

■ はじめに

日本酒は、米、米麹および水を原料に、複雑な工程を経て造られる。その製造工程の1つに酒母(しゅぼ)造りがある。これは、酵母を加えた水、麹、および蒸米を10日間ほど発酵させて日本酒の元を造る工程である。この工程で、発酵が進むにつれて酵母が増殖する。酵母にはアルコール発酵を促す役割があるため、ここで酵母を十分に増やす必要がある。アルコールを生成するという点で酒母造りは日本酒製造の中でも重要な工程とされる。

一般的に、酒母中の酵母の増殖はアルコール(エタノール)濃度の上昇により推定される。そして、酒母のアルコール濃度は、酒母の濾液を蒸留して得られる留液を用いて、比重法などによって確認される。しかし、その分析には一定の作業と時間を要するため、酒母の温度調節等の処置が遅れるといった課題があった。

そこで我々は、酒母のアルコール発酵がグルコース1分子からエタノール2分子と二酸化炭素(CO₂)2分子を生成することに着目し、測定で得られたCO₂発生量から、リアルタイムでアルコール濃度を推定できる発酵管理システムを考案した。

■ 活動内容

1. CO₂発生量の測定方法

酒母造りには容量が数百リットルで、作業性及び安全性の観点から上部が開放されたタンクが用いられることが多い。そのため、発生するCO₂を正確に測定することは難しい。

そこで、局所的に設置が可能なCO₂測定装置を開発した(図1)。本装置は、大気開放口を備えたプローブを酒母に挿入し、エアープンプでプローブ内の気体を吸引することで、プローブ内圧を一定にした状況下で、酒母から発生するCO₂濃度を測定することができる。また、プローブ内の気体の流量とCO₂濃度からプローブ挿入領域におけるCO₂発生量を算出することができる。

なお、本装置及び手法については特許出願中である。

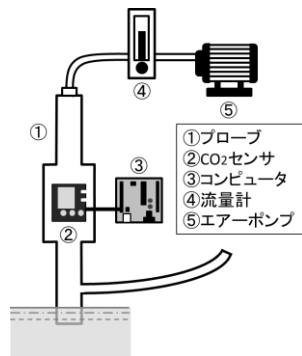


図1 CO₂測定装置の構成図

2. アルコール濃度の推定方法

実際の酒母造りにおいて、CO₂測定装置を用いCO₂累積値とアルコール濃度を測定した(図2)。CO₂累積値はCO₂発生量を積分して算出した。アルコール濃度は、採取した酒母の濾液に対して国税庁所定分析法に従い1日1回測定した。

その結果、酒母から発生したCO₂累積値とアルコール濃度の間に高い相関が見られ(相関係数=0.99)、本研究で提案したCO₂測定装置によるアルコール濃度推定手法が有効であることを確認できた。

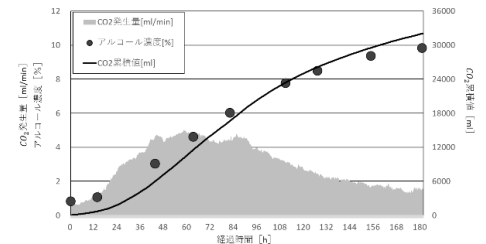


図2 CO₂累積値とアルコール濃度の時間変化

3. 発酵管理システムの構築と期待される効果

酒母のアルコール濃度測定は、定期的に発酵室に行き、酒母のサンプルを採取する必要があった。その負担を軽減するため、アルコール濃度の推定値をスマートフォン等へ通知する機能を構築し、CO₂測定装置に付加した(図3)。

本システムを用いることで、日本酒製造の発酵工程において、発酵室以外の遠隔地でも発酵状態を把握することができ、作業負担の低減と発酵管理の即時性向上につながる事が期待される。また、本システムは他の酒類の製造にも応用が可能である。

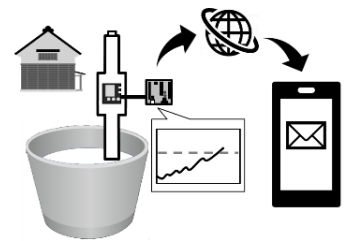


図3 発酵管理システム

■ 関連情報等

・河原ら. 日本酒の製造管理におけるエタノール濃度の推定とそのスマート化. 令和5年度電気学会東京支部茨城支所研究発表会.

・茨城県. 発明名称「二酸化炭素測定装置、エタノール濃度測定装置、二酸化炭素濃度の測定方法、及び、エタノール濃度の測定方法」. 特許出願中.

- キーワード: (1) 日本酒
(2) アルコール濃度推定
(3) 発酵管理システム

■ 共同研究者:

河原 航(茨城県産業技術イノベーションセンター)
野口 友嗣(茨城県産業技術イノベーションセンター)
飛田 啓輔(茨城県産業技術イノベーションセンター)

代表発表者 石川 卓(いしかわ たく)
所 属 茨城県産業技術イノベーションセンター
イノベーション戦略部 研究推進グループ
問合せ先 〒311-3195 茨城県東茨城郡茨城町長岡 3781-1
TEL:029-293-7492(直) FAX:029-293-8029
isikawat@itic.pref.ibaraki.jp