

水稻の穂ばらみ期耐冷性遺伝子源の解明と耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種

誌名	宮城県古川農業試験場研究報告
ISSN	09172904
著者名	佐々木,武彦
発行元	宮城県古川農業試験場
巻/号	4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 79-128
発行年月	2005年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水稻の穂ばらみ期耐冷性遺伝子源の解明と 耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種

佐々木 武彦*

Identification of Rice Germplasm for Cold Tolerance at the Booting Stage and Breeding of Hitomebore, a Cold-Tolerant Rice Cultivar Having Excellent Grain and Eating Quality

Takehiko SASAKI

抄 録

1980年冷害で主要品種に発生した障害不稔の被害程度は戦前の品種より大きく、また、北陸地方で耐冷性とは無関係に育成されたコシヒカリやトドロキワセなどの被害程度が東北地方の品種より小さかった。そこで、新たに開発した耐冷性の高精度検定法「恒温深水法」を用いて、東北地方を中心とする日本の水稻品種延べ800種類余の耐冷性を検定した結果、コシヒカリとトドロキワセの耐冷性は最強級で、また、水稻の耐冷性品種の多くは両品種の近縁品種であった。そして、日本の水稻耐冷性品種の大半は明治時代の大品種「愛国」と「神力」を遺伝子源とする二大系譜に属し、収量性や品質のすぐれた優良品種であることを解明した。なかでも「愛国」系譜の中で「コシヒカリ」を生み出した良質・良食味品種の系譜は、最強級の耐冷性品種の系譜であった。従来、耐冷性と良質・良食味を両立させるイネ育種は困難と考えられてきたが、以上の結果から決して困難ではないと考えられた。そこでコシヒカリの耐冷性を利用して東北地方面きの耐冷・良質・良食味品種の育種に取り組み、最強級の耐冷性と最高の良質・良食味を両立させた「ひとめぼれ」の育種に成功した。「ひとめぼれ」は東北地方を中心に広く普及し、頻発する冷害の被害軽減と産米の品質・食味の安定向上に貢献している。以上の研究成果は東北地方におけるイネの耐冷性育種に新たな展望を開いた。

【キーワード】 イネ, 育種, 耐冷性, 穂ばらみ期, 遺伝子源, 愛国, 神力, ひとめぼれ

Key word: Rice, Breeding, Cold tolerance, Booting stage, Germplasm, Aikoku, Shinriki, Hitomebore

目 次

第Ⅰ章 緒 論	80
第Ⅱ章 1980 年冷害で発生した水稻障害不稔の品種間差異	82
第Ⅲ章 水稻の耐冷性遺伝子源の探索	87
第Ⅳ章 耐冷性品種の二大系譜における遺伝子源の解明	95
第Ⅴ章 耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種	107
第Ⅵ章 総合考察	118
摘 要	122
謝 辞	123
引用文献	123
Summary	127

平成16年12月1日受理

東北大学審査学位（博士）論文, * 現住所: 〒981-3108 仙台市泉区松陵1-18-7

第1章 緒 論

東北地方における稲作の歴史は二千年以上前までさかのぼるが、その歩みは悲惨な冷害との闘いの歴史であった。東北地方は冷涼な気候の影響を受けるため、稲作収量は長い間全国でも最低水準に止まり、そのうえ冷害による凶作を繰り返してきた。なかでも藩政時代の4大凶作といわれる元禄、宝暦、天明、天保の各年間に起きた飢饉は悲惨を極め、特に、220年ほど前の天明年間の飢饉では、仙台藩領内だけで死亡者は30万人に及んだといわれる(熊谷1962)。冷害の克服は東北地方の稲作にとって最大の課題であり、藩政時代から品種選択や栽培上の注意など冷害に対する配慮が行われていた。当時の対策で有名なのが晩稲禁止令に代表されるもので、被害が大きい晩稲の作付け抑制と被害が小さい早稲の奨励が行われた。しかし、冷害は毎年起きるわけではないので、収量が少ない早稲を作付けする農家は少なく、この対策は実効を伴わなかった(坪井1976)。

明治時代に入っても冷害が続き、明治末期には1902(明治35)年、1905(明治38)年、1910(明治43)年、1913(大正2)年と連続して大凶作となった。特に1905年冷害では宮城県における減収率は87%で、10a当り平均収量はわずかに27kgという惨状であった(明治三十八年宮城県凶荒誌1916)。この明治末期の冷害群が始まる直前の1893(明治26)年に国立農事試験場が開設され、続いて1903(明治36)年までに全府県に農事試験場が設置された。従って、これら明治末期の冷害における技術対策は詳しい実態調査に基づいて行われるようになったが、冷害が起きる仕組みが未解明のため、藩政時代と大きく変わった対策はまだ見られなかった(西山1996)。

明治時代においては、収穫皆無に近い大凶作が起きても、交通や輸送手段が未発達でしかも閉鎖的な藩政時代とは異なって、多数の餓死者を出すことはなかったが、大凶作は農家、農村の疲弊はもとより国家経済に深刻な影響をもたらした。そのため、寒冷な東北地方において南方渡来のイネを主作物とするのは不適当であり、他作物へ転換すべきであるとする「稲作転換論」まで登場した。しかし、東北地方では頻発する冷害で打撃を受けても稲作を抑制するどころか、かえって執着を強め、稲作の比重は増大の一途をたどった(安田1952a)。明治末期の冷

害群が終わって約20年間、東北地方の稲作は安定期を迎えたが、昭和時代に入ると1931(昭和6)年、1934(昭和9)年、1935(昭和10)年と大冷害が続いた。これらの大冷害は、世界恐慌の影響下での大不況と農業恐慌の最中に起きたため、東北の農山村に著しい貧困と疲弊をもたらした。この大冷害を契機として、1935(昭和10)年に「東北地方凶作防止に関する施設」強化策が実施され、国立農事試験場の本場に冷害実験施設が、同場の奥羽、東北の各試験地には冷害研究の体制がそれぞれ強化された。東北6県には国庫による凶作防止試験地が設置され、耐冷性品種の育種が開始された(安田1956)。これらの施策を背景として冷害研究は新たな段階に入った(寺尾1940)。

イネの冷害は遅延型冷害と障害型冷害に大別されている。遅延型冷害は冷温により生育が遅れ、その結果出穂・開花が遅れ、登熟不良となって減収する型である。障害型冷害は穂ばらみ期と出穂・開花期の冷温による不受精により減収する型である。このように分類されるのは1930年代以降冷害研究が発展してからである(佐竹1971)。

1935(昭和10)年頃までは、障害不稔の原因は開花期頃の冷温によるものと考えられていた。宮城県立農事試験場の杉田技師が1935(昭和10)年冷害の観察から出穂の1週間前頃に低温に遭遇したイネに不稔が多いと指摘したことを受けて、柿崎・木戸(1938)は減数分裂期が冷温感受性の最も高い時期であることを実証した。同年、酒井は減数分裂期の冷温処理により花粉稔性も種実の稔実率も低下することを初めて実証した(佐竹1971)。続いて寺尾ら(1941)をはじめ多くの研究者の追試により、冷温感受性が最も高い時期は減数分裂期であることが確認された。酒井(1949)は冷温感受性の高い時期の幼穂の位置を確認し、障害型冷害を防止する深水管理技術確立した。その後冷害研究の中心は北海道に移り、Satake and Hayase(1970)により冷温感受性の最も高い時期は小孢子初期であることが解明されるなど、障害型冷害の生理機構の解明が進んだ。

明治末期に続いた大冷害の頃から冷害に強い品種が各県で選定されるようになったが(安田1955)、耐冷性を検定して選定するのはその30年以上後のことであった。福地(1931)が冷水湧出田を利用して耐冷性検定が可能なことを初めて指摘した後、冷

水掛流しによる耐冷性検定が各地で試みられ、近藤（1949）は、長期冷水掛流灌漑法は耐冷性検定が可能で、実用的に便利な方法であるとした。この検定法は、青森県農業試験場藤坂試験地（現青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部、以後「藤坂」と略す）の田中（1951）の方法が「長期冷水掛流法」（以下「長冷」と略す）として標準化された。鳥山・蓬原（1960a）、蓬原・鳥山（1964）はこの欠点を改善した「中期冷水掛流法」（以下「中冷」と略す）を考案し、角田ら（1968）はその欠点を改善した「短期深水冷水処理法」（以下「短期深水」と略す）を考案した。さらに櫛渕ら（1970a）は人工気象室による検定法を取り入れた。これらの方法は標準的な耐冷性検定法として広く紹介され（志村 1983、佐々木 1990）、東北地方では長い間耐冷性育種に利用されてきた。東北 6 県に設置された凶作防止試験地は戦後廃止され、その後東北地方における耐冷性育種は藤坂を中心に実施された。

穂ばらみ期耐冷性の品種間差異に関する研究では、近藤（1949）の報告に続いて田中（1951）の報告がある。田中は 81 品種を「長冷」で検定した結果から、耐冷性極強品種として「清水糯」、「染分」、「輝寿」など 9 品種を上げ、糯種、有芒種、ふ色のあるもの、穂重型、早生種は概して強いとし、それらは長年冷害で自然淘汰されてきた品種であるとした。そして、晩生種では「東北 23 号」、「農林 17 号」などが強いが、早生種や中生種の極強品種に比べると耐冷性に格段の差があり、従って晩生種の耐冷性向上は容易でない大きな課題であると指摘した。鳥山・和田（1959）は「長冷」「中冷」「短期深水」と晩植法の 4 種類による検定結果から東北地方の主要品種を分類し、極強は「オイラセ」、「アキバエ」、「清水糯」であり、耐冷性と多収性は相反するものが多いとした。櫛渕ら（1970a）は短期深水と人工気象室の 2 種類の検定法により、東北・北陸地方の主要品種の耐冷性評価を行った。その結果、極強は「タツミモチ」と「ヨネシロ」で、強は「なるほ」、「むつみのり」、「フジミノリ」、「シモキタ」、「ヤマセシラズ」、「ヤマセニシキ」とした。以上の結果に基づいて、藤坂と青森県農業試験場の育成品種の耐冷性は他場所の育成品種より明らかに強く、その他の育成地間では差がないとした。また、出穂期の早い品種ほど耐冷性が強い傾向があり、耐冷性品種は「藤坂 5 号」、

「藤坂 2 号」など藤坂系母本に由来するものが多く、耐冷性品種の育成には育成地の立地条件の影響が大きいとした。以上の研究のほかに、耐冷性のいっそうの向上を目指して、「染分」や「輝寿」など在来品種や「Precosus F.A.」などの外国品種から高度耐冷性を導入する研究が行われた（櫛渕ら 1970b, 1972, 小山田ら 1975, 1978, 1979）。しかし、これらの高度耐冷性品種は極長稈、顔色、芒、脱粒性、品質不良など「野生型」がほとんどで、耐冷性は稈長との間に有意な正の相関があり、耐倒伏性、品質などとは有意な負の相関があり、また、ポリジーン支配の遺伝様式を示すことなどから、高度耐冷性の導入は容易ではないとした。

以上の研究を背景として東北地方の水稻育種は戦後著しく発展した。藤坂では早生多収品種「藤坂 5 号」（田中 1950）が育成され、1953・1954（昭和 28・29）年の遅延型冷害でその威力を発揮すると共に、東北地方における稲作収量の向上と安定化に展望を開いた。「藤坂 5 号」はその後「トワダ」（田中 1956）、「フジミノリ」（鳥山ら 1961）、「レイメイ」（鳥山ら 1967a）、「アキヒカリ」（櫛渕ら 1977）などへと改良が進み、多収性と良質性はいっそう向上した。また、「オイラセ」（田中 1956）、「ヨネシロ」（蓬原ら 1964）、「タツミモチ」（鳥山ら 1967b）、「オオトリ」（鳥山ら 1961）をはじめとする耐冷性品種が育成され、冷水田や冷害常襲地帯における冷害の被害軽減に貢献した。

東北地方中南部では、宮城県立農事試験場分場（以後宮城県農業試験場古川分場を経て、現在は宮城県古川農業試験場、以後「古川」と略す）において 1952（昭和 27）年に、中生の晩の画期的な多収・良食味品種「ササシグレ」が育成され（末永ら 1955）、1963 年にはさらに多収性の「ササニシキ」が育成された（末永ら 1963）。また、農林省東北農業試験場栽培第一部（現独立行政法人東北農業研究センター水田利用部）では、「ササニシキ」の多収・良質性といもち病抵抗性を結合させた「トヨニシキ」、「キヨニシキ」、「ササミノリ」が育成された（平野ら 1972）。これらの品種を中心とする新品種の普及により東北地方中南部平坦地帯における稲作収量は飛躍的に向上した。1950 年代後半以降、保護苗代による健苗の早植え技術が普及して作期の大幅な前進が可能となり、上記の品種改良の成果とあいまって、東北地方の稲作は遅延型冷害を克服して単収の飛躍的な向上

と作柄の安定化を遂げ、日本一の高単収と高品質米を誇る稲作地帯へと飛躍した。

以上の研究と育種の発展を背景にして、東北地方の水稲品種の耐冷性は、十分とはいえないにしても着実に改善され、東北以南の品種より高い水準にあり、極早生種や早生種の耐冷性水準はさらに高いと考えられていた(櫛渕ら 1970a, 鳥山ら 1983)。そして、戦後 30 年近い間作柄の大きな変動はなかったので、東北地方の稲作冷害は克服したという考えが広まっていた(西山 1978)。

1960 年代後半に至って宿願の米自給が達成され、たちまち生産過剰となった。1969 年に自主流通米制度が発足して米価に銘柄格差が導入され、翌年から生産調整が開始され、稲作は増産から一転して良質米の生産競争時代に入った。安定多収品種として東北地方中南部に広く普及していた「ササニシキ」は消費地で最高の銘柄米と評価され人気の的となった。ちょうどその頃から気象変動が激化し始めた。気象変動に対する適応性が弱い「ササニシキ」は、いもち病の多発、倒伏、登熟不良などにより量・質ともに作柄が不安定となり、市場の期待に応えられない年が相次ぐようになった。「ササニシキ」に代わる良質・良食味品種が必要となった。

著者は当時古川で農林省の指定試験事業の水稲育種に従事していたが、「ササニシキ」の欠点を改善する育種は非常に困難であった。その後気象変動はいっそう激化して、1976(昭和 51)年冷害に続いて、1980(昭和 55)年は戦後最大規模の障害型冷害に見舞われた。冷害の克服は依然として東北の稲作にとって重要な課題であることが事実で示された。古川では難航するポスト・ササニシキの育種に、「ササニシキ」の耐冷性向上といういっそう困難な育種目標が付加された。しかし、耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は極めて困難といわれていたので、「ササニシキ」に代わる耐冷性の強い良質・良食味品種を育成する見通しはまったく立たなかった。

本研究は、以上のような状況下で育種の必要性に迫られて開始した。まず、1980 年冷害で発生した障害不稔の被害実態を解析した。その結果、「ササニシキ」など当時東北地方で普及していた主力品種の被害は戦前の古い品種より大きかった。また、東北地方の品種に比べて、北陸地方で耐冷性を意識せ

ずに育成された「コシヒカリ」やその近縁品種の被害は格段に軽微であった。

この冷害における意外な被害実態の反省に基づいて新たに開発された高精度の耐冷性検定法である「恒温深水法」(佐々木・松永 1983, 1984, 松永・佐々木 1983)を用いて耐冷性品種を探索し、その結果「コシヒカリ」の耐冷性が日本の水稲品種中最強級であることを明らかにした。また、耐冷性品種の過半数は、明治時代の東日本と西日本を代表する大品種「愛国」と「神力」の二大系譜に属することが判明した。そして、「愛国」の系譜では、「農林 8 号」→「農林 22 号」→「コシヒカリ」と受け継がれる最高の良食味品種の系譜は、耐冷性が最強級の系譜であることを見いだした。

そこで、「コシヒカリ」の耐冷性を利用して、東北地方向き耐冷・良質・良食味品種の育成に取り組む、1991 年に「ひとめぼれ」の育成に成功した。

「ひとめぼれ」は育成途中の 1988(昭和 63)年冷害、育成後は 1993(平成 5)年の未曾有の大冷害において抜群の耐冷性を発揮し、また安定した良質・良食味が評価されたため、「ササニシキ」などに代わって急速に普及した。

1980 年大冷害の被害実態の調査から始まり、「ひとめぼれ」の育成に至るこれら一連の研究は、東北地方の耐冷性育種に新たな展望を切り開いた。これらの研究を一部未発表の研究も含めてここに論文としてとりまとめることにした。なお、本論文で扱う「耐冷性」とは穂ばらみ期の耐冷性に限ることとする。

第 II 章 1980 年冷害で発生した水稲障害不稔の品種間差異

東北地方の稲作は 1970(昭和 45)年以降気象変動が激化するに伴って作柄が大きく変動しはじめ、1976(昭和 51)年の遅延型冷害に続いて 1980(昭和 55)年には戦後最大の障害型冷害が発生した。東北地方の稲作作況指数は 78 まで低下し被害額は 2,695 億円に及んだ。東北地方中南部に位置し、冷害には比較的安全な地帯と考えられていた宮城県でも、「ササニシキ」を主体とした稲作の作況指数は 79 まで低下し、関係者に大きな衝撃を与えた。

良質米のトップ銘柄として「コシヒカリ」と並ぶ「サ

サニシキ」は、気象変動への適応性が弱いため、いもち病の多発、倒伏、登熟不良などにより収量と品質が不安定となり、市場の期待に応えられない事態を繰り返していた。「ササニシキ」に代わる安定した良質・良食味品種が必要とされたがその育種は難航していた。そこに「ササニシキ」に代わりうる耐冷性品種の育成が新たな育種目標として付け加えられた。しかし、耐冷性と良質・良食味との間には遺伝的に負の相関があり、耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は極めて困難といわれていた(升尾 1978, 柿本 1983) ので、この育種目標をどのように達成するかが大きな課題であった。そこで、この課題を解決する手がかりを得るため、1980 年冷害で発生した障害不稔の被害実態を調査した。

材料と方法

材料は 1980 (昭和 55) 年に古川の試験圃場内で、品種保存や品種特性調査の目的で栽培していた第 1 表に示す品種・系統である。これらは 1 株 1 本植えて、窒素施用量は a 当たり 0.5kg で栽培したものである。出穂期をあらかじめ調査して、成熟期に 1 品種当たり 1 株から大中小の穂を各 3 穂、3 株から合計 9 穂を抜きとり、総粒数と不稔粒数を数えて不稔歩合 ($\text{不稔粒数} / \text{全粒数} \times 100$) を計算した。冷害年に発生する障害不稔の程度は各品種の穂ばらみ期に遭遇した冷温の程度に影響されるので、障害不稔の品種間差異は出穂期別に比較した。そのため、東北地方における代表的な品種で障害不稔の発生程度もほぼ同じであった早生の「アキヒカリ」、中生の早の

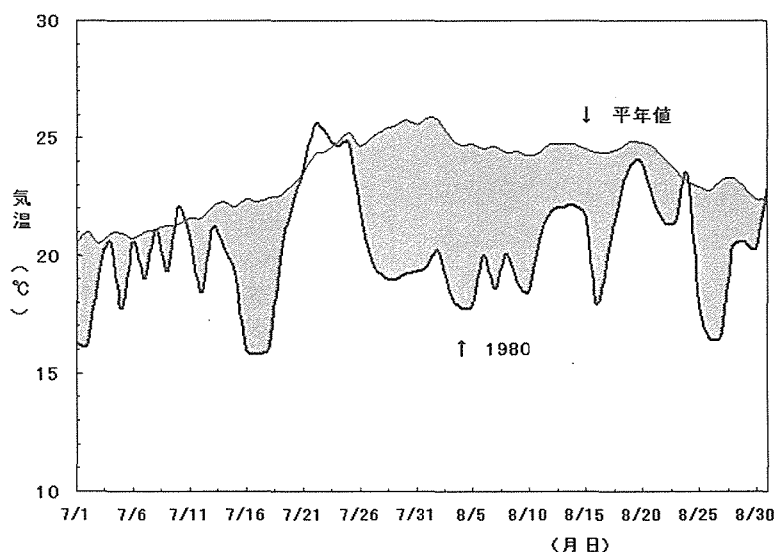
「ササミノリ」、並びに中生の晩の「ササニシキ」の不稔歩合を基準にした。この 3 品種の出穂日をあらかじめマークした穂各 10 穂の不稔歩合を調査し、その日別不稔歩合の二区間移動平均値で近似曲線を描き、それを基準として各品種の不稔歩合を比較した。障害不稔の発生に関係する 7～8 月の気温は、古川のアメダス観測値から日別の最高・最低気温の平均値を求め、その平年値と対比して障害不稔との関係を検討した。

結 果

1 障害不稔の原因となった気温の経過とイネの生育状況

1980 (昭和 55) 年は 6 月中旬までは好天が続いたが、6 月末から気温が低下し、9 月初めまで 2 ヶ月間以上にわたって異常冷温が続いた。この間の日別最高・最低気温の平均値を平年値と対比して第 1 図に示した。この図で平年値より低いところを灰色に塗りつぶした。この間の気温の推移とイネの生育経過の概要は以下のとおりである。

まず、6 月末から 7 月の第 3 半旬まで、冷温が断続的に続いたが、この時期は早生品種もまだ穂ばらみ期に達する以前であった。次に、7 月第 3 半旬の半ばから第 4 半旬にかけて強い冷温が続いた。この時期に「アキヒカリ」級の早生品種の穂ばらみ期が経過した。続いて 7 月第 5 半旬は気温が平年並みに回復し、この時期に「ササニシキ」級の中生から中生から 8 月第 4 半旬まで長期間冷温が続いた。この時の晩の穂ばらみ期が経過した。その後 7 月第 6 半旬



第1図 1980年7・8月の日別最高最低気温の平均値(古川市)

から8月第4半旬まで長期間冷温が続いた。この時期に中生の一部と晩生品種の穂ばらみ期が経過し、また、晩生品種を除くほとんどの品種がこの時期に開花期を迎えた。その後も弱い冷温が断続的に9月初めまで続いたが、稈実障害の原因となるほどの冷温ではなかった。

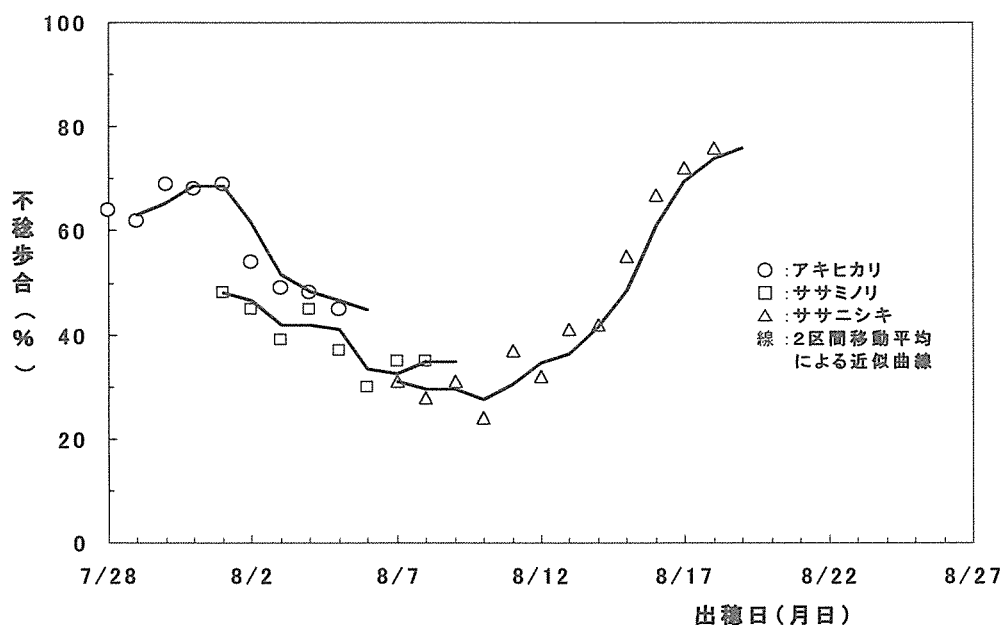
イネの生育は6月下旬までの好天によって平年より3～4日進んでいたが、6月末以降続いた冷温の影響で次第に遅れた。しかし、早生および中生品種の出穂期は平年並みであり、晩生品種の出穂期が平年より数日遅れる程度であった。従って、登熟障害

の原因となるほどの出穂遅延ではなかった。

以上の7月中旬と7月末以降の強い冷温の影響を受けて、早生および晩生の品種を中心にほぼすべての品種に障害不稔が発生した。

2 障害不稔の品種間差異

東北地方の代表的な品種のなかから不稔歩合がほぼ同程度であった早生の「アキヒカリ」、中生の早の「ササミノリ」、中生の晩の「ササニシキ」の3品種の出穂日別不稔歩合を第2図に示した。これら3品種の出穂日別不稔歩合の2区間移動平均値による近似曲線を



第2図 基準品種の出穂日別不稔歩合

る近似曲線を画くと、7月末から8月初めに収穫した「アキヒカリ」と8月第4半旬に収穫した「ササニシキ」に、不稔歩合が著しく高まる二つのピークがみられ、不稔歩合はそれぞれ約70%に達した。この中間に収穫したものは不稔歩合が比較的低く、8月10日頃に収穫したものが最低であったが、それでも「ササニシキ」の不稔歩合は30%程度であった。これら3品種の不稔歩合を同じ収穫期で比較すると、「アキヒカリ」より「ササミノリ」がわずかに低く、「ササミノリ」より「ササニシキ」がわずかに低い傾向がみられたが、ほぼ同程度とみなしてこれら3品種の出穂日別不稔の近似曲線を基準として調査した各品種の不稔歩合を比較した。

不稔歩合を比較した品種は第1表に示すとおりで、東北地方で1940年代以前に普及した古い品種、1980

第1表 不稔歩合を比較した品種

No	1940年代以前の古い品種	No	現奨励品種	No	外国品種
1	陸羽132号	21	アキヒカリ	41	CPD
2	愛子1号	22	レイメイ	42	Nova 66
3	愛子2号	23	ムツホナミ	43	Nortai
4	藤坂5号	24	むつあさひ	44	Sesia
5	農林16号	25	アキユタカ	45	Belle Patna
6	農林17号	26	やまてにしき	46	IR 29
7	農林24号	27	はなひめ	47	Arborio
8	農林49号	28	ササミノリ	48	Arborio J-1
9	福坊主1号	29	キヨニシキ	49	水原259号
10	亀の尾	30	ササニシキ	50	密陽23号
11	愛国1号	31	トヨニシキ	51	L-III-25
12	陸羽20号	32	あさあけ	52	Cigalon
13	豊国	33	農林21号	53	Amber
14	黒糯22号	34	コシヒカリ		
15	穂揃	35	ヒメノモチ		
16	元禄				
16品種		15品種		13品種	

