

【研究報告】

【令和元年度～令和3年度 県単独試験研究】

宮城マイ酵母保存株の特性評価 — 清酒製造技術の高度化 —

吉村 緑, 奥原 秀樹^{*1}, 橋本 建哉^{*2}
食品バイオ技術部, ^{*1}株式会社平孝酒造
(^{*2}現 食産業振興課)

宮城県産業技術総合センターの保有する清酒酵母の優良かつ特徴的な性質の安定維持と保存を目的として、純米酒製造用として普及している宮城マイ酵母泡なし株の特性評価を行った。

親株である宮城マイ酵母(MY-3102株)を対照株とし、同株の泡なし株候補として保有していた60株について総米200g, 4kgの小仕込試験を実施し、その発酵経過や製成酒の成分分析結果により、宮城マイ酵母の低温発酵性ほか優れた特徴を備え、かつ、高泡形成が抑えられた実用候補株を選抜した。さらに実醸造試験においても安定した発酵性を示し、宮城マイ酵母泡なし株として実用上問題ないことが示された。

キーワード：清酒, 清酒酵母, 宮城マイ酵母, 泡なし酵母, 高泡非形成

1 緒言

宮城マイ酵母(MY-3102株)は宮城の純米酒造りに適した酵母として、平成12年に宮城県酒造組合と宮城県産業技術総合センターが共同開発した酵母である。低温で良く発酵し、アルコール耐性に優れ、もろみ後半まで良好な発酵経過を維持し、有機酸の生成が少なく製成酒の酸味がやわらかになるという特徴を持つ。

開発当初の宮城マイ酵母は高泡形成能を有する酵母であったため、Froth flotation法¹⁾によって育種した高泡を形成しない宮城マイ酵母泡なし株(MY-3227株)が平成16年に実用化され²⁾、宮城県内の酒造メーカーに広く普及し、今日まで10年以上使用されてきた。

本研究では、優れた特徴を持つ宮城マイ酵母を今後も長く酒造メーカーへ安定して提供可能とすることを目的とし、宮城マイ酵母保存株の特性評価を行った。

2 実験方法

当センターでは、平成26年～30年に配布していたMY-3227株を6株、同株開発時に共に取得した株MY-3201株～MY-3255株を54株保有している。

この計60株の中から宮城マイ酵母として特に優れた性質を維持し、かつ宮城マイ酵母泡なし株として実用に適したものを小仕込試験および実醸造試験により選抜することとした。

2.1 総米200g小仕込試験

前述の60株について、総米200g小仕込試験を実施した。対照としてMY-3102株を同時に仕込んだ。試験は2段階で行い、まず60株から10株程度を選抜しこれを選抜株とし、さらに選抜株について同条件で小仕込試験を行った。小仕込試験に使用する酵母の培養には麴エキス培地を使用した。麴エキス培地は、米麴1kgに対し水4L, 塩化カルシウム0.3g, リン酸二水素カリウム3g, 硫酸マグネシウム七水和物1.2gを加えて65℃, 約20時間糖化し、ろ過後に加水してポーメ6.0まで希釈した後、乳酸を用いてpH4.0に調製した。

小仕込試験は難波ら³⁾の方法に準じて行った。蒸米、麴に換えて α 米、乾燥麴を使用し、仕込配合は表1の通りとした。汲水歩合を130%とし、 α 米については重量の30%、乾燥麴については重量の20%分の補水をそれぞれの仕込時に行った。前日水麴法による酵母仕込にて仕込み、ポーメ6.0, pH4.0の麴エキス培地で20℃, 7日間培養した酵母培養液を10mL添加した。もろみ管理は炭酸ガス減少によるもろみの減量を指標とし、減量が60gに達したものを遠心分離で上槽した。

