

混合放流水の高酸素化実験による水質改善評価に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○麻生 佳佑 福岡大学工学部 正会員 山崎 惟義
福岡大学工学部 正会員 渡辺 亮一・伊豫岡 宏樹・皆川 朋子

1. はじめに

気候変動による水供給量変動リスクに備えるために、海水淡水化施設が世界的に注目されている¹⁾。これまでに度重なる渇水を経験している福岡市でも、慢性的な水不足の解消を目的として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)を稼働させた。まみずピアは国内最大規模の海水淡水化施設であり、日最大5万 m^3/day の生産が可能であるが、同時に海水淡水化排水である濃縮海水が大量に生成される。この濃縮海水は和白水処理センターからの下水処理水と混合させることにより塩分を低下させ、博多湾内に混合放流水として放流されている。当研究室の調査によると、まみずピア稼働後に放流口付近の生物量が増えるなどの変化がみられ、夏季の貧酸素水塊の発生時に博多湾海底に高い溶存酸素を含んだ混合放流水を放流することによる貧酸素改善の可能性を指摘している²⁾。

本研究では、放流水の混合槽内に高酸素化を図り、DOの上昇、混合放流水の広がりを明確にすることを目標とし、混合放流水に試験的に純酸素を送り込み高酸素化する実験を行った。また、高酸素化した混合放流水の広がりを明らかにするため放流口周辺で多項目水質計による調査を行い、混合放流水が海域に与える影響の範囲を検討した。



図-1 博多湾湾奥狭窄部調査地点

2. 調査方法

①平成22年10月19日から10月24日までの5日間国土交通省、まみずピア協力のもと酸素供給装置を設置し混合槽内に酸素供給を行った。本研究で用いた酸素供給装置は液体酸素を気化させ、混合槽内に純酸素を注入させるものである(図-2 参照)。また、酸素供給によるDO濃度上昇を確認するため現地において多項目水質計を用いてDO測定を行った。

②博多湾湾奥部への影響を調査するため、放流口を中心にY字状に22地点(調査パターン1)、メッシュ状に25地点(調査パターン2)を設け調査を行った。調査方法として、現地において多項目水質計を使用し各地点のDOおよび塩分測定を行った。

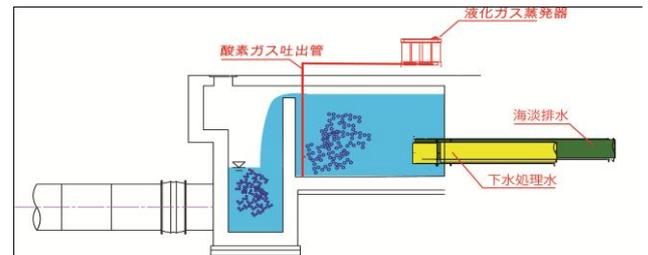


図-2 混合槽断面図

3. 調査結果

①混合槽内への酸素供給前である2010年10月18日の混合槽内平均DO濃度は 5.0mg/l である。酸素供給中である10月22日の平均DO濃度は 7.1mg/l であり、酸素供給開始から3日経過した22日の平均DO濃度は 7.3mg/l である。酸素供給停止後の10月28日の混合槽内の平均DO濃度は 6.2mg/l である。このことから混合槽内の混合放流水で $1\sim 2\text{mg/l}$ のDO濃度の上昇を確認できた。

②酸素供給前である2010年10月5日の博多湾湾奥部放流口付近の調査では、図-3(a)に調査パターン1の1~13地点におけるDO濃度鉛直分布図を、酸素供給中の10月22日におこなった調査パターン1の1~13地点におけるDO鉛直分布図を図-3(b)に示す。これらの図より放流口(図中の8地点)から放流されている混合放流水は、図-4(a)でのDOは 6.9mg/l 、図-4(b)でのDOは 5.8mg/l であった。同様に調査を行った10月18日、10月20日、10月28日での放流口から放流されている混合放流水のDOはそれぞれ 5.6mg/l 、 5.6mg/l 、 5.9mg/l となっており大きな変動は見られないことが分かる。次に10月22日に行った調査パターン2での調査から得た水平塩分分布を図-3(c)に示す。放流口から放流されている混合放流水は塩分濃度が高く周辺に広がっているのが分かる。また10月22日は大潮であり、調査を行った時間は午前8時~午前10時の間と上げ潮の時間に当てはまる。そのため潮の流れが博多湾湾奥狭窄部の奥の方向に流れているため塩分も放流口付近から潮の流れの方向に広がっていることが分かる。

