

# IoTを活用した清酒の高品質化研究

## —飲み頃を指標化する品質管理技術の構築—

澤井美伯、久松賢太郎、神山真一、横山哲也\*、安部貴大\*

### Study on Improving Quality of Sake Using IoT —Development of Quality Control Technology to Index the Time to Drink—

Yoshinori SAWAI, Kentaro HISAMATSU, Shinichi KONDO, Shinichi KOHYAMA,  
Tetsuya YOKOYAMA, and Takahiro ABE

IoTを活用した清酒貯蔵庫の温度測定システムを構築し、そのシステムにより求めた清酒の積算温度と官能評価により求めた熟成度との関係を調べ、瓶貯蔵を行う清酒の飲み頃を把握する品質管理技術の確立を目指した。

今年度は、恒温機器で15℃から60℃下の設定温度で保存し、保存温度と貯蔵日数から算出した積算温度(0℃～4,000℃)を用いて熟成度を調整した。これら熟成度の異なる清酒のTBA反応や3-DG値と、官能評価結果との関係について検討した。その結果、官能評価ではいずれの保存温度でも積算温度の増加によって熟成に伴う香味の変化を追跡できたが、TBA反応や3-DG値は、保存温度が30℃以下では積算温度間に明確な差異が認められず、飲み頃の指標には適切でないことが示唆された。

#### 1. はじめに

近年、清酒離れや新型コロナウイルス感染症の影響により国内市場が縮小する中で、ネット販売による顧客増加や海外市場への販路拡大等、ポストコロナを睨んだ販売戦略や他と差別化した製品の開発等が求められている。

県内酒造場では、瓶詰状態で熟成を行う瓶貯蔵への移行がトレンドとなっているが、従来のタンク貯蔵に比べて熟成の管理が難しい。そのため、飲み頃になるまでの熟成を安定的に行える品質管理技術が必要となっている。

そこで、IoTを活用した清酒貯蔵庫の温度測定システムを構築し、保存温度を管理した清酒を官能評価や理化学分析で評価し、飲み頃を指標化する研究を岐阜県産業技術総合センターと共同で実施することとした。熟成期間は、保存温度と貯蔵日数から算出した積算温度で管理することとし、清酒の貯蔵期の積算温度と官能評価及び理化学分析との関係を調べ、清酒の飲み頃を提示する検討を行うこととした。

今年度は恒温機器を用いて、設定した保存温度と積算温度に調整した清酒について官能評価を実施し熟成度や酒質の関係を調べた。また、酸化劣化に関する指標としてチオバルビツール酸(TBA)反応、熟成の指標として3-デオキシグルコソン(3-DG)量及び香気成分を測定し、積算温度や官能評価との関係について考察を行った。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 供試清酒

本研究に供試する清酒は、協力先の県内酒造場が令和3年度に製造した同一ロットの純米大吟醸酒(720ml瓶)

を用いて行った。供試清酒の詳細を表1に示す。溶存酸素量は溶存酸素計((株)オートマチックシステムリサーチ社製パネルマウント型蛍光式酸素計 FOM-1400)で測定した。なお、今回保存温度15℃～40℃に供試した清酒は、恒温機器で積算の負荷を始める迄に、既に1,300℃程度の積算温度がかかっていた。また、保存温度60℃に供試した清酒は、恒温機器で積算の負荷を始める迄に、既に2,300℃程度積算温度がかかったものを使用した。

表1 供試清酒の詳細

品目	純米大吟醸酒
原料米	美山錦25% あきたこまち75%
精米歩合	45%
アルコール	15.5%
日本酒度	+13
酸度	1.4
アミノ酸度	0.9
溶存酸素	8.2 mg/L

##### 2.2 恒温機器による積算温度の調整

積算温度の調整は、クールインキュベーター(アズワン(株)製クールインキュベーター CN-40A)と乾燥機(ヤマト科学(株)製ファインオープン DF412)を使用して、下記の設定温度で所定の時間処理することにより積算温度を調整した。試験開始前(積算温度0℃)及び設定した積算温度に達した供試清酒は、順次取り出し、官能評価及び分析を行うまで-20℃で冷凍保存した。

\*岐阜県産業技術総合センター

○設定温度

\*クールインキュベーター:15℃、20℃、30℃、40℃

\*乾燥機:60℃

○恒温機器により負荷した積算温度

\*1,000℃、3,000℃、4,000℃

2.3 官能評価

官能評価は、令和5年2月16日(木)に当所の官能評価室(室温:19℃、品温15~19℃)で行った。審査員は、酒ディプロマの資格を持つソムリエ、当所担当職員2人、供試清酒製造場代表の4名とした。審査は、200 ml容ポリプロピレン製カップ(アズワン 1-2957-02)に供試品を適量採取して評価した。当所担当職員と蔵元代表は熟成度、品質について評価し、ソムリエは食事とのペアリングを中心に評価した。

