

昭和 51 年北海道水稲冷害要因の技術解析

長 内 俊 一*編

秋 田 忠 彦	宮 島 邦 之
稲 津 脩	元 木 茂 信
江 部 康 成	森 脇 良三郎
沢 崎 彬	山 崎 一 彦
藤 村 稔 彦	山 崎 忍
南 松 雄	渡 辺 公 吉

目 次

要 約	長内 俊一(1)
I 昭和51年度稲作の概況	長内 俊一(7)
1. 作付動向	
2. 作付品種の動向	
3. 機械移植の動向	
4. 収穫量	
II 気象概況と地域的特徴	
1. 気象のあらまし	長内 俊一(10)
2. 遅延型冷害の型とその様相	元木 茂信(16)
III 水稲生育に関する技術的解析	
1. 北見農業試験場	藤村 稔彦(23)
(1) 生育経過	
(2) 不稔粒発生状況と登熟	
(3) 地域的差異	
(4) 品種	
(5) 栽培様式	
(6) 要約	
2. 上川農業試験場	森脇良三郎(33)
(1) 生育経過	
(2) 品 種	
(3) 栽培様式、作季	
(4) 要 約	

昭和52年 8 月15日受理

* 北海道立中央農業試験場稲作部 岩見沢市上幌向

3. 原原種農場	山崎 忍	(50)
4. 中央農業試験場稲作部	江部 康成	(52)
(1) 生育経過		
(2) 品 種		
(3) 栽培様式、作季		
(4) 要 約		
5. 道南農業試験場	山崎 一彦	(63)
(1) 生育経過		
(2) 苗質と移植期		
(3) 生育遅延と品質		
(4) 栽培様式と作季		

Ⅳ 施肥と地力培養に関する技術解析

1. 上川農業試験場	南 松雄	(69)
(1) 育苗様式並に品種別の収量性		
(2) 地温及び土壌養分の動向		
(3) 窒素の施肥反応		
(4) 復元田の安定化対策		
(5) 冷害と地力培養		
(6) 要 約		
2. 中央農業試験場稲作部	渡辺 公吉	(77)
(1) 肥料要素欠除試験にみられる年次的相違		
(2) 機械移植条件下にみられる特徴		
(3) 復元田における水稲生育の問題点とその対応技術		
(4) 地力対策との関係		
(5) 要 約		

Ⅴ 主要病害虫の発生状況ならびにイネ葉鞘褐変病

1. 一般発生ならびに被害概況	沢崎 彬	(88)
2. イネ葉鞘褐変病	宮島 邦之	(88)
3. イネ葉鞘褐変病の防除法	秋田 忠彦	(89)

Ⅵ 昭和51年産米品質概況

1. 地域別産米検査等級	長内 俊一	(93)
2. 品種別検査等級		
(1) 成苗における品質		
(2) 稚苗・中苗機械移植栽培の品質		
3. 食味特性上の特徴	稲津 脩	(99)

Ⅶ 現地実態調査

1. 北見農業試験場（アンケート調査）……………藤村 稔彦(101)
2. 上川農業試験場（機械移植栽培の実態と作況）……………森脇良三郎(103)
3. 中央農業試験場稲作部（防風効果）……………江部 康成(105)

Ⅷ 各地における機械移植栽培の問題点と将来方向

1. 北見地方……………藤村 稔彦(108)
 2. 上川地方……………森脇良三郎(108)
 3. 道南地方……………山崎 一彦(110)
 4. 中央部……………長内 俊一(110)
- (1) 機械移植栽培の問題点
 - (2) 要求される品種構成と育種目標
 - (3) 恒久対策

引用文献

附表・附図

要 約

1. 目的および方法

昭和51年は田植のおくれにはじまり、6月中旬の低温により生育遅延が拡大され、8月はじめからの低温によって出穂・開花が著しく遅延し、安全出穂限界をはるかに過ぎてもお開花するものが見られて、この時点で冷害の様相が確定的となった。

道立農業試験場の各場は冷害の実態把握につとめるとともに、作況試験・奨励品種決定基本ならびに現地調査を中心に過去の冷害年と対比しながら、とくに急激に普及した機械移植栽培試験に焦点を合わせ、復元田ならびに施肥と地力培養、葉鞘褐変病防除等の各試験について冷害要因を解析し、冷害対策に関する技術的指針をえようとした。

