

細菌は変動する環境にどのように対応しているのか？ ーバイオフィーム形成の効果ー

生活環境科学系・食物栄養学領域

前田 純夫

准教授 MAEDA Sumio

博士(農学)(名古屋大学)

■研究キーワード 抗生物質耐性菌・耐性遺伝子, パーシスター細胞, 大腸菌, バイオフィーム, 遺伝子水平伝播, 微生物, persister

■主な所属学会 日本分子生物学会, 日本農芸化学会, 日本微生物生態学会, 日本生化学会

■研究者総覧 <https://koto10.nara-wu.ac.jp/profile/ja.7816ce2b697704db520e17560c007669.html>



研究者総覧



研究概要

研究の背景と焦点

～細菌細胞はバイオフィーム形成により性質が変化する～

バイオフィームとは、固体表面(界面)に出来る微生物の集まりのことです。例えば、水廻りのぬめり、コンタクトレンズの汚れ、歯垢などが、身近なバイオフィームの例です。ただ、目に見えない薄いバイオフィームは、身近なあらゆるモノの表面に形成されていると言ってよいでしょう。

バイオフィーム内の菌は生存力が強く完全除去が難しいため、衛生環境を重視する食品や医療関連の場では、特別な対策の必要性が注目され始めています。

バイオフィーム中の微生物細胞は、基礎微生物学的にも大変興味深い存在です。特に、よく実験に用いられる液体培養の浮遊細胞とは、細胞の生理状態が大きく変化していることや、同じバイオフィーム内でも微小局所環境の違いに応じて多様な細胞が現れること、など、バイオフィームに特有の新現象や新機構が、近年相次いで発見されつつあります。

最近の研究事例(1)バクテリアの「記憶」現象の発見

～バクテリアは自分が育った場を憶えている～

【発見の要点】

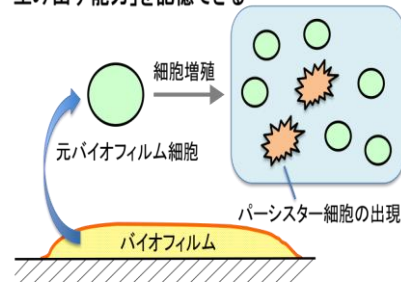
①バクテリア(大腸菌)は、バイオフィームで育つと、そこから離れてもバイオフィーム細胞の性質を数世代維持できることを発見。細菌のエピジェネティック記憶(=非遺伝的な一時的記憶)の新発見例として重要。

②「記憶内容」は、「パーシスター細胞(抗菌薬に一時的に耐える細胞)を多く生み出す能力」。

③結果として、バイオフィームで育った細胞は、そこから離れても、抗菌薬に耐えるパーシスター細胞を生み出しやすい。
→抗菌薬では完全には退治しにくい。

(<https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.150549>)

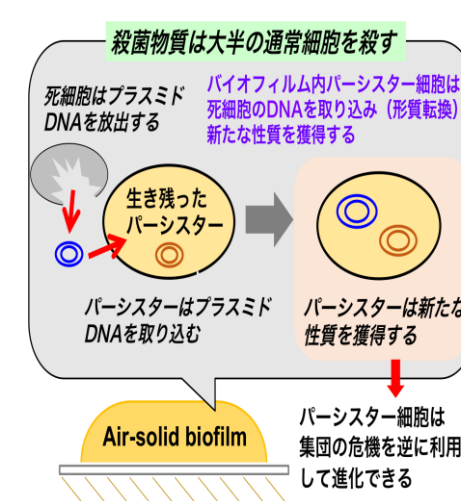
細菌は「パーシスター細胞(一時的薬剤耐性細胞)を生み出す能力」を記憶できる



バイオフィームで育った細胞は、バイオフィームから離れても数世代の間、パーシスター細胞を生み出す能力を記憶する

研究のプロセス・研究事例

最近の研究事例(2)パーシスター細胞の遺伝子水平伝播能力の発見 ～バイオフィーム中のパーシスター細胞は危機を逆に利用して進化する～



【発見の要点】

①バイオフィームを殺菌物質(抗生物質やアルカリ)で処理すると、大半の通常細胞は死ぬが、パーシスター細胞は生き残る。そのパーシスター細胞は、周りの死細胞から漏れ出したDNAを取り込み、新たな性質を獲得できることを新たに発見。

②つまり、パーシスター細胞は集団全体の危機を逆に利用して自らを進化させることができる。

③パーシスター細胞の形質転換能力の新発見。バイオフィーム細胞の頑強性(ロバストネス)と回復性(レジリエンス)の新発見。

(<https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.150549>)

(※2024年度本学論文OA化プログラムによるOA論文)

研究の意義

◎基礎学術面:細菌はバイオフィーム形成により、その集団中に「少数の異質細胞」を生み出すことで、集団全体が環境変化による危機に陥った際に、それら細胞の「異質性」を利用して集団としての生き残りを図ることができる、という細菌の巧妙な危機管理能力を複数の新たな実例で明らかにした。

今後の展開例

◎応用として①抗菌薬での感染症治療を困難にしているパーシスター細胞の発生防止策や、②パーシスター細胞の新たな耐性・病原性遺伝子獲得を防止する方法論等の考案、③バクテリアの「エピジェネティック記憶」機構を応用した細菌細胞機能の一時的制御技術の開発、等への発展可能性あり。