

## 研究論文

## 低たんぱく質米「愛知酒 128 号」の酒造特性について

伊東寛明\*1、伊藤彰敏\*1、三井俊\*2、筒井亜香音\*1

## Research on Sake Brewing Characteristics of “Aichi Sake 128”, Low-Protein Rice Cultivar

Hiroaki ITO\*1, Akitoshi ITO\*1, Shun MITSUI\*2 and Akane TSUTSUI\*1

Food Research Center\*1\*2

愛知県農業総合試験場らが育種した低たんぱく質米「愛知酒 128 号」を提供してもらい、食品工業センターで対照米「夢吟香」と比較しながら酒造特性調査を目的とした製麴試験及び清酒醸造試験を行った。製麴試験では、「愛知酒 128 号」を使用した麴は品温が緩やかに上昇したが、G/A(グルコアミラーゼ活性/ $\alpha$ -アミラーゼ活性)比は高かった。また、愛知県酵母 FIA3 を使用した総米 80kg の清酒醸造試験では、「愛知酒 128 号」を使用した清酒もろみの成分でアミノ酸度の低下が認められた。

## 1. はじめに

近年では、地産地消の米を利用した地域ブランド清酒が全国各地で造られるようになったが、軽快さを求める嗜好からアミノ酸の少ない清酒が望まれている<sup>1)</sup>。清酒のアミノ酸は旨味や濃醇さを与える成分であるが、多量に含まれていれば雑味を感じ<sup>2)</sup>、着色を進行させ、香味を劣化させる要因となる<sup>3)</sup>。

愛知県でも県産米を使用した地域ブランド清酒を造る取り組みが行われている。県産の酒米には「夢吟香」、「若水」、「夢山水」があり、それぞれ表 1 に示すような特徴がある。清酒の原料米は玄米たんぱく質含量 6~8%程度が望ましいが、栽培適正地が中山間地域の「夢山水」が 7%以下であるのに対し、平野部の「夢吟香」と「若水」は 8%程度であり高めである<sup>4)~6)</sup>。たんぱく質含量の高い米を使用すれば、清酒のアミノ酸は増加してしまう。今後、愛知地域ブランド清酒を創出していくにあたり、平野部の愛知県産米のたんぱく質含量の多さが課題となっている。

愛知県農業総合試験場では栽培適正地が平野部の低たんぱく質米「愛知酒 128 号」の育種を行っている。食品工業技術センター(以下センター)において、育種した米の一部を試料として提供してもらい、酒造特性の調査を実施した。なお、本試験は、試験米「愛知酒 128 号」に対し、対照米「夢吟香」を用いた。「夢吟香」は県内使用頻度が高い米であり、収穫期や栽培適正地が「愛知酒 128 号」と一致する。食品工業技術センターでは、この 2 つの米を用いて製麴試験や愛知県酵母 FIA3 における清酒醸造試験を行ったので報告する。

表 1 愛知県産米について

品種	愛知酒 128 号	夢吟香	若水	夢山水
栽培適正地	平野部	平野部	平野部	中山間地域
収穫期	晩生	晩生	中生	晩生
米質	硬い	やや硬い	軟らかい	硬い
外観	 試験米	 対照米		

## 2. 実験方法

## 2.1 原料米

令和元年度から令和 4 年度に収穫された「愛知酒 128 号」(愛知県農業総合試験場から試料提供)と「夢吟香」(常滑市産)を用いた。また、各種玄米試料は中野式醸造用精米機(新中野工業(株))を用いて精米歩合 50%まで搗精し、白米試料を調製した。

## 2.2 製麴試験

精米歩合 50%の各種白米試料について 10kg の麴箱を用いて製麴試験を行った。製麴には清酒用種麴である黒判もやし大吟醸((株)ピオック)を用い、その使用量は白米 10kg 当たり 3~5g とした。また、既報<sup>7)</sup>に従い、 $\alpha$ -A

\*1 食品工業技術センター 発酵バイオ技術室 \*2 食品工業技術センター 発酵バイオ技術室 (現産業振興課)

ミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ及び酸性プロテアーゼ活性を測定した。

### 2.3 清酒もろみ

精米歩合 50%の各種白米試料と愛知県酵母 FIA3 を使用し、表 2 に示す清酒仕込配合により総米 80kg の清酒醸造試験を行った。清酒もろみの日本酒度、酸度、アミノ酸度は、酒類総合研究所標準分析法<sup>8)</sup>に準じて測定した。アルコールはアルコメイト AL-2 型(理研計器(株)製)を用いて測定した。グルコース濃度はグルコース分析装置((株)エイアンドティー製)を使用して測定した。

### 2.4 生成酒の評価

清酒もろみを藪田式濾過圧搾機 66DS-20(藪田産業(株))で上槽した。生成酒は清酒もろみと同様に、アルコール、日本酒度、酸度、アミノ酸度、グルコース濃度を測定し、酒粕重量から粕歩合を求めた。生成酒の香気成分はヘッドスペース分析システム HS-20/GC-2010((株)島津製作所製)を用いて測定した。また、生成酒の遊離アミノ酸は超高速液体クロマトグラフ Nexera X2((株)島津製作所製)を用いて測定した。

表 2 清酒仕込配合について

	総米 (kg)	掛米 (kg)	麴米 (kg)	汲水 (L)
酒母	3	0	3	10
初添	12	8	3	13
仲添	23	18.5	4.5	30
留添	42	36.5	5.5	55
計	80	64	16	108

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 製麴特性について

精米歩合 50%の愛知県産米を用い、米の吸水量や種麴の種類及び使用量をそろえて製麴試験を行い、麴の品温経過を図 1 の(A)に示した。「愛知酒 128 号」麴は特に床もみから盛りまでの品温上昇が緩やかであり、蒸米表面の麴菌の増殖が遅いことが推察された。麴菌の増殖は接種量や白米成分などの製麴条件で変わるが<sup>9)</sup>、今回使用した「愛知酒 128 号」麴は蒸米にややベタつきがあるため、床もみの作業性も悪く、接種量が想定よりも少ない可能性があった。また、低たんぱく質米として育種された「愛知酒 128 号」には麴菌の増殖に必要な白米窒素分が少なかった。これらのことから、「愛知酒 128 号」は蒸米表面の麴菌の増殖が遅くなり、麴の品温が緩やかに上昇したと推察された。その後、米の吸水量、種麴の種類及び使用量は変えずに麴の品温をそろえるた

め、製麴環境における温湿度を各米で調整したところ、

図 1 の(B)のような品温経過が得られた。

また、麴の酵素活性を図 2 に示した。酸性プロテアーゼ活性、酸性カルボキシペプチダーゼ活性は同等であることから、麴の酵素によるアミノ酸生成能に差はないと考えられた。また、グルコアミラーゼ活性は同等であり、 $\alpha$ -アミラーゼ活性は「夢吟香」麴の方が高く、G/A 比は「愛知酒 128 号」麴の方が高かった。

グルコアミラーゼ活性が同等の場合、 $\alpha$ -アミラーゼ活性が低く、G/A 比の高い麴は清酒もろみ中のグルコース供給を促進させる<sup>10)</sup>。また、麴の G/A 比を上げるには接種量を減らし、高精白な米を使用するのが有効である<sup>11),12)</sup>。

このことから、「愛知酒 128 号」は蒸米のベタつきにより接種量が抑えられ、たんぱく質含量の低さから高精白米に近い成分構造をもつため、G/A 比の高い麴ができたと推測された。

