

2. 地域別の被害解析と技術対策

(1) 道央地域

1) 奨励品種決定基本調査の解析

表Ⅱ-2-1-1に中央農試奨励品種決定基本調査の結果を示した。標肥区の出穂期は「彩」が極端に遅く8月21日で、「彩」以外の品種は「ゆきまる」の8月7日から「吟風」の8月14日までの間に出穂期を迎えた。

不稔歩合は出穂の早い「ゆきまる」、「はくちょうもち」および極端に遅い「彩」が多かった。肥料水準でみると「ゆきまる」、「はくちょうもち」は標肥区に比べ多肥区で明らかに多かったが、他の品種ではその差は小さく、また、低アミロース品種などは標肥区の方が多く、例年の傾向と異なる品種も見られた。

玄米重は不稔の多かった「ゆきまる」、「はくちょうもち」、「彩」が少なく、多い品種は「きらら397」、「吟風」で、それらの最多、最少の差は倍程度であった。

表Ⅱ-2-1-1の14品種のうち前5ヵ年(平成10~14年)の平均が算出できる12品種について、出穂期などの平均値およびそれらと平成15年との差を表Ⅱ-2-1-2に示した。平成15年の出穂期は前5ヵ年の平均(以下5ヵ年平均と記載)に比べ、品種毎にみると7~11日遅れ、品種平均では9日も遅れた。

平成15年の不稔歩合は5ヵ年平均に比べ、その差は品

表Ⅱ-2-1-1 奨励品種決定基本調査における出穂期、不稔歩合、玄米重(中央農試、平成15年)

	出穂期(8月の日)		不稔歩合(%)		玄米重(Kg/a)	
	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区
はくちょうもち	7	8	30	40	25.9	31.6
風の子もち	8	8	13	16	38.9	46.5
ゆきまる	7	7	32	40	26.1	28.3
あきほ	10	10	22	18	35.6	40.7
ほしたろう	13	13	20	21	36.8	44.8
ほしのゆめ	12	13	18	17	32.1	39.9
きらら397	13	14	18	22	41.2	48.4
ななつぼし	12	13	20	23	38.3	40.0
あやひめ	9	11	23	19	34.2	41.8
はなぶさ	11	14	20	17	34.2	41.6
彩	21	22	32	26	29.2	30.2
大地の星	7	8	26	21	37.7	44.2
吟風	14	15	18	19	40.6	45.3
初雫	11	13	14	10	39.9	48.9
平均	11	12	22	22	35	41

注1) 中苗紙筒、4月18日播種、5月19日移植、25.1株/m²。

2) 本田施肥量、標肥区(N:0.7, P₂O₅:0.97, K₂O:0.69 kg/a), 多肥区(N:1.1, P₂O₅:1.37, K₂O:0.94 kg/a)。

3) 篩目:1.9mm。

種により大きく異なり、出穂の早い「ゆきまる」、「はくちょうもち」が約20ポイントも多く、「あきほ」、「ななつぼし」もそれぞれ、13.2ポイント、10.5ポイント多かった。逆に例年比較的不稔歩合の多い「きらら397」、「吟風」の5ヵ年平均との差は、それぞれ1ポイント、0.1ポイントとわずかであった。全品種混みでは5ヵ年平均にくらべ、8.7ポイント多かった。

平成15年の玄米重は、5ヵ年平均に比べ不稔歩合が多かった「ゆきまる」、「はくちょうもち」が5ヵ年平均より約23kg/a(約47%)も少なく、最も低収を示し、逆に不稔歩合の差が少なかった「きらら397」は12kg(約23%)の収量低下にとどまった。

表Ⅱ-2-1-3に岩見沢アメダスより求めた平成15年の出穂期別の登熟気温を示した。平成15年の「きらら397」、「ほしのゆめ」の出穂期は8月12日および13日で、その登熟気温はそれぞれ18.2、18.4℃であり、道央部で平年作を得るために必要とされる最低限の19℃に達せず、登熟が十分確保されない遅延型冷害を受けたと判断される。特に粒厚の薄い「ほしのゆめ」にとって、粒の肥大が十分にできない低温登熟条件でより収量低下が大きかった(5ヵ年平均に比べ38%低収)と推定される。

表Ⅱ-2-1-4に奨励品種決定基本調査に供試した14品種・10系統の標肥区と多肥区における形質の平均値を示した。

出穂期、成熟期、不稔歩合、千粒重、検査等級などの形質は施肥量間で差は認められなかったが、多肥により、稈長がのび、穂数も増え、わら重、籾重が増加し、結果

表Ⅱ-2-1-2 奨励品種決定基本調査における主要形質の前5ヵ年平均との比較(中央農試、平成15年、標肥区)

	出穂期		不稔歩合(%)		玄米重(Kg/a)	
	前5ヵ年の平均	差※	前5ヵ年の平均	差※	前5ヵ年の平均	差※
はくちょうもち	7月31日	7日	9.0	20.9	49.1	-23.2
風の子もち	8月1日	7日	9.1	3.5	56.5	-17.6
ゆきまる	7月29日	9日	11.2	21.2	49.4	-23.3
あきほ	8月1日	9日	8.5	13.2	52.0	-16.4
ほしたろう	8月2日	11日	11.8	8.2	53.9	-17.1
ほしのゆめ	8月3日	9日	10.0	7.8	51.8	-19.7
きらら397	8月3日	10日	16.8	1.0	53.2	-12.0
ななつぼし	8月3日	9日	9.5	10.5	56.0	-17.7
はなぶさ	8月3日	8日	13.4	6.3	49.5	-15.3
彩	8月10日	11日	23.9	7.9	44.1	-14.9
吟風	8月4日	10日	18.1	0.1	55.4	-14.8
初雫	8月3日	8日	9.7	3.8	58.0	-18.1
平均	8月3日	9日	12.6	8.7	52.4	-17.5

注1) 前5ヵ年:平成10~14年。

2) 差※:平成15年の値から前5ヵ年の平均を引いた差。

表Ⅱ-2-1-3 出穂期と登熟気温（岩見沢アメダス、平成 15 年）

出 穂 期	登熟気温（℃）
8 月 6 日	19.2
8 月 7 日	19.1
8 月 8 日	18.9
8 月 9 日	18.8
8 月 10 日	18.8
8 月 11 日	18.6
8 月 12 日	18.4
8 月 13 日	18.2
8 月 14 日	18.0
8 月 15 日	17.8
8 月 16 日	17.7
8 月 17 日	17.6
8 月 18 日	17.5
8 月 19 日	17.5
8 月 20 日	17.4
8 月 21 日	17.2
8 月 22 日	17.0

注）登熟気温：出穂後 40 日間の平均気温の平均。

表Ⅱ-2-1-4 奨励品種決定基本調査における標肥区と多肥区の比較（中央農試、平成 15 年）

特 性	標肥区平均	多肥区平均
出 穂 期	8 月 11 日	8 月 12 日
成 熟 期	10 月 2 日	10 月 2 日
稈 長 (cm)	54	57
穂 長 (cm)	15	15
穂 数 (本/m ²)	640	684
1 穂粒数 (粒)	43	46
不 稔 歩 合 (%)	20	21
総 重 (kg/a)	109	127
稈 重 (kg/a)	59	69
精 粒 重 (kg/a)	51	59
玄米重 (kg/a)	36	42
屑米重 (kg/a)	5	6
粒 摺 歩 合 (%)	70	71
千 粒 重 (g)	21	21
検 査 等 級	3 中	3 中上

注 1) 14 品種，10 系統を供試。

的に約 17%収量が増加した。

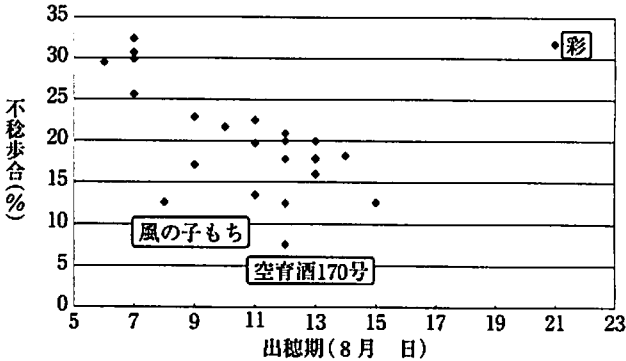
表Ⅱ-2-1-5 に奨励品種決定基本調査に供試した 14 品種・10 系統について、主要形質の相関係数を示した。玄米重は不稔歩合と密接な関係が認められた。

平成 15 年の中央農試における稲の生育の特徴は、出穂の早い品種・系統は 7 月から 8 月初期の低温により不稔が多く発生し収量が低く、逆に、出穂が遅れるにつれ登熟気温が大きく低下し（表Ⅱ-2-1-3）、それに伴い収量も低下したため、相関係数のみではそれらの傾向は把握

表Ⅱ-2-1-5 奨励品種決定基本調査における主要形質の関係（中央農試、平成 15 年）

形 質	出穂期	不稔歩合	耐冷性	玄米重
出 穂 期		-0.4	0.514*	0.085
不 稔 歩 合	-0.266		0.284	-0.77***
耐 冷 性	0.442*	0.382		-0.458*
玄 米 重	0.158	-0.654***	-0.301	
千 粒 重	0.107	-0.315	-0.165	0.595**

注 1) N=24 (14 品種，10 系統)。
2) 耐冷性：極強：2，強：3，やや強：4，…として計算。
3) 斜線より左下の数値は標肥区，右上の数値は多肥区の相関係数を示す。
4) *：5%，**：1%，***：0.1%有意。



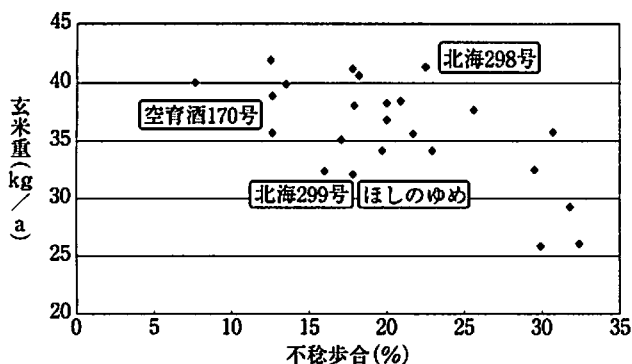
図Ⅱ-2-1-1 出穂期と不稔歩合の関係（中央農試、奨励標肥区、平成 15 年）

できないため、散布図により内容を詳細に検討した。

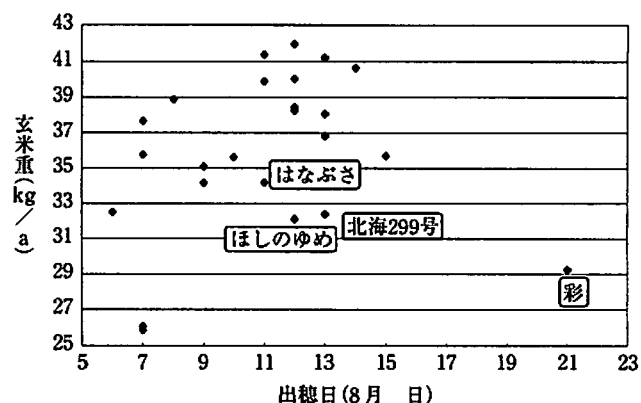
標肥区における出穂期と不稔歩合の関係を図Ⅱ-2-1-1 に示した。出穂が極端に遅い「彩」を除くと、出穂の早い品種ほど不稔の高い傾向が認められ、同程度の出穂期では、耐冷性の強い「風の子もち」「空育酒 170 号」などは不稔歩合が低かった。後に詳述するが、8 月 10 日前後までに、出穂した穂の不稔発生が多く、それらの割合が高い品種・系統の不稔歩合が高い傾向にあった。

標肥区における不稔歩合と玄米重の関係を図Ⅱ-2-1-2 に示した。全体で見ると不稔歩合が多くなるにつれ収量は低下している。しかし、5～25%の範囲では、その傾向は認められず、不稔歩合以外の他の要因により、収量が決定されているように推定される。粒厚の薄い「ほしのゆめ」や巨大胚系統の「北海 299 号」は不稔歩合が同じ程度の品種・系統の中では低収であり、逆に多収系統の「北海 298 号」は不稔歩合が高い割に多収であった。

標肥区における出穂期と玄米重の関係を図Ⅱ-2-1-3 に示した。8 月 12 日～13 日の出穂期で低収を示したものは粒厚の薄い「ほしのゆめ」と低アミロース品種の「はなぶさ」および特殊用途の巨大胚系統の「北海 299 号」であり、これらを除くと 8 月 12 日頃をピークに、それより早くなるにつれ、また遅くなるにつれ低収になる傾向



図II-2-1-2 不稔歩合と玄米重の関係（中央農試、奨決標肥区、平成15年）



図II-2-1-3 出穂期と玄米重の関係（中央農試、奨決標肥区、平成15年）

が伺われる。多肥区でも同様であった（図省略）。

次に平成15年産米の品質について検討した。一般的に冷害年のお米は白度や食味が劣るとされる。そこで中央農試水稻奨励品種決定基本調査産の玄米と白米の白度およびアミロース含有率と蛋白含有率について、平成15年産米の値と、前4ヵ年（平成11～14年）の平均を比較した。表II-2-1-6は玄米白度および白米白度の結果である。平成15年産米の玄米白度は前4ヵ年平均に比べ大きく低下しており、その程度は、一般粳品種<低アミロース品種<糯品種の順で大きく、また、多肥区産米に比べ標肥区産米の低下が大きかった。

一方、平成15年産白米白度については、一般粳品種は前4ヵ年に比べ大差が無かったが低アミロース品種は大きく低下した。糯品種では「はくちょうもち」の低下が

大きかった。

表II-2-1-7はアミロース含有率と蛋白含有率の結果である。平成15年産米のアミロース含有率は前4ヵ年の平均と比べ、一般粳品種で2～3ポイント、低アミロース品種で5～6ポイント高い。このことは、平成15年の中央農試における稲の生育が大きく遅延したことに加え、気温自体が平年に比べ低かったため登熟気温が十分に確保できなかったことによると思われる。

平成15年産米の蛋白含有率は前4ヵ年の平均と比べ、多肥区で大きな差はなく、標肥区で若干低い傾向を示した。しかし、早生のため低温に遭遇し不稔が多かった「ゆきまる」、「はくちょうもち」の蛋白含有率は高い傾向を示した。平成15年は生育が遅延したにも拘わらず蛋白含

表II-2-1-6 平成15年産米の玄米白度および白米白度（中央農試奨励品種決定基本調査）

	品 種 名	玄 米 白 度				白 米 白 度			
		平成15年		H 11～14年平均		平成15年		H 11～14年平均	
		標肥区	多肥区	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区
一般粳品種	ゆきまる	16.5	16.1	18.4	18.2	36.0	35.0	38.9	37.7
	あきほ	15.3	15.5	17.9	17.6	39.0	38.3	38.3	37.8
	ほしたろう	15.6	15.7	17.9	17.6	39.3	38.5	38.9	38.5
	ほしのゆめ	15.7	15.7	17.9	17.6	39.0	38.3	38.9	38.1
	きらら397	15.6	15.7	18.5	18.2	36.4	38.0	37.4	37.0
	ななつぼし	15.6	15.2	17.8	17.3	38.1	37.5	38.7	38.2
	吟風	16.9	16.8	19.5	19.2	41.0	41.0	40.2	38.9
	初雫	14.6	14.4	16.7	16.4	34.7	38.1	37.0	36.2
	(平均)	15.7	15.6	18.1	17.7	37.9	38.1	38.5	37.8
低アミロース品種	はなぶさ	15.1	15.7	19.2	19.0	32.9	34.4	38.1	37.9
	あやひめ	16.0	15.9	19.9	19.3	36.0	37.3	41.4	40.9
	彩	14.8	14.4	19.0	18.4	33.3	32.5	40.8	40.0
	(平均)	15.5	15.5	18.7	18.3	34.1	34.7	40.1	39.6
糯品種	はくちょうもち	22.1	21.9	26.5	25.5	48.3	49.3	54.6	52.2
	風の子もち	23.1	22.6	26.2	25.7	51.8	53.7	53.3	51.6
	(平均)	22.6	22.3	26.3	25.6	50.1	51.5	53.9	51.9

注) 白度:「Kett C-300」により測定。白米白度は搗精歩合を90.5%に揃えた時の値。

表Ⅱ-2-1-7 平成 15 年産米のアミロースおよび蛋白含有率（中央農試奨励品種決定基本調査）

	品 種 名	アミロース含有率（白米）				蛋白含有率（白米）			
		平成 15 年		H 11～14 年平均		平成 15 年		H 11～14 年平均	
		標肥区	多肥区	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区	標肥区	多肥区
一般 粳 品 種	ゆ き ま る	21.2	20.2	19.0	19.0	7.9	9.3	8.4	8.5
	あ き ほ	22.9	22.4	19.9	20.1	6.8	7.6	7.8	8.1
	ほしたろう	22.9	22.0	20.1	20.2	6.4	8.0	7.5	7.9
	ほしのゆめ	23.2	22.7	20.2	20.2	6.7	7.7	7.8	7.9
	きらら 397	23.8	22.2	19.6	20.0	6.5	7.2	7.8	8.4
	ななつぼし	22.2	20.8	19.2	19.1	6.7	7.5	7.4	7.6
	吟 風	25.2	24.6	21.7	21.6	7.3	8.6	8.6	9.0
	初 雫	25.5	24.7	22.6	22.7	6.8	7.7	7.3	7.7
	(平均)	23.4	22.5	20.3	20.4	6.9	8.0	7.8	8.1
低アミロース 品 種	は な ぶ さ	16.4	16.5	11.1	11.1	7.0	8.5	8.3	8.5
	あ や ひ め	15.3	15.5	10.5	10.6	7.0	8.4	7.9	8.2
	彩	19.8	19.2	12.9	12.8	6.8	7.2	8.3	8.9
	(平均)	17.2	17.1	11.5	11.5	6.9	8.0	8.1	8.5
糯 品 種	はくちょうもち	—	—	—	—	9.7	9.3	8.7	8.9
	風の子もち	—	—	—	—	7.7	8.0	7.9	8.1
	(平均)	—	—	—	—	8.7	8.7	8.3	8.5

注) アミロース含有率はオートアナライザー、蛋白含有率はインフラライザーにより測定。

表Ⅱ-2-1-8 奨励品種決定現地試験における主要 3 品種の出穂期、不稔歩合および玄米重
(中央農試担当管内、標肥区、平成 15 年)

現地試験地	ほしのゆめ			きらら 397			ななつぼし		
	出穂期 (月、日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)	出穂期 (月、日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)	出穂期 (月、日)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/a)
沼 田 町	7.25	17	45.3	7.27	31	47.1	7.27	18	58.6
深 川 市	7.23	28	35.7	7.26	33	36.2	7.24	29	39.9
芦 別 市	7.29	14	34.1	7.31	26	33.9	7.31	22	40.5
新十津川町	7.31	12	47.9	8.01	18	49.9	7.31	18	57.1
美 唄 市	8.02	11	39.4	8.05	12	47.3	8.04	15	44.9
長 沼 町	8.10	11	19.3	8.10	23	24.9	8.09	18	26.4
南 幌 町	8.07	12	40.9	8.08	21	37.8	8.07	16	43.5
由 仁 町	8.10	26	23.3	8.13	28	32.6	8.10	27	30.3
当 別 町	8.06	24	42.0	8.07	24	45.0	8.07	30	42.1
恵 庭 市	8.08	20	34.1	8.12	21	39.9	8.11	30	34.8
仁 木 町	7.31	31	23.6	8.02	57	19.4	7.31	47	24.5
倶知安町	8.07	20	30.8	8.06	24	36.2	8.08	23	35.0
蘭 越 町	8.05	25	38.1	8.06	52	27.7	8.06	43	36.8
壮 瞥 町	8.04	21	34.1	8.07	34	39.8	8.06	46	35.2
厚 真 町	8.12	27	24.9	8.12	23	32.2	8.12	30	30.5
平 取 町	8.11	31	24.9	8.15	30	32.6	8.12	33	26.6
静 内 町	8.12	31	36.7	8.18	30	34.6	8.15	33	37.0
平 均	8.06	21.2	33.8	8.07	28.6	36.3	8.08	28.1	37.9

有率が比較的低かったことについては、低温などにより
稲体の窒素吸収が不十分であったことによると推定され
る。

(佐々木忠雄，本間 昭)

2) 奨励品種決定現地調査の解析

① 現地調査の成績

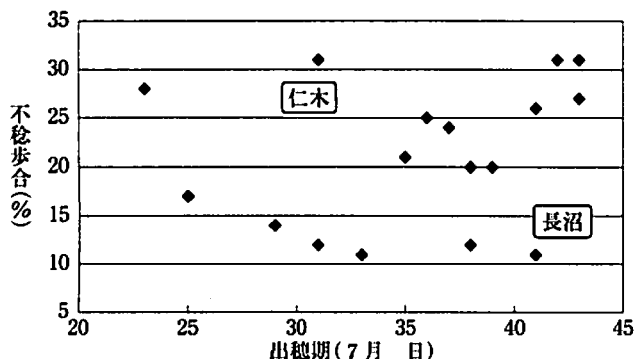
中央農試担当管内の奨励品種決定現地試験（標肥区）
における「ほしのゆめ」、「きらら 397」、「ななつぼし」の
出穂期、不稔歩合、玄米重を表Ⅱ-2-1-8 に示した。
出穂期では深川市が最も早く、「ほしのゆめ」が 7 月 23

日、「きらら 397」が7月26日で、静内町が最も遅く、「ほしのゆめ」が8月12日、「きらら 397」が8月18日でその差は20～23日と非常に大きかった。また、南に位置する現地ほど出穂期が遅くなる傾向が認められた。

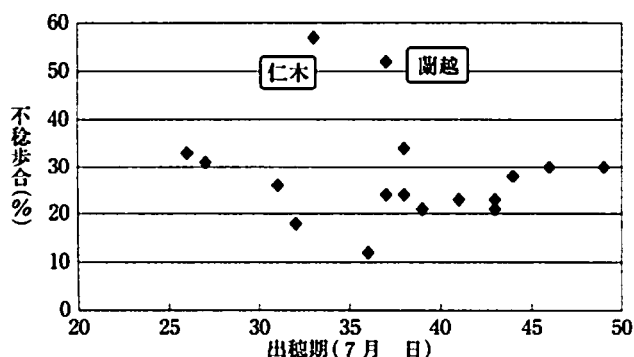
不稔歩合では、現地における変異は、「ほしのゆめ」で11～31%であるのに対し、「きらら 397」が12～57%と大きく、平均値も「ほしのゆめ」21.2%、「きらら 397」28.6%と両品種の耐冷性の差（「ほしのゆめ」：強、「きらら 397」：やや強）は明らかであった。しかし、耐冷性強の「ななつぼし」の不稔歩合が28.1%とほぼ「きらら 397」並であったことについては、次に項目を設けて検討を行った。

玄米重については、両品種の耐冷性の差は反映されず「ほしのゆめ」は「きらら 397」対比約93%と低収であった。その要因として、現地試験における玄米選別の篩目が1.9～1.95 mmであったにも拘わらず、もともと玄米の粒厚の薄い「ほしのゆめ」が低温登熟のため玄米の肥大が不十分でさらに粒厚が薄くなったことによるものと推定される。

表-2-1-8 から品種別に出穂期、不稔歩合、玄米重相互の相関係数を求め表II-2-1-9 に示した。また、それ



図II-2-1-4 出穂期と不稔歩合の関係（中央農試奨決現地、ほしのゆめ、平成15年）



図II-2-1-5 出穂期と不稔歩合の関係（中央農試奨決現地、きらら 397、平成15年）

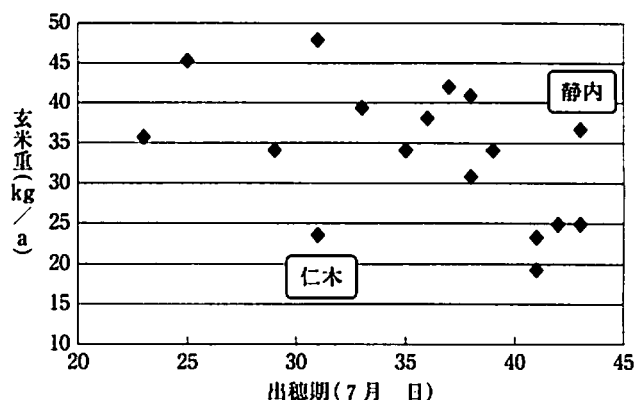
らのうち「ほしのゆめ」と「きらら 397」について、散布図を図II-2-1-4～II-2-1-9 に示した。また、千粒重と出穂期、玄米重の関係を表II-2-1-10 に示した。

出穂期と不稔歩合の関係は3品種いずれも有意ではなかった(表II-2-1-9)。これを図II-2-1-4、II-2-1-5 でみると、図II-2-1-4 では仁木町や長沼町、図II-2-1-5 では仁木町や蘭越町など傾向と異なる現地を除くと、不稔歩合は8月上旬頃出穂した現地が低く、

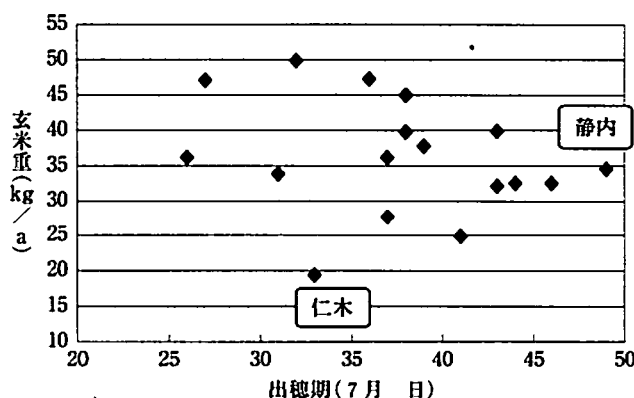
表II-2-1-9 奨決現地試験における主要3品種の出穂期、不稔歩合および玄米重の関係（中央農試担当管内、標肥区、平成15年）

品種名	特 性	出穂期	不稔歩合
ほしのゆめ	不稔歩合	0.217	-0.369
	玄米重	-0.484*	
きらら 397	不稔歩合	-0.166	-0.648**
	玄米重	-0.258	
ななつぼし	不稔歩合	0.139	-0.529*
	玄米重	-0.533*	

注) 表中の数字は相関係数, *: 5%有意, **: 1%有意, N=17.



