

中国工業技術試験所 正員 ○ 上嶋 英機

田辺 弘道

西村金太郎

1. はじめに

瀬戸内海の廃水拡散、海流現象及び内海の海水交換の研究を大型水理模型を使用し実験的に行う。そのためにまず、模型が原型と相似となるよう基礎実験を行っている。その中で、四季を通じ全体的に支配的である潮汐運動を基礎的に原型と合致させることが先決である。前報⁽¹⁾では模型内水位記録により、その相似性が論じられた。模型の相似性は、水位と流況の両方について確立しなければならない。この報告では、海水交流と拡散過程には、潮流に伴う環流の分布、規模が極めて重要となるため、半日潮における模型内の環流のパターンと大きさを求めた。次に水位記録から倍潮効果を見出し、相似性の精度について検討するために原型と比較した。

2. 実験結果及び考察

模型実験条件を表-1に示す。バルブ開度は循環ポンプ流量を決定し、位相は紀伊からのおくれである。流況は、水面に浮子を通じ連続写真撮影し解析した。

表-1

項目	実験No. 1	2	3
バルブ開度	紀伊豊後開門 35%	紀伊豊後100% 開門 35%	紀伊豊後開門 35%
ダイヤル設定	位相 振幅	位相 振幅	位相 振幅
紀伊(田辺)	0° 3.2 mm	0° 3.2 mm	0° 3.2 mm
豊後(宿毛)	4 2.7	11 3.3	11 3.3
開門(吉母)	122 1.9	122 1.9	122 1.9
周期	281 sec (356×10^{-5} Hz)		

2-1 環流の分布

瀬戸内海全域について行った流況測定結果(流況図)をFig-1に示す。この図は最大の周期間、浮子を追跡したものである。これによると多くの浮子は一朝時たつても元の位置に戻らず、螺旋状に回転し移動する。又、浮子の動きにより環流域と、停滞域とに判別できる。Fig-2は、Fig-1の流況図から模式化した環流のパターン図である。数字は環流の直径を示す。Fig-3aは、岨灘の1周期間に移動する浮子の流況図である。Fig-3bは、瀬戸内海海況調査報告書⁽²⁾にもとずく現地での推定される恒流パターン図である。環流を海域別に見ると、東部海域の大淀湾では、明石海峡からの潮流の出入により、直径が18km程度の時計回りの環流がある。播磨灘では、鳴門から小豆島に向う強い流れの両側に直径16km, 18kmの環流が誘発されているのがわかる。次に中央部海域(Fig-3a)では、岨灘の西部に来島海峡からの流れにより誘発される直径20kmの反時計回りの最も強い環流が見られる。Fig-3bの現地と比較すれば、かなり一致したパターンである。逆に、岨灘東部では西部に対称的に停滞をみな直径14kmの環流がみられ、Fig-3bと比較すれば、回転は逆である。次に西部海域において、伊予灘東部に直径22kmの時計回りの環流が存在する。広島湾南部には直径18kmの反時計回りの環流が存在する。しかし全体的に動きは小さく停滞している。豊後水道においては、佐田岬の南部に、直径24km程度の反時計回りの大きな環流があり、現地資料⁽²⁾から推定したパターンとは逆回転



Fig-1

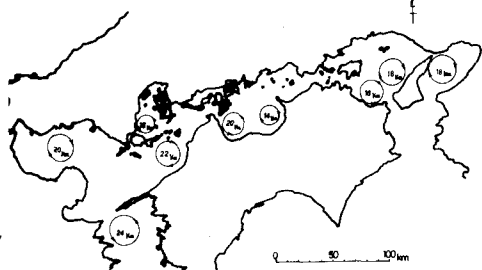


Fig-2



Fig-3a

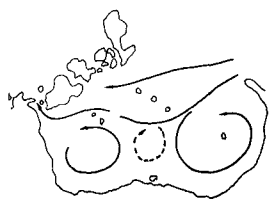


Fig-3b

となっている。以上、全体的に見れば、杉本、樋口らの実験結果と、ほぼ同じパターンを示しているが、環流の大きさからは、当実験の方が、多少小さく出ている。なお、未確認の水域については、全水域の再確認と合わせて綿密に検討していきたい。

