

研究ニュース

No.31

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】：研究成果展示会2013の様子

主な記事

巻頭言

- 食べ物のリスクとのつき合い方

研究トピックス

- バイオエタノール生産のための高温キシロース発酵法の開発
- 交流高電界殺菌技術の製品化
- 食品と視覚

特許情報

- 新登録特許 ● 特許解説

所内ニュース

- 全国食品技術研究会・研究成果展示会2013について(報告)
- 第42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
- 表彰・受賞

海外留学報告

- ニュージーランドでの腸内細菌に関する研究

人事情報

- 人事の動き

巻頭言

食べ物のリスクとのつき合い方

食品安全研究領域長 長嶋 等



食べ物にリスクがあるという眉をひそめる人がいるかもしれない。リスクは分野や目的によっていろいろな定義がなされるが、概ね「将来起きるかもしれない損失（必ず起きるかどうかはわからない）または損失や危害が起きる可能性」といったような概念である。日本語には無い概念であることから、訳さずにそのまま使っている。リスクは目に見えたり計測機器で直接定量したりできない抽象的な概念である。ちなみに日本語の「危険」は、英語では「danger」に近い。

リスクはどこにでもある。自動車に乗れば事故や故障の可能性があり、古くなった家のコンセントが火を噴くかもしれない。投資にリスクがあることは説明するまでもないだろう。食べ物も例外ではない。毎年食中毒は発生し、不幸にして亡くなる人がいる。

それでも昔と比較すると、結核などの疾病やけが、飢餓、事故などによる死亡リスクは大幅に低下している。総じて言えば、現在までに様々な重大リスクが克服され、低減されてきたといえる。その証拠に日本の平均寿命は飛躍的に伸びている。しかし、一般の人は現在においても重大なリスクが多く存在していると認知していて、大きな不安を感じている。このような現象が生じるのは、重大なリスクが克服されるとそれよりも低いレベルのリスクに対する関心が増し、レベルの低いリスクをあたかも重大なリスクであるかのように認知してしまうからである。100年前、食中毒で亡くなる人は現在より遙かに多かったはずだが、猛威をふるった結核の脅威の前では問題にならなかった。戦時中はアメリカ軍の空襲のことで頭がいっぱいだったに違いない。したがって食べ物の安全性が重要な関心事として認められるのは、生活環境が恵まれていることの裏返しとも考えられる。

食べ物のリスクを重大と考えるからこそ、自分の周りからはリスクを排除したいと考えて、一部の人は食べ物に100%の安全を求めるゼロリスク神話に陥るのだろう。食べ物を安全なものとして危険なものとして二分して、少しでも危険と考えられるものを排除しようとする。リスクはどこにでもあるのだからゼロリスクはあり得ないのだが、強固に信じている人は少なくない。理想はとにかく現実としては、受け入れられないリスクがないことをもって安全とするしかない。

ある科学技術のリスクの大きさとベネフィットの大きさを比較して、その科学技術を社会に受け入れるかどうかを判断することをリスクとベネフィットのトレードオフという。毎年何千件という死亡事故を起こしているにも関わらず自動車が社会に受け入れられているのは、それだけベネフィットが大きいということである。また、あるリスクの大きさとそのリスクを低減することで新たに生じるリスクの大きさを比較して、どちらを選択するか判断することをリスク間のトレードオフという。水道水に塩素を添加しているのは、塩素を添加することで生成するトリハロメタンの発がんリスクより、塩素を添加しないことによる感染症発生リスクの方が大きいからである。自分にとって好ましいことを実現しようとするれば、必ず何らかの代償が必要であるということだが、このようなトレードオフの考え方が一般の人に理解されているとはいいがたい。

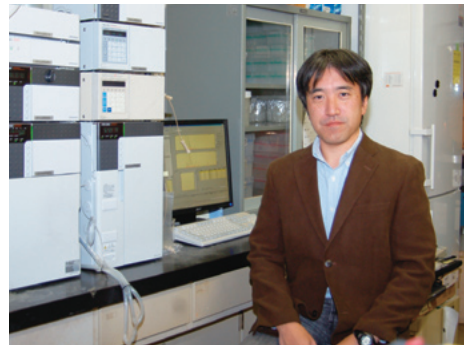
安全とはゼロリスクではないことやトレードオフ思考を理解することは、リスクを正しく怖がることの第一歩である。リスクの科学的解明をしたりリスクを減少させたりする研究が重要であることは論を待たない。しかしそれだけでなく、各種講演・講義、書籍などを通じて科学的に正しい情報を発信していくことや、双方向のやりとりを繰り返すリスクコミュニケーションを実施することも、食品の安全性を研究する者の責務であろう。特に非専門家にわかりやすく説明することは、非常に難しいが重要である。科学的に正しい情報の発信やリスクコミュニケーションにより、たとえ不安を感じても、リスクについて冷静に考えて行動できる人が増えていくことを期待したい。

研究トピックス

バイオエタノール生産のための 高温キシロース発酵法の開発

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 榊原 祥清



1. はじめに

「酵母を使ってエタノールを造る」というと酒造りを思い浮かべる方が多いかもしれない。日本酒にしてもビールやワインにしても、エタノールの原料になるのは穀物や果実に含まれるデンプンやグルコースである。生物由来の資源（ただし、石油のような化石資源は除く）から造られるエタノールが「バイオエタノール」とされるが、一般に「バイオエタノール」という用語は燃料として利用されるものを指すため、お酒は「バイオエタノール」には含まれない。また、後述するように、現在のバイオエタノール研究の主流は、原料として非食料をターゲットにしている。一見、バイオエタノールの研究は、これまでの醸造や食品の研究とはかけ離れた世界のようにも見えるが、実は古来の日本酒造りの技術や食総研等により開発された異性化糖の製造技術がバイオエタノール生産にも役立つ可能性のあることを、本稿では紹介させていただきたい。

2. 第二世代のバイオエタノール

さて、日本ではほとんど見かけないバイオエタノールだが、アメリカやブラジルでは、すでにトウモロコシやサトウキビを原料として製造された「バイオエタノール」が、自動車燃料として普及している（図1）。トウモロコシやサトウキビは、畑で毎年作ることができ（再生可能）、さらに、バイオエタノールを燃焼させた時に出る二酸化炭素は、原料である植物が光合成で大気中の二酸化炭素を取り込んだ量と等しい（カーボンニュートラル）と考えられる。したがって、バイオエタノールは地球に優しいエネルギーであり、広く普及することが望ましいと考えられている。

しかし、今のままのバイオエタノールが拡大することに対しては懸念も示されている。トウモロコシやサトウキビは、もともと食料や飼料として利用するために栽培されてきたものであり、エネ

ルギーの原料として使用される分が多くなると、食料の安定供給や穀物価格に悪影響を及ぼすことが心配されている。そこで、食料として利用されない部分（稲わらやトウモロコシの芯、サトウキビの絞りかす等）を、バイオエタノールの原料に用いる取り組みが世界各国で進められている。

現在のトウモロコシ等から造られるバイオエタノールを「第一世代」と呼ぶのに対して、非食料から造られるものは「第二世代のバイオエタノール」と呼ばれている。2008年に開催された国連食料サミットや北海道洞爺湖サミットでも、「食料と競合しない第二世代のバイオ燃料技術の研究開発」の必要性が国際社会における共通認識として示されている。



図1. バイオエタノール混合ガソリンの給油機

筆者が米国留学時（2006年3月）、イリノイ州ペオリア市で撮影。当時すでに現地では、ほとんどのガソリンスタンドでE10（バイオエタノール10%混合ガソリン、写真左）が販売されており、一部のスタンドではE85（バイオエタノール85%混合ガソリン、写真右）も販売されていた。

3. 日本酒とバイオエタノール

食料とならない材料は、主に植物の茎や葉にあたる部分で、セルロース、ヘミセルロース、リグニンが強固に結合した構造をしていることから、「リグノセルロース」系バイオマスと呼ばれている。お酒の原料となるデンプンとは異なり、リグノセルロースを分解するのは容易ではない。ま

ず、物理化学的な処理（細断、加熱、酸、アルカリ等）によって、強固な構造をほぐす「前処理」を行ってから、糖化酵素と呼ばれる複数の酵素を用いて糖類に変換する「糖化」が必要となる。糖化によって出てきた糖は、酵母を用いてエタノールに変換する「発酵」に供される。

「糖化」と「発酵」のやり方には、糖化と発酵を別々に行う「単行複発酵」と糖化と発酵を同時に行う「並行複発酵」という2種類の方法がある。酒造りの場合では、前者はビールの、後者は日本酒の製造方法に相当する。日本酒造りでは、発酵終了時にもろみのアルコール濃度が20%にも達するほどの、高濃度のエタノールが得られる。これは並行複発酵の特徴によるところが大きい。発酵液中のグルコース濃度が高くなり過ぎると酵母に悪影響が出てくるが、日本酒の発酵過程では、麹の酵素により米のデンプンが少しずつ分解され、グルコースが徐々に出てくるため、発酵液中のグルコース濃度が一気に高くなることがない。発酵により高濃度のエタノールが得られれば、その後の蒸留に掛かるエネルギーやコストを減らすことが可能になることから、バイオエタノールの製造にも並行複発酵の導入が有益なオプションになっている。

また、液中の糖濃度を低く保つことは酵母にとってだけでなく、糖化酵素にとっても良い影響を与えることがわかっている。セルロースを分解するセルラーゼ酵素の反応は、セルロースの分解産物であるグルコースやセロビオース（グルコースが2分子繋がったもの）によって阻害を受ける（＝生成物阻害）という性質がある。しかし、液中のグルコースが速やかに酵母に利用されて無くなってしまえば、酵素の生成物阻害を防ぐことができる。バイオエタノールの生産コストの中で糖化酵素が占める割合は大きく、糖化酵素を効率良く働かせることは、生産コストを減らす上で非常に重要なポイントとなっている。

このようにバイオエタノールの生産にも好ましい特徴を持った並行複発酵だが、不利な点も存在する。その一つが、糖化に最適な条件と発酵に最適な条件とが大きく異なることである。一般に、リグノセルロースを糖化するために使われる酵素の最適な反応温度が50℃付近であるのに対して、酵母の発酵に適した温度は30℃付近とされる。温度が下がると糖化酵素の活性が低下することから、なるべく高い温度で発酵できる酵母を使うことが必要となってくる。この点について、次項以下で詳しく述べたい。

4. 木糖とバイオエタノール

さて、第二世代のバイオエタノールを造る上で、第一世代あるいは酒造と大きく異なる点として、原料となる糖の違いが挙げられる。第一世代のバイオエタノールや酒造では、酵母はグルコースをエタノールに変換していたが、第二世代のバイオエタノールでは、酵母はグルコースだけでなく、「キシロース」という糖もエタノールに変換しなければならない。

キシロース (xylose) は「木糖」とも呼ばれ、英語の xylose の “xylo-” という部分は「木」のことを意味している。(ちなみに、“xylophone” は「木琴」である。) 木糖という名前から想像できるように、キシロースは植物の繊維質の部分に多く存在しており、木だけでなく草本植物の茎や葉にも多く含まれている。例えば、稲わらに含まれる糖を分析してみると、グルコースに次いでキシロースが多く存在しており、その量は稲わら中の糖の約4割を占める¹⁾。バイオエタノールの価格を下げるためには、一定の原料からできるだけ多くのエタノールを造り出す、すなわちエタノールの収率を上げることが重要である。そこで、グルコースだけでなくキシロースも効率良くエタノールに変換（発酵）する微生物の開発が必要不可欠になっている。

