

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.002

# 日本の寒地，北海道におけるうるち米良食味育種（日文）

丹野 久

（北海道農産協会，日本 北海道札幌，060-0004）

**摘要：**北海道には、従来「コシヒカリ」のような全国銘柄の良食味品種はなく、産米の食味評価が低かった。そこで、北海道立（現、道総研）農業試験場の水稻育種では、1980年から28年間の良食味品種早期開発プロジェクトを行った。ここでは、早期開発のために世代促進栽培や薬培養により育種年限を短縮した。また、良食味や耐冷性の内外有用遺伝子を活用し、良食味と早熟性や耐冷性を同時に有する品種開発のため、育種規模を拡大した。効率よい良食味系統選抜のため、初期世代から精米蛋白質含有率および特にアミロース含有率により、中期世代で少量炊飯により選抜を実施した。食味の遺伝的改良では、最初に北海道品種の良食味遺伝子を集積し「ゆきひかり」を、次に北海道品種を通して「コシヒカリ」の良食味遺伝子を、さらに直接交配母本とし東北品種「あきたこまち」の良食味遺伝子を導入し、各々「きらら397」と「ほしのゆめ」を育成した。アミロース含有率はそれまでの多肥多収品種の22%から2%低下した。さらに、米国品種「国宝ローズ」の良食味遺伝子を導入した「ななつぼし」を育成し、アミロース含有率が1%低下した。その後、培養変異低アミロース系統「北海287号」を母本とし、アミロース含有率が15%~16%で「粘り」と「柔らかさ」に優れ、「コシヒカリ」に並ぶ食味を有する「ゆめぴりか」を育成した。

**キーワード：**良食味；寒地；アミロース含有率；育種

中图分类号：TS5-33;S511 文献識別コード：A 文章番号：1007-7561(2020)06-0010-10

ネットワークの最初発表時間：2020-11-04 15:23:43

ネットワークの最初発表アドレス：<https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201103.1541.004.html>

## Breeding for Good Eating Non-glutinous Rice in Cold Region of Hokkaido in Japan (Japanese text)

Hisashi Tanno

(Hokkaido Agricultural Association, Sapporo Hokkaido Japan, 060-0004)

**Abstract:** In the northernmost Japan, Hokkaido, there wasn't a brand name of rice variety like "Koshihikari" before, and its rice received poor evaluations for eating quality. Therefore Hokkaido Prefectural (current Hokkaido Research Organization) Experiment Station started a project from 1980 for twenty eight years to breed good eating variety quickly. In its project, to shorten development period, accelerated generation

投稿日時：2019-12-29

作者紹介：丹野 久，男，1957年生まれ，博士，教授，研究方向は米の品質改良における育種栽培、生産技術及びその形質との関係である。E-mail:bun01\_0405@yahoo.co.jp。このコラムの背景と作者の紹介は C4-C13 にて具体的に掲載しており，本論文の中国語訳文は P1-P9 を参照できる。

advance and another culture were used. Using resources of good eating quality and cool weather resistance and so on inside and outside of the country effectively, in order to develop variety with good eating quality, cool weather resistance and early maturity all, number of breeding materials were increased. To select good eating strain effectively, amylose content in particular and protein content in early generation, and after that generation estimating by eating a small amount of rice cooking were used. As a result, on introduction of gene for good eating quality, at first accumulating good eating quality genes of Hokkaido varieties was used in breeding of “Yukihikari”. In the next, good eating quality of “Koshihikari” and “Akitakomachi” of Tohoku and south area variety were introduced to “Kirara 397” and “Hoshinoyume” respectively. Amylose content of those new varieties was lower 2% than 22% of old variety. Moreover good eating quality of “Kokuhorose” of USA variety was introduced to “Nanatsuboshi”, and amylose content reduced 1% in its variety. After that, using low-amylose variant “Hokkai 287” induced by culture as parent, “Yumepirika” with amylose content of 15%~16% was bred, and had excellent stickiness, softness and good eating quality as same as “Koshihikari”.

**Key words:** amylose content; breeding; good taste rice; northernmost Japan

北海道は日本で新潟県と 1, 2 位を争う米の収穫量を誇っている。しかし、日本で最北に位置するため気象条件が厳しく、稲作の歴史も東北以南に比べ短いため、「コシヒカリ」のような全国銘柄の良食味品種は生まれてこなかった。むしろ東京、神奈川、愛知などの大消費地で食味の評価が低く、1975—1980 年頃には当時の米余りと相まって、北海道米の消費が減退する問題が生じた。

一方、良食味米を生産するためには、前

報<sup>[1-2]</sup>で取り上げた良食味米生産技術および作付けされる良食味品種が必要である。そこで、北海道の水稲育種では、北海道立（現、北海道立総合研究機構 農業研究本部）の水稲育種担当の中央・上川・道南・北見農業試験場（以下、農業試験場は農試と記す）において、1980 年から始まった「優良米の早期開発試験」以来の 4 期 28 年間のプロジェクト（以下、優良米早期開発プロジェクトと記す）などにより、うるち良食味 21 品種を育成した（表 1, 図 1）。

表 1 1980 年以降育成のうるち良食味 21 品種の中で主要および特徴的な 9 品種における育種年限短縮法への供試の有無および食味などの諸特性<sup>[3]</sup>

品種名	育種年限短縮			育成期間	食味	熟期	耐冷性	いもち病抵抗性	耐倒伏性	アミロース含有率 /%	精米蛋白質含有率 /%
	F <sub>1</sub> 冬季温室	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub> (*F <sub>4</sub> ) 世促	薬培養								
ゆきひかり	—	○	—	'74~'84	中中	中早	強	中	中	20.9	6.7
きらら 397	○	○	—	'80~'88	中上	中早	や強	中	中	20.3	6.8
彩	—	—	○	'84~'91	上下	中晩	中	弱	中	14.1	6.7
ほしのゆめ	○	○*	—	'88~'96	上下	中早	強	や弱	中	21.4	6.6
ななつぼし	—	—	○	'93~'01	上下	中早	強	や弱	や弱	19.6	6.6
ふっくりん	○	○	—	'92~'01	上下	中早	強	中	中	9.9	6.8
ふっくりんこ	○	○	—	'93~'03	上下	晩早	強	や弱	中	20.9	6.3
おぼろづき	○	○*	—	'95~'05	上下	中早	強	中	中	14.1	7.2
ゆめぴりか	—	—	○	'97~'08	上中	中早	や強-強	や弱	や弱	16.2	6.7

