

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6報)

高木雅子¹・岡隆康²
寺田和光³・山崎誠²・松原英隆²

Basic reserch for elution of nitrogen and phosphorus
from sediments of Hakata Bay (part 6)

Masako TAKAKI, Takayasu OKA, Kazumitsu TERADA,
Makoto YAMASAKI and Hidetaka MATSUBARA

要 旨

閉鎖性海域である博多湾の富栄養化に対する底質の寄与率を把握するため、底質からの窒素・りんの溶出速度の簡易測定方法について検討してきた。本報では混合泥を用いる簡易測定方法で博多湾の多地点における嫌気状態での溶出速度を求め、地点間の溶出速度を比較すると同時に溶出速度と底質成分分析結果、底生動物調査結果とを比較することにより博多湾底質の性状の把握を試みた。

Key Words : 博多湾 Hakata bay, 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富栄養化には河川等から運び込まれる栄養塩類の他に、海底に堆積した底質から溶出する栄養塩類も大きな影響を与えていると思われる。赤潮の対策を行うにはこの栄養塩類の負荷の把握が必要となってくるため、様々な海域で底質からの窒素, りんの溶出について研究されている^{2)~8)}が、溶出量の測定方法は確立されていない。これは底質からの溶出は海域の水質や潮流等の水理的影響、底質の性状や生物相など様々な影響によって異なるため、正確な溶出量を求めることが非常に困難なためである。

そこで第4報までに^{9)~10)}混合泥の静置状態における溶出速度を簡易に測定する方法について検討してきた。

今回はこの簡易溶出実験方法を用いて、博多湾の多地点における嫌気状態での溶出速度を測定し、地点間の溶出速度を比較すると同時に溶出速度と底質成分分析結果、底生動物調査結果とを比較することにより博多湾底質の性状の把握を試みた。

II 材料および方法

1. 溶出実験

1) 試料

底質試料は平成10年6月に博多湾東部海域4地点、中部海域4地点、西部海域3地点、合計11地点で採取した表層底質を2mmメッシュのふるいに通したものをを用いた。また海水は比較的栄養塩類の少ない博多湾湾口

- 福岡市保健環境研究所 環境科学課
(現所属: 福岡市南区 衛生課)
- 福岡市保健環境研究所 環境科学課
- 福岡市保健環境研究所 環境科学課
(現所属: 福岡市下水道局 水質管理課)

表1 ろ過海水分析結果

(単位: mg/L)					
T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	T-P	PO ₄ -P
0.23	0.01	<0.01	0.001	0.007	0.001

部で採水した海水をガラスフィルター（Whatman 社製 GF/C）でろ過し、実験前に窒素でばっ気し、亜硫酸ナトリウムを入れてDOを約 0.1mg/l に調整したものをを用いた。ろ過海水に含まれる栄養塩類の化学組成を表1に示す。

2) 実験方法

底質試料をガラス製円筒形容器（内径 75mm、高さ 265mm）に厚さ 15cm になるように敷き詰め、ろ過海水 500ml を静かに注入した後、時計皿でふたをしたものを実験試料とした。この試料を各地点 10 本ずつ作り、酸素濃度 5% の恒温室中（20℃、暗室）で静置した。一定日数（0,1,2,3,6 日間）経過後、試料を 2 又は 3 本取りだし、直上水中のDOを測定した後、直上水全量をガラスフィルター（Whatman 社製 GF/C）でろ過し、ろ液中の全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、全リン、リン酸態リンを測定し、この濃度より溶出量を算定した。

2. 底性動物調査方法

博多湾の 11 地点において内径 5.5cm の円筒で深さ 10cm の底質を採取し、底生動物の同定を行った。

III 結果及び考察

この溶出実験中のDOはいずれの試料においても 0.2mg/l 以下であった。このときのリンの溶出形態は 95% 以上がリン酸態リンであった。また窒素については 70 ~ 90% がアンモニア態窒素でその他は有機態窒素がほとんどであった。