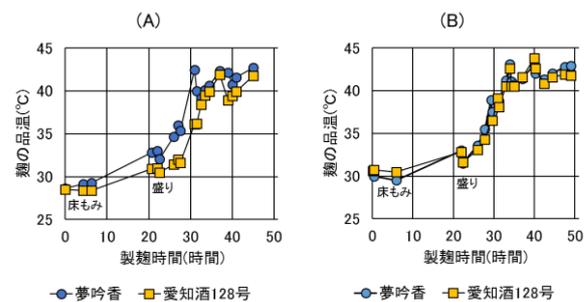


図 1 麴の品温経過 (A)調整前 (B)調整後

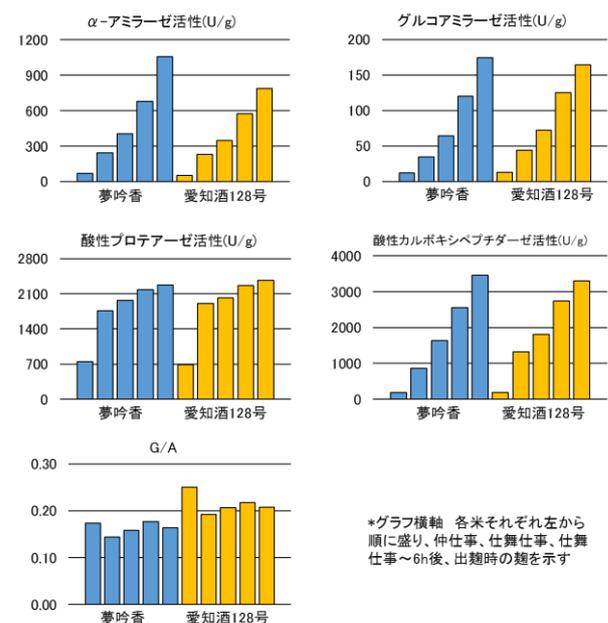


図 2 麴の酵素活性

### 3.2 清酒もろみについて

精米歩合 50%の愛知県産米を用い、グルコアミラーゼ活性、汲水などの仕込条件をそろえ、愛知県酵母 FIA3 を使用し、総米 80kg の清酒醸造試験を行い、清酒もろみの品温経過を図 3 に示した。品温経過はほぼ同様であり、最高温度はともに 11.5℃、もろみ日数は「夢吟香」仕込が 26 日、「愛知酒 128 号」仕込が 27 日であった。また、清酒もろみの分析結果を図 4 に示した。清酒もろみのアルコールや日本酒度、酸度、グルコース濃度は同等だが、アミノ酸度はもろみ日数とともに徐々に差が開いていき、「愛知酒 128 号」仕込の方が低く推移した。清酒のアミノ酸は蒸米のたんぱく質が麹の酵素で分解されることで生成されるため<sup>13)</sup>、「愛知酒 128 号」仕込のような低たんぱく質米ではアミノ酸度が低減する。また、もろみ末期に清酒酵母が死滅すると菌体内のアミノ酸が放出されて清酒のアミノ酸度が増加するが<sup>14)</sup>、今回の試験ではもろみ末期の急激なアミノ酸度の増加はみられなかったため、健全な発酵過程を経たと推測された。

