

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.05.001.en

丹野久, 吉村徹, 平山裕治. 日本の寒地, 北海道におけるもち米良質育種(日语原文)[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(5):13-25.

TANNO H, YOSHIMURA T, HIRAYAMA Y. Breeding for high quality glutinous rice in hokkaido in northern Japan[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(5): 13-25.

日本の寒地, 北海道におけるもち米良質育種(日语原文)

丹野 久¹, 吉村 徹², 平山 裕治³

- (1. 日本水稻品質・食味研究会, 日本 東京都中央区 104-0033;
2. 北海道立総合研究機構中央農業試験場遺伝資源部, 日本 北海道滝川 073-0013;
3. 北海道立総合研究機構上川農業試験場, 日本 北海道比布 078-0397)

摘 要: 北海道のもち米は, 従来, 硬化性が低く硬くなりにくいいため, おこわや和菓子などに向く。しかし, 東北以南の銘柄もち米に比べ, 精米蛋白含有率(蛋白質)が高く, 精米白度や搗き餅の食味が劣っていた。さらに, 近年には需要を広げるため, 切り餅・成型餅および米菓に向く搗き餅の硬化性が高い品種の育成も要望された。そこで, 新品种の早期開発のために世代促進栽培や薬培養を行い, 選抜効率を高めるため初期世代から玄米と精米の白度, 蛋白質および硬化性と関係がある糊化特性の機器による分析を, また少量もち米による硬化性を実測し, さらに中期世代からのおこわや搗き餅の食味試験などを行い, 農業形質とともに品質改良を進めた。その結果, 近年の育成品種では粒大が大きく, 穂ばらみ期と開花期の両障害型耐冷性も強く生産の安定性が向上した。さらに, 育成年次が新しい品種ほど蛋白質が低く, 蛋白質と負の相関関係がある精米白度が高くなった。また, おこわや搗き餅の食味も向上した。一方, 搗き餅の硬化性については, 従来の低い品種だけで無く, 粳品種を母本として硬化性が高い品種も育成された。しかし, 東北以南の銘柄もち米には搗き餅の食味や硬化性の高さがまだ及ばず, さらに改良を進める必要がある。

キーワード: 搗き餅の硬化性; 精米白度; 精米蛋白含有率; 食味; もち米育種; 寒地

中图分类号: TS5-33;S511 **文献識別コード:** A **文章番号:** 1007-7561(2022)05-0013-13

ネットワークの最初発表時間: 2022-09-01 13:16:14

ネットワークの最初発表アドレス: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20220831.1853.020.html>

Breeding for High Quality Glutinous Rice in Hokkaido in Northern Japan

Hisashi TANNO¹, Tohru YOSHIMURA², Yuji HIRAYAMA³

- (1. Japanese Society for Rice Quality and Palatability, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan;
2. Plant Genetic Resources Section, Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Takikawa, Hokkaido 073-0013, Japan; 3. Kamikawa Agricultural Experiment Station, Hokkaido Research Organization, Pippu, Hokkaido 078-0397, Japan)

投稿日時: 2021-06-11

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 PC13-17 にて具体的に掲載しており, 本論文の中国語訳文は P1-12 を参照できる。

Abstract: Glutinous rice produced in the coldest rice cultivation region of Hokkaido Japan has low hardening speed and is suitable for Japanese sweet and steamed glutinous rice called okowa. However, compared to the main branded glutinous varieties in the area south of Tohoku district, rice produced in Hokkaido has a high protein content, low whiteness of milled rice, and low eating quality of pounded rice cake. Moreover, recently in order to expand demands for Hokkaido rice, it's required to develop a new variety suitable for sliced rice-cake, molded rice-cake and rice cracker while has high hardening speed of pounded rice-cake. In order to develop a new variety quickly, we used accelerated generation advancement and drug cultivation techniques. In addition, for efficient selection, we analyzed the whiteness of brown and milled rice, the protein content and gelatinization property which is related to hardening speed from early generations of breeding materials mechanically. We also measured hardening speed using a small amount of rice sample. We tested the eating quality of steamed glutinous rice and of pounded rice-cake from the intermediate generations. In this way, agronomic characters and quality were improved at the same time. We obtained newly bred varieties with larger grain size and higher cold tolerance at both the flowering and the booting stages, leading to higher stability for production. Compared to earlier generation, later generation varieties had a lower protein content, higher whiteness of milled rice, and higher eating qualities of steamed glutinous rice and pounded rice-cake. Moreover, a negative correlation was found between the protein content and the whiteness of milled rice. On the other hand, in addition to new rice varieties with low hardening speed, two new varieties with high hardening speed were developed. However, concerning eating quality and hardening speed of pounded rice cake, these new varieties were inferior to the top branded glutinous varieties in the area of south of Tohoku district, and need to be improved further.

Key words: hardening speed of pounded rice-cake; whiteness of milled rice; protein content; eating quality; breeding for high quality glutinous rice; coldest rice cultivation region

日本では古来より粳品種とともに糯品種が栽培されてきた。現在の北海道主要産地である中央部では、東北以南に比べて大きく遅れて 1890 年代に水稻粳品種の作付けが広がり始め、糯品種は 1900 年代以降から育成、栽培されるようになった^[1]。2019 年における北海道の糯品種の作付けは、7790ha で、北海道の水稻面積の 7.4%をしめる^[2]。また、日本全国で見ても佐賀県や新潟県とともに北海道は主要なもち米の生産地である^[3]

もち米は、主食用として蒸し米や炊飯米をおこわや赤飯として食すだけでなく、加工用として蒸し米を搗き餅とし、切り餅・成型餅や米菓などの原料に使用する。さらに、和菓子原料として、炊飯または蒸したもち米をつぶすか、あるいはもち米を直接あるいは浸漬や乾燥、蒸すなどの処理後に粉にして湯を加えて練り、使用する (表 1)。

表 1 もち米の用途、加工方法および求められる硬化性

用途	加工方法	求められる硬化性
主食用 おこわ	蒸し米か炊飯米にしたもので、具材を混ぜることが多く、とくに小豆をまぜたものを赤飯という。	低い
加工用 和菓子	1) 炊飯または蒸したもち米をつぶす 2) もち米を直接または浸漬や蒸すなどの処理後に乾燥、製粉し、湯を加えて練り加熱する	低い
切り餅、成型餅	もち米を蒸して杵で搗いて搗き餅とし、冷却後成型あるいは切断成型する	高い
米菓	同上切断成型後に焼き上げて、調味液を上掛け、乾燥する	高い

卸企業や外食・加工業でのもち米で重要視する品質については、精米白度、食味、粘性、精米蛋白質含有率 (以下、蛋白質と記す)、および硬化性などが報告されている (図 1)。すなわち、主食用や加工用とも、もち米の白度が高いほど販売上あるいは加工製品の外観にとって望

ましい。おこわや搗き餅として食味が良好で粘りが強いことも必要である。また、もち米の蛋白質が低いほど精米白度が高くなり(図2), 餅生地色で黄味が弱く(図3), 餅生地白度が高くなる(図4)。さらに, 低蛋白質ほど搗き餅の食味, すなわち滑らかさや粘りなどが良好となり^[7], もち生地の伸展性および加工での膨化伸長性が優り^[8](図5), 炊飯米の粘りも良好となる(図6)ことから, 蛋白質が低いことが重要とされる。しかし, 北海道のもち米は東北以南のもち米に比べ従来, 蛋白質が高く, 精米白度や膨化性, さらに粘りも劣るとされる^[4,6]。

