

【短報】

# 徳島県沿岸海域における外海起源の窒素の割合について

徳島県立保健製薬環境センター

辻 真拓

Proportion of nitrogen originating from open sea in the Tokushima coastal waters

Masahiro Tsuji

Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

## 要 旨

10年間の公共用水域水質測定結果<sup>1)</sup>及び環境省瀬戸内海広域総合水質調査(以下「広域総合水質調査」という。)測定データ<sup>2)</sup>を用いて、測定月ごとの塩分と全窒素(以下「TN」という。)濃度の回帰直線を作成した。その測定月の最大値をとる地点の塩分を外海の塩分とみなし、その値を回帰直線にあてはめ算出されたTN濃度を外海起源のTN濃度(Background濃度)とし、徳島県沿岸海域における外海起源のTN濃度とその寄与率を推定した。その結果、外海起源のTN濃度は約0.12 mg/Lであり、徳島県沿岸海域のTN濃度のうち約70%を占めていた。

Key words : 沿岸海域 coastal waters, 外海 open ocean, 全窒素 total nitrogen, 塩分 salinity

## I はじめに

閉鎖性海域である瀬戸内海の栄養塩類濃度を評価するうえで外海起源のTNの流入の影響は重要であり、その輸送量は陸域起源の負荷をしのぐ大きさであるといわれている<sup>3)</sup>。また、瀬戸内海全体に存在する窒素・りんのうち、外海起源のものが占める割合は、60%以上であるとする報告もある<sup>4)</sup>。これらのことを踏まえ、徳島県沿岸海域における外海起源のTN濃度とその寄与率を推定し、外海からどの程度影響を受けているのかを調査した。

## II 方法

### 1 分析方法

本調査では、武岡ら<sup>5)</sup>のBackground濃度(以下「BG値」という。)の考えに基づいて外海起源のTN濃度とその寄与率を推定した。

公共用水域水質測定結果及び広域総合水質調査の測定データを使用し、図1のように、測定月ごとに各地点の塩分とTN濃度の回帰直線を作成し、これを全ての測定月において実施した。そして、その測定月のうち最大値となる塩分を外海の塩分とみなし、その値を回帰直線にあてはめ算出されたTN

濃度を、その測定月における外海起源のTN濃度(BG値, mg/L)とした。続いて、各地点のTN濃度に対する測定月ごとのBG値の割合を求め、100を乗じた値を算出した。そして、全ての測定月におけるこの値の平均値を、各地点の外海起源の寄与率(%)とした。

なお、公共用水域水質測定では塩分を測定していないため、塩素量(%)に1.80655を乗じて算出した値を塩分とした。

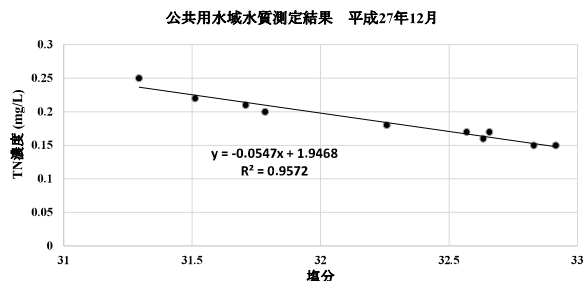


図1 塩分とTN濃度の回帰直線(例)

### 2 調査対象

公共用水域水質測定結果及び広域総合水質調査データのうち、平成24年4月から令和4年3月までの徳島県沿岸海域に係る測定データを対象とした。

なお、使用するデータまたは算出された回帰直線、BG 値について、次の(1)～(4)のいずれかに当てはまるものは棄却することとした。

- (1) 塩分が 30 以上 34 未満から外れるもの
- (2) 塩分と TN 濃度の相関が 0 または正の値のもの
- (3) 回帰直線の危険率 p 値が 0.05 以上のもの (t 検定)
- (4) BG 値が 0 または負の値のもの

