

# 酒造好適米「秋田酒こまち」の開発とブランド化への取り組み

誌名	日本食品科学工学会誌 : Nippon shokuhin kagaku kogaku kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology
ISSN	1341027X
著者名	高橋,仁 柴田,智 田口,隆信 岩野,君夫 小林,忠彦
発行元	日本食品科学工学会
巻/号	57巻11号
掲載ページ	p. 447-455
発行年月	2010年11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



シリーズ—地域食品産業振興を図る研究開発 (第1回)

総 説

## 酒造好適米「秋田酒こまち」の開発とブランド化への取り組み

高橋 仁<sup>§</sup>, 柴田 智\*, 田口隆信, 岩野君夫\*\*, 小林忠彦\*\*\*

秋田県総合食品研究センター

\* 秋田県農林水産技術センター

\*\* 秋田県立大学

\*\*\* 秋田県酒造組合

## Breeding of Rice Cultivar Akita-sake-komachi for Brewing and Approach to Local Branding of the Rice

Hitoshi Takahashi<sup>§</sup>, Satoru Shibata\*, Takanobu Taguchi,  
Kimio Iwano\*\* and Tadahiko Kobayashi\*\*\*

Akita Research Institute for Food &amp; Brewing, 4-26 Aza Sanuki, Araya-machi, Akita City, Akita 010-1623

\* Akita Prefectural Agriculture, Forestry, and Fisheries Research Center,  
34-1 Aza Genpachizawa, Aikawa, Yuwa, Akita City, Akita 010-1231\*\* Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 241-438  
Aza Kaidobata-Nishi, Nakano Shimoshinjo, Akita City, Akita 010-0195

\*\*\* Akita Brewers Association, 1-12 Wakaba-cho, Kawashiri, Akita City, Akita 010-0944

We developed “Akita-sake-komachi”, which is the rice cultivar suitable for brewing. The refined sake produced from “Akita-sake-komachi” is characterized by the taste of refined sweetness and a light finish. We tried to make “Akita-sake-komachi” local branding. In order to make “Akita-sake-komachi” of high quality, we developed a cultivation method, which enabled us to get grains with low protein content, low expression of white-berry and less crack. Since the protein of “Akita-sake-komachi” had little glutelin, it was recognized that the peptidase activity of *koji* (malted rice) was stronger, but that there was little amino acid generation from the steamed rice. To develop a new type of sake of “junmai-shu” using the property of “Akita-sake-komachi”, the *Aspergillus oryzae* “Gin-aji” was selected. The peptidase activity of the *koji* used by “Gin-aji” was less with “Akita-sake-komachi”. And the yeast “Akita-kobo No. 12 and No. 15” were selected for producing the “Junmai-shu” which fit to “Akita-sake-komachi” and the *Aspergillus oryzae* “Gin-aji”, and we commercialized “Akita-sake-komachi” brand “junmai-shu”. According to the result, the product amount of the rice “Akita-sake-komachi” increased to about 2 times (2009/2005), and the shipment amount of the “Akita-sake-komachi” brand sake increased to (2009/2005) more than 3 times. (Accepted Sep. 6, 2010)

Keywords: Akita-sake-komachi, branding, cultivation, protein, peptidase

キーワード: 秋田酒こまち, ブランド化, 栽培, タンパク質, ペプチダーゼ

## 1. はじめに

秋田県は全国3位(平成21年度米検査数量, 40万2500t)の米産県であるとともに全国6位(平成20年度清酒課税数量, 2万3616kl)の清酒の産地である。地元酒造業界では「米の秋田は酒の国」としてPRを行うなど、古くから酒

〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄 4-26

\* 〒010-1231 秋田県秋田市雄和相川字源八沢 34-1

\*\* 〒010-0195 秋田県秋田市下新城中野字街道端西 241-438

\*\*\* 〒010-0944 秋田県秋田市川尻若葉町 1-12

§ 連絡先 (Corresponding author), hitoshi@arif.pref.akita.jp

造とともに酒米(醸造用玄米)の育成に取り組んできた。秋田県の酒米は、昭和30年代をピークに減少し、僅か22haにまで激減した時期もあったが、平成21年の酒米(醸造用玄米)の検査数量(農水省発表)は3423tで全国6位となっている。

全国各地における酒米品種の育成は積極的に進んでおり、2000年以降では25道県から30以上の酒米品種が登録されている。それぞれの酒米の特徴を活かした清酒の商品化と地域におけるブランド化が今後の課題になると考えられる。

秋田県では、平成 15 年に奨励品種に採用した酒米品種「秋田酒こまち」<sup>1)</sup>についてブランド化を推進する事業を開始した。特に平成 18~20 年度の 3 年間は、秋田県総合食品研究所（現総合食品研究センター）、農林水産技術センター農業試験場と秋田県立大学、秋田県酒造組合、財団法人あきた企業活性化センターが共同で「秋田酒こまち」の栽培技術確立と産地ブランド化を目指し、高品位酒米の生産や「秋田酒こまち」に適した酒造技術の開発と清酒の商品化に取り組んだ（「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」農林水産省委託事業）。

2. 「秋田酒こまち」の開発<sup>1)</sup>

秋田県では昭和 63 年から農業試験場（現秋田県農林水産技術センター農業試験場）、醸造試験場（現秋田県総合食品研究センター醸造試験場）、秋田県酒造組合の 3 者共同体制による酒造好適米新品種開発事業がスタートした<sup>2)</sup>。目標とする酒米品種は「山田錦」並以上の酒造特性と「美山錦」並以上の栽培特性を併せ持つ酒米品種を目指した。それまでの秋田県における酒米品種の育種では酒造用系統について品種登録間近になるまで試験醸造を行わないことが多く、結果として酒造適性を満足できず不採用となり育種が振り出しに戻るケースが多かった。この反省をもとに育種の早い世代（F<sub>1</sub>~F<sub>5</sub>）から一定数（30~40 系統）の酒造適性（形態・心白組成・タンパク質含量・精米特性等）を判定し、この結果を交配育種のためフィードバックすることで早期に効率的な選抜を可能にした。

