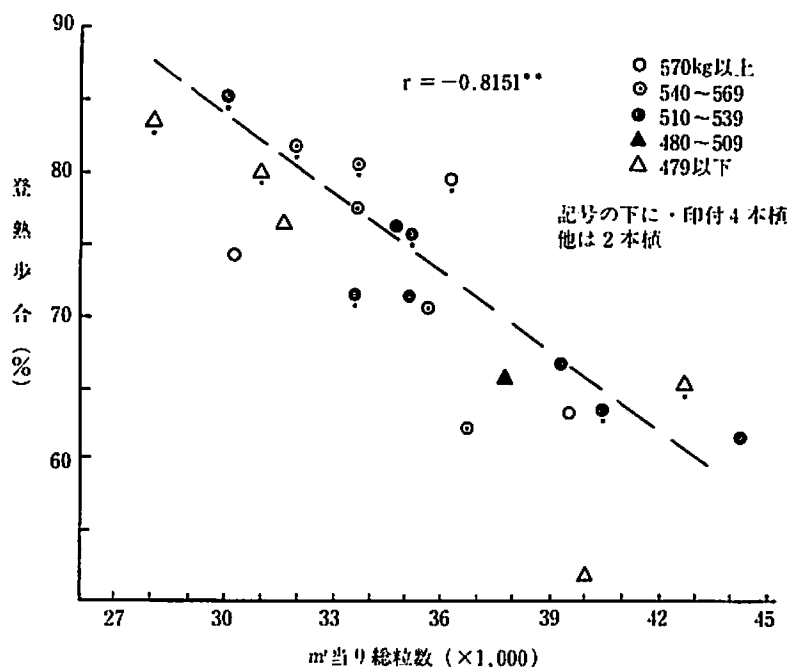
図II-13 57年7月低温期における7月28日
現在の葉耳間長と穂実歩合との関係



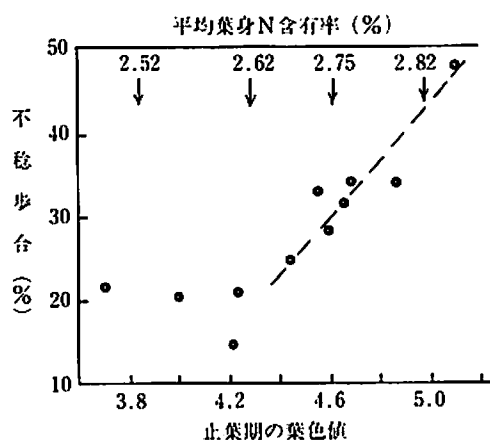
図II-14 57年7月28日現在葉耳間長0～+1 cm茎の1穂当り着粒数と穂実歩合の関係

は、7月28日の11.2℃であった。この低温が穂実に及ぼす影響を知るため、7月28日に葉耳間長をマークして出穂後穂実調査した結果は、図II-13の通りである。これによると、葉耳間長0～+1 cmの穂の穂実が最も低かったことから、既に明らかにされた葉耳間長と冷害危険期から見て、28日の低温が最も影響したものと考えられる。

なお、1穂着粒数と穂実歩合の関係は図II-14に示すように認められ、穂数が多い穂ほど穂実低下が大きかった。前述のように57年は、穂数の増加が認められた年であった。栽培試験における「キタヒカリ」のm²当り穂数と登熟歩合の関係は図II-15の通りで、有意な相関が認められた。ここに示す登熟歩合から除された不登熟穂は、殆んどが不稔穂であった。したがって、登熟歩合は穂実歩合と読み変えても矛盾がないことから、「キタヒカリ」では穂数が多いイネほど不稔穂が多かったと言える。



図II-15 登熟歩合と総粒数との関係および収量段階(57年 キタヒカリ)



図II-16 止葉期の葉色と不稔歩合との関係 (キタヒカリ)

稈数が多いイネの不稔の多発、即ち耐冷性の低下は、図II-16から見て止葉期の葉身窒素濃度が高かったのが原因と考えられる。図II-16によると、57年の「キタヒカリ」では、止葉期葉身窒素含有率が2.7%以上、同期のカラースケールによる葉色値が4.4を越えて高くなるほど不稔の増加が明瞭であった。したがって、耐冷性を低下させたこの高窒素含有率が、稈数を増加させた結果、多稈数低稔歩合になったものと考えられる。

しかし、57年は平年作を上回る高収年次であった。このことは、前述の低温期が極めて短日で、減数分裂期に低温に遭遇したのは「キタヒカリ」の一部であったためと考えられる。

なお、「イシカリ」においても、生育が遅れたものは低温期に減数分裂期に相当したのもあった。しかし、「イシカリ」程度の耐冷性であれば、あの程度の低温では不稔障害を受けることはなかったものと考えられる。

58年：「キタヒカリ」を用いた栽培条件別の生育、収量を示すと表II-11の通りである。苗の種類別では、移植時の葉令が多い苗ほど出穂期が早かった。しかし、移植時の葉令は近似の

表II-11 58年における栽培条件別生育収量の比較（キタヒカリ）

区 別	項 目	出 穂 期 (8月・日)	穂 数 (本/m ²)	m ² 当り穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	収 量 (kg/10a)	同左比率 (%)
苗 の 種 類	稚 苗	19.5	620	357	24.0	49.4	391	94.4
	中苗マット	18.8	574	371	26.1	51.2	414	100
	成苗マット	18.5	576	361	19.6	57.0	462	111.6
	成苗ポット	17.5	588	396	19.8	57.6	499	120.5
栽 植 株 数	30.3株/m ²	18.3	637	387	26.4	51.6	424	90.0
	25.2株/m ²	18.4	574	364	18.5	55.5	471	100
	18.9株/m ²	19.1	557	363	20.7	52.9	430	91.3
施 肥	N-9 kg/10a	18.4	568	359	19.1	58.3	450	100
	N-12kg/10a	18.8	611	383	24.7	48.3	433	96.2

苗種類間で、それぞれ0.6～0.7葉差があり、葉令が最も少ない稚苗と、最も多い成苗ポット苗とでは2.0葉の差があるにもかかわらず、出穂期の日数差は僅か2日に過ぎなかった。このことは、本田初期は苗素質を超越するほどの異常低温であったこと。分けつ終止期が若令苗ほど早くて穂揃が良かったことなどがあげられる。穂数は、植え本数が多い稚苗が最も多く、ついで成苗ポット苗であった。しかし、稚苗は多穂でありながらも分けつ終止期が早く、有効茎歩合が最も低いことなどの生育相で1穂粒数が減少した結果、m²当り穂数が最も劣った。一方成苗ポット苗は、分けつ終止期が最も遅れる生育相により、1穂粒数の増加でm²当り穂数が最も多かった。不稔歩合は、成苗群と稚苗、中苗とに明らかな差があつて、稚苗、中苗は25%近い不稔を生じた。

登熟歩合は、出穂が遅れた苗は不稔増加が加わつて、遅い苗ほど低下が明瞭である。したがつて、収量も出穂が早いほど良かった。

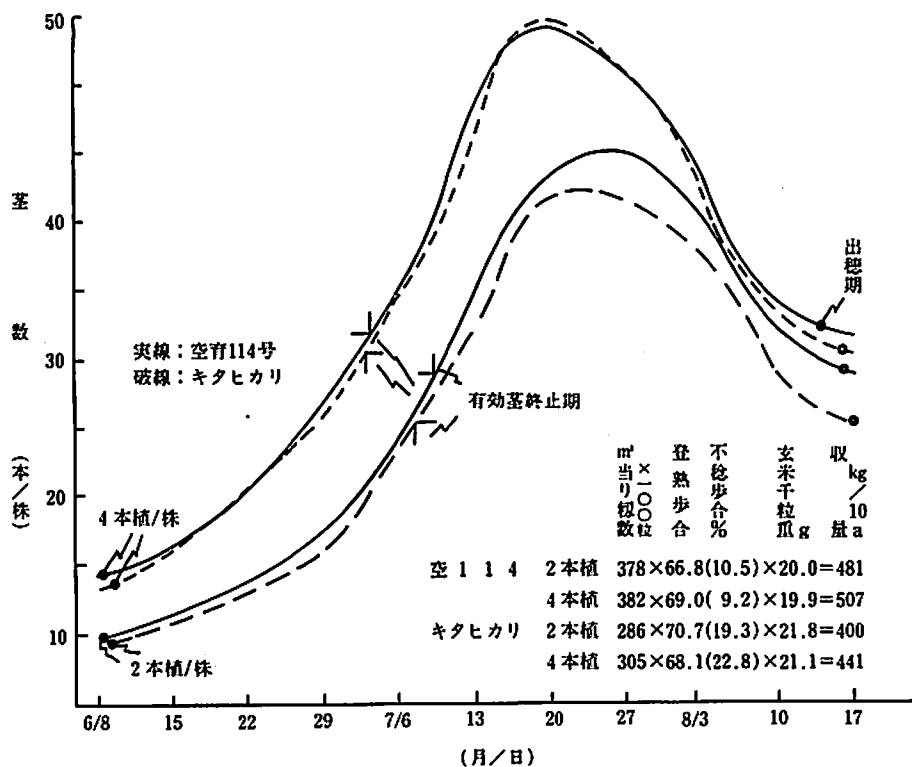
栽植株数間では、出穂期は疎植ほど遅れる傾向にある。穂数およびm²当り穂数は密植で増加した。しかし、不稔歩合、登熟歩合は密植区、疎植区とも標準密度の25株区に劣った。したがつて、収量も標準密度区が高かった。

密植区の稔実、登熟の低下は、多肥条件で過剰生育を来したためである。疎植区の低収要因は、標準施肥区で後出来傾向を呈して不稔が増加したためである。この状態は稚苗、中苗、成苗何れのマット苗型式でも明瞭に認められた。標準密度区は、多肥条件下では苗の種類を問わず密植区、疎植区に比べて良かった。しかし、標準肥条件では密植区と同程度か、やや劣り、特に成苗ポケット苗では密植区の出穂が早まり高収をあげたため、顕著な収量差を生じた。

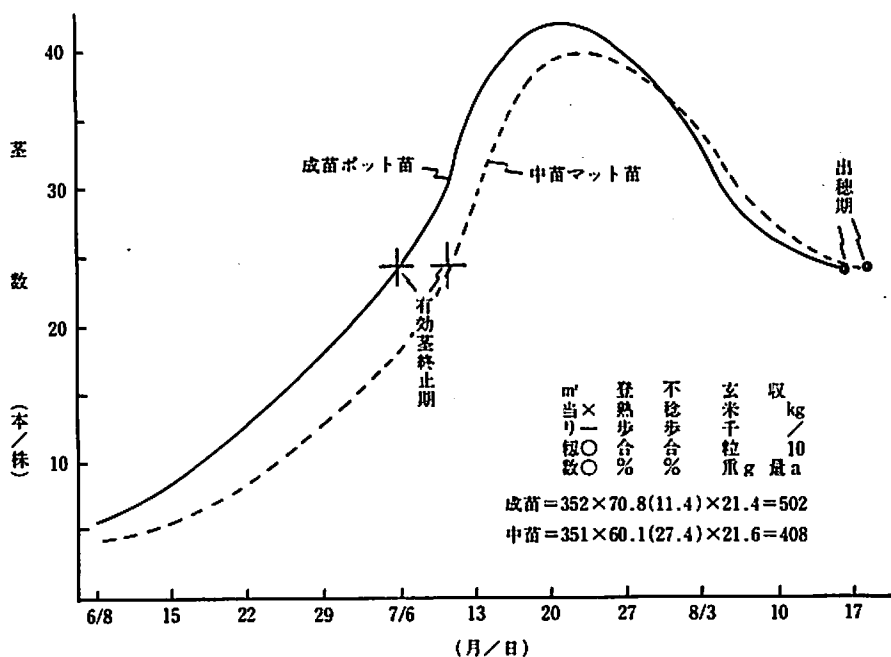
施肥量間では、N-9 kg/10a 区に比べて N-12kg/10a 区の出穂が僅かながら遅れ、不稔歩合、登熟歩合の低下、収量の減少が認められた。

以上のことから、遅延型冷害年では密植多肥は群落的に、より過繁茂化を助長する。一方、疎植区は標準肥条件下においても、個体の生育量を後出来させて不利であると考えられる。

次に紙筒苗を用いて1株当り2本植と4本植との生育相、収量差を比べたのが図II-17である。茎数の推移は2本植は4本植に比べて終始劣り、その結果穂数が劣った。しかし、2本植は有効茎終止期の遅れと、最高分けつ期茎数が少ないことで1穂粒数が増加した結果、穂数減



図II-17 茎数の推移および収量構成要素の2本植と4本植との比較

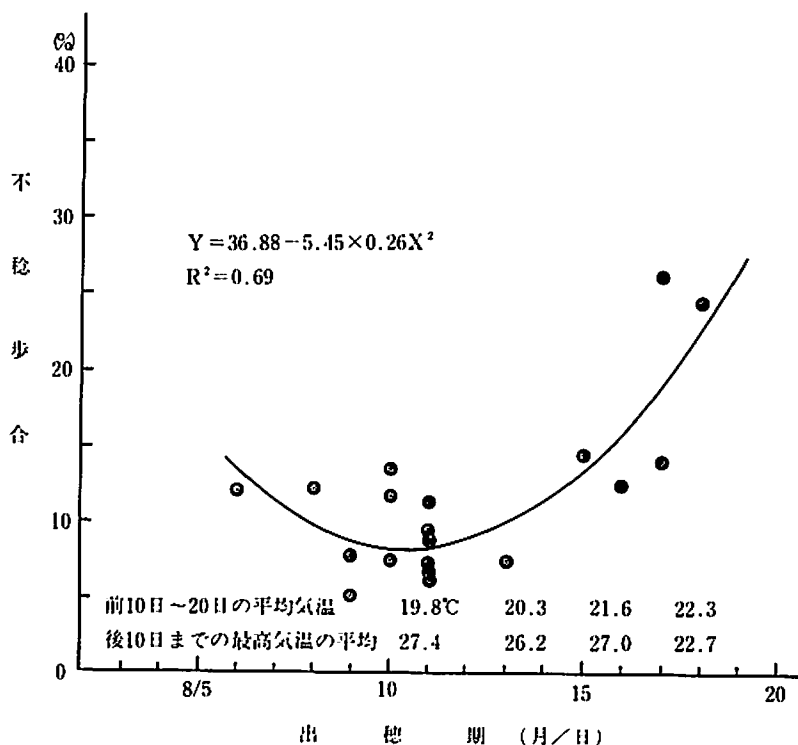


図II-18 茎数の推移および収量構成要素の成苗と中苗との比較(キタヒカリ)

少に比して㎡当り穂数減が小さかった。登熟歩合は双方に差がないが、屑米は4本植が少なかった。したがって、玄米収量は4本植が勝った。これらの結果、遅延型冷害年には、1株当り植え本数の確保は生育促進の上から重要であることを示した。

前記の苗の種類に関する試験とは別に、3施肥2地力条件をもって検討した試験から、成苗ポット苗と中苗マット苗の生育相と収量について示したものが図II-18である。成苗ポット苗は苗代分けつが有効に働いた結果、植え本数が多い中苗マット苗よりも茎数が多く経過した。したがって、有効茎終止期は中苗に比べて数日早く、出穂期も2日早まった。収量構成要素は、穂数は差がないが登熟歩合が明らかに異なり、屑米も差があった結果、収量は大差をもって成苗ポット苗が勝った。なお、登熟歩合の差は不稔の多少によるところが大きかった。

以上のように、58年も出穂が遅れたイネに不稔の発生を見た。その原因を探ると図II-19の通りである。出穂期別に不稔歩合を見ると、8月20日近くに出穂したイネに不稔増加が認められる。出穂期に対応する減数分裂期頃の平均気温（出穂期前10日～20日の日平均気温）は、8月10日頃に出穂したイネが最も低く、以降遅いほど高温傾向にある。ところが、出穂期から10日間の最高気温の平均は、8月20日前後に出穂したイネは明らかに低温に経過した。したがって、この年の不稔は開花期低温によるものと判断される。



図II-19 58年の出穂期と不稔との関係(品種展示圖)

上川中央部では、10月6日の降雪で成熟直前のイネが倒伏した。倒伏による登熟への悪影響は当然であるが、それよりも収穫作業を極めて難渋にし、更には収穫ロスも多くして冷災害を助長した。倒伏の原因は直接的には雪の重みであるが、58年の秋のイネは冷害年にもかかわらず降雪前に倒伏し易い姿勢が見られた。これは、8月の高温で節間が伸長して例年よりも長稈化したためと考えられる。

表II-12は倒伏した稲と、近接地の未倒伏のイネの倒伏関連形質を調査した結果である。これによると、倒伏イネは稈長が明らかに高く、特に下位節間が長い結果が見られる。また穂重は、倒伏したにもかかわらず重い。しかし、米粒は倒伏による完熟粒の減少と未熟粒の増加が明瞭であった。したがって、58年の被害による倒伏は、稲体が肥料の後効きと8月の高温とで弱体化していて、この程度が大きいものほど著しい倒伏をしたものと考えられる。

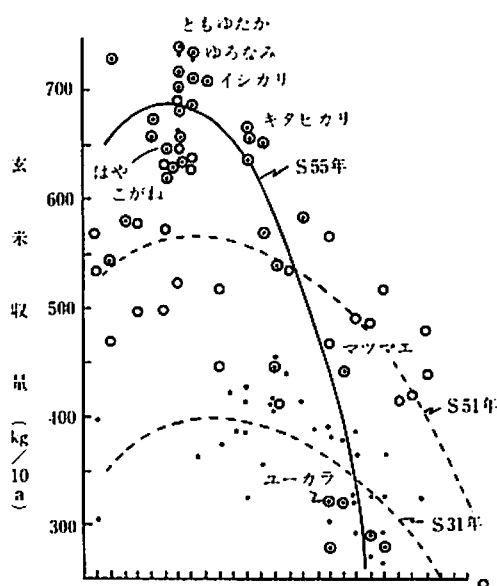
表II-12 倒伏イネと未倒伏イネの関連形質差

区 別	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	節 間 長 (cm)				株 当 り 穂重(g)	完 熟 粒 割合(%)	未 熟 粒 割合(%)
			第 1	第 2	第 3	第 4			
倒 伏 イ ネ	76.6	16.7	27.8	21.0	19.2	8.5	22.3	24.6	50.7
未 倒 伏 イ ネ	70.8	16.6	27.5	20.3	16.6	6.2	20.4	33.1	38.2

注) 調査の場所 旭川近郊, 調査日 10月20日, 調査点数 8点

(3) 品 種

55年：既に述べた55年の気象経過、および生育状況から見て、品種比較においても図II-20



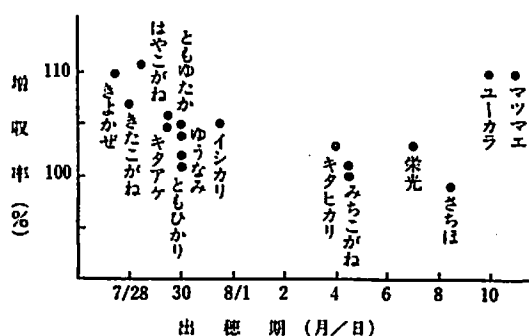
図II-20 55年と類似年における出穂期と収量
(上川農試奨励成苗N-12kg)

に示す如く、出穂時期の僅かな早晩による収量差が著しかった。即ち8月5日までに出穂した品種系統群は、収量が少ない超早生の2系統を除き600kg/10a以上の収量を示し、「ともゆたか」「ゆうなみ」「イシカリ」などでは700kgを超える多収を得た。ところが、出穂が遅い「ユーカラ」「マツマエ」などでは、300kg前後の低収に終わった。

このように、出穂期の早晩で顕著に豊凶差が見られたのは、過去の遅延型冷害年に見られない結果であった。したがって、高収の早生群では品種の障害型耐冷性の強弱、および登熟の良否に関係なく高収を示した。一方、低収の晩生群では、耐冷性の差によって「マツマエ」と「ユーカラ」とでは収量差が明らかな差が認められた。

奨励試験におけるN-12kg/10a区に対するN-16kg/10a区の増収率は、殆んどどの品

種系統で増収が認められた。極多肥条件でも増収率の高かったのは、図II-21に示す如く、出穂時期と図II-20に示した収量性から次の様に言える。早生でN-12kg区で高収域に達し得なかった「きよかせ」「はやこがね」は増収率が高い。N-12kg区で低収であった「ユウカラ」「マツマエ」は、極多肥であっても稔実低下がより大きくならなかった関係上増収率が高かった。これに対して、「イシカリ」などの多収性を持ったイネは、N-12kg区で高収のため増収率が低かったものと判断される。



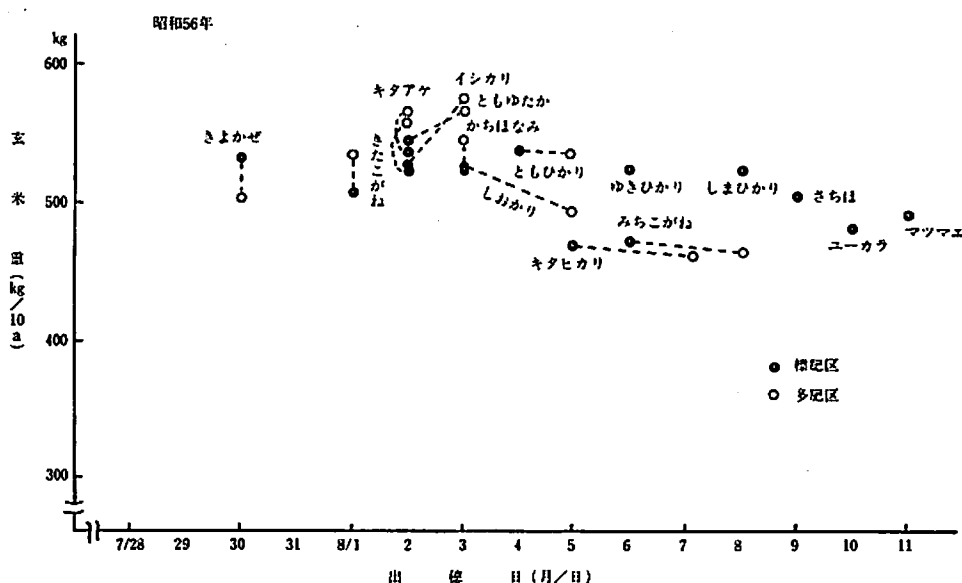
図II-21 品種別出穂期とN-12kg/10a区に対するN-16kg/10a区の増収率
(55年奨決)

56年：当年の品種別収量は、図II-22に示すとおりである。

標準肥条件で500kg/10aに達しなかった品種は、「キタヒカリ」「みちこがね」「ユウカラ」「マツマエ」であった。「キタヒカリ」は、出穂期が「イシカリ」以降の品種中最も稔熟数で、m²当り28,000粒まで得られなかった。「みちこがね」は穂数が最も少なく、1穂粒数が最も多い関係上、8月6日以前の出穂品種中、最も屑米が多かった。「ユウカラ」「マツマエ」は、出穂の遅れで屑米が特に多かった。

以上の事柄が低収要因と考えられる。

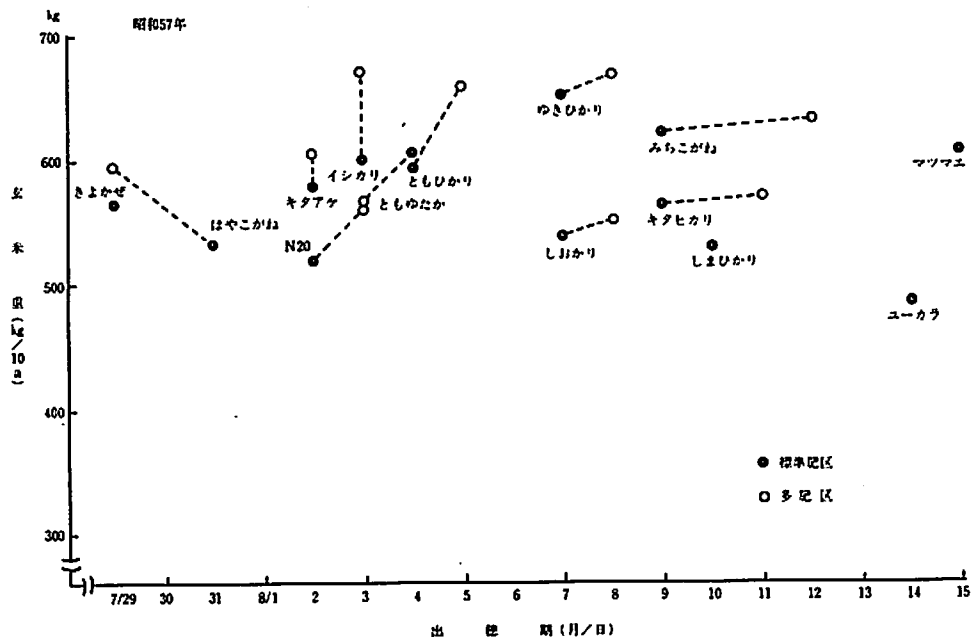
多肥による増収は、「きよかせ」を除き8月3日までに収穫した品種に認められた。特に「はやこがね」「キタヒカリ」「イシカリ」「ともゆたか」の増収は明瞭であった。なお「イシカリ」「ともゆたか」は、多肥で収穫が遅れたが増収し、8月3日を過ぎて収穫した品種は、多肥区



図II-22 玄米重と出穂期(上川農試、奨決成苗)

で更に出穂が遅れて減収した。したがって、この年の出穂の安全限界は、8月3日頃と思われた。

57年：当年の収量は、図II-23に示すように、早生から晩生まで収量の熟期間差は少なかった。図に示した主要品種のうち、550kg/10a以上の収量が得られなかった品種は、早生群では「はやこがね」「農林20号」、中生の早群では「しおかり」、中晩生群では「しまひかり」「ユーカラ」であった。低収の要因は、「はやこがね」は明らかに穂数不足であり、「しまひかり」「ユーカラ」は稔実低下で、それぞれ38%、と35%の不稔歩合であったためと考えられる。「農林20号」と「しおかり」は、この熟期の品種としては不稔歩合が特に多く20%程度に達した。しかし、穂数が多いことから、これが直接的な減収要因とは考えられない。

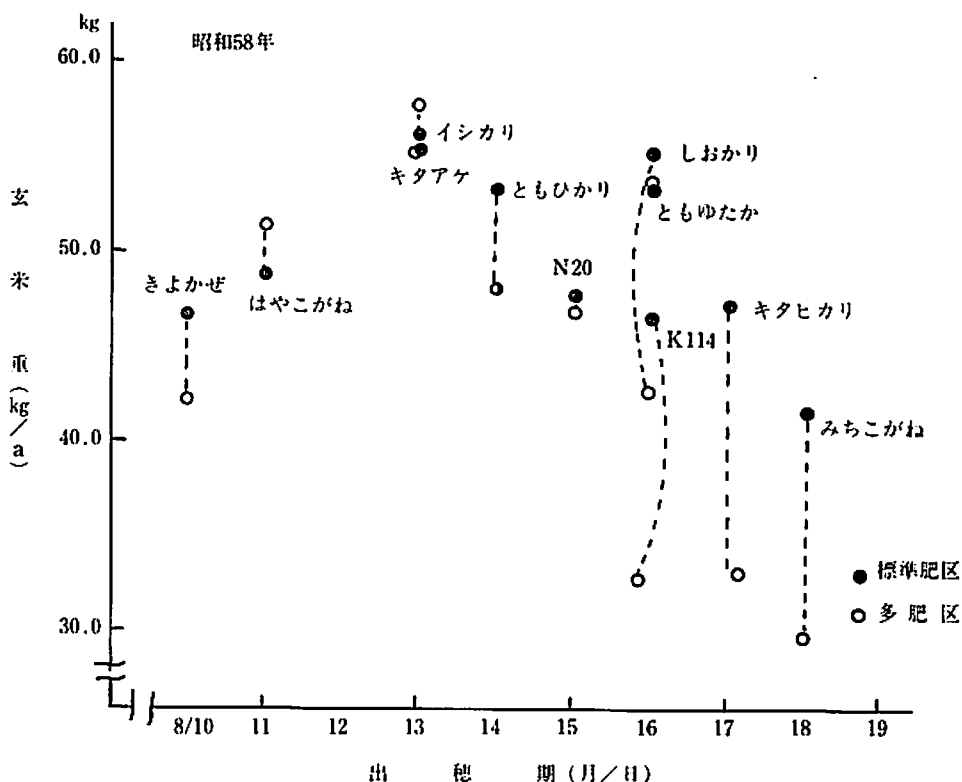


図II-23 玄米重と出穂期(上川農試、奨励成苗)

多肥による増収は、「ともゆたか」以外はいずれの品種も認められた。特に「イシカリ」と「ともひかり」は多肥で高収を示した。一方、「しおかり」と「キタヒカリ」は、多肥で不稔が増加して増収率も低かった。「みちこがね」の多肥で増収率が低かったことや、「ともゆたか」の多肥での減収は登熟歩合の低下によるものと考えられるが、詳細は不明である。

58年：この年の減収要因は登熟の低下と、出穂が特に遅れた晩生種の不稔の増加であった。したがって、品種の収量は熟期と登熟能力で決定した。

図II-24に示すように、昭和58年の冷害年において標準肥区で比較的収量水準が高かった品種は、熟期が早い「キタアケ」「イシカリ」「ともひかり」「しおかり」「ともゆたか」であった。「みちこがね」は、晩い出穂にもかかわらず、不稔は多くなかったが、登熟不良で最も低収であった。



図II-24 玄米重と出穂期(上川農試, 奨決中苗)

多肥区での増収が見られた品種は、「はやこがね」と「イシカリ」の2品種のみで、「キタアケ」「ともゆたか」は標準・多肥とが同等の他は、いずれも多肥で減収した。減収が著しい品種は、標準肥でも多収数であった「しおか里」「空育114号」と、不稔が多い「キタヒカリ」、登熟が劣った「みちこがね」であった。以上を出穂期で見ると、8月15日を過ぎて出穂した品種は、「ともゆたか」以外は多肥での減収率が著しかった。しかし、これより早い「ともひかり」「きよかせ」も多肥での減収は明らかであった。これら2品種は、出穂が早いイネでありながらも、標準肥条件での収数が極めて多い品種であることが原因と考えられる。

以上、4ヶ年を通じて収量水準が高かった品種は「イシカリ」「ともゆたか」などの早生の晩から中生の早にかけての品種であった。このことを、さらに明らかにするため、49年から58年までの奨決試験を用いて、熟期別に収量および収量の年次変動を見たのが次表の表II-13である。なお、用いた品種系統は各年の全供試材料である。したがって、各熟期別の品種系統数は、年次、熟期間で異にする。なお熟期は、当該年の出穂期により2～3日間隔で分けた。

上川農試における品種の熟期別10ヶ年の平均収量は、熟期が「イシカリ」「ともゆたか」級の早生の晩と中生の早群が最も高収である。ついで高いのは、「はやこがね」「キタアケ」に代表される早生群であり、以下、中生群、極早生群、中の晩、晩生群の順である。年次別平均収量の偏動係数は、早生の晩群が最も低く、ついで極早生群であり、中・晩生、中の早群、早生群の順である。

早生の晩、中生の早群の平均収量が高い原因は、近年の遅延型冷害年における安定性と、早

表II-13 上川農試奨奨試験供試系統品種の熟期別収量 (昭49~58年)

熟 期 別	平均出穂期 (月・日)	平均単収 (kg/10 ^a)	S (kg)	C・V (%)	収 量 比 (%)	備 考
極 早 生	7.26	529	71.2	13.5	91	代表品種・きよかぜ
早 生	.28	563	86.3	16.3	97	キタアケ
早 の 晩	.30	582	77.1	13.2	100	イシカリ
中 の 早	.31	580	93.6	16.1	100	ともゆたか
中 生	8. 3	440	85.3	15.8	93	キタヒカリ
中の晩・晩	. 7	524	81.6	15.6	90	ユウカラ

注) 苗の種類: 57, 58年は中苗, 他は成苗

施肥区: 50年のみ標肥区, 他は多肥区

表II-14 過去冷害年次の障害要因 (上川全域)

年 次		単 位	昭.31	39	40	41	44	46	51
区 分	作 況 指 数	%	46	73	87	68	84	49	84
花 粉 障 害	出穂前20日~11日の平均最高気温	℃	26.1	26.0	24.9	22.6	28.9	19.8	25.5
	平均最低気温	℃	17.9	16.8	16.5	14.8	13.7	14.5	
	障 害 の 有 無		無	無	無	有	無	有	無
開 花 障 害	出穂後1日~10日の平均最高気温	℃	19.9	26.3	25.9	28.3	23.2	26.1	22.6
	障 害 の 有 無		有	無	無	無	有	無	有
登 熟 性	出 穂 遅 延 日 数	日	13	6	6	10	3	△1	1
	出穂後40日間の積算温度	℃	707	708	769	749	740	734	726
	障 害 の 有 無		有	有	有	有	有	有	有

農水省道統計情報事務所, 「北海道の冷害と水稲の作柄判断」より作製

注) △は早い

生, 多収品種の育成によるものと考えられる。なお, 早生群では, 高温年次における収量が, やや不足であり, 極早生群では低温年次においても収量不足である。中・晩生群では, 低温年での低収と, 高温年でも最高の収量でない。これらが変動係数の差として表われた原因である。以上の如く, 当地帯では早生の晩群が最も高収で かつ安定的な熟期であると考えられる。

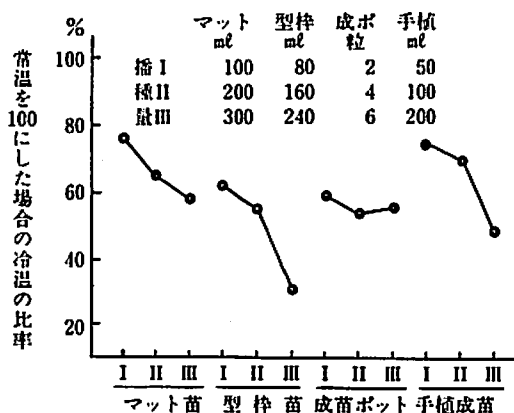
表II-14は, 昭和31年から51年までの7回の冷害年次の, 低温による障害の要因を示したものである。これによると, 花粉障害年次は2回, 開花障害年次が3回, 登熟不良年次は全年次である。したがって障害不稔の年次といえども, 必ず登熟不良を伴うものである。従来, 早生種は障害型冷害の危険性が大きいとされているが, 開花期障害は過去の例から中晩生種が受けている。これらのことから, 冷害克服のために一層早生種の作付が望まれる。

(4) 栽培条件

苗の種類と素質: 既に結果を明らかにした通り, 遅延型冷害年には成苗化した高葉令苗の生育遅延軽減効果が大きかった。一方, 苗素質として具備すべき重要な特性は, 低温活着性である。特に昭和56年~58年の3ケ年は, 本田初期の低温が厳しく, 活着の良否が以後の生育に大きく

関係した。

活着の良否には、一つには移植時の苗の地上部乾物重が関係する。低温下に移植した苗の地



図II-25 苗の種類と乾物に対する移植時の冷温の影響(55年)

法、播種量は成苗ポット苗は1箇当り
他は30×60cm当り

上部乾物重を、常温下に移植した苗との比率で示すと、図II-25の通りである。これによると、低温下に移植した苗の乾物重は、明らかに常温下に移植した苗に劣る。その程度は、苗の種類を問わず疎播苗は低下度が小さく、密播苗になるほど低下する。特に、移植時に根が切断される手植用成苗、および型枠苗では著しい低下を示した。

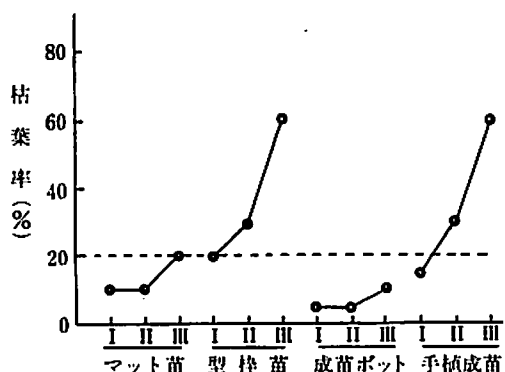
次に移植直後に冷風に当たると葉枯れ症状を生じ、遂には枯死に至る。また、枯死に至らずとも、55年の試験結果から見て枯葉率が20%を越えると明らかに分けつが抑制される。

図II-26に示した苗の種別播種量と枯葉

率の関係を見ると、マット苗および成苗ポット苗では、密播苗であっても20%以上の枯葉率にはならなかった。しかし、型枠苗100ml/枠、手植成苗では9ℓ/3.3m²を越えると20%以上の葉枯れを生じた。

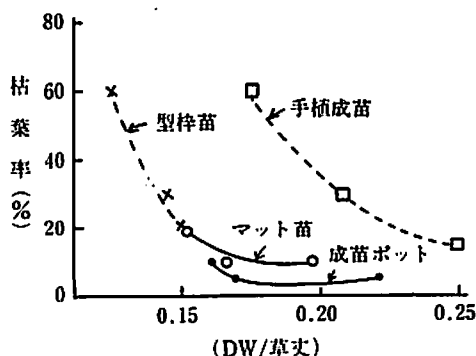
以上の播種量による苗素質の差を、苗素質の一指標である「地上部幹物重/草丈比」(DW/草丈)を用いて枯葉率との関係を見たのが図II-27である。これによると、型枠苗や手植成苗では、「DW/草丈」が劣ると明らかに枯葉率が高くなる。これに反して、マット苗や成苗ポット苗では「DW/草丈」が劣っても枯葉率が低い。

以上のことから、寒冷気象に対処するため、型枠苗では播種量を減じて充実度の高い苗の育成が重要で、特に、成苗ポット苗と共に草丈が伸びやすいことから、徒長防止が重要である。



図II-26 苗の種類と枯葉率の関係(55年)

注) 播種量段階I, II, IIIは前図に同じ

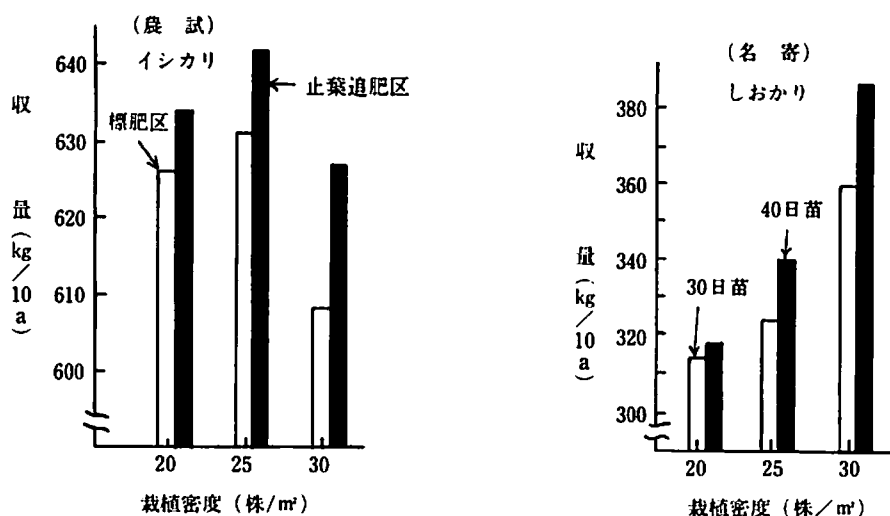


図II-27 苗素質と枯葉率の関係(55年)

マツト苗においては、播種量を減じて葉令増加を図ることが重要である。

栽培密度と施肥法：前記(2)の58年の項で述べたように2本植と4本植とでは、2本植は穂数減と後勝的生育の結果、1穂粒数が増加して m^2 当り粒数は必ずしも不足を来さない。しかし、このような生育相は低温年には登熟不良をもたらす、さらには穂揃性を悪化させる。栽植株数については、同じく(2)の58年で述べた如く、密植は標準肥条件では1穂粒数の減少で m^2 当り粒数増加に限界があり、多肥条件では時には穂数粒数が過剰になって登熟低下をもたらす。このように、栽培密度は栽培条件の中で最も年による差と他の条件との関係が大きいものである。

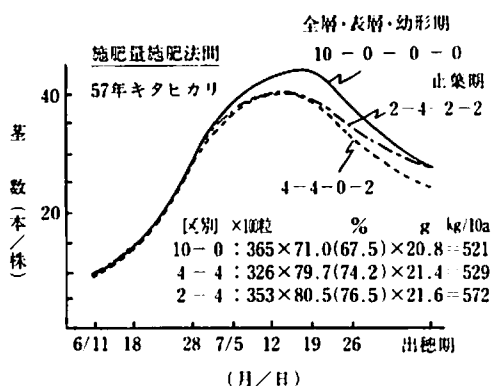
図II-28は、55年における栽植株数に関する試験を示したものである。上川農試における「イシカリ」では、30株区は1穂粒数の減少による粒数不足で、20株区は穂数不足による粒数の減少と、登熟歩合の低下で、いずれも25株に劣った。止葉期追肥では玄米千粒重の増加で増収した。現地「しかおり」では、密植による粒数増加は僅かであったが、明らかに稔実歩合が高まり、密植の効果が大きい。



図II-28 栽植密度と収量の関係(55年)

寒冷地の稲作にとって、初期生育を旺盛化し、初期に茎数を確保することが極めて重要である。そのためには、苗質の向上と栽植株数、植え本数の適正が必須条件でなければならない。ところが、初期生育の旺盛化は、時には後期分けつも引続き盛んにする結果、過剰分けつと有効茎歩合の著しい低下をもたらす。このような生育様は、多肥栽培下では登熟の低下を、標準施肥下では1穂着粒数の減少を伴い m^2 当り全粒数を不足をさせる。

図II-29は「キタヒカリ」の後期過剰分けつの抑制を目的とした施肥法の効果を示したものである。全量全層施肥区(基肥N-10kg/10a)比べて、基肥量を減らし表層施肥した2-4(全層施肥量N-2kg/10a-表層施肥量N-4kg/10a)区及び4-4(全上全層4kg表層4kg)区は、明らかに後期の分けつは抑制された。しかし、4-4施肥区は幼穂形成期に追肥を施用しないため、ちよう落型生育に陥り、有効茎歩合の低下が大きく穂数、粒数減になった。一方、



図II-29 施肥法間における茎数の推移と収量構成要素

注) 区別は施用時期別N/10a 当り施肥量(前層施肥量-表層施肥量-幼穂形成期追肥量-止集期追肥量)下3行の数値は区別: m² 当り粒数×登熟歩合(稔実歩合)×玄米1,000粒重=収量

登熟性の向上と良質化: さきに図II-12, および図II-15で示した如く, 登熟歩合はm² 当り粒数との関係が高く, 粒数が多いほど登熟低下は明瞭である。さらに登熟は, 登熟期間の気温に支配されるところから, 多粒数は高登熟温度を必要とする。表II-16は, 前期(2)1)で述べた各

2-4 施肥区は, 幼穂形成期の追肥で栄養が維持されて有効茎歩合が高く, かつ適正にして十分な粒数が確保された。このような生育相は, 登熟性にも関係して, 全量全層区に比べて基肥減量区は高い登熟歩合を示した。

表II-15に, 上記施肥法区の収量性を栽植密度, 苗種類間の比較で示した。ここに示すように, 2-4-2-2 施肥法では56年の栽植株数間では25株/m²よりも密植の30株/m²が勝り, 57年の植え本数間では2本植/株よりも4本植/株が勝り, 58年の苗種類間では中苗マット苗よりも成苗ポット苗が勝った。したがって, 前述した寒冷地稲作にとって重要な, 初期生育の促進と旺盛化に伴う分けつ後期の問題点の解決には, 本施肥法のような基肥の思い切った減量と, 中期以降の栄養維持のための適切な追肥の組合せが望ましいと思われる。

表II-15 施肥法間の収量性の年次・栽培条件比較 (キタヒカリ)

項 目	年 次 区 別	昭 56 年 (m ² 当り株数)		57 年 (株当り本数)		58 年 (苗の 種類)		年次平均 (栽 培 型)		総 平 均
		A 25 株	B 30 株	A 2 本植	B 4 本植	A 中 苗	B 成 苗	A	B	
総 粒 数 (×100/m ²)	10-0-0-0	323	288	379	349	359	376	354	338	346
	4-4-0-2	275	264	328	323	339	332	314	306	310
	2-4-2-2	277	263	365	340	355	352	332	318	325
登熟歩合 (%)	10-0-0-0	81.1	78.2	64.5	68.8	58.4	65.5	68.0	70.8	69.4
	4-4-0-2	86.6	83.9	72.4	75.9	61.3	72.4	73.4	77.4	75.4
	2-4-2-2	90.3	85.2	71.9	81.0	60.7	74.6	74.3	80.3	77.3
収 量 (kg/10 ⁰)	10-0-0-0	508	469	539	503	391	492	479	488	484
	4-4-0-2	497	456	511	506	409	485	472	482	477
	2-4-2-2	491	501	566	578	424	526	494	535	514
収 量 比 (%)	10-0-0-0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	4-4-0-2	97.8	97.2	94.8	100.6	104.6	98.6	98.5	98.8	98.5
	2-4-2-2	96.6	106.8	105.0	114.9	108.4	106.9	103.1	109.6	106.2

注) 中苗はマット, 成苗はポット苗

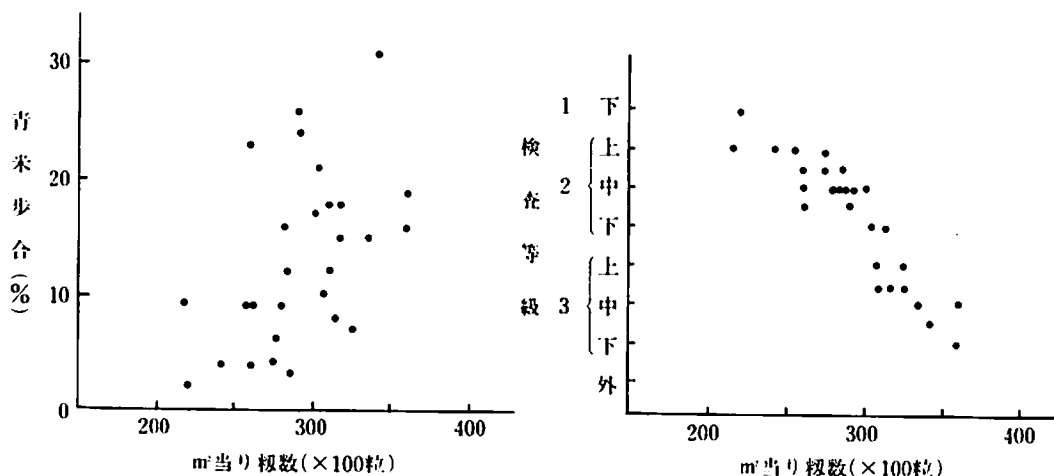
表II-16 年次別 m²当り稈数と稈数決定時の気温の高低 (イシカリ)

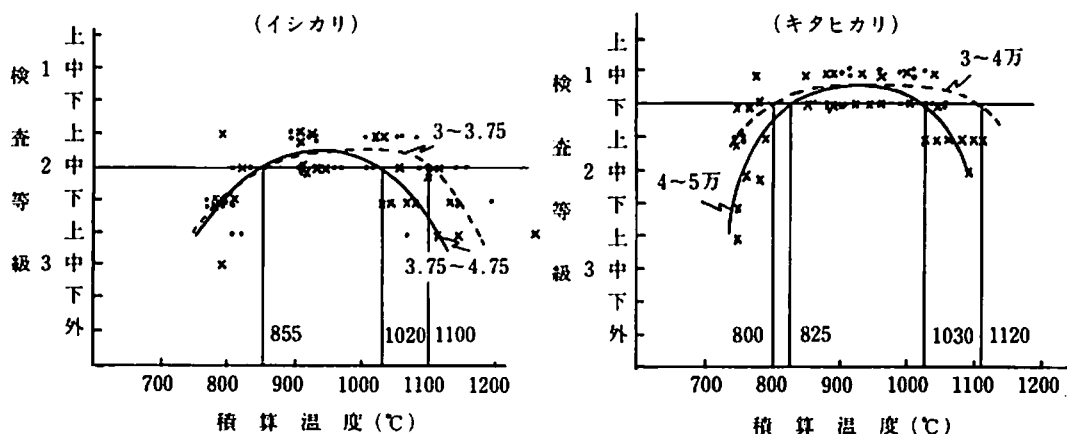
年次(昭和)	51	55	58	57	52	54	53	56	平均
m ² 当り 稈数 (×100粒)	423	417	415	383	350	350	343	339	378
幼形期前20日の 最低気温差	-1.3	-0.3	-2.1	-2.1	+1.1	+1.4	+3.1	+0.6	12.6℃
止葉期前15日間 の最高気温差	-0.1	-0.6	-1.8	-1.7	-0.5	-0.2	+3.6	+1.1	25.4℃
出穂の遅延日数	-1	-3	15	1	-4	-1	-8	2	±0

