

博多湾における水質変動

九州大学工学部 学生員 ○笠野 雄一郎 正会員 小松 利光
正会員 中村 由行 学生員 井上 徹教

1. はじめに

博多湾は東西約20km、南北約10km、最大水深22m、面積約140km²の内湾である。志賀島・能古島・海の中道等に囲まれた天然の良港として古くから栄え、古来より、中国大陆・朝鮮半島・東南アジア等の文化、経済、外交の窓口とされていた。現在においてもその役割を十分に果たしつつ、また海洋レクリエーションなどを楽しむ憩いの空間としての役割も非常に大きい。しかし、湾口が狭く閉鎖性が強いために、外海との海水の交換があまり行われず、特に湾奥部での富栄養化が進んでいる。博多湾における水質は季節的、場所的に特徴的な変動をおこすことが指摘されている(井上ら、1995)。そこで本研究では博多湾における水質変動を把握するために行ってきた水質調査についての結果並びに考察について報告する。

2. 調査内容

調査は1992年7月以降、湾内および外海における計14箇所を測定点として、毎月1回大潮の日の満潮時および干潮時に行っている。採水は陸岸より行い、水面下約50cmの位置でポリビンを用いて採水した。測定項目はCOD・水温・塩素イオン濃度・リン酸態リン・アンモニア態窒素・SS濃度の計6項目である。測定地点を図-1に示す。

3. 調査結果

測点毎に、満・干潮時のCOD・ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ・ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の値を平均し、さらに外海・湾口部(測点0,1,13)、湾中央部(測点2,9,10)、湾奥部(測点4,5,6,7)の3地域毎に平均した値と全天日射量の季節変化の様子を図-2に示す。これをみると湾奥部ではCOD・ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ が夏・冬期にピークを持ち、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は冬期にピークを持つことがわかる。湾中央部においてはCOD・ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は湾奥部と同様の傾向を示すが、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は季節的にはあまり変動がない。湾口部においては、CODは1年を通じて変動があまりないが、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は冬期に増加する傾向にある。この図で着目すべき点は、湾口部を除いて $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ・ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が9月に急激に減少し、10月～12月にかけては増加する傾向にあることである。また、湾奥部における $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は8月に極大値をとる。この原因としては底泥からの溶出による寄与が大きいためであると考えられる。

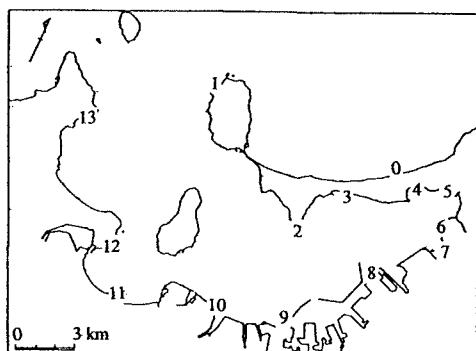
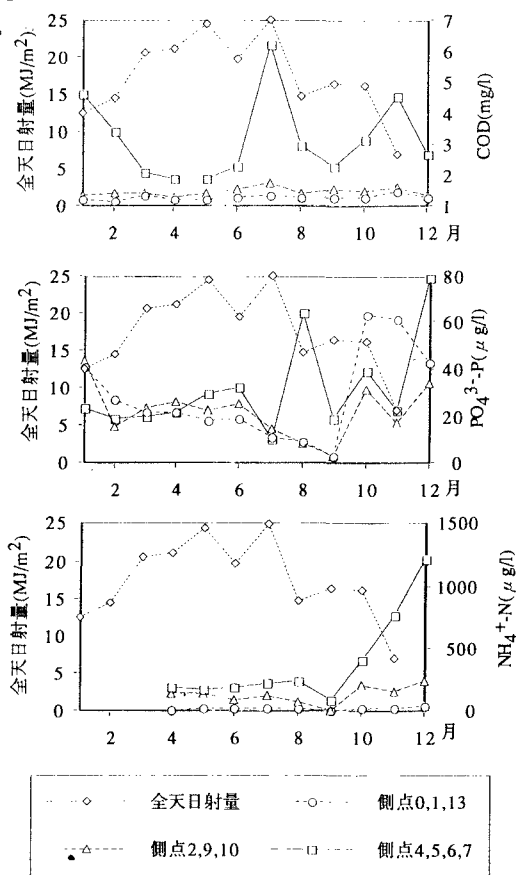


図-1 博多湾全域図(数字は採水測点)

