

IV 水稻生育に関する技術解析

1 中央農試

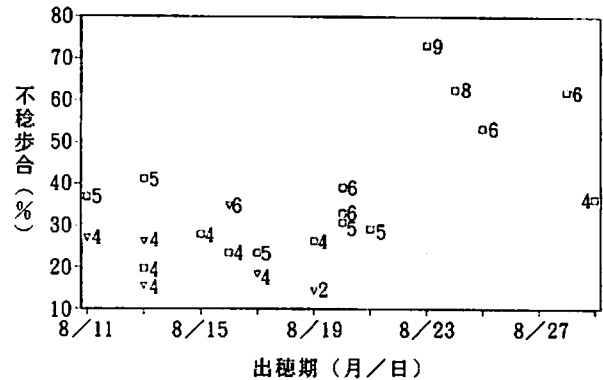
(1) 奨励品種決定基本調査の生育

品種の耐冷性の差が収量にどのようにかかわっているかを調べるため、稲作部でおこなっている水稻奨励品種決定基本調査をとりあげ解析を行った。平成4年並びに平成5年の2年間に共通に供試された粳・糯を含む22品種系統を取り上げた。(以後系統は全て品種と同等に扱う。)

品種別の出穂期と不稔歩合の関係を図IV-1に示す。5年は8月22日以降に出穂した晩生種に著しい不稔が発生した。図IV-2には5年の出穂期と玄米収量の関係を示した。この図から8月22日を堺にしてこの日以降に出穂した品種の収量が極端に低下していることが解る。図IV-1からは8月29日出穂した「渡育233号」が晩生種の中では、きわだって不稔歩合が低いことが解る。しかし8月29日の出穂期では登熟気温は、わずかに631℃であり、成熟期に達することは出来なかった。この品種の屑米歩合は36.4%と5年供試品種中最も高く、玄米中の整粒はわずか20.5%であった。5年の玄米検査等級で3等以内に入るためには少なくとも8月21日以前に出穂する必要があった。この時点での登熟気温は709℃であった。

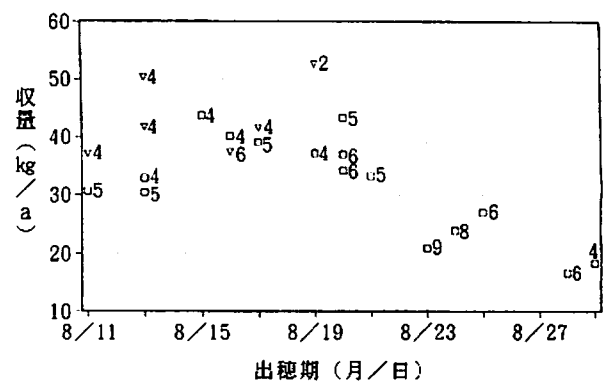
図IV-2から出穂期と玄米収量の回帰式を概算すると $y = -2.0 \times x + 71$ となる。yはアール当たり玄米収量(kg/a)であり、xは8月1日を1とした暦日である。この式より出穂が1日遅れることにより収量は2kg低下することが解る。平成5年に18日に出穂した品種と仮定すると5年の22品種の平均出穂期である8月18日から本年の平均の出穂期の遅れ14日を引くと8月4日が出穂期であったと考えられる。この場合回帰式から求めた収量は63kgとなる。この値は作況平年収量よりやや高いがこれは現在の品種が作況供試品種より多収であるとも考えられる。14日の遅れによる減収は $2 \text{ kg} \times 14 \text{ 日} = 28 \text{ kg}$ と計算される。これを63kgで割ると0.44となり遅延による平年収量からの減収割合は実に44%にもなったと考えられる。

次に不稔歩合がどの程度収量に影響したかを考えて見よう。玄米収量と不稔歩合との関係を図IV-3に示した。この図からの回帰式は $y = -0.17 \times x + 51.7$ となる。yは前と同じアール当たり玄米収量(kg)でありxは%で



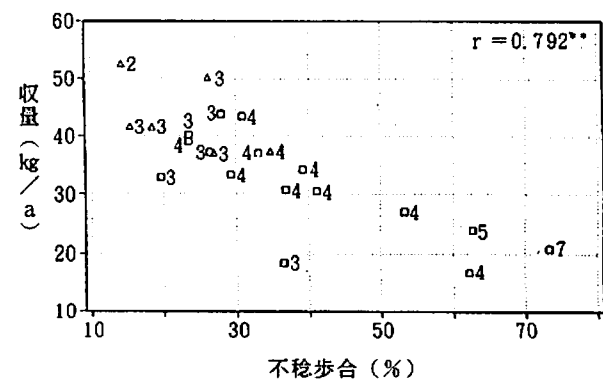
図IV-1 出穂期と不稔歩合の関係
(稲作部・奨決・1993)

□粳 △糯、図中の数字は耐冷性程度、2：極強～9：やや弱



図IV-2 出穂期と収量との関係
(稲作部・奨決・1993)

□粳 △糯、図中の数字は耐冷性程度、2：極強～9：やや弱



図IV-3 収量と不稔歩合の関係
(稲作部・奨決・1993)

□粳 △糯、図中の数字は耐冷性程度、2：極強～9：やや弱

表した不稔歩合である。この式から不稔歩合が 1 % 高くなれば収量は 0.17kg 下がることが解る。平成 5 年の平均不稔歩合は 34.4 % であったが、いま仮に不稔歩合だけが平年並みの 10 % であったと仮定し $x = 10$ をこの式に代入すると玄米収量は 50.0kg/a となる。平年との不稔歩合の差は $34.4 - 10 = 24.4$ で同式から $24.4 \times 0.17 = 4.15$ kg 減収したと考えられる。比率になおすと $4.15 \div 50.0 = 0.083$ となり 8 % 強減収したと推定される。

品種の耐冷性と不稔歩合等との関係を表Ⅳ－1 に示した。粳品種では強グループとやや強グループの不稔の差は約 17 %、やや強グループと中グループの不稔の差は約 16 % あり、それぞれの玄米重の差はいずれも 6.3kg/a と 4.8kg/a であった。このことより耐冷性程度を 1 ランク上げることにより玄米重は 5 kg/a アップすることが解る。これを平年対比になおすと約 10 % アップになる。

品種の出穂早晩と不稔歩合などの関係を表Ⅳ－2 に示

した。早生・中生に比べ晩生の出穂期は 8 月 26 日と遅く不稔歩合は 60 % 近かった。今回検討した品種中糯は 6 品種で全体の 1 / 3 弱を占める。粳品種と糯品種の平均出穂期は糯品種の方が約 3 日早い。更に耐冷性程度も粳品種の平均はやや強なのにたいし糯品種の平均は強である。現在北見農試では北育糯 88 号という耐冷性が極強の材料を持っている。この品種は平成 5 年標肥区で 8 月 19 日に出穂した。不稔歩合は表Ⅳ－1 に示したように 14.3 % と全品種中最も低いものであった。また玄米収量は 52.6 kg/a とこれも全品種中トップの収量であった。このことは、耐冷性極強の早生品種であれば平成 5 年のような気象条件のもとでもほぼ平年並の収量を確保出来ることを示している。

次に玄米収量と重要な関係があると思われる 20 の形質について検討し表Ⅳ－3 にこれら形質相互間の単相関係数の一部を示した。平成 5 年の出穂の遅れは近年の代表

表Ⅳ－1 耐冷性程度別不稔歩合並びに玄米収量（稲作部 1993）

耐冷性程度	粳				糯			
	品種数 (点)	出穂期 (月. 日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)	品種数 (点)	出穂期 (月. 日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)
極強					1	8.19	14.3	52.6
強	10	8.17	29.6	35.0	4	8.16	21.8	42.7
やや強	4	8.23	47.0	28.7	1	8.17	34.8	37.4
中	1	8.24	62.7	23.9				
やや弱	1	8.13	73.3	20.9				

表Ⅳ－2 出穂早晩別不稔歩合と玄米収量（稲作部 1993）

出穂早晩	粳				糯			
	品種数 (点)	出穂期 (月. 日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)	品種数 (点)	出穂期 (月. 日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)
早生	5	8.15	30.3	35.5	5	8.17	22.0	42.1
中生	6	8.18	30.0	37.3	1	8.15	26.2	50.3
晩生	5	8.26	57.6	21.4				

表Ⅳ－3 収量関連形質の単相関係表

形 質	1	7	11	12	18	20
1 出穂期（8 月 日）		-0.951	0.602	0.409	-0.650	-0.618
7 登熟気温（℃）			-0.598	-0.344	0.804	0.721
11 不稔歩合（%）				0.875	-0.272	-0.792
12 耐冷性程度（1～9）					0.001	-0.643
18 初摺歩合（%）						0.662
20 玄米重（kg/a）						

データの組数 N=22
 $r = 0.423$ （5 % 水準）
 $r = 0.537$ （1 % 水準）

表Ⅳ-4 重回帰分析による玄米収量

	説明変数	偏回帰係数	標準誤差	T-値
5 変数の時	定数	-89.9790		
	出穂期	0.8605	0.7033	1.223
	登熟気温	0.0792	0.1395	0.568
	不稔歩合	-0.2055	0.1409	-1.459
	耐冷性程度	-2.6696	1.2780	-2.089
	初摺歩合	0.9305	0.2956	3.148
	重回帰係数	0.9447		
	寄与率	0.8924		
3 変数の時	定数	35.9603		
	登熟気温	-0.8608	0.0552	-1.560
	不稔歩合	-0.4711	0.0734	-6.421
	初摺歩合	1.0353	0.2453	4.222
	重回帰係数	0.9273		
	寄与率	0.8598		

的遅延型冷害年であった昭和58年とほぼ同程度の14日であった。平成5年と平成4年の出穂期を暦日のまま相関をとると0.936と非常に高い値を示すが、平成5年の出穂期から平成4年の出穂期をひいた出穂期の差(単位日)と平成5年の出穂期との相関係数は0.674と先の値より幾分低い値となる。これは全ての品種がかならずしも同程度遅れたことを示す物でなく、出穂遅延に品種差があるためと考えられる。「ゆきひかり」は年次間の差は約3日と小さく、「上育393号」「ほのか224」などは10日の差があった。この年次間の差と平成5年の出穂期の多肥と標肥間の差の間には、負の高い相関が認められ年次間の差の大きいものは、施肥間の差は小さかった。この表から玄米重との単相関では不稔歩合が最も高く、また、不稔歩合と耐冷性程度の間にも高い相関が見られ、耐冷性の重要性が示された。なお、耐冷性が強にランクされるものでも出穂が8月下旬になると受精した初も完全に登熟することが出来ず発育停止の屑米となるため外見上不稔が多い場合もみられた。登熟気温と初摺歩合の間に高い相関が見られたがこれは平成5年の出穂期が8月下旬で屑米が多かったためと思われる。

以上玄米収量とかかわりの深い出穂期、遅延性、不稔等を単相関の面から考察したが、次にこれらの特性を組合せ、変数増加法による重回帰分析を行い結果を表Ⅳ-4に示した。精初重は玄米収量との相関係数が0.976(N=22)と高く玄米重と精初重はほぼ同じものと考え説明変数の中には入れなかった。説明変数を5個まで取り入れた時の順番を示すと次のようである。No.1 不稔歩合、No.2 初摺歩合、No.3 全重、No.4 耐冷性程度、No.5 出穂期

であった。またNo.1の不稔歩合が取り入れられているのに係わらずNo.4の耐冷性程度が取り入れられたのは出穂期が異なれば耐冷性程度が同じでも不稔歩合が大きく異なるためと思われる。表Ⅳ-4にこれらの値を示す。

この結果より平成5年の玄米収量を説明するには不稔歩合、初摺歩合、全重の3特性によりほぼ86%までが説明出来る。

なお、奨励品種決定基本調査において、新配布系統の良質・良食味で耐冷性の強い空育150号、上育418号、渡育235号、北育糯88号については、不稔発生が比較的少なく、収量の高い結果が得られており今後期待される。

(本間 昭)

(2) 奨励品種決定現地調査の生育

中央農試担当地域(空知、石狩、後志、胆振、日高支庁管内：以下支庁省略)の奨励品種決定現地試験(正規試験地：22ヶ所、準試験地：10ヶ所)の成績に基づいて、不稔歩合、出穂期、玄米重の地域間差、品種間差、施肥量間差および相互の関係について検討した。解析に用いた品種は「きらら397」「ゆきひかり」および「空育125号」である。

