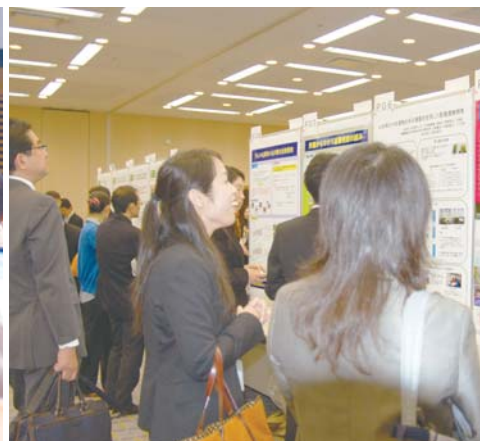


# 研究ニュース

## No.33

独立行政法人  
農業・食品産業技術総合研究機構

# 食品総合研究所



【写真の説明】：上段：平成26年度全国食品技術研究会の様子  
下段：研究成果展示会2014の様子

## 主な記事

### 巻頭言

- 健康的な食生活を伝えていくために

### 研究トピックス

- ヒトとマウスの甘味を受け取る仕組みの違い
- 地域繊維質資源の有効利用を目的とした糖化酵素生産技術の高度化
- 醸造食品の旨味成分生成と分解に関わる麹菌酵素群のポストゲノム解析とだし入り味噌製造技術への応用

### 特許情報

- 新登録特許
- 特許解説

### 海外研究情報

- カールスバーグ研究所(デンマーク)での在外研究を終えて
- 第43回天然資源の開発利用に関する日米会議(UJNR) 食品・農業部会

### 所内ニュース

- 全国食品技術研究会・研究成果展示会2014について(報告)
- アグリビジネス創出フェア2014について
- 表彰・受賞

### 人事情報

- 人事の動き

## 巻頭言

# 健康的な食生活を伝えていくために

食品素材科学研究領域長 門間 美千子



2013年12月に和食がユネスコの無形文化遺産に登録され、一年あまりがたった。無形文化遺産では、同じユネスコの事業である世界遺産における文化遺産が、「古都京都の文化財」や「富士山－信仰の対象と芸術の源泉」、「富岡製糸場と絹産業遺産群」といった有形の文化財を対象としているのに対し、「歌舞伎」や「能楽」、「京都祇園祭の山鉦行事」等、無形の民俗文化財や口承伝統などを保護対象としている。食に関しては、「フランスの美食術」、「地中海の食事」、「メキシコの伝統料理」（いずれも2010年）、「トルコのケシケキの伝統」（2011年）、韓国の「キムジャン－キムチ作りと分かち合い」（2013年）が登録されている。これらとともに、日本の食文化が「自然の尊重という日本人の精神を体現した、食に関する社会的慣習としての和食」として登録されたことは私たち食品研究者にとってたいへん印象深い出来事であった。農林水産省のホームページによると、無形文化遺産への登録申請において、「和食」の特徴として、(1) 地域に根ざした素材の味わいを活かす調理技術・調理道具の発達による「多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重」、(2) 一汁三菜を基本とする食事スタイルのなかで「うま味」を上手に使い、動物性油脂の少ない食生活を実現する「栄養バランスに優れた健康的な食生活」、(3) 食事の場で、季節の花や葉などで料理を飾りつけたり、季節に合った調度品や器を利用したりして季節感を楽しむといった「自然の美しさや季節の移ろいの表現」、(4) 折々の年中行事の中で、自然の恵みである「食」を分け合い、食の時間を共にすることで、家族や地域の絆を深める「正月などの年中行事との密接な関わり」があげられている。日本人の食文化である和食が「文化遺産」となったことによって、普段何気なく食事をしている中で、改めて「和食」とは何か、私たちの食文化がどのような状況になっているか見直された向きも多かったのではないだろうか。

上記の4つのポイントのうち「栄養バランスに優れた健康的な食生活」は特に私たちの研究と関係が深い。私事で恐縮だが、筆者が1980年代初めに食品総合研究所に入所したころは、配属先の研究室で「PFCバランス」という言葉をよく耳にした。日本は高度経済成長を果たし、米の消費量が減りはじめ、乳製品や肉類の消費が増加していく時代であった。その当時、日本人の食生活の中で、蛋白質(P)と脂質(F)、炭水化物(C)の比率が15%、25%、60%程度で理想的なバランスになっているといわれていた。アメリカでは理想的なエネルギー摂取が示され、1980年ごろから和食ブームが起きたようである。しかし、ご存じのようにその後、我が国では食生活の欧米化が進展し、全体的には脂質が過剰な状態となっている。メタボリックシンドロームが社会的に問題となり、肥満傾向の人が増える一方で、若い女性のやせすぎや高齢者の低栄養といった栄養不足も起きている。今後、超高齢化社会をむかえ、健康寿命を伸ばすためには、健康的な食生活の確立が一つの重要な課題となっている。そのためには、米飯を中心に、一汁三菜のスタイルを基本とし、魚や大豆食品、発酵食品、だし、緑茶や地域の野菜、果物等の持ち味を活かした和食は大きな役割を果たしうらうだろう。和食の推進を図るさまざまなイベントが実施されており、地域の食育活動も盛んである。多くの努力がなされているが、一方で、大きな流れとして、高脂肪食への嗜好、食生活の簡便化はこれからも進んでいくのではないかとと思われる。

このような状況において、私たち研究者に何ができるかと考えたとき、二つの現場を基礎とした研究活動が重要と考える。一つは食の現場に真摯に目を向けることである。農産物や食品が生産され、流通し、消費される現場に足を運び、我が国の食において何が必要とされているか、顕在化したニーズだけでなく、底流にある将来のニーズを洞察することが、真に豊かな食生活への貢献につながるものと考えられる。もう一つは研究の現場としてのラボワークである。新しい現象の発見、イノベーションにつながる着想は実験室で生まれてくることが多い。日々の研究現場での意外な現象や新たな着想を見逃さず、慎重に育てていくことが、新しい技術によって古き良き伝統を守り伝えていくことにつながるのではないかと期待される。

## 研究トピックス

# ヒトとマウスの甘味を受け取る仕組みの違い

食品機能研究領域

食認知科学ユニット 日下部 裕子



### 1. はじめに

食品のおいしさには様々な要因があるが、味は食品を目にしてから飲み込むまでの最後の砦となる感覚である。そのため、「味が良い=おいしい」のようなとらえ方がされることも多く、おいしさの最も重要な因子の1つであるといえる。食品開発では表現しにくいおいしさを実際の感覚に即して適切に評価することが求められている。現状の食品開発では、専門家が行う官能評価が味の評価の主流となっているが、作業が煩雑であるなどの問題がある。そのため、官能評価を補完する簡便で客観的な味の評価技術の開発が必要とされている。一方、味覚は、視覚、聴覚、触覚、嗅覚とならぶ五感の1つでもあり、感覚に関する分子生理学的研究が進むにつれ、味を受け取る基本的な仕組みも近年急速に明らかになってきた。ここでは、ヒトが味を受け取る仕組みの特徴の解明と、その利用に向けた取り組みについて紹介する。

### 2. 味覚受容体について

味には色々な種類があるが、甘味、苦味、酸味、塩味、うま味が基本味と呼ばれ、最も研究されている味質である。基本味を呈する味物質は、舌の味蕾にある味細胞の先端に局在する味覚受容体と結合し、その際に発生したシグナルが神経を経て脳に伝わることによって、味として認識される。一般的に、受容体は、刺激を受け取って伝えるセンサーの役割を持つタンパク質で、生体が置かれた環境や生体の健康状態を検出する役割がある。生体は、受容体から受け取った情報を基に、健康な状態を維持するための機能を働かせている。よって、様々な受容体が私たちの身体には存在しており、味覚受容体もそのような受容体の1つである。現在までに数々の味覚受容体が発見され、基本味全てに対する受容体と辛味に対する受容体が同定されている<sup>1)</sup>。また、基本味の受容体は、

甘味受容体が存在して甘味を受け取る細胞、苦味受容体が存在して苦味を受け取る細胞といったように、それぞれの味質を味細胞ごとに役割分担して受け取るという特徴を持つ(図1)ことも明らかにされている。味蕾は主に舌表面に存在している。

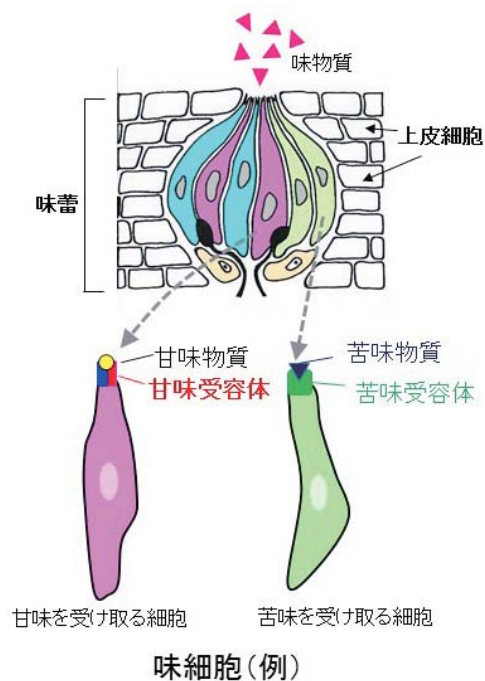


図1 味を受け取る仕組みの概略図

### 3. 動物種による味の感じ方の違いについて

味覚受容体が同定される過程では、大抵、マウスやラットといったモデル動物を利用した実験がその端緒となっている。モデル動物の利用には、食餌の環境を統一したり、脳や神経の応答を直接測定できたり、組織を取得して受容体の局在を観察できるといった、ヒトではできない様々な実験を行えるという利点がある。その一方で、味覚を含めた感覚器官は環境に合わせて大きく変化する

という特徴を持っていることから、モデル動物とヒトの味を受け取る仕組みには、異なる点があることが報告されている。例えば、アスパルテームなどの合成甘味料の一部は、霊長類以上の高等動物だけが甘味として感じる事が知られている<sup>2)</sup>、肉食であるネコ科の動物は機能できる甘味受容体を持っていない<sup>3)</sup>などである。また、味を受け取る器官である味蕾は、ほ乳類では舌に存在するが、魚類ではヒゲに、昆虫は足にも存在するなど、味の信号を受け取りやすくするために進化過程で大きく位置が変わっている。そこで、モデル動物とヒトの味の受け取る仕組みの違いを理解するために、味覚受容体の内部にも種による機能の差があるかどうかについて、解析を行った。

#### 4. ヒトとマウスの甘味受容体の機能の差について

筆者は、研究が比較的良く行われている甘味受容体を研究対象とした。甘味受容体は1種類のみ同定されており、T1r2とT1r3と呼ばれる二種類のタンパク質分子が結合し、T1r2/T1r3という一つの集合体として細胞膜において機能する。受容体には様々な種類があり、単独で機能するものもあれば、複数の分子が結合して機能するものもある。甘味受容体は2つの分子が結合して機能する二量体の受容体である。二量体の受容体には、T1r2/T1r3のように2つの異なる分子が結合して機能する場合（ヘテロ二量体）と、1種類の受容体が2つ結合して機能する場合（ホモ二量体）があるが、ヘテロ二量体の形成には、どのようにして結合する相手を認識するかという問題がある。その回答の1つが膜への移動である。ヘテロ二量体の中には、正しい組み合わせで結合しない場合は細胞膜上へ移動できないものがある。受容体は細胞外の刺激を受容して細胞内にその情報を伝達するタンパク質なので、細胞膜上に移動できないと外界からの刺激を受け取ることができず、正し

