



日本農芸化学会中部支部  
第160回例会

# 講演要旨集

食品から広がる科学

— 商品開発から最先端の知見まで —

日時：平成22年12月4日（土）14:00～

場所：三重大学生物資源学部 大講義室

主催:日本農芸化学会中部支部

共催:みえメディカル研究会、中部食品科学研究交流会

後援:三重大学 大学院地域イノベーション学研究科・生物資源学研究科

# 目次

プログラム .....	2
要旨 .....	3
(S-1) 出芽酵母の二日酔い対策- アセトアルデヒド耐性機構の解明とその応用.....	3
(S-2) 微生物のコミュニケーション- 酢酸菌のクオラムセンシングシステムの解析.....	4
(S-3) 食の中枢制御に関わるタンパク質- レプチンの海馬における情報伝達.....	5
(S-4) 辻製油における機能性素材の開発と新規開発・事業への取り組み.....	6
(S-5) 各種オリゴ糖製品の特性と利用 .....	8
講師略歴 .....	9
日本農芸化学会中部支部維持会員企業名簿 .....	11

# プログラム

14:00 ~ 14:05 開会の辞

14:05 ~ 14:35 出芽酵母の二日酔い対策- アセトアルデヒド耐性機構の解明とその応用  
(S-1) 中川 智行 氏 (岐阜大学・応用生物科学部)

14:35 ~ 15:05 微生物のコミュニケーション- 酢酸菌のクオラムセンシングシステムの解析  
(S-2) 鮎 彩 氏 (株)ミツカングループ本社・中央研究所)

15:05 ~ 15:35 食の中枢制御に関わるタンパク質- レプチンの海馬における情報伝達  
(S-3) 西尾 昌洋 氏 (三重大学・大学院生物資源学研究科)

15:35 ~ 15:45 休憩

15:45 ~ 16:15 辻製油における機能性素材の開発と新規開発・事業への取り組み  
(S-4) 籠谷 和弘 氏 (辻製油株)・第一研究室)

16:15 ~ 16:45 各種オリゴ糖製品の特性と利用  
(S-5) 藤本 佳則 氏 (日本食品化工株)・研究所)

17:00 ~ 18:30 意見交換・懇親会

(S-1)

## 出芽酵母の二日酔い対策—アセトアルデヒド耐性機構の解明とその応用—

中川 智行 (岐阜大学・応用生物科学部)

「二日酔い」の原因物質は、アセトアルデヒド (AA) であるとされている。おいしく頂いたエタノールは肝臓で AA に酸化されるが、AA はタンパク質、DNA、脂質など様々な生体分子と付加体を形成し、変性させてしまう特徴を持つ。つまり、生体内では AA は速やかに分解される必要があり、この AA 処理能力が私たちの「上戸」と「下戸」を分ける重要な要因となっている。

一方、出芽酵母のアルコール発酵においても AA は重要な代謝中間体であり、発酵の際、その濃度は 300~400 mg/L、条件によっては 1,000 mg/L にまで達することもある。よって、酵母はアルコール発酵中にエタノールだけでなく、AA からストレスも受けることから、二日酔い対策、つまり AA 耐性を強化することで酵母の細胞機能を最大限に導きだすことができると考えられる。

私たちは、より効率の良いアルコール発酵の達成と人類のさらなる「上戸化」を目標に、出芽酵母の AA 耐性メカニズムの解明とその応用を目指し、研究を行っている。

### 1) 糖代謝バランスの制御と AA 耐性

私たちは出芽酵母において、欠損により AA 感受性を示す AA 耐性遺伝子を同定している。これら遺伝子にはほとんどのペントースリン酸経路 (PPP) の構成因子が含まれ、その発現は AA により活性化される。一方、大部分の解糖系の遺伝子欠損は AA 耐性を示し、*GPII* などの発現は AA により抑制される。これら糖代謝系の AA 応答は転写因子 Stb5p により統括的に制御されており、出芽酵母は AA ストレス下では PPP を増強する方向に糖代謝を調節している。PPP の主要な役割が NADPH 産生であることから、NADPH が AA 耐性における重要な鍵因子であることが推測される。

