

北海道立農試資料 第22号

Misc. Pub. Hokkaido

Prefect. Agric. Exp. Stn.

No. 22 p.1-165 July 1994

ISSN 0386-6211

北海道立農業試験場資料 第22号

Miscellaneous Publication of Hokkaido
Prefectural Agricultural Experiment Stations

No. 22 July 1994

平成5年北海道における農作物異常気象 災害に関する緊急調査報告書

稲 作 編

平成6年7月

北海道立中央農業試験場

Hokkaido Central

Agricultural Experiment Station

(Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan)

序

北海道は冷害多発地帯であり、農業関係者が一体となって、冷害克服の技術開発に努めてきた。平成5年度は当年の暖候期予報（平成5年3月）によっても気温の変動が大きく、夏には低温の時期があるとされ、6月から8月の平均気温は平年並みというところであった。しかしながら、5月からの日照不足気味の天候が続き、6月の下旬から、低温の傾向が強まり、冷害の様相が強まっていった。北海道農政部では6月11日には冷害を予測して、農業改良課内に営農技術特別指導チームが設置され、主に水稲に対して技術指導と生育調査を始めた。また、6月始めにはエルニーニョ現象の影響も話題となり、日本の天候に対しても影響があるとされ、それもあって7～8月の記録的な低温となって、本格的な冷害の様相がでてきた。

このような気象経過のなかで、水稲では9月15日現在の作況指数は46であったが、稔実歩合が低く、登熟が遅れ、最終の12月の作況指数は40と戦後最悪となった。被害量の95%が気象被害であったこともその深刻さが浮き彫りにされた。また、地域による差異が大きく、品種の耐冷性の強弱も現れ、新たな課題もでてきた。

水稲以外では大豆で作況指数48、小豆は49と著しい被害を受けたが、小麦が91、いんげんまめで79、ばれいしょは96、てんさいは90とまずまずの成績をあげたのは寒冷地における適地適作の力が発揮されたもので、気象災害克服に大きな力になった。

今ここに、平成5年の冷害および各種の気象災害をもたらした、気象条件の特徴を解明して、今後も発生するであろう気候変動に伴う異常気象の対応策に貢献するために主要作物の冷害の実態を明らかにして、冷害回避、または冷害の克服の実態から新たな冷害克服技術の組み立て、技術的な新技術の開発、総合的な経済評価などを構築して今後の研究開発、営農指導に向けて役立てることを願って、本報告書をまとめた。

調査を実施するにあたり農政部、各地域普及所のご協力を得たことに、深く感謝の意を表する。

平成6年3月31日

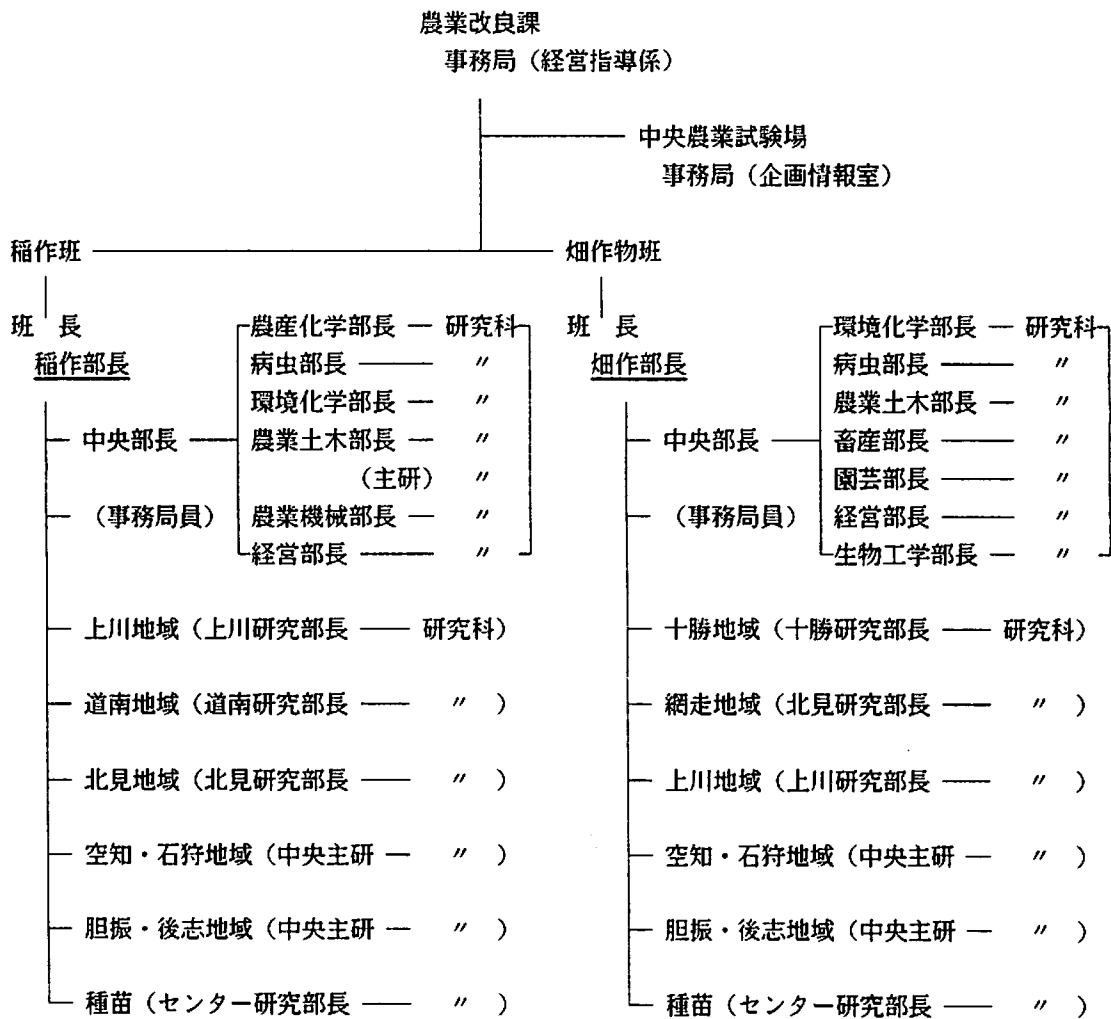
北海道立中央農業試験場長

野村信史

調査実施の経過と調査体制

平成5年5月からの日照不足気味の天候と6月下旬からの低温による農作物の生育遅延にたいし北海道農政部は8月20日農政部長を本部長とする「北海道異常気象農業対策推進本部」を設置し、情報の収集や対策の検討、さらに専門班を設置して活動を開始した。しかし、低温状況はなお続き、ついに、道は9月21日冷害対策本部の事務所を総務部に置くことになり、農政部の対策本部は農業班として残された。これを受け農業試験場内にも調査班を設置し冷害要因の技術解析を全道を対象に開始した。

農業試験場冷害対策調査班体制（平成5年度）



この他に、農業改良課の専技、支庁農務課、農業改良普及所などが協力体制

編 集 者

編集代表

中央農業試験場 稲作部長	竹 川 昌 和	病虫部長	土 屋 貞 夫
農業改良課 総括専門技術員	中 西 敏 雄	農業機械部長	島 田 実 幸
中央農業試験場環境化学部長	菊 池 晃 二	経営部長	長 尾 正 克
農産化学部長	古 山 芳 廣	農業土木部長	金 森 均

執 筆 者

中央農業試験場稲作部 稲作部長	竹 川 昌 和	水稻栽培科	五十嵐 俊 成
主任研究員兼圃場管理科長	前 田 博	"	富 原 睦
育種科長	佐々木 忠 雄	土壌肥料科長	稲 津 脩
育種科	本 間 昭	土壌肥料科	野 村 美智子
栽培第一科長	今 野 一 男	"	三 浦 周
栽培第一科	宮 森 康 雄	"	後 藤 英 次
"	田 中 英 彦	主任専門技術員	長谷川 栄 一
"	古 原 洋	道南農業試験場研究部 研究部長	森 村 克 美
栽培第二科	竹 内 徹	作物科長	沼 尾 吉 則
主任専門技術員	山 崎 信 弘	主任専門技術員	岩 田 俊 昭
"	坂 本 宜 崇	北見農業試験場研究部 作物科	相 川 宗 嚴
農業機械部 機械科	竹 中 秀 行	植物遺伝資源センター	
経営部 経営部長	長 尾 正 克	研究部 資源利用科長	白 井 和 栄
農業土木部 主任研究員	前 田 要	資源利用科	荒 木 和 哉
企画情報室 情報課	志 賀 弘 行	"	柳 田 大 介
上川農業試験場研究部 主任研究員	佐々木 一 男	管理科長	柳 川 忠 男
水稻育種科長	新 橋 登	農業改良課 総括専門技術員	中 西 敏 雄
水稻育種科	吉 田 昌 幸		
"	木 内 均		
水稻栽培科長	谷 川 晃 一		

(1993年3月31日現在)

平成5年北海道における農作物異常気象 災害に関する緊急調査報告書

稲作編

目次

要 約	1
I 北海道における稲作と冷害の概況	
1 平成5年度稲作概況	11
(1) 作付動向	11
(2) 作付品種の動向	13
(3) 栽培法の動向	13
(4) 作柄の動向	13
2 気象概況と地域的特徴	15
(1) 気象概況	15
(2) 作柄の概況及び地域間差	21
II 地帯別の気象及び生育概況	
1 道央地域	26
(1) 中央農試稲作部における気象経過と生育概況	26
(2) 管内における気象と生育概況	27
2 道北地域	29
(1) 上川農試における気象経過と生育概況	29
(2) 管内における気象と生育概況	30
3 道南地域	32
(1) 道南農試における気象経過と生育概況	32
(2) 管内における気象と生育概況	33
4 道東地域	34
(1) 北見農試における気象経過と生育概況	34
(2) 管内における気象と生育概況	35
III 地域別の被害実態と克服事例	
1 道央地域	37
(1) 被害実態	37
(2) 被害克服事例	39

(3) 今後の対策と課題	46
2 道北地域（上川・留萌支庁管内）	46
(1) 被害実態	50
(2) 被害克服事例	51
(3) 今後の対策と課題	51
3 道南地域（渡島・檜山支庁管内）	52
(1) 被害実態	53
(2) 気象条件、特に「やませ」と不稔発生の関係	54
(3) 被害克服事例	57
(4) 冷害の総括	62
4 道東地域	63
(1) 品種構成及び苗の種類	63
(2) 被害実態と克服事例	63
(3) 今後の対策と課題	64
5 克服事例のまとめ	65
IV 水稲生育に関する技術解析	
1 中央農試	67
(1) 奨励品種決定基本調査の生育	67
(2) 奨励品種決定現地調査の生育	69
(3) 不稔発生の様相と要因解析	75
(4) 生育遅延の要因と影響	77
(5) 苗の種類と移植時期の影響	80
(6) 低コスト技術の耐冷性評価	81
(7) 防風林の効果	84
2 上川農試	86
(1) 奨励品種決定基本調査の生育	86
(2) 奨励品種決定現地調査の生育	88
(3) 新旧品種・系統の不稔発生状況	94
(4) 分けつ発生と穂揃い性	96
(5) 不稔発生と気温	98
(6) 登熟の推移と気温	102
(7) 栽植密度と不稔歩合	102
(8) 低コスト栽培の不稔発生と収量	102
3 道南農試	104
(1) 地域間差	104

(2) 品種間差	104
(3) 日別の不稔発生状況	106
(4) 作況試験からみた被害要因	106
4 北見農試	109
(1) 冷害の様相と生育解析	109
(2) 地域間差	111
(3) 品種間差	111
5 植物遺伝資源センター	112
(1) 生育経過	113
(2) 不稔初発生状況	114
V 施肥・土壌管理に関する技術解析	
1 中央農試	117
(1) 窒素施肥の影響	117
(2) 肥料三要素及び土壌改良資材の効果	118
(3) 有機物施用の影響	120
(4) 食味特性に及ぼす影響	122
(5) 基盤整備及び水管理の実態とその影響	123
(6) 現地農家への技術指導：復元田水稻の生育経過	125
(7) 小 括	130
2 上川農試	130
(1) 土壌及び作物体の養分の動向	130
(2) 養分吸収と不稔発生及び登熟歩合の関係	132
(3) 肥料三要素及び土壌改良材の効果	134
(4) 有機物施用の影響	136
(5) 窒素施肥の影響	138
(6) 食味特性に及ぼす影響	140
(7) 土壌診断による窒素追肥の要否判断	141
(8) 小 括	142
VI 衛星リモートセンシングによる水稻の被害実態の解析	144
VII 病害虫の発生	
1 平成5年の病害虫発生状況	147
2 葉しょう褐変病	148
3 褐変穂	150

4 その他	152
VII 収穫作業機の問題と対策	153
IX 種子生産への影響	
1 植物遺伝資源センターの原原種生産実績	156
2 採種圃の種子生産状況	156
3 冷害年産種子の発芽力	157
X 農家経済への影響	
1 調査対象の性格と分析の限定	159
2 組勘実績の推移	159
XI 今後の対策と技術開発の方向	
1 今後の技術開発	163
2 今後の研究・技術開発の方向	164
付 如作編 目次	165

要 約

1 目的および方法

7月12日奥尻島直撃の北海道南西沖地震の発生した平成5年は、田植から6月下旬までの低温ならびに7月後半と8月前半の著しい低温、日照不足によって、水稻の生育は約2週間遅れ、それにも増して、穂ばらみ期と開花期がこの異常気象に丁度遭遇したため、この時点において受精障害による不稔稲の多発が予想され、9月上旬に実施した大規模な不稔調査により、冷害大凶作の様相は確定的となった。

道立農業試験場の各場と農業改良普及所は、道農政部冷害調査稲作班を組織し、冷害の実態把握につとめ、農家水田調査ならびに農試と各普及所の各種試験の結果から冷害要因を解析するとともに、実態調査の中から克服事例を取りまとめ、冷害対策に関する技術的指針を得ようとした。

2 結果の要約

調査結果は次年度対策に活用するため、わずか3か月の短期間に精力的に取りまとめられた各場調査成績ならびに各普及所調査に基づく専門技術員調査成績の報告を受け、緊急に編纂したものである。

(1) 平成5年の稲作と冷害の特徴

北海道の稲作は戦後最大の冷害をこうむり次のような特徴を示した。

- ① 全道作況指数は40、単位収量203kg/10aの大凶作となり、2年あるいは3年連続の冷害となった。生産量は35万トンにとどまり、被害総額は1,320億円に達した。
- ② 最近2年間で約3万ha(約18%)が復元し、172,600haに作付された。
- ③ きらら397は47%、ゆきひかりは40%作付され、石狩、空知ではこの2品種で、90%を占めた。収量は、きらら397が202kg/10a、ゆきひかりが217kg/10aであった。
- ④ 成苗が40%、中苗が56%栽培され、直播は前年の2倍に増加し117ha作付された。
- ⑤ 6月下旬の低温に加え、7月中旬から8月中旬にかけては長期の異常気温、日照不足となった。
- ⑥ 生育遅延と同時に、穂ばらみ期と開花期を含む7月中旬からの約30日間の異常低温により大きな受精障害を受け、不稔稲が多発した。その結果、障害不稔を主とする混合型冷害を受け、大きな地域間差と技術間差の見られた冷害凶作年となった。
- ⑦ くん煙は9月19日より52町村のべ72回実施され、登熟は延長された。1等米出荷率は全道平均で37%、上川、空知は40%と過去の冷害年に比較し、かなり良い結果となった。

(2) 気象経過の概要と特徴

北海道における夏期(6~8月)の気象条件のうち6月は低温・日照不足で、とくに最高気温が低く経過したが、7月の前半は一時回復し、最高気温が高く多日照となった。その後再び不良となり、7月15日から8月15日までの間は長期の異常低温・日照不足にみまわれ、平均気温で16~18℃、

平年より3～5℃低く、日照時間も平年の70～80%であった。8月後半と9月は寒暖の差があり、気温、日照時間も平年をやや下回った。

夏期（6～8月）の気温、日照時間の地域別平年差（比）は、留萌が比較的小さく、平均気温で-1℃以内、日照時間で100%を上回ったが、その他の地域はこれより低く、とくに道南、道東は気温は-1.5～-2.0℃、日照も80%台であった。

穂ばらみ期から出穂開花期の期間が丁度7月中旬から8月中旬の長期異常気象の期間に遭遇した。7月下旬の平均気温は旭川から留萌にかけては19℃以上の比較的高温域であったが、札幌以南と網走、十勝はそれより2℃前後低かった。日照時間も気温の分布とほぼ同様で、とくに札幌以南では10時間以下の日照不足であった。とりわけ渡島半島を含む太平洋沿岸では、冷風（やませ）を伴う低温、日照不足が持続した。8月上旬の気温、日照時間の分布も7月下旬に準じていたが、全般に7月下旬に比較して気温はやや低く、日照時間はやや多かった。

過去の主要な冷害年と比較すると、不稔稲の発生にもっとも影響すると思われる7月15日から8月15日の間の低温と日照不足の程度は、1993年が少なくとも戦後の冷害年次の中では最大であった。

20年前のマツマエが主に栽培されていた頃に比較して、近年の良食味品種の栽培が主体の道南地方における7月の平均気温は、道央部に比較して著しく低下しており、その低下程度は冷害年において特に大きく、異常気象の頻度が高まっている。

(3) 被害の概況と地域間差

1) 水稲被害の実態

北海道の作況指数は40で、過去の冷害年次の作況指数、6（1913年）、12（1902）、28（1884）、30（1932）、38（1931）に続くものであった。支庁別では最も高い留萌の62に続き、上川50、空知47、石狩36が比較的良好方で、後志、日高、胆振、渡島、檜山の15、13、8、3、2、および網走、十勝の8、0では大凶作となった。

道東部にもまして渡島半島を含む太平洋側の被害が極めて大きく、道央の南部と上川北部も被害は大きかった。青刈面積は渡島半島を主として約2,400haに達した。

なお、これらの低温による被害は東北地方の太平洋側各県においても見られた。

全道平均の不稔歩合は約60%、出穂期は8月14日前後で、ともに地域間差は大きかった。地帯別不稔歩合は

地帯A（留萌、北空知、上川中）：不稔30～40%

地帯B（道央の南部、上川北）：不稔50～80%

地帯C（道南、太平洋側、道東）：不稔80～99%

であった。生育遅延は幼穂形成期で4～7日、出穂期で10～15日、成熟期で13～20日の遅れとなり地域間差も大きく、屑米の多発した地域も生じた。出穂期は全道で8月5日～8月25日に分布し、

地帯A：8月9日前後

地帯B：8月17日前後

地帯C：8月23日前後であった。

2) 被害発生に關与した要因

作況指数の地域間差は大きく、その主因は不稔歩合であった。そこで水稻の前歴、穂ばらみ期の平均気温 (T_1 、 T_2) 並びに開花期の最高気温 (T_3) がそれぞれ単独に影響し、それらの単独の稔歩合 [$f_n(T_n)$; $n=1, 2, 3$] が決まり、それら3者の積によって最終的な推定稔歩合 (F) が決まるとする次式のモデルを適用し、稔歩合の地域間差をもたらした気温要因、とくに稲の生育時期別の気温と稔歩合との関係について解析した。

$$f_n(T_n) = 1 / (1 + \exp(-A_n(T_n - Th_n)))$$

(ただし $n = 1, 2, 3$ 。 A_n, Th_n はパラメータ。)

$$F = f_1(T_1) \times f_2(T_2) \times f_3(T_3)$$

ただし、このモデルは前歴の気温が不稔発生に単独に影響する点の実験的証明がないので、長期異常気象の平成5年冷害の解析に適用する一例として示した。

その結果、地帯別の、各生育時期の気温が不稔発生に及ぼす影響の程度は

地帯A：穂ばらみ期が大、開花期がやや大、前歴がやや小であった。

地帯B：穂ばらみ期が大、前歴と開花期がやや大であった。

地帯C：穂ばらみ期が極大、前歴が大。開花期は大きな影響はなかった。

このことから、平成5年冷害における不稔発生要因の低温と稲の生育時期の関係は地帯により異なっていることが明らかとなった。

3) 気温、水温の影響

穂ばらみ期の気温が不稔発生に及ぼす影響について検討した結果、とくに、その前半(出穂前20日~11日)について20℃以下の温度を積算した冷却度によって表した場合、これが大きいほど不稔歩合は増加した。平成5年の道内における穂ばらみ期前半の冷却度は10~30℃/10日であり、これが大きいほど不稔歩合が高かった。

道南の水田水温は平年を大きく下回っていた。冷風(やませ)が吹き込み日照不足の著しかった札幌以南の地域においては、日照時間と風の影響がかなり大きく、水田水温の上昇が著しく阻害されたものと推定された。

(4) 被害克服事例の特徴

① 道央地域

約11万ha(64%)の水田の46%にきらら397が、45%にゆきひかりが作付けされた。作況指数は空知の47から胆振の8まで地域間差が極めて大きく、不稔歩合は空知北部の25%から太平洋沿岸の90%台に至るまで分布していた。

偏東風の吹き抜ける空知南部、石狩地域における事例の特徴は、防風林(網)の完備、排水不良水田の改善策(心土破碎、稲わら処理)の実施、土壌改良資材の連用、早期移植(5月中旬)、深水管理であった。特に、防風林整備地帯においては不稔歩合63%で、未整備地帯に比べて20%以上の軽減効果があった。

作況指数が8、13、15であった胆振、日高、後志地域では不稔歩合が70%以上で、優良事例はほとんど見られなかったが、その中でも防風対策、深水管理によって多少ではあるが被害の軽減効果が認められた。また日高では「スリーA運動（減肥、止め水、深水）」の成果があった。

作柄が相対的に良かった道央の中、北部における技術的な特徴は土壌管理、水管理が十分に実施され、栽培の基本技術が総合的に実施されていた。特に深水は90%で実施された。

② 道北地域

相対的に被害の軽かった上川（作況指数50）、留萌（同62）の事例（44戸）の平均収量はゆきひかりで464kg/10a、きらら397で459kg/10aであり、1等米出荷率は86%であった。冷害危険期の深水は63%が水深を確認しながら、平均17.5cmで実施されたが、水温測定についてはわずか3%の実施で、幼穂形成期と葉耳間長の確認は約30%であった。溝切り、心土破砕の実施率は20~30%、土壌改良剤の施用量は一般農家の2~3倍、側条施肥の実施率は42%、移植は5月25日までに完了し、成苗移植率も67%が高かった。

③ 道南地域

作況指数が3と2の渡島、檜山では、いずれも不稔歩合がほぼ95%前後で、優良事例は冷風（やませ）をさえぎる場所以外には認められなかった。厚沢部、北檜山などでは窒素施肥量が0あるいは4kg/10aの場合に不稔歩合80~85%であった。また、厚沢部において7月12日の地震被害によって田面が沈下し、水深25~30cmとなった場所のゆきひかりの不稔歩合が30%であったのに対して、逆に隆起してヒタヒタ水となった場所では75%であった。この時の収量は345kg/10aと87kg/10aであった。これが深水の効果とすれば、激甚被害の道南地域としては注目される事例である。

④ 道東地域

作況指数が8の網走における優良事例（収量が150kg/10aと288kg/10aの2戸）は、有機物施用、早朝入水、前歴深水、穂ばらみ期深水、早期移植、成苗、窒素1割減肥、側条施肥、ケイカル施用など、時間をかけた管理を十分に行っていた。一方、野菜、花き、畑作が重点で、稲作依存度の低い農家では被害が大きく、収量は60kg/10a以下が多かった。この場合では、十分に適切な管理ができなかったものと思われる。

(5) 品種に関する解析

1) 品種試験からみた不稔障害の実態と収量性

出穂期の遅い品種ほど生育は遅れ不稔歩合も増加した。出穂期の遅い場合には不稔歩合の品種間差は広がった。8月13~15日以降の出穂期の場合の不稔歩合は、出穂期の1日の遅れによってほぼ5%の割合いで増加した。

また、耐冷性の弱い品種ほど不稔歩合は増加し、耐冷性1ランクのちがいによる不稔歩合の差はほぼ10~15%であった。ただし、道南における不稔歩合は、厚沢部、江差、大沼で5~10%の品種間差がみられたことを除いて、その他の全ての地区では各品種とも90%台で品種間差はほとんどなかった。

北見でも道南とほぼ同様の傾向であるが、はくちょうもちの不稔歩合は、70~80%台で他の品種よりもやや低かった。

きらら397とゆきひかりの不稔歩合の差は、全道的にみて平均約5%で、前者が高かった。道央部の各地における両品種の不稔歩合は上川中央部などほぼ同等のところもあるが、大部分は10~20%の差があり、きらら397がゆきひかりより多かった。

ゆきひかりの平均収量は、きらら397、空育125号より約20% (約50kg/10a) 高かった。このように、ゆきひかりの耐冷性の強さが広い範囲において実証された。

2) 新配布系統の試験結果

奨励品種決定基本調査において良質・良食味で耐冷性の強い、主な配布系統の空育150号、上育418号、渡育235号、北育糯88号は、不稔発生が比較的少なく、収量の高い結果が得られた。

近年の作付け品種の耐冷性は10年前に比較し、耐冷性が強のゆきひかりの栽培が広まり1ランク向上した。しかし、ここ1、2年は耐冷性がやや強のきらら397の作付け増加によってやや後退している。

道内の育成品種の食味は近年著しく向上したが、良食味品種の耐冷性は十分とはいえない。今後一層の良食味品種の耐冷性の強化が急がれる。

加えて、穂ばらみ期耐冷性のランクと開花期耐冷性のランクは一致しないので、今後は開花期耐冷性の検定法確立と選抜条件の改良を推進する必要がある。

米のアミロース含量と蛋白含量はともに2年連続して例年より約1%高かった。蛋白含量については不稔歩合の影響が大きかった。

(6) 栽培法に関する解析

1) 出穂期と不稔障害の関係

不稔歩合については全道的な地域間差とともに、岩見沢市周辺6市町村の例のように限られた地域内での不稔歩合の格差も20~90%台と非常に大きかったこともこの冷害の大きな特徴である。

移植時期を変えた場合、または穂別調査の場合に出穂期が8月15日以降になると出穂期が遅れるほど不稔歩合は増加した。また、道南では出穂期が8月29日以降まで遅れると受精障害は軽減され不稔歩合は減少に転じた。

7月30日の葉耳間長と出穂期は直線的な関係にあり、葉耳間長が±0の茎の出穂期8月15日頃であった。不稔歩合との関係では葉耳間長が負になるほど不稔歩合が増加する傾向も一部にみられたが、同一葉耳間長でも不稔歩合に大きな差が認められた。このことから葉身窒素濃度などの耐冷性の関与が推察できる。

水田に栽培され出穂期が8月21日に達した試験区の稲60株を、穂ばらみ期直前の8月3日に株上げし、ポットに移植して8月26日まで温室で栽培した結果、出穂期は8月15日に早まり、不稔歩合は20%であった。この時の水田栽培の稲の不稔歩合は69%であり、温室栽培によって不稔は激減した。この結果から8月3日以降の低温が不稔発生に及ぼした影響の大きさがうかがえる。

北海道農試のファイトトロンの実験によると出穂期前20日間の弱い低温処理(昼-夜:25-12

℃)を行うと、7～54%に稔実歩合は低下し、穂ばらみ期12℃4日間処理に比べて、品種によってはより強い不稔障害の発生する場合のあることが認められている。このことから、平成5年においては長期異常低温の影響も大きかったものと推察される。

2) 直播栽培の稲体素質と不稔障害

湛水直播栽培の不稔歩合は、穂ばらみ期の低温のため窒素施肥量(0～16kg/10a)の違いにより24～68%の違いがあり、施肥量の多いほど高かった。この時不稔歩合の高い区ほど葯長は短くなり、かつ葯当たりの充実花粉数は減少した。

穂ばらみ期の葉身窒素濃度が高い区ほど不稔歩合は高くなったが、耐冷性の指標としての葉身窒素濃度は、㎡当たり播種量250粒区において約4%であり、400粒区に比べ0.5%ほど高かった。したがって耐冷性にかかわる葉身窒素濃度は栽培条件によって変動し、稲体のC/N比、あるいは繁茂度などがその重要な変動要因と思われ、このことは新技術を開発する上で注目に値する。

3) 移植栽培の収量、品質

生育が促進し出穂期が早いほど不稔歩合は低く、減収をある程度抑えた。米のアミロース含量は登熟気温によって、また蛋白含量は不稔歩合によって影響され、登熟気温が確保されたほど、また不稔歩合が低いほど食味特性値は良好であった。

4) 生育遅延と気象要因

移植後の稲の生育ステージを予測するばあい、簡易有効積算温度は有効な手法であった。この冷害における生育遅延、出穂遅延は有効積算温度の不足によって説明できた。穂揃い日数は出穂期間の低温(約19℃)によって2週間近い例が多く、また、その長期化には幼穂形成期までの分けつが少ないことも影響していた。

5) 不耕起移植栽培の耐冷性評価

不耕起移植栽培は活着が遅れ出穂期も2～3日遅れた。穂数、籾数は慣行移植よりやや少ない場合が多かった。穂ばらみ期の稲体窒素濃度は低く、不稔歩合はやや低かった。水田地温は最低はやや高いが、最高は2℃前後低かった。不耕起移植栽培は必ずしも冷害に弱い技術ではないが、生育の遅れ、漏水などの問題点があった。

6) 湛水直播栽培の苗立ち、収量

稲作部における湛水直播栽培(5月中旬播種)は苗立ち率が60%(250本/㎡)で比較的苗立ちは良かった。播種後30日間の平均水温は16.4℃とやや高かった。その後は低温で生育は遅れ、分けつ開始は7月に入った。収量はミスト機播種で約400kg/10a、乗用散粒機で300kg/10a弱であり、移植の「きらら397」並であった。農家栽培では直播に起因する著しい生育遅延、不稔障害の事例は少なかったが、苗立ち率の低い事例が多く、これは自家採取の種子(コンバイン、乾燥温度など)に原因のひとつがあると推察された。

7) 防風林の実態調査

防風林によって不稔発生が20～30%軽減され、収量は100～200kg/10a増加し、整粒歩合は約30%向上した。これらの効果は高さ6mあるいは12mの防風林からほぼ50mの距離まで認められ、防風林に近いほどその効果は大きかった。しかし、このような効果の及ぶ範囲は過去の冷害年次

と比較して狭かった。

(7) 施肥、土壌管理に関する解析

1) 窒素成分と不稔発生

低温のため養分吸収は緩慢で土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は極めて高く推移した。結果的に穂ばらみ期の稲体窒素濃度も高かったため、冷害抵抗性は劣っていた。このようなN診断によりN追肥不要を指導した。

窒素施肥量(0~16kg/10a)の違いによって不稔歩合はほぼ20~80%の範囲内であって、窒素多肥になるほど高かった。収量と窒素施肥量の関係ではほとんどの場合、基準窒素量、あるいはそれ以下の場合に収量はピークを示した。道南では無窒素区がピークであった。また窒素追肥についても不稔の多発で低収となった。

窒素分施については不稔発生・減収の軽減効果が認められたが、有効な分施時期は場所間で異なった。表層施肥の不稔歩合は低かったが、収量効果は肥料形態により異なった。側条施肥による不稔発生・減収の軽減効果は場所間で異なり、稲作部で増収し、上川農試で減収した。

このように窒素施肥は不稔発生・減収に最も強く影響した。今後、低温下における窒素施肥対策として、診断予測システムの構築が特に重要である。

2) 肥料3要素・その他無機成分・土壌改良資材

3要素施肥に比べ無窒素は収数不足で低収であったが、無リン酸、無カリについては不稔歩合が増加し、減収も大きかった。とくに泥炭土では無カリの不稔多発・減収が大きかった。

不稔歩合と養分吸収の関係については、窒素、リン酸、カリ、苦土の含有率との間には負の相関、石灰、ケイ酸、マンガンの間には正の相関が認められた。

ようりん、ケイカル施用の収量効果はグライ土では認められたが、土壌型により異なった。ケイ酸質肥料による不稔発生軽減効果は不稔の多発した稲作部のような条件ではほとんど認められなかったが、低温被害の比較的軽い上川農試ではケイ酸カリ施用の不稔発生軽減効果が多少認められた。事例調査ではケイカル連用の稔実被害の軽減効果があった場合と道南の様に効果の見られない場合があった。またマンガン質肥料による不稔発生軽減効果についても上川農試において多少認められた。

このように不稔発生に対する複数の無機成分吸収の何らかの影響が認められたことは、今後の冷害軽減技術を開発する上で注目に値しよう。

3) 堆肥等有機物および客土と不稔発生

堆肥施用は稲作部のグライ土、泥炭土では不稔歩合が増加して減収し、稲わら春すき込み施用も同様に減収した。一方、上川農試の褐色低地土では、堆肥、稲わら秋施用とも不稔歩合はやや増加したが、収量はやや優った。堆肥の施用効果は土壌型よりも気象条件の影響を強く受けたようである。

泥炭土への客土により不稔歩合は低下し、稲体の窒素含量低下と同ケイ酸含量上昇、米の蛋白含量の低下が認められた。

4) 食味特性に及ぼす影響

米の蛋白含量は不稔歩合の高いほど増加し、他年次より明らかに高かった。また、アミロース含量は不稔歩合との関係は判然としないが、他の高温年次より明らかに高く、食味特性値は不良であった。

5) 基盤整備及び水管理の実態とその影響

冷害助長要因は窒素過多に加え、透排水性不良、湿田・半湿田への稲わら施用であった。

用排水未分離水田は30%、排水条件不備水田は50%あり、透排水性についての整備はいまだ不十分であった。深水灌漑の実施は灌漑用水量の不足や畦畔が低い・弱いなどにより不十分な事例が30%以上みられた。畦畔の上部は透水係数が大きく、畦畔漏水の大きな要因となっていた。

6) 復元田の実態

復元田では生育が過大で不稔歩合が約55%となり、連作田より4%ほど増加し、約10%減収した。復元初年目では12%、復元2年目では9%の減収であった。6月下旬の作土の無機態窒素は5.5mg/100gと多く、生育も抑制されていたため窒素追肥は全面禁止の指導を行った。

(8) 衛星リモートセンシングによる被害実態の解析

不稔障害を受けた水稲は収穫期においても緑色の「青立ち」状態となる。しかも不稔歩合の高いほど著しい。そのため不稔の程度が大きいほどクロロフィル吸収帯の赤色波長域の反射率は小さくなる。この原理を使用して衛星データ（ランドサットのTMセンサー、MOS-1bのMESSRセンサー）から読みとった水田地帯のクロロフィル吸収帯の赤色波長域から、水稲被害を推定し分布図を作成した。その結果、空知管内を含む主要稲作地帯における44か町村の1キロメッシュごとの推定から集計した各市町村の収量は、農水省発表の実測値をほぼ適正に評価していた。推定域を50mメッシュにクローズアップする事もできた。

(9) 病害虫の発生

葉鞘褐変病の被害面積は石狩、後志、上川において約20%で著しい発生をみた。低温が長期間持続し感染期間が長期化したが、薬剤処理はその散布回数と薬効の持続性に限度があるため防除効果は不十分であった。稲体窒素濃度が低く、ケイ酸含量が高いと発病は少なく、ケイカル施用は本病害の軽減にとって有効であった。褐変穂はケイカル施用でやや減少したが、十分でなかった。冷害年は生育が遅延するため、スケジュール防除ではなく、遅れた生育ステージと病害発生の遅れや発生量などに合わせた適切な防除が重要である。

なお、いもち病、紋枯病の発生は少なく、害虫もイネドロオイムシの他は少発生であった。

(10) 収穫作業機の問題と対策

著しい低温により、稲の姿は典型的な短稈、多けつ型を示し、稔実した黄化籾を少量付けていた。このように稈長が短く、遅れ穂が多く、なおかつ不稔歩合の高い、わら重の多い稲をコンバイン収穫したときの収穫ロスが発生が問題となった。このことについて緊急に調査し、検討した結果、平

均稈長が54cm程度の稲であれば、一般の機種による収穫ロスは1.2~1.7% (2~4 kg/10 a)にとどまり、平年の通常ロスに近い範囲内であった。平均稈長が46cm程度と極度に短縮した稲であれば、未脱損失が1%近く増加し、ロスの合計は2.1% (約6 kg/10 a)となり、平年の通常ロスより1%近く多くなった。なお、不稔籾を除去するために選別ファンを強めると選別口損失が1.5%となり、ロスの増加をまねくので注意を要する。

(11) 種子生産への影響

原原種生産は計画を大きく下回ったが、冷害等の災害に備えた備蓄量からみて次年度原種圃への配布量は十分確保された。水稻種子生産は道内6団地で実施され、滝川、秩父別は、約3.5トン/haの単収を上げたが、当別、栗沢、中富良野は規準単収の1/3以下、大野は収穫皆無となり、合計採種量は1,780トンであった。新年度需要量の見込みは約5,000トンであり、不足分は緊急に一般圃場から準種子として確保した。

平成5年産種子の発芽力は塩水選によって向上し、10日目の発芽率は92~97%であり、栽培上とくに支障はない。しかし、きらら397は発芽勢、発芽率ともに低く、種子の充実度の不足が懸念されるので、確実な塩水選と十分な吸水が必要である。

(12) 農家経済への影響

冷害の経済的影響を把握するため、空知管内A農協の事例を調査した。

農業収支のうち、農業収入では冷害により米収入は大幅に減少し、豆類、そ菜などの増収分を含めても全体としては前年対比で60%台に落ち込み、農業支出では農業費やほ場整備費の低減により減少したが、農業収支差引は赤字となった。経常収支は生活費等を含めると約24億1千6百万円(1戸当たり435万円)の大幅な赤字となった。

しかし、最終的な収支は水稻共済金の大幅な増加によりA農協全体として約7億8千万円(1戸当たり約140万円)の余剰が生じた。

以上のように、A農協全体の限られた資料で見ると、共済制度による補償のほか、適切な冷災害対策の実施、更に、屑米、蔬菜、花き、豆類などの価格の高騰の影響、農家の経営努力などにより、農家経済への影響は軽減されたものと思われる。

(13) 今後の技術対策

冷害被害の実態と開発技術の現状から、今後の主要な技術対策を整理した。

- 1) 深水灌漑の徹底：畦畔整備、用水路整備
- 2) 水温上昇対策：適正水管理、ため池活用
- 3) 品種の選定、配合：作付け基準の遵守
- 4) 適正施肥量：分施、側条施肥、表層施肥の導入
- 5) 防風対策：防風林、防風網の整備
- 6) 土壌管理：排水、透水性改善、溝切り、心土破碎

- 7) 健苗、成苗：栽培基準の遵守、成苗の面積拡大
- 8) 病虫害防除：予察体制の確立、防除の励行
- 9) 復元田対策：復元田の施肥基準の遵守
- 10) 種子粃の予措：発芽率、発芽勢の向上

(14) 今後の研究・技術開発の方向

冷害による米不足に伴う米緊急輸入。ミニマムアクセスによる条件つき外国産米の輸入開始と7年後の再協議。このような状況をふまえ、ミニマムアクセス終了後も生き残れる稲作技術の準備を含めて、今後の研究と技術開発の方向を整理した。

- 1) 育種目標の中心に各熟期についての耐冷性強化と食味向上の設定確認。交配材料の集収強化と選定。育種の強化。野生稻などの耐冷性関与遺伝子の導入。
- 2) 穂ばらみ期に加えて、開花期耐冷性と長期低温耐冷性の検定法の確立と選抜の強化。耐冷性の遺伝子解析並びに生理的メカニズムの解明。
- 3) 冷害軽減のための新技術の早期開発。水田環境（水温、地温、気温）の改善のための総合的な基盤整備方式の確立。
- 4) リモートセンシング並びに生育診断による不稔発生予測技術の確立。低温情報に対応できる緊急対策の確立。広域に伝達する情報伝達システムの一層の改善。
- 5) 長期冷害気象が水稻の生育・栄養生理に及ぼす影響並びに栄養生理的冷害耐性の解明と栄養生理的冷害軽減技術の開発強化。ケミカルコントロール、バイオテクノロジーによる低温下での開花・受精促進技術の研究開発。
- 6) 病虫害発生の予察精度の向上と葉鞘褐変病、穂褐変などの適正なワンマン防除システムの確立。
- 7) 直播栽培、不耕起移植栽培等の機械化省力栽培体系についての耐冷性評価と耐冷性強化対策の確立。新技術体系の気象変動を含む経営、経済的な総合評価法の確立。

はじめに

7月12日奥尻島直撃の北海道南西沖地震の発生した平成5年は、田植から6月下旬までの低温ならびに7月後半と8月前半の著しい低温、日照不足によって、水稲の生育は約2週間遅れ、それにも増して、穂ばらみ期と開花期がこの異常気象に丁度遭遇したため、この時点において受精障害による不稔性の多発が予想され、9月上旬に実施した大規模な不稔性調査により、冷害大凶作の様相は確定的となった。

道立農業試験場の各場と農業改良普及所は、道農政部冷害調査稲作班を組織し、冷害の実態把握につとめ、農家水田調査ならびに農試と各普及所の作況試験、奨励品種決定試験基本調査、同現地調査、さらには深水管理、防風林(網)、直播栽培、不耕起栽培、施肥試験、有機

物と土壌管理、復元田、葉鞘褐変病防除等の各種試験の結果から冷害要因を解析するとともに、実態調査の中から克服事例を取りまとめ、冷害対策に関する技術的指針を得ようとした。なお、この間に12月14日農林水産省主催による平成5年の低温等による水稲被害と今後の技術対策に関する検討会、12月21日道農政部主催による平成5年度北海道稲作検討会が開催され、ここでの報告資料も参考とされた。

調査結果は次年度対策に活用するため、わずか3か月の短期間に精力的に取りまとめられた各場調査成績ならびに各普及所調査に基づく専門技術員調査成績の報告を受け、緊急に編纂したものである。

(竹川昌和)

I 北海道における稲作と冷害の概況

1 平成5年度稲作概況

(1) 作付動向

平成5年における水稲作付け面積は約17万haで、これ

は昭和54年当時の面積に相当するものであった。作付け面積の増加は平成4年より実施された大幅な転作緩和によるものであり、この2年間で約3万haが復元されたことになる。(表I-1)

表I-1 水稲作付面積及び転作緩和面積の動向

区分	水稲作付面積 (ha)			転作緩和予定面積 (ha)		
	平成5年	平成4年	平成3年	平成6年	平成5年	平成4年
石狩	14,727.8	14,086.4	12,919.3	750	1,000	1,300
渡島	4,506.7	4,476.8	4,403.2	170	50	180
檜山	6,237.5	6,053.1	5,611.4	160	100	500
後志	7,153.7	7,112.9	6,841.9	90	130	420
空知	75,384.2	68,820.5	60,496.6	3,400	6,790	8,680
上川	41,895.3	39,204.1	33,242.5	2,060	2,950	6,260
留萌	6,159.7	5,727.2	5,161.2	300	470	630
網走	3,699.9	3,713.4	3,791.4	160	20	0
胆振	6,754.0	6,523.1	6,141.0	220	340	430
日高	4,206.2	4,221.7	4,324.9	40	-60	0
十勝	310.0	364.6	435.1	-50	-40	0
北海道	171,035.0	160,303.8	143,368.5	7,300	11,750	18,400

*北海道農政部資料より

*転作緩和面積には多用途利用米を含む

表 I - 2 平成5年支庁別主要品種の作付構成

1. うるち

支 庁	面 積	きらら397	ゆきひかり	空育125号	上育393号	ほか224	巴まさり
石 狩	14,656ha	39.7%	52.9%	4.8%	0.1%	0%	0%
渡 島	4,221	23.9	27.2	0.5	0	36.6	10.4
檜 山	6,181	27.1	58.8	0.6	0	7.4	3.5
後 志	7,017	37.8	54.5	6.4	0.3	0.4	0
空 知	74,545	49.6	41.1	8.8	0.1	0	0
上 川	35,517	59.6	25.0	12.5	1.6	0	0
留 萌	5,485	40.2	33.3	25.2	0.5	0	0
網 走	779	11.8	9.9	0.6	65.3	0	0
胆 振	6,724	35.6	56.4	4.4	0.2	0.2	0
日 高	4,171	38.2	58.9	1.7	0.3	0.2	0
十 勝	18	27.8	11.1	0.0	11.1	0.0	0
北 海 道	159,313	47.4	40.2	8.7	0.8	1.3	0.4

2. もち

支 庁	面 積	はくちょう	たんねもち	工藤稻
石 狩	72ha	20.8%	73.6%	0.0%
渡 島	285	0.7	72.6	26.3
檜 山	56	0.0	14.3	73.2
後 志	137	83.2	12.4	0.0
空 知	840	27.6	72.3	0.0
上 川	6,378	76.0	23.8	0.0
留 萌	674	54.0	46.0	0.0
網 走	2,921	97.6	2.3	0.0
胆 振	30	30.0	26.7	13.3
日 高	36	2.8	75.0	0.0
十 勝	292	59.6	40.1	0.0
北 海 道	11,722	73.5	25.1	1.0

*北海道農政部稲作調査より

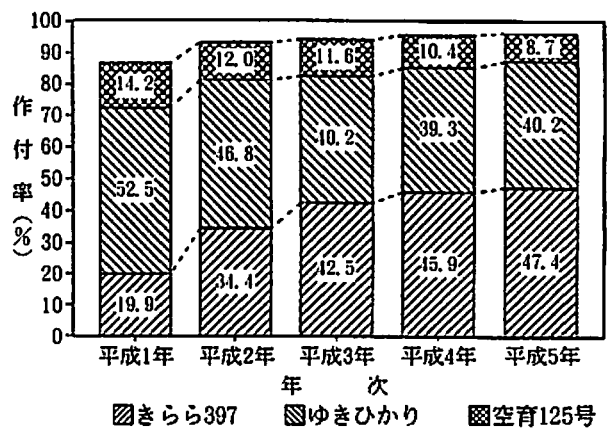


図 I - 1 主要3品種の作付け率の推移 (食糧事務所資料、1993)

表 I - 3 平成5年支庁別栽培様式

支 庁	水稲面積	直 播	乳 苗	稚 苗	中 苗	成 苗	手 植
石 狩	14,728ha	0.0%	0.0%	1.0%	58.4%	40.4%	0.1%
渡 島	4,506	0	0	0.0	91.5	6.6	2.0
檜 山	6,237	0	0	7.6	65.2	26.9	0.3
後 志	7,154	0	0.0	17.3	68.0	12.5	2.3
空 知	75,385	0.1	0	4.1	49.1	46.6	0.1
上 川	41,895	0.1	0.0	1.0	58.1	39.6	1.2
留 萌	6,159	0	0	9.2	52.7	38.1	0.1
網 走	3,700	0	0	0.1	65.7	33.2	1.0
胆 振	6,754	0.0	0	6.6	63.2	29.9	0.3
日 高	4,207	0	0	7.0	59.2	33.7	0.0
十 勝	310	0	0	0.0	40.0	59.7	0.6
北 海 道	171,035	0.1	0.0	3.9	55.9	39.6	0.5

*平成5年稲作調査 (北海道農政部)

復元田面積は作付け面積の約18%をしめるが低温の影響を一般田よりやや強く受けた傾向にあった。ちなみに、道央部における復元観察田の調査結果によると、一般田対比で復元初年目88%、2年目91%となった。

(2) 作付品種の動向

平成5年における支庁別の作付け品種の構成をみると、表-2のように、うちでは「きらら397」と「ゆきひかり」の作付け率が極めて高く、石狩、後志、空知、上川、胆振、日高ではこれら2品種で90%を超える状況であり、危険分散ができづらいつ傾向になっている。特に「きらら397」の作付けは平成元年より年々増加傾向にある。(表I-2、図I-1)

もちでは、道南を除いてはくちょうもち、たんねもちが中心となっている。特に網走では、はくちょうもちが98%に達している。

(3) 栽培法の動向

1) 支庁別栽培様式

直播栽培の比率は極めて少ないものの、栽培面積は前年に比し53ha増の117.1haとほぼ倍増した。また、乳苗の作付けは3haで前年より3ha減少する等低迷している。苗の種類別作付け割合の全体的な傾向としては、稚苗

表I-4-1 霜注意報発令状況とくん煙実施日

月	発令日及びくん煙実施日(日)
9月	*19、20、*21、*22、27、*28
10月	1、*2、*3、*5、*6、8、*10、*11、12*13*14、15、17、18、19、20

*平成5年稲作調査(北海道農政部)

が減少し成苗が増加している。平成5年における成苗率は39.6%で前年に比し2.3%増となった。特に気象条件等が不安定とされる石狩、空知では40%を越え地域での成苗化がすすんでいる。(表I-3)

2) 生育遅延にともなう霜害対策

大幅な生育遅延により、霜害予防としてのくん煙対策が全道で実施された。

水稲作付けのある144市町村の内、84市町村でくん煙体制がとられ、この内52市町村で延べ72回のくん煙が行われた。(表I-4-1、表I-4-2)

(4) 作柄の動向

1) 作況指数

平成5年産水稲の作柄は作況指数40の「著しい不良」となった。地域別には、留明、上川、空知等の道央部では比較的被害が軽くその周辺地域での被害は大きくなっている。特に、道南、道東での被害が著しく極めて地域差の大きい年となった。(表I-5、図I-2)

全道的には昨年に続く冷害年となったが、渡島、檜山、胆振、日高、網走等の地域では3年連続の冷害となった。(図I-3)

2) 青刈り

冷害被害の著しかった渡島、檜山、後志では一部に収穫を諦め、青刈りが行われた。地域別の面積は渡島で485.5ha、檜山1,907.3ha、後志41.4ha、全道で11,929筆、2,434.2haとなった。

3) 玄米品質

主要稲作地帯における玄米品質を10月15日現在で調査した結果、着色粒の多発等により規格外となるものが多かった。

表I-4-2 平成5年霜害予防くん煙実施状況

支区	庁分	水稲作付市町村数	くん煙計画		くん煙実施		
			市町村数	期間(月、日)	市町村数	期間(月、日)	延べ回数(回)
石狩		10	7	9.20~10.15	3	10.06	3
渡島		11	0		0		
檜山		10	1	9.20~10.15	0		
後志		20	13	9.10~10.15	4	9.19~10.06	7
空知		25	23	9.15~10.20	20	10.06~10.13	25
上川		23	23	9.10~10.21	17	9.22~10.06	24
留明		7	5	9.18~10.20	0		
網走		12	3	9.20~10.10	4	9.22~10.06	6
胆振		13	8	9.09~10.10	3	10.06~10.11	3
日高		8	1	9.18~9.30	1	10.05~10.14	4
十勝		5	0		0		
計		144	84		52		72

*北海道農政部資料より

表 I - 5 平成5年産水稻の収穫量 (農水省北海道統計情報事務所、1993)

作柄表示地帯	作付面積 ha	10a当たり収穫 kg	収穫量 t	作況指数	平年収量 kg/10a
北海道	172,600	203	350,700	40	503
石狩	14,900	178	26,500	36	491
空知	76,200	240	182,700	47	509
上川	42,000	259	108,800	50	518
留萌	6,210	308	19,100	62	494
渡島	4,640	15	673	3	474
檜山	6,240	9	569	2	481
後志	7,270	75	5,430	15	490
胆振	6,840	41	2,830	8	483
日高	4,320	55	2,820	13	483
十勝	311	1	3	0	376
網走	3,710	35	1,300	8	455

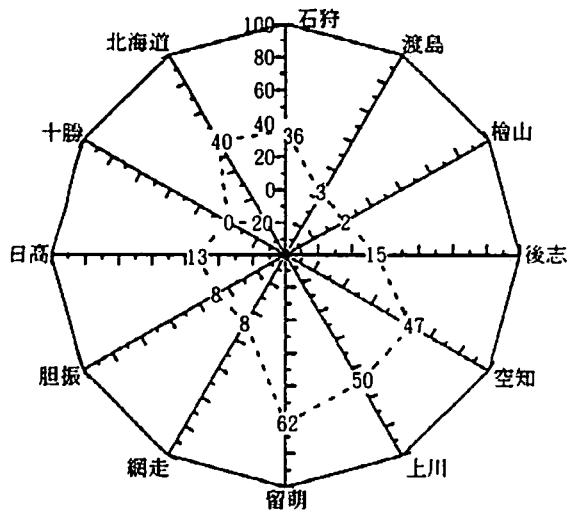


図 I - 2 平成5年支庁別作況指数 (統計情報事務所資料、1993)

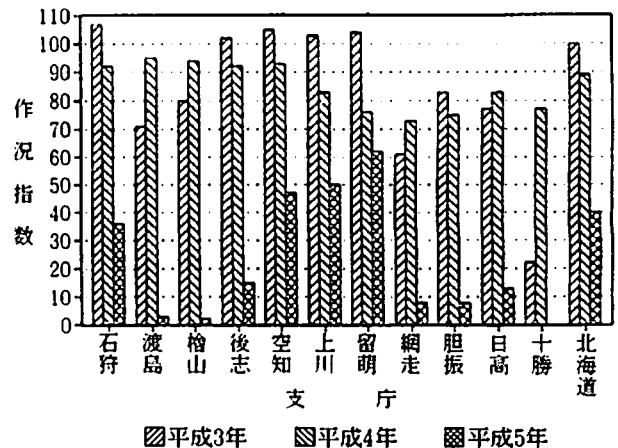


図 I - 3 水稻支庁別作況指数の推移 (統計情報事務所資料、1993)

表 I - 6 平成5年主要地帯の玄米品質

区分	整粒歩合	未熟粒歩合	着色粒歩合	被害粒歩合
石狩	55.4%	33.3%	2.5%	8.8%
後志	59.9	26.3	1.4	12.1
空知	53.4	29.7	2.0	9.2
上川	49.5	39.1	0.3	10.8
留萌	70.9	17.2	1.7	6.0
胆振	22.0	70.2	0.4	2.9
日高	25.3	62.5	0.6	10.3

*北海道農政部資料より (10月15日現在。1.7mm篩い)

表 I - 7 1等米出荷比率

支庁	5年	4年	3年
石狩	29.4%	38.8%	70.5%
渡島	0.4	41.4	17.8
檜山	0.4	78.0	67.5
後志	6.6	43.2	70.4
空知	41.7	49.9	68.8
上川	40.0	43.8	77.5
留萌	27.3	17.8	73.0
網走		0.5	0.3
胆振	13.0	16.8	25.5
日高	13.0	34.4	26.8
十勝		0	0
北海道	37.6	44.4	67.1

平成3年、4年は北海道食糧事務所資料 (うるち、もち合計)、5年はホクレン資料 (うるちのみ、12月14日現在)

また、12月末現在における1等米出荷比率を、ホクレン資料でみると全道平均で37%となったが、冷害年としては過去の例からみると、平年作並みの比率の高い年となった。(表I-6、表I-7)

(中西敏雄)

2 気象概況と地域的特徴

(1) 気象概況

1) 6～8月の気象経過

稲作に影響する気象要素の中では、気温、日照時間(日射)および風速が最も重要である。北海道における夏期(6～8月)の気象経過を図I-4に示した。6月は低温・日照不足であった。最低気温はほぼ平年並みであったが、最高気温は概ね17～20℃で平年より2～4℃低く、日照時間は50～100時間/月で平年の30～60%であった。

7月上旬は一時回復し、最高気温が23～27℃、日照時間が100～120時間/旬で高温、多日照となった。

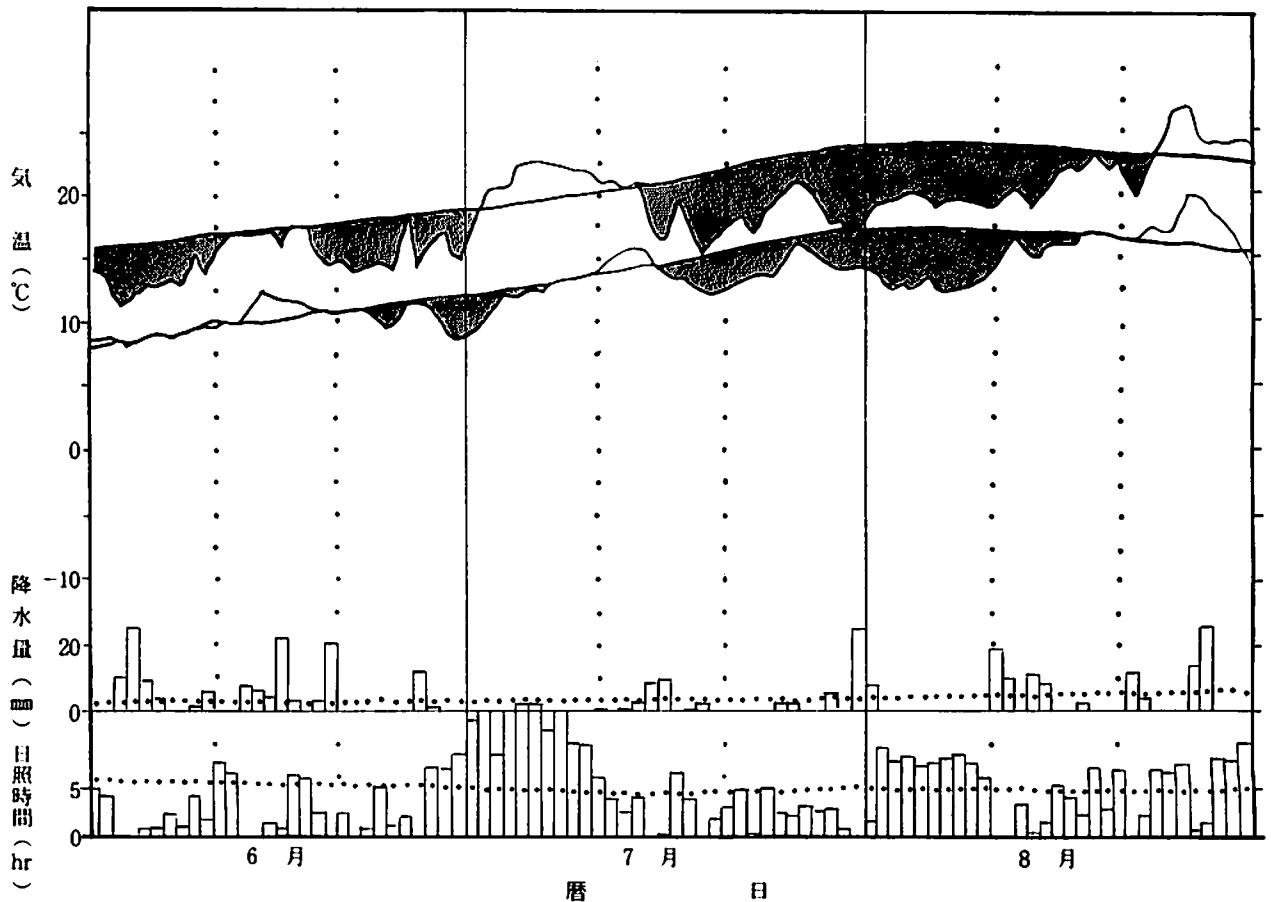
その後は再び不良となり、7月15日から8月15日まで

の間は長期の異常低温・日照不足にみまわれた。この間の最高気温は18～25℃、最低気温は10～15℃、平均気温は16～18℃で、中でも道東では15℃前後とまさに盛夏の異常低温であり、いずれも平年より3～5℃と著しく低く、長期間の異常低温となった。また、この間の積算日照時間は平年の70～80%であった。とくに、7月下旬の日照時間は0～60時間/旬であり、著しい日照不足となった。ただし、8月上旬は、気温は著しく低いが、日照時間は40～100時間/旬であり、ほぼ平年並みの60時間/旬以上の地域が多く、いわゆる晴冷型となった。

8月後半と9月は寒暖の差があり、8月下旬は最高気温、最低気温がともに平年並か、平年をやや上回ったが、登熟期間を通してみると気温、日照時間はともに平年をやや下回った。

2) 気温、日照時間の平年比

夏期(6～8月)の気温、日照時間の平年差、平年比の地域分布について図I-5に示した。平均気温の平年差は、留萌が-1℃以内の落ち込みで比較的小さかったが、その他の地域はこれより大きく、とくに道南、道東



図I-4 気象の日別時系列図(北海道平均 6月1日～8月31日 北海道気象協会 1993)

注) 上から最高気温、最低気温、降水量、日照時間

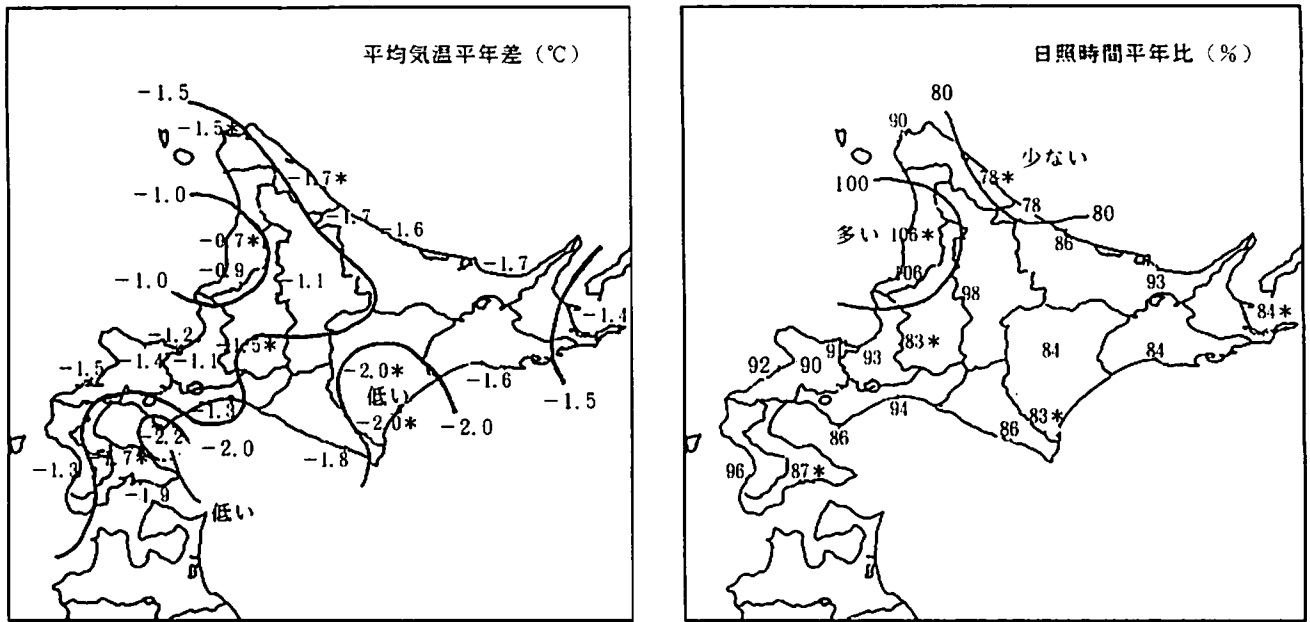


図 I - 5 1993年夏（6～8月）の各気象要素の平年差・平年比分布図（北海道気象協会、1993）

では-1.5～-2.0℃と平年をかなり下回った。日照時間についても留萌は平年を上回っていたが、その他の地域はいずれも平年より少なく、とくに道南、道東では90%以下のところが多かった。

3) 7月15日～8月15日の長期異常気象

穂ばらみ期から出穂開花期の期間が丁度7月15日から8月15日の長期異常気象の期間に遭遇した。7月下旬、8月上旬、8月中旬の気温、日照時間の地域分布を図I-6～I-8及びカラー図1、2に示した。

7月下旬の平均気温は旭川から留萌にかけては19℃以上で比較的軽い低温域であったが、札幌以南と網走、十勝ではほとんどのところが17℃以下、中には14℃前後の著しい低温となった。同期の最高気温は上川の中・北部が23～24℃と比較的高かったが、札幌以南では20℃以下の低温であった。日照時間についても気温の分布とほぼ同様で、旭川から留萌にかけては50～60時間/旬と比較的多かったが、そのほかの大部分の地域は30時間/旬未満であり、とくに札幌以南では10時間以下の著しい日照不足であった。とりわけ渡島半島を含む太平洋沿岸では低温、日照不足が持続した（図I-6）。

8月上旬の気温、日照時間の地域間差もほぼ7月下旬に準じていたが、7月下旬に比較して総じて気温は約1℃低く、日照時間は約50時間/旬多かった。平均気温は芦別などごく一部では18℃台であったが、これを除くと17℃以下の地域が広範囲に広がった。とくに道東は15℃以下の著しい低温となった。最高気温は士別などごく一部で25℃台であったが、大部分の地域は20～23℃と著し

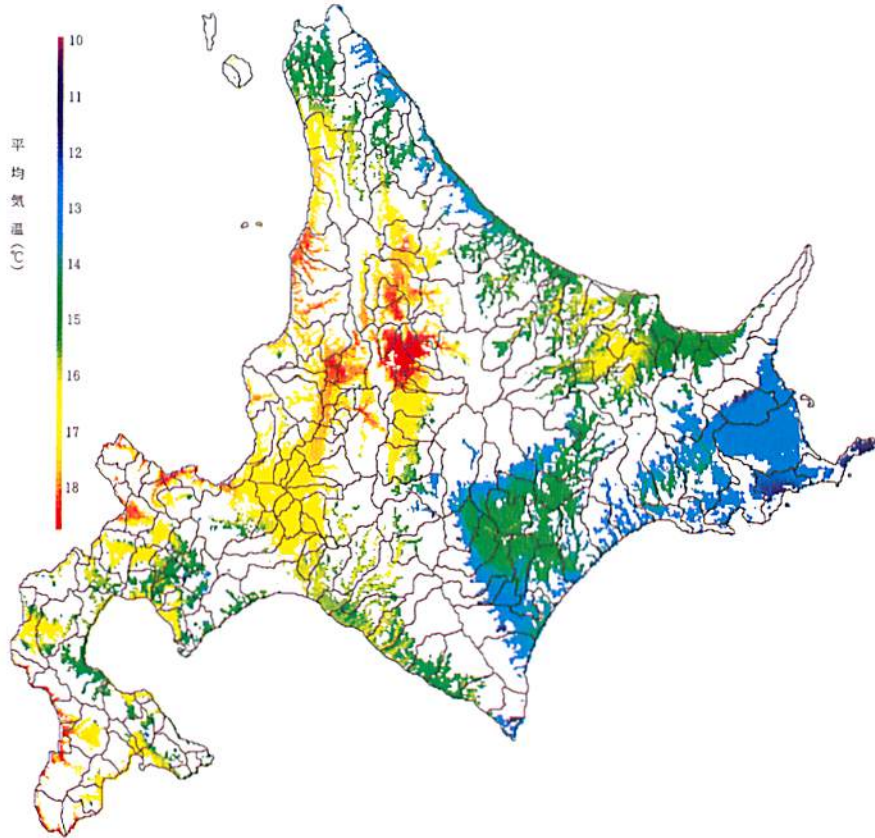
い低温となった。日照時間は留萌が100～110時間/旬と多く、その周辺が60～100時間/旬前後で、太平洋沿岸部で30～50時間/旬と平年並みか、やや多かった（図I-7）。

ここで7月下旬と8月上旬の平均風速を表I-8に示した。この間の平均風速は渡島半島の海岸部でとくに強く、4～5m/sであり、同内陸部でも3m/s前後であった。ただし、熊石は弱く2m/sに達しなかった。そのほかの主要稲作地帯では、留萌および岩見沢の3～4m/sを除いて1～3m/sであり、多くは2m/s前後であった。平年に比較すると道央、道北などにおけ

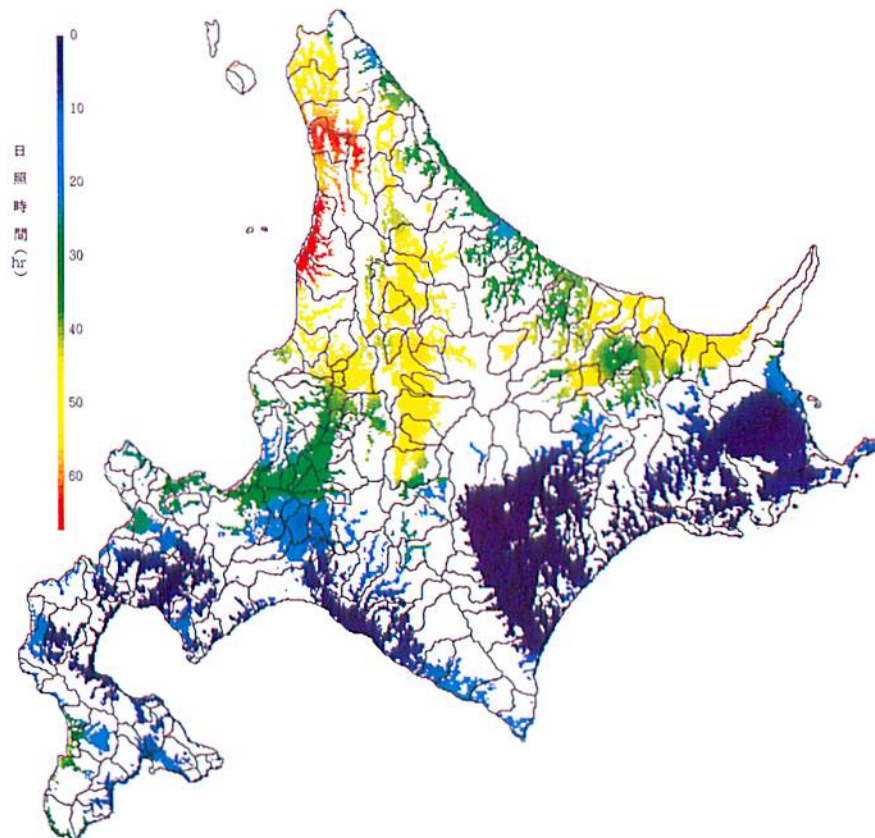
表 I - 8 7月下旬、8月上旬の平均風速(1993)

地点	7月下旬	8月上旬	地点	7月下旬	8月上旬
士別	0.9m/s	1.3m/s	芽室	0.8m/s	0.7m/s
旭川	2.0	1.8	池田	1.7	2.1
美瑛	1.7	1.4	余市	1.4	1.7
富良野	2.8	2.8	蘭越	1.2	1.4
留萌	4.0	4.1	長万部	4.4	3.7
沼田	1.1	1.2	八雲	2.7	2.3
深川	2.8	2.7	今金	3.8	3.2
滝川	2.6	2.7	瀬棚	5.0	4.7
美唄	1.6	1.8	熊石	1.7	1.9
岩見沢	2.9	3.6	厚沢部	2.7	2.8
長沼	2.3	2.3	大野	2.7	2.6
厚真	1.2	2.3	木古内	4.8	4.8

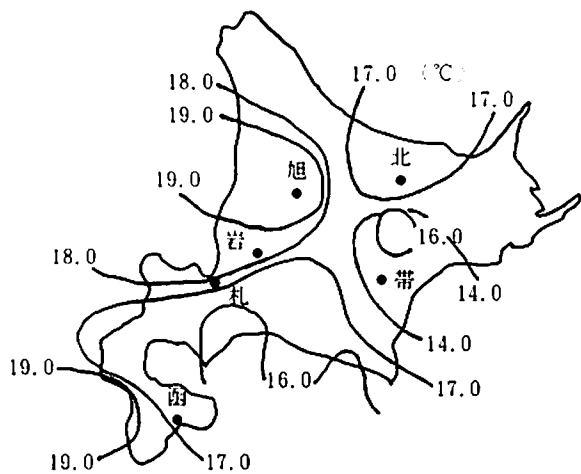
注) 1993年アメダスデータ



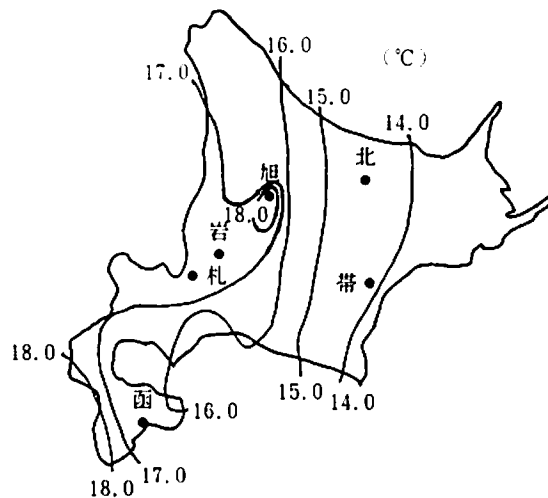
カラー図1 7月下旬の平均気温の分布 (アメダスメッシュ、1993)



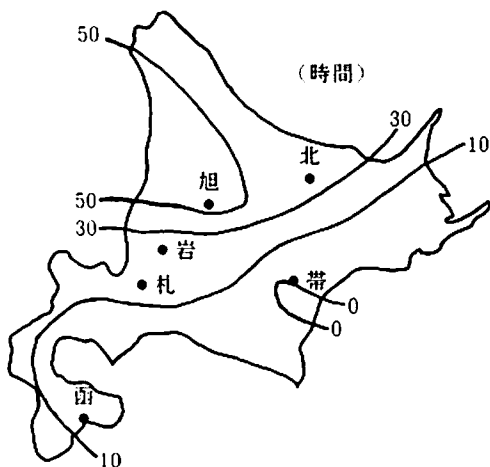
カラー図2 7月下旬の日照時間の分布 (アメダスメッシュ、1993)



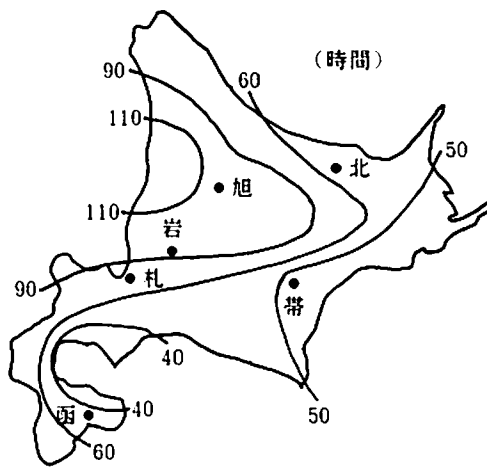
a. 平均気温 (7月下旬)



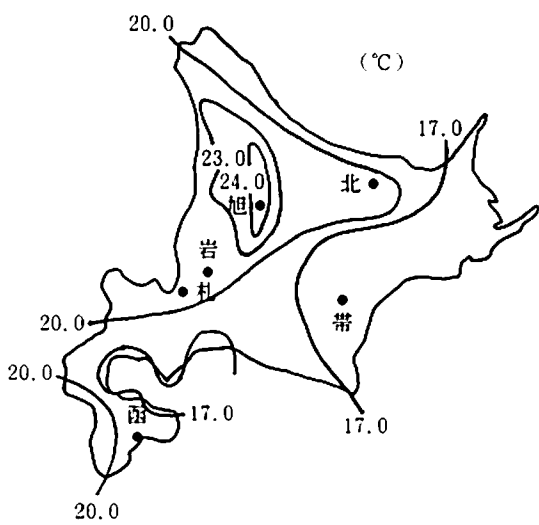
a. 平均気温 (8月上旬)



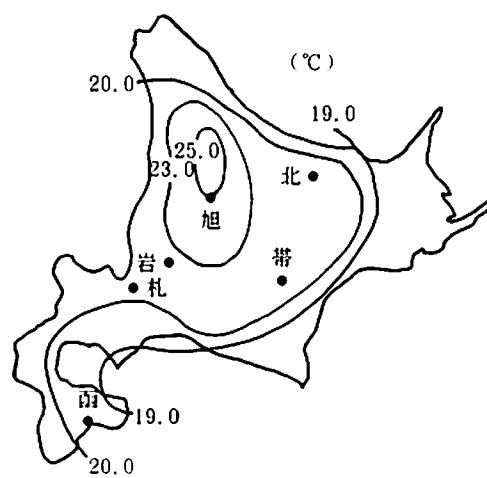
b. 日照時間 (7月下旬)



b. 日照時間 (8月上旬)



c. 最高気温 (7月下旬)



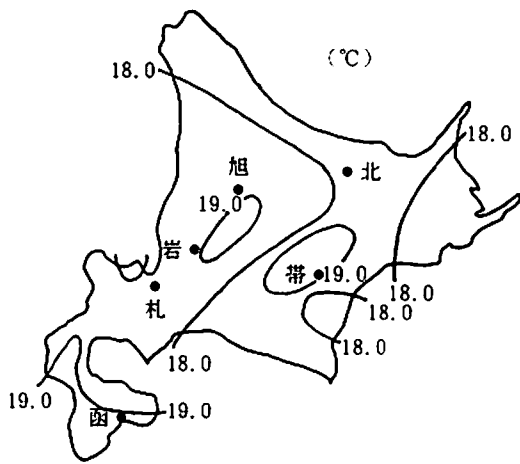
c. 最高気温 (8月上旬)

図1-6 7月下旬の気温と日照時間の分布 (1993)

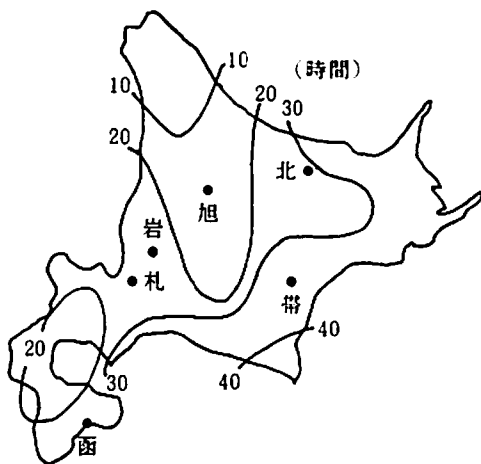
注) 1993年アメダスより作図

図1-7 8月上旬の気温と日照時間の分布 (1993)

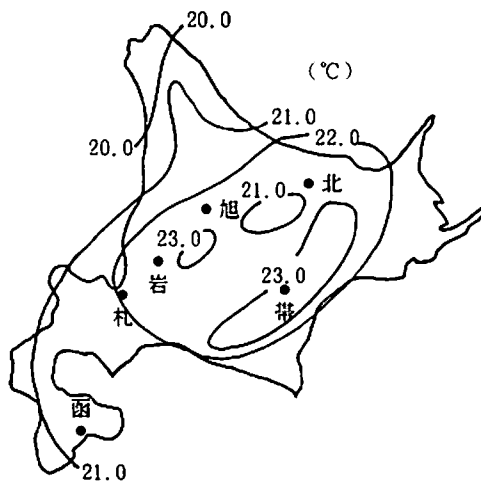
注) 1993年アメダスより作図



a. 平均気温 (8月中旬)



b. 日照時間 (8月中旬)



c. 最高気温 (8月中旬)

る平均風速は平年並みか、平年よりやや弱いところもあったが、渡島半島を中心にして極めて強い風を受けており、道南においては低温、日照不足を伴ったいわゆる「やませ(冷風)」の吹送した気象条件であった。

8月中旬の気温、日照時間の分布を図I-8に示した。気温については7月下旬、8月上旬と異なり、ほぼ全道的に18°C以上となり、地域差はほとんど見られなくなった。最高気温は十勝中部と美瑛などで23°C台となり、全道的にも20°C以上の比較的高温条件となった。日照時間は全道的に40時間/旬以下で、平年よりやや少なかったが、上川、空知が10~20時間/旬、道南が20時間/旬前後、その他が20~40時間/旬であり、どちらかという北部ほど日照不足の傾向で、日照時間の地域間差についても7月下旬、8月上旬とは異なった。

4) 過去の冷害年との比較

最近50年間の主要な冷害年次の暖候期の気温について、中央農試稲作部の平均気温によって図I-9に示した。

冷害年次において不稔穂の発生にもっとも影響すると思われる7月15日から8月15日の間の平均気温は表示した年次についてはいずれも平年を大きく下回っているが、この期間に20°C以下となったところを比較すると1993年が最も長期間であり、かつこの間に20°C以上となった期間についても最も少なかった。すなわち低温の程度と期間の長さは、1993年が少なくとも戦後の冷害年次の中では最も強く、長かったことがわかる。

次に過去24年間の道南における7月の平均気温の年次変化について、道央部と比較して図I-10に示した。

道南地方においては、20年ほど前には多収品種のマツマエが主に栽培されていたが、その頃の7月の平均気温は20°C前後で、道央部とも大差なく、気温が下がっても約19°Cであった。ところがこれに比較して、1979年以降においては20°Cを越えることがなく、しかも、道央部に比較して20°C以下への落ち込みが大きく、さらに、その低下程度は低温年次において特に大きく、17°Cあるいは15°C台と著しく低下している。1980年代に入って良食味品種の栽培が主体となった道南地方においては、道央部に比較して異常気象の発生頻度がとくに高まっており、1993年もその傾向の中にあつたことがわかる。

図I-8 8月中旬の気温と日照時間の分布 (1993)

