

公開シンポジウム  
「食の科学研究最前線－機能性食品と日本食」

講演要旨集

日 時： 平成 29 年 8 月 10 日（木） 13：30～17：30

場 所： 東北大学大学院農学研究科 青葉山コモンズ大講義室  
（宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1）

主 催： 日本学術会議農学委員会、食料科学委員会、東北地区会議

共 催： 科学的根拠に基づく高付加価値日本食・食産業研究開発プラットフォーム、東北大学大学院農学研究科、日本農学アカデミー

## 公開シンポジウム「食の科学研究最前線—機能性食品と日本食」

開催趣旨：食品中に栄養素以外にも疾病予防や健康増進に役立つ成分（機能性成分）が含まれているということが示されて以来、食品の機能性に関する研究が世界中で行われるようになった。日本はその研究を牽引し、科学的証拠を基盤として食品に健康表示を認める制度（トクホ制度）を世界に先駆けて設定した。一方、日本の伝統的な食生活を支える和食（日本食）と健康・長寿の関係が指摘され、そこで利用される多様な食材や栄養バランスなどにも国内外から注目が集まった。本シンポジウムでは「機能性食品」と「日本食」という我が国が誇る新旧2つの食品形態を対象に、「食と健康」に関わる現在の課題や将来への展望について企業や一般市民も含めて討論し、理解を深める。

### プログラム

- 13：30 開会挨拶：清水 誠（日本学術会議第二部会員、東京農業大学応用生物科学部教授）
- 13：40 挨拶：牧野 周（東北大学大学院農学研究科長、教授）
- 13：50 **日本食の栄養と健康増進機能**  
宮澤 陽夫（日本学術会議連携会員、東北大学未来科学技術共同研究センター教授）
- 14：20 **日本食のおいしさと食品加工技術**  
藤井 智幸（東北大学大学院農学研究科教授）
- 14：50 **日本食における発酵・醸造技術 - 麹菌を中心として -**  
北本 勝ひこ（日本薬科大学特任教授、東京大学名誉教授）
- 15：20—15：40 休憩
- 15：40 **機能性食品研究の現状と機能性表示食品制度**  
清水 誠（日本学術会議第二部会員、東京農業大学応用生物科学部教授）
- 16：10 **機能性農産物の開発と機能性表示食品制度の活用**  
山本(前田)万里（国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品機能研究領域長）
- 16：40 **機能性食品・日本食のフードシステムを支えるインフラを**  
三石 誠司（宮城大学大学院食産業学研究科教授）
- 17：10 閉会挨拶：川井 秀一（日本学術会議第二部会員、京都大学大学院総合生存学館特定教授）
- 司会：清水 誠（日本学術会議第二部会員、東京農業大学応用生物科学部教授）  
小田切徳美（日本学術会議第二部会員、明治大学農学部教授）

## 日本食の栄養と健康増進機能

宮澤 陽夫 (東北大学 教授)