### 3 調査地点

徳島県沿岸海域の公共用水域水質測定地点のうち、県北沿岸海域 (st-1, st-2, st-4)、紀伊水道海域 (st-1, st-2, st-3, st-9)、小松島港 (st-3)、橋港 (st-1, st-2) の表層、計 10 点を対象とした (図 2)。

また、広域総合水質調査地点は、紀伊水道 4 地点及び播磨灘 2 地点の表層及び底層、計 12 点 (K01～K12) を対象とした (図 3)。

### III 結果

公共用水域水質測定結果における月別の BG 値及び寄与率を表 1 及び表 2 に示す。採用されたデータ数は 247 (29 ヶ月分) で、測定月ごとの BG 値は 0.041～0.165 mg/L、平均値は 0.117 mg/L であった。また、寄与率は 39.9%～83.3%で、その平均値は 73.8%であった。特に、紀伊水道海域 st-9 の寄与率は 39.9%と平均値を大きく下回った。これは、st-9 が周辺河川の河口に近く、各地点の塩分平均値が 32.0 であるのに対し st-9 は 30.9 と低いことから、外海よりも河川水の影響を受けやすいためと考えられた。

続いて、広域総合水質調査における月別の BG 値及び寄与率を表 3 及び表 4 に示す。採用されたデータ数は 126 (11 ヶ月分) で、測定月ごとの BG 値は 0.075～0.153 mg/L、平均値は 0.119 mg/L であった。また、寄与率は 55.4%～85.9%で、その平均値は 72.5% (表層のみ 71.2%、底層のみ 74.1%) であった。表層と底層の寄与率については、両層で差が見られる地点もあり、K05 及び K06 を除く地点では、表層が底層より

も外海からの窒素供給の割合が低くなる傾向が見られた。

なお、TN 濃度を外海起源と陸域起源のものとの和であると考えると、各地点の TN 濃度は BG 値より高い値となる。しかし、K10 については、TN 濃度の半数以上が BG 値より低い値であったため参考値とした。



図 2 公共用水域水質測定地点

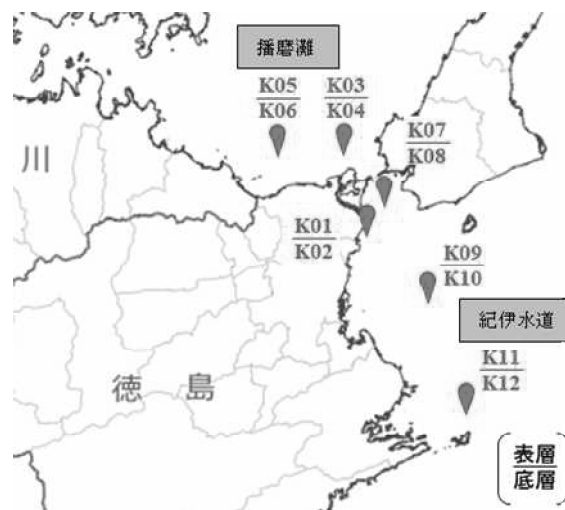


図 3 広域総合水質調査測定地点

図 2, 3 提供元：国土地理院 電子地形図 (基盤白地図)

表 1 測定月ごとの BG 値の結果 (公共用水域水質測定)

測定年	H24			H25			H26		H27			H28	H30			
	4月	6月	12月	2月	4月	11月	3月	12月	1月	10月	12月	12月	1月	2月	5月	11月
BG値(mg/L)	0.097	0.097	0.130	0.090	0.105	0.134	0.130	0.134	0.141	0.151	0.148	0.138	0.138	0.131	0.113	0.150

測定年	R1					R2		R3					R4	平均値
	1月	3月	4月	5月	6月	1月	11月	2月	4月	6月	10月	12月	1月	
BG値(mg/L)	0.165	0.097	0.110	0.041	0.101	0.106	0.111	0.094	0.095	0.138	0.090	0.111	0.116	0.117