昭和 63 年から平成 14 年までの 15 年間、農業試験場が選抜した初期段階の約 500 系統の酒米系統について醸造試験場で酒造特性試験を行い、9 系統の酒米を選抜し酒造組合による現場試験醸造を行った。この中から、品種登録に到った酒米が「吟の精」（平成 5 年度品種登録）、「秋の精」（平成 12 年度品種登録）、「美郷錦」（平成 14 年度品種登録）、そして 15 年間に渡る酒米開発事業の集大成とも言える「秋田酒こまち」（平成 16 年度品種登録）であった（図 1）。

3. 「秋田酒こまち」の栽培特性と酒造特性

表 1 に「秋田酒こまち」の栽培特性一覧を示した。穂は長いが稈長が「美山錦」より短く耐倒伏性も「美山錦」より強いこと、耐病性・耐冷性に大きな弱点がないこと、収

表 1 「秋田酒こまち」の栽培特性一覧

品種名	秋田酒こまち (組合せ：秋系酒 251/秋系酒 306)		
特 性	長所 1. 大粒で玄米品質が良い 2. 玄米の粗タンパク質が低い 3. 美山錦より倒伏に強い 短所 1. 白葉枯病に弱い		
普及見込地帯	秋田県平坦部一円		
品種名	秋田酒こまち	美山錦	
早晚性	中生の中	中生の中	
草 型	穂重型	穂重型	
芒の多少・長短	無	無	
ふ 色	黄色	黄色	
ふ先色	黄色	黄色	
粒着密度	やや疎	中	
脱粒性	難	難	
耐病性	いもち耐病性		
	遺伝子型	<i>Pia, Pii</i>	<i>Pia, Pii</i>
	葉いもち	やや強	やや強
	穂いもち	中	中
	白葉枯耐病性	弱	中
耐倒伏性	やや弱	弱	
耐冷性（障害型）	中	やや強	
穂発芽性	やや難	極難	
品 質	上中	上下	
出穂期（月日）	8.7	8.6	
成熟期（月日）	9.28	9.28	
稈長（cm）	81.9	88.1	
穂数（本/m <sup>2</sup> ）	317	303	
倒伏（0~5）	0.5	1.8	
玄 米	収量（kg/a）	標肥 59.5 多肥 55.7	59.6 56.7
	対標準比	標肥 100 多肥 98	100 100
	千粒重（g）	27.2	25.9
	品質（1~9）	3.8	4.7
	粗タンパク質	7.5	7.9

- 注) 1. 調査場所および年次：秋田県農業試験場奨励品種決定調査の平成 10~12 年の平均値  
 2. 玄米の収量および対標準比を除き表皮区的成绩  
 3. 特性のランクは種苗特性分類基準による  
 4. 収量のふるいは 2.0 mm, 品質は醸造用玄米基準

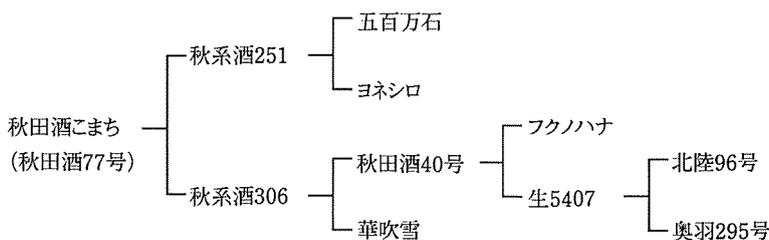


図 1 「秋田酒こまち」の系譜

量性が「美山錦」並で、所定の検査上外観品質が優れること、そして玄米の粗タンパク質が低いことから「美山錦」並以上の栽培特性を有すると考えられた。

玄米の千粒重は「美山錦」より大きく 27g 台の大粒、形態は粒の厚さが「美山錦」より薄い扁平型であった。外観上の心白粒歩合が高く、6割程度が線状・眼状心白粒で心白発現率の高い品種である(表2、心白型比率は図2参照)。吟醸酒用原料米としては不可欠な精米歩合50%以下の高度精米特性においても、無効精米歩合が「美山錦」に比較して少なく、「山田錦」並みに良好な精米特性を示した。さらに実際の清酒製造試験では「秋田酒こまち」は精米歩合35%までの高度精米が可能であり、麴が造りやすく製造工程上特に難点がないこと、酒母・もろみでは溶解性が高くグルコースの生成が多いこと、製成酒の官能試験では「山田錦」と異なり「甘みが上品で、後味が軽い」タイプとなることが認められた(表3)。

4. 「秋田酒こまち」の高品位栽培技術の確立<sup>3)</sup>

「秋田酒こまち」はタンパク質含量が低く消化性が高い性質を有する酒米品種であるが、平成15年から玄米品質において胴割れの発生および心白発現のバラツキに加え、タンパク質含量のバラツキがみられ、精米や原料処理における割れの発生や玄米のタンパク質含量の高低が清酒品質のバラツキに影響していると考えられた。そのため「秋田酒こまち」玄米の粗タンパク質含量、心白の発現状況、

表2 玄米の形態および玄米横断面の心白型比率

	玄米横断面の心白型比率(%)				
	I型 無白粒	II型 点状 心白粒	III型 線状 心白粒	IV型 眼状 心白粒	V型 腹白状 心白粒
山田錦	16.8	15.4	26.0	17.4	24.4
美山錦	9.4	4.7	18.4	3.0	64.5
秋田酒こまち	6.0	13.4	34.1	26.8	19.7

注) 分析値は平成13年の平均値

胴割れの発生に注目した高品位栽培技術の確立に取り組んだ。

(1) 玄米タンパク質含量を高めない目標収量

酒造適性上、原料米のタンパク質含量は少ない方が良いとされ<sup>4)5)</sup>、酒米では玄米のタンパク質含量を高めない栽培方法がとられている<sup>6)~8)</sup>。平成16~18年における「秋田酒こまち」の県内現地サンプルの玄米粗タンパク質含量は、6.0~8.4%の範囲にあり平均値は7.0%前後である(図3)。そこで、目標値を7.0%程度として、特に7.5%以上の玄米粗タンパク質含量が高いサンプルを減らす必要があると考えた。

