

令和2年度
日本醸造学会大会講演要旨集

日本醸造学会大会特設サイトでのオンライン開催

<会期>令和2年10月21日(水)午前10時から27日(火)午後3時まで

日 本 醸 造 学 会

東京都北区滝野川2-6-30

TEL 03-3910-3853

令和2年度日本醸造学会大会プログラム

日時：令和2年10月21日（水）午前10時～27日（火）午後3時

日本醸造学会大会特設サイトでのオンライン開催

（所属は令和2年8月12日現在）

区分	講演番号	演題	所属	講演者
一般講演	1	福島県オリジナル酒造好適米「福乃香」の精米および醸造特性	福島県ハイテクアラササ会津若松技術支援センター	○中島奈津子、高橋 亮、猪俣有唯、松本大志、齋藤嵩典、鈴木賢二
"	2	扁平、原形、球形精白米の酒造適性	(株) サタケ1)、広島県食品工業技術センター2)	○平田悠達1)、梶原一信1)、橋本悠希1)、川上晃司1)、大嶋健司2)、荒瀬雄也2)、山崎梨沙2)、大土井律之2)
"	3	清酒メタボライトにおける精米歩合と原形・扁平精米の効果	(独) 酒類総合研究所1)、広島大院・統合生命2)、広島大・工3)、(株) サタケ4)	○平吉明日香1)、平田章悟1.2)、福本浩史1.3)、小松夕子1)、小林拓嗣1)、矢澤 彌1)、室井佑介4)、川上晃司4)、岩下和裕1.2.3)
"	4	70%球形白米と70%原形白米を用いたブランチレベルの試験醸造による比較	(独) 酒類総合研究所1)、(株) サタケ2)、八海醸造(株)3)	○岩下和裕1)、平吉明日香1)、山田景太1)、村山雅俊3)、小松夕子1)、室井佑介2)、川上晃司2)、吉田裕一1)、江村隆幸1)
"	5	35%球形白米と50%原形白米のブランチ規模の試験醸造による比較	八海醸造(株)1)、(株) サタケ2)、(独) 酒類総合研究所3)	○村山雅俊1)、平吉明日香3)、小松夕子3)、室井佑介2)、川上晃司2)、小林拓嗣3)、岩下和裕3)
"	6	酒造用原料米における水浸裂傷の影響(第二報) 水浸裂傷が吸水に与える影響のモデル化	黄桜(株)1)、大阪ガス(株) エネルギー技術研究所2)、	○高堂泰輔1)、藤原久志1)、若井芳則1)、富田晴雄2)、中嶋理奈2)、宮藤 章2)
"	7	酒造用原料米の老化環境と消化性の関係性評価 および画像解析を用いた消化性予測評価の構築	大阪ガス(株)	○中嶋理奈、富田晴雄、宮藤 章
"	8	米麹培地における麹菌培養条件による酵素生産能の違いについて	金沢工業大学大学院 工学研究科バイオ・化学専攻	○飯泉 湧、相良純一
"	9	清酒の呈味性ヒログルタミルペプチドエチルエステルの米麹酸性カルボキシペンチンゲナーゼによる生成	秋田県立大学生物資源科学部	伊藤俊彦、大植はる華、天野奈緒美、長江祐昌、野下浩二、○橋爪克己
"	10	AI技術による清酒醸造り	(株) フジワラテクノアート	○入江彰一、山本竜徳、川崎 勉、森 章、狛山昌弘
"	11	脱タンブン小麦フスマ培地の最適前処理方法の開発	金工大院・ゲノム研1)、金工大・ゲノム研2)	○和田竜之介1)、山田美貴2)、高桑 蓮2)、中田有紀2)、尾関健二1.2)
"	12	泡盛に含まれる香氣成分 1-octen-3-ol 生産に関係する黒麹菌脂肪酸オキシゲナーゼの解析	日大院生資料・生資利用1)、日大生資料・生命化2)、(独) 酒類総合研究所3)	○片岡涼輔1)、渡邊泰祐1.2)、山田 修3)、荻原 淳1.2)

"	13	白麹菌のCRISPR/Cas9によるゲノム編集	鹿児島大学大学院農林水産学研究科1)、筑波大学生命環境系2)、 東京大学大学院農学生命科学研究科3)	○山口正晃1)、門岡千尋2)、奥津果優1)、吉崎由美子1)、 高峯和則1)、片山琢也3)、丸山潤一3)、玉置尚徳1)、二神泰基1)
"	14	白麹菌におけるサーチュインシドの解析	鹿児島大学大学院農林水産学研究科1)、(株)セルイノベーター2)、 佐賀大学農学部3)	○池田 萌1)、森 一樹2)、奥津果優1)、吉崎由美子1)、 高峯和則1)、後藤正利3)、玉置尚徳1)、二神泰基1)
"	15	紅麹菌と泡盛黒麹菌を用いた複菌麹「烏衣紅曲」の性質	琉球大学農学部1)、小林製菓(株)中央研究所2)	○橘樞二郎1)、小倉裕太1)、為定 誠2)、比嘉悠貴2)、深見裕之2)
"	16	麹グリコン・セルミドの肝臓コレステロール低下効果の他の素材との比較の試み	佐賀大学農学部1)、(財)佐賀県地域産業支援センター2)、福岡女子大学国際文 理学部3)、西九州大学健康栄養学部4)、岩手大学農学部5)、九州大学大学院6)	戴鳳凰1)、浜島弘史2)、中村 強3)、柳田晃良4)、西向めぐみ5)、 光武 進1)、中山二郎6)、永尾晃治1)、○北垣浩志1)
"	17	麹菌群の農水省が優先的にリスク管理を進めているカビ毒素 産性の検討	(独)酒類総合研究所	○シヤロン マリー ガリド、小松夕子、齋藤亮太、織田 健、岩下和裕
"	18	清酒酵母の網羅的な発酵化の取り組み	群馬産業技術センター	○渡部貴志、柳澤昌臣、吉野 巧
"	19	酵母のフェノール臭産生機構	前橋工科大学生物工学科	○尾形智夫、齋藤美邑、土信田有紀
"	20	新潟県内の清酒製造場における「蔵付き酵母」の分離とその 醸造特性	新潟食料農業大学1)、吉乃川(株)2)、越銘醸(株)3)、今代司酒造(株)4)、 新潟大学農学部5)、新潟県醸造試験場6)	○栗林 喬1)、畠山 明2)、浅野宏文3)、古田 悟4)、原 崇5)、 鈴木一史5)、城斗志夫5)、金橋光起6)、小熊哲哉1)、渡邊剛志1.5)
"	21	市販清酒製品の分析による「京都酵母」の特徴の比較	京都市産業技術研究所	○清野珠美、和田 潤、廣岡青央
"	22	きょうかい清酒酵母の多数の保存菌株を対象とした電気泳動 核型解析	(独)酒類総合研究所1)、広島大・発酵2)、(公財)日本醸造協会3)、 広島大院・統合生命4)	守興麻理絵1.2)、五島徹也1)、岡崎直人3)、○赤尾 健1.4)
"	23	酵母 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> におけるアルギニンによるブ ロリン質化抑制機構の解析	奈良先端大・バイオ	○西村 明、谷川 翼、棚橋亮弥、高木博史
"	24	実験室酵母の清酒高発酵性変異株の変異遺伝子の解析	岩手大学農学部1)、(公財)日本醸造協会2)、(独)酒類総合研究所3)	○下飯 仁1.2)、前田岳彦1)、田中美穂1)、相澤みお1)、 山田美和1)、末次一佐々木善泰3)、赤尾 健3)
"	25	蔵付き酵母の4-ピニルグアアノール非生産化	月桂冠(株)・総合研究所	○伊出健太郎、根来宏明、小高敦史、秦 洋二、石田博樹
"	26	野生酵母における4-VG生産系の生理的役割と非生産株の 遺伝的要因の解析	岐阜大院・自然科学1)、岐阜県食料研2)、(独)酒類総合研究所3)、 岐阜大・応生科4)、岡山理大・理5)	奥村真衣1)、吉村明浩2)、澤井美伯2)、正和夫2.3)、石井雅之4)、 向田 潤5)、三井亮司5)、島田昌也1.4)、早川孝志1.4)、○中川智行1.4)
"	27	老香前駆体低生産性酵母試験販売による製成酒の分析と製 造条件の解析	(独)酒類総合研究所1)、福島大2)、(公財)日本醸造協会3)、日本盛(株)4)	○磯谷敦子1)、池田優理子1)、藤井 力1.2)、中原克己3)、 下飯 仁3)、井上豊久4)、櫻井崇弘4)、中村裕彦4)

"	28	3 回蒸留泡盛「尚」におけるロイシン高生産酵母の応用	(株)バイオジェット1)、(有)神村酒造2)、奈良先端科学技術大学院大学3)	○塚原正俊1)、阿部峻之1)、塚原恵子1)、渡久地洋平2)、高木博史3)
"	29	広島県内で製造された味噌から分離した耐塩性酵母の特性	広島県立総合技術研究所食品工業技術センター1)、前橋工科大学大学院生物工学専攻2)	○藤原朋子1)、尾形智夫2)、黒木克明2)
"	30	天然醸造味噌由来 <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> YAMAMO 001 株のコハク酸生成能について	高茂(名)1)、秋田総合醸造試験場2)、秋田総合食品加工研3)、秋田県総合食品研究センター醸造試験場	○高橋泰1)、上原謙二2)、渡辺隆幸2)、木村貴一3)
"	31	酒造工程中存在する微生物の同定とPCRによる検出	秋田県総合食品研究センター醸造試験場	○上原智美、佐藤友紀、進藤昌
"	32	清酒醸造過程におけるジアセチルおよびその関連物質の消長	秋田県総合食品研究センター醸造試験場	○福田敏之、杉本勇人、進藤昌
"	33	グルコースオキシダーゼを用いた自己駆動型クローマトリーによる日本酒モロミ中のグルコース測定	奈良工業高等専門学校	○三木功次郎、安井樹木、田中佑
"	34	味覚センサーを用いた群馬の地酒の特徴評価	群馬産業技術センター	○柳澤昌臣、渡部貴志、石田一成、吉野功
"	35	平成20～31年社氏セミナー―出品酒の酒米研究会分析データを用いた解析	(公財)日本醸造協会、新潟大学1)、(独)酒類総合研究所2)、酒米研究会3)	○岡崎直人、稲橋正明、中原克己、蓮田寛和、武藤貴史、下飯仁、木崎康造、平田大1.3)、奥田輝生2.3)
"	36	本格焼酎・泡盛の標準見本候補物質による専門家の認知試験について	(独)酒類総合研究所	○長船行雄、利田賢次、韓錦順、磯谷敬子、向井伸彦
"	37	泡盛醸造中のフェルラ酸から4-ピニルグアヤコールへの変換反応	鹿児島大学大学院連合農学研究科1)、琉球大学農学部2)	○眞栄田麻友美1.2)、上地敬子2)、平良真紀1.2)
"	38	自然発酵もろみ中の微生物叢の変化および製成ワインの品質	山梨県産業技術センター	○佐藤憲亮、小松正和、恩田匠
"	39	県内分離微生物のサワービール醸造特性評価	静岡工業技術研究所 沼津工業技術支援センター1)、静岡県工業技術研究所2)	○勝山聡1)、望月玲於2)、鈴木雅博1)、黒瀬智英子1)、高木啓詞1)、岩原健二1)
"	40	レジスタントプロテイン甘酒の飲用による角質水分量と腸内細菌叢への影響	金工大・ゲノム研、厚生産業(株)*)	○高橋雅弥、笹村昂平、佐野友希、横山春花、吉田知華、町田雅之、尾関健二、川合史寛*)、栗本智太*)、眞屋井大輔*)、中村雅彦*)
"	41	α -EG 含有ドリンク酢の発酵技術開発	金工大院・ゲノム研1)、金工大・ゲノム研2)	○柳田美子1)、山川達也2)、中嶋唯人2)、久保田和樹2)、中島徹也2)、小林莞矢2)、尾関健二1.2)
"	42	発酵食品データベース公開後の状況とアクセス動向の特徴	農研機構食品研究部門	○楠本憲一、曲山幸生

日本醸造協会 技術賞 授賞式

選考経過報告（選考委員長：本崎康造）

技術賞 表彰状およびメダルの授与（日本醸造協会長 岡崎直人）

日本醸造学会 功績賞・奨励賞 授賞式

功績賞 選考経過報告（選考委員長：秋田 修）

功績賞 表彰状およびメダルの授与（日本醸造学会長 石川雄章）

功績賞受賞にあたって（兒玉 徹）

奨励賞 選考経過報告（選考委員長：秦 洋二）

奨励賞 表彰状およびメダルの授与（日本醸造学会長 石川雄章）

（公財）日本醸造協会・技術賞 日本醸造学会・功績賞・奨励賞受賞講演

技術賞	①	日本のスーパークリングワイン製造に関する研究	山梨県産業技術センターワイン技術部	○恩田 匠
"	②	醤油醸造における大豆アレルゲンの分解・除去に関する研究	ヒガシマル醤油（株）研究所 1）、（医）愛仁会 高槻病院 小児アレルギー科 2）	○眞岸範浩 1）、古林万木夫 1）、谷内昇一郎 2）
"	③	醤油酵母のゲラム解析に関する研究	ヤマサ醤油（株）製造本部醸造部 1）、現 福島大学食農学類 2） 現 秋田県総合食品研究センター 3）、	○渡部 潤 1.2）、上原健二 1.3）、茂木善信 1）
奨励賞	①	清酒および清酒醸造副産物の機能性に関する研究	（独）酒類総合研究所	○伊豆英恵

講演 No.1

福島県オリジナル酒造好適米「福乃香」の精米および醸造特性

○中島奈津子、高橋亮、猪俣有唯、松本大志、齋藤嵩典、鈴木賢二（福島県ハイテクプラザ会津若松技術支援センター）

【目的】福島県内の酒造場では、県産酒造好適米を用いた特定名称酒の製造量が増加しており、「夢の香」に続く新しい県オリジナル酒造好適米の開発が望まれている。そこで、福島県農業総合センターと共に栽培特性や醸造特性に優れた品種の育種選抜を進め、令和元年に「福乃香（ふくのか）」が新たに品種登録された。「福乃香」はタンパク質含量が少なく、軽快かつ上品な酒質になりやすい。また、大きな心白を持ち、溶解性が高く、アルコール取得に優れている。酒造好適米としての幅広い活用を目指し、新たに導入した精米機を用いた扁平精米を実施し、精米形状ならびに醸造特性について原形精米との比較を行った。

【方法】令和元年産「福乃香」について、醸造用精米機 ED-15A（榊サタケ）を用いた扁平精米を行って調製した精米歩合 80～40%までの扁平精米試料と精米歩合 70～45%の原形精米試料について、形状、粗タンパク含量、カリウム含量、初期吸水速度を比較した。

【結果】「福乃香」は心白発現率が高く、心白も大きいため、高い精米技術が必要である。しかし、適切な扁平精米プログラムを設定することにより、精米歩合 40%の高精白を達成した。また、扁平精米試料は精米が進むにつれ均等に厚みが削られていることを確認した。

粗タンパク含量については、低精白米において、扁平精米で効果的に減少できることを確認した。また、カリウム含量は精米形状によらず、精米歩合とともに減少した。

「福乃香」は心白が大きいため、初期吸水が早く割れが生じやすい。このことについて、扁平精米のほうがやや吸水が早い傾向があり、精米形状によって吸水速度に影響を及ぼす可能性が示唆された。また、どちらの精米形状でも浸漬時の水温を調整することによって吸水速度が緩やかになることを確認した。このことから、心白の大きい原料米であっても、適切な原料処理を行うことで浸漬割れを防ぐことができると考えられる。

