

## 〈総 説〉

# バイオフィルムの基礎、材料への影響とその工業的評価法

## Fundamental Introduction of Biofilms, Effect on Materials and Their Industrial Evaluation

兼松 秀行\*、河合 里紗\*<sup>1</sup>、小川亜希子\*<sup>2</sup>

### 1. はじめに

バイオフィルムは細菌やその他の微生物によって材料表面上に形成される、細菌、細菌由来のポリマー、そして80%とも90%とも言われる水から構成されている不均一な薄膜状の物質である<sup>1)-10)</sup>。我々の日常生活では“ぬめり”という日常に使われる用語で表現されることが多い。トイレ、キッチン、お風呂などにみられるいやなぬめり、これがバイオフィルムであるが、バイオフィルムは実はぬめりにとどまらず、時間とともに成長し、例えば配管のつまり、スケール形成を引き起こしたり、エアコンのフィンの汚れ、洗濯機の汚れ、熱交換器の熱交換能の低下、病院における院内感染、慢性病の原因となったりする。はたまた海洋環境における生物付着（牡蠣やフジツボなどの付着に伴う材料の汚損、バイオフィリング<sup>11)-16)</sup>とも呼ばれる）、腐食など、バイオフィルムに関わる現象は枚挙にいとまがない。それはとりもなおさず、細菌は普遍的にこの私たちの地球上の至る所、いかなる環境中においても存在するというこ

にはかならない。

さて、このような細菌が作り出すバイオフィルムは、どのようなものであり、どのようにして形成され、どのように評価され、またその対策なり利用なりができるのであろうか。実は、詳細は本文中において述べるが、バイオフィルムは細菌が材料の上につくりだすものなのである。したがって、その形成には材料が必要であるし、また対策や利用にも材料に関わることが多い。本稿では、この材料との関係について、バイオフィルムに関して、基礎的なことから応用に関することを述べたいと思う。

### 2. バイオフィルムの形成と成長

バイオフィルムはどのように形成されるのであろうか。図1に一般的に専門書、あるいは教科書などに書かれているメカニズムを模式的に示す<sup>1)-10)</sup>。環境中に漂っている細菌は、浮遊細菌 (planktonic bacteria) と呼ばれている。細菌は生存のために (増殖のために) 栄養を必要とし、これを求めているのであるが、一般に多くの環境では、栄養が不足している。このような環境を貧栄養環境と呼ぶ。多くの細菌にとって栄養は炭素化合物である。炭素化合物は材料表面に特異吸着していることが多い。なぜならば、材料表面はエネルギー的に不安定であり (反応活性であり)、吸着により安定化を図ろうとする傾向が強いからである。こうして材料表面には炭素化合物が薄い不均一な薄膜状に形成されている (コンディショニングフィルム)。これを獲得するために、細菌は材料表面に付着する。

2022年1月11日受付

\*KANEMATSU Hideyuki  
鈴鹿工業高等専門学校共同研究推進センター

\*<sup>1</sup>KAWAI Risa  
鈴鹿工業高等専門学校材料工学科

\*<sup>2</sup>OGAWA Akiko  
鈴鹿工業高等専門学校生物応用化学科