

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2報)

高木 雅子¹・常松 順子¹・美山 光雄¹・松原 英隆¹

Basic research for elution of nitrogen and phosphorus from Hakata Bay sediment (part 2)

Masako TAKAKI, Junko TSUNEMATSU,
Mitsuo MIYAMA, Hidetaka MATSUBARA

博多湾の富栄養化の一因として底質からの窒素, リン等の栄養塩の溶出が考えられる。今回は博多湾の底質を用い, 溶存酸素 0 mg/l に近い状態での溶出実験 (攪拌実験及び静置実験) を 60 日間行った。攪拌実験では窒素は 30 日目, リンは 45 ~ 60 日目まで直線的に溶出量は増加した。静置実験では窒素は 30 日目, リンは 20 日目まで直線的に溶出量は増加し, その後は横這いとなった。また 60 日目の溶出量は窒素, リンともに攪拌実験が静置実験の約 2 倍量を示していた。

Key Words: 底質 sediment, 溶出 elution, 窒素 nitrogen, リン phosphorus

I はじめに

博多湾では夏場を中心に湾奥から中部海域にかけてしばしば赤潮が発生する。湾口が狭く閉鎖性水域である博多湾に中小 37 にも及ぶ河川から運び込まれる栄養塩類に加え, 海底に蓄積した多量の栄養塩を含む底質から溶出する窒素, リンが富栄養化を進行させ, 赤潮を助長しているものと思われる。

前年度の報告では, 海底表面から数 m 下の底質を用い, 32 日間の攪拌実験を行った。しかし, 窒素, リンともに溶出量は直線的に増加し平衡状態には達しなかった。従って, 今回は溶出に最も影響のある海底表面の底質を用い, 60 日間の攪拌実験を行った。また, 攪拌実験との比較のため同時に同じ条件下で静置実験も行った。

II 実験方法

1. 試料

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, 実験前約 2 時間ばっ気したものをを用いた。濾過海水に含まれる栄養塩類の化学組成を表 1 に示す。

底質: 博多湾東部の A, B 2 地点で採取した表層底質

(0 ~ 20 cm) を 2 mm 目のふるいに通し, 3000 rpm 15 分間遠心分離したものを底質試料とした。底質の化学分析値を表 2 に示す。

表 1 濾過海水分析結果

(単位 mg/l)

DO	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P
8.95	0.027	0.001	0.002	0.158	0.003	0.01

表 2 底質試料分析結果

	乾燥減量	強熱減量	COD	T-N	T-P
底質 A	47 %	8.8 %	28mg/g	1600mg/kg	580mg/kg
底質 B	63 %	4.5 %	45mg/g	2700mg/kg	740mg/kg

2. 溶出実験

20℃恒温室中で下記の各条件により, 一定日数 (0, 10, 20, 30, 45, 60 日間) 溶出実験を行った後, DO を測定し, 約 30 分静置した後上澄み液を濾過 (Whatman GF/C) した。このろ液の全窒素, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, 亜硝酸態窒素, 全リン, リン酸態リンの分析を行った。

1) 攪拌実験

濾過海水と底質で湿泥 2 W/V % の懸濁液を作り, マ

1. 福岡市衛生試験所 理化学課

ダネットを入れた100mlのふらんびんに封入した。これを自公転スターラーにて攪拌した。

2) 静置実験

攪拌実験と同様に湿泥 2 W/V % の懸濁液を作り、100mlのふらんびんに封入後、静置した。

III 結果および考察

1. 攪拌実験

攪拌実験における窒素の溶出結果を図1、リンの溶出結果を図2に示す。また図には示していないがDOは、初日(0日目)は底質Aで3.8mg/l、底質Bで1.7mg/lであったが、10日目以降は底質A、Bともに