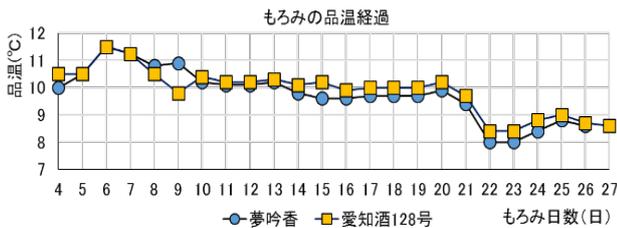


図 3 清酒もろみの品温経過

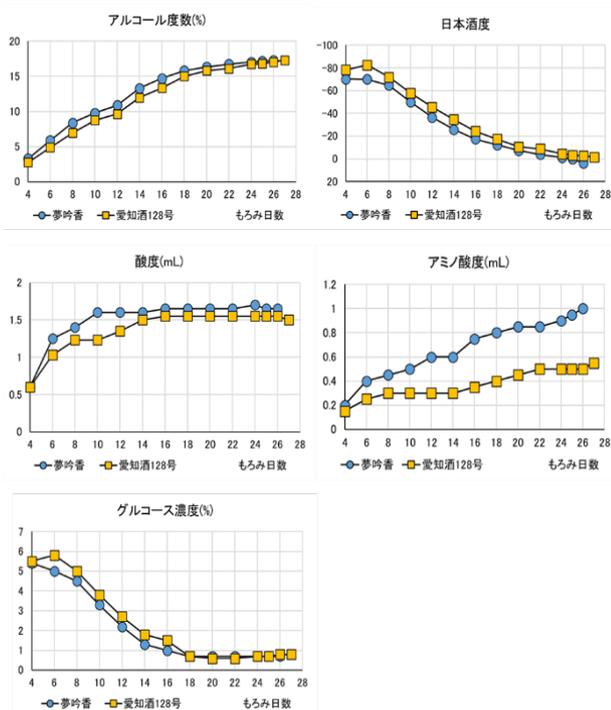


図 4 清酒もろみの分析結果

表 3 生成酒の分析結果 令和元年度~4 年度平均

使用酵母	FIA3		FIA3	
	夢吟香		愛知酒 128 号	
	精米歩合 50%		精米歩合 50%	
使用米	平均	標準偏差	平均	標準偏差
アルコール(%)	17.0	0.2	17.2	0.1
日本酒度	-3.1	1.5	-0.6	0.5
酸度(mL)	1.8	0.2	1.6	0.0
アミノ酸度(mL)	1.1	0.2	0.7	0.1
グルコース(%)	1.6	0.6	1.5	0.6
粕歩合(%)	30.7	4.0	31.1	1.9
カプロン酸エチル(ppm)	6.3	0.5	5.8	0.4
酢酸イソアミル(ppm)	3.1	0.8	2.6	0.5
イソアミルアルコール(ppm)	117.7	10.6	108.9	9.1
酢酸エチル(ppm)	55.5	6.1	55.8	6.1
アラニン(ppm)	155.7	31.9	117.2	19.5
アルギニン(ppm)	70.7	51.1	31.6	17.3
グルタミン酸(ppm)	105.5	22.4	64.6	12.4
アスパラギン酸(ppm)	38.8	6.3	21.6	3.4
新甘辛度	-0.2	0.6	-0.1	0.5
濃淡指数	7.3	1.1	6.3	1.1

### 3.3 生成酒について

清酒もろみを濾過して得た生成酒の成分分析、香気成分分析、遊離アミノ酸分析の結果を表 3 に示した。

アルコールやグルコース濃度、酸度、粕歩合はほぼ同等であった。日本酒度は「愛知酒 128 号」酒の方が高く、压榨機での作業上、もろみ日数が 1 日程度延びたことが要因であると考えられた。アミノ酸度は「愛知酒 128 号」酒の方が低く出ており、低たんぱく質米の効果が現れた。

香気成分であるカプロン酸エチル、酢酸イソアミル、イソアミルアルコール、酢酸エチルはほぼ同等であった。愛知県酵母 FIA3 では酢酸イソアミルよりもカプロン酸エチルが 2 倍多く生成されるが<sup>15)</sup>、本試験ではカプロン酸エチルは 6ppm 程度、酢酸イソアミルは 3ppm 程度であった。

遊離アミノ酸アラニン、アルギニン、グルタミン酸、アスパラギン酸の含有量はいずれも「愛知酒 128 号」酒の方が少なかった。これらは清酒の呈味性に影響するアミノ酸であり、アラニンは旨味や甘味、アルギニンは苦味、グルタミン酸とアスパラギン酸は渋味や酸味を与えることで知られている<sup>16)</sup>。「愛知酒 128 号」酒はアラニンが 2~3 割程度低いいためアミノ酸由来の旨味や甘味は

控えめであり、アルギニンやアスパラギン酸、グルタミン酸は4~6割程度低いいため苦味や渋味、酸味が抑えられると推察された。

清酒における新甘辛度は甘さや辛さ、濃淡指数は味のやわらかさやキレの良さを表す<sup>17),18)</sup>。生成酒の新甘辛度はほぼ同等だが、濃淡指数は「愛知酒128号」酒の方が低いため、キレのある味わいであることが推測された。

また、生成酒の官能試験を実施し、経験者3名で3点法による総合的評価を行ったところ、「夢吟香」酒が2.0点であるのに対し、「愛知酒128号」酒が1.8点であり、やや良い結果となった。