講演 No.2

扁平、原形、球形精白米の酒造適性

○平田悠達、梶原一信、橋本悠希、川上晃司（株式会社サタケ）

大場健司、荒瀬雄也、山崎梨沙、大土井律之（食品工業技術センター）

【目的】我々はこれまでに、扁平精白米と球形精白米の酒造適性について報告した^{1) 2)}。今回は、扁平精白米と球形精白米に加え、原形精白米の酒造適性について検討したので報告する。

【方法】令和元年広島県産「八反錦 1 号」の精米歩合 60%、50%の球形精白米、精米歩合 60%、50%の原形精白米、精米歩合 60%の扁平精白米を使用した。各試料は、榊サタケ製小ロット醸造精米機（EDB15A）で、砥石に cBN ロールあるいは GC ロールを使用して精米した。分析として、外観検査、粗タンパク質、脂質、無機成分、吸水性および消化性の評価を行った。

【結果】外観検査では、原形精白米の精米歩合 50%で碎米率が最も高くなり、扁平精白米の 60%で胚芽残存率が最も高くなった。球形精白米の無効精米率は、原形精白米、扁平精白米と比較して高くなった。精米歩合 60%の粗タンパク質は、球形精白米（4.7%）、原形精白米（4.3%）、扁平精白米（3.8%）の順で減少した。

球形精白米の精米歩合 50%と原形精白米の精米歩合 60%の粗タンパク質が同等であり、扁平精白米の精米歩合 60%の粗タンパク質は更に少なくなった。脂質および無機成分は、球形精白米、原形精白米に比べて扁平精白米で多くなった。これは、胚芽残存の影響と考えられる。20分および 120 分吸水性については、球形精白米の方が原形精白米、扁平精白米より高くなり、原形精白米と扁平精白米は同等であった。蒸米吸水性は球形精白米が一番高く、次いで原形精白米、扁平精白米となった。これは、球形精白米に比べて原形精白米、扁平精白米は吸水速度と最大吸水率が小さく、保水力が小さいことを示している。各精米形状で吸水速度が異なる傾向があることから、形状によって吸水時間を調整する必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 平成 30 年度日本醸造学会大会講演要旨集, (2018)
- 2) 令和元年度日本醸造学会大会講演要旨集, (2019)

清酒メタボライトにおける精米歩合と原形・扁平精米の効果

○平吉 明日香¹、平田 章悟²、福本 浩史³、小松 夕子¹、小林 拓嗣¹、矢澤 彌¹、室井 佑介⁴、川上 晃司⁴、岩下 和裕^{1,2,3} (¹ 酒総研、² 広島大院・統合生命、³ 広島大・工、⁴ 株式会社サタケ)

【目的】清酒製造において、精米は清酒の風味に大きな影響を与える重要な工程であり精米歩合とともに、白米形状も大きな影響と考えられている。そこで我々は、形状を含めた精米の意義について検討するために、ラボスケールで 20-70%球形、40-70%原形・扁平精米による白米の分析、試験製麹・醸造試験(n=2)、製成酒の醸造酒メタボライト分析法(n=3)などによる分析を行い、特性を解析してきた。特に、精米歩合(40%-70%球形白米)と清酒成分(清酒メタボロームデータ)との関連を解析するために、OPLS 回帰分析を行ったところ、非常に精度の高い回帰式を作成することが出来た。このことは精米歩合と清酒成分が密接に関連するとともに、清酒の成分から球形白米の精米歩合が予測できることを示す。そこで、原形・扁平白米の清酒成分から、各精米歩合を予測したところ、実際の精米歩合よりも低く予測され、原形・扁平の40%、50%、60%白米は、球形白米

の約 20, 35, 50%と予測された。我々はさらに清酒のメタボローム解析を実施して、各精米歩合および白米形状の清酒への影響について検討を行った。

【方法および結果】これまでに行った主成分分析の解析結果から、大きく 3 つのグループに分けられるように見えたことから、各清酒のメタボロームを用いて、複数の方法で階層型クラスター解析を行った。その結果、いずれの方法でも 3 つの大きなグループに分かれた。まず、70%原形、60, 70%扁平白米の清酒が他の清酒と大きく異なり、さらに、50, 60, 70%球形白米の清酒群とそれ以外の清酒群に分かれた。つまり、胚芽残りクラスター、球形 50%以上のクラスター、球形 40%・扁平 50%・原形 60%以下のクラスターに分かれることとなった。これらの結果は、3 つのクラスターと玄米の構造との関連を示唆する。これらそれぞれのクラスター間で、清酒成分どのような分に違いがあるのかについては現在解析中である。

70%球形白米と 70%原形白米を用いたプラントレベルの試験醸造による比較

○岩下和裕¹、平吉明日香¹、山田景太¹、村山雅俊³、小松夕子¹、室井佑介²、川上晃司²、吉田裕一¹、江村隆幸¹ [1 酒類研,2 (株) サタケ,3 八海醸造 (株)]

【目的】これまで我々は、小仕込みにより球形・原形・扁平精米を比較し、白米の形状と種々の醸造特性との関係、メタボローム分析を中心とした清酒成分との関係を明らかにしてきた。その結果、70%精米において、球形精米と比較して原形・扁平精米では、粗タンパク質が大きく低下する一方で、酵素力価が変動し、発酵速度が速くなりエタノール濃度が高くなるものの、酸度や高級アルコールや酢酸エチルが低下し、カプロン酸エチルが上昇するという変化が見られた。そこで、プラント規模の清酒製造での変化を検討するため、100 kg規模での仕込みを行ない球形・原形白米の製成酒の比較を行なった。

【方法】速醸酵母、三段仕込みで実施し、球形・原形白米ともに、水分含量や温度経過など出来るだけ同じになるように制御した。酵母はきょうかい 7 号酵母を用いた。分析は、全国酒米統一分析法、所定分析法、醸造酒メタボライト分析法等に基づいて行った。

【結果】球形精米は GC ロール、原形精米は cBN ロールを用いて実施した。おおそ目的の形状の白米が得られ、球形の粗タンパク質は玄米の 71.3%、原形は 63.4%まで減少した。醸造工程は出来るだけ同様に制御したが、原形で発酵性が良く、酒母を早く分ける必要が生じた。酵素力価は、小仕込みと同じ傾向で、 α -アミラーゼは同等で、他の酵素力価は原形の方がやや高くなる傾向がみられた。もろみでは、原形で最高ポーメが高く、発酵が進む傾向がみられた。製成酒の一般成分分析では、原形精米でエタノール濃度が高い他はほぼ同等の分析値となった。香気成分も球形白米で酢酸エチルは低い以外はほぼ同等の結果が得られた。しかし清酒メタボローム解析では、大きく異なり原形に対し、球形多い成分が多数見いだされた。官能評価では、球形白米(2.96)に比べ原形白米(2.72)で良い結果となった。福田様、正木様をはじめとして、試験醸造に協力いただきました多くの方に感謝申し上げます。

35%球形白米と50%原形白米のプラント規模の試験醸造による比較

○村山雅俊¹、平吉明日香³、小松夕子³、室井佑介²、川上晃司²、小林拓嗣³、岩下和裕³ [1 八海醸造(株)、2 (株) サタケ、3 酒類研]

【目的】これまでに我々は、小仕込みにより球形・原形・扁平精米を比較し、白米の形状が、酵素力価や発酵特性、一般成分、香气成分、清酒メタボロームに大きな影響を与えることを明らかにしてきた。これら一連の分析により50%原形・扁平精米が、従来の35%球形精米に匹敵することが示唆された。しかし、小仕込みは実際の醸造条件と大きく異なる。そこで35%球形・50%原形精米を用い100kgの試験醸造と分析、官能評価を行なった。

【方法】RIBY 山田錦を原料に、GC ロール、cBN ロールでそれぞれ35%球形、50%原形精米を行なった。続いて、酒母・添麴を各1ロット、仲・留麴を各2ロットずつ作成した。さらに、総米100kgの三段仕込みを二本ずつ行なった。すべての工程で蒸米水分含量と推移、温度経過がほぼ同様になるように制御した。得られた米麴と清酒について、酵素活性測定、一般分析、香气成分分析、醸造酒メタボローム分析、官能評価を行なった。

【結果】おおよそ目的の白米の形状がえられ、各仕込み経過の差は最小限に抑えられたが、モロミで原形白米のキレがやや早い傾向が見られた。各米麴の酵素活性、酒母の一般成分に有意な差は見られなかった。アルコール取得量、カス歩合には違いが見られず、清酒の一般分析でも、ほぼ同一の結果が得られ、日本酒度とグルコース濃度に極僅かな有意差が見られた。香气成分生成でもよく一致し、ブタノールとイソアミルアルコールに極僅かな有意差が見られた。メタボロームの比較解析については、小仕込みの50%原形・球形白米清酒の比較においては、25%の成分に差がみられたのに対し、差のある成分が0.4%と非常に少なくなっていた。官能評価結果でも同等の結果となった。以上の結果から、50%原形精米による清酒は35%球形精米に極めて近い特性を有することを明らかにした。

・斎藤研究員、長岡技術科学大学の犬武氏をはじめ、試験醸造に協力いただきました多くの方に感謝申し上げます。

酒造用原料米における水浸裂傷の影響（第二報） 水浸裂傷が吸水に与える影響のモデル化

○高堂泰輔⁽¹⁾、藤原久志⁽¹⁾、若井芳則⁽¹⁾、富田晴雄⁽²⁾、中嶋理奈⁽²⁾、宮藤章⁽²⁾

(1)黄桜株式会社 (2)大阪ガス株式会社 エネルギー技術研究所

【目的】我々はこれまでに、浸漬過程の可視化を通して、酒造用原料米の浸漬時に発生する水浸裂傷や吸水率の経時的な定量評価の手法を開発し^{1),2)}、水浸裂傷が吸水を加速させることを示した。しかし、その影響力の評価については定性的なものに留まっていた。そこで本研究では既存の水分拡散モデル内に水浸裂傷の影響を組み込むことで、水浸裂傷が吸水に与える影響のモデル化を試みた。

【方法】H29、H30年産「祝(京都)」「山田錦(兵庫)」「五百万石(京都)」「五百万石(福井)」「雄町(岡山)」「吟吹雪(滋賀)」「おくほまれ(福井)」計2ヶ年各7種類の玄米を精米歩合60%まで精米し、白米水分12%に調湿後、試験に供した。吸水過程の撮影は既報^{1),2)}に従い実施し、水浸裂傷発生のモデル化と予測含水率の算出をおこなった。基本となる水分拡散モデルとしては既報³⁾のFickの拡散方程式における球体モデル(以下、

既存モデル)を用い、水浸裂傷の発生を球体分割による球体半径の経時的な減少に帰することで、水浸裂傷の影響を組み込んだモデル(以下、Crack-ABSモデル)とした。

【結果と考察】

既存モデルを食用米の浸漬過程に適用した場合、決定係数が0.98となることが報告されているが³⁾。本試験において酒造好適米に適用した場合、0.64となり、精度が低くなった。対して、Crack-ABSモデルを適用した場合は0.99となり、水浸裂傷の影響を球体分割として組み込むことで酒造好適米の吸水をモデル化できることが明らかとなった。実測値とモデルの曲線形状に着目すると、雄町において、その差が大きいことが分かった。雄町は総水浸裂傷長が全試料中最も長いことから、水浸裂傷の発生個所が吸水部である確率も高く、モデルにおいて水浸裂傷が吸水に与える影響が過大評価されたためであると推察された。

1)高堂ら 醸協 114(11): 697-706, (2019). 2)中山ら, 平成30年日本醸造学会大会講演要旨 3) 佐藤ら 農機誌 73(5): 313-320, (2011)

酒造用原料米の老化環境と消化性の関係性評価および画像解析を用いた消化性予測評価の構築
○中嶋理奈、富田晴雄、宮藤章（大阪ガス株式会社）

【目的】蒸米や炊飯米を放置すると、老化と呼ばれる現象が生じ、水分や結晶構造が変化すると同時に、消化性が低下する。酒造りにおいては、醪中での米の溶けやすさを制御するために、その特性を利用し、掛米を老化させることが多い。しかし、老化環境が消化性に及ぼす影響については、詳しく知られていない。そこで、本研究では、酒造用原料米の老化環境と消化性の関係性についての評価を試みた。また、老化工程中にリアルタイムで老化米の消化性を評価する技術の構築を行った。

【方法】精米歩合 70 % の H28 年産「五百万石」（福井県産）を用いて蒸米を作成した。その後、以下の異なる 3 条件で蒸米を老化させた。①15℃密閉保管、②15℃開放保管、③15℃風速約 2 m/s の風を当てて保管。上記①～③の条件で老化させた米に対し、老化開始から 1 時間毎に米を一定量採取し、含水率測定、XRD 測定、消化性測定（Brix 値測定）を実施した。

【結果】本試験の結果、①密閉で保管した米は、保管時間に伴った含水率変化は生じず、結晶構造は保管時間に伴い変化し、消化性も保管時間に伴い低下した。一方で、③風を当て保管した米は、保管時間に伴い含水率が大きく低下したものの、結晶構造は変化せず、消化性の変化も見られなかった。また、②開放系で保管した米の含水率、結晶構造、消化性は、①、③の結果の中間的な変化を示した。以上の結果から、酒造用原料米の老化環境が結晶構造の変化に影響を及ぼし、さらには消化性にも影響を及ぼすことが分かった。したがって、現場環境で老化程度および消化性を予測することが重要であると示唆された。

現場での老化米の消化性予測を行う上で、老化程度を評価する技術は既にいくつか報告されているが、本研究では、老化米の画像解析によってリアルタイムに消化性を予測する手法を構築し、本手法を用いて予測した消化性は、測定で得た消化性との相関があることを確認した。

米糠培地における麹菌培養条件による酵素生産能の違いについて
○飯泉 湧 相良 純一（金沢工業大学大学院 工学研究科 バイオ・化学専攻）

【背景・目的】麹菌 (*Aspergillus oryzae*) は、日本の国菌に指定され、発酵産業の根幹となっており、中でも発酵食品は日本の伝統文化を伝える重要な食品となっている。麹菌は、二次代謝産物の生産に関する遺伝子を有しており、様々な二次代謝産物を生産することができる。しかしながら、麹菌の代謝経路の詳細はすべて明らかにされていない。生育培地の成分の違いによる代謝産物の相違について検討することにより、生産する物質を産業および工業的に有効活用できることが期待されている。一方、酒造産業で使用される麹は米を培地として麹菌を生育したものであり、この時に使用される米はお酒の質に合わせて 4-7 割磨かれている。そのため、大量の米糠が副産物として産出されている。米糠には油脂成分や水溶性成分の栄養成分が含まれている。主に油脂成分においては γ -オリザノール、フェルラ酸、トコフェノール、水溶性成分にはビタミン B 群、イノシトール、

フィチン酸などが含まれている。しかし、これらは産業廃棄物として廃棄されている。米糠に含まれている成分は人体および工業的に有用な成分であり、それぞれの成分について幅広い応用の可能性がある。そこで本研究では、米糠に含まれている水溶性有用成分に着目し、米糠を培地として麹菌を培養し、生産された酵素を有効利用することを目的とした。

【方法】YPD 培地と米糠 YPD 培地、米糠液を作製した。米糠 YPD 培地には米糠液の最終濃度を 5%とした。それぞれの培地に清酒麹と RIB 40 を植菌し、18 時間振盪培養を行った。その後、SDS-PAGE を用いて、生産されたタンパク質の相違の検討を行った。

【結果】SDS-PAGE の結果より、YPD 培地と米糠 YPD 培地、米糠液からそれぞれ異なるバンドが見られた。このことにより、麹菌は培地の異なる栄養成分によって、異なる物質を生産したと考えられる。