玄米の窒素濃度を予測する方法としては、出穂期の葉身窒素濃度を指標とする方法が有効である<sup>9)</sup>。図4に示したとおり、穂揃期の止め葉の葉緑素計値(葉緑素計:SPAD502 コニカミノルタセンシング株式会社)と玄米タンパク質含量の間には正の相関があり、穂揃期に止め葉の葉色が濃い場合、玄米タンパク質含量が高くなる。そこで、玄米タンパク質含量を7.2%より高めないようにするために、穂揃期の止め葉の葉緑素計値は、無追肥の場合は36、追肥

表3 吟醸酒製造試験における評価一覧

	秋田酒こまち	山田錦
精米	○ 精米歩合35%まで精米可能 精米速度速い	○
原料処理	△ 浸漬中の碎米目立つ	△
製麴	◎ 蒸米の表面乾きにくい 酵素バランスが良い	◎
酒母	○ 初期ポーメが高い	○
もろみ	○ グルコースが高い アミノ酸度が低い	○
製成酒の官能評価	◎ 甘味上品、後味軽い	◎ 香り華やか、 ふくらみ

注) 1. 平成11年・12年の吟醸酒製造試験結果に基づく、評価は「山田錦」との比較。

2. 記号は絶対評価、◎:優、○:良、△:可。

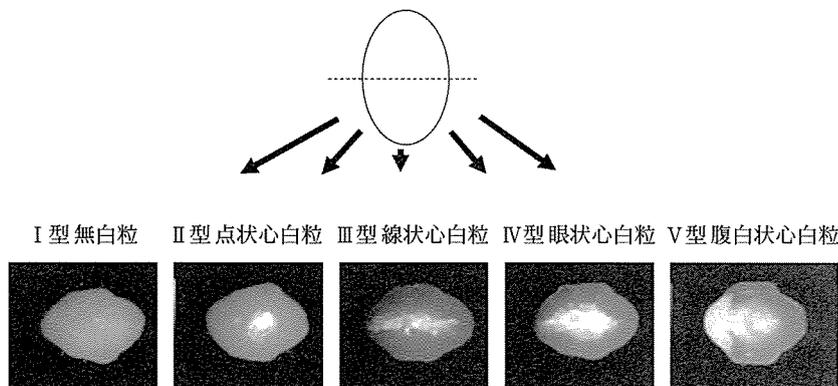


図2 玄米横断面の心白型

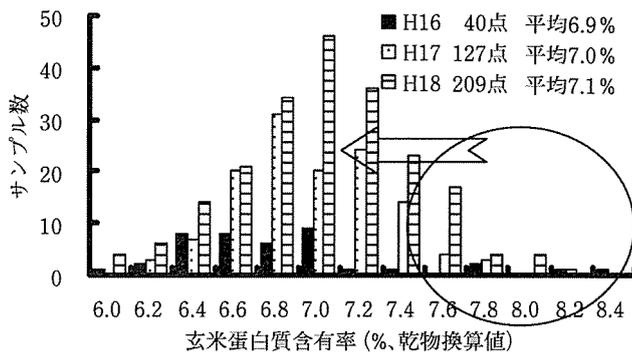


図 3 玄米粗タンパク質含量の分布

注) ○印で囲んだ値の高いサンプルを矢印の方向へ誘導し、値を下げることを目標とする。

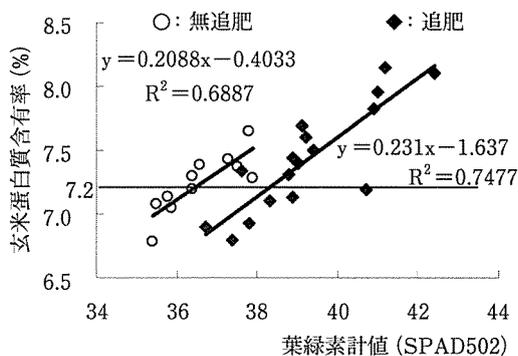


図 4 穂揃期の葉色と玄米粗タンパク質含量の関係

注) 図中の横棒は目標値の上限 7.2% を示す。

した場合は 38 を超えないように栽培する必要がある。幼穂形成期の葉色と玄米タンパク質含量の関係を見た場合、穂揃期の場合より相関が低くなるが、葉緑素計値が 41 以上の時に無追肥の場合は 7.2%、追肥した場合は 7.5% より高くなる傾向にある。そこで、幼穂形成期の葉緑素計値が 41 未満になるよう栽培することが玄米タンパク質含量を高めない指標とした。

現地の栽培では最初に、幼穂形成期に葉色を測定し、目標葉緑素計値を 41 未満と考えて追肥の要否を判定する。次に、穂揃期に葉色を測定し、玄米タンパク質含量を 7.2% より高めないように葉緑素計値 36~38 程度で経過したか確認する。もし、穂揃期に葉色が濃く経過し、玄米タンパク質含量が高かった場合には、次年度に向けて基肥や追肥の施肥窒素量あるいは追肥時期が適切であったか検討することとした。これにより農家間の玄米タンパク質含量のバラツキを減らすとともに玄米タンパク質含量の低い酒米を実需者である酒造メーカーに供給できると考える。ただし、登熟期後半の止め葉の葉色が低下すると玄米タンパク質含量が低くなるが、胴割粒率が高くなる傾向にあることから、玄米タンパク質含量を低下させるための極端な窒素制限は行わないようにして、登熟後半まで葉色を維持する

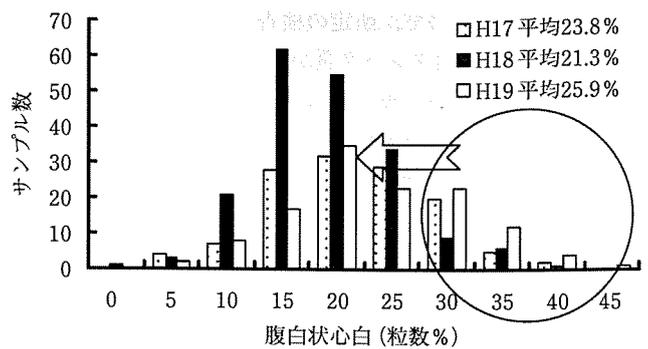


図 5 心白型比率の分布

注) ○印で囲んだ値の高いサンプルを矢印の方向へ誘導し、値を下げることを目標とする。

必要がある<sup>10)</sup>。

## (2) 心白型の施肥反応

玄米千粒重は、心白発現率と正の相関があり<sup>11)</sup>、千粒重が大きく、心白の発現が良好になるような栽培方法が多く報告されている<sup>7)8)12)</sup>。一方、心白発現が少なく、精米特性が優れた高度精白可能な吟醸酒向けの品種も育成されている<sup>13)~15)</sup>。「秋田酒こまち」の玄米横断面の心白型比率は、線状と眼状が多いが<sup>1)</sup>、無効精米歩合や碎米率と正の相関が高い腹白状心白<sup>14)16)</sup>を増やさないための栽培方法が求められていた。そこで、玄米横断面の心白型<sup>17)</sup>(図 2)と千粒重や追肥時期の関係を解析し、目標値の設定を行った。