表1 総米200g小仕込試験の仕込配合

| | 水麴 | 添 | 仲 | 留 | 計 |
|--------|----|----|----|-----|-----|
| 総米(g) | 10 | 25 | 65 | 100 | 200 |
| 掛米(g) | 0 | 25 | 55 | 80 | 160 |
| 麴米(g) | 10 | 0 | 10 | 20 | 40 |
| 汲水(mL) | 55 | 0 | 75 | 130 | 260 |

※水麴時の汲水は酵母培養液10mLを含む

2.2 総米4kg小仕込試験

総米200g小仕込試験にて選抜した株について、総米4kg小仕込試験を実施した。原料米は精米歩合50%の蔵の華を使用し、仕込配合は表2の通りとした。

留仕込までの汲水歩合を130%、もろみ序盤に追水を2回行い総汲水歩合140%とした。もろみ管理については成分分析を1~2日おきに行い、アルコール分18%を目安に上槽した。

表2 総米4kg小仕込試験の仕込配合

| | 水麴 | 添 | 仲 | 留 | 追水 | 計 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 総米(kg) | 0.2 | 0.5 | 1.3 | 2.0 | | 4.0 |
| 掛米(kg) | 0.0 | 0.5 | 1.1 | 1.6 | | 3.2 |
| 麴米(kg) | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | | 0.8 |
| 汲水(L) | 1.1 | 0.0 | 1.5 | 2.6 | 0.4 | 5.6 |

※水麴時の汲水は酵母培養液0.2Lを含む

2.3 実醸造試験

総米4kg小仕込試験にて選抜した株について、総米1,700kgの純米酒の実醸造試験を実施した。原料米は精米歩合60%の山田錦を使用した。留仕込時までの仕込配合は表3の通りとし、上槽の際にアルコール濃度が18%を超えないようにする目的で、これに加えMY-3102株のもろみで計120L、MY-3216株のもろみで計205Lをそれぞれ追水した。

表3 実醸造試験の仕込配合

| | 酒母 | 添 | 仲 | 留 | 計 |
|--------|-----|-----|-----|------|------|
| 総米(kg) | 90 | 250 | 480 | 880 | 1700 |
| 掛米(kg) | 60 | 170 | 380 | 720 | 1330 |
| 麴米(kg) | 30 | 80 | 100 | 160 | 370 |
| 汲水(L) | 100 | 200 | 610 | 1330 | 2240 |

2.4 成分分析

もろみろ液や上槽後の醸成酒の成分分析は国税庁所定分析法⁴⁾に準じて行った。グルコース濃度は簡易グルコース測定器Gluco Jr.((株)バイオット)及びグルコースCII-テストワコー(富士フィルム和光純薬(株))を用いて測定した。醸成酒の香り成分は(株)島津製作所製ガスクロマトグラフNexis GC-2030(カラム:DB-WAX, キャリアガス:N₂)及びヘッドスペースサンブラHS-20を用いて行い、成分の定量は内部標準法に従った。内部標準液として*n*-アミルアルコールを用いた。

3 実験結果及び考察

3.1 総米200g小仕込試験

いずれの株も発酵の全期間を通じて高泡は形成しなかった。対照株MY-3102株のもろみ日数は20~21日であったのに対し、MY-3227株の保存株6株は24~26日と、発酵速度が遅かった。保有する60株のうち、MY-3102株と比較して発酵速度が同等または速く、かつ酸度、アミノ酸度が同等または低いものを基準として、8株選抜した(データ非掲載)。

次にこの8株について同条件で小仕込試験を実施した(表4)。MY-3102株と比較して発酵速度が同等であったのはMY-3207株とMY-3216株の2株であった。この2株は酸度もMY-3102株より低く、アミノ酸度は同等の値であった。この結果より、MY-3207株とMY-3216株の2株を選抜し候補株とし、総米4kg小仕込試験に供することとした。

