

[生物工学会誌 第79巻 第6号 171-189. 2001]

特集

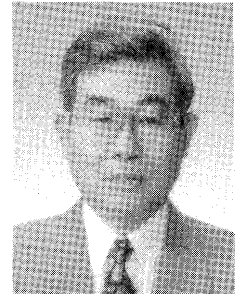
現代の乳酸菌研究を斬る

—特集によせて—

「ヒトに優しく、地球に優しい」

乳酸菌研究の新世紀

緒方靖哉



21世紀を迎え、我々人類の生活は豊かにかつ便利になる一方、豊かさがもたらす環境破壊、豊富な食生活あるいは慢性的に運動不足から来る生活習慣病、清浄な環境が整備されているにもかかわらず O-157 や MRSA、VRE などさまざまな病原性菌の大発生など難題が山積している。近年、このような難問解決の場で乳酸菌に関連した話題、ニュースを頻繁に見聞きする。元来、乳酸菌は古代アラビアにおいてすでに食品生産に利用されていたように、古来より人類との関係が強い有用微生物であった。我が国においても、中国より伝来した乳酸発酵食品である「醃酩」が貴族の間で食され、「醃酩味」の語源となったとされている他、なれ鮓、漬け物、清酒をはじめ多くの食品製造分野で伝統的に使用されてきた。近年、発酵工学、遺伝子工学の急激な進歩は、伝統的食品製造に限って機能を発揮してきた乳酸菌に潜在能力を顕化させると共に、新たな使命を持たせるようになってきている。また、乳酸菌発酵産業が伝統的に盛んなヨーロッパ各国では、乳酸菌が生み出すさまざまな抗菌物質は GRAS (Generally Recognized As Safe) な食品添加剤として盛んに利用されはじめ、食品保蔵における「バイオプリザベーション」(biopreservation) 効果に衆目が集まっている。また、これまでは欧米各国が中心となって推進されてきた乳酸菌の基礎研究と実用化であるが、日本を始めアジア各国においてもさまざまな乳酸発酵産品が見いだされる。特に、アジアは、その気候などの環境の多様さゆえ、新世紀の乳酸菌遺伝子資源の有望なソースとなりうる可能性を秘めている。「乳酸菌は人類が21世紀に積み残した問題を解決する救世主となりうるのか？」これが本特集が提言する主題の一つである。

乳酸菌は古来より継続して利用されてきた菌群であり、ヒトの健康に有効であることは経験的に知られていたが、腸管常在性や酸耐性、バクテリオシンを代表とする有用産物生産特性などの精緻な解明は行われていなかった。健康志向ブームとも相まって乳酸菌の特定保健用食品が開発されると共に“antibiotics”に対応した“probiotics”(プロバイオティクス)という言葉も広く認知されつつある近年、乳酸菌における生化学および分子生物学的研究は急速な勢いで進展しており、菌体構造・菌体成分、代謝生理、有用物質の生産性など、あらゆる面において新たな発見が成されている。これらはあたかも「乳酸菌科学」とも言うべきものであろう。特に、腸管内での接着性やプロバイオティクス能に関与する性質、菌体構成成分などについての分子レベルでの詳細な解明が進展している。

このような乳酸菌ライフサイエンス研究の進展と両輪を成すように、乳酸菌を用いた発酵生産技術の開発と展開にも目を見張るものがある。炭酸ガスによる地球温暖化やゴミによる環境破壊など地球環境保全は人類の重要課題の一つであるが、乳酸発酵では炭酸ガスの発生がほとんどなく、また低い菌体濃度でほぼ100%に近い乳酸転換率が得られる。省資源、省エネルギーで炭酸ガス発生のない理想的なバイオプロセスであると見なされている。また、ポリ乳酸は生分解性樹脂の一つとして知られ、地球環境問題の根本的な解決やグリーンケミストリーの理念を実現できる可能性を秘めている。さらに、その生産に未利用バイオマスを用いることで、省資源・生産の低コスト化の実現が期待されている。

一方、このような乳酸菌の生命情報の集積と生産技術

著者紹介 九州大学大学院 農学研究院 遺伝子資源工学部門(教授), 遺伝子資源開発研究センター(併任・センター長)

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 TEL. & FAX. 092-642-3053

E-mail: ogata@agr.kyushu-u.ac.jp

の発展は、さまざまな分野への応用に期待が一層広がる。特に、今日深刻な問題となりつつある病原性菌の排除に乳酸菌の利用が進んでいる。バクテリオシンは、さまざまな問題が取り沙汰される化学保存物質に替わり、天然由来の食品添加用保蔵剤として、社会に受容されやすいばかりではなく、冷蔵保存の際に発生する *Listeria* 属細菌にも効果を示すなど有用な点が多く、新世紀の食品保存に好適であると言える。また、バクテリオシンは食品保蔵ばかりではなく、酪農・畜産の分野でも応用が期待されている。特にサイレージ発酵のスターターとして利用することで、腐敗菌の生育を阻害し、良質サイレージを生産することが可能となる。さらに菌種によっては同

