# 財団設立 30 周年記念 ソルト・サイエンス・シンポジウム 2018 「和食と塩」開催について

去る 10 月 18 日(木)に、品川区立総合区民会館「きゅりあん」1 階小ホール(東京都品川区)において、「財団設立 30 周年記念ソルト・サイエンス・シンポジウム 2018」を開催しました。

当財団では 2003 年(平成 15 年)から、塩に関する科学的な情報を提供する本シンポジウムを毎年開催しております。第 16 回目となる今年は財団設立 30 周年に当たることから記念シンポジウムとして開催し、「和食と塩」をテーマに、特別講演を含め第一線でご活躍の 3 名の先生方にご講演いただきました。

当日は、塩事業関係者、一般企業・大学関係者、一般の方々など、約170名にご参加いただきました。

冒頭, 当財団の墳崎敏之理事長が財団の事業概要とこれまでのシンポジウムの実施内容について, スライドを用いて紹介しました。続いて, 木村修一シンポジウム企画委員長(東北大学名誉教授)から今回の講演 3 題についてのご紹介があり, その後講演に移りました。各講演の概要は以下の通りです。



会場入口



タイトル・スライド



墳﨑敏之理事長挨拶



木村修一シンポジウム企画委員長挨拶

# 1. 特別講演「塩と江戸料理」

# 柳原料理教室副主宰 柳原尚之先生

特別講演として,江戸の食文化をはじめとする和食の歴史,特徴,塩の使い方を中心にご講演いただきました。具体的には,最初に,和食がユネスコの無形文化遺産に選ばれた理由と和食の魅力についてご紹介いただきました。続いて,江戸時代の塩や調味料,食材,調理方法について,当時の浮世絵や料理本をひもときながら,具体的な料理のレシピも含め,現代に繋がる江戸の食文化とその魅力について,写真や史料を交えて分かりやすくご紹介いただきました。



# 2.「塩が生み出す味の広がり」

# 秋田県立大学准教授 石川匡子先生

調理における塩の様々な役割についてご講演いただきました。具体的には、塩は塩味の付与ばかりでなく、甘味や酸味などとの相互作用により他の味成分を増強あるいは抑制する効果を持つこと、食品の形状の違いで塩味の感じ方が変わること、塩には色々な製法があり、製法によってその成分等に違いがあること、にがり成分が調味特性に影響を及ぼすことなどを、実験データを交えて分かりやすくご紹介いただきました。



# 3. 「塩麹が創る旨み」

# 東京農業大学教授 前橋健二先生

塩麹の特徴や働きなどについてご講演いただきました。具体的には、微生物が起こす発酵により食品の成分に変化が生じること、塩麹に含まれる麹菌は様々な消化酵素を作り、これらは例えば肉の繊維を切断して肉を軟らかくするとともに蛋白質を分解してうま味成分を増やすなど、塩麹は食材に塩味を付与するだけでなく、酵素の作用で食材固有の発酵風味を生み出し、この風味が「塩麹が創る旨み」であることを、実験データを交えて分かりやすく紹介いただきました。



講演に対しては様々な質問があり、改めて今回の各講演に対する関心の高さが伺えました。

本稿は当日の写真や質疑応答を盛り込んだシンポジウム 2018 の記事となっています。講演要旨は、開催時に発行しておりますので、それを抄録として掲載し、質疑応答とつながるように編集しました。なお、本シンポジウムの講演要旨については当 Web サイトのシンポジウムのページで公開しております。



コーヒーブレークの模様



客席の模様

# 講演-1 【特別講演】

# 塩と江戸料理

柳原 尚之 近茶流嗣家 柳原料理教室 副主宰

座長:香西 みどり お茶の水女子大学基幹研究院 教授



柳原 尚之 柳原料理教室副主宰

# 1. はじめに

古くから「米塩の資」という言葉があるように、日本人の食生活を支えてきたのは、この米と塩でした。塩おにぎり、漬け物、味噌汁。これは日本人の食の原点であり、今でもほっとする料理のひとつではないでしょうか。

戦後、日本人の食生活は、劇的に変化しています。 海外の料理も多く食べ、食の幅も広くなり、色々なものが不自由なく食べられる時代となっています。さらに、医学、栄養学の発達により、世界的にも長寿国家となりました。栄養が過多になっている現代は「炭水化物」「塩分」にマイナスイメージをもつ情報も多くなっています。しかし、それはとても悲しいことで、私は何か一つの食材を悪者にするのは間違いだと思っています。確かに、昔ほど人間は歩かなくなり、活動量が減っているので、エネルギーとなる炭水化物やミネラルである塩分の必要量が減るのはわかります。しかし、塩がなければ、おいしい料理はつくれません。材料のおいしさを引き出し、味をつけるのは塩なのです。私たちに絶対必要なものであることには、今も昔も変わりありません。

2013 年、和食がユネスコ無形文化遺産に登録されました。登録をするにあたって、4つの定義を決めました。その一つが、健康的であることが挙げられています。

一汁三菜や豊富な食材など、栄養バランスの良い食事が、和食の特徴でもあります。その中心は、主食である米と、味つけには醤油や味噌など、主原料が大豆、米、麦、塩の「醸造調味料」が使われてきました。

現代に繋がる和食の基礎を作られたのが, 江戸時代

と言われています。

江戸時代は現代より旬や風土を感じられた時代であり、材料は今よりも限られていました。しかし、江戸時代の人々は、「おいしい」を求めて色々な創意工夫を重ねてきました。その努力が、今の日本料理を作る礎となっているのです。

