

適切な上槽時期の判断による県産酒の高品質化（第2報）

—ジアセチルの発生抑制に関する検討—

Qualitative improvement of Sake through Appropriate Press Timing Decision (2nd report)

- Investigation on suppression of diacetyl generation -

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 高橋 亮 中島奈津子 齋藤嵩典

上槽時期が要因で生成するとされているオフフレーバーの抑制のため、適切な上槽時期の判断条件とその数値的管理指標を明らかにすることを目的に、早期上槽の課題であるジアセチル発生抑制について検討した。その結果、県内酒造場で使用される主要な酵母6種類についてジアセチルやピルビン酸の生成経過を把握した。ジアセチルは終始糖化よりも発酵が優勢となる短期醗よりも、糖化と発酵のバランスが理想的といえる最高 BMD50 程度から以降発酵が優勢となるやや短期醗の経過の方が高生成されやすいことが示唆された。

Key words: 清酒、オフフレーバー、ジアセチル、ピルビン酸

1. 緒言

先の研究課題¹⁾において実施した市販酒調査の結果、県産酒の全体的な品質向上にはオフフレーバー（不快臭）の改善が必須であることがわかった。オフフレーバーは上槽時期が要因で生成されるものがあり、上槽が遅い場合は劣化臭（老香（DMTS）、脂肪酸臭等）が、早い場合はジアセチル臭が問題となる。上槽が遅くても早くてもオフフレーバーが生成する可能性があり、その判断は経験に頼る部分も多いことから、業界からは上槽時期の判断に用いる具体的な指標の設定が求められている。そこで、本研究ではオフフレーバーの生成を抑える適切な上槽時期の判断条件とその数値的管理指標を明らかにすることを目的に、早期上槽の課題であるジアセチルの抑制について検討した。

ジアセチルは清酒の代表的なオフフレーバーであり発酵バターやヨーグルト様のおいしさを呈する²⁾。清酒もろみ中では分岐アミノ酸合成系によりピルビン酸から α -アセト乳酸を経て生成するとされている³⁾。発酵が未熟でピルビン酸濃度が高いもろみを上槽すると、ジアセチルの前駆物質である α -アセト乳酸が多く残存しジアセチルが生成することが知られている⁴⁾。

前報⁵⁾では県内酒造場で広く使用されている福島県オリジナル酵母「F7-01」（うつくしま夢酵母）、「901-A113」（うつくしま煌酵母）を用いた試験醸造によりジアセチル生成経過を把握し、ジアセチル濃度は使用酵母の種類により異なることが確認された。また、もろみ後半の温度条件の影響は少ないことが確認された。さらにピルビン酸濃度 150[ppm]以下での上槽はジアセチルの検知閾値 83[ppb]⁶⁾を十分に下回り、早期上槽の指標となり得ることが明らかとなった。そこで、県内の主要な使用酵母6種類について小仕込み試験を行い、ジアセチルやピルビン酸等の生成経過を把握した。

2. 実験

2. 1. 試験醸造

麴米は福島県産「福乃香」を、掛米は兵庫県産「山田錦」を使用し、精米機（(株)サタケ EDB15A）を用い「福乃香」は精米歩合 40[%]、「山田錦」は精米歩合 60[%]まで精米し、総米 3[kg]の醸造試験を行った。醗末期まで酵母活性を維持するため、留時の汲水歩合を 165[%]とした。表 1 に仕込み配合を示す。麴は天幕法にて製麴した。酵母は県オリジナル酵母である「701-g31」、「701-15」、「901-A113」、「F7-01」、「TM-1」、および醸造協会酵母である「K-901」の合計6種類を使用した。表 2 に供試菌株を示す。仕込みは酒母省略の3段仕込みで行い、最高品温 11[°C]程度の一般的な吟醸造りの経過とし、インキュベーターにて品温管理して同一経過とした。なお、セルレニン耐性を有するカブロン酸エチル高生産酵母であり、発酵が緩慢だと想定された「701-g31」および「701-15」は最終アルコール濃度 15[%]以上かつ醗日数が 30 日以内となるよう品温管理を行った。

