

虫明湾カキ養殖場底泥から水中への栄養塩の回帰

藤沢邦康・草加耕司・林 浩志

Released Inorganic Nitrogen Compounds and Phosphate from Sediment
in the Mushiage Bay Oyster Culture Grounds

Kuniyasu FUJISAWA, Koji KUSAKA, and Hiroshi HAYASHI

虫明湾は東西約3.5km,南北1.5kmの閉鎖性の強い小湾である。湾内では、長年カキ養殖が行なわれてきたことから、湾内の海底にはカキの排泄物が多量に堆積していることが考えられる。底質分析結果からも、湾中央から湾奥部にかけて有機汚染の度合いは高い結果が得られている¹⁾。このような底質に加えて、当湾のように閉鎖的な環境下では、水中へのN,Pの補給のうちで底泥からの溶出のはたす役割は大きいと考える。このことから、虫明湾の底泥からのN,Pの水中への溶出速度を把握するため、現場調査を行ない、他の海域との比較を行った。

方 法

1989年5月、8月、11月及び'90年2月の計4回、図1のSt.1~St.4において、図2に示したトラップ容器(径57cm,深さ40cm)を潜水により海底上にセットした。なお、調査定点の水深は、St.1~St.3は約5m,St.4は約7mである。そして、容器の側面(底泥上20cm)からカキ筏上にビニールチューブを導き、容器内の海水を

カキ筏上で注射器により吸引採水し、DIN($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$), $\text{PO}_4\text{-P}$ の設置直後より1~3日後にかけて、経日変化を測定した。そして、 m^2 当たり、1日の変化量を算出し、溶出速度とした。

また、虫明湾外の長島南のSt.15にて、毎月実施している、水中のDIN及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の測定値を湾内との比較に用いた。

結果と考察

海底上をトラップ容器で覆った場合、容器内のDIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ の増加は底泥からの溶出及び容器内の有機物の分解によるものといえる。今回行った調査結果は、この両者を合わせて、底泥からの溶出とした。

測定結果より、虫明湾内4定点での5、8、11及び2月のDIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ の m^2 当たり、1日の変化量(溶出速

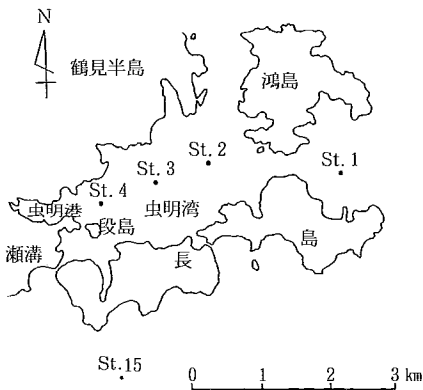


図1 調査定点図

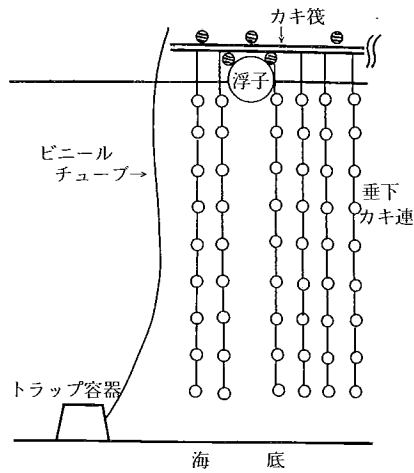


図2 海底上のトラップ容器の設置概念図

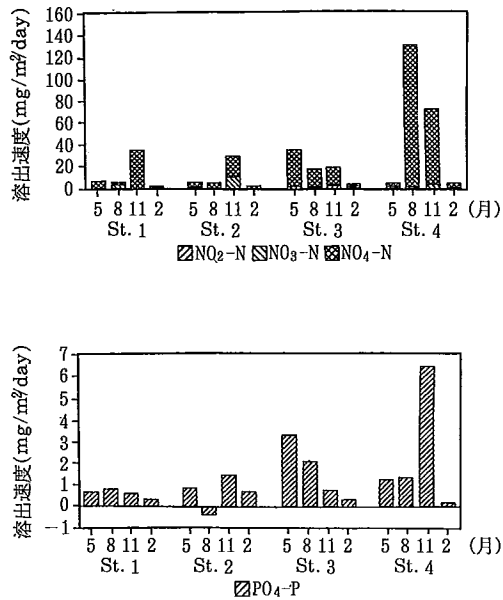


図3 虫明湾(St. 1~4)におけるDIN($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$)及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の底泥からの溶出速度