図II-2-1-6 出穂期と玄米重の関係（中央農試奨決現地、ほしのゆめ、平成15年）



図II-2-1-7 出穂期と玄米重の関係（中央農試奨決現地、きらら 397、平成15年）

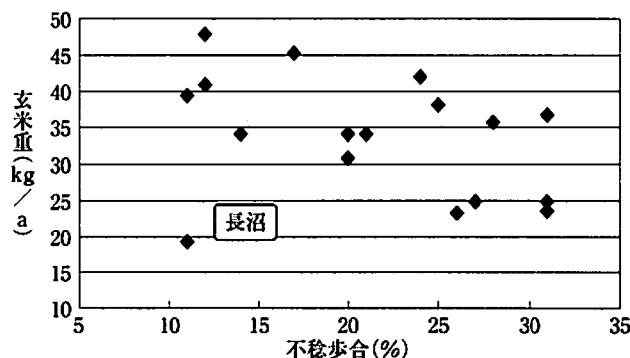


図 II-2-1-8 不稔歩合と玄米重の関係（中央農試奨決現地、ほしのゆめ、平成 15 年）

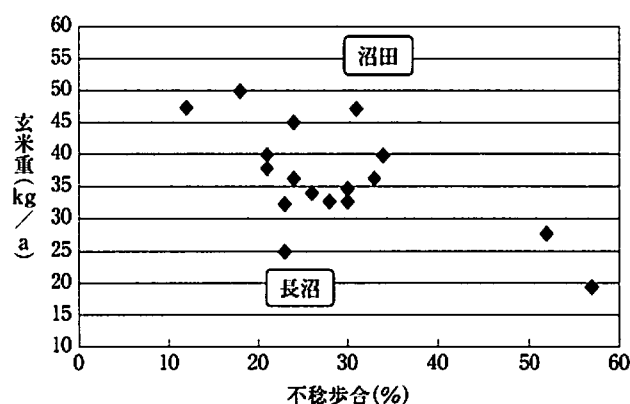


図 II-2-1-9 不稔歩合と玄米重の関係（中央農試奨決現地、きらら 397、平成 15 年）

それより早くなるにつれ、また、逆に遅くなるにつれ高くなる傾向を示した。「ななつぼし」も同様の傾向を示した（図省略）。

出穂期と玄米重の関係は「ななつぼし」、「ほしのゆめ」で出穂が遅れるほど低収を示した（表 II-2-1-9）。これは表 II-2-1-10 からわかるように、両品種の千粒重の大きさが玄米重と関係が強く、出穂が遅れるほどその千粒重は、小さくなったことによると推定される。

図 II-2-1-6 は「ほしのゆめ」について出穂期と玄米重の関係を見たものであるが、5%有意で負の関係が認められるものの、仁木町や静内町を除くと8月初めに収穫した現地が最も多収で、それより早くても遅くても収量は低下している傾向が認められる。

図 II-2-1-7 の「きらら 397」についても同様な傾向がみとれる。「ななつぼし」は「ほしのゆめ」と似た散布図であった（図省略）。

不稔歩合と玄米重の関係は「きらら 397」、「ななつぼし」の相関係数はそれぞれ 1%，5%で有意であったが「ほしのゆめ」は有意とならなかった（表 II-2-1-9）。しかし、図 II-2-1-8 は「ほしのゆめ」について、その

表 II-2-1-10 奨決現地試験における主要 3 品種の千粒重、出穂期および玄米重の関係（中央農試担当管内、標肥区、平成 15 年）

	ほしのゆめ	きらら 397	ななつぼし
出穂期	-0.828***	-0.687***	-0.841***
玄米重	0.491*	0.435	0.566*

注) * (5%有意) : 0.482, *** (0.1%有意) : 0.725, N=17。

表 II-2-1-11 奨励品種決定現地試験の各現地における「きらら 397」の生育時期別気温、日照時間および不稔歩合（中央農試担当管内、標肥区、平成 15 年）

	①冷却度(°C)	②気温 1 (°C)	③気温 2 (°C)	④日照 1 (時間)	⑤日照 2 (時間)	不稔歩合(%)
沼田町	30.4	24.2	22.9	51.9	73.3	31
深川市	27.0	22.5	22.5	55.4	63.5	33
芦別市	24.5	24.4	25.7	34.2	65.4	26
滝川市	34.9	22.2	24.2	49.2	51.1	29
美唄市	28.6	23.5	25.4	49.7	32.4	12
岩見沢市	11.3	25.1	24.2	30.1	46.3	15
長沼町	29.6	23.5	23.5	38.4	25.4	23
新篠津村	33.3	23.7	23.9	60.2	32.4	24
恵庭市	31.9	22.8	23.1	36.7	23.4	21
倶知安町	38.1	22.0	23.8	50.0	30.5	24
蘭越町	35.5	22.2	23.7	20.8	21.5	52
伊達市	41.1	22.5	23.1	40.1	35.9	34
厚真町	37.3	23.5	22.1	29.6	17.8	23
静内町	8.7	22.0	22.3	34.4	19.0	32

注) 各項目は以下の定義による。

①冷却度：花粉異常発生期間（出穂前 20 日～11 日までの 10 日間）の日平均気温 20°C 以下の積算値。

②気温 1：花粉充実期間（出穂前 10 日～1 日まで）の 10 日間の平均最高気温。

③気温 2：開花障害期間（出穂後 1 日～10 日まで）の 10 日間の平均最高気温。

④日照 1：出穂前 20～11 日までの 10 日間の合計日照時間。

⑤日照 2：出穂前 10～1 日までの 10 日間の合計日照時間。

関係をみたものであるが、長沼町を除くと弱いながら負の関係が認められる。図 II-2-1-9 は「きらら 397」についてその関係をみたものであるが、長沼町は不稔歩合の割には低収、沼田町は不稔歩合の割には高収であった。それは出穂の早晩の差が登熟に影響したためと推定される。

以上のことをまとめると、玄米収量は、8 月上旬をピークにそれより出穂が早くになるにつれ、また、遅くなるにつれ低下していた。それは不稔の発生程度によるものであった。

表 II-2-1-11 に現地試験所在地あるいは近傍市町村のアメダスより求めた、各現地の「きらら 397」の各生育期間の気温、日照、および「きらら 397」の不稔歩合を示した。各期間の設定は「北海道の冷害と作柄判断：農林水産省北海道統計情報事務所発行、1981 年 7 月」に基づいて設定した（表 II-2-1-11 の注参照）。表 II-2-1-12 にそれらの関係を示した。表 II-2-1-12 より、

表II-2-1-12 奨励品種決定現地試験の各現地における「きらら397」の生育時期別気温、日照時間および不稔歩合相互の関係

	①冷却度	②気温1	③気温2	④日照1	⑤日照2
①冷却度					
②気温1	-0.331				
③気温2	-0.045	0.377			
④日照1	0.215	-0.057	0.066		
⑤日照2	-0.112	0.401	0.264	0.418	
不稔歩合	0.237	-0.523	-0.331	-0.276	0.006

注1) 各項目の定義は表II-2-1-11に同じ。

2) 5%有意: 0.532, N=14。

3) 中央農試担当管内、棚肥区、平成15年における結果。

全体的な傾向として、花粉充実期間の気温(出穂前10日～1日)と「きらら397」の不稔歩合が弱いながらも関係が認められ、この期間の気温が低いほど「きらら397」の不稔が高い傾向が認められた。しかし、表II-2-1-8や図II-2-1-4～II-2-1-9に示されるように、各現地における不稔の発生要因は、各現地における時期別の気温・日照などの要因の関与程度が異なることが想定された。

(佐々木忠雄, 宗形信也)

②「ななつぼし」の耐冷性について

「ななつぼし」は平成12年に優良品種に認定され、一般栽培2年目の平成15年の作付け面積は約9,700haであった。「ななつぼし」はその耐冷性は「ほしのゆめ」と同じクラスの「強」という評価であるが、作況指数73という平成15年の冷害年において「強」の評価のわりには不稔の発生が多かったという声が多く聞かれた。そこで、品種になって以降の各農試の耐冷性の検定結果や、平成15年の奨励品種決定現地試験における不稔発生の実態について検討を行った。

表II-2-1-13に「ななつぼし」が品種になって以降の平成13～15年の耐冷性検定における穂ばらみ期耐冷性の検定結果を「ほしのゆめ」、「きらら397」と比較して示した。「ほしのゆめ」は年次、検定場を問わず安定して「強」の評価であるのに対し、「ななつぼし」は年次や場により「やや強～強」の評価を受けることがあり、特に上川農試では3年間で「強」の評価はなかった。「きらら397」は稀に場により「やや強～強」と判定されたが、多くは「やや強」であった。各判定に表II-2-1-13の注2)に示した配点をして、総平均をとると「ほしのゆめ」の5に対し「ななつぼし」は4.5、「きらら397」は3.2となり、「ななつぼし」の耐冷性は「ほしのゆめ」と同じクラスの「強」と判定して差し支えないと判断された。但し、「強」のクラスでも「ほしのゆめ」より劣ることはこ

表II-2-1-13 「ななつぼし」の穂ばらみ期耐冷性(中期冷水掛け流しによる)

年次	検定場	品 種 名		
		ななつぼし	ほしのゆめ	きらら397
平成13年	上川農試	Rr	R	r
	中央農試	R	R	r
	道南農試	Rr	R	r
	北農研	R	R	Rr
平成14年	上川農試	Rr	R	r
	中央農試	R	R	r
	道南農試	R	R	r
	北農研	Rr	R	r
平成15年	上川農試	r	R	r
	中央農試	R	R	r
	道南農試	R	R	r
	北農研	R	R	Rr
各場・3年間の総平均※		4.5	5.0	3.2

注1) 検定方法、処理温度: 19～19.5℃。

処理期間: 極早生種の止葉期から晩生種の出穂期まで。

2) R: 強, Rr: やや強～強, r: やや強の判定。

3) ※: R=5, Rr=4, r=3として計算した値。

のデータが示すとおりである。

表II-2-1-14に上川農試が人工気象室を用いて行った開花期耐冷性の検定結果を示した。開花期耐冷性の判定について注3)に記載したように数値を配点し、5年間の平均をとると、「ななつぼし」は4.6となり「ほしのゆめ」(4.8)と同じ「強」にランクされ、「きらら397」は4.0で「やや強」、「ゆきひかり」は3.0で「中」にランクされた。表II-2-1-13および表II-2-1-14に示されるように、「ななつぼし」の耐冷性は農試が行っている検定条件で評価する限り、「ほしのゆめ」よりやや劣るものの、穂ばらみ期、開花期いずれの耐冷性も「強」と判定される。

しかし、平成15年の気象経過は6月6半旬以降9月まで低温に経過し、特に7月は極低温で、また地域により

表II-2-1-14 「ななつぼし」の開花期耐冷性(上川農試)

年次	品 種 名			
	ななつぼし	ほしのゆめ	きらら397	ゆきひかり
平成11年	r	R	m	m
平成12年	R	R	r	s
平成13年	R	R	R	r
平成14年	R	r	r	m
平成15年	r	R	r	m
5年間の総平均※	4.6	4.8	4.0	3.0

注1) 検定方法、処理温度: 17.5℃, 遮光50%。処理期間: 出穂日から15日間。人工気象室使用。

2) R: 強, r: やや強, m: 中の判定。

3) ※: R=5, r=4, m=3として計算した値。

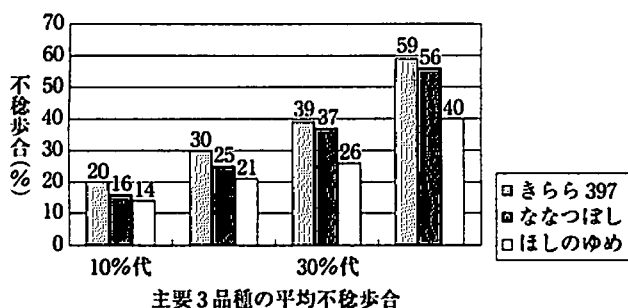
日照が極端に少ないなど、農試における穂ばらみ期の耐冷性の検定条件より厳しい環境条件であったと思われる。

そこで、奨励品種決定現地試験における不稔の発生程度を検討した。表Ⅱ-2-1-15 は全道の水稲奨励品種決定現地試験において「きらら 397」、「ななつぼし」、「ほしのゆめ」の 3 品種が共通に供試されている試験区における 3 品種の平均不稔歩合が、10%台、20%台、30%台および 40%台以上のグループの平均値を示したものである。これから、不稔歩合は中空知、南空知地域の現地が少なく、道南、日胆、後志地域の現地で多いことが認め

られる。さらにその平均値を図Ⅱ-2-1-10 に示した。全平均をみると「ほしのゆめ」の不稔歩合は 23.6%であるのに対し、「ななつぼし」は 30.8%で「きらら 397」の 34.4%に近い数値を示した。しかし、表Ⅱ-2-1-15 および図Ⅱ-2-1-10 から次のことがいえる。3 品種の不稔歩合の平均が 10%台である現地においては、「ななつぼし」の不稔歩合は「きらら 397」より明らかに少なく、「ほしのゆめ」に近い値であった。同様に 20%台では、両者の中間に近い値を示し、同様に 30%台以上では「ほしのゆめ」より明らかに多く、「きらら 397」に近い不稔歩合を示した。つまり、「ななつぼし」はより気象条件が厳

表Ⅱ-2-1-15 全道水稲奨励決定現地試験における主要 3 品種の不稔歩合（平成 15 年）

奨励決定 試験地	施肥区	きらら 397		ななつぼし		ほしのゆめ		3 品種平均 不稔歩合
		出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	
美 唄 市	標肥区	8.05	12.0	8.04	15.0	8.02	11.0	12.7
新十津川町	標肥区	8.01	18.0	7.31	18.0	7.31	12.0	16.0
南 幌 町	標肥区	8.08	21.0	8.07	16.0	8.07	12.0	16.3
長 沼 町	標肥区	8.10	23.0	8.09	18.0	8.10	11.0	17.3
長 沼 町	多肥区	8.11	23.0	8.09	17.0	8.07	13.0	17.7
小 平 町	標肥区	8.01	18.7	7.31	11.6	7.30	22.7	17.7
鷹 栖 町	標肥区	7.25	22.8	7.24	18.1	7.23	14.1	18.3
小計 (7 区平均)		8.04	19.8	8.03	16.2	8.02	13.7	16.6
芦 別 市	標肥区	7.31	26.0	7.31	22.0	7.29	14.0	20.7
沼 田 町	標肥区	7.27	31.0	7.27	18.0	7.25	17.0	22.0
倶 知 安 町	標肥区	8.06	24.0	8.08	23.0	8.07	20.0	22.3
中富良野町	標肥区	7.31	28.4	8.02	19.0	7.30	21.2	22.9
恵 庭 市	標肥区	8.12	21.0	8.11	30.0	8.08	20.0	23.7
小 平 町	多肥区	8.01	36.3	7.31	18.2	7.30	17.9	24.1
当 別 町	標肥区	8.07	24.0	8.07	30.0	8.06	24.0	26.0
鷹 栖 町	多肥区	7.26	37.5	7.25	24.4	7.24	18.2	26.7
厚 真 町	標肥区	8.12	23.0	8.12	30.0	8.12	27.0	26.7
由 仁 町	標肥区	8.13	28.0	8.10	27.0	8.10	26.0	27.0
沼 田 町	多肥区	7.27	33.0	7.25	27.0	7.24	28.0	29.3
東 川 町	多肥区	7.29	40.5	7.30	31.6	7.28	17.6	29.9
深 川 市	標肥区	7.26	33.0	7.24	29.0	7.23	28.0	30.0
小計 (13 区平均)		8.02	29.7	8.02	25.3	8.01	21.5	25.5
大 野 町	標肥区	8.13	32.4	8.12	35.3	8.11	25.1	30.9
平 取 町	標肥区	8.15	30.0	8.12	33.0	8.11	31.0	31.3
静 内 町	標肥区	8.18	30.0	8.15	33.0	8.12	31.0	31.3
深 川 市	多肥区	7.28	48.0	7.28	30.0	7.25	25.0	34.3
壮 瞥 町	標肥区	8.07	34.0	8.06	46.0	8.04	21.0	33.7
東 川 町	標肥区	7.28	43.1	7.30	42.4	7.27	19.5	35.0
当 麻 町	標肥区	7.25	45.5	7.26	33.5	7.24	26.6	35.2
蘭 越 町	標肥区	8.06	52.0	8.06	43.0	8.05	25.0	40.0
小計 (8 区平均)		8.06	39.4	8.05	37.0	8.03	25.5	34.0
美 瑛 町	標肥区	7.26	52.4	7.27	41.5	7.24	27.1	40.3
仁 木 町	標肥区	8.02	57.0	7.31	47.0	7.31	31.0	45.0
厚 沢 部 町	標肥区	8.07	55.1	8.08	59.9	8.05	39.6	51.5
今 金 町	標肥区	8.10	54.8	8.10	62.8	8.09	57.6	58.4
知 内 町	標肥区	8.12	77.0	8.12	67.0	8.11	44.7	62.9
小計 (5 区平均)		8.05	59.3	8.05	55.6	8.04	40.0	51.6
全平均 (33 区)		8.04	34.4	8.04	30.8	8.02	23.6	29.6



図II-2-1-10 奨決現地試験における不稔程度別にみた主要3品種の不稔歩合

しく不稔が多くなるにつれ、「ほしのゆめ」に比べ、耐冷性が低下し、「きさら397」並に近づく傾向が認められた。

そこで、各耐冷性検定場における水口区と水尻区の3品種の稔歩合について検討した。通常冷水掛け流し検定圃では、水温は約19～19.5℃に調節しているが、水口区に比べ水尻区は水温が高くなる傾向があり、そのことは、出穂が早まることや稔歩合が高まることから伺える。「ななつぼし」が品種になる以前の3年間と、以降の3年間の水口区と水尻区の稔歩合の平均値を表II-2-1-16に示した。

稔歩合からみて平成10～12年に比べ、平成13～15年は水温以外の要因が大きく影響している可能性が高いことが推定された。つまり、平成10～12年は気象良好年で、13～15年は気象不良年であった。出穂期を無視して稔歩合だけに着目して3品種の相対的關係をみると、中央農試の平成10～12年、平成13～15年および上川農試の平成13～15年の結果が、水尻区に比べ水口区において、「ななつぼし」の稔歩合は「ほしのゆめ」のそれより「きさら397」の値に近づいていた。つまり、穂ばらみ期の耐冷性検定において、「ななつぼし」の稔歩程度は、「ほしのゆめ」、「きさら397」に比べ変動しやすいと推定された。

以上のように、平成15年の水稻奨決現地試験および耐冷性検定圃における水口、水尻区における不稔発生状況などから、「ななつぼし」の耐冷性は、農試における検定条件では「強」であるが、それより厳しい環境条件下では低下していく可能性が示唆された。このことは、どのような要因によるものか、また、類似の品種・系統の有無については、さらに詳細な検討が必要である。

(佐々木忠雄)

3) 出穂期別の不稔調査解析(不稔発生の解析)

①中央農試岩見沢試験地

表II-2-1-17に中央農試岩見沢試験地の作況試験の「ほしのゆめ」、「きさら397」および早生品種として、

表II-2-1-16 耐冷性検定試験(中期冷水掛け流し)の水口および水尻区における主要3品種の稔歩合

検定農試	年次	品種名	水口区		水尻区	
			出穂期	稔歩合	出穂期	稔歩合
中央農試	平成10～12年	きさら397	8月10日	31	8月10日	57
		ななつぼし	8月9日	47	8月8日	75
		ほしのゆめ	8月9日	62	8月7日	79
	平成13～15年	きさら397	8月15日	6	8月12日	13
		ななつぼし	8月12日	21	8月9日	34
		ほしのゆめ	8月11日	36	8月9日	49
上川農試	平成10～12年	きさら397	8月7日	21	8月5日	49
		ななつぼし	8月6日	40	8月3日	64
		ほしのゆめ	8月6日	48	8月3日	73
	平成13～15年	きさら397	8月3日	2	8月1日	4
		ななつぼし	7月29日	1	7月29日	11
		ほしのゆめ	7月30日	16	7月29日	27
道南農試	平成10～12年	きさら397	8月7日	21	8月4日	57
		ななつぼし	8月4日	31	8月4日	58
		ほしのゆめ	8月5日	50	8月1日	74
	平成13～15年	きさら397	8月14日	3	8月12日	12
		ななつぼし	8月13日	8	8月11日	16
		ほしのゆめ	8月10日	22	8月10日	36

注)「ななつぼし」が品種になる以前(平成10～12年)および品種になってから(平成13～15年)の各3ヵ年の平均を記載した。

奨決圃の「ゆきまる」の3品種について、出穂日別に調査した稔歩合を示した。なお、3品種とも中苗で同一圃場に栽植され、耕種法は同じである。

表II-2-1-17によると、出穂の早い穂ほど稔歩合が低く、8月10日前後を過ぎると80%以上の稔歩を示し、変動も少ない傾向が認められた。

表II-2-1-18は8月10日までに収穫した穂と11日以降に収穫した穂の稔歩合の平均を示したものである。11日以降に収穫した穂の稔歩合は83～85%と3品種に大差は無いが、それらと比較して10日まで収穫した穂の稔歩合は早生の「ゆきまる」が30%低く、「ほしのゆめ」「きさら397」でも約10%程度低かった。

次に、出穂日別稔歩合と気温との関係を見るために花粉異常発生期間として出穂前27日～22日(X1)、21日～16日(X2)、15日～10日(X3)の各6日間の日平均気温20℃以下の冷却度を、花粉充実期間として出穂前9日～4日(X4)、出穂前3日～出穂後3日(X5)の平均日最高気温を、開花障害期間として出穂後4日～9日(X6)の平均日最高気温の6日毎・6時期に分けて稔歩合との重回帰式を求め、表II-2-1-19に示した。

寄与率をみると「ゆきまる」が92.1%と最も高く、標準偏回帰係数から出穂前4～15日までの気温の影響が大きかったことが認められる。出穂前16日以前の低温の

表Ⅱ-2-1-17 「きらら 397」など 3 品種の出穂日別
稔実歩合（中央農試 平成 15 年）

出穂日 月. 日	ゆきまる (%)	ほしのゆめ (%)	きらら 397 (%)
7.27	7.1	—	—
28	—	—	—
29	13.8	—	—
30	8.0	—	—
31	10.8	—	—
8.01	46.2	—	—
2	28.8	—	—
3	20.4	—	—
4	51.6	—	—
5	57.8	56.5	—
6	65.2	—	—
7	63.8	75.1	60.4
8	75.7	74.1	79.1
9	65.2	82.4	77.8
10	79.0	83.8	80.0
11	82.6	81.8	84.2
12	83.9	83.9	91.1
13	83.7	87.8	89.1
14	81.4	89.3	87.3
15	85.7	83.2	86.5
16	82.6	87.2	87.1
17	83.1	86.7	80.8
18	—	86.0	89.4
19	—	—	83.2
20	—	89.2	82.9
21	—	81.8	77.0
22	—	95.1	85.7
23	—	87.2	84.1
24	—	81.5	—
平 均	65.3	82.2	81.8
調査穂数	78	65	52

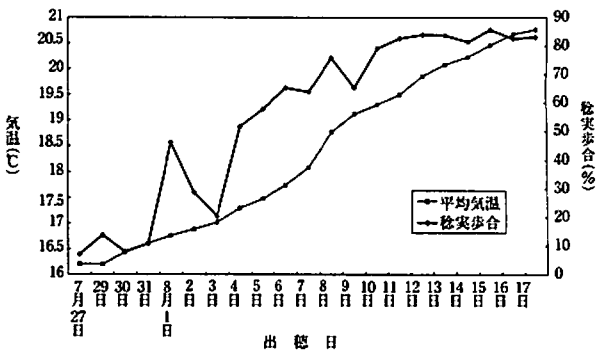
注 1) 平均稔実％は調査穂数の総穂数に対する稔実穂数の割合で示した。
2) 各品種 3 株調査。

