



公益社団法人 日本農芸化学会 中部支部
第 181 回例会

講演要旨集

若手シンポジウム
『若手研究者が拓く、健康で暮らす
ためのバイオの世界』

平成 29 年 12 月 9 日 (土)
金沢商工会議所 (大会議室 A・B)

主催：日本農芸化学会中部支部
共催：石川県立大学

公益社団法人 日本農芸化学会 中部支部
第 181 回例会

平成 29 年 12 月 9 日（土）
金沢商工会議所

主催：日本農芸化学会中部支部
共催：石川県立大学

（金沢商工会議所 大会議室 A・B にて）

13:00-13:10 開会の挨拶

13:10-16:40 若手シンポジウム「若手研究者が拓く、健康で暮らす
ためのバイオの世界」

13:10-13:55 発酵法により生産された天然アスタキサンチンの用途と機能
石橋 卓（JXTG エネルギー株式会社）

13:55-14:40 人工知能技術の分子生物学研究への応用
青木 裕一（東北大学 東北メディカル・メガバンク機構）

14:40-15:10 休憩

15:10-15:55 有用テルペン類の実用生産を目指して
～パスウェイエンジニアリングで「壁」に挑む～
原田 尚志（鳥取大学大学院 工学研究科）

15:55-16:40 伝統発酵食品と微生物
～多様な細菌叢変遷と乳酸発酵の実態～
小柳 喬（石川県立大学 食品科学科）

16:40- 閉会の挨拶

（金沢商工会議所 大会議室 C にて）

17:00-19:00 懇親会

若手シンポジウム 若手研究者が拓く、健康で 暮らすためのバイオの世界

(S01 ～ S04)

- S01 発酵法により生産された天然アスタキサンチンの用途と機能
石橋 卓（JXTGエネルギー株式会社）
- S02 人工知能技術の分子生物学研究への応用
青木 裕一（東北大学 東北メディカル・メガバンク機構）
- S03 有用テルペン類の実用生産を目指して
～パスウェイエンジニアリングで「壁」に挑む～
原田 尚志（鳥取大学大学院 工学研究科）
- S04 伝統発酵食品と微生物
～多様な細菌叢変遷と乳酸発酵の実態～
小柳 喬（石川県立大学 食品科学科）

発酵法により生産された天然アスタキサンチンの用途と機能

○石橋 卓

(JX ANCI 株式会社 企画部 発酵色素グループ)

アスタキサンチンには、石油を原料とした化学合成品と緑藻や微生物が生産する天然品がある。年間 200 トン (2016) のアスタキサンチンが生産され、その 80% 以上が化学合成品と言われている。アスタキサンチンは主に養殖魚の色揚げ剤として使用されるが、健康食品素材としての認知度が高まったことから、ヘマトコッカス藻から抽出した天然アスタキサンチンの生産量も増加傾向にある。JXTG は、20 年以上前にアスタキサンチン生産菌 (*Paracoccus carotinifaciens*) をスクリーニングして天然アスタキサンチン市場に参入した。本講演では、企業研究の一例として、発酵法により生産された天然アスタキサンチンの用途と機能を紹介したい。

1. *Paracoccus carotinifaciens*

グラム陰性、好気性、周毛性鞭毛による運動性を示し、「アスタキサンチンを主成分とするカロテノイド混合物」を生産する。16S rRNA と菌学的特徴から、*Paracoccus* 属の新種であることが明らかになった¹⁾。*P. carotinifaciens* は近縁種に重篤な病状を引き起こす病原菌が存在しないこと、菌株育種と培養が容易であることから、アスタキサンチン生産菌として利用価値が高い。*Paracoccus* 属は多くの「種」が報告されており、カロテノイド生合成経路を持つ「種」も世界各地で発見されている。

2. *Paracoccus* 乾燥菌体の製造

微生物による有用物質の商業生産は、菌株育種、培地成分の最適化、実機に適した培養条件の設定、製造プロセスの最適化が重要となる。JXTGの菌株育種は、化学薬剤によるポイントミューテーション法により行われ、遺伝子組換え技術を利用していない。親株に比較して、約13倍高いカロテノイド生産能を有する菌株のカロテノイド生合成経路²⁾の塩基配列を解析したところ、テルペノイド合成経路の酵素である1-デオキシ-D-キシロース-5-リン酸合成酵素とCoQ10合成経路の酵素であるデカプレニルニリン酸合成酵素のみに、アミノ酸レベルの変異が生じていた。培地組成は、成分ごとに菌の増殖速度とカロテノイド生産性から最適濃度を定めた。ppbオーダーの微量金属が菌の増殖に必須であることも明らかになった。グルタミン酸の添加 (1mmol/L~200mmol/L) によりカロテノイドの生産性が向上する³⁾ことも見出した。*Paracoccus* 乾燥菌体の製造工程は、シード培養、アスタキサンチン生産培養、培養終了後の殺菌、濃縮、カロテノイド濃度調整、乾燥、粉碎、混合、秤量、包装、品質検査からなる。実機に適した培養条