年現在の主要な奨励品種、並びに飼料用適性を調査していた外国品種である。その結果を第3図に示した。この図のなかの数字は第1表で示した品種番号である。1980年現在東北地方で普及していた主要な奨励品種の不稔歩合はいずれも、「アキヒカリ」、「ササミノリ」および「ササニシキ」と同程度に高かった。一方、1940年代以前に普及した古い品種の不稔歩合は、1980年現在の主力品種より低いものが多かった。飼料用稲の適性試験に使用されていた外国品種の不稔歩合はいずれも1980年現在の奨励品種より著しく高かった。東北地方における奨励品種決定調査に供試中または将来供試される可能性のある新しい系統並びに東北以南の品種等に発生した不稔歩合を第4図に示した。この図からいくつかの注目すべき特徴が指摘できる。まず、基準品種の不稔歩合に比べて不稔歩合がかなり低い品種・系統が少なくなかった。しかも、従来積極的な耐冷性育種が行われていなかった中生や晩生の品種にも不稔歩合がかなり低い品種・系統が少なくなかった。これらのうち、出穂期別にみて不稔歩合が最も低い方の18品種・系統を黒丸で示した。これらの来歴を第2表に示した。これら18品種・系統の内訳は「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の子孫に当るものが16品種・系統であった。また、それら18品種・系統のうち13品種・系統は関東および北陸以西で耐冷性を

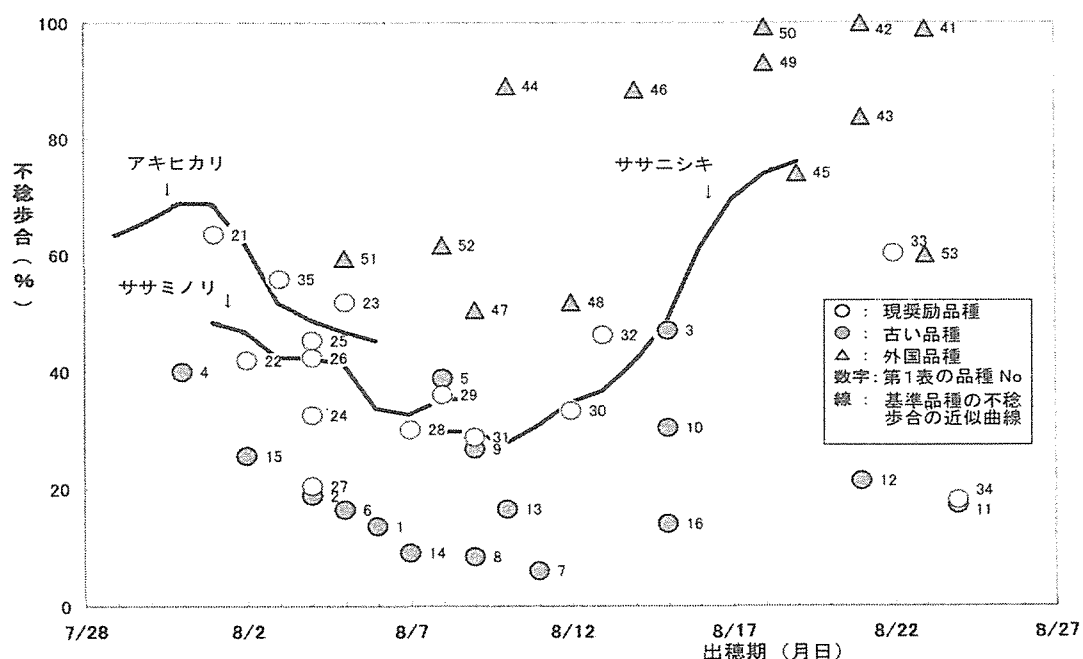
意識せずに育成されたものであり、東北地方で育成されたものは「ふ系124号」、「ふ系127号」、「庄内29号」の3系統だけであった。

考 察

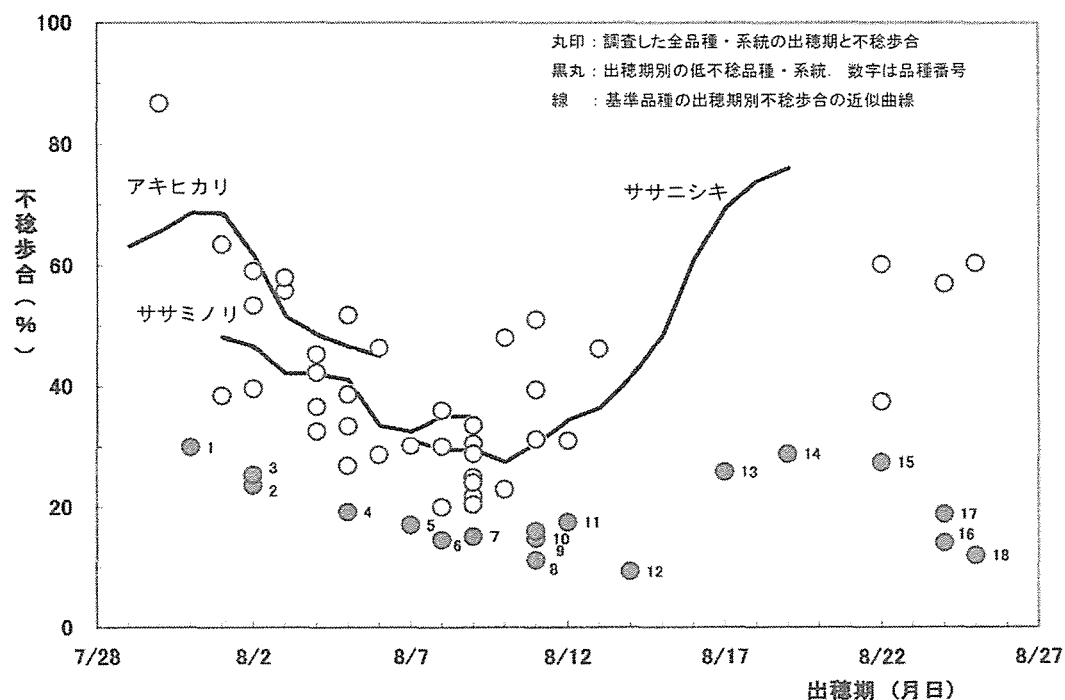
以上の結果から、1980年冷害で発生した障害不稔について以下のことが指摘できる。

第一に、深刻な被害をもたらした1980年冷害に対して、100年に一度級の過酷な気象がもたらしたのだから、耐冷性が大幅に改善された既存品種でも耐えられなかったという見方が支配的であった（農水省技術審議官室1981）。しかし、この調査結果では、東北地方における1980年現在の主要な奨励品種の不稔歩合は、1940年代以前の古い品種の不稔歩合より高いものがほとんどであり、従ってそれらの耐冷性は古い品種より低下していると考えられた。飼料用適性調査に供試中の外国品種は、1980年現在の主要な奨励品種より不稔歩合が更に高いものがほとんどであり、東北地方における実用栽培には適さないと考えられた。

第二に、この冷害で障害不稔の発生程度が低かった品種・系統は、関東および北陸以西で耐冷性を意識せずに育成されたものが8割以上を占め、東北地方で育成されたものは2割以下であった。さらに、障害不稔の発生程度が低かった品種・系統のほとん



第3図 新旧品種並びに外国品種に発生した障害不稔



第4図 新しい品種・系統の不歩歩合

第2表 1980年冷害で不歩歩合が低かった品種・系統の来歴

No	品種・系統名	両 親		母の来歴	父の来歴	系 譜
		母	父			
1	西南69号	カソラワセ	西南45号	ふ系71号/ふ系67号//2*コシヒカリ	コシヒカリ/西南7号	コシヒカリ
4	初 星	コシヒカリ	喜 峰	農林22号/農林1号	銀河/藤坂5号//秋晴	コシヒカリ
7	庄内29号	び系94号	庄系G65	でわちから/レイメイ//ササニシキ	コシヒカリ/ササミノリ	コシヒカリ
9	中部41号	初 星	トヨニシキ	コシヒカリ/喜 峰	ササニシキ/奥羽239号	コシヒカリ
12	越南128号	コシヒカリ	ハヤヒカリ	農林22号/農林1号	レイメイ/トヨニシキ	コシヒカリ
14	愛知39号	あ系118号	コシヒカリ	喜 峰/ヤマセニシキ	農林22号/農林1号	コシヒカリ
15	フクホナミ	越南77号	越南93号	フクミノリ/コシヒカリ	PiNo5/コシヒカリ	コシヒカリ
16	コシヒカリ	農林22号	農林1号	農林8号/農林6号	森多早生/陸羽132号	コシヒカリ
17	北陸108号	関東100号	コシヒカリ	コチカゼ/日本晴	農林22号/農林1号	コシヒカリ
18	大 空	山路早生	コシヒカリ	農林1号/若葉5号	農林22号/農林1号	コシヒカリ
10	宮崎22号	日本晴/宮崎6号	トドロキワセ	宮崎6号:十石/藤坂5号//コシヒカリ	収921/ホウネンワセ	トドロキワセ
3	ふ系124号	北陸99号	レイメイ	コシホマレ/トドロキワセ//収1830	フジミノリにゃ線照射	トドロキワセ
5	越南127号	農林22号	トドロキワセ	農林8号/農林6号	収921/ホウネンワセ	トドロキワセ
8	北陸106号	イナバワセ/北陸91号	トドロキワセ	イナバワセ:タレホナミ/コシヒカリ,	北陸91号:ホウネンワセ/フ	トドロキワセ
13	ナゴユタカ	トドロキワセ	ギンマサリ	収921/ホウネンワセ	京都旭1号/北陸14号	トドロキワセ
6	トドロキワセ	収921	ホウネンワセ	ハツミノリ/藤坂5号	農林22号/農林1号	トドロキワセ
2	ふ系127号	ムツニシキ/ふ系104号	藤329	ムツニシキ:陸奥光/F ₁ 69	トヨニシキ/レイメイ	不 明
11	越南125号	ササニシキ	シュウレイ	ハツニシキ/ササニシグレ	銀河/藤坂5号//秋晴	不 明

1)系統番号時代に交配され、後に品種名が付いたものは品種名を記載した。

2)Noは図II-4中の品種番号に対応する。

どが「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の子孫であり、しかも品質や食味も良好な品種・系統が少なくなかった。

従来、耐冷性と多収性や良質・良食味との間には遺伝的な負の相関があるため、これらを両立させる育種は不可能に近いといわれてきたが(1983 柿本, 升尾 1983), 1980 年冷害の被害実態をみる限り、耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は困難ではな

いと考えられた。また、東北地方に普及している品種の耐冷性水準は、東北以南の品種より高いと考えられてきたが(櫛淵ら 1970a), この冷害の被害実態から、東北地方の品種の耐冷性水準はむしろ低いと考えられた。

1980 年冷害で発生した障害不稔の実態調査で得られた以上の品種間差異は、従来の耐冷性検定の結果と一致しなかったことから、従来の耐冷性検定法

の精度は十分でないと考えられた。

第III章 水稻の耐冷性遺伝子源の探索

1980 年障害型冷害における障害不稔の品種間差異を調査した結果、北陸地方において耐冷性を意識せずに育成された「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の被害が軽く、また、被害が軽かった品種・系統の多くは両品種の子孫であった。従来東北地方において、「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の耐冷性が強いと評価されたことはなかったが、以上の冷害の被害実態から両品種の耐冷性は強いと考えられ、さらに、両品種の遺伝子源となったのは東北以南の品種ではないかと考えられた。そこで、高性能の耐冷性検定法である「恒温深水法」を用いて広範な品種の耐冷性検定を行い、耐冷性品種の探索と系譜の解明を目的とした一連の研究を実施した。

まず、1982 年に東北・北陸地方を中心とする水稻品種の耐冷性検定を行い、1980 年冷害の被害実態の検証を行うとともに、耐冷性品種の探索とそれらの系譜の推定を行った。東北・北陸地方を中心とする水稻品種のなかで、耐冷性が上位 2 階級の範囲に評価された最強級の品種・系統の来歴を調べてみると、「コシヒカリ」の子孫が約 3 分の 1 で最も多かった。また、「コシヒカリ」の母である「農林 22 号」の子孫の耐冷性も強かった。そこで、1983 年は「農林 22 号」とその両親並びに近縁品種を含む暖地・温暖地品種を中心にして、耐冷性品種の探索とそれらの系譜から耐冷性遺伝子源の解明を行った。

1982 年と 1983 年の 2 年間に行った以上の耐冷性検定の結果から、耐冷性が強い品種の多くは「コシヒカリ」の近縁品種であり、その系譜をたどると「農林 22 号」、「農林 8 号」、「銀坊主」とさかのぼることができ、それらの遺伝子源は「愛国」である可能性が高いと考えられた。そこで、1984 年は東北・北陸地方で育成された品種・系統を中心に、対象と

規模を大幅に拡大して、505 種類の耐冷性を検定し、耐冷性が上位 2 階級に評価された品種・系統を系譜別に分類した。

以上の 505 種類の耐冷性検定で、耐冷性が最強級と評価されたもので不稔歩合が最も低い品種は「農林 24 号」であった。それまで「農林 24 号」の耐冷性が最強級であると評価されたことはなかったもので、その耐冷性程度を確認するために一連の耐冷性検定を実施した。

材料と方法

1 東北・北陸地方を中心とする水稻品種の耐冷性

東北地方の水稻品種 76、北陸地方の水稻品種 19、関東・北陸以西の水稻品種 24、合計 119 品種を対象とした。耐冷性の検定は恒温深水圃場を使用して 1982 年に実施した。検定方法の概略は第 3 表のとおりである。供試材料はみのる式育苗枠に 4 月 8 日に播種し、育苗はトンネル折衷苗代で行い、5 月 19 日に移植した。栽植密度は畦間 24cm、株間 10cm で、栽植様式は 1982 年だけ 1 品種 8 株各 2 本植えで、1984 年以降は 1 品種 3 株各 2 本植えとした。施肥や雑草防除などは一般圃場とほぼ同じである。

冷水処理の開始は供試品種中最も早い品種の幼穂形成期としたので 1982 年は 7 月 12 日であり、それ以降の各年次より 1 週間遅かった。冷水処理は晩生品種の出穂期までとしたので 1982 年は 9 月 12 日である。水深と水温は各年次とも 20cm と 19℃ の同一条件で実施し、1987 年 B 圃場（増設）の水温だけが 18.5℃ である。

不稔歩合の調査穂数は、1982 年は 1 品種当り 8 株各 2 穂で合計 16 穂、1983 年以降は 1 品種当り 3 株各 5 穂で合計 15 穂である。耐冷性の評価は第 4 表に示す基準品種に基づいて行った。

第3表 恒温深水圃場による検定方法

年次 (年)	材料の養成				冷水処理			調査穂数		
	播種 (月日)	移植 (月日)	栽植密度 (cm)	栽植株数	期間 (月日)	水深 (cm)	水温 ℃	株数 (株)	穂数 (本)	反復
1982	4. 08	5. 19	24×10	8株各2本	7.12～9.12	20	19	8	2	2
1984	4. 15	5. 20	〃	3株各2本	7.05～9.08	〃	〃	3	5	2
1985	4. 14	5. 26	〃	〃	7.05～9.09	〃	〃	〃	〃	〃
1986	4. 15	5. 21	〃	〃	7.05～9.13	〃	〃	〃	〃	〃
1987A	4. 14	5. 18	〃	〃	7.05～9.10	〃	〃	〃	〃	〃
1987B	4. 14	5. 20	〃	〃	7.05～9.13	〃	18.5	〃	〃	〃

第4表 耐冷性評価の基準品種

早晩性 区 分	耐 冷 性 の 階 級							
	I	II (極強)	III (強)	IV (やや強)	V (中)	VI (やや弱)	VII (弱)	VIII (極弱)
極早生		中母36		ハマアサヒ ハツコガネ コチミノリ		ハヤニシキ ふ系86号 シモキタ		
早 生		庄内32号 中母35		ムツニシキ	レイメイ フジミノリ	アキヒカリ ムツホナミ		
中生の早			イブキワセ		ヒメノモチ	ササミノリ		ヒデコモチ
中 生		トドロキワセ	オオトリ オバコワセ	コガネヒカリ	アキホマレ	トヨニシキ キヨニシキ		
晩 生		コシヒカリ	ハウレイ	大 空			農林21号	

アンダーライン品種は1986年度稲育種連絡会議の申し合わせ

2 北陸以西の暖地・温暖地品種の耐冷性

供試品種は東北地方の早生品種から九州地方の極晩生品種までの207品種で、「農林22号」の近縁品種などの暖地・温暖地品種が主である。これらは検定可能な出穂晩限までに出穂しないものが多いので、出穂時期を早める目的で短日処理を行った。そのため、試験材料はポット栽培とし、検定は恒温深水水槽を使用して実施した。検定は1983年に実施した。検定方法の概略は第5表の1983年の欄のとおりである。施肥量は基肥として硫安、重過石、塩化カリを窒素、リン酸、カリの各成分量で1ポット当たり0.2g(1kg/a相当)を土全体に混和した。さらに、途中の肥料切れを防ぐ目的で窒素、リン酸、カリの各成分量が各5%の固形肥料を1ポット当たり7.5g(成分量で各2kg/a相当量)をポットの底に施用した。試験は2反復で実施した。短日処理は日長8時間で7月14日から7月20日まで行った。冷水処理は7月20日から9月10日まで水深25cm、水温19℃で実施した。不稔歩合は成熟期に1株から1穂、1ポット当たり20穂を採取して調査した。この検定では全般的に不稔歩合が高く、特に9月7

日以降に出穂した極晩生品種の不稔歩合はほとんどが90%以上となって品種間差異の判別ができなかった。そこで、耐冷性評価の対象は、暖地・温暖地の品種で出穂期が晩生の「コシヒカリ」並みの8月26日より遅く、不稔が多発して品種間差異の識別が困難になる以前の9月6日までに出穂した極晩生品種に限った。これら極晩生品種は、耐冷性評価の基準品種が未定のため、第4表の晩生の基準品種を参考にして出穂期区分ごとに不稔歩合が相対的に低い品種を仕分けるだけに止めた。

3 耐冷性品種の系譜推定と分類

対象とした品種は、東北・北陸地方の在来品種、昭和50年代までの歴代の普及品種、藤坂並びに古川で育成されて現存する全品種・系統を中心に、一部北陸以西の品種、陸稲品種、中国吉林省の品種等を含む505品種・系統である。耐冷性の検定は恒温深水圃場を使用して1984年に実施した。検定方法の概略は第3表の1984年の欄のとおりである。各品種の耐冷性評価は第4表の耐冷性評価の基準品種に基づいて行った。

第5表 恒温深水水槽による検定方法

年次	材料の養成			冷水処理			調査穂数	
	播種	ポット	播種様式	期 間	水深	水温	穂数	反復
	(月日)			(月日)	(cm)	(℃)	(本)	
1983	4.18	1/5000 a	円形20粒播	7.20～9.10まで	25	19	20	2
1985	4.21	〃	〃	晩 生:7.15～出穂まで 極晩生:7.25～9.11	25	19	20	2
1990	4.17	〃	〃	7.18～出穂まで	25→35→40	19	20	2

短日処理は1983年は7月14日から20まで、1990年は7月8日から18日まで日長8時間。

この検定で耐冷性が第Ⅱ（極強）・第Ⅲ（強）階級の上位2階級に評価された84品種のうち陸稲品種と外国品種を除く72品種について、その来歴から耐冷性の由来を推定し、系譜別に分類した。耐冷性品種の系譜を推定する場合、両親のうち耐冷性が強い方の親に由来するものとし、両親の耐冷性に差が認められないか、あるいは不明な場合は、先祖に、より強い品種が存在する方の親に由来するものとした。また、両親の耐冷性より子の耐冷性が優る場合は、両親のうち祖先に耐冷性の強い品種が存在する親の系譜に分類し、耐冷性の由来が明らかでない場合は系譜を不明とした。

4 「農林24号」の耐冷性

検定1から検定3まで3種類の検定を実施した。検定1に供試した品種は第6表に示すとおりで、上記3の検定で505品種中耐冷性が最強級と評価された上位29品種のほか、比較品種として「オイラセ」、「コチミノリ」、「中母35」、「ヨネシロ」の4品種を加えた33品種である。耐冷性検定は恒温深水圃場で1985年に実施した。検定の方法は第3表の1985年の欄のとおりである。ただし、最強級の耐冷性品種を比較するためには、処理水温は19℃より低い方が望ましいと考えられたので、冷水処理は循環水と冷却水が混入される水口近くで実施した。水温は冷水混入により変動するため正確な測定はできなかったが、設定温度である19.0℃より0.3℃前後低いと推定された。調査した各品種の不稔歩合は不稔指数（ $\arcsin \sqrt{\text{不稔歩合} / \text{全粒数}}$ ）で比較した。

検定2の供試品種は、「農林24号」、「トドロキワセ」、「中母35」、「中母42」を含む耐冷性が最強級の11品種で、1984年から1987年まで4年間実施した。耐冷性検定は恒温深水圃場で行い、検定の方法は第3表のとおりである。処理水温は検定1と同じで、設定温度19℃より0.3℃前後低いと推定される場所で実施した。不稔歩合は不稔指数に変換して比較した。

検定3は、耐冷性が最強級の「農林24号」、「トドロキワセ」、「中母35」、「中母42」を供試して1987年に実施した。耐冷性検定は恒温深水圃場を使用して実施した。耐冷性検定の方法は第3表の1987A、1987Bのとおりで、冷水処理を19℃と18.5℃の2

段階で実施した。

第6表 耐冷性最強29品種と比較品種

No.	品種名	備考	No.	品種名	備考
1	染分	水稻早生	18	宮城42号	水稻中生
2	清水糯	"	19	火焼烏粘	"
3	藤坂2号	"	20	宮城19号	"
4	中母42	"	21	農林24号	"
5	昭和二号	"	22	東北119号	"
6	木の下糯	"	23	東116	"
7	庄内32号	"	24	トドロキワセ	"
8	ふ系95号	"	25	石系323号	畑灌水稻
9	ふ系65号	"	26	石岡糯23号	"
10	中母35*	"	27	石岡糯20号	"
11	オイラセ*	"	28	石系324号	"
12	コチミノリ*	"	29	ミズハタモチ	"
13	ヨネシロ*	"	30	石系325号	"
14	雪花粘	"	31	陸稲農林糯1号	陸稲早生
15	銀坊主中生	水稻中生	32	フジガネ	陸稲中生
16	東北109号	"	33	陸稲関東糯136号	"
17	東北84号	"			

1)*印は追加した比較品種。

2)庄内32号(=はなの舞)、石系323号(=石岡糯26号)、

石系324号(=石岡糯27号)、石系325号(=陸稲関東糯149号)

結 果

1 東北・北陸地方を中心とする水稻品種の耐冷性

供試した119品種の中に、1980年冷害の被害実態の調査結果で障害不稔の発生程度が低かった18品種のうち14品種が含まれていた。これらの耐冷性の検定結果を第7表に示した。東北地方の主力品種である「アキヒカリ」、「ササミノリ」、「ササニシキ」の耐冷性程度は第Ⅵ階級の「やや弱」の基準品種とされており、これら基準品種と比較すると、「フクホナミ」の評価が同程度であった以外は、いずれも第Ⅱ階級（極強）から第Ⅳ階級（やや強）と評価され、東北地方の主力品種より強かった。また、1980年冷害の調査結果で不稔歩合の低さが注目された「コシヒカリ」と「トドロキワセ」は、後にいずれも第Ⅱ階級（極強）の基準品種に選定されており、その基準どおり不稔歩合は低かった。

次にこの検定に供試した119品種のうち、耐冷性程度が第Ⅱ階級（極強）と第Ⅲ階級（強）の上位2階級に評価された24品種の来歴を調べ、その結果を第8表に示した。耐冷性が上位2階級に評価された品種のうち、「コシヒカリ」の子孫が8品種、「コシヒカリ」の親である「農林22号」の子孫が3品種で、これらを合わせると11品種であった。次に多いのが「トドロキワセ」の子並びにその親の2品

第7表 1980年冷害で不稔歩合が低かった
品種・系統の耐冷性評価

No	品種名	出穂期 区分	不稔歩 合	耐冷性 評価
1	西南69号	B	51.8	IV
2	初 星	D	53.0	IV
3	越南128号	E	33.3	II
4	愛知39号	E	48.3	III
5	フクホナミ	E	70.1	VI
6	コシヒカリ	E	45.7	II
7	大 空	E	40.1	IV
8	北陸106号	D	33.9	II
9	ふ系127号	C	35.3	III
10	トドロキワセ	D	34.8	II
11	越南125号	D	46.5	III
12	アキヒカリ(比較)	B	83.2	(VI)
13	ササミノリ(比較)	C	71.2	(VI)
14	ササニシキ(比較)	D	61.8	(VI)

1) 出穂期区分は、B:早生, C:中生早, D:中生晩, E:晩生

2) 耐冷性評価区分は、I～VIIの7階級で数値の小さい方が強い

種であった。

また、「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の両品種の子孫が1品種、「コシヒカリ」と「ヨネシロ」の共通の子が1品種であった。これら「コシヒカリ」並びに「トドロキワセ」と親子関係にある品種を合計すると24品種中15品種であった。

以上の検定結果は、「コシヒカリ」と「トドロキワセ」並びに両品種の子孫の被害が軽いとした1980年冷害の被害実態の調査結果と一致した。

第8表 耐冷性が上位2階級に評価された東北・北陸地方品種とその来歴

No.	品種名 または 系統名	早晩 性区 分	耐冷 性評 価	両 親		母の来歴	父の来歴	耐冷性の系譜
				母	父			
1	ふ系129号	B	II	コシヒカリ/レイメイ	アキヒカリ		トヨニシキ/レイメイ	コシヒカリ
2	庄内32号	B	II	北陸99号	コシヒカリ	コシホマレ/トドロキワセ//収1830	農林22号/農林1号	コシヒカリ
3	越南128号	D	II	コシヒカリ	ハヤヒカリ	農林22号/農林1号	レイメイ/トヨニシキ	コシヒカリ
4	秋田31号	B	III?	コシヒカリ	奥羽292号	農林22号/農林1号	Pi4//越南43号/大系437	コシヒカリ
5	ふ系130号	B	III	コシヒカリ/レイメイ	アキヒカリ		トヨニシキ/レイメイ	コシヒカリ
6	東北123号	D	III	トヨニシキ	コシヒカリ	ササニシキ/奥羽239号	農林22号/農林1号	コシヒカリ
7	愛知39号	E	III	あ系118号	コシヒカリ	喜峰/ヤマセニシキ	農林22号/農林1号	コシヒカリ
8	中部44号	C	III	初 星	トヨニシキ	コシヒカリ//銀河/藤坂5号	ササニシキ/奥羽239号	コシヒカリ
9	コシヒカリ	E	II	農林22号	農林1号	農林8号/農林6号	森多早生/陸羽132号	農林22号
10	ながのほまれ	D	III	しなのこがね	農林22号	若葉/ホウネンワセ	農林8号/農林6号	農林22号
11	ふ系127号	C	III	ムツニシキ/ふ系104	藤329	ムツニシキ:陸奥光/F ₁ -69*	トヨニシキ/レイメイ	農林22号
12	秋田32号	B	II?	アキニシキ	ヨネシロ	マンリョウ/コシヒカリ	藤坂5号/尾花沢5号	コシヒカリ, ヨネシロ
13	中部42号	C	III	ミネアサヒ	系283	関東79号*/喜峰	トドロキワセ/アキツホ	コシヒカリ, トドロキワセ
14	トドロキワセ	D	II	収921	ホウネンワセ	ハツミノリ/藤坂5号	農林22号/農林1号	トドロキワセの親
15	北陸106号	D	II	イナバワセ/北陸91号	トドロキワセ	コシヒカリ/タレホナミ		トドロキワセ
16	東北130号	D	III	古2769	収3227	ササニシキ/レイメイ	イナバワセ*2/レイメイ	古2769
17	オパコワセ	D	III	奥羽187号	農林1号	陸羽132号/酒井金子	森多早生/陸羽132号	奥羽187号
18	ヨネシロ	B	II	藤坂5号	尾花沢5号	双葉/善石早生	奥羽197号/奥羽189号	尾花沢5号?
19	シンツルモチ	D	II	新2号	鶴糰2号	亀の尾1号/改良愛国	鶴糰の純系選抜	鶴糰2号
20	ヤマセシラズ	B	III	藤坂2号	農林1号	奥羽187号/九平2号	森多早生/陸羽132号	藤坂2号
21	染 分	B	II	在来品種				在来品種
22	奥羽312号	B	III	アキヒカリ	び系94号	トヨニシキ/レイメイ	でわちから/レイメイ//ササニシキ	不明
23	信放酒4号	B	III	レイメイにγ線照射				不明
24	越南125号	D	III	ササニシキ	シュウレイ	ハツニシキ/ササニシキ	銀河/藤坂5号//秋晴	不明

