

# 塗装ブースにおける 環境に配慮したミタゲン菌処理の進め方

内山貴識

今日、多くの廃水はそれぞれの状況に応じて、物理的手法および化学的手法に、微生物を利用する手法を組み合わせ、浄化処理が行われている。本来、水の浄化は河川などで自然に行われていた。(水の自浄作用=Self-purification)

都市に人が集中することによって、河川に排出される生活污水が増えると、自然の水の浄化能力だけでは次第に浄化が間に合わなくなり河川は汚れてくる。

人は下水道やラグーン(人工的な汚水のため池)をつくることで、無意識のうちに水処理に微生物を利用し始め、シャワーや曝気操作を加えることで、より積極的に水処理を行う散水ろ床法や活性汚泥法が開発されたのは、20世紀初頭のことである。

当初これらの廃水処理法は、下水やし尿など、生活排水中の有機物を効率よく分解することを目的として開発された。その後法規制によって工場の排水処理になくはならないものとなり、微生物による水の浄化は、生活排水だけでなく、さまざまな廃水浄化に利用されていく方向にあり、近年、水洗塗装ブースにおける微生物処理が、さまざまな方法で紹介され注目されてきた。

ここでは、従来紹介されてきたバイオ処理とは違う、単一菌による簡単な浄化システムを紹介する。

## 1. 微生物とは

私たち人間は他の生物と多くのかかわりを持ち、日々の営みをしているが、なかでも微生物とは深い関係にある。お酒やチーズなどの「発酵食品」、またゴミの腐敗分解や水処理などの「環境浄化」、耕地の「肥沃化」などは、いずれも微生物の働きによるものである。しかし、一方では食品の腐敗や伝染病の病原体など、私たちの生命を脅かすものも多い。

微生物には多くの種が存在している。動植物と比べると細胞の構成成分やATPの働き、物質代謝の経路やDNAによる遺伝情報の伝達の仕組みも基本的に同一で、多くの共通的な普遍性が見られる。

しかし、動植物とは外見が異なっており、代謝機能は複雑で活性が非常に高く、増殖速度が速いなど、機能の多様性が見られる。

また、微生物は極限の環境条件にも適応能力があり、砂漠から南極、高山から深海、さらに人類にとっては高温・高圧の極限環境に至るまで、大気・水中・土壌など、あらゆる環境に生存している。

## 2. ミタゲン菌

正式名：バチルス・ズブチルス・TOWA 菌(以降、「ミタゲン菌」と表示)(写真-1 参照)は一般的に枯草菌と呼ばれ、好気性菌(酸素を必要とする菌株)の一種である。栄養や水分、酸素が枯渇して菌の環境が悪くなると、芽胞を形成し休眠状態となり、環境が好転すると発芽して元の菌体にもどり、増殖するという生活環をとっている。芽胞は熱や乾燥、pHの変動に強く、他の細菌が死滅してしまう塗装ブース循環水の環境下においても、生存・活性を示す。



写真-1 ミタゲン菌

塗装ブース循環水は、常に汚濁が進み、塗料有機物の溶存が多く、ミタゲン菌の活動の場としては最良の環境にある。

## 3. 塗装ブースにおけるミタゲン菌の活用法

従来のバイオは単一菌ではなくさまざまな菌をブレンドし、加温または栄養剤、pH調整剤、活性剤、生物反応槽などの菌を活かすための、機器機材が必要不可欠であった。第2項で説明したように、ミタゲン菌については、その強い生命力と稀にみる有機物分解力から、エアレーション(曝気)を行うだけで幅広い水温またはpH域で活動できる単一枯草菌なので、安全性も保証されている。

たとえば、2tの塗装ブース循環水でバイオ処理を行うには、攪拌機またはエアレーション装置などを設置し、循環水中に溶存する酸素(以下、溶存酸素またはDO)を確保し、ミタゲン菌を600g投入するだけで、ミタゲン菌が効率的に水を浄化する。通常、塗装ブースの稼働時には、溶存酸素は十分に確保できているが、塗装ブースの非稼働時は、極端に溶存酸素濃度が低下するため、エアレーション装置などの設置が不可欠となる。酸素濃度として、DO=5.0ppm以上を目安とする。循環水中には、生物の活性を妨げる溶剤も多量に流入するので、以降はミタゲン菌の補給が7日間周期で、200gを目安に必要となる。

## 4. 効果

ミタゲン菌は、製品1g中に120億個の菌数を保有し、ブース循環水の中に投入されると、即座に活動を開始する。ミタゲン菌は、細胞内で代謝という酵素による、連続した化学反応が行われ、生命を維持したり細胞を分裂・増殖させたりする。代謝は栄養素を分解し、エネルギーと細胞をつくるための原料を得る異化作用(分解)と、タンパク質や核酸のような、生体高分子の菌体構成成分を合成する同化作用(生合性)の二つに分けられている。異化作用は、栄養素である有機化合物を低分子物質に分解し、細胞膜を通過させて取り入れる。

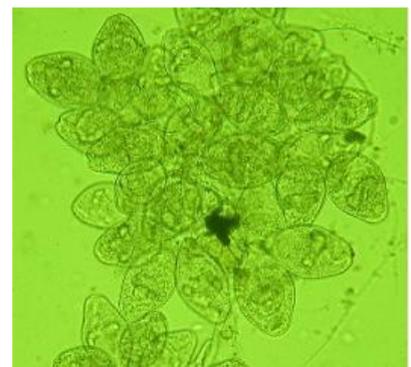


写真-2 原生動物(エピステイリス)