平成 17~19 年の県内現地サンプルの平均は、千粒重約 27.0~27.5 g (図 11)、腹白状心白の比率 20~25% 前後 (図 5) である。これらのサンプルの千粒重と各心白型比率の関係は、無白  $r = -0.485$ 、点状  $r = -0.204$ 、線状  $r = -0.029$ 、眼状  $r = 0.254$ 、腹白状  $r = 0.340$  で線状以外は 0.1% 水準で有意な相関があり、千粒重が大きくなると、眼状と腹白状の心白型比率が高くなる傾向にある。

そこで、追肥時期との関係を解析した結果、千粒重は、減数分裂期追肥 > 幼穂形成期追肥 > 無追肥の順に大きくなり、腹白状心白の比率は、減数分裂期追肥 > 幼穂形成期追肥 > 無追肥の順に高くなった。また、心白型別の千粒重は、眼状 > 腹白状 > 線状 > 点状 > 無白の順に大きく、無白以外は追肥により大きくなる傾向にあった。特に、無追肥に比べ減数分裂期追肥により眼状と腹白状心白の千粒重は大きくなった (図 6)。

これらのことから、「秋田酒こまち」では、腹白状の心白型比率 30% 未満を目標と考え (図 5)、減数分裂期追肥を控えて過度に千粒重を大きくしない栽培方法が重要となる。

## (3) 刈り取り適期の策定による胴割粒発生防止

刈り取り時期は、出穂期後の経過日数や籾の黄化度、籾水分、積算気温等で判断される<sup>7)10)12)</sup>。また、その適期は、玄米外観品質、穂発芽率や碎米率等から決められる<sup>7)10)12)</sup>。特に、酒米の場合は、刈り遅れによる胴割粒の増加を防ぐ

ため適期刈り取りに努める必要がある。

出穂期後の積算気温が1000℃頃になると、籾水分が25%程度に低下し、青米率が10%以下に減少する。胴割粒は、出穂期後日数が経過し積算気温が多くなると増える。特に、平成19年では、1050~1100℃頃に胴割粒の増加が見られ、平成20年では、1150℃を越える頃から胴割粒率が急増した(図7)。いずれも積算気温1000℃頃を刈り始めの目安として、刈り遅れによる胴割れの発生を防ぐ事が重要である。また、近年登熟初期の高温が胴割れに影響することが指摘され<sup>18)</sup>、登熟期の葉色低下防止<sup>10)19)</sup>、用水のかけ流し<sup>19)20)</sup>等栽培管理対策が求められる。

### 5. 「秋田酒こまち」のタンパク質の性質

「秋田酒こまち」の高品位栽培法の確立により、安定して玄米粗タンパク質含量が7.0%以下の玄米が酒造メーカーに供給されることとなった。ここでは「秋田酒こまち」タンパク質の特性を活かした純米酒製造方法を検討するために、清酒に味に大きく関与するアミノ酸について、蒸米タンパク質の分解によるアミノ酸生成の観点から検討した。

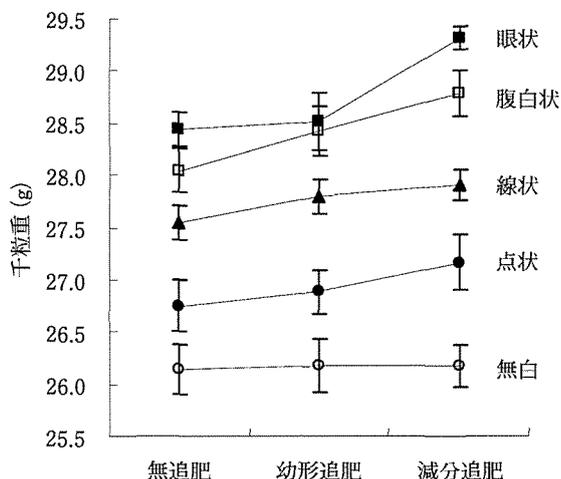


図6 心白型別干粒重の施肥反応  
注) 横棒は標準誤差 n=6

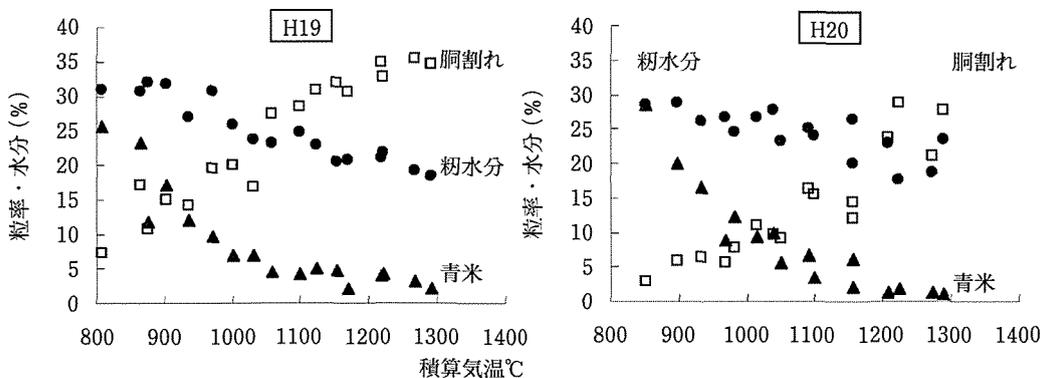


図7 刈り取り時期別籾水分、玄米品質の推移

### (1) 麹酵素による蒸米タンパク質からのアミノ酸生成について

清酒の美味しさを考えた場合、アミノ酸は味に関して重要な役割を持つ。清酒中のアラニン、グルタミン酸は酸味・旨味、アスパラギン酸は酸味・渋味、アルギニン、チロシン、トリプトファンを酵母が代謝してそれぞれ苦味・渋味・雑味を呈するβ-フェニルエタノール、チロソール、トリプトホールを生成する。さらに、分岐アミノ酸のスレオニン、バリン、ロイシンを同じく酵母が代謝してそれぞれ苦味・雑味を呈するn-プロピルアルコール、イソブチルアルコール、イソアミルアルコールを生成することが明らかにされている<sup>23)</sup>。

