

高濃度酸素溶解器の試作

宇部工業高等専門学校 ○深川勝之・柿本健一・藤里哲彦
山口大学工学部 羽田野袈裟義・(株)テトラ 中野彰吾

1. 緒論

湖沼や河川の水質問題は年々深刻になっている。水質問題の主要因として、富栄養化と特に底層水の貧酸素化の問題がある。富栄養化については、水域に流入する前の段階でカットすることがまず必要である。貧酸素水の問題は、既に悪化した水質に対する対策である。これに対して、これまでは気泡を用いて DO を回復する技術が提案されてきた。しかしながら、気泡は水中で浮上し、水中の供給された空気からどの程度効率的に酸素溶解が行われるかについて、不確かな部分がある。

本研究は、高压の効果（ヘンリーの法則）と気液接触面の面積増大効果とを組み合わせ、現地の貧酸素水を高濃度酸素溶解水に変えてその水域に戻す技術を取り扱ったものである。

2. 酸素溶解水発生の原理

上で述べたように、この技術は圧力効果と気液接触面の面積増大効果を組み合わせ、液体中に気体を効率的に溶存させるものである。圧力効果はヘンリーの法則で説明される。図1は、ダム湖底部の貧酸素化した水を耐圧タンク内に取り込み、これを高濃度酸素溶解水に変化させて水域に戻すシステムの概略図である。水面に浮かべた浮体にコンプレッサーCOMP、酸素供給装置PAS、水中の耐圧タンク位置の水圧より少し高めに圧力を調節した圧力気体貯留部8、および少し低めに圧力を調節した圧力気体貯留部9を搭載している。

水中の耐圧タンク内は周囲の水中の圧力より多少低い圧力にする。そして、ストレーナーを通して外の水を吸入する。このとき、圧力差により噴射させ、これを耐圧タンク内の小容器で受けて、小容器内に泡の集合体を作る。このようにして圧力効果と気液接触面の面積増大効果を組み合わせ、液体中に気体を効率的に溶存させる。図2は、耐圧タンク内の小容器の中で生じた泡の集合体の図である。耐圧タンク内に取り込まれた外部の水は全て一旦小容器内で泡の集合体となって液体薄膜となり気体との接触面積を大幅に増大させ、その後に破裂して耐圧容器内の底部に溜まる。諸事情により詳細説明は省略するが、コンプレッサーおよび水中の耐圧タンクとパイプで連結され、3者が小さな圧力差に保たれているため、省エネルギーの構成と言える。また、耐圧タンク内に吸入された水は温度変化をすることなく元の場所に戻される。省エネ仕様で消費電力が小さいので、酸素供給装置として酸素ポンプを使ってもトータルコストは小さい。

