

博多湾底質からの窒素, りんの溶出に 関する基礎的研究 (第4報)

高木 雅子¹・山中 栄美²・村瀬 茂世¹
豊福 洋一³・松原 英隆¹

Basic reserch for elution of nitrogen and phosphorus
from sediments of Hakata Bay (part4)

Masako TAKAKI, Emi YAMANAKA, Shigeyo MURASE,
Youichi TOYOHUKU and Hidetaka MATSUBARA

要 旨

博多湾の富栄養化の一因として底質からの窒素, りん等の栄養塩類の溶出が考えられる。そこで博多湾底質からの窒素, りんの溶出速度を得るため第3報に引き続き, 実験条件の設定を行った。今回は溶出実験に用いる海水の深さと溶出時間について検討を行った。

KeyWords : 底質 sediment, 溶出 elution, 窒素 nitrogen, りん phosphorus

I はじめに

閉鎖性海域である博多湾の大きな問題は富栄養化の進行によって赤潮等の様々な障害が起こることである。富栄養化の原因となる栄養塩類は陸域からの河川等による流入, 海域での内部生産, 底質からの溶出等に起因しており, これらは相互に複雑に作用している。閉鎖性海域における適切な富栄養化対策を行うには, 単に栄養塩類などの化学的物質の性状と量を把握するだけでなく, これらの物質の時間的, 空間的な変動速度を定量的に把握し, 海水流動条件を加味した上で生態系モデルによる数値シミュレーション等により, 適切な対応を行うことが必要である¹⁾。従って, まず富栄養化の要因の1つである底質からの栄養塩類の溶出を把握するために4年前より基礎的研究を行っている。

他の海域, 湾においても様々な方法で栄養塩類の溶出について研究されている^{2)~8)}が, 確立された方法はなく, 底質の違いや実験条件によって溶出速度は異なってくる。そこで博多湾の底質における栄養塩類の溶出速度

を室内実験により簡易に求めるため, 実験装置及び実験条件の設定を行った。今回は前回(第3報)⁹⁾の底質の厚さの検討に引き続き, 実験に用いる海水の深さと溶出時間についての検討を行った。

II 実験方法

1. 試 料

1) 濾過海水

博多湾湾口部で採水した海水をガラスフィルター(Whatman GF/C)で濾過し, 実験前に窒素でばっ気し, DO(溶存酸素量)を約1mg/Lに調整したものを用いた。濾過海水に含まれる栄養塩類の化学組成を表1に示す。

表1 濾過海水分析結果

(単位 mg/L)

T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	T-P	PO ₄ -P
0.14	0.01	0.004	0.002	0.010	0.001

1. 福岡市衛生試験所 理化学課

2. 福岡市衛生試験所 理化学課

(現所属: 福岡市下水道局西部水処理センター)

3. 福岡市衛生試験所 理化学課

(現所属: 福岡市東保健所 衛生課)

2) 底 質

博多湾東部のE-6地点でエクマンバージ採泥器にて採取した表層底質(0~20cm)を2mmメッシュのふるいに通したものを底質試料とした。採泥は96年6月

に行った。底質の化学分析値を表2に示す。

表2 底質試料分析結果

乾燥減量 (%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	T-N (mg/kg)	T-P (mg/kg)
60	10	31	1800	600

2. 海水の深さの検討

海水の深さに応じて高さの異なる内径75mmのガラス製円筒形容器に底質試料を10cmの厚さになるように敷き詰め、濾過海水を深さ6.5, 11.5, 16.5cm(300, 500, 730ml)になるように静かに注入した後、疎水性膜とラップフィルムで覆い、酸素濃度5%の恒温室中(20℃)で静置した。一定日数(0, 1, 4, 8, 15, 29日)経過後、DOを測定し、上澄み液を濾過(Whatman GF/C)し、ろ液の全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、全りん、りん酸態りんを測定した。

3. 溶出時間の検討

内径75mmのガラス製円筒形容器に、底質試料を10cmの厚さになるように敷き詰めた。これに濾過海水300mlを静かに注入した後、疎水性膜とラップフィルムで覆い、酸素濃度5%の恒温室中(20℃)で静置した。一定日数(0, 1, 4, 8, 15, 29日)経過後、2.と同様の操作、測定を行った。また、4, 8, 15日間溶出実験を行った後の底質試料には、再度新しい濾過海水を注入し、更に14日間溶出実験を行った。

III 結果及び考察

1. 海水の深さの検討

1) 全窒素の溶出

海水の深さごとの全窒素の溶出結果を図1に示す。この実験期間中のDOはどの深さでも1mg/L前後で安定した。全窒素の溶出量は海水の深さ11.5cmでは29日目まで増加し、6.5, 16.5cmでは15日目までは増加した後減少した。この違いは15日目以降、海水の深さ11.5cmの試料に黄色の藻状のものが発生した影響と思われる。また溶出した窒素の溶出形態は、ほとんどがアンモニア態窒素であった。