1) 地域間差

「空育125号」「ゆきひかり」および「きらら397」の3品種が共通に供試されている32の試験地の不稔歩合、出穂期および玄米重を表Ⅳ-5、表Ⅳ-6に示した。3品種の地域平均で検討すると、不稔歩合の値は日高 $\geq$ 後志 $\geq$ 胆振 $>$ 石狩 $\geq$ 空知南部 $>$ 空知中北部の順で南に行くほど高く、現地試験地間の差は15%から収穫皆無の99%までと大きかった。

出穂期は日高 $\geq$ 胆振 $>$ 後志 $\geq$ 石狩 $>$ 空知南部 $>$ 空知中北部の順で南になるほど遅れ、その差は8月3日から24日までと20日間を越えていた。

玄米重は空知中北部 $>$ 空知南部 $\geq$ 石狩 $>$ 胆振 $\geq$ 後志 $\geq$ 日高の順で南ほど少なく、その差は47.6kg/aから0.3kg/aまでと非常に大きかった。

2) 品種間差

「空育125号」「ゆきひかり」および「きらら397」の品種間差について検討した(表Ⅳ-5、6)。不稔歩合は地域全体の平均では標肥、多肥とも「きらら397」 $>$ 「空育125号」 $>$ 「ゆきひかり」の順で、その差はそれぞれ5%程度であった。この順番はいずれの地域でも同じ傾向を示したが、地域によりその差は異なり空知中北部、後志、胆振、日高で小さく、空知南部、石狩で大きかった。これは空知南部、石狩地域における不稔歩合が50%程度であったためと思われる。

表IV-5 奨励品種決定現地試験における不稔歩合、出穂期および玄米重（標肥区 1993）
（中央農試担当管内）

地域	市町村名	不稔歩合（％）				出穂期（月、日）				玄米重（kg/10a）			
		空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均	空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均	空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均
空知支庁中北部	沼田町	31.0	21.0	36.0	29.3	8.07	8.07	8.13	8.09	34.6	43.0	41.0	39.5
	深川市	15.0	17.0	13.0	15.0	8.01	8.02	8.06	8.03	44.5	50.4	47.8	47.6
	妹背牛町	35.0	30.0	49.0	38.0	8.03	8.06	8.09	8.06	39.1	46.6	35.3	40.3
	芦別市	46.0	26.0	24.0	32.0	8.07	8.07	8.08	8.07	27.4	39.3	33.5	33.4
	新十津川町	26.0	24.0	34.0	28.0	8.03	8.05	8.09	8.06	50.3	47.8	46.4	48.2
	雨竜町	36.0	31.0	37.0	34.7	8.05	8.09	8.12	8.09	34.5	40.7	37.9	37.7
	滝川市	15.0	23.0	24.0	20.7	8.03	8.06	8.09	8.06	33.3	44.9	40.9	39.7
	奈井江町	26.0	27.0	26.0	26.3	8.02	8.07	8.09	8.06	35.9	44.3	37.6	39.3
	地域平均	28.8	24.9	30.4	28.0	3.9	6.1	9.4	6.5	37.5	44.6	40.1	40.7
空知支庁南部	美唄市	24.0	18.0	27.0	23.0	8.12	8.13	8.13	8.13	31.7	42.8	32.2	35.6
	栗沢町	49.0	39.0	61.0	49.7	8.15	8.17	8.19	8.17	24.4	33.6	17.7	25.2
	長沼町	38.0	40.0	54.0	44.0	8.09	8.13	8.18	8.13	16.3	19.7	15.8	17.3
	栗山（南）	87.0	87.0	97.0	90.3	8.11	8.13	8.18	8.14	5.8	8.5	1.8	5.4
	岩見沢市	41.0	31.0	48.0	40.0	8.05	8.08	8.13	8.09	20.5	27.1	25.6	24.4
	南幌町	51.0	33.0	55.0	46.3	8.07	8.11	8.15	8.11	33.4	36.9	30.5	33.6
	地域平均	48.3	41.3	57.0	48.9	9.8	12.5	16.0	12.8	22.0	28.1	20.6	23.6
石狩支庁	当別町	40.0	35.0	41.0	38.7	8.08	8.13	8.14	8.12	16.7	23.0	15.1	18.3
	石狩町	62.0	53.0	71.0	62.0	8.17	8.18	8.18	8.18	15.3	24.4	14.4	18.0
	恵庭市	57.0	60.0	79.0	65.3	8.12	8.14	8.18	8.15	17.8	21.4	11.9	17.0
	江別市	30.0	36.0	53.0	39.7	8.14	8.17	8.18	8.16	28.8	35.6	24.9	29.8
	江別（野幌）	70.0	63.0	84.0	72.3	8.15	8.18	8.19	8.17	14.1	20.1	8.5	14.2
	新篠津村	56.0	44.0	70.0	56.7	8.09	8.14	8.15	8.13	28.9	30.8	19.3	26.3
	地域平均	52.5	48.5	66.3	55.8	12.5	15.7	17.0	15.1	20.3	25.9	15.7	20.6
後志支庁	仁木町	70.0	63.0	80.0	71.0	8.06	8.10	8.13	8.10	8.8	12.1	8.2	9.7
	共和町	57.0	64.0	62.0	61.0	8.10	8.13	8.14	8.12	14.6	22.0	17.6	18.1
	俱知安町	98.0	99.0	99.0	98.7	8.23	8.26	8.21	8.23	0.3	0.4	0.2	0.3
	蘭越町	89.0	87.0	99.0	91.7	8.14	8.18	8.20	8.17	5.6	4.9	1.1	3.9
	地域平均	78.5	78.3	85.0	80.6	13.3	16.8	17.0	15.7	7.3	9.9	6.8	8.0
胆振支庁	鶴川町	78.0	52.0	77.0	69.0	8.18	8.21	8.25	8.21	12.8	22.5	15.3	16.9
	厚真町	77.0	74.0	67.0	72.7	8.17	8.21	8.23	8.20	3.3	9.9	5.2	6.1
	伊達市	83.0	85.0	85.0	84.3	8.18	8.22	8.23	8.21	2.8	5.1	5.1	4.3
	穂別町	82.0	82.0	93.0	85.7	8.15	8.19	8.24	8.19	12.2	14.9	5.0	10.7
	地域平均	80.0	73.3	80.5	77.9	17.0	20.8	23.8	20.5	7.8	13.1	7.7	9.5
日高支庁	平取町	78.0	64.0	85.0	75.7	8.18	8.23	8.23	8.21	11.3	19.7	14.2	15.1
	静内町	78.0	64.0	85.0	75.7	8.21	8.23	8.22	8.22	2.6	6.8	4.7	4.7
	三石町	97.0	89.0	89.0	91.7	8.19	8.24	8.24	8.22	1.0	1.5	1.4	1.3
	門別町	92.6	81.1	81.2	85.0	8.21	8.25	8.25	8.24	3.1	7.0	5.7	5.3
	地域平均	86.4	74.5	85.1	82.0	19.8	23.8	23.5	22.3	4.5	8.8	6.5	6.6
	地域全平均	56.7	51.3	62.0	56.7	11.4	14.5	16.6	14.2	19.7	25.2	19.4	21.5

注）地域平均および地域全平均の欄の出穂期は8月〇日の日を示した。標肥区。

表Ⅳ-6 奨励品種決定現地試験における不稔歩合、出穂期および玄米重 (多肥区 1993)
(中央農試担当管内)

地域	市町村名	不稔歩合 (%)				出穂期 (月、日)				玄米重 (kg/10a)			
		空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均	空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均	空育 125号	ゆき ひかり	きらら 397	3品種 平均
	沼田町	26.0	35.0	35.0	32.0	8.07	8.08	8.13	8.09	39.7	42.9	41.7	41.4
	深川市	16.0	33.0	18.0	22.3	7.31	8.01	8.07	8.03	54.3	53.6	59.0	55.6
	妹背牛町	49.0	36.0	57.0	47.3	8.04	8.07	8.09	8.07	38.5	42.8	37.1	39.5
	芦別市	36.0	22.0	48.0	35.3	8.05	8.06	8.07	8.06	40.1	51.6	39.5	43.7
	新十津川町	27.0	21.0	22.0	23.3	8.03	8.06	8.09	8.06	44.5	45.9	45.4	45.3
	雨竜町	39.0	34.0	40.0	37.7	8.07	8.10	8.12	8.10	33.1	37.2	34.4	34.9
	滝川市	14.0	10.0	28.0	17.3	8.02	8.03	8.07	8.04	47.7	50.1	47.0	48.3
※	長沼町	53.0	43.0	65.0	53.7	8.10	8.13	8.19	8.14	19.6	16.5	14.1	16.7
	石狩町	69.0	67.0	78.0	71.3	8.16	8.21	8.18	8.18	17.5	36.7	6.1	20.1
	恵庭市	56.0	52.0	68.0	58.7	8.11	8.12	8.14	8.12	21.0	27.7	16.7	21.8
	江別市	40.0	43.0	37.0	40.0	8.14	8.18	8.19	8.17	24.1	28.6	22.6	25.1
	蘭越町	95.0	94.0	100.0	96.3	8.16	8.19	8.20	8.18	3.4	2.4	0.3	2.0
	鶴川町	89.0	65.0	95.0	83.0	8.18	8.24	8.26	8.23	11.2	20.8	13.3	15.1
	厚真町	83.0	67.0	76.0	75.3	8.18	8.23	8.24	8.22	3.6	9.5	4.0	5.7
	平取町	90.0	87.0	89.0	88.7	8.21	8.24	8.25	8.23	10.0	14.6	9.8	11.5
	三石町	91.0	81.0	81.0	84.3	8.20	8.24	8.25	8.23	2.6	2.5	2.0	2.4
	地域全平均	54.6	49.4	58.6	54.2	10.8	13.7	15.9	13.5	25.7	30.2	24.6	26.8
	標肥区平均	50.6	45.4	55.7	50.6	10.4	13.2	15.8	13.1	23.5	29.5	24.2	25.7

注1) 地域全平均の欄の出穂期は8月〇日の日を示した。

2) 標肥区平均は多肥区と同一市町村を抽出して計算した数値。

3) ※地域名は表Ⅳ-5を参照。

出穂期は地域全体の平均では標肥、多肥とも「空育125号」は「ゆきひかり」より3日早く、「ゆきひかり」は「きらら397」より2日早かった。しかし、日高では「ゆきひかり」と「きらら397」は同程度であり、倶知安町では「空育125号」と「ゆきひかり」は「きらら397」より2～5日遅れた。

玄米重は地域全体の平均では標肥、多肥とも「空育125号」と「きらら397」は同程度で、「ゆきひかり」に比べ約5kg/a(20%)低収であった。「ゆきひかり」はいずれの試験地においても最も多収を示した。

3) 施肥量間差

標肥と多肥の差をみるため施肥量が2水準ある16試験地について検討した。表Ⅳ-6に16試験地の標肥区平均も示した。これによると不稔歩合は全体の平均では「空育125号」と「ゆきひかり」は多肥により4%、「きらら397」は3%増加した。4試験地で標肥区に比べ多肥区の不稔歩合が少なかったが、これは試験地の特殊性によるもので、例えば恵庭市では防風林の側に多肥区が設定されていたためと思われる。

出穂期は全体の平均では「空育125号」と「ゆきひか

り」は標肥区に比べ多肥で0.4～0.5日ほど遅れたが、「きらら397」はほぼ同程度であり、施肥量による差は小さかった。ただし、出穂の大幅に遅れた後志、胆振、日高では3品種平均でみると多肥区が1～2日遅れた。

玄米重は全体の平均では「空育125号」が多肥でやや多収であったが、「ゆきひかり」および「きらら397」では施肥量間差は極く小さかった。

4) 不稔歩合、出穂期、玄米重相互の関係

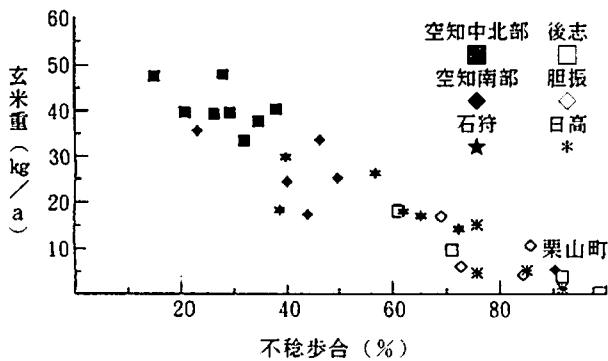
表Ⅳ-5、表Ⅳ-6の成績に基づき、不稔歩合、出穂期および玄米重相互の関係を示す回帰式および相関係数を品種別および3品種平均について表Ⅳ-7に示した。

