

適切な上槽時期の判断による県産酒の高品質化（第1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 (1st 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 松本大志 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を行うこととした。その結果、ジアセチル濃度は酵母の種類の影響が大きく、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。ビルビン酸濃度150[ppm]以下での上槽が早期上槽の指標となり得ることが示唆された。

Key words: 清酒、オフフレーバー、ジアセチル、ビルビン酸

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、早すぎる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ビルビン酸から α -アセト乳酸を経てジアセチルが生成するとされている³⁾。発酵が未熟でビ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⁾。早期上槽条件を検討するにあたり、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）を用いて試験醸造によりジアセチル生成経過を把握した。さらに、もろみ後半の温度条件が上槽後のジアセチル生成濃度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験

2. 1. 試験醸造

麴米、掛米ともに2019年福島県産「福乃香」を使用し、精米機（株）サタケEDB15A）を用い精米歩合40[%]まで精米し、総米45[kg]の醸造試験を行った。

表1に仕込み配合を示した。麴は天幕法にて製麴した。表2に使用した麴の酵素活性を示した。酵母は酢酸イソアミル高生成株の「F7-01」とカプロン酸エチル及び酢酸イソアミル高生成株の「901-A113」を使用した。仕込みは酒母省略の3段仕込みで行い、もろみは最高BMD50~55、ボーメ1減少に対しアルコール1.8[%]程度生成されるよう品温管理及び追水にて管理し、アルコール15%台半ばで上槽した。

2. 2. もろみ後半の温度条件の影響

もろみ後半の温度条件が上槽後のジアセチル生成濃度に及ぼす影響について検討するため、留後18日目にもろみの一部を900[mL]容量のマヨネーズ瓶に分け、19~31日目まで設定温度6[°C]、9[°C]、12[°C]、15[°C]にて管理した。

表1 仕込み配合

| | 添 | 仲 | 留 | 合計 |
|---------|-----|----|------|----|
| 総米(kg) | 8 | 15 | 22 | 45 |
| 蒸米(kg) | 5.5 | 12 | 18.5 | 36 |
| 麴米(kg) | 2.5 | 3 | 3.5 | 9 |
| 汲水(L) | 12 | 20 | 31 | 63 |
| 乳酸(ml) | 50 | | | |
| 培養酵母(L) | 2 | | | |

表2 麴酵素活性

| | |
|-----------------|------------|
| グルコアミラーゼ | 238 |
| α -アミラーゼ | 421 |
| 酸性カルボキシペプチダーゼ | 2608 |
| | (U/g koji) |

2. 3. 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⁵⁾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。麴の酵素活性分析は(株)キッコーマン製測定キットにて行った。

3. 結果と考察

3. 1. 異なる酵母を用いた試験醸造結果

試験醸造後の分析結果を図1～6に示す。「901-A113」のジアセチル最大濃度は「F7-01」の約1.6倍となり(図1)、ジアセチル濃度は使用酵母の種類により異なることが分かった。「901-A113」のピルビン酸濃度は測定を開始した9日目以前に最大値となり漸減するが、ジアセチル濃度とピーク時期が一致せず、ピルビン酸の減少中もジアセチルは増加した(図1、2)。一方、「F7-01」はピルビン酸とジアセチルのピークが一致しており、ピルビン酸を指標としてジアセチル濃度を管理できることが示唆された(図1、2)。「901-A113」は、「F7-01」よりも1[%]高いアルコール濃度で推移した(図3)。「901-A113」は上槽時期の目安であるアルコール濃度15[%]時点でのピルビン酸濃度が高く(図4)、アルコール濃度13[%]時点のジアセチル濃度は「F7-01」の4倍となった(図5)。このことから「901-A113」は発酵力が強く、もろみ前半でピルビン酸生成が旺盛となっているため、ジアセチルを生成しやすいことが考えられた。しかし、「F7-01」、「901-A113」いずれの酵母もピルビン酸200[ppm]付近からジアセチル濃度が急減し、150[ppm]以降は低値で横ばいとなった(図6)。また清酒中のジアセチル検出閾値は83[ppb]であると報告されている⁶⁾。以上の結果から、ピルビン酸150[ppm]以下での上槽はこの検出閾値を十分に下回り、ジアセチル抑制に効果があることが示唆された。