### 2) 脂肪酸合成の活性化による AA 耐性

酵母は、AA に曝されると脂肪酸合成系遺伝子の発現を増大させ、細胞内オレイン酸量を増加させる。また、いくつかの遺伝子欠損株の AA 感受性を相補できることから、オレイン酸は AA 耐性における鍵因子の一つであると推測される。つまり、酵母は AA ストレス下では PPP による NADPH の供給を強化し、NADPH 要求性脂肪酸合成系を活性化することでオレイン酸合成を促進している。

### 3) グルタチオンによる AA 耐性

AA 耐性遺伝子には、NADPH を必要とする代謝系因子としてグルタチオン還元系が含まれていた。グルタチオンは酵母の AA 感受性を低減させ、その合成欠損は重篤な AA 感受性を示す。一方、グルタチオン合成系遺伝子の発現は AA により強化されるにも関わらず、細胞内グルタチオン量は AA 量に応じて減少する。これらは出芽酵母におけるグルタチオンによる新たな AA 耐性機構の存在を示している。

このように出芽酵母はいくつかの AA 耐性システムを協調的に活用することで AA に対する二日酔い対策を行っているようである。今後、これら知見を応用することで、より効率的なアルコール醸造が実現できるのみならず、私たちヒトの二日酔い対策の道も拓けるかもしれない・・・。

## 酢酸菌の会話ークオラムセンシングによる酢酸発酵の制御ー

鮎 彩 (株)ミツカングループ本社・中央研究所)

### はじめに

近年、様々な微生物が菌体密度に依存して標的遺伝子の転写を制御する細胞間コミュニケーションシステムを有することが報告されている。この機構はクオラムセンシングシステムと呼ばれており、微生物は、自らが生産するシグナル物質の濃度によって、菌体密度を感知し、二次代謝物質の生産、発光、運動性、毒素生産、バイオフィルムの形成などの重要な機能を制御していることが知られている。

### 酢酸菌とは

酢酸菌はグラム陰性の好気性細菌で、エタノールや様々な糖を有機酸に酸化する能力を有している。この酸化反応は酸化発酵と呼ばれ、特にエタノールを酸化して酢酸にする反応は酢酸発酵と呼ばれる。酢酸菌の中でも、*Gluconacetobacter* 属と *Acetobacter* 属は、高い酢酸発酵能と酢酸耐性能を有することから、食酢の製造に広く利用されている。これまで、食酢をより効率よく生産する酢酸菌の育種に関する研究が行なわれてきたが、酢酸発酵、酢酸耐性の全容については、未だ解明されていない点が多い。そこで、本研究では、酢酸生産能の高い酢酸菌の育種を目的として、多くの微生物で重要な機能を制御しているクオラムセンシングシステムに着目し、酢酸菌のクオラムセンシングシステムに関する解析を行なった。

### 酢酸菌のクオラムセンシングシステム

我々は、酢酸菌 *Gluconacetobacter intermedius* NCI1051 が3種類のアシルホモセリンラクトン(AHL)をシグナル物質とした GinI/GinR クオラムセンシングシステムを有していることを示した。そして、その標的遺伝子として、*ginI* の下流に位置する機能未知の遺伝子 *ginA* を同定した。これらの遺伝子破壊株の表現型を解析した結果、*ginI* 破壊株、*ginR* 破壊株は、野生株と比較して、酢酸の生産量が顕著に増加し、酢酸菌のクオラムセンシングシステムが酢酸発酵に関与していることが示唆された。*ginA* の破壊株でも同様の試験を行なったところ、*ginI*、*ginR* 破壊株と同様、酢酸生産量の増加が見られた。また、*ginI*、*ginR*、*ginA* の破壊株の培養液は、特に対数増殖期において、食酢製造時に問題となっている培養中の発泡が、野生株と比較して顕著に減少することがわかった。以上の結果から、GinI/GinR クオラムセンシングシステムが GinA を介して酢酸菌の特徴的な性質である酢酸発酵、及び、消泡活性を負に制御していることが分かった。次に、GinI/GinR クオラムセンシングシステムの標的遺伝子を同定し、GinA を介した GinI/GinR クオラムセンシングシステムによる酢酸発酵と消泡活性の制御機構を明らかにすることを目的として、DNA マイクロアレイを使用したトランスクリプトーム解析を行なったので、その結果も紹介する。