今回の講演では、まずは私たち日本人が塩と米を主として、組み立ててきた日本料理とはどのようなものかを紹介し、江戸時代の文献をもとに、どのような料理が作られてきたか、そして、現代にもつながる江戸時代の塩の使い方を紹介し、塩の魅力を改めて感じる機会になれば良いと思っています。

## 2. 日本料理とは

和食が無形文化遺産に登録された魅力として4つの キーワードがあります。「豊富な食材」「健康」「季節感」 「年中行事」です。

## - 豊富な食材

和食を支えているのは、豊富な魚や野菜です。築地の魚市場では毎日約150種の魚介類が取引されています。その食材の豊富さはやは9日本の環境によるものが多いと考えられます。

また,島国であるために,日本全国で塩の製造が行われました。特に江戸時代,日本沿岸に多くの塩田が作られました。特に瀬戸内では盛んで十州(播磨,備前,備中,備後,安芸,周防,長門,阿波,讃岐,伊予)が

全国の製塩量の 80 パーセント近くを占めていたために、 十州塩田といわれていました。(農商務省農事報告書より)

# •健康

現在海外で和食がブームです。海外における日本料理店の数はここ数年で飛躍的に増加しています。その理由の一つとして、和食は健康的であると考えられているからです。和食の基本的な献立に一汁三菜があります。一汁三菜とはご飯と味噌汁、三つのおかずのことをいいます。色々な食材、調理法を使うことで、バランス良く栄養をとることが出来ます。

# •季節感

日本人は季節感を大事にしてきました。季節の食材を使うことはもちろん、料理名に季節をのせることもあり、 そして、使う器にも季節感を表します。

また、その季節にしか出さない料理、例えば春なら鯛の桜蒸し、秋なら松茸の土瓶蒸しなどがあります。

# •年中行事と郷土料理

五節供(人日,上巳,端午,七夕,重陽)に代表されるように,一年を通してさまざまな行事や祝い事があります。その行事の中で、食がとても重要な役割をすることも和食の特徴です。

その代表がおせち料理です。おせち料理に入る三ッ 肴は、数の子、黒豆、ごまめで、それぞれ子孫繁栄、健 康、豊作の願いを込めて作られ、そして、食されるので す。

## 3. 江戸の塩

江戸時代,戦乱の世が終わり,天下泰平になると, 色々な文化が華開きます。特に食は,生きるための食に, 楽しむための食という側面を持ち合わせるようになり,さ まざまな料理が作られました。日本で最初に出版された レシピ本と言われるのが寛永 20 年刊(1643)「料理物語」 です。それまで,献立や,配膳,しきたりなどが書かれた 本はありましたが,作り方が書かれた本はこの本が初め てといわれています。この本の出版以後,玄人から素人 まで幅広くレシピ本が出版され,江戸の人々の料理へ 対する興味の深さがわかります。特に文化文政期頃 (1800 年頃)になると、流通や産業が発達し、醤油、みりん、酢など大量に作られて、値段も下がりました。一般庶民でも、これらの調味料が使えるようになったことで、さらに料理が発展し、今私たちのよく知る、握り寿司、そば、天ぷら、鰻など、人気を博した料理の出現につながります。多くの調味料の中で、味の原点である塩はどのようなものを使っていたのでしょうか。

# ・行徳の塩と播州の塩

和漢三才図会聖徳二年(1712)によると「播州赤穂,備前の樫野,武州の業徳,共に潔白にて美味なり」とあります。特に武州の業徳,今の行徳ですが、こちらは、江戸開府以来、徳川家康の庇護のもと、寛永年間には4万石程度の生産量であったと考えられています。一方、塩の名産地である播州を含む、塩十州での生産量は江戸中期で350万石から450万石であり、江戸にも下り塩として多く運ばれました。勝海舟の記した書「吹塵録」には「下り塩」の量は承応3年(1645)30万石,享保11年(1726)には84万石言われています。この量は江戸の人々全員が使っても十分に補える量であり、江戸の市場を席巻していたのが分かります。

また,元禄10年(1697)刊の本朝食鑑には「日用の食物の調味には,播州,行徳の産を,塩蔵の場合は上総や他の塩を用いるべし」とあり,行徳の塩が播州のものと同じぐらい上質であったことがわかります。

# 4. 江戸時代の塩の使い方

醤油が一般的になる前は、調味料として、味噌、酢、塩が主に使われてきました。塩は、味付け以外にも、保存、料理の下処理、下味、化粧塩と幅広く料理に使われます。塩がなければ料理が出来ないと言っても過言ではありません。その中で、江戸時代の料理書に出てくる料理から塩の使い方を見ていきます。

# 4.1 すし

今「すし」といえば、握りずしが一般的ですが、すしが 開発されたと言われる文化文政期以前は、箱すしといわ れる、押しすしが一般でした。下処理した魚とすし飯を 箱に入れて重しをかけて押すことで保存が可能な保存 食としてのすしでした。

その中で、代表的な箱すしが、こけらずしです。こけらずしは、箱すしの原型といわれており、室町時代からこの名が文献に見られます。今では、押しすしに使わないようなアワビや赤貝などを使っており、きれいに並べて、屋根のコケラ葺きに見立てているところが面白いところです。

# すしでの塩の使い方

すし飯では、ご飯に混ぜる打ち酢が味の決め手にあります。江戸時代は、米酢と塩だけで打ち酢を作ることが多く、塩加減がとても大事になります。

名飯部類附録 享和 2 年(1802) にこけらすしが明記 されていますが、一升に対して、塩 12 匁 5 分(約 45 g) とあります。現代では米一升に対して 30 g 程度が使われます。