い組み合わせで結合した受容体のみが受容体として働くことができるという訳である。そこで、このような膜への移動システムが甘味受容体にもあるかどうか、また、マウスとヒトで異なるかどうかを調べた。それに先だって、細胞膜上に移動したT1r2とT1r3を顕微鏡で観察できる技術をまず開発した。具体的には、T1r2およびT1r3の細胞膜外の端に各々異なる目印を付けてから培養細胞に導入して、細胞膜上に移動した受容体のみを目印に対する抗体染色で識別できるようにした(図2)。

この技術をマウスとヒトのT1r2/T1r3に適用し、マウスとヒトのT1r2とT1r3がどのようにして細胞膜に移動するのかを観察した。その結果、マウスとヒトでは甘味受容体が細胞膜へ移動する仕組みが全く異なることが示された。ヒトのT1r3は単独では細胞膜に移動できず、ヒトT1r2が共存してはじめて細胞膜に移動できることが観察された。一方、マウスのT1r3はマウスT1r2が存在しなくても単独で細胞膜に移動できることが分かった(図3~5)<sup>4)</sup>。

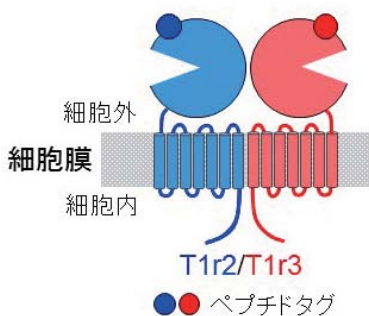


図2 開発したタグを付加した甘味受容体 T1r2/T1r3

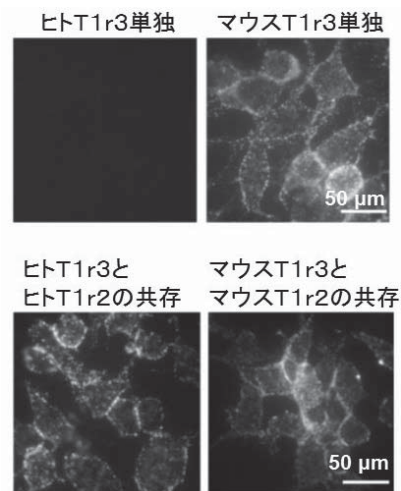


図3 T1r3の動物種による細胞膜への移動の違い  
細胞膜表面に移動したT1r3が白く染色されている

次に、このマウスとヒトの違いの原因となる場所を明らかにするために、マウスとヒトのT1r3を部分的に組み合わせた変異体を作製して細胞膜への移動を観察した。その結果、ヒトT1r3のうち細胞外に突き出した領域の中に、ヒトT1r3が単独で細胞膜へ移動することを阻害する部位がある可能性が示された。

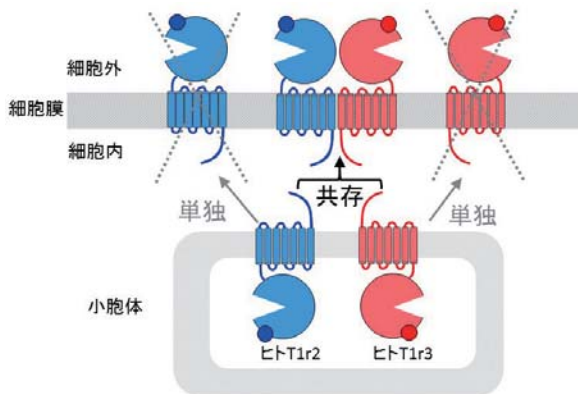


図4 ヒト甘味受容体の膜への移動システム (予想)

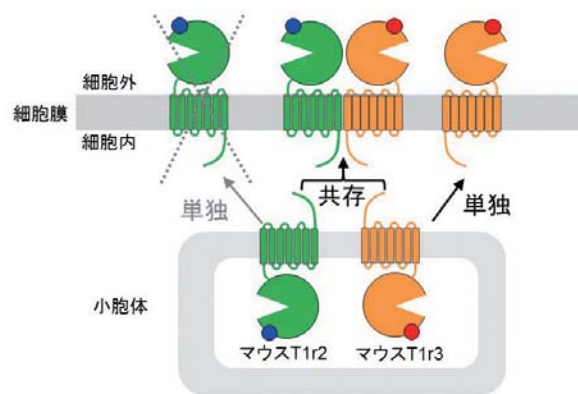


図5 マウス甘味受容体の膜への移動システム (予想)

## 5. おわりに

今回、ヒトとマウスでは甘味を受け取る仕組みが異なることを明らかにした。この結果は、官能評価を補完するような評価系を構築するには、ヒトが味を受け取る仕組みを反映させる必要があることを示唆している。そこで筆者は、ヒトの味覚受容体を導入した培養細胞を作製した味覚評価技術を開発し、甘味などの味を代替したり増強したりする物質の開発や、複数の味物質を混合させることによる増強効果の評価への利用を開始している。甘味を効率良く評価して食品に応用していくことは、嗜好性の高い食品の開発を容易にすると考えられる。

また、本研究成果は、食品研究以外の一般的な受容体研究への波及効果もある。一般的には、動物種が異なる場合においても、同じ機能を持つ受容体であれば、細胞膜へ移動する仕組みは同じであり、本研究のように種により異なる仕組みを持つ例は非常に希である。特に、T1r2とT1r3は、ヒトやマウスなど動物に広く分布しているGタ

ンパク質共役型受容体のうち、細胞膜の外側に大きく突き出た領域を持つタイプ（クラスC型GPCR）に分類されるが、クラスC型GPCRの細胞外の領域に細胞膜への移動を制御する部位が含まれる例はこれが初めてである。そのため、ヒト甘味受容体の細胞外の領域に、今までに知られていない細胞膜への移動のシステムが存在していることが期待される。なぜ、甘味受容体が動物種によって異なる移動システムを持つようになったのかについては、まだ答えが出ておらず、これからの課題である。この課題を解くことによって、ヒトがヒトならではの味を感じるようになった過程や意義を明らかにできるものと考えている。

味が生体にとって益になるか害になるかの判断の手段から、おいしさという生活の豊かさに寄与する因子へと進化していった過程と、味覚受容体の構造機能の進化が関連すればと思いつながりながら研究を進めているところである。

## 文 献

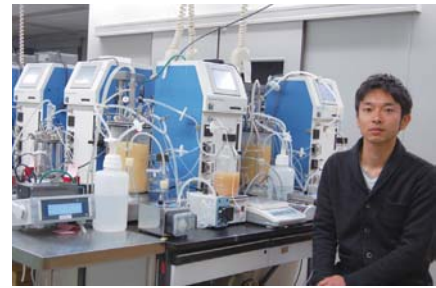
- 1) David A. Yarmolinsky *et al.* (2009) Common sense about taste: From mammals to insects. *Cell* 139:234-244.
- 2) Vicktoria Danilova *et al.* (1998) Gustatory responses of the hamster *Mesocricetus auratus* to various compounds considered sweet by humans. *J. Neurophysiol.* 80: 2102-2112.
- 3) Xia Li *et al.* (2005) Pseudogenization of a sweet-receptor gene accounts for cats' indifference toward sugar. *PLoS Genet.* 1: 27-35.
- 4) Madoka Shimizu *et al.* (2014) Distinct human and mouse membrane trafficking systems for sweet taste receptors T1r2 and T1r3. *PLoS ONE* 9: e100425.

※本研究の一部は、農林水産省農林水産技術会議事務局委託プロジェクト研究「アグリバイオ実用化・産業化研究」、文部科学省プロジェクト研究「ターゲットタンパク研究プログラム」、文部科学省「科学研究費」の研究の一環として実施した。また、本研究は岡山大学 山下敦子教授との共同研究成果である。

## 研究トピックス

# 地域繊維質資源の有効利用を目的とした糖化酵素生産技術の高度化

食品素材科学研究領域 糖質素材ユニット 池 正和



## 1. はじめに

植物は太陽エネルギーを利用した光合成により、大気中の二酸化炭素と水（および養分）から有機物を合成して生長する。このため、植物体はカーボンニュートラルかつ持続可能な資源とされる。近年、脱化石資源や循環型社会構築の観点から、植物資源からのバイオ燃料や化成品の生産が注目されており、特に食糧と競合しない繊維質系バイオマス資源を原料とした利活用技術開発が世界的に活発に行われている。

筆者らの研究グループでは、上記の観点に加え、地域資源の有効活用による産業活性化効果も期待し、稲わら等を中心とした「地域の繊維質資源」からの有価物等の製造技術開発に取り組んでいる。これまでに、地域における繊維質資源の小規模変換工程を想定し、原料中の糖質成分の有効利用及び全体プロセスの簡略化が可能なCaCCO前処理技術を開発しており、本技術を軸とした各要素技術の高度化研究を進めているところである<sup>1,3)</sup>。この中で、原料繊維質の細胞壁多糖成分の低分子化（糖化）が重要な工程の一つとなる。近年、環境負荷や糖収率の観点から、従来の酸糖化法に代わり、酵素糖化法に期待が寄せられているものの、現状では酵素糖化に係るコストが高く、実用化へ向けて解決すべき大きな課題となっている。酵素糖化のコスト低減に向けては、①「よく働く酵素を（糖化酵素群の高機能化）」、②「安く製造し（効率的生産技術開発）」、そして③「うまく利用する（効果的利用法の開発）」という3つの観点から総合的に技術開発を行っている。本稿では、糸状菌 *Trichoderma reesei* を用いた糖化酵素の低コスト・高効率生産技術の開発（上記の②）に関する筆者の取り組みについて紹介したい。

## 2. 繊維質糖化酵素の生産微生物

植物細胞壁中には多糖成分としてセルロースや

ヘミセルロースなどが含まれており、繊維質原料からの糖液製造においては、これらの多糖類の糖化反応が必要となる。主要な多糖成分であるセルロースはグルコースが $\beta$ -1,4-グリコシド結合した直鎖状のホモポリマーであり、セルロース鎖が分子内及び分子間で水素結合することで、強固な結晶構造を形成している。さらに、セルロース繊維は、ヘミセルロース（セルロースとペクチンを除いた植物細胞壁多糖成分の総称。分岐構造を有するヘテロ多糖であり、その構造や糖組成は植物種によって大きく異なる）やリグニン（不定形の高分子フェノール性化合物）などと互いに絡み合った状態で存在しているため、自然界における酵素分解の速度は極めて遅い。このため、繊維質原料の酵素糖化の際には、酵素の作用性を向上させるための物理的・化学的処理（粉碎・前処理）を施した原料を用いるが、それでも尚、分解速度は遅く大量の酵素を長時間作用させる必要がある。