2. 結果の要約

調査の成績は、昭和51年12月、農林大臣官房技術審議官室・農蚕園芸局・農林水産技術会議事務局主催による昭和51年度稲作検討会—本年の冷害要因の分析を中心として—において中間報告がなされ、また昭和52年3月、昭和51年度北海道農業試験会議においても他の専門部門とともに共同検討がなされた。一部は昭和52年3月、農林水産技術会議による昭和51年度農作物の冷害に関する緊急調査報告にも集録されたが、その後これらの成績をさらに補完した各場成績の報告をうけ、最終報告としてとりまとめた。

(1) 昭和51年度の稲作と冷害の特徴

北海道の稲作は5年振りの冷害で次のような特徴を示した。

- ① 19,700haが新たに復元した。
- ② 機械移植栽培が79%に普及し、その半ばは稚苗とも中苗ともつかない苗素質のものが多かった。
- ③ 石狩平野低地帯では強い偏東風の影響をうけ、遅延型冷害を大きくした。
- ④ 葉鞘褐変病の多発により、登熟阻害や不稔を生じ、本病による減収は7%と推定された。
- ⑤ 開花期の低温のため開花・授精状況が悪く、出穂の遅れたものほど不稔が多かった。
- ⑥ 8月の平均気温は平年より1.0～4.0℃低く、登熟気温は平均18℃以下であった。
- ⑦ 霜害防除のくん煙により10月上旬まで登熟を延長させたが、青未熟粒が多く、上位等級米は僅かに2%で、史上最低を記録した。
- ⑧ 全道の作況指数は80であるが、とくに減収の大きかったのは石狩・空知南部・日高・胆振・十勝・網走であった。

いわゆる遅延型冷害であったが、過去のそれと比べるとかなり特異な型を示し、敢えていうならば稚苗機械移植冷害となる。

(2) 気象のあらまし

昭和36年から始まった極方面の寒冷化に伴う世界規模の異常気象が、たまたま極東に現われ、本道の稲作の重要時期と重なったと見られる。

昭和30年代から続いた春季の高温傾向は、次第に低温化に向い、本年もゴールデンウィークは低温寡照であった。

6月中旬から7月上旬は、典型的なオホーツク海高気圧が張り出し、全道的に低温であったが、その程度は太平洋側から日高・勇払・南空知・石狩を経て石狩湾へぬける石狩平野低地帯

で強く、常時毎秒3 mの風が吹いていた。

7月17日から最低気温が下り、13°C以下の日が4日間つづき、昭和46年と類似の強いものであったが、期間が短く、日中の最高気温が高く、かつ日照が多かったため、危険期にあった早生種でも障害型の不稔は平年以下であった。

8月は旭川市で月平均気温18.0°Cを示し、明治35年の17.9°Cに次ぐ累年第2位の低温を記録した。各地とも平年より1~4°C低かったため、出穂が遅れたばかりでなく、出すくみ状態が長く続き、多湿条件と重なって葉鞘褐変病が多発した。また開花できるような高温の日は数日を数える程度で、甚しきは9月に入ってもなお開花が見られた。

9月中旬は平年並みに回復したが、初霜は北見9月24日、上川同25日であった。この頃より全道的に霜害防除のくん煙を行ない、登熟日数は10~15日延長された。

出穂後40日間の積算気温は北見の極早生種で684°C、道南の中生種でも720°Cと、平年に比べ大巾な不足を示した。

(3) 生育概況と被害

1) 苗質不良と晩植：各場の成績では、5月上旬の低温・寡照により苗質は平年並か若干劣った。移植時期は好晴に恵まれ、近年になく活着は良好であった。

各地の実態は稚苗の約半数は稚苗としての素質をもたず、また簡易マットおよびその他の中苗も、その半数は中苗の素質をもたなかったと推定される。

全道的な移植の最盛期は5月26日で、前年に比べると2日早い。稚苗では移植の晩限である5月25日までにようやく50%を終了したにすぎなかった。

これら中途半端な苗による晩植が生育を遅延させ、とくに石狩平野低地帯で大きかった。

2) 出穂遅延：稚苗は成苗に比べ、移植時にすでに1.0葉の差をもってスタートするが、成苗よりも0.7~0.8葉少なく止葉となるので、本来出穂の遅れは0.2~0.3葉でよいはずであるが、6月中旬の低温によって、岩見沢では成苗との差が最大1.8葉まで開いた。この差は幼形期までに幾分つまったが、この時の5日の差がそのまま出穂期にもちこされた。これは昭和44年の8日おくれに比べると小さかったが、生育初期の低温が強ければ、さらに遅延の可能性を示すものである。