自然界に、キシロースを栄養源として利用（＝資化）、あるいはキシロースをエタノールに発酵できる微生物が存在することはよく知られている。残念ながら、エタノール発酵に最もよく利用されている酵母である *Saccharomyces cerevisiae* は、キシロースを資化も発酵もすることができない。これまでにキシロース資化能を持つ微生物の研究から、2つのタイプのキシロース代謝経路が存在することがわかっている（図2）。一つは真菌（酵母やカビ）に存在するキシロースレダクターゼ (XR) とキシリトールデヒドロゲナーゼ (XDH) から成る代謝系であり、もう一つは主に細菌に存在するキシロースイソメラーゼ (XI) から成る代謝系である。本稿では以降、前者を XR-XDH系、後者を XI系と呼ぶこととする。

ところで、*S. cerevisiae* はキシロースを利用することができないが、実際には、*S. cerevisiae* のゲノム上には XR-XDH系の酵素をコードする遺伝子が存在していることがわかっている。しかしながら、これらが十分機能していないため、*S. cerevisiae* はキシロースを利用することができない。話は少し複雑になるが、*S. cerevisiae* は、キシロースは利用できないものの、キシロース代謝の中間産物である「キシルロース」（図2）は利

用でき、キシロースからであれば収率は低いもののエタノールを作ることができる。すなわち、*S. cerevisiae*においても、キシロースより下流の経路は機能していることが示されている。1993年に、米国Purdue大学のHoらは、キシロース発酵能を持つ*Scheffersomyces stipitis*という酵母のXRとXDHの遺伝子を、*S. cerevisiae*の細胞内に遺伝子組換えによって導入した²⁾。同時に、*S. cerevisiae*自身のキシロキナーゼ(XK)遺伝子も過剰発現するように改良した。これらの操作によって、キシロースからキシロースへの変換が可能になり、さらにキシロースからエタノールへの代謝も促進されて、キシロースをエタノールに発酵可能な*S. cerevisiae*が作り出された。

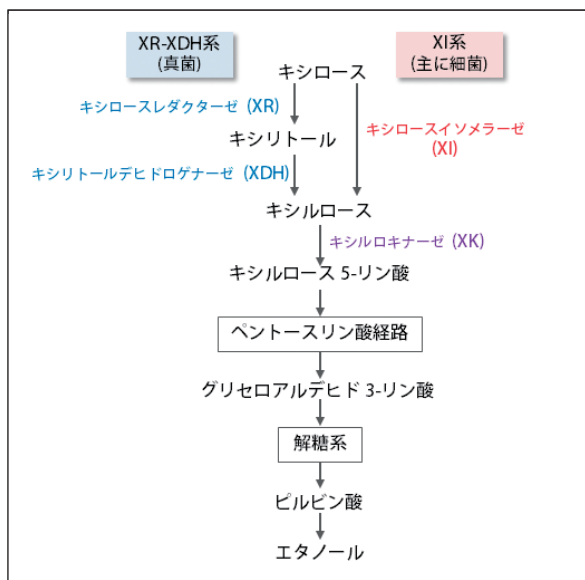


図2. 微生物におけるキシロースの発酵経路

ところで、前項で述べたように、バイオエタノールの生産では高温で発酵を行うことが望まれている。そこで、筆者らは発酵温度が酵母のエタノール発酵能に及ぼす影響を実際に調べてみた。Hoらの方法でキシロースも発酵可能な酵母を作出し、50 g/Lグルコースと20 g/Lキシロースを含む培地を用いてエタノール発酵を行った。その結果、図3に示したように、培地中のグルコースは40℃でも速やかに消費されたのに対して、キシロースの方は37℃以上では顕著にその消費が抑制された。このことは、キシロースの代謝系は、グルコースの代謝系に比べて、高温の影響を強く受けやすく、同じ細胞内でも代謝系によって高温に対する感受性が異なることを示している。この実験により、高温でキシロースを発酵するためには、単に耐熱性が優れているだけでなく、高温でもキシロースの発酵能が低下しない酵母が必要で

あることがわかった。

そこで筆者らは、食総研のカルチャーコレクションの中から、高温(40℃)でキシロースを発酵するのに適した酵母の選抜を行った。この時、選抜時の基質にはキシロースではなく、キシロースを用いた。これは、キシロースを直接発酵できる酵母は限られており、*S. cerevisiae*をはじめとするエタノール発酵力の強い酵母には、キシロースは利用できないがキシロースなら利用できるものが多いと考えたからである。一旦、高温でキシロース発酵能の優れた株さえ取得できれば、それにキシロースからキシロースへの代謝系を補うことによって、目的とする高温キシロース発酵が達成できるとの目論見であった。スクリーニングの結果、40℃でキシロースをよく発酵する酵母を数株取得することができた。

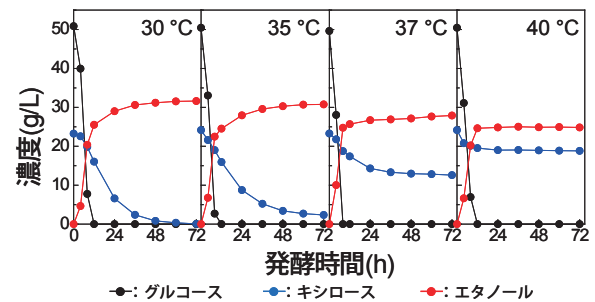


図3. キシロース代謝能を付与した遺伝子組換え*S. cerevisiae*によるグルコース・キシロース混合液の発酵

5. 異性化糖とバイオエタノール

選抜した40℃でキシロースの発酵能が高い株について、種の同定を行ったところ、*S. cerevisiae*だけではなく、*S. cerevisiae*に近縁の*Candida glabrata*という酵母も含まれていた。この酵母も*S. cerevisiae*同様、そのままではキシロースを発酵することはできなかった。そこで、XR、XDH、XK遺伝子を過剰発現するよう、遺伝子組換えを施した。得られた遺伝子組換え株は、確かにキシロースを発酵できるようになったが、当初期待したような40℃でのキシロース発酵は出来なかった。「キシロース」からの発酵は40℃でも問題なくできるため、キシロースからキシロースに至る代謝系に問題があると考えられた。

これまでのキシロースを発酵する酵母の研究は、キシロースをキシロースに変換する代謝経路を、遺伝子組換えによって酵母細胞に導入する

方法が主流となってきた。これに対して、キシロースイソメラーゼ酵素を利用した「同時異性化発酵」法もキシロースの発酵法の一つとして提案されている。同時異性化発酵におけるキシロースの変換経路は、図2のXI系における代謝経路と全く同じものである。ただし、最初のキシロースからキシロースへの変換 (=異性化) が、XI代謝系では細胞内で行われるのに対して、同時異性化発酵では発酵液中に添加したキシロースイソメラーゼ酵素によって細胞外で行われる点が、大きく異なる。このように、同時異性化発酵では細胞内でのキシロースからキシロースへの代謝過程を必要としないため、図3で見られたような高温下でのキシロースの発酵阻害を解決できるのではないかと考えた。

ところで、同時異性化発酵で用いるキシロースイソメラーゼ酵素は、「グルコースイソメラーゼ」とも呼ばれ、現在、食品産業において「異性化糖」の製造に用いられている。異性化糖とは、トウモロコシ等のデンプンを分解して得られたグルコースに「グルコースイソメラーゼ」を作用させ、約半分のグルコースをフルクトース (果糖) に変換させたものである。砂糖 (スクロース) よりも安価で清涼感があり、低温で甘味が増すことから、清涼飲料等に広く使用されている。この異性化糖の産業化には、食総研の津村らによる放線菌の生産する「耐熱性グルコースイソメラーゼ」の発見 (1964年) が大きく寄与しており、著者らも耐熱性グルコースイソメラーゼを用いて同時異性化発酵を試みた。

耐熱性グルコースイソメラーゼと前述の *C. glabrata* を、キシロースを含む培地に添加し培養を行ったところ、40℃でもキシロースが消費され、エタノールを造ることができた (図4a)。さらに自身のXK遺伝子の過剰発現等の改良を行った *C. glabrata* 3163 dgXK1株を作出し、同様に40℃で同時異性化発酵を行ったところ、最終的に20 g/Lのキシロースから7.8 g/Lのエタノールを生産した (図4b)。これは理論収率の75%に相当し、発酵温度40℃において、過去にここまで高い収率でキシロースを発酵した報告はなかった。

6. おわりに

これまで同時異性化発酵は、キシロースイソメラーゼの至適pHが中性であるのに対して、一般的な発酵液のpHは酸性であることから、あまり

普及してこなかった。現在、食総研の徳安らが開発しているアルカリ処理をベースにしたCaCCO法³⁾では、発酵後期においても発酵液のpHが中性付近に維持されるという特徴があり、このCaCCO法との組み合わせによって、同時異性化発酵も有効な手法となることが期待される。また、今回紹介した *C. glabrata* と同様の高収率の高温キシロース発酵の結果は、*S. cerevisiae* を用いても得られている⁴⁾。本法が第二世代バイオエタノール実用化の一助となるよう、研究を続けていきたい。

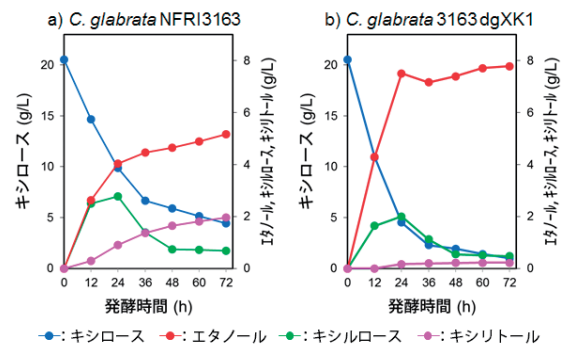


図4. 同時異性化発酵によるキシロースの40℃における発酵

※本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「草本を利用したバイオエタノールの低コスト・安定供給技術の開発」等により実施した。

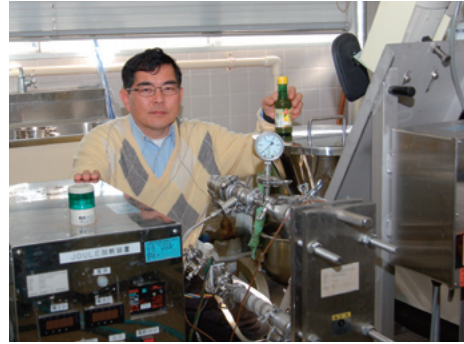
文献

- 1) Thalagala, T. A. T. P., et al.: Study on ethanol fermentation using D-glucose rich fractions obtained from lignocelluloses by a two-step extraction with sulfuric acid and *Issatchenkia orientalis* MF 121, *J. Appl. Glycosci.*, **56**, 7-11 (2009).
- 2) Ho, N. W. Y. and Tsao, G. T.: Recombinant yeasts for effective fermentation of glucose and xylose, *US Patent* 5,789,210 (1998).
- 3) Park, J. Y., 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).
- 4) 榎原祥清ら：キシロースを高温で発酵する方法，特開2014-14360.