度)を求め、図3に示した。

DINの溶出速度は、定点間で比較すると、湾奥(St. 3, 4)で高く、特にSt. 4の8, 11月はそれぞれ134.9, 73.1 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ と非常に高い値となっている。また、月別で比較すると、11月はSt. 4の高い値を除くと、20-30 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ で全般的に他の月と比較して高めの傾向にあり、湾奥では、さらに5, 8月にも高い値がみられた。一方、2月の値は、2-6 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ といずれの定点も低い値を示した。溶出してくるDINのうち、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は非常に高く、DINに対する $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合は、全定点平均で79%であり、Nについては、ほとんどが $\text{NH}_4\text{-N}$ の形態で溶出してくるものといえる。

次いで、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出速度は、定点間での比較ではDINと同様にSt. 3とSt. 4の湾奥の定点が高く、St. 4の11月が6.7 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ と飛び抜けて高い値を示した。そして、月別で比較すると5, 8, 11月が2月より高い傾向にある。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出速度は、計算結果で負の値もみられた。容器内の溶存酸素(DO)は、時間の経過とともに減少するが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の負の値のみみられたSt. 2の11月だけは、DOの減少はみられず、容器内の海水が容器外の海水と入れ替わった可能性も考えられる。

他の海域でトラップ容器を海底に沈設して溶出調査を

表1 虫明湾内の底泥からの溶出試験定点での海水中のDIN及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の現存量(単位: mg/m^2)

定点	月	DIN	$\text{PO}_4\text{-P}$
St. 1	5	578	54
	8	1285	237
	11	1104	126
	2	573	191
St. 2	5	808	71
	8	1531	254
	11	1103	121
	2	527	177
St. 3	5	983	84
	8	1940	307
	11	1117	127
	2	473	189
St. 4	5	958	99
	8	1787	288
	11	1246	144
	2	425	203

行った例は少ない。その中の、燧灘でのDINの溶出調査によると、5月では4.0-24.5 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ 、8月では18.2-35.4 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ 、12月では11.1-16.1 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ という結果を得ている²⁾。この結果と比較すると、当湾の結果は湾奥のSt. 1でみられた8, 11月の高値を除くと、同程度かやや少ない値といえる。一方、三河湾では、海底泥をコーサンプラーで採集したのち、上層水に溶出してくるTN, TPの溶出速度について調べられており、これによると、TNは、冬季で30.9 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ 、夏季で53.9 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ であり、TPは、冬季で1.9 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ 、夏季で10.0 $\text{mg/m}^2/\text{day}$ である³⁾。Nについては、これらの値はやや高い傾向にあるが、Pについては、虫明湾とはほぼ同程度といえる。

虫明湾の湾奥(St. 1)と湾口(St. 4)のトラップ容器設置定点及び湾外の浅海定線定点(St. 15)の表層・底層水中のDIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を図4に示した。これによると、DIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ 共に、湾外では周年変化が顕著にみられ、11月が他の月と比べて非常に高い値となっている。一方、湾内は湾外に比べて、全般に高い値を示しており、DINの周年変化はあまり大きくない。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の周年変化は、8月の値が最も高い値となっており、湾外の11月が最も高かったのと比べて異なっている。また、DINのうち、湾外では $\text{NO}_3\text{-N}$ の占める値が高いが、湾内では $\text{NH}_4\text{-N}$ の占める割合が高い特徴がみられた。

底泥からの溶出調査を行った定点での水中のDIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ の表層及び底層(底泥上1m)の平均値を用いて、現存量を計算し、表1に示した。湾口のSt. 1と湾奥のSt. 4とを比較すると、DIN, $\text{PO}_4\text{-P}$ 共に、同程度の値であり、かつ同様な推移を示しているといえる。し