件の重要因子は、アスタキサンチン生産培養工程の植菌量、初期攪拌速度、溶存酸素濃度であった。アスタキサンチン得量の向上は、殺菌の昇温条件と乾燥温度が重要になる。

3. 飼料用途

Paracoccus 乾燥菌体は、養殖魚や鶏卵の色揚げ剤および家畜やペットの機能性飼料として用いられる。各種試験を実施して飼料添加物の審査基準を満たしたので、2008年に欧州、2009年に米国、2014年にカナダにおいて、鮭鱒用途の飼料添加物（Panaferd[®]-AX）として認証された。日本では混合飼料として登録され、国内および東南アジアでは、鮭鱒に加えて鶏卵や海老の色揚げ、家畜の生理機能の維持にも用いられている。Panaferd[®]-AXの体色改善効果は、スコットランドの海上生簀において、総数1万尾を越えるアトランティックサーモンを用いて確認した。餌中のアスタキサンチン濃度を40 ppm（Panaferd[®]-AXとして約2,000ppm）と70 ppm に設定し、17ヵ月間の摂餌を行ったところ、両試験区において、摂餌後6ヶ月目から出荷基準の目安となるカラーファン値28を超えた。出荷サイズのアトランティックサーモンに含まれるアスタキサンチン含量は4mg/kgとなる。養鶏の餌中にPanaferd[®]-AXを微粉碎処理したPanaferd[®]-Pをアスタキサンチンとして4ppm（Panaferd[®]-Pとして約200ppm）添加すれば、出荷基準の目安となるカラーファン値13を超える。玉子1個に含まれるアスタキサンチン含量は0.1～0.2mgとなる。

4. 健康食品用途

食品製造用原料として*Paracoccus* 乾燥菌体を使用する場合、一日許容摂取量が設定されているカンタキサンチン含量を下げるため、高溶存酸素状態で培養する。このようにして製造された乾燥菌体から高温エタノールを用いて「アスタキサンチンを主成分とするカロテノイド混合物」を抽出後、濃縮、晶析、乾燥、製剤化工程を得て、機能性食品素材（NaturAstaTM）を製造する。NaturAstaTMは、米国販売認可（NDIとNotification GRAS）を取得済である。アスタキサンチンの作用は一重項酸素の消去と脂質過酸化の抑制であり、眼精疲労や運動疲労の軽減、紫外線による皮膚障害の予防、等の効果が知られている。NaturAstaTMには、Nrf2活性化を介して光誘導視細胞死の抑制作用や細胞間結合の保護作用があるアドニキサンチン、アドニルビンも含まれる。

NaturAstaTM-1Pを用いてヒト脳機能の改善効果を試験した。中高齢男女を対象にして、1日あたりアスタキサンチン8.0mg、アドニルビン1.2mg、アドニキサンチン0.6mgを含む食品（試験食品）を8週間連続で摂取させ、プラセボを対照として試験食品の脳機能への有効性を検討した。研究デザインは、無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間比較とした。研究に適格な被験者60名（45～64歳、男性28

名、女性32名、平均年齢55.5歳）を選択し、各被験者に試験食品を無作為に割付けた。最終的に54名（プラセボ群：P群26名、NaturAstaTM含有食品群：A群28名）を有効性の解析対象者とした。主要評価項目（単語の記憶試験、想起試験、Stroop試験）は、摂取前後の比較で、A群のみに有意に改善した項目もあったが、有意な群間差はなかった。副次評価項目のうち、POMS短縮版は8週目において、A群の「怒り－敵意」がP群に比べて有意に低くなった。疲労感VASと便通アンケートは、いずれも有意な群間差はなかった。探索的な有効性解析として、55歳未満（45～54歳）、55歳以上（55～64歳）を対象とした年齢別の追加解析を行った。その結果、55歳未満の被験者層における単語の記憶試験のうち、A群の「5分後自発再生数」がP群に比べて有意に改善した。55歳以上の被験者層では、いずれも有意な群間差はなかった。以上の結果から、中高齢者のうち45～54歳の男女にNaturAstaTMを8週間摂取させると、認知機能が向上する可能性が示された。本試験条件下において、有害事象の報告はなかった。

- 1) Tubokura, A. *et al.*: *Int. J. Syst. Bacteriol*, **49**, 277 (1999).
- 2) Misawa, N. *et al.*: *J. Bacteriol.*, **177**, 6575 (1995).
- 3) WO2010/044469 A1.