清酒醸造では、蒸米(掛米)タンパク質が麹のタンパク質分解酵素により分解されてアミノ酸が生成し<sup>24)</sup>、これらの一部のアミノ酸が酵母に資化されて減少、また代謝により他のアミノ酸に変換され<sup>25)</sup>、清酒のアミノ酸濃度と組成が決まる。清酒醸造におけるアミノ酸生成を酵素反応という視点から見ると、基質は酒米(蒸米)タンパク質であり、酵素活性は麹由来のタンパク質分解酵素活性である。

タンパク質組成が異なる酒米品種では麹のタンパク質分解酵素の生産に影響があり<sup>26)</sup>、清酒醸造においてはアミノ酸およびペプチドの生成に影響があることから<sup>27)</sup>、タンパク質組成の異なる酒米品種(基質)と酵素生産量の異なる麹菌(酵素)の組み合わせではアミノ酸の生成に違いが生じると予想される。そこで、酒米品種のタンパク質組成の違いが製麹における麹菌の酵素生産に及ぼす影響および清酒醸造における蒸米タンパク質の分解に及ぼす影響を検討した。その結果、グルテリン含量(図8)が多い品種を麴米にすると麹のタンパク質分解酵素活性が少なくなり、グルテリン含量の多い品種を蒸米にするとアミノ酸生成が多くなる傾向が見られた(表4)。

一例として、麴米に「秋田酒こまち」、蒸米に「山田錦」を使用した場合、アミノ酸生成量が多くなり、反対に麴米

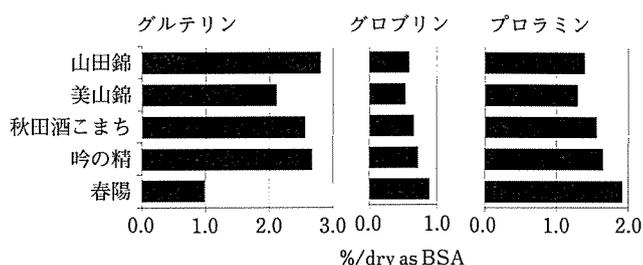


図 8 蒸米消化試験に使用した酒米のタンパク質組成

グルテリン：酸性サブユニット，塩基性サブユニットの合計  
プロラミン：10 kDa, 13 kDa, 16 kDa の合計

表 4 タンパク質組成と麴の酵素活性の相関分析結果 ( $n=15$ )

	APase	ACPase	TPase
グルテリン	-0.936***	-0.539*	-0.807***
グロブリン	0.767***	0.440	0.611**
プロラミン	0.819***	0.433	0.656**
合計	-0.633**	-0.375	-0.591*

\*\*\*;  $r(15, 0.001)=0.730$ , \*\*;  $r(15, 0.01)=0.592$ ,

\*;  $r(15, 0.05)=0.441$

APase; 酸性プロテアーゼ, ACPase; 酸性カルボキシペプチダーゼ, TPase; 総合ペプチダーゼ

に「山田錦」，蒸米に「秋田酒こまち」を使用した場合，アミノ酸生成量が少なくなった。この理由は，グルテリンが麴菌にとって分解しやすいタンパク質であるため，グルテリンの比較的多い「山田錦」を麴米に用いると麴菌のタンパク質分解酵素生産が低下し，グルテリンの比較的小さい「秋田酒こまち」を用いると麴菌のタンパク質分解酵素生産が増加するためであり，グルテリンが比較的多い「山田錦」を掛米として用いるとアミノ酸の生成が多く，反対にグルテリンが比較的小さい「秋田酒こまち」を掛米に用いるとアミノ酸の生成が低下するためと考えられる。「秋田酒こまち」は「山田錦」と比較した場合，麴米としてはタンパク質分解酵素生産が多く，蒸米（掛米）としてはアミノ酸生成が少なく「山田錦」と反対の性質が認められた<sup>28)</sup>。

## (2) 清酒麴のアミノ酸生成活性測定法の開発

従来法の清酒麴の酸性カルボキシペプチダーゼ (ACPase) 活性は麴酵素により蒸米タンパク質からの生成するアルギニンなどのアミノ酸濃度と相関が低かった (表 5)。これは酵素活性の測定に合成基質を用いているためペプチダーゼの一部だけを測定しているためと考えた。そこで米から調製したグルテリンを基質として麴の酵素により生成するアミノ酸量を清酒麴の総合ペプチダーゼ (TPase) 活性として測定法を構築した<sup>29)</sup>。

先に示した 5 品種 (秋田酒こまち, 山田錦, 美山錦, 吟の精, 春陽) の麴米と蒸米で検証した結果, TPase 活性は全アミノ酸生成量や苦味アミノ酸のアルギニン含量と正の

表 5 蒸米消化液のアミノ酸濃度とタンパク質分解酵素活性との相関

	APase	ACPase	TPase	
呈味アミノ酸	Ala	0.673**	0.306	0.653**
	Glu	0.854***	0.473*	0.766***
	Asp	0.973***	0.523*	0.795***
	Arg	0.567*	0.142	0.711**
芳香族アミノ酸	Tyr	0.729**	0.405	0.737***
	Phe	0.718**	0.160	0.784***
	Trp	0.703**	0.433	0.500*
分岐アミノ酸	Val	0.630**	0.521*	0.657**
	Leu	0.721**	0.193	0.764***
	Ile	0.832***	0.398	0.801***
含硫アミノ酸	Cys	0.391	-0.016	0.239
	Met	-0.118	-0.404	0.068
Total	0.663**	0.343	0.534*	