キーワード: 食と栄養、健康増進、長寿社会

私は、北海道小樽市で生まれ育った。生家前の小樽築港駅の岸壁や防波堤で海遊びし (今は石原裕次郎記念館辺り)、通学時には我が家の山でトマトやキュウリ、イチゴ、瓜など“季節のおやつ”をかばんに調達し、山上の学校で友人たちとよく食べた。母の手料理が美味しかったこともよく覚えている。今は小樽運河の観光客で賑やかだが、高校生の当時はまさに伊藤 整の「雪明りの路」の、あるいは太宰 治の「斜陽」の街そのものだった。丘の上の平磯公園で学級委員会を開き、小樽港を出入りする船がロシアから材木を運んでくるタグボートくらいしかなく、ニシン漁で栄えた戦前の小樽の街がどんなものか皆と一緒に語り合ったりもした。“食”に興味を持ちつつ、生命・健康への“食”の大切さを化学的に解き明かしたいと学生時代は漠然と考えていた。食糧化学専攻の大学院に進み、食品学教室の金田尚志教授の下で生体膜脂質の酸化反応と細胞老化、それへの食品と栄養の働きを研究することにした。要は、からだや細胞の主成分である脂質 (あぶら) が酸化劣化して細胞機能を低下させ、老化障害の一因になるのではと考えた。ヒトの脳の重さの半分は脂質から成っていて、その半分 (脳の四分の一) はリン脂質でありしかも酸化されやすいアラキドン酸やドコサヘキサエン酸など不飽和脂肪酸に富む。ヒトの脳脂質が何故酸化されにくいのか、その機構はわかっていない。空気飽和した水は  $250 \mu\text{M}$  の酸素を含む。肝細胞ミトコンドリア周辺の酸素濃度は  $0.1 \mu\text{M}$  であり、血液はヘモグロビンにより  $10 \text{mM}$  もの酸素を含むので、からだの中は比較的嫌氣的と言えるが、血管や細胞脂質膜は確実に酸素酸化に曝されている。ヒトの体内で脂質過酸化反応があるのかも疑問視され、細胞内やオルガネラ膜での過酸化脂質の存在自体の証明もなされていなかった。そこで発光子の反応機構 (脂質ヒドロペルオキシドとシトクロームヘムとの反応) を液体クロマトグラフィーの検出部に利用し、脂質ヒドロペルオキシド (PCOOH) の高感度定量のための CL (化学発光) -HPLC 法と装置を開発し、ヒト血中の過酸化脂質の存在を証明した。この米国特許は、カリフォルニア大学バークレイ校生化学部の Bruce Ames 教授グループとの熾烈な競争の末、1990 年に得た。この技術を基盤に研究してきた日本食の栄養特性と健康増進機能について、最近の知見を解説する。

---

宮澤 陽夫 (みやざわ てるお)

1982 年 3 月 東北大学大学院農学研究科博士課程修了

1982 年 4 月 東北大学農学部助手

1987 年 1 月 東北大学農学部助教授

1995 年 10 月 米国タフツ大学 USDA Jean-Mayer ヒトの老化・栄養研究所 Visiting Scientist

1998 年 4 月 東北大学大学院農学研究科教授

2015 年 3 月 同上退職

2015 年 4 月 東北大学名誉教授の称号授与

2015 年 4 月 東北大学未来科学技術共同研究センター (NICHe) 「戦略的食品バイオ未来技術構築」プロジェクトリーダー・教授 現在に至る

2015 年 4 月 東北大学大学院農学研究科「食の健康科学」教授 現在に至る

専門分野: 食糧化学、分析化学、機能分子解析学

## 日本食のおいしさと食品加工技術

藤井 智幸（東北大学 教授）

キーワード：食と健康、食品加工、食品保蔵

新潟県北部の村上地方では、冬になると遡上した鮭を捕獲し軒下につるして寒風干しをする光景が風物詩になっている。ここで不思議なことは、村上地方では鮭の頭を下にして干している点である。食品の保蔵技術が限られていた大昔は、冬の到来を控えて、遡上する鮭は貴重な食資源であったことであろう。北陸・東北沿岸各地で長年の間、遡上した鮭をおいしく加工する技術が試行錯誤されたと思われられる。そして、村上の民がその技術開発に成功した。内在するタンパク質分解酵素によって呈味性を高め、脂の少なくなった鮭を食材料化したのである。大昔の村上の民も脂質酸化には気づいていたのであろう。村上鮭の頭部には脂があるため、頭を下にして吊るすことによって、酸化した脂質が魚肉部分に移行しないように工夫しているのである。わが国の伝統的な食材や加工技術を用いて生み出された日本食、いわゆる「和食」は世界的に高く認知されて、平成25年12月に「和食」が世界無形文化遺産に登録された。その日本食を構成する大きな要素となっているのが、日本に特有のさまざまな発酵食品である。

東北大学「知の集積事業・科学的根拠に基づく高付加価値日本食・食産業研究開発プラットフォーム」では、「高付加価値日本食の開発とそのグローバル展開コンソーシアム」を立ち上げ、地元の宮城県食品産業協議会とも連携し日本独自の発酵食品（日本酒、みりん）および水産製品（練り製品、甲殻類加工品）を素材として、これらの製品に含まれる味や香りの成分を網羅的に解析する研究を開始した。日本の発酵食品には、醤油、味噌、納豆などの「大豆」を主原料として発酵させたもののほかに、日本酒やみりんのように「米」を主原料として発酵させたものがある。「大豆」を原料とした醤油は比較的グローバル展開が進んでいるが、「米」の発酵食品については遅れている。そこで、コンソーシアムでは「みりん」に着目し、調味料・飲料として海外展開を目指している。また、日本酒の海外への浸透に関しては、伝統的な日本酒香味の特徴を充分保ちつつ、海外の食卓に適した香味で、日本人以外の嗜好にもより合うものに改変することが必要と考えている。