清酒の呈味性ピログルタミンペプチドエチルエステルの米麴酸性カルボキシペプチダーゼによる生成
伊藤俊彦、大植はる華、天野奈緒美、長江祐昌、野下浩二、○橋爪克己
秋田県大・生物資源

①目的：清酒の呈味性ピログルタミン (pGlu) ペプチドエチルエステルの生成する米麴酵素について検討した。
②方法：米麴は黄麴菌 RIB128 株を用いて清酒タイプの麴を作成した。麴抽出液は酒類総合研究所標準分析法により調製した後、PD-10 カラム処理した。酵素活性は、苦味ペプチド (pGlu)LFGPNVNPWH を基質として (pGlu)LFGP-エチルを生成する活性 (A タイプ酵素活性) 及び同じ基質から (pGlu)LFGPNVNPW-エチル又は (pGlu)LFGPNVNPW を生成する活性 (B タイプ酵素活性) を、25mM 乳酸 Na 緩衝液 (pH3.0)、12%エチルアルコール存在下で測定した。生成する C 末端カルボキシペプチドは HPLC によって、エチルエステル化ペプチドは D ラベル内部標準物質を用いて高分解能 MS により測定した。酸性カルボキシペプチダーゼ (ACP) 活性は Cbz-Glu-Tyr を基質とする酒類総合研究所標準分析法により測定した。

③結果：米麴抽出液を弱陰イオン交換クロマトグラフィーにより分析したところ、ACP 活性は複数のピークを示して溶出した。一方、(pGlu) ペプチドエチルエステル生成活性は ACP 活性区分の一部と重複する比較的高い塩濃度域で溶出した。(pGlu)LFGPNVNPWH の加水分解活性及びエチルエステル生成活性はほぼ同じパターンで溶出した。また、A, B の活性は部分的に重複して溶出した。両タイプの活性を指標に麴抽出液から各種クロマトグラフィーによって酵素の精製を行った。途中の DEAE-5PW 弱陰イオン交換クロマトグラフィーで A 及び B の活性は分離した。最終的に得られた酵素標品の SDS-PAGE 分析結果から多量の糖鎖の存在が示唆された。酵素 A は幅広い (pGlu) ペプチドに対して活性を示し、(pGlu)LFGP-エチル生成活性が酵素 B よりも強かった。一方、酵素 B は (pGlu)LFGPNVNPWH に強い活性を示し、加水分解物と (pGlu)LFGPNVNPW-エチルを生成した。

AI 技術による清酒麴造り

○入江 彰一、山本 竜徳、川崎 勉、森 章、狩山 昌弘 (株式会社フジワラテクノアート)

【目的】製麴条件は造りたい麴の品質により多様に存在し、製麴条件の修正は熟練者により麴の出来に応じて行われる。麴の出来は、酵素力価等の分析値や熟練者の経験と感覚 (視覚、味覚、嗅覚、触覚) により判断され、中でも視覚情報に依るところが大きい。我々は視覚情報に基づく麴のクラス判定を基に次の最適製麴条件を情報提供するモデルを搭載した製麴装置を提供することを目的とし、まず画像解析を活用した AI 技術による「麴 1 粒クラス判定モデル」及び「破精分布予測モデル」の構築を試みた。

【方法】製麴試験には「山田錦 (兵庫、精米歩合 50%)」を使用した。切返盛、仲仕事、仕舞仕事、最高品温、出麴の 5 時点の米麴からそれぞれ 100 粒を任意に選定し、米麴の透過光画像を得た。得られた麴 1 粒画像は、4 クラス分類 (破精少、破精適度、破精多、破精過多) を行うアルゴリズムで機械学習を行い、「麴 1 粒クラス判定モ

デル」構築の検討を行った。入力は、32×32pixel の麴 1 粒画像、pixel 値の度数分布、破精の輪郭検出により算出した破精の面積、周長、白黒比等を用い、出力は製麴担当者のクラス分類結果として学習を行った。

また、製麴条件である種付量、吸水率、品温経過等を入力とし、出麴 100 粒中の 4 クラスの各比率 (破精分布) を出力とした、回帰アルゴリズムによる「破精分布予測モデル」構築の検討を行った。

【結果】「麴 1 粒クラス判定モデル」については、各クラス 2000 粒、合計 8000 粒の麴画像を教師データとして学習した結果、正解率 90%以上での判定が可能となった。

「破精分布予測モデル」については、200 パターン以上の製麴データを教師データとして学習した結果、予測精度の高いモデルを構築できた。製麴条件から出麴の破精分布予測が可能となることで、希望する破精分布を得るための最適製麴条件の情報提供が可能となった。

脱デンブンプ小麦フスマ培地の最適前処理方法の開発

○和田竜之介¹,山田美貴²,高桑蓮²,中田有紀²,尾関健二^{1,2}(1金工大院・ゲノム研,²金工大・ゲノム研)

精麦時に排出される小麦フスマ(WB)は1割がデンブンプ、3割がヘミセルローズで構成されている。ヘミセルローズは血糖値上昇抑制効果を持つD-キシロースやL-アラビノースを含有している。現在、食品加工用のヘミセルラーゼ剤は種類が少ない。また、これらの市販酵素剤ではキシロース、アラビノースへの可溶化率は10-20%であり、組成の異なる酵素剤の開発が望まれる。我々は小麦フスマをクエン酸溶液でオートクレーブ処理し、デンブンプ質を酸加水分解する処理方法を開発した。この処理により脱デンブンプ小麦フスマ(SFWB)で生育させた2種類の麹菌(*Aspergillus oryzae* RIB40, *A. luchuensis* SH34)の酵素抽出液は、アミラーゼ系酵素の生産がほとんどなく、β-キシラナーゼ、β-キシロシダーゼなどを高生産し、従来のヘミセルラーゼ剤とは酵素組成が全く異なっていた。しかしながら脱デンブンプにはクエン酸溶液と熱水での処理が必要であり、従来法では小麦フスマ

の150倍の廃液が出てしまうという課題があった。今回の研究では焼酎麹菌(*A. luchuensis*)に対して、実用化を目指した廃液が出ない前処理方法について検討した。従来法では小麦フスマ1gに対してクエン酸溶液を10倍量添加するが、本研究では2.5倍量とし、スプレーボトルで噴霧してスパテルで攪拌した。その後110℃でオートクレーブ処理し、従来法の熱水洗浄工程を省略して60℃で一晩乾燥させた。栄養源として酵母エキスと硫酸アンモニウムを添加して焼酎麹菌を30℃で7日間培養し、菌体重量及びα-アミラーゼ、β-キシラナーゼ、β-キシロシダーゼの活性を従来法と比較した。菌体重量はWB及び従来法のSFWBと同程度であり、α-アミラーゼ活性はWBの25%程度となった。β-キシラナーゼ活性は70%、β-キシロシダーゼは343%となった。本研究によって、110℃、20分、2.5倍量の条件で、多量の廃液が出る熱水処理工程を省略した廃液が出ない脱デンブンプ処理方法を開発できた。

泡盛に含まれる香り成分1-octen-3-ol生産に関する黒麹菌脂肪酸オキシゲナーゼの解析

○片岡涼輔¹、渡邊泰祐^{1,2}、山田修³、荻原淳^{1,2}(1日大院生資科・生資利用、²日大生資科・生命化、³酒総研)

【目的】泡盛の代表的な香り物質の1つである1-octen-3-olは、泡盛における含有量の高さから、官能特性に影響を与える成分であると考えられているが、その生成機構は未解明である。我々は、最近黒麹菌*Aspergillus luchuensis*が製麹過程で本化合物を生産すること、その生成に黒麹菌の脂肪酸オキシゲナーゼ*AlppoC*が必須であることを報告した¹⁾。今回は、3種の脂肪酸オキシゲナーゼ*AlppoA*, *AlppoC*, *AlppoD*破壊株を用いた泡盛小仕込み試験を実施し、遺伝子破壊が蒸留液中の1-octen-3-ol含有量に与える影響を評価した。*AlppoA*, *C*, *D*過剰発現株を新たに構築し、遺伝子破壊株とともに麹を調製した。これらの麹における1-octen-3-ol生成量の比較解析から、本化合物の生成機構における各遺伝子の役割を考察した。

【方法】*AlppoA*, *C*, *D*の塩基配列は、黒麹菌ゲノムデータベースに基づいて取得した。*AlppoA*, *C*, *D*破壊株を用いた泡盛小仕込み試験では、得られた蒸留液における1-octen-3-ol含有量をSPME-GC-MSにより定量した。各遺伝子の過剰発現株は、

アグロバクテリウム法を用いて構築した。遺伝子破壊株および過剰発現株を用いて調製した米麹における1-octen-3-ol含有量はGC-MSで評価した。

【結果】*AlppoC*破壊株を用いて調製した泡盛蒸留液からは1-octen-3-olが検出されなかった。したがって、泡盛中の1-octen-3-olは黒麹菌の*AlppoC*によって生成され、製造工程におけるその他の因子が生成に直接関与しないことが示された。一方、*AlppoA*および*AlppoD*破壊株を用いて調製した蒸留液は、親株の蒸留液よりも1-octen-3-ol含有量が高く、麹の分析結果も同様の傾向を示した。*AlppoA*および*AlppoD*過剰発現株で調製した米麹は、親株の米麹よりも1-octen-3-ol含有量が低かった。これらの結果は、*AlppoA*および*AlppoD*が本化合物の生産を負に制御することを示唆した。*AlppoC*の過剰発現株で調製した米麹は、親株の米麹よりも1-octen-3-ol含有量が高かったことから、*AlppoC*の発現と本化合物の生産性に関連性があることが示唆された。

¹⁾ Kataoka et al., *J Biosci Bioeng.* 129, 192–198 (2020).

白麴菌の CRISPR/Cas9 によるゲノム編集

○山口正晃¹、門岡千尋²、奥津果優¹、吉崎由美子¹、高峯和則¹、片山琢也³、丸山潤一³、玉置尚徳¹、二神泰基¹ (¹鹿児島大学大学院農林水産学研究所、²筑波大学生命環境系、³東京大学大学院農学生命科学研究科)

【目的】ゲノム編集技術は、その効率の良さと簡便さから様々な生物種での利用が広がっている。本研究では、白麴菌における CRISPR/Cas9 システムによるゲノム編集実験系を構築することを目的とした。

【方法】まず、Cas9 タンパク質の発現ベクターとして、自己複製配列 *AMA1*、ハイグロマイシン耐性マーカー遺伝子 *hph*、ならびに *cas9* 遺伝子をもつプラスミド pFC332¹⁾を用いた。一方、guide RNA (gRNA) の発現ベクターとして、自己複製配列 half *AMA1*、ピリチアミン耐性マーカー遺伝子 *ptrA* をもち、白麴菌由来の U6 プロモーターと U6 ターミネーターで gRNA を発現するプラスミド pSG1²⁾を構築した。次に、遺伝子ノックアウト効率を評価するためのターゲットとして分生子形成に必要な転写因子をコードする *brlA*、硝酸窒化に必要な硝酸還元酵素をコードする *niaD*、 α -アミラーゼをコードする *amyA* を選択し、pSG1 に各ターゲット配列

を付加した。pFC322 と、pSG1 に由来する各 gRNA 発現ベクターを白麴菌にプロトプラスト・PEG 法で同時に導入し、ハイグロマイシンとピリチアミンを含有する培地で形質転換体を選択した。取得した形質転換体の表現型の観察、ならびに各 gRNA のターゲット配列のシーケンス解析を行った。

【結果】一度の形質転換あたり平均約 6 株を取得した。取得した計 32 株の表現型を観察した結果、全ての株で *brlA*、*niaD*、あるいは *amyA* のノックアウト株に特徴的な表現型が見られた。また、計 16 株のシーケンス解析を行った結果、全ての株でターゲット配列に塩基の欠損あるいは挿入が生じていることを確認した。以上のことから、白麴菌におけるゲノム編集実験系を構築できた。

- 1) Nødvig *et al.*, *PLoS One*, 2015, 10, e0133085.
- 2) Kadooka, Yamaguchi *et al.*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2020 doi: 10.1080/09168451.2020.1792761.

白麴菌におけるサーチュイン SirD の解析

○池田 萌¹、森 一樹²、奥津 果優¹、吉崎 由美子¹、高峯 和則¹、後藤 正利³、玉置 尚徳¹、二神 泰基¹
¹鹿児島大学大学院農林水産学研究所、²(株)セルイノベーター、³佐賀大学農学部

【目的】焼酎製造において、白麴菌は糖質加水分解酵素とクエン酸を高生産する。先行研究において、白麴造りにおける遺伝子発現を解析したところ、仕舞仕事の前後で NAD⁺依存的ヒストン脱アセチル化酵素をコードするサーチュイン遺伝子の発現が変化していた¹⁾。そこで本研究では、白麴菌の糖質加水分解酵素やクエン酸などの生産におけるサーチュインの役割を明らかにすることを目的とした。

【方法】白麴菌においてサーチュインをコードする *sirA*、*sirB*、*sirC*、*sirD*、*sirE* の単独破壊株を構築した。また、*sirD* 破壊株については相補株を構築した。これらの菌株を用いて麴を造り、酸度、 α -アミラーゼ活性、グルコアミラーゼ活性、 α -グルコシダーゼ活性、分生子形成数の測定を行った。また、麴から RNA を抽出し、CAGE (Cap Analysis Gene Expression) 法によるトランスクリプトーム解析を行った。

【結果】白麴菌におけるサーチュイン遺伝子破壊株のうち、*sirD* 破壊株において酸度の低下、 α -アミラーゼ活性の低下、および分生子形成数の減少がみられた。次に、トランスクリプトーム解析の結果、*sirD* の破壊により白麴菌のもつ 11488 遺伝子のうち、1314 が発現上昇し、1590 が発現低下したことが示唆された。発現が低下した遺伝子には、クエン酸トランスポーター遺伝子と耐酸性 α -アミラーゼ遺伝子が含まれており、酸度と α -アミラーゼ活性が低下した結果と一致した。さらに、*sirD* の破壊による遺伝子発現の変化²⁾と、先行研究で取得した麴造りにおける遺伝子発現の変化¹⁾を比較した結果、仕舞仕事における遺伝子発現の変化の約 3 割に *sirD* が関与する可能性が示唆された。

- 1) Futagami *et al.*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 2015, 81, 1353-1363.
- 2) Miyamoto *et al.*, *J. Biosci. Bioeng.*, 2020, 129, 454-466.

