

マイクロバブルによる汚濁浮遊成分の浮上現象

徳山高専 正 ○大成 博文
中電コン 正 前田 邦男
徳山高専 正 佐賀 孝徳
徳山高専 正 渡辺 勝利
(株)理研 田口 研治

1. はじめに

湖沼や池など比較的広領域の閉鎖水域の深刻な汚濁問題が指摘され、その改善が各方面から求められている。著者らは、「旋回式エアレーター」と呼ばれる曝気装置を用いて、汚水浄化実験を重ねてきた。この汚水浄化法の特徴は、水域内に数十ミクロン程度の微細気泡（マイクロバブル）を発生させるとともに、そのマイクロバブルとともに発生するマクロなバブルのエアリフト効果で、水域内の水深方向に強力な循環流を形成させることによって、主として濁度および浮遊物質の低減を行うことにあった^{1),2)}。このエアレーションによって、日成層が破壊され、水域内の溶存酸素濃度、水温の均一化が図られ、動植物にきわめて良好な水環境が実現された。それが証拠に、おびただしい生物の生育や3年目における菱の大量発生（池面積の約5割）などが観察された。

そこで、これらの成果を踏まえ、より微細なマイクロバブルの発生と1-3m以下の低水深領域にも適用可能なエアレータの開発がなされ、その現地実証試験がなされた。

2. エアレータと浄化実験の方法

著者らは、上記実験に使用したエアレータ以外にも、対象とする水域の条件に対応するエアレータの開発を行ってきた。それらは、旋回式と自吸式の2つに大別され、前者はマイクロバブルと循環流の形成、後者はより小さいマイクロバブルの発生に適している。これらの基本性能と適用条件を表1に示す。

浄化実験は、T高専の庭池で行われた。エアレータには表1中のB1型が採用された。このエアレータの特徴は、10-30 μ mのマイクロバブルを大量発生させることにある。この気泡発生方式は、エアレータ内に水流を送水し、エアレータ内で強力な旋回流を発生させ、さらに自吸した空気層との間で強せん断構造を形成させることにある。使用したポンプは、イワキマグネットポンプ（MD-70 R, 200 w）である。

実験池の概略を図1に示す。本池の総面積は54.8 m^2 、容水量は実験前で約38 m^3 、水深は70cmであった。図中に示したオーバーフローは、床面より約80cmの位置にあり、実験期間中（96年10月～現在）は降雨が少なく、ほとんどこの水位を超えることはなかった。また、噴水は停止状態にあった。

3. 観察結果

(1) 池の実験前の水質状況

本池は、T高専前庭に位置し、年間を通じてほとんど水の入れ替えはなされていない。夏場は藻類が繁茂し、春秋冬場においても、藻類が浮遊し、極寒期を除けば、透

表1 エアレータの基本性能と適用条件

方式	型式	基本性能	適用条件
旋回式	A 1	40-60 μ mのマイクロバブル循環流の形成	広領域 水深1m-10m
	A 2	30-50 μ mのマイクロバブルの大量発生・循環流の形成	広領域 水深1m-10m
自吸式	B 1	10-30 μ mのみのマイクロバブルの大量発生（水中置型）	比較的狭領域 水深1-3m
	B 2	10-30 μ mのみのマイクロバブルの大量発生（気中置型）	比較的狭領域 水深1-3m

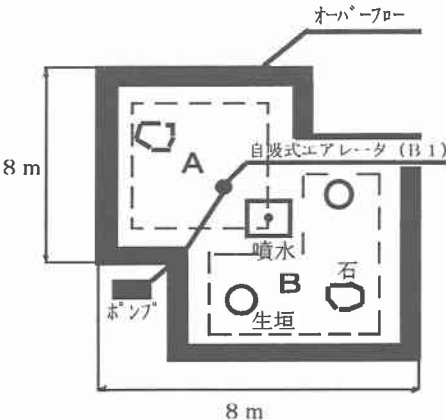


図1 実験池のT高専庭池の様子

視度がほとんど10-20 cm以下であった。池内をよく観察すると、常に浮遊性の藻類が浮遊し、それが濁度の進行の主役を担っていた。この池内流動は、風成流によってさらに促進された。この浮遊を常態とする藻類は、池水の温度変化に伴う相対的にわずかな比重変化によっても、浮遊沈降を繰り返す流動現象を呈した。なお、本池に流入する生活排水等有機物系の汚濁物質はほとんど存在していなかった。