注) 1993年アメダスより作図

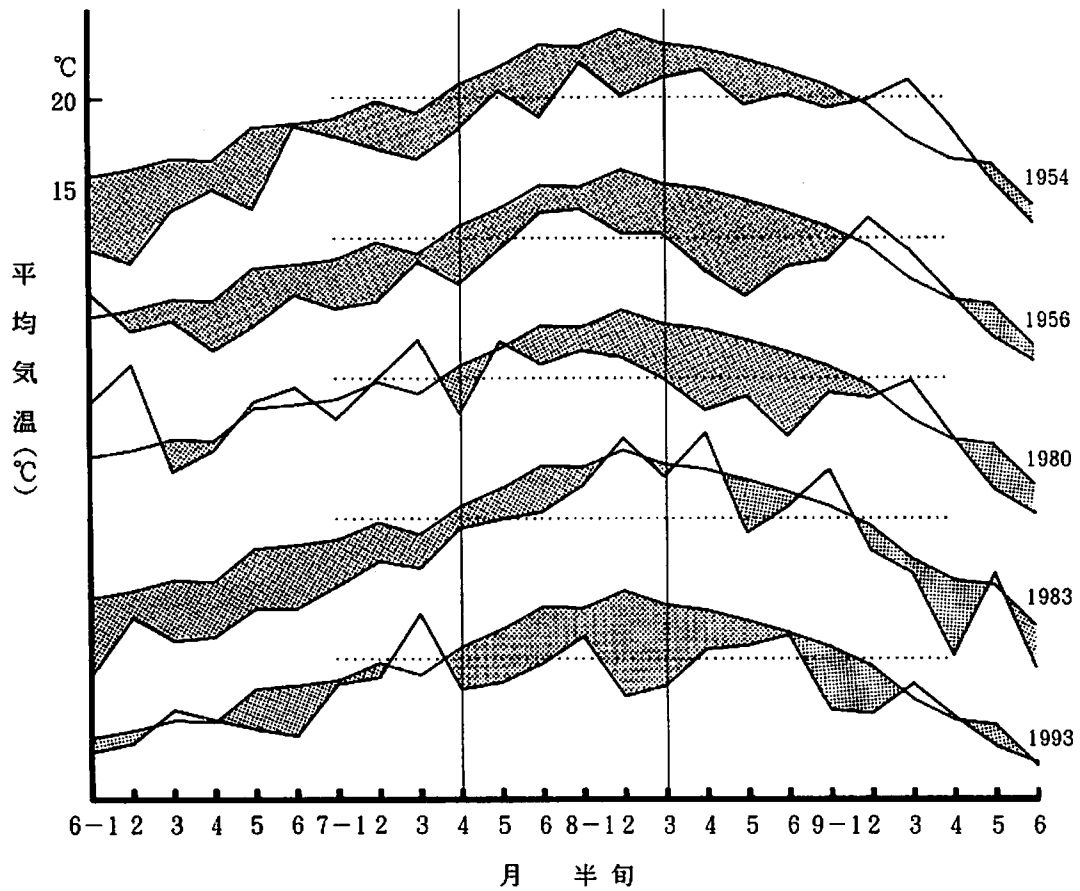


図 I - 9 冷夏年の半旬別気温

注) 中央農試稲作部の百葉箱測定。

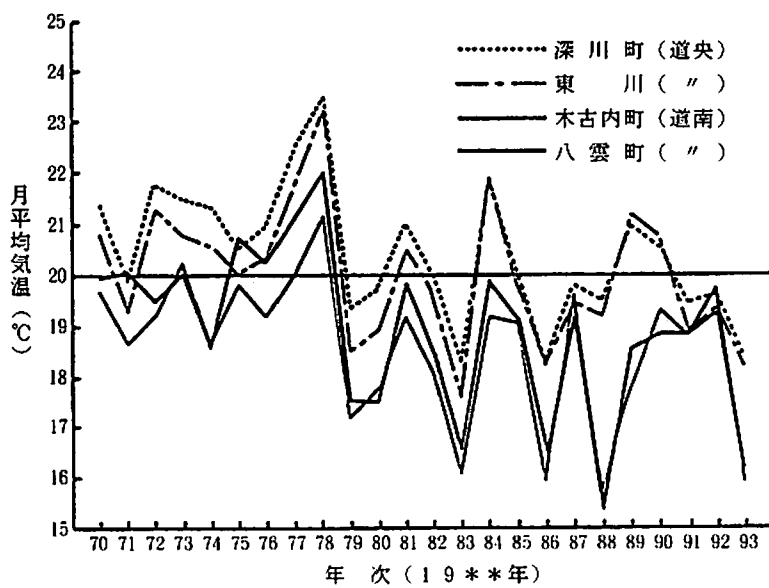


図 I - 10 市町村別7月平均気温の年次変化
(日最高最低平均気温の月平均気温=アメダス)

(竹川昌和)

(2) 作柄の概況および地域間差異

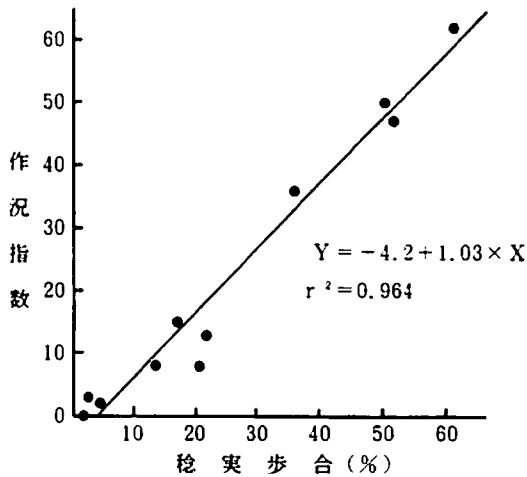
1) 水稲被害の実態

1993年の北海道の作況指数は40で、過去の冷害年の作況指数、6(1913年)、12(1902年)、28(1884年)、30(1932年)、38(1931年)に次ぐものであった。支庁別では、最も高い留萌の62に続き、上川(50)、空知(47)、石狩(36)が比較的良好方で、後志(15)、日高(13)、胆振(8)、網走(8)、渡島(3)、檜山(2)および十勝(0)では大凶作となった。道東部にもまして渡島半島を含む太平洋側の被害が極めて大きく、また道央の南部と上川北部も被害が大きかった。青刈面積は渡島半島を主として約2,400haに達した。なお、こ

れらの低温による著しい被害は東北地方の太平洋側各県においても見られた。

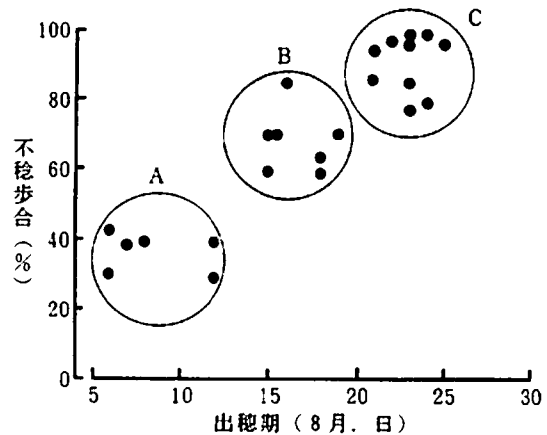
図I-11に示すように、支庁別の稔実歩合と作況指数の関係は極めて直線的であり、作況指数の地域間差異は稔実歩合では説明された。

また、各支庁をさらに2~4の地域に分けて出穂期と不稔歩合の関係を見ると(図I-12)、不稔歩合は出穂期が遅れるほど高い傾向にあり、各地域を両形質によって3群に分けることができた。すなわち、A群の出穂期は8月6日~12日で不稔歩合は30~40%、B群の出穂期は8月15日~19日で不稔歩合は50~80%、C群の出穂期は8月21日~25日で不稔歩合が80~99%であった。



図I-11 平成5年の支庁別稔実歩合と作況指数の関係(1993)

注) 稔実歩合は表I-11を参照。



図I-12 地域別に出穂期と不稔歩合の関係(1993)

注1) A: 留萌北、留萌南、上川中央、空知北、空知北西、空知中央
 B: 石狩北、石狩中、空知南、後志北、後志南、上川北、上川南
 C: 渡島北、渡島南、檜山北、檜山南、胆振東、胆振西、日高東、日高西、網走、十勝
 2) 出穂期と不稔歩合は表I-9を参照。

表I-9 水稲の稔実歩合(1993年9月15日現在)と生育期節 各普及所調査、農業改良課まとめ

支庁	普及所	地域区分	1993年	幼穂	止葉期	出穂始	出穂期	備考 (該当市町村)	ランク
			稔実歩合 %	形成期 月日	月日	月日	月日		
石狩	北部	北部	40.6	7.12	8.02	8.13	8.18	浜益、厚田、当別、新篠津	B
		中部	34.3	7.15	8.02	8.17	8.19	石狩、江別	B
		南部	24.2	7.14	7.31	8.16	8.19	広島、恵庭、千歳	B
	中南部		30.3	7.15	8.01	8.17	8.19	8.23	B
	平均		36.3	7.13	7.13	8.16	8.18	8.22	
空知	北部	北部	69.4	7.08	7.25	8.02	8.06	深川、妹背牛、秩父別	A
		雨竜西	61.1	7.08	7.28	8.05	8.11	沼田、北竜、雨竜	A
	西部	西部	73.7	7.11	7.26	8.08	8.13	新十津川、砂川、浦臼、奈井江	A
		東部	69.5	7.03	7.22	7.31	8.04	滝川、赤平、芦別	A
	中央部		71.3	7.09	7.28	8.06	8.12	8.17	A
	中央	45.9	7.10	7.29	8.08	8.13	8.18	月形、美唄、北村、三笠、栗沢	B
	南東部	23.1	7.14	8.03	8.14	8.20	8.24	栗山、由仁、夕張	B
	南西部	24.1	7.10	7.30	8.11	8.16	8.19	南幌、長沼	B
南部		36.6	7.11	8.01	8.12	8.18	8.23	B	
平均		51.6	7.09	7.28	8.07	8.12	8.17		

注) 普及所別、地域別、支庁別の平均値は作付け品種の面積で加重平均とした。ランクA、B、Cは図I-12を参照。

表I-9 つづき

支庁	普及所	地域区分	1993年	幼穂	止葉期	出穂始	出穂期	備考 (該当市町村)	ランク	
			稔実歩合 %	形成期 月日	月日	月日	月日			月日
上川	北部	名寄	61.7	7.09	7.30	8.10	8.17	美深	B	
			54.5	7.07	7.26	8.06	8.11	名寄、風連、下川	B	
	士別	北部	34.3	7.13	8.01	8.10	8.15	士別、剣淵、和寒、朝日、(幌加内)	B	
			40.9	7.10	7.30	8.10	8.15		B	
	旭川	中央部	65.2	7.07	7.25	8.03	8.07	鷹栖、旭川	A	
			58.5	7.09	7.27	8.03	8.07	比布、愛別、当麻、上川	A	
	大雪山	南部	61.5	7.08	7.26	8.03	8.07		A	
			51.1	7.09	7.24	8.08	8.12	東神楽、東川、美瑛	B	
	富良野	南部	27.1	7.09	7.31	8.11	8.19	中富良野、上富良野、富良野	B	
			30.1	7.09	7.28	8.09	8.15		B	
	平均		50.2	7.08	7.28	8.05	8.11			
留萌	北留萌	北部	57.6	7.05	7.21	8.01	8.06	8.11	遠別	A
			66.2	7.10	7.27	8.04	8.09	8.13	初山別、羽幌、苫前	A
	南留萌	南部	54.1	7.07	7.25	8.02	8.06	8.09	小平、留萌、増毛	A
			60.8	7.09	7.26	8.03	8.08	8.11		A
平均		60.5	7.09	7.26	8.03	8.08	8.11			
後志	北後志	北部	29.7	7.13	7.31	8.11	8.15	8.19	余市、仁木、小樽、赤井川	B
			20.4	7.13	7.28	8.09	8.14	8.19	共和、俱知安、岩内、京極	B
	南後志	南部	11.4	7.14	8.01	8.14	8.19	8.23	蘭越、黒松内、島牧、寿都	B
			10.7	7.08	8.02	8.07	8.16	8.24	真狩、ニセコ、喜茂別	B
	平均		17.4	7.13	7.30	8.11	8.16	8.20		B
胆振	東胆振	東部	22.7	7.17	8.06	8.18	8.23	8.28	厚真、穂別、鶴川、追分、早来	C
			4.9	7.14	8.01	8.19	8.22	8.25	伊達、壮瞥	C
	西胆振	西部	2.3	7.12	8.01	8.18	8.24	8.31	豊浦、洞爺、虻田	C
			4.2	7.14	8.01	8.19	8.23	8.27		C
平均		22.0	7.17	8.05	8.18	8.23	8.28			
日高	西部	西部	20.9	7.18	8.09	8.19	8.24	8.27	日高、平取、門別	C
			9.9	7.15	8.08	8.18	8.22	8.24	新冠、静内	C
	東部	東部	20.8	7.18	8.08	8.21	8.24	8.27	三石、浦河、襟似	C
			15.2	7.17	8.08	8.20	8.23	8.26		C
平均		18.6	7.17	8.09	8.18	8.23	8.26			
渡島	北部	北部	0.5	7.19	8.12	8.24	8.27	8.31	長万部、八雲	C
			2.0	7.13	8.01	8.15	8.18	8.23	森	C
	中部	北部	1.2	7.16	8.06	8.20	8.24	8.28		C
			4.1	7.12	8.08	8.18	8.22	8.27	七飯、大野、上磯	C
	函館	南部	0.3	7.13	8.06	8.16	8.23	8.27	函館	C
			1.1	7.14	8.10	8.20	8.22	8.24	木古内、知内、福島、松前	C
	平均		2.7	7.13	8.08	8.18	8.22	8.26		
檜山	北部	北部	3.6	7.20	8.09	8.22	8.25	8.28	今金、瀬棚、北檜山、大成	C
			6.0	7.12	8.10	8.19	8.21	8.24	熊石、乙部、江差、厚沢部、上ノ国	C
	平均		4.5	7.17	8.07	8.20	8.23	8.26		
網走	斜網	西部	10.5	7.15	8.05	8.17	8.21	8.26	美幌、女満別	C
			15.7	7.15	8.08	8.17	8.21	8.26	北見、端野、訓子府	C
	平均		14.1	7.15	8.07	8.17	8.21	8.26		C
十勝	十勝	平均	1.5	7.12	8.08	8.18	8.23	8.29	池田	C
全道	平均	43.0	7.10	8.03	8.09	8.14	8.18			

注) 普及所別、地域別、支庁別の平均値は作付け品種の面積で加重平均とした。ランクA、B、Cは図I-12を参照。

なお、稔実歩合、生育期節等の各普及所調査(平成5年9月15日現在)結果は表I-9にとりまとめた。

2) 被害発生に関与した要因

このように、作況指数の地域間差は大きく、その主因は不稔歩合であった。そこで、不稔発生の地域間差と気

象要因の関係、特にどの発育ステージの低温が最も稔実歩合に影響したかについて検討した。なお、解析データは各支庁を2～4の地域に分けた時の23の地域別平均値(表I-9)と上川農試(1988～1993年)、中央農試稲作部(1989～1993年)、道南農試(1990～1993年)の作況試験の「きらら397」と「ゆきひきり」の平均値(省略)を加えて使用し、気象データは該当するアメダスの1～4地点の平均値とした。計38組のデータを使用して解析するに当たり、以下のモデルの適用を試みた。すなわち、稲の冷害危険期以前の前歴(幼穂形成期～止葉期の4日前まで)と穂ばらみ期(止葉期の3日前～3日後の7日間)の平均気温(各々 T_1 、 T_2)並びに開花期(出穂始め～出穂揃いまで)の最高気温(T_3)が、それぞれ単独に稔実歩合の低下に作用する程度(時期別の単独

効果; [$f_n(T_n); n=1, 2, 3$]をS字型の(1)式とし、それら3者の積を最終的な推定稔実歩合(F)とする(2)式のモデルである。

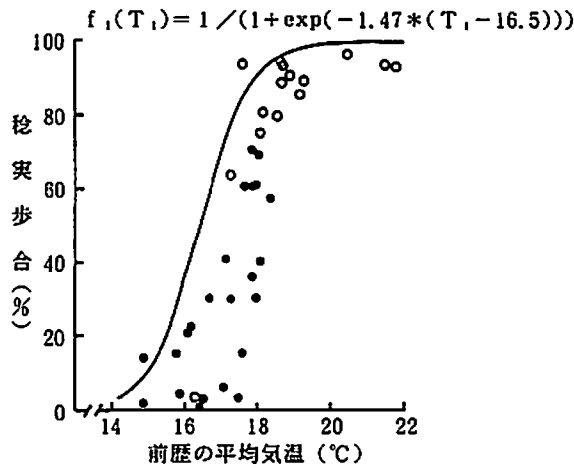
$$f_n(T_n) = 1 / (1 + \exp(-A_n(T_n - Th_n))) \dots (1)$$

(ただし $n=1, 2, 3$ 。 A_n 、 Th_n はシンプレックス法により推定誤差が最小となる最適パラメータ。)

$$F = f_1(T_1) \times f_2(T_2) \times f_3(T_3) \dots (2)$$

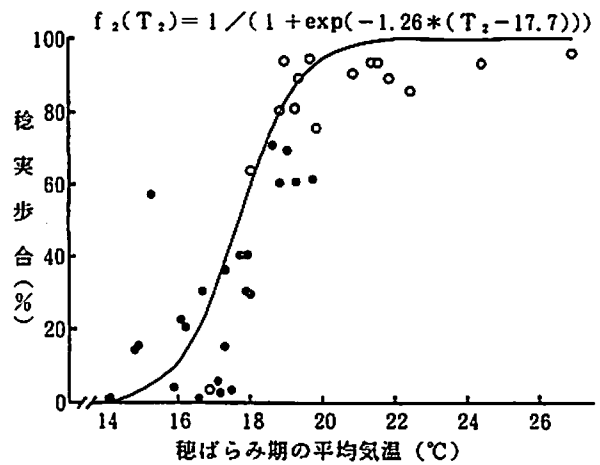
なお、このモデルは前歴の気温が不稔発生に単独に影響する点の実験的証明がないので、長期異常気象の平成5年冷害の解析に適用する一例として示した。

まず、最適パラメータの推定を行った。各時期の気温が単独に稔実歩合に及ぼす影響を実測稔実歩合を含めて図I-13～15に示した。実測値が実線より下に位置す



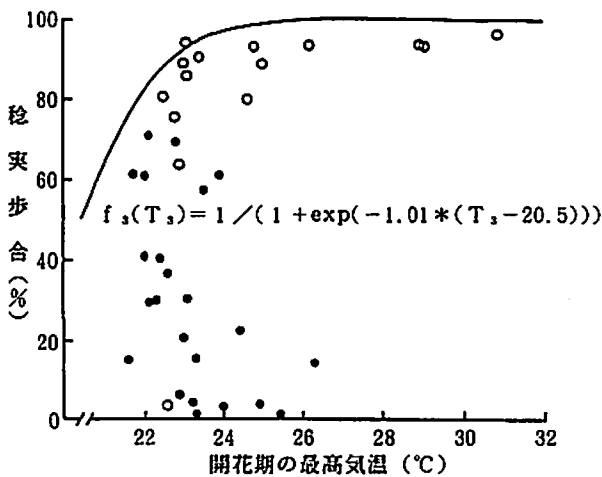
図I-13 前歴の平均気温 (T_1) と稔実歩合の関係 (田中ら、1993)

- 注1) ●: 1993年地域平均 ○: 農試作況
- 2) 稔実歩合は表I-9及び農試作況を参照。
- 3) 前歴: 幼穂形成期～止葉期4日前。



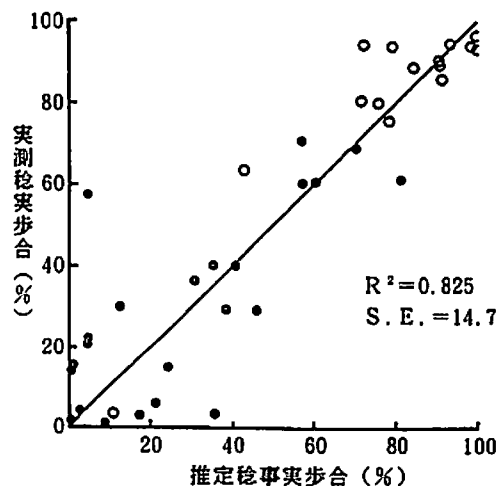
図I-14 穂ばらみ期の平均気温 (T_2) と稔実歩合の関係 (田中ら、1993)

- 注1) 稔実歩合は表I-9及び農試作況を参照。
- 2) 穂ばらみ期: 止葉期の3日前～3日後。



図I-15 開花期の最高気温 (T_3) と稔実歩合の関係 (田中ら、1993)

- 注1) 稔実歩合は表I-9及び農試作況を参照。
- 2) 開花期: 出穂始～出穂揃



図I-16 推定稔実歩合の適合度 (田中ら、1993)

- 注) 実測稔実歩合、推定稔実歩合は表I-9を参照。

るほど、他の時期の影響が大きかったことになる。図I-16には本モデルによる推定稔実歩合の適合度を示した。寄与率82.5%、平均推定誤差14.7%の精度が得られた。その中で、留萌北部と檜山北部で誤差が大きかった。

稔実歩合に及ぼす生育時期別気温の単独効果を表I-10に、その地帯別の平均値を表I-11に示した。地帯別平均値で見ると、地帯Aの稔実歩合は穂ばらみ期の気温の作用により71.0%、開花期の気温により88.0%、前歴の気温により90.2%となり、それぞれ単独に稔実に影響し、それらの積による最終的な稔実歩合は55.2%となった。したがって最終的な推定稔実歩合に及ぼす気温の影響は穂ばらみ期が最も大きく、開花期がこれに続き、前歴の影響はやや小さかった。

地帯Bにおいては、穂ばらみ期の46.4%が最も大きく、

前歴の80.9%、開花期の85.6%がこれに続いた。地帯Cにおいては、穂ばらみ期が17.5%で極めて大きな影響を与えており、前歴も40.7%とかなり影響し、開花期はほとんど影響しなかった。

その結果、地帯別の、各生育時期の気温が不稔発生に及ぼす影響の程度は

地帯A：穂ばらみ期が大、開花期がやや大、前歴がやや小であった。

地帯B：穂ばらみ期が大、前歴と開花期がやや大であった。

地帯C：穂ばらみ期が極大、前歴が大。開花期は大きな影響はなかった。

このことから、平成5年冷害における不稔発生要因の低温と稲の生育時期の関係は地帯により異なっているこ

表I-10 地域別生育期節、実測稔実歩合、各期間の気温および推定稔実歩合 (田中ら 1993)

支庁	地域	幼穂形成期 (月・日)	出穂期 (月・日)	稔実歩合			前歴		穂ばらみ期		開花期		備考
				実測 (%)	推定(F) (%)	差 (%)	平均気温 f ₁ (T ₁) (°C)	(%)	平均気温 f ₂ (T ₂) (°C)	(%)	最高気温 f ₃ (T ₃) (°C)	(%)	
石狩	北部	7.12	8.18	40.6	40.9	0	18.1	91.8	17.7	50.9	22.4	87.6	B
	中南部	7.15	8.19	30.3	12.4	18	16.7	58.7	16.7	22.7	23.1	93.5	B
空知	北部	7.08	8.06	69.4	70.6	-1	18.1	91.8	19.0	84.2	22.8	91.3	A
	北西部	7.10	8.12	61.1	60.5	1	17.9	89.2	19.2	87.3	21.7	77.7	A
	中央部	7.09	8.12	71.3	57.2	14	17.9	89.2	18.6	76.3	22.1	83.9	A
	南部	7.11	8.18	36.6	30.8	6	17.9	89.2	17.3	38.5	22.6	89.6	B
上川	北部	7.10	8.15	40.9	35.2	6	17.2	74.8	17.9	57.2	22.0	82.5	B
	中央部	7.08	8.07	61.5	81.5	-20	18.0	90.6	19.7	92.8	23.9	97.0	A
	南部	7.09	8.15	30.1	38.3	-8	17.3	77.4	17.9	57.2	22.3	86.4	B
留萌	北部	7.05	8.06	57.6	4.3	53	18.4	94.5	15.3	4.8	23.5	95.5	A
	南部	7.09	8.08	60.8	57.2	4	17.7	86.1	18.8	80.6	22.0	82.5	A
後志	北部	7.13	8.15	29.7	45.8	-16	18.0	90.6	18.0	60.2	22.1	83.9	B
	南部	7.13	8.16	15.2	24.6	-9	17.6	84.2	17.3	38.5	21.6	75.9	B
胆振	東部	7.17	8.23	22.7	4.8	18	16.2	40.5	16.1	12.1	24.4	98.1	C
	西部	7.14	8.23	4.2	2.8	1	15.9	30.5	15.9	9.7	23.2	94.0	C
日高	西部	7.18	8.24	20.9	4.6	16	16.1	37.0	16.2	13.5	23.0	92.8	C
	東部	7.17	8.23	15.2	0.8	14	15.8	27.4	14.9	2.9	23.3	94.6	C
渡島	北部	7.16	8.24	1.2	9.3	-8	16.4	47.7	16.6	20.6	23.3	94.6	C
	南部	7.13	8.22	3.0	17.8	-15	16.5	51.4	17.2	35.5	24.0	97.2	C
檜山	北部	7.20	8.25	3.6	36.2	-33	17.5	82.2	17.5	44.6	24.9	98.9	C
	南部	7.12	8.21	6.0	21.7	-16	17.1	71.9	17.1	32.7	22.9	92.1	C
網走		7.15	8.21	14.1	0.2	14	14.9	9.1	14.8	2.6	26.3	99.7	C
十勝		7.12	8.23	1.5	0.1	1	14.9	9.1	14.1	1.1	25.4	99.3	C

注1) 前歴：幼穂形成期～止葉期4日前、穂ばらみ期：止葉期3日前～3日後、開花期：出穂始～揃

2) 各生育時期の気温 (T₁・T₂：前歴、穂ばらみ期の平均気温、T₃：開花期の最高気温) が単独に作用し個別の稔実歩合 [f_n(T_n)；n=1, 2, 3] が決まり、それら3者の積が最終的な推定稔実歩合 (F) となる次式のモデルを適用した。

$$f_n(T_n) = 1 / (1 + \exp(-A_n \cdot (T_n - Th_n))) \quad (\text{ただし } n=1, 2, 3 \quad A_n, Th_n \text{ はパラメータ})$$

$$F = f_1(T_1) \times f_2(T_2) \times f_3(T_3)$$

$$\text{寄与率 } R^2 = 0.825, \text{ 平均推定誤差 } S.E. = 14.7$$

3) 備考欄は、出穂期と稔実歩合から大まかに3つのグループに分類したもの (図I-12を参照)。

4) 試験場の作況データについては、紙面の都合で割愛した。

とが明らかとなった。

3) 長期異常低温の影響

北海道農試のファイトトロンの実験によると、穂ばらみ期を含む出穂期前20日間の弱い低温処理(昼一夜: 25-12°C)を行うと、稔実歩合は7~54%に低下し、穂ばらみ期極低温処理(昼夜12°C 4日間)の稔実歩合17~73%に比べて、品種によってはより強い不稔障害の発生する場合のあることが認められている(表I-12)。このことから、平成5年においては長期異常低温の影響も大きかったものと推察される。

表I-11 前歴、穂ばらみ期、開花期の気温が稔実歩合に及ぼす影響 (1993)

地帯	稔実歩合		生育時期別気温が単独に影響した時の稔実歩合		
	実測 (%)	推定* F (%)	前歴	穂ばらみ期	開花期
			$f_1(T_1)$ (%)	$f_2(T_2)$ (%)	$f_3(T_3)$ (%)
A	63.6	55.2	90.2	71.0	88.0
B	31.9	32.6	80.9	46.4	85.6
C	9.2	9.8	40.7	17.5	96.1

注1) 地帯A、B、Cは図I-12を参照。

2) データは地帯A、B、Cの計23点を個別に求め、その地帯別平均値である。表I-10参照。

表I-12 長期低温処理が稔実歩合に及ぼす影響 (北海道農試、1991改編)

品種名	無処理	長期低温	短期低温	短期極低温
	25-19°C (22°C)	25-12°C (16.9°C) 出穂前の 20日間*	25-12°C (16.9°C) 穂ばらみ期 6日間	12-12°C (12°C) 穂ばらみ期 4日間
はやゆき	90%	38%	92%	73%
赤毛	85	54	77	23
ほうりゅう	88	35	69	27
農林20号	87	7	88	17

注) 昼一夜気温(平均気温)

低温処理期間以外は無処理温度で養成 *穂ばらみ期を含む。

(竹川昌和、田中英彦)

Ⅱ 地帯別の気象及び生育概況

1 道央地域

(1) 中央農試稲作部における気象経過と生育概況

1) 気象概況

4月は平年より最高気温で1.3℃、最低気温で0.9℃低かった。降水量は平年の89%、日照時間は平年の96%であった。

5月は平年より最高気温で1.3℃、最低気温で0.2℃低かった。降水量は平年の158%、日照時間は平年の70%であった。

6月は最高気温は平年より2.1℃低く、最低気温は0.1℃高かった。降水量は平年の159%、日照時間は平年の59%であった。

7月は平年より最高気温で0.7℃、最低気温で1.5℃低かった。降水量は平年の58%、日照時間は平年の112%であった。

8月は平年より最高気温で2.7℃、最低気温で2.4℃低かった。降水量は平年の62%、日照時間は平年の91%であった。

9月は最高気温、最低気温ともに平年より1.0℃低かった。降水量は平年の81%、日照時間は平年の89%であった。

10月は平年より最高気温で0.6℃、最低気温で0.2℃低かった。降水量は平年の209%、日照時間は平年の80%であった。

5～9月の平均気温の積算値は2,545℃で、平年より197℃(7%)低かった。降水量は340mmで、平年より36mm(10%)少なく、日照時間も744時間で、平年より154時間(17%)少なかった。(気象表省略)

2) 生育概況

表Ⅱ-1に中央農試稲作部の作況調査の成績を示した。

●生育初期：播種後、5月上旬までの天候不順により出芽に長日を要した。移植時の苗は平年に比べて、草丈は「きらら397」で1.8cm、「ゆきひかり」で0.2cm高かったが、葉数は各々0.2枚、0.1枚少なかった。活着は良好であったが、その後の低温と日照不足により生育は停滞した。6月20日の生育を平年と比べると「きらら397」「ゆきひかり」で草丈は各々1.1cm、3.1cm低く、主稈葉数は両品種とも0.3枚少なく、茎数は各々平年の81%、80%にとどまった。

●生育中期：7月前半に天気は回復したが生育の遅れは取り戻せず、幼穂形成期は「きらら397」「ゆきひか

り」とも平年に比べ7日遅れた。7月前半の高温により茎数が急激に増加し、7月20日には「きらら397」で平年の113%「ゆきひかり」122%となった。しかし、草丈は各々9.9cm、11.8cm低く、主稈葉数は各々0.6枚、0.4枚少なかった。止葉始は平年より「きらら397」で7日、「ゆきひかり」で9日遅れた。

●生育後期：7月4半旬以降の低温により出穂期はさらに遅れ、両品種とも平年より16日遅れた。8月19日の生育を平年と比べると、草丈は「きらら397」で5.4cm、「ゆきひかり」で7.5cm低く、茎数は各々平年の113%、114%と、短稈・多げつ型の生育であった。7月4半旬から8月4半旬にかけての低温により、止葉始から出穂期までの日数が平年より「きらら397」で9日、「ゆ

表Ⅱ-1 中央農試稲作部作況圃の生育・収量調査
(中苗1993)

調査形質	きらら397		ゆきひかり	
	本年	平年	本年	平年
播種期(月・日)	4.21	4.22	4.21	4.22
移植期(月・日)	5.22	5.22	5.22	5.22
幼穂形成期(月・日)	7.16	7.09	7.12	7.05
止葉始(月・日)	7.29	7.22	7.26	7.17
出穂期(月・日)	8.21	8.05	8.18	8.02
穂揃日数(日)	15.0	6.0	15.0	7.3
成熟期(月・日)	10.13	9.22	10.05	9.19
登熟日数(日)	53	48	48	49
生育日数(日)	175	154	167	147
稈長(cm)	55.9	57.8	53.6	57.5
穂長(cm)	15.6	15.9	16.4	16.7
穂数(本/㎡)	688	628	636	558
一穂粒数(粒)	50.4	52.8	58.1	65.9
粒数(×1000/㎡)	366	332	385	360
稈実歩合(%)	55.3	86.6	72.7	89.2
登熟歩合(%)	53.2	74.3	59.6	72.5
葉重(kg/10a)	1,210	577	635	456
粒重(kg/10a)	460	633	599	653
玄米重(kg/10a)	366	505	476	509
玄米重比(%)	72	100	94	100
千粒重(g)	21.2	21.9	20.0	20.7
玄米等級	2中上	1下	1下	2上

注1) 平年値：きらら397は、1989～1992年の4か年の平均。
ゆきひかりは1987、1989、1990、1991年の4か年の平均。

2) 玄米重：粒厚1.8mm以上で、含水率16%に補正。

きひかり」で7日長く、不稔初と葉鞘褐変病が多発した。穂揃日数は「きらら397」で9日、「ゆきひかり」で8日平年より長く、開花適温に達しなかった日が多かったために開花も順調でなかった。出穂・開花の遅れに加え、登熟期間の気温が9月中旬を除き平年より低く経過したため、登熟日数が長引き、成熟期はさらに遅れ、「きらら397」で平年より21日、「ゆきひかり」で16日の遅れとなった。

●収量および玄米等級：稈長は平年に比べ「きらら397」で1.9cm、「ゆきひかり」で3.9cm低く、穂長は両品種とも0.3cm短かった。1穂当り初数は各々平年の95%、88%と少なかったが、㎡当り穂数が各々平年の110%、107%と平年より多かったため、㎡当り初数は平年の110%、107%と平年より多くなった。しかし、不稔歩合が「きらら397」で45%、「ゆきひかり」で27%と平年より各々32%、16%高かったため、㎡当り稈実初数は各々平年の70%、87%となった。さらに、玄米千粒重も両品種とも平年の97%と軽かったため、玄米重量は「きらら397」が366kg、「ゆきひかり」が476kgで、各々平年の72%、94%と平年を大きく下回った。玄米等級は「きらら397」が2等中(平年1等下)、「ゆきひかり」が1等下(平年2等上)であった。

以上のように、本年の大幅な減収は、主に不稔初が多発による稈実初数の減少によるものであった。

(2) 管内における気象と生育概況

1) 気象概況

表Ⅱ-2～表Ⅱ-4に本年の水稲の生育に対して影響の大きかったと思われる6月、7月、8月上旬の地域別の気象を示した。以下に各地域の気象を空知南部との比較で述べる。

6月：気温についてみると、空知南部に比べ空知中・北部は最高気温が0.4℃高かったが、他の地域は低く、特に胆振、日高が2℃前後と著しく低かった。日照時間についてみると、後志は107%と多かったが、他の地域は少なく、特に胆振、日高が70%と著しく少なかった。

7月：気温についてみると、空知中・北部は最高気温が1.1℃高かったが、他の地域は低く、特に胆振、日高が2℃前後と著しく低かった。日照時間も気温と同様、空知中・北部で114%多かったが、他の地域は少なく、石狩、後志が90%台、胆振、日高が70%台と南の地域ほど少なかった。

8月上旬：気温についてみると、空知中・北部は最低気温は1.1℃低かったが、最高気温が1.5℃高かった。他の地域は低く、石狩、後志が0.5℃前後、胆振、日高が

表Ⅱ-2 6月の地域別気象 (1993)

地帯名	気 温 (°C)			日照時間 (hr)
	平均	最高	最低	
空知中・北部	14.8(+0.3)	18.8(+0.4)	11.4(-0.1)	85.8(93)
空知南部	14.5(0)	18.4(0)	11.5(0)	91.8(100)
石 狩	13.9(-0.6)	17.8(-0.6)	10.8(-0.7)	90.0(98)
後 志	14.5(0)	17.9(-0.5)	11.4(-0.1)	97.8(107)
胆 振	13.4(-1.1)	17.0(-1.4)	10.6(-0.9)	65.6(71)
日 高	12.5(-2.0)	15.3(-3.1)	10.0(-1.5)	64.3(70)

注1) 気象値はアメダス値で以下の観測点の平均値。表Ⅱ-3、表Ⅱ-4も同じ。

空知中北部：沼田、深川、滝川

空知南部：月形、美唄、岩見沢、長沼

石 狩：新篠津、石狩、西野幌、島松

胆 振：鶴川、伊達

日 高：静内、三石、浦河

2) 気温の()は空知南部との偏差、日照時間の()は空知南部に対する%。表Ⅱ-3、表Ⅱ-4も同じ。

表Ⅱ-3 7月の地域別気象 (1993)

地帯名	気 温 (°C)			日照時間 (hr)
	平均	最高	最低	
空知中・北部	18.1(+0.4)	23.5(+1.1)	13.4(-0.3)	190.4(114)
空知南部	17.7(0)	22.4(0)	13.7(0)	166.8(100)
石 狩	17.3(-0.4)	21.8(-0.6)	13.5(-0.2)	159.1(95)
後 志	17.6(-0.1)	22.2(-0.2)	13.1(-0.6)	153.2(92)
胆 振	16.4(-1.3)	20.3(-2.1)	12.9(-0.8)	122.9(74)
日 高	15.5(-2.2)	18.6(-3.8)	12.5(-1.2)	120.5(72)

注1) 表Ⅱ-2を参照。

表Ⅱ-4 8月上旬の地域別気象 (1993)

地帯名	気 温 (°C)			日照時間 (hr)
	平均	最高	最低	
空知中・北部	17.5(+0.2)	23.7(+1.5)	12.4(-1.1)	94.5(100)
空知南部	17.3(0)	22.2(0)	13.5(0)	94.2(100)
石 狩	16.9(-0.4)	21.7(-0.5)	13.2(-0.3)	75.4(80)
後 志	16.9(-0.4)	21.6(-0.6)	12.4(-1.1)	74.3(79)
胆 振	16.2(-1.1)	19.9(-2.3)	13.0(-0.5)	48.2(51)
日 高	15.1(-2.2)	18.5(-3.7)	11.1(-2.4)	59.3(63)

注) 表Ⅱ-2を参照。

2℃前後と南の地域ほど低かった。日照時間についてみると、空知中・北部は同程度であったが、他の地域は80%以下と少なく、特に胆振、日高が50～60%と著しく少なかった。

以上、この期間の気象を地域別にみた場合、空知中・北部、空知南部、石狩、後志、胆振、日高と南の地域ほど厳しかったといえる。

表Ⅱ-5 地域別の生育概況(空知、石狩 1993)

地域	普及所	品種名	苗の種類	年次	幼穂形成期	止葉期	出穂			不稔歩合 %	㎡当り穂数 本	㎡当り穂数 穂	a当り玄米重 kg	玄米重比率
							始	期	揃					
					月日	月日	月日	月日	月日					
空知中北部	雨竜西部	きらら397	中苗	本年	7.12	7.30	8.08	8.13	8.20	37.0	679	33,031	35.0	66
				平年	7.05	-	-	8.03	-	-	-	-	-	53.4
	空知北部	きらら397	中苗	本年	7.10	7.26	-	8.07	-	37.6	566	35,682	42.0	78
				平年	7.02	7.20	-	7.30	-	8.3	620	31,441	54.1	100
	空知西部	きらら397	中苗	本年	7.11	7.28	8.10	8.14	8.17	29.5	677	37,983	37.5	73
				平年	7.06	7.22	8.01	8.03	8.05	11.1	673	35,305	51.1	100
空知東部	きらら397	中苗	本年	7.07	7.28	8.02	8.08	8.16	33.7	660	35,920	35.7	71	
			平年	7.04	7.20	7.28	7.31	8.06	8.7	630	32,319	50.3	100	
空知南部	空知中央	きらら397	中苗	本年	7.13	7.31	8.11	8.15	8.19	48.6	600	35,701	27.3	52
				平年	7.06	7.22	7.31	8.03	8.04	12.3	660	35,036	52.2	100
	空知南西部	きらら397	中苗	本年	7.10	7.28	8.10	8.14	8.17	28.0	511	33,266	33.4	71
				平年	7.07	7.25	8.02	8.05	8.08	15.2	561	42,187	47.2	100
	空知南東部	きらら397	中苗	本年	7.15	8.06	8.16	8.21	8.25	76.9	575	28,876	10.3	21
				平年	7.11	7.30	8.06	8.09	8.12	15.6	667	36,204	48.7	100
石狩	石狩北部	きらら397	中苗	本年	7.12	8.05	8.14	8.18	8.23	66.0	632	37,673	21.7	38
				平年	7.07	7.27	8.04	8.07	8.10	12.3	685	36,812	56.9	100
	石狩中部	きらら397	中苗	本年	7.16	8.04	8.15	8.18	8.23	54.0	601	32,500	19.6	47
				平年	7.13	7.29	8.06	8.09	8.12	16.0	665	31,050	41.8	100
	石狩南部	きらら397	中苗	本年	7.17	8.04	8.17	8.21	8.23	92.6	635	36,500	3.4	8
				平年	7.13	7.28	8.07	8.10	8.13	18.3	626	35,738	43.2	100

注) 数字は各地区農業改良普及所で実施している作況調査成績の平均で調査地点は以下のとおり。
 雨竜西部: 北竜、沼田、雨竜 空知北部: 深川 空知西部: 新十津川、浦臼、奈井江、砂川 空知東部: 滝川
 空知中央: 月形、美唄、北、三笠、岩見沢、栗沢 空知南西部: 長沼 空知南東部: 栗山、由仁 石狩北部: 当別、新篠津
 石狩中部: 石狩、江別 石狩南部: 千歳、恵庭、広島

表Ⅱ-6 地域別の生育概況(後志、胆振、日高 1993)

地域	普及所	品種名	苗の種類	年次	幼穂形成期	止葉期	出穂			不稔歩合 %	㎡当り穂数 本	㎡当り穂数 穂	a当り玄米重 kg	玄米重比率
							始	期	揃					
					月日	月日	月日	月日	月日					
後志	北後志	きらら397	中苗	本年	7.15	8.07	-	-	-	64.6	541	31,430	26.7	58
				成苗	平年	7.09	7.26	-	-	-	16.4	590	27,205	46.4
	中後志	ゆきひかり	中苗	本年	7.15	8.02	-	8.19	-	82.1	626	32,150	9.0	19
				平年	7.09	7.24	-	8.07	-	12.2	607	34,850	47.0	100
	南後志	きらら397	中苗	本年	7.13	8.01	-	8.19	-	98.4	641	38,947	1.1	2
				平年	7.05	7.26	-	8.05	-	14.4	581	31,603	54.2	100
胆振	東胆振	ゆきひかり	中苗	本年	7.17	8.06	8.18	8.23	8.28	74.2	502	31,900	7.1	15
				平年	7.12	7.29	8.07	8.10	8.14	17.3	562	37,500	46.1	100
	西胆振	ゆきひかり	中苗	本年	7.12	8.03	8.18	8.24	8.31	97.9	640	39,040	3.0	7
				平年	7.12	7.29	8.07	8.11	8.16	18.4	560	38,051	44.3	100
	有珠	きらら397	中苗	本年	7.16	8.03	8.20	8.21	8.24	85.0	524	27,929	5.1	11
				平年	7.08	7.28	-	8.09	-	12.8	603	34,310	44.4	100
日高	日高西部	きらら397	中苗	本年	7.21	-	8.19	8.23	8.27	79.2	637	39,195	12.1	25
				平年	7.14	-	8.09	8.13	8.16	19.4	540	32,778	49.3	100
	日高中部	きらら397	中苗	本年	7.16	8.10	8.20	8.23	8.25	84.3	571	29,710	2.9	6
				平年	7.13	7.29	-	8.13	8.15	23.3	590	31,445	45.9	100
	日高東部	きらら397	中苗	本年	7.19	8.09	8.22	8.25	8.27	76.9	542	29,488	4.7	12
				平年	7.14	7.29	8.08	8.12	8.15	27.5	544	31,725	39.6	100

注) 数字は各地区農業改良普及所で実施している作況調査成績の平均で調査地点は以下のとおり。
 北後志: 仁木 中後志: 倶知安、共和 南後志: 蘭越 東胆振: 鶴川 西胆振: 豊浦 有珠: 伊達 日高西部: 平取
 日高中部: 静内、新冠 日高東部: 樺似、三石、浦河

2) 生育概況

表Ⅱ-5、表Ⅱ-6に各地区農業改良普及所で実施している作況調査の成績を示した。これによると、幼穂形成期は平年より0~8日の遅れであったが、出穂期の遅れは8~14日に拡大している。不稔の発生程度は30%台~90%台と地域による差が大きい。地域別にみると、空知中・北部が30%台と比較的少なく、次いで空知南部がほぼ50%台から70%台、石狩が50%台~90%台、後志、胆振、日高が60%台~90%台と南の地域ほど不稔歩合が高い傾向が認められた。この傾向はばらつきの大きい空知、石狩、後志においても認められた。㎡当りの穂数、初数については平年より多いところ、少ないところがあり、地域で一定の傾向が認められなかったが、収量(対平年%)については、空知北部・中部が平年比60%台~70%台、空知南部が20%台~50%台、石狩、後志、胆振、日高が数%~50%台以下と南の地域ほど低く、この傾向は空知、石狩、後志においても概ね認められ、不稔歩合と同様の傾向であった。

以上、本年は遅延型と障害型が併発した混合型冷害といえるが、冷害をより決定的にしたのは不稔の多発であった。

(前田 博)

2 道北地域

(1) 上川農試における気象経過と生育概況

1) 気象概況

4月の最高気温は平年より1.2℃低く、最低気温は平

年並。降水量は平年比117%、日照時間は83%であった。

5月の最高気温は0.4℃低かったが、最低気温は0.5℃高かった。降水量は平年比107%、日照時間は82%であった。

6月の最高気温は平年より2.0℃低く、最低気温は0.4℃高かった。降水量は平年比122%で、日照時間は54%であった。

7月の最高気温は平年より0.2℃高く、最低気温は1.2℃低かった。降水量は平年比53%、日照時間は126%であった。

8月の最高気温は平年より1.1℃低く、最低気温も1.3℃低かった。降水量は平年比66%で、日照時間は106%であった。

9月の最高気温は平年より0.6℃高く、最低気温も0.8℃高かった。降水量は平年比39%で、日照時間は91%であった。

10月の最高気温は平年より0.9℃高く、最低気温も0.5℃高かった。降水量は平年比159%で、日照時間は74%であった。

5~9月の平均気温の積算値は2,525℃で、平年より60℃(2%)低かった。降水量は317mmで、平年より164mm(34%)少なく、日照時間も822時間で、平年より85時間(9%)少なかった。(気象表:省略)

2) 生育概況

表Ⅱ-7に生育と収量を示した。

●育苗期:出芽(出芽器利用)は概ね良好であった。移植時の葉数は「きらら397」「ゆきひかり」が各々2.9、2.7枚で平年より0.1枚少なかった。地上部乾物重

表Ⅱ-7 上川農試作況圃の生育・収量調査(中苗 1993)

調査形質	きらら397		ゆきひかり		調査形質	きらら397		ゆきひかり	
	本年	平年	本年	平年		本年	平年	本年	平年
播種期(月、日)	4.19	4.18	4.19	4.18	穂数(本/㎡)	680	699	609	58
移植期(月、日)	5.24	5.23	5.24	5.23	一穂初数(粒)	48.5	52.0	56.1	61.6
幼穂形成期(月、日)	7.12	7.4	7.10	7.5	総初数(×1000/㎡)	33.0	36.4	34.1	40.5
止葉始(月、日)	7.28	7.20	7.29	7.22	稔実歩合(%)	76.8	91.7	74.8	93.4
出穂期(月、日)	8.10	8.1	8.13	8.2	登熟歩合(%)	61.2	75.0	63.3	73.1
穂揃日数(日)	9	6	10	7	葉重(kg/10a)	644	640	686	589
成熟期(月、日)	10.4	9.19	10.7	9.23	初重(kg/10a)	646	755	609	805
登熟日数(日)	51	49	54	51	玄米重(kg/10a)	506	607	472	633
生育日数(日)	168	154	171	158	玄米重比(%)	83	100	75	100
稈長(cm)	54.7	59.2	54.0	65.4	千粒重(g)	22.4	22.3	20.8	20.6
穂長(cm)	15.8	16.1	16.8	17.3	玄米等級	1	1	2下	1

・平年値:ゆきひかり:1986~1992の7年のうち1988(最豊)と1992(最凶)を除く5年の平均
 ;きらら397:1988~1992の5年の平均。 ・玄米重:粒厚1.8mm以上で、含水率15.5%に補正。

は「きらら397」で19%、「ゆきひかり」で3%少なかった。

●活着～分けつ期：移植後1ヶ月間の気象は最高気温が平年より0.8℃低く、日照時間も33%少なく不順に経過したため、活着、初期生育は遅れ、葉数は「きらら397」で平年より0.6枚少なかった。また、㎡当たり茎数は「きらら397」が291本で平年より33%、「ゆきひかり」も14%少なかった。

●幼穂形成～穂孕期：6月下旬は低温・寡照に経過したが7月に入り夏日が13日間続き、生育の遅れは幾分回復した。しかし、幼穂形成期は平年より「きらら397」で8日「ゆきひかり」で6日遅れ、止葉期も「きらら397」で8日、「ゆきひかり」で7日遅れた。なお、「きらら397」「ゆきひかり」の穂孕期と推定される7月下旬～8月上旬は最高気温が平年より1.6℃、最低気温は3.9℃低く経過したため、障害不稔の発生が危惧された。一方、㎡当たり最高茎数は「きらら397」「ゆきひかり」で平年より150～160本少なく、平年比81～84%であった。

●出穂～開花期：7月下旬～8月中旬が低温に経過したため、生育の遅れは拡大し、出穂期は平年に比べて「きらら397」が9日、「ゆきひかり」が11日遅れた。一方、開花は、8月中旬が低温に経過したものの8月下旬の好天により、8月11、15日を除き、比較的順調に行われた。しかし、穂孕期における低温の影響が大きく、不稔歩合は「きらら397」「ゆきひかり」が各々19.7、20.3%で、平年より約11～14%高かった。

●登熟～成熟期：8月中旬の最高気温は平年より3.8℃

低く経過したため初期登熟は一部抑制された。しかし、8月下旬以降は天候が回復し、出穂後30日目の登熟歩合は「きらら397」で平年より6.3%低かったが、「ゆきひかり」は1.9%高かった。成熟期は「きらら397」で平年より15日遅れの10月4日、「ゆきひかり」で14日遅れの10月7日となった。

●収量、玄米等級：「きらら397」「ゆきひかり」の稈長は平年より各々4.5、11.4cm短く、穂長も各々0.3、0.5cm短くなった。㎡当たり穂数は「きらら397」が680本で平年比97%、「ゆきひかり」は93%であった。一穂穂数は「きらら397」が48.5粒で平年比93%、「ゆきひかり」で91%であった。その結果、㎡当たり粒数は「きらら397」が33,000粒で平年比91%、「ゆきひかり」は84%となった。稔実歩合は「きらら397」が76.8%で平年比84%、「ゆきひかり」は80%であった。玄米千粒重は「きらら397」「ゆきひかり」が各々22.4、20.8gで平年より0.1、0.2g重かった。精玄米重（10a当たり）は「きらら397」が506kgで平年比83%、「ゆきひかり」は75%となった。玄米等級は「きらら397」「ゆきひかり」とも平年は「1等」であるが、本年は各々「1等」「2等下」であった。

以上のように、収量の大幅な減少の主な理由は、㎡当たり穂数と一穂穂数の低下による㎡当たり粒数の著しい減少と稔実歩合の低下によるものであった。

(2) 管内における気象と生育概況

管内の6～8月の気象概況を表Ⅱ-8に示した。上川北部と南部は上川中央部に比較して低温、日照不足であ

表Ⅱ-8 6～8月の地域別気象概況（アメダス 1993）

アメダス	6月				7月				8月			
	平均 気温 ℃	最高 気温 ℃	最低 気温 ℃	日照 時間 h	平均 気温 ℃	最高 気温 ℃	最低 気温 ℃	日照 時間 h	平均 気温 ℃	最高 気温 ℃	最低 気温 ℃	日照 時間 h
旭川	15.4	19.8	11.5	105	19.0	24.6	14.1	229	19.7	24.6	15.4	173
比布	14.7	19.2	10.5	95	18.3	24.6	13.1	220	18.6	24.1	14.2	183
上川中央	(15.1)	(19.5)	(11.0)	(100)	(18.7)	(24.6)	(13.6)	(225)	(19.2)	(24.4)	(14.8)	(178)
名寄	13.5	18.8	8.8	66	17.9	24.9	11.8	206	18.7	24.3	13.6	140
士別	13.4	18.3	9.4	72	17.8	24.1	12.4	207	18.5	23.9	14.3	153
上川北部	-1.6	-0.9	-1.9	-31	-0.8	-0.1	-1.5	-18	-0.6	-0.3	-0.8	-31
美瑛	14.2	18.7	10.4	86	17.3	23.3	11.7	188	18.0	23.2	13.2	162
上富良野	14.8	18.6	11.2	80	17.9	23.6	12.9	181	18.6	23.4	14.5	160
上川南部	-0.5	-0.9	-0.2	-17	-1.1	-1.1	-1.6	-40	-0.9	-1.1	-0.9	-17
羽幌	14.8	17.7	11.9	128	18.2	22.1	13.9	274	19.0	22.0	15.5	171
留萌	14.5	17.3	11.9	125	18.0	21.8	14.4	258	18.9	21.8	16.1	180
留萌管内	-0.4	-2.0	+0.9	+27	-0.6	-2.6	+0.6	+41	-0.2	-2.4	+1.0	-2

注) 上川中央の()は平均値実数。他の地域の平均値は、上川中央との差を示す。

り、7、8月は、とくに南部の気温低下が著しかった。留明は上川中央部より最高気温が低く、最低気温が高かった。また、6、7月の日照時間は多かった。

管内各地区の農業改良普及所の作況調査成績を、表Ⅱ-9に示した。

1) 上川管内南部

育苗中の霜害等により苗素質は低下した。移植後の低温により分けつ開始は平年より7日遅れ、幼穂形成期も4~10日遅れた。7~8月も低温で生育は著しく遅れ、出穂期は平年より12~14日遅れた。また、8月上旬の極低温により花粉形成、開花授精障害を受け、不稔歩合は50~77%に達した。登熟は出穂遅延による影響のため緩慢となり、晩生種は成熟期に達しなかった。㎡当たり総初数は平年並~やや多目であったが不稔多発のため、収量は平年比22~30%となった。検査等級は整粒不足で落等した。

2) 上川管内中央部

苗素質は平年並。活着も平年並みであったが、活着直

後からの低温により、初期生育は不良であった。6月下旬から低温となり、幼穂形成期は平年に比べ2~4日遅れ、草姿は短稈多けつ傾向となった。7月3半旬からの低温により出穂期は0~7日遅れ、不稔歩合は平年の約3倍の27~30%となった。8月5半旬より天候が回復し、また、稔実初数が少ないことにより登熟は進んだ。しかし、稔実初数の減少により収量は平年比87~88%となった。また、葉鞘褐変病の発生も多く、品質は形質不良で落等した。

3) 上川管内北部

育苗期の生育は順調で苗素質は良好。活着、初期分けつも良好であった。6月中~下旬は気温、日照時間も平年より少なく、幼穂形成期は3~4日遅れた。さらに、7月中旬~8月中旬まで低温・日照不足が続いたため出穂期は8~17日遅れ、同時に、不稔初や葉鞘褐変病、褐変穂が多発した。登熟期間中の気温は平年より高く経過したが、出穂、開花の遅れが大きく、防霜対策を行い登熟期間を確保したが回復せず、平年より14日以上遅れ成

表Ⅱ-9 各地区農業改良普及所の作況調査 (1993)

普及所	市町村	品種名	苗の種類	年次	幼穂形成期	止葉期	出穂			不稔歩合 %	㎡当り穂数 本	㎡当り初数 kg	a当り玄米重 比半	
							始期	期	揃					
富良野	中富良野	きらら397	中苗	本年	7.11	8.3	8.8	8.14	8.20	77.0	755	43.600	16.3	30
				平年	7.1	7.19	7.28	7.31	8.3	12.6	604	33.800	53.6	100
大雪	美瑛	きらら397	中苗	本年	7.9	7.23	8.11	8.14	8.18	50.1	679	37.700	11.8	22
				平年	7.5	7.16	7.31	8.2	8.4	14.5	699	36.200	53.2	100
旭川	鷹栖	きらら397	中苗	本年	7.9	7.25	8.4	8.9	8.14	30.0	786	41.500	58.6	88
				平年	7.5	7.20	8.4	8.9	8.15	7.9	719	37.500	66.6	100
上川中央	当麻	きらら397	中苗	本年	7.7	7.27	7.30	8.6	8.9	27.4	678	31.870	49.6	87
				平年	7.5	7.19	7.28	7.30	8.3	7.9	656	35.220	57.3	100
士別	士別	きらら397	中苗	本年	7.13	8.1	8.12	8.17	8.21	63.0	794	38.400	20.0	45
				平年	7.9	7.25	8.3	8.6	8.10	18.0	638	34.200	44.4	100
名寄	名寄	はくちょうもち	成苗	本年	7.5	7.24	-	8.9	-	15.8	574	28.700	37.7	30
				平年	7.2	7.19	-	8.1	-	11.7	640	29.180	42.2	100
上川北部	美深	はくちょうもち	成苗	本年	7.8	7.28	8.14	8.18	8.24	44.0	456	31.500	30.1	61
				平年	7.5	7.18	7.27	8.1	8.4	36.0	525	34.000	49.1	100
南留明	小平	きらら397	中苗	本年	7.10	-	8.6	8.10	8.16	31.2	611	32.625	41.9	74
				平年	7.8	-	8.1	8.5	8.7	12.3	623	35.115	56.9	100
中留明	羽幌	きらら397	中苗	本年	7.11	7.29	8.7	8.10	8.14	33.5	674	36.519	41.9	84
				平年	7.10	7.26	8.3	8.6	8.8	11.8	629	31.465	49.6	100
北留明	遠別	はくちょうもち	中苗	本年	7.5	7.21	8.1	8.6	8.11	34.0	588	35.809	30.2	67
				平年	7.3	7.19	7.30	8.3	8.6	7.0	521	30.739	45.0	100
十勝東部	池田	はくちょうもち	成苗	本年	7.13	8.10	8.20	8.23	8.29	95.4	464	27.683	0.1	0.3
				平年	7.7	7.29	8.4	8.8	8.14	35.0	465	29.900	36.9	100
十勝北部	音更	たんねもち	成苗	本年	7.11	8.7	8.18	8.23	8.28	86.7	411	35.615	2.7	8
				平年	7.4	7.22	7.29	8.4	8.13	33.0	457	37.408	32.5	100

熟期に達しないものが多かった。収量構成要素は平年並～やや多目であったが、不稔の多発、登熟歩合、千粒重の低下により、収量は平年比30～61%となった。品質は整粒不足および部分着色（紅変米）で落等した。

4) 留萌管内

融雪期は早かった。その後は低温・日照不足が続いた。しかし、育苗期後半は天候が一時的に回復し苗素質は平年並みで活着は順調であった。7月前半は低温であったが比較的日射量があり幼穂形成期の遅れは1～2日であった。7月下旬～8月下旬まで低温が続き、出穂期の遅れは3～5日に拡大し、穂揃いも不良となった。また、葉鞘褐変が多発し、不稔歩合も31～34%となった。このため、 m^2 当たり総粒数は確保できたものの不稔歩合が高く、登熟も緩慢で収量は平年比67～84%となった。品質は整粒不足で落等した。

5) 十勝管内

育苗期間は低温と日照不足で出芽揃いが悪く、苗質は平年よりやや劣った。移植後も低温と日照不足が続いたため活着が悪く分けつ開始は約10日遅れた。初期生育も遅れ、幼穂形成期は平年より6～7日遅れで茎数も不足だった。低温と日照不足は8月中旬まで続き、生育の遅れはさらに拡大し出穂期で平年より15～19日遅れとなった。

特に、7月下旬～8月上旬は極端な低温となり、不稔歩合は87～95%となった。葉鞘褐変、褐変穂も多発した。9月中旬以降はほぼ平年並みの気象に回復し登熟は進んだが、積算気温の不足のため成熟期には達しなかった。また、収量は m^2 当たり総粒数は少な目、不稔多発、登熟不良などで10a当たり1～27kgと極端に低く、平年比0.3～8%となった。

(佐々木一男)

3 道南地域

(1) 道南農試における気象経過と生育概況

1) 気象概況

4月：気温は全般に平年より低く、中旬は最低気温で下旬は最高気温でそれぞれ約2℃低かった。降水量は、上、中旬はわずかであったが、下旬は平年の約270%と多かった。日照時間は上、下旬にやや少なかった。

5月：気温は、上旬は平年よりやや低く、中、下旬はほぼ平年並であった。降水量、日照時間はともに平年並かやや少なかった。

6月：気温は、中旬はほぼ平年並であったが、上、下旬は平年より低く、最高気温で上旬は約3℃、下旬は2

℃それぞれ低かった。降水量は、上旬は平年の約250%、中旬は約350%と多く、下旬はわずかであった。日照時間は、上旬が平年の約20%と少なかった。

7月：気温は、上旬は平年より最高気温で約2℃高く、最低気温で2℃低かった。中、下旬は著しく低く、最高気温で中旬は約4℃、下旬は6℃平年より低かった。降水量は、上旬は無く、下旬は平年の約420%と多かった。日照時間は、上旬は平年の約220%と多かったが、中旬は平年の15%、下旬は45%と少なかった。

8月：気温は、7月から引き続き中旬まで著しく低く、最高気温で上旬は平年より約6℃、中旬は約3℃低かった。下旬はほぼ平年並であった。降水量は上、中旬にやや少なかった。日照時間は、中旬は平年の45%と少なく、下旬は170%と多かった。

9月：気温は、上旬は平年より約2℃低く、中、下旬はほぼ平年並であった。降水量、日照時間はともにほぼ平年並か、やや少なかった。

10月：気温は全般に低く、中旬は最低気温で平年より約2℃低かった。降水量は、中旬はごくわずかであった。

表Ⅱ-10 道南農試作況圃の生育及び収量調査成績 (成苗 1993)

調査形質	巴まさり		マツマエ	
	本年	平年	本年	平年
播種期(月・日)	4.15	4.19	4.15	4.19
移植期(月・日)	5.20	5.21	5.20	5.21
幼穂形成期(月・日)	7.25	7.15	7.22	7.12
出穂期(月・日)	8.27	8.10	8.26	8.7
穂揃日数(日)	5	3.4	5	3.8
成熟期(月・日)	-	10.4	-	9.27
登熟日数(日)	-	55	-	51
生育日数(日)	-	165	-	162
稈長(cm)	66.9	75.3	55.2	65.4
穂長(cm)	15.1	17.7	15.6	16.6
穂数(本/ m^2)	535	515	450	417
一穂粒数(粒)	54.5	60.7	50.6	67.8
粒数($\times 1000/m^2$)	291	312	228	283
不稔歩合(%)	95.8	8.0	96.9	10.4
登熟歩合(%)	2.5	73.1	4.2	72.8
葉重(kg/10a)	90.3	53.0	84.0	48.3
籾重(kg/10a)	1.7	60.9	1.2	60.1
玄米重(kg/10a)	0.6	44.3	0.9	46.9
玄米重比(%)	1	100	2	100
千粒重(g)	16.5	20.4	18.4	23.3
玄米等級	-	2中	-	2上

注) 前7か年中、昭和61年、平成3年を除く5か年の平均値が平年値。栽植密度は19.8株/ m^2 、篩目は1.85mm。

日照時間はほぼ平年並であった。本年の初霜は平年より3日早い10月16日。

以上、本年の農耕期間の気象は、7月上旬および8月下旬は日照時間が多く、最高気温が平年を上回ったものの全般に低温日照であり、特に7月中旬から8月上旬にかけて著しかった。降水量は旬毎の差が非常に大きい傾向ではあったが、期間を通してはほぼ平年並であった。5月から9月の積算では、平均気温は2,388℃で平年より215℃低く、日照時間は252時間(平年の70%)、降水量は45mm多い、平年並であった。

2) 生育概況

出芽は良好で、育苗期間はやや低温、日照ではあったが、苗質、苗揃いは比較的良好であった。移植時の苗素質は、成苗では平年並かやや良く、稚苗では平年よりやや劣った。

移植当日は低温であったが、その後数日気温が高めに推移したため、活着は良好であった。しかし、6月下旬

は低温、日照となり、初期生育はやや悪かった。その後生育は、6月中旬にやや回復したものの非常に緩慢であった。

7月上旬は日照時間、最高気温が平年を上回り、茎数は確保された。7月中旬以降8月中旬まで極めて著しい低温が続き、各生育期は大幅に遅れた。成苗では幼穂形成期が平年より10日、止葉期が18日遅れ、出穂期は8月下旬となった。8月下旬は天候が回復したため晩生種は一斉に出穂し、出穂期は平年に比べ成苗「巴まさり」が17日遅れの8月27日、同「マツマエ」が19日遅れの8月26日であった。

稈長は平年に比べ10cm程度低く、止葉葉数は幼穂形成期が遅れたことから平年よりやや多かった。稈長は平年に比べ約2cm短く、一穂粒数は平年の75~90%であった。このため、穂数が平年並かやや上回ったものの、㎡当り総粒数は成苗「巴まさり」で平年の93%、同「マツマエ」で81%と少なかった。また、稔実歩合は全て10%以下と

表II-11 道南農試作況圃における過去の成績 (1970~1993)

試験年次	出穂期(月.日)		成熟期(月.日)		不稔歩合(%)		玄米重(kg/10a)		平年比(%)	
	マツマエ	巴まさり	マツマエ	巴まさり	マツマエ	巴まさり	マツマエ	巴まさり	マツマエ	巴まさり
昭和45年	8. 9	8.12	9.28	10. 3	8	5	55.7	47.4	115	106
46	5	7	28	3	11	6	50.2	46.3	104	104
47	4	7	23	9.27	8	5	60.5	57.7	125	129
48	4	5	22	25	6	5	50.4	49.1	104	111
49	11	12	29	10. 1	3	3	53.2	52.4	110	117
50	10	13	26	9.29	6	5	54.6	48.2	113	108
51	8	11	10. 8	10. 9	9	7	55.1	50.1	114	112
52	7	9	9.28	9.30	12	6	61.5	50.3	127	113
53	7.27	7.30	11	25	7	5	58.9	45.6	121	102
54	8. 8	8.12	26	10. 2	17	12	58.0	48.6	120	109
55	9	12	28	3	59	63	24.9	20.7	51	46
56	11	15	10. 9	15	14	17	48.3	42.4	100	95
57	11	14	3	12	21	26	47.5	42.5	98	95
58	20	23	17	(10.24)	17	12	43.5	29.6	90	66
59	7.30	8. 1	9. 7	9. 9	7	10	54.1	64.1	112	143
60	8. 7	8. 8	21	23	5	3	48.3	46.2	100	103
61	17	18	10.10	10.14	6	3	57.4	56.8	118	127
62	2	5	9.26	10. 2	9	7	47.9	44.1	99	99
63	15	18	10.14	20	15	12	51.6	47.3	106	106
平成元年	12	13	6	10	9	9	50.3	42.1	104	94
2	7.29	7.31	9. 8	9.22	5	4	45.9	50.4	95	113
3	8. 2	8. 4	10	17	18	17	36.8	38.2	76	85
4	9	12	22	25	13	8	48.1	51.0	99	114
5	26	27	-	-	97	96	0.9	0.6	2	1
平均	8. 8	8.11	(9.27)	(10. 1)	16	14	48.5	44.7	(100)	(100)

注) 成苗

極めて低く、成熟期は判定不能となったが、成苗「巴まさり」は成熟期に達しなかった。千粒重は平年より4～5g小さかった。a当り玄米収量は1kg程度で、成苗「巴まさり」で平年の1%、同「マツマエ」で2%であった。

本年の主たる減収要因は、生育期全般に亘る低温、日照傾向により、生育期が大幅に遅れたこと、また、幼穂形成期から出穂期にあたる7月中旬から8月中旬にかけて長期間に亘り極度の低温が続いたために、不稔歩合が著しく高くなったことによる。

(2) 管内における気象と生育概況

1) 函館地区農業改良普及所(函館市米原)

育苗前半は低温、日照傾向であった。後半は気温が平年並かやや高かったが日照時間は少なめであった。生育は後半は順調であった。移植後の活着は順調であった。6月中旬と7月上旬以外は気温が低く、天候は不順であった。7月上旬に好天が続いたため幼穂形成期はほぼ平年並であった。

幼形期から低温、日照に経過したため生育は大幅に遅れとなった。8月下旬に一時気温が高くなったが、9月上旬再び低くなり、開花はほとんど見られずほぼ全体が不稔となり、成熟期の判断も困難であった。

2) 渡島南部地区農業改良普及所(知内町重内)

移植期から6月下旬まで低温、日照に経過したため、活着、初期生育ともに大幅に遅れた。7月上旬に天候の回復とともに一時生育は回復したが、中旬以降の日照により生育は極度に遅れ、不稔の激発となった。このため成熟期は判定不能であった。一部いもち病の発生が見られた。

3) 渡島中部地区農業改良普及所(七飯町大沼)

播種後の天候不良で出芽がやや遅れたが、その後の苗の生育は順調であった。移植期は平年並であったが、その後の低温日照により生育は緩慢となり、さらに6月中旬からの低温により初期生育は極めて不良となった。7月上旬は多照に経過したが、気温はやや低く、幼穂形成期は平年より5日遅れとなった。7月中旬から、再び低温日照となり、生育は平年に比べ8日遅れとなった。

その後も低温が続き、8月2日から7日の6日間は最低気温が12℃台となり、不稔の著しい発生となった。

また、出穂期も平年に比べ18日遅れの8月22日となった。登熟期間も前半は低温の日が多く、収量は、不稔発生などにより平年の5%以下となった。いもち病発生は平年より多かった。

4) 茅部地区農業改良普及所(森町濁川)

5月中、下旬は気温、日照とも平年並に経過したが以

降、6月上旬は極端な日照と低温、さらに7月から8月下旬にかけて異常低温と日照となった。9月以降は平年並に経過した。そのため、5月の生育は順調であったが、その後生育は遅れ、特に穂ばらみ期から出穂・開花期にかけての異常気象により甚大な障害を受けた。

5) 渡島北部地区農業改良普及所(八雲町東野)

4月下旬から5月上旬の低温で出芽の遅れや、一部に立枯れ病が発生した。苗質は平年並であった。移植後の低温で分けつ発生が大きく遅れ、以後も低温、日照が続く幼穂形成期は平年より7日、出穂期は18日遅れ、出穂しても開花は極めて不良で不稔歩合は100%に近かった。9月、10月と天候はやや回復したが、収量は皆無の状況であった。

6) 檜山南部地区農業改良普及所(江差町中綱)

播種期は平年並で、苗質は葉数、乾物重はやや少なめであった。移植後の天候は平年並かやや低めで、活着は平年並であったが、6月下旬のやませの影響により分けつ始めが遅れた。幼穂形成期までは3日程度の遅れであったが、その後の記録的な低温のため出穂期以降は16日以上遅れとなり、不稔歩合が極めて高く、収穫はほとんど見込めない状態となった。

7) 檜山北部地区農業改良普及所(今金町八束)

播種後低温が続き、出芽まで若干時間を要し、育苗前半は低温のため生育は緩慢であったが、後半の天候により平年並の苗素質が得られた。

移植後の活着は平年並であった。しかし、移植後からの低温、日照に加え、突風、大雨が初期生育に影響を与えた。その後も低温が続き分けつ発生が抑制された。7月に入り一時天候の回復を見たが、中旬後半より再び、低温日照となり生育遅延が解消されることはなかった。

冷害危険期から出穂、開花期に亘り極度の低温が続き、幼穂形成期は平年の7日遅れであったが、穂ばらみ期が長くなり、出穂期は15日の遅れとなり、穂揃いは不良であった。そのため、花粉形成の阻害、開花抑制(未開花)受精障害と継続し、近年にない不稔が激発した。収量調査は不可能であった。

(森村克美)

4 道東地域

(1) 北見農試における気象経過と生育概況

1) 気象概況

4月の最高気温は平年より3.7℃低く、最低気温は2.1℃低かった。降水量は平年比189%、日照時間は61%であった。

5月の最高気温は平年より2.0℃低く、最低気温は1.5℃低かった。降水量は平年比103%、日照時間は64%であった。

6月の最高気温は平年より3.8℃低く、最低気温は1.2℃低かった。降水量は平年比251%、日照時間は33%であった。

7月の最高気温は平年より1.0℃低く、最低気温は1.7℃低かった。降水量は平年比37%、日照時間は88%であった。

8月の最高気温は平年より1.7℃低く、最低気温は2.2℃低かった。降水量は平年比52%、日照時間は98%であった。

9月の最高気温は平年より0.9℃低く、最低気温は0.2℃低かった。降水量は平年比115%、日照時間は75%であった。

10月の最高気温は平年より0.4℃低く、最低気温は0.9℃低かった。降水量は平年比156%、日照時間は86%であった。

5～9月の平均気温の積算値は2,250℃で、平年より233℃(9%)低かった。降水量は367mmで、平年より26mm(7%)少なく、日照時間も703時間で平年より283時間(29%)少なかった。

2) 生育概況

播種は平年並の4月19日に行った。育苗期間中は低温・寡照に推移したが、出芽期は平年並の4月27日で移植時の苗素質もほぼ平年並であった。移植は平年並の5月25日に行った。移植時から不順な天候が続き、6月も第3半旬を除いて低温・寡照に推移した。このため苗の活着が悪く、さらに移植直後の強風により葉先が枯れ葉色も黄化し、生育の大幅な遅延とともに個体間の生育差が顕著となった。7月上旬の好天により生育はやや回復したものの、生育遅延および個体間の生育差は依然大きく、幼穂形成期は「上育393号」で平年比9日遅れ、「はくちょうもち」で平年比12日遅れとなった。7月中旬から8月中旬の低温・寡照により生育は再度停滞し、出穂期は「上育393号」で平年比20日遅れ、「はくちょうもち」で平年比21日遅れとなり遅延程度が増幅した。開花も葯の裂開や花粉の飛散が不十分で、高温の続いた8月第6半旬のみ正常な開花が観察された。登熟期間が8月下旬以降にずれ込んだため9月上・下旬の最高あるいは最低気温の低下により十分な登熟気温が得られず登熟は緩慢となり成熟期には達しなかった。また、10月12日の降霜により止葉の枯れ上がりが顕著であった。収量構成要素については「上育393号」および「はくちょうもち」で穂数が平年比それぞれ6および10%増、一穂初数が9お

表Ⅱ-12 北見農試作況圃の生育・収量調査(1993)

調査形質	上育393号		はくちょうもち	
	本年	平年	本年	平年
播種期(月・日)	4.19	4.19	4.19	4.19
移植期(月・日)	5.25	5.25	5.25	5.25
幼穂形成期(月・日)	7.12	7.3	7.15	7.3
出穂期(月・日)	8.23	8.3	8.25	8.4
穂揃日数(日)	9	7	9	6
成熟期(月・日)	未達	9.22	未達	9.20
稈長(cm)	56.2	61.8	49.9	56.7
穂長(cm)	15.8	17.2	14.1	15.3
穂数(本/m ²)	578	545	589	531
一穂初数(粒)	51.9	57.0	51.2	60.0
m ² 当り初数(×1000/m ²)	30.0	31.1	30.2	31.9
稔実歩合(%)	27.9	83.1	22.0	83.4
千粒重(g)	16.6	20.5	15.8	19.5
登熟歩合(%)	5.6	69.2	3.4	71.7
葉重(kg/10a)	990	733	1013	762
初重(kg/10a)	94	612	59	601
玄米重(kg/10a)	28	441	16	446
玄米重比(%)	6	100	4	100
玄米等級	規外	3上	規外	3上

- 注1) 育苗法：中苗箱マット、箱当り200cc播種。
- 2) 栽植密度：30.3cm×12cm、1株4本植え(27.5株/m²)
- 3) 平年値は「上育393号」は前6か年、「はくちょうもち」は前5か年の平均値。
- 4) 登熟歩合は玄米重と構成要素から求めた計算値。
- 5) 収量調査の網目は1.8mm。

および15%減、m²当り初数が4および5%減、千粒重が3.9および3.7g減となった。稔実歩合は冷害危険期に当たる7月下旬および8月上旬の甚だしい低温により「上育393号」が27.9%、「はくちょうもち」が22.0%と低かった。この結果、精玄米重は「上育393号」が28kg/10a、「はくちょうもち」が16kg/10aで平年比6および4%と極めて低かった。また玄米品質(検査等級)はほとんどが青未熟粒のため平年より著しく劣った。(表Ⅱ-12)

(2) 管内における気象と生育概況

1) 北見地区農業改良普及所(北見市、端野町、訓子府町)

播種期は平年並で出芽は良好であった。育苗期間中は低温・寡照に推移したが苗素質は平年並であった。移植前後の低温・寡照により移植期は平年比1日遅れ、苗の活着も悪く葉色も黄化し、初期生育が著しく停滞した。

7月上旬の好天で生育はやや回復したが、その後再び著しい低温・寡照となり幼穂形成期、出穂期ともに大幅

表Ⅱ-13 各地区農業改良普及所の作況調査(1993)

普及所	市町村	品種名	苗の種類	年次	幼穂形成期 月日	穂止葉期 月日	出穂			不稔歩合 %	㎡当り 穂数	㎡当り 籾数	a当り 玄米重	玄米重 比率
							始	期	揃					
北見	北見市	はくちょうもち	中苗	本年	7.15	8.8	8.17	8.21	8.26	85.9	600	33.800	3.3	7
				平年	7.7	7.28	8.3	8.7	8.12	13.5	600	32.800	45.8	100
斜網西部	美幌町	はくちょうもち	中苗	本年	7.15	8.5	8.17	8.21	8.26	89.7	644	34.700	4.6	10
				平年	7.9	7.25	8.4	8.9	8.14	18.4	583	33.900	45.9	100

に遅れた。冷害危険期に当たる7月下旬から8月上旬も厳しい低温となり、稔実歩合は「もち」が14.1%、「うるち」が22.4%であった。出穂期の大幅な遅延により登熟が進まず、成熟期に達しなかった。(表Ⅱ-13)

2) 斜網西部地区農業改良普及所(美幌町、女満別町)

播種期は平年並であったが、低温・寡照のため出芽に日数を要した。移植前後の低温・寡照により移植期は平年よりやや遅れ、分けつの発生も平年比6日遅れとなった。7月上旬の好天で生育はやや回復したが、その後再び著しい低温・寡照となり幼穂形成期は平年比6日遅れとなった。冷害危険期に当たる7月下旬から8月上旬も、15℃以下の低温持続時間が1日当り12~20時間という厳しい気象条件となり、「はくちょうもち」成苗の地域平均稔実歩合は12%であった。出穂期は平年比12日遅れで、9月も低温に推移したため成熟期に達しなかった。(表Ⅱ-13)

(相川宗嚴)

Ⅲ 地域別の被害実態と克服事例

1 道央地域

道央5支庁(石狩、空知、後志、胆振、日高管内)の水稲作付面積は109,530haで、全道の水稲作付面積の63.5%を占める。うるち米の品種構成は、「きらら397」45.8%、「ゆきひかり」44.7%、「空育125号」7.7%、その他1.8%と、「きらら397」と「ゆきひかり」で90%を越える作付けとなっている。

空知管内では「きらら397」の作付けが50%に近くあり、他管内では「ゆきひかり」の作付けが53~58%を占めている。これは、平成3年、4年の冷害で「ゆきひかり」の耐冷性が発揮され、成績が良かったことに起因している。

「空育125号」は早生としての特性を発揮出来ないことが続き、作付け面積は減少をつづけている。

道央地域は空知北部で平年並の収量を上げた農家から、日胆・後志の収穫皆無の農家までであるなど、地域差が大きかった。支庁間差も大きく、農林水産省統計調査事務所の作況では、空知47、石狩36、後志15、胆振8、日高13となった。

各地の農業改良普及所の作況調査においても、生育遅延と障害不稔の多発により大幅な減収となり、その原因のほとんどが気象で、混合型冷害としている。

(1) 被害実態

1) 出穂期と不稔歩合

9月15日現在各普及所で調査した道央各地域市町村における出穂期と不稔歩合を、品種別に表Ⅲ-1に示した。

空知管内の「ゆきひかり」の出穂期は北部が8月7~13日で深川市とその周辺で早く、中空知で8月10~13日、南空知では8月18日前後で、「きらら397」は約3日ほど遅かった。

石狩管内では「ゆきひかり」「きらら397」とともに8月17~20日で、南部で遅かった。

後志管内の「ゆきひかり」の出穂期は共和町、仁木町で8月13~14日と早かったが、羊蹄山麓、蘭越町では8月22~24日で、10日近い差となった。他管内と異なり「きらら397」は「ゆきひかり」より2~3日早かった。

胆振、日高では「ゆきひかり」の出穂期は8月19~25日で、海岸に近いところで遅かった。「きらら397」は1~3日遅かった。

表Ⅲ-1 1993年市町村別出穂期と不稔歩合 (9月15日現在各普及所調査)

支庁	市町村名	ゆきひかり		きらら397		加重平均不稔歩合
		出穂期	不稔歩合	出穂期	不稔歩合	
石狩	千歳市	8月20日	81.8%	8月20日	87.5%	83.2%
	虻田町	20	66.6	20	92.1	73.6
	江別市	18	72.0	20	90.0	78.9
	石狩市	18	55.7	19	78.7	61.6
	札幌市	18	55.3	18	70.0	58.6
	当別町	-	55.4	-	79.7	59.8
	新津町	18	51.0	18	69.2	59.5
	厚田町	17	48.9	18	74.1	61.1
	厚田町	19	59.9	19	70.6	64.9
	厚田町	16	36.5	17	43.1	39.8
空知	栗山町	18	69.0	20	85.9	75.7
	夕張市	18	70.1	21	85.7	77.0
	長沼町	-	87.7	-	91.6	89.5
	南幌町	(14)	72.6	(17)	86.2	77.7
	岩見沢市	(15)	61.1	(18)	75.8	65.0
	美唄市	10	54.7	17	68.9	61.3
	三笠市	14	35.0	13	41.6	39.7
	北川町	18	39.2	13	58.4	50.0
	月形町	10	56.5	21	83.1	67.2
	滝川町	12	48.4	13	64.0	56.3
	滝川町	11	53.4	15	61.1	57.3
	赤平市	11	21.1	13	31.6	25.4
	新十津川町	11	25.8	12	43.3	30.9
	浦臼町	13	32.5	11	45.9	35.4
	奈井江町	11	20.5	12	21.3	20.4
砂川市	18	20.4	16	41.7	34.3	
深川市	9	27.9	12	32.5	30.5	
妹背牛町	13	25.9	15	36.1	31.9	
滝川市	7	27.0	10	28.5	26.9	
滝川市	8	27.4	11	30.3	29.8	
滝川市	8	31.9	11	33.9	33.1	
滝川市	13	57.8	17	68.7	55.2	
滝川市	12	25.1	13	44.6	35.2	
滝川市	10	33.6	16	42.1	36.7	
滝川市	13	31.6	16	45.0	39.9	
後志	黒松町	22	87.4	18	91.9	98.1
	蘭越町	22	87.6	20	92.5	87.8
	二ツ井町	24	86.9	21	97.0	88.7
	共和町	13	70.0	14	84.9	76.5
	内木町	-	69.1	-	75.0	70.2
日高	仁木町	14	63.1	13	71.9	67.6
	余市町	11	57.2	-	45.4	45.4
	赤井川村	-	74.7	-	94.1	86.5
	日高町	19	86.8	20	88.6	86.9
	高取町	21	66.0	22	88.9	73.1
胆振	門別町	25	86.9	24	82.3	84.3
	静内町	22	97.4	23	95.7	95.2
	新冠町	21	84.1	22	85.1	79.1
	三浦町	23	73.6	23	85.6	76.2
	石河町	22	81.6	24	85.0	78.9
胆振	洞爺町	27	76.0	27	90.5	77.9
	浦臼町	24	97.9	26	99.1	88.1
	洞爺町	23	93.9	26	97.4	91.6
	洞爺町	23	92.5	22	93.4	89.1
	洞爺町	22	94.5	22	96.3	93.9
胆振	伊達町	22	80.6	25	93.3	83.2
	追分町	22	87.5	23	94.1	89.3
	厚田町	23	72.6	25	84.8	76.4
	厚田町	24	71.4	27	83.6	74.2
	厚田町	19	72.5	24	77.1	73.5