紅麹菌と泡盛黒麹菌を用いた複菌麹「烏衣紅曲」の性質
○橘信二郎¹、小倉裕太¹、為定誠²、比嘉悠貴²、深見裕之²
[琉球大学農学部¹、小林製薬株式会社中央研究所²]

【①目的】烏衣紅曲は、中国の浙江省から福建省の地域で伝統的に黄酒醸造に用いられ、主に黒麹菌、紅麹菌および酵母でつくられる混合培養の散麹である。烏衣紅曲に関する研究は、黒麹菌の単離、菌叢解析、製麹方法から見た歴史的背景についての考察が報告されているが、紅麹菌や紅麹に由来する生物活性に関する報告はない。本研究では、紅麹菌と泡盛黒麹菌を用いて烏衣紅曲のモデルとして複菌麹を調製し、麹の性質について調べた。

【②方法】供試菌株として、黒麹菌に *Aspergillus luchuensis* ISH-1 (石川種麹)、紅麹菌に *Monascus purpureus* NBRC 4478 および *M. pilosus* NBRC 4502 を用いた。インディカ米を 18 時間水道水に浸漬し、水切り後に 121°C、20 分間オートクレープ処理したものを麹原料米として用いた。麹原料米に黒麹菌および紅麹菌をそれぞれ植菌し、30°C で静置培養したものを種麹として用いた。麹原料米に黒麹と紅麹の種麹をそれぞれ

任意の量で植菌し、1 週間静置培養した。得られた烏衣紅曲検体から抽出液を調製し、糖化力分別定量キットを用いて糖化力を測定した。抗酸化活性は、DPPH ラジカル消去活性測定法により測定した。抽出色素の吸収スペクトルと色価は、島津分光光度計 (UV-1800) を用いて測定した。紅麹菌由来のシトリニンは、逆相カラムを用いた蛍光 HPLC 法により測定した。

【③結果】複菌麹は、紅麹菌の種類に関係なく、黒麹単独と同程度の糖化力を示した。黒麹の種麹量は、複菌麹の糖化力に影響しないことが示唆された。複菌麹の DPPH ラジカル消去活性は紅麹菌に由来し、*M. purpureus* で高い活性が観察された。抽出した紅麹色素は、*M. purpureus* に比べて *M. pilosus* で高い色価を示し、黒麹の種菌量が少ないことでより高い色価を示した。*M. pilosus* で調製した麹はシトリニンフリーであることが示唆された。

麹グリコシルセラミドの肝臓コレステロール低下効果の他の素材との比較の試み

戴風凰¹、浜島弘史²、中村強³、柳田晃良⁴、西向めぐみ⁵、光武進¹、中山二郎⁶、永尾晃治¹、○北垣浩志¹

¹佐賀大学農学部、²(財)佐賀県地域産業支援センター、³福岡女子大学国際文理学部、⁴西九州大学健康栄養学部、⁵岩手大学農学部、⁶九州大学大学院

① 目的

血清の LDL コレステロールの増加は心疾患のリスクを上げることから先進国における深刻な健康問題である。血清 LDL コレステロールは肝臓で作られ、その抑制にはスタチン系薬剤の投与が有効であることが示されているが、日常的に摂取できる食品素材も有力な選択肢のひとつであり、肝臓コレステロール低下効果のある食品素材を周知することは公衆衛生及び保険財政にとって重要である。これまでに我々は甘酒や酒粕、味噌、塩こうじ、濁り酒など日本の発酵食品の多くに含まれている麹グリコシルセラミドを肥満マウスに摂食させると糞中の胆汁酸が増加し、肝臓の代謝を活性化し、肝臓のコレステロールを低下させる効果があることを見出している^{1,2)}ことから、その肝臓コレステロールを低下させる効果を他の食品素材と比較することを試みた。

② 方法

魚介類に多いオメガ 3 多価不飽和脂肪酸、赤ワインに含まれるレスベラトロール、ビタミン B6、大麦水溶性繊維、こんにやくに含まれるグルコマンナン、ナマコのグリコシルセラミドなどの肝臓コレステロール低下効果を実験動物を使った研究の文献データから比較した。

③ 結果

・麹グリコシルセラミドの 1 wt% の 3 週間給餌は肝臓コレステロールを 21% 減少させたのに対し、オメガ 3 多価不飽和脂肪酸を含むオキアミ油の 1.25% wt% の 8 週間給餌は 23% 減少させ、大麦食物繊維の 5 wt% の 9 日給餌は 26% 減少させた。本大会では、他の食品素材の結果と実験系も含めて肝臓コレステロール低下効果について考察したい。

1) 日本醸造学会誌、112, 9, 655-662 (2017)

2) *Biosci Biotechnol Biochem* 83(8):1514-1522 (2019).

麹菌群の農水省が優先的にリスク管理を進めているカビ毒生産性の検討

○シャロン マリー ガリド,小松夕子,斎藤亮太,織田健,岩下和裕

[酒類研]

【目的】 麹菌 (*Aspergillus oryzae*) は機能未知の2次代謝物合成遺伝子クラスター (SMs クラスター) を多数有しており, これら SMs クラスターの機能等については, RIB40 株を中心にゲノムレベルでの研究が進んでいる。しかし, 醸造産業では多種多様な麹菌株が使用されるため麹菌群全体の安全性評価が必要である。これまでに, 当研究室ではゲノムアレイ解析を行い, 麹菌株群は 13 のクラスターに分類されることを明らかにしている。そこで, 菌株群全体にわたる評価を目的に各クラスターから 1 菌株 (代表株) ずつ選抜し, 精密質量分析により農水省が優先してリスク管理を進めている 15 のカビ毒の生産性について検討した。

【方法】 13 代表株について米麹や醤油麹を含む 11 の条件で培養を行ない, 疎水性画分を DI-HRMS を用いて分析を行った。標準品のデータが取得可能だった 14 のカビ毒と比較し, m/z が一致したものについて, さらに

UPLC-QTOF/MS により分析を行い, 溶出時間と m/z による比較解析を行なった。さらに, 必要に応じて MS/MS 解析を行なった。

【結果】 麹菌株と培養条件の組み合わせによりえられた 143 サンプルについて, 効率的に非生産の組合せを除き, 時間短縮するために DI-HRMS 分析を行った。つぎにカビ毒と一致した m/z のピークがみられるサンプルについて, UPLC-QTOF/MS により解析した結果, 13 種のカビ毒については生産性が見られなかったが, Aflatoxin B2 については, 全ての菌株で, いずれかの培養条件において, 溶出時間が近接し, 精密質量数 (m/z) が一致するピークが見られた。そこで当該ピークの MS/MS のパターンを取り標準品と比較したところ, 麹菌由来のものとは全く一致しなかった。以上の事から, 全ての麹菌株において, 検討を行った 14 全てのカビ毒生産は見られず, 麹菌群全体としても生産性がないことが強く示唆された。

清酒酵母の網羅的な泡無し化の取り組み

○渡部貴志, 柳澤昌臣, 吉野功

(群馬産業技術センター)

【背景と目的】

近年の清酒のニーズは多様化しており, 蔵付きの乳酸菌を利用した生酏系酒母造りや, 純米酒などの昔ながらの清酒も脚光を浴びている。群馬県では, 蔵付きの酵母を利用した清酒造りに取り組む酒造会社や, きょうかい 7 号 (K7) 系の優良清酒酵母以前の酵母を使用してみたという酒造会社もある。しかしながら, K7 系以前に取得された昔の清酒酵母の多くは泡有り酵母しかなく, 現在の効率化した酒造りに合わせるためには, 清酒酵母の泡無し化が必要となってくる。

清酒酵母の高泡形成は, 発酵の際に発生する二酸化炭素に吸着する細胞表面タンパク質 Awalp の働きによるものであることが分かっており, すでに泡無し化の手法が開発されている。そこで本研究では, 酒類総合研究所や日本醸造協会が分譲可能であり, かつ泡無し株が頒布されていない清酒酵母の網羅的な泡無し化を行った。

【方法と結果】

RIB0001~RIB0007, K1~K5, K8, K12, K13 株, 赤色酵母およびピルビン酸低生産性 K7 株を対象にし, Froth Floatation 法による泡無し化を試みた。得られた候補株については, 水-ベンゼン混濁による簡易識別法により泡無し候補株を選抜した。総米 200g の小仕込み試験により, 親株の醸造特性に近い株を選抜した。

培地の検討を行ったところ, グルコースが多めであることが, Froth Floatation 法で泡有り株を泡に吸着させることに重要であった。酒類総合研究所から分譲された K2 株は泡無し株と判定されたが, それ以外の 16 の株泡有り酵母については, 泡無し株を取得できた。さらに, ピルビン酸低生産性 K7 の泡無し株については, 実地醸造試験を行い, ピルビン酸低生産性を維持していることを確認した。

【謝辞】 佐賀大学の北垣教授にピルビン酸低生産性 K7 を用いた泡無し化研究の許可を頂いた。

酵母のフェノール臭産生機構

○尾形智夫、齋藤美邑、土信田有紀（前橋工科大学生物工学科）

【目的】4-vinylguaiacol(4-VG)等の揮発性フェノール臭物質は、原料由来のフェノール化合物が、微生物によって変換され生じ、ビール、清酒、ワイン等では、一般に異臭とされる。清酒酵母(1)、ビール酵母(2)、ワイン酵母の多くは、4-VG等を産生しないが、*Saccharomyces*属や、*Dekkera/Brettanomyces*属の野生酵母が混入すると4-VG等が産生されることがある。*S. cerevisiae*野生株は、4-VGを産生するが、その産生能には、*PAD1*と*FDC1*遺伝子がともに存在することが必須である(1-2)。本研究は、酵母の揮発性フェノール臭の産生機構を解明することで、酒類の品質向上に寄与することを目的としている。

【方法】4-VG等の産生能は、液体培地にフェルラ酸50 µg/mlを添加し、産生した培養上清中の4-VG等をHPLCで測定した。

【結果】実験室酵母*S. cerevisiae* BY4741の*PAD1*遺伝子は、大腸菌のユビキチン合成に関与し、フラビンモノヌクレオチド(FMN)のプレニル化する酵素をコードする*ubiX*遺伝子(3)と相同性がある。そこで、実験室

酵母*S. cerevisiae* BY4741 $\Delta pad1$ 株に、大腸菌の*ubiX*遺伝子を導入し、4-VG産生能が回復するかを調べた。実験室酵母*S. cerevisiae* BY4741 $\Delta pad1$ の空ベクター導入株は、4-VGを産生しなかったが、大腸菌の*ubiX*遺伝子を導入した形質転換株では、4-VGが産生された。また、*S. cerevisiae*の*PAD1*遺伝子には、53アミノ酸からなるミトコンドリア移行配列と想定される配列が存在していた。この移行配列を除去した*PAD1*遺伝子を、実験室酵母*S. cerevisiae* BY4741 $\Delta pad1$ 株で発現させたところ、形質転換株では、4-VGが産生された。

【考察】*S. cerevisiae*の野生酵母では、*PAD1*遺伝子がコードするタンパク質によって、FMNがプレニル化され、これが補酵素となって、*FDC1*遺伝子がコードする脱炭酸酵素によって、フェルラ酸等が4-VG等、揮発性フェノール臭物質に変換されると推察された。また、この脱炭酸反応は、細胞質でおこなわれていると推察された。

(1) Mukai, N. et al. J. Biosci. Bioeng. Vol.109, 564-569 (2010)

(2) Ogata, T. et al. J. Am. Soc. Brew. Chem. Vol.78, 74-79 (2020)

(3) White, W. D. et al. Nature Vol.522, 502-506 (2015)

新潟県内の清酒製造場における「蔵付き酵母」の分離とその醸造特性

○粟林喬¹、畠山明²、浅野宏文³、古田悟⁴、原崇⁵、鈴木一史⁵、城斗志夫⁵、金桶光起⁶、小熊哲哉¹、渡邊剛志^{1,5}(¹新潟食料農業大学、²吉乃川株式会社、³越銘醸株式会社、⁴今代司酒造株式会社、⁵新潟大学農学部、⁶新潟県醸造試験場)

【目的】清酒製造において、清酒酵母は、原料米と麹菌とともに清酒の品質を決定する大きな要因である。現在、一般的な清酒製造に用いられる清酒酵母は、公益財団法人日本醸造協会から配布されているきょうかい酵母である場合が多く、清酒の安全な醸造や高品質化に大きく貢献している。一方で近年、酒類の多様化に伴い、より個性的でブランド力ある清酒製品が重要になるなか、酒造場の酒造道具や作業場内に存在する「蔵付き酵母」を利用することによって、製造者間における差別化を図る試みがなされている。

そこで本研究では、以前我々が開発したLoop-mediated Isothermal Amplification (LAMP)法を用いた醸造用酵母の識別法を利用して、清酒製造場より酵母のスクリーニングを行ったところ、既存の清酒酵母とは異なる「蔵付き酵母」を選抜することに成功した。さらに、単離した酵母を用いて清酒製造が可能であったので報告する。

【方法】新潟県内の各酒造場の酒母及び醪から、TTC染色法とK7_02212遺伝子およびPPT1遺伝子を標的とするLAMP法をスクリーニング法として利用し、K7グループ系清酒酵母とは異なる酵母を分離した。さらに、得られた酵母の酸性ホスファターゼ活性の有無、細胞膜表面の疎水度、孢子形成率といった生理学的特徴を解析し、K7グループ以外のきょうかい酵母との差異も調査した。

【結果】本LAMP法を利用することにより、いくつかの酒造場から「蔵付き酵母」を分離することが可能であった。

また、一部の酒造場からは、個性的な酒質の清酒が得られる「蔵付き酵母」が単離された¹⁾。26S rDNA解析の結果から*Saccharomyces cerevisiae*として同定され、生理学的特徴も、既存の清酒酵母とは異なることが明らかとなった。この分離株を用いた実地醸造試験の結果、香気と酸味に特徴をもった清酒が得られた。

1) 畠山明ら：醸協，115，印刷中（2020）

市販清酒製品の分析による「京都酵母」の特徴の比較

○清野 珠美, 和田 潤, 廣岡 青央

(京都市産技研)

【目的】

京都市産業技術研究所では、京都の酒造業界への技術支援の一環として、昭和30年代から研究所保有清酒酵母の分譲を行っている。さらに近年は、京都市産技研独自で、香味に特徴の出る清酒酵母開発にも取り組んでいる。現在までに「京の琴（こと）」「京の華（はな）」「京の咲（さく）」「京の珀（はく）」、そして「京の（こい）」の5種類が「京都酵母」として実用化されている。

個々の酵母の特徴は、実験室レベルでの小仕込試験や分析などにより見出されているが、製品レベルでの詳細な分析比較は行っていなかった。そこで本研究では、「京都酵母」を使用した市販清酒製品の分析・解析を行い、個々の酵母の特徴が市販清酒製品にどの程度現れているかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

試料は「京都酵母」を使用した市販製品又は実製造規模で試験製造された清酒を用いた。分析項目は、アルコール度数、日本酒度、酸度、アミノ酸度のような清酒の一般的な分析項目に加え、GCによる香気成分、LC-MSによる有機酸、アミノ酸の組成分析を行った。最後に、得られた分析データを用いて主成分分析を行った。

【結果と考察】

主成分分析により、同じ清酒酵母を使用した試料のプロットが集約する傾向があり、原料米や仕込規模等が異なる清酒でも、使用した清酒酵母の特徴が表れていることが示唆された。

きょうかい清酒酵母の多数の保存菌株を対象とした電気泳動核型解析

守興麻理絵^{1,2}、五島徹也¹、岡崎直人³、○赤尾健^{1,4}

1 酒類総合研究所、2 広島大・発酵、3 日本醸造協会、4 広島大院・統合生命

【目的】今日の清酒酵母菌株の主流は、きょうかい6号（K6、以下同様）、K7、K9、K10及びこれらの派生株である。これらは塩基レベルでは相互に極めて近縁だが、各系統内にも頒布年度や保存機関により、塩基レベルの多様性がある。一方、これまで各系統内の染色体の構造多型に関する知見はない。そこで、K6、K7、K9、K10の各系統の多くの菌株を対象とし、電気泳動核型解析により、染色体の構造多型の実態を調べることとした。

【方法】K6、K7、K9、K10の各系統に属し、頒布年度、保存機関等の異なる約150菌株について、CHEF方式の装置を用いてパルスフィールド電気泳動を行い、核型を観察した。

【結果】各系統の核型を大まかに比較したところ、過去に報告のあるとおり、K10系統には、他の系統にはない特異的なバンドが共通して観察された。また、K6、K7、K9の各系統では、系統を超えて核型の類似性の高い株が

存在する一方で、K10も含めた各系統内において、それぞれいくつかの核型の多型が認められ、各系統内に、染色体の構造多型が存在することが示された。

醸造協会頒布株では、同名の年度違いの株間でも、醸造特性の傾向が概ね維持されていたこと¹⁾を踏まえると、今回示された系統内での染色体の構造多型は、各系統に特徴的な醸造特性には大きく影響していないと考えられた。

