

混合放流水の高酸素化による貧酸素の改善に関する研究

福岡大学 正会員 ○伊豫岡宏樹
 福岡大学 正会員 山崎 惟義
 福岡大学 正会員 渡辺 亮一

1. 目的

福岡市は1970年以降、大渇水を2度経験しており、慢性的な水不足解消のため2005年6月より海の中道奈多海水淡水化センター（まみずピア）を稼働させている。海水から淡水を生産する際、副産物として濃縮海水が生成されるが、濃縮海水を直接海域に放流すると周辺環境に影響を与える可能性が指摘されており、まみずピアでは濃縮海水と下水処理水を混合させて海域に放流している（混合放流水）。また、博多湾では毎年夏季に湾奥部で大規模な貧酸素水塊が発生し、周辺海域の生物に影響を及ぼしていると考えられるが、まみずピア稼働後、湾奥部の水質・底生生物相に改善傾向が見られている。¹⁾ 周辺海水よりも密度の高い混合放流水が比較的高い溶存酸素で底層を這うように流れることで、成層化した際に酸素の届きにくい底層に直接酸素を供給することが可能で、貧酸素水塊の解消に寄与する可能性が考えられている。

本研究では、1) 混合槽にて放流水の高酸素化を行いその効果を現地にてその効果明らかにする。2) 塩分をトレーサーとして混合放流水の拡がり把握し、貧酸素水塊解消の定量的な評価を行う。という2点を目的として現地実験およびモニタリングを行った。

2. 調査方法

現地実験およびモニタリングは平成23年8月10日および8月11日に行った。8月10日の13:00から純酸素を、混合槽内に8 m³/hで注入し、散気管から放出することで放流水の高酸素化を行った。混合槽内では多項目水質計（HYDORLAB社製MS5）を用いてDO、水温を15分毎に測定した。海域調査では混合放流水の放流口を中心にメッシュ状に計42地点、ライン状に計13地点の調査点を設け（図-2）、多項目水質計（HYDORLAB社製DS5）を用いてDO、水深、水温、塩分の鉛直分布を満潮時、下げ潮時、干潮時、上げ潮時の計4回測定した。また水質変動において降雨と日射が成層化および貧酸素化に影響するため、福岡管区气象台（N:33.66275°、E:130.38204°）で観測された気象データ（表-1）と比較して貧酸素の動態を検討した。

3. 調査結果

8月10日の酸素供給前の混合槽内平均DOは5.7 mg/Lで供給後9 mg/L程度となり、酸素供給前後でDOが3.48 mg/L上昇した（図-3）。また海域では放流口直上では水深3.7m付近から1 mg/L程のDO上昇が観測された（図-4）。8月11日のDOは8 mg/L程度で酸素供給停止後の8月12日の調査では混合槽の平均DOは5.6 mg/Lであり、一連の実験から混合槽内の混合放流水について通常時に比較して1.4~1.6倍程度DOが上昇した。酸素供給中の8月11日における放流口周辺の混合放流水の底層での塩分分布を図-7に示す。調査時が下げ潮であったため東から西へ潮の流れがあり、混合放流水も放流口から西側へ測線方向に約1km、狭窄部横断方向に約300m拡がっていった。

4. 考察

今回の高酸素化実験の期間中、放流口直上では放流水によるDOの上昇が観測されたが、期間中に貧酸素が確認できなかったためDOの明らかな上昇が見られなかった。また期間中貧酸素水塊は確認されなかったため、