注) *品種作付面積による加重平均。()内は成苗

9月15日に全地域で調査した不稔歩合の結果は、出穂期の遅いほど高く、特に「きらら397」は遅くなるほど急激に不稔が増加し、出穂期が8月20日以降では80%以上となった(図Ⅲ-1)。

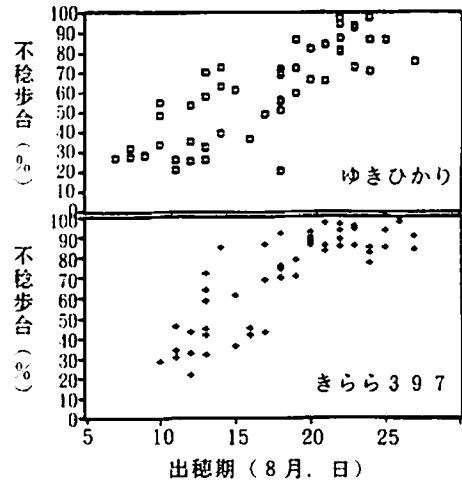
「ゆきひかり」の不稔歩合は、空知中北部の平坦地では20~30%程度と低く、その周辺部や標高の高い所は30~40%とやや高かった。

市町村別不稔歩合の分布図を図Ⅲ-2に示した。

空知南部、石狩管内では50~80%の不稔歩合で、出穂の遅い太平洋に近い地域で高かった。

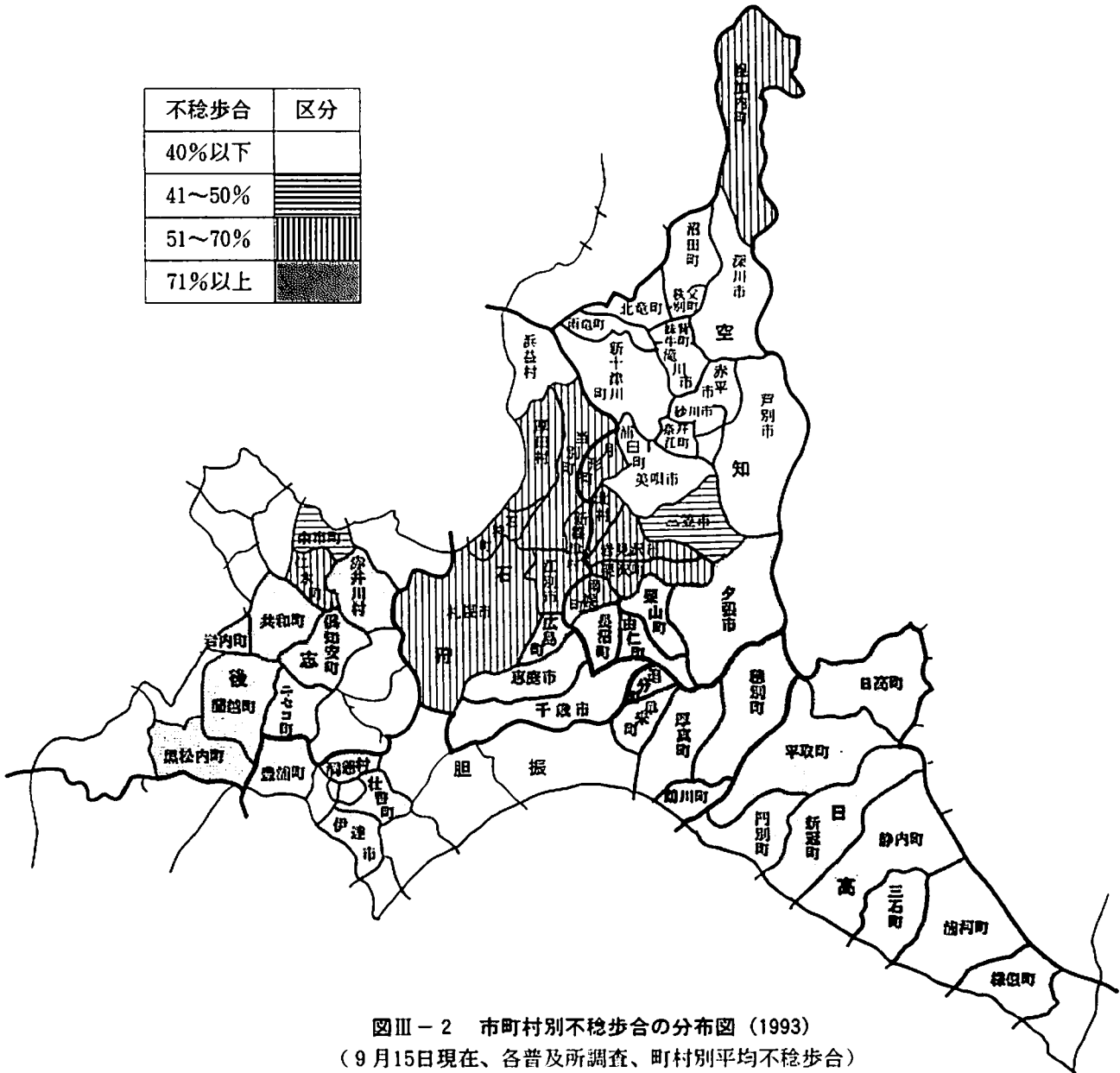
後志、胆振、日高管内では70~90%の不稔歩合で極めて高く、90%以上の市町村も4箇所あった。

「きらら397」は「ゆきひかり」に比べ、空知北部で差は少なかったものの、他地域では10~20%多く発生



図Ⅲ-1 出穂木と不稔歩合の関係(1993)
(9月15日現在、各普及所調査)

不稔歩合	区分
40%以下	(White)
41~50%	(Horizontal lines)
51~70%	(Vertical lines)
71%以上	(Dotted)



図Ⅲ-2 市町村別不稔歩合の分布図(1993)
(9月15日現在、各普及所調査、町村別平均不稔歩合)

の少ない地域であった。また美瑛市周辺は基幹防風林が多く残っており、不稔発生を少なくした。

冷害を克服した事例が多かったのは安定生産を目指して長年にわたって土壌条件の改善、安定栽培技術を蓄積してきた成果といえる。

克服事例調査から、克服農家が実施した営農技術をまとめると、

一、他地域より自然条件に恵まれてはいるが、さらに安定化を目指して生育促進のため早期播種と早期移植、健苗育成、適正な栽植密度、土壌条件にあった施肥量の設定を行っていることである。

二、それらの技術を、稲の生育に結びつけることを可能とする融雪促進、溝切りなどの表面排水対策、稲ワラの秋鋤込みや搬出等を実施し、水田土壌の乾燥化を図って乾土効果を十分出し、その上で土壌改良資材を連年施用してきていることである。

三、水管理技術では、早朝灌漑、日中止め水による水温上昇による初期生育促進、前歴期間は10cm以上、冷害危険期間は15cmあるいは20cm以上の深水管理を実施するとともに、深水が可能な畦畔の補修等を行い深水管理を維持できたこと、生育の遅れを防ぐため中干しを実施しなかったことである。

四、これらの栽培管理を総合的に組み合わせることによって冷害を克服している。

克服出来なかった例の中で、十分な対策をとってはきたが、かんじんな技術を実施しなかったり、実施出来なかったために被害を大きくした例があり、一つ一つの技術対策の重要性を感じさせた。

ii 試験成績および実態調査

(i) 苗の種類別

品種や施肥法により傾向は異なるが、苗の種類による不稔発生の差は小さかった。平年収量からの減収率では成苗が低く、全体として成苗の効果がでているが、減収率の最も高いのも成苗で最も低いのも成苗であり、総穂数が多くなる条件下では成苗でも不稔が多くなる例があった(空知東部 表Ⅲ-2)。

表Ⅲ-2 育苗型式と減収率調査(空知東部 1993)

育苗型式	対象戸数	平均減収率	最大減収率	最小減収率
中苗マット	69戸	39.4%	63.8%	19.2%
箱ポット	7	39.4	56.2	23.4
型枠苗	81	35.3	71.5	15.6
成苗ポット	156	29.1	73.2	1.8

減収率=平年の基準反収を基準
江部乙地区313戸

空育139号では、稚苗移植でも他の苗と変わらない収量であったが、中苗に比べ出穂期、成熟期が3日ほど遅れ不稔やや多く、初ワラ比が小さいことから、登熟不良要因が内在していた(空知西部)。

(ii) 移植時期

移植時期が遅くなるほど出穂は遅れる傾向であったが、不稔の発生には大きな差異はなかった(空知北部 表Ⅲ-3)。

表Ⅲ-3 移植時期と生育収量(空知北部 1993)

移植期 (月/日)	ゆきひかり				きらら397			
	出穂期 (月.日)	m ² 当 穂数 (×100)	不稔 歩合 (%)	収量 (kg/10a)	出穂期 (月.日)	m ² 当 穂数 (×100)	不稔 歩合 (%)	収量 (kg/10a)
5/10	7.27	446	25.2	550	8.1	370	22.3	591
5/15	8.1	373	20.5	578	8.5	343	24.8	644
5/20	2	446	18.9	505	8.7	341	17.1	569
5/25	5	305	22.0	531	8.9	306	15.6	544
5/30	4	298	18.1	507	8.9	363	17.2	591

(深川市試験地)

早期移植から5月25日までの範囲では大きな差異は見られないが、それ以降の移植では不稔発生多く、出穂期が遅れ登熟が遅れたことによって減収した(各普及所)。

(iii) 施肥量

6月の低温で土壌中の窒素が遅くまで残っていた。このため追肥の必要はないとの指導が徹底し、追肥をした例はごく少なかった。

施肥試験の結果、基肥窒素量の増加に伴いm²当たり穂数は増加するが、不稔歩合も増加し、登熟日数が多くなり、登熟歩合の低下により収量は頭打ちとなった。また、葉鞘褐変病、褐変穂は窒素が多いほど多く発生した(空知西部 表Ⅲ-4)。

表Ⅲ-4 窒素用量と生育収量
(きらら397 空知西部 1993)

基肥 窒素量 (kg/10a)	m ² 当 穂数 (本)	m ² 当 穂数 (×100)	不稔 歩合 (%)	登熟 歩合 (%)	出穂期 (月.日)	収量 (kg/10a)	葉鞘 褐変 (発病指数)	褐変 穂
0	570	278	18.4	60.0	8.8	340	0.7	0.8
4	825	401	18.1	50.7	10	405	1.0	1.0
6	877	437	27.8	48.3	10	455	1.0	1.0
6+2	951	496	27.6	41.7	11	455	1.6	1.4
8	810	437	29.1	46.4	11	440	1.5	1.2
10	835	422	27.3	51.8	11	442	1.6	1.4

(新十津川町)

地域の実態調査で、多肥栽培圃場では生育が遅れ、穂数増、穂数増により不稔が多くなり減収した例が多い。

窒素容量試験の結果では、過去の例を考慮しても6kgでも十分であった(空知東部 表Ⅲ-5)。

表Ⅲ-5 窒素用量と土壤中窒素及び出穂期・収量
(きらら397 空知東部 1993)

基肥窒素量 (kg/10a)	土壌窒素の推移(mg/100g)			出穂期 (月・日)	収量 (kg/10a)
	5月29日	6月12日	7月1日		
6	6.75	7.51	7.24	8.10	467
8	7.32	9.39	7.15	10	420
10	8.06	7.87	7.87	11	423

成苗ポット(滝川市、江部乙町)

地域の施肥量の実態は、8kg未満が16.8%、8~10kgが61.7%、10~12kgが17.7%、12kg以上が3.7%で、平成3年の施肥量から比べると0.5kg多くなっていた(空知北部 表Ⅲ-6)。

表Ⅲ-6 農家における10a当り窒素施肥量の実態
(空知北部、906戸 1993)

窒素量	7kg未満	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12kg以上	参 考		
							1993年平均 (kg)	1991年平均 (kg)	
比率	3.2	13.6	30.2	31.5	6.8	10.9	3.3	9.4	8.9

(iv) 水管理

農家実態調査では、幼穂形成期からの深水管理を実施した農家での不稔発生が少なく、収量も多かったとする結果が多く、前歴期間、冷害危険期間の深水管理の効果が強く認識された。

危険期の深水管理実施率は90%あるが、15cm以上の深水実施率は60%であった(空知北部)。

20cm程度の深水管理の方が15cm程度の深水管理に比べ不稔多く、収量もやや劣った調査結果もあり、畦畔漏水などが多く十分な効果を上げられなかったものと思われた(雨竜西部 表Ⅲ-7)。

表Ⅲ-7 深水管理と不稔発生との関係 (1993)

水管理	水深	不稔歩合	収量
深水管理	19.5cm	48.7%	298kg/10a
浅水管理	13.0	30.2	336

実態調査(雨竜西部)(24戸)

(v) 湛水直播・乳苗移植

湛水直播栽培は、生育が大幅に遅れ「きたいぶき」でも出穂期が8月17日となり成熟期も10月となったが、苗立ち数が確保出来たところでは登熟良く、移植に近い収

量が確保できた(空知東部、雨竜西部)。

乳苗移植は同一品種の中苗に比べて出穂期が一週間遅れたが、一般田の「きらら397」並みであった。収量は直播並みかやや良かった(空知東部)。

「きらら397」の乳苗は中苗に比べ出穂期で10日遅れ、不稔歩合も10%以上多かったが収量は特に劣ることはなかった(空知北部)。

(vi) 圃場の乾湿による差

乾燥不良な圃場では初期生育不良で、後期に分げつが出て2段穂多く、構成要素不足と不稔多く減収した(空知北部 表Ⅲ-8)。

表Ⅲ-8 耕起前のほ場の乾湿と生育収量
(空知北部 1993)

ほ場の乾湿	成熟期 (月日)	穂数 (本/株)	収量 (kg/10a)	不稔歩合 (%)	2段穂率 (%)
やや乾燥	10.4	29.4	460	29.0	-
湿潤	10.10	24.6	408	40.0	16.1

(深川市 灰色低地土水田)

(vii) その他

緊急不稔調査を実施するに当たって、簡易調査法として1株の中から、地際から穂先までの長さが最も長い穂(上位の穂、大部分が親穂に相当)2穂、短い穂(下位の穂)から2穂(極端に小さな穂を除く)、その中間の穂(中位の穂)から2穂、の合計6穂で、2株調査とした。

簡易不稔調査結果(2株)と調査株の総粒不稔調査結果を、3品種22点について比較したところ、10%以上の違いは1点、5~10%の違いは3点あったが、全平均の差は1.9%であった。本年のような年でも、全体を把握するための手法としては十分利用可能である(空知西部 表Ⅲ-9)。

表Ⅲ-9 簡易調査と総粒調査の不稔歩合の比較
(空知西部 1993)

品種・苗	総粒	簡易	品種・苗	総粒	簡易
空育125号成苗	67.4%	68.2%	きらら397中苗	67.4%	68.2%
"	53.6	48.8	"	53.6	48.8
ゆきひかり中苗	76.4	74.6	"	76.4	74.6
"	73.0	74.0	"	73.0	74.0
"	51.7	50.2	"	51.7	50.2
"	52.0	54.1	"	52.0	54.1
" 成苗	60.9	58.8	" 成苗	60.9	58.8
"	60.4	67.4	"	60.4	67.4
"	65.8	64.2	"	65.8	64.2
"	62.5	68.2	"	62.5	68.2
"	70.9	75.1	"	70.9	75.1
平均不稔歩合		53.6	平均不稔歩合		55.5

2) 岩見沢以南の空知南部・石狩地域

岩見沢から南の南空知・石狩地方は、太平洋からの偏東風が吹き抜け、排水不良田の多いこともあり、大きな被害となった。太平洋岸に近い方ほど被害が大きく、日本海側ほど被害が軽い傾向であった。

i 克服事例

こうした厳しい気象条件下で、克服事例の農家に共通しているのは、

一、経営規模の大小を問わず、稲ワラ処理（秋鋤込みや搬出）と心土破碎による透水性改善によって、水田土壌の乾燥化に力を入れていることである。

二、乾土効果が期待出来ることから、施肥窒素量も適正量とするかやや減肥し、ケイカルなど土壌改良資材を連年施用している例がほとんどである。

三、健苗を育成し、適期内早期移植に努め、栽植密度も適正な密度としている。

四、水管理では初期生育促進の止水管理、前歴期間の10cm以上の深水、冷害危険期間は15～20cmの深水管理を実施したところがほとんどである。併せて深水管理ができるように畦の補修を実施している。

五、この地域の特徴として偏東風の影響を防ぐための防風林があること、防風効果を上げるため防風網を併せて設置している例が多い。水田2.3haの周囲が防風林で囲まれたところで、平年並みの高い収量をあげた事例もあった（表Ⅲ-10）。

表Ⅲ-10 水田の周囲が防風林で囲まれた時の効果
(空知中央 1993)

移植日 (月日)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	玄米重 (kg/10a)
5.19	8.4	10.3	473	17.4	550

全面積2.3ha、「ゆきひかり」1.5haを調査。全量1等。(月形町)

ii 試験成績および実態調査

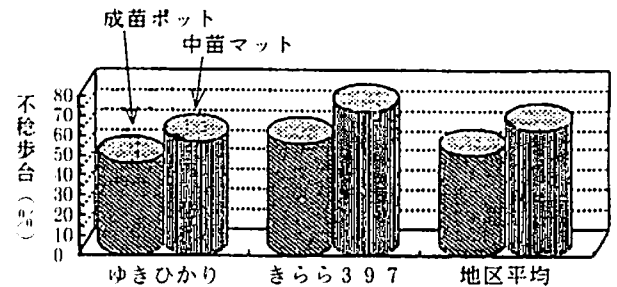
(i) 苗の種類別

成苗は初期生育が早く、出穂期で3～4日中苗より早かった。成苗の方が不稔発生少ない例が多かったが、差

表Ⅲ-11 苗の種類と出穂及び不稔歩合
(空知中央 1993)

品種・苗	栗沢町		岩見沢市	
	出穂期	不稔歩合	出穂期	不稔歩合
ゆきひかり中苗	8月20日	50.1%	8月16日	32.9%
成苗	19	30.4	13	29.6
きらら397中苗	25	93.9	22	47.2
成苗	22	27.7	18	50.0

のない地区もあった（空知中央 表Ⅲ-11）。成苗は穂数が適正値であった例が多く、稔実穂数多く収量は勝った（石狩中部 図Ⅲ-4）。中苗の老化苗（38日苗）は初期生育悪く、不稔発生多く収量も劣った（石狩南部）。



図Ⅲ-4 育苗様式別不稔発生（石狩中部）
(1993、戸調査)

(ii) 移植時期

空知南西部普及所の実態調査では、5月18日移植の早植では、中苗箱マットでも地区平均を上回る収量であった。5月30日移植の遅植でも220kgの収量で、極端な低収にならなかった例もあったが、登熟が遅れて品質は悪かった。

(iii) 栽植密度

空知中央普及所の実態調査では、中苗の栽植密度は㎡当たり24株を中心に密植側、疎植側に均一なバラツキがみられ、22株以下が20%ほどあり、少ない例では17株というのもあった。成苗では20株を中心として20株以下の疎植が50%あり最低は17株であった（図Ⅲ-5）。

栽植密度試験からは、疎植ほど出穂のバラツキが大きくて不稔多く、登熟歩合が低下した。26株で最高収量となり、27.5株では穂数少なく穂数不足となり、不稔少なく登熟歩合は高かったが低収となった。

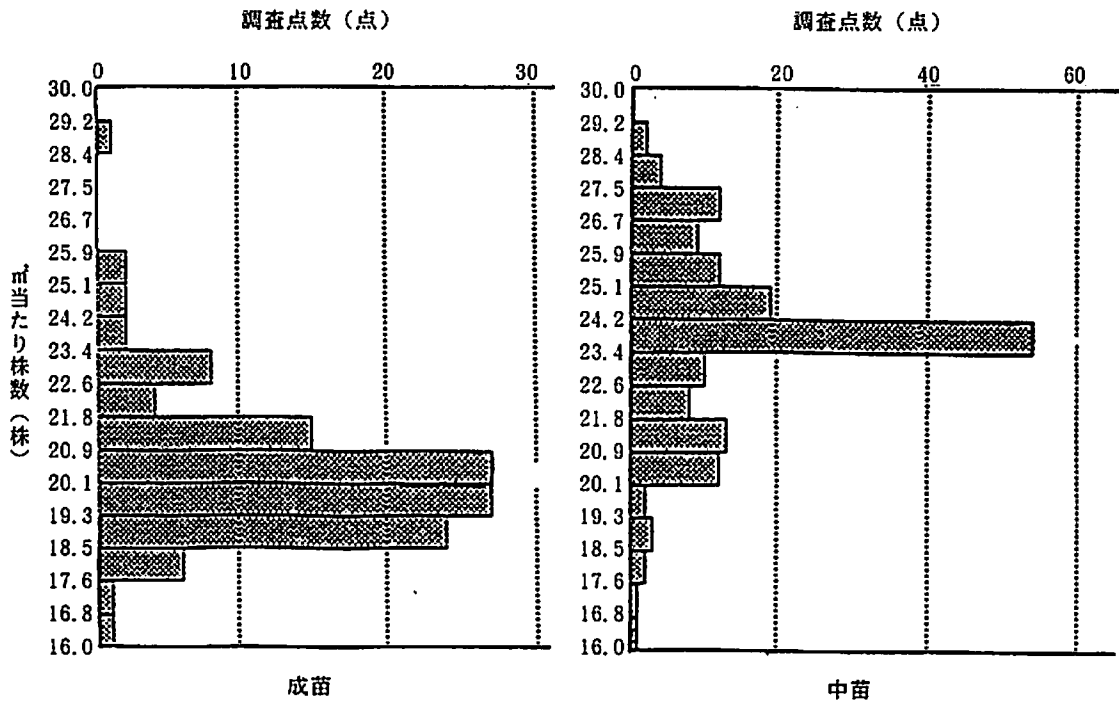
空知南西部普及所の実態調査では、成苗の適正栽植密度に達しているのは32%で、年々増加傾向にあるが、20株以下の疎植も32%あった。農協青年部の試験では、20株と22.3株の収量差は16%疎植を上回り、栽植密度の効果がでた（表Ⅲ-12）。

表Ⅲ-12 栽植密度と収量（空知南西部 1993）

栽植密度	収量	籾米重	千粒重
20.0株	214kg/10a	26kg/10a	19.7g
22.3	248	25	19.8

注) 農協青年部現地試験
秋から搬出

石狩南部普及所の調査では、基準値に近い栽植密度を保ったところが良く、石狩中部普及所の調査でははっきりしなかった。



図Ⅲ-5 成苗と中苗の栽植密度の実態 (空知中央)

注：成苗120点 平均20.4株/㎡ ±1.8株/㎡
 中苗164点 平均23.8株/㎡ ±2.3株/㎡

表Ⅲ-13 窒素施肥量と生育収量 (空知南東部 1993)

窒素施肥量 (kg/10a)	㎡当初数 (×100)	不稔歩合 (%)	収 量 (kg/10a)
N-8.0	413	74.4	119
N-9.6	631	81.0	88

中苗マツト、きらら397
 (由仁町洪積土水田)

窒素施肥量 (kg/10a)	㎡当初数 (×100)	不稔歩合 (%)	収 量 (kg/10a)
N-8.4	261	40.3	278
N-10.8	310	50.5	155

(由仁町沖積土水田)

(iv) 施肥量

多肥栽培では初数多くなり、不稔歩合は10%ほど多く、千粒重も軽くなり大きく減収した例が多い(空知南東部)。特に、標肥や多肥栽培で追肥を行ったところは大幅に減収した(空知中央 表Ⅲ-13)。

石狩町の砂壌土地帯では、生育後半の窒素切れを前に追肥を実施するのが慣行となっている。本年は、例年同様に追肥したところは不稔歩合が7%ほど多くなり収量もやや少なかった(石狩中部)。

(v) 防風施設

防風林、防風網の風下は生育が早まり、出穂期、成熟期ともに4~5日早かった。初数が多くても不稔発生少なく、収量は極めて高かった。防風林、防風網に近いほど良かったが、20m風下でも効果があった。

防風林、防風網の効果はその高さの20~30倍はあるとされてきたが、本年の効果は高さの5~6倍程度で、そ

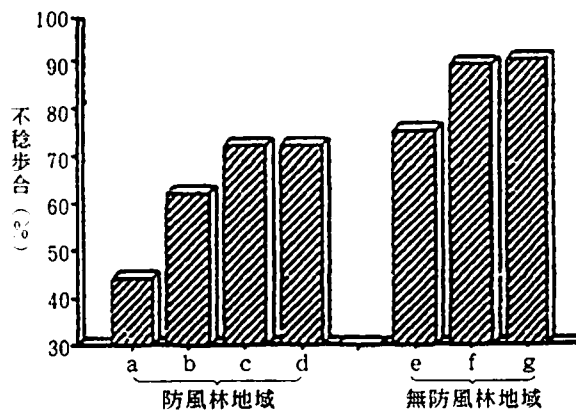
表Ⅲ-14 防風網の効果 (空知南東部 1993)

区 別	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	収 量 (kg/10a)	千粒重 (g)	不稔歩合 (%)	
防風網 からの 距離	3.5m下	8.16	10.11	286	21.3	48.9
	13.5	8.18	10.12	149	21.2	59.2
	20.0	8.19	10.13	136	20.2	74.3
無 防 風	8.19	10.13	97	20.2	83.3	

高さ2m、きらら397 (由仁町)

れだけ厳しい気象条件であった(空知南東部 表Ⅲ-14、空知南西部)。

地区全体の不稔調査結果から、防風林の風下500m以内の不稔歩合の平均は63%で、防風林の影響のほとんどの地区の不稔歩合平均の85%を大きく上回り、基幹防風林の効果はかなり大きかった(石狩南部 図Ⅲ-6)。



図Ⅲ-6 防風林効果の実態調査（石狩南部、1993）

注1) a、b……g：農家7戸調査（恵庭市）。

2) 防風林地帯：防風林からの距離は0～500m。

(vi) 水管理

幼穂形成期からの水深を12cmと24cm程度とした管理により、「きらら397」では不稔歩合で30%以上、収量で130kgの差となった。また、幼穂形成期から10cm程度の水管理だけしたところと、危険期前から23cm程度の深水管理をしたところでは、「空育125号」で不稔歩合で14%、収量で80kgの差となり、品質も良かった（空知南東部 表Ⅲ-15）。

表Ⅲ-15 深水管理と不稔との関係（1993）

水管理	水深 (cm)	m ² 当初数 (×100)	不稔歩合 (%)	収量 (kg/10a)
深水管理	24	324	32.9	243
浅水管理	12	304	64.4	112

実態調査（空知南東部）（梁山町1農家）

最も水が必要な時期に、灌漑水の塩分濃度が高くなり、給水停止したため深水灌漑が出来なかった。来年度への対策はできた（石狩北部）。

灌漑水の水温は、千歳川頭首工（支笏湖より揚水）の水温、西長沼揚水機場の水温とも、平年より1～2度低く、7月中旬以降は2～3度低かった（空知南西部）。

3) 日高・胆振・後志地域

この地域は、いくら十分な対策技術をもってしても、低温被害を防ぐことはできなかった地域であった。

日高地方は、気象条件は他の地区より悪いくらいであったが、不稔の発生量は同じかやや少なかった。窒素肥料を減らし、大出来させない稲づくりの徹底、止水による水温上昇、深水管理の徹底などを図った「スリーA運動」の成果が、発揮されたものと思われる。

i 克服事例

少しでも冷害を克服出来た農家は、

- 一、稲ワラ対策として秋鋤込みか搬出を行って堆肥を入れていること。
- 二、心土破碎を実施しているの例が半数あり、ケイカル、ヨウリンなど土壌改良資材を連年施用している例がほとんどである。施肥量は適窒素量または減肥がほとんどで、表層施肥、側条施肥を実施している例もある。
- 三、健苗育成を心がけている。
- 四、水管理は田移しや止め水管理として水温上昇に努め、中には独自に温水ため池を作って水温上昇に努めている例もある。また、前歴期間は10cm以上、危険期間は15～20cmの深水管理を実施するとともに畦の補修も実施したことが少しでも不稔発生を少なくしている。畦が高く、深水管理が十分できた農家では、倍ぐらい収量を上げている例がある。
- 五、灌漑水温を温度計で測定し、水温が16℃以下の低い時は灌漑を中止するなど、きめ細かな水管理を実施して成果をあげた農家もある。
- 六、偏東風地帯では防風林、防風網の利用も克服事例としてあがってきている。防風林、防風網の効果は極めて高いので、太平洋から吹き込む風をおさえる防風林造成を、地域をあげて考える必要がある。

ii 試験成績および実態調査

(i) 苗の種類別

成苗は生育遅れが少ない分不稔少ない傾向であったが、強い低温に遭遇したところでは差なかった。

稚苗の多い発足地区は、出穂の遅れが大きく「きらら397」の収量は60kgに達しない農家が多かった。中苗の多い前田地区は、120kgを越える農家が多かった（共和駐在）。

「空育139号」の稚苗移植は、中苗に比べ不稔歩合少なかったが、出穂の遅れで登熟不良となり未熟米多く減収した（日高東部）。

(ii) 移植時期

早植えは生育早まり少ないながら収量を確保できた。遅植えは不稔発生がやや少ないが未熟米が多かった（日高東部）。

一般に遅植えは生育の遅れが大きく、出穂が遅れ不稔多くなった（各普及所）。

(iii) 栽植密度

密植により出穂が早く、不稔歩合低く良かった例が多い。疎植はm²当たり初数確保ができず減収した例（北後志 表Ⅲ-16、日高東部）と、後発分けつが多く初数過多で不稔発生多く減収した例（南羊蹄）がある。

実態調査で25株以上の栽植密度の実施率は6.3%であった(日高東部)。

表Ⅲ-16 栽植密度(空育139号、北後志 1993)

中苗マット			成苗ポット		
栽培密度 (株)	m ² 当穂数 (本)	収量 (kg/10a)	栽培密度 (株)	m ² 当穂数 (本)	収量 (kg/10a)
24.2	673	34	21.2	523	178
27.3	774	76	27.3	687	254

栽植密度 = m²当たり株(仁木町)

(iv) 施肥量

全地域で多肥により生育の遅れ、不稔の多発、収量減が見られ、追肥をしたところでは収穫皆無の例もあった。側条施肥の効果は判然としなかった例と効果が見られた例(日高中部)があった。

地区全体では一時多くなった窒素施肥量が減少してきている(日高東部)。

(v) 防風施設

防風網の効果は高く、防風網に近いほど大きな効果であった。防風網の効果及ぶ範囲は風下30m(高さの15倍)くらいが限界であった(東胆振 表Ⅲ-17)。

防風林、防風網などの設置はないが、風当たりのない地区での不稔発生は少ない傾向であった(後志管内)。

表Ⅲ-17 防風網の効果(東胆振 1993)

区別	出穂期 (月日)	m ² 当り穂数 (×100)	収量 (kg/10a)	不稔歩合 (%)	
防風網 からの 距離	5m下	8.20	370	257	47.6
15	8.20	403	231	61.9	
30	8.21	454	153	77.0	
防風網の風上	8.21	365	92	81.7	
無防風	8.23	349	131	80.6	

高さ2m、ゆきひかり(鶴川町)

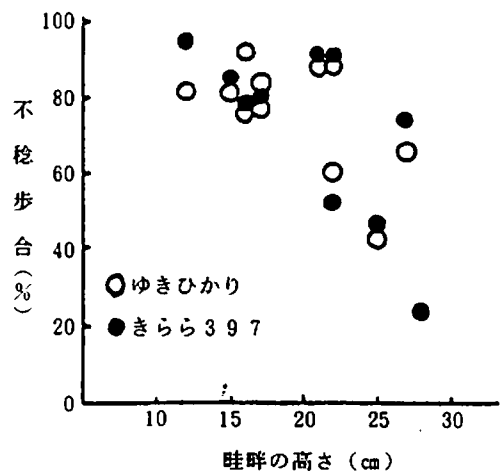
(vi) 水管理

畦が低く深水管理が十分出来ない水田が多い地域であるが、深水管理を実施出来たところでは効果が高かった(図Ⅲ-7)。前歴期間10cm、危険期間23cmの深水管理では20%、17cmでは34%、12cmでは88%の不稔歩合であった(日高東部)。

全期間6cmの水管理しか出来なかったところでは100%不稔となったが、20cmの深水管理を実施したところでは2.8%の稔実があった(南後志)。

共和試験地では最大10cmの深水管理しかできなかったが「ゆきひかり」で200kgの収量があり、隣接農家の60kgを大幅に上回った(共和駐在)。

日照不足の中で畦畔の質が悪く、深水が掛け流しに近

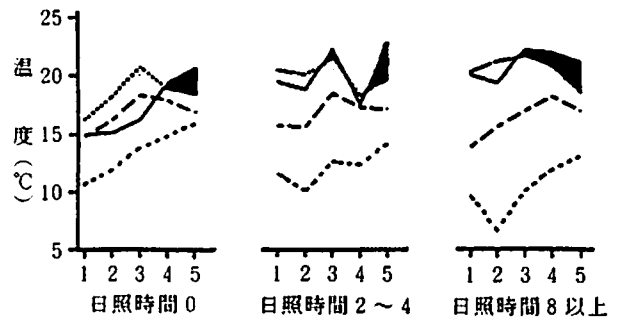


図Ⅲ-7 畦畔の高さと不稔歩合の関係(日高東部、1993)

い水管理となり効果でなかった(中後志)。

危険期間が長かったため危険期の終わりより長く深水にした水田の不稔が少なかった(南羊蹄)。

稲の生育が大きくなるにつれ最高水温は最高気温より低くなる日が多かった。最低水温は最低気温より高く、日照がある場合さらに高くなった(南後志蘭越駐在 図Ⅲ-8)。



図Ⅲ-8 日照時間と気温、水温の関係(1993)

注1) 1.活符期 2.分けつ期 3.幼穂形成期 4.冷害危険期 5.出穂期

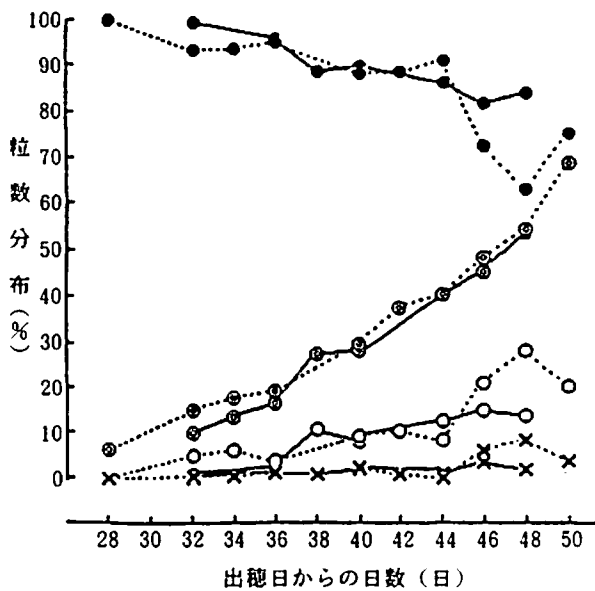
2) : 最高水温
 - - - - : 最低水温
 ——— : 最高気温
 - · - · : 最低気温
 ■ : 最高気温より最高水温が低い
 蘭越町農協目名観測所観測

3) 各生育期の中で日照時間数によって、調査日を分類して、水温、気温の平均値を図示した。

(vii) その他

不稔歩合が67.6%と86.3%のサンプルについて登熟状況を調査したところ、出穂期後の登熟程度について不稔歩合による差はみられなかった(中後志 図Ⅲ-9)。

不稔多発した稲の成熟期の判断とするため、青米率を調査し20%以下となった日を成熟期とした。日平均青米



図Ⅲ-9 空育139号の登熟状況調査 (中後志、1993)

注) ①— A黄化率
 ○— A良質粒
 ×— A被害粒
 ●— A未熟死
 ②..... B黄化率
 ○..... B良質粒
 ×..... B被害粒
 ●..... B未熟死
 A稔歩歩合 32.4% 出穂日 8/15
 B稔歩歩合 13.7% 出穂日 8/19
 フルイは1.8mm使用 300~600粒調査

減少率は、空育139号=6.5%、空育125号=5.75%、ゆきひかり=4.87%、きらら397=5.27%で、早生で減少率が大きく、出穂の早さが影響した(共和駐在)。

(3) 今後の対策と課題

盛夏期間気温低く、日照時間が少なかった石狩南部、空知南部、日高、胆振、後志管内では、冷害対策技術を最大限発揮しても本年の冷害を克服することは不可能であった。他の地域では、十分な冷害対策技術をもってすれば、かなり克服出来たことが事例から判断できる。

克服事例や実態調査などから今後の対策と課題をまとめてみると、

- ① 水田を乾かすため、融雪促進・溝切り・心土破碎などの表面排水対策やワラ処理(秋鋤込み、搬出)により、透水性改善の徹底。中・長期的には明・暗渠の再整備、再客土。
- ② 早期播種、早期移植、健苗育成による初期生育促進と基数の早期確保。
- ③ 土壌改良資材の連年施用と乾田化による利用率の向上対策。

- ④ 地域別・土壌別適正窒素施肥量の徹底。側条施肥、表層施肥の実施による初期生育促進と後出来防止。
- ⑤ 無理な生育をさせないための適正栽植密度、栽植本数の確保。
- ⑥ 偏東風対策としての防風林の計画的造成と防風網の設置。
- ⑦ 初期生育促進のための水管理。灌漑水温上昇策。
- ⑧ 土壌窒素診断にもとづく水田管理対策の実施(追肥の要否、中干しの要否)。
- ⑨ 幼穂形成期以降冷害危険期終了までの深水管理の徹底と深水管理できる畦高の確保と漏水防止策。水量確保のための用水確保策。

があげられる。

これらの技術対策を有効に組み合わせて実施することによって、冷害の克服が図られる。

(山崎信弘)

2 道北地域(上川・留萌管内)

道北地域の水稲作付面積は48,288ha(上川:41,904ha、留萌:6,384ha)で、主要品種は「きらら397」48%、「ゆきひかり」22%、「はくちょうもち」など糯品種14%、その他16%である。

道北地域の不稔歩合は上川中央部と留萌では20~40%と比較的少なかった。しかし、上川北部と南部の不稔歩合は50~90%に達した。

作況指数は上川は50、留萌は62で、道内では比較的被害は軽かった。

(1) 被害実態

1) 出穂期と不稔歩合の実態

各普及所の1993年(平5)9月15日現在の緊急調査結果は表Ⅲ-18に示した。上川管内の出穂期は中央部が8月7日で最も早く、次いで山間(美瑛)8月11日、上川北部(士別)8月17日、上川南部(富良野)では8月15日となり、その差は10日前後もあった。留萌中央部(苫前・小平)の出穂期は8月9日で、留萌の北部(初山別)では5日、南部(留萌・増毛)では2日遅かった。

「きらら397」の不稔率は上川中央部で37~42%、上川北部では54~70%、上川南部では48~81%に達した。留萌管内では29~48%に止まった。

「はくちょうもち」の不稔歩合は39~64%で、上川北部(士別)、上川中央部山間でやや高かった。

以上をまとめて、出穂期と不稔歩合の関係をみると、不稔歩合は出穂期の遅いほど高かった(図Ⅲ-10)。

表Ⅲ-18 道北地域(上川・留萌管内)の出穂期と不稔歩合(1993)

項目	きらら397											
	中留萌*			南留萌			上川北部		上川中央部		上川南部	
	初山別**	羽幌	苫前	小平	留萌	増毛	風連	士別	当麻	旭川	美瑛	富良野
出穂期(月日)	8.14	8.11	8.9	8.9	8.11	8.11	8.13	8.17	8.7	8.7	8.11	8.15
不稔歩合(%)	29.3	35.0	30.7	30.7	34.1	47.7	54.3	69.5	41.7	37.4	47.5	80.9

項目	はくちょうもち				
	北留萌		上川北部		上川中央部山間
	遠別	美深	名寄	士別	上川
出穂期(月日)	8.6	8.16	8.11	8.15	8.11
不稔歩合(%)	41.2	38.7	40.2	63.8	61.0

注) 1993年(平5)9月15日現在、各普及所緊急調査による地区別の平均値
*: 普及所、**: 市町村。

2) 地域差を拡大した生育特徴

異常低温と生育期節の関係は図Ⅲ-11に示した。

1993年(平5)の道北地域の稲の生育特徴は大きく2つのパターンに分かれた。

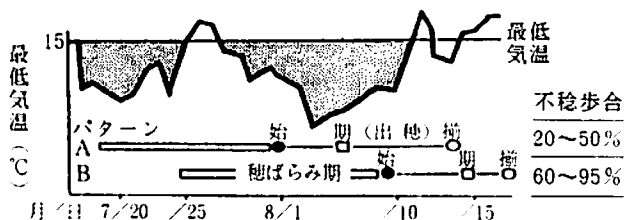
パターンA(上川中央部・留萌中央部)の稲では、6・7月の気象による生育遅延は平年より5日程度の遅れで、穂ばらみ期は7月下旬で、出穂期は8月上旬であった。従って、穂ばらみ期の始めと終わりに低温に遭遇したが、最低気温は高かった。

8月上旬の出穂期は平均気温低下による開花遅延と一部開花不授精を招いたものの不稔率は20~50%程度であった。

パターンB(上川北部・同南部)の稲では、6・7月の日照不足と低温により生育は著しく遅れた。この結果、穂ばらみ期は7月5半旬から8月2半旬まで続き、出穂期は8月3・4半旬となった。

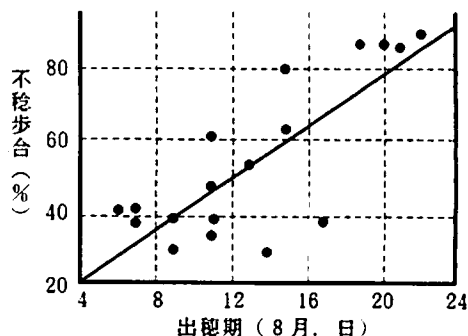
従って、穂ばらみ期の始めから終わりまで長期に渡って低温に遭遇し、花粉の退化と発育不全を招き著しい不稔発生となり、不稔歩合は60~90%以上に達した。

また、このパターンの稲は成熟期に達しない稲も多



図Ⅲ-11 異常低温と生育期節の関係

注) 気温:
A:
B:



図Ⅲ-10 出穂期と不稔歩合の関係

注) 1993年(平5)9月15日現在の普及所調査より
上川・留萌管内

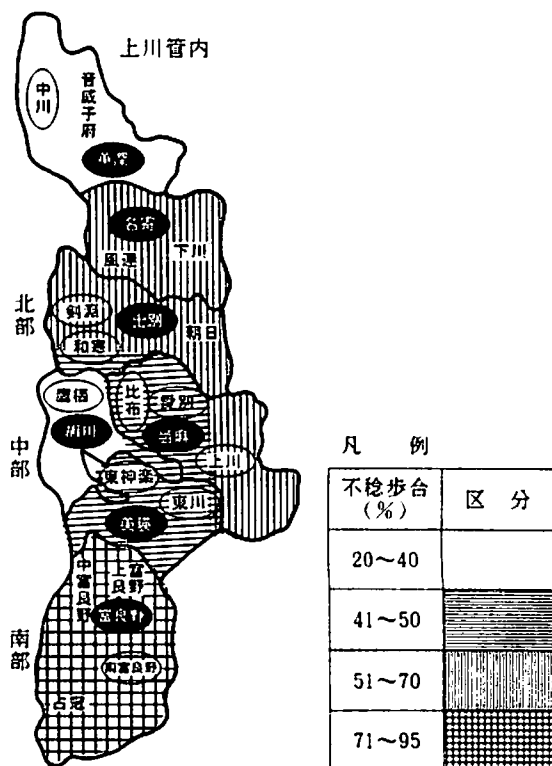
かった。

以上のことから、地域別の被害差を拡大した気象要因は6・7月から影響し、8月に決定的となった。

このことは、成苗や早植、側条施肥など、地域における栽培技術の重要性を示唆しているとも言えた。

3) 不稔の地理的分布

不稔の地理的分布は図Ⅲ-12に示した。



図Ⅲ-12 道北地域の不稔の地理的分布

表Ⅲ-19 地域別・品種別の不稔歩合 (1993)

地 域	品 種 名				
	きらら397	ゆきひかり	空育125号	空育139号	はくちょうもち
上川中央部	%				
東川	45.2	44.6	-	32.5	-
東神楽	48.8	43.0	-	47.4	-
上川北部					
士別	61.3	-	54.1	38.0	41.9
剣淵	59.8	-	58.0	-	41.0
上川南部					
中富良野	77.0	65.6	64.2	63.0	-
山部	88.0	76.2	85.7	-	-

注) 1993年(平5) 作況調査および水稲奨励品種決定試験データより

表Ⅲ-20 きらら397の苗の種類別・地域別の生育収量の実態 (1993)

地 域	平成5年						平年					
	収量(kg/10a)		不稔歩合(%)		出穂期(月日)		収量(kg/10a)		不稔歩合(%)		出穂期(月日)	
	成苗	中苗	成苗	中苗	成苗	中苗	成苗	中苗	成苗	中苗	成苗	中苗
上川北部	291	200	47.3	61.0	8.11	8.19	473	444	18.0	15.6	8.6	8.2
上川南部	195	163	67.8	77.0	8.10	8.14	536	540	12.6	10.9	7.31	7.27
上川中央部	586		30.0		8.9		666		7.9		8.9	

注) 1993年(平5) 各普及所作況調査より

不稔の地理的分布は今まで述べてきたように、出穂期の遅れと不稔の関係で示すことが出来る。

また、大雪普及所東川地域の標高と不稔の関係では、不稔率は170m程度では25%前後であったが、190~200mでは40%前後、270m以上では55%を越えたと報告されている。

以上のことから、不稔の地理的分布は、上川中央部・留萌で20~40%程度、上川中央部山際・留萌北・南部で41~50%、上川中央部山間、上川北部で51~70%、上川南部は71~95%以上で示すことが出来た。

4) 品種差

地域別・品種別の不稔歩合は表Ⅲ-19に示した。

1993年(平5)の「きらら397」の作付率は作付基準よりも上川中央部で19~26%、上川北部では5~23%多かった。

「きらら397」の不稔率は「ゆきひかり」よりも上川中央部では0.6から5.8%、上川北部で1.8~7.2%(空育125号比較)、南部では12.0%前後高かった。また、「空育139号」と比較すると、「きらら397」の不稔率は上川中央部(東川)で12.7%、上川北部(士別)では23.3%、上川南部(中富良野)では14.0%高かった。加えて、上川北部(士別)の「きらら397」の不稔率は「はくちょうもち」よりも19.4%高かった。

以上のことから、上川中央部の「きらら397」の被害は予想したよりも少なかった。しかし、上川北部と南

部では「ゆきひかり」「空育139号」「はくちょうもち」よりも明らかに被害は大きかった。

従って、気象条件の厳しい地域においては、「きらら397」の過剰作付を早急に改善しなければならないと考えられた。

5) 苗質差

苗質差は表Ⅲ-20に示した。

「きらら397」中苗の収量は上川中央部より上川北部で386kg/10a、上川南部では423kg/10aも低かった。しかし、成苗では上川北部で291kg/10a、上川南部で195kg/10aと、それぞれ中苗よりも91~36kg/10aも高かった。また、移植時期が早くても(5月20~25日)、上川中央部の稚苗は中苗よりも100kg/10a前後減収したと報告されている(旭川普及所調べ)。

以上のことから、上川中央部における稚苗の減少、上川北部と南部においては成苗の積極的な導入が望まれる。

6) 土壌改良資材・生わらの施用状況

土壌改良剤の施用量は表Ⅲ-21に示した。

表Ⅲ-21 土壌改良資材の施用状況

支 庁	土地改良資材(kg/10a)		
	平成5年	昨年	差
上 川	29.0	29.0	0.0
留 萌	29.1	24.9	+4.2

注) 1993年(平5) ホクレン調べ

道北地域の土壌改良剤の施肥量は29kg/10a(基準120kg前後)で、極めて少なかった。前年よりも明らかに増加している市町村は、旭川市、鷹栖町など7ヶ町村に過ぎなかった。

土壌改良資材の施用不足は葉鞘褐変病の多発や登熟不良を招く要因になったと推察された。

また、生わらの春鋤込み率は年々増加している(上川:平成元年・53.0%、3年・55.4%)。

このことは初期生育不良や後期窒素発現による耐冷性の劣化を助長した要因になったと考えられた。

以上のことから、土壌改良資材の基準量施用や生わらの除去、透水性改善など、土づくりの重点的推進が重要であると考えられた。

7) 窒素施肥

上川管内1992年(平4)の窒素量は8.8kg/10a、留萌は7.8kg/10aであった。1993年(平5)に前年並の施肥量にした農家はそれぞれ74~77%、減肥した農家はそれぞれ24~20%で、増肥した農家は極めて少なかった(上川・留萌管内水稲部会報告)。

1993年(平5)7月12日現在の土壌中無機態窒素は5mgで(上川・留萌90点平均値)、平年の2倍以上多かった。このため、ほとんどの水田で分追肥を中止した。しかし、泥炭・グライ土・復元田などでは止葉の窒素含有率が高く、不稔も多かった。

以上のことから、後期窒素発現量の多い泥炭土やグライ土及び復元田の基肥窒素は減肥するか、側条施肥を行い、後期窒素の吸収を抑制することが重要であると思われる。

8) 前歴・穂ばらみの深水管理

ア 深水管理重要性の実証と浅水の被害

過去、生産現場では複合的要素が強く、深水効果を正しく判定できる実証データは少なかった。しかし、今回調査した優良事例のなかでは深水による克服事例が39%を占めた。

また、深水管理単独アンケート調査結果では、深水効果があつたとする生産者は上川北部で63%、上川中央部では67%に達した(77戸抽出調査)。

表Ⅲ-22 水深と不稔歩合(1993)

農家	水深		葉耳間長 ±0の日	不稔歩合	10a収量
	7月23日	7月29日			
	cm	cm	月日	%	kg
A	14	15	7.19	66.9	76
B	7	5	7.21	94.6	20

注) 1993年(平5)大雪普及所調べ(美瑛町)

加えて、深水によって30%前後稔実を高めた大雪普及所の例もある(表Ⅲ-22)。このことから、1993年(平5)は深水管理の重要性和浅水の被害が現地で実証された。

イ 深水管理の実態と問題点

上川・留萌管内における深水管理の実態と問題点を1992年(平4)(上川専技室100戸)と1993年(平5)(各普及所77戸)について調査した。

㊦ 前歴期間の深水と理解度

前歴期間の実施率は90%以上であった(表Ⅲ-23)。

1992年(平4)調査では平均深水は11.7cm、1993年(平5)調査では12.4cmでほぼ同様な傾向にあった。

前歴期間を知らないと答えた農家では1988年(昭63)では52%、1992年(平4)では24%程度いた。

㊧ 穂ばらみ期間深水の実施率

穂ばらみ期間の深水実施率は、約70%以上であった。

深水は1992年(平4)調査では14cm、1993年(平5)調査では大雪15.5cm、土別17.7cm、旭川の優良事例調査では18cmに達したと報告され、前年よりも明らかに深くなっていた。

しかし、16cm以上の深水管理をした農家は40%程度であり、目標深水の17~20cmに対して十分ではなかった(表Ⅲ-23)。

㊨ 水深測定板の利用

1990年(平2)と1993年(平5)に上川・留萌地区米麦改良協会は、全農家に水深測定板と水管理パンフレットを配布した。

1992年(平4)調査では、パンフレットを読んでいる農家は77%に達した。しかし、水深測定板を1筆に使用している農家は50%、全筆に使用している農家は7%にすぎなかった。

1993年(平5)調査でも、水深測定板を1筆もしくは全筆に使用している農家は土別で50%、旭川53%、大雪で46%と前年と同様な傾向で、既に述べた深水実施率の低さを裏づけている。

㊩ 葉耳間長の確認

穂ばらみ期の深水管理は葉耳間長に合わせて実施しなければ効果が上がらない。特に、1993年(平5)は地域・品種によって、穂ばらみ期が長期化し冷害危険期の終わりは出穂始頃まで続いた。

1992年(平4)の調査では葉耳間長を的確に確認している農家は20%を切っていた。

1993年(平5)も葉耳間長を確認して深水をした農家は上川で22%、留萌では23%であった(表Ⅲ-23)。

これは1993年(平5)穂ばらみ期深水管理の大きな問題点であった。

表Ⅲ-23 農家における深水管理の実態 (1993)

支庁	前 歴		穂ばらみ期			水管理実施状況			
	前歴実施率 %	深水実施率 %	16cm以上 %	葉耳確認 実施率 %	葉耳未確認 %	深水に出来なかった理由			
						用水附則 %	畦畔低 %	漏水 %	労力意欲 %
上川	91.9	72.1	39.7	21.6	18.1	22.9	29.0	26.0	22.1
留萌	95.0	80.0	40.0	23.3	16.7	16.7	43.3	26.7	13.3
網走	91.7	66.7	16.7	9.0	7.7	3.3	56.7	6.7	33.3
平均	92.8	72.9	32.1	18.0	14.2	14.3	43.0	19.8	22.9

注1) 1993年(平5)上川専技室調べ

2) 各普及所水稲主査からの聴取調査(のべ157戸)

表Ⅲ-24 畦畔の高さと水漏れの状況 (1993)

要 因	大 雪	土 別
畦畔高さ (cm)	37.7	32.7
水漏れ (%)	57.0	31.6

注) 大雪・土別両普及所調べ

大雪: 14点

土別: 33点

㊦ 深水に出来なかった理由

表Ⅲ-23に示したように、穂ばらみ期の水深を16cm以上に出来なかった理由としては、用水不足17~23%、畦畔の低さ29~43%、漏水26~27%、意欲・労力不足13~22%などであった。

特に上川では畦畔の高さは十分にあって、水漏れを指摘する地域が多かった(表Ⅲ-24)。

以上のことから、上川・留萌管内では1984年(昭59)以来豊作が続く(但し、1992年(平4)は作況指数89%の冷害)、1993年(平5)のように著しい冷害被害を受けたことはなかった。従って、深水管理に対する指導は徹底(水深測定板など)してきたが、農家の前歴期間に対する理解度と水深、穂ばらみ期の観察と深水などは不確実になっていた。

これらの深水に出来ない実態が冷害の被害を助長したと考えられた。

(2) 被害克服事例

1) 調査方法

調査戸数は旭川普及所優良事例30戸(10a以下は97%)、上川・留萌全域14戸である。

2) 出穂状況

上川管内の平均出穂期が8月7日~15日、留萌が8月11日~14日に比べて、克服事例の出穂期はいずれも早く、8月5日までに収穫した農家は50%、8月6日~10日までに収穫した農家も50%であり、全て8月10日以前に収穫していた。

3) 収量水準と1等米出荷率

最高収量は「きらら397」の545kg/10aで、「ゆきひかり」は540kg/10a、平均収量は「きらら397」よりも「ゆきひかり」の方が5kg/10a程度多かった。

克服事例の平均収量は町村平均収量よりも、「きらら397」で128kg/10a、「ゆきひかり」で133kg/10a、「はくちょうもち」では123kg/10a高かった(表Ⅲ-25)。

克服事例の1等米出荷率は86%に達し、地域平均よりも著しく高かった。

表Ⅲ-25 克服事例の収量実態

品 種	克服事例			上川・留萌管内 町村平均
	平均	最大	最小	
	kg/10a			
きらら397	464	540	288	331
ゆきひかり	459	545	390	331
はくちょうもち	354			231

注) 市町村平均収量は共済調査平均

・旭川地区 30戸

・上川・留萌管内 14戸(除く旭川)

4) 土づくり

透水改良は上川・留萌全体では溝切りが33%で最も多かった。心土破碎は20~25%で次いで多かった。

従って、透水性についてはすべての克服事例で良からやや良であった。

生わら処理は春鋤込みが約半数を占めた。旭川でも春鋤込み(53%)>秋鋤込み(27%)>焼却(13%)>収量(7%)の順で、生わら処理は克服事例でも労力不足などの面から堆肥化への困難性がうかがわれた。

土壌改良剤の施用量は克服事例平均で71kg、旭川の平均は102kgで、上川・留萌平均施用量29kgより著しく多かった。

5) 施肥方法

全層全量施肥は58%、側条施肥は42%であった。全層施肥では分追肥をしなかった戸数は80%以上であったが、側条施肥では40%であった(表Ⅲ-26)。

窒素量は前年と同じか少ない農家が90%以上を占めた。

表Ⅲ-26 施肥方法と追肥の実施状況(1993)

施肥法	率	追肥2回	追肥1回	無追肥
	%	%	%	%
全層全量	58	0.0	14.3	85.7
全層+側条	42	40.0	20.0	40.0

注) 上川・留萌管内克服事例調査。表Ⅲ-25を参照。

6) 育苗様式と移植時期

成苗は66%、中苗は44%であり、特に成苗ポット苗は50%で最も多かった。

移植時期は5月20日まで25%、25日までは67%、26日以降はわずかに8%であった。

特に、旭川30戸の移植始は19日、終わりは22日と極めて早かった。

7) 水管理

① 水深

幼穂形成期までは5.7cm、前歴期間は11.3cmで水深はやや深い傾向にあった。

穂ばらみ期の平均水深は約17.5cm、最少水深は15cm、最大水深は20cmで、ほぼ的確な深水管理が励行されていた。

② 水深及び水温の測定

旭川普及所調査によると、水深測定板の使用率は一般農家の50%に対し、克服事例では63%でやや高い傾向を示した。

しかし、水温の測定は3%で、極めて少なかった。今後は水深とともに、用水路および水田の水温を測定することが重要であると考えられた。

③ 幼穂形成期と冷害危険期の確認方法

旭川普及所調査によると、克服事例の幼穂形成期の確認は30%、葉耳間長の確認は33%で、一般農家に比べ高い傾向にあった。今後、幼穂形成期・葉耳間長の確認率は70%以上に向上しなければならないと考えられた。

④ 穂ばらみ期の水管理方法

旭川普及所調査によると、穂ばらみ期の入水は毎日が39%、入水時間は5時間から10時間が82%、入水量は不足と答えた農家が50%を占めた。

また、入水時間は晩と昼・夜で52%となっており、これらの調査結果から克服事例でも、水不足や畦畔からの漏水が多いと推察された。

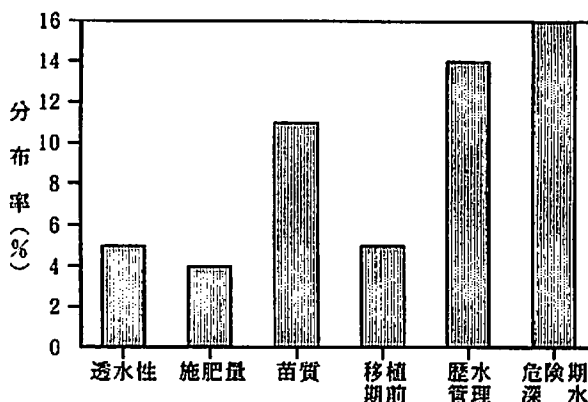
⑤ 冷害を克服したと思われる栽培技術
(冷害克服農家の考えている技術)

上川・留萌全体では水管理が良かったと答えた人が最も多かった。

次いで、苗質>移植期=透水性>施肥量の順であった(図Ⅲ-13)。

以上のことから冷害克服農家は基本技術を完全に実施しないまでも、バランスよく組合わせていた。

従って、冷害を機会に農家個々の基本技術を点検し、改善すべき点を重点的に指導すべきであると考えられた。



図Ⅲ-13 冷害を克服したと思われる栽培技術
(上川・留萌、戸調査)

(3) 今後の対策と課題

今まで述べてきた地域別被害及び栽培技術の実態と冷害克服事例から次のように要約できる。

1) 栽培技術上の問題点

① 守られなかった適正な品種構成

ア 「きらら397」の作付率は、基準よりも上川中央部で25%程度、北部では15%前後多かった。

作付基準が厳守されている地域は、上川南部と留萌管内であった。

イ 「きらら397」の不稔率は、上川中央部では「ゆきひかり」との差は小さかった。

しかし、穂ばらみ期の気温の低下した上川北部と南部の不稔率は「空育139号」などより14~23%程度低く、気象条件の厳しい地域では品種間耐冷性の差は大きかった。

② 実践されない土づくり

ア 土壌改良資材の施用量は依然として少なく、葉鞘褐変病の多発や登熟不良を招く要因になったと考えられた。ただし、克服事例の施用量は基準に近かった。

イ 生わらの春施用は年々増加していた。透水不良とあ

いまって、初期生育不良や後期窒素発現による耐冷性の劣化を招いた水田も多かったと思われる。

克服事例の生わら施用率も高かった。しかし、水田の透水性が良く、生わらの弊害は極めて少なかった。

③ 土壤に適した窒素減肥不足・施肥法不良

ア 7月12日現在の土壤中無機態窒素量は5mgで(上川・留萌90点平均値)で、平年の2倍以上残っていた。このため、全水田で分追肥を中止したが、泥炭・グライ土、復元田などでは不稔率の高い水田も多かった。これらの水田では基肥窒素を減肥するか、表層施肥、側条施肥が必要であると考えられた。

イ 克服事例は側条施肥が42%と高かった。

④ 基本技術のアンバランス

ア 移植時期は年々早まっているが、まだ基準移植日より4～5日遅かった。

イ 移植時期が早期化しても、稚・中苗や多窒素では十分な成果は上がっていなかった。

ウ 克服事例の移植期は基準に最も近く、成苗率も67%と高かった。

⑤ 不確実な深水管理

ア 前歴期間の水深は基準よりもやや深く、危険期ではやや浅かった。水深測定板(1990・93年上川・留萌全戸配布)の利用は一般農家で50%、克服事例でも63%程度であった。水温の測定は極めて少なかった。

イ 前歴・危険期を葉時間長で正しく観測している農家は一般で20%前後、克服事例でも30%程度で予想していたよりも少なかった。

ウ 克服事例の穂ばらみ期水深は16cm以上がほとんどであった。しかし、一般農家では16cm以上にした農家は20%程度であった。

16cm以上に出来なかった理由として、畦畔の低さ・水漏れで55～70%、用水不足17～23%、労力・意欲不足では13～22%であり、畦畔に係る問題点が最も多かった。

2) 今後の対策

① 1品種過剰作付の解消

ア 「空育139号」の地帯別適正作付と安定確収技術の普及が急務である。

イ 「きらら397」の苗質・移植期・施肥法などによる作季分散が必要である。

② 重点的土づくり運動の推進

ア 土壤改良資材の基準量施用や連用の必要性を強く啓蒙すべきである。加えて、土壤改良資材による融雪促進を広く普及していく必要がある。

イ 「溝切り」も合わせて推進し、表面水の早期排除による乾土効果を高めなければならない。

ウ 透水性改善によって、労力不足などにより搬出されていない生わらの弊害を少しでも軽減することが大切である。

③ 基本技術の点検と総合組立

ア 冷害を機会に、農家個々の移植期・苗質・施肥方法などの基本技術を点検し、改善すべき点を重点的に指導する。

イ 冷害克服優良事例を広く普及する。

④ 深水管理の環境整備と水管理基本技術の再指導

ア 畦畔の低さや水漏れは地域ごとに実態を調査し、具体的な対策を推進する(畦塗機の導入やビニール張りなど)。

イ 用水路の水温は地域によって異なるので用水路や水田水温の測定、水深測定板を利用したきめ細かな水管理を指導する。

ウ 前歴・穂ばらみ期葉耳間長観察の励行と適正な水管理基本技術を再指導する。

⑤ 冷害に強い農業の育成

ア 複合経営の育成や水田単作経営の基盤整備などを推進する必要がある。

イ 成苗や側条施肥の導入、畦塗機の地域における効率的な利用など、ハード面で、関係機関の積極的な支援が重要である。

ウ 地域によっては用水路水量の確保や水温上昇など、地域として長期的に改善しなければならない問題点を整理し長期計画を樹立しなければならない。

(長谷川栄一)

3 道南地域(渡島、檜山支庁管内)

従来から渡島半島部は道内でも気象条件に比較的恵まれ、安定した稲作地帯とされる。しかし、1993年の冷害の影響は極めて深刻で、渡島管内と檜山北部の多数の市町村で米の出荷が不可能な状態となった(表Ⅲ-27)。被害は極一部の例外を除き、地域、品種、栽培法を問わず、広く厳しいものとなった。

水稲の作付け面積は渡島管内で4,530ha、檜山管内で6,240haの合計10,770haである。主要作付け市町村は今金町1,960ha、北檜山町1,780ha、厚沢部町1,020ha、大野町1,110ha等である。品種の作付け実態は「ゆきひかり」46%、「きらら397」25%、「ほのか224」19%で全体の90%を占める。他に「巴まさり」が南部地域を中心に作付けされている。

表Ⅲ-27 平成5年道南各市町村別の米出荷状況

市町名	1等 (%)	2等 (%)	3等 (%)	規格外 (%)	限度数比	限度数量 (俵)
松前町						398
長万部町						22
知内町						47,708
木古内町						26,109
上磯町						27,582
大野町						70,812
七飯町						55,334
森町						18,778
八雲町						18,229
函館市						7,436
渡島合計	0	0	0	0	0	272,408
江差町		74.2		25.8	2.3	45,636
上ノ国町		100.0			0.2	21,238
厚沢部町		44.8		55.2	2.9	63,238
乙部町		100.0			1.1	8,757
熊石町		76.0	11.0	13.0	10.2	1,511
大成町				100.0		498
奥尻町		100.0			2.7	3,241
瀬棚町						6,815
北檜山町						116,390
今金町						129,300
桧山合計	0	59.5	0.5	40.0	0.8	396,624
道南合計	0	59.5	0.5	40.0	0.5	669,032

注) 12月末現在ホクレン調べ

(1) 被害実態

地域別の稔実発生の状況は図Ⅲ-14で道南地域の市町村別の「ゆきひかり」の稔実調査結果を示した。太平洋側での不稔激発が観察されたが、わずかであるが日本海側には太平洋側より稔実歩合が高い町があった。特に大成町、熊石町、乙部町では20~40%で周辺の町より高い稔実歩合となった。この3町の共通点は次の3点であった。

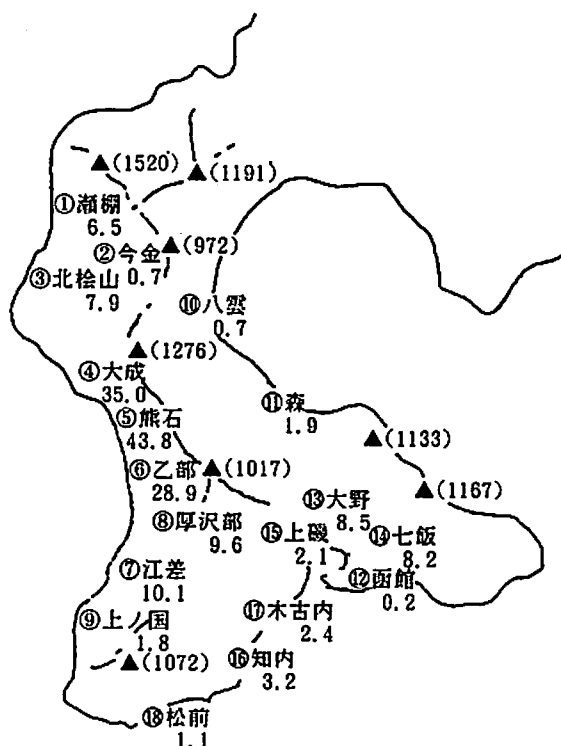
ア 後背山地が海岸付近まで迫り、かつ、標高が高い

イ 水田は南西に開けた小沢にまとまっている

ウ 水田の土壤条件が沖積砂壤土で透排水性に優れる

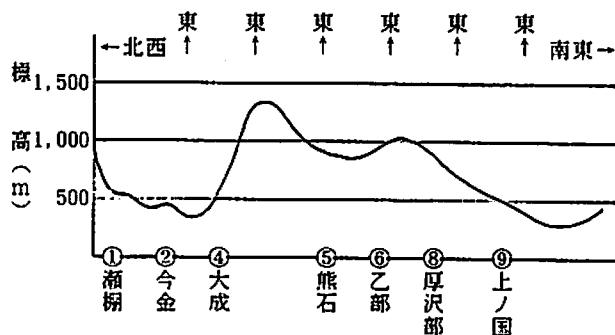
不稔発生を軽減した主要因は図Ⅲ-15が示すように、アの地形因子によるものと考えられ、水田の東側に標高1,000mを超える高い山塊の存在と、南東方向から侵入する「やませ」に対し小沢が直角に位置することが、「やませ」の影響を軽減したものと考えられた。(以下、太平洋側からの日照不足をとまった冷風を「やませ」と称することにする)。

これに対し、今金町や北檜山町では後背山地の脊梁部



図Ⅲ-14 渡島半島の各市町村の位置関係と水稻の稔実歩合 (%)

注) ▲は山、()は山の標高(m)
「ゆきひかり」の9月15日現在の稔実歩合



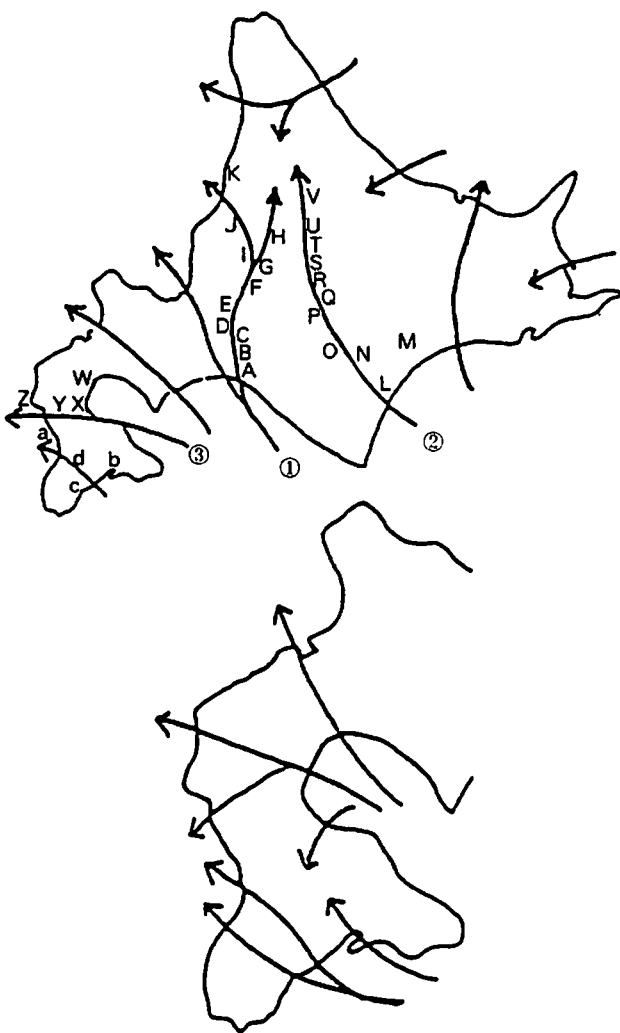
図Ⅲ-15 桧山管内各町の真東に位置する後背山地の標高

分が太平洋側にずれて位置し、標高はわずか300~400m程度であった。このために噴火湾からの「やませ」は容易に日本海側にまで侵入したものと推察できた。表Ⅲ-28は今金町の過去10年間の低温寡照日の出現状況である。過去の年に比較しても1993年は著しくその日数が多く、しかも連続して現れたことが特徴的であった。このため全町的に不稔発が激発し、収量がほぼ皆無になった主因と考えられた。

表Ⅲ-28 7、8月に日照不足をとまなう冷風（やませ）が吹走したと思われる日の年次別出現日数

今年	7月					8月								
今	1	5	10	15	20	25	30	1	5	10	15	20	25	31
'83		*	⊗			*	⊗ *	⊗				**		
'84			⊗										⊗	⊗⊗
'85			⊗			*⊗⊗⊗		⊗	⊗					
'86	⊗*		*	⊗	⊗⊗⊗⊗	⊗ *			⊗	*		⊗⊗⊗		
'87		⊗	⊗		⊗⊗		⊗⊗⊗					⊗⊗	**	
'88	⊗	⊗	*	⊗⊗⊗⊗⊗⊗		⊗ *				⊗⊗	⊗⊗	⊗⊗⊗		
'89	⊗⊗⊗			⊗	⊗⊗⊗⊗		⊗		*	*	*	⊗		
'90			**	⊗⊗⊗			⊗ ***			⊗⊗				
'91	⊗			⊗⊗⊗⊗⊗	⊗			⊗	*⊗⊗*	⊗⊗⊗⊗⊗	⊗			
'92			⊗⊗		⊗				⊗	*	⊗	⊗	⊗	
'93	⊗	⊗⊗⊗⊗	*		⊗⊗⊗⊗⊗⊗⊗		⊗	⊗⊗⊗⊗⊗		⊗⊗⊗⊗⊗	*****			

注) 冷風（やませ）吹走日（*）：①日照5時間/日未満 ②降水量1mm/日以下 ③日平均気温が準平滑年値に達しない、①～③の全ての条件を満たした日とした。
 今年アメダスより。⊗：最多風向はNNE～SSE、*：その他の風向。



図Ⅲ-16 北海道と渡島半島部の7月下旬の風の吹走方向（1993）

注) 図中の記号A～dは表Ⅲ-29の地名上の符号①、②、③と一致する。

(2) 気象条件、特に「やませ」と不稔発生の関係

道南地方の低温寡照は主にオホーツク海高気圧から吹き出す、いわゆる「やませ」または「偏東風」によるが、その実態と水稲の不稔発生について検討した。

1) 「やませ」の吹走経路

全道的な風の流れと道南地域のそれについて図Ⅲ-16に示した。太平洋から侵入した冷風は地形の凹部、平坦地に沿って流れ内陸深くに到達した後、日本海へと抜けて行った。この傾向は7月中旬、8月上旬を含む幼穂形成期以降、出穂期まではほぼ同様の状態であった。

2) 不稔歩合と地域気象の関係

各地の不稔歩合と7月下旬、8月上旬の風と日照時間の関係を表Ⅲ-29に示した。

「やませ」の卓越下では海岸部より離れるに従って、日照時間の増加と気温上昇が見られた。この現象は吹走距離に比例するようにほぼ連続的に出現し、特に日照時間で顕著であった。平均気温はその地点の標高に支配されるなど、必ずしも風下側で高くなるとは限らなかった。風速も地形因子の影響を受けながら増減を繰り返しており、内陸部だからといって常に弱くはならなかった。

道内38地点の旬別の気象要因と「きらら397」の稔実関係を表Ⅲ-30に示した。最低気温より最高気温、平均気温、さらに日照時間の長短が稔実歩合により深く関与したものと推察できた。これは最低気温が各地とも極めて低かったのに加え水温の影響が関与したため地域差としてとらえきれなかったためと思われる。

表Ⅲ-31は道内の主要稲作市町村のアメダスの7～8月の旬別における低温寡照日の出現日数を示した。道南、日胆地域の出現日数は他の地域に比較して著しく多くな

表Ⅲ-29 冷風(やませ)の風上と風下の気象条件の変化と「きらら397」の稔実歩合(1993)

グループ①	A 鶴川	B 厚真	C 長沼	D 岩見沢	E 美唄	F 滝川	G 深川	H 幌加内	I 沼田	J 幌糠	K 留萌
稔実歩合(%)	16	15	14	31	58	68	72	31	55		55
日照時間hr	4	6	10	32	31	41	47	45	45	48	61
7月下旬 平均気温℃	16.2	16.5	17.0	17.6	17.9	17.9	18.1	18.2	18.2	17.9	18.0
平均風速m/s	2.1	1.2	2.3	2.9	1.6	2.6	2.8	1.5	1.1	2.1	4.0
日照時間hr	60	61	64	77	82	92	102	96	90	90	113
8月下旬 平均気温℃	16.2	16.1	7.0	17.5	17.8	17.7	17.3	16.8	17.5	17.3	17.7
平均風速m/s	1.7	2.3	2.3	3.6	1.8	2.7	2.7	1.6	1.2	1.9	4.1

グループ②	L 浦幌	M 池田	N 芽室	O 新得	P 幾寅	Q 富良野	R 美瑛	S 旭川	T 和寒	U 士別	V 名寄
稔実歩合(%)						15	40	62	34	26	
日照時間hr	4	2	1	0	19	54	47	58	47	49	50
7月下旬 平均気温℃	14.5	14.6	14.9	14.3	14.8	17.7	17.3	19.2	18.4	18.1	18.2
平均風速m/s	1.5	1.7	0.8	0.9	2.7	2.8	1.7	2.0	1.3	0.9	1.5
日照時間hr	44	51	46	44	74	98	98	108	94	103	98
8月下旬 平均気温℃	14.5	14.6	14.9	14.8	14.5	17.2	16.0	18.2	16.9	16.7	17.0
平均風速m/s	1.7	2.1	0.7	1.2	2.3	2.8	1.4	1.8	1.5	1.3	1.9

グループ③	W 長万部	X 八雲	Y 今金	Z 瀬棚	a 熊石	b 大野	c 木古内	d 厚沢部
稔実歩合(%)		0	0	3	27	3	0	4
日照時間hr	1	3	3	18	18	10	9	14
7月下旬 平均気温℃	16.2	15.9	17.0	16.9	18.9	16.7	16.9	17.3
平均風速m/s	4.4	2.7	3.8	5.0	1.7	2.7	4.8	2.7
日照時間hr	37	47	46	77	92	54	44	53
8月下旬 平均気温℃	16.5	16.6	17.7	17.2	18.4	16.5	16.6	16.9
平均風速m/s	3.7	2.3	3.2	4.7	1.9	2.6	4.8	2.8

り、八雲町42日、今金町40日、門別町32日に達した。一方、留萌、北空知、上川中央部では少なく、留萌市19日、深川市21日、東川町24日等で多い市町村の約半分の出現率であった。

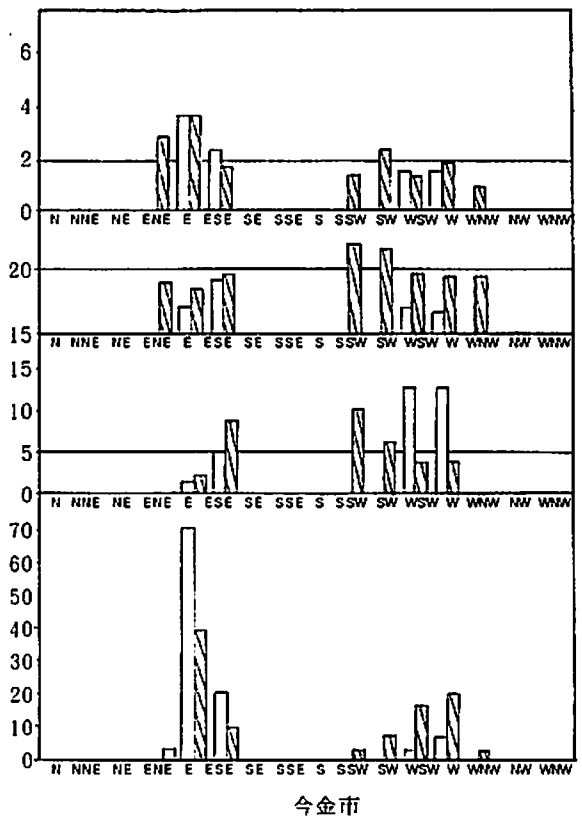
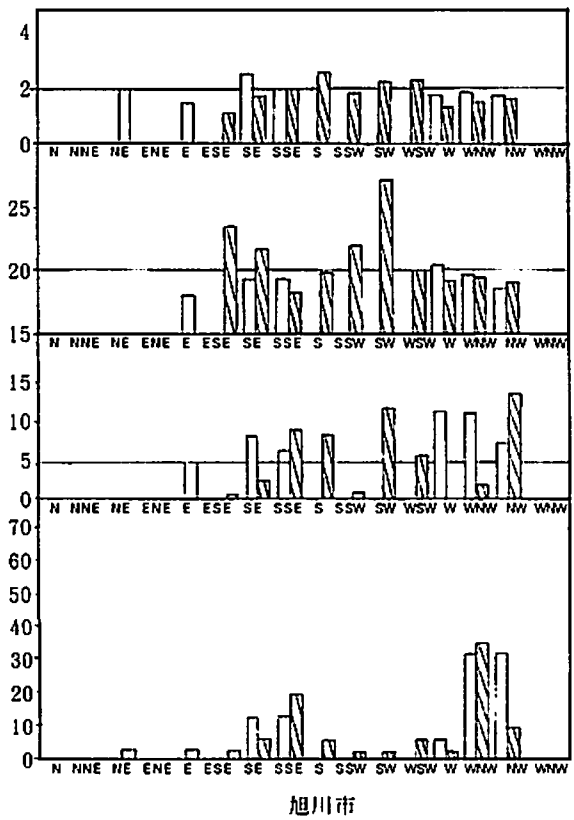
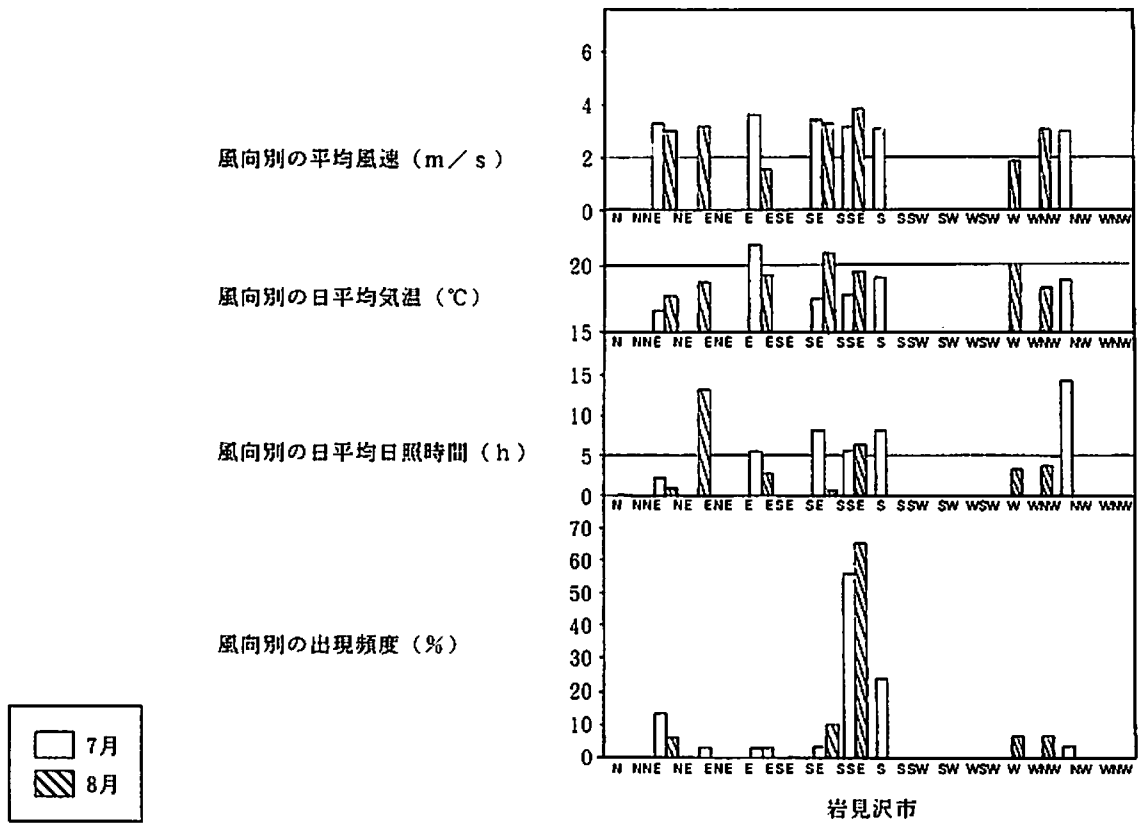
また、出現日数の多いところでは、低温寡照が連続して現れ、少ない所にあつては断続的なものとなった。このことが、さらに気温や水田水温の低下を引き起こし、稔実歩合の低下の要因となつたと考えられた。