#### 4. 結び

試験米「愛知酒128号」と対照米「夢吟香」を用いて、精米歩合50%の製麹試験及び愛知県酵母FIA3を使用した総米80kgの清酒醸造試験を行ったところ、「愛知酒128号」について以下のような特性が明らかとなった。

製麹時は床もみから盛りにかけて品温上昇が緩やかであり、蒸米表面の麹菌の増殖が遅いことが予想された。その要因として、蒸米のベタつきにより麹菌の接種量が想定より少なかったこと、低たんぱく質米であるため麹菌が増殖に要する窒素分が少なかったことなどが考えられた。麹の品温上昇は温湿度の操作を適切に行うことにより、ある程度の調整は可能であり、2つの麹の品温経過をほぼ揃えることができた。麹の酵素活性は $\alpha$ -アミラーゼ活性が低く、G/Aが高かった。

清酒もろみはアミノ酸度が低く推移した。また、生成酒のアルコール、日本酒度、グルコース濃度、酸度などに大きな差はみられなかったが、アミノ酸度は低下した。遊離アミノ酸を調べたところ、アラニン、アルギニン、グルタミン酸、アスパラギン酸の含有量は低かった。これらのアミノ酸は清酒の旨味、甘味、苦味、渋味、酸味を与えるため、雑味は少なく、軽快な味わいになることが予想された。

#### 謝辞

本研究の実施に当たり、試料提供にご協力いただいた愛知県農業総合試験場作物研究室の皆様にお礼申し上げます。

#### 文献

- 1) 秋山裕一: 日本醸造協会雑誌, **77**(1), 57(1982)
- 2) 鈴木昭紀, 丸山新次, 斎藤和夫: 日本醸造協会雑誌, **74**(9), 596(1974)
- 3) 佐藤信, 大場俊輝, 高橋康次郎, 杉谷守: 日本醸造協会雑誌, **73**(6), 473(1978)
- 4) 小出俊則, 伊藤和久, 高松美智則: 愛知県農業総合試験場研究報告, **27**, 41(1995)
- 5) 加藤満, 杉浦直樹, 辻孝子, 中村充, 城田雅毅, 加藤恭宏, 船生岳人, 工藤悟, 加藤博美, 澤田恭彦, 鈴木敏夫, 釋一郎, 井上正勝, 山本晃司, 伊藤彰敏: 愛知県農業総合試験場研究報告, **43**, 17(2011)
- 6) 杉浦和彦, 大竹敏也, 林元樹, 工藤悟: 愛知県農業総合試験場研究報告, **33**, 49(2001)
- 7) 伊藤彰敏, 中林柚佳, 西田淑男: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **11**, 146(2022)
- 8) 酒類総合研究所: 酒類総合研究所標準分析法, <https://www.nrib.go.jp/bun/nribanalysis.html>, (2023/8/2)
- 9) 菅間誠之助, 岡崎直人: 日本醸造協会雑誌, **77**(3), 145(1982)
- 10) 岩野君夫, 風間敬夫, 布川弥太郎: 日本醸造協会雑誌, **71**(5), 383(1976)
- 11) 深谷伊和男, 伊藤欣哉, 豊田哲也: 愛知食品工業試験所, **27**,1(1987)
- 12) 深谷伊和男, 水野正裕, 大島克己: 愛知食品工業試験所, **28**,1(1988)
- 13) 財団法人日本醸造協会: 増補改訂清酒製造技術, 131(1998), 財団法人日本醸造協会
- 14) 原昌道, 小幡孝之: 日本醸造協会雑誌, **72**(7), 530(1977)
- 15) 伊藤彰敏: 日本醸造協会誌, **115**(1), 2(2020)
- 16) 岩野君夫, 高橋和弘, 伊藤俊彦, 中沢伸重: 日本醸造協会誌, **99**(9), 659(2004)
- 17) 宇都宮仁, 磯谷敦子, 岩田博: 日本醸造協会誌, **99**(12), 882(2004)
- 18) 宮崎県酒造組合: 宮崎県における日本酒の商品情報提供への取組について, [https://miyagisake.jp/pdf/s\\_hohinjoho.pdf](https://miyagisake.jp/pdf/s_hohinjoho.pdf), (2023/8/2)