

研究ニュース No.15

独立行政法人 食品総合研究所



麹菌（実体顕微鏡写真）

日本の伝統的発酵産業に用いられている麹菌 (*Aspergillus oryzae*) の全ゲノム配列を解析し、Nature誌に発表した。

麹菌のゲノムサイズは約3800万塩基対からなり、他のカビとの比較により、日本の麹菌ゲノムの特徴が明らかになった。得られた成果は、発酵食品の品質向上や麹菌の安全性を生かした新たな産業の創生への利用が期待される。

主な記事

巻頭言

「食事バランスガイド」に思うこと

研究トピックス

- 食品成分の相互作用による脂質代謝制御
- 食品品質管理用コンパクトMRI装置の開発
- 抗う蝕性環状オリゴ糖サイクロデキストランの生産技術開発

特許情報

- 特許解説
- 新登録特許

所内ニュース

- 平成17年度食品研究推進会議報告
- 第34回日米天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 報告

海外研究情報

- 第11回細菌学および応用微生物学国際会議報告
- 第2回ASM原核細胞の分化に関する国際研究集会に参加して

巻頭言

「食事バランスガイド」に思うこと

食品機能部長 津志田 藤二郎



世界はいま日本食ブームだといわれている。「日本食は健康に良い」という印象もその大きな要因となっているようだ。このブームは、米国や欧米などの先進諸国にとどまらずアジア諸国にも広がっているとのことで、日本人としては大変嬉しいが、ブームのきっかけになっている「日本食は健康に良い」と思われる要因の一つ「寿命世界一」がいつまで続くのか心配な向きもある。それは、朝食を欠食する者が20歳から30歳代の男性で4人に1人の率であるなどの食生活の乱れが進んでいること、果物や野菜の消費量が官民一体となった消費推進運動の実施にもかかわらず減少し続けていることなどによる。こうした状況から、農林水産省と厚生労働省は、平成17年7月に健康的な食生活を行うための手本となる「食事バランスガイド」を制定した。このガイドは米国が1992年に制定したフードガイドピラミッドを逆にしたコマの形であり、米国の食素材によるグループ化とは異なり、料理を基本としてグループ化したものである。最も摂取量の多いご飯やパン、うどんなどの主食から、順次野菜やいも類の副菜、肉や魚、卵、大豆などの主菜、そして牛乳・乳製品のグループ、果物のグループの5種類に分けて1日の摂取目安量がコマの体積からイメージ出来る仕組みになっており、バランスが崩れるとコマが倒れることを暗示させるものである。また、コマの軸には水をイメージするコップが置かれているのも一つの特徴であり、水の重要性を盛り込んだフードガイドは世界でも初めてのことのようだ。現在、この「食事バランスガイド」は、同じ時期に制定された「食育基本法」に沿った食育活動にも用いられ、行政部局や食品産業団体、消費者団体などの各方面で普及活動が進められている。私はこの「食事バランスガイド」の検討委員として参画したが、米国のように小学校などにおける食教育への採用による普及の徹底を期待しているところである。

ところで、わが国は現在世界一の長寿国であるが、実は10万人当たりの百寿者（Centenarian）の数は19人で、イギリス28人、フランス25人、米国24人、イタリア21人より少ない。また、寝たきり老人と病院入院者数がどの国よりはるかに多く、生き甲斐のある人生を全うできているかどうか疑わしい面もある。さらに、弥生時代に伝えられた稲作の定着過程における度々の飢饉から、日本人はエネルギー節約型の遺伝子（thrifty gene）を持つ集団になっているとの指摘もある。実際、身体の基本代謝に影響を与えるβ3-アドレナリン受容体遺伝子は、日本人では3人に1人の割合でスニップス（SNPs：1塩基多型）が存在し、その変異タイプは1日のエネルギー消費量が200キロカロリー（おにぎり1個分）ほど低いとされている。血圧に関与するアンジオテンシノーゲン遺伝子も55%の日本人が食塩感受性型であるという。日本人の謙虚な態度はこの「節約型遺伝子」によってもたらされたものだろうか。ケニアのワンガリー・マータイさんが感激した「もったいない」もこの遺伝子が言わせた言葉なのだろうか。いずれにしても日本人は豊食の時代では糖尿病や高血圧などの生活習慣病になりやすいタイプの遺伝子を持つ者が多いことも考慮する必要がある。わが国で、食品の機能性に関する研究が世界に先駆けて提案されたことに少なからず必然性を感じる。いま将に、食品機能性に関する研究成果が実際の食生活の場に活かされ始めたところであり、将来フードガイドにしっかりと書き込まれる実績を作らなければならない。

研究トピックス

食品成分の相互作用による脂質代謝制御



食品機能部栄養化学研究室 井手 隆

1. はじめに

肝臓ミトコンドリアとペルオキシゾームには脂肪酸をアセチル-CoAに分解する代謝系があり、一方細胞質にはアセチル-CoAから脂肪酸を合成する経路が存在する(図1)。脂肪酸分解の亢進と脂肪酸合成の抑制は、血清脂質濃度低下や肥満抑制を引き起こし、ひいては脳血管障害、心臓疾患などの生活習慣病の予防に有効と期待される。私どもは今までに、数多くの食品因子が両代謝系を構成する遺伝子の発現を変化させ、脂質代謝改善作用を発揮することを明らかにしてきた。実際の食生活では、私どもは種々の食品を摂取し、複数の機能成分を同時摂取している。しかし、機能成分の組み合わせが、生体に及ぼす影響についての知見はほとんどない。ここでは機能性成分の組み合わせ効果についていくつかの事例を紹介する。

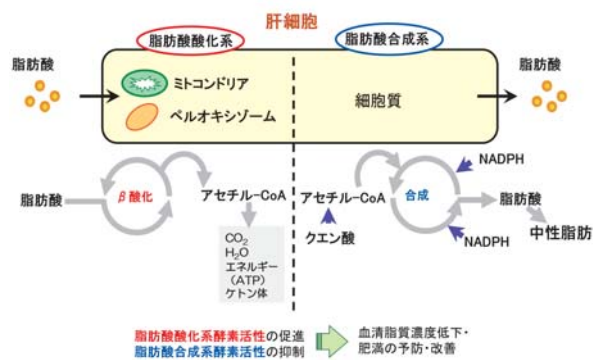


図1 肝臓の脂肪酸代謝

2. セサミンとn-3脂肪酸による脂肪酸酸化の相乗的上昇

ゴマに含まれるリグナンの一種、セサミンは天然物の中では強く脂肪酸酸化を上昇させる生理活性を持つ。脂肪酸酸化を誘導する他の食品成分としてイコサペンタエン酸(EPA)、ドコサヘキサエン酸(DHA)などのn-3系多価不飽和脂肪酸が知られている。しかし、作用はセサミンと比較してはるかに弱い。私どもはセサミンとEPA、DHA