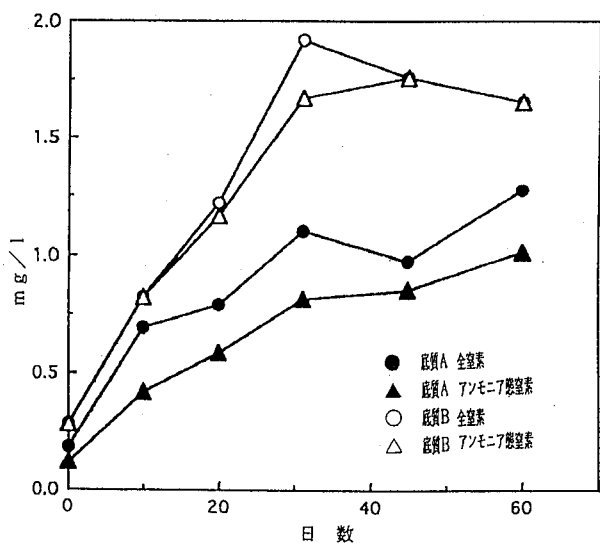


図1 攪拌実験における窒素の溶出結果

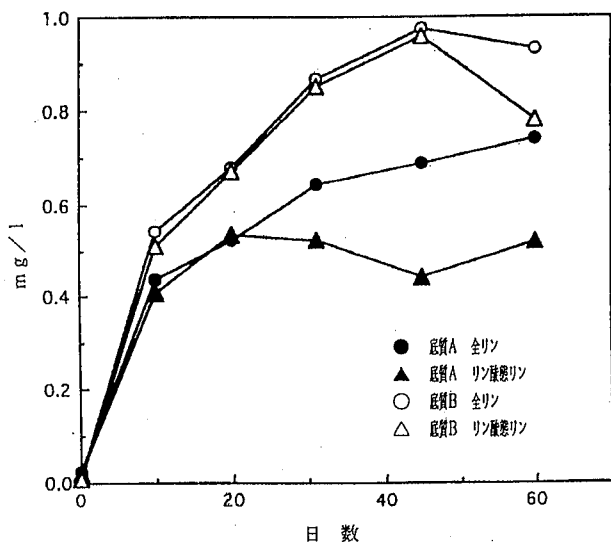


図2 攪拌実験におけるリンの溶出結果

0.1mg/l以下であった。

図1より、全窒素の溶出量は、各底質とも30日目までは直線的に増加したが、それ以後はほぼ横這いとなった。最大溶出濃度は、底質Aが1.28mg/l、底質Bが1.92mg/lであった。アンモニア態窒素の溶出は、全窒素とほぼ同じ傾向を示し、全日数を通して、底質Aでは全窒素中の8割程度を占め、底質Bでは全窒素中のほぼ全量を占めていた。硝酸態窒素と亜硝酸態窒素は、いずれの底質からもほとんど溶出しなかった。有機態窒素の溶出は、底質Aで全窒素の1~2割程度を占めたが、底質Bでは非常に少なかった。これらのことから、溶出する窒素の多くがアンモニア態窒素であることが明らかとなった。

図2より、全リンの溶出量は各底質ともに10日目までは急激に増加し、それ以降も底質Aでは45日目まで、底質Bでは60日目まで増え続けた。また、最大溶出濃度は底質Aが0.73mg/l、底質Bが0.97mg/lであった。実験初期において溶出したリンのほとんどはリン酸態リンであったが、それ以外のリンの溶出が底質Aでは20日目以降、底質Bでは45日目以降にみられ、60日目では底質Aで3割、底質Bでは2割程度であった。

2. 静置実験

静置実験における窒素の溶出結果を図3に、リンの溶出結果を図4に示す。静置実験でのDOの変化は攪拌実験と同様に10日目以降は0.10mg/l以下となった。

図3より、全窒素の溶出量は、攪拌実験と同様、各底質とも30日目までは直線的に増加したが、それ以降はほぼ横這いとなった。最大溶出濃度は、底質Aが0.55mg/l、底質Bが0.79mg/lであり、これらを攪拌実