名前：石橋 卓 (Takashi Ishibashi)

連絡先：〒130-0013 東京都墨田区錦糸 1-2-1 アルカセントラル 7 階

JX ANCI 株式会社 企画部 発酵色素グループ

E-mail address: ishibashi.takashi@jxgr.com

略歴：1984 年 3 月 北海道大学理学部生物学科植物学専攻

1984 年 4 月 王子製紙入社 名古屋大学大学院生化学制御施設へ派遣

1989 年 4 月 日本石油入社（現、JXTG エネルギー）

2017 年 10 月 JX ANCI へ出向

現在に至る

主な研究テーマ：アスタキサンチンの生産および用途開発。

今後の展望：フコキサンチンの事業化を進めたい。

人工知能技術の分子生物学研究への応用

○青木裕一^{1,2}

(¹東北大学 東北メディカル・メガバンク機構、²東北大学 大学院情報科学研究科)

昨今のビッグデータ利活用の流れの中、大規模な観測データから帰納的に法則を導き出すための人工知能技術として深層学習 (Deep Learning) が注目されている。深層学習とはニューラルネットワーク (Neural Network) を用いた高度な機械学習 (Machine Learning) 手法の一つであり、中でも、対象事象のモデル化に重要な素性 (特徴量) をデータ駆動的に獲得できる畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network) は、「画像認識」や「自然言語処理」などの分野を中心に応用が進められている。近年は、次世代シーケンサーや質量分析装置などのハイスループットな解析技術の進歩に伴い、利用可能な生物学的データの量が急増しているため、生命科学分野においても深層学習を活用できる時代になったと言える。本講演では、生命科学研究における深層学習の活用事例として、現在開発を進めている遺伝子の機能推定手法、特に「タンパク質細胞内局在の予測」および「遺伝子間相互作用の予測」に関する深層学習モデルについて紹介する。

【タンパク質細胞内局在の予測】

本研究では、畳み込みニューラルネットワークを用いたタンパク質細胞内局在予測手法を開発した。従来の細胞内局在予測手法では配列モチーフやアミノ酸組成などの特徴量を事前に設計する必要があるのに対して、提案モデルでは畳み込みフィルタを用いることで、各細胞内局在に重要なアミノ酸配列の特徴量を自動的に抽出することが可能である。TargetP (<http://www.cbs.dtu.dk/services/TargetP/>) が提供する細胞内局在が実験的に決定されたタンパク質の配列データセットを用いて畳み込みニューラルネットワークを学習・検証した結果、予測モデルは Non-Plant データセットに対して 92.4%、Plant データセットに対して 88.5% という従来手法に匹敵する予測精度を示した。提案手法では、任意のタンパク質の N 末端アミノ酸配列を入力すると、そのタンパク質が個々の細胞内局在を示す確率が出力される。出芽酵母のミトコンドリア局在性タンパク質 Q04728 の場合、ミトコンドリア局在確率 P_{MT} が最大の値を示すことから、細胞内局在が正しく予測されていることがわかる (図 1)。予測モデルが学習したフィルタの構造を解析したところ、特徴的なアミノ酸配列パターンが複数見出された (図 2)。この中には、既知のシグナル配列に類似の配列に加えて新奇の配列モチーフも数多く含まれており、提案手法が学習した配列モチーフの詳細な解析を通して細胞内局在制御機構の理解が深まることが期待される。また、天然配列の各座位

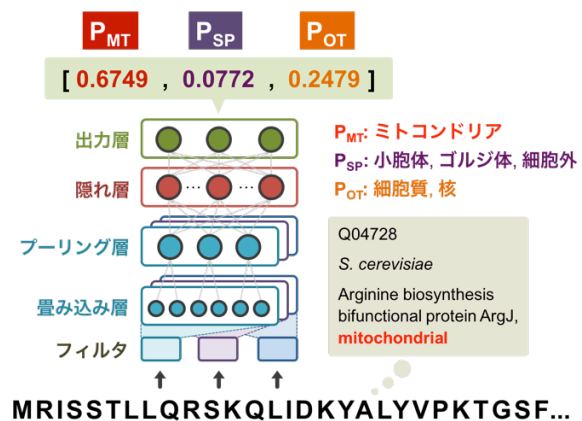


図 1 タンパク質細胞内局在予測モデル

を各種アミノ酸に置換した変異配列について細胞内局在を予測する変異導入シミュレーション実験を行い、各アミノ酸置換が細胞内局在に及ぼす影響を定量的に評価する手法を開発した。同一座位における置換でもアミノ酸の種類によって細胞内局在への影響が異なる事例（図 3-1, 3-2）や、複数の置換が相加的に寄与する事例（図 3-3, 3-4）が見出された。この手法を用いることで、タンパク質細胞内局在の制御が最小限の変異導入によって実現可能になると期待できる。提案モデルは、細胞内局在というタンパク質の機能を理解する上で重要な基礎情報を提供するのみならず、細胞内局在の人為的改変による工学的応用にも貢献することが期待される。