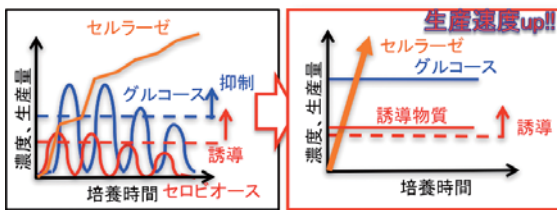
繊維質原料の糖化に必要な酵素群、即ちセルロース分解酵素（セルラーゼ）及びヘミセルロース分解酵素（ヘミセルラーゼ）等を生産する微生物は自然界に広く見出されている。これらの微生物が生産する酵素を繊維質糖化に利用するため、植物細胞壁分解能や酵素の生産性、個々の酵素の機能解析等が古くから行われている。生産酵素群の質及び生産性を総合的に考慮すると、現状では、*Trichoderma* 属、*Penicillium* 属等の糸状菌類が有力な給源微生物とされる。しかしながら、分解速度の遅さや非生産的吸着（触媒作用を示さない部位に吸着すること）による作用効率の低さなどの問題点も指摘されている。一方、分解酵素の質に特化した場合、*Clostridium* 属等の嫌気性細菌が生産するセルロソームと呼ばれる巨大酵素複合体がセルロース分解に有効であると注目されている。両者のセルロース繊維分解機構は大きく異なっており、それぞれの利点を活かした酵素糖化系の研

究開発が世界各国で進められている。

本稿で紹介する酵素生産技術開発では、糸状菌 *T. reesei* (完全世代名 *Hypocrea jecorina*) を酵素給源微生物として使用している。本菌は、第2次世界大戦中のソロモン諸島で木綿製テントを腐食させる微生物として単離された。以降、優れたセルラーゼ生産微生物として長年研究対象とされており、既に商業利用されている菌株も含め、世界各地で多数の高生産変異株が作成されている<sup>4)</sup>。また、野生株である QM6a 株のゲノム配列解析が既に完了していることもあり<sup>5,6)</sup>、遺伝子工学的なアプローチによる菌株改良等も盛んに行われている。

### 3. 可溶性炭素源を原料とした繊維質糖化酵素の高効率生産基盤技術

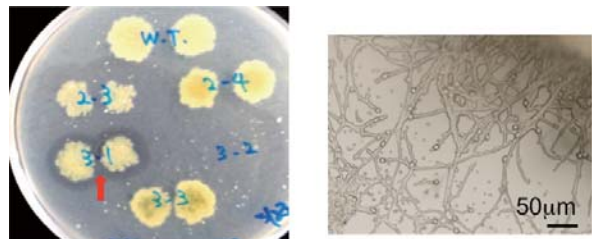
*T. reesei* を利用した糖化酵素の低コスト生産にあたり、まず生産性向上に着目した。*T. reesei* 由来糖化酵素生産の際、酵素生産の原料としてセルロース等の固形物を用いることが多い。しかしながら固形分を酵素生産原料とする場合、残存固形分への吸着による生産酵素の回収率低下や酵素生産最適条件の維持が困難であるなどの問題点がある。特に後者については酵素生産性の向上に重要なポイントであると考えられる。変異株を含む多くの *T. reesei* 株において、セルロースの酵素分解により生成する低分子糖質は酵素生産を誘導する一方で、最終分解物であるグルコースは酵素生産を抑制する。これらの量比は生産酵素の組成や固形分原料の分解状況に応じて大きく変化し、結果として生産速度の低下を引き起こす可能性がある (図1)。このような中で、筆者は「グルコース抑制解除株」及び「可溶性炭素源」をキーワードに、生産プロセスの開発を進めた。抑制物質による生産速度低下の影響を抑えつつ酵素生産培養期間における最適条件を容易に維持できることから、高効率かつ安定的な酵素生産が期待できるためであ



**抑制解除(緩和)変異株と  
可溶性糖質原料の使用で  
菌株の酵素生産能力を最大化**

図1. 酵素生産系高度化に向けた戦略

る (図1)。まずは酵素生産抑制物質であるグルコースの存在下においてもセルラーゼ生産が可能な変異株を取得するため、セルラーゼ高生産株である *T. reesei* ATCC66589 株を親株とした UV 照射による変異導入を行った。得られた約 23,000 の変異候補株から数十株を選抜し、さらに酵素生産特性の解析結果から 2 株の有望株 (M2-1 株及び M3-1 株) を取得した (図2)。これらの変異株を用いて酵素生産培養条件を検討した結果、グルコース (主要炭素源) 及びセロビオース (セルラーゼ誘導物質) の混合液を連続的に添加しつつ培養 (連続フィード培養) を行うことで、安定的かつ効率的な酵素生産が可能であることを示した。セルロースバッチ培養及びグルコースを主要炭素源とした連続フィード培養による酵素生産試験の結果について図3に示す。セルロース (固形物) を原料としたバッチ培養では、セルロース添加直後及び培養後期において、セルラーゼ生産速度の低下が認められた。残存固形分原料への生産酵素の吸着や原料基質分解速度の変化による炭素源・誘導物質濃度の低下などに起因するものと考えられる。これに対し、連続フィード培養では、酵素生産期間中における酵素生産速度がほぼ一定であり、安定した生産性を示した。また、この間のセルラーゼ生産速度及び投入炭素源あたりの生産効率率はセルロースバッチ培養での結果と比較して高い値であった<sup>7)</sup>。さらに連続フィード培養系において、供給糖液の組成と添加様式を適切にコントロールすることで、高いセルラーゼ生産性を維持しつつ生産酵素組成の調節が可能であることを示した<sup>8)</sup>。例えば、連続フィード培養における供給糖源としてグルコース/セロビオースを基本とし、これにキシロースを添加すると、キシラナー



22,791株から78株の候補株取得  
最終的に有望株として2株(M2-1, M3-1)を選抜

図2. 取得した *T. reesei* 変異株 (一部)

(左) 10%グルコース及びリン酸膨潤セルロース (PSC) を含むプレート上で変異株を培養。PSC の分解を示すハローを有する株 (赤矢印) がグルコース存在下でもセルラーゼ生産が可能な変異株。(右) 変異株の顕微鏡写真

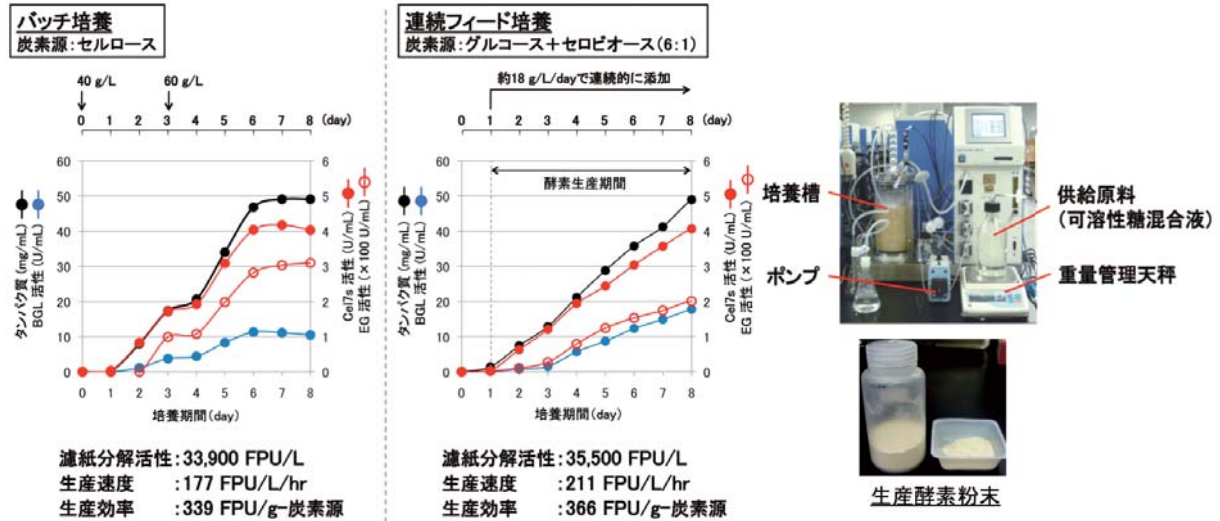


図3. バッチ培養及び連続フィード培養による糖化酵素生産比較

(左グラフ) セルロースでのバッチ培養 (右グラフ) グルコース、セロビオース混合液での連続フィード培養  
写真は連続フィード培養装置 (上) と生産酵素の凍結乾燥粉末 (下)  
菌株: *T. reesei* M2-1 株, Cel7s: セロビオヒドロラーゼ I + エンドグルカナーゼ I,  
EG: エンドグルカナーゼ, BGL:  $\beta$ -グルコシダーゼ

ゼや  $\beta$ -キシロシダーゼといったキシラン (ヘミセルロースの主要成分) 分解に関わる酵素が生産される。この際、キシロースの添加期間を変えて連続フィード培養を行うことで、最終生産酵素液中のキシラナーゼ及び  $\beta$ -キシロシダーゼ活性の量を調節することができる。

今回筆者らが構築した「可溶性炭素源連続フィード培養」による酵素生産基盤技術では、高いセルラーゼ生産性の維持及び生産酵素組成の制御が可能な技術である。本技術は変換プロセス (繊維質原料種や前処理法) の多様性に応じた糖化酵素群の効率的生産に有効である。また、可溶性物質を酵素生産原料とすることで、最適培養条件の

長期維持、培養の連続化や原料の滅菌工程簡略化等のメリットも有しているものと考えている (図4)。

#### 4. 酵素生産コスト低減に向けて

前述のように、可溶性炭素源を原料とした連続フィード培養による糖化酵素の効率的生産基盤技術を構築した。現在、地域特性に合わせた酵素生産様式にフレキシブルに対応しつつ、低コストでの糖化酵素供給システムの実現に向け、本技術を軸に、①安価原料の使用による原料コストの低減及び②長期安定生産による設備費やランニングコストの低減について重点的に検討を進めている。糸状菌由来セルラーゼ生産におけるコスト解析結果から、生産規模や全体プロセスの違いにより寄与度が異なるものの、酵素生産原料費及び設備費 (培養タンク等) の削減が、糖化酵素の生産コスト低減に重要であることが示唆されている<sup>9, 10)</sup>。①の安価原料の使用による原料コストの低減に関しては、これまでに、糖化液上清や *T. reesei* が利用できないショ糖を供給糖源とした連続フィード培養による酵素生産系を構築すると共に、澱粉系原料についても検討を進めている (投稿準備中)。夾雑成分が生産酵素の品質や生産量に及ぼす効果をより詳細に検証し、培養諸条件や菌株の改良を行う必要があるものの、これらの低コスト・低純度の糖液を連続フィード培養の供給糖源として用