不稔歩合と玄米重の関係については、3品種とも負の関係が密接であり、玄米重は不稔歩合に大きく左右されていたといえる。また、「空育125号」と「きらら397」は多肥区の回帰係数は標肥区に比べ大きな値を示し、多肥で不稔歩合の増加による減収程度が大きかった。図Ⅳ-4に各試験地標肥区の3品種の平均値を用いて両者の関係を示した。地域間差が明確に認められ大きく3ブロックに分けられる。空知中北部の各試験地(第1ブロックとする)は不稔歩合40%以下、玄米重30kg/a以上で

表Ⅳ－7 奨励品種決定現地試験における不稔歩合、玄米重および出穂期相互の関係（1993）
（中央農試担当管内）

相互関係	施肥水準		3品種平均	空育125号	ゆきひかり	きらら397
不稔歩合	標肥	回帰式	$y = -0.55x + 52.7$	$y = -0.49x + 47.8$	$y = -0.58x + 55.2$	$y = -0.53x + 52.5$
(x)	(n=32)	相関係数	$r = -0.935$	$r = -0.897$	$r = -0.939$	$r = -0.920$
玄米重	多肥	回帰式	$y = -0.62x + 60.6$	$y = -0.58x + 57.1$	$y = -0.61x + 60.1$	$y = -0.64x + 61.8$
(y)	(n=16)	相関係数	$r = -0.932$	$r = -0.951$	$r = -0.868$	$r = -0.905$
出穂期	標肥	回帰式	$y = 3.44x + 8.1$	$y = 3.26x + 19.6$	$y = 2.98x + 8.2$	$y = 3.80x - 0.85$
(x)	(n=32)	相関係数	$r = 0.834$	$r = 0.809$	$r = 0.798$	$r = 0.834$
不稔歩合	多肥	回帰式	$y = 3.23x + 10.8$	$y = 3.73x + 14.4$	$y = 2.68x + 12.7$	$y = 3.09x + 9.6$
(y)	(n=16)	相関係数	$r = 0.898$	$r = 0.916$	$r = 0.873$	$r = 0.810$
出穂期	標肥	回帰式	$y = -2.05x + 50.4$	$y = -1.79x + 40.1$	$y = -1.90x + 52.7$	$y = -2.22x + 56.3$
(x)	(n=32)	相関係数	$r = -0.841$	$r = -0.807$	$r = -0.818$	$r = -0.843$
玄米重	多肥	回帰式	$y = -2.24x + 57.0$	$y = -2.35x + 51.0$	$y = -1.82x + 55.1$	$y = -2.37x + 62.2$
(y)	(n=16)	相関係数	$r = -0.930$	$r = -0.955$	$r = -0.849$	$r = -0.884$

注）回帰式、相関係数いずれも1%水準で有意。

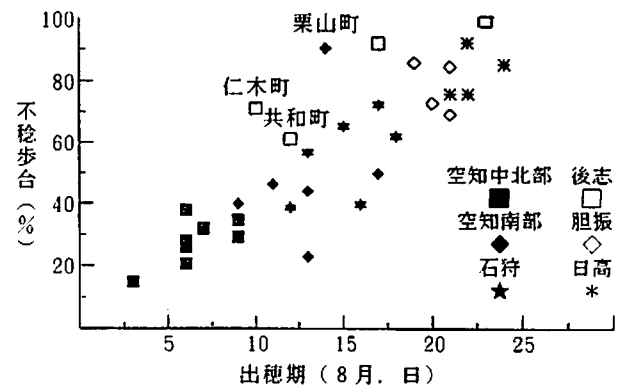


図Ⅳ－4 不稔歩合と玄米重との関係（稲作部、1993）

注）表Ⅳ－5、空育125号、ゆきひかり、きらら397の3品種の中央部の地域平均。

あった。空知南部と石狩の試験地（第2ブロック）は変異が大きい、ほぼ第1ブロックと第3ブロックの間に位置した。しかし、栗山町だけは極端に不稔歩合が高く低収であった。後志、胆振、日高の試験地（第3ブロック）は不稔歩合40%以上、玄米重20kg/a以下であった。

出穂期と不稔歩合の関係については3品種とも、正の関係が密接であり、出穂が遅れるほど不稔歩合が高まった（表Ⅳ－7）。また、「きらら397」の回帰係数は「ゆきひかり」のそれより大きく、8月10日前後の出穂期では両品種の不稔歩合の差は僅少であるが、出穂期が遅れるに従い「きらら397」の不稔歩合が「ゆきひかり」のそれを上回った。図Ⅳ－5に各試験地標肥区の3品種の平均値を用いて両者の関係を示した。ここでも地域間差は明確であった。第1ブロックの出穂期は8月10日以前であり、不稔歩合は40%以下である。第2ブロックの出穂期と不稔歩合はほぼ第1と第3ブロックの間に位置した。栗山町の出穂期は14日と比較的早いにもか

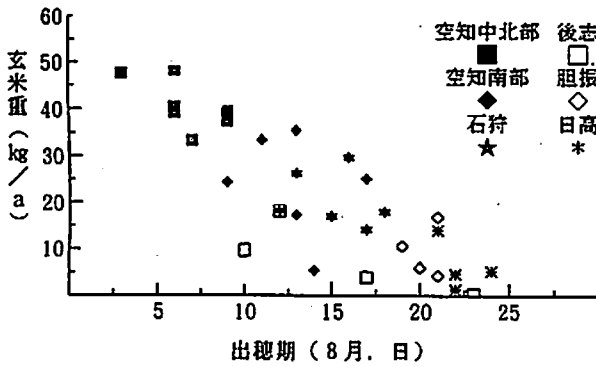


図Ⅳ－5 出穂期と不稔歩合との関係（稲作部、1993）

注）図Ⅳ－4を参照。

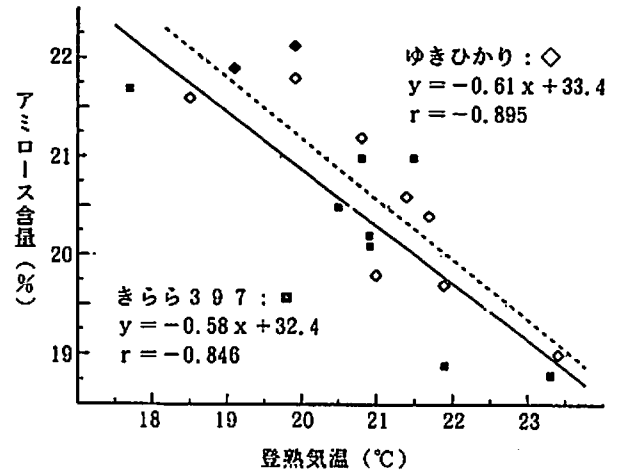
わらず不稔歩合は90%と高かった。第3ブロックでは仁木町、共和町が出穂期10～12日と早く不稔も60～70%と比較的低いほうであったが、他の試験地は17日以降の出穂期であり不稔歩合も70～100%であった。

出穂期と玄米重は3品種とも負の関係が密接であり、出穂が遅れるほど玄米重は低下した（表Ⅳ－7）。回帰係数をみると「きらら397」は「ゆきひかり」に比べ出穂が遅れるほど玄米重の低下割合が大きい、それは同様に不稔歩合の増加割合が大きいと思われる。図Ⅳ－6に各試験地標肥区の3品種の平均値を用いて両者の関係を示した。地域間差は明確で、第1ブロック、第2ブロック、第3ブロックの順に出穂が遅れ、低収になっている。第2ブロックの栗山町は出穂期は14日であったが、不稔歩合が高かったため低収であった。第3ブロックの仁木町と共和町は出穂が比較早かったが、不稔歩合が高いため低収であった。



図IV-6 出穂期と玄米重との関係
(稲作部、1993)

注) 図IV-4を参照。



図IV-7 登熟気温とアミロース含量の関係 (稲作部)

注) 表IV-8。稲作部奨励調査 (1983~1993)

(3) 理化学的特性

中央農試奨励品種決定試験に供試した「ゆきひかり」と「きらら397」のアミロース含量と蛋白含量を表IV-8に示した。1993年の「ゆきひかり」の登熟気温は過去11年間では1983年に次いで低かったが、アミロース含量は高い方から4番目であった。1993年の「ゆきひかり」の蛋白含量は最も高かったためアミロースと蛋白の影響度を加味した食味指標値であるAPS₁ (Amylose Protein Score) は1983年に次ぐ低い値となった。1993年の「きらら397」は過去9年間で最も登熟気温が低く、アミロース含量は1992年に次いで高く、蛋白含量は最も高かったためAPS₁は最低であった。つまり、1985年以降の中央農試奨励品種決定試験産米はAPS₁から判断すると、「ゆきひかり」「きらら397」両品種とも

1993年産が最も食味が劣ったといえる。

表IV-8の成績から「ゆきひかり」と「きらら397」が共通に供試された1985年以降の9年間について両品種の登熟気温とアミロース含量の関係を図IV-7に示した。アミロース含量は登熟気温が2℃変動すると約1%変動するといわれるが、ここでも同様の関係が認められた。両品種の回帰係数はわずかに異なるが登熟気温が17~24℃の範囲内ではほぼ平行的な関係にあり、「きらら397」の回帰直線は「ゆきひかり」のそれより下にある。つまり、同一登熟気温で比較すると「きらら397」のほうが約0.3%低アミロースである。両品種とも蛋白含量と登熟気温とは明確な関係は得られなかったが、APS₁と登熟気温との関係は正の密接な関係が得られた。

表IV-8 「ゆきひかり」「きらら397」の登熟気温と米の理化学的特性

年度	ゆきひかり					きらら397				
	出穂期 (月・日)	登熟気温 (℃)	アミロース (%)	蛋白 (%)	APS ₁	出穂期 (月・日)	登熟気温 (℃)	アミロース (%)	蛋白 (%)	APS ₁
1983	8.21	17.9	24.9	8.3	6.9	—	—	—	—	—
1984	7.26	23.4	17.3	8.0	66.3	—	—	—	—	—
1985	8.07	21.9	19.7	7.3	53.9	8.07	21.9	18.9	8.2	52.7
1986	8.15	19.9	21.8	7.1	39.7	8.12	20.5	20.5	7.8	43.9
1987	8.07	20.8	21.2	8.6	32.2	8.06	20.9	20.2	8.8	38.1
1988	8.10	21.0	19.8	8.2	45.9	8.11	20.9	20.1	7.9	46.0
1989	8.10	21.7	20.4	8.3	40.6	8.11	21.5	21.0	8.5	34.5
1990	7.31	23.4	19.0	8.0	53.5	8.02	23.3	18.8	8.2	53.4
1991	7.30	21.4	20.6	7.9	42.3	8.03	20.8	21.0	8.0	38.5
1992	8.12	19.1	21.9	8.6	27.0	8.12	19.1	21.9	8.1	31.0
1993	8.15	18.5	21.6	8.9	26.8	8.20	17.7	21.7	9.0	25.3

注) APS₁ = AS × 0.6 + PS × 0.4

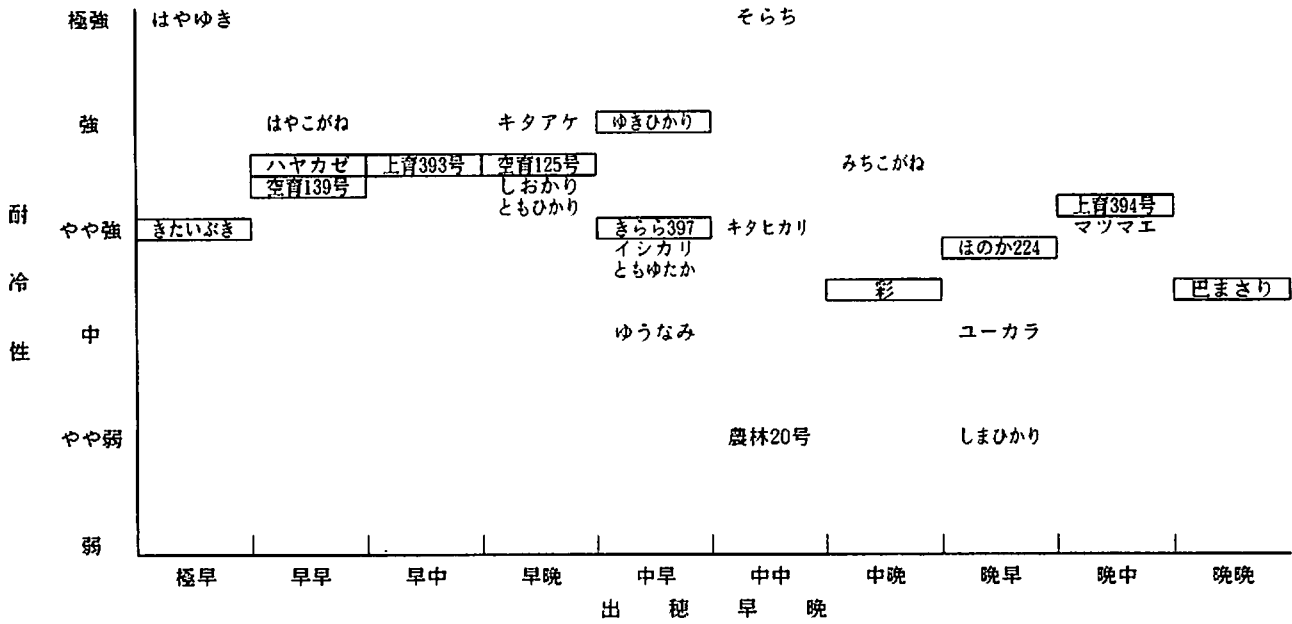
AS = (24 - アミロース含量) × (100/8)、PS = (10 - 蛋白含量) × (100/5)