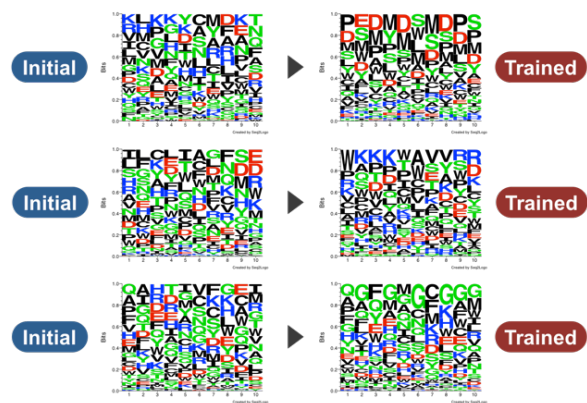


図 2 表現学習によるモチーフ配列の獲得

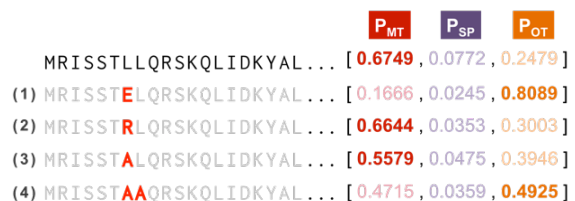


図 3 変異導入シミュレーション

【遺伝子間相互作用の予測】

遺伝子の機能、特に分子機能（molecular function）ではなく細胞機能（cellular function）を理解する上で、遺伝子同士の相互作用に関する情報は極めて有益である。そこで本研究では、任意の 2 つの遺伝子データを入力として受け、その遺伝子ペアの遺伝子相互作用の程度を出力する（2 入力 1 出力の構造を持つ）新たな深層学習モデル「ペアワイズ深層ニューラルネットワーク」の開発に取り組んでいる（図 4）。ここで、予測する遺伝子相互作用としては、機能連携するタンパク質同士の物理的な接触である「タンパク質間相互作用」や、発現パターンの類似性に基づく機能関連指標である「遺伝子共発現」を対象としている。相互作用の実現に重要な特徴量ペアをデータ駆動的に獲得できる能力を持たせるために、2 つの入力を組み合わせる混合層に「重み付き相関フィルタ」を導入するなどの開発を進めている。今回の講演では、ペアワイズ深層学習モデルを用いた遺伝子相互作用の予測について最新の成果を報告すると共に、開発過程で明らかになってきた深層学習の適用における生物学的配列（塩基配列・アミノ酸配列）データ特有の問題点についても議論したい。

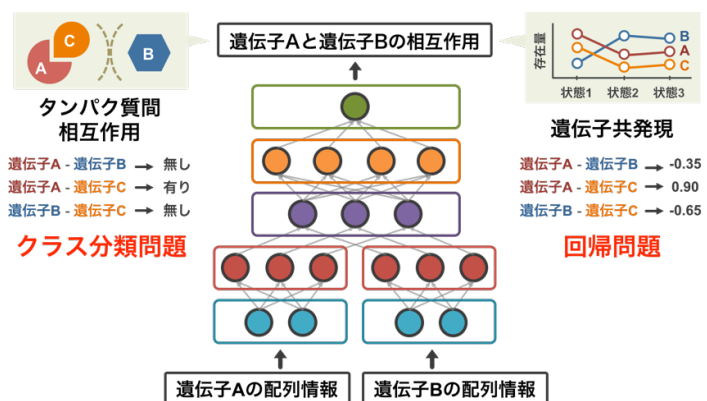


図 4 ペアワイズ深層学習モデル

名前：青木 裕一 (Yuichi Aoki)

連絡先：〒980-8573

宮城県仙台市青葉区星陵町 2-1 東北メディカル・メガバンク棟 456 号室
東北メディカル・メガバンク機構 ゲノム解析部門

E-mail address: aoki@sb.ecei.tohoku.ac.jp

略歴：2014 年 3 月 東北大学 大学院工学研究科 博士課程修了，博士(工学)

