

汚染源にも環境浄化にも ～バイオフィルム～

1. はじめに

バイオフィルムとは、固体の表面に微生物が付着し増殖した群集及びその微生物の分泌物から構成された集合体を指します。排水口のヌメリは典型的なバイオフィルムですし、歯垢も口腔微生物によるバイオフィルムです。どちらもヌルヌルやベタベタとした性状であるように、多くのバイオフィルムは微生物が分泌する多糖類を主成分とする粘性物質で覆われ、環境の変化に耐久性があります。多くの場合、バイオフィルムは単一の微生物集団ではなく、複数の微生物から構成されています。また、その1群集内でも微生物ごとの分布に偏りがあります。例えば好気的環境下にあるバイオフィルムでも、バイオフィルムの外周部の微生物で酸素が消費され、その結果内部は嫌気的環境となる場合があります。このようなバイオフィルムの菌叢を解析した場合、好気性微生物以外に嫌気性微生物も検出されます。また、薬剤にさらされやすい環境下では外周部に薬剤分解菌、内部に感受性菌が分布していることもあります。

2. 汚染源としてのバイオフィルム

食品工場、特に水や液状食品製造のための配管を設置している現場においてバイオフィルムは汚染源となります。

バイオフィルムは、配管の継ぎ目、隙間、栄養源や鉱物質のスケールなど、物理的に固着しやすい部分に微生物が繁殖することで形成されます。粘性物質で覆われているため、洗浄に耐え、殺菌剤がバイオフィルム内部まで浸透しないことがあり、不完全な殺菌が繰り返されることにより、殺菌剤に対する耐性

菌の温床となることもあります。また、バイオフィルムが発生すると、ステンレスですら錆が進行することが知られています。錆ができると、さらに微生物が付着しやすくなり、バイオフィルムの形成が促進されるという悪循環が発生してしまいます。

バイオフィルム形成防止対策としてバイオサイドと呼ばれる殺菌剤や配管の防食のためのコーティング技術等も開発が進んでいます。しかし、バイオフィルム形成を防止するためには、こまめな洗浄により栄養源となるものや微生物を残留させないことが基本となります。

3. バイオフィルムを用いた環境技術

バイオフィルムは汚染源となる一方で、環境浄化にはなくてはならない存在となっています。食品工場での洗浄では問題となるバイオフィルムの強い耐久性は逆に、常に水質等の変動する自然状態において浄化微生物を守る盾の役割を果たします。

環境浄化分野での最も身近なバイオフィルムは下水処理場で用いられる活性汚泥です。温度も水質も常に変動する下水で安定した処理を行うにはバイオフィルムは欠かせない存在です。そのほか炭素繊維を水中に吊るすことにより形成される水中微生物によるバイオフィルムは富栄養化した河川や港湾での環境浄化に役立てられています¹⁾。また、下水中の窒素分は富栄養化の原因ですが、窒素分を有害な副産物なく効率よく分解するために、微生物による嫌気性アンモニア酸化（アナモックス）反応（ $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ ）が注目されています。この反応を高速で行う

ためにバイオフィルムを利用した研究が行われています^{2)・3)}。

このように汚染源にも環境技術にもなるバイオフィルムで好気性微生物同士や好気性微生物と嫌気性微生物が互いに代謝物をやり取りしながら共存しています。そのため従来の寒天培地での培養など、増菌を必要とする検出方法では検出されない菌が生じることがあります。そこで最近では、食品の変敗をもたらした微生物が何なのか、汚染源はどこなのか特定するために、また、環境技術では、浄化に役立つ微生物を同定するためや、浄化を邪魔する微生物が発生していないか確認する

ために、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法 (DGGE) 解析 (本ニュース 10 月号で解説しています) など、増菌を必要としない菌叢の解析が行われています。

参考文献

- 1) 小島昭, 田中孝: ケミカルエンジニアリング, **50**, 134 (2005)
- 2) 徳富孝明: 化学装置, **47**, 67 (2005)
- 3) I. Tsushima, Y. Ogasawara, T. Kindaichi, H. Satoh, S. Okabe: Water Research, **41**, 1623 (2007)

応用技術室: 半谷朗
研究テーマ: 免疫調整機能食品
担当分野: 食品化学・生物化学工学

愛産研食品工業技術センターニュース (平成22年11月19日発行)

編集・発行

愛知県産業技術研究所食品工業技術センター

〒451-0083 名古屋市西区新福寺町2-1-1 TEL 052-521-9316 FAX 052-532-5791

URL: <http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/> E-mail: shokuhin@aichi-inst.jp