

VII-175

成層化する閉鎖性港湾の浄化に関する研究

その1：底質、水質の実態調査と浄化対策の予備試験

大林組技術研究所 正会員 宮岡 修二
正会員 石垣 衛
正会員 辻 博和

1. はじめに

某港は防潮堤によって囲まれており、外海との海水交換は港前面の水門部においてのみ起こる。最大水深が十数mあり、夏場には明瞭な水温躍層が形成され、港内下層水の停滞が顕著となる。下層水塊は堆積した有機底質の酸素消費などにより貧酸素化し、さらには悪臭を発する。このように、水深が比較的大きく水温躍層が形成しやすい閉鎖性水域では、揚水筒などを用いて鉛直方向の水循環を促進し底層へ酸素を補給する方策や有機底質を覆砂する方策などが有効ではないかと考えられた。第一報では、まず、現地の状況を述べ、次に室内実験で浄化対策の効果について予備的に検討したので、その結果を報告する。

2. 方法

2.1 実態調査

水面積約20万 m^2 、港内水量約150万 m^3 、最大水深約15mの某港において、95年9月に現地調査をおこなった。

現地では投げ込み式計器を用いて水温、DO（溶存酸素）、塩分を測定した。また、バンドン採水器を用いて上層（水面下1m）、下層（海底面上1.5m）の海水を採取した。底泥はエクマンバジを用いて採取した。新鮮堆積物は高さ20cmの塩化ビニル製の円筒を海底面直上2mに10日間設置し、捕集した。

2.2 カラム水槽を用いた浄化対策の模擬室内実験

実験装置の概要を図-1に示す。エクマンバジで採取した底泥をφ約20cmの亚克力製円筒に20cmの高さに充填した。そして、ろ過した港外海水を70cmの高さになるまで静かに流し入れた。

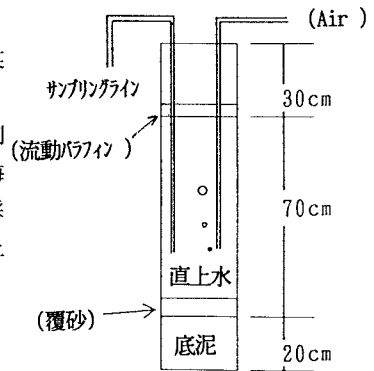


図-1 実験装置の概要

現在の状況、水循環を促進し酸素を供給した状況、覆砂した状況を模擬し、20℃において以下の3ケースについて室内実験をおこなった。ケース①は現状を模擬したもので、流動パラフィンで水面を覆い酸素の供給を阻止した系。ケース②は20 ml/min で大気を用いて曝気し、酸素を補給した系。ケース③は海砂を約10cm厚に被覆し、流動パラフィンで水面を覆い酸素の供給を阻止した系。以上のケースについて、経時的に直上水を採取し、DO、COD_{Mn}、TN、TP、硫化物イオンの分析をおこなった。なお、曝気した実験系では硫化物イオンが気体として逸散することと考えられるので、排気を酢酸鉛溶液に通過させ硫化物イオンの捕集を試みた。

3. 結果および考察

3.1 現地の概要

水温の急激な低下が水深約5m以深で認められた。また、水深5m以深ではDO濃度はほぼ0 mg/l であった。懸濁性成分については、上層でSS濃度が6.2 mg/l 、クロロフィル濃度が65 $\mu\text{g/l}$ であったのに対し、下層ではそれぞれ2.0 mg/l 、23 $\mu\text{g/l}$ であり、下層の方が濃度は低かった。T-N、T-P、硫化物イオンの各濃度に関しては、上層がそれぞれ0.63、0.08、<0.05 mg/l であったのに対し、下層は4.3、0.96、30 mg/l であり、総じて下層のほうが濃度は大であった。

底泥は黒色を呈しており、硫化水素臭が極めて強かった。含水比127%、強熱減量11%、TC23mg/g、TN2mg/g、TP0.5mg/g、硫化物5mg/gであった。