に富む魚油の組み合わせが、肝臓の脂肪酸酸化系酵素の活性を相乗的に増加させ、血清脂質濃度を大きく低下させることを見いだした。各種のミトコンドリア、ペルオキシゾーム酵素・タンパク質など脂肪酸酸化誘導剤によって活性化される遺伝子群のmRNA量を測定したところ、この組み合わせで相乗的に発現が誘導される遺伝子はペルオキシゾームの脂肪酸酸化酵素に限定される、きわめて特異性の高い現象であることを明らかにした(図2)。飼料への魚油添加量を1.5~8%の範囲で変化させた場合、日本人の魚油摂取量にほぼ相当し、単独では脂肪酸酸化上昇を引き起こさない1.5%の添加でも明確な脂肪酸酸化活性とペルオキシゾーム遺伝子の相乗的上昇を引き起こすことが示された(図2)。また、魚油の作用は高度に精製された、EPA・DHAエチルエステルによって再現することができた。

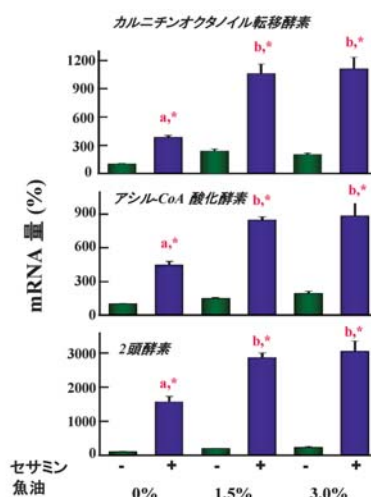


図2 セサミンと魚油によるラット肝臓のペルオキシゾーム脂肪酸酸化系酵素発現の相乗的誘導

a,b:セサミン添加群間で共通の英文字を共有しない値間には有意差があることを示す(p<0.05)。*対応するセサミン無添加群との有意差を示す(p<0.05)。

3. 多価不飽和脂肪によるフィトールの脂肪酸酸化上昇作用の抑制

フィトールはクロロフィルに含まれる分枝高級アルコールで体内においてフィタン酸やプリスタン酸に代謝される。このような、フィトール代謝産物は脂肪酸酸化を制御する転写因子であるペロオキシゾーム誘導剤活性化受容体 (PPAR) やレチノイドX受容体 (RXR) のリガンド・活性化剤であり、事実フィトール摂取は動物実験でPPARやRXRの標的遺伝子である、脂肪酸酸化系酵素の発現を上昇させる。フィトールと魚油の組み合わせも肝臓の脂肪酸酸化を相乗的に上昇させる可能性があると考え、マウスを用いた検討を行った。この実験ではフィトールと組み合わせる油脂として魚油以外に飽和脂肪であるパーム油、リノール酸を主成分とするサフラワー油を用い、10%のレベルで飼料に添加した。フィトールはパーム油食に添加した場合、種々の脂肪酸酸化系酵素の活性と遺伝子発現を大きく増加させた。しかし、フィトールの脂肪酸酸化上昇作用はサフラワー油および魚油を脂肪源とした場合、大きく低下し、特に魚油は完全に上昇作用を抑制した。

4. 共役リノール酸と魚油の相互作用による肝臓と脂肪組織の代謝制御

共役リノール酸 (CLA) は2重結合が共役した、リノール酸の位置および幾何異性体の総称で、天然には乳製品や牛肉に含まれる。CLAは強い抗肥満作用を示すが、その反面脂肪肝や高インスリン血症を引き起こすなど、生体に好ましくない作用もあることがマウスを用いた実験で報告され、CLAの安全性に関する議論がなされるようになった。私どもは、CLAによる脂肪肝の発現機構としてCLAが肝臓の脂肪酸合成を強く誘導することを見いだした。魚油は脂肪酸酸化誘導作用とともに、強い脂肪酸合成抑制作用を持つ食品素材でありCLAに起因する脂肪肝抑制に有効であると思われる。そこで、CLAと魚油が肝臓と脂肪組織の脂質代謝に与える相互作用を解析した。CLA単独投与は脂肪組織重量の大きな減少させるが、肝臓の脂肪酸合成を上昇させ、脂肪肝を惹起する (図3)。予想通り、魚油の同時摂取は、脂肪酸合成を抑制し肝臓脂肪蓄積を防止した。また、CLAによる血清中インスリン濃度増加は、魚油の同時投与により防止された。さらに、魚油の同時添加は、CLAにより引き起こされた脂肪組織重量の著しい減少を緩和し、魚油投与量の増加とともにその重量は

増加した。また、CLAは脂肪組織の種々遺伝子の発現を強く抑制するが、魚油の同時投与により発現量は増加した。この現象は次のように説明できる、CLAは何らかの原因で脂肪組織重量とその機能を大きく低下させる。脂肪組織は体内の糖代謝に重要な役割を果たす組織であり、この機能低下により、体内のグルコース代謝は遅延する。そのため、糖処理のためインスリンが過剰に分泌されるとともに肝臓の脂肪酸合成系が体内のグルコース処理に動員され、結果として脂肪肝が引き起こされる。魚油は脂肪酸合成抑制により脂肪肝を防止するとともに脂肪組織の機能を正常化し、よって高インスリン血症も緩和する。

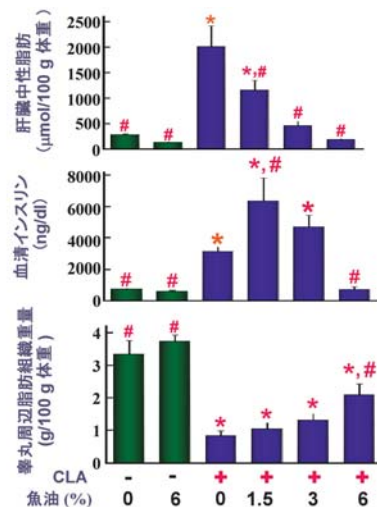


図3 魚油は共役リノール酸による脂肪肝と高インスリン血症を防止し、脂肪組織重量を上昇させる。

魚油無添加、共役リノール酸添加群との有意差を示す (p<0.05)。
* 魚油無添加、共役リノール酸無添加群との有意差を示す (p<0.05)。

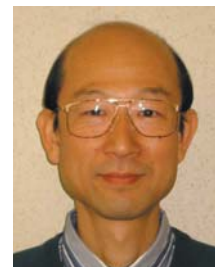
5. おわりに

今までにいくつかの機能性成分の組み合わせ効果を肝臓の脂肪酸代謝系に与える影響を中心に検討してきた。多くの場合、その組み合わせ効果は予想通り 1+1=2 であった。しかし、以上の例から個々の成分の機能から予測されるものとは異なった、相乗的、相殺的生理機能を発揮する成分の組み合わせがあることは明白である。分子生物学的知見は近年飛躍的に増大したものの、このような作用を従来の知見のみで説明することは難しい。膨大にある、成分の組み合わせをすべて検証することは困難であり、このような組み合わせ効果を予想する基本原理を明らかにする必要がある。