以上のように、酢酸菌のクオラムセンシングシステムの制御は、酢酸発酵能の増加と発泡抑制の両面で食酢の生産性向上に有用であると考えられ、食酢製造への応用を検討中である。

(S-3)

## 食の中枢制御に関わるタンパク質—レプチンの海馬における情報伝達—

西尾 昌洋 (三重大学・大学院生物資源学研究科)

レプチンは、肥満の原因として ob/ob マウスで特定された摂食抑制ペプチドとして見つげられた。ob/ob マウスでの研究は、レプチンが正常食欲と体重を戻すために直接的に視床下部に影響することを示された。レプチンまたはレプチン受容体 (Ob-R) が体重に関与していること、レプチンの作用は、満腹因子として視床下部でレプチン受容体に機能することによって食物摂取量と体重を減少させる報告されている。Ob-R の 6 種の isoform (Ob-Ra-f) が特定されたが、Ob-Rb が STAT 転写因子 (JAK-STAT) で制御されていることが報告されている。レプチンは脂肪組織などで発現し、血中から脳 (視床下部) に行くと、Ob-R が血液脳関門 (BBB) で機能する。免疫組織化学的研究は、Ob-R が脈絡叢・大脳皮質・海馬・視床・視床下部で局在していることが知られており、中でも視床下部がレプチンの主要領域であることが報告されている。

海馬のレプチン効果には、レプチンが NMDA 受容体で  $Ca^{2+}$  流入して、シナプスの可塑性を容易にするのが示された。海馬では、レプチンは NMDA 受容体に依存する長期増強と長期抑圧を引き起こすことが明らかになった。強制水泳におけるレプチンの海馬内注入では、レプチンの抗うつ作用が見出されています。しかしながら、海馬のレプチンの生理的役割はまだ明解ではありません。

メタンフェタミン (覚醒剤) は神経学・心理学的な異常を引き起こすことが知られている。普通薬剤は連続して投与した際には、耐性により効果が落ちることが分かっているが、メタンフェタミンはマウスにおいて連続的投与により、移動活性はより強くでることが知られている。マウスにおいて、メタンフェタミンは休薬期間において投与すると、その活性は前回投与した時と同じ強い活性を示すことが知られている。この現象を逆耐性と名付けられている。このメタンフェタミンの逆耐性が覚醒剤中毒になった患者さんの再生過程で“ちょっとだけ”が覚醒剤中毒へ戻る危険因子であるとされている。

メタンフェタミンでのマウス誘発移動がどのようにして起こるか・逆耐性現象が何の因子で決定しているのかを明らかにするため研究を進めました。

メタンフェタミン投与は海馬  $\alpha_{2A}$ -アドレナリン受容体とその下流である G タンパク質である  $G\alpha_o$  タンパク質を増加させることを示しました。このメタンフェタミンの効果は、マウス海馬へ  $\alpha_{2A}$ -アドレナリン受容体のアンチセンス DNA を注入し発現量を減らすと移動活性は減少した。マウス海馬へのレプチンの脳定位マイクロ注入は、メタンフェタミンの誘発移動を減少させることを見出しました。マウスにおけるメタンフェタミンで誘発移動をレプチンが海馬における生理的機能があることを見つけたので報告します。

## 辻製油㈱における製品開発への取組み

籠谷 和弘 (辻製油㈱・第一研究室)

辻製油株式会社は三重県松阪市に所在し、食用植物油脂の製造業を中心に今年で創立 63 年目を迎える。植物油は主にとうもろこし油となたね油を製造販売しており、一日当たりの原料として 700t、原油で 350t、最終製品で 150t の生産能力である。また、製油事業とは別に食品添加物として、乳化剤である大豆レシチンの製造・販売を行っている。レシチンは唯一の天然由来の乳化剤で有り、弊社はこのレシチンの持つ食品機能を高め、さらに使い易いように抽出・酵素処理・分画などの開発技術をもって、加工を行ってきた。このように研究開発をもとに改質・改良を行ったレシチンは、現在、健康食品への利用も高まっている。そこで弊社はこれまでの製品事業で培った技術開発をもとに機能性素材への研究開発ならびに製造販売に力を入れ始めた。ここ近年に製品として上市したものととうもろこし由来のセラミド、魚由来のコラーゲンペプチドなどがあるが、今回は私が開発担当を行った製品群ならびにこれからの製品開発、そして事業化を中心にご紹介したい。