年共通試験の m²当り稈数の年次間差を示したものである。これによると、高温年には寡稈数になり、低温年では多稈数になる傾向が見られる。したがって、遅延型冷害年は、出穂遅延に伴う登熟温度の不足と、多稈数とでいっそう登熟不良に陥るものである。

道産米の品質落等要因は、未熟粒の混入、整粒不足など登熟不良に起因する要素が極めて多い。図II-30に示すように、未熟粒の主体をなす青米は m²当り、稈数が多いほど増加の傾向にあり、さらに玄米検査等級は、m²当り稈数が多いほど低下する。また、近年は着色粒の混入による落等も多くなった。元来、着色粒は登熟が早く刈り遅れたイネに多く発生した。ところが最近では、未熟粒が多いイネに濃色の着色粒が見られる傾向がある。これは、登熟に長日を要する過稈数のイネでは、既に完熟した米粒が刈取までの長日間に着色粒に変化するためと考えられる。

各種栽培条件で育てたイネの、登熟温度別の検査等級を、m²当り稈数の多少との関係で見ると図II-31の通りである。「キタヒカリ」では、m²当り稈数4万未満のイネは、出穂後の積算気温が800℃以上になって1等米が得られる。これに対し、4万粒以上のイネでは825℃に達しないと1等米が得られない。即ち多稈数のイネは、1等米になるのに25℃多い登熟温度を必要

図II-30 m²当り稈数と米質との関係(56年イシカリ)



図II-31 出穂後の積算気温と検査等級の関係(57年)

とした。以降、登熟積算温度の増加に応じて米粒の熟度は進行するが、4万粒以上のイネでは1,030°Cに達すると落等する。これに対して4万粒未満のイネでは1,120°Cに達しないと落等が見られない。即ち、多穂数イネは1等米生産の温度幅が狭い、即ち刈取適期幅が狭いことになる。これらのことから、図II-30に示す多穂数イネの検査等級の落等要因は、未熟粒と着色粒の混入によるものと考えられる。

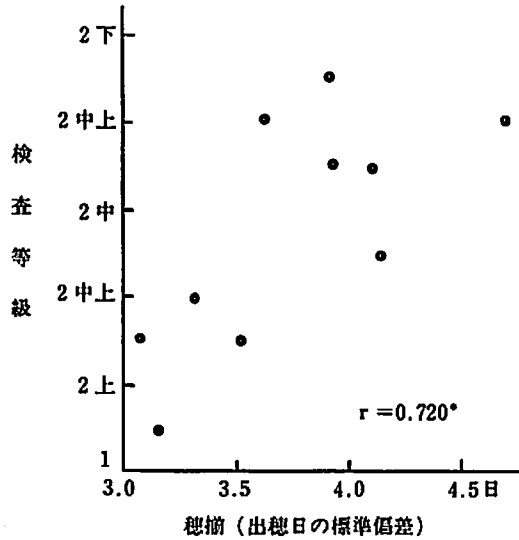
以上のことから、稲作安定に必要な登熟性の向上は、良質米生産にとっても重要な要素になる。そこで、イネの登熟性、良質面に関係する、もう一つの生育相を述べると穂揃性である。穂揃とは、穂の位置的な空間面と、穂の出始めから揃に至る時間的な面とかある。しかし、穂の位置が不揃なものや穂の出揃が不良なものとは一致することから、ここでは穂の出揃に要する日数と品質関係を示すと次図の通りである。

穂揃と米の検査等級の関係は、図II-32に示すように5%水準で有意な関係にある。さらに、図II-33から明らかなように穂揃の悪化に伴う検査等級の低下は、未熟粒の増加が最大の原因であり、着色粒も穂揃が著しく悪いと増加する傾向が認められる。したがって、既に述べた如く、ここでも未熟粒が多いと登熟が不整一化し、着色粒も増加することを示している。

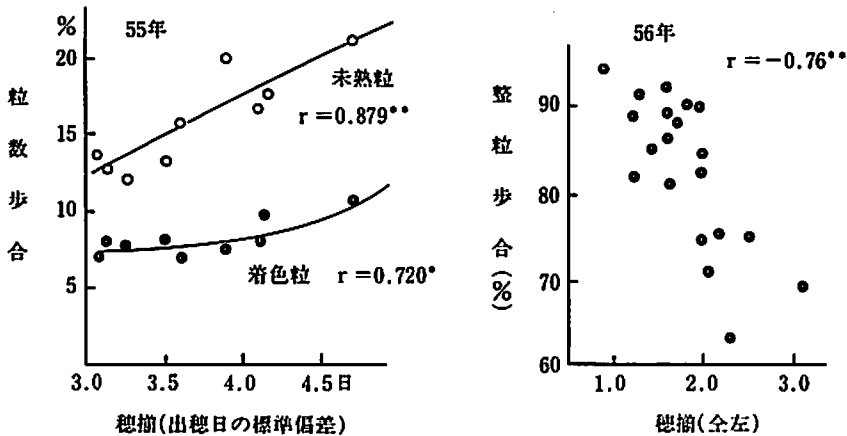
以上のことから、登熟進度の整一化と登熟歩合を高め、さらに品質の向上を図るためには穂揃性を良くすることが重要であり、それには初期生育の旺盛化による必要穂数の早期確保、栽培本数、株数の適正が必要と考えられる。

(5) 要 約

- ① 上川農試における昭和55年以降4ケ年の各年の収量の対平年比は、55年は作況試験が111%、栽培年次間比較試験が120%であった。56年は作況試験が99%、年次間比較が90%、57年はそれぞれ101%、105%、58年は93%、87%であった。
- ② 昭和55年は出穂の早晩が作柄に大きく関係し、8月5日を過ぎて出穂した遅いイネほど不稔が多かった。したがって、例年出穂が早い地帯では冷害を受けず、むしろ高収を得た。しかし、出穂が遅くかつ気象が厳しい北限地帯では、稈実の低下と登熟の遅れとで著しい冷害を被った。
- ③ 55年は、登熟期間が極めて低温で、しかも栄養生長期間の旺盛な生育で多穂数でありなが



図II-32 稔摘と検査等級(55年, イシカリ)



図II-33 稔摘と米質(イシカリ)

らも、出穂が早ければ高収をあげ得ることが実証された年であった。

④ 56年は、本田初期の異常低温による植え傷みと、下位分けつの抑制が稔数減をもたらせた。このため m^2 当りの稔数は4ヶ年中最少で、平年に比べて10%減少した。一方登熟温度は58年につく低温で $700^{\circ}C$ に過ぎなかったが、登熟は寡稔数と初霜の遅れとが相まって高い登熟歩合を示した。したがって、この年の上川中央部における低収要因は、稔数不足であった。

⑤ 57年は7月上旬の高温で分けつが急増、半ば過ぎからの低温は有効茎歩合を高めた結果、

穂数は増大した。しかし、穂数に高位高次分けつが占める割合が高いため、 m^2 当り穂数は多くはならなかった。出穂は4～5日遅れたが、登熟温度が高く経過したため登熟が極めて良く、これがこの年の収量増をもたらせた。

⑥ 58年は記録的な6・7月の低温で生育の遅れが著しく、出穂期は8月半ばを過ぎた。生育相は7月中旬に至り短稈多けつ化した反面、有効茎歩合の低下が大きく、穂数は平年並になった。しかし、1穂粒数の増加で m^2 当り穂数は増大した。出穂の遅れによる登熟温度不足に加え、早冷と、更に8月高温による長稈化と早い降雪とで倒伏し登熟は中断した。

⑦ 以上のように、55年度冷害は出穂が遅いイネが開花期障害を受け、加えて登熟不良もあった。56年は活着期低温による穂数、穂数不足と、一部地帯では登熟不良もあった。57年は出穂遅延がありながらも、登熟期間の高温で救われた。なお、この年は多肥栽培の一部の品種は、花粉障害による稔実低下があった。58年は大正2年並の低温で、出穂の著しい遅れと早冷で、登熟温度登熟日数が極めて不足した。加えて、収穫直前から刈取期間の再三の降雪は、収穫作業を困難にし、かつ収穫ロスを多くした。

⑧ 近年の冷害は、早生種の花粉障害よりも中晩生種の開花障害による不稔の発生が多い。

さらに、中晩生種はこれに登熟不良が加わる。したがって、4ケ年を通じて高収を示した品種は、「イシカリ」「ともゆたか」などの早生の晩から中生の早にかけての品種であった。これら熟期の品種系統は、10ケ年の平均収量も高く、ついで「キテアケ」級の早生群である。したがって、当地帯ではこれら熟期の重要性を確認した。

⑨ 遅延型冷害年における高葉令苗の生育促進効果は大きかった。また、活着期低温に対する「地上部乾物重/草丈」比の大きな苗の効果が高かった。密植イネは、多くの場合登熟の向上と穂揃の良化が認められた。しかし、58年の肥料の後効きが顕著な場合、密植は後期過繁茂による登熟低下をもたらす例があった。寒冷地稲作にとって、初期生育の旺盛化と密植は基本であるが、これに伴う後期の過剰生育を抑制する必要がある。それには、基肥を減量し表層施肥と後期追肥を組合せた施肥法が効果的であった。

⑩ 遅延型冷害年は、出穂遅延に伴う登熟温度の不足と、穂数の増加とでいっそう登熟不良に陥る。登熟不良は未熟粒の増加、整粒不足による玄米品質の低下のみでなく、着色粒も発生させて玄米特級を明らかに落等さす。特に穂揃のわるいイネほどこの傾向が著しくなることから、穂揃性を良くすることが重要である。

(森脇良三郎)

3. 中央農業試験場

(1) 作況における生育、収量

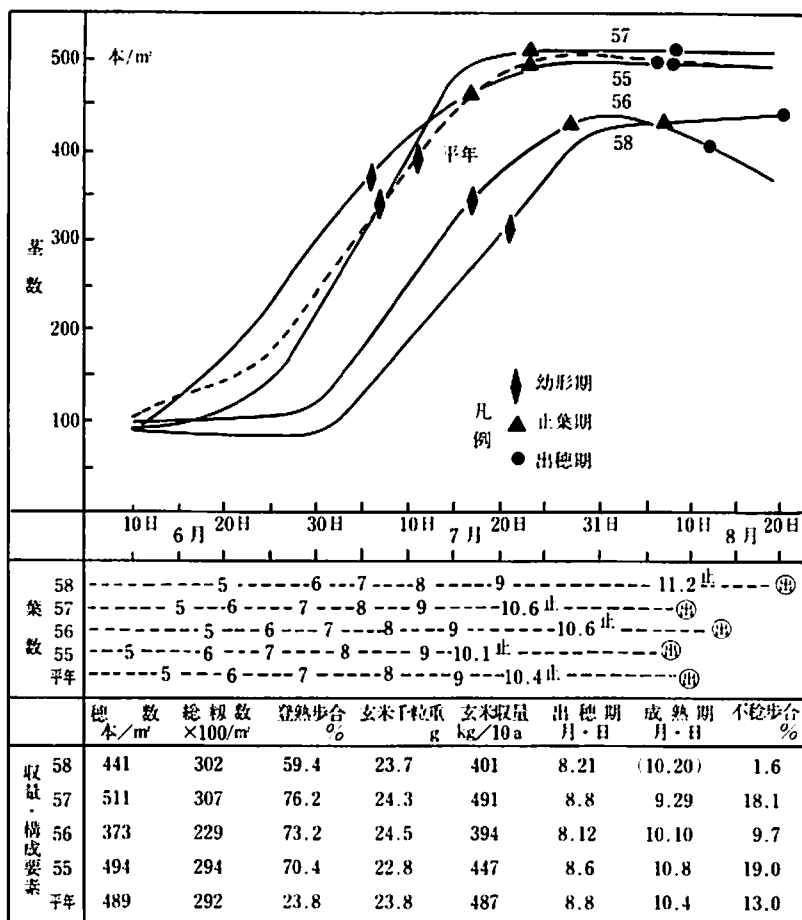
各年次の生育について図Ⅱ-34に示した。

1) 昭和55年

融雪期は4月12日で平年より2日遅く、苗床の乾燥状態は悪く、播種後は5月上旬までとくに日中の低温と日照不足のため、発芽と苗生育は不良で遅れていたが、5月中旬からは一転して温暖な天候が続き生育は回復して、移植時にはほぼ平年並の苗質となった。

前年秋の長雨のため、苗床とともに本田土壌の乾燥も不十分であったが、そのまま本田作業が行なわれた。

移植後はほとんど毎日 20°C 以上の高温が続き、6月7日には最高 30.6°C となるなど、7月な



図II-34 昭和55年～58年度水稲生育概況(中央農試 品種イシカリ)

かばまでは6月の一時的な低温がありながらも、全般的には異常な好天、とくに日中の高温と日照にめぐまれた。

そのため草丈と分けつ数は平年を上回わり、葉令の進度も平年より4日ほど早く、7月8日には幼穂形成期に達した。

その後7月なかばに至って天候は再び不良となり、長期持続型の低温に入った。7月17, 18, 19日には15℃以下、日中でも20℃以下となって、不稔の発生が心配されたが、この期間は日照が比較的多く、しかも冷害危険期の止葉期も早生種では7月14日、中晩生種では7月23, 24日で、危険期を回避していたこともあって不稔発生の被害をほとんど受けなかった。

しかし、8月下旬まで平均気温で平年より1～3℃も低く、これが持続したため、幼穂形成期では平年より4日早かったものが、出穂期では逆に2日遅れの8月6日となった。幼穂形成期から出穂期までの日数は平年の25～28日に対して本年は29～34日で約一週間多く要した。

さらに8月14日～19日は、連続した降雨で日照もなく、日中も21℃を越えることがなかった。この低温、少照のため8月14日～19日の間はほとんど完全に開花が抑制され、天候の回復した20日と21日に満開現象を呈した。しかし、この時に開花した花は不稔穂となった。つまり、出

穂の遅れ、穂揃不良などによって、この間に開花期をむかえたものは、開花期の低温障害を受け、花粉の発芽不良で不稔が多発して、減収となった。このことが55年冷害の主要因であった。

この8月中旬の低温、少照に加えて、8月下旬～9月上旬にも冷涼な日が続き、登熟の遅れが目立った。

m²当り総穂数は平年並かやや多目であったが、稔実歩合、登熟歩合が低下し、玄米千粒重もやや軽く、平年比71～95%の減収、等級も3等であった。

5月から9月までの積算値でみると、気温2,648℃、日照912時間、また登熟気温は740～770℃で平年に比べ+2℃、+81時間、-30～60℃であった。

2) 昭和56年

融雪期は4月13日で平年より3日遅れたがその後は好天で日照も多く、発芽、苗生育はいずれも良好で移植時には良苗が得られた。

本田土壌の乾燥はやや不良であった。移植後は天候不良となり、日中でも15℃以下の日が多く、5月29日は9.2℃までしか上がらず肌寒い日となった。6月に入ってから気温は上昇せず、日照不足も加わり水田水温は低かった。そのため活着不良で分げつは6月末になってやっと増加を始めたが、茎数は平年を大幅に下まわった。

7月上旬まではとくに最高気温が低く、半旬別では平年に比べて2.6～6.8℃も低く長期の異常低温となったため、出葉速度も0.7葉ほど遅く、幼穂形成期は平年より7～10日も遅れ、7月18日となった。

その後7月3半旬からは一転して日中30℃前後の好天が続き、出穂期の遅れは多少短縮し、5日遅れの8月12日であったが、茎数が十分に確保されないうちに生殖生長に移ったため、穂数は平年よりおよそ20%ほど減少した。

8月3日～6日までの集中豪雨は岩見沢測候所で406mmを記録し、石狩川水系流域の洪水によって作況は約1日冠水した。

この時出穂の直前であったが、冠水日数が短期間であったため、不稔発生、登熟障害などは受けなかった。この水害によって石狩、空知を中心に冠水日数2日以上の場合、減収の被害を受けた。

その後9月中旬までは平年より1℃前後低く、また8月22日の台風15号、9月3日の台風18号などが相いつぎ、登熟はやや遅れていたが、9月下旬から10月上旬は好天となり、初霜は10月21日と遅かったのもそれ以前に成熟期に達した。

本年の構成要素は全般に穂数が不足してm²当り穂数は2万～2万6千と少なかった。登熟歩合は出穂が遅れはしたものの4.5%の低下にとどまり、「栄光」などでは平年を上まわることもあった。しかし総穂数が著しく少ないことを考慮すると登熟性は全般的に不良とすることが妥当であろう。一穂穂数と稔実歩合は平年をやや上まわり、穎花分花期の高温により穎殻の発育が良好であったためか、千粒重もやや重かった。

本年は初期生育の遅れが出穂遅延と同時に穂数不足につながった。つまり構成要素不足という生育抑制型を伴った遅延型冷害となった。その結果、穂数不足、登熟不良により収量比70～95%の減収で検査等級は3等あるいは規格外となった。

5月から9月までの積算値は気温2,548℃、日照894時間で平年より94℃、95時間少なかった。また登熟気温は700～720℃で約100℃低かった。

3) 昭和57年

融雪期は4月7日で平年より3日早く、4月は全般に高温、5月は中旬まで好天が続き日照も多く、育苗期間は良好に経過し、発芽と苗生育は順調であった。

移植前後は寒気と暖気が交互にあらわれ、降雨、低温、日照不足のため、水温が低く、分けつ発生はやや遅れた。

6月2半旬以後は最高気温が高く、最低気温が低めで、温度較差が大きく、日照も多く6月の生育は茎数、草丈ではやや劣りはしたものの平年並に近く、葉令では平年並であった。

7月7日には30.1℃を記録するなど、その後も好天が続き、高温で日照が多く、分けつはますます旺盛となって平年を上回わり、幼穂形成期も平年より4日ほど早く、7月8日に達した。

7月前半の好天猛暑によって、分けつは十分に確保されたため、穂数、粒数は平年並以上となった。

しかし、7月後半は一転して不良気象となり、最高気温の低下と日照不足が続き、7月27、28、29日には最低気温が15℃前後となった。そのため、不稔歩合はおよそ20%で、平年よりやや高かった。また、幼穂形成期から出穂期までの日数は28～34日で平年より約1週間多く要して、出穂期はほぼ平年並の8月8日であった。この間の気温が太平洋側では13℃以下となり、この低温が主に太平洋側で不稔多発による減収をまねいた57年冷害の主因である。

その後、8月、9月の登熟期間は近年まれにみる高温、多照が続き、9月13日の台風18号の被害もほとんどなく、10月10日の初霜前に成熟期に達した。

穂数は平年より10%近く多く、m²当り粒数は5～10%多かった。登熟歩合、千粒重も平年よりやや高めとなった。

収量は平年をやや上回わり、等級も2等となった。

5月から9月までの積算値でみると、気温2,711℃、日照1,046時間、また登熟気温800～850℃で平年に比べ、各々、67℃、53時間、30～40℃多かった。

4) 昭和58年

融雪期は4月4日で平年より7日早く、苗床の乾燥状態も良好であった。4、5月の育苗期間中の気象条件は全般に高温、多照に経過し、発芽、苗生育はきわめて良好で、ムレ苗、立枯れなどの育苗障害もなく、健苗が育成された。前年秋の好天とあいまって水田土壌もよく乾燥したため、本田作業、移植作業は順調であった。

移植後は気温が上がらず日照不足も重なって水田水温は低く、活着不良となった。とくに徒長苗を晩植したものなどに苗ぐされが発生し、全般に補植作業は長びいた。6月の気象はオホーツク海高気圧のため、観測史上例をみない異常低温となり、分けつの発生が6月末までほとんど認められず、分けつ期間は7月から8月始めにまでずれ込んだ。

7月に入ってから天候は回復せず、中央農試稲作部の平均気温は6月が13.6℃、7月が18.5℃、6、7月平均が16.1℃で、平年より各々2.9℃、2.1℃、2.5℃低かった。このような2ヶ月間にわたる長期の低温のため、出穂速度は平年より約1葉遅く、止葉葉数も1葉増加して、幼穂形成期は11日遅れの7月21日、止葉期は15日遅れの8月7日、出穂期は13日遅れの8月21日となった。

8月に入って天候が回復し、8月5日以後は最高30℃を越える日があいついだこともあって、出穂期の遅れは止葉期の遅れよりもわずかに挽回したが、安全出穂期からは大幅な遅れとなった。そして8月下旬には、再び20℃以下に低下してきたため、このころに出穂したものに

は開花期の低温障害を受け受精を妨げられたものがあつた。

なお、出穂期における稲穂窒素濃度は2.0%で平年より0.6%も高く、低温に対しては弱い稲穂素質であつたといえる。

不稔稲の発現は平年並のおよそ10%であつたが、未熟粒（くず米）が30%もあり、結果的に登熟歩合は低く、約60%であつた。これは出穂期が遅れたため登熟温度（出穂後40日間平均積算気温）は700~750°Cとなり、平年よりも60~100°Cも低く、さらに9月末から10月始めにかけ霜や雪が例年より早く訪れ、登熟日数に制約を受けた結果である。なお、稲作部における登熟の完全な停止は10月20日ごろと見られた。

本年は分けつが発生が遅れはしたもの、最終的な穂数と穂数は平年並に確保され、不稔歩合もほぼ平年並であつたが、登熟歩合が約15%低下し収量は10a当り400kg、平年比82%の典型的な遅延型冷害年で、昭和29年に類似した年となつた。

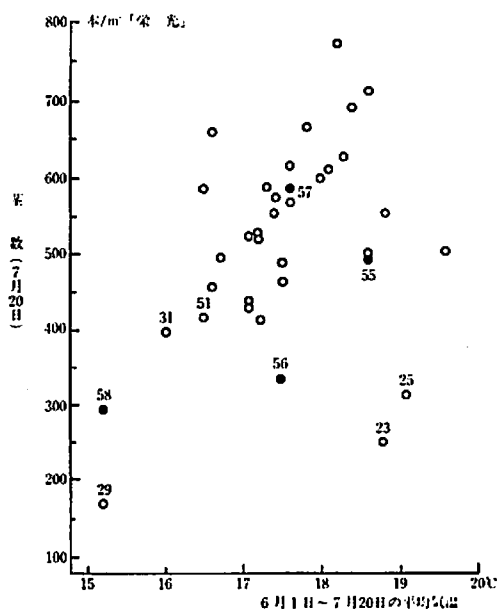
このように58年冷害の最大の特徴は、6、7月の長期異常低温によるもので分けつの大巾な遅れに始まり、幼穂形成期、出穂期の著しい遅れをもたらし、遅延型冷害を決定づけた。

なお、本年の5月から9月までの積算値は気温2,564°C、日照893時間で、平年に対して、各々、-80°C、-100時間であつた。登熟気温は700~750°Cで60~100°C低かつた。

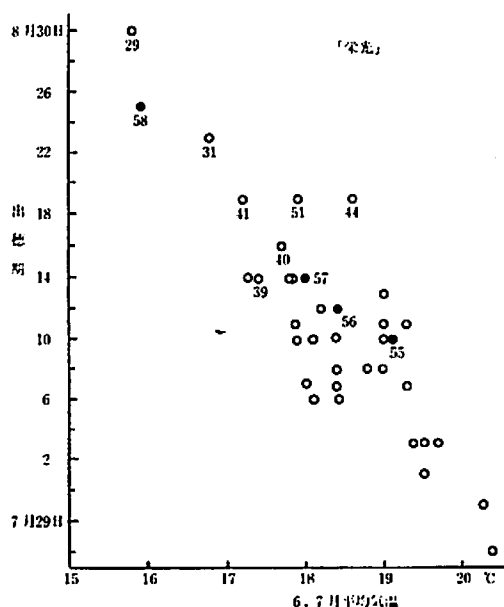
5) 生育遅延と収量

以上のごとく、55年が開花期低温による不稔稲の発生と57年が太平洋側を中心として穂孕期低温による障害型冷害であつたが、56年と58年は主に分けつ期の低温による遅延型冷害であり、くわえて、56年は穂数不足の生育抑制型でもあつた。

ここで作況試験ほの「栄光」（昭和23~58年）の調査成績から、分けつ期間としての6月1日から7月20日に至る期間の平均気温と7月20日の茎数との関係を整理してみると（図II-35）



図II-35 分けつ期の気温と茎数の関係
（昭和23~58年 中央農試）



図II-36 6・7月の気温と出穂期との関係
（昭和23~58年 中央農試）

58年の分けつ期の気象条件が、昭和29年と同様に著しく不良であったために分けつが抑制されていることがわかる。

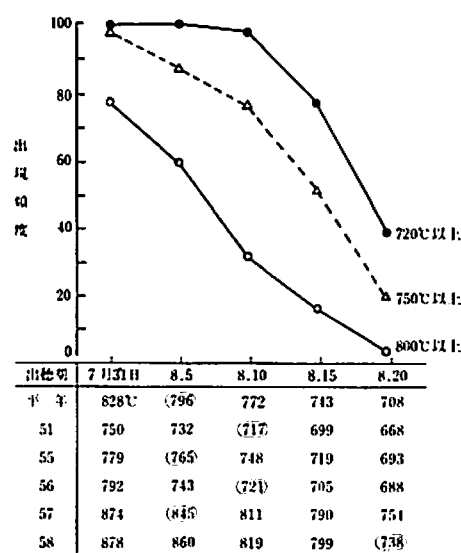
なお、56年の莖数は気温が高い割に少ないが、分けつ開始直後の7月上旬の日照時間が16.8時間で著しく少ないために水温の上昇が不足したものと思われる。

このことは次の出穂期と6、7月の平均気温との関係において同様に示されている(図II-36)。すなわち、58年の6、7月の平均気温は16.1°Cで、昭和29年の16°Cに次いで低く、出穂期は昭和29年以降における遅延型冷害年の昭和31、39、44(併行型)51、56の各年よりさらに遅れが大きく、その結果、昭和31年ほどではないが、異常に低い登熟歩合が減収の大きな要因のひとつとなった。

なお、57年の出穂期が56年より遅かったが、これは57年の7月下旬に15°C前後まで低下して、幼穂形成期が平年より2日遅れたことと、幼穂形成期から出穂期までの日数が30日近く要したためである。このような傾向は中晩生種で認められることであって、早生種の出穂期は56年よりも57年の方が早かった。早生種の場合は57年の7月上旬の猛暑により幼穂形成期が5日も早まっていたので、7月下旬の低温による生育遅延を伴っても、平年並の出穂期となった。

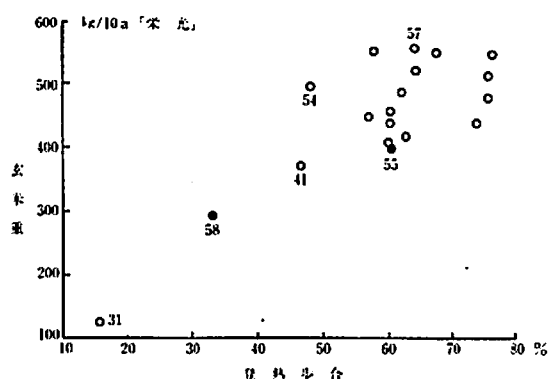
出穂期の登熟気温をみると出穂期が8月5日から10日であれば、55、56年は800°C以下であるが、57、58年は800°C以上であり、58年では8月15日でも約800°Cであった。(図II-37)

つまり55、56年の登熟期間は出穂期が平年並であったとしても不良気象であったといえるが、58年は出穂期が著しく遅延して8月20日以後となったために登熟気象が不良になったことがわかる。すなわち、58年は6月、7月の長期異常低温の影響が、このような結果をもたらし、登



注) 出穂後40日間平均気温
() はイネの出穂期の登熟気温

図II-37 登熟気温の出現頻度と冷害年の登熟気温(昭和48~57年稲作部)



図II-38 登熟歩合と収量との関係(中央農試)

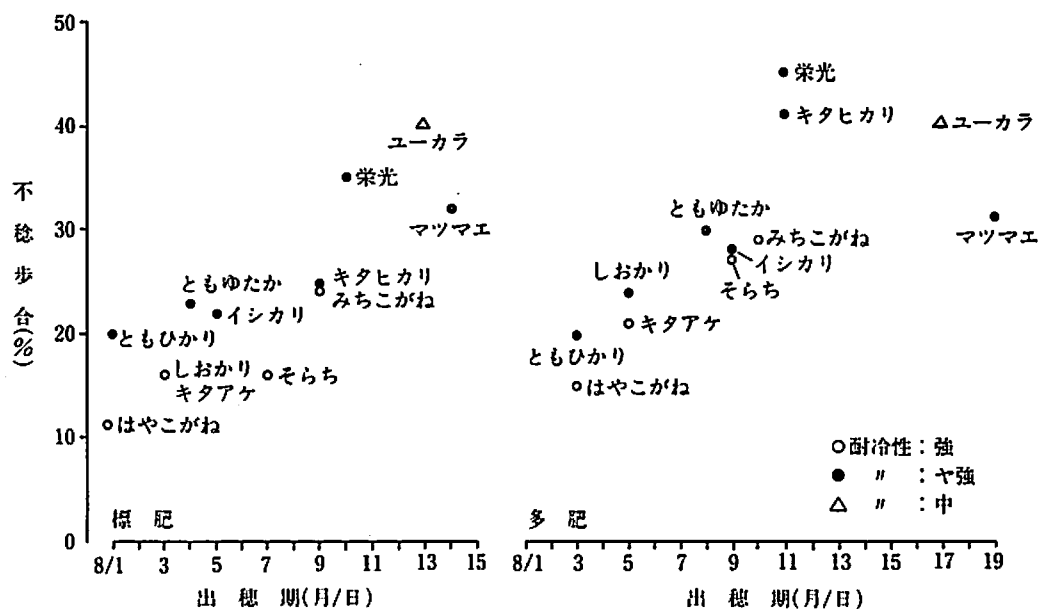
注) 昭和31年以降、収量330×100/m²以上の年次
昭和43年以前の登熟歩合は理論値

熟歩合は約15%，収量は18%，それぞれ低下させることとなった。(図II-38)

(2) 品種との関連

奨励品種決定基本調査の試験成績に基いて検討を加える。

昭和55年：出穂期の低温により不稔が多発した。出穂期と不稔歩合の関係をみると、8月10～11日頃までは出穂期が遅くなるに従って不稔歩合が高くなり、以後、除々に不稔歩合は低下した(図II-39)。これを品種と不稔歩合の関係でみると、出穂期を考慮するならば障害型耐



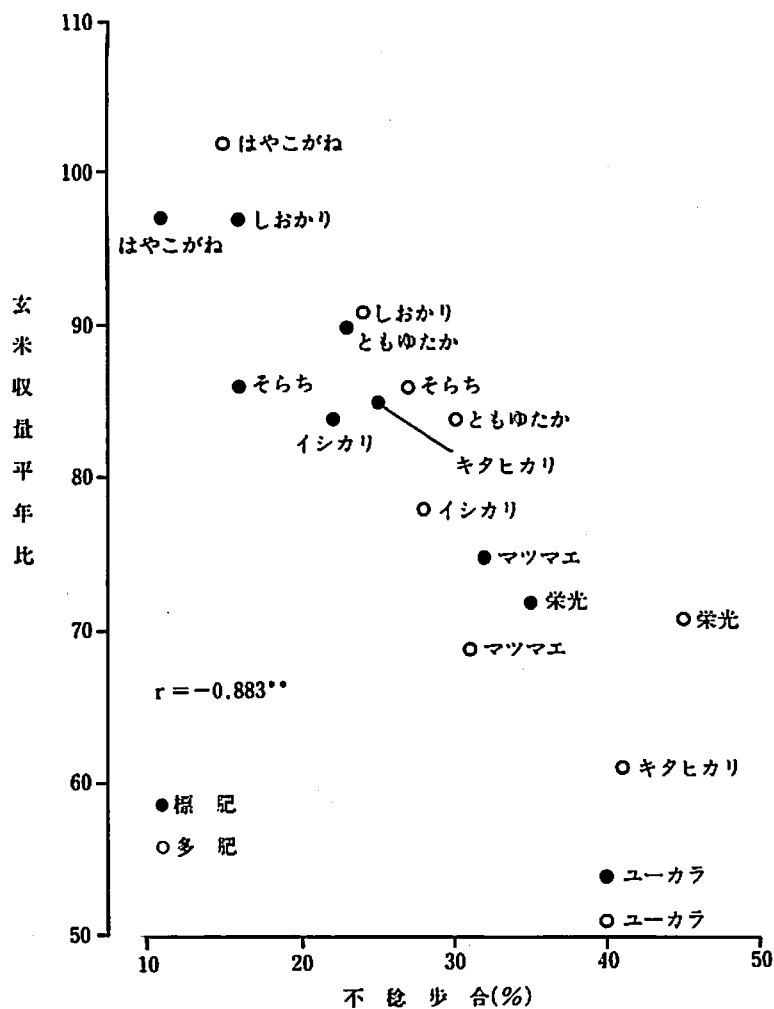
図II-39 出穂期と不稔歩合(昭55)

冷性の強弱の序列とほぼ一致している。また、不稔歩合を出穂早晚別にみると「中生の中」から「中生の晩」の品種が高くなっており、特に多肥区の「キタヒカリ」と「栄光」に不稔が多かった。さらに、施肥と不稔歩合の関係でみると、多肥区は標肥区に比し出穂期が遅く、8月11日頃までに収穫を迎えた早生および中生の品種では多肥区が標肥区よりも不稔歩合が高くなっている。一方、晩生の「ユーカラ」および「マツマエ」は、多肥区で出穂期が大きく遅れたため、不稔歩合は標肥区とほとんど差がない。

不稔歩合と玄米収量の関係(図II-40)をみると、両者の間には高い負の相関が認められ、本年の減収の主因が不稔の多発であることを示している。しかし、表II-17をみると、晩生の「ユーカラ」および「マツマエ」では、千粒重と収歩合の低下が著しく、不稔に加えて登熟不良が減収の大きな要因であることが判る。

昭和56年：特に穂数の確保が不十分であったことにより、 m^2 当り穂数が平年に比して大幅に少なかった。

表II-18をみると、各品種共、不稔歩合は20%以下、千粒重は平年より大、収歩合は平年より低かったものの品種間に差は認められなかった。そこで、平年に比し減少割合が最も大きかった m^2 当り穂数と玄米収量の関係(図II-41)をみると、「しおかき」、「キタヒカリ」、「そら



図II-40 不稔歩合と収量(昭55)

ち」の3品種を除いた場合、両者の間には高い正の相関が認められる。除いた3品種は、他の品種に比べると、 m^2 当り籾数の減少割合に比し減収割合が小さい。「キタヒカリ」については原因が明らかでないが、「しおかり」の場合は、千粒重の平年比が112と各品種中で最大となっていることが、また、「そらち」の場合は、籾摺歩合が高いことが減収割合を抑えたのではないかと推察される(表II-18)。

このように、本年は、活着および分げつ開始の遅れにより穂数が平年を大きく下回ったこと、1穂籾数も必ずしも多くなかったことにより、 m^2 当り籾数が減少し、これが玄米収量の低下に直接結びついたと言える。しかし、 m^2 当り籾数の減少割合には、草型、出穂早晚など、品種として一定の傾向を認めることは困難であった。

昭和57年：本年は、平年以上の収量を示した品種、すなわち、「はやこがね」、「しおかり」(標肥)、「そらち」、「栄光」、「マツマエ」と、平年以下の収量を示した品種、すなわち、「しおかり」(多肥)、「イシカリ」、「ともゆたか」、「キタヒカリ」、「ユーカーラ」とに分れた(表II-19)。

表II-17 昭和55年奨励品種決定基本調査成績 (中央農試)

栽培 法	品 種 名	出 穂 期 (月・日)	成 熟 期 (月・日)	不 歩 合 (%)	穂 数 (×100粒)	同 左 平 年 比	実 穂 数 (×100粒)	同 左 平 年 比	穂 摺 歩 合 (%)	千粒重 (g)	同 左 平 年 比	玄 米 収 量 (kg/a)	同 左 平 年 比	玄 米 等 級
成 苗 標 肥	はやこがね	8. 1	9.28	11	272	96	242	91	81.3	20.7	102	45.2	97	2上
	キタアケ	8. 3	9.30	16	252	—	212	—	81.5	22.8	—	42.7	—	2中
	ともひかり	8. 1	9.28	20	282	—	226	—	79.6	21.1	—	42.2	—	2中
	しおかり	8. 3	9.30	16	314	89	263	83	77.1	19.7	101	46.8	97	2中
	ともゆたか	8. 4	10. 6	23	326	89	251	75	81.3	22.7	100	49.5	90	2下
	イシカリ	8. 5	10. 5	22	284	92	222	79	80.6	22.3	100	44.7	84	2下
	みちこがね	8. 9	10. 8	24	355	—	270	—	79.1	21.2	—	46.0	—	2中
	キタヒカリ	8. 9	10. 7	25	297	96	222	78	78.0	21.7	100	42.9	85	2中
	そ ら ち	8. 7	10. 6	16	287	85	241	81	82.5	22.0	101	47.0	86	3下
	栄 光	8.10	10. 8	35	324	94	211	69	78.5	20.5	99	36.5	72	3中
	ユーカラ	8.13	10.10	40	334	100	200	69	70.9	20.9	96	29.1	54	2下
	マツマエ	8.14	10.14	32	336	104	228	80	76.7	21.4	93	40.2	75	3下
成 苗 多 肥	はやこがね	8. 3	9.29	15	325	—	276	—	79.3	20.2	101	51.0	102	2中
	キタアケ	8. 5	10. 1	21	296	—	233	—	81.3	22.7	—	48.7	—	2下
	ともひかり	8. 3	9.29	20	327	—	262	—	79.7	21.3	—	48.4	—	1
	しおかり	8. 5	10. 1	24	404	—	307	—	77.3	19.7	103	46.2	91	2下
	ともゆたか	8. 8	10. 7	30	331	—	231	—	81.4	22.3	100	49.1	84	2下
	イシカリ	8. 9	10. 6	28	344	—	248	—	77.5	21.5	99	45.1	78	2下
	みちこがね	8.10	10. 9	29	345	—	245	—	76.7	20.8	—	43.6	—	2中
	キタヒカリ	8.11	10. 8	41	339	—	200	—	72.5	21.4	99	33.5	61	3上
	そ ら ち	8. 9	10.10	27	349	—	255	—	80.8	21.2	100	48.0	86	3上
	栄 光	8.11	10. 9	45	404	—	222	—	76.8	19.9	99	35.8	71	3中
	ユーカラ	8.17	10.13	40	375	—	225	—	63.5	20.0	93	28.7	51	3上
	マツマエ	8.19	10.16	31	341	—	235	—	73.7	20.6	91	38.2	69	規外

注) 平年値は、昭和50、52、54年の3ヵ年平均値。

表II-18 昭和56年奨励品種決定基本調査成績（中央農試）

栽培法	品 種 名	出 穂 期 (月・日)	成 熟 期 (月・日)	不 歩 合 (%)	収 穫 数 (×100kg)	同 左 平 年 比	収 穫 数 (×100kg)	同 左 平 年 比	歩 留 合 (%)	千粒重 (g)	同 左 平 年 比	玄 米 収 量 (kg/a)	同 左 平 年 比	玄 米 等 級
成 苗 肥	はやこがね	8. 7	10. 5	12	297	104	261	98	69.1	22.1	109	40.7	87	3上
	キタアケ	8. 9	10. 5	6	296	—	278	—	76.1	24.2	—	50.2	—	3上
	ともひかり	8. 8	10. 3	14	255	—	219	—	73.4	22.0	—	39.0	—	2中
	しおかり	8. 7	10. 2	11	287	82	256	81	73.8	21.9	112	42.4	88	3中
	ともゆたか	8. 8	10. 4	13	326	89	283	85	73.3	24.0	106	45.0	82	3中
	イシカリ	8. 9	10. 4	11	270	88	241	86	73.5	24.7	111	42.5	80	3上
	みちこがね	8.10	10. 6	10	288	—	259	—	71.9	23.1	—	42.1	—	2中
	キタヒカリ	8.12	10. 6	12	270	88	237	84	73.4	23.9	110	44.4	88	2下
	そ ら ち	8.11	10. 7	13	276	82	240	80	76.8	23.5	108	47.5	87	3下
	栄 光	8.12	10. 8	11	321	93	285	94	69.9	22.2	107	43.2	86	3上
	ユーカラ	8.14	10. 8	11	269	81	240	82	69.1	23.4	107	40.5	76	2限
	マツマエ	8.16	10.13	12	299	92	263	92	71.1	23.6	103	42.9	80	3限
成 苗 多 肥	はやこがね	8. 7	10. 8	9	298	—	271	—	68.5	22.3	112	43.2	86	3中
	キタアケ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ともひかり	8. 8	10. 6	15	261	—	222	—	73.1	22.1	—	40.1	—	2中
	しおかり	8. 7	10. 3	13	305	—	266	—	72.0	22.0	115	44.4	88	3下
	ともゆたか	8. 8	10. 7	19	367	—	298	—	71.4	24.2	109	48.1	82	外
	イシカリ	8. 9	10. 7	14	274	—	235	—	74.3	24.1	111	47.3	82	3下
	みちこがね	8.10	10. 9	11	286	—	255	—	74.4	22.8	—	49.5	—	3上
	キタヒカリ	8.11	10. 8	18	298	—	244	—	72.8	23.5	108	47.7	87	3中
	そ ら ち	8.11	10.10	15	311	—	264	—	76.0	23.2	109	48.9	87	外
	栄 光	8.14	10.12	19	393	—	318	—	73.0	21.7	107	48.4	96	3上
	ユーカラ	8.16	10.12	12	314	—	276	—	74.0	22.7	106	44.0	78	2下
	マツマエ	8.17	10.18	15	333	—	283	—	70.3	22.7	100	42.4	77	外

注) 平年値は、昭和50, 52, 54年の3ヵ年平均値。

表II-19 昭和57年奨励品種決定基本調査成績（中央農試）

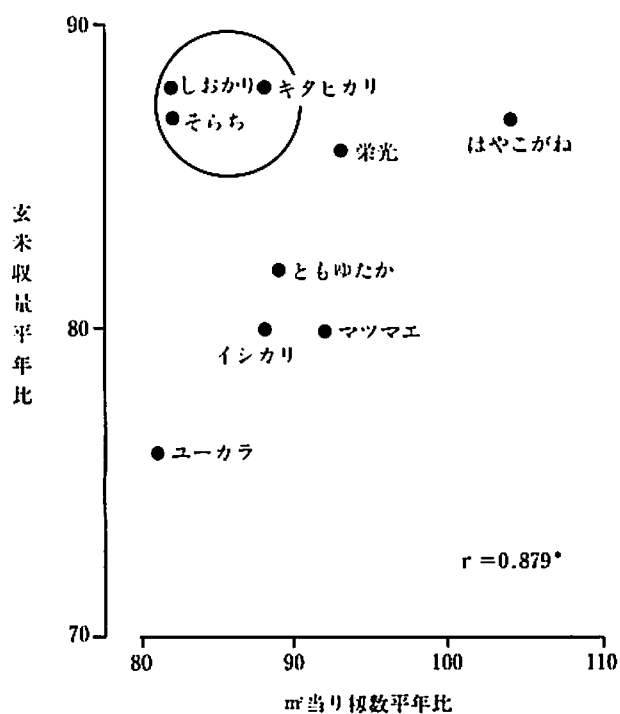
栽培法	品 種 名	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	不歩 率 (%)	穂数 (×100粒)	同 左 平年比	実穂数 (×100粒)	同 左 平年比	歩 合 (%)	千粒重 (g)	同 左 平年比	玄 米 収 量 (kg/a)	同 左 平年比	玄 米 等 級
成 苗 標 肥	はやこがね	8. 5	9.24	9	280	99	255	95	77.7	20.9	103	47.9	103	2下
	キタアケ	8. 6	9.23	11	276	—	245	—	80.7	23.2	—	51.2	—	2中
	ともひかり	8. 6	9.23	14	312	—	269	—	78.4	21.4	—	51.3	—	2上
	しおかり	8.10	9.25	15	386	110	328	104	77.8	20.2	104	49.6	102	2下
	ともゆたか	8. 6	9.24	13	316	86	275	83	78.6	23.0	102	53.2	96	2下
	イシカリ	8. 7	9.25	16	288	94	242	86	80.4	23.4	105	49.9	94	2下
	みちこがね	8.12	10. 1	13	310	—	270	—	79.4	21.8	—	56.4	—	2中
	キタヒカリ	8.12	9.28	19	319	104	259	91	80.1	21.8	100	46.7	93	2中
	そ ら ち	8.12	10. 2	13	313	93	279	91	80.7	22.4	103	55.6	102	3上
	栄 光	8.14	10. 4	16	346	100	291	96	79.7	20.8	100	54.9	109	2下
	ユーカラ	8.16	10. 4	23	295	88	227	78	80.4	21.7	100	51.7	97	2上
	マツマエ	8.17	10. 9	16	308	95	259	91	79.7	23.1	100	58.1	108	2上
成 苗 多 肥	はやこがね	8. 6	9.26	12	332	—	292	—	77.3	20.7	104	50.1	100	2下
	キタアケ	8. 7	9.25	17	294	—	244	—	79.8	22.9	—	53.2	—	3中
	ともひかり	8. 7	9.25	17	346	—	287	—	78.7	21.5	—	53.9	—	2下
	しおかり	8.10	9.25	33	369	—	247	—	79.4	20.0	104	47.1	93	3上
	ともゆたか	8. 8	9.28	22	358	—	279	—	80.2	23.4	105	55.4	94	3中
	イシカリ	8. 9	9.28	20	330	—	264	—	80.9	23.0	106	54.3	94	3上
	みちこがね	8.13	10. 4	16	361	—	303	—	79.5	21.8	—	58.0	—	2中
	キタヒカリ	8.13	9.30	28	362	—	261	—	80.1	22.1	102	45.7	84	1
	そ ら ち	8.12	10. 3	17	359	—	298	—	79.9	22.3	105	59.4	106	3下
	栄 光	8.15	10. 6	28	391	—	282	—	79.1	20.6	102	55.0	110	2下
	ユーカラ	8.16	10. 6	33	337	—	226	—	80.5	21.8	102	45.4	81	2上
	マツマエ	8.17	10.12	17	348	—	288	—	79.9	23.1	102	57.3	104	2中

注) 平年値は、昭和50、52、54年の3ヵ年平均値。

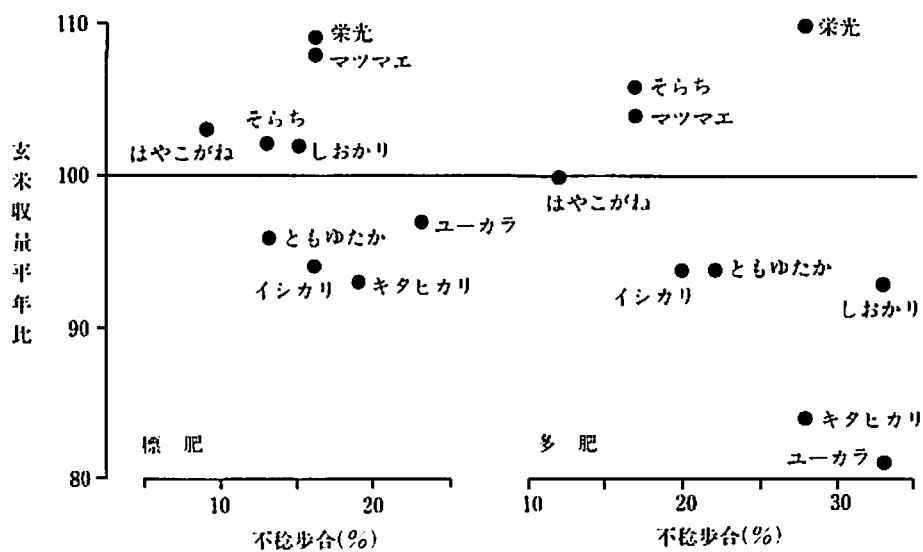
表II-20 昭和58年奨励品種決定基本調査成績 (中央農試)