# 4.2 さしみ

文献に記された最も古い料理は何かご存じでしょうか。 それは、なます(鱠,膾)といわれる生魚を細く切ったも ので、今の刺身に近いものでした。

特に江戸前の豊かな海をもつ江戸では、刺身や膾はよく食べられた料理でした。

その例として、特に江戸っ子が大好きであった初鰹ですが、今では、生姜やニンニクをそえて醤油で食べるのが一般的だと思います。しかし、当時は主に煎り酒や、からし酢、大根おろし酢、唐辛子酢そして、酒塩で食べていました。今とは大きく刺身の食べ方が違っていたのです。

## 4.3 塩煎り

今では、作られなくなった料理の一つ、塩煎り。

延享 2 年(1745)刊の伝演味玄集にある料理で、「木の葉鯛、きす、小石カレイ、イシモチ、車エビ、小鯵 立て塩でよく洗っておく。鍋の底へ塩をしき、笹を敷き、魚を並べて、炭火で強く煮る。魚から水気が出るので、水を加えてはいけない。良く煮てそのままだす。(意訳)」とあり、塩だけで魚を煮たシンプルな料理です。しかし、調味が塩だけに、その加減がとても難しかったのが想像で

きます。その加減の難しさが現代に残っていない理由だと思います。

#### 4.4 阿茶蘭漬け

現代でアチャラ漬けといえば、甘酢に唐辛子を入れたものをさしますが、江戸時代のアチャラ漬けには砂糖が入らず、温めた酢に塩を入れて、野菜や魚を漬けた料理です。

## 4.5 立て塩

4.3の塩煎りでも明記されていますが、立て塩とは料理ではなく下準備に使われます。

海水程度の塩水をつくり, 魚を洗うときに使います。塩 水を使うことで, 魚の身を生臭くさせない手法です。他に も, 酢の物に使う胡瓜などの野菜を柔らかくするときに使 います。

## 4.6 酒塩

現代でも代表的な魚料理に使う下処理。魚に酒と塩 をふり、生臭さを取りつつ、下味をつけます。

また,「酒塩煎り」といって,酒と塩で煮ることで,車エビなどは,色よく煮ることが出来ます。

# 5. おわりに

和食が大きく発展した江戸時代。海に囲まれた日本は、各地で塩をつくり、おいしさや保存を求めて、工夫を重ねてきました。その努力が現代にも受け継がれています。

今も昔も塩加減が味の決め手であることは変わりありません。塩の量が少なくても味気なく、多ければしょっぱくなってしまいます。タイミングも大切で、同じ量の塩を使っても、焼き魚の場合では、塩をふって、馴染ませてから焼くのが美味しい魚と、塩をふったらすぐに焼いた方が美味しい魚があります。食材や量、環境により、適塩は変化するのです。その細かい塩梅が、難しいところでもありますし、逆に塩の面白さだと思います。

古くから私たち日本人の食を支え、料理にはなくてはならない塩。その使い方や、魅力を知ることが和食のさらなる発展に結びつくのではないでしょうか。

# 質疑応答



香西みどり お茶の水女子大学基幹研究院 教授

【香西】柳原先生,大変興味深いお話を美しい写真とと もにどうもありがとうございました。時間はあまりございま せんがせっかくの機会ですのでご質問を受けたいと思います。最初に、私から質問させていただきます。現在ではごま煎りなどの乾式過熱に使われる"煎る"という言葉が、昔は、塩煎り、煎り酒、あるいは酒塩煎りなど、水気のあるところでも使われていたとのことですが、それは江戸時代の特徴なのでしょうか。

【柳原】"煎る"という言葉は、江戸時代は現在よりも広い範囲の用語として使われており、例えば、さきほどご紹介した食材に塩を入れて煎るだけの塩煎りといったものから、魚と酢を鍋に入れて火にかける酢煎りという料理もあり、鍋などに入れて火にかけることを"煎る"と言っていたようです。現在のごま煎りなどのように、空の中で煎っていくといった感覚とはちょっと江戸時代は違っていたと思います。

【香西】ありがとうございました。まだまだ、ご質問があるかと思いますが、時間となりましたので、これをもちまして柳原先生の講演を終了とさせていただきます。もう一度、大きな拍手をお願いします。

# 講演一2

# 塩が生み出す味の広がり

石川 匡子 秋田県立大学 准教授

座長: 駒井 三千夫 東北大学大学院 教授

# 1. はじめに

塩といえば、「塩味を付ける」という働きが真っ先に浮かぶと思われる。しかし、塩は塩味を付ける以外の目的で使われることの方が多く、料理の他の味を引き立たせる、食感を変化させる、食品の保存性を高めるなど、様々な役割を担っている。このように、私たちの食生活に欠かせない塩であるが、百貨店をはじめスーパーなどの小売店では国産、外国産を含めてたくさんの塩が販売されており、実際にどの塩を使ったらいいのか選択に困る場面も見受けられる。塩は製造法により、成分含量、水分、粒径などに違いがある。今回は、食品加工における塩の役割について解説すると共に、様々な塩を調理に用いた結果についても紹介する。