研究トピックス

食品品質管理用コンパクトMRI装置の開発

分析科学部 品質情報解析研究室 石田 信昭



1. はじめに

診断装置として今やどこの病院でも用いられているMRIは食品の評価においても様々な場面で有用であることが示されてきているが、大型で操作に高度な技術を必要とし高価な装置ということで、医療診断以外の分野では普及していない。そこで、食品検査・評価のために十分な性能を持ち安価で通常の実験室において身近に利用でき、移動も出来る小型MRIの開発とその応用の研究を行った。それによって非破壊でイメージを利用した食品検査・評価・開発の基盤技術とすることを目標としている。

2. コンパクトMRI

MRIは試料を磁石の中に入れて測定する。大型の医療用MRIや研究用MRIは感度や分解能を高めるため、強い磁場を発生できる超電導磁石を用いることが多い。超電導磁石は液体ヘリウムを用いて極低温(-270℃)にしたコイルに電流を流すため、低温を保つための液体ヘリウムと液体窒素を入れた2重の魔法瓶のような構造をしているため大型になる上、蒸発した液体ヘリウム、液体窒素の定期的な補充が必要となる。

コンパクトMRIでは永久磁石を用いて磁石の小型化を図るとともに、コンソールにはパソコンを用いて全体の小型化を図っている。永久磁石は超電導磁石のような扱いにくさがなく、メンテナンスも必要がないというメリットがある。同様の装置は医療関連分野においても、骨密度測定や手や足の関節など部分的な測定のための装置として開発が進められている。

図1に食品用として開発が進められている装置の写真を示す。コンソール部分は共通で、磁石が異なる2種類の装置を示してある。上は径3cmまでの試料が測れる磁場強度1T(テスラ:40MHz)の装置、下は試料径10cmまでで、磁場強度0.2T(8MHz)の装置である。上の装置ではサクラ



1T (40 MHz) 3cm



0.2T (8 MHz) 10cm : 果実用

図1 コンパクトMRI装置

ボやウイナーソーセージのような小さな試料を測定でき、下の装置はリングやミカンといった果実を測定するのに適している。

3. コンパクトMRIのイメージ

コンパクトMRIは超電導磁石を用いた装置に比べ磁場強度が低いがこの影響は、同じ条件で測定したときS/Nが悪くなる他にイメージコントラストの違いを生じることがわかった。この違いをうまく利用することで、コンパクトMRIは食品に対し有用な装置になると考えられた。

果実のイメージでは内部褐変や柑橘のす上がり、りんごの蜜入りの検出を行うことができる。これは研究には有用な技術である(図2)。

選果ラインにおける実用化に向けては現在イメージを使っているため最短30秒である測定時間を

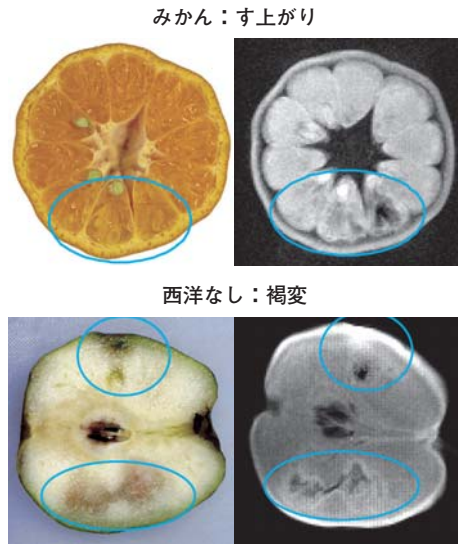


図2 コンパクトMRIによる果実の傷害検出

1秒以下に短縮するため、データの蓄積と測定の簡易化の検討が必要と考えられた。

魚肉、肉及びソーセージなどの肉製品では、牛肉やマグロにおいて特に重要な脂肪分布をイメージ化することができる。このイメージでは、肉の中の水と油の化学シフトの違いによるアーティファクト（画像のずれ）とNMR緩和時間（T2）の違いによる脂肪のシグナルの減衰が少ない分、低磁場型MRIの方が高磁場型MRIに比べきれいな脂肪のイメージを得ることができた（図3）。また、このようにして得られたイメージを画像処理を行い脂肪量や分布を数値化することにより、客観的な数字を用いた評価が可能となり、食品品質管理に有用であると考えられた。

図4はパイプの中の水の流れをイメージ化したものである。時間がたつにつれて流れのあるところは縞模様が歪んでくる。模様の歪みは流れの速度に対応している。パイプの角に縞の乱れない水が滞留しているところがあることがわかる。粘度や性質の違う様々な食品を実際に流して流れを見ることにより、滞留による微生物発生心配のない安全な配管の設計を行うことができる。

4. 今後の展望

コンパクトMRIは永久磁石を用いて開放的な空間を作り様々な形の試料に対応した測定を可能とする。図4は筑波大学と東京大学のグループが行った研究で、鉢植えの木の枝をそのままMRIで測定しているところである。これにより、マツクイ