影響は認められないが、この時期の幼穂は水中にあることが多く、むしろ水田水温に影響されたためと推定される。ちなみに、岩見沢における 7 月の日照時間は平年よ

表Ⅱ-2-1-18 8 月 10 日までおよび 11 日以降出穂
した穂の稔実歩合（中央農試 平成
15 年）

出穂日 区 分	ゆきまる (%)	ほしのゆめ (%)	きらら 397 (%)
10 日まで出穂 (調査穂数)	51.3 (42)	76.3 (20)	73.6 (15)
11 日以降出穂 (調査穂数)	83.3 (36)	85.2 (45)	85.4 (37)

り多かった。
「ほしのゆめ」と「きらら 397」は寄与率が約 76%で同程度であったが、「ほしのゆめ」については、出穂前 10～15 日の低温の影響が強く受けたことが認められる。「きらら 397」についても顕著ではないが、出穂前 4～15 日の低温の影響が他の期間よりも相対的に大きかったといえる。
図Ⅱ-2-1-11 に「ゆきまる」の出穂日別稔実歩合と出穂前 4～15 日の平均気温を示した。気温の上昇とともに稔実歩合が向上していることが認められる。
(佐々木忠雄)



図Ⅱ-2-1-11 「ゆきまる」の出穂日別稔実歩合と出穂前 4～15 日の平均気温

表Ⅱ-2-1-19 出穂日別稔実歩合に対する時期別温度影響度（中央農試 平成 15 年）

品種・苗	標準偏回帰係数						寄与率 (%)
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5	X 6	
	(-27～-22)*	(-21～-16)	(-15～-10)	(-9～-4)	(-3～+3)	(+4～+9)	
ゆきまる・中苗 (N=21)	0.016	0.266	-0.667	0.455	0.216	0.126	92.1
ほしのゆめ・中苗 (N=17)	0.400	-0.201	-0.718	0.307	-0.022	0.145	76.1
きらら 397・中苗 (N=18)	0.302	-0.294	-0.391	0.439	-0.282	0.254	76.4

注 1) *: 出穂前後日数。
2) X 1～X 3：各々対応する出穂前後日数間の各 6 日間の冷却度（日平均気温 20℃以下の気温の積算値）。
3) X 4～X 6：各々対応する出穂前後日数間の各 6 日間の平均日最高気温。
4) ほしのゆめ、きらら 397 は作況試験、ゆきまるは同じ圃場、同じ耕種概要による奨励試験（標肥区）の株を調査した。

②植物遺伝資源センター

〈不稔発生の要因解析〉

作況調査のデータを基に不稔発生の要因について解析を行った。図II-2-1-12に穂別の不稔発生の推移を示した。調査対象とした品種が中生の「きらら397」、「イシカリ」に偏っていたが、出穂日が早い穂ほど不稔歩合が高くなる傾向が認められた。

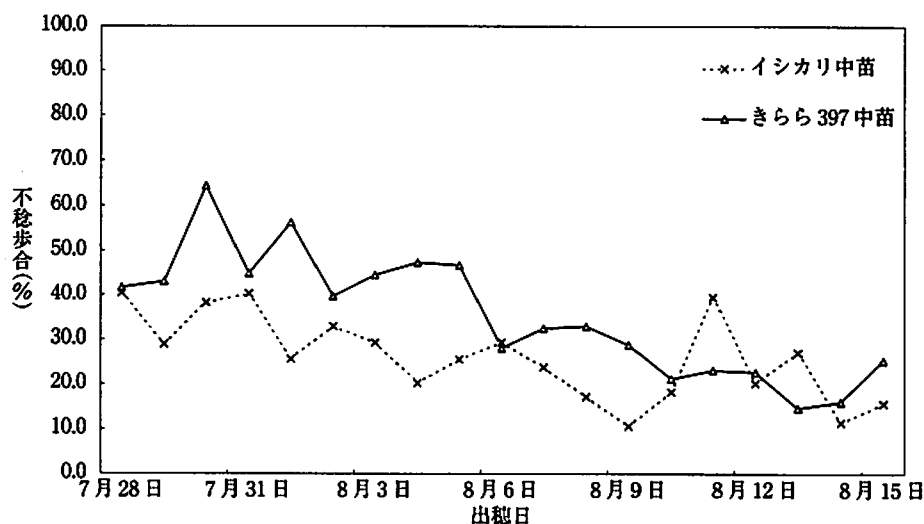
品種別にみると、同一出穂日の穂であっても、耐冷性「強」の「イシカリ」に比べて、耐冷性「やや強」の「きらら397」は不稔歩合が高い傾向がみられた。

図II-2-1-13に穂孕期前半(出穂日前20～11日)の平均気温と不稔歩合(穂別)の関係を示した。これによると、平均気温18℃を境に不稔歩合が20%を超える穂が

多くなり、気温が低くなるほど不稔歩合は高くなった。

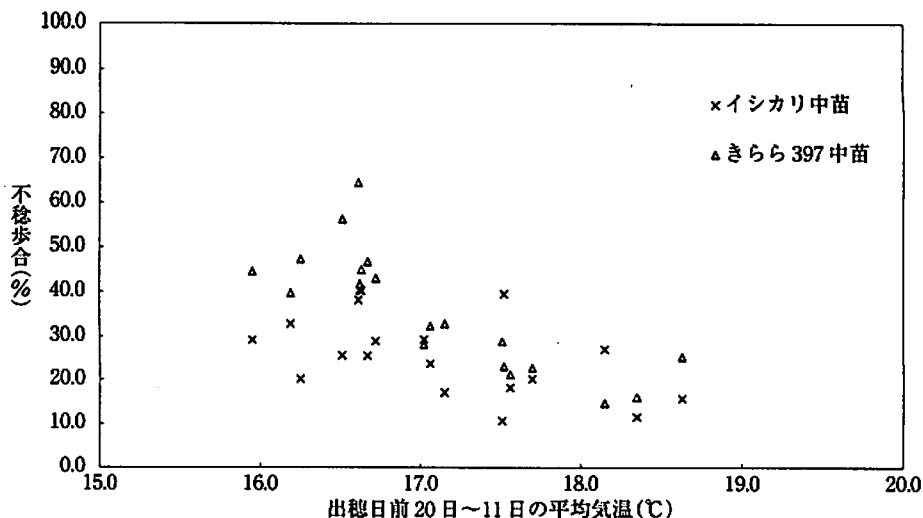
この傾向は、「きらら397」でより顕著であり、不稔歩合自体も「きらら397」の方が高かった。これら不稔歩合の高い穂の穂孕期前半は、気温が低かった7月の中下旬に相当している。

図II-2-1-14に作況圃における穂孕期後半(出穂日前10～1日)の日平均最高気温と不稔歩合(穂別)の関係を示した。概ね日平均最高気温の低い方が不稔歩合が高い傾向がみられた。この期間の気温は20℃台後半～22℃台後半で、22℃台後半でも不稔歩合が20%以上の穂があることから穂孕期後半の低温も不稔発生に関与していたと考えられる。品種別では「きらら397」のほうが「イシカリ」よりも不稔歩合が高い傾向が見られた。穂孕期



図II-2-1-12 出穂日と不稔歩合の関係(作況調査 植物遺伝資源センター 平成15年)

注) 調査個体数は6個体。調査対象とした穂は7月28日～8月15日に収穫した全穂。



図II-2-1-13 穂孕期前半における平均気温と不稔歩合(穂別)の関係(植物遺伝資源センター 平成15年)

注) 調査個体数は6個体。調査対象とした穂は7月28日～8月15日に収穫した全穂。

の前半および後半の低温による不稔発生が「イシカリ」より「きらら 397」で高い傾向にあったのは、両者の耐冷性の差によるものと考えられる。

図 II-2-1-15 に出穂後 10 日間の日平均最高気温と不稔歩合の関係を示した。当該期間は日平均最高気温が 23.5℃以上であり両者の間には判然とした関係がみられないことから開花受精期の障害はわずかであったと考えられる。

以上から、植物遺伝資源センターでは、「きらら 397」や「イシカリ」などの中生品種に見られた不稔の大部分は、穂孕期にあたる 7 月の低温による影響が大きく関与したと推察される。その影響は耐冷性の弱い品種系統で

は強く現れたものと考えられる。

〈過去の冷害年との比較〉

表 II-2-1-20 には作況調査「イシカリ」のデータを基に、過去の冷害年である昭和 58 年、平成 5 年との比較を示した。

平成 15 年は、「イシカリ」でみると幼穂形成期から出穂期の間はほぼ全期間を通し低温に経過し、この期間の平均気温は他の冷害年よりも大幅に低く、稔実歩合、精玄米重は平成 5 年に次いで低かった。昭和 58 年が幼穂形成期頃までの低温による生育遅延を伴う遅延型であり、平成 5 年が幼穂形成期頃までの低温による生育遅延の他に穂孕期および開花期の低温による花粉形成障害を伴っ

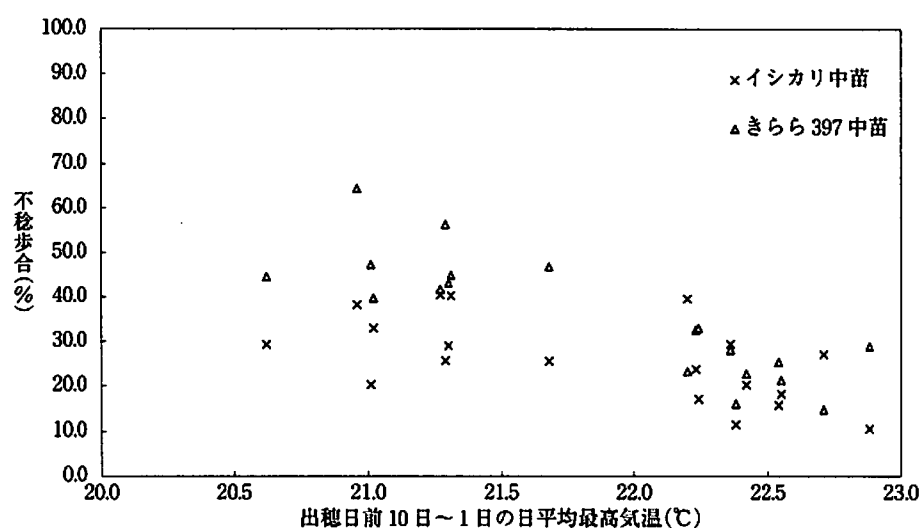


図 II-2-1-14 出穂日前 10 日～1 日の日平均最高気温と不稔歩合（穂別）の関係（植物遺伝資源センター 平成 15 年）

注）調査個体数は 6 個体。調査対象とした穂は 7 月 28 日～8 月 15 日に出穂した全穂。

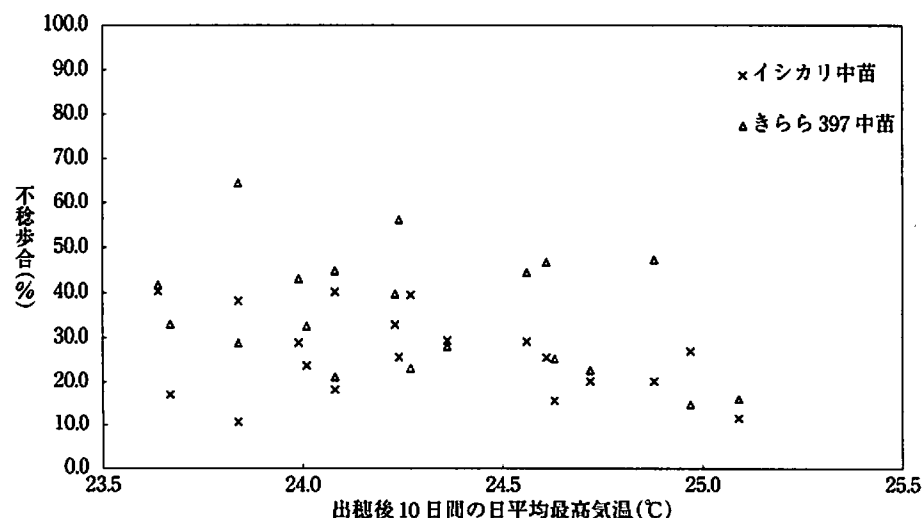


図 II-2-1-15 出穂後 10 日間の日平均最高気温と不稔歩合の関係（植物遺伝資源センター 平成 15 年）

注）調査個体数は 6 個体。調査対象とした穂は 7 月 28 日～8 月 15 日に出穂した全穂。

表II-2-1-20 過去の冷害年との比較 (作況調査・イシカリ中苗 植物遺伝資源センター 平成15年)

冷害年次		昭和58年	平成5年	平成15年
幼穂形成期	(月日)	7月22日	7月9日	6月30日
出穂期	(月日)	8月14日	8月10日	7月29日
移植期～幼穂形成期の平均気温	(℃)	13.8	14.6	15.7
幼穂形成期～出穂前21日の平均気温	(℃)	18.5	18.3	16.1
穂孕期前半(出穂期前20日～11日)の平均気温	(℃)	19.6	18.2	16.7
穂孕期後半(出穂期前10日～1日の平均気温)	(℃)	22.4	17.6	17.2
出穂期後10日間の平均気温	(℃)	17.6	18.5	19.6
移植期～幼穂形成期における日照量	(時間/日)	6.1	4.3	5.0
幼穂形成期～出穂期における日照量	(時間/日)	6.3	6.0	5.2
稔歩合	(%)	90.5	47.8	76.9
精玄米千粒重	(g)	23.1	21.6	21.1
精玄米重	(kg/10a)	512	254	501
冷害の類型		遅延型	障害・遅延型	障害型

た障害型・遅延型併発であるのに対し、平成15年は主として障害型であったことが特徴である。

(原田竜一, 千藤茂行)

4) 長沼町における減収要因の解析

①気象経過と水稻の生育

図II-2-1-16に示すように、長沼町においても6月25日から8月3日まで平年に比べ気温が大きく低下し、同期間での日平均気温の平均値が平年より2.6℃低かった。しかし、ほぼ水稻の冷害危険期に当たる8月4日から気温はやや回復し、8月20日までの日平均気温の平均値は平年より1.2℃低い、20.0℃となった。その後、8月20日から9月の登熟期での気温は概して平年に近かった。なお、日照時間については時期により変動があるが、平均すると平年と大きな差異はなかった。

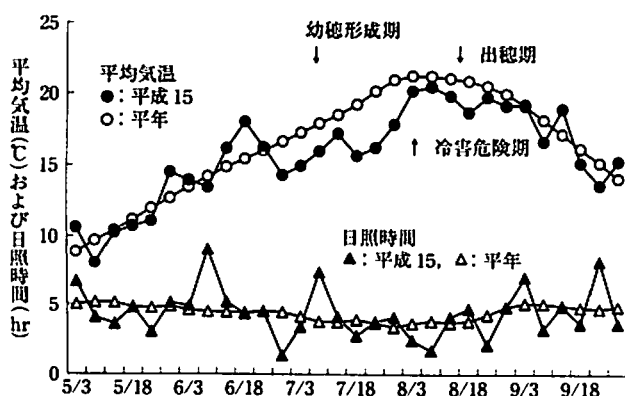
その結果、出穂始期は調査を行った現地試験15区の平均で8月7日(平均の出穂率9.3%)、穂揃期は8月18

日(同60.7%)近くであった。すなわち、出穂期は平年(表II-2-1-21, 空知南西部農業改良普及センターの作況調査による、「きらら397」を供試、以下同じ)の8月3日に比べ大きく遅れ、長沼町の栽培指標での晩限出穂期である8月12日より遅い例が多いと思われた。収穫期も10月2～9日と平年の成熟期の9月25日に比べ遅れた。また、表II-2-1-22に示すように不稔歩合は13.8～37.6%, 平均では24.6%と平年の12.4%より低下した。

②冷害による産米への影響

現地試験は「きらら397」が15カ所、「ほしのゆめ」8(収穫期のみ6)カ所、「ななつぼし」が4(収穫期のみ3)カ所で行った。そこで、供試区数の少ない「ななつぼし」を除く他の2品種と全3品種込みにしての平均値により、冷害の影響を検討した。

表II-2-1-22に示すように、10a当たりの精玄米重には221～457kgの差異が見られ、平均では308kgと平年対比で63%にすぎなかった。「きらら397」は「ほしのゆめ」に比べ平均で26kg多収であるが、区間の差異が大きかった。出穂早晚を示す、8月18日の出穂率は、平均で「ほしのゆめ」が72.1%と「きらら397」の57.2%より高かった。穂ばらみ期の障害型耐冷性は「きらら397」がやや強で「ほしのゆめ」の強より劣るが、出穂期が異なるためか、不稔歩合は試験区平均で両品種間に差異が見られなかった。しかし、「きらら397」では13.8～37.6%と「ほしのゆめ」16.0～28.8%に比べ試験区間にやや大きな差異があった。良食味米生産の上で重要である精米蛋白含有率は、「きらら397」が平均で8.2(7.1～9.2)%と「ほしのゆめ」の8.1(7.4～8.8)%と同じであったが、試験区間での差異が大きかった。収穫期は10月2



図II-2-1-16 長沼町における平成15年と平年での平均気温と日照時間の推移

データはアメダス (<http://www.data.kishou.go.jp/>) による。

表Ⅱ-2-1-21 長沼町における熟期、収量および収量構成要素の平年値（「きらら 397」）

年次	項目	出穂期 (8月 暦日)	成熟期 (9月 暦日)	穂数 (/m ²)	1穂 粒数	粒数 (×10 ³ /m ²)	不稔 歩合 (%)	登熟 歩合 (%)	精玄米 重 (kg/10a)	屑米 重 (kg/10a)	精玄米 比率 (%)	千粒 重 (g)
平年	平均	3	25	582	57.8	33.5	12.4	72.7	489	60	89.3	22.6
	最小	-3	13	552	54.8	30.6	4.8	62.0	429	28	85.5	22.0
	最大	14	40	639	60.0	38.2	18.4	85.3	541	80	93.9	23.1
	標準偏差	6.9	11.5	33.6	2.59	2.86	6.57	9.01	43.6	26.3	3.90	0.40
(参考) 平成 15 年		11	39	529	55.0	29.1	22.8	58.2	338	34	90.9	19.9

注 1) 空知南西部農業改良普及センターによる平成 8～14 年の作況試験において、地域の収量が最も多い平成 10 年と最も少ない平成 14 年のデータを除いた平均値。

注 2) 試験地は、図Ⅱ-2-1-17 の位置区分で 1 と 5。また、移植期と窒素施肥量 (kg/10a) はそれぞれ、位置区分 1: 5 月 23 日、全層 4.0、側条 4.3、位置区分 5: 5 月 19 日、全層 4.7、側条 2.8。

注 3) 登熟歩合は、比重 1.06 の塩水で沈んだ粒の比率。

注 4) 精玄米は 1.90 mm 以上。精玄米比率は、精玄米の粗玄米（精玄米+屑米）に対する重量比。

表Ⅱ-2-1-22 精玄米重、出穂早晚、不稔歩合、籼米蛋白含有率および試験圃場の栽培条件およびそれらの形質間の相関係数

品種名 (区数)		精玄米重 (kg/10 a)	出穂 早晚	不稔 歩合 (%)	蛋白 含有率 (%)	収穫日 (10 月 暦日)	位置 区分	藁処理	排水 良否	窒素施 肥量 (kg/10 a)	同左 側条 比率%	移植日 (5 月 暦日)	栽植 株密度 (/m ²)	
きらら 397 (15)	平均	322	57.2	23.8	8.2	7.1	3.7	1.7	1.8	8.4	20.8	22.0	21.5	
	最小	225	27.9	13.8	7.1	2.0	1.0	1.0	1.0	7.5	0.0	17.0	18.5	
	最大	457	83.5	37.6	9.2	9.0	6.0	3.0	3.0	9.8	55.6	27.0	23.6	
	標準偏差	65.0	19.64	7.76	0.55	1.62	1.44	0.82	0.56	0.64	23.54	2.62	1.44	
	相 関 係 数	精玄米重	—	—	—	—	−0.302	0.156	−0.044	−0.309	−0.491	−0.224	0.367	−0.341
		出穂早晚	0.648**	—	—	—	−0.557*	0.529*	−0.038	−0.223	−0.563*	−0.426	0.221	−0.203
		不稔歩合	−0.532*	−0.288	—	—	0.355	−0.125	0.441	0.331	0.209	−0.081	0.110	0.403
		蛋白含有率	−0.451	−0.481	0.861**	—	0.648**	−0.244	0.327	0.281	0.100	−0.016	0.117	0.462
ほしの ゆめ (6*, 8)	平均	296*	72.1	21.9*	8.1*	5.5*	3.9	1.6	1.6	8.0	14.0	20.1	21.2	
	最小	237	42.4	16.0	7.4	2.0	2.0	1.0	1.0	6.9	0.0	16.0	18.6	
	最大	348	97.0	28.8	8.8	8.0	6.0	3.0	2.0	9.3	46.7	24.0	23.0	
	標準偏差	42.4	18.59	5.65	0.58	2.81	1.46	0.74	0.52	0.80	19.87	2.42	1.48	
	相 関 係 数	精玄米重	—	—	—	—	−0.430	0.118	0.297	0.297	0.886*	−0.419	0.266	−0.389
		出穂早晚	0.866*	—	—	—	−0.625	0.440	0.380	0.563	0.680	−0.689	0.121	−0.572
		不稔歩合	0.118	0.327	—	—	0.309	−0.262	0.955**	0.955**	0.278	0.219	0.563	0.418
		蛋白含有率	0.093	0.144	0.769	—	0.625	−0.151	0.699	0.699	0.213	0.039	0.578	0.463
品種 込み (24*, 27)	平均	308*	60.7	24.6*	8.2*	6.7*	3.8	1.7	1.7	8.3	16.8	21.1	21.4	
	最小	221	27.9	13.8	7.1	2.0	1.0	1.0	1.0	6.9	0.0	16.0	18.5	
	最大	457	97.0	37.6	9.2	9.0	6.0	3.0	3.0	9.8	55.6	27.0	23.6	
	標準偏差	60.4	19.41	7.60	0.52	1.97	1.33	0.78	0.53	0.72	21.35	2.62	1.37	
	相 関 係 数	精玄米重	—	—	—	—	−0.249	0.210	−0.127	−0.083	−0.012	−0.210	0.371	−0.277
		出穂早晚	0.636**	—	—	—	−0.606**	0.483*	−0.028	−0.015	−0.098	−0.468*	0.058	−0.312
		不稔歩合	−0.461*	−0.256	—	—	0.329	−0.179	0.514*	0.407*	0.089	−0.066	0.159	0.387
		蛋白含有率	−0.335	−0.337	0.798**	—	0.607**	−0.347	0.408*	0.400	0.105	0.006	0.251	0.474*

注 1) いずれも成苗栽培による。精玄米は粒厚 1.90 mm 以上。蛋白含有率は精米蛋白含有率。

注 2) 出穂早晚は穂揃い期（8 月 18 日）における出穂率（%）。なお、従来の出穂調査には考慮されない弱小茎も含む。

注 3) 位置区分は図Ⅱ-2-1-17 を参照、おおよそ北が数値大。藁処理、1: 搬出、2: 秋鋤込み、3: 春鋤込み。排水良否、1: 良、2: 普通、3: 不良。

注 4) 品種込みには、表に示した「きらら 397」と「ほしのゆめ」に加え、「ななつぼし」の 4（収穫期のみ 3）区のデータを含む。

注 5) # は、収穫日の箇所数。

～9日の差異があり、「ほしのゆめ」が「きらら397」より平均で1.6日早かった。

両品種とも、精玄米重の値は出穂期が早いほど大きく、蛋白含有率は不稔歩合が高いほど、また収穫期が遅いほど高くなった。さらに、「きらら397」では不稔歩合が低いほど多収であったが、「ほしのゆめ」では不稔歩合と精玄米重の間に一定の関係が無かった。

次に、圃場条件、栽培方法および各生育期の特性の平均値やその特性値と精玄米重、出穂早晚、不稔歩合、精米蛋白含有率との相関係数を求め、冷害が水稻の生育へ及ぼした影響を検討する。

③圃場条件および栽培方法の影響

長沼町では水田圃場が南に位置するほど、太平洋からの霧と風の影響を受け、初期生育が不良となる(図II-2-1-17)。本試験でも南ほど出穂が遅れる傾向があった(表II-2-1-22)。しかし、圃場の位置と精玄米重、不稔歩合および精米蛋白含有率との間には、一定の関係はみられなかった。