3.2 総米4kg小仕込試験

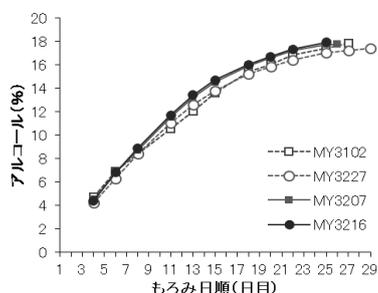
候補株であるMY-3207株及びMY-3216株について、総米4kg小仕込試験を実施した。もろみの成分の推移について、もろみ日数は対照株であるMY-3102株が27日、MY-3227株が29日、候補株であるMY-3207株が26日、MY-3216株が25日となり、候補株2株がMY-3102株より1~2日先行した(図1a)。候補株2株とも酸度は低く推移した(図1b)。アミノ酸度の推移はほぼ同等であったが、MY-3207株は他と比較して上槽直前にアミノ酸度が少し上昇した(図1c)。もろみの酵母密度は候補株2株ともMY-3102株と同等で 2.2×10^8 cells/mL程度であった。もろみ末期における酵母の生存率はMY-3207株が95%を下回り、特にもろみのアルコール分が17%を超え

表4 総米200g小仕込試験(2段階目)の製成酒の成分

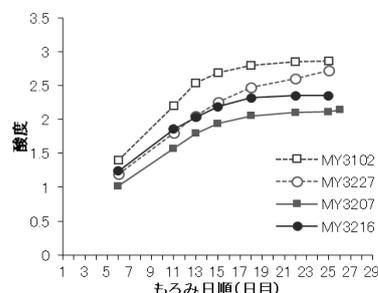
| | 菌株 | もろみ日数 (日) | アルコール (%) | 日本酒度 | 酸度 | アミノ酸度 | グルコース (%) |
|-----|---------|--------------|--------------|-------|------|-------|--------------|
| 対照株 | MY-3102 | 20 | 18.8 | -1.18 | 2.78 | 1.37 | 1.42 |
| | MY-3227 | 24 | 18.9 | -4.12 | 2.74 | 1.50 | 1.90 |
| 候補株 | MY-3207 | 20 | 19.0 | -0.83 | 2.41 | 1.40 | 1.50 |
| | MY-3216 | 20 | 19.1 | -0.37 | 2.50 | 1.30 | 1.47 |
| | MY-3226 | 23 | 18.6 | -5.27 | 2.76 | 1.39 | 2.11 |
| | MY-3231 | 22 | 18.8 | -4.20 | 2.49 | 1.38 | 1.87 |
| | MY-3241 | 22 | 19.0 | -1.28 | 2.60 | 1.45 | 1.62 |
| | MY-3242 | 23 | 18.7 | -4.91 | 2.88 | 1.41 | 2.04 |
| | MY-3251 | 24 | 18.8 | -4.02 | 2.74 | 1.46 | 2.10 |
| | MY-3254 | 27 | 18.9 | -5.00 | 2.68 | 1.59 | 2.19 |

表5 総米4kg小仕込試験の製成酒の成分

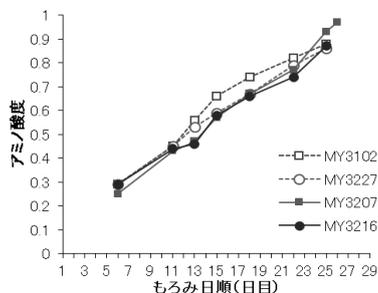
| 菌株 | もろみ日数 (日) | アルコール (%) | 日本酒度 | 酸度 | アミノ酸度 | グルコース (%) | 酢酸エチル (ppm) | イソブチル アルコール (ppm) | 酢酸 イソアミル (ppm) | イソアミル アルコール (ppm) | カブロン酸 エチル (ppm) |
|---------|--------------|--------------|-------|------|-------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| MY-3102 | 27 | 18.1 | +4.00 | 2.92 | 0.99 | 0.71 | 64.83 | 66.42 | 2.25 | 145.87 | 0.88 |
| MY-3227 | 29 | 17.7 | -3.72 | 2.81 | 0.97 | 1.18 | 97.17 | 70.96 | 3.16 | 151.32 | 1.02 |
| MY-3207 | 26 | 17.9 | -2.10 | 2.18 | 1.02 | 1.03 | 91.07 | 67.24 | 3.64 | 160.85 | 1.06 |
| MY-3216 | 25 | 18.0 | +1.12 | 2.40 | 0.91 | 0.80 | 96.10 | 68.59 | 3.27 | 153.35 | 0.78 |