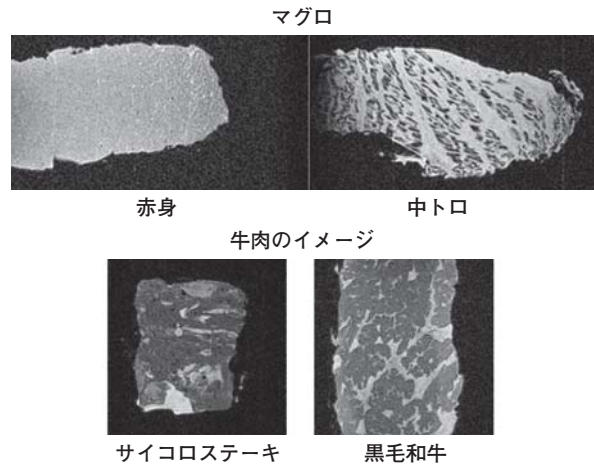


図3 コンパクトMRIによる魚肉・畜肉の脂肪分布の可視化

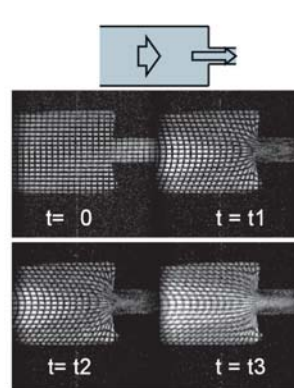


図4 流れのイメージ化



0.3T 8cm magnet
図5 オープンタイプコンパクトMRI

ムシの被害を受けた幹内部の変化の様子を経時的に捉えている。

このようなMRIの簡易性・簡便性が進めば、食品生産の現場や圃場にMRIを持ち込んで、どこでもその場で内部の状態を測定することが夢でなくなると期待している。

本研究は農林水産省、民間結集型アグリビジネス創出技術開発事業により（株）エム・アール・テクノロジーと共同で行ったものである。

研究トピックス

抗う蝕性環状オリゴ糖 サイクロデキストランの生産技術開発

生物機能開発部 酵素機能研究室 舟根 和美

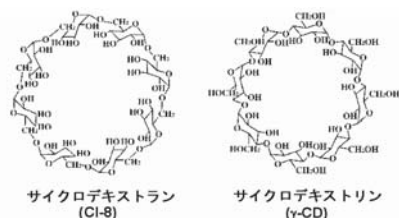


1. はじめに

サイクロデキストラン (CI) は、食総研らのグループが1993年に発見した環状オリゴ糖である¹⁾。環状オリゴ糖といえば、サイクロデキストリン (CD) が最も古くから知られており、産業的にも広く利用されているが、CIはCDと同じくグルコースが環状に連結した構造である。しかし、その結合様式はCDが α -1,4結合なのに対しCIは α -1,6結合である。このわずかな違いのために、CIはCDに比べて極めて水溶性が高く、CDには無い抗う蝕性という優れた能力を有するのであり、食品への応用が期待されてきた。これまでのCIの実用化への取り組みを紹介する。

2. サイクロデキストランの発見

新規の環状オリゴ糖を検索することを目的とし、デキストランを炭素源とした培地を用いてオリゴ糖を蓄積する菌株をスクリーニングした結果、直鎖イソマルトオリゴ糖とは異なるオリゴ糖を



生産する菌株 *Bacillus circulans* T-3040株を土壌より分離することができた¹⁾。これら新規オリゴ糖を分離精製し、¹³C NMR、質量分析等で構造解析した結果、7~9個のグルコースが α -1,6結合で環状に連結したサイクロイソマルトオリゴ糖 (サイクロデキストラン; CI) であることが明らかになった¹⁾。また、後に、グルコースが10個以上重合した高分子のCIも発見された²⁾。図1には8個のグルコースから成るCI-8および γ -CDの分子構造を示す。このように、CIは同じグルコース重合度のCDに比べて口径が大きいという特徴がある。また、CDよりも厚みが薄く、分子モデルからフレキシビリティが非

常に高いと予想されている。

3. サイクロデキストランの優れた性質

CIの水溶性は極めて高く、常温で等量以下の水に溶解する。これは、 α -CD、 β -CD、 γ -CDの水溶性が順に14.5%、1.85%、23.2%であるのに比べて非常に高い値である。

またCIは抗う蝕性という優れた性質を持つ。CIは図



図2 CIによる抗う蝕作用

2の模式図に示すように、歯垢の原因となるグルカンを合成する酵素に強く結合して活性を阻害する働きがある³⁾。代替甘味料として食品に利用されている非う蝕性の糖類とは異なり、CIは甘味を持たないが、砂糖が存在しても歯垢の形成を防ぐことができる。実際にラットに砂糖とCIを同時に与えて虫菌の発生試験をした結果、0.2%以下の濃度のCIで、虫菌を有意に防いだという結果が出ている。

CIの包接能を検定するため、リン酸緩衝液(pH7.0)中のビクトリ



図3 CIによるビクトリアブルーの安定化

アブルー色素の変化を測定した。図3は室温で3時間放置した後の写真である。無添加、グルコース添加、 α -CD添加ではほぼ完全に青色が褪色したが、特にグルコース10個から成るCI-10を添加すると褪色が著しく遅れ、その効果は β -CD、 γ -CDよりも顕著であった²⁾。CIはある特定の重合度で強い包接能を持つことが示唆された。CI-10は高い包接能を持つ高水溶性環状オリゴ糖として注目されている。

4. デキストラン高生産菌およびサイクロデキストラン高生産菌の取得

CIはCI合成酵素 (CITase) によって、デキスト

ランから合成される⁴⁾。しかし、市販されている医薬用のデキストランはグラニュー糖から生産される高価なものであり、CIの工業生産には不向きである。そこで、原料糖として安価な甘蔗汁や廃糖蜜を用いる工夫をし、さらに、デキストラン高生産菌のスクリーニングを行った。デキストランは製糖工場のパイプを詰まらせる原因菌であるため、製糖工場内に高デキストラン生産菌が存在する可能性を考え、製糖工場ラインから菌をスクリーニングした。図4に示すように、代表的なデキストラン工業生産菌

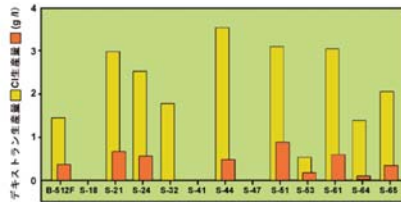


図4 分離した菌株のデキストラン生産量とデキストランからCIへの変換量

Leuconostoc mesenteroides NRRL B-512F株よりも生産量が多く、しかもCIへの転換効率の高いデキストランを生産する菌株、*Leuconostoc* sp. S-51株を得ることができた⁵⁾。

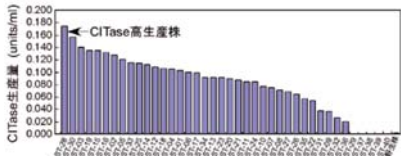


図5 CITase高生産株の取得

デキストランをCIに転換するCITaseについても、野生型の菌株は酵素活性が低く、そのままでは工業生産に不向きである。遺伝子組み換え酵素はまだ我が国では食品として消費者に受け入れられていない状況にあるので、従来法である、化学薬剤処理によるCITase高生産変異株の取得を試みた。様々な変異処理を繰り返すことにより、図5に示すように、野生型の100倍以上のCITaseを生産する変異株を取得することができ、ここでようやくCIの実用化が現実味を帯びることとなった。

5. サイクロデキストランの安全性
CIはグルコースより成る単純な構造であり、同じ α -1,6結合を持つデキストラン、イソマルトオリゴ糖は既に天然物として安全性が認知されている。CIも化学構造から類推すると有害性はないと推測されるが、環状構造であるため新規物質と見なされ、食品として利用するためには安全性試験を行うか、もしくは天然物であることを証明しなくてはならない。そこで、古くから食品として用いられてきた黒糖に着目しCIの検出を試みた。黒糖を活性炭カラム等で処理して多糖、単糖、砂糖などを取り除き、酵素処理によって直鎖のオリゴ糖を

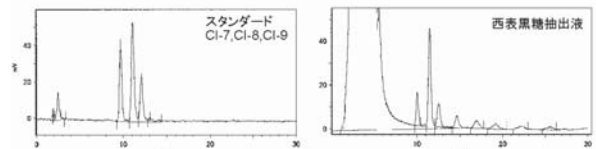


図6 黒糖中におけるCIのHPLCによる検出

除去した後に残存する環状オリゴ糖をHPLC分析した。図6に示すようにCI-7、CI-8、CI-9と全く同じリテンションタイムに溶出するピークが黒糖抽出成分に観察され、これらを酵素分解試験、質量分析した結果CIであると同定した。CIは黒糖中に存在する天然物であることが示唆された。