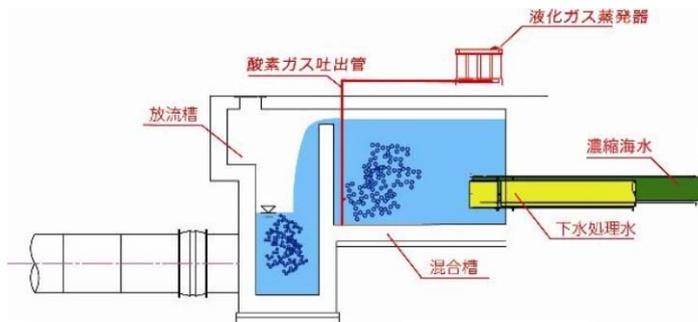


図-1 混合槽断面図

表-1 各調査日の気象データ

	降水量(mm)	平均気温(°C)	最大風速(m/s)	平均日射量(MJ/m ²)
8月10日	0	29.4	6.1	1.13
8月11日	0	29.3	6.4	1.63
8月12日	0	29.5	5.8	1.45

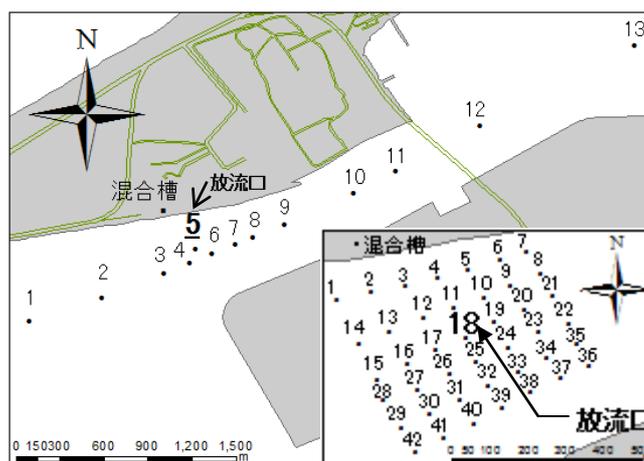


図-2 博多湾湾奥狭窄部調査地点

塩分をもとにした混合放流水の拡がりから、高酸素化による貧酸素水塊の改善効果について検討した。放流水の混合槽内での塩分は 41 程度で博多湾の平均塩分である 30.86) よりもかなり高い。今回の実験では放流口を中心に局所的には 36 程度の塩分も観測され、東西に約 1km の範囲では底層の塩分は 33 程度で放流水の影響が大きいことが分かる(図-4)。このような混合放流水の影響が強い範囲では、放流水が底層を這うように拡がり貧酸素水塊発生時には底層の混合放流水は一日約 70,000 m³程度放流されているため、高酸素化によって DO が 8 mg/L 程まで上昇したとすると放流口からは 560kg/日の酸素が底層に供給されていることになる。今回の観測結果では沿岸沿いに約 1km、狭窄部横断方向に約 300m、厚さ 1m 程度で放流水が広がっており、底質による酸素消費速度を広島湾での平均値 1.46g/m²/d 7) とすると、この範囲内では一日 438kg 程度の酸素が消費されていると概算される。放流口からの酸素供給量は底質による酸素消費量の約 1.3 倍となり、今回の高酸素化手法で放流水の拡がる範囲での底層の貧酸素水塊の改善に十分効果が期待できることが分かる。8月11日午前の調査の塩分(図-7)を基に、放流水の DO を 8mg/L、海域の DO を 3mg/L、塩分を 30.8 とし、貧酸素化した海域への高酸素化したの拡がり、塩分の混合比から算出したものを図-8 に示す。周辺の水塊の混合・拡散に伴い DO の上昇範囲は 300m×300m 程度であった。

貧酸素水塊の解消法として、今回のような混合放流水の高酸素化手法でも、放流口周辺の溶存酸素環境の改善が見込まれることが明らかとなり、貧酸素水塊発生時期ならば放流口周辺の底層の貧酸素を改善する可能性が十分あることが示唆された。今回は純酸素の曝気による高酸素化を行ったが、連続して酸素を供給することはコストがかかるため降雨、気温、風速等の気象条件から貧酸素の発生を予測し期間を限定して酸素供給を行なうなどの工夫もしくは、マイクロバブル化等の技術により、過飽和な状態での海域への放流方法を検討する必要がある。