図Ⅲ-17は岩見沢市、旭川市、今金町の7、8月の風向別の吹走と、それにもなう日照時間、平均気温、風速を示したものである。これによると1993年の今金町では東方向から侵入する風の割合が高く、7月では70%以上を占めるものになった。この東風は著しい日照不足をとめない、低温で風速も大きいものであった。しかし、

表Ⅲ-30 稔実歩合と気温・日照時間との相関係数表(1993)

	平均気温	日照時間
7月上旬	0.631**	0.568**
中旬	0.537**	0.746**
下旬	0.693**	0.745**
8月上旬	0.497**	0.784**
中旬	-0.095	-0.189
下旬	0.377*	-0.429

注) 稔実調査 9月15日(農業改良課)
* : 5%水準有意、** : 1%水準有意
品種 : きらら397



図Ⅲ-17 '93各地の風向別の気象条件 (アメダスデータより作成)

表Ⅲ-31 主要稲作市町村の低温寡照日数 (1993)

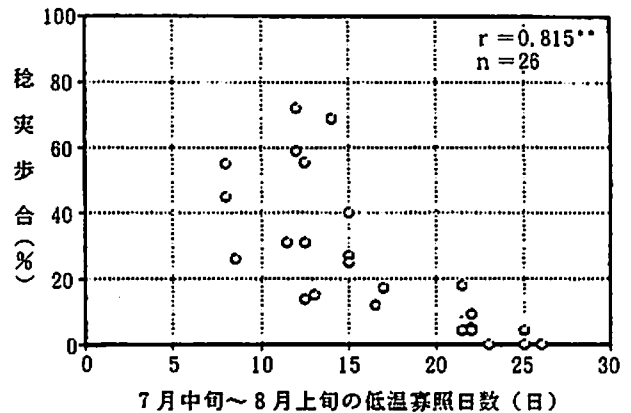
アメダス 地点名	7月			8月			合計
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
八雲	5(0)	8(2)	11(5)	7(0)	8(2)	3(1)	42(10)
今金	4(0)	7(2)	10(4)	7(0)	9(3)	3(2)	40(11)
大野	2(0)	9(2)	7(5)	6(1)	9(3)	4(1)	37(12)
木古内	3(0)	8(2)	10(5)	7(1)	8(2)	3(1)	39(11)
厚沢部	2(0)	9(3)	10(4)	6(1)	9(3)	3(2)	39(13)
熊石	1(0)	6(2)	8(4)	1(0)	9(3)	4(2)	29(11)
蘭越	2(0)	5(2)	11(3)	6(1)	9(5)	3(1)	36(12)
岩内	0(0)	5(2)	8(2)	2(0)	8(4)	2(2)	25(10)
伊達	1(0)	6(2)	10(1)	6(0)	8(3)	3(1)	34(7)
日高	0(0)	5(1)	9(1)	2(1)	9(4)	2(2)	27(9)
門別	1(0)	6(2)	11(2)	4(1)	7(4)	3(2)	32(11)
静内	1(0)	7(2)	11(2)	4(1)	6(3)	2(2)	31(10)
鶴川	1(0)	5(3)	9(1)	3(0)	7(4)	3(2)	28(10)
長沼	0(0)	4(3)	8(0)	2(2)	8(4)	2(2)	24(11)
岩見沢	0(0)	3(1)	6(1)	2(1)	8(4)	2(2)	21(9)
美唄	1(0)	5(1)	6(1)	1(0)	9(5)	2(2)	24(9)
滝川	0(0)	4(1)	6(1)	2(0)	10(5)	2(2)	24(9)
深川	0(0)	5(2)	6(1)	0(0)	8(4)	2(2)	21(9)
幌加内	0(0)	4(1)	6(1)	2(1)	10(5)	2(2)	24(10)
増毛	0(0)	3(2)	6(1)	0(0)	8(4)	2(2)	19(9)
留萌	0(0)	3(2)	5(1)	1(0)	8(5)	2(1)	19(9)
羽幌	0(0)	2(1)	3(2)	0(0)	8(5)	2(0)	15(8)
富良野	0(0)	6(2)	7(1)	1(1)	9(4)	2(2)	25(10)
美瑛	0(0)	5(1)	7(1)	1(0)	10(6)	2(2)	25(10)
東川	0(0)	6(2)	6(1)	1(0)	9(4)	2(2)	24(9)
士別	0(0)	4(0)	5(2)	0(0)	9(6)	2(0)	20(8)
名寄	0(0)	5(0)	5(2)	0(0)	10(5)	2(0)	22(7)

注) 低温寡照日: 日照時間5時間未満/日で、かつ日平均気温が年平均値に達しない日とした。
() 内は日降水量2mm以上の日を内数で示した。

岩見沢市や旭川市では最多風向の風は必ずしも日照不足とならず、一日当たり平均5時間以上の日照を確保し気温も今金町を上回った。

また図Ⅲ-18では26地点の7月中旬から8月上旬までの低温寡照日数(表Ⅲ-31)と稔実歩合の関連を調べた。この結果から、1993年は低温寡照が稔実歩合の低下に関与し、市町村間等の地域差は日照時間などの違いによって生じたと思われた。

以上のことから、今金町を始めとする道南地方の多くの市町村では、優勢な東からの冷風「やませ」の連続卓越下で、穂ばらみ期の水稻が冷温ストレスを高めた結果、不稔性を激発し記録的な大冷害をこうむることになったと判断された。



図Ⅲ-18 穂ばらみ期間の低温寡照日の出現数と稔実歩合の関係 (1993)

注1) 品種: きらら397
稔実調査: 9月15日主要稲作地帯
2) 表Ⅲ-31参照。

(3) 被害克服事例

道南地域の水稻は、ほぼ一様に被害を受けたことは先に述べた。被害を未然に防止し、平年収量を維持できた農家は道南地域には存在しなかった。ここではわずかであるが、被害を軽減した例を各地区農業改良普及所の調査結果に基づき整理した。ここでの内容は被害実態として扱うことが妥当と思われる例も多いが、あえて一括しまとめた。

① 渡島南部地区農業改良普及所管内

1) 品種と地域間差

品種別の不稔発生は、97~100%で品種では「ゆきひかり」が他の品種よりわずかに低くなった程度であった。地域別では松前町が日本海側に位置したためか、「やませ」の影響が幾分緩和され不稔歩合がわずかであるが低くなった。(表Ⅲ-32)

表Ⅲ-32 品種、地区別の不稔調査

品種名	調査 点数	不稔 歩合 (%)	町別の不稔歩合			
			木古内 (%)	知内 (%)	福島 (%)	松前 (%)
ゆきひかり	15	97.0	97.6	96.8	98.4	98.9
きらら397	15	99.5	99.8	99.4	98.7	99.5
ほのか224	23	99.5	99.8	99.4	99.7	92.9
平均		99.0	99.4	98.8	99.5	96.1

(渡島南部農業改良普及所 1993)

2) 出穂期の違い

出穂期別では、平均気温が20℃以上になった8月下旬に出穂したもので、わずかに不稔歩合が低下する傾向に

あった。しかし、品種別出穂期と不稔の発生の関係は判然としなかった。(表Ⅲ-33)

表Ⅲ-33 品種別出穂期と不稔歩合(%)との関係

品種名	出穂期(月.日)			
	～8.20	8.21～25	8.26～31	9.01～
ゆきひかり	100.0(1)	93.6(3)	98.6(8)	
きらら397	99.8(1)	99.1(6)	98.4(6)	
ほのか224			99.0(5)	99.3(8)

(渡島南部農業改良普及所 1993)

注) ()内はサンプル点数
地帯別品種熟期比較試験データより整理
中苗、6月1日移植

3) 窒素施肥量の違い

施肥量の増加にともない不稔歩合が高まる傾向にあったが、少肥6kg/10aと多肥10kg/10aでの不稔発生の差はわずか3%程度であった。このことから施肥による不稔発生に差があったとは認められなかった。(表Ⅲ-34)

表Ⅲ-34 窒素施肥量と不稔発生の関係(沖積土)

窒素施肥量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	㎡穂数 (本)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)
0	53.7	14.2	376	8.27	88.9
6	59.5	14.0	463	8.28	95.5
6+幼2	59.4	14.5	485	8.28	95.9
6+止2	58.8	13.9	492	8.28	98.3
8	59.3	14.7	536	8.29	99.2
10	63.6	14.9	575	8.29	98.7

(渡島南部農業改良普及所 1993)

注) ほのか224、施肥量P: 8kg/10a、K: 8kg/10a
+幼、+止: 追肥(幼穂形成期、止葉期)

4) 土壌改良剤の施用

ケイカルの施用を0～300kg/10aとした試験では、施用量による不稔発生の差は認められなかった。(表Ⅲ-35)

表Ⅲ-35 ケイカルの施用量と不稔発生の関係

ケイカル 施用量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	㎡穂数 (本)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)
0	57.4	14.2	468	8.28	96.1
100	57.7	14.6	478	8.28	98.0
200	56.0	14.3	499	8.28	98.3
300	57.8	14.4	490	8.28	98.7

(渡島南部農業改良普及所 1993)

注) ほのか224、土質は沖積土
施肥量N: 7.0、P: 8.5、K: 6.0kg/10a

②渡島中部地区農業改良普及所管内

1) 品種

出穂期は「きらら397」が早く、「ゆきひかり」「ほのか224」の順であったが、「ほのか224」の遅れが大きくなった。不稔歩合は「きらら397」と「ほのか224」は同程度、「ゆきひかり」は他の2品種よりやや少なかった。(表Ⅲ-36)

表Ⅲ-36 品種、地区別の不稔調査結果

品種名	調査点数	不稔歩合 (%)	町別の不稔歩合		
			大野 (%)	七飯 (%)	上磯 (%)
ゆきひかり	15	94.3	96.3	92.5	99.9
きらら397	15	96.0	96.5	95.3	100.0
ほのか224	23	97.3	99.1	92.8	100.0
地区平均		95.9	97.3	93.5	100.0

(渡島中部農業改良普及所 1993)

注) 9月14日調査、作況は

地区別の不稔発生では、上磯町がほぼ100%、次いで大野町、七飯町であった。七飯町大沼地区の「ゆきひかり」の不稔歩合がやや低いことが特徴的であった(表Ⅲ-37)。これは、当地区の水稻生育が遅延していた結果、冷害危険期と最も気温が低下した時期が重ならなかったことで、被害を軽減したものと考えられた。

表Ⅲ-37 品種別の出穂期と不稔歩合

品種名	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)
ゆきひかり	8.22	92.9
きらら397	8.20	95.9
ほのか224	8.27	94.3

(渡島中部農業改良普及所 1993)

注) 大野町栽培試験 11か所の平均値

2) 栽植密度

栽植密度の違いによる出穂期の早晚差は見られなかった。不稔歩合は高い順から、疎植、標準、密植になったが、軽減効果は密植は疎植に対して6%、標準植えで5%であり、大きな差にはならず不十分なものであった。(表Ⅲ-38)

表Ⅲ-38 栽植密度と不稔発生

栽植密度 (株/㎡)	出穂木 (月.日)	不稔歩合 (%)
粗植(21.0)	8.28	92.0
標準(23.7)	8.28	90.9
密植(27.1)	8.28	86.2

(渡島中部農業改良普及所 1993)

3) 移植時期

1993年の場合、移植時期の違いが出穂期の変動に及ぼす影響は小さく、早植えと遅植えの差を11日として移植したが、出穂期では2日の違いにしかならなかった。

また、水稻の耐冷素質の維持向上に対するの密植効果は判然とせず、不稔歩合は99~100%に達した。

4) 窒素施肥量及び分追肥

土壌中の施肥窒素は7月中旬までほとんど吸収されず残存していた。基肥施肥量が多くなるほどかん長、穂長、穂数が多くなり、不稔歩合も高くなる傾向を示した。(表Ⅲ-39)

表Ⅲ-39 窒素施肥量と不稔歩合の関係

窒素施肥量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	m ² 穂数 (本)	出穂期 (月・日)	不稔歩合 (%)
0	54	14.2	424	8.25	90.0
4	58	14.0	462	8.25	91.0
6	57	14.1	515	8.26	92.7
8	59	14.7	632	8.26	98.5
10	61	14.6	656	8.27	94.2

(渡島中部農業改良普及所 1993)

注) はのか224、施肥量P: 8kg/10a、K: 8kg/10a、土質は泥炭土

また、止め葉期追肥による出穂期変動がなく、不稔歩合の発生では差が2%前後生じた程度であった。(表Ⅲ-40)

表Ⅲ-40 止葉期追肥と不稔歩合の関係

施肥区分	出穂期 (月・日)	不稔歩合 (%)
基肥区	8.27	93.7
基肥+追肥	8.27	95.7

(渡島中部農業改良普及所 1993)

注) 大野町稲作研究会試験3か所の平均値 はのか224

基肥: 窒素 ~ kg/10a
追肥: 窒素 ~ kg/10a

5) 土壌改良剤

ケイカルを施用した水田と無施用田の不稔歩合の差は、ほとんど見られなかった。ケイカル施用は場では穂数の減少現象が見られた。(表Ⅲ-41)

表Ⅲ-41 ケイカルの施用量と不稔歩合の関係

ケイカル 施用量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	m ² 穂数 (本)	出穂期 (月・日)	不稔歩合 (%)
0	62	14.9	617	8.26	96.0
120	61	14.6	656	8.27	94.2

(渡島中部農業改良普及所 1993)

注) はのか224、土質は泥炭土
施肥量N: 10、P: 8、K: 8kg/10a

6) 復元田

復元1年目のほ場は無肥料であったため、成熟期の生育量はやや小さくなった。復元2年目では一般田と同量の施肥を行ったため、過剰生育の様相となった。

不稔歩合の発生は各ほ場ともに大差無く、97~100%の激発となったが、強いて言えば復元田の方がわずかに少ない傾向であった。収量は皆無状態で、ほ場間差は認められなかった。(表Ⅲ-42)

表Ⅲ-42 復元田と不稔歩合の関係(泥炭土)

区分	施肥量 (kg/10a)			出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	不稔歩合 (%)
	N	P	K					
一般田	8.0	9.0	6.5	8.28	69	13.5	593	100.0
復元田 1年目	0.0	0.0	0.0	8.28	62	12.2	523	96.5
復元田 2年目	8.0	9.0	6.5	8.31	67	15.0	736	98.5

(渡島中部農業改良普及所 1993)

③函館地区農業改良普及所管内

1) 品種

地域全体にわたる稔実調査の結果、函館では極めて高い不稔歩合となり、「ゆきひかり」「きらら397」「はのか224」などいずれも、ほぼ100%の状態になった。地域、農家間差は見られなかった。

④茅部地区農業改良普及所管内

1) 品種

主要品種は「ゆきひかり」「きらら397」であるが、両品種3~5%の稔実歩合で大差なかった。

⑤渡島北部地区農業改良普及所管内

1) 品種

現在作付けされている品種間の不稔歩合は98~100%でその差はほとんど無かった。わずかに稔実したものは「ゆきひかり」「たんねもち」があった。奨励品種決定現地調査の成績と比較すると、耐冷性が極強の「北育88

表Ⅲ-43 不稔歩合の品種間差

品種・系統	耐冷性	出穂期	不稔歩合
		月日	%
空育139号	強	8.22	98
上育414号	強~極強	8.25	92
きらら397	やや強	8.25	98
ゆきひかり	強	8.26	96
たんねもち	やや強	8.24	92
北育88号	極強	8.24	72
はくちょうもち	強	8.25	96

(渡島北部農業改良普及所 1993)

号」の不稔歩合は72%であったが、その他は92~98%であった。

耐冷性「極強」で10~30%程度、「強」「強~やや強」では5%以下の稔実であった。(表Ⅲ-43)

2) 苗別

中苗と成苗の稔実歩合を比較すると、ほとんど差がない状態であった。

3) 窒素施肥量

施肥量の違いによって、稔実歩合に0~12%と若干の差がみられ、窒素を側条3kgのみに施用した区で12%の稔実があった(表Ⅲ-44)。しかし、この施肥量は平年であれば目標収量が期待できない非現実的な施肥であり、農家の実際場面での減肥量では不稔発生を軽減できなかったと思われる。

表Ⅲ-44 窒素施肥量と不稔発生の関係(火山性土)

施肥量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	m ² 穂数 (本)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	
全層0+側条3	51	14.6	555	8.24	88.4	
6+	3	56	15.6	617	8.24	95.2
8+	3	57	16.2	701	8.25	96.5
10+	3	62	16.0	774	8.25	99.7

(渡島北部農業改良普及所 1993)

注) きらら397、施肥量P: 8kg/10a、K: 8kg/10a

⑥ 檜山南部地区農業改良普及所管内

1) 品種、地区別の不稔歩合

不稔歩合は90%以上となり、水稻作況は壊滅的な被害となった。しかし、「ゆきひかり」「きらら397」では、一部地域に50%以上稔実した水田が見られた。

2) ほ場条件(排水の良否)

土壌条件が異なる江差町と厚沢町の水田で比較した。排水がやや不良の江差のグライ土ほ場では、排水良好な厚沢部の褐色低地土ほ場と比較して出穂期は、3~7日遅れ、不稔歩合は3品種平均で約10%高くなった。(表

表Ⅲ-45 品種別不稔歩合と収量

品種名	厚沢部(褐色低地土)			江差(グライ土)		
	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	収量 (kg/10a)	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	収量 (kg/10a)
ゆきひかり	8.17	73.5	92	8.20	88.6	41
きらら397	8.17	87.6	5	8.21	96.4	8
ほのか224	8.24	92.2	2	8.27	98.8	4

(檜山南部農業改良普及所 1993)

注) 奨決試験

Ⅲ-45)

m²あたりの穂数は江差のグライ土ほ場で18~33%多く、これはm²あたりの穂数増加によるもので、出穂遅延の要因と思われる。

3) 水管理

7月12日の南西沖地震の被害を受けた1筆35aの水田で調査した。(表Ⅲ-46)

■調査区概要

極浅水区: 田面隆起により水はヒタヒタ状態

やや深水区: 田面変化がなく10~15cmの水深

深水区: 田面沈下により25~30cm湛水

調査結果は極浅水区では遅発分けの発生により生育の遅れが大きかった。m²あたりの穂数は増加したが、不稔は75.7%でやや深水区より1.8倍の発生になり、収量は67%の減収となった。深水区でのm²穂数はやや深水区と同程度であったが、1穂粒数の増加で穂数はやや優った。また、やや深水区より出穂期では1~2日早まり、不稔歩合は30%で13%少なく収量は34.5kg/10aで30%の増収となった。

4) 窒素施肥量

出穂期は窒素0、及び4kg/10a区で1~2日遅れたが、これは遅れ穂の発生数の違いによるものと考えられた。不稔歩合は窒素0~4kg/10aで79~85%で、窒素6kg/10a以上になると92~98%となり、稲体中の窒素濃度が関与していたと考えられた。(表Ⅲ-47)

表Ⅲ-46 深水管理による不稔発生防止効果

水管理法	出穂期 (月.日)	不稔歩合 (%)	m ² 穂数 (本)	1穂粒数	m ² 穂数 (×1000)	精玄米重 (kg/10a)	籾米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	等級
極浅水	8.20	75.7	571	57.4	32.8	8.7(33)	3.1	19.0	1等
やや深水	8.18	42.4	485	63.5	30.8	26.5(100)	4.9	19.5	1等
深水	8.16	29.8	482	68.8	33.2	34.5(130)	7.0	19.7	1等

(檜山南部農業改良普及所 1993)

注) ゆきひかり、厚沢部町美和

7月12日の南西沖地震による。1筆35a水田の凹凸部分の調査。

極浅水: ヒタヒタ水

やや深水: 10~15cm推進 7月13日~出穂期。

深水: 25~30cm水深

表Ⅲ-47 窒素施肥量と不稔発生の関係 (沖積土)

窒素施肥量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	m ² 穂数 (本)	1穂粒数	m ² 粒数 (×1000)	出穂期 (月、日)	不稔歩合 (%)
0	46.7	14.0	460	42.4	19.5	8.22	79.3
4	50.4	14.4	508	40.9	20.8	8.22	85.3
6	52.5	14.6	553	49.0	27.1	8.21	92.2
8	58.3	14.9	637	45.1	28.7	8.21	95.5
10	58.4	14.3	683	50.6	34.6	8.22	98.3

(松山南部農業改良普及所 1993)

注) きらら397、施肥量P: 8kg/10a、K: 8kg/10a

⑦松山北部地区農業改良普及所

1) 品種別、地区別不稔発生

地区内189点の調査結果から、いずれの品種にあっては95%以上の不稔が発生した。地区別では今金町が最も高く、100%近い発生率となった。これに対し、大成町では比較的少なく61.7%であった(表Ⅲ-48)。大成町は「やませ」の影響が比較的少ないなど、気象条件に差があったためと思われる。これほど不稔歩合を高めた原因は、近年になかった異常低温と強い「やませ」の吹走が影響しているものと推察された。

表Ⅲ-48 品種、地区別の不稔調査結果

品種名	調査 点数	不稔歩合 (%)	町別の不稔歩合			
			北松山 (%)	今金 (%)	瀬棚 (%)	大成 (%)
ゆきひかり	92	95.7	92.1	99.3	93.5	65.0
きらら397	93	98.1	96.4	99.8	96.8	58.2
空育125号	4	99.7		99.7		
平均		96.4	93.3	99.5	95.0	61.7

(松山北部農業改良普及所 1993)

注) 9月17日調

奨励品種決定現地調査に供された品種の不稔歩合は94~99%で、その発生の差はほとんど見られなかった。これは品種の早晩や耐冷性の強化による不稔発生の軽減が不可能であったことを示唆している。道南地域の1993年の冷害は技術を超えた厳しさであったものと言える。

2) 出穂期の違いと不稔

出穂早晩の違いによる不稔発生の差はいずれの品種も2~3%であった。現在作付けされている早生~晩生という出穂幅では連続して出現した低温を回避できなかったものと思われた。

3) 水管理

アンケートによる実態調査では、深水管理を実施しても、99~100%の不稔となった(表Ⅲ-49)。深水によって稲体を保護しても不稔発生を軽減することはできな

表Ⅲ-49 水管理と不稔発生の関係

品種名	点数	水管理法		不稔歩合 (%)
		前歴	穂孕期	
ゆきひかり	7	浅水	浅水	99.6
	10	深水	浅水	98.8
	2	浅水	深水	99.8
	18	深水	深水	98.8
きらら397	6	浅水	浅水	99.9
	10	深水	浅水	99.9
	2	浅水	深水	100.0
	17	深水	深水	99.1

(松山北部農業改良普及所 1993)

注) 今金町アンケート調査による。

かった。

4) 窒素施肥量

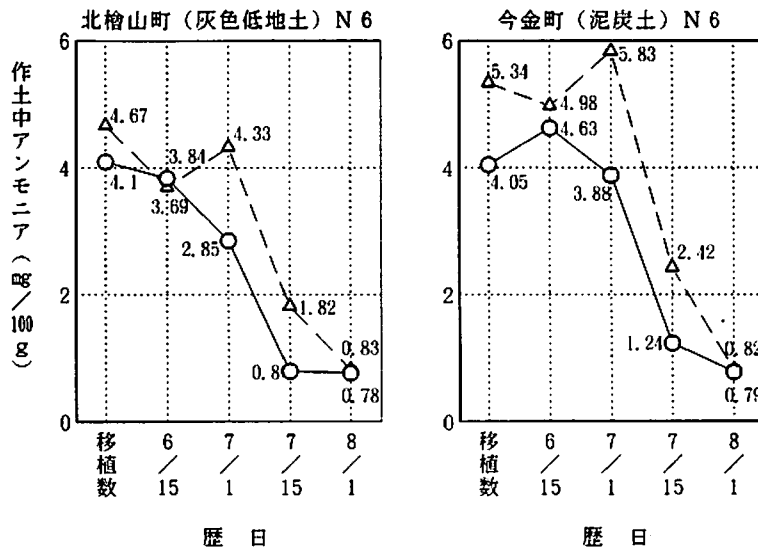
窒素0kg/10a区の不稔歩合が80%で最も低く、施肥量が増加するに従い不稔歩合は100%まで高まった(表Ⅲ-50)。1993年の土壌窒素の発消量は平年と比較す

表Ⅲ-50 窒素施肥量と不稔発生の関係

町名	窒素 施肥量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	m ² 穂数 (本)	出穂期 (月、日)	不稔 歩合 (%)
北松山町	0	44.4	13.2	395	8.25	80.0
	4	49.0	13.8	531	8.25	90.9
	6	52.8	14.2	633	8.26	97.1
	6+幼2	55.1	14.0	630	8.27	97.9
	8	56.4	14.0	687	8.27	99.3
	10	50.8	14.9	534	8.27	95.6
今金町	0	45.0	14.8	517	8.19	93.7
	4	50.5	14.9	506	8.22	98.6
	6	53.6	15.4	557	8.22	99.2
	6+幼2	58.8	16.1	706	8.23	100.0
	8	55.3	14.9	655	8.24	100.0
	10	51.6	14.9	618	8.23	98.1

(松山北部農業改良普及所 1993)

注) きらら397、施肥量P₂O₅: 8kg/10a、K₂O: 8kg/10a
北松山町 中苗 灰色低地土、今金町 成苗 泥炭土
+幼: 幼穂形成期追肥



図Ⅲ-19 作期中作土のNH₄-Nの推移 (松山北部農業改良普及所 1993)

注) △.....: 平成5年
 ○——: 平成3、4年の平均値

ると、前半は少なく後半に高く推移した(図Ⅲ-19)。7月1日に高まったのは、6月6半旬に日照が回復し地温が急激に上昇したためと思われた。

5) 復元田

初期生育では復元2年目、復元1年目、一般田の順で良好であった。しかし、復元2年目、1年目とも窒素を20%減肥したが、生育過剰になり不稔が多発し一般田と大差なかった。(表Ⅲ-51)

(4) 冷害の総括

ここまでは、各地区の農業改良普及所の調査報告に基づき克服事例として普及所別にまとめたものである。被害の軽減事例を中心に述べたかったが、該当する例は極めて少なかった。このことは、道南地域の著しい被害が、単なる技術対策のみで回避できたものではなかったことを示している。

1993年の道南での冷害は以下のように要約したい。

- 1) 品種の耐冷性は「強」では不十分であり、耐冷性のいかにかわらず不稔を激発してしまった。
- 2) 品種の早晚性による品種配合の危険分散対策も十分

- な効果が得られなかった。
- 3) 窒素施用量の減少でも、現実に農家に対応可能な肥量の範中では、稔実歩合の向上が見られなかった。
- 4) 土壤改良資材(ケイカル)の施用は、不稔の発生を軽減することはなかった。
- 5) 危険期の深水管理は一部の地域で、不十分なながらも不稔の発生軽減効果が見られた。しかし、これも檜山管内の一部で局地的な現象にとどまった。
- 6) 復元田では一般田も極端な被害を被ったためか、両者の相対的な比較においては、特に復元田という理由で被害を拡大したことはなかった。

これらのことから、極めて長期間にわたった今回の低温寡照のもとでは、農家が用いられる現在の技術対策では回避不可能な冷害と考えられた。今後、必要な対策は品種の耐冷性の一層の強化に加え、栽培基盤の改善が重要である。特に、防風施設の整備、水温上昇施設の設置、土壌の透排水性の維持向上、深水管理が可能な畦高確保など、気象及び土壌環境の改善が最優先されるべき課題であろう。

(岩田俊昭)

表Ⅲ-51 復元田と不稔発生の関係(泥炭土)

区分	施肥量 (kg/10a)			出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	m ² 穂数 (×1000)	不稔歩合 (%)
	N全層+表層	P ₂ O ₅	K ₂ O						
一般田	8.0	0.0	9.0	8.20	59	16.3	424	27.2	100.0
復元1年目	4.8	1.6	7.2	8.18	71	15.9	553	35.1	96.5
復元2年目	4.8	1.6	7.2	8.19	72	16.5	679	48.1	98.5

(松山北部農業改良普及所 1993)

注) ゆきひかり

4 道東地区

道東地域における水稻栽培面積は網走3,703ha、十勝309haで、主要品種の「はくちょうもち」は76%の作付率である。

道東の全地域で授精障害を受け80~90%台の不稔歩合であった。作況指数は網走8、十勝0であった。ここでは主として網走について述べる。

(1) 品種構成および苗の種類

表Ⅲ-52に平成5年の網走管内地帯別品種作付割合を示した。「はくちょうもち」が管内全体で80%弱作付さ

表Ⅲ-52 平成5年度地帯別品種作付割合
(北海道米麦改良10月号より)

地帯 番号	市町村名	もち		うるち		合 計
		はくちょう もち	その他	上 育 393号	その他	
27	女満別・美幌 ・佐呂間 他	70.8%	2.4%	11.8%	15.0%	100% (1201ha)
28	北見・端野・ 訓子府	80.2	1.6	14.5	3.7	100 (2502ha)
	合 計	77.2	1.9	13.6	7.4	100 (3703ha)

れており、「うるち種」は「上育393号」を中心に約20%作付されている。また、美幌町・女満別町では成苗66%、中苗34%と成苗化率が高いものの、北見市・端野町・訓子府町では成苗20%、中苗80%と型粋苗を中心とした中苗が多い。

(2) 被害実態と克服事例

1) 北見市の事例

表Ⅲ-53に示すように、A農家(被害を回避または軽減できた経営体)とB農家(被害を回避または軽減できなかった経営体)とを比較すると以下のとおりである。A農家は経営面積が地区平均(6.8ha)より小さく、粗収益の主体が水稻である。また地力対策として毎年パーク堆肥を施用している。水管理も早朝入水を基本として、前歴深水や冷害危険期の深水管理を実施した。出穂期および収穫期は平年比16日遅れたものの、地区平均を大きく上回る288kg/10aの収量を得た。一方、B農家は経営面積が地区平均の二倍以上で粗収益の主体が露地野菜、畑作で水稻への依存度が低い。地力対策は特に実施しておらず、施肥水準もかなり高かった。また水管理も特に細かな配慮がなされていなかった。この結果、出穂期および収穫期はA農家とほぼ同程度の遅れにもかかわらず、

表Ⅲ-53 農業改良普及所による事例調査-北見市の事例(市の作況指数 7)

区 分	被害を回避または軽減できた経営体 (A農家)	被害を回避または軽減できなかった経営体 (B農家)
立 地 条 件	標高80~100m(水田) 作期平均気温16.2℃、初霜10月6日、晩霜5月24日	
経 営 概 況	水稻 2.4ha、畑 1.0ha	水稻 5.7ha、畑 11.8ha
作 付 品 種 ・ 面 積	はくちょうもち 2.4ha	はくちょうもち 5.7ha
地 力 対 策	パーク堆肥 2t/10a(毎年施用)	なし
育 苗 移 植 方 法 等	型粋中苗・機械移植 (N) (P ₂ O ₅) (K ₂ O)	型粋中苗・機械移植 (N) (P ₂ O ₅) (K ₂ O)
施 肥 等 (kg/10a)	基肥・全層 追肥	
	8.4 11.9 8.4 0 0 0	11.2 13.6 9.6 1.0 0 0
水 管 理 方 法	幼穂形成期直前から前歴深水、幼穂形成期 ~冷害危険期終の深水管理(20cm以上) 早期入水	常時湛水 生育時期に関わらず、やや深水
病 害 虫 防 除	イネクビボソハムシ幼虫防除を1回実施 紅変米防除を出穂期に1回実施	病虫害防除は実施せず
播 種 期	4月20日	4月20日
生 育 概 況	移植期 出穂期	
	5月26~30日 8月23日(平年比16日遅れ)	5月21~25日 8月23日(平年比16日遅れ)
刈 取 り	10月23日より(平年比16日遅れ)	10月25日より(平年比18日遅れ)
収 量 ・ 本 年	はくちょうもち 288kg/10a 規格外	はくちょうもち 26kg/10a 規格外
・ 平 年	はくちょうもち 480kg/10a (1等10%、2等70%、3等20%)	はくちょうもち 465kg/10a (1等0%、2等70%、3等30%)

表Ⅲ-54 農業改良普及所による事例調査-女満別町の事例(町の作況指数 5)

区 分	被害を回避または軽減できた経営体 (C農家)	被害を回避または軽減できなかった経営体 (D農家)	
立 地 条 件	網走川下流の平野部、土壌は約8割が泥炭土、残りが川沿いの沖積土(水田) 年平均気温5.8℃、年間降水量771mm、初霜10月8日、晩霜5月22日		
経 営 概 況	水稲 13.5ha、野菜 0.2ha	水稲 10.7ha、野菜、花卉 0.2ha	
作 付 品 種・面 積	はくちょうもち 9.9ha、他 3.6ha	はくちょうもち 8.8ha、他 1.9ha	
地 力 対 策	ケイカル 60kg/10a (毎年施用)	なし	
育 苗 移 植 方 法 等	ポット成苗・機械移植 (21.6株/m ²)	マット成苗・機械移植 (23.3株/m ²)	
施 肥 等 (kg/10a)	(N) (P ₂ O ₅) (K ₂ O)		
	基肥・側条	2.8 2.8 2.8	4.2 4.2 4.2
	基肥・全層	2.8 12.0 2.8	3~4 4.8 4.5
	追肥	0 0 0	0 0 0
水 管 理 方 法	冷害危険期の深水管理(20cm程度)	冷害危険期の水管理(10~15cm)	
病 害 虫 防 除	イネクビボソハムシ幼虫防除を7月上旬に 1回実施	病虫害防除は実施せず	
生 育 概 況	播種期	4月1~5日	4月15~20日
	移植期	5月16~22日	5月23~31日
	出穂期	8月14日(はくちょうもち平年比6日遅れ)	8月21日(はくちょうもち平年比13日遅れ)
刈 取 り	10月16日より(平年比18日遅れ)	10月16日より(平年比17日遅れ)	
収 量・本 年	はくちょうもち 150kg/10a 規格外	はくちょうもち 20kg/10a 規格外	
特 記 事 項	平均稔実歩合(はくちょうもち30%) 女満別町稲作研究会リーダー	平均稔実歩合(はくちょうもち7%)	

収量は地区平均並の26kg/10aであった。

A農家は水稲への依存度が高いため、管理時間が十分であること、また地力増進を実施し水管理には特に注意を払っていた。一方、B農家は水稲以外の高収益作物を生産しているため、水稲の管理が十分でなかった。

2) 女満別町の事例

表Ⅲ-54に示すように、C農家(被害を回避または軽減できた経営体)とD農家(被害を回避または軽減できなかった経営体)とを比較すると以下の通りである。C農家は移植時期が早く、一般農家の移植始め頃に移植が終了した。側条施肥を本年から取り入れ、窒素量を前年より1割程度減らした。苗も中苗から成苗に変更し、低温時の深水管理を心がけ、特に冷害危険期には20cm程度の深水管理を行った。この結果、出穂期および収穫期は平年比6日および18日遅れたものの、150kg/10aの収量を得た。一方、D農家は移植時期は平年並であったが低温・寡照のため活着が悪かった。田渡し灌漑のため十分な止め水ができず、深水も15cm程度であった。施肥量は例年通りであったが、低温年としては窒素水準がやや高かった。出穂期および収穫期は平年比それぞれ13日および17日遅れて、地区平均並の20kg/10aの収量であった。

C農家は毎年地域で最も早く移植を行い、稲わらすき

込みは行わずケイカル等の土壌改良材施用による土つくりの注意を払い、初期生育の促進に心がけている。また水田の見回りを十分に行い、水稲生育に応じた水管理を行った。D農家は水稲以外の花卉栽培等の労力負担も多く、水稲の管理が十分ではなかった。昨年まで設置した防風網は生育ムラを嫌って本年は設置しなかった。施肥量の検討が不十分であった。

(3) 今後の対策と課題

前述の事例では、各農家の水稲栽培への意欲の差が生育に応じた栽培管理の有無として現れ、収量差になったと考えられる。特に、生育促進を図る早期移植、施肥水準および低温時の水管理による影響が大きい。平成5年の網走管内の作況指数は8で、大部分の稲作農家が大きな被害を受けた。被害を軽減できた農家においても圃場ごとに被害程度が異なっていた。従って、今後の対策としては、基本技術の励行を前提とし以下の点が考えられる。

- ①地域適応品種の作付および品種特性の把握
- ②成苗化率の向上および適期移植の推進
- ③土壌に応じた施肥方法の実施および施肥水準の改善
- ④深水管理のための畦畔の修復および深水管理の実施

⑤防風施設の必要性の確認

⑦稲わらの有効利用および本田すき込み防止

⑥心土破碎等による排水不良田の改善

(相川宗巖)

5 克服事例のまとめ

表Ⅲ-55 幼穂形成期から冷害危険期にかけての深水管理によるもの

*支庁名の下は数字は10月15日現在における地帯の予想収量及び作況指数(統計情報事務所資料)

*市町村名の下は数字は市町村の作況指数(農業改良普及所資料)

◎被害が極めて大きかった地域での事例(A:事例、B:一般)

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月.日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
後志 79 16	A	中苗	8.4	8.16 (▲10)	ゆきひかり:12(487) きらら397:1(487)	冷害危険期に10cmの深水。温水溜池設置
蘭越 7	B	中苗	8.5	8.20 (▲14)	ゆきひかり:4(487) きらら397:0(487)	常時3~5cmで掛け流し

◎被害が比較的軽かった地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月.日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
上川 259 50	A	成苗	9.6	8.03	ゆきひかり:82(600) きらら397:86(600)	幼穂形成期から15~20cmの深水
旭川 55	B	中苗	10.8	8.15	ゆきひかり:55(600) きらら397:26(600)	冷害危険期のみ10cm

◎中間的な被害地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月.日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
空知 251 49	A	中苗	7.0	8.10 (▲10)	ゆきひかり:82(550) きらら397:56(550)	冷害危険期に深水管理
北村 42	B	中苗	7.7	8.20 (▲12)	ゆきひかり:21(450) きらら397:10(450)	浅水管理

表Ⅲ-56 防風によるもの

*支庁名の下は数字は10月15日現在における地帯の予想収量及び作況指数(統計情報事務所資料)

*市町村名の下は数字は市町村の作況指数(農業改良普及所資料)

◎偏東風の強い地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月.日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
石狩 178 36	A	成苗	7.5	8.13 (▲11)	ゆきひかり:65(510) きらら397:44(480)	防風網、防風林設置
新篠津 43	B	中苗	6.5	8.18 (▲15)	ゆきひかり:29(510) きらら397:19(480)	無し
石狩 178 36	A	中苗	5.0	8.19	ゆきひかり:51(495)	防風網、防風林設置、深水、止水実施
恵庭 18	B	中苗	7.0	8.25	ゆきひかり:4(445)	防風網、防風林なし、深水、止水実施

表Ⅲ-57 成苗によるもの

*支庁名の下に数字は10月15日現在における地帯の予想収量及び作況指数(統計情報事務所資料)

*市町村名の下に数字は市町村の作況指数(農業改良普及所資料)

◎中間的な被害地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月・日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
石狩 178 36	A	成苗	8.1	8.18 (▲10)	ゆきひかり: 71(480)	成苗ポット、深水実施、5月25日移植
					きらら397: 47(450)	
江別 32	B	中苗	6.1	8.22 (▲12)	ゆきひかり: 38(480)	中苗マット、深水実施、5月25日移植
					きらら397: 13(450)	

◎被害が比較的軽かった地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月・日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
上川 259 50	A	成苗	8.0	8.04	きらら397: 79(570)	成苗ポット、深水実施、5月21~24日移植
当麻 60	B	中苗	8.4	8.15	きらら397: 42(520)	中苗マット、深水実施、5月19日~6月3日移植

表Ⅲ-58 適正施肥量によるもの

*支庁名の下に数字は10月15日現在における地帯の予想収量及び作況指数(統計情報事務所資料)

*市町村名の下に数字は市町村の作況指数(農業改良普及所資料)

◎被害が極めて大きかった地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月・日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
空知 251 49	A	中苗	7.5	8.17	ゆきひかり: 30(520)	深水実施
					きらら397: 39(490)	
由仁 19	B	成苗	9.8	8.20	ゆきひかり: 7(520) きらら397: 3(480)	地域の標準: 窒素8kg。深水実施
日高 88 18	A	中苗	9.6	8.18	40(498)	基肥のみ 深水実施
平取	B	中苗	13.2	8.25	4(420)	追肥: 7月中旬2kg、深水なし

◎比較的被害が軽かった地域での事例

支庁町村	事例	苗の種類	窒素施用量	出穂期 (月・日)	収量比 (平年収量 kg/10a)	実施状況
上川 259 50	A	成苗	8.4	8.03 (▲3)	きらら397: 83(550)	基肥のみ
東川	B	中苗	12.8	8.07 (▲5)	きらら397: 44(540)	基肥のみ
空知 251 49	A	中苗	9.6	8.07	ゆきひかり: 105(560)	基肥のみ 18cmの深水実施
					きらら397: 106(530)	
深川 76	B	中苗	11.9	8.10	ゆきひかり: 61(570)	6月29日追肥 12.3cmの深水
					きらら397: 56(540)	

IV 水稻生育に関する技術解析

1 中央農試

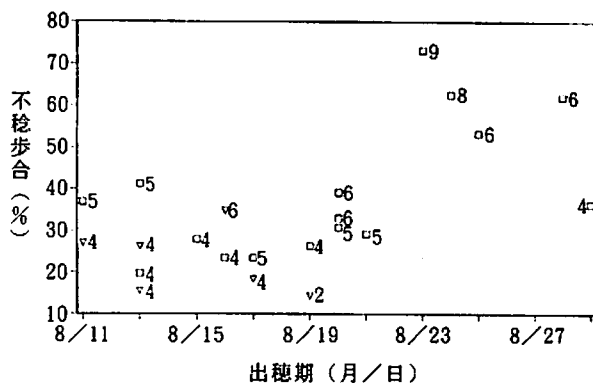
(1) 奨励品種決定基本調査の生育

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。

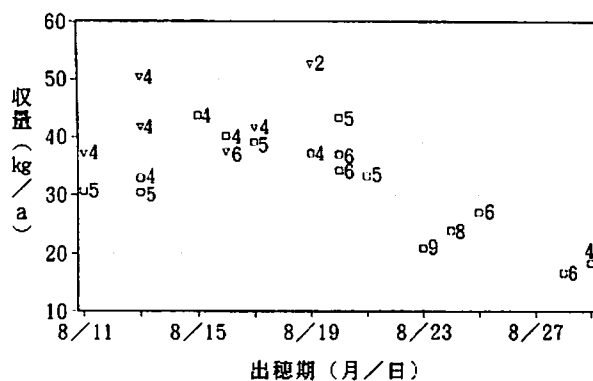
図IV-2から出穂期と玄米収量の回帰式を概算すると $y = -2.0 * x + 71$ となる。yはアール当たり玄米収量(kg/a)であり、xは8月1日を1とした暦日である。この式より出穂が1日遅れることにより収量は2kg低下することが解る。平成5年に11品種の出穂期が平均より14日遅れたと仮定すると5年の22品種の平均出穂期である8月18日から本年の平均の出穂期の遅れ14日を引くと8月4日が出穂期であったと考えられる。この場合回帰式から求めた収量は63kgとなる。この値は作況平年収量よりやや高いがこれは現在の品種が作況供試品種より多収であるとも考えられる。14日の遅れによる減収は $2 \text{ kg} * 14 \text{ 日} = 28 \text{ kg}$ 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 $y = -0.17 * x + 51.7$ 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



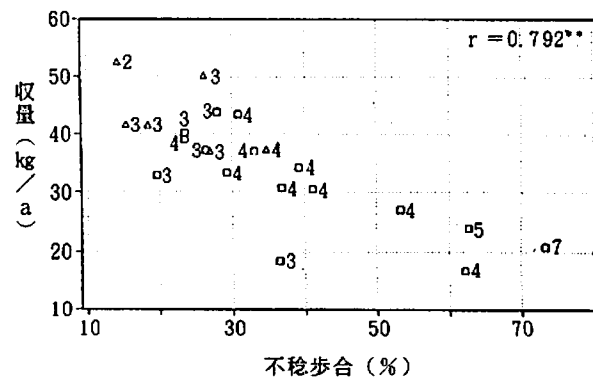
図IV-1 出穂期と不稔歩合の関係 (稲作部・奨決・1993)

□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下がるのが解る。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 $24.4*0.17=4.15$ 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5kg/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52.6kg/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でき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(°C)			-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
	定数	-89.9790		
	出穂期	0.8605	0.7033	1.223
5 変数 の時	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		
	定数	35.9603		
3 変数 の時	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籾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。精籾重は玄米収量との相関係数が0.976(N=22)と高く玄米重と精籾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、北育稲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 \geq 石狩 \geq 空知南部 \geq 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 \geq 後志 \geq 石狩 \geq 空知南部 \geq 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 \geq 空知南部 \geq 石狩 \geq 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
	倶知安町	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	鷓川町	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) 地域全平均の籾の出穂期は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、俱知安町では「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

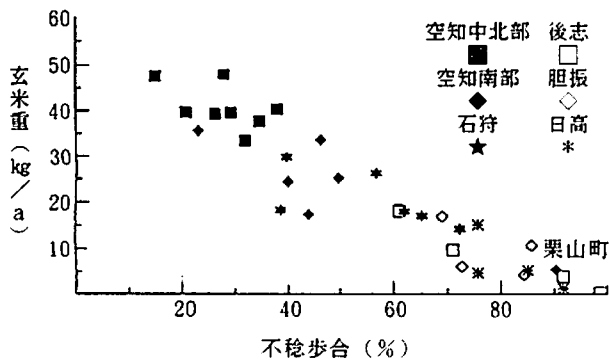
表IV-5、表IV-6の成績に基づき、不稔歩合、出穂期および玄米重相互の関係を示す回帰式および相関係数を品種別および3品種平均について表IV-7に示した。

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	$y = -0.55x + 52.7$	$y = -0.49x + 47.8$	$y = -0.58x + 55.2$	$y = -0.53x + 52.5$
		相関係数	$r = -0.935$	$r = -0.897$	$r = -0.939$	$r = -0.920$
玄米重	多肥	回帰式	$y = -0.62x + 60.6$	$y = -0.58x + 57.1$	$y = -0.61x + 60.1$	$y = -0.64x + 61.8$
		相関係数	$r = -0.932$	$r = -0.951$	$r = -0.868$	$r = -0.905$
出穂期	標肥	回帰式	$y = 3.44x + 8.1$	$y = 3.26x + 19.6$	$y = 2.98x + 8.2$	$y = 3.80x - 0.85$
		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	$y = 3.23x + 10.8$	$y = 3.73x + 14.4$	$y = 2.68x + 12.7$	$y = 3.09x + 9.6$
		相関係数	$r = 0.898$	$r = 0.916$	$r = 0.873$	$r = 0.810$
出穂期	標肥	回帰式	$y = -2.05x + 50.4$	$y = -1.79x + 40.1$	$y = -1.90x + 52.7$	$y = -2.22x + 56.3$
		相関係数	$r = -0.841$	$r = -0.807$	$r = -0.818$	$r = -0.843$
玄米重	多肥	回帰式	$y = -2.24x + 57.0$	$y = -2.35x + 51.0$	$y = -1.82x + 55.1$	$y = -2.37x + 62.2$
		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。

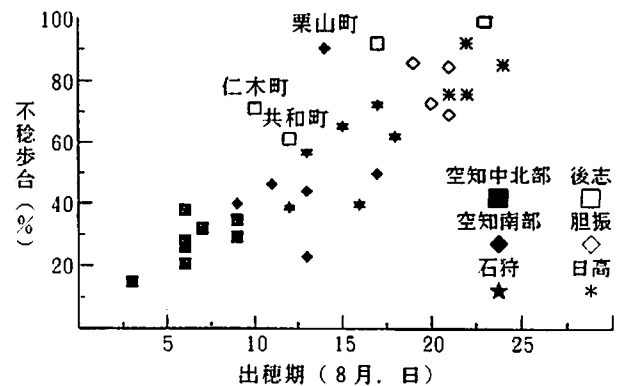


図IV-4 不稔歩合と玄米重との関係(稲作部、1993)

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

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

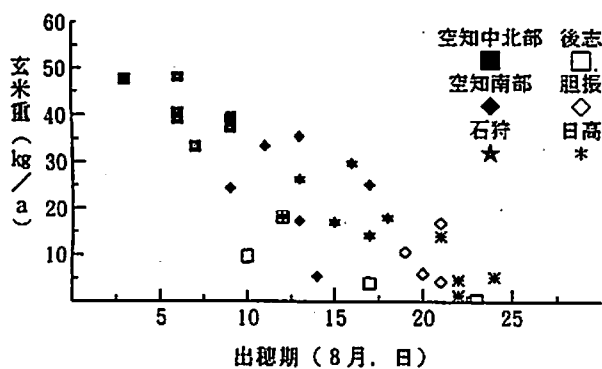


図IV-5 出穂期と不稔歩合との関係(稲作部、1993)

注) 図IV-4を参照。

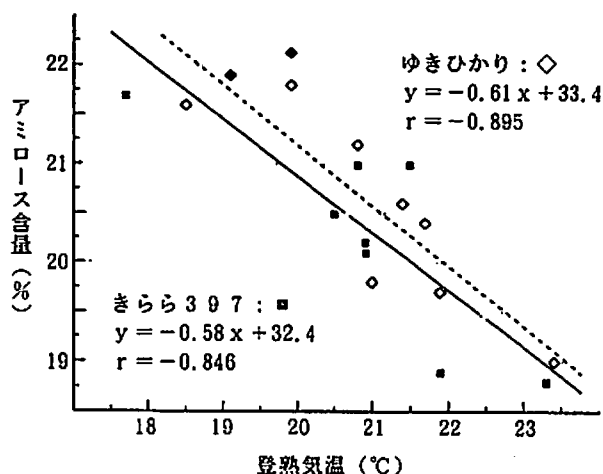
わらず不稔歩合は90%と高かった。第3ブロックでは仁木町、共和町が出穂期10~12日と早く不稔も60~70%と比較的低いほうであったが、他の試験地は17日以降の出穂期であり不稔歩合も70~100%であった。

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的早かったが、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°C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°C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 (°C)	アミロース (%)	蛋白 (%)	APS ₁	出穂期 (月. 日)	登熟気温 (°C)	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

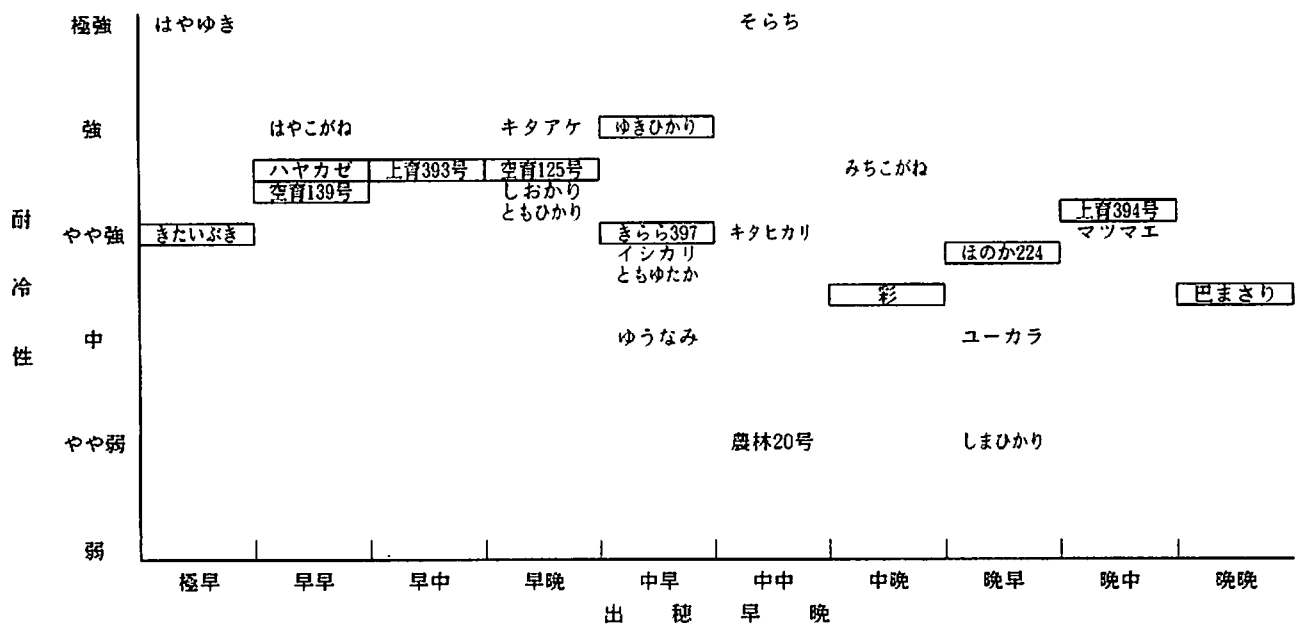
AS = (24 - アミロース含量) × (100 / 8)、PS = (10 - 蛋白含量) × (100 / 5)

(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～

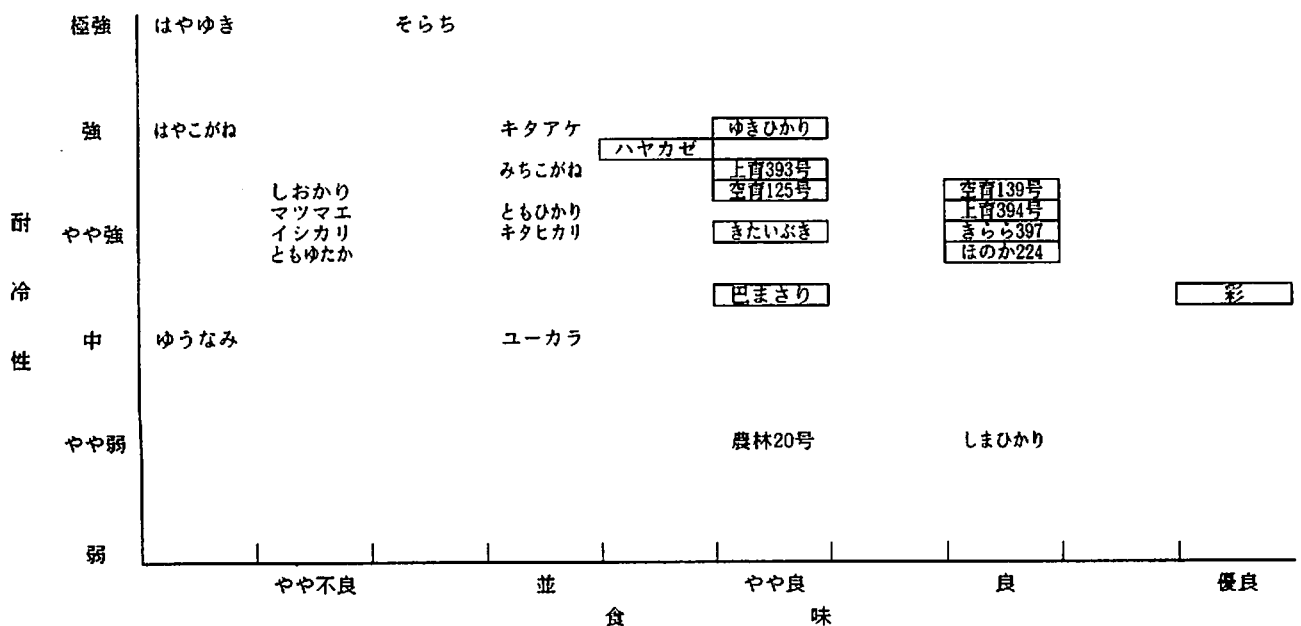
晩生種においても耐冷性が強以上が必要である。

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



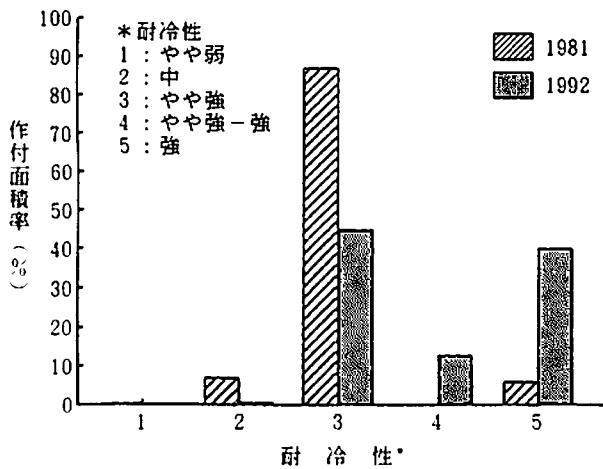
図IV-8 品種の出穂早晚と耐冷性の関係

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 水稻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。

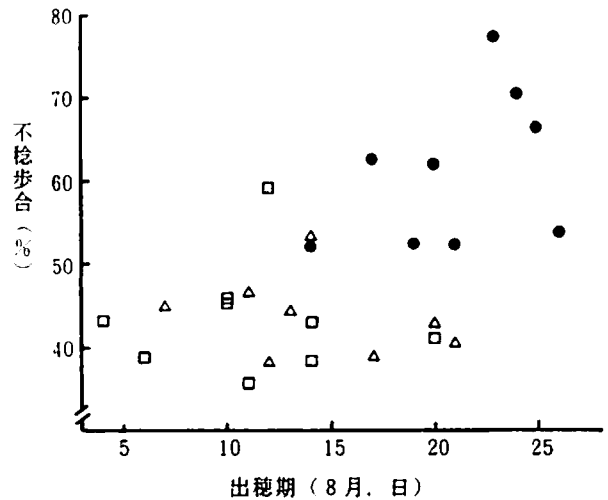
また、北海道農試のファイトトロンの実験において、開花期耐冷性にも品種間差があり、さらに、穂ばらみ期耐冷性のランクと開花期耐冷性のランクは必ずしも一致しないことが明らかにされている。したがって、今後は穂ばらみ期に加えて、開花期耐冷性の検定法確立と選抜条件の改良を推進し、良食味品種の耐冷性を一層強化する必要がある。

(佐々木忠雄)

(3) 不稔発生の様相と要因解析

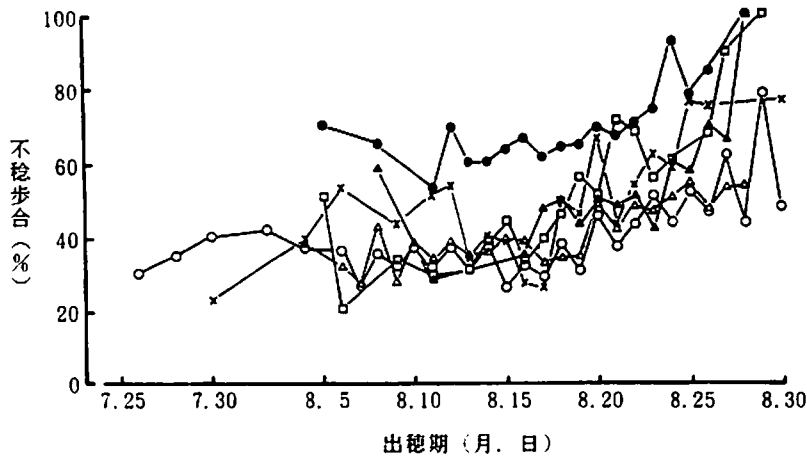
図IV-11には1993年の苗と移植時期の試験について、出穂期と不稔歩合の関係を示した。8月15日頃までは不稔歩合は40%前後であったが、その後は出穂期が遅れるほど不稔は多発した。同一出穂期で比較すると、「空育139号」や「空育125号」に比べ「きらら397」の不稔歩合は高い傾向にあった。

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

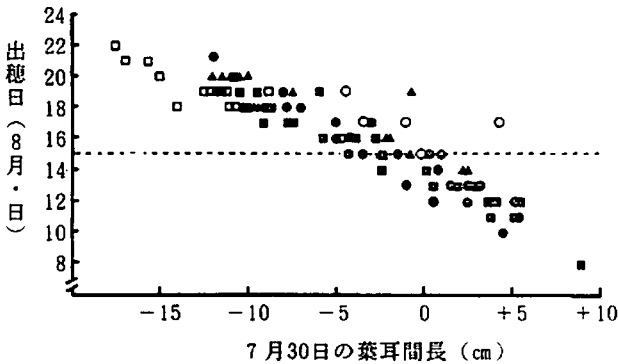


図IV-12 出穂日別不稔歩合 (穂別調査 稲作部 1993)

●: 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

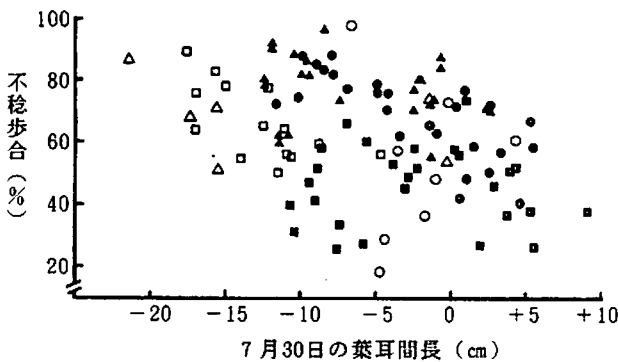
合が高かった。このように苗の種類によって同一出穂日でも不稔歩合に差がみられた。

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



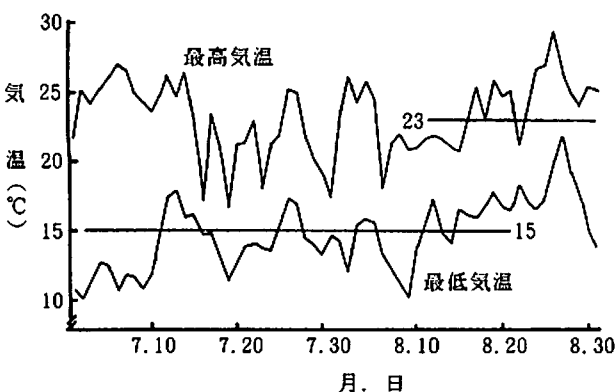
図IV-13 7月30日の葉耳間長と出穂期の関係
(きらら397 稲作部 1993)

○: 5月17日移植中苗 □: 5月24日移植中苗
●: " 成苗 ■: " 成苗 ▲: 5月31日移植成苗



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)

○: 5月17日移植中苗 □: 5月24日移植中苗 △: 5月31日移植中苗
●: " 成苗 ■: " 成苗 ▲: " 成苗



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の軽減効果を示した。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°C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°C以下であったが、その後は23°C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。

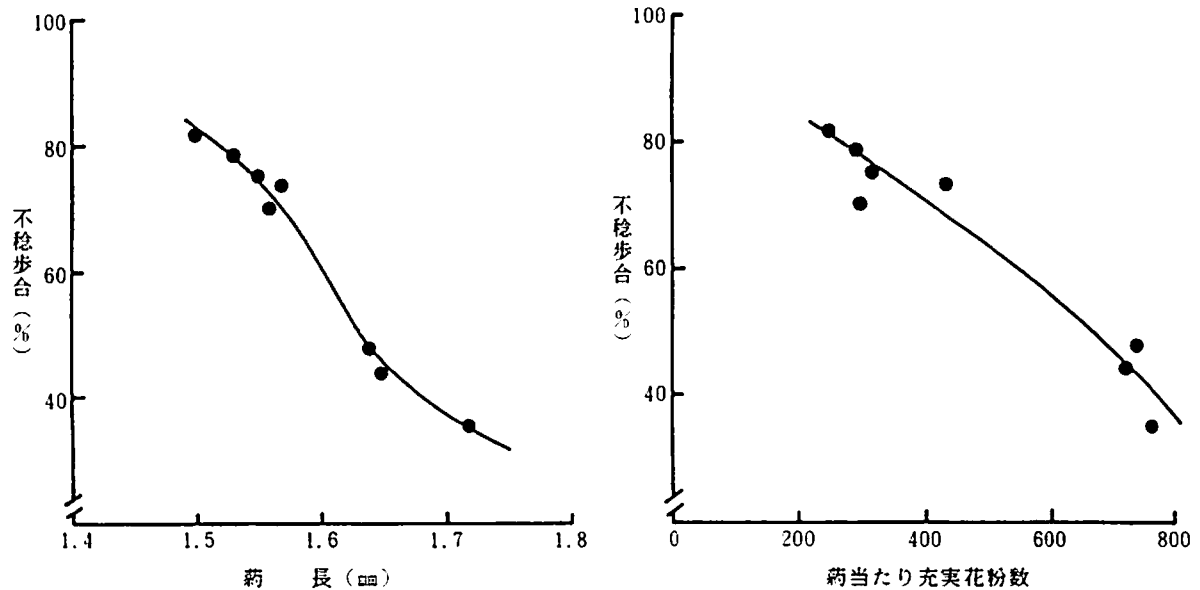
8月19日に収穫した穂の特定穎花の葯長および葯当たり充実花粉数と、同一日に収穫した穂の不稔歩合の間には密接な関係が認められた(図IV-16)。したがって、窒素施肥量の処理は葯と花粉の分化・発育に影響し、その結果不稔歩合に差が生じたといえる。

止葉期の窒素濃度の増加にとま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)

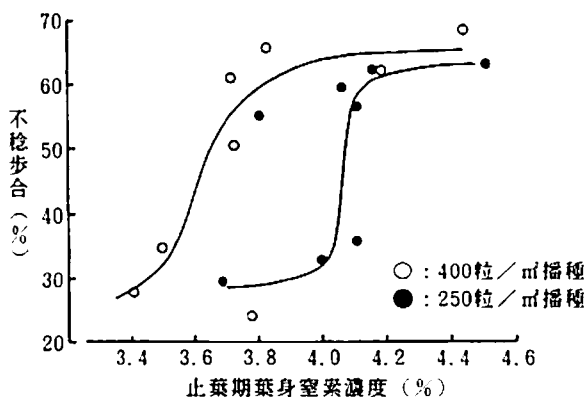
窒素 施肥量 (kg/10a)	400粒/m ² 播種						250粒/m ² 播種					
	m ² 当たり苗立ち 本数(本)		出穂期	収量	m ² 当たり 籾数	不稔歩合	m ² 当たり苗立ち 本数(本)		出穂期	収量	m ² 当たり 籾数	不稔歩合
	平均	S. D.	(月. 日)	(kg/10a)	(×100)	(%)	平均	S. D.	(月. 日)	(kg/10a)	(×100)	(%)
0	344	56	8.20	360	329	35.0	222	53	8.20	318	288	29.5
4	323	65	8.20	386	394	24.2	225	54	8.20	306	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薬長および薬当たり充実花粉数の関係

注) 400粒/m²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、薬長は1区30薬の平均、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/m²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/m²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	8. 6	7.29	818
	+5 cm	8.11	894	7.31
出穂期	8.21	1,062	8.14	1,072

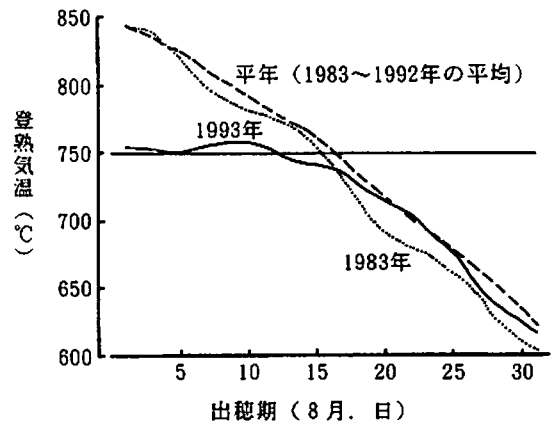
注) $\Sigma\theta a$: 移植後の簡易有効積算気温
 移植期: 1993年は5月21日、1992年は5月26日
 出穂期以外は主稈について(稲作部)

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

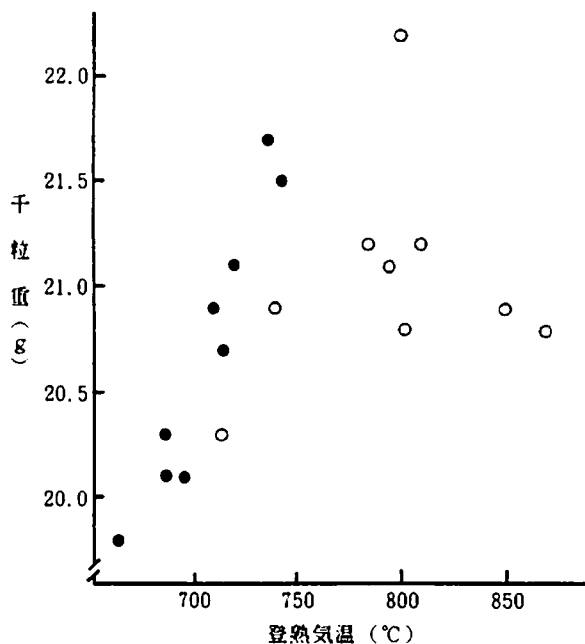
月旬	1993年				1983年		平年	
	旬計	平年比	積算	平年比	旬計	積算	旬計	積算
5上	16	(109)			30		15	
	43	(115)			51		37	
	51	(84)	51	(84)	60	60	61	61
6上	72	(82)	123	(83)	47	107	88	148
	106	(107)	229	(92)	50	157	99	248
	82	(82)	311	(82)	70	228	132	379
7上	146	(100)	457	(87)	104	332	146	525
	148	(95)	604	(89)	125	457	156	681
	148	(68)	752	(84)	179	636	217	898
8上	133	(64)	886	(80)	213	849	210	1,108
	164	(78)	1,050	(80)	220	1,069	210	1,318
	218	(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

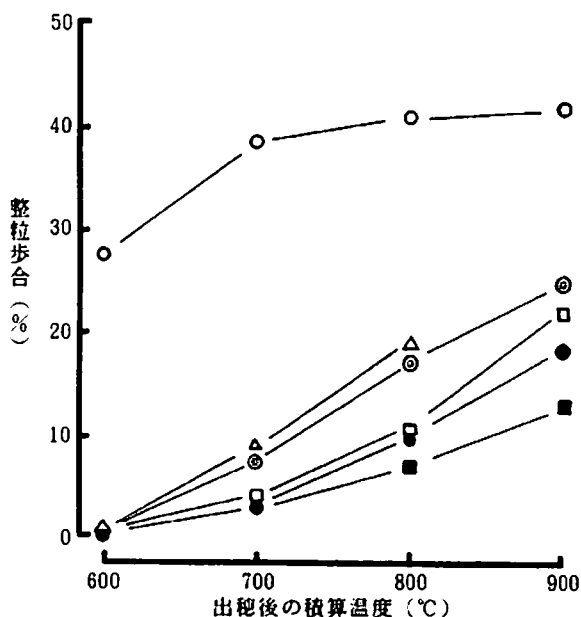
はいずれも50%以上であったが、不稔歩合が高いほど整粒歩合は低下した。不稔の発生により稔実初数が減少すれば、Sinkの減少により登熟は高まるものと予想されたが、ここで得られた結果は予想に反するものであった。著しい不稔の発生は、穂の光合成産物の吸引力を低下させ、光合成産物は生殖生長よりも栄養生長に分配されるのではなかろうか。

以上のように、出穂遅延の影響は早生種では明らかで



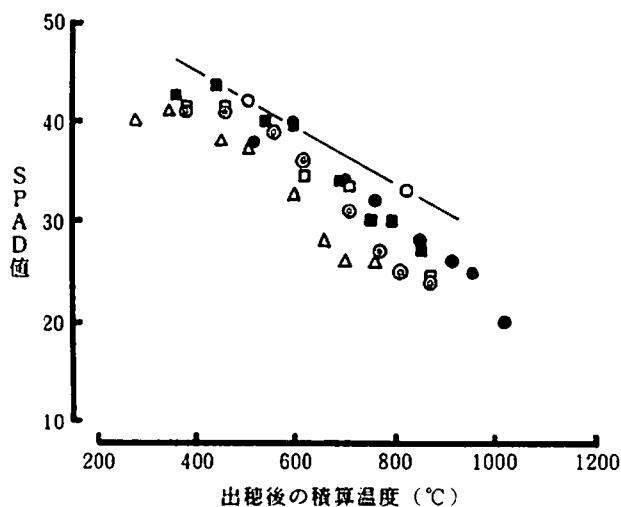
図IV-19 登熟気温と千粒重の関係 (きらら397 稲作部)

● : 1993年 作期試験
○ : 1985~1993年 奨決試験



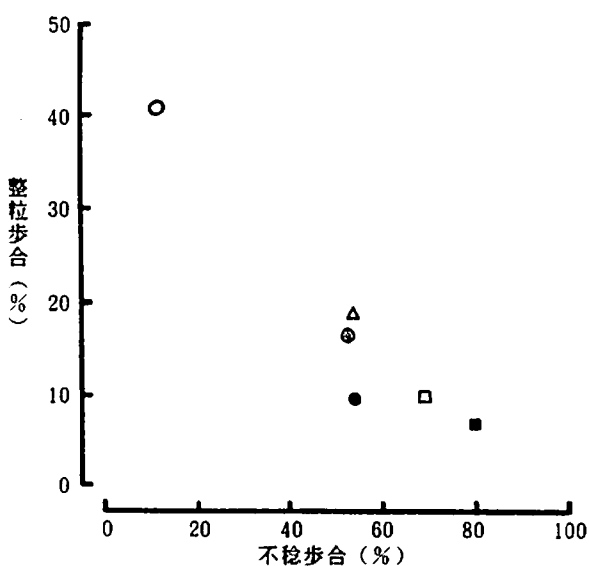
図IV-20 出穂後の積算温度と整粒歩合の推移 (稲作部)

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

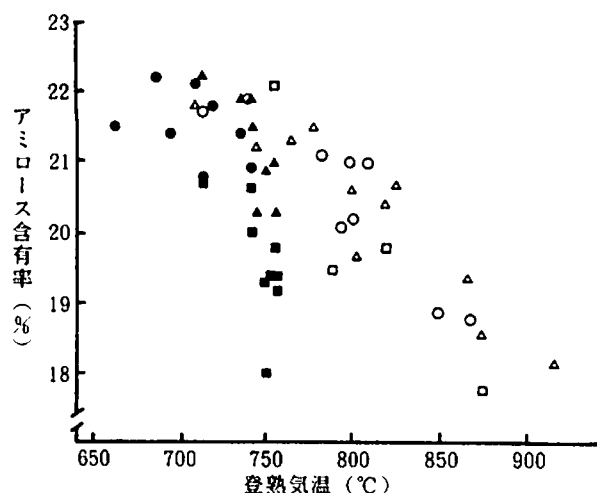
響について検討した(表IV-13)。

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

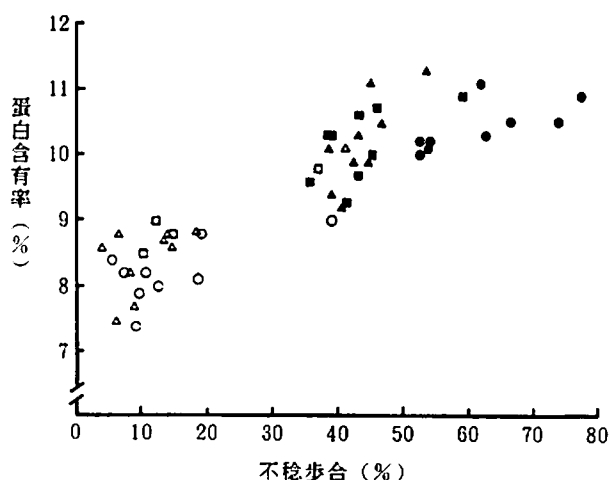
表IV-13 移植期と苗の種類が生育収量に及ぼす影響(稲作部、1993)

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 (°C)
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 ● 1984~1993年奨決試験 ○
 きらら397 ■ 空育139号 □
 空育125号 ▲ △



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。これらはいずれも稔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) (7月30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 (°C)			差(慣行-不耕起)(°C)			
	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
		17.8	13.0	15.1	1.4	-0.6	0.3
		19.4	14.3	16.5	1.7	-0.2	0.5
		21.4	15.9	18.3	2.2	-0.4	0.7
		21.3	16.8	18.7	1.9	-0.4	0.5
		20.4	16.1	17.9	2.2	-0.3	0.6
6	1	21.3	15.5	18.2	2.7	-0.3	0.8
		24.1	17.0	20.3	3.1	-0.6	1.0
		23.1	17.6	20.2	1.6	-0.6	0.3
		24.5	20.5	22.3	1.9	-0.4	0.6
		21.9	18.6	20.0	0.4	-0.2	0.2
		21.2	18.6	19.8	0.4	0.0	0.2
7	2	21.1	19.4	20.2	0.1	0.0	0.1
		22.4	19.5	20.8	-0.3	-0.3	-0.3
		20.2	18.0	19.0	-0.2	-0.2	-0.2
		19.8	18.5	19.1	-0.5	-0.4	-0.4
		21.4	19.5	20.4	0.0	-0.5	-0.3
		21.6	19.8	20.6	0.4	-0.8	-0.4
8	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背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、

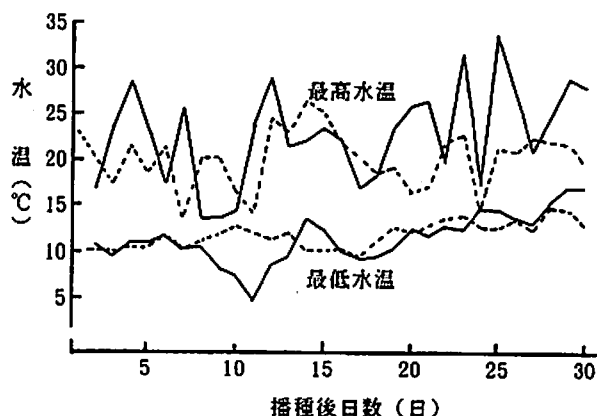
播種後の水田水温の推移を1992年と比較して示した。播種後30日間の日平均水温の平均値は、1992年では15.5℃と基準（湛水直播栽培暫定基準）以下であったのに対して、1993年では16.4℃と基準をわずかながら上回った。このように、1992年と比較して苗立ち率および苗の生育が1993年で優ったのは、主に播種後の水温によって説明できた。なお、代かき後播種まで日数は1992年の2日に対し、1993年では4日であった。このことも苗立ち率の向上に影響したと考えられる。

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)	苗立率 (%)	草丈 (cm)	葉数	埋没深度 (mm)	地上部 乾物重 (g/100本)
	"	"	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/10a)			検査 等級 (等)	m ² 当り 穂数 (本)	m ² 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。不稔の発症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。

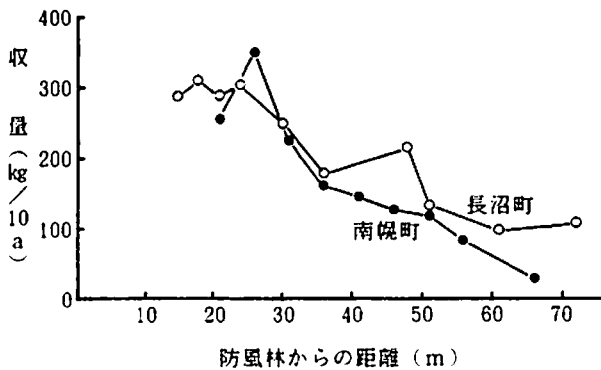
品質に及ぼす影響についてみると、両地点ともに防風林に近いほど整粒歩合は高かった。この要因は、南幌では主に被害粒歩合の減少であったのに対し、長沼では青米歩合の減少であった。

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

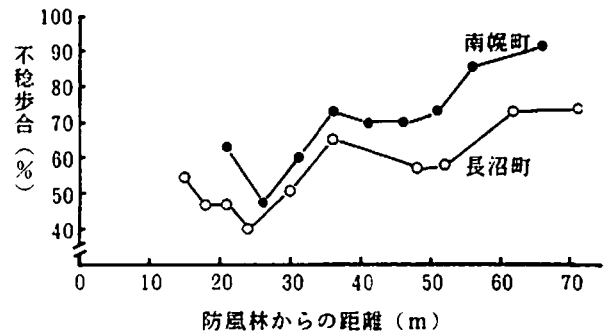
表IV-20 防風効果に関する現地調査 (1993)

場所	距離 (m)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	1株 穂数 (本)	一穂 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 (%)	育米 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見る限りでは、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	稈歩合 登熟歩合	稈歩合 登熟歩合	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。

2 上川農試

地域間差について検討した。また、新旧品種の不稔発生状況をとりまとめた。

本年の上川における作況指数は50であり、道内では比較的高い値となったが近年稀にみる凶作年となった。

ここでは、上川農試の奨励品種決定基本調査および現地調査（以下、奨決基本調査、奨決現地調査）の成績を用いて、本年の気象下における生育と収量の品種間差と

(1) 奨励品種決定基本調査の生育

1) 主要品種の生育・収量

主要品種の奨決基本調査の結果を平年値と対比し、表IV-22に示した。

表IV-22 上川農試奨決圃生育収量（1993）

項 目	ハヤカゼ			上育393号			空育125号		
	本年	平年	比較	本年	平年	比較	本年	平年	比較
出穂期(月.日)	8.04	7.28	7	8.06	7.30	7	8.08	7.31	8
成熟期(月.日)	9.20	9.10	10	9.27	9.15	12	9.27	9.16	11
稈長(cm)	56.7	57.4	-0.7	63.8	66.3	-2.5	57.6	61.3	-3.7
穂長(cm)	14.7	15.0	-0.3	16.5	17.5	-1.0	15.7	16.1	-0.4
m ² 当穂数(本)	753	703	50	628	586	42	680	666	14
一穂粒数	48.5	54.1	-5.6	58.7	56.6	2.1	51.3	53.6	-2.3
m ² 当粒数(×1000)	36.5	37.8	-1.3	36.9	33.1	3.8	34.9	35.7	-0.8
不稔歩合(%)	16.2	10.3	5.9	17.3	9.3	8.0	26.0	11.1	14.9
千粒重(g)	20.0	21.5	-1.5	20.3	21.9	-1.6	20.2	22.1	-1.9
精玄米重(kg/a)	54.0	57.9	-3.9	52.6	58.8	-6.2	46.8	58.8	-12.0
同平年比(%)	93	100	-	89	100	-	80	100	-
ワラ重(kg/a)	49.0	52.3	-3.3	66.2	57.7	8.5	75.5	59.5	16.0
屑米重(kg/a)	2.4	3.0	-0.6	3.6	3.3	0.3	2.4	2.6	-0.2

