

研究ニュース

No.28

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】

全面：一般公開の様子（本文13頁）



主な記事

巻頭言

- 食品産業を支える技術の力

研究トピックス

- 納豆発酵菌の系統解析
- カビ毒配糖体（マスキドマイコトキシン）の検出
- 糖鎖合成の新たな展開

特許情報

- 新登録特許
- 特許解説

所内ニュース

- 一般公開（報告）
- 表彰・受賞

海外留学報告

- ドイツにおける糸状菌光応答遺伝子研究

人事情報

- 人事の動き

巻頭言

食品産業を支える技術の力

食品工学研究領域長 五十部 誠一郎



食品研究の重要性を説明する際に、当所では農林水産業での総生産額（約10兆円）と、食品産業（食品製造業、外食産業、関連流通産業）での総生産額（約80兆円）を挙げて、食料の安定生産及び供給には、この2つの産業（車の両輪）を活性化することが重要であること、農林水産業に比べて大きな産業となった食品産業であるが、中小企業の占める割合が高く、商品の利益率は非常に低く、研究開発に使える経費も総売上高の1%程度とほかの製造業に比べて著しく低いことを挙げている。

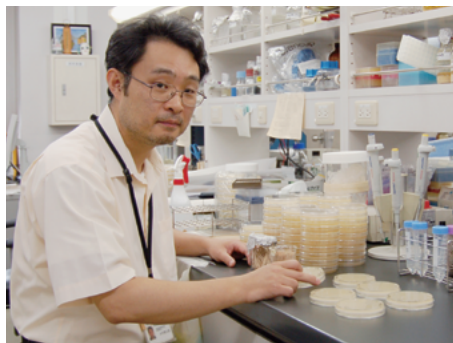
最近では国内農業の担い手育成のためにも農業の活性化が喫緊の重要な課題であり、この農林水産業での総生産額と食品産業での総生産額での差額（ギャップ：ほぼ8倍）の一部を農業生産側の収益とするための6次産業化の取り組みが積極的に実施されている。農研機構の研究プロジェクト「農産物・食品の高度な加工・流通プロセスの開発」においては、目的に6次産業化を支える技術開発が明記され、そのための農研機構内での流通加工研究を生産サイドに近い研究部署（果樹研究所、野菜茶業研究所、畜産草地研究所、花き研究所）を含めて効率的に実施する体制となっている。6次産業化において、いわゆる直販、農村レストランなどは比較的实施しやすい形態であるが、農産物加工の場合、品質管理・衛生管理など、多くのノウハウと、安全な食品提供にかかる責任が大きくなることから、比較的少量で季節性のある素材の加工については、生産現場に近い地元の食品製造業などとの連携が、地域の活性化という点でもスムーズな6次産業化の展開としても有効であると考えられる。このような場面を含めて、求められているのは、消費者ニーズや実需者ニーズに即応した食品を提供できるシステムを構築するために必要な技術を開発することである。ニーズに即応した食品とは美味しく安全で体によい食品と考えるが、必要な技術は高品質化を実現する加工技術のみならず、農産物の持つ機能性などの特性を把握し、それらを保持あるいは向上する技術や、食品の優れた特性などを評価し、情報として提示できる情報技術なども含まれており、これらがいわゆる「高付加価値化」として求められていると考える。いままで、食品総合研究所では、加工技術に関しても多くのシーズを開発しており、最近では連携企業の商品化の直前まで、いわば、物づくりにも参画している事例も増えている。研究者の中には物づくりの楽しさ、技術の力を実感してきたものも少なくない。6次産業化を支える技術については、まさに共に物づくりを進めていくことが必要となっており、上述の流通加工プロセスのプログラムにおいても、関係機関と連携を取りながら、農産物の流通・加工の各ステージでの技術提案が重要となっている。

食料の安定生産、さらに美味しく安全で体にいい食品の供給に、農林水産業と食品産業の連携した発展が必要であり、この2つの産業を発展させるために不可欠なのが科学と技術の2つの車輪（2つの産業が両輪（後輪）であれば、科学・技術はそれを駆動する前輪？）である。この科学と技術は、Science & Technology と言えば分かれているようであるがイメージとしては分けにくい。私なりに、植物や微生物を中心とした生物機能の解明や農業・食品に関わる様々な事実、知見などの理解と解析などが科学で、それらを活用して、あるいは関連するツールなどを駆使して物づくりを進めていくことが技術という理解であろうか。技術については、テクノロジーという大きな概念と中でも特にエンジニアリングという物づくりに直接携わる技術があると考えられる。このような理解では、農業・食品産業の発展を直接支えるのは、技術の部分であり、工学研究領域においてはエンジニアリングという、より現場に近い部分の“技術の力”をそれぞれの担当分野で発揮していくことこそ、食品総合研究所を含む農研機構が今後も農業・食品産業を支える研究機関としての存在意義であり、新規技術の源であり続けることが重要である。

研究トピックス

納豆発酵菌の系統解析

応用微生物研究領域 発酵細菌ユニット 木村 啓太郎



1. はじめに

発酵食品製造には様々な微生物がスターター（種菌）として使われている。醸造用の酵母や麹菌、酢を作る酢酸菌などがその例である。食品素材に付着している微生物がスターターとして使われることもあるが、再現性良く大量に生産するために、純化培養したスターターが添加されることが多い。また、近年、分離源や性質の異なる菌株をスターターとして活用し、商品の差別化が図られる例も見られる。

納豆製造では、純化されたスターター納豆菌が使われている。そのゲノム全塩基配列が2010年に公開された¹⁾ことにより、納豆菌への関心は以前よりも高くなったかも知れない。近年、高性能のゲノムシーケンサーが登場し、非常に多くの菌株のゲノム情報が次々に公開されている。納豆スターター株が属する枯草菌 (*Bacillus subtilis*) でも、*B. subtilis* BSn5, *B. subtilis* subsp. *spizizenii* gtP20b, *B. subtilis* subsp. *spizizenii* W23 等の様々な系統株のゲノム解析が行われている²⁾。

本稿では、筆者らが行った納豆発酵菌の系統解析について概説すると共に、これまで曖昧だった“納豆菌”の菌学的特徴について紹介したい。

2. “納豆菌”って何？

Bacillus subtilis (natto)、これが学術論文で使われる納豆菌の名称である。枯草菌 (*Bacillus subtilis*) に分類され、枯草菌の variation の一つ (natto) であることを示す。しかし、特に厳密な定義があるわけではなく、日本において経験的に納豆製造に使用されてきた株のことを指す。

では、具体的に variation (natto) とは何を意味するのだろうか。納豆のネバネバ物質であるポリ- γ -グルタミン酸 (γ PGA) を多く生産する枯草菌のことなのか？発酵細菌ユニットでは、茨城県工業技術センター・地場食品部門と協力して納豆発酵適性株の系統解析を行い、variation

(natto) の遺伝的特徴の一端を明らかにした。

3. 実験

まず、各地の稲わらから多数の枯草菌 (*Bacillus subtilis*) を採取し、その中から寒天培地上で γ PGA を生産する 424 株を選んだ。そして、分離した 424 株を一つ一つ培養して、実際に納豆を作ってみた。こうして作られた 424 種の納豆の固さ試験や粘り試験、官能検査を行ったところ、59 株に納豆発酵適性があった³⁾。この 59 株の分離源は偏っており、生育環境や稲藁の保存状態の違いを反映していると考えられた。

次に、納豆発酵適性のあった 59 株からゲノム DNA を調製し、Multi Locus Sequencing Type (MLST) 法および Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) 法で系統解析を行った。比較のために、納豆発酵適性のなかった株と枯草菌実験室株、近縁の *Bacillus cereus* 株、*Bacillus amyloliquefaciens* 株も解析に加えた。

微生物の系統分類では、リボゾーム DNA 塩基配列の相同性比較がよく使われる。しかし、同属同種株のリボゾーム DNA 配列は同じであるため、今回の研究目的には適さない。一方、同種株を区別できる AFLP 法は非常に感度のよい系統解析法であり、結果の再現性にも優れている。幸い、簡便な AFLP 実験キットが市販されており、職場に設置済みであったキャピラリー電気泳動装置に適用可能だった。研究費が限られるなか、いくつか試薬を揃えるだけで実験に取りかかることができた。MLST 解析では、比較する菌株が多ければ多いほど信頼性の高いデータを得ることができる。これに関しては、米国農務省の Rooney 博士の協力を得て解析を進めることができた。