1) 早晩性区分は、A:極早生, B:早生, C:中生早, D:中生晩, E:晩生。耐冷性評価はI～VIIまでの7階級の評価でIが強くVIIが弱い。

2) 耐冷性評価の?マーク付は他の検定結果と一致しないもの。

3) 関東79号*:コシヒカリにγ線照射, F₁-69**:農林22号//Te-tep/5*農林22号/3/ワダ/4/フジミロ

2 北陸以西の暖地・温暖地品種の耐冷性

供試品種のうち8月26日から9月6日までに収穫した暖地・温暖地品種の出穂期と不稔歩合を一覧表にして第9表に示した。

出穂期が9月4日以降の品種は不稔歩合が高い傾向が見られたが、これまで耐冷性検定が実施された

ことのない暖地・温暖地品種にも不稔歩合に品種間差異が認められ、不稔歩合の低い品種がかなり存在することが分かった。これらの中で「コシヒカリ」の母である「農林22号」の不稔歩合は38%で「コシヒカリ」より低く、供試品種中最低であった。「農林22号」の母である「農林8号」の不稔歩合も41%

で低かった。「農林8号」の親である「銀坊主」の不稔歩合は第Ⅳ階級（やや強）の基準品種である「大空」より低かった。また、「農林22号」の父である「農林6号」は出穂期が遅くて不稔歩合は79%と高かったが、この出穂期区分の品種のなかでは不稔歩合が最も低かった。

出穂期が「コシヒカリ」と同じ8月26日以降の97品種のうち不稔歩合が相対的に低い20品種を取り

上げ、それらの来歴を第10表に示した。

これらの品種は、「コシヒカリ」とその母の「農林22号」、「農林22号」の母の「農林8号」、「農林8号」の母の「銀坊主」、「銀坊主」が選抜された原品種「愛国」など「コシヒカリ」並びに「コシヒカリ」の祖先を親として育成された品種が最も多く、それらを合計すると20品種注13品種であった。その他は、「トドロキワセ」、「鶴糯」、「早生桜糯」の子孫が各

第9表 暖地・温暖地品種の耐冷性検定結果

出穂期 (月日)	不稔歩合 (%)								
	20~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100		
8.26~8.28		コシヒカリ	ヤマヒカリ			キンパ	ミネニシキ ハルカゼ ツクパニシキ ニホンマサリ	でわのもち ほたか 新金南風 中生新千本	峰 光 ワカゴマ 農林50号 富山18号
8.29~8.31		白 河	ホウレイ 上 州	銀坊主 鶴糯1号	ヒノヤマモチ 越 栄	マンリョウ 大 空 鈴原糯	ギンマサリ ミネユタカ オオセト テンリョウ サチミノリ	タマヨド サトミノリ 菊 栄 日本晴 金南風	フクマサリ ひだみのり ヨモマサリ 農林29号
9.1~9.3	農林22号	農林8号 アスワ ヤマコガネ	コガネナミ みのひかり	アキニシキ		ワカサ ニシカゼ	ヤマホナミ クジュウ マンゲツモチ ツキミモチ クサブエ ヤマホウシ アキツホ	ビクリ糯 ほまれ錦 越ゆたか 秋 晴 秀 峰 金 剛 はがれしらず	セトホマレ キビヨシ クレナイモチ びわにしき びわみのり
9.4~9.6					農林6号 ナカセングク コトブキモチ しまねにしき	千本優 太刀風 ベニセングク ヤマビコ サイゴクモチ アリアケ	フヨウ サンブク ヤマトミ ホウヨク コクマサリ ハヤトモ サチミドリ	トヨタマ コガネマサリ ナンゴクモチ ニシホマレ シンレイ 喜寿糯 晴 々	若 葉 新山吹 白 菊 黄金錦 中京旭 愛知旭 みのたまもち

不稔歩合が相対的に低い20品種を太字のゴシック体で表した。

第10表 暖地・温暖地の耐冷性が強い20品種の来歴

出穂期	品種名	不稔歩合(%)	両 親		母の来歴	父の来歴	耐冷性の系譜	検定品種数
			母	父				
8/26 ~8/28	コシヒカリ	49	農林22号	農林1号	農林8号/農林6号	森多早生/陸羽132号	農林22号	15
	ヤマヒカリ	54	サトミノリ	コシヒカリ	πNo3//農林29号/近畿33号	農林22号/農林1号	コシヒカリ	
8/29 ~8/31	白 河	41	在来品種				在来品種	24
	ホウレイ	51	トドロキワセ	東海33号	収921/ホウネンワセ	ヤマビコ/日本晴	トドロキワセ	
	上 州	55	在来品種				在来品種	
	鶴糯1号	61	鶴糯から選抜				鶴 糯	
	銀坊主	63	愛国から選抜				愛 国	
	越 栄	78	農林22号	新4号	農林8号/農林6号	畿内晩33号/農林1号	農林22号	
9/1 ~9/3	ヒノヤマモチ	78	中国糯11号	フクミノリ	桜糯1号/コトブキモチ	旭撰//農林8号/農林6号	農林8号、中国糯1号?	28
	農林22号	38	農林8号	農林6号	銀坊主/朝日	上州/撰一	農林8号	
	農林8号	41	銀坊主	旭	愛国から選抜	日の出より選抜	銀坊主	
	アスワ	46	豊千本	農林8号	千本旭/力千本	銀坊主/朝日	農林8号	
	ヤマコガネ	50	農林8号	農林6号	銀坊主/朝日	上州/撰一	農林8号	
	みのひかり	53	幸 風	マンリョウ	中籾2号//農林22号/東山38号	農林29号//農林8号/農林6号	農林22号、農林8号	
9/4 ~9/6	コガネナミ	59	農林23号	農林22号	農林8号/農林6号	農林8号/農林6号	農林22号	30
	アキニシキ	64	マンリョウ	コシヒカリ	農林29号//農林8号/農林6号	農林22号/農林1号	コシヒカリ	
	ナカセングク	75	東海旭	近畿39号	日の丸/豊年旭	早生朝日/亀治111号	不 明	
	コトブキモチ	78	双 葉	早生桜糯	真珠2号/高根旭	早生旭糯/桜糯	早生桜糯?	
	農林6号	79	上 州	撰 一		在来品種	不 明	
	しまねにしき	80	クサナギ	農林8号/農林6号	農林8号/農林6号		農林8号、農林6号	

1品種、遺伝子源が不明なものが2品種、残りの2品種が在来品種であった。

3 耐冷性品種の系譜推定と分類

供試した505品種のうち耐冷性が上位2階級に評価された84品種から陸稲と外国稲を除く72品種を系譜別に分類し第11表に示した。耐冷性が強い72品種はその系譜により4つの群に分類することができた。

第1群は「コシヒカリ」と「トドロキワセ」並びにその近縁品種の系譜に属する品種で、その構成比は45.8%で最大であった。そのうち、「コシヒカリ」の子孫が最も多く、次いで「トドロキワセ」の子孫と近縁品種が多かった。その次に「コシヒカリ」の親である「農林22号」、その親である「農林8号」

の子孫に当たる品種が多かった。また「農林8号」の親で「愛国」から選抜された「銀坊主」と、同じく「愛国」から選抜された「陸羽20号」の耐冷性はともに第Ⅱ階級(極強)であった。しかし、この検定で供試した「愛国」および「早稲愛国」の耐冷性程度はどちらも第Ⅴ階級(中)で強くなかった。また、「トドロキワセ」の系譜を辿ると、母の「収921」の耐冷性は第Ⅱ階級(極強)であるが、その両親である「ハツミノリ」と「藤坂5号」の耐冷性はそれぞれ第Ⅵ階級(やや弱)と第Ⅴ階級(中)で強くなく、従って、「収921」の耐冷性は両親を超越したものであった。「ハツミノリ」と「藤坂5号」はともに「愛国」の子孫であり、「トドロキワセ」は「コシヒカリ」と耐冷性の遺伝子構成に違いがないと推定されていることから(佐々木・松永1985)、「トドロ

第11表 耐冷性が上位2階級の品種の系譜分類

分 類	耐冷性由来 (推定)	該当する品種	品種数と構成比	
			小計	合計 (%)
第1群	愛 国?	銀坊主中生 昭和二号	2	33 (45.8)
	陸羽20号	ふ系9号	1	
	農林8号	トネワセ 東北83号 ふ系68号 ふ系69号	4	
	農林22号	ふ系93号 ふ系94号 ふ系95号 ふ系118号 ムツコガネ ながのほまれ	6	
	農林23号	タツミモチ ふ系糯76号	2	
	コシヒカリ	ふ系129号 ふ系130号 ふ系132号 庄内32号 東北123号 中部47号 東108 東119	8	
	トドロキワセ	トドロキワセ 越南134号 中部43号 中部45号 中部46号 中母35 中母36	7	
	その他(超越)	東北109号 東北130号 収921	3	
第2群	早稲神力	東北23号 奥羽1号 東北84号	3	11 (15.3)
	畿内晩33号?	ヨネシロ 農林24号 農林49号 たかねみのり 中母46	5	
	畿内中4号	ハッコウダ ふ系65号 ふ系81号	3	
第3群	坊主6号?	藤坂3号 オオトリ 東北103号 東北119号	4	15 (20.8)
	九平2号	藤坂2号 オイラセ	2	
	はやゆき	中母42	1	
	鶴 糯	鶴糯2号 シンツルモチ	2	
	白 河	宮城19号	1	
	東 郷	宮城42号	1	
	黒 糯	黒糯22号	1	
	Nauox Sollana	中母52	1	
	Precosus F.A.	中母45	1	
	Uz Ros 770	中母53	1	
第4群	不明	ふ系59号 ふ系糯49号 ふ系77号 東90 東北117号 東北91号	6	6 (8.3)
	在来品種	清水糯 染 分 木下糯 熊 糯 岩 賀 勘太坊主 青 稈	7	7 (9.7)
合 計			72	72 (100)

キワセ」の耐冷性は愛国系譜の耐冷性が両親を経て集積されたものと考え、「トドロキワセ」とその近縁品種は第1群に分類した。第1群に属する品種の耐冷性は、各品種の来歴からみて「愛国」に由来すると考えられたが、供試した「愛国」の耐冷性は中程度で強くなく、疑問が残った。

第2群には「早稲神力」,「畿内晩 33 号」,「畿内中 4 号」など「神力」の子孫に当たる品種が属し、その構成比は 15.3 %であった。この第2群には「東北 23 号」,「ヨネシロ」,「農林 24 号」,「農林 49 号」などが含まれる。これら第1群と第2群に属する品種を合計すると 61.1 %になり、これまでの検定で見いだされた耐冷性品種の大半はこの第1群と第2群のどちらかに属することが分かった。

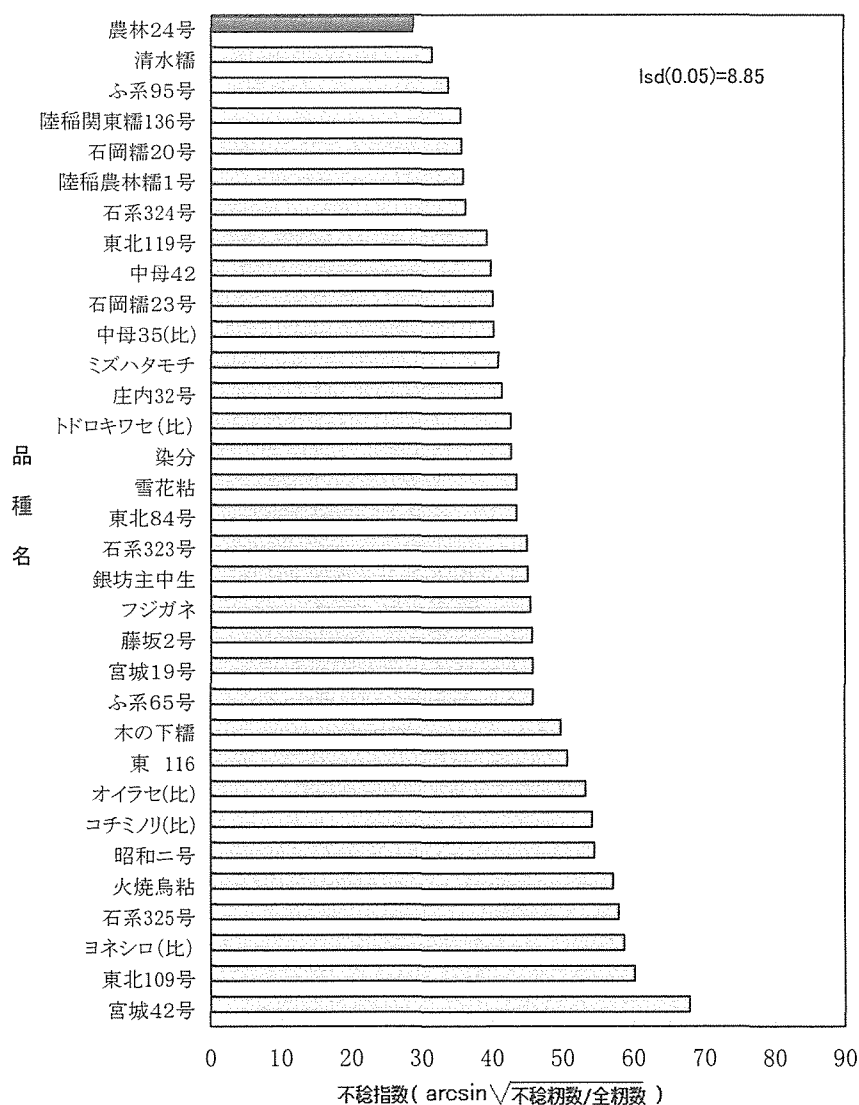
第3群は、第1群、第2群以外で、耐冷性が上位2階級に入る品種・系統を一つ以上生み出した品種を分類したもので、その構成比は 20.8 %であった。この群のなかで、生み出した耐冷性品種の数が最も多いのが「坊主 6 号」の系譜で 4 品種、次が「九平 2 号」と「鶴糯」の系譜で各 2 品種であった。なお、第3群の「九平 2 号」の系譜に分類した「藤坂 2 号」と「オイラセ」は「富国」の子孫でもあることから、「愛国」または「坊主」の系譜に分類することもできる。その他は「はやゆき」,「白河」,「東郷」,「Nauox Sollana」,「Precosus F.A.」並びに「Uz Ros 770」の系譜で、それぞれ 1 品種・系統であった。

第4群は、耐冷性の系譜が不明な 6 品種と「染分」など由来種 7 品種を分類したもので、構成比はそれぞれ 8.3 %と 9.7 %であった。この第4群は、耐冷性が上位2階級に入る品種・系統を子孫として一つも残さなかった品種・系統である。

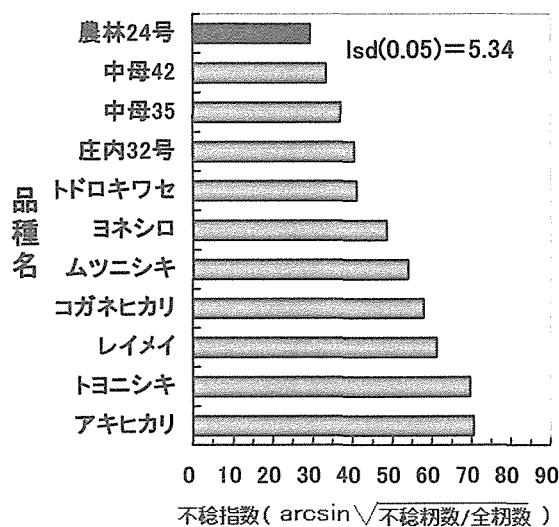
4 「農林 24 号」の耐冷性

検定 1 では、3) の東北・北陸地方を中心とする 505 品種の検定で耐冷性が上位 2 階級に評価された 29 品種に比較品種 4 品種を加えた 33 品種の検定を実施し、不稔指数の低い順に第 5 図に示した。「農林 24 号」の不稔指数は、同じ中生の晩で極強の基準品種「トドロキワセ」、早生の極強の基準品種である「中母 35」, 同じく極強の「中母 42」, 耐冷性が最強の評価を受けてきた在来種の「染分」より低く、「清水糯」とは有意差は認められないが、これらの品種中最低であった。

検定 2 では、「農林 24 号」とその他の耐冷性最強品種とを比較する検定を 1984 年から 1987 年まで 4 年間実施し、その結果を第 6 図に示した。「農林 24 号」の不稔指数は、同じ中生で耐冷性が第Ⅱ階級の最強の基準品種である「トドロキワセ」より低く、



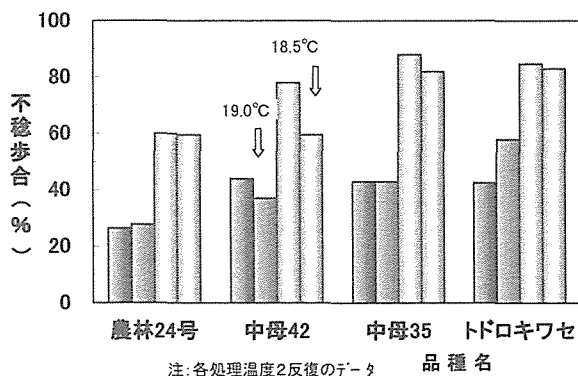
第5図 耐冷性最強品種間の耐冷性比較



第6図「農林24号」の耐冷性比較

第Ⅱ階級の早生の基準品種である「中母 35」, 「庄内 32 号」より低く, 「中母 42」とは有意差は認められないが, これらの品種中最低であった。

検定3では, 水温を 19.0℃と 18.5℃の2段階で検定を行いその結果を第7図に示した。「農林 24 号」の不稔歩合は 19.0℃, 18.5℃のいずれでも耐冷性が最強の第Ⅱ階級の基準品種である中生の「トドロキワセ」はもちろん, 早生の「中母 42」, 「中母 35」より低かった。「農林 24 号」の不稔指数と不稔歩合は, 以上の年次と処理温度を変えたどの検定においても最低であった。



第7図「農林24号」と最強の基準品種との耐冷性比較

考 察

1980 年冷害で, 障害不稔の被害が軽微であった「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の耐冷性程度は日本の既存の品種中最強であった。そして, 耐冷性が強い品種の半数近くは「コシヒカリ」と「トドロキワセ」並びにそれらの近縁品種であり, そのうち

「コシヒカリ」とその近縁品種の子孫が圧倒的に多かった。また, 以上の耐冷性の強い品種のほとんどは, 耐冷性を意識することなく育成されたものであった。これらのうち「コシヒカリ」は最高の良質・良食味品種であり, 「トドロキワセ」はいもち病抵抗性が強く, 多収性で食味も良好な品種である。このような優れた実用特性を備えた大品種が, その最強級の耐冷性は意識されることなく, 多くの耐冷性の強い品種・系統を生み出してきたことが明らかになった。

愛知県の山間高冷地にある愛知県農業総合試験場山間技術実験農場(以下「愛知山間」と略す)では, 1980 年以前から川水を利用した耐冷性検定が行われており, 「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の耐冷性はともにかなり強いと評価され, 耐冷性の比較品種として使われていた(森元ら 1980)。しかし, 東北地方における耐冷性検定結果と一致しなかったため, 愛知山間の育成品種や暖地・温暖地品種の耐冷性程度を東北地方の品種と同じ基準で評価できなかった(森元 1981 私信)。恒温深水法が出現して「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の耐冷性が最強級であることが確認され, 東北地方の品種と暖地・温暖地品種を共通の基準で比較できるようになったため, その後第4表に示した耐冷性評価の基準品種が選定されることになった。

古川では「コシヒカリ」級より遅い暖地・温暖地の極晩生品種は検定が困難で, それらの基準品種も未定で正確な評価は難しいが, 「農林 22 号」, 「農林 8 号」, 「アスワ」, 「ヤマコガネ」など, 耐冷性が「極強」の「コシヒカリ」や「強」の「ホウレイ」と同水準と考えられる品種が少なくないことが明らかになった。これらの結果は愛知山間における検定結果(朱宮ら 1983, 藤井ら 1986, 赤間ら 1986) とほぼ一致した。

以上の耐冷性が強い品種の来歴をみると, 「コシヒカリ」, その親の「農林 22 号」, その親の「農林 8 号」, その親の「銀坊主」が交配されて育成された品種が過半数であった。また, 「農林 22 号」の父である「農林 6 号」の耐冷性もかなり強いと推定され, 「農林 22 号」の耐冷性は「農林 8 号」のほかに「農林 6 号」の耐冷性が集積した可能性も考えられる。これらの系譜のなかで, 「農林 8 号」→「農林 22 号」→「コシヒカリ」と受け継がれる日本の品種の

なかで最高の良質・良食味品種の系譜は、耐冷性が最強級の系譜であることが判明した。

国内の水稻耐冷性品種は系譜によって4群に分類され、そのうち第1群の愛国系譜並びに第2群の神力系譜の二大系譜が見いだされ、耐冷性品種の大半はこの二つの系譜のいずれかに属することが明らかになった。

第1群の愛国系譜では、「愛国」から選抜・育成された「銀坊主」と「陸羽 20 号」の耐冷性がともにコシヒカリと同じ程度の最強級であることから、耐冷性の遺伝子源は「愛国」の可能性が高いと考えられた。しかし、これまで検定に供した「愛国」の耐冷性は強くなかったため、「愛国」が遺伝子源であると結論することはできなかった。

第2群の神力系譜の耐冷性は「神力」に由来する可能性が高いと考えられるが、「神力」をはじめ「早稲神力」、「畿内晩 33 号」、「畿内中 4 号」など「神力」の子孫はいずれも極晩生で、古川では耐冷性検定が困難であった。従って、「愛国」と「神力」の耐冷性解明は残された課題である。

第3群に分類された耐冷性品種では、子孫に耐冷性が上位2階級に入る品種を多く残した品種は少なく、「坊主 6 号」が4品種、「九平 2 号」と「鶴糯」がそれぞれ2品種を生みだしただけである。その他はそれぞれ1品種生みだしただけであり、系譜といえる数の子孫を残した品種は少なかった。

第4群は耐冷性の由来が不明な品種と在来品種で、しかも子孫に耐冷性が上位2階級に入る品種を残さなかった品種・系統である。そのうち、耐冷性の由来が不明とした品種の中には、第1群の「収 921」と同じように、藤井ら(1984)も指摘するように両親の耐冷性が集積され、両親を超越した品種が含まれている可能性が高いと考えられる。在来品種のなかで「染分」は、耐冷性が極強として注目され、その耐冷性を実用品種に導入する努力が行われたにもかかわらず、これまで成功しなかった品種である(櫛渕ら 1972, 小山田ら 1975)。

日本の水稻品種を中心とした 505 品種のうち耐冷性が最強と評価された 29 品種のうち不稔歩合が最も低かった「農林 24 号」の耐冷性を検討した。耐冷性が最強級の品種と比較する3種類の検定を行ったが、どの試験の不稔指数、不稔歩合とも最低であ

り、その耐冷性は既存の水稻品種中では最強と考えられる。「農林 24 号」は「神力」の子である「晩稲交配 33 号」を母、「陸羽 132 号」を父として 1931 年農林省農事試験場鴻巣試験地で人工交配が行われ、その後代から 1943 年に宮城県立農事試験場(指定試験地)で杉田孝一、木戸三夫らにより育成された。この品種は、草型が中間型の良質多収品種で、いもち病にも強く、宮城、栃木、群馬、山梨、島根、山口の各県で奨励品種として 1943 年から 1969 年頃まで普及し、最大普及面積は 1954 年の 13,680ha であった。

この「農林 24 号」の育成報告書(宮城県立農事指導所 1944)には耐冷性に関する記載はなく、育成者である杉田、木戸の両氏に聞いたところ、育種の過程で耐冷性を意識した記憶はないとのことであった。「農林 24 号」は耐冷性検定で「強」と評価された報告はあるが(鳥山・和田 1959)、この最強の耐冷性がこれまで注目されたことは全くなかった。

第Ⅳ章 耐冷性品種の二大系譜における遺伝子源の解明

水稻耐冷性品種の二大系譜のうち、第1群の愛国系譜の耐冷性は系譜からみて「愛国」に由来する可能性が高いと考えられた。しかし、「愛国」の耐冷性を強いと評価した報告は見当たらず、また、これまでの検定に供した「愛国」のほとんどが耐冷性は中程度かそれ以下で強くなかった。「愛国」は農家が選抜・育成した在来種であるため遺伝的に純度が低く、各地で純系選抜が行われる過程で耐冷性が異なる品種に分化した可能性があると考えられた。そこで種子が保存されている「愛国」品種群すべてを検定することにした。

次に、第2群の神力系譜の耐冷性は系譜からみて「神力」に由来する可能性が高いと推定されたが、「神力」の耐冷性が強いと評価した報告は見当たらず、また、九州地方を中心に普及した極晩生品種で、古川では出穂期が非常に遅くなるため、耐冷性検定を行うことは極めて困難と考えられた。そこで、「神力」の耐冷性を直接検定するだけでなく、「神力」の近縁品種を検定することにより、「神力」の耐冷性を間接的に解明しようとした。

材料と方法

1 愛国の耐冷性

検定に供した品種は農林水産省農業生物資源研究所(現独立行政法人農業生物資源研究所, 以下生物研と略す)で保存している愛国系品種 50 種類と比較品種 4 種類の合計 54 種類で, 第 12 表に示すとおりである。これらは, 「愛国」, 「早生愛国」, 「中生