栽培法	品 種 名	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	不歩合 (%)	㎡収量 (×100kg)	同 左 平年比	㎡収量 (×100kg)	同 左 平年比	収 歩 合 (%)	1粒重 (g)	同 左 平年比	玄 米 収 量 (kg/a)	同 左 平年比	玄 米 等 級
成 苗 標 記	はやこがね	8.17	達せず	10	318	112	286	107	67.4	21.1	104	41.8	90	3中上
	キタアケ	8.17	"	11	302	—	269	—	69.9	23.6	—	46.1	—	2下
	ともひかり	8.17	"	15	302	—	257	—	64.7	21.7	—	35.6	—	2中上
	しおかり	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ともゆたか	8.18	達せず	19	320	88	259	78	69.5	23.1	102	42.4	77	③甲
	イシカリ	8.20	"	12	291	94	256	91	71.0	23.2	105	44.4	83	2下
	みちこがね	8.21	"	10	281	—	253	—	64.2	22.4	—	37.9	—	2中
	キタヒカリ	8.22	"	12	302	98	265	94	64.7	22.6	104	40.1	80	2下
	そ ら ち	8.21	"	14	338	101	291	97	63.6	22.2	102	40.0	73	3下
	栄 光	8.25	"	19	446	129	361	119	54.0	20.8	100	34.0	67	③乙
	ユーカラ	8.27	"	16	326	97	273	94	54.6	21.7	100	33.2	62	3下
	マツマエ	8.27	"	19	322	99	261	92	53.7	22.0	96	32.2	60	③乙
成 苗 多 標 記	はやこがね	8.18	達せず	15	337	—	286	—	65.1	20.9	105	39.7	79	2下
	キタアケ	8.18	"	10	341	—	307	—	70.4	23.5	—	45.5	—	2下
	ともひかり	8.17	"	19	345	—	279	—	65.8	21.9	—	38.5	—	2下
	しおかり	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ともゆたか	8.19	達せず	24	314	—	239	—	68.1	23.0	104	41.4	70	3下
	イシカリ	8.20	"	12	295	—	259	—	68.9	23.2	107	41.8	72	3中上
	みちこがね	8.21	"	11	322	—	286	—	62.8	22.4	—	38.3	—	2下
	キタヒカリ	8.22	"	13	324	—	282	—	61.8	22.5	104	38.2	70	3上
	そ ら ち	8.21	"	17	357	—	296	—	61.3	21.8	102	37.2	66	③甲
	栄 光	8.25	"	24	409	—	311	—	56.0	20.6	102	33.7	67	③乙
	ユーカラ	8.26	"	21	343	—	271	—	52.3	21.6	101	31.3	56	3下
	マツマエ	8.27	"	21	399	—	315	—	50.2	21.3	94	29.6	54	③乙

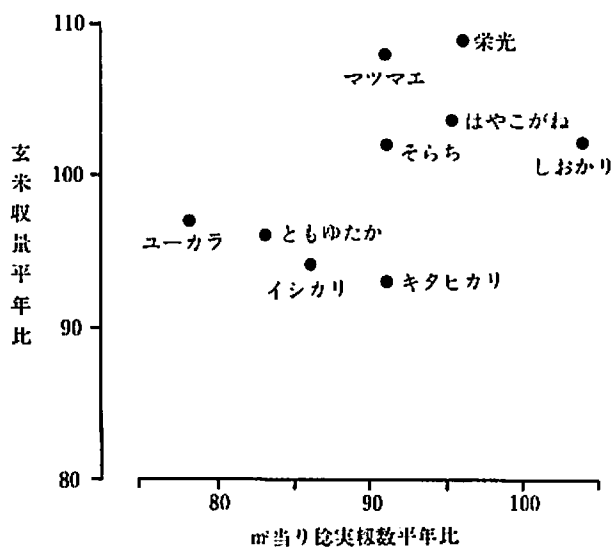
注) 平年値は、昭和50、52、54年の3カ年平均値。



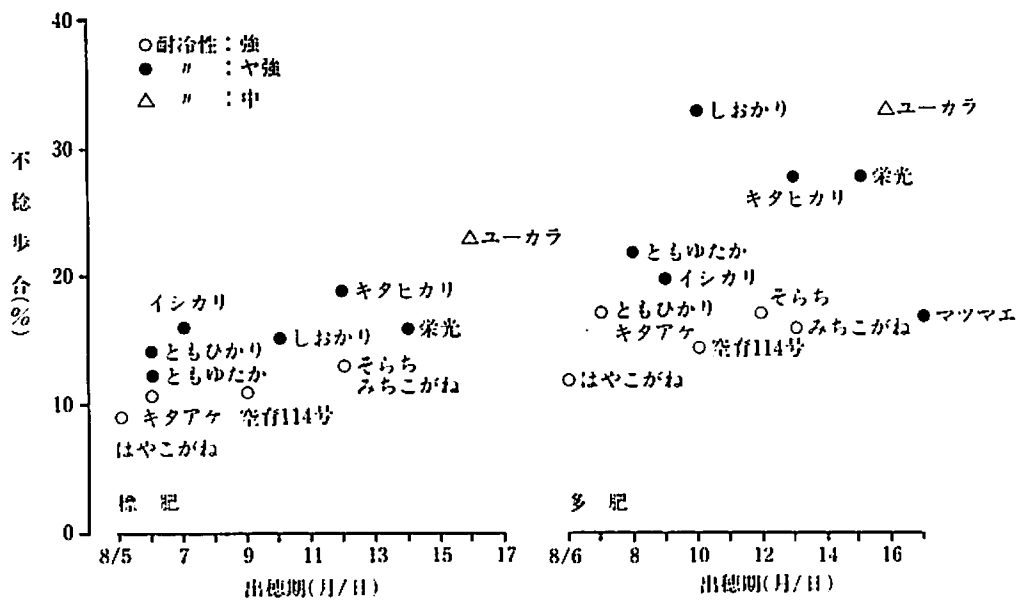
図II-41 ㎡当り穂数と玄米収量(昭56, 標肥)



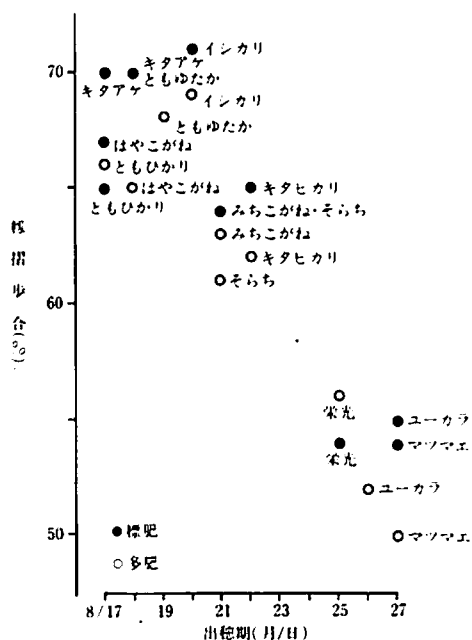
図II-42 不稔歩合と収量(昭57)



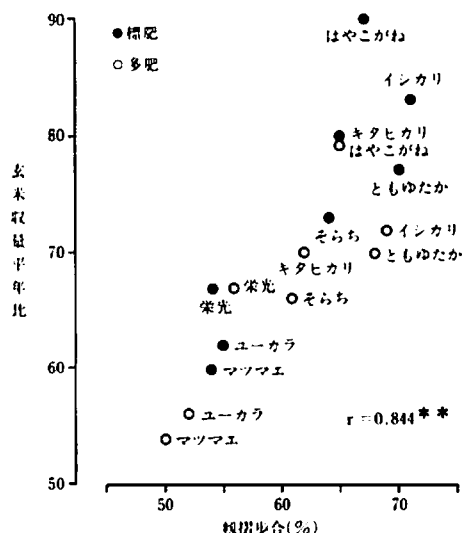
図II-43 m²当り稔実穂数と玄米収量(昭57, 標肥)



図II-44 出穂期と不稔歩合(昭57)



図II-45 出穂期と収歩合(昭58)



図II-46 収歩合と玄米収量(昭58)

穂孕期の低温により不稔は平年よりやや多目に発生しており、約20%以上発生した場合玄米収量に影響がみられるようであるが、不稔歩合単独では減収の説明が困難である(図II-42)。

そこで、 m^2 当り稔実粒数と玄米収量の関係(図II-43)をみると、 m^2 当り稔実粒数の平年比が約90以下の品種の玄米収量が平年以下となっている。中でも、減収割合の大きな多肥区の「キタヒカリ」、「ユーカー」の場合は、不稔の多発が大きく影響しているであろうと推察される(図II-42)。

出穂期と不稔歩合の関係(図II-44)をみると、8月12~13日頃までは出穂期の遅い品種ほど不稔歩合が高くなるが、以後、急激に不稔歩合は低くなっている。また、これを品種と不稔歩合の関係でみると、出穂期を考慮した場合、障害型耐冷性の強弱の序列とほぼ一致している。これを出穂早晚別にみると、穂孕期の低温の影響が大きかったのは「中生の中」であったが、耐冷性「強」の「そらち」および「みちこがね」と「や強」の「キタヒカリ」とでは、不稔歩合に大きな開きがあり、耐冷性の差が顕著に収量に反映していることが注目された。

昭和58年：出穂期が大幅に遅れたことにより、全品種共、成熟期に達しなかった(表II-20)。

出穂期と収歩合の関係(図II-45)でみると、「早生」~「中生の早」は65%以上、「中生の中」では60~65%、「中生の晩」~「晩生」では60%以下と大きく3群に分れ、晩生種ほど収歩合が低い、すなわち、登熟が不良であった。これを各群内の品種間で収歩合を比較すると、「イシカリ」>「ともゆたか」、「キタヒカリ」>「そらち」、「ユーカー」>「マツマエ」となり、登熟性の差異が明らかに認められる。

図II-46に収歩合と収量の関係を示したが、両者の間には高い正の相関が認められ、登熟不良が減収の主因であったことが判る。

(3) 栽培条件と生育の特徴

1) 育苗法と苗質

昭和51年の遅延型冷害を契機に、79%に達していた機械移植のうちの55%を占めていた稚苗は次第に減少し、これにかわって中苗が増加し、さらに成苗も機械移植が可能となった。

昭和58年の機械移植は97%で、その内訳は稚苗15%、中苗77%、成苗5%となっており、育苗問題としての冷害軽減対策は、それなりの威力を発揮していたといえる。

昭和55年は8月14日から6日間の連続低温による開花期障害であったため、苗の種類、移植時期のちがいによって、8月4日から8月11日の出穂期の幅があり、この範囲では、出穂の遅いものほど、つまり成苗よりも中苗が、とくに晩植の場合において著しい減収となった(表II-21)。このような障害型冷害に対して、出穂期を早めたことが、かえって不稔を多くするという場合もあって、その一例が昭和57年にみられた。すなわち、この年は、7月末の低温のために、8月10日前後に出穂したもののうち、より早く出穂したうす播苗や成苗において、不稔歩合が高かった。(表II-21)

一方、遅延型冷害の昭和56年、58年は中苗に比べて、成苗、うす播苗では出穂期を2、3日早めて、登熟歩合、収量を高めている。

表II-21 苗の種類と生育、収量

品 種	年 次	苗の種類	苗 令	出 穂 期 月日	不 稔 歩 合 %	収 量 kg/10a	収 量 比	登 熟 歩 合 %	穂 数 本/m ²
イ シ	55 年 5 月 28 日 植	成 苗 ポ ッ ト	4.2	8. 4	13.3	450	112	82.4	545
		紙 筒 苗	3.6	8. 8	12.3	428	106	80.2	500
		型 枠 苗	3.9	8. 8	12.2	415	103	83.7	538
		中 苗 マ ッ ト	3.4	8. 9	12.9	402	(100)	81.0	470
カ リ	55 年 6 月 2 日 植	成 苗 ポ ッ ト	5.0	8. 7	18.6	385	96	76.9	458
		紙 筒 苗	3.9	8.10	23.6	345	86	69.4	460
		型 枠 苗	4.2	8.10	25.8	279	69	64.6	453
		中 苗 マ ッ ト	4.0	8.11	30.9	289	72	58.0	470
キ タ ヒ カ リ	56 年 5 月 27 日 植	成 苗 ポ ッ ト	3.92	8.12	10.8	514	105	70.7	488
		100 cc	3.32	8.12	10.1	521	106	70.7	477
		150 cc	3.39	8.13	12.1	496	101	69.8	477
		200 cc	3.27	8.14	13.2	490	(100)	69.7	451
キ タ ヒ カ リ	57 年 5 月 5 日 植	70 cc	3.44	8.10	24.5	447	93	59.6	595
		100 cc	3.20	8.11	21.1	501	104	67.0	622
		200 cc	3.09	8.11	19.1	482	(100)	66.9	610
み ち こ が ね	58 年 5 月 30 日 植	70 cc	3.79	8.18	14.6	377	113	54.5	554
		90 cc	3.91	8.19	13.4	355	107	52.3	444
		150 cc	3.32	8.19	15.6	346	104	50.4	445
		200 cc	3.30	8.20	17.0	333	(100)	48.2	393

さらに、穂数不足の56年には成苗、うす播苗が分けつの早期確保により、構成要素を増して収量を確保していた。(表II-21)

苗の種類の選択には栽培する品種の早晩生が考慮されなくてはならないが、近年は良品質の中生種の作付が伸びており、これが成苗ではなく中苗によって栽培されたことも、四年連続の冷害を助長したものと考えられる。

58年には早生良品質の「キタアケ」、「ともひかり」が育成され、また成苗の簡易育苗法の開発も進んでおり、品種の早晩と苗の種類の組合せについてはさらに選択の幅が広がるものと期待されている。

すなわち、障害型冷害に対しては苗の種類によって危険期を分散する効果が期待され、また、遅延型冷害に対しては、うす播苗、成苗などが生育遅延を軽減する有効な対策となりうるものと考えられる。

2) 栽植密度と収量、品質

近年の機械移植の普及により栽植密度を高めることは比較的容易と考えられるが、その実態は基準の25株/m²を越えるほどの密植はまだ一部のようなのである。

開花期障害の昭和55年は穂揃日数が長期化した年であった。この年成苗ポット苗の25株/m²植は出穂が早く穂揃いも良く不稔発生も少なかったが、17株/m²植では出穂の遅れと穂揃不良で不稔歩合が高かった。同一出穂日で比較しても密植の不稔が少ない傾向にあったが、これには稲体の素質の関与も予想されるところである。(表II-22)

表II-22 栽 植 密 度 と 生 育

55 年	密 度 株/m ²	出 穂 期 月 日	不 稔 歩 合 %	穂 揃 日 数 日
イ シ カ リ	25	8. 4.5	14.6	±4.1
	22	8. 4.5	14.7	±4.4
	19	8. 6	18.6	±4.5
	17	8. 7	23.5	±4.6

昭和57年は穂孕期の低温障害で品種間差はあったが、栽植密度間では不稔歩合にはほとんど差はなく、20株/m²植に対し、密植の26株/m²は成熟期が早まり登熟歩合を維持したまま穂数を

表II-23 栽植密度と生育、収量、等級

57年	密 度	出 穂 期 月 日	不稔歩合 %	成 熟 期 月 日	穂 数 本/m ²	収 量 kg/10a	等 級
キ タ ヒ カ リ	20株・3本	8. 14	20.0	10. 1	631(100)	488(100)	1
	20 ・ 6	8. 14	21.7	10. 1	636 101	481 99	1下
	26 ・ 3	8. 14	22.4	9. 29	699 111	507 104	1下
み ち こ が ね	20 ・ 3	8. 14	9.1	10. 9	593(100)	609(100)	2上
	20 ・ 6	8. 14	9.4	10. 9	619 104	616 101	1下
	26 ・ 3	8. 14	9.2	10. 8	651 110	634 104	1下

表II-24 栽植密度と生育、収量、等級

58年	N 量	キ タ ヒ カ リ					と も ひ か り				
		21株/m ²	24	27	30	36	21	24	27	30	36
出穂期	N 4	8月23日	22	22	22	22	8月19日	18	17	16	16
	N 7	24	23	23	23	23	19	19	19	17	16
不歩	N 4	20.8%	23.5	25.0	17.6	22.4	18.1%	18.3	23.2	21.5	17.8
穂合	N 7	22.2	24.2	27.4	32.4	26.1	21.3	28.0	25.3	25.9	25.8
登歩	N 4	51.3%	50.5	49.5	51.2	48.3	59.9%	54.9	49.2	50.6	58.9
熟合	N 7	47.3	48.5	43.9	40.9	38.6	51.1	46.4	47.6	44.8	47.1
収量*	N 4	97	101	109	102	110	93	101	103	107	114
	N 7	(308)	96	105	95	102	(330)	100	96	95	97
等級	N 4	3上 2下	2下	2下	2中	2中	1下	1	2上	1下	1下
	N 7	3下 3中下	3下	3中	3中	2中	2上	2上	2中	2上	2上

* () 実数kg/10a, 他はその比

増やし増収した。(表II-23)

遅延型冷害の58年は21株/m²植から36株/m²植の範囲で密植の方が出穂期で2、3日早く、収量も10～20%高く、検査等級もまさっていた(表II-24)。なお58年は低温に終止した結果、本田の土壤窒素無機化が大幅に遅れて、窒素7 kg以上では登熟不良となったため、このような密植による増収効果は窒素4 kg区でのみ認められた。

田植機による密植は容易であるが、10a当りの育苗箱使用数は増えるので、苗床面積や育苗床土、育苗箱など育苗資材の確保が重要である。これは稚苗から中苗、さらに成苗とより安定した苗を栽培する場合にも同様に生じる問題であって、今後冷害対策を進めるうえでの実際的課題でもある。

3) 窒素施用量と品種の反応

連続した異常気象の中で窒素施肥がどう反応したか。

「キタヒカリ」について4ヶ年の結果をみると(図II-47)、窒素量の0～6 kgの範囲では、55年>56年<57年>58年の収量差であるが、窒素量6～12kgの範囲では、57年>56年>55年>58年の収量差であった。

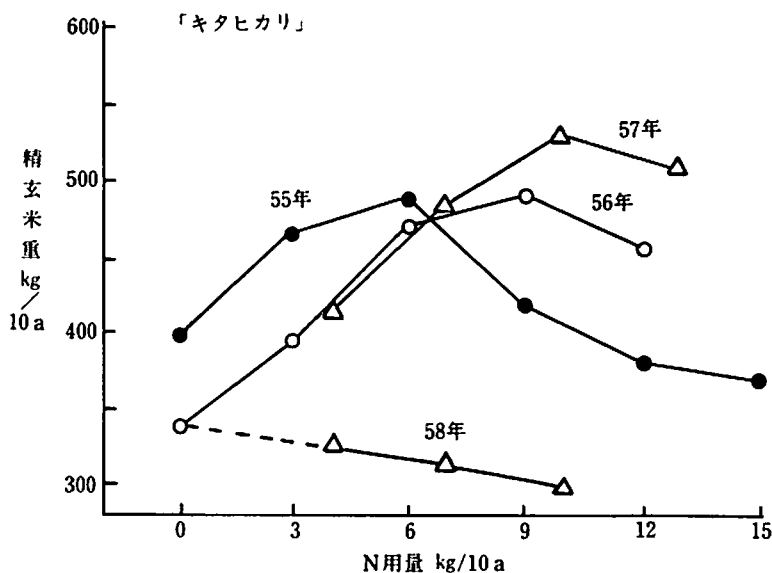
つまり標準施肥量の窒素6 kg以上の多肥栽培の場合、冷害の程度が激しい年ほど減収していることがわかる。

窒素6 kg以下の場合、3ヶ年については少肥となるにしたがって減収したが、典型的な遅延型冷害の58年のみは少肥となるほど増収の傾向であった。

また、窒素6 kg以下の場合、55年が比較的高収であったが、この年の初期生育は最も良好で穂数、粒数を十分確保できたことと、出穂期の遅れもほとんどなかったため開花期の低温障害を回避できたことに起因するものと考えられた。

次に登熟性と窒素量の関係をみると(表II-25)、登熟歩合は各年次とも窒素量の多いほど低くなっているが、55年はその程度が著しく、58年は少肥でも低かった。

これを不稔、未登熟に分けてみると、55年は不稔発生にもとづくものであるが、他の3ヶ年は窒素の増肥によって不稔と未登熟がともに増加して、登熟歩合を低下させていた。



図II-47 窒素用量と収量(中央農試)

表II-25 N 量 と 登 熟 性

N量 kg/10a (キタヒカリ)	登 熟 歩 合 %				不 稔 歩 合 %			
	55年	56	57	58	55	56	57	58
0	84.9	78.0	—	—	8.7	8.7	—	—
3 (4)	85.0	72.0	73.1	50.0	10.9	8.1	15.0	24.3
6 (7)	66.5	74.1	62.2	46.2	23.8	13.0	24.4	25.8
9 (10)	74.3	70.1	60.1	47.3	22.8	11.0	24.0	26.5
12 (13)	55.2	62.3	61.1	—	42.3	16.4	24.9	—
15	44.4	—	—	—	53.3	—	—	—

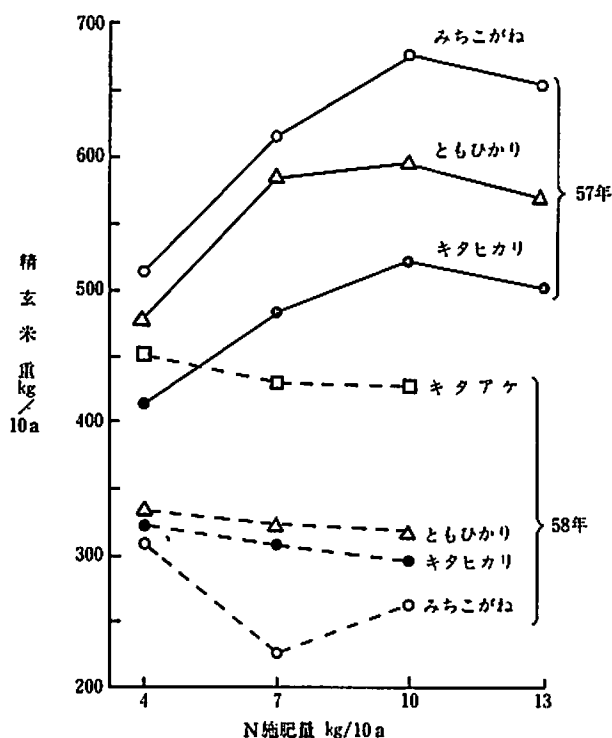
() 内は57.58年

すなわち、多肥栽培は著しい登熟不良をまねくため、総収数を増加させても、不安定な気象条件では必ず減収し、品質も低下することを示唆している。

次に品種の窒素反応を57, 58年について比較すると(図II-48), 「みちこがね」は豊作年(57年)は窒素10kgで670kg/10aと高収であるが、凶作年(58年)は200~300kg/10aと低収であって年次間ならびに窒素用量間で最も変動が大きい品種であった。これに対して「ともひかり」は豊作年は窒素7~13kgで570~590kg/10aと比較的高収であり、凶作年でも320~330kg/10aであった。「キタヒカリ」は両年とも比較的低収であった。「キタアケ」は凶作年のみであったが430~450kg/10aで比較的高収であった。

豊作年は3品種とも窒素10kgがピークであったが、凶作年は4品種とも窒素4kgが最も高収で、窒素増量で減収した。

これを不稔、未登熟、登熟についてみると(表II-26, II-27), 「ともひかり」は窒素増量



図II-48 品種のN量反応

表II-26 N 量 と 登 熟 性 (57年)

品種 N量	57年 登 熟 歩 合 %						57年 不 稔 歩 合 %					
	とも ゆた か	とも ひか り	イ シ カ リ	み ち こ が ね	キ タ ヒ カ リ	し ま ひ か り	とも ゆ た か	とも ひ か り	イ シ カ リ	み ち こ が ね	キ タ ヒ カ リ	し ま ひ か り
4	69.7	74.1	78.9	84.2	73.1	69.1	19.2	10.5	9.7	7.8	15.0	15.4
7	69.9	73.7	73.4	68.1	62.2	58.3	25.8	9.6	12.5	9.3	24.4	20.2
10	62.4	69.8	68.9	68.7	60.1	60.1	18.2	12.5	18.1	9.6	24.0	27.0
13	65.9	65.5	62.9	73.2	61.1	54.1	21.1	13.0	18.1	12.8	24.9	31.8

表II-27 N 量 と 登 熟 性 (58年)

品種 N量	58年 登 熟 歩 合 %				58年 不 稔 歩 合 %			
	とも ひか り	キ タ ア ケ	み ち こ が ね	キ タ ヒ カ リ	とも ひ か り	キ タ ア ケ	み ち こ が ね	キ タ ヒ カ リ
4	52.1	63.4	47.2	50.0	20.8	12.9	14.0	24.3
7	47.0	58.1	38.1	46.2	26.7	14.7	22.7	25.8
10	44.4	54.3	36.0	47.3	25.6	15.9	23.4	26.5

によって不稔と未登熟がともに増加して登熟を不利にしているが、「みちこがね」は不稔よりも未登熟が多く、「キタヒカリ」は未登熟よりも不稔を多くして、それぞれ登熟を低下させている。58年の「キタアケ」は不稔が比較的少なく、他の品種よりも登熟歩合が高かった。

つまり、窒素増量あるいは不良気象によって登熟歩合が低下する場合、不稔発生を多くする品種と未登熟を多くする品種のあることがわかり、未登熟を多くする「みちこがね」は遅延型冷害には弱いことが明らかになった。

また、耐冷性の強い「キタアケ」は58年のような凶作年にも不稔の発生を軽減してかなりの高収を得ることがわかった。

(4) 偏東風と防風対策

昭和51, 55, 56, 57, 58年と連続した異常気象の中で、胆振、日高、渡島などの太平洋岸および、これに類いの南空知、石狩など比較的風の強い地域、いわゆる偏東風地帯においては単なる低気温に加えて、風による悪影響が重なり、冷風害として甚大な被害をこうむった。

あいつく冷害の中で、これら偏東風地帯においては防風林の効果が再認識され、これと同時に防風網による効果も次第に認められるようになり、58年における防風網の設置の総延長は56万mに達し、仮に100m風下まで有効とすれば5,600haの水田が防風網によって改善されたことになる。

1) 偏東風の特徴

① 風速と風向

昭和55年から4年間における、岩見沢の風速と風向について旭川と比較した(表II-28)。

表-28 偏 東 風 の 特 徴
偏東風地帯の風速 (日平均風速 m/秒)

月/年次	岩 見 沢				旭 川			
	55	56	57	58	55	56	57	58
5	4.2	3.7	3.9	4.7	2.1	2.2	2.3	2.5
6	3.6	3.1	3.3	3.2	1.7	1.5	2.2	2.0
7	2.8	3.3	3.2	2.8	1.5	1.7	1.8	1.7
8	2.2	3.3	3.4	2.7	1.4	1.6	1.9	1.5
9	2.8	3.0	2.6	2.9	1.5	1.3	1.4	1.6

南よりの船の日数

月/年次	55	56	57	58	55	56	57	58
5	26	19	21	20	12	10	12	11
6	25	29	20	18	6	10	9	12
7	25	26	30	22	7	10	6	9
8	20	21	26	22	11	12	11	7
9	18	25	18	14	15	13	12	12

岩見沢において5月から9月の5ヶ月間を通じて、56年と57年は日平均風速3～4 m/秒で55年、58年よりも強かった。55年の5月、6月、58年の5月については比較的強かったが、両年の7月、8月、9月は2.2～2.9 m/秒でやや弱かった。

旭川では4ヶ年を通じて1.3～2.5 m/秒で、各月とも岩見沢の50～60%程度の弱い風であったが、その中でも57年がやや強く、また5月あるいは6月には2 m/秒を超えることがあった。

最多風向についておおまかに北よりの風、南よりの風の2風向に分け、南よりの風の日数を比較すると、岩見沢では4ヶ年を通じ5～8月の4ヶ月は各月ともほぼ20日以上は南よりの風で、55年5、6、7月、56年の6、7、9月、57年の7、8月がそれぞれ25日以上であったが、58年は25以上の月はなく、また、9月は20日以下の年次が多かった。

一方、旭川は4ヶ年を通じ各月とも南よりの風はほぼ10日間ほどで、岩見沢に比べると、北よりの風の方が多いことがわかる。

岩見沢の風の強さとして10分間最大風速を旬別にみると、いつれの生育期においても10 m/秒以上の強風を受けることがあり、また、4ヶ年を通じて少なくとも10日に1日の割合で6 m/秒以上の強い風が吹走していることがわかる。また10分間最大風速の旬別日平均値をみても4.5～8.4 m/秒と強風が恒常的に吹走していることもわかる。

② 水田群落上の風速

58年の中央農試稲作部の高さ3.5 mにおける平均風速は2～4 m/秒で、岩見沢測候所の観測値とはほぼ同等か、やや強い風であり、同測候所の10分間最大風速日平均値の約50%であった(表II-29)。

水田群落上(高さ0.5→1.0 m)の風速は1～3 m/秒で、高さ3.5 mの風速の40～60%であっ

表II-29 水田群落上の風速 (58年)

月	旬	岩見沢測候所 m/s		中央農試稲作部 m/s		
		10分間 最大風速	平均 風速	対照田平均風速		防風田平均風速
				高さ3.5m	0.5→1 m	0.5→1 m
6	上	7.2	3.6	4.0	1.6	1.1
	中	7.1	3.7	4.4	2.8	2.0
	下	4.8	2.3	2.8	1.8	1.1
7	上	6.0	2.6	3.4	2.1	1.4
	中	6.7	3.1	3.5	2.2	1.5
	下	5.6	2.6	3.0	1.6	1.1
8	上	6.3	3.1	3.1	1.7	0.6
	中	5.4	2.3	2.4	1.2	0.5
	下	5.3	2.6	2.2	0.9	0.4
9	上	5.7	2.6	2.2	0.9	0.4
	中	5.9	3.1	2.5	0.9	0.4
	下	6.6	2.9	2.2	0.9	0.7

た。

なお、57年の調査によると、風速の垂直分布には季節的な変化がみられる。つまり、水田群落の高さ1.5mの風速は高さ3mの風速の70～90%で、生育の進むとともに弱まる傾向であった。高さ60cmでは80～55%、高さ30cmでは70～55%で、高さが低くなると風は弱まり、また生育が進むと弱まる傾向である。ただし、60cmの8月と30cmの7月、8月の値は群落内であるため、参考としておく。

2) 偏東風と水稻生育

偏東風が水稻の生育に及ぼす影響は、分けつ期における水田の水温、地温の低下をまねくことによる生育の遅れのほかに、水稻の茎葉が繁茂する穂孕期、出穂期、登熟期などにおいて、登熟を阻害する要因となることがある。

58年の調査では6、7月の水温、地温は防風処理で日中晴天時に約4℃、昼夜平均でも0.5～1.0℃上昇し、初期生育が促進され幼穂形成期、出穂期は2、3日早まった。また55年は5日、56年は3日、57年は2日、それぞれ出穂が促進された(表II-30、II-31)。

表II-30 水田の気温、水温、地温

(58年 中央農試)

月	1日24回の平均値(℃)							最高最低平均値(℃)	
	百葉箱	水田気温			水田地温			百葉箱	水田水温
	1.5m	1.5m	0.5m	水田水温	1cm	3cm	5cm	max の平	min の平均
6	13.0	13.1	13.2	16.4	16.5	16.6	16.5	13.6	17.6
7	17.2	17.5	17.5	20.1	20.1	20.0	19.8	18.5	21.3
8	21.2	20.7	21.1	22.0	21.8	21.7	21.6	22.2	23.6

このときの防風区において、高さの5倍地点の風下の風速(6、7月)は、対照区の約70%であり、高さの2.5倍地点(8、9月)では約45%であった。ただし、いずれも群落直上において、6、7月は高さ50cm、8月は高さ1mで測定した。

58年の30a水田15ヶ所平均の収量調査の比較では114%の増収であった。

また、58年に生育時期別に防風処理を行った結果、茎数、穂数では6月が最も多く、ついで7月が多く、8月は穂数のみ増加した。一穂粒数は7月が多く、m²当り粒数は各月とも増加した。登熟歩合は7月と8月に向上した(表II-32、II-33)。

表II-31 防風による気温、水温、地温の変化

(58年 中央農試)

月	平均風速(m/s)		防風水田の水田温度の上昇(℃)					
	対照水田		防風水田	水田気温	水田水温	水田地温		
	H3.5m	H0.5→1.0m	H0.5→1.0m	0.5m		1cm	3cm	5cm
6	3.73	2.20	1.49 (32%)	0.1	0.7	0.9	0.9	0.8
7	3.27	1.95	1.32 (32%)	0.1	1.1	1.0	1.0	1.1
8	2.25	1.30	0.58 (45%)	0.2	▲0.5	▲0.4	▲0.4	▲0.4

表 II-32 時期別防風処理と収量構成要素 (6 品種の平均、無処理対比)

防 風 処 理 時 期	6 月	7 月	8 月	6 ~ 9 月	無
茎 数 本	127	108	102	131	(13.8)
7月11日					
稈 長 cm	103	105	104	104	(71.0)
精玄米重 kg/a	110	109	106	111	(32.8)
登熟歩合 %	94	108	105	103	(46.3)
穂 数 本/m ²	109	106	106	108	(569)
一 穂 数	100	107	103	111	(64.1)
m ² 当 穂 数 × 10 ²	109	113	109	121	(363)
千 粒 重	101	100	101	103	(20.2)

() は実数

表 II-33 時期別防風処理と品種別の精玄米重、等級 (◎ : 1, ○ : 2, △ : 3, ● : 外)

品 種	6 月	7 月	8 月	6 ~ 9 月	無
キ タ ア ケ	104△	101△	105○	100○	(43.6) △
と も ひ か り	105○	111○	109○	104◎	(35.0) ○
空 育 114 号	108△	103△	115△	120○	(32.3) △
み ち こ が ね	115△	122○	108○	125○	(31.0) △
キ タ ヒ カ リ	114△	104△	105△	123○	(30.7) ●
ユ ー カ ラ	116●	115●	92●	96△	(24.0) ●

() は実数kg/10 a

収量は6月、7月が高く、8月がこれについだ。

つまり、6月の分けつ期の防風効果のほかに、茎葉が繁茂しはじめて、穂孕期、出穂期、登熟期を含む7月あるいは8月処理において、構成要素が増し、あるいは登熟歩合の高まることわかった。

56年も止葉期からの防風処理で登熟歩合が高まった。ただし57年は品種によって登熟向上の認められない場合もあったが、この年の8、9月は異常ともいえる高温、多照条件であったために防風効果があらわれにくかったものと思われる。

水稻の茎葉が繁茂して田面が見えなくなる時期では、水田の水温、地温が風によって影響を受けることはほとんどないので、穂孕期以後における風はおもに水稻の地上部の生育に対して直接的に影響し、登熟性を阻害しているものと考えられる。そのひとつは風の刺激により稲体から発生するエチレンが稲体の草姿をウッペイさせること、これは受光態勢を悪化させ光合成の阻害をまねくことになり登熟にとって不利となる。出穂期頃のエチレン処理によって止葉の葉身角度が水平状態となったが、このことは偏東風地帯の水稻の止葉が水平に近い状態となっていることの根拠のひとつと思われる。

3) 防風対策

偏東風地帯における6月から8月にかけての風向は、南よりが8割、北よりが2割であるが、年によっては北よりが3割を越えることもあるので、防風網は水田の南側と北側の両方に設置

することが必要と思われ、一定間隔で連続して設置することが有効と思われる。

防風網の設置期間は移植後の活着、分けつ、出穂の促進および莖葉繁茂後の登熟性の向上などの効果が認められていることから、移植直後から出穂20日目頃まで、あるいは穂傾み期頃までとすることが望ましい。

また、58年の実態からは、100m 間隔ではやや広すぎて、ムラ出来をまねくこともあるので、できれば60m 間隔程度の設置がのぞましく、さらに、地温上昇に伴う地力窒素の放出が旺盛化するので、施肥量は1割程度減肥することがのぞましい。

なお、10a 当り経済効果の試算は、8%増収に対し、償却費の3,500円及び労費などを差し引くと、純収益10a 当り4,000円前後と思われる。

(5) 昭和56年8月豪雨による冠水害

昭和56年8月3日に降り始めた雨は、8月6日までに、南空知を中心とする北海道西部一帯で、約400mmの豪雨となり石狩川水系流域の洪水をもたらし、主として空知、石狩支庁管内の水田およそ4万haが1～10日間にわたり冠水した。

この時の管内の水稲の生育ステージは止葉抽出揃期から出穂始期と推定されたため、冠水の影響として穎花形成阻害、不稔発生、出穂異常、登熟異常などの発現が懸念された。現地関係機関の協力を得て調査した結果、次のことが明らかとなった。(道立農試資料第125号、7～22)

- 1) 冠水1日のときは減収してもその程度はごくわずかである。
- 2) 冠水2日では約20%の減収率で、それ以上に冠水日数が長い場合には、冠水が1日長びくとほぼ20%の割合で減収する。
- 3) この割合でいくと冠水6日以上の場合に収穫は皆無となることが推定される。
- 4) この時の減収要因は出穂異常とともに発現した“白ふ”の増加と見ることができる。
- 5) 品質的には冠水3日までであれば、調整いかんによっては無冠水に近い米質を得ることができる。
- 6) 昭和58年は冠水の時期が水稲の出穂直前であって、昭和50年の登熟期の場合と異なっていた。

(6) 要 約

1) 各年次の作柄の特徴を中央農試稲作部の作況はの調査成績から見ると、昭和55年と57年は障害型冷害、56年と58年は遅延型冷害を受けた。

2) 昭和55年は本田初期生育が旺盛で生育進度も早かったが、7月中旬から8月下旬までの長期低温のため出穂期は平年並となり、穂揃と開花が著しく不良で、受粉、花粉発芽が抑制されて開花期障害型の冷害となった。

3) 昭和57年は寒気と暖気が交互にあらわれていたが、7月末の異常低温によって、出穂期の遅いもの、あるいは遅れたものについて穂孕期障害型の冷害となった。

4) 昭和56年と58年は初期生育抑制と出穂遅延が著しく、56年は主として6月の低温、58年は6月、7月の長期低温が主要な気象要因であった。なお、56年は7月中旬の異常高温によって、生殖生長への移行が急激に行なわれたため、穂数と稈数の不足を伴った。さらに集中豪雨による冠水害も受け減収した。

5) 昭和58年は史上稀に見る異常低温であり、加えて9月末からの霜、10月初めの雪によって登熟が停止した。

6) 品種の耐冷性、つまり不稔発生の程度は昭和55年の開花期障害と57年の穂孕期障害の両

年を通じて、障害型耐冷性強弱の序列とはほぼ一致していた。

7) 昭和58年の遅延型冷害に対しては熟期の遅い品種ほど登熟が不良となり減収した。

8) 育苗法の中では成苗ポット、うす播苗が出穂期を早めたことと、分けつを早期に確保したことにより、昭和56年、58年の遅延型冷害に対して威力を発揮した。しかし、障害型に対しては、熟期の促進が冷害を回避した場合と丁度低温に出会い不稔を多発した場合とがあった。

9) 密植の効果は熟期が早まり、登熟歩合を維持したまま収数を増加して増収する効果があった。さらに障害型冷害に対しては密植によって耐冷性が弱まることはなく、むしろ強まるが多かった。

10) 多肥栽培は著しい登熟不良をまねくため、総収数を増加させても、不安定な気象条件では必ず減収し、品質も低下した。

11) 窒素増量あるいは不良気象によって登熟歩合が低下する場合、不稔発生を多くする品種と未登熟粒を多くする品種があり、「みちこがね」は未登熟粒が増加しやすい品種と思われた。

12) 偏東風は日平均風速が3～4 m/秒、10分間最大風速が5～8 m/秒で、南よりの風がひと月に20日以上も吹走していることがわかった。水田群落上の風速は気象台の風速の概ね50%前後であると思われた。

13) 偏東風は分けつ期の水田の水温、地温を低下させ、分けつと出葉進度を抑制し、また止葉期以後、登熟期の風については登熟と品質の劣化をまねくことがわかった。

14) 防風網は移植直後から出穂後20日前後の穂傾み期頃まで設置する必要があることがわかった。

15) 昭和56年8月豪雨により水稻の止葉抽出揃期から出穂始期にかけて冠水し、冠水日数2日以上の場合、1日につきほぼ20%の割合で減収することがわかった。この時の減収要因は出穂異常と“白ふ”の増加によるものと思われた。

(竹川昌和, 前田 博)

4. 道南農業試験場

(1) 作況圖における生育・収量

昭和55年：典型的な障害型冷害

成苗および稚苗の播種期は、それぞれ2日および4日の遅れであった。両者とも発芽に日数をやや多く要し、成苗は発芽初期の低温により発芽揃いがやや不良であった。しかし、稚苗は5月中旬の気温の上昇に伴い、その後の生育は比較的順調であった。移植は5月23日に行った。苗素質については、5月上旬までの低温と天候不順による生育不良により葉令の進みがやや遅れ、成苗では分けつ数がやや少なく、移植時の苗は、育苗日数からは2日程の遅れとなった。

移植後は好天に恵まれ、生育は極めて順調に進み、6月10日では、成苗、稚苗とも、葉令からは4～5日の生育の進みとなった。また6月20日現在では、草丈は平年より僅かに伸び、茎数は40%多く、葉令は0.4葉進み、生育としては平年より3日ほど勝った。6月中旬も順調な気温経過により、生育は順調であった。

7月は曇天日が多く、気温も全般的に低く、生育速度も徐々に鈍りがちであったが、6月中の生育の進みにより幼穂形成期は2～5日早かった。

出穂期は2～3日の遅れ、出穂揃日数は平年より5～7日長く要した。出穂後も不順な天候により開花受精は不良であり、その後の初期登熟も極めて緩慢であった。

7月16日～18日の3日間で、15℃以下の気温の経過時間が36時間、また、7月27日～28日には9時間など、出穂前の断続的な低温の影響と出穂後の低温と日照不足により不稔穂の発生率は、すべての品種にわたり極めて高率（平均で約70%）であった。また、低温によるものと考えられる穂の先端の白桴現象がみられた。

稈長は、「キタヒカリ」を除き、平年より約10cmほど短く、穂長も短かった。しかし、穂数は平年より多く、特に「キタヒカリ」「ゆうなみ」では多かった。一穂穂数は「巴まさり」を除き平年より10%ほど少なかったが、穂数が多いため、総穂数では「マツマエ」（稚苗）が平年並、「マツマエ」（成苗）および「さちほ」がやや減のほかは15%～35%の増となった。

前述の低温と日照不足による不稔発生により玄米収量は極端に低く、成苗の「巴まさり」および「マツマエ」が平年の半作の42%および45%、稚苗では、「キタヒカリ」および「マツマエ」がそれぞれ25%、22%、「ゆうなみ」「さちほ」では14%および13%にとどまった。半面、稈重は重く平年の2倍に近かった。

その他の形質に関しては、穂摺歩合は平年に比べ並からやや低く、特に「キタヒカリ」では粒厚がうすいため完熟粒でも屑米（粒厚1.8mm以下）となり屑米歩合は例年になく高く、穂摺歩合は低かった。千粒重は平年値に比較して2gも軽かった。しかし、 ℓ 重については、成苗の2品種ではやや重かった。

玄米品質については、本年は平年より明らかに劣り、着色米が多く、落等の原因はほとんど着色粒にあるといえる。出穂後の褐変も例年よりやや多く、成熟期後の10月前半は比較的好天に恵まれたが、下旬の架かけ期間中はほとんど連日降雨を記録した。

いもち病の発生については、9月の中旬頃になり穂いもち病が増加する傾向にあった。割れ穂の発生程度は前年度に比べかなり少なめであった。降霜による被害も一時懸念されたが、登

表II-34 作況試験 生育・収量調査 道南農業試験場 作況圖

	マツマエ (成苗)					巴まさり (成苗)					マツマエ (稚苗)					キタヒカリ (稚苗)				
	昭55	昭56	昭57	昭58	平年	昭55	昭56	昭57	昭58	平年	昭55	昭56	昭57	昭58	平年	昭55	昭56	昭57	昭58	平年
幼穂形成期	7.7	7.19	7.18	7.28	7.14	7.12	7.21	7.20	7.31	7.17	7.13	7.21	7.20	7.31	7.16	7.7	7.17	7.16	7.27	7.12
出穂期	8.9	8.11	8.11	8.20	8.7	8.12	8.15	8.14	8.23	8.11	8.12	8.13	8.13	8.22	8.10	8.8	8.10	8.10	8.19	8.7
成熟期	9.28	10.9	10.3	10.17	9.29	10.3	10.15	10.12	(10.24)	10.7	10.2	10.11	10.8	(10.20)	10.3	9.23	10.5	9.25	10.13	9.25
m ² 穂数	295	303	343	298	331	394	332	347	356	350	313	302	361	331	317	329	278	295	290	288
不稔歩合	59.3	14.4	20.6	17.4	13.6	63.0	16.7	25.8	12.0	13.3	72.8	14.2	30.3	12.1	14.9	66.5	11.9	43.3	18.0	15.1
稔実穂数	120	259	272	246	286	106	277	257	313	303	85	259	252	291	270	110	249	167	238	245
登熟歩合	36.6	62.2	73.1	62.2	74.7	33.9	57.5	55.7	49.0	65.7	21.9	62.0	63.2	50.2	71.3	27.9	70.0	54.6	—	—
千粒重	21.6	24.0	22.4	22.8	22.9	19.1	21.2	19.5	19.9	20.4	20.6	23.7	23.0	22.3	23.0	19.8	23.3	20.4	22.4	21.8
玄米重	24.9	48.3	47.0	43.5	53.5	20.7	42.4	42.5	29.6	45.8	11.9	50.5	51.4	43.6	53.3	14.5	45.5	30.0	42.0	44.1
等級	3下	2中下	3上	2下	2上	3中	2下	規外	規外	2下	規外	3上	3上	2中	2中	3中	2中	3下	2下	2上

注) 1. 平年値：前7ヶ年（昭51～57）のうち、最豊年（昭52）と最凶年（昭55）を除く5ヶ年の平均値

2. 単位：幼穂形成期，出穂期，成熟期は（月，日），m²穂数，稔実穂数は（×10²粒），不稔歩合，登熟歩合は（%），千粒重は（g），玄米重は（kg/a）

3. （ ）：未成熟（推定値） 4. 施肥（N）：成苗，稚苗とも0.8kg/a 5. 株数：成苗19.8/m²，稚苗25.0/m²

熟に影響を与えるほどの強い霜は10月下旬までなく、実害はなかった。

昭和56年：遅延型冷害の様相

成苗は、4月21日、稚苗は同28日に播種し、4月下旬および5月上旬の好天に恵まれ、順調に発芽した。発芽後の生育は順調であったが、5月中旬以降の不順な天候と気温により後半の苗の生育は遅れぎみとなり、草丈が短かく葉令もやや劣るものであった。しかし、苗素質としてはほぼ平年並であった。

移植（5月23日）後、5月下旬の日照時数を除いて総ての気象環境条件が平年を下まわり、稲の生育には極めて不良な天候の連続であった。

6月20日に至っても、稚苗では1～2葉目がほとんど枯死したため移植時のままで、茎数の増加がまったく見られず、草丈も平年の60～70%にとどまり、葉令は1葉前後遅れ、「キタヒカリ」では、1.5葉の遅れであった。成苗についても同じ傾向であり、草丈は平年の60～70%、茎数は僅か増加したのみで、平年の3分の1以下の状態であった。葉令も1葉前後の遅れであった。また、5月30日から6月20日までの20日間の生育増加量からみても、平年の増加量との差は葉令で0.5～0.9葉の遅れとなっている。これを平年の葉令の進みから日数に換算すると、5～7日の遅れとなった。

6月20日現在の作況では7～10日の遅れとみられていたが、7月7日以来好天に恵まれ生育はかなり回復した。すなわち、7月20日時点の生育概況は、草丈では平年より5～9 cm 短かく、茎数は約80%で6～9本少なかった。葉令は、成苗では平年並といえるが、稚苗では「マツマエ」を除き0.5～0.8葉の遅れであった。

