

B-5 付着生物が固定する栄養塩類の 定量化に関する研究

渡部 昌治¹・佐藤 恵子^{1*}・○眞田 将平¹・高伏 剛²・山岸 秀樹²

¹国土交通省関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所 (〒221-0053 横浜市神奈川区橋本町2-1-4)

²株式会社東京久栄 環境事業部 (〒333-0866 埼玉県川口市芝6906-10)

* E-mail: satoh-k83bb@pa.ktr.mlit.go.jp

1. はじめに

干潟や浅瀬が広がる大都市圏の沿岸域は、利用上の利便性や防災上の観点から開発負荷が大きく、特に東京湾では高度経済成長期に海岸線の大部分が人工護岸に整備され¹⁾、高い水質浄化機能を有する干潟や藻場が減少したことから、沿岸域における水質浄化が期待できない状況にある。

近年では、人工護岸に囲まれた沿岸域での水質浄化機能の高度化に向け、ムラサキイガイやマガキ等の付着生物を活用した水質浄化手法が注目されており、北九州の洞海湾等での水質浄化実験では一定の成果が挙げられている²⁾。しかし、付着生物の浄化に関する研究は、護岸部から採取される特定種の濾水量、固定量による浄化効果の研究^{2),3),4)}が多く、付着生物出現種全般を対象にした研究や付着基盤を設置した場合の研究は少ない。

そこで、本調査は人工的な付着基材を設置し、基盤へ付着する全ての生物を対象として、1 m²あたりに付着した生物が軟体部に固定する炭素(C)、窒素(N)、リン(P)の量(g/m²) (以下、原単位)を月毎に推定し、付着生物の取り上げによるCNP除去量、すなわち水質浄化効果を検討する際の一助とすることを目的として実施した。

また、併せて主要種に関しては、採取した生物の殻付き湿重量から軟体部のCNP量を算出する関係式を求めた。

2. 調査概要

(1) 付着基盤の出現個体数・乾重量

現地観測は、図-1に示す横浜港湾空港技術調査事務所

(以下、横浜技調)構内において2008年7月25日から2009年2月26日にかけて実施した。2007年度の付着状況実験を基に⁵⁾、7月25日に護岸部から固定垂下方式により、平均水面(C.D.L+115cm)下0.5mを中心に、カキ殻(約5cm間隔で11枚取りつけ)を用いた長さ50cmの人工的な付着基材を護岸に接触しないように20本設置した。その後毎月基盤を引き上げ、平均的な付着状況のカキ殻(以下、付着基盤)を1枚選択し、付着基盤に付着した生物の同定、個体数の計数、湿重量及び乾重量を計測した。

また期間中、海面下0.5mに水温・塩分計(JFEアレック(株)、COMPACT-CTW)、DO計(同COMPACT-DOW)を設置し、10分間隔で水温、塩分、DO(2008年8月1日～10月28日欠測)を測定した(図-2)。

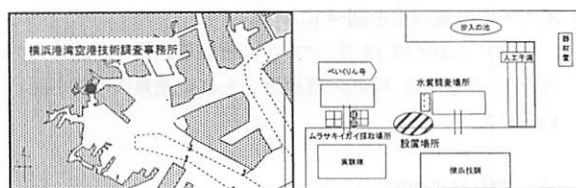


図-1 横浜技調 位置図及び調査地点

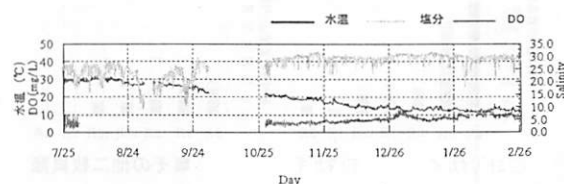


図-2 水質データ(水温、塩分、DO)