(4) 水稻主要品種の耐冷性・熟期・食味の関係

1) 耐冷性と出穂早晚の品種についての関係を図Ⅳ－8に示した。晩生種ほど耐冷性の劣る傾向にある。早生種は気象条件の厳しい地域に作付けされることや、冷害危険期に冷温にさらされる頻度が高いため、必然的に耐冷性の強い品種が求められる。しかし、最近の冷害の様相は、晩生種作付け地帯の渡島・檜山南部や、中生種作付け地帯の空知南部、石狩南部、日高、胆振、後志管内においても被害をうけている。したがって、今後は中～

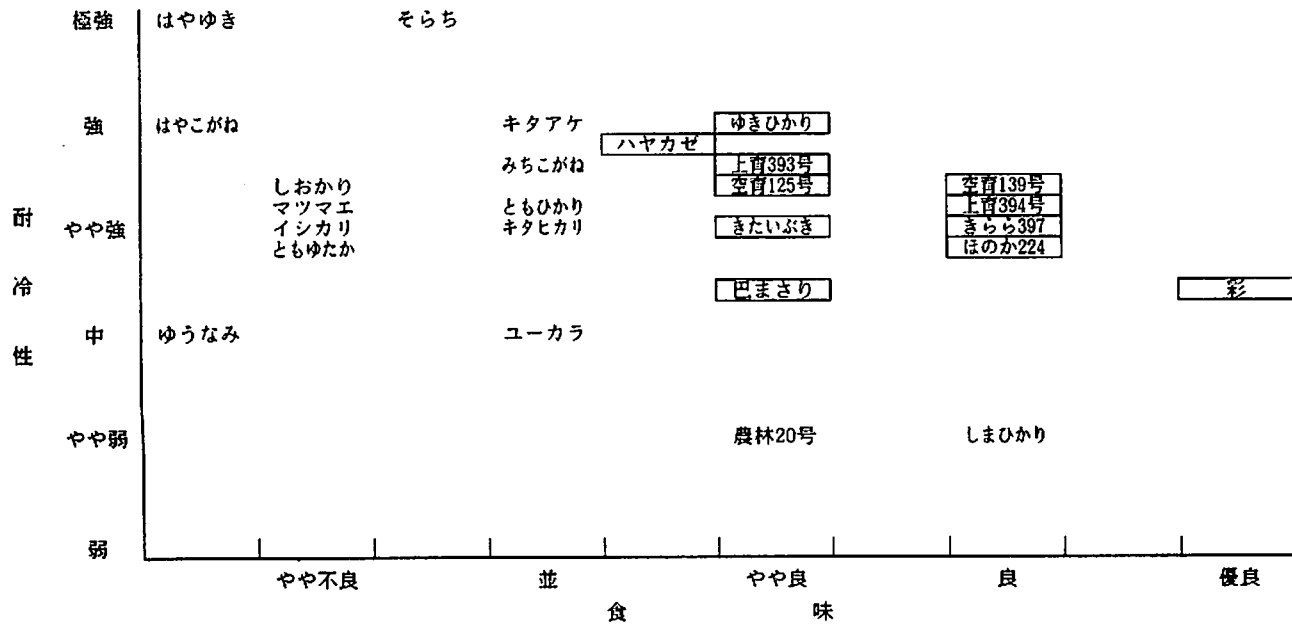
晩生種においても耐冷性が強以上が必要である。

2) 耐冷性と食味の品種についての関係を図Ⅳ－9に示した。「イシカリ」「ともゆたか」が作付けされた1980年前後に比べて「みちこがね」「キタアケ」「ゆきひかり」の育成によって、耐冷性と食味は向上したが、さらに食味の良い「きらら397」「ほのか224」の耐冷性はやや強であり1ランクほど低下した。食味が「きらら397」と同程度の「空育139号」の耐冷性は半ランク向上した。図Ⅳ－9から耐冷性と食味は負の関係が認めら



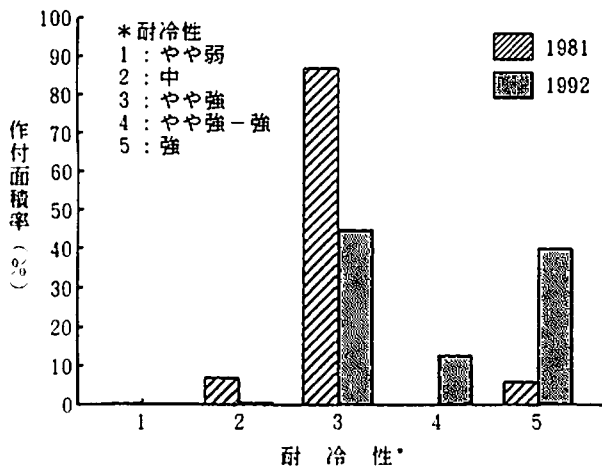
図Ⅳ－8 品種の出穂早晚と耐冷性の関係

注) []: 平成6年度奨励品種。



図Ⅳ－9 品種の耐冷性と食味の関係

注) []: 平成6年度奨励品種。



図IV-10 水稲品種の耐冷性別作付割合 (全道)

れる。しかし、「きらら397」並みないしそれを上回る食味で、耐冷性が強～極強の有望系統が得られていることから、両者を同時に向上させることは不可能ではない。3) 品種の耐冷性別作付割合を図IV-10に示した。10年前に比べ近年の作付品種の耐冷性は中程度が減少し、やや強～強と強程度が増加した。耐冷性強の「ゆきひかり」の作付が拡大した結果である。しかし、ここ1、2年「ゆきひかり」の作付がやや減少しており耐冷性品種の育成強化が急がれている。

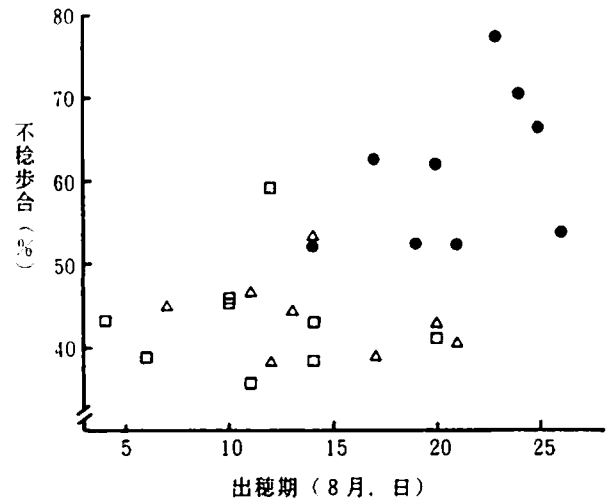
また、北海道農試のファイトトロンの実験において、開花期耐冷性にも品種間差があり、さらに、穂ばらみ期耐冷性のランクと開花期耐冷性のランクは必ずしも一致しないことが明らかにされている。したがって、今後は穂ばらみ期に加えて、開花期耐冷性の検定法確立と選抜条件の改良を推進し、良食味品種の耐冷性を一層強化する必要がある。

(佐々木忠雄)

(3) 不稔発生の様相と要因解析

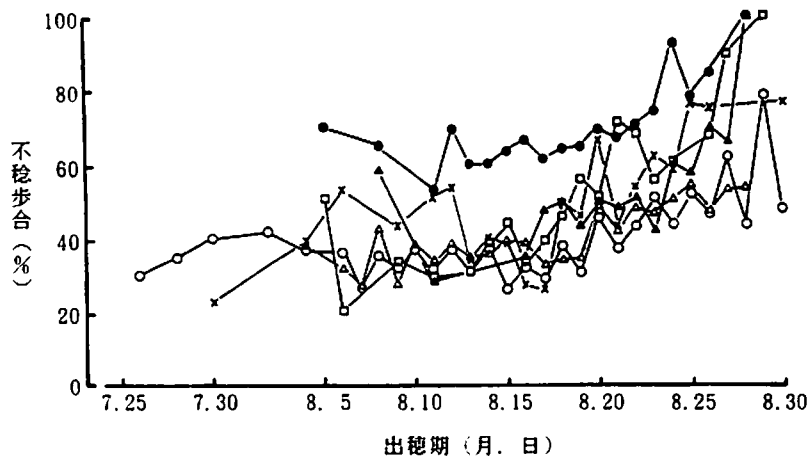
図IV-11には1993年の苗と移植時期の試験について、出穂期と不稔歩合の関係を示した。8月15日頃までは不稔歩合は40%前後であったが、その後は出穂期が遅れるほど不稔は多発した。同一出穂期で比較すると、「空育139号」や「空育125号」に比べ「きらら397」の不稔歩合は高い傾向にあった。

図IV-12は、穂別に出穂期と不稔歩合の関係をみたものである。図IV-11と同様に8月15日以降徐々に不稔歩合が増加する傾向が認められた。品種・苗別にみると、「きらら397」の中苗は「空育139号」と同程度であったが、「きらら397」の成苗は明らかに不稔歩合が高かった。「空育139号」では、8月15日頃までは苗間に大差がなかったのに対して、それ以降では稚苗の不稔歩



図IV-11 出穂期と不稔歩合の関係 (稲作部 1993)

●: きらら397 □: 空育139号 △: 空育125号

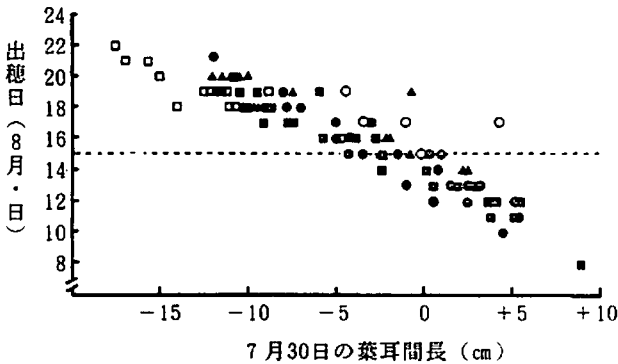


図IV-12 出穂日別不稔歩合 (穂別調査 稲作部 1993)

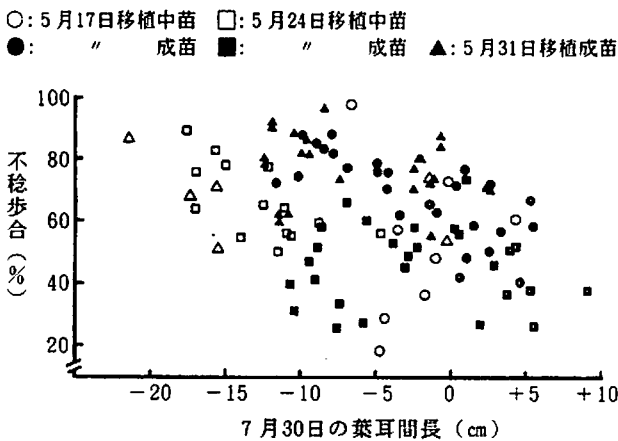
●: きらら397 成苗 ▲: きらら397 中苗 ×: 空育125号 中苗
○: 空育139号 成苗 △: 空育139号 中苗 □: 空育139号 稚苗