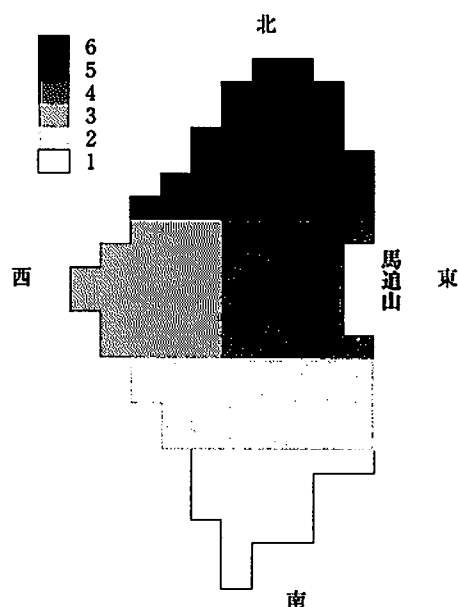
窒素施肥量(kg/10a)は6.9～9.8で、平均で「きらら397」の8.4が「ほしのゆめ」の8.0よりわずかに多かった。側条施肥率は0～55.6%で、平均16.8%であった。「きらら397」では、有意ではないが窒素施肥量が多いほど、低収の傾向があった。しかし、「ほしのゆめ」では逆に、窒素施肥量の多い区ほど出穂が早く多収である傾向にあった。「きらら397」では側条施肥比率が高い区ほど出穂が遅くなる傾向にあったが、これは風の影響により出穂が遅れる南に位置する試験区ほど側条比率が高いため($r = -0.556^*$, $n = 27$)と考えられた。

藁処理および排水の良否については、「ほしのゆめ」では藁処理を怠った場合ほど、また排水が悪い圃場ほど不稔歩合と精米蛋白含有率が高かった。一方、「きらら397」ではそれらの関係は明瞭ではなかった。

移植は5月16～27日、平均5月21日に行われたが、早植による出穂促進の効果はみられなかった。 m^2 当たり植付け株数は18.5～23.6の差異があったが、密植による収量の向上や出穂促進の効果はみられず、逆に不稔歩合や精米蛋白含有率が高くなる傾向があった。しかし、これらの関係は、風により初期生育が劣る南の地域に位置する試験区ほど密植であるため($r = -0.542^*$, $n = 27$)と考えられた。

④生育期別の全乾物重(全重)との関係

表II-2-1-23に示すように、出穂が早いほど、「きらら397」では幼穂形成期から出穂始期にかけて、「ほしのゆめ」ではさらに長く移植1ヶ月後から収穫期にかけて、全重が大きい傾向があった。また、「ほしのゆめ」ではこ



図II-2-1-17 本試験における長沼町の位置区分

注1) 風や霧が水稻の初期生育に及ぼす影響が小さい地域ほど、値を大きくした。すなわち、北ほど南(太平洋)から吹き込む風や霧の影響が小さく、さらに、東は馬追山があるためそれらの影響が小さい。

注2) 図II-2-1-16のアメダス測定地の位置区分は4。

れらの全生育期で全重が大きいほど多収である傾向が見られ、一方、穂揃期以外の全生育期で全重が重い区ほど不稔歩合が高い傾向もあった。すなわち、この後者の関係は前者に影響するほど強くはないと考えられた。これに対し、「きらら397」ではこれらの形質間に一定の傾向が見られなかった。また、両品種とも収穫期の全重が大きいほど、不稔歩合と蛋白含有率が高い傾向が見られた。なお、品種込みで移植期の全重と不稔歩合との間には正の相関関係がみられたが、この理由は不明である。

さらに、各生育期の間の乾物増加量との関係をみると、両品種とも出穂期が早いほど、生育前半の移植期(移植直後、5月28日)～幼穂形成期、および幼穂形成期～止葉期での全重増加量が多かった。さらに、「ほしのゆめ」では、有意ではないがこれら両生育期間での全重増加量が多いほど精玄米重の値が大きい傾向にあった。しかし、「きらら397」ではこれらの間に一定の傾向がみられなかった。

不稔歩合については、「ほしのゆめ」において有意ではないが、移植期～幼穂形成期と幼穂形成期～止葉期、および幼穂形成期～収穫期における全重増加量と高い正の相関関係がみられた。しかし、「きらら397」ではこれらの形質間に一定の関係がなかった。また、精米蛋白含有率は品種込みで、幼穂形成期、止葉期、穂揃期の各生育期～収穫期の全重増加量といずれも正の相関関係があった。

表Ⅱ-2-1-23 生育期別の全乾物重、各生育期の間の全乾物重増加量およびそれらと冷害に関する特性との相関係数

品種名 (区数)	生育期別の全乾物重 (kg/10 a)								生育期の間の全乾物重増加量 (ka/10 a)					
	移植期	移植 1ヵ月 後	幼穂 形成 期	止葉期	出穂 始期	穂揃期	収穫期		移植期 ～幼穂 形成期	幼穂形 成期～ 止葉期	止葉期 ～ 穂揃期	穂揃期 ～ 収穫期	幼穂形 成期～ 収穫期	止葉期 ～ 収穫期
きらら 397	平均	2.7	31.2	83.0	218.4	408.7	597.7	1035	80.3	135.4	379.2	437.1	951.7	816.3
	最小	1.1	13.7	47.6	159.4	308.0	523.4	921	44.7	103.8	316.3	272.3	838.6	710.1
	最大	4.3	53.3	129.5	312.2	535.5	705.8	1213	126.0	196.3	455.9	594.1	1117.9	930.1
	標準偏差	0.68	9.88	23.82	47.33	69.49	57.98	81.4	23.44	28.73	47.15	71.69	74.17	69.52
	相 関 係 数													
ほしの ゆめ (6*, 8)	精玄米重	-0.197	0.046	0.167	0.311	0.401	0.207	0.278	0.175	0.374	-0.058	0.148	0.251	0.113
	出穂早晚	0.392	0.347	0.497	0.649*	0.738**	0.265	0.015	0.494	0.657**	-0.326	-0.197	-0.143	-0.424
	不稔歩合	0.446	0.452	0.296	0.327	0.218	0.324	0.469	0.288	0.293	0.070	0.271	0.420	0.327
	蛋白含有率	0.213	0.360	0.158	0.180	0.062	0.336	0.558*	0.154	0.166	0.232	0.362	0.562*	0.531*
	相 関 係 数													
品種 込み (24*, 27)	平均	3.0	48.1	110.4	289.9	526.2	688.0	1086*	107.4	179.5	398.1	417.9*	981.0*	808.9*
	最小	1.8	27.3	61.0	180.1	393.9	587.0	934	58.5	119.1	329.5	332.2	868.4	724.7
	最大	4.2	79.0	203.8	454.3	791.7	924.2	1256	201.2	250.5	469.9	507.1	1052.6	848.0
	標準偏差	0.83	17.96	48.54	90.62	128.48	114.86	115.8	48.35	43.33	50.65	76.20	67.45	44.45
	相 関 係 数													
	精玄米重	-0.365	0.594	0.621	0.658	0.598	0.723	0.551	0.627	0.688	0.431	-0.381	0.435	-0.092
	出穂早晚	0.270	0.725*	0.744*	0.771*	0.723*	0.822*	0.548	0.743	0.777*	0.485	-0.519	0.322	-0.331
	不稔歩合	0.767	0.638	0.628	0.631	0.634	0.296	0.670	0.619	0.622	-0.468	0.519	0.634	0.281
	蛋白含有率	0.737	0.314	0.316	0.286	0.315	0.087	0.495	0.307	0.246	-0.315	0.605	0.590	0.626
	相 関 係 数													

注1) 移植期は移植直後: 5月28日, 移植1ヵ月後: 6月25日, 幼穂形成期: 7月7日, 止葉期: 7月22日, 出穂始期: 8月7日, 穂揃期: 8月18日に調査。

注2) 収穫期については表Ⅱ-2-1-22を参照。蛋白含有率は精米蛋白含有率。

注3) 品種込みのデータについては, 表Ⅱ-2-1-22の脚注を参照。

⑤生育期別の稲体窒素含有率との関係

表Ⅱ-2-1-24に示すように, 稲体窒素含有率は, 「ほしのゆめ」では移植1ヵ月後から穂揃期にかけ, 「きらら397」でも出穂始から穂揃期において, 出穂が早いほど低い傾向にあった。また, 「ほしのゆめ」では止葉期から穂揃期にかけ窒素含有率が高いほど収量が低い傾向にあったが, 「きらら397」ではこれらの間に一定の傾向がなかった。

「きらら397」では出穂始期での稲体窒素含有率が高いほど不稔歩合が高かった。これに対し, 「ほしのゆめ」では稲体窒素含有率と不稔歩合が明瞭な正の相関を示した生育期は認められず, 幼穂形成期では逆に負の相関関係がみられた。なお, この負の相関関係の理由は明らかでなかった。また, 「きらら397」では止葉期から穂揃期にかけての窒素含有率が高いほど蛋白含有率が高いが, 「ほしのゆめ」では移植期, 移植期1ヵ月後および穂揃期で同

様な傾向があった。

各生育期の間での窒素吸収量と精玄米重との関係では, 「ほしのゆめ」でのみ, 移植期～幼穂形成期, および穂揃期～収穫期において有意ではないが高い正の相関関係があった。両品種とも出穂が早いほど移植期～幼穂形成期の窒素吸収量が多い傾向にあり, さらに「きらら397」では, 出穂が早いほど止葉期から収穫期までの窒素吸収量が少なかった。

また, 両品種において止葉期～穂揃期の窒素吸収量が多いほど不稔歩合が高く, 精米蛋白含有率も高かった。さらに, 幼穂形成期と止葉期の各生育期～収穫期の窒素吸収量が多いほど精米蛋白含有率が高かった。

以上のように, 「ほしのゆめ」では各生育期の稲体窒素含有率と不稔発生との間には一定の関係がみられず, 出穂が早く出穂前後にかけ稲体窒素含有率が低いほど多収であった。一方, 「きらら397」は出穂始期での窒素含有

表II-2-1-24 生育期別の稲体窒素含有率と各生育期の間の窒素吸収量、およびそれらと冷害に関する特性との相関係数

品種名 (区数)		生育期別の稲体窒素含有率 (%)							生育期の間の窒素吸収量 (kg/10 a)					
		移植期	移植 1ヵ月 後	幼穂 形成期	止葉期	出穂 始期	穂揃期	移植期 ～幼穂 形成期	幼穂形 成期～ 止葉期	止葉期 ～ 穂揃期	穂揃期 ～ 収穫期	幼穂形 成期～ 収穫期	止葉期 ～ 収穫期	
きらら 397 (15)	平均	4.1	3.6	2.9	2.3	1.7	1.4	1.3	2.7	1.7	2.7	7.1	4.4	
	最小	3.0	3.2	2.5	2.0	1.2	1.1	0.7	1.6	0.2	-0.2	5.1	1.9	
	最大	5.6	4.0	3.3	3.1	2.5	2.1	2.0	6.0	4.4	4.9	10.4	7.3	
	標準偏差	0.73	0.27	0.20	0.26	0.33	0.28	0.36	1.06	1.03	1.19	1.71	1.51	
	相 関 係 数	精玄米重	-0.238	0.098	0.091	0.252	-0.152	-0.145	0.297	0.432	-0.203	0.125	0.233	-0.040
		出穂早晚	-0.460	-0.132	0.060	0.021	-0.527*	-0.619*	0.690**	0.385	-0.552*	-0.420	-0.387	-0.711**
不稔歩合		-0.182	-0.187	-0.128	0.301	0.661	0.467	0.150	0.307	0.571*	-0.401	0.256	0.074	
蛋白含有率		0.115	-0.147	-0.235	0.455	0.809**	0.749**	-0.092	0.371	0.666**	-0.105	0.558*	0.374	
ほしの ゆめ (6*, 8)	平均	3.9	3.3	2.7	2.0	1.4	1.2	1.3	2.6	1.7	2.6*	6.8*	4.2*	
	最小	2.9	3.0	2.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.2	5.0	2.5	
	最大	4.6	3.7	3.1	2.5	1.8	1.5	2.4	3.5	3.7	4.5	9.3	5.9	
	標準偏差	0.60	0.25	0.22	0.40	0.22	0.22	0.55	0.91	0.96	1.19	1.63	1.25	
	相 関 係 数	精玄米重	-0.114	-0.340	-0.373	-0.617	-0.784	-0.692	0.696	-0.478	-0.335	0.620	-0.089	0.286
		出穂早晚	-0.188	-0.589	-0.548	-0.726*	-0.606	-0.518	0.832*	-0.507	0.024	0.232	-0.231	0.186
不稔歩合		0.491	0.484	-0.640	-0.400	0.291	0.197	0.518	0.018	0.742	0.024	0.544	0.693	
蛋白含有率		0.877*	0.611	-0.543	-0.137	0.291	0.548	0.179	0.144	0.625	0.381	0.804	0.926*	
品種 込み (24*, 27)	平均	4.0	3.4	2.8	2.2	1.6	1.4	1.3	2.7	1.8	2.7*	7.0*	4.3*	
	最小	2.9	3.0	2.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.2	-0.2	5.0	1.9	
	最大	5.6	4.0	3.3	3.1	2.5	2.1	2.4	6.0	4.4	4.9	10.4	7.3	
	標準偏差	0.65	0.27	0.23	0.34	0.33	0.25	0.42	0.99	1.05	1.10	1.57	1.39	
	相 関 係 数	精玄米重	-0.175	0.163	0.141	0.146	-0.097	-0.104	0.288	0.280	-0.162	0.184	0.204	0.029
		出穂早晚	-0.369	-0.278	-0.219	-0.323	-0.510**	-0.589**	0.583**	0.117	-0.279	-0.248	-0.311	-0.455*
不稔歩合		-0.021	-0.156	-0.226	0.004	0.440*	0.354	0.210	0.207	0.486*	-0.263	0.257	0.142	
蛋白含有率		0.331	0.032	-0.272	0.176	0.637**	0.660**	0.054	0.275	0.635**	0.044	0.610**	0.492*	

注1) 生育期については、表II-2-1-23の脚注参照。

注2) 品種込みのデータについては、表II-2-1-22の脚注を参照。

率が高いほど不稔発生が多く、出穂期前後の稲体窒素含有率が高いほど蛋白含有率が高かったが、精玄米重と各生育期の稲体窒素含有率や窒素吸収量との間には一定の関係がなかった。

⑥収穫期の諸特性との関係

表II-2-1-25に示すように、初穂比は、「きらら397」で平均0.715(0.519～0.979)と、「ほしのゆめ」の0.660(0.566～0.762)に比べ高く、試験区間の差異も大きかった。そのため、「きらら397」では初穂比が高いほど精玄米重の値が大きく、不稔歩合と精米蛋白含有率が低かった。一方、「ほしのゆめ」ではそれらの形質の間に明確な関係がなかった。

m²当たり初数は平均で27,300粒と表II-2-1-21に示した平年に比べ少なく、「きらら397」が26,800(22,100～34,300)粒と、「ほしのゆめ」28,400(23,300～33,800)粒に比べやや少なかった。「ほしのゆめ」では同初数が多いほど精玄米重の値が大きく、同時に精米蛋白

含有率が高い傾向にあったが、「きらら397」ではその関係がやや不明瞭であった。

登熟歩合(全初数に占める精玄米粒数の比率、%)は平均で55.4と概して低く、その中で「きらら397」が平均で58.4(41.3～72.2)と「ほしのゆめ」51.8(45.1～60.2)に比べ高いが、試験区間の差異が大きかった。また、屑米重(kg/10a)の値は平均で76と平年60よりやや大きく、「ほしのゆめ」が94と「きらら397」の70に比べ大きかった。そのため、粗玄米重に占める精玄米重比率(%)は平年の89.3より低く、「ほしのゆめ」が75.7と「きらら397」の81.7に比べやや低かった。千粒重(g)は、平均で20.4と平年の22.6より軽く、「きらら397」が20.6(19.5～21.6)と「ほしのゆめ」の20.3(19.7～20.8)に比べわずかに重い程度であり、「きらら397」での試験区間の差異が大きかった。

すなわち、「きらら397」では出穂が早く、登熟歩合が高く、屑米重比率が低く、粗玄米重に占める精玄米重比

表II-2-1-25 収穫期の諸特性、およびそれらと冷害に関する特性との相関係数

品種名 (区数)		稈葉比	穂数 (/m ²)	1 穂 穂数	籾数 (×10 ³ /m ²)	登熟歩合 (%)	屑米重 (kg/10 a)	精玄米 比率(%)	千粒重 (g)	
きらら 397 (15)	平均	0.715	536	50.2	26.8	58.4	70	81.7	20.6	
	最小	0.519	425	42.7	22.1	41.3	43	68.9	19.5	
	最大	0.979	636	57.1	34.3	72.2	111	88.6	21.6	
	標準偏差	0.151	63.6	4.80	3.36	9.99	18.2	6.20	0.58	
	相 関 係 数	精玄米重	0.828**	-0.078	0.504	0.339	0.798**	-0.571*	0.820**	0.713**
		出穂早晚	0.485	-0.230	0.207	-0.071	0.705**	-0.698**	0.753**	0.515*
		不稔歩合	-0.866**	0.371	-0.037	0.341	-0.729**	0.282	-0.440	-0.699**
		蛋白含有率	-0.781**	0.266	0.861**	0.445	-0.727**	0.385	-0.463	-0.666**
ほしの ゆめ (6)	平均	0.660	615	46.4	28.4	51.8	94	75.7	20.3	
	最小	0.566	532	38.5	23.3	45.1	71	65.5	19.7	
	最大	0.762	717	55.5	33.8	60.2	125	82.4	20.8	
	標準偏差	0.080	66.9	7.29	4.36	6.18	19.5	6.12	0.44	
	相 関 係 数	精玄米重	0.090	0.415	0.410	0.710	0.212	-0.707	0.878*	0.483
		出穂早晚	-0.119	0.775	0.021	0.562	0.259	-0.687	0.797	0.255
		不稔歩合	-0.547	0.657	0.012	0.476	-0.513	0.374	-0.226	-0.194
		蛋白含有率	-0.052	0.298	0.769	0.708	-0.886*	0.564	-0.339	0.105
品種 込み (24)	平均	0.675	550	50.1	27.3	55.4	76	79.6	20.4	
	最小	0.412	425	38.5	22.1	41.3	43	65.5	19.5	
	最大	0.979	717	59.3	34.3	72.2	125	88.6	21.6	
	標準偏差	0.144	73.1	6.07	3.53	9.40	20.4	6.58	0.59	
	相 関 係 数	精玄米重	0.761**	0.052	0.290	0.359	0.760**	-0.590**	0.828**	0.720**
		出穂早晚	0.377	0.231	-0.026	0.189	0.526**	-0.456*	0.604**	0.423*
		不稔歩合	-0.827**	0.119	0.204	0.317	-0.665**	0.150	-0.319	-0.653**
		蛋白含有率	-0.611**	0.153	0.798**	0.485*	-0.678**	0.317	-0.359	-0.463**

注 1) 精玄米比率は、表II-2-1-21 の脚注を参照。

注 2) 登熟歩合は、(精玄米重÷千粒重)×1000÷m² 当たり稈数、による。

注 3) 精玄米重は粒厚 1.90 mm 以上、千粒重は粒厚 1.95 mm 以上の玄米を調査。

注 4) 品種込みのデータについては、表II-2-1-22 の脚注を参照。

率が高く、千粒重が重い区ほど精玄米重の値が大きかった。また、登熟歩合が高く、千粒重が重い区ほど不稔歩合と精米蛋白含有率が低かった。それに対し、「ほしのゆめ」では登熟歩合と精玄米重、不稔歩合と千粒重、千粒重と精米蛋白含有率の間に一定の関係がみられず、異なっていた。

⑦まとめ

平成 15 年における冷害の影響は、6 月下旬から穂ばらみ期までの低温による m² 当たり稈数の不足と不稔発生、さらに 8 月下旬まで続いた長期低温による生育遅延がもたらした登熟歩合の低下の 3 つの要因がみられた。しかし、その中でも現在の主要品種である「きらら 397」と「ほしのゆめ」では低温の影響が異なった。

「ほしのゆめ」は「きらら 397」に比べ穂ばらみ期耐冷性が強く、出穂期や成熟期も早い。そのため、不稔発生による収量の低下は小さく、蛋白含有率の変動も小さ

かった。その結果、生育全般にわたり全重が大きいほど、また、m² 当たり稈数が多いほど多収の傾向があった。一方、「きらら 397」は低温による不稔発生や、出穂が遅延したため秋冷による千粒重の低下などの登熟障害により、収量低下や蛋白含有率の上昇をもたらした。そのため、全重や m² 当たり稈数の増加は必ずしも収量を高めなかった。

ただし、「ほしのゆめ」は「きらら 397」よりも千粒重が小さく、粒厚が薄く分布する。このため、収量に至る稈数の比率、すなわち登熟歩合を大きくする能力が劣ることから、登熟期の不良条件により屑米が多くなり、「きらら 397」より収量が劣っていた。

以上のことから、長沼町で平成 15 年のような冷害を回避する対策として次のことが考えられる。低温による障害型不稔の発生を回避するために、まず障害型耐冷性の強い品種を作付けする。さらに、生育が遅延し登熟条件

が不良となり、粒重が軽く(粒厚が薄く)なることにより精玄米重歩合が低下し、減収するので、出穂期と成熟期が早く、粒重が重く安定した品種が望まれる。

栽培法では、「ほしのゆめ」でみられたように、初期生育を促進し幼穂形成期までの窒素吸収量を高めること、さらに止葉期までの生育量を高め m^2 当たり粒数を十分確保することが、収量を低下させないために必要である。一方、冷温による不稔発生を助長する止葉期(冷害危険期)での稲個体の窒素含有率は、可能な限り低下させる。また、低蛋白(良食味)米生産のため、止葉期以降も稲個体の窒素含有率を低く維持する。そのために、本試験で有効と認められた稲藁の圃場からの持ち出しや排水を良くして乾田化を図り初期生育を促進することが重要である。また、本試験では直接に収量の向上や出穂期の促進に有効とは認められなかったが、側条施肥や密植による初期生育の促進や早植による生育促進も重要と考えられる。

(丹野 久, 安積大治)

(2) 道北・道東地域

1) 奨励品種決定基本調査の解析

上川農試の奨励基本調査のデータについて解析を行っ

た。

用いたデータは平成6年以降継続して作付けされている9品種で、平成14年までの9年間の平均(標肥区、多肥区込み)を平年値として平成15年と比較した(表II-2-2-1)。平年値と比較して、著しくデータが異なった形質は、収量(平年比61, 以下平年比省略。), 不稔歩合(375), 稈長(82), 一穂粒数(88), m^2 当たり稈実粒数(64)等であった。平成15年の各品種の収量はa当たり23.1 kg(彩)から44.8 kg(風の子もち)と少なく、平年比45から77であった。収量と相関関係が高かったのは m^2 当たり稈実粒数($r=0.966^{**}$, ** は1%水準, * は5%水準で有意。以下同様。)不稔歩合($r=-0.883^{**}$)であった。平成15年は稈長が平年より12 cmも短く、そのため一穂粒数も7粒程度少なく m^2 当たりの粒数が1,300粒少ない36,400粒であった。また、不稔歩合が平均で30%も高かったため、 m^2 当たり稈実粒数が21,400粒と少なくなり、収量が著しく減少することとなった。特に穂孕期の耐冷性が劣る「彩」で収量が最も平年に比べて少なく、次いで「きらら397」であった。出穂期は9品種平均で2日早く、成熟期は6日早かった。千粒重は0.2 g 重かった。タンパク質含有率は9品種平均で8.8%となり、平年の7.1%より高かった。アミロース含有率(一般粳米)は

表II-2-2-1 奨励基本調査の生育・収量(平成15年, 上川農試)

系 統 名	試験	出穂期	成熟期	成熟期の		一穂	m^2 当	m^2 当	不稔	千粒重	玄米重	収量
品 種 名	年次	月.日	月.日	cm	/m ²	粒数	粒数 ×1000	稈実 粒数 ×1000	歩合 %	g	kg/a	指数
ハヤカゼ	本年	7.23	9.2	55	849	44.2	37.5	27.1	27.6	21.2	42.3	73
	平年	7.25	9.9	65	777	49.1	38.1	34.2	10.4	20.6	58.0	100
ゆきまる	本年	7.26	9.7	56	801	47.2	37.8	21.1	44.0	21.0	35.6	62
	平年	7.27	9.13	66	728	50.5	36.8	33.8	8.2	20.7	57.6	100
あきほ	本年	7.25	9.8	56	852	46.2	39.5	17.9	32.6	21.7	43.9	77
	平年	7.26	9.14	68	767	49.6	38.0	37.1	9.9	21.2	57.1	100
ほしのゆめ	本年	7.26	9.10	56	844	39.6	33.6	26.3	36.8	21.5	35.6	62
	平年	7.27	9.14	70	804	46.4	37.4	34.3	9.6	21.2	57.1	100
きらら397	本年	7.27	9.10	51	861	41.9	36.2	15.7	55.0	22.0	29.0	48
	平年	7.28	9.17	66	774	48.0	37.2	29.0	11.0	22.0	60.3	100
ゆきひかり	本年	7.31	9.12	57	756	54.0	41.0	27.1	55.8	20.0	28.5	49
	平年	8.1	9.20	73	660	64.3	42.4	33.9	12.3	20.1	58.3	100
彩	本年	8.2	9.14	57	784	39.7	31.1	20.9	48.6	21.7	23.1	45
	平年	8.3	9.20	68	722	49.0	35.5	33.8	18.0	21.7	51.4	100
はくちょうもち	本年	7.28	9.9	53	705	49.8	35.1	16.3	43.2	19.9	30.1	56
	平年	7.28	9.12	66	641	55.9	35.9	33.1	9.1	19.7	54.0	100
風の子もち	本年	7.27	9.8	59	659	54.2	36.0	20.4	25.6	20.7	44.8	75
	平年	7.30	9.17	71	590	63.7	37.6	32.6	9.7	21.0	59.5	100
9品種平均	本年	7.27	9.9	56	790	46.3	36.4	21.4	41.0	21.1	34.7	61
	平年	7.29	9.15	68	718	52.9	37.7	33.5	10.9	20.9	57.0	100
平年対比(%)				82	110	88	97	64	375	101	61	61