\*\*\*; 危険率 0.1% で有意  $r(15, 0.001)=0.730$

\*\* ; 危険率 1% で有意  $r(15, 0.01)=0.592$

\* ; 危険率 5% で有意  $r(15, 0.05)=0.441$

有意な相関を示した (表 5)。清酒醸造において麴酵素による蒸米タンパク質からのアミノ酸生成をより正確に反映できる有望な方法と考えられる。

## (3) 製麴における麴菌のタンパク質分解酵素生産に対する麴米品種と麴菌株の影響<sup>30)</sup>

麴米 5 品種 (秋田酒こまち, 山田錦, 美山錦, 五百万石, 春陽) に麴菌 25 株 (秋田今野商店保有) を使用した製麴試験を行い麴菌のアミノ酸資化量とタンパク質分解酵素生産との関係を検討した。麴米品種毎にグルテリン含量が多いと TPase などタンパク質分解酵素活性が低い傾向であったが，麴菌毎に調べると麴菌の増殖における全アミノ酸資化量には麴菌による違いがあり麴のタンパク質分解酵素活性とは正の相関が認められた。すなわち，麴菌の増殖においてアミノ酸の要求量が多い麴菌はタンパク質分解酵素を多く生産することを意味すると考えられた。

吟醸酒のような高級酒ではアミノ酸が少ないが，このような清酒を目指す場合，蒸米からのアミノ酸生成量が少ない方が望ましく，麴菌株の特性を考えた場合，アミノ酸資化量の少ない麴菌がタンパク質分解酵素の生産が少なく望ましいといえる。このことは，グルテリン含量が少ない「秋田酒こまち」を麴米に使用した場合でもアミノ酸要求量の少ない麴菌であればタンパク質分解酵素活性が低くなる可能性を示唆している。

## (4) 麴菌が生産するグルコアミラーゼ活性と総合ペプチダーゼ活性の関係

清酒醸造では並行複発酵を順調に進めるためにデンプン分解酵素である  $\alpha$ -アミラーゼ，グルコアミラーゼ (GAase) が必要量存在することが必要である。一方，清酒の呈味を

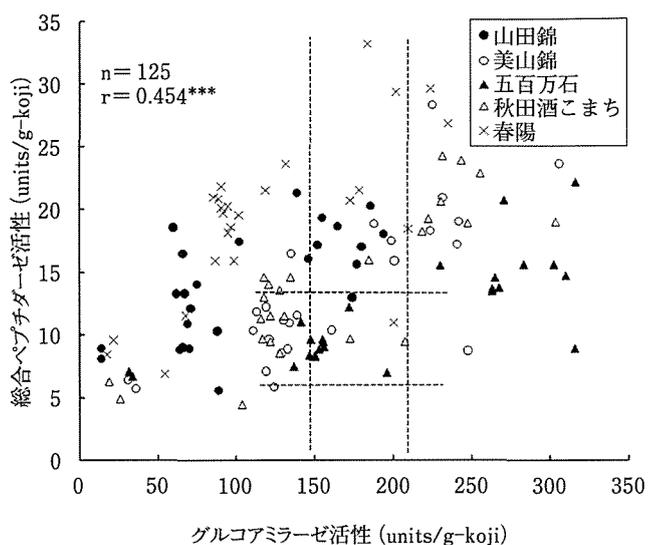


図9 麴のグルコアミラーゼ活性と総合ペプチダーゼ活性の関係

考慮するとアミノ酸の生成に関わるタンパク質分解酵素活性は少ない方が良いと考えられる。この視点に立つと酒米品種ごとに必要量のグルコアミラーゼを生産しタンパク質分解酵素活性が少ない麴菌が優れた菌株と判断される。麴米5品種(山田錦, 美山錦, 五百万石, 秋田酒こまち, 春陽)に麴菌25株(秋田今野商店保有)で製麴した125点の麴についてGAase活性とTPase活性には正の相関が認められた<sup>30)</sup>(図9)。GAase活性は14~316単位(units/g-dry-koji)と大きな差異が認められたが、清酒醸造において必要なGAase活性範囲を150~220単位にすると図9に点線で示したようにTPase活性が低い麴菌株がみられることから、品種に適した麴菌株の選抜につながるものと考えられた。

この結果から、麴米として「秋田酒こまち」を使用した時にはタンパク質分解酵素活性が高い傾向になるが、「秋田酒こまち」を麴米に使用してもタンパク質分解酵素活性が低い麴菌の選抜が重要と考えられた。

## 6. 「秋田酒こまち」の純米酒製造法の確立と商品化

### (1) 「秋田酒こまち」に適した麴菌の選抜

「秋田酒こまち」のタンパク質組成の特徴に適した清酒麴菌の選抜を実施した。「秋田酒こまち」はグルテリン含量が少ないため、麴のTPaseなどのタンパク質分解酵素活性が高くなることを示したが、「秋田酒こまち」を使用してもTPase活性が低い麴菌を探索した。(株)秋田今野商店が保有する麴菌25株から、第1次の選抜としてTPase活性の低い麴菌4株を選抜し、第2次の選抜として総米5kgの小仕込試験を実施し製成酒(純米酒)のアミノ酸生成が少なく清酒の味が優れた1菌株(AOK-12)を選抜した。麴菌株AOK-12の麴で製造した純米酒のアルギニン含量(苦味アミノ酸)は対照(No.5:吟醸酒用種麴市販品)の10分

表6 製成酒のアミノ酸組成

	AOK-12	No.5(対照)	
呈味性アミノ酸	Aia	158	150
	Glu	110	107
	Arg	31	339
	Asp	36	37
分岐アミノ酸 etc	Val	65	62
	Leu	93	97
	Ile	43	42
	Thr	21	23
芳香族アミノ酸	Tyr	93	94
	Phe	54	55
	Trp	5	6
含硫アミノ酸	Met	3	3
	Cys	12	14
その他	Gln	118	134
	Pro	126	124
	Gly	120	115
	Asn	69	71
	Ser	38	41
	Lys	33	35
	His	30	25
合計	991	1316	

(ppm)