愛国」, 「晩生愛国」並びにそれらの純系選抜により育成された品種であり, それらの突然変異体または自然交雑による変異体の選抜で育成された品種および交雑育種により育成した品種は除外した。耐冷性の検定は恒温深水圃場を使用して 1985 年に実施した。検定方法の概略は第 3 表の 1985 年の欄に示したとおりである。

第12表 耐冷性検定に供した愛国系品種

No	品種名	品種番号	No	品種名	品種番号	No	品種名	品種番号	No	品種名	品種番号
1	愛国	020080	15	愛国3号	041006	29	愛国穂	040346	43	早生愛国	040026
2	愛国	030173	16	愛国5号	040553	30	愛国茨城1号	040047	44	早生愛国	040253
3	愛国	030177	17	愛国6号	040438	31	愛国茨城2号	040125	45	早生愛国30号	040439
4	愛国	040002	18	愛国20号	040436	32	愛国茨城2号	040437	46	早生愛国96号	040389
5	愛国	040043	19	愛国20号	050105	33	愛国密粒稻	040495	47	早生愛国3号	920986
6	愛国	060073	20	愛国68号	060026	34	愛国糯	060178	48	秋田早生愛国5号	020563
7	愛国	070015	21	愛国70号	030252	35	愛国垂葉稻	020753	49	秋田早生愛国5号	040235
8	愛国	090399	22	愛国70号	040399	36	愛国垂葉稻	020479	50	陸羽20号	920242
9	愛国1号	040030	23	愛国A	040953	37	晩愛国	050168	51	トドロキワセ(比較)	
10	愛国1号	040431	24	愛国B	060287	38	坊主愛国	020851	52	トヨニシキ(比較)	
11	愛国1号	080007	25	愛国C	060288	39	坊主愛国	030121	53	コシヒカリ(比較)	
12	愛国1号	060037	26	愛国D	060289	40	中生愛国	040016	54	農林21号(比較)	
13	愛国3号	040425	27	愛国F	060290	41	中生愛国3号	020701			
14	愛国3号	040706	28	愛国G	060291	42	中生愛国90号	040390			

品種番号は農水省生物研生殖質保存管理室における保存種子の品種番号

2 「神力」と近縁関係にある東北・北陸地方の品種の耐冷性

供試材料は「神力」並びに「神力」の近縁品種を交配して育成された33品種・系統で, 生物研で保存している種子を使用した。耐冷性の検定は恒温深水圃場で1985年と1986年に実施した。試験方法は第3表の1985年と1986年の欄のとおりである。耐冷性評価は第4表の基準品種に基づいて行った。

3 「愛国」, 「神力」と近縁関係にある暖地・温暖地品種の耐冷性

供試材料は暖地・温暖地の品種・系統で, 「神力」および「神力」と近縁関係にあるもの 19, 「農林 6 号」または「農林 8 号」と近縁関係にあるもの 46, 比較品種 7 の合計 72 種類である。使用種子は, 比較品種を除いて生物研で保存中の種子を使用した。耐冷性の検定は恒温深水水槽により 1985 年に実施した。検定方法は第 5 表のとおりである。その他の方法は, 第Ⅲ章 2. 「北陸以西の暖地・温暖地品種の耐冷性」の試験方法と同じである。耐冷性の評価は, 出穂期が「コシヒカリ」より遅い極晩生品種の評価基準は未定であったので, 不稔発生の程度から

「農林 22 号」を「コシヒカリ」並みの「極強」, 「アキニシキ」を「大空」並みの「やや強」, 「秋晴」を「農林 21 号」並みの「弱」の基準として耐冷性の評価を行った。なお, 9 月 11 日以降は恒温深水水槽の水温は設定温度である 19℃以下となったので, その後に出穂した品種の不稔歩合は高まっている可能性がある。

4 「神力」の耐冷性

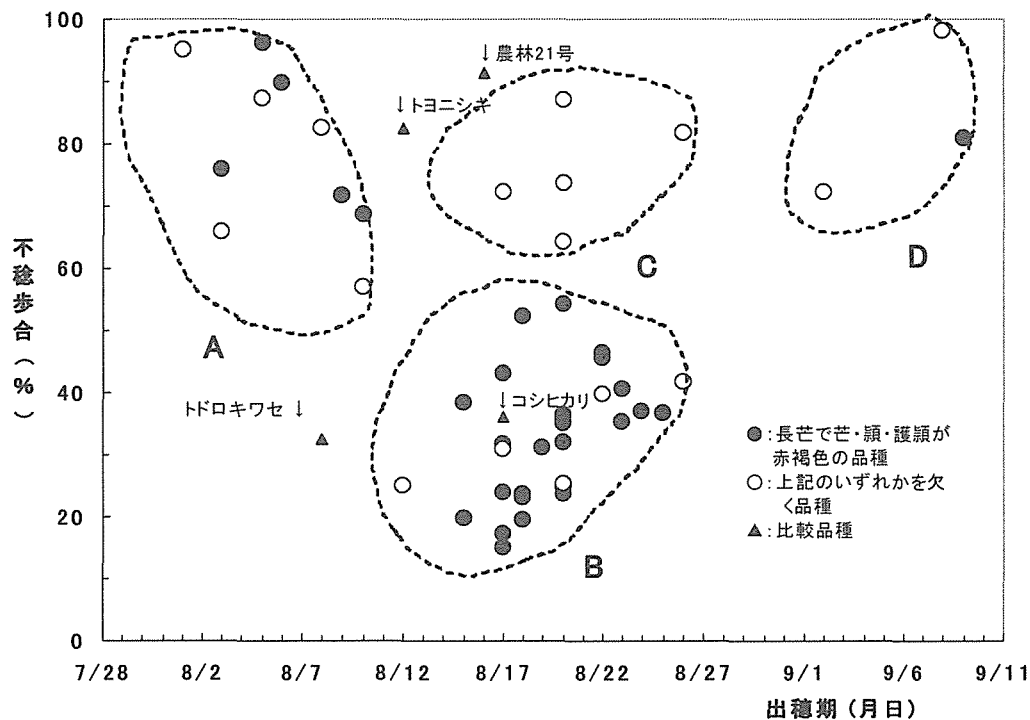
供試品種は「神力」の品種番号が異なる 8 品種, 「神力」と近縁関係にある 5 品種, 比較品種 1 の合計 14 品種である。種子は生物研で保存中の種子を使用した。耐冷性の検定は 1990 年に実施した。材料は 1 / 5000a ポットに円形に 20 粒を播種して養成し, 出穂を早める目的で 7 月 8 日から 10 日間短日処理を行った。冷水処理は 7 月 18 日から出穂期まで恒温深水水槽で行った。「神力」など古い品種は草丈が長く, 冷水処理期間に幼穂が水面上に出る恐れがあるので, 生育が進むに従って処理水深を 20cm から 35cm, 40cm に順次変えた。出穂後はガラス室内で登熟させた。その他の検定方法の概要は第 4 表のとおりである。

結 果

1 愛国の耐冷性

1985年の夏期は高温であったので出穂が早まり、
 平年では検定が困難な極晩生品種の検定も可能であ

った。供試品種の一般圃場における出穂期と恒温深水圃場で発生した不稔歩合の関係と、「愛国」特有の芒や顔色等の特徴の有無を合わせて第8図に示した。これらの品種は出穂期と不稔歩合に基づきA, B,



第8図 「愛国」の耐冷性

C, Dの4群に分類することができた。A群は出穂期が最も早いグループで、「アキヒカリ」級の早生から「トヨニシキ」級の中生の晩までの幅があり、不稔歩合は高い。B群は出穂期が「コシヒカリ」より数日早いものから「日本晴」級までの約2週間の幅があり、不稔歩合は最も低い。C群は出穂期がB群の範囲内で、不稔歩合は高く、「愛国」特有の長芒および芒、穎、護穎などの色が赤褐色の形質のいずれかを欠くものである。D群はB群、C群より出穂期が1週間以上遅い極晩生のグループで、不稔歩合は高い。「愛国」の品種特性である長芒で、芒色、穎色、護穎色が赤褐色の特徴を持つ品種のほとんどはA, Bの両群に属した。このうちA群には「早生愛国」が属し、これまでの検定に供して耐冷性が弱いと判定してきた「愛国」はこの群に属する品種であった。B群には「愛国」や「中生愛国」が属し、B群のなかでも「コシヒカリ」に近い出穂期の品種に、不稔歩合が低いものが多かった。B群のなかで不稔歩合が「コシヒカリ」と同じかそれより低い24品

第13表 愛国系品種の中耐冷性が最強級の24品種

No	品種名	品種番号	出穂期 月日	不稔歩合 (%)
1	愛国1号	040431	8.17	14.9
2	陸羽20号	920242	8.16	16.4
3	愛国5号	040553	8.17	17.3
4	愛国3号	040706	8.18	19.5
5	愛国20号	050105	8.15	19.7
6	愛国1号	060037	8.18	23.1
7	愛国68号	060026	8.18	23.5
8	愛国6号	040438	8.20	23.6
9	愛国	030173	8.17	24.0
10	愛国C	060288	8.20	24.9
11	坊主愛国	020851	8.12	25.0
12	愛国G	060291	8.20	25.2
13	愛国B	060287	8.17	31.0
14	愛国3号	040425	8.19	31.0
15	愛国70号	030252	8.17	31.7
16	愛国20号	040436	8.20	32.1
17	愛国3号	041006	8.20	35.1
18	中生愛国90号	040390	8.23	35.4
19	愛国茨城1号	040047	8.20	35.8
20	愛国	040002	8.20	36.4
21	愛国	040043	8.25	36.8
22	中生愛国	040016	8.24	37.0
23	愛国70号	040399	8.15	38.5
24	坊主愛国	030121	8.22	39.6
25	トヨニシキ (比較)		8.11	76.4
26	トドロキワセ (比較)		8.8	36.4
27	コシヒカリ (比較)		8.18	36.0
28	農林21号 (比較)		8.17	91.3

品種番号は農水省生物研殖質保存管理室保存種子の品種番号

種を第13表に示した。これらのうち、品種番号040431の「愛国1号」、品種番号920242の「陸羽20号」をはじめとして「コシヒカリ」より不稔歩合が一段と低い品種が少なくなかった。

2 「神力」と近縁関係にある東北・北陸地方の品種の耐冷性

「神力」または「神力」の近縁品種の交配により育成された東北・北陸地方の33品種・系統の耐冷

性検定結果を第14表に示した。これらのうち、「奥羽4号」、「奥羽27号」、「奥羽28号」、「奥羽196号」、「奥羽197号」、「農林24号」並びに「北陸15号」は出穂期が「トドロキワセ」または「コシヒカリ」と同程度で、不稔歩合が「トドロキワセ」および「コシヒカリ」と同程度かそれ以下であることから、これらの耐冷性程度は「極強」と判定された。これら33品種・系統のうち7品種・系統の耐冷性が「極強」で、1品種が「強」であった。

第14表 「神力」と近縁関係にある東北・北陸地方の品種・系統の耐冷性

No.	品 種 名 または 系 統 名	品 種 番 号	両 親		出 穂 期 (月・ 日)	不 稔 歩 合 (%)	耐 冷 性 判 定						
			母	父			Ⅱ 極 強	Ⅲ 強	Ⅳ や や 強	Ⅴ 中	Ⅵ や や 弱	Ⅶ 弱	
1	奥羽 1号	020850	早稲神力	亀の尾4号	8.28	60.8			●				
2	奥羽 2号	020265	〃	〃	8.25	58.5			●				
3	奥羽 3号	020266	〃	〃	8.21	55.0			●				
4	奥羽 4号	020267	〃	〃	8.22	26.8	●						
5	奥羽 5号	020268	〃	豊 国	8.28	69.1					●		
6	奥羽 7号	020270	〃	〃	8.28	89.3						●	
7	奥羽 8号	020271	〃	〃	8.31	88.8						●	
8	奥羽 9号	020272	〃	〃	8.29	90.2						●	
9	奥羽 10号	020273	〃	〃	8.30	77.9				●			
10	奥羽 11号	020274	〃	関 山	8.29	57.3			●				
11	奥羽 18号	020281	〃	亀の尾4号	8.28	44.4		●					
12	奥羽 24号	020287	早稲神力 / 亀の尾4号	陸羽 20号	8.25	87.5					●		
13	奥羽 25号	020288	〃	〃	8.26	86.5					●		
14	奥羽 26号	020289	〃	〃	8.25	53.1			●				
15	奥羽 27号	020290	〃	〃	8.25	32.2	●						
16	奥羽 28号	020291	〃	〃	8.28	26.5	●						
17	奥羽 29号	020292	〃	〃	8.21	76.7				●			
18	奥羽 194号	020369	晩 33号	亀の尾4号	8.21	58.4			●				
19	奥羽 195号	020370	〃	〃	8.19	64.3			●				
20	奥羽 196号	020371	〃	〃	8.21	39.3	●						
21	奥羽 197号	020372	〃	〃	8.22	35.6	●						
22	奥羽 198号	020373	〃	〃	8.26	60.7			●				
23	奥羽 199号	020374	〃	〃	8.23	70.3				●			
24	奥羽 200号	020375	〃	〃	8.18	73.8				●			
25	奥羽 201号	020379	〃	〃	8.17	56.3			●				
26	奥羽 202号	020377	〃	〃	8.28	69.1				●			
27	奥羽 203号	020278	〃	〃	8.28	71.2				●			
28	奥羽 205号	020380	〃	〃	8.24	53.3			●				
29	奥羽 206号	020381	〃	〃	8.21	69.6				●			
30	農林 24号	920932	晩稲交配 33号	陸羽 132号	8.30	18.1	●						
31	農林 50号	040063	畿内晩 33号	農林 1号	9.03	83.3					●		
32	北陸 15号	030022	晩 33号	里 不 知	9.01	39.1	●						
33	北陸 26号	030029	晩 33号	農林 1号	9.06	84.8					●		
34	トドロキワセ	比較			8.20	33.2	○						
35	コガネヒカリ	比較			8.24	60.7			○				
36	トヨニシキ	比較			8.26	94.1					○		
37	コシヒカリ	比較			9.01	29.8	○						
38	大 空	比較			8.03	64.0			○				
39	農林 21号	比較			8.31	91.3						○	

1) 晩33号, 晩稲交配33号は畿内晩33号(神力/新関取)の別称

2) 品種番号は農水省生物研生殖質保存管理室の品種番号

3 「愛国」,「神力」と近縁関係にある暖地・温暖地品種の耐冷性

供試品種の耐冷性検定結果を出穂期と不稔歩合の表にまとめ示した。「神力」の近縁品種では、「早稲神力」、「早神力」、「神力糯」、「畿内中4号」(関取/神力)並びに「畿内晩33号」(神力/新関取)の子である「北陸15号」(畿内晩33号/里不知)と「北陸26号」(畿内晩33号/農林1号)の不稔歩合は、耐冷性が最強級である「コシヒカリ」や「農林22号」並に低かった。その他の「神力」の近縁品種も耐冷性が「やや強」の「アキニシキ」より不稔歩合が低い品種が多く、不稔歩合が「秋晴」並に高い品種はなかった。「神力」と「器量好」(「神力」と命名される以前の別名)は出穂期が9月11日以降となり低温の影響を受けて、不稔歩合が高まっている可能性がある。従って、それらの不稔歩合は9月11日以前に出穂した品種と直接対比はできないが、耐冷性が「やや強」の「アキニシキ」と同じかそれより低かった。また、耐冷性が最強級の「農

林22号」の親である「農林8号」と「農林6号」並びにそれらの近縁品種のなかに、不稔歩合の低い品種が多かった。「上州」と「撰一」は「農林6号」の両親であるが、「上州」は供試した2系統間で多少の差がみられたが、いずれも不稔歩合は高い方であった。「撰一」の不稔歩合は「上州」より低く、「やや強」の「大空」、「アキニシキ」と同程度であった。

「農林6号」と「農林8号」の近縁関係にある品種の来歴並びに耐冷性評価を第16表に示した。これらのうち「農林38号」、「東山37号」、「東山61号」、「農林37号」、「山陰46号」、「農林25号」の6品種の耐冷性は「農林22号」並の「極強」であり、「農林8号」の先祖である「銀坊主」並びに「愛国」と同じ強さであった。また、「東山38号」、「農林23号」、「近畿41号」など10品種・系統が「やや強」の「アキニシキ」並であった。一方、これら「農林6号」と「農林8号」の近縁品種の中では耐冷性が「中」以下の弱いものは少なかった。

第15表 「神力」および「農林8号」、「農林6号」と近縁関係にある暖地・温暖地品種の耐冷性

出穂期 (月 日)	不 稔 歩 合 (%)							
	0~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~100
8.12~14		北陸15号						
8.15~20								
8.21~23		愛 国①					ナゴユタカ	
8.24~26		(コシヒカリ) 北陸26号	チクマ	農林48号				(農林21号)
8.27~29			(ホウレイ) 東山38号	(大 空) 関 取①	農林43号			
8.30~9.01		ヤマヒカリ 東山37号		撰 一	関 取②		銀坊主晩生	ヨモヒカリ
9.02~04	愛 国② 《農林22号》 畿内中4号 山陰46号	銀坊主		《アキニシキ》 近畿41号 近畿44号	早生関取	上 州① 農林36号 山陰54号	農林29号	農林30号
9.05~07	農林13号	農林37号 農林38号	農林23号 農林31号	神力新関取 東山41号 農林8号	改良神力			《秋 晴》 上 州② 農林32号
9.08~10	早神力	神力糯 農林25号 東山61号 早稲神力① 早稲神力②	早稲神力③ 亀治神力 農林6号 東山36号	朝 日				
9.11~13	越南27号		北陸20号			近畿47号	関東38号 神 力①	
9.14~16			器量好②					
9.17~20		器量好①	神 力②	神 力③		畿内晩33号 神 愛	近畿38号 東山12号	

1)ゴシック体の太字は神力の近縁品種。その他は農林6号と農林8号の近縁品種。

2) ()内は耐冷性の基準品種。《》内は耐冷性の仮の基準品種。

3)囲み数字は農水省生物研の種子番号の違いを表す。

4)9月11日以降に出穂した品種は自然低温の影響を受けているため不稔歩合は高めと考えられる。

第16表 「農林8号」と「農林6号」の近縁品種の耐冷性

N0	品種名	両親		母の来歴	父の来歴	耐冷性の系譜	耐冷性評価
		母	父				
1	愛国①	在来種				愛国	◎
2	愛国②	在来種				愛国	◎
3	銀坊主	愛国から選抜				愛国	◎
4	農林13号	銀坊主	丹後中稲	愛国から選抜	早生神力から選抜	愛国・神力	◎
5	農林8号	銀坊主	朝日	愛国から選抜	旭の別名	愛国	○
6	銀坊主晩生	銀坊主の改名				愛国	×
7	農林38号	初光	農林6号	無芒愛国104号／石白197号	上州／撰一	農6,愛国?	◎
8	東山37号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	◎
9	東山61号	農林23号	農林22号	農林8号／農林6号	農林8号／農林6号	農8,農6	◎
10	農林37号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	◎
11	山陰46号	農林23号	農林22号	農林8号／農林6号	農林8号／農林6号	農8,農6	◎
12	農林25号	東山12号	農林8号	上州／中稲神力	銀坊主／朝日	農8,神力	◎
13	東山38号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	○
14	農林23号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	○
15	近畿41号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	○
16	近畿44号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	○
17	東山41号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	○
18	チクマ	東山38号	銀坊主中生	農林8号／農林6号	愛国から選抜	農8,農6	○
19	山陰54号	農林22号	農林29号	農林8号／農林6号	農林8号／農林6号	農8,農6	△
20	農林29号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	×
21	農林32号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	×
22	ヨモヒカリ	農林22号	銀坊主中生	農林8号／農林6号	農林8号／農林6号	農8,農6	×
23	東山36号	東山24号	農林8号	名倉穂／朝日	銀坊主／朝日	農8	○
24	農林48号	農林8号	陸羽132号	銀坊主／朝日	陸羽20号／亀の尾4号	農8	○
25	農林31号	農林13号	農林8号	銀坊主／丹後中稲	銀坊主／朝日	農8,	○
26	農林6号	上州	撰一	在来種	在来種, 来歴不明	撰一	○
27	農林43号	農林8号	早生銀坊主	銀坊主／朝日	銀坊主から選抜	農8	△
28	農林30号	陸羽132号	農林6号	陸羽20号／亀の尾4号	上州／撰一	農6	×
29	ナゴユタカ	トドロキワセ	ハウネンワセ	収921／ハウネンワセ	農林22号／農林1号	ト'ロキワセ	×
30	ヤマヒカリ	サトミノリ	コシヒカリ	PiNo3／中国10号	農林22号／農林1号	コシヒカリ	◎
31	農林36号	関東11号	農林8号	撰一／荒木	撰一／竹成	撰一	△
32	撰一	在来種, 来歴不明				撰一	○～△
33	上州①	在来種					△
34	上州②	在来種					×
35	朝日	旭の別名				朝日	○
36	北陸20号	京都旭	銀坊主早生	旭の別名, 日ノ出から選抜	銀坊主から選抜	愛国	?
37	越南27号	豊千本	農林6号	千本旭／力千本	上州／撰一	農6	?
38	関東38号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	?
39	近畿47号	農林8号	農林6号	銀坊主／朝日	上州／撰一	農8,農6	?
40	近畿38号	日の出選3号	改良愛国	不明	信州金子／愛国	愛国	?
41	コシヒカリ	耐冷性の基準品種					(◎)
42	ハウレイ	〃					(○)
43	大空	〃					(○～△)
44	農林21号	〃					(×)
45	農林22号	〃					(◎)
46	アキニシキ	〃					(○)
47	秋晴	〃					(×)

1) No.45～47は仮の基準品種。耐冷性評価は◎:極強, ○:強, ○～△:やや強, △:中, ×:弱。括弧内は基準品種の評価基準

2) No.36～40は9月11日以降に出穂して低温の影響を受けたので耐冷性評価はできなかった。

3) 品種の後に付いた○囲み数字は種子の出所の違い。

4 「神力」の耐冷性

「神力」は極晩生で出穂が遅いため、古川で耐冷性検定を実施することは極めて困難であった。しかし1990年の夏は異常な高温が長期間続いたため出穂が早まって9月初めまでには出穂したので、「神力」

の耐冷性を検定することができた。その結果を第17表に示した。

「神力」の品種番号が異なる8種類は、出穂期が8月14日から9月2日までの変異があり、不稔歩合では25%から80%までの変異があった。それらのな

かに神力系譜の遺伝子源となりうる耐冷性が最強級の「神力」が存在することを確認できた。それらの品種番号は、「神力(040031)」、「(040035)」、「(050073)」、「(090152)」、「(090413)」であり、これらの不稔歩合は耐冷性が最強級である「農林22号」と同程度に低かった。また、「早神力」、「早稲神力」の不稔歩合も「農林22号」と同程度に低く、「神力」の子である「畿内中4号」の不稔歩合はわずかに高めであったが、同じく「神力」の子の「台中65号」の不稔歩合は「農林22号」並みに低かった。

第17表 神力の耐冷性

No.	品種名	品種番号	出穂期 (月日)	不稔歩 合 (%)	耐冷性 評価
1	早神力	040790	8.31	20	◎
2	神力	040031	8.30	30	◎
3	神力	040582	8.27	80	×?
4	神力	040035	8.31	25	◎
5	神力	050073	8.29	35	◎
6	神力	060068	8.14	80	×?
7	神力	060177	8.26	65	△?
8	神力	090152	8.22	40	◎～○
9	神力	090413	9.02	35	◎
10	早稲神力	040643	8.30	30	◎
11	早稲神力	050085	8.27	35	◎
12	畿内中4号	040308	8.21	45	◎～○
13	台中65号	130131	8.25	30	◎
14	農林22号 (比較)		8.22	35	(◎)

1) 水温19℃、水深25cmの恒温深水水槽でポット栽培により検定。

2) 品種番号は農水省生物研生殖質保存管理室の品種番号

3) 不稔歩合は各2ポットの遠視判定値の平均。耐冷性は「農林22号」極強(◎)の基準品種として評価。

考 察

1 「愛国」の耐冷性

「愛国」の起源には2つの説がある。寺沢(1927, 1932)は静岡県「身上早生」が「愛国」の起源であるとしている。その大略は以下のとおりである。

宮城県立農事試験場の大正元年稲作試験報告第12報の付録「水稻品種の起源来歴分布状態及特性調査書」に「愛国」の来歴について以下の記録がある。

1889(明治22)年12月、静岡県賀茂郡下田港西在金蘭園主の蚕種家外岡由利蔵から宮城県伊具郡舘矢間村舘山(現丸森町)の本田三学宛に無名の種籾が送られた。本田氏は蚕種家で田を耕作していなかった。翌1890年同村字小田の篤農家窪田長八郎に試作させた。その年は出穂・結実が遅れてわずかの種子が取れただけであった。翌1891(明治24)年の

試作では前年より成熟期が早まり収穫量が多かったので1892(明治25)年は数人で試作したところ非常に成績がよく、同村字小田、日下内蔵の坪刈り収量は反当2石8斗余(約420kg/10a)に達した。坪刈調査監督として立会った伊具郡書記森善太郎および同郡米作改良教師八尋一郎の両氏は、その品種が無名であったので「愛国」と命名してこの坪刈成績を公表した。その後本田三学氏に送られた無名種子の来歴を追跡調査した結果、明治15年頃静岡県賀茂郡竹麻村青市字蒲谷の高橋安兵衛が晩稲「身上起」から選抜した「身上早生」と称する早生種であることが分かった。宮城県立農事試験場では静岡県から寄せた「身上早生」と静岡県起源の「俗称『在来愛国』または『晩愛国』」とを昭和2年に比較栽培した結果、これらの特性に差はほとんど認められないことが確認された。

一方、手島(1932)は「愛国」の起源は広島県の在来種「赤出雲」とあり、その来歴を大略以下のように紹介している。

大正元年10月28日宮城県柴田郡農会から広島県立農事試験場宛に以下の内容の照会状を送った。

「明治27年秋臨時議会が広島で行われた際、宮城県柴田郡出身で貴族院議員であった飯淵七三郎が広島県立農事試験場を視察し、結実良好な1品種を目にとめ、その1株を譲り受けて翌明治28年採種用に栽培した。晩生だが分げつが多く、稈が丈夫で倒伏し難く、穂長が大きく多収なので非常に好評を博したので明治39年「愛国」と命名して広めた。しかし、最近の「愛国」は穂が短く雑駁となって収量も低下したように見受けられるので、別便の小包で1株送るので、類似の品種があれば比較研究用に栽培したいので1株送って欲しい」と。

この問合せに対して、同農事試験場は、「『愛国』は広島県の『早生出雲10号』と酷似しており、これは在来種『赤出雲』から純系淘汰したものなので、『愛国』は『赤出雲』の異名同種とみられる」と回答した。

また、上記書簡に関連して広島県立農事試験場の熊田(1912)は、概略以下のように報告している。

「明治27年当時広島県立農事試験場はまだ発足していないので、多分旧山陽支場のことと考えられる。当時同場で栽培していた早生種のなかで引き継いで栽培している品種は残念ながら、従って確実な