注) 平年は平成6年~14年の9ヵ年の平均値(標肥・多肥込み)。

20.1%で平年の 20.5%より低い値であった。また、標肥区と多肥区との比較においては多肥区は不稔歩合が 5 ポイント高かったものの穂数、一穂粒数の減少が少なかったために m^2 当たり稈実粒数で上回り、収量が標肥区の 32.0 kg/a (平年比 58) に対して多肥区で 37.5 kg/a (平年比 64) となり、減少程度も 6 ポイント程少なく収量も 5.5 kg/a 高かった。

次に、平成 15 年の奨励試験全供試系統品種 (28 系統品種、標肥区・多肥区込み) について解析した。玄米重と高い相関関係を示したのは m^2 当たり稈実粒 ($r = 0.757^{**}$)、不稔歩合 ($r = -0.639^{**}$)、耐冷性 ($r = -0.726^{**}$)、出穂期 ($r = -0.417^{**}$) であった。耐冷性の違いと収量とは、 $y (\text{収量}) = -11.57x$ (極強: 1, 強: 2, やや強: 3) + 62.77 の回帰式が得られ、耐冷性が強からやや強に 1 ランク下がった場合収量が 11.6 kg/a 低下すると推定された (図 II-2-2-1)。また、耐冷性は不稔歩合とも比較的高い相関関係 ($r = 0.545^{**}$) が認められ、耐冷性が極強、強、やや強と下がるに従って不稔歩合が 26%, 36%, 56% と増加する傾向を示した (図 II-2-2-2)。

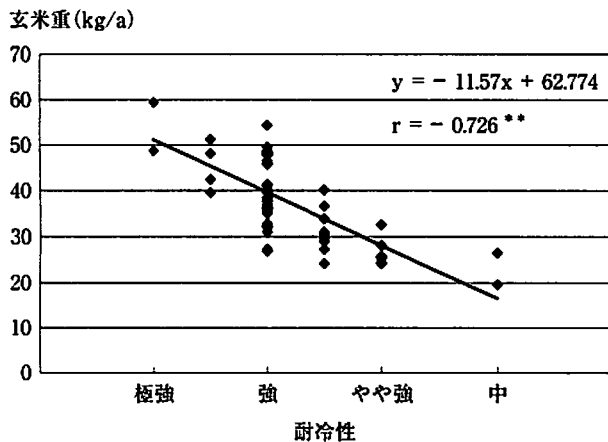


図 II-2-2-1 耐冷性と玄米重 (平成 15 年, 上川農試奨励基本調査)

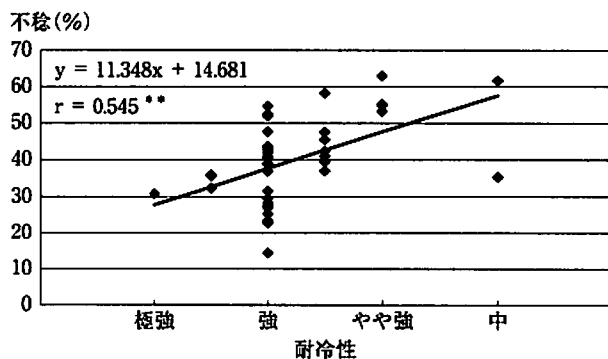


図 II-2-2-2 耐冷性と不稔歩合 (平成 15 年, 上川農試奨励基本調査)

2)。耐冷性の強弱と不稔歩合とは $y (\text{不稔歩合}) = 11.3x$ (極強: 1, 強: 2, やや強: 3) + 14.7 の回帰式が得られ、耐冷性が強からやや強に 1 ランク下がった場合不稔歩合が 11% 増加すると推定された。不稔歩合は品質にも影響を及ぼし、タンパク質含有率と不稔歩合は $r = 0.681^{**}$ の相関係数となり、 $y (\text{タンパク質含有率}) = 0.050x (\text{不稔歩合}) + 6.73$ の関係が得られ、不稔が 10% 増加すると、タンパク質含有率は 0.5% 増加する傾向にあった (図 II-2-2-3)。玄米品質については、籾褐変等が多発し等級外となるものが多かった。出穂期と収量、不稔歩合にもやや高い相関係数が得られ、出穂が遅くなると不稔歩合が増加し、収量が減少する傾向にあった。

穂孕期の耐冷性と不稔歩合が相関が高かったため、不稔に影響を与えた気象条件として出穂前 20 日～11 日の減数分裂期の平均気温が推定され、これらの相関関係は $r = -0.464^{**}$ の値が得られた (図 II-2-2-4)。出穂前 30 日～1 日の低温も不稔に影響が大きかったと推察されたが、この期間のそれぞれの品種における平均気温差が 0.4°C の極僅かな差であったために不稔歩合との明かな関係は見られなかった。

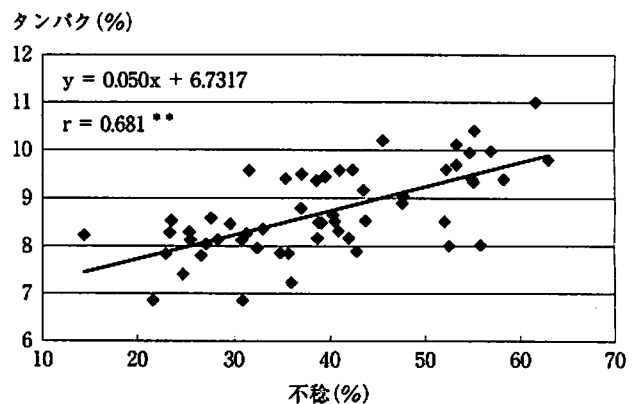


図 II-2-2-3 不稔歩合とタンパク質含有率 (平成 15 年, 上川農試奨励基本調査)

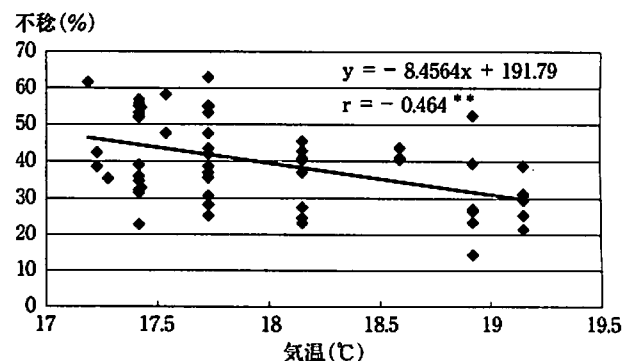


図 II-2-2-4 出穂前 20～11 日の平均気温と不稔歩合 (平成 15 年, 上川農試奨励基本調査)

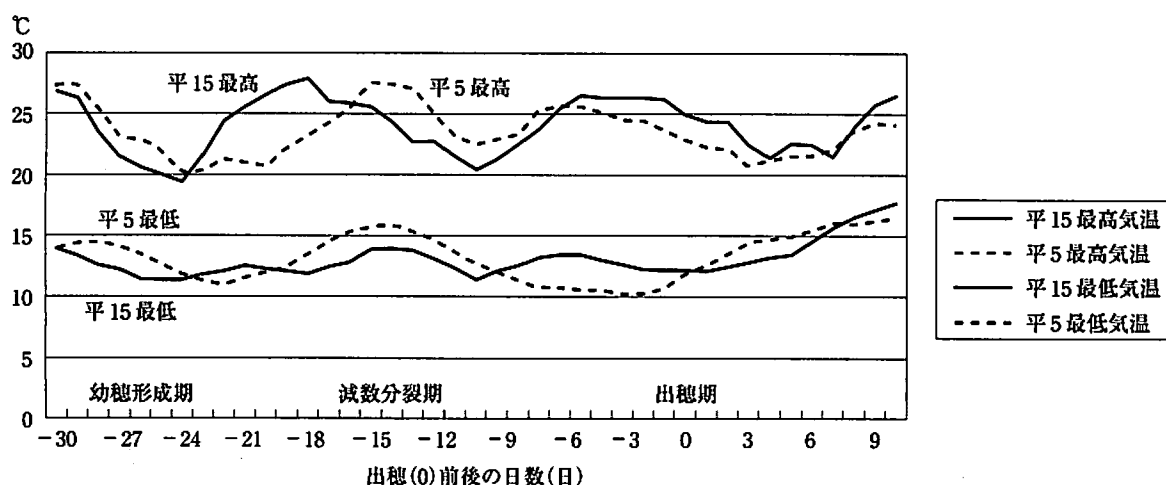
平成15年は幼穂形成期から出穂期までの気温が非常に低かったため、同じように低かった平成5年と気象を比較した。平成15年の「きらら397」「ほしのゆめ」の作況圖の平均幼穂形成期は6月24日、出穂期は7月25日、平成5年の幼穂形成期は7月11日、出穂期は8月10日となりおよそ暦日で16日異なった。幼穂形成期から出穂期までの平均気温は平成15年は17.8℃、平成5年は17.7℃とほぼ同じ温度となり平年の20.1℃と比較して2.3℃低かった。幼穂形成期から出穂期後10日までの5日間移動平均の気温図を示した(図II-2-2-5)が、不稔に最も影響を及ぼす減数分裂期の平均気温(出穂前20日～11日)を比較すると平成5年の19.0℃に比較して平成15年は18.6℃と0.4℃も低かった。それにも拘わらず、不稔の発生が平成5年より少なかったのは、出穂期前後の気温が平成5年よりも恵まれていたことから、出穂・開花期の障害不稔発生之差と考えられる。

2) 奨励品種決定現地調査の解析

各奨励現地試験の標肥区について解析した。平年は平成6～14年の9ヵ年平均値を用いた。

各現地における出穂期は移植後の気象条件が良かったため、平年並みからやや早めであった(表II-2-2-2)。士別市は3日～5日遅くなったが、これは早期異常出穂した穂が穂孕期の著しい低温のために不稔となり、そのため遅れ穂が多発生して稔実し出穂期が遅くなったためである。成熟期についても平年対比で-4日～+7日となり(表II-2-2-2)、登熟不良による障害はなかった。

各現地の玄米収量を表II-2-2-3に示した。平年の玄米収量と比較すると「きらら397」が40%～83%(24.1 kg/a～51.7 kg/a)、平均68%(38.5 kg/a)、「ほしのゆめ」では54%～91%(28.4 kg/a～49.8 kg/a)、平均73%(37.8 kg/a)、「はくちょうもち」では14%～67%(6.8 kg/a～32.8 kg/a) 平均47%(20.4 kg/a)と低かった。



図II-2-2-5 平成5年と15年の出穂前後の気温(5日間移動平均, 上川農試奨励基本調査)

表II-2-2-2 奨励現地の生育期節(平成15年, 標肥区)

地域	市町村	出穂期(月日)						成熟期(月日)					
		きらら397		ほしのゆめ		はくちょうもち		きらら397		ほしのゆめ		はくちょうもち	
		本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年
網走	端野					7.30	7.31					9.23	9.21
留萌	北部 遠別					8.7	8.4					9.25	9.22
	南部 小平	8.1	7.31	7.30	7.30			9.22	9.17	9.20	9.13		
上川	北部 風連	7.26	7.29	7.24	7.28	7.24	7.27	9.15	9.18	9.13	9.16	9.12	9.13
	士別	8.3	7.31	8.2	7.28	7.31	—	9.21	9.20	9.20	9.18	9.19	—
	中部 当麻	7.25	7.26	7.24	7.25			9.18	9.15	9.14	9.12		
	鷹栖	7.25	7.27	7.23	7.26			9.13	9.16	9.11	9.14		
	東川	7.28	7.28	7.27	7.28			9.16	9.19	9.13	9.17		
	美瑛	7.26	7.28	7.24	7.27			9.13	9.19	9.12	9.16		
	南部 中富良野	7.31	7.29	7.30	7.28			9.17	9.17	9.15	9.15		
平均		7.28	7.29	7.27	7.28	7.31	7.31	9.17	9.18	9.15	9.15	9.20	9.19

注) 平年は平成6年～14年の9ヵ年の平均値。

表Ⅱ-2-2-3 奨決現地の収量（平成 15 年，標肥区）

地域	市町村	きらら 397			ほしのゆめ			はくちょうもち		
		本年 kg/a	平年比 %	平年 kg/a	本年 kg/a	平年比 %	平年 kg/a	本年 kg/a	平年比 %	平年 kg/a
網走	端野							6.8	14	48.7
留萌	北部 遠別							24.3	60	40.8
	南部 小平	44.3	83	53.6	39.3	81	48.3			
上川	北部 風連	35.6	72	49.3	37.0	84	44.2	30.0	67	45.0
	士別	37.3	74	50.3	28.4	61	46.4	32.8	—	—
	中部 当麻	51.7	82	62.8	49.8	91	54.7			
	鷹栖	46.2	79	58.7	45.0	80	56.5			
	東川	27.3	45	60.9	31.2	54	57.5			
	美瑛	24.1	40	59.9	31.3	57	54.8			
	南部 中富良野	41.7	72	57.7	40.1	74	54.0			
平均		38.5	68	56.7	37.8	73	52.1	20.4	47	44.8

注) 平年は平成 6 年～14 年の 9 カ年の平均値。

特に網走管内で極めて低く、上川中央部では高い傾向にあった。

平年と比較して大きく異なっていた形質は、稈長、一穂粒数、不稈歩合、屑米割合、千粒重等であった(表Ⅱ-2-2-4)。平成 15 年は、稈長が 10 cm 以上短く一穂粒数が 5 粒程度少なかった。穂数はやや多かったが一穂粒数

が少なかったため m^2 当たり粒数は平年並みとなり、さらに不稈歩合が高かったため m^2 当たり稈実粒数は減少した。

粳米作付地帯では「きらら 397」と「ほしのゆめ」が全地区に供試されているので、この 2 品種を用いて解析した結果、玄米収量と相関が高かった形質は、 m^2 当たり稈

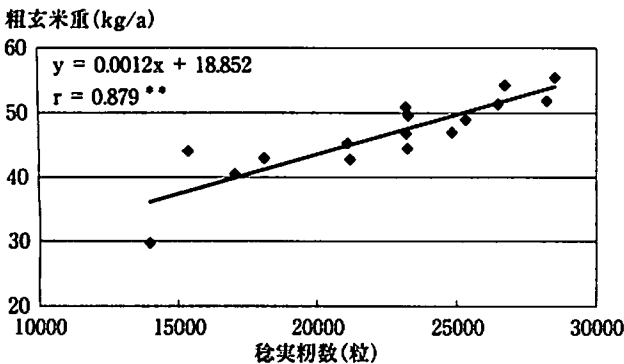
表Ⅱ-2-2-4 奨決現地の主要形質（平成 15 年，標肥区）

調査地点			稈 長 (cm)		m^2 当穂数 (本/ m^2)		一穂粒数 (粒)		m^2 当粒数 ($\times 100$ 粒)		不稈歩合 (%)		千粒重 (g)	
			本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年	本年	平年
はくちょうもち														
網走	端野		52	67	675	557	54.3	63.4	367	353	75.1	16.6	19.1	20.2
留萌	北部 遠別		56	59	677	483	58.6	58.0	397	280	62.4	14.8	19.5	20.3
上川	北部 風連		52	67	522	531	49.3	58.7	257	312	33.2	9.3	19.7	20.6
平均			53	64	625	524	54.1	60.0	340	315	56.9	13.6	19.4	20.4
きらら 397														
留萌	南部 小平		50	66	592	524	48.2	54.6	285	286	18.7	7.3	22.3	23.1
上川	北部 風連		52	67	624	651	37.5	51.6	234	336	27.2	13.7	21.8	22.4
	士別		52	67	557	666	55.6	56.1	310	373	31.6	17.5	22.3	22.5
	中部 当麻		62	68	874	675	56.1	51.6	490	349	45.5	9.5	22.3	22.7
	鷹栖		52	65	664	570	45.4	53.2	301	303	22.8	5.8	23.5	24.1
	東川		53	67	609	611	52.2	55.5	318	339	43.1	8.4	22.8	24.0
	美瑛		55	68	567	635	51.7	56.5	293	359	52.4	9.5	22.2	22.4
	南部 中富良野		50	64	606	610	48.6	57.6	295	351	28.4	9.2	21.3	23.2
平均			53	67	637	618	49.4	54.6	316	337	33.7	10.1	22.3	23.1
ほしのゆめ														
留萌	南部 小平		61	68	648	538	46.4	54.8	301	295	22.7	7.2	21.1	22.4
上川	北部 風連		57	72	658	665	46.6	47.7	307	317	17.4	12.3	21.3	21.8
	士別		52	73	684	668	44.5	51.8	304	346	49.6	14.3	21.4	21.8
	中部 当麻		64	71	798	707	48.7	46.6	389	329	26.6	7.9	21.1	22.0
	鷹栖		54	69	710	596	38.0	50.7	270	302	14.1	7.1	23.4	23.4
	東川		59	71	769	632	45.6	52.8	351	334	19.5	7.9	21.6	23.0
	美瑛		60	72	757	668	48.0	51.8	363	346	27.1	8.9	20.4	21.4
	南部 中富良野		55	66	691	620	45.6	52.4	315	325	21.2	8.0	21.0	22.4
平均			58	70	714	637	45.4	51.1	325	324	24.8	9.2	21.4	22.3

注) 平年は平成 6 年～14 年の 9 カ年の平均値。

実籾数 (r=0.598*), 屑米重 (r=0.653**), 穂数 (r=0.435), 不稔歩合 (r=0.431)であった。当麻は、不稔歩合が高かったがm²当たり籾数が多く収量が高くなった。当麻を除くと不稔歩合と玄米重はr=-0.776**と高い相関関係を示した。また、「きらら397」だけの場合は当麻を除くとr=-0.947**と極めて高い値を示した。

また、平成15年は屑米が多く、「きらら397」では屑米重が2.5 kg/a~15.7 kg/a、平均5.5 ka/a (平年対比121%)と多く、「ほしのゆめ」では屑米重が5.2 kg/a~20.7 kg/a、平均11.5 ka/a (平年対比178%)と多かった。各現地での精玄米重の節目が異なっていたため、玄米重と屑米重を合わせた粗玄米重とm²当たり稈実籾数の相関をみるとr=0.879**と高い値を示し(図II-2-2-6)、平成15年の減収要因としてm²当たり稈実籾数が少なかったことが最も大きな要因であると結論される。すなわち穂数はやや多かったものの、一穂籾数が少なかったためm²当たり籾数がやや少なくなり、さらに不稔歩合も高く、m²当たり稈実籾数が減少したことが大きい。さらに千粒重も1g程度軽くなったことも減収に影響を及ぼした。

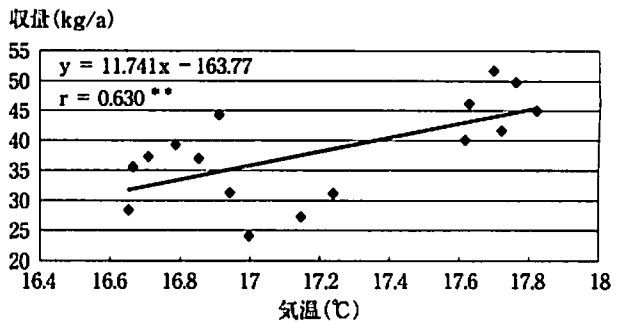


図II-2-2-6 稈実籾数と粗玄米重 (平成15年, 奨決現地調査)

標肥区と多肥区との比較では、不稔歩合が多肥区で3.6%高かったが、m²当たり籾数が多かったため、収量は多肥区のほうが7%高かった。

「きらら397」「ほしのゆめ」の玄米収量に影響を及ぼしたと思われた出穂30日前から1日前までの平均気温と収量との関係を図II-2-2-7に示した。相関係数は0.630**を示し、出穂30日前から1日前までの平均気温が低いほど玄米収量が低い傾向があり、 y (収量) = $11.741x$ (出穂前30日~1日までの平均気温) - 163.8の関係があり、気温が1℃低いと玄米収量が11.7 kg/a減収する傾向があった。この間の気温は穂数(r=0.490), m²当たり稈実籾数 (r=0.466), m²当たり籾数 (r=0.384)とも正の相関が認められ、出穂前30日間の気温が低かったために、m²当たりの稈実籾数が少なく、その結果減収したと推察される。

各現地の供試品種の不稔歩合を表II-2-2-5に示した。品種により供試箇所数が異なり、品種毎の平均値を横並びで比較出来ない。そこで、端野、遠別を除いた梗地帯全箇所に入っている「きらら397」と「ほしのゆめ」の不稔歩合の平均値を基準値として、各品種系統の修正平均不稔歩合を求めた。こうして求めた修正平均不稔歩



図II-2-2-7 出穂前30日~1日の平均気温と収量 (平成15年, 奨決現地調査)

表II-2-2-5 奨決現地の不稔歩合と修正平均不稔歩合 (% , 平成15年)

地域	市町村	ゆき まる	ほし たろう	大地 の星	ほしの ゆめ	きらら 397	ななつ ぼし	あや ひめ	はくちょう もち	風の子 もち
網走	端野								(75.1)	(68.5)
留萌	遠別								(62.4)	(38.3)
	小平	34.0	25.0		22.7	18.7	11.6	22.0	33.2	12.8
上川	風連	23.7	20.7	15.2	17.4	27.2				
北部	士別	51.0	52.0	30.0	49.6	31.6			32.2	18.8
	当麻	30.1			26.6	45.5	33.5			
上川	鷹栖	14.2			14.1	22.8	18.1	21.7		
中央	東川	25.8	30.6	18.3	19.5	43.1	42.4	31.7		
	美瑛	44.6	39.7	23.7	27.1	52.4	41.5	34.1		
南部	中富良野			17.1	21.2	28.4	19.0	17.3		
修正平均不稔歩合		31.2	31.8	19.2	24.8	33.7	28.4	27.5	31.2	15.1
耐冷性		や強-強	や強-強	極強	強	や強	強	や強-強	強	強-極強

合は穂孕期の耐冷性の強さとほぼ一致した。耐冷性極強の「大地の星」や「風の子もち」の不稔が少なく、また強クラスの「ほしのゆめ」とやや強クラスの「きらら 397」では不稔歩合が 9% の差があった。「あやひめ」「風の子もち」の不稔歩合がやや少なく、「はくちょうもち」で多く、穂孕期の耐冷性程度と多少異なった。

玄米等級は「きらら 397」で僅かに劣ったが「ほしのゆめ」では僅かに優り、ほぼ同年並みであった。タンパク質含有率は「ほしのゆめ」で 7.0%～9.3%、「きらら 397」で 6.8%～10.7%、「はくちょうもち」で 9.4%～13.1% と高めであった。タンパク質含有率と不稔歩合の相関関係は「きらら 397」「ほしのゆめ」で $r=0.660^{**}$, y (タンパク質含有率) $=0.060x$ (不稔歩合) $+6.68$ の回帰式が得られ、不稔歩合が 10% 多くなると、タンパク質含有率は 0.6% 上がる傾向にあった (図 II-2-2-8)。アミロース含有率は「きらら 397」で 19.5%～21.5%、「ほしのゆめ」で 20.6%～21.7% であった。標肥区と多肥区の比較では、タンパク質含有率は「きらら 397」で 0.3 ポイント、「ほしのゆめ」で 0.5 ポイント標肥区が低かったがアミロース含有率の違いは 2 品種とも 0.1 ポイント以内で差がなかった。

(沼尾吉則)

3) 出穂日別の不稔調査解析

図 II-2-2-9 に上川農試作況圃場における「ほしのゆめ」と「きらら 397」の出穂日別不稔歩合および穂ばらみ期 (出穂の 10 日前を中心とする 7 日間) の平均気温、さらに開花期 (出穂後 5 日間) の最高気温 (日別平均) を示した。不稔歩合の調査サンプルは両品種とも成苗 2 株、中苗 2 株の計 4 株とし、それぞれの全穂を穂ごとに不稔調査した。不稔歩合はほとんどすべての出穂日において 10% を越え、なんらかの障害を受けていたと考えら

タンパク (%)

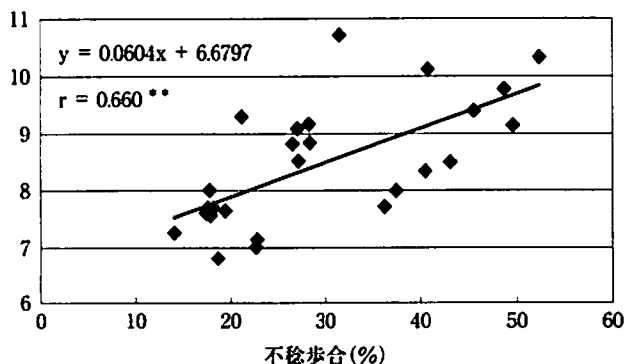


図 II-2-2-8 不稔歩合とタンパク質含有率(「きらら 397」と「ほしのゆめ」込み) (平成 15 年、奨決現地調査)