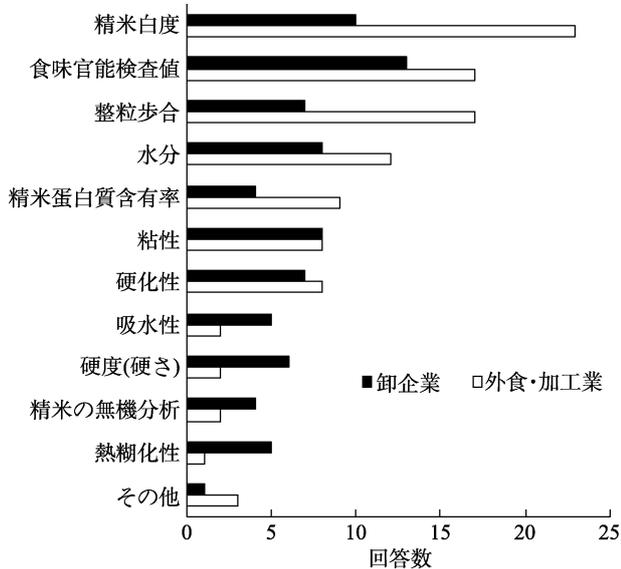


図1 もち米の品質に関する調査項目の中で何を重視しますか(卸業者と外食・加工業へのアンケート調査, 複数回答)^[4]
アンケート, 卸企業には発送118, 回答30, 外食・加工業には発送123, 回答25による。

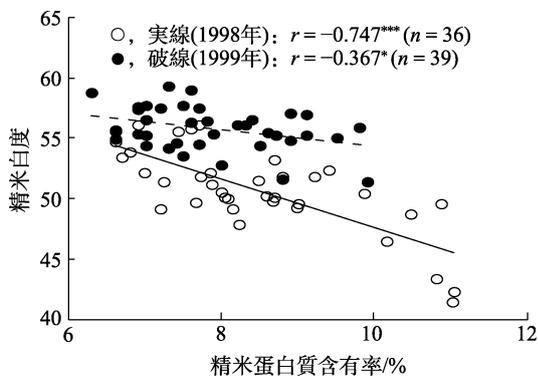


図2 もち米における精米蛋白質含有率と精米白度との関係^[4]
*, ***はそれぞれ5%, 0.1%水準で有意。

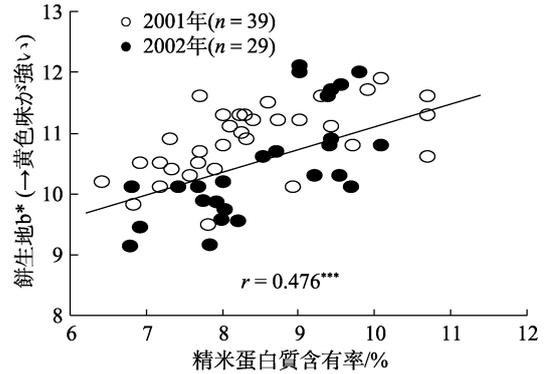


図3 精米蛋白質含有率と餅生地の色(b*)との関係^[5]
b*は色彩色差計の測定値で大きいほど黄味が強い。***は0.1%水準で有意。

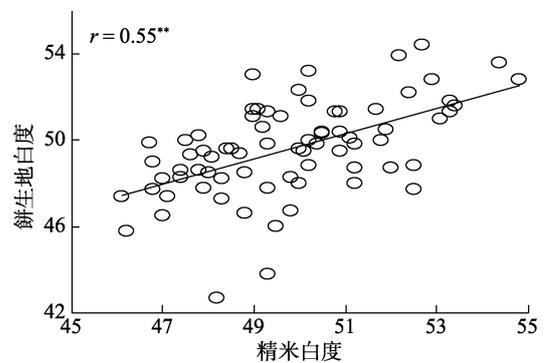


図4 精米白度と餅生地白度との関係^[6]
**は1%水準で有意。

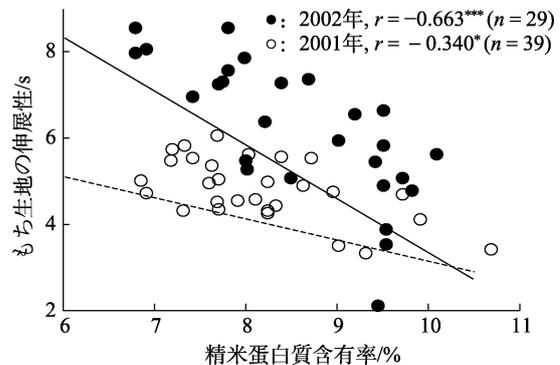


図5 精米蛋白質含有率と餅生地の伸展性との関係^[5]
餅搗き後餅生地を5℃2時間冷蔵し, テクスチャーアナライザーにより伸展性を測定。*, ***はそれぞれ5%, 0.1%水準で有意。

一方, もち米が加工原料として使用される場合, 工場での米菓や切り餅・成型餅の製造では搗き餅の硬化後に成型作業をするので, 硬化に必要な時間を短くするために搗き餅の硬化性が高いことが望まれる。おこわや団子などの和菓子に用いる場合では, 製造後柔らかさが持続

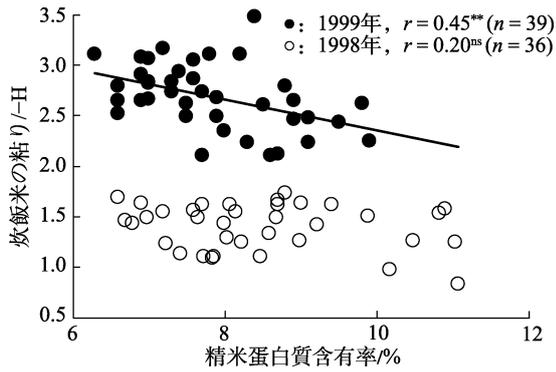


図 6 もち米における精米蛋白質含有率と炊飯米の粘りとの関係^[4]

炊飯米の粘りはテクスチュロメーターによる。**は 1% 水準で有意。

し賞味期間が長いことが必要であり、逆に硬化性が低い必要がある(表 1)。また、硬化性は同一品種でも登熟気温が低いほど低くなる^[9-10]。北海道は日本の中でも気象が冷涼で登熟気温が低いため、生産されたもち米は主に硬化性が低い原料として利用されている^[4]。しかし、近年には需要を拡大するために硬化性の高い糯品種も販売側から要望されてきた。

以上のことから、北海道の糯育種は、食味の向上、低蛋白化とともに精米白度の向上を目標とした。さらに硬化性では、従来からの搗き

餅の硬化性(以下、搗き餅を略し、硬化性と記す)が低い品種の高品質化を進め、さらに、新たに硬化性が高い品種の開発も行ってきた。本報では、主にもち米品質の試験が多く行われた 1970 年以降の育成糯品種および一部 1920 年代からの新旧糯品種の試験結果から、育種の方法および成果の概要を紹介する。

1 育種法

1970 年以降に育成された北海道糯 7 品種は、いずれの品種も早期の開発を行うため世代促進(世促)栽培あるいは薬培養法に供試された(表 2)。すなわち、「おんねもち」^[11](1970 年育成)を除く他の全品種で冬季温室の F₁ 世代養成を行った。また、「おんねもち」で F₂ 世代を、「たんねもち」^[12](1983 年育成)で F₃ 世代を、冬季温室で養成した。「はくちようもち」^[13](1989 年育成)、「風の子もち」^[14](1995 年育成)、「きたゆきもち」^[16](2009 年育成)および「きたふくもち」^[17](2013 年育成)の 4 品種は、F₂ と F₃ 世代を 1 年 2 作の世促栽培に供試した。「しろくまもち」^[15](2007 年育成)は薬培養で育成された。

