

— 伊勢湾及び三河湾海水交換水理模型実験 —

運輸省第五港湾建設局

高岡 任二郎・村田 繁
 ○倉田 稔・菅谷 勇
 鹿田 五一

はじめに

伊勢湾周辺地域は愛知、三重、岐阜の3県から成り、人口950万人、生産規模は工業出荷額で19兆円に達する地域であり、これらに対応した社会基盤整備のための伊勢湾の空間利用が望まれている。一方伊勢湾は、海域面積が2,130^{km}と東京湾の約2倍、大阪湾の約1.5倍と広大な水域である反面、外海と通じるのは幅約20^{km}と狭かつ島々が散在するとともに断面積が小さい伊勢湾口を介してのみであり、さらに湾全体の構造が摺鉢状となっており、海水交換が行われにくい閉鎖的な地形となっている。また水深においても平均で17^mと非常に浅く、浅海性内湾となっている。従ってこのような伊勢湾の利用に際しては環境との調和をはかる必要がある。

これらのことから、我々は当局所有の「伊勢湾水理模型実験場」を中心として「伊勢湾環境対策調査」を昭和49年度より実施している。今回本調査の一環として伊勢湾口及び三河湾口での海水交換機構に関する水理模型実験及び現地調査を実施した。以下その概要を水理模型実験を中心に記述する。

1. 伊勢湾水理模型の概要

伊勢湾水理模型は、図-1に示すように三河湾を含めた伊勢湾全域及び湾口沖合約30^{km}迄の海域を対象としており、実寸で49.1^m × 36.0^mの規模であり、また縮尺は水平方向2000分の1、鉛直方向160分の1、時間160分の1の歪模型である。例えば現地で潮差2^m、周期12時間25分の波動は、模型では潮差1.26^{cm}、周期4分40秒の波動として再現される。

図-2 測点位置図

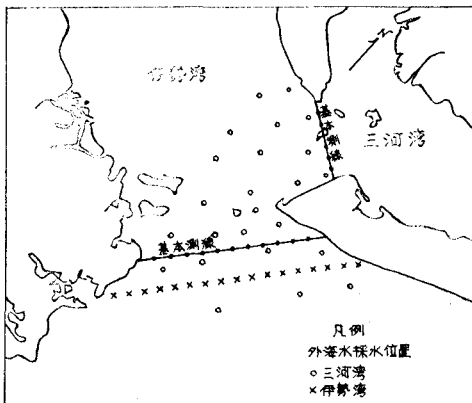
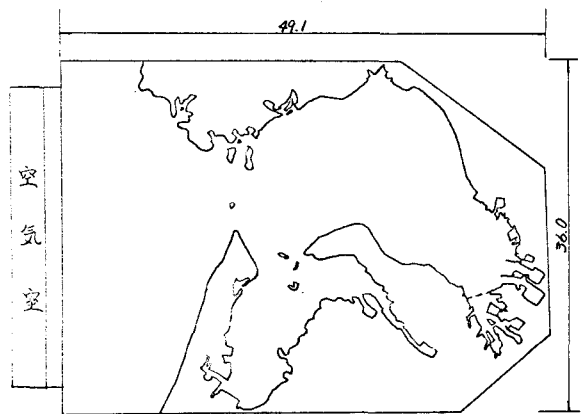


図-1 伊勢湾水理模型平面図



2. 海水交換水理模型実験

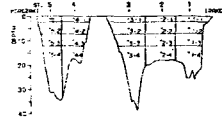
2-1. 測定位置及び測点・測定層

実験対象海域、湾口での基本測線位置及びそこでの測点位置、さらには基本測線に対応した外海域での測点を図-2に示す。また基本測線での湾口断面およびそれに対応した測定層を三河湾口を例として図-3に示す。なお外海域での測定層は平均海面下1^mの1層である。

2-2. 実験方法

図-3 測定断面(三河湾口)

潮汐変動はM6分潮を与え、河川流量は年平均流量(一定)とした。



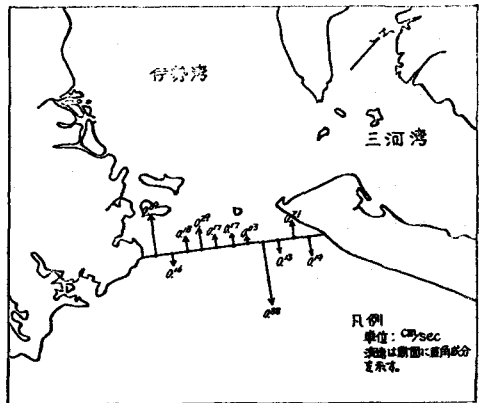
まづ潮流実験は各測点、測定層で超音波式流速計にて2潮汐間測定した。次に海水交換実験は、初期湾内水のトレーサーとして蛍光染料フルオレッセイン・ナトリウム(通称ウラニン)をみたて、湾内水をウラニンで一定濃度(今回の実験では2PPM)とした。そして、あらかじめ起潮しておいて任意の潮汐の満潮時に湾内水と外海水との間に設置されている仕切り板を取り払って実験を開始し、実験開始後8潮汐目(三河湾口では15潮汐目)と55潮汐目における満潮~干潮~満潮の1潮汐間(模型上で4分40秒)の湾口流出入水を14秒間隔で採水するとともに、外海水も同じ55潮汐目、55潮汐目の満潮時、干潮時、再満潮時の3回にわたって、自動採水装置で採水し、これらの採水試料を蛍光光度計で分析して濃度を求めた。