表 1 仕込み配合

	添	仲	留	合計
総米(g)	500	1000	1500	3000
掛米(g)	350	800	1250	2400
麴米(g)	150	200	250	600
汲み水(ml)	750	1500	2700	4950
乳酸(ml)	3.3			
培養酵母(ml)	100			

表 2 供試菌株

	701-g31
	701-15
県オリジナル酵母	901-A113
	F7-01
	TM-1
日本醸造協会酵母	K-901

2. 2. 分析方法

アルコールはSD式迅速アルコール測定システム(京都電子工業(株))を用い、国税庁所定分析法⁷⁾にて測定した。ジアセチルは恒温槽にて67[°C]、120分間加熱し、残存する α -アセト乳酸をジアセチルに強制的に分解した試料をShinwa DS-DA(信和化工(株))にて誘導体化後にガスクロマトグラフィー(アジレント・テクノロジー(株)7890B)にて測定した。ピルビン酸は乳酸脱水素酵素を用いた酵素法にて測定した。

3. 結果と考察

試験醸造の分析結果を図1～6に示す。

BMDは醪のボーメ(比重)と醪日数を乗じた値であり、菌株以外の条件が同一の場合はピークが低く値の減少が早いほど発酵経過が早く発酵力が強いことを示している。酵母種類別の発酵力は「901-A113」が最も強く、次いで「K-901」、「F7-01」、「TM-1」の3株が同程度、次いで「701-15」、最も弱いのが「701-g31」となり、品温管理を同一としたことにより酵母の発酵力の差がBMD経過に大きく表れた結果となった(図1)。なお、同一品温管理のため「701-g31」および「701-15」以外の酵母は短期醪となった。

ピルビン酸濃度経過については「K-901」、「F7-01」、「TM-1」のように発酵力が強く短期醪となった酵母ほど醪前半の値の上昇が遅く、ピークが醪後半となる傾向がみられた。一方、「901-A113」は発酵力が最も強いが、ピルビン酸は醪初期から高く、他の酵母と異なる傾向となった(図2)。

アルコール濃度とピルビン酸濃度の関係では多くの酵母でアルコール13[%]程度からピルビン酸は漸減した。「F7-01」、「901-A113」は前報⁵⁾と比較して10日間ほど短い醪期間のため醪後半でも発酵が旺盛な影響もあり、アルコール濃度15[%]時でのピルビン酸濃度は「F7-01」が約170[ppm]、「901-A113」が約200[ppm]となり、ともに約40[ppm]高い値となった(図3)。上槽時期の目安であるアルコール15[%]台でもピルビン酸は高く残存した。

ジアセチル濃度経過については、本試験では汲水歩合を165[%]として発酵を優勢とすることで醪末期までピルビン酸が残存し、ジアセチルが高生成されると予想された。しかし、「701-15」以外の酵母はジアセチルの検知閾値である83[ppb]を下回り低値で推移した(図4)。ジアセチル濃度の最大値は前報⁵⁾では「F7-01」が12日目まで75[ppb]、「901-A113」が14日目まで119[ppb]であったが、本試験では「F7-01」が6日目まで57[ppb]、「901-A113」が4日目まで60[ppb]となり、その後急減して10日目以降は20[ppb]以下で推移した。唯一ジアセチル濃度が高かった「701-15」は最高BMDが50と理想的な糖化と発酵のバランスであったが(図

1)、その後は発酵が優勢となりBMD減少が通常より早く、「やや短期醪」となる経過であった。ジアセチル濃度の低い経過の多くは終始、糖化よりも発酵が優勢となる「短期醪」、または「701-g31」のように発酵が緩慢で終始BMD減少が遅く糖化が優勢となる「長期醪」であった。ジアセチルは、終始糖化より発酵が優勢となる「短期醪」よりも、糖化と発酵のバランスが理想的な最高BMD50程度から以降に発酵が優勢となる、「やや短期醪」の経過の方が生成されやすいことが示唆された。なお前報⁵⁾と同様に、上槽時期の目安であるアルコール濃度15[%]以降、あるいはピルビン酸濃度150[ppm]以下で、ジアセチルは検知閾値83[ppb]を十分に下回る結果となった(図5、図6)。

