

長崎港の海水交換について

長崎大学工学部 学生員 ○ 中山 知之
正 員 中村 武弘

1. はじめに

長崎港は、漁業基地また西洋文化の窓口として重要な港であった。今また市活性化の為の再開発計画が進行中であり、市民の港に対する関心は高い。しかし、そのような地域特性にありながら、湾の水質保全に関わるであろう基本的な海水交換特性については不明な点が多い。本研究では長崎港の水質指標の変動特性ならびに海水交換の特性について、長崎県保健環境部が行っている水質観測データを基に考察する。

2. 水質指標の変動特性

長崎県保健環境部では1974年度以前から水質を監視するため、長崎港の5地点で月に一度の定期観測を実施しており、公共用水域水質測定結果¹⁾として測定値を公表している。汚濁物質の流入源はその殆どが河川からの流入と考えられるため、河川流入量の変動と水質の変動とは何らかの関連があると思われる。しかし河川流入量のデータがないため、ここではまず河川流入量が比例すると考えられる降水量と水質指標との相互相関を求めた。用いたデータは1975年度～1990年度までの16年間のもので、観測日間の降水量は長崎県気象月報²⁾より求めた。その一例として観測点(609-02)における降水量と

COD、DOとの相互相関関数をそれぞれ【図-2】、【図-3】に示す。CODは遅れ時間0で降水量と正の相関が見られ、降雨とともに湾内に流入していることが明らかとなった。一方、DOは2カ月の遅れで負の相関がみられる。これも降雨による流入が湾の水質を悪化させていることを示している。

COD、DOとの相互相関関数をそれぞれ【図-2】、【図-3】に示す。CODは遅れ時間0で降水量と正の相関が見られ、降雨とともに湾内に流入していることが明らかとなった。一方、DOは2カ月の遅れで負の相関がみられる。これも降雨による流入が湾の水質を悪化させていることを示している。

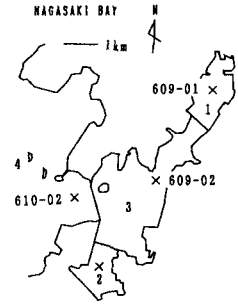
3. 海水交換の特性

長崎港の長期的な海水交換特性を把握するために、宇野木³⁾のボックスモデルを用いて輸送係数(Q_{ij})を求めた。ボックスは地形および測定値点を考慮に入れて【図-1】のように3つに分割した。用いた理論式(1)、(2)を以下に示す。

$$\frac{\partial \bar{C}_i}{\partial t} V_i = \sum_j (\bar{C}_j Q_{ji} - \bar{C}_i Q_{ij}) \quad (1)$$