表 2 1970 年以降育成の北海道糯 7 品種における育種年限短縮法への供試、品質および農業諸特性^[2,11-19]

品種名	育種年限短縮			育成期間	硬化性	食味	粒の大小	熟期	障害型耐冷性		作付け面積 (ha) (2019 年)
	F ₁ 冬季温室	F ₂ ~F ₃ 世促	薬培養						穂ばらみ期	開花期	
おんねもち	—	(F ₂ 冬温)	—	'61~'70	低	中上	や小	早	中	中	—
たんねもち	○	(F ₃ 冬温)	—	'74~'83	低	上下	や小	早	中	やや弱~中	—
はくちようもち	○	○ 鹿兒	—	'80~'89	低	上下	や小	早	や強	中	2 429
風の子もち	○	○ 鹿兒	—	'87~'95	低	上下	中	やや早	中~強	中	3 179
しろくまもち	—	—	○	'00~'07	高	上下	や小	早	強	強	—
きたゆきもち	○	○ 沖縄	—	'98~'09	低	上下	や大	早	強	中~やや強	1 879
きたふくもち	○	○ 道南	—	'05~'13	高	上下	中	早	強	極強	272

育成期間の最終年は品種として認定された年次、'61 と '07 は各 1961, 2007 年。F₁ 冬季温室は雑種第 1 代冬季温室養成、F₂~F₃ 世促は F₂~F₃ 世代を 1 年 2 作の世代促進栽培、ただし (F₂ 冬温) は F₂ 世代のみ冬季温室栽培、鹿兒、沖縄、道南は各鹿兒島県、沖縄県、北海道立(現、北海道立総合研究機構)道南農業試験場水田温室による世代促進栽培。「や強」は「やや強」。熟期は主に成熟期。主に品種決定時の成績による。障害型耐冷性、穂ばらみ期は最新の表記に更新した。

2 品質の評価および選抜方法

育種において選抜効率を上げるためには、可能な限り初期世代の多数の材料から選抜を行うことが望ましい。しかし、初期世代では供試数が多く品質選抜のための得られる検体量が少ないことや、多数の材料を測定するには簡便で

なければならないなど、測定法が限定される。すなわち、玄米品質の外観と白度は遠観で個体選抜試験の、精米白度と蛋白質はそれぞれ白度計と近赤外分析装置を用い系統選抜試験のいずれも初期世代から、玄米や精米で 10~20 g を供試して選抜を行っている(表 3)。

表 3 北海道立総合研究機構上川農業試験場における糯品種育成試験の供試材料数および品質選抜手法^[19]

試験名	供試材料数		玄米品質		精米		硬化性		食味官能		実需評価
	圃場	室内 (品質)	外観	白度	白度	蛋白質含有率	RVA 最高粘度到達温度	搗き餅 T.A.	搗き餅 曲がり法	搗き餅 おこわ	
個体選抜	50 000	2 000	○	○	○	○	○	○	○	○	○
系統選抜	穂別	1 500	200	○	○	○	○	○	○	○	○
	単独	800	400	○	○	○	○	○	○	○	○
生産力予	100	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○
生産力本	10	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○
奨決予	1	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
奨決本	1	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
奨決本	1	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
検体重量/g	—	—	12	12	20	10	3.5	8	800	600	30 000
同上試料種別			玄米	玄米	精米	精米	米粉	精米	精米	精米	玄米

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。交配は年間およそ 20 組み合わせ。穂別系統選抜試験は近年実施していない。調査法は、玄米品質の外観と白度は達観、精米白度は Kett 白度計 C-300、精米蛋白質含有率は近赤外分析装置、また RVA はラピッドビスコアナライザー (NEWPORT SCIENTIFIC 社)、搗き餅の硬化性を測定する T.A. はテクスチャーアナライザー (StableMicroSystems 社 TA Xtplus Texture Analyser)、曲がり法は新潟県食品総合研究所方式^[20]によるもので、いずれも搗き餅を 5℃ 24 時間冷却貯蔵後測定。なお、調査法が試験により異なる場合はより早い段階での試験について記載。

硬化性について、搗き餅による曲がり法は精米数百 g の検体量を要し、より少量の精米 8g の検体量で簡易に測定可能な搗き餅によるテクスチャーアナライザー (T.A.) による評価と正の相関が高い (図 7)。また、後者はさらに少量

の米粉 3.5 g の検体で測定時間も短いラピッドビスコアナライザー (RVA) による最高粘度到達温度や糊化開始温度と正の相関関係がみられる^[9] (図 8, 図 9)。そこで、とくに RVA の最高粘度到達温度を個体選抜から、少量の搗き餅で測定できる T.A. による硬化性を系統選抜試験から、曲がり法を生産力予備試験から、それら以降の試験で活用し選抜している。また、これら初期世代からの搗き餅を用いた硬化性選抜には、北海道立総合研究機構中央農業試験場と民間企業が共同開発した試験用小型もち搗き機 (写真 1) が活用されている。

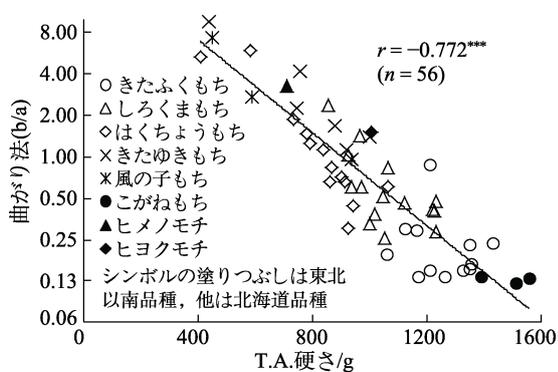


図 7 糯品種におけるテクスチャーアナライザー (T.A.) の硬さと曲がり法 (b/a) との関係^[19]

2011, 2012 年産米を供試。曲がり法の測定法は新潟県食品総合研究所方式に従い、餅搗き後長さ 50 cm、厚さ 1.5 cm、幅 5 cm に調製した生地を 5℃ 約 24 時間貯蔵後に釣りかけ器に下げ、上図の a、b の距離を測定。数値が小さいほうが硬化性が高い。テクスチャーアナライザー (T.A.) による硬さの測定値、直径 2 mm の円形型プローブを用い、1 cm 厚に調製した生地に 5 mm 貫入した時の最大抵抗値。***は 0.1% 水準で有意。

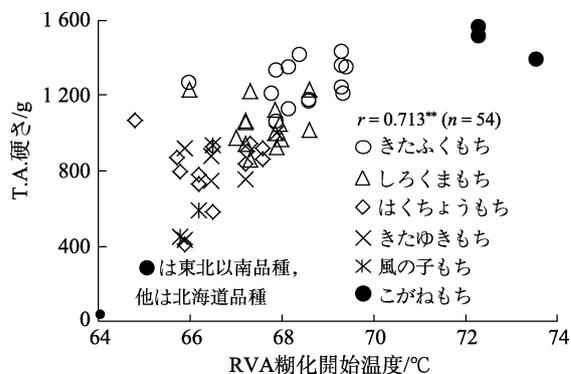


図 8 糯品種におけるラピッドビスコアナライザー (RVA) の糊化開始温度とテクスチャーアナライザー (T.A.) の硬さとの関係^[19]