2.4 TBA反応、3-DG量、香気成分分析

酸化劣化の指標となるTBA反応は、野村ら<sup>1),2)</sup>の方法により、吸光度を測定した。

また、熟成の指標となる3-DG量は、岩野ら<sup>3)</sup>の方法により吸光度を測定した。

香気成分は、Agilent7890Bガスクロマトグラフを用いたヘッドスペースガスクロマトグラフ法にて、全国新酒鑑評会出品酒の分析条件<sup>4)</sup>を参考に吟醸香の成分である酢酸イソアミル、カブロン酸エチルを定量した。

3. 結果と考察

3.1 官能評価

各設定温度での、積算温度を指標とした熟成について評価した結果、審査員全員がいずれの設定温度においても、積算温度による熟成の違いを指摘した。審査員の3名が、設定温度が30℃以上ではいずれの積算温度でも「過熟」や品質の「劣化」と評価し、20℃においても積算温度3,000℃以上で「過熟」と評価したことから、品質を保つためには、設定温度を15℃以下にする必要があることがわかった。ソムリエによる官能評価では、熟成による変化を、香りや提案する料理、味のバランスなどで表現することができた。

3.2 TBA反応、3-DG量、香気成分分析

各設定温度で所定の積算温度まで保存した時のTBA反応、3-DG量の測定結果を図1、図2に示す。TBA反応、3-DG量とも設定温度が60℃の時に大きく上昇し、40℃でわずかに上昇したが、設定温度が30℃以下では積算温度に伴う吸光度の上昇は観察されなかった。官能評価においては、いずれの設定温度でも熟成による味の変化が指摘されたが、TBA反応および3-DG量は反映しておらず、飲み頃の指標に用いるのは難しいと考えられた。

香気成分の分析結果を表2に示す。設定温度60℃、積算温度4000℃では酢酸イソアミル、カブロン酸エチルとも減少することが確認されたが、設定温度15℃、20℃ではカブロン酸エチルは減少せず、酢酸イソアミルは僅かに減少した。

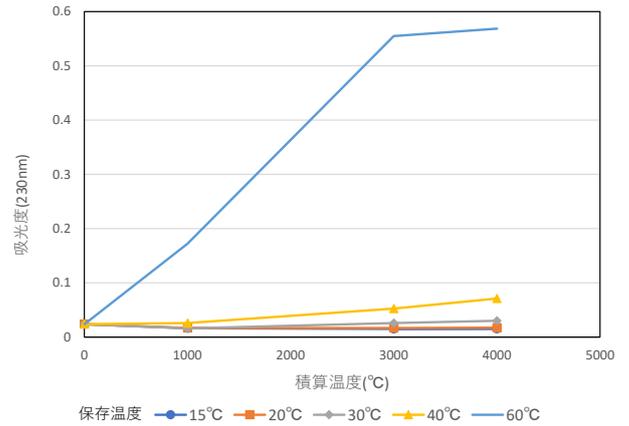


図1 設定温度ごとのTBA反応の推移

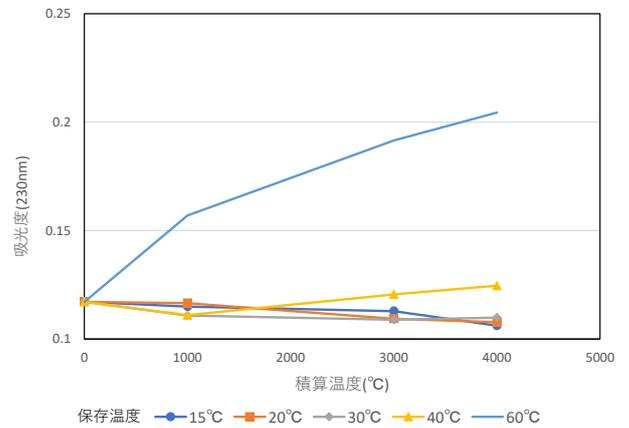


図2 設定温度ごとの3-DG量の推移

表2 設定温度ごとの香気成分の推移

設定温度(°C)	積算温度(°C)	酢酸イソアミル(ppm)	カブロン酸エチル(ppm)
-20	0	1.79	1.18
15	1,000	1.77	1.20
	3,000	1.70	1.18
	4,000	1.68	1.19
20	1,000	1.75	1.18
	3,000	1.68	1.17
	4,000	1.67	1.18
60	4,000	0.96	0.98

#### 4. まとめ

設定温度15～60℃で積算温度を指標にした品質管理技術について検討した結果、官能評価では積算温度ごとの熟成の進行を確認することができた。製品の品質を保つため設定温度は15℃以下にする必要があり、この設定温度では吟醸香の減少も僅かであった。設定温度30℃以下でのTBA反応と3-DG量は、積算温度に伴う上昇が観察されず、飲み頃の指標とすることは難しかった。

#### 【謝 辞】

本研究の遂行にあたり、ご協力いただきました(株)三千盛様に深く感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 野村佳司ら, 醸協, 98(6), pp.449-455, 2003
- 2) 野村佳司ら, 醸協, 99(7), pp.521-525, 2004
- 3) 岩野君夫ら, 醸協, 65(1), pp.59-62, 1970
- 4) 岸本徹ら, 酒類総合研究所報告, 194, pp.1-17, 2022