一方で、水産物は「和食文化」の中心に位置する重要な食材であるが、国内では高品質とされている高弾力な蒲鉾製品が海外では違和感を感じ好まれない傾向があり、海外消費者の多様なニーズに対応した食感の蒲鉾を開発する必要がある。また、イサダ（甲殻類）についても海外向けの商品開発・用途開発を進めている。

日本食の輸出では日本で高評価の商材が主流だが、輸出拡大には現地嗜好に合わせた商材の開発も求められる。地方には優れた日本食商材が有りながらその活用は充分ではない。グローバル展開を目指した商材開発の取り組みが、食を中核とした地方創成につながることを期待したい。

---

藤井 智幸（ふじい ともゆき）

1987年3月 東京大学農学部卒業

1990年3月 東京大学大学院農学系研究科博士課程中途退学

1990年4月 東京大学農学部助手

2002年4月 新潟薬科大学応用生命科学部助教授

2005年1月 新潟薬科大学応用生命科学部教授

2008年4月 前橋工科大学工学部教授

2009年5月 東北大学大学院農学研究科教授 現在に至る

専門分野：食品工学、生物工学

## 日本食における発酵・醸造技術 - 麹菌を中心として -

北本 勝ひこ (日本薬科大学・特任教授、東京大学・名誉教授)

キーワード：発酵、醸造、麹菌

2013年12月、和食がユネスコの無形文化遺産に登録された。このタイミングに合わせてNHKスペシャル「和食 千年の味のミステリー」という番組が放映された。これを制作した柴田監督に頼まれて、演者も麹菌研究者としてこの番組制作に協力をした。番組の中でも、短い時間であるが「麹菌は家畜化された微生物である」などとコメントしている。実は、和食という題がついているものの、主役は麹菌というカビの話でもあった。

実際、日本食の豊かな味を作り出しているのは、醤油、味噌、味醂などの調味料と日本酒である。これらがなかったら、日本食は成り立たないだろう。そして、醤油、味噌、味醂、日本酒などは、すべて麹を用いて製造されている。麹は麹菌 (*A. oryzae*) というカビを米や穀類に生やしたものである。これからもわかるように、麹菌は、日本食にとってなくてはならないものであり、フレンチや中華など世界の代表的な食と比べたときに、その違いを一言で説明できるキープレイヤーということもできる。

我国が世界をリードしている研究分野は数多いが、発酵学や醸造学もその一つである。それは、明治以来の日本酒製造を対象とした150年もの研究蓄積によるものであり、特に、酵母や麹菌などを対象とした微生物学で様々な成果を挙げてきた。日本酒で培われた技術は、醤油、味噌、味醂などにも大きな影響を与えている。日本酒製造では、「一麹、二もと、三造り」と言われるように、麹が一番、重要とされている。麹を作るのに使用される麹菌については、ゲノム解析が完了した2005年以後、分子生物学的な研究が盛んに行われており、本講演ではその成果の一端を紹介したい。

遅れていた麹菌の機能性研究も、最近、ようやく進みつつある。演者らは、その一環として、昨年より「甘酒プロジェクト」を開始している。本プロジェクトは、麹の機能性成分についての新たなエビデンスが蓄積されることを目的の一つとしているが、これらは麹菌がキープレイヤーとして働いている日本食の健康機能性を説明するものとしても貢献するものと期待される。

---

北本 勝ひこ (きたもと かつひこ)

1972年4月 東京大学農学部卒業

1972年5月 国税庁醸造試験所 研究員

1988年7月 国税庁醸造試験所 主任研究員

1995年4月 東京大学農学部助教授

1996年7月 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

2015年3月 同上定年退職

2016年4月 日本薬科大学 特任教授 現在に至る

専門分野：発酵醸造学、微生物生理学、分子生物学

## 機能性食品研究の現状と機能性表示食品

清水 誠 (東京農業大学 教授)