研究トピックス

交流高電界殺菌技術の製品化

食品工学研究領域 先端加工技術ユニット 植村 邦彦



1. はじめに

平成8年に社会問題となった病原性大腸菌O157の対策として翌年発足した「農水省の農林水産物における病原性大腸菌等の汚染防除に関する研究開発事業」に参画したことを契機として、本技術開発がスタートした。当時、筆者らは通電加熱と呼ばれる食品に電流を流した時に食品自体が直接加熱される通電加熱（オーミックヒーティング）の研究を続けていたところであり、電気エネルギーによる大腸菌の殺菌を行うことを目指した。通電加熱による電気的な殺菌効果を期待したが、研究を進めていくうちに、通常の通電加熱は熱的な効果だけで電気的な効果は認められなかった。一方で、非加熱殺菌技術として、高電界パルスとよばれる技術が脚光を集め、電界効果による殺菌の報告が国内外で多く出されていた。そこで、筆者らは通電加熱の電界強度を高電界パルスの電界強度に近づけることにより、通電加熱に電気的な殺菌効果が表れるのではないかと考えて研究を進めた。本技術は高電界の交流を用いることから、交流高電界（HEF-AC）と呼ぶことにした。交流高電界は狭い電極間隔の間に高電界を発生させ、その電極間を高速で食品を通過させている。したがって対応する食品は液体食品に限られる。液体食品中に混入した大腸菌は高電界と温度の併用効果により、直ちに殺菌されることが分かった。その後、食品中に含まれる耐熱性の高い芽胞の殺菌に対応するため、圧力環境下で交流高電界処理を行い、液体食品を0.1秒以内で100℃以上の温度まで加熱することにより、芽胞が損傷を受け、2秒程度その温度を保持することで芽胞が急速に失活することが分かった。(株)ポッカコーポレーション（現在、ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)）は、本技術にいち早く着目し、通電加熱の装置メーカーであった(株)フロンティアエンジニアリングを加えた三者で共同研究を行ってきた。近年スケールアップに成功し、ポッカ

サッポロフード&ビバレッジ(株)が平成25年末に竣工した名古屋新工場のレモン果汁の殺菌ラインに交流高電界技術を用いた殺菌装置（毎時5,000L処理）を導入したことに関連して、平成25年12月3日に、交流高電界技術の実用化についてプレスリリースを行った。本稿では、交流高電界殺菌の基礎から、実用化に至るまでの過程、今後の展開について紹介する。

2. 交流高電界殺菌技術

2-1 通電加熱

通電加熱とは、平衡平板電極間に食品材料を充てんし、電極間に交流の電圧を加えた場合、食品自体が電気抵抗となるため、電気抵抗に抗して流れた交流の電流の二乗と電気抵抗の積に比例した電気エネルギーが熱エネルギーとなり、食品自体が発熱するものである。従来の外部加熱と比べて、食品材料が均一、迅速に加熱されることが特徴である。通電加熱の食品加工への応用としては、魚肉すり身の加熱加工や、各種ソースなどの殺菌に多く利用されている。ただし、通電加熱の殺菌効果は専ら熱によるものであり、電気的な効果は認められなかった。

2-2 電気穿孔

通電加熱と同様に、2枚の電極間に食品材料を挿入する。両電極間に、パルス状の高電圧を加えると、食品材料には電圧を電極間距離で除したパルス電界が加わる。パルス電界により、微生物の両端に生じる電圧が1Vを超えると、微生物の細胞膜の一部が破壊され、細胞膜に穴が開く現象を電気穿孔と呼ばれる。電気穿孔は細胞融合の際にも用いられるが、穿孔が修復できない場合、微生物は死に至る。この原理を利用したものが、高電界パルス殺菌と呼ばれるものである。高電界パルス殺菌は、1cmあたり10kVの電界強度を要求されるが、交流と異なり、その電界が加わる時間

が非常に短いので、通電加熱による食品自体の発熱は小さく、非熱的に微生物を殺菌することが可能な特徴を有する。ただし、高電界パルス殺菌は、栄養細胞と全く異なる構造を有する芽胞に対する殺菌効果が小さいため、芽胞の失活まで求める食品企業の要求を満たすことができない。また、高電界パルス電源の大型化が困難なことも実用化を妨げる要因となっている。

2-3 交流高電界殺菌

通電の電界強度を高電界パルスの値に近づけると、電気穿孔の効果による微生物の殺菌が期待される¹⁾。また、通電加熱による食品材料の温度が高くなることにより、微生物の細胞膜の強度が低下し、温度が低いときに比べて、より小さな電位差で電気穿孔を起こすことが知られている。そこで、電極間隔を2mmとした電極に1,000Vの交流電圧を加えることにより、電極間に1cmあたり5kVの電界が加わることで、微生物が失活することが分かった(表1の栄養細胞)。ただし、生じた高電界に起因して食品中には大量の電流が流れ、食品自体は猛烈に発熱するため、食品の温度が必要以上に高くないように、電極間の食品を高速で移動させる必要がある²⁾。また、耐熱性を有する芽胞に対しては出口温度を100℃以上になるように交流高電界処理を行うことにより芽胞が損傷を受け、その後の2秒以内の温度保持で芽胞を失活することが分かった(表1の芽胞)^{3, 4, 5)}。

表1. 交流高電界処理による各種微生物の殺菌効果

出口温度	栄養細胞		芽胞			
	酵母	大腸菌	セレウス菌	好酸性耐熱性細菌	枯草菌	好温性耐熱性細菌
65℃	○	△				
70℃	○	○	△			
110℃			○	△		
113℃			○	○	△	
120℃			○		○	
130℃			○			
135℃						△
140℃						○

△：1/100以下，○：1/1000以下に殺菌

2-4 果汁の品質変化

果汁に含まれる可能性のある好酸性耐熱芽胞に対して、交流高電界処理と同程度の殺菌効果を有する従来の加熱(UHT)を比較したところ、交流高電界処理はUHTに比べて、材料が100℃以上となる時間を10分の1以下に短縮することが可能である。したがって、交流高電界処理は、オレンジ果汁などに含まれる、熱に弱いビタミンCやβカロテン等の損失が少なくなり、製品の高品質化が図られるようになった⁶⁾。

3. 交流高電界殺菌装置のスケールアップ

平成15年にこれまで压力容器内で行ってきた交流高電界処理を流路内で圧力を保持するように改良したため、スケールアップが可能となった。毎時60リットルの連続処理を行える交流高電界殺菌装置を開発した(図1)。本装置を用いて、各種の果汁のほか、茶飲料、コーヒー飲料等で問題となる耐熱性微生物の殺菌に適用できることを実証した。平成20年にポッカコーポレーション(株)に毎時2トンの果汁の連続処理が可能な実用規模の試験装置を導入し、長期的なテストを始めた。具体的には、レモン果汁の殺菌処理において、対象とする好酸性耐熱芽胞を同程度殺菌可能な従来の殺菌装置(UHT)を行ったものと交流高電界殺菌処理を行ったものを比較したところ、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に低減できることが分かった。また、交流高電界殺菌処理は長時間の連続生産が可能なこと、保守性、経済性の点でも従来技術に劣らないことを実証した。そこで、ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)は、平成25年末に竣工した新名古屋工場のレモン果汁のラインに、最大毎時5トンの処理が可能な交流高電界殺菌装置を導入し、平成26年1月より、ポッカレモン100の本格的な生産を開始した(図2)。

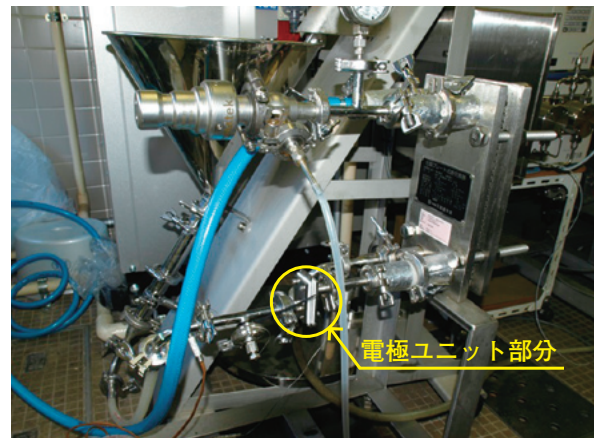


図1. 小型交流高電界殺菌装置

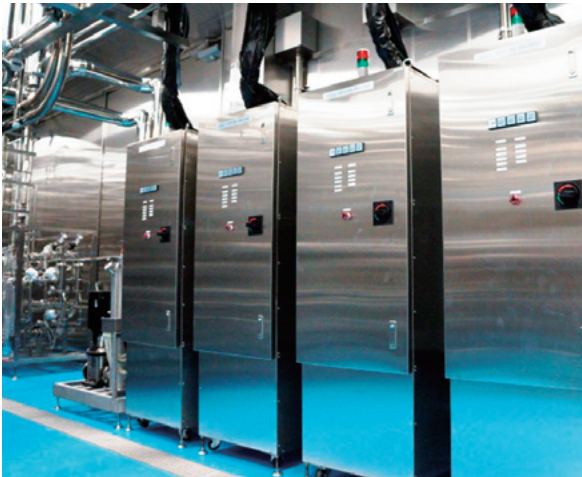


図2. ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)に導入された交流高電界殺菌装置

4. おわりに

研究開発に取り組んでから製品化に至るまで15年余の年月を要したが、手作りの実験装置から始めた技術が食品の生産ラインに導入され、スーパーの店頭に並ぶ製品となったことは感慨ひとしおである。現在は、交流高電界技術の応用範囲を広げるために、短波帯の周波数を用いた短波帯交流電界技術の研究開発を進めている。27 MHzの短波帯交流電界は、20 kHzの周波数を用いた交流高電界では対応することが難しかったタンパク質を含む豆乳や牛乳の殺菌処理⁷⁾、固体食品やプラスチック包装された加工食品の殺菌への応用が可能となる。また、交流電界技術は、殺菌以外にも食品中の酵素を迅速に失活する特徴があり、これを利用した食品の品質向上についても精力的に研究を進めている⁸⁾。

※本研究は、ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株) および (株)フロンティアエンジニアリングとの共同研究の成果である。

文献

- 1) Imai, T. Noguchi, A. & Uemura, K. "Ohmic heating of Japanese white radish", *J. Food Science and Technology*, **30**, 461-472 (1995).
- 2) Uemura, K. & Isobe, S. "Developing a new apparatus for inactivating *Escherichia coli* in saline water with high electric field AC", *J. Food Engineering*, **53**, 203-207 (2002).
- 3) Uemura, K. & Isobe, S. "Developing a new apparatus for inactivating *Bacillus subtilis* spore in orange juice with a high electric field AC under pressurized conditions", *J. Food Engineering*, **56**, 325-329 (2003).
- 4) Uemura, K., Kobayashi, I. & Inoue, T. "Inactivation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in orange juice by high electric field alternating current", *Food Science Technology Research*, **15**, (3), 211-216 (2009).
- 5) 井上孝司, 伊与田穰寿, 池田成一郎, 植村邦彦, 五十部誠一郎, "交流高電界技術による各種微生物胞子の殺菌とその効果", *果汁協会報*, **596**, 1-12 (2008).
- 6) Uemura, K., Kobayashi, I. & Inoue, T. "Inactivation of *Bacillus subtilis* Spores in Orange Juice and the Quality Change by High Electric Field Alternating Current", *Japan Agricultural Research Quarterly*, **44**, (1), 61-66 (2010).
- 7) Uemura, K., Takahashi, C. and Kobayashi, I. "Inactivation of *Bacillus subtilis* spores in soybean milk by radio-frequency flash heating", *Journal of Food Engineering*, **100**, 622-626 (2010).
- 8) 井上孝司, 河原(青山)優美子, 池田成一郎, 五十部誠一郎, 植村邦彦 "交流高電界処理による柑橘果汁ペクチンエステルラーゼの失活", *日本食品科学工学会誌*, **54**, (4), 195-199 (2007).

