

博多湾底質からの窒素, リンの溶出に関する基礎的研究

高木 雅子¹・美山 光雄¹・山中 栄美¹
中山 真治¹・松原 英隆¹

Basic research for elution of nitrogen and phosphorus from
Hakata Bay sediment

Masako TAKAKI・Mitsuo MIYAMA・Emi YAMANAKA
Shinji NAKAYAMA and 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。本研究では博多湾底質を用いこれらの栄養塩類の溶出に関する基礎実験(上方攪拌実験及び強制攪拌実験)を行った。上方攪拌実験では窒素, リンともに溶出量が非常に少なかったが, 強制攪拌実験では30日間の溶出期間中窒素, リンともに溶出量はほぼ直線的に増加し, 平衡状態には達しなかった。また, 上層底質と中層底質とのアンモニア性窒素の溶出量を比べてみると, 中層底質の方が多く, リンに関しては上層底質の方が多かった。

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。

底質からの栄養塩の溶出に関する研究についてはいくつかの報告があるが多くは静置状態での溶出実験である^{1, 2)}。しかし博多湾の水深は最深部でも20mであり, 湾奥では5m前後と浅く海流や船舶の航行による境界面の攪拌が考えられる。従って本研究では上方から静かに海水を攪拌する上方攪拌実験と, これとは別に底質攪拌条件下において溶出可能な栄養塩類の量を測定する目的で強制攪拌実験を行った。

II 実験および方法

1. 試料

濾過海水: 福岡市西戸崎地区外海側海岸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: 博多湾東部の航路浚渫にともないグラブ浚渫船により採取した海底表面から0~5m(上層)及び5~10m(中層)の底質を用いた。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 $\mu\text{g/l}$)

NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P
7	2	3	104	5	10

表2 底質試料分析結果

	乾燥減量	強熱減量	COD	T-N	T-P
上層	49%	9.9%	16mg/g	1000mg/kg	440mg/kg
中層	43%	6.6%	12mg/g	490mg/kg	520mg/kg

2. 上方攪拌実験

図1に示すように内径11cm, 長さ23cmのアクリル製パイプの容器を加工し, 上方から攪拌できる装置を作成した。これに底質を3cmの厚さに敷き詰めた後, 濾過海水1500mlを静かに注入し, 装置を密封した。底質を巻き上げないように注意しながら攪拌を開始し, 一定時間経過後に試料水(100ml)を採取し, DO, 硝酸態窒素, 亜硝酸態窒素, アンモニア性窒素, リン酸態リンの分析を行った。また13時間経過後に海水中のDO濃度を下げるために窒素ガスを注入した。溶出実験は20℃の恒温室で行った。

1. 福岡市衛生試験所 理化学課

III 結果および考察

1. 上方攪拌実験

図3に上層底質からのリン酸態リンの溶出結果及びその時のDOを示す。時間の経過及びDOの低下に伴うリン酸態リンの溶出は認められなかった。また海水中に溶出したリン酸態リン濃度は約 $1\mu\text{g/l}$ と非常に低濃度であった。窒素についても同様であった。