(2) CNP 量の推定

2007 年度の実験結果を基に⁵⁾, 付着量が最大となると予測された 9 月 (29 日), 及び調査終了時の 2 月 (26 日) に, 東京湾の主要付着生物種で CNP 含有率の高く, かつ軟体部重量が大きいマガキとミドリイガイ, その他の付着生物を対象に CNP 量を測定した。ムラサキイガイは全期間を通じて生物付着基盤に出現しなかったが, 東京湾の主要種であるため, 2 月に図-1 に示す地点において異なるサイズの 2 群 (t 検定, $P < 0.001$) を採取した。

CNP 分析にあたっては, 採取した付着生物の軟体部を洗浄, 真空凍結乾燥して粉末状にし, C, N は CHN 計で, P は ICP-OES 計で測定した^{6), 7)}。

各月の推定 CNP 原単位は, 簡易的に付着基盤の面積を m^2 換算 (平均殻長約 $8cm=a$, 平均殻高約 $5cm=b$ の楕円とみなし, 楕円の面積 $S=ab\pi/4$ で算出) し, 以下の算式から推定した。

(推定 CNP 原単位 (g/m^2))

$=$ (各月の種毎の軟体部乾重量 (g))

$\times$ (2 月・9 月 CNP 測定値 (mg/g)) / ((付着基盤面積 (m^2)) $\times 1000$)

(3) 殻付き湿重量と軟体部乾重量との関係

主要二枚貝については, 付着基盤の出現個体から 30 個体を上限に殻付き湿重量と軟体部乾重量を計量し, 殻付き湿重量と軟体部乾重量との関係を求めた。

3. 調査結果

(1) 付着基盤の出現個体数・乾重量

付着基盤に出現した生物種 (全 12 種) とその個体数, 殻付き乾重量を図-3 に, ミドリイガイ, マガキ, ムラサキイガイの計量結果を図-4 に示す。

ミドリイガイは 12 月, マガキは稚貝加入個体が認められた 11 月を除き, 時間の経過とともに乾重量の増加が認められた。

(2) CNP 量の推定

9 月, 2 月の付着生物の CNP 分析結果を表-1 に示す。い

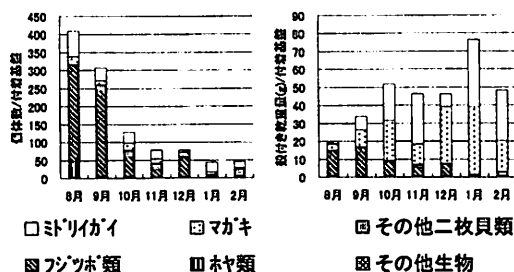


図-3 付着基盤出現種の個体数・殻付き乾重量

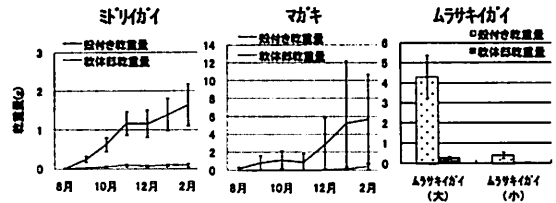


図-4 主要二枚貝の 1 個体当たりの

殻付き・軟体部乾重量 (Mean $\pm$ S. D.)

ずれの種でも CNP 測定値は 2 月より 9 月で高い値を示した。ミドリイガイとその他の生物は, その傾向が顕著であった。

次に, 付着生物の CNP 測定結果 (表-1) から, 2. (2) の算式を用いて原単位を推定した (表-2)。その結果, ミドリイガイ, マガキについては, 9 月の CNP 測定値から算出された原単位 (以下, 9 月原単位) の方が 2 月の CNP 測定値から算出された原単位 (以下, 2 月原単位) よりも高かった。

その他の生物は, 9 月原単位よりも 2 月原単位が高く, 値の差が大きかった。

(3) 殻付き湿重量と軟体部乾重量との関係

主要二枚貝であるミドリイガイ, マガキ, ムラサキイガイについて, 殻付き湿重量と軟体部乾重量との間に図-5 で示す関係式が得られた (最小二乗法: $p < 0.001$)。