これまで核型多型については、菌株の判別への応用が検討されることもあった。しかし今回の結果では、各系統に関し、系統内の一部で見られる特徴的な核型多型を指標として、それを持つ株に限定して系統の推定が可能な場合もあったが、それ以外は系統間の判別が困難なことも多かった。電気泳動核型による系統判別については、他にはない特徴的な核型を有するK10系統の判別以外には、汎用性や精度の面で実用的ではないと考えられた。

1) 岡崎直人ら、醸協、**113**, 515 (2018)

酵母 *Saccharomyces cerevisiae* におけるアルギニンによるプロリン資化抑制機構の解析

○西村 明、谷川 翼、棚橋 亮弥、高木 博史
奈良先端大・バイオ

①目的

酵母 *Saccharomyces cerevisiae* はワインなどの醸造に用いられ、酵母による原料の資化が酒類の味や風味を決める大きな要因となっている。プロリンはワインの原料であるブドウ中に最も豊富に含まれるアミノ酸であるが、発酵中の酵母はプロリンをほとんど資化することができず、発酵後も多量に残存することが知られている。残存したプロリンは苦味の増加や酸味の減少を引き起こし、最終製品であるワインの酒質を低下させると考えられている。本研究は、発酵環境下においてプロリンを効率良く資化できる菌株の創製を目的とし、プロリン資化抑制に関わる因子の同定とその作用機序の解析を行った。

②方法

まず、プロリン資化能を酵母の生育によって評価するために、プロリン要求性株の構築を行った。

構築したプロリン要求株を用いて、様々な窒素源を含む培地において生育試験を行い、資化抑制因子の探索を行った。さらに、同定した阻害因子がプロリン代謝遺伝子群の転写やプロリントランスポーターの細胞内局在に与える影響を観察した。

③結果

プロリン要求性株を使用して、生育からプロリン資化抑制因子を探索した結果、興味深いことにブドウ中に2番目に多い窒素源であるアルギニンが阻害因子であることが判明した。さらに、アルギニンはプロリン代謝遺伝子群の発現を大きく抑制すること、プロリントランスポーターのエンドサイトーシスを誘導することを発見した。現在、アルギニン存在下でもプロリン資化が可能な自然突然変異株をスクリーニング中である。将来的には、実験室酵母で得られた知見をワイン酵母の育種に応用することで、プロリン含量の低い高品質なワインの製造が期待される。

実験室酵母の清酒高発酵性変異株の変異遺伝子の解析

○下飯仁^{1,2}、前田岳彦¹、田中美穂¹、相澤みお¹、山田美和¹、末次-佐々木春菜³、赤尾健³
¹岩手大学農学部、²公益財団法人日本醸造協会、³独立行政法人酒類総合研究所

【目的】きょうかい7号系の清酒酵母は、急性のストレスには感受性であるが、高いアルコール発酵力を示すことが知られている。この現象の逆を利用すると、ストレス耐性はあるがアルコール発酵力の低い実験室酵母からストレス感受性変異株を選抜することで、高発酵力変異株を取得することができる。今回、取得した変異株の変異遺伝子を解析したので報告する。

【方法と結果】実験室酵母の一俵体を変異処理して熱ショック感受性株を取得し、それらの清酒小仕込試験を行った。その結果、熱ショック感受性変異株の一部は高いアルコール発酵力を示すことがわかった。

高発酵力を示した変異株6株について、遺伝解析を行った結果、5株が劣性であった。劣性の5株について親株と交配し、孢子形成後のセグレガントの形質を調べた。その結果、いずれの株でもストレス感受性とストレス耐性が2:2に分離し、ストレス感受性が1遺伝子に

支配されていることがわかった。これらの5株について相補性試験を行った結果、MD10を含む相補群が4株、MD102を含む相補群が1株であった。

次に、MD10およびMD102について、Pooled linkage analysisによる変異点の同定を試みた。変異株を親株と戻し交配し、セグレガントをストレス感受性株とストレス耐性株に分けてプールした。全ゲノム解析により、ストレス感受性株プールには存在するが、ストレス耐性株プールには存在しない変異を検索した結果、MD10についてはRasのGAPをコードする *IRA1* に変異があることがわかった。MD10に *IRA1* を含むプラスミドを導入すると、ストレス感受性と高発酵性が相補された。また、*ira1Δ*株はストレス感受性で高発酵性であったが、MD10と交配しても、ストレス感受性も高発酵性も相補されなかった。以上の結果から、MD10は *IRA1* の変異によってストレス感受性かつ高発酵になったことが明らかとなった。

蔵付き酵母の 4-ビニルグアヤコール非生産化

○伊出 健太郎、根来 宏明、小高 敦史、秦 洋二、石田 博樹
(月桂冠株式会社・総合研究所)

【目的】

清酒において 4-ビニルグアヤコール (4-VG) はオフフレーバーとされ、米に由来するフェルラ酸が脱炭酸されることで生産される。酵母による 4-VG 生産には *FDC1*、*PAD1* 両遺伝子の機能が必要であり、清酒酵母は *FDC1* に機能欠損変異をホモで有しているため、4-VG 非生産となっている。当社の酒蔵の環境中より単離された蔵付き酵母 U-01 は、小仕込み時に 4-VG を生産するものの、味の評価が優れていた。そこで本研究では、U-01 の 4-VG 非生産株を育種することで、香味の優れた清酒を造ることを目的とした。

【方法と結果】

U-01 のゲノムを解析したところ、7 号系酵母とは系統が異なることが確認された。また U-01 は *FDC1* の機能欠損変異をヘテロで有していたことから、機能欠損型 *FDC1* をホモ化することによる 4-VG 非生産株の育種を試みた。*FDC1* の近傍に位置し、 γ -グルタミルキナーゼをコードする *PRO1* をタ

ーゲットとし、プロリンアナログである L-アゼチジン-2-カルボン酸 (AZC) 耐性株を選抜することで、*PRO1* に巻き込まれる形で *FDC1* にヘテロ接合性の消失 (Loss of Heterozygosity; LOH) が起きた株の取得を目指した。結果、*FDC1* において LOH を起こした株を複数取得することができた。ただしこれらの株において *PRO1* に変異があったのは 1 株のみで、残りの株においては *PRO1* の変異は見られなかった。*PRO1* 非変異株がどのように AZC 耐性を獲得したのかは現在解析中である。*FDC1* の機能欠損変異がホモ化した株で小仕込み試験を実施したところ、4-VG 非生産となっており、醸造された清酒は特徴的な甘酸っぱい香りや奥行きのある甘味を有していることを確認した。大型スケールでも、同様に特徴ある清酒を醸造することができた。本研究は非・清酒酵母のオフフレーバーのみを排除することで通常の清酒酵母では出すことの難しい香味を実現したものであり、清酒の多様化に資するものと考えられた。

野生酵母における 4-VG 生産系の生理的役割と非生産株の遺伝的要因の解析

奥村真衣¹、吉村明浩²、澤井美伯²、正木和夫^{2,3}、石井雅之⁴、向田潤⁵、三井亮司⁵、島田昌也^{1,4}、早川享志^{1,4}、○中川智行^{1,4}
(¹岐阜大院・自然科学、²岐阜県食料研、³酒総研、⁴岐阜大・応生科、⁵岡山理大・理)

【目的】

4-ビニルグアイヤコール (4-VG) は、煙・スパイス様の香りをもつことから、清酒のオフフレーバーの一つとされる。きょうかい酵母はフェルラ酸脱炭酸反応を触媒する *Pad1p/Fdc1p* の *FDC1* ナンセンス突然変異のため 4-VG を生産しないが、野生酵母ではしばしば 4-VG 生産がみられ、清酒醸造の妨げとなっている。しかし、野生酵母における 4-VG 生産/非生産酵母の分布、4-VG 非生産株の 4-VG 非生産の遺伝的要因の知見はほとんどない。本研究では野生酵母における 4-VG 生産能の分布と 4-VG 非生産の遺伝的要因の解明を目指した。

【結果・考察】

自然界由来野生酵母 59 株と東京農大菌株保存室から分譲された醪由来酵母と花酵母 24 株の 4-VG 生産能を観察したところ、31 株が非生産株であり、野生酵母由来は 7 株のみであった。*Pad1p/Fdc1p* は桂皮酸の脱炭

酸反応も触媒することから、4-VG 非生産株の桂皮酸感受性を観察したところ、全ての株が感受性を示した。このことから 4-VG 非生産株は自然界で植物樹皮由来桂皮酸の毒性回避能を欠損していることが考えられた。

一方、4-VG 非生産株 31 株のうち 3 株は K7 株同様、*Fdc1p* にナンセンス変異をもち、これら株は清酒酵母グループに属していた。また *Fdc1p* が正常な株由来 *P_{FDC1}-FDC1* の機能を観察したところ、BY4741 *fdc1Δ* 株の 4-VG 生産を相補できない 4 株が存在し、共に *P_{FDC1}* に -354G>T の変異があった。また *P_{FDC1}-FDC1* が正常な 4-VG 非生産株は、*Pad1p* に失活を伴う変異はみられなかった。しかし、これら株には *pad1Δ* 株の 4-VG 生産能を相補できない *P_{PAD1}-PAD1* をもつ株もあった。

以上、桂皮酸にさらされる環境下から単離される野生酵母は 4-VG 生産能を持つ可能性が高く、また野生株の 4-VG 非生産の遺伝的要因は多様であることが示された。

老香前駆体低生産性酵母試験販売による製成酒の分析と製造条件の解析

○磯谷敦子¹、池田優理子¹、藤井力^{1,2}、中原克己³、下飯仁³、井上豊久⁴、櫻井崇弘⁴、中村稔彦⁴ (1酒総研、²福島大、³日本醸造協会、⁴日本盛)

【目的】

酒類総合研究所と日本盛株式会社が共同開発した老香前駆体低生産性酵母 mde-D1 は、老香の主成分であるジメチルトリスルフィド (DMTS) の前駆体 DMTS-P1 の生産性が低下した株で、老香の低減に有効である¹⁾。しかし本株は、親株である K701 と比較し、増殖が遅いなど醸造特性に違いがみられ、もろみ管理等に工夫が必要である²⁾。本株をより多くの製造場で利用していただくため、R1 酒造年度は日本醸造協会より酵母の試験販売を行い、製成酒や製造条件に関する情報を収集した。本発表ではその解析結果について報告する。

【方法】

令和 2 年 1~3 月に試験販売を行った。酵母を購入した製造場には、製成酒の提供と製造条件等に関するアンケートへの協力を依頼した。また、対照仕込みを行った場合、対照酒についても同様に依頼した。製成酒につい

て、DMTS-P1 濃度と DMTS 生成ポテンシヤル (DMTS-pp、70°C 1 週間貯蔵後の DMTS 量) を測定した。アンケートでは、酵母の培養条件や添加量、酒母・もろみの製造条件、製成酒の一般成分等について回答を求めた。

【結果】

酵母を購入した 36 社のうち 30 社から、製成酒とアンケートの回答が得られた。製成酒の分析の結果、mde-D1 製成酒の DMTS-P1 濃度および DMTS-pp の平均値は、対照酒の 1/10 程度であった。mde-D1 製成酒 36 点のうち 34 点は DMTS-pp が検知閾値 (0.18 μg/L) 以下であり、様々な製造条件においても DMTS の生成が低レベルに抑えられることが示された。発表ではアンケートの解析結果もあわせて報告する。

- 1) Makimoto, J. et al, *J. Biosci. Bioeng.*, in press
- 2) 平成 30 年度日本醸造学会大会講演要旨集 (2018)

3 回蒸留泡盛「尚」におけるロイシン高生産酵母の応用

○塚原正俊¹・阿部峻之¹・塚原恵子¹・渡久地洋平²・高木博史³

(¹ (株) バイオジェット、² (有) 神村酒造、³ 奈良先端科学技術大学院大学)

①背景・目的 沖縄県の伝統的の酒類である泡盛は日本で最古の蒸留酒である。泡盛の製造工程の中で蒸留は酒質に大きく影響することから、ウイスキーなどの蒸留法を参考に県内 12 酒造所による共同開発が進められ、2019 年に 3 回蒸留泡盛「尚」が商品化された。常圧蒸留を 3 回繰り返すという特徴から、従来の常圧あるいは減圧で蒸留した泡盛との成分バランスの違いに興味を持たれる。本研究では、3 回蒸留泡盛の化学分析とともに、本法に適した泡盛酵母を用いた醸造を行った。

②方法 複数銘柄の 3 回蒸留泡盛とともに、これらの酒造所に対応する常圧蒸留および減圧蒸留で製造した泡盛を試料とした。本法に適した酵母の候補として、育種により開発した泡盛酵母 T25¹⁾を用い、泡盛の試製は神村酒造の製造スケールにて実施した。また、泡盛香气成分の網羅的分析は、フラッシュ GC ノーズ HERACLES II (Alpha Mos) によって行った。

③結果 網羅的な成分分析の結果、各試料の香气成分プロファイルは 3 回蒸留、常圧蒸留、減圧蒸留で 3 グループに明確に区別され、さらに 3 回蒸留泡盛は銘柄間の差異が大きかった。3 回蒸留泡盛は、isoamyl acetate および ethyl butyrate の濃度が高く、2-phenetyl alcohol および isoamyl alcohol の濃度が低いこと、さらに濃度が高い香气成分は銘柄間でばらつきが大きいことが判明した。次に、3 回蒸留泡盛の特徴を生かした泡盛醸造条件を検討した。育種した T25 株はロイシンを高生産する酵母であり、isoamyl acetate を豊富に含む泡盛醸造が可能である。T25 株により 3 回蒸留泡盛を試製したところ、他の 3 回蒸留泡盛と比較して isoamyl acetate の濃度が高かった。以上の結果から、T25 株は 3 回蒸留泡盛の特徴を引き出せる酵母であることが示された。T25 株を用いた 3 回蒸留泡盛として「尚 KAMIMURA」が商品化された。

¹⁾Abe T. et al., 2019, *Front. Genet.*, 2019. doi:10.3389/fgene.2019.00490

広島県内で製造された味噌から分離した蔵つきの耐塩性酵母の特性・○藤原朋子¹, 尾形智夫², 黒木克明²
(¹広島県立総合技術研究所食品工業技術センター, ²前橋工科大学大学院生物工学専攻)

【目的】味噌中のエタノールや香气成分は、耐塩性酵母 *Zygosaccharomyces rouxii* 等の発酵により生成されている。品質の安定した味噌を製造する目的で、仕込時に培養した耐塩性酵母の添加が行われている一方、蔵つきの耐塩性酵母を利用した味噌製造も行われている。広島県の酵母資源として活用を図ることを目的に、県内で製造された味噌から分離した蔵つきの耐塩性酵母の特性を明らかにした。

【方法】4 製造所の 6 種類の味噌から分離した 32 株の耐塩性酵母を供試した。生育特性として、食塩濃度と生育 pH 域、生育温度域及び糖類発酵性及び資化性を調査した。また、遺伝的特性として、PCR 手法により *Z. rouxii* の基準株グループあるいはハイブリッドグループ (一倍体の基準株グループと近縁種グループとが自然交雑した異質二倍体) の判定¹⁾ と接合遺伝子の a 型、α 型及び基準株グループ (T-サブゲノム) 由来か近縁種グループ (P-サブゲノム) 由来かを解析²⁾ した。