また、5月30日から7月20日の50日間の生育増加量を平年と対比すると、草丈では2～3 cm、茎数では5～8本平年を下まわってはいたものの、葉令では、一部の品種を除きむしろこの期間のすすみ具合としては平年を上まわっていた。

結局、幼穂形成期は平年に比べ4～7日の遅れとなった。しかし、その後の好天により出穂期の遅れは4～6日にとどまった。幼穂形成期から出穂期までの日数は平年より1.5日短い23日であった。最終葉数は「巴まさり」および「マツマエ」では平年より約1葉多く、早生種では逆に0.2～0.4葉少なかった。

出穂期以降の8月中旬は気温、日照時数も平年を下まわり、稲の開花にとっては8月上旬ほど良い気象条件ではなかった。また、平年より低めの気温の継続により、初期の登熟がやや緩慢であった。

その後、8月下旬および9月上旬も低温と多雨により、登熟は良好とはいえず、特に例年にない強風によるものと考えられる穂褐変や、葉のいたみが認められ、その程度によっては登熟に不利な条件となった。穂褐変の発生は晩生種に多い傾向にあった。また、あいつぐ強風により、なびきやかなりの倒伏もみられた。

9月中旬の気象条件により登熟はやや早まったものの、全般的には緩慢であり、出穂期の遅れを取りもとすまでには至らなかった。

また、9月下旬および10月上旬の気温はほぼ平年並ではあったものの、日照時数はこの2旬で約10%少なく、成熟期は大幅に遅れた。最終的には、出穂期は4～6日の遅れであったが、成熟期は12～14日の遅れに拡大し、登熟日数は平年より7～9日も多く必要とした。

降霜による被害が一時懸念されたが、最も晩生種の「巴まさり」の成熟期が10月15日であり、初霜は10月21日であった。

収量構成要素については、稈長は僅かに短い程度であったが、穂長は逆に平均値（以下、総て5品種、「マツマエ」のみ成苗と稚苗の平均値による平年対比）で約4%長く、一穂粒数は約6%多く、早生種でより多かった。一方、穂数は約9%少なく、早生種でより少なかった。従って総粒数は、一穂粒数と穂数の関係から早生および晩生種とも同じ傾向となり約2%の減であった。不稈歩合については、平年約8%のところ本年は15%と高く、稈実粒数は約9%減となった。

収量決定要素については、屑米歩合が平年の4.2%に対して本年は7.0%と高く、従って収歩合はやや低く、登熟歩合も低かった。「キタヒカリ」は粒厚がうすいため、その程度は特に大きく、屑米の中にも多数の完熟粒が含まれていた。

玄米千粒重は平年の22.4gに対して本年は23.2gと0.8g重かったが、1ℓ重は平均値としては軽かった（「キタヒカリ」のみ例外）。玄米品質は、本年は粒厚の厚い玄米でも死青米や心白状のものが目立ち、死米に似た心白状の玄米さえ散見された。また、腹白も多く、胴切米は平年よりかなり多かった。

この結果は検査等級に反映して、本年の玄米等級は明らかに平年を下まわった。従って玄米の光沢や着色米は平年並とはいえ、検査等級をあげるため例年の粒厚1.8mmによる玄米選別を1.9mmに高めても、平年の検査等級には及ばなかった。ただし、腹白や胴切米の程度は本年落等の原因にはなっていない。

一方、収量は屑米歩合が高いため平年の90.5%にとどまった。また、稈重は「巴まさり」を除き平年よりかなり低かった。

なお、葉いもち病の発生は平年よりやや多い程度であったが、穂いもち病の発生量は8月下旬から9月上旬にかけて増加し平年よりかなり多かった。紋枯病も平年より多く発生し、早生種には被害の甚しいものがあつた。また、8月中旬には例外になく「コブノメイガ」の発生が目立った。割れ粒発生率は低かった。

昭和57年：軽い障害型冷害

成苗の播種後の気温は低かったが日照に恵まれ、発芽は順調であった。発芽後の気温経過はほぼ順調であったが、5月上旬の日照不足により苗はやや軟弱となり徒長傾向になった。育苗後期には硬化のための育苗ハウス開放期間を長くしたことに加え、比較的強い風の日が多く、移植時の苗素質は平年をやや下廻った。

移植日は晴天で風が強く、その後の4日間の日照時数は7時間のみであった。新根の伸長はほぼ順調に始まったものの、強風により2～3葉目に傷みが生じ、その後の茎数の増加など生育にかなりの影響を及ぼした。6月4日以降6月20日まで好天に恵まれたが、初期の風による傷みとその後のイネミギラバエの発生なども重なり気温及び日照条件のわりには茎数の増加は少なかった。草丈は各品種とも平年の24～34cmに比べ2～6cm低く、葉令も「マツマエ」を除きやや下廻るものであった。6月下旬の気温が低めに経過したため、6月30日調査では平均値で草丈は8cm低く、茎数は2.4本少なく、葉令では0.4葉の遅れであった。

しかし、7月に入り気温は上昇し、10日の調査では草丈は6.9cm低めにまで回復し、茎数は増加し4.8本多くなり、葉令はほぼ平年並となった。この傾向は7月20日まで継続した。幼穂形成期は平年より3日ほど遅れた。しかし、その後低温期間があつたものの出穂期の遅れは4日程度に留まり、幼形期から出穂期まで日数はほぼ平年並であった。また、出穂揃日数は、好天に恵まれほぼ平年並であった。最終葉数は全体的に多く、晩生種でより平年との差が大きかつ

た。

本年は白稈現象（退化穎花）が見られ、品種によって、又同一品種でも出穂期や栽培条件によりその程度は異った。その主たる原因は7月26日から29日にかけての低温によるものと推定され、8月7日から10日の間に出穂した穂の先端部にこの現象が多くみられた。出穂日別不稔調査によれば8月6日から11日の間に出穂した穂に不稔が多発している。なお、開花期不稔についてはほとんどなかったものと考えられる。

出穂期後の温度条件はやや平年以下であったが、日照時数などを考慮すると、ほぼ平年に近い経過であった。9月下旬は登熟条件としては良好であったので、「ゆうなみ」「ともゆたか」及び「キタヒカリ」については平年より不稔が多発したことも重なり、登熟日数が3～4日少なくなり、成熟期をほぼ平年並に迎えた。一方、「マツマエ」については相対的に稔実粒数が多く、出穂期は4日ほどの遅れであったが成熟期は6～8日の遅れとなった。また「巴まさり」については台風18号を契機に、最終的には完全倒伏となり未登熟粒が発生した。初霜は10月5日であったが、登熟にはほとんど霜の影響はなかったものと考えられる。

収量構成要素については、稈長は2～6 cm 短かく穂長もやや短かめであったが、一穂粒数はほぼ平年並であった。穂数は成苗ではやや多い程度であったが、稚苗では平年を大きく上廻った。従って、構成要素としては平年より明らかに大きかった。しかし、不稔歩合が非常に高く、これが収量低下の最大の要因となり、稔実粒数としては品種の平均値で85%程度に留った。

収量決定要素については、比較的順調な登熟条件と高い不稔歩合とにより、未登熟粒の多かった「巴まさり」、やや粒厚のうすかった「キタヒカリ」を除いては、収歩合及び屑米歩合はほぼ平年並であった。玄米千粒重は平均値で5%程軽かった。収量は「マツマエ」（稚苗）の平年比95%から「キタヒカリ」の64%までとなった。

本年は不稔が多発したことにより成熟期の判定が難かしく、成熟期の早い品種ほど結果的には刈遅れの傾向にあった。玄米の光沢が劣ったこともあるが、一般的に背黒米など着色粒率が非常に高く、「巴まさり」は整粒不足で、「3等米」になったものは「マツマエ」と「キタヒカリ」のみであった。反面、腹白米、心白及び胴切米など非常に少なかった。割れ穂の発生率は各品種とも甚しく高かった。

葉いもち、穂いもち病の発生については作況圖では非常に少なかった。紋枯病の発生は平年並かやや少ない程度であった。褐変穂については早生種の一部に散見されたが成熟期にはほとんどめだたない程度であった。

昭和58年：典型的な遅延型冷害

成苗は4月19日、稚苗は4月28日に播種した。いずれも播種後の気温及び日照時数など平年を上廻り発芽は順調であった。5月中旬はやや日照不足であったが、最低気温は高く育苗期間を通じて生育は順調であった。

移植は、成苗、稚苗とも5月23日に行なった。移植後の5月下旬はほぼ平年並の気象条件であったので活着は順調であった。本年は比較的良苗が得られたことにより、5月30日の生育調査では、作況は「やや良」と判定された。

6月に入り、日照時数は平年並であったが気温及び水田水温は上らず、6月10日の調査では、稚苗の移植後の茎数増はなく、成苗でも5月30日以降の10日間の茎数の増加は見られなかった。葉数では、成苗は平年並であったが、稚苗では0.3～0.4葉遅れており、草丈の伸長も平年よりやや劣った。その後も天候は回復せず、6月20日調査では、草丈は平均値で約3 cm 低く、葉数

では、稚苗で0.8～1.2葉、成苗で0.5葉程度の遅れとなった。また、茎数の増加は極端に少なく、稚苗及び成苗とも平年の半分に近い5.4本及び6.7本で、生育の遅れは5～7日程度となった。この時点で、作況は「やや不良」と判定された。引き続き6月下旬も不順な天候が続き、生育の遅れは更に拡大した。

7月に入っても天候は回復せず、7月10日における葉数の遅れは、成苗で1.0～1.2葉、稚苗で1.4～1.8葉となった。7月中旬の気温は上旬同様低めに経過したが、日照時数は多かったので葉数で0.1～0.2葉遅れを挽回し、茎数も増加し、成苗では平年を上廻った。しかし、生育の遅れは依然大きく、幼穂形成期は平年より14～15日遅れ7月下旬となった。これは、6～7月の長期にわたる異常低温による出葉速度の低下と主稈葉数の増加(約0.7葉)によるものと考えられた。

8月に入り天候は回復したため生育は順調で、幼穂形成期から出穂期までの日数は24日程度となり、平年比で約3日短縮された。また、穂揃日数も分けつ発生の遅れにもかかわらず、平年より2日程度短縮された。この結果、出穂期の遅れは平年比10～12日に回復した。その後の開花授粉も比較的順調に行なわれ、不稔歩合はほぼ平年並となった。しかし、白桴の発生が多く見られた。

9月上旬の気温はやや高めに経過したが、中下旬は低く、そのため、登熟は非常に緩慢となり、生育の遅れは更に拡大し、成熟期では17～18日となった。また、10月17日初霜、10月19日の結氷で晩生種の「巴まさり」、「マツマエ」は成熟期に達しなかった。

収量構成要素についてみると、稈長は4～6 cm 長く、穂長もやや長かった。穂数は平年より少なめで、一穂穂数もやや少なかった。その結果、m²当り穂数、稈実穂数は平年並となった。一方、穂摺歩合は、登熟期間が低温に経過したため、平年より2～12%低くなった。千粒重は早生種はやや重かったが、晩生種は0.5～0.7g 軽かった。

以上の結果、収量は早生種の「ゆうなみ」「キタヒカリ」で5～11%低く、晩生種の「マツマエ」は18～19%低収となった。

特に、「巴まさり」では倒伏の影響が大きく、平年の65%にとどまった。また、玄米検査等級では、多くの品種は平年より不良となった。なかでも、「巴まさり」、「ゆうなみ」は規格外と判定された。

その他の障害では、穂いもち病、紋枯病は平年並であった。葉鞘褐変病は少なめ、コブノメイガの被害は微発生であった。倒伏も平年並かやや少なめであった。

(2) 品種、栽培条件と生育収量

1) 品種間差異

昭和55～58年までの冷害年における水稻品種の生育収量に関する品種間差異について、各年次ごとにみる。

昭和55年：出穂期では、稚苗標肥区の「ともゆたか」8月6日、「キタヒカリ」8月7日「しまひかり」8月10日、「ユーカラ」8月13日、「マツマエ」8月13日、「巴まさり」8月19日となり、品種の出穂早晚性と多少異なる品種(成苗多肥区の「ユーカラ」)もみられるが、著しく変動した品種はない。一方、玄米重では、障害不稔の多発のため全品種とも著しく低収となり、稚苗標肥区で最も多収を示した「ともゆたか」で22.7kg/a、最低の「しまひかり」は5.2kg/aとなった。また、「ユーカラ」の減収程度も大きく、7.3kg/aとなった。これら減収の主要因は不稔の多発によるもので、「しまひかり」「ユーカラ」は特に著しい。更に、不稔多発のための

稈実粒の不揃が目立ち、「しまひかり」では千粒重の低下も大きかった。この傾向は多肥区で顕著であった。

昭和56年：出穂期では、稚苗区「しまひかり」の遅れが目立つが、全体として品種差は出穂の早晚性と同傾向であった。一方、稚苗標肥区の玄米重では、「ともゆたか」が48.8kg/aで最も多収を示し、最低は「巴まさり」の41.0kg/aと全体的にはやや多収となり、従って、品種差の小さな年次であった。その中では、「ユーカラ」の多肥区での減収が目立った。

不稈歩合で品種差が小さく、千粒重では「ともゆたか」「キタヒカリ」「マツマエ」が重く、「しまひかり」「巴まさり」が軽かった。

昭和57年：出穂期では、成苗区の「キタヒカリ」の遅れがやや大きい。他の品種は品種の出穂早晚性と同傾向であった。稚苗標肥区の玄米重は「マツマエ」51.9kg/aで最大となり、「キタヒカリ」の33.8kg/aが最低となった。全体としては品種差の大きな年であり、早生の「ともゆたか」晩生の「マツマエ」「巴まさり」が比較的多収を示した。一方、中生「キタヒカリ」「しまひかり」「ユーカラ」は減収した。

これは、不稈発生と密接な関係を示し、中生種の不稈発生は30～40%にも及んだことによる。この傾向は多肥区で更に顕著であった。

昭和58年：平年に比較して、出穂期の遅れは12～3日に及び、著しい出穂遅延がみられたが、品種の出穂期の差は早晚性と同傾向だった。稚苗標肥区の玄米重は、概して、早生が多収を示したが、「ともゆたか」47.3kg/a、「ユーカラ」44.2kg/aと品種差は小さい。しかし、晩生の「巴まさり」は34.9kg/aと最低となった。これは、昭和58年が典型的な遅延型冷害年のため、登熟期間の温度不足（出穂後40日間の積算気温675℃、平年差－118℃）と霜害（10月17日）による生育停止によるものである。この結果は千粒重にも表われ、多肥区で更に増幅された。

2) 施肥窒素量との関係

昭和55～58年までの障害型冷害および遅延型冷害年における施肥N量が稲の生育収量に及ぼす影響を全品種平均でみると、稚苗では、標肥区に比較し多肥区は出穂期が1～1.5日、成苗では1.5～3日遅れる。一方、玄米重では、標肥区は多肥区より高収を得ている。その差は障害型冷害年（昭和55・57年）に大きく、遅延型冷害年に小さくなっている。この傾向は成苗区でも同様であるが、施肥N間の差が更に大きくなっている。施肥N量が不稈歩合に与える影響も玄米重と類似しているが多肥区は更に不稈発生が助長されている。

3) 苗の種類

昭和55～58年の冷害年における苗の種類（稚苗・成苗）が稲の出穂期・玄米重に及ぼす影響についてみると、出穂期では、成苗に比較して稚苗は遅れるが、なかでも昭和55年が最も大きく、標肥区で5.5日、多肥区で3.8日となっている。

昭和56～58年では、成苗に比較して稚苗の出穂の遅れは標肥区で2.8～3.3日、多肥区で1.6～2.8日となっている。

玄米重では、稚苗と成苗の間に大差はないが、昭和55、56年は成苗がやや勝り、昭和57、58年は逆に稚苗の収量が若干勝っている。これは不稈歩合と似た傾向を示している。

(3) 要 約

1) 昭和55、56、57、58年と4年連続の冷害となった。

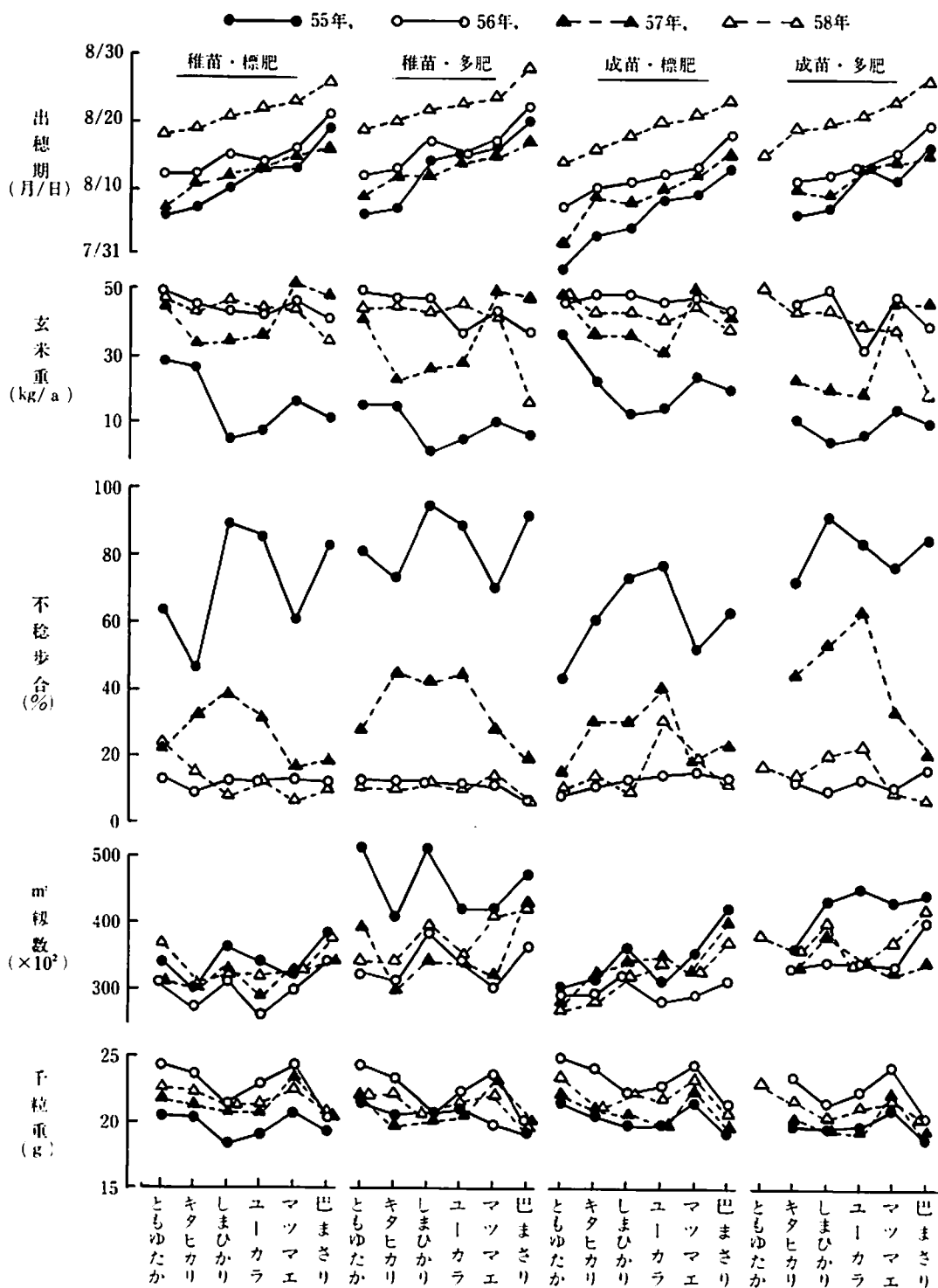
2) 昭和55年は出穂2日遅れ、成熟期は平年並、不稈歩合75%、玄米重11.9kg/aと典型的な障害型冷害年となった（作況圖「マツマエ」稚苗、以下5）まで同様）

表II-35 品種、栽培条件と生育収量

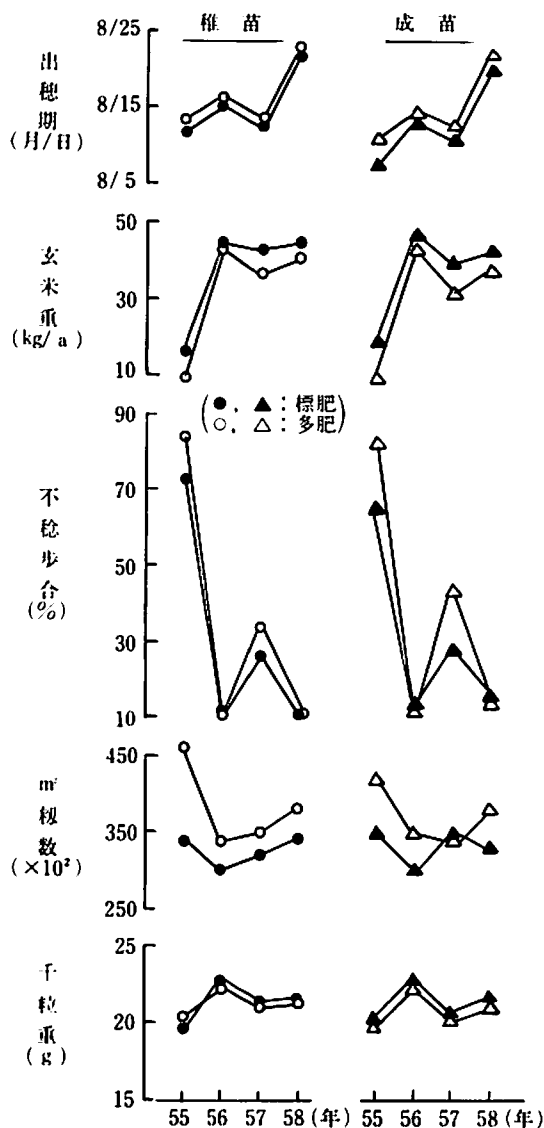
道南農業試験場 奨決園

		ともゆたか				キタヒカリ				ユ一カラ				しまひかり				マツマエ				巴まさり				
		稚苗		成苗		稚苗		成苗		稚苗		成苗		稚苗		成苗		稚苗		成苗		稚苗		成苗		
		標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	標	多	
出穂期	(月・日)	55	8.6	8.6	7.29		8.7	8.7	8.3	8.6	8.13	8.15	8.8	8.13	8.10	8.14	8.4	8.7	8.13	8.16	8.9	8.11	8.19	8.20	8.13	8.16
		56	12	12	8.7		12	13	10	11	14	15	12	13	15	17	11	12	16	17	13	15	21	22	18	19
		57	7	9	2		11	12	9	10	13	14	10	13	12	12	8	9	15	15	12	14	16	17	15	15
		58	18	19	14	8.15	19	20	16	19	22	23	20	21	21	22	18	20	23	24	21	23	26	28	23	26
成熟期	(月・日)	55	9.24	9.26	9.20		9.24	9.27	9.21	9.24	10.2	10.5	9.29	10.3	9.28	10.5	9.26	9.29	10.3	10.6	10.1	10.1	10.8	10.9	10.5	10.7
		56	10.4	10.5	30		10.4	10.6	10.3	10.3	7	7	10.5	7	10.8	10	10.5	10.6	11	11	8	11	18	19	14	15
		57	9.25	9.26	19		9.27	9.28	9.25	9.26	9.30	10.2	9.26	9.30	9.29	9.30	9.26	9.28	5	6	2	3	7	8	5	6
		58	10.12	10.14	10.6	10.11	10.14	10.15	10.10	10.15	(10.20)	(.21)	10.15	(10.19)	(10.19)	(10.20)	10.12	(10.18)	(.21)	(.22)	10.19	(.21)	(.24)	(.26)	(.21)	(.24)
m ² 収量	(×10 ²)	55	335	510	301		296	406	316	364	337	416	307	448	361	510	362	430	315	421	347	430	383	468	418	439
		56	313	316	292		267	314	286	332	261	337	277	344	312	381	319	339	296	301	288	331	336	358	309	404
		57	312	390	280		298	296	320	329	290	339	346	339	326	343	338	375	329	322	325	329	338	427	398	343
		58	368	337	273	378	311	339	284	358	316	350	341	344	319	388	320	397	327	409	325	372	375	424	372	415
不稔歩合	(%)	55	64	81	43		46	73	61	72	86	89	77	84	89	95	74	92	61	70	52	77	83	92	63	85
		56	13	12	8		9	12	11	12	12	11	14	13	12	12	12	9	13	11	15	10	11	6	13	16
		57	22	27	15		32	44	30	45	31	44	40	63	38	42	30	53	17	28	18	33	18	19	23	20
		58	14	11	9	17	15	10	13	14	12	10	30	22	8	12	9	20	7	14	18	9	10	6	12	7
千粒重	(g)	55	20.5	21.5	21.6		20.2	20.5	20.3	19.9	19.0	21.0	19.9	19.6	18.2	20.8	19.8	19.5	20.6	19.6	21.5	21.0	19.2	19.0	19.1	18.9
		56	24.1	24.2	24.8		23.7	23.4	24.0	23.3	22.8	22.2	22.8	22.4	21.1	20.8	22.2	21.5	24.2	23.5	24.4	24.2	20.2	20.1	21.1	20.4
		57	21.9	22.0	21.9		21.1	19.8	21.0	20.1	20.7	20.9	19.9	19.5	20.8	20.2	20.5	19.7	23.5	23.2	22.3	22.2	20.2	20.0	19.5	19.4
		58	22.6	22.1	23.3	23.0	22.2	22.1	21.2	21.6	21.4	21.6	21.9	21.1	21.1	20.8	22.3	20.3	22.3	22.1	23.1	21.7	20.7	19.5	20.6	20.5
玄米重	(kg/a)	55	27.7	15.1	37.0		26.0	15.3	22.2	11.4	7.3	5.1	14.2	6.4	5.2	0.9	12.2	3.8	16.0	10.2	24.2	14.2	10.6	5.7	19.8	9.6
		56	48.8	48.8	46.2		45.3	46.7	47.7	45.0	41.8	36.5	45.5	32.3	43.1	46.7	48.4	49.5	45.8	43.0	47.6	47.3	41.0	37.2	42.9	39.0
		57	45.3	41.4	47.3		33.8	22.5	36.7	23.3	36.2	27.9	30.8	19.2	35.3	25.8	36.4	20.1	51.9	49.0	49.1	45.9	47.9	47.4	42.0	45.8
		58	47.3	44.1	47.3	49.9	44.9	45.2	42.5	43.5	44.2	46.3	40.8	39.0	47.0	43.4	43.4	44.2	45.2	42.9	44.7	38.4	34.9	16.2	37.5	17.6
等級		55	2下	3中下	2下		1中	2中上	2中下	2中上	3中下	規外	2中	3下	2中上	3中上	2中下	3中	2中下	規外	2中上	3中上	2中下	3中	2中上	2下
		56	2下	2中	2下		2下	2上	2下	2上	2上	2上	2上	2上	2下	3中	2下	3上	2下	2中	2中	2中	3下	規外	3上	規外
		57	3中	規外	3下		3上	3下	2下	外	3上	外	外	外	3下	外	2中	外	3上	2下	2下	外	3下	外	外	外
		58	3上	2下	外	外	2中	2中	外	外	2上	3中	2中	3下	2中	外	3上	3上	2下	外	2下	3下	3下	外	外	外

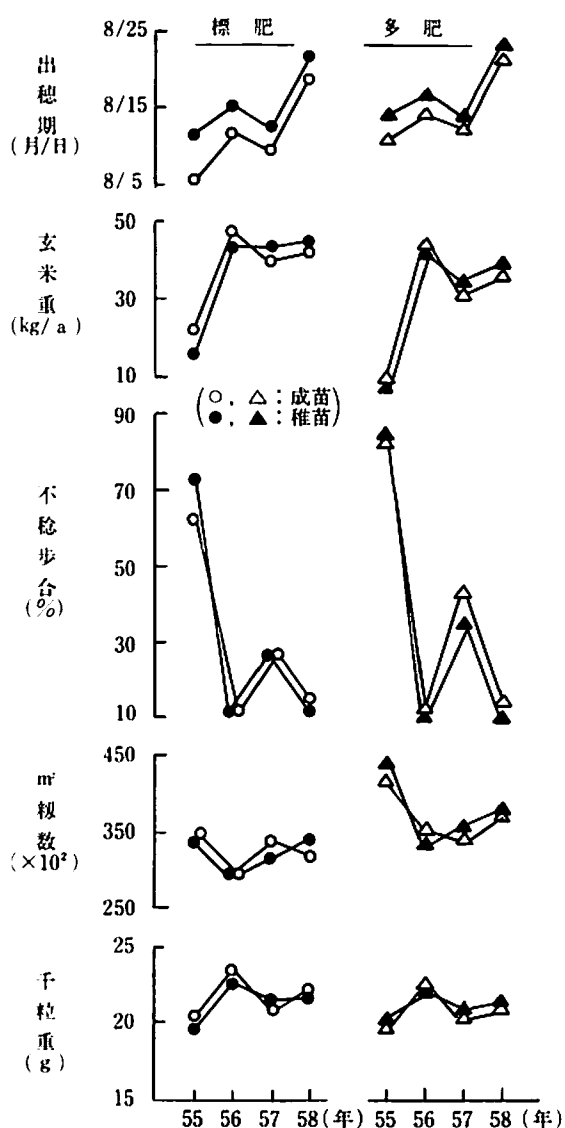
注1) 成熟期の()は推定



図II-49 昭和55-58年における品種別生育・収量



図II-50 施肥量が生育収量に及ぼす影響
(多肥区は「ともゆたか」を除く)



図II-51 苗の種類が生育収量に及ぼす影響
(多肥区は「ともゆたか」を除く)

3) 昭和56年は出穂3日, 成熟期8日おくれ, 不稔歩合14%, 玄米重50.5kg/aで遅延型冷害年の様相を示した。

4) 昭和57年は出穂3日, 成熟期5日おくれ, 不稔歩合30%, 玄米重51.4kg/aと軽い障害型冷害年となった。

5) 昭和58年は出穂12日, 成熟期17日おくれ, 不稔歩合12%, 玄米重43.6kg/aで典型的な遅延型冷害年となった。

6) 品種間差では冷害の型により異なり, 障害型冷害年では障害型耐冷性の弱い「しまひか

り」「ユーカラ」で減収程度が大きく、遅延型冷害年では出穂の遅い「巴まさり」などの晩生種にその影響が大きく表われた。

7) 施肥 N 量の増加は55～58年の冷害年においては常にマイナスに働き出穂遅延、登熟遅延、不稔増加となって表われ、結果として減収に結びついた。

8) 稚苗と成苗を比較すると、成苗の出穂は常に早い但不稔歩合、玄米重では年次により異なった。

(佐々木一男)

Ⅲ 地力培養と施肥に関する技術解析

1. 上川農業試験場～土壌肥料科～

(1) 三要素の肥効

表Ⅲ－1 三要素試験（三要素区に対する比）

年 次	区 名	三要素(3F)区 (kg/10a)	無肥料(-3F) 区	無窒素(-N) 区	無りん酸(-P) 区	無加里(-K) 区
55年(しおかり)		491	54	50	100	107
56 (イシカリ)		528	66	67	99	99
57 (")		568	78	75	105	97
58 (空育114号)		411	83	91	87	87
46～58年平均(n=13)		489	56	59	97	98

注) 上川農試, 三要素試験圃 N-P₂O₅-K₂O : 8-8-6

表Ⅲ－2 りん酸欠除の影響（三要素区に対する比）

項 目	三 要 素 区					無 り ん 酸 区				
	玄 米 量 kg/10a	穂 数 本/m ²	総穂数 ×100	登 歩 実 合 %	登 歩 熟 合 %	玄 米 量 kg/10a	穂 数 本/m ²	総穂数 ×100	登 歩 実 合 %	登 歩 熟 合 %
年 次										
昭 和 46 年	426	511	307	87.5	49.0	34	95	91	83	25
" 47 "	533	346	271	94.2	80.0	104	112	120	98	102
" 48 "	477	464	384	88.7	67.0	113	104	91	98	112
" 49 "	522	482	338	94.7	74.5	102	99	101	100	99
" 50 "	338	435	280	66.3	52.2	128	97	109	133	151
" 51 "	493	464	358	90.3	69.9	90	103	91	101	95
" 52 "	554	428	323	91.7	83.9	98	106	106	103	98
" 53 "	542	433	360	95.2	73.9	93	86	80	101	94
" 54 "	468	506	328	92.6	80.5	106	94	104	97	94
" 55 "	491	519	389	90.2	75.7	100	92	100	96	95
" 56 "	528	570	367	88.8	71.7	99	95	89	97	97
" 57 "	568	785	386	78.8	71.0	105	95	96	100	98
" 58 "	411	503	374	85.3	48.7	87	96	99	94	78
平均(n=13)	489	496	343	88.0	69.1	97	98	98	100	95

注1) 品種, 46～55年: しおかり, 56～57年: イシカリ, 58年: 空育114号

2) 施肥量, N-P₂O₅-K₂O : 8-8-6 kg/10a

58年の遅延型冷害年は平年よりもりん酸及び加里の肥効が高く、窒素の肥効は最も低かった。
りん酸欠除による減収率(87%)は46年(34%)について大きく、減収要因は登熟歩合の低下が

最も大きく、ついで稔実歩合と穂数の減少であった。

(2) 有機物施用効果

1) 稲わら連用試験圃の結果

表III-3 堆肥、稲わら、珪カル連用効果

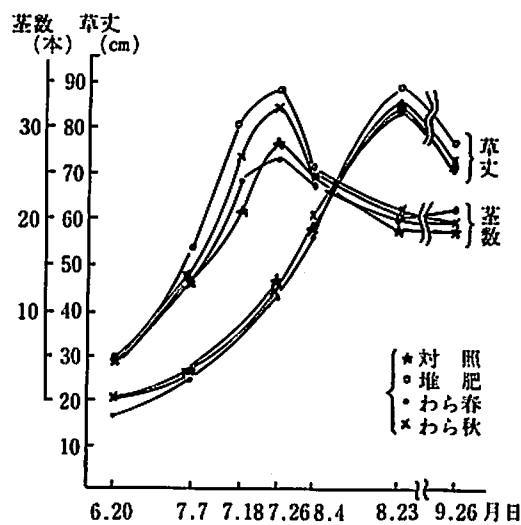
項目 年次	玄 米 収 量 (kg/10a)					収 量 指 数 (%)			
	対 照 区	堆 肥 区	わ ら 春鋤込区	わ ら 秋鋤込区	珪カル区	堆 肥 区	わ ら 春鋤込区	わ ら 秋鋤込区	珪カル区
37年	487	495	477	—	—	102	98	—	—
38	523	582	523	616	593	111	100	118	113
39	453	447	456	483	481	99	100	107	106
40	483	544	476	479	531	113	99	99	110
41	389	427	401	391	392	110	103	101	101
42	497	567	573	584	592	114	115	118	119
43	562	591	525	602	588	105	93	107	105
44	446	483	474	465	519	108	106	104	116
45	487	521	492	505	537	107	101	104	110
46	264	201	292	223	236	76	111	84	89
47	399	606	481	575	571	152	121	144	143
48	418	493	428	466	522	118	102	112	125
49	519	557	476	527	554	107	92	102	107
50	468	535	414	494	523	114	89	106	112
51	442	499	467	488	494	113	106	110	112
52	490	572	534	522	643	117	109	113	131
53	483	556	552	522	574	115	114	108	119
54	422	486	464	474	533	115	110	112	126
55	487	520	459	570	529	107	94	117	109
56	382	442	405	433	431	116	106	113	113
57	568	602	573	578	593	106	101	102	104
58	355	386	346	351	359	109	98	99	101
平 均	454	506	467	493	514	111	103	109	113

注) 稲わら連用試験圃。品種、37：ふくゆき、38～55：しおかり、56～57：イシカリ、58年：空育114号。
施肥量：8—8—6 kg/10a、稲わら400kg、堆肥800kg、珪カル120kg。

表Ⅲ—4 冷害年における有機物施用の効果

区 別	遅延型冷害年 (n=4)				障害型冷害年 (n=5)					9ヶ年 平 均	21ヶ年 平 均
	39年	44年	56年	58年	40年	41年	46年	51年	55年		
対 照	453 ^{kg}	446	382	355	483	389	264	442	487	411	454
堆 肥	99	108	116	109	113	110	79	113	107	106	111
わら春鋤	101	106	106	99	99	103	111	106	99	103	103
わら秋鋤	107	104	113	99	99	101	99	110	117	104	109
同珪カル	106	116	113	101	110	101	99	112	109	106	113

注) 表Ⅲ—3 試験から抜すい。



図Ⅲ—1 堆肥及び稲わら施用区
の生育相 (昭和58年, 空育114号)

透水性良好な褐色低地土 (下層礫質, 上川農試圃場) では一般に稲わら鋤込の障害程度が小さく, 21年間の連用試験における玄米収量の平均値は, 稲わら秋鋤込+珪カル (収量指数113%) > 堆肥 (111%) > 稲わら秋鋤込 (109%) > 稲わら春鋤込 (103%) の順に大きい。

55年以降もほぼ類似した傾向にあるが, 稲わら春鋤込は55年では6%, 58年では2%の減収となり, 58年では秋鋤込の効果は認められなかった。58年の冷害年における堆肥施用の効果は平年に比べて大きいものではないが稲わら鋤込よりも安定的な効果があったと言える。

37年以降の冷害年といわれる年の有機物施用の効果を見る限り (表Ⅲ—4), 平年に比べて大きな差異が認められず, 堆肥についても冷害年にその効果が高いとは言えず, 障害型冷害年と遅延型年でも差異を認め難い。しかし, 58年における堆肥区と稲わら施用区の草丈と茎数の推移を図Ⅲ—1に示したが, 生育の回復の速さは堆肥区が圧倒的に速い点が注目される。

表Ⅲ—5にN増区, 珪カル区, 深耕区を加えた各処理区の収量性と品質, N吸収量を示した。堆肥施用区はN増区よりもN吸収の面で優り, もみ数も多く, その優位性が明らかである。

表III-5 稲わら連用試験圃の処理区の収量性と品質、N吸収量

区 名		項 目		穂 数 (本/㎡)	総 穂 数 (×100/㎡)	登熟歩合 (%)	検査等級	N 吸収量 (kg/10a)
		玄米(kg/10a)	収 量 比(%)					
対 照 区		355	100	520	360	56.4	2 上	8.88
無 N 区		299	84	381	244	70.1	1 下	5.93
N 増 区		342	96	531	416	44.1	2 下	9.61
堆 肥 区		386	109	578	458	40.2	3 下	12.09
稲 わ ら 春 鋤 込 区		346	98	548	364	38.8	3 上	10.09
稲 わ ら 秋 鋤 込	対 照 区	351	99	548	374	39.2	2 下	8.31
	N 増 区	365	103	556	393	37.4	2 上	13.56
	珪 カ ル 区	359	101	542	417	48.9	3 上	11.27
	珪カル・深耕区	323	91	539	396	41.1	2 中	9.44
刈 株 除 去 区		353	99	489	347	48.7	2 上	9.15
深 耕 区		368	104	509	338	45.8	2 中	9.03
珪 カ ル 区		379	107	528	400	48.6	2 上	10.05
堆 肥 ・ N 増 区		378	107	509	362	51.9	2 上	9.16

が、検査等級の向上には結びつかなかった。珪カル施用の効果や深耕の効果なども認められるが、稲わら鋤込み条件での効果は小さかった。

(3) 施肥法とその効果

1) 表層施肥の効果(上川農試・木梓試験)

① 昭和57年

表III-6 昭和57年の表層施肥の効果

移 植 期	施 肥 法	移植後 15日間 の平均 気温℃	茎 数(本×/㎡)			窒素吸収量(g/㎡)			土壌中の NH ₄ -N(mg/100g)			
			15日後	30日後	幼 穂 形成期	15日後	30日後	幼 穂 形成期	15日後		30日後	
									0~5cm	5~12cm	0~5cm	5~12cm
早 植	全 層	11.8	133	493	1,050	0.14	1.65	8.81	6.1	10.1	2.8	6.1
	表 層		(100)	(101)	(90)	(100)	(99)	(79)	8.1	6.6	4.3	3.0
標 準	全 層	14.3	143	627	1,090	0.22	1.73	7.00	5.7	9.2	3.3	6.0
	表 層		(124)	(101)	(95)	(114)	(106)	(101)	8.7	5.6	4.0	4.1
晩 植	全 層	16.2	237	717	940	0.48	2.24	7.13	7.4	8.2	2.9	5.0
	表 層		(124)	(122)	(116)	(112)	(108)	(97)	7.4	4.9	3.3	4.3

注1) 移植時期、5月14日(早)、5月24日(標)、6月7日(晩)

2) 施肥量、全層区0~12cmにN 9 g/㎡、表層区0~5 cmにN4.5 g/㎡、0~12cmにN4.5 g/㎡。

3) 1.1×1.2mの水田内木梓試験

4) 栽植密度、30×10cm

5) 品種、キタヒカリ

6) 移植時のNH₄-N 含量、表層区0~5 cm: 21mg、5~12cm: 5.8mg、全層区0~12cm: 10.1mg/100 g。

② 昭和58年

表III-7 生育量に及ぼす効果

移植期	移植後の平均気温(°C)		施肥 処	移植15日後				移植後30日後				移植60日後	
	0~15日	16~30日		草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	乾物重 (mg/株)	茎葉の N(%)	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	乾物重 (g/株)	茎葉の N(%)	茎数 (本/株)	乾物重 (g/株)
早植 保温	16.5	12.1	全層 表層	22.6 (115)	4 (203)	196 (153)	3.49 (128)	31.8 (102)	7.8 (180)	0.38 (141)	4.84 (92)	9.4 (118)	29.3 (118)
早植	11.2	12.1	全層 表層	14.4 (101)	4 (100)	121 (99)	3.55 (106)	18.4 (108)	5.0 (108)	0.21 (104)	4.17 (102)	27 (93)	3.83 (88)
標準植	13.4	12.7	全層 表層	16.8 (102)	4 (100)	202 (100)	3.63 (97)	27.1 (101)	14.5 (100)	0.85 (102)	4.40 (98)	43 (91)	9.23 (105)
晩植	12.5	14.5	全層 表層	6.5 (104)	4 (100)	199 (102)	3.40 (110)	33.4 (100)	20.0 (142)	3.30 (111)	4.35 (103)	— —	— —

注) 移植時期その他①に同じ。

表III-8 移植後の作土中のNH₄-N含有率(mgN/100g乾土)

施肥 処	作土深 (cm)	早植保温区		早植区			標準植区			晩植区		
		15日後	30日後	移植時	15日後	30日後	移植時	15日後	30日後	移植時	15日後	30日後
全層	0~5	4.90	0.96	8.74	4.75	1.76	9.36	5.58	4.74	10.7	6.12	3.50
	5~15	7.55	6.71	"	6.80	7.16	"	8.60	8.72	"	10.1	7.37
表層	0~5	5.35	1.93	19.6	5.88	2.85	20.6	10.9	7.90	20.8	7.96	4.48
	5~15	5.98	4.91	6.56	5.40	5.60	7.30	6.0	7.25	7.90	8.10	6.50

表層施肥の効果は透水性良好田では移植後の気温が高い場合(移植後15日間の平均でほぼ15°C以上)に認められるものと考えられる。

57年に於ては、早植では全層区≧表層区、標準植では表層区>全層区、晩植では表層区>全層区の傾向にあり、表層施肥の初期生育促進効果が認められた。

58年は移植後15日間の日平均気温(以下気温)が11.2~13.4°Cと著しく低く、活着後の生育が遅滞した。従って、早植系列及び標準系列ともに、表層施肥区と全層施肥区の生育並びに稲体のN含有率に差異が認められず初期生育の促進効果はなかった。早植保温系列の表層施肥区は移植後15日後(気温16.5°C)において全層区に比べ、茎数で2倍、乾物重で5割の増加を示した。このような傾向から、本年、表層施肥区の増収率が高かったとすれば、主に減肥効果が働いたと解釈できよう。

2) 基肥 N 増施及び追肥効果

① 昭和43年以降の施肥量と収量の推移（褐色低地土）

表Ⅲ－9 昭和43～49年（n = 7）の施肥量と収量

区 別	そ ら ち			し お か り		
	収 量 (比)	幅	CV	収 量 (比)	幅	CV
N 8	54.4 (100)	40.9～62.1	14.9	48.0 (100)	27.1～55.6	19.4
N10	56.3 (103)	38.2～64.9	15.8	52.2 (109)	29.8～63.0	19.4
8 + 幼追 2	57.8 (106)	46.4～66.9	12.6	49.7 (104)	25.6～58.8	20.4
8 + 止追 2	57.7 (106)	46.7～64.2	11.7	50.1 (104)	26.8～57.0	19.8

注) しおかりには46年の障害型冷害年を含む

表Ⅲ－10 昭和50～56年（n = 7）の施肥量と収量

区 別	イシカリ・成苗			イシカリ・稚苗		
	収 量 (比)	幅	CV	収 量 (比)	幅	CV
N 8	56.2 (100)	49.3～64.3	9.1	51.2 (100)	37.7～63.5	16.7
N12	59.2 (105)	53.3～65.2	9.6	54.1 (106)	21.8～65.3	27.6
8 + 幼追 4	61.8 (110)	50.5～72.7	11.6	60.9 (119)	47.4～69.0	12.4
8 + 止追 4	62.1 (110)	51.9～70.2	11.1	59.4 (116)	50.0～67.1	10.8

注) イシカリ・稚苗には51年の稚苗冷害年を含む。

表Ⅲ－11 苗質と施肥量（53～56年，n = 4）

区 別	成 苗			中 苗			稚 苗		
	収 量	比	CV	収 量	比	CV	収 量	比	CV
N 8	55.2	(100)	6.8	56.0	(100)	14.2	53.8	(100)	16.1
N12	59.3	(107)	10.5	61.7	(110)	12.7	59.9	(111)	13.5
8 + 幼追 4	62.1	(113)	8.6	61.7	(110)	11.3	(64.2)*		5.8
8 + 止追 4	61.5	(111)	10.6	61.4	(110)	10.5	(61.7)*		10.9

注*) n = 3, 56年を欠く

表Ⅲ－12 土壌型別有機物施用効果（昭和53～55年，n = 3）

区 別	褐 色 低 地 土				グ ラ イ 土			
	無 堆 肥		堆 肥		無 堆 肥		堆 肥	
	収 量	比	収 量	比	収 量	比	収 量	比
N 8	57.1	100	60.3	100	62.8	100	63.3	100
N12	64.6	113	65.6	109	64.4	103	63.5	100
8 + 幼追 4	63.9	112	65.6	109	64.1	102	67.0	106
8 + 止追 4	61.8	108	62.2	103	66.3	106	63.6	100

注) グライ土：唐栖町現地圃場

褐色低地土における品種及び苗質に対するN基肥量の増施並びに追肥効果について表Ⅲ-9～Ⅲ-12に示した。

そちら、しおかり時代の施肥レベルは8～10kgであったが、イシカリに変わって10～12kgレベルに上り、収量レベルも一段と上昇した。

品種及び苗質が異っても追肥効果が高く、その追肥の時期は低、高温年で優劣が認められるが平年値的にみるとほとんど差異がないものと見てよい。しかし、品質と安定性の面からみるならば止葉期追肥の方が優れていると考えられる。ただし、堆肥を施用したり、地力のある土壌での追肥効果の小さいことは言うまでもない。

② 昭和55～58年のN施用量と収量

表Ⅲ-13 昭和55年～58年のN施用量と収量

区 別	55年 (イシカリ中苗)		56年 (イシカリ中苗)		57年 (イシカリ・成苗ポット)	
	収量(kg/10a)	比(%)	収 量	比	収 量	比
N 6	—	—	45.3	96	49.0	85
N 8	55.9	100	47.2	100	57.6	100
N10	71.6	128	49.6	105	63.5	110
N12	69.0	123	48.8	103	64.6	112
N14	—	—	51.6	109	66.4	115
N 8 + 幼形期追肥 4	68.0	122	50.9	108	60.5	105
" + 止葉期追肥 4	66.6	119	52.0	110	63.1	110
N10 + 幼形期追肥 2	70.4	126	48.9	104	—	—
" + 止葉期追肥 2	66.2	118	53.3	113	—	—

