

無害化技術を推進する専門誌

2005  
6

# 環境浄化技術

Environmental Solution Technology

Vol.4 No.6

特集:マイクロバブル/ナノバブルを利用した水処理技術

## マイクロバブル発生装置 「OHRラインミキサー」



- 最少1~2ミクロンの気泡サイズ——
- ワンパスで一瞬に飽和値まで溶解——
- 最大900m<sup>3</sup>/hの大容量——

**3拍子そろったマイクロバブル水です。**

● テスト/研究開発用もあります。

(SSC) 西華産業株式会社  
SEIKA CORPORATION  
<http://www.seika.com>



# 特集

## マイクロバブル/ナノバブルを利用した水処理技術

### マイクロバブルでの排水及び循環水の処理

(株)アイエンス 吉田 憲史

#### 1 エアレーションのしくみ

アイエンスのエアレーター（写真1）は、水と空気を激しく混合させることで、水をせん断して、キャビテーションなどを発生させ、その物理的な衝撃力を応用して、電気的な作用や対電子を持つフリーラジカルを発生させることにより、強力な酸化を促すことができる構造になっている。

また、それだけではなく、その水槽内の水をいかに多くの量を循環させることができるのかも浄化には非常に重要な要素であるが、それも兼ね備えた技術である。

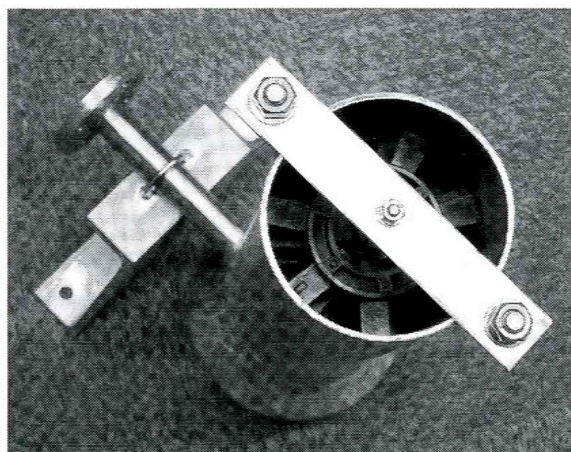
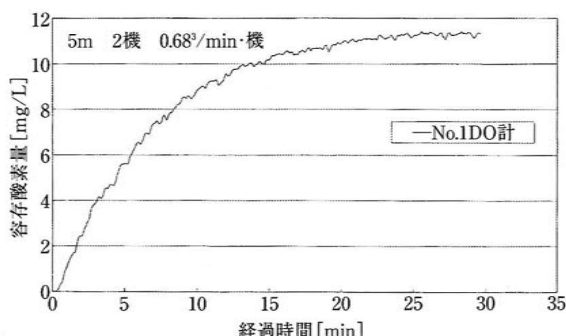


写真1 アイエンス エアレーター

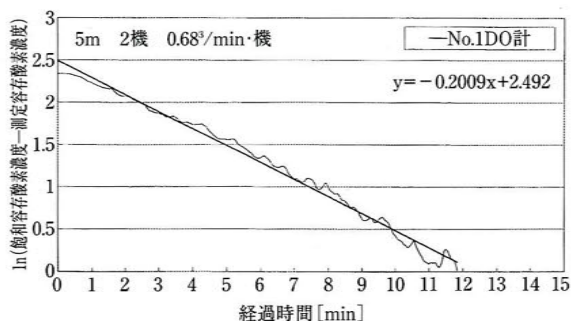
ある一定以上のスピードで水を循環させなければ、たとえマイクロバブルやナノバブルを発生させたとしても一部分の浄化（酸化）だけで終わるため、大量の水を浄化する場合には無意味であると言える。

また、その衝撃的酸化力を発生させると同時に、キャビテーション効果で超微細気泡を発生させることができるため、清水での実験では、DO値を過飽和状態の11mg/L以上（飽和状態8mg/L・20℃時）にまで、上げることが可能である（第1図・第2図参照）。

現在、巷でマイクロバブルやナノバブルで浄化に



第1図 容存酸素増加グラフ



第2図 KLa算出グラフ

成功と騒がれてはいるが、ビーカーでのテストや小さな容積の閉鎖水域(池)レベルを浄化できたとしても、工業系の排水や広い湖沼・海域などをそう簡単に浄化できるものとは思わないでいただきたい。

水を浄化処理するには、その排水の組成を知り、その水に適した処理方法を見出さなければならず、微細気泡だけで排水を処理できるという安易な考えは絶対に避けなければならない。

正直、我々の技術も工業系排水の下水道放流時においてはこの単一技術ではほぼ対応できるが、河川放流時のことを考えると前処理的な意味が強く、他技術との組み合わせが必要となる。特にCOD比の高い排水については、注意が必要である。

そうした意味でもアイエンスの技術は机上の空論やビーカー実験レベルで浄化をしてきたのではなく、あくまでもフィールドで培ってきた技術であり、最終的にはユーザーのコストメリットに繋がる技術ではなくてはならないと考えている。

しかし、実際にはマイクロバブルや、ナノバブルを発生させるだけの酸化分解には限界がある。それは接触効率の問題や有機物によっては還元力も必要とされるからである。

それらを考慮すると、切っても切り離せないのが、微生物の分解能力である。

もちろん微生物も人間のために有機物を分解するのではなく、自らの存続のためにエネルギー生成や細胞分裂を行っているだけなのではあるが、それをうまく利用することにより、最低限のランニングコストで処理できることは、ご存知の通りである。