4. 納豆菌はビオチン欠乏症

系統樹を作成したところ、納豆発酵株は *Bacillus subtilis* 種内で非常に限られた位置に集中し

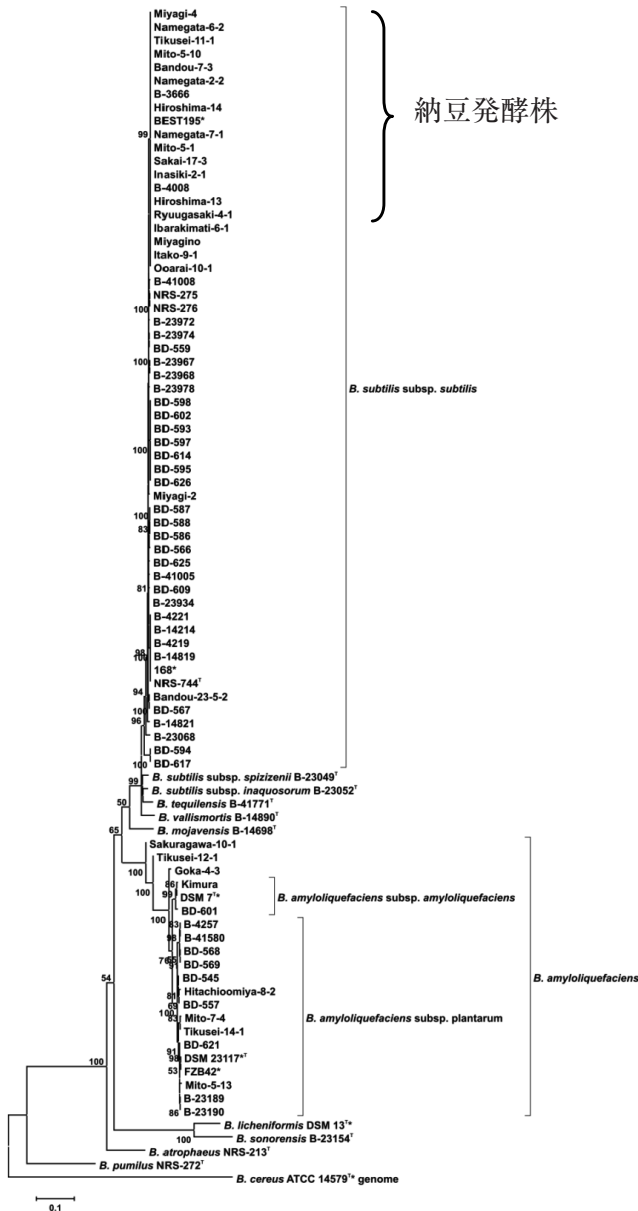


図1 納豆発酵菌株の系統解析 (MLST 法)。
© ASM, 文献 3) の図1を改変

て現れた (図1、図2)。また、59株は全てビタミンの一つであるビオチンの合成経路に共通の欠損があり、そのためビオチンを合成できないことがわかった。つまり、納豆菌はビオチン欠乏症なのである。細胞内でのビオチン量低下は、ビオチンの転写制御因子としての働きを通じて遺伝子発現に影響することが知られている (ビオチンセンシング)。おそらく、納豆発酵と関わりの深い遺伝子がビオチンセンシングの制御下にあるのだろう。グルタミン酸調味料の生産株として有名な *Corynebacterium glutamicum* は、ビオチン欠乏状態でグルタミン酸生産を増やすことが知られている。ビオチンとグルタミン酸 (γ PGA 合成の

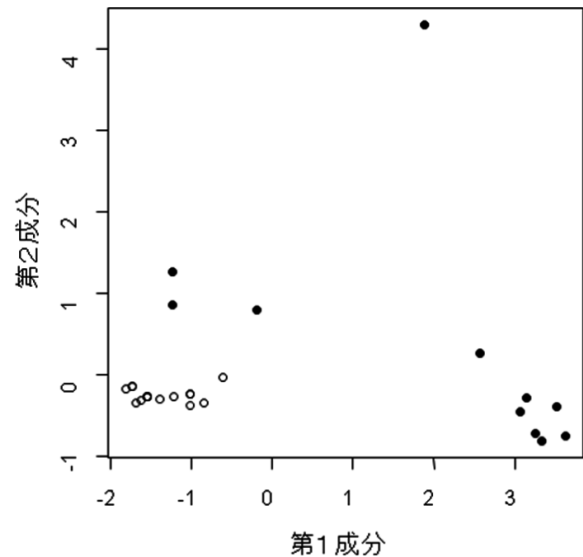


図2 納豆発酵菌株の系統解析 (AFLP法、主成分分析)。
○納豆発酵株 ●非発酵株
© ASM, 文献 3) の図2を改変

原料) 代謝の関連に興味を持たれる。ビオチン要求性以外にも運動性に関わる遺伝子が納豆発酵能と関係が深いこともわかっている。解析結果の詳細は原報³⁾並びに日本醸造協会誌に寄稿した解説記事²⁾を参照されたい。

5. 今後の展開

現在使われている納豆菌は、有色大豆 (黒大豆、紅大豆など) の発酵があまり得意ではない。有色大豆が黄大豆よりも固い種皮を持っていることがその原因と推定されている。また、現在使われている納豆菌が持つ挿入配列 (IS 因子) は、変異を誘発して γ PGA 生産能を失わせることがある。新たに取得した 59 の納豆発酵株には、この遺伝的不安定さの原因である挿入配列 (IS4*BsuI*、IS256*BsuI*) を持たない株、紅大豆上で生育が良好な株がいくつか含まれていた。遺伝資源として今後活用されることが期待される。

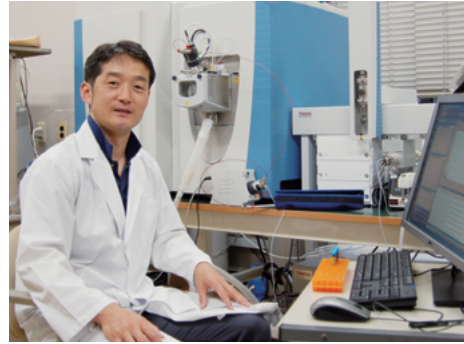
文 献

- 1) Nishito, Y. *et al.*, (2010), *BMC Genomics*, **11**, 243.
- 2) 木村啓太郎、久保雄司 (2011)、日本醸造協会誌 **106**、756 - 762。
- 3) Kubo, Y. *et al.*, (2011), *Applied and Environmental Microbiology*, **77**, 2463-2469.

研究トピックス

かび毒配糖体（マスクドマイコトキシン）の検出

食品安全研究領域 化学ハザードユニット 中川 博之



1. はじめに

マイコトキシン（かび毒）とはかびの二次代謝産物（生命現象に直接関係のない生産物）の中で、ヒトや家畜に発がん性、変異原性、腎・肝障害性などの毒性を示す物質の総称である。ヒトや家畜がかびによって産生されたマイコトキシンを含有した食物を摂取して起こる中毒をマイコトキシコーシスというが、その原因は化学物質であるマイコトキシンであり、かびによる感染（真菌症、マイコーシス）とは全く別のものである。一般にかびは加熱加工によって死滅するが、マイコトキシンは熱に対して安定なものが多く食品中に残留するため、これらの汚染を受けた食品を摂取することにより被害が発生する。これまでに数多くのマイコトキシンが発見、報告されているが、中毒事例があるのはそのうちのごく一部である¹⁾。近年、植物病原菌が産生するマイコトキシンの誘導体として糖（グルコース）が付加した配糖体が存在することがわかってきた。これらの配糖体は従来の分析法では検出されないことから「マスクドマイコトキシン（見えないかび毒）」とも呼ばれている。本稿では、著者らが最近新たに検出したマスクドマイコトキシンを紹介し、そのリスクについて考察してみたいと思う。

2. ムギ類赤かび病とマスクドマイコトキシン

主要なマイコトキシン産生菌としてどのようなかびが存在し、その対策やマイコトキシン分析法としてどのような技術があるかに関しては、各種文献を参照されたい^{1,2)}。本稿では国内における汚染事例が多く、マスクドマイコトキシンの発見により注目されているムギ類赤かび病マイコトキシンに絞って話を進める。ムギ類赤かび病とはムギ類やトウモロコシ等の主要作物の植物病原菌として知られる *Fusarium graminearum*（テレモルフ *Gibberella zeae*）等によって引き起こされる難防除病害である。ムギの開花期に降雨が多いと

被害が大きくなることが知られており、感染した穀粒はコムギの場合、白変から桃色を呈してしわ粒になる（図1）。温帯地域に位置するわが国ではムギの生育期に降雨が多く、赤かび病が発生しやすい。



図1 コムギの健全粒（左上）と赤かび病被害粒（右下）

ムギ類赤かび病菌の一部はマイコトキシンを産生することが知られており、トリコテセン系かび毒と呼ばれる一連の化合物（構造によりタイプA、タイプBに分類される）（図2）とゼアラレノン（ZEA, 図3）がその代表例として知られている。中でもタイプBトリコテセン（C-8位にケトン基をもつ）の1つであるデオキシニバレノール（DON, 図2）は世界各地で汚染が発生することから、多くの国で基準値が設定されている²⁾。わが国を含むアジアでは、もう1つのタイプBトリコテセンであるニバレノール（NIV, 図2）による汚染がDONとともに報告される例が多いことから重視されている²⁾。国内では2002年にコムギ中のDONについて1.1 mg/kgの暫定基準値が設定された³⁾。2008年には汚染低減のための指針が策定され⁴⁾、ムギ類におけるDON, NIV汚染低減への取り組みがなされている。ZEAに関して