注：F<sub>1</sub> 冬季温室は雑種第 1 代冬季温室養成，世促は世代促進栽培。F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> 世促の○\*は引き続き F<sub>4</sub> 世代も世促に供試し，1 年 3 作栽培を行った。

その結果、北海道米の食味水準の向上が達成され、東北以南の銘柄米品種と遜色が無くなった<sup>[4-5]</sup>。同プロジェクトでは実施時期により多少の違いがあるが、①育種年限の短縮、②育種

規模の拡大、③食味関連分析値による食味選抜が主要な柱であった<sup>[6-7]</sup>（図 2）。本報では、同プロジェクトを中心にこれまでの北海道米の食味向上に関する育種の概要を説明する。

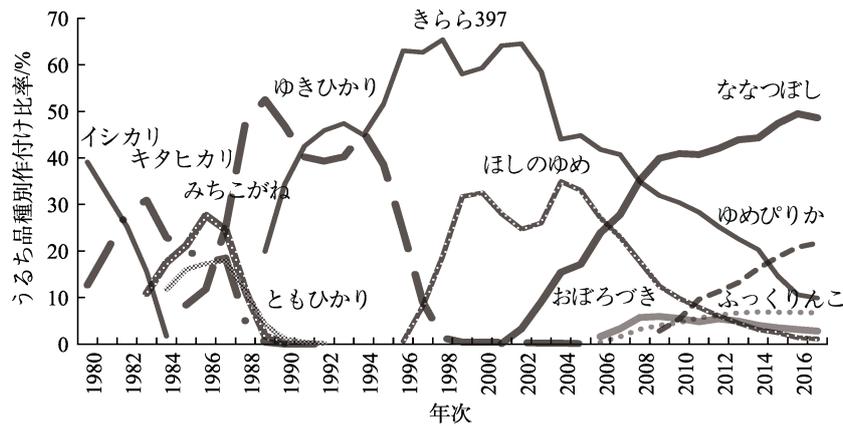


図 1 北海道における 1980 年以降のうるち品種別作付け比率の推移<sup>[3]</sup>

- 1. 育種年限短縮
  - 1) 世代促進
  - 2) 薬培養
- 2. 良食味系統選抜
  - 1) 育種規模の拡大
  - 2) 有用遺伝子活用の強化
- 3. 食味検定
  - 1) 食味特性分析
  - 2) 食味総合評価

図 2 1980 年から開始した北海道立農業試験場（現、北海道立総合研究機構 農業研究本部）における良食味米品種開発プロジェクトの試験構成の例<sup>[6-7]</sup>

## 1 良食味品種育成に向けた育種戦略

### 1.1 育種年限短縮

品種の成立要件の一つとして、特性が実用上固定していることがある。交配によって得た雑種集団は、初期には特性の分離が大きい未固定個体が多く、世代が進むにつれ主要な特性が固定した個体の頻度が高まる。そのため、1年1作栽培では交配から品種育成まで10年は必要であった。そこで時代の要請に早期に応えるべく育種年限を短縮するため、世代促進栽培と薬培養法を取り入れた。

#### 1.1.1 世代促進栽培

優良米早期開発プロジェクト開始前にも雑種第1代（F<sub>1</sub>）養成を冬季温室で行っていたが、その後のF<sub>2</sub>世代養成以降は中央農試のみで暖地（鹿児島県）での世代促進栽培（以下、世促）を行っていた。そこで、同プロジェクトに参画している全場で、鹿児島県で春季から秋季にかけF<sub>2</sub>とF<sub>3</sub>世代の世促を行うこととし、さらに一部の材料については引き続きF<sub>4</sub>世代を冬季の沖

縄県で栽培を行った。F<sub>4</sub>世代を世促に含めた場合、育種年限は変わらないが、育種材料の固定度を高めることが出来る。これら温室F<sub>1</sub>養成を含めた世促により、従来は交配から優良品種決定まで最短で10年かかるのを8年にまで短縮できた（表2）。なお、2001年以降は、暖地利用の世促から、道南農試の大型温室により1年でF<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>世代を栽培する世促に切り替えている。また、続いてF<sub>4</sub>世代を供試する1年3世代の世促は現在行っていない。

表 2 標準，世代促進栽培および薬培養法における交配から新品種育成までの年数<sup>[8]</sup>

試験	新品種育成までの年数		
	標準	世代促進栽培	薬培養法
交配	1	夏	夏
F <sub>1</sub> 養成	2	冬季温室	冬季温室 薬置床
F <sub>2</sub> 養成	3	大型温室	夏季温室
F <sub>3</sub> 養成	4	(春~夏) 大型温室 (夏~秋)	A1養成 冬季温室 A2選抜
個体選抜	5	-	
系統選抜	6	3	
生産力予	7	4	3
生産力本	8	5	4
奨決予	9	6	5
奨決本	10	7	6
奨決本	11	8	7
新品種			

注：生産力予，同本はそれぞれ生産力（収量）予備試験，同本試験。奨決は奨励品種決定試験。F<sub>1</sub>は雑種第1代。標準法ではF<sub>2</sub>，F<sub>3</sub>世代を集団選抜あるいは個体選抜試験に供試する。また，急ぐ場合，例えばF<sub>4</sub>世代（5年目）より系統選抜を行い，新品種まで10年となる。世代促進栽培で2年目にF<sub>4</sub>世代を栽培する試験および薬培養試験は現在行われていない。