キーワード：機能性食品、特定保健用食品、機能性表示食品

食と病気の関わりは昔から社会の大きな関心事の一つであった。1952年に制定された栄養改善法の中に位置づけられた「特殊栄養食品」を前身として登場した「特別用途食品」には「病者用食品」という区分があり、そこでは腎臓疾患やアレルギー等に対応した食品開発もある程度行われてきた。そんな中、もっと積極的に食品による疾病予防・健康増進を目指す「食品機能」という概念や「機能性食品」という用語が生まれ、その基礎研究・応用研究が1980年代から広く展開されるようになった。その具体的な成果の一つが1991年に制度化された「特定保健用食品（トクホ）」である。

トクホでは、整腸、血圧上昇抑制、食後血糖値上昇抑制、体脂肪蓄積抑制、歯・骨の健康増進、皮膚の保水性改善などの効能が許可されており、用いられている機能性素材も、乳酸菌、食物繊維、オリゴ糖、タンパク質・ペプチド、ポリフェノールなど多様である。増加する生活習慣病や国民の強い健康志向を基盤に開発されたトクホは、いろいろと批判はあるものの、今や広く社会に受け入れられており、現在許可されている製品は1100品目余、市場規模も6000億円を超える。

もっともトクホの許可を得るための道筋は容易ではない。申請企業は①機能性成分に関する化学的実験、②動物や細胞を用いた作用機構の解明、③動物やヒトによる有効性・安全性試験など、科学的エビデンスを得るための大変な作業を行う必要がある。また④国の委員会による審査を受ける必要があることから、申請して許可されるまでに数億円・数年かかることも稀ではない。

このような費用と時間がかかるシステムを見直すために、新しい食品機能評価手法について検討が進められた。2011年に消費者庁が開始した機能性評価モデル事業では、「食品機能に関する科学論文」のデータベースを用いた評価（システマティックレビュー：SR）という新しい手法の有用性が示された。そして、2015年にスタートした新制度では、SRによる効能の検証など一定の条件を満たした機能性食品は、国の審査を経ることなく、企業の自己責任のもと、ある種の健康機能を表示して販売できるようになった。これによって誕生した「機能性表示食品」は、2年間ですでに800品目以上が消費者庁によって受理されるに至った。この制度は「食による健康増進」の対象を拡大し、食品機能の新しいポテンシャルを期待させる。「機能性成分を高濃度に含む農水産物」が機能性表示食品として販売されるということが社会に及ぼす影響についても注目していきたい。

---

清水 誠 (しみず まこと)

1972年4月 東京大学農学部卒業

1977年3月 東京大学大学院農学系研究科博士課程修了

1978年5月 東京大学農学部助手

1990年4月 静岡県立大学食品栄養科学部助教授

1993年4月 東京大学農学部助教授

1996年8月 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

2013年3月 同上定年退職（東京大学名誉教授）

2013年4月 東京大学大学院食の安全研究センター特任教授

2014年4月 東京農業大学応用生物科学部教授 現在に至る

専門分野：食品化学、食品機能学、腸管を中心とした動物細胞生化学

## 機能性農産物の開発と機能性表示食品制度の活用

山本（前田）万里（農研機構食品研究部門食品健康機能研究領域長）

キーワード：食と健康、機能性農産物、機能性表示制度

医食同源という言葉があるように、食品は健康の維持増進や疾病予防に大きな役割を果たしている。農産物や食品の機能性研究においては、機能性成分の探索、同定、分析、エビデンス獲得、作用メカニズムの解析や機能性成分を多く含む農産物開発などを経て機能性食品が生み出されてきた。機能性を持った食品成分としては、食物繊維、ポリフェノール類、カロテノイド類が主要なものである。

新たな機能性表示制度の検討が規制改革の一環として消費者庁で実施され、2015年4月から、事業者が責任を持って自主的な機能性表示が可能とした制度がスタートした。「機能性表示食品」は、事業者の責任で、科学的根拠（臨床試験、研究レビュー）を基に商品パッケージに、機能性を表示できる届出制度であり、健康人や未病者の健康維持増進に係る構造機能表示も範囲となり、農林水産物（生鮮食品）や低次加工食品の機能性表示も認められた。