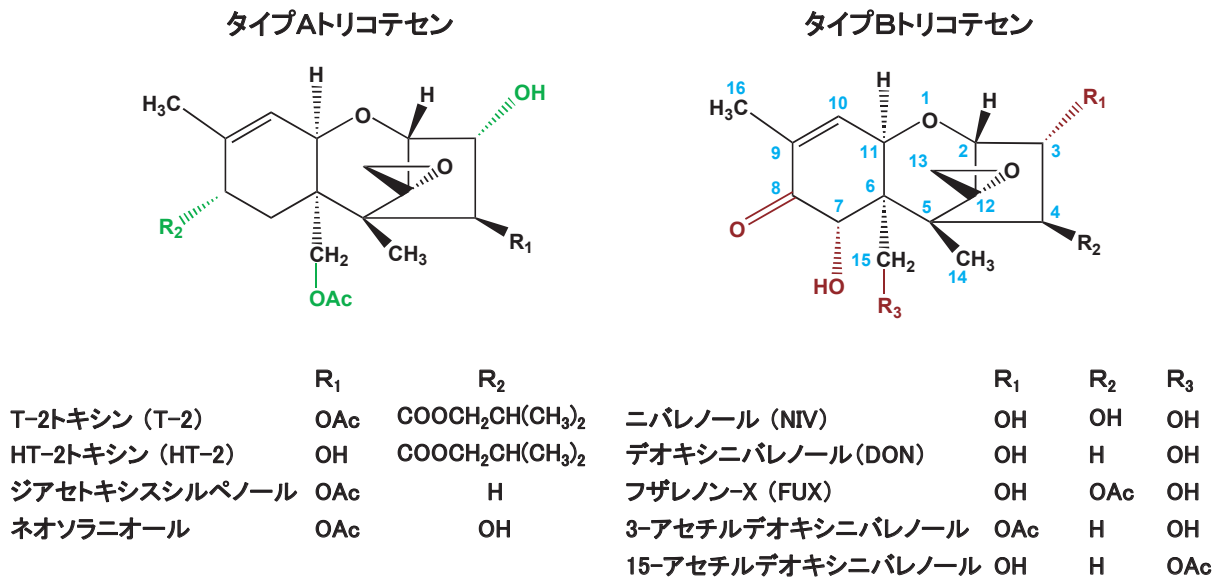


図2 トリコテセン系かび毒

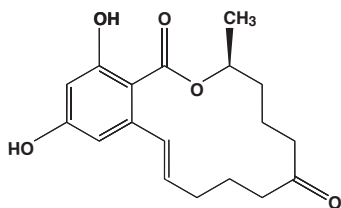


図3 ゼアラレノン (ZEA)

は家畜飼料についてのみ 1 mg/kg の暫定許容値が設定されている⁵⁾。近年、新たな危害要因として DON や ZEA にグルコースが付加した「マスクドマイコトキシシ」と呼ばれる配糖体の存在が報告されている^{6, 7)}。マスクドマイコトキシシは分子量や物理化学的性質が元の化合物とは異なるため従来の分析法では検出できないが、加水分解等によりマイコトキシシを遊離する (図4)。このため「見えない (検出できない) かび毒」として潜在的风险の懸念がある。

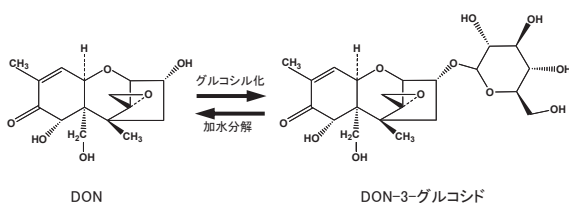


図4 DON と DON- グルコシド

Fusarium 属のような植物病原菌がマイコトキシシを産生する理由として、感染時に植物体内 (穀類等) への菌糸の侵入をより容易にするためとも

いわれている。これに対して植物は外来異物の解毒機構として配糖化やマロニル化等の修飾反応をして液胞の中に蓄積することが知られている。DON の配糖化に関しては、反応に関与すると思われるグルコシルトランスフェラーゼの遺伝子もクローニングされており、同酵素がマイコトキシシの無毒化に関与していると考えられている⁸⁾。DON- グルコシドは抗原 / 抗体反応を利用する DON 定量キットの抗体に交差反応することで、DON の正確な分析を妨げるともいわれている⁹⁾。また、ブタの消化管内で ZEA- グルコシドが分解されて ZEA が遊離されることも報告されている¹⁰⁾。このような背景から、マスクドマイコトキシシの存在の有無を明らかにすることはマイコトキシシのリスクを正確に把握するために役立つと考えられた。

3. 新規マスクドマイコトキシシの探索

Fusarium 属は図2に示したように複数種のマイコトキシシを産生することが知られているが、マスクドマイコトキシシによる農作物の汚染例は DON- グルコシドと ZEA- グルコシドについてのみ報告されていた。しかし、*Fusarium* 属が植物 (農作物) に感染するような状況下では、上記のような植物と菌株間の攻防が起きていることが予想された。すなわち、DON や ZEA 以外のマイコトキシシに関しても配糖体が産生される可能性が高いと考えられた。このような経緯から、著者は上記以外にもマスクドマイコトキシシが存在すると予想し、本研究の実施に至った。

新規マスクドマイコトキシシを探索するにあ

たつてまず課題となったのが、分析試料の入手であった。マスクドマイコトキシンを含有する試料としては「マイコトキシン産生菌が植物（栽培中のもの）に感染するような条件」で調製された農作物が候補となりうると考えられた。農研機構では赤かび病菌を人為的に感染させたムギ類を栽培可能な実験圃場を有しており、2008年より実施している農林水産省リスク管理型委託プロジェクト（生産工程プロ）の研究でDONおよびNIVによる高濃度汚染を受けたムギ玄麦を調製していた。そこで、この玄麦を分析試料とした。

試料確保の次の課題は、存在が明らかでない化合物（新規マスクドマイコトキシン）を検出するための分析法であった。この問題を解決する手段として著者らは、高速液体クロマトグラフィー・オービトラップ型質量分析装置（LC-Orbitrap MS）（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製、商品名：Exactive）を使用した。同装置の特徴は、従来にない高分解能での検出ができることである。質量分析装置による未知化合物の検出では、予想される化合物の分子量（組成式）に基づくイオンで探索を行うと複数の候補ピークが現れるため、その中からどのピークが目的化合物であるかを判別するのが困難である場合が多い。これに対してLC-Orbitrap MSでは高分解能の特徴を生かした精密質量による精度の高いイオンの識別が行われるため、候補となるピークの数々が絞られたデータが得られる。このため、未知化合物でも分子量（組成式）の情報のみで候補ピークが絞り込まれ、さらに特徴的なフラグメントイオン（目的化合物の構造から生じる特徴的なイオン断片）を検出することで、存在の判別が可能になる（詳細は著者らの原著論文^{11, 12)}を参照）。このような高分解能質量分析装置を用いることで、DONおよびNIVによる高濃度汚染を受けたコムギ玄麦中に新規マスクドマイコトキシンであるNIV-グルコシド、さらにNIVの前駆体であるフザレノン-X (FUX)由来のマスクドマイコトキシンであるFUX-グルコシドを世界で初めて検出した（図5）¹¹⁾。

さらに著者らはタイプAトリコテセン（図2参照）であるT-2トキシシン（T-2）とHT-2トキシシン（HT-2）を含有する自然汚染トウモロコシ粉末試料を海外から入手し、同様な手法を用いて分析を行った。その結果、T-2、HT-2の両者についてもマスクドマイコトキシシンを新たに検出した（図6）¹²⁾。タイプBトリコテセンだけでなく、タイプAトリコテセンについてもマスクドマイコトキシンが存在することが本発見によって初め