### 1.1.2 薬培養法

薬培養法では、夏に得た交配種子を冬季に播種、栽培した F<sub>1</sub> 個体の薬を培養する。それにより花粉由来の半数体を得て、自然倍加で固定した系統を早期に得る。その後、2 年目に夏季採種、冬季系統選抜を行い、翌 3 年目には生産力予備試験に供試する。そのため、交配から優良品種決定まで要する年数は 7 年である(表 2)。一時中央農試でも行っていたが、主に上川農試のみで実施した。毎年 100~120 組合せの中から有望な 3~5 組合せを選んで供試した。なお、大きなコストと労力を要するため、現在は維持することが困難となり中止している。

これら育種年限短縮の方法で、優良米早期開発プロジェクトで育成された 21 品種のほとんどが育成された。すなわち、薬培養により育成されたのは 5 品種である。残り 16 品種の中で、冬季温室での F<sub>1</sub> 養成および F<sub>2</sub> と F<sub>3</sub> 世代の世促を経過した品種はいずれも 13 品種で、引き続き F<sub>4</sub> 世代も世促を経過したのは 3 品種であった(表 1)。

## 1.2 良食味系統選抜

### 1.2.1 育種規模の拡大

当時困難と思われた良食味と早熟、耐冷性を同時に有する品種を育成するために、個体選抜試験や系統(1 穂の種子で翌年 1 系統とする穂別系統を含む)選抜試験の供試規模を大きくし、その出現確率を高めることを図った。

### 1.2.2 有用遺伝子活用の強化

良食味、食味に関係する低アミロースおよび耐冷性などの内外有用遺伝子を活用し、遺伝変異の拡大を行い、重要形質を具備した優良系統の育成を図った。また、このためにも育種規模の拡大を必要とした。

## 1.3 食味検定

### 1.3.1 食味特性分析

良食味品種を育成するためには食味による選抜を行わなければならない。しかし、炊飯米を食する食味官能試験を行ってもその供試点数は限定される。とくに、個体選抜試験や系統選

抜試験などの初期世代では、供試材料数が多く、同時に 1 個体や 1 系統当たりの供試できる玄米サンプル量は少ない。

一方、優良米早期開発プロジェクト開始以前から、食味と関係が認められていた澱粉成分の一つのアミロース含有率(以下、アミロースと記す)および精米蛋白質含有率(同蛋白)について(表 3)、北海道米が東北以南の良食味米に比べ高く(図 3, 図 4)、改良の必要性があることが指摘されていたため<sup>[9]</sup>、個体選抜や系統選抜には両含有率が低い個体、系統を選抜した<sup>[11]</sup>(表 4)。なお、系統選抜以降に炊飯米のテクスチャーをテクスチャーアナライザーで、炊飯米の外観を色彩色差計で測定し、補完的に選抜に使っている。

表 3 北海道と東北以南の主要品種産米における食味関連特性とアミロース含有率および精米蛋白質含有率との相関係数(1969—1971, 1980, 1983 年産米)<sup>[9]</sup>

食味関連特性	相関係数	
	アミロース含有	蛋白質含有率
テクスチュログラム (n=78)		
硬さ (H)	0.744**	0.350**
粘り (-H)	-0.679**	-0.603**
H/-H	0.660**	0.648**
アミログラム (n=284)		
最高粘度	-0.789**	-0.047
アミロース含有率 (n=284)		
		-0.307
炊飯特性 (n=15)		
加熱吸水率	0.110	0.132
膨張容積	0.551**	0.731**
溶出固形物	0.647**	0.383*
食味官能試験 (n=12)		
総合評価	-0.946**	-0.530
粘り	-0.908**	-0.585*
硬さ	0.885**	0.723**

実際、多数のサンプルを迅速に測定するために、アミロース分析用オートアナライザーや蛋白分析用近赤外分析計を全国に先駆けて導入し活用した。その分析のために必要なサンプル量は、調整作業も考慮すると、両含有率のいずれも玄米 10g 程度である。それら機器による分析点数の 1 例を示すと、2007 年の上川農試では、両含有率はいずれも 5,500 点であった。さらに、