研究トピックス

食品と視覚

食品機能研究領域 食認知科学ユニット 和田 有史



1. はじめに

視覚は、人間が世界を認識するための重要な手がかりだ。例えば、熟した赤いイチゴは、他の熟していない緑色のイチゴからすぐに見つけられる。両者の間に両者の形や表面の凹凸に差は感じられない。しかし、色合いを表す色相のみが顕著に違う。霊長類の3色型色覚は、熟した果実を検出するために発達したと考えられることが多い。すなわち、人間の視覚による食品の認識は、進化の過程で培われ、現代人にも受け継がれてきた可能性がある。実際に食品の印象や味わいは、見た目によっても大きく変化することが繰り返し報告されている¹⁾。和食やフランス料理などの洗練された食文化では、彩り、盛りつけ、食器などの見た目も非常に重要な要素である。本小論では、著者らの研究室で最近行った研究を中心に、食と視覚との関わりを示す心理学的手法を用いた研究成果を紹介する。

2. 色と食品

スーパーマーケットでは、オクラやミカンを含む緑色や赤のネットが“色の同化”という錯視を生じさせ、食材の色合いをより鮮やかに見せている。このような例は、人間の食品の評価において典型色が重要であることを示すかのようだ。典型色と食べ物の認知の強い結びつきを示す興味深い実験がある²⁾。コンピューターディスプレイ上に提示される典型的な色の果物や野菜の画像（例えば黄色のバナナ）を見せ、それを無彩色（モノクロ）に見えるように調整させたものだ。色の操作の軸はDKL（Derrington-Krauskopf-Lennie）色空間を採用した。DKL色空間とは、色空間を網膜神経節細胞以降の色処理の三つの次元である明るさ、赤-緑、青-黄の軸で表現したものである。実験では、赤-緑に対応したL（長波長）-M（中波長）軸と青-黄色に対応したS（短波長）-（L+M）軸の2次元で調整できるようにされて

いた。この2次元空間の中心が無彩色になる。この実験の結果、明らかになった観察者にとって画像が無彩色に見えるポイントは、物理的な無彩色ではなく、典型色の逆の方向へとずれていた。例えばバナナであれば、少し青味がかかった色にすることで、無彩色のバナナに見える。この現象は、無彩色の画像でもその食品の典型色の色相を帯びて見えていることを示唆する。つまり、食品の色の見え方は感覚器官への入力のみによるのではなく、人間がこれまでに経験してきた物体と色との組み合わせによって変化する。著者らのグループは、生鮮食品の色だけではなく、食品に関連するブランドロゴも同様の典型色効果が生じる事を示した³⁾。熟知度の異なる食品企業ロゴマークを予備調査にて選定した。わが国で市場展開を行っている食品・外食産業メーカー等の中で、ロゴマークが有彩色1色、あるいは有彩色1色と無彩色（白、灰、黒）から構成される24のロゴを選定し刺激とした。これらを大学生に呈示し、各ロゴについて熟知度を5段階で評定させた。その結果から、平均熟知度評定点が最も高い4種を熟知度「高」条件、評定点が3.0に近い4種を「中」条件、最も低い4種を「低」条件とした。各ロゴの有彩色部分をターゲット色とした。また、コントロール刺激として各ブランドの有彩色部分と同じ色の円盤を用いた（図1）。実験は個別に暗室で行われた。被験者の課題は12種のロゴ刺激、およびそれと同色の12種のコントロール刺激について、ターゲット色が灰色に見えるまで調整することであった。刺激の呈示順序はランダムであった。この調整された色のDKL等輝度色平面内での座標値が測定された。DKL空間上のベクトルから記憶色効果（M）を[1]式により算出した。

$$M = a \cdot -t / |t| \quad [1]$$

a = 調整した色のベクトル、t = 各ロゴの色のベクトル

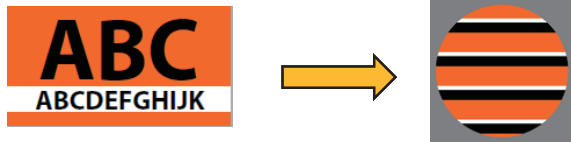


図1. Kiimura et al. が用いたブランドロゴ刺激の模式図(左)とそのコントロール刺激(右) (Kimura et al., 2013 を改変)

実験の結果、熟知度の高いロゴマークには、先行研究で示された野菜・果物と同様に強い記憶色効果、すなわちロゴの色の反対色方向へのシフトが生じた。一方で、熟知度が中、低条件では反対色方向へのシフトが生じなかった。また、店舗を設けるスタイルの食品ブランドのロゴについて典型色効果の大きさと店舗数の対数値の相関係数を求めたところ、有意な正の相関がある事がわかった。さらに、熟知度が高いロゴについては、正しい色で着色されたときの方が、正しくない色に着色されているときよりも、ブランドに関係する商品についての判断が速くなることも示した。熟知度が低いブランドロゴではそのような効果は生じなかった。

これらの結果は、人間の認識においてロゴマークのような人工的なデザインでも色と形の結びつきが強固であり、その強さは店舗数のような日常で接する機会に依存することを示している。さらにブランドが持つ商品とロゴの色の意味的な連合も存在することが明らかになった。

3. 食品の鮮度を見る

人間は、日常的に鮮度などの食品に関するさまざまな質感を視覚情報に基づいて判断している。しかし、これらの手がかりとなる光学的な変数は特定されていなかった。視覚による質感の知覚に関して、画像の輝度ヒストグラムの正規分布からの歪みが質感の視知覚の重要な手がかりであることが示されたのは最近のことである⁴⁾。輝度ヒストグラムとは物体表面に明るい領域や暗い領域がどのくらい含まれるかを示すものである。デジタル写真では、画像の各ピクセルに固有の輝度が存在する。物体表面のデジタル写真について、横軸に輝度を取り、縦軸にその輝度を持つピクセルの個数をとった分布を輝度ヒストグラムという。この研究は、輝度ヒストグラムの歪み(歪度)が光沢感を左右する要因であることを示した。我々のグループは、こうした人間の質感知覚の手がかりと考えられている画像の輝度ヒストグラムが、野菜の鮮度の知覚のような日常的な生鮮食品の品質判断に関わることを示した⁵⁻⁸⁾。Wadaら⁵⁾は、温度・湿度・照明をコントロールした環境下でキャベツの葉を32時間にわたって放置し、劣化過程を撮影した。それらの画像の一部を取り出したパッチ(図2a参照)の光学的変数の放置時間に伴う変化を分析した。

その結果、輝度ヒストグラムの歪度だけでなく、標準偏差、尖度などの複数のパラメータがキャベツの劣化時間の関数として変化することを示すことができた。また、視覚的な鮮度の感性評価も時間の負の関数として変化した。これは、この研究で用いたパッチには、人間が視覚により鮮

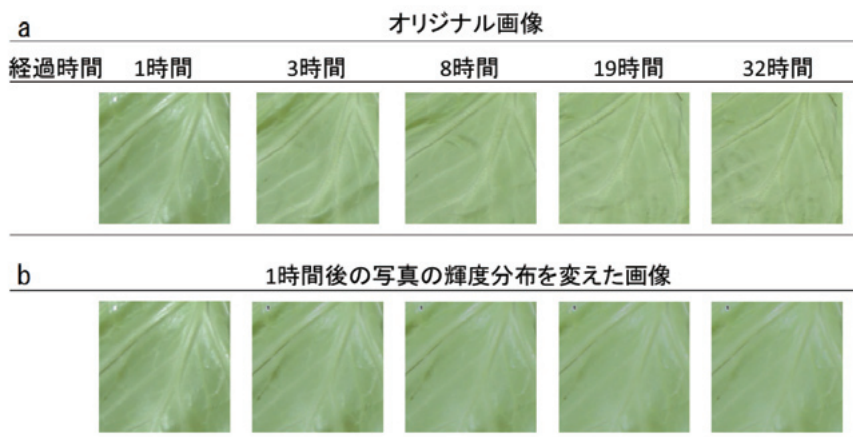


図2. 実験に使用した画像の例

aは撮影した画像からトリミングした画像。

bはaの一時間後の画像に各時間の輝度分布を張り付けた人工画像(Wada et al., 2010 を改変)。

度を判断する際に利用可能な豊かな情報が含まれていることを意味している。しかし、これだけでは、劣化に伴う輝度ヒストグラムの変数の推移と鮮度の視知覚が関連しているとはいえない。そこで、輝度ヒストグラムの変化が視覚的鮮度評価に影響するかどうかを調べるために、鮮度が高い状態のキャベツ画像にさまざまな時間に撮影したキャベツ画像の輝度ヒストグラムを貼り付けた人工画像を作成した(図2b参照)。その画像の見かけの鮮度の評価を行なった結果、最初の5時間の輝度ヒストグラムを持つ人工画像に対する鮮度評価はオリジナル画像のそれと差がなかった(図3)。この実験で用いた全画像は、色に関するパラメータの平均にはほとんど差がなかった。また無彩色の画像で同様の実験をおこなっても、同様の実験結果が得られた⁷⁾。このことは、人間は色彩情報がなくても、視覚情報からキャベツの鮮度の劣化を認識できることを示している。これらのデータは、輝度ヒストグラムの変化が食品の鮮度の評価の有力な手がかりの一つであることを示している。

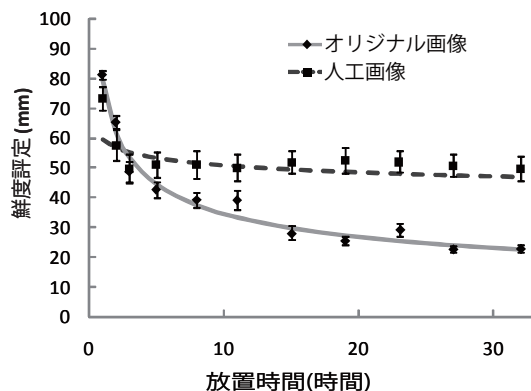


図3. 放置時間における鮮度判定値の推移

縦軸はビジュアルアナログスケールでの鮮度評定値。長いほど鮮度が高く見える。

横軸は放置時間。時間の関数として鮮度評定が低下するのがわかる。

また、高鮮度の画像に各放置時間の輝度分布を張り付けた人工画像では、鮮度劣化開始直後はオリジナル画像に近い人工画像(Wada et al., 2010を改変)。

では、このような輝度ヒストグラムの変数は、日常的な食品の鮮度判断にも役立つのだろうか？同じ種類の食材でも個体差があり、劣化状態や形態が異なるため、その画像情報に含まれる輝度ヒストグラムも異なるだろう。従って、画像に含まれる輝度ヒストグラムの変数が鮮度判断に与える効果が普遍的なものであることを明らかに

するためには、個体差が含まれた画像でも食材表面の輝度ヒストグラムが鮮度判断の規定要因であり得るかを検証する必要がある。そこで我々⁸⁾は複数個体の食材の画像を用い、それらの画像情報から鮮度判断を行う場合でも、画像に含まれる輝度統計量が同一個体内での鮮度判断と同様に効果を持つかを検討した。異なる個体間であっても画像に含まれる輝度ヒストグラムの変数によって鮮度判断が変化するならば、輝度ヒストグラムの変数は食材の鮮度判断に対して食材や個体の違いに依存しない一貫した効果を持つものといえる。この実験では11名の参加者が魚の眼の画像を観察し、その鮮度評定をおこなった。3個体の魚を温度・湿度・照明をコントロールした環境下に置き、0, 1.63, 3.29時間後の3時点の状態をデジタルカメラで撮影した。この画像をトリミングしたものを評価対象の画像として使用した。