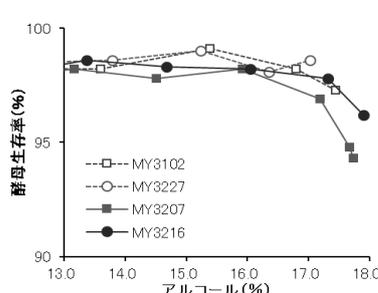
(a) アルコール分



(b) 酸度



(c) アミノ酸度



(d) アルコール分に対する酵母生存率

図1 総米4kg小仕込試験におけるもろみ成分の推移

た場合に、他の3株に比べ生存率の低下が顕著であった。MY-3216株のアルコール分に対する酵母生存率の

推移はMY-3102株と同等であった(図1d)。製成酒の成分(表5)を対照株MY-3102株と比較すると、酸度は候補2株とも低く、MY-3207株がより低かった。アミノ酸度はMY-3207株がMY-3102株と同程度、MY-3216株はやや低く、香气成分も同等であった。

候補株MY-3207株とMY-3216株を比較すると、製成酒の酸度はMY-3207株の方がより低いものの、対照株2株と比較するとMY-3216株も酸度が低く、宮城マイ酵母泡なし株として十分な値であった。一方で、もろみ末期における酵母生存率はMY-3207株の方が低く、MY-3207株においてもろみ末期にアミノ酸度がやや上昇したのは酵母の死滅が影響したと考えられた。もろみ末期で酵母が死滅すると、酵母の自己消化により細胞内容物が漏出し、雑味や貯蔵中の老香生成の一因となるため、もろみ末期での酵母生存率がより高いMY-3216株の方がより実用に適していると考えられた。

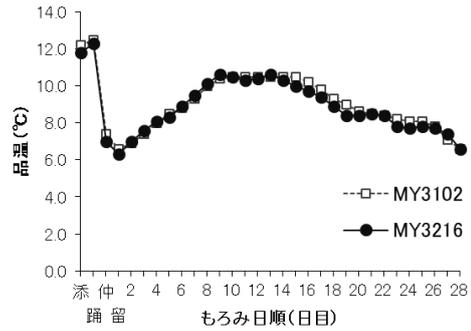
以上の結果より、もろみの発酵が安定しており酸度、アミノ酸度が低く、もろみ末期での酵母生存率が高いMY-3216株を実用候補株とした。

3.3 実醸造試験

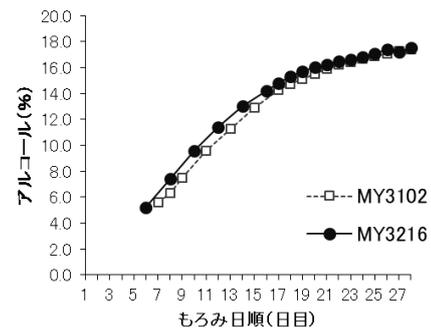
実用候補株MY-3216株と対照株MY-3102株について、総米1,700kgの実醸造試験を実施した。最高品温は10.5℃程度とし、実用候補株及び対照株ともほぼ同様の品温推移にて管理した。もろみ日数はどちらも28日となった。MY-3216株のもろみについては、もろみ全期間において高泡の形成は見られなかった。MY-3102株と比較すると、アルコール分についてはもろみ期間前半でMY-3216株がやや先行し、もろみ期間を通して酸度は同等からやや低め、アミノ酸度はやや低めに推移した(図2)。もろみの酵母密度はどちらも $2.2\sim 2.3\times 10^8$ cells/mL程度で推移し、もろみ末期における酵母の生存率は共に97%程度であった。アミノ酸度の推移についても、本試験のアルコール濃度18%を超さない条件においては、もろみ末期において酵母の死滅によるアミノ酸度の上昇は観察されず、安定した発酵性を示した。