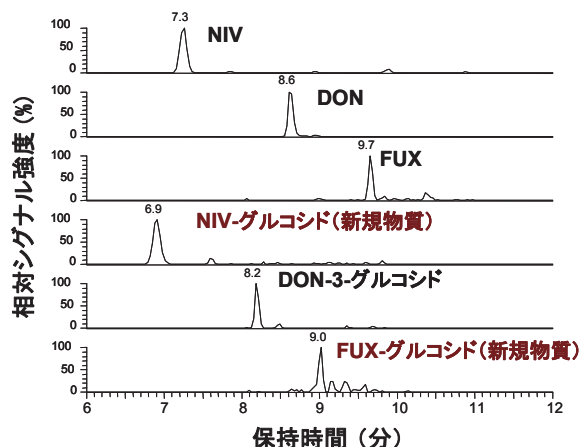


図5 DON, NIV 汚染を受けたコムギ玄麦に含まれる新規マスクドマイコトキシシンの検出

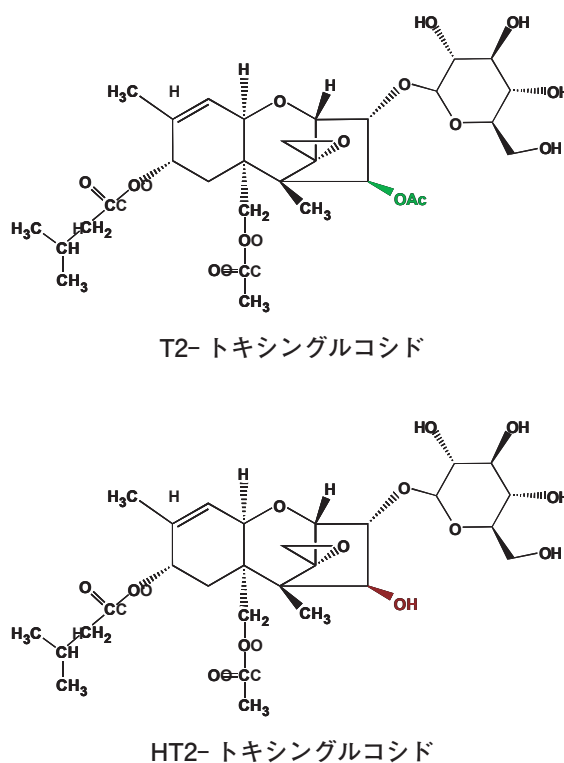


図6 T-2- グルコシドと HT-2- グルコシドの推定構造

で明らかにされた。これらの報告により、マスクドマイコトキシンがDONやZEAのような特定のマイコトキシンに対してのみではなく、他のトリコテセン系かび毒についても広く存在することが示された。今回著者らが新たに同定したマスクドマイコトキシンはいずれも試薬標品が入手できない化合物であった。従って検量線を用いた定量分析を行うことはできなかった。そこで、試料中に共存するDON-グルコシド/DONの割合を調べた（DON-グルコシド, DONの試薬標品は入

手可能) ところ、前者の汚染コムギでは重量比で15%程度、後者の自然汚染トウモロコシではモル比で6%程度がグルコシル化されていることがわかった。各種トリコテセン系かび毒における構造の類似性を考えると、NIV, FUX, T-2, HT-2についても同等程度の割合で配糖化が起きていると推定された^{11, 12)}。

4. 今後の課題

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) では2010年にDONリスクの再評価が行われ、DONとDONのアセチル化誘導体を併せたグループPM-TDI (暫定最大耐容一日摂取量) が定められた。一方、DON-グルコシドに関しては(毒性等の)情報が不足しているということでグループPM-TDIへの算入が見送られた¹³⁾。リスク評価は科学的根拠に基づいた情報が揃って初めて議論ができる。欧州では加工食品等におけるマスクドマイコトキシンの含有量を調査する研究も行われているが、調査対象となっているのは試薬標品が入手可能なDON-グルコシドのみである。今後のマスクドマイコトキシンに関する研究推進のためにも、各種試薬標品が供給されることを期待したい。

5. おわりに

2008年の汚染米事件、2011年の食品中のアフラトキシンの指標変更¹⁴⁾などを受け、マイコトキシンに関する国民の関心は高まっていると思われる。他の化学物質についてもいえることであるが、私たちは危害要因となりうる物質(ハザード)が存在した場合に「検出された」=「危険である」と判断してしまうことが多い。そうではなく、その物質の毒性(どのくらいの量が体内に入ると健康に影響があるか)と汚染の程度(どの濃度やレベルなら問題となるか)を正しく把握した上で、冷静な対応をとることが大切である。今回、新たな危害要因となる可能性があるマスクドマイコトキシンを紹介したが、適切なリスク評価ができるよう、今後も分析法の開発と高精度化に取り組んでいきたい。

※本研究の一部はH20～23年度農林水産省リスク管理型委託プロジェクト(生産工程プロ)の一環として実施したものである。

文 献

- 1) 小西良子, モダンメディア 55, 108-119 (2009).
- 2) 食品工業NEO 食品工業におけるカビ汚染対策, 食品工業編集部編, 光琳 (2010).
- 3) 厚生労働省:「小麦中のデオキシニバレノールに係る暫定的な基準値の設定について」, 平成14年5月21日, 食発第0521001号 (2002).
- 4) 農林水産省消費・安全局, 生産局:「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」, 平成20年12月 (2008).
- 5) 農林水産省消費・安全局:「飼料中のゼアラレノンの暫定許容値の改正について」, 平成22年10月6日, 消安第5365号 (2010).
- 6) Berthiller, F. *et al.*, Journal of Agricultural Food Chemistry, 53, 3421-3425 (2005).
- 7) Schneweis, I. *et al.*, Journal of Agricultural Food Chemistry, 50, 1736-1738 (2002).
- 8) Poppenberger, B. *et al.*, Journal of Biological Chemistry, 278, 47905-47914 (2003).
- 9) Lancova, K. *et al.*, Food Additives and Contaminants 25, 732-744 (2008).
- 10) Gareis, M. *et al.*, Journal of Veterinary Medicine Series B 37, 236-240 (1990).
- 11) Nakagawa, H. *et al.*, Food Additives and Contaminants Part A, 28, 1447-1456 (2011).
- 12) Nakagawa, H. *et al.*, World Mycotoxin Journal, 5, 271-280 (2012).
- 13) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): Summary and Conclusions the Seventy-second Meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA/72/SC), Rome, FAO, pp10-11 (2010) Available from: http://www.who.int/foodsafety/chem/summary72_rev.pdf
- 14) 厚生労働省:「アフラトキシンを含有する食品の取扱いについて」, 平成23年3月31日, 食安発0331第5号 (2011).

研究トピックス

糖鎖合成の新たな展開

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

今場 司朗



1. はじめに

生体内には、遺伝子鎖、蛋白質鎖、糖鎖という3つの重要な「鎖」が存在する。遺伝子は生物の基本となる情報物質であり、それによりコードされているのが蛋白質である。さらにこの蛋白質により誘導されるのが糖鎖である。本稿ではこの糖鎖に注目する。生体内糖鎖は、他の細胞（白血球、癌細胞など）、細菌、ウイルス、毒素などが、細胞に接着する際の結合部位（リガンド）となったり、蛋白質や脂質を安定化させたり、蛋白質のタグとして細胞間での情報伝達に、重要な役割を果たしたり、プロテオグリカンとして水分を結合させ組織を保護したりする。人の生体内糖鎖として一般によく知られているものに、ABO式血液型糖鎖抗原がある。赤血球上に Fuc α 1 \rightarrow 2Gal β 1 \rightarrow 3GlcNAc 糖鎖構造が存在すると O 型、この O 型糖鎖構造に GalNAc が、 α 1 \rightarrow 3 結合する (Fuc α 1 \rightarrow 2(GalNAc α 1-3)Gal β 1 \rightarrow 3GlcNAc) と A 型、Gal が、 α 1 \rightarrow 3 結合する (Fuc α 1 \rightarrow 2(Gal α 1-3)Gal β 1 \rightarrow 3GlcNAc) と、B 型抗原が形成される。A 型糖鎖抗原と、B 型糖鎖抗原の両方が存在すると、AB 型になる。(Fuc: フコース、Gal: ガラクトース、GlcNAc: N-アセチルグルコサミン、GalNAc: N-アセチルガラクトサミン)

様々な構造の糖鎖機能を詳細に研究する為には、気軽に様々な糖鎖を入手可能にすべきであるが、その為には、糖鎖を簡単に作り出す技術の開発、つまり糖鎖自動合成技術の確立が必要である。現在においても満足のいく糖鎖自動合成機は存在しない。さらに、一度に各種構造の糖鎖機能を詳細に解析可能となる糖鎖チップも開発途上である。本稿では新たに開発した糖鎖合成手法により達成した糖鎖自動合成、糖鎖ライブラリー合成、ならびに糖鎖チップ合成を紹介する。

2. 新規糖鎖合成手法

糖鎖を有機化学的に合成するためには、たくさんある水酸基のうち結合させたい水酸基のみ選択的に遊離させ、目的の糖を導入する必要がある。その為、現在までに多くの水酸基の保護基が開発された。しかし、どれも自動合成やライブラリー合成に最適化されてはならず新たなコンセプトの保護基の開発が必要であった。

