

2.6 食料の品質評価

2.6.1 21世紀の食料のあり方 –高品質化への要求–

21世紀を迎え、社会構造の変化、科学技術の発達とその普及、グローバルゼーションなどが益々加速度的に進行している。そのような社会全体の変化は食のあり方にも大きな影響を与えざるを得ない。例えばグローバルゼーションの進行に伴い、世界から溢れんばかりの食材が日本に流れ込んで来ており、それは私たちの豊かな（享乐的な）食生活を支えているが、一方で、日本では禁止されている農薬の使用やその残留性など、安全面での問題がにわかにクローズアップされている。また、家族形態においても、核家族の中で益々個人生活の比率が上昇し、その結果、食事のあり方も個食という形態がかなりの部分を占めるに至っている。単身者の増大というファクターもあり、誰でも調理なしに手軽に食事の取れる、ファーストフード、コンビニエンスストア産業が、益々隆盛を極めつつある。そのような産業においては、消費者のニーズに応じた多種多様な食品を直ぐに食べられる形態で、しかも、ある程度の品質保持期間を保証しながら消費者に提供するという、困難な課題に日々直面している。一方、テレビ番組を中心にして、食品中の特定の成分が体によいという情報がマスコミに氾濫し、人々も食品の健康保持機能に大きな関心を抱くようになってきている。現在では、特定の有効成分を抽出・加工したサプリメントの摂取も珍しいことではなくなっている。さらに急速な高齢化（超高齢化社会）に伴い、燕下困難など摂食にまつわる障害も顕在化し、高齢者に合わせた物性の食品の開発も急務とされている。

以上の状況の下で、食料、食品に求められる品質というもの、現在ではたいへん多様になり複雑さを増していると言わざるを得ない。食料の品質に関しては、元来、栄養性、安全性、嗜好性の3大要素を備えることが重大な目標であった。平たく言えば、活動を支えるエネルギーや栄養素を備えており、食中毒の危険がなく、さらに美味しければ十分であったのである。しかし、上で述べたように、現代ではそのような品質だけでは人々の欲求をとて満足することはできない。本講義では、食料に求められる新たな品質という課題について概略を述べる。なお、品質は定性的、定量的な諸手法により測定・分析・評価・表示がなされるが、それらについては3回生の講義で取り上げる。

2.6.2 食料に備わるべき機能

1) 実質的機能＝直接・科学的価値

一次機能（栄養機能）：食品中の栄養素が生体に対し短期的かつ長期的に果たす機能（生命の維持機能）

二次機能（感覚機能）：食品組織、食品成分が感覚に訴える機能（味覚嗅覚応答機能）

三次機能（生体調節機能）：生体に対する食品の調節機能（生体防御、体調リズムの調節、老化抑制疾患の防止、疾病の回復）

2) 付加情動的機能＝間接・文化的価値

保健効果・健康機能表示（健康の定義：健康とは、単に疾病がないとか虚弱でないとい

うばかりでなく、physical (肉体的)、mental (心理的)、social (社会的)、spiritual (精神的) に完全に良好な状態である。1998年1月WHO執行理事会)

品質表示：原産地、遺伝子組み換え作物、旬の成分組成、アレルギー表示

有機農産物認証

HACCP、ISO認定：食品安全・安心性

環境・生態系保全貢献度

3) 食品行政と制度の対応

文部科学省：特定研究「食品機能の系統的解析」→重点領域研究「食品の生体調節機能の解析」→重点領域研究「機能性食品の解析と分子設計」、「日本食品標準成分表(5訂版)」

厚生労働省：「特殊栄養食品」→「特定保健用食品」→「保健機能食品」

農林水産省：日本農林規格法(JAS法)：有機農産物認定制度、成分表示制度

2.6.3 食料の品質評価と改善 —特に二次機能に注目して—

前節において食料の品質は多様を極めていると述べた。二次機能、言い換えれば「嗜好性」「美味しさ」に関わる機能に関しても、新たな食料素材の探索や開発、食品の高品質化が進められている。私達の研究室では、そのような研究に主に関わっていることから、二次機能に関する話題について詳しく述べる。