2011—2012 年産米を供試。テクスチャーアナライザー (T.A.) による硬さの測定は図 7 脚注参照。**は 1% 水準で有意。

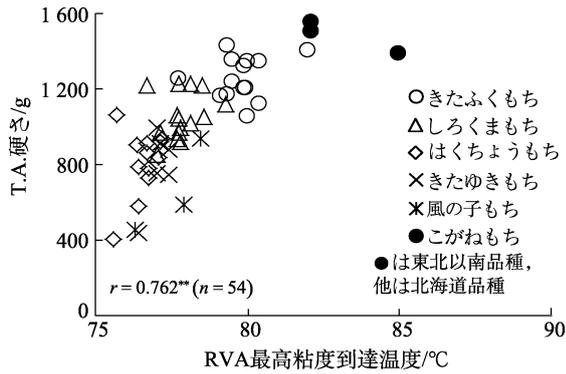


図9 糯品種におけるラピッドビスコアナライザ (RVA) の最高粘度到達温度とテクスチャーアナライザ (T.A.) の硬さとの間の関係^[19]

2011, 2012 年産米を供試。テクスチャーアナライザ (T.A.) による硬さの測定は図7脚注参照。**は1%水準で有意。



写真1 小型餅搗き機^[15,21]

サイズは幅 44×奥行 24×高さ 28 cm で、杵と臼を 5 組連結し、各供試精米重量は 5~15 g。

一方、搗き餅やおこわによる食味官能評価は生産力試験以降であり、供試系統数が限定される。育種効率を上げるために、官能評価よりも簡易で初期世代からの活用が可能な選抜法の開発が今後必要である。育成の最後には硬化性の高低に関わらず、実需から新品種としての十分な品質特性を有しているかの評価を得る。

3 近年の育成品種の諸特性および系譜

硬化性は 1970~1995 年育成の 4 品種および「きたゆきもち」が「低」である (表 2)。一方、「しろくまもち」と「きたふくもち」は硬化性「高」と従来の北海道糯品種と異なる。これら硬化性を高めた遺伝資源として「しろくまもち」の母本である「北海糯 290 号」には粳品種「ほしのゆめ」が、「しろくまもち」にはさらに父本として粳品種「大地の星」が寄与したと考えられる^[15] (図 10)。なお、「おんねもち」や「たんねもち」は、片親が粳品種であるが硬化性が高くなく、硬化性を高めるためには母本の選定やその選抜が必要である。

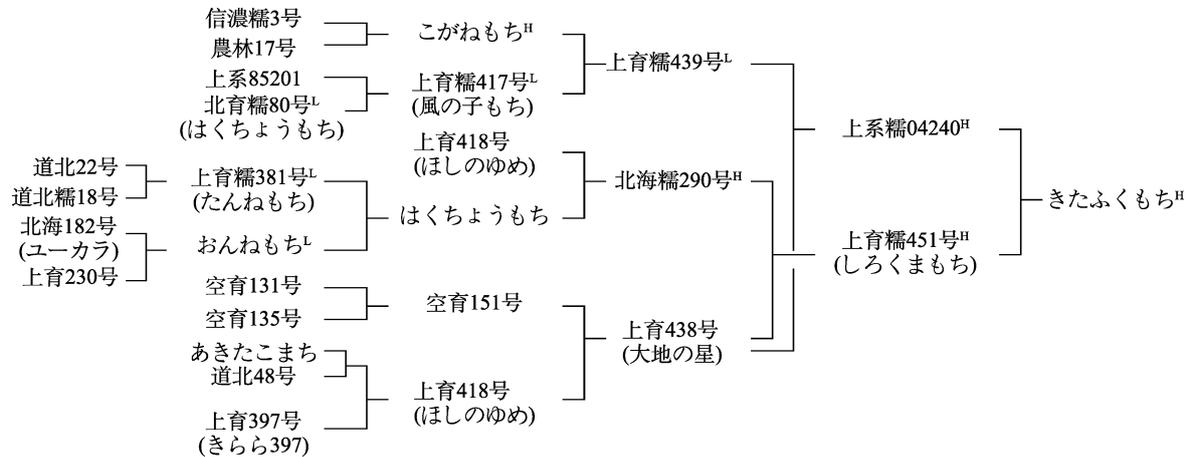


図 10 北海道糯品種の系譜^[11-17,19]

図中の組合せの上段が母本, 下段が花粉親。系統名, 上育 (上系) と道北は北海道立 (現, 北海道立総合研究機構) 上川農業試験場, 空育は北海道立 (現, 北海道立総合研究機構) 中央農業試験場, 北海は北海道農業試験場 (現, 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター) による育成。「上育 230 号」と「上系 85201」は糯系統。糯品種名の右上つけの H は硬化性が高く L は低い特性を有することを示す。また、とくに記載がない場合は不明。

また、糯品種の粒大は、従来は粳品種に比べランクが「やや小」と小粒であった。しかし、「風の子もち」以降「しろくまもち」を除く 3 品種がランク「中」あるいは「やや大」と、そ

れ以前よりも大きくなった。このことは、小粒品種では登熟条件が不良な場合、粒の充実が不足し粒厚が薄くなり、出荷調製時の粒厚選別による歩留まりが下がり低収化しやすい。そこで、

収量安定化のため粒厚を厚く粒大を大きくするが、粒大が大きいと品質が低下する傾向がある。この粒大と外観品質との間にある負の相関関係を育種により打破できた例であると考えられる。

北海道は気象が冷涼であるため、水稻の安定生産のために穂ばらみ期、開花期とも作付け品種の障害型耐冷性が強いことが不可欠である。穂ばらみ期耐冷性は、育成時期の最も早い2品種の「中」から「はくちようもち」で「やや強」,「風の子もち」で「やや強~強」,それ以降はいずれも「強」と向上した。また、開花期耐冷性も「おんねもち」から「風の子もち」まで「中」程度だったが、それ以降は「しろくまもち」の「強」や「きたふくもち」の「極強」

と大きな改善が見られた。

4 育成品種の品質評価

(1) 精米白度および精米蛋白質含有率

「はくちようもち」はそれより前に育成された「おんねもち」と「たんねもち」に比べ、蛋白質は同等で、玄米白度は劣るものの精米白度は高かった(表4)。玄米白度が低い理由は、「はくちようもち」の登熟が良いためサビ米の発生が早く玄米白度が低下しやすいためである。玄米白度は「風の子もち」,「きたゆきもち」および「きたふくもち」で「はくちようもち」より高いが、精米白度には明確な差異がみられない(表5)。

表4 1970—1989年に育成された北海道糯3品種の玄米白度、精米白度および精米蛋白質含有率^[19]

品種名	玄米白度 (1986, 1988年, n=2)	適搗精回数 (1985—1988年, n=9)	搗精歩合 (同左)	精米白度 (同左)	精米蛋白質含有率/% (1986, 1987年, n=18)
おんねもち	23.2±1.1	5.1±1.14	90.9±0.60	1.8±0.67	8.7±1.0
たんねもち	24.0±1.7	5.4±1.35	90.5±0.41	1.9±0.63	8.7±1.0
はくちようもち	22.4±1.1	5.1±1.07	90.9±0.56	1.1±0.33	8.7±1.1

育成年代は表2参照。白度は達観調査あるいはケット白度計C-300による、ただし精米白度は良/48.0以上:1, やや良/46.5~47.9:2, 中/46.4以下:3。±標準偏差。玄米白度は農業試験場産米, 他は農業試験場と現地試験産米を供試。

表5 1989年以降に育成された北海道糯5品種, および東北以南産銘柄糯4品種における玄米白度、精米白度、精米蛋白質含有率^[19]