注) 農試褐色低地土

表Ⅲ-14 昭和58年のN施用量と生育経過及び収量性(キタアケ、空育114号)

土 壤 型	品 種	N 施 肥 量 (kg/10a)	分けつ1) 期の茎数 (本/㎡)	最高 茎数 (本/㎡)	有効茎 歩 合 (%)	稈長 (cm)	粗 ／ わら	穂数 (本/㎡)	1穂 粒数	総穂数 (×100/㎡)	登熟 歩合 (%)	玄米の 千粒重 (g)	精玄2) 米重 (kg/10a)	屑米重 (kg/10a)	青米 歩合 (%)	検査 等級
褐 色 低 地 土	キ ア ア ケ	0	109	439	82.5	52.9	1.31	362	39.6	144	89.7	23.0	321	11.3	21.4	1下
		8	158	816	71.9	68.6	1.44	587	53.0	311	72.9	21.9	480	32.0	24.1	2中
		12	157	851	70.6	68.0	1.45	601	59.8	358	71.3	22.3	546	33.8	25.7	2下
	空 育 1 1 4 号	0	111	465	82.1	55.5	1.36	382	46.6	180	88.1	21.5	310	18.8	16.8	2下
		8	121	829	60.1	72.2	1.24	498	71.9	357	66.5	20.6	425	79.5	30.6	3下
		12	114	923	62.5	75.2	1.21	577	75.7	437	55.1	20.5	428	90.8	41.9	3限
グ ラ イ 土	キ タ ア ケ	0	110	726	76.6	69.3	1.32	556	52.1	289	71.9	22.6	512	34.1	36.1	1下
		8	119	858	68.6	74.2	1.21	589	57.3	338	68.6	21.9	544	61.5	38.8	2中
		12	121	961	96.1	79.5	1.15	654	64.5	535	65.1	21.7	529	66.3	42.4	2下
イ 土	空 育 1 1 4 号	0	119	824	68.9	78.5	1.24	568	66.6	378	65.3	21.1	438	88.7	40.5	2下
		8	122	920	63.8	84.3	0.98	587	80.4	472	38.0	20.0	344	120.1	54.5	3下
		12	116	921	66.4	88.5	0.80	612	83.1	508	37.8	19.8	288	140.9	74.2	3下

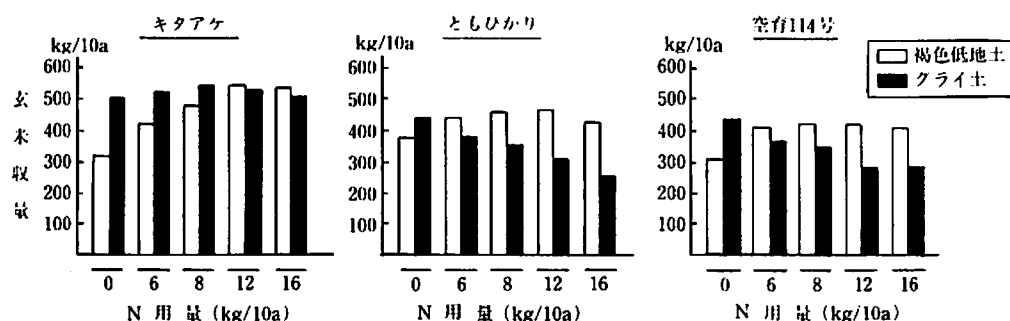
注1) 6月20日

3) 褐色低地土：農試圃場、グライ土：当麻町現地圃場

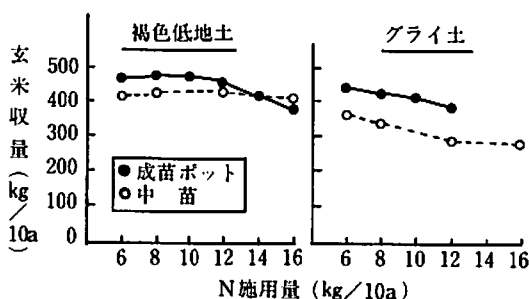
2) 1.9mmの米選機使用

昭和55年は6月下旬の天候の回復による株数増加と、9月上旬、中旬の好天によって、多収となり、N増施及び幼形期追肥の増収率が高かった。

昭和56年は、栄養生長期の前期の低温により、生育が遅延し、更に登熟期間も不順であったため、500kgを割る低収で、基肥N増施の効果は小さく、追肥時期は55年と異なり止葉期追肥の効果が顕著であった。



図III-2 昭和58年、品種別N用量と玄米収量



図III-3 成苗ポット苗水稻の基肥N量と玄米収量の関係 (昭和58年、空育114号)

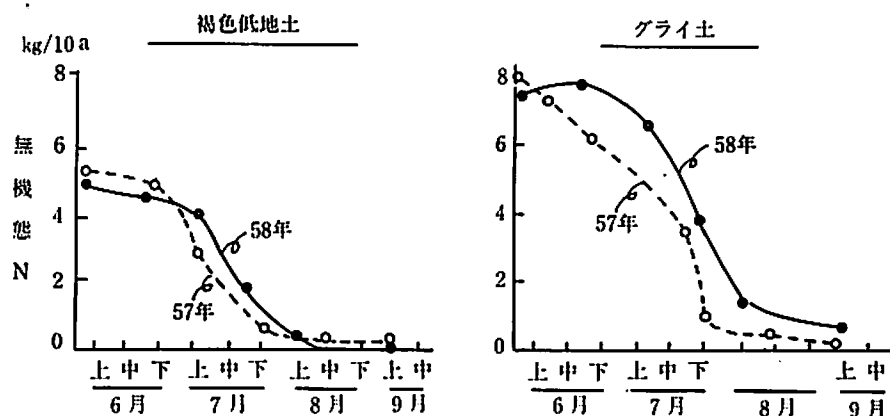
表III-15 成苗ポット苗水稻に対する追肥効果 (昭和58年、空育114号)

区 分	褐色低地土		グライ土	
	8 + 2	10 + 2	6 + 2	8 + 2
基 肥 の 収 量	469kg	—	447kg	—
分けつ期(幼形7日前)	86	—	95	85
幼 形 期	97	106	96	87
止 葉 期	108	102	104	104
分けつ期 + 止葉期	101	—	101	104
幼形期 + 止葉期	102	—	105	102

昭和58年度は、5月下旬～8月1半旬まで平年よりも1～3℃も低く経過し、著しい生育遅延を呈したため、早生のキタアケは登熟期間に800℃余りの積算温度を得たが、中生のともひかり及び空育114号は600～780℃と低く、総粒数が過大なことと相まって登熟不良となり、著しく減収した。

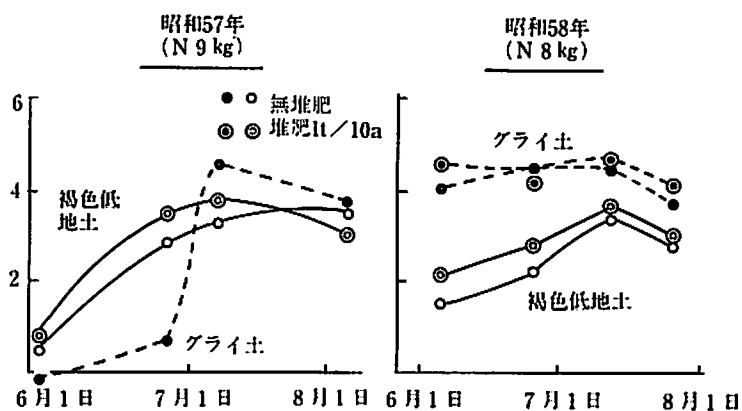
褐色低地土では三品種ともN12kgで最高収量を得ており、キタアケで546kg、ともひかりでは469kg、空育114号では428kg/10aであった。ただし、ともひかりと空育114号のN増施による増収率は極めて小さかった。一方、グライ土では57年秋の乾燥がよく進み乾土効果が高かったため、58年のN肥沃度が高く、生育初期に吸い残した窒素が幼穂形成期以降に吸収され、過大な粒数を得、下位節間の伸長を助長した。従って、キタアケでは500kg以上の収量を上げたが、N8kgで収量が頭打ちとなり、ともひかりと空育114号は無窒素区の収量が最も高く、施肥量が増すほど減収した。

空育114号の成苗ポット苗水稻の試験によると図III-3のように、グライ土に於てその効果が
高く、表III-15のように、止葉期の追肥効果が高く、幼穂形成期前後の追肥は減収となった。

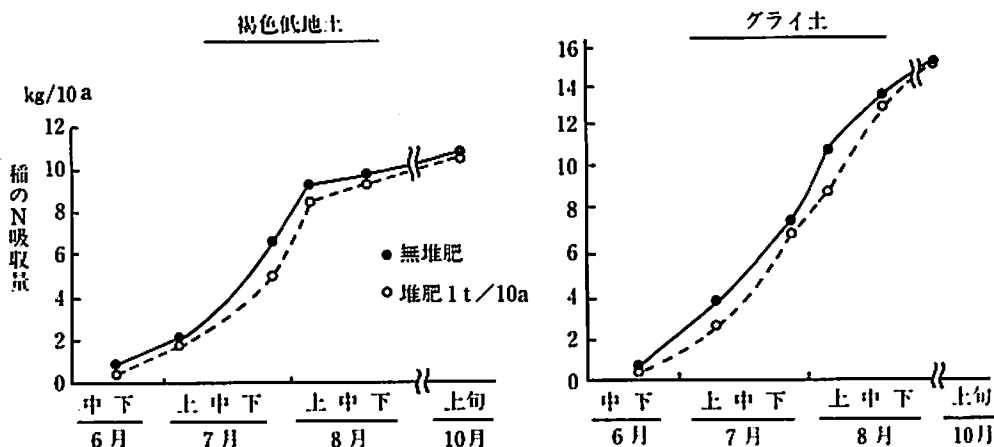


図III-4 土壤中の無機態窒素含量の推移

土壤中の無機態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 含量の推移をみると、平年値とみられる57年に比較して、
幼穂形成期前後で高い含量を示し、その傾向はグライ土で顕著であった。後期栄養についてみ
ると、グライ土では依然として高めに推移したが、褐色低地土では出穂期前後からの土壤窒素
の放出は平年よりも少なかったとみることができる。



図III-5 時期別の培養N (昭和58年, 30℃, 28日間)



図III-6 稲の時期別N吸収量の推移(昭和58年, キタアケ, N g kg/10 a 区)

また、土壌の培養窒素の量や窒素吸収量については図III-5～III-6に示したが、窒素の放出パターンとN吸収パターンが、生育・収量に密接に反映していることを裏づけている。

3) 側条施肥の効果

表III-16 側条施肥の効果 (昭和57年～58年)

土 壌 型	項 目		玄米収量 (kg/10a)		穂 数 (本/m ²)		m ² 総穂数 (×100)		登熟歩合 (%)		不登歩合 (%)		青米歩合 (%)	
	区 別		57年		58年		57年		58年		57年		58年	
			57年	58年	57年	58年	57年	58年	57年	58年	57年	58年	57年	58年
褐 色 低 地 土	全量全層区		498	374	559	543	312	327	72.8	50.9	21.4	50.9	2.5	43.5
	全層+表層区		480	372	595	552	325	332	69.6	47.6	23.5	48.9	2.5	40.0
	全層+側条区 1)		506	357	572	604	339	376	74.6	44.3	25.4	44.3	1.8	53.1
	全量側条区 2)		434	389	526	541	300	335	68.6	65.5	26.6	65.5	1.3	41.3
グ ラ イ 土	全量全層区		575	342	589	540	366	340	69.9	51.5	11.5	51.5	16.2	58.0
	全層+表層区		649	351	649	527	378	381	71.5	44.8	15.3	43.7	16.6	56.1
	全層+側条区		573	292	650	600	378	410	71.3	43.4	19.1	43.4	12.8	55.5
	全量側条区		591	368	706	556	397	368	70.2	40.9	17.1	40.9	15.7	54.5

注1) 全層+側条20%

2) 全量側条60% (全層 9 kg の60%=5.4kg)

3) 褐色低地土: 農試圃場, グライ土: 当麻町現地圃場

58年のような低温年においても側条施肥の初期生育促進効果が認められたが、生育が遅滞したため幼穂形成期頃からの旺盛な養分吸収を伴い、過剰の穂数を得、初期生育の良いことがむしろ負に働いた。この現象は全層施肥割合の多い場合に顕著であって、全量全層区に比し減収した。本試験条件では施肥量の60%を側条のみに施用し、全層に施肥しない場合には両土壌とも全量全層区にまさった。このような低温年を想定すると、側条施肥量を減肥し、気象条件に対応して追肥によって補完する方法が効果的である。

(4) 復元田における減肥効果

表Ⅲ-17 復元初年目水稻の収量性 (昭和56～58年)

区 分	連作田に対する復元田の比率(%)						同 比 の 変 動 係 数 (%)			
	56年	57年	58年	合 計	変動幅*	+/-	56年	57年	58年	合 計
玄 米 収 量	122	90	118	109	57~170	11/5	20.6	19.8	6.7	21.9
総 収 数	115	88	101	101	51~127	8/8	11.9	22.0	6.6	18.3
登 熟 歩 合	93	105	123	105	72~156	10/6	13.9	15.9	21.5	19.8
千 粒 重	99	98	103	100	92~105	9/7	4.6	2.8	2.2	3.8
育 米 歩 合	86	73	89	82	6~135	6/10	34.3	73.2	17.9	44.8
整 粒 歩 合	105	101	116	106	85~170	10/6	11.3	3.9	31.8	17.8
玄米蛋白含量	95	102	103	99	89~113	6/8	9.2	8.4	8.1	8.9
調 査 点 数	6	6	4	16	16		6	6	4	16

注*) 褐色低地土に収量比の極端に高い区 (56年) と低い区 (57年, 礫質土壌) を含む。

表Ⅲ-18 昭和58年, 復元田の減肥効果

~その1~

土 壌 型	試 験 区 別	総 重 kg/10a	もみ ／ わら	玄米収量 kg/10a	同左比 %	収 量 構 成 要 素				不 歩 % 登 合 %	千粒重 g
						m ² 当り 穂 数	1 穂 数	m ² 当り穂 数×100	登熟歩 合%		
グ ラ イ 土 (東 腐 植)	1. 100.0%区	1,326	0.85	306	87	629	76.1	479	36.8	24.3	20.7
	2. 87.5	1,261	0.99	330	94	593	63.0	373	30.8	24.3	20.9
	3. 75.0	1,337	0.99	365	104	483	74.7	361	32.5	20.6	21.0
	4. 62.5(P減)	1,419	0.94	378	108	581	73.8	392	37.3	17.6	20.9
	5. 62.5	1,270	1.01	324	92	372	70.8	263	24.3	17.0	21.4
	6. 50.0	1,559	0.99	441	126	552	71.2	393	49.9	20.9	21.8
	7. 一般田(100%)	1,347	0.79	351	100	547	67.3	368	51.7	18.4	20.7
褐 色 低 地 土 (礫 質)	1. 100.0%	1,294	0.82	219	55	806	58.2	408	36.1	30.5	20.0
	2. 75.0	1,492	0.88	442	111	986	52.7	451	47.4	20.2	21.0
	3. 65.0	1,481	0.52	388	97	890	54.4	484	43.6	25.2	20.9
	4. 一般田(100%)	1,513	0.81	400	100	890	57.9	483	30.3	33.4	21.0

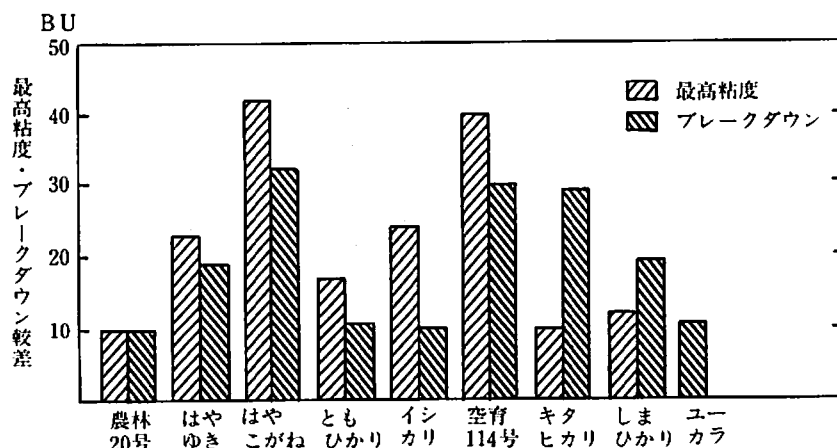
土 壤 型	試 験 区 別	青米歩合 (%)	整粒歩合 (%)	検 査 等 級	食 味 特 性 値*			
					アミロース 含有率 (%)	アミログラム 最高粘度 (BU)	蛋白含有率 (%)	灰 分 (%)
グ ラ イ 土 (東 腐 橋)	1. 100.0%	71.3	27.1	規格外	24.4	202	9.4	0.39
	2. 87.5	68.1	30.0	"	24.9	229	8.4	0.44
	3. 75.0	74.6	24.7	"	24.8	246	9.0	0.44
	4. 62.5(P減)	73.8	24.0	"	24.7	254	9.4	0.40
	5. 62.5	75.2	23.5	"	24.7	200	8.6	0.36
	6. 50.0	61.1	36.3	"	24.6	236	8.9	0.42
	7.一般田(100%)	60.1	38.4	"	25.1	300	7.9	0.34
褐 色 低 地 土 (礫 質)	1. 100.0	72.1	27.4	"	24.8	266	8.1	0.42
	2. 75.0	46.6	49.6	"	24.2	318	8.3	0.40
	3. 65.0	49.2	47.7	"	24.2	292	8.8	0.41
	4.一般田(100%)	69.5	29.2	"	24.6	280	8.8	0.41

注*) 中央農試稲作部分析による。

過去3ヶ年、所定の減肥をした場合の復元田の玄米収量は連作田に比べ増収する例が多かった。58年に於ても用様の傾向にあり、品質面でも幾分まさる傾向が認められた。

現地のN用量試験結果によると、収量レベルは平年を大きく下廻ったが、グライ土では連作田の50%減肥区が、褐色低地土(礫質)では25%減肥区が最も高い収量を示し、いずれも連作田を上廻った。この原因は登熟歩合がまさったことにある。品質面では、青米歩合が低くなり、整粒歩合や粒厚2.0mm以上の上玄米割合も高まった。食味特性値は、褐色低地土(礫質)では、窒素の減肥により連作田をやや凌ぐ値を示したが、グライ土では復元田の方が明らかに劣った。試験点数が少ないため一概には言えないが、グライ土のような湿田タイプの復元田では思い切った減肥と追肥によるコントロールの余地を残す必要性がある。

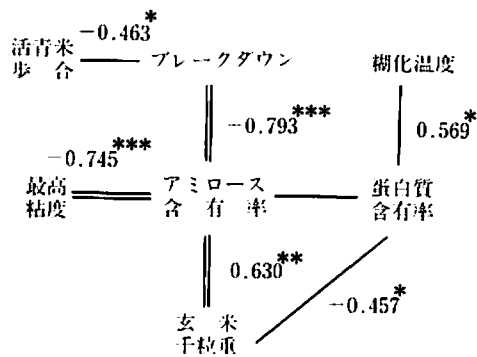
(5) 食味特性に及ぼす影響



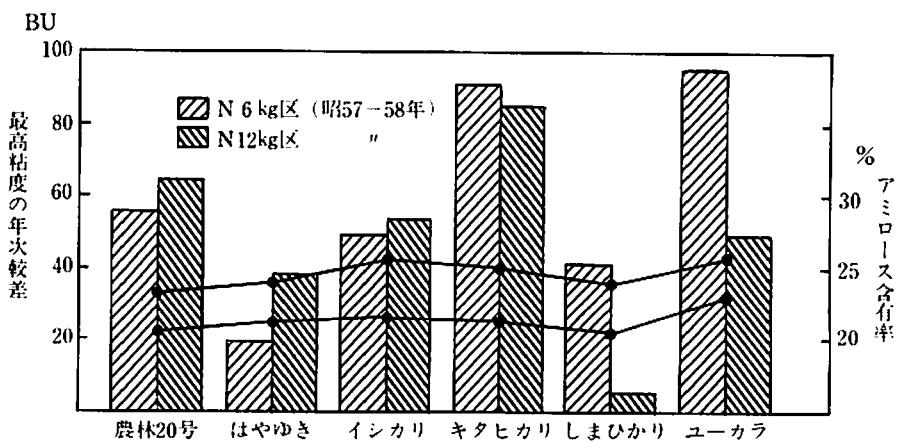
図III-7 アミログラム特性値の施肥処理間差
(昭和58年, 褐色低地土, N6kg区とN12kgの差)

表III-19 主要9品種の食味特性値

項目・N施肥量	最大値	最小値	平均値	C.V.(%)
最高粘度 N 6	410	305	373	10.0
(BU) N 12	393	294	351	10.0
ブレークグウン N 6	166	81	138	23.1
(BU) N 12	155	84	123	19.7
アミロース N 6	25.3	22.3	23.6	4.0
含有率 (%) N 12	24.6	22.2	23.4	3.6
蛋白質含有率 N 6	7.06	5.73	6.41	6.7
(%) N 12	7.84	5.92	6.99	9.0



図III-8 食味特性と各形質の相関図



図III-9 食味特性値の年次間較差 (昭57年と58年の差)

昭和58年における施肥量の多少によるアミログラム特性値の変動は、「はやこがね」、「空育114号」で大きく、「農林20号」、「ともひかり」、「ユウカラ」は比較的小さかった。アミログラム特性値のうち、最高粘度は N6kg と N12kg の差は20BU、ブレイクダウンは15B Uであった。また、アミロース含有率は0.2%、蛋白質含量は0.6%程度変動した。

アミロース含有率は最高粘度、ブレイクダウンに関連深く、蛋白質含有率は糊化温度と関係が認められた。また、玄米千粒重の大きいものはアミロース含有率が高く、蛋白含有率の低い傾向にある。更に玄米の背米歩合の高いものはブレイクダウンが低い傾向にあった。

遅延型冷害年である本年度（58年）産米と57年度産米を比較すると、最高粘度に較差が認められ、早生種では N12kg 区、中晩生種では N6kg 区での較差が大きい。またアミロース含有率も2%程度低温年の方が高かった。

(6) 要 約

上川農試の収量性からみると、55、57年は多収の年であった。56年は幾分低収ではあったが冷害には相当せず、58年は典型的な遅延冷害年であった。従って、ここでは58年に実施した褐色低地上（場内圃場）とグライ土（当麻町現地圃場）における試験結果を中心に被害解析を行った。

その結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 58年度の遅延型冷害年はりん酸及び加里の肥効が高く、りん酸欠除による減収率（87%）は46年（34%）について大きかった。
- 2) 稲わら春鋤込は55年では6%、58年では2%の減収となり、58年では秋鋤込の効果は認められなかった。
- 3) 58年の堆肥施用効果は平年に比べて大きいものではないが、安定的効果があり、生育回復時の莖数増加が顕著であった。
- 4) 珪カル、深耕（連年施行）の効果が認められたが、稲わら鋤込みによりその効果は消去された。
- 5) 表層施肥の効果は、移植後15日間の日平均気温が11.2～13.4℃と著しく低く活着後の生育が遅滞したため認められなかった。
- 6) 昭和56年における基肥 N 増施による効果は小さく、止葉期における追肥効果が高った。
- 7) 昭和58年における早生のキタアケは登熟期間に800℃余りの積算温度を得たが、中生のともひかり及び空育114号は600～780℃と低く、総穂数が過大なことと相まって登熟不良となり著しく減収した。
- 8) 褐色低地土では三品種とも N12kg で最高収量を得たが、ともひかり、空育114kg では N6～14kg 区の増収率は極めて小さかった。特にグライ土では無窒素区が最高収量を得、N 増施による減収率が大きかった。
- 9) 成苗ポット苗水稻の効果はグライ土で大きく、褐色低地土、グライ土ともに止葉期の窒素追肥の効果が高く、幼穂形成期前後の追肥は減収した。
- 10) 土壌中の無機態窒素含量は、初期の吸い残こしが多かったため、高く経過し幼穂形成期から止葉期に多量に吸収された。従って過剰穂数、下位節間の著しい伸長を招いた。この傾向は、前年の乾土効果の高かったグライ土において顕著であった。
- 11) 側条施肥の効果は側条単独で減肥した場合に認められ、全層施肥と組合せた場合には初期生育促進がむしろ過剰穂数を得、減収した。

- 12) 復元田における減肥の効果が顕著であった。
- 13) 57年産米と比較すると、最高粘度に較差が認められ、早生種で N12kg, 中晩生種では N6kg での較差が大きかった。また、アミロース含有率も 2 %程度高く、食味特性が劣った。
- 14) 以上の結果を総括すると、冷害年においては基肥窒素を減肥し、分施肥系をとることの重要性和、緩徐に放出される地力窒素を勘案した施肥窒素量の決定が必要である。いずれにしても、寒冷地稲作においては天候不順に対処できる余地を残した施肥体系が一層必要となろう。

(古山芳広)

2. 中央農業試験場 ～稲作部栽培第一科～

(1) 土壌環境の年次間差異

1) 耕起前のほ場の乾燥状態

水稻の初期生育は、耕起・碎土時のほ場の乾燥程度と密接に関係する。そこで、昭和56年以降3ヶ年にわたる土壌含水比及び3相分布の推移を稲わら連用ほ場（グライ土）で調査した結果を表Ⅲ-20に示した。

表Ⅲ-20 土壌3相分布の年次別推移

年 次	区 名	層 序	含水比	容積重	3 相 組 成 (%)			全孔隙率	容気度	飽和透
			(%)	(g/100ml)	固 相	液 相	気 相	(%)	(%)	水係数 (K _{sat} , cm/sec)
昭56年	対 照 区	作 土	48.9	103.8	38.7	50.9	10.4	61.3	21.2	2.0×10 ⁻⁶
		心 土	57.5	100.4	37.5	57.7	4.8	62.5	7.8	7.5×10 ⁻⁶
	堆 肥 区	作 土	57.2	96.3	34.9	55.1	10.0	65.1	15.2	1.9×10 ⁻⁶
		心 土	64.3	95.0	35.9	61.1	3.0	64.1	4.7	4.0×10 ⁻⁶
	稲 わ ら 秋 散 布 区	作 土	78.0	86.2	31.1	67.2	1.7	68.9	2.4	3.8×10 ⁻⁷
		心 土	71.1	90.0	33.6	63.9	2.5	66.4	3.7	3.3×10 ⁻⁶
	稲 わ ら 春 す き 込 み 区	作 土	62.3	94.4	36.3	59.4	4.3	63.7	6.8	5.1×10 ⁻⁷
		心 土	63.3	92.7	34.3	58.7	7.0	65.7	10.7	4.2×10 ⁻⁷
昭57年	対 照 区	作 土	48.0	110.5	40.3	53.0	6.7	59.7	11.2	1.2×10 ⁻⁵
		心 土	57.7	101.7	36.8	58.5	4.7	63.2	7.4	7.0×10 ⁻⁷
	堆 肥 区	作 土	54.2	101.4	39.0	55.0	6.0	61.0	9.8	2.0×10 ⁻⁵
		心 土	57.4	103.6	37.2	59.9	2.9	62.8	4.6	4.6×10 ⁻⁷
	稲 わ ら 秋 散 布 区	作 土	75.3	83.9	32.2	63.2	4.6	67.8	6.8	1.6×10 ⁻⁶
		心 土	76.7	85.4	30.5	65.3	4.2	69.5	6.0	8.5×10 ⁻⁵
	稲 わ ら 春 す き 込 み 区	作 土	75.3	88.1	32.2	63.2	4.6	67.8	6.8	1.6×10 ⁻⁶
		心 土	59.9	101.1	36.0	60.5	3.5	64.0	5.5	3.9×10 ⁻⁶
昭58年	対 照 区	作 土	30.0	124.5	56.6	37.4	6.0	43.4	13.8	—
		心 土	31.2	128.7	59.3	40.2	0.5	40.7	1.3	—
	堆 肥 区	作 土	37.6	108.7	46.6	40.9	12.5	53.4	23.4	—
		心 土	31.1	123.3	56.8	38.4	4.8	43.2	11.1	—
	稲 わ ら 秋 散 布 区	作 土	35.3	111.2	53.5	39.2	7.3	46.5	15.7	—
		心 土	46.0	101.6	48.8	46.7	4.5	51.2	8.8	—
	稲 わ ら 春 す き 込 み 区	作 土	34.9	97.1	41.6	33.9	24.5	58.4	42.0	—
		心 土	34.5	114.7	51.6	39.6	8.8	48.4	18.2	—

注) 作土: 0~10cm, 心土: 10~20cm

耕起時のほ場の乾燥度合はその年の融雪時期や降雨量、降雨日数などによって支配されるものであるが、過去3ヶ年の比較では56、57両年に比べ58年の土壤乾燥程度が最も良好である。この要因としては57年秋の晴天続きによる土壤乾燥の促進と58年春の融雪期が平年に比べ一週間程早く、かつその後も小雨で経過したことなどがあげられる。

2) 湛水期間中の地温の比較

表Ⅲ-21 月旬別日平均積算地温の推移

(℃)

年 次	5 月	6 月			7 月			8 月			日 平 均
	下*	上	中	下	上	中	下	上	中	下**	積算地温
昭 56 年	100.0	112.2	166.4	172.2	177.4	224.0	261.7	221.1	205.5	146.5	1,787
昭 57 年	123.8	146.3	199.7	172.6	210.4	211.5	223.9	225.3	221.3	177.5	1,912
昭 58 年	119.3	142.2	142.9	156.2	175.6	186.0	218.4	219.2	219.9	153.5	1,733

注) ①測定位置…地中深5 cm

②*…5月23～31日, **…8月21～28日

つぎに、3ヶ年の日平均積算地温を対比すると、57年に比べ56、58の両年はいずれも125、179℃下回っており、これを1日当りの平均地温に換算すると各々1.3、1.8℃低く推移したことになる。一方、年次的な特徴として56年は5月下旬～6月中旬及び7月上旬が、また58年は6月中旬～7月中旬の日平均積算地温が57年に比べいずれも著しく低く推移している。

このように、56、58の両年は57年に比較して水稻根圏域の地温が低く推移したため、生育初期における水稻の施肥並びに土壤養分の吸収が遅延し、生育後半にまでずれこんだことが遅延型冷害を一層助長する要因となった。

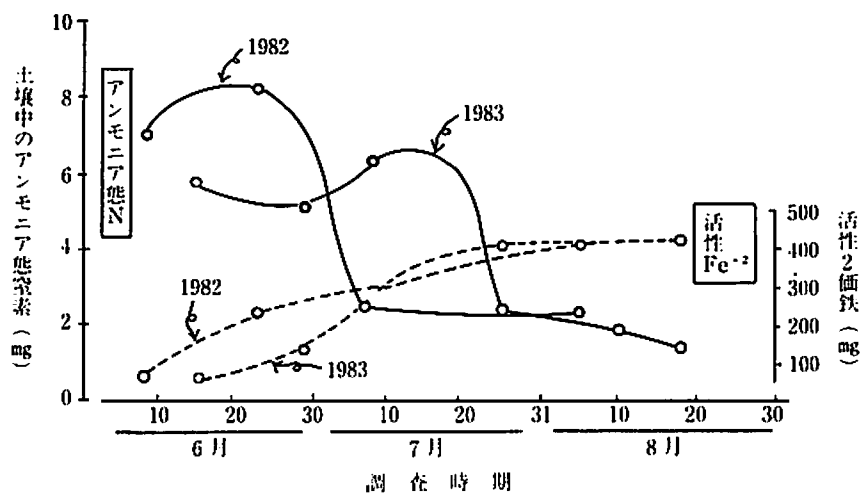
3) 土壤養分の動向

表Ⅲ-22 年次別土壤養分の動向

(グライ土)

区 別		NH ₄ -N (mg/乾土 100g)												
		6月1日	6月8日	6月15日	6月19日	6月23日	6月29日	7月7日	7月8日	7月15日	7月25日	8月3日	8月5日	8月10日 8月18日
昭 56	村 照 区	6.67			7.30		2.40			4.78		3.49		
	埴 肥 区	5.27			5.23		4.91			4.02		3.89		
	稲 わ ら 区	6.35			5.56		3.97			4.36		3.90		
昭 57	村 照 区		6.96			6.36		2.34					1.60	
	埴 肥 区		8.09			9.61		2.39					2.15	
	稲 わ ら 区		5.80			8.41		2.38					3.48	
昭 58	村 照 区			5.10			4.40		5.71		2.58			1.18 1.18
	埴 肥 区			5.78			6.17		6.98		2.73			1.99 1.28
	稲 わ ら 区			6.26			4.63		6.35		2.00			2.44 1.78
		Bray No2 P ₂ O ₅ (mg/乾土 100g)												
昭 56	村 照 区	25.0			4.4		13.6			24.7		92.5		
	埴 肥 区	19.4			7.5		20.7			27.8		89.0		
	稲 わ ら 区	28.6			17.2		32.0			33.6		107.2		

区 分		Bray No 2 P ₂ O ₅ (mg/乾土 100g)													
		6月1日	6月8日	6月15日	6月19日	6月23日	6月29日	7月7日	7月8日	7月15日	7月25日	8月3日	8月5日	8月10日	8月18日
昭 57	対 照 区		22.8			35.9		49.0					57.5		
	堆 肥 区		27.1			47.9		64.1					68.6		
	稲 わ ら 区		31.7			56.8		87.0					72.7		
昭 58	対 照 区			26.2			32.9		45.9			69.3		59.4	51.9
	堆 肥 区			43.4			52.4		77.5			92.3		67.9	51.7
	稲 わ ら 区			45.5			42.1		67.6			78.4		69.3	46.2
昭 56			活 性 Fe ⁺⁺ (mg/乾土 100g)												
	対 照 区	32.3			148.4		194.2			287.3		465.2			
	堆 肥 区	16.2			146.1		236.9			332.3		513.1			
	稲 わ ら 区	82.9			251.3		305.3			532.4		550.5			
昭 57	対 照 区		58.7			231.0		282.7					409.7		
	堆 肥 区		99.4			274.2		353.9					516.1		
	稲 わ ら 区		183.2			464.9		569.3					717.4		
昭 58	対 照 区			52.0			131.2		277.9			401.5		442.7	414.0
	堆 肥 区			117.6			288.5		405.9			437.9		410.1	402.1
	稲 わ ら 区			113.7			289.7		473.0			468.0		470.8	439.5



図III-10 土壤中NH₄-N及び活性Fe²⁺の推移

つぎに、3ヶ年にわたる土壤養分の動向を表III-22に、また平温年(57年)及び低温年(58年)におけるアンモニア態窒素、活性2価鉄の推移を図III-10に示した。

それをみると、土壤中の可給態りん酸(Bray No2 P₂O₅)及び活性2価鉄濃度は各年次とも有機物施用(堆肥区、稲わら秋すき込み区)が無施用(対照区)に比べ高く推移する様子がうかがえるが、同時に年次間の変動もみられる。

すなわち、低温年の56、58の両年は平温年の57年に比べ各処理とも生育初期のP₂O₅及び

Fe²⁺濃度が低い。さらに、図III-10から明らかなように、低温年（58年）では平温年（57年）に比べ生育初期のNH₄-N濃度が低く、中期で高まる傾向にある。ちなみに、58年における7月上旬の土壤中NH₄-N濃度は乾土100g当り6mg前後で、この値は平年（57年）の3倍以上にも相当する。

このように、平温年に比べ低温年では地温の上昇が緩慢であるため、土壌から水稻体へ供給される可給態窒素及びりん酸などが生育中期以降に集中されたものと考えられる。また、このことが水稻の後出来、登熟不良及び品質低下を招く原因となった。

(2) 水稻の年次別施肥反応

1) 窒素施用量及び施肥法との関連

ア. 窒素施用量

昭57, 58両年の稲体N含有率及び吸収量の推移をグライ土及び泥炭土で検討した結果を表III-23に示した。

表III-23 稲体N含有率及び吸収量の年次別推移

(供試品種：みちこがね)

年次	土 壌	N 含有率 (%)						N 吸収量 (g/m ²)							
		茎 葉				9/28		茎 葉				9/28			
		6/24	7/9	8/1	8/12	ほ	わら	6/24	7/9	8/1	8/12	ほ	わら	計	
昭57	グライ土	3.70	3.39	1.40	1.30	1.16	0.76	0.77	3.20	10.20	10.41	7.59	3.11	10.70	
	泥炭土	3.27	2.83	1.75	1.50	1.09	0.78	0.58	1.90	9.51	10.53	8.48	2.83	11.31	
昭58	グライ土 泥炭土	茎 葉				10/6		茎 葉				10/6			
		6/30	7/25	8/8	8/22	ほ	わら	6/30	7/25	8/8	8/22	ほ	わら	計	
		4.24	3.51	2.55	1.66	1.29	0.84	0.22	2.70	7.08	9.13	6.57	3.89	10.46	
		3.61	3.25	2.93	2.46	1.38	1.35	0.17	3.10	5.57	10.06	7.33	5.20	12.53	

両年次とも、分けつ期並びに幼形期の稲体N含有率及び吸収量はともにグライ土が泥炭土を上回るが、止葉期以降のN含有率及び収穫期のN吸収量は逆に泥炭土の方がグライ土に勝っている。また、年次間の比較では平温年（57年）に比べ低温年（58年）では各生育ステージともN含有率が高い反面、止葉期までのN吸収量が著しく少ない特徴を示している。

とくに、止葉期（57年：％，58年：％）及び出穂期（57年：％，58年：％）のN含有率の較差が大きく、このことが58年の遅延型冷害を拡大させる結果となった。

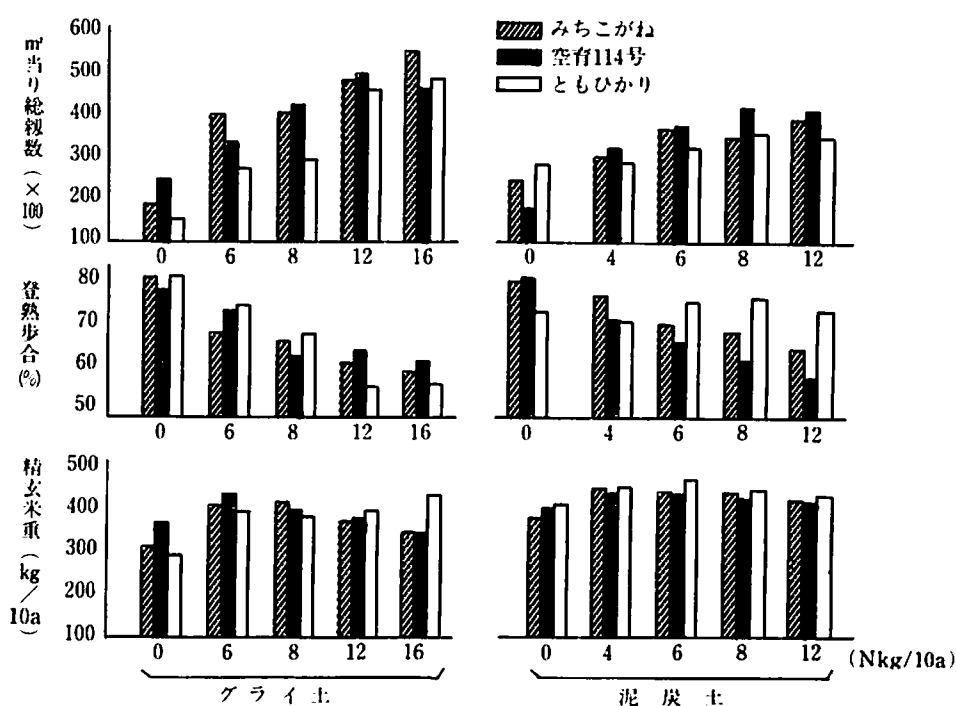
つぎに、生育及び収量に及ぼす施肥窒素の反応をみると、年次による品種の相違はあるものの、平温年の57年は低温年の58年に比べ幼形期の草丈、茎数並びに稲体N吸収量が何れも勝り、かつ施肥窒素量増大に伴う茎数の増加が顕著に認められる。さらに収量的な面でも、平温年では施肥N量増大に伴う精玄米重、完全米歩合の低下並びに青米歩合の急激な増加はほとんどみられない。それに対し、低温年では基準施肥量（N 8 kg/10 a）以上のN施肥レベルでは登熟歩合、精玄米重及び完全米歩合が著しく低下しており、収量・品質的には基準施肥を25%減じたN 6 kg/10 aが最も安定している。

一方、低温年における品種別施肥窒素の応答性をグライ土及び泥炭土の両土壌で検討した結果をみると、グライ土では施肥N量の増大に伴って各品種とも総収量は明らかに増加の傾向を

表Ⅲ-24 年次別施肥要素の反応

(グライ土)

年次	品種	N施用量 (kg/10a)	7月12日 (昭57) 7月25日 (昭58)			㎡ 当り		登熟 歩合 (%)	総 重 (kg/10a)	もみ ／ わら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	千粒重 (g)	青米 歩合 (%)	完全米 (%)	等 級
			草丈 (cm)	茎数 (本)	N吸収 (g/㎡)	穂数 (本)	総穂数 (×100)									
昭57	キタヒカリ	4	41.9	21.5	1.91	529	328	68.7	1155	1.01	424	89	21.1	17.2	71.8	2上
		8	42.6	27.9	2.29	590	372	66.0	1247	1.19	478	100	21.5	14.8	74.5	2中
		12	45.6	28.5	2.94	691	428	53.5	1356	1.09	488	102	21.0	19.1	72.5	2上
		16	45.1	37.2	3.76	726	443	52.0	1407	0.90	485	102	21.1	20.1	73.4	2上
昭58	みちこがね	0	36.8	7.4	1.15	275	190	82.1	696	1.42	301	74	21.6	29.4	583	2中
		6	41.1	13.5	1.73	495	400	69.7	1003	1.36	398	98	20.9	39.7	47.8	3中
		8	42.2	16.5	2.70	523	403	68.0	1101	1.22	407	100	20.0	47.8	37.0	3中
		12	43.1	16.6	3.10	550	481	62.9	1136	1.14	362	89	19.6	49.7	35.4	ミ乙
		16	41.7	15.1	3.03	578	550	61.1	1179	1.08	338	83	19.5	52.9	28.0	ミ甲



図Ⅲ-11 低温年における品種別施肥Nの反応 (1983)

示すが、登熟歩合はそれとは逆に低下の関係にあり、最高収量は「みちこがね」；N 8 kg/10 a, 「空育114号」；N 6 kg/10 a, 「ともひかり」；N 12~16kg/10 a で「空育114号」は他の2品種に比べ少肥レベルで高い収量を得た。また、泥炭土ではグライ土に比べ施肥N用量に対する各品種の反応は鈍いが、「空育114号」は「みちこがね」及び「ともひかり」に比べると反応がシャープで、

最高収量も他の2品種がN 4～8 kg/10aであるのに対し、後者ではN 4～6 kg/10aと少肥レベルにあった。

以上のように、遅延型冷害の58年は平温年の57年に対比すると水稻による施肥並びに土壌窒素の吸収が止葉期以降に集中したため生育後半の稲体N含有率が著しく高く、結局そのことが登熟不良、完全米歩合並びに品質低下を招く最大の要因となった。さらに、N用量試験結果が示すようにN過剰施肥はその傾向を一層強める結果となった。

イ. 窒素施肥法

窒素施肥法として、従来から全層施肥、表層施肥、局所施肥及び分追肥などの施肥技術があるが、平温年（57年）及び低温年（58年）でそれら窒素施肥法について検討した結果を表Ⅲ-25に示した。

表Ⅲ-25 窒素施肥法と水稻の生育及び収量との関係

(供試品種：みちこがね)

年次	土 壌	区 名	7月12日 (昭57) 7月22日 (昭58)			㎡当り	㎡当り	登 熟	稲 重	稲/から	精 玄 米		青 米	完全米
			草 丈 (cm)	茎 数 (本/㎡)	N吸収量 (g/㎡)	穂 数	穂数	歩 合			収 量 (kg/10a)	同 比 (%)	歩 合 (%)	歩 合 (%)
						(本)	(×100)	(%)						
昭57	グライ土	全 量 全 層 区	46.5	722	3.20	620	315	80.0	1270	1.06	517	100	10.5	73.5
		全 量 側 条 区	42.4	883	4.70	635	321	79.8	1306	1.04	529	102	11.0	72.8
	泥炭土	全 量 全 層 区	36.3	549	1.90	539	389	74.6	1342	1.38	608	100	12.4	76.5
		全 量 側 条 区	42.2	832	2.18	653	403	76.4	1415	1.35	662	109	11.1	80.3
昭58	グライ土	全 量 全 層 区	40.0	417	2.98	554	311	62.0	1110	0.81	328	100	55.0	29.0
		全層50%表層50%区	41.2	541	4.08	509	328	68.5	1120	1.03	382	117	50.8	37.0
		全層50%側条50%区	40.4	586	5.56	579	356	68.0	1180	1.02	404	123	51.0	36.0

それを見ると、両年次とも側条施肥区（粒状化成の局所施肥）は全量全層区に比べ初期生育量が旺盛で、茎数及び稲体吸収N量は何れも側条施肥の方が勝っている。また、成熟期の穂数、穂数並びに登熟歩合も後者に比べ前者の方が上回り、その結果精玄米重比では2～23%の増収率を示している。さらに、側条施肥と表層施肥間の比較でも生育促進並びに収量の両面にわたり側条施肥の有利性がうかがえる。

表Ⅲ-26 窒 素 の 仮 の 施 肥 効 率*

(グライ土、昭和57年)

N 施 肥 量 (kg/10a)	幼 穂 形 成 期			成 熟 期		
	全 層	側 条	側—全	全 層	側 条	側—全
4	21.3	57.8	36.5	55.0	47.5	-7.5
6	18.3	50.7	32.4	46.7	40.0	-6.7
8	21.1	39.9	18.8	55.0	63.7	+8.7
10	26.6	37.7	11.1	50.0	57.0	+7.0
12	22.0	31.7	9.7	55.0	58.3	+3.1

* NA kg 施肥区の養分吸収量－無N区の養分吸収量＝B

$\frac{B}{A} \times 100 = C\%$ (仮のN施肥効率)

なお、グライ土において全量全層施肥と全量側条施肥間の仮のN施肥効率を対比してみると、成熟期の少肥レベルを除けば何れも側条>全層の関係にあり、とくに生育初期の少肥レベルでは側条施肥の施肥効率が極めて高い特徴を示している。

したがって、側条施肥は全層施肥に対比して初期生育促進効果が高く、寒地稲作の安定・確収窒素施肥技術として高く評価される。また側条施肥は水稻の初期生育、収量並びに施肥効率などの面からみて表層施肥技術を凌ぐ新局所施肥法で、今後の普及が期待される。

2) リン酸肥沃度と施肥法改善

寒地水稻の安定・良質化を図るうえでりん酸施肥の意義は大きいが、さきの表III-22で示したように、低温年の56年は平温年の57年に比べ生育初期の土壤中の可給態りん酸濃度が低く推移した。さらに、表III-27から明らかなように、グライ土及び泥炭土とも3要素区に比べ堆肥

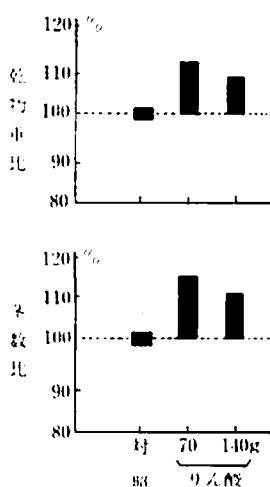
表III-27 土壌並びに処理別りん酸濃度の比較

(昭58年)