# 2. 味付けにおける塩の役割 一対比効果と抑制効果における隠し味としての作用 –

塩は味の基本であり、塩味の付与はもちろん、相互作用により他の味成分を増強あるいは抑制する効果を持つ。これらは、対比効果(2種類の異なる味を同時に味わったときに、一方の味が他方の味を引き立たせる現象)と抑制効果(2種類の異なる味を同時に味わったときに、どちらか一方もしくは両方の味が弱く感じられる現象)と呼ばれる。「お汁粉やあんこを作るときに少量の塩を加えることで甘味が引き立つ」「ダシ汁をとるときに少量の塩を加えるとうま味が強調される」「酢の物や酢飯に少量の塩を入れると酸味がまろやかに感じられる」といった料理の技法は、これら相互作用の応用であり、塩は数多くの料理の中で「隠し味」として使用さ



石川 匡子 秋田県立大学 准教授

れる。これら相互作用を引き起こすために必要な塩の添加量は、対象となる食品の「味」がどの程度かによって異なる。 甘味〜少量の塩を添加することで甘味が強く感じられるという現象を例に上げると、ショ糖の濃度が高くなるにつれて、 甘味増強に最適な塩の添加量は低下していた。いつも同じ量の塩を入れれば同じ効果が得られる訳ではなく、バランスが大切だということが分かる。

# 3. 味付けにおける塩の役割 一対比効果によって塩味が強く感じられる一

酸味と塩味による相互作用は、「酢の物や酢飯に少量の 塩を入れると酸味がまろやかに感じられる」に代表されるよ うに, 酸味を和らげる抑制効果を思い浮かべることが多い。 しかし,酸味と塩味を混合させた溶液において,多量の 酸味を添加した場合は塩味を抑え,少量の酸味を添加 した場合は塩味が強く感じられると言われており、酢酸 や食酢を用いた例が報告されている。我々はクエン酸を 用いて, 塩味に与える影響を検討した。0.584%食塩水 に、①水との違いを識別できる濃度(0.013%)、②酸味をわ ずかに識別できる濃度(0.0018%), ③酸味を明確に認識 できる濃度(0.0025%), 以上3種類の濃度のクエン酸を 添加した。食塩水とクエン酸を添加した食塩水を比較し、 どちらの塩味が強く感じられるか評価した結果,酸味を わずかに識別できる濃度(0.0018%)以上のクエン酸を 添加すれば、塩味が強く感じられることが分かった。酸 味濃度をさらに上げていくと、塩味というよりも味の刺激 が強く感じられるようになった。強い酸味を有する食品は

限られており、酸味と塩味の相互作用を利用した食品 加工では、塩味強度はもちろん、嗜好性への影響も考 慮する必要がある。

# 4. 口にする食品の状態が塩味強度に影響を与えるか

一口に塩味といっても、NaCl の濃度によって味質は 異なり、塩味を識別出来る最低濃度である 0.234%では 甘さを伴った塩味, 0.292%では塩味, 1.168%では純塩 味, 塩味を美味しいと感じる濃度は 0.9%付近であると言 われている。また, 塩味は, 温度が高いと弱く, 低いと強 く感じられることから, 温度による影響も大きい。 普段食 事をする際は、スープのような溶液状のものだけでなく、 煮物や漬物のように、固形状の食品も口にする。ヒトは 食品を口に含み、咀嚼する際に、味物質が唾液中に溶 出することで、味を認識できることから、食品の食感は味 成分の溶出度合, すなわち味の強さに影響を与えると 考えられる。 我々は, 0.584% NaCl を添加した 1% 寒天 ゲルと 0.5% 寒天ゲルをそれぞれ同じ速さで咀嚼しても らい, どちらの寒天ゲルの塩味が強く感じられるか, 何 回咀嚼した際に塩味が最も強く感じられたかを評価した。 その結果, 0.5% 寒天ゲルの方が, 少ない咀嚼回数で 塩味が強く感じられることが分かった。咀嚼時の唾液分 泌量ならびに唾液中の塩分量も 0.5% 寒天ゲルの方 が多く, 食品の噛み砕きやすさや味成分の溶出のしや すさが、味の強さにも影響することが示唆された。

# 5. 市販塩の製法とその成分について

1997 年に塩専売法が廃止され塩事業法が施行されたのに伴い、国内各地で地先の海水を用いた塩が製造・販売されるようになり、輸入塩の再加工塩、さらには塩自体の輸入販売など、非常に多くの塩が市販されるようになった。これらの塩はイオン交換膜製塩法による塩と比較して、にがり成分含有量や水分含量が多く、結晶粒径が大きいという特徴がある。市販塩は製造法により様々で、大きく分類すると(A)輸入天日塩を原料として再加工した製品、(B)海水を直接釜で煮詰めて作った製品(平釜法)、(C)イオン交換膜製塩法を原料としてにがり成分を添加製造した製品、(D)噴霧乾燥などで海水を全乾燥した製品、(E)輸入塩、(F)うま味成分などを添加した添加物塩の6群に分類できる。これらの塩について製造法の違いによる無

機成分含量を比較すると, D 群は, 他の群と比較して, マグネシウムイオン, 硫酸イオンが特に多く, 逆にナトリウムイオン, 塩化物イオンが相対的に少なくなり, 他の製法の塩とは無機成分組成が異なること, B 群の塩は, D 群ほどではないが, マグネシウムイオンと硫酸イオンが多いという特徴があった。

