

(前文)

酒類総合研究所では、中期計画（平成 18 年 3 月 31 日財務大臣認可）に基づき、外部有識者の意見を聞き業務運営に反映させることを目的に「研究開発評価委員会」を設けています。当委員会は研究所の特別研究課題に関する事前評価、中間評価、事後評価等を行います。評価に当たっては、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に沿って、実施しています。

本年度は、当委員会運営要領第 1 条に基づき、助言課題 4 題についての助言をいただきましたのでここに公表いたします。なお、特別研究の中間評価は平成 19、20 年度に評価していただき、既に終了しています。

1 開催日

平成 21 年 12 月 8 日（火）

2 場所

独立行政法人酒類総合研究所広島事務所

3 出席委員

会長 兒玉 徹

委員 石川雄章、大河内基夫、太田明德、小林 猛、中島邦雄、平田 大

(敬称略、五十音順)

(注) 委員には、酒類製造等に関して高い見識をお持ちの方が就任されています。

1 研究の背景、目的

清酒の貯蔵劣化臭である「老香」は、さまざまな香気成分の複合香といわれている。硫黄様・たくあん様のおいさを呈するジメチルトリスルフィド（DMTS）はその主要成分の一つであるが、清酒における生成機構は明らかとなっていない。過去に佐藤らは、DMTS と類似した構造とにおいさを有するジメチルジスルフィド（DMDS）の生成機構について検討し、メチオニン等の含硫アミノ酸の関与とともに、アミノ酸以外の前駆物質の存在を示唆しているが、成分の同定には至っていない。DMDS および DMTS は生成機構を共有していると考えられるが、においへの寄与が大きいのは閾値の低い DMTS である。そこで本研究では、清酒における DMTS の生成機構について検討した。

2 研究概要

清酒中のメチオニン含有量と同量の [*methyl-d*₃]Met を清酒に添加し、強制劣化試験（70℃, 1 週間貯蔵）を行った結果、重水素ラベルされた DMTS はラベルされていない DMTS 量の 10% 以下しか生成されなかった。したがって、DMTS の生成に対するメチオニンの寄与は小さいと考えられた。

そこで、各種クロマトグラフィーにより清酒成分を分画し、DMTS 生成ポテンシャル（強制劣化試験により清酒 1mL または相当量のフラクションから生成する DMTS 量）を指標として、DMTS 前駆物質を探索した。陽イオン交換樹脂による酸性／中性画分を逆相カラムで分画したところ、DMTS 生成ポテンシャルを有する 2 つの主要ピークがみられた。このうちポテンシャルの高かった DMTS-P1 は精密質量分析および NMR 分析の結果、新規化合物 1, 2-dihydroxy-5-(methylsulfinyl)pentan-3-one と同定された。

市販清酒の DMTS-P1 濃度は 0.16~1.0 mg/L であり、合成清酒からは痕跡量程度しか検出されなかった。また、DMTS-P1 濃度が高い清酒は貯蔵により生じる DMTS 量も概ね多い傾向がみられた。さらに、清酒中と同濃度の DMTS-P1 を清酒に添加すると、強制劣化試験により生じる DMTS 量は約 2 倍となった。以上の結果から、DMTS-P1 が DMTS の生成に大きく寄与していることが明らかとなった。

また、緩衝液と清酒にそれぞれ DMTS-P1 濃度が同じになるよう添加した場合、DMTS 生成量の増加は清酒のほうが大きかった。したがって、清酒中には DMTS-P1 からの DMTS 生成を促進する成分が存在すると考えられた。

なお、DMTS-P1 は麴からはほとんど検出されず、発酵中に増加したことから、その生成には酵母が関与する可能性が考えられた。

3 研究課題への助言

DMTS の前駆体の 1 つ（DMTS-P1）を同定し、定量法を確立した意義は大きい。さらに今後、他課題とも連携をはかりながら、清酒製造過程における酵母などによる生成機構が解明できれば、基礎研究を実用化へ発展させるという点において、本研究の意義はさらに大きいものになる。今後は、精製工程で存在が推定された、促進物質、抑制物質についても同定し、DMTS-P1 からの DMTS 生成制御へと研究を進めていただきたい。