項 目	ゆきひかり			きらら397			彩		
	本年	平年	比較	本年	平年	比較	本年	平年	比較
出穂期(月.日)	8.11	8.01	10	8.10	8.02	8	8.20	8.06	14
成熟期(月.日)	9.28	9.22	6	9.29	9.22	7	10.07	9.22	15
稈長(cm)	58.9	61.5	-2.6	56.9	61.6	-4.7	57.0	63.6	-6.6
穂長(cm)	17.3	17.3	0	16.6	17.4	-0.8	16.2	16.3	-0.1
m ² 当穂数(本)	658	621	37	685	697	-12	745	702	43
一穂粒数	62.4	62.4	0	54.5	56.6	-2.1	46.7	51.7	-5.0
m ² 当粒数(×1000)	41.1	38.7	2.4	37.3	39.5	-2.1	34.8	36.1	-1.3
不稔歩合(%)	25.4	12.1	13.3	23.5	13.6	9.9	49.6	16.0	33.6
千粒重(g)	19.9	21.0	-1.1	21.5	22.6	-1.1	21.5	22.5	-1.0
精玄米重(kg/a)	47.6	58.1	-10.5	53.0	60.8	-7.8	25.8	52.8	-27.0
同平年比(%)	82	100	-	87	100	-	49	100	-
ワラ重(kg/a)	65.0	53.3	11.7	63.1	60.4	2.7	92.1	67.2	24.9
屑米重(kg/a)	4.3	4.1	0.2	3.3	3.7	-0.4	2.1	3.1	-1.0

項 目	はくちょうもち			たんねもち		
	本年	平年	比較	本年	平年	比較
出穂期(月.日)	8.06	7.29	8	8.06	7.29	8
成熟期(月.日)	9.24	9.14	10	9.26	9.17	9
稈長(cm)	51.0	54.7	-3.7	59.1	61.8	-2.7
穂長(cm)	14.6	15.0	-0.4	16.4	16.9	-0.5
m ² 当穂数(本)	628	661	-33	625	594	31
一穂粒数	62.2	56.1	6.1	72.2	76.2	-4.0
m ² 当粒数(×1000)	39.1	36.9	2.1	45.1	45.2	-0.1
不稔歩合(%)	19.3	7.5	11.8	26.1	13.5	12.6
千粒重(g)	18.8	20.1	-1.3	18.9	20.5	-1.6
精玄米重(kg/a)	42.8	52.9	-10.1	48.8	55.8	-7.0
同平年比(%)	81	100	-	87	100	-
ワラ重(kg/a)	59.2	51.8	7.4	61.2	55.1	6.1
屑米重(kg/a)	4.5	3.3	1.2	4.5	3.4	1.1

注1) 平年値は昭和63年から平成4年の5か年の平均値

2) 標肥区の成績を記載

今年の奨決の移植は平年並みの5月19日である。しかし移植後から気象は低温・寡照に経過し、活着及び生育は遅れた。このため出穂期は早生種の「ハヤカゼ」で7日遅く、中生種の「彩」では14日遅れた。さらに極早生種の幼穂形成期と思われる7月中旬から中生種の出穂・開花期にあたる8月中旬まで概ね最低気温は15℃を割り、平均気温でも20℃に達しなかった。

成熟期は「ハヤカゼ」で10日、「彩」で15日遅れた。稈長は早生種で平年並みであったものの、中生の「きらら397」、「彩」では5~7cm短くなった。穂長は平年並であった。㎡当たり穂数は「きらら397」、「はくちょうもち」を除いてやや増加した。一穂粒数は「上育393号」、「はくちょうもち」で増加したものの、そ

他の品種は平年並か減少した。㎡当たり粒数は一穂粒数が増加したもので増加し、減少したもので少なくなった。不稔歩合は「ハヤカゼ」「上育393号」で7%程度の増加であったが、「はくちょうもち」、「たんねもち」では12%前後、「彩」では34%の増加であった。千粒重は0.9~1.9g軽くなった。屑米重は平年並みであったが、不稔歩合の高い品種はワラ重が増加した。

2) 出穂期、不稔発生と収量

図IV-28に出穂期と不稔歩合の関係を示した。8月12日までに収穫した品種・系統は、標肥区・多肥区込みで10~30%に不稔歩合が集中している。しかし8月13日以降では遅く収穫したものほど不稔が増加している。

また、耐冷性が「やや強」程度より強い品種では不稔歩合に明確な差はみられないが、耐冷性「中」の「彩」では極端に不稔が増加した。

図IV-29には不稔歩合と玄米重の関係を示した。「彩」は不稔の増加によって著しく減収している。しかし、「彩」を除くと不稔の多いものでも40kg/a以上の収量をあげている。さらに多肥区では不稔が多くなったにも拘らず増収した。

3) 減収要因

本年は水稻の生育期間全般にわたって概ね低温・寡照に推移し、結果として収量が低下した。

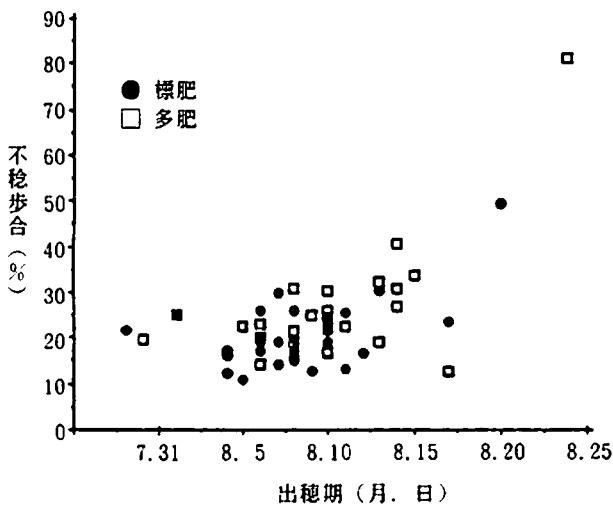
この減収要因を解析するため、表IV-22の収量構成要素について検討した。

これをみると、㎡当たり粒数は平年と大きな差はみられない。これに対して稔歩合は平年比6.6~40.0%低下し、千粒重は0.9~1.9g軽くなっている。収量は平年に比べ7~51%低下している。しかし、屑米重は平年と大きな差はなかった。

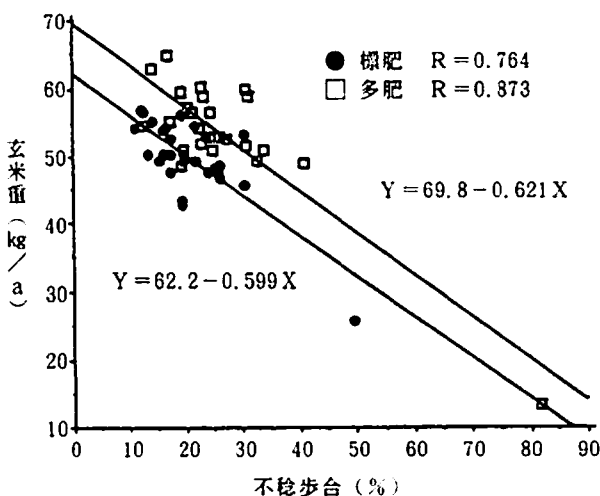
つぎに、千粒重と収量、不稔歩合と収量の関係を図IV-30、31に示した。千粒重の低下と収量の低下には相関が無いが、不稔歩合の増加と収量の低下には強い正の相関があることがわかる。

本年の主たる減収要因は、幼穂形成期から出穂・開花期にわたる低温による不稔発生であるが、以上を要約すると次のごとくである。

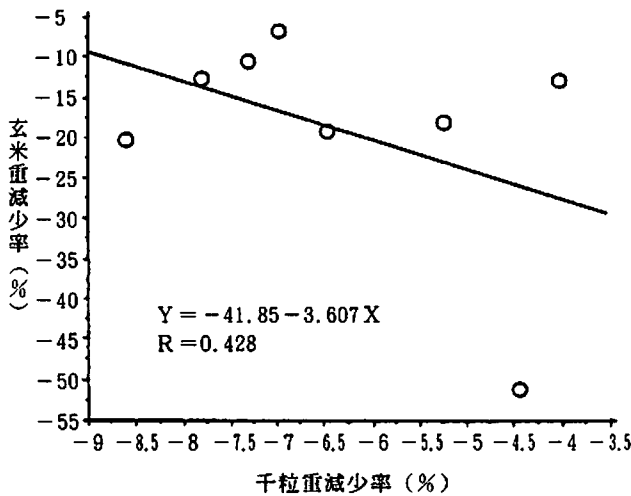
本年の気象下では、出穂の遅いものほど出穂期の遅れの度合いが大きくなっており、早生種の「ハヤカゼ」では7日、「ゆきひかり」で10日遅く、供試品種中で晩生のグループに属する「彩」では14日遅くなった。この出穂期の遅れが成熟期の遅れにつながっており、熟期が遅い品種ほど生育の遅れが大きくなった。しかし「きらら397」は出穂期が8日の遅れにとどまり例外的であった。



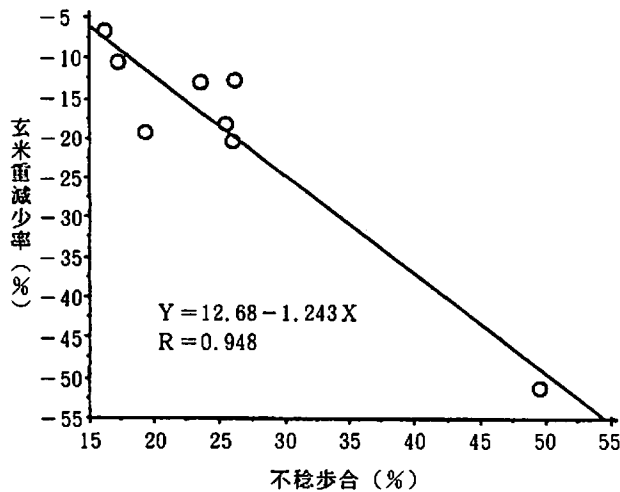
図IV-28 奨励品種決定基本調査供試系統、品種の出穂期と不稔歩合の関係 (上川農試 1993)



図IV-29 奨励品種決定基本調査供試系統、品種の不稔歩合と玄米重の関係 (上川農試 1993)



図IV-30 奨励品種決定基本調査供試品種の千粒重と玄米重の対年平均減少率（上川農試 1993）



図IV-31 奨励品種決定基本調査供試品種の不稔歩合と玄米重対年平均減少率（上川農試 1993）

収量決定要素となる不稔歩合は「ハヤカゼ」、「上育393号」で7%程度の増加であったが、「空育125号」、「ゆきひかり」では14%前後、「彩」では34%の増加であった。しかし「きらら397」は10%の増加にとどまった。このことから出穂の遅れの度合いが大きいものほど不稔歩合が増加している傾向がうかがえる。

一方、玄米千粒重は総じて各品種とも1~2g小さくなり減収程度をさらに大きくした。

(2) 奨励品種決定現地調査の生育

表IV-23~26に平成5年度奨励品種決定現地調査に供試した主要品種、「上育393号」、「空育125号」、「ゆきひかり」、「きらら397」、「はくちょうもち」お

よび「たんねもち」の出穂期、不稔歩合および収量を示し、昭和63年から平成4年の前5か年平均を平年値として比較した。

本年は6月の低温寡照および7月中旬から8月中旬にかけての持続的低温により、各地帯ともに出穂の著しい遅延と不稔の多発をみた。

出穂期は管内総平均で、粳種が早中生ともに7日から10日の遅れであり、糯種は8日から11日の遅れとなった。施肥水準による出穂期の変動は、粳種では殆ど認められなかったが、糯種においては試験箇所が偏ったために標肥区の方が多肥区より遅かった。

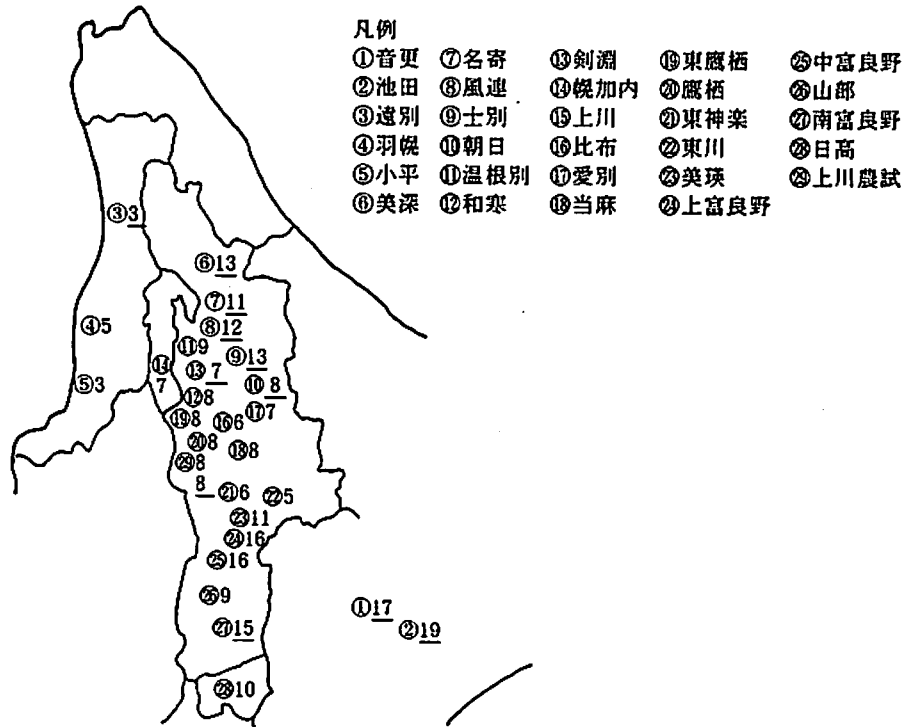
出穂期の遅延程度を地帯別にみると（表IV-23、25、26、図IV-32）、粳種は上川南部が11日から15日の遅れで最も大きく、ついで上川北部で7日から10日、上川中央部で5日から8日、留萌が最も軽微で3日から7日であった。なお、地帯を問わず「きらら397」の遅延程度がやや大きい傾向にあった。一方、糯種では十勝で18日と著しく遅延した他、上川北部、南部で11日から17日、上川中央部においても6日から8日程度となったが、留萌では粳種と同様に遅延の程度は最も小さく、1日から7日の出穂遅延であった。

不稔発生は管内総平均で、粳種が33%から48%であり、糯種は37%から57%であった。粳種では早生種の「上育393号」の不稔発生がやや少なく、「きらら397」で多めであった。施肥水準の違いによる不稔発生の程度では、粳種、糯種ともに大きな差は認められなかった（表IV-24、26、図IV-33）。

不稔の発生程度を地帯別にみると、粳種では上川南部が51%から77%と最も高く、ついで上川北部が41%から78%、上川中央部は19%から35%程度で留萌同様に比較的少発生であった。糯種においては、十勝管内ではほぼ90%にも及んだのをはじめ、上川南部で53%から73%、上川北部では50%程度の多発生となったが、上川中央部、留萌管内では40%程度にとどまり（表IV-26）、全般に「はくちょうもち」の不稔発生は「たんねもち」より少なかった。

以上のように、本年は不稔の多発と出穂遅延に引き続く登熟不良により大幅な減収となった。すなわち、粳早中生種4品種こみの前5か年平均値に対する4品種平均の玄米収量比率は、標肥区で61%、多肥区で68%であった。また糯種2品種では、標肥区が52%、多肥区で69%となった。

収量比率を地帯別に概観すると、粳種の標肥区では上川南部、上川北部で著しい減収となり収量比率はそれぞれ39%、43%であり、留萌、上川中央部がそれぞれ79%、

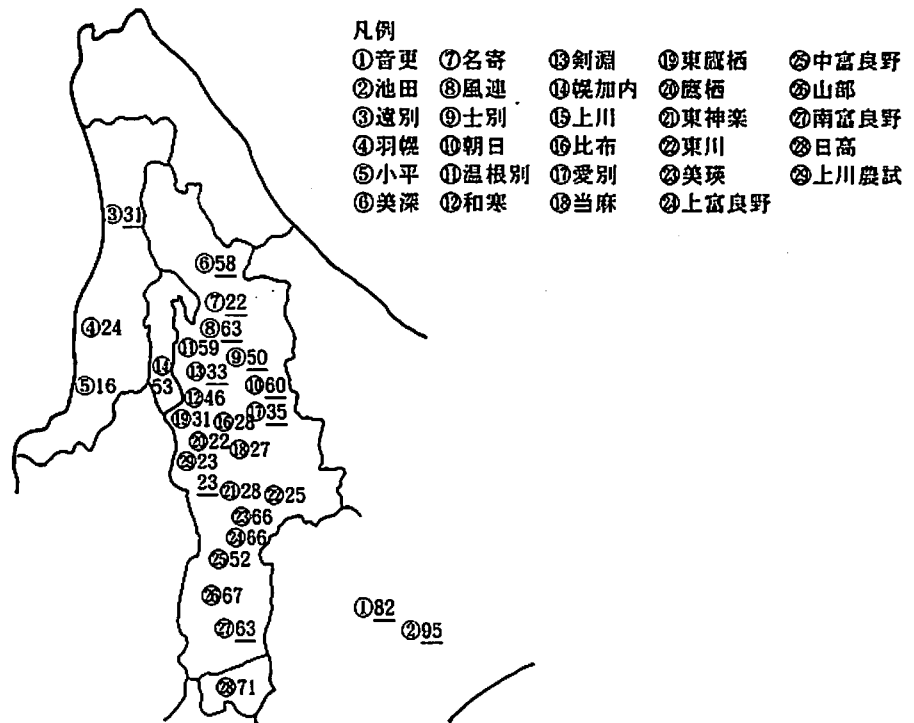


図IV-32 奨決現地試験における出穂遅延日数 (標肥区)、日 (上川農試管内 1993)

注1) 昭和63 (1988) ~平成4 (1992) 平均値との差で示す。

2) 播種は「はくちょうもち」、「たんねもち」の2品種、稈種は「上育393号」、「空育125号」、「ゆきひかり」、「きらら397」の4品種を用いた。ただし、羽幌、小平、比布、当麻は「上育393号」を除く3品種。

3) 下線付数値は播種を示す。

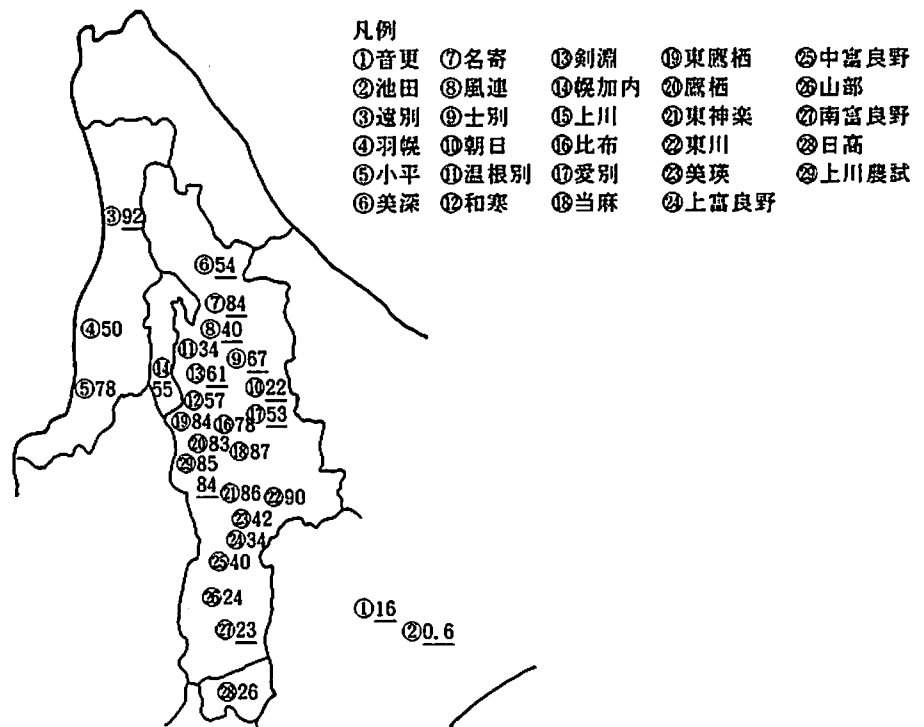


図IV-33 奨決現地試験における不稔歩合 (標肥区)、% (上川農試管内 1993)

注1) 昭和63 (1988) ~平成4 (1992) 平均値に対する比率で示す。

2) 播種は「はくちょうもち」、「たんねもち」の2品種、稈種は「上育393号」、「空育125号」、「ゆきひかり」、「きらら397」の4品種を用いた。ただし、羽幌、小平、比布、当麻は「上育393号」を除く3品種。

3) 下線付数値は播種を示す。



図IV-34 奨決現地試験における玄米収量比率（標肥区）、%（上川農試管内 1993）

注1) 昭和63(1988)～平成4(1992)平均値に対する比率で示す。

2) 糯種は「はくちょうもち」、「たんねもち」の2品種、粳種は「上育393号」、「空育125号」、「ゆきひかり」、「きらら397」の4品種を用いた。ただし、羽幌、小平、比布、当麻は「上育393号」を除く3品種。

3) 下線付数値は糯種を示す。

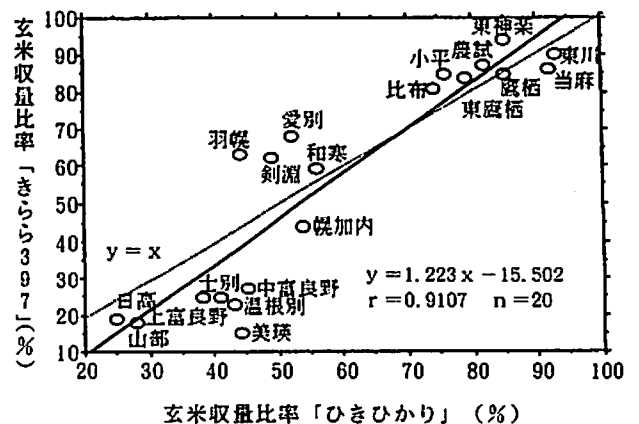
81%となり、90%台の収量比率をあげた現地（東川）もみられた（図IV-34）。多肥区についてもほぼ同様な結果であった。糯種では、出穂遅延と不稔発生が著しかった十勝管内において収量比率10%未満の大凶作となった他、上川南部で23%、上川北部で50%台となったが、留萌北部では92%と極めて良好な成績が得られた（図IV-34）。

つぎに、耐冷性程度と玄米収量との関係を検討した。出穂期の影響を除くために、粳種では「ゆきひかり」（耐冷性：強）と「きらら397」（同：やや強）、糯種では「はくちょうもち」（耐冷性：強）と「たんねもち」（同：やや強）との間で比較した（図IV-35、36）。粳種では不稔発生が比較的少なかった地帯での収量比率は「きらら397」が「ゆきひかり」より高かったが、不稔発生が多かった地帯では「ゆきひかり」が優り、耐冷性の差を示す結果となった。しかし、不稔歩合の管内平均値では「ゆきひかり」が「きらら397」より小さかったものの、現地20箇所中10箇所までが「ゆきひかり」で高かったことから（図IV-37）、不稔発生と栽培特性との関連が強く示唆された。

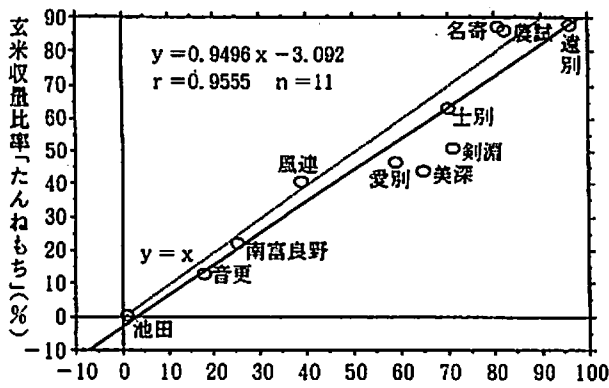
一方、糯種では耐冷性の差が不稔歩合、収量比率に反

映される結果となった。

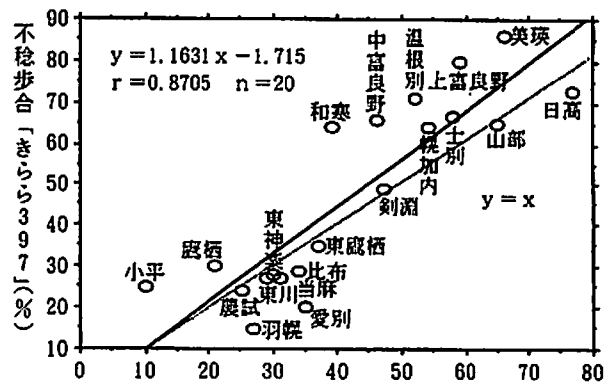
玄米品質については、出穂・開花期の大幅な遅れにより十分な登熟温度を確保できず、成熟期に至らない現地も多く、整粒不足、形質不良、さらには穂ばらみ期・出穂期の低温により多発した初掲変が茶米などの発生を促したことから、上位等級米比率を著しく低下させた。



図IV-35 奨決現地試験における「ゆきひかり」(耐冷性：強)と「きらら397」(耐冷性：やや強)の玄米収量比率の比較（標肥区）（上川農試管内 1993）



玄米収量比率「はくちょうもち」(%)



不稔歩合「ひきひかり」(%)

図IV-36 奨決現地試験における「はくちょうもち」(耐冷性;強)と「たねもち」(耐冷性;やや強)の玄米収量比率の比較(標肥区)(上川農試管内 1993)

図IV-37 奨決現地試験における「ゆきひかり」(耐冷性;強)と「きらら397」(耐冷性;やや強)の不稔歩合の比較(上川農試管内 1993)

表IV-23 奨決現地調査(標肥区)供試品種の出穂期・収量とその地域間差(1993)

市町村名	出穂期(標肥区)月・日								収量(標肥区)kg/10a							
	上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397		上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397	
	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年
3 遠別	8. 6 8. 3								462 488							
4 羽幌			8. 3	7.29	8. 5	7.31	8. 8	8. 2			214	514	239	539	326	520
5 小平			8. 1	7.29	8. 3	7.31	8. 9	8. 4			371	523	426	558	456	536
留明平均	8. 6	8. 3	8. 2	7.29	8. 4	7.31	8. 9	8. 3	462	488	293	519	333	540	391	528
7 名寄			8. 5 7.27								385 465					
8 風連			8. 3 7.26								196 452					
9 士別	8. 7	7.27	8.15	8. 1	8.17	8. 3	8.16	8. 2	307	451	169	437	195	471	117	470
10 朝日			8. 7 7.30		8.10 8. 2				170 483		125 461					
11 温根別	8. 6	7.27	8.11	8. 2	8.10	8. 2	8.11	8. 2	156	482	167	461	200	465	115	498
12 和寒	8. 3	7.27	8. 5	7.29	8. 6	8. 1	8.12	8. 1	382	598	289	576	333	599	354	598
13 剣淵	8. 6	7.28	8. 6	7.31	8.12	8. 3	8.12	8. 2	375	565	383	529	280	566	346	561
14 幌加内	8. 1	7.26	8. 5	7.29	8. 8	7.30	8.10	8. 2	316	483	255	458	237	436	193	436
上川北部平均	8. 5	7.27	8. 7	7.31	8.11	8. 2	8.12	8. 2	286	497	231	487	249	507	225	513
16 比布			8. 4	7.30	8. 7	8. 1	8. 8	8. 1			438	550	416	561	483	597
17 愛別			8. 4	7.29	8. 7	8. 1	8. 7	7.30			315	519	294	567	378	558
18 当麻			8. 6	7.27	8. 8	7.31	8. 5	7.28			474	574	520	563	496	580
19 東窓栖	8. 2	7.26	8. 6	7.30	8.12	8. 2	8. 6	7.30	510	575	489	579	447	569	499	596
20 窓栖	8. 3	7.26	8. 5	7.28	8. 6	7.30	8. 8	7.30	532	619	485	631	539	636	551	646
21 東神楽	7.27	7.22	7.31	7.26	8. 3	7.28	8. 3	7.28	491	571	461	580	503	592	560	594
22 東川	8. 2	7.27	8. 3	7.29	8. 5	7.31	8. 5	7.31	536	576	489	581	530	573	528	588
上川中央部平均	8. 1	7.25	8. 4	7.28	8. 7	7.31	8. 6	7.30	517	585	450	573	464	580	499	594
23 美瑛	8. 3	7.26	8. 8	7.30	8.11	8. 2	8.16	8. 1	363	532	218	541	245	560	81	552
24 上富良野	8.13	7.27	8.16	7.31	8.18	8. 1	8.16	8. 2	219	523	177	530	217	572	136	554
25 中富良野	8.10	7.25	8.12	7.28	8.16	7.31	8.17	7.30	282	506	193	563	253	561	152	554
26 山部	8.11	8. 2	8.15	8. 4	8.16	8. 6	8.15	8. 6	127	430	92	429	128	453	77	438
28 日高	8. 9	8. 1	8.11	8. 5	8.19	8. 6	8.20	8. 6	151	438	76	351	97	382	75	393
上川南部平均	8. 9	7.29	8.12	8. 1	8.16	8. 3	8.17	8. 3	228	486	151	483	188	506	104	498
29 上川農試	8. 6	7.30	8. 8	7.31	8.11	8. 1	8.10	8. 2	526	588	468	588	476	581	530	608
箇所数	19	19	21	21	20	20	20	20	19	19	21	21	20	20	20	20
総平均	8. 5	7.28	8. 7	7.30	8.10	8. 1	8.11	8. 1	341	517	302	523	329	540	323	544

注) 平年値は昭和63年(1988)から平成4年(1992)の前5ヶ年平均値。

表IV-24 採決現地調査供試品種の不稔歩合とその地域間差 (1993)

市町村名	不稔歩合(標肥区) %								不稔歩合(多肥区) %							
	上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397		上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397	
	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年
3 遠別	29	8.6							24	8.4						
4 羽幌			30	10.4	27	8.6	15	9.4			35	9.4	31	10.8	37	10.2
5 小平			13	8.0	10	7.2	25	13.0			24	8.2	22	9.0	46	11.6
留萌平均	29.0	8.6	21.5	9.2	18.5	7.9	20.0	11.2	24.0	8.4	29.5	8.8	26.5	9.9	41.5	10.9
7 名寄	15	11.6							21	12.4						
8 風連	52	14.8							51	17.0						
9 士別	47	11.4	54	16.8	58	16.6	67	17.8	51	14.4	79	17.6	67	16.6	81	20.2
10 朝日	49	15.4	56	18.8												
11 温根別	61	11.2	52	11.0	52	12.4	71	14.2								
12 和寒	33	9.2	46	11.0	39	8.0	64	12.0								
13 剣淵	27	13.4	39	18.6	47	13.6	49	15.0								
14 幌加内	44	15.0	51	16.4	54	14.8	64	18.4	47	13.2	64	15.6	62	17.4	75	22.4
上川北部平均	41.0	12.8	49.7	15.4	50.0	13.1	64	15.5	42.5	14.3	71.5	16.6	64.5	17.0	78.0	21.3
16 比布			20	10.0	34	11.2	29	10.6								
17 愛別			28	9.8	35	11.2	20	9.2			36	10.8	43	11.2	32	9.4
18 当麻			23	9.2	31	9.4	27	7.2			43	10.0	39	9.6	31	8.0
19 東鷹栖	19	9.0	33	9.4	37	13.4	35	10.8	18	8.8	35	11.8	29	13.2	25	13.0
20 鷹栖	15	6.6	20	8.0	21	6.0	30	5.8	16	6.2	24	8.4	25	8.4	30	7.0
21 東神楽	24	13.4	30	13.8	30	14.0	28	16.0	23	18.8	32	14.8	30	17.6	29	18.8
22 東川	17	10.6	26	11.8	29	12.6	27	12.8	24	11.6	38	14.6	32	14.2	37	16.6
上川中央部平均	18.8	9.9	25.7	10.3	31.0	11.1	28.0	10.3	20.3	11.4	34.7	11.7	33.0	12.4	30.7	12.1
23 英瑛	48	11.2	63	13.6	66	14.0	86	13.6	50	15.8	65	16.4	61	18.2	84	16.4
24 上富良野	52	8.0	71	8.4	59	9.4	80	10.8								
25 中富良野	45	9.5	49	8.6	46	9.4	66	10.4	52	12.3	64	11.0	58	12.0	70	11.8
26 山部	69	9.8	70	16.6	65	15.8	65	18.6								
28 日高	59	15.0	76	20.3	77	16.0	73	21.8								
上川南部平均	54.6	10.7	65.8	13.5	62.6	12.9	74.0	15.0	51.0	14.1	64.5	13.7	59.5	15.1	77.0	14.1
29 上川農試	17	9.3	26	11.1	25	12.4	24	13.8	19	11.9	33	13.2	27	16.8	41	22.8
箇所数	19	19	21	21	20	20	20	20	12	12	13	13	13	13	13	13
総平均	38.0	11.2	41.7	12.5	42.1	11.8	47.3	13.1	33.0	12.6	44.0	12.4	40.5	13.5	47.5	14.5

注) 平年値は昭和63年(1988)から平成4年(1992)の前5ヶ年平均値。

表IV-25 採決現地調査(多肥区) 供試品種の出穂期・収量とその地域間差(1993)

市町村名	出穂期(多肥区)月・日								収量(多肥区)kg/10a							
	上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397		上育393号		空育125号		ゆきひかり		きらら397	
	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年
3 遠別	8.7	8.4							417	440						
4 羽幌			8.4	7.29	8.5	7.31	8.8	8.2			341	545	366	549	434	551
5 小平			8.1	7.29	8.6	8.1	8.12	8.4			483	525	458	542	341	521
留萌平均	8.7	8.4	8.3	7.29	8.6	8.1	8.10	8.3	417	440	412	535	412	546	388	536
7 名寄	8.7	7.27							382	509						
8 風連	8.4	7.26							201	486						
9 士別	8.8	7.27	8.17	7.31	8.18	8.3	8.16	8.2	315	476	122	458	127	470	70	480
14 幌加内	8.1	7.26	8.6	7.29	8.10	7.31	8.10	8.3	331	479	235	506	210	494	122	459
上川北部平均	8.5	7.27	8.12	7.30	8.14	8.2	8.13	8.3	307	488	179	482	169	482	96	470
17 愛別			8.4	7.28	8.7	7.31	8.7	7.30			306	546	309	589	390	576
18 当麻			8.8	7.27	8.9	7.31	8.6	7.29			428	614	496	604	505	613
19 東鷹栖	8.2	7.28	8.6	7.30	8.12	8.2	8.6	7.31	504	578	451	593	495	560	490	598
20 鷹栖	8.3	7.27	8.5	7.28	8.7	7.30	8.9	7.31	582	635	564	646	554	645	586	662
21 東神楽	7.28	7.23	7.31	7.26	8.3	7.29	8.3	7.29	443	550	415	598	465	609	495	597
22 東川	8.3	7.28	8.4	7.30	8.6	7.31	8.6	7.31	521	592	475	596	544	587	529	579
上川中央部平均	8.1	7.27	8.5	7.28	8.7	7.31	8.6	7.30	513	589	440	599	477	599	499	604
23 美瑛	8.2	7.27	8.8	7.30	8.11	8.3	8.15	8.2	393	553	228	558	252	565	93	555
25 中富良野	8.11	7.26	8.16	7.29	8.17	8.1	8.16	7.31	293	563	223	611	275	618	208	580
上川南部平均	8.7	7.27	8.12	7.30	8.14	8.2	8.16	8.1	343	558	225	585	264	592	151	568
29 上川農試	8.8	7.31	8.13	7.31	8.14	8.2	8.14	8.2	595	624	494	624	527	598	490	603
箇所数	12	12	13	13	13	13	13	13	12	12	13	13	13	13	13	13
総平均	8.4	7.28	8.7	7.29	8.10	8.1	8.10	8.1	415	540	366	571	391	572	366	567

注) 平年値は昭和63年(1988)から平成4年(1992)の前5ヶ年平均値。

表IV-26 採決現地調査供試稲品種の出穂期・収量・不稔歩合とその地域間差(1993)

市町村名	出穂期(月・日)				収量(kg/10a)				不稔歩合(%)			
	はくちょうもち		たんねもち		はくちょうもち		たんねもち		はくちょうもち		たんねもち	
	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年	平5	平年
標肥区												
1 音更	8.23	8.6	8.23	8.6	42	230	32	240	82	36.6	82	41.8
2 池田	8.23	8.4	8.22	8.3	3	352	1	335	93	23.0	96	37.2
十勝平均	8.23	8.5	8.23	8.5	23	291	17	288	87.5	29.8	89	39.5
3 遠別	8.6	8.3	8.5	8.4	433	450	401	456	23	9.2	38	13.8
留萌平均	8.6	8.3	8.5	8.4	433	450	401	456	23	9.2	38	13.8
6 美深	8.14	8.1	8.12	7.30	332	514	232	528	47	6.8	68	13.3
7 名寄	8.10	7.30	8.9	7.29	372	451	396	459	19	14.0	25	18.4
8 風連	8.9	7.28	8.6	7.26	167	423	169	412	61	14.6	64	22.2
9 士別	8.13	7.30	8.9	7.28	275	391	268	425	48	10.8	52	16.8
10 朝日	8.10	8.1	8.8	7.31	104	433	88	446	50	16.6	69	23.8
11 温根別	8.9	7.30	8.10	7.28	182	444	158	486	38	9.8	70	15.4
13 剣淵	8.5	7.30	8.6	7.29	374	526	283	556	25	13.0	40	19.4
上川北部平均	8.10	7.30	8.9	7.29	258	455	228	473	41.1	12.2	55.4	18.5
17 愛別	8.4	7.28	8.4	7.27	307	518	257	547	30	8.4	39	15.6
上川中央部平均	8.4	7.28	8.4	7.27	307	518	257	547	30	8.4	39	15.6
27 南富良野	8.18	8.4	8.20	8.3	114	461	101	466	53	15.8	73	21.0
上川南部平均	8.18	8.4	8.20	8.3	114	461	101	466	53	15.8	73	21.0
29 上川農試	8.6	7.29	8.6	7.29	428	529	488	558	19	7.4	26	13.6
箇所数	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
総平均	8.12	8.1	8.11	7.31	241	440	221	455	45.2	14.3	57.1	20.9
多肥区												
3 遠別	8.11	8.4	8.8	8.5	414	442	396	448	25	8.5	35	11.0
留萌平均	8.11	8.4	8.8	8.5	414	442	396	448	25	8.5	35	11.0
7 名寄	8.8	7.31	8.7	7.29	385	476	441	477	29	14.8	29	29.4
8 風連	8.9	7.30	8.6	7.27	175	451	142	464	53	18.8	59	26.6
9 士別	8.15	7.30	8.10	7.28	186	427	164	454	57	14.6	69	17.8
上川北部平均	8.11	7.30	8.8	7.28	249	451	249	465	46.3	16.1	52.3	24.6
17 愛別	8.3	7.28	8.3	7.27	364	530	270	571	33	8.4	54	15.8
上川中央部平均	8.3	7.28	8.3	7.27	364	530	270	571	33	8.4	54	15.8
29 上川農試	8.10	7.29	8.8	7.30	567	575	588	588	25	10.2	31	18.4
箇所数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
総平均	8.9	7.31	8.7	7.30	349	484	334	500	37.0	12.6	46.2	19.8

注) 平年値は昭和63年(1988)から平成4年(1992)の前5ヶ年平均値。

(3) 新旧品種・系統の不稔発生状況

平成5年の歴史的な凶作を云うまでもなく、北海道における耐冷性育種の進捗状況を常に明らかにしておくことは重要である。

ここでは在来種を含む81種新旧品種・系統の一般圃場における不稔発生状況の調査結果を参考までとりまとめ

た。

表IV-27に各品種・系統の稔実歩合を示した。全般に小出来であったため不稔の発生が少なく、一部の品種・系統では従来の耐冷性判定結果と大きく異なるものもあった。また稔実歩合と出穂日との間に5%水準で有意な正の相関関係があり($r=0.365$, $n=81$)、新旧品

種間の耐冷性程度は必ずしも明確には示されなかったが、品種決定年が'61年以降の品種はそれ以前の品種および在来種に比べて、稔実歩合が高く、変動係数も小さい傾向が認められた。

しかし、上述したように一部の品種・系統に従来の耐冷性判定結果と著しく異なるものもあることから、耐冷

性に関わる要因は多く、複雑に関与しあっていることが改めて示され、今後の耐冷素質の向上にむけた栽培法改善ならびに耐冷性育種、検定法に示唆を与えるものである。

(吉田昌幸、木内 均、新橋 登)

表IV-27 新旧品種・系統の不稔発生状況
(上川農試 1993)

品種・系統名	品種 決定年	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/㎡)	出穂期 (月、日)	稔実 歩合 (%)
赤毛	-	63.4	19.1	13.1	8. 3	88.7
井越早生	-	65.8	16.8	19.0	8. 9	82.2
近成	-	81.2	17.6	9.8	8.21	82.0
黒毛	-	67.3	17.6	9.7	8. 2	75.9
万太郎米	-	81.9	17.1	12.5	8.22	93.3
伊達近成	-	65.8	20.2	9.4	8. 7	88.0
北見赤毛	-	69.2	20.5	8.2	8. 1	86.7
栗柄稻	-	80.5	22.9	9.0	8. 5	90.3
山崎稻	-	58.8	17.8	10.9	8. 5	83.7
双豊稻	-	63.2	15.6	17.0	8. 3	84.4
風連坊主	-	64.4	19.7	7.2	8. 4	59.4
目黒栄稻	-	63.7	21.3	9.6	8. 9	79.0
在来種など 稔実歩合平均値=82.8±8.88%						
坊主1号	'19	55.2	14.7	16.3	7.27	78.4
チンコ坊主1号	'24	61.6	20.1	17.8	8.13	91.1
小川稻1号	'30	56.7	19.3	10.9	8. 6	89.3
走坊主1号	'32	50.8	16.2	16.9	7.26	77.6
北海稻1号	'34	47.0	16.7	15.9	7.25	81.0
富国	'35	55.3	17.7	11.4	8. 6	69.5
農林11号	'37	62.8	16.6	10.8	7.18	74.2
栄稻	'38	62.7	21.4	10.0	8. 8	86.7
農林15号	'40	53.9	15.1	14.8	7.26	78.8
'19-'40年育成 稔実歩合平均値=80.7±7.11%						
農林19号	'41	67.4	16.2	12.0	7.25	84.1
共和	'42	66.5	15.2	13.0	8. 7	91.8
栄光	'42	59.1	16.9	13.4	8.13	86.7
農林33号	'47	64.5	15.1	10.9	7.18	87.9
農林34号	'48	56.4	14.3	14.5	7.30	74.7
白雪	'49	67.0	17.1	10.0	8. 1	89.2
石狩白毛	'41	69.6	19.1	8.9	8. 8	82.5
農林20号	'41	60.1	14.9	13.6	7.30	67.6
'41-'50年育成 稔実歩合平均値=83.1±8.12%						
ハシリモチ	'51	57.4	14.7	10.6	7.28	77.8
照錦	'53	47.6	15.6	16.2	8. 8	78.7
豊光	'53	56.5	16.6	13.3	8.12	83.8
北斗	'53	58.7	15.6	12.5	8. 3	87.8
北稔	'57	52.9	14.4	14.6	8. 2	71.4
ながみのり	'58	54.2	14.6	15.8	8. 1	61.1
ふくゆき	'58	63.1	15.3	13.7	8. 3	85.5
みまさり	'59	51.9	16.8	18.2	8. 6	87.7
ユキモチ	'51	52.8	15.9	15.2	8. 8	88.9
早生錦	'53	44.1	12.7	17.7	7.28	66.4
新雪	'54	57.8	17.2	12.6	8.12	90.7
巴まさり	'51	62.2	17.7	17.8	8.23	93.1
'51-'60年育成 稔実歩合平均値=81.1±10.2%						

品種・系統名	品種 決定年	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/㎡)	出穂期 (月、日)	稔実 歩合 (%)
ほくせつ	'66	57.3	15.4	14.9	8.10	90.5
なるかぜ	'70	48.6	11.9	22.0	7.30	86.4
ささほなみ	'61	49.7	15.3	14.2	8. 3	85.8
うりゅう	'65	51.8	15.7	11.6	8. 4	87.4
そらち	'67	51.7	17.9	15.8	8.13	90.6
しおかり	'63	53.6	14.8	16.2	8. 5	91.5
きよかぜ	'65	65.3	17.0	11.9	7.29	80.8
おんねもち	'70	46.4	12.3	22.6	8. 1	85.5
ユーカラ	'62	53.1	16.2	17.2	8.17	80.7
ほうりゅう	'64	54.4	16.5	17.6	8.10	86.0
ひめほなみ	'66	51.8	15.3	17.6	8.17	90.1
はやゆき	'68	62.7	15.3	12.6	7.29	88.9
マツマエ	'70	52.3	16.9	14.1	8.21	88.0
'61-'70年育成 稔実歩合平均値=87.1±3.45%						
イシカリ	'71	48.4	14.4	14.7	8. 2	86.9
ゆうなみ	'71	46.9	12.1	16.4	8. 4	78.3
キタヒカリ	'75	47.9	14.8	14.7	8. 7	85.8
ともゆたか	'77	46.0	13.0	16.5	8. 5	83.9
はやこがね	'77	50.5	13.5	19.7	8. 1	85.5
'71-'80年育成 稔実歩合平均値=84.1±3.40%						
キタアケ	'83	47.0	14.0	19.0	8. 4	92.7
たんねもち	'83	53.2	14.1	13.5	8. 2	86.1
上育303号	'87	55.2	14.6	15.2	8. 3	93.9
上育304号	'87	54.3	13.8	15.6	8.20	93.5
はやまさり	'88	51.5	15.6	14.5	7.26	86.6
きらら397	'88	46.4	16.3	18.9	8. 7	88.5
ハヤカゼ	'90	48.9	12.8	20.4	8. 1	88.7
彩	'90	50.4	17.7	22.9	8. 8	88.2
上育413号	'92	51.2	13.3	21.5	7.28	81.8
はくちょうもち	'89	48.7	12.6	21.5	7.30	88.4
ゆきひかり	'84	47.3	14.3	14.5	8. 3	86.0
みちこがね	'82	50.5	13.9	14.5	8. 5	86.3
ともひかり	'83	50.3	14.1	18.7	8. 2	81.7
空育125号	'87	49.2	12.3	16.5	8. 2	77.0
しまひかり	'81	51.9	18.9	14.5	8. 9	78.2
ほのか224	'90	55.3	15.1	11.4	8.12	86.9
上育414号	('91)	52.2	15.0	20.3	8. 8	90.3
空育139号	'93	40.2	11.8	26.8	8. 1	86.8
空育145号	('91)	46.6	15.2	21.1	8. 8	86.8
上育418号	('93)	52.0	15.6	20.6	8.10	84.4
北育稻87号	('92)	55.4	15.4	16.4	8. 6	90.5
上育稻417号	('92)	48.7	15.1	19.4	8. 4	83.2
'71-'80年育成 稔実歩合平均値=86.7±4.41%						

注) 品種育成年のうち () は系統配布開始年次を示す。

(4) 分けつ発生と穂揃い性

1993年(平5)は6月から9月の低温により大凶作となったが、この大凶作をもたらした気象と稲の生育および栽培試験との関係を検討した。

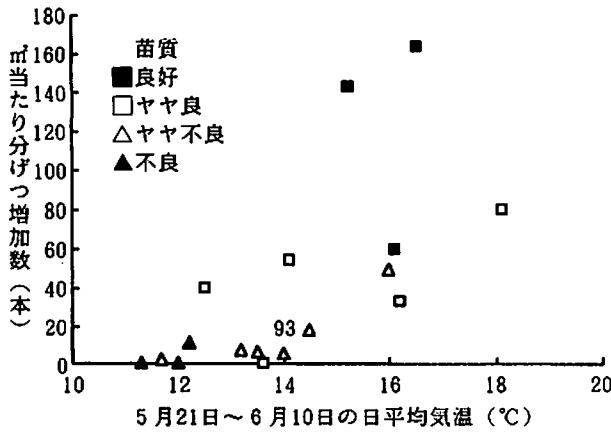
1) 分けつ発生について

分けつ期の生育状況を1984年を除く1976~1993年の17か年の作況試験の「イシカリ」のデータと移植~分けつ期間の気温から検討した。

表IV-28 作況試験における「イシカリ」中苗の苗質別の年次分類(上川農試)

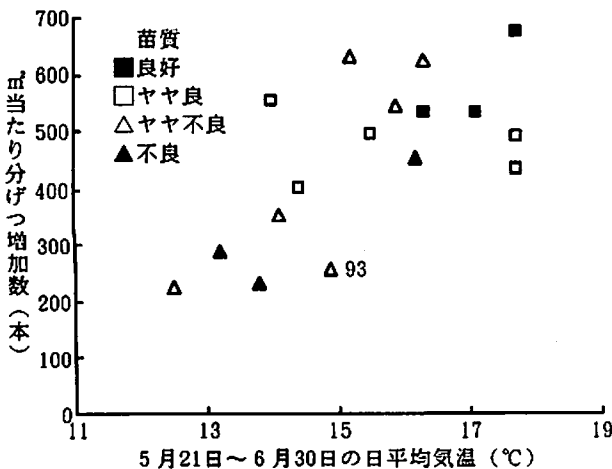
苗 質	年 次
良 好 (■)	1976、90、91年
やや良好 (□)	1979、80、82、89、92年
やや不良 (△)	1977、83、85、87、88、93年
不 良 (▲)	1978、81、86年

注) 1976~1993年(1984年を除く)の17か年。



図IV-38 移植後21日間の気温と分けつ発生との関係(上川農試)

注) 表IV-28参照。



図IV-40 移植後41日間の気温と分けつ発生との関係(上川農試)

注) 表IV-28参照。

(1) 分けつ期の気温と分けつ発生

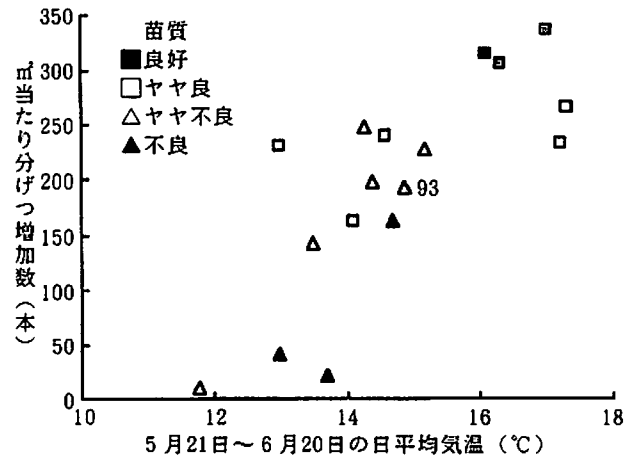
17か年を移植時の苗質によって表IV-28のように4つに分けて解析した。

分けつ期を移植(5月21日)から6月10日、6月20日、6月30日とし、21日、31日、41日の3時期の日平均気温と分けつ発生との関係を苗質別に図IV-38、39、40に示した。

移植後21日間の平均気温14°C以下では1993年(平5)を含む苗質がやや不良な年では分けつはほとんど発生しなかった(図IV-38)。

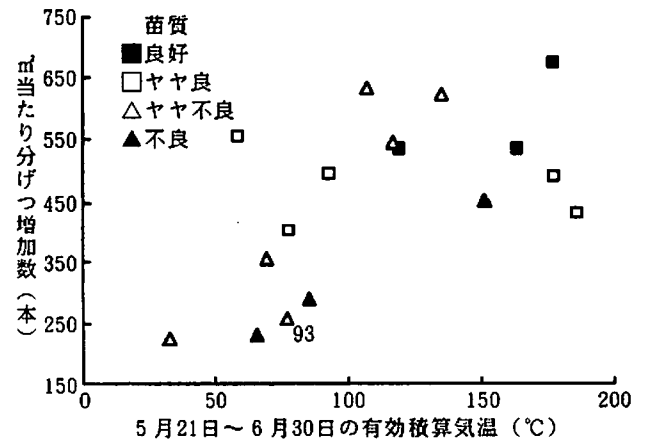
移植後31日間の平均気温14°C以下では苗質による分けつ発生量の差がさらに大きい、1993年は6月11日~20日の気温が上昇し平均で約15°Cとなり分けつ発生が多くなった(図IV-39)。

移植後41日間では苗質の差は共通する温度が少ないため明確ではないが、14°Cと17°C付近での苗質がやや不良年は回帰線の下にあり少発生であった。したがって、苗



図IV-39 移植後31日間の気温と分けつ発生との関係(上川農試)

注) 表IV-28参照。



図IV-41 移植後41日間の有効気温と分けつ発生の関係(上川農試)

注) 表IV-28参照。

質の分けつ発生に及ぼす影響は6月30日ころまで持続していると判断された(図IV-40)。また、移植後41日間では1993年(平5)は平均気温が15℃であるが、その割に分けつ発生が少ない(図IV-40)。

移植後11日間を12℃、移植後12~41日を14℃を分けつ限界温度と仮定した有効積算気温を算出すると1993年は77℃で、低い方から5番目で有効積算気温の方が1993年の低温の程度をよく表すことができた(図IV-41)。

同じ平均気温でも有効積算気温が低いことは、最高気温が低く最低気温が高いこと、つまり日較差が小さいことになり、1993年の分けつ発生の少ない理由として日較差が小さい傾向であったことが挙げられる。

以上のことから、1993年のような低温年でも苗質の良否で分けつが影響されること、日較差が小さい年は分けつ発生が少ないことが確認された。

2) 穂揃い日数について

作況試験「イシカリ」の年次別穂揃い日数をみると1993年(平5)の穂揃い日数は13日で、1985年以降で最も長かった(表IV-29)。穂揃い日数の長短は出穂期間の気温の影響のほかに分けつ発生の遅速によっても影響される。北海道の品種は幼穂形成期の後に最高分けつ期となる特性を持っている。分けつ発生は栄養生長であり、幼穂形成期は生殖生長の始まりで、幼穂形成期以降に発生する分けつは幼穂の生長との養分競合と節間伸長に伴う光競合などにより十分な生育ができない。このため、幼穂形成期以降に発生する分けつは「遅れ穂」になりやすい。

そこで、幼穂形成期の茎数と穂揃い性の関係について作況試験の「イシカリ」で検討した。

表IV-29 作況試験における穂揃い日数と気温と茎数の関係(上川農試)

年次	穂揃い日数 (日)	出穂期間の 平均気温 (℃)	幼穂形成期 の㎡当茎数 (本)
1985	6	22.5	593
86	4	22.3	670
87	7	18.0	800
88	5	23.6	685
89	4	23.2	838
90	7	22.2	633
91	9	20.7	707
92	11	17.5	638
93	13	18.8	606

注) 出穂期間: 出穂始から出穂揃いまでイシカリ中苗

穂揃い日数は出穂期間の日平均気温の影響を強く受けるが、93年は87年、92年より気温が高いにもかかわらず穂揃い日数が長い(図IV-42)。また、幼穂形成期の茎数の影響も考えられる(図IV-43)。そこで、穂揃い日数に及ぼす出穂期間の気温と幼穂形成期の茎数の影響力を検討した。

穂揃い日数との相関係数は出穂期間の気温が-0.774、幼穂形成期の茎数が-0.447で出穂期間の気温のみが5%水準で有意であった。偏相関係数は各々-0.835、-0.627で有意性はさらに高くなった。

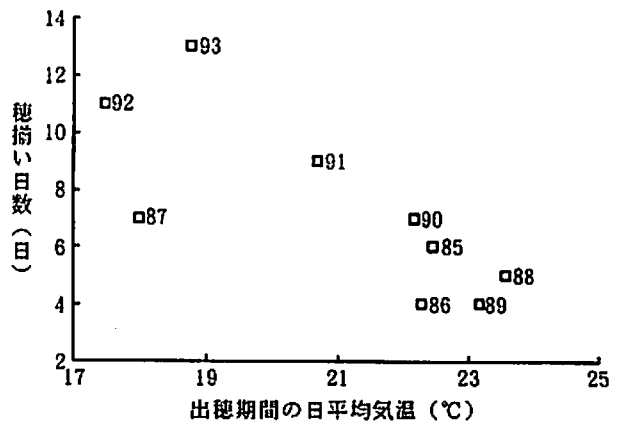
また、2要因による重回帰式は

$$Y(\text{穂揃い日数}) = -1.006X_1 - 0.015X_2 + 38.5$$

X_1 : 出穂期間の気温

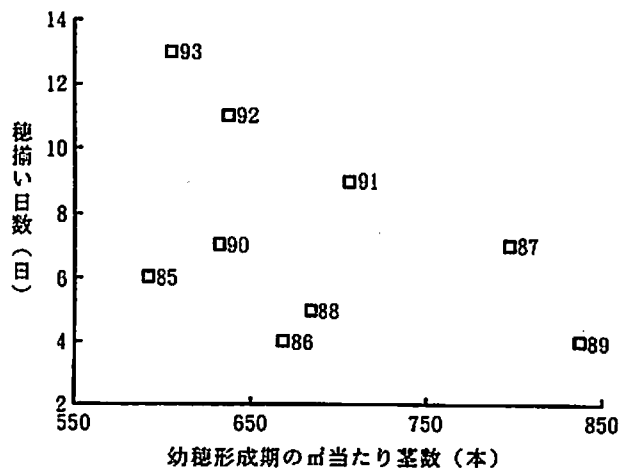
X_2 : 幼穂形成期の㎡当り茎数

で表され、寄与率は75.7%で適合度は高かった。



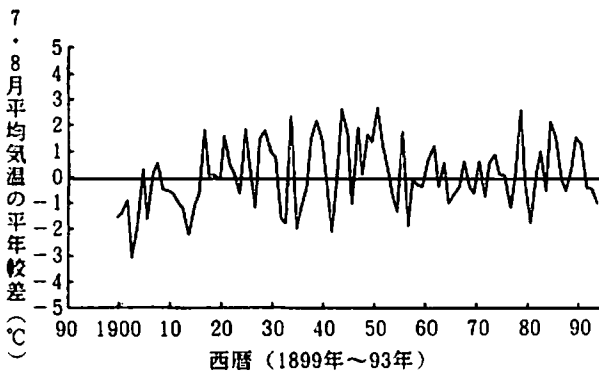
図IV-42 出穂期間の温度と穂揃い日数(上川農試)

注) 表IV-29参照。

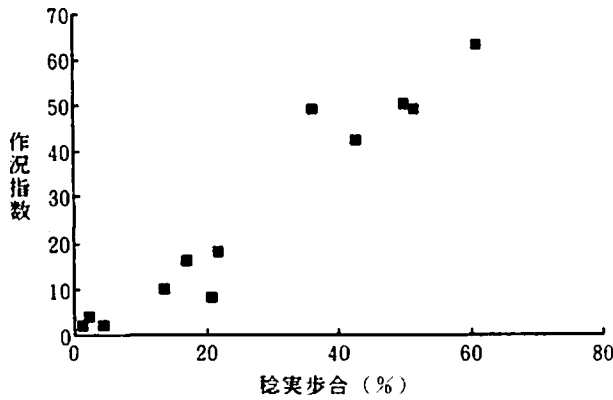


図IV-43 幼穂形成期の茎数と穂揃い日数(上川農試)

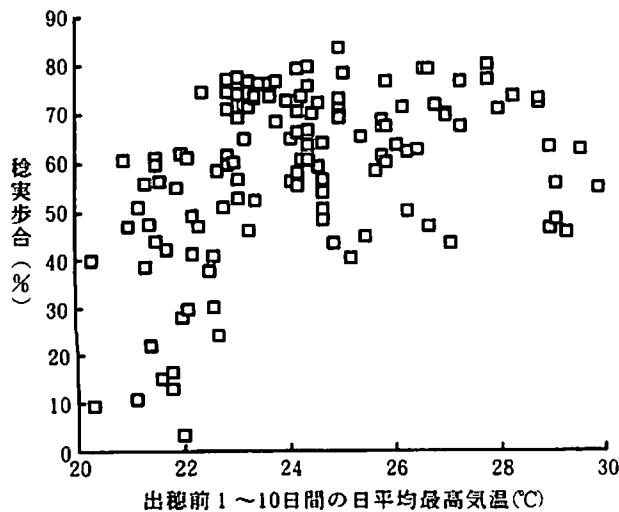
注) 表IV-28参照。



図IV-44 旭川の7・8月平均気温の年次変動



図IV-45 支庁別の稔実歩合と作況指数の関係 (1993)



図IV-47 花粉充実不良時の気温と稔実歩合の関係 (上川農試)

注) 図IV-46参照。

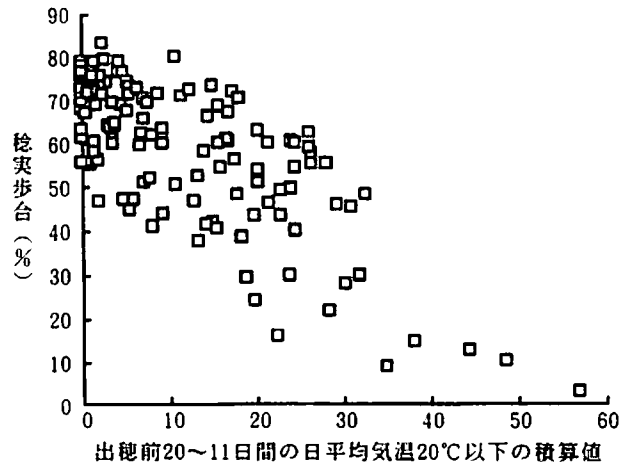
このことから、幼穂形成期の茎数を多くすることは穂揃い日数を短縮し「イシカリ」の場合、幼穂形成期の茎数が㎡当たり100本増加すると1.5日短縮することになる。

以上のことから、1993年の低温条件での穂揃い日数は出穂期間の気温のほかに、幼穂形成期の茎数も影響していた。低温年の初期生育の確保が穂揃い日数の短縮に重要であることが示唆された。

(5) 不稔発生と気温

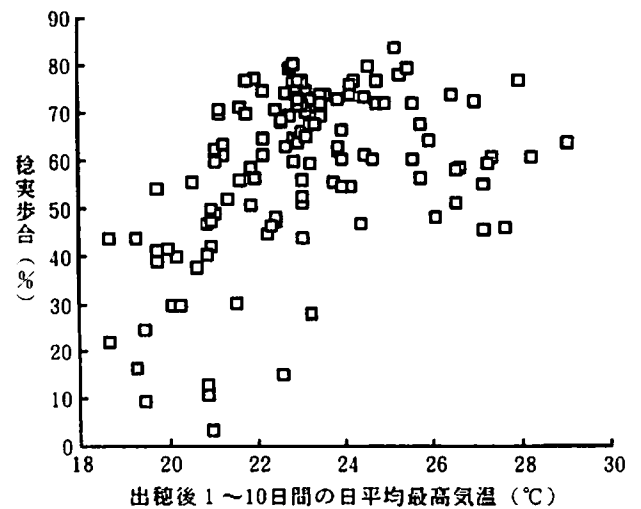
1) 稲の収量、作況指数の推移

冷害年は1993年(平5)を含む108年間に29年あり、2.7年に1度発生しているが、冷害年でも収量は向上し冷害年の平常年に対する収量比率も著しく改善されている。



図IV-46 花粉障害時の気温と稔実歩合の関係 (上川農試)

注) 北海道統計情報事務所「作柄調査」の1956、64、65、69、71、76、80年の全道25地帯・合計130点。



図IV-48 開花障害時の気温と稔実歩合の関係 (上川農試)

注) 図IV-46参照。

2) 今後の気温の推移

気候は周期変動することは周知のことである。図IV-44に旭川の気象動向を示した。今世紀に入ってから気温は上昇し1920年頃から平年より温暖となったが、1940年前後を頂点にして以後、気温は下降傾向に転じ、1960年以後は平年を下回るようになり、今世紀初めの状態に戻っている。また、1976年、80年、81年、83年のような冷害の頻発は再び寒冷期に入ったため、あるいは寒冷化に向かっているためといわれる。

齊藤博英氏は1980年(昭55)に北海道の夏の気温は1978年以降、新しい第4期に入り1983年~1987年までの間に1回ないし3回の大冷夏が現れることを推察した。

3) 気温と稔実歩合

作況指数は稔実歩合に大きく影響され、1993年(平5)の北海道の作況指数は稔実歩合と高い相関関係があった(図IV-45)。

障害型不稔は穂ばらみ期の前半と後半及び開花期の低温によって起こる。

- ① 穂ばらみ期前半：花粉異常
- ② 穂ばらみ期後半：花粉充実不良
- ③ 出穂後10日間：開花障害

1993年の不稔多発に及ぼす気温の影響を検討するため、1981年7月に農林水産省北海道統計情報事務所が発行した「北海道の冷害と作柄判断」に示された、

- ① 花粉異常発生期間として出穂前20日~11日までの10日間の日平均気温20℃以下の積算値(以後、冷却度とする)
- ② 花粉充実期間として出穂前10日~1日までの10日間の平均最高気温

③ 開花障害期間として出穂後1日~10日までの10日間の平均最高気温

の3要因の適用性を検討した。3気温要因と稔実歩合の関係を1993年を含まない過去のデータ(1956、64、65、69、71、76、80年の全道25地帯、合計130か所)から検討し、図IV-46、47、48に示した。

花粉異常発生期間の冷却度が大きくなるに従って稔実歩合が低下するが(図IV-46)、18℃くらいから低下程度がやや大きくなる。花粉充実期間と開花期の不稔歩合は最高気温が24℃を境にして、低くなると稔実歩合は急に低下する(図IV-47、48)。

この3気温要因による不稔歩合および作況指数に対する重回帰式と寄与率を表IV-30、31に示した。

この3気温要因による寄与率は78.6%で稔実歩合はこの3要因でほぼ説明できた。これに対し、作況指数との関係は寄与率が30.8%と低いが、3要因に出穂後40日間の日平均気温の積算値を追加した場合、寄与率が55.3%と高くなる。これは作況指数には登熟不良などの遅延型要素も含まれているためであろうが、作況指数が不稔の影響が大きい場合には3要因だけである程度説明できると思われる。

4) 1993年の上川農試の作況試験の不稔発生と気温

図IV-49、50に1993年(平5)の上川農試作況試験の出穂日別不稔歩合を示した。これと気温との関係をみるために花粉異常期間として出穂前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

表IV-30 作柄調査における稔実歩合に対する各気温要因との関係

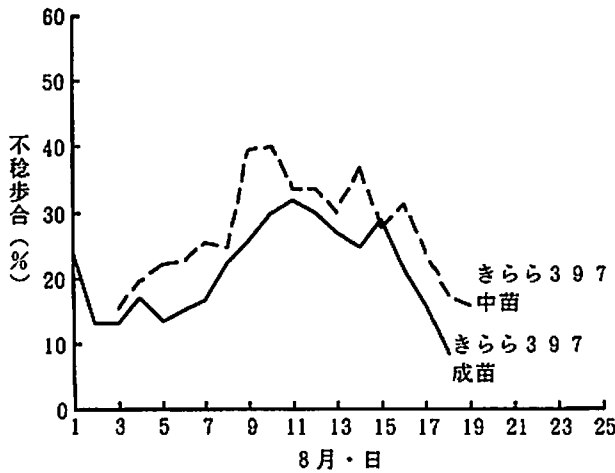
偏回帰係数					標準偏回帰係数				重相関係数	寄与率(%)
X 0	X 1	X 2	X 3	X 4	X 1	X 2	X 3	X 4		
-37.8	-1.050	1.995	2.606	-	-0.700	0.262	0.320	-	0.886	78.6

注) X 1 : 出穂前20~11日間のΣ(平均気温20℃-T) X 2 : 出穂前10~1日間の平均最高気温
 X 3 : 出穂後1~10日間の平均最高気温 X 4 : 出穂後40日間の平均気温積算値
 1956、64、65、69、71、76、80年の7か年の全道25地帯、合計130組の北海道統計情報事務所のデータを使用。

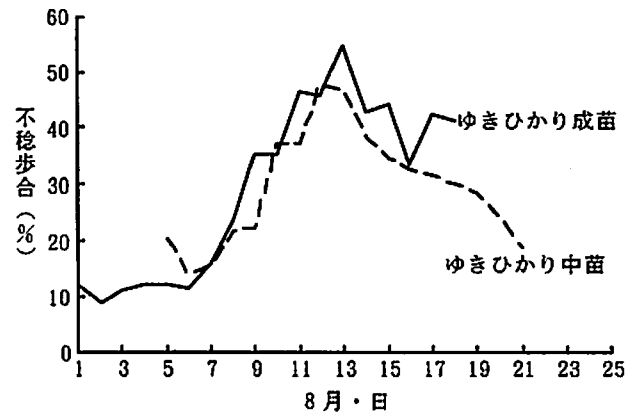
表IV-31 作柄調査における作況指数に対する各気温要因との関係

偏回帰係数					標準偏回帰係数				重相関係数	寄与率(%)
X 0	X 1	X 2	X 3	X 4	X 1	X 2	X 3	X 4		
179.6	-0.239	-6.380	2.033	-	-0.100	-0.569	0.174	-	0.555	30.8
-167.0	0	-3.324	2.057	0.381	0	-0.296	0.176	0.572	0.743	55.3

注) 表IV-30を参照。



図IV-49 作況試験における出穂日別の不穏歩合の関係(上川農試 1993)



図IV-50 作況試験における出穂日別の不穏歩合の関係(上川農試 1993)

日～9日(X6)の平均日最高気温の6日毎・6時期に分けて不穏歩合との重回帰式を求め、表IV-32に示した。

寄与率が80%を始めて越える時に関与する気温要因を見ると「ゆきひかり・中苗」を除く各品種・苗とも出穂前15日以前の冷却度との関連が大きく、すべての気象要因を用いた場合でも寄与率は余り高くないこと、出穂後4～9日の日最高気温が高い場合、逆に不穏歩合が高い場合もあることから、上川農試作況試験の不穏発生は主に、出穂前15日以前の低温が影響し、開花期間の影響は比較的小さいと判断された。

5) 上川・留萌管内および4農業試験場の気温と不穏以上のように、上川農試作況試験の不穏発生は出穂後4～9日の影響は小さいことから表IV-30の重回帰式から出穂後10日間の日最高気温を除いた2気温要因による不穏歩合に対する重回帰式を求めた。

この2気象要因による不穏歩合に対する重回帰式は

$$Y(\text{稔歩合}) = 7.195 - 1.072X_1 + 2.630X_2 \quad (1)$$

X_1 : 出穂前20～11日までの日平均気温の10日間の積算値(冷却度)

X_2 : 出穂前10～1日までの10日間の日最高気温平均値

表IV-32 作況試験における出穂日別不穏歩合に対する時期別温度影響度(上川農試)

品種・苗	区分	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～-15	-14～-10	-9～-4	-3～+3	+3～+9	
きらら成苗	80%*	1.106	0	0	0.342	0.336	0	80.2
きらら成苗	全**	1.106	0	0	0.342	0.336	0	80.2
きらら中苗	80%*	1.151	0.480	0	0	0	0	80.9
きらら中苗	全**	0.813	0.449	0	-0.138	-0.468	0.256	83.3
ゆきひ成苗	全**	0.818	0	0	0	0	0.319	80.9
ゆきひ成苗	80%*	0.210	-0.807	-1.073	0.730	0.414	0.518	89.9
ゆきひ中苗	全**	0	0	0	0	-0.907	0.319	82.3
ゆきひ中苗	80%*	-0.370	-0.351	-0.088	0.804	-0.461	0.466	93.7
空育125中	80%*	0.910	0	0	0	0	0	82.8
空育125中	全**	1.340	0	-0.138	0.523	0.709	0.650	90.4
イシカリ中	80%*	1.034	0.245	0	0	0	0	82.4
イシカリ中	全**	1.465	1.505	0.485	-0.188	-0.626	0.498	92.2

注) 80%*: 寄与率が80%を越える直近の項目のみによる回帰

全**: X1～X6の6項目全てによる回帰

X1～X6: 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)。

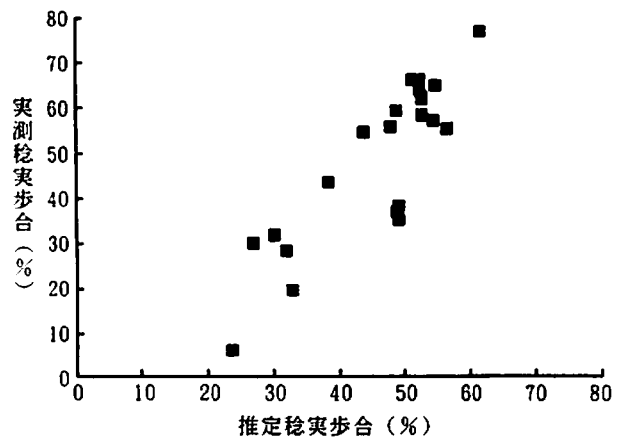
X7～X8: 各々対応する出穂前後日数間の各6日間の平均日最高気温。

***: 出穂前後日数

で表され、この回帰式による寄与率は68.5%であった。寄与率がやや小さいものの70%近くあることから、この重回帰式を用いて1993年(平5)の上川・留萌管内と4農業試験場の稔実歩合を推定し、結果を表IV-33、図IV-51に示した。

推定稔実歩合と実測稔実歩合には相関係数が0.873で、0.1%水準で有意であった。従って、1993年の上川・留萌管内および道内4農試の不稔歩合は出穂前の低温の影響が大きく、(1)式の標準偏回帰係数は X_1 が-0.724、 X_2 が0.347であったことから、1993年の不稔歩合の多発は出穂前20~11日の平均気温の低下の影響が大きかったと推察された。

しかし、この解析方法でも道南農試の稔実歩合6%の理由を説明することは困難であった。道南農試と上川農試の出穂前の平均気温を図IV-52、53に示したが、上川



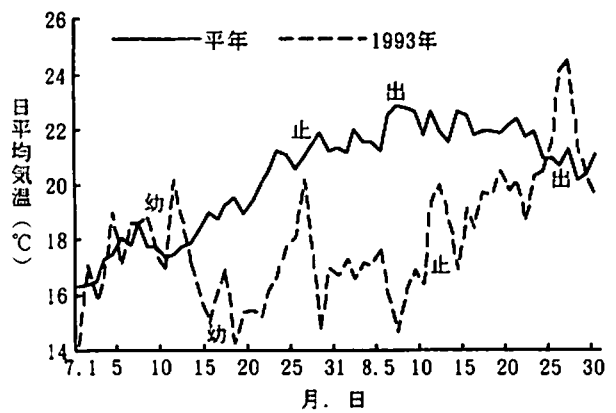
図IV-51 推定稔実歩合と実測稔実歩合の関係 (上川農試 1993)

注) 表IV-33を参照。

表IV-33 上川・留萌管内および4農試の作況試験における気温要因と推定稔実歩合

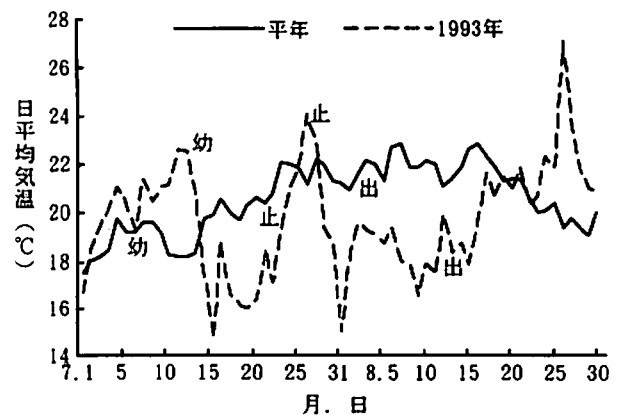
市町村名	観測地名	出穂期 (月.日)	X_1	X_2	稔実歩合(%)	
					推定(Y)	実測
富良野	富良野	8.19	29.5	21.8	32.9	19.6
美瑛	1)	8.15	25.4	22.3	38.6	43.3
東神楽	2)	8.09	22.3	23.1	44.0	54.3
東川	東川	8.10	19.0	23.3	48.1	55.6
旭川	旭川	8.08	17.5	24.4	52.6	66.1
鷹栖	旭川	8.08	17.5	24.4	52.6	64.0
当麻	3)	8.09	19.2	23.7	48.9	59.0
比布	比布	8.10	14.5	24.0	54.7	57.0
愛別	比布	8.11	16.5	24.9	55.0	64.8
上川	上川	8.13	18.0	23.2	48.9	36.9
和寒	和寒	8.14	19.2	23.8	49.2	35.0
剣淵	和寒	8.14	19.2	23.8	49.2	38.0
士別	士別	8.17	33.7	22.5	30.2	31.5
朝日	朝日	8.18	34.3	21.5	27.0	29.7
風連	名寄	8.13	19.6	25.4	53.0	61.9
名寄	名寄	8.13	19.6	25.4	53.0	61.7
小平	遠布	8.10	15.9	23.8	52.7	58.4
羽幌	羽幌	8.09	16.0	23.3	51.3	66.0
道南*	大野	8.18	35.1	20.6	23.7	6.0
稲作部*	上幌向	8.21	10.6	23.1	56.6	55.3
北見*	訓子府	8.23	37.5	24.8	32.2	27.9
上川*	永山	8.13	10.2	24.9	61.7	76.8

注) 推定稔実歩合(Y)は次の重回帰式により求めた。
 $Y = 7.195 - 1.072X_1 + 2.630X_2$ $R^2 = 0.685$
 X_1 : 出穂前20~11日まで10日間の日均気温20℃以下の10日間の積算値(冷却度)
 X_2 : 出穂前10~1日間の日最高気温平均値
 1) 美瑛:(東川+美瑛)/2 2) 東神楽:(東川+美瑛)/2
 3) 当麻:(東川+比布)/2 *は農業試験場



図IV-52 道南農試の気象の推移と生育期節の関係

注) 幼: 幼穂形成期 止: 止葉期 出: 出穂期



図IV-53 上川農試の気象の推移と生育期節の関係

注) 幼: 幼穂形成期 止: 止葉期 出: 出穂期

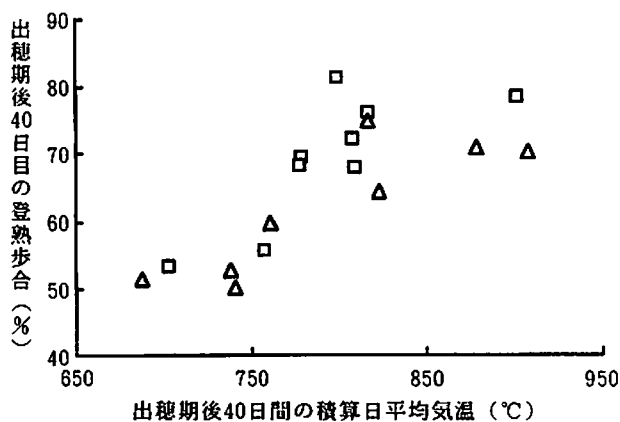
農試では出穂前15日ころに平年より高い日があったのに対し、道南農試では全くなかったことから、これが不稔発生になんらかの影響があったものと思われる。今後の冷害解析には日照時間とともにこれらのことも考慮して行う必要がある。

(6) 登熟の推移と気温

登熟期の登熟状況を1984年を除く1976～1993年の17か年の作況試験「イシカリ」のデータと出穂期後40日間の日平均気温（以後、登熟気温）から検討した。

登熟の推移は㎡当たり籾数によって異なるので、17か年の㎡当たり籾数を33,000粒以下（□）と34,000粒以上（△）の2つに分けた。

成熟期の登熟歩合と登熟気温との関係は不明瞭であるが（図省略）、出穂期後40日目の登熟歩合と登熟気温の関係はこれと異なり、登熟気温800℃以下では登熟気温が高くなるに伴い登熟歩合は高まるが、800℃以上では



図IV-54 登熟期間の気温と登熟歩合の関係（上川農試）

注）1976～1993年（除く1984年）の17か年の作況試験。品種「イシカリ」

表IV-34 栽植密度と不稔歩合（中苗機械移植 上川農試 1993）

品種	3.3㎡ 当たり 株数	畦幅 30cm		33cm	
		表層	全層	表層	全層
きらら397	70株	18.0%	37.8%	23.0%	33.2%
	80株	21.1	32.7	17.5	20.5
	90株	18.0	20.2	14.3	18.1
ゆきひかり	70株	17.2	26.3	23.1	19.1
	80株	18.3	22.7	20.8	19.0
	90株	21.5	21.0	19.0	18.2
空育139号	70株	18.5	19.5	17.8	21.7
	80株	19.7	16.7	16.7	15.0
	90株	17.9	14.2	17.2	16.4

注）表層：表層+全層

大差がなかった（図IV-54）。㎡当たり籾数が多い場合は少ない場合に比べて、登熟歩合が低かった。また、同じ登熟気温でも籾数の多い場合は高い登熟気温が必要となることを示している。

(7) 栽植密度と不稔歩合

栽植密度の違いによる不稔歩合を検討し、表IV-34に示した。

数量化I類による寄与率が小さく（表省略）処理間差は明確でないが、3.3㎡当たり株数では70>80>90株で株数が少ないほど不稔歩合が高い傾向で、とくに「きらら397」でその差が大きい。また、畦幅の差や表層施肥と全層施肥の差は明確でなかった。

(8) 低コスト栽培の不稔発生と収量

1) 乳苗、直播

低コスト栽培である乳苗、直播の低温年における不稔発生と収量について検討した。

品種、栽培法、施肥法の違いによる不稔歩合を表IV-35、36に収量を表IV-37、38に示し、数量化I類でまとめて表IV-39に示した。

不稔歩合に対する寄与率は70%であった。「きたいぶき」と「空育139号」の不稔歩合の差はほとんどなく、ともに約30%であった。栽培法別の不稔歩合は直播>乳苗>稚苗の順に多く、直播37%、乳苗33%、稚苗23%であった。出穂期は直播、乳苗、稚苗の順に遅く各々約1週間の差で「きたいぶき」直播は8月16日、「空育139号」直播は8月13日で、直播の出穂の遅れが大きくこれが不稔を多くしている。施肥法ではN量6、8kg+分けつ期追肥では不稔は少なかったが、さらに止葉期追肥を加えると多発した。