全リン、全窒素の溶出速度は1日目から6日目までの溶出量から1次回帰によって求めた。図1は博多湾地図上に調査地点と全リンの溶出速度（上段の数値）と全窒素の溶出速度（下段のカッコ内の数値）を示したものである。

全リンの溶出速度は東部海域のE-2、EX-1、EX-2地点で8.9、7.7、7.5mg/m²・dと高い値が得られた。C-10、E-6地点では5.1、5.4mg/m²・dで前記の3地点より若干低い値で、その他のCの3地点およびWの3地点は3.0mg/m²・d（W-7）～3.9mg/m²・d（C-1）の間の低い値であった。

ここで溶出速度と底質の性状との関連を調べるため溶出速度と底質分析結果（表2）を比較すると、全リンの溶出速度が低い値であったW-9地点の底質中の全リンの含有量が720mg/kgと最も高く、溶出速度が最も大きかったE-2地点の全リンの含有量は610mg/kgでさほど高い値ではなかった。このことから明らかなように全リンの溶出速度と底質中の全リンの含有量との間に関連

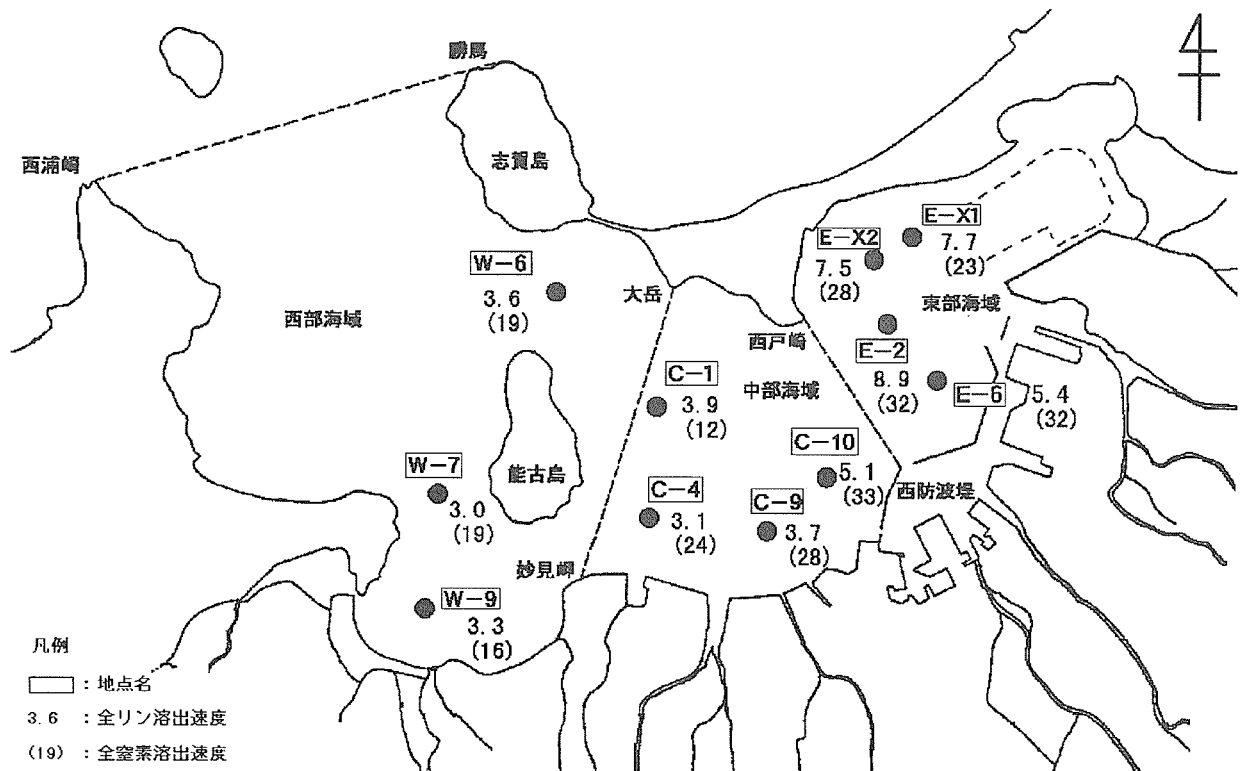


図1 調査地点と全リン、全窒素の溶出速度（単位：mg/m²・d）

表2 底質分析結果

地点名	乾燥減量 (%)	強熱減量 (%)	硫化物 (mg/kg)	有機炭素 (mg/kg)	COD (mg/g)	全リン (mg/kg)	全窒素 (mg/kg)
W-6	35	5.2	40	4.0	8.1	530	710
W-7	30	4.0	21	3.1	6.0	480	540
W-9	53	9.3	71	6.1	16	720	1200
C-1	52	8.3	160	7.0	12	590	1200
C-4	56	11	120	9.2	14	640	1500
C-9	56	10	170	9.0	16	590	1500
E-2	61	10	190	9.1	16	610	1300
E-6	61	13	230	10	16	630	1900
EX-1	65	11	260	11	17	540	1800