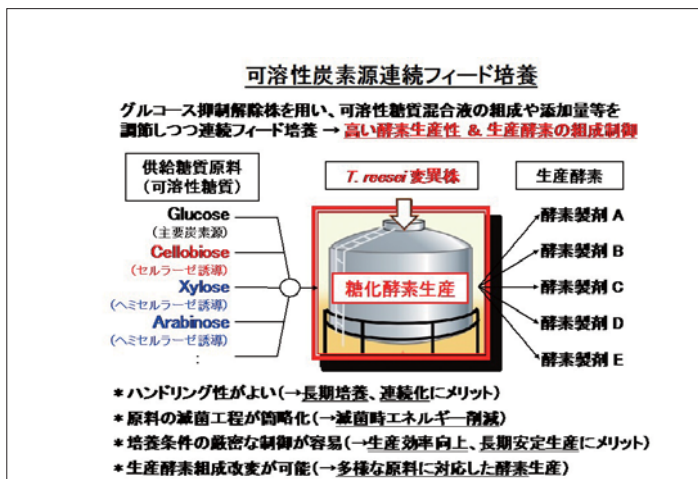


図4. 可溶性炭素源連続フィード培養による酵素生産概略



いることで、酵素生産原料コストが大きく低減される。また、②の長期安定生産に関しては、酵素生産培養の半連続化に取り組んでいる。これまでにモデル糖液（グルコース、キシロース、アラビノース及びセロビオースの混合液）を供給糖源とした半連続培養で、2週間程度の安定生産を達成している（投稿準備中）。安定的生産期間の長期化やキシラン分解酵素生産の安定化等、改善すべき課題もあるが、長期間にわたる高効率かつ安定的な生産が可能となれば、酵素生産設備費や運転に係るコスト等が低減し、前述の安価原料の使用と併せて酵素製造費用の大幅低減に繋がるものと期待される。

## 5. おわりに

セルロース系繊維は、太陽光がある限り枯渇することがない、地球上に最も豊富に存在する資源の一つである。澱粉等と同様、繊維質資源原料からの糖液製造を通じた、燃料や化学品、高付加価値製品等への発酵・化学変換は、持続可能な循環型社会を実現する上で極めて重要である。本稿では、地域繊維質資源からの糖液製造を目的とした、糖化酵素の生産技術開発について紹介した。地域繊維質を利用することを想定し、多様な原料の小スケール処理に対応可能な酵素生産基盤技術を構築した。地域特性に応じた種々の糖化酵素の供給システムを実現させ、地域活性化に繋げるべく、本生産技術を軸に、更なる高度化研究を推進していく所存である。

※本研究は、農林水産省委託プロジェクト「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発」および「農山漁村におけるバイオ燃料等生産基地創造のための技術開発」により実施されたものである。

## 文 献

- 1) Park JY, et al., A novel lime pretreatment for subsequent bioethanol production from rice straw - Calcium capturing by carbonation (CaCCO) process. *Bioresour. Technol.*, 101, 6805-6811 (2010).
- 2) Shiroma R, et al., RT-CaCCO process: An improved CaCCO process for rice straw by its incorporation with a step of lime pretreatment at room temperature. *Bioresour. Technol.*, 102, 2943-2949 (2011).
- 3) Ike M, et al., High-solid loading pretreatment/ saccharification tests with CaCCO (Calcium Capturing by Carbonation) process for rice straw and domestic energy crop, *Erianthus arudinaceus*. *J. Appl. Glycosci.*, 60, 177-185 (2013).
- 4) 小笠原渉, 志田洋介, セルラーゼ高生産糸状菌 *Trichoderma reesei* 日本型系統菌株の開発. 「バイオマス分解酵素研究の最前線 -セルラーゼ・ヘミセルラーゼを中心として-」, 近藤昭彦, 天野良彦, 田丸浩監修, シーエムシー出版, 東京, pp. 216-223 (2012).
- 5) Martinez D, et al., Genome sequencing and analysis of the biomass-degrading fungus *Trichoderma reesei* (syn. *Hypocrea jecorina*). *Nature Biotechnol.*, 26, 553-560 (2008).
- 6) <http://genome.jgi.doe.gov/Trire2/Trire2.home.html>
- 7) Ike M, et al., Cellulase production on glucose- based media by the UV-irradiated mutants of *Trichoderma reesei*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 87, 2059-2066 (2010).
- 8) Ike M, et al., Controlled preparation of cellulases with xylanolytic enzymes from *Trichoderma reesei* (*Hypocrea jecorina*) by continuous-feed cultivation using soluble sugars. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 77, 161-166 (2013).
- 9) Humbird D, et al., Process Design and Economics for Biochemical Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol - Dilute-Acid Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Corn Stover. Report No. NREL/TP-5100-47764 (2011)
- 10) 柳田高志ら, 稲わら前処理物を炭素源とした糸状菌によるセルラーゼ生産の評価. 日本エネルギー学会講演要旨集, 20, 188-189 (2011).

## 研究トピックス

# 醸造食品の旨味成分生成と分解に関わる 麹菌酵素群のポストゲノム解析とだし入 り味噌製造技術への応用

応用微生物研究領域 糸状菌ユニット 楠本 憲一



### 1. はじめに

お正月等のハレの日に雑煮を食べる機会がある方も多いと思う。近畿地方（特に京都市）を中心に白味噌を使った甘い雑煮が好んで食べられる。一方、同じ近畿地方でも、醤油仕立ての雑煮を食べる家庭も多い。これにもちの形や野菜、肉や魚を入れるかどうか等の地域での雑煮の違いについて議論すると、さぞ楽しい会話となるだろう。また、多くの日本人が食する味噌汁に使われる味噌は、地域によって麹の種類や原料、塩分、熟成期間等の製造方法が異なり、味噌の味が違うことはよく知られている。日本人にとってこのように普遍的な調味料である味噌、醤油、みりんは、我が国の代表的な伝統発酵食品である。近年、これらの発酵食品が海外に注目され、輸出が増加傾向にある。さらに、2013年、和食が「日本人の伝統的な食文化」としてユネスコ無形文化遺産に登録された。和食の世界的な認知により、味噌等の伝統的発酵食品の国際的な需要が高まると期待される。また、和食とこれに伴う文化を今後も継承し、その情報を世界に発信する際、日本独自の伝統的発酵食品は極めて重要な位置を占める。和食の献立を考えると欠かせない味噌、醤油、みりん、食酢等の調味料、また清酒等の酒類は、麹菌等の醸造微生物を使って製造される。そのため、これら有用微生物の生物学的特性あるいはその醸造における働きを科学的に解明しておくことはたいへん重要である。

麹菌は糸状菌（カビ）の仲間であるが、特定の糸状菌を指すのではなく、我が国の醸造食品に使用される実用糸状菌全般を意味している。味噌の他、清酒、醤油、みりん等、我が国の伝統的発酵食品の醸造に使用されており、日本醸造学会により我が国の「国菌」と認定されている。この麹菌の一種 *Aspergillus oryzae*（以降、本稿では *A. oryzae* を便宜的に麹菌と呼ぶ）は、工業用酵素の

生産菌としても利用され、植物由来のデンプンを分解するアミラーゼやタンパク質を分解するプロテアーゼ等の細胞外分泌酵素の生産性が高いことが知られている。またこの高い酵素生産性と毒性的物質を生産しないことが、発酵食品の醸造に麹菌が利用されるようになった理由ではないかと考えられる。発酵食品や和食のおいしさに関わる麹菌の働きは、ひとえにその生産酵素によるところが大きい。そこで麹菌が生産する酵素の解明研究について、麹菌のゲノム解析とその情報を利用したポストゲノム研究の進展を交えて解説するとともに、発酵食品の旨味生成と分解に関わる新しい麹菌酵素について紹介したい。

### 2. 麹菌酵素とゲノム解析

麹菌は多様な分泌酵素を生産するが、とりわけタンパク質分解酵素は発酵食品の特徴的な味である「旨味」に関与するアミノ酸生成に必須な働きをする酵素である。タンパク質分解酵素は、ペプチドの内側を切断するエンド型、ペプチドの末端からアミノ酸を1分子ずつ遊離するエキソ型に分けられる。このうちアミノペプチダーゼは、ペプチドのN末端側からアミノ酸を加水分解により遊離するエキソ型酵素である。本酵素はその種類によって、アミノ酸認識の特異性（N末端のアミノ酸の種類を選択して遊離）が異なる。従って、アミノペプチダーゼは、醸造食品の味を決めている重要な酵素の一つであり、同酵素の作用による遊離アミノ酸の生成バランスは、食品の呈味性に大きく影響する。

多様な能力を有する産業微生物である麹菌の機能をさらに解明して引き出すことにより、その機能を新産業の開拓に利用できる可能性が考えられる。また学術的には、伝統的発酵食品の醸造において、麹菌の酵素が担う機能の解明が望まれている。このような要望を受けて、麹菌ゲノム解析コ

ンソーシウムが組織され、2005年に麹菌のゲノム情報が解明された。そのゲノム情報から麹菌のプロテアーゼ遺伝子群を抽出した結果、100種類以上の遺伝子が発見され、その中にはアミノペプチダーゼ様遺伝子が30種類以上含まれていた。

ゲノム情報から抽出したアミノペプチダーゼ様遺伝子のうち、著者らは糸状菌で報告例のない酵素、真核生物で報告例の無い酵素の遺伝子を解析してきた。これらは生産量が微量であり、精製困難なタンパク質と推測された。そこで遺伝子レベルで見出した新規アミノペプチダーゼを遺伝子組換え技術を利用して強制的に高生産させた。その結果、精製可能な量の酵素タンパク質を確保することができた。この手法により、グルタミン酸やアスパラギン酸といった旨味を示すアミノ酸をペプチドから特異的に遊離するアスパチルアミノペプチダーゼ (DapA)、プロリンを特異的に遊離するプロリルアミノペプチダーゼ (PapA)、ロイシンを中心に疎水性アミノ酸を遊離するロイシンアミノペプチダーゼ (LapA)、グリシンをペプチドから遊離するグリシン-D-アラニンアミノペプチダーゼ (GdaA) 等を解明した<sup>1)</sup>。これらの新たに解明した酵素群は、学術的には麹菌細胞内外のタンパク質代謝に深く関わる重要なものである。今後、醸造の現場で大豆等原料由来のタンパク質がこれらの酵素群によりどのように分解されて遊離アミノ酸を生成するかを解明し、味噌等の熟成や呈味性への関連を明らかにしたい。

### 3. だし入り味噌製造と麹菌ホスファターゼ

味噌はその製造過程において、麹菌を蒸した米に生育させて米麹を製造し、これに食塩、蒸した大豆を混合する。その混合物を「もろみ」と呼び、米麹を使用した味噌を米味噌と呼ぶ。また、蒸した大豆に麹菌を生育させた豆麹は豆味噌の仕込みに、蒸した麦に麹菌を生育させた麦麹は麦味噌の仕込みに用いる。混合時の麹、食塩、大豆の割合は、味噌の種類により異なる。さらに混合後の熟成温度や熟成期間も種類により異なる。これらの味噌の種類は、地域ごとに風味や色合い、塩味や旨味などに特徴があり、世代が変わっても長く維持されている。このことが、地域の味噌製造に関わる中小メーカーが必要とされているゆえんである。

注目すべきは、味噌の「もろみ」や、加熱せずに出荷される生タイプの味噌の中には、麹菌由来するプロテアーゼやアミラーゼなどの各種酵素が残存しており、特に耐熱性の高い酵素群の活性は長く維持されるということである。そのような