農研機構では、農産物の機能性成分の分析、機能性の作用メカニズムの解析とヒトレベルでの有効性の検証や農産物の栽培法の確立などを行う研究プロジェクトを実施してきた（農研機構機能性食品開発プロジェクト 2013年～2016年）。このプロジェクトでは、国研、公設試、大学、民間企業等との連携により、健康上のリスク低減等に効果が期待される農産物やその加工品の開発及びそれらの生産・流通技術の確立を行うとともに、医療機関との連携により、農産物やその加工品について、生活習慣病予防効果などをヒト介入試験にて評価し、農産物の栄養・機能性、安全性、特性情報等を盛り込んだ農林水産物評価データベースを構築して、個人の健康状態に応じたテーラーメイドな提供システム・栄養指導システムの開発を行った。

本プロジェクトでは、玄米、大麦、小麦全粒粉、大豆、ダツタンソバ、たまねぎ、人参、ゴーヤ、みかん、緑茶、機能性弁当のヒト介入試験を実施してきた。農林水産物評価データベースには、機能性表示制度のガイドラインに沿った、農産物（ほうれんそう（ルテイン）、大麦（ $\beta$ -グルカン）、大豆（ $\beta$ -コンクリシニン）、りんご（プロシアニジン）、緑茶（エピガロカテキンガレート、メチル化カテキン）、みかん（ $\beta$ -クリプトキサンチン）や魚（DHA/EPA）に関する研究レビュー（システマティックレビュー）が掲載され、事業者が自由に利用できる。ヒト介入試験の成果やこのシステマティックレビューを活用して、機能性表示食品として、緑茶（品種：べにふうき）とその関連製品（届出番号 A67, A69）、ウンシュウミカンとその関連製品（A79, A105）が届出・受理されて販売が開始された。ウンシュウミカンは機能性表示食品の初めての生鮮食品であり、他の生鮮食品として大豆もやしが生産されている。今後、ほうれんそう（ルテイン；黄斑色素濃度を上昇させることによる目の健康の維持）、大豆（ $\beta$ -コングリシニン：中性脂肪低減効果）、リンゴ（プロシアニジン：糖質代謝改善）、たまねぎ（ケルセチン；認知機能の改善）、トマト（リコピン：脂質代謝改善）などが、機能性表示農産物としての上市が期待されているが、消費者がバランスの良い食事に活用できるよう、できるだけ多くの機能性表示農産物が市場に出てくるよう、生産者の取組を支援していく必要がある。

農産物の機能性を表示するにあたっていくつかの課題がある。野菜や果実などの生鮮食品は、品種、産地（圃場）、栽培時期、栽培方法などで機能性関与成分量が異なり、小売店での販売期間中にも減少する可能性があるため、機能性関与成分のバラツキをいかに小さくするか、全数検査出来ない場合にはどういったサンプリングを行うかということである。農水省では、その考え方を「機能性表示に向けた技術的対応」としてまとめ、2015年8月24日にWEB上で公開した。生産者はバラツ

キを最小限にしうる最適な品質工程管理を確立することが求められるが、消費者も購入後は新鮮なうちに、推奨される調理法で消費することが重要となる。また、どうしても表示値を下回る可能性がある場合は、「○○（機能性関与成分）の含有量が一定の範囲内に収まるよう、栽培・出荷等の管理を実施しています。しかし、△△は生鮮食品ですので、◇◇（バラツキの要因）などによって、○○（機能性関与成分）の含有量が表示されている量を下回る場合があります。」といった注意書きを付すことが機能性表示のガイドラインに記載されている。今後の課題としては、生鮮食品や単一の農林水産物のみが原材料である加工食品に含まれる機能性関与成分を「非破壊で全数測定」できるような高精度オンライン計測機の開発を進めていくことであり、それが消費者の機能性表示生鮮食品への受容性を高めることにもなる。

