

2) 細菌生態学からのバイオフィルム研究

¹ 筑波大学 生命環境系○野村 暢彦¹

(はじめに)

細菌は単細胞生物として、互いにわれ関せず生きてると長い間信じられてきた。しかしながら、その細菌も会話をし、集団生活をしていることが明らかになってきた。すなわち、言葉としてシグナル化合物を用いて、細菌間でコミュニケーションをしながら、バイオフィルムと呼ばれる組織化された集団で環境適応し生活していることがわかってきた。バイオフィルムは医療上においては抗生物質耐性の飛躍的な向上による感染症の難治化といった問題を引き起こしている。以上の背景より、バイオフィルムおよび Cell-cell communication の研究が世界中で盛んに進められている。

(Cell-cell communication)

緑膿菌など種々のグラム陰性菌から側鎖のアシル基が異なるアシル化ホモセリンラクトン (AHL) が発見され、その応答は Quorum-sensing (QS) と呼ばれている。これまで QS は、感染因子・毒素因子等の二次代謝のみの制御に関与すると考えられていたが、我々は世界で初めて QS が、生育に必要な呼吸 (一次代謝) を制御することを報告した(1, 2)。さらにその緑膿菌の QS は、他の様々なグラム陰性・陽性細菌の呼吸も制御することを見いだした(3)。一方、その緑膿菌とバイオフィルムを形成する他の細菌達も、独特のシグナルを使い、緑膿菌の QS さらにメンブランベシクル生産を抑制する手段を講じることを明らかにした(4-7, 10)。つまり、多様な細菌叢からなるバイオフィルムは、Cell-cell communication しながら集団適応していることが考えられる。

(バイオフィルム)

「バイオフィルム」と呼ばれてはいるものの、単純な「薄膜 (=フィルム)」ではない。バイオフィルムはしばしば驚くほどに精巧な立体構造を示す。また、環境の違いによって異なるバイオフィルムを形成することも示され、バイオフィルム制御の難しさの一因になっているのかもしれない(8)。環境中では、多くが階層の異なる微生物種からなる複合微生物系バイオフィルムであり、その立体構造はさらに複雑である。もともと単一菌の液体培養においても、自然突然変異株が出現することは古くから知られている。我々はその出現頻度が液体培養に比べバイオフィルムでは千倍以上上昇していることを見いだした。つまり、細菌にとってバイオフィルムは、環境適応のみでなく進化的側面からも重要な「場」であることが示唆される。

(今後の展望)

単細胞の生命体である微生物も、地球上のその8割以上がバイオフィルム形態であることが明らかとなってきた。つまり、微生物研究も「個から集団」を意識していくことが必須になる。しかし、一方でバイオフィルム研究においては技術的課題も多く、それらが進展を妨げている側面がある。我々は、一部それらをブレイクスルーする技術を開発したので報告させて頂く(8,9)。我々のバイオフィルム研究の基盤技術および知見が、少しでも医学分野に寄与できれば幸いである。

- 1) Toyofuku M, et al., Journal of Bacteriology 189: 4969 (2007)
- 2) Toyofuku M, et al., Journal of Bacteriology 190: 7947 (2008)
- 3) Toyofuku M, et al., Microbes & Environments 25:1 (2010)
- 4) Tashiro Y, et al., Journal of Bacteriology 190: 3969 (2008)
- 5) Tashiro Y, et al., Journal of Bacteriology 191: 7509 (2009)
- 6) Tashiro Y, et al., FEMS Microbiology Letters 304:123 (2010)
- 7) Tashiro Y, et al., Applied and Environmental Microbiology 76:3732 (2010)
- 8) Yawata Y, et al., Applied and Environmental Microbiology 74: 5429 (2008)
- 9) Toda K, et al., Applied and Environmental Microbiology 77:4253 (2011)
- 10) Tashiro Y, et al., Environmental Microbiology 14: 1349 (2012)