ここでもし仮に、ある種類の保護基により、糖のすべての水酸基を保護し、かつ、ある種類の脱保護試薬により選択的に目的の水酸基のみを次々に脱保護可能であったならば、糖鎖合成の為のユニバーサルな手法になりうると共に、分岐を有する様々な糖鎖を選択的に、かつ機械により合成できるようになり、さらには一度に多数の糖鎖を選択的に合成する糖鎖コンビナトリアルライブラリー合成をも可能になるのではないかと考えた。この様な夢のような保護基として、筆者は「だるま落とし保護基」を開発した¹⁻³⁾。ご存じのようにだるま落としは、一つのハンマーで台を一つずつ叩いていきだるまを下に落とす遊びである。ここに、台の数がそれぞれ違う3種類のだるまがあったと想定する (図1)。

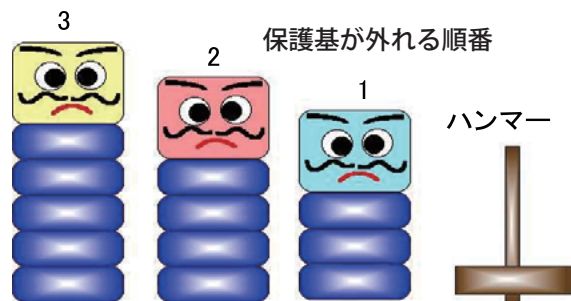


図1 だるま落とし保護基の概念

ハンマーで台を叩くと最初の一巡目で、それぞれが一番下の台が飛び、一つずつだるまの位置が下に下がる。二巡目でさらにもう一段ずつ、だる

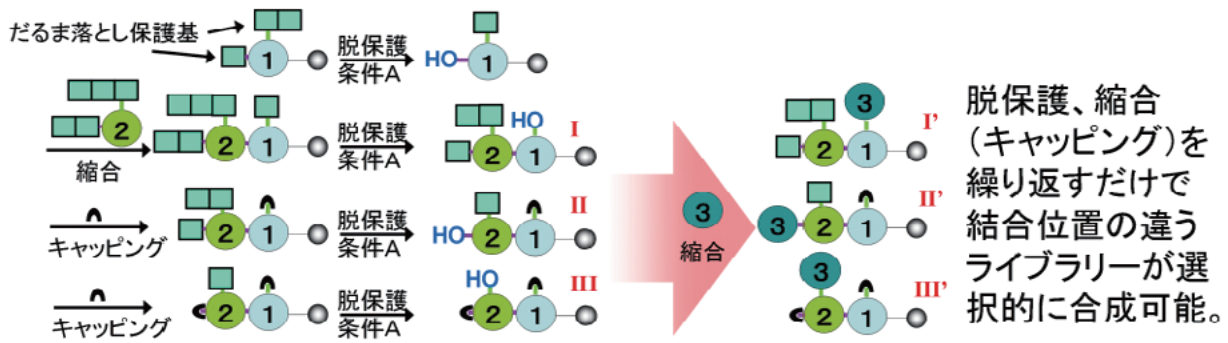


図2 だるま落とし保護基を用いた糖鎖合成

まは下に下がる。この様にして、同じ操作（一個のハンマーで一番下にある台を叩くという単純動作）を続けていくだけで、台の数が一番少ない青のだるまを一番早く下まで落とすことが出来、次は赤、最後に黄のだるまというようにそれぞれ順番に落とすことが出来る。つまり、最初の台の数を変えるだけで、どのだるまをどんな順番で下に落とすかということを決めることが出来るわけである。これを糖の水酸基の保護基として導入し、糖鎖合成に用いることを考案した。台として同じ条件で切れるものを直列につなげ、その長さ（重合度）を変える事によってだるまが下に着く順番を決める、つまり水酸基が遊離になる順番を決めるというものである。ハンマーとしては、ある一つの条件だけで、その台を一つずつ切ることが出来る試薬を使用する。この様な「だるま落とし保護基」を用いる事により、わずか一種類の脱保護剤を用いて、他の保護基の脱離条件を検討する必要なく、さらに保護基の掛け替えなしに順次ある特定の水酸基のみを遊離し他の糖と結合させ、目的とする糖鎖を簡便かつ最小のプロセスにて合成できると考えた（図2）。具体的には、アミノ酸誘導体をだるま落とし保護基として用いる事にし、アミノ酸誘導体の重合度を変える事により、だるま落とし保護基の台の高さを変え、ハンマーとしては、N末端から一つずつ切ることが出来るエドマン分解法を用いる事にした。

3. 糖鎖自動合成

糖鎖自動合成の目的物として、細胞接着分子であるとともに癌抗原として知られるPSGL-1の類縁体五糖を選んだ。これは、三方にも分岐を有する糖鎖である。自動合成機としては市販の固相合成機である aapptec 社の Vantage を選んだ。この Vantage は無水条件でかつ低温での反応ができる固相合成用の合成機である。各単糖ユニットならびに試薬をテーブルトップ上に配置し、プ

ログラムを組むことにより自動的にニードルシリンジにより指定量の単糖ユニットならびに試薬が反応容器に運ばれ、指定温度にて反応が進行し、反応終了後は固相樹脂の洗浄乾燥も自動的に行える全自動合成機である。だるま落とし保護基を用いると特別な専用装置ではなく、この様な市販の固相合成機を使用して糖鎖の自動合成が達成可能になる。だるま落とし保護基を順次エドマン分解にて脱離させることにより、選択的に目的の水酸基を脱保護し、順次低温で縮合を行い、目的とする三方に分岐を有する五糖を自動的に合成することに成功した（図3）⁴⁾。

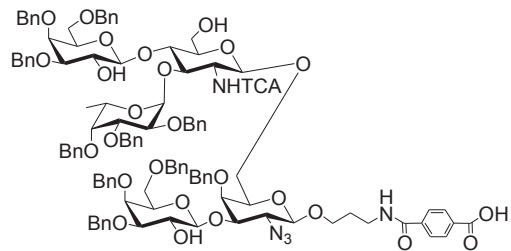


図3 自動合成に成功したPSGL-1類縁体

4. 糖鎖コンビナトリアルライブラリー合成

糖鎖コンビナトリアルライブラリー合成の目的物として、3、4位に結合を有するガラクトース三糖を選んだ。更にアノメリック位も α 、 β を作り分ける事とし合計10種類を目的化合物とした。アノメリック位の β 結合は100%選択的に合成可能であるが、 α 結合は現在においてもどんな構造の糖にも適応可能なユニバーサルな手法は確立していない。しかし、種々検討の結果、末端のガラクトースを α 選択的に導入する条件を見つけ、 α 結合を有する5種類の糖鎖の合成にも成功した。1糖目を固相樹脂に結合させたあとエドマン分解を行うことにより順次選択的に3位水酸基、4位水酸基という順に脱保護させ、位置および立体選択的に二糖目を縮合した。また同様にエドマン分

解を繰り返すことにより順次選択的に目的の水酸基を脱保護させ三糖目を、位置および立体選択的に縮合することにより目的とする10種類の三糖ガラクトースコンビナトリアルライブラリー合成に成功した(図4)^{5,6)}。

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Galβ(1-3){Galβ(1-4)}Gal | 6. Galβ(1-3){Galα(1-4)}Gal |
| 2. Galβ(1-3)Galβ(1-3)Gal | 7. Galα(1-3)Galβ(1-3)Gal |
| 3. Galβ(1-4)Galβ(1-3)Gal | 8. Galα(1-4)Galβ(1-3)Gal |
| 4. Galβ(1-3)Galβ(1-4)Gal | 9. Galα(1-3)Galβ(1-4)Gal |
| 5. Galβ(1-4)Galβ(1-4)Gal | 10. Galα(1-4)Galβ(1-4)Gal |

図4 ガラクトース三糖から成るコンビナトリアルライブラリー

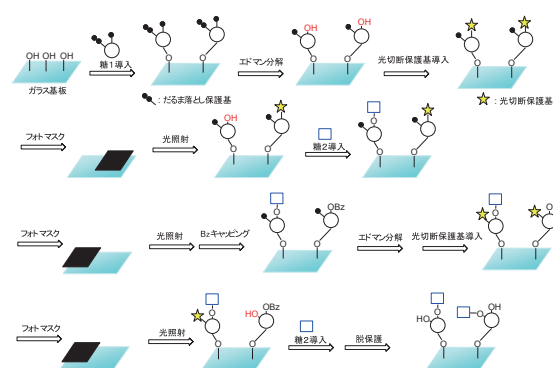


図5 糖鎖オンチップ合成

5. 糖鎖チップ合成 (オンチップ合成)