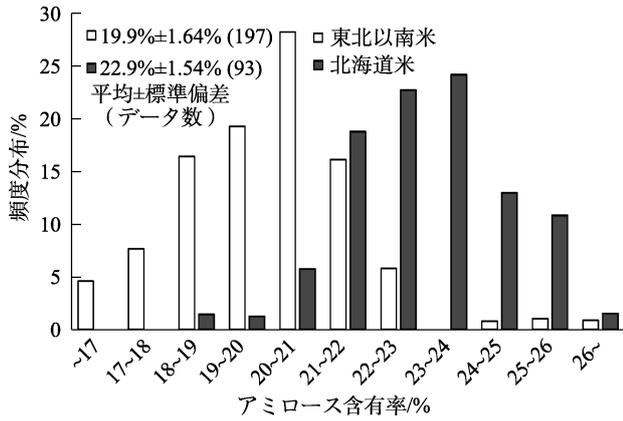


図 3 北海道と東北以南の産米におけるアミロース含有率の頻度分布の比較 (1969~1971, 1980, 1983 年産米)<sup>[9]</sup>

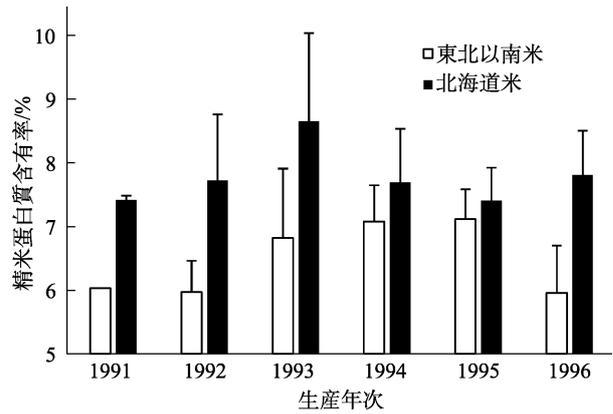


図 4 北海道と東北以南の産米における精米蛋白質含有率の比較 (1991~1996 年産米)<sup>[10]</sup>

表 4 北海道の水稲育種試験における食味の選抜・評価方法 (◎は重点的, ○は補完的に使用, 道総研上川農業試験場による)<sup>[8]</sup>

試験	食味関連分析						食味官能試験		実需者 評価
	アミロース 含有率	精米蛋白質 含有率	糊化 特性	炊飯米			少量炊飯	一般炊飯	
				テクスチャー	外観品質	老化性			
個体選抜	◎	◎							
系統選抜	◎	◎		○	○		◎		
生産力予備	○	○		○	○			◎	
生産力本	○	○	○	○	○	○		◎	
奨決予備	○	○	○	○	○	○		◎	
奨決本1年目	○	○	○	○	○	○		◎	
奨決本2年目	○	○	○	○	○	○		◎	◎
検体重量/g	0.1	10	3.5	5~10	5	3.5	20~100	200~700	300 000
同上試料種別	米粉	米粉	米粉	精米	精米	米粉	精米	精米	玄米

注: 生産力予, 同本および奨決は表 2 の脚注参照。個体選抜試験前には食味に関する選抜をしていない。糊化特性および老化性はラピッドビスコアライザー, テクスチャーはテクスチャアナライザー, 炊飯米外観品質は色彩色差計による。

同時に系統選抜試験において精米 10~100 g の少量炊飯による食味選抜も 350 点を行った<sup>[12]</sup>。

### 1.3.2 食味総合評価

生産力(収量)試験以降は, 供試系統数も限られ, 玄米サンプルも十分得られることから, 精米 200~750g を供試した食味官能試験を中心として評価を行っている。さらに, 老化性をラピッドビスコアライザーの糊化特性により測定し, 食味評価への活用を図っている(表 4) また, 品種育成最後の奨励品種決定試験では, 米卸業者などの実需者による評価も得ている。

## 2 導入良食味遺伝子から見た育成経過

### 2.1 道内良食味遺伝子の集積

優良米早期開発プロジェクトの開始以前では, 北海道米は東北以南の米に比べ食味が明らかに劣っていた。これを改善するため, アミロ

ースの低下を重視し, 選抜を行ってきた結果, 「粘り」が改善され, 食味が大きく向上した。同時に, 蛋白も食味に大きく影響するため, 低い系統を選抜した。その結果, 「巴まさり」などの道内良食味品種を改良して 1984 年に育成された「ゆきひかり」等が開発された<sup>[13]</sup>(図 5, 図 6)。

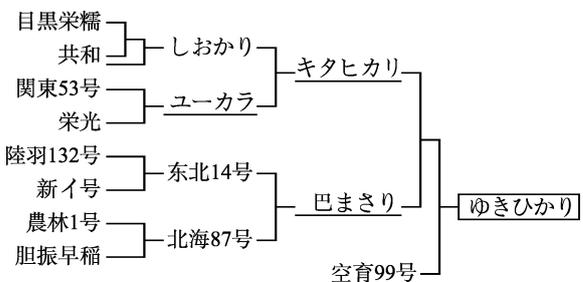


図 5 北海道品種が有する良食味遺伝子の集積により育成された「ゆきひかり」の系譜<sup>[13]</sup>

注: 下線は良食味遺伝子を有すると考えられる品種。図中の組合せの上段が母本, 下段が花粉親。「巴まさり」は 1951 年育成。

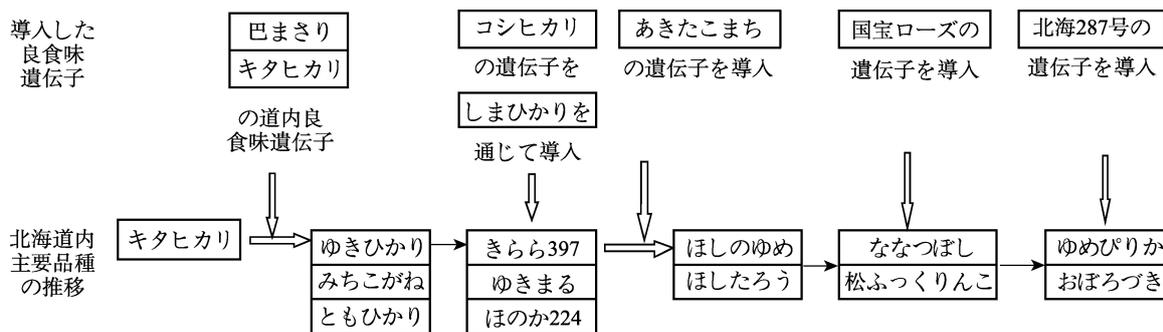


図 6 北海道良食味品種における良食味遺伝子の導入<sup>[1]</sup>

注：⇒は矢印左側品種の良食味が右側品種に受け継がれていること、→はその関係が無いことを示す。北海道内主要品種の推移で、太字は作付面積が大きい基幹品種である。

## 2.2 「コシヒカリ」の良食味遺伝子の導入

その後、「コシヒカリ」を片親に持つ「コシホマレ」を母本にして「しまひかり」が 1981 年に育成された。さらに「しまひかり」を母本にして 1988 年に育成された「きらら 397」<sup>[14]</sup> (図 6、図 7) は、それ以前の北海道米にはない良食味性を備え、精力的な販売戦略もあって、北海道で初めての良食味米として全国区のブランド米になった。同品種は、現在となつては耐冷性がやや劣るが、収量の安定性にも優れており、現在まで長期間にわたり全道で広く作付けされている。さらに、「きらら 397」の欠点である耐冷性を向上させ、「コシヒカリ」を片親に持つ東北品種「あきたこまち」を良食味の母本に使い、「ほしのゆめ」を 1996 年に育成した<sup>[15]</sup> (図 6、図 7)。