合が高かった。このように苗の種類によって同一出穂日でも不稔歩合に差がみられた。

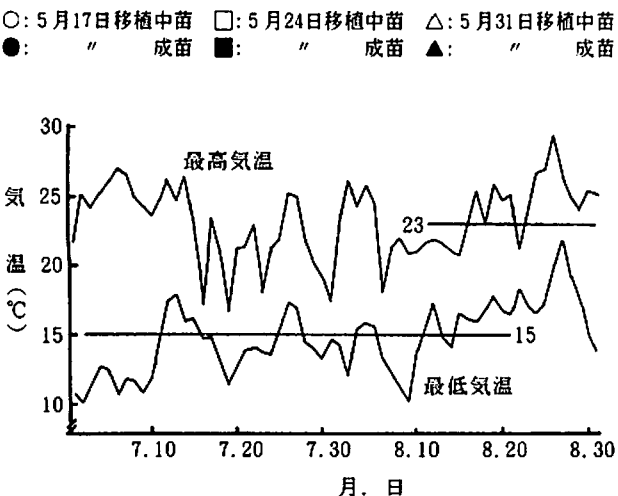
図IV-13には、「きらら397」について7月30日の葉耳間長と出穂期の関係を示した。両者は直線的な関係にあり、葉耳間長がプラスの穂は8月15日以前に出穂し、8月20日以降に出穂したのは葉耳間長-10cm以下の穂であった。図IV-14には7月30日の葉耳間長と不稔歩合の



図IV-13 7月30日の葉耳間長と出穂期の関係
(きらら397 稲作部 1993)



図IV-14 7月30日の葉耳間長と不稔歩合の関係
(きらら397 稲作部 1993)



図IV-15 岩見沢アメダスにおける気温の推移 (1993)

関係を示した。移植時期と苗の違いにより同一葉耳間長でも不稔歩合に大きな差がみられた。同一の区内でみると、葉耳間長が負になるほど不稔歩合が高い傾向が認められる場合もあるが、両者の関係が判然としない場合もあった。

表IV-9には、「きらら397」中苗(5月21日移植、窒素施肥量8kg/10a)を8月3日(主稈の葉耳間長が-5cmに達した翌日)に10ℓのポットに株上げし、温室内に設置したときの不稔発生軽減効果を示した。温室に株上げた稲の出穂期は6日促進し、不稔歩合は約20%と無処理に比べ大幅に不稔の発生は軽減された。

表IV-9 温室内への株上げ処理による不稔発生の軽減効果(きらら397中苗 稲作部1993)

処 理	出穂期 (月・日)	不稔歩合 (%)
無処理・水田	8.21	68.5
8月3日～26日まで温室	8.15	19.9

図IV-15には岩見沢アメダスの気温の推移を示した。早生種の幼穂形成期(7月上旬)以降「きらら397」の止葉期(8月上旬)の間に、最低気温が15℃を越えることはまれであった。早生種の出穂期にほぼ相当する8月6日から15日の間には、最高気温は連続して23℃以下であったが、その後は23℃以上で推移した。

以上の結果から考察すると、1993年は幼穂形成期以降出穂・開花期に至るまでの長期間持続した低温により不稔が多発したが、8月15日以降では出穂期が遅れるほど不稔歩合が増加する傾向からみて、出穂・開花期の低温の影響よりも出穂前の低温の影響が大きかったと考えられる。また、同一出穂期や葉耳間長でも不稔歩合にかなりの変異が認められたことは、葉身窒素濃度などの稲体の耐冷素質の差を反映したものと推察される。

次に、湛水直播栽培(品種:きたいぶき)の異なる窒素施肥量間に不稔歩合に差が生じた要因を葯長、充実花粉数および止葉期の葉身窒素濃度から解析した。

不稔歩合は、24.2～68.3%と処理により大きな差が認められた(表IV-10)。収量構成要素のなかで、収量と最も密接な関係にあったのは不稔歩合であった。

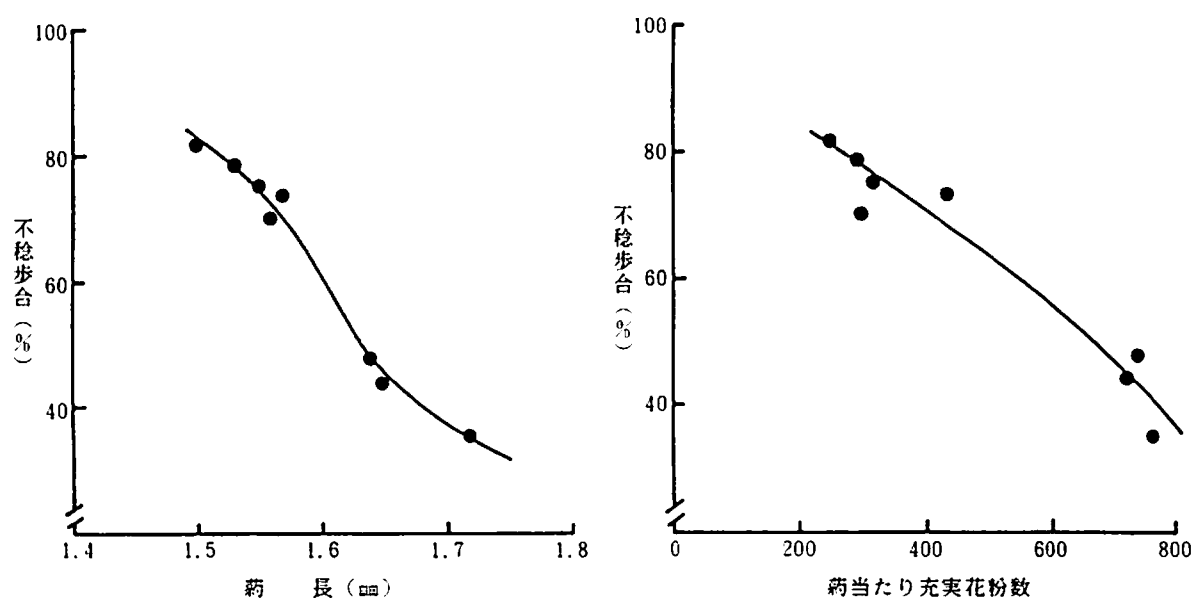
8月19日に出穂した穂の特定穎花の葯長および葯当たり充実花粉数と、同一日に出穂した穂の不稔歩合の間には密接な関係が認められた(図IV-16)。したがって、窒素施肥量の処理は葯と花粉の分化・発育に影響し、その結果不稔歩合に差が生じたといえる。

止葉期の窒素濃度の増加にともなって不稔歩合は高くなったが、その上昇のしかたは播種量間で異なった(図

表IV-10 苗立ち本数、出穂期、収量および不稔歩合 (稲作部、1993)

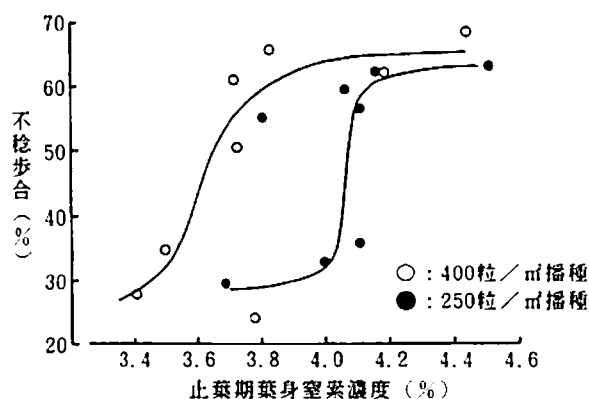
窒素 施肥量 (kg/10a)	400粒/㎡播種						250粒/㎡播種					
	㎡当たり苗立ち 本数(本)		出穂期 (月、日)	収量 (kg/10a)	㎡当り 穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	㎡当たり苗立ち 本数(本)		出穂期 (月、日)	収量 (kg/10a)	㎡当り 穂数 (×100)	不稔歩合 (%)
	平均	S. D.					平均	S. D.				
0	344	56	8.20	360	329	35.0	222	53	8.20	318	288	29.5
4	323	65	8.20	386	394	24.2	225	54	8.20	306	292	33.1
8	344	74	8.21	386	309	27.9	212	49	8.21	317	340	36.1
8 + 分4	306	69	8.22	250	525	65.7	190	37	8.22	298	453	59.6
8 + 幼4	321	66	8.21	259	402	68.3	208	50	8.22	238	488	63.0
8 + 止4	328	89	8.21	321	420	50.4	217	47	8.21	315	437	55.1
12	327	59	8.21	260	549	61.1	191	37	8.22	286	436	62.3
16	352	82	8.22	203	538	62.2	202	68	8.23	247	508	56.7

注) 窒素施肥量の分、幼、止は、それぞれ分けつ期、幼穂形成期、止穂期の追肥を示す。



図IV-16 不稔歩合と特定穎花の葯長および葯当たり充実花粉数の関係

注) 400粒/㎡播種、不稔歩合は1区15穂の平均、特定穎花：中央の1次枝梗の先端から3、4、5番目、葯長は1区30葯の平均、充実花粉数は懸濁法により1区15回計測
品種 きたいぶき、8月19日に収穫した穂。



図IV-17 止葉期の葉身窒素濃度と不稔歩合の関係 (稲作部 1993)

注) 品種 きたいぶき

IV-17)。すなわち、400粒/㎡播種では3.6%程度から不稔歩合が急激に増加したのに対して、250粒/㎡播種では4.0%程度から急激に増加した。このことは、耐冷性の指標として穂ばらみ期の葉身窒素濃度をみる場合に、苗立ち本数の差によって生じる変動要因、例えばC/N比や稲体の繁茂度などを加味する重要性を示唆していると考えられる。

(田中英彦、古原 洋)

(4) 生育遅延の要因と影響

表IV-11には、「きらら397」の中苗が移植後各生育ステージに達するまでに要した簡易有効積算気温(Σθa)を1992年と対比して示した。生育の遅延した1992

年に比べても、1993年は主稈の幼穂分化期で3日、幼穂形成期で5日、出穂期では7日の遅れであった。両年の各生育ステージまでに要した $\Sigma \theta a$ はほぼ一致し、生育遅延は $\Sigma \theta a$ で説明できた。

表Ⅳ-12には、旬ごとに岩見沢アメダスにおける $\Sigma \theta a$ を示した。1993年の $\Sigma \theta a$ は平年よりも低く、とくに6月下旬、7月下旬、8月上旬は平年の7割以下であった。5月21日以降の積算値をみると、6月下旬には平年の82%まで低下し、7月中旬にかけてやや回復したが、その後さらに低下し8月中旬には平年の80%となった。近年では最も生育が遅延した1983年と比較すると、7月下旬までは積算値は1993年が高かったが、1983年は8月上・中旬にはほぼ平年並みに回復したため、積算値は8月中旬に逆転した。

表Ⅳ-11 移植後各生育ステージに達するまでに要した簡易有効積算気温（きらら397）

生育ステージ	1993年		1992年	
	月. 日	$\Sigma \theta a$	月. 日	$\Sigma \theta a$
幼穂分化期	7. 8	422	7. 5	403
幼穂形成期	7. 19	587	7. 14	538
葉耳間長 - 5 cm	8. 2	775	7. 27	771
	0 cm	834	7. 29	818
	+ 5 cm	894	7. 31	857
出穂期	8. 21	1,062	8. 14	1,072

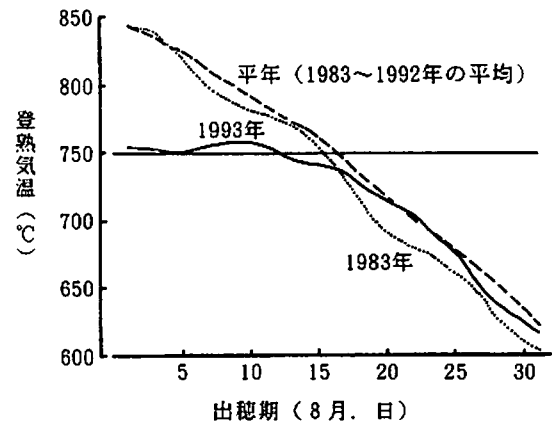
注) $\Sigma \theta a$: 移植後の簡易有効積算気温
移植期: 1993年は5月21日、1992年は5月26日
出穂期以外は主稈について(稲作部)

以上から、1993年の生育遅延の要因は $\Sigma \theta a$ の不足であり、出穂遅延の程度は1983年並であったといえる。

出穂日ごとの登熟気温(出穂後40日間の日平均気温の積算値)を図Ⅳ-18に示した。1993年は8月12日までは辛うじて750℃以上を確保したが、それ以降低下し、8月23日には700℃を割った。1983年と比較すると8月17日以後は1993年の方が10~20℃高かった。

1993年の苗と移植時期の試験と奨励試験について登熟気温と千粒重の関係をみると、「空育139号」と「空育125号」では、千粒重に及ぼす登熟気温の影響は明らかでなかったのに対して、「きらら397」では登熟気温の低下による千粒重の低下が認められた(図Ⅳ-19)。

