



## 超好熱始原菌に見いだされた 新規キチン代謝経路

田中 丈士

カニや昆虫の外骨格に含まれる多糖のキチンは、年間の生物生産量が数千億トンにも達し、地球上最大のバイオマスであるセルロースに匹敵する。キチンには生体適合性や抗菌性といったすぐれた特性が見いだされつつあるが、まだまだその生産量の一部しか利用されていない。一方、100°C近い高温環境でも生育できる超好熱菌のキチンの生分解に関する研究はこれまで非常に少なく、1994年のHarborらによるキチン分解超好熱始原菌 (*Thermococcus chitonophagus*) の単離以来、<sup>1)</sup> 数年間ほかの報告がないような状況にあった。超好熱菌由来の酵素は大変高い熱安定性を有するだけでなく、界面活性剤や有機溶媒などの変性剤に対しても高い安定性を有することが知られている。超好熱菌由来のキチン分解酵素であれば、キチンの有効利用において大きな可能性を秘めているといえる。最近になり超好熱始原菌由来のキチン分解関連酵素に関する報告が相次いでなされてきたのでそれらをまとめて紹介する。

上述の超好熱始原菌 *T. chitonophagus* からはキチナーゼが精製され、性質検討がなされたが、<sup>2)</sup> その遺伝子はいまだ単離されていない。遺伝子構造については同属の *Thermococcus kodakaraensis* <sup>3)</sup> と、近縁の *Pyrococcus furiosus* <sup>4)</sup> の2つの菌で明らかとなっており、共に大腸菌での組換

え体を用いてその酵素学的性質も調べられている。特に、*T. kodakaraensis* 由来のキチナーゼは、1本のポリペプチド鎖に2つのキチナーゼ触媒ドメインと3つの基質結合ドメインを有するという、非常にユニークな構造をしている。2つの触媒ドメインはそれぞれエンド型とエキソ型と異なる分解様式を有し、両活性の相乗効果によりキチンを効果的に分解することが判明している。これら3種の超好熱始原菌に由来するキチナーゼはいずれも高い熱安定性を示し、キチン分解最終生成物として2糖の diacetylchitobiose を産生する。*T. kodakaraensis* においては、下流の分解経路が調べられている。<sup>5)</sup> それによると、本菌は既知のキチン代謝経路 (図1細矢印) とは異なる新規経路 (太矢印) を利用しているという。すなわち、キチン2糖脱アセチル化酵素 (②) がキチン2糖を部分的に脱アセチル化した後、エキソグルコサミニダーゼ (③) が N-アセチルグルコサミンとグルコサミンに分解する。前者は再度②の酵素の作用によりグルコサミンにまで変換される。これらの酵素はいずれも一次構造からは機能を推定できない新規酵素であった。

このようにこれまで進んでいなかった超好熱始原菌のキチン代謝の研究から、新規な代謝経路や酵素が発見されている。また他の始原菌では、ゲノム解析により高度好塩菌 *Halobacterium* sp. NRC-1 株にキチナーゼが存在することが示唆されている。<sup>6)</sup> メタン菌や高度好塩菌などの始原菌のキチン代謝研究にますます興味を持たれる。

さらに超好熱始原菌から熱安定性の高いキチナーゼ代謝酵素群の発見は、第二のバイオマスであるキチンの有効利用にも発展すると期待している。

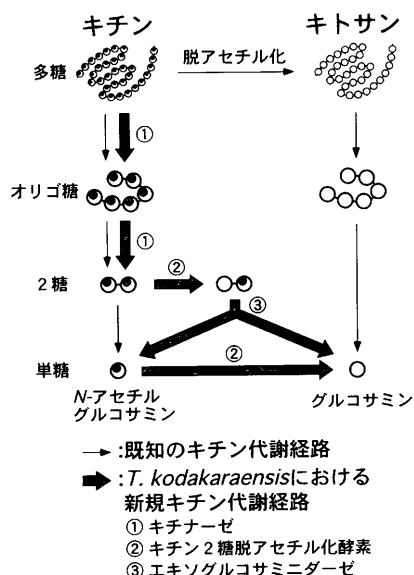


図1. 超好熱始原菌 *T. kodakaraensis* に見いだされた新規キチン代謝経路

- 1) Huber, R. et al.: *Arch. Microbiol.*, **164**, 255 (1995).
- 2) Andronopoulou, E. et al.: *Extremophiles.*, **7**, 43 (2003).
- 3) Tanaka, T. et al.: *J. Biol. Chem.*, **276**, 35629 (2001).
- 4) Gao, J. et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**, 3119 (2003).
- 5) 田中ら: 日本生物工学会大会講演要旨集, p.107 (2002).
- 6) Ng, W. V. et al.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **97**, 12176 (2000).