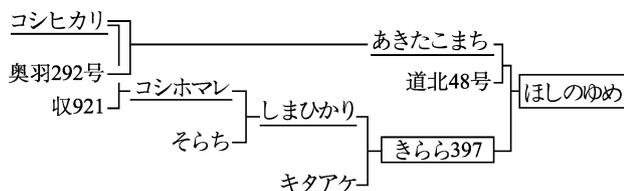


図 7 「コシヒカリ」の良食味遺伝子を北海道品種「しまひかり」を通し導入して育成された「きらら 397」および「あきたこまち」の良食味遺伝子を導入して育成された「ほしのゆめ」の系譜<sup>[14-15]</sup>

注：図 5 の脚注を参照。

アミロースは登熟温度と正の相関関係にあり、年次変動が大きいいため正確な数字を示すことは困難であるが、「ゆきひかり」育成以前の多肥多収品種「イシカリ」などの 22% から「きらら 397」「ほしのゆめ」の 20% まで、2% 程度が

低下したと思われる (図 8)。しかし、東北以南に比べ北海道は登熟温度が低いため、「きらら 397」「ほしのゆめ」でもアミロースがやや高かった。また、同一の登熟温度条件では北海道旧来の良食味品種と東北以南の良食味銘柄米品種との間にはアミロースに差が認められなかったとの報告もあり<sup>[16]</sup> (表 5)、東北以南の良食味品種を母本とした育種ではさらなる低下は難しいと考えられた。

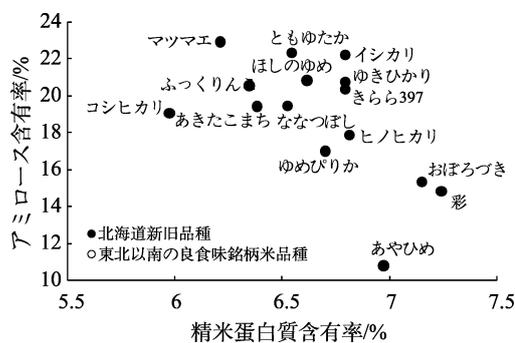


図 8 北海道の新旧品種と東北以南の良食味銘柄米品種における精米蛋白質含有率とアミロース含有率との関係 (道総研 上川農業試験場による)<sup>[1]</sup>

注：1995—2007 年の平均。北海道品種は上川農試標肥区産米、東北以南品種は各代表的生産地産米による。

## 2.3 低アミロース遺伝子の活用

一方、アミロースをさらに低下させる方法の一つとして、従来の日本の一般うるち品種にはない低アミロース遺伝子を導入する試みが行われた。すなわち、「ニホンマサリ」にガンマー線を照射して開発された低アミロース系統「NM391」の遺伝子を導入して、1991 年に「彩」<sup>[17]</sup>、2001 年に「あやひめ」<sup>[18]</sup>が育成された (図 9)。これらは、アミロースが「きらら 397」など一

表 5 圃場および人工気象箱の同一温度条件で登熟した場合での旧来の北海道良食味品種と東北以南の良食味銘柄米品種の食味特性<sup>1)6)</sup>

品種名	主要栽培地域	北海道、宮城県、新潟県の3圃場で登熟した産米 <sup>1)</sup>				人工気象箱の同一温度 <sup>2)</sup> で登熟した産米						
		登熟気温		アミロース含有比 <sup>3)</sup>	精米蛋白質含有率/%	精米蛋白質含有率/%		精米蛋白質含有率/%		Text. <sup>4)</sup> H/H <sub>1</sub>		
		20日間平均	40日間積算値			低温	高温	低温	高温	低温	高温	
農林 20 号 <sup>5)</sup>	北海道	21.7	783	96	8.7	10.8	22.3	16.8	10.9	12.6	5.5	4.9
ササニシキ	東北南部	21.3	767	99	6.6	10.2	24.5	18.7	9.1	10.0	5.8	5.6
コシヒカリ	北陸	20.8	778	95	7.4	9.3	22.6	17.7	9.1	10.4	6.1	5.1

注：1) 北海道旭川市，宮城県古川市，新潟県上越市の3圃場で登熟した産米の平均値。播種期調節などにより出穂期と登熟温度を近接させた。

- 2) 人工気象箱における低温と高温処理は各北海道旭川市，北陸地域新潟県上越市の登熟期の気温を想定した。
- 3) 分析標準品のアミロース含有率を 100 とする比率。
- 4) テクストロメーターによる。
- 5) 1941 年に育成。

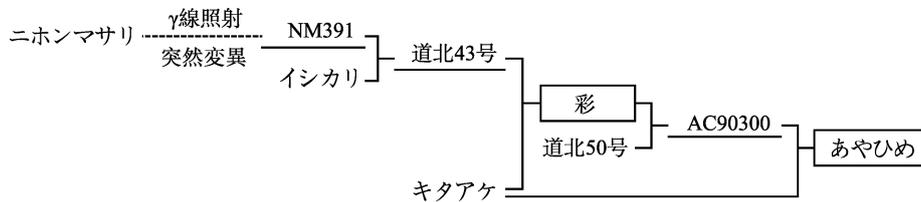


図 9 「NM391」の低アミロース突然変異遺伝子を導入して育成された「彩」と「あやひめ」の系譜<sup>17-18)</sup>

注：下線は低アミロース遺伝子を有すると考えられる品種。図 5 の脚注を参照。

一般粳品種のほぼ半分の 10~12%であり，かなり粘りが強く柔らかいため，主に一般うるち米とのブレンド米としての活用が図られた。

また，2001，2003 年には「国宝ローズ」の良食味性を導入した北海道育成系統を母本として，各「ななつぼし」<sup>19)</sup>と「ふっくりんこ」<sup>20)</sup>が開発された(図 10)。「ななつぼし」は「きらら 397」，「ほしのゆめ」よりもアミロースが 1%程度低下した(図 8)。さらに，蛋白については，それまでアミロースほど顕著な改善は得られていなかったが，「ふっくりんこ」は従来品種に比べ蛋白もやや低下した。これら品種の育成によ

