

# 北海道の稲作技術 — 栽培技術の変遷と品種開発



**田中 英彦** (たなか ひでひこ)  
拓殖大学北海道短期大学 副学長 博士(農学)

1957年埼玉県生まれ。82年北海道大学大学院農学研究科農学専攻修士課程修了。北海道内各地の農業試験場長などを歴任。2017年拓殖大学北海道短期大学農学ビジネス学科の教授となり、現在に至る。専門は作物学・水稲栽培。

\* 1 イネは短日植物であり、夏至を過ぎて日長が短くなるのに反応して幼穂を分化します。それでは北海道では出穂期が遅れて、登熟期間が確保できず、安定生産ができません。

## 1 はじめに

未開の大地・北海道で米づくりの試みが始まって300年以上が経過しました。世界的にみても稲作北限の寒地で、熱帯原産のイネを実らせるのは至難の技でした。しかし、長年に亘る農民の執念が、短日植物\*1であるイネの中から日長に感応しない早生の突然変異個体を見出し、これによって道内主要稲作地域における安定栽培への道が切り開かれました。その遺伝子は、1915(大正4)年に開始された農業試験場における事業育種にしっかりと引き継がれ、100年以上が経過しました。この間、米余りによって減反政策が実施された頃には、全国最低であった品質・食味は、「ゆめぴりか」を代表とする極良食味品種の育成と生産者・関係者の努力により、我が国トップクラスを競うまでになり、北海道は「米どころ」としてゆるぎない地位を築き上げました。

## 2 北海道における水稲作付面積と収量の推移

図1には、北海道における水稲作付面積、収量および栽培技術の変遷を示しました。1887(明治20)年の作付面積は1,777ha、収量は174kg/10aでした。その後、現在の稲作中核地帯での開田が急速に進み、1932(昭和7)年には197千haに達しました。1948(昭和23)年には131千haまで減少しますが、戦後の食糧増産政策により、1969(昭和44)年には、266千haにまで拡大しました。そして、減反政策により一挙に減少し、さらに国民の米離れから、2020(令和2)年には102千haにまで減少しています。平常年の収量は、明治・大正時代は200kg/10aでしたが、その後徐々に増加し、現在は600kg/10a近くにまで達しています。

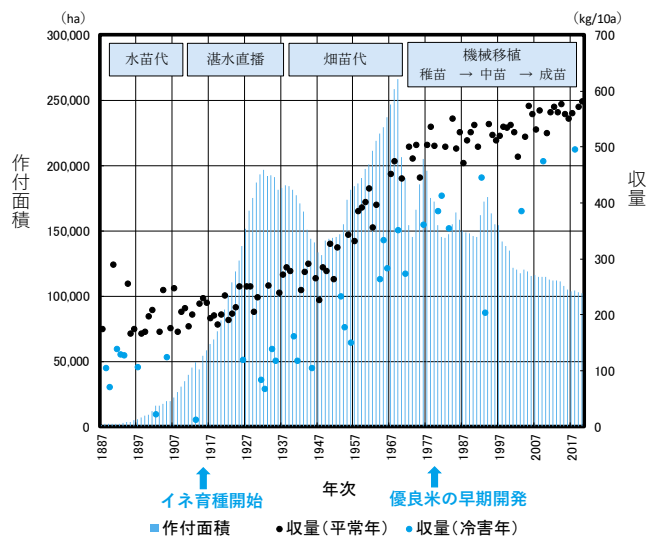


図1 北海道における水稲作付面積と収量の推移  
(出典) 暦年の北海道農政部「米に関する資料」のデータから著者が作図

### 3 北海道における水稲栽培技術の変遷

この間には、栽培技術もダイナミックに変遷しました。なかでも、北海道独自の技術として発展した湛水直播栽培は、北海道の稲作の発展に重要な役割を果たしました。幕末から明治中期においては、代かきした水田の苗代に5月上旬に播種・育苗した苗を6月中～下旬に移植する「水苗代栽培」が行われていました。『北海道の米（1921）』によれば、「本道における水稲の直播は、1893（明治26）年に初めて札幌郡白石村水稲試験場に之を試み、成績良好なりし以来、漸次各地に普及せられ、（中略）本法はその方法宜しきを得るときは、その収量敢えて移植法に劣らざるのみならず、地方によりては多少の増収の傾向あり」とされ、当時においては、直播栽培が水苗代の移植栽培よりも安定多収技術であったことが窺えます。つまり、直播栽培は、水苗代育苗より遅く5月中旬に播種することから、出芽時に低温の影響を受けにくく、さらに移植・活着時の生育停滞がないため、移植栽培よりも生育は促進し、移植栽培よりも多収を示したと考えられます。