6. サイクロデキストラン製品化への取り組み

砂糖が存在しても菌垢の形成を阻害するCIの優れた性質を利用し、CIを砂糖に添加した「虫菌になりにくい砂糖」を試作した(図7)。本試作品の有効性試験を行うと共に、品質の向上、コストの問題などを解決すべく、現在実用化に向けて取り組んでいるところである。



図7 CI添加砂糖の試作品

7. 今後の展望

CIの実用化については、ようやく最近抗う蝕性オリゴ糖として甘味料に添加する試みを始めたところである。今後、包接性の高いCI-10の生産と利用法開発など、用途の拡大に向けてさらに研究を進め、発展させることにより、新規オリゴ糖CIが将来広く利用されていくと期待される。

なお、この研究は、平成4～平成13年度の野田産業科学研究所との共同研究を経、平成14～16年度沖縄産学官共同研究推進事業および平成17年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により翔南製糖株式会社、株式会社トロピカルテクノセンター等の沖縄県の企業と共同で行ったものである。

参考文献

- 1) T. Oguma *et al*, *Biosci. Biochem. Biotechnol.*, 57, 1225-1227 (1993).
- 2) 舟根和美 他, 公開特許公報, 特開2004-166624 (特願 2002-337748) (2002.11.21).
- 3) M. Kobayashi *et al*, *Biosci. Biochem. Biotechnol.*, 59, 1861-1865 (1995).
- 4) T. Oguma *et al*, *FEBS Lett.*, 345, 135-138 (1994).
- 5) K. Funane *et al*, *J. Appl. Glycosci.*, 50, 379-381 (2003).

特許情報

特許解説

特許第 3743803 号

麹菌発現遺伝子のプロモーター並びに 該プロモーターを利用した外来遺伝子の発現方法

特許の概要：

麹菌を高温培養したときに強く誘導発現される熱ショックタンパク質遺伝子のプロモーター領域を取得し、塩基配列構造を解明した。このプロモーターを目的とする外来遺伝子に連結し、麹菌に形質転換することによって、培養温度を高温にシフトさせて、目的の遺伝子を効率的に発現させることができる。

○ 従来技術・従来の問題点

- (1) 麹菌による酵素生産では、培養初期に設定した培地栄養条件、水分条件、種麹接種量等によって、麹菌の生育状態および物質生産が変動し、いわば麹菌の生育に任せた物質生産が行われていた。
- (2) 麹菌を生育最適条件にて培養し、十分に生育した麹菌細胞に物質生産のシグナルを与え、目的の物質を必要なときに生産させる生産制御技術が可能となれば、菌を十分に生育させた後に安定した物質生産が可能となる。
- (3) 既知の麹菌遺伝子プロモーターは、マルトースなどの誘導物質により発現誘導されるものであった。

○ 本特許の技術的特徴

- (1) 麹菌の高温特異的誘導遺伝子 (HSP30遺伝子) を取得し、そのプロモーター領域の構造を解明した。
- (2) このプロモーター領域を目的の酵素蛋白質遺伝子の 5' 上流域に組み込み、麹菌の形質転換用ベクターを作成した。
- (3) これを導入した麹菌形質転換株を、30℃にて培養し十分に菌体を生育させた後、42℃に温度を上昇させることによって、大量のタンパク質を生産することができる。

○ 活用可能な分野

麹菌による酵素等の生産に利用できる。

○ 参考資料

表1 高温誘導による β -グルクロニダーゼ活性の生産の一例

	形質転換株	親株
非誘導 (30℃→30℃)	38 U/g蛋白	0
高温誘導 (30℃→42℃)	2041 U/g蛋白	0

登録年月日：平成17年12月2日

出願人：食品総合研究所

発明者：柏木豊、松下真由美、鈴木聡、楠本憲一

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
超伝導磁石を用いた超小型MRI装置	日 本	3721382	17.9.22	独立行政法人食品総合研究所 独立行政法人産業技術総合研究所 独立行政法人国立環境技術研究所 日本電子株式会社
貫通孔を有する金属製基板を用いたマイクロスフィアの製造方法	日 本	3723201	17.9.22	独立行政法人食品総合研究所 株式会社クラレ 中嶋光敏
erythrose reductase, its DNA and cell which the cDNA express (エリスロース還元酵素、その遺伝子、並びに該遺伝子を導入した細胞)	アメリカ	6960458	17.11.1	独立行政法人食品総合研究所
生物体から核酸を溶出する方法	日 本	3735706	17.11.4	独立行政法人食品総合研究所
麹菌発現遺伝子のプロモーター並びに該プロモーターを利用した外来遺伝子の発現方法	日 本	3743803	17.12.2	独立行政法人食品総合研究所
DNAの伸長固定方法	日 本	3749887	17.12.9	独立行政法人食品総合研究所 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構
高分子ゲルの製造方法およびこの製造方法で得られた高分子ゲル	日 本	3747227	17.12.9	独立行政法人食品総合研究所

所内ニュース

平成17年度食品研究推進会議（報告）

独立行政法人食品総合研究所は研究・調査等を適切かつ円滑に推進し、中期計画の目標を効率的に達成するため、毎年食品研究推進会議を開催している。具体的には、平成17年度は以下のとおり実施した。行政並びに食品産業、消費者等の研究ニーズを的確に把握し、関係試験研究機関並びに食品産業関連団体等との連携・協力を推進するとともに、研究所の研究成果の実用化と普及に向けた検討を行うことを目的としている。