バイオチップに代表される物としてDNAチップがあるが、糖鎖チップもその有用性が期待されており、盛んに研究されている⁷⁾。DNAチップはその作製法により大きくスタンフォード型と、Affymetrix型の2種類に分けられる。スタンフォード型は、出来上がったDNAをスポッターによりガラス基板にスポットしてチップを作製する。スポッターにはピン方式、インクジェット方式、バブルジェット方式、キャピラリー方式などがあり、スポッターの性能に集積化度が依存する。一方Affymetrix型はガラス基板上でフォトリソグラフィ技術を用いて、一つずつDNA鎖を延ばして作製する。集積化度は、光の当たる面積に依存し、光の当たる面積を小さくしていくだけで、集積化が可能になり、集積化及び低コスト化においてスタンフォード型より優れている。ここで現在の糖鎖チップ作製法はというと、すべていわゆるスタンフォード型であり、できあがった糖鎖を基板に結合させて作製している。今後、より集積化、多種類化が糖鎖チップにも求められるようになると考えると、やはり糖鎖チップにおいてもAffymetrix型のようにオンチップ合成が必要になってくる。そこで、だるま落とし保護基を用いてオンチップ合成を検討した(図5)。光切断保護基とだるま落とし保護基をうまく組み合わせることにより一枚の基板上に構造の違う糖鎖を構築する事に成功し、オンチップ合成による糖鎖チップ作製技術を確立した。

6. おわりに

核酸・蛋白質に比べその研究が遅れていた糖鎖であるが、だるま落とし保護基という独自手法により糖鎖合成の壁が打ち破られ、研究材料の糖鎖を容易に供給できる技術は整った。本手法により合成した糖鎖が、今後の糖鎖研究進展、さらには生命現象解明の一助になる事を期待する。

文献

- 1) L. P. Miranda and M. Meldal, "Unichemo protection: A concept for chemical synthesis", *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **40**, No.19, 2001, pp.3655-3657.
- 2) S. Komba, M. Kitaoka and T. Kasumi, "A new oligosaccharide synthesis using special hydroxy protecting group", *Tetrahedron Lett.*, **45**, No.13, 2004, pp.2759-2762.
- 3) S. Komba, M. Kitaoka and T. Kasumi, "A new method of carbohydrate synthesis in both solution and solid phases using a special hydroxy protecting group", *Eur. J. Org. Chem.*, No.24, 2005, pp.5313-5329.
- 4) S. Komba, T. Terauchi and S. Machida, "Automated synthesis of a tri-branched pentasaccharide: the application of the unichemo hydroxyl protection method to the automated synthesis of oligosaccharide", *J. Appl. Glycosci.*, **56**, No.3, 2009, pp.193-206.
- 5) S. Komba and S. Machida, "UCHP method for oligosaccharide combinatorial library synthesis", *J. Carbohydr. Chem.*, **28**, No.6, 2009, pp.369-393.
- 6) S. Komba, T. Terauchi and S. Machida, "A regio- and stereo-selective parallel synthesis of give types of trigalactoses on a solid support as a model of a Combinatorial oligosaccharide library", *J. Appl. Glycosci.*, **58**, No.1, 2011, pp.1-12.
- 7) N. V. Bovin and M. E. Huflejt, "Unlimited glycochip", *Trends Glycosci. Glycotechnol.*, **20**, No.115, 2008, pp.245-258.

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
核酸検査用プライマーセット及びこれらを用いた検査キット及び検査方法	日 本	4899180	24.1.13	食品総合研究所 株式会社ニッポンジーン
爆砕発酵処理バガスの製造方法	日 本	4894015	24.1.16	食品総合研究所 森林総合研究所 株式会社琉球バイオリソ ース開発 科学技術振興機構
アクアガスを用いた農産物のフード供給システム	日 本	4900779	24.1.13	食品総合研究所 タイヨー製作所 香川栄養学園 ローズコーポレーション 梅田事務所
経頭蓋的脳機能測定・刺激点の空間解析方法	日 本	4882087	23.12.16	食品総合研究所
混捏製品の製造装置、製造方法、混捏製品および加工品	日 本	4893924	24. 1. 6	食品総合研究所 有限会社つくば食料科学 研究所
醸造酒中の原料植物の判別方法	日 本	4953058	24. 3.23	食品総合研究所
AGE を認識するリフォールディングされた分子	日 本	4911575	24. 1.27	食品総合研究所 江崎グリコ株式会社
ラクト-N-ビオース I 及びガラクト-N-ビオースの製造方法	日 本	4915917	24. 2. 3	食品総合研究所
咀嚼・口内滞留特性が向上した食品の製造法	日 本	4900952	24. 1.13	食品総合研究所
method for detecting and quantifying endogenous wheat DNA sequence (コムギ内在性DNA配列の検出・定量方法)	アメリカ	8030463	23.10. 4	食品総合研究所 株式会社日清製粉グルー プ本社

特許情報

特 許 解 説

アクアガスを用いた農産物のフード供給システム

特許の概要

115℃前後の過熱水蒸気中に 100℃の微細水滴が分散している気液混合の加熱媒体(アクアガス)(図1:発生メカニズム)を用いて、ジャガイモを食材あるいは食品として提供するシステムである。このアクアガスは「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」において連携5機関で開発された技術で、「被加熱材料の加熱方法及びその装置(特許第4336244号)」ほか、多くの特許を出願している。

○従来の技術的特徴

農産物を食感や品質などを保持したまま、長期保存できる技術は確立していない。また茹で処理や蒸し処理では、水溶性成分の溶出や吸水による物性の変化が課題であり、オープン加熱や過熱水蒸気処理などでは乾燥により生じる表面の硬化や歩留まり低下が課題となっている。

○本特許の技術的特徴

過熱水蒸気より加熱の効率が高く、酸化を防止しながら、加熱中の乾燥を防ぐ新しい加熱処理技術である「アクアガス加熱」を生産地での一次処理、及び消費地での加工調理処理に用いることで、特にジャガイモにおいては以下の特徴がある。

- (1) ビタミンCの保持(茹で処理、蒸し処理では、溶出により減少)
- (2) 澱粉糖化抑制(効率的な加熱処理で内部酵素失活による糖化抑制)
- (3) 加熱時の歩留まりの向上(吸水や乾燥のない状態での加熱により生と同じ重量維持)

○活用可能な分野

本特許は、実施例での効果が確認されているジャガイモの加工についてであるが、図2に示しているように、大根やカボチャ(南瓜)、トウモロコシ、枝豆などの農産物の一次加工や加工素材の調製にも活用可能である。

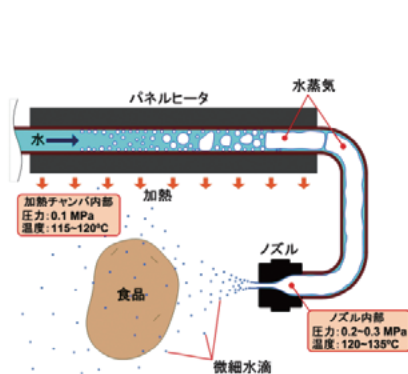


図1 アクアガスの発生メカニズム

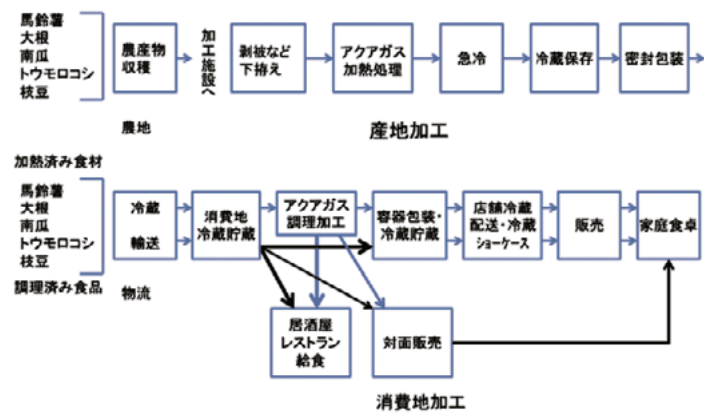


図2 想定される産地及び消費地加工

所内ニュース

平成24年度科学技術週間一般公開（報告）

4月20日（金）21日（土）、科学技術週間の一般公開を開催しました。2年ぶりの開催となった今年は、天候にも恵まれ二日間で約3000名と多くの来場者をお迎えしました。今年は、「来て見て触れて！食の科学」のキャッチフレーズを掲げて、参加型・体験型の催し物をたくさん用意しました。

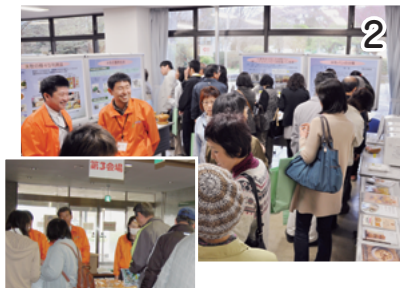
毎回ご好評を頂いている十割ソバ（写真1）や米粉パンの試食（写真2）。コーヒーのテイスティング体験（写真3）。パソコンで野菜の履歴を調べる（写真4）。うどんの菌ごたえをMRI画像で見る（※）。生きたコクゾウムシの顕微鏡観察（※）。パン酵母のできるまで（写真5）。赤くならないトマト・落ちないトマトの展示（写真6）。稲わらからバイオ燃料（※）。食品クイズ（写真7）・食品衛生アンケート（写真8）。講演会（※）・相談コーナー（写真9）など。