図-2 全天日射量とCOD、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$

4. 解析結果

(1) 相互相関係数

各測点毎に得られたデータを用いて相互相関係数を計算し、場所的な水質変動の傾向を調べることを試みた(表-1 参照)。相互相関計算には、 $COD \cdot PO_4^{3-}P \cdot NH_4^+N \cdot 水温 \cdot 塩素イオン濃度 \cdot 全日射量$ (福岡管区気象台による)を標準化したデータを用いて行っ

た。湾口部においては、特に目立った特徴は見られなかったが、湾奥部・湾中央部においては各測点毎に異なった特徴が見られた。湾奥部においては、 NH_4^+N と $PO_4^{3-}P$ は正の相関にあり、 COD と $PO_4^{3-}P$ は負の相関があった。湾中央部においては、 NH_4^+N と $PO_4^{3-}P$ には正の相関があり、 $NH_4^+N \cdot PO_4^{3-}P$ と水温が負の相関をもつことがわかった。

(2) 主成分分析

各測点毎に主成分分析を行った結果、ほとんどの測点では第3主成分までの累積寄与率が90%以上となった。これより今回測定を行った項目をパラメーターとして用いた場合、博多湾の水質評価に際しては第3主成分までを用いることで十分な評価を行うことが可能であることがわかる(表-2 参照)。湾奥部における第1主成分については、塩素イオン濃度・ NH_4^+N 濃度が大きな因子負荷量を持っていた。これは湾奥部の水質に対しては、河

川等からの流入負荷量が直接寄与していることを表していると考えられる。また、湾中央部においては $PO_4^{3-}P$ 濃度が第1主成分に大きく関与していた。これはリン制限となっている、博多湾の一般的な内部生産の状況を示すものである。

5. 結論

博多湾における水質変動を把握するために、各種水質項目について一カ月毎に観測を行った。その結果、湾内地域毎の水質変動の特性が明らかになった。特に湾奥部では、夏期において底泥からのリンの溶出が増大し、水域に大きな負荷を与えている可能性があることが示された。また、測点毎に各水質項目間の相互相関係数を求めることにより、それぞれの水質特性が得られた。こうして得られた COD と $PO_4^{3-}P$ との間の負の相関は、植物プランクトンの光合成による内部生産を表すものであると考えられる。さらに測点毎に各測定項目をパラメーターとして主成分分析を行った。その結果、湾奥部では河川からの流入負荷量が水質に大きな影響を与えていることが示された。一方、湾中央部では内部生産による負荷が支配的であることが示された。今後はボックスモデルによる解析を行い、純生産量・底泥からのリンの溶出量などを定量的に把握する予定である。

表-1 測点5における相互相関係数

(上三角は満潮時の、下三角は干潮時の値を用いて計算した。)

相関係数	COD	PO4-P濃度	NH4-N濃度	水温	Cl濃度	全日射量
COD	1.00	-0.06	0.58	-0.12	-0.46	-0.30
PO4-P濃度	-0.14	1.00	0.25	-0.03	0.23	-0.35
NH4-N濃度	0.20	0.32	1.00	-0.69	0.01	-0.62
水温	-0.04	-0.10	-0.70	1.00	-0.58	0.37
Cl濃度	-0.43	0.09	0.17	-0.60	1.00	-0.22
全日射量	-0.05	-0.23	-0.52	0.50	-0.24	1.00

表-2 測点6(干潮時)における主成分分析結果

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
固有値	2.860	1.595	1.054	0.402	0.056	0.033
寄与率	0.477	0.266	0.176	0.067	0.009	0.005
累積寄与率	0.477	0.743	0.918	0.985	0.995	1.000
固有ベクトル	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
水温	0.466	0.022	0.584	-0.100	-0.180	0.631
COD	-0.413	-0.378	0.353	0.591	-0.458	-0.046
Cl濃度	-0.220	0.656	-0.375	0.165	-0.456	0.382
PO4-P濃度	-0.004	0.646	0.527	0.283	0.279	-0.383
NH4-N濃度	-0.579	-0.038	0.085	0.035	0.611	0.530
全日射量	0.478	-0.088	-0.329	0.729	0.313	0.160
因子負荷量	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
水温	0.788	0.028	0.600	-0.063	-0.043	0.114
COD	-0.699	-0.477	0.362	0.375	-0.109	-0.008
Cl濃度	-0.372	0.828	-0.385	0.105	-0.108	0.069
PO4-P濃度	-0.006	0.816	0.541	0.179	0.066	-0.069
NH4-N濃度	-0.979	-0.048	0.088	0.022	0.145	0.096
全日射量	0.808	-0.111	-0.338	0.463	0.074	0.029

参考文献

小松利光・中村由行・井上徹教：CODを中心とした博多湾における水質の季節変動、日本水環境学会年会講演集、p132、1995