【結果】食塩濃度と生育 pH 域 (30℃) は、食塩 3M で

pH3.5~6.5 に幅広く生育を示すものと、pH3.5~5.5 のみよく生育するものに分かれた。生育温度域 (食塩 2M, pH5.5) は、15~40℃で生育するものがほとんどであった。糖類発酵性及び資化性は、ガラクトース、マルトース、スクロース、トレハロースについて、株による違いがみられた。全ての供試株が *Z. rouxii* の分類グループを判定するプライマーにより PCR 増幅され、基準株グループもハイブリッドグループも存在した。ほとんどの株が分類されたグループ由来の MATa か MAT α と解析できたが、MATa の前半部分が P-サブゲノム由来、後半部分が T-サブゲノム由来となっている株があった。

本研究は、公益財団法人高木俊介パン科学技術振興財団 2020 年度研究助成を受けて行っている。

- 1) Tomoo Ogata et al. : *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 64, 127-135 (2018)
- 2) Jun Watanabe et al. : *Appl. Environ. Microbiol.*, 83, e01187-17 (2017)

天然醸造味噌由来 *Zygosaccharomyces rouxii* YAMAMO 001 株のコハク酸生成能について
○高橋泰¹, 上原謙二², 渡辺隆幸², 木村貴一³
(¹高茂合名会社, ²秋田総食研 醸造試験場, ³秋田総食研 食品加工研)

【目的】天然醸造味噌は、発酵蔵や木樽の住み付き酵母による複雑な発酵が進むことで知られている。高茂合名会社の味噌製造場において、木樽仕込み天然醸造味噌より分離されたリンゴ様の香りが良好な耐塩性味噌用酵母 *Zygosaccharomyces rouxii* YAMAMO 001 株の多用途性を検討したところ、優れたコハク酸生成能を見出した。コハク酸生成能をはじめとする菌学的諸性質や応用について検討したので報告する。

【方法】味噌や醤油を分離源とする市販の耐塩性酵母 *Z. rouxii* NBRC 0505 株、NBRC 0506 株、NBRC 1876 株、NBRC 1877 株の 4 株を対照として用いた。

5%食塩を含む YPD 培地にて、30℃で 48 時間静置培養したものを前培養液とした。自作の甘酒や市販の果汁飲料を用意し、終濃度 10%となるように食塩を加えたものを培地とした。培地体積の 1/100 量の前培養液を添加し、30 度で 30 日間以上静置培養して本培養とした。

本培養中は経時的にサンプリングを行い、有機酸とエタノールの測定を行なった。

【結果】10%食塩を含む甘酒を YAMAMO 001 株で発酵させた発酵塩麹中のエタノール生成量を検討したところ、最大で 3.39%であった。続いて、発酵塩麹における YAMAMO 001 株のコハク酸生成能を検討した。本培養 31 日目の嫌氣的な培養では 107.1mg/100ml、好氣的な培養では 227.3mg/100ml のコハク酸を系中に生成することがわかった。これは、対照株の最高値と比べて 1.5~1.7 倍のコハク酸を生成し、かつ、コハク酸のうま味を明確に感じることができた。コハク酸生成経路について、培養初期に生成した酢酸が後半になると検出されない事や好氣的な培養でコハク酸生成量が増加することから、酢酸はアセチル CoA を介して TCA サイクルに取り込まれ、コハク酸を生成する可能性が示唆された。

酒造工程中に存在する微生物の同定とPCRによる検出

○上原 智美、佐藤 友紀、進藤 昌〔秋田県総合食品研究センター醸造試験場〕

【目的】酒造工程中に醸造に不必要な微生物が混入することで4-ビニルグアヤコール(4-VG)などのオフフレーバーが発生し、商品価値の低下を招くことがある。我々は、以前より秋田県内の清酒製造場の麹の微生物検査を定期的に行うことで、麹室を中心とした製造場内の衛生環境の改善を支援していた。これまでは製造場内の微生物叢を調べるために培養法を用いていたが、同法は結果が出るまでに時間がかかることやコロニーの形態から微生物を同定するのは困難であることから、PCRを用いた微生物の検出法について検討することとした。

【方法】本県の清酒製造場内の拭き取り検査を実施(約150点)し、寒天培地を用いて培養した。生育したコロニーからダイレクトPCRを行った。プライマーは一般的な16S rDNA検出用(バクテリア)と26S rDNAのD1/D2領域(真菌)検出用を使用した。次に、PCR条件の最適化を行うために、反応

系に米麴懸濁液(PCR阻害を想定)を添加/非添加でPCRを行い、ポリメラーゼの評価を行った。さらに米麴を試料として、単離した微生物に特異的なプライマーを設計し、PCRによる検出を試みた。

【結果】県内の製造場内の拭き取り検査の結果から、単離した83点の微生物を同定したところ、その多くは*Bacillus*属やミクロコッカス科の*Staphylococcus*属および*Kocuria*属の細菌、または野生酵母であり、これまでの研究と同様の結果であった。PCR条件の検討に用いた5つのポリメラーゼでは増幅効率に最大で2.4倍の差が見られた。また同定結果を基に16S rDNA配列内で特異的なプライマーを設計し、米麴に生育する*Staphylococcus*属や*Bacillus*属などの検出を行ったところ、定性的な検出は可能であることが分かった。現在は検出限界の設定など詳細な条件検討を行っている。

清酒醸造過程におけるジアセチルおよびその関連物質の消長

○福田敏之、杉本勇人、進藤昌(秋田県総合食品研究センター)

<目的>

ジアセチルは、ほとんどすべての発酵飲食品の品質を左右する重要な香味成分である。これまで飲料中のジアセチルに関して多くの研究報告がなされている。しかしながら、「ジアセチル」として測定されているにも関わらず、実際にはその前駆体や同族体も含んでいたりするなど不正確なものが多く、ジアセチルについての正確な知見は乏しい。本研究では新たに開発したジアセチルの分析法を用いて、清酒醸造過程における当該物質およびその関連物質の消長を明らかにする目的で解析を実施した。

<方法>

清酒中のジアセチルの分析は、清酒にジクロロメタンを添加し4℃で溶媒抽出した後、内部標準を添加しGC-MSにより解析する方法により行った。また、総米

40kgでの醸造試験を実施し、ジアセチルとペンタンジオンの消長を解析した。

<結果>

ジアセチルおよびペンタンジオンを0.1ppmの濃度で添加した清酒を用いて添加回収試験を実施したところ、回収率はそれぞれ93%、102%と良好な結果が得られた。また、清酒醸造過程でのジアセチルとペンタンジオンの消長についても定量分析を実施した。さらに、清酒もろみでのジアセチル(DA)とペンタンジオン(PD)の量比DA/PDは0.1~1.0の間にあるのに対して、火落ちした清酒ではDA/PD比が0.1未満になることが明らかとなり、火落ちした清酒の判別にDA/PD比が有効であることが示唆された。

グルコースオキシダーゼを用いた自己駆動型クーロメトリーによる日本酒モロミ中のグルコース測定

○三木功次郎, 安井健太, 田中 佑

奈良工業高等専門学校

【目的】自己駆動型クーロメトリー¹⁾は、電池と同様に酸化還元電位の差を駆動力として、酸化還元反応によって流れた電流量から目的物質の絶対量を測定する方法である。この自己駆動型クーロメトリーとFADグルコース脱水素酵素 (FAD-GDH) を用いたグルコース測定法を開発して、日本酒モロミ中のグルコース測定に応用できた。本研究では、より低コストのグルコース測定法の開発を目指して、グルコースオキシダーゼ (GOD) を用いたグルコース測定を試みた。

【方法】自己駆動型クーロメトリーの測定セルは市販アクリル樹脂製透析セルを加工して作製した。電極にはカーボンフェルトを用い、アノードにはリン酸緩衝液 (pH 6.0) を含浸させ、カソードには被還元物質となる $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液を含浸させた。試料となるグルコース溶液および酵素反応液 (GOD、2,3-ジメトキシ-5-メチル-1,4-ベンゾキノン (UQ_0)、ムタロターゼを含む) をそれぞれ個別に N_2 ガスで脱酸素したのち、所定量を混合して N_2 ガスによる脱酸素を行いながら、次に示すGODによる

酵素反応を5分間行った。酵素反応終了後の溶液10 μ Lを D -グルコース + $UQ_0 \rightarrow$ グルコノ-1,5-ラクトン + UQ_0H_2 自己駆動型クーロメトリーの測定セルのアノードに注入した。GODによるグルコースの酸化反応に伴い生成した還元型 UQ_0 とカソードに含浸した $[Fe(CN)_6]^{3-}$ の酸化還元電位の差により、自己駆動により流れた電流をデジタルボルトメーターで測定して、得られた還元型 UQ_0 の物質質量からグルコース濃度を求めた。

【結果】酵素反応液のクーロメトリー測定は約3分で終わり、得られたグルコース濃度は吸光度法 (グルコースCII-テストワコーを使用) により得られた濃度とよく一致した。また、大吟醸酒のモロミをろ過して、40倍希釈してグルコース測定したところ、吸光度法により得られた濃度とよく一致した。日本酒には本法の測定の妨害となる酸化還元物質は含まれておらず、簡便・迅速・低コストのグルコース測定法として、醸造現場で利用可能と考えられる。

1) 内山俊一 編、高精度基準分析法クーロメトリーの基礎と応用、学会出版センター、1998

味覚センサーを用いた群馬の地酒の特徴評価

○柳澤昌臣、渡部貴志、石田一成、吉野 功

(群馬産業技術センター)

①目的

味覚センサーは、人の味覚に近い評価と結果の可視化を行うことが出来るため、清酒に馴染みのない外国人及び国内若年層に向けた地酒のPRに活用できると考えられる。一方、味覚センサーの結果(味覚項目)が、清酒中の成分や官能評価の結果とどのように対応しているかを調べた報告は少ない。そこで本研究では、群馬県の地酒の特徴を消費者に分かりやすく紹介するため、県内外の清酒を集め、味覚センサー分析値・成分分析値・官能評価間の相関を評価した。

②方法

市販酒として販売されている普通酒を中心に群馬県内酒造会社の清酒(群馬の地酒)24点と県外で醸造された清酒(県外酒)33点、計57点を収集し、官能評価及び成分分析に供した。成分分析は、酸度、アミノ酸度、着色度、アルコール分、日本酒度、アミノ酸、有機酸、

香気成分、糖類、無機元素の定量を行った。味覚センサーは、味認識装置TS-5000Z(インテリジェントセンサーテクノロジー製)と6つのセンサー(酸味、苦味、渋味、旨味、塩味、甘味)を用いた。

③結果

味覚項目において苦味及び渋味以外の項目では、人の味覚で試料間の味の違いを識別できることが数値として示された。また、各味覚項目とその項目から連想される清酒中の成分や官能評価結果との間に相関関係が確認された。さらに、味巾や熟度などを判断する指標としても味覚センサーが活用できる可能性が示唆された。群馬の地酒は、各味覚項目で様々な数値を示しており、今回の結果からも味のバリエーションに富んでいることがわかった。

④謝辞

松丸克己 前関東信越国税局(現大阪国税局)鑑定官室長に市販酒調査会に審査員として参加して頂いた。

平成 20～31 年杜氏セミナー出品酒の酒米研究会分析データを用いた解析

○岡崎 直人、稲橋 正明、中原 克己、蓮田 寛和、武藤 貴史、下飯 仁、木崎 康造、平田 大^{1,3}、奥田 将生^{2,3}

(公財)日本醸造協会、¹新潟大学、²(独法)酒類総合研究所、³酒米研究会

【目的】(公財)日本醸造協会主催の杜氏セミナーは全国新酒鑑評会への出品の参考とするために実施しており、本報告では、平成 20 年～平成 31 年の 12 年に亘る全出品酒について、酒米研究会から発表されている全国統一分析結果から、該当する品種の分析値と杜氏セミナーの分析結果を統合して 12 年間の酒質の傾向を知ることを目的とした。

【方法】製造実績として、精米歩合、醪日数等、出品酒の一般成分としてアルコール、日本酒度、酸度、グルコース等、香氣成分として¹⁾、酢酸エチル、酢酸イソアミル、カブロン酸エチル等、官能評価値として総合評価、香欠点指摘数、味欠点指摘数を、全出品酒 923 点の 86%が「山田錦」であったことから酒造原料米品種を「山田錦」と見なし、出品酒の製造年度に当たる「山田錦」の千粒重、精米歩合、吸水性、消化性 Brix、F-N、粗蛋白等の各平均値を抽出し、相関分析、主成分分析、因子分析、パーティション分析、クラスター分析を実施した。

【結果】1. 酒米分析結果を踏まえた出品酒生産年度の特徴と

して、消化性 Brix が出品酒のグルコースと極めて高い正の、火入れまでの日数、アルコール、日本酒度等の発酵経過に関する項目と高い負の相関関係が認められ、また、グルコースと総合評価の間に相関関係が認められグルコース濃度が高いと総合評価は良好であった。

2. 相関行列から出発した因子分析の結果、バリマックス回転後の因子 1 は、原料米の溶解性、醪の発酵性に関し、消化性 Brix とグルコースが高く、総合評価が良いことに寄与し、因子 2 は、イソアミルアルコールが高く、Al 添量、酸度が低く、濃さ・きれいさに関する因子と解釈した。この結果は、清酒の味の基本的構造を提案した佐藤ら¹⁾の報告に沿った解釈が可能であった。

消化性 Brix が出品酒のグルコース濃度や製造条件、延いては生成酒の品質にも大きく影響している結果を踏まえ、ワインのヴィンテージのように、清酒品質に原料米の生産年が反映できる可能性を示している。

1) 佐藤ら：醸協、69, No. 11, 771-773 (1974)

本格焼酎・泡盛の標準見本候補物質による専門家の認知試験について

○長船 行雄、利田 賢次、韓 錦順、磯谷 敦子、向井 伸彦 (酒類総合研究所)

【目的】

当所では、本格焼酎・泡盛の官能評価の体系化を目的として、これまでに香氣成分の閾値調査や香氣寄与度の検討、香氣成分の分類試験を行ってきた。その結果を基に、本格焼酎・泡盛の標準見本として 32 種類の標準見本候補物質を設定した¹⁾。

当該標準見本候補物質について、多くの本格焼酎・泡盛の官能評価の専門家による評価を受けることで、設定濃度や対応する評価用語の妥当性について検証することとした。

【方法】

試験方法については、清酒の標準見本候補物質を選定する上で宇都宮らが実施した手法²⁾を参考とした。評価者は本格焼酎又は泡盛の官能評価経験が 3 年以上ある者とし、県公設試、大学、焼酎製造場及び国税局 (国税事務所) などの機関に所属する者が参加した。

標準見本候補物質を用いた香氣特性による分類試験の結果¹⁾を参考に、一部の化合物は濃度を見直した上で、各候補物質を添加した 32 種類の試料 (25% (v/v) エタノール溶液) 及び対照 (同濃度のエタノール溶液) を各機関へ提供した。各機関では、通常、官能評価を行っている場所及び環境にて試験を実施してもらった。評価容器は各人専用の 210 ml 容プラカップとし、試料容量は約 45 ml とした。

【結果】

候補物質を添加した試料と対照との間で差があると回答した者の割合 (検知率)、当該物質の香りを本格焼酎・泡盛中に感じたことがあると回答した者の割合 (経験率) 及び香り表現について集計した。以上より、本格焼酎・泡盛フレーバーホイール作成のための基盤的な知見を得た。

1) 長船 行雄ら：醸協、(印刷中)

2) 宇都宮 仁ら：醸協、105(2)、106-115 (2010)

泡盛醸造中のフェルラ酸から 4-ビニルグアヤコールへの変換反応

○眞榮田麻友美^{1,2}, 上地敬子², 平良東紀^{1,2}

(¹鹿児島大学大学院連合農学研究科, ²琉球大学農学部)