の1と非常に低いレベルに抑えられた(表6)。

### (2) 「秋田酒こまち」の新しい純米酒の商品化

「秋田酒こまち」のタンパク質組成に関わる麴米と蒸米の特性を活かした新しい純米酒製造について、次の条件を設定し、商品化の検討を行った。

i) 酵母は秋田県と酒造組合が開発した酢酸イソアミル(バナナ様)の香気の特徴とする「秋田酵母No.12」またはカプロン酸エチル(リンゴ,メロン様)の香気の特徴とする「秋田酵母No.15」を使用して、「秋田酒こまち」の清酒の軽快な後味と相性が良いフルーティーな香りを狙った。

ii) 麴にはアミノ酸生成が少ないことから選抜した麴菌株AOK-12((株)秋田今野商店から清酒用種麴「吟味」として販売)および「秋田酒こまち」で使用した場合に糖化系酵素活性(α-アミラーゼ,グルコアミラーゼ)のバランスが良いことが確認されているN54G株((株)秋田今野商店保有)を使用する。AOK-12では清酒に上品な味わい, N54Gでは芳醇な味わいの清酒タイプを狙ったものである。

iii) 殺菌処理工程である火入れを1回以内(生酒流通含む)にすることで,上品な香りや旨味をそのまま封じ込めて商品化することを推奨した。表7に選抜した麴菌「吟味」(AOK-12)を使用した実施例を示した。

本事業における「秋田酒こまち」の純米酒製造法は,酒造講習会等において秋田県内30メーカーに普及した。秋田県酒造組合では「秋田酒こまち」の新しい純米酒として

表 7 「秋田酒こまち」の純米酒製造試験（製成酒の成分）

	酵母	もろみ日数	日本酒度	アルコール (%)	酸度 (ml)	アミノ酸度 (ml)	酢酸イソアミル (ppm)	イソアミルアルコール (ppm)	カブロン酸エチル (ppm)
試験	秋田酵母 No. 12	34	-0.9	16.9	1.9	1.0	13.6	187	3.8
試験	秋田酵母 No. 15	30	-0.6	17.1	1.8	1.1	4.7	139	6.2
対照	秋田流花酵母 (AK-1)	35	-1.2	16.8	1.8	0.9	5.7	163	2.9

原料米：秋田酒こまち，精米歩合：55%，種麴：吟味（AOK-12）

秋田酵母 No. 12

AK-1 酵母に比較して，発酵力はほぼ同じ．酸度やや低め．アミノ酸度やや高め．香りは，高酢酸イソアミル（バナナ様）タイプ．味は，軽快・さわやかな酒質．

秋田酵母 No. 15

AK-1 酵母に比較して，発酵力はやや旺盛．酸度やや高め．アミノ酸度とピルビン酸高め．香りは，高カブロン酸エチル（メロン様）タイプ．味は，華やかでふくらみのある酒質．



図 10 「秋田酒こまち」の新しい純米酒

商品化試験を実施し，平成 21 酒造年度は秋田県内の 14 酒造メーカーにおいて発売されている（図 10）．本商品の開発により「秋田酒こまち」の粗タンパク質とグルテリン含量が少ない性質を活かすことで同じ精米歩合でもアミノ酸含量が低い特徴があり高品質な純米酒製造が可能となった．今回の成果の貢献により「秋田酒こまち」の作付量は平成 21 年度において本格的な事業開始前の平成 17 年度の約 2 倍に増加（図 11）、「秋田酒こまち」ブランドの清酒出荷数量も 3 倍以上（平成 21 年/平成 17 年）に増加している（図 12）．

## 7. おわりに

「秋田酒こまち」の栽培に関しては，平成 15 年の奨励品種採用当時から，作付け者を対象に講習会を開催している．玄米の品質目標を設定し，安定した品質の良い「秋田酒こまち」を生産してもらうため，酒造組合，醸造試験場，農業試験場がそれぞれの分野から情報を発信し，前年度の玄米分析結果を生産者に還元することにより，高品位安定生産を目指してもらうよう取り組んでいる．

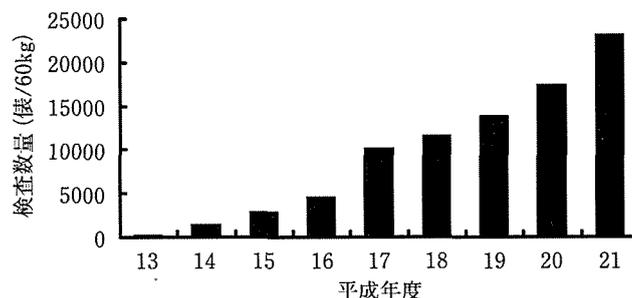


図 11 「秋田酒こまち」の検査実績（農水省発表）

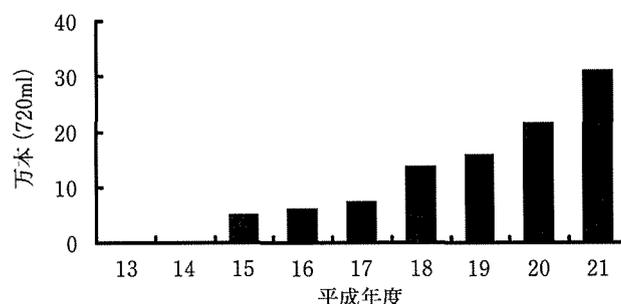


図 12 「秋田酒こまち」ブランド清酒の出荷数量（秋田県酒造組合調べ）

酒造面に関しては，「秋田酒こまち」のタンパク質組成の特徴を活かした麴菌・酵母の開発とそれらを組み合わせた新規純米酒の商品化が始まっている．このような「秋田酒こまち」を使用した高品質純米酒の開発により，今後の秋田県産清酒の純米酒比率の向上と「秋田酒こまち」のブランド化が期待される．酒米のグルテリン含量に注目した栽培，流通管理で真に酒米として適する原料米の供給を可能にし，「秋田酒こまち」のタンパク質の特徴を生かした高