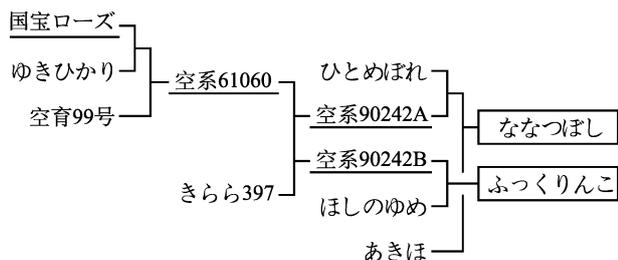


図 10 「国宝ローズ」の良食味遺伝子を導入して育成された「ななつぼし」と「ふっくりんこ」の系譜<sup>19-20)</sup>

注：図 5 と図 9 の脚注を参照。

り，北海道米に対する流通・実需関係者や消費者の食味評価はさらに高まった。

その後，優良米早期開発プロジェクトの成果ではないが，「きらら 397」の培養変異による低アミロース系統「北海 287 号」を母本として，「おぼろづき」が 2003 年に育成された<sup>21)</sup>(図 6，図 11)。「おぼろづき」はアミロースが 14~15%程度で，単品で利用できる低アミロース品種であった。また，同じ「北海 287 号」を遺伝資源に利用しアミロースが「おぼろづき」よりも 1%程度高く，栽培特性が改善された「ゆめぴりか」が，2008 年に育成された<sup>22)</sup>(図 6，図 11)。両品種とも「つや」，「粘り」および「柔

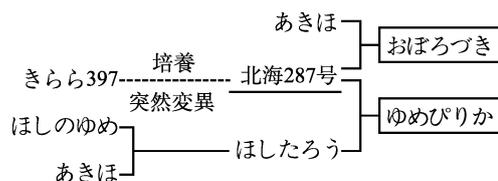


図 11 培養突然変異系統「北海 287 号」の低アミロース遺伝子を導入して育成された「おぼろづき」と「ゆめぴりか」<sup>21-22)</sup>

注：図 5 と図 9 の脚注を参照。「北海 287 号」は，交配当時「95 晩 37」あるいは「札系 96118」の系統名であった。

らかさ」に優れており、食味のポテンシャルとしては「コシヒカリ」に並ぶと評価されている。

以上のように、北海道内、東北以南およびアメリカの「国宝ローズ」からの良食味遺伝子や突然変異による低アミロース遺伝子を利用して、主に炊飯米の粘りや柔らかさを向上させて食味を向上させてきた(表6)。しかし、これら「北海 287 号」および、とくにアミロースが低い「NM391」の低アミロース遺伝子を有する品

種は、食味官能試験で「粘り」や「柔らかさ」がかなり高評価となるものの、「総合評価」ではそれらの評価値よりも低くなることが認められた(表6, 図12)。すなわち、一定程度を越えた「粘り」と「柔らかさ」は必ずしも好まれないことが明らかとなった。また、両低アミロース遺伝子を有する品種は、登熟期間の平均気温 1℃の上昇に対するアミロースの低下が他の品種に比べ大きく、変動が大きいことが認められた<sup>[22-23]</sup>(表7)。

表 6 育成良食味品種の食味官能試験における「粘り」、「柔らかさ」と「総合評価」値の比較 (食味基準品種はいずれも一般うるち米品種)<sup>[13-14,17-22]</sup>

品種名	良食味, 低アミロース遺伝子の由来	基準品種	食味感応試験					年次	回数
			粘り	柔らかさ	総合	総合-粘り, 柔らかさ			
						粘り	柔らかさ		
ゆきひかり	北海道品種	キタヒカリ	0.73	0.58	0.82	0.09	0.24	81-83	8
きらら397	コシヒカリ	ゆきひかり	0.69	0.61	0.70	0.01	0.09	85-87	11
ほしのゆめ	あきたこまち	きらら397	0.45	0.49	0.54	0.09	0.05	92-95	38
ななつぼし	国宝ローズ	ほしのゆめ	0.20	0.27	0.19	-0.01	-0.08	96-00	39
ふっくりん	国宝ローズ	ほしのゆめ	0.23	0.19	0.23	0.00	0.04	98-02	46
おぼろづき	北海287号	ほしのゆめ	0.77	0.59	0.46	-0.30	-0.12	99-02	19
ゆめぴりか	北海287号	ほしのゆめ	0.73	0.62	0.47	-0.25	-0.15	01-07	71
彩	NM391	きらら397	1.30	1.14	0.70	-0.59	-0.44	88-90	14
あやひめ	NM391	ほしのゆめ	1.24	1.04	0.01	-1.23	-1.03	98-00	8

注: 決定推薦品種時のデータ。

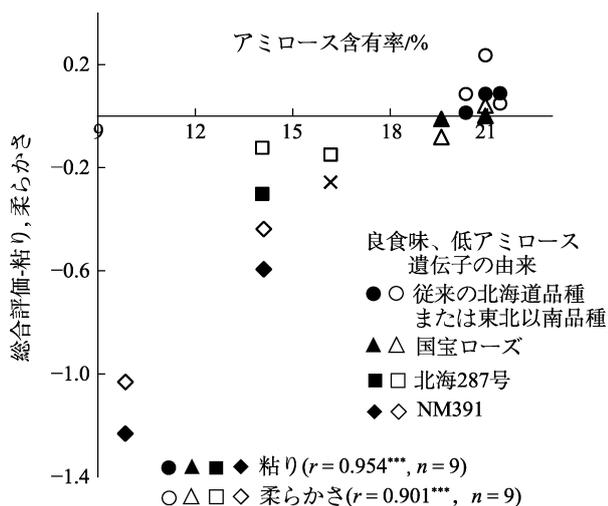


図 12 アミロース含有率と食味官能試験における「粘り」、「柔らかさ」と「総合評価」値の差異との間の関係<sup>[13-15,17-22]</sup>  
注: 具体的データは表6を参照。

