



## 悪玉菌を狙い撃ち—食品微生物制御の将来—

石橋 直樹

安全な食品を消費者に提供するためには、食品微生物の適切な制御による保存性の向上や汚染の防止が重要である。リスク分析手法を導入した食品安全基本法（2003年）が制定されて以降、食品衛生法などの関連法規の改正など、食品の安全性を確保する取り組みが進められている<sup>1)</sup>。

従来、食品中の微生物制御は、食料不足や経済的事情を背景に、食品の安定供給を実現するための保存性向上が主な目的であった。そのため、さまざまな保存料を添加し、微生物全般を制御することで、食品の保存性を向上させてきた。しかし、現在では、冷凍・冷蔵や包装などの保存技術の革新により、保存料の低減が可能となってきた。また、近年、保存料無添加をうたった食品が多く出回るなど、消費者の食品に対する関心は天然かつ安全な食品に向けられており、保存料の使用を忌避する声もあがっている。だが、一方では、食品中の病原菌や食中毒菌などの危害微生物は甚大な被害をもたらすため、確実に制御し、安全を確保しなければならない。そこで、危害微生物を狙い撃ちすることでその菌数を基準以下に引き下げ、保存料の過剰添加を抑える、より安全性を重視した微生物制御技術の実現が期待される。

このような微生物制御には、危害微生物のみを効率よく認識する高い特異性を持ち、効果の確実性と安全性が認められる物質が必要と考えられる<sup>2)</sup>。その一例としてバクテリオファージが挙げられるが、ある種のバクテリオファージは、人体を侵すことなく標的のリステリア菌 (*Listeria monocytogenes*) だけを殺菌することが知られている<sup>3)</sup>。リステリア菌は欧米では主要な食中毒細菌であり、ヒトおよび動物に対して敗血症や髄膜炎を引き起こす危害微生物である。近年アメリカでは、リステリア菌の殺菌に有効なバクテリオファージがGRAS (Generally Recognized As Safe, 一般に安全と認められる物質) として認められ、加工食肉への添加物として利用されている。

一方、細菌が生産する抗菌物質にも注目が集まっている。多くの発酵食品に利用されている乳酸菌の一種は、他の細菌の増殖を抑えるバクテリオシンという抗菌性のペプチドを生産する。1920年代に初めて見つかったナイシンAは、多くの食品汚染菌を含むグラム陽性細菌に対して幅広く強力な抗菌活性を示し、熱や酸に対して非常に安定な物質である。一方、ペプチドであることから、ヒトの腸管内などの酵素で容易に分解され、環境負荷が小さく、耐性菌の出現頻度も少ないとされている<sup>4)</sup>。この

ような理由から、ナイシンAは安全な物質として欧米を中心に食品保存料として広く利用され、日本においても2009年3月2日に食品添加物として認可を受けている。

ナイシンAと同様の理由で、他のバクテリオシンも高い安全性を有すると考えられており、これまでに発見されたものの中には、他の抗菌剤よりも特異性が高く、殺菌効果に優れたものが多く存在する。たとえばペディオシンPA-1は、ナイシンAよりも殺菌する菌種が限られ特異性が高い。とくにリステリア菌に対してきわめて強い抗菌活性を有しており、リステリア菌の制御への利用が期待されている<sup>5)</sup>。また、ラクトコッシンGなどは*Lactococcus lactis*のみに抗菌活性を示し、きわめて高い菌種特異性を有している<sup>6)</sup>。このような物質を用いれば菌種特異的な微生物制御が可能となるため、他の菌種に対しても、特異性に優れたバクテリオシンの発見が期待されている。

さらにバクテリオシンの作用機構についても近年盛んに研究が行われている。ナイシンAやペディオシンPA-1では、標的細菌を認識する際のレセプターが発見されており、このレセプターを足がかりとして細菌細胞膜に孔を形成する作用機構が明らかとなっている<sup>4,5)</sup>。しかし、菌種や菌株レベルで抗菌活性に差が生じる要因や、ラクトコッシンのように特定の菌種のみを認識する機構については、未だ解明されていない。特異的な認識・作用機構の詳細が明らかになれば、より特異的かつ効果的な抗菌ペプチドのデザインも可能となるであろう。また、食品保存料に留まらず、将来的には医療分野への応用も大いに期待されよう。

食品の安全性を確保するには、危害微生物を確実に制御しなければならない。本稿で紹介したバクテリオファージやバクテリオシンなどの、安全性と高い特異性を兼ね備えた抗菌物質の利用は、食品中の悪玉菌をピンポイントに制御できるだけでなく、従来の食品保存料の使用量を低減でき、消費者が抱く自然志向に合致した、次世代の微生物制御技術となり得るだろう。

- 1) <http://www.fsc.go.jp/>
- 2) 松田：食品危害微生物のターゲット制御，幸書房（2009）。
- 3) Hegens, S. et al.: *Food Technol.*, **62**, 46 (2008).
- 4) 善藤ら：防菌防黴，**37**, 903 (2009).
- 5) Drider, D. et al.: *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, **70**, 564 (2006).
- 6) Zendo, T. et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **72**, 3383 (2006).