コラーゲンは動物由来の素材で有り、これまでも化粧品分野またゼラチンとして食品分野に古くから用いられてきた。原料としては牛、豚などが多く用いられていたが、狂牛病の国内発生を期にこれらにかわる資源が求められた。弊社もたん白質を扱った製品開発の経験は浅かったが、天然物からの抽出・精製・酵素処理技術をもとに魚のうろこからコラーゲンペプチドの調製に着手した。魚のうろこは外骨格に属する組織であり、りん酸カルシウムを除けば、殆どコラーゲンで構成された組織である。水産業界において、これまで廃棄物として扱われてきたうろこを入手し、組成分析により品質を評価し、魚由来のコラーゲンペプチド(FCP)の調製を検討した。予め、うろこを洗浄し、りん酸カルシウムを除いた後、酵素を用いて使い勝手が良い分子量に分解し、抽出を行った。その後、脱色・脱臭を行い、粉末製品を調製した。このように調製された FCP は水に対しても非常に良く溶け、これまで難溶性のため、殆ど配合できなかった食品分野への製品開発に利用できるようになった。また、分子量を調整することで、食品に配合した際、他の素材の風味を損なわないように呈味発現の抑制も可能となった。弊社では現在この FCP を月間 3t のスケールで生産・販売を行っており、魚のうろこを原料として使用できたことは、資源の有効利用が図れた成果と考えている。

弊社が所在する松阪市嬉野は県内でも農耕地面積が高く、かつては農業生産が盛んな地であったが、現在は米・麦・大豆などの草穀類が主であり、生産収益が小さい。そこでさらに地域に貢献できる企業として、地元での農作物栽培の奨励を進めた。新たな品種として、一般的に「無臭にんにく」と呼ばれる作物の栽培であり、2004 年から始め、今年度の収穫量は約 5t となった。しかし、農作物を生鮮で販売する際は、形や大きさ、色などの規格基準が設けられ、収穫の全てを製品として販売できない。そこで弊社がこのにんにくを全て買取り、食品への加工を行うことで農家の収益向上に貢献できると考えた。このような栽培計画のもと現在、約 30 軒の農家がにんにくの栽培に取り組んでいる。にんにくの加工食品において、有名なものに「黒にんにく」が知られるが、これは三重県で開発された製品である。生にんにくを長時間をかけて、加熱・熟成することで外観が黒くなり、甘味をもった加工食品に変化するが、生産においては時間が長くかかることや隣径のまま

加工するために型崩れが生じ、生産歩留まりが悪い問題があった。そこで、弊社は栽培されたにんにくを凍結摩砕で磨り潰し、流動状で効率よく加熱を行うことで黒にんにくが約1週間で製造可能となった。このような製造スタイルで現在月間2tの生産を行うことができ、加工食品メーカーへの素材としての供給、また健康食品として消費者への販売を行っている。また、無臭にんにくだけでなく有臭にんにくにおいても、同様な加工を行うことで従来のものより刺激臭の少ない黒にんにくの製造も可能となった。黒にんにくの機能として、抗酸化力が知られているが、さらなる調査研究により新たな生理機能を有することが期待できる成分について知見が得られたので合わせて紹介したい。