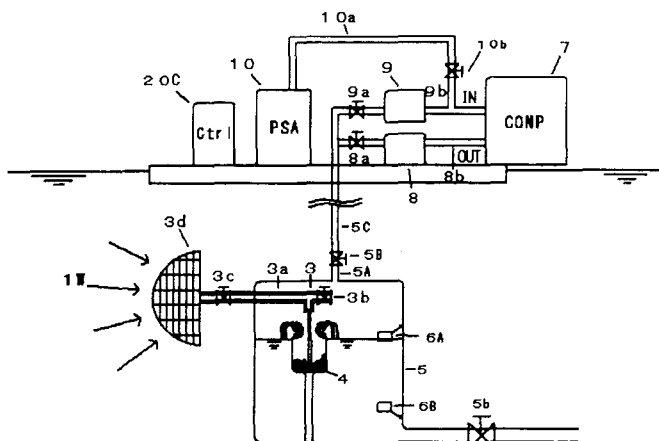


図1 酸素溶解器概略図

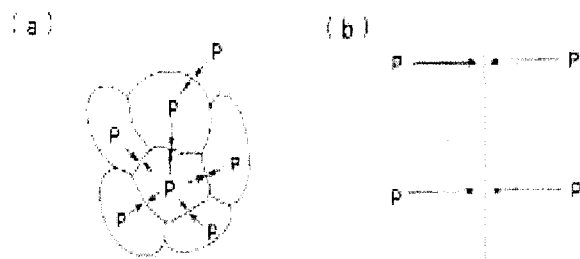


図3-5 圧力容器内の状態

図2 泡の集合体の模式図

3. 酸素溶解水発生の実験

(1) 実験装置と方法

実験は、図3に示す装置を用いて、水道水に酸素を溶解させる実験を行った。噴射するノズルは水道圧だけの水頭であった。実験では、耐圧タンク内の圧力を種々変化させて溶存酸素濃度DOを測定した。酸素の供給は、空気と酸素ポンベの2通りで行っており、空気を供給した実験を実験A、酸素ポンベを用いた実験を実験Bとする。

水温 7.9℃、DO 11.8ppm の水道水を水圧 0.34Mpa でノズルから噴射させて移動し、気体溶解水のDOを、2種のDO計それらは次の通りである。

〔HORIBA 製 形式D-25 ; DO 測定範囲 0~20ppm〕

〔日本電池製 形式DOM・2000 ; DO 測定範囲 0~20ppm〕

本実験では、DOの飽和値および測定器のDOの測定上限値を大きく超えるDO値を得たので、測定では耐圧タンクからの排出水を速やかに10倍に希釈してDOを測定し、希釈率から排出水の濃度を求めた。

(2) 実験結果

本実験の結果を表1に示す。いずれの実験でも耐圧タンク内の圧力を高くするにしたがってDO値が大きくなる。また、純酸素を用いた実験Bでは大気圧でも55.1ppmを達成しており、気泡集合体を作って気液接触を促進することの効果の大きさが即座に分る。純酸素を用いることは、酸欠の深刻な湖沼のDO回復の手段として大いに期待される。ただし、生成された水のDOがその水域のDO飽和値より下げないと投入された酸素は無駄となる。ノズルで噴射する動力は水道の動力であるから、コスト的にも極めて有望と言える。酸欠が深刻な水域では酸素ポンベを用いてもコスト的にたいした負担ではない。空気をを用いて酸素のコストを下げるか、純酸素を用いてエネルギーコストを下げるかである。

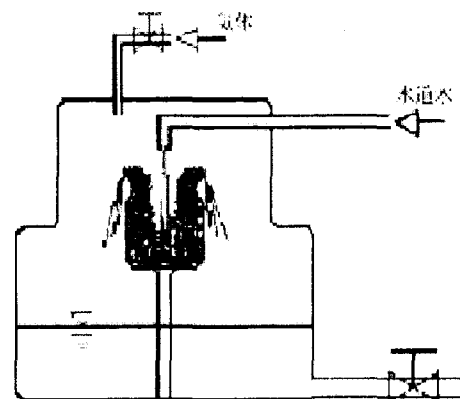


図3 実験装置の概略図

表1 実験結果

タンク内圧力 (Mpa)	処理量 (リットル/分)	得られたDO (ppm)	
		実験A	実験B
0	27.4	12.1	55.1
0.08	24.0	19.2	74.8
0.16	20.1	25.7	116.2
0.24	16.2	31.2	173.3

注：タンク内圧力0は、タンク内が大気圧であることを示す。

4. 結語

以上、新方式の酸素溶解技術について報告した。その結果、純酸素を用いた場合、大気圧で泡の集合体を作るだけでDO値55ppmを達成すること、圧力の増加と共にDO値が大きくなることなどを明らかにした。本方式はコストを大幅に抑えられる技術と理解しており、さらに定量的な検討をする予定である。

公的機関で湖沼水質対策に携わる人との意見交換によれば、エネルギーコストをゼロにする技術を採用することが求められている、との印象を受ける。しかし、エネルギーコストがゼロなどありうるはずはなく、それは木によりて魚を求めるようなものである。予算編成上の意思決定の問題であろう。要は程度の問題であり、なるべく負担がなるべくかからない技術を開発し、これをどう評価するか、に尽きる。