酵素群の中に、ホスファターゼがある。この酵素はリン酸化された化合物を基質として、リン酸が結合したエステル結合を加水分解してリン酸を遊離する活性を有する。ホスファターゼの種類により、基質として好む化合物が異なる。また、さまざまなリン酸化化合物を基質とする広範な基質特異性を有するホスファターゼもある。このホスファターゼは、後述するように、あまり知られていないところで味噌の味に関わっていることが知られている。

味噌汁を作る際、あらかじめだしが添加されただし入り味噌を使うと、だしをひく時間が不要になる、あるいは調味料を添加する必要がなくなるため、便利である。このような消費者の嗜好と利便志向に伴い、だし入り味噌の流通量は味噌全体の4分の1を占めるようになってきた。だし入り味噌の製造においては、だし成分として核酸系調味料（イノシン酸等を含む）を添加した調味味噌が製造されている。近年、中小メーカーの方から、だし入り味噌を製造したいという相談を受けることがある。しかし、だし入り味噌の製造には、味噌を醸造した後、加熱して残存するホスファターゼ活性を低減することが必要であり、設備投資が必要となる。ホスファターゼ活性は熱に強いいため、加熱の程度は逐一活性を測定することが必要である。もしホスファターゼが残存していれば、せっかく添加したイノシン酸などのだし成分が加水分解し、だしの旨味向上効果が失われてしまう。そこで核酸系調味料の旨味成分の分解防止のため、現状では80℃ 15分間以上の高温加熱処理による、味噌中の麹菌酸性ホスファターゼの失活が必要である。各味噌メーカーでは条件は多少異なるが加熱設備を工場内に導入して、加熱処理を行っている。一方で、加熱設備を用いた味噌の処理においては、加熱臭による風味低下や着色が問題となっている。処理工程で発生する、製品にならない廃棄味噌を産業廃棄物として処分するための費用も発生する。このような問題を解決するため、麹菌のホスファターゼ生産量を低減化することはできないかと考えた。すなわち、ホスファターゼ低生産麹菌株を育種することである。そこで麹菌のホスファターゼ生産機構を解明し、ホスファターゼ低生産麹菌の育種を目指した。このような菌株の使用により味噌の高温加熱処理工程を回避することが可能となり、高品質なだし入り味噌がされ、且つ低コスト省エネルギー型の新規な製造技術となる。そこで、企業や公設研究機関と共同研究を実施し、課題を解決することにした。

#### 4. 麴菌ホスファターゼ遺伝子群発現様式の解明と菌株育種への応用

麴菌ゲノム解析株 (*A. oryzae* RIB40) のゲノム情報からホスファターゼ関連遺伝子を抽出した結果、リン酸存在下で発現が抑制される酸性ホスファターゼ様遺伝子と相同的な遺伝子 13 種類 (*aphA*, *aphB*, … *aphM* と命名) が見出された。もし麴菌がこのような多くのホスファターゼを一度に生産しているとすれば、これらの遺伝子を全て変異させることは難しく、ホスファターゼ低生産麴菌の育種は難しいと危惧した。しかし、研究グループ内でこれらの遺伝子の発現条件や、一部の酵素活性を実際にポストゲノム手法で確認する作業を続けた結果、菌株育種は可能という結論になった。そこで、その研究内容を紹介させていただきたい。

まず、種麴メーカーの保存菌株の中から、味噌製造用菌株で、酸性ホスファターゼ活性の低い株を選択した。そして、いくつかの培養条件において上記ホスファターゼ遺伝子の発現様式を比較した。その中で、米麴培養と豆麴培養を比較したところ、米麴で転写量が高い 8 遺伝子と豆麴で高い 5 遺伝子に分類された。前者は米麴へのリン酸添加量に依存して遺伝子発現が抑制されることがわかった。一方、後者の中で最も遺伝子発現量が高く、麴菌の主要なイノシン酸分解酵素の遺伝子 *aphC* は、米麴へのリン酸添加によりその遺伝子発現量が増大することが明らかになった (表 1)<sup>2) ~5)</sup>。

そこで、選択株を親株として *aphC* 遺伝子欠損セルフクロニング株を作出し、同株を用いてリン酸添加した米麴培養を行った。その結果、特に *aphC* 遺伝子欠損株で濃度に応じて酸性ホスファターゼ活性及びイノシン酸分解活性が低下することがわかった (図 1)<sup>4)</sup>。これらのことから、*aphC* 遺伝子が欠失した麴菌株を育種すれば、製麴助剤であるリン酸塩を添加して製麴を行い、醸造した味噌はイノシン酸分解活性が低く、高温加熱せずにだし添加できると期待される (図 2)。

表 1. 麴菌酸性ホスファターゼ遺伝子のリン酸添加による発現変化

発現量減少	<i>aphA</i>	<i>aphD</i>	<i>aphF</i>	<i>aphI</i>
	<i>aphJ</i>	<i>aphK</i>	<i>aphL</i>	<i>aphM</i>
発現量増大	<i>aphB</i>	<b><i>aphC</i></b> *	<i>aphE</i>	<i>aphG</i>
	<i>aphH</i>			

\*最も増大量が大きい

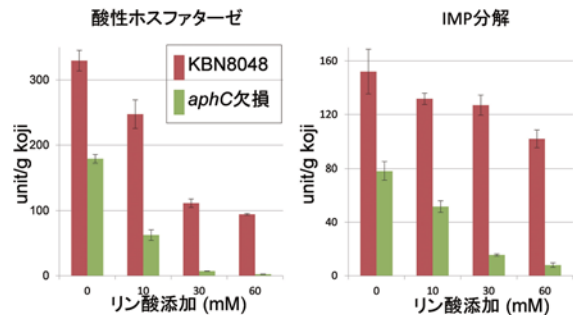


図 1. KBN8048 及びその *aphC* 遺伝子欠損セルフクロニング株を用いた米麴培養のリン酸添加による酵素活性への影響

酸性ホスファターゼ活性及びイノシン酸分解活性を示した。リン酸添加量は、 $\alpha$  化米に添加したリン酸水溶液の濃度



図 2. 酸性ホスファターゼ遺伝子変異株によるだし入り味噌の省エネルギー製造工程の提案

#### おわりに

以上の結果、麴菌ゲノム情報を有効に活用し、複数存在するホスファターゼ関連遺伝子の特性を遺伝子発現様式の違いにより整理することにより、育種上の標的遺伝子を特定することに成功した。今後、味噌用実用株として味噌メーカーに提供するためには、保存菌株の調査や変異処理により低ホスファターゼ株を育種選択していくことが必要であり、さらに種麴メーカー等で本提案の育種法の実証が必要となる。また、味噌メーカーでの実証試験が必要である。このような、だし入り味噌用麴菌が開発されると、過熱設備を持たないメーカーもだし入り味噌を製造できるようになり、地方特産物をだしに使った味噌の生産も可能となるため、地方独特の特産味噌も製造できる。波及効果は大きいと期待しつつ、さらに研究を推進している。

ここに紹介した研究は、前半のプロテアーゼ解析に関して、東京農工大学、東北大学、天野エンザイム株式会社、月桂冠株式会社との共同研究で、「生研センター基礎研究推進事業」の一環として実施した。また、後半のだし入り味噌とホスファターゼに関して、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター、株式会社ビオック、

ナカモ株式会社との共同研究で、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の一環として実施した。本研究の推進に際してご協力をいただいた関係各位に深謝する。

## 文 献

- 1) Park JY, et al., A novel lime pretreatment 1) 楠本憲一：麹菌新規ペプチダーゼの機能と味噌等の醸造工程における役割について, 日本醸造協会誌, 109 (12), 852-859 (2014)
- 2) Marui J. et al. (2012) Comparison of acid phosphatase gene expression profiles in solid-state rice and soybean cultures of an *Aspergillus oryzae* strain with low acid phosphatase activity (KBN8048): implications for miso brewing. Food Sci. Technol. Res. 18 (1): 83-90.
- 3) Yoshino-Yaduda S. et al. (2012) Disruption and overexpression of acid phosphatase gene (aphA) from a *miso koji* mold, *Aspergillus oryzae* KBN630, and characterization of the gene product. Food Sci. Technol. Res. 18 (1): 59-65.
- 4) Marui J. et al. (2013) Reduction of the degradation activity of umami-enhancing purinic ribonucleotide supplement in miso by the targeted suppression of acid phosphatases in the *Aspergillus oryzae* starter culture. Int. J. Food Microbiol. 166(2): 238-243.
- 5) Yoshino-Yaduda S. et al. (2014) Characterization of acid phosphatase (AphC) from miso koji mold, *Aspergillus oryzae* KBN630, AphC is mainly responsible for both acid phosphatase activity and 5' -IMP dephosphorylation activity in soybean-koji culture. Food Sci. Technol. Res.. 20(2),367-374 (2014)

## 特許情報

## 新 登 録 特 許

発 明 の 名 称	国 名	特許番号	登録日	特 許 権 者
Genetic methods for speciating campylobacter (カンピロバクターの種同定のための遺伝的方法)	アメリカ 日本	8603748 5610395	25.12.10 26.9.12	食品総合研究所 米国農務省
脂質代謝調整剤	日本	5555894	26.6.13	食品総合研究所 日本油脂株式会社
米の品種識別方法	日本	5563206	26.6.20	食品総合研究所 タカラバイオ株式会社
Method to produce a receptor chip using biotinylated protein (ビオチン化タンパク質を用いる受容体チップおよびその作製方法)	アメリカ	8759007	26.6.24	食品総合研究所
受容体再構築物、ならびにこれを用いる疾病検査法	日本	5604782	26.9.5	食品総合研究所
酵母培養培地補添物	日本	5629715	26.10.10	食品総合研究所 オリエンタル酵母工業株式会社
普通系コムギを定性的及び定量的に検出する方法	日本	5625211	26.10.10	食品総合研究所 (株)日清製粉グループ本社 日本製粉株式会社
新規ビフェニル化合物	日本	5626515	26.10.10	食品総合研究所 農業生物資源研究所
ラクト-N-ビオース溶液の製造方法	日本	5630753	26.10.17	食品総合研究所 森永乳業株式会社
リグノセルロース系バイオマスの変換方法	日本	5633839	26.10.24	食品総合研究所
脂肪酸メチルエステル製造方法及びシステム	日本	5643921	26.11.14	食品総合研究所 鹿島建設株式会社
DNA増幅法	日本	5652843	26.11.28	食品総合研究所
環状二本鎖DNAおよびそれを用いたDNAの増幅方法	日本	5652842	26.11.28	食品総合研究所
優れたストレス耐性を有する酵母の分子育種法及び遺伝子改変酵母	日本	5682866	27.1.23	食品総合研究所
$\alpha$ -1,3-分枝シクロデキストランの使用 方法	日本	5688798	27.2.6	食品総合研究所 大阪府立大学

## 特許解説

# 受容体再構築物、ならびにこれを用いる疾病検査法

### 特許の概要

糖尿病性血管障害の発症、亢進に関わる危険因子である終末糖化産物 (Advanced glycation end products: AGEs) の受容体 RAGE (Receptor for AGEs) のリガンド認識領域 (sRAGE) をサイクロアミロース (CA) と界面活性剤を用い RAGE- 界面活性剤複合体として大量調製する手法、ならびにこれを用いて生体内で活性を示す AGEs を検出する方法に関する特許である。