2014 年 4 月 東北大学 大学院情報科学研究科 産学官連携研究員

2017 年 1 月 東北大学 東北メディカル・メガバンク機構 助教

現在に至る

主な研究テーマ：遺伝子共発現解析基盤の構築、深層学習を用いた遺伝子機能推定手法の開発と生物学への応用

今後の展望：深層学習を活用してデータ駆動的に生物学的知見を創出すると共に、遺伝子工学手法と組み合わせる事によって生物工学的な応用を試みたい。

有用テルペン類の実用生産を目指して ーパスウェイエンジニアリングで「壁」に挑むー

○原田 尚志

(鳥取大学大学院・工学研究科)

植物や微生物に由来する天然化合物は、古来より我々人類の健康や生活の向上に重要な貢献をしてきた。テルペン（テルペノイド・イソプレノイド）はこれら天然物の中でも特に巨大な化合物群であり、多種多様な生理活性を有する化合物の宝庫でもある。一方で、有用テルペン類の多くが天然からごく僅かな量しか採れないこと、有機合成が困難なほど複雑な構造を持つことなどの理由から、その多くが実用に至っていないというのが現状である。そのため、微生物や植物を遺伝子工学的に改変した組み換え宿主株による異種生産研究に、多くの研究者が期待を寄せて取り組んでいる。

組み換え微生物による異種生産系を用いて有用テルペンの実用生産を行う場合、数多くの困難を乗り越える必要がある。その上で我々は、本格的な実用にはまだまだ課題を残してはいるが、大規模な代謝経路改変技術であるパスウェイエンジニアリング（pathway engineering）を基に、以下3つの大きな「壁」を乗り越えるべく挑んできた。

1. 生産量の「壁」を越えるー基本代謝経路の強化ー

宿主大腸菌のテルペン基本代謝経路の強化を目指し、異種メバロン酸経路遺伝子群を導入した代謝改変株を作出した。この改変大腸菌株は、非改変株と比較して10倍以上もの生産量増加を達成した。

2. 生産コストの「壁」を越えるー安価な基質の探索ー

実用生産に適した基質を探索した結果、アセト酢酸エステル体を見出し、その資化遺伝子を単離・機能同定に成功した。さらに、これらを利用したテルペン類生産系を構築した。

3. 生産遺伝子の「壁」を越えるー新規有用テルペン合成遺伝子の単離ー

植物を中心とした生物種から多様な新規有用テルペン合成遺伝子（主に環化酵素遺伝子）を単離・機能同定に成功した。さらに、テルペン修飾酵素遺伝子（シトクロム P450 等）機能発現系の構築により、より複雑な構造を持つテルペン類の生産が可能になった。

今回の講演では上記の成果を含め、最近の分野動向や最新データも交えながら、有用テルペンの実用生産に向けた取り組みについて紹介したい。

名前：原田 尚志 (Hisashi Harada)

連絡先：〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101

鳥取大学大学院 工学研究科 化学・生物応用工学専攻

E-mail address: harada@bio.tottori-u.ac.jp

略歴：2006 年 3 月 関西学院大学大学院理工学研究科 博士後期課程修了, 博士(理学)

2006 年 4 月 (株)海洋バイオテクノロジー研究所 研究員

2008 年 4 月 キリン HD(株) フロンティア技術研究所 特別研究員

2008 年 4 月 石川県立大学 生物資源工学研究所 客員研究員

2010 年 4 月 神戸天然物化学(株) バイオ創薬事業部 技術開発部 研究員

2012 年 6 月 鳥取大学大学院 工学研究科 化学・生物応用工学専攻 准教授

現在に至る

主な研究テーマ：微生物代謝工学によるテルペン類生産研究、テルペン類生合成機構
についての研究

今後の展望：大腸菌生産系の実用化と、その技術を真核光合成微生物（主に微細藻類）
に応用した究極の微生物エコファクトリー構築

伝統発酵食品と微生物 ～多様な細菌叢変遷と乳酸発酵の実態～

小柳 喬

(石川県立大学 生物資源環境学部 食品科学科 食品微生物学研究室)