れる。品種間で比較すると「ほしのゆめ」(穂ばらみ期および開花期耐冷性「強」) は「きらら 397」(同「やや強」) に対し、同一出穂日で比較した場合いずれも不稔の発生は少なく、耐冷性の差が認められた。気温をみると、穂ばらみ期の平均気温はほぼ 19℃ 以下で低く推移した。さらに、図 II-2-2-10 の比布町アメダスの気温の推移で示したように、「ほしのゆめ」や「きらら 397」の幼穂形成期 (6 月 22～25 日) 以降、出穂期までの間に最低気温が 15℃ を越えることはまれであった。以上のことから平成 15 年は穂ばらみ期だけではなく幼穂形成期以降、出穂期に至るまでの長期間継続した低温の影響により不稔が発生したと考えられる。また、開花期の不稔については出穂後 5 日間の最高気温が影響を与えるといわれる。出穂後 5 日間の最高気温が 23℃ 以下となった 7 月 25～29 日の「きらら 397」の不稔歩合は他の期間より高く、開花期の低温が不稔発生の増加を助長したと推測された。

そこで、障害型不稔を引き起こすと考えられる生育ステージの気温と「きらら 397」の出穂日別不稔歩合との関係を調べた。前歴期間 (ここでは出穂前 14～27 日までとした。) の平均気温と不稔歩合の間には明らかな相関 ($r=0.245$ n.s (n=15)) は認められなかった。一方、穂ばらみ期の平均気温および開花期の最高気温と不稔歩合とのあいだには高い負の相関 (それぞれ $r=-0.702^{**}$,

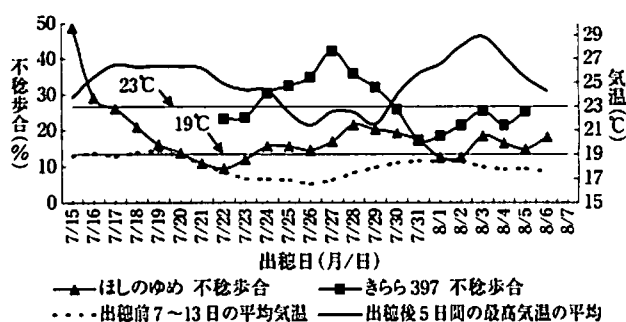


図 II-2-2-9 出穂日別不稔歩合および穂ばらみ期、開花期の気温 (上川農試)

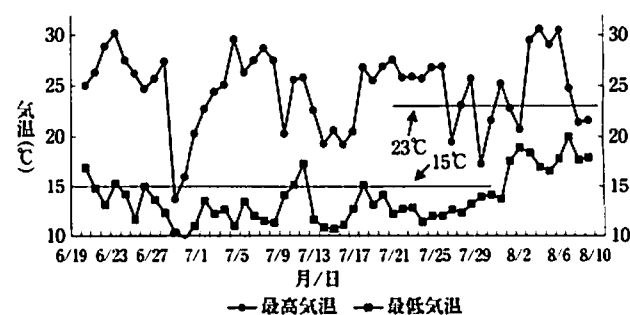


図 II-2-2-10 比布町アメダスにおける気温の推移 (平成 15 年)

$r = -0.748^{**} (n=15)$ が認められた。前歴期間、穂ばらみ期、開花期の3ステージの気温と不稔歩合で重回帰分析を行うと、この3気象要因による不稔歩合に対する重回帰式は

$$Y(\text{不稔歩合}) = -113.734 + 17.958 X_1 - 9.505 X_2 - 0.495 X_3 \quad (1)$$

X_1 : 前歴期間 (出穂前14~27日まで) の平均気温

X_2 : 穂ばらみ期 (出穂の10日前を中心とする7日間) の平均気温

X_3 : 開花期 (出穂後5日間) の最高気温 (平均)

で表され、この回帰式による寄与率は84.1%であり平成15年の「きらら397」の不稔発生を説明するにはこれら3要因でおおよそ説明できた。(1)式の標準偏回帰係数は X_1 が0.569、 X_2 が-0.873、 X_3 が-0.164であったことから、「きらら397」の不稔の発生は開花期の最高気温が低かったことよりも穂ばらみ期の平均気温の低下の影響が大きかったと推察された。

同様に「ほしのゆめ」について各生育ステージの気温と出穂日別不稔歩合との関係を調べたがはっきりとした傾向は認められなかった。サンプル数が少なかった7月17日出穂以前のデータを除けば各出穂日とも不稔歩合が10~20%の狭い範囲で推移した。このように不稔歩合の範囲が10~40%と広い「きらら397」に対して耐冷性が高い「ほしのゆめ」では出穂日間で不稔歩合に大きな差がつかなかったため、気温と不稔歩合との関係を求めようとしても明確な相関は得られなかったと思われる。

図II-2-2-11に上川農試作況圃場の「ほしのゆめ」および「きらら397」の苗質別の出穂日別不稔歩合を示した。調査サンプルはそれぞれ2株で全穂を穂ごとに不稔調査した。成苗の「ほしのゆめ」は出穂前半での不稔の発生が中苗よりも多く、「きらら397」では出穂中ごろの不稔の発生が中苗よりも成苗で多かった。その結果、苗質間で比較すると作況圃場での最終的な不稔歩合は「ほしのゆめ」の中苗が8.0%、成苗が12.9%、「きらら397」

の中苗が11.9%、成苗が17.0%といずれの品種も中苗に比べ成苗の不稔発生がやや多くなっていた。

漏水等により冷害危険期に水管理がうまくできなかった圃場の出穂日別不稔歩合を図II-2-2-12に示した。調査サンプルはそれぞれ2株で全穂を穂ごとに不稔調査した。この圃場ではある程度適切に水管理を実施できた図II-2-2-11に示した作況圃場に比べ明らかに不稔歩合は高く推移した。特に成苗の「きらら397」では出穂のほぼ全期間で50%を越える不稔多発生となった。

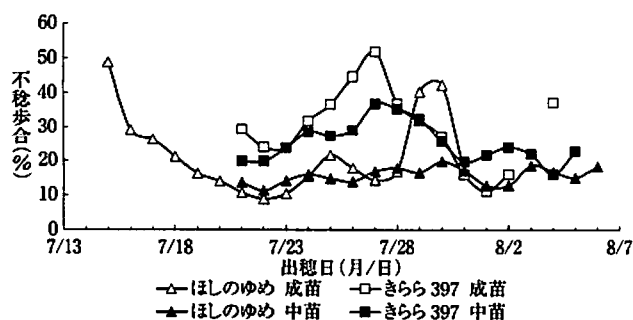
(吉村 徹)

4) 深水管理技術の解析 (技術解析)

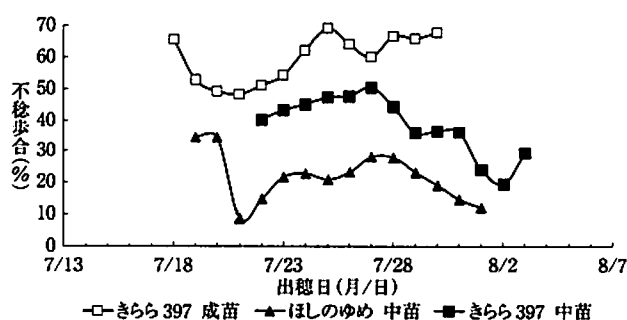
水稻の穂ばらみ期の低温による被害は大きい、その軽減を図るには冷害危険期を知ることが重要である。幼穂の低温感受性は幼穂の発育時期により異なり、最も低温に弱い時期は出穂前約10日の小孢子初期である。北海道の品種では主稈の葉耳間長が-5cm~+5cmの間が冷害危険期の目安である。

これまでに、前歴深水管理と冷害危険期深水管理は障害型冷害を軽減させる方法として知られている。前歴期間は、幼穂形成期から減数分裂期直前までの期間である。前歴深水管理は、幼穂形成期 (幼穂長約2mm) から冷害危険期初め (葉耳間長-5cm) まで水深を10cmに保つ技術である。この技術の特徴は、水温を25℃前後で保持し、減数分裂によって形成される小孢子数を増加させることである。一方、冷害危険期深水管理は、出穂前10~11日を中心とする数日の間 (減数分裂期の冷害危険期) に気温が限界以下に下がったとき、水深を17~20cmに保ち、小孢子的退化を抑制することが特徴である。

このように、前歴深水と冷害危険期深水とは、花粉の形成に関与することは同じでも、作用機構が異なる。いずれも充実した花粉数を増やす効果をもち、このことが受精に良好に働き不稔の発生を軽減すると言われている。したがって、両方の深水管理を組み合わせると、それぞれ単独で実施した以上の効果が期待できる。特に、



図II-2-2-11 苗質別の出穂日別不稔歩合の推移 (上川農試)



図II-2-2-12 漏水田における出穂日別不稔歩合の推移 (上川農試)

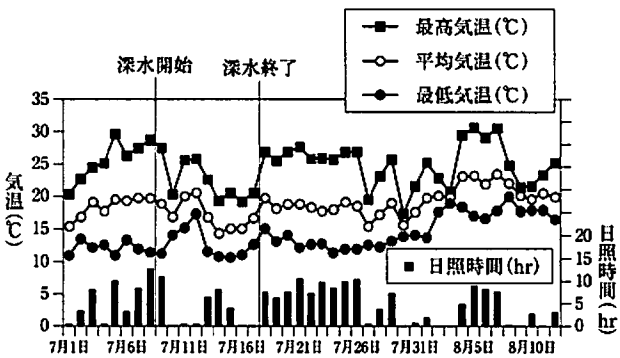
前歴深水は水深が 10 cm 程度で良いので、実施しやすく冷害防止効果も大きいので、冷害対策の基本技術である。なお、冷害危険期の限界水温は品種により異なり、耐冷性の弱い品種では 19～21 度、強い品種では 17～19 度である。

①場内試験

ア 深水処理が不稔歩合に及ぼす影響

冷害危険期における深水管理が不稔軽減および収量に及ぼす影響を検討するため、上川農試圃場において冷害危険期の水深が 15 cm と 20 cm の異なる圃場を設置し、水位差が水稻の不稔歩合および収量にもたらす影響を検討した。

平成 15 年は、全道的に幼穂形成期から冷害危険期にかけて、著しい低温に遭遇し、充実花粉数が減少して、不稔が多発した。最低気温が 15℃以下の日は、生育の進んだ稲や地域では冷害危険期の全期間、生育の遅れた稲や地域は、冷害危険期の前半に連続した(図Ⅱ-2-2-13)。このため、不稔の発生は、出穂の早い稲や地域ほど不稔率が高い傾向にあった。



図Ⅱ-2-2-13 上川農試における気温の推移 (平成 15 年)

深水処理は 7 月 9 日～18 日に行った。概ね、設定の水深を維持できた。深水期間の平均水温は 19.9℃で水深による差はなかったが、圃場中央の最低水温は 15 cm 区で 15.4℃、20 cm 区ではわずかに高い 16.2℃であった(図Ⅱ-2-2-14)。

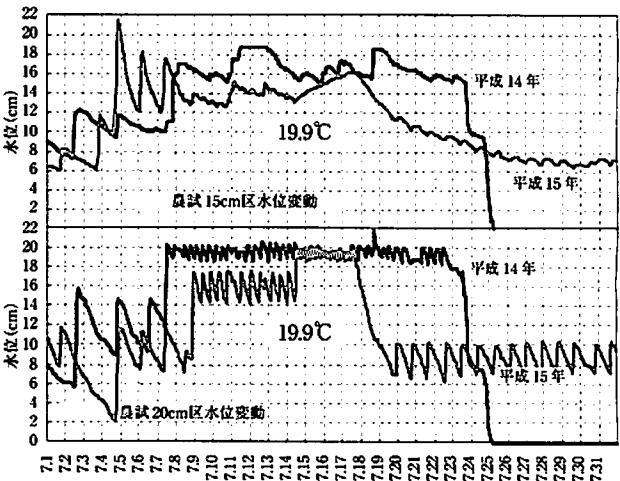
不稔歩合は 15 cm 区 34.7%、20 cm 区は 21.3%で、有意な差が認められた(表Ⅱ-2-2-6)。

収量・品質は深水処理による有意な差は認められなかった(表Ⅱ-2-2-6)。

イ 葯長に及ぼす深水管理の効果

図Ⅱ-2-2-15 に示したように、葯長と不稔歩合には負の相関関係があり、葯長が 2.0 mm 以上あれば不稔歩合はほとんど発生しない。葯は花粉が入っている器官であり、不稔歩合の発生を軽減するためには葯長が長くなるような栽培管理をすればよい。

葯長は止葉期の茎の炭水化物が多いほど長く、窒素含



図Ⅱ-2-2-14 深水管理における水深の推移 (上川農試)

表Ⅱ-2-2-6 深水処理が収量構成要素および品質に及ぼす影響 (上川農試 平成 15 年)

冷害危険期 水深 (cm)	稈 長 cm	穂 長 cm	m ² 穂数 本/m ²	1 穂穂数 (粒)	不稔歩合 %	千粒重 g
15	56.9	17.3	744.2	42.7	34.7	22.8
20	58.1	17.4	836.2	44.0	21.3	22.6

冷害危険期日 水深 (cm)	全 重 (kg/10 a)	稈 重 (kg/10 a)	穂 重 (kg/10 a)	粗玄米重 (kg/10 a)	屑米重 (kg/10 a)	収 量 (kg/10 a)
15	1491	710	696	576	19.1	557
20	1428	655	709	585	27.4	558

冷害危険期日 水深 (cm)	良質粒 %	未 熟 %	被 害 %	死 米 %	着 色 %	同割れ %
15	93.8	5.4	0.7	0.0	0.1	0.0
20	91.2	7.4	1.4	0.0	0.1	0.0

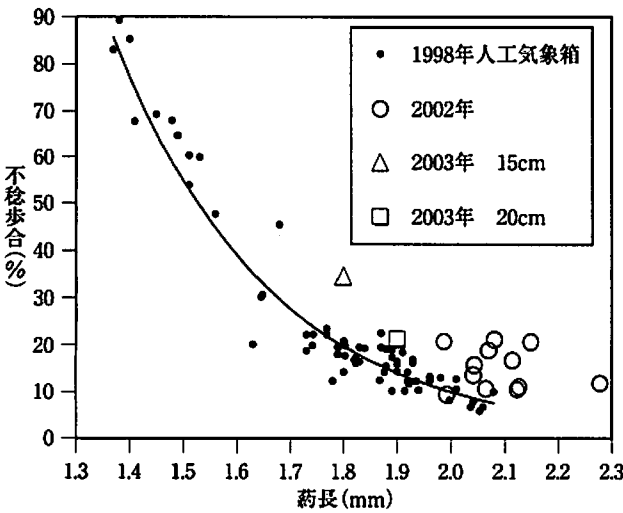
有率が多いほど短くなる。止葉期の茎の炭水化物を高めるには、稲体のケイ酸/窒素比を高め、生育期間の乾物生産効率を高めることが重要であり、その手段として幼穂形成期後1週間のケイ酸追肥が有効であることが明らかとなっている(平成11年指導参考事項「穂ばらみ期耐冷性に及ぼす稲体栄養条件の影響と不稔軽減対策」)。

一方、冷害危険期の深水管理は小胞子の退化を抑制する効果があることは古くから知られているが葯長に及ぼす影響については明らかではない。

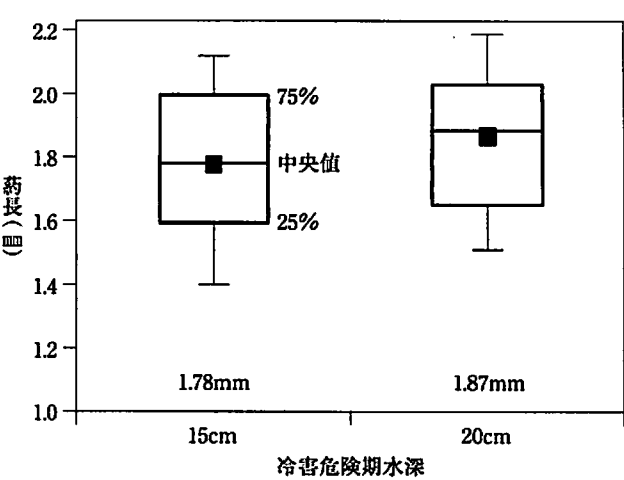
そこで、冷害危険期の深水処理が葯長に及ぼす影響について調べた結果、20 cm 区は15 cm 区よりも葯長が長く、不稔歩合も少なかった。このことから、冷害危険期の深水管理の効果が葯長からも確認された(図Ⅱ-2-2-16、表Ⅱ-2-2-7、表Ⅱ-2-2-8)。

②現地試験(平成13～15年の総括)

平成13年～15年の3年にわたり、上川北部地域(和寒・剣淵の各6圃場の水口側と圃場中央の合計24ヶ所)の現地農家圃場において水温、水深が不稔歩合および収



図Ⅱ-2-2-15 葯長と不稔歩合の関係(上川農試)



図Ⅱ-2-2-16 冷害危険期水深が葯長に及ぼす影響(上川農試 平成15年)

表Ⅱ-2-2-7 冷害危険期深水処理が葯長に及ぼす影響(上川農試 平成15年)

分位点		15 (cm)	葯長 (mm)	分位点		20 (cm)	葯長 (mm)
100%	最大値		2.32	100%	最大値		2.46
75%	4分位点		2.00	75%	4分位点		2.04
50%	中央値(メディアン)		1.78	50%	中央値(メディアン)		1.89
25%	4分位点		1.59	25%	4分位点		1.65
0%	最小値		1.21	0%	最小値		1.39
	平均		1.78		平均		1.87
	標準偏差		0.271		標準偏差		0.256
	平均の標準誤差		0.028		平均の標準誤差		0.025
	平均の上側95%信頼限界		1.832		平均の上側95%信頼限界		1.915
	平均の下側95%信頼限界		1.722		平均の下側95%信頼限界		1.817
	N		95		N		106

表Ⅱ-2-2-8 冷害危険期日深水処理が葯長に及ぼす影響(上川農試 平成15年)

水深	葯数	平均				標準偏差				幼穂形成期
		面積	外周	長さ(mm)	幅	面積	外周	長さ(mm)	幅	
15 cm	95	0.7	4.1	1.78	0.5	0.2	0.6	0.3	0.1	6月21～23日
20 cm	106	0.6	4.2	1.87	0.4	0.1	0.5	0.3	0.1	

注) 葯長は画像解析法で測定。

量に及ぼす影響を検討した。

過去 3 年の現地試験について稔実歩合に及ぼす年次、農家、圃場位置（水口側、圃場中央）の影響について重回帰分析を行った結果、年次と圃場位置の影響は有意であったが、農家は有意でなかった（表Ⅱ-2-2-9）。したがって、稔実歩合に及ぼす影響は、年次間の気象と圃場の位置（水口と中央の水温差）が大きく影響していると考えられた。

そこで、年次別に出穂期前の気象条件を整理し、稔実歩合に最も影響を与える時期の検討を行った。表Ⅱ-2-2-10 に気象条件を示した。平均気温は出穂期前 5～15 日で年次間差が大きく、平成 13 年＞14 年＞15 年の順に気温が低かった。平均水温も同様の傾向であった。平均水深については、各時期とも年次間で大きな差は認められなかった。平均日照時間は平成 15 年が有意に多く、気

温は低かったことから、平成 15 年は晴冷型の気象年次であったといえる。

次に、年次別の稔実歩合を図Ⅱ-2-2-17、表Ⅱ-2-2-11、表Ⅱ-2-2-12 に示した。平成 13 年は 78.5%、平成 14 年は 59.3%、2003 年は 47.9%であった。

次に、圃場位置別の稔実歩合について検討した。各年次とも水口は中央よりも稔実歩合が低かった（表Ⅱ-2-2-12）。表Ⅱ-2-2-13 に年次別、圃場位置別に出穂期前の気象経過を示し、圃場位置における水温の差を検討した。この結果、いずれの年次についても、出穂期前 10～15 日の水温で水口と中央で差が認められた。この時期は、冷害危険期の深水を行っている時期であり、水口と中央で水温に差が認められたのは、深水管理を行うため入水に伴い水口側の水温が低下したためである。特に、漏水程度の大きい圃場で水口と中央の水温差が大きかつ

表Ⅱ-2-2-9 年次、圃場、場所が稔実歩合に及ぼす影響（2001～2003 年）（上川北部現地 平成 13～15 年）

要 因	パラメータ	自由度	平方和	上値	P 値 (Prob>P)
年次	1	1	11233.26	61.7094	<.0001
農家名	11	11	3562.488	1.7791	0.0789
圃場位置	1	1	2560.894	14.0682	0.0004
R ² 乗	0.621775				
自由度調整 R ² 乗	0.537001				
誤差の標準偏差 (RMSE)	13.49202				
Y の平均	61.89167				
観測数	72				

分散分析

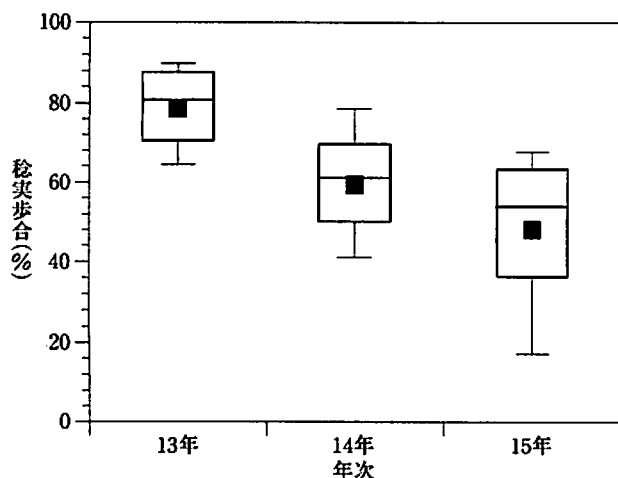
要因	自由度	平方和	平均平方	P 値
モデル	13	17356.642	1335.13	7.3345
誤差	58	10558.013	182.03	P 値 (Prob>F)
全体 (修正済み)	71	27914.655		<.0001

注) 年次は 2001～2003 年、圃場位置は水口、中央

表Ⅱ-2-2-10 年次別に出穂期前の気象比較（上川北部地域現地 平成 15 年）

項 目	年次	N	0～5 日前	5～10 日前	10～15 日前	15～20 日前
平均気温 (°C)	13	24	20.4 A	20.8 A	21.5 A	20.3 A
	14	24	20.7 A	19.4 B	20.2 B	19.7 B
	15	24	17.1 B	17.2 C	16.6 C	18.4 C
平均水深 (cm)	13	24	5.0 A	8.9 A	9.1 A	7.8 A
	14	24	1.9 B	5.8 B	7.9 A	8.9 A
	15	24	4.0 AB	6.8 AB	8.2 A	8.6 A
平均水温 (°C)	13	24	21.5 A	22.2 A	22.6 A	22.6 A
	14	24	21.3 A	20.0 B	21.5 B	20.2 B
	15	24	19.0 B	19.2 C	19.1 C	20.1 B
平均日照時間 (時間)	13	24	4.1 B	2.3 B	2.6 B	3.0 B
	14	24	4.1 B	2.1 B	2.0 B	1.3 C
	15	24	6.8 A	6.4 A	3.7 A	5.4 A

注) 同じ文字でつながっていない水準は有意に異なる。



図II-2-2-17 現地試験における稔実歩合の推移
(上川北部地域)

表II-2-2-11 年次別の稔実歩合(上川北部地域現地)

年次	数	平均	標準偏差	平均の標準誤差	下側 95%	上側 95%
13	24	78.5	11.7	2.4	73.6	83.4
14	24	59.3	15.2	3.1	52.9	65.7
15	24	47.9	18.6	3.8	40.0	55.8

注) 農家, 圃場位置こみ

表II-2-2-12 年次, 圃場位置別の稔実歩合
(上川北部地域現地)

年次	場所	N	稔実歩合 (%)
13	水口	12	74.0
13	中央	12	83.0
14	水口	12	52.3
14	中央	12	66.2
15	水口	12	41.4
15	中央	12	54.4

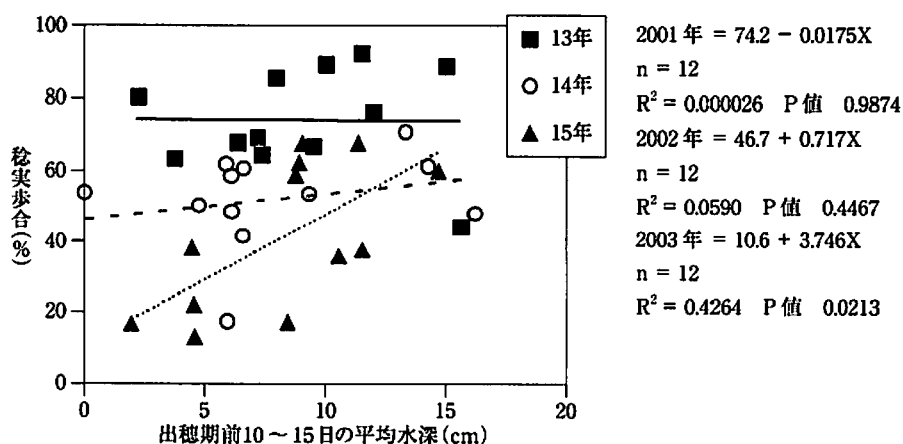
たことから, 深水管理を行うためには, 入水に伴う水温低下による逆効果を避けるため, 漏水防止等の圃場整備が必要である。