### ○従来技術の特長

AGEs は糖化反応による生成物の総称であり、一定の構造の化合物ではない。構造が明らかな AGEs に関しては、抗体を作製し ELISA などにより検出する、あるいは、AGEs 構造体を加水分解後に HPLC などにより検出する手法が開発されている。しかし、検出可能なのはカルボキシメチルリジンやペントシジンなどの一部の構造に過ぎない。また、複数の AGEs を認識可能な抗 AGEs 抗体が開発されているが、結果の再現性が低く、また、生体内で活性を示す AGEs を検出しているのか疑問が持たれている。

### ○本特許の技術的特長

本法は、多様な構造の AGEs を幅広く認識可能な受容体 RAGE の認識能に着目し、安定性を増した RAGE- 界面活性剤複合体の調製法、ならびにこれを用いて糖尿病血管障害の危険因子として機能する AGEs を広く捉え検出する技術である。RAGE の認識に必須な変異を導入した領域を大腸菌で大量発現させた後、CA と界面活性剤により立体構造を制御し、機能が安定した RAGE- 界面活性剤複合体の大量生産系を確立した。さらに、得られた複合体をマイクロプレート上でサンプルと反応させることにより、多様な AGEs 構造体を高感度に検出可能であった (図)。本技術により、抗体などを用いた従来法では困難であった、生体内で活性を示す AGEs 分子種の広範な検出が可能となった。

### ○活用可能な分野

農林水産物・食品の持つ糖尿病血管障害予防効果を評価する手法として、農林水産業、食品産業分野で活用可能である。また、自覚症状の無い糖尿病血管障害の早期発見、食事による発症抑制効果の評価など、健康診断、食事指導などでの活用が期待される。

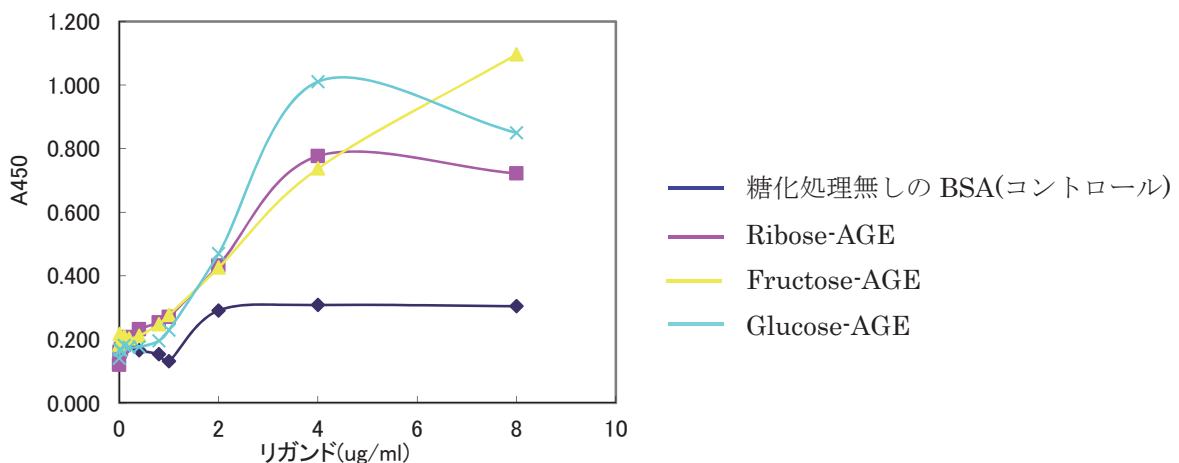


図 RAGE- 界面活性剤複合体による AGEs の検出  
生体内でリガンド活性を示す 3 種類の AGEs 全ての検出が可能であった。

## 海外研究情報

## カールスバーグ研究所（デンマーク）での在外研究を終えて

食品バイオテクノロジー研究領域 酵素研究ユニット 西本 完

2013年8月から2014年7月までの1年間、私はデンマークのカールスバーグ研究所で在外研究を行いました。カールスバーグはJ. Jacobsenが1847年にコペンハーゲンで創業した、「Carlsberg」、「Tuborg」などのビールを製造する企業です。現在では世界約40ヶ国に生産工場を持ち、そのビール生産量は世界第4位です。そのような民間会社の研究所ですが、新商品開発や大麦や酵母の品種改良を行う応用研究部門とは別に、研究者が自由な発想で自然科学を探究するための学術的な研究所として1875年に設立されました。これまでに多くの優れた科学者を輩出しており、なかでも、「ケルダール窒素定量法」を開発したJ. Kjeldahl博士、「酵母の純粋培養」に成功し、発酵工業を可能にしたE. Hansen博士、「pHの概念」の考案したS. Sørensen博士は、いずれも現代科学の基礎を築いた偉大な科学者です。

私が在籍した当時、研究所は4人の教授が糖質化学、酵素学、植物生理学、酵母遺伝学の研究室をそれぞれ主宰し、職員、ポスドク、実験補助、学生を併せて30名ほど、応用研究部門を含めても80名ほどの構成でした。セミナーや会議など研究所内では全て英語のため、欧米人にも発音が難しいとされるデンマーク語を学ぶ機会はありませんでしたが、市役所からのお知らせ、公共料金の請求書、幼稚園や小学校からの連絡文書などは当然全てデンマーク語で書かれており、日常生活では翻訳サイトと悪戦苦闘の毎日でした。また、講師もビールを飲みながらの講演会や、生ビールのサーバーが登場する飲み会、新商品の官能試験や試飲会など、ビール会社ならではの経験も新鮮でした。

私が所属した酵素学研究室は植物の澱粉生合成機構の解明を目指し、それを担う様々な糖合成酵素に関する研究を行っていました。私はそこで糖合成酵素の精製、可溶化、基質の調製等を学び、実用的なオリゴ糖合成法について研究してきました。近年、新たな機能性を有するオリゴ糖の探索が盛んに行われていますが、様々なオリゴ糖を自在に、かつ安価に大量生産する技術は未だ確立されておらず、これまでにないオリゴ糖製造方法の開発が必要とされています。糖合成酵素は多様なオリゴ糖合成には適していますが、基質のコストや低い分子活性等、産業利用には不向きな問題を抱えています。今回の在外研究経験を活かして、このような弱点の克服に挑戦し、新たな調製法の開発につなげていきたいと考えています。



設立当時の面影を残す研究本館

コペンハーゲンの観光名所、「人魚姫」の像  
創業者の息子 Carl Jacobsen が市に寄贈したもの



## 海外研究情報

# 第43回 天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 食品・農業部会

第43回 UJNR 食品・農業部会が、平成26年10月20日より22日にかけて米国 Georgia (ジョージア) 州 Athens (アセンズ) 市において開催された。会議日程は下記の通りであった。

10月19日 日本を出発。アトランタ国際空港よりシャトルバスでアセンズに移動、同日到着。

10月20日 8:30より、オープニングセッション。アメリカ側部会長 Erhan 博士の開会の挨拶に続き、基調講演が行われ、米国側から2件、日本側から1件の講演が行われた。10:30からは Food Safety Session が開催され、日本側から5件、アメリカ側から6件の研究発表が行われた。16:00からは Food Functionality & Nutrition Session が開催され、日本側から2件、アメリカ側から1件の研究発表が行われた。

10月21日 8:00から Food Functionality & Nutrition Session が再開され、残りの10件(日本側4件、アメリカ側6件)の研究発表が行われた。11:50から Green Chemistry Session が開催され、日本側から5件、アメリカ側から7件の研究発表が行われた。17:20からは、パネルメンバーによる Panel Meeting が開催され、来年度の会議の、開催時期、開催場所および内容に関して討議を行った。

10月22日 9:30より、Study Tour に出発。午前中は、USDA-ARS RRC (米国農務省農業研究部ラッセル研究センター) を訪問し、研究施設および研究内容を視察した。午後は、Food Safety Inspection Service (FSIS: 米国農務省食品安全検査局) を訪問し、研究施設および研究内容を視察した。ホテルに戻った後、15:00より各セッションに分かれて、研究協力の推進の状況を確認するとともに、今後の研究協力が期待される課題に関して討議を行った。

10月23日 日本への移動日。

10月24日 日本着。

日本側は、食品総合研究所から15名、九州大学から1名の計16名、米国側は、米国農務省 (USDA) 関係研究所【東部地域研究センター (ERRC)、西部地域研究センター (WRRC)、南部地域研究センター (SRRC)、国立農業利用研究センター (NCAUR)、ベルツビル農業研究センター (BARC)、リチャード・バートン・ラッセル研究センター (RBRRC)、FSIS】からの計23名が本会議に参加した。

オープニングセッションの基調講演は、3件発表された。1件目では、Charles Bacon 博士より、RBRRC の概要が紹介された。2件目では、食品総合研究所の大谷敏郎所長より、現在わが国で検討中の農林水産物の新たな機能性表示制度に関して紹介がされた。3件目では、Emilio Esteban 博士より、FSIS の組織および活動状況に関して紹介が行われた。

各テクニカルセッションにおける、概要は以下の通りであった。

### 【食品安全性セッション (Food Safety Session)】

食中毒菌の検出、制御について、基礎から応用まで幅広い話題が提供され、討論した。演題は以下の通り。鶏肉に起因する食中毒を低減するための *Salmonella enterica* 全ゲノム解析の農場での利用 (Jean Guard, RBRRC)、*Salmonella* Enteritidis および *Listeria monocytogenes* の野菜汚染経路 (本城賢一, 九大)、食品関連ストレスへの *Listeria monocytogenes* の応答 (Yanhong Liu, ERRC)、高圧損傷した大腸菌の回復に及ぼす温度の影響 (山本和貴, co-chair)、志賀毒素生産性大腸菌を含めた大腸菌の検出同定法開発 (Pina M. Fratamico, ERRC, co-chair)、イチゴ表面での細菌増殖遅延に及ぼす予冷の影響 (中村宣貴)、抗生物質・抗体を用いた志賀毒素生産性大腸菌の細胞毒性管理

(Xiaohua He, WRRC)、食総研で開発され日本で実用化された新規殺菌法（鍋谷浩志）農場での効果的介入制御が必要な鶏肉の *Campylobacter* (Eric Line, RBRRRC)、高圧損傷菌の蛍光分析（木村啓太郎）、食品の安全性を確保し保障するための分光分析および画像化システムによる迅速検出法（Kurt Lawrence, RBRRRC）。討論を通じて、日米両国の食品安全性に関する最新の話題について情報交換し、双方の研究態勢の理解を深めることができた。共同研究の提案もあった。

FSIS を訪問した際には、米国のハザード分析事情を学び、特に、トウモロコシ汚染菌 *Fusarium verticillioides* のカビ毒である各種の Fumonisin の実態に触れ、規制強化の必要性を感じた。Fumonisin は、飼料から畜産物への移行が少なく、飼料中の Fumonisin は人の食品安全上問題はなるとされてはいるが、新生児の神経管欠損リスクを高めるとされるカビ毒生産菌を含め、微生物に関する食品安全性は、国際的には勿論のこと、日米両国にとっても最大の関心事であるので、今後さらに情報交換を密に進め、研究交流をより活発に行うことにより、両国の健全なる食生活の発展に繋げなければならない。