### 3 今後の良食味育種戦略

以上のように、本プロジェクトの成果によ

表 7 登熟期間における日平均気温の平均 1℃あたりのアミロース含有率の変動 ( $\Delta AM$ , %/°C)<sup>[22]</sup>

品種名	$\Delta AM$ (2004~2006年, 3カ年の平均)
ほしのゆめ	-0.61±0.035
ななつぼし	-0.54±0.053
おぼろづき	-1.02±0.091
ゆめぴりか	-1.10±0.133
彩	-1.07±0.144
あやひめ	-0.89±0.006

注:  $\Delta AM$  (%/°C): 人工気象室において高温区(日平均 27℃)と低温区(日平均 19℃)で出穂期から成熟期迄登熟させ、高温区のアミロース含有率から低温区の同率を減じ、温度差で割った値。

りアミロースは 1980 年代以降大きく低下した(図13)一方、蛋白は新品種育成により明確な低下は見られなかったものの(図14), 食味評価は大きく向上し、東北以南の良食味銘柄米品種と同等の食味になった<sup>[4-5,25-26]</sup>(図15)。

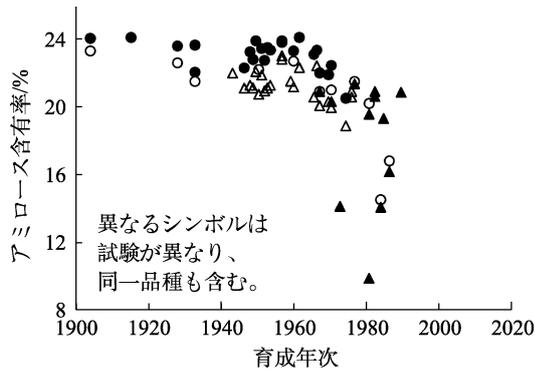


図 13 北海道の新旧品種における育成年次とアミロース含有率との関係<sup>[10,24-25]</sup>

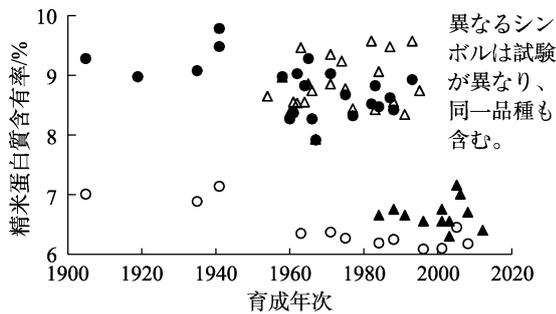


図 14 北海道の新旧品種における育成年次と精米蛋白質含有率との関係<sup>[10,24-25]</sup>

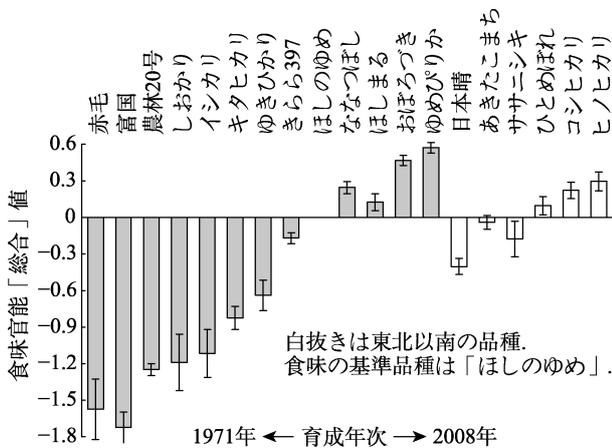


図 15 北海道の新旧品種および東北以南の良食味銘柄米品種における食味官能総合値の比較<sup>[26]</sup>

注：1996—2007年に延べ155回実施、品種により供試回数は異なる。

食味のさらなる向上には、蛋白とアミロースを低下させることが重要であるが(図16)、アミロースについては、「粘り」や「柔らかさ」のバランスを考慮した場合、これ以上の低下は望ましくなく、「ななつぼし」と「ゆめぴりか」の中間の値を有し(図8)、産地や年次による変動が小さい品種の開発を目指している<sup>[12,23]</sup>。そ

のため、現在、「国宝ローズ」由来の育成系統の活用が考えられている。蛋白についても、「国宝ローズ」由来の育成系統等を遺伝資源に利用して、0.5~1%程度の低減が試みられている(上川農試による)<sup>[8,12]</sup>。さらに、「外観」や「つや」、冷めてもおいしく感じる「米飯老化性」を改良するために、これら特性を育種現場で高い効率と精度で測定する方法の開発が必要である。また、いわゆる「味」や「香り」などに関する特性も機器分析できるように基礎的な研究を続けていく必要がある。

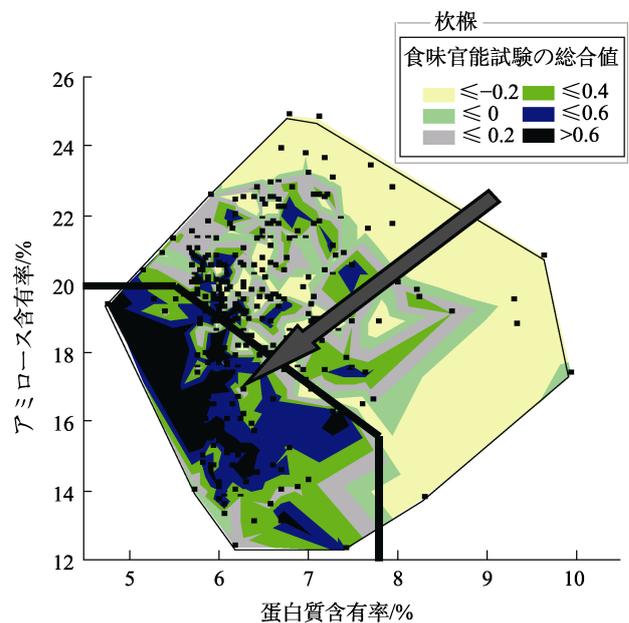


図 16 アミロース含有率、精米蛋白質含有率および食味官能総合値との関係<sup>[4]</sup>

注：1996—2006年、上川農業試験場における208回の食味官能試験データによる。供試品種は、東北以南良食味銘柄米4品種、北海道の既存品種および育成系統を含む。アミロース含有率12%以下の品種はブレンド用米として扱われ、用途が異なるため除いた。食味官能試験の基準は「ほしのゆめ」。矢印方向に食味が向上する傾向があり、線の左下側には+0.4以上が多く含まれる。

