

食品の腐敗を考える

NPO HACCP 実践研究会会長

(静岡理工科大学教授)

宮地 竜郎

「食の饘（腐ってすっぱくなること）して餗（腐れかかった油を炊いたときの臭い）せると魚の鮫（腐って肉がだれること）れて肉の敗れたるは食らわず。色の悪しきは食らわず。臭の悪しきは食らわず。・・・中略・・・其の醬を得ざれば食らわず。」

金谷治訳注・岩波文庫「論語」を補足

この文は「論語」の「郷党第十編」からの抜粋です。本編からは今から約 2,500 年前の孔子の日常生活が窺え、この部分には腐敗した食品の摂食に関する禁忌が記されています。さらに、孔子が現在の醤油の起源ともいえる「肉醬」^{にくびしお}を調味料として好んだことがわかります。肉醬とは粟麴を用いた発酵食品であり、現在の塩辛に近いものであったと考えられています。この記述は腐敗した食品に関する極めて古いものと考えられますが、その内容は今日の我々の食品に対する可食・不可食の判断基準と既に一致しています。

HACCP 実践研究会 HP にも掲載されています。本会メールマガジン 8 月配信号（131 号）の「食経験について考える」では、「食経験」、すなわちヒトがある動植物を、あるいはそれらを原料とした加工食品を幾世代にもわたり摂食してきたという経験について考察しました。食経験のある全ての食品は腐敗により容易に不可食化し食経験がないものとなることから、食経験を議論する上で腐敗した食品の取扱いは極めて重要と考えられます。さらに、近年の消費者の低塩化、甘味控え、多水分化、無添加志向により、近年の食品自体の保存性は低下しており腐敗しやすい状態にあると言えます。しかしながら、食品の腐敗は品質を劣化させ食中毒をもたらすため、食品保蔵学や食品衛生学においては主要な研究課題となってきましたが、食経験、食のタブー、食文化史の観点からあまり考察されていないように思います。

日常用語としての「腐敗」は、ヒトが感知できるレベルにまで肉等が腐って駄目になるという意味で用いられています。一方、この現象を指し示す自然科学用語には、有用・有害の価値基準を含まない「分解 (microbial degradation)」、食品等が微生物の作用

により分解され品質が劣化する場合に用いられる「(広義の) 腐敗 (microbial spoilage)」、食品中のタンパク質等が微生物の作用により分解され有害で悪臭のある腐敗産物を産生する現象を指す「(狭義の) 腐敗 (putrefaction)」があります。

「腐敗」の「腐」は、「組織がくずれてべったりとくっついた肉、肉の形がくずれてべったりとくっつく、原形をとどめないようにくさる (漢字源・新版・学研)」といった意味をもつように、日常用語としての「腐敗」は特に動物の肉において顕著に見られる現象です。人類の誕生以来、狩猟によって得た動物の多くはヒトが摂食する時点でその多くが腐敗しており、食べ物の腐敗は現代よりも非常に身近なものであったと考えられます。腐敗した食べ物を摂食することで食中毒となり下痢や死亡につながることも多かったと想像できます。

ヒトが腐敗した食べ物を摂食する機会が頻繁にあったことの裏付けとして、ヒトに備わった特定の遺伝形質があります。これは、ヒトの系統進化をかなり遡った生物においても見られる可能性もありますが、ヒトが有機酸 (酢酸、乳酸等) の味や腐敗産物 (アンモニア、硫化水素等) の臭いをそれぞれ嫌悪すべき感覚 (酸味や腐敗臭) として認識していることがこれに当たります。有機酸や腐敗産物は有機物の腐敗によって生じるため、酸味や腐敗臭のある食べ物は腐敗している可能性が高いこととなります。腐敗した食品の摂食は食中毒をもたらす危険性があるため、事前にこれを回避できればヒトの生存にとって有利に働きます。ヒトが酸味や腐敗臭を嫌悪すべき感覚として認識し、これらに対する忌避行動がみられる理由はここにあります。以上の事から、ヒトにおける酸味や腐敗臭の生理的意義は腐敗 (=危険) のシグナルであるとの説も提出されています。