海水の深さと溶出量の関係を8日間の全窒素の溶出量でみると、海水の深さ6.5cmでは180mg/m²、11.5cmでは270mg/m²、16.5cmでは230mg/m²となった。また図1より11.5cm、16.5cmはほぼ同じような

傾向を示しているが、6.5cmでは溶出量が少なくなっている。この結果より、窒素については海水の深さは12cm以上必要であることが明らかとなった。

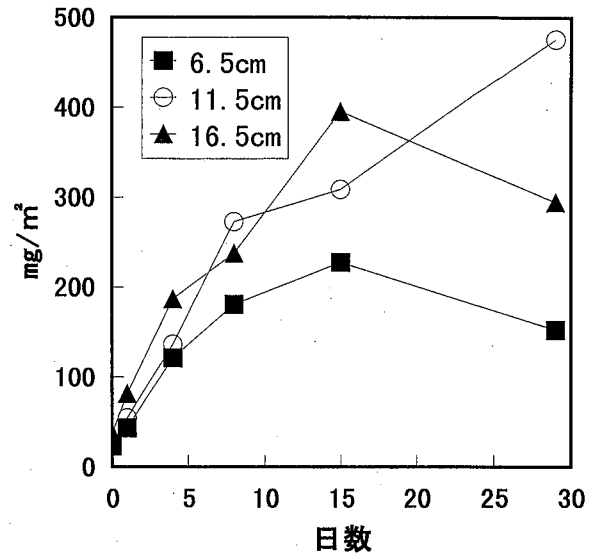


図1 全窒素の溶出結果

2) 全りんの溶出

海水の深さごとの全りんの溶出結果を図2に示す。

全りんの溶出量は海水の深さ6.5, 16.5cmでは15日目までは増加し、その後横這いとなり、11.5cmでは29日目まで増加し続けた。この違いは窒素と同様に黄色の藻状のものの影響と思われる。また溶出したりんのほとんどがりん酸態りんであった。

海水の深さと溶出量の関係を8日間の全りんの溶出量でみると、海水の深さ6.5cmでは22mg/m²、11.5cmでは33mg/m²、16.5cmでは29mg/m²となった。また図2より11.5cm、16.5cmはほぼ同じような

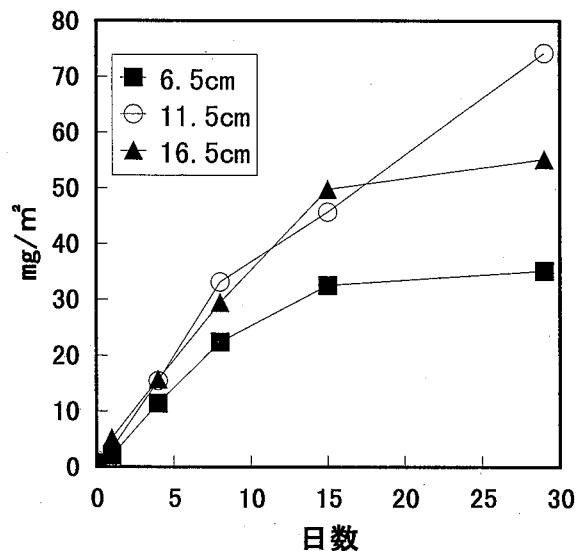


図2 全りんの溶出結果

傾向を示したが、6.5 cm では溶出量が少なかった。この結果より、りんについても窒素と同様に海水の深さは12 cm 以上必要であることが明らかとなった。

2. 溶出時間の検討

1) 全窒素の溶出

1. の実験結果に見られるように8日目以降は溶出時間と溶出量との間に直線関係がなくなることから適切な溶出時間について検討を行った。

図3に全窒素の溶出結果を示す。実験期間中DOは1~2 mg/Lで安定した。窒素の溶出実験を29日間続けると8日目以降は溶出量の増加が緩やかになり、15日目以降は減少した。しかし、4、8、15日目に新しい海水と入れ換えると溶出量は15日目を過ぎても減少せず更に増加した。また4日目に海水を入れ換えた試料のその後14日間の溶出速度は14 mg/m²·day、29日間連続溶出実験の1~15日間の溶出速度は13 mg/m²·dayとほぼ同じであった。

