

論文内容の要旨

論文題目：沿岸域における微細気泡を用いた

水環境の改善方法に関する研究

氏 名：田中 陽二

近年、日本各地の閉鎖性海域において富栄養化現象が多発している。富栄養化現象が発生すると、植物プランクトンがリンや窒素などを吸収して大增殖し、著しいときは赤潮となって魚類の大量斃死を招く。さらに植物プランクトンの死骸や排泄物はデトリタスとして底層へ沈降し、好気性細菌の働きによって分解されるが、そのとき大量の溶存酸素(DO)が消費される。成層化された海域では底層水は酸素の豊富な表層水との混合がないため、底層水塊はDOの減少が一方向的に進行して貧酸素化し、無酸素状態に至ることも少なくない。さらに、分解しきれなかったデトリタスは底層に体積し底泥をヘドロ化させる。底泥がヘドロ状になると含水率が高く底生生物の環境に適さなばかりでなく、底層のDOを長期かつ継続的に減少させる。

このような底層水の貧酸素化に対する根本的な解決方法は、海域へ流れ込む栄養塩負荷を減らすとともに海域のもつ自浄作用を高め、海域内の富栄養化を解消することである。しかしながら、長期的な努力が必要なために実現は容易ではない。そのため、貧酸素水塊を直接解消できる方法としてマイクロバブルによる曝気技術が注目されている。マイクロバブルの直径は数～数百 μm であるため、他の曝気方法と比べて気泡の上昇速度が極めて遅い。これにより高酸素水塊を直接底層に送ることができ、貧酸素状態を改善する効果が期待されている。

本研究では、まず室内実験によりマイクロバブルの基本的な特徴を把握した。その上で沿岸域においてマイクロバブルを用いた底層曝気を行い、その適切な運用方法の検討、およびマイクロバブルに適した海域について考察を行った。さらに、DOをはじめとする水質環境や底質環境ならびに生物環境に与える影響を計測し、効果を定量的に把握した。加えて、マイクロバブルを含む流れの数値モデルを新たに構築し、予測方法の確立を行った。本研究により得られた知見は以下のごとくである。

マイクロバブルによる曝気は、貧酸素状態の水塊に対して発生装置内での酸素の溶解効率

が 0.8L/min で 76%であり、噴射時にすでに高濃度の酸素を溶解させることができることが分かった。これは底層曝気に対して効果的な曝気能を有していることを示す。さらに、送気量に応じて底泥の酸素要求量が減少することが明らかとなり、底質改善効果を持っていることが分かった。加えて、アサリの生存率が向上することを定量的に示し、底生生物環境の改善ができることが明らかとなった。すなわち、マイクロバブルによる底層曝気によって DO の改善だけでなく、本来の目的である底生生物相の回復に対して有効であることが示された。さらに、電力消費が少ないためにソーラー発電でも水質浄化ができることを示した。これによって、慢性的な富栄養化となっている海域に対しても、持続可能な運用が可能であり、必要最小限の人工エネルギーで水質浄化が行える。

本研究により、マイクロバブルの欠点として、影響範囲に限界があること、および気泡水塊が流されやすいこと、底泥の巻き上がりが発生すること、対症療法的な改善であることが指摘された。ただし、曝気によって貧酸素水塊の解消から底生生物相の回復へ向かい、魚類や鳥類の高次の生態系へ効果が繋がる可能性は有している。健全な生態系の形成によって間接的に海域の自浄作用が高まる効果が期待され、そのような運用方法・付加的技術の開発が今後の課題として残された。

マイクロバブルを用いた底層曝気によって水質・底質・底生生物の改善が可能である。さらに自然エネルギーによる運用が可能など、従来の貧酸素対策工法より優れている点も見受けられることから、沿岸域の富栄養化問題の解決策の一つとして有効であると結論づけられる。しかしながら、改善できる範囲が限られていることや対症療法的な改善であることから、実際に適用を考えている海域の流動および水質特性を理解した上で用いることが必要である。