表II-2-2-13 年次別, 圃場位置別の出穂期前気象経
(上川北部地域現地)

	年次	場所	N	0~5	5~10	10~15	15~20
平均温度	13	水口	12	20.4	20.8	21.5	20.3
	13	中央	12	20.4	20.8	21.5	20.3
	14	水口	12	20.7	19.4	20.2	19.7
	14	中央	12	20.7	19.4	20.2	19.7
	15	水口	12	17.1	17.2	16.6	18.4
	15	中央	12	17.1	17.2	16.6	18.4
平均水深	13	水口	12	5.0	8.9	9.1	7.8
	13	中央	12	5.0	8.9	9.1	7.8
	14	水口	12	1.9	5.8	7.9	8.9
	14	中央	12	1.9	5.8	7.9	8.9
	15	水口	12	4.0	6.8	8.2	8.6
	15	中央	12	4.0	6.8	8.2	8.6
平均水温	13	水口	12	21.4	22.2	22.2	22.2
	13	中央	12	21.6	22.2	23.0	23.0
	14	水口	12	21.4	19.8	20.9	19.7
	14	中央	12	21.2	20.1	22.0	20.8
	15	水口	12	19.0	19.1	18.7	19.4
	15	中央	12	19.0	19.2	19.4	20.7
平均日照時間	13	水口	12	4.1	2.3	2.6	3.0
	13	中央	12	4.1	2.3	2.6	3.0
	14	水口	12	4.1	2.1	2.0	1.3
	14	中央	12	4.1	2.1	2.0	1.3
	15	水口	12	6.8	6.4	3.7	5.4
	15	中央	12	6.8	6.4	3.7	5.4

次に, 水深と稔実歩合の関係を検討した。出穂期前の水温と稔実歩合の関係を検討した結果, 出穂前 10~15 日の水温と相関が高かった。そこで, 出穂前 10~15 日の水深と稔実歩合の関係を図II-2-2-18 に示した。水深と稔実歩合の関係は年次により異なり, 平成 13 年, 14 年は有意ではなかったが, 平成 15 年は水深と稔実歩合に有意な正の相関関係が認められた。

各年次の出穂期前 10~15 日の平均気温は, 平成 13 年 21.5°C, 平成 14 年 20.2°C, 平成 15 年 16.6°C で(表II-2-2-10), 20°C 以上の年次では稔実歩合に及ぼす深水処



図II-2-2-18 出穂期前 10~15 日の水深と稔実歩合の関係 (上川北部地域現地)

理の影響は無いと考えられ、平成 15 年のような低温時には深水ほど稔歩合が向上することが確認された。

③考察

冷害危険期の水深については、前歴期間は 10 cm、穂ばらみ期は 15 cm～20 cm とされている。一般に、冷害危険期の穎花は、80%以上が地上 12～15 cm の高さにあるとし、有効水深を 15 cm とされているが、西山は、気温と水温が独立に制御できる人工気象室を用いて実験を行い、冷気温下で温水深水により不稔発生を完全に防止できる水深を 21 cm とし、14 cm 以下では不稔発生を防止できないとしている。また、穂ばらみ期の有効水深については、品種や栽培条件により異なるとされている。圃場実験において 80%の冷害危険期の穎花を含む高さは 15.9～20.8 cm の高さであり、約 5 cm の差がある。また、同一品種でも、年次間で多少の差が認められ、同一年次内の品種間差は概ね 2.0 cm である。中苗と成苗の差は小さく、少肥と多肥の間では 1.6 cm の差がみられる。これらの結果は、穂ばらみ期の冷害危険期に幼穂保護するためには 17～20 cm の水深が必要であり、従来慣行とされてきた 12～15 cm の水深では十分でないことが示されている。本試験においても、葉耳間長と地表からの幼穂の高さと幼穂長の関係を示し、葉耳間長が -5 cm～+5 cm までの期間に幼穂を水温で保護するために必要な水深は 20 cm 程度必要であることを示した。

したがって、穂ばらみ期の深水管理は、冷害危険期穎花の 80%以上を冠水するようにしなければならないため、17～20 cm の水深が目標となる。この場合、冷水による深水管理は、逆効果となる。西山によれば、10～12°C の冷気温下で深水管理によって冷害を完全に防止できる限界水温は、耐冷性強の品種では 17～19°C、耐冷性弱の品種では 19～21°C である。

一方、穂首分化期から穂ばらみ期直前までの水管理の適否が、穂ばらみ期の耐冷性を大きく左右することが明らかになっている。この時期の水温処理は前歴水温処理と呼ばれている。前歴水温処理で耐冷性を向上させるためには、水温 25°C、水深 10 cm に近づけると効果が大きい。前歴水温処理による耐冷性の変動の要因は、前歴水温の上昇に伴って葯長が長くなり、冷温によって短くなる。

平成 15 年は穂ばらみ期に低温となり、最低気温は 10～12°C であった。この時期に深水管理することより平均水温を 19.9°C 程度に保つことが出来た。15 cm 区と 20 cm 区で葯長は各々 1.78 mm、1.87 mm でわずかに 20 cm 区で長く、不稔歩合は 15 cm 区 34.7%と 20 cm 区 21.3%であった。葯長に大きな差が認められなかったこ

とから、前歴期間の小孢子の分化数にはほとんど差は無かったと推察されることから、この不稔歩合の差は冷害危険期の低温に伴う小孢子の退化が 15 cm 区よりも 20 cm 区でより抑制されたことによると考えられる。

以上のことから、障害型冷害の被害を軽減する上で冷害危険期深水管理の重要性が再確認された。また、深水管理は基本技術であるが、正しく実施するため、深水管理が実施できる畦畔を整備すること、主稈の幼穂形成期を確認して前歴期間の始めを把握すること、葉耳間長をよく観察し冷害危険期を知ることが重要である。

現地試験の結果から、深水の効果が期待されるのは平均気温が 20°C 以下の時と考えられ、平成 15 年でのみ深水の効果が確認された。また、場内試験においても、20 cm は 15 cm よりも深水効果が大きいことが確認されたが、現地試験を見る限り、深水処理にともなう逆効果事例が水口で発生しており、深水処理を実践するためには、畔の整備など漏水防止対策が必要不可欠である。また、近年、用水路がパイプライン化しており、気温よりも低温である場合もあり、このような場合、深水にするため冷たい用水を入れることになり、逆効果となる。したがって、用水温を高めるため、生産調整田を活用したため池などで水温を高めるなどの工夫が必要と考えられる。

(五十嵐俊成)

(3) 道南地域

1) 奨励品種決定基本調査の解析

熟期の異なる品種間の不稔発生の差異と要因解析を道南農試圃場の奨励基本調査に加えて、作況調査、落水出芽法による湛水直播栽培試験に供試した「きらら 397」(中生)「ほしのゆめ」(中生)「渡育 240 号 (ふっくりんこ)」(晩生)を用いて解析した。

それぞれの試験区は 2 反復で行い、各品種について、出穂日毎に 5～10 穂の止葉に日付けをマークして成熟期に収穫し、不稔調査を行った。同様に出穂日毎に特定穎花を 5 個採取し、直後に FAA 液で固定させ、後日に計 30 葯の葯長を実体顕微鏡で観察し、測定した。

いずれの品種も、穂孕期の強い低温の影響で不稔が多発し、著しく減収した。特に多肥区においてその傾向が顕著であった(表 II-2-3-1)。品種間で不稔の発生程度を比較すると標肥区・多肥区とも晩生の「渡育 240 号」が最も少なく、収量も優っていた。出穂日別の不稔の発生程度は 8 月 7 日以降は出穂が遅くなるに従い、少なくなる傾向が顕著であった(図 II-2-3-1)。また出穂日から遡った冷害危険期の平均気温は 8 月 7 日を境にして、遅くなるほど高くなる傾向があり、不稔発生が少な

表II-2-3-1 出穂期、不稔歩合および収量の品種比較 (道南農試 平成15年)

試験区	調査項目	きらら397	ほしのゆめ	渡育240号
	耐冷性	やや強	強	強
標肥区	出穂期	8.9	8.8	8.12
	不稔%	76.4	58.8	37.7
	収量 kg/a	8.9	14.5	24.8
	出穂期	8.9	8.9	8.13
多肥区	不稔%	84.7	82.6	52.1
	収量 kg/a	6.4	7.6	27.1
直播区	出穂期	8.21	8.19	8.22
	不稔%	9.4	6.2	8.0
	収量 kg/a	34.4	30.7	32.8

注) 標肥区: 窒素 8 kg/10 a, 多肥区 10 kg/10 a, 奨決圃 2 区の平均値

直播区: 窒素 7 kg/10 a, 2 区の平均値
出穂期: 月、日

かった。

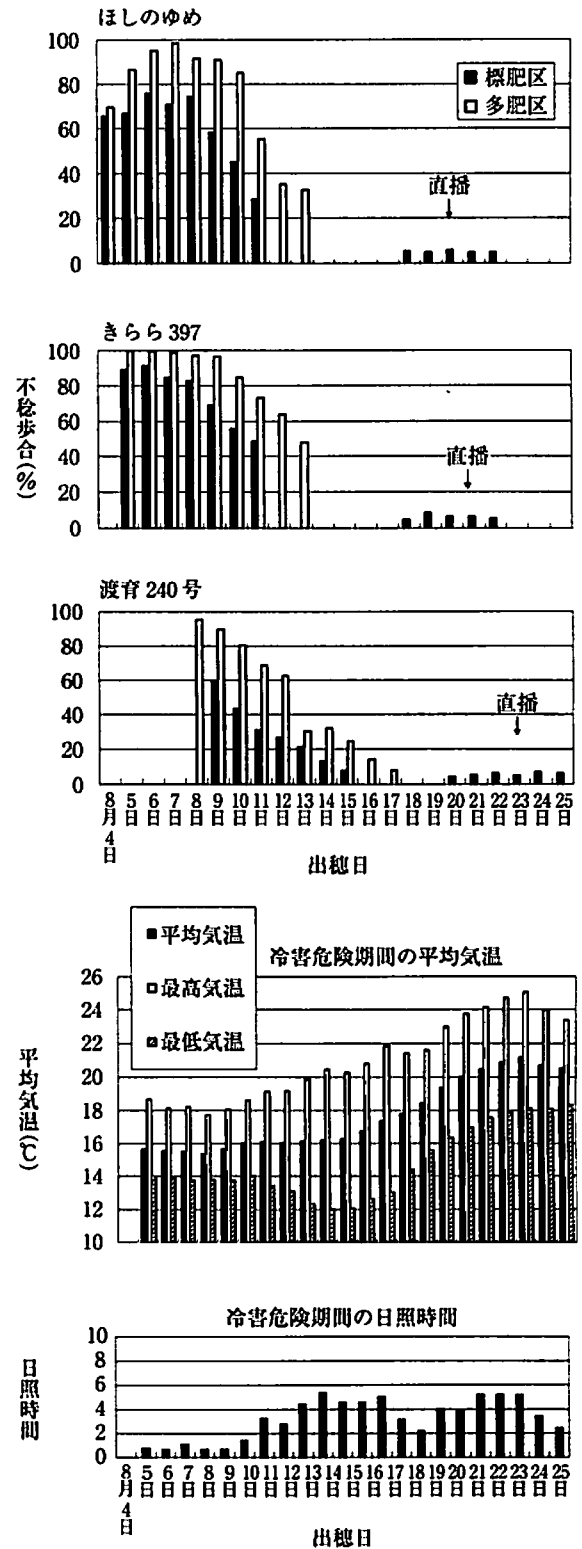
これらの結果から、「渡育240号」の不稔の発生が少なかった要因は、穂孕期の耐冷性が強いことも関係しているが、それ以上に晩生種で生育が後ろにずれたことで、本年の場合、冷害危険期を部分的に回避したことが大きく関係したものと考えられる。同様に、直播区は移植に比べ10日以上も出穂期が遅れた結果、移植に比べ不稔が極端に少なく、収量も高かった。

品種間の耐冷性の強弱を厳密に判定するために、同一出穂日の穂の不稔歩合を比較した(図II-2-3-2)。標肥区では従来の耐冷性検定結果の強弱と符合して、「渡育240号」は「ほしのゆめ」と不稔の発生程度が同じで、同レベルの“強”の耐冷性を持つことが確認された。しかし多肥区になると「渡育240号」の不稔の発生は8月13日を除いて、いずれの日もむしろ「きらら397」に近い値を示した。この結果から稲体が多窒素条件になると、「渡育240号」の耐冷性が、“やや強”レベルまで下がるということが懸念された。

薬長と不稔歩合の関係をみると1.3 mmを境にして、これより短くなれば不稔歩合が増加する傾向があった(図II-2-3-3)。また直播区の薬長は移植区に比べ明らかに長く、生育が遅れたことで、冷害危険期の低温の影響が小さかったことが判った。

2) 奨励品種決定現地調査の解析

不稔発生の地域間及び品種間差異と要因解析を道南農試担当地域(渡島、檜山支庁管内)の奨決現地試験(大野町、知内町、今金町、厚沢部町、八雲町)の成績に基づいて検討した。解析には「ほしのゆめ」「きらら397」「ななつぼし」「渡育240号(ふっくりんこ)」を用いた。



図II-2-3-1 出穂日別の不稔歩合と冷害危険期間の気象 (道南農試 平成15年)

注) 冷害危険期間: 止葉期(出穂日前14日~18日の5日間)

また、八雲町は「はくちょうもち」「風の子もち」の2品種を用いた。

出穂期を地域平均で見ると各品種とも渡島より檜

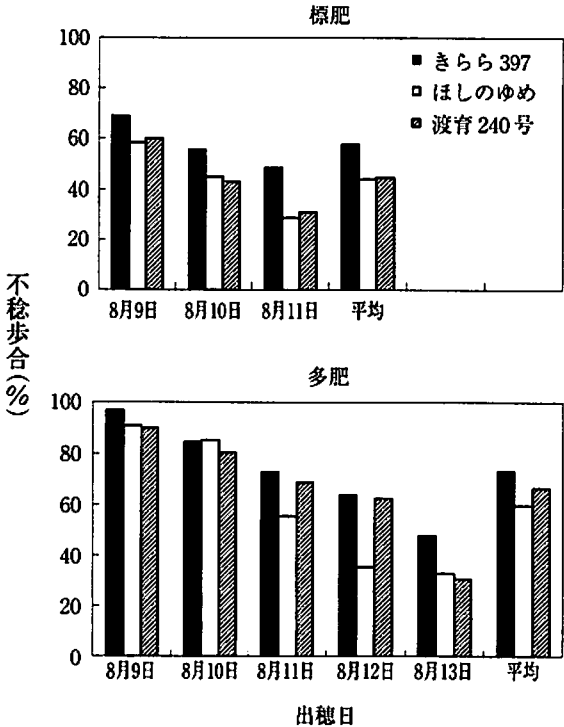


図 II-2-3-2 同一出穂日の不稈歩合の比較
(道南農試 平成 15 年)

山の方が全般に早く、特に厚沢部町では他の地域より遅延程度が小さく、出穂期は比較的早かった。(表 II-2-

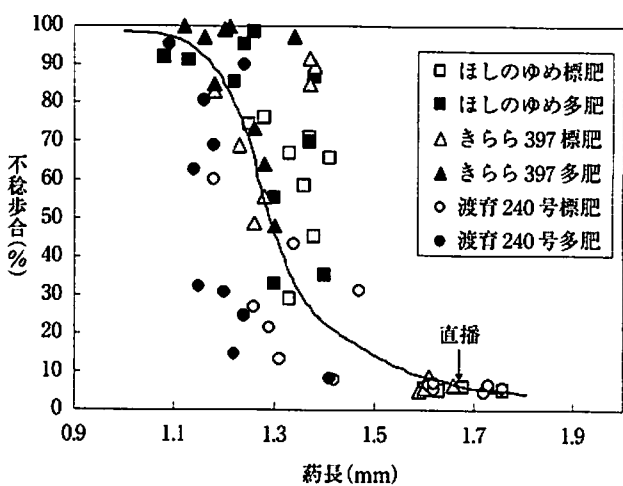


図 II-2-3-3 葯長と不稈歩合の関係
(道南農試平成 15 年)

3-2)。

不稈歩合は渡島管内の大野町と知内町を比較すると、出穂期がほぼ同じであるにもかかわらず、大野町より知内町の方が明らかに不稈歩合は高かった。これらは水温等の気象条件のほかには土壌条件、稲体の窒素含量、生育ステージが相互に関係しているものと考えられる。玄米重についても不稈歩合の高かった知内町で各品種とも減収程度が大きかった(表 II-2-3-3)。

表 II-2-3-2 出穂期 (月・日) (奨決現地調査 平成 15 年)

支庁	市町村名	ほしのゆめ			きらら 397			ななつぼし			渡育 240 号		
		平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較
渡島	大野町	8.11	8.03	8	8.13	8.04	9	8.12	8.04	8	8.16	8.08	8
	知内町	8.11	8.01	10	8.12	8.02	10	8.12	7.31	12	8.16	8.03	13
	地域平均	8.11	8.02	9	8.13	8.03	10	8.12	8.02	10	8.16	8.06	10
檜山	今金町	8.09	7.30	10	8.10	7.31	10	8.10	7.29	12	8.13	—	—
	厚沢部町	8.05	8.01	4	8.07	8.02	5	8.08	8.02	6	8.12	8.04	8
	地域平均	8.07	7.31	7	8.09	8.01	8	8.09	7.31	9	8.13	8.04	9
全地域平均		8.09	8.01	8	8.11	8.02	9	8.11	8.01	10	8.14	8.05	9

注) 平年値は平成 10-14 年の 5 ヶ年の平均値。ただし、「渡育 240 号」については平成 12-14 年の 3 ヶ年の平均値。

表 II-2-3-3 不稈歩合 (%) (奨決現地調査 平成 15 年)

支庁	市町村名	ほしのゆめ			きらら 397			ななつぼし			渡育 240 号		
		平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較
渡島	大野町	25.1	8.5	16.6	32.4	10.6	21.8	35.3	7.0	28.3	11.1	7.2	3.9
	知内町	44.7	10.5	34.2	77.0	11.9	65.1	67.0	7.7	59.3	29.3	8.7	20.6
	地域平均	34.9	9.5	25.4	54.7	11.3	43.5	51.2	7.4	43.8	20.2	8.0	12.3
檜山	今金町	57.6	12.9	44.7	54.8	14.3	40.5	62.8	11.6	51.2	21.3	—	—
	厚沢部町	39.6	8.0	31.6	55.1	9.1	46.0	59.9	5.2	54.7	26.5	5.4	21.1
	地域平均	48.6	10.5	38.2	55.0	11.7	43.3	61.4	8.4	53.0	23.9	5.4	18.5
全地域平均		41.8	10.0	31.8	54.8	11.5	43.4	56.3	7.9	48.4	22.1	7.1	15.0

注) 平年値は平成 10-14 年の 5 ヶ年の平均値。ただし、「渡育 240 号」については平成 12-14 年の 3 ヶ年の平均値。

表Ⅱ-2-3-4 玄米重 (kg/10 a) (奨決現地調査 平成 15 年)

支庁	市町村名	ほしのゆめ			きらら 397			ななつぼし			渡育 240 号		
		平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較
渡島	大野町	328	395	▲ 67	419	482	▲ 63	398	537	▲ 139	482	476	6
	知内町	110	494	▲ 384	119	552	▲ 433	79	588	▲ 509	298	564	▲ 266
	地域平均	219	445	▲ 226	269	517	▲ 248	239	563	▲ 324	390	520	▲ 130
檜山	今金町	167	475	▲ 308	195	517	▲ 322	151	487	▲ 336	354	—	—
	厚沢部町	224	454	▲ 230	212	515	▲ 303	200	533	▲ 333	370	528	▲ 158
	地域平均	196	465	▲ 269	204	516	▲ 313	176	510	▲ 335	362	528	▲ 166
全地域平均		207	455	▲ 247	236	517	▲ 280	207	536	▲ 329	376	523	▲ 147

注) 平年値は平成 10-14 年の 5 ヶ年の平均値。ただし、「渡育 240 号」については平成 12-14 年の 3 ヶ年の平均値。

出穂期は全地域平均で「きらら 397」「ななつぼし」と比較して「ほしのゆめ」は 2 日早く、「渡育 240 号」は 3 日遅かった。平年と比較した場合、出穂期の遅れは「ほしのゆめ」が 8 日で最も小さく、「きらら 397」「渡育 240 号」が 9 日、「ななつぼし」が 10 日で最も大きかった。不稔歩合は、晩生で出穂が遅く、耐冷性の強い「渡育 240 号」が 22.1%と最も少なく、「渡育 240 号」<「ほしのゆめ」<「きらら 397」<「ななつぼし」の順であった。本年の気象条件では、耐冷性の差もさることながら、道南農試の結果と同様、出穂の遅い品種ほど不稔歩合が少ないという傾向が認められた。「ほしのゆめ」と「きらら 397」の関係は「ほしのゆめ」が出穂が早く、より条件の厳しかったにもかかわらず「きらら 397」より不稔歩合が低く、冷水掛け流しによる耐冷性検定の評価と一致した。しかし、耐冷性検定では、「強」レベルの稔実を示す「ななつぼし」が出穂期がほぼ同じで耐冷性が「やや強」レベルの「きらら 397」と不稔歩合の差が小さくなり、検定結果と矛盾した。玄米重は全品種とも平年を大きく下回っており「きらら 397」を 100 としたとき「渡育 240 号」(159)>「きらら 397」(100)>「ほしのゆめ」(88)=「ななつぼし」(88)の順であった。これは不稔歩合の少ない順と異なるが、「きらら 397」の千粒重等の収量構成要素が他の品種に比べ上回っていたためと考えられる (表Ⅱ-2-3-4)。

稲種については、八雲町 1 カ所だけであるが、「はくちょうもち」「風の子もち」を比較した。出穂期は両品種とも 10 日程度遅れ、その結果、不稔歩合は、耐冷性がどちらも「強」レベルではあるが、出穂の遅かった「風の子もち」が「はくちょうもち」より 10%少なく、平年を下回った。玄米重は不稔発生と一穂穂数の少なさが影響し、両品種とも低収であった。また、低温による生育遅延、登熟不良のため青未熟粒が多く落等した (表Ⅱ-2-3-5)。

以上の結果から、不稔軽減の方策として品種の耐冷性

表Ⅱ-2-3-5 八雲町の成績 (奨決現地調査平成 15 年)

支庁	市町村名	はくちょうもち			風の子もち		
		平 15	平 年	比較	平 15	平 年	比較
渡島	出穂期(月日)	8.15	8.06	9	8.17	8.06	11
	不稔歩合(%)	23.0	12.9	10.1	13.0	19.7	▲ 6.7
	玄米重(kg/10 a)	295	353	▲ 58	427	441	▲ 14

注) 平年値は平成 10, 13, 14 年の 3 ヶ年の平均値。

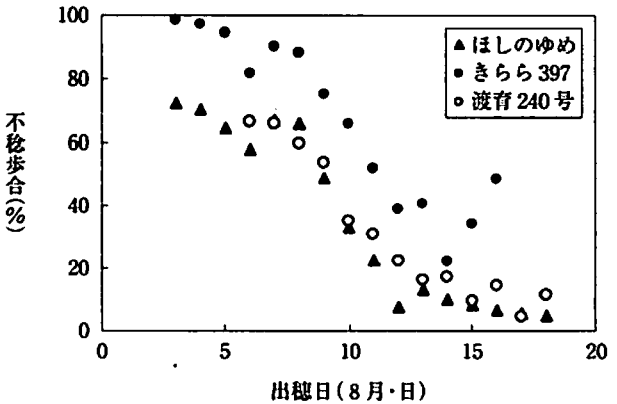
を一層強化するとともに、異なる熟期の品種や作型を配合することが効果的である。道南地域は数少ない晩生種の作付け可能地帯であることから、冷害の危険分散・良質・良食味米の安定生産の観点から、この地域に一定割合の晩生種を作付けすることが重要である。

(田中一生・尾崎洋人)

3) 出穂期別の不稔調査解析

①出穂日別及び前歴最高気温と不稔歩合

作況圃における供試品種「ほしのゆめ」、「きらら 397」、「渡育 240 号」の出穂日別不稔歩合を図Ⅱ-2-3-4 に示した。3 品種とも出穂日が遅くなると不稔歩合は低下し、特に 8 月 10 日以降に出穂した穂の不稔歩合が低下した。



図Ⅱ-2-3-4 出穂日別の不稔歩合

同一出穂日でみると、「きらら 397」の不稔歩合が高く、「ほしのゆめ」と「渡育 240 号」は差が小さかった。平均不稔歩合は「ほしのゆめ」が 49.9%、「きらら 397」80.7%、「渡育 240 号」35.8%であった。「ほしのゆめ」と「渡育 240 号」は同一出穂日では余り差がなかったが、「ほしのゆめ」の不稔歩合が高い理由は不稔の多い 8 月 3～5 日に収穫した穂の粒数が全粒数の 16%占めていたためと思われる。