9種類の刺激画像のうちランダムに選ばれた2枚の画像がCRTモニタ上に左右に並べて提示され、実験参加者はどちらの食材画像がより新鮮に見えるかを二肢強制選択により判断した。鮮度判断が行われると試行は終了し、次の刺激画像対が提示された。実験参加者は9種類の画像について左右の提示位置の組み合わせを含む72組の組み合わせすべてについて10回ずつ判断を行い、合計720試行を遂行した。ある魚眼の画像が他の画像より新鮮だと判断された度数を得点化した。図4に各個体の劣化時間に対する尺度得点を示した。この図は食材画像による鮮度判断では鮮度を評価する個体ごとに知覚される鮮度の高さが異なるが、そのような個体差がある食材においても劣化時間の効果は個体内で保たれ、それぞれの個体内での鮮度判断は劣化時間の経過に従い低下することを示している。また、輝度ヒストグラムの標準偏差が高くなるほど新鮮であると判断される傾向があった。これらのことから異なる個体間の鮮度評価においても、画像に含まれる輝度ヒストグラムの変数が鮮度判断に効果を持つことが示された。

4. やわらかさを見る

物体に繰り返し力を加えると、周期的な変形が生じる。このような運動が視覚による食品の素材感の判断に影響する可能性がある。我々はネオンカラー拡散をともなう主観的な面を用いて、面の素材感を生じさせる運動の典型例として変形しない面の運動(剛体運動)、弾力のある面の変形(しなり)、あるいはやわらかい面の変形(はためき)のいずれの運動が見えたかという知覚判断の確率

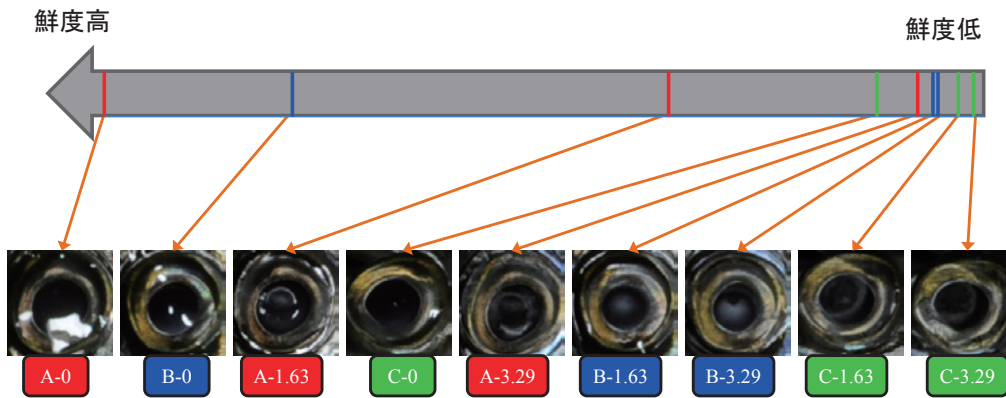


図4. Murakoshi et alの実験結果にもとづき算出した各画像の鮮度得点

各画像の下のアルファベットは個体、数値は放置時間を示す。灰色の縦線が各画像の得点を示す。得点が高いほど鮮度が高く評価された (Murakoshi et al., 2013 を改変)。

を指標として、視覚的な振動運動の速度や位相差が、知覚される面の材質判断に及ぼす影響を検討した⁹⁾。正方形の頂点位置に配置した4つの三重同心円の一部分を、ネオンカラー拡散(錯覚によって生じる色彩)を伴う主観的輪郭(錯覚によって生じる輪郭)に囲まれた四角形が生じるように扇型に着色した(図5)。その着色部分の頂点を支点として、垂直線が振り子運動するパターンを作成した。上下に配置された同心円間の振り子運動が同方向に同時に運動する条件を位相差0°とし、上下の振り子運動の時間的なずれである位相差を0°から180°まで、30°ごとに7段階に操作した視覚刺激を観察し、主観的輪郭がどのような素材感を有しているかの判断を繰り返し行った。

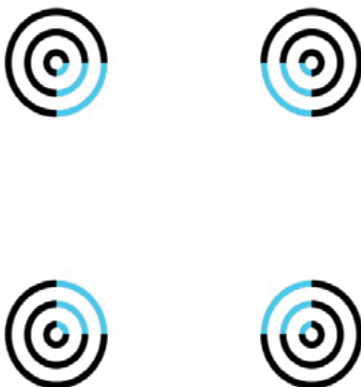


図5. Masudaらが用いたネオンカラー拡散を伴う主観的輪郭図形

実際には印刷されていない青白い四角形が見える (Masuda et al., 2013 を改変)。

その結果、位相差ごとに優勢な主観的な面の素材感が異なり、位相差がないとき(0°)と逆位相(180°)のときには剛体の首振り運動が、また位相差が30°ではしなり、90°前後でははためきが多く知覚されることが示された(図6)。これら3種の運動は、首振り運動は対象の変形を伴わない運動、しなりはプラスチック板や木の枝のような弾性の高い素材で生じる運動、はためきは風にはためく旗のような弾性の低い素材で生じる運動である。これらのことから、振動運動における位相差が、視覚による材質判断を規定する一因であることが示唆された。

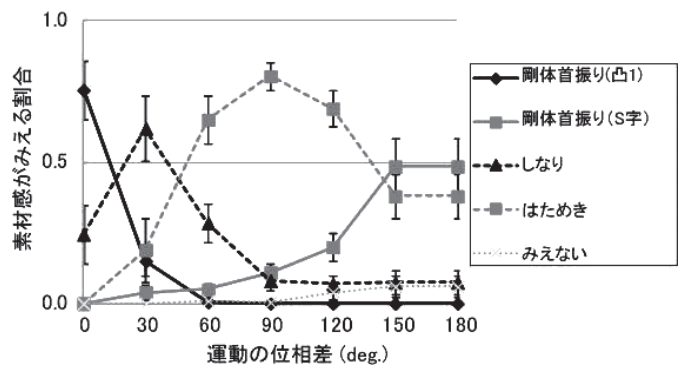


図6. 主観的輪郭図形の運動の位相差の関数としての素材感がみえる割合

縦軸は各素材感が見えた割合。横軸は上下の扇部分の振り子運動の位相差。

上下の運動のずれに従って観察される素材感が変化するのがわかる (Masuda et al., 2013 を改変)。

4. 終わりに

本稿では著者らのグループが最近行った視覚と食に関わる研究を概観した。まず、典型色が食品の認識に大きな影響を与えることを示し、それは食品関連のブランドロゴの色にまで影響を及ぼすことを示した。続いて生鮮食品の鮮度の視覚的な認識が画像に含まれる輝度ヒストグラムに含まれる統計量の影響を受けることを示す研究例を紹介した。また、食品画像中の画像統計量はサンプルに個体差が含まれていても鮮度知覚への影響が強いことを示す実験例を挙げた。さらに、柔らかさのような食品物性が、同一物体と見なされるものに運動の位相差の程度という視覚的な手がかりによって知覚されることを示した。

視覚は、味嗅覚などの化学感覚や触覚などとともに人間の食の感性に大きな影響を与えており、今後も食品認知との関連について、より詳細な研究が求められている研究トピックである。

文 献

- 1) 日下部裕子・和田有史(編著) (2011). 味わいの認知科学 舌の先から脳の向こうまで、頸草書房.
- 2) Thorsten Hansen, Maria Olkkonen, Sebastian Walter, Karl R. Gegenfurtner (2008). Memory modulates color appearance, *Nature Neuroscience*, **9** (11), 1367-1368.
- 3) Atsushi Kimura, Yuji Wada, Tomohiro Masuda, Sho-ichi Goto, Daisuke Tsuzuki, Haruo Hibino, Dongsheng Cai, Ipeita Dan (2013). Memory color effect induced by familiarity of brand logos, *PLoS ONE*, **8** (7), e68474.
- 4) Isamu Motoyoshi, Shin'ya Nishida, Lavanya Sharan, & Edward H. Adelson (2007). Image statistics and the perception of surface qualities, *Nature*, **447**, 206-209.
- 5) Yuji Wada, Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Ipeita Dan, Shouichi Goto, Daisuke Tsuzuki, Katsunori Okajima (2010). Influence of luminance distribution on the appetizingly fresh appearance of cabbage, *Appetite*, **54**, 363-368.
- 6) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada, Katsunori Okajima (2012). Luminance distribution modifies the perceived freshness of strawberries, *i-Perception*, **3** (5), 338-355.
- 7) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada, Katsunori Okajima (2013). Luminance distribution as a determinant for visual freshness perception: Evidence from image analysis of a cabbage leaf, *Food Quality and Preference*, **27** (2), 202-207.
- 8) Takuma Murakoshi, Tomohiro Masuda, Ken Utsumi, Kazuo Tsubota, Yuji Wada (2013). Glossiness and perishable food quality: visual freshness judgment of fish eyes based on luminance distribution, *PLoS ONE*, **8** (3), e58994.
- 9) Tomohiro Masuda, Kazuki Sato, Takuma Murakoshi, Ken Utsumi, Atsushi Kimura, Nobu Shirai, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi, Yuji Wada (2013). Perception of elasticity in the kinetic illusory object with phase differences in inducer motion, *PLoS ONE*, **8** (10), e78621.

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
柿果実画分およびその利用	日 本	5300013	25. 6.28	食品総合研究所 中野BC(株)
稲の糖化法	日 本	5311548	25. 7.12	食品総合研究所
成分分布分析方法および成分分布分析装置	日 本	5311655	25. 7.12	食品総合研究所
酸化ストレス耐性を付与した乳酸菌及び新規発現ベクターを用いたタンパク質生産システム	日 本	5317081	25. 7.19	食品総合研究所
二酸化炭素を用いた害虫防除法及び害虫防除装置	日 本	5322045	25. 7.26	食品総合研究所 (株) ツムラ
セルロースを含むバイオマスの糖化方法	日 本	5322150	25. 7.26	食品総合研究所
稲わらの糖化法	日 本	5322151	25. 7.26	食品総合研究所 作物研究所
米粉の製造方法並びに米粉並びに米粉加工品	日 本	5326147	25. 8. 2	食品総合研究所 (学)新潟科学技術学園 新潟薬科大学 新潟県
測定装置、測定方法、およびプログラム	日 本	5354426	25. 9. 6	食品総合研究所 (株) トプコン
加熱媒体発生方法及び装置	日 本	5360454	25. 9.13	食品総合研究所 (有) 梅田事務所 (株) タイヨー製作所
抗トリパノソーマ薬	日 本	5360748	25. 9.13	食品総合研究所 農業生物資源研究所
カンピロバクターの種同定のための遺伝的方法	日 本	5395674	25.10.25	食品総合研究所 米国農務省
バイオディーゼル燃料の製造方法	日 本	5397876	25.11. 1	食品総合研究所
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	8574843	25.11. 5	食品総合研究所 米国農務省
環状ジテルペン化合物とその製造方法、土壌改良剤、硝化抑制剤及び肥料	日 本	5408478	25.11.15	食品総合研究所 国際農林水産業研究センター
extract of E.coli cells having mutation in ribosomal protein S12, and method for producing protein in cell-free system using the extract (S12リボゾームタンパク質に変異を有する大腸菌細胞抽出液及びそれを用いる無細胞系によるタンパク質の製造方法)	アメリカ	8603774	25.12.10	食品総合研究所 理化学研究所
新規チオラン化合物およびその用途	日 本	5452017	26. 1.10	食品総合研究所 三栄源エフ・エフ・アイ(株)