断定はさらに一ヵ年栽培した後でなければできないが、柴田郡農会から送付された稲株を鑑定した結果、多少の相違はみられるが「出雲早生」と酷似していることから、「愛国」は「出雲早生」から生まれ出した異名同種か、「出雲早生」と同系統の品種から出たものと推定される」と。

「愛国」の起源に関しては、以上のように、「身上早生」説と「赤出雲」説の対立する2説があり、これ以上系譜を辿ることはできないが、明治時代に宮城県南部で命名され、普及が始まったことだけは確かなようである。

「愛国」はいもち病抵抗性や耐倒伏性が優れる晩生の多収穫品種であったので、明治30年代半ばの宮城県における作付面積は第1位で作付率は20%以上に達し、東北各地にも急速に普及した。しかし、1902(明治35)年と1905(明治38)年の冷害で、「愛国」は連続して大被害を被った。特に1905(明治38)年冷害では、宮城県における平均収量は27kg/10aという惨状で、なかでも「愛国」は晩生種のため被害が最も大きかった(宮城県1916)。このため「愛国」は冷害に弱い品種というイメージが強まり(杜1972)、以後仙台以北では作付面積が激減し、その代わりに出穂期がより早くて被害が軽かった「亀の尾」が、耐冷性が強い品種のイメージ(杜1972、山本1976)で急増した。

「愛国」はその後純系選抜によりより早熟な「陸羽20号」など愛国系品種が選抜・育成されたが、主な普及地域は宮城県の仙台以南および福島県を中心とする東北南部であり、その後次第に南下して、北関東から中部地方にいたるまで広範囲に普及し、東日本を代表する大品種となった。「愛国」の作付面積は1932(昭和7)年には26万ヘクタール余に達し、1940年代後半に至るまで長期間普及した。「愛国」がこのように広く長期間普及した理由は、品質は良くないが、強稈で、耐倒伏性が強く、いもち病抵抗性が強く、多収性で年次間の豊凶の差が少ない等多くの特長を持っていたからであった(安田1952b)。

「愛国」は各地に普及する過程で純系選抜が行われ、「愛国」の名称が付く多数の愛国系品種が誕生した(香山ら1972)。従って、「愛国」の名が付く品種でも特性が異なる可能性があるので、「愛国」の耐冷性を検定するに当たって、保存されている愛国

系品種すべてを対象とした。これらの耐冷性には大きな変異がみられたが、耐冷性が「コシヒカリ」と同等かそれ以上に強い「愛国」が多数存在することが確認され、耐冷性品種の二大系譜のうち愛国系譜の遺伝子源は「愛国」であると説明できることが分かった。

これまで実施した一連の検定結果を総合して愛国系譜の主な品種の系譜を第9図に示した。この図では耐冷性が上位2階級に入る品種を太字で示した。

「愛国」の耐冷性は「銀坊主」→「農林8号」→「農林22号」→「コシヒカリ」へと伝わっていることが明らかである。「農林22号」の両親である「農林8号」と「農林6号」は、古川では極晩生となるため耐冷性程度の正確な評価は難しいが、「農林8号」の耐冷性は「銀坊主」よりやや弱めと考えられる。「農林6号」は第15表では不稔歩合が「農林8号」よりやや低めであるが、ほかの検定結果では不稔歩合が「農林8号」より高めであり、その耐冷性程度は正確に評価できなかった。これらの子である「農林22号」の耐冷性は「農林8号」より強いことから、「農林8号」と「農林6号」の耐冷性が集積したものと考えられる。

「農林6号」の片親である「撰一」の来歴に関して、「神力(器量好)」から選抜されたと説明している資料もある(例えば農林水産省農産園芸局農産課監修(1970)日本の稲作、地球社、9.や農林水産省農産園芸局編(1993)水陸稲・麦類奨励品種特性表、農業技術協会、40.)が、それらの根拠は不明である。

永井(1927)は「器量好」、「撰一」など「神力」と形態や性状の類似したものは総括して神力系統と認められると説明したが、のちに永井(1949)は「撰一」の来歴の説明から「神力」との関係を除き、事実上前記の説明を撤回している。そして、「撰一」の品種特性は、草型、耐病性、脱粒性、品質などで「神力」とはかなり異なるとしていることから「撰一」は「神力」系品種とする根拠はなく、従って「農林6号」の耐冷性が「神力」と関係があると言える根拠は見いだせなかった。

2 「愛国」の耐冷性が「コシヒカリ」へ伝わった育種の経過

「愛国」の耐冷性は「銀坊主」、「農林8号」、「農林22号」を経由して「コシヒカリ」に受け継がれ

一」の交配により 1936 年に育成された。そして関東以西の 25 府県で 1963 年まで長期間普及して、最大作付面積は 93,600ha (1943 年) におよび、「農林 8 号」と共に関西地方においてももち病抵抗性品種として活躍した大品種であった。兵庫県では早生種で、中稈・短穂の穂数型で、耐倒伏性はやや易で、品質は良好であった。葉いもちには弱いが穂首いもちには極めて強い品種であった(瀬古 1979, 平野 1980)。

3) 「農林 22 号」の育種

「農林 22 号」も同じ兵庫で「農林 8 号」と「農林 6 号」の交配組合せから昭和 18 年に育成された。育種が行われた当時の情勢と育種の経過について、育成者の瀬古(1979)は以下のように述べている。米の流通は各地の米穀取引所で行われ、米価は需給関係により騰落を繰り返した。産米は市場性が重視され、産地銘柄品種で格付けされたので、安全・多収・良質の稲作が重視された。被害の大きかったニカメイチュウといもち病には有効な防除薬がなかった。水稲育種では多収・良質・いもち病抵抗性の品種が強く要望された。当時いもち病抵抗性品種として葉いもち、穂首いもち共に強い「亀治 2 号」があったが、収量性が低く品質が劣った。この品種を交配していもち病抵抗性を目標に選抜すると多収性系統は得がたく、多収性を目標とするといもち病抵抗性系統は得がたく、育種は成功しなかった。そこで、穂首いもちに弱い「農林 8 号」に「農林 6 号」の穂首いもち抵抗性を導入する目的でこの交配組合せが考えられた。

「農林 22 号」は関東以西の中国・四国を中心とする 22 県で 1943 年以降長期間普及し、特にいもち病とイネカラバエに強い特性を発揮して、中山間地帯の稲作を安定させた。最大作付面積は 9 万 9 千 ha (1954 年) である。「農林 22 号」は両親よりやや早い長稈の穂重型で耐倒伏性は弱いが品質・食味が良好で、葉いもち、穂首いもちにともに強い特長を持つ品種であった。「農林 22 号」の耐冷性は「農林 8 号」と「農林 6 号」の耐冷性が集積されいっそう向上したと考えられるが、育種の過程で耐冷性が意識されることはなかった。

「農林 8 号」と「農林 6 号」の交配組合せは大きな期待を寄せられ、同じ組合せの交配が合計 3 回行われた。これらの育成系統が各指定試験地に配布され、兵庫では「農林 22 号」、「農林 23 号」、「近畿 33

号」の 3 品種が育成された。明石農事改良実験所では「農林 32 号」、「農林 37 号」、「近畿 44 号」の 3 品種が育成された。岐阜県農業試験場では「東山 38 号」、「農林 29 号」、「東山 41 号」の 3 品種が育成された。そして出雲農事改良実験所では「農林 44 号」が育成され、同じ交配組合せから合計 10 品種が育成された。なお、「農林 8 号」は「農林 25 号」、「ササシグレ」も生み出し、「農林 6 号」は「農林 10 号」、「農林 35 号」、「農林 38 号」、「ヤマテドリ」などを生み出した。このように「農林 8 号」と「農林 6 号」の組合せ、並びにその周辺からこれほど多数の優良品種が育成される事例は稀であり、日本のイネ育種史上稀に見る優良組合せの代表といわれている(櫛淵 1979)。

なお、石墨(1976)は、235 の農林番号登録品種の育成で交配親として使われた回数を調べた結果、「農林 8 号」が 25 回で第 1 位、次いで「農林 22 号」が 21 回、「農林 1 号」が 17 回、「東山 38 号」が 13 回、「農林 29 号」が 12 回、「農林 23 号」が 11 回、「農林 6 号」、「陸羽 132 号」、「ホウヨク」が 10 回であった。これら上位 9 品種中「農林 8 号」と「農林 6 号」並びにその近縁品種が 6 品種を占めており、それほど両品種は優れた品種であったと述べている。この「農林 8 号」と「農林 6 号」の組合せによって育成された品種・系統並びにそれらの近縁品種のほとんどは耐冷性のレベルが高く、最強級の品種・系統が多かった(第 16 表)。このたぐい稀な優良品種の系譜が最強級の耐冷性品種の系譜であることが明らかになった。

4) 「コシヒカリ」の育種

「コシヒカリ」は 1944 (昭和 19) 年に新潟県農業試験場の指定試験地(以下「新潟」と略す)において「農林 22 号」と「農林 1 号」の交配が行われ、1956 (昭和 31) 年に福井県農業試験場の指定試験地(以下「福井」と略す)で育成された。育種目標は、北陸地方平坦部の主力品種「農林 1 号」のいもち病抵抗性の強化であり、その目的で「農林 22 号」が片親に選ばれた。「農林 1 号」は早生・短稈・穂数型の多収・良質品種であり、「農林 22 号」は晩生・長稈・穂重型の良質・耐病性品種であった。しかし、「コシヒカリ」は「農林 22 号」の長稈で稈が弱い点と「農林 1 号」のいもち病に弱い点を併せ持ち、育種目標には反していたが、熟色と玄米品質の良さが評

価されて選抜された（石墨 1976, 1980a, 1980b, 櫛淵 1994）。

「コシヒカリ」は長稈で耐倒伏性が弱く、いもち病抵抗性が弱いなどの欠点はあったが、良品質・良食味で穂発芽性や高温登熟性にも優れる点が評価されて、1956（昭和 31）年に新潟県と千葉県で奨励品種に採用された。しかし、新潟県で当初普及したのは山間部だけで、「コシヒカリ」が広く普及したのは関東から九州にいたる早期栽培地帯であり、早期栽培米の品質・食味の安定向上に不可欠の品種としてであった。

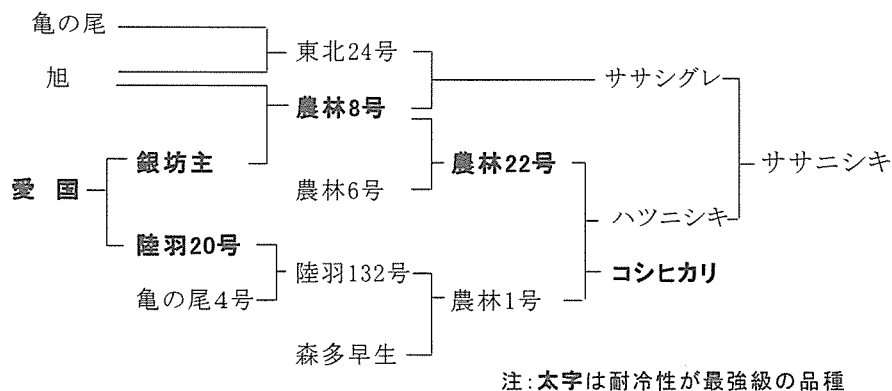
1969 年に銘柄米制度が発足して良質米の生産競争が始まると、誕生して 16 年後の 1972 年に「コシヒカリ」は富山、石川、福井の各県で奨励品種に採用され、北陸地方の平坦部で普及が始まった。同時に全国的に作付が広まり、2002 年現在の奨励品種採用県は 40 都府県におよび、作付面積は 54 万 7 千 ha、作付面積率は 36.6 % という驚異的な普及状況である。

「農林 22 号」と「農林 1 号」の交配組合せの後代は、新潟から福井と東北農業試験場栽培第一部（以下「大曲」と略す）に配布され、同じ組合せから「コシヒカリ」の姉妹品種として新潟では「越路早生」が、福井では「ハウネンワセ」が、大曲では「ハツニシキ」と「ヤマセニシキ」の 4 品種が育成された。これら 4 品種は「農林 1 号」のいもち病強化という育種目標をほぼ達成した品種であった。これらの奨励品種採用県と最高作付面積は、「越路早生」が 18 都府県で 8 万 3 千 ha（1964 年）、「ハウネンワセ」が 17 県で 17 万 6 千 ha（1967 年）、「ハツニシキ」が 8 県で 4 万 8 千 ha（1964 年）、「ヤマセニシキ」が 5

県で 8 千 ha（1969 年）であった。この「農林 22 号」と「農林 1 号」の組合せは、「農林 8 号」と「農林 6 号」の組合せとともにイネ育種史上稀に見る優良組合せの代表であった（櫛淵 1979）。「農林 22 号」と「農林 1 号」の組合せは「農林 1 号」のいもち病抵抗性強化が目的であったが、この組合せで、「朝日」の血を引く「農林 22 号」の良質・良食味と、「亀の尾」の血を引く「農林 1 号」の良質・良食味が集積して親勝りの良質・良食味品種「コシヒカリ」が誕生したと考えられる。この育種の過程で「農林 22 号」の耐冷性が「コシヒカリ」に受け継がれたが、その間に耐冷性が意識されることはなかった。

なお、「ハツニシキ」は「ササングレ」との交配で「ササニシキ」を生み出した（第 10 図）。この系譜から、「ササニシキ」は耐冷性が弱いものの、最強級の耐冷性品種の系譜から生み出されたことが判明した。

「銀坊主」から「コシヒカリ」に至る以上の育種の経過をみれば明らかのように、これらの育種は耐冷性とはまったく無関係に行われ、耐冷性の強さが意識されることもなかった。それにもかかわらず、愛国の最強級の耐冷性が子孫に伝わり、しかも耐冷性品種の系譜が容易にたどれることは、この系譜の耐冷性の遺伝は比較的単純であることを示唆するものと考えられる。また、多くの優良な形質を備える耐冷性品種が意識されずに生み出されてきた経過をみれば、耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は困難であるとする従来の考え（農林水産省技術審議官室 1984, 升尾 1978, 柿本 1983 など）には根拠がないと考えられる。



第 10 図 「ササニシキ」の系譜

3 「神力」の耐冷性

耐冷性品種の二大系譜のうち神力系譜の耐冷性は「神力」に由来すると推定されたが、「神力」は極晩生のため古川では検定が難しかったので、「神力」や「神力」の近縁品種を交配して育成された子孫を調べた。そのうち寒冷地域で育成された品種では、耐冷性が最強級の品種・系統が少なくなかった。これらの片親の「亀の尾」、「亀治」、「陸羽132号」などは耐冷性が「中」か「やや強」であることから、最強級の耐冷性は「神力」に由来すると考えられた。

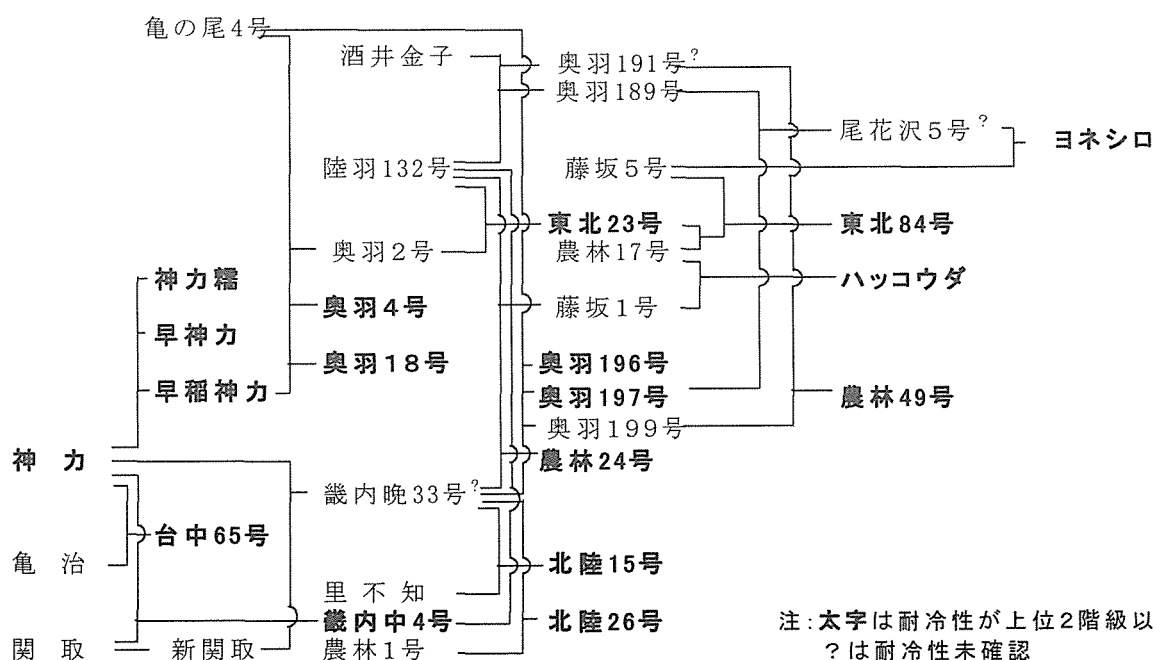
さらに、暖地・温暖地で「神力」から選抜された品種や「神力」を交配して育成された品種のなかにも「早神力」、「早稲神力」、「畿内中4号」、「神力糯」、「亀治神力」、「台中65号」などの耐冷性が最強級であることが分かった。これらのことは「神力」の耐冷性が最強級であることを示唆していると考えられた。そして、夏期が異常高温で出穂期が早まった1990年の検定において、「神力」の品種群中に耐冷性が最強級の「神力」が含まれていることが確認され、神力系譜の耐冷性は「神力」であると説明できることが分かった。この「神力」に由来する耐冷性品種の系譜を第11図に示した。

「神力」の耐冷性は「台中65号」に伝わり、また、「畿内中4号」を経て「藤坂1号」から「ハッコウダ」へ伝わっている。また「畿内晩33号」を経て日本の既存の品種中では耐冷性が最強と評価し

た「農林24号」をはじめ、「農林49号」や「ヨネシロ」など最強級の耐冷性を持つ品種・系統を多数生み出した。これらのうち、耐冷性品種として従来知られていたものは「ハッコウダ」と「ヨネシロ」だけである。これら耐冷性品種の系譜も容易にたどれることから、愛国系譜の耐冷性と同様に神力系譜の耐冷性の遺伝も比較的単純であると考えられる。

神力系譜に属する品種は東北地方ではこれまで大面積に普及した実績はなかった。愛国系譜と神力系譜の耐冷性遺伝子が異なるかどうかは未確認であるが、愛国系譜の「コシヒカリ」、「トドロキワセ」と神力系譜の「ヨネシロ」を交配するとその子に耐冷性の著しい集積現象が見られることから、「コシヒカリ」と「トドロキワセ」の両品種と「ヨネシロ」の耐冷性遺伝子は異なる可能性があると考えられる(佐々木・松永 1985)。この神力系譜の耐冷性は、愛国系譜をはじめほかの系譜との間で耐冷性の集積を図り、耐冷性を一段と強化する育種素材としても重要な役割を果たすものと期待される。

「神力」は、明治10年に兵庫県揖保郡中島村の中島重次郎により、有芒種「程吉」から無芒種を選抜して「器量能」(器量好の書き方もある)と命名されたのが起源である。試作した結果非常に多収であったことから同郡岩村善六等と相談して「神力」と改名し、明治16年から兵庫県内の各郡に配布し、同20年頃から各県へ広まった。その後西南暖地に



第11図 「神力」に由来する耐冷性品種の系譜

において穂数型品種として従来の穂重型品種に代わって普及し、最高作付面積は 58 万ヘクタール余に達した驚異的な大品種であった（嵐 1975）。「神力」がこれほど普及した理由は、明治時代後期から大正時代にかけて魚粕や大豆粕など肥料の供給が豊富となって、耐肥性品種が必要とされた時代背景があった。「神力」は当時短稈穂数型の画期的な多収品種として多肥多収性を発揮したため、食料が不足していた当時の要求に合致した極めて優れた品種であった（櫛渕 1990, 安田 1952b）。

また、愛国系譜と神力系譜の二大系譜以外の第 3 群に分類された耐冷性品種の系譜においても、耐冷性品種は意識せずに育成されたものがほとんどであり、それらの系譜が容易に辿れることから、二大系譜以外の耐冷性の遺伝も比較的単純であると考えられる。

明治時代から大正時代にかけての品種別作付面積の順位を見ると、「神力」が第 1 位で「愛国」が第 2 位であり、それぞれ西日本と東日本を代表する二大品種であった。これら両品種の子孫に多数の耐冷性品種が見いだされたことには 2 つの理由が考えられる。第一は、愛国系譜の耐冷性品種の考察でも述べたように、優れた特性を持つ品種であったため、交配母本として多用され、その結果、子孫として多数の優れた品種が育成されたと考えられる。第二は、耐冷性の遺伝はポリジーン的な遺伝子に支配され、従って耐冷性系統の選抜は容易でないといわれてきたが（鳥山・蓬原 1960b, 小山田ら 1978）、耐冷性の遺伝はそのような説とは異なって比較的単純で、選抜しなくとも最強級の耐冷性が容易に子孫に伝わるためと考えられる。

明治時代に全国的に広く普及した大品種「愛国」と「神力」の耐冷性は、既存の水稻品種中最強級であり、それらの子孫に当たる優良品種にも最強級の耐冷性品種が少なくなかった。従来、耐冷性品種は長稈で耐倒伏性が弱く、品質不良など劣悪な形質を持つものが多いと考えられてきたが（田中 1951, 櫛渕ら 1970a, 1970b, Shibata 1979）、そのような品種は少数であり、耐冷性品種の多くは実用形質のすぐれた優良品種であった。

また、東北の極早生種や中生種の耐冷性レベルは晩生品種より格段に強いと考えられてきた（田中 1951, 櫛渕ら 1970a）。しかし、「神力」と「愛国」

の耐冷性が最強の第Ⅱ階級（極強）であるのに対して、冷害に強い品種のイメージが強かった東北地方の「亀の尾」の耐冷性は第Ⅴ階級（中）であった（松永・佐々木 1985b）。そして、1980 年冷害で大きな被害を被った東北地方の主力品種の耐冷性は、早晚性に関係なくほとんどが第Ⅵ階級（やや弱）であり、「亀の尾」の耐冷性レベル以下であった（松永・佐々木 1985b）。

東北地方の稲作は 1980 年冷害に続いて 1983 年まで 4 年連続して冷害の被害を受け、その後も大冷害が続いてきた。東北地方における稲作は、遅延型冷害を克服して飛躍的發展を遂げたが、障害型冷害の克服に最も大きな役割が期待される主力品種の耐冷性レベルを向上させる課題は残されたままであった。従って、依然として気象変動が続くなか、東北地方の主力品種の耐冷性を、明治時代に主要品種として全国的に普及した「愛国」と「神力」のレベルまで引き上げることが緊急の課題と考えられる。これまで耐冷性を意識しなくとも「愛国」や「神力」並の優れた耐冷性品種が数多く育成され、コシヒカリのような最強の耐冷性と最高の良食味を併せ持つ品種が意識されることなく育成されてきた経過をみるならば、以上の課題は困難ではないと考えられ、「ササニシキ」に代わる耐冷・良質・良食味品種の育成も決して無理な育種目標ではないと考えられた。

第Ⅴ章 耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種

育 種 目 標

1976 年冷害に続いて 1980 年は戦後最大規模の障害型冷害に見舞われた。「ササニシキ」の改良という困難な課題に、耐冷性強化というさらに困難な育種目標が上積みされた。当時は耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は不可能に近いと考えられていたので、この目標をどのように達成するかが大きな課題であった。しかし、1980 年冷害の被害実態調査の結果「コシヒカリ」の被害が軽かったことを手がかりにして、「コシヒカリ」の耐冷性が既存の水稻品種中最強級であることを解明した。そこで、「コシヒカリ」の耐冷性を利用して、「ササニシキ」に代わりうる耐冷・良質・良食味品種の育種を開始し

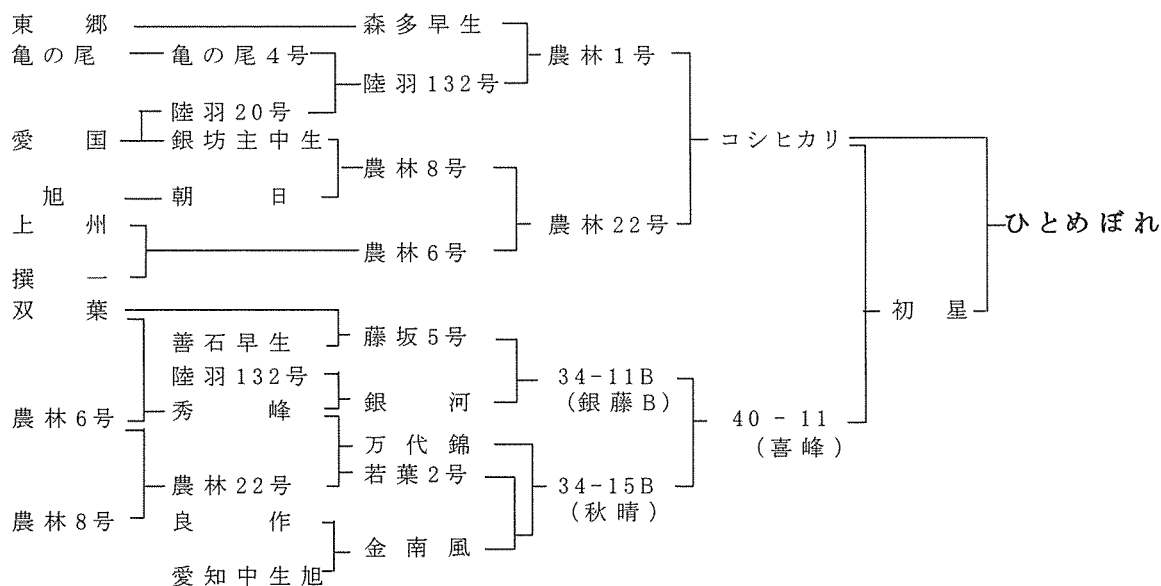
た。

育種の経過

「コシヒカリ」は古川では晩生で、稈長が長くて非常に倒伏しやすく、いもち病に弱いなど欠点が多い。従って、「コシヒカリ」を交配してこれらの欠点が少ない良質・良食味の子を選抜できる確率は非常に低いと考えられていた。このような経験をしてきたので、育種の第一段階として、「コシヒカリ」の耐冷性と良食味の特長を損なわずに早生化と耐倒伏性の強化だけに育種目標を絞った。そこで、「コシヒカリ」の出穂期を早め、短・強稈化を図る目的で、「コシヒカリ」の子で中生の短・強稈種で耐冷性と食味はともに「コシヒカリ」に近いレベルの「初星」(香村ら 1977)を交配相手に選んだ。この「コ