EX-2	62	12	190	11	18	550	1700

表3 溶出速度と底質分析結果との単相関係数

	底質分析結果						
	乾燥減量	強熱減量	硫化物	有機炭素	COD	全リン	全窒素
全リンの溶出速度	0.64	0.48	0.68	0.63	0.59	-0.11	0.49
全窒素の溶出速度	0.42	0.38	0.45	0.46	0.40	-0.13	0.41

は全くなく（相関係数：-0.11）、むしろ全リンの溶出速度と相関係数が比較的高かったのは硫化物（0.68）、有機炭素（0.63）、COD（0.58）といった底質の嫌気性と関連のある項目であったことから、全リンの溶出速度には底質の嫌気度が影響を与えているものと推察された。

全窒素の溶出速度については東部海域で大きく西部海域で小さいという全リンと同様の傾向が見られたが、全リンの溶出速度が小さかった中部海域のC-4、C-9地点では、全窒素の溶出速度が東部海域と同程度に大きかった。従って全窒素の方が富栄養化に寄与する範囲が広いことが分かった。

また、全窒素の溶出速度と表2の底質分析項目との関連はあまりみられなかった。ただし、全リンの溶出速度と相関が高かった項目のうち硫化物、有機炭素については全窒素の溶出速度の場合でも比較的相関が高いことから、全窒素の溶出にも底質の嫌気度が影響を与えていると考えられる。

底生動物の調査結果を表4に示す。表4よりE-2、EX-2地点で線虫類の数が多かったが、線虫類は個体が微小なため現存量としてはごく少なかった。また、ケンミジンコ類やニホンドロソコエビ等の節足動物も数多いが小型の個体だった。大型の個体は環形動物の一部と、軟体動物のサルボウであった。以上の底生動物において、窒素やリンの溶出量に影響を及ぼす生物量と考えられるのはなかった。

IV ま と め

博多湾における窒素、リンの溶出には東部海域における底質の寄与率が大きいことが明らかとなったが、この海域は博多湾の表面積の5分の1と狭くしかも水深6m以下と浅いことから、東部海域の底質の嫌気度を改善すれば博多湾の浄化はかなり進むと考えられる。