我が国に存在する醤油、味噌、清酒といった発酵食品群の製造は、伝統製法の確立過程において編み出された厳密な微生物制御によって支えられている。これらの食品の発酵メカニズムの解明や、存在する微生物の詳細な解析が、現在に至る農芸化学領域における微生物研究の基盤発展に重要な貢献をしてきたことは論をまたない。伝統発酵食品の製法は微生物の顕微鏡による確認さえまならない太古より経験的に発展したものであり、再現性良く特定の微生物、すなわち乳酸菌や酵母といった発酵を促す菌を優勢化させるノウハウが包含されている。本学の立地する石川県は発酵食文化において特異とも言える側面を保持しており、世界的にも珍しいイカ肝臓を原料とした魚醤油「いしる」や、フグ毒テトロドトキシンを長期の塩漬け・糠漬けにより除去する「フグ卵巣の糠漬け」など、特に水産発酵食品において類を見ない品目が存在する。¹⁻⁴⁾ 本背景のもとに、古くから研究されている伝統発酵食品中の菌叢をもう一度総合的に俯瞰し、体系的に理解してみたいと思い至り、研究を遂行している。

～伝統発酵食品中の細菌叢解析～

昨今の菌叢解析分野において、単離培養法によって培養可能な菌体を一株ずつ同定して存在微生物の全体像を予測していた時代はほぼ終焉し、あらゆるサンプルから直接抽出した混合 DNA の中から細菌・真菌のリボソーム RNA 遺伝子 (rDNA) を特異的に増幅して一斉解読する次世代シーケンス法がよく用いられるようになった。細菌叢解析の場合は 16S rDNA が用いられる場合が多く、メタ 16S 解析とも呼ばれる。次世代シーケンス法は遺伝子解析のみをベースとした解析手法であるため、生菌・死菌が区別なく検出されてしまうという弱点もあるが、通常使用可能な培地で生育しない難培養性の微生物も等しく検出でき、何よりも得られるデータ量が膨大であるため、食品中に含まれる微生物の遺伝子データを一挙に得て菌種の内訳（パーセンテージ）まで求めることができる。本法は近年、環境微生物や腸内細菌の新側面発見に大きな力を発揮し、世界中の研究者が精力的に本法を採用し精緻な菌叢データが多数報告されている。発酵食品の菌叢解析の歴史は上記の通り古く報告も多いが、次世代シーケンス法の適用においては、腸内細菌叢解析などに比べるとまだ報告例もそれほど多くないと言える。

伝統発酵食品は製造される地方およびその土地の気候、製造レシピの違い等において極めて多様性があり、気温に応じた最適な製造時期の設定、発酵環境・仕込条件のセッティング、塩蔵食品においては使用食塩濃度など、多くの要因が絡み合って発酵熟成が進行する。その中では水分活性、pH、温度、酸素濃度、原料中の化学成分組成など多数のパラメータが複合的に絡み合っており全貌を把握す

ることは容易ではないが、まずは製品別に菌叢の特徴を少しずつ掴んでいってデータを蓄積していけば、「発酵型：fermentype（ファーマンタイプ）」とも言える一般化された発酵形式を、体系的に提示できるのではないかと考え、解析を進めている。

～発酵食品中の細菌叢の多様性～

一例として日本酒の生もと系酒母（山廃もと）の発酵中の細菌叢を 16S rDNA 塩基配列に基づきパイロシークエンサーおよび Illumina MiSeq を用いて解析した例を挙げると、従来の常識では発酵初期（仕込み開始後 1 週間程度）に硝酸還元菌が存在するが（図 1）、文献を調査すると本菌の生成物である亜硝酸が検出されるケースと検出されないケースが散見される。本研究で細菌叢を改めて確認した山廃もとは、亜硝酸反応が見られないにもかかわらず正常な発酵を経て完成した酒母であり、発酵初期には *Pseudomonas* 属等に代表される硝酸還元菌ではなく乳酸桿菌 (*Lactobacillus acidipiscis*) の存在が顕著であった。¹⁾ その後の菌叢推移においては定石通り *Lactobacillus sakei* が優勢になったことから、本菌種による安定発酵が導かれるまでは細菌叢に不確定さ（ゆらぎ）があることが示唆される。実際に、同じ製造業者から別ロットのサンプルを得て解析すると、*Pseudomonas* 属が発酵初期に一時的に優勢化して直ちに減少し、その間亜硝酸反応も顕著に見られるという従来の認識通りの細菌叢推移を示した。発酵初期の各菌種の存在がその後の菌叢変遷に大きく影響を及ぼすのか、それとも単にバラエティがあるだけなのかは検討を要するが、最終的に共通した細菌叢に落ち着くという事実は極めて興味深い。*L. sakei* による優勢化は、山廃もとと同じく米麴を仕込に利用する石川県加賀地方の「かぶらずし」（ブリの塩漬け切り身を塩漬けカブの切れ目に挟み込み、米麴甘酒の共存下で発酵させた食品）でも観察され、米麴の利用による本菌種の頑健な優勢化メカニズムの存在が窺われる。²⁾