収量に対する寄与率は80%で適合度は高かった。品種別では「きたいぶき」460kg/10a、「空育139号」448kgであった。栽培法では直播>稚苗>乳苗の順に多かった。不稔歩合が直播で高かったことから、収量への影響は籾数や登熟などの関与が大きいものと思われた。施肥法ではN量が多いほど高収で、分けつ期追肥が最も高かった。なお、本試験での最高収量は直播・「きたいぶき」・㎡当たり苗立ち本数300本・N基肥8kg/10a+分けつ期2kg追肥の組み合わせで581kg/10aであった。

2) 不耕起直播

不耕起直播は湛水直播と不耕起移植の長所を活かす栽培法として重要である。予備試験を行ったので、報告する。

供試水田の播種直後の減水深は1日当たり3.5～6.2cmであった。

表IV-35 低コスト栽培(稚苗、乳苗、直播)と不稔歩合
(きたいぶき 上川農試 1993)

施肥法	稚苗	乳苗	直播			
			平均	200	250	300本
N6	20.0%	33.1%	26.6%	27.6%	29.3%	23.1%
N6+2	27.9	23.4	26.6	26.9	28.3	24.8
N6+2+2	29.1	48.8	35.1	42.5	34.1	28.9
L Pコート・N8	23.0	27.0	39.8	40.5	39.4	39.7
N8	24.8	30.1	35.8	45.0	26.9	35.6
N8+2	13.8	25.6	35.6	49.6	29.9	27.4
N8+2+2	27.3	41.6	40.6	52.0	35.9	34.1
N10	21.5	39.4	41.1	63.3	26.3	33.7

注) 施肥法: N基肥+分けつ期+止蒔期追肥 (kg/10a)
L Pコート: 40日タイプ

表IV-36 低コスト栽培(稚苗、乳苗、直播)と不稔歩合
(空育139号 上川農試 1993)

施肥法	稚苗	乳苗	直播			
			平均	200	250	300本
N6	17.7%	20.3%	38.3%	29.2%	36.4%	49.5%
N6+2	24.0	41.1	33.2	36.3	30.9	32.4
N6+2+2	30.2	46.4	40.0	36.4	31.7	52.0
L Pコート・N8	19.4	32.8	33.6	41.0	23.1	36.7
N8	19.7	27.7	35.0	37.6	26.7	40.9
N8+2	22.2	30.7	33.8	34.3	29.4	37.8
N8+2+2	22.7	39.4	43.3	46.7	40.9	42.3
N10	20.0	24.5	48.6	38.9	52.3	54.6

注) 施肥法: N基肥+分けつ期+止蒔期追肥 (kg/10a)
L Pコート: 40日タイプ

表IV-37 低コスト栽培(稚苗、乳苗、直播)と収量
(きたいぶき 上川農試 1993)

施肥法	稚苗	乳苗	直播			
			平均	200	250	300本
	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a
N6	451	328	415	419	352	474
N6+2	426	373	466	455	403	541
N6+2+2	416	360	472	467	410	539
L Pコート・N8	420	437	499	443	526	528
N8	452	482	462	377	474	534
N8+2	548	500	525	445	548	581
N8+2+2	498	486	529	474	558	554
N10	523	487	492	480	476	521

注) 施肥法: N基肥+分けつ期+止蒔期追肥 (kg/10a)
L Pコート: 40日タイプ

表IV-38 低コスト栽培(稚苗、乳苗、直播)と収量
(空育139号 上川農試 1993)

施肥法	稚苗	乳苗	直播			
			平均	200	250	300本
	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a
N6	450	335	390	330	402	437
N6+2	447	367	437	412	474	424
N6+2+2	436	367	476	478	476	473
L Pコート・N8	407	413	484	440	488	523
N8	495	423	464	479	466	448
N8+2	490	459	548	542	573	529
N8+2+2	507	428	486	485	510	462
N10	496	464	498	527	491	477

注) 施肥法: N基肥+分けつ期+止蒔期追肥 (kg/10a)
L Pコート: 40日タイプ

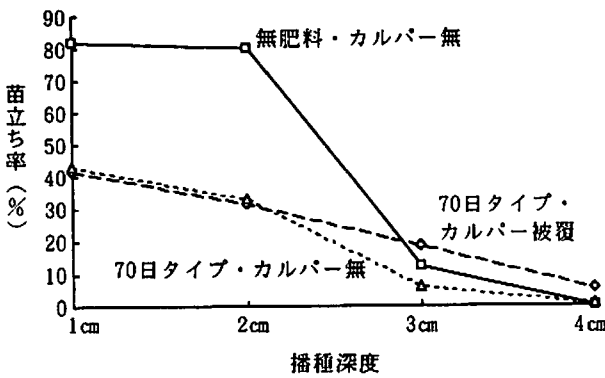
表IV-39 低コスト栽培の個別技術が不稔歩合と収量に及ぼす影響
(数量化I類による 上川農試 1993)

カテゴリー	アイテム	不稔歩合	収量
	基準値	30.9%	454kg/10a
品種	きたいぶき	-0.1	5.8
	空育139号	0.1	-5.8
苗	稚苗	-8.2	11.9
	乳苗	2.4	-35.1
	直播	5.8	23.2
施肥	N6	-4.8	-59.6
	N6+2	-1.5	-35.1
	N6+2+2	7.4	-33.2
	L Pコート・N8	-1.6	-11.1
	N8	-2.0	8.5
	N8+2	-3.9	57.2
	N8+2+2	4.9	34.5
	N10	1.6	38.8
	寄与率 (%)	69.2	79.0

注) 直播は苗立ち本数200、250、300本/m²の平均
施肥法: N基肥+分けつ期+止蒔期追肥 (kg/10a)
L Pコート: 40日タイプ

播種深度と苗立ち率の関係は「きたいぶき」・無施肥の場合、1~2cmの播種深度で約80%の苗立ち率、3cmで約20%、4cmで0%であり、播種深度の深いほど苗立ち率が低下した。また、施肥した場合は無施肥の半分以下に低下した。これは「肥料ヤケ」のためと思われる(図IV-55)。また、これは「空育139号」でも同様であった。

この結果から、不耕起直播の播種深度は表面播種でなく深さ1~2cmが望ましいこと、1~2cmであればカルパー被覆する必要のないこと、肥料としては出芽障害軽減と後期の養分供給のため溶出速度が遅いロング肥料の



図IV-55 不耕起直播の播種深度と苗立ち率の関係 (きたいぶき 上川農試 1993)

70日タイプが良かったが、70日タイプでも「肥料ヤケ」があり、苗立ちを確保する上で改善の必要があった。
(谷川晃一、五十嵐俊成、富原 睦)

3 道南農試

道南地方の水稲は幼穂形成期から出穂期までの長期間の著しい低温のために、ほとんどの地域で不稔歩合が9割を越え、作況指数は渡島3 檜山2となった。苗質、水管理(深水管理)、土壌条件、施肥法、品種、地域間差は多少認められたが、不稔歩合が数%減少した程度であった。

(1) 地域間差

表IV-40に道南地方の奨励品種決定現地試験圃場の標肥区の不稔歩合を示した。厚沢部、大沼を除けば、太平洋側(渡島支庁)と日本海側(檜山支庁)とに係わらず、

表IV-40 各地域の不稔歩合 (奨励現地圃 標肥 道南農試 1993)

	きらら397	ゆきひかり	ほのか224	平均
七 飯	95%	93%	93%	93.7%
大 野	99	97	100	98.7
知 内	100	97	100	99.0
函 館	99	100	100	99.7
厚沢部	86	74	91	83.7
江 差	94	86	98	92.7
北檜山	98	94	-	96.0
今 金	99	97	-	98.0
八 雲	98	95	-	96.5
森	100	100	-	100.0
大 沼	83	76	-	79.5
平均	95.5	91.7	97.0	94.7

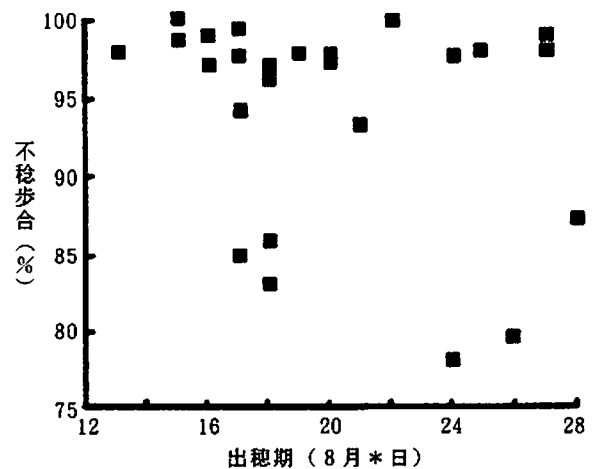
90%以上の不稔が発生しており、地域間差は僅かに認められた程度であった。厚沢部については、奨励現地圃が土壌条件や地形の点で特異であったため、大沼については、出穂が遅れたため多少不稔歩合が低くなったと思われる。厚沢部、大沼を含め、これらの全地域で町村別の不稔歩合は90%を越えていた。平成5年(1993)、道南地方で不稔歩合が90%以下となった地域は、檜山支庁の大成、熊石等日本海側の小さな沢ぞいの地域で、気象条件の比較的良かった所である。

(2) 品種間差

奨励現地試験圃の不稔歩合から品種間差が多少認められた(表IV-40)。現在作付されている品種のなかでは、耐冷性が一番強い「ゆきひかり」は、「ほのか224」「きらら397」より不稔歩合がやや少なく、耐冷性の強弱と一致した。しかし、玄米収量は「ゆきひかり」でも皆無のところが多いと、厚沢部、大沼でも10kg/a以下であった。

図IV-56、表IV-41に奨励試験の出穂期と不稔歩合を示した。全体に不稔歩合が極めて高かったが、出穂の早い品種では不稔歩合が特に高かった。これは、出穂期が8月21日以前の品種は穂孕期(出穂-11~-20日)の気温が特に低かったことが影響しているためと思われる。

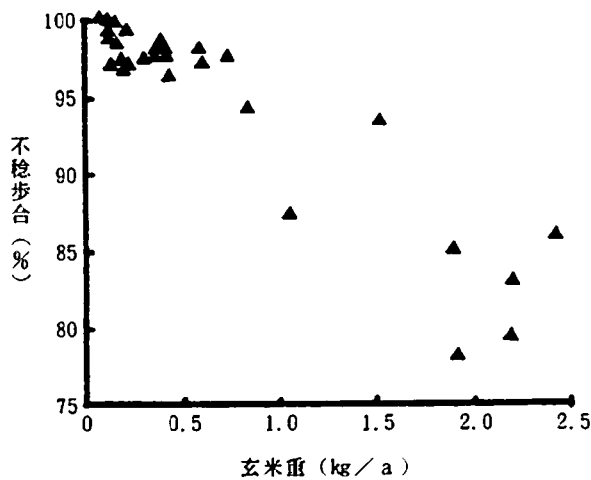
図IV-57に不稔歩合と収量の関係を示したが、相関係数は-0.92であり明かな相関関係があった。耐冷性の違いによる収量性を表IV-42に示したが、平成5年(1993)の道南農試の気象条件では、耐冷性が「強~極強」クラスでも標肥区で2kg/a程度しか収量が得られなかった。また、標肥区の平均不稔歩合は94.5%で多肥区の97.6%



図IV-56 奨励圃(標肥区)の出穂期と稔歩合の関係(道南農試 1993)

表IV-41 奨決供試品種の耐冷性と出穂期・不稔歩合・収量 (道南農試 1993)

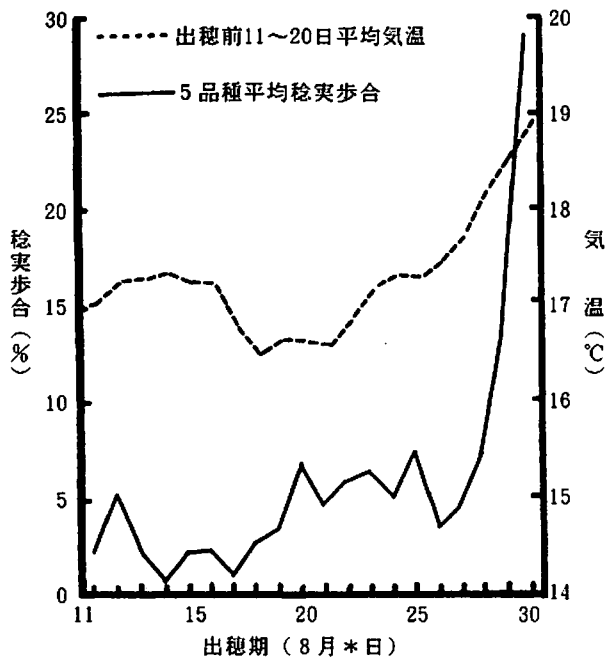
品種名・系統名	障害型耐冷性	標肥区			多肥区		
		出穂期 月. 日	不稔歩合 %	玄米重 kg/a	出穂期 月. 日	不稔歩合 %	玄米重 kg/a
空育139号	ヤ強～強	8.13	97.8	0.34	8.13	98.6	0.23
北海276号	ヤ強	8.15	98.7	0.12	8.16	99.5	0.11
北海277号	ヤ強	8.15	99.9	0.04	8.16	100.0	0.05
空育150号	強	8.16	97.0	0.60	8.17	94.5	1.12
北育稲89号	強	8.16	99.1	0.21	8.17	99.6	0.06
上育393号	ヤ強～強	8.17	97.4	0.28	8.17	99.5	0.29
空育125号	ヤ強～強	8.17	99.5	0.14	8.17	99.9	0.12
上育418号	強	8.17	84.8	1.88	8.17	94.5	0.84
空育148号	ヤ強	8.17	97.3	0.30	8.17	99.2	0.08
はくちょうもち	強	8.17	97.2	0.17	8.15	98.6	0.13
上育稲417号	強	8.17	94.2	0.84	8.18	93.2	0.45
上育414号	強	8.18	96.9	0.13	8.18	97.1	0.22
きらら397	ヤ強	8.18	96.7	0.19	8.18	99.8	0.05
たんねもち	ヤ強	8.18	97.0	0.18	8.18	99.0	0.12
北育稲88号	極強	8.18	83.0	2.20	8.18	90.9	0.72
空育151号	強	8.18	83.8	2.41	8.19	84.2	1.38
空育145号	強	8.18	96.3	0.41	8.19	99.3	0.47
北海273号	ヤ強～強	8.19	97.8	0.58	8.18	98.0	0.24
ゆきひかり	強	8.20	97.5	0.73	8.19	99.0	0.39
みちこがね	ヤ強～強	8.20	97.8	0.40	8.20	99.6	0.14
渡育234号	強	8.21	93.2	1.51	8.23	99.4	0.38
しまひかり	ヤ弱	8.22	99.9	0.05	8.23	100.0	0.06
彩	中	8.24	97.6	0.36	8.23	99.8	0.12
渡育235号	強～極強	8.24	77.9	1.91	8.26	94.8	0.56
ほのか224	ヤ強	8.25	97.9	0.36	8.26	99.8	0.06
渡育233号	強	8.26	79.4	2.18	8.28	96.5	0.27
上育394号	ヤ強	8.27	98.2	0.15	8.27	99.1	0.02
工藤稲	中	8.27	99.0	0.11	8.27	98.8	0.08
巴まさり	中～ヤ強	8.28	87.1	1.05	8.28	98.0	0.15



図IV-57 不稔歩合と玄米重の関係 (標肥区 道南農試 1993)

表IV-42 耐冷性の違いによる不稔歩合、玄米重 (道南農試 1993)

耐冷性	品種数	不稔歩合 (%)		玄米重 (kg/a)	
		標肥	多肥	標肥	多肥
ヤ強以下	4	95.9	99.2	0.39	0.10
ヤ強	7	98.0	99.5	0.19	0.07
強～ヤ強	5	98.1	99.1	0.35	0.20
強	11	92.7	96.0	1.01	0.52
強～極強	2	80.5	92.9	2.06	0.64



図IV-58 出穂日別稔実歩合と出穂前11~20日平均気温の関係(道南農試 1993)

注) 気温は日最高最低平均値

表IV-43 出穂日別稔実歩合の品種間差(道南農試 1993)

月・日	きらら 397	ゆき ひかり	ほのか 224	上育 394号	巴 まさり	平均
8.11	0.00%	4.00%				2.20%
12	0.00	7.87				5.25
13	0.82	6.58	2.74			2.28
14	0.32	2.21				0.82
15	0.38	10.00				2.16
16	0.11	9.31	1.39			2.30
17	0.31	3.09	1.16			1.11
18	0.14	6.30	8.11			2.64
19	1.12	6.34				3.44
20	1.20	7.60	19.23			6.81
21	1.03	5.29	11.76			4.65
22	1.77	7.13	4.35			5.87
23	2.17	4.74	7.88			6.34
24		5.87	5.64	0.00		5.15
25		7.73	9.52	0.00		7.33
26		21.43	6.27	0.20	0.52	3.53
27		67.92	11.61	1.80	2.06	4.40
28			2.37	7.44	7.75	7.17
29			10.43	5.26	14.83	13.24
30				16.42	30.57	28.81
平均	0.54	7.93	8.44	3.08	10.00	6.00

より3.1%少なかった。収量については、標肥区では平均0.68kg/aであり、多肥区平均の0.31kg/aよりも0.37kg/a多く、多肥区の約2倍の収量があった。今後、晩生種についても障害型耐冷性を強化することが品種育成の急務であろう。

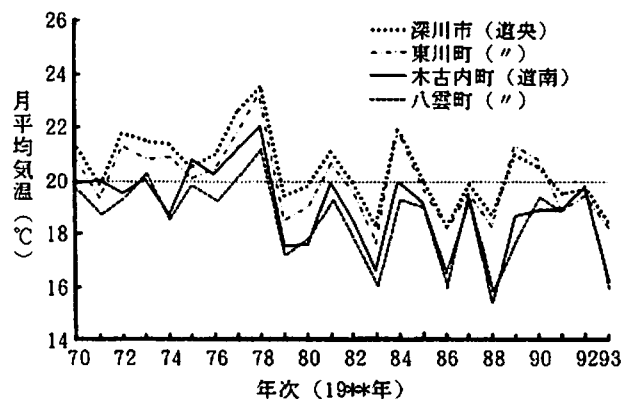
(3) 日別の不稔発生状況

図IV-58に道南農試奨決圃の主要5品種(ゆきひかり、きらら397、ほのか224、上育394号、巴まさり)の出穂日別不稔歩合と穂孕期(出穂-11~-20日)の平均気温を示した。また、表IV-43に出穂日別不稔歩合を示した。全体を通して不稔歩合が高いが、19日以前に出穂した穂は不稔歩合が特に高く、29日30日に出穂した穂は不稔歩合が低くなった。穂孕期の平均気温も29日からやや高く推移しており、穂孕期の温度の影響が認められた。両者の相関係数は0.73であった。

なお、開花期の不稔発生については、出穂後5日間の最高気温が影響を与えるといわれるが、両者の相関係数は0.00であり、開花期の低温による不稔の影響は認められなかった。

(4) 作況試験からみた被害要因

図IV-59に道央と道南各2か所の7月の平均気温の年次変化を示した。1970年(昭45)から1978年(昭53)までは4か所の変動係数の平均値は4.8%であり、この期間は変動が少なかったが、1979年(昭54)から1993年(平5)までは変動係数が7.0%となり、最近15年間は気温の変動が大きかった。また、最近15年間(1979年~93年)の7月の気温は、それ以前の9年間(1970年~78年)より1.8°C低かった。特に最近15年間は、道央での変動係数が5.9%であるのに対して、道南では8.0%であり、道

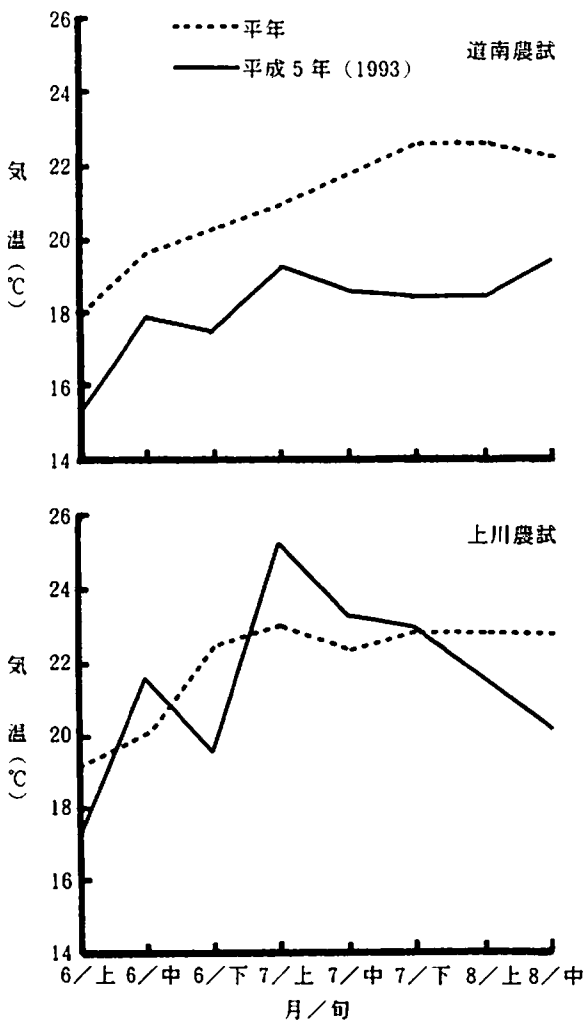


図IV-59 市町村別7月平均気温の年次変化(日最高最低平均気温の月平均気温=アメダス)

南の異常気象の発生頻度は道央よりも高い傾向が認められた。

平成5年(1993)の、7月の平均気温は各地のそれぞれの24年間の平均値と比較すると、道南は2.7℃低かったが、道央は1.9℃の低下であり、平成5年(1993)も道南の異常気象の影響が大きかったことが示された。

図IV-60に平成5年(1993)の道南農試と上川農試における水田水温の推移を示した。6月上旬から8月中旬までの平均水温で比較すると道南農試は平年より3.0℃低い18.1℃であったのに対して、上川農試は平年より0.5℃低い21.4℃であり、平成5年(1993)の道南農試の水田水温は著しく低い温度であった。また、道南農試は6月上旬から8月中旬までのすべての期間で水温が19.3℃以下であり、本田初期から出穂期までの水田水温が日照不足と低温のために、あまり上がらなかったこと



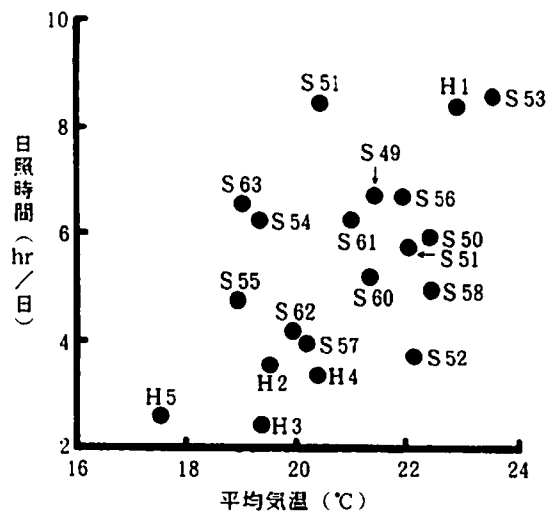
図IV-60 水田水温の地域間の比較 (1993)

注) 農業試験場における水田水温の推移
道南農試はサーミスタ9時観測値
上川農試は日平均水温

が道央よりも、道南で不稔の発生が著しかったことに影響していたと思われる。

平成5年(1993)の冷害要因を道南農試作況試験データを用いて過去のデータと比較した。図IV-61に幼穂形成期～出穂期の気温と日照時間の関係を示した。日照時間は昭和59年(1984)以前と昭和60年(1985)以後には測定方法の違いがあるので厳密な比較はできないが、平成5年(1993)は20年間の平均値の47%となり、この期間著しい日照不足であった。日照時間を同一測定方法の年次で比較すると、昭和60年(1985)以後9年間の日照時間の平均は4.71hr/日であり、平成5年(1993)は平均値の54%と寡照であった。この期間の気温は平均値よりも3.3℃低く、著しい低温となった。

表IV-44に最近20年間に作況試験に供試した全品種の不稔歩合の平均値と幼穂形成期～出穂期の平均温度を示した。幼穂形成期～出穂-21日までの期間は、幼穂が水中にあるため水田水温の影響を受けることになるが、平成5年(1993)のこの期間の水温は18.2℃で20年間で最も低い温度であった。この期間の平成5年(1993)の平均灌漑水温も14.5℃であり、20年間の平均灌漑水温よりも4.6℃低かった。出穂-20～-11日の穂孕期は幼穂の位置によって水田水温か気温の影響を受けることとなる。平成5年(1993)のこの期間の気温は平均値より3.5℃低い17.1℃であり、水田水温も平均値より2.7℃低い18.6℃で推移しており、どちらも20年間で最低の温度であった。また、穂孕期の最高気温も20.1℃となり、最も低い値であった。幼穂形成期以降の長期間の低温の場合は、穂孕期～出穂期の低温の影響が最も大きいとされているが、出穂-10～-1日の期間の気温は平均より2.6℃低い19.2℃であった。



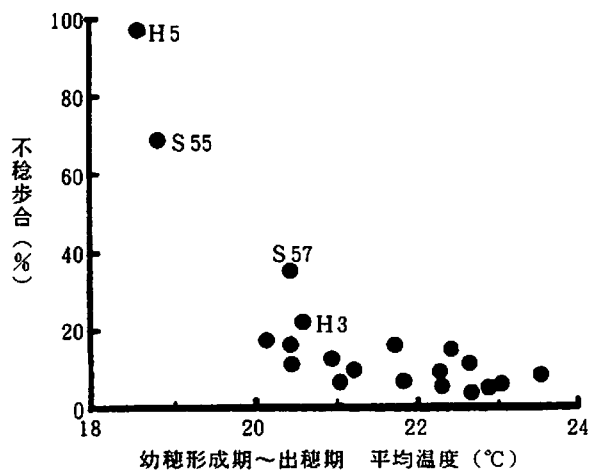
図IV-61 幼穂形成期～出穂期の平均気温と日照時間の分布 (道南農試 昭49～平5)

注) 数字は昭和、平成の年次

表IV-44 作況試験の幼穂形成期～出穂期の温度の年次変異（道南農試）

年次	幼穂形成期 月.日	出穂期 月.日	不稔歩合 %	幼形期 ～出穂 ～21日 水温 ℃	穂孕期（出-11～-20）			出-10 ～-1日 水温 ℃	幼穂形成期～出穂期			
					気温 ℃	水温 ℃	(気+水)/2 ℃		温度 ℃	気温 ℃	灌溉水温 ℃	日照時間 hr/日
昭49	7.15	8.10	2.9	21.6	21.3	23.2	22.2	23.1	22.7	21.4	18.9	6.74
50	7.16	8.10	4.2	23.3	22.7	22.9	22.8	22.8	22.9	22.4	20.2	5.87
51	7.15	8.9	7.6	22.1	22.0	24.5	23.3	20.2	22.3	20.4	20.9	8.41
52	7.15	8.7	8.5	21.8	21.9	18.8	20.4	23.3	21.2	22.1	22.5	3.75
53	7.8	7.29	4.8	22.0	23.5	22.5	23.0	23.6	23.0	23.5	21.4	8.58
54	7.11	8.7	15.2	19.9	18.8	20.3	19.5	20.8	20.4	19.3	18.3	6.18
55	7.8	8.9	68.2	18.4	19.8	19.5	19.7	18.7	18.8	18.9	19.2	4.71
56	7.19	8.11	14.0	24.1	21.5	22.6	22.1	21.8	22.4	21.9	20.1	6.65
57	7.17	8.11	34.4	19.6	18.9	19.1	19.0	22.1	20.4	20.2	20.1	3.95
58	7.28	8.20	14.6	19.4	22.6	20.8	21.7	23.1	21.7	22.5	20.9	4.95
59	7.7	7.29	7.7	24.0	20.5	23.2	21.9	23.8	23.5	22.0	21.5	5.77
60	7.14	8.7	5.1	20.7	21.0	22.8	21.9	22.5	22.3	21.3	20.0	5.15
61	7.22	8.15	5.3	18.4	22.2	23.1	22.6	21.9	21.8	21.0	18.5	6.24
62	7.8	8.2	11.2	20.9	19.4	20.7	20.1	21.1	20.9	19.9	19.6	4.20
63	7.16	8.14	16.6	18.4	17.8	19.5	18.7	22.3	20.1	19.0	17.0	6.58
平元	7.18	8.10	9.6	21.0	23.6	22.7	23.1	22.9	22.6	22.9	21.4	8.37
2	7.2	7.29	5.3	21.5	18.3	20.5	19.4	21.1	21.0	19.5	19.0	3.58
3	7.2	8.2	20.8	20.8	17.9	19.5	18.7	21.4	20.6	19.3	18.6	2.38
4	7.13	8.9	10.9	18.5	21.3	21.9	21.6	20.1	20.4	20.3	18.9	3.33
5	7.18	8.23	96.3	18.2	17.1	18.6	17.9	19.2	18.6	17.5	14.9	2.52
平均	7.14	8.9	18.1	20.7	20.6	21.3	21.0	21.8	21.4	20.8	19.6	5.40

（気温は日最高最低平均気温を使用。水温は9時測定。道南農試）



図IV-62 幼穂形成期～出穂期の平均温度と不稔歩合の関係（道南農試）

注) 数字は昭和、平成 年

図IV-62に幼穂形成期～出穂期までの温度と不稔歩合を示したが、平成5年（1993）が最も低温であった。このうち、昭和55年（1980）は穂孕期は温度低下が少なかったが、開花期の不稔の影響は加わった。平成5年（1993）の冷害要因は穂孕期の著しい低温と、幼穂形成期～出穂期の長期にわたる低温の影響で不稔が激発したと考えられた。また、幼穂形成期～穂孕期の長期間にわたり、最高気温が低かったことと日照時間が少なかったことが影響を及ぼしているものと思われる。開花期も多少低温であり、開花期の受精障害の影響も考えられたが、出穂後5日間の最高気温と日別の不稔歩合の相関係数0.00であったことと、8月25日から3日間は最高気温が28℃を越えており、この間開花した穂の稔歩合が上がっていなかったことを考慮すると、開花期の影響は極めて少なかったものと思われた。道南地方の平成5年（1993）の冷害要因は、穂孕期を中心とした長期間の低温のために開花前に充実花粉数が少なかったためと考えられた。

（沼尾吉則、萩原誠司、宗形信也）

4 北見農試

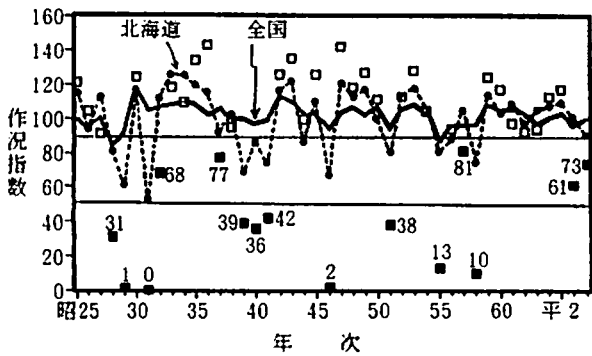
(1) 冷害の様相と生育解析

図IV-63には昭和25年から平成4年までの43年間の全国、北海道および網走管内の作況指数の推移を示した。

網走管内では、作況指数90以下の冷害がほぼ3年に一度の割合で15回、うち作況指数50以下の冷害が4年に一度の割合で10回起きている。しかも冷害年は固まって現れている傾向がある。昭和30年代、40年代にも厳しい冷害が見られたが、最近では昭和58年が厳しい遅延型冷害年で、この年管内作況指数は10であった。

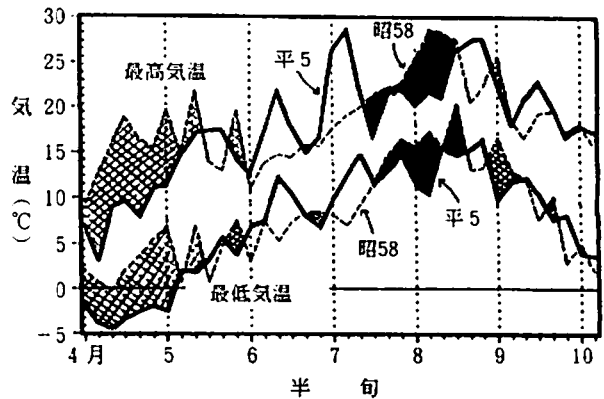
平成5年の水稲の生育は、遅延型冷害年の昭和58年に類似していた。図IV-64では日最高・最低気温を昭和58年と比較した。生育前半の6、7月は昭和58年より高いものの、水稲栽培に重要な7月中旬から8月中旬にかけて日最高・最低気温とも昭和58年より低く推移した。

平成5年の気象を更に詳しく見ると、半旬別の低温(15℃以下)の一日当たり持続時間は最高気温の推移にはほぼ反比例して一致した(表IV-45)。即ち、6月は第3半旬を除き低温が20時間前後続いた期間が多く、7月前半は低温持続時間は短かったものの、7月後半から8月上旬にかけて再び長くなり、8月中および下旬は極短く、9月に再び長くなった。冷害危険期に当たる8月第1および第2半旬は13℃以下の特に厳しい低温が、一日当たり10時間前後続き、この低温により大量の不稔が発生した。このような条件下での「はくちょうもち」(北見農試作況圃・中苗)の茎数推移を見ると、6月はほとんど分けつの増加が見られず、7月に徐々に増え始め、その後増加を続け平年値を上回り、最高分けつ期は8月上旬にずれ込み、平年値を上回ったまま推移した。稈長は平年より短く、短稈・多分けつ型の典型的な遅延型冷害年の草姿となった(図IV-65)。主稈葉令進度も低温の出現に平



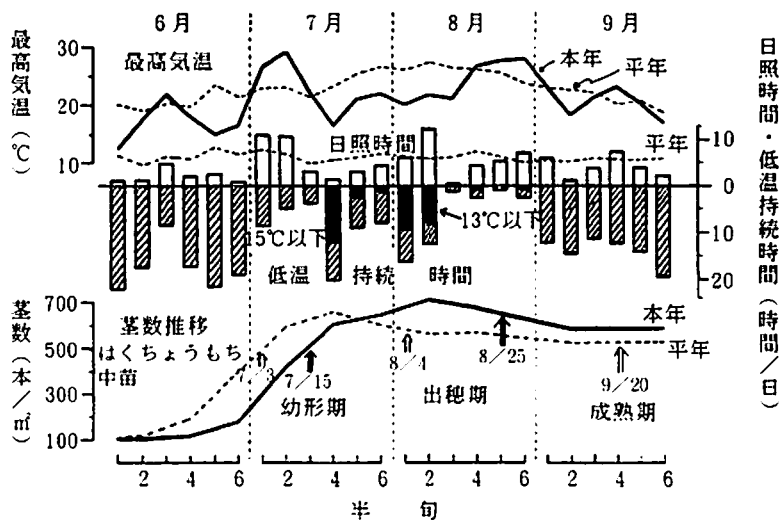
図IV-63 全国、北海道および網走管内の作況指数の年次推移(昭和25~平成4年)

注) □・●は網走管内、数字は冷害年の作況指数



図IV-64 平成5年と昭和58年の日最高・最低気温の比較(半旬別、北見農試)

注) 図・■の部分では平成5年が昭和58年より低いことを意味する。



図IV-65 一日当りの低温持続時間と水稲の生育(北見農試 1993)

注) 低温持続時間のうち□は15℃以下、■は13℃以下を表す。

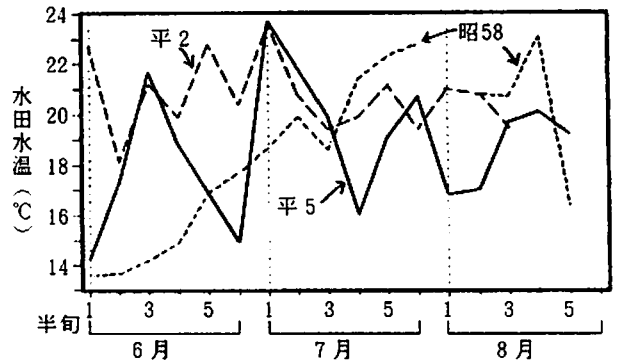
昭63	2.8	5	6	7	8	9	10	10.5	止	出	
平元	2.8	5	6	7	8	9	10	11.1	止	出	
平2	3.0	5	6	7	8	9	10	10	止	出	
平3	2.9	5	6	7	8	9	10	10.2	止	出	
平4	2.6	5	6	7	8	9	10	10.7	止	出	
平5	2.8	4	5	6	7	8	9	10	10.8	止	出
月・日	移植期 31日	10	20	30	10	20	31	10	20	25	
	5月	6月			7月			8月			

図IV-66 「はくちょうもち」(中苗)の主稈葉令進度の年次比較(昭63~平5、北見農試)

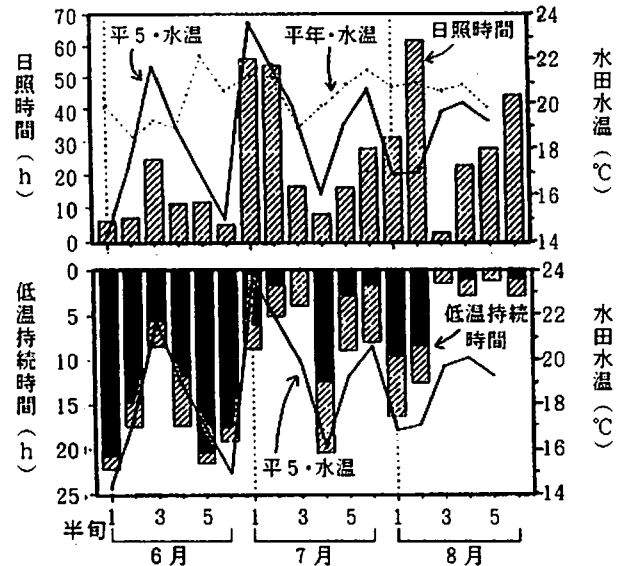
注) 図中の数字は移植期は葉令、他は第n葉抽出始。|は幼穂形成期、止は止葉、出は出穂期。

表IV-45 15℃以下あるいは13℃以下の低温持続時間
(平成5年6~9月・北見農試 1993)

日	15℃以下持続時間				13℃以下持続時間			
	6月	7月	8月	9月	6月	7月	8月	9月
1	20.0	13.0	22.0	12.0	16.0	11.0	8.0	9.0
2	19.0	7.0	16.5	10.5	14.5	6.5	12.0	8.5
3	24.0	8.0	12.5	10.0	24.0	1.5	8.5	6.5
4	24.0	9.5	14.0	10.5	24.0	4.5	8.0	6.5
5	24.0	6.0	17.0	18.5	24.0	4.5	10.0	5.5
6	24.0	5.0	10.5	12.5	24.0	3.0	8.5	1.0
7	17.0	5.5	13.0	12.5	14.0	0.0	10.0	6.5
8	16.5	3.5	12.5	19.0	12.0	1.0	7.5	9.0
9	16.5	5.5	13.0	17.0	11.5	1.5	8.5	9.0
10	13.5	5.5	13.5	12.0	11.5	1.5	5.5	0.0
11	12.0	0.0	7.0	13.5	10.5	0.0	0.0	2.5
12	11.0	5.0	0.0	13.5	9.0	0.0	0.0	6.0
13	13.0	2.0	0.0	10.5	7.0	0.0	0.0	2.5
14	6.0	1.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.5
15	0.0	11.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	7.0
16	21.0	15.0	7.5	11.5	4.0	7.0	2.0	8.0
17	20.5	15.5	6.0	13.0	17.0	5.5	2.0	9.5
18	10.5	23.5	0.0	11.0	8.0	15.0	0.0	5.0
19	11.0	24.0	0.0	11.5	5.0	18.0	0.0	7.5
20	24.0	24.0	0.0	14.5	24.0	15.0	0.0	13.0
21	17.5	15.5	4.5	15.5	15.0	7.5	0.0	14.0
22	24.0	8.0	0.0	16.5	24.0	0.5	0.0	14.5
23	24.0	11.0	0.0	16.5	24.0	0.0	0.0	13.5
24	24.0	6.0	0.0	13.0	23.0	4.0	0.0	6.5
25	18.5	4.0	1.0	10.0	15.0	0.0	0.0	1.5
26	8.0	0.0	0.0	16.5	7.0	0.0	0.0	11.5
27	23.0	0.0	0.0	24.0	21.0	0.0	0.0	21.5
28	16.5	0.0	0.0	24.0	14.0	0.0	0.0	23.0
29	24.0	11.5	3.0	22.0	20.5	0.0	0.0	16.0
30	24.0	15.5	3.0	11.5	24.0	6.5	0.0	0.0
31		20.5	10.5			1.5	4.5	
1 半旬	22.2	8.7	16.4	12.3	20.5	5.6	9.3	7.2
2 半旬	17.5	5.0	12.5	14.6	14.6	1.4	8.0	5.1
3 半旬	8.4	3.8	1.4	11.4	5.3	0.0	0.0	3.7
4 半旬	17.4	20.4	2.7	12.3	11.6	12.1	0.8	8.6
5 半旬	21.6	8.9	1.1	14.3	20.2	2.4	0.0	10.0
6 半旬	19.1	7.9	2.8	19.6	17.3	1.3	0.8	14.4
上旬	19.9	6.9	14.5	13.5	17.6	3.5	8.7	6.2
中旬	12.9	12.1	2.1	11.9	8.5	6.1	0.4	6.2
下旬	20.4	8.4	2.0	17.0	18.8	1.8	0.4	12.2
月平均	17.7	9.1	6.0	14.1	14.9	3.7	3.1	8.2



図IV-67 水田水温(午前9時)の年次比較
(昭和58年、平成2年・5年、北見農試)



図IV-68 平成5年における水田水温(午前9時)と日照時間
および低温持続時間との関係(北見農試)

注) 低温持続時間のうち白は15℃以下、黒は13℃以下を表す。

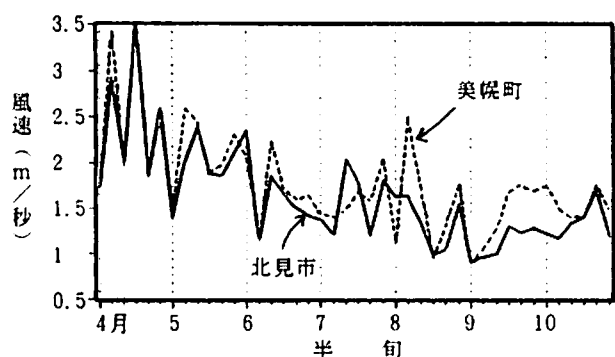
行して遅れ、高温年(平成2年)より1葉多い個体が増加した(図IV-66)。

水田水温(午前9時)は高温年の平成2年と比較すると低く推移し、冷害年の昭和58年と比較すると生育前半はやや高く、生育後半は低く推移した(図IV-67)。水田水温を日照時間の推移と比較すると、8月第1および第2半旬を除きその推移はほぼ一致した。一方、低温(15

および13°C以下)の持続時間と比較すると、8月第1および第2半旬も含めほぼ一致した。即ち、8月第1および第2半旬には水稻が繁茂し水田への日照の透過が悪くなり、水田水温は気温の影響を受け低下したと考えられた(図IV-68)。

(2) 地域間差

北見市および美幌町のアメダスデータのうち日最高・最低気温、日照時間および風速の半旬別推移を検討した結果、両地域間で気温および日照時間に大きな差異はないものの、美幌町では生育全般にわたり風速がやや強く、特に8月上旬に強い点が異なっていた(図IV-69)。



図IV-69 北見市および美幌町の風速の比較 (平成5年半旬別、アメダス)

表IV-46には奨励現地調査の主要形質を示した。美幌町、女満別町の高い不稔歩合と低収は、風による影響も考えられた。防風網を設置しているJA端野圃場では他の現地圃場より不稔歩合がやや低く、玄米収量も高かった。

(3) 品種間差

冷害年であった昭和55、58年および平成1~5年の作況圃並びに平成5年の奨励基本調査の主要形質を示した(表IV-47、48)。作況圃と奨励基本調査では不稔の発生程度にやや差があるものの耐冷性の差が不稔歩合に明瞭に表れた。平成5年の冷害は遅延型と障害型の複合した混合型冷害であり、特に冷害危険期には厳しい低温が長時間持続し、大量の不稔が発生した。奨励基本調査では耐冷性が極強の「北育稲88号」でも不稔歩合は75%程度で、耐冷性が強以下の品種・系統では不稔歩合は80%以上となった。不稔の発生に加え、登熟期間が後へずれ込んで十分な登熟気温が得られず、玄米収量も10a当り100kg以下に低下した。

管内では生育遅れのため、冷害危険期の低温を回避し、不稔の発生が比較的少なかった事例もある。しかし、この場合には十分な登熟気温を確保できず、必ずしも収量確保には結び付かなかった。

表IV-46 奨励品種決定現地調査主要形質 (1993 標肥区 北見農試管内)

場所	苗	出穂期 (月、日)				不稔歩合 (%)				玄米収量 (kg/10a)			
		上育 393号	はくちょうもち	たんねもち	北育稲 87号	上育 393号	はくちょうもち	たんねもち	北育稲 87号	上育 393号	はくちょうもち	たんねもち	北育稲 87号
端野	紙筒	8.16	8.22	8.19	8.17	79	73	81	70	132	80	60	171
美幌	成ボ	8.15	8.17	8.15	8.13	89	83	86	70	15	45	29	95
女満別	成マ	8.15	8.21	8.20	8.16	97	92	96	80	7	3	7	52
佐呂間	中マ	8.19	8.23	8.21	8.19	79	80	79	66	58	54	53	80
JA端野	成ボ	8.9	8.15	8.13	8.12	77	67	78	59	134	193	109	217
平均		8.15	8.20	8.18	8.15	84	79	84	69	69	75	52	123

表IV-47 北見農試作況圃主要形質の年次比較

①出穂期 (月、日)

品種名・系統名	苗	昭和55年	昭和58年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	元~5年平均
はやゆき	成苗	7.28	8.23	8.1	7.23	7.24	8.6	8.18	8.2
上育393号	中苗			7.31	8.1	7.31	8.8	8.23	8.6
おんねもち	中苗	8.1	8.27	8.3	7.31	7.31	8.10	8.25	8.8
たんねもち	中苗			8.3	7.30	7.30	8.9	8.22	8.6
はくちょうもち	中苗			8.4	7.29	7.31	8.12	8.25	8.8
北育稲87号	中苗						8.6	8.21	(8.14)

②不稔歩合(%)

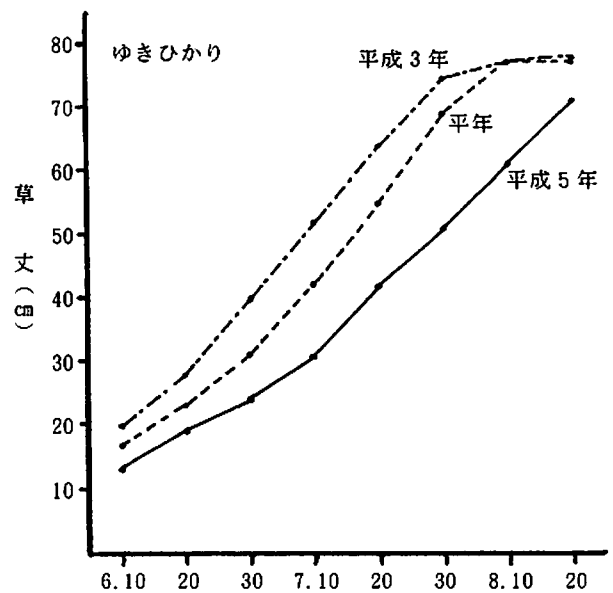
品種名・系統名	苗	昭和55年	昭和58年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	元～5年平均
はやゆき	成苗	44.4	10.1	6.2	8.5	38.0	32.7	90.5	35.2
上育393号	中苗			8.6	6.2	27.0	21.8	72.1	27.1
おんねもち	中苗	69.0	32.7	6.6	8.4	48.8	41.7	88.4	38.8
たんねもち	中苗			9.1	12.8	52.1	26.9	82.0	36.6
はくちょうもち	中苗			3.7	4.9	35.6	23.0	78.0	29.0
北育稲87号	中苗						14.6	59.1	(36.9)

③玄米収量(kg/10a)

品種名・系統名	苗	昭和55年	昭和58年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	元～5年平均
はやゆき	成苗	305	96	510	545	291	387	8	348
上育393号	中苗			532	533	290	403	28	357
おんねもち	中苗	151	55	519	489	268	351	8	327
たんねもち	中苗			552	551	231	449	30	363
はくちょうもち	中苗			541	513	322	409	16	360
北育稲87号	中苗						470	78	(274)

表IV-48 奨励品種決定基本調査主要形質 (北見農試 1993)

区	品種名・系統名	耐冷性	出穂期(月.日)	不稔歩合(%)	玄米収量(kg/10a)
標肥区	ハヤカゼ	強	8.18	75.7	66
	上育393号	や強	8.18	93.0	17
	空育139号	や強	8.19	94.1	13
	たんねもち	や強	8.20	92.6	16
	はくちょうもち	強	8.21	90.2	24
	北育稲87号	強	8.19	81.8	50
	北育稲88号	極強	8.20	75.1	124
多肥区	ハヤカゼ	強	8.18	74.1	88
	上育393号	や強	8.18	93.7	25
	空育139号	や強	8.18	90.3	21
	たんねもち	や強	8.20	93.2	21
	はくちょうもち	強	8.21	90.5	30
	北育稲87号	強	8.18	85.5	35
	北育稲88号	極強	8.18	76.8	136



図IV-70 草丈の推移 (作況調査 植遺センター)

冷害は管内においては今後も避けられない現象であろう。従って、試験研究において、育種的には現在の品種よりも1ランク上の耐冷性を有する品種の開発とともに、栽培的にも冷害軽減の新技术の開発も含めて、平成5年のような厳しい冷害年における被害を可能な限り小さく留める努力が必要である。

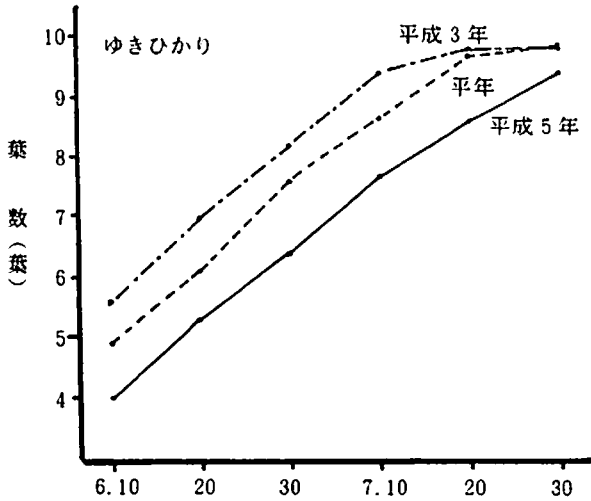
(相川宗嚴)

5 植物遺伝資源センター

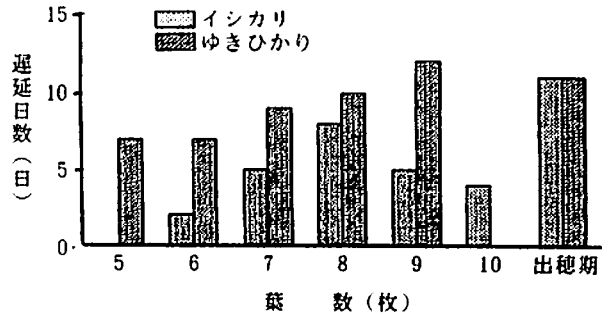
平成5年(1993)の低温による直接的障害は、生育遅延、花粉形成障害、出穂開花の受精障害と登熟遅延で特に、7月中旬～8月中旬の連続した低温が生育に著しく影響を与えた。以下、各時期の気象と生育の関係について

表IV-49 移植時の苗調査 (作況調査 植遺センター 1993)

項目	イシカリ			ゆきひかり			きらら397	
	平成5年	平成4年	平年	平成5年	平成4年	平年	平成5年	平成4年
草丈 (cm)	9.2	10.0	10.7	8.3	9.4	10.4	9.7	8.8
葉数 (葉)	3.5	3.2	3.2	3.3	2.8	3.0	3.6	3.0
茎数 (本)	1.6	1.7	1.3	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0
地上部乾物重 (g/100本)	2.22	2.32	2.12	2.31	2.13	1.93	2.36	2.00



図IV-71 葉数の推移 (作況調査 植遺センター)



図IV-72 平成5年の出葉数の遅れと止葉葉数 (平年との比較、作況調査 植遺センター)

て、主として現場で行っている定期作況、奨励品種決定基本調査の資料に基づいて検討した。

(1) 生育経過

1) 苗の生育

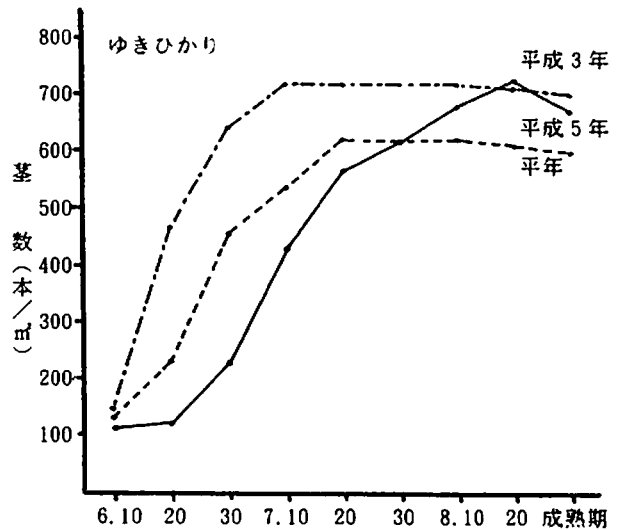
播種は4月20日に行った。播種後に不順な天候が続き、出芽は平年に比べて1日遅く、出芽まで日数は6日を要した。出芽揃い後しばらくは、急激な温度変化を避けるため夜間保温に努めた。5月に入って気温、日照時間も平年並に経過したため苗の生育は順調で、移植時では草丈はやや短い葉数は平年並であり苗質は良好であった(表IV-49)。

2) 本田の生育

移植は5月20日に行った。移植後は天候に恵まれ、活着は順調であった。

6月は全般に低気圧の通過やオホーツク海高気圧の停滞等の影響により低温、寡照の日が多かった。このため、草丈の伸長、葉数の進み、分けつ発生が抑制され6月20日の作況で草丈は平年より2~4cm短く、葉数で0.3~0.8枚少なく、茎数は平年の53~68%で、初期生育は平年を下回っていた(図IV-70、71)。

6月下旬は最高気温が平年より約4℃低く、7月前半



図IV-73 茎数の推移 (作況調査 植遺センター)

は天候が回復し高温、多照に経過したことから、平年と比較して出葉の遅れをみると(図IV-72)、「イシカリ」は7葉で5日、8葉で8日の遅れであった。「ゆきひかり」では出葉期間を通じて7日以上遅れが認められた。幼穂形成期は7月9~10日で平年より6~7日遅れた。

茎数の推移をみると(図IV-73)、初期生育時から増加は鈍く、平年は止葉期に入る前に最高分けつ期を迎えているのに対し、本年は7月上旬が高温多照に経過したことから、中、高位分けつの発生が促進され、止葉期以降も茎数の増加が認められた。このため、遅発分けつが

表IV-50 生育調査、収量構成要素、収量調査（作況調査 植遺センター 1993）

項 目	イシカリ			ゆきひかり			きらら397	
	平成5年	平成4年	平年	平成5年	平成4年	平年	平成5年	平成4年
生育期節								
幼穂形成期 (月日)	7.9	7.5	7.3	7.10	7.5	7.3	7.12	7.8
出穂期 (月日)	8.10	8.3	7.30	8.11	8.5	7.31	8.17	8.6
穂揃日数 (日)	6	5	6	7	6	6	5	5
成熟期 (月日)	10.3	9.18	9.14	10.6	9.21	9.16	10.12	9.22
登熟日数 (日)	54	46	6	56	47	46	56	47
生育日数 (日)	161	151	147	164	154	149	170	155
収量構成要素								
m ² 当り穂数 (本)	624	523	575	669	586	602	717	644
一穂平均粒数 (粒)	42.9	54.9	58.0	56.8	55.9	61.7	54.2	46.0
m ² 当り粒数 (百粒)	268	287	332	381	328	369	387	296
m ² 当り稔実粒数 (百粒)	128	256	229	222	290	332	94	258
不稔歩合 (%)	52.2	10.8	10.0	41.7	11.6	10.1	75.7	12.8
登熟歩合 (%)	41.8	75.7	73.8	389	67.0	67.4	24.9	66.0
精玄米千粒重 (g)	21.6	23.1	23.2	20.7	20.9	21.3	21.9	22.1
収量調査								
精玄米重量 (kg/a)	25.4	55.0	59.8	27.8	54.6	57.7	15.4	52.7
屑米重 (kg/a)	1.5	1.3	2.6	1.9	2.7	4.1	1.4	3.2
背米歩合 (%)	22.5	14.4	12.5	29.9	15.6	12.4	30.9	25.0
玄米等級 (等)	外	3上	2下	3中	2中	2下	外	2下

注) イシカリの平年は昭和61～平成4年のうち昭和62年(最凶)、昭和61年(最豊)を除く5ヶ年平均。ゆきひかりは、前5ヶ年平均。

有効茎になり、穂数は平年よりもやや多かった。

初期生育が遅れ、7月後半以降低温、寡照に経過したので生育がさらに遅延し、出穂期は平年より11日遅れであった。また、出穂しても開花しない状態が数日みられ、開花遅延が目立った(表IV-50)。

9月中旬に入り気温、日照とも平年並みに回復したが、「イシカリ」の出穂後40日間の積算気温は729℃で平年より37℃低かった。

不稔が多い割に登熟の進み方は、きわめて緩慢であった。成熟期は平年より10～11日遅れとなり、遅れ穂による穂間の登熟ムラが大きく、登熟日数は平年より8～10日多かった。

3) 収量構成要素、収量調査

穂数は平年より多く、一穂粒数は平年を下回った。m²当り粒数は平年対比80～103%であった。しかし、不稔歩合は各品種とも平年を大きく上回ったため、m²当り稔実粒数は平年対比43～67%であった。登熟歩合は著しく低下し平年より29～32%低かった。背米歩合は平年より10～17.5%多かったため、玄米千粒重は平年より0.6～1.6g軽かった。精玄米重は平年対比42～48%と著しく減収した。

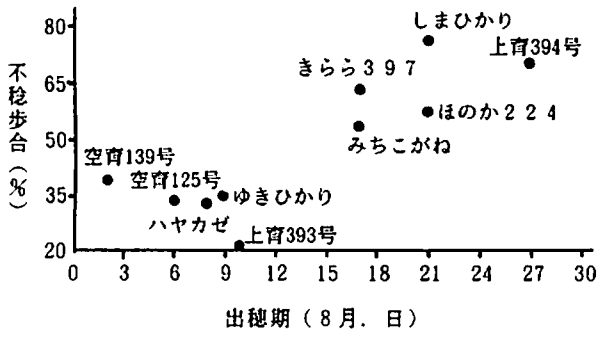
玄米等級は、整粒不足のため「ゆきひかり」を除き、規格外であった(表IV-50)。

(2) 不稔粒発生状況

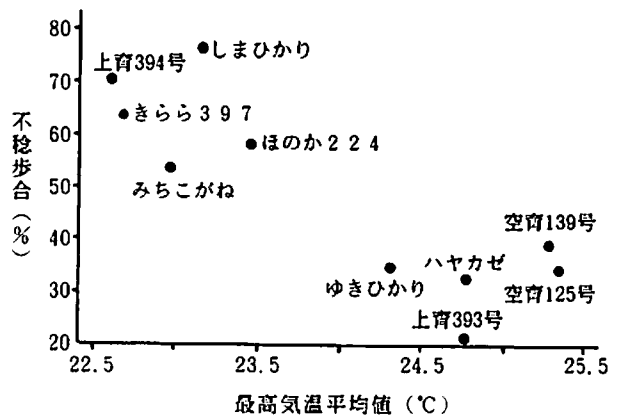
冷害年における不稔発生は、冷害危険期の低温による障害不稔であることが多い。過去の例では7月中の早い時期に危険期に達するものほど低温に遭遇する頻度が高い傾向にあり、出穂の早いものほど不稔は多かった。

これに対し、植物遺伝資源センター水稲奨励基本調査における平成5年(1993)の不稔粒発生状況は、出穂の早い品種群(8月10日まで)と比較して、遅く出穂した品種群(8月16～17日以降)ほど被害の大きい傾向があった(図IV-74)。

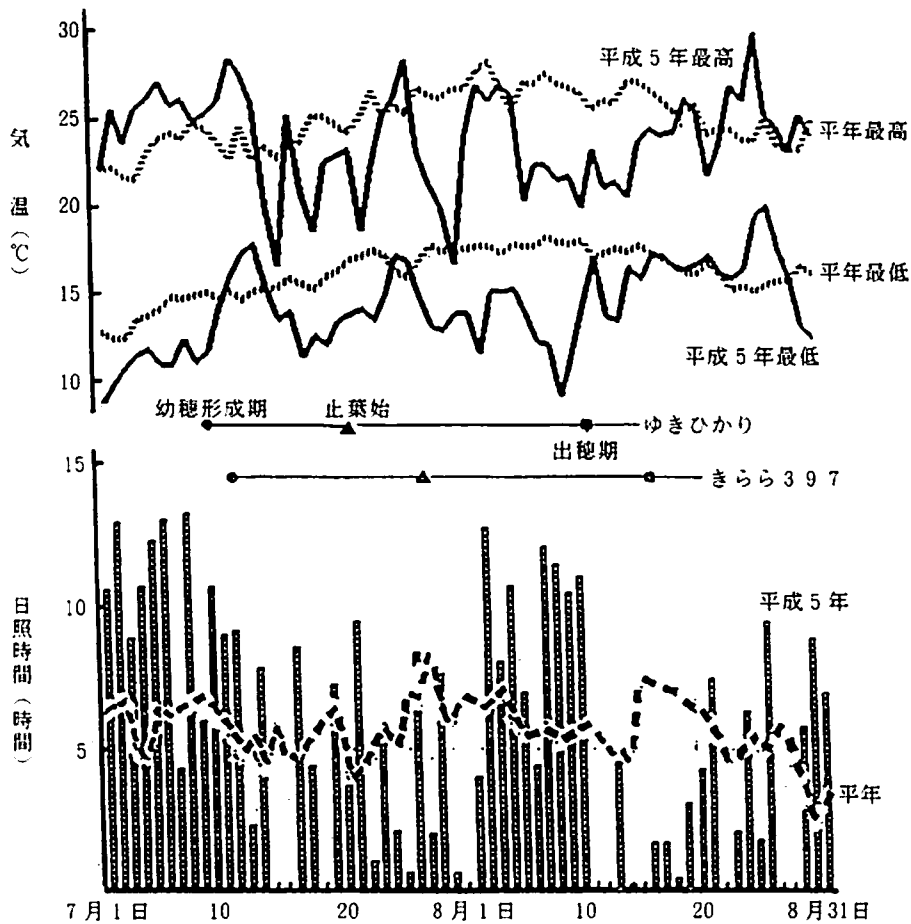
そこで、生育時期別の気温と不稔歩合の関係を検討した。各品種の止葉始15日前間の最高気温の平均値と不稔歩合を対比させてみると(図IV-75)、前歴気温の高低が不稔の発生に影響を及ぼしていることを示した。すなわち、出穂の早い品種群は7月前半の気温の高い気象条件下で前歴を経過したが、出穂の遅れた品種群の前歴期間は7月後半の強い低温下であったため花粉形成に大きな障害を与えたと推察される(図IV-76)。



図IV-74 品種の出穂期と不稔歩合の関係
(奨決基本調査 植遺センター 1993)



図IV-75 品種の不稔歩合と止葉始前15日間の日平均最高気温の関係
(奨決基本調査 植遺センター 1993)



図IV-76 幼穂伸長期間の日別気象状況 (植遺センター 1993)

注1) 滝川地域気象観測所のアメダス観測値による。
注2) 平常は、昭和54年～平成2年の13ヶ年平年値。

つぎに冷害危険期に入る止葉始から出穂期間の平均気温は(図IV-77)、一部の品種を除き、出穂の早晚にかかわらず各品種ともほぼ同じ(18.2~19.0℃)で低かった。

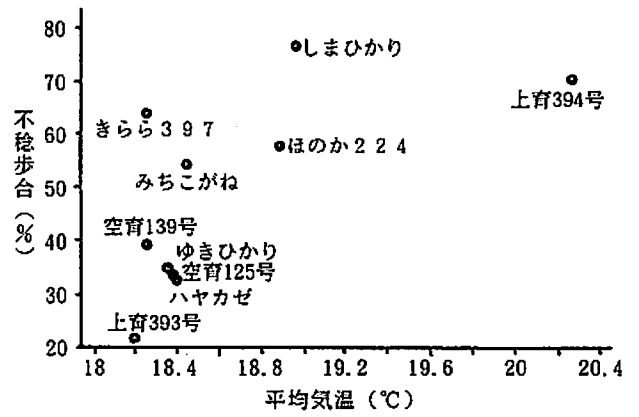
この時期は、出穂の早い品種群では7月後半から8月

初めにあたるが、最高気温23℃以上、日照時間5時間以上の日もたびたびあり、前歴期間が気象条件に恵まれたことにより受精に必要な充実花粉が最小限に確保されたものと推察される。8月2半旬は晴冷型の天候で湿度も低く、出穂しても開花できない状態の日が多かった。8

月3、4半旬は寡照に経過したが、日照のやや多い日には一斉に開花する現象がみられ、不稔歩合が比較的低く抑えられたものと思われる。

出穂の遅れた品種群は前歴期間から冷害危険期間の長期にわたって低温に遭遇したため、充実花粉数が少なく、開花時の温度条件も受精に十分でなかったことにより不稔歩合が顕著に高まったと思われる。

(柳川忠男、白井和栄、荒木和哉、柳田大介)



図IV-77 品種の不稔歩合と止葉始～出穂期までの日平均気温の関係
(採決基本調査 植遺センター 1993)

V 施肥・土壌管理に関する技術解析

1 中央農試

(1) 窒素施肥の影響

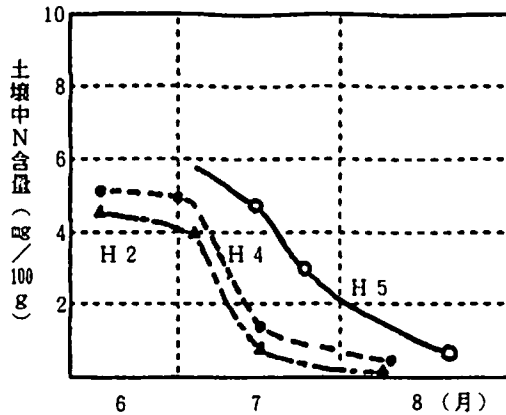
稲作部圃場の窒素の用量・分追肥試験及び側条施肥試験の結果から主として収量に及ぼす影響を検討した。品種は「きらら397」、土壌はグライ土壌を供試。

1) 土壌中窒素の推移及び水稻の窒素吸収経過

本年は低温に推移したため水稻の窒素吸収は他年次に比べ緩慢に経過した。そのため土壌中に残存するNH₄-N量は高く推移した(図V-1、2)。

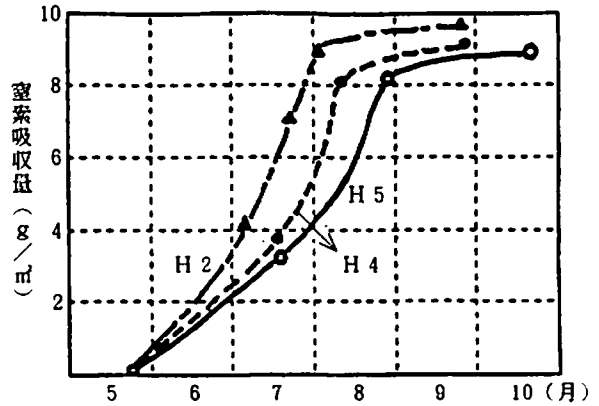
2) 窒素施肥用量と分追肥

基肥窒素量の増加に伴い収量は低下し最高収量はN0区、N4区であった。これは窒素施肥に伴い顕著な登熟歩合の低下が起こったためである。稔実初中未登熟歩合は15%以下であり、登熟歩合低下は不稔歩合の顕著な増加によるものである。分追肥についてみると、全量基肥に比べ幼形期1週間後の分施でいずれも冷害の被害程度は小さく分施の効果が認められた。しかし、追肥では不稔が増加し減収する例が多かった(表V-1)。



図V-1 土壌中NH₄-Nの推移の年次間差 (N8区 稲作部)

注) グライ土
H:平成



図V-2 水稻の窒素吸収の年次間差 (N8区 稲作部)

注) きらら397、グライ土
H:平成

表V-1 水稻生育収量に及ぼす窒素施肥用量・分追肥の影響(稲作部 1993)

窒素施肥用量 (kg/10a)	茎数(7月14日) (本/m ²)	総数	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)	同左 比	稲体窒素含有率(%)		
								7月14日	8月4日	8月23日
0	445	407	155	16.5	79.5	255	123	3.00	1.32	1.11
4	524	566	226	38.4	57.0	255	123	3.55	1.79	1.28
4+2(幼)		595	256	35.3	51.6	276	133			1.36
4+2(止)		554	232	49.6	44.1	220	106			1.48
6	578	605	266	47.5	43.1	227	109	3.49	2.40	1.47
6+2(幼)		634	292	55.3	6.0	210	101			1.51
6+2(止)		651	260	53.1	39.0	206	99			1.56
8	540	598	281	60.4	37.0	208	100	3.89	2.44	1.40
8+2(止)		607	297	64.6	30.4	208	100			1.59
10	574	668	347	70.0	27.9	191	92	3.49		1.83

注1) 幼:幼穂形成期1週間後、止:止葉期
2) きらら397、グライ土

表V-2 側条施肥と全層施肥の比較 (稲作部 1993)

窒素施用量 (側/全) (kg/10a)	茎数(7月14日) (本/m ²)	穂数	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)	同左 比	稲体窒素含有率(%)		
								6月30日	7月14日	8月23日
8/0	687	564	243	46.1	44.5	213	109	4.96	3.41	1.29
4/4	646	574	224	53.1	49.8	223	114	4.50	3.06	1.45
0/8	641	576	259	59.2	38.4	195	100	4.00	3.14	1.47

注) きらら397、グライ土。側：側条施肥、全：全層施肥。

3) 側条施肥

側条施肥では初期生育促進効果が認められ、全層施肥に比べ不稔はやや少なく収量はやや高かった。稲体窒素含有率は側条施肥で生育初期に高く、後期に低い傾向であった(表V-2)。

以上のように、本年の生育期の気温は低温に推移したため水稻の窒素吸収は緩慢で、土壌中NH₄-Nは遅くまで高かった。この結果、他年次に比べ稲体窒素含有率は高く推移した。基肥窒素量が多くまた追肥により生育中後期において稲体窒素含有率が高い場合は明らかに不稔が多発し低収となった。

(宮森康雄)

(2) 肥料三要素及び土壌改良資材の効果

稲作部(上幌向)のグライ土および泥炭土で継続実施中の肥料要素連用試験の結果について述べる。品種は平成2年以降「ゆきひかり」を供試した。

1) 肥料三要素

要素欠除に伴う精玄米重の低下は、グライ土ではN>K≥P、泥炭土ではK≥N>Pの順に大きかった(表V-3)。この傾向は昭和44年以降58年までの過去の冷害年のデータを平均したものとほぼ同じ結果であった(表V-5)。

平成5年の精玄米重を普通年(平成2~4年の平均値)と比較すると、グライ土、泥炭土とも減収率は-K区>

表V-3 水稻の生育・収量に及ぼす肥料三要素の影響 (稲作部 1993)

土壌	処理	茎数* (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	総穂数 (×100/m ²)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重		稲体窒素含有率(%)		出穂期 (月/日)
								kg/10a	比	7月9日	8月18日	
グライ土	-N	263	421	227	22.6	65.6	20.6	307	77	2.77	1.12	8/17
	-P	248	520	343	35.0	55.1	19.1	361	90	3.54	1.65	8/21
	-K	307	597	376	42.5	48.9	19.0	350	88	3.44	1.56	8/21
	3F	351	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100	3.37	1.44	8/20
泥炭土	-N	239	391	239	25.5	67.8	20.6	333	83	3.08	1.36	8/17
	-P	194	490	328	32.4	61.6	19.1	385	96	3.33	1.52	8/21
	-K	288	565	350	44.7	47.1	19.7	325	81	3.46	1.45	8/21
	3F	286	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100	3.32	1.45	8/20

注1) *幼穂形成期

2) 品種：「ゆきひかり」

表V-4 肥料三要素の肥効(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)
-N	307	297	103	333	293	114
-P	361	431	84	385	442	87
-K	350	450	78	325	429	76
3F	399	465	86	399	456	88

注1) *3年間の平均値。H：平成

2) 品種：「ゆきひかり」

-P区 \geq 3F区>-N区の順に大きかった(表V-4)。すなわち、低温・日照不足の影響が最も顕著に認められたのは-K区であり、次いで-P区であった。-N区の場合は、これらとは対照的に、普通年を上回る収量が得られた。

-K区での減収率が大きかった要因は、不稔の増加が著しく、これに伴い登熟歩合および千粒重が劣ったためとみなされる。-K区は、3F区と比較して初期生育の差は判然としなかったが、幼穂形成期から出穂期にかけて稲体の窒素含有率がやや高く推移し、出穂期も1日程度遅れた。このことが障害抵抗性を低下させ、不稔増加に結びついたものと思われる。

一方、-P区の場合は初期生育が著しく劣り、稲体の窒素含有率も幼穂形成期以降やや高く推移したが、不稔歩合は3F区を上回るほどの顕著な増加は認められな

かった。このため、普通年対比の減収率は3F区を僅かに上回る程度の相違にとどまった。

2) 土壤改良資材

グライ土の場合ケイカル区で2%、ようりん区で8%の増収が認められた。しかし、泥炭土のケイカル区で4%、ようりん区で5%それぞれ減収した(表V-6)。

また、普通年との対比でもグライ土の場合は対照区より減収率が低かったが、泥炭土の場合はかなり高い減収率を示した(表V-7)。このことから、平成5年度におけるケイカル、ようりんの効果は、土壌によって相違し、一定の傾向は認められなかった。

泥炭土で資材施用区の減収率が高かった要因は不稔歩合が対照区よりも高かったためとみなされる。特に、ようりん区の場合は、初期生育が良好であったにもかかわらず、幼穂形成期~出穂期の稲体窒素含有率が高く推移

表V-5 過去の冷害年における玄米収量に及ぼす肥料三要素の影響(稲作部)

処理	グライ土						泥炭土					
	S44	S46	S51	S55	S58	平均	S44	S46	S51	S55	S58	平均
-N	76	68	73	83	90	78	100	106	81	80	79	89
-P	90	90	92	97	102	94	99	112	78	85	105	96
-K	99	91	98	102	82	94	106	78	78	90	93	89
3F	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	(421)	(482)	(408)	(418)	(440)		(430)	(291)	(334)	(419)	(397)	

注1) 3F区を100とする指数で示す。()はkg/10a。S:昭和
2) 品種:「栄光」(S44、S46、S51)、「ともゆたか」(S55、S58)

表V-6 水稻の生育・収量に及ぼす土壤改良資材連用の影響(稲作部 1993)

土壌	処理	莖数* (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	総穂数 ($\times 100/m^2$)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重		稲体窒素含有率 (%, 8月18日)	
								kg/10a	比	N	SiO ₂
グライ土	対 照	351	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100	1.44	4.1
	ケイカル	274	573	384	36.5	55.3	19.2	408	102	1.41	5.2
	ようりん	368	603	398	35.4	55.3	19.6	432	108	1.37	4.6
泥炭土	対 照	286	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100	1.45	4.2
	ケイカル	273	526	347	35.0	55.6	19.9	384	96	1.47	4.9
	ようりん	316	589	378	39.0	51.9	19.4	379	95	1.57	4.9

注1) *幼穂形成期
2) 品種:「ゆきひかり」

表V-7 土壤改良資材の連用効果(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)
対 照	399	465	88	399	456	88
ケイカル	408	466	88	384	475	81
ようりん	432	476	91	379	476	80

注) *3年間の平均値。H:平成

表V-8 ケイ酸施与が水稻の不稔歩合に及ぼす影響（稲作部）

年次 (平成)	ケイ酸施用量 (kg/10a)	グライ土			泥炭土		
		N	SiO ₂	不稔歩合	N	SiO ₂	不稔歩合
4年	0	1.55%	4.0%	18.0%	1.92%	3.5%	48.2%
	100	1.46	7.7	14.1	1.75	6.9	32.4
	200	1.31	9.2	16.0	1.69	8.3	33.9
	400	1.23	9.5	15.6	1.66	9.2	32.2
5年	0	1.46	3.9	53.3	1.75	2.5	86.9
	50	1.46	6.0	64.2	1.96	3.4	84.2
	100	1.38	7.6	58.3	1.77	5.6	82.5
	200	1.32	7.7	67.9	1.86	6.1	85.1

注1) 品種:「きらら397」、ケイ酸資材:シリカゲル
2) N、SiO₂: 出穂期含有率(%)

し、かつ総穂数も多かったため、対照区よりも不稔が増したものと思われる。

平成4年～5年の2ヶ年にわたりケイ酸施与が稲体窒素含有率および不稔発生に及ぼす影響を調査した結果、平成4年の場合には、グライ土、泥炭土ともケイ酸施与は窒素の乾物生産効率を高めて稲体窒素含有率を低下させ、不稔発生を抑制する傾向を示した。しかし、平成5年の場合には稲体窒素含有率の低下はグライ土で多少認められるものの、不稔の抑制効果は両土壌とも判然としなかった(表V-8)。このことから、不稔が著しく多発するような低温・日照不足の条件ではケイ酸資材による不稔抑制効果はほとんど期待できないものと推察された。

(今野一男)

(3) 有機物施用の影響

堆肥、稲わらに関しては稲作部圃場で実施中の肥料要素連用試験及び稲わら連用試験の結果について述べる。品種は「ゆきひかり」を供試した。

有機栽培に関しては現地実態調査の結果について述べる。品種は「きらら397」を供試した。

1) 堆肥

平成5年度の肥料要素連用試験の結果をみると、堆肥区の精玄米重は対照区より16～17%も劣り、普通年(平成2～4年の平均値)との対比でもグライ土で31%、泥炭土で26%それぞれ減収した(表V-9、10)。堆肥区でこれほど顕著に対照区よりも減収した事例は、過去の冷害年(昭和44～58年)では認められていない(表V-11)。

一方、稲わら連用試験の結果では、堆肥区の精玄米重

表V-9 水稻の生育・収量に及ぼす堆肥連用の影響（稲作部 1993）

土壌	処理	莖数* (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	総穂数 (×100/m ²)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重	
								kg/10a	比
グライ土	対照	124	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100
	堆肥	140	621	410	49.5	42.9	18.9	333	83
泥炭土	対照	103	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100
	堆肥	100	549	357	43.5	47.9	19.6	335	84

注1) *幼穂形成期

2) 品種:「ゆきひかり」

3) 堆肥施用量:1.2t/10a(グライ土)、0.75/10a(泥炭土)

表V-10 堆肥連用効果(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)
対照	399	465	86	399	456	88
堆肥	333	482	69	335	455	74

注) *3年間の平均値。品種、堆肥は表V-9の注)を参照。

は対照区と大差なかったが、普通年（昭和61～平成4年の平均値）と対比したときの減収率は対照区よりも高かった（表V-12、表V-13）。

肥料要素連用試験の場合、堆肥区は穂数、総粒数が多い反面、不稔歩合が著しく高かった。したがって、減収要因は堆肥の連用によって窒素肥効が大きくなり、窒素増肥の場合と同様に不稔を助長したためとみなされる。一方、稲わら連用試験の場合には堆肥区の穂数、総粒数はむしろ対照区よりも少ないことから、堆肥連用に伴う窒素肥効の増加は不稔を助長するほど大きくなかったものと推察される。

このようなことから、堆肥等の有機物を有効利用するためには、窒素肥効の大きさに対応して窒素減肥を考慮することが必要と思われる。

なお、本年度堆肥施用によって減収した事例は、北海道以外にも青森県、岩手県等東北の太平洋側等著しく低温被害を受けた地域で共通して認められている。

2) 稲わら

平成5年度の稲わら連用試験の結果を見ると、精玄米

表V-11 過去の冷害年における玄米収量に及ぼす堆肥連用の影響（稲作部）

土壌	S44	S46	S51	S55	S58	平均
グライ土	102	93	106	105	98	101
泥炭土	102	120	104	103	115	109

注) 対照区を100とする指数で示す。

重は秋鋤込み区が3%の増収、春鋤込み区が秋散布、春散布とも3%の減収を示した（表V-12）。また、普通年（昭和61～平成4年の平均値）と対比したときの減収率をみると、秋鋤込み区は対照区と同程度、春散布・鋤込み区は対照区よりもやや低かった。

稲わら鋤込み区は、対照区と比較して穂数、総粒数が少ない傾向であったが、不稔歩合は同程度かやや低かった。特に、春散布・鋤込み区は初期生育が著しく不良で、穂数、総粒数も劣ったが、不稔歩合が低かったため、精玄米重は普通年対比でも僅か3%の減収にとどまった。

このようなことから、本年の結果では稲わら鋤込みによって不稔の増加等冷害を助長する傾向は認められなかった。

3) 有機栽培

実態調査地の冷害被害程度は、由仁>江別>美唄の順に大きかった。無化学肥料栽培（化学肥料の代替として各種有機物施用）の収量は調査3例中2例で慣行栽培と同等ないしやや低かった（表V-14）。無化学肥料栽培区が顕著に高収な圃場（美唄）が認められたが、これは屋敷林に隣接しており、その防風効果が大きかったためと思われる。各調査例の過去2年間の平均収量に対する減収率は、防風効果の関与が推定される例を除くと慣行栽培と同等ないしやや大きく、また被害程度の大きい地点ほど有機栽培区の減収率は高い傾向であった。減収要因は不稔の発生が著しかったためである。

表V-12 水稻の生育・収量に及ぼす稲わら連用の影響（稲作部 1993）

処 理	莖数* (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	総粒数 (×100/m ²)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重	
							kg/10a	比
対 照	574	599	359	26.3	60.6	19.4	422	100
堆 肥	491	577	340	29.3	65.4	19.2	427	101
秋散布・秋鋤込み	499	550	341	18.3	63.6	20.1	436	103
” ・春鋤込み	457	562	332	28.6	63.8	19.4	411	97
春散布・ ”	327	473	279	19.3	71.5	20.6	411	97