さらに他の研究開発として、柑橘類の「ゆず」の果皮から香りの成分を抽出する開発事業を手掛けている。ゆずは日本人に好まれる柑橘であり、食品をはじめ様々な商品において、ゆずの香りが付加されているものが多い。ゆずの生産量は高知県がトップであるが、限られた資源であるにも関わらず、果汁以外の大きな用途が見い出せていない資源であった。そこで弊社はゆずの搾汁時に発生するゆず果皮に注目し、これから有機溶剤を用いて、ゆずの香りを抽出する試みに至った。その結果、非常に付加価値の高い香料オイルを得ることができ、高知県の安芸農協と共同することで本格的な事業化が行えるようになった。現在、高知県の協力を得て、生産プラントの建設に携わっており、来年より本格的に生産稼働を迎える。年間約2000tのゆず果皮を原料とすることで、これまで主に廃棄されていた資源をさらに活用できる事例であると考えている。また、同じく高知県の特産物である生姜に注目し、生鮮加工時に発生する切り端残渣から抽出を行うことで生姜特有の香りが強い抽出物を得ることができた。さらに高知県のゆずに触れることで、この柑橘を気候の似ている三重県中南部で栽培を行い、食品加工をすることで地域活性化への一助を目標とする栽培計画を開始した。最初は弊社と地元の営農組合からの取組みであったが、他の町村や行政、さらに三重大学が参加することで「ゆずプロジェクト連携体」の開設に至った。こちらも少しずつの試みではあるが、数年後には地域と共に担える事業の一端になれるように進捗を図りたい。

弊社は植物油製造の歴史において、自然から得られた油糧原料から油を搾油した後、搾り粕は農家に戻す一つの資源循環のもとに事業を行ってきた。今回、紹介させて頂いた製品開発も資源の有効活用を一つのキーワードとして取組みを進めてきた。今後もこれまでに培った技術をもとに新たな挑戦を行い、限りある資源を有効に活用できる開発型企业として、社会への貢献を目指してゆきたい。



## 各種オリゴ糖製品の特性と利用

藤本 佳則 （日本食品化工(株)・研究所）

### はじめに

「オリゴ糖」この言葉を聞いたことがありますか？そして何をイメージしますか？テレビや雑誌等で幅広くオリゴ糖が紹介されており、そこに良いイメージを持って頂いている方も多いと思います。オリゴ糖は低カロリー、ビフィズス菌の増殖効果がある、虫歯にならない etc.。しかし、そうしたイメージは必ずしも正しいとは言えません。本講演では、そうしたオリゴ糖について正しい知識を持って頂くべく、当社各種オリゴ糖製品の特性と、どのような用途があるのか、その利用法について御紹介します。

### オリゴ糖とは

オリゴ糖とは、単糖類が 2~10 個結合したものを指します。ただ一言、「オリゴ糖」で表されませんが、構成糖の種類や結合の仕方、数により様々なオリゴ糖が存在し、日本国内でも数 10 種類ものオリゴ糖製品が各社より上市されております。そして、起源（構成糖）や結合の様式、鎖長により味質や物性、生理機能が異なります。

### 当社オリゴ糖製品

当社は、トウモロコシ等より澱粉やオリゴ糖を製造・販売しております。従いまして、当社のオリゴ糖製品はブドウ糖を構成糖としております。その結合の仕方や数で様々な製品群を有しており、中には非常に特徴的なオリゴ糖がございますので、その一例を紹介します。

「日食テイストオリゴ」は、ニゲロオリゴ糖を主成分とする水飴で、コクの付与や果汁感の増強等の機能があります。さらに特徴的な機能として、天然色素の退色を抑制する効果があり、清涼飲料やゼリー等で幅広く御使用頂いております。

「日食гентース#45」は糖でありながら苦味を呈するゲンチオオリゴ糖を含む水飴です。そのキレの良い苦味を全面に用いたコーヒーやチョコレート等への利用の他、極少量を隠し味的に用いることで、果汁の輪郭を際立たせたり、野菜等のエグ味を軽減することが可能です。

「日食セルデックス」はシクロデキストリンを構成糖としております。シクロデキストリンは環状オリゴ糖とも呼ばれ、ぶどう糖が 6~8 個環状に結合した、それぞれ $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -シクロデキストリン等があります。そのドーナツ状の環内に様々な物質を包接し、異味・異臭の低減や香気保持、安定性向上等で食品、工業問わず幅広い分野で御使用頂いております。

その他、様々な製品がございますので、当日はより詳細に御紹介致します。

### 今後について

現在、当社ではオリゴ糖とデキストリンの中間的な物質、メガロ糖に着目し、その開発を行っております。既に今年度「日食メガロトース」として上市しており、今後の用途拡大が期待されています。