課題名：イオウ成分等が少なく劣化しにくい清酒に関する研究

1 研究の背景、目的

現在までに、清酒の劣化臭「老香」の主要構成成分であるジメチルトリスルフィド(DMTS)は、比較的短期間の清酒貯蔵で生じることが確認されている。また、前駆体として、清酒の塩基性画分からはメチオニンとメチオニンスルフォキシドが、酸性・中性画分からは DMTS-P1 が既に同定されている。これら 3 つの物質はメチオニンもしくはその関連物質であるため、清酒もろみ中において、酵母によるメチオニン代謝を向上させることで、DMTS 生成の抑制が可能になると予想される。メチオニンを含むアミノ酸の減少については、北本らが「ミネラル（以後、無機塩）」を添加した仕込み試験により、アミノ酸度が対照より顕著に減少することを見出した。そこで、仕込み試験により、無機塩添加が DMTS 生成能に影響するかどうかを確認し、DMTS 生成能に影響がある場合には、得られた知見を活かした酵母の育種を目指すこととした。

2 研究概要

仕込み区分のうち、 KH_2PO_4 と $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を添加したものは、アミノ酸濃度が対照の約 30%にまで減少し、メチオニン濃度も対照の約 5%に減少した。さらに、上槽・火入れ後に貯蔵した場合、対照酒の DMTS 濃度は、「60°C、1~4 週間」貯蔵、「70°C、1 週間」貯蔵により認知閾値 (0.48 ppb) を超えたが、 KH_2PO_4 と $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を添加して製造した仕込み酒は、認知閾値以下に抑えられた。また、製成酒を 40°C、10 週間貯蔵し、官能試験を行ったところ、 KH_2PO_4 と $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 添加酒は、有意に「若く」保たれていた。無機塩添加による DMTS 生成能が大幅に減少した理由は現在のところ明確ではないが、この DMTS 低減機構を詳細に解明することができれば、その機構を利用することにより、劣化臭の少ない清酒の製造を可能にする酵母育種ができると思われる。

3 研究課題への助言

メチオニンを含む酵母の代謝を明らかにすることにより、酵母の育種への展開が可能な研究成果と考えられる。また、酵母のアルコール発酵中の生理を理解する上でも、今後の発展が期待できる研究テーマだと思われる。DNAマイクロアレイ解析、破壊株ライブラリー等を使用して、DMTS-P1 生成経路関連遺伝子およびメチオニン取り込み関連遺伝子を明らかにするなど基礎データを押さえた上で、酵母育種に発展させていくことが必要である。清酒の品質全体を見据えた酵母育種を目指してほしい。

課題名：酒類原料の特性及び利用に関する研究—気象データからの原料米酒造適性の予測

1 研究の背景、目的

清酒醸造では原料米の経費が原価の大半を占めるため、品質を維持しつつ原料米の利用率を上げることが重要である。そのため優れた酒造適性を持つ原料米が求められている。

一方、原料米の品質は、同じ品種であっても生産年や生産地の気象条件等によって変化し、醸造工程や清酒の品質に影響を与えることが知られている。しかし、ほとんどの酒造現場では米の特性を把握しないまま清酒を醸造するか、あるいは実践をとおして米の特性を把握している現状にある。もし、事前に原料米の特性を把握した上で清酒を醸造することができれば、目標とする品質に向けた工程管理が容易となるので、イネ栽培時の気象条件と米の酒造適性との関連性の解明が望まれている。

これまでの人工気象室を用いた栽培実験の結果から、イネ登熟期の気温が高い程、アミロペクチンの側鎖が長くなり、デンプンが老化しやすく、蒸米が酵素消化されにくくなるという知見が得られている。そこでこれらの成果をふまえ、イネ栽培時の気象条件に基づく蒸米消化性の予測について検討する。