注1) *幼穂形成期

2) 品種：「ゆきひかり」

3) 稲わら施用量：500kg/10a、堆肥施用量：1t/10a

表V-13 稲わら連用効果（精玄米重）の普通年との対比（稲作部）

処 理	H5 (kg/10a)	S61-H4* (kg/10a)	H5/S61-H4* (%)
対 照	422	447	94
堆 肥	427	473	90
秋散布・秋鋤込み	436	466	94
春散布・春鋤込み	411	422	97

注) *7年間の平均値。品種、稲わら施用量、堆肥施用量は表V-12の注)を参照。

表V-14 有機栽培における収量、構成要素

調査地	区別	精玄米重 (kg/10a)		減収率* (%)	登熟歩合 (%)		不稔歩合 (%)	
		H3-4	H5		H3-4	H5	H3-4	H5
1 (由仁)	慣行	416	95	77.2	56.0	16.4	27.5	77.2
	有機	421	61	85.5	70.6	5.3	13.3	85.8
2 (江別)	慣行	368	218	40.8	65.8	28.6	24.5	64.0
	有機	386	215	44.3	63.3	31.6	24.8	66.0
3 (美唄)	慣行	581	449	22.7	80.2	59.0	6.3	32.0
	有機	588	524	10.9	83.0	75.4	8.6	23.5

注) H3-4: 2年間の平均、*: 対2年間平均収量、H: 平成

(今野一男・宮森康雄)

(4) 食味特性に及ぼす影響

窒素の用量・追肥試験及び客土試験の結果から米の蛋白含量、アミロース含量に及ぼす影響について検討した。品種は「きらら397」、土壌はグライ土、泥炭土を供試した。

蛋白含量は窒素施肥量の増加および追肥により高まり、追肥時期では止葉期においてその傾向が強かった。この

傾向は各年次ともほぼ共通して認められたが、本年の特徴は他年次に比べ明らかに高かった点にある。アミロースについては判然とした傾向は認められなかった(表V-15)。次に客土の影響についてみると、各窒素施用水準とも客土量が多いほど蛋白含量は低い傾向であった。これは客土により土壌からの窒素供給量が低下し、稲体の窒素含有率が低く推移したためと思われる。茎葉のケ

表V-15 窒素施肥と食味特性値の年次変異(稲作部)

窒素施用量 (kg/10a)	蛋白含量 (%)			アミロース含量 (%)			不稔歩合 (%)	
	H2	H4	H5	H2	H4	H5	H4	H5
0	7.6	7.8	8.3	19.4	21.6	22.8	16.5	16.5
4			8.5			22.3		38.4
4+2(幼)			8.8			22.9		35.3
4+2(止)			9.8			22.0		49.6
6	7.6	7.8	9.8	18.6	21.4	21.5	11.3	47.5
6+2(幼)	7.9	7.9	9.9	18.8	22.0	21.8	10.5	55.3
6+2(止)	8.1	7.9	10.2	18.3	21.7	22.1	10.9	53.1
8	7.6	8.3	9.7	18.4	22.0	21.9	16.2	60.4
8+2(止)	8.0	8.7	9.9	18.2	21.9	21.3	20.1	64.6
10	7.8	8.6	10.2	19.1	22.2	22.0	21.7	70.0

注) きらら397、グライ土、H: 平成
表V-1参照

表V-16 客土と食味特性値(稲作部)

客土層 (cm)	窒素施用量 (kg/10a)	蛋白含量 (%)			アミロース含量 (%)			不稔歩合 (%)			*出穂期 (%)	
		H2	H4	H5	H2	H4	H5	H2	H4	H5	N	SiO ₂
0	4	9.1	9.1	10.5	19.6	21.8	21.6	6.5	32.0	63.7	1.52	3.8
	8	8.8	9.7	11.2	19.2	21.8	20.3	5.6	33.5	80.9	1.72	2.6
	12	10.1	10.2	11.4	19.1	21.8	21.7	9.8	47.3	92.4	2.19	2.5
10	4	8.0	8.0	9.8	19.7	22.0	21.0	4.2	11.3	53.0	1.17	6.0
	8	7.8	8.3	11.1	19.5	21.9	20.8	6.2	19.6	78.0	1.64	6.6
	12	8.5	9.3	10.7	19.4	22.0	21.0	2.4	23.1	86.1	1.60	5.1
20	4	6.5	7.1	8.8	19.4	21.5	20.4	4.2	13.1	43.6	0.99	7.2
	8	6.2	7.2	9.6	19.1	21.1	20.5	7.0	14.3	60.0	1.08	6.6
	12	6.7	7.9	11.0	19.4	21.7	20.4	6.8	22.9	91.9	1.30	6.5

注) きらら397、グライ土 *茎葉中含量
H: 平成 客土: 昭和62年実施。

表V-19 水稲冷害に関するアンケート調査結果の要因解析 (1993)

地域区分	程度別	要 因 別							有機物 管 理	備 考
		圃場条件			水管理		施肥管理			
		透排水性	畦畔	客土	深水 かんがい	用水量	基肥 N量	施肥法		
妹背牛町 (n=10)	明らかな要因	-	4	-	4	-	9	9	-	①土壌型：泥炭土…10 ②品種：きらら397…7 ゆきひかり…3 ③収量レベル 370~480kg/10a (平均416)
	疑いの強い要因	7	-	5	-	5	-	-	7	
	小 計	7	4	5	4	5	9	9	7	
鷹 栖 町 (n=13)	明らかな要因	5	4	-	4	2	7	6	3	①土壌型：沖積土…8 泥炭土…5 ②品種：きらら397…9 ゆきひかり…3 空育125号…1 ③収量レベル 220~500kg/10a (平均373)
	疑いの強い要因	6	-	5	-	1	-	-	8	
	小 計	11	4	5	4	3	7	6	11	
全 体 (n=23)	明らかな要因	5	8	-	8	2	16	15	3	①土壌型：泥炭土…15 沖積土…8 ②品種：きらら397…16 ゆきひかり…6 空育125号…1 ③収量レベル 220~500kg/10a (平均391)
	疑いの強い要因	13	-	10	-	6	-	-	15	
	合計割合 (%)	18 (78)	8 (35)	10 (44)	8 (35)	8 (35)	16 (70)	15 (65)	18 (78)	

イ土)と泥炭土で収量レベルは220~500(平均373) kg/10aである(表V-19)。また、妹背牛町はすべて泥炭土で収量は370~480(同416) kg/10aの範囲に分布している。総調査点数23の品種構成は「きらら397」16、「ゆきひかり」6、「空育125号」1、苗の種類は中苗17、成苗6であった。さらに、有機物管理の面では稲わら施用18、堆肥施用2、無施用3となっており、稲わらの大部分が圃場で処理されていた。

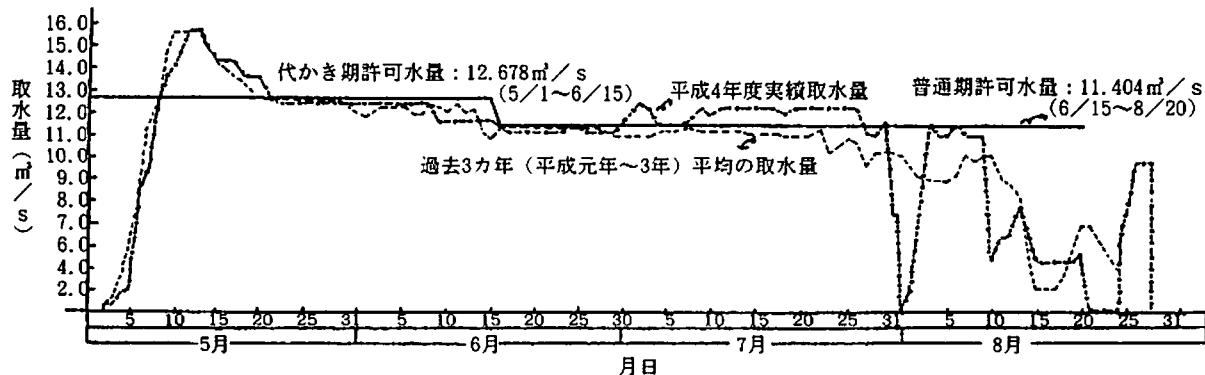
つぎに、冷害に関する基本技術の励行度合いを圃場管理・施肥管理・水管理・有機物管理の面からみると、全体的に最も問題があるのは圃場の透排水性、湿田・半湿田に対する稲わら施用、基肥窒素過多・全量全層施用で、それらに起因する割合は全体の65~78%にも達していた。

さらに、かんがい用水量の不足や畦畔の状態が不十分(低い・脆弱)で冷害危険期に深水かんがいが十分に実施できないなどの事例も3割以上みられた。なお、調査対象地域に泥炭土が多かったため、生産者からは客土が必要との回答もなかり多くみられた。

2) 水管理

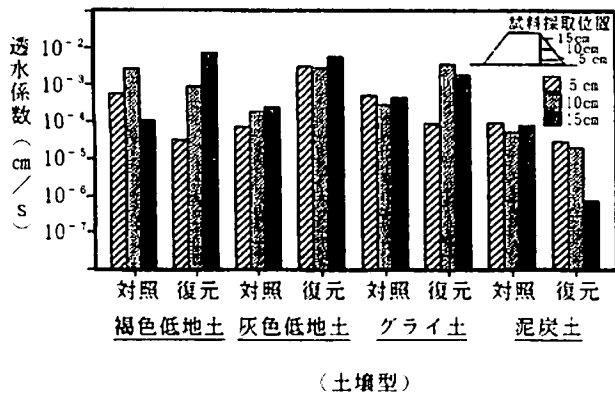
秩父別土地改良区が管理する水田かんがい地域は秩父別町・妹背牛町・深川市・沼田町の4ヵ市町にまたがっており、その対象面積は昭和44年当時3,998haであったが45年以降は減反によって減少し、現在では2,800ha前後で推移している。

滝の上頭頭工から供給される一日当たりのかんがい用水量は本田の作業時期や水稲の生育期節によって異なる



図V-3 年間取水量の年次比較

注) 滝の上頭頭工



図V-4 畦畔の高さ別透水係数の比較 (農業土木部)

が、苗代期から活着期にかけての「代かき期許可水量 (12.678 m³/s)」と分けつ期から落水期までの「普通許可水量 (11.404 m³/s)」に大別される。また、かんがい時期を通じた平均取水量は各年次とも7~13 m³/sの値で推移していた。供給用水量の時期別変化をみると、代かき期が最も多く、次いで活着期、冷害危険期、分けつ期、苗代期の順である (図V-3)。

しかし、実際に使用される用水量は、代かき作業の集中度合いや土壌・気象条件、水管理技術の差異等によって変動し、とくに近年は代かき作業が短期間に集中するため代掻き期前半の用水量は許可水量を大幅に上回る傾向にあった。

さらに、水管理法との関係では冷害危険期の深水かんがいや落水前の中干し・間断かんがい等によって支配される面が強い。事実、平成4年度は冷害危険期中に深水かんがいを徹底したため、この期間の用水量は平年に比べ増大する傾向が認められた。

つぎに、土壌環境の面と用水量の関連についてみると、各年次・各生育期間とも対照田に比べ復元田では用水量が多く、しかもその傾向は代かき期と冷害危険期で顕著であった。しかし、土壌型間の比較では対照田・復元田とも褐色低地土・灰色低地土よりも泥炭土・グライ土の方が用水量が多いなど、一般に言われている土壌の透排水性とはまったく逆の関係を示した。このことは、土壌の透排水性そのものよりも人為的な水管理・土壌管理の影響が大きいことを示している。また、土壌の透排水性及び本田の減水深についても復元田と対照田間での一定の傾向はみられずその値も小さかった。これらの結果は現在の水田は全般に透排水性 (縦浸透) が低下しており透排水性の改善が必要なことを裏付けていた。

特に復元田においても透排水性が小さいことの要因として、過度な代かきが土壌構造を破壊し透排水性を低下

させていることが考えられる。したがって今後代かきは軽度にするべきである。

一方、深水かんがい時に畦畔漏水が認められたので畦畔の透排水特性を調査した結果、各圃場とも代かきの影響を受けている畦畔下層部5 cmに比べ10~15 cmの方が透水係数が大きく、明らかに畦畔漏水を惹起する要因となっており、かつその程度は対照田より復元田の方が顕著であった (図V-4)。しかし、本田代かき前に畦畔を補強した泥炭土の復元田では畦畔上層部の透排水性が小さく漏水はみられなかった。

したがって、水稲の冷害危険期に深水かんがいを徹底するためには一般水田及び復元田とも、畦畔が低い場合には事前に土盛りするなどの対策を講じ畦畔の高さを30~40 cm程度に保つとともに、畦塗り・締固め等を行って畦畔を補強して畦畔からの漏水防止に努める必要がある。(前田 要)

(6) 現地農家への技術指導と復元田水稲の生育経過

1) 平成5年 緊急復元田水稲栽培技術指導プロジェクト事業から

i) 背景と目的

北海道では平成4年には18,400ha、これに追加されて平成5年に11,750haと大幅な転作緩和が実施された。復元田での栽培技術については昭和40年代後半から60年代に体系化されているが、転作年数が長期化し、昭和50年代と品種、栽培法がかなり変化し、稲作りの目標が従来の安定生産から品質・食味優先に変化している。このようなことから、各地に復元田の観察ほを設置して、ここの土壌環境並びに水稲生育の推移を調査して、農家指導の参考とするため、試験研究・行政・普及組織・農業団体をもって全道的プロジェクトが組織された。

ii) 取りまとめ地域及び観察ほの設置概況

① 観察ほの設置方法

観察ほの選定は、それぞれの地区において主要な土壌型並びに予想される前作物を網羅するように各専技室で大枠を指示し復元1年目・2年目水田と一般田を1セットとした。実際の設置は各農業改良普及所等が担当地区内の関係機関と協議して決定した。

観察ほでの復元作業並びに栽培管理は、個別農家の自主的判断に任せた。

② 観察ほの調査

道央ブロックでは、各支庁の担当普及員で構成する水稲部会の研修課題として、「緊急復元田水稲栽培技術」を設定し、10~15日間隔で観察ほの水稲生育・土壌環境調査を実施した (表V-20)。

表V-20 設置観測点数 (道央地域 1993)

支庁	セット数	経過年数		前植生						土壌型			
		復元 1年目	復元 2年目	牧草	てん菜	秋小麦	野菜	豆類	そば	褐色 低地土	灰色 低地土	グライ土	泥炭土
後志	3(1)	2	3				2	3		4	1		
胆振	6(1)	2	5	1	1	2	1	2		2	3	2	
石狩	7	5	4		2	5	1	1		2	2		5
空知	19	12	13	1	3	14	2	2	3	4	12	6	3
合計	35(2)	21	25	2	6	21	6	8	3	12	18	8	8

() 内の数字は支庁で追加して配置した。

iii) 平成5年の復元田水稻の生育・収量

本年は、移植後から6月下旬(分けつ盛期)の初期生育期間が低温と日照不足に終始したこともあって、復元田と一般田との生育量の差は殆ど認められなかった。しかし、6月末から7月上旬に一時的に天候が回復すると、分けつ発生が盛んとなり復元1年目・2年目とも一般田に比較して、茎数が明らかに多くなった(表V-21)。

収量構成要素は、総穂数が復元1年目で3.8万/㎡、2年目で4.1万/㎡となり明らかに過大な穂数となり、一般田では3.5万/㎡でありほぼ適正穂数であった。

また、本年は併行型冷害による大凶作であり、障害不稔の影響がより大きいのが特徴であるが、不稔歩合は復元1年及び2年目がそれぞれ55.0%及び54.2%であり両者の差が殆どなく、これらより連作田はおよそ4%低かった。千粒重は復元田と一般田とは同等で19~20gであった。

収量は、一般田が267kg/10aであるのに対し、復元1年目が236kg/10a(一般田対比12%減)並びに復元2年目で237kg/10a(同11%)であった。また、玄米の検査等級は復元田がいずれも一般田よりやや劣った。

表V-21 平成5年復元田における水稻の生育収量 (道央地域 37セットの平均 1993)

水田区分	栽植密度 (株/㎡)	移植日 (月/日)	茎数(本/株)				葉色(カラスケール)			
			6月1日	6月15日	7月1日	7月15日	6月1日	6月15日	7月1日	7月15日
復元1年目	22.2	5/26	4.3	4.9	11.5	28.8	3.8	4.3	4.7	4.9
復元2年目	23.9	5/26	4.1	5.0	12.3	29.2	3.5	4.1	4.5	5.0
一般田	22.3	5/24	4.3	4.9	11.7	25.7	3.6	4.3	4.5	4.9

水田区分	白根割合(%)			赤根(鉄沈着)(%)			成熟期(cm、本/㎡)		
	6月1日	7月1日	7月15日	6月1日	7月1日	7月15日	稈長	穂長	穂数
復元1年目	99	73	77	1	27	23	66.0	16.5	615
復元2年目	94	57	59	6	43	41	62.6	16.6	615
一般田	92	42	47	8	58	53	61.9	16.7	575

水田区分	総穂数 (×100粒/㎡)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米収量 (kg/10a)	屑米重 (kg/10a)	検査等級
復元1年目	382	55.0	19.9	236	29	2.8
復元2年目	411	54.2	19.6	237	37	2.8
一般田	349	49.6	19.9	265	39	2.4

<参考 平成4年復元田における水稻の生育収量(道央地域40セットの平均)>

水田区分	総穂数 (×100粒/㎡)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米収量 (kg/10a)	屑米重 (kg/10a)	検査等級
復元1年目	362	22.0	20.2	428	52	2.0
一般田	323	17.2	20.2	437	49	1.6

平成4年との比較を試みると、一般田の精玄米収量が437kg/10aで、復元田(すべて復元1年目)では428kg/10a(一般田対比98%)でほぼ同等であり、玄米の検査等級では一般田が明らかに上位等級米が高かった。この結果と本年とを対比すると、本年は一般田の収量において前年対比で61%であり、復元1年目では55%であるから、復元田がより冷害被害の程度が大きいと言えよう(表V-21)。

iv) 不稔歩合と収量及び茎葉の窒素

不稔歩合は総穂数に対応して高まるのが一般的傾向であるが、ここでは不稔歩合と総穂数との間に一定の傾向は認められなかった(表V-22)。

精玄米収量は不稔歩合と極めて密接な関係が認められ、不稔歩合に対応して収量が明らかに低下した。

また、不稔歩合が高まると玄米の蛋白含量も上昇して食味が低下することは既に明らかにされているが、茎葉についてもほぼ同様のことが認められ、不稔歩合が30%以下の場合には稲わらの窒素が概ね0.6%であるが、不稔歩合が50%以上になると、0.8~0.9%に上昇した。この機作は不稔が多発すると、光合成産物のでんぷんやこれと吸収窒素で合成される蛋白が穂に転流することが著しく制限されるためである。

茎葉のケイ酸含量が概して復元田1年目が高いことが読み取れる。根の健全度を酸化鉄の沈積根率(赤根)で観察すると(表2)、これによると、復元1年目の根は生育中期まで酸化鉄の沈積は極めて少なかった。このことがケイ酸吸収を高めたと推察された。また、不稔歩合が高まるほど茎葉のケイ酸含量が低下する傾向が認められるが、これは、不稔多発水稻の茎葉にでんぷんや蛋白

質が滞留したためケイ酸が希釈されたことと、不稔多発地帯の気象(温度・日照)が悪かったことがケイ酸吸収に影響していると推察された。

2) 土壌診断による窒素追肥の要否判定

i) 経過

空知支庁では、平成2年に管内の7農業改良普及所にケルダール窒素蒸留装置を導入し、翌平成3年から空知水田土壌窒素検討会(事務局支庁農務課農業改良係)を組織して、水田の作期中の無機態窒素の推移を観測し、追肥指導の参考にしてきた。

ii) 水稻の初期生育と無機態窒素の推移

作期中作土の無機態窒素は湛水後に土壌から無機化する部分と施肥窒素からなり、移植後の水稻による吸収により次第に減少し、通常は7月上旬の幼穂形成期ごろには1~2mgN/100gに低下する。

しかし、平成5年では移植後から殆ど低下せず、6月下旬において5.5mgN/100gと過去2ヶ年と比べて最も多く残存した(表V-23)。

水稻生育は分けつが抑制され、低温と日照不足が続いた6月中~下旬には水稻の葉身が黄色に退色しているのが観察された。6月末日から7月上旬に天候が一時的に回復し、分けつ発生が旺盛となり、7月15日には茎数自体はかなり平年値に近づいたものの、分けつの構成は高節位の弱小なものが多いと推定された(表V-24、25)。

iii) 現地指導の対応

水稻の窒素の吸収が極めて遅れ、土壌中の窒素含量も高く推移していることから、追肥の必要がないと判断し、普及組織としては、以下の情報を現地に提供した。

表V-22 不稔歩合と収量及び茎葉の窒素、ケイ酸含有率(道央地域 1993)

水田区分	不稔歩合(%)		同左頻度分布		総穂数 (×100粒/m ²)	精玄米収量 (kg/10a)	茎葉の成分(%)	
	範囲	同左平均	度数	割合(%)			窒素	ケイ酸
復元1年目	0 ~ 30	21.0	4	24	361	412	0.67	10.1
	30.1~ 50	34.4	3	18	383	402	0.70	9.8
	50.1~ 70	54.9	2	12	310	176	0.76	7.5
	70.1~100	84.5	8	47	402	71	0.90	6.9
復元2年目	0 ~ 30	20.1	5	28	447	398	0.71	9.1
	30.1~ 50	34.3	1	6	261	324	0.69	5.0
	50.1~ 70	65.6	6	33	432	148	0.81	6.6
	70.1~100	85.5	6	33	396	67	0.84	7.4
一般田	0 ~ 30	19.5	6	23	363	385	0.64	9.9
	30.1~ 50	39.6	7	27	332	299	0.68	7.4
	50.1~ 70	58.8	5	19	361	182	0.78	5.9
	70.1~100	84.4	8	31	335	85	0.76	6.9

表V-23 土壌別一般農家水田の土壌窒素(空知 1993)

土 壌 型	平成5年 (mg N/100g)			3年	4年	集計点数(点)		
	移植後 6月30日 ~6月2日	6/中 6月14日 ~6月17日	6/下 6月25日 ~6月28日			6月下旬 (mg N/100g)	平成3年	平成4年
	乾 田 褐色低地土	5.9	5.1	5.4	3.8			
半湿田 灰色低地土	6.0	5.8	5.7	4.4	5.0	23	21	18
" 灰色台地土	5.2	5.5	5.1	4.9	5.0	21	13	31
湿 田 グライ土	6.9	5.7	5.8	5.0	5.8	19	17	15
" 泥炭土	5.9	5.3	6.0	4.6	6.2	9	7	10
全 平 均	5.9	5.5	5.5	4.0	5.0	99	75	94

注) 本データは空知支庁水田土壌窒素検討会から引用した。

表V-24 移植から6月下旬までの気象と作況の茎数(空知地方農業気象協議会)

年 次	6月の気象		7月1日			7月15日		
	積算気温 (°C)	日照時間 (hr)	草丈 (cm)	葉数 (葉)	茎数 (本/株)	草丈 (cm)	葉数 (葉)	茎数 (本/株)
平成3年	549	210.8	41.9	8.7	25.0	61.3	9.9	28.0
平成4年	459	121.6	35.8	8.5	17.9	56.3	10.1	27.1
平成5年	444	108.2	32.9	7.9	12.1	47.6	9.9	26.6
平 年 ²⁾	472	190.8	38.9	8.7	26.9	58.7	10.2	27.7

注1) 岩見沢

2) 前5ヶ年の平均値

表V-25 生育期節と収量(空知支庁 1993)

年次	生育期節(月/日)			収量 (kg/10a)	作況指数
	幼穂 形成期	出穂期	成熟期		
平成3年	6/27	7/27	9/11	533	105
平成4年	7/7	8/7	9/26	475	93
平成5年	7/9	8/12	10/4	251	49
平 年 ¹⁾	7/6	8/3	9/21	512	100

注) 前5ヶ年の平均値

平成5年6月23日

水田土壌窒素に関する緊急情報

中央農試 岩見沢専枝室

1 本年の生育概況(図表省略)

本年は移植後から現時点まで、一貫して低温と日照不足が継続している。例年であれば今ごろ草丈が25cm、茎数が1株当たり8~10本(移植時5本)に増加し、葉色は濃い緑色を呈していますが、本年の水稲はここ数日でやっと分けつが始め、葉色も薄い状態です。生育の遅れは地域や苗質によりバラツ

キますが、現時点で4~7日の遅れから、さらに拡大しそうな気配です。

2 葉色が薄い理由

「葉色の黄ばみ」の第一の原因は、低温と日照不足ですが、水稲を引き抜いて根を観察すると分かります。根は、活性の高い白くて生き生きした部分が少なく表面に茶褐色の物質が付着しているはずですが、これは土壌が還元化(ワキ、昨年秋から続いている)で生ずる可溶性の鉄等を過剰に吸収しないように、稲が抵抗している証拠です。さらに、進行すると根腐れをおこします。土壌環境面では、(ア)昨年来の水田土壌の乾きが悪いこと(還元状態の継続)、(イ)水温は低いことから、還元(ワキ)が例年以

上に進行していること、(ウ)低温による稲の酸化能力(土壌還元抵抗する能力)の低下、が複合した結果です。

3 対策

(1) 一言で云って、積極的な対策はありません。しかし、軽減策を以下に示します。

(2) 防衛的対策(その1): 追肥はしない

ここで重要なことは、葉色が淡いことへの対策に窒素の追肥という間違いを起こすことです。本年のような、気象及び土壌環境では、施肥窒素は十分に残存しています。

追肥は不要などころか、最悪の選択です。理由はよくお解りの様に、土壌に窒素が沢山残っている状態での追肥は水稻の生育をさらに遅らさずからです。

(3) 防衛的対策(その2): 田面水の交換土壌還元(ワキ)の緩和

還元がかなり進行しています。チャンスをはかって田面水の効果をして下さい。なお、中干しするには気温が低すぎます。

(4) 防衛的対策(その3): 畦草刈と害虫発生監視
稲の生育が遅れ、軟弱に育っていると、7月中旬ころからニセイもち、褐変穂、葉鞘褐変病に犯され易くなります。畦草はこれらの病原菌の巣窟です。これを取り除いておくことが重要です。また、稲が小さいので害虫の被害の影響が大きくなりがちです。発生予察に努め適期を逃さず防除して下さい。

3) ケイ酸資材施用の現地優良事例

土壌改良資材施用の効果については、試験データでは知られているが、現地データでは確かな事例が乏しい。下記のデータではケイ酸資材の施用効果として無施用に対して10年連用で37%高い精玄米収量が得られている。成熟期の茎葉の分析値は明らかに施用処理のケイ酸含有率が高くかつ窒素が低いので、稲体の耐冷性素質は強化されていたと推定される(表V-26)。

しかし、本事例ケイ酸施用は有無についての厳密な実

平成5年7月1日
宮農特別指導情報 第2号

水田土壌窒素に関する情報 (第2号)

空知支庁宮農指導特別チーム長
農業振興部長 伊藤 満
道立中央農試 岩見沢専技室
総括専技 黒沢不二男

1 本年の生育概況
本年は移植後から6月下旬まで、一貫して低温と日照不足が継続してきましたが、6月末日ようやく日照のみ回復の兆しが見込まれますが、気温はなお低く推移しそうです。7月1日現在の生育進度は5~7日の遅れです。
例年であれば6月下旬~7月上旬から幼穂形成期に入りますが、本年は7月上~中旬にずれ込みます。
葉色は6月中旬まで淡い緑色を呈していますが、本年の水稻は6月6半旬に至りようやく濃緑化し、分けつが盛んに始めてきました。

2 水田の土壌窒素の現況(図表省略)

(1) どの地域も窒素が沢山残っています。

3 対策: 本年は勿論あらゆる場合を問わず「追肥厳禁」です。
ここで重要なことは、生育の遅れは追肥では決して解決しないことを肝に命ずることです。本年のような、気象及び土壌環境では、施肥窒素は十分に残存しています。

験の結果ではない。おそらくはこの収量間差のなかには、これ以外の管理作業(育苗・水管理・防除)が的確であることが加算されていると思えた。

(坂本宣崇)

表V-26 ケイ酸資材10年連用水田の現地事例(空知西部農業改良普及所、1993)

処 理	発病指数		成熟期の茎葉分析値 (%)		総穂数 (×100粒/㎡)	稔実歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重 収 量 (kg/10a)	検査等級
	葉鞘褐変	褐変穂	N	SiO ₂						
対照	2.7	3.0	0.69	6.6	270	70.0	54.9	21.2	301	2下
ケイカル連用	1.4	1.6	0.57	8.9	386	76.5	53.5	21.1	413	2中

注1) 新十津川町、灰色低地土、空育125号、中苗、共通施肥: 8.9-9.5-9.1kg/10a、ケイカル100kg/10a/年
2) 茎葉の分析: 中央農試栽培第1科

(7) 小 括

中央農試稲作部圃場及び空知管内現地農家圃場で行った試験並びに調査結果を要約すると以下のとおりである。

① 窒素施肥法との関係

窒素多施用、窒素追肥条件下では不稔の発生が多く、低収となったが、窒素の分施（幼穂形成期1週間後）は全量基肥より不稔発生がやや少なく、その効果が認められた。また、側条施肥の有利性が認められた。

② 肥料三要素及び土壌改良資材の効果

肥料三要素：要素欠除に伴う精玄米重の低下は、グライ土では $N > K > P$ 、泥炭土では $K > N > P$ の順に大きかった。また、普通年との対比からみた減収率は $-K$ 区が最も大きく、次いで $-P$ 区であり、いずれも3F区を上回った。

土壌改良資材：ケイカル及びようりんの連用効果は土壌間で相違し、判然とした傾向は認められなかった。また、不稔が著しく多発するような条件では、ケイ酸施与による不稔の抑制効果はほとんど認められなかった。

③ 有機物施用の影響

堆肥：堆肥連用による冷害軽減効果はほとんど認められなかった。むしろ、対照区より16～17%も減収する事例が認められた。

減収要因は不稔の増加によるものであるが、これは堆肥の長期連用によってN肥効が大きくなったことの反映とみなされる。

稲わら：対照区と比較すると、秋鋤込み区でやや増収、春鋤込み区でやや減収する傾向が認められた。春散布・鋤込み区の場合には初期生育が不良であったが、不稔の増加など冷害を著しく助長するような傾向は認められず、普通年対比の減収率ではむしろ対照区よりも低かった。

有機栽培：有機栽培（無化学肥料、代替えとして各種有機物施用）区の減収率は慣行栽培区と同等ないしやや高く、また冷害の被害程度の大きい調査地点ほど有機栽培区の減収率は高い傾向であった。

④ 食味特性に及ぼす影響

蛋白含量は不稔歩合に比例して増加する傾向であった。したがって、不稔が多発した本年度については他年次よりも明らかに高いことを認めた。アミロース含量は、不稔歩合との関係は判然としなかったが、出穂期が早く、高温下で登熟した年次（平成2年）と比較すると明らかに高かった。

泥炭土では客土により稲体の窒素含有率および不稔歩合が低下し、それに伴って米の蛋白含量も低下する傾向を示した。

⑤ 基盤整備及び水管理の実態とその影響

冷害を助長する要因として基肥窒素過多に加え、圃場の透排水性の不良及び湿田・半湿田型土壌に対する稲わら施用の影響が最も大きかった。さらに、かんがい用水量の不足や畦畔の状態が不十分（低い・脆弱）で冷害危険期に深水かんがいが十分に実施できない等の事例も3割以上みられた。

⑥ 現地農家への指導

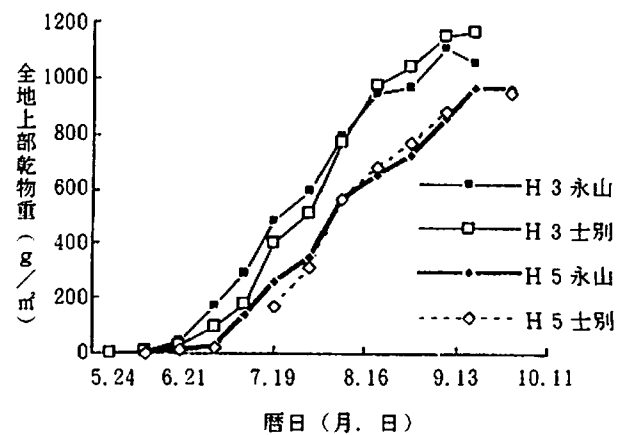
復元田では生育は過大、不稔歩合は約55%で連作田より4%ほど高かった。収量は連作田の267kg/10aに比較し、約10%減であった。6月下旬の作土の無機態窒素は5.5mgN/100gとかなり多く、生育も抑制されていたため、追肥は全面禁止の指導を行った。

2 上川農試

(1) 土壌および作物体の養分の動向

1) 乾物生産

窒素用量8kg/10a区における平成5年の年間乾物生産量は、平成3年に比べ、約200kg/10a少なかった。これは、移植期から6月末までの低温寡照により、初期の乾物生産が著しく少なかったことによる（図V-5）。

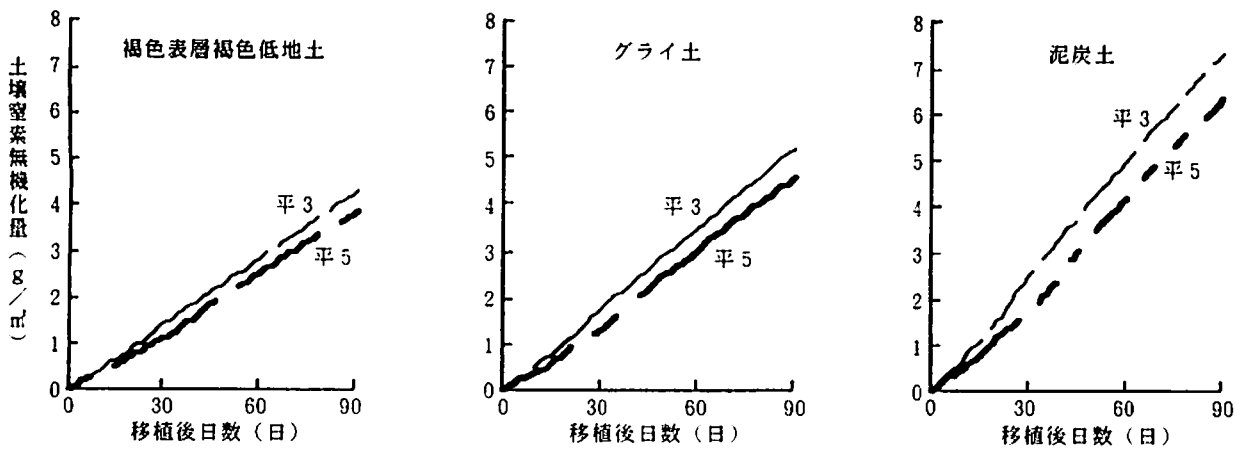


図V-5 全地上部乾物重の推移
(きらら397、8N上川農試)

注) H:平成

2) 窒素

窒素動態モデルを活用して無機化量のシミュレーションを試みた。計算に用いたデータは農家水田作土の生土湛水培養によって得られた土壌窒素無機化特性値の土壌型別平均値と上川農試で観測された5cm深の日平均地温である。なお、乾土効果は加味していない。これによると、平成5年の土壌窒素無機化速度は、平成3年の無機



図V-6 土壤窒素無機化量の年次別シュミレーション結果 (上川農試)

注) 土壤型別の土壤窒素無機化特性値と5cm深の日平均地温(上川農試)を使用。

化速度に比べ初期において低かったと推定される(図V-6)。

水稻の窒素吸収における温度反応については、人工気象室と重窒素を用いたポット試験で検討した結果、¹⁵N添加後5日間の温度27℃と31℃の間にはほとんど差がなかったが、19℃に低下すると水稻吸収への分配割合が低下した(表V-27)。

表V-27 添加Nの分配割合 (上川農試 1993)

温度	無機能	有機化	吸収	脱窒
19℃	8.3%	23.0%	42.2%	26.5%
27℃	6.9	15.2	50.6	27.4
31℃	5.6	17.2	48.7	28.6

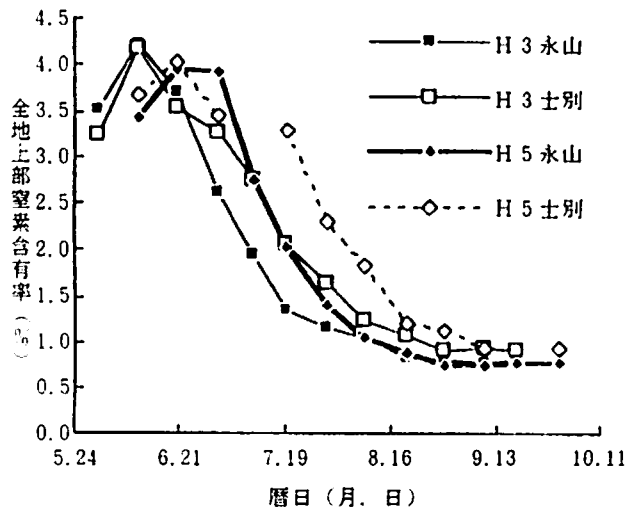
窒素用量8kg/10a区における平成5年の窒素含有率は、同じ暦日で比較すると平成3年に比べ高く推移したが、成熟期にはその差が小さくなった(図V-7)。また、水稻窒素保有量は、乾物重が小さいことを反映して、低く推移した(図V-8)。

3) リン酸、カリ、ケイ酸

平成2年に比べ平成5年のリン酸含有率は、移植後30日目と出穂期でやや低かったものの、同じ生育期で比較すれば大きな差はなく、初期を除けば、リン酸吸収の温度反応は乾物生産の温度反応に近いものと考えられる(表V-28)。成熟期の茎葉は平成5年で高く、不稔発生によって穂への転流が停滞したためと考えられる。

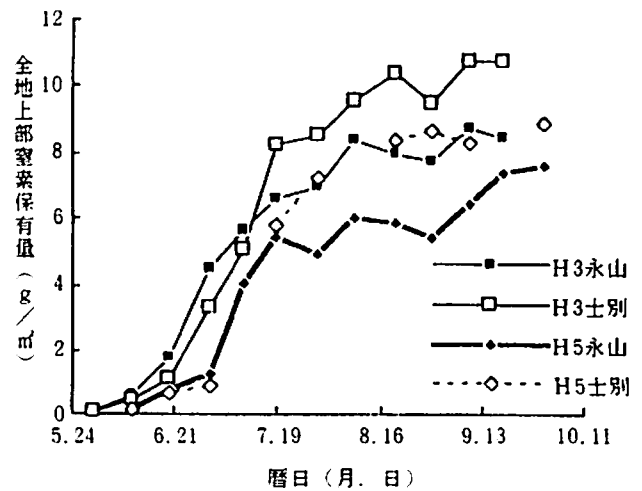
カリ含有率は成熟期の穂を除いて平成5年で高く、カリ吸収の温度反応は乾物生産に比べむしろ小さいと考えられた。

ケイ酸含有率は幼穂形成期を除き平成5年で低かった。土壌からのケイ酸溶出について温度反応性が知られており、これを含めたケイ酸吸収の温度反応は乾物生産に比



図V-7 全地上部窒素含有率の推移 (きらら397、8N上川農試)

注) H:平成



図V-8 全地上部窒素保有量の推移 (きらら397、8N上川農試)

注) H:平成

表V-28 養分含有率の年次比較 (ゆきひかり 上川農試)

項目	年次	30日目地上部	幼穂形成期地上部	出穂期地上部	成熟期茎葉	成熟期穂	成熟期地上部
暦日 (月/日)	平成2年	6/20	7/2	7/25	9/11	9/11	9/11
	平成5年	6/22	7/9	8/11	9/24	9/24	9/24
	差	2	7	17	13	13	13
窒素 (N%)	平成2年	4.03	2.72	1.22	0.56	1.20	0.96
	平成5年	3.79	2.80	0.99	0.49	1.10	0.79
	差	-0.23	0.08	-0.23	-0.07	-0.11	-0.17
リン酸 (P ₂ O ₅ %)	平成2年	0.96	0.81	0.78	0.23	0.60	0.46
	平成5年	0.93	0.83	0.74	0.47	0.60	0.54
	差	-0.04	0.02	-0.03	0.25	0.00	0.08
カリ (K ₂ O%)	平成2年	3.94	3.54	2.53	2.67	0.41	1.25
	平成5年	4.77	4.26	2.69	2.46	0.88	1.67
	差	0.83	0.71	0.16	-0.21	0.47	0.42

注) 稲わら選別試験のうち無窒素区を除く11区平均

表V-29 ケイ酸含有率の年次比較 (上川農試)

項目	年次	幼穂形成期地上部	出穂期地上部	成熟期茎葉	成熟期穂
ケイ酸 (SiO ₂ %)	平成3年	3.8	5.9	8.9	2.1
	平成5年	4.5	5.0	8.3	2.0
	差	0.70	-0.90	-0.60	-0.10

注) 資材試験の対照(資材無施用)区

べ大きいと考えられた(表V-29)。

(三浦 周)

(2) 養分吸収と不稔発生および登熟歩合の関係

1) 養分吸収と不稔発生

上川農業試験場の同一圃場における試験区の中から、不稔発生が17.3%と、本年度としては極めて少ない低不稔区(A)と43.9%と極めて多発した高不稔区(B)の養分含有率を止葉期、出穂期で比較検討した(表V-30)。

不稔発生に関係する止葉期と出穂期で、低不稔区に対

する高不稔区の養分吸収割合はN、Na、Znが不稔17.3%が43.9%の50%前後と極めて少なく、Siが236%と極めて大きかった。これまで不稔発生の研究はほとんどが稲体中のNに由来すると云うものであったが、これを見る限り、Nと同時に複数の他元素も類似した差を示しており、間接的に不稔発生に関与していることが示唆された。この結果は2試験区を用いた一つの例であり普遍的なものとして捉えにくい。そこで「きらら397」を供試した栽培密度と窒素施肥量の組み合わせ15区を供試して、不稔発生と養分吸収の関係をみた(表V-31)。不稔歩合と養分含有率には窒素、リン酸、カリ、苦土で正、石灰、ケイ酸、マンガンで負の相関が認められた。正の相関の場合はこれらの稲体含有率が高まれば不稔含有率も多くなることを示すものであり、負の相関の場合は逆となる。一方、吸収量ではすべての無機養分ともに正の相関が認められる。これは不稔歩合と乾物重とが強い正の相関が存在するためである。生育量の大きなもの

表V-30 不稔歩合の異なる区における稲体各種養分含有率の推移 (上川農試 1993)

項目	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Si (%)	Na (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	
含有率 (%)													
止葉期 茎葉	A不稔17.3%	1.45	0.415	2.293	0.140	0.270	1.44	0.090	396	527	4.3	25.2	2.5
	B不稔43.9%	3.24	0.491	2.686	0.154	0.260	0.61	0.196	516	461	4.6	36.9	2.3
出穂期 茎葉+穂	B不稔43.9%	1.19	0.363	1.792	0.147	0.332	1.97	0.056	409	464	2.6	18.4	4.2
	B不稔43.9%	1.55	0.431	2.182	0.163	0.272	1.50	0.116	434	467	3.2	27.6	7.9
A/B比 (%)													
止葉期 A/B×100		45	85	85	91	104	236	46	77	114	93	68	109
出穂期 "		77	84	82	90	122	131	48	94	99	81	67	53

注) N:ケルダール セミマイクロ法、Si:湿式分解、重量法、他の成分は野菜・茶業試験場 島津 ICPによる、分析者 田丸 浩幸
A:栽植密度 50株/m²、施肥量 N 8、P₂O₅ 8、K₂O 8 kg/10a、中苗マット、品種 きらら397、不稔歩合 17.3%
B:栽植密度 20株/m²、施肥量 N 12、P₂O₅ 8、K₂O 8 kg/10a、中苗マット、品種 きらら397、不稔歩合 43.9%

が不稔を多発したわけで、このころにおける生育量は窒素の影響が極めて大であるから、窒素吸収に随伴するイオン、すなわちリン酸、カリ、苦土などはこれによる見掛の相関である可能性があった。そこで窒素吸収量で各無機養分の吸収量を割り、その値と不稔歩合の関係をみた。すると、すべての無機養分と負の相関が認められ、その多くが高い水準で有意な関係であった。この関係を少し、わかり易くするためにここに示した無機成分の含有率総和を窒素含有率で割ったものと不稔歩合の関係を示した(図V-9)。

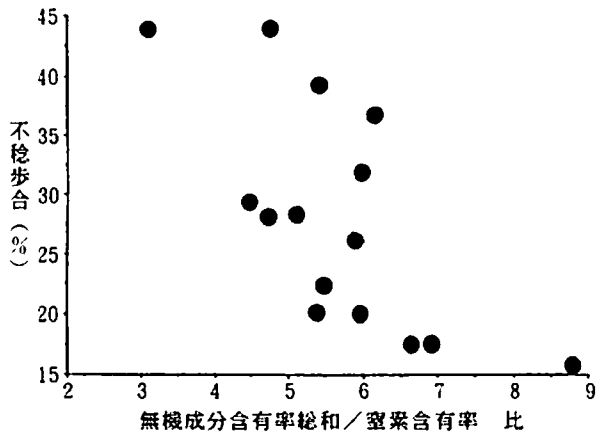
窒素1に対して無機成分が3のものは不稔歩合が45%と多かったのに対して、窒素1に対して無機成分が9近くあったものは不稔歩合15%で少なかった。この関係が窒素吸収量の高い所、あるいは強力な低温の場合に再現できたとしたら、新しい冷害軽減技術に発展する可能性

がある。

2) 不稔多発生水稻の窒素吸収特性および形質

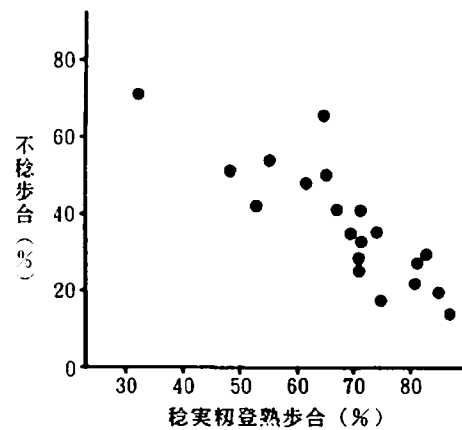
従来、不稔の発生した水稻は残った籾の登熟が良くなり、登熟歩合が高くなる場合が多いと思われていた。もちろん、これは不稔発生程度やその後の温度、日照時数に関係するものと思われる。平成5年の混合型冷害は不稔の多発、生育遅延による登熟期間の低温であったことから、不稔発生と登熟歩合の関係について検討した(図V-10)。

本年の冷害のように混合型で不稔が発生しながら生育が遅れて低温登熟となった場合は残った籾の登熟が極めて不良となった。収穫期の各形質と不稔歩合の相関関係をみると、千粒重、玄米良質粒歩合と負、青米、検査等級と正の相関が認められ、たしかに登熟力が不稔多発で弱まっていることを示す結果であった(表V-32)。不



図V-9 出穂期地上部の無機成分含有率総和/窒素含有率と不稔歩合の関係(上川、1993)

注) 表V-31参照。



図V-10 不稔歩合と稔実籾登熟歩合の関係(上川農試 1993)

注) 腐栖、きらら397、冷害現地調査水田 50a一枚:調査ヶ所n=20

表V-31 出穂期における稲体無機成分と不稔歩合の相関係数(1993)

項目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	Mn
含有率	+0.660	+0.230	+0.584	-0.414	+0.433	-0.557	-0.039
吸収量	+0.812	+0.683	+0.683	+0.398	+0.601	+0.287	+0.390
各無機成分/窒素比	-	-0.761	-0.761	-0.761	-0.366	-0.664	-0.426

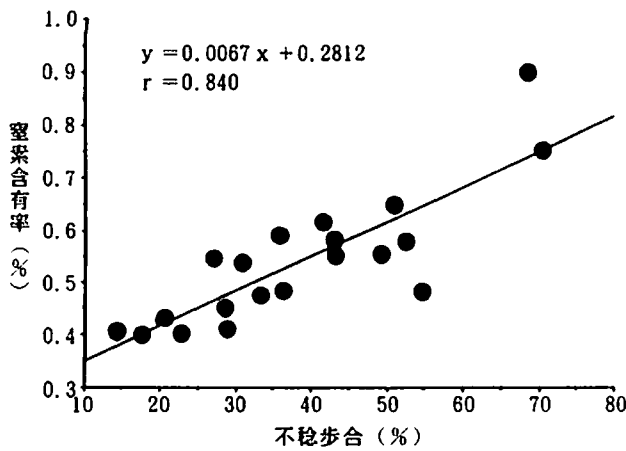
注) n=15:きらら397(密度:20、30、40、50、60株/m²、施肥:N 8、8級効性、12kg/10a) 5%>0.482、1%>0.606、0.1%>0.725

表V-32 収穫期における各形質と不稔歩合との相関係数(上川農試 1993)

稈長	穂数	葉色 SPAD	玄米重	総籾数	登熟歩合	稔実籾登熟歩合	千粒重	白米蛋白
+0.716	+0.643	+0.879	-0.046	+0.824	-0.414	-0.799	-0.675	+0.949

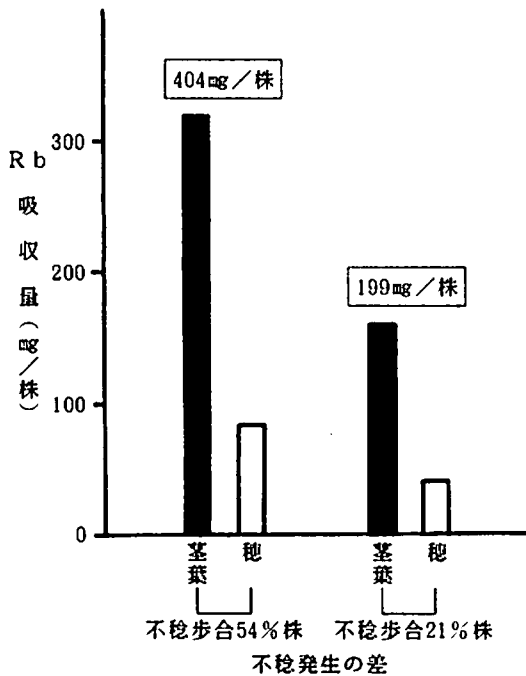
玄米良質粒	青米	検査等級	茎葉N%	茎葉N保有量	籾N%	籾N保有量	N全保有量	茎葉乾物重
-0.810	+0.856	+0.566	+0.840	+0.687	+0.799	-0.639	+0.679	+0.890

注) 腐栖、きらら397、冷害現地調査水田、50a一枚:調査ヶ所 n=20、1%>0.537、0.1%>0.652



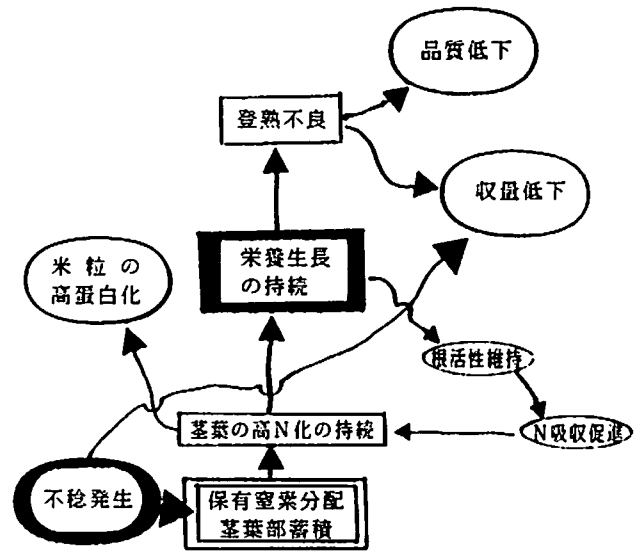
図V-11 不稔歩合と成熟期茎葉窒素含有率の関係

注) 蔵栖、きらら397、冷害現地調査水田
50a一枚: 調査ヶ所 n=20



図V-12 不稔発生と成熟期における根活性の関係 (上川農試 1993)

稔歩合は穂部よりも茎葉の窒素含有率および保有量と関係が密接であり(図V-11)不稔歩合が高い稲は出穂期以降成熟期にかけて引き続き盛んに窒素吸収が行われたことを予測させるものであった。もしそうであったとしたら、不稔多発生稲の根活性は高いはずである。そこで収穫期に不稔発生量の大きく異なる稲を株中心に20cm×20cm、深さ10cmのブロック状に切断し、これを400ppmルビジウム液に入れ、20℃の人工気象箱で3日間株に付いている根の活性を調査した。不稔の多い株は明らかにルビジウム吸収量が多くなっていた(図V-12)。窒素吸収からみた不稔多発生稲の玄米生産の機作は以下のように推測される(図V-13)。



図V-13 不稔発生稲における玄米生産の機作

正常であれば子実に移行していく茎葉中にあった窒素は不稔が多発すると行き場所を失って茎葉にいつまでも蓄積している。このような茎葉の高窒素含有率の稲では特に低温になると光合成産物が子実へのデンプン蓄積でなく蛋白合成に使われ、栄養生長を再開し、時には2次生長や2段穂の発生を見ることもある。登熟不良はこの様におう盛な蛋白合成に大部分の光合成産物が消費される結果生じるものである。このような場合は根活性が高いレベルで維持され、窒素吸収も不稔の少ないものより多くなる。このことにより、ますます茎葉中の窒素含有率は高まり悪循環が始まる。このような稲は登熟不良による品質低下と減収をもたらす玄米の高蛋白化によって食味低下が同時に起こる。

(稲津 脩)

(3) 肥料三要素および土壌改良材の効果

1) 窒素、リン酸、カリ

平成5年の混合型冷害年は無肥料区、無窒素区の玄米収量実数値が平年～豊作年よりも著しく低くなっていた(表V-33)。これは低温によって-N区の窒素吸収が極めて少ないために総粒数が減少し、加えて不稔の多発で稔実粒数の低下をまねいたことによると思われる。-P区、-K区は不稔歩合が高く、減収し、冷害年におけるリン酸、カリの重要性が示されているものと思われる。三要素区に対する-P区の登熟歩合の比は、試験開始以来23ヶ年中で昭和46年(25%)、昭和58年(78%)、昭和61年(81%)に次いで4番目に低かった。これは、高い不稔歩合に由来しており、最も大きな減収要因であった(表V-33、34、35)。

表V-33 三要素試験における暦年の玄米収量 (上川農試)

年次	- 3 F		- N		- P		- K		3 F	
	kg/10 a	比	kg/10 a	比	kg/10 a	比	kg/10 a	比	kg/10 a	比
昭和46*	118	28	228	54	144	34	341	80	426	100
47	272	51	217	41	556	104	561	105	533	100
48	224	47	282	59	540	113	471	99	477	100
49	278	53	279	53	534	102	484	93	522	100
50	181	54	201	59	431	128	365	108	338	100
51	296	60	243	49	442	90	474	96	493	100
52	248	45	283	51	544	98	551	99	554	100
53	305	56	324	60	505	93	534	99	542	100
54	274	59	305	51	496	106	478	102	468	100
55	266	54	245	50	92	100	523	107	491	100
56	346	66	351	66	524	99	521	99	528	100
57	440	77	428	75	597	105	550	97	568	100
58**	342	83	372	91	357	87	359	87	411	100
59	311	54	308	53	560	97	551	95	577	100
60	286	67	299	70	422	98	448	104	429	100
61	323	59	337	61	518	94	489	89	550	100
62	304	61	365	74	502	101	485	98	495	100
63	301	58	309	60	543	105	544	105	518	100
平元	381	67	381	67	535	94	537	94	571	100
2	254	58	252	61	474	97	484	98	513	100
3	298	53	307	54	557	99	523	93	564	100
4**	175	44	187	46	357	89	276	69	402	100
5***	166	41	192	47	374	92	374	92	408	100
23ヶ年平均	278	56	291	59	478	97	475	96	495	100

注1) *印は障害型冷害年、**印は遅延型冷害年、***混合型冷害年
 2) 品種、46~55年：しおかり、56~57年：イシカリ、58年～：ゆきひかり
 3) 施肥量、N-P₂O₅-K₂O：8-8-8kg/10a

表V-34 リン酸欠除が生育・収量に及ぼす影響 (上川農試)

項 目	3 F 区								- P 区 (3 F 区に対する比率)								
	切/玄米重 わら比	kg/10a	千粒重 g	穂数 本/m ²	総穂数 ×100 /m ²	不稔 歩合 %	登熟 歩合 %	N 吸収量 g/m ²	切/玄米重 わら比	kg/10a	千粒重 g	穂数 本/m ²	総穂数 ×100 /m ²	不稔 歩合 %	登熟 歩合 %	N 吸収量 g/m ²	
適用年																	
1	S46	1.01	426	20.4	511	307	12.5	49.0	7.15	54	34	94	95	91	218	25	124
2	47	1.58	533	20.2	346	271	5.8	80.0	8.76	111	104	103	112	120	102	121	
3	48	1.40	477	19.0	464	384	11.3	67.0	8.67	100	113	99	104	91	114	112	119
4	49	1.71	522	18.8	482	338	5.3	74.5	7.86	101	102	101	99	101	96	99	122
5	50	0.86	338	17.5	435	280	33.7	52.2	8.75	130	128	101	97	109	36	151	116
6	51	1.36	493	18.7	464	358	9.7	69.9	6.84	90	90	100	103	91	95	95	100
7	52	1.64	554	19.6	428	323	8.3	83.9	10.26	93	98	100	106	106	63	98	89
8	53	1.64	542	21.1	433	360	4.8	73.9	9.00	99	93	100	86	80	88	94	92
9	54	1.47	468	19.0	506	328	7.4	80.5	9.16	101	106	100	94	104	132	94	112
10	55	1.42	491	20.4	519	389	9.8	75.7	9.54	101	100	100	92	100	140	95	86
11	56	1.40	528	21.8	570	367	11.2	71.7	11.95	100	99	101	95	89	121	97	83
12	57	1.20	568	22.4	785	386	21.2	71.0	10.05	125	105	101	95	96	100	98	105
13	58	1.19	411	20.5	503	374	14.7	48.7	11.34	86	87	99	96	99	133	78	95
14	59	1.49	577	20.6	542	359	5.4	76.9	11.02	96	97	100	106	101	144	92	120
15	60	1.51	429	20.6	525	315	7.0	63.2	9.64	104	98	101	90	97	129	86	118
16	61	1.51	550	20.5	531	338	12.4	71.4	10.72	95	94	101	116	118	121	81	111
17	62	1.51	495	20.5	571	391	12.1	67.4	11.49	93	101	101	94	87	109	103	83
18	63	1.38	518	20.0	628	373	10.9	78.9	12.14	97	105	101	92	123	69	98	97
19	H元	1.54	571	22.2	545	344	6.8	69.8	11.12	94	94	100	98	100	210	85	90
20	2	1.45	513	21.4	573	328	5.5	81.4	11.00	101	92	100	92	91	75	106	100
21	3	1.49	584	19.8	592	348	6.4	84.1	8.01	94	99	99	99	95	77	104	106
22	4	0.97	402	19.0	531	309	20.3	68.7	7.62	86	89	97	99	94	138	97	100
23	5	0.87	408	20.3	539	284	24.7	70.8	7.73	101	92	100	114	110	147	83	118
23カ年平均		1.37	495	20.2	523	341	11.6	70.9	9.56	98	97	100	99	99	113	95	103

表V-35 三要素試験区の収量構成要素と養分吸収量（上川農試 1993）

処理	穂数 (本/㎡)	1穂初数	総穂数 /㎡ (×100)	不稔歩合 (%)	稔実初数 (×100)	収量 (kg/10a)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)	成熟期の養分吸収量(g/㎡)		
									N	P ₂ O ₅	K ₂ O
-3F	356	41.2	146.7	29.4	103.6	166.1	20.5	55.1	3.9	2.6	8.2
-N	375	36.1	135.4	24.8	101.8	191.9	20.8	68.2	4.1	2.7	8.0
-P	614	51.0	313.1	36.3	199.5	373.9	20.2	59.0	7.1	4.8	15.5
-K	634	45.4	287.8	39.1	175.3	373.6	20.1	64.7	7.0	4.9	13.4
3F	539	52.6	283.5	24.7	213.5	408.0	20.3	70.8	7.8	5.3	17.7

注) 上川農試(旭川市永山)、三要素試験圃場
品種: ゆきひかり
施肥量-NP₂O₅-K₂O: 8-8-8 kg/10a

2) ケイ酸資材、マンガン資材

ケイ酸資材であるケイ酸カリの効果は平成4年よりも平成5年で明らかに大きかった。これは登熟歩合の著しい向上効果によるものであった。また蛋白含有率も平成5年における低下の効果が大きく、冷害年では食味に対しても影響を与えるものと思われた(表V-36)。

次にマンガン質肥料の施用効果を見ると玄米収量は対照区に対し、平成4年では菱マンガン施用区が1~2%の増収であったが、平成5年はこれが3~4%と大きく、効果的であった。この効果は生育の促進によるものと思われた(表V-37)。

(4) 有機物施用の影響

上川農試の長期有機物連用圃場では、玄米収量に対する堆肥の効果が豊作年で大きく、中間年、冷害年の順で小さくなっている(表V-38)。昭和46(典型的障害型冷害年)、昭和58(典型的遅延型冷害年)の両年における例から、どちらかという、堆肥や稲わらの効果は障害型と遅延型で影響の出方が異なっているものと判断される(表V-39)。すなわち、障害型冷害の年には、堆肥連用により減数分裂期に窒素吸収がおう盛となるため、不稔発生を助長し易く、収量に負の影響を与える年が認められる。稲わらの連用区は窒素の発現が遅れ、その時

表V-36 ケイ三資材が養分吸収と生育収量に及ぼす効果（上川農試）

処 理	成熟期・吸収量(kg/10a)		不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重収量 (kg/10a)	白米蛋白 (%)	
	カリ	ケイ酸					
平成4年	1.対照	14.0	46.2	14.6	71.7	48.8(100)	6.8
	2.ケイ酸カリ40区	16.8	56.4	14.3	72.5	51.1(105)	6.7
	3.ケイ酸カリ120区	17.4	65.4	14.5	74.4	52.9(108)	6.6
	4.ケイ酸カリ40追肥区	16.5	57.5	13.3	74.3	50.0(102)	6.4
平成5年	1.対照	16.1	67.4	23.3	50.2	39.5(100)	7.7
	2.ケイ酸カリ40区	12.9	68.3	20.8	51.8	40.3(102)	7.2
	3.ケイ酸カリ120区	15.3	82.7	21.3	59.0	47.0(119)	7.1
	4.ケイ酸カリ40追肥区	13.4	69.2	19.3	60.7	49.6(124)	7.0

注) 上川農試(旭川市永山)、ケイ酸カリ(可溶性ケイ酸30.0%、く溶性ケイ酸20.0%)、40kg/10a・120kg/10a施用

表V-37 マンガン質肥料が生育収量に及ぼす効果（上川農試）

処 理	易還元性 マンガン (ppm)	幼穂形成期		不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米収量 (kg/10a)	白米蛋白 (%)	
		基数 (本/㎡)	マンガン含有率 (ppm)					
平成4年	対照	76	926	416	21.7	85.0	488(100)	7.6
	菱マンガン40	101	853	514	18.5	82.7	498(102)	7.4
	菱マンガン80	148	1,029	596	17.2	85.5	492(101)	7.2
平成5年	対照	88	940	400	23.1	50.2	395(100)	7.7
	菱マンガン40	144	962	560	14.8	53.7	406(103)	7.6
	菱マンガン80	198	1,012	640	19.6	53.8	410(104)	7.5

注) 上川農試(旭川市永山)、菱マンガン(可溶性Mn35%、く溶性Mn11%)、40kg/10a・80kg/10a

表V-38 有機物長期連用圃場における玄米収量の年次変異 (上川農試)

運用 年次	年度	対照		- N		N増施		堆肥		稲わら春 散布春嫩込		稲わら秋 散布秋嫩込	
		玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比
1	S 37	487				469	96	495	102	477	98		
2	38	523				619	118	582	111	523	100	616	118
3	39	453				497	110	447	99	456	101	483	107
4	40	483				534	111	544	113	476	99	479	99
5	41	389				412	106	427	110	401	103	391	101
6	42	497				559	112	567	114	573	115	584	118
7	43	562				585	104	591	105	525	93	602	107
8	44	446				493	111	483	108	474	106	465	104
9	45	487				566	116	521	107	492	101	505	104
10	46	264				242	92	201	76	292	111	223	84
11	47	399	251	63				606	152	481	121	575	144
12	48	418						493	118	428	102	466	111
13	49	519	282	54				557	107	476	92	527	102
14	50	468	341	73	508	109	535	114	414	88	494	106	
15	51	442	225	51	479	108	499	113	467	106	488	110	
16	52	490	246	50	549	112	572	117	534	109	522	107	
17	53	483	298	62	554	115	556	115	552	114	522	108	
18	54	422	192	45	476	113	486	115	464	110	474	112	
19	55	487	191	39	504	103	520	107	459	94	570	117	
20	56	382	216	57	426	112	442	116	405	106	433	113	
21	57	568	257	45	591	104	602	106	573	101	578	102	
22	58	355	299	84	342	96	386	109	346	97	351	99	
23	59	471	239	51	504	107	535	114	521	111	531	113	
24	60	429	258	60	387	90	512	119	478	111	487	114	
25	61	486	244	50	483	99	540	111	536	110	562	116	
26	62	495	278	56	469	95	464	94	475	96	515	104	
27	63	436	254	58	457	105	502	115	504	116	497	114	
28	H元	543	420	77	543	00	582	107	569	105	551	101	
29	2	477	224	47	434	91	541	113	447	94	534	112	
30	3	503	366	73	469	93	512	102	557	111	562	112	
31	4	374	174	46	325	87	379	101	395	106	417	111	
32	5	406	249	61	480	118	442	109	436	107	473	117	
31ヶ年平均		459	263	57	481	104	506	110	476	104	500	109	
変異係数%		13.9	23.0	20.9	17.6	8.4	16.0	10.5	13.8	7.6	16.1	8.9	
豊作年平均		481	266	56	525	107	550	115	50.8	106	535	112	
変異係数%		9.8	24.5	18.3	9.2	7.7	6.5	10.3	9.1	8.5	7.5	9.8	
中間年平均		489	292	61	496	101	526	108	500	103	536	110	
変異係数%		9.3	16.7	17.4	15.2	9.3	8.7	8.0	10.2	8.9	9.3	5.4	
冷害年平均		408	221	55	425	104	433	105	417	103	430	105	
変異係数%		16.8	21.8	31.1	22.3	8.5	22.6	10.9	14.7	4.9	21.9	9.0	

注) 上川農試 (旭川市永山) 統計量は平成5年度を除く

1) 稲わら連用試験、品種、37: ふくゆき、38~55: しおかり、56~57: イシカリ

2) 施肥量: N-P₂O₅-K₂O: 8-8-8 kg/10a、N増: N10kg/10a

3) 作況指数106以上豊作年: 42、43、45、47、48、49、52、53、54、59、61、H元、H 2

90以下を冷害年: 39、40、41、44、46、51、55、58、H 4

105~91を中間年他として集計した。

表V-39 代表的障害・遅延・混合型冷害年における有機物効果の比較（上川農試）

年度	全道の玄米収量・作況指数 (kg/10a)	冷害の種類	玄米収量(kg/10a)・指数		
			対照	堆肥	稲わら春 散布春鋤込
昭和46年	273(66)	障害型冷害	264(100)	201(76)	292(111)
" 58年	355(74)	遅延型冷害	355(100)	386(109)	346(97)
平成5年	209(42)	混合型冷害	406(100)	442(109)	436(107)

表V-40 有機物長期連用圃場の収量及び構成要素（上川農試 1993）

項 目	穂数	1穂粒数	総粒数	不稔歩合	収量	千粒重	登熟歩合
	(本/m ²)		(×100粒/m ²)	(%)	(kg/10a)	(g)	(%)
対照	578	46.4	268	22.8	406	20.5	73.8
-N	375	41.3	155	12.4	249	20.3	79.2
N増施	626	55.8	349	25.3	480	20.3	67.8
堆肥	626	48.8	305	27.1	442	20.4	70.8
稲わら春散布、春鋤込	600	58.8	353	32.1	436	20.2	61.0
稲わら秋散布、秋鋤込	589	58.0	342	26.6	473	20.3	68.2

期の窒素濃度が低いことが多く不稔の発生が少なくなる場合もある。逆に遅延型冷害では、不稔の発生を見ないため、粒数増加が玄米収量に好影響を与え堆肥連用区の効果は高い。しかし、窒素吸収が生育後期に多くなる稲わら連用区は登熟不良となり、玄米収量が低下する。平成5年は、混合型冷害であった。上川農試圃場の不稔歩合は対照22.8%、春鋤込32.1%で全般的にほかの地方と比較すると少なかった（表V-40）。従って減収率もそれほど大きなものでなく、406~480kg/10aとなっており、冷害年にしてはかなりの高収であった。堆肥連用区の不稔歩合は対照区よりも高かったが、総粒数が多くなっているぶん、稈実粒数の増加につながった。登熟歩合は、窒素増施よりも高く、堆肥連用区の収量指数が109であった。このように有機物連用の効果は平成5年も大きかった。

（野村美智子、稲津 脩）

(5) 窒素施肥の影響

1) 窒素の分施

平成4年~平成5年の結果より、分施の収量にあたる影響を検討した。総施肥窒素量が同等である全層基肥8kg/10aの区を対照とした場合、平成4年では分施による増収効果が認められる。この増収効果は幼穂形成期が止葉期より高かったが、本年は幼穂形成期で増収が認められ、幼穂形成期後7日目以降の分施では減収していた（表V-41）。

これは本年の幼穂形成期以降の分施の場合に不稔歩合が顕著に増加したこと、また分施による総粒数の増加も止葉期では認められなかったためである。さらに施用された分施窒素の利用も平成4年と比較して低く抑えられており、稲体の全窒素吸収量も止葉期分施で増加しなかった。しかし施肥窒素（重窒素）に白米への分配率は増加しており、その吸収が低温により遅延された可能性が考えられる（表V-42）。

表V-41 窒素分施の収量及び収量構成要素に及ぼす影響（上川農試）

N施用量 (kg/10a)	玄米収量(kg/10a)		不稔歩合(%)		千粒重(g)		総粒数(×100粒/m ²)	
	H4	H5	H4	H5	H4	H5	H4	H5
8	575	378	16.4	45.5	20.7	22.2	470	335
6+2(幼)	617	405	13.9	42.3	20.8	22.3	404	434
6+2(幼7)	652	334	12.2	58.5	21.1	22.5	431	401
6+2(止)	515	346	11.2	54.8	21.6	22.8	399	333

注) 分施区は基肥6kg/10a、分施2kgで行った。

幼: 幼穂形成期、幼7: 幼穂形成期後7日目、止: 止葉期、H: 平成

表V-42 窒素吸収量と窒素利用率及び白米への分配率 (上川農試)

処 理	成熟期全N吸収量 (kg/10a)			施肥N利用率 (%)			施肥Nの白米への分配率 (%)		
	H 3	H 4	H 5	H 3	H 4	H 5	H3	H4	H 5
基肥 5 kg/10a	10.1	9.4	8.0	33.8	28.8		17.9	13.9	
基肥 8	12.1	11.0	10.6	29.6	35.4	33.5	15.8	14.1	9.0
分施 2・幼穂形成期	14.5	11.0	11.3	71.0	62.4	56.2	34.6	23.0	28.9
分施 2・幼1週後	13.3	12.1		62.1	75.7		27.9	28.2	
分施 2・止葉期	13.5	10.4	10.1	73.5	69.1	60.0	39.4	29.0	32.0

注) 利用率: 基肥のみの区は基肥窒素利用率、分施肥は分施肥の利用率
 : 利用率算出のため施肥には重窒素硫酸を施用
 分配率も利用率と同様。
 H: 平成

2) 側条施肥

全層施肥 (基肥窒素 8 kg/10a) の半分を表層もしくは側条施肥に処理した。全層と側条を比較すると平成 3 年は大差なく、平成 5 年は側条区で減収していた。また両年とも表層施肥区が最も収量が低かった (表V-43)。

側条施肥区の減収理由は平成 4 年よりも平成 5 年がはるかに不稔歩合が多くなったためである。

特に本年は全層施肥区と比較して総重と窒素吸収量が

高く、その反対にもみ/わら比が低下しており、窒素吸収過剰による茎葉の出来すぎがあったものと考えられる。表層施肥は不稔歩合が著しく低い優点が認められたが、施肥窒素の利用率が低く、総粒数の確保が不十分であったことが減収の要因と考えられた (表V-44、45)。

3) 緩効性肥料

平成 4 年は対照区に比較して、緩効性肥料区で穂数および収量の増加が認められた。平成 5 年は対照区に比較

表V-43 側条施肥が収量性に及ぼす影響 (上川農試)

処 理	総重 (kg/10a)		もみ/わら比		玄米収量 (kg/10a)	
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	1,567	1,285	0.88	0.58	559	378
全層 4 表層 4 kg/10a	1,446	1,101	0.76	0.53	487	300
全層 4 側条 4 kg/10a	1,768	1,391	0.79	0.45	608	344

注) 各区とも施肥は全て基肥として施用
 H: 平成

表V-44 側条施肥が収量構成要素に及ぼす影響 (上川農試)

窒素施肥法 (量)	不稔歩合 (%)		千粒重 (g)		総粒数 (×100粒/㎡)	
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	15.0	45.5	21.2	22.2	309	335
全層 4 表層 4 kg/10a	10.9	36.5	21.3	21.7	268	294
全層 4 側条 4 kg/10a	10.2	55.1	21.0	21.6	377	389

注) H: 平成

表V-45 側条施肥が施肥窒素の利用率に及ぼす影響 (上川農試)

施肥位置	施肥Nの利用率 (%)		吸収施肥Nの穂への分配率 (%)		成熟期全N吸収量 (kg/10a)		
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 4	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	29.6	35.4	70.3	59.8	12.1	8.1	8.0
全層 4 表層 4 kg/10a	23.1	23.5	62.9	66.5	11.9	8.6	6.6
全層 4 側条 4 kg/10a	48.1	32.3	70.7	56.1	14.0	9.3	9.5

注) H 3、H 4 の施肥には重窒素硫酸を使用
 利用率: 全層区は全層施肥の、その他は表層および側条施肥分の利用率
 H: 平成

表V-46 窒素施肥と生育および収量（上川農試）

窒素施肥量 (kg/10a)	穂数(本/m ²)		玄米収量(kg/10a)		成熟期全N吸収量(kg/10a)	
	H4	H5	H4	H5	H4	H5
8	578	673	381	337	7.11	6.88
6+2(止)	623	759	414	297	8.55	7.10
8セラ30%	659	748	436	350	8.38	8.49
8セラ55%(表層)	631	670	451	356	8.39	7.42

注) 対照のP、KはPK化成で8kg/10a施用
セラ：セラコート、表層：表層5cmに施肥、止：止葉期
H：平成

表V-47 窒素施肥と収量構成要素（上川農試）

窒素施肥量 (kg/10a)	不稔歩合(%)		登熟歩合(%)		総穂数(×100粒/m ²)	
	H4	H5	H4	H5	H4	H5
8	18.2	47.5	69.1	50.2	276	307
6+2(止)	24.8	38.3	67.4	40.5	293	321
8セラ30%	15.5	42.7	67.1	45.1	325	359
8セラ50%(表層)	14.7	26.0	74.5	49.6	296	329

注) H：平成、表V-46参照。

して分施肥区の収量が低下していたが、緩効性肥料区で増収していた(表V-46)。窒素吸収量は両年とも分施肥区、緩効性肥料区で対照区を上回っていた。これは分施肥によって登熟歩合が顕著に低下したためである。これに対し、緩効性肥料の施用は比較的高い登熟歩合を維持していた。緩効性肥料は40日タイプのを普通化成に30%混合したものである。この緩効性肥料は府県で使用されているものより窒素放出速度が速く、かつ持続的であったことで稲体の窒素要求量とほぼ平行し、ゆっくりと吸収されたことが追肥区と相違したものと考えられる(表V-47)。

また緩効性肥料の表層施肥は初期生育の促進効果があり、普通化成の表層施肥では難点であった生育中期の窒

素切れが少ないことで稲体の窒素吸収量が高くなり、これによって穂数、総粒数が早期に確保されたことが収量に好影響を与えたと思われる。

(後藤英次、稲津 脩)

(6) 食味特性に及ぼす影響

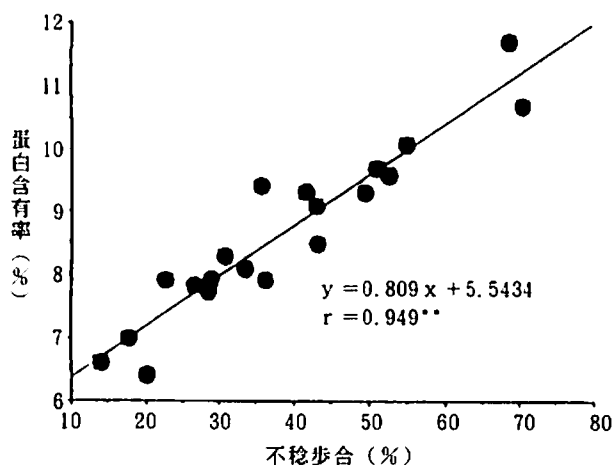
低温年における食味特性は、低い登熟温度に起因する高アミロース化、吸収窒素の玄米生産効率の低下に由来する高蛋白化が予想され、産米の食味は高温年より劣るものと思われる。上川・留萌管内で実施している窒素診断の重要定点におけるアミロース含有率、蛋白含有率の頻度分布と平均値についてみると、アミロース含有率は平成3、4年で頻度分布、平均値ともに類似していたが、

表V-48 上川・留萌管内における産米のアミロース含有率の頻度分布の年次比較（上川農試）

年度	調査点数	アミロース含有率の頻度分布(%)					アミロース含有率平均値(%)
		>19%	19~20%	20~21%	21~22%	<22%	
平成3年	72	1.4	27.8	51.4	19.4	0	20.33
平成4年	98	2.0	24.5	61.2	9.2	3.1	20.28
平成5年	42	0	0	21.4	64.3	14.3	21.35

表V-49 上川・留萌管内における産米の蛋白含有率の頻度分布の年次比較（上川農試）

年度	調査点数	蛋白含有率の頻度分布(%)						蛋白含有率平均値(%)
		>6%	6~7%	7~8%	8~9%	9~10%	<10%	
平成3年	92	5.4	51.1	31.5	9.8	2.2	0	6.98
平成4年	118	0	12.7	41.5	35.6	8.5	17.0	7.89
平成5年	55	0	10.9	34.6	20.0	29.0	5.5	8.31



図V-14 不稔歩合と白米蛋白含有率の関係 (上川農試)

注) n=20:

平成5年はアミロース含有率の平均値でほぼ1%高く、その頻度分布も21%以上が78.6%で平成3年19.4%、平成4年12.3%よりもはるかに高かった(表V-48、49)。これは平成5年が生育遅延により、登熟期間が低温に推移したためと思われた。平成5年の蛋白含有率は平均値で8.31%であり、平成3年の6.98%より1.33%高くなっていた。また9.0%以上の頻度分布が34.5%であり、平成3年の2.2%より著しく高かった。

このような、平成5年の高い蛋白含有率は不稔の発生が主要因として考えられた。明らかに不稔の多いものは蛋白含有率が高く、不稔がほぼ40%以上で蛋白含有率が9%を越え70%の不稔で蛋白含有率は12%にもなっていた(図V-14)。いずれにしろ、不稔が多発した米は高蛋白でまずいことを示すものである。

(稲津 脩、三浦 周)

(7) 土壌診断による窒素追肥の要否判断

平成5年は、約90地点の水田から試料を採取し、土壌窒素診断基準に基づく水田の窒素診断を実施し、診断情報を各普及所に対して提供した。結果としては冷害を最小限に抑える効果があったと考えられる。

1) 分けつ期の窒素診断所見

日照時間は5月下旬、6月上・中旬でそれぞれ24.7、34.1と、平年に比べ7.9時間少なかった。生育状況は、6月20日現在の土川農試作況によれば平年に比べ主稈、葉数の展開が0.3~0.7葉遅れ、茎数も11~33%少なく、やや不良である。

分析の結果、6月22~25日における土壌中無機態窒素量の平均値は平成3、4、5年とも6mg/100g前後であり、かなり高い値であった(表V-50)。この主因は、基肥窒素量が多いことに由来するものと思われるが、そのほかに平成2年では作期外の土壌の乾燥と6月の高温、平成3年では6月上・中旬における平年比3.5、2.5℃もの高温、平成4年は6月上・中旬の日照不足による窒素吸収停滞、平成5年は融雪後の土壌乾燥によるN放出量の増大と5月下旬~6月中旬の日照不足による窒素吸収停滞が要因にあげられる。いずれにしても6月22日現在の土壌中無機態窒素の平均値は適正水準よりはるかに高く、特にグライ土は平成4年より1mg高いことが特徴であり、注意を要する点である。

土壌中無機態窒素が4mg未満の水田は平成2年で38%、平成3年で13%、平成4年で11%、平成5年で9%であり、土壌窒素診断基準(上川中南部向け)によると幼穂形成期分肥が有効となる割合は平成2年で5.6%、平成3年で0%、平成4年で1.1%、平成5年で0%である。

葉色(SPAD)値は平成3年で36.5、平成4年で33.6、平成5年で35.5であり、大差がなかった。しかし、草丈、株当たり茎数は平成2年35.4cm、16.9本、平成3年37.7cm、19.4本、平成4年30.3cm、14.1本、平成5年27.5cm、8.3本であり、平成5年は初期生育が良かった平成3年に対し、茎数で42.8%であり、この時の草丈は72.9%となっており、著しく生育不良である。この状況は過去3ヶ年間で、最も生育が遅れ、かつ土壌中の無機態窒素残存量の多いことから遅延型冷害の危険性と穂揃性劣化による品質低下が心配される。

窒素動態モデルによるシミュレーションの結果、平成5年の幼穂形成期は今後の気温が平年並に推移した場合、

表V-50 窒素診断結果の年次比較(上川農試)

年次	土壌無機態窒素 (mg/100g)			水稲窒素保有量 (kg/10a)		
	5月30日	6月25日	7月11日	6月25日	8月1日	9月30日
平成2年		5.05	2.18	2.12		11.96
平成3年	6.23	5.81	2.27	2.17	8.81	11.13
平成4年	6.59	6.12	3.22	1.18	9.11	11.14
平成5年	6.80	6.53	4.82	0.67	8.08	10.81