品種名	生産地	白度		精米蛋白質含有率/%	供試米の生産年代	測定回数
		玄米	精米			
はくちようもち	北海道	27.2±1.14	56.4±1.90	7.3±0.87	2004—2012	18
風の子もち	北海道	27.9±1.58	56.1±1.85	6.6±0.85	2004—2012	18
しろくまもち	北海道	26.9±1.18	56.2±2.08	7.0±0.87	2004—2012	18
きたゆきもち	北海道	28.7±1.22	56.9±1.58	7.1±0.99	2004—2012	18
きたふくもち	北海道	28.5±0.74	55.6±2.01	6.2±1.02	2010—2012	6
こがねもち	新潟県	27.7±1.30	54.6±2.78	6.1±0.70	2004—2012	12~13
わたぼうし	新潟県	28.9±0.28	55.4±2.76	6.9±0.06	2007—2008	2
ヒメノモチ	岩手県, 宮城県	29.5±1.87	55.2±1.78	6.3±0.35	2004—2008	6~7
ヒヨクモチ	佐賀県	27.7±2.04	55.3±1.93	7.4±0.32	2004—2008	6~7

育成年代は表2参照。北海道糯品種は農業試験場産米を供試。東北以南の生産地は主たる産地で市販品も含む。90.5%搗精。±標準偏差。

「はくちようもち」より後に育成された品種は、蛋白質が「はくちようもち」よりも低下しており、とくに「風の子もち」と「きたふくもち」で低い(表5)。ただし、出穂後40日間の積算平均気温が840~850℃をこえた場合に

は、同積算気温が低いほど蛋白質が低くなる関係があるため^[22], 「風の子もち」は熟期が遅く登熟気温が低いことも蛋白質が低い要因の一つであると考えられる。

さらに、1920年代以降に育成された北海道

新旧糯品種については、育成年次が新しくなるほど精米白度が低く（図 11）、蛋白質が低かった（図 12）。また、蛋白質と精米白度との間には、北海道新旧粳品種間と同様に^[23]、負の相関関係があった（図 13）。一方、玄米白度については、1965 年より前の育成糯品種では明確でなかったが、それ以降に育成された品種では、新しいほど高くなった（図 14）。また、1965 年以

降の育成糯品種では、玄米白度が高くなるほど精米白度が高くなった（図 15）。1970 年以前の粳品種では、腹白や心白などの白未熟粒が多く、このことが玄米白度に影響することが認められており^[24]、1965 年より前に育成された糯品種でも、玄米品質に不良形質が多く、それらが玄米白度に影響したと推察された。

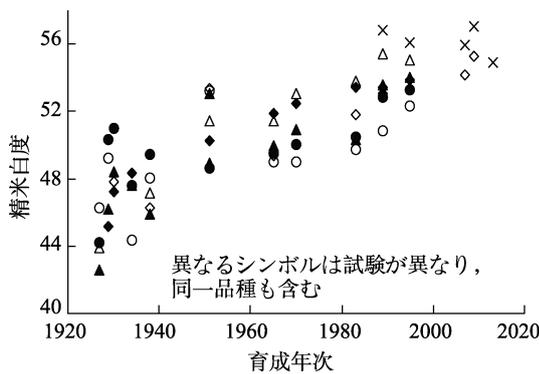


図 11 北海道の新旧糯品種における育成年次と精米白度との関係

北海道立（現、北海道立総合研究機構）上川農業試験場による。相関係数、●（試験年次 1998, 1999 年の平均，データ数 12）：0.675^{*}，▲（2000, 2001 年，13）：0.821^{***}，◆（2002 年，9）：0.955^{***}，○（2003, 2004 年，10）：0.623^{ns}，△（2005, 2008 年，8）：0.957^{***}，◇（2010 年，9）：0.842^{**}，×（2012, 2013 年，5）：-0.495^{ns}。*，**，***はそれぞれ 5%，1%，0.1%水準で有意。

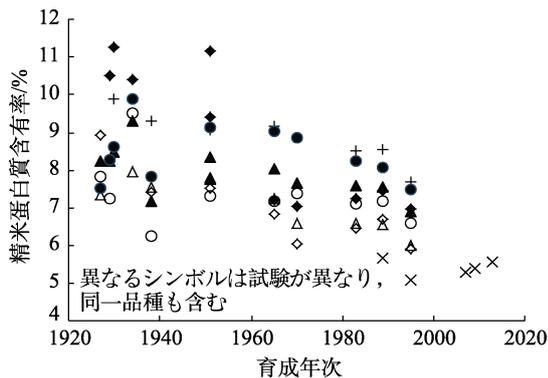


図 12 北海道の新旧糯品種における育成年次と精米蛋白質含有率との関係

北海道立（現、北海道立総合研究機構）上川農業試験場による。相関係数、●（試験年次 1998, 1999 年の平均，データ数 12）：-0.207^{ns}，▲（2000, 2001 年，13）：-0.651^{*}，◆（2002 年，11）：-0.881^{***}，○（2003, 2004 年，10）：-0.400^{ns}，△（2005, 2006 年，9）：-0.878^{**}，◇（2007, 2008 年，8）：-0.875^{**}，+（2009, 2010 年，7）：-0.918^{**}，×（2012, 2013 年，5）：-0.017^{ns}。*，**，***はそれぞれ 5%，1%，0.1%水準で有意。

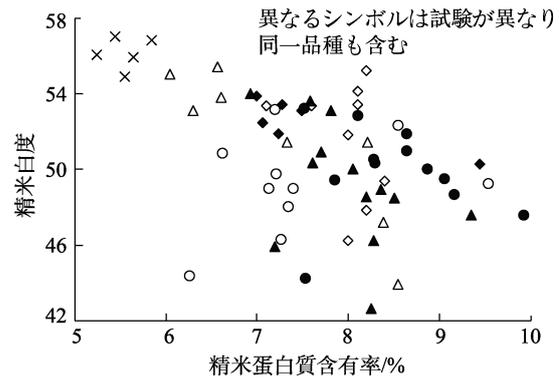


図 13 北海道の新旧糯品種における精米蛋白質含有率と精米白度との関係

北海道立（現、北海道立総合研究機構）上川農業試験場による。相関係数、●（供試年次 1998, 1999 年の平均，データ数 12）：-0.139^{ns}，▲（2000, 2001 年，13）：-0.459^{ns}，◆（2002 年，10）：-0.930^{***}，○（2003, 2004 年，10）：-0.654^{*}，△（2005, 2008 年，8）：-0.877^{**}，◇（2010 年，9）：-0.284^{ns}，×（2012, 2013 年，5）：0.154^{ns}。*，**，***はそれぞれ 5%，1%，0.1%水準で有意。

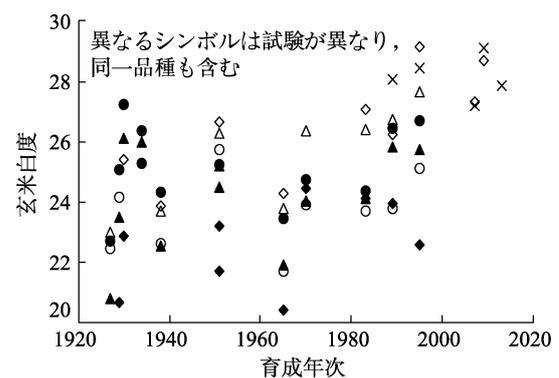


図 14 北海道の新旧糯品種における育成年次と玄米白度との関係

北海道立（現、北海道立総合研究機構）上川農業試験場による。育成年次、1965 年以降育成の品種間における相関係数は以下の通り。●（試験年次 1998, 1999 年の平均，データ数 5）：0.886^{*}，▲（2000, 2001 年，5）：0.905^{*}，◆（2002 年，5）：0.353^{ns}，○（2003, 2004 年，5）：0.804^{ns}，△（2005, 2008 年，5）：0.847^{ns}，◇（2010 年，6）：0.802^{ns}，×（2012, 2013 年，5）：-0.075^{ns}。*は 5%水準で有意。