(山本和貴)



食品安全性セッション

【食品機能性と栄養セッション (Food Functionality & Nutrition Session)】

食品の機能性と栄養のセッションでは13題のうち5題がピーナッツの機能性およびアレルギーに関する講演であった。ARS 南大西洋エリア (Raleigh, NC) の Lisa Dean 博士はピーナッツの皮の画分が高い抗酸化性を示し、抗炎症作用を有することを明らかにして、機能性素材として利用可能であることを報告した。また同じ ARS

南大西洋エリア (Raleigh, NC) の Timothy Sunders 博士は、ハムスターを用いてピーナッツと脱脂したピーナッツ紛が血中の LDL コレステロール値を下げる等して動脈硬化予防に有効であることを報告し、ピーナッツと皮のそれぞれの機能性とその利用に関する展望が示された。また、本セッションの座長でもある SRRC の Soheila Maleki 博士はアレルギーにおけるピーナッツと他のナッツ類の交差性と交差性に関わるアレルゲンの配列に関する発表を行った。また、食総研の八巻幸二がピーナッツのアレルゲンである Ara h1-h3 の精製法と精製したアレルゲン性のマウスを用いた評価について報告し、山本和貴はこれらのアレルゲンのうち、特に Ara h1 と h3 の酵素消化を高圧処理が促進することを報告した。Maleki 博士と八巻および山本は共同研究を実施しており、本分野での研究協力のさらなる進展が期待できる。

また生活習慣病予防に関して、南東部エリア ミシシッピ・オックスフォードの Agnes Rimando 博士が、レスベラトロールのメチル化体であり、ブルーベリーやぶどうに含まれる pterostilbene の抗肥満効果と脂肪合成を阻害するその作用機構に関する発表を行った。また、小堀真珠子はケルセチンの生活習慣病予防効果に関連する最近の成果を報告すると共に北海道の地域住民を対象として実施したケルセチンの摂取量推定の結果を報告した。Rimando 博士と小堀は pterostilbene の機能性に関する研究協力を検討中であり、今後、共同研究へと発展する可能性が見いだされた。

品質評価に関しては、WRRC の Ron Haff 博士は近赤外分光法を用いたナッツ類の品質および安全性の非破壊評価に関する発表を行った。また、BARC の Moon Kim 博士は農産物の品質および安全性評価のためのスペクトラルイメージング技術を紹介した。さらに、食総研の吉村正俊は蛍光指紋による牛肉中の好気性菌数の予測に関する発表を行った。Haff 博士はこれまでも食総研非破壊評価ユニットと長年に渡り共同研究を行ってきたが、今回、Haff 博士、Kim 博士および吉村の間ではイメージング技術に関する様々な議論が行われ、今後の共同研究の可能性が示唆された。

この他、SRRC の Peter Bechtel 博士は、サケ等の海産物から出る頭やヒレ等の副産物の利用等に関して、特に魚のタンパク質の調整法を紹介し、食総研の河合崇行および亀谷宏美はそれぞれ、動物行動学的分析に基づく味覚の評価、および ESR による包括的ラジカル消去能の測定法に関する発表を行った。これらの分野においては、今後、日

米間で研究協力が望まれる研究者を検討して行くこととした。

このように、今回の会議では、いくつかのテーマの元に研究協力に向けての具体的な議論を行うことができ、順調な進捗があったといえる。

(小堀真珠子)



食品機能性と栄養セッション

#### 【グリーンケミストリーセッション (Green Chemistry Session)】

本セッションでは、農業・食品産業に係る未利用・廃棄物資源から付加価値物を製造し、環境負荷低減や持続的的社会構築をめざす研究成果が発表された。本年度は、生物機能を活用した資源利用・素材生産技術に関する研究発表が強化されており、バイオマテリアル研究とバイオテクノロジー研究の両分野からの参加者による発表と活発な議論が行われた。

ERRC の LinShu Liu 博士と食総研の徳安健が座長を務め、米国側から、「汚染水からの放射性セシウム除去のためのチャコール及び鶏糞バイオチャーの利用」(Thomas Klasson, SRRC)、「鶏肉包装効率化のための非残留性抗菌処理」(Hong Zhuang, RBRR)、「賞味期限延長および食品安全性・品質の改善に向けた生物由来の生分解性高分子を含む包装資材の開発と応用」(Tony Jin, ERRC)、「*Flavobacterium columnare* に対して効果を示すアシルグルシノール誘導体の合成」(Meepagala Kumudini, USDA-ARS-Oxford MS)、「バイオプロセスによる水酸化脂質、ポリオール油及びジアシルグリセロールの生産」(Ching Hou, NCAUR)、「有用生物資材の収率向上のためのイソプレニルジホスフェートの合成効率化」(Thomas McKeon, WRRRC) および「ペクチン誘導化媒体による大腸へのプロバイオティック

(*Lactobacillus rhamnosus* GG) 送達」(LinShu Liu, ERRC) の7件が報告された。日本側からは、「草本系バイオマスのための CaCCO プロセスにより生成する糖及び副産物の高付加価値化」(食総研、徳安健)、「オリゴ糖製造のためのホスホリラーゼ研究の最新動向」(食総研、北岡本光)、「天然資源からの脂質生産微生物の探索」(食総研、真野潤一)、「米油収率向上のために必要な改質方法とは？」(食総研、奥西智哉) および「日本における機能性包装資材および生物起源包装資材の開発動向」(食総研、北澤裕明) の計5件が報告された。

グリーンケミストリーは、各発表のカバーする領域・産業分野が多岐にわたり、両国が抱える問題や未利用資源利用に係るシーズやニーズの違いが際だつ。この相違点を踏まえつつ、さらにこの違いを活かし、各のもつ専門性を背景とした活発な質疑討論を行うことで、国内学会では得られないような様々なアイデアを交換でき、それぞれの国での研究開発の加速に繋がるものと期待される。

(徳安健)



グリーンケミストリーセッション

パネルメンバー会議では、今後の研究の動向、共同研究のあり方、本会議の運営等について米国側パネルメンバーと活発な討論が行われた。その中で、2015年のUJNR会議食品・農業部会は、11月15日～20日にかけて開催することで合意した。

なお、開催場所については、つくば以外での開催の可能性を検討することとした。また、オープニングセッションのテーマについても、開催場所に対応したテーマを検討することとした。

さらに、Study Tourにおいて、RBRRCおよびFSISを訪問し、研究・分析施設を視察し、そ

の詳細について議論した。

RBRRCでは、鶏肉、ピーナッツ等を含めた農産物の品質評価システムの研究開発、マイコトキシンに農産物の汚染防止に関する研究開発、鶏由来の病原菌の検出技術の開発、ブロイラー処理のパイロットプラント等を視察した。

FSISでは、アメリカ全土から送付されてくる試料に関する検査体制を視察した。食品安全検査局は、240名のスタッフで、CDC（アメリカ疾病予防管理センター）やFDA（アメリカ食品医薬品局）と協力しながら、年間12,500件の試料の分析を行っている。分析の対象は、サルモネラ、リステリア、カンピロバクター、化学ハザード、異物（金属等）である。

Study Tour後のセッションごとのミーティングでは、現状の研究協力の内容を確認するとともに、今後の研究協力が期待される課題に関して討議を行った。

以上、最新の研究動向や技術開発情報を入手し、個別研究者との共同研究に関する打ち合わせおよび可能性についての意見交換ができたことは、大変有意義であった。

（鍋谷浩志）



リチャード・バートン・ラッセル研究センターの鶏処理施設

## 所内ニュース

# 全国食品技術研究会・研究成果展示会 2014 について（報告）

平成 26 年 11 月 6 日（木）つくば国際会議場（エポカルつくば）において、第 3 回になる全国食品技術研究会が開催されました。本会議は以前「食品関係技術研究会」として開催されてきましたが、会議の内容等を大幅に見直し、『全国食品技術研究会』と名称を変更しております。

全体会議では、大谷敏郎所長挨拶の後、山本（前田）万里 食品機能研究領域長より「新しい機能性食品の表示制度について」と題した講演が行われました。続いて今年度は地方公共団体等の食品関係試験研究機関からお出しいただいている研究成果ポスターに関するプレゼンテーションを行いました。休憩を挟んで、上記研究成果のポスターセッションが行われました。セッションの後、全国食品技術研究会賞を出席者の投票により選定しました。

今年度の最優秀賞には、「マイクロ波処理と熱風乾燥による新規ドライフルーツの製造」を発表された三重県工業研究所 食と医薬品研究課の藤原孝之様が受賞されました。

優秀賞には、「健康長寿な高齢者のための酵素処理食品の開発支援」を発表された長野県工業技術センターの山崎慎也様、大澤克己様、吉川茂利様、大日方洋様、アスザックフーズ（株）の中田孝様、（株）まるたかの伊藤春樹様が連名で受賞され、そして「サマーティアラの風味・機能性に特化した新規加工食品開発」を発表された山形県工業技術センター庄内試験場の菅原哲也様が受賞されました。

翌日の 11 月 7 日（金）には、つくば国際会議場において、「食品総合研究所研究成果展示会 2014」・「第 32 回食品総合研究所公開講演会」が開催されました。企画として今年度も各研究領域から 1 名、合計 7 名の研究者が自身の研究成果展示ポスターに関して質疑応答込みで 8 分間でのショートプレゼンテーションを午前中に行いました。

また、食品総合研究所が農研機構内で推進している大課題 3 課題に関する研究成果のポスター展示、さらに、全国食品関係試験研究場所長会が主催するコーナーを今年も設け、都道府県の研究成果のポスター展示も行いました。その他に、フード・フォーラム・つくば主催の「フード・フォーラム・つくば企業交流展示会」も併せて開催されました。これら成果展示会の企画と共に、第 32 回食品総合研究所公開講演会が開催されました。講演は健康機能性給茶機リッチプラスの開発と題して山本（前田）万里食品機能研究領域長から、ゲルを使った高付加価値食品の開発と題して杉山純一食品工学研究領域計測情報工学ユニット長から、サンプルダイレクト DNA 分析試薬の開発と題して真野潤一食品分析研究領域 GMO 検知解析ユニット主任研究員からの 3 題がそれぞれ発表されました。

つくばで行う研究成果展示会・公開講演会は今回で 10 回目となりますが、公設試験研究機関および企業の研究者等専門家の方を中心に約 520 名の皆様にお越しいただきました。

2015（平成 27）年は 11 月 5 日（木曜日）に全国食品技術研究会を 11 月 6 日（金曜日）に食品総合研究所研究成果展示会 2015」・「第 33 回食品総合研究所公開講演会」をそれぞれつくば国際会議場（エポカルつくば）において行う予定となっておりますので、皆様のご来場をお待ち致しております。

## 研究成果展示会 2014 関連開催企画一覧

(敬称略)