1. 開催状況

日 時：平成18年2月23日（木）13：00～24日（金）12：00

場 所：つくば国際会議場エポカル大ホールにて

出席者：行政部局、他独立行政法人研究機関、公立研究機関、農林水産省関連法人、民間研究団体等
（合計203名）

司 会：林企画調整部長

2. 議事の概要

- 1) 食料生産及び食品産業を巡る情勢について食品総合研究所児玉理事長並びに農林水産技術会議事務局大川研究開発課長の挨拶に続いて、技術会議事務局技術政策課岡留調査官より「研究開発の動向」、総合食料局食品産業企画課北村技術室長より「食品産業の競争力強化を目指して」、農林水産省消費・安全局朝倉管理官より「食品安全を巡る施策の動向」と題してそれぞれご講演を頂いた。さらに、食品研究関連事業の情勢について、(独) 農業・生物系特定産業技術研究推進機構生物系特定産業技術支援センター（生研センター）吉ざわ課長、(社) 農林水産先端技術産業振興センター（STAFF）小川部長、(社) 農林水産技術情報協会高野技術主幹から、それぞれの事業を中心としてご報告頂いた。
- 2) (独) 食品総合研究所の次期中期計画と研究推進体制及び産官学連携について
(独) 食品総合研究所企画調整部長より基本概念が提示された。次期中期目標期間のポイントとして、新食品総合研究所の組織、食品機能性研究の中核化、バーチャルセンターの設置、連携強化のための組織、連携の強化と成果の移転、連携強化と成果の利活用の促進、産官学の連携強化、次期中期計画における研究について、それぞれ説明があった。
- 3) 平成17年度食品研究成果発表「普及に移しうる成果」
平成17年度の食品総合研究所における「普及に移しうる成果」として、①食品の温度管理不備を簡単に検出する技術の開発(食品衛生対策チーム稲津主任研究官)、②糊化特性に基づく米の食味・老化性評価装置の開発(穀類特性研究室大坪室長)、③アクアガスをを用いた高品質食材の調製技術の開発（製造工学研究室五十部室長）、④爆砕発酵バガスの製造方法(糸状菌研究室柏木室長)、⑤抗う蝕性環状イソマルトオリゴ糖（CI）の実用化技術開発（酵素機能研究室舟根主任研究官）を事前に選定し、本推進会議で公表した。これら成果は特許が実施される等の実用レベルにあるものばかりであり、参加者からは興味ある内容が含まれていたと評価された。
- 4) 公立研究機関での研究の現状
公立研究機関での研究の現状を把握するため、平成17年度優良研究・指導業績表彰受賞者として選ばれた11名に記念講演を頂いた。地域に根ざして製品開発されたものが多かった。

（研究企画科長 大谷 敏郎）

所内ニュース

第34回日米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34回UJNR食品・農業部会が、平成17年10月23日より28日にかけて静岡県裾野市の富士教育研修所において開催された。日本側から当所、JIRCAS、農業・生物系特定産業技術研究機構：動物衛生研究所、国立健康・栄養研究所、九州大学等から56名、米国側から、アメリカ農務省農業研究局、それぞれ東部地域、西部地域、南部地域研究センター、ラッセル農業研究センター、国立農業利用研究センター、ベルツビルヒト栄養研究センターから、32名の参加を得た。本部会では、まず日本側食品総合研究所理事長兒玉徹氏の開会挨拶、農林水産省農林水産技術会議事務局国際研究課長沖浩幸氏からのスピーチをうけて、アメリカ農務省東部地域研究所所長であり、本部会の会長でもあるJohn P. Cherry氏から、過去13年間における日米の活動についての統括的な話があった。会期直前にアメリカ南部を襲ったハリケーン‘カトリーナ’の被害が思いの外大きく、南部地域研究所からの参加者の多くがキャンセルを余儀なくされた。一日も早い復興が待たれる。

今年度も例年同様、テクニカルセッションとして、「食品安全：Food Safety」、「穀類品質：Cereal Quality」、「バイオテクノロジー：Biocatalysis and Biotechnology」、「食品機能：Food Nutrition and Functionality」および「食品・非食品加工：Food and Non-food Processing」の5分野において研究発表及び活発な討議が行われた。他に、飲料メーカ

一の工場、乳業メーカーの研究所などの視察を行った。以下が各部会の概要である。

【食品安全セッション】今回の「食品安全」セッションは、日米双方8課題ずつの計16課題を1日でこなすハードスケジュールであった。米国側の2課題のERRC発表者2名が直前になり、個人的事情およびビザの発給手続き未完了で来日がキャンセルされるというハプニングがあった。しかしながら、2課題とも参加したERRCのセッションリーダーのFratamico博士およびJuneja博士が代わりに発表を行い、事なきを得た。セッション全体の発表内容は先進国で問題となっている食中毒菌のサルモネラ菌・リステリア菌・ウェルシュ菌のリスクと食品汚染制御対策（超高压や天然抗菌物質による殺菌技術等）、食中毒菌（病原大腸菌・カンピロバクター菌）および一般細菌の高感度な迅速検知技術開発および予測微生物学に関する研究に大別された。今回は、参加メンバーが固定される傾向を避け、新風を巻きこむ願いを込めて、今後牛乳を介した病原微生物リスクとして取り上げられる可能性があり、人のクローン病との病原性関連で注目されている「牛ヨーネ病菌（*Mycobacterium avium subs. paratuberculosis*）」について日米双方から1名ずつ招いて研究発表を行って頂いた。日本側からは、動物衛生研究所のヨーネ病・炎症性腸疾患研究チーム長の百溪英一



博士そして米国側からは、国立動物疾病センター (NADC) のJ. R. Stabel博士が自国のヨーネ病の汚染状況と防御体制や研究動向等の総論を交えて研究成果を発表した。参加者からは、専門家による現状リスクの実態や研究背景の平易な解説があり好評を博した。今後もこのような企画を取り入れて行きたいと考えている。昨年に引き続き今回も今後のさらなる共同研究の拡大について話し合いが行われた。食品の安全性の分野では、多くの研究者間で共同研究が積極的に行われるようになりつつあり、実施に際して生じる問題点等についても前向きに検討する姿勢が認められる。今年の研究発表のうち3課題が食品衛生対策チームとERRCの研究グループの共同研究であり、今後共同研究による発表が増加することが期待される。このような良好な連携関係が今後益々発展することを祈願したい。(川本伸一)

【穀類品質セッション】米国側から7件、日本側から7件の計14件の発表が行われた。米国側からは、小麦ドゥ形成時における蛋白質二次構造変化のFT-HATR解析、炊飯時のコメの微細構造と物性の関連、大麦からのエタノールおよび高付加価値画分生産のための粉碎技術、農場や食品加工現場での近赤外分光分析における光学技術機器の開発、FT-NIRおよびFT-Raman分析を用いたSDS沈降量予測による小麦の品質評価、新規近赤外分析機器の開発の現状、米国における高付加価値米加工品の開発について発表があった。また、日本側からは小麦ドゥ攪拌時における酵母分布状態の三次元解析、全粒粉パン加工のための小麦粉碎技術の開発、低アレルゲン米蛋白質プロファイリング、発芽玄米および発芽大麦のエクストルージョン加工、発酵法による高品質ビーフンの生産、近赤外分光分析を用いた玄米の水分測定、近赤外分光分析による米の一粒分析について発表があった。

日米両国とも、近赤外分析技術の開発、米および麦類の品質評価、粉碎工程の改良やエクストルージョン加工による高付加価値技術の開発、ドゥ形成や炊飯等調理加工工程における蛋白質構造、微細構造の変化、酵母の分布などの解析技術の開発等、穀類の品質および利用に関する、基礎的な分析から食品の開発まで日米両国の研究内容がよく適合していた。堀金室長はWRRCとの共同研究成果について発表し、新たな粉碎技術を使って製造した全粒粉パンの試食を行った。今後も試料の交換や人的な交流を通して、益々の協力関係の発展が期待される。(門間美千子)