また, これらの関係式を基に, 個体数と 1 個体当たりの平均殻付き湿重量から CNP 量を算出する計算式を以下のように導いた。ただし, ミドリイガイ, マガキは 9

表-1 付着生物の CNP 測定結果

項目	9月測定値			2月測定値		
	C	N	P	C	N	P
	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)
ミドリイガイ	496.0	116.0	13.3	455.0	86.5	6.7
マガキ	509.0	111.0	11.3	439.0	109.0	8.5
その他	493.0	113.0	14.1	358.0	85.1	5.3
ムラサキイガイ(小)	-	-	-	462.0	119.0	12.5
ムラサキイガイ(大)	-	-	-	476.0	119.0	16.8

表-2 付着生物の推定 CNP 原単位

時期	項目	種名	単位) CNP: g/m^2							
			8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
9月 原単位	C	ミドリイガイ	0.00	71.85	151.93	170.06	34.64	186.04	126.78	
		マガキ	8.82	31.51	81.40	28.09	68.07	103.42	107.46	
		その他	20.64	22.02	10.14	7.59	7.96	3.62	6.16	
		合計	29.52	125.38	223.49	205.71	130.67	303.08	240.37	
	N	ミドリイガイ	0.00	18.80	35.54	39.77	8.10	46.85	29.84	
		マガキ	1.94	9.87	13.39	9.34	19.21	22.55	23.43	
		その他	4.73	6.05	2.32	1.73	1.82	0.83	1.61	
	P	ミドリイガイ	0.67	26.72	51.26	47.85	29.14	69.23	54.49	
		マガキ	0.00	1.93	4.07	4.86	0.92	5.26	3.40	
		その他	0.20	0.70	1.36	0.65	1.96	2.30	2.39	
2月 原単位	C	ミドリイガイ	0.00	65.91	139.39	156.00	31.70	179.63	116.20	
		マガキ	2.67	22.16	52.86	28.09	75.95	68.19	92.68	
		その他	150.35	160.43	73.89	55.11	57.89	26.39	44.89	
		合計	150.01	253.52	266.24	239.20	165.73	265.41	253.85	
	N	ミドリイガイ	0.00	8.63	20.37	22.60	4.84	46.28	16.99	
		マガキ	1.90	6.75	13.15	6.23	19.88	22.15	23.01	
		その他	27.34	29.17	13.44	10.02	10.55	4.80	8.16	
	P	ミドリイガイ	0.00	0.88	2.06	2.31	0.47	2.96	1.72	
		マガキ	0.15	0.53	1.03	0.49	1.48	1.74	1.80	
		その他	2.23	2.38	1.09	0.82	0.88	0.39	0.66	
		合計	2.37	3.68	4.19	3.61	2.81	4.79	4.19	

※ 0.00 は 0.01g 未満を示す

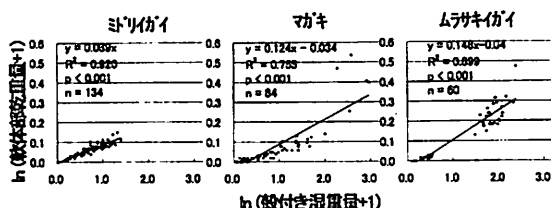


図-5 主要二枚貝の殻付き湿重量と軟体部乾重量の関係

月測定値、ムラサキイガイは2月の2群平均測定値を使用した。式中のNは個体数を、w. w. は1個体当たりの平均殻付き湿重量を示す。

(ミドリイガイのC, N, P 量(g))

$$=NR\{(w. w. (g)+1)^{0.089}-1\}/1000$$

Rは定数(C:496, N:116, P:13.3)

(マガキのC, N, P 量(g))

$$=NR\{(w. w. (g)+1)^{0.124}\exp^{-0.034}-1\}/1000$$

Rは定数(C:509, N:111, P:11.3)