【目的】泡盛古酒の特徴香バニリンは、原料米中のフェルラ酸 (FA) が醸造中に 4-ビニルグアヤコール (4-VG) へ変換され、貯蔵中に非酵素的酸化によって生成される。FA から 4-VG への変換については、これまでに黒麹菌 *Aspergillus luchuensis* のフェノール酸脱炭酸酵素 (AIPAD) が主要因であることを、*alpad* 破壊株を用いて明らかにしている。今回は、4-VG が醸造中のどの工程で生成されているのかを詳細に調べた。また、蒸留時の熱による FA から 4-VG への変換量についても調べた。

【方法】*A. luchuensis* var. *awamori* ISH1 株またはその *alpad* 破壊株 ($\Delta alpad$) を用いて、インディカ精白米を原料に 30, 42, 54 または 66 時間製麹を行った。次に、得られた麹で仕込んだモロミを 2 週間発酵させた後、簡易蒸留器を用いて蒸留し、アルコール濃度 10% (w/w) まで採取した。モロミ中での FA から 4-VG への変換活性 (FA 脱炭酸活性: FAD 活性) を調べるために、仕込

んだモロミに対し、一定時間毎に 1 mM FA を添加し、その後のモロミ中の FA および 4-VG 量の増減を調べた。蒸留時の熱による 4-VG 生成への影響を調べるために、*alpad* 破壊株で仕込んだモロミに FA を一定量添加した後、蒸留を行いモロミ中および蒸留液中の 4-VG 量を定量した。

【結果】麹無細胞抽出液の FAD 酵素活性は、製麹時間に伴い増加したが、麹中の 4-VG 量は最大で麹 100 g あたり 0.1 μmol であった。一方、同麹で仕込んだモロミ中の 4-VG 量は、仕込み 24, 48 および 72 時間後で 12.4, 14.7 および 17.6 μmol であった。AIPAD は菌体内酵素であるためモロミ中で黒麹菌が代謝をしていることが示唆された。モロミへの FA 添加試験により、黒麹菌は仕込み開始から少なくとも 48 時間は FAD 活性を示すことが分かった。また、蒸留時の熱によって生成し蒸留液に移行する 4-VG 量は僅か (寄与率 2-3%) で、改めて泡盛醸造中の 4-VG 生成において AIPAD が主要因 (88-94%) であることが確認された。

自然発酵もろみ中の微生物菌叢の変化および製成ワインの品質

○佐藤憲亮、小松正和、恩田匠 (山梨県産業技術センター)

① 目的

近年、世界のワイン市場では亜硫酸などの添加物を極力使用しない、いわゆる「自然派」ワインが話題に上ることが多くなっている。本邦においても乾燥酵母を使用しない「自然発酵」を行うワイナリーも増加している。一方で、これらのワインでは、環境中の様々な微生物の影響により、オフフレーバーが生成するなど、酒質が劣化した例も散見される。本研究では、「自然発酵」もろみ中の菌叢が、発酵経過とともに、どのように変化するか検討した。また製成ワインの成分分析を行い、菌叢の違いがワイン品質に与える影響を解析した。

② 方法

令和元年度に北杜市および甲州市で異なる時期に収穫された「甲州」を用いて、乾燥酵母を添加しない「自然発酵」試験を行った。ブドウを圧搾後、補糖および発酵助剤を添加し、果汁を調製した。この果汁を 2 つに分

割し、亜硫酸添加試験区と無添加試験区を設定し、それぞれ 18°C 一定で発酵を促した。発酵期間中、経時的にサンプルを取得し、酵母菌および乳酸菌の生菌数の推移を調べた。また無添加試験区においては、初発 (Alc. 0%)、発酵初期 (Alc. 3~6%)、発酵中期 (Alc. 6~8%) にサンプルを取得し、アンプリコン・シーケンスを用いた菌叢解析を行った。また、製成ワインの成分分析を行った。

③ 結果

無添加試験区の菌叢解析の結果、発酵前の果汁には様々な糸状菌や酵母が存在することがわかった。アルコール発酵の進行に従って、*S. cerevisiae* や *Hanseniaspora* 属酵母が優位となったが、それらの酵母のアルコール耐性に起因することが考えられた。また製成ワインの成分分析の結果から、無添加試験区において、pH の上昇や揮発酸が増加することがわかった。以上のことから、「自然発酵」によるワイン製成は、オフフレーバーの生成による、品質低下のリスクが高いことが示唆された。

県内分離微生物のサワービール醸造特性評価

○勝山 聡¹、望月玲於²、鈴木雅博¹、黒瀬智英子¹、高木啓詞¹、岩原健二¹

(¹静岡県工業技術研究所 沼津工業技術支援センター、²静岡県工業技術研究所)

①目的：サワービールは、酸味を特徴としたビールで、ベルギーのランビック等が代表的である。近年、国内中小ビール製造場においても市販乳酸菌の添加等によって製造したサワービールが商品化されているが、自然界等から分離した微生物を製造に用いた例はほとんどない。そこで本研究では、県内分離微生物のサワービール醸造特性を明らかにするとともに、地域性を付与した安定的なサワービール製造技術の開発を目的に、分離株等の選抜・育種及びそれらを用いた試験醸造を行った。

②方法：乳酸菌は、既報¹⁾に続き県内分離株 98 株を用い、ホップ無添加麦汁中における乳酸生成量を測定した。酵母は、既存の県産ビール酵母 NMZ-0688 の麦汁発酵能強化を目的に、当該株を 0.05% 2-デオキシグルコース（以下、2-DG）含有マルトース培地に塗布し、検出コロニーを 2-DG 耐性株として取得した。また、この耐性株について 0.0~0.5% 乳酸含有麦汁（苦味価約 16）

中でのアルコール生成量を対照株（London Ale III、Wyeast 社）と比較評価した。試験醸造は、これら選抜乳酸菌及び酵母の組合せ等を変え、ケトルサワーリング法にて 2.5 L 規模で行い、製成酒の成分分析及び官能評価を行った。

③結果：供試乳酸菌による麦汁中の乳酸生成量は、約 100~7,000 ppm まで多様で、同一属種でも株間に差があった。そのため、良好な乳酸生成を示した 3 属種 4 株を選抜した。酵母は、NMZ-0688 の 2-DG 耐性株 NMZ-1242 を取得し、麦汁発酵能の強化を確認した。また、この NMZ-1242 は、0.5% 乳酸含有麦汁中のアルコール生成が対照株よりも良好でサワービール製造に適した株であった。これら選抜乳酸菌 4 株と酵母 2 株（NMZ-1242 及び対照株）の組合せ等を変え試験醸造した製成酒 10 点について官能評価を行ったところ、使用した乳酸菌と酵母の組合せによって評価に差が生じた。

1) 望月ら：静岡県工業技術研究所研究報告, 12, 59-60 (2019).

レジスタントプロテイン甘酒の飲用による角質水分量と腸内細菌叢への影響

○高橋雅弥、笹村昂平、佐野友希、横山春花、吉田知華、町田雅之、尾関健二、川合史晃*、栗本将太*、見屋井大輔*、中村雅彦*（金工大・ゲノム研、*：厚生産業株式会社）

【目的】甘酒や酒粕、米などにはヒトの小腸内で消化吸収されにくい機能を持つ Resistant Protein (RP) が含まれている。RP を含む酒粕発酵物を摂取することで肌のキメや便通改善、コレステロール低下などの効果を示すことが明らかになっている。RP を高含有した米麹甘酒を用いてヒト試験による角質水分量への影響と腸内細菌叢への影響を検討した。

【方法】米麹甘酒 1 日 125 mL (RP 含有量 109 mg) を 4 週間飲用 (平均年齢 22 歳,男性 3 名女性 3 名) し、週間単位で両前腕の角質水分量を測定 (Corneometer CM825) した。また、RP 高含有甘酒 1 日 125 mL (RP 含有量 565 mg) ・ 4 週間飲用 (平均年齢 22 歳,男性 3 名女性 3 名) と、RP 高含有甘酒 1 日 125 mL (RP 含有量 406 mg) ・ 4 週間飲用 (平均年齢 23 歳,男性 4 名女性 2 名)、RP 高含有甘酒 1 日 125 mL (RP 含有量 247 mg) ・ 4 週間飲用 (平均年齢 23 歳,男性 4 名女性 2 名) を同様に測定した。

腸内細菌叢への影響については 20-50 代男女 25 名に RP 高含有甘酒 125 mL (RP 含有量 247 mg) を 30 日間飲用し、Mykinso Pro (腸内細菌叢測定キット) を用いて、飲用前後で短鎖脂肪酸生産菌の占有率を測定した。

【結果】通常の米麹甘酒の飲用においては、角質水分量の上昇は見られなかった。RP 高含有甘酒 (RP 含有量 565 mg と 406 mg) では角質水分量に有意差があり、RP 高含有甘酒 (RP 含有量 247 mg) では、1 週目で 6 ポイント増加し、速効性が見られた。また、5 週目でも 6 ポイントと、持続性が見られた。さらに、RP 高含有甘酒 (RP 含有量 247 mg/125 mL) の飲用前と後で、腸内の酪酸産生菌と *Faecalibacterium* 属の占有率がそれぞれ 12.9% から 14.9%、6.8% から 8.2% と増加した。甘酒中の RP によって腸内の酪酸産生菌が増加したことで、腸のバリア機能が高まり、肌の角質水分量に影響を与えた可能性が考えられる。

α -EG 含有ドリンク酢の発酵技術開発

○柳田葉子¹, 山川達也², 中嶋唯人², 久保田和樹², 中島徹也², 小林堯矢², 尾関健二^{1,2}

(¹金工大院・ゲノム研, ²金工大・ゲノム研)

【背景・目的】エチル α -D-グルコシド(α -EG) は、日本酒などに含まれる速効性の甘さと遅効性の苦みのある呈味成分である。近年では、肌質改善効果がある機能性成分として知られている。ヒト飲用試験によるコラーゲンスコアへの有効濃度を検証した結果、 α -EG 濃度 0.8%の純米酒を 40 mL (320 mg/日) を 2 週間継続することで、コラーゲン密度を有意に上昇させ、低濃度で線維芽細胞に蓄積して継続することで効果が認められた¹⁾。また、日本酒や酒粕をスターターとする米酢や醸造酢には酢酸が含まれており機能性成分として注目されている。酢酸には、血中脂質濃度の改善作用があるとされ、12 週間の 15 mL の酢(750 mg の酢酸)摂取群及びプラセボ群における比較で、摂取後の総コレステロール値とトリグリセリド値の有意な低下が報告されている²⁾。

そこで、本研究室で条件確立した α -EG 純米酒を用いて、 α -EG と酢酸の有効量を摂取できるドリンク酢の開発を目的とした。

【方法・結果】清酒仕込みには、 α 化米、清酒麴米(精米 60%)、きょうかい酵母 9 号を使用した。さらに酵素剤を加え、15°C で小仕込みを行った。終了後、醪と上清を遠心分離して HPLC 分析を行った結果、 α -EG:3.2%, Ethanol:17.0%であった。これを用いて、酢酸発酵を行った。酢酸菌には、きょうかい酢酸菌 7 号を使用し、バツフルフラスコで振盪培養させた。結果として、発酵後の Ethanol 濃度は、0.1%以下となり、酢酸発酵前後での α -EG の消長は確認できなかった。本研究によって、 α -EG が資化されないドリンク酢を発酵生産ができ、発酵時間と種酢の添加量を調節する事で、酸味を抑えたドリンク酢の作製が可能であった。

- 1) 三井雅紀ら: 日本生物工学会 2018 年度大会講演要旨集, 2Cp08 (2018)
- 2) Kondo T., et al., *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 73, 1837 (2009)

発酵食品データベース公開後の状況とアクセス動向の特徴

○楠本憲一、曲山幸生

(農研機構食品研究部門)

【目的】

発酵食品データベースは、発酵食品の研究開発、生産、流通、教育の関係者が発酵食品の情報を簡便に収集するためのポータルサイトを提供することを目的として開発した。発表者らは 2018 年度本学会大会において「発酵食品データベースの構築」と題して、本データベースの構築目的とその内容について紹介し、公開予定であることを発表した。その後、2019 年 3 月に当データベースを公開 (<https://ffdb-web.dc.affrc.go.jp/>) した。本発表では、当データベースの閲覧数について、アクセスログの解析結果からアクセス動向を分析した結果を紹介する。併せて、データベース使用法と使用時の注意点についても解説する。

【方法】

下記の環境でシステム開発をおこなった。

・DB サーバ: PostgreSQL、Web サーバ: Apache+PHP

みそ文化誌、納豆沿革史、関係原著論文等をもとに登録作業をおこなった。アクセス動向の解析については、アクセスログをサーバからダウンロードして、別途作成したエクセルマクロを用いて実施した。

【結果】

公開直後 2 週間の閲覧数は 2685 件であったが、その後 2019 年 10 月の時点で 14,000 件以上、本年 3 月 29 日の時点で 21,972 件に達した。また、曜日別のアクセス数を解析した結果、平日の訪問数が休日よりも多いことがわかった。このことは、本データベースが業務の中で使用され、企業などが発酵食品の情報収集を目的として使用していると考えられた。さらに、アクセス数の高い月の詳細情報を調べた結果、各種展示会や学会、研究会で本データベースの紹介や使用法などを説明した日時にアクセス数が増大した。この現象と平日利用数増大の関連は不明である。

《技術賞・受賞者講演》 日本のスパークリングワイン製造に関する研究

山梨県産業技術センター・ワイン技術部 恩田 匠

近年、国内外で、スパークリングワインが人気となり、その消費量が伸びている。特に、最も伝統的で本格的な製法である「瓶内二次発酵法」によるものが注目されている。一方で、我が国では、本伝統製法についての技術的な知見は乏しかった。そこで、まずはフランスにおけるシャンパーニュ製造についての現地調査を行い、詳細な製造方法を明らかにした。次に、シャンパーニュ製造の推奨法に基づいた、スパークリングワインの製造実証試験を実施した。研究には、山梨県の主要品種である「甲州」と、比較対象とした「シャルドネ」を原料ブドウとして供試した。シャンパーニュ製造では、適切な収穫時期の判定が重要であるとされており、本研究においても、収穫時期を変えたブドウ原料からの製成試験を繰り返した。二次発酵の原料となるワイン醸造工程においては、完全なマロラクティック発酵の達成が重要であることから、コイノキュレーション法によるアルコール発酵とリンゴ酸の除去のための発酵管理技術を確立した。また、瓶内二次発酵工程において重要な酵母種の調製方法と、二次発酵条件の検証を行い、安定した瓶内発酵を達成するための手法を明らかにした。各製造工程においては、詳細な成分分析を行い、その推移を明らかにした。この成分推移の解析から、特に有機酸類の減少の傾向を把握することが重要であることが分かった。さらに、カルボキシメチルセルロースの利用が酒石の安定化に有効であることも確認した。以上の検討から、安定的に一定以上の品質を保持した、日本のスパークリングワインの製造法を確立した。「甲州」を原料としたスパークリングワイン製成においては、「シャルドネ」の場合と異なる知見も多く見受けられ、独自の製成方法の確立が望まれた。今後も、日本のスパークリングワイン製造現場に、本研究によって得られた成果の技術普及を行って行きたい。

[論文] 1) 食品工業, 56, 39-50 (2013), 2) 日醸協誌, 109, 168-180 (2014), 3) 日醸協誌, 111, 266-301 (2016), 4) 日醸協誌, 111, 712-727 (2016), 5) 日醸協誌, 113, 212-225 (2018), 6) 日醸協誌, 113, 296-307 (2018), 7) 日ブドウワイン誌, 26, 5-9 (2015), 8) 山梨県葡萄酒製造マニュアル, p.60-71 (2016), 9) 日ブドウワイン誌, 28, 3-7 (2017), 10) 日醸協誌, 112, 836-841 (2017), 11) 日醸協誌, 113, 573-576 (2018), 12) 日醸協誌, 114, 281-286 (2019), 13) 日醸協誌, 114, 457-461 (2019), 14) 日ブドウワイン誌, 31, 15-20 (2020)