3.2 カラム水槽を用いた模擬実験の結果

現状を模したケース①では実験を開始してから3日後にはDO濃度はほぼ0mg/lに低下した。直上水のDO濃度が飽和濃度に近い条件であった実験開始時から1日経過後までのDO消費速度を計算すると、約3g/m²/日となった。

これに対し曝気をおこなったケース②ではDO濃度はほぼ一定に保たれた。このときのDO供給量は、曝気した大気中に含まれる酸素の海水への溶解効率を5%と仮定すると、14g/m²/日となった。ケース①およびケース②の実験結果を踏まえた試算では、底質によるDO消費分を補うためには、数g～十数g/m²/日のDOの供給が必要であろうと考えられる。

硫化物イオン濃度はケース①では時間と共に増加した。30日を経過した時点でのカラム直上水中の濃度は現場で採取した底層水の濃度に近いものであり、成層化した現地の水循環が極めて小さいことが推察される。

ケース②では常に硫化物イオン濃度は0.2mg/l以下であり、排気中にも硫化物イオンの発生は認められなかった。DO供給が水中の硫化物イオン濃度の上昇を抑制するために有効であることが確認された。

覆砂をおこなったケース③ではケース①に比べてDO濃度の減少は緩やかであり、かつ実験期間中DOは3mg/l以下には低下しなかった。また、硫化物イオンは実験期間中検出されることはなかった。

3.3 新鮮堆積物の性状

実水域では次々に水中懸濁物質が底面に堆積し、また流れにより新鮮堆積物が再懸濁、移動して、常に底泥表面は変化している。したがって、水循環を促進してDOを供給する対策や覆砂を実施するに際しては、水中懸濁物質の堆積状況や底泥表面の状態変化の特徴を考慮した上で、対策諸元を決定する必要がある。

今回の10日間の捕集調査では、新鮮堆積物の海底面へのフラックスは11g-DW/m²/日が得られた。化学性状は、強熱減量24%、T-C88mg/g、T-N15mg/g、T-P1.6mg/g、硫化物5mg/gであった。新鮮堆積物のCN比は6.1であり、一般に植物プランクトンの組成として用いられている Red field ratioに近いものであった。一方、エクマンバージで採取した表層底質のCN比は11.1であり、これは土壌の腐植に近い組成であった。エクマンバージ採取では、底質のごく表面の新鮮堆積物は採取作業時に流失してしまうため、その下層の比較的安定した底質がえられたものと考えられる。今回の調査結果より、水中懸濁物質は沈降する過程で分解を受けるが、海底に堆積した状態でも易分解性有機物質が残存しており、底質表面においてさらにこの易分解性有機物の分解が進むと考えられる。新鮮堆積物に関しては、今後さらに調査を進める必要があるが、底質対策を実施するうえで極めて重要な因子であることがわかった。

4. まとめ

成層化する閉鎖性港湾において、水循環の促進による酸素補給や覆砂が底層水の水質改善に有効であることが室内実験によって明らかになった。

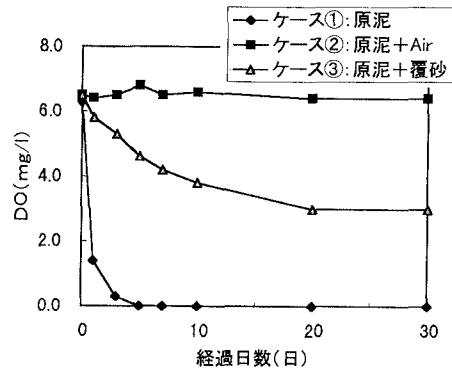


図-2 溶存酸素濃度の経時変化

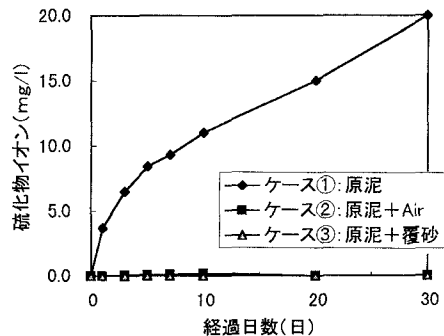


図-3 硫化物イオン濃度の経時変化