

II-113

外力条件による湾内の流動特性の変化に関する考察

京都大学防災研究所 正会員 馬場 康之

京都大学防災研究所 正会員 今本 博 健

1.はじめに 背後に人口・産業の集積地を抱える我が国沿岸の湾域には、閉鎖性の強い水域が多い。これら閉鎖性水域に対しては、海水交換の促進を目的とした研究活動が精力的に行われている。ここでは、単純な矩形型の湾域を対象とし、流動要因となる外力条件の違いに伴う、湾内の流動特性の変化と、物質移動が受ける影響について考察する。

2.対象領域および検討手法 本研究で対象とした領域は図1に示すような、2m四方の湾域であり、外海とは幅40cmの開口部のみで接続している。水深は全領域において20cmであり、流動要因として作用する外力としては、潮汐のみを考慮している。この領域を対象に、外海側の潮差を段階的に変化させた条件下での数値シミュレーションを実施した。シミュレーションには、水深方向に平均化した水平2次元の運動方程式を用いて、ADI法により計算を行った。強制水位は、外海側境界で与え、潮差を10段階（0.2～2.0cm）に変化させた正弦波を与えている。ここで、内湾の基礎的諸量の一つに（潮差×面積）／（容積）がある¹⁾。本研究の場合には0.01～0.1となる。代表的な内湾においては、秋田湾 0.004、東京湾 0.081、伊勢湾 0.115、大阪湾 0.036、広島湾 0.139であることから、本研究での外力条件の設定が妥当であることが確認される。潮流計算の後、計算された流速場において、Predictor-Corrector法を用いた仮想粒子の追跡を行い、残余率の時間変化を求めた。

3.結果および考察 図2は、仮想粒子の湾内存在量（残余率）の経時変化を示したものである。残余率は指数関数的に減少する傾向をもつが、潮差が小さくなるに従い直線的に減少するようになり、残余率の減滅特性が、外力条件の変化により大きく影響を受けることが確認できる。

図3は仮想粒子の追跡開始から、1、3、5周期後に湾外に流出した粒子の初期配置位置を表したものである。潮差2.0cmの結果については、残差流ベクトルもあわせて示す。残差流ベクトルと、流出した粒子

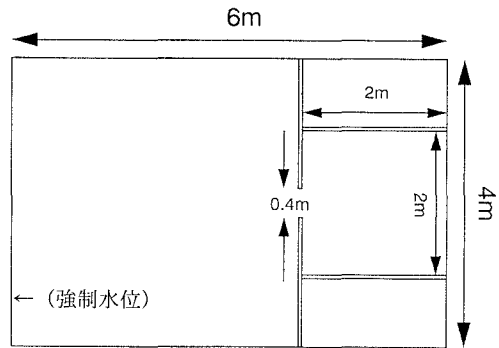


図1 対象領域

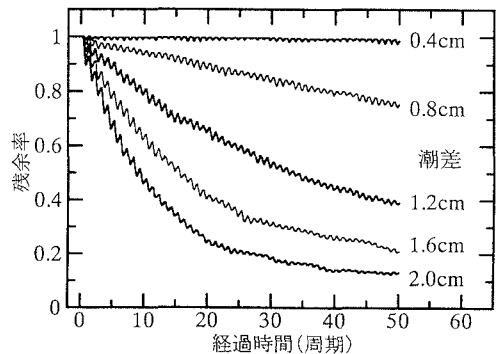


図2 残余率の経時変化

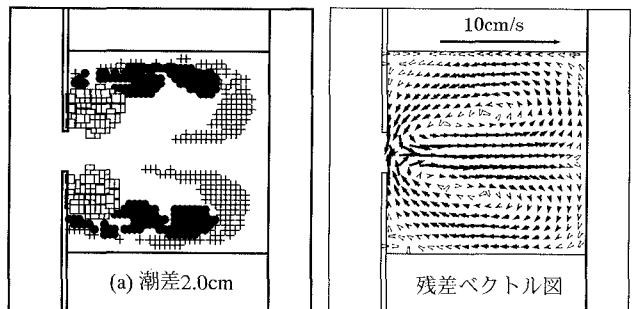


図3 流出粒子の初期配置位置

Keyword：閉鎖性水域・潮汐・数値計算

連絡先：〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖 Tel：075-611-4393 Fax：075-612-2413

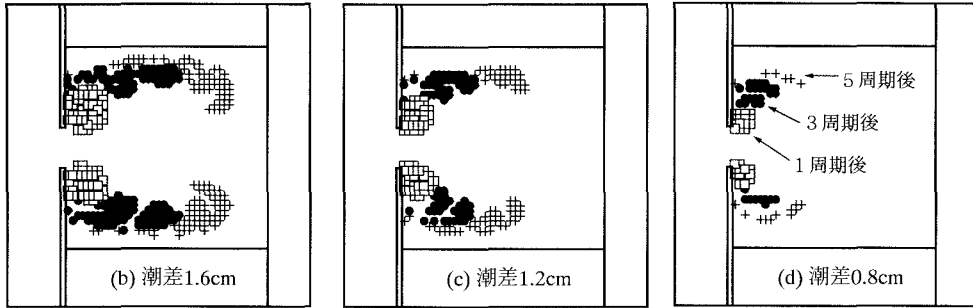


図3 流出粒子の初期配置位置

の初期位置を比較すると、粒子の流出は湾口部から湾の周囲にかけての、残差ベクトルの大きな領域に沿って存在することがわかる。潮差の大きさによって、流出する範囲は大きく異なり、1周期目に流出した領域付近の残差ベクトルの大きさを比較すると、潮差の大きさとほぼ比例するような結果となっている。

次に図4には、湾口部に初期配