シヒカリ」と「初星」は共に 1980 年冷害の被害実態を調査した結果、障害不稔の被害が軽いことを注目した品種であった(第4図, 第2表)。「初星」は「コシヒカリ」と「40 - 11」(後の「喜峰」)の子であり、従って、この交配組合せは「コシヒカリ」の戻し交配になる。この組合せは両親共にいもち病抵抗性が十分でないので、まず耐冷性と品質・食味が優れた系統を選抜し、次の段階でいもち病抵抗性品種を交配して実用品種を完成させる計画であった。

「ひとめぼれ」の系譜図は第12図に示した。育成経過は第18表に示した。交配は1982年7月に行い、同年8月から1983年10月までの間にF₁からF₃までを温室栽培して世代促進を図った。1984年は



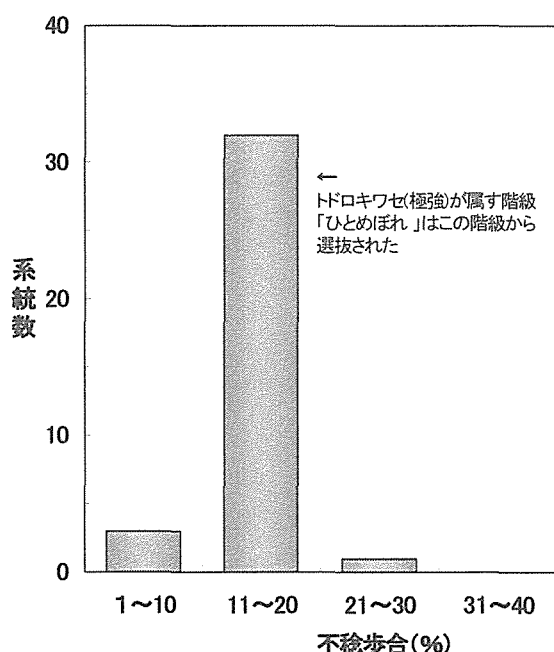
第12図 「ひとめぼれ」の系譜図

第18表 「ひとめぼれ」の育成経過

年次	世代	養成規模	選抜系統数 (個体数)	育成経過
1982	交配	80粒		7月交配 交配番号:古交82-31
1983	F1	13個体		8月～12月温室で世代促進
	F2	1500個体		4月から7月温室で世代促進
	F3	1300個体		7月から10月温室で世代促進
1984	F4	1300個体	36個体	概評:中～晩生, 弱稈, 玄米は光沢が劣り心白多
1985	F5	36系統	12系統 (36個体)	長稈, 弱稈, 耐冷性強
1986	F6	12系統群	6系統群 (12系統)	やや長稈, 弱稈. 86P-1～12を収量検定
1987	F7	12系統群	1系統群 (3系統)	東295～東300までの6系統を系適に配布 東299を「東北143号」と命名
1988	F8	3系統群	2系統群 (4系統)	東北143号奨決配布初年目, 冷害年.
1989	F9	4系統群	4系統群 (10系統)	東北143号奨決配布2年目
1990	F10	10系統群	1系統群 (3系統)	東北143号奨決配布3年目, 岩手, 宮城, 福島で奨励内定 1991年「水稻農林313号」「ひとめぼれ」と命名登録

本田において F_4 雑種集団を栽培して個体選抜を行った。この雑種集団は予想したとおり晩生で稈長が長く倒伏しやすい個体が多かった。従って 1,300 個体の雑種集団を養成して、圃場で選抜したのは 76 個体だけであった。玄米は光沢不良で品質が劣る個体が多く、室内で玄米品質を調査して 36 個体を選抜した。翌 1985 年は F_5 単系統を栽培し、同時に恒温深水圃場において「1 系統 1 株法」(松永・佐々木 1985a)によって耐冷性検定を実施した。その結果を第 13 図に示した。供試した 36 系統は不稈歩合の変異は小さく、ほとんどの系統は「トドロキワセ」と同じレベルであった。

後に「ひとめぼれ」となる系統は、不稈歩合が 11



第13図 F_5 系統の耐冷性選抜

～ 20 %で「トドロキワセ」と同じ階級に属する系統であった。供試した F_5 36 系統は圃場では選抜しないで、全系統を収穫して室内で玄米の外観品質調査と食味試験を実施した。それらの結果と圃場における特性調査成績、葉いもち抵抗性検定成績並びに耐冷性検定の結果を総合して、36 系統から 12 系統を選抜した。

1986 年の F_6 では 12 系統群 36 系統を養成し、同時に生産力検定試験を行って 6 系統群を選抜した。この間、千葉県早期栽培地帯における極早生種に障害不稈が多発する対策として、品質・食味の優れた耐冷性系統の配布を要請されたので、この組合せ

から適当な系統を選抜できれば配布することを約束した。早期栽培地帯に普及できる品種には、高温条件下でも生育や品質が安定し、穂発芽し難いなどの特性が必須である。従って、これらの特性を重視して選抜を行うとともに、1987 年の F_7 世代での系統適応性検定試験では、早期栽培向きの適性を確認するため、東北南部以南に重点をおいて福島、千葉、新潟(上越市)に配布した。これらの配布先における試作成績を考慮に入れて、耐冷性と品質・食味が優れる最も有望な系統に「東北 143 号」の系統名を付け、1988 年の F_8 から奨励品種決定調査に配布した。配布初年目の 1988 年は、東北地方中部以南から関東地方の太平洋側各県は 1980 年以上の厳しい障害型冷害に見舞われた。この冷害年における試作成績は第 19 表に示すように、「東北 143 号」は対照品種の「ササニシキ」や「初星」に比べて被害が明らかに軽かった。その上、収穫後食味が極めて良好であると評価されたため、一躍有望系統として注目を集めた。

その後 1990 年までの 3 年間の奨励品種決定調査を経て、東北中南部から関東地方の各県で奨励品種に採用された。「東北 143 号」は 1991 年に登録番号「水稻農林 313 号」、品種名「ひとめぼれ」として命名登録され、同年に岩手、宮城、福島の 3 県で奨励品種として普及に移された。続いて 1992 年に千葉、茨城、栃木、群馬、山梨、静岡、大分の各県で、1993 年には鳥取県で奨励品種に採用された。

第19表 1988年冷害における「ひとめぼれ」の収量

試験場所	品種名	玄米収量 kg/a	収量比
岩手県農試県南分場	ひとめぼれ	61.0	125
	ササニシキ	48.8	(100)
宮城県農業センター	ひとめぼれ	50.0	164
	ササニシキ	30.5	(100)
福島県農試相馬支場	ひとめぼれ	49.7	137
	初 星	36.4	(100)
茨城県農業試験場	ひとめぼれ	50.4	117
	初 星	43.2	(100)
栃木県農業試験場	ひとめぼれ	49.1	140
	初 星	35.1	(100)
千葉県農業試験場	ひとめぼれ	64.3	167
	サチミノリ	38.5	(100)

1) 各県における奨励品種決定調査の成績

2) 「ひとめぼれ」は系統名「東北 143 号」での成績

品種特性の概要

1 一般特性

1) 形態的特性

形態的特性は第20表、第21表に示すとおりである。移植時における草丈並びに苗の葉色は「ササニシキ」並の「中」である。稈長は「ササニシキ」よりやや短く「やや長」、穂長は「ササニシキ」よりやや長く「中」、穂数は「ササニシキ」よりやや少なく「やや多」、一穂穎花数が少なく、草型は「偏穂数型」である。稈の太さは「ササニシキ」と同程度で「やや細」、稈質は「やや柔」であり、耐倒伏性は「ササニシキ」よりやや強く、「やや弱」である。粒着密度は「やや疎」である。短芒が「やや少」程度生じ、ふ先色は「黄白」である。脱粒性は「難」である。

2) 出穂・成熟期

出穂期は「ササニシキ」と同じで、成熟期は「ササニシキ」よりやや早く、古川における早晚性は「中生の晩」である(第21表)。

2 耐病性

1) いもち病抵抗性

(1) 真性抵抗性

8種類のいもち病菌系に属する各菌株の孢子懸濁液を4葉苗に噴霧接種し、各菌系に対する病斑の反応に基づき真性抵抗性の推定を行った。「ひとめぼれ」は石狩白毛型の「イナバワセ」と同じ反応を示したので、真性抵抗性遺伝子型は「*Pii* 型」と推定された(第22表)。

(2) 圃場抵抗性

葉いもち抵抗性は畑晩播による幼苗検定の結果、古川と依頼先の検定結果を総合して「やや弱」と評価された(第23表、第24表)。穂いもち抵抗性の検定は古川を含む7ヶ所で行われた。これらの結果を総合して「ひとめぼれ」の発病程度は「ミヨシ」と同程度であることから、穂いもち抵抗性は「中」と評価された(第25表、第26表)。

2) 白葉枯病抵抗性

古川で行った検定の結果、発病程度は「ササニシキ」並で、白葉枯病抵抗性は「やや弱」と評価された(第27表)。

第20表 一般特性調査結果

品 種 名	移植時		稈		芒		ふ 先 色	穎 色	粒着 密度	脱 粒 性
	草丈	葉色	細太	剛柔	多少	長短				
ひとめぼれ	中	中	やや細	やや柔	やや少	短	黄白	黄白	やや疎	難
ササニシキ	中	中	やや細	柔	極少	短	黄白	黄白	中	難
トヨニシキ	中	中	中	やや剛	少	短	黄白	黄白	中	難
キヨニシキ	中	中	やや太	中	中	やや短	黄白	黄白	やや密	難

第21表 出穂期、成熟期及び生育特性調査結果(育成地)

品 種 名	施肥	出穂期	成熟期	倒伏	稈長	穂長	穂数
	条件	(月日)	(月日)	程度	(cm)	(cm)	(本/㎡)
ひとめぼれ	標肥	8.12	9.23	1.1	80.8	18.1	473
ササニシキ		8.12	9.28	2.9	82.9	17.7	527
ひとめぼれ	多肥	8.12	9.24	0.5	82.1	18.5	479
ササニシキ		8.12	9.30	2.7	85.1	18.4	542

1987～1990年の平均値、倒伏程度は0(無)～4(甚)

第 22 表 いもち病菌系別抵抗性検定結果

菌 株 (レ-番号)	P2b	稲 72	北 1	研 54	稲 長 68	TH68	研 60	推定真性抵抗性
品種名	(303)	(031)	(007)	(003)	(101)	(035)	(033)	遺伝子型
ひとめぼれ	R	R	—	R	R	—	R	<i>Pii</i>
新 2 号	—	—	—	—	—	—	—	+
愛 知 旭	—	R	—	—	R	R	—	<i>Pia</i>
イナバワセ	R	R	—	R	R	—	R	<i>Pii</i>

第 23 表 葉いもち抵抗性検定結果 (育成地)

品 種 名	推定遺伝子型	1986	1987	1988	1989	1990	平均	評 価
ひとめぼれ	<i>Pii</i>	5.4	5.7	6.5	6.8	6.2	6.1	中
トドロキワセ	<i>Pii</i>	5.0	2.9	4.9	5.2	4.7	4.5	(強)
ヨネシロ	<i>Pii</i>	—	3.9	—	—	5.1	—	(や強)
藤坂5号	<i>Pii</i>	6.4	4.8	6.4	6.4	5.8	6.0	(中)
イナバワセ	<i>Pii</i>	7.0	5.0	7.2	7.2	6.9	6.8	(弱)
サチイズミ	<i>Pii</i>	—	—	4.2	—	3.8	—	強

1) 数値は 007 菌を接種した畑苗代における発病程度, 0 (無病斑) ~ 10 (全茎葉枯死).

2) 評価の括弧内は基準品種の評価基準.

第 24 表 葉いもち抵抗性検定試験成績(依頼先)

品 種 名	推定遺 伝子型	福島 相馬	愛知 山間	評価
ひとめぼれ	<i>Pii</i>	5.9	6.4	や弱
トドロキワセ	<i>Pii</i>	4.7	5.8	(強)
ヨネシロ	<i>Pii</i>	4.5	5.2	(や強)
藤坂5号	<i>Pii</i>	5.0	5.2	(中)
イナバワセ	<i>Pii</i>	6.2	6.1	(弱)
ミ ヨ シ	<i>Pia Pii</i>	5.1	—	中

1) 数値は畑苗代における自然発病による発病程度, 0 (無病斑) ~ 10 (全茎葉枯死).

2) 評価の括弧内は基準品種の評価基準.

3) 福島相馬は 1988 ~ 90 年, 愛知山間は 1987 ~ 90 年の平均.

第 25 表 穂いもち抵抗性検定結果 (育成地)

品 種 名	1986	' 87	' 88	' 89	' 90	平均	評価
ひとめぼれ	2.7	3.2	2.7	5.2	4.1	3.7	や強
トドロキワセ	2.7	3.4	2.7	4.4	4.4	3.5	(強)
ミ ヨ シ	3.0	2.3	3.0	7.2	4.3	4.0	(中)
イナバワセ	3.2	3.4	4.4	8.0	5.7	4.9	(弱)

数値は発病程度, 0 (罹病無) ~ 10 (全穂罹病). 評価の括弧内は評価基準.

宮城県栗原郡栗駒町現地試験圃場の成績

第26表 穂いもち抵抗性検定結果(依頼先)

品 種 名	山形最北	福島相馬	愛知山間	秋田大館	島根赤名	東北水田	評価
ひとめぼれ	3.0	2.4	6.9	5.7	3.2	5.3	中
トヨニシキ	2.0	1.9	6.2	4.0	2.4	3.8	(強)
ミヨシ	5.4	2.6	8.6	7.1	3.5	—	(中)
イナバワセ	4.8	4.0	8.5	9.4	5.1	8.6	(弱)
ヨネシロ	2.7	2.2	5.3	6.0	2.6	5.6	(強)
藤坂5号	4.0	3.2	7.8	8.4	3.1	7.9	(中)

数値は発病程度, 0(無病斑)~10(全穂罹病). 山形最北は'89, '90の2カ年平均, 福島相馬, 島根赤名は'88~'90の3カ年平均, 愛知山間, 東北水田は'87~'90の4カ年の平均, 秋田大館は'88年単年度. 評価の括弧内は評価基準.

第27表 白葉枯病抵抗性検定結果

品 種 名	1988	1989	1990	平均	評価
ひとめぼれ	4.7	4.8	6.0	5.2	やや弱
初 星	5.0	6.5	5.0	5.5	弱
トヨニシキ	4.7	4.5	5.4	4.9	やや弱
ササミノリ	4.4	4.8	5.3	4.8	やや弱
ササニシキ	4.9	4.9	5.1	5.0	やや弱
コシヒカリ	3.2	4.3	4.0	3.8	

3 耐冷性

穂ばらみ期の障害型耐冷性の検定は古川を含む3ヶ所で行われた. これらの結果から, 「ひとめぼれ」の不稔程度(不稔歩合が1~10%を1, 11から20%までを2, 以下10%ごとに10階級で表示したもの)は, 耐冷性が「極強」の「トドロキワセ」よりやや小さく, 耐冷性は「極強」と評価された(第28表, 第29表). また, 水稻の耐冷性最強品種「農林24号」と比較するため, 恒温深水法により18.5℃

で処理した結果, 「ひとめぼれ」は「農林24号」と同程度かやや弱い程度で, 水稻のなかでは最強級と評価された(第30表).

4 穂発芽性

成熟期に穂を採取して冷蔵庫に貯蔵した後, 定温器内で発芽試験を行った. 「ひとめぼれ」の穂発芽性は「ササニシキ」より明らかに難で, 「難」と評価された(第31表).

第28表 耐冷性検定結果

品 種 名	1986			1987			1988			1989			1990			総合 評価
	出穂期 (月日)	不稔 程度	評 価	出穂期 (月日)	不稔 程度	評 価	出穂期 (月日)	不稔 程度	評 価	出穂期 (月日)	不稔 程度	評 価	出穂期 (月日)	不稔 程度	評 価	
ひとめぼれ	8.25	2	2	8.20	3.5	2	8.26	2.7	2	9.1	2.3	2	8.20	2.3	2	2
ササニシキ	8.25	9	(6)	8.18	10.0	(6)	8.26	8.0	(6)	8.28	6.0	(6)	8.21	6.7	(6)	(6)
トドロキワセ	8.21	2	(2)	8.19	4.5	(2)	8.24	3.7	(2)	8.30	3.3	(2)	8.16	3.3	(2)	(2)
オオトリ	8.23	3	(3)	8.19	4.0	(3)	8.25	5.3	(3)	8.30	3.3	(3)	8.20	3.7	(3)	(3)
コガネヒカリ	8.22	6	(4)	8.19	7.5	(4)	8.25	7.3	(4)	8.29	4.0	(4)	8.18	5.3	(4)	(4)
アキホマレ	8.27	9	(5)	8.20	9.0	(5)	8.25	8.0	(5)	8.30	6.3	(5)	8.19	5.7	(5)	(5)
トヨニシキ	8.27	10	(6)	8.20	10.0	(6)	8.24	8.0	(6)	8.31	7.3	(6)	8.19	6.3	(6)	(6)

1)水深20cm(89~90年は25cm), 水温19℃, 恒温深水圃場による検定.

2)不稔歩合は1株から稈長順上位5穂, 1系統当たり15穂調査. 不稔程度は不稔歩合0から100%までを1から10までの階級で表示.

3)耐冷性の評価は数値の小さい方が強. ()内数値は基準品種の耐冷性階級.

佐々木武彦：水稻の穂ばらみ期耐冷性遺伝子源の解明と耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種

第 29 表 耐冷性検定結果（依頼先）

品 種 名	青森 藤坂				福島 冷害				
	1988	'89	'90	評価	1987	'88	'89	'90	評価
ひとめぼれ	1	2	2	2	1	1	2	1	2
トドロキワセ	2	(2)	(2)	(2)	1	1	2	1	(2)
オオトリ	3	3	3	(3)	2	1	2	1	(3)
コガネヒカリ	5	3	3	(5)	3	3	3	2	(4)
アキホマレ	5	4	3	(4)	3	3	4	3	(5)
トヨニシキ	6	6	4	(6)	4	4	4	4	(6)
ササミノリ	5	(6)	(6)	(6)	-	-	-	-	-

1) 青森藤坂は恒温深水法。水深 25cm, 水温約 19.5℃で日中のみ冷水処理。

2) 福島冷害は冷水かけ流し。水深 12～14cm, 水温約 19.5℃隔日灌漑。

3) 数値は不稔程度。評価は基準品種による。0 内の数値は基準品種のランク。

第 30 表 耐冷性検定結果-2（育成地）

品種名	1988		1989		1990	
	出穂期 (月日)	不稔 程度	出穂期 (月日)	不稔 程度	出穂期 (月日)	不稔 程度
ひとめぼれ	9.03	8.0	8.28	6.5	8.18	4.5
トドロキワセ	8.30	9.0	8.27	7.0	8.14	5.0
農林 24 号	8.31	7.5	9.01	4.5	8.18	4.5

恒温深水圃場により水深 25cm(1988 年は 20cm), 水温 18.5℃で検定。

不稔程度は 1 株から最長稈から上位 5 穂, 1 系統 15 穂調査。不稔程度は 0～100% の不稔歩合を 1～10 の 10 階級で表示。

第 31 表 穂発芽性検定結果

品 種 名	発 芽 程 度 (0～5)					評価
	1987	1988	1989	1990	平均	
ひとめぼれ	2.0	3.0	0.3	2.5	2.0	難
コガネヒカリ	4.0	4.5	2.3	3.0	3.5	中
ササニシキ	4.5	4.5	3.5	4.0	4.1	(や易)
トドロキワセ	0.5	3.0	1.5	3.5	2.1	(難)
キヨニシキ	5.0	4.5	3.5	4.0	4.3	(易)
トヨニシキ	4.5	4.5	4.3	4.0	4.3	(や易)
ササミノリ	4.0	4.5	0.5	4.0	3.3	(中)
イナバワセ	-	-	2.0	1.0	1.5	(極難)

1) 成熟期の穂を冷蔵庫で保管後, 25～30℃で発芽させた。

2) 数値は発芽程度, 0(無)～5(甚) 括弧内は評価基準。

5 収量性

古川における生産力検定試験の成績では、「ひとめぼれ」の玄米収量比は「ササニシキ」を 100 として比較すると標準栽培が 105, 多肥栽培が 112 で、「ササニシキ」にやや優れた (第 32 表)。

6 玄米の形状, 品質および食味

「ひとめぼれ」の玄米の長さは「ササニシキ」より大きく, 幅および厚さもやや大きく, 粒形は「ササニシキ」と同じ「中」である。粒大は「ササニシキ」より大きい「中」である (第 33 表)。玄米千粒

重は「ササニシキ」より大きく「やや大」である(第33表, 第34表). 玄米の外観品質は「ササニシキ」より良好である(第34表, 第35表). 「ひとめぼれ」の適搗精時間は「ササニシキ」よりやや長いが搗精

歩合は高く, 精米の白度および胚芽の残存歩合は同程度である(第36表). 「ひとめぼれ」の食味評価は「ササニシキ」に明らかに優り, 「コシヒカリ」と同等以上に良好な成績であった(第37表).

第32表 収量調査結果

品 種 名	施肥	全重	玄米重	標準対比
	条件	(kg/a)	(kg/a)	(%)
ひとめぼれ ササニシキ	標肥	131	52.5	105
		133	50.2	(100)
ひとめぼれ ササニシキ	多肥	137	57.4	112
		138	51.3	(100)

1987～1990年の平均値

第33表 玄米の形状調査結果 (1990)

品 種 名	標 肥					多 肥				
	千粒重 (g)	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長／ 幅	千粒重 (g)	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長／ 幅
ひとめぼれ	21.5	4.99	2.96	2.15	1.69	22.0	5.15	3.01	2.18	1.71
ササニシキ	19.6	4.96	2.88	2.06	1.72	20.0	5.11	2.98	2.12	1.71
トヨニシキ		5.03	2.98	2.12	1.69		5.04	2.96	2.12	1.70

材料は生産力検定試験. 千粒重は1987～1990年の平均, 形状は1.8mm以上の玄米を各50粒調査.

第34表 玄米品質調査結果

品 種 名	施肥 条件	玄 米 千粒重 (g)	玄 米 品 質				
			腹白	心白	乳白	光沢	総合
ひとめぼれ ササニシキ	標肥	21.5	1.8	1.4	1.4	2.3	2.1
		19.6	2.5	1.7	2.8	2.4	2.6
ひとめぼれ ササニシキ	多肥	22.0	1.7	1.3	1.5	1.9	2.1
		20.0	2.7	1.8	2.8	2.2	2.8

玄米品質の腹白, 心白, 乳白は1(少)～5(多), 光沢, 総合は1(良)～5(不良), 1987～1990年の平均値.

第35表 玄米品質調査結果(総合評価)

品 種 名	標 肥 区					多 肥 区				
	1987	'88	'89	'90	平均	1987	'88	'89	'90	平均
ひとめぼれ	2.5	2.5	1.8	1.5	2.1	2.5	2.3	1.8	1.8	2.1
ササニシキ	3.0	2.0	3.0	2.5	2.6	3.0	2.3	3.0	3.0	2.8

佐々木武彦：水稻の穂ばらみ期耐冷性遺伝子源の解明と耐冷・良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育種

第 36 表 搗精試験結果(1990)

施肥 条件	品種名	玄米水分 (%)	搗精時間 (秒)	搗精歩合 (%)	胚芽残存歩合 (%)	白度
標肥	ササニシキ	14.5	70	91.2	6.8	39.8
		14.5	60	90.7	5.8	38.4
		14.6	60	90.7	3.8	37.5
多肥	ササニシキ	14.5	70	91.0	5.3	39.9
		14.2	60	90.6	6.3	38.2
		14.3	60	91.0	4.1	38.1

1) 適搗精時間による成績

2) 搗精には Kett の TP-2 型精米機、白度は Kett 白度計 C-300 使用

3) 胚芽残存歩合は 200 粒調査.