金曜日は中・高校生、土曜日は家族連れと様々な方にご来場頂き、行列のできる催し物もたくさんありました。来年も楽しい企画で開催する予定ですので、皆様の来場をお待ちしています。

（※）は、表紙に写真を掲載

（情報広報課長）

一般公開の様子



所内ニュース

表彰・受賞

(受賞日順に掲載)

(公益社) 日本農芸化学会 Most - Cited Paper Award (平成 24 年 3 月 22 日)

受賞対象：「Prebiotic Effect of Lacto-N-biose I on Bifidobacterial Growth Biosci. Biotechnol. Biochem., Vol. 73, pp.1175 ~ 1179 (2009)」

【業績の概要】 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 最近3巻（3年）に掲載された論文の中から、ISI データによる被引用数が最も多い論文に与えられる BBB(Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry) Most-Cited Paper Award を当所研究員が受賞しました。

受賞者：全6名。(内当所職員3名。以下に記載。)



清原 正志 (きよはら まさし)
農研機構特別研究員 (食品総合研究所)

西本 完 (にしもと まもる)
食品バイオテクノロジー研究領域 酵素研究ユニット
主任研究員



北岡 本光 (きたおか もとみつ)
食品バイオテクノロジー研究領域 酵素研究ユニット
上席研究員

(財) 飯島記念食品科学振興財団 技術賞 (平成 24 年 4 月 23 日)

受賞対象：「ヒト生理学的計測による新規な食品テクスチャー評価法の開発」

【業績の概要】 食品品質、とくに美味しさに及ぼす影響が多大なテクスチャー（食感）の評価に、咀嚼運動や筋活動を解析する口腔生理学的な計測法を導入し、大きく展開し一分野を確立しました。



神山かおる (こうやま かおる)
食品機能研究領域 食品物性ユニット
上席研究員

日本食品化学学会 第14回奨励賞

(平成 24 年 6 月 21 日)

受賞対象：「ソバに含まれる IgE 結合タンパク質に関する研究」

【業績の概要】ソバは少量で重篤なアレルギー症状を引き起こす恐れがあるため、日本では特定原材料として表示が義務づけられています。本研究では、ソバ主要アレルゲン Fag e 2 の詳細な解析を行い IgE エピトープを明らかにするとともに、ソバの IgE 結合タンパク質の網羅的検出を行い新規アレルゲン候補タンパク質を同定しました。これらの成果は、ソバのアレルゲン性の評価やアレルゲン低減加工技術および低アレルゲン食品の開発、また、アレルゲン分子を標的とした高精度検査法の開発やそれを用いたより正確な診断など、多くの分野への応用が期待されます。



佐藤 里絵 (さとう りえ)

食品素材科学研究領域 蛋白質素材ユニット
研究員

日本食品化学学会 第7回論文賞

(平成 24 年 6 月 21 日)

受賞対象：「イムノプロテオミクス手法を用いたソバ IgE 結合タンパク質の網羅的検出」

(日本食品化学学会誌 第 18 巻第 2 号掲載)

【業績の概要】特定原材料の 1 つであるソバは、少量で重篤なアレルギー症状を引き起こすことが知られています。症状の原因物質であるアレルゲンは主に IgE 結合タンパク質ですが、ソバアレルゲンに関する知見は他の特定原材料と比べて多くありません。そこで本研究では、ソバアレルギー患者血清を用いたプロテオミクス手法により、ソバの IgE 結合タンパク質の網羅的検出を行いました。その結果、既知アレルゲンに加え、新規ソバアレルゲン候補タンパク質を複数同定しました。また、同定されたアレルゲン候補タンパク質のいくつかは、複数の患者血清において共通して見られることを示しました。

受賞者：著者全 3 名。(内当所職員 1 名。以下に記載。)



佐藤 里絵 (さとう りえ)

食品素材科学研究領域 蛋白質素材ユニット
研究員

(社) 日本食品科学工学会 奨励賞

(平成 24 年 8 月 29 日)

受賞対象：「日本語テクスチャー用語の体系化と論理的官能評価への利用」

【業績の概要】従来、研究の場においてさえ曖昧に用いられてきた日本語のテクスチャー（食感）表現を網羅的に収集、整理し、445 語から成るテクスチャー用語体系を構築することができました。また、各用語に対する消費者の認知状況や、各用語が使われる食物を網羅的に明らかにするなど、食品の品質評価や情報伝達に有用で実用的な知見を得ることができました。さらに、外国語と比べて日本語にはテクスチャー用語が多いことや、テクスチャー語彙の基本的な要素には外国語との共通性があることなど、テクスチャー研究の基盤的な知見を得ることができました。



早川 文代 (はやかわ ふみよ)
食品機能研究領域 食品物性ユニット
主任研究員

(社) 日本食品科学工学会 論文賞

(平成 24 年 8 月 29 日)

受賞対象：「NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータによる穀物試料の放射性セシウム測定
—環境放射線の遮へい効果と Ge 半導体検出器測定との相関—」

(日本食品科学工学会誌 第 58 巻第 9 号掲載)

【業績の概要】福島第一原子力発電所の事故後の環境放射線量で、食品中の放射性セシウムを NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータで検出するための遮へい条件を検討し、有効な遮へい条件と環境放射線量低減の効果を示しました。また、大麦中の放射能の検出に有効な遮へい条件と測定ジオメトリを設計し、NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータで計測した値と Ge 半導体検出器による放射性セシウム濃度とに良好な直線的相関があることを示しました。

受賞者：全 8 名。(内当所職員 7 名。以下に記載。)



亀谷 宏美 (かめや ひろみ)
食品安全研究領域 化学ハザードユニット
研究員

萩原 昌司 (はぎわら しょうじ)
食品工学研究領域 反応分離工学ユニット
主任研究員

根井 大介 (ねい だいすけ)

食品安全研究領域 食品衛生ユニット
主任研究員

木村啓太郎 (きむら けいたろう)

応用微生物研究領域 発酵細菌ユニット
主任研究員

松倉 潮 (まつくら うしお)

食品素材化学研究領域長

川本 伸一 (かわもと しんいち)

食品安全研究領域長

等々力節子 (とどりき せつこ)

食品安全研究領域
上席研究員

Food Science and Technology Research Award (平成 24 年 8 月 29 日)

受賞対象：「Effects of Rice Properties on Bread Made from Cooked Rice and Wheat Flour Blend」
(訳：ごはんパンにおける炊飯米特性の影響)

【業績の概要】小麦粉の一部を炊飯米で代替した「ごはんパン」の膨らみには、米成分ではアミロース含量が、炊飯米特性では表層の粘りが大きく影響することがわかりました。グルテン膜にかわり糊化澱粉が観察されました。

受賞者：全 4 名。(内当所職員 2 名。以下に記載。)



奥西 智哉 (おくにし ともや)

食品素材科学研究領域 穀類利用ユニット
上席研究員

宮下 香苗 (みやした かなえ)

食品素材科学研究領域 穀類利用ユニット
契約職員

海外留学報告

ドイツにおける糸状菌光応答遺伝子研究



応用微生物研究領域 糸状菌ユニット 鈴木 聡

ゲッティンゲン大学紹介

平成22年10月30日より24年4月30日までの1年半、農研機構長期在外研究員派遣制度により、ドイツ連邦共和国ゲオルク・アウグスト大学ゲッティンゲン（通称ゲッティンゲン大学）に留学する機会を得た。ゲッティンゲン大学のあるゲッティンゲンはドイツのちょうど真ん中あたりに位置する。中世からのゲッティンゲン旧市街は街の周囲を円形に壁を取り囲んだ形になっているが、現在は一部を除いて壁は存在せず、壁のあった部分の多くは公園となっており、市民の憩いの場になっている。ゲッティンゲン大学は1734年の創立以来ノーベル賞受賞者を40名以上輩出したドイツの名門大学の一つである。私は微生物遺伝学研究所の分子微生物遺伝学専攻というグループで研究生活を送った。私のグループの長はゲルハルト・ブラウス教授であった。彼の“王国”の領土は、微生物遺伝学研究所の2階全フロアと、1階のフロア半分を占めており、それぞれ、2階はアスペルギルス属菌とパーティシリウム属菌、酵母の研究室、1階は准教授の独立ラボとしてアカパンカビの研究室となっていた。専攻内は6つの研究室に分けられており、その長は准教授の場合もあればポスドクが責任者である場合もあった。私は、アスペルギルス属糸状菌における光応答による生殖と二次代謝制御を研究する研究室に配属になり、その長であるポスドク、バイラム博士と共同で仕事することとなった。バイラム博士は、この分野の第一人者であり、2008年にはScience誌に論文を発表している。研究生活は充実の一言で、私は、アスペルギルス属モデル菌における光応答遺伝子の発現機構の研究に打ち込む事ができた。

