

# 羽黒高校生が取り組むマイクロバブル技術の新しい応用と展開 ～マイクロバブルを用いた閉鎖水域における水質改善の研究～

○佐藤 嘉\*・國井 賢美\*

石川 修一\*\*・加田 謙一郎\*\*\*

(羽黒高等学校\*・(有)石川酒店\*\*・鶴岡高専創造工学科\*\*\*)

## 1. 背景および目的

泡の持つ潜在的な力については古くから知られており、これまでも工業分野などで、炭酸ガスを利用した洗浄法として広く用いられている。近年改めて注目される「マイクロバブル」は、その特性（細かさや絶対量）から、粗大な泡よりも洗浄効果が高く殺菌作用を有し、また人体に対しては血行促進などの活性化作用が認められる<sup>1)</sup>。これらは、各種発生装置を用いて水溶液中でマイクロバブルを大量発生させ、気体を多く溶解込ませて水溶液の性質を様々に変化させることや、個々の気泡が有する電気的な刺激によってもたらされるものと考えられている。しかしながら、これらの現象を説明するマイクロバブル関連の報告事例は少なく、応用技術がさほど確立されていないのが現状であって、初歩的で簡便な研究を継続的に取り組む必要性が挙げられる。

一般的に、湖沼などの閉鎖水域では汚濁物質が蓄積し易く、汚濁が進行すると悪臭の原因ともなり、その改善は容易でない。そこで、マイクロバブルを供し水中の溶存酸素量を高めることで、BOD（生物化学的酸素要求量）を改善し、微生物を活性化できるものと考えられる。本研究では、マイクロバブルを活用し、閉鎖水域における水質改善を図ることを目的とする。

## 2. 実験方法

閉鎖水域として、直径約 12 m、深さは約 0.4 m から、中央にかけて段階的に 1.0 m 程のすり鉢状となっている羽黒校内の池（容量：約 100 m<sup>3</sup> = 100 ton）を選定した。池には金魚などの生物が存在するが、雨水や道路からの土や砂埃などが常に混入し、生物にとっては過酷な環境下にある（図 1）。この池に、気液せん断方式（特許：第 4621796 号）を利用したマイクロバブル発生器（図 2）を使用した。発生器は入水口と、水中ポンプ（40 L / min）にそれぞれ取り付け、池の中央にはろ過装置を設置した。ポンプの作動時間は 20 分おきとした。4 月下旬から装置作成に取り掛かり、5 月中旬に池の攪拌作業を実施した。マイクロバブルを本格的に供した期間は 5 月中旬～11 月下旬までとし、それまでの経過を観察した。この間、池の水を採取して顕微鏡による観察や、簡易 PH メーター（日本動物薬品社製）による PH 測定、11 月下旬には一般飲料水質検査項目に基づく水質検査（分析）を行った。

## 3. 実験結果および考察

5 月中旬に、入水口から約 1 日かけて給水し、池を満水状態とした。これに伴い、同型の水中ポンプを用いて攪拌作業を行った。攪拌作業を行うと同時に、水底の汚泥（堆積物）が浮き上がり、数分程で汚泥が池全体を覆いつくした。中には 100 mm 台の枯れ葉も浮上することが確認された。この現象は、入水時に供給されたマイクロバブルが水底の汚泥に

付着し、さらに攪拌作業によって半強制的に浮上を促したと推察される。浮き上がった汚泥は非常に細かいものであり、網などで掬い上げることが困難であるため、オーバーフロー方式による除去が有効であった（図 3）。これを数回繰り返すことによって、大規模な閉鎖水域において、短時間で効率的に汚泥の除去が可能となる。

6 月中旬、日差しが強くなりはじめた頃に藻が大量繁殖して池の水は鮮やかな緑色を呈し、PH は約 10.5 と、高いアルカリ性を示した。緑色の状態はグリーンウォーターと呼ばれ、メダカや稚魚の生育にはよい環境であると言われる。臭気は感じられないため、藍藻類よりも緑藻類（または珪藻類）が多く繁殖していると思われる。池の水は有機栄養価が少なく、無機栄養価が高いことを示している。採取した水を顕微鏡で調べたところ、細長い針状（約 10  $\mu\text{m}$ ）と球状（約 2~3  $\mu\text{m}$ ）の、主に二種類の藻が観察された。また、藻の繁殖を有効利用すれば、バイオエタノールが生成できる可能性が高い。PH が高い理由については、藻による水中の二酸化炭素（炭酸イオン）の過剰消費であることが示唆され、河川等によく確認される現象である。表 1 には水質検査結果を示す。大腸菌が検出されず、硝酸態窒素の値が極端に少ない。一般細菌は存在するものの、マイクロバブルには大腸菌群などを死滅させる効果があると予想され、硝酸態窒素については、藻類が取り込むことで値が少なくなったものと考えられる。この値を意図的に減らすことは難しいとされており、今後の応用が期待される。

#### 4. 結論

マイクロバブルを用いた閉鎖水域における水質改善について、以下の知見を得た。

(1) 入水においてマイクロバブルを満たし、これを攪拌すると汚泥を浮上させ、大規模な閉鎖水域においても同様に、オーバーフローによる汚泥の除去が可能となる。

(2) マイクロバブルを供した池の水には大腸菌群が存在しなかった。

#### 5. 謝辞

本研究にあたり、水質検査に関しては東北環境開発㈱、渡邊隼人氏よりご助言、ご協力いただきました。心より感謝申し上げます。



図-1 池の外観と水底の汚泥の様子



図-2 回転式微細気泡発生装置

（特許；第 4621796 号）



図-3 攪拌直後の汚泥浮上の様子と、オーバーフローによる汚泥除去

表 1 水質検査（分析）結果

検査項目	検査結果	単位	基準値	検査方法
一般細菌	$3.1 \times 10^2$	CFU/mL	100 以下	標準寒天培地法
大腸菌	検出せず	-	検出されないこと	特定酵素基質培地法
亜硝酸態窒素	0.004 未満	mg/L	0.04 以下	イオンクロマトグラフ法
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	0.1 未満	mg/L	10 以下	イオンクロマトグラフ法
塩化物イオン	10	mg/L	200 以下	イオンクロマトグラフ法
有機物(TOC)の量	21	mg/L	3 以下	全有機炭素計測定法

#### 参考文献

- 1) 大成博文；マイクロバブルのすべて，pp.181-202, 日本実業出版社，2006