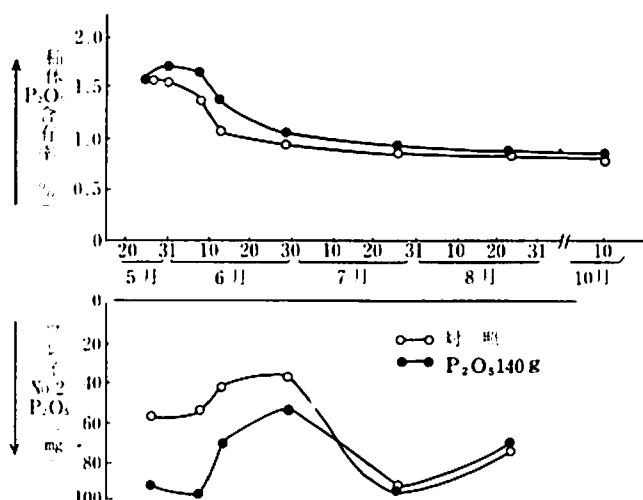
土 壌	区 名	Bray No2 P ₂ O ₅ (mg/乾土100g)				
		6月20日	6月29日	7月8日	7月25日	8月17日
グライ土	無りん酸区	23.8	20.6	18.7	31.8	20.3
	3要素区	41.1	32.5	32.4	54.3	60.9
	3+堆肥区	41.7	37.0	39.4	65.1	62.9
泥炭土	無りん酸区	15.0	10.2	12.0	23.3	13.1
	3要素区	36.6	39.6	32.4	67.5	49.6
	3+堆肥区	41.4	40.7	39.3	75.5	60.9

併用区で高く、無りん酸区で著しく低い特徴がみられ、とくに泥炭土でその傾向が顕著である。

つぎに、りん酸施肥法改善の一端として本田移植直前の育苗箱(中苗・箱マツト苗)に対するりん酸資材の表面施用が本田移植後の水稻の初期生育並びに収量に及ぼす影響を57, 58両年にわたり泥炭土で検討した。その結果を図III-12~III-13及び表III-28に示した。



図III-12 分けつ期における茎数及び乾物重の比較 (昭58年)



図III-13 土壌及び稲体中りん酸濃度の推移 (昭58年)

表III-28 育苗箱に対するりん酸施用が水稻の収量に及ぼす影響

(泥炭土)

年次	区 名	m ² 当 り		登熟歩合 (%)	もみ わら	精玄米重 (kg/10a)	同 比 (%)	青米歩合 (%)	完全米歩合 (%)
		穂 数 (本)	総穂数 (×100)						
昭57	P・0	688	257	58.5	1.08	503	100	31.4	54.0
	" 70	691	274	66.1	1.32	512	102	18.4	70.1
	" 140	604	259	68.1	1.19	513	102	25.7	60.8
昭58	P 0	559	403	50.4	1.22	388	100	50.0	34.2
	" 70	595	423	53.0	1.19	416	107	53.0	33.1
	" 140	577	404	52.5	1.24	40.	105	49.0	36.9

P・: P₂O₅g/箱

図から明らかなように、移植直前の育苗箱へのりん酸の施用は、本田移植後の水稻根圏域の可給態りん酸濃度及び稲体りん酸濃度を著しく高め、かつ分けつ期の莖数及び乾物・重比も対照区に比べりん酸施用の方が勝っている。さらに、収穫時の穂数、総穂数、登熟歩合及び精玄米重は何れもりん酸施用の各区が対照区を上回り、傾向としては平温年（57年）より低温年（58

表III-29 りん酸施肥法と水稻の生育、収量との関係

(昭58年)

区 名	グ ラ イ 土									泥 炭 土								
	7・22 穂 数 (本)	m ² 当り 穂数 (×100)	登 熟 歩 合 (%)	もみ わら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	青 米 歩 合 (%)	完 全 米 歩 合 (%)	全歩合	7・22 穂 数 (本)	m ² 当り 穂数 (×100)	登 熟 歩 合 (%)	もみ わら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	青 米 歩 合 (%)	完 全 米 歩 合 (%)	全歩合
P・4 全量側条	764	318	64.4	0.87	346	99	56.2	31.0		539	315	60.8	1.04	356	99	43.5	42.1	
	8	779	341	64.9	0.85	366	105	56.4	32.6	549	362	63.6	1.13	382	106	44.5	42.4	
	12	812	351	64.3	0.88	384	110	52.2	34.9	544	348	63.7	0.99	379	105	41.0	46.2	
p 4 全層60% 側条40%	754	349	60.7	0.75	352	101	61.1	25.1		468	352	62.2	1.05	400	111	40.9	44.6	
	8	779	386	59.8	0.77	390	112	59.1	26.5	506	367	60.7	1.04	415	115	40.4	47.7	
	12	789	364	64.9	0.87	393	113	59.9	26.5	488	355	64.2	1.04	422	117	41.1	46.6	
p 4 全層60% 表層40%	741	293	65.2	0.91	329	94	52.5	33.1		415	312	63.1	1.08	364	101	43.2	45.3	
	8	784	304	64.2	0.92	342	98	55.1	35.1	478	305	65.3	1.09	361	100	41.9	46.3	
	12	794	312	64.5	0.86	343	98	54.2	35.4	467	311	64.3	1.11	397	110	41.0	47.2	
p 4 全量全層	622	321	61.0	0.85	334	96	60.3	27.0		428	338	56.2	1.16	338	94	46.3	40.6	
	8	673	329	60.5	0.90	349	100	60.6	26.8	412	331	61.6	1.14	360	100	45.0	43.4	
	12	658	357	61.4	0.89	360	103	58.7	29.4	447	317	59.3	1.20	351	98	41.0	43.0	

P・: P₂O₅ kg/10a

年)の方が増収効果が大きい。

一方、低温年（58年）におけるりん酸の肥効を全量全層、全層＋側条、全層＋表層並びに全量側条の各施肥法間に対比してみると、両土壌とも初期生育は全量側条が最も勝り、次いで全層＋表層、側条の組合せの順で、これら3施肥法は何れも全量全層施肥をはるかに凌いでいる。

さらに、玄米収量は全層＋側条、全量側条が両土壌とも共通に高い増収率を示している。

以上の結果、移植直前の育苗箱に対するりん酸施用並びに粒状化成の局所施肥（側条施肥）は水稻初期生育の向上と玄米生産面に有利に作用し、しかも低温年でその効果の大きいことが明らかとなった。

(3) 地力培養と土壌環境並びに水稻生産性

1) 有機物連用による年次別収量性の変動

ア. 堆肥

湿田型土壌（グライ土、泥炭土）における有機物の長期連用試験の中から、56～58の3ヶ年にわたる稲体乾物重及びN吸収量について示したのが表Ⅲ－30である。

表Ⅲ－30 稲体乾物重及びN吸収量の年次別推移

（供試品種：ともゆたか）

土 壌	年 次	区 名	乾 物 重 (g/m ²)				N 吸 収 量 (g/cm ²)			
			分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期	分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期
グ ラ イ 土	昭56	－N 区	3.3	52.3	352.6	773.9	0.13	1.67	4.58	6.37
		3 F 区	5.4	90.4	694.9	1357.3	0.23	4.00	10.44	13.10
		3F+Comp 区	6.2	96.3	635.3	1367.2	0.25	3.48	9.34	14.94
	" 57	－N 区	7.2	40.9	353.8	866.3	0.22	1.13	3.57	8.15
		3 F 区	10.9	63.4	696.6	1391.5	0.40	2.10	9.75	13.87
		3 F+Comp 区	13.6	68.9	770.4	1447.0	0.49	2.12	12.94	15.65
	" 58	－N 区	4.9	60.7	400.3	946.8	0.14	1.87	7.37	9.31
		3 F 区	6.6	95.0	696.5	1231.8	0.21	3.46	12.96	13.66
		3 F+Comp 区	5.1	82.3	490.4	1203.1	0.15	2.96	10.54	13.91
泥 炭 土	昭56	－N 区	3.0	31.1	277.6	601.1	0.10	0.97	3.97	4.95
		3 F 区	5.5	58.4	401.9	1164.8	0.22	2.01	6.87	12.83
		3 F+Comp 区	5.0	68.1	458.2	1096.1	0.20	2.40	7.70	12.84
	" 57	－N 区	8.5	36.8	301.7	864.0	0.23	0.89	3.71	5.88
		3 F 区	8.8	46.2	437.1	1149.5	0.27	1.40	5.90	11.98
		3 F+Comp 区	10.6	61.7	451.1	1141.3	0.36	1.77	7.58	12.01
	" 58	－N 区	4.7	47.5	313.5	762.0	0.14	1.33	5.14	8.49
		3 F 区	5.2	57.0	417.7	998.3	0.18	1.84	8.61	12.40
		3 F + Comp 区	8.0	65.3	507.9	1131.5	0.30	2.01	10.72	14.05

注) 施肥量：グライ土…N-P₂O₅-K₂O=8.8-10.0-8.8, 堆肥-1,200 (kg/10a)
泥炭土…N-P₂O₅-K₂O=6.0-12.0-10.5, 堆肥-750 (kg/10a)

それをみると、両土壌とも堆肥区（3F+Comp）は3要素区（3F）に比べ生育初期からの乾物重並びにN吸収量が旺盛であり、その傾向は生育後半まで持続する。また、年次間差異の比較では、低温年（56, 58年）よりも平温年（57年）で堆肥施用による初期生育促進の効果が大きい。

つぎに、年次別の玄米重及び収量構成要素を無窒素区（－N区）、3要素区並びに堆肥区で対比すると、グライ土における穂数及び総穂数は全般に堆肥区が3要素区を上回るが、泥炭土で

表Ⅲ-31 収量及び収量構成要素に及ぼす有機物連用の影響

(供試品種：ともゆたか)

土壌	年次	区 名	㎡ 当 り		登 熟 歩 合 (%)	穂 ／ わら	精 玄 米		屑米重 (kg/10a)	青 米 歩 合 (%)
			穂 数 (本)	総穂数 (×100)			収 量 (kg/10a)	同 比 (%)		
グ ラ イ 土	昭56	-N 区	330	191	824	1.15	313.6	62	14.5	45.1
		3 F 区	564	344	74.3	1.07	509.1	100	39.0	423
		3 F + Comp 区	635	381	73.8	1.22	550.2	108	44.0	38.8
	" 57	-N 区	437	210	76.2	1.08	350.8	70	5.3	20.6
		3 F 区	556	339	65.9	0.91	502.8	100	8.7	19.0
		3 F + Comp 区	699	364	52.6	0.90	493.1	98	8.4	20.3
	" 58	-N 区	426	277	64.3	1.22	395.6	90	42.5	52.0
		3 F 区	646	413	53.3	1.16	440.1	100	43.5	57.3
		3 F + Comp 区	580	400	56.8	1.34	429.9	98	69.4	55.0
泥 炭 土	昭56	-N 区	300	141	79.1	1.20	243.6	55	11.8	25.0
		3 F 区	561	320	66.0	1.16	446.5	100	36.8	43.7
		3 F + Comp 区	550	303	70.0	1.21	434.4	97	29.2	47.2
	" 57	-N 区	413	194	82.1	1.48	404.1	77	2.8	7.2
		3 F 区	586	328	68.8	1.51	527.9	100	15.2	11.1
		3 F + Comp 区	589	306	69.9	1.31	504.3	96	11.3	14.7
	" 58	-N 区	355	213	67.6	1.36	314.8	79	13.5	33.5
		3 F 区	443	275	65.5	1.38	396.9	100	47.1	50.0
		3 F + Comp 区	492	335	67.8	1.31	454.9	115	32.1	42.6

は一定の傾向は認められない。また、無窒素区では低温年に比べ平温年の方が明らかに収量構成要素が高まっている。これには地温と土壌窒素放出量との差異が関与しているものと思われる。

表Ⅲ-32 低温年、平温年別の堆肥施用効果

(玄米重：kg/10a)

項 目	グ ラ イ 土			泥 炭 土		
	-N	3 F	3F+Comp	-N	3 F	3F+Comp
16 ヶ 年 平 均*	367	513	512	417	468	490
同 比 (%)	72	100	100	89	100	105
平 温 10 ヶ 年 平 均**	387	549	548	477	517	538
同 比 (%)	71	100	100	92	100	104
低 温 6 ヶ 年 平 均**	337	446	450	318	386	410
同 比 (%)	76	100	101	82	100	106
$\frac{\text{低温年}}{\text{平温年}} \times 100$ (%)	87	81	82	67	75	76

*：昭43～58年，**：昭45，47～50，52～54，57年

***：昭44，46，51，55～56，58年

さらに登熟歩合、青米歩合及び玄米収量の面では、両土壌とも平温年に比べ低温年の方が精玄米重が低く、かつ屑米重及び青米歩合も著しく増加する傾向にあるが、その程度はグライ土＞泥炭土、58年＞56年の関係にある。また、低温年における堆肥施用効果も56年のグライ土、58年の泥炭土で各々認められる。

一方、過去16ヶ年(昭43～58年)の玄米収量を平温年と低温年に分けて解析すると(表III-32)、平温年に対する低温年の減収率はグライ土より泥炭土の方が大きい。また処理間の比較では土壌によってその傾向が異っており、低温年の減収率はグライ土で3要素区及び堆肥区が無窒素区より大きいのに対し、泥炭土では逆に無窒素区より3要素区及び堆肥区の方が明らかに大きい。なお、3要素区に比べ堆肥区の方が低温年における減収率が幾分小さいように思えるが、その差異は僅少であり、特筆すべき事象には値しない。

イ、稲わら

表III-33 稲わら施用が水稻の生育、収量に及ぼす影響

(その1) 昭57年～平温年

(供試品種：ともゆたか)

区 名	7月12日		1 穂 穂数	㎡当り 穂数 (本)	㎡当り 穂数 (×100)	登 熟 歩 合 (%)	稲わら 収 量 (kg/10a)	精玄米 収 量 (kg/10a)	同 比 (%)	屑米重 (kg/ 10a)	青 米 歩 合 (%)
	草 丈 (cm)	茎 数 (本)									
対 照 区	43.6	17.9	55	569	310	71.1	1.32	536.7	100	9.9	14.8
堆 肥 区	43.2	19.1	49	633	310	77.8	1.29	542.7	101	10.9	18.2
稲 秋すきこみ区	40.5	20.2	51	675	344	67.9	1.38	563.0	105	13.8	20.9
わ { 秋 散 布 区	41.5	18.5	51	597	305	72.5	1.38	591.5	110	14.3	20.7
ら 春すきこみ区	39.8	16.9	57	546	311	71.2	1.48	551.2	103	16.7	19.9

(その2) 昭和58年～低温年

区名		7月25日		㎡当り	㎡当り	登熟	稲わら	精玄米		屑米重 (kg/10a)	青米歩合 (%)	完全米歩合 (%)
		草丈 (cm)	茎数 (本)	穂数 (本)	総穂数 (×100)	歩合 (%)		収量 kg/10a	同比 (%)			
ともゆたか	対照区	48.7	16.8	487	351	58.9	1.38	422.1	100	36.2	44.5	34.8
	堆肥区	48.5	16.8	580	394	61.5	1.30	480.4	114	23.7	42.3	35.3
	稲秋すき込み区	43.9	16.0	539	367	58.0	1.50	454.3	108	35.8	40.3	36.0
	わ秋散布区	43.5	13.7	506	339	63.8	1.50	410.5	97	19.8	28.5	48.7
	ら春すき込み区	40.0	11.1	492	290	63.6	1.52	406.7	96	21.9	32.5	45.0
ともひかり	対照区	47.8	8.4	391	321	74.5	1.56	466.2	100	39.4	29.2	57.1
	堆肥区	50.0	12.5	415	336	77.4	1.55	524.3	113	26.4	27.1	63.1
	稲秋すき込み区	49.6	12.2	432	359	72.4	1.58	496.4	107	35.6	25.7	61.1
	わ秋散布区	48.1	9.5	360	274	71.2	1.48	386.1	83	20.7	18.1	66.4
	ら春すき込み区	45.7	9.3	399	235	71.7	1.50	381.7	82	24.8	21.7	66.7

稲わら施用が平温年(57年)、低温年(58年)の水稻生育及び収量に与える影響を表III-33(その1、その2)に示した。

その結果をみると、平温年ではいね稲わら施用による初期生育の抑制は比較的小さいが、低

温年の秋散布区及び春すき込み区では分けつ数の著しい低下がみられる。それに比べ堆肥区及び稲わら秋すき込み区の場合にはほとんど影響がみられない。また、収量的な面でも平温年では有機物（堆肥、稲わら）施用による増収効果が大きいのにに対し、低温年の稲わら秋散布及び春すき込みの両区は穂数並びに総穂数の不足により減収を招き、かつその傾向は「ともゆたか」に比べ「ともひかり」の方が明らかである。

表III-34 年次別玄米重の推移並びにその特徴

(玄米重: kg/10a)

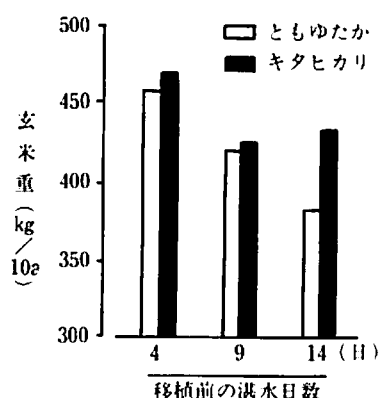
年 次	区 名					備 考
	対 照 区	堆 肥 区	稲 わ ら 秋すき込み区	稲 わ ら 秋 散 布 区	稲 わ ら 春すき込み区	
昭●38年	411	414	436	411	369	①供試品種： 昭38～52年
●39	427	415	422	423	425	
●40	448	452	445	420	417	…「栄光」
●41	418	438	432	427	417	昭53～58年
42	517	557	519	534	539	…「ともゆたか」
43	691	638	557	606	625	
●44	457	458	451	445	442	②●昭和46～58年
45	500	515	506	492	483	
●46	446	471	503	485	472	
47	568	556	545	548	542	
48	563	566	557	528	548	
49	563	567	585	558	548	
50	485	524	476	494	427	
●51	388	397	402	390	374	
52	485	524	476	494	427	
53	568	570	566	570	532	
54	660	670	665	663	628	
●55	487	530	515	504	484	
●56	485	482	473	428	417	
57	537	543	563	592	551	
●58	422	480	454	411	407	
21ヶ年平均	501	512	502	496	479	
同 比 (%)	(100)	102	100	99	96	
CV (%)	16.0	14.0	13.0	15.1	16.0	
平温11ヶ年平均	558	566	547	553	532	
同 比 (%)	(100)	102	98	99	95	
低温10ヶ年平均	439	454	453	434	422	
同 比 (%)	(100)	103	103	99	96	

つぎに、過去21ヶ年（昭38—58年）の玄米重の推移及びその特徴をみると、歴年玄米重の平均値では堆肥区＞稲わら秋すき込み区≧対照区＞稲わら秋散布区＞稲わら春すき込み区の順に高く、稲わら春すき込み区は対照区に比べ4%程度下回っている。また堆肥区及び稲わら秋すき込み区の変動係数は対照区より小さく、このことは気象条件の変動に対する玄米収量の安定確保の面では後者に比べ前2者が勝ることを裏付けている。

一方、平温年（11ヶ年）と低温年の玄米収量の比較では、各処理とも低温年は平温年に比べ20%前後の減収率を示すが、傾向としては稲わら秋すき込み区でその程度の小さい様子がうかがえる。

以上の長期試験結果から考察すると、グライ土に対する稲わら施用が水稻の生育及び収量に与える影響は、秋すき込みの場合は堆肥とほぼ同等に扱えるが、秋散布及び春すき込みでは連用年数を経ても初期生育の抑制と収量構成要素（穂数、総粒数）の確保が困難で収量的にも問題が残される。

なお、低温年（56年）に稲わら春すき込みによる水稻の初期生育不良要因を移植時の土壤環境の面から検討した結果、水稻の初期生育は移植前の湛水日数の長いもの程抑制される傾向に



図III-14 移植前の湛水日数と玄米重との関係

表III-35 移植時の土壤環境（5月30日）

湛水日数	NH ₄ -N (mg/100g)	Bray No 2 P ₂ O ₅ (mg/100g)	活性 Fe ⁺⁺ (mg/100g)
4 日	5.46	29.8	25.3
9	5.29	33.6	66.4
14	5.56	52.6	201.1

あり、かつ玄米収量も明らかに低下した。また、移植時の土壤環境も移植前の湛水日数の増加に伴って還元的となっており、とくに移植14日前に湛水した土壤の活性2価鉄含量は200mg/乾土100g以上にも達していた。したがって、粗大有機物施用条件下における移植作業は湛水・代かき後出来る限り速やかに実施すべきである。

2) 有機物連用による地力の変化

有機物連用が土壤の化学性に及ぼす影響をグライ土及び泥炭土で検討した結果を表III-36（その1、その2）に示した。

それをみると、両土壤とも有機物施用によって全窒素及び全炭素含有率が明らかに高まっている。また、インキュベーション（22℃、28日間）によって生成するNH₄-N及びBray No2 P₂O₅生成量はいずれも有機物連用土壤が無施用土壤を上回り、とくに稲わら連用土壤でその傾向が顕著である。一方、グライ土では稲わら施用によってpH、置換性塩基含量及び石灰飽和度の低下がみられる。

表III-36 有機物連用が土壌化学性に及ぼす影響

土壌	連用 年数	区 名	層序	pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	22℃, 28日間インキュベーション				CEC (me)	Ex-Bases (me)			石 灰 飽和度 (%)	遊 離 酸化鉄 (%)
								NH ₄ -N (mg)		Brayn-2 P ₂ O ₅ (mg)			Ca	Mg	K		
								乾 土	湿 土	乾 土	湿 土						
グ ラ イ 土	17	3 要素 区	作土	5.20	2.26	0.18	12.6	5.79	2.38	20.6	6.3	18.0	10.2	4.1	0.2	56.8	1.00
			心土	5.40	2.17	0.17	12.8	5.18	2.48	12.6	8.2	18.0	10.2	4.3	0.2	56.8	0.49
		3 要素 + 堆肥 区	作土	5.45	2.61	0.22	11.9	7.07	2.62	24.1	15.8	20.0	11.2	4.2	0.2	56.2	1.00
			心土	5.60	2.29	0.20	11.5	6.01	2.46	23.4	9.2	19.0	10.7	4.2	0.2	56.5	0.49
泥 炭 土	27	3 要素 区	作土	5.38	3.57	0.29	12.3	7.40	2.17	16.4	6.9	26.0	14.5	4.2	0.3	55.7	0.37
			心土	5.25	3.69	0.32	11.5	6.82	1.49	16.6	9.9	26.0	13.7	4.0	0.3	52.8	0.51
		3 要素 + 堆肥 区	作土	5.30	4.14	0.34	12.2	8.08	1.81	24.8	11.9	26.5	15.0	5.0	0.4	42.2	0.51
			心土	5.45	3.53	0.34	10.4	8.57	2.14	38.4	20.4	26.5	14.2	5.3	0.4	53.7	0.57
グ ラ イ 土	22	対 照 区	作土	5.25	3.52	0.23	15.3	4.17	1.78	13.5	4.8	25.0	11.7	3.5	0.3	61.9	0.62
			心土	5.28	3.33	0.26	12.8	8.28	1.78	26.9	8.2	25.0	10.8	2.9	0.3	56.1	0.57
		堆 肥 区	作土	5.25	4.32	0.33	13.1	9.66	1.92	45.0	8.5	25.5	13.6	3.5	0.4	63.9	0.59
			心土	5.18	4.13	0.36	11.5	11.59	2.15	45.5	7.8	26.1	12.7	3.3	0.4	62.6	0.55
		稲 刈すき込み区	作土	4.92	3.87	0.31	12.5	12.84	2.68	90.8	10.4	25.8	10.3	2.9	0.5	52.9	0.60
			心土	5.05	4.06	0.43	9.4	12.18	1.78	31.8	9.3	26.1	13.0	3.4	0.6	64.7	0.63
		わ 秋 散 布 区	作土	4.85	3.84	0.41	9.4	13.09	2.41	65.2	35.8	26.4	10.0	3.0	0.5	51.0	0.59
			心土	5.15	4.06	0.39	10.4	9.63	1.50	23.2	9.4	26.6	12.5	3.6	0.5	62.3	0.61
		ら 春すき込み区	作土	4.90	4.15	0.37	11.2	9.92	1.60	55.4	27.4	26.3	9.3	2.5	0.6	47.1	0.56
			心土	5.64	3.89	0.35	11.1	13.55	3.19	26.5	33.0	27.8	14.0	3.9	0.6	66.3	0.64

なお、インキュベーションによって生成する NH₄-N 及び P₂O₅ を土壌の前処理との関係で対比すると、両土壌とも乾土（含水比≒6%）は湿土（同≒50%）に比べ生成量が高く、かつ有機物連用土壌ほどその傾向がシャープに出現する様子がうかがえる。

さらに、稲わら連用土壌において土壌窒素の発現に及ぼす土壌水分の影響について検討した結果（図III-15）、土壌含水比が10%以下になると土壌の NH₄-N 生成量が急激に高まる傾向が認められた。

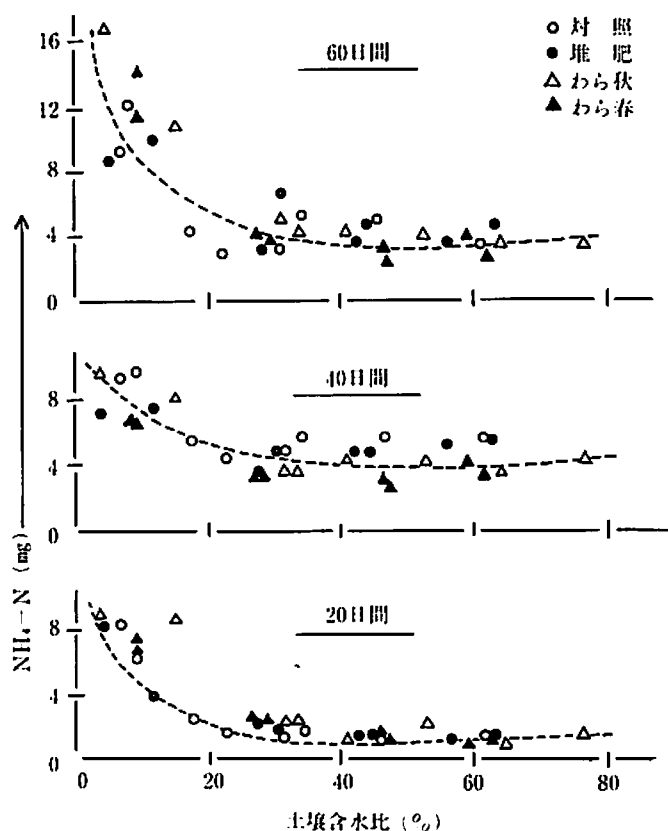
これらのことから、耕起・碎土作業時の土壌水分条件は湿潤で高含水比のものよりも乾燥化過程を経た低含水比のものの方が湛水後の養分放出量が多く、しかもそのことは水稻の初期生育促進並びに登熟良化など遅延型冷害の緩和などの面と連動することが十分に想定される。

(4) 復元田の肥培管理対策

昭和58年の遅延型冷害で最も目についたのは登熟不良で穂重が軽かったにもかかわらず倒伏が意外と多かったことである。とくに復元田では連作田に比べその傾向が強く、今後の他用途米対策などを考えると低温年における復元田の肥培管理が重要となってくる。

表III-37には灰色低地上（空知郡北村豊正一、高井薫氏ほ場）における復元田の試験結果（昭和57、58年）を示した。

それをみると、復元田は連作田に比べ平温年（57年）及び低温年（58年）とも生育初期の茎



図III-15 土壌水分と $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量の関係

表III-37 復元田及び連作田における生育、収量の比較

(その1) 57年

(供試品種: キタヒカリ)

区名		幼穂形成期 (7月9日)				m ² 当り 総穂数 (×100)	登熟 歩合 (%)	穂/わら 比	精玄米 収量 kg/10a	同 比 (%)	籾米重 (kg/ 10a)	青 米 歩 合 (%)
		草 丈 (cm)	茎 数 (本)	乾物重 (g/m ²)	N 吸 取 (kg/m ²)							
復元田	全量全層区	41.9	31.2	123.0	33.8	357	59.8	0.82	374.3	(100)	12.8	7.1
	全層+表層区	40.8	27.9	107.1	2.82	365	63.9	0.79	463.6	124	15.8	3.5
	全量側条区	39.4	44.0	144.9	4.25	364	47.1	0.43	311.5	83	19.9	4.9
連作田	全量全層区	38.9	29.6	113.1	2.92	392	72.8	1.04	556.8	(100)	22.6	15.1
	全量側条区	41.0	33.8	117.9	3.57	419	64.1	0.81	506.9	91	29.5	14.7

(その2) 58年

(供試品種:キタヒカリ)

区 名		7 月 4 日		㎡当り	㎡当り	登 熟	穂 わら	精玄米		青 米	検 査	
		乾物重 (g/㎡)	N 吸 収 (g/㎡)	穂 数 (本)	穂数 (×100)	歩 合 (%)		取 量 (kg/ 10a)	同 比 (%)			歩 合 (%)
復 元 田	全 量 全 層 区	51.9	1.75	605	436	51.6	0.88	460	100	34.7	43.0	2 下
	全層50%表層50%区	62.4	2.11	595	434	532	0.92	469	102	38.5	41.7	3 上
	全層70%側条30%区	51.4	1.75	635	476	46.2	0.81	439	95	41.8	47.7	3 下
	全層40%側条60%区	52.1	2.04	602	433	44.8	0.75	380	83	47.4	48.9	3 下
連 作 田	全 量 全 層 区	43.5	1.65	610	421	51.8	1.03	427	93	46.4	41.4	3 上
	全層70%側条30%区	48.6	1.75	615	443	51.2	1.00	458	100	42.6	37.1	2 下

数、乾物重並びに稲体N吸収量が勝り、明らかに初期生育が良好な様子が見える。

また、収量性の面をみると復元田は連作田に比べ施肥N量が少ない(連作田:7.5kg/10a、復元田:6.0kg/10a)にもかかわらず総穂数はそれ程低下せず、低温年においてはむしろ連作田を上回る傾向さえみられる。反面、穂/わら比及び登熟歩合はともに連作田に比べ復元田の方が劣っている。

一方、玄米収量をみると57年の復元田は障害型冷害によって不稔粒が多発したため登熟粒が極めて少なく、精玄米収量も連作田に比べ著しく劣っている。しかしながら、窒素施肥法との関連では全層+表層区(全層50%・表層50%)の波収率が最も小さい特徴を示した。

さらに、58年の遅延型冷害年においては側条施肥を除く他の処理区の玄米収量は復元田の方が連作田を上回っている。

表III-38 節 間 長 の 比 較

(昭58年)

区 名		節 間 長 (cm)					倒伏程度
		第 1	第 2	第 3	第 4	計	
復 元 田	全 量 全 層 区	22.8	22.4	19.6	6.0	70.8	全面倒伏
	全層50%表層50%区	23.1	23.3	20.9	6.9	74.2	"
	全層70%側条30%区	23.7	22.9	21.1	7.1	74.8	"
	全層40%側条30%区	22.4	23.8	22.9	9.5	78.6	"
連 作 田	全 量 全 層 区	23.2	23.6	19.7	5.2	71.7	全 倒 伏
	全層70%側条30%区	22.4	21.7	19.0	6.5	69.6	"

なお、58年の初期生育は57年に比べ極めて不良であり、処理間差異も小さかったが、各区とも幼形期以降のN呼吸が旺盛となったため節長が著しく伸張し(表III-38)、とくに復元田の下位節間長(第3、4節)は連作田を上回り、全面倒伏の原因となった。

以上のように、復元田は連作田に比べ初期育成が良好な反面、生育後半の窒素過剰吸収によって生育が遅延するなど低温年における低温抵抗性の面で難点がある。そのため復元田における肥培管理の基本となるのは施肥Nの減肥であり、かつその施肥法としては全層と表層の組合せが有効である。また、側条施肥は表層施肥に比べて施肥効率が非常に高いため、全量側条を

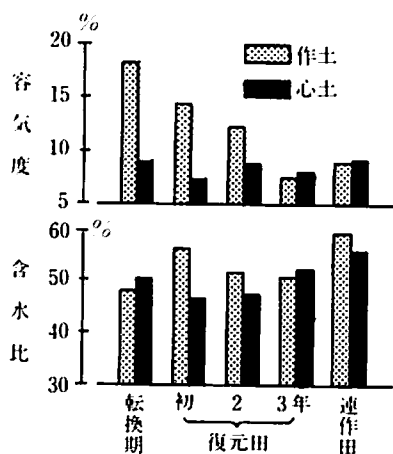
前提とした場合にはさらに減肥が必要と思われる。

表Ⅲ-39 旬別積算地温の推移 (昭58年)

区分	測 定 位 置		地 温 (℃)							
			6 月			7 月			8 月	積算地温
			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
連 作 田	5 cm	最 高	194.3	187.3	197.4	224.6	224.8	238.8	227.6	1,494.8
		最 低	138.8	144.9	157.2	176.1	185.7	216.1	212.7	1,231.5
		平 均	166.6	166.1	177.3	200.4	205.3	227.5	220.2	1,363.2
	10cm	最 高	179.2	177.4	184.2	202.5	204.4	226.5	215.5	1,389.7
		最 低	141.8	148.5	157.4	177.5	187.6	213.3	206.5	1,232.6
		平 均	1605.5	163.0	170.8	190.0	196.0	219.9	211.0	1,311.2
復 元 田	5 cm	最 高	199.6	185.7	193.7	226.7	226.3	237.3	225.7	1,495.0
		最 低	134.7	140.6	152.0	171.9	196.5	212.5	210.0	1,218.2
		平 均	167.2	163.2	172.9	199.3	211.4	224.9	217.9	1,356.6
	10cm	最 高	180.8	177.9	185.5	206.6	210.9	231.3	218.0	1,411.0
		最 低	145.6	152.4	157.4	181.2	192.7	216.7	210.0	1,256.0
		平 均	163.2	165.2	171.5	193.9	201.8	224.0	214.0	1,333.5

表Ⅲ-40 減水深調査 (昭57年)

土 壌	減水深 (mm/24h)	
	6月24日	7月28日
復元田	25	16
連作田	11	9



図Ⅲ-16 土壤含水比及び容気度の差異

つぎに、復元田と連作田の土壤環境を対比すると、復元田は連作田に比べ融雪後及び落水後の地表水の消失が早く、復元2作後においても依然として排水性が良好である。また、湛水後の日減水深並びに地中深10cmの日平均積算地温も連作田に比べ復元田の方が明らかに高まっている。

これらのことから、復元田における水稻の初期生育が連作田に勝る一要因として水稻根圏域の温度較差も当然考慮する必要がある。

(5) 栽培条件と食味特性の関係

1) 昭和55, 56, 57, 58年の食味特性

冷害年における品質、食味の低下は本道稲作に取って深刻な問題である。冷害年には障害型、遅延型に代表されるように年によりその特徴が相違する。したがって冷害年における品質、食味の低下に及ぼす影響も冷害のタイプによって異なるものと考えられる。ここでは昭和55, 56, 57, 58年の冷害年における食味特性の特徴とその変動が栽培条件といかなる関係にあるかを検討した。

表Ⅲ-41には昭和55, 56, 57, 58年の4ヶ年間における中央農試稲作部奨決試験（グライ土）標肥区の食味特性値と登熟期間の積算温度を示した。4品種の出穂後40日間における積算温度の平均値は昭和57年が最も高く817℃、次いで昭和55年763℃、昭和58年742℃、昭和56年716℃の順であった。

昭和57年産米の食味特性値は他の冷害年より優れている。すなわち蛋白含有率がわずかに高いが、アミロース含有率、テクスチュログラム H/H が低く、アミログラム最高粘度が最も高か

表Ⅲ-41 食味特性値と登熟期積算温度の累年比較

年 度	品 種 名	アミロース	蛋 白 %	アミロM.V. B.U.	テクスチュロ H/H	積 算 気 温 (℃)		
						出 穂 後 40 日	出 穂 後 20 日	20日 40日×100
昭 和 55 年	空育114号	100	7.2	465	9.6	764	393	51.4
	キタヒカリ	100	7.8	390	9.9	756	381	50.4
	ともゆたか	107	7.4	368	13.2	765	397	51.9
	イシカリ	105	7.6	330	11.2	764	393	51.4
	平 均	103	7.5	388	11.0	763	391	51.2
昭 和 56 年	空育114号	95	8.5	415	11.0	724	400	55.2
	キタヒカリ	100	8.0	370	11.9	705	403	57.2
	ともゆたか	102	7.5	348	13.2	720	402	55.8
	イシカリ	104	8.1	312	13.9	715	403	56.4
	平 均	100	8.0	361	12.5	716	402	56.1
昭 和 57 年	空育114号	20.5	8.7	508	4.8	810	443	54.7
	キタヒカリ	21.7	9.0	442	6.6	799	446	55.9
	ともゆたか	22.4	8.2	423	7.4	834	450	54.0
	イシカリ	22.4	8.9	365	7.6	825	446	54.1
	平 均	21.8	8.7	435	6.6	817	446	54.6
昭 和 58 年	空育114号	24.9	8.3	400	6.6	764	424	55.5
	キタヒカリ	25.2	8.4	369	6.9	713	405	56.8
	ともゆたか	25.6	8.4	312	7.8	764	424	55.5
	イシカリ	25.5	8.9	307	8.2	727	407	56.0
	平 均	25.3	8.5	347	7.4	742	415	55.9

注) アミロースは昭和55・56年を含有比、昭和57・58年、含有率で表示した。また、昭和55・56・57年は稲作部成苗標肥区、58年は中苗標肥区を示した。

った。食味特性は登熟期間に高温であることが良く、さらに後半よりも前半の温度が重要なことはすでに明らかとなっている。昭和57年の食味特性値が他の冷害年より優れていたのはこの年の登熟期間の温度、特に出穂後20日間で高いことに由来しているものと思われる。この年は7月下旬の低温による影響が大きく、食味特性に重要な8、9月が平年に近かったことが他の3ヶ年より食味特性を良くした原因と考えられる。

昭和55年産米の食味特性値は蛋白含有率が他の年よりも著しく低く、アミログラム最高粘度も昭和57年に次いで高かった。これは8月下旬低温であったが9月上、中旬に高温に経過したこと、さらに不稔粒が多かったことにより、稔実粒の登熟が進み玄米収量が高まった結果、米粒中の蛋白含有率が低下し、そのぶんだけアミログラム最高粘度が高まったものと思われる。

昭和56年産米の食味特性値は出穂後40日の登熟温度が4ヶ年中最も低かった。アミログラム最高粘度は昭和58年より高いのは蛋白含有率が冷害年のわりに低かったことによるものと考えられる。しかしテクスチュログラム H/H は他の3ヶ年よりも高く総合的に食味特性値を判断すれば昭和56年産米が4ヶ年中では最も食味の悪い年であったと判断される。

昭和58年の登熟期間の温度は昭和56年よりも高かった。にもかかわらずアミログラム最高粘度では逆に低い。これは昭和58年の収量が著しく低いことによる高蛋白含有率に由来するものと考えられる。アミロース含有率はきわめて高いにもかかわらず、テクスチュログラム H/H はむしろ低い方に属しており、他の食味特性値からの関連では説明がつかない。いずれにせよ昭和58年産米はその食味特性値から判断して昭和56年に近い食味の年であると思われる。

このようなことから昭和55、56、57、58年の食味特性値を総合判断すれば食味の良い年から昭和57年>昭和55年>昭和58年>昭和56年の順であると考えられた。これらの関係は登熟期間の温度条件と蛋白含有率に関与する栽培環境要因に影響されていると思われる。

2) 昭和56年における生産地と食味特性

表III-42は昭和56年での空知管内における食味特性の地域差を知るために16市町村で基本的な稲作技術を駆使して生産したキタヒカリをあつめて食味特性を分析したものである。これによるとアミロース含有率の地域差はきわめて少なく変異係数は1.7%であった。これに対し蛋白含有率の地域差はアミロース含有率よりもはるかに大きく変異係数で6.1%となっている。栽培環境条件のなかでアミロース含有率の変動に関与する要因は少ないとされているのに対し、蛋白含有率は多くの要因の関与することが明らかとなっている。アミロース含有率と蛋白含有率の変異係数の差は栽培環境条件の中で関与している要因数の差によって起こっていると推測される。すなわちアミロース含有率の変動要因は登熟期間の温度条件が大きく影響し土壌及び肥料、栽培条件で少ないことが明らかになっている。これに対し蛋白含有率は登熟期間の温度条件、土壌、肥料、栽培条件のいずれによっても変動し、蛋白含有率に関与する要因は明らかに多い。

アミログラム最高粘度は最大値408B.U.、最小値333B.U.とその差は75B.U.あり、この値を品種で表現すれば「ともゆたか」と「ともひかり」、生産年度で表現すれば昭和57年と昭和58年の差と考えられる。昭和56年は移植、活着期の低温で生育が遅延し出穂期が遅くなり、8月中、9月上、中旬の低温で食味特性を低下させた。この気象条件と生育の関係は空知管内でも地域によって異なり、特に初期生育は偏東風あるいは栽植方式が影響し、アミログラム最高粘度の地域差として表われたものと考えられる。

ここに示した地域差とは一地域一点の分析結果であるから、その地域全体の食味特性値を示

表III-42 空知管内における食味特性の一事例

生産地	アミロース%	蛋白質%	アミロ最高粘度 B.U.
北村	21.6	7.9	353
栗沢町	22.5	6.8	377
南幌町	21.4	7.7	363
長沼町	21.4	8.3	365
月形町	21.4	7.0	360
岩見沢市	21.6	8.1	362
美唄市	22.1	7.2	408
三笠市	21.8	7.9	352
江部乙町	21.4	7.5	398
浦臼町	21.8	7.6	385
新十津川町	21.8	7.4	394
芦別市	21.8	8.2	333
雨竜町	21.4	7.6	355
北竜町	21.2	8.4	390
沼田町	21.0	7.6	368
幌加内町	21.8	7.2	378
最大値～最小値	22.1～21.0	8.3～6.8	408～333
平均値	21.6	7.7	371
変異係数%	1.7	6.1	5.4

注) アミロース (%) は昭和56年稲作部産農林20号、21%として計算した。品種はキタヒカリである。

すものではなく、この結果は昭和56年のような冷害年で食味特性の地域的変動がどの程度あるかを示したものにすぎない。

3) 冷害年に有効であった栽培技術

表III-43は中央農試稲作部グライ水田における側条施肥試験のなかから昭和57、58年の全耕4 $\pm$ 12kg/10a施肥量区の食味特性値を示した。アミログラム最高粘度は両年ともに施肥量を

表III-43 施肥量とアミロ最高粘度

施肥量 (kg/10a)	アミロ最高粘度 (B.U.)		
	昭和57年	昭和58年	平均
無肥料	445	422	434
4	435	387	411
6	420	367	394
8	425	349	387
10	420	352	386
12	415	332	374

注) 施肥量は3要素とも表示量とした。

表Ⅲ-44 苗質と食味特性

年度	号 種 ・ 苗 質	アミロース %	アミロ (B.U.)		出 穂 期
			M.V.	B.D.	
昭和57年 (蘭越)	しまひかり 中 苗	21.1	506	225	8月13日
		20.6	514	242	8月8日
	みちこがね 中 苗	21.2	473	211	8月9日
		20.0	474	207	8月8日
昭和58年	みちこがね 中 苗	24.8	360	100	—
		24.3	379	119	—

表Ⅲ-45 食味特性に対する防風網の効果

試 験 区 名	アミロース %	蛋 白 %	アミロ (B.U.)	
			M.V.	B.D.
無 防 風 区	24.6	7.8	349	107
防 風 網 区	22.9	8.5	367	110

注) 中央農試稲作部, 昭和58年度

増すにしたがって低下する。しかしその程度は两年で著しく相違していた。すなわち無肥料区のアミログラム最高粘度は昭和57年445B.U.に対し昭和58年は422B.U.と兩年の差はわずか23B.U.であった。これに対して施肥量12kg/10a区では昭和57年415B.U.昭和58年332B.U.と兩年の差は83B.U.もあり、これを品種の差に表現すれば「イシカリ」と「キタヒカリ」に近いものとなる。昭和58年のような遅延型冷害年は施肥量を増すと収量構成要素の増大と生育遅延によって登熟不良となり、未熟粒の増大を低下させる原因と考えられる。したがって昭和58年のような遅延型冷害年では標準施肥量よりわずか減肥することがアミログラム最高粘度の低下を防ぐ大きな要因になるものと考えられた。特に標準施肥量より多い施肥量は食味特性値を著しく低下させると考えられ、冷害対策技術として留意を要する点である。

表Ⅲ-44は苗質との関係を検討するために昭和57年の蘭越町三和における現地試験と昭和58年の中央農試稲作部泥炭土水田における側条施肥試験のなかから中苗、成苗の食味特性値を示した。出穂期の差は中苗より成苗が「しまひかり」で5日間、「みちこがね」で1日早かった。アミロース含有率は「しまひかり」「みちこがね」両品種ともに成苗が中苗より低くなっていた。アミログラム最高粘度は「しまひかり」および昭和58年「みちこがね」で成苗が中苗より高かった。このような食味特性値の相違は出穂期が早まること、穂揃性が良化することなどに基因すると考えられる。このようなことから遅延型冷害年での苗値の良化は食味にきわめて有利に作用することが認められ、冷害年での対策技術として有効であると考えられる。

表Ⅲ-45は防風網との関係を検討するために昭和58年に中央農試稲作部圃場における1等米生産田の防風網区と無防風網区における食味特性値を示した。無防風網区に比較して防風網区はアミロース含有率が低く、アミログラム最高粘度が高かった。しかし蛋白含有率は防風網区がわずかに高かった。防風網区の食味はアミロース含有率、アミログラム最高粘度から判断して無防風網区より良いと考えられた。したがって防風網による防風技術は遅延型冷害年の食味

特性を向上させるために有効な技術であることが認められた。

(6) 要 約

昭和55年以降の空知管内における水稻冷害の要因解析を、主に土壤肥料的な問題について検討した結果を要約すると以下の通りである。

- 1) 水稻栽培期間中における水田の日平均積算地温は、平温年の57年に比べ56、58の両年は何れも125、179℃（各々1.3、1.8℃/日）下回った。
- 2) 低温年（58年）では平温年（57年）に比べ生育初期の土壤中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Bray $\text{No2 P}_2\text{O}_5$ 及び活性 Fe^{++} 濃度が低く推移した。さらに、58年の幼形期における土壤残存 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は乾土100g 当り 6 mg前後（57年の約3倍）で、このことが水稻の生育遅延をもたらす主要因となった。
- 3) 低温年の56、58両年は平温年の57年に比べ幼形期の草丈、莖数、乾物重並びに稲体吸収窒素量が何れも低く推移した。さらに、58年は57年に較べ止葉期及び出穂期のN含有率が著しく高く推移したため、水稻の後出来、登熟不良及び品質低下を招く結果となった。
- 4) 低温年の58年におけるN過剰施肥では登熟歩合、完全米歩合及び精玄米重が明らかに低下し、遅延型冷害を一層拡大させた。収量・品質的には基準施肥窒素量の25%減肥が最も安定した内容を示した。
- 5) 側条施肥（粒状化成の局所施肥）は全量全層施肥に比べ平温年並びに高温年とも初期生育が旺盛で増収率も極めて大きかった。また、表層施肥との比較でも生育促進及び収量性の両面にわたり側条施肥の有利性がうかがえた。
- 6) 移植直前の育苗箱に体するりん酸施用並びにりん酸の側条施肥は水稻初期生育の向上と登熟・収量性の面に有利に作用し、しかも低温年でその効果の大きいことが明らかにされた。
- 7) グライ土及び泥炭土とも平温年（57年）に比べ低温年（56、58年）の方が精玄米重が低く、かつ屑米重及び青米歩合が著しく増加したが、その程度はグライ土>泥炭土、58年>56年の関係にあった。
- 8) 無窒素区では低温年よりも高温年の方が収量構成要素の確保が高まった。これには地温と土壤窒素放出量との差異が関与しているものと推察された。
- 9) 低温年における堆肥施用効果は56年のグライ土、58年度の泥炭土で各々認められた。しかしながら、過去16ヶ年（昭43～58年）の年次別解析結果ではその差異は僅少であり、特筆すべき事象とは考えられなかった。
- 10) 平温年では稲わら施用による水稻の初期生育抑制は比較的小さいが、低温年の秋散布及び春すき込みでは莖数の著しい低下がみられた。それに対し堆肥及び稲わら秋すき込みの場合にはほとんど影響が無かった。
- 11) 低温年（56年）における稲わら春すき込みによる水稻の初期生育抑制は移植前の湛水日数の長いもの程顕著であり、かつ玄米収量も明らかに低下した。
- 12) 復元田は連作田に比べ平温年（57年）及び低温年（58年）とも生育初期の莖数、乾物重並びに稲体吸収N量が何れも勝った。反面、復元田は生育後半の窒素過剰吸収によって生育が遅延するが、とくにその傾向は平温年より低温年で増大した。
- 13) 復元田の安定・確収のための窒素施肥法としては全層と表層の組合せが有効であった。また、復元田に側条施肥を導入するにあたってはさらに減肥が必要と思われた。
- 14) 冷害年での食味特性は登熟期間の温度条件と密接な関係が認められ、この期間に高温であ