奨励品種決定現地調査によると、早生種を用いた稚苗移植栽培で、前3カ年（いずれも豊作年）に対する出穂遅延日数は、石狩と南空知が10日、日高・胆振・空知中部が6日であった。収量はこれら10カ所の平均で前3カ年対比80%となり、本年の全道作況指数と一致した。

3) 不稔粒の発生と登熟不良：北見農試における不稔粒の発生は、出穂の早いものが少なく(20%)、遅いものほど多くなり(55%)、15日間で25%増大した。これに比べると程度は軽い。上川農試および中央農試稲作部でも早生種より中生の中以降の品種で不稔歩合が高く、ともに「ほうりゅう」で30%に達した。

北見農試における稔実歩合と止葉期から出穂期までの平均気温との間には $r=0.618^{**}$ 、また出穂期後10日間の平均気温との間には $r=0.539^{*}$ の相関が見られた。このことは花粉内容充実期間中における低温の影響が、開花授精時のそれよりも強く不稔粒の発生に影響したと考えられた。またこの時期の低温に対する反応には品種間差異が認められた。

授精後の粒の肥大はきわめて緩慢で、出穂後40日目ではようやく平年の85%、60日目で平年並に達したが、登熟歩合は低く、千粒重は軽く、青未熟粒・屑米が多く、検査等級は著しく低下した。

(4) 品種と機械移植に関する解析

1) 品種の選定と特徴：全道的には奨励品種の普及率が95%に達しており、品種の選定はおおむね妥当であった。しかし一部網走の「しおかり」、日高の「マツマエ」のように地帯別非奨励品種の作付けがあり、上川北部の「しおかり」とともに適地外での稚苗機械移植によって被害を増大した。

各地とも早生種は出穂遅延が少なく、収量も平年を上廻ったが、中生種以降のものは大きく遅延し、いずれの栽培様式にあっても、8月15日を過ぎたものは未成熟に終り大きく減収した。

早生種の「北育64号」、中生の早の「空育103号」は冷害年にかかわらず良好な成績を示したので、昭和52年3月奨励品種に採用され、「はやこがね」および「ともゆたか」と命名された。しかし遅延型冷害のきびしかった南空知・石狩あるいは上川北部等ではとくに早生・耐冷・多収・良質品種の育成を急がねばならない。

2) 機械移植と作季：累年成績との対比から、稚苗機械移植は障害型冷害には回避しうが、遅延型に弱いことが再確認された。中苗は成苗に近い出穂期と密植による多収性が特徴づけられた。幼穂形成期から出穂までの期間が短く、出穂速度の早いことが原因と考えられた。

4型式の機械移植でそれぞれ作季が検討され、栽培基準による移植期が妥当なことを確認した。しかし、機械移植苗は成苗に比べ早植による出穂促進程度は小さく、晩植による遅延度が大きかった。

作季移動に伴う出穂の安全日は、登熟歩合と収量から、上川農試では8月5日と推定された。したがって各地域の出穂安全限界はそれぞれ数日早めて考える必要を認めた。

機械移植栽培の共通問題として、低温下における密植効果が高いことを指摘した。

(5) 施肥と地力培養に関する解析

1) 稚苗機械移植、品種、N施用量：成苗に比べて稚苗の減収が大きく、その要因は有効茎歩合の低下や1穂粒数の減少よりも、むしろ登熟歩合の低下に基因した。栄養生理的にみると、稚苗水稻は成苗水稻に比べ、幼形期から止葉期にかけてのN吸収と乾物生産の停滞が特徴的であった。

8月10日以降に出穂した中、晩生種や、適量以上のN増施によって生育遅延したものは、出穂、開花期が大巾に遅延し、不稔歩合の増加と登熟歩合の低下により著しく減収した。

機械移植に対する基肥Nの増施ならびにN追肥による増収効果がきわめて高く、止葉期よりも幼形期の追肥が、Nは0.2kgより0.4kg/aの方が明らかにまさった。稚苗は株内の穂揃性が良好なため、N増施による登熟性の低下が比較的小さく、収量と総粒数との間に高い正の相関が認められ、総粒数が m^2 あたり38,000粒までは、粒数の増加をもたらす施肥法が有効である。