# 6. 塩のにがり成分が調理特性に及ぼす影響について

にがり成分量の違いが塩の味に影響を与えるのか,

NaCl と製法 A, B, D で製造された塩にて調整した食塩 水を用い評価した。塩の固形分量を揃えた溶液(固形 分含量 1% 食塩水)では、塩味の強さは NaCl が最も強 く, 次いで A, B, D 製法の塩となっており, 塩中に含ま れるNaCl量に一致した。NaCl含量を揃えた溶液(NaCl 1%食塩水)では、塩味の強さは、いずれの製法でもほ ぼ同程度であった。にがり成分が豊富な塩を用いて調 理をした際,味がまろやかに感じられるという消費者の 意見もあるが、1g当たりのNaCl量が少ないため、従来 の高純度の食塩を添加したものより塩味が弱く感じられ ることが要因であると思われる。また、にがり成分が多い 塩は苦味が強いと言われているが,ある一定以上含ま れている場合に、苦味の強さに影響することがわかった。 これら4種類の塩のNaCl含量を一定にして調理に用 い、味の違いを評価した。お汁粉を作製し、甘味に与える 影響を調べたところ、いずれの塩も甘味を強くするという対 比効果は示したが、添加量が少量であるため、塩の違いは 反映されなかった。お粥を炊く際に添加したところ, にがり 成分量が多い塩を使ったお粥は、塩味が弱く感じられた。 米の膨潤度合、浸透度合などに塩類の種類やpHが影響す ると言われており、塩の違いが影響したと考えられる。塩に は、脱水・浸透作用があり、漬物はその作用を応用した食品 である。にがり成分を含んだ塩は、NaCl とは脱水浸透作用 が異なると考えられる。そこで、にがり成分量が多い塩を調 製し、浅漬けを作製したところ、NaCl よりも野菜の脱水率 が高く、ペクチン組成も塩蔵後早い段階から変化してい た。以上のように、にがり成分は、食品素材への浸透や溶 出といった調理過程に少なからず影響を与えていると考え られる。

## 7. おわりに

普段何気なく使っている塩であるが、塩加減を間違えると、料理の味全体のバランスを崩し、食感にも影響を与える。日本人は料理の味わいを「いい塩梅」という言葉で表すように、

塩は私たちの食生活には欠かせない調味料である。塩の 特性を知り、それに合わせた使い方をすることで、料理のお いしさへ繋がっていくと考えている。

# 質疑応答



駒井 三千夫 東北大学大学院 教授

【駒井】石川先生、ありがとうございました。我々の食生活に密接に関係する味に関する"味な話"を伺うことができました。ご意見ご質問等を受けたいと思います。いかがでしょうか。最初に、私から質問させていただきます。本日ご紹介いただいた塩に漬けたダイコンの収縮率の実験では、にがり成分として純粋なマグネシウムを添加していましたが、海水を直接噴霧乾燥したにがり成分が多い塩でも同じような結果になるのでしょうか。

【石川】私共は塩化マグネシウム 2%や塩化カルシウム 2%を添加していますが、この添加量はにがり成分が多いと言われる塩よりもさらに少し多い位の量となります。

塩化マグネシウム 1%や塩化カルシウム 1%で実験したこともありますが、その場合には食塩とさほど違いが見られない場合もありました。従いまして、にがり成分が最も多い市販塩でどの程度になるかはまだ確かめてはおりませんが、マグネシウム、カルシウムがどの程度含まれているかが重要ではないかと考えております。

【駒井】ありがとうございました。もう1つ味覚生理学の観点から質問させていただきたいと思います。先生のご講演で、酸味をぎりぎり感じることが出来る閾値付近のクエン酸濃度と酸味をはっきり感じるクエン酸濃度の両者で、酸味による塩味増強効果が同様に認められておりましたが、これらの塩味増強メカニズムはどのように考えられるのか、分かっておりましたらば教えて頂けますでしょうか。

【石川】味の相互作用については、舌で認識された後、脳でどのように処理・判断しているのかわからないので何とも言えないのですが、味のバランスが大事なんだろうということだけは確かであると考えています。また、酸味がある場合、唾液がじわっと出てきますので、酸っぱいものを口に入れたときには、味成分が口の中を回りやすくなり、これが塩味増強効果の要因の1つとなっている可能性もあるのではいかと考えております。

【駒井】ありがとうございました。そのほかございますでしょうか。それでは時間となりましたので、石川先生に感謝を込めてもう一度大きな拍手で御礼申し上げたいと思います。石川先生、どうもありがとうございました。

# 講演一3

# 塩麹が創る旨み

前橋 健二 東京農業大学 教授

座長:阿部 啓子 東京大学大学院 特任教授

# 1. 和食における発酵の意義

日本食文化が「和食;日本人の伝統的な食文化」と題されてユネスコ無形文化遺産に登録されたのは2013年12月のことであるが、その際、日本の食文化の特徴として次の4つが強調された。①多様で新鮮な食材と素材の味わいを活用、②バランスがよく、健康的な食生活、③自然の美しさの表現、④年中行事との関わりである。和食には伝統的な調味料である味噌、醤油、酢、みりんが欠かせないが、これらはいずれも発酵食品であり、和食の味付け=発酵によって生まれる味と言える。発酵の力で、素材から味わいが引き出されるとともに栄養や健康効果が高まる。和食のすばらしさを考えたとき、和食を支える発酵の魅力に注目が集まった。

