

北部九州の閉鎖性内湾における水質の季節変化

九州大学大学院総理工 学生会員 ○徳永貴久 学生会員 児玉真史
九州大学大学院総理工 正会員 松永信博
日本文理大学工学部 正会員 樋田操

1. はじめに

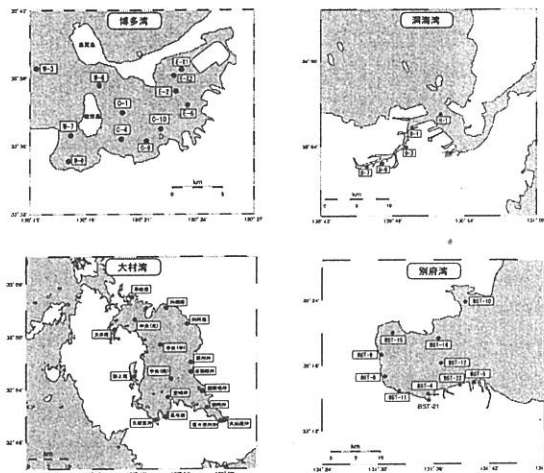
閉鎖性内湾における水質は河川を通しての負荷や内部負荷によって富栄養化状態にあることが報告され、それによって赤潮や貧酸素水塊の発生が顕在化している。各都道府県は公共用水域における水質調査を毎月1回の頻度で実施しており、これまで膨大なデータが蓄積されている。本研究ではそれらのデータを用い、北部九州の代表的な閉鎖性内湾である博多湾、洞海湾、大村湾および別府湾を対象に表層における水質の季節変化を明らかにし、CODに対する各環境要素の影響を重回帰分析により評価した。

2. 解析データ

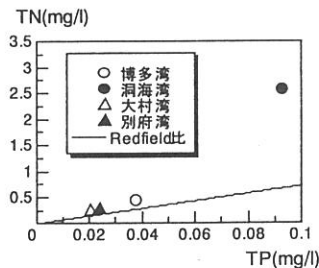
本研究において解析したデータは、各県が所有する『公共用水域及び地下水の水質測定結果』の調査項目のうち、1994～1998年度の表層における水温、COD、TN、TPおよび塩分である。調査地点および観測地点数は図1に示す博多湾：12点、洞海湾：5点、大村湾：17点、別府湾：11点である。また全日射量に関しては気象庁年報を用いた。

3. 解析結果及び考察

図2は5年間のTN、TP濃度の時空間的な平均値を各海域の代表値としてプロットしたものである。この図より、富栄養状態をTNおよびTP濃度で評価すると、洞海湾が最も富栄養化していることがわかる。また、いずれの海域においてもTN/TP比はRedfield比(重量比7.2)より大きく、値が最も大きい洞海湾においては27.6であった。したがって、すべての海域において一次生産に対して窒素が余り、リンが不足している状態にあることが示唆される。図3に各海域における全日射量および水質の季節変化を示す。全日射量および水温はいずれの海域においても8月に最大値を示している。CODは全日射量および水温の上昇に伴って7月または8月で最大となり1.5mg/l～4mg/lの範囲で季節変化していることがわかる。一般的に富栄養化に伴ってCODは大きくなると思われるが、洞海湾は図2に示したように他の海域と比べ最も富栄養化しているにもかかわらず、CODは同程度となっている。DOはいずれの海域においても夏季に減少する傾向がある。また博多湾および洞海湾では夏季にTN濃度は減少し、TP濃度は増加する傾向を示し、大村湾は9月にTN、TP濃度が最大となり、別府湾に関しては季節変化は小さいことがわかる。大村湾においては、