表2 各地点の塩分、TN 濃度の平均値及び寄与率の結果（公共用水域水質測定）

	県北沿岸海域			紀伊水道海域			小松島港	橘港		平均値	
	st-1	st-2	st-4	st-1	st-2	st-3	st-9	st-3	st-1		st-2
塩分（無次元）	31.7	31.9	32.2	32.3	32.3	32.3	30.9	31.3	32.2	32.5	32.0
TN濃度（mg/L）	0.160	0.152	0.143	0.150	0.139	0.148	0.329	0.182	0.141	0.143	0.169
寄与率（%）	73.5	77.2	82.0	79.2	83.3	79.1	39.9	65.6	76.6	81.1	73.8

表3 測定月ごとのBG 値の結果（広域総合水質調査）

測定年	H25	H26	H27		H28	H29	H30	R1	R2	R3		平均値
月	10月	10月	7月	10月	1月	1月	10月	10月	11月	1月	7月	
BG値(mg/L)	0.116	0.128	0.153	0.109	0.147	0.146	0.118	0.121	0.075	0.109	0.089	0.119

表4 各地点の塩分、TN 濃度の平均値及び寄与率の結果（広域総合水質調査）

	紀伊水道海域 連番110		播磨灘海域 連番147		播磨灘海域 連番164		紀伊水道海域 連番103		紀伊水道海域 連番98		紀伊水道海域 連番95		平均値
	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	
	K01	K02	K03	K04	K05	K06	K07	K08	K09	K10	K11	K12	
塩分（無次元）	31.11	32.08	31.67	31.90	31.19	31.69	31.87	32.07	32.26	33.37	32.07	33.39	32.05
TN濃度（mg/L）	0.228	0.171	0.179	0.164	0.169	0.179	0.166	0.163	0.150	0.123	0.146	0.135	0.164
寄与率（%）	55.4	70.3	69.3	72.9	71.3	68.0	72.2	73.3	79.4	(83.3)	79.7	85.9	72.5
	( ) 内は参考値										表層寄与率平均値	71.2	
											底層寄与率平均値	74.1	

#### IV まとめ

本調査から次のことがわかった。

- 1 当県沿岸海域における TN の BG 値の平均値は約 0.12 mg/L であり、この寄与率は県内沿岸海域の TN 濃度の約 70%を占めていた。
- 2 紀伊水道海域 st-9 のような陸域に近い地点においては、陸域起源の TN の割合が高く、外海からの寄与は小さかった。
- 3 表層は底層よりも外海由来の TN の寄与率が低くなる傾向があった。

前述したように、瀬戸内海全体に存在する TN のうち、外海起源のものが占める割合は 60%以上といわれているが、本県沿岸海域においてはそれを超える TN が外海から供給されていることが示された。

#### 謝辞

本調査は、令和 4 年度瀬戸内海水環境研究会合同調査「湾灘毎の窒素・リンの起源の把握調査」で実施した徳島県の調査結果をまとめたものである。本調査を行うにあたり、合同

調査を主導していただいた兵庫県環境研究センターの宮崎一氏、調査解析に御指導くださいました国立環境研究所の牧秀明氏、そして、瀬戸内海水環境研究会の皆様に深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 公共用水域及び地下水の水質測定結果（平成 24 年度～令和 3 年度）、徳島県
- 2) 水環境総合サイト（瀬戸内海広域総合水質調査）（平成 24 年度～令和 3 年度）、環境省、  
<https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/mizu/kouiki/dataMap.asp>（2024 年 8 月 20 日現在）
- 3) 藤原建紀，宇野奈津子，多田光男，他：外洋から瀬戸内海に流入する窒素・リンの負荷量，海岸工学論文集，**44**，1061-1065（1997）
- 4) 速水祐一，碓井澄子，武岡英隆：瀬戸内海における窒素・リンの存在量とその長期変動，海と空，**80**，75-78（2004）
- 5) 武岡英隆，村尾肇：窒素，磷の流入負荷量の削減に対する水質の応答，沿岸海洋研究，**34**，183-189（1997）