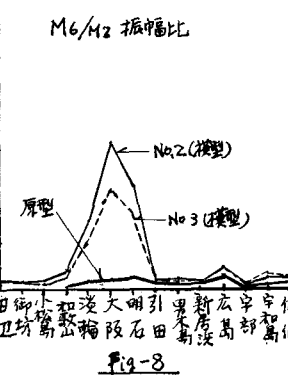
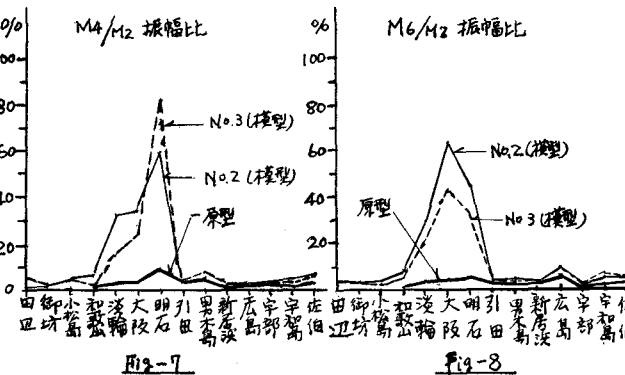
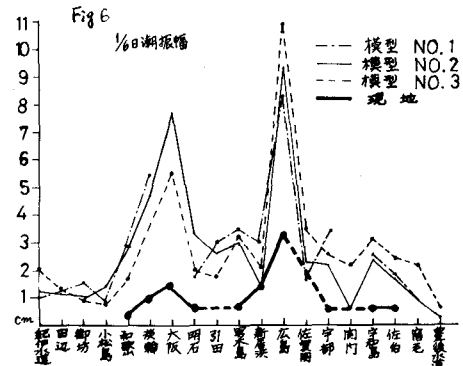
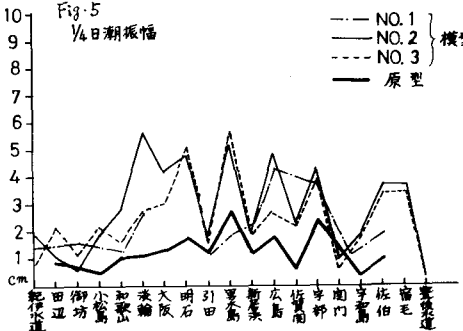
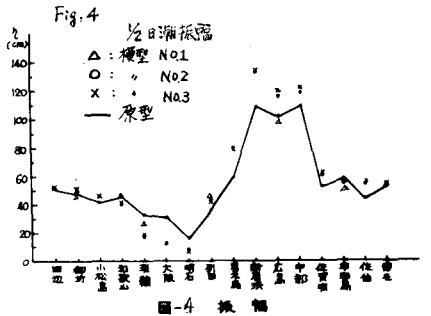
2-2. 潮汐の倍潮効果について

潮汐を長波として見れば、外海から浸入する長波が、瀬戸内海の浅い、複雑な地形の影響を受けて、各水域において独自の変化を示す。例えば、Lamb⁴⁾によると、深さ h の水路の一端に、 $\eta = a_2 \cos \delta_2 t$ なる波が与えられた時に、水路内の任意の点 x には、振幅 $\frac{3.9 \delta_2 a_2^2}{4 (g h)}$ の倍潮成分が生じる。実際には、海底摩擦の影響も加わって、波形は歪み、三角波的な波や、二次的な波を発生する。これらの倍潮 (overtide) は、実際には、天文潮の 2, 3, 4 倍の速度を有するような分潮を発生する⁵⁾。Fig-4 に実験条件 NO.1, 2, 3、で得られた各地点の半日潮の振幅を示す。全体として現地とよく一致しているが、大阪湾内では振幅はかなり小さく、広島湾附近では、逆に大きく出ている。Fig-5 に $\frac{1}{4}$ 日潮振幅を、Fig-6 に $\frac{1}{6}$ 日潮振幅を示す。

$\frac{1}{4}$ 日潮については、原型と分布はよく一致しているが、全体として、模型の振幅が、倍程度大きく出ている。特に大阪湾内では数倍以上大きく、半日潮振幅の 80% にもなる。又広島湾附近、豊後水道では、現地と倍程度の、半日潮との振幅比が得られる。なお、Fig-7 に、半日潮と $\frac{1}{4}$ 日潮の振幅比を示す。

$\frac{1}{6}$ 日潮についても、 $\frac{1}{4}$ 日潮と同様で、現地の分布とよく一致しているが、大阪湾と広島湾については、現地の数倍以上大きく出ている。又、広島湾は振幅は大きい、半日潮も大きく出ているため、半日潮との振幅比は原型と同じ程度である。大阪湾は逆に、半日潮振幅が小さい割に $\frac{1}{6}$ 日潮振幅が大きく、半日潮振幅の 60% にもなる。Fig-8 に、半日潮と $\frac{1}{6}$ 日潮の振幅比を示す。

以上から、大阪湾内では、明らかに模型自体の地形的影響によるものと考えられ、倍潮効果により半日潮のエネルギーが分散し、振幅が減少していると思われる。よって今後、精度を考える上に倍潮効果の程度が一つの目安となるのではないだろうか。



参考文献

1. 宝田地, 土木学会, 第29回年次学術講演会.
2. 瀬戸内海海況調査報告書, 産業公害防止協会
3. 杉本, 樋口, 京大防災研報告才15号B.
4. Lamb, H. (1932) Hydrodynamics 6th edition 281 Cambridge
5. 中野雅人: 潮汐学 古今書院 P.108.