1) 原料素材の加工特性の評価と改善

現在、我国の食料自給率はカロリーベースで約40%である。主食用穀物でみると61%に上るが、これを上げているのは米であって、他の作物については、例えば小麦で13%という低い数字となる。また、大豆の自給率も5%にしかならない。これらの作物の生産量が増えないのは、安定的に、ある程度の量の、高品質な小麦や大豆を供給できないからである(自給率の問題については2.4で詳しく述べられることと思う)。例えば、うどんの原料となる小麦粉は、オーストラリア産のものが優れており、本場の讃岐うどんにも、多く使用されている。2004年には、国内産と偽って、オーストラリア産の小麦粉を使用し讃岐うどんを製造していたことが発覚して、大問題となった。また、国内産の小麦品種の小麦粉を用いても、カナダ産の小麦粉に匹敵するような美味しいパンを焼くことはできない。

うどんやパンの製造に適した小麦を日本で栽培しようとしても順調に収穫に至るまで成長させることは難しい(この点については2.3で解説)。したがって、日本の気候風土に適応して成長できる小麦品種の中から、うどん(その他の麺)やパンの製造に適した品種を選抜育種する必要がある。そのためには多数の品種から選抜を行わなければならないが、そのような多数の品種の一つ一つについて、多量の小麦粉を調製してパンを焼くことは非常に時間と労力のかかる作業である。そこで、少量の小麦粉を対象として、実際にパンを焼かなくても、その製パン性を評価できるシステムが必要となってくる。一つの方法としては製パン性に関わると考えられている成分の量を測定することである。米の場合には、デンプンの性質、特にアミロース含量がその美味しさに関わっていることが分かっているので、アミロース含量などの成分を近赤外分光法で測定することによって美味しさを判定する「食味計」が既に開発、商品化されている。小麦の製パン性についても、グルテンというタンパク質の量と質が重要であることが分かっているので、グルテンの量を測定した

り、質、すなわちグルテンを構成するサブユニットタンパク質の種類を電気泳動法などの手法で区別することによって、ある程度、製パン性を予想することは可能である。しかし、グルテンサブユニットの組成は非常に複雑であり、製パン性との関係を定量的に把握することは非常に難しい。そこで、別のアプローチが必要となる。小麦粉は水を加えて練ると粘性と弾性に富んだドウを形成し、このドウの物性が焼き上がったパンの性質を決定している。そこで、私達は少量の小麦粉からドウを調製し、その物性を評価するシステムの開発に努めている。

その他、大豆の豆腐加工適性の評価についても取り組んでいる。大豆は同じ品種であっても、その産地や気候条件、貯蔵・流通条件に応じて、その加工特性が大きく変化する。工場レベルで豆腐を生産しようとする場合、用いる大豆が、固まりやすいのか、固い豆腐を形成できるのか、滑らかな食感を持つのか、味はどうか、等々を事前に把握しておくことは非常に重要である。少量のサンプルで、これらの品質を迅速に評価し、しかもその評価結果がスケールアップした時にも有効であることが、現在痛切に求められている。私達は、そのような品質評価法の確立を試みている。

その他、他の作物については、今後、味に影響を与える成分の迅速評価が求められるであろう。例えば、野菜、果物などの美味しさを決定する成分である、アミノ酸、有機酸などについては、現在、それらを分析室で高速液体クロマトグラフィ法を用いて定量することにより、美味しさの指標としている。これらの特定の成分を、畑で個体を対象として迅速に定量できる手法が確立できれば、作物の美味しさに関する品質評価、品質管理を容易に行うことが出来るものと考えられる。

2) 食料成分の改質や食品構造の制御により食品の品質を向上させる -油脂を例として-

食料の素材や成分を加工あるいは改質することにより食品の品質を向上させることが可能である。また食品の多くは多成分が混じり合った混合系であるため、複雑な構造を持ち、そのような構造は食品全体の品質に大きな影響を与える。食料成分の改質や食品構造の制御により食品の品質を向上させる試みについて、油脂を例としてとりあげる。

油脂は大豆、なたね、オリーブ、米など様々な作物から抽出あるいは圧搾されることによって取り出される。通常は洗浄、脱色、脱臭などの工程により精製されて使用される。精製油脂は様々な物理的、化学的方法によって改質をされ、その品質、機能性が高められる。例えば、融点に応じて油脂を分別し、固体や濁りのないサラサラのサラダ油を取り出したり（ウインターリング）、水素添加によって不飽和度の高い油脂を硬化したり、酵素によるエステル交換反応を利用して脂肪酸の組成を変えたり、等々の様々な方法が行われている。また、チョコレートの場合には、カカオ原料を発酵させることによって特有の芳香を発生させるなど、場合によっては微生物の力をかりて改質が行われることもある。