研究概要

留学中の私の研究テーマは高効率のタンパク質発現系の開発であった。タンパク質の高効率生産

には転写、翻訳、フォールディング、分泌経路等いくつかの要因があるが、最も初期の段階では、当該タンパク質をコードする遺伝子を高効率で転写するためのプロモーターの開発が重要である。効率的な発現のためには、タンパク質発現のタイミングを最適化できる誘導プロモーターが必須であるが、特に、光等物理的的刺激による誘導プロモーターは、培地に新たに誘導物質を加える等の作業が不要で、低コスト省エネルギーであると期待される。そこで、光に応答して発現が誘導される遺伝子からプロモーター配列を取得し、物質生産に利用する技術開発を目標として研究を行った。プロモーターを段階的に短縮して、光応答を観察し、応答に重要な役割を果たすプロモーター配列を決定するという手法で、多くの変異株を作成した。また、それらの菌株の照射下培養法と、そこからの遺伝子調製法等を習得し、また、核タンパク質を濃縮抽出して、プロモーター配列を含むDNA断片に結合した核タンパク質を回収して解析する手法を習得し、日本に持ち帰る事が出来た。上記手法にて光応答遺伝子のプロモーター領域の構造を解析し、このプロモーターが光に応答するための重要な配列を決定する事ができた。

ドイツにおける研究室運営

研究そのものだけでなく、世界的トップレベルの研究室がどのような運営を行っているのかを実地に体験する事も留学の重要な仕事の一つである。ブラウス教授は、基礎と応用のプロジェクトをうまく組み合わせて一体として運営していた。グループのメインの仕事は、アスペルギルス属菌のモデル菌を用いた、理学的興味に基づく細胞生物学であり、主なトピックは、光応答による生殖と二次代謝の制御機構、及び、ユビキチン様小タンパク質による、タンパク質品質管理と、その生理学的役割の解明である。グループを代表する著名な論文誌への発表成果は主としてこれらの研究

トピックから出される。一方、アスペルギルス属菌の中でも医真菌感染機構、また酵母モデルを用いたタンパク質凝集機構の解明で医学関連の資金を得ており、また、ドイツ農業の重要産品である菜種油産業に大きな被害をもたらす植物病原菌の研究で菜種油産業界から長期的・安定的な資金を得ている。そしてこれら全く違う性格・分野のラボのメンバー全員仲が良く、廊下でのすれ違いざまにもたちまち自由闊達なディスカッションが起こる等、学問の天国のような場所であった。ブラウスグループの構成員としては、博士課程の学生も含め半数程度は外国人であった。外国人研究者の受け入れはブラウスグループだけでなく、ゲッティンゲン大学全体が非常に力を入れている部分でもある。また、研究グループに専属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、予算のやり繰り、高度機器の運転・管理等に研究員の手が煩わされる事もなかった。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るが、同時に各研究室の運営、学生の指導、講義など多くの責任を負っている。一方で、機械・備品や試薬、消耗品等に彼我の大きな違いはない。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。

生活雑感

ドイツへは妻と4歳の娘と1歳の息子を同伴した。初めての外国暮らしで心配だった治安も、住んでみれば、日本よりも良好な印象を持った。アパートは古き良き時代の日本の長屋のように、子供たちが自由にお互いの家を行き来し、気が付くと隣の子が、うちの台所でお菓子を食べているかと思うと、うちの娘がいつの間にかお友達の家で夕飯をいただいているというようなオープンな環境であった。うちの右隣はアメリカ人の家庭で、その娘さんとうちの娘は幼稚園が同じクラス、そのお父さんが、私の職場の隣のラボで、公私共に仲良くして頂いた。左隣がインド人、その隣がポーランド人。アメリカ人の娘さんは当然ながら英語で、また、ポーランド人の娘さんもアメリカ生まれのため、ポーランド語が母語で英語はネイティブ並み、うちの娘は、渡独当初は日本語しか話せないという状態であったが、半年もすると、子供たちは皆ドイツ語で遊んでいた。改めて子供たちの言語習得能力には驚かされる。仕事においても、プライベートにおいても多くの国籍の友人ができ、お互い家に招きあい親密なお付き合いが出来た。私たちのドイツでの食生活は非常に豊か

であった。当初こそ妻は日本から持参した日本食を料理する事が多かったが、ゲッティンゲンでは日本食材の入手が困難であった事もあって、次第に食生活はドイツ化していった。何より食料品が安価なのがうれしかった。軽くハムやチーズを載せただけのドイツパンの美味さ、ゆでただけで微妙な甘みのあるジャガイモ、極めつけは春から初夏にかけて出てくるシュパーゲル（白アスパラガス）等、懐かしい思い出である。トルコ系移民が売っているドゥナーケバブも美味かった。また、少々値は張るが、伝統的ドイツ料理も美味であった。

ドイツは税金の恩恵を感じ易い国であった。消費税は通常19%、食品7%と高率であったが、高速道路はどこまで走っても無料だし、全ての子供は最低1年は幼稚園に通う権利があるという事で我が娘も幼稚園代月額230オイロが無料になる恩恵を受けた。外国人の我々でさえ、日常生活のあちこちで税金が元となっている公共サービスの恩恵を実感する事ができた。

話が散漫となったが、そろそろ締めなければならぬ。研究面でも私生活でも夢のように美しく素晴らしい日々を過ごす事ができた。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、雑用を一手に背負うことになりながら快く送り出してくれたユニット長楠本さん、糸状菌ユニットメンバーに感謝の念でいっぱいである。



生の豚ひき肉に玉ねぎと調味料を混ぜたもの。このままパンに塗っていただく。まいう～



旧市中心のマルクト広場にある「がちょう姫像」にキスするため集まった人々。ゲッティンゲン大学の伝統で学位をとった人はがちょう姫によじ登って花をささげキスをする。

人事情報

人事の動き

日付	配属先	配属元	氏名
24. 3.30	命 農林水産省大臣官房秘書課付	企画管理部審議役	諏訪 博
24. 3.31	命 農業環境技術研究所企画戦略室 企画推進グループリーダー	企画管理部管理課庶務チーム長	吉川 正一
24. 3.31	命 企画管理部管理課会計チーム (平成 25 年 10 月 21 日まで)		小澤 麻弥
24. 3.31	定年退職	企画管理部業務推進室調査役	鈴木 彰
24. 3.31	命 農林水産技術会議事務局研究専門官	食品機能研究領域主任研究員	後藤 真生
24. 3.31	任期満了	食品分析研究領域	高畠令王奈
24. 4. 1	理事(専門研究担当) 所長事務取扱		林 清
24. 4. 1	命 企画管理部審議役	農林水産省大臣官房予算課予算調査官	岡本 裕
24. 4. 1	命 企画管理部業務推進室調査役	九州沖縄農業研究センター 企画管理部業務推進室調査役	高津 武
24. 4. 1	命 企画管理部管理課庶務チーム長	農業環境技術研究所企画戦略室 企画推進グループリーダー	野堀 茂樹
24. 4. 1	命 企画管理部管理課会計チーム長	農村工学研究所技術移転センター 移転推進室交流チーム長	高梨 典子
24. 4. 1	命 企画管理部連携共同推進室 産学連携チーム長	農業生物資源研究所研究企画調整室 参事(研究推進チーム長)	川崎 雅之
24. 4. 1	命 中央農業総合研究センター企画管理部 情報広報課課長補佐	企画管理部管理課会計チーム長	根本 康夫
24. 4. 1	命 中央農業総合研究センター企画管理部 業務推進室運営チーム長	企画管理部連携共同推進室 産学連携チーム長	吉田 賢一
24. 4. 1	命 食品安全研究領域主任研究員	本部 総合企画調整部企画調整室 主任研究員	濱松 潮香
24. 4. 1	命 食品安全研究領域主任研究員 免 本部 総合企画調整部	食品分析研究領域主任研究員 兼 本部 総合企画調整部	古井 聡
24. 4. 1	採用 食品分析研究領域		高畠令王奈
24. 4. 1	命 本部 総合企画調整部企画調整室 主任研究員 兼 男女共同参画推進室	食品安全研究領域主任研究員	久城 真代
24. 8.31	辞職	食品機能研究領域長	日野 明寛
24. 9. 1	命 食品機能研究領域長事務取扱	所長	林 清



入場
無料

研究成果展示会 2012

同時開催 公開講演会

■日程：11月2日(金) 9:30~16:00

■会場：つくば国際会議場 (TXつくば駅より徒歩10分)

100名の研究者全員がポスター展示でお出迎え



農研機構 食品総合研究所
連携共同推進室 ☎ 029-838-7990



NARO



食品総合研究所 研究ニュース 第28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/>

平成 24 年 9 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)