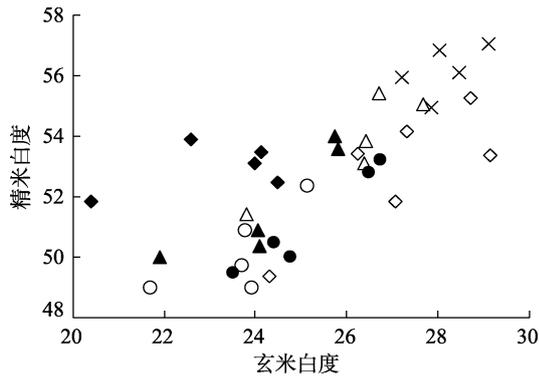


図 15 1965 年以降に育成された北海道新旧糯品種における玄米白度と精米白度との関係

北海道立(現,北海道立総合研究機構)上川農業試験場による。相関係数, ●(試験年次 1998, 1999 年の平均, データ数 5): 0.972^{**}, ▲(2000, 2001 年, 5): 0.890^{*}, ◆(2002 年, 5): 0.459^{ns}, ○(2003, 2004 年, 5): 0.751^{ns}, △(2005, 2008 年, 5): 0.895^{*}, ◇(2010 年, 6): 0.799^{ns}, ×(2012, 2013 年, 5): 0.562^{ns}。*, **はそれぞれ 5%, 1%水準で有意。

一方,限られた試験数ではあるが,これら北海道 5 糯品種と東北以南である新潟県産「こがねもち」と「わたぼうし」,岩手県と宮城県産「ヒメノモチ」および佐賀県産「ヒヨクモチ」との間の比較では,玄米白度が「ヒメノモチ」

で最も高く,蛋白質で「こがねもち」と「ヒメノモチ」が「きたふくもち」と同程度で最も低いことを除けば,精米白度も含め明確な差異はなかった(表 5)。

(2) おこわによる食味

おこわの食味について,「おんねもち」,「たんねもち」および「はくちようもち」と育成年次が新しくなるほど,数少ないデータであるが,外観のつやが良く粘りが強く総合評価が高くなった(表 6)。「はくちようもち」以降は,同品種に比べ「風の子もち」はほぼ同じ,「きたふくもち」では粘り,柔らかさおよび総合でわずかに優り,さらに「しろくまもち」と「きたゆきもち」ではそれら項目でやや優った。とくに「しろくまもち」では外観の白さとつやも評価がやや高かった(表 6)。また,試験例は少ないが,炊飯米の物性を新旧糯品種間で比較すると,炊飯後 5℃ 24 時間貯蔵の後の測定で,新しい育成品種ほど粘りが強い傾向があった(図 16)。

表 6 1970 年以降に育成された北海道糯 7 品種のおこわによる食味官能評価^[19]

品種名	外観		口あたり	粘り	柔らかさ	総合評価	試食年・回数
	白さ	つや					
かむいもち	0	0	—	0	(コシ)	0	1・1
おんねもち	0.20	0.10	—	0.00	0.20	0.10	1・1
たんねもち	-0.30	0.20	—	0.20	0.90	0.30	1・1
おんねもち	0	0	—	0	(コシ)	0	1・1
たんねもち	0.30	0.20	—	0.30	0.60	0.40	1・1
はくちようもち	0.00	0.40	—	0.50	0.04	0.60	1・1
たんねもち	0	0	0	0	0	0	2・4
はくちようもち	0.79±0.16	0.42±0.12	0.21±0.20	0.30±0.24	0.28±0.32	0.37±0.25	2・4
風の子もち	0.24±0.21	0.29±0.20	0.08±0.11	0.17±0.22	0.35±0.30	0.28±0.15	2・4
はくちようもち	0	0	0	0	0	0	—
風の子もち	-0.20±0.37	0.05±0.18	0.05±0.20	0.11±0.24	0.12±0.24	0.04±0.24	10・29
しろくまもち	0.34±0.25	0.19±0.15	0.15±0.15	0.20±0.17	0.19±0.18	0.20±0.21	10・23
きたゆきもち	0.03±0.34	0.13±0.22	0.16±0.21	0.21±0.24	0.18±0.20	0.21±0.26	10・36
きたふくもち	-0.06±0.25	0.09±0.13	0.11±0.10	0.16±0.21	0.13±0.18	0.15±0.14	3・8

最下段は農業試験場および現地試験産米を,他は農業試験場産米のみを供試。育成年次は表 2 参照,なお「かむいもち」は 1965 年育成で参考。基準品種は上段から「かむいもち」,「おんねもち」,「たんねもち」および「はくちようもち」。最上段と上から 2 段目の「柔らかさ」には「コシ」を記載し,「香り」と味は省略した。試食年・回数は,供試米の生産年次と試食回数。±標準偏差。試食人数は 4-33。

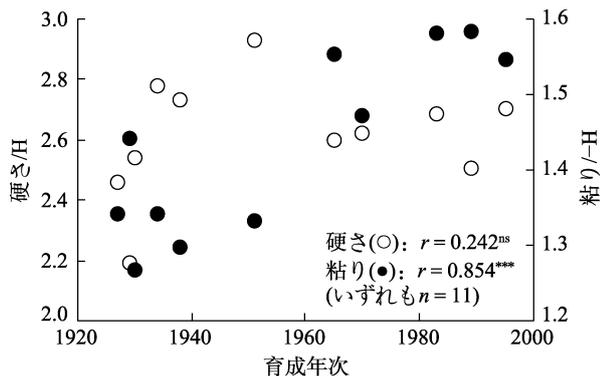


図 16 北海道の新旧糯品種における育成年次とテクスチュロメータによる炊飯後 24 時間の粘りおよび硬さとの間の関係

北海道立 (現, 北海道立総合研究機構) 上川農業試験場による。2008 年と 2009 年の平均。育成年次との相関, 炊飯 1 時間後におけるテクスチュロメータの硬さ: $r = -0.379^{ns}$, 粘り: $r = 0.404^{ns}$ (いずれも $n = 11$)。高い硬化性を育種目標とした品種を含まず。***は 0.1%水準で有意。

(3) 搗き餅による食味

搗き餅の食味について, 「はくちようもち」は育成時期がより早い「おんねもち」に比べ外

観, きめの細かさ, 触感, 総合評価とも優り, 「たんねもち」に比べてもやや優る (表 7)。さらに「はくちようもち」以降に育成された品種ではいずれもきめの細かさ, 触感, 総合評価で「はくちようもち」に優っていた。

一方, 東北以南の新潟県産「こがねもち」は 2003—2008 年と 2009—2012 年の成績をみると後者の期間で評価が明らかに低かった。そこで「こがねもち」のみ 2 期間別にし, さらに東北以南の新潟県産「わたぼうし」, 岩手県産「ヒメノモチ」および佐賀県産「ヒヨクモチ」を, 北海道糯品種に比較した (表 7)。すなわち, 「わたぼうし」の粘りや評価が高い 2003—2008 年での「こがねもち」における触感のコシと総合評価では, これら北海道糯品種を上回る高い評価であった。これらの改善点が北海道糯品種の課題として残されている。

表 7 1970 年以降に育成された北海道糯 7 品種, および東北以南産糯 4 品種の搗き餅による食味官能評価^[19]