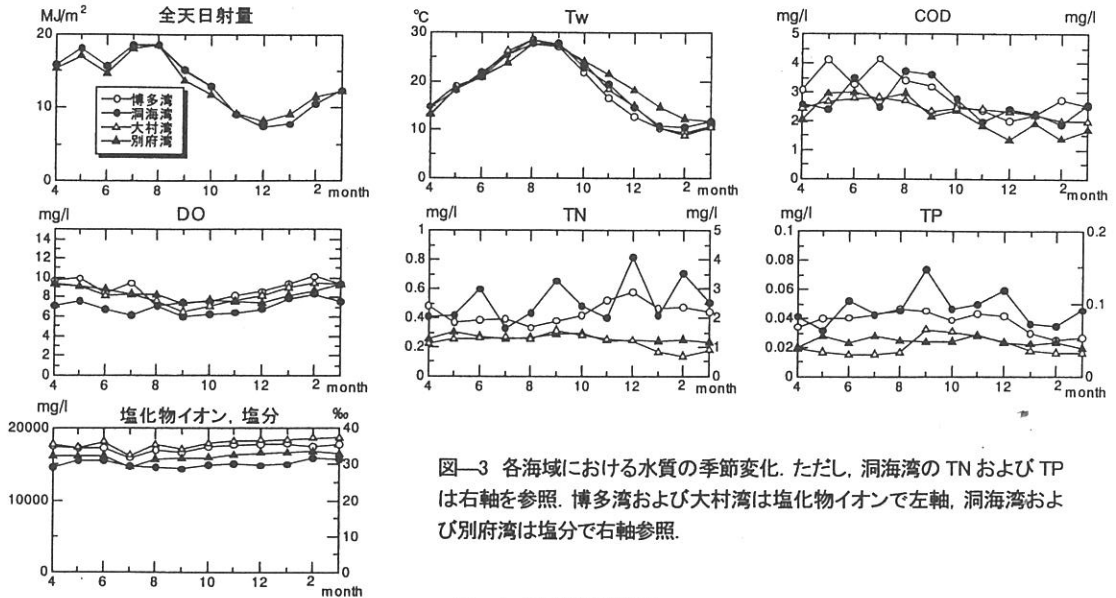
図一 各海域の水質調査地点



図二 各海域におけるTN、TP濃度の5年間平均値

8月から9月にかけてCODは減少しているにもかかわらずTN、TP濃度はそれぞれ0.0583mg/l、0.0156mg/l増加しており、TN/TP比は3.73であった。大村湾では底層で大規模な貧酸素水塊の発生が報告されており¹⁾、成層期における貧酸素化に伴う栄養塩の溶出や河川等からの流入負荷によって9月における表層のTN、TP濃度が増加していると思われる。塩分については、いずれの海域についても7月および9月に濃度が減少しており、河川水の流入の増加が塩分濃度の低下を引き起こしていると思われる。

次に、CODの季節変化に対する各環境要素の寄与を評価するため全日射量、TN、TP濃度および塩分を説明変量とし、重回帰分析を行った。表1に結果を示す。すべての海域で重相関係数が0.8以上であったが、自由度



図—3 各海域における水質の季節変化。ただし、洞海湾の TN および TP は右軸を参照。博多湾および大村湾は塩化物イオンで左軸、洞海湾および別府湾は塩分で右軸参照。

表—1 重回帰分析結果

	全日射量	TN	TP	塩分	切片	重回帰係数	自由度調整済み決定係数	F値
博多湾	0.142	0.812	-8.70	-3.33E-05	6.77	0.938	0.810	12.7
洞海湾	0.0975	0.0863	14.4	-0.0102	0.106	0.825	0.499	3.73
大村湾	-0.00853	6.07	-36.1	-3.76E-05	2.53	0.929	0.784	11.0
別府湾	0.102	8.23	28.9	-0.0375	-0.789	0.883	0.653	6.18

表—2 標準化後の重回帰分析結果

	全日射量	TN	TP	塩分
博多湾	0.834	0.0816	-0.0904	-0.269
洞海湾	0.652	0.104	0.543	-0.0161
大村湾	-0.107	1.11	-0.821	-0.0954
別府湾	0.589	0.297	0.139	-0.0704

調整済み決定係数は洞海湾で約 0.5 とやや小さい値となった。得られた重回帰式を 5% 有意水準で検定すると洞海湾以外の湾で有意であり、洞海湾に関しては 10% 有意水準で有意であった。それぞれの指標を総合的に評価できると COD を重回帰式である程度精度良く表現することができると思われる。次に、データの標準化を行い、同様に重回帰分析を行った結果を表 2 に示す。この表より博多湾および別府湾における COD への寄与は全日射量、大村湾では窒素が最も大きい結果となった。博多湾および別府湾では窒素およびリンの寄与が小さいため全日射量が相対的に大きくなるのではないと思われる。洞海湾に関しては全日射量の寄与が最も大きい、リンの寄与も同程度となっている。この結果および図 1, 2 より洞海湾では一次生産にはリンが制限となる可能性があると思われる。別府湾の COD に対する窒素およびリンの寄与では窒素がリンより大きい。堀口ら³⁾によれば、別府湾における表層の一次生産の制限となっているのは窒素であり、本研究の解析結果と一致している。大村湾については、TN に関する標準偏回帰係数が 1.00 以上となっており、多重共線性を有している可能性があるため

VIF によって検討したがその効果は見られなかった。したがって、大村湾の COD に対する寄与については 9 月での急激な TP の増加が大きく影響しており、その結果 TN に関する標準偏回帰係数が 1.00 以上となり、TP のそれが負の値となったのではないと思われる。

謝辞

本研究は、文部科学省研究費補助金（基盤研究 B (1)）「九州沿岸の環境破壊脆弱性の総合評価に関する研究」(代表 入江 功 九州大学 教授) の助成により行われたものである。ここに、記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 飯塚昭二, 関賢虹: 大村湾における無酸素水塊の形成, 沿岸海洋研究ノート, 第 26 巻, 第 2 号, pp. 75-86, 1989.
- 2) 柳哲雄, 山田真知子, 中嶋雅幸: 洞海湾と博多湾の富栄養化機構の比較, 海の研究, Vol.10, No.4, pp. 275-283, 2001.
- 3) 堀口文男, 寺澤知彦: 低次生態系モデルによる別府湾の水質解析, 資源と環境, Vol.9, No.2, pp. 155-168, 2000.