ミタゲン菌は好気性菌のため、呼吸によって有機物を酸化し、二酸化炭素と水に分解する。一般的に菌の代謝活性は哺乳動物の100倍から1000倍くらいも高いといわれており、ミタゲン菌の製品菌数からも推察できるように、きわめて高い代謝能力が期待され、原生動物が、生育できる環境まで循環水を浄化する(写真-2参照)。この原生動物は、ミタゲン菌の死骸、および空気中より循環水に入り込んでくる菌(ズーグレア菌等)、ブース排気洗浄室ピット内等の、電触の原因になるゼラチン質に変質する。さらに、微生物の死骸を捕食する作用を有し、鉄製塗装ブースの腐蝕老化の延命も期待できる。また、前述した菌の代謝機構より、塗料中に含まれる有機物を強力に分解し、塗料カスのべたつき、および減量・減容化が可能となる。なお、40%近くの塗料カスの減量化に成功したメーカーもあり、清掃回数の軽減と、循環水リサイクル化により、大幅な産業廃棄物量軽減とブース循環水特有の臭気軽減に成功した。

## 5. 応用(大型塗装ブースへの対応)

自動車ラインや部品塗装ラインなど、1ピットが30~50tを超える循環水を保有しているメーカーに対し、製品の直接投入を行う場合、その補給量の多さと補給の手間を考えると費用人件費面でコストが合わず、採用が見送られてきたケースが今までであった。しかし、自家培養システム(特許申請中、写真-3参照)の導入により、この問題を一気に解決した。

この工法は、ブース循環水の一部を培養タンクに引き込んで、ミタゲン菌を投入し、48時間程度の滞留で連続培養を行って、得られた培養液をブースピットにもどす方法である。良好な培養を行うためには、適切な通気量が必要となる。

この工法を用いることにより、効率的に活性化されたミタゲン菌を循環水にもどすだけで、直接投入と同じ効果が得られ、薬剤費用が軽減できることで、年間を通じて安定した効果を発揮することができる。

この方法は、設備費用の負担と設置場所の問題があるため、30t未満の保水水量のメーカーは、直接投入の方が簡単、かつ効果的である。



写真-3 自家培養システム

## 6. 相乗効果について

自社にて活性汚泥処理を行って、塗装ブース循環水も自社で処分する場合には、ミタゲン菌の流入が、排水処理施設で活性汚泥の中に含まれる既存の菌への影響が懸念されることがあるが、この点についてはまったく問題ない。ミタゲン菌は、活性



写真-4 ミタゲン菌投入前(左)と投入後(右)

汚泥でも有用とされる菌の一種で、資化能力が高いため、活性汚泥の機能不良時にも立ち上がり早く、製品1kgが活性汚泥約1tに相当する、処理能力を有するとされている。

ミタゲン菌が曝気槽内に流入されることにより、前述のように、汚泥機能の維持安定化が図れる。このため、汚泥のフロック密度が増し、沈降性および処理効率の向上等が相乗効果として得られる(写真-4参照)。

ミタゲン菌は諸酵素を生成する菌であり、特にアミラーゼ・プロテアーゼを多量に体外酵素として分泌するため、さまざまな有機物に対応した分解効率の向上を図ることができる。

なお、ミタゲン菌は排水処理にも応用されており、食品・化学・製紙・し尿、その他のメーカーでその性能と安全性が高く評価されており、幅広いフィールドですでに活用されている。

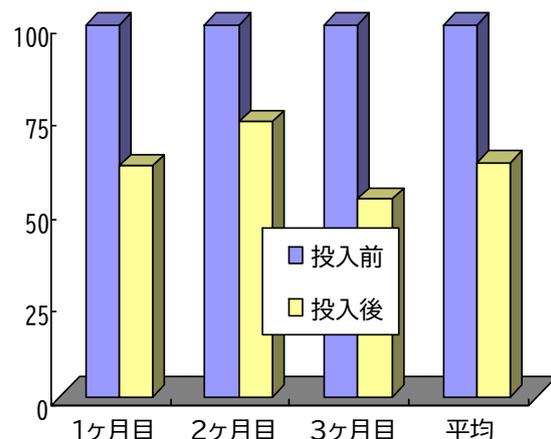
第1図に試験データを示す。

### (1) 試験条件

- 〔投入量〕 ……初回投入 300 g/m<sup>3</sup>  
補助投入 100 g/m<sup>3</sup>・週
- 〔使用塗料〕 ……メラミン塗料
- 〔pH調整〕 ……ミタゲンフロックにて pH7.5 に調整
- 〔管理ポイント〕 ……攪拌機を設置し、通常稼動

### (2) 試験結果

〔塗料スラッジ発生量〕 ……平均 39.4%減量



第1図 ミタゲンクリアーの投入前と投入後のスラッジ発生の比較

通常、生物処理では微生物利用工業とは異なり、純粋培養された微生物を用いずに、自然発生的に増殖した微生物を利用している。このため、浄化に関与する微生物は多岐にわたり、活性汚泥のような比較的単純な系であっても、細菌と原生動物を主とした、数 10 種以上の微生物からなる混合培養系である。

しかし、微生物相と処理効率は密接に関係しており、良好な処理水を得るためには、特定の微生物を優先化させる必要があり、生物処理装置内の環境条件を可能な範囲で適切に制御しなければならない。

このような考えのもとに、ブース循環水の水流条件や曝気条件と合わせて、ブース循環水に適応する微生物についての多くの実験と検討の結果、ミタゲン菌が開発され、実用化の段階に至ったのである。

#### 《参考文献》

- 1) 扇元敬司：バイオのための基礎微生物学
- 2) 森地敏樹：食品微生物検査マニュアル《新版》
- 3) 須藤隆一、稲森悠平：生物相からみた処理機能の診断