表4 底生動物調査結果

採取地点		W6	W7	W9	C1	C4	C9	C10	C10	E2	E6	EX1	EX2
採取年月日		1998年 6月15日	6月1日	6月15日	6月15日	6月1日	6月15日	6月1日	11月9日	6月29日	6月1日	6月29日	6月29日
刺胞動物門	イソギンチャク目				1	1	5						
	キセルガヤ科								7				2
扁形動物門	ヒラムシ類								1				
環形動物門	ヒモムシ類			2	4	8		6	5			1	
線形動物門	線虫類	561	306	415	27	100	231	21	114	1,334	102	191	733
星口動物門	ホシムシ類			1							1		
ユムシ動物門	ユムシ類					1	1				1		
腕手動物門	ホウキムシ科					5	1	1	3	1	1	3	3
環形動物門 (多毛類)	ウロコムシ科				1			1		3			
	マサゴウロコムシ										1		
	タンザクゴカイ科					1							
	サンバゴカイ科	2	2	2	1	4	5	5	41	8	6	5	3
										1			
	チロリ科	1				1	2		2	1			
	オトヒメゴカイ科					1							
	ミクロオトヒメ			1				2					
	ゴカイ科		3					2	3		5		
	シロガネゴカイ科									1			1
	イソメ科			1				1			3		
	スゴカイイソメ					1							
	ギボシイソメ科					1	2		1		5	6	2
	ホコサキゴカイ科		15			3					1	1	1
	ミズヒキゴカイ科		3		1		2	3	8	47	12	3	2
	ヒトエラゴカイ科			9	2	2				3			1
	ハボウキゴカイ科									3			
	イトゴカイ科	21	100	29	5	19	29	40	65	24	17	7	3
	スピオ科		11	21				19			13		
	ミミスピオ	4											
	イトエラスピオ	1	2		1		11		101	1		24	
	フタエラスピオ					1	2	1					1
	ミツバナスピオ							2	4				
	エラナスピオ属							1					
	Prionospio spp.	11	3		2	3	36		314	74	5	38	62
	Pseudopolydra sp.	4			2		9		8	1		1	1
	Scoelelepsis sp.	1											
	タケフシゴカイ科	9	24			8	5	7	22	5	2		
	フサゴカイ科										1		
	ツバサゴカイ科			1		1		2	6	1		2	1
	モロテゴカイ科	2				2			1	4			3
	ウミイサゴムシ科	1			4		1	1	1	1			1
	ケヤリ科				1		4						2
	不明種	1	3								6		
棘皮動物門	ナマコ類												2
節足動物門	ダニ類						1	4		4	11	21	45
	カイミジンコ類	3	19	37	43	10	29	2		68	4	20	19
	ケンミジンコ類	40	26	118	64	10	84	8	14	221	29	37	114
	ヨコエビ類						1				4		2
	スガメソコエビ科		3		1	6	2	8	1		2	2	
	Aoridae	2	8	4		22	102	17	1	134	44	3	35
	ドロクダムシ科		4			5		3			3		
	カマキリヨコエビ科	6	6	6		13	14	39			10		
	トゲヨコエビ科			1									
	フトヒゲソコエビ科										1		
	クチバシソコエビ科						1						
	ヒサシソコエビ科	1		7	1								
	ヒサシソコエビ						1	2	1		6		
	ワレカラ科												
	ディアステリス科		1	1						1			
	ポドリヤ科	1	5	3	2	2	1	1	1		2		
	クラゲノミ垂目?				1								
	カニ幼生							1					
	不明種							1					
軟体動物	イガイ科					14	94	1	64	6	2	5	22
	フネガイ科									1		1	
	マルスタレガイ科		8								1		
												1	5
	アサリ												
	オキシジミガイ	2		3	29		1		1	6		2	
	アサジガイ科	2	5	14	17	1	8	2	2	20		2	15
	ハカガイ科	4											
	チヨノハナガイ												
	二枚貝雑貝			2						14		7	3
	巻貝雑貝				2					3			2
分類不明生物		9	5		2		27					1	
	種類数	23	23	19	23	30	33	27	27	30	29	24	28
	合計 (個体数)	689	571	667	209	239	713	192	782	1,998	290	383	1,084
備考					貝殻の破片多い		ホトギスガイの足の糸のマット		多毛類が多い			多毛類が多いが、個体数は少ないが、大型の個体が多い	