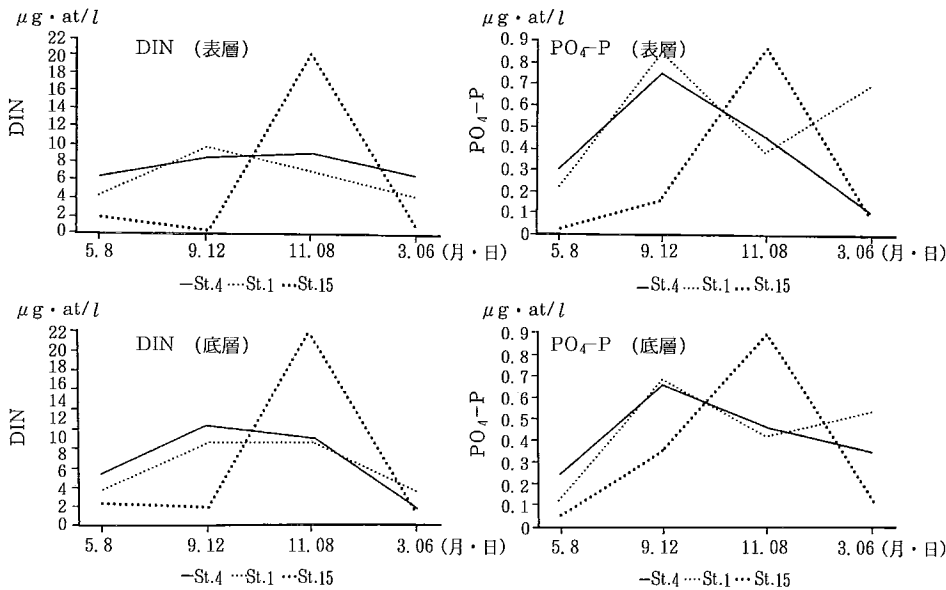


図4 虫明湾(St.1,4)とその周辺海域(St.15)の水中のDIN及び PO_4-P の推移

表2 底泥からの溶出量(1日当たり)の直上海水中の現存量に対する割合

定点	月	(単位:%)	
		DIN	PO_4-P
St. 1	5	1.29	1.27
	8	0.44	0.35
	11	2.96	0.49
	2	0.27	0.18
St. 2	5	0.69	1.29
	8	0.38	—*
	11	2.76	1.28
	2	0.46	0.40
St. 3	5	3.80	4.10
	8	0.95	0.72
	11	1.83	0.63
	2	0.70	0.19
St. 4	5	0.52	1.32
	8	7.55	0.49
	11	5.86	4.66
	2	1.33	0.09

* 計算不能

かし、このSt. 1とSt. 4の底泥からのDIN、 PO_4-P の溶出速度を比較すると、St. 4がSt. 1に比べて、8月、11月にかなり高い値となっている(図3)。すなわち、定点での底泥からの溶出速度がその直上の水中の現存量に反映しているとは言えないこととなる。底泥からの溶出量と水中の現存量との関係について、山田は底泥からの1日のDIN溶出量の水中のDIN現存量に対する割合を算出している。それによると燧灘では最大6.7%の値を

得ている²⁾。当湾について、この割合を試算し、表2に表したが、DINでは0.3-7.5%、 PO_4-P では0.2-4.7%の値となり、他の海域と比べて必ずしも大きくない結果となった。

当湾では、冬季から夏季にかけて、海底上に藻(*Chaetomorpha* sp.)が繁茂しており、海底上をこの藻が完全に被覆している場所がある。N、Pの溶出は抑制されていると考えられる。そうすると、藻の繁茂している場所とそうでない場所とでは溶出速度は異なることが考えられ、その海域の溶出量を推定するには、藻の繁茂状況の把握さらに藻類の存在する海底からの溶出量を測定しなければならない。今後の課題として、藻類の存在する海底からの溶出試験、さらにこの藻が虫明湾内の栄養塩の物質循環に及ぼす影響を検討する必要がある。

要 約

1. 1989年5月、8月、11月及び'90年2月の計4回、虫明湾のSt. 1~4において、海底上にトラップ容器を設置し、その容器内の海水中のDIN(NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N)及び PO_4-P の m^2 当たり、1日の変化量を調べた。

2. DINの溶出量は、湾奥のSt. 4で8、11月に高い値がみられた。一方、2月はいずれの定点でも低い結果を

示した。溶出するDINのうち、そのほとんどが $\text{NH}_4\text{-N}$ であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量は、DIN同様にSt. 3とSt. 4の湾奥の定点が高く、St. 1の11月が飛び抜けて高い値を示した。

3. 底泥からの溶出量の水中の現存量に対する割合は、DINが0.3-7.5%、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が0.2-4.7%の値となった。

文 献

- 1) 藤沢邦康, 小橋啓介, 佐藤二朗, 1987: 虫明湾における養殖カキの成長と環境, 岡山県水産試験場報告, 2, 44-51.
- 2) 山田 久, 1983: 堆積有機物の分解・無機化と栄養塩類の溶出について, 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 東海区水産研究所, 養殖研究所, 南西海区水産研究所, 水産大学校, 218-258.
- 3) 林孝市郎, 1983: 底泥からのNおよびPの溶出速度, 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 東海区水産研究所, 養殖研究所, 南西海区水産研究所, 水産大学校, 73-75.

1) 藤沢邦康, 小橋啓介, 佐藤二朗, 1987: 虫明湾における養殖