(2) 浄化の過程

図1に示すように、B1型エアレタは1台のみを設置した。これは、最少台数でどの程度の浄化領域があるか、浄化容量があるかを観察するためである。本エアレタは、前報³⁾で示した「密閉トーム式」と呼ばれたエアレタの問題点であった、①内部の水導入溝の存在のために損失が多く、影響範囲が半径1 m程度できわめてその波及範囲が狭い、②アスピレータによる空気吸込みのために、損失が大きい、圧力変動が起りやすく他の連結したエアレタに影響を与える、目詰まりを起こしやすいことなどを改良して製作されたものである。

実験開始時には、濁度9NTU、COD15mg/l、透視度は約20cm以下であり、底部に設置されたエアレタを目視することは困難であった。図2に、各種水質分析結果の経過を示す。これより、濁度が徐々に低減していることが明らかである。この低減は、藻類の剥離・浮上と関係しており、最初にその現象が観察された実験開始5日目(112h)から、濁度の低減が顕著となっている。この場合、「剥離・浮上」とは、石や生垣管側壁、噴水壁面、池側壁、さらには池底部などに付着・堆積していた藻類がごとごと剥離し、それらが水面に浮上したことをいう。

注目すべき点は、この剥離浮上現象にマイクロバブルが重要な役割を果たした点である。すなわち、マイクロバブルは、各種壁面に付着・堆積した藻類に無数に付着し、剥離浮上を促進させる効果を生み出したと考えられる。実際、各種壁面には付着したおびただしいマイクロバブルが観察された。また、水表面まで浮上した藻類の塊においても多数のマイクロバブルの付着が目視された。図3に水面に浮上した藻類の様子、図4にその接写写真を示す。これらの浮上した藻類の塊は徐々に成長して大きくなるが、藻類塊1 cm²あたり100-200個のマイクロバブルの付着が実際に観察された。

この大量に剥離浮上した藻類を除去すれば、池水の濁度は一挙に改善し得る。しかし本実験では、これを除去することをあえてせず、さらに観察を継続した。

その後の濁度の低下で、底部の藻類他の堆積物の状況が観察可能となった。エアレタからの噴出流によって堆積物が除去される領域が、実験の経過とともにしだいに明らかとなり、さらにその領域が徐々に拡大していった。実験開始約80日後、底部の堆積物の深さ計測がな

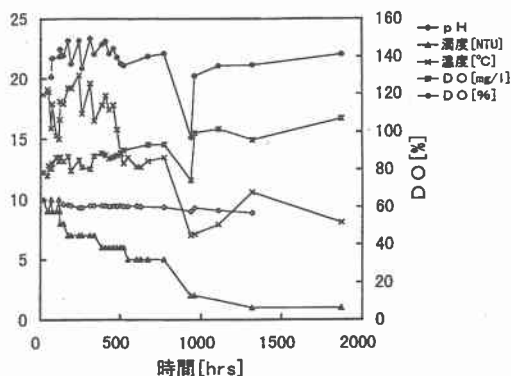


図2 水質の経時変化

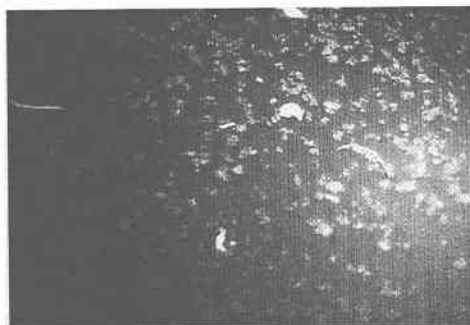


図3 池面に浮上した藻類の様子(夜間撮影)

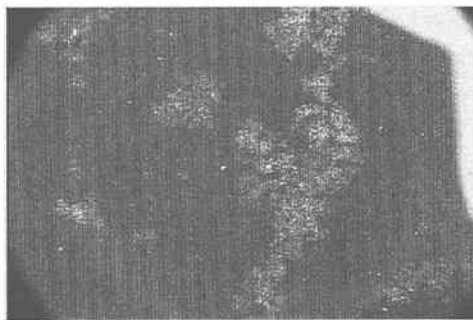


図4 浮上した藻類塊の接写写真

され、エアレタ周辺(A領域)と離れた領域(B領域)では、その堆積深さに数cmもの差が認められた。

本研究の遂行にあたり、徳山高専卒業研究生国広忠生君に多大な協力を得た。また文部省科研費(基盤研究(b)(2))の協力も得た。共に、記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 森元光雄他:閉鎖性水域における污水浄化法の開発,土木学会論文集, 553/VI-33, 33-40, 1996.
- 2) 佐賀孝徳:マイクロバブル注入による自然閉鎖性水域の污水浄化法の開発, 文部省科研報告書(試験研究(b)(2)), 1996.
- 3) 森元光雄他:閉鎖性自然水域における污水浄化法の開発, 土木学会中国支部研究発表会講演集, 175-176, 1996.