品質純米酒により、長期低落傾向が続く清酒の消費回復の起爆剤になるものと期待している。

最後に、「秋田酒こまち」の栽培技術確立と産地ブランド化を目指し、ともに取り組まれてきた秋田県立大学、秋田県酒造組合、(財)あきた企業活性化センター、湯沢市酒米研究会、秋田県酒米生産流通対策協議会の皆様、造りへの御助言をいただきました秋田県内酒造会社の杜氏および製造担当者の皆様、そして麹菌の提供をいただきました(株)秋田今野商店の皆様へ深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 高橋 仁, 田口隆信, 酒造好適米新品種「秋田酒こまち」の開発と酒造特性, 醸協, 98, 598-609 (2003).
- 2) 畠山俊彦, 秋田県における酒米育種の新展開, 醸協, 89, 6-12 (1994).
- 3) 柴田 智, 高橋 仁, 佐藤雄幸, 酒造好適米「秋田酒こまち」の育成と高品位安定生産技術, 醸協, 104, 910-918 (2009).
- 4) 西田清教, 農業技術, 44, 230-235 (1989).
- 5) 山根国男, 西田清教, 農業および園芸, 54, 738-742 (1979).
- 6) 古味一洋, 坂田雅正, 酒米品種「土佐錦」の移植期と窒素施肥法が収量・酒造適性に及ぼす影響, 高知県農業技術センター研究報告, 8, 75-82 (1999).
- 7) 高橋好範, 和野重美, 吉田 宏, 酒造好適米品種「ぎんおとめ」の高品質安定栽培法, 岩手県農業研究センター研究報告, 3, 121-128 (2003).
- 8) 勝場善之助, 土屋隆生, 玉置雅彦, 酒米「千本錦」における品質向上のための施肥基準, 広島県農業技術センター研究報告, 72, 1-10 (2002).
- 9) 丹野文雄, 飯島正光, 水稻の栄養診断と予測技術に関する研究 第6報 粒厚および分けつ別の玄米への窒素集積特性と玄米窒素濃度の予測法, 福島県農業試験場研究報告, 30, 1-10 (1991).
- 10) 新潟県農業総合研究所, 佐渡における大吟醸酒用水稲新品種「越淡麗」の高品質栽培法, 活用技術, [www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika06/katuyou/22/060222.html](http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika06/katuyou/22/060222.html) (2006).
- 11) 山根国男, 西田清教, 農業および園芸, 54, 867-869 (1979).
- 12) 長谷川正俊, 加藤賢一, 武田正宏, 酒米新品種「出羽燦々」における高品質米生産のための栽培技術の確立, 山形県農業試験場研究報告, 31, 1-11 (1997).
- 13) 加藤武光, 畠山俊彦, 眞崎 聡, 斉藤正一, 福田兼四郎, 嶽石 進, 水稻新品種「吟の精」の育成, 秋田県農業試験場研究報告, 34, 1-20 (1994).
- 14) 高橋 仁, 田口隆信, 渡辺誠衛, 石川京子, 中田健美, 斎藤久一, 酒造好適米「吟の精」の選抜と酒造適性, 秋田県総合食品研究所報告, 1, 1-7 (1999).
- 15) 前重道雅, 小林信也編著, 最新日本の酒米と酒造り, 養賢堂 (2000).
- 16) 吉田直史, 佐藤弘一, 鈴木賢二, 高橋 亮, 高度精白可能な酒米の玄米形質及び糊化特性, 日本作物学会東北支部会報, 51, 37-38 (2008).
- 17) 高橋 仁, 廣島一朗, 中田健美, 斎藤久一, 椎木 敏, 酒造好適米「吟の精」の潜在的な心白について, 醸協, 94, 244-251 (1999).
- 18) 長田健二, 滝田 正, 吉永悟志, 寺島一男, 福田あかり, 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響, 日作紀, 73, 336-342 (2004).
- 19) 永島秀樹, 中村啓二, 猪野雅哉, 黒田 晃, 橋本良一, 高温登熟条件下における乳白粒および胴割粒の発生軽減技術, 石川県農業総合研究センター研究報告, 26, 1-10 (2005).
- 20) 長田健二, 小谷俊之, 吉永悟志, 福田あかり, 胴割れ米発生におよぼす登熟初期の水管理条件の影響, 日本作物学会東北支部会報, 48, 33-35 (2005).
- 21) 岩野君夫, 高橋和弘, 伊藤俊彦, 中沢伸重, 清酒の呈味性に影響を及ぼすアミノ酸の探索, 醸協, 99, 659-664 (2004).
- 22) 岩野君夫, 伊藤俊彦, 中沢伸重, 吟醸酒, 純米酒, 本醸造酒及び普通酒のアミノ酸組成の特性, 醸協, 99, 526-533 (2004).
- 23) 伊藤俊彦, 小松幸恵, 高堂 斐, 高橋 仁, 田母神繁, 小泉武夫, 中沢伸重, 岩野君夫, 吟醸酒に含まれる芳香族アルコールの呈味性について, 醸協, 103, 562-569 (2008).
- 24) 岩野君夫, 伊藤俊彦, 長谷川恵美子, 高橋和弘, 高橋 仁, 中沢伸重, 醸協, 99, 55-63 (2004).
- 25) 岩野君夫, 幡宮顕仁, 中村拓郎, 伊藤俊彦, 中沢伸重, 渡辺誠衛, 麹抽出液培養における清酒酵母の選択的アミノ酸取り組み, 醸協, 99, 735-742 (2004).
- 26) 岩野君夫, 中沢伸重, 伊藤俊彦, 高橋 仁, 上原泰樹, 松永隆司, 清酒麹の酵素活性に及ぼす原料米タンパク質組成の影響, 醸協, 96, 857-862 (2001).
- 27) 岩野君夫, 中沢伸重, 伊藤俊彦, 松永隆司, 高橋 仁, 上原泰樹, 並行複発酵及び製生酒成分に及ぼす原料米のタンパク質組成の影響, 醸協, 97, 522-528 (2002).
- 28) 伊藤俊彦, 熊谷久夫, 高橋 仁, 佐藤 勉, 中沢伸重, 岩野君夫, 麹酵素による蒸米消化反応によって生成するアミノ酸について, 醸協, 104, 617-626 (2009).
- 29) 高橋 仁, 伊藤俊彦, 中沢伸重, 岩野君夫, 米タンパク質を基質とした清酒麹のペプチダーゼ総合活性の測定法, 醸協, 103, 638-645 (2008).
- 30) 高橋 仁, 伊藤俊彦, 佐藤 勉, 志賀拓也, 中沢伸重, 岩野君夫, 製麹における麹菌のタンパク質分解酵素生産に対する麹米と麹菌株の影響, 醸協, 103, 894-900 (2008).

(平成22年9月6日受理)