開会式 9:20～9:30にかけて

食品総合研究所研究成果展示会 2014 (多目的ホール) について

開会の挨拶 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所所長 大谷 敏郎

### (食品総合研究所研究成果展示会 2014)

「100名の研究者全員がポスター展示でお出迎え」をテーマに、担当研究員自身による研究成果の説明(機械等の展示も含む) (多目的ホール) 9:30～16:00

### (大課題に関する成果展示)

食品総合研究所が推進している農研機構の大課題3課題に関する研究成果展示を行った。(多目的ホール) 9:30～16:00

### (食品総合研究所第32回公開講演会)

(中ホール 200)

11:00～12:00

- ・健康機能性給茶機リッチプラスの開発

山本 (前田) 万里 (食品機能研究領域長)

- ・ゲルを使った高付加価値食品の開発

杉山純一 (食品工学研究領域計測情報工学ユニット長)

- ・サンプルダイレクト DNA 分析試薬の開発

真野潤一 (食品分析研究領域 GMO 検知解析ユニット主任研究員)

### (ショートプレゼンテーション)

(大会議室 102)

9:40～10:36

- ・甘味受容体の構造を考慮した甘味の評価

日下部 裕子 (食品機能研究領域 食認知科学ユニット)

- ・かび毒の制御技術の開発 - ポストハーベストでのかび毒除去 -

久城 真代 (食品安全研究領域 化学ハザードユニット)

- ・コメ中のヒ素の化学形態別濃度 - 加工、調理及び保管過程におけるヒ素の動態解析 -

内藤 成弘 (食品分析研究領域 品質情報解析ユニット)

- ・地域密着型バイオマス糖化酵素生産 - 地域糖源を活用した効率的生産に向けて -

池 正和 (食品素材科学研究領域 糖質素材ユニット)

- ・インスタントスープ製造プロセスの効率化 - アクアガスバイнда作用メカニズムの考察 -

五月女 格 (食品工学研究領域 製造工学ユニット)

- ・環状イソマルトメガロ糖の生産 - 澱粉から環状イソマルトメガロ糖を生産する -

舟根 和美 (応用微生物研究領域 発酵細菌ユニット)

- ・パターン認識受容体の認識能の活用 - リガンド活性を有する多様な分子種の検出を実現 -

町田 幸子 (食品バイオテクノロジー研究領域 機能分子設計ユニット)

### (相談コーナー)

研究技術等のご相談コーナー (大会議室 101)

10:00～16:00

### (フード・フォーラム・つくば企業交流展示会)

フード・フォーラム・つくばに参加している企業ポスターおよび機器等の展示 (多目的ホール)

9:30～16:00

### (全国食品関係試験研究所場所長会が企画するコーナー)

都道府県の研究成果のポスター展示 (多目的ホール)

9:30～16:00

## 所内ニュース

# アグリビジネス創出フェア 2014 について

平成 26 年 11 月 12 日(水)～14 日(金)の 3 日間、10:00～17:00 の時間で東京国際展示場（東京ビックサイト）の西 4 ホールにおいてアグリビジネス創出フェア 2014 が開催されました。本フェアの主催は農林水産省が行い、後援は独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）をはじめとする様々な機関が後援している日本でも最大級の農林水産・食品産業分野における技術交流展示会です。数年前までは、千葉県の幕張メッセ展示場、東京有楽町の東京国際フォーラムなどで開催されていましたが、平成 24 年度から東京ビックサイトに移動し、同時開催として隣接会場では生産・流通技術、サービスに関する展示等を行うアグロイノベーション 2014 も行っておりました。主催者発表によりますと本年度のフェアには、全国の大学、民間企業、都道府県の試験場、独立行政法人等、147 機関が出展し、3 日間の入場者数は 32,069 名に達したそうです。食品総合研究所は食品技術に関するゾーンに出展し、機能性給茶機リッチプラスを展示し、開発コンセプト、特長、使用のシチュエーションについて説明し、来場された方に試飲をしていただきました。それと共に、食総研の紹介を行い、技術相談等もいたしました。試飲は好評で、ブースを訪れる人も多く大変盛況でした。



食品総合研究所のブース（準備中）

## 所内ニュース

## 表彰・受賞

(受賞日順に掲載)

### 2013年度日本食品工学会 研究賞

(平成 26 年 8 月 8 日)

受賞対象：「食品の反応・分離操作に関する工学的研究」

【業績の概要】 高品質の食品を効率的に生産するためには、目的に適した反応操作、分離操作を選定し、その工程を最適化することが求められます。

逆浸透や限外ろ過といった膜分離技術は、消費エネルギーが少ない非加熱処理であるために、他の分離技術と比較して多くの特長があります。我が国の食品産業においても多くの実用化の例がありますが、分離性能を正確に予測することが難しいために、その普及は十分とは言い難い状況です。そこで、本研究では、液状食品を膜処理した際の分離性能を表現するための理論を提案し、この理論に基づいて膜分離プロセスの最適化に取り組みました。

バイオディーゼル燃料（脂肪酸メチルエステル）は、植物油から製造される軽油代替燃料です。我が国の場合、食用油の多くを輸入に頼っており、バイオディーゼル燃料の原料は、廃食用油や油脂の精製工程から排出される副産物（遊離脂肪酸）程度に限られます。しかしながら、アルカリ触媒を用いる従来法では、こうした原料を処理することができません。本研究では、アルカリ触媒を用いないバイオディーゼル燃料製造技術の開発とその経済性の評価に関する取り組みも行いました。



向かって左側が鍋谷領域長

**鍋谷 浩志** (なべたに ひろし)  
食品工学研究領域長

### 2013年度日本食品工学会 産学官連携賞

(平成 26 年 8 月 8 日)

受賞対象：「アクアガスをバインダとした粉末食品造粒技術の開発」

【業績の概要】 インスタントスープ等の粉末食品の湯溶けを改善するために行なわれる造粒工程を、微細水滴を含有した過熱水蒸気（アクアガス）を使用することにより、短時間でこなう方法を開発しました。

受賞者：全 3 名（うち当所職員 1 名）



向かって一番左が五月女主任

**井上 孝司** (いのうえ たかし)  
株式会社ポッカコーポレーション中央研究所

**片桐 孝夫** (かたぎり たかお)  
株式会社ポッカコーポレーション中央研究所

**五月女 格** (そうとめ いたる)  
食品工学研究領域 製造工学ユニット  
主任研究員



## フード・アクション・ニッポン アワード 2014 研究開発・新技術部門優秀賞

(平成 26 年 8 月 8 日)

受賞対象：「ダイレクト Gel 転換による新規食品素材「米ゲル」の開発」

【業績の概要】 高アミロース米を、水を加えて炊飯、糊化、高速せん断攪拌をする「ダイレクト Gel 転換」によってゲル状にした新規食品素材「米ゲル」を開発しました。

水分、温度、攪拌条件を変えることで柔らかいゼリータイプのものから高弾性のゴム状のものまで幅広い物性をもつ食品素材に調整できるので、パン、洋菓子、麺などの原料として利用できます。

また、多収性の高アミロース米から作れること、米粉に加工する必要がなく粉碎コストを削減できること、装置自体も安価であることから、米粉を使用した場合と比べて大幅なコスト削減が期待できます。そのほか、小麦粉の代替食品、油脂を低減した低カロリー食品への利用も期待されます。



杉山 純一 (すぎやま じゅんいち)  
食品工学研究領域 計測情報工学ユニット  
首席研究員

## 2014 年度食創会 第 19 回安藤百福賞 優秀賞

(平成 26 年 12 月 24 日)

受賞対象：「交流高電界殺菌技術の実用化」

【業績の概要】 高品質殺菌法として、電気を使って液体食品を殺菌する技術を開発し、装置メーカー、飲料メーカーと共同でレモン果汁の殺菌装置の実用化に成功しました。交流高電界殺菌法と呼ぶこの技術は、1cm 以下の電極間に液体食品を連続的に流し、1000 ボルト程度の高電圧をかけて微生物を殺菌するものです。食品中を電気が流れることによる発熱と高電界が微生物に物理的な損傷を与える相乗効果で、従来の加熱処理よりも短時間で多くの微生物の殺菌が可能となります。

レモン果汁の場合には、従来の殺菌方法に比べて熱による変色を 1/5、加熱臭の発生を 1/4、ビタミン C の減少を 1/10 に抑えるなど、殺菌時の品質劣化を低減することができます。

他の液体食品の殺菌への応用も可能で、今後はさらに酵素の失活方法としての利用など幅広い範囲での応用が期待されます。



植村 邦彦 (うへむら くにひこ)  
食品工学研究領域 先端加工技術ユニット  
首席研究員

## 日本マイコトキシン学会 学術奨励賞

(平成 27 年 2 月 13 日)

受賞対象：「カビ毒配糖体（マスクドマイコトキシン）の検出に関する研究」

【業績の概要】 マスクドマイコトキシン (masked mycotoxin) とは、植物体内における代謝等によって糖が付加（主にグルコース付加）したカビ毒（マイコトキシン）の総称です。マスクドマイコトキシンは生体内に取り込まれると腸内細菌等によって加水分解されて元のカビ毒を遊離することから、食品安全保持の観点からも注目されています。

高分解能質量分析装置 (LC-MS) を使用し、予想される構造の組成式から算出される分子イオンの精密質量を指標として新規マスクドマイコトキシンの探索を行ったところ、麦やトウモロコシの汚染カビ毒として知られるトリコテセンカビ毒由来の配糖体を複数発見しました。これらの知見によりカビ毒の潜在ハザードの存在が世界に先駆けて明らかになり、受賞に至りました。



**中川 博之** (なかがわ ひろゆき)  
食品安全研究領域 化学ハザードユニット  
主任研究員

人事情報

人事の動き

日付	配属先	配属元	氏名
26.7.1	命 食品機能研究領域上席研究員 (平成29年6月30日まで)	任期付採用	廣澤 孝保
26.8.18	命 企画管理部業務推進室調査役 兼 本部 コンプライアンス室	企画管理部業務推進室調査役	斉藤 三行
26.9.12	退職	企画管理部管理課会計チーム	小澤 麻弥
26.10.1	命 企画管理部業務推進室運営チーム主査 (予算管理1)	中央農業総合研究センター企画管理部 業務推進室企画チーム主査	敷藤 信之
26.10.1	命 企画管理部管理課会計チーム主査 (会計)	企画管理部業務推進室運営チーム主査 (予算管理1)	宮下 博
26.10.1	命 食品安全研究領域主任研究員 免 企画管理部業務推進室	食品安全研究領域主任研究員 兼 企画管理部業務推進室	今村 太郎
26.10.1	命 食品素材科学研究領域上席研究員 (中課題推進責任者)	食品素材科学研究領域上席研究員	徳安 健
26.10.1	命 食品工学研究領域主任研究員 兼 企画管理部業務推進室	食品工学研究領域主任研究員	中村 宣貴
26.10.1	命 食品バ <sup>イ</sup> テクノロジー研究領域主任研究員 兼 本部 総合企画調整部	食品バ <sup>イ</sup> テクノロジー研究領域主任研究員	榊原 祥清
26.12.2	命 企画管理部管理課会計チーム (平成27年3月9日まで)	任期付採用	木村 秀美



---

**食品総合研究所 研究ニュース 第33号**

発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
食品総合研究所  
<http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/>

平成 27 年 3 月発行



〒 305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12  
TEL : 029-838-7992 (企画管理部情報広報課)

---