また、今までの研究例が少なく研究レビューの実施が困難な農産物も多々ある。その場合は、最終製品（農産物そのもの）で臨床試験を行う必要があるが、臨床試験では、2つの農産物を一定期間摂取して、両群間に農産物の場合は、対照となるプラセボ（機能性関与成分が含まれていない見かけなどが同様の被験食）を選定、製造するのが困難な場合が多い。農産物の場合は、多くの場合、品種を変えて機能性関与成分含有量の差異を出すのだが、機能性関与成分が全く含まれていない同種の農産物を見つけることが難しく、プラセボにも機能性関与成分が含まれていて効果を検証したいアクティブ農産物との差があまりない場合は、効果の差も検出しにくい。今後は、農産物など丸ごと食品の有効性を評価する方法を別途定めていくことも大切であるし、ある程度機能性関与成分の機能性を固定して1日摂取目安量を定め、栄養成分のようにいくつかの農産物からその量を摂取していくことも考えていく必要があるであろう。

---

山本（前田）万里（やまもと（まえだ）まり）

1986年3月 千葉大学大学院園芸学研究科修士課程修了

1986年4月 農林水産省

1986年10月 農林水産省中国農業試験場研究員

1992年4月 農林水産省野菜・茶業試験場研究員

1996年4月 農林水産省野菜・茶業試験場主任研究官

2002年4月 農業・生物系特定産業技術研究機構 野菜茶業研究所研究室長

2012年4月 農研機構 食品総合研究所 食品機能研究領域長

2016年4月 農研機構 食品研究部門 食品健康機能研究領域長 現在に至る

2015年5月 筑波大学グローバル研究院協働大学院 教授

専門分野：食品機能学、食品化学



## 機能的食品・日本食のフードシステムを支えるインフラを

三石 誠司 (宮城大学 教授)

キーワード: フードシステム

食材の生産から調達・加工・保存・流通・販売・調理・摂取・廃棄・リサイクルに至る一連の流れはフードシステムという言葉で表されており、フードシステムの各段階において、様々な研究の蓄積と現場での実践がなされている。

このフードシステムは地域内あるいは国内で完結するようなローカル・フードシステムから、国際的な広がりをもつグローバル・フードシステムまでであるが、現代社会ではこれらが様々なレベルで混在・共存しており、わが国も例外ではない。

経済活動の拡大と生活水準の向上、さらに食の新たな可能性を追求する有力な分野としての機能的食品や昨今の日本食への関心の高まりに伴い、わが国に限らず、既存のフードシステムは過去にない規模と水準での見直しと対応が求められている。

具体的には、1) BSE、FMD、鶏インフルエンザなど食と公衆衛生上の課題への対応から生じた食の安全・安心への関心と HACCP や国際標準の生産工程管理システムの必要性、2) 海外諸国で高まる日本食の人気に対し、食料自給率 39%、年間輸入量約 3,000 万トンという「見えざるインフラ (invisible infrastructure)」により支えられている我が国の穀物・油糧種子輸入の現実を踏まえた今後の対応、さらに、3) 少子高齢化と女性の社会進出、単身世帯の増加とも関係する技術の進歩と調理済食品の需要増加、などである。

従来、平常時を前提に安定的・効率的なフードシステムを国内外で追求・構築してきたが、今後は災害時等の不測の事態をも想定し、頑強かつ柔軟性のあるフードシステムの構築が求められる。そこでは個別分野のみが突出するのではなく、フードシステム全体としての高度化・複雑化を視野に入れ、それを調整・管理していく能力や仕組、人材の養成を合わせて進める必要がある。

---

三石 誠司 (みついし せいじ)

1984 年 3 月 東京外国語大学卒業

1984 年 4 月 全国農業協同組合連合会入会

1994 年 6 月 ハーバード大学経営大学院修了

1997 年 3 月 筑波大学大学院経営・政策科学研究科企業法学専攻修了

2003 年 3 月 筑波大学大学院経営・政策科学研究科企業科学専攻単位取得退学

2005 年 3 月 米国全農組貿株式会社筆頭副社長・秘書役・財務役

2006 年 2 月 全国農業協同組合連合会退職

2006 年 4 月 宮城大学食産業学部フードビジネス学科教授

2017 年 4 月 宮城大学食産業学群 (経営学系) 教授 現在に至る

専門分野: 経営学、戦略論・組織論、フードシステム論、企業法、食料・農業政策