図Ⅳ-20には「きらら397」について、出穂後の積算気温の増加に伴う整粒歩合の変化を示した。同一積算



図Ⅳ-18 出穂期別登熟気温の年次比較
(岩見沢アメダスによる)

注) 登熟気温: 出穂後40日間の日平均気温の積算値

表Ⅳ-12 岩見沢アメダスにおける簡易有効積算気温の年次比較

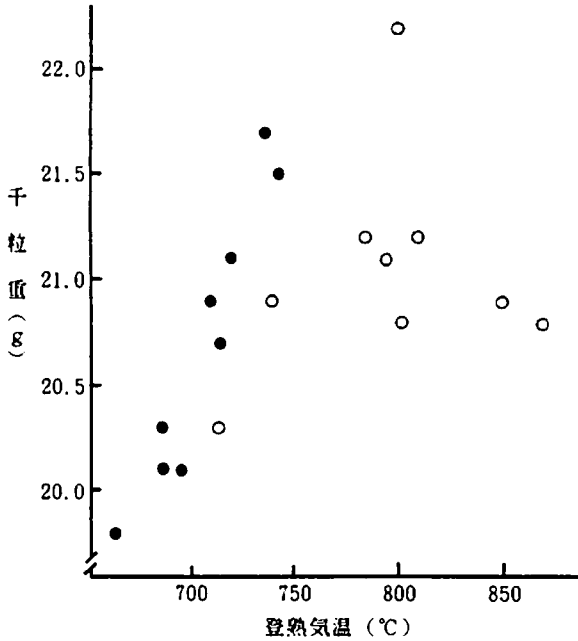
月 旬	1993年				1983年		平年	
	旬計	平年比	積算	平年比	旬計	積算	旬計	積算
5 上	16	(109)			30		15	
	中	(115)			51		37	
	下	(84)	51	(84)	60	60	61	61
6 上	72	(82)	123	(83)	47	107	88	148
	中	(107)	229	(92)	50	157	99	248
	下	(82)	311	(82)	70	228	132	379
7 上	146	(100)	457	(87)	104	332	146	525
	中	(95)	604	(89)	125	457	156	681
	下	(68)	752	(84)	179	636	217	898
8 上	133	(64)	886	(80)	213	849	210	1,108
	中	(78)	1,050	(80)	220	1,069	210	1,318
	下	(103)	1,268	(83)	181	1,250	212	1,530

注) 積算は5月21日からの積算値
平年は、1983年から1992年までの10年間の平均値

気温における整粒歩合は、1992年に比較して1993年では著しく低かった。1993年の整粒不足は、主に青米歩合が高かったためである。図IV-21には止葉のSPAD値の推移を示した。同一積算気温におけるSPAD値は、いずれの区も1992年よりも低かった。つまり1993年は生育遅延の影響で止葉の活動日数が延長し老化が進んでいたものと考えられる。図IV-22には不稔歩合と整粒歩合の関係を示した。ここで用いた1993年の試験区の不稔歩合

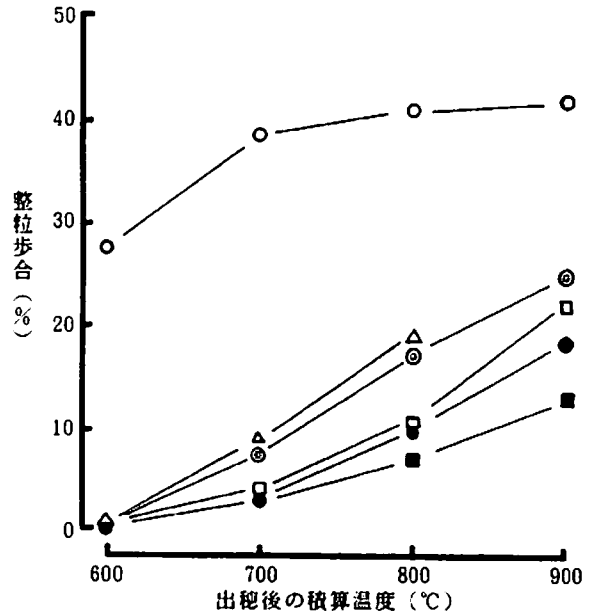
はいずれも50%以上であったが、不稔歩合が高いほど整粒歩合は低下した。不稔の発生により稈実収数が減少すれば、Sinkの減少により登熟は高まるものと予想されたが、ここで得られた結果は予想に反するものであった。著しい不稔の発生は、穂の光合成産物の吸引力を低下させ、光合成産物は生殖生長よりも栄養生長に分配されるのではなかろうか。

以上のように、出穂遅延の影響は早生種では明らかで



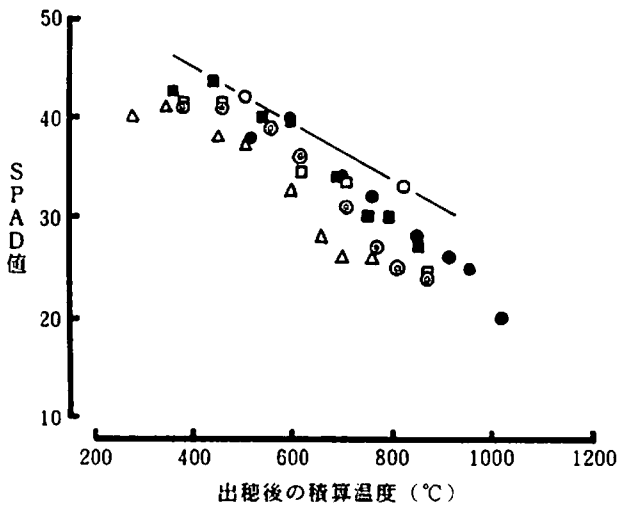
図IV-19 登熟気温と千粒重の関係
(きらら397 稲作部)

● : 1993年 作期試験
○ : 1985~1993年 奨励試験



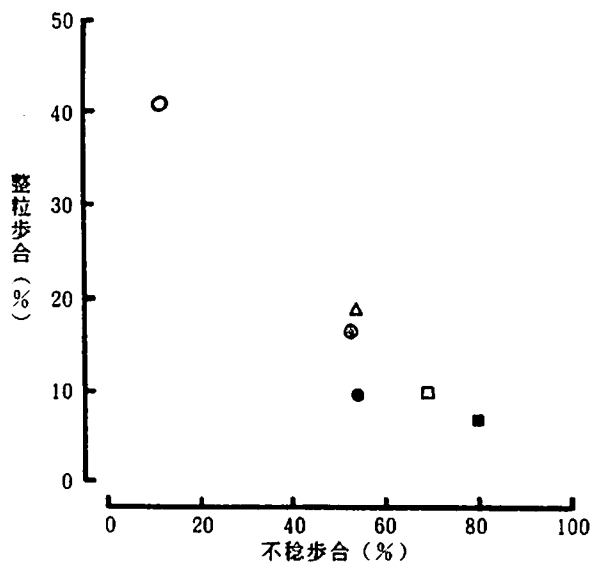
図IV-20 出穂後の積算温度と整粒歩合の推移
(稲作部)

注) (○)92/5/26移植 中苗 (△)93/5/31移植 稚苗
(●)93/5/17移植 成苗 (□)93/5/21移植 中苗 N=8
(◎)93/5/24移植 中苗 (■)93/5/21移植 中苗 N=12
品種: きらら397



図IV-21 出穂後の積算温度とSPAD値の推移
(稲作部)

注) 図IV-20に同じ。



図IV-22 不稔歩合と整粒歩合の関係 (稲作部)

注) 図IV-20に同じ。

なかったが、「きらら397」では登熟気温の低下による千粒重の減少、生育遅延による稲体の老化に伴う整粒不足が確認された。

(田中英彦、古原 洋)

(5) 苗の種類と移植時期の影響

「きらら397」、「空育125号」、「空育139号」の3品種について、苗の種類(成苗、中苗、稚苗)と移植時期(5月17日:早植え、24日:標準植え、31日:遅植え)が生育・収量および白米の理化学的特性に及ぼす影

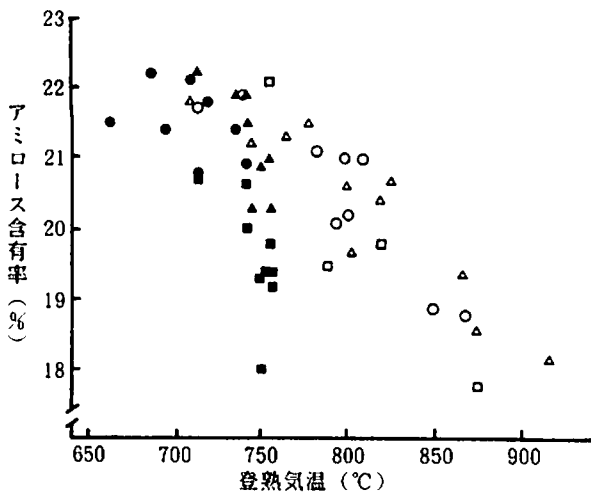
響について検討した(表Ⅳ-13)。

出穂期に及ぼす移植時期の影響をその他の要因を込みにしてみると、早植えは標準植えより2.5日出穂が促進し、遅植えでは、2.8日の遅れであった。同様に苗の種類についてみると、成苗は中苗よりも4.8日出穂が促進し、稚苗は中苗よりも3.3日遅れた。

いずれの品種・苗とも収量は早植えで低下した。これは主に早植えで不稔歩合が高かったためである。移植時期の試験は隣接する水田を用いて実施したが、微妙な地力や水管理の差が本来の移植時期の効果を打ち消した可

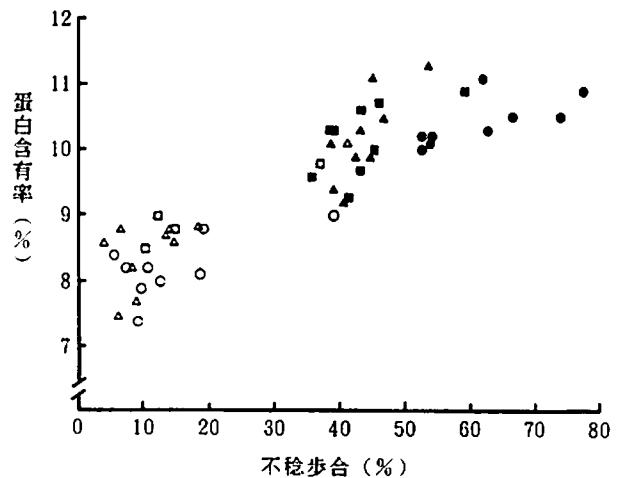
表Ⅳ-13 移植期と苗の種類が生育収量に及ぼす影響(稲作部、1993)

移植期	品種	苗	幼穂形成期 (月・日)	出穂期 (月・日)	収量 (kg/10a)	m ² 当り 粒数 (×1000)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	アミロース含有率 (%)	蛋白質含有率 (%)	登熟気温 (℃)
5月17日	空育139号	稚苗	7.12	8.12	214	32.8	59.2	21.0	19.3	10.9	750
		中苗	7.09	8.10	264	26.3	46.0	21.5	19.4	10.7	757
		成苗	7.03	8.04	252	29.0	43.3	21.2	18.0	10.6	751
	空育125号	稚苗	7.14	8.14	233	32.4	53.5	21.1	21.5	11.3	742
		中苗	7.11	8.12	262	25.2	38.5	21.6	20.9	10.1	750
		成苗	7.06	8.07	265	27.6	44.9	21.0	20.3	11.1	756
	きらら397	稚苗	7.22	8.23	96	28.5	77.6	20.1	21.4	10.9	694
		中苗	7.17	8.20	126	29.4	62.0	20.7	20.8	11.1	713
		成苗	7.13	8.14	212	30.7	54.2	21.5	20.9	10.2	742
5月24日	空育139号	稚苗	7.15	8.14	274	27.0	38.4	21.3	20.6	10.3	742
		中苗	7.10	8.11	295	26.3	35.8	21.3	19.8	9.6	755
		成苗	7.04	8.06	286	26.7	38.8	21.6	19.4	10.3	753
	空育125号	稚苗	7.16	8.20	279	27.5	43.1	21.3	22.2	10.3	713
		中苗	7.12	8.15	287	26.9	42.5	21.5	21.9	9.9	741
		成苗	7.07	8.11	308	31.4	46.8	21.4	21.0	10.5	755
	きらら397	稚苗	7.24	8.24	151	30.9	70.4	20.3	22.2	10.5	685
		中苗	7.19	8.21	234	30.4	52.7	20.9	22.1	10.2	709
		成苗	7.14	8.17	267	33.8	62.7	21.7	21.4	10.3	735
5月31日	空育139号	稚苗	7.18	8.20	277	28.9	41.2	20.7	20.7	9.3	713
		中苗	7.13	8.14	315	30.4	43.1	20.9	20.0	9.7	742
		成苗	7.07	8.10	317	31.8	45.3	20.9	19.2	10.0	757
	空育125号	稚苗	7.19	8.21	290	27.3	40.6	20.8	21.8	9.2	709
		中苗	7.15	8.17	314	27.1	39.0	21.2	21.9	9.4	735
		成苗	7.09	8.13	294	29.1	44.6	21.0	20.3	9.9	745
	きらら397	稚苗	7.26	8.26	133	26.9	54.0	19.8	21.5	10.1	662
		中苗	7.21	8.24	156	29.8	66.6	20.1	22.2	10.5	685
		成苗	7.18	8.19	248	31.1	52.5	21.1	21.8	10.0	719
移植期の影響		17日	7.12	8.13	214	29.1	53.2	21.1	20.3	10.8	739
		24日	7.13	8.15	265	29.0	47.9	21.3	21.2	10.2	732
		31日	7.16	8.18	260	29.2	47.4	20.7	21.0	9.8	719
苗の影響		稚苗	7.18	8.19	216	29.1	53.1	20.7	21.2	10.3	712
		中苗	7.14	8.16	250	28.0	47.4	21.1	21.0	10.1	732
		成苗	7.09	8.11	272	30.1	48.1	21.3	20.3	10.3	746