発酵とは、微生物が関わる食品成分変化であるが、これは同じ現象の腐敗とは異なり、芳香や美味が生じる現象である。よって発酵食品とは微生物の働きを利用して製造される食品ということになる。身の回りの発酵食品としては、清酒、醤油、味噌、納豆がすぐに思い浮かび、これらは食品で微生物が増殖するタイプの発酵食品である。甘酒や塩麹は製造工程がカビを増殖させる製麹工程と酵素により消化させる熟成工程の2段階に区切られ、家庭で麹を購入して作る場合には微生物の増殖がないから発酵食品ではないと誤解されることが多いが、麹から作るとしても微生物由来の酵素が働くので立派な発酵食品である。また、紅茶やバニラビーンズは、微生物酵素ではなくて食品由来の酵素が働くタイプなので、酵素反応も発酵に含めた場合の広義の発酵食品である。



前橋 健二 東京農業大学 教授

生鮮食品であれば放置しておくだけで内在する酵素作用によって成分変化が起こってくるものであるが、微生物が増殖すればその酵素作用と代謝活動によって成分変化は著しいものとなる。例えば、大豆たんぱく質から麴菌酵素の作用によって多様なペプチド断片を生じ、さらに酵素で分解されて低分子ペプチドやアミノ酸を生じる。デンプンからは麴菌酵素の作用でデキストリンを経てグルコースやオリゴ糖が生じる。さらにアミノ酸やグルコースは酵母や乳酸菌によって高級アルコールやエタノール、炭酸ガス、乳酸などをはじめとする様々な代謝産物に変換される。また生じた物質同士で成分間反応も起こる。こうして食品に微生物が増殖することで実に複雑な成分が生じ、豊かな香味となる。

# 2. 米麹

清酒,焼酎,みりんという酒類から味噌,醤油,食酢という調味料や納豆,塩辛,漬物,甘酒などの副菜・飲料に至るまで日本には数多くの伝統発酵食品がある。それらの多くは製造過程で「麹」を利用している点が日本の発酵食品の特徴である。

米麹は蒸したお米に麴菌を増殖させたもので、麴菌培養物であり、清酒や味噌・塩麹製造の要である。米の内部にまで菌糸が伸びており、全体の1割くらいが麹カビの菌糸なので、味噌や塩麹は麹菌そのものを食べることになる。麹カビは消化酵素を分泌して米を溶かしながら菌糸を伸長させていくので、麹には豊富に酵素が蓄積されることになる。

麹力ビは酵素生産能が優れており、大量の消化酵素を菌体外に分泌する。デンプン分解系、タンパク質分解系、脂質分解系、組織崩壊系など様々な消化酵素を分泌するが、中でもデンプン分解系酵素である α-アミラーゼの生産量は著しく、次いで各種プロテアーゼ生産量が高い。生産される酵素の種類も豊富であり、分子の内部からランダムに切断するもの、分子鎖の端から順に切断していくものなど、分解様式の異なる様々な酵素が存在することによって食品成分を効率よく低分子にまで分解することができる。このように豊富に酵素を含む麹の能力を巧みに利用して、清酒や味噌など日本の伝統発酵食品は作られてきた。

# 3. 塩麹という発酵調味料

塩麹は米麹に食塩と水を加えて糖化熟成させた塩味 発酵調味料であり、塩の代わりに料理に使う。大分県佐伯市の麹屋が、江戸時代の書物に書かれている麹の使われ方を再現して調味料として製品化し 2010 年ごろから販売を始めたところ、徐々に広まり 2012 年には全国で塩麹ブームとなった。現在では大手メーカーも参入して新たな市場を形成し、塩麹は基本調味料の一つとして消費者に浸透している。

塩麹の製造法は極めてシンプルである。味噌用・甘酒用米麹に食塩と水を混合して任意の温度で糖化させる。温度が  $30^{\circ}$ Cであれば 7 日間程かかるが、 $55^{\circ}$ Cであれば  $1^{\circ}$ 2 日間で出来上がる。

# 4. 塩麹の成分の特徴

塩麹ブームの頃は多くの塩麹製品が市場に現れたため、14点を集めて成分を調べた。多くの製品が粥状であり、水分はおよそ50%であった。これは味噌より若干多い。保存料として酒精を加えているものと加えていないものがあり、加えているものにはおよそ2%のアルコールが検出された。

塩麹と他の麹調味料の呈味成分を比較すると,塩麹の食塩濃度は米味噌とほぼ同じ 11%であったが,還元糖濃度は 22%でありこれは米味噌と比べるとおよそ 2 倍といえる。また,大豆を使用している米味噌のグルタミン酸濃度が 0.3%なのに対して米しか用いていない塩麹では味噌のおよそ 1/10 である。これらの呈味成分比較か

ら,塩麹は味噌や醤油と同じ塩味付けの調味料であるが,塩麹は味噌や醤油と違って甘味も同時に付与できる調味料といえる。塩麹はうま味成分が乏しいにもかかわらず,塩代わりに使うと塩以上に料理をおいしくできる理由の一つに甘味の役割が欠かせない。尚,塩麹は食塩と糖の割合が1:2という法則がみられた。

塩麹の大きな特徴は、米麹の酵素活性が残存していることである。市販塩麹の場合、製造は甘酒製造に準じた方法であると予想される。またはもっと低い温度であっても、最終的に何らかの方法で殺菌していると思われる。米麹の酵素活性と比べると塩麹の残存活性はデンプン分解系の酵素活性がやや低下しており、相対的にタンパク質分解系の酵素活性が高くなっている。

# 5. 塩麹の残存酵素活性

塩麹に酵素活性が残存していることにより、調理において塩麹を食材に加えたときは食材の成分に酵素が作用して様々な成分変化が生じることが予想される。実際、粕漬けや味噌漬けなどで魚や肉が柔らかくなったりうま味が高まるが、これは麹由来の残存酵素の作用で肉の繊維が、タンパク質が切断されたり筋肉タンパク質が分解してアミノ酸やペプチドが生じることによる。