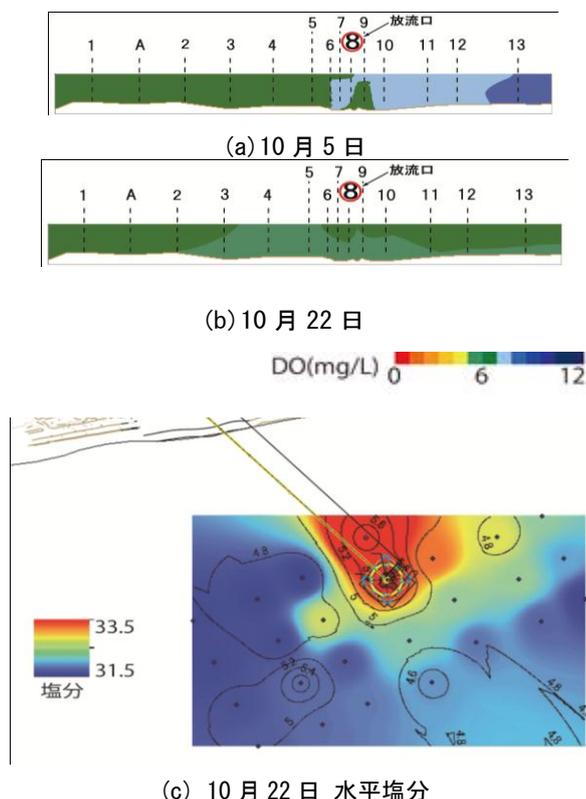


図-3 博多湾湾奥部 DO 濃度、塩分グラフ

4. 考察

①酸素供給を行ったことにより混合槽内の混合放流水の DO 濃度は 1~2mg/l 程度の上昇を確認できた。しかし、昨年の酸素供給実験では 3~10mg/l 程度の上昇を確認できた。今年度と昨年度で上昇濃度に大きな差があった。これは酸素の注入の手法の違いによるものと考えられる。今年度は液体酸素を気化させて注入させるという手法だが、昨年度はマイクロバブル、コンプレッサーを用いて酸素を注入する手法を用いていたため上昇濃度に大きな差があったと考えられる³⁾。

②湾奥部放流口付近での DO 濃度上昇は今年度の調査では確認することができなかった。その要因として、1)酸素供給を行った混合槽内での DO 濃度上昇が 1~2mg/l 程度と大幅な上昇ができなかったため、2)酸素供給時期が貧酸素水塊の解消されだした時期だったため、酸素供給を行った混合放流水の影響を捉えることが出来なかった。以上の2つが考えられる。

③混合槽での塩分は平均 39 と海域より高く、その混合槽から放流された高い塩分の放流水が高い DO 濃度とともにどのように海域に広がるのか、水平塩分グラフをもとに海域と混合槽の混合比を用いて推定した。放流水の広がりを推定するにあたり、昨年度の酸素供給実験で最大 10mg/l の DO 濃度上昇を確認していることから、放流水の DO 濃度を 10mg/l、海域の DO 濃度は貧酸素水塊の定義より 3mg/l と仮定して推定を行った(図-4)。最大 3.3mg/l の DO 濃度上昇がグラフよりわかる。10月22日は大潮で調査を行った時間が上げ潮であったため湾奥の方向に広がっていると考えられる。貧酸素

水塊の定義である 0~3 mg/l に当てはまる DO 濃度は調査パターン 2 の 25 地点で確認できないことから貧酸素水塊解消に効果があると考えられる。しかし酸素供給にはコストが掛かるため常時行うことは現実的ではない。1) 赤潮の発生時、2) 夏場の貧酸素がひどくなる時期、3) 潮の流れが速くなる大潮の日など短期的な貧酸素水塊解消の手段として有効であると考えられる。

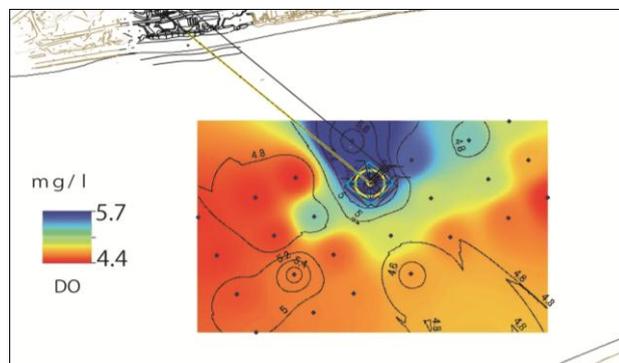


図-4 DO の広がり

5. 結論及び課題

①酸素供給を行ったことにより混合槽内の DO 濃度は 1~2mg/l 程度の上昇を確認できた。また、今年度行った酸素供給の手法では DO 濃度上昇が少ないという結果が得られた。②湾奥部放流口付近での DO 濃度上昇による水質改善は今年度の調査では確認することができなかった。③混合槽内の DO 濃度を 10mg/l 上昇したと仮定して検討した結果貧酸素水塊解消に効果があることが確認できた。

以上の結論より、混合槽内の混合放流水を高い DO 濃度上昇量を維持するため、酸素供給の手法を検討する必要があると考えられる。また、今回、酸素供給実験を行った時期が貧酸素水塊解消期であったため、夏場の貧酸素がひどくなる時期に再度酸素供給実験を行う必要があると考えられる。

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。

参考文献

- 1) 海水淡水化 水資源の未来をサポートする膜分離, 化学と工場, Vol.59 No.8 Page.843-847.2006.08.01
- 2) 渡辺亮一他: 混合放流水(海淡濃縮海水と下水処理水)が貧酸素水塊と周辺底面環境に与える影響, 第 55 回水工学論文集, 2011.2 (受理済)
- 3) 多田周平: 混合放流水(海水淡水化排水と下水処理水)の高酸素化に向けた基礎的研究, H21 年度福岡大学卒業論文