5. 結論

- 1) 高酸素化により放流口直上では放流水による DO の改善と、混合槽内の混合放流水について 1.4~1.6 倍程度、3~4mg/l 程度の DO 上昇が確認された。
- 2) 混合放流水が沿岸沿いに 1000m、狭窄部横断方向に 300m、厚さ 1m 程度の範囲で拡がっていることから、放流口を中心とした限定的な範囲で環境改善効果が見込めることが明らかとなった。

6. 謝辞

この研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究 C : 研究番号 21560575, 研究代表者 : 渡辺亮一、および基盤研究 C : 研究番号 21560576, 研究代表者 : 山崎惟義)の助成を受けて行われたものである。なお、国土交通省、海の中道奈多海水淡水化センターには調査協力、情報提供をして頂いた。ここに記して謝意を表す。

7. 参考文献

1) 山崎惟義 : 海水淡水化排水・下水処理水の混合排水の高酸素化による生態系再生, 水浄化技術の最新の動向, pp. 198-206, 2011. 6

キーワード 海水淡水化, 混合放流水, 貧酸素, 高酸素化

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 TEL 092-871-6631 (内線 6462)

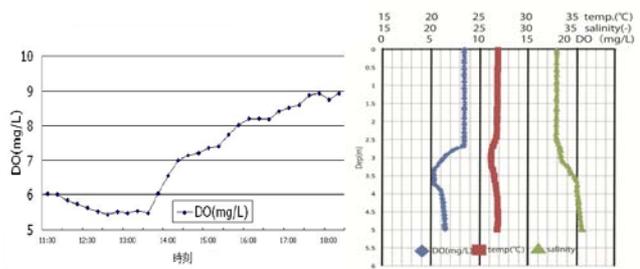


図-3 8/10における混合槽内 DO の経時的变化 図-4 8/10 酸素供給後の放流口真上観測データ

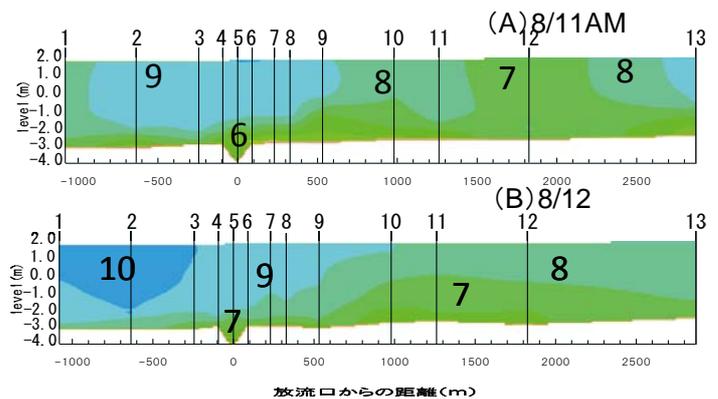


図-5 (A) 8/11AM, (B) 8/12における DO 鉛直分布

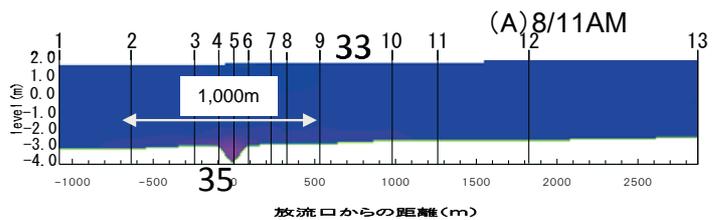


図-6 8/11における塩分鉛直分布

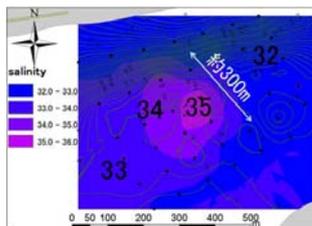


図-7 8/11AMにおける底層塩分分布図

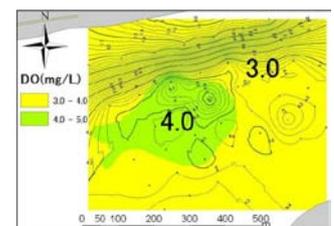


図-8 予想される DO の拡がり