【バイオテクノロジーセッション】当セッションでは13題の発表が行われ、活発に討議、意見交換がなされた。脂質に関するもの4題(米国3題、日本1題)、糖質に関するもの3題(米国1題、日本2題)、タンパク質(アミノ酸)に関するもの2題(日本2題)、遺伝子制御に関するもの2題(日本2題)、活性炭に関するもの1題(米国1題)、表計算に関するもの1題(米国1題)であった。昨年と同様に、日本側の発表は基礎的研究が多く、米国側の発表は応用を目指したものであったが、米国からもイナゴマメのカスター油の生合成経路や動力学計算へのExcelの利用など基礎研究の成果が発表された。また、*Bacillus megaterium*のmonooxygenase systemに関する報告、*Aspergillus oryzae*のglutamic acid decarboxylaseの遺伝子クローニング、麦わらの酵素糖化を行うためのアルカリパーオキサイド処理条件の検討、キチンデアセチラーゼによるキチンオリゴ糖のアセチル基の制御法、*Aspergillus oryzae*のリパーゼを用いた脂質合成法、放線菌のSAM (S-adenosylmethionine)による二次代謝制御メカニズム、還元末端から作用する新規なエキソ型キシラーゼの反応メカニズム、ポリポロペプシンの結晶構造解析による基質認識機構、トマトのrin変異遺伝子の成熟制御における役割、養鶏廃棄物からの活性炭による水銀の吸収、動力学計算のための表計算技術の利用等について発表がなされた。

本セッションでは既に食総研の榊原がNCAURのSahaの研究室に留学中である事、都築とWRRCのMcKeonの間で植物中非天然脂肪酸のグリセリドの性質の検討、更に、小林とERRCのSolaimanの間で既に α -ガラクトシダーゼ遺伝子を用いたモラセスの利用について共同研究が進められており、モラセスの利用については今回その結果について発表がなされた。

また、*Bacillus megaterium*のmonooxygenase遺伝子のクローニングについて、ERRCと食総研との共同研究の提案があり、その他、酵母の発現系を利用した発酵性糖質の生産、ソフォロリピッドの酵素変換、大豆油混合物のリパーゼを利用したエステル交換反応などについて、共同研究の可能性が示唆された。このようにそれぞれの得意な領域、技術を持ち寄る事による国際的な共同研究が広がりを持って動き始めており、今後一層の研究交流が期待される。(小林秀行)

【加工セッション】米国、日本の共同研究成果が2件、米国側単独4件、日本側単独6件の発表が行われた。共同研究は、当所製造工学研究室が西部研究所および国立農業利用研究所と行っているもので、いずれも生分解性ポリマーに関する成果である。米国側4件の内容は、高オレイン酸含有植物油を原料とした潤滑油製造と特性、バイオエネルギーのためのコーン茎葉の利用、ペクチンベースのドラッグデリバリーシステム、ポリ乳酸とビートパルプブレンドやホエータンパク質・コーングルテンミールを利用したバイオポリマー特性である。日本側の6件は、交流高電界法を用いたオレンジ果汁の殺菌、調理におけるポリフェノール成分の変化、三次元輸送シミュレーターを用いた食品包装の最適化、走査プローブ顕微鏡を用いた食品のナノ計測、Tween20およびカゼインを用いたβカロテンナノ分散系の作出とその特性、抗酸化性を示すジペプチドであるアンセリン・カルノシンの製造と特性についてである。例年通り、日本側は食品工学的基礎研究、米国側は農産物加工による新製品の製造と主たるアプローチは異なるが、交流が深まってきており、はじめにふれた製造工学研究室五十部室長と米国との共同研究のほか、食品工学部長と国立農業利用研究所との「マイクロチャネル技術を活用した安定潤滑油の製造」に関して、米国側から日本側に試料が送られ、実験研究が開始されている。次年度以降は、さらに、共同成果が生まれるものと思われる。(中嶋光敏)

【食品の栄養・機能性部会】機能性セッションでは米国側から6件、日本側から8件の講演が行われ、活発な討議と意見交換が行われた。アレルギー関係ではフラボノイドのアレルギー抑制作用、スギ花粉アレルギーに対するモノクローナル抗体産生株の樹立、熱処理の違いがピーナツのアレルギー惹起作用に及ぼす影響の発表があった。また、脂

質・糖代謝や肥満に及ぼす食品の影響に関し、食餌脂肪がインスリン応答性遺伝子の発現に与える影響、肥満や脂質代謝改善に有効な機能性食品の製造法、セサミンとn-3脂肪酸による脂質代謝改善、機能性食品素材の組み合わせが脂質代謝に及ぼす影響、ベータグルカンとレジスタントスターチがヒトの糖代謝に与える影響の報告があった。食品の抗炎症、がん予防機能に関して、キノコに含まれるステロイドの抗炎症・抗ガン作用、大豆イソフラボンが遺伝子発現に与える影響のDNAアレイによる解析、また機能性成分の分析やその調理・加工処理による変化に関して、機能性成分、特にフラボノイドの測定法に関する検討、調理法による野菜中のキサントフィル含量変化、超高压処理が機能性成分に及ぼす影響の報告があった。現在、アレルギー関連の研究および糖代謝の分野での日米間での共同研究が進行中あるいは企画されている。今後とも日米間における人的交流や試料・研究情報の交換等を通して栄養・機能性研究のさらなる発展が期待される。(井手隆)

【まとめ】上記の各テクニカルセッションのほか、オープニングセッションが半日、全体セッションが1日組まれた。日本側は、当研究所の研究展開と今後について、遺伝子組み換え食品の検知技術、抗アレルギー作用をもつ「べにふうき」緑茶の開発、農水省ナノテクノロジープロジェクトの成果、食品安全プロジェクトの成果についての発表を行い、米国側からは、農業加工分野における連邦政府・大学の連携、米国における食品科学のためのナノテクノロジー、西部研究所の分子生物学研究と関連研究プログラムの発表が行われた。本文396ページにおよぶProceedingsが作成され、今後のさらなる研究発展に寄与するものと思われる。(中嶋光敏)



海外研究情報

第11回細菌学および応用微生物学国際会議参加報告

7月23～28日、米国サンフランシスコで行われた細菌学および応用微生物学国際会議 (International Congress of Bacteriology and Applied Microbiology) に参加した。3年おきに開催されており、次々回 (2011年) は札幌での開催予定である。

筆者は、分担研究者として科学研究費補助金による「細胞外栄養貯蔵物質 (納豆菌の粘質物) の合成と分解の制御機構に関する研究」に参画しており、共同研究者である秋田総食研の伊藤義文博士と同行した。微生物学的に、納豆菌の粘質物 (γ -ポリグルタミン酸) の生合成はクオラムセンシング (細胞密度応答機構) やバイオフィーム形成、細胞間相互作用などと密接な関係がある。本会議では、Bacterial-Bacterial InteractionあるいはViable but not Culturable Bacteria等のセッションがあり大きな刺激を受けるとともに自身のモチベーションを上げる良い機会となった。