故に、事項で「好気的環境下」での理想的な微生物の活用方法を述べる。

## 2 微生物のエネルギー生成

なぜエアレーションで水中に酸素を供給するのか？なぜ微細気泡が必要なのか？

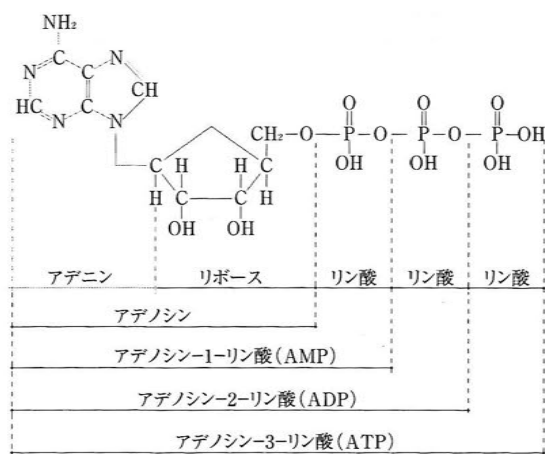
何を今更と思われる方も多いと思うが、これを疎かにした設計が後を絶たず、トラブルが数多く発生しており、まずエアレーションの目的をここで再確認させていただく。

好気性微生物を利用した、好気条件での水浄化におけるエアレーションの目的は、溶存酸素濃度(以

下DO)を上げ、それをキープすることである。

では、なぜ溶存酸素が必要なのか、それは好気性微生物の代謝には、必要不可欠であり、腐敗を防ぐことにあるのだが、これらは密接な関係にありそれをよく理解しておく必要がある。

我々、人間と同じく好気性微生物は、「呼吸」と有機物を取込むことにより、エネルギー源であるアデノシン-3-リン酸(以下ATP)を合成する代謝を行っている(第3図)。



第3図 アデノシン-3-リン酸

水中のDO値が有機物の流入量及び濃度に対して十分に確保されている場合には、微生物は酸素を使って好気呼吸を行うことができ、グルコース(ブドウ糖)1分子から最大で38分子のATPが生成されるが、酸素が不足すると硝酸イオンや硫酸イオンを利用する嫌気呼吸となり、2分子のATPしか生成されない。

すなわち、酸素が豊富な好気呼吸状態では、微生物も高活性化して激しく細胞分裂を行い、有機物をすばやく分解してくれると言える。

また、嫌気呼吸を行った場合には、水素の最終受容体が酸素ではなく、硫化水素などを副産物として発生させてしまう。それが悪臭の原因となり、一般の好気処理の場合において、悪臭がするということは、腐敗傾向にあり、分解スピードが遅く、処理がうまく行われていないということである。



この貧酸素状態を改善するだけでも、処理能力は大きくUPすることになる。

ただし、従来方式の散気管の増設やブロウの能力を上げて空気量を増やしたとしても、エネルギー効率が悪化するだけでなく、処理的にもそれほど効果的ではないことを申し上げておく。

なぜならば、DO値は、排水中の生物化学的酸素要求量（以下BOD）が高くなればなるほど、酸素が溶解しにくくなり、確保することが困難となる。例えば、BODが2,000mg/Lの食品加工排水の腐敗防止できる最低限のDO値を1.0mg/L以上と仮定すると、排水1.0m<sup>3</sup>に対して、75.0L/min以上の空気量が必要となるが、効率の悪いエアレーターを使用した場合には、たとえ75.0L/min以上の空気量を供給してもDO値は1.0mg/Lには至らない。

実際に弊社でもホテルの厨房排水において、現場で他社のマイクロバブル発生器を試してみたが、泡の発生している箇所、何とかDO値が1.1mg/Lに至ったが、泡の発生箇所から10cmも両側に離れると、DO値は0.05mg/Lでしかなかった。

弊社の技術では、そのDO値を確保することが困難な、底部や底部の隅々までも好気的な環境を作り出すことが可能となり、通常のエアレーション方式では、ノズルや噴出口の閉塞や、エアレーターより低い位置に汚泥が堆積する恐れがあるが、弊社の技術はそれも払拭しているので、汚泥発生量も抑制することが可能である。

では、実際に好気性微生物がどれくらいの酸素を必要とするのかというと、それは人間の想像をはるかに超えており、例えば同重量あたり、マウスの疾走時の酸素消費量を20μL O<sub>2</sub>/mgとすると、Acetobactorで1,000μL O<sub>2</sub>/mg、Azotobactorに至っては3,000μL O<sub>2</sub>/mgとなり、「大きさと代謝活性の反比例の法則」と言われている。

以上のことより、DO値の重要さがご理解いただけたと思う。

ることで、気になる悪臭もなく、最低限の汚泥発生率で、環境にもやさしく、さらに一番の問題となるランニングコストを抑えることができると言える。

今後のアイエンスの研究課題として、溶存酸素効率アップや更なる低エネルギーでの微細気泡発生への挑戦をすすめ、それに伴うエアレーション前後の微生物変化のDNA鑑定なども踏まえ、排水処理や循環水の処理はもちろんのこと、塗料カスの減容化やVOC（揮発性有機化合物）などの難分解性物質の分解に労力を注ぐ決意である。

今回は残念ながら、特許等知的財産権の都合上、技術内容等を詳しく図解等で公表することができないことをお詫び申し上げます。

## 筆者紹介

吉田憲史

(株)アイエンス

〒650-0044 神戸市中央区東川崎町1-8-4

神戸市産業振興センター701

TEL : 078-341-8006 FAX : 078-341-8007

## ③ おわりに

マイクロバブルやナノバブルは水質浄化に非常に有効な手段であることは、間違いないが、その技術と有力な微生物や他の浄化技術とハイブリッドにす