特許解説

二酸化炭素を用いた害虫防除法及び害虫防除装置

特許の概要

耐圧チェンバーに殺虫処理の対象物を入れ密封し、減圧（約-0.1 MPa）、ついで二酸化炭素で加圧（0.6 MPa以上1 MPa未満）後に15～90分保持し、常圧に戻して同様な条件で減圧・加圧・保持を繰り返すことを特徴とする害虫防除法とその装置に関する特許である。

○従来技術の特長

二酸化炭素を常圧で処理する殺虫法は、完全殺虫が可能で、ガスの毒性が比較的安く、残留がないことが利点であるが、完全殺虫に長時間（7～10日）の処理を要することが欠点であった。そのため、作物や食品を対象には普及していない。その後、2～3 MPaの高圧力下で二酸化炭素処理を行うことで、殺虫時間を短くする方法が開発され、海外では乾燥ハーブなどの殺虫に使用されている。しかし、耐圧チェンバーが高価であることや、圧力による対象物の品質低下の可能性が指摘されていた。

○本特許の技術的特長

本法はより低圧の加圧条件での殺虫を可能にする技術である。耐圧チェンバー内の殺虫対象物に、「減圧・加圧して保持・常圧に戻す」という手順を単位として複数回繰り返すことで、1 MPa未満の加圧条件で2～3 MPaの高圧力処理と同等の殺虫効果を得ることができた。この技術により、耐圧チェンバーの耐圧基準を低く設定でき、チェンバー価格の低減を期待でき、殺虫対象物の圧力による品質低下を防ぐことができる。

○活用可能な分野

本技術は高濃度の二酸化炭素を用いるため、水分含有率の高い生鮮食料の殺虫には不向きである（ガスが水に溶けやすく食味が変化する）。水分含有率の低い穀物、豆類、乾燥食品の殺虫に適している。特に本特許では、生薬類に被害を与える害虫や、栗の害虫であるクリシギゾウムシの殺虫に効果的であることを示した。

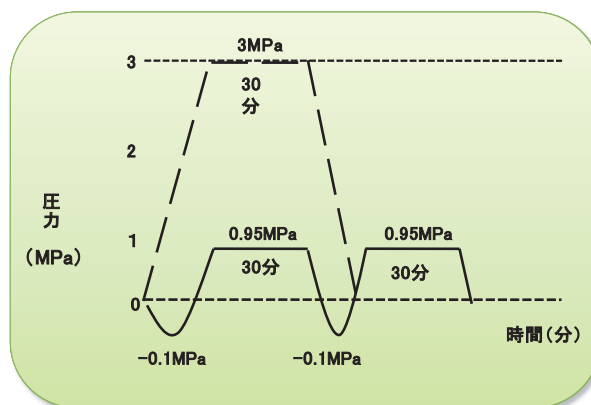


図 低圧力の二酸化炭素を用いた害虫防除法の手順

従来は点線のように1回の加圧保持だったが、本技術は太線のように「減圧・加圧保持・常圧」を複数繰り返す方法である。

所内ニュース

全国食品技術研究会・研究成果展示会2013について（報告）

平成 25 年 10 月 31 日(木) つくば国際会議場（エポカルつくば）において、2 回目になる全国食品技術研究会が開催されました。本会議は一昨年まで「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、椎名武夫 流通工学ユニット長より「青果物流通におけるコストと環境負荷を低減するバルクコンテナ物流技術」と題した講演が行われました。続いて農研機構機能性研究国際レビュー報告・新規食品機能性研究プロジェクトの概要に関して、山本（前田）万里 食品機能研究領域長から報告が行われました。行政情勢報告として、川本伸一 企画管理部長より農林水産省農林水産技術会議事務局、消費・安全局などからの資料に基づき研究予算等に関する報告が行われました。そして各研究領域長からは、食品総合研究所において実施している研究に関して、網羅的な紹介がありました。

休憩を挟んで、公設試験研究機関より研究成果発表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、「凍結含浸専用調味料「とろん」による移行食の開発」を発表された広島県立総合技術研究所食品工業技術センター中津沙弥香様が受賞されました。

優秀賞には、「県産ヤマブドウワインの香気解析」を発表された地方独立行政法人岩手県工業技術センター及川和宏様、平野高広様が、そして「乳化能を有する米粉由来素材の製造技術の開発」を発表された石川県農林総合研究センター深山敏明様、石崎佳奈様、中村恵美様、山田幸信様、三輪章志様が受賞されました。

翌日の 11 月 1 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 2013」・「第 31 回食品総合研究所公開講演会」が開催されました。企画として昨年好評であったショートプレゼンテーションを午前中に行いました。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 分間発表を行いました。

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、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 31 回食品総合研究所公開講演会が開催されました。講演は LC/MS/MS による実用的な麦汚染かび毒一斉分析法と題して中川博之 食品安全研究領域化学ハザードユニット主任研究員から、市販ポテトチップのアクリルアミド濃度モニタリング手法と題して小野裕嗣 食品分析研究領域状態分析ユニット長から、農産物・食品が有する抗酸化能の測定法である ORAC 法の標準化と普及と題して渡辺純 食品機能研究領域機能性成分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 9 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昨年とほぼ同じく約 500 名の皆様にお越しいただきました。

2014（平成 26）年は 11 月 6 日(木曜日)に全国食品技術研究会を 11 月 7 日(金曜日)に「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」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 2013 関連開催企画一覧

(敬称略)

開会式 9:20~9:30

食品総合研究所研究成果展示会 2013 (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 2013)

「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
(多目的ホール) 9:30~16:00

(第31回食品総合研究所公開講演会)

(中ホール 200) 11:00~12:00

- ・LC/MS/MSによる実用的な麦汚染かび毒一斉分析法
中川 博之 (食品安全研究領域 化学ハザードユニット)
- ・市販ポテトチップのアクリルアミド濃度モニタリング手法
小野 裕嗣 (食品分析研究領域 状態分析ユニット)
- ・農産物・食品が有する抗酸化能の測定法であるORAC法の標準化と普及
渡辺 純 (食品機能研究領域 機能性成分解析ユニット)

(ショートプレゼンテーション)

(大会議室 102) 9:40~10:36

- ・舌でつぶせる食品かどうかの新規評価法—摂食中のヒトの舌活動測定値を利用—
神山かおる (食品機能研究領域 食品物性ユニット)
- ・ESRによる食品の計測—ESR計測法とESRスピントラップ法—
亀谷 宏美 (食品安全研究領域 放射線食品科学ユニット)
- ・近赤外分光法による非侵襲診断用検量モデルの構築と牛の貧血診断への応用
池羽田晶文 (食品分析研究領域 非破壊評価ユニット)
- ・食品蛋白質レドックス研究—解析技術の開発と実用化—
矢野 裕之 (食品素材科学研究領域 蛋白質素材ユニット)
- ・交流高電界、短波帯交流電界処理による食品の殺菌技術の開発
植村 邦彦 (食品工学研究領域 先端加工技術ユニット)
- ・麹菌の新規キシロシダーゼ—ポストゲノム研究から見つかったキシラン分解酵素群—
鈴木 聡 (応用微生物研究領域 糸状菌ユニット)
- ・高温同時異性化発酵によるバイオエタノールの生産—遺伝子組換えによらない効率的五炭糖発酵に向けて—
榎原 祥清 (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

第42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42回UJNR食品・農業部会が、平成25年12月8日より11日にかけて茨城県つくば市のグランド東雲及びつくば国際会議場において開催された。日本側は、農林水産省農林水産技術会議事務局より1名、当所より20名、福岡工業大学より1名、米国側は、農務省関係研究所【東部研究所 (ERRC)、西部研究所 (WRRC)、南部研究所 (SRRC)、リチャードラッセル研究所 (RBRRC)】からの計9名が本部会に参加した。本部会では、まず、開会にあたって、両国の部会長である当所大谷敏郎所長及び米国農務省東部研究所Sevim Z. Erhan所長、並びに農林水産省農林水産技術会議事務局国際研究課坂治己課長補佐から挨拶が行われた。引き続き、基調講演として、当所の大谷敏郎所長より、「我が国における食品の機能性研究の概要」、当所の山本(前田)万里食品機能研究領域長より、「農研機構及び食品総合研究所における食品の機能性研究」の2題の講演が行われた。また、米国側からは農務省農業研究部South Atlantic Areaの責任者であるDebora Brennan氏からの活動状況の紹介を、東部研究所Sevim Z. Erhan所長が代読した。

今回の会議は、2011年11月に日本で開催が予定されていた第40回の会議が東日本大震災の影響で中止となったため、4年ぶりの日本での開催となった。5つのテクニカルセッションで研究発表と活発な討議が行われた。(鍋谷浩志)



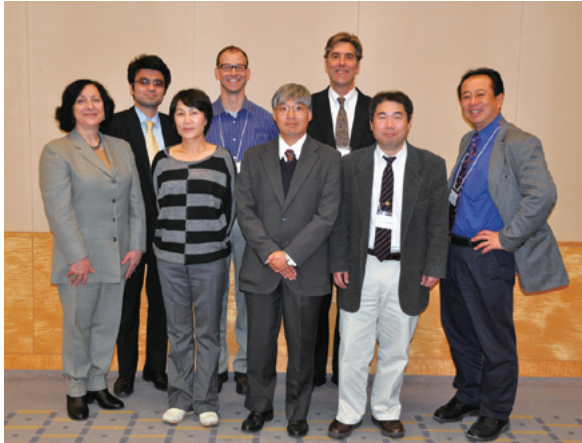
【食品安全セッション】

米国から4題、日本から4題、計8題を半日で議論した。米国側からは、①米国における食品安全性への関心及び志賀毒素産生性大腸菌の研究 (Pina M. FRATAMICO, ERRC; Co-chair) ②病原性細菌が産生する志賀毒素の検出・管理に向けた新規モノクローナル抗体の開発及び評価 (Xiaohua HE, WRRC) ③光学マッピング及びIlluminaシークエンシングによる微生物ゲノム配列解析 (Brian B. OAKLEY, RBRRC) ④ラジオ波エネルギーを用いた殻付き卵の非破壊殺菌 (David GEVEKE, ERRC)、日本側からは①野菜が関与する食中毒の低減に向けた食総研での研究現状 (稲津康弘) ②同時生育培地「TA10」を用いた加工食品中のサルモネラ属菌、リステリアモノサイトゲネス、大腸菌O157:H7、黄色ブドウ球菌のPCR多重同時検出 (川崎晋) ③大腸菌の酸耐性：tRNA修飾による制御近赤外分光法によるダニ媒介性ウシピロプラズマ病のスクリーニング (岡本晋) ④孢子形成菌の高静水圧力下での発芽誘導に及ぼす食品マトリクスの影響 (山本和貴; Co-chair) が発表された。

日米両国の有害微生物に関する食品安全性の最新動向について、稲津氏、Fratamico氏に紹介をお願いし、双方にとって有益な情報交換ができた。また、モノクローナル抗体を用いた志賀毒素の検出、4種の食中毒菌の多重同時検出といった検出の話題、遺伝子の特性に関する話題、食中毒菌の殺菌に関する話題を含め、食品安全性に関する最新の話について広く情報交換し、日米双方の研究態勢の理解を進めることができた。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、今後更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。パネル会議でも議論されたが、本部会では、病