製成酒の成分としては、アルコール分は同等で、酸度、アミノ酸度ともにやや低くなった。また、香气成分に大きな問題はみられなかった(表6)。

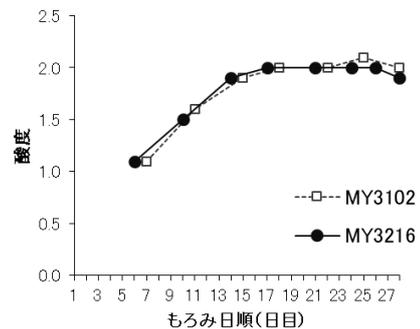
以上の結果より、実醸造試験においても実用上問題ないことが示された。



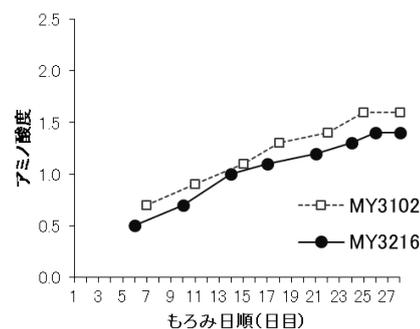
(a) 品温経過



(b) アルコール分



(c) 酸度



(d) アミノ酸度

図2 実醸造試験におけるもろみ成分の推移

表6 実醸造試験の製成酒の成分

| 菌株 | もろみ日数 (日) | アルコール (%) | 日本酒度 | 酸度 | アミノ酸度 | グルコース (%) | イソブチル | | 酢酸 | イソアミル | カプロン酸 |
|---------|--------------|--------------|-------|------|-------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | | | | | | | 酢酸エチル (ppm) | アルコール (ppm) | イソアミル (ppm) | アルコール (ppm) | エチル (ppm) |
| MY-3102 | 28 | 17.6 | +2.07 | 2.12 | 1.58 | 1.70 | 86.70 | 80.66 | 3.67 | 176.31 | 1.02 |
| MY-3216 | 28 | 17.7 | +2.00 | 1.99 | 1.45 | 1.41 | 92.88 | 81.71 | 2.94 | 163.81 | 0.98 |

4 結言

平成26年～平成30年に配布していたMY-3227株と、同株開発時に泡なし候補株として共に取得したMY-3201株～MY-3255株の計60株について小仕込試験を実施し、実醸造試験を経て、MY-3216株を選抜した。MY-3216株はもろみ全期間を通して泡なしの形質であり、低温発酵性が良好で、酸度やアミノ酸度が低い傾向がみられ、宮城マイ酵母の優れた特徴を有することが示された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、宮城県酒造組合及び加盟企業の皆さまにご助言、ご協力をいただきました。また、本研究の実醸造試験は(株)平孝酒造との共同研究として実施されました。

記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 布川 弥太郎, 堀越 直樹, 大内 弘造. *Saccharomyces*属酵母菌細胞のFroth Flotationと実用的分類との関係について. 日本醸造協会誌. 1972, 67(11), p. 968-971
- 2) 小山誠司, 橋本建哉, 関東宣道, 伊藤謙治. 清酒酵母・宮城マイ酵母の高泡非形成化. 東北農業研究. 2004, 57, p. 263-264.
- 3) 難波康之祐, 小幡孝之, 萱島進, 山崎与四良, 村上光彦, 下田高久. 小仕込試験法の設定. 日本醸造協会誌. 1978, 73(4), p. 295-300.
- 4) 国税庁. 国税庁所定分析法(令和2年6月24日付一部改正)