しかし、当初の直播は散播栽培であったため雑草の繁茂が著しく、刈り取りに多くの労力を要しました。これを克服したのは、末松保次郎と黒田梅太郎が開発した、1度に16株の点播ができる蛸足黒田式水田初種直播器でした。点播は、手押し式の除草機による除草を可能にしました。さらに、黒田式直播器の改良型が数多く開発され、「赤毛」の中から江頭庄三郎が発見した無芒品種「坊主」\*2とともに、水田面積の急激な増大を支える原動力となりました。

昭和初頭には、水稲の作付面積の約8割が直播栽培でしたが、連続した冷害により大きな被害を受けました。これを契機として、保護畑苗代栽培法の技術開発が精力的に行われました。畑苗代とは、文字通り畑状態の苗床に播種する方式ですが、最大のポイントは、資材\*3で被覆して4月に播種することで栄養生長期間が延長され、遅延型冷害に格段に強くなったことと、より晩生の品種の栽培ができたことです。ただし、畑苗代の開発当初は、立枯病やムレ苗の発生が著しく、実用化に至りませんでした。その後、立枯病に対しては種粒と土壌の消毒、ムレ苗に対しては土壌環境の改

\*2 「赤毛」には長い芒があり、蛸足式直播器に引っ掛かり播種精度が落ちるため、脱芒作業が必要でしたが、芒のない「坊主」はこの問題を解決しました。

善、とくに土壌pHを5.0以下にすることで防止できることが明らかとなり、安定多収技術として定着・普及し、昭和40年代には湛水直播栽培はほぼ消滅しました。

この畑苗代栽培法は、機械移植栽培技術にも活用され現在に至っています。機械移植栽培は、当初、根と土壌がひも状に連続した苗を繰り出して1株ごとに切断して移植する「ひも苗」が1969（昭和44）年に開発されました。しかし、育苗準備作業が煩雑で普及性に乏しく、育苗箱内の土壌と根がらみでマットを形成する「マット苗」の開発に移行し、1972（昭和47）年に、播種量を催芽粉350～400ml、育苗日数20～25日で葉齢2～2.5葉の苗を得る「稚苗」が実用化されました。10aあたりに必要な箱数は20箱程度でした。

水稲の育苗では、育苗箱当たりの播種量が多いほどマット強度は強くなりますが、個体間の競合が早期に起こり苗は早く老化します。逆に播種量が少ないほど、育苗日数の延長とともに、葉齢の進んだ大きな苗が得られます。品種が同じであれば、葉齢の進んだ苗ほど出穂までの日数が短く、遅延型冷害に強くなります。このため、機械移植栽培技術は、より大きな苗を育苗する方向で技術開発が進められました。1976（昭和51）年には、播種量を催芽粉150～200ml、育苗日数30～35日で葉齢3.1葉以上の「中苗マット苗」が実用化されました。必要な箱数は34～40箱/10aとされました。

さらに苗代分けつを持った葉齢4.0葉以上の成苗を育成するために、マット苗ではなくポット形式の苗を育苗・移植する技術が開発されました。この「成苗ポット苗」が実用化されたのは1980（昭和55）年で、播種量は催芽粉75ml（2～4粒/穴）、育苗日数35～40日、必要な箱数は49～56箱/10aとされました。成苗ポット苗は、床土の量が少ないので軽く、苗運搬が楽な点も普及を促進しました。2019（令和元）年においては、移植栽培の約7割が成苗、約3割が中苗となっています。

このように、北海道における栽培技術の変遷は、生育を促進するために、直播も含めて苗をいかに育てるかという点にポイントがありました。

\*3 当初は油障子が用いられ、ビニールトンネル式苗代を経て、現在のハウス育苗方式へと変遷しました。

#### 4 冷害の発生と防止技術

図1における単収の増加は、品種と栽培技術の複合的な効果によるものです。栽培技術は、先に示した育苗技術だけではなく、化学肥料、農薬、農業機械、基盤整備など多くの要素が貢献しています。平常年の単収は、明治・大正期の200kg/10aからシグモイド曲線を描いて増加し、現在は600kg/10a近くにまで達しています。一方で、平均すると4年に1回の頻度で冷害が発生してきました。北海道稲作は、まさに冷害との戦いの歴史でありました。