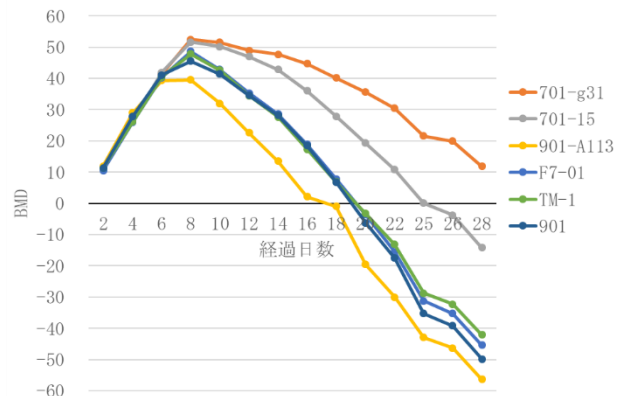


図1 酵母別の醪のBMD経過

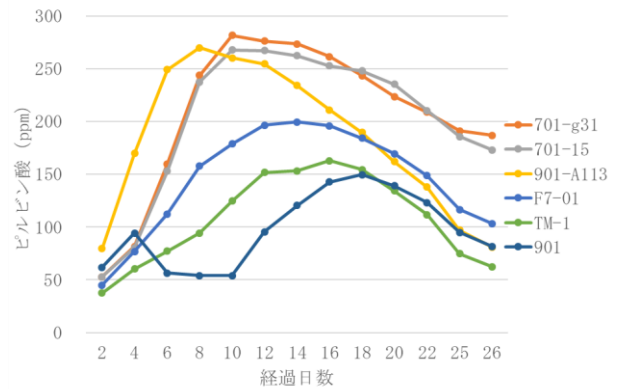


図2 酵母別の醪のピルビン酸濃度経過

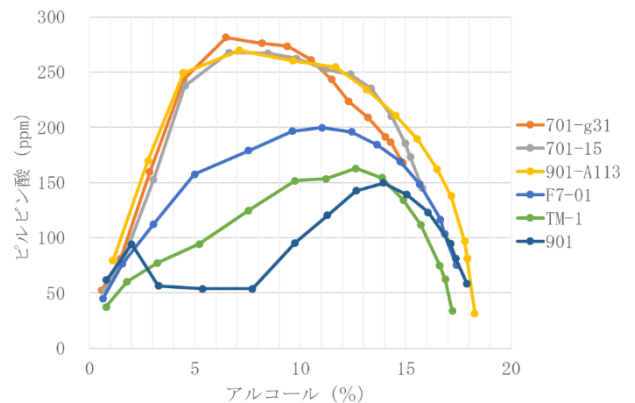


図3 アルコール濃度とピルビン酸濃度の関係

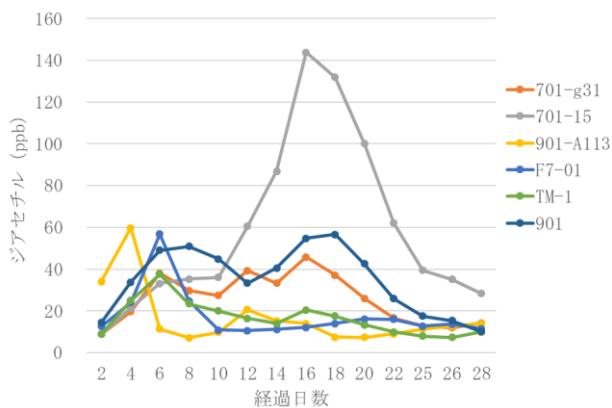


図4 酵母別の醪のジアセチル濃度経過

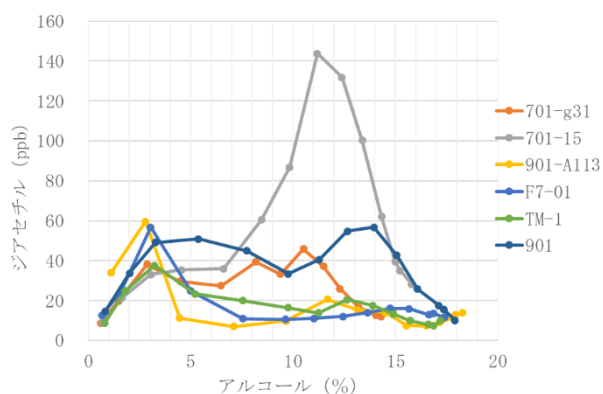


図5 アルコール濃度とジアセチル濃度の関係

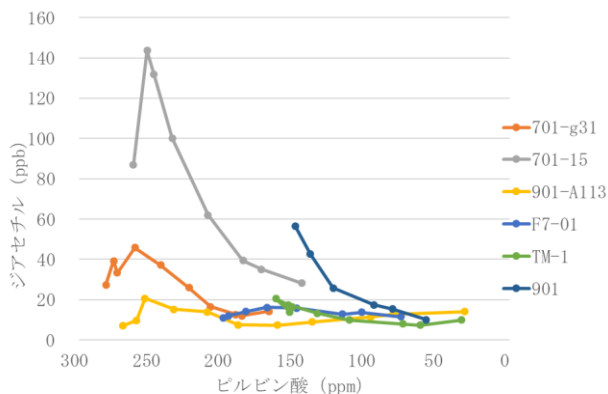


図6 ピルビン酸濃度とジアセチル濃度の関係

4. 結言

ピルビン酸濃度経過については、発酵力が強く「短期醪」となった酵母ほど醪前半の値の上昇が遅く、ピークが醪の後半となる傾向がみられた。一方、「901-A113」は発酵力が最も強いが、ピルビン酸濃度は醪初期から高く、他の酵母と異なる傾向となった。

ジアセチル濃度経過については、本試験では汲水歩合を 165[%]として発酵を優勢とすることで醪末期までピルビン酸が残存し、ジアセチルが高生成されると予想された。しかし、「701-15」以外の酵母はジアセチ

ルの検知閾値である 83[ppb]を下回り醪期間中、低値のまま推移した。ジアセチルは、終始糖化より発酵が優勢となる「短期醪」よりも、糖化と発酵のバランスが理想的な最高 BMD50 程度から以降に発酵が優勢となる「やや短期醪」の経過の方が高生成されやすいことが示唆された。

参考文献

- 1) 中島奈津子ほか. 福島県オリジナル清酒製造技術の開発 (第3報). 平成30年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2019, p. 103-106.
- 2) 独立行政法人酒類総合研究所. 清酒の由来とその由来について. <https://www.nrib.go.jp/data/pdf/seikoumisan.pdf>, 参照日 2021. 4. 9
- 3) 小林健. 清酒中のジアセチル生成について. 日本醸造協会, 2003, 第98巻, 第1号, p. 46-48
- 4) 伊藤和樹ほか. もろみ中のピルビン酸濃度を指標とした発酵管理. J. Brew. Soc. Japan. Vol. 102, No. 4, p. 309-313 (2007)
- 5) 高橋亮ほか. 適切な上槽時期の判断による県産酒の高品質化 (第1報). 令和2年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2021, p. 59-62.
- 6) 宇都宮仁ほか. 清酒に添加した匂い物質の閾値. J. Brew. Soc. Japan. Vol. 99, No. 9, p. 652-658 (2004)
- 7) 財団法人日本醸造協会注解編集委員会編. 第四回改正国税庁所定分析法注解. 第四版, 財団法人日本醸造協会, 2006