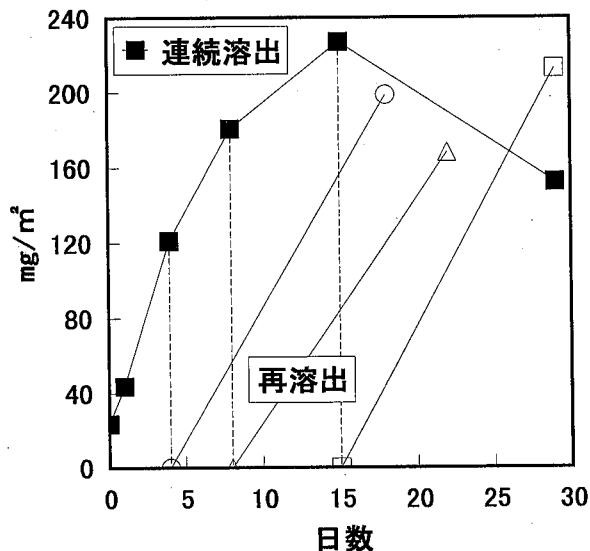


図3 全窒素の溶出結果

2) 全りん

図4に全りん

の溶出結果を示す。りんの溶出実験を29日間続けると8日目以降溶出量の傾きが小さくなり、15日目以降は横這いになった。しかし、窒素と同様に海水を入れ換えると溶出量は15日目を過ぎても更に増加し続けた。また溶出速度については、4日目に海水を入れ換えた試料のその後14日間の溶出速度は2.2 mg/m²·day、29日間連続溶出実験の1~15日間の溶出速度は2.1 mg/m²·dayでほぼ同じであった。

以上の結果から、本研究の様な小さな系において30日間という長期の溶出実験を行うと、生物などの影響により溶出速度が徐々に減少するということが明らかとなっ

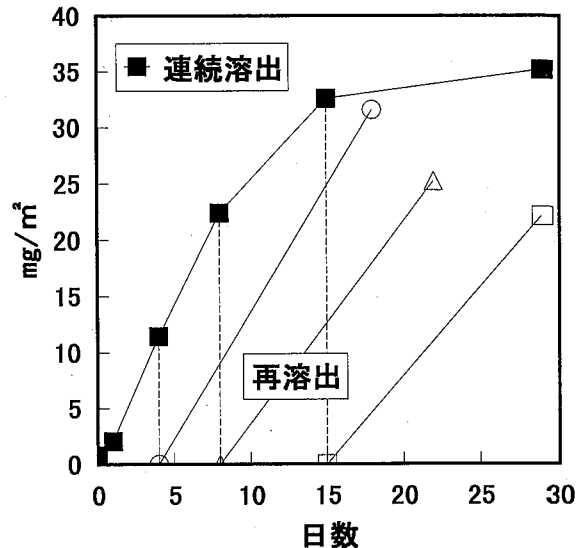


図4 全りんの溶出結果

た。しかし、実際の博多湾では底質中の窒素、りんは一定の速度で溶出していると考えられることから、より正確な溶出速度を得るためには、溶出実験の初期において1日毎に溶出量を測定し、経過時間と溶出量との間に直線関係が認められる範囲で溶出速度を測定する必要があると考えられた。

IV ま と め

海水の深さについての検討では、窒素、りん共に深さ12 cm 以上で溶出速度はほぼ同じになり、溶出実験には海水の深さは12 cm 以上必要であることが明らかとなった。

溶出時間についての検討では、より正確な溶出速度を得るためには、溶出実験の初期において毎日溶出量を測定し、経過時間と溶出量との間に直線関係が認められる範囲で溶出速度を測定することが適当であると考えられた。

今後は、上記の条件をもとに静置状態による溶出実験を行い、温度、DOが窒素、りんの溶出量に与える影響を検討し、またより実際の海底の状態に近い不攪乱採泥を行い比較する予定である。

文 献

- 1) 山下武宣：底質浄化に関する将来展望，底質浄化技術セミナーテキスト，21，30~46（1995）
- 2) 細川恭史，他：栄養塩溶出速度の温度・DO依存性について，港湾技術資料，405（1981）
- 3) 内田唯史，他：内湾におけるCODの予測手法に関する研究—博多湾をモデルとして—，水質汚濁研究，

- 6, 6, 427 ~ 437 (1983)
- 4) 伊澤博文, 他: 広島湾の底泥をめぐる物質の代謝及びその動態的挙動(第2報) — 海底泥からの栄養塩類に及ぼす温度の影響 —, 広島県環境センター研究報告, 5, 72 ~ 76 (1983)
 - 5) 曾田京三, 他: 東京湾の富栄養化に関する研究(その5) 底質からの栄養塩類等の溶出実験結果について, 東京都環境科学研究所年報, 81 ~ 83 (1988)
 - 6) 白柳康夫, 他: 横浜港底質からのリン, 窒素の溶出 — 溶存酸素濃度と温度の影響 —, 横浜市公害研究所報, 15, 57 ~ 65 (1991)
 - 7) 香月幸一郎, 他: 大村湾底質からの栄養塩類溶出試験, 長崎県衛生公害研究所報, 34, 87 ~ 97 (1991)
 - 8) 稲垣卓次, 他: 内湾における水質汚濁の実態について(第4報) — 英虞湾における底泥調査 —, 三重県環境科学センター研究報告, 15, 9 ~ 19 (1995)
 - 9) 高木雅子, 他: 博多湾底質からの窒素, リンの溶出に関する基礎的研究(第3報), 福岡市衛生試験所報, 21, 93 ~ 98 (1996)