油脂は水と溶け合うことができない。そのため、水と油脂が存在する場合には、エマルションという乳化状態をとることになる。エマルションには、微細な油脂粒子が水中に分散した O/W 型エマルションと、微細な水粒子が油脂中に分散した W/O 型エマルションがある。牛乳、豆乳、マヨネーズ、アイスクリーム、ホイッピングクリームなどは O/W 型エマルションであり、バターやマーガリンは W/O 型エマルションである。これらの粒子が、

どれくらいのサイズで、どれくらいの量、分散しているのか等々の条件により、エマルションの品質は大きく変化する。例えば、マヨネーズには最大 80%もの油脂が含まれているが、これだけ大量の油脂が水中に微細な粒子状態で存在することにより、「マヨラー」を虜にする、あの独特なボディ感、油脂の美味しさを出すことが出来るのである。このように食品成分の混合によって生じる構造は食品全体の品質にとって極めて重要であり、その構造を制御する技術を私達は研究している。

3) 味を感じる仕組みを知る

これまでに述べた 1)、2)項の内容は、嗜好性に影響を与える食料や食品の物質的側面を扱ったものであるのに対して、食品を受け取る側、すなわち私達ヒトも含めた生物の味覚認識についての理解も欠かすことのできない課題である。

味は舌に存在する味覚受容器、すなわち味細胞によって感知（受容）される。味細胞で受容された情報は、電気信号に変換されて神経系統に伝えられ、最終的には脳に送り届けられる。脳において、この電気信号は複雑に情報処理され味の量と質が決定される。

味細胞が味物質を認知するメカニズムとしてレセプターの存在とその機能が注目されている。レセプターは味細胞の細胞膜に存在しているが、その一部が細胞膜の表面に露出しており、その部分に味物質が結合する。レセプターに味物質が結合すると、直接あるいはセカンドメッセンジャー系（情報変換、トランスダクションと呼ばれ cNMP、IP₃ がセカンドメッセンジャーとして働く）を介して細胞膜に存在するイオンチャネルが開閉してイオン (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺) が出入りし、細胞の内外で電位差が生じる。これにより電氣的信号が発生することになる。

味細胞が受け取った情報は、味神経を通じて延髄孤束核という部分に運ばれる。そこで二つに分かれ、一つは運動核へ、もう一つは大脳味覚野へと運ばれる。次にこの情報は前頭連合野に運ばれ、香りや食感、耳から入る音など、味以外の情報がブレンドされる。さらに情報は辺縁系にある扁桃体で処理される。辺縁系は人間の脳の中でもっとも古い脳であり、感情や本能を司り、中でも扁桃体は「快・不快」を決める部位である。味情報にその場の心地よい雰囲気やその食べ物に関連する昔の楽しい記憶などが加えられ、扁桃体が「快」と判定すると、私達は「美味しい」と感じることになる。

私達の研究室では、味細胞のトランスダクションの機構を電気生理学的やカルシウムイメージングなどの手法を用いて解析している。また、神経レベルでの味情報の受容・伝達の観察や、個体を対象とした行動学的研究も合わせて行うことにより、味覚という課題に総合的に取り組んでいる。

4) 機能性成分の評価

食料に含まれる機能性成分、中でも抗酸化性物質に大きな注目が集まっている。酸化ストレス、あるいはその産物である過酸化脂質は、数々の生活習慣病を初めとする様々な疾

病に関与することが知られている。ガンや動脈硬化などのリスクを低減するため抗酸化性物質を多く摂取することが進められている。私達の研究室では、その抗酸化性物質の機能評価を化学的、生物学的方法により行っている。遺伝学的なアプローチとして、線虫を対象とした研究を進めており、過酸化脂質の寿命への影響、抗酸化性が発揮される場所や機構に関する知見を得ている。

食品中の代表的な抗酸化性物質として、カロチノイド類、ポリフェノール類がある。これら成分の含量を迅速かつ簡易に測定することができれば、優れた抗酸化機能を持つ作物の育種、栽培を行う場合の有効な指標となり得るであろう。また、抗酸化性物質の生体内での吸収性、有効利用率を高める加工法について検討を加えることも重要な課題となるであろう。

(松村康生)