出穂日が遅くなると不稔歩合が低くなるのは、図 II-2-3-5、図 II-2-3-6 に示すように、出穂前 11～15 日の最高気温が低いほど不稔歩合が高いことから、出穂前 11～15 日の 5 日間の最高気温の影響が大きかったと思われる。図 II-2-3-5、図 II-2-3-6 から不稔歩合 20%となる 5 日間の最高気温は「ほしのゆめ」、「渡育 240 号」で 21℃、40%20℃、60%19℃であった。「きらら 397」では不稔歩合 40%となるのは 21℃、60%は 20℃であったが、20%となる最高気温はなかった。

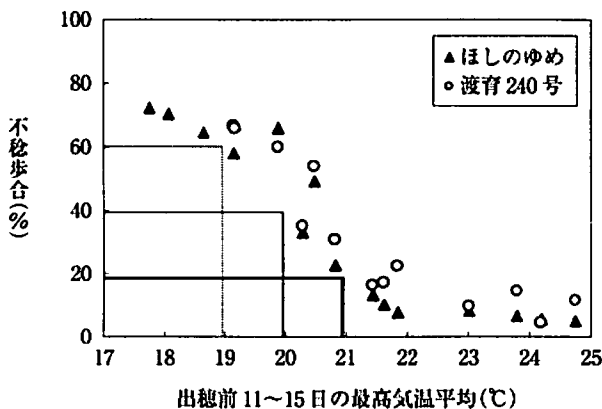


図 II-2-3-5 前歴最高気温と不稔歩合（ほしのゆめ・渡育 240 号）

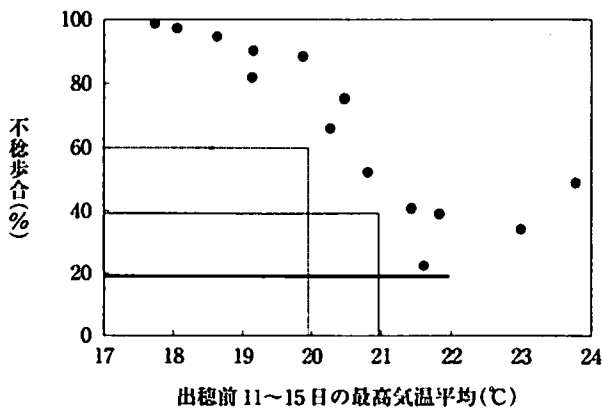


図 II-2-3-6 前歴最高気温と不稔歩合（きらら 397）

②葉耳間長と不稔歩合

葉耳間長と不稔歩合の関係を図 II-2-3-7、図 II-2-3-8 に示した。同じ葉耳間長でも調査日が遅いほど不稔歩合が低い、これは早い調査日ほど低温に遭遇したためと思われる。

出穂の早い「ほしのゆめ」は 7 月 24 日調査では葉耳間長 + 2 cm、7 月 28 日では + 4 cm が不稔歩合が最高であった。「きらら 397」は 7 月 28 日調査では葉耳間長が + 2 cm 以上、8 月 1 日調査では + 8 cm 以上でほとんど不稔であった。一般的な障害型冷害では、不稔歩合は葉耳間長 ± 0 cm をピークにして低くなるが、本年はプラスでも不稔歩合が高まることは 7 月 24 日以前の低温の影響が大きく、特に「きらら 397」が長期間、低温の影響を受けていたと思われる。

③株上げ処理と不稔歩合

これまで述べたように本年の不稔歩合は 7 月 24 日以前の低温の影響も大きいと思われるので、7 月 24 日に株上げし温度を高めた場合の不稔歩合を見た。株上げ処理は水田から中庸な 1 株を掘取り成苗培土を 1/4 入れた

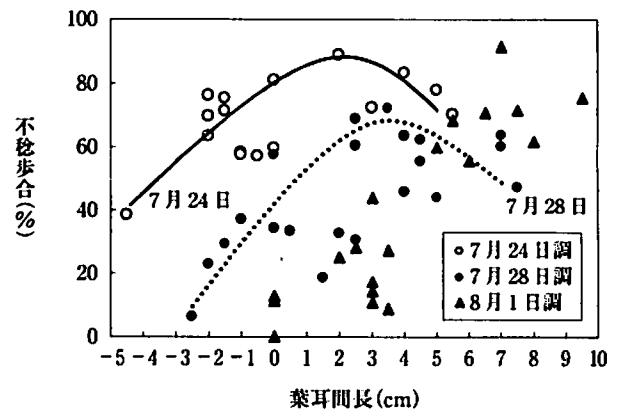


図 II-2-3-7 葉耳間長と不稔歩合（ほしのゆめ）

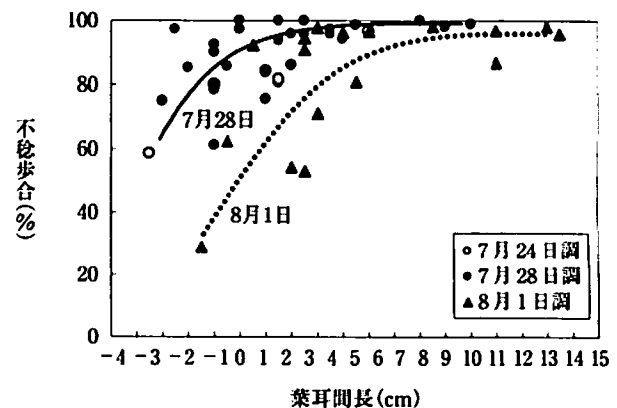


図 II-2-3-8 葉耳間長と不稔歩合（きらら 397）

1/5000 a ポットに入れ、その後8月8日までビニールハウス、9日から30℃の水田温室で栽培した。なお、ビニールハウスの温度測定をしなかったが、外気温より2～3℃は高かったと思われる。

図II-2-3-9～図II-2-3-11に3品種の出穂日別不稔歩合を示した。平均出穂日(8月)は「ほしのゆめ」の無処理9.8日、株上げ7.8日、「きらら397」は無処理8.8日、株上げ9.5日、「渡育240号」は無処理10.7日、株上げ11.0日で株上げの出穂日が遅い2品種は無効分

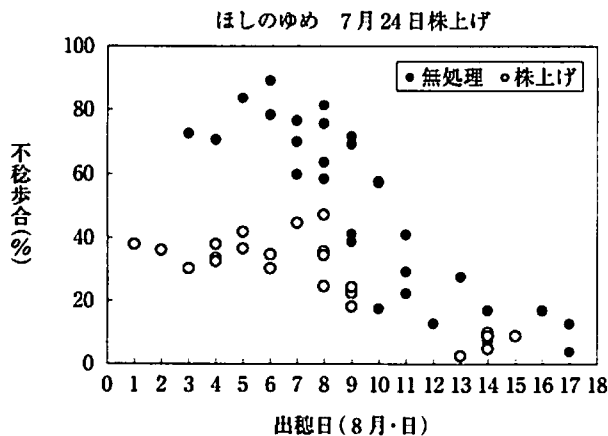
げつが有効化したことも考えられる。「ほしのゆめ」、「渡育240号」では、無処理は早い出穂ほど不稔歩合は高いが、その程度は株上げ処理によって軽減していることから、仮に7月24日以降の天候が回復した場合、不稔歩合は低くなったと思われる。一方、「きらら397」は無処理と株上げ処理の差は前2品種ほどではなかった。表II-2-3-6に株上げによる不稔軽減効果を示した。7月24日の株上げ/無処理比は「ほしのゆめ」50%、「きらら397」80%、「渡育240号」60%であり、7月24日以前の影響も大きく、特に「きらら397」に対する影響が大きかった。このことから「きらら397」には7月24日以前の前歴及び冷害危険期の深水管理の励行が不稔軽減に重要であったと思われる。

(谷川晃一)

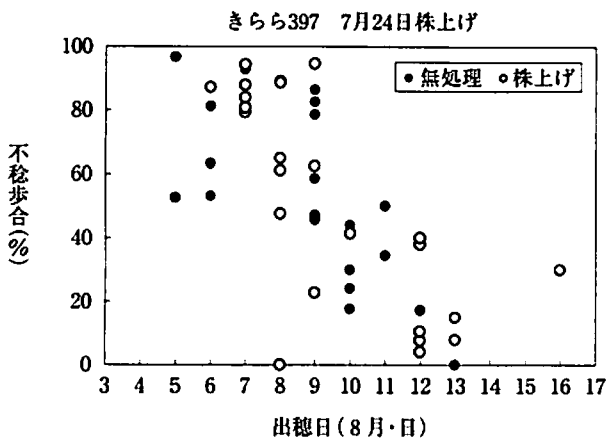
4) 衛星リモートセンシングによる水稻の被害実態の解析

①目的

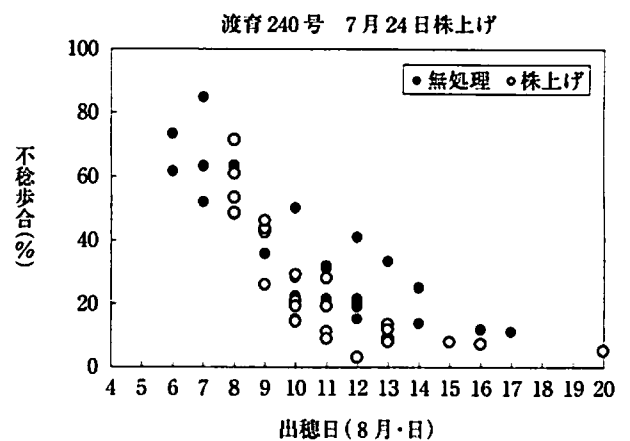
冷害など気象災害はその影響が広域に及ぶことが多いため、被害の実態把握には多大な労力を要する。広域を観測可能な衛星データは、地上調査を補完する手段として有効であり、深山ら(1983)は、昭和55年の冷害被害について衛星データを用いて北海道石狩平野の水稻収量地図を作成している。また平成5年の冷害時にも、志賀



図II-2-3-9 株上げ処理による不稔歩合の軽減効果①



図II-2-3-10 株上げ処理による不稔歩合の軽減効果②



図II-2-3-11 株上げ処理による不稔歩合の軽減効果③

表II-2-3-6 株上げによる不稔軽減効果

品 種 処理日	ほしのゆめ			きらら397			渡育240号		
	無処理	株上げ	同左%	無処理	株上げ	同左%	無処理	株上げ	同左%
7月24日	55.1	27.9	50.6	63.6	48.9	76.9	38.7	24.2	62.5
7月28日	56.7	45.7	80.6	80.7	77.4	95.9	39.7	34.8	87.7
8月1日	50.4	43.2	85.7	81.9	85.8	104.8	34.5	32.0	92.8

注) 株上げは水田から中庸な1株を堀取り成苗培土を1/4入れた1/5000 a ポットに入れ、その後8月8日までビニールハウス、9日から30℃の水田温室で栽培した。

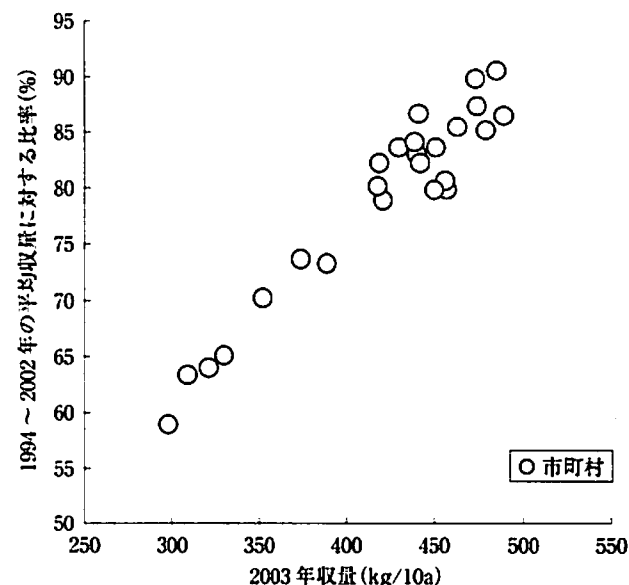
ら(1995)により、衛星リモートセンシングによる被害程度の把握が行われている。そこで、衛星リモートセンシングによる水稻の被害実態の解析を試みた。

②方法

衛星データによる水稻収量の推定は、市町村統計収量を目的変数とし、登熟期間に観測された衛星データの各波長帯(バンド)の分光反射値を説明変数とした重回帰式から求めることができ、また、特に平成5年のように不稔の発生が収量を規制する場合には、茎葉のクロロフィル含量と関連の高い赤波長域の分光反射値から、収量推定が可能であることが知られている。

解析に用いた衛星データは、空知広域米穀リモートセンシング事業協議会・富士通北海道システムズが取得した5月29日、6月8日、9月16日のSPOT衛星データである。衛星データは空知支庁管内を東西約60kmの観測幅で観測しており、一部雲によってデータが得られていないものの、管内のほぼ全域の水田の情報を得ることができる。

それぞれの衛星データを地図に重なるように幾何補正し、5月29日・6月8日の衛星データから水田を判別し、これを9月16日の衛星データに重ねて、9月16日の衛星データから水田の情報のみを抽出した。続いて空知支庁管内の各市町村ごとに抽出された情報を集計し、各波長帯の分光反射値および赤と近赤外波長の反射値から算出される正規化植生指数(NDVI)について、各市町村の平均値を算出した。各市町村の平均分光反射値・NDVI



図II-2-4-1 2003年収量と、1994～2002年平均収量に対する比率との関係(空知支庁管内市町村統計収量)

と市町村別統計収量との関係を検討し、衛星データから収量を推定した。さらに、推定された収量と対象地域のメッシュ気象情報との関連を検討した。

③結果の要約

空知支庁管内の各市町村について、平成15年の収量と平成6～14年の平均収量に対する比率との関係を図II-2-4-1に示した。平成15年の収量の低い市町村ほど、平成6～14年の平均収量に対する減収程度が大きいことから、平成15年の収量レベルから冷害被害程度を把握できると考えられた。

9月16日の衛星データから算出した各市町村別平均分光反射値・NDVIと市町村別統計収量との関係を表II-2-4-1に示した。衛星データのバンド1(緑)、バンド2(赤)、バンド4(短波長赤外)およびNDVIと市町村別統計収量との間には高い相関関係があり、平成5年と同様に赤波長帯の分光反射値から収量推定が可能と考えられた。衛星データのバンド2(赤)と市町村統計収量との関係を図II-2-4-2に示した。

両者の回帰式を用いて、衛星データから各市町村の平均収量を推定し、市町村別統計収量と比較した結果を表

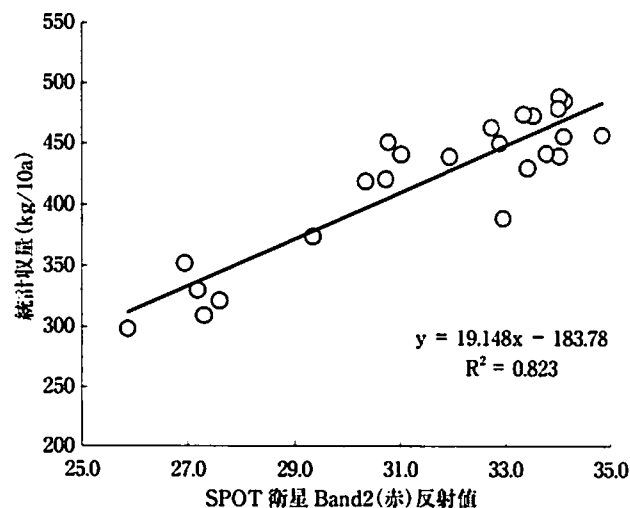
表II-2-4-1 平均分光反射値・NDVIと市町村統計収量との関係(平成15年9月16日観測SPOT4号)

	Band1 緑	Band2 赤	Band3 近赤外	Band4 短波長赤外	NDVI
収量	0.924***	0.907***	-0.154	0.749***	-0.744***

*** : 99.9%有意水準

** : 99.0%有意水準

* : 95.0%有意水準



図II-2-4-2 9月16日観測SPOT4号Band2(赤)の反射値と水稻収量(市町村別統計収量)の関係

表II-2-4-2 衛星データから推定された収量と統計収量との比較 (平成15年9月16日観測 SPOT 4号)

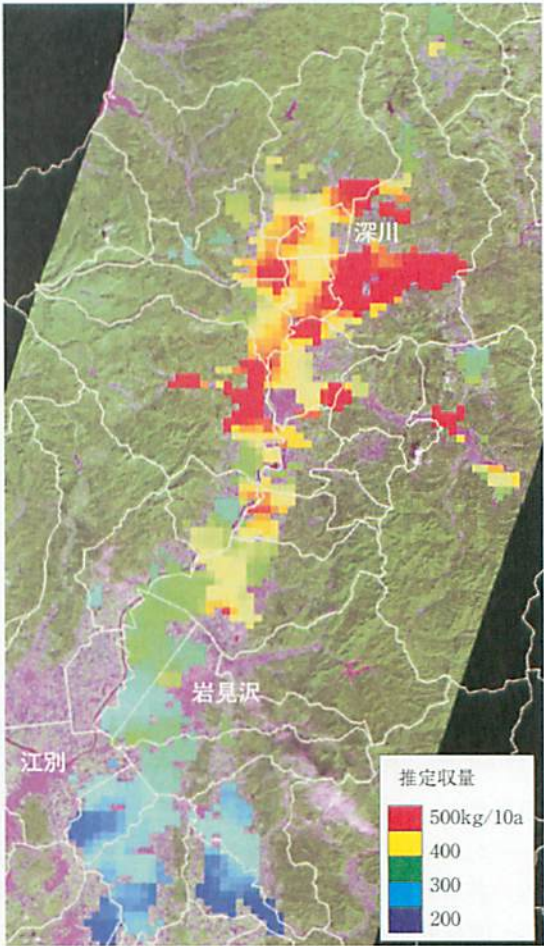
市町村	市町村別統計収量 (kg/10 a)	推定収量 (kg/10 a)	推定残差 (kg/10 a)
夕張市	309	339	-30
岩見沢市	421	405	16
美瑛市	463	443	20
芦別市	389	447	-58
赤平市	440	468	-28
滝川市	485	470	15
砂川市	430	456	-26
深川市	457	483	-26
北村	451	405	46
栗沢町	374	378	-4
南幌町	352	332	20
奈井江町	442	463	-21
由仁町	298	312	-14
長沼町	321	345	-24
栗山町	330	337	-7
月形町	419	397	22
浦臼町	439	428	11
新十津川町	456	469	-13
妹背牛町	489	468	21
秩父別町	479	468	11
雨竜町	473	458	15
北竜町	450	446	4
沼田町	474	455	19
幌加内町	441	410	31

II-2-4-2 に示した。対象とした24市町村の推定収量のRMS エラー (推定算差の2乗和の平均の平方根) は24 kg/10 a であり、衛星データから高精度の収量推定が可能であった。

衛星データから推定された1 km メッシュの収量区分図を図II-2-4-3 に示した。衛星データを用いることによって、市町村別の統計収量情報をメッシュ情報に展開し、メッシュ気象情報など、他の地図情報との関連解析を行うことができる。

衛星データから推定された1 km メッシュの収量区分図と、平成15年7月1～10日、11～20日、21～31日、8月1～10日の1 km メッシュ平均気温との関係を表II-2-4-3 に示した。収量は7月1～10日の平均気温と高い相関を示し、7月1～10日の平均気温が低い地域では低収となる傾向にあった。両者の関係を図II-2-4-4 に示した。

以上、衛星リモートセンシングを用いることにより、水稻収量の地域変動の様子など被害実態を効率的に把握



図II-2-4-3 衛星データによる平成15年水稻収量の推定 (平成15年9月16日観測 SPOT 4号衛星データより作成・1 km メッシュ)

表II-2-4-3 衛星データから推定された収量と旬別平均気温との関係 (1 km メッシュ情報の対比)

	平均気温			
	7月1～10日	7月11～20日	7月21～31日	8月1～10日
収量	0.763***	0.291***	0.395***	0.196***

*** : 99.9%有意水準
** : 99.0%有意水準
* : 95.0%有意水準

することができた。しかしながら衛星データはデータ取得機会が天候に左右されるため、とりわけ冷害年のように天候が不順な場合には、適切な時期にデータ取得ができない場合もある。近年 Terra/MODIS など、観測頻度の高い衛星の運用がすすみつつあり、こうした高観測頻度衛星が利用できれば、より安定的なデータ取得が可能となる。

本解析は、空知広域米穀リモートセンシング事業協議

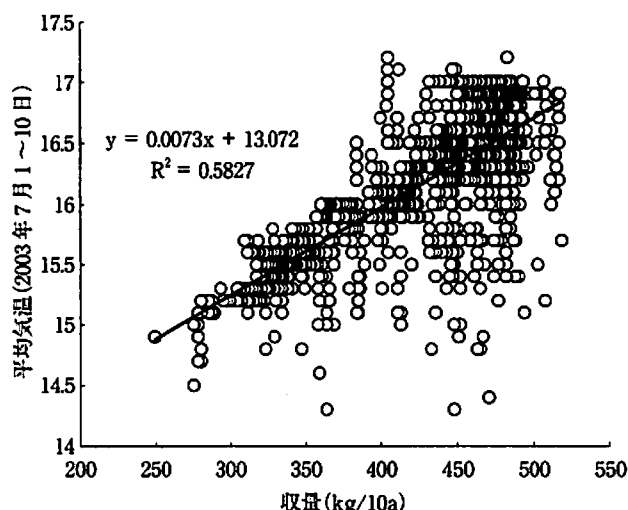


図 II-2-4-4 7 月 1～10 日平均気温と衛星データから推定された収量との関係（1 km メッシュ情報の対比）

会・富士通北海道システムズと協力し、実施した。

（安積大治・熊谷聡）

3. 施肥・土壌管理に関する技術解析

(1) 土壌の無機態窒素と水稻の窒素吸収推移

有機物連用試験圃場のデータをもとに、土壌中の無機態窒素含量の推移を年次間で比較すると、上川農試では

表 II-3-1 水稻窒素吸収量の年次変動（上川農試）
(kgN/10 a)

年次	幼穂形成期 茎葉	出穂期 茎葉	成 茎葉	熟 穂	期 合 計
平成 12 年	4.21	7.75	2.90	6.24	9.15
平成 13 年	4.33	8.44	4.58	4.94	9.52
平成 14 年	2.86	10.01	3.74	7.48	11.22
平成 15 年	3.90	8.34	3.76	6.70	10.46
平 均	3.82	8.63	3.74	6.34	10.09

注) 有機物連用試験 9 処理区の平均

生育の遅れがなく、水稻の窒素吸収量の推移は平年と大差なかった(表 II-3-1)。土壌の無機態窒素含量の推移もほぼ平年並みであったが、幼穂形成期、止葉期とも他の年次に比べむしろ低い傾向にあった(表 II-3-2)。上川管内の農家水田 100 点以上を対象に行った調査でも無機態窒素は平年に比べ低めに推移しており(表 II-3-3)、初期生育がきわめて順調であったことを反映しているものと推察される。

一方、中央農試では他の年次と著しく異なり、止葉期頃まで無機態窒素含量が低下せず、きわめて高く推移した(図 II-3-1)。これは、低温により水稻の窒素吸収が抑制されたことが影響していると考えられ(図 II-3-2)、空知地方の冷害が主に生育遅延によるものであったことを反映している。

(2) 肥料三要素および土壌改良資材の連用効果

1) 窒素欠除の影響

上川農試における連用試験(平成 6 年開始、きらら 397 中苗)における無窒素区の収量比は前年までの平均が 65 であったのに対して、平成 15 年は 47 と過去最低であった(表 II-3-4)。無窒素区の主な減収要因は穂数と一穂粒数の低下であり(表 II-3-5)、窒素吸収量の低下が大きかったものと推察される。これは当年の施肥窒素欠除に加え、土壌の培養窒素が 4.3 mg/100 g と対照区より著しく低いことを反映したものである(表 II-3-6)。

中央農試の三要素試験における無窒素区の収量比は平

表 II-3-2 土壌無機態窒素含量の推移（上川農試）

年 次	無機態窒素含量 (mg/100 g)		
	移植後 1 ヶ月	幼穂形成期	止葉期
平成 12 年	5.07	3.12	0.50
平成 13 年	5.31	3.24	0.56
平成 14 年	5.42		0.82
平成 15 年	5.42	1.62	0.28
平 均	5.31	2.66	0.54

注) 有機物連用試験 9 処理区の平均

表 II-3-3 土壌無機態窒素含量の推移

年 次	地域 時期	無機態窒素含量 (mg/100 g)					
		上 川			留 萌		
		5 月下旬	6 月下旬	8 月 1 日	5 月下旬	6 月下旬	8 月 1 日
平成 11 年		6.81	4.93	1.16	8.16	4.94	1.45
平成 12 年		7.17	4.80	1.17	8.35	5.33	1.23
平成 13 年		7.16	4.84	1.00	6.50	3.74	1.50
平成 14 年		7.18	5.19	1.17	5.95	3.41	1.14
平成 15 年		6.86	4.09	0.99	8.67	5.17	0.90

注) 管内普及センター、上川農試技術普及部・栽培環境科