引用文献:

[1] 丹野久. 日本の寒冷地における良食味米栽培. 粮油食品科技(中国), 2019, 27(6): 18-26.  
 [2] 丹野久. 日本寒冷地帯北海道的優良食味稲米栽培技術研究(译文). 粮油食品科技(中国), 2019, 27(6): 10-17.  
 [3] 沼尾吉則. 北海道米の良食味品種育成について. 北農, 2009, 76(3): 336-342.  
 [4] 木下雅文, 沼尾吉則, 佐藤毅. 北海道産米と府県産米との食味の違いに関する理化学的解析. 育種・作物学会北海道

- 談話会会報, 2007, 48: 27-28.
- [5] 横江未央, 川村周三. 北海道米と府県米の品質と食味の評価. 日作紀, 2009, 78(2): 180-188.
- [6] 仲野博之・佐々木多喜雄編. 優良米の早期開発試験プロジェクトチーム第I期(昭和 55 ~ 61 年度)の試験研究成果. 北海道立農試資料, 1988, 19: 1-113.
- [7] 佐々木多喜雄編. 優良米の早期開発試験プロジェクトチーム第II期(昭和 62 ~ 平成 5 年度)高度良食味米品種の開発試験研究成果. 北海道立農試資料, 1995, 24: 1-77.
- [8] 丹野久. 北海道における水稲良食味品種の開発. 松江勇次編著, 米の外観品質・食味—最新研究と改善技術—. 東京: 養賢堂, 2018, 3-32.
- [9] 稲津脩. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農業試験場報告, 1988, 66: 1-89.
- [10] 柳原哲司. 北海道米の食味向上と用途別品質の高度化に関する研究, 北海道の良食味米生産現況と技術目標の設定. 北海道立農業試験場報告, 2002, 101: 5-12.
- [11] 佐々木忠雄. 北海道における水稲の良食味育種. 育種学最近の進歩, 1991, 33: 3-15.
- [12] 佐藤毅. 新品種「ゆめぴりか」の育成と今後の北海道稲育種. 北農, 2009, 76(3): 343-357.
- [13] 和田定, 江部康成, 森村克美, 等. 水稲新品種「ゆきひかり」の育成について. 北海道立農試集報, 1986, 54: 57-70.
- [14] 佐々木多喜雄, 佐々木一男, 柳川忠男, 等. 水稲新品種「きらら 397」の育成について. 北海道立農試集報, 1990, 60: 1-18.
- [15] 新橋登, 前田博, 國廣泰史, 等. 水稲新品種「ほしのゆめ」の育成. 北海道立農試集報, 2003, 84: 1-12.
- [16] 江部康成・佐々木忠雄. 水稲農林 20 号ほか若干の品種の理化学的食味特性. 育種・作物学会北海道談話会会報, 1985, 25: 11.
- [17] 丹野久, 國廣泰史, 江部康成, 等. 水稲新品種「彩」の育成について. 北海道立農試集報, 1997, 72: 37-53.
- [18] 木内均, 沼尾吉則, 平山裕治, 等. 水稲品種「あやひめ」の育成. 北海道立農試集報, 2009, 93: 13-24.
- [19] 吉村徹, 丹野久, 菅原圭一, 等. 水稲新品種「ななつぼし」の育成. 北海道立農試集報, 2002, 83: 1-10.
- [20] 田中一生, 尾崎洋人, 越智弘明, 等. 水稲新品種「ふっくりんこ」の育成. 北海道立農試集報, 2008, 92: 1-12.
- [21] 安東郁男, 荒木均, 清水博之, 等. 極良食味の低アミロース米水稲品種「おぼろづき」. 北海道農研研報, 2007, 186: 31-46.
- [22] 尾崎洋人, 佐藤毅, 沼尾吉則, 等. 水稲新品種「ゆめぴりか」の育成. 北海道立総合研究機構農試集報, 2018, 102: 1-13.
- [23] 木下雅文, 佐藤毅. 登熟気温の差異が北海道水稲品種のアミロース含有率に及ぼす影響. 育種・作物学会北海道談話会会報, 2004, 45: 19-20.
- [24] 吉村徹, 相川宗嚴. 北海道における水稲新旧品種の食味関連特性の比較 第 2 報 理化学特性値の比較. 北農, 1998, 65(3): 273-279.
- [25] 木下雅文. 北海道における新旧水稲品種の食味官能評価と理化学特性. 北農, 2013, 80(1): 10-18.
- [26] 北海道立上川農業試験場, 中央農業試験場. 北海道米品種の食味現況と高品位米選抜強化のための新しい食味検定法. 北海道立総合研究機構 農業技術情報広場, 試験研究成果一覧, (2009). <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/h21gaiyo/f2/058.pdf>(2019/11/27 閲覧). ㊦
- 備考:**
1. 参考文献の中で、国家を明記するジャーナル以外、その他はすべて日本語のジャーナルである。
  2. 本論文のカラーグラフは本誌の H P サイト ( <http://lyspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx> ), 中国知網、万方、唯普、超星などのデータベースをダウンロードして取得できる。