2 研究概要

イネ登熟期の気象データが明らかとなっている米試料を用いて、気象データとデンプン特性及び蒸米消化性との関係について解析した。気象データ（平均気温、日較差気温、全日照時間）と米のデンプン特性との関係は、出穂後1ヶ月の平均気温がアミロペクチンの短鎖/長鎖比及びアミロース含量と最も高い相関性を示した。そこで、出穂後1ヶ月の平均気温を気象パラメータとして、2つの条件で蒸米消化性試験を行い出穂後の気温との関係を調べた。その結果、もろみ初期を想定したデンプンの老化が進んでいない条件では、出穂後1ヶ月の平均気温が23℃付近で蒸米消化性は最も高く、それより高いあるいは低い温度では低くなった。一方、もろみ中期から末期を想定したデンプンの老化を反映させた条件では、蒸米消化性は出穂後1ヶ月間平均気温と直線的な負の高い相関性を示した。そこで、それぞれの消化条件で出穂後1ヶ月間平均気温で蒸米消化性を予測する式を構築し、その妥当性を検定したところ、どちらの条件でも出穂後気温により蒸米消化性を比較的精度良く予測することができた。以上の結果より、イネ登熟期の気温によって、かなり高い精度で米の溶解性に関係する酒造適性を予測できる可能性が示された。

産地近傍の気象データは、アメダスから簡単に入手できるため、本研究の結果によって、酒造前に米質を把握した上で清酒製造ができるようになり、原料米の利用率の向上や清酒の品質向上に大きく貢献できると期待される。

3 研究課題への助言

今までの酒米研究により集積されたデータを踏まえた民間企業ではできない研究である。気象条件のデータを酒造現場の予測に応用できるという点で重要な研究成果である。積極的な情報発信（PR）が必要である。今後、目的変数として、消化性以外にタンパク質などについても解析を行うと多面的になり、さらに価値の高いものになる。これからの気候変動や温暖化を考えると、これからも長期にわたって継続してデータを収集する必要がある。

課題名：酒類醸造関連成分データベースの開発

1 研究の背景、目的

酒類醸造に関する重要な研究分野の一つとして、酒造ルールの確立がある。即ち、使用する原料の品質、各醸造操作、工程管理などによって、製成される酒質を的確に把握することである。実際の酒造現場においては、工程管理のレベルで有効な酒造ルールはなく、製品仕様に合わせた工程管理は経験則や熟練者の勘に頼っている場合が多い。これまでに、酒造ルールの確立を目的として、モデル系による個別の要因の解析やファジー、人工知能を利用した管理技術も発表されているが、限定された利用にとどまっている。

この様に酒造ルールの確立が困難な理由は、酒類醸造が制御因子の非常に多い複雑系であることによる。このような観点から、醸造過程の理解には、発酵条件が明確で相互に比較可能な質の良い多数のデータを利用した、データオリエントドアプローチが必要であると考えられる。ところで、近年は各種成分のハイスループットな分析が可能になりつつあり、大容量データの解析も汎用のパーソナルコンピュータで簡単に行えるようになってきている。このような現実を踏まえて、酒造工程の条件を明確にした上で、醸造関連成分の分析値を時系列で収集し、さらに、これらを利用しやすい形態で一般に公開し、醸造工程管理に利用してもらうためのデータベース化を試みている。

以上のように、酒類製造の工程管理に必要な分析値の測定、収集を行うとともに、得られる反応速度式や工程管理式を含めたデータベースを作成し、酒造技術者及び研究者に提供することによって、よりの確な工程管理を可能にすることを目標としている。

2 研究概要

製麴工程に関しては、製麴条件と麴の品質に関する研究・麴菌の生理状態を表す成分の検索（麴のメタボローム）・製麴への酸素の影響・製麴への水のマトリックポテンシャルの影響を研究する。また、もろみ工程に関しては、モデル清酒もろみを使った酵母の香味生成の研究に加えて、醸造講習（清酒上級コース）において、もろみ成分など個別の課題を設けることにより、製造条件によるデータの対比が可能な形でデータ収集を行っている。

今年度からは、データベースの閲覧ソフトの開発に着手している。

3 研究課題への助言

全国的な研究機関でなければできない有意義な研究であり、有用なデータベースとするためには質の良いデータをいかに収集出来るかが鍵となろう。具体的な酒造ルールを示すため、フレームを明確にして、実験項目の整理、絞込みを行い、明快で役に立つアウトプットを示すことが望まれる。その後は、漸次、利用者からの要望、情報を反映しながらデータベース自身が進化していくという面も必要である。現場向けに、簡易版（変化について矢印（↑↓）で示すなど）も用意すれば、工程異常時の解決にも役立つと評価される。