(ムラサキイガイのC, N, P 量(g))

$$=NR\{(w. w. (g)+1)^{0.148}\exp^{-0.04}-1\}/1000$$

Rは定数(C: 469, N: 117.5, P: 14.7)

4. 考察

今回測定したミドリイガイ、マガキのCNP値は、成長途中である9月が成長後の2月よりも高かった。一方、2月時のムラサキイガイの小個体群、大個体群のCNP値に大きな差は認められなかった。このことから、CNP原単位は季節的な影響により値が変化し、冬季には低くなると推察された。磯野⁹⁾は、東京湾のアサリのN摂取量は8月に最高値を、2月に最低値を示すことを報告している。その他の生物は、9月から2月にかけて主要種がフジツボ類からホヤ類に代わっており、生物の構成が一様で無かったため、測定値に大幅な差異が生じたと考えられる。

本結果と併せて、鬼塚ら²⁾の結果からも、東京湾に流入するNP量⁹⁾を除去するには、相当量の付着生物を取り上げる必要があると考えられる。

今回求めたCNP原単位は、海域の特性、付着基盤の設置時期、付着生物構成種、総重量等の様々な要因によって変化するものの、主要種以外の生物を含み、かつ季節的にCNP原単位を推定しているため、付着生物の採取面積からCNP量を推算することが可能になった。また、主要二枚貝3種については、個体数と1個体当たりの平均殻付き湿重量からCNP量を概算することが可能となり、これら二枚貝の個体数と湿重量の記載がある文献や市民活動等による水質浄化量算出の際に活用されることが期待される。

5. まとめと課題

本研究では、東京湾内の横浜エリアにおいて、人工的な付着基材を設置し、付着生物量及び付着生物軟体部のCNP量を測定して付着生物が固定するCNP量の原単位を算出した。これらの結果から、①原単位は季節的な変動があり、9月原単位が2月原単位より高い季節変動がある、②主要二枚貝類の個体数・湿重量を用いたCNP量推算式、という知見を得た。ただし、構成種が変化する場合、原単位が大きく変化することや、本研究が東京湾の横浜エリアを対象として実施していることから、他海域において、この研究によって得られた原単位を活用する場合は留意しなければならない。

今後の課題としては、原単位の汎用性を高めるために、①地点ごとの原単位を求めること、②詳細な季節変動を把握すること、③生息環境として栄養塩類、クロロフィルa等の調査による海域の特性及び原単位との関連性を把握すること、が挙げられる。

参考文献

- 1) 沼田真 風呂田利夫：東京湾の生物誌，pp. 76, 1997.
- 2) 鬼塚剛 柳哲雄 門屋茂 山田真知子 上田直子 鈴木 學：ムラサキイガイ繁殖による洞海湾浄化の試み，海の研究，11(3)，pp. 403-417, 2002.
- 3) 福永和久 芳賀幸雄 尾島啓介 坂田守生：海水レキ間接触法における濾過性動物による浄化，環境工学研究論文集，第30巻，pp. 329-340, 1993.
- 4) 古瀬浩史 風呂田利夫：東京湾奥部における潮間帯付着動物の分布生態，付着生物研究，5(2)，pp. 1-6, 1985.
- 5) 国土交通省関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所：平成19年度 海域発生バイオマスの利活用検討調査，pp. 25-36, 2008.
- 6) 日本海洋学会：沿岸環境調査マニュアル〔底質・生物篇〕5.5.1.1 準拠，1986.
- 7) 環境庁水質保全局水質管理課：環水管第127号(昭和63年編) II. 19 準拠-ICP計測定，1988.
- 8) 磯野良介：東京湾盤洲干潟のアサリによる窒素摂取量の推定とその季節変動に係わる要因，水環境学会誌，21(11)，pp. 751-756, 1998.
- 9) 全国漁業協同組合連合会・株式会社水士舎：平成16年度水産業・漁村の多面的機能支援委託事業報告書，2005.