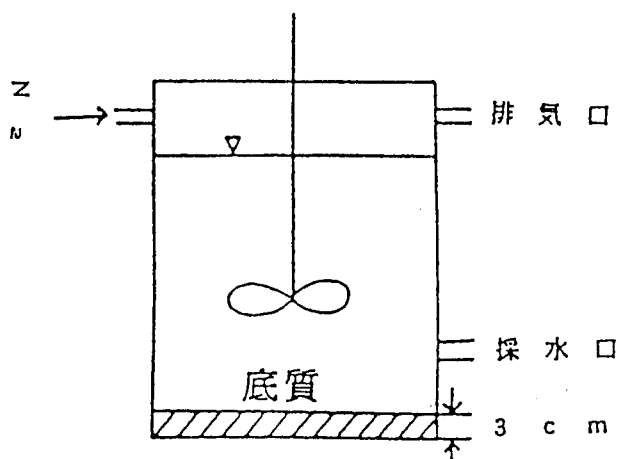


図1 上方攪拌実験装置

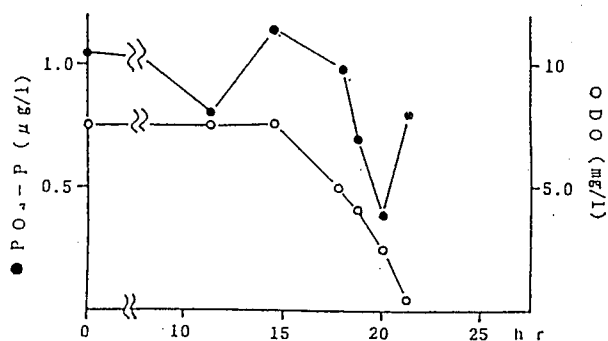


図3 上方攪拌実験による上層底質からのリン酸態リンの溶出結果

3. 強制攪拌実験

濾過海水と底質で2W/V% (湿泥)の懸濁液を作り、空気が混入しないように注意しながらマグネットを入れた100 mlのふらんびんに封入した。(図2)これを恒温室(20℃)中でマグネチックスターラーを用い500r.p.mで攪拌した。一定時間後にふらんびんを取り出しDOを測定後、約10分間静置した。この上澄み液を吸引濾過(Whatman GF/C)し、ろ液の硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア性窒素、全窒素、リン酸態リン、全リンの分析を行った。

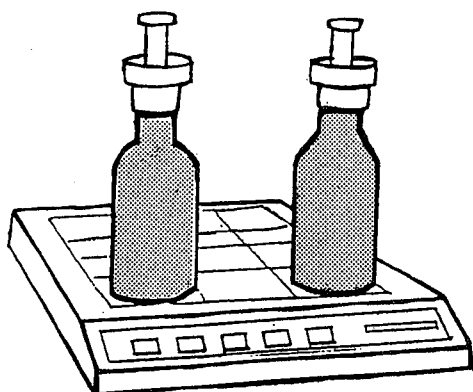


図2 強制攪拌実験装置

2. 強制攪拌実験 (44時間)

上方攪拌実験による栄養塩の溶出量が非常に少なかったため底質を強制的に攪拌して窒素、リンの溶出量を測定した。

図4に上層底質及び中層底質からのリン酸態リンの溶出結果を、図5にアンモニア性窒素の溶出結果を示す。また表3にこの実験におけるDOの変化を示す。

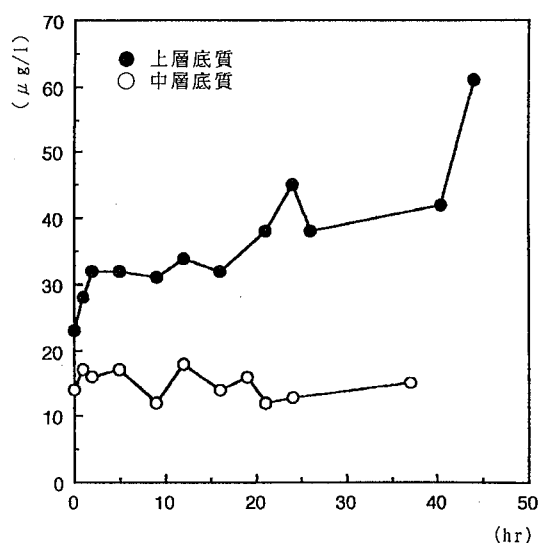


図4 強制攪拌実験によるリン酸態リンの溶出結果

表3 強制攪拌実験におけるDOの変化 (単位 mg/l)

時間 (hr)	0	5	12	21	26	40	44
上層	7.1	5.8	4.7	2.4	2.2	0.33	0.16
中層	7.2	5.0	2.7	0.45	0.22	0.18	0.12

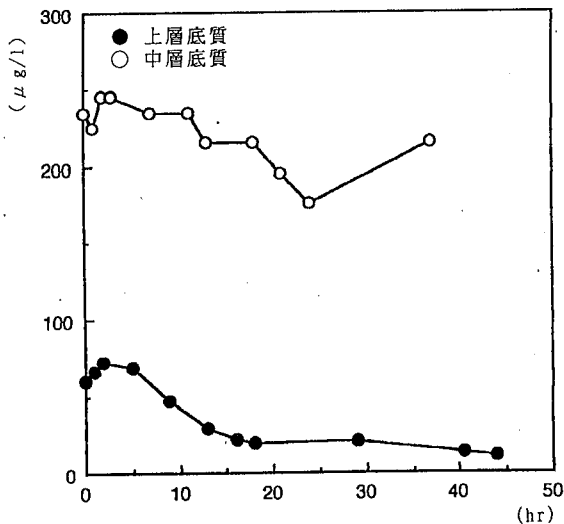


図5 強制攪拌実験によるアンモニア性窒素の溶出結果

図4よりリン酸態リンについてみてみると上層底質についてはDOの低下に伴い溶出が認められたが中層底質については40時間程度では溶出は認められなかった。また中層底質と比較して上層底質の方がリン酸態リンは溶出しやすいことが明らかとなった。ここで表2を見ると底質中の全リンの含有量は中層底質の方が多し。従って、上層底質と中層底質とではリンの化学形態が異なると思われる。