ヒトの感知できる酸味は苦味に次いで閾値 (感覚を起こさせるのに必要な最小の刺激の量) が低く、水で 400 倍に希釈した食酢をも感知できます。腐敗臭に関してもヒトの閾値は非常に低く、魚の腐った臭いに例えられるトリメチルアミンに対しては 2.7×10^{-5} ppm の値が知られています。

有機酸や腐敗産物に対するヒトの応答は生得的なものであるため、乳幼児はストレートな忌避行動を示します。一方、日本人の成人にはラッキョウの酢漬等酸味のある食品やくさや等腐敗臭のある食品を嗜好する場合がありますように、成人における嗜好の変化は後天的な学習によるものと考えられています。くさやはムロアジ等をくさや汁に漬け、干物にすることで製造される発酵食品です。くさやの臭いは腐敗産物に由来しますが、それらの風味はくさやから発せられている場合においてのみ好ましいものとして認識され、他の食品から発せられた場合は単に嫌悪すべき腐敗臭として認識されます。その

ため、くさやを摂食した経験のない人はくさやを腐敗した食品と考えるはずです。このことを伏木 亨氏は「人間は脳で食べている（ちくま新書）」と表現しています。

ヒトがある食べ物を口にしようとする場合、まずその形状や色を観察し、臭いを嗅ぎます。この時点で異状があれば食べ物が腐敗していることを認識し、嫌悪すべきものとして、あるいは食の禁忌上の規範に従って摂食を回避します。ヒトの腐敗臭に対する閾値は極めて低いため、通常ヒトは嗅覚によって食べ物の腐敗を感知します。食べ物が視覚・嗅覚的に異状なければ、口に入れ味見します。酸味等の異状があれば、すぐに吐き出し摂食を回避します。このように、ヒトは腐敗した食品に対して、食のタブーという安全装置でのみ対応するのではなく、腐敗によってもたらされる食品の性状の変化を嫌悪すべき感覚としてとらえ摂食を回避するといった本能的な方法で対処していることがわかります。これは、人類の誕生以来、食べ物の腐敗の問題は栄養摂取に関わる根源的で切迫した問題であったためと考えられます。野生動物には腐肉の摂食行動が観察されていますが、ヒトにより近縁なチンパンジー等類人猿の腐肉に対する摂食行動や腐敗産物に対する生理的な応答を解析することで、腐敗した食べ物に対するヒトの忌避行動の理解を深めることができると思います。

前号「食経験について考える」でも述べましたが、人類はその生存を賭けて地球上のあらゆる動植物を試食してきたはずです。そのため、ヒトがある動植物に対して食経験がないことの、あるいは食のタブーの理由を解明することは食生態学や文化人類学上の主要なテーマとなっています。古代より毒矢や暗殺に用いられてきた毒草にトリカブトがあります。その毒素はアコニチン等のアルカロイド毒素であり、植物体の全ての部位に含まれています。トリカブトに対する摂食忌避は類人猿以前にまで遡る可能性もありますが、ヒトにおいてトリカブトの摂食が禁忌とされている理由は、その摂食によって毒素による健康障害が生じることを伝承により知っているためです。食経験の観点において、トリカブトは我々が日常的に摂食するダイコン、タマネギ、ホウレンソウといった園芸作物とは一線を画す植物です。

しかしながら、腐敗が関係してくれば、摂食の際の明確なこの一線は崩れてしまいます。食経験のある全ての食品は腐敗により容易に不可食化し食経験という究極の安全保証のない食べ物、あるいは食の禁忌の対象となる食べ物となります。場合によってはその摂食により食中毒で死亡するにも関わらず、腐敗した食品と腐敗していない食品の間には、トリカブトとダイコンの間に認められるような食経験あるいは食の禁忌における明確な境界がないのです。これは、食品の腐敗には程度の大小があるためです。食経験

を考える上で腐敗の程度の差はグレーゾーンをもたらします。ここに、腐敗した食品の取扱いの曖昧さや難しさがあり、その理解には腐敗に対する微生物学的な考察が必要となってきました。

