

微生物相互作用と自然形質転換

石井伸昌

1999年7月某日、新聞をなにげなく見ていると、腸管出血性大腸菌 O-157 の感染患者が出たと報じている記事が目にとまった。一時期よりも下火ではあるが、今もなお O-157 の感染により苦しんで人がいる。O-157 の病原因子であるベロ毒素は、ベロ毒素遺伝子により作られる。この遺伝子は O-157 本来のものではなく、ファージによって運び込まれたと考えられている。つまり、O-157 はファージの助けによって新たな形質を獲得した細菌である。

O-157 のような病原菌が幾種類もの抗生物質に耐性（多剤耐性）を示すことについて、よく話題に上ることがある。多剤耐性菌を抑制する抗生物質として、バンコマイシンが頼みの綱であった。今日ではこのバンコマイシンですら効かなくなりつつある。院内感染で問題となるメチリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) や連鎖球菌 (*Streptococcus*)、腸球菌 (*Enterococcus*) などがよい例である。新たな抗生物質耐性の獲得は、非耐性菌の突然変異、元来の耐性遺伝子の強化、あるいは他の耐性菌の耐性遺伝子の獲得が原因ではないかと言われている。

このように、我々の身近で細菌の形質はダイナミックに変化し続けている。自己以外の遺伝子を細胞内に取り込み、自己の遺伝子として新たな形質を発現させることを形質転換という。自然環境中で起こる形質転換は、主に三つの機構により起こることが知られている。プラスミドによる接合 (conjugation)、ウイルスによる形質導入 (transduction)、そして細胞外 DNA による自然形質転換 (natural transformation) である。通常、細胞外 DNA による細菌の形質転換は、細胞外遺伝子を取り込めるように細菌を人為的に処理することにより行われる。しかしながら、中には処理せずとも細胞外遺伝子を受容する能力を持つ細菌 (natural competent cell) がいる。このような細菌が人の手を借りずに、細胞外 DNA を用いて自然に形質転換することを自然形質転換と呼ぶ。

近年、0.2 μm 以下の分画中に含まれる DNA、すなわち溶存態 DNA (dissolved DNA) が、淡水・海水を問わず遍在していることが明らかにされてきた。それ以来、溶存態 DNA による細菌の自然形質転換が注目されている。溶存態 DNA の生産機構については、繊毛虫、藻類、および細菌からなるマイクロゾムを用いた実験で、繊

放射線医学総合研究所第四グループ (科学技術特別研究員)

〒263-8555 千葉市稲毛区穴川4-9-1

Tel: 043-206-3156 Fax: 043-251-4853

E-mail: nobu@nirs.go.jp

1998年 愛媛大学大学院連合農学研究科生物資源利用学専攻資源科学講座修了, 学術博士

現在の興味: 多様性の創出機構

毛虫と細菌の捕食—被食関係によって溶存態 DNA が生産されることが明らかになった。¹⁾ 繊毛虫によって多量に摂食された細菌の遺伝子が、完全に消化されず排出された結果と考えられている。マイクロゾム実験だけではなく、過栄養水域においても繊毛虫による細菌の摂食速度と溶存態 DNA 濃度との間に有意な関係があることが示された。²⁾ また過栄養水域の溶存態 DNA 濃度は、1 l あたり 1 mg に達することもあった。DeFlaun らにより溶存態 DNA サイズは 0.12 kb から 35.2 kb であることが報告されている。³⁾ 濃度、サイズ共に、水環境中の溶存態 DNA は自然形質転換の材料として十分役目を果たすことができると思われる。

生態系はさまざまな生物間および生物—非生物間の相互作用の結果として成り立っている。細菌が自然形質転換するには材料となる細胞外の遺伝子が必要となる。一方、材料である溶存態 DNA は、細菌が捕食することによって多量に生産される。このバランスの鍵を握っているのも捕食—被食の相互作用である。捕食—被食関係が明確な前述の3種生物からなるマイクロゾムを用いて細菌の自然形質転換頻度を調べたところ、捕食者の存在は形質転換頻度を減少させることが分かった。細菌や捕食者の種類、捕食圧などが変わればこのバランスはどうなるのだろうか。水圏において総細菌数の10倍以上も存在しているウイルス様粒子も、溶存態 DNA の生産や細菌の自然形質転換に影響すると思われる。自然環境下において、溶存態 DNA を用いた細菌の自然形質転換についてはまだまだ分からないことが多い。重要なことは、従来物質循環の解析において重要視されてきた生物間相互作用が、情報の流れ、あるいは遺伝子の流れ (gene flow) にも多大な影響を及ぼすことである。生物間相互作用と遺伝子の流れの関係について、さらなる研究が必要である。

- 1) Kawabata, Z. *et al.*: *Hydrobiologia*, **385**, 71 (1998).
- 2) Ishii, N. *et al.*: *Hydrobiologia*, **380**, 67 (1998).
- 3) DeFlaun, M. F. *et al.*: *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **38**, 65 (1987).