麴菌のゲノム解析の結果, 麴菌はタンパク質分解に関わる遺伝子だけでも100種類以上を持つことがわかった。麴菌酵素の研究は古くから盛んにおこなわれてきており, 多種類のタンパク質分解酵素の存在も明らかになっている。タンパク質内部から切断してペプチドをつくるプロティナーゼとペプチドを分解してアミノ酸をつくるペプチダーゼに分類されるほか, 作用する至適 pH 域によって大まかに酸性, 中性, アルカリプロテアーゼと分類されている。これら多様な切断様式や最適条件を持つ酵素群が共同で作用することによりタンパク質は効率よく低分子にまで分解されることになる。

個々のプロテアーゼを精製して性質を調べた例が多数報告されており、至適温度や温度安定性に幅があることがわかる。また、食塩の影響についても 10%食塩の存在で大幅に活性が低下するものもあれば 12%食塩でも影響のないものもあることから、これらの酵素が残存していれば調理の漬け込む・蒸す・煮るといった工程で酵素が作用していると考えられる。

# 6. 塩麹の酵素活性の安定性

塩麹製造の過程で酵素活性が 60℃加温や食塩によってどのような影響を受けるかを調べたところ、還元糖は食塩の有無にかかわらず増加したが、ホルモール窒素の値は食塩存在下(塩麹)では食塩なし(甘酒)と比べて半分ほどの増加にとどまった。これは食塩の存在でタンパク質分解酵素の活性が抑制されていたためと考えられる。α-アミラーゼ活性は塩麹の方が、活性が大きく低下し、酸性カルボキシペプチダーゼ活性は塩麹、甘酒いずれでも大きな活性低下はみられなかった。

次に麹抽出液を用いて食塩および糖が酵素活性の 熱安定性に及ぼす影響を調べた。その結果 α-アミラー ゼ活性は食塩が存在しない方が、熱安定性がよく、プロ テアーゼ活性は食塩または糖が存在する方が、熱安定 性がよいことがわかった。これらの結果から、50℃であれ ば概ねどの酵素も大きく活性低下することなく、残存酵 素活性の高い塩麹が製造できることが期待される。

家庭で塩麹を作る場合,炊飯器を使う方法がよく紹介されているが,炊飯器では 60℃以下の温度を維持するのが難しいため残存酵素活性はかなり低下することになる。最近では温度調節が自在な様々なヨーグルトメーカーが比較的安価に市販されているため,そういったものを利用するのが簡便でよい。

# 7. 塩麹酵素と生鮮食品酵素の共同作用

魚肉,食肉,野菜,果実など,生の食材には細胞内 に酵素活性が保持されている。それが食材の傷みやす さの大きな原因であるが,新鮮なうちに調理する場合は 食材自身の酵素作用を利用して成分変化を引き起こし、 美味しさを向上させることができる。加熱調理することは 食品成分の消化性を良くすることだけが目的でなく香味 を高めることであることは言うまでもない。多くの場合、麹 酵素の活性は食材の酵素活性を大きく上回るため、生 食材に塩麹を加えて調理することにより食材に大きな成 分変化をもたらすことが期待される。

# 8. 塩麹の酵素による調理効果

塩味をつける調味料としては味噌、醤油、ソース、マヨ ネーズ、ケチャップなど様々なものがある。いずれも塩味 付けプラス α の効果で料理をおいしくするものであり、プ ラス α 効果によってそれぞれ特徴的な○○味となる。こ れは食材の味に調味料の味を被せる効果である。一方, 塩麹自身は際立つ個性的な風味をもたないため食材の 味を覆い隠すことはなく、甘味のコクに支えられたやさし い塩味を付与しつつ素材の味と調和しやすい。そして 肉,魚,野菜など下ごしらえとして塩麹と混ぜ合わせれ ば時間と温度に応じて酵素作用による成分変化が起こ る。つまり食材自身から香味成分が生じる。塩麹が他の 調味料と異なる点はこの酵素作用が関与することであっ て,食材の味に塩味等を付与するだけでなく食材から 香味を生み出すことにある。塩麹や味噌・醤油などの醸 造調味料そのものが原料素材から生み出された香味成 分, 発酵風味を含んだものであるが, 酵素作用を持った 塩麹を食材に働かせることによってその食材固有の発 酵風味が生まれるのである。これこそが和食の旨み,発 酵の旨みであり、塩麹が創る旨みなのである。

# 質疑応答



阿部 啓子 東京大学大学院特任教授

【阿部】前橋先生ありがとうございました。本日は塩麹が創るうまみということでお話を頂いたのですが、日本の伝統発酵技術を用いて造られる塩麹について、サイエンスの側面からその働きを明らかにして、さらに塩麹は食材と相互作用する新しい調味として使えるというお話であったかと思います。フロアーからご質問を受けたいと思いますが、いかがでしょうか。

【会場】自宅で塩麹を造るにあたっての麹菌について質問がございます。麹菌は、板麹の方が、菌糸が長いので良いとの話を聞いたことがございます。一方、板麹で使っている Aspergillus oryzae (ニホンコウジカビ)は 1 種類であるのに対して、ばら麹は色々な種類のものを使って作っているので、ばら麹の方が高価であるが良いとのご意見もあるようです。塩麹を造るにあたっての麹菌の種類や菌糸の長さなどにつきまして、先生のご意見を頂けますでしょうか。