しかし、石川県能登地方の「なれずし」（小アジ等の塩漬けを米飯と共に発酵させた食品）や魚醤油「いしる」（イカ肝臓もしくはイワシ等を原料とする塩蔵魚介エキス）といった食品では完成品の細菌叢は製品ごとに異なり、同一業者においてもタンクやロットによって様々であった。^{1,2)} なれずしでは全ての製品で乳酸菌が優勢化するという共通性を保ちながらも、*Lactobacillus* 属および *Pediococcus* 属の様々な種が製品ごとに優勢化しており（図 2）、^{3,4)} いしるにおいては耐塩性乳酸菌 *Tetragenococcus* が顕著に検出されるが、占有度が大きく異なっていた。*Tetragenococcus* 属の生育は乳酸酸性化を通して雑菌を抑制し、風味の塩角を取り発酵品質を高めると考え

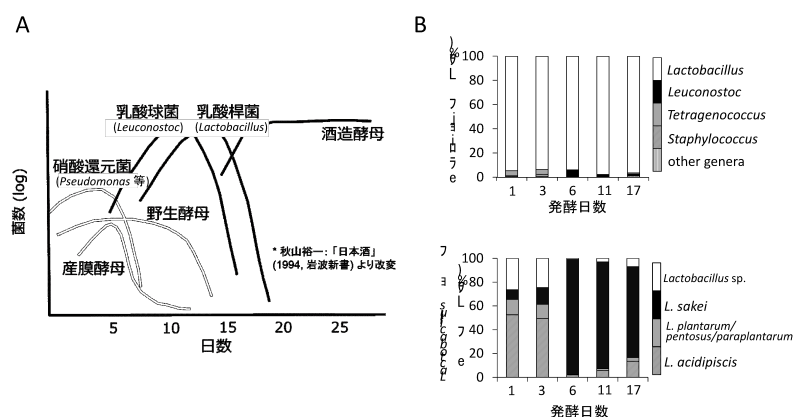


図 1. 生もと系酒母における一般的菌叢変遷 (A) および メタ 16S 解析 (パイロシークエンセス法) により解析された山廃もと中の細菌叢 (B). (文献 (1) より改変)

られているが、同時に水産物において問題となるヒスタミン生成にかかわる菌株もあるため、衛生的にも注目される話題である。⁵⁾

このように発酵食品の細菌叢は、多様な菌種がケース別に生育する側面や、特定の乳酸菌種が再現性良く生育するパターン化された側面など、頑強性と可変性が多様に交錯して形作られることが垣間見える。発酵食品の仕込みは様々な化学成分と微生物が同時に変動するカオス系であり、一般化された法則と共に菌叢を理解することは現在のところは極めて困難である。恐らく仕込条件のわずかな違いによって細菌叢に大きな影響が出る場合もあろう。本発表では、未だデータは十分とは言えず解明の途に就いたばかりであるが、限られた情報をもとに菌叢を出来る限りタイプ別に分類して、その細部を考察してみたいと考えている。

また、本学では上記のような伝統発酵食品の細菌叢解析を行いながら、多数の乳酸菌を中心とした微生物群を保存し、産業利用にも展開可能なストックライブラリ化も目指している。その一部については機能性解明等も実施しているので、可能な限り事例を紹介したい。

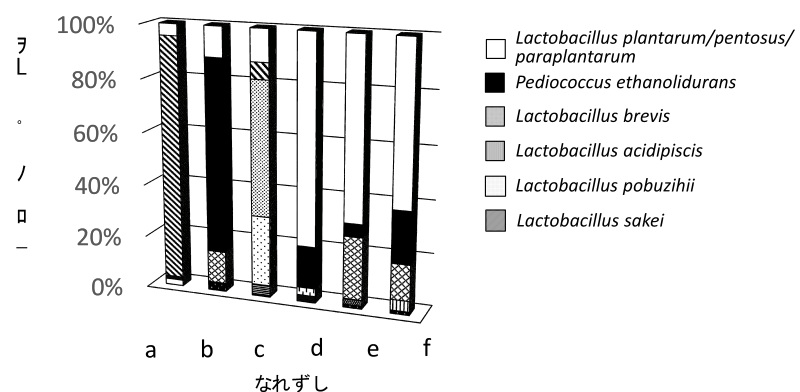


図2. 能登の「なれずし」の製品別の乳酸菌組成
能登のなれずし完成品 (a~f) についてメタ 16S 解析 (パイロシーケンス法) を実施し、得られた細菌叢のうち含有される乳酸菌について種レベルでの組成を示した。(文献 (3) より改変)

参考文献: (1) Koyanagi et al., Biosci Biotechnol Biochem, **80**, 399-406, 2016. (2) Koyanagi et al., Biosci Biotechnol Biochem, **77**, 2125-2130, 2013. (3) Koyanagi et al., Lett Appl Microbiol, **53**, 635-640, 2011. (4) Kiyohara et al., Biosci Biotechnol Biochem, **76**, 48-52, 2012. (5) Satomi et al. Int J Food Microbiol, **126**, 202-209, 2008.