注) 定点平均。

平成3年より9日、平成4年より2日遅れ、平年より1℃低く推移した場合はさらにこれより1日遅れると予測される。また、出穂期は今後の気温が平年並に推移した場合、平成3年より6日遅れ、平成4年並となり、平年より1℃低く推移した場合はさらにこれより2日遅れると予測された。一方、出穂期の水稻窒素保有量はほぼ平成4年並となることが予測されるものの、乾土効果が平年値を上回る可能性もあり、これによるN吸収量の増大が懸念される。この予測から、平成5年の水稻は構成要素の増大と登熟歩合の低下が考えられ、分追肥効果はほとんど期待できないものと思われる。

2) 幼穂形成期の窒素診断所見

6月22日から7月12日までの気象は、前半は低温寡照、後半は高温多照に推移し、水稻の生育が回復に向かった。土壤窒素の平均値を比較すると、6月25日の6.5mgに対

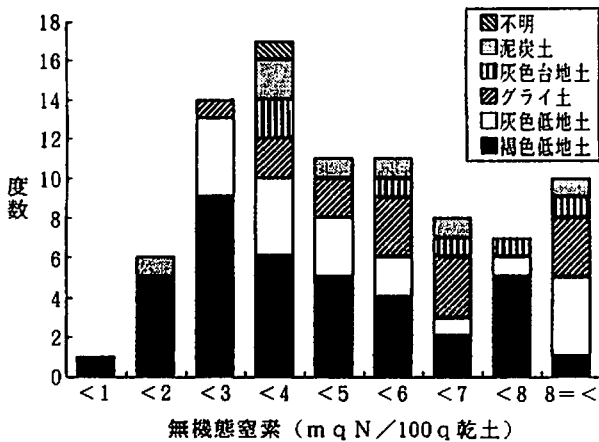
し、7月12日の4.8mgと20日間に1.7mg低下した(表V-50)。しかし、この値は平成2、3年の2倍以上の数値である。

土壤中無機態窒素が2.0mg以上の水田は平成2年の35%、平成3年の52%、平成4年は72%で、平成5年は92%と極めて多い(図V-15)。しかし、草丈・茎数は平成4年をやや下回り、この状態はさらに分けつを増加させる可能性を示唆するものである。加えて土壤中の残存窒素量が高いことは葉身窒素濃度を高め耐冷性を低下させ、さらに節間伸長を助長させ耐倒伏性を弱める可能性が大きく最も注意を要する点である。

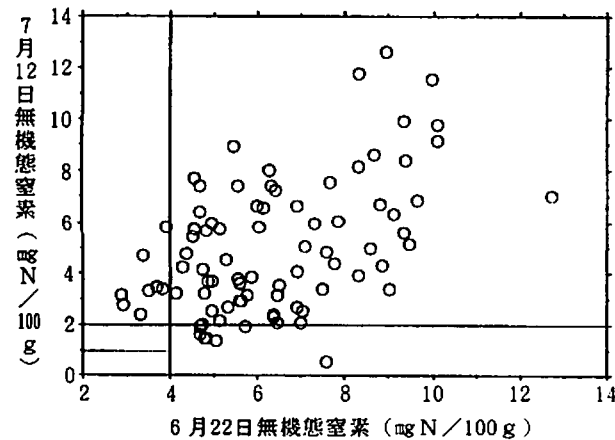
シュミレーションによると、出穂期・窒素吸収量は平成4年並と予測された。

以上、平成5年は土壤中無機態窒素2.0mg未満の水田が8%認められたが、1.0mg未満は0%であり、止葉期の分追肥を可とする水田はない(図V-16)。

(三浦 周)



図V-15 幼穂形成期における農家水田土壤の無機態窒素現存量(平成5年7月12日)
注) n=55



図V-16 農家水田の土壤の無機態窒素による窒素分施判断基準(上川農試 1993)

(8) 小 括

① 土壌および作物体の養分の動向

水田土壌からの N_i-N の放出量は昭和58年の冷害年よりもはるかに大きく、平年に近かった。稲体の窒素吸収は乾物重の増大と類似した傾向にあって、平年に比較して7月中旬~8月中旬にかけて緩慢であったが、窒素含有率は高く推移した。稲体の養分吸収は窒素、ケイ酸の吸収量が平成2年よりも少なく、カリが多少多くなっていた。リン酸は生育の初期ですくなく、その後の吸収により平年と差が認められなかった。

② 養分吸収と不稔発生および登熟歩合の関係

不稔歩合と養分含有率には窒素、リン酸、カリ、苦土で正、石灰、ケイ酸、マンガンで負の相関が認められた。不稔歩合の高いものは稔実初登熟歩合が低下していた。これは不稔の発生により転流場所を失った窒素が稲わらに蓄積したために栄養生長が持続したためと考察した。

③ 肥料三要素および土壌改良材の効果

-N区は穂数が少ないことにより低い収量レベルであった。-P区、-K区は不稔歩合が大きく、登熟歩合が低いことなどにより、3F区よりも収量は著しく低下していた。またケイ酸質肥料やマンガン質肥料の施用効果は平成5年でより明確であった。

④ 有機物の影響

堆肥連用区および稲わら連用区の不稔歩合は対照区よりも高かったが、総穂数が多くなっている分、稔実穂数の増加につながり増収となった。稲わら春鋤込み区は秋鋤込み区に比べ不稔歩合が高く、登熟歩合が低かった

め、玄米収量が劣った。

⑤ N施肥法との関係

玄米収量は平成3、4年と異なり、窒素の基肥8kg/10aよりも4kg/10aで高くなっていた。幼穂形成期分施ではやや増収したが、ほかの時期の分施は不稔歩合が高まり減収した。表層施肥の不稔歩合は著しく低かったが、窒素の利用率が低く収量不足となり、収量が低かった。しかし、緩効性窒素の表層施肥はこのような表層施肥の欠点を補って、不稔歩合が少なく高収であった。

⑥ 食味特性に与える影響

平成5年度は3、4年よりもアミロース、蛋白ともにほぼ1%高くなっており、食味は著しく不良と判断された。この高い蛋白含有率は不稔歩合の高いことに起因していた。

⑦ 窒素追肥の要否判断

上川・留萌管内の農家圃場を平成2年から平成5年の4ヶ年間、土壤中 N_i-N および水稻のN吸収を調査し追肥の要否判定を実施した。これによる平成5年は6月下旬、7月中旬ともに土壤中の N_i-N は極めて高く、両管内のほとんどすべてで追肥を可とする水田は認められなかった。

VI 衛星リモートセンシングによる水稲の被害実態の解析

1 目的

冷害被害状況の的確な把握は被害要因の解明、今後の対策の基礎となるものである。しかし、人力による作物調査には労力的な限界があり、効率的な調査補助手段が必要である。ここでは、1993年の水稲生育期間中のランドサット5号およびMOS-1b衛星のデータを用いた解析結果についてのべる。

2 方法

著しい不稔を生じた水稲は、収穫期をむかえても茎葉の窒素が穂へ転流することができない。そのため、葉は黄金色に枯れ上がることがなく、緑色であり「青立ち」の状態となる。水稲の不稔の程度が大きいくほど、クロロフィルの吸収帯である赤色波長域における反射は小さくなると考えられる。北海道農試の深山らは、1980年の石狩平野の冷害被害調査において、ランドサットMSSデータの赤波長の反射が被害の程度とよく対応することを認めている。

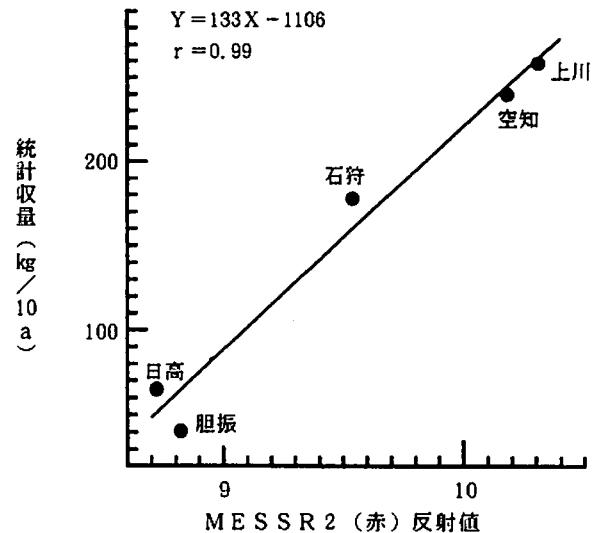
解析に用いた衛星データは、ランドサット5号による1993年7月8日、シーン番号107-30のTMセンサデータおよびMOS-1b衛星の9月2日、シーン番号20-59、20-60のMESSRセンサデータである。このデータから南西隅に苫小牧市、北東隅に旭川市を含む東西100km、南北160kmの地域を切り出した。TMおよびMESSRデータの相互の重ね合わせが可能となるよう幾何補正をおこない、両者を50mメッシュのデータに変換した。

7月のTMデータで水面を含み、かつ9月のMESSRデータで植生と判定された地点を水稲の作付け地点として識別した。さらに水稲の反射を厳密に捉えるために、各50mメッシュについて、周囲の8メッシュすべてが水稲と判定された地点の反射値のみを取り出した。9月のMESSRデータのバンド2（赤色域）の反射と農林水産省統計情報事務所が12月に発表した支庁別の水稲収量から収量推定のための回帰式を作成した。式に基づき、水稲の収量推定図を作成した。

さらに、同一の対象地域についてアメダスの観測データと国土数値情報の標高値を用いて1kmメッシュごとの気温、日照時間を推定し、衛星データから推定した水稲収量との関係を検討した。

3 結果の要約

MESSRのバンド2の反射を支庁別に平均した値と、統計情報事務所が12月に発表した支庁別の水稲収量の間には相関係数0.99の高い相関がみられた（図VI-1）。



図VI-1 MESSRバンド2の反射と水稲収量
(支庁単位の平均値 中央農試 1993)

*統計収量は1993年12月24日、農林水産省統計情報事務所発表値

この関係から得た回帰式を用いて、MESSRのバンド2の画像を収量推定図に読み替えた。推定結果を1kmメッシュ単位にまとめたものを図VI-2に示す。図では、偏東風の通路となった地帯で被害が大きいくことが明確になっている。収量推定図から集計した各市町村の水稲収量は、統計情報事務所から最終的に発表になった値とおおむね一致した（表VI-1、図VI-2）。対象とした44市町村全体では、推定のRMSエラー（推定残差の2乗和の平均の平方根）は61kg/10aとなった。推定誤差が特に大きく低層の雲の影響が疑われる比布町と上富良野町を除くとRMSエラーは46kg/10aであった。今回の対象地域内の収量が、ほとんど皆無から400kg/10a以上までの広い範囲に分布することを考えると、MESSRデータを用いた推定法は冷害被害の把握に十分な精度をもつと考えた。

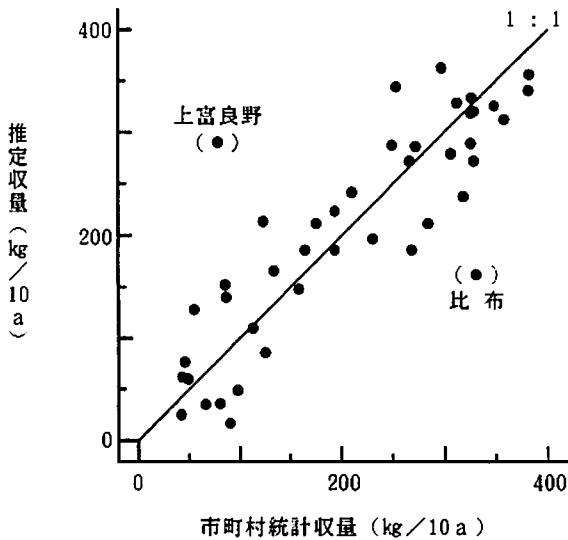
MESSRによる50mメッシュの収量推定図をクローズアップすることにより、被害程度の局地的な差も明らかにすることができる。一例として2万5千分の1地形図「長沼」に相当する地域の拡大図を示す（カラー図-

4)。今後、基幹防風林の配置と被害程度の関係などを検討する材料となると考えられる。

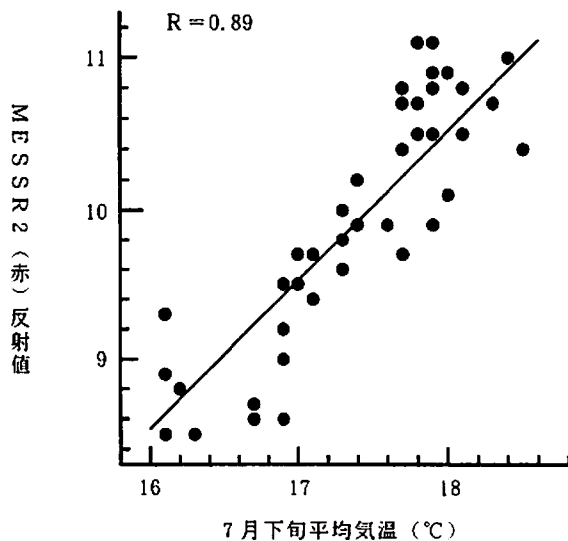
メッシュ気象との関連では、9月2日のMESSRの赤色域の反射は7月下旬の平均気温と高い相関を示した。7月下旬の気温が低いほど赤色域の反射値は小さく、被害が大きいことを裏付けていた(図VI-3)。

以上、衛星リモートセンシングが水稲の冷害把握に有効なことを示した。今回用いたMOS-1衛星よりもさらに空間分解能が高く、反射値の階調が細分できるランドサットTMやスポットHRV-XSデータが、収穫期に撮影されていれば、より精度の高い解析が可能であろう。

(志賀弘行)



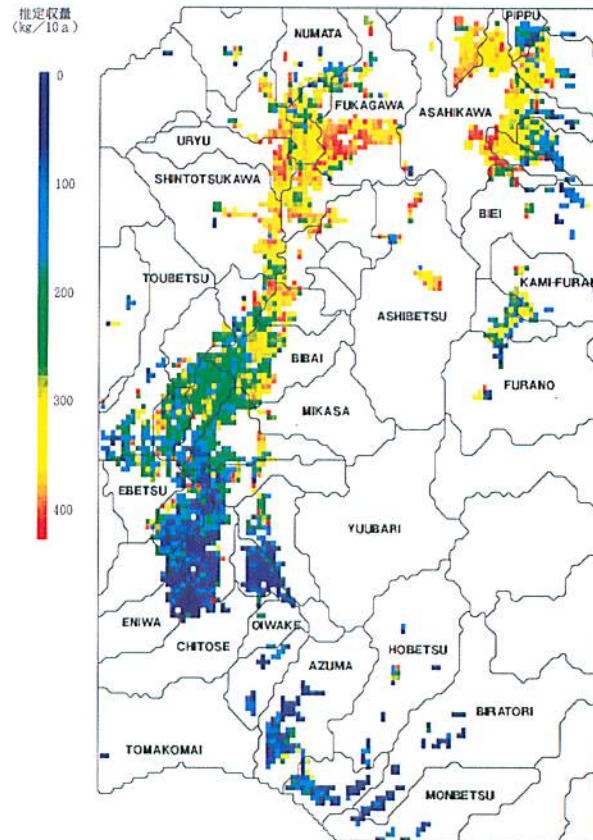
図VI-2 統計収量とMESSRバンド2からの推定収量(中央農試 1993)



図VI-3 7月下旬平均気温とMESSRバンド2の反射(市町村単位の平均値 中央農試 1993)

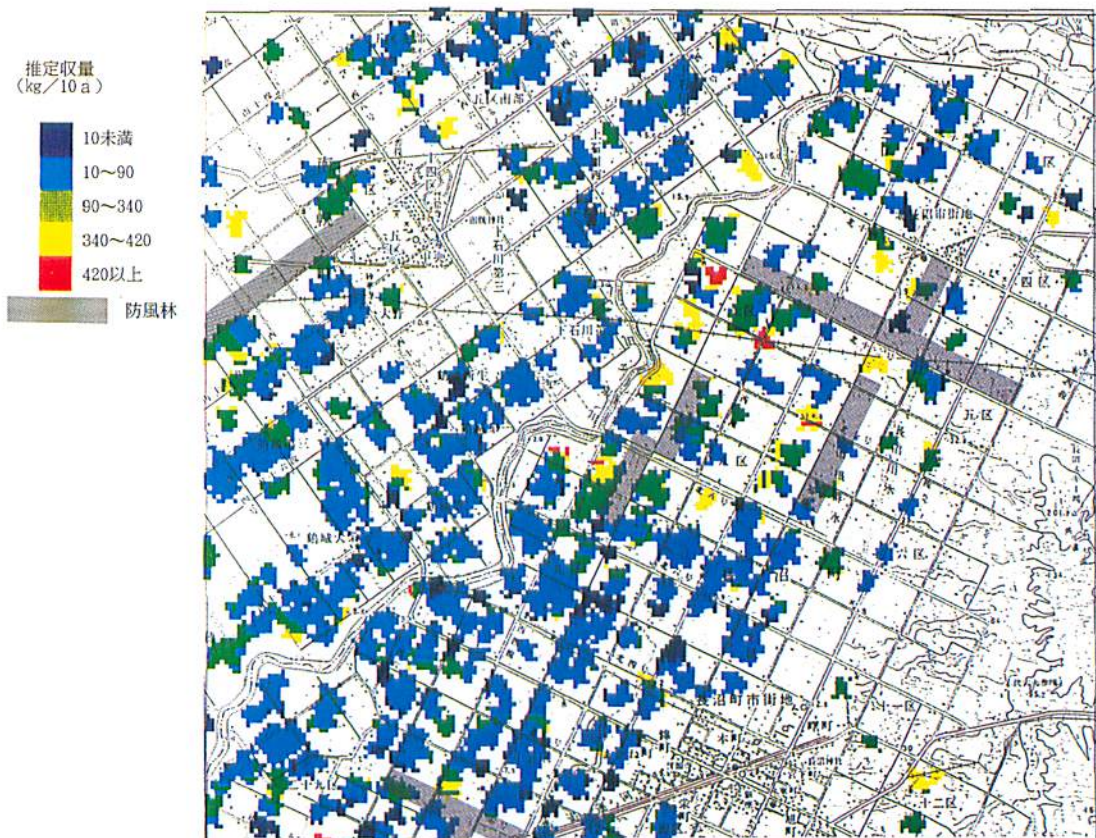
表VI-1 MESSRバンド2から推定した水稲収量と統計値の比較(中央農試 1993)

市町村	MESSR2 反射値	MESSRより 推定収量 (kg/10a)	統計収量 確定値 (kg/10a)	推定残差 (kg/10a)
江別市	9.7	186	164	22
千歳市	8.6	35	66	-31
恵庭市	8.7	49	98	-49
当別町	9.7	186	193	-7
新篠津村	9.8	197	230	-33
岩見沢市	9.9	212	175	37
美瑛市	10.4	272	266	6
芦別市	10.9	344	253	91
赤平市	10.5	287	249	38
滝川市	10.5	333	326	7
砂川市	10.8	362	297	65
深川市	11.1	340	381	-41
北村	10.9	242	210	32
栗沢町	10.2	166	133	33
南幌町	9.6	110	113	-3
奈井江町	9.2	320	328	-8
由仁町	10.7	36	80	-44
長沼町	8.6	86	125	-39
栗山町	9.0	140	86	54
月形町	9.4	224	193	31
浦臼町	10.0	279	306	-27
新十津川町	10.4	318	325	-7
妹背牛町	10.7	325	348	-23
秩父別町	10.5	289	325	-36
雨竜町	11.1	363	297	66
北竜町	10.8	328	312	16
沼田町	10.1	238	318	-80
旭川市	10.7	312	358	-46
富良野市	9.5	153	85	67
鷹栖町	11.0	356	382	-26
東神楽町	10.5	286	272	14
当麻町	10.4	272	328	-56
比布町	9.6	162	330	-168
東川町	9.9	212	284	-72
美瑛町	9.5	148	158	-10
上富良野町	10.5	290	78	212
中富良野町	9.9	214	123	91
留萌市	9.7	186	268	-82
早来町	8.5	25	42	-17
厚真町	8.8	62	43	19
鶴川町	8.9	77	46	31
穂別町	8.8	60	49	11
平取町	8.5	17	90	-73
門別町	9.3	128	55	73



カラー図3 衛星データによる1993年水稻収量の推定 (中央農試 1993)

注) MOS-1衛星MESSRセンサ9月2日データ使用



カラー図4 地形図「長沼」における水稻収量の推定 (中央農試 1993)

VII 病害虫の発生

1 平成5年の病害虫発生状況

(1) 全道の発生状況

平成5年は7～8月が異常低温となったため、いもち病の発病は抑制され、発生面積は少なかった。ただし、このいもち病少発生の原因には、最近の作付品種のいもち病抵抗性が比較的強いことも関係していると推察される。高温性病害の紋枯病の発生は少なかった。

しかし、低温性病害の葉しょう褐変病は、発生面積率で平年比183%、被害面積率で平年比456%と著しく発生が多かった。また、褐変穂も発生面積率で平年比182%、被害面積率で平年比398%と多発した(表VII-1)。これらの病害の多発が冷害による被害を助長した。

害虫は、一部でイネドロオイムシの発生が長引き、被害がみられたが、異常低温の影響によりヒメトビウンカ、フタオビコヤガ、アカヒゲホソミドリメクラガメとも被害面積率で平年の10%前後と著しく発生が少なかった。

(2) 予察定点における発生状況

中央農試、上川農試のいずれの定点においても、病害虫の発生は遅れた。各病害虫の最盛期は、いずれも2～4半旬(10～20日)も遅れたが、これは異常低温の影響である。発生量も葉しょう褐変病を除き平年並からそれ以下の発生にとどまっている(表VII-2)。

本稿では平成5年に発生が著しく多かった葉しょう褐変病と褐変穂について述べることにする。

表VII-1 主要病害虫の発生状況(全道 1993)

病害虫		発生面積		被害面積	
		面積 (ha)	率 (%)	面積 (ha)	率 (%)
葉いもち	平成5年	2,806	1.6 (16)	78	0 (0)
	平年		9.9		1.4
穂いもち	平成5年	3,662	2.1 (19)	623	0.4 (22)
	平年		11.0		1.8
紋枯病	平成5年	9,483	5.5 (43)	348	0.2 (18)
	平年		12.9		1.1
葉しょう褐変病	平成5年	79,793	46.2 (183)	21,281	12.3 (456)
	平年		25.3		2.7
褐変穂	平成5年	99,372	57.6 (182)	31,650	18.3 (398)
	平年		31.7		4.6
ヒメトビウンカ	平成5年	45,171	26.2 (60)	4,333	2.5 (16)
	平年		43.8		15.9
イネドロオイムシ	平成5年	70,391	40.8 (77)	4,174	2.4 (44)
	平年		52.9		5.5
フタオビコヤガ	平成5年	12,049	7.0 (30)	212	0.1 (7)
	平年		23.7		1.4
アカヒゲホソミドリメクラガメ	平成5年	40,204	23.3 (50)	847	0.5 (7)
	平年		46.8		7.5
イネミズゾウムシ	平成5年	40,762	23.6	3,413	2.0
	平年		-		-

注) 平成5年度病害虫発生予察事業検討会資料(北海道病害虫防除所)より。
平年は昭和58年～平成4年の10カ年平均、()は平年比。

表Ⅶ-2 予察定点における主要病害虫の発生状況(1993)

病 害 虫		中 央 農 試		上 川 農 試	
		最盛期(月・半月)	発生量	最盛期(月・半月)	発生量
葉いもち(発病度)	平成5年	8.6(+4)	33.0(76)	—	0(0)
	平 年	8.2	43.7	8.2	34.0
穂いもち(病穂率%)	平成5年	9.6(+4)	43.9(74)	—	0(0)
	平 年	9.2	59.5	9.2	19.6
紋 枯 病(発病度)	平成5年	9.4(+3)	1.0(14)	—	—
	平 年	9.1	7.2	—	—
葉しょう褐変病(発病度)	平成5年	9.2(+3)	17.0(193)	8.6	64.0
	平 年	8.5	8.8	—	—
褐 変 穂(発病度)	平成5年	9.2(+3)	31.0(62)	—	51.0
	平 年	8.5	50.2	—	—
ヒメトビウンカ(成虫+幼虫)	平成5年	8.4(+3)	88.3(14)	8.3(+2)	126.8(8)
	平 年	8.1	632.0	8.1	1545.6
イネドロオイムシ(幼虫数)	平成5年	7.4(+2)	31.0(76)	7.4(+3)	11.0(77)
	平 年	7.2	40.8	7.1	14.3
アカヒゲホソミドリメクラガメ (成虫+幼虫)	平成5年	8.4(+2)	1.2(20)	8.3(+2)	3.1(56)
	平 年	8.2	5.9	8.1	5.5

注)平成5年度病害虫発生予察事業検討会資料(北海道病害虫防除所)より。

平年は昭和58年～平成4年の10カ年平均、()は平年との比較(発生量は指数)。

ヒメトビウンカの最盛期は第2回成虫、発生量:イネドロオイムシは最盛期の25株あたり、ヒメトビウンカ、アカヒゲホソミドリメクラガメは8～9月の1日あたり20回すくいどり個体数。

2 葉しょう褐変病

本病は冷害年に多発する典型的な低温性病害である。本病に侵されると、止葉葉しょうに褐色の病斑を生じ、激しい場合には出すくみ穂となる。そのため、本病が多発すると不稔歩合が増え、減収をもたらすばかりでなく、屑米、茶米歩合が増加し、品質低下を招く。

本病の発生は気象環境と密接に関連している。感染期間である穂孕期から出穂期にイネが異常低温に遭遇すると多発する。すなわち、病原細菌は病徴を現すことなくイネ体で腐生的に生存しているが、低温でイネの体質が弱くなったときに寄生者として伝染病を起こす。気象環境とイネの体質とによって発病が左右される、典型的な日和見病であり、いわば「冷害病」といえる。

(1) 発生状況

平成5年における葉しょう褐変病の発生状況を表Ⅶ-3に示した。石狩、後志および上川支庁管内では被害面積率が20%をこえ、被害が著しかった。

(2) 薬剤防除

アグリマイシン・テトラサイクリン水和剤(アグリマイシン-100)の500倍液を止葉抽出始めから出穂始めま

で5日間隔の3回散布は本病防除に効果がある。また、オキシリニック酸水和剤(スターナ水和剤)の1,000倍液2回散布も本病に対して登録がある。しかし、表Ⅶ-4に平成5年の薬剤防除の試験成績を示したが、いずれの薬剤についても必ずしもその効果は安定していない。発病率または発病度で対無処理比で40%前後と効果の認められた例もあるが、効果の不十分な場合が大半を占めた。これは、本病の感染期間である止葉抽出始めから出穂期までが平成5年の場合低温の影響で長引き、薬剤の葉しょう褐変病に対する残効は乏しいため、2～3回の散布では長期に及んだ感染期間をカバーできなかったためであると考えられる。本病の場合、短間隔の薬剤散布が必要とされるが、農家段階ではその実施が困難であるばかりでなく、予防的散布が前提となりながらイネのステージと低温の時期の微妙なかねあいによって発病が大きく左右されるため、薬剤散布の判断が難しい。また、薬剤コストも高価で、しかも他病害虫の同時防除にもなじみにくいため、薬剤散布はほとんど実施されていないのが現状である。今後、新たに薬剤が開発されたとしても、本病の性質から短間隔の散布は必須であり、また薬剤散布の判断も困難であることから、薬剤散布による対策が困難である状況は変わらないと考えられる。

表Ⅶ-3 イネ葉しょう褐変病の発生状況 (1993)

支庁	作付面積 (ha)	発生面積		被害面積		発生程度別面積 (ha)				
		(ha)	率(%)	(ha)	率(%)	無	少	中	多	甚
石狩	14,067	8,985	(63.9)	3,311	(23.5)	5,082	5,674	3,311	0	0
空知	76,200	30,472	(40.0)	5,872	(7.7)	45,728	24,600	4,807	1,065	0
後志	6,337	2,707	(42.7)	1,353	(21.4)	3,630	1,354	946	377	30
胆振	6,829	354	(5.2)	0	(0)	6,475	354	0	0	0
日高	4,320	1,177	(27.2)	0	(0)	3,143	1,177	0	0	0
上川	42,000	27,098	(64.5)	9,097	(21.7)	14,902	18,001	5,953	2,885	259
留萌	6,161	3,434	(55.7)	615	(10.0)	2,727	2,819	577	51	7
網走	3,720	472	(12.7)	0	(0)	3,248	472	0	0	0
十勝	311	311	(100.0)	0	(0)	0	311	0	0	0
渡島	4,640	1,080	(23.3)	189	(4.1)	3,560	891	148	41	0
桧山	6,181	2,855	(46.2)	618	(10.0)	3,326	2,237	618	0	0
全道計	170,766	78,945	(46.2)	21,055	(12.3)	91,821	57,890	16,340	4,419	296
平年	152,500	38,340	(25.3)	4,192	(2.7)	114,161	34,147	3,761	422	10

注) 平成5年度病害虫発生予察事業資料(北海道病害虫防除所)より。

表Ⅶ-4 イネ葉しょう褐変病に対する薬剤散布の効果 (1993)

試験場所(試験担当)	「供試品種」	試験処理	散布月日 (月.日)			出穂期 (月.日)	調査月日 (月.日)	発病調査(指数)	
								発病基率(%)	発病度
岩見沢市(稲作部)	「ゆきひかり」	-				8.21	9.13	14.8	34.8
		A	7.23	8.3	8.9	8.21	9.13	10.4(70)	31.0(89)
岩見沢市(稲作部)	「きらら397」	-				8.25	9.13	11.8	15.5
		A	7.23	8.3	8.9	8.25	9.13	11.0(93)	13.3(86)
由仁町(中央農試)	「ゆきひかり」	-				8.20	9.7		19.6
		A	7.23	7.28	8.2	8.20	9.7		7.9(40)
栗沢町(空知中央)	「空育139」	S	7.23	8.3		8.20	9.7		13.8(70)
		-				8.13	9.7	47.7	20.3
栗沢町(空知中央)	「空育139」	A	7.24	7.29	8.3	8.13	9.7	49.8(104)	19.0(94)
		S	7.24	8.2		8.13	9.7	44.6(94)	18.4(91)
深川市(空知北部)	「ゆきひかり」	-				8.2	9.2	23.6	61.0
		A	7.20	7.27	8.2	8.2	9.2	24.9(104)	61.5(101)
深川市(空知北部)	「ゆきひかり」	S	7.20	7.27		8.2	9.2	22.3(96)	54.5(89)
		-					9.2	14.3	8.2
北竜町(雨竜西部)	「たんねもち」	A	7.19	7.24	7.29		9.2	10.9(76)	5.4(66)
		S	7.19	7.29			9.2	9.4(66)	5.2(63)
名寄市(上川農試)	「はくちょうもち」	-					9.13	17.6	
		A	7.26	8.3	8.9		9.13	13.9(79)	
名寄市(上川農試)	「はくちょうもち」	S	7.26	8.9			9.13	11.4(65)	
		-					8.31	71.2	69.3
下川町(名寄)	「たんねもち」	A	7.16	7.21	7.26		8.31	49.3(69)	31.5(45)
		S	7.16	7.26			8.31	56.2(79)	48.3(70)

注) 平成5年度委託試験成績(北海道植物防疫協会)より、試験処理: - (無散布)、A (オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン水和剤500倍液120L/10a散布)、S (オキソリニック酸水和剤1000倍液120L/10a散布)

(3) イネの体質と発病の関係

本病は典型的な日和見病で、発病は気象環境とイネの体質に大きく影響される。気象環境を制御することは不可能であるが、肥培管理によってイネの体質を強健にすることは可能である。表VII-5には本病の発生と止葉の分析値の関係を示したが、本病の多発した地点のイネの止葉は少発地点のものに比べて、葉色は濃く、ケイ酸含有率は低く、窒素含有率が高い傾向が認められている。すなわち、軟弱に生育したイネほど本病による被害を被りやすいといえる。

表VII-5 イネ葉しょう褐変病の発生と施肥
(上川専技室 1993)

地点	発病基率(指数) (%)	止葉の分析値		
		葉色	SiO ₂ (%)	N(%)
旭川市	37.0	48	13.8	-
	3.0 (8)	37	12.0	1.61
鷹栖町1	39.0	38	9.2	1.86
	6.9 (18)	29	13.8	1.40
鷹栖町2	66.3	51	9.9	2.52
	16.8 (25)	37	13.1	1.58
比布町1	44.5	34	8.3	2.56
	13.9 (31)	30	12.8	1.61
比布町2	27.0	43	7.9	2.59
	6.7 (25)	34	10.7	2.07
当麻町1	43.5	34	8.4	1.89
	10.1 (23)	32	10.2	1.65
当麻町2	56.7	49	6.4	2.98
	18.2 (32)	28	8.8	1.58
平均	46.2	42	8.4	2.40
	12.1 (26)	32	11.6	1.65

注) 1枚の水田で多発地点と少発地点から試料を採取、葉色はSPAD値、平均は旭川市を除く

表VII-6には葉しょう褐変病に対するケイカル施用の効果の事例を示した。それによると、ケイカルを施用することにより不稔歩合が低下し、葉しょう褐変病の発病も50~70%減少している。その効果は薬剤散布によるものより高く、安定している。その機作について詳細は不明であるが、イネのケイ酸吸収によってイネ体が強化され、病原細菌の感染が低下したものと推察される。しかし、ケイカルを施用してもイネがケイ酸を吸収しなければその効果は期待できないので、窒素施肥量を含めた総合的な肥培管理対策が必要であると考えられる。いずれにしても、本病にはイネの体質強化が最も現実的な対策であると考えられるが、その発病軽減の機作の解明と具体的な方策については今後の課題である。

3 褐変穂

本病の病原菌 *Alternaria alternata* および *Epicoccum purpurascens* は通常健全な植物を侵すことができず、衰弱または枯死した植物体に二次的に寄生する。すなわち、本病はイネの体質に発病が大きく左右される日和見病であり、イネが強風や低温で衰弱した場合に多発する。本病によって褐変したもみの玄米は茶米になることが多く、品質低下の一因となる。

平成5年は、特に本圃に対する感受性が高い出穂直後が異常低温に推移したため、全道的に本病が多発した。

(1) 発生状況

平成5年における褐変穂の発生状況を表VII-7に示した。特に石狩、後志、上川、留萌および桧山支庁管内で被害が多かった。

表VII-6 イネ葉しょう褐変病に対するケイカル施用の効果 (1993)

試験場所「供試品種」	試験処理	総穂数 (×100/m ²)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)	発病調査(指数)	
						発病基率(%)	発病度
岩見沢市「ゆきひかり」	対照	356	37.6	49.5	304	14.8	34.8
	ケイカル施用	333	27.3	61.6	334 (110)	2.6 (18)	9.0 (26)
岩見沢市「きらら397」	対照	328	56.3	34.8	222	11.8	15.5
	ケイカル施用	317	43.3	42.5	238 (107)	3.8 (32)	6.5 (42)
新十津川町「ゆきひかり」	対照	270	30.0	54.9	301		67.5
	ケイカル施用	386	23.5	53.5	413 (137)		35.0 (52)
深川市「ゆきひかり」	対照	328	33.7	39.4	406		15.8
	ケイカル施用	305	14.7	54.7	431 (106)		4.3 (27)

試験場所: 岩見沢市(中央農試稲作部)、新十津川町(空知西部地区農業改良普及所)、深川市(空知北部地区農業改良普及所、深川市農協)

ケイカル施用: 岩見沢市(160kg/10a)、新十津川町(100kg/10a 10年連用)、深川市(180kg/10a)

(2) 薬剤防除

褐変穂に対しては、イプロジオン剤（ロブラール水和剤）、ポリオキシシン剤（ポリオキシシンZ水和剤）イミノクタジン酢酸塩剤（ペフラン液剤）およびこれらの系統剤の混合剤が効果がある。しかし、昭和61年から平成5

年までの褐変穂に対する薬剤散布の試験成績を表VII-8に示したが、いずれの薬剤についても無散布に比べて発病は少ないものの、その防除効果は高いとはいえず20%程度である。また、着色粒（おもに茶米）率をみても、無散布とほとんど変わらない。

表VII-7 イネ褐変穂の発生状況 (1993)

支庁	作付面積 (ha)	発生面積		被害面積		発生程度別面積 (ha)				
		(ha)	率 (%)	(ha)	率 (%)	無	少	中	多	甚
石狩	14,067	7,907	(56.2)	2,317	(16.5)	6,160	5,590	2,220	97	0
空知	76,200	36,681	(48.1)	7,406	(9.7)	30,519	29,275	5,615	1,345	446
後志	6,337	3,557	(56.1)	1,533	(24.2)	2,780	2,024	1,096	427	10
胆振	6,829	5,774	(84.1)	605	(8.9)	1,085	5,139	605	0	0
日高	4,320	1,831	(42.4)	0	(0)	2,489	1,831	0	0	0
上川	42,000	33,997	(80.9)	16,459	(39.2)	8,003	17,538	11,431	5,028	0
留萌	6,161	4,234	(68.7)	2,131	(34.6)	1,927	2,103	2,088	43	0
網走	3,720	691	(18.6)	0	(0)	3,029	691	0	0	0
十勝	311	311	(100.0)	0	(0)	0	311	0	0	0
渡島	4,640	569	(12.3)	10	(0.2)	4,071	559	10	0	0
檜山	6,181	2,794	(45.2)	853	(13.8)	3,387	1,941	853	0	0
全道計	170,766	98,316	(57.6)	31,314	(18.3)	72,450	67,002	23,918	6,940	456
平 年	152,500	48,095	(31.7)	7,098	(4.6)	104,405	40,997	6,378	718	3

注) 平成5年度病害虫発生予察事業資料(北海道病害虫防除所)より

表VII-8 イネ褐変穂に対する薬剤散布の効果 (中央農試稲作部)

試験年次	「供試品種」	散布薬剤	散布月日 (月. 日)		出穂期 (月. 日)	調査月日 (月. 日)	発病度	着色粒率 (%)
昭和61年	「キタヒカリ」	無散布			8.16	9.17	58.0	
		ロブラール系	8.16	8.22	8.16	9.17	44.0(76)	
		ペフラン系	8.16	8.22	8.16	9.17	42.0(72)	
昭和62年	「たんねもち」	無散布			7.31	8.27	63.0	49.4
		ロブラール系	8.4	8.12	7.31	8.27	43.9(70)	45.4(92)
		ペフラン系	8.4	8.12	7.31	8.27	47.1(75)	45.4(92)
昭和63年	「キタヒカリ」	無散布			8.10	9.1	58.0	
		ポリオキシシン系	8.10	8.19	8.10	9.1	47.0(81)	
		ペフラン系	8.10	8.19	8.10	9.1	45.3(78)	
平成元年	「キタヒカリ」	無散布			8.9	9.11	78.5	
		ポリオキシシン系	8.9	8.16	8.9	9.11	68.2(87)	
		ペフラン系	8.9	8.16	8.9	9.11	64.2(82)	
平成2年	「ゆきひかり」	無散布			7.28	8.27	41.2	
		ポリオキシシン系	8.3	8.14	7.28	8.27	31.2(76)	
平成3年	「ゆきひかり」	無散布			7.30	8.29	61.0	48.0
		ポリオキシシン系	8.2	8.12	7.30	8.29	51.0(84)	56.6(120)
平成4年	「きらら397」	無散布			8.16	9.24	61.7	39.9
		ポリオキシシン系	8.19	8.26	8.16	9.24	51.0(83)	38.9(97)
平成5年	「ゆきひかり」	無散布			8.20	9.29	39.4	48.4
		ペフラン系	8.20	8.26	8.20	9.29	37.0(94)	47.4(98)

注) 委託試験成績(北海道植物防疫協会)より、()内は無散布に対する指数、着色粒率は紅変米、茶米、背黒米の合計

表Ⅶ-9 イネ褐変穂に対するケイカル施用の効果 (1993)

試験場所「供試品種」	試験処理	発病度	玄米調査 (>1.9mm、粒率%)					
			健全米	青米	着色粒			合計
					紅変米	茶米	背黒米	
岩見沢市 「ゆきひかり」	対照	39.4	16.3	35.3	0.4	38.9	9.1	48.4
	ケイカル施用	29.0(74)	32.5	30.3	0.3	27.5	9.4	37.2(77)
新十津川町「ゆきひかり」	対照	75.0	20.4	32.0	1.3	38.5	7.8	47.6
	ケイカル施用	38.8(52)	45.8	41.7	0.1	10.5	1.9	12.5(26)
深川市 「ゆきひかり」	対照	43.0	41.6	37.9	5.0	12.0	3.5	20.5
	ケイカル施用	30.8(72)	54.6	33.2	4.4	7.1	0.7	12.2(60)

試験場所：岩見沢市（中央農試稲作部）、新十津川町（空知西部地区農業改良普及所）、
深川市（空知北部地区農業改良普及所、深川市農協）

ケイカル施用：岩見沢市（160kg/10a）、新十津川町（100kg/10a 10年連用）、深川市（180kg/10a）

(2) ケイカル施用

褐変穂に対する薬剤防除の効果が低いのは、本病の病原菌が腐生的にイネに寄生しており、発病はむしろイネの体質による影響の方が大きいためであると推察される。したがって、前項の葉しょう褐変病と同様にイネの体質強化が本病対策には重要であると考えられる。表Ⅶ-9には褐変穂に対するケイカル施用の効果を示したが、ケイカルを施用することにより褐変穂の発病が30～50%減少し、着色粒も減少している。本病による被害は茶米発生による品質低下が重要であるが、茶米の発生と栽培環境との関係については不明な点が多く、今後の検討課題である。

4 その他

平成5年のような低温年にはイネの生育が大幅に遅れ、病害虫の発生時期もそれに伴って後半にずれ込む。そのため、薬剤散布を暦日によるスケジュール散布で行うと防除適期を逃してしまうことになる。

平成5年の中央農試予察定点におけるイネドロオイムシの初発は平年より4半旬も遅かったが、平年であれば発生量が減少する7月中旬以降になっても幼虫が認められている。したがって、本種に対して薬剤防除が必要であれば、発生にあわせて平年より遅い時期に防除しなければ、後半の発生を抑えることはできない。

また、アカヒゲホソミドリメクラガメは、出穂以降に水田内に侵入し、登熟中の穂に加害して斑点米による被害をもたらすため、イネが出穂してから防除を行う必要がある。しかし、平成5年の場合には暦日で薬剤散布を行えば、イネの生育が大幅に遅れたため、出穂以前に防除することになり、全く無意味な薬剤散布になってしまう。

平成5年のいもち病の発生も大幅に遅れたが、これはイネの生育が遅れたことと低温による発病抑制が原因である。しかし、夏期が低温に推移しても生育後半になって高温に遭遇した場合には、平成4年のように発病が後期になってまん延することもありうる。本年の場合は葉いもちの発生が認められない7月中の防除は不要であり、後半の穂いもちまん延の対策のために出穂期にあたる8月中旬から下旬（空知中南部）にかけて薬剤散布を行うのが適当である。しかし、実際には暦日に基づく薬剤散布を行い、平年どおり7月下旬から防除を始めてしまう事例も見受けられたが、これは全く非効率的な防除と言わざるを得ない。

冷害年では、イネのステージと病害虫の発生時期に合わせた防除が重要となる。特に有人ヘリによる航空防除では、イネの生育に応じた適期散布を行うのは困難であるのが現状なので、再考を要する。

（竹内 徹）

VIII 収穫作業機と問題と対策

1 目的

稈長が短く、遅れ穂の多い稲に対して、穂の部分を脱穀する自脱コンバインは穂がこぎ歯に達せず、未損失が増加すること、不稔率が高いため、わら量が多くなり選別機能が低下し、選別損失が増加することが危惧されることから、収穫損失について検討する。

2 供試作物の特徴

一般的な材料として「きらら397」を対象とする他、場所によっては極度な短稈も考えられることから、稈長が特に短い「きたいぶき」をとり上げ、自脱コンバインの適応性を検討した。

I圃場の平均稈長は54cmであり、稈長分布は56cmをピークに48~60cmの範囲に収まっている。稈長42cmが5%あるが、これは生育不良とみなされる(表VII-1、図VII-1)。

一方、II圃場の平均稈長は46cmで、稈長分布にピークはなく、40~50cmの範囲にあり、I圃場と比べて短い方へ分布ずれており、明らかにII圃場の稈長が短いことを示している(図VII-2)。

このようなII圃場の短稈の穂部がコンバインの脱穀部に掛かるかが問題となる。現行の自脱コンバインは短稈に適応できる機構をとっており、フィードチェーンを根元に最も近づけた時に扱歯が作用する稈の長さは30cm前後である。つまり刈取られた稈長が30cmあれば不十分ではあるが、扱歯にかかる可能性があることになる。

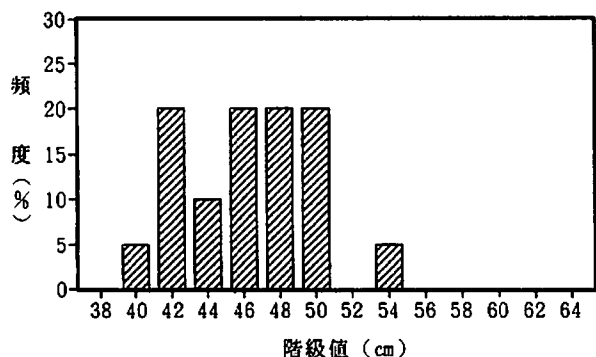
以上の脱穀機能から、刈取高さ5cm、フィードチェーン搬送部30cmを加えると35cmとなり、II圃場の稈長40cmでも自脱コンバインの利用は可能となる。ただし、斜めに供給される場合には、扱歯にかかわらないことも考えられる。

コンバイン利用に稈長の長・短は目安にはなるが、更に草丈によって地上高さ毎に穂数分布を調べると、脱穀性能との関わりが分る。

表VII-1 作物条件 (1993)

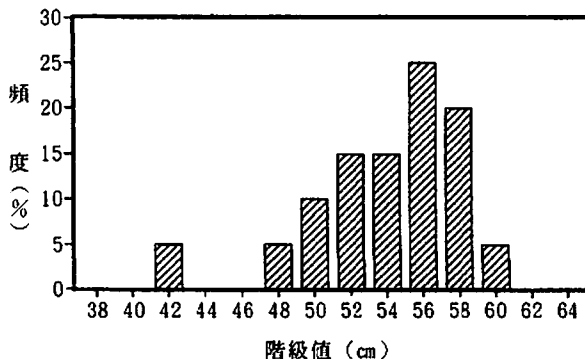
圃場	品種名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	一穂粒数 (粒)	稈実歩合 (%)	畦間 (cm)	株間 (cm)	水分 (%)		収量 (kg/10a)
									籾	茎	
I	きらら397	53.5	12.3	20	38	42.0	32.7	12.1	30.3	65.2	206 169 (15%換算)
II	きたいぶき	45.8	13.2	21	50	59.2	33.3	12.1	28.6	64.4	308 259 (15%換算)

注) 稲作部は場



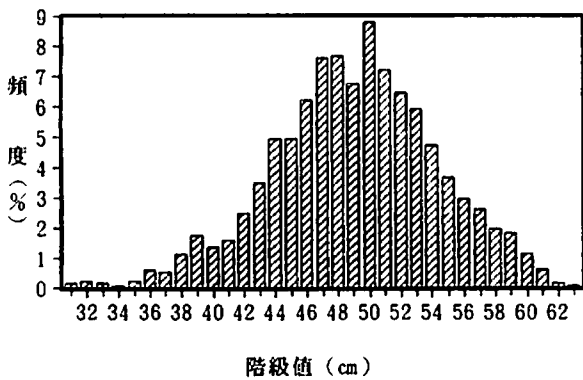
図VII-1 稈長分布 (Na I 圃場)

注) 表VII-1参照。

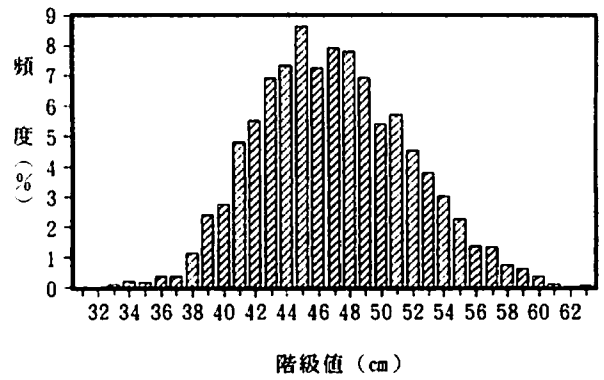


図VII-2 稈長分布 (II 圃場)

注) 表VII-1参照。



図VII-3 草丈別稔実穂数分布 (I圃場)



図VII-4 草丈別稔実穂数分布 (II圃場)

I圃場は地上高(草丈)50cm前後をピークに35~61cmの範囲に分布している(図VII-3)。II圃場は45cm前後をピークに34~60cmの範囲に分布し、ピークにずれはあるが、穂の分布範囲は同程度となっている(図VII-4)。

この分布において地上高の低いところをみる限りでは、脱穀されない穂割合に差はない。仮りに40cmまで扱歯が作用したとすれば、40cm未満の割合はI圃場で6.2%、II圃場では7.5%となり、差はない。しかし、40cmを越えるとII圃場では著しく短くなり、稈長43cm未満がI圃場の13.8%に対してII圃場では24.7%と増加する。これが未脱を多くする原因であると推察される。

4 収穫損失

供試自脱コンバインは現在流通し、広く利用されている4社の製品をとりあげ、参考までに汎用コンバインを1機種供試し、自脱コンバインの性能の位置付けを検討している(表VII-2)。

(1) I圃場

1) 刈取部損失は0.1~0.2%といずれの機種も少なく、平年並みの割合を示している。汎用コンバインは穂部にリールが作用することから、0.5%と自脱に比べて少し多い。

2) 未脱損失は0.3~0.7%の範囲にあって、平年の性能

表VII-2 収穫損失(農業機械部 1993)

損失項目	圃 場		I			II	
	機 種	A	B	C	D	A	
刈取条数		5	5	4	4	5	
刈取部損失 (%)		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	
排わら口損失							
未 脱 (%)		0.4	0.5	0.7	0.3	1.6	
ささり (%)		0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
選別口損失 (%)		1.5	0.6	0.7	0.7	0.2	
総損失 (%)		2.1	1.3	1.7	1.2	2.1	
(備考)							
穀粒口整粒割合 (%)		96.4	84.9	84.8	83.1	76.0	82.9
ファンの調節		強	標準	標準	標準	標準	標準
刈取高さ (cm)		5.0	5.1	3.4	4.5	11.9	5.5

注) 未脱: 脱穀不完全で穂についている粒
 ささり: 脱粒したが、排わらと一緒に排出された粒
 選別口損失: わらくず等と一緒に機外に排出された粒
 I、II: 表VII-1参照

の値に比べて多い。これは稈が短くなることにより、フィードチェーン部で稲の整列に乱れがあると斜め供給となり、扱歯に十分にかからない蓋然性が高まることに原因していると推察される。

3) ささり損失は穂脱穀であることから0~0.1%とほとんどない。一方、汎用型コンバインは稈も含めてすべて脱穀されるので、わらの中の穂が完全に選別しきれず、0.3%生じている。

4) 選別口損失はファンの調節を強めるとA機のように1.5%となるが、標準風量であれば0.6~0.7%と1/2以下の値を示している。殻粒口整粒割合はファンを強めたA機が96.4%と高く、他機は83.1~84.1%と若干低い。冷害年では品質が低下することから選別精度を高めることも必要であるが、収量の少ないことを考慮すれば、選別は少し低下しても圃場損失を少なくすることが必要である。

5) 以上の各部損失を合計した総損失は、A機を除くと1.2~1.7%であり、過去5年間に性能試験を実施した自脱コンバインの総損失が0.8~1.0%であることと比較すると若干多いようである。これは平年より稈長が短く、未脱損失が機種によっては高く生じたことと、不稈粒が多く、選別程度が低下し、選別口損失が0.6~0.7%生じたことである。整粒割合も平年に比べて83~85%と低い。

(2) II 圃場

極度に稈長の短い穂について調査した。

- 1) 頭部損失は0.3%であり、I圃場と差はない。
- 2) 未脱損失は短穂であるため、1.6%とI圃場に比べて多い。これは自脱型の脱穀機構から、穂部がこぎ歯にかからなかったと推察される。稈長分布で40cmが5%あり、稈の斜め供給の蓋然性があることから、短穂が未脱の主因であると判断される。
- 3) ささり損失はないが、これはI圃場と同様で、穂扱ぎをする脱穀方式に起因している。
- 4) 選別口損失は0.2%とI圃場に比べて少ない。不稈粒が若干少ないこともあり、ファンなどの調整が作物条件に合致したものと推察される。
- 5) 以上の損失を合計した総損失は2.1%とI圃場に比べて多く、選別口損失が少ないにもかかわらず、未脱損失の多発が損失の増加をもたらしている。

4 小 括

- (1) 平均稈長が54cm程度であれば、一般に利用されている機種は機能上支障はなく、平年に近い性能を維持する

ことができる。

(2) 平均稈長が46cm程度と極度な短穂穂に対しては未脱損失が増加し、平年に比べて1%程度多くなる。

(3) 不稈粒を除去するため選別ファンを強めることは損失増加をまねくので、注意を要する。

(竹中秀行)

IX 種子生産への影響

1 植物遺伝資源センターの 原原種生産実績

原原種生産における平成5年(1993)の生育経過は作況および奨励試験とはほぼ同様であり、移植時の苗質はほぼ平年並み、活着は良好であったがその後の低温により生育は遅延し出穂期は大幅に遅れ、成熟期は10月上～中旬となった。

各品種とも千粒重の減少、稔実率の著しい低下により「きたいぶき」を除き基準単収(100kg/10a)に達せず、7品種合計の原原種生産量は411kg、生産計画量の53%であった(表IX-1)。自然交雑の可能性がある圃場周縁部は収穫対象とせず、脱穀調製時には充実種子を得るため比重選別機による選別を実施するなど、原原種

表IX-1 平成5年度水稻原原種生産実績
(植物遺伝資源センター)

種別	品種名	面積 (a)	生産量 (kg)	貯蔵庫 (kg)	配布量 (kg)
うるち					
	しまひかり	5	14	127	0
	ゆきひかり	20	70	168	87
	きらら397	20	66	180	87
	空育139号	15	96	96	27
	きたいぶき	8	90	90	0
	空育125号	0	-	178	9
	ともひかり	0	-	55	0
	キタアケ	0	-	90	0
	上育393号	0	-	274	3+135*
	上育394号	0	-	138	0
	ハヤカゼ	0	-	203	24*
	巴まさり	0	-	144	57*
	ほのか224	0	-	196	6
	彩	0	-	145	15*
	はやまさり	0	-	96	0
もち					
	はくちょうもち	5	29	80	18
	たんねもち	5	46	90	6
	おんねもち	0	-	163	0
	工藤糯	0	-	119	42*
	合計	78	411	2,632	315

注1) 貯蔵量は平成6年1月現在。

注2) 配布量は平成6年度原種圃への配付予定量。
ただし、*印は採種圃への直接配付見込量。

生産としての種子の取扱いは例年同様に行った。

以上、平成5年(1993)の生産量は計画を大きく下回ったが、このような冷害などの災害に備えるため当センターでは原原種を備蓄貯蔵しており、各品種の貯蔵量(表IX-1)からみて次年度原種圃への配布量は十分確保されている。

なお、異型個体の抜取り率は「ゆきひかり」(1.95%)、「空育139号」(1.64%)で例年より高く、「きらら397」(0.43%)、「上育413号」(0.42%)などは例年並であった。

2 採種圃の種子生産状況

水稻採種生産は道内6団地で実施している。冷害の被害状況の地域間差異を反映して、各団地の単収は大きく異なった(表IX-2)。すなわち、大野(渡島)は収穫皆無、当別(石狩)、栗沢(空知南部)、中富良野(上川)は基準単収(うるち4.60、もち4.50t/ha)の1/3以下、被害の比較的小さいのは空知中、北部の滝川、秩父別のみであった。6団地合計の生産見込み量は約1,780t、当初計画の44%であり、約2,300tの減であった。

平成6年度用種子需要数量は平成5年春にまとめた需要契約数量約4,000tに、冷害による種子確保のための追加需要約1,000tなどを加えた約5,000tと見込まれ、不足分の約3,200tは緊急に一般圃場からの準種子として確保された(表IX-3)。

表IX-2 平成5年度採種圃地別水稻種子生産量
(見込数量)

採種圃地	面積 (ha)	生産量 (t)	単収 (t/ha)	品種数	生産農家 戸数
大野	66.3	0	0	4	19
当別	83.3	124.86	1.50	3	21
栗沢	258.5	381.10	1.47	4	36
滝川	182.4	650.44	3.57	4	30
秩父別	108.3	370.62	3.42	4	13
中富良野	180.7	255.92	1.42	5	41
合計 または 平均	879.5	1,782.94	2.03	11*	160

注) 北海道農政課農産流通課資料(平成5年12月12日現在)より作成、*印は総品種数。

なお、各団地に設置されている原種圃の生産量も当初計画を大きく下回っており、平成6年採種圃用の不足分は5年採種圃産の再生産および設置面積の少ない品種については原原種を採種圃へ直接配布するなどの対応となろう。

3 冷害年産種子の発芽力

平成5年産原原種種子の発芽試験を同年12月および翌年1月に実施した(表IX-4)。調製を十分にを行い精選程度を高めれば発芽率に問題はなく、休眠覚醒が進むと

表IX-3 平成5年度水稻種子需給見込数量

種別	品種名	採種圃産		単種子数量 (t)	合計 (t)	平成6年度用 種子需要数量 (t)	過不足数量 (t)
		面積 (ha)	生産量 (t)				
うるち							
	ゆきひかり	302.7	628.22	1,505.32	2,133.54	2,115.78	17.76
	きらら397	378.8	731.86	1,508.44	2,240.30	2,161.98	78.32
	空育139号	50.1	103.70	40.60	144.30	128.32	15.98
	きたいぶき	0	0	2.00	2.00	2.00	0
	空育125号	52.7	171.54	64.20	235.74	232.54	3.20
	巴まさり	1.9	0	0	0	0	0
	上育393号	4.0	8.76	16.02	24.78	24.78	0
	ほのか224	9.5	0	18.66	18.66	18.66	0
	彩	0.5	1.48	0.86	2.34	2.02	0.32
	計	800.2	1,645.56	3,156.10	4,801.66	4,688.08	115.58
もち							
	はくちょうもち	56.4	104.68	294.56	399.24	297.20	102.04
	たんねもち	21.5	32.70	57.28	89.98	82.74	7.24
	工藤稻	1.4	0	0	0	0	0
	計	79.3	137.38	351.84	489.22	379.94	109.28
	合計	879.5	1,782.94	3,507.94	5,290.88	5,068.02	224.86

注1) 北海道農政部産産流通課資料(平成5年12月12日現在)より作成。
 2) 採種圃設置当初計画は面積890.3ha、生産量4,086.92t(平成5年度北海道種子協議会資料、平成5年3月19日)。
 3) 平成6年度用種子需要数量は平成5年春の契約数量、秋の追加数量及び転作緩和分(3,510ha)の合計。

表IX-4 平成5年産原原種種子の発芽力(植物遺伝資源センター)

品種名	発芽勢(%) (4日目)			発芽率(%) (10日目)			平均発芽日数 (日)		
	12月	1月		12月	1月		12月	1月	
		4℃	20℃		4℃	20℃		4℃	20℃
ゆきひかり	65	80	85	99	97	97	4.35	4.13	4.01
きらら397	43	61	58	92	90	90	4.70	4.40	4.39
空育139号	58	69	79	99	99	99	4.39	4.30	4.20
きたいぶき	74	81	71	97	94	89	4.34	4.21	4.16
はくちょうもち	77	80	82	96	97	97	4.06	4.03	4.03
たんねもち	53	88	93	97	97	98	4.67	3.89	3.60
しまひかり	-	32	-	-	91	-	-	4.82	-
平均	62	77	78	97	96	95	4.42	4.16	4.07

注1) 12月: 置床日平成5年12月3日(うるち)および10日(もち)、1月: 置床日平成6年1月4日。12月の試験後、低温(4℃)および休眠覚醒を早めるため室温(20℃)で貯蔵した種子を供試した。発芽試験方法は植物遺伝資源センターの常法(25℃、24時間照明、2反復)による。ただし、12月は反復なし。
 2) 比重選別機による調製(11月29日~12月3日)後の種子を供試。「しまひかり」は比重選可能収量に達せず、とうみ選のみ実施。
 3) 平均は「しまひかり」を除く。

ともに発芽勢は高まり、平均発芽日数は短縮する傾向にあり、種子として翌春の使用に実用上支障はないことを示した。ただし、生育が大きく遅延し、不稔が多発した「きらら397」および「しまひかり」は発芽勢、発芽率ともに低く、登熟不良による種子の充実度不足によるものと思われる。これらの品種の発芽力については休眠覚醒のさらに進む春期まで調査を継続する予定である。

当センターで実施した既往の成績では冷害による不稔多発条件下で生産された種子粳は発芽力が弱く、貯蔵中の発芽力の低下も早い傾向があるとの結果を得ている（「水稲種粳の生産条件と貯蔵に関する試験」、昭和58年度成績会議；完了成績）。

平成6年の一般栽培では採種圃産に加えて準種子が大量に使用されるので、冷害年産種子を使用する場合の技術対策として以下の点が考えられる。

- ①塩水選を必ず実施して充実粳の確保に努め、種子消毒を励行する。
- ②浸漬日数をやや長めにして十分に吸水させ、ハト胸催芽粳率を高めるように努める。

（白井和栄、柳田大介）

X 農家経済への影響

未曾有の大冷害の影響を分析する基本的視点には、二つの視点がある。一つは、冷害を食糧問題として捉える視点と、二つは産業問題として捉える視点である。前者の食糧問題視点では、外国産米の緊急輸入というコメ輸入の既成事実化をとおして、ガット・ウルグァイ・ラウンドにおけるコメ部分自由化合意の露払い的役割を演じたと評価できよう。

しかし、本論文の意図は、後者の視点である産業問題として捉えてその影響を分析することにある。すなわち平成5年の冷害が稲作農業の再生産にどのような影響を与えたかについて検討したい。

1 調査対象の性格と分析の限定

冷害の経済的影響に関するデータが全般的に出揃っていないので、ここでは1町村の農家経済データを急遽整備することができた南空知広域市町村圏に属するN町農協管内の農家事例を対象として分析することにした。

調査対象のN町は、作況指数は僅かに24であり、作況指数が47の空知支庁管内にあっても、極めて深刻なダメージを受けた町村である。しかも、気象条件としても、偏東風の影響を受け易い南空知稲作地帯を代表する町村でもある。

N町の総経営耕地面積に占める水田の割合は97.1%、1戸平均耕地面積が9.4haで、管内を代表する大規模水田地帯に位置する。ここでの分析結果は、南空知広域市町村圏に適用できる。

分析に採用するデータは、N町農協組合員農家の昭和63年度～平成5年度（6年間）までのクミカン集計に依拠した。したがって、クミカン以外の取引については言及できないが、稲作農家の経営経済に関するおおよその傾向は、把握できる。

なお、冷害を産業視点でみる場合、農協を始めとして食品工業など、アグリビジネスや農村地域経済への影響は大きかったとみられるが、分析データが整備できなかったため、本分析には間に合わなかった。他日を期したい。

2 組勘実績の推移

最初に、表X-1より、組合員勘定実績を指数化し、

表X-1 南空知広域市町村圏のN町農協における組合員勘定実績の伸び率

勘定項目	区分 伸び率					
	昭63	平元	平2	平3	平4	平5
○収入						
米	100	102	107	95	98	41
小麦	100	104	70	58	60	29
豆類	100	82	83	114	131	240
てん菜	100	96	98	120	93	55
そ菜	100	87	146	225	163	323
その他農産物	100	8	1	173	146	6
畜産物	100	102	109	92	102	106
転作補助金	100	79	82	82	68	46
資金受け入れ	100	83	82	73	56	53
その他収入	100	131	141	161	173	547
収入計	100	99	101	98	95	100
○経営費						
労賃	100	106	99	142	174	215
肥料	100	89	99	106	115	110
生産資材	100	109	114	119	142	129
農業衛生費	100	110	114	118	117	112
種苗費	100	103	117	103	120	119
農業光熱費	100	118	142	158	177	136
賃料金	100	96	80	82	92	71
生産組合費	100	98	119	106	109	116
公租公課	100	97	101	94	94	88
土地改良費	100	105	79	76	85	91
その他経営費	100	109	120	120	131	132
利息	100	92	86	81	78	55
経営費計	100	99	100	97	102	95
○その他の支出						
家計費	100	93	90	92	89	88
元金	100	99	99	97	95	75
共催掛金	100	102	103	105	107	110
資金造成	100	103	115	104	105	86
その他支出	100	76	70	61	70	115
その他の支出計	100	98	99	98	97	89
○支出総計	100	99	100	98	99	92
○差引余剰額	100	126	152	114	▲43	377

資料：南空知広域市町村圏N町農協調べ
注）平成5年度データは、平成6年1月31日現在

昭和63年度を100としてその推移をみると、収入計で見ると、最近6ヶ年の中では上位にある。その理由は、確かに米の収入は減収しているが、豆類、そ菜、そして何よりも大きいのは、米の共済金を中心としたその他の収入が著しく大きくなっている。

これに対して経営費の方では、冷害のため賃料金が少なくなると共に、公租公課、土地改良費、利息が冷害対策により軽減されたため、全体として著しく軽減されている。さらに、元金償還及び資金造成面の対策が実施された結果、平成5年度は差引余剰額において最近6年間では最も大きく、経済的にはますますの年になっている(表X-1)。

表X-2に、それらの結果を裏付ける実績値を提示すると、やはり同様な傾向が認められる。特に注目されるのは、米の出荷量の激減と比較すると、米販売収入は確かに減少しているが、出荷量減少に対応する程落ちていないことである。米1俵当たりの価格は、平成4年で16.5千円であったものが、平成5年では25.2千円にも達している。これは、政府が政府米を自主流通米価格で買

上げた外に、出荷数量に加算されない屑米の販売代金が加算された結果と推定される。そして、その屑米価格が相当高かったと推定される。この表でもう一つ注目すべきことは、負債整理貸付金対象農家数であり、平成5年度はその戸数が27戸で最近6年間では最も低くなっている(表X-2)。

これまでの検討結果からは、平成5年度における稲作農家の経営収支は悪化していないことが明らかになった。

その原因をさらに分解して検討するため、平成4年度対比で平成5年度のクミカン収支表を作成して、表X-3に掲げた。

まず平成5年度のコメの収入は、減反緩和で増加したにも拘らず冷害の影響を受けて大幅に減収しているものの、屑米の価格が高騰したため、全体としては出荷量程の落ち込みになっていない。さらに、そ菜・花きはよく健闘しつつも、農業収支の差引では約2億円の赤字になっている。これに家計費関係を加算すると、約24億円の大赤字になる。しかし、共済金などのその他収入が加わると、赤字を解消するばかりか、約7億8千万円の余

表X-2 南空知広域市町村圏のN町農協における組合員勘定実績

勘定項目	昭和63年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年
○組合員農家戸数	628戸	626戸	592戸	584戸	572戸	555戸
○農家1戸当たり						
①収入計	11,157千円	11,115千円	11,957千円	11,756千円	11,640千円	12,666千円
②うち米	5,672千円	5,793千円	6,456千円	5,795千円	6,072千円	2,648千円
③経営費計	5,749千円	5,733千円	6,087千円	6,024千円	6,410千円	6,169千円
④その他支出計	5,078千円	4,967千円	5,340千円	5,327千円	5,338千円	5,091千円
⑤支出総計	10,827千円	10,700千円	11,427千円	11,351千円	11,798千円	11,260千円
⑥差引余剰額	330千円	415千円	529千円	405千円	▲157千円	1,406千円
⑦約定償還元利金	2,185千円	2,104千円	2,177千円	2,123千円	2,124千円	1,552千円
⑧うち圃場整備償還	630千円	704千円	536千円	523千円	443千円	453千円
⑨経営費率	51.5%	51.6%	50.9%	51.2%	55.1%	48.7%
⑩所得額	5,047千円	5,383千円	5,870千円	5,732千円	5,229千円	6,497千円
⑪所得率	48.5%	48.4%	49.1%	48.8%	44.9%	51.3%
⑫転作率	44.3%	44.4%	46.0%	46.3%	39.7%	30.4%
⑬負債整理資金貸付	2,221千円	2,267千円	2,258千円	2,462千円	3,309千円	2,742千円
⑭同上資金貸付農家	81戸	74戸	43戸	71戸	136戸	27戸
⑮米10a当たり単収	480kg	453kg	530kg	427kg	334kg	115kg
⑯米出荷数	403俵	372俵	416俵	349俵	367俵	105俵
⑰米共済金	77千円	26千円	70千円	123千円	438千円	4,920千円
⑱麦作共済金	-	-	-	-	99千円	35千円
⑲農外収入(推定)	2,229千円	2,556千円	2,917千円	3,289千円	3,317千円	3,344千円
⑳米1俵当販売価格	14.1千円	15.6千円	15.5千円	16.6千円	16.5千円	25.2千円

資料：南空知広域市町村圏N町農協調べ

注)平成5年度データは、平成6年1月31日現在

剰が生じている(表X-3)。

これらの余剰は共済制度の効果ばかりでなく、冷害対策効果やコメも含めて農産物の冷害による品薄のために生じた価格補償効果も含まれている。

ここで冷害対策の効果を特定するためN町で実施した各種冷害対策を検討する。

〈各種冷災害対策の実施状況〉

○制度資金償還据置	308,376 千円
(土地取得)	109,767)
(総合整備)	139,979)
(近代化)	58,630)

○制度資金利息猶予	124,115
(土地取得)	53,205)
(総合整備)	70,910)
○圃場整備未払い措置	166,564
○固定資産税延滞	8,339
合計	607,394

つまり、約7億8千万円の余剰のうち、約6億7百万円が冷害対策の効果といえることができる。

そうであれば、780,113千円-607,394千円=172,719千円が、屑米、そ菜・花き、そして豆類の冷害による価格高騰に起因する余剰と特定できそうである。共済制度

表X-3 平成4年度対比の平成5年度組合員勘定収支表

	平成4年度(566戸)		平成5年度(555戸)		前年対比		
	総額(千円)	戸当り(千円)	総額(千円)	戸当り(千円)	総額(千円)	戸当り(千円)	
農業収入	米	3,473,337	6,137	1,469,889	2,648	42	43
	小麦	523,391	925	251,976	454	48	49
	雑穀、てん菜	198,064	350	283,950	512	143	146
	そ菜、花き	387,900	685	766,025	1,380	197	201
	畜産他	19,327	34	20,354	37	105	107
	転作補助金	635,609	1,123	428,492	772	67	69
	計(1)	5,237,628	9,254	3,220,686	5,803	61	63
支出	肥料	507,869	897	489,515	882	96	98
	生産資材	229,012	405	208,133	375	91	93
	農業衛生費	284,199	467	253,232	456	96	98
	ほ場整備費	280,096	495	271,159	489	97	99
	借入金利息	433,150	765	304,696	549	70	72
	公租公課	902,362	1,594	845,579	1,524	94	96
	その他	1,049,372	1,854	1,051,935	1,895	100	102
計(2)	3,666,060	6,477	3,424,249	6,170	93	95	
農業収支差引(3)=(1)-(2)	1,571,568	2,777	▲203,563	▲367			
農業所得率	30.0%	30.0%	▲6.3%	▲6.3			
家計費他	約定元金	761,847	1,346	563,082	1,015	74	75
	共済保険掛金	607,870	1,074	626,267	1,028	103	105
	生活費等	1008,145	1,781	1,022,925	1,843	101	103
	計(4)	2,377,862	4,201	2,212,274	3,986	93	95
支出総計(2)+(4)	6,043,922	10,678	5,636,523	10,156	93	95	
経常収支差引(5)=(3)+(4)	▲806,294	▲1,425	▲2,415,837	▲4,353	300	306	
その他収入	水稲共済金	250,554	443	2,713,811	4,890	1,083	1,105
	小麦共済金	56,359	100	90,053	162	160	163
	畑作共済金	16,282	29	10,278	19	63	64
	その他	393,356	695	381,808	688	97	99
計(6)	716,551	1,266	3,195,950	5,758	446	455	
最終収支残(5)+(6)	▲89,743	▲159	780,113	1,406			

資料：南空知広城市町村圏N町農協調べ

注)平成5年度データは、平成6年1月31日現在

が効力を発揮したことと、冷害対策が効果的に実施された典型とみることができる。

以上、ここでは、N町農協の組合員農家の集計データにより、平成5年度冷害が農家経済に与えた影響を分析した。

その結果は、確かにコメは著しく減収したが、共済制度をはじめとする適切な冷災害対策と、屑米・そ菜・花き・豆類は冷害による市場への供給不足から価格補償効果が働いたため、最近6年間の中では農家の経営は経済的にみてもまずまずであることが明らかになった。この他に、救農土木事業も実施されたので、農家の再生産構造は平成5年度冷害に関する限り、ゆるがなかったと判断される。

今回の分析では、冷害影響の農家階層間隔差の分析はできなかったため、この問題は残された問題である。

また、今回の分析から言えることは、コメ不足を背景にした屑米の高騰があったとすれば、作況指数が高かったところほど損害の影響が少なかったと結論できる。

(長尾正克)

Ⅹ 今後の対策と技術開発の方向

1 今後の技術対策

平成5年の冷害の反省に立ち、次の対策を徹底する必要がある。

(1) 水田畦畔、用水路の整備による深水灌漑の徹底

平成5年の冷害被害の実態から、深水灌漑ができなかった理由の第一として畦畔の高さが指摘されている。

基盤整備がなされていない水田は当然として、整備済みであっても相当年数が経過している水田では畦が崩れていたり、畦畔からの漏水が著しく、深水が不可能となった事例が多かった。畦塗り機やその他の機械を活用して

- 1) 20cmの深水が可能となるよう畦畔の高畦化を図る。
- 2) 畦畔の鎮圧を徹底し、畦畔上部からの漏水を防止する。

また、水管理に当たっては用水路の点検を徹底するとともに、灌漑普通期の節水と冷害危険期での取水量拡大、末端水路を利用する水田では、徐々に水深を高めていく等工夫して深水灌漑を励行する。

- 3) 幼穂形成期を確認し、前歴期間中は10cmの水深を保つ。

- 4) 冷害危険期には18~20cmの深水を徹底するが終了する場合は葉耳間長により判定する。

(2) 水温上昇対策を徹底する。

- 1) 早朝または夜間灌漑を励行する。
- 2) 止め水管理を励行する。
- 3) 地域や土地条件により温水ため池、迂回水路等を設ける。

(3) 品種の選定と作付け配合

「水稻優良品種地帯別作付け基準」にもとづき、危険分散、作業分散のできる品種構成とする。特に、一品種に偏重することを避け、安定生産と品質の向上をはかることが重要である。

(4) 適正施肥量の遵守

多肥栽培は、低温等の気象変動や病害虫等に対する抵抗力を低下させる。また、登熟性の低下を招き良質、良食味米の安定生産を阻害する大きな要因となっているの

で、地域における施肥基準を遵守し、冷災害の防止に努める。

施肥法は、気象変動に対応できる分施を前提とし、基肥は全層と側条又は表層施肥を組合せ初期生育の促進を図る。

(5) 強風地帯での防風林の植栽と防風網の整備を図る。

防風効果は各地で実証された。今後とも防風林の植栽拡大と防風網の整備を推進していく必要がある。

(6) 土づくりの徹底

融雪促進及び融雪期の水田表面排水（溝切り）、心土破碎等による透水性の改善と堆肥の施用による地力向上を徹底する必要がある。

(7) 健苗育成と成苗の活用

育苗に当たっては、「機械移植栽培基準」にそって、苗素質の確保に努める。また、生育が遅延しやすい地域では成苗への転換を図り、安全性の高い稲作を推進する。また、移植に当たっては、移植適期、栽植密度を守り疎植に伴う生育遅延と品質低下を防ぐ。

(8) 病害虫防除の徹底

予察情報を活用しながら、地域における予察体制を確立し発生状況に応じた防除を励行する。特に、葉鞘褐変病や褐変穂の発生を予防するため、土壌改良資材の施用に努めることが望ましい。

(9) 復元田対策の徹底

復元田においても、一般水田並みの収量、品質を確保するため、「復元田における稲作基本技術」にもとづきすすめる。特に、施肥基準は一般土壌では2年目まで、泥炭土壌では3年目まで及ぶので再度点検する必要がある。

(10) 種子初の子供

冷害年に収穫された種子の発芽は平常年よりやや劣るとされている。種子の予浸を十分に行い発芽率の確保に努める。

(中西敏雄)

2 今後の研究・技術開発の方向

平成5年の冷害凶作により米の緊急輸入が行われている。新年度からは農業合意に基づくミニマムアクセスにより条件つきで外国産米の輸入が始まり、7年後に再協議される。このような状況をふまえ、ミニマムアクセス終了後も生き残れる稲作技術の準備を含めて、今後の研究と技術開発の方向を整理した。

(1) 品種育成とその目標

品種数が少ない現状にあって、育種目標の中心に各熟期についての耐冷性強化と食味向上の設定を再確認し、そのための交配材料の集収強化と選定、育種の強化を図る。さらに、野生稲や他の植物の耐冷性関連遺伝子の導入なども今後の課題とする。

(2) 耐冷性の選抜強化

穂ばらみ期耐冷性のランクと開花期耐冷性のランクが一致しないため、穂ばらみ期に加えて、開花期耐冷性と長期低温耐冷性の検定法の確立と選抜の強化を図る。また、耐冷性の遺伝子解析並びにその遺伝性と生理的メカニズムとの関係解明を促進する。

(3) 環境改善の基盤整備

深水管理、防風対策以外の冷害軽減のための新技術の開発並びに、水田環境（水温、地温、気温）の改善のための総合的な基盤整備方式を確立する。

(4) 生育診断と情報システム

リモートセンシング並びに生育診断による不稔発生予測技術を確立し、これに基づいて、短期の低温情報に直ちに対応できる緊急対策を確立する。また、その対策を即時、広域に伝達する情報伝達システムの一層の改善を図る。

(5) 耐冷性の栄養生理特性

長期冷害気象が水稻の生育・栄養生理に及ぼす影響の解明を強化する。稲体の無機成分、C/N比を主とした栄養生理面における冷害耐性の解明を促進し、栄養生理的な冷害軽減技術を開発する。また、ケミカルコントロール、バイオテクノロジーによる、低温下での開花・受精促進技術の研究開発を再開する。

(6) 病害虫予察と防除システム

気象の年次変動に伴う病害虫発生の予察精度の向上と、

これに応じた葉鞘褐変病、穂褐変、いもち病、ドロオイムシ、カメムシ類等の適正なワンマン防除システムを確立する。

(7) 新技術の耐冷性評価

直播栽培、不耕起栽培、密植栽培等の機械化栽培体系の耐冷性について適正な評価を行い、それぞれについての耐冷性強化対策を確立するとともに、これらの新技術体系の収量、収益性の気象変動に伴う年次変動を含めた経営、経済的な総合評価法を確立する。

（竹川昌和）

付

平成5年北海道における農作物異常気象災害に関する緊急調査報告書

畑作編

目次

要約

I 気象の概況

1. 平成5年の気象経過の概要と特徴
2. 過去の冷害年との比較

II 畑作物の被害解析

1. 小麦
2. 大豆
3. 小豆
4. 菜豆
5. てん菜
6. ばれいしょ
7. とうもろこし
8. たまねぎ
9. ながいも

III 土壌及び肥培管理からみた冷湿害

1. 有機物施用と冷害
2. 連・輪作と冷害
3. 土壌肥沃度と冷害
4. 湿害(十勝管内におけるてん菜湿害と土壌の関係)
5. 十勝管内における平成5年度のてん菜収量地図
6. 地理情報システム、衛星リモートセンシングを利用したてん菜の冷湿害解析

IV 病害虫発生の特徴

1. 平成5年の病害虫の発生状況
2. 発生に関与した気象要因
3. 今後の技術対策と課題

V 農業機械作業上の対応

1. 麦類
2. 豆類
3. 根菜類
4. 今後の技術対策と課題

VI 農家への影響と対応

1. 畑作地域における冷湿害の被害額
2. 畑作農家における冷湿害の経済的影響
3. これからの冷湿害対策の方向

VII 冷湿害の中での優良事例

1. 多収をあげた要因
2. 優良事例

VIII 種苗対策

既刊「北海道立農業試験場資料」一覧

- 第8号 北海道農用地の土壌成分
北海道立中央農業試験場（昭和52年12月）
- 第9号 農作物優良品種の解説
北海道立中央農業試験場（昭和54年3月）
- 第10号 北海道の農牧地土壌分類第2次案、北海道土壌分類委員会編
北海道立中央農業試験場（昭和54年7月）
- 第11号 北海道の有機性廃棄物の性状と化学成分
北海道立中央農業試験場（昭和55年3月）
- 第12号 「昭和56年8月豪雨」の農作物被害解析
北海道立中央農業試験場（昭和57年2月）
- 第13号 ダイズわい化病抵抗性品種の探索
北海道立中央農業試験場（昭和57年7月）
- 第14号 北海道農業の現状と将来－試験研究からの展望－
北海道立中央農業試験場（昭和57年9月）
- 第15号 北海道における水稲、小麦の良質品種早期開発
北海道立中央農業試験場（昭和57年12月）
- 第16号 分析成績集（第2編）
北海道立中央農業試験場（昭和59年3月）
- 第17号 昭和55年から58年の4年連続異常気象と水稲生育の技術解説
北海道立中央農業試験場（昭和60年3月）
- 第18号 農作物優良品種の解説（1978－1986）
北海道立中央農業試験場（昭和62年2月）
- 第19号 優良米の早期開発試験プロジェクトチーム第I期
（昭和55－61年度）の試験研究成果
北海道立中央農業試験場（昭和63年4月）
- 第20号 最近10年間の農業新技術と今後の課題
北海道立中央農業試験場企画情報室情報課（平成4年3月）
- 第21号 北海道土壌区一覧
北海道立中央農業試験場環境化学部土壌資源科（平成5年9月）

北海道立農業試験場資料 第22号 ISSN 0386-6211

平成5年北海道における農作物異常気象 災害に関する緊急調査報告書 稲作編

編集代表 竹川昌和

1994(平成6)年7月30日発行

発行者 北海道立中央農業試験場

〒069-13 北海道夕張郡長沼町東6線北15号

印刷 ほくそう印刷株式会社