品種名	生産地	外観		きめの細かさ	触感		総合評価	試食年・回数
		白さ	つや		粘り	コシ		
おんねもち	北海道	0	0	0	0	0	0	2・6
たんねもち	北海道	0.07±0.35	0.29±0.52	0.24±0.42	0.34±0.74	0.21±0.30	0.20±0.50	2・6
はくちようもち	北海道	0.37±0.29	0.49±0.39	0.42±0.26	0.63±0.59	0.49±0.42	0.58±0.38	2・6
はくちようもち	北海道	0	0	0	0	0	0	—
風の子もち	北海道	-0.09±0.31	0.11±0.12	0.19±0.23	0.33±0.21	0.15±0.15	0.21±0.21	9・31
しろくまもち	北海道	0.22±0.20	0.16±0.13	0.28±0.21	0.25±0.18	0.21±0.20	0.33±0.21	10・40
きたゆきもち	北海道	0.13±0.27	0.19±0.14	0.35±0.19	0.37±0.19	0.27±0.21	0.38±0.20	10・44
きたふくもち	北海道	0.17±0.18	0.13±0.11	0.18±0.19	0.17±0.16	0.44±0.16	0.32±0.19	4・19
ヒメノモチ	岩手県	-0.11±0.21	-0.09±0.25	0.02±0.04	0.44±0.14	-0.03±0.20	0.17±0.14	2・3
こがねもち [†] (1)	新潟県	0.02±0.30	0.31±0.15	0.37±0.20	0.42±0.23	0.53±0.20	0.66±0.25	4・4
こがねもち [†] (2)	新潟県	-0.68±0.44	-0.27±0.35	-0.58±0.43	-0.33±0.38	0.21±0.14	-0.36±0.46	4・6
わたぼうし	新潟県	-0.05±0.07	0.25±0.11	0.36±0.16	0.58±0.28	0.38±0.07	0.41±0.04	2・2
ヒヨクモチ	佐賀県	0.09±0.20	0.21±0.26	0.27±0.26	0.34±0.13	0.17±0.35	0.39±0.48	2・3

†: 新潟県産「こがねもち」は生産年次の期間により評価が大きく異なったため, (1) 2003—2008 年および (2) 2009—2012 年の期間別に示した。北海道糯品種は農業試験場と現地試験産米を供試。育成年次は表 2 参照。基準品種は上段が「おんねもち」, 下段が「はくちようもち」。試食年・回数は, 供試米の生産年数と試食試験の回数。±標準偏差。試食人数は 6~33。

(4) 搗き餅の硬化性

搗き餅の硬化性には「おんねもち」, 「たんねもち」および「はくちようもち」の間に明確な差異はなかった (表 8)。さらに, 硬化性の指標である搗き餅による曲がり法では, ランクを

1 (硬い) ~ 5 (柔らかい) に分け, 日本でも硬化性が最も高い新潟県産「こがねもち」がランク 1, 代表的な低い品種である「ヒヨクモチ」がランク 4 であった^[25-26] (表 9, 写真 2)。北海道糯品種で「はくちようもち」, 「風の子もち」

および「きたゆきもち」は硬化性が低く、「はくちようもち」と「きたゆきもち」がほぼランク 4 である。また、「風の子もち」は「はくちようもち」よりもランクの平均が 4.7 とさらにやや低いが、これは前述したように熟期が遅く登熟気温が低いためと考えられる。さらに、北海道の新旧糯品種で硬化性を測定した報告は乏しいが、硬化性と正の相関関係が見られる RVA の糊化開始温度は、近年育成した高い硬化性を目標とした品種を含まない場合、育成年次が新

しい品種ほどわずかに低くなる傾向があった (図 17)。

表 8 1970—1989 年に育成された北海道糯 3 品種の搗き餅の硬化性^[19]

品種名	餅つき後の放置時間/h			
	1	12	24	36
おんねもち	138±22.2	406±34.0	1125±250.1	2196±30.5
たんねもち	149±14.1	383±19.8	926±182.7	2048±46.2
はくちようもち	134±20.8	448±41.2	1012±345.1	2206±191.7

育成年次は表 2 参照。レオメーターによる測定値で、単位は g。1988 年産、農業試験場 3 カ所、現地 1 カ所の平均±標準偏差。

表 9 1989 年以降に育成された北海道糯 5 品種、および東北以南産銘柄糯 3 品種の搗き餅の硬化性^[19]

品種名	生産地	曲がり法			T.A による硬さ	同左年・回数	ラピッドビスコアナライザー			
		a/b	分類 [†]	年・回数			最高粘度到達温度 [‡] /°C	年・回数	糊化開始温度 [‡] /°C	年・回数
きたふくもち	北海道	0.31±0.23	1.6±0.80	3・21	1 262±122	3・18	79.7±1.04	3・17	68.6±0.90	3・17
しろくまもち	北海道	0.90±0.65	3.1±0.91	8・42	1 165±206	8・36	77.8±1.43	9・41	67.3±1.37	7・38
はくちようもち	北海道	2.82±2.49	4.1±0.93	10・54	765±243	8・46	76.0±1.56	11・57	65.4±1.67	9・55
きたゆきもち	北海道	3.09±2.75	4.2±0.89	10・43	865±327	8・35	76.5±1.69	11・51	65.9±1.57	9・49
風の子もち	北海道	4.87±3.00	4.7±0.60	10・28	625±236	8・23	75.9±1.79	11・37	64.7±1.63	9・35
こがねもち	新潟県	0.16±0.05	1.1±0.28	8・13	1 650±195	7・12	82.1±2.30	11・14	71.9±1.27	8・11
ヒメノモチ	岩手県	2.40±1.49	4.2±1.33	5・6	1 012±244	4・5	79.0±2.21	8・11	68.0±1.32	6・8
ヒヨクモチ	佐賀県	2.52±2.40	4.0±0.87	7・9	1 120±412	6・8	78.4±1.73	8・10	67.5±1.67	6・8

†: 曲がり法の分類 (b/a), 1: ~0.25, 2: 0.25~0.5, 3: 0.5~1.0, 4: 1.0~2.0, 5: 2.0~。‡: ラピッドビスコアナライザー (RVA), 最高粘度到達温度と糊化開始温度は、ともに数値が大きいほうが硬化性が高い。曲がり法と T.A (テクスチャーアナライザー) による硬さの測定法は図 7 の脚注参照。北海道糯品種は農業試験場と現地試験産米を供試。育成年次は表 2 参照。±標準偏差。年・回数は供試米生産年数と試験回数で、供試米生産年次は 2002—2012 年の全部あるいはいずれかである。



写真 2 北海道および東北以南でそれぞれ搗き餅の硬化性が大きく異なる糯品種の曲がり法による硬化性^[19]

2012 年産米, 「こがねもち」: 新潟県産, 「ヒヨクモチ」: 佐賀県産, 他の品種: 北海道立総合研究機構上川農業試験場産。曲がり法は図 7 の脚注を参照。北海道立総合研究機構上川農業試験場のデータによる。

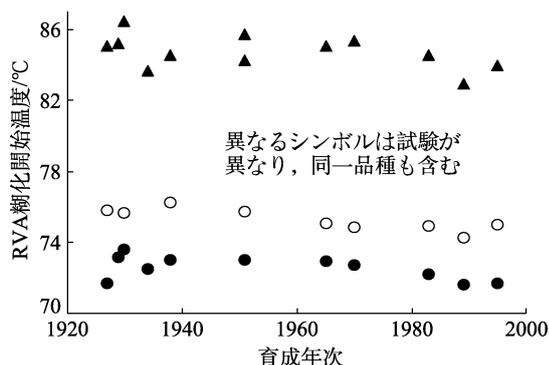


図 17 北海道の新旧糯品種における育成年次とラビッドビス
コアライザー (RVA) の糊化開始温度との間の関係

高い硬化性を育種目標とした品種を含まない。北海道立上川農業試験場による。相関係数, ● (試験年次 1998 年, データ数 11): -0.544^{ns} , ▲ (1999 年, 12): -0.491^{ns} , ○ (2008 年, 9) $r=-0.842^{**}$. **は 1%水準で有意。