図5よりアンモニア性窒素はいずれの底質においてもDOの低下に伴う溶出はみられなかった。また中層底質の方が溶出量が多いのは底質中の有機態窒素が還元されアンモニア性窒素に変化したためと考えられる。

今回の強制攪拌実験では窒素、リンともに攪拌開始直後に溶出し、その後44時間の溶出期間では更なる溶出は認められなかった。しかし、44時間後の上層底質でリン酸態リンの溶出がみられたので長期間にわたる強制攪拌実験を行った。

3. 強制攪拌実験 (32日間)

図6、図7は経過時間における各態の窒素、リンの溶出状況及びその時のDOを示した図である。試料は上層底質を用いた。

試料溶液のDOは実験開始1日後には0.5 mg/lまで減少した。また、32日間の溶出期間では全窒素、全リンともに溶出量はほぼ直接的に増加し、これ以降もかな

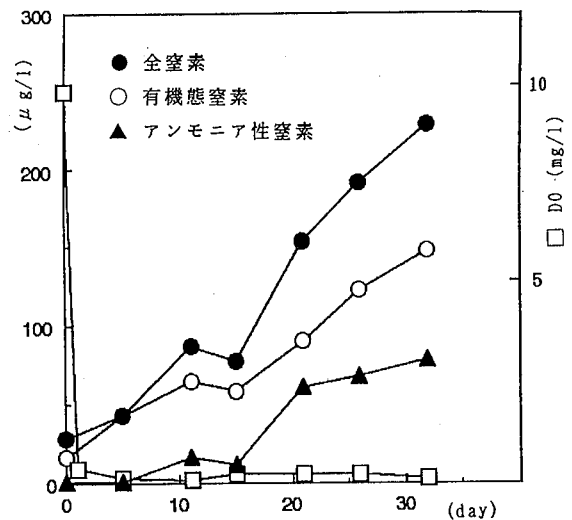


図6 上層底質からの全窒素、有機態窒素、アンモニア性窒素の溶出結果

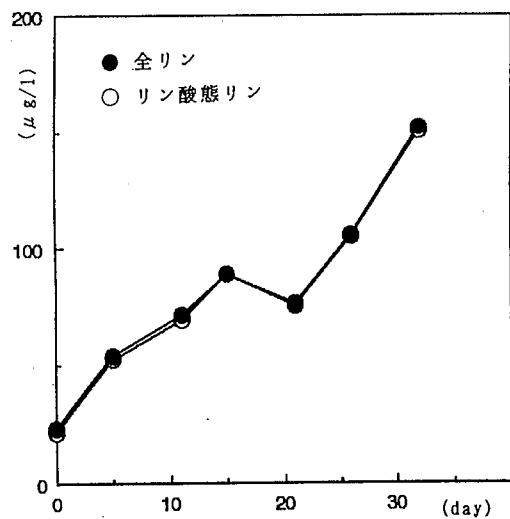


図7 上層底質からの全リン、リン酸態リンの溶出結果

りの量の窒素、及びリンが溶出し平衡状態に達するにはまだかなりの時間を要するものと考えられる。従ってDOが減少したとき、海底底質中の全窒素、全リンが短期間に溶出してしまわないものではないことが明らかとなった。つまり、DOの低い夏場の停滞期においてはその間連続して直接的な溶出がみられるものと考えられる。

次に、窒素、リンの形態別に溶出量を把握してみると窒素では有機態窒素の溶出量が全窒素の溶出量の約70%を占めアンモニア性窒素の溶出量より圧倒的に多いことが明らかとなった。リンに関しては溶出するリン化合物のほとんどがリン酸態リンであった。

また全窒素の溶出量が30日後で228 μg/l、全リン

の溶出量は $152 \mu\text{g}/\text{l}$ であったが、博多湾の海水の窒素及びリンの値（平成5年度）は全窒素で $90 \sim 2200 \mu\text{g}/\text{l}$ 、全リンで $10 \sim 220 \mu\text{g}/\text{l}$ であった。従って底質からの窒素、リンの溶出においては博多湾の富栄養化に及ぼす影響はリンの溶出効果の方が大であると考えらる。

文 献

- 1) 白柳康夫, 他: 横浜港底質からのリン, 窒素の溶出, 横浜市公害研究所報, 15, 1991
- 2) 香月幸一郎: 大村湾底質調査, 九州衛生公害技術協議会, 18, 1992