原性細菌に関する話題のみならず、アレルギーに関する情報交換も重要であることから、今後、食品安全性に関しては、従来の枠組みに囚われることなく、話題を広げて議論することが、日米両国にとって有益と考える。

(山本和貴)



【バイオカタリシス&バイオテクノロジーセッション】

バイオカタリシス&バイオテクノロジーセッションは米国農務省農業研究部西部研究所(USDA-ARS-WRRC) Thomas A. McKeon博士および食品総合研究所の北岡本光がセッションリーダーを務めた。今回は長らく米国側のセッションリーダーを務められていたChin T. Hou博士が直前に所属研究所の都合により来日できなくなったこともあり、米国側からの講演者はMcKeon博士一人であった。セッションでは、オリゴ糖調製のための新規ホスホリラーゼの探索(北岡)、リシン含量の低い油糧植物ヒマの育種(McKeon)、トマトの成熟調製因子の解析(伊藤)、酵素法によるシクロイソマルトメガロ糖の調製(舟根)の計4題の発表が行われ、活発に討議、意見交換がなされた。

UJNRを起点とした日米間の技術交流も多く進んでおり今後の進展が期待される。本セッションはバイオテクノロジーという広い分野をカバーしているが、そのなかでも実用化を意識したバイオテクノロジーという意味では日米で共通している。日米でやや異なる分野の発表を行うことになったが、異なる分野の研究者と活発に議論を行うことにより、新たなシーズの発見などこれまでにない共同研究関係や研究展開を生み出すことが期待される。

(北岡本光)



【バイオエネルギー&グリーン・ケミストリーセッション】

本セッションでは、農業・食品産業に係る未利用・廃棄物資源からバイオ燃料や石油化学製品代替物を製造し、環境負荷低減や持続的社会的構築をめざす研究成果が発表された。USDA-ARS-ERRCのLinShu Liu氏と食品総合研究所の徳安健が座長を務めるとともに、両国の研究開発動向について各5分程度の紹介を行った。各論の報告に関しては、米国側から、「グリーンコンポジット：ビートパルプから他のバイオマスへ」(USDA-ARS-ERRC、LinShu Liu)、「統合型触媒熱分解による農場でのバイオエネルギー、バイオ燃料とバイオケミカルの分配型生産技術(FarmBio³)の開発とこれらの生産」(USDA-ARS-ERRC、Akwasi A. Boateng)及び「*Aedes aegypti*蚊に対する忌避剤の天然物由来アナログ」(USDA-ARS-Oxford MS、Meepagala Kumudini)の3件が報告された(Meepagala Kumudini氏の発表に関しては、LinShu Liu氏が代理で行った。)。日本側からは、「CaCCOプロセス：草本系リグノセルロースからの発酵性糖質生産のための新規なシュガープラットホーム」(食総研、徳安健)、「セルラーゼ生産と利用：リグノセルロース系バイオマスから有価物生産のための鍵となるステップ」(食総研、池正和)及び「燃料用エタノール製造のためのリグノセルロース加水分解物の発酵」(食総研、榊原祥清)の発表が行われた。

グリーン・ケミストリーは、農業・食品産業を経済的に強くするのみならず、多様な地域産業の活性化や持続的社会的構築に貢献することで、農業・食品産業の地域受容性や持続性を高めるものと期待されている。現在、本研究分野は、それぞれの国内での注目度が高まっており、そのため

か、本セッションでは、各の技術蓄積を背景として活発な質疑討論が行われた。各講演者が開発をめざすバイオマス由来製品を商品化するためには、製品の環境価値創出及び高機能化が不可欠となる。本セッションで報告された、プロセス設計や用途開発に関する戦略には、それぞれの国の実情に合わせた様々な工夫がなされており、自らの研究を見直す上で極めて有意義な情報を得ることができた。今後、両国の研究交流をさらに深めることにより、個々の実情に合わせた技術展開が加速するものと強く期待する。

(徳安健)



【食品及び非食品加工セッション】

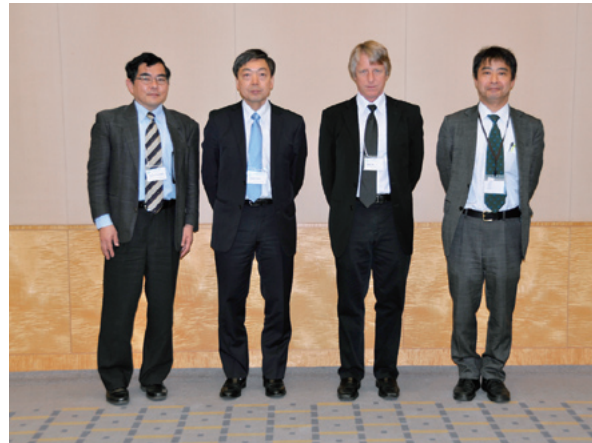
食品及び非食品加工セッションでは、USDA-ARS-WRRCのDr. Ron Haffと食品総合研究所の鍋谷浩志がセッションリーダーを務めた。日米から加工・流通やセンシング、評価に関わる内容の発表が行われた。米国からは、当初、4名の研究者が参加する予定であったが、米国側の都合により、Dr. Haffのみの参加となった。ただし、Dr. Haffの代読により、4題全ての発表が行われた。米国側からの発表は、Dr. Haffによる、「マルチ・スペクトル・デバイスを用いた高タンパク質含有穀粒の選別」、Dr. Tom Pearson (USDA-ARS-WRRC) による、「穀粒の高速選別」(Dr. Haff代読)、Dr. Moon S. Kim (ベルツビル農業研究センター (USDA-ARS-BARC)) による、「高速ラインスキャン・ラマン・ケミカル・イメージング・システム」(Dr. Haff代読)、Dr. Rebecca R. Milczarek (USDA-ARS-WRRC) による、「マイクロ波を用いたアーモンドの焙煎の最適化」(Dr. Haff代読)の4題の発表があった。また、日本側

からは、堀金彰研究員(食総研)による、「全粒小麦、玄米、そばを用いたおいしく健康的な食品」、椎名武夫ユニット長(食総研)による、「我が国の青果物輸送における新規パルクコンテナの導入」、植村邦彦ユニット長(食総研)による、「短波帯交流電界処理による液状食品及び包装済み固形食品の酵素失活及び殺菌」、鍋谷浩志領域長による、「食品加工におけるナノろ過技術の応用」の4題の発表があった。

米国側の発表が、計測・評価の課題が中心であったのに対し、日本側の発表が加工・流通が中心となり、ややテーマにずれがあったものの、活発な討論が行われた。

今回の当該セッションでのテーマの構成を参考とするとともに、我が国においても、計測・評価技術の分野での研究がますます重要となっている状況を踏まえ、次回からは、計測・評価技術に関するテーマを扱うセッションを独立させることも検討していきたい。

(鍋谷浩志)



【食品の機能性及び栄養セッション】

食品の機能性及び栄養セッションでは、米国側1名、日本側4名の研究発表があった。このうちベルツビルヒト栄養研究センターのDavid Baer博士が急遽来日をキャンセルせざるを得なくなったものの、ナレーション入りの発表ファイルを用いて、またThomas McKeon博士に米国側座長を担当していただき、充実したセッションを行うことができた。Baer博士は、ロイシン等のアミノ酸を多く含む乳漿タンパクの摂取がオーバーウェイト(BM \geq 25)及び肥満(BM \geq 30)の人の体重や体脂肪、腹囲を減少させることを

明らかにしており、その結果は最近の Journal of Nutrition にも掲載されている。また、昨年健康栄養研から福岡工業大学に移られた永田純一教授は、高血圧モデル動物である SHR ラットを用いて、アンジオテンシン変換酵素阻害作用を示し、特定保健用食品として用いられているイワシ由来ペプチドと降圧剤であるアンジオテンシン変換酵素阻害剤を同時摂取しても、イワシ由来ペプチドは降圧剤の作用に影響を及ぼさないことを明らかにした。機能性を示す食品を摂取することにより医薬品の作用が増強または抑制されれば、医師による治療の妨げになる。医薬品との併用は、特定保健用食品等の機能性を示す食品を安全に摂取するための重要な検討事項である。食総研の佐藤はソバのアレルゲンのうち、ペプシンによる消化に耐性があり、ソバに対する過敏性に寄与する IgE 結合タンパク質の IgE 結合部位（エピトープ）を明らかにすると共に、ソバ種子タンパク質の網羅的な IgE 結合プロファイルの解析を行った。また高橋は、ラットを用いて、大豆食品である大豆粉、豆乳、豆腐及び凍り豆腐の栄養特性と脂質代謝改善機能を比較し、豆乳及び豆腐による肝臓の脂肪酸合成抑制作用は大豆粉より強いこと等を明らかにした。この発表の途中で配布された試食用の凍り豆腐は大変好評であった。小堀は、果樹研及び金沢大と共同で β -クリプトキサンチンの脂肪肝炎改善効果を明らかにし、DNA マイクロアレイを用いた遺伝子発現の網羅解析の結果から、 β -クリプトキサンチンが活性酸素種の産生やマクロファージ等の炎症に関わる細胞の蓄積・活性化を抑制して脂肪肝炎における炎症を改善することを報告した。また発表に際して、この研究を実施した事業で開発された β -クリプトキサンチン含量の高いみかんジュースを配布した。スタディーツアーでは、日下部及び河合が食認知科学ユニットにおいて研究紹介を行ったが、時間を超過して熱心なディスカッションが行われていた模様であ

る。今回、本セッションの分野での日米の交流は少なかったが、今後に向けての情報交換は果たされており、継続的な協力体制の維持が期待できた。

(小堀真珠子)



【最後に】

上記の各テクニカルセッション他に、1日のスタディーツアーが開催され、食品総合研究所の視察を行なった。各研究室や施設の見学を行い、研究者と活発な意見交換・討論が行われた。

来年の第43回会議は、米国ジョージア州のアトランタで開催予定である。

(鍋谷浩志)



所内ニュース

表彰・受賞

(受賞日順に掲載)

平成25年度若手農林水産研究者表彰 農林水産技術会議会長賞 (平成25年10月23日)

受賞対象：「単分散食品エマルションの製造と評価技術の開発」

【業績の概要】単分散食品エマルション液滴の大量製造法の実現、食品エマルションの観察技術の開発、胃消化動態の直接観察と解析を可能とする装置の開発など、独創性が高く、また実用化レベルの開発を行っていることが高く評価されました。

非対称マイクロ貫通孔を多数備えるアレイ（マイクロチャネル）による単分散食品エマルション液滴の大量製造技術を開発しました。本技術は、従来法による液滴製造に伴う急激な温度上昇を起こさず、強烈なせん断力も不要とすることで、食品成分の変質・劣化の抑制が可能となり、本技術を利用した次世代乳化機の販売に至りました。また、食品エマルション中に分散している1ミクロン以下の液滴を前処理することなく迅速に観察できるナノギャップ法を開発しました。さらに、胃の蠕動運動と消化液による消化を模倣できる幽門部のシミュレータの開発により、食品エマルションの胃における消化性を、高精度に評価・解析することを可能にしました。



小林 功 (こばやし いさお)

食品工学研究領域 先端加工技術ユニット
主任研究員

平成25年度日本ペストロジー学会 学術奨励賞 (平成25年11月15日)