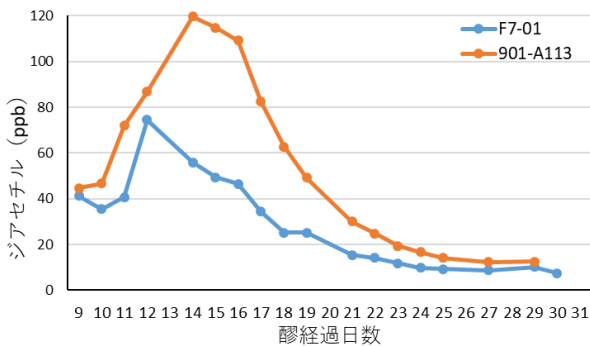


図1 ジアセチル濃度経過

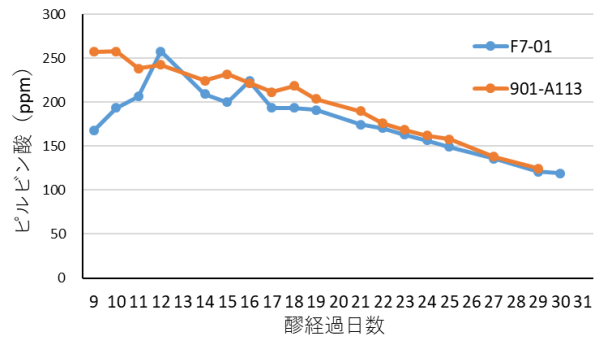


図2 ピルビン酸濃度経過

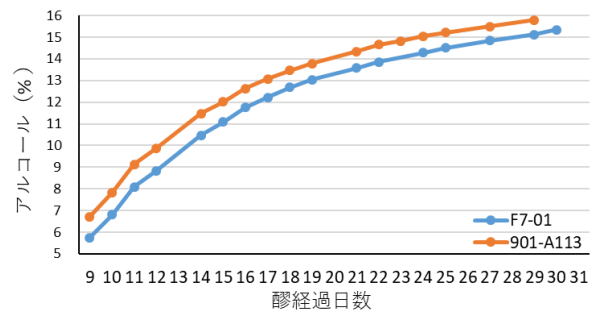


図3 アルコール濃度経過

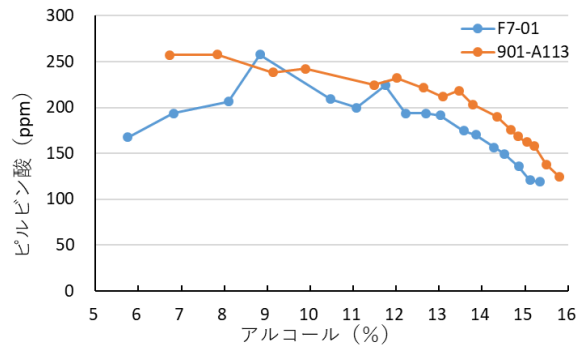


図4 アルコール濃度とピルビン酸濃度の関係

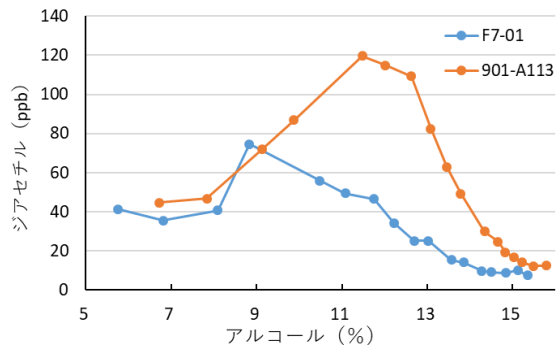


図5 アルコール濃度とジアセチル濃度の関係

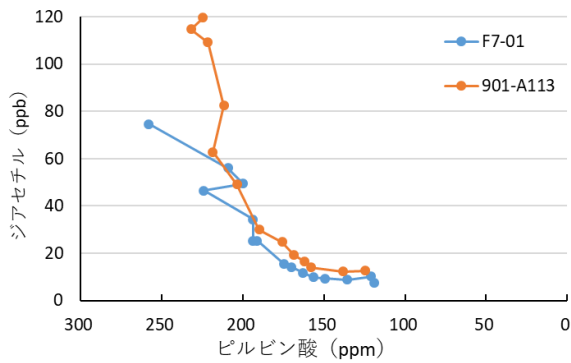


図6 ビルビン酸濃度とジアセチル濃度の関係

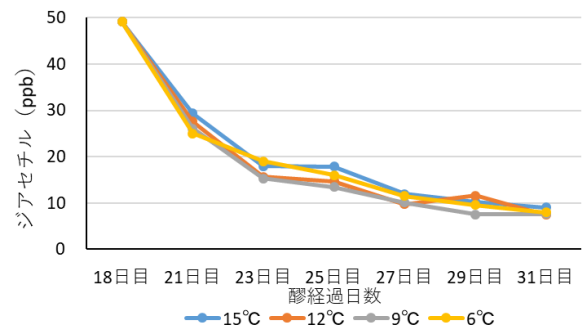


図8 ジアセチル濃度経過 (901-A113)

3. 2. もろみ後半の温度条件の試験醸造結果

もろみ後半の温度条件が上槽後のジアセチル生成濃度に及ぼす影響について検討した結果を図7～12に示す。一般的にもろみ後半は酵母活性が低下するため、 α -アセト乳酸(ジアセチル前駆物質)の生成と化学的分解減少のバランスが変化し、分解減少が主となり高温ほど減少しやすいと予想された。しかし、21日目である温度条件設定後3日目のジアセチル濃度は「901-A113」、「F7-01」ともに温度が高いほど濃度は高い結果となった(図7、8)。アルコール濃度は高温ほど高い値を示した(図9、10)。この時点ではもろみ温度が高いほどピルビン酸濃度が高い状態となり、結果として α -アセト乳酸は分解よりも酵母による生成への影響が大きいことが示された(図11、12)。