図IV-23 登熟気温と白米のアミロース含有率の関係
(稲作部)

1993年作期試験 ● きらら397 空育139号 空育125号
1984～1993年奨励試験 ○ □ ▲



図IV-24 不稔歩合と白米の蛋白含有率の関係
(稲作部)

注) 図IV-23と同じ。

能性がある。「空育139号」と「空育125号」の収量は標準植えと遅植えの間で大差なかったが、「きらら397」ではいずれの苗も遅植えで低下した。「空育139号」、「空育125号」とも苗が大きいほど収量は高い傾向にあったが、収量に及ぼす苗の影響は「きらら397」でより顕著であった。これらは、出穂が遅れるほど不稔歩合が高まる傾向に加えて、出穂遅延による登熟気温の低下に伴う千粒重の減少によるものと考えられる。

以上をまとめると、生育が促進し出穂期が早いほど不稔歩合が相対的に低く、また登熟気温もある程度確保され、減収を比較的抑えたものと考えられる。そのなかで、成苗化の効果や遅植えの悪影響は中生種ほど大きくあらわれたといえる。

次に、白米の理化学的特性について検討した。図IV-23には登熟気温とアミロース含有率の関係を示した。1993年の「空育139号」は登熟温度にしてはアミロース含有率が低い場合が多かった。これらを除くと両者は直線的な関係にあり、1993年のアミロース含有率の高さは登熟温度で説明された。図IV-24には不稔歩合と蛋白含有率の関係を示した。両者の間には直線的な関係が認められ、1993年の蛋白含有率の高さは不稔歩合で説明できた。同一不稔歩合でみると、「空育139号」や「空育125号」に比べて「きらら397」の蛋白含有率はやや低い傾向にあった。以上から、アミロース含有率と蛋白含有率から判断すると、1993年の場合には出穂期が早く登熟温度が確保されたほど、また不稔歩合が低いほど食味は良好であったと考えられる。

(田中英彦、古原 洋)

(6) 低コスト技術の耐冷性評価

1) 不耕起移植栽培

土壌条件の相違する稲作部(グライ土)、北村(泥炭土)、栗山(灰色低地土)の3試験地における不耕起移植栽培の冷害解析を行った。品種は「きらら397」を供試した。

各試験地の生育・収量をみると(表IV-14)、移植後の活着は不耕起区が慣行区に劣った。また、その後の生育も北村、栗山の場合は明らかに慣行区より劣り、穂数、総穂数も少なかった。しかし、稲作部の場合は初期生育が比較的良好に推移したため、穂数、総穂数とも慣行区と大差なかった。

不稔歩合は北村、栗山とも慣行区より低い傾向であったが、稲作部では判然としなかった。各試験地とも総穂数の多い処理区ほど高まる傾向であった。

精玄米重は試験地間で異なる傾向を示し、北村では慣行区、栗山では不耕起区がそれぞれ優った。稲作部では判然とした差が認められなかった。これらはいずれも稈実穂数の多少を反映したものである。

次に、葉色値(SPAD)をみると、各試験地とも7月中旬から出穂期にかけて不耕起区が慣行区よりも低い傾向であった。また、出穂期の窒素吸収量も慣行区より少なかった。これは、窒素の供給が幼穂形成期以降不耕起区で劣り、稲体窒素濃度の低下が大きかったことを示すものである。このような窒素濃度の低下は不稔穂の多発を抑制する上で有利に作用したものと推察される。同時に、穂数減少の要因にもなったものと思われる。

一方、出穂期については、各試験地とも不耕起区が慣

表Ⅳ-14 不耕起移植栽培における水稻の生育・収量（1993）

試験地	苗種類	栽培条件	幼形期	穂数	総穂数	不稔歩合	精玄米重		出穂期 (月、日)	葉色*	出穂期の N吸収量 (kg/10a)
			茎 数 (本/m ²)	(本/m ²)	(×100/m ²)	(%)	(kg/10a)	比			
稲作部	中苗	慣行	409	600	294	61.2	191	100	8.21	37.4	8.6
		不耕起	572	694	308	61.2	197	103	8.22	35.2	8.3
	成苗	慣行	368	492	275	55.5	217	100	8.16	38.9	9.0
		不耕起	569	577	277	54.5	217	100	8.19	34.0	8.3
北村	中苗	慣行	698	757	439	71.6	229	100	8.18	40.4	10.0
		不耕起	535	595	316	59.0	225	98	8.20	35.7	8.5
	成苗	慣行	741	765	428	67.2	250	100	8.15	40.4	9.3
		不耕起	480	550	325	62.5	210	84	8.17	34.5	7.2
栗山	中苗	慣行	770	781	445	95.1	24	100	8.20	41.8	10.5
		不耕起	419	567	338	81.5	106	442	8.22	38.5	6.9
	成苗	慣行	729	683	403	86.5	89	100	8.19	38.8	10.1
		不耕起	464	513	287	67.5	161	181	8.21	38.2	6.7

注1) *葉色: SPAD、上位2葉目

2) 施肥法 慣行区: 全層、不耕起中苗区: 側条(ペースト)、不耕起成苗区: 作条表面

表Ⅳ-15 不耕起水田における地温の推移
(稲作部圃場 1993)

時期		不耕起水田(℃)			差(慣行-不耕起)(℃)		
月	半旬	最高	最低	平均	最高	最低	平均
5	6	16.8	10.8	13.7	1.9	-0.5	0.4
6	1	17.8	13.0	15.1	1.4	-0.6	0.3
	2	19.4	14.3	16.5	1.7	-0.2	0.5
	3	21.4	15.9	18.3	2.2	-0.4	0.7
	4	21.3	16.8	18.7	1.9	-0.4	0.5
	5	20.4	16.1	17.9	2.2	-0.3	0.6
	6	21.3	15.5	18.2	2.7	-0.3	0.8
7	1	24.1	17.0	20.3	3.1	-0.6	1.0
	2	23.1	17.6	20.2	1.6	-0.6	0.3
	3	24.5	20.5	22.3	1.9	-0.4	0.6
	4	21.9	18.6	20.0	0.4	-0.2	0.2
	5	21.2	18.6	19.8	0.4	0.0	0.2
	6	21.1	19.4	20.2	0.1	0.0	0.1
8	1	22.4	19.5	20.8	-0.3	-0.3	-0.3
	2	20.2	18.0	19.0	-0.2	-0.2	-0.2
	3	19.8	18.5	19.1	-0.5	-0.4	-0.4
	4	21.4	19.5	20.4	0.0	-0.5	-0.3
	5	21.6	19.8	20.6	0.4	-0.8	-0.4
	6	21.5	20.1	20.8	0.5	-0.9	-0.3

注) 地表下5cm

表Ⅳ-16 水耕起水田における減水深

試験地	慣行水田	不耕起水田
稲作部	1.5mm/日	5.5
栗山	3.5	13.5

注) 8月16~17日測定(1993)

行区よりも1~3日遅れる傾向であった。不耕起区でのこのような出穂期の遅れは、稲体窒素濃度の場合とは逆に不稔初が多発を助長する可能性がある。

稲作部圃場における地温(5cm)の推移をみると、移植から7月下旬までの日平均地温は不耕起水田が慣行水田よりも低い傾向を認めた(表Ⅳ-15)。不耕起区での出穂期の遅れは、このような温度条件の相違を反映したものと思われる。また、不耕起水田は慣行水田と比較すると減水深が大きく(表Ⅳ-16)、北村、栗山では圃場の一部で漏水も認められた。このため、不耕起水田は灌漑用水量が多くなり、灌漑水温の低い北村圃場では水口の青立ち面積が顕著に増加した。このように、不耕起水田での透排水性の向上は温度条件の不良をまねくことがあった。

以上のことから、不耕起移植栽培は必ずしも冷害に弱い技術ではないと思われるが、生育遅延、漏水などの問題点が指摘される。

(今野一男)

2) 直播栽培

直播栽培における不稔の発生についてはすでに述べたので、ここでは1993年に稲作部の場内で実施した散播方式による湛水直播栽培の5試験区(品種: きたいぶき)を供試して、生育と収量性について解析する(表Ⅳ-17)。

m²当たり苗立ち本数は250本前後、苗立ち率はほぼ60%が得られ、1992年に比較して明らかに高かった。また苗の生育は、草丈、葉数、地上部乾物重のいずれの形質でも、1992年に比べて1993年が優った。図Ⅳ-25には、

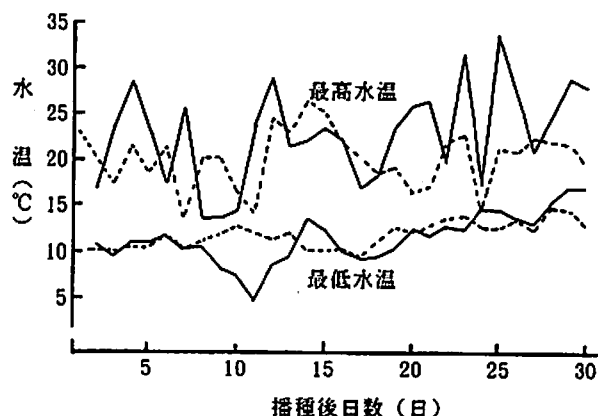
播種後の水田水温の推移を1992年と比較して示した。播種後30日間の日平均水温の平均値は、1992年では15.5℃と基準（湛水直播栽培暫定基準）以下であったのに対して、1993年では16.4℃と基準をわずかながら上回った。このように、1992年と比較して苗立ち率および苗の生育が1993年で優ったのは、主に播種後の水温によって説明できた。なお、代かき後播種まで日数は1992年の2日に対し、1993年では4日であった。このことも苗立ち率の向上に影響したと考えられる。

このように比較的高い苗立ち率が得られたが、その後の低温により分けつの発生は遅れ、生育は遅延した。分けつの発生を確認したのは7月に入ってからであった。出穂期は、生育の遅延した1992年に比べても約10日遅延した（表Ⅳ-18）。

ミスト機の試験では400kg/10a近い収量を得られたのに対して、乗用散粒機の試験では分けつ期の追肥の量の増加に伴って低下した。これは明らかに不稔歩合の影響であり、また千粒重も不稔歩合が高いほど低下したことによる。検査等級は、ミスト機では3等が得られたが、

乗用散粒機では規格外であった。

以上の結果をもとに稲作部の作況試験の「きらら397」中苗と比較して、直播栽培の耐冷性を評価する。「きらら397」の出穂期は8月21日であり、直播の「きた



図Ⅳ-25 直播田の水田水温の推移（稲作部）

注) — : 1993年 ---- : 1992年
播種期1993 : 5月17日、1992 : 5月15日

表Ⅳ-17 湛水直播栽培の苗立ち本数および苗の生育（稲作部）

年次	播種機	品種	水管理	供試面積 (a)	窒素 施肥量 (kg/10a)	苗立ち本数 (本/m ²)	苗立ち率 (%)	草丈 (cm)	葉数	埋没深度 (mm)	地上部 乾物重 (g/100本)
1993	乗用散粒機	きたいぶき	芽干し	29	8+1	232 ± 120	55.6	17.1	3.8	3.1	2.8
	"	"	中干し	29	8+2	248 ± 91	59.5	16.4	3.6	3.7	2.8
	ミスト機	"	芽干し	5	8	257 ± 90	61.6	19.7	3.8	1.9	2.6
	"	"	中干し	5	8	247 ± 61	59.2	18.3	3.7	2.9	3.0
	"	"	干さず	5	8	241 ± 52	57.8	18.5	3.7	5.0	3.1
1992	ミスト機	はやまさり	浅水	29	8	117 ± 46	29.3	14.7	3.3	2.1	2.5