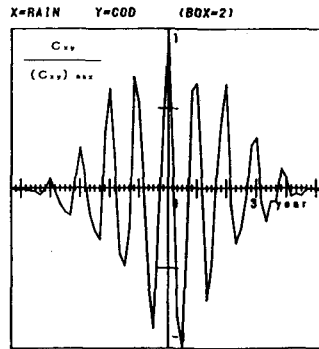
$$R_{ij} = Q_{ij} - Q_{ji} \quad (2)$$

ここに、Cは濃度、Vはボックスの体積、Rは淡水流入量である。

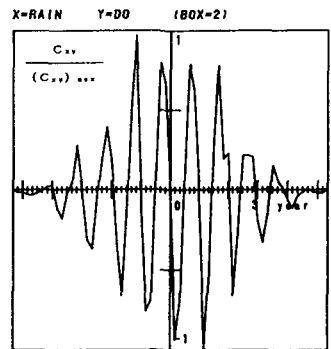


x		観測点
1, 2, 3, 4		ボックス番号

【図-1】長崎港



【図-2】降水量とCODの相互相関

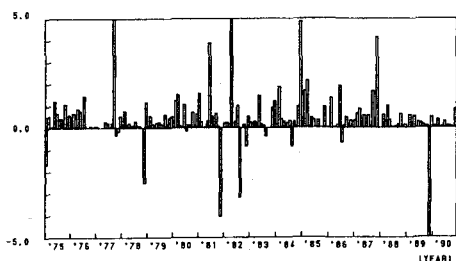


【図-3】降水量とDOの相互相関

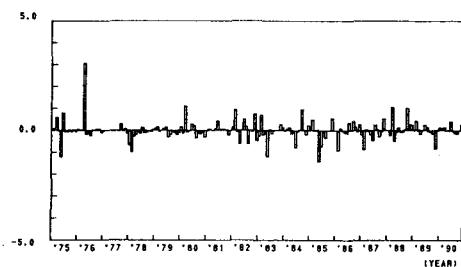
指標物質(C)は保存物質であるCl濃度とした。淡水流入量Rは陸域の集水面積と降水量の積に、蒸発散量を考慮するため係数0.75を掛けて求めた。断面31,断面32,断面43における輸送係数(Q_{31})をそれぞれ【図-4】、【図-5】、【図-6】に示す。

Q_{31} は一般的に負の値をとらないはずであるが、計算結果には負の値が出ている。特に Q_{32} は負の値が半数以上を占めている。これはボックス2と3の濃度差が非常に小さいために起こったと考えられ、かつ Q_{32} の平均値はほぼ0であることを考慮すると、ボックス2と3は一体として取り扱うべきであると考えられる。一方、 Q_{31} 、 Q_{43} に現れている負の値はClデータそのものに問題があったと考えられる。すなわち、測定値は時間的にはある瞬間の値であり、空間的にも広いボックス内の1点の値を代表濃度として用いているため、ここで行ったような1ヶ月単位の時間スケールにおいては多少無理が生じたと考えられる。

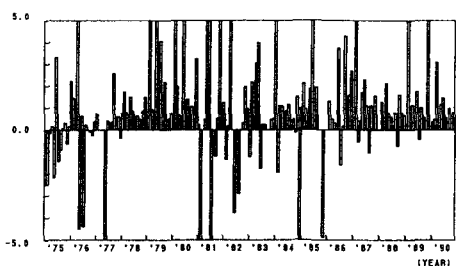
また、 Q_{31} 、 Q_{43} に現れている極端に大きな値は次の理由によるものと考えられる。式(2)では淡水流入量Rはボックス内で混合せずボックス内の濃度 C_i の水を押し出すという仮定、すなわち淡水流入量がボックス体積に比べて小さいという仮定の基に成り立っている。そこで、淡水流入量がボックスの体積に占める割合を調べてみた。ボックス1の淡水流入量とその体積の関係を【図-7】に示す。これより、淡水流入量がボックスの体積を上回っている時期が、全体の約10%もあり、【図-4】と【図-7】を比較すると Q_{31} の大きな値は丁度その前後で起こっていることが分かる。そこで Q_{31} と Q_{43} について、負の値の時と $(R/V) > 1$ の時の値を除いて、平均値を求め、それぞれ約0.5, 約1.8 (km^3/month)を得た。これらの値より滞留時間はそれぞれ約1, 約2 (day)となる。



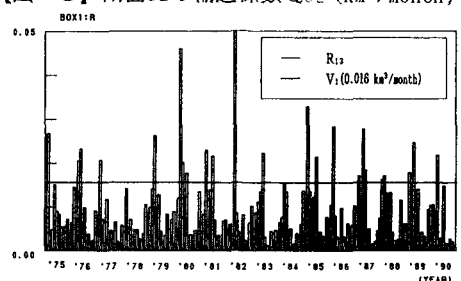
【図-4】断面31の輸送係数 Q_{31} (km^3/month)



【図-5】断面32の輸送係数 Q_{32} (km^3/month)



【図-6】断面43の輸送係数 Q_{43} (km^3/month)



【図-7】ボックス1の淡水流入量 R_{13} と体積 V_1 (km^3/month)

4. 結論

長崎港の湾内水質の月変動は淡水流入量と深く関わっていることが確認された。また、長崎港の海水交換はたいへん良く、その程度は平均滞留時間にして2日程度と推定された。

参考文献

- 1) 長崎県保健環境部：公共用水域水質測定結果, 1975-1990
- 2) 長崎海洋気象台：長崎県気象月報, 1975-1991
- 3) 宇野木早苗・岸野元彰：大局的に見た内湾の海水交流, 第24回海岸工学講演会論文集, pp.486-490, 1977