3. 実験結果

3-1. 伊勢湾口

図-4 伊勢湾口恒流図

断面に直角方向の恒流分布図(図-4)を見ると、神島を境として伊良湖よりでは湾外流出の恒流が卓越し、志摩半島よりでは湾内流入の恒流が卓越している。



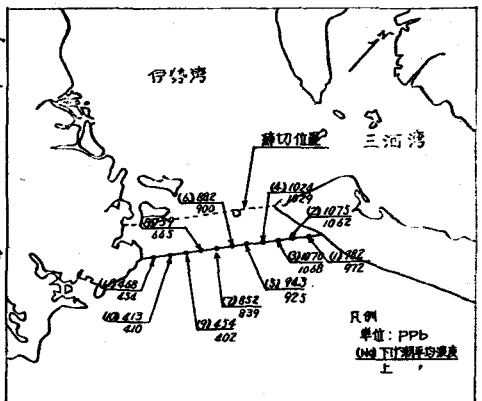
(図-5)は55潮汐目の下げ潮時、上げ潮時の半潮汐間のウラニン平均濃度を表わしている。伊良湖よりでは濃度が高く、志摩半島よりでは低い。これからも伊良湖よりでは海水は流出し、志摩半島よりでは外海水が流入している傾向にあると推察される。ここでは、Denny S. Parker等の理論に従って1潮汐間の海水交換率を次式により求める。

$$\Gamma = \frac{Q_E}{Q_F} = \frac{\bar{C}_F}{\bar{C}_E} \quad \text{但し} \quad Q_F: \text{上げ潮時の全流入量}$$

- Q_E : Q_F 中に含まれる外海水の量
- \bar{C}_F : 上げ潮時の平均塩分濃度
- \bar{C}_E : 下げ潮時の平均塩分濃度
- C_0 : 外海咸の塩分濃度

但し、本実験では前述のように湾内水のトレーサーとしてウラニンを使用している。伊勢湾口全体についての1潮汐間の海水交換率は8潮汐目が21.8%、55潮汐目が19.8%となった。

図-5 伊勢湾口濃度分布図



3-2. 三河湾口

恒流の潮流実験結果を(図-6)に示す。これによると

中山水道では湾外流出傾向の恒流が卓越し、師崎水道では湾内流入傾向の恒流が卓越している。15潮汐目の下げ潮時、上げ潮時のウラニン平均濃度を(図-7)に示している。これによると中山水道では濃度が高く、師崎水道では濃度が低い。これらのごとく中山水道では湾内水が流出し、師崎水道

図-6 三河湾口恒流図

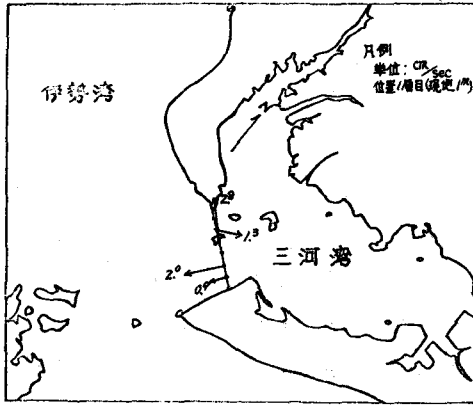
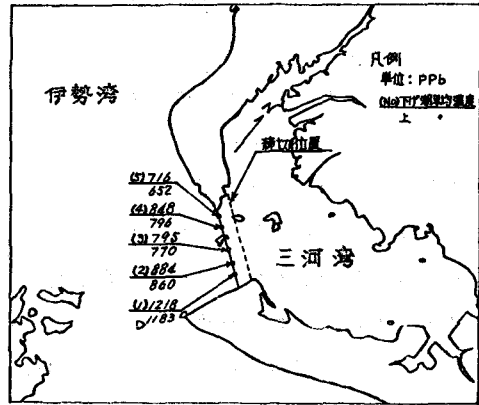


図-7 三河湾口濃度分布図



では外海水が流入している傾向にあると推察される。伊勢湾口の場合と同様に C_0 の理論に従い、潮汐間の海水交換率を計算した。外海域の濃度 C_0 としてここでは三河湾口と外海域との海水交換を考えているため、三河湾口との間の濃度が一様に分布し、且つ均質な水塊を形成し、さらに濃度の時間変化が小さいような外洋域を外海域と考え、これらの中の測点濃度の平均値を C_0 とした。このようにして計算された三河湾口での、潮汐間の海水交換率は、干潮目では 81%、満潮目では 41% となった。

4. 現地調査

4-1. 伊勢湾口

調査は50年1月30日～31日(第1回目)と、2月18日(第2回目)の2回にわたって潮位曲線が正弦波に近い状態で実施した。基本測線においては現地の水深に応じて各測点で層を4～6層に分けて、流向、流速、塩分濃度、水温を測定した。また同時に外海域においても2～4層で潮流、塩分濃度、水温の測定を行った。水理模型実験と同じ考えで海水交換率を求める。断面全体としては、第1回目が17.9%、第2回目が21.0%となった。

4-2. 三河湾口

調査は第1回目は52年11月24日～25日、第2回目53年1月20日～21日と温度成層が形成されなく且つ日潮不等の差が小さい時期を選んで実施した。その結果は第1回目が14%、第2回目が9%とほぼ水理模型実験結果と同様な値が得られた。

おわりに

今回、伊勢湾口、三河湾口での海水交換機構に関する水理模型実験及び現地調査を実施した。今後はこれらの湾口での海水交換機構と湾内水質との関連を検討していくことが必要であろう。