った昭和57年が4ヶ年中で最も優れており、次いで昭和55, 58, 56年の順であった。冷害年における食味特性の地域差はきわめて大きく、品種で表現すれば「イシカリ」と「キタヒカリ」に近い差異を認めた。減肥、成苗、防風などの技術は冷害年における食味特性の向上に有効であることを認めた。

(前田 要, 稲津 脩)

IV 主要病害虫の発生状況

1. 上川農業試験場

1980年から1983年の間に多発生した水稻の主要病害虫は表IV-1に示したとおりで、いもち病、とくに穂いもちはじめ、斑点米を誘発させるアカヒゲホソミドリメクラガメなどは各年次共通して発生が多かった。また1980年、81年には褐変穂が全道的に多発した。イネミギワバエも1982年に後志、日高、胆振西部などを中心に異常発生し、近年まれにみる発生被害を受けた。

表IV-1 北海道における発生被害の顕著な水稻病害虫

年 次	主 要 病 害 虫	発生面積(ha)	被害面積(ha)
1980 年	葉しょう褐変病 (含む褐変穂)	82,883	17,540
	アカヒゲホソミドリメクラガメ	48,600	5,100
1981 年	いもち病 (穂いもち)	53,720	8,710
	葉しょう褐変病	74,100	11,600
	褐変穂	111,800	40,600
	アカヒゲホソミドリメクラガメ	37,700	6,500
1982 年	いもち病 (穂いもち)	47,800	7,200
	イネクビボソハムシ	58,000	7,200
	イネミギワバエ	101,500	16,000
	アカヒゲホソミドリメクラガメ	79,800	26,300
1983 年	いもち病 (葉いもち)	32,360	7,360
	” (穂いもち)	52,960	11,770
	褐変穂	37,550	7,350
	イネクビボソハムシ	82,650	10,650
	アカヒゲホソミドリメクラガメ	73,555	13,305

(注) 農作物有害動物発生予察事業年報 (中央農試) より
被害面積5,000ha以上の主要病害虫を抜粋

北海道中央部、上川地方における多発生病害虫もおおよそ表IV-1に準じていると考えられるが、近年着色米の発生被害が著しい。主な病害虫の発生概況を述べると、1980年は夏期間、天候不順で、低温に経過したため障害型冷害の様相を呈した年で、8月中旬ころから上川北部を中心に褐変穂が急激に発生し、茶米による米質低下が目立った。

1981年には生育中の低温と8月数度にわたる強風および降雨にみまわれ、上川地方全域で褐変穂が異常発生した。また上川中央部で局地的にアカヒゲホソミドリメクラガメに起因する斑点米が多発し、落等米および規格外米が多く生じた。

1982年は上川地方の全域で着色米、とくに紅変米、斑点米が異常発生し、地域によっては約89%が着色粒混入のため規格外米となる事例も認められた。

1983年は6・7月の低温と9月下旬から10月上旬にかけて数度にわたる降霜と10月上旬の降雪による倒伏などにより、大冷害を蒙った年で、夏期間はいもち病やイネクビボソハムシが多発し、秋期には収穫後、各地で紅変米の発生被害が認められた。アカヒゲホソミドリメクラガメの第1、2回成虫は例年になく多発したが、斑点米の発生被害は多くなかった。

以上、1980年から1983年までの上川地方における主要病害虫発生概況を述べたが、なかでも、良質米生産阻害要因の一つとされている褐変稈（梗）および着色米（主に紅変米、斑点米）について、これまでの調査、実験結果に基づいて2・3の知見を記述する。

(1) 褐変稈（梗）

1) 症状

年次、地域によって若干異なるが、梗の内・外穎に0.1~0.3mm程度の小さな褐色、または暗褐色の斑点が多数形成されるものから、梗の大部分が一様に黒褐色から灰褐色の大型病斑に覆われるものなどがある。発生の激しい場合はほ場全面が暗褐色を呈することも少なくない。これらのほ場では梗が汚染されるだけでなく、茶米および青米が多くなり、米質が著しく低下する（表IV-2）。

表IV-2 イネ梗の褐変程度と玄米品質
(北海道上川農試)

梗	玄米	健全粒率	茶米粒率	青米粒率	1,000粒重
甚 褐 変		54.4%	26.7%	19.0%	20.6g
中 褐 変		78.4	3.6	18.0	22.4
健 全		93.9	0.3	5.7	24.1

(注) 品種：しおかり

2) 病原菌

多発生した1980年、81年に褐変梗から菌の分離を試みた。止葉葉しょう部に葉しょう褐変病の病徴の認められない穂を主に分離に供した。分離菌の大半は紅変米の病原菌(*Epicoccum* 菌)、次いで、にせいもち(*Alternaria*菌その他)、斑点病菌および葉しょう褐変病菌であった。また、稀れに発病に直接関与しない二次寄生菌と推定される(*Cephalosporium* sp.=*Acremonium*, *Cladosporium*) 菌も分離された（表IV-3、IV-4）。

表IV-3 空知支庁管内の褐変梗からの菌の分離結果
(岩見沢専攻室1981年)

市町村名	Alt.	Epic.	Fus.	Hel.	その他	備 考
美 唄 市	64%	40%	84%	0%	0%	ともゆたか
江部乙町	48	48	24	0	4	キタヒカリ
由 仁 町	12	52	24	0	0	イ シ カリ
沼 田 町	32	76	4	4	0	キタヒカリ
長 沼 町	12	64	36	0	0	キタヒカリ
浦 白 町	36	72	0	0	0	キタヒカリ
秩父別町	60	44	24	0	8	キタヒカリ
平 均	37.7	56.6	28.0	0.6	1.7	

(注) Alt.: *Alternaria*, Epic.: *Epicoccum*
Fus.: *Fusarium*, Hel.: *Helminthosporium*

表IV-4 上川支庁管内の褐変病からの菌の分離結果

(1981年)

採集地域	Alt.	Epic.	Fus.	Hel.	Ceph.	その他
上川南部	11.4%	12.6%	13.8%	0.6%	0.3%	0%
上川中部	24.2	15.8	24.0	2.0	1.3	1.3
上川北部	6.0	6.3	0.6	15.1	0	1.4
平均	13.9	11.6	17.8	5.9	0.5	0.9

(注) Alt.: *Alternaria*, Epic.: *Epicoccum*
 Fus.: *Fusarium*, Hel.: *Helminthosporium*
 Ceph.: *Cephalosporium*

これら分離菌のうち、*Epicoccum*, *Alternaria*, *Helminthosporium* を出穂後まもなく水稲(ポット栽培した品種「イシカリ」)に噴霧接種した結果、接種後5～6日目ころに穂の内・外穎に典型的な褐色、または暗褐色の斑点が多数生じ、明らかに病原性の有することが認められた。

しかも、*Epicoccum* と *Alternaria* 菌は比較的低温の条件下で、*Helminthosporium* 菌は高温条件下で発病がより激しく現れる傾向にあった。その他の分離菌は検討未了で病原性の有・無は明らかでない。

3) 発病要因

褐変病(穂)から高頻度に分離された *Epicoccum* と *Alternaria* について発病に関与する要因解析を試みた。供試した *Epicoccum* 菌 (*Epicoccum purpurascens* Ehren. & Schlecht) は孢子形成の良好な菌系、1菌株と *Alternaria* 菌は未同定の1菌株からなる孢子懸濁液(孢子濃度 $10^5/\text{ml}$) を出穂6, 10, 15日後の稲体に噴霧接種し低温 (15°C) または中温 (22°C 以上) で48時間ポリ袋に入れ保温、保湿した。接種後10日目に穂の出穂日毎に穂の褐変程度を調査した結果(表IV-5)、 15°C の低温、多湿処理区で穂が激しく褐変し、 22°C 以上の温度区では発病の程度が軽症であった。出穂後の接種時期と発病の関係では出穂5～6日後の接種区が最も激しく発病し、日数が経過するにともない発病症状は軽減する傾向にあった。

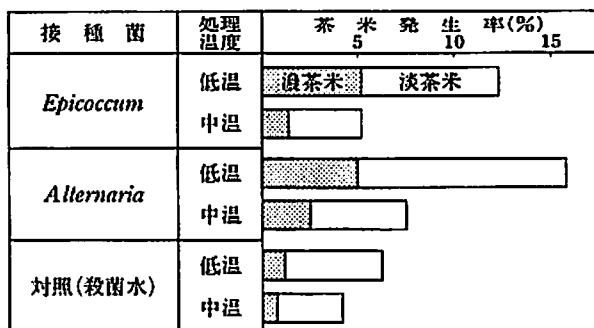
一方、出穂6日目接種区の登熟後の玄米調査を行なったところ、両菌接種区とも無接種の対照区と比較して、茶米の発生率が高まり、低温、多湿処理によって淡茶米、濃茶米の発生がより増加する傾向が認められた。

次に *Epicoccum* 菌による褐変現象発現に対する風および珪カル施用の関係を検討した。珪カルは播種直前にワグネルポット ($1/5,000\text{a}$) 当り7.2gを床土混和した。供試品種「イシカリ」。

表IV-5 *Epicoccum*, *Alternaria* 菌による穂の褐変

接種時期	温度処理 15°C			温度処理 22°C		
	Epic.	Alt.	対 照	Epic.	Alt.	対 照
出穂6日後	卅	++	+	+	+	-
10 "	++	+	±	±	±	-
15 "	+	+	+	+	±	-

(注) 卅: 1穂の褐変率61～100% +: " 1～30
 ++: " 31～60 ±: わずかに褐点を認める



図IV-1 出穂6日後の噴霧接種と茶米発生との関係

ポット栽培した出穂6日後の水稻に風速毎秒約5mの風を24時間あてた後、本病菌を前述と同様の方法で接種し、15℃で多湿処理した。表IV-6に示したとおり、風をあてることによって、穂、あるいは籾の褐変は顕著となり、また茶米の発生も著しく多くなった。一方、珪カル施用によって籾の褐変程度が若干軽くなり、かつ茶米もやや減少する傾向が認められた。

表IV-6 *Epicoccum* 菌による穂の褐変と茶米の発生に及ぼす珪カル施用、風処理の影響

珪カル	風処理の有無	穂の褐変症状		茶米の発生率(不稔を除く)			
		接種	無接種	接種区		無接種区	
				淡茶米	濃茶米	淡茶米	濃茶米
施用	有	卅	+	18.4%	7.2%	6.6%	2.8%
	無	++	±	16.0	2.6	9.2	2.6
無施用	有	卅	+	20.6	12.6	14.4	5.4
	無	卅	+	15.8	7.2	11.8	4.8

(注) 卅: 1穂の褐変率91~100% +: " 1~30%
 卅: " 61~90 ±: わずかに褐変を認める
 ++: " 31~60

以上の実験結果から、水稻褐変穂(籾)の発生原因として、高温時には *Helminthosporium* 菌、低温時には葉しう褐変病菌 (*Pseudomonas fuscovagina*) はじめ、*Epicoccum*, *Alternaria* 菌などが病原菌として関与していると考えられた。また発病条件として、出穂、開花期の低温、多湿が発病を助長し、さらにこの時期の強風雨によって籾の内・外穎が損傷を受けると病原菌の感染、発病が促進されるものと推定された。

(2) 紅変米

1) 上川地方における発生実態

1982, 1983年の2ケ年、上川地方において規格外米となった玄米を各市町村毎に1982年は10点、計225点、1983年は5点、計121点を採集し、紅変米の混入状況を調査した。調査結果は図IV-2, IV-3に示したとおりで、紅変米混入率は2ケ年とも異常に高い値を示した。

1982年度は7月中・下旬異常低温に遇ったものの、8, 9月の天候回復により、登熟が急速に促進し、一見大豊作の様相を呈した年であった。しかし、収穫後、各地で着色粒混入により規格外米が続出し問題となった。食糧検査事務所の説明によると、上川管内の1982年産米の

平均規格外米率は約11.4%で、その99%が着色粒の混入により、また、2等米の約70%、3等米の約90%が着色粒が原因で落等したといわれている。

採集した規格外米を調査した結果、1982年の着色粒は大部分が斑点米（後述）および紅変米に起因し、また1983年産米では紅変米が主因となっていることが判明した。品種と紅変米の関係では「おんねもち」と「インカリ」で多発の傾向が認められた。

地 区	市町村	紅変米混入率別点数					計	平均値	紅 変 米 混 入 率 (%)								有 限 公 司	有 限 公 司	有 限 公 司	有 限 公 司	有 限 公 司
		1.0 以下	3.0%	5.0%	7.0%	7.0% 以上			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0						
北 部	美 濃	0	1	2	6	1	10	5.61%									10				
	名 寄	0	1	0	7	2	10	6.24									10				
	上 川	0	7	2	1	0	10	2.72									1	2	5	2	
上 野	上 野	2	2	0	0	0	4	1.38									1	2	1		
	上 野	0	1	3	3	0	7	4.74									1	3	2		1
	上 野	0	5	2	0	0	7	2.36										6			1
中 央	上 野	0	0	1	0	0	1	5.10										1			
	上 野	0	5	4	0	2	11	4.04									10		1		
	上 野	0	6	2	1	1	10	3.42									10				
旭 川	上 野	0	2	5	2	1	10	4.98									10				
	上 野	0	5	2	3	0	10	3.60									1		7		2
	上 野	1	5	3	1	0	10	2.76									10				
大 雪	上 野	1	3	4	0	0	8	2.59									8				
	上 野	1	0	3	3	5	12	6.89									11			1	
	上 野	0	2	7	2	1	12	4.07									10			1	1
富 良 野	上 野	0	1	6	3	0	10	4.58									9	1			
	上 野	0	4	4	0	2	10	4.40									10				
	上 野	1	3	4	1	1	10	3.81									10				
計	上 野	0	3	3	3	1	10	4.82									10				
	上 野	1	2	4	2	1	10	4.28									10				
	上 野	1	1	6	1	1	10	4.33									6		2		2
計	上 野	6	4	0	0	0	10	1.19									8				
	上 野	2	0	0	0	1	3	3.16									3				
	上 野	4	5	1	0	0	10	1.42									3		6	1	
計	上 野	0	1	1	6	2	10	6.13									10				
	上 野	20	69	69	45	22	225	3.91									111	37	26	9	7
	上 野	8.9	30.7	30.7	20.0	9.8	100.0	0.87													

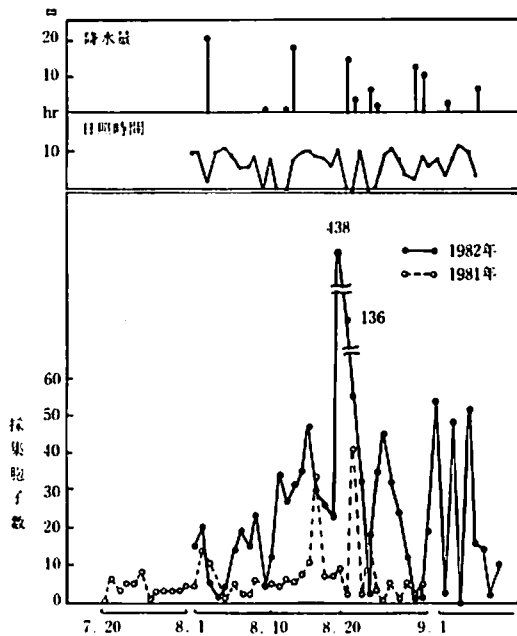
図Ⅳ－2 上川地方における1982年度産米の規格外米の地域別紅変米混入実態

地 区	市町村	紅変米混入率別点数						平均値	紅 変 米 混 入 率 (%)								お ね も ち	ほ ろ む ち	お ん ね も ち	お ん ね も ち	お ん ね も ち		
		1.0 以下	3.0%	5.0%	7.0%	7.0% 以上	計		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0								
北 部	美 濃	4	1	0	0	0	5	0.82%										5					
	名 寄	1	3	0	1	0	5	2.54										5					
	上 川	0	3	1	0	1	5	3.24										2	3				
上 野	上 野	1	1	0	0	0	2	1.30										2					
	上 野	3	2	0	0	0	5	1.02										1		1	2		
	上 野	4	1	0	0	0	5	0.82											2			3	
中 央	上 野	1	2	0	1	2	6	4.83										3		2	1		
	上 野	0	2	1	2	0	5	4.10											5				
	上 野	0	2	3	0	0	5	3.42										4		1			
旭 川	上 野	0	3	1	1	0	5	3.14										5					
	上 野	2	3	0	0	0	5	1.66										2	1	1	1		
	上 野	2	2	1	0	0	5	1.76											4			1	
大 雪	上 野	0	1	1	0	3	5	5.64										3		1	1		
	上 野	0	4	1	0	0	5	2.80										5					
	上 野	2	3	1	0	1	7	3.66										4		1	1	1	
富 良 野	上 野	0	4	0	1	0	5	2.76										4					
	上 野	0	4	1	0	0	5	2.70										5					
	上 野	0	5	0	0	1	6	2.78										4			1	1	
計	上 野	0	2	0	3	0	5	4.30										5					
	上 野	2	1	2	0	0	5	2.58										3		1	1		
	上 野	2	3	0	0	0	5	1.58										5					
計	上 野	3	2	1	0	0	6	1.47										2		2	1	1	
	上 野	0	1	1	0	2	4	5.35										1		2	1		
	上 野	2	3	0	0	0	5	1.18											5				
計	点数	29	58	15	9	10	121	2.70										56	20	19	12	8	6
	比率%	24.0	47.9	12.4	7.4	8.3	100.0	0.87															

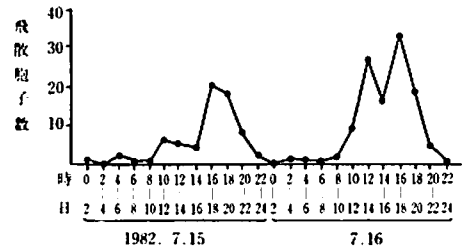
図Ⅳ－3 上川地方における1983年産米の規格外米の地域別紅変米混入実態

2) 病原菌 (*Epicoccum purpurascens* Ehren. & Schlecht) の生態

1981, '82年に、いもち病菌の孢子採集器を用いて、本田における本病菌の孢子飛散を調査した結果(図IV-4), 孢子飛散は2ヶ年とも7月上旬ころから始まり, 8月4~5半旬にピークがみられた。また本病菌は畦畔雑草で増殖することが知られている(表IV-7)が, 畦畔雑草上での時間別孢子飛散推移を検討した。調査日の7月15日は7:00~9:00の間, 1mmの降雨があったが, その後の天候は曇り, 翌16日は晴れの気象条件で調査した結果, 孢子飛散は晴天の日中に多く, 夜間は殆んど飛散しないことがわかった。



図VI-4 *E. pur.* の日別孢子採集数



図IV-5 *E. pur.* の時間別孢子飛散推移 (1982年)

表IV-7 イネ科植物体上における *E. pur.* の孢子形成 (接種試験)

部 位	孢 子 形 成 量						
	オーチャード グ ラ ス	イ モ シ ー	レッドトップ	スズノノ カ タ ビ ラ	イタリアン ライ グ ラ ス	コ ム ギ	イ ネ
茎 葉	++~卅	++~卅	++~卅	++	++	+	卅
穂	+	++	++	+	卅	++	++

(注) いずれもオートクレーブ殺菌後, ザックス培地を加え, *E. pur.* を接種した。

+: 約 $10^0 \sim 10^4$ spore/g 乾・茎葉 (穂)

++: $10^4 \sim 10^6$ "

卅: 10^6 "

3) 発生要因

① 登熟温度と着色粒の発生

紅変米の病原菌 *Epicoccum* を接種した場合, 全般的に濃茶米, 淡茶米および背黒米などの発生率が高まり, また登熟温度別では低温条件下で紅変米はじめ, 濃茶米, 淡茶米の発生がより

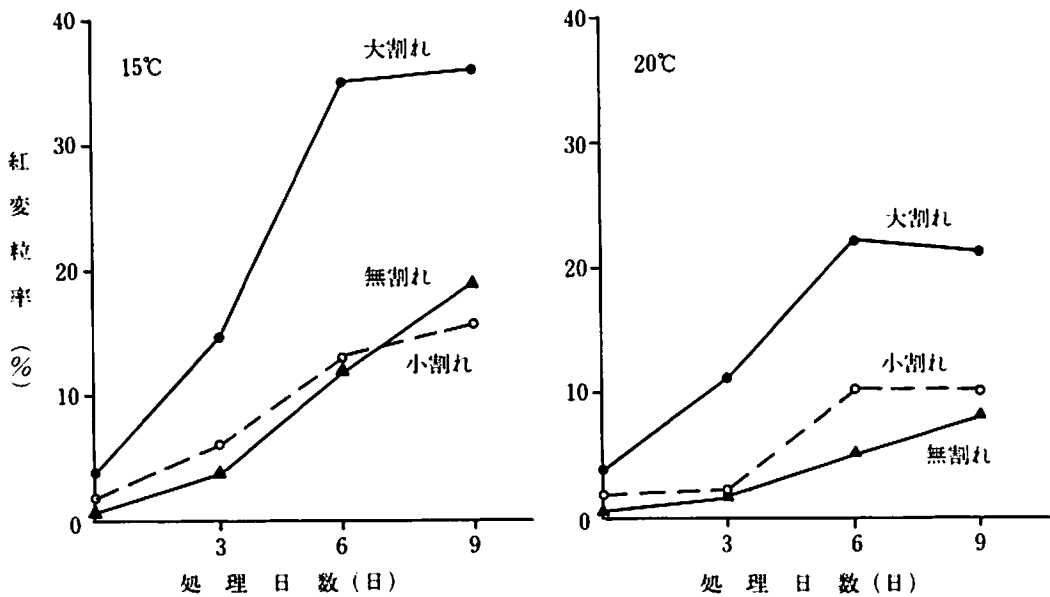
増加する傾向が認められた（表Ⅳ－8）。

表Ⅳ－8 登熟温度と着色粒の発生

登熟温度 夜温—昼温	E. Pur.接種 の有無	着 色 粒 率 (%)				
		紅 変 米	濃 茶 米	淡 茶 米	背 黒 米	背 米
22—30℃	接 種	0	2.74	10.45	13.93	1.00
	対 照	0	0	3.24	1.27	0.93
18—26℃	接 種	0	3.22	14.89	26.56	1.41
	対 照	0	0	11.19	1.81	2.17
14—23℃	接 種	0.48	5.81	23.73	18.89	2.18
	対 照	0	0.47	4.84	8.97	2.60

② 割割と紅変米粒の発生

内・外穎の鉤合部における間隙の大・少と紅変米発生に関連について検討した結果、図Ⅳ－6に示したとおり、割割れの大いものほど紅変粒が多く、また低温条件でより多発の傾向が認められた（図Ⅳ－6）。



図Ⅳ－6 籾の湿室処理による紅変粒の増加

(注) 調査粒数は処理日数0日を除き、全て100粒。

大割れ：内外穎鉤合部間隙に玄米が露出した籾

小割れ：内外穎鉤合部が、籾長の1/2以下露出した籾

以上の結果から、紅変米の発生に関与する要因として、主に登熟期の温度が15℃前後の低温で、降雨などを伴う多湿条件が重なると多発しやすく、また割割れ現象が現れている場合に発生率がより激しくなるものと考えられた。今後は本病の感染時期、方法、品種間差および防除

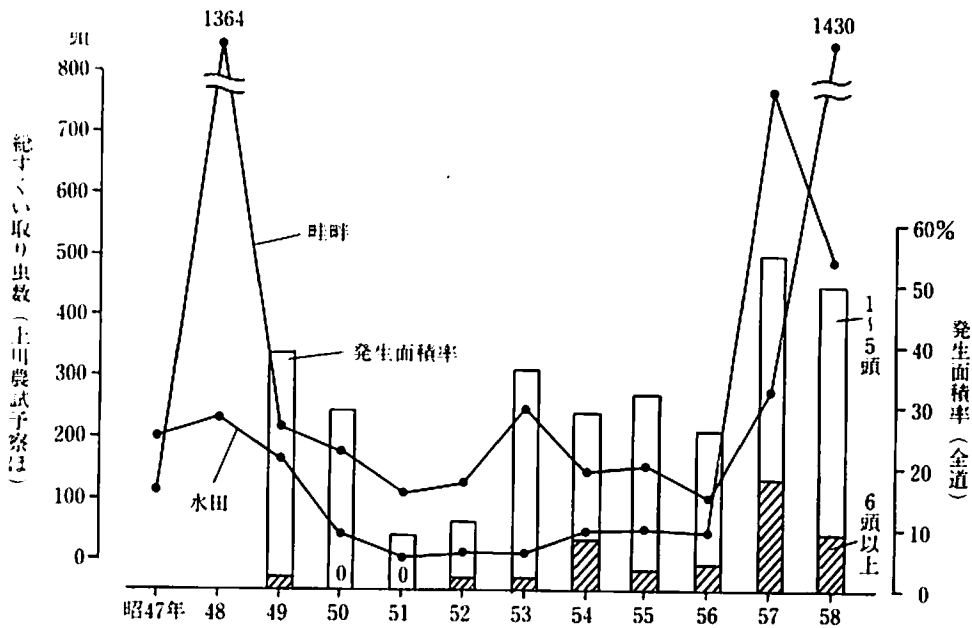
法などについてさらに詳しく検討する必要がある。

(3) 斑点米（アカヒゲホソミドリメクラガメ）

1) 発生量の年次推移

1967年前後より発生が目立ち始めた斑点米は、1970年より上川管内を中心として全道的に多発し、大きな問題となった。当時、黒しよく米と呼ばれ、原因は明らかでなかったが、その後、アカヒゲホソミドリメクラガメを主とするカメムシ類の加害であることが判明し、1973年頃より薬剤による防除が開始された。その結果、斑点米の発生は減少し始め、1975年頃より発生は極くわずかとなった。しかし、近年になって再び局所的な発生が次第に目立ち始め、1982年には全道的に大きな被害をもたらし、問題となった（図IV-7）。

斑点米の発生地は全道に及ぶが、年次により発生地域の変動が大きく、一定の傾向は握みにくい。しかし、概して上川、空知を中心とした水稻地帯に多く、特に上川管内での発生が多い傾向にある。



図IV-7 アカヒゲホソミドリメクラガメの発生量の年次推移

2) 1982年の発生実態

上川管内の各市町村より規格外米を取り寄せ、斑点米の混入実態を調査した（図IV-8）。その結果、全調査点数の41.8%のサンプルにおいて、3等米の規格である0.7%を超える斑点米の混入が認められ、前述（図IV-2）の紅変米の混入実態と総合すると、約半分のサンプルが斑点米によって落等し、残り約半数が紅変米によって落等したものと判断された。斑点米の発生地は、ほぼ管内全域にわたっていたが、南富良野町および上川北部の美深町と名寄市を中心としたもち米生産地域での発生は極く少なく、上川中央部でやや多い傾向がみられた。

また、1983年産米についても、多量の規格外米が出たので、同様の実態調査を行なった。その結果、カメムシ類が多発したにもかかわらず斑点米の混入はわずかで、121点のサンプルのう

図IV—8 1982年度上川支庁管内産規格外米中の斑点米の発生実態

地区	市町村	斑点米混入率別点数				計	斑点米混入率(平均)					品 種 内 訳								
		～0.1%	～0.3%	～0.7%	0.7%を 超える		%	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0 0.7	0	イ ネ カ リ	お ん ね し ら	は や こ か ね	し お か り	と し ゆ た か	他	
北 部	美 深	9点	1	0	0	10点	0.07%								10					
	名 寄	9	1	0	0	10	0.04								10					
	風 連	4	3	2	1	10	0.23								1	2	5	2		
	下 川	0	2	2	0	4	0.34								1	2	1			
士 別	士 別	2	2	1	2	7	0.38								1	3	2		1	
	剣 湖	0	0	1	6	7	1.49									6				
	和 寒	0	1	0	0	1	0.25									1				
中 央	当 麻	2	1	2	6	11	1.84								10	1				
	比 布	0	4	2	4	10	0.54								10					
	愛 別	1	4	5	0	10	0.31								10					
	上 川	0	0	0	10	10	1.94								1	7			2	
旭 川	鷹 栖	3	0	1	6	10	0.82								10					
	東鷹栖	7	0	1	0	8	0.11								8					
	永 山	4	3	1	4	12	0.93								11			1		
	東旭川	1	0	0	11	12	3.29								10			1	1	
	旭 正	1	0	1	8	10	1.73								9	1				
	西神楽	2	1	0	7	10	1.25								10					
	神 居	1	4	0	5	10	0.89								10					
大 雪	東 川	6	0	0	4	10	1.03								10					
	東神楽	4	1	1	4	10	0.76								10					
	美 瑛	2	1	6	1	10	0.38								1	2			2	
富 良 野	上富良野	1	3	2	4	10	0.69								8				2	
	中富良野	0	0	0	3	3	1.80								3					
	富良野	0	0	2	8	10	3.72								3		6	1		
	南富良野	4	6	0	0	10	0.12								10					
	計	63	38	30	94	225	1.00								141	37	26	9	7	5
		28.0%	16.9%	13.3%	41.8%	100.0%	1.05													

ち、0.7%を超える斑点米の混入していたサンプルはわずかに1点にすぎず、紅変米の発生が圧倒的に多いことがわかった(図IV—3)。

3) 発生原因の解析

① カメムシ類の種類構成：生息密度ではアカヒゲホソミドリメクラガメが圧倒的に多く、発生時期と稲の被害時期の重なりも考慮すると、斑点米を起こすカメムシ類はアカヒゲホソミドリメクラガメ1種と見なしても良いと思われる。この傾向は、従来と変りないが、近年ますますアカヒゲホソミドリメクラガメの構成比率が高まり、その重要性が増してきている(表IV—9)。

② 水田周辺におけるアカヒゲホソミドリメクラガメの生息状況：本種の寄主選好性は草種、品種によって大きく異なるが、水稻のほか広くイネ科植物を寄主としている。このため、一般に本種の生息密度は、水田に比べてより畦畔雑草地、小麦畑、牧草地において高い(表IV—10)。従って、これらの生息地の増加が近年における本種の多発要因の1つであると考えられる。また、ほ場によっては、雑草、牧草の刈取時期や小麦の登熟期が本種の成虫発生期および水稻の出穂期と重なって、本種の水田への飛来を助長したことも考えられる。

表IV-9 水田および水田畦畔に生息するカメムシ類の
種類構成 (上川農試予察ほ)

種類 年次	アカヒゲ ホソミドリ メクラガメ	アカヒゲ 以外のメ クラガメ科	カメムシ科	他の科の カメムシ類	計
1972-1975年 の4カ年平均	628.4 (84)	95.6 (13)	15.3 (2)	7.5 (1)	746.8 (100)
1976-1979年 の4カ年平均	175.6 (90)	12.6 (6)	3.8 (2)	3.0 (2)	195.0 (100)
1980-1983年 の4カ年平均	832.9 (96)	15.3 (2)	13.8 (2)	3.0 (0)	865.0 (100)

(注) 成虫の年間総すくい取の数で示す。単位：頭。

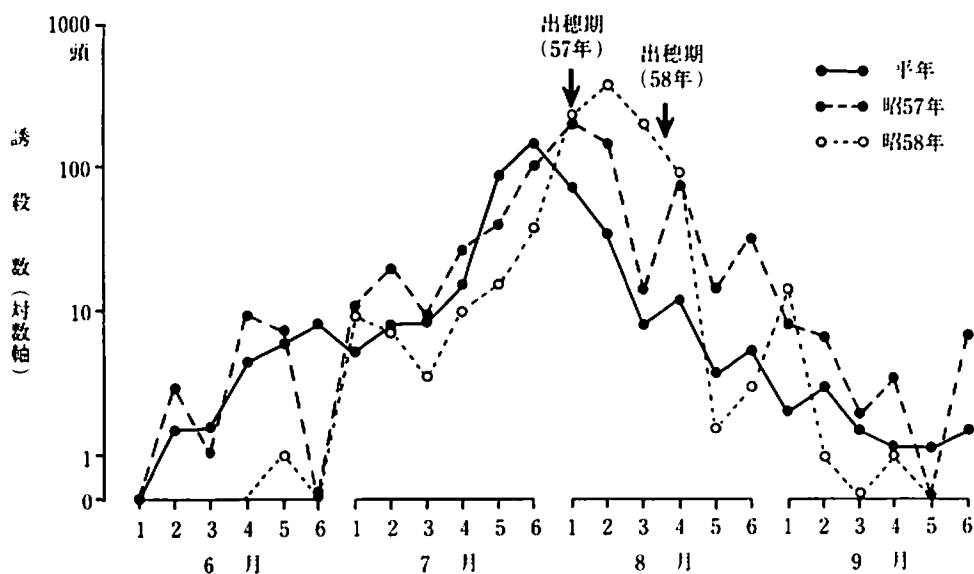
表IV-10 各種生息地におけるアカヒゲホソミドリメクラガメの発生量
(上川支庁管内)

年次	水田		水田畦畔		秋播小麦		春播小麦		牧草	
	点数	成虫数	点数	成虫数	点数	成虫数	点数	成虫数	点数	成虫数
昭53年	73	0.64	19	7.06	20	(10.05)			10	8.01
54	21	0.61	43	1.44	18	0.88	11	11.46	17	3.29
55	32	1.47	51	1.75	10	1.09	12	17.95	23	5.52
56	18	0.91	63	2.60	32	(2.34)			18	3.82
57	50	3.10	83	4.11	25	(17.45)			17	13.26
58	35	0.30	107	2.44	52	1.52	13	1.16	25	3.51
平均	1.17		3.23		7.75				6.24	

(注) 各年7月30日調査。50回振り当たり成虫数で示す。単位：頭。

③ アカヒゲホソミドリメクラガメの発生消長と水稻の生育：本種の多発した1982年と1983年における本種の誘殺消長を図IV-9に示した。水稻への加害時期は、第2回成虫発生期の後半から第3回成虫発生期の前半に当るが、1982年は、第2回成虫が多発した上に、発生最盛期が平年より約1半旬遅い8月1半旬となり、水稻の出穂期とほぼ一致した。このため、水田への飛来数が多く、第3回成虫期への増殖率も高かったため、斑点米の発生が多かったものと思われる。一方、1983年は5月下旬～7月下旬の低温によって水稻の生育遅延が著しく、出穂期は8月4半旬前後となったが、本種は4月上旬～5月中旬の高温の時期を経過していたため、第2回成虫の発生最盛期は、平年より2半旬遅いみの8月2半旬となった。このため第2回成虫の水稻への飛来数が少なく、また、最も被害の大きい乳熟期が第2回と第3回の発生時期の間に当たった上に気温も低かったため、斑点米の発生はわずかにとどまったものと思われる。

④ 防除状況：アカヒゲホソミドリメクラガメに対する薬剤防除の時期と回数は、道の防除基準では、出穂始めから7～10日おきに2～3回の散布となっているが、近年、要防除期間は次第に延長する傾向にある。これは、水田周辺に各種の生息地が増え、発生消長が乱れてきたため、防除の的が絞りにくくなってきたことと、良質米生産に対する意欲が増してきた結果で



図Ⅳ-9 アカヒゲホソミドリメクラガメの発生消長

あると思われる。1982年の上川管内における規格外米の実態調査では、規格外米産出農家であっても最終防除日は平均8月21日、8月の平均防除回数は2.53回であった。また、8月上旬に薬剤散布した農家の斑点米混入率は平均1.02%、散布しなかった農家では平均1.06%、同じく8月中旬では0.91%と1.19%で、大きな差はなかったが、8月下旬の散布農家では0.78%、無散布農家では1.11%となり、差は最も大きかった。規格外米に限った調査のため散布と無散布との差は小さいが、これらの数値は、被害時期後半の防除も重要であることを示している。

1983年の斑点米の発生は極くわずかであったが、この一因には、水稻の生育遅延に合わせて9月上～中旬まで薬剤散布を行い徹底防除をしたことがあげられる。

(4) 要 約

1980年から1983年の間に北海道および上川地方で多発生した主要病害虫の発生状況を記述した。なかでも良質米の生産阻害要因となった褐変穂、紅変米および斑点米等に関してこれまでの調査、実験結果に基づき、発生被害実態、発生原因、発生要因などを記述した。褐変穂および紅変米を惹起させる病原菌の生理生態、感染時期、方法、品種と発病の関係など、また、防除体系が確立されたといわれている斑点米においても年によって多発し、多くの被害を蒙っている現状にあり、良質米の安定生産を図るためには今後の試験研究成果に期待するところが大い。

(土屋貞夫・八谷和彦)

2. 中央農業試験場

(1) 病害 いもち病一

1980年から1983年までの空知管内一般水田および予察田（中央農試稲作部）におけるいもち病の発生状況はつぎの通りである。

1) 1980年

表IV-11 葉いもちの発生状況 (1980年)

項 目	予 察 田	管 内
a 発生時期	さし苗における初発生は6月9日で 平年より4日早く、本田発生は6月23 日で3日早かった。	初発生は7月3半旬(芦別)で平年 より1半旬早かった。
b 発生消長	最盛期は8月2半旬で、平年より1 半旬遅れた。	発生は抑制され、極めて少発生にと どまった。
c 発生程度	少(平年比 少)	少(平年比 少)
d 品 種	ゆうなみ 栄 光	主な発生品種 イシカリ、ともゆたか、キタヒカリ、 ユウカラ

葉いもちの初発生は予察田、管内ともにやや早かったが、その後の進展は緩慢で発生は少発生にとどまった。

2) 1981年

葉いもちの初発生は予察田、管内ともに遅れた。その後の進展は緩慢で発生は少発生にとどまった。

表IV-12 葉いもちの発生状況 (1981年)

項 目	予 察 田	管 内
a 発生時期	さし苗における初発生は6月18日で 平年より5日遅れた。また本田発生は 7月7日で7足遅れた。	初発生は8月1半旬で平年に比し、 3半旬遅れた。
b 発生消長	最盛期は8月2半旬で平年より1半 旬遅れた。	一部で集中豪雨による防除洩れもあ って弱い品種で局部的に多発したほ場 もあったが概して無～少発のまま終っ た。
c 発生程度	少(平年比 少)	少(平年比 少)
d 品 種	ゆうなみ 栄 光	キタヒカリ

3) 1982年

葉いもちの初発生は予察田、管内ともに遅れ、まん延も抑制され少発生にとどまった。ただし、局部的には前年の被害ワラが伝染源となって多発したほ場もあった。

表IV-13 葉いもちの発生状況 (1982年)

項 目	予 察 田	管 内
a 発生時期	さし苗における初発生は6月23日で 平年より10日遅れ、また本田発生は7 月11日で12日遅れた。	発生始めは7月6半旬で平年に比し 2半旬遅れた。
b 発生消長	7月後半の低温により、最盛期は遅 れ、8月2半旬で平年より4半旬遅れ た。	局部的に多発したほ場もあったが全 般に少発生であった。
c 発生程度	少 (平年比 少)	少 (平年比 少)
d 品 種	栄 光 みちこがね	キタヒカリ

4) 1983年

葉いもちの初発生は予察田、管内ともに遅れ、まん延もやや緩慢であったが、発病度は高目であった。

穂いもちの初発生も平年よりやや遅れたが、9月に入り増加し、平年より多目で管内においても局部的に多発生したほ場もあった。

表IV-14 葉いもちの発生状況 (1983年)

項 目	予 察 田	管 内
a 発生時期	さし苗における初発生は6月28日 で、平年より8日おくれ、本田での葉 いもち病は7月15日で18日、穂いもち は8月27日で14日おくれた。	発生始めは7月下旬で平年に比し遅 れた。
b 発生消長	初発生後8月第1半旬まで進展緩 慢、8月第2半旬からの気温の上昇で 葉いもち、穂いもちが多発性。	8月以降病勢の進展著しく多発とな り、一部ずり込み症状。
c 発生程度	多 (平年比 多)	多 (平年比 多)
d 品 種	キタヒカリ みちこがね	ユ ー カ ラ キタヒカリ みちこがね

(2) 虫 害

空知管内における1980年から1983年の間の主な水稻害虫の発生面積とこれによる水稻の被害面積は、表IV-15に示した通りである。このうち、この4年間の気象の変動との関連が深いと考えられるイネクビソハムシについて述べる。

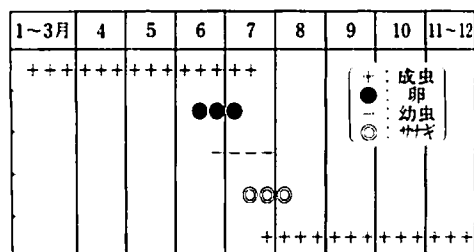
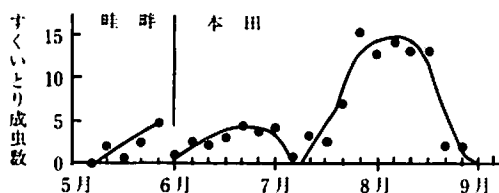
表IV-15 空知管内における各害虫の発生状況（1980～1983年）

種 類	年 次	発生面積	被害面積	発 生 程 度 別 面 積				
				無	少	中	多	甚
アカヒゲ ホソミドリ メクラガメ	1980	27.5%	6.3%	72.5	21.2	6.3	0	0%
	1981	20.0	2.0	80.0	17.9	2.0	0	0
	1982	40.0	6.5	60.0	33.5	4.3	1.8	0.4
	1983	31.1	0	68.9	30.8	0.3	0	0
イネハモグリ バエ	1980	10.1	0	89.9	10.1	0	0	0
	1981	2.4	0	97.6	2.4	0	0	0
	1982	29.2	0.5	70.8	28.7	0.5	0	0
	1983	7.5	0.7	92.5	6.8	0.7	0	0
フタオビ コヤガ	1980	6.7	0	93.3	6.7	0	0	0
	1981	0.3	0	99.7	0.3	0	0	0
	1982	7.4	0	92.6	7.4	0	0	0
	1983	11.3	0.8	88.7	10.5	0.8	0	0
イネクビ ボソハムシ	1980	22.8	0.2	72.0	22.6	0.2	0	0
	1981	20.7	0.2	79.1	20.5	0.2	0	0
	1982	19.4	0	80.6	19.4	0	0	0
	1983	30.6	0.5	69.0	30.2	0.1	0	0.4

※ 数値はすべて、水稻作付面積に対する割合で示した。（現況調査結果）

1) イネクビボソハムシ

イネクビボソハムシは、北海道において水稻の重要害虫の一つであるが、その発生消長は図IV-10に示す様に、越冬してきた成虫が5月下旬頃から活動し始め水田に入り込み、産卵し、



図IV-10 イネクビボソハムシの発生、消長

1～2週間でふ化した幼虫が稲の葉を食害し、その加害期間が7月下旬にまで及ぶことがあり、加害が甚しい場合には水田全体が緑色を失うこともある。この様に本虫は、その発生地域や発生時期からもわかる様に、寒冷地によく適応している害虫であり、特に冷害年にはしばしばその被害が問題となる。表IV-15に1980～1983年の空知管内における本虫の発生状況を示すが、1982年に比べ冷害年である1980年、1981年、そして1983年の発生面積はもちろん被害面積がかなり広がっており、特に記録的な冷害にみまわれた1983年には甚発生が266haにも及んでいる。

冷害年で問題になる原因には大きく分けて2つあると思われる。まず第1には発生量に関してである。全体の発生量は、その年の気象条件のみでは決まらないが、本虫が寒冷地害虫なので、冷涼

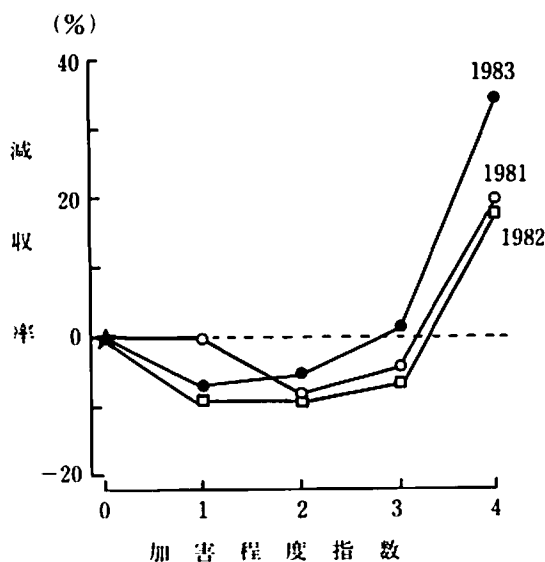
表Ⅳ-16 空知管内におけるイネクビボソハムシの発生状況

年次	水稲作付面積 (ha)	発生面積 (ha)	同 左 率 (%)	被害面積 (ha)	発生程度別面積 (ha)				
					無	少	中	多	甚
1980	62,659	14,262	23	110	48,397	14,152	110	0	0
1981	59,657	12,372	21	120	47,285	12,252	120	0	0
1982	59,498	11,520	19	0	47,978	11,520	0	0	0
1983	60,330	18,481	31	266	41,849	18,197	18	0	266

(現況調査結果)

な気象条件が好適に働き、卵や幼虫の生存率が高まったり、産卵期間や幼虫加害期間など発生期間が永びくと考えられるからである。本虫の産卵数やふ化率は気温が20～25℃で最も高く、30℃では高温障害が出て、その気温では幼虫期や蛹期の死亡率も高まる。又、湿度にもかなり大きな影響を受け、80～90%の関係湿度で幼虫生存率が最も高く、それ以下でも以上でも死亡率が高まる。従来言われている様に6月、7月の気温が高くならず、日照が少なく曇雨天の日が多いと、本虫の多発につながり、そういう意味では冷害年でその被害が問題となるのもうなずける。

次に第2の原因であるが、冷害年では本虫の加害期と宿主である稲の生産期のタイミングがずれるからであると考えられる。図Ⅳ-11に1981～1983年の本虫の加害と減収の関係を示す。



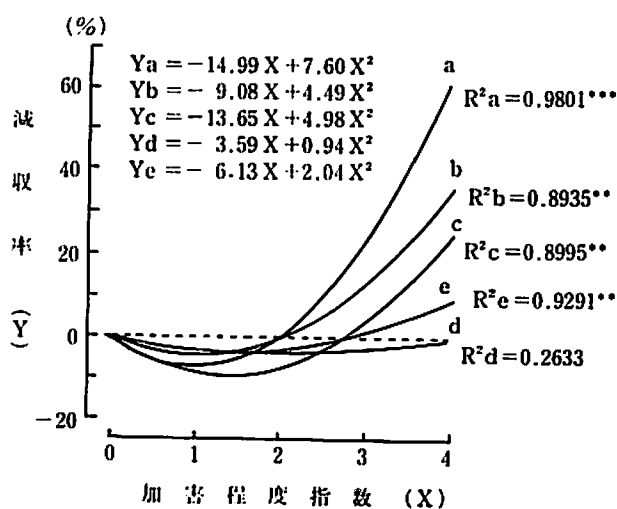
図Ⅳ-11 年次別減収率曲線

※ 加害程度指数規準

加害程度指数	加害葉面積率(%)	被害葉率(%)
0	0	0
1	～ 10	～ 30
2	～ 25	～ 50
3	～ 50	～ 70
4	～ 100	～ 100

注) この規準は、100株のサンプルから得られた大方の目安である。

1982年に比べ1981年の減収率が同程度の加害であっても常に高くなり、冷害である1983年の減収率は加害程度指数4で約35%強にも達している。年次によって同程度の加害であっても減収率が変るのは、加害される稲の生育段階が異なっているからである。図Ⅳ-12に稲の生育期別の減収率曲線を示す。幼穂形成期を中心に生育期を5日おきに5段階に分け、それぞれの減収率をプロットし、二次回帰線を当てはめた。同程度の加害であっても幼穂形成期の後よりも