第 37 表 食味試験結果

産米 年次	品種名	外観	香り	味	粘	硬	総合 評価	基準品種	試食年月日 パネル数
1987	ひとめぼれ	1.46	0.50	1.15	1.42	-1.08	2.15	トヨニシキ	1987.12.14
	ササニシキ	1.08	0.36	0.85	0.92	-0.38	1.00		古川農試職員 13
	コシヒカリ	1.00	0.21	0.85	1.17	-0.77	1.00		
1987	ひとめぼれ	1.12	1.00	1.57	1.71	-0.50	1.93	トヨニシキ	1988.1.14
	ササニシキ	1.12	0.64	1.00	0.79	-0.21	1.07		古川農試職員 6
	コシヒカリ	1.50	1.00	1.86	1.57	-0.64	2.21		
1987	ひとめぼれ	0.92	0.67	1.42	1.42	-1.42	1.92	トヨニシキ	1988.1.20
	コシヒカリ	1.08	0.67	1.25	1.33	-0.42	1.83		古川農試職員 6
1988	ひとめぼれ	0.9	0.1	1.4	2.0	0.0	2.4	トヨニシキ	1988.12.2
	ササニシキ	0.4	0.0	0.1	1.0	-0.1	0.6		古川農試職員 6
1988	ひとめぼれ	0.9	0.5	0.9	0.9	0.3	1.3	トヨニシキ	1989.1.17
	ササニシキ	0.9	0.4	0.6	0.8	0.1	0.7		古川農試職員 8
1988	ひとめぼれ	0.7	0.1	1.2	1.0	-0.3	1.6	トヨニシキ	1989.1.18
	ササニシキ	0.6	0.2	0.8	0.2	-0.5	0.9		古川農試職員 10
1989	ひとめぼれ	1.0	0	1.0	1.0	-1.0	1.2	トヨニシキ	1990.1.18
	ササニシキ	1.3	0	1.2	1.3	-1.3	1.0		古川農試職員 5
1990	ひとめぼれ	0.4	0.1	0.7	0.5	0.2	0.9	チヨホナミ	1990.11.28
	ササニシキ	0.5	-0.1	0.4	0.1	-0.2	0.5		古川農試職員 26
1990	ひとめぼれ	0.3	-0.1	0.2	0.3	-0.2	0.3	チヨホナミ	1990.11.28
	ササニシキ	-0.4	-0.4	0.1	0.1	-0.3	0		古川農試職員 28
	コシヒカリ	0.2	-0.1	0.6	0	-0.2	0.6		
1990	ひとめぼれ	0.3	0	0.3	0.4	0.2	0.7	ササニシキ	1991.1.14
	コシヒカリ	0	0	0.3	0.8	0.1	0.3		古川農試職員 6
1990	ひとめぼれ	0	-0.2	0.5	0.8	0.2	0.6	ササニシキ	1991.1.17
	コシヒカリ	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.1		古川農試職員 5
1990	ひとめぼれ	-0.3	-0.3	0.5	0.8	-0.4	0.8	ササニシキ	1991.1.24
									古川農試職員 10
1990	ひとめぼれ	0.4	0.3	0.5	1.3	-0.2	1.0	ササニシキ	1991.1.25
									古川農試職員 6
平均	ひとめぼれ	0.55	0.20	0.88	0.98	-0.28	1.20	13 回平均	
	ササニシキ	0.33	0.09	0.42	0.42	0.26	0.47	基準のササニシキも加えた	
	ひとめぼれ	0.63	0.16	0.86	1.01	-0.47	1.27	6 回平均	
	コシヒカリ	0.65	0.30	0.83	0.85	-0.37	1.01		

食味形質の調査基準は外観、香り、味及び総合は+5（基準よりかなり良い）～-5（基準よりかなり不良）、硬さは+3基準よりかなり硬い）～-3（基準よりかなり軟らかい）、粘りは+5（基準よりかなり強い）～-5（基準よりかなり弱い）である。

配布先の試作成績と地域適応性

各県の奨励品種決定調査における対照品種に対する収量と概評を第38表に示した。「ひとめぼれ」の試作成績は東北地方から九州地方に至るまで広

域的に良好であった。全調査点数152における対照品種に対する収量の比較を第14図に示した。全体の平均収量は「ひとめぼれ」が57.7kg/a、対照品種が55.9kg/aであった。「ひとめぼれ」の稲株、籾

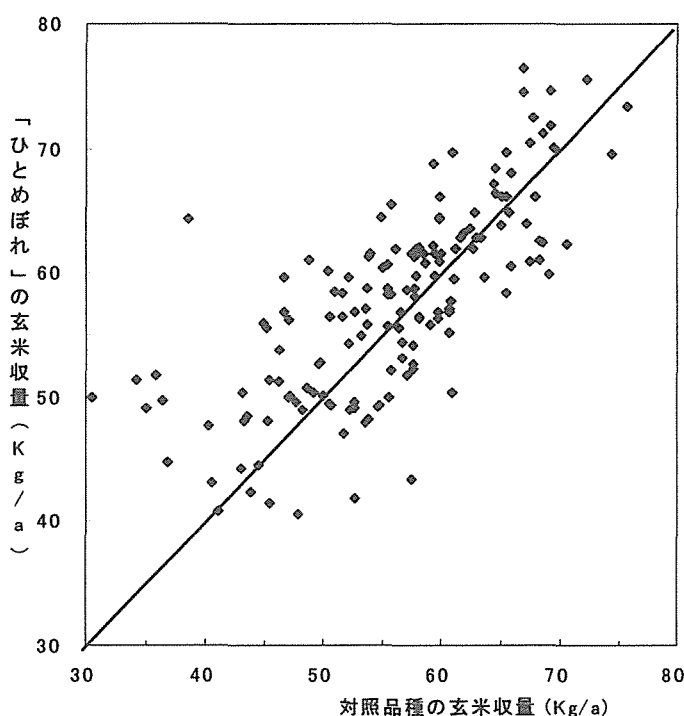
第38表 配布先における対照品種に対する収量比と概評

試験地名	1988			1989			1990			対照品種名
	標肥	多肥	概評	標肥	多肥	概評	標肥	多肥	概評	
岩手県南	125		○	101	114	○	87	103	奨	ササニシキ
宮城センター	164		○	100	99	◎○	89	83	奨	ササニシキ
古川	104		○	111	111	○	92	91	奨	ササニシキ
秋田本場	94		○△	109	95	△	99	98	○	キヨニシキ
大館	97		○△	95	91	×				キヨニシキ
山形本場	112		◎○	102	106	○	105	115	△	ササニシキ
庄内	89		△	89	99	○	101	103	○	キヨニシキ (88年はサニシ)
置賜	107		○	107	110	○	104	111	△	ササニシキ (88年はキヨニ)
最北	94		△	119	118	○	107	108	◎○	ササニシキ
福島本場	108		◎	102	107	○	101	100	奨	ササニシキ
会津	104	108	△	97			99			(晩植)
相馬	137	150	◎	107	116	◎	97	105	奨	ササニシキ
新潟本場				104			114	110		(晩植)
茨城本場	117		○	109	125	◎○	107	105	奨	ササニシキ
竜ヶ崎	117		○	104			105			(晩植)
栃木本場	140		◎○	90		△				新潟早生
群馬農総	90		△	95	98	○	103	104	◎	初 星
東部	121		△	79			114			(極多肥)
新治	144		△	97	90	○	92	94	○	初 星
埼玉本場	97		△	93	94	○	119	114	◎	初 星
千葉水田	167		◎	106			94			(晩植)
神奈川農				90		◎○	75	90	△	月の光 (90年は朝の光)
				85	103	○	91	96	○△	青 い 空
				91		○	110		◎○	サチイズミ
				111		△	106		△	初 星 (88年はトヨニ)
				104	94	◎	103	102	◎	サチミノリ
				104 (早植)		○	113 (早期)		○△	コシヒカリ (90年はサニカ)
				100 (普通)			106 (早植)			
				102 (晩植)			106 (普通)			
							118 (晩植)			
山梨農総				101		○△	102	102	○△	トヨニシキ
岳麓				102		△	106		×	フクヒカリ
長野農事				94		△×				トヨニシキ
静岡水稲				94		○	105	91	◎○	初 星
高冷				106		○	103	100	◎○	初 星
岐阜高冷							109		○△	フクヒカリ
三重農技				101		△	94		△×	こしにしき (90年は初星)
伊賀							107		○△	初星
鳥取本場				105		△	103		○	アキヒカリ
岡山北部				88		△	122	114	○△	フクヒカリ
広島高冷				103		◎○	100	96	○	トヨニシキ
福岡農産							106		○	コシヒカリ
熊本矢部							103		×	コシヒカリ
大分農技							103	94	◎	コシヒカリ
久住				105		○	92	101	◎	アキユタカ
宮崎農総				110		△	97		×	コシヒカリ

奨：奨励品種採用予定 ◎：有望， ○：やや有望， △：継続， × 打切り

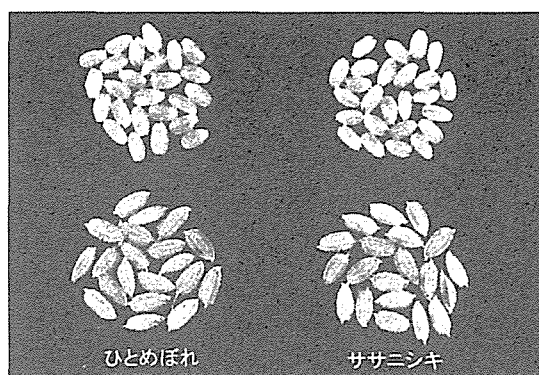
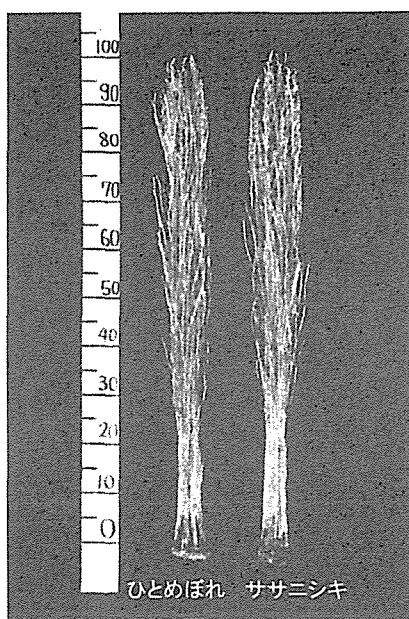
並びに玄米の写真を第15図に示した。以上の各種試験の結果から、奨励品種として普及に移す時点における「ひとめぼれ」の地域適応性は以下のように考えられた。「ひとめぼれ」は「ササニシキ」と同じ熟期で、葉いもちに対する抵抗性がやや弱い欠点はあるが、その他の栽培特性は安定しており、品質・食味が非常に優れ、収量性も「ササニシキ」に劣らない。従って、「ひとめぼれ」は東北中南部の「ササニシキ」並びに関東地方の「初星」等に代

わって普及するものと考えられた。また、「ひとめぼれ」は、従来困難視されていた耐冷性と良質・良食味を両立させる育種が可能であることを初めて実証した品種である。気象変動が激しく、障害型冷害が頻発している東北地方中南部と関東地方の早期栽培地帯において稲作の安定化に役立つものと期待された。さらに、「ひとめぼれ」は耐穂発芽性が優れ、耐倒伏性は「コシヒカリ」に明らかに優るため、育種素材としても役立つものと考えられた。



第14図 「ひとめぼれ」と対照品種との玄米収量の比較

全152調査点数の比較。斜線から上の点が対照品種より多収を表す。
平均収量は対照品種が55.9 kg/a, 「ひとめぼれ」が57.7 kg。
収量差は0.1%で有意。



第15図 ひとめぼれの稲株（左）と籾および玄米（上）

第VI章 総 合 考 察

気象変動が激化して「ササニシキ」に代わる耐冷性品種の育成が要請された。しかし、耐冷性が強い品種としてこれまで知られていた品種は劣悪な形質を持つ在来品種や外国品種などばかりで、それらの耐冷性を多収品種や良質品種に導入する育種は容易ではなかった。また、耐冷性と多収性や良質・良食味との間には遺伝的に負の相関があり、従ってそれらを両立させる育種は困難な課題であるといわれ、「ササニシキ」に代わる耐冷性の強い良質・良食味品種の育種は途方もない難題であると考えられていた。

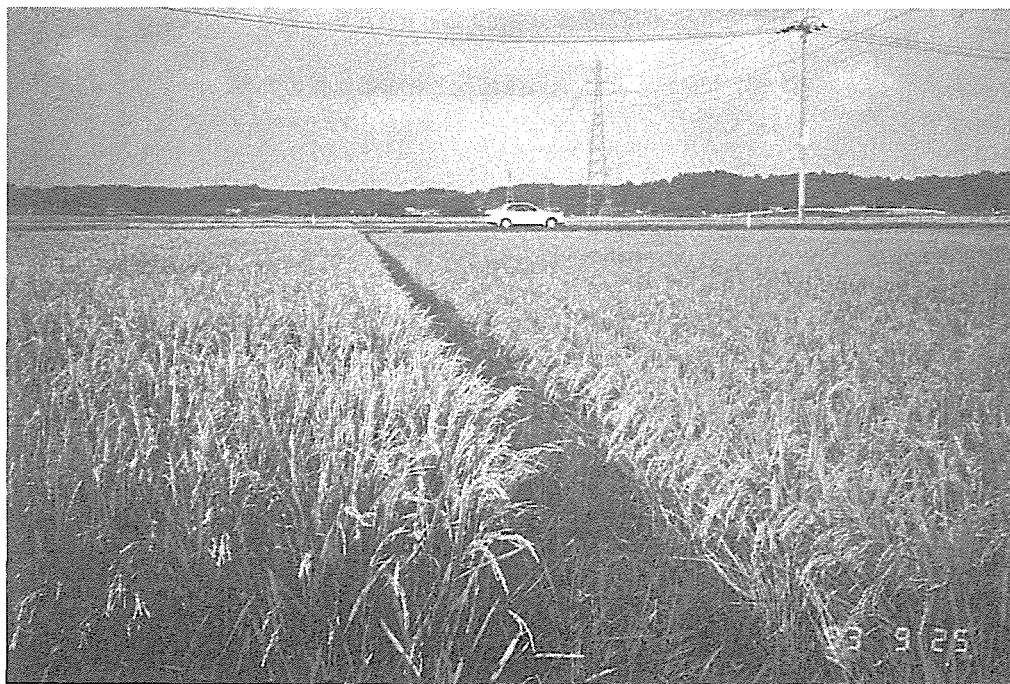
しかし、1980年冷害の被害実態の調査結果を手がかりにして、耐冷性品種の探索と遺伝子源の解明を行った結果、耐冷性が最強級の水稻品種は「愛国」と「神力」を遺伝子源とする耐冷性品種の二大系譜に属する優れた品種が大半を占めることを解明した。そして、「愛国」の系譜の中で「農林8号」→「農林22号」→「コシヒカリ」と受け継がれる最高の良質・良食味品種の系譜は、耐冷性が最強級品種の系譜であることを見いだした。「コシヒカリ」と並ぶ良質・良食味品種「ササニシキ」も、耐冷性は弱いものの、この最強級の耐冷性品種の系譜から誕生した品種であることが明らかにされた。従来、耐冷性と良質・良食味は両立できない縁遠い形質の

ように考えられてきたが、耐冷性品種の実態は従来の考えとは全く異なるものであった。以上のことから、最強級の耐冷性と最高の良質・良食味を併せ持つ「コシヒカリ」の耐冷性を利用すれば、「ササニシキ」に代わりうる耐冷性品種の育種は困難ではないと考えられた。

そこで、「コシヒカリ」の耐冷性を利用して「ササニシキ」に代わる耐冷・良質・良食味品種の育種を開始した。「コシヒカリ」と「初星」を交配して、耐冷性と品質・食味を最重視して選抜を進めた。途中で関東の早期栽培地帯からの要請を受けたので、早期栽培向き品種として必須の高温登熟性や穂発芽性も吟味して選抜を行った。その結果、冷温にも高温にも強い良質・良食味品種「ひとめぼれ」の育成に成功した。

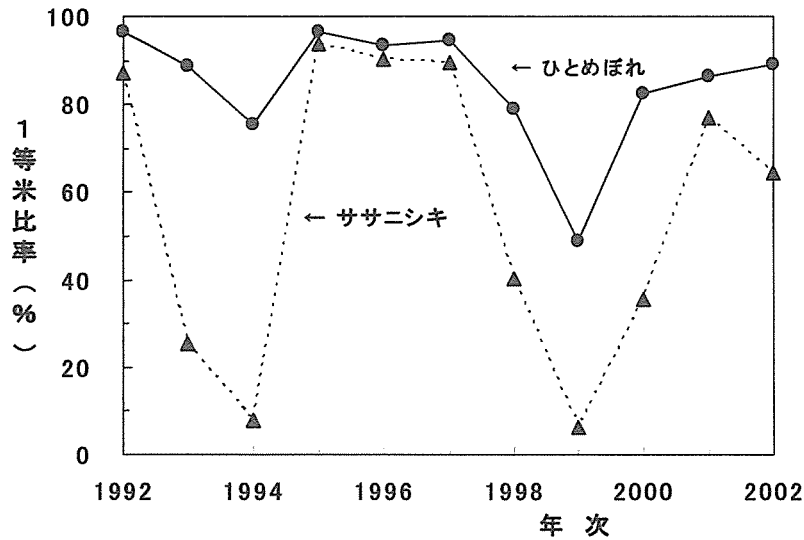
「ひとめぼれ」が普及して3年目の1993(平成5)年は平成の大凶作といわれる障害型の大冷害に見舞われた。この冷害で「ササニシキ」は壊滅的な被害を受け、宮城県の作況指数は37まで低下したが、「ひとめぼれ」の被害は比較的軽かった(第16図)。「ひとめぼれ」の普及状況は岩手、宮城、福島の3県の平均でまだ20%程度であったが、この冷害で「ひとめぼれ」が「ササニシキ」に代わって被害を軽減した役割を金額に換算すると250億円以上であった。

翌1994年の夏は高温で、収穫期には倒伏と長雨や



障害不稔と穂もちで収穫皆無状態になった「ササニシキ」(左)と被害が比較的軽かった「ひとめぼれ」(右)

第16図 1993年冷害における「ササニシキ」と「ひとめぼれ」の被害



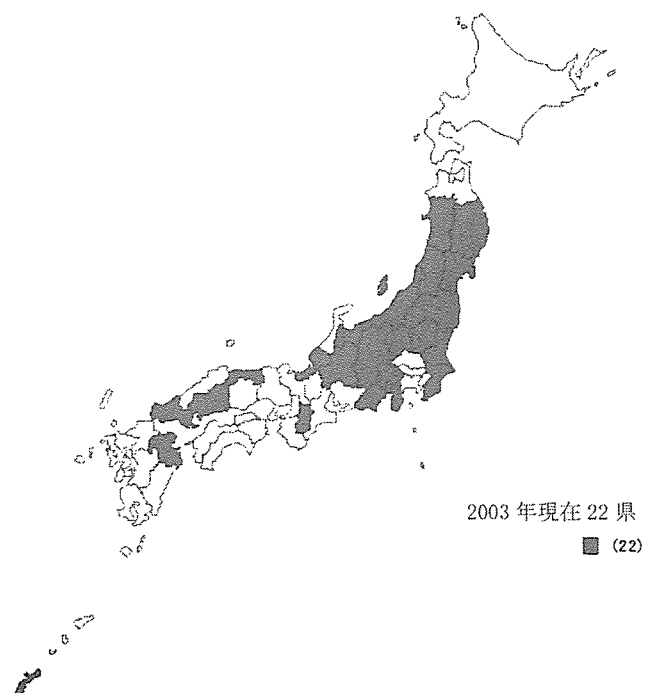
第17図 1等米比率の推移 (宮城県)

台風による水害の被害も重なった。「ササニシキ」は乳白米や穂発芽粒のため玄米品質は大幅に低下し、宮城県における出荷時の検査等級の1等米比率は10%以下となった(第17図)。一方「ひとめぼれ」は高温登熟性や穂発芽性難の特性を発揮して、品質低下の被害は軽かった。1993年と1994年の2年続いた大被害により「ササニシキ」の市場評価が下落したため、「ササニシキ」から「ひとめぼれ」への作付け転換が急速に進んだ。その後も夏期の高温年が相次いだが、「ひとめぼれ」は収量、品質、食味の安定性が認められ、銘柄米として高い評価が定着し

た。

「ひとめぼれ」は、東北地方では青森県を除く5県をはじめ、関東以西では沖縄県に至るまで広く普及し、奨励品種採用県は2003年現在22県(第18図)となり、作付面積は約15万haで「コシヒカリ」に次ぐ第二位になった。また、「ひとめぼれ」は各地で交配母本として利用され、「ひとめぼれ」の子孫は2003年現在15品種に及んでいる(第39表)。

「ひとめぼれ」は、1988年に「東北143号」の系統名で配布すると同時に、弱点であったいもち病抵抗性を改良する育種が開始された。その結果、1997



第18図 「ひとめぼれ」の奨励品種採用県

第39表 「ひとめぼれ」を交配して育成された品種

No.	品種名	育成年	育成県	交配組合せ
1	きらり宮崎	1994	宮城県	東北143号／コシヒカリ
2	まなむすめ	1997	宮城県	チヨニシキ／東北143号
3	里のうた	1997	山形県	庄389／ひとめぼれ
4	こいむすび	1999	宮城県	中部73号／東北143号
5	めんこいな	1999	秋田県	東北143号／秋田39号
6	ふさおとめ	1999	千葉県	ひとめぼれ／ハナエチゼン
7	みえのえみ	1999	三重県	山形41号／東北143号
8	こしいぶき	2000	新潟県	東北143号／山形35号
9	夢しずく	2000	佐賀県	キヌヒカリ／東北143号
10	いわてっこ	2001	岩手県	ひとめぼれ／東北141号
11	ななつぼし	2001	北海道	ひとめぼれ／空育90242//あきほ
12	ゆめみずほ	2003	石川県	ひとめぼれ／越南154号
13	とがおとめ	2003	富山県	東北143号／越南146号
14	てんたかく	2003	富山県	越南146号／東北143号
15	ちゅらひかり	2003	東北農研	東北143号／奥羽338号

年にいもち病抵抗性と耐冷性がともに強く、良質・良食味で多収性が優れる「まなむすめ」が育成され（松永ら 2002）、当初の育種目標は達成された。

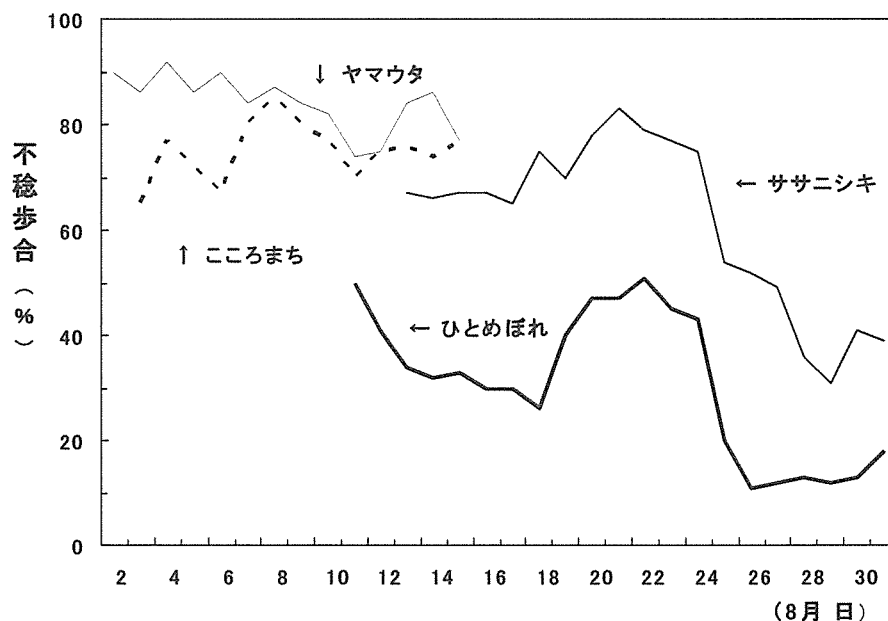
1980年冷害の被害実態調査から開始した耐冷性遺伝子源の解明と「ひとめぼれ」を育成するに至る一連の研究成果は各地でイネ育種に利用され、高性能の耐冷性検定法である「恒温深水法」の普及とあいまって、東北地方における育成品種の耐冷性水準の飛躍的な向上に貢献していると考えられる（第40表）。

しかし、1993年冷害で「ひとめぼれ」の耐冷性の

強さは実証されたが、被害の厳しかったところでは、「ひとめぼれ」の不稔歩合が50%を超えたことから（第19図）、1993年程度の厳しい冷害に耐えるためには、「ひとめぼれ」を超える耐冷性品種の育種が新たな課題として提起された。この育種目標を達成するためには、系譜の異なる耐冷性品種間の耐冷性集積の手法が役立つことが明らかにされ（松永ら 1994）、1993年冷害にほぼ耐えた実用品種「はたじるし」などが育成された（松永ら 2002）。さらに、内外の耐冷性遺伝子の集積による高度の耐冷性品種を目指す育種が引き続き行われている（千葉ら

第40表 1990年代以降東北地方で育成された主な耐冷性品種

No.	品種名	育 年	成 次	育 成 場 所	来 歴	耐冷性
1	はえぬき	1991		山形県	庄内29号／あきたこまち	極強
2	かけはし	1992		岩手県	コチミノリ／はなの舞	強
3	ゆめこがね	1995		青森県	ゆきひかり／ハツコガネ	極強
4	はたじるし	1997		宮城県	ころもまち／東北142号	極強
5	まなむすめ	1997		宮城県	チヨニシキ／ひとめぼれ	極強～強
6	里のうた	1997		山形県	庄389／ひとめぼれ	極強
7	こいむすび	1999		宮城県	中部73号／ひとめぼれ	極強
8	ゆめあかり	1999		青森県	あきたこまち／青系110号	強
9	チヨノモチ	1999		青森県	奥羽糯317号／ふ系141号／／ふ系143号	極強
10	いわてっこ	2001		岩手県	ひとめぼれ／ころもまち	極強
11	ふくみらい	2002		福島県	中部82号／チヨニシキ	極強
12	ちゅらひかり	2003		東北農研	ひとめぼれ／奥羽338号	極強



第19図 1993年冷害における出穂日別障害不稔 (古川)

1998).