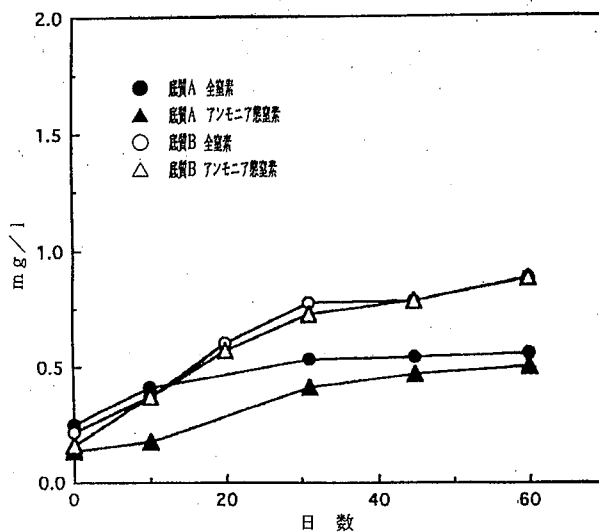


図3 静置実験における窒素の溶出結果

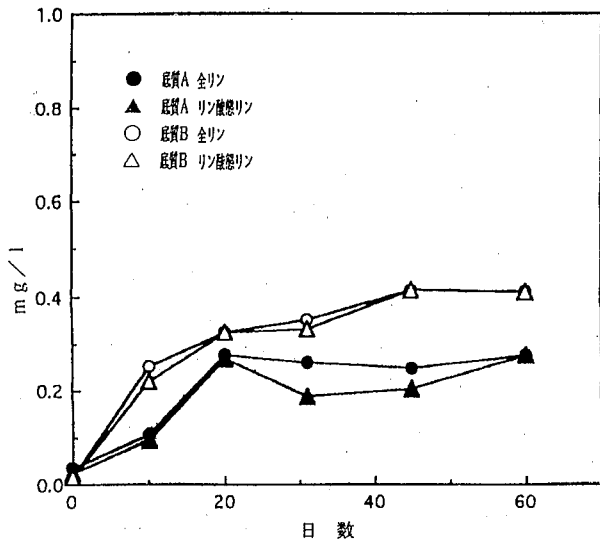


図4 静置実験におけるリンの溶出結果

験における最大溶出濃度と比べると、底質A、Bともに攪拌実験の約40%であった。また、静置実験においても溶出する窒素の多くは、攪拌実験と同様アンモニア態窒素であった。

図4より、全リンの溶出量は、各底質ともに20日目までは直線的に増加しているが、それ以降は攪拌実験と異なりほぼ横這いとなった。最大溶出濃度は、底質Aが0.26 mg/l、底質Bが0.39 mg/lであり、これらの濃度は底質Aで攪拌実験の35%、底質Bで40%であった。また静置実験においても溶出するリンの多くは、攪拌実験と同様リン酸態リンであった。

また底質試料分析結果より湿泥2 W/V%懸濁液中の全窒素、及び全リン濃度を求め、この値と最大溶出濃度とから、全窒素、全リンの溶出割合を求めたものが表3である。ここで溶出割合は(1)式より求めた。

$$\frac{\text{最大溶出濃度}}{\text{湿泥2 W/V\%懸濁液中の全窒素, 又は全リン濃度}} \times 100 \quad (1)$$

この表より、溶出量は底質中の全窒素、全リン含有量に比例し、また、全窒素より全リンの方が溶出しやすい傾向がみられた。

表3-1 溶出実験による全窒素の溶出割合

	底質	湿泥2 W/V%懸濁液中の全窒素濃度	最大溶出濃度	溶出割合
攪拌実験	A	16.8 mg/l	1.28 mg/l	7.6%
	B	19.8 mg/l	1.92 mg/l	9.7%
静置実験	A	16.8 mg/l	0.55 mg/l	3.3%
	B	19.8 mg/l	0.79 mg/l	4.0%

表3-2 溶出試験による全リンの溶出割合

	底質	湿泥2 W/V%懸濁液中の全リン濃度	最大溶出濃度	溶出割合
攪拌実験	A	6.1 mg/l	0.73 mg/l	12.0%
	B	5.4 mg/l	0.97 mg/l	17.9%
静置実験	A	6.1 mg/l	0.26 mg/l	4.2%
	B	5.4 mg/l	0.39 mg/l	7.2%

IV ま と め

溶存酸素0 mg/lの状態における博多湾底質からの窒素、リンの溶出実験を行った結果、溶出量は、窒素、リンともに、攪拌実験が静置実験の約2倍量を示した。ただし、自然界では攪拌実験のような過激な攪拌は起こり得ず、実際の溶出状況は攪拌実験と静置実験の中間的なものになると考えられる。従って、今回のような2種類の溶出試験を行うことにより、閉鎖性水域における底質からの栄養塩の溶出に関する濃度範囲を推定できるものと考えられた。

今後は溶存酸素濃度や、水温等を変化させた実験を行う予定である。

文 献

- 1) 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, 福岡市衛生試験所報, 19, 1994