動植物の枯死体は保存処理をしない限り徐々に腐敗していきます。この理由として、細胞の死滅によって微生物に対する生体防御機構が働かなくなるため、あるいは細胞の自己消化によって組織が軟化することで雑菌の増殖が促進されるためと考えられます。そのため、生きている動植物よりも、それらを原料として加工された食品は腐敗しやすいと言えます。動物細胞は個体の死亡後直ちに死滅するのに対して、植物細胞は小売店で販売されているカット野菜の状態においても生きています。さらに、食品の腐敗時に発生し、これによってヒトが腐敗を感知する腐敗産物の多くは微生物によるタンパク質の代謝産物ですが、タンパク質は植物性食品よりも動物性食品に多く含まれます。これらの事から、動物性食品は植物性食品よりも腐敗しやすいことがわかります。

動物性食品中、魚介類は最も腐敗しやすい食品として知られていますが、その理由として、—（１）魚介類は水圏で生活しているため、その表皮には非常に多くの微生物が付着している、（２）魚介類の表皮に付着している微生物は水圏微生物であるため冷蔵庫（４℃）のような低温下においても増殖するものが多い、（３）畜肉に比べて組織が弱い、（４）筋肉の自己消化作用が強い、（５）死後の筋肉の pH 低下が少ないため、畜肉より腐敗の主な原因となる細菌の増殖に適している—、などが考えられています（微生物制御の基礎知識・藤井建夫著・中央法規）。従って、当初、食品の腐敗研究は主として魚介類をモデルとして行われてきました。

食品原料および食品の腐敗は、カビや酵母、細菌といった自然界のあらゆる場所を生活圏とする微生物によって惹き起こされます。微生物は、食品原料となる畑の農作物の葉にも牛舎の肉牛の表皮にも常在菌として生育が認められます。「腐敗」という言葉の定義のところで述べたように、自然科学上の「腐敗 (putrefaction)」は、食品中のタンパク質等が微生物の作用により分解され有害で悪臭のある腐敗産物を生成する現象を指すため、厳密には、ヒトに感知されないレベルではあらゆる生物の表皮や食品で「腐敗 (putrefaction)」が起こっているといえます。しかし、健康な生物であれば表皮上の常在微生物のマイクロフローラは生物・微生物間、あるいは微生物・微生物間の相互作用により一定に保たれており、ヒトが腐敗臭として感知できるレベルにまで微生物が増殖することは動物の消化管を除いてありません。

食品加工段階における微生物汚染はさらに複雑なものとなります。食品工場へ運ばれ

た食品原料には、原料の生産現場から持ち込まれた一次汚染微生物が付着しています。さらに、食品原料の加工工程中にも工場内の空気や作業員の手指、製造機器等からの汚染に起因する二次汚染微生物が見られます。最終製品中に含まれる腐敗の原因となる微生物群は、一次汚染微生物と二次汚染微生物の遷移の結果生き残ったものです。

ヒトは嗅覚によって腐敗を感知できますが、一般的に腐敗臭が強ければ腐敗の程度も含まれる微生物の数も多くなり、そのような腐敗した食品の一般生菌数は食品1g当たり $10^6\sim 10^8$ 個以上とされています。ヒトを含め自然界に生育している微生物には非常に僅かですが黄色ブドウ球菌、ネズミチフス菌、腸炎ビブリオ等食中毒の病原菌が認められます。そのため、食品中に食中毒菌が混入した場合、当初は微量であったとしても腐敗の過程で他の雑菌と同様に増殖し、ヒトが発症するレベルに達する場合があります。腐敗した食品の摂食に食中毒をもたらす危険性があるのは、このためです。

孔子が好んだ肉醬や先述したくさや等全ての発酵食品は、腐敗（putrefaction）しているにもかかわらず食経験のある食品です。我々が日常的に摂取する漬物、味噌等は、それらの原料に食中毒菌が混入している可能性があります。食塩濃度を高くすることで食中毒菌を死滅させ、特定の雑菌のみを選択的に残し、雑菌中の乳酸菌等の作用によって風味が形成される食品です。発酵食品中の微生物は明らかになっていないものも多いのですが、食経験的にその安全性が保証されています。

※本稿は下記の文献に加筆し作成しました。

宮地竜郎、「食経験と腐敗」、環境管理技術、Vol. 26、p23-28、2008