## 講師略歴

中川 智行（なかがわ ともゆき）

1993年 3月 東京農業大学農学部農芸化学科 卒業  
1995年 3月 東京農業大学大学院農学研究科農芸化学専攻 博士前期課程修了  
1999年 3月 京都大学大学院農学研究科農芸化学専攻 博士後期課程修了;博士(農学)  
1999年 4月 東京農業大学生物産業学部食品科学科 助手  
2001年 10月 同 講師  
2007年 4月 岐阜大学応用生物科学部食品生命科学課程 准教授  
現在に至る

鮎 彩（ふな あや）

1999年 大阪大学工学部応用自然科学科卒業  
2001年 大阪大学大学院工学研究科応用生物工学専攻博士前期課程修了  
2001年 株式会社ミツカングループ本社 中央研究所所属  
2005～2009年 東京大学出向  
2009年 博士(農学)取得  
現在に至る

西尾 昌洋（にしお まさひろ）

1994年 3月 三重大学生物資源学部生物資源学科卒業  
1996年 3月 三重大学大学院生物資源学研究科博士前期課程修了  
2000年 3月 名古屋大学大学院医学研究科生理学系博士課程修了;博士(医学)  
2000年 4月 防衛医科大学校薬理学講座 助手  
2003年 4月 同 学内講師  
2003年 7月 米国デューク大学メデュカルセンター リサー チアソシエート  
2005年 8月 株式会社デ・ウエスタン・セラピテクス研究所 グループリーダー  
2009年 6月 三重大学大学院生物資源学研究科 講師  
現在に至る

籠谷 和弘 (かごたに かずひろ)

1995年3月 三重大学生物資源学部農芸化学コース卒業  
1997年3月 三重大学大学院生物資源学研究科博士前期課程修了  
1997年4月 辻製油株式会社入社  
1997年6月 研究開発部(現在の第一研究室)に配属  
2002年3月 三重大学大学院生物資源学研究科博士後期課程修了;博士(学術)  
2004年3月 辻製油株式会社第一研究室室長  
現在に至る

藤本 佳則 (ふじもと たかのり)

1996年3月 三重大学生物資源学部生物資源学科卒業  
1998年3月 三重大学大学院生物資源学研究科修士課程修了  
1998年4月 日本食品化工(株)入社  
2006年2月 日本食品化工(株)研究所 研究員  
2006年3月 日本食品化工(株)研究所 リーダー  
2010年3月 静岡大学大学院自然科学系教育部博士課程修了;博士(学術)  
現在に至る

## 2010年度 日本農芸化学会中部支部維持会員企業名簿（五十音順）

アサヒビール(株)	名古屋工場	大和製罐(株)	清水研究所
旭松食品(株)	食品研究所	竹本油脂(株)	情報調査室
アステラス製薬(株)	生物工学研究所	東海物産(株)	食品研究所
天野エンザイム(株)	岐阜研究所	東洋紡績(株)	敦賀バイオ研究所
イチビキ(株)	研究開発部	中日本冰糖(株)	
(株)伊藤園	中央研究所	名古屋製酪(株)	
伊藤忠製糖(株)		物産フードサイエンス(株)	
科研製薬(株)	生産技術研究所	(株)ニッポンジーン	
加藤化学(株)	技術部	日本食品化工(株)研究所	
カネハツ食品(株)	技術部	フジ日本製糖(株)	
(株)岐阜セラック製造所	技術部	フジパン(株)	本社生産部
麒麟ビール(株)	名古屋工場	(株)ポッカコーポレーション	
金印(株)		三井農林(株)	食品総合研究所
サンエイ糖化(株)	研究開発部	(株)ミツカングループ本社	中央研究所
サンジルス醸造(株)		名糖産業(株)	食品開発部
(株)三和化学研究所	三重研究所	盛田(株)	小鈴谷工場
(株)J-オイルミルズ		焼津水産化学工業(株)	
敷島スターチ(株)	技術開発部	ヤマモリ(株)	
新日本化学工業(株)		養命酒製造(株)	中央研究所
太陽化学(株)	研究所		