略 歴

氏名：おんだ たくみ 恩田 匠

<生年月日>昭和42年8月27日

<現所属>山梨県産業技術センター・ワイン技術部

<略歴>平成4年3月 東京農業大学大学院 農学研究科 博士前期課程修了

同年4月 山梨県庁入庁 山梨県工業技術センター配属

平成15年3月 山梨大学大学院工学研究科博士後期課程修了 博士(工学)

平成20年4月 山梨県工業技術センター支所ワインセンター 研究員

平成22年4月 山梨県工業技術センター支所ワインセンター 主任研究員

平成25年4月 山梨県工業技術センター支所ワインセンター 支所長

平成29年4月 山梨県産業技術センターワイン技術部 部長

現在に至る。

<抱負>山梨県産業技術センターの研究成果を日本ワインの品質向上に役立てたい。

本研究の一部は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業」の支援を受けて行った。

●日本醸造協会技術賞受賞者選考委員（敬称略）

（技術賞）石川雄章，宇都宮仁，小熊哲哉，小幡孝之，後藤奈美，近藤洋大，木崎康造

《技術賞・受賞者講演》 醤油醸造における大豆アレルゲンの分解・除去に関する研究

眞岸範浩・古林万木夫・谷内昇一郎*

(ヒガシマル醤油株式会社・研究所、*高槻病院・小児科)

醤油は大豆と小麦を主原料とし、麹菌、乳酸菌、酵母による発酵により特有の味わいや風味を醸し出す日本の伝統的な醸造調味料である。昔から「一麹、二糶、三火入れ」と言われ、原料の分解に必要な酵素群を麹菌に生産させる製麹工程、麹菌酵素による原料の分解と香りなどの風味を醸し出す乳酸菌・酵母の発酵に関わる諸味工程、そして麹菌酵素の失活や酵母などの殺菌と同時に色や香りを整える火入れ工程は醤油の品質を左右する重要な工程とされている。主要な食物アレルゲンの内、大豆は特定原材料に準ずる20品目の1つとしてアレルゲン表示が推奨され、小麦は特定原材料7品目の1つとしてアレルゲン表示が義務化されている。醤油のアレルゲン研究において、小麦アレルギー患者の血清を用いた研究により小麦アレルゲンが諸味中で完全に分解されることが報告されている。一方、ウサギ由来大豆特異的抗体を用いた研究では、大豆由来タンパク質は麹菌酵素による分解を受けるものの諸味中では完全には分解されず生揚醤油に残存すること、生揚醤油に残存する大豆タンパク質は火入れ・ろ過により除去されることが報告されている。本研究では大豆アレルゲン患者の血清を用いたウエスタン解析により、醤油醸造における大豆アレルゲンの分解除去機構を詳細に解析した。その結果、大豆アレルゲンは諸味中で完全には分解されず生揚醤油に残存し、生揚醤油に残存する大豆アレルゲンは火入れにより熱変性を受けて火入れオリとして不溶化し、不溶化した大豆アレルゲンがろ過により完全に除去されることで、最終的に火入れ醤油から大豆アレルゲンが不検出となった。また、市販醤油中の大豆アレルゲンの残存を調べたところ、火入れ醤油では、既報の通り大豆アレルゲンが検出されなかったが、一部の生醤油では大豆アレルゲンが検出された。これらの結果より、麹菌酵素

は小麦タンパク質よりも大豆タンパク質を分解しにくく、大豆アレルゲンの分解除去には麹菌酵素による分解と共に、火入れ、かつ清澄工程が重要であり、火入れ工程は醤油の品質だけでなく、醤油の低アレルゲン性においても重要な工程であることが示唆された。

略 歴

氏名：眞岸範浩

＜現所属＞ヒガシマル醤油株式会社研究所醸造開発課
 ＜生年月日＞昭和49年4月10日生まれ
 ＜略歴＞平成11年大阪大学大学院工学研究科卒、同年ヒガシマル醤油株式会社入社、平成26年ヒガシマル醤油株式会社研究所醸造開発課課長、平成28年博士(農学)京都大学(論文博士)、現在に至る
 ＜抱負＞醤油醸造における各工程の意義や醤油の新しい価値についてもっと追究したい

氏名：古林万木夫

＜現所属＞ヒガシマル醤油株式会社研究所
 ＜生年月日＞昭和40年12月9日生まれ
 ＜略歴＞昭和63年広島大学工学部発酵工学科卒業、平成5年同大学院工学研究科工業化学専攻博士課程修了(工学博士)、平成24年ヒガシマル醤油株式会社研究所長、平成26年同取締役研究所長、現在に至る
 ＜抱負＞発酵食品の魅力を探索していきたい(料理とお酒と食文化の関係を明らかにする)。

氏名：谷内昇一郎

＜現所属＞社会医療法人愛仁会高槻病院 小児科部長
 ＜生年月日＞昭和28年6月27日生まれ
 ＜略歴＞昭和54年、日本医科大学卒業、関西医科大学小児科入局。
 平成18年、関西医科大学付属滝井病院 小児科教授
 平成26年、関西医科大学付属枚方病院 小児アレルギー科科長 小児科教授
 平成28年 関西医科大学香里病院 小児科部長 小児科教授
 平成29年 社会医療法人愛仁会高槻病院 小児科部長
 ＜抱負＞食物アレルギーの発症の機序の解明と治療法の開発に今後も取り組みたい。

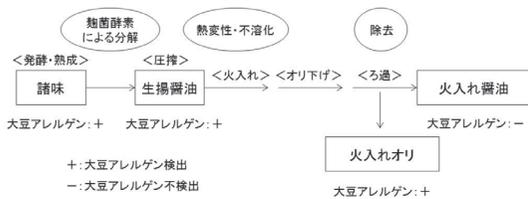


図. 醤油醸造における大豆アレルゲンの分解・除去

《技術賞・受賞者講演》 醤油酵母のゲノム解析に関する研究

ヤマサ醤油株式会社 (現福島大学) 渡部 潤
ヤマサ醤油株式会社 (現秋田県総合食品研究センター) 上原健二
ヤマサ醤油株式会社 茂木喜信

はじめに

醤油の主発酵酵母である、*Zygosaccharomyces rouxii* はもろみ中でエタノール生産や各種香気成分生産を担っており、醤油醸造において最も重要な酵母である。1970年代におけるMoriらの活発な研究により、醤油酵母は醤油や味噌中で安定な一倍体として栄養増殖し、異なる接合型を持つ株同士の接合により二倍体となった後、胞子形成を経て、一倍体に戻ることが確認された¹⁾。ところが近年、味噌や醤油から単離された株が異質二倍体、つまり異なる種同士の接合により生じた二倍体、であることを示唆するデータが蓄積されてきた。そこで、本研究では醤油から単離された株のゲノム解析を実施し、醤油の主発酵酵母のライフサイクルを再定義することを試みた。

主発酵酵母のゲノムと異質一倍体の発見

主発酵酵母のゲノム解析の結果、醤油諸味から単離されたNBRC 110957株は、一倍体の基準株CBS 732株の約2倍のゲノムサイズを有し、CBS 732のゲノムとほぼ100%相同なT-サブゲノムと、80-90%相同なP-サブゲノムから構成されることが確認され、異質二倍体であることが示された²⁾。また、NBRC 1876株のゲノムが他のグループから報告されたが^{3,4)}、この株もNBRC 110957株と同様に異質二倍体であった。通常、二倍体は接合型がa/αであり、接合能は有さないが、Moriらにより接合することが実験的に確認されている。そこで、異質二倍体でありながら接合能を有する理由を明らかにするため、接合に関与する遺伝子座に着目して解析を行った。その結果、これらの異質二倍体の株はmating-type like (MTL) 遺伝子座を6つ有していることが明らかになった。MTL 遺伝子座間には染色体の相互転座の痕跡が認められたが、コードされる遺伝子には機能喪失につながるような変異や欠損は認められなかった。詳細な解析の結果、6つのMTL 遺伝子座の中で接合型を支配する1つの遺伝子座、すなわちmating-type (MAT) 遺伝子座が特定された。

さらに筆者らは中国の天津において醤油諸味から採取され、*Candida versatilis* と誤同定されていた株が異質二倍体由来する異質一倍体であることを見出した。この株はゲノムサイズが一倍体の基準株CBS 732株と同程度であるが、異質二倍体のT-サブゲノムとP-サブゲノム由来する配列から構成されていた⁵⁾。

まとめ

本研究により、醤油の主発酵酵母のライフサイクルが明確になり、極めて低い頻度であると思われるが、

異質二倍体から異質一倍体が生じ得ることが示された。今後、これらの情報を元に、主発酵酵母の育種が活発になることが期待される。

参考文献

- 1) Mori, H.: *J. Ferment. Technol.*, **51**, 379-392 (1973)
- 2) Watanabe et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **83**, e01187-17 (2017)
- 3) Sato et al.: *Genome Announc.*, **5**, e01610-16 (2017)
- 4) Ogata et al.: *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **64**, 127-135 (2018)
- 5) Watanabe et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **84**, e01845-17 (2018)

略 歴

氏名：渡部 潤

<現所属>福島大学食農学類

<生年月日>昭和54年10月12日生まれ

<略歴>平成16年新潟大学大学院博士前期課程修了、同年ヤマサ醤油株式会社入社、同年から平成18年まで独立行政法人酒類総合研究所派遣、平成23年新潟大学大学院博士後期課程修了、平成30年ヤマサ醤油株式会社醤油研究室長、令和2年福島大学食農学類准教授、現在に至る

<抱負>醤油醸造に関与する微生物の研究を極めたい。

氏名：上原健二

<現所属>秋田県総合食品研究センター 醸造試験場 発酵食品グループ

<生年月日>昭和58年11月9日生まれ

<略歴>平成19年東北大学農学部応用生物化学科卒、21年東北大学大学院農学研究科修了、21年ヤマサ醤油株式会社入社、28年秋田県総合食品研究センター入所、現在に至る

<抱負>秘めた微生物の力をもっと発掘したい。

氏名：茂木喜信

<現所属>ヤマサ醤油株式会社 製造本部 醸造部

<生年月日>昭和42年11月21日生まれ

<略歴>平成4年3月 茨城大学大学院農学研究科修了、平成4年4月 ヤマサ醤油株式会社入社、平成30年4月 ヤマサ醤油株式会社 醸造部長、現在に至る
<抱負>醤油の将来のあり方を考える一助となるような何かを発信できるよう、今後も業界の一員として微力を尽くしたい。

《日本醸造学会功績賞》 醸造における微生物学の発展への貢献と醸造学の進歩・発展への貢献

こだま 徹
兒玉 徹

略歴

昭和10年10月6日生まれ

i) 学歴

昭和34年3月 東京大学農学部農芸化学科卒業
 昭和35年3月 東京大学大学院化学系研究科修士課程中退
 昭和46年12月 「微生物によるL(+)酒石酸の生成に関する研究」により農学博士授与(東京大学)

ii) 職歴

昭和35年4月 東京大学農学部 助手
 昭和49年8月 東京大学農学部 助教授
 昭和61年4月 東京大学農学部 教授 農芸化学科・微生物利用学講座担当
 平成3年10月 日本学術会議発酵学・農産物利用学研究連絡委員会委員
 平成5年4月 東京大学農学部放射性同位元素施設長 併任
 平成6年9月 国税庁 東京地方酒類審議会 会長
 平成8年3月 東京大学 定年退職

平成8年4月 信州大学繊維学部 教授
 平成8年5月 東京大学 名誉教授 現在に至る
 平成9年10月 第17期日本学術会議会員 生物工学研究連絡委員会委員長
 平成10年4月 信州大学繊維学部附属農場長 併任
 平成10年6月 大学入試センター 教授 併任
 平成13年3月 信州大学 定年退官
 平成13年4月 東京農業大学応用生物科学部 客員教授
 平成17年4月 (独)食品総合研究所 理事長
 平成18年4月 (独)農研機構 食品総合研究所 顧問

iii) 受賞歴

平成6年11月 日本生物工学会 生物工学賞 「微生物炭酸固定の多様性とその利用」
 平成8年3月 日本農芸化学会 功績賞 「微生物機能の資源・環境問題への利用に関する基礎的研究」
 平成14年9月 環境科学会 功労賞
 平成24年11月 食品産業特別功労賞

●日本醸造学会功績賞・奨励賞受賞者選考委員 (敬称略)

秋田 修、尾形智夫、柏木 豊、秦 洋二、藤野勝久、松山 旭、下飯 仁
 《功績賞選考委員会委員長》 秋田 修
 《奨励賞選考委員会委員長》 秦 洋二

《奨励賞・受賞者講演》 清酒および清酒醸造副産物の機能性に関する研究

独立行政法人酒類総合研究所 伊豆 英恵

●はじめに

赤ワイン含有成分であるポリフェノールなどの機能性は世界中で広く研究されている。一方、清酒醸造では、米を原料として麹菌と酵母によって多様な物質が産生されるが、清酒成分や副産物である酒粕で機能性の検討が少なかったため、これに取り組んだ。

●清酒成分および清酒酵母による肝障害抑制

清酒消費量が多い地域で肝硬変による死亡率が低いことを示す疫学研究があり、清酒の肝保護作用が言われていた。マウスを用いたガラクトサミンによる薬剤性肝障害モデルで検討し、清酒濃縮物および清酒特異的な糖成分 α -エチルグルコシドが炎症性サイトカインIL-6産生抑制を介し、肝障害抑制効果を示すことを明らかにした。

ビール酵母の健康効果が明らかにされ、活用されている。清酒酵母も活用が期待されるため、マウスで急性アルコール性肝障害への影響を調べ、清酒酵母がエタノールによる肝臓S-アデノシルメチオニン (SAM) 減少および血漿ホモシステイン増加を抑制し、急性アルコール性肝障害を抑制することを示した。

●清酒に含まれるGABA様物質の探索

酒類の主成分であるエタノールは脳の神経細胞に存在する様々な神経受容体活性に影響を与える。抑制性神経伝達物質GABAの結合によってGABA_A受容体応答が生じ、エタノールはその応答を亢進して、抗不安、鎮静、催眠等の影響が生じる。ビールやウイスキー成分によるGABA_A受容体活性の亢進が報告されており、清酒中のGABA様物質について検討し、有機酸画分に含まれる13成分がGABA様物質として機能しうることを示した。

●酒粕の健康効果

酒粕には、米由来成分、麴や清酒酵母の細胞成分および代謝産物が含まれている。酒粕の機能性成分への乾熱乾燥(HD)または凍結乾燥(FD)の影響を検討した。HDとFDでビタミンB6、コリン、パタイン、ニコチン酸、 β -グルカン、レジスタントプロテイン含量に違いはなかったが、FDにSAMが多く、HDに核酸関連成分が多かった。酒粕は認知機能に有益な機能性成分を豊富に含むため、高齢者の認知機能に対する酒粕摂取の影響を調べ、限定的であるが、良い影響があることを確認した。

略歴

- 平成7年3月 山口大学大学院農学研究科農芸化学専攻修了、修士(農学)
- 平成10年3月 鳥取大学大学院連合農学研究科修了、博士(農学)
- 平成10年4月 日本学術振興会特別研究員(PD)
- 平成13年3月 山口大学大学院医学研究科助手
- 平成16年1月 独立行政法人酒類総合研究所、現在、主任研究員

受賞歴

- 平成24年 2012年度日本農芸化学会中四国支部会奨励賞
- 平成28年 第1回 AROMA RESEARCH 論文賞2015