23日目である温度条件設定後5日目以降は酵母活性の指標となるピルビン酸が高温ほど減少し(図11、12)、 α -アセト乳酸の生成と分解のバランスがもろみ温度の違いによりそれぞれ異なる変化をしたと考えられるが、ジアセチル生成量には温度依存的な傾向は確認できなかった(図7、8)。なお、23日目の時点でジアセチル生成量が低値でかつ推移も横ばいの状態であったため、その前駆物質である α -アセト乳酸がより多く残存する条件では異なる結果を示す可能性も考えられる。もろみ前半の酵母活性に影響すると考えられる最高BMDや精米歩合、原料水硬度等の影響については今後検討する。

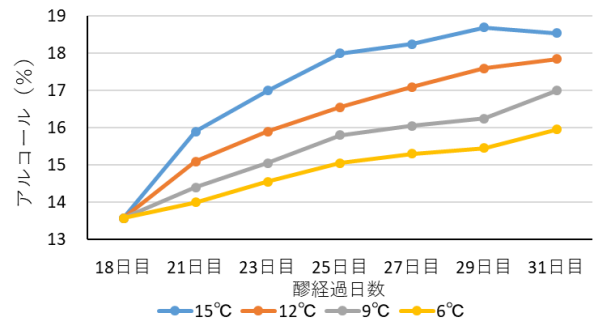


図9 アルコール濃度経過 (F7-01)

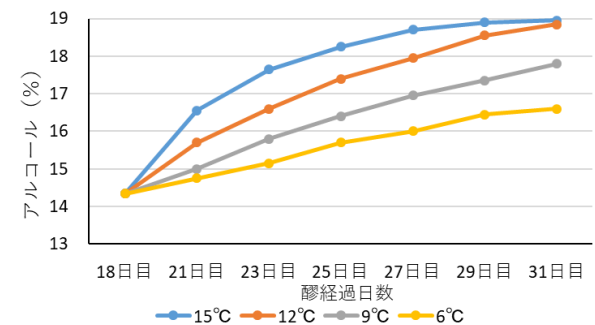


図10 アルコール濃度経過 (901-A113)

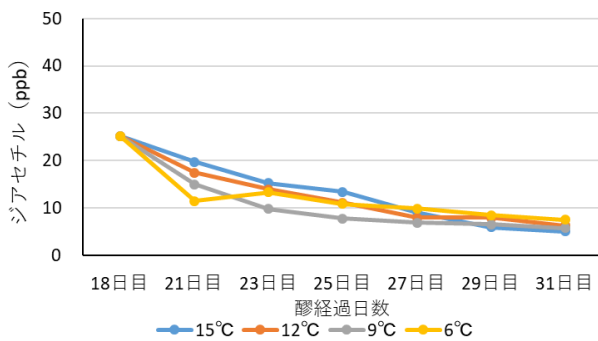


図7 ジアセチル濃度経過 (F7-01)

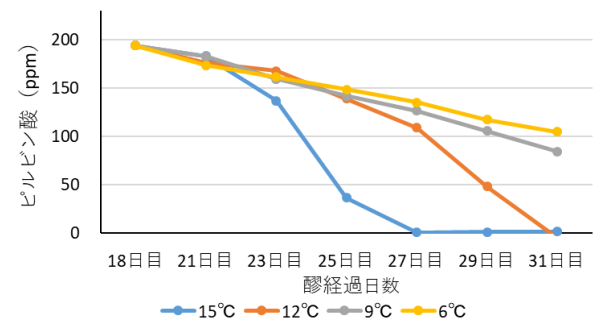


図11 ピルビン酸濃度経過 (F7-01)

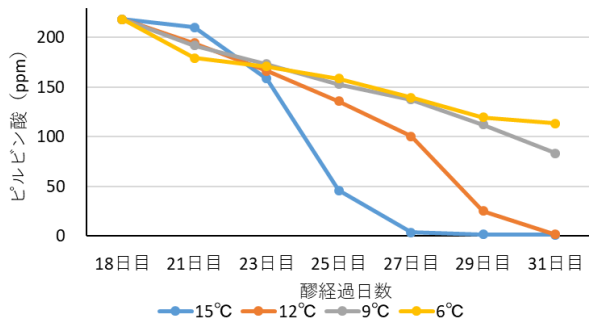


図12 ピルビン酸濃度経過 (901-A113)

4. 結言

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。「901-A113」は発酵力が強く、もろみ前半でピルビン酸生成が旺盛となっているため、ジアセチルを生成しやすいことが考えられた。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。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]を十分に下回り、早期上槽の指標となり得ることが示唆された。

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. 清酒のにおい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, p309-313(2007)
- 5) 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
- 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, p652-658(2004)