一方, 高い硬化性を有する北海道糯品種である「しろくまもち」は「はくちようもち」より 1 ランク硬化性が高いランク 3 となった。さらに, 最も新しく育成された「きたふくもち」はランクの平均が 1.6 とさらに向上した(表 9)。しかし, 「きたふくもち」の育成から 8 年が経過するが, 2019 年の作付面積は 272ha で, 北海道糯品種全作付けの 3.5%に過ぎず(表 2), 実需の評価がまだ高くないことがうかがえる。

今後の糯品種の育成では, 硬化性が低い品種としては登熟気温の変動に関わらず「はくちようもち」よりも安定して低い品種が望まれる。一方, 硬化性が高い品種としては, 元来北海道では新潟県よりも登熟気温が平均 5~6 °C も低く不利な気象条件ではあるが, 新たな選抜法^[27]も含め, 新潟県産「こがねもち」にさらに近づいた硬化性を有する品種の開発が期待される^[10]。

以上のように, 北海道糯品種は今後とも硬化性の高い品種と低い品種の両タイプに分けて育種が進められる。しかし, 硬化性の高低に関わらずもち米は菓子用を除いてその多くが搗き餅あるいは炊飯米として食されるため, これらの食味も同時に向上させる必要がある。また, もち米の蛋白質が高いと搗き餅の外観や食味を低下させるのでより低い特性を有し, 同時に冷温年での不稔発生により年次変動が生じないように穂ばらみ期と開花期の両障害型耐冷性を

いつそう向上させる必要がある。さらに, 糯品種の栽培でも, 粳品種と同様に低蛋白米生産技術^[28]をとくに励行する必要がある。

引用文献:

- [1] 星野達三. 北海道稲作の歴史的発展とその背景[M]. 石塚喜明監修, 星野達三編著, 北海道の稲作. 札幌: 北農会, 1994: 1-84.
- [2] 北海道農政部 生産振興局農産振興課編. 米に関する資料 [生産・価格・需要](令和 2 年 10 月) 北海道農政部 生産振興局農産振興課 北海道の水田農業(2020)[R]. http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/01_r2zentai_1.pdf (2021/5/18 閲覧).
- [3] 米穀安定供給確保支援機構. もち米に関するデータ, 水稲もち米の主要県別集荷数量. 米穀機構 米ネット 米粉・もち米 もち米 もち米の生産・販売等に関するデータ(2020)[R]. https://www.komenet.jp/_member/mochigome/r02/1-2-02.html(2021/5/19 閲覧).
- [4] 平山裕治. 北海道もち米の実需実態と理化学特性[J]. 北農, 2001, 68(4): 355-360.
- [5] 中森朋子. もち生地の物性と色の評価, 良食味と多様なニーズに対応する米の品種開発と技術改善の新たな取組み(米セミナー収録)[R]. 北海道立農業試験場資料, 2005, 35: 61-65.
- [6] 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, 北海道もち米の加工適性向上に関する技術開発 [R]. 北海道立農業試験場報告, 2002, 101: 55-62.
- [7] 杉浦和彦, 坂紀邦, 工藤悟. 水稲糯品種における育種選抜のための餅硬化性及び切り餅食味の簡易評価法[J]. 日作紀, 2005, 74(1): 30-35.
- [8] 柳瀬肇, 大坪研一, 橋本勝彦. もち米の品質と加工適性に関する研究 (第 6 報) もち生地の湯溶けならびに膨化伸展性の銘柄間差異[N]. 食総研報, 1984, 45: 1-8.
- [9] 松江勇次, 内村要介, 佐藤大和. アミログラム特性の糊化開始温度による水稲もち品種の餅硬化速度の評価方法と餅硬化速度からみた糊化開始温度と登熟温度[J]. 日作紀, 2002, 71(1): 57-61.
- [10] 木下雅文, 沼尾吉則, 尾崎洋人, 等. 府県水稲糯品種並に高い餅硬化性を持つ育成系統の解析[N]. 育種・作物学会北海道談話会会報, 2005, 46: 61-62.
- [11] 佐々木多喜雄, 山崎信弘. 水稲新品種「おんねもち」の育成について[N]. 北海道立農試集報, 1972, 25: 35-47.
- [12] 佐々木多喜雄, 沼尾吉則, 柳川忠男, 等. 水稲新品種「たんねもち」の育成について[N]. 北海道立農試集報, 1983, 50: 120-134.
- [13] 本間昭, 楠谷彰人, 前田博, 等. 水稲糯新品種「はくちようもち」の育成について[N]. 北海道立農試集報, 1991, 62: 1-11.

- [14] 丹野久, 前田博, 新橋登, 等. 水稻糯新品种「風の子もち」の育成について[N]. 北海道立農試集報, 1997, 72: 55-68.
- [15] 粕谷雅志, 佐藤毅, 沼尾吉則, 等. 水稻糯新品种「しろくまもち」の育成[N]. 北海道立総合研究機構農試集報, 2013, 97: 15-28.
- [16] 品田博史, 佐藤毅, 沼尾吉則, 等. 水稻糯新品种「きたゆきもち」の育成[N]. 北海道立総合研究機構農試集報, 2016, 100: 33-46.
- [17] 平山裕治, 前川利彦, 品田博史, 等. 水稻糯新品种「きたふくもち」の育成[N]. 北海道立総合研究機構農試集報, 2018, 102: 15-27.
- [18] 丹野久. 水稻における開花期耐冷性の簡易検定法の確立と遺伝資源の評価[R]. 北海道立農業試験場報告, 2004, 104: 1-49.
- [19] 丹野久, 平山裕治. 北海道における水稻良食味品種の開発. 松江勇次編著, 米の外観品質・食味[M]. 東京: 養賢堂, 2018: 3-32.
- [20] 山下浩. 硬化特性の測定. 農林水産省農業研究センター山本隆一・堀末登・池田良一共編 イネ育種マニュアル 特性検定, 玄米成分量, もち[M]. 東京: 養賢堂, 1996: 72-73.
- [21] 北海道立中央農業試験場, 上川農業試験場. もち米品質がもち生地品質(色・物性)に及ぼす影響とその評価法. 北海道立総合研究機構 農業技術情報広場 北海道農業試験場 試験研究成果一覧(2004)[R]. <http://www.agri.hro.or.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h16gaiyo/2004610.htm>(2021/5/20閲覧).
- [22] 丹野久. 日本の寒地, 北海道のうるち米における精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間地域間差異とその発生要因(日文)[J]. 粮油食品科技, 2020, 28(6): 66-74.
- [23] 丹野久, 吉村徹, 木下雅文. 日本の寒地, 北海道におけるうるち米粒外観形質の育種(日文)[J]. 粮油食品科技, 2020, 28(6): 29-37.
- [24] 吉村徹, 相川宗嚴. 北海道における水稻新旧品種の食味関連特性の比較 第1報 米の品質・白度の比較[J]. 北農, 1998, 65(3): 266-272.
- [25] 赤間芳洋, 有坂将美. もち米. 櫛渕欽也監修, 日本の稲育種[M]. 東京: 農業技術協会, 1992: 197-208.
- [26] 江川和徳, 吉井洋一. 産地・品種を異にした糯米による餅の硬化性[N]. 新潟食品研報, 1990, 25: 29-33.
- [27] 道満剛平, 平山裕治, 佐藤毅, 等. アミロースオートアナライザーを活用したイネ餅硬化性の効率的評価法の開発[J]. 育種学研究, 2020, 22(1): 11-20.
- [28] 丹野久. 日本の寒冷地における良食味米栽培(日语原文)[J]. 粮油食品科技, 2019, 27(6): 18-26. 完