グライ低地土では、従来の冷害年と同様あるいはより強度に、N供給不足によって減収となったが、適正な施肥条件のもとでは、初期の茎数増加は普通年と変わりなく、穂数が玄米収量と結びつかなかったのはその後の低温に基いた。

土壌のN供給量の大きい泥炭土では、生育初期に関する限り適正な施肥条件を与えていないことから、初期生育の不良が普通年より一層はげしく、減収の先決要因となった。稚苗の機械移植では、土壌の NH_4-N 供給状態は十分であったが、水稻側の吸収に問題があったと思われる。

2) 施肥位置：機械移植の稚苗は成苗手植に比べて植付深度が浅く、表層に根が多く分布する特性をもつため、水稻の根系発達の特徴に対応した立体的な施肥位置の導入効果が顕著に認められた。

施肥位置としては表層施肥や金層施肥よりも、初期生育の促進と肥効の持続性を具備した条間施肥の効果が比較的大きかった。とくに高粘度懸濁複合肥料を用いる側条施肥の効果は著しく高く、安定的な増収施肥法として注目される。

3) 復元田：復元田は、一般にNの過剰吸収により生育、登熟の遅延傾向を示すが、元来、透水性不良のために初期生育の不良なグライ土壌では、畑地化によって透水性が著しく改良され、密植技術の導入によって連作田よりもきわめて高い増収率を示し、品質面でもその有利性が認められた。

泥炭土の復元田は一層地力Nが大となっている場合が多いので、生育初期に対して、施肥効率を向上させる改善対策を適用するのが有効である。珪カル施用と高粘度懸濁複合肥料の局所施肥の効果が高く、またこれらの併用効果も顕著に認められた。

4) 有機物の施用効果：黄褐色土壌では、堆肥ならびに稲わら秋すきこみなど、有機物施用効果が顕著に認められ、内容的には初期生育の促進を通じて穂数および根数増加に強く反映した。N肥料の増施よりもより安定的であるが、冷害年の場合に直接的卓効を現わす結果はえられなかった。

しかし、堆肥施用効果の機作は、水稻の根数および根量の増加と、根活性の向上を通じて、初期生育の促進、茎数増加に寄与し、生育後半は分解により供給される緩効的な養分によって、土壌Nの供給力増大に寄与しているものと判断された。

泥炭土における堆肥の効果は初期生育の促進に認められたが、冷害年との関連は少なかった。グライ低地土においても明らかな効果は認められなかった。透・排水条件が有機物の施用効果より優先することを示唆した。

珪カル・ようりんの無機質塩類土壌改良資材の施用効果は、泥炭土では穂数増により、グライ低地土では穂数増によらずに減収を阻止していた。過去の冷害年に比べ、効果が一層明らかであったのは、連用10年を経過したためと判断された。

5) 透水性改善の効果：強粘質で透水性不良な湿田では、籾殻心破・籾殻暗渠など透水性改善の効果が土壌的にも、作物収量的にもきわめて大きく、根の環境良化、土壌健全化の効果が顕著に認められた。

ブラウ耕による耕土層の拡大は、ロータリー耕よりも効果が大きく、湿田タイプの強グライ土壌よりも、乾田タイプの黄褐色土壌の方がはるかに効果が顕著であった。

(6) イネ葉鞘褐変病

本病は細菌に起因し、最近その病原細菌は新種であり、*Pseudomonas fuscovaginae* と命名された。また本年東北地方で発生したのも同種と同定された。

穂ばらみ期のイネでは夜間17°C～昼間23°Cの温度で激しく増殖することが明らかにされており、また発病が助長されるためには多湿条件が必要である。本年の8月はじめ以降の低温と多湿は本病の発生に好適な条件を与えた。

有効な薬剤の探索は過去長い間続けられた結果、銅剤、抗生物質剤などで、ある程度有効であったが、散布適期が明確に捉えられなかった。ところが、数年前から供試したストレプトマイシン15%・オキシテトラサイクリン1.5%混合水和剤は上川・中央両農試で行なった多数の試験の結果、本年ようやく実用化が可能となった。

すなわち、本剤の500倍液を5日毎に5回ないし6回散布すると、発病をほぼ完全におさえ、収量は多発条件下で20%、中発生条件下で10%前後増収し、品質の向上も認められた。

散布開始の時期は、本年3ヵ所の結果から、出穂始の9日ないし14日前頃と考えられ、止葉抽出始めの直前にあたる。また発病からみると、初発の6日ないし11日前ということになり、予防的散布が重要である。