名前：小柳 喬 (Takashi Koyanagi)

連絡先：〒921-8836 石川県野々市市末松 1-308

石川県立大学 生物資源環境学部 食品科学科 食品製造系
食品微生物学研究室

E-mail address: koyataka@ishikawa-pu.ac.jp

略歴： 2000 年 3 月 京都大学農学部生物機能科学科卒業

2002 年 3 月 京都大学大学院生命科学研究科統合生命科学専攻
修士課程修了

2006 年 9 月 同大学院博士課程認定退学

2006 年 10 月 石川県立大学生物資源工学研究所研究員

2007 年 京都大学博士 (生命科学)

2009 年 4 月 石川県立大学食品科学科助教

2013 年 4 月 同准教授

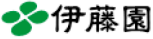
現在に至る

主な研究テーマ：伝統発酵食品中の微生物挙動と成分相関等の解明

発酵微生物の分子遺伝学的解析を通じた有用機能の解明

今後の展望： 伝統発酵食品中の微生物挙動の全貌を解明し、有用機能をもった微生物の分離や応用展開にも資する研究を展開したい。

日本農芸化学会中部支部 賛助企業（五十音順）

	天野エンザイム(株) 岐阜研究所	http://www.amano-enzyme.co.jp/jp/
	イチビキ(株) 研究開発部	http://www.ichibiki.co.jp/
	(株)伊藤園 生産本部	http://www.itoen.co.jp/
	伊那食品工業(株)	http://www.kantenpp.co.jp/
	加藤化学(株) 技術部	http://www.katokagaku.co.jp/
	(株)岐阜セラック製造所 品質保証部	http://www.gifushellac.co.jp/
	キリンビール(株) 名古屋工場	http://www.kirin.co.jp/
	(株)三和化学研究所 三重研究所	http://www.skk-net.com/
	敷島製パン(株) 研究部	http://www.pasconet.co.jp/
	(株)真誠	http://www.shinsei-ip.ne.jp/
	新日本化学工業(株) 研究部	
	太陽化学(株) ニュートリション事業部	http://www.taiyokagaku.com/
	辻製油(株)	http://www.tsuji-seiyu.co.jp/
	東海物産(株) 食品研究所	http://www.tokaibsn.co.jp/
	中日本冰糖(株)	http://www.nakahyo.co.jp/
	(株)ニッポンジーン	http://www.nippongene.com/
	フジ日本精糖(株) 研究開発室	http://www.fnsugar.co.jp/
	物産フードサイエンス(株) 研究開発センター	http://www.bfsci.co.jp/
	ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株) 中央研究所	http://www.pokkasapporo-fb.jp/
	(株)Mizkan-Holdings 中央研究所	http://www.mizkan.co.jp/company/
	ヤマモリ(株) 桑名工場	http://www.yamamori.co.jp/
	養命酒製造(株) 商品開発センター	http://www.yomeishu.co.jp/

協力企業（五十音順）

アサヒビール(株) 名古屋工場	サンエイ糖化(株)	(株)東洋発酵
旭松食品(株) 食品研究所	サンジルス醸造(株) 生産本部	東洋紡(株) 敦賀バイオ研究所
アステラスファーマテック(株)	敷島スターチ(株) 技術開発室	名古屋製酪(株) 中央研究所
伊藤忠製糖(株) 品質保証室	大和製罐(株) 総合研究所	日本食品化工(株) 研究所
科研製薬(株) 生産技術研究所	竹本油脂(株) 情報調査室	三井農林(株) 食品総合研究所
カネハツ食品(株) 技術部	デザイナーフーズ(株)	名糖産業(株) 食品開発部
金印(株) 研究開発部	東海漬物(株) 漬物機能研究所	盛田(株) 小鈴谷工場

公益社団法人 日本農芸化学会 中部支部
日本農芸化学会中部支部第 181 回例会
講演要旨集

平成 29 年 12 月 9 日 発行

編集発行人: 日本農芸化学会中部支部 支部長 吉村 徹

名古屋市千種区不老町 名古屋大学 東山キャンパス内