記録に残る中で最大の冷害は、平均収量12kg/10aとなった1913（大正2）の冷害です。食べることも、翌年の種籾の確保に官民挙げて奔走しました。これを契機として、1915（大正4）年に農業試験場における事業育種が本格的に開始されました。戦後では、1993（平成5）年は全国的に異常気象が頻発し、北海道・東北の大冷害、九州の台風・大雨などの被害により、全国の作況指数は74となりました。全国的に米が不足し、長粒種のタイ米も輸入され、平成の米騒動と呼ばれました。北海道の作況指数は40で、地域間差異が大きく、渡島・檜山管内では、作況指数2～3となり、技術水準は上がっても冷害は克服されていないことが痛感されました。

冷害の防止技術については、1915（大正4）年の実態調査から、①品種の適正な配分、②窒素質施肥量の適正化、③健苗育成と早播き・早植え、④密植・浅植え、⑤貯水池や水路の迂回等によるかんがい水温の上昇、⑥防風対策、などが注意事項として指導されました。これらは、現在にもつながる基本技術ですが、その後開発された畑苗代栽培法により遅延型冷害対策は強化されました。

一方、障害型冷害については、昭和初期までは不稔籾の発生は開花期における冷温の影響と考えられていました。これに対して、不稔はいわゆる穂ばらみ期（冷害危険期）の冷温による花粉の異常が原因であり、この時期を15～20cmの深水にして幼穂を保護する深水かんがい技術が1947（昭和22）年に普及に移されました。さらに1985（昭和60）年には、冷害危険期の前の時期、すなわち前歴期間の重要性が明らかにされました。そ

して、前歴深水は小胞子の分化を増進する「攻めの水管理」、危険期深水は小胞子の退化や発育不全を抑制する「守りの水管理」であり、両者の相乗効果によって開花期における葯<sup>やく</sup>当り充実花粉数を増加させ、その結果柱頭上受粉数が多くなって受精率が向上するという、深水管理による冷害防止の機構が明らかにされました（図2）。これによって、幼穂形成期を過ぎたら徐々に10cmの深水で管理し、穂ばらみ期には15～20cmとする水管理が現在の基本技術となっています。

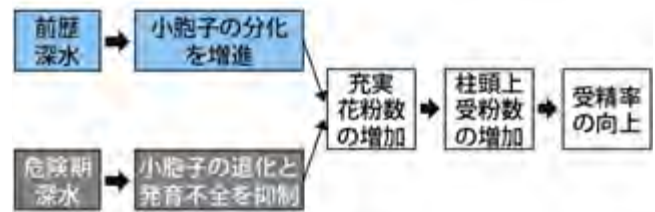


図2 深水かんがいによる受精率向上の機構（佐竹徹夫 1989）

#### 5 品種開発の経過

1915（大正4）年に農業試験場で本格的に品種改良が始まる以前には、篤農家が東北・北陸地方などから種籾を導入し、北海道に適應したイネを選び出すことによって、また一部では自然交雑を利用して、多くの在来品種が育成されていました。

農業試験場における品種改良の第一段階は、これらの在来品種から優れた系統を選抜する純系分離育種法<sup>\*4</sup>によって行われ、「坊主1、2、3、5および6号」（1919（大正8）年）などが育成されました。人工交配による交雑育種は初年目から行われ、道内品種同士の交配から両親の熟期より早い極早生の「走坊主」（1924（大正13）年）が育成され、北限地帯の稲作安定化に貢献しました。道外品種を交配親に用いて初めて育成されたのは「富国」（1935（昭和10）年）で、坊主系統に比べ<sup>たんかん</sup>短稈で葉は短く立ち、耐肥性が高く多収で、急激に普及しました。

その後の主要品種については、紙面の都合で割愛し、1980（昭和55）年の「優良米の早期開発」から始まる4期28年にわたる良食味品種開発プロジェクトの成果について紹介します。

米の食味は、最終的には比較品種と食べ比べをして、白さ、つや、香り、味、口あたり、粘り、柔らかさ、

\*4 在来品種は、現在の品種のように遺伝的に均一ではなく、自然交雑、突然変異などにより遺伝的に雑ばくな集団であり、その中から優良な純系を選び出して品種にする方法。