【前橋】よく酵素が働き、よく分解する、より甘くなる、ということがおそらく良いと言われていると思いますが、これは板麹とばら麹による違いではなく、麹の酵素活性が強いか弱いかによります。麹の酵素活性はその作り方、特に温度コントロールと水分コントロールが一番大事で、そういったところをうまくコントロールして結果的に酵素活性の高い麹が出来ていればそれが良い麹ということになります。種麹についてはミックスが良いとよく言われるのですが、実際にミックスしている例はそんなに多いわけではなく、基本1種類が多いと思います。種麹屋さんはその辺のところははっきりお

っしゃいませんが、この菌とこの菌をミックスしたら面白 いのではないかと工夫されておられるかと思いますが、 そんなに一般的な話ではないと思います。麹菌には Aspergillus oryzae 以外に Aspergillus sojae (ショウユ コウジカビ)や他にもありますが、実際に使われている のはほぼ Aspergillus oryzae です。 見た目が白いもの は Aspergillus oryzae と思ってもよいです。また、長毛 であるのも Aspergillus oryzae の特徴です。 塩麹を造 るためにスーパーで売っている麹というのは、おそらく 塩麹や甘酒を造るために売っているもので, それは味 噌用ということになりまして, 酵素活性, 特にプロテア ーゼ活性が非常に強いもので,お酒を造る麹とは全く 違います。ですから、どれを使っても出来ると思います が,水分量が製品によって違いますので,水分が足り なくてうまく糖化しないということはあり得ると思います ので、製品によって加える水の量を加減すればうまく 造れると思います。

【会場】有難うございました。

【阿部】ほかにご質問はございますか。

【会場】非常に興味深いお話をわかりやすくご説明いただきありがとうございました。塩麹の成分に関して、講演要旨に「塩麹は食塩と糖の割合が1:2という法則がみられた」との記載がございますが、ご講演のスライドのデータでは還元糖は10%から30%程度とやや幅はあったかと思います。そのような中で、食塩と糖の割合が1:2に落ち着いていくのはどのようなメカニズムか教えていただけますでしょうか。また、これに関連して、1:2という割合が塩麹のおいしさのポイントとなる要素なのかについて教えていただけますでしょうか。

【前橋】多くの製品が結果的に食塩と糖の割合が 1:2 になっていたということでございます。ご質問にありましたように糖の濃度が他の多くの製品と異なる製品も一部ございますが、ほぼどのメーカーも食塩濃度は 10%程度でお米の配合割合も同じであり、お米のデンプン量はだいたい皆同じですので、生成される還元糖の量も極端に変わることなく似たような数値になります。その結果、塩味と甘味も大体似かよってくるということになります。甘味に関しては、塩麹は実際に使用するときは薄められるので、還元糖の量が 20%の製品の場合、使うときは 10 分の 1 程度の 2%程度になります。従って、製品の糖濃度が 20%でも 30%でも、最終的な甘味にはあまり影響はありません。また、最近は減塩の塩麹というのもありますので、必ずしもこの濃度でなければだめだということもちょっと言いづらいと思い

ます。塩味を少し抑えた方がもっとたくさん使え,もう少し甘味を強くできるメリットもありますので,それはそれでおいしくなると思います。

【会場】どうもありがとうございました。

【阿部】私から質問させていただきます。スーパーに行 きますと様々な塩麹が売られています。お値段もバラ バラですが、今日のお話を伺いますと、塩麹の一番の 魅力はどれくらいの酵素を保有しているかであるかと 思います。塩麹にはだいたい10%の塩が入っていると のことでしたが、塩の量を変えることで、塩麹に含まれ る酵素のミクスチャーのバランスを変えられるのではな いかと思います。そのようなことが出来ると、条件を変 えて造った塩麹がそれぞれどういう調理素材・生鮮素 材に向いているかということが、将来的には分かってく るのではないかと思います。現状の、どの料理・調理 にも万能の塩麹は非常に魅力的ですが,将来は,塩 の質・量や塩を入れるタイミングを変え,酵素ミクスチ ャー比率が異なる多種類の塩麹が提供できれば,消 費者は素材・料理レシピ毎に最適な塩麹を選択する ようになります。この点につきまして、先生はどのように 見てらっしゃいますか。

【前橋】確かに塩麹は酵素が働くことが1つの特徴とな っています。そこで、酵素活性を高くするためにはなる べく加熱をしない方が良いのですが、製品としては殺 菌をする必要があります。生塩麹というのは商品とし て非常に売りづらいので, 出来れば徹底的に殺菌し た方が便利です。このように、商品としての扱いやす さと酵素活性を残すことのバランスは難しいところです。 もう一つの問題として、塩の量によって酵素活性が変 わるといったことがあります。塩が入っても酵素活性は 残るのですが、製造の過程で塩が入っていることが塩 麹の品質に関わってくる部分もあります。そういった部 分については塩を入れずに甘酒を造って最後に塩を 加えるという造り方もあります。阿部先生のご指摘の 通り、塩の加減によって酵素の働き方が違ってくるの で、塩麹の塩の量や添加時期を変えることで、そのあ たりがどのように変わってくるのかという点も大変興味 ある事です。ご指摘ありがとうございます。

【阿部】ほかにもご質問があるかと思いますが時間となりましたので、前橋先生のご講演を終了としたいと思います。前橋先生にもう一度感謝の拍手をお願いします。先生どうもありがとうございました。