また早い時期から5日毎に3回散布したものは、5ないし6回散布と同等ないしはやや劣る効果を示し、実用的と考えられた。

(7) 品質概況

粗玄米粒数歩合は66.8%、平年対比89%で、最近10ヵ年では46年に次いで低かった。幼穂形成期の低温の影響により、もみからの大きさは平年の93%程度で、さらに登熟不十分のため小粒で、46年に次いで軽かった。また葉鞘褐変病の多発と、登熟期の低温のため粒の充実がおくれ、一部には霜害もあって、被害粒や青未熟粒が多く、屑米は平年より47%多かった。上位等級米は僅か2.1%。これを過去の冷害年と比較すると、39年5%、44年16%、46年11%のいずれよりも大巾に下廻った。

石狩・空知南部、日高、胆振東部の出穂遅延の著しかった地帯と、上川北部および南部、網走・十勝の規格外米は全道出荷量の16%を占めた。

稚苗機械移植栽培の青米歩合は紙筒苗(中苗)機械移植栽培に比べ10%多かった。移植時期がおそいほどこの差が拡大され、適期を過ぎた晩植の稚苗は40%以上が青米となって当然であった。

上位等級米が全道平均を下廻ったものは、イシカリ、ゆうなみ、きたこがね、そらちであり、全道平均をかなり上廻ったのは、キタヒカリ、さちほ、ほうりゅう、巴まさりであった。つまり例年上位等級米を多く出している品種は冷害年でも比較的多く上位等級米を出したことになる。

中核地帯の4場所のアミログラム最高粘度を比べると、共通な4品種の平均で原原種農場(滝川市)が最も高く328B. U. であり、上川農試が最も低く227B. U. であった。この100B. U. の差は、8月の平均気温の差1℃と出穂後40日間の積算気温20℃の両者が関与するが、アミログラム特性は登熟期間の前半の低温により強く影響された。これらはいずれも成苗の産米であるが、稚苗の場合はさらに低下することが考えられる。

(8) 防風林の効果

鶴川町と恵庭市の2例を調査した。それぞれ防風林の高さは11.5mと8mであった。鶴川町では樹高倍率6.5倍以上になると出穂期は7日遅延しており、不稔歩合は20%増加した。防風林直下の収量は52.4kg/aと多収であったが、樹高倍率6.5倍以上離れると50%以上減収した。恵庭市の例は、防風林からの樹高倍率は7倍であったが、8mの生垣からも3倍の地点を調査したもので、収量は55.7kg/a、対象区は58%の減収を示した。2例とも防風効果として葉鞘褐変病が少なく、青米歩合・屑米歩合が低下し、品質は良好となった。

(9) 機械移植栽培の問題点と今後の方向

機械移植栽培の問題点は次のように指摘される。

① 冷害被害が地域的に異なることは、生育促進効果の劣る弱苗を用いた機械移植の増加と、各地域で明らかに晩生と見られる品種の作付、ならびにこれに対する早植による晩生化防止の不徹底にあったと考えられる。

② イシカリ・ゆうなみの稚苗機械移植で安全限界内に出穂しなかった地帯は、道央以南であっても遅延型冷害のおそれある不安定地帯と考え、稚苗から中苗へ移行するか、あるいは早

生品種を用いるかのいずれかとなる。「はやこがね」を含めた早生品種の多収栽培法が必要となる。

③ 中苗マット苗の安定化には、播種密度を下げ、条播することにより、葉数の確保と苗質の均斉化が図られ、生育促進が可能となるはずである。

④ 型枠苗の安定には、乾物重/草丈を高めるとともに、断根による体内水分収支の不均衡を改善することが重要視される。

⑤ 春季風が強く気水温の上昇しにくい地帯では、低温活着性がまさる紙筒苗の機械移植が望ましい。それにも拘わらず普及を阻んでいるのは、初期生育の良さが平常年での増収効果に結びつかないためである。根止め方法、裸ポット型式・根圏と施肥法等の改善が必要である。

機械移植を前提とし、予想されるきびしい冷害に備えて、中核地帯で想定される品種構成ならびに育種目標は次のようである。

早生：「イシカリ」より葉数1枚少なく、多収・耐冷・耐病・良質

中生：「イシカリ」・「ともゆたか」級の耐冷・良質

晩生：「キタヒカリ」～「さちほ」級の多収・耐冷・耐病・良質