総合評価の各項目を評価します。しかし、交配後の初期世代では獲れる米の量が少なく、また系統の数が膨大で、食べることはできません。そこで、白米の理化学成分に着目し、アミロース\*5と蛋白質を自動分析する手法を開発し、徹底的に分析して選抜するという戦略が立てられました。アミロースについては、1点わずか0.1g、3分間で分析できるオートアナライザーが開発され、蛋白質では、近赤外線を用いて分析する手法が用いられました。プロジェクトの開始時に設定した目標は、「コシヒカリに追いつけ追い越せ」でした。当時の状況からすれば無謀な目標に思えます。事実、「コシヒカリ」のアミロース含有率は17%程度で、当時の北海道米は24%程度と大きな差がありました。しかし、高く明確な目標を設定し、それを実現するために、アミロースを低下させるという具体的な戦略を立てたこと、そして冬期間に昼夜を問わず分析を続けた研究員の情熱と奮闘が、プロジェクト成功につながったと考えています。

この28年間に、北海道米の食味は段階的に向上してきました。図3には、育成された品種の系譜をもとに、それぞれの品種の育成にどのような遺伝資源が用いられてきたか整理されています。

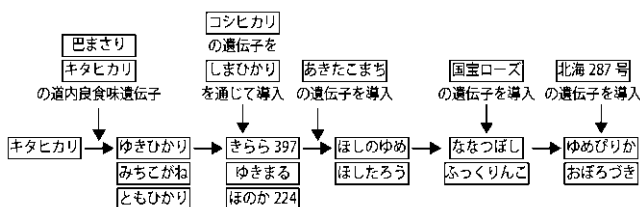


図3 北海道内主要品種の推移 (出典)北海道米の良食味品種育成について(沼尾吉則2009)より抜粋

「ゆきひかり」(1983(昭和58)年)は、当時難しいと考えられていた耐冷性と良食味を両立させた画期的な品種ですが、ここまでは北海道内品種の良食味遺伝子集積により育成されました。

「きさら397」(1988(昭和63)年)以降の品種には、「コシヒカリ」の遺伝子が活用されました。まず、「コシヒカリ」を母本とする「コシホマレ」を用いて「しまひかり」(1981(昭和56)年)が育成されますが、晩生で耐冷性が弱く普及しませんでした。そこで、早

生・耐冷の「キタアケ」を交配し、「きさら397」が育成されました。初期生育が良く栽培しやすい特性や、業務用米としての需要もあり、育成から33年を経てもいまだに作付けされる大品種となりました。また、「ほしのゆめ」(1996(平成8)年)は、「きさら397」に「あきたこまち」の良食味遺伝子を導入して食味と耐冷性がワンランク向上しました。

次の段階への向上には、米国カリフォルニアの「国宝ローズ」の遺伝子が活用されました。「国宝ローズ」と「空育114号(ゆきひかり)」の交配は1981(昭和56)年に行われました。「国宝ローズ」の後代系統には、低アミロース、さらに低蛋白質の系統がみられましたが、草姿やいもち病耐病性に難があり、「ななつぼし」(2001(平成13)年)と「ふっくりんこ」(2003(平成15)年)の育成までに20年以上を要しました。

そして、「きさら397」の培養変異から育成された「北海道287号」の低アミロース良食味遺伝子が導入され、「おぼろづき」(2005(平成17)年)と「ゆめぴりか」(2008(平成20)年)が育成されました。

このように、北海道米の食味は、それぞれの段階で異なる遺伝子が導入されて一段ずつ向上してきたことがわかります。「ゆめぴりか」の育成によって、「コシヒカリに追いつけ追い越せ」の目標は達成されたかに思われます。しかし、「ゆめぴりか」は、耐冷性といもち病抵抗性が不十分で、アミロース含有率が登熟気温によって変動しやすい欠点があります。「品種改良はエンドレス」といわれますが、栽培技術の改良と品種の開発が車の両輪となって、米どころ北海道の発展に貢献していく必要があります。

【主要参考文献】

- ・「北海道農業技術研究史」北海道農業試験場(1967年)
- ・「北海道農業技術研究史1966~1980」北海道農業試験研究機関創立80周年記念行事協賛会(1982年)
- ・「北海道の米」北海道産米百万石祝賀会(1921年)
- ・「北海道立上川農業試験場百年史」北海道立上川農業試験場(1986年)
- ・「イネの小孢子初期低温処理による雄性不稔 第29報 前歴水温上昇による耐冷性向上の機構」佐竹徹夫(日作紀58、1989)
- ・「北海道米の良食味品種育成について」沼尾吉則(北農76、2009)

\*5 デンプンは、アミロースとアミロペクチンで構成され、うるち米ではアミロース含有率が低いほど粘っておいしいご飯になります。ちなみに糯米にはアミロースは含まれていません。