受賞対象：「水分がコクヌストモドキ *Tribolium castaneum* の越冬に及ぼす影響」

【業績の概要】貯穀害虫は種によって異なった越冬生態を持ち、貯穀害虫によっては水分の存在が越冬に大きな影響を与えることが知られています。重要な貯穀害虫のコクヌストモドキが実際の倉庫の環境でどのような越冬生態を持っているかは不明でした。そこで、温度管理のないスチール製倉庫内で、水を与える条件と与えない条件でコクヌストモドキ成虫の越冬経過とその後の生存状況を約2年間にわたり継続して調査しました。水を与えた場合と与えない場合で成虫の生存曲線に違いは見られませんでした。1回目の越冬における生存率は10%以下、2回目の越冬における生存率は50%以上であり、繁殖は2回目の越冬の後にも見られました。最も長く生きた個体は3回目の越冬期直前まで生存しました。本成果はコクヌストモドキの越冬生態の解明につながる重要な知見であるとともに、コクヌストモドキの防除適期の決定に利用可能であると考えられます。



今村 太郎 (いまむら たろう)

食品安全研究領域 食品害虫ユニット
主任研究員

**Award for the Outstanding researcher in postharvest horticulture in the
"2nd Southeast Asia Symposium on Quality Management
in Postharvest Systems (SEAsia2013)"**

(平成 25 年 12 月 4 日)

(和訳：第2回東南アジアポストハーベスト品質管理システム会議 ポストハーベスト優秀研究者表彰)

受賞対象：「衛生管理に関する国際的ポストハーベスト研究における貢献」

【業績の概要】生食野菜に起因する食中毒の発生が国際的な問題となっており、作物の栽培から消費までの各段階における適切な衛生管理の必要性が、広く認識されるようになってきました。農林水産省委託「生産工程」プロジェクト等で実施した生野菜の殺菌に関する研究成果には見るべきものがあること、またJSPS科研費による「発展途上国における生食野菜生産環境の食中毒原因菌汚染実態に関する調査研究」等を通じて、東南アジア地域の農場の衛生管理状況改善に資する共同研究を推進し、発展途上国の研究の強化に対する貢献も大であったことが、評価されました。

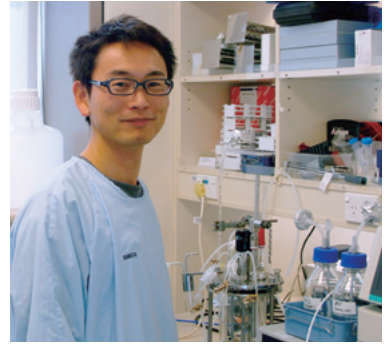


稲津 康弘 (いなつ やすひろ)
食品安全研究領域 食品衛生ユニット
上席研究員

海外留学報告

ニュージーランドでの腸内細菌に関する研究

食品機能研究領域 機能性成分解析ユニット 渡辺 純



留学先の紹介

平成24年8月12日より25年8月11日までの1年間、農研機構長期在外研究員派遣制度により、ニュージーランド・オタゴ大学に留学する機会を得た。オタゴ大学のあるダニーデン市はニュージーランド南島にあり、南島最大の都市クライストチャーチの南約300 kmに位置する。ニュージーランドには19世紀以降イギリスから多くの人々が移り住んだが、ダニーデンへはスコットランドからの移民が多く、スコットランド風の建造物が多く見られる。ダニーデンは坂が多い街としても有名で、Baldwin St. はギネスブックに世界一急な通りとして認定されている。また、ダニーデンから伸びるオタゴ半島は海の野生生物が見られることで有名で、市内から車で30分も行くとオットセイやアシカ、アホウドリ、ペンギンなどが数多く見られる自然豊かなところであった。ダニーデンの人口は12万人程度であるが、そのうちの2万人ほどはオタゴ大学の学生であり、そのため12月や1月の夏休み（南半球なので）期間中は街も閑散としている。

私の滞在したDepartment of Microbiology and Immunologyは、オタゴ大学のシンボリック的存在であるClock Towerの向かい側にあり、ラボのある5階からその姿を一望できた。ボスのGerald Tannock教授は定年退職したもののまだまだ現役で、大型の研究費も獲得し、実験室でもバリバリ実験をしていた。研究室のメンバーは、教授、ポストドク2名、大学院生2名と私という小規模な所帯であり、お互いがどのようなテーマに取り組んでいるか、進捗状況がどのようになっているのか把握できるという面でとても過ごしやすかった。

研究概要

我々哺乳動物の消化管には多種多様な腸内細菌が棲息して、健康維持や疾病発症に影響している。しかも腸内細菌の機能には未知の部分が多く、「体内に残された未踏領域」として捉えられ

ている。留学中の私の研究テーマは人工栄養児の腸内細菌の構成がどのように決まっているのか、そのメカニズムに関するものであった。人工乳中の最も主要な糖質である乳糖の利用能が高い細菌ほどその占有率が高いという作業仮説のもと、乳児腸内細菌の乳糖利用能を測定・比較した。また、乳糖利用に関するパラメータをもとに、複数種の細菌を混合して培養した際の割合をコンピュータシミュレーションし、実際の培養の結果と比較した。混合培養した際の比率を実験的に求めるためには、特異的な定量系が必要である。そこで、乳児腸内での占有率が高いビフィズス菌のPCRによる特異的定量系も立ち上げた。前記の作業仮説を裏付ける結果が得られるとともに、新たなPCRによる定量系を用いて、腸内細菌の構成に民族差があることを示す結果が得られた。

ニュージーランドの研究室事情

ニュージーランドの主要産業は一次産業と観光業であり、乳製品・食肉・果物が主要な輸出品目である。このため、新たなプレバイオティクス（善玉の腸内細菌を増殖させるような食品因子）の探索が重要視されており、Tannock教授はこのような課題で大型の予算を獲得していた。また、腸内細菌と疾病発症の関係を明らかにすることを目指した課題を医学部等と共同で実施していた。国際的な研究協力も盛んで、研究室の冷凍庫には多くの国の乳児糞便から抽出されたDNAサンプルが多数保存されていて、その一部を私の研究にも使わせて頂いた。

実験室は居室と完全に分離されており、実験中は必ずベンチコートを着用すること、実験後に居室へ移動する前に手洗いをすることが徹底されていた。居室は3研究室、実験室は5つ程度の研究室で共有されており、異なる研究室のメンバーと話す機会も多く、実験についての相談なども頻繁に行われていた。Departmentで共有する機器が多く、ウェブサイトですら予約すると誰でも使うこと

ができた。研究室間の敷居が非常に低いことが印象に深く、私のテーマにも複数の研究室のメンバーに加わってもらい、定期的なミーティングもその方々を含めて行われた。また、建物内にストックルームがあり、頻繁に使う消耗品は納品を待つ必要がなく、非常に便利であった。また、Departmentの常勤秘書や技術支援員等、サポート部門の人員配置も手厚く、いわゆる雑用に研究員の手が煩わされる事は少なそうだった。概してポストクの地位が日本より高く、雇用の安定もあって多くのポストクが結婚して子供を持っていた。勤勉性で言えば、日本人研究者は世界でもトップクラスであろう。平日は夕方6時になると帰宅している人が多く、特に金曜日は午後になるとだんだんと人の数が少なくなっていく、気がつくとき私しか残っていないことも多くあった。このような中でレベルの高い雑誌に論文を継続して掲載させていくのは、教授の研究室運営の巧みさと、素晴らしい研究アイデアによるのだろうと感心させられた。

生活雑感

ニュージーランドへは妻と8歳の息子と6歳の娘を同伴した。ニュージーランドは治安のいい国とは聞いていたが、ダニーデンは日本よりも治安がいいと思った。夏には小魚の群れとそれを追ってくる大型魚が港にやってきて、よく釣りに行っていたのだが、妻と子供だけでも安心して夜釣りを楽しんでいた。概して皆さん親切・フレンドリーで、港では釣れた魚の名前を教えてくれたり、お店では商品の説明だけでなく世間話をしたり、日本人と比べると表情がずっとゆたかだと感じた。子供達は公立の小学校に1年間通った。大学に近い学校だったこともあり、生徒達は多国籍、先生方も英語を母国語としない子供の教育に慣れているようで安心だった。教育方針としては、子供のよいところを伸ばすことに主眼がおかれているようで、苦手を克服することを重要視する日本の教育とは大きく異なるように感じた。また、危険なことを禁止するという姿勢ではなく、リスクがあることを認識させて自己の判断で決める、自己責任を重要視していると思った。

ニュージーランドは食料品を含めて消費税が15%で、全般的に物価が高いと感じた。滞在中に日本で政権が変わり、大幅な為替レートの変動もあり、特に滞在期間の後半は値段が一段と高く感じた。日本よりも安価だと思ったのはアルコール類で、特にワインはおいしいものが安く手に入った。ニュージーランドにはワイナリーも

多く、Central Otagoの世界最南端で栽培されるPinot Noirが注目されてきている。ニュージーランドは島国で新鮮な魚が獲れるはずなのだが、あまりポピュラーな食材ではなかった。我が家では、釣った魚や、あつという間にたくさん獲れる大きなアサリサイズのcocklesという貝が食卓にあがることも多かった。

ニュージーランドでは英語を母国語としない我々のような滞在者に対する英語教育サポートのシステムがすばらしかった。私と妻は週1回の格安の英語クラスの他、英語のチューターを紹介してもらい、無料で個人レッスンを受けることができた。子供達の英語力は伸びはじめてきたところで帰国となってしまった。滞在中全く使わなかった漢字で、彼らは今苦勞しているようである。

研究面でも私生活でも非常に充実した1年間を過ごすことができた。現地に住む友人もでき、家族全員またニュージーランドに行きたいと思っている。特に娘は、大きくなったらオタゴ大学に行きたいといっているが、いつまでその意思が続くであろうか・・・最後に、このような機会を与えて下さった農研機構理事長はじめ、食総研の皆さま、不在中一人で研究室を切り盛りして下さいだったユニット長の石川さんをはじめユニットの皆さんに感謝の念でいっぱいである。



オタゴ大学のシンボルClock Tower



夏のクリスマスに行われたサンタ・ラン

人事情報

人事の動き

日付	配属先	配属元	氏名
25.7.31	辞職（北海道大学へ）	食品工学研究領域主任研究員 （流通工学ユニット）	小関 成樹
25.8.1	命 企画管理部管理課庶務チーム主査 （厚生）	農林水産政策研究所総務部 会計課主計係長	増田 友洋
25.8.12	命 企画管理部管理課会計チーム （平成25年11月17日まで）	任期付採用	小澤 麻弥
25.10.1	命 食品安全研究領域上席研究員 （放射線食品科学ユニット長）	食品安全研究領域上席研究員	等々力節子
25.10.1	命 食品安全研究領域主任研究員 （放射線食品科学ユニット）	食品安全研究領域主任研究員 （化学ハザードユニット）	亀谷 宏美
25.10.1	命 食品安全研究領域主任研究員 兼 企画管理部業務推進室	食品安全研究領域主任研究員	今村 太郎
25.10.1	命 食品分析研究領域主任研究員 免 企画管理部業務推進室	食品分析研究領域主任研究員 兼 企画管理部業務推進室	林 宣之
25.11.17	命 企画管理部管理課会計チーム （平成25年11月23日まで）	任期更新	小澤 麻弥
25.11.23	退職	企画管理部管理課会計チーム	小澤 麻弥
25.11.24	命 企画管理部管理課会計チーム （平成26年9月12日まで）	任期付採用	小澤 麻弥



食品総合研究所 研究ニュース 第31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 26 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)