時に家畜の整腸作用も期待できる。

このような見地から、乳酸およびその生産物の新しい製法ならびに利用について、「環境への貢献」と「健康への寄与」を目指し、乳酸菌の旧来の利用の枠組みを超越した、バルクおよびファインケミカル製造をも含む新産業基盤の確立が期待される。本特集では、「旨味」だけでなく「環境」・「健康」へと新たな展開を迎えている現代の乳酸菌研究を紹介し、バイオの世紀と言われる21世紀において乳酸菌研究の果たす役割や展望について様々な切り口から迫る。本特集によって読者各位に乳酸菌研究に対する興味を持っていただき、さまざまな提言を賜れば幸いである。

ヒト腸管起源の *Lactobacillus gasseri* (ガセリ菌) における ラクトース資化系の新経路の発見

齋藤 忠夫^{1*}・伊藤 敏敏²・舘野 義男³・山崎由紀子³

ヒトの腸管には100種類、100兆個もの細菌が生息し、宿主であるヒトの健康の維持に重要な働きを演じている。近年、発酵乳・ヨーグルトは優れた保健栄養効果をもたらす機能性食品として再認識され、とくに使用乳酸菌の選抜は最も重要な課題である。本研究では、ヒト腸管で免疫機能の増進など宿主の生体調節機能に重要な役割を示す「プロバイオティック乳酸菌」の優れた菌株の探索と利用を主目的としている。

1. 乳酸菌における2つのラクトース分解経路

乳酸菌がラクトース (Gal β 1-4Glc) を唯一の糖源とするミルク中で良好に生育するためには、本2糖を効率良く酵素的に加水分解する必要がある。乳酸菌のラクトース利用に際して、2つの代謝経路がよく知られており、Fig. 1に示した。経路Cは、ラクトースをパーミアーズの働きで直接取り込み、菌体内の β -ガラクトシダーゼ (β -gal) により酵素的に分解利用する。他方の経路Aは、ラクトースをリン酸化してから取り込み、菌体内のフォスフォ- β -ガラクトシダーゼ (P- β -gal) により酵素的に分解利用する。いずれの場合でも、分解で得たグルコースから解糖系を利用して乳酸を作り出す過程でATPを合成し、これをエネルギーとして用いている。

2. *L. gasseri* におけるラクトース分解酵素の特徴

ヒト腸管の乳酸桿菌の中で主要な善玉菌種は、*Lactobacillus* (*L.*) *acidophilus* (アシドフィルス菌) グループ乳酸菌であり、細胞壁の糖質組成やDNAハイブリダイゼーション法により、現在では6種のサブグループに再分類

されている。辨野らの報告によると、ヒト腸管では *L. gasseri* (ガセリ菌, B₁ サブグループ) が高頻度に検出され、プロバイオティック乳酸菌として特に注目されている。

著者らは、哺乳動物糞便を起源とする *L. acidophilus* グループ乳酸菌34株に対して、ラクトース資化性を検討し、*L. gasseri* のみで β -gal活性がまったく検出されず、P- β -galを用いてラクトースを分解することが分かった。¹⁾そこで、供試株の中で最もラクトース分解能の高かった *L. gasseri* JCM1031株を選抜し、そのラクトース分解に関与する酵素系を解明していくことにした。¹⁾

3. *L. gasseri* JCM1031株の2種のP- β -galの特徴

L. gasseri JCM1031株のラクトースで誘導培養した菌

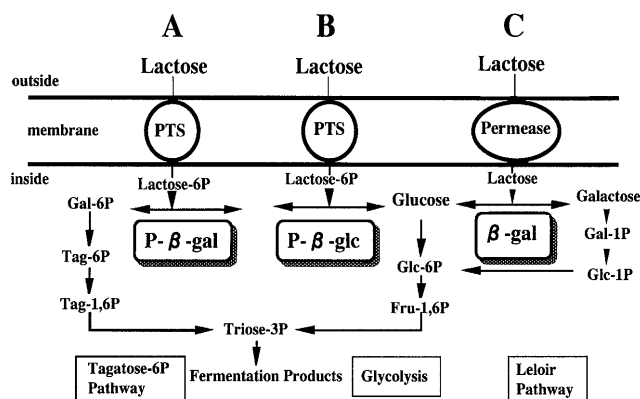


Fig. 1. New metabolic pathway of lactose on lactic acid bacteria (LAB).

* 著者紹介 (代表) 東北大学大学院農学研究科資源生物科学専攻 (教授)

〒981-8555 宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町1-1 TEL. 022-717-8711

FAX. 022-717-8715 E-mail: tsaito@bios.tohoku.ac.jp

¹東北大院農, ²日本大学, ³国立遺伝研