E. Greenberg教授とT.T.Nielsen教授のプレナリー講演は印象深く、この原稿を書いている1月末でもよく覚えている。バイオフィームは薬剤耐性やいわゆるViable but not Culturable状態の性質を持ち、基礎科学のみならず微生物制御 (特に病原菌や食中毒菌) 分野でも多くの関心を集めているのは周知のとおりである。詳細は省くが、Greenbergのクオラムセンシング変異株を用いたマイクロアレイ実験やNielsenの共焦点蛍光顕微鏡によるバイオフィーム形成過程の連続観察の講演は、「われわれは何を知らないのか?」について考えることの重要性を再認識させられた。結果の解釈 (講釈) も、その背景にまだ見えない海原が広がっているように思わせる技量があった。同じような実験手法を用いた発表の中にはデータの羅列 (と研究費の浪費?) に終わったという印象を与えてしまうケースもあったので、肝に銘じたいところである。

応用微生物分野では、プロバイオテックス、バイオセンサーとナノテクノロジー、新規抗生物質などの発表も聞くことができた。この会議では応用微生物分野に功績のあった科学者にArima賞を贈

呈している。今年も、L.A.ドメイン教授だった (有名人なので詳細は略)。それよりも、Arimaさんが日本人で、自ら基金を創設し、没後、夫人が事業を引き継いだそうである。同じ日本人として、微生物の研究者の一人として、知らなかったことが恥ずかしい。

サンフランシスコの夏は涼しいと知ってはいたが、7月末にも関わらず最高気温が18度くらいで、朝夕はむしろ寒かった。フード付きのパーカーを現地調達しなければならなかった。通勤 (出張です) 途中、会議場近くの公園で中南米音楽のコンサートが催されていた。この町に最初に上陸した旧大陸人がスペイン人であったこと、1849年のゴールドラッシュ以前、サンフランシスコの人口が1000人程度であったことなどが思い浮かんだ。

会議会場は、サンフランシスコのダウンタウンのほぼ中央で、昔の名市長Mosconeの名前を冠した国際会議場であった。もちろん完全禁煙なので、愛煙家たちは私を含め会場外の一角で、不良学生のようにたむろっていた。気のせいかな、「シガー」とさげすまれているようで「来年こそは禁煙しようか」、と思った次第である。

最後に、会計課他、関係諸官のみなさま、留守番してくれた研究室のみなさまに感謝いたします。

(応用微生物部 発酵細菌研究室 木村啓太郎)



観光資源として活躍中

海外研究情報

第2回ASM原核細胞の分化に関する国際研究集会に参加して

平成17年7月13～16日まで、バンクーバーで開催された第2回ASM原核細胞の分化に関する国際研究集会(2nd ASM Conference on Prokaryotic Development)に参加する機会を得た。本会はアメリカ微生物学会(ASM; American Society for Microbiology)により不定期に開催される国際研究集会である。第2回である今回は、イギリス微生物学会との共同開催ということも手伝って、参加者の大半はアメリカ、イギリスおよびカナダからの研究者であり、その総勢は約250人であった。日本からの参加者は筆者の他に、枯草菌の研究で著名な立教大学の河村富士夫教授のグループの4名であった(他に関西からの参加者がもう一人いらしたようだが、残念ながらお目にかかることは出来なかった)。このように非常に日本人の少ない学会だったため久しぶりに英語漬けの日々であった。

本学会の開催場所はバンクーバーの郊外に位置するブリティッシュコロンビア大学(UBC)であった。ちなみに本大学は糖質素材研の徳安室長が留学されていたところとして所内の一部では有名な。風光明媚な場所にあること、学内の宿泊施設が充実していることに加え、気候が快適なことから夏休み期間中には色々な国際学会がしょっちゅう開催されているとのことである。ちなみに筆者自身も国際学会でのUBC訪問は2度目であった。2005年の夏は何十年来の冷夏ということであり、夜はセーターと上着無しには寒くて過ごせなかった。また、緯度の関係で夜10時を過ぎても明るくなかなか時差ぼけが解消されなかった。今回は2度目の訪問ということもあり移動にはタクシーは使わず、全て市バスで行った。行き先を間違える等若干のトラブルはあったが概ね快適であった。市バスを利用して感じたのは前回バンクーバーを訪れたとき以上にアジア系住民、特に中国系の住民が爆発的に増えていることだった。もともと北米で一番大きな中華街を擁する町ではあったが、さらにパワーアップという感じであった。おそらく中国語さえ話せば何の不自由もなく暮らせるはずである。

さて、肝心の研究集会であるが、これはもうバ

クテリア研究のスーパースターが集合したという趣であり、Nature、Cell等のいわゆるファッションジャーナルでしょっちゅう名前を見かける一流研究者の講演を思う存分聴くことが出来た。また、ポスター発表も150演題ほど有り、内容も高いレベルのものが多かった。それらを見聞きした中で感じたことを少し述べたい。まず研究材料であるが、大腸菌は不動の4番バッターであるとして、*Myxococcus*(粘性細菌)、*Caulobacter*といった生物を材料とする研究者が非常に増加していた。筆者らの研究室で扱っている枯草菌や放線菌の研究者は残念ながら減少傾向であった。そして、これらの材料を使っての「原核細胞のcell cycle研究」が非常にホットであった。直接研究とは関係はないが、口頭発表で使用されるパワーポイントのスライドは非常にシンプルなものが多かった。ほとんどが白バックでアニメーションも入っておらず、静止画のままじっくり説明するのが主流であった。最近参加した他の集会でも同様の傾向であり、派手なプレゼンテーションはあまり流行らないようである(研究の中味で勝負ということか)。また、これも研究とは関係ないが欧米(特に米国)の研究者でアルコールを嗜む人は非常に減っているようであった(10人ほどの米英の研究者と夕飯を共にしたがノンアルコールであった)。酒好きの筆者としては残念な限りである。

以上、とりとめもない雑多な感想文となってしまった事をお詫びしたい。本集会で得られた情報を今後の仕事に活かして行きたい。

(生物機能開発部 微生物機能研究室 岡本 晋)



これからの食品研究を
わかりやすく紹介します。
多数のご来場を
お待ちしております。

食品総合研究所 一般公開

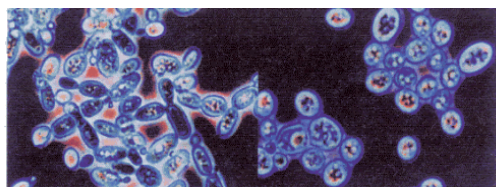
平成18年4月19日(水)
10:00~16:00



食総研流
十割とぼの試食
先着2000名

公開シンポジウム「これからの食品研究」

- 食品総合研究所の食品研究のこれから
- 世界で最もIT化が進んでいる日本の農産物!
- 麹菌(こうじきん)のゲノム解析でなにがわかったか?
- 食品副産物を用いた環境に優しい生分解性素材の解析
- 脳科学でどこまで「味」は分かるか?



野生種 改良株
エリスリトール生産菌(*Trichosporon reesei* sp.)



問合わせ先:

食品総合研究所情報資料課

〒305-8642

茨城県つくば市観音台2-1-12

TEL:029-838-7992

<http://www.nfri.affrc.go.jp/>