従来、耐冷性の品種間差異は不稔歩合により相対的に評価されてきたが、恒温深水法の検定が行われる過程で、穂ばらみ期の耐冷性の温度からみた品種間差異が明らかになってきた。恒温深水法では、水温19℃で発生する不稔歩合は「ササニシキ」が70～80%で、「ひとめぼれ」が30～40%である。水温が0.5℃上下すると不稔歩合は30%～40%上下し、18℃では既存の水稻品種はほとんどが完全不稔になる。つまり、18℃に耐える品種はまだ存在しない。耐冷性の品種間差異は不稔歩合では0から100%までの差があるので非常に大きいようにみえるが、耐冷温度でみた品種間差異は、東北地方における既存品種では概ね20℃から18.5℃の範囲で、その差は約1.5℃と考えられる。

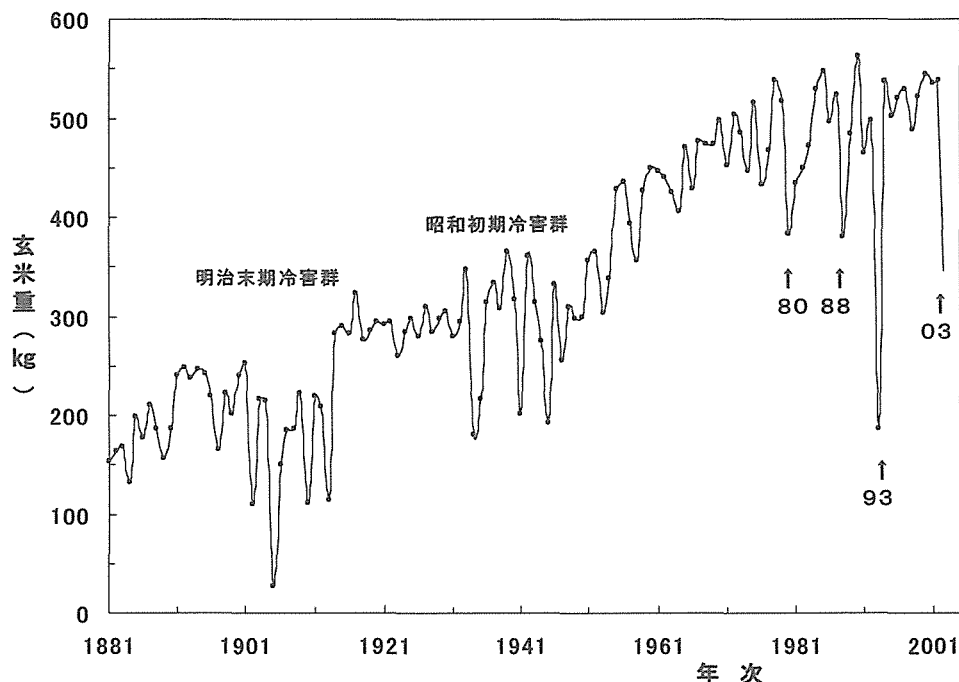
ト蔵 (1989, 2001) は農業気象学の立場から1988年冷害における被害の地域差を7月下旬の平均気温と障害不稔の発生程度により解析し、平均気温が19℃から20℃の間で作況指数が大きく変化するとし、過去の気象観測値から6～7月の平均気温が19.5℃以下になると大冷害が発生するとした。そして、大冷害が発生するこの低温限界19.5℃は明治時代以降100年近くの間変わっていないことから、耐冷性育種の有効性に疑問を投げかけ、適地適作を行わない限り稲作冷害はなくなると指摘している。これまで述べてきたとおり、東北地方では1980

年冷害の試練を受けるまで主力品種の耐冷性が向上していなかったことは事実である。しかし、耐冷性の温度からみた品種間差異は1.5℃以内と意外に小さいと考えられるので、たとえ品種の耐冷性が向上したとしても、気象台の気温観測値と地域的な被害の差によって解析するマクロな手法によって、品種の耐冷温度の変化をどれだけ正確に把握できるかは疑問である。耐冷性の品種間差異の現状は温度差からみれば小さいので、ト蔵が指摘するように耐冷性の限界をわきまえることは重要である。しかし、障害不稔が発生する温度の範囲では、温度差0.5℃で発生する障害不稔は30～40%上下することから、品種の耐冷温度を0.5℃だけでも向上させる意味は大きい。この耐冷温度を絶対値でどれだけ向上できるかが耐冷性育種の今後の課題である。

日本の食料自給率はカロリーベースで40%、穀物全体で28%という危機的状況にある。藩政時代の飢饉は地域的な出来事であったが、食料輸入が止まり凶作になれば飢餓状態に陥る危険は全国民に及ぶはずである。日本の米生産に占める東北地方のシェアは一世紀前の明治中期には10%前後に過ぎなかったが、最近では28%前後まで増大しており、東北地方の稲作に課された責務はいっそう重大になっている。また、東北地方の稲作は戦後早生多収品種の育成や健苗早植え技術などが発展したため、作期の大幅な前進により遅延型冷害を克服して飛躍的な発展を遂

げた。しかし、作期の大幅な前進は、穂ばらみ期が梅雨明け前の冷温に遭遇して障害型冷害が起きる危険性を戦前より高めていると考えられる。地球の温暖化が懸念される一方で、北日本では夏期の不順天候による水稻の不作や減収が相変わらず頻発し、東北地方では1971(昭和46)年以降20年間に8回におよび(宮本1992, 1993), 2003年も含めると、過去32年間では10回に及んでいる。そのうち障害型冷害は1980年, 1988年, 1993年, 2003年の4回で、いずれ

も大被害を出してきた。宮城県における10a当り稲作収量の明治時代から現在に至るまでの推移を第20図に示した。「ササニシキ」が銘柄米として脚光を浴び始めた1970年以降続いている気象変動に伴う収量変動の大きさとその期間の長さは、明治末期並びに昭和初期の冷害群以上である。東北地方における稲作冷害の克服は依然として重要な課題であり、イネの耐冷性育種の責務はいっそう重大と考えられる。



第20図 宮城県における10a当り稲作収量の推移

摘 要

1) 1980年冷害で発生した障害不稔の品種間差異を調査した結果、東北地方の主要な奨励品種の不稔歩合は1940年代以前の古い奨励品種より高かった。また、不稔歩合が低い品種・系統は、ほとんどが東北以南で耐冷性を意識せずに育成された「コシヒカリ」と「トドロキワセ」並びに両品種の子孫であった。以上の結果から、東北地方の主要品種の耐冷性向上は急務と考えられた。また、良食味の「コシヒカリ」や「トドロキワセ」の耐冷性が強いと考えられ、耐冷・良質・良食味品種の育成は困難ではないと考えられた。

2) 1980年冷害を契機に開発された耐冷性の高精度検定法「恒温深水法」を用いて、耐冷性品種の探索を行った結果、東北・北陸地方の品種のなかで耐冷性の強い品種は「コシヒカリ」と「トドロキワ

セ」と両品種の近縁品種が大半を占め、1980年冷害の被害実態とほぼ一致した。また、北陸以西の暖地・温暖地品種のなかで耐冷性の強い品種は、「コシヒカリ」とその先祖である「農林22号」、「農林8号」、「銀坊主」、「愛国」の子孫が大半であった。

3) 東北・北陸地方の主要な品種・系統のうち、耐冷性が上位2階級に評価された水稻品種を系譜別に分類した。その結果、「愛国」と「神力」が遺伝子源と考えられる耐冷性品種の二大系譜が存在し、これらの系譜に属する耐冷性品種は60%以上を占めることが判明した。それらのうち最強の耐冷性品種は「神力」の系譜に属する「農林24号」であった。

4) 耐冷性品種の二大系譜のうち愛国系譜の遺伝子源は「愛国」と考えられた。しかし、検定に供した「愛国」の耐冷性は強くなかったので保存されて

いる愛国系品種 50 種類の耐冷性を検定した結果、耐冷性が最強級の「愛国」が多数確認され、愛国系譜の遺伝子源は「愛国」であるといえることが分かった。神力系譜の遺伝子源と考えられた「神力」は極晩生のため耐冷性の検定が困難であったが、「神力」の耐冷性が最強級であることが確認され、神力系譜の遺伝子源は「神力」であるといえることが分かった。耐冷性品種の二大系譜に属する品種は、ほとんどが耐冷性を意識せずに育成された品種であった。しかも、それらの系譜は容易に辿れることから、耐冷性の遺伝は比較的単純と考えられた。

5)「愛国」の系譜の中で、「農林 8 号」→「農林 22 号」→「コシヒカリ」と受け継ぐ最高の良質・良食味品種の系譜は、いもち病抵抗性品種など優良品種を多数生み出した系譜であり、しかも耐冷性が最強級の系譜であった。従来、耐冷性品種は在来品種や外国品種など劣悪な形質を持つ特別な品種のように考えられてきたが、そのような品種はごく少数であった。以上の結果から、耐冷性と良質・良食味を両立させる育種は困難な課題ではないと考えられた。

6) 以上の結果に基づいて、耐冷・良質・良食味品種の育種に取組み、「コシヒカリ」と「初星」を交配して「ひとめぼれ」の育成に成功した。「ひとめぼれ」は頻発する障害型冷害で抜群の耐冷性を発揮し、高温年にも品質が安定しているため「ササニシキ」などに代わって広く普及し、奨励品種採用県が 22 県、作付面積が 15 万 ha の全国第二位の品種になった。「ひとめぼれ」は各地で交配母本としても利用され、誕生した子孫は 14 品種に及んでいる。また、耐冷性遺伝子源の解明から「ひとめぼれ」育成に至るこれら一連の研究成果は、耐冷性の高精度検定法「恒温深水法」の普及とあいまって、東北地方における水稻育成品種の耐冷性を飛躍的に向上させる上で大きく貢献していると考えられる。

謝 辞

本論文をとりまとめるに当り東北大学大学院農学研究科教授西尾剛博士に懇切なご指導とご校閲をいただいた。本研究を開始するに当たって、当時の農林水産省東北農業試験場栽培第一部（現独立行政法人東北農業研究センター水田利用部）部長鳥山國士博士、農林水産省北海道農業試験場作物第 1 部（現独立行政法人北海道農業研究センター）佐竹徹夫博

士並びに西山岩男博士には懇切なご指導をいただき、その後も終始温かい激励をいただいた。また、当時の愛知県農業総合試験場山間実験農場長森元武氏、当時の北海道上川農業試験場水稻育種指定試験の江部康成主任並びに国広泰史氏には、研究開始に当たって貴重なご助言をいただいた。研究の実施に当たっては当時の農林水産省農業生物資源研究所（現独立行政法人農業生物資源研究所）から貴重な貯蔵種子をご提供いただいた。元宮城県古川農業試験場場長高橋重郎博士並びに元同場育種部長故及川俊昭氏には研究開始にあたり懇切なご指導をいただいた。当時の宮城県古川農業試験場育種部の阿部眞三、松永和久、丹野耕一、岡本栄治、永野邦明ほか同僚各位には研究遂行に当り多大なご協力をいただき、さらに農場業務担当職員の方々には試験材料の栽培管理や調査に多大なご協力をいただき、ご苦勞をおかけした。これらの方々に対して深甚なる感謝の意を表す。

引用文献

- (1) 赤間芳洋・遠山孝道・小出俊則・工藤悟（1986）温暖地の水稻耐冷性に関する研究 第 5 報 全国的水稻奨励品種の耐冷性，日作東海支部報 101：49-51.
- (2) 嵐嘉一（1975）「神力」および「愛国」種誕生の前後物語，“近世稲作技術史”，農文協，東京。366-384.
- (3) ト蔵建治（1989）昭和 63 年冷害の背景，自然災害科学 8（3）：1-11.
- (4) ト蔵建治（2001）ヤマセと冷害-東北稲作の歩み，気象ブックス 010，成山堂書店，東京。103-108.
- (5) 千葉文弥・薄木茂樹・早坂浩志・永野邦明・松永和久（1998）耐冷性集積による水稻超耐冷性系統の選抜，日作東北支部報 41：17-18.
- (6) 藤井潔・赤間芳洋・朱宮昭男・井上正勝・小出俊則（1984）温暖地の水稻耐冷性に関する研究 第 3 報 コシヒカリ・トドロキワセの耐冷性の由来，日作東海支部報 98：19-12.
- (7) 藤井潔・赤間芳洋・遠山孝通・小出俊則・工藤悟（1986）温暖地の水稻耐冷性に関する研究 第 4 報 耐冷性熟期別基準品種の選定，日作東海支部報 101：43-47.
- (8) 福地喬（1931）水稻の稔実性に関する低温抵抗

- 性と冷水抵抗性との関係, 日作紀 3 (1) : 3-9.
- (9) 蓬原雄三・和田純二・鳥山国土・角田公正 (1964) 水稻新品種「ヨネシロ」について, 青農試研報 9 : 135-140.
- (10) 蓬原雄三・鳥山国土 (1964) 水稻における耐冷性検定方法に関する研究, 育雑 14 (3) : 166-172.
- (11) 平野哲也・内山田博士・進藤幸悦・松本顕・赤間芳洋 (1972) 水稻新品種「ササミノリ・キヨニシキ・トヨニシキ」の育成について, 東北農試研報 43 : 1-30.
- (12) 平野哲也 (1980) 日本におけるいもち病抵抗性育種の歴史, “イネのいもち病と抵抗性育種”, 山崎義人・高坂卓爾編著, 博友社, 東京. 15-25.
- (13) 池隆肆 (1974) 銀坊主の石黒岩次郎, “稲の銘” — 稲民間育種の人々 —.
- (14) 石墨慶一郎 (1951) 水稻品種銀坊主に関する研究 第1報, 農林省福井農事改良実験所報告 : 1-69.
- (15) 石墨慶一郎 (1976) 稲の品種改良を語る, “稲の品種改良”, 全国米穀配給協会編, 瀬古秀生監修, 不二出版, 東京. 199-298.
- (16) 石墨慶一郎 (1980a) コシヒカリおよびその姉妹品種の普及経過と主要特性, 農業および園芸 55 : 9-15.
- (17) 石墨慶一郎 (1980b) コシヒカリおよびその姉妹品種の普及経過と主要特性 [2], 農業および園芸 55 : 254-258.
- (18) 柿本彰 (1983) 東北の冷害について, 農林水産技術研究ジャーナル 6 (4) : 5-19.
- (19) 柿崎洋・木戸三夫 (1938) 水稻の穂の生育過程上低温に依る稔実障礙を来し易き時期, 農業及園芸 13 (1) 59-62.
- (20) 香村敏郎・高松美智則・芳賀光司・朱宮昭男・釈一郎・谷口学・田辺潔・伊藤俊雄 (1977) 水稻新品種「初星」の育成, 愛知農総試報 A9 : 1-11.
- (21) 近藤頼巳 (1949) 水稻品種の冷害抵抗性及び其の検定方法に関する研究 IX 水稻品種の冷害抵抗性及び冷害抵抗性品種の育成に就て, 日作紀 18 (2-4) : 165-168.
- (22) 香山俊秋・橋爪厚・伊藤隆二 (1972) 水稻「愛国系品種」の系譜, 農事試研報 16 : 131-148.
- (23) 熊田重雄 (1912) 水稻愛国種の原因は出雲早生か, 芸備農報 209 : 5-7.
- (24) 熊谷金男 (1962) 藩政時代の災害, “宮城県史 22”, 宮城県, 宮城県史刊行会, 仙台市. 28-48.
- (25) 櫛渕欽也, 竹村達男・中掘登示光, 小山田善三 (1970a) 東北および北陸地方における稲主要品種の耐冷性, 農業および園芸 45 (8) : 97-98.
- (26) 櫛渕欽也・藤村謙之輔・中掘登示光・小山田善三 (1970b) 日本在来稲および外国稲の耐冷性について, 東北農業研究 11 : 21-24.
- (27) 櫛渕欽也・竹村達男・中掘登示光・小山田善三 (1972) 「染分」の放射線突然変異による耐冷性中間母本の育成について, 東北農業研究 13 : 62-66.
- (28) 櫛渕欽也 (1976) 稲の品種改良, “稲の品種改良”, 瀬古秀生監修, 不二出版, 東京. 1-38.
- (29) 櫛渕欽也・佐藤尚雄・金沢俊光・小山田善三・中川宣興・浪岡実・竹村達男・中掘登示光・高館正男・佐藤亮一 (1977) 水稻新品種「アキヒカリ」について, 青農試研報 22 : 1-22.
- (30) 櫛渕欽也 (1979) 水稻農林 22 号の母本的評価, “続・稲の品種改良”, 瀬古秀生監修, 不二出版, 東京. 52-73.
- (31) 櫛渕欽也 (1990) 明治時代における品種の成立, “稲学大成第3巻遺伝編” 農文協, 東京. 678-679.
- (32) 櫛渕欽也 (1994) 稲の品種改良 — 100 年の歩み —, 食糧管理月報 46 (1) : 6-12.
- (33) 升尾洋一郎 (1978) 耐冷性品種の育成, “農林水産研究文献解題作物冷害編”, 農林水産技術会議事務局編, 農林統計協会, 東京. 4-6.
- (34) 松永和久・佐々木武彦 (1983) 冷水によるイネの耐冷性検定方法の改善 2. 不稔歩合の調査方法, 育雑 33 別冊 2 : 146-147.
- (35) 松永和久・佐々木武彦 (1985a) 1 系統 1 株によるイネの耐冷性検定法, 日作東北支部報 28 : 51-52.
- (36) 松永和久・佐々木武彦 (1985b) 寒冷地域におけるイネ品種系統の耐冷性, 日作東北支部報 28 : 53-56.
- (37) 松永和久・早坂浩志・薄木茂樹・黒田倫子・佐々木武彦 (1994) 耐冷性集積により育成した高度耐冷性系統「東北 155 号, 東北 156 号, 東北 157 号」東北農業研究 47 : 89-90.

- (38) 松永和久・佐々木武彦・永野邦明・岡本栄治・阿部眞三・植松克彦・狩野篤・滝沢浩幸・早坂浩志・薄木茂樹・黒田倫子・千葉文弥 (2002) 水稻品種「まなむすめ」について, 宮城古川農試報 3: 53-68.
- (39) 松永和久・佐々木武彦・永野邦明・岡本栄治・阿部眞三・植松克彦・狩野篤・滝沢浩幸・早坂浩志・薄木茂樹・黒田倫子・千葉文弥 (2002) 水稻品種「じょうでき」について, 宮城古川農試報 3: 85-99.
- (40) 宮城県 (1916) 明治 38 年宮城県凶荒誌, 藤原愛之助編纂, 東北活版社印刷, 仙台: 1-836.
- (41) 宮城県立農事指導所 (1944) 水稻農林 24 号に就て, 農林省農政局. 1-7.
- (42) 宮本硬一 (1992) 冷害技術の成立と気候変動 (1) 農業技術 47 (3): 33-37.
- (43) 宮本硬一 (1993) 近代稲作における冷害の群発性と地域性 (1) - 明治から昭和初期の凶作群 -, 農業技術 48 (10): 40-44.
- (44) 杜宏史 (1972) 米と日本文化, 評言社, 東京. 259-265.
- (45) 森元武・伊藤俊雄・田辺潔・中森正澄・谷口学・稲垣明・井上正勝・浅井靖・伊藤喜一・朱宮昭男・藤井潔 (1980) 水稻の新品種「ミネアサヒ」の育成, 愛知県農総試報 1224-36.
- (46) 永井威三郎 (1927) 日本稲作講義, 養賢堂, 東京. 185-188.
- (47) 永井威三郎 (1949) 実験作物栽培各論, 養賢堂, 東京. 62-74.
- (48) 西山岩男 (1978) 古くて新しい問題, “冷害”, 科学 48: 466-773.
- (49) 西山岩男 (1996) 冷害の歴史, “東北の稲研究”, 東北農業試験場 100 周年記念事業会刊, 博光出版, 盛岡. 19-26.
- (50) 農林水産省技術審議官室 (1981) “冷害と農業技術 - 55 年冷害と今後の技術・営農対策”, 農林統計協会, 東京. 1 - 162.
- (51) 小山田善三・金沢俊光・櫛渕欽也・中掘登示光・中川宣興・佐藤尚雄 (1975) 「染分」利用による耐冷性中間母本の特性, 東北農業研究 16: 66-69.
- (52) 小山田善三・佐藤尚雄・金沢俊光・浪岡実・中川宣興・高舘正男 (1978) 水稻の高度耐冷性品種の育成に関する試験 第 1 報 中間母本の遺伝分析, 日作東北支部報 21: 113-114.
- (53) 小山田善三・佐藤尚雄・金沢俊光・中川宣興・浪岡実・高舘正男 (1979) 水稻の高度耐冷性品種の育成に関する試験 第 2 報 外国稲および日本在来稲を利用した高度耐冷性品種育成のための選抜方法, 青農試研報 24: 1-10.
- (54) 酒井寛一 (1949) イネの冷害と深水灌漑, 農業及園芸 24 (6): 405-408.
- (55) 佐々木武彦・松永和久 (1983) 冷水によるイネの耐冷性検定方法の改善 1. 恒温深水かんがい圃場の試作, 育雑 33 別冊 2: 144-145.
- (56) 佐々木武彦・松永和久 (1984) 冷水によるイネの耐冷性検定方法の改善 3. 不稔歩合と冷害年の被害との関係, 育雑 34 別冊 1: 346-347.
- (57) 佐々木武彦・松永和久 (1985) イネの穂ばらみ期耐冷性の遺伝と集積 1. ヨネシロ, トドロキワセ, コシヒカリの耐冷性, 育雑 35 別冊 2: 320 - 321.
- (58) 佐々木多喜雄 (1990) 耐冷性の検定法, “稲学大成 第 3 巻 遺伝編” 松尾孝嶺・清水正治・蓬原雄三・山口彦之・角田重三郎・熊沢喜久雄・星川清親・菊池文雄編, 農山漁村文化協会, 東京. 417-420.
- (59) Satake, T. and H. Hayase (1970) Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. V. Estimation of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 39: 468-473.
- (60) 佐竹徹夫 (1971) 障害型冷害におけるイネの雄性不稔 (1) 研究の歴史と現状, 農業および園芸 46 (11): 8-12.
- (61) 瀬古秀生 (1979) 水稻農林 22 号とその姉妹品種, “続・稲の品種改良”, 全国米穀配給協会編, 瀬古秀生監修, 不二出版, 東京. 3-51.
- (62) Shibata, M. (1979) Progress in breeding cold-tolerant rice in Japan, “Report of a cold tolerance work shop”, IRRI. 21-24.
- (63) 朱宮昭男・森本武・田辺潔・藤井潔・井上正勝・浅井靖・伊藤俊雄 (1983) 温暖地の水稻耐冷性に関する研究 第 1 報 冷水掛流し法による安定した耐冷性検定法の確立, 愛知農総試研報

- 15:70-77.
- (64) 志村英二 (1983) イネの耐冷性育種, “作物育種の理論と実際”, 村上寛一監修, 養賢堂, 東京. 105-109.
- (65) 末永喜三・佐野稔夫・高島優 (1955) 水稻新品種「ササングレ」に就て, 宮城農試報 301-15.
- (66) 末永喜三・高島優・鈴木啓司 (1963) 水稻新品種「ササニシキ」に就て, 宮城農試報 33: 104-119.
- (67) 田中稔 (1950) 寒高冷地向水稻藤坂3, 4及5号, 農業及び園芸 15(6): 546-547.
- (68) 田中稔 (1951) 東北地方における水稻主要品種並びに系統の耐冷水性, 第1報 耐冷水性と形態的特性との関係, 日作紀 20(1-2): 73-76
- (69) 田中稔 (1956) 水稻の冷害防止に新威力「トワダ」「オイラセ」, 農業及園芸 31(3): 89-91.
- (70) 寺尾博 (1940) 水稻冷害の生理学的研究(予報) I. 水稻冷害の生理学的研究の意義並に方法に就いて, 日作紀 12(3): 169-176.
- (71) 寺尾博 (1941) 水稻冷害の生理学的研究(予報) II. 幼穂発育上の各期における低温障害, 日作紀 12(3): 177-175.
- (72) 寺沢保房 (1927) 水稻品種「愛国」の来歴, 農業及園芸 2(8): 59-60.
- (73) 寺沢保房 (1932) 水稻品種「愛国」の来歴と其の分布, 日作紀 14(3): 190-199.
- (74) 手島新十郎 (1932) 水稻優良品種「愛国」の発見並にその改良新品種の目覚しい躍進, 農業及園芸 7(7): 81-88.
- (75) 鳥山国土・和田純二 (1959) 東北地方で栽培されている水稻主要品種の耐冷性, 農業及園芸 34(10): 89-90.
- (76) 鳥山国土・蓬原雄三 (1960a) 水稻の耐冷性検定方法に関する研究, 日作東北支部報 3: 36-37.
- (77) 鳥山国土・蓬原雄三 (1960b) 水稻における耐冷性の遺伝と選抜に関する研究, I. 耐冷性の遺伝分析, 育種 10(3): 143-152.
- (78) 鳥山国土・和田純二・蓬原雄三 (1961) 水稻新品種「オオトリ」について, 青農試研報 5: 98-106.
- (79) 鳥山国土・和田純二・蓬原雄三 (1961) 水稻新品種「フジミノリ」について, 青農試研報 5: 102-106.
- (80) 鳥山国土・角田公正・蓬原雄三・和田純二・藤村謙之輔・中堀登示光 (1967a) 水稻新品種「レイメイ」について, 青農試研報 12: 6-17.
- (81) 鳥山国土・角田公正・蓬原雄三・和田純二・藤村謙之輔・田村繁司 (1967b) 水稻新品種「タツミモチ」について, 青農試研報 12: 18-25.
- (82) 鳥山国土・斎藤滋・東正昭 (1983) 水稻の障害型冷害危険度による東北地方の地帯区分, 日作紀 52(1): 28-33.
- (83) 坪井八十二 (1976) “気候変動で農業はどうなるか”, 講談社, 東京. 132-143.
- (84) 角田公正・藤村謙之輔・中堀登示光・小山田善三 (1968) 水稻の耐冷性検定方法に関する研究 第1報 短期深水処理法について, 育種 18(1): 33-40.
- (85) 和田英夫 (1965) “異常気象”, 講談社, 東京. 234-242.
- (86) 山本文二郎 (1976) 米の履歴書—品種改良に賭けた人々—, 家の光, 東京. 7-28.
- (87) 安田健 (1952a) 東北振興問題, “日本農業発達史 第7巻”, 農業発達史調査会編集, 中央公論社, 東京. 381-431.
- (88) 安田健 (1952b) 統一品種の出現, “日本農業技術史” 農業発達史調査会編集, 全国農業講習所協議会, 東京. 13-25.
- (89) 安田健 (1955) 東北地方の冷害と水稻の品種, “日本農業発達史 第6巻”, 農業発達史調査会編集, 中央公論社, 東京. 322-370.
- (90) 安田健 (1956) 冷害防止に関する指導—地域的指導の発足, “日本農業発達史 第8巻” 農業発達史調査会編集, 中央公論社, 東京. 319-323.

Identification of Rice Germplasm for Cold Tolerance at the Booting Stage and Breeding of Hitomebore, a Cold-Tolerant Rice Cultivar Having Excellent Grain and Eating Quality.

Takehiko SASAKI

Summary

1. The levels of spikelet sterility due to the cool-summer damage in 1980, observed in the major rice cultivars of the Tohoku district, were higher than those of the old cultivars bred before 1940s. There were many varieties with slight damage, most of which were varieties bred without the screening of cold tolerance in the Hokuriku district and southern districts, such as Koshihikari, Todorokiwase and their progenies. These unexpected facts found in 1980 suggested the importance of urgent improvement of cold-tolerant rice varieties for the Tohoku district.

It has been considered for a long time that the breeding of cold-tolerant varieties having excellent grain and eating quality is almost impossible. However, the level of the cool-summer damage of Koshihikari, one of the best quality cultivars, was low. It seemed that the cold tolerance of Koshihikari was high, and accordingly the breeding of cold-tolerant varieties with excellent grain and eating quality was possible.

2. The screening of cold tolerance for more than 800 varieties in total, including the major cultivars of the Tohoku and Hokuriku districts, was conducted by a new evaluation method developed in the Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station. The results corresponded well with the levels of cool-summer damage observed in 1980; more than half of the cold-tolerant varieties in the Tohoku and Hokuriku districts were varieties related to Koshihikari and Todorokiwase, and more than half of the cold-tolerant varieties in the west and south of the Hokuriku district were also related to Koshihikari and its ancestor varieties such as Norin 22, Norin 8, Ginbozu and Aikoku.

3. Seventy-two (72) varieties possessing a high degree of cold tolerance out of 505 rice varieties in the Tohoku and Hokuriku districts were classified into four groups based on pedigree records. The two largest groups were the progenies of Aikoku and Shinriki, which account for more than 60% of the 72 varieties. Both Aikoku and Shinriki were top leading cultivars before 1940 in Japan. The cold tolerance level of Norin 24, which belongs to the progenies of Shinriki, was identified as the highest among the 72 varieties.

4. Since the degree of cold tolerance of Aikoku was low in the result of the screening test, further screening was conducted using 50 Aikoku lines preserved in the gene bank of the National Institute of Agrobiological Science. More than half of Aikoku lines were confirmed to possess the highest level of cold tolerance. Hence, Aikoku was proven to be one of the major gene sources of cold tolerance in Japanese paddy rice.

The screening of the cold tolerance of Shinriki, which exhibits extremely late maturity in Furukawa, the experimental site, was very difficult. However, the screening test was successful in 1990, a year with a very hot summer. Shinriki was also proven to possess the highest level of cold tolerance. Hence, Shinriki was identified as another major gene source of cold tolerance in Japanese paddy rice.

Most of the cold-tolerant varieties identified by a series of screening tests were the varieties bred without the aim of improving cold tolerance. The pedigrees of these cold-tolerant varieties suggested the mode of heredity of cold tolerance to be simple.

5. Among the progenies of Aikoku, the pedigree of the best quality varieties traced as Norin8 to Norin 22 and then to Koshihikari was found to be also a pedigree of cold tolerance at the highest level. The examination revealed that cold tolerance is not incompatible with excellent grain and eating quality and high yielding ability.

6. Based on the results of the above examination, breeding of a cold-tolerant variety having excellent grain and eating quality was conducted and Hitomebore was successfully released in 1993. Hitomebore showed high cold tolerance in the recent cool-summer years. It has been recommended for planting in 22 prefectures. The growing area of Hitomebore has increased up to 150,000 ha replacing Sasanishiki and other cultivars and it became the second most popular cultivar in Japan. Many breeding stations used Hitomebore in their varietal development activities and 14 progenies have already been released as recommended cultivars.

A series of studies from the identification of the gene sources of cold tolerance to the breeding of Hitomebore, along with the adoption of the new evaluation method for cold tolerance, have contributed to the rapid progress in the breeding of cold-tolerant rice varieties in the Tohoku district.