注1) 窒素施肥量の+は分けつ期の追肥を示す。
2) 両年とも6月22日の調査
3) 播種期 1993 : 5月17日、1992 : 5月15日

表Ⅳ-18 湛水直播栽培の生育・収量および収量構成要素（稲作部）

年次	播種機	水管理	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	収量 (kg/10 a)			検査 等級 (等)	㎡当り 穂 数 (本)	㎡当り 粗 数 (×1000)	登熟 歩合 (%)	不稔 歩合 (%)	千粒重 (g)
					精玄米								
					1.85 <	1.90 <	<1.85						
1993	乗 用 散 粒 機	芽干し	8.21	10.12	319	265	26	外	929	41.5	46.2	42.1	19.3
	"	中干し	8.22	10.12	232	178	25	外	950	40.8	36.7	53.8	18.8
	ミ ス ト 機	芽干し	8.20	10.12	443	393	37	3 中	914	38.2	59.5	20.0	20.0
	"	中干し	8.20	10.12	436	397	26	3 上	844	35.9	65.4	16.3	20.0
	"	干さず	8.19	10.12	418	381	21	3 中	889	39.2	60.5	26.1	20.0
1992	ミ ス ト 機	浅 水	8.11	9.25	—	333	52	3 上	703	27.4	68.0	17.6	21.1
1993	参考きらら397	中 苗	8.21	10.13	(366)	—		2 中	688	36.6	53.2	44.7	21.2

注) 参考 : 作況きらら397、収量・検査等級は粒厚1.80mm以上
1993年の検査等級は、粒厚1.85mm以上の精玄米についてのもの
品種1993年 : きたいぶき、1992年 : はやまさり。播種期 : 表Ⅳ-17参照。

いぶき」とほぼ同程度であった。「きらら397」の不稔歩合は44.7%であり、収量は366kg/10a（粒厚：1.80mm以上）であった。直播栽培では、不稔歩合が低い場合には明らかに「きらら397」よりも多収であったが、不稔歩合が同程度の場合には収量は低かった。「きらら397」に比較して千粒重、検査等級は直播で劣った。

「きらら397」と直播栽培の主要品種である「きたいぶき」の障害型耐冷性は、いずれも「やや強」である。試験によって不稔歩合に差が生じたのは窒素吸収量に差があったためと考えられる。両品種を同一の窒素濃度で比較していないので、ここでは直播栽培の障害型耐冷性を厳密に評価することはできないが、今後とも直播向け品種の耐冷性を高めることが必要である。

現在のように、直播専用の極早生種を用いた直播栽培では、移植栽培に比べて出穂遅延が問題となることはないと考えられる。ただし、上でみたように同程度の出穂期と不稔歩合であっても、直播栽培では千粒重・検査等級の低下が大きかった。直播栽培における登熟向上技術や登熟性の優れた良質・良食味品種の開発が望まれる。

本試験では、比較的良好な苗立ち率が得られたが、現地においてはかなり苗立ち率が低下した事例も認められている。これらの多くは自家採種で行われており、採種・乾燥条件等が苗立ちに悪影響を及ぼしたものと推察される。直播用の極早生品種の採種体系がまだ確立していないため、自家採種に頼らざるを得ない現状にある。直播用極早生品種の採種体系の早急な確立が望まれる。

（田中英彦）

(7) 防風林の効果

空知南西部農業改良普及所の協力のもと南幌町と長沼町において、防風林の効果について現地調査を行った（表IV-19、調査日：10月6日）。調査は防風林に対して垂直の直線上に、一定の間隔で行った。1地点から2株をサンプリングし、風乾後に調査した。

表IV-20に、調査した各地点のデータと、各形質と防風林からの距離との相関関係を示した。防風林からの距離の変化に伴う各形質の変動のしかたは、南幌と長沼ではほぼ同様の傾向にあった。すなわち、稈長、穂長、穂数、1穂粒数、㎡当たり粒数と防風林からの距離との間には、有意な相関関係は認められなかったのに対し、その他の形質では有意な関係が認められた。とくに収量との関係が最も高かった。図IV-26に防風林からの距離の変化に伴う収量の変化を示した。収量は、25m以内の地点で長沼ではほぼ横ばい、南幌ではやや減少したのを除いて、

表IV-19 防風林の効果の現地調査地点の概要

項 目		南幌町	長沼町
場 所		南幌町上石川地区	長沼町25区
農 家		高橋 忠雄氏	柳原農場
品 種		きらら397	きらら397
苗 の 種 類		成苗ポット	
移 植 期		5月27日	5月26日
N 施 肥 量		8kg/10a	
出 穂 期		8月13日頃	8月20日頃
水 管 理		幼形期～減分期に10 ～20cmの深水管理	幼形期～減分期に 10～20cmの深水管理
防 風 林 の 種 類		ヤチダモ	エゾカワヤナギ (10年目)
防 風 林 の 高 さ		約12m	約6m
水田までの距離		16m	12m

距離がますますほぼ直線的に減少した。

重回帰分析により、収量に及ぼす収量構成要素の影響の大小を評価した。南幌、長沼とも収量の変動の主因は不稔歩合であり、次に影響したのは株当たり穂数であった（表IV-21）。

図IV-27に防風林からの距離の変化に伴う不稔歩合の変化を示した。不稔の発生程度には両地点の間にやや差がみられたが、変動のパターンは極めて類似した。不稔歩合は、約25mの地点で最小となり、それ以内ではやや増加した。その後35m地点までは直線的に増加し、50m地点まではほぼ横ばいしないしやや減少し、その後再度増加した。両地点ともに、不稔歩合と稈長、穂長、1株穂数、1穂粒数の間には有意な相関関係は認められなかった。したがって、ここで観察された不稔歩合の差は、地力や施肥ムラによるものではなく、防風林の効果とみてよい。農家の聞き取り調査で、防風林に近いほど出穂が早かったことが確認されている。防風効果で水温が上昇し、生育は促進され、不稔歩合は減少したが、生育の促進によって低温を回避したことの影響も考えられる。この点については明らかに出来なかった。

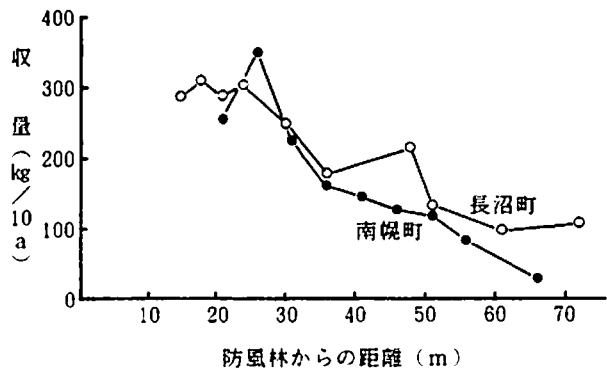
品質に及ぼす影響についてみると、両地点ともに防風林に近いほど整粒歩合は高かった。この要因は、南幌では主に被害粒歩合の減少であったのに対し、長沼では青米歩合の減少であった。

以上のように、1993年において防風林は主に不稔歩合の減少を通して収量および玄米品質に効果をもたらした。今回調査した地点の防風林の高さは6mと12mで倍の違いがあったにもかかわらず、防風林からの距離と収量、不稔歩合の関係は極めて類似したものであった。した

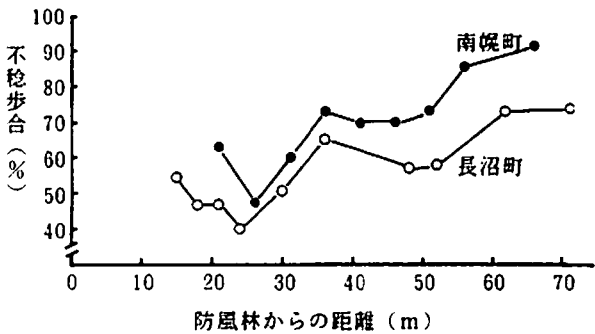
表Ⅳ-20 防風効果に関する現地調査 (1993)

場所	距離 (m)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	1株 穂数 (本)	1穂 粒数 (粒)	m ² 当り 穂数 (×1000)	精玄米 粒数歩合 (%)	不稔 歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)	整粒 歩合 (%)	背米 歩合 (%)	被害粒 歩合 (%)
南幌町	21	65	17.7	33.5	63.8	40.3	26.0	62.8	24.6	257	75.7	9.8	14.5
	26	59	17.9	34.0	56.6	36.4	43.9	47.4	22.1	353	76.5	10.9	12.6
	31	60	18.2	32.5	59.7	36.7	28.9	60.4	21.5	227	72.0	10.3	17.7
	36	63	17.1	30.5	60.4	34.9	22.0	72.9	21.2	162	74.7	12.3	12.4
	41	59	16.2	26.0	59.6	29.0	23.4	69.8	21.5	146	73.9	11.3	14.8
	46	55	17.4	26.5	58.8	29.4	20.2	70.0	21.6	129	59.2	18.2	22.6
	51	58	16.8	27.5	61.1	31.9	17.6	73.7	21.1	119	69.7	10.2	20.1
	56	62	17.6	41.5	55.7	43.7	9.0	86.0	21.2	84	58.4	19.6	22.0
	66	59	17.7	30.5	55.1	31.9	4.6	92.0	20.3	30	47.4	17.0	35.5
長沼町	15	66	16.0	29.5	60.2	39.5	34.9	53.7	20.9	289	68.4	23.0	8.7
	18	64	16.6	28.0	63.2	39.5	37.4	46.7	21.1	311	69.1	17.9	13.0
	21	61	17.0	24.5	60.8	32.9	40.3	46.7	21.8	289	65.4	24.2	10.4
	24	58	16.8	23.0	57.9	29.7	48.3	39.5	21.2	305	68.4	18.9	12.7
	30	57	16.1	24.0	57.7	30.7	38.0	51.0	21.5	249	66.8	23.6	9.7
	36	60	15.2	28.5	57.4	36.5	23.8	64.9	20.6	179	54.6	39.6	5.8
	48	57	16.8	24.5	63.4	34.4	30.0	56.5	21.0	216	43.3	52.1	4.6
	52	57	15.4	20.5	55.3	25.3	25.5	57.6	20.7	134	37.1	58.6	4.3
	62	58	15.7	26.0	63.9	36.9	13.2	72.9	20.2	99	18.9	77.3	3.8
	72	59	16.4	25.0	69.5	38.6	14.1	73.7	20.3	110	14.9	81.6	3.5
距離 との 相関	南幌	-0.40	-0.22	-0.04	-0.61	-0.26	-0.87 **	0.89 **	-0.77 *	-0.92 ***	-0.87 **	0.71 *	0.84 **
	長沼	-0.61	-0.30	-0.35	0.48	-0.03	-0.86 **	0.84 **	-0.74 *	-0.94 ***	-0.98 ***	0.98 ***	-0.87 **

注) 距離は防風林からの距離。各地点2株サンプリングした平均値。
収量、千粒重は水分補正(15.5%)した値。収量、玄米品質は1.9mm以上。
*、**、***は、各々5、1、0.1%水準で有意



図Ⅳ-26 防風林からの距離と収量の関係 (1993)



図Ⅳ-27 防風林からの距離と不稔歩合の関係 (1993)

がって、防風林の効果がその高さの何倍あったかという
問に対しては明確に答えることは出来ないが、不稔歩合
の変化の仕方をみる限りでは、従来の20~30倍よりもか
なり小さかったと考えられる。

(田中英彦、前田 博)

表Ⅳ-21 防風林効果における収量に及ぼす収量構成
要素の影響 (重回帰分析)

場所	定数項	1株 穂数	1穂 粒数	稔歩 歩合	稔歩 歩合	千粒重	寄与率 (%)
南幌町	-175	4.3 (0.21)	-	7.1 (0.98)	-	-	96.6
長沼町	-613	9.2 (0.30)	3.4 (0.17)	6.1 (0.83)	1.9 (0.24)	-	99.8

注) 表中の説明変数の数値は偏回帰係数、()内は標準偏回
帰係数。表Ⅳ-20参照。