図IV-12 加害時期別減収率曲線

注1) R^2 は相関係数を示し、**は1%水準で有意差のあることを示す。

注2) a: 幼穂形成期10日前, b: 幼穂形成期5日前

c: 幼穂形成期, d: 幼穂形成期5日後

e: 幼穂形成期10日後

前に加害された方が減収率は大きくなった。たとえば、幼穂形成期の10日前に加害されると指数4で約60%もの減収になったが、幼穂形成期の加害では約25%、10日後では約10%減収であった。次に加害時期の違いによる減収要因の違いに表IV-17に示した。幼穂形成期以前に加害

表IV-17 加害時期と減収要因の関係

加害時期 (加害程度指数4)	出穂期 (月・日)	収量構成要素				玄米重 (g/株)
		穂数 (本/株)	穂数 (粒/穂)	稈実歩合 (%)	千粒重 (g)	
幼穂形成期前	8.13**	11.8**	78.6	82.4	21.5	16.6**
幼穂形成期	8.8	13.6*	78.0	81.1	21.8	18.8**
幼穂形成期後	8.7	15.1	79.7	80.3*	21.7	21.2*
無加害	8.6	16.2	77.7	82.6	22.2	23.3

注1) 1981年の成苗植えの結果による。

2) *(**)は無加害の値と比べ検定により5%(1%)水準で有意差のあることを示す。

を受けると穂数が減少し、出穂期など生育が遅れて減収する。幼穂形成期後に加害されると稈実歩合の低下によって減収する。これらの違いが生じるのは、稲の生育段階が幼穂形成期を境として栄養生長から生殖生長への移行するからであり、栄養生長期の加害による穂数の減少というのが一番大きなダメージとなる。この様に稲の生育段階によって加害の生育に及ぼす影響が異なり、減収要因が変わり、減収率が決まってしまう。

以上の事から、冷害年であれば、その冷涼な気象条件がイネクビボソハムシに対して好適に作用し、又、稲の生育が遅れる事により加害時期が稲の栄養生長期にぶつかり、しばしば被害

が大きくなってしまふ。

図IV-13に1974～1983年の中央農試稲作部における本虫の加害ピークと幼穂形成期を中心と

年次	±日数	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15
1974	幼虫加害ピーク→						●	
1975					●			
1976				●				
1977					●			
1978							●	
1979						●		
1980					●			
1981				●				
1982						●		
1983					●			

図IV-13 幼虫加害と幼穂形成期との
関係（稲作部予察田「イシカリ」）
※幼穂形成期

した稲の生育との関係を示す。1980～1983年の4ケ年では1982年を除いて幼虫加害ピークが幼穂形成期以前にぶつかっている。上述した様に、幼穂形成期以前に加害されると同程度の加害であっても被害が大きくなる恐れがある。

この様にイネクビボソハムシの発生動向は気象条件と密接な関係があり、それ故、それぞれの地域単位でのきめ細かな発生予察調査を行い、適切な防除の要否を決定する要防除水準の設定を行うべきである。

(3) 要 約

病害については、葉いもちの各年次の発生経過について述べた。

虫害については、冷涼年に発生の高まるイネクビボソハムシについて、その要防除水準の設定が必要であることを述べた。

（中央：五十嵐文雄・橋本庸三）

V 現地における優良事例

1. 網走地域

昭和58年に10a当たり360kgの収量を記録し、3等米を4割以上出荷した訓子府町のW氏の事例について述べる（その年の訓子府町における平均収量は10a当たり85kgであり、出荷された米の8割強が規格外または等外であった）。

W氏の圃場は北見市常川地区に隣接し、土壌は褐色低地土で排水が良く、気象条件も町内では比較的良い方であるが、これだけでは町平均の4倍強の収量を説明し得ない。以下、好結果をもたらした要因について検討する。

W市の経営形態は水田3haの他に畑7ha（馬鈴薯2ha、てん菜2ha、玉ねぎ2ha）を作付し、育成牛3頭を保有する複合経営であるが、稲作の技術水準は町内の稲作専業農家よりもむしろ高い。それは育苗において最もよく現われている。昭和58年度の町内健苗育成共励会では最高点を得、苗質はきわめて良かった。昭和58年のような気象条件下において好結果をもたらした第1の要因として、健苗の適期移植を上げることができる。栽植密度は㎡当たり30株を確保しており、1株植本数も4～5本できわめて均一であった。これは穂揃の良化を通して良質米の生産に結びついたと考えられる。

ケイカルは10a当たり90kgを3年連続施用している。

水管理には細心の注意を払っている。例えば、専用の導水路を有し導水路の水門を開閉することによって水管理ができる。袋水灌漑法をとり入れ、早朝灌漑、昼間止水によって水温上昇に努めている。1日に2、3回は水田を見回るなどである。

その他、各種作業についても、新しい機械の導入は極力控え、生産費の節減に努めている。昭和58年からは除草機を復活させて中耕を行うなど、労力の提供を惜しまなかった。天候不順のため中期除草剤は使用しなかった。

要するに、W氏は自分の圃場にあった目標収量を的確に定め、決して無理な稲作りをしていない。そして、基本技術を忠実に実行している。昭和58年のような冷害を確実に防止するためには、まだまだ技術的な進歩改良が必要であろう。とはいえ、基本技術はすでにより高度なものであり、これらを総合的に実施するだけで冷害は現状よりもかなり軽減されることをW氏の事例は明白に示している。W氏の基本技術励行を支えたものは良質米安定生産に対する強い情熱であった。したがって、今後いっそう強力に良質米安定生産に対する意識の高揚を図っていく必要がある。

（天野 高久）

2. 上川、留萌地域

4ヶ年のうち、道北全地域的に冷害被害を受けたのは58年であったことから、58年の主要町村における優良事例を示すと表V-1の如しである。当地域の58年度平均単収は、上川支庁管内が336kg/10a、留萌支庁管内が337kg/10aである。優良事例農家の単収は、初山別の一例を除きいずれも管内平均を上回る収量である。初山別においても、この農家の単収は町平均を

表V-1 上川、留萌地域の主な市町村別優良事例農家の概要 (58年)

市 町 村 名	農家別	水稲作 付面積 ha	主要作付 品 種	土 壌 型	施肥量 (kg/10a)			出穂期 (月日)	玄米 収量 (kg/10a)	等級	苗 の 種 類	有 機 物	土 壌 改 良 剤 (kg/10a)	そ の 他
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O							
富良野	A	4.2	キタヒカリ みちこがね	褐色低地土	8.4	11.2	9.8	8.16	480	2	成 苗 ポット	わら全量収集		サブソイラー、代かき レーキ、秋、春2回、 8/3追肥
東神楽	B	3.2	みちこがね	褐色低地土	9.6	23.2	8.4	.15	450	1・3	成 苗 ポット	わら秋すき込み	ようりん 20 ダブリン 20 珪カル 120	心土破砕
旭 川 (永山)	C	4.0	キタヒカリ みちこがね	灰色低地土	9.0	18.0	15.0	. 7 . 8	480 510	2 1	成 苗 ポット	わら秋すき込み	ミネカル100 毎年	根がら心土破砕
旭 川 (東鷹栖)	D	3.5	キタヒカリ みちこがね	グ ラ イ 土	11.2	12.6	11.2	.15 .17	420	1~3	中 苗 型 枠	わら一部収集 他春すき込み	重焼りん20 珪カル150(3年毎)	珪カル30、融雪剤
当 麻	E	3.4	キタヒカリ	泥 炭 土	6.4	7.2	6.4	.13	473	2	成 苗 ポット	一部わら堆肥化	珪カル90 (内融雪剤60)	代かきロータリー
士 別	F	5.8	はやこがね しおかり	褐色低地土	8.0	12.0	8.0	.10	371	1・2	中 苗 マット	毎年わら堆肥化	ようりん、重焼りん 20~40 珪カル120	ブラウ秋耕、心土 破砕、中干、溝切
小 平	G	3.4	キタヒカリ みちこがね	グ ラ イ 土	8.0	9.0	6.0	.16	470	1	中 苗 型 枠	わらすき込み	重焼りん20 珪カル120(融)	表層施肥、中干、 溝切、防風網
苫 前	H	6.2	キタヒカリ みちこがね	褐色低地土	9.7	16.1	8.7	.13	434	1	成 苗 ポット	わら収集70% 春すき込30%	珪カル60	ロータリーレーキ 2回、水管理注意
羽 幌	I	5.3	キタヒカリ	褐色低地土	8.0	9.0	8.0	.17	426	1	中 苗 マット	わら春すき込み	珪カル120(融)	表層施肥 中耕除草機
初山別	J	4.5	しおかり キタヒカリ	褐色低地土	7.2	15.0	6.4	.14 .16	315	1 (98%)	中 苗 マット	わら春すき込み	重焼りん20 珪カル120(隔年)	ワイトロータリー 全量表層施肥

4割近く越えている。優良事例個々の農家の単収を当該市町村の平均反収と比べると、F農家は市平均の倍近い収量であり、ついでA農家の6割増が注目される。市町村平均に劣ったのが一例あるが、他は2～3割程度高収である。

玄米の検査等級を見ると、上川支庁管内全体では、1等が僅か0.2% 2等が4.6%規格外が66.8%で正に品質冷害とも言える状況である。管内の優良事例農家は、殆んどが1～2等米の出荷であり、B.D.農家においても3等米は3割程度に過ぎなかった。留萌管内全体の等級別検査比率は、1等が3.6%、2等が40.1%、3等が45.6%で規格外は桧山支庁管内について少なく10.7%であった。このように留萌管内は上川に比べて等級が上位であっただけに、この管内の優良事例農家の産米の1等米出荷率は、J農家が98%である外は100%の高率であった。

以上の優良事例の技術を探ると、先づ品種の選定があげられる。良質米の生産には良質品種の作付を第一義とするが、58年度における地帯別品種の作付割合を見ると、上川中南部では「イシカリ」が43.5%、「ともゆたか」が7.6%を占め、良質品種の「キタヒカリ」は34.8%、「みちこがね」が4.9%である。留萌全体では「ともゆたか」が26.0%、「イシカリ」が13.8%で両品種の合計は「キタヒカリ」の38.2%に匹敵する。優良事例農家の品種選定は、全面積を「キタヒカリ」と「みちこがね」の良質品種のみで作付したのがE、G、Hの3農家であり、北部地区を除く他の農家においても、7割をこれらの品種で占めている。

既に述べた如く、58年は出穂遅延が著しく、特に8月20日頃に出穂開花したイネは不稔が増加した。優良事例農家の出穂期は、前述の「キタヒカリ」、「みちこがね」の中生種の作付にもかかわらず、多くの場合8月15日前後の出穂で、一般に比べて3～5日早い。なかでも、C農家の出穂期は、一般的な附近農家に比べて10日程度早い状況にあった。したがって、この出穂の早さが安定収量と良質米生産の最大の要因であった。

出穂の促進には、苗の種類と苗素質が大きく関係する。それだけに、優良事例農家の好結果をもたらせた主な要因に、全農家が育苗をあげている。58年度における管内の苗の種類別割合を見ると、上川支庁管内では稚苗および中苗のマット苗型式が50%を占め、成苗ポット苗型式は6%の普及に過ぎない。留萌支庁管内ではマット苗型式が極めて多く、稚苗と中苗とを合せて80%以上に達し、成苗ポット苗型式は僅か2.5%に過ぎない。10戸の優良事例農家の育苗型式を見ると、成苗ポット苗型式が5戸、型枠型式が2戸あって、生育促進効果を具備した高葉令苗が用いられている。

更に、成苗ポット苗では苗代分けつの発生と活用に重点をおき、早播による育苗日数の延長と適期移植がとられている。型枠苗は、移植時の剪根による葉枯れ、植え傷み症状を未然に防ぐため、播種量減と徒長防止が徹底されている。中苗マット苗型式の3戸は、これらの地区が上川北部、留萌中北部であることから、今後のより安定化のためには一考を要する課題ではあるが、それだけに3戸とも中苗マット苗の健苗化に努力している。即ち、播種量は200ml/箱以下であり、水管理、温度管理の適正化のため管理責任体制をとった共同育苗である。

施肥については、窒素施用量はそれぞれの地域、土壌別の施肥量から見て、平均的な施肥量であって、決して多用されていない。このことは、生育量が附近農家から見てやや小出来と表現記載されていることから伺える。ただし、D農家においては、グライ質土壌としては多肥で、このことが、この農家の単収を地区の平均以下にした原因と考えられる。施肥法については、殆んどが全層施肥であるが、留萌管内の3戸は初期生育を促進させるため表層施肥を行なっている。

土壌改良剤として珪カル、ミネカルがA農家を除き使用されている。これに加えて、よナリん、重焼りんなど燐酸資材を施用しているのが5戸ある。珪カルは融雪剤として雪上散布をし、融雪促進に努めている例も多い。わらの鋤込は、A、F農家以外で行われている。そのために土改剤の施用と、透水性の良化に特に努力している。減水深は1.0～2.0cm/日で適正透水量である。それには、心土破砕が行なわれている他、中干しをして根の健全化に努力している例がある。

良質米生産には最後の調整が重要であった。優良事例農家は留萌管内の2例を除き、1.9mm目のライスグレーダーで選別している。特にグライ質土壌で窒素質肥料が多用されたと指摘したD農家、および泥炭地水田のE農家では2.0mm目を用いて選別した。このため屑米生産量が多く、上川管内の農家は15%前後の屑米率で、特にD農家は18%の屑米割合であった。留萌管内では1戸を除き10%以下の屑米で、なかには4～5%程度の農家もあった。これら農家の選別篩目は1.85mmであることから、留萌管内ではイネがより小出来であったこと、上川よりも秋の天候が僅かに良かったためと考えられる。

以上のことから、10戸の優良事例農家の好結果をもたらせた主な要因について、前述のように10戸の農家全戸が健苗、良苗をあげており、ついで、適量施肥、表層施肥などを7戸があげている。次には透水性の良化および中干しによる根の活力の増強について6戸が、水管理の適正化については5戸があげており、これら優良事例は、基本技術の励行に尽きるものと考えられる。

(森脇良三郎)

3. 道央地域

(1) 過去4年の冷害の概要と事例調査の実施概要

昭和55年以降、58年までの間、道央5支庁(石狩、空知、後志、胆振、日高)のうち、石狩、空知、後志は、57年の作況が良かったため、4年続きの不作は免れるが、太平洋に面した胆振、日高は4年続きの冷害不作となった。この間の冷害の様相は、昭和55年が8月中旬以降の強い低温による開花受精障害、56年は生育初期の低温による生育遅延と登熟不良に水害の被害が重なった減収、57年は7月下旬の低温による花粉発育障害で、典型的な障害型冷害、そして、58年6、7月の低温による生育遅延、登熟不良で、北海道では数少ない典型的な遅延型冷害であった。このように、この4年間の冷害、不作は、それぞれ、その様相が異なり、また、同一支庁管内であっても、地域間に作況の差があり、同時に、同一地域、市町村内でも農家間の作況に大きな較差が認められた。

以上のような理由から、岩見沢専技室では、昭和57年、「キタヒカリ」に不稔が多い傾向があったため、「キタヒカリ」生育実態調査を実施、さらに、昭和58年には、稲作栽培優良事例調査を実施した。これらの調査はいずれも、前出5支庁管内の各農業改良普及所に調査票を配布して調査を依頼、専技室で取りまとめたものである。

(2) 昭和57年「キタヒカリ」生育実態調査の結果概要

昭和57年は、7月中旬以降の低温と日照不足で、イネの生育がやや抑制され、さらに7月下旬後半、短い時間ながら強い低温を受けたため、この時期に冷害危険期にあった「キタヒカリ」を中心に、かなりの不稔が発生した。中生の早の「イシカリ」「ともゆたか」等は、冷害危険期をすぎたものが多かったこと、また、中生の中でも、「みちこがね」は「キタヒカリ」に比べて

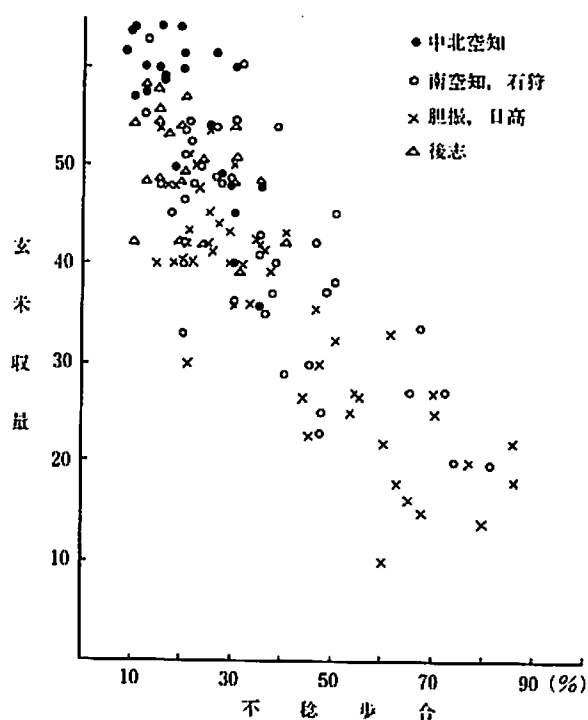


図 V-1 不稔歩合と収量の関係

表 V-2 「キタヒカリ」生育実態調査の地帯別、主要項目一覧

項 目	中北空知		南 空 知		石 狩		胆 振		日 高	
	良	否	良	否	良	否	良	否	良	否
不稔歩合の巾	8~35	20~35	12~38	13~81	13~30	20~74	15~29	30~86	15~40	44~86
10 a 当り収量	595	440	508	307	475	323	441	249	439	254
同 上 巾	498 ~640	358 ~490	414 ~603	198 ~420	400 ~627	200 ~450	400 ~500	100 ~242	300 ~540	140 ~354
1 等米比率	78	87	75	24	100	25	89	40	47	7
N 施肥量	8.9	8.8	9.6	9.5	8.0	8.5	10.8	9.9	8.5	9.5
同 上 巾	4.0 ~12.5	6.4 ~11.6	4.2 ~13.2	7.0 ~14.0	4.8 ~12.6	6.0 ~10.4	8.0 ~16.5	4.5 ~13.7	4.0 ~14.9	7.0 ~12.8
P ₂ O ₅ 施肥量	11.6	13.2	11.5	12.6	11.4	13.1	12.2	12.4	10.4	11.0
同 上 巾	4.0 ~24.0	7.6 ~26.0	7.2 ~14.5	8.0 ~17.6	6.4 ~18.7	8.3 ~31.2	9.6 ~20.4	5.9 ~27.8	7.2 ~18.8	8.5 ~18.2
追肥実施率	67	63	44	31	50	44	20	44	29	
中干し実施率	80	63	44	63	44	67	0	30	38	36
深水実施率	35	13	65	12	34	25	(50)	(20)	50	21
出穂期	8・8	8・12	8・14	8・13	8・14	8・14	8・16	8・12	8・14	8・13
同 上 巾	7.29 ~8.16	8.5 ~8.16	8.5 ~8.22	8.5 ~8.22	8.8 ~8.20	8.12 ~8.17	8.6 ~8.21	8.9 ~8.16	8.10 ~8.18	8.9 ~8.17
調査件数	21	8	16	16	16	12	9	10	16	14

耐冷性が強いことなどから、不稔発生は少なかった。但し、「ともゆたか」などでも、多肥栽培で生育の遅れたほ場では、甚だしく不稔を多発した例もあり、「キタヒカリ」でも、生育の進んだほ場では、極くわずかの不稔発生にとどまったものも少なくない。

地帯間の不稔発生の差も大きく、7月中、下旬の低温と胆振不足の甚だしかった、太平洋沿岸で不稔が多く、この間の胆振が多かった内陸、日本海側で不稔が少なかった。

不稔歩合の多少と玄米収量の間には、図V-1のように明らかな負の相関が認められ、このことから、本年の冷害が典型的な障害型冷害であることが理解できる。

実態調査は、5支庁合計で138件、このうち良事例が78件、不良事例が60件あった。前出の図V-1は、これらを図にしたものである。

表V-2は、この実態調査結果を各支庁ごとに（空知支庁は中北と南に分けた）まとめたものである。この結果から、不稔発生についてみると、良事例では、支庁間の較差が殆んどないが、不良事例をみると、中北空知で不稔が少なく、南空知と他の4支庁で不稔が多く、胆振、日高でより多い傾向が認められる。

このことが、収量に反映しているが、不稔発生を左右した要因についてみると、出穂期が8月10日から8月18日の間に、不稔が甚だしく多発した事例が集中している。

全体を通して、不稔発生、減収を抑制したと考えられる事項は、深水灌漑の実行であり、不適切な中干しは、不稔発生を助長したと思われる。

窒素施肥量や追肥は、必ずしも不稔発生との関係が見出せなかった。このことは、障害を発生させた低温が、比較的短期間であったので、生育の進んだほ場、遅れたほ場ともに、被害を回避したためと、稲体窒素濃度が把握されていなかったため、明確な関連づけができないままに終わった。

57年までの3年間の結果から、各年次ともに、8月10日以前に出穂期に達したほ場では、冷害の被害を殆んど受けなかった、被害回避のためにも適期出穂の持つ意義は大きい。

(3) 昭和58年水稻栽培優良事例調査の結果

昭和58年は、甚だしい生育遅延で、収量、品質ともに平年を大巾に下まわったが、各地で収量低下が少なく、全量1等米出荷の事例が見られた。このような優良事例45事例について、その技術内容の概要を取りまとめた。

まず特記すべきことは、土壌透水性で、透水性が悪いと回答した事例は、全体の16%しかなく、同時に、透水性改善対策は全体の82%が実施していた。このことは、日減水深が1cm未満と回答した事例が10%しかなかったこととも良く一致する。また、有機物の投入についてみると、全体の52%で堆肥の投入が行われ、稲わらの春すき込みは11%しか行われていないことから、土づくりの努力がうかがわれる。

風当りについては、全体の38%が強いと回答している。このうち、82%は防風林が防風網を設置している。中でも、石狩、空知では、風が強いとした事例に対して、防風対策は100%を越え、防風林と防風網の重複設置例も少なくない。このことが、生育促進と安定生産に寄与している。

優良事例全体に占める成苗ポット苗の導入比率は22%であり、全道平均4.7%に比べて、大変高い比率となっている。このことも、生育促進に寄与している。また、中苗を使用している事例でも、播種量、育苗管理等、健苗育成の意識が高く、移植時の苗について、良と回答したものは、全体の91%と高率であった。

出穂期についてみると、8月15日以前に出穂したものは、全体27%、8月16日～8月20日の間に出穂したものが61%で、大部分が8月20日までに収穫期に達していた。穂揃も大部分が良と回答し、穂揃否はわずか5%弱であった。

成熟期に達した事例は極くわずかで、他は、成熟期を確認できないままに収穫された。10月10日以前に収穫されたものは16%しかなく、大部分は10月中旬に収穫されている。

45優良事例の10a当り収量は、最低が273kg、最高が600kgで、全体の平均は437kgであった。400kg～500kgの間に全体の64%があり、支庁別の平均収量は後志が最も高く、次いで空知が高かった。これら優良事例の収量は、各支庁の平均収量を大部分が上まわっていた（図V-2）。

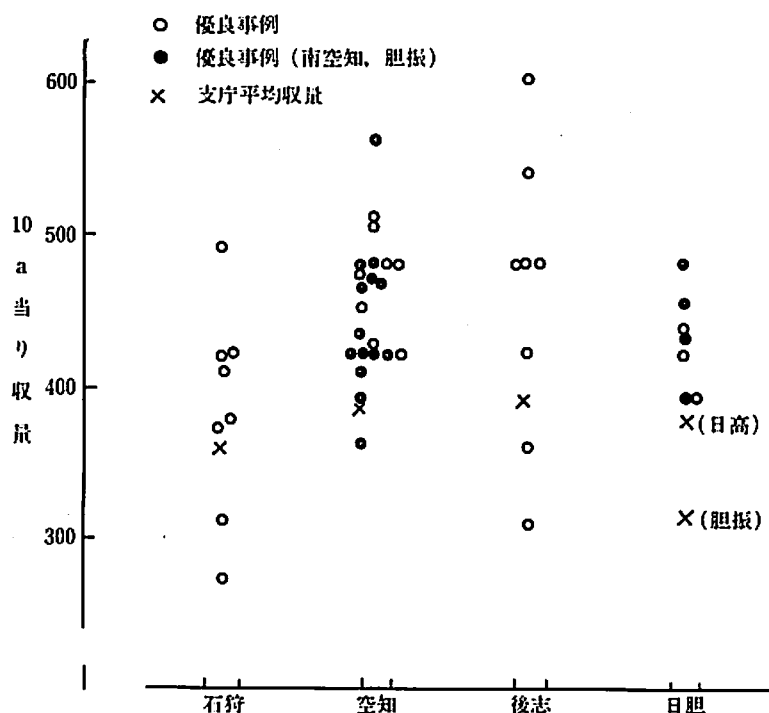


図 V-2 優良事例の支庁別収量分布

事例全体の40%は全量し等米出荷をしていた。さらに、全体の80%は、比率の多少は別にし、1等米を出荷していた。全量1等米出荷事例は、各支庁ともにあるが、空知が最も多く、これに次いで後志が多かった。

優良事例調査農家の稲作についての考え方についてみると、大部分が安定生産と良質米の生産を目標にしている。そのために、土壌改良に力を注ぎ、基本技術を忠実に実行していると回答したものが多く、その中でも、良質品種の作付け、無理のない稲作りのため、施肥量をひかえりとした事例が多い。更に、生育に合わせた水管理、毎日必ず水まわりをすることをしていたものが多く、また、適切な防除、適期収穫をあげている。

事例調査の中で、コスト低減への努力と、そのためにも安定生産の必要性を強調した回答がいくつかあったことは、特記に値する。

(藤村稔彦)

表V-3 事例調査のうち代表的な事例の概要

～その1～

場 所	当 別 町 東 蔵 岱	長 沼 町 東 13 北 4	新 十 津 川 町 大 和 217
農 家 氏 名	岩 田 光 男	別 所 光	荒 山 義 久
土 壌 群 名	泥 炭 土	グ ラ イ 土	褐 色 低 地 土
作 付 品 種	イ シ カ リ キ タ ヒ カ リ	キ タ ヒ カ リ み ち こ が ね	キ タ ヒ カ リ
育 苗 型 式	中 苗 ・ マ ッ ト 苗	式 苗 ポ ッ ト 苗	中 苗 ・ 型 枠 苗
調 製 の 篩 目	1.9mm	1.9mm	1.9mm
10 a 当 り 玄 米 重	378kg	420kg	504kg
出 荷 米 の 検 出 等 級	1 等 級 95%	1 等 米 92%	1 等 米 100%
好成績をもたらした 主 要 な 事 項	①透水性改善のため暗渠施工、毎年秋心土破砕実施 融雪促進を兼ねて珪カルの雪上施用 ② 播種量を180ml 好成績をもたらした主要な事項におさえ、管理に注意をして、健苗育成につとめる。 ③ 栽植密度は㎡当り25株以上を守り、1 株苗数も5～6本と密植にして、早期莖数確保につとめる。 ④ 施肥量は10a 当り N 7 kg、P₂O₅8.5kg、K₂O6.0kg で、全体にひかえ目の施肥で、健全な稲作りにつとめている。	① 透水性改善のため暗渠施工、毎年秋心土破砕実施、稲わら全量搬出し、堆肥にして水田に還元 ② 偏東風対策として、防風網を45m 間隔に設置、総延長800m (昭和52年から) ③ 初期生育向上のため、成苗ポット苗を使用 ④ 施肥量の20%を表層に施用、土壌改良資材の投入 ⑤ 水管理に注意し、出穂後溝切りを行なって、表面水排除した。	① 稲わら必ず搬出、堆肥化して1.5t/10a を施用し、4 年に1 度プラウ耕 ② 健苗育成と適期移植につとめている。 ③ 水管理は終始や、極水、今年は中干しをしなかったが、溝切りは行った。 ④ 中期除草剤散布と追肥は取り止めた。 ⑤ 風当りは弱い、防風効果を期待して河川敷の柳を切らずに保存している。 ⑥ 早目に収穫(10月10日)したので、被害を免れた。

～その2～

場 所	共 和 町 端 穂	豊 浦 町 宇 大 岸	静 内 町 宇 豊 畑
農 家 氏 名	村 上 宜 明	岩 倉 茂	漆 原 信 夫
土 壌 群 名	泥 炭 土	泥 炭 土	
作 付 品 種	ユ ー カ ラ み ち こ が ね	は や こ が ね み ち こ が ね	と も ゆ た か
育 苗 型 式	中 苗 ・ マ ッ ト 苗	中 苗 ・ 紙 筒 苗	中 苗 ・ マ ッ ト 苗
調 製 の 篩 目	1.9mm	1.9mm	1.9mm
10 a 当 り 玄 米 重	480kg	390kg	435kg
出 荷 米 の 検 査 等 級	1 等 米 100%	1 等 米 50%	1 等 米 100%
好成績をもたらした 主 要 な 事 項	① 椶ガラ暗渠の施工と稲わらを堆肥化して還元(1t/10a) ② 基肥量をひかえ追肥もさけた ③ 播種量、育苗日数、苗化管理に注意し健苗育成につとめた。 ④ 中干し7月上旬に実施、7月下旬～8月上旬まで深水灌漑。落水は、登熟良化を期待して、9月5日まで遅らせた。	① 毎年1m間隔に心土破砕を実施、堆肥1t/10a投入など土作りに力を入れている。 ② 窒素は全量表層に施用、量も極力少くしている。 ③ 初期生育確保のため、健苗育成につとめ、防風網を設置している。 ④ 低温時深水管理を確実に行なう。 ⑤ 安定確収を目標にした稲作り	① 土壌透水性改善対策の実施、稲わら搬出、堆肥化(1t/10a)して投入 ② 基肥窒素前年より15%減、全層と表層に分けて施用 ③ 健苗の育成に努め、栽植密度、1株植本数も極力多くした。 ④ 毎日水田の見まわりを欠かさず、特に冷害危険期には1日3回の水まわりをして15～20cmの水深を保った。 ⑤ 登熟促進のため出穂後も9月18日まで間断灌漑を行った

(藤村 稔彦)

4. 道南地域

(1) 昭和55年冷害の事例調査（戸別訪問による聞きとり）

1) 地帯的、栽培的にみると

ア. 減収の程度は、渡島南部＞渡島中部＞桧山北部≧桧山南部の順に大きく、地域により大きな差異が認められた。同一地区内でも水系、地形、海岸からの距離などによって差が認められたのは勿論、集団によって、あるいは同一集団内でも差異が大きい例があった。（渡島中部収量水準参照）、すなわち、自然立地条件のほかに、栽培技術の面でも差異が大きかったと見るべきである。

イ. 苗素質の良否や移植期の遅速は出穂期の遅速に直接影響し、稚苗や苗素質の悪いもの、移植期の遅れたものは減収を助長した。

ウ. 排水の良否と減収の程度とは明確な関係を認め難かった。

エ. 高収農家は日中の止水（実施率97.1%）や穂ばらみ期の深水かんがい（実施率70.6%、但し10cm以上）により保温に努め、被害を軽減せしめた。しかし、深水かんがいは目標よりも浅く、せいぜい12cm程度に過ぎず不十分であった。

水管理の不十分な理由は、出かせぎによる放任、基礎整備の立遅れによる用排水分離の不備、田面差、畦畔の不整備、用水量の不足などが上げられる。

表V-4 地区別の玄米収量の比較

区 分	項 目	平 年 収 量		55 年 収 量		指数(%)
		収量(kg/10a)	C.V(%)	収量(kg/10a)	C.V(%)	
桧 山 北 部 (n = 20)	高収(n=10)	500	7.0	490	8.8	98
	低収(n=10)	491	6.1	285	29.5	58
桧 山 南 部 (n = 20)	高収(n=10)	515	4.4	437	9.8	85
	低収(n=10)	500	5.6	296	12.4	59
渡 島 中 南 部 (n = 28)	高収(n=14)	557	5.1	221	23.0	40
	低収(n=14)	536	4.7	127	37.3	24

表V-5 育苗様式と生育期節

区 分	項 目	育 苗 様 式			移植期 (月・日)		出穂期 (月・日)	
		成 苗	中 苗	稚 苗	平 均	巾	平 均	巾
桧 山 北 部 (n = 20)	高 収	3	6	1	5.25	5.20~5.30	8.7	7.28~8.15
	低 収	1	5	4	5.26	5.20~6.3	8.14	8.9 ~8.20
桧 山 南 部 (n = 20)	高 収	0	10	0	5.25	5.20~5.30	8.10	8.6 ~8.15
	低 収	0	10	0	5.27	5.22~6.5	8.12	8.6 ~8.17
渡 島 中 南 部 (n = 28)	高 収	1	13	0	5.23	5.17~5.31	8.12	8.7 ~8.13
	低 収	0	14	0	5.25	5.19~5.31	8.16	8.11~8.20

2) 土壌肥料的にみると

ア. 土壌型と被害程度との関係は地区により一定の関係を見出し難く、直接的な原因とは考えられなかった。しかし、高収農家にグライ系の土壌が多く、低収農家に砂土や砂礫土壌がやや多い傾向があり、水持ちの良否や水温あるいは肥沃度との関係が示唆された。

イ. 排水対策の実施例は心土破碎、中干しともに少ない（10土破碎11.8%、中干し14.7%）

が、高収農家に実施例が多い。低収農家は冷害危険期に実施して失敗した例が多い。

表V-6 排水性の良否並びに水管理の状況

区 分		項目	排水の良否	水 管 理			中干し
			ヤ良 ~ 良	日中の止水 を行った	深水かんが いを行った	深水の深さ (cm)	行った
松 山 北 部	高 収		7	9	7	15	2
	低 収		7	4	4	(10~20)	1
松 山 南 部	高 収		6	10	7	13	1
	低 収		6	6	3	(10~20)	0
渡 島 中 南 部	高 収		11	14	10	12	4
	低 収		8	6	6	(10~18)	2
渡島・松山全体	高 収		24	33	24	—	7
	低 収		21	16	13	—	3
同上比率 (%) (n=34)	高 収		70.6	97.1	70.6	—	20.6
	低 収		61.8	47.1	30.2	—	8.8

※ 深水は10cm以上の深さにしたものを入れた。

ウ、土壤改良資材としての磷酸資材、珪カルは約70~80%の農家が施用しており、高収と低収との関連性は見出し難かった。

エ、堆肥の施用例は全体に少ない（堆肥施用17.6%）が、高収農家にその施用例が多く、減

表V-7 土壤肥料に係る技術の実施状況

区 分 \ 項 目			実 施 戸 数			実 施 率 (%)		
			全 体	高 収	低 収	全 体 (n=68)	高 収 (n=34)	低 収 (n=34)
心 土 破 砕			8	6	2	11.8	17.6	5.9
中 干 し			10	7	3	14.7	20.6	8.8
土 壌 改 良 資 材 の 施 用	磷 酸 質 資 材		44	22	20	64.7	64.7	58.8
	珪 カ ル		52	26	26	76.5	76.5	76.5
有 機 物 施 用	堆 肥		12	7	5	17.6	20.6	14.7
	生 わ ら	春 鋤 込	35	15	20	51.5	44.1	58.8
		秋 鋤 込	8	4	4	11.8	11.8	11.8
		合 計	43	19	24	63.2	55.9	70.6
施 肥 法	全 層 施 肥		61	29	32	89.7	85.3	94.1
	1 部 表 層 施 肥		7	5	2	10.3	14.7	5.9
窒 素 追 肥	幼 形 期 以 前		24	9	15	35.3	26.5	44.1
	止 葉 期 以 降		21	15	6	30.9	44.1	17.6
	合 計		45	24	21	66.2	70.6	61.8

※ 磷酸質資材：熔りん、重焼燐

幼形期以前：畝密には目えないが、幼形期後7日目まではこの中に入れた。

肥との組合せで好結果を得ている例が多かった。

オ. 生わらの施用例は全体で63.2%と多く、その内、秋鋤込み(11.8%)に対し春鋤込みが圧倒的に多い。春鋤込みは低収農家にその例が多く、排水不良や多肥と重複し減収を助長している例が多かった。地区別にみると春鋤込みの実施率は、渡島南部>桧山北部=桧山北部=桧山南部>渡島中部の順であった。

カ. 施肥の実態は一部表層を取り入れているものは全体の10.3%に過ぎないが、高収農家にその例が多く、生育促進により被害を軽減せしめた優良事例も多い。窒素の追肥は全体の66.2%が行っており、低収農家よりも高収農家の方がやや実施率が高い。しかし、その内訳は高収農家では止葉期以降が主体であり、低収農家は幼形期以前が主体である。

磷酸や加里の施肥量と被害程度との関係は認められなかった。

窒素の施肥量は低収農家は基肥窒素が多かったり、幼形期以前の追肥を行っており、窒素過多が冷害を助長していることは明白である。

冷害の程度が低かった桧山管内では窒素の施肥量が少なく、追肥は止葉期以降に施用している例が多いのに対し、渡島中部、南部では基肥窒素が多かったり、幼形期以前の追肥が明らかに多く被害を大きくしている。

ちなみに渡島中部地区について、収量と窒素施用量(基肥窒素+幼形期以前の追肥窒素)との関係をみると $r = -0.06^{**}$ の高い負の相関が認められた。

生わらの春鋤込み、窒素の多肥、軟弱徒長苗の遅植え、窒素の追肥、粗雑な水管理……これらが冷害を助長した要因である事は疑いないし、渡島中部、南部の冷害はこれらの要因が重複したことによって、より助長されたと見るべきである。

(岩崎忠雄)

表V-8 追肥の実施状況並びに施肥量の実態

項 目 区 分		追 肥 の 内 訳				施 肥 量 の 平 均 値								基 肥 N の 変 動		合 計 N の 変 動	
		分けつ 期 A	幼形期 B	止葉期 以 降 C	合 計 (A. B.C)	N				P ₂ O ₅		K ₂ O		最小～最大	C. V (%)	最小～最大	C. V (%)
						基 肥	基 肥 + A. B	基 肥 + C	合 計 (基肥 +ABC)	平均値	C. V (%)	平均値	C. V (%)				
桧 山	高収	1	2	3	6	7.68	7.90	8.20	8.42	15.93	32.6	8.62	12.9	6.4～8.6	10.1	6.4～10.0	11.6
北 部	低収	0	3	1	4	8.29	8.84	8.49	8.94	13.96	39.0	8.65	21.4	6.2～10.0	13.6	7.2～10.0	11.1
桧 山	高収	2	0	6	8	7.66	7.86	8.76	8.96	15.79	47.8	8.32	27.5	4.6～ 8.5	14.4	4.6～10.5	18.5
南 部	低収	1	1	2	4	7.84	8.19	8.14	8.49	15.07	33.3	8.73	26.1	4.4～10.4	22.6	6.0～11.1	19.9
渡 島	高収	2	2	6	10	7.66	8.26	8.34	8.94	15.49	28.4	8.49	25.1	5.6～11.2	20.2	6.4～13.6	23.6
中 南 部	低収	6	4	3	13	8.99	10.42	9.19	10.64	16.59	31.4	9.15	21.4	6.4～12.8	21.6	8.0～13.2	12.3
(渡 島	高収	1	0	2	3	7.70	7.86	8.01	8.17	15.43	—	7.66	—	5.6～11.2	—	6.4～11.2	—
中 部)	低収	4	2	2	8	10.04	10.89	10.47	11.23	17.67	—	10.08	—	8.0～12.8	—	9.4～13.2	—
(渡 島	高収	1	2	4	7	7.60	9.00	8.94	10.34	15.60	—	10.00	—	6.5～ 9.6	—	7.5～13.6	—
南 部)	低収	2	2	1	5	7.7	9.90	8.10	10.30	14.64	—	8.18	—	6.4～ 8.0	—	9.0～11.6	—
渡島・桧	高収	5	4	15	24	7.67	8.04	8.42	8.79	15.71	—	8.48	—	—	—	—	—
山 全 体	低収	7	8	6	21	8.47	9.30	8.68	9.51	15.37	—	8.88	—	—	—	—	—

表V-9 優良事例(渡島中部普及所)

区 分	優 良 農 家					被害を回避できなかった農家		
所 在 地	北海道亀田郡大野町字一本木							
立 地 条 件	地区の南に位置して、海岸に比較的近く、偏東風の影響が大きい場所であり、低温による被害は地区では地区内では大きい地区である。地形は平坦である。							
経 営 概 況	水稲7.0ha 畑1.5ha 肉牛10頭 複合経営 専業農家 家は場整備4.8ha 昭和40年完了(30a 区画)					水稲2.5ha 畑0.9ha 複合経営 専業農家 圃場未整備		
品 種	品 種 名	マツマエ 巴まさり 工藤橘			マツマエ 巴まさり 工藤橘			
	作 付 面 積	4.0ha	1.5ha	1.5ha	2.1ha	0.3ha	0.1ha	
施 肥 等 (10a 当たり)	時 期	基 肥	追 肥			基 肥	追 肥	
			6月6日	月 日		6月14日	月 日	
	N	5.6kg	1.4			8.4kg	1.0	
	P	22.8	—			10.2	—	
	K	4.8	—			7.2	—	
地 力 対 策	堆肥の多施(4 t/10a)、燐燐(60kg/10a)の施用を続けてきた。					珪カル(90kg/10a)の運用。		
	堆肥の増施による地力向上と窒素の減肥。					施肥量は中庸である。		
	燐燐(過石、燐燐)の増施。(基肥は表層施肥)							
育 苗 等	育 苗 方 法	ハウス育苗 箱マツト苗					ハウス育苗 箱マツト苗	
	苗 質	健 苗					健 苗	
	移 植	機械植					機械植	
管 理 等 の 特 徴		穂ばらみ期は昼間止水、深水かん水した。					畦畔の整備が不十分であるために、深水かんは十分に行えなかった。	
病 害 虫 防 除		いもち病、紋枯病等の防除は5回(巴まさり工藤橘は6回)実施した。病害虫の被害はない。					病害虫の防除回数は4回、穂いもちは1部に発生した。	
生 育 概 況	播 種 期	4月9日						
	移 植 期	5月20~25日					5月25日~27日	
	出 穂 期	マツマエ	巴まさり	工藤橘		マツマエ	巴まさり	工藤橘
収 量		8.12(△4)	8.15(△4)	8.17(△4)		8.14(△6)	8.17(△6)	8.19(△6)
	本 年	210kg	180kg	120kg		150kg	60kg	20kg
	平 年	570kg	540kg	570kg		540kg	480kg	510kg
農家の意欲及び特徴		優良農家は昭和40年に肉牛を導入して以来、堆肥の生産と施用に努めて、地力の向上を図っており、同時には場整備も実施してきた。稲作技術改善の意欲が高く、地区内ではその実績は高く評価されている。 被害を回避できなかった農家は、ほ場未整備で、十分な管理ができなかった。						
被害を回避軽減したと考えられる特徴		1. 堆肥の増施による地力の向上と化学肥料の減肥。 2. ほ場整備により水管理が適切に行うことができた。						

(岩崎 忠雄)

5. 要 約

過去の冷害年に収量、品質ともに平年作あるいはそれ以上の成績をあげた優良事例が記録されている。

昭和55～58年の冷害年（昭和57年は一部で障害型冷害）においても、各地域に数多くの優良事例がみられた。ここで共通的に言えることは、先づ水田の透排水改善、融雪促進に始まって、基準播種量またはうす播による健苗育成、計画的早植か適期移植、施肥基準の厳守特に基肥窒素量の減肥と分施、除草剤、農薬の適期散布、細心の注意をはらった水管理、適期刈取りとていねいな乾燥調整等の基本技術が忠実に励行されている。さらに地域の事情に対応する技術、すなわち、成苗ポット苗の積極的導入、偏東風に対する恒久的な防風林の造成と応急的処置として防風網の設置による冷害軽減の効果も見逃せない。

昭和55年から普及しはじめた防風網設置によって減風効果面積をみると、昭和56年は2100haであったが、昭和58年には5250ha（防風網の総延長875km）に普及し、収量及び品質低下の軽減に果たした役割の大きいことが、今回の優良事例調査においても明らかにされている。

以上のように不良気象条以下にあっても、今回の数多くの優良事例は、今後の北海道稲作模範であり、また励みともなる。昭和58年で21回を終えた北海道麦改良協会が主催する「北海道優良米共励会」に出陣された成績を表V-10に示してこの頃のまとめとする。

表V-10 優良米生産共励会の収量、1等米比率

区分	項 目	年 次			
		昭55	56	57	58
全 国	収 量 (kg / 10 a)	412	453	458	459
	作 況 指 数	87	96	96	96
	1等米比率 (%)	64	61	65	65
北 海 道	収 量 (kg / 10 a)	385	413	501	355
	作 況 指 数	81	87	105	74
	1等米比率 (%)	7	3	22	3
優 良 米 生 産 共 励 会	出 陳 数 (戸)	50	80	66	32
	出陳対象面積 (ha)	212	352	290	137
	収 量 (kg / 10 a)	460	460	500	390
	1等米比率 (%)	79	67	96	67

- 注) 1. 優良米生産共励会推せん調査によりまとめた。
2. 優良米生産共励会収量、1等米比率は出陳者の単純平均である。

(男沢 良吉)

VI 今後の技術的対策と試験研究課題

1. 技術対策

(1) 地力増強と土壌管理

北海道の水田の80%は排水不良といわれている上に、最近の水田作土層は全般に泥状化の傾向にあり、排水不良な強粘質水田では土壌還元の発達も著しい。したがって水稻の根圏域の理化学性を良くするため、乾田化を促進することが急務である。

具体的には、作土深を15～20cmを目標にプラウ耕を行ない、暗渠排水、心土破碎、田面の溝切りによる一時的表面水の排除等の手段を、排水不良要因に応じてとり入れ、同時に有機物、土壌改良剤の適量施用によって生産力を増強することが第一であろう。

(2) 適品種の選定

品種の熟期、耐冷性、収量、品質等の特性を十分に理解した上で品種を選ぶ。

(3) 適正な施肥量

天候の良かった年の多肥多収の経験から、全般に道施肥標準量より多く施用され、低温年になると窒素の動き方がずれるため、生育遅延を助長し、登熟不良による品質低下を招くので、標準量は是非守らなければならない。また初期生育を促進させる表層施肥、側条施肥を積極的にとり入れるべきであろう。

(4) 水、地温を上げる水管理

初期生育促進、有効茎の早期確保のため、早朝灌水、晴天の日中は浅水にする等により水温、地温の上昇をはかる。極短な低温や強風に対しては深水にして稲を保護する等のキメ細かい水管理が必要である。

(5) 除草剤の適正施用

使用基準を守り特に稲の生育をよく観察し、適期散布に努める

(6) 病害虫防除

病害虫の発生状況にマッチした適期防除をさらに徹底させなければならない。

2. 試験研究課題

(1) 高度耐冷性良質品種の早期開発

(2) 低温障害機構の解明

(3) 異常低温下の生育診断と対応技術確立

(4) 低温条件下における登熟性向上技術の開発

(5) 低コスト安定多収技術の組立実証

(男沢良吉)

既刊「北海道立農業試験場資料」一覧

- 第7号 昭和51年北海道水稻冷害要因の技術解析
北海道立中央農業試験場（昭和52年8月）
- 第8号 北海道農用地の土壌成分
北海道立中央農業試験場（昭和52年12月）
- 第9号 農作物優良品種の解説
北海道立中央農業試験場（昭和54年3月）
- 第10号 北海道の農牧地土壌分類第2次案、北海道土壌分類委員会編
北海道立中央農業試験場（昭和54年7月）
- 第11号 北海道の有機性廃棄物の性状と化学成分
北海道立中央農業試験場（昭和55年3月）
- 第12号 「昭和56年8月豪雨」の農作物被害解析
北海道立中央農業試験場（昭和57年2月）
- 第13号 タイズわい化病低抗性品種の探索
北海道立中央農業試験場（昭和57年7月）
- 第14号 北海道農業の現状と将来—試験研究からの展望—
北海道立中央農業試験場（昭和57年9月）
- 第15号 北海道における水稻、小麦の良質品種早期開発
北海道立中央農業試験場（昭和57年12月）
- 第16号 分析成績集（第2編）
北海道立中央農業試験場（昭和59年3月）

北海道立農業試験場資料 第17号

昭和55年から58年の4年連続異常気象と 水稻生育の技術解析

男 沢 良 吉 編

昭和60年3月30日 発行

発行者 北海道立中央農業試験場

069-13 北海道夕張郡長沼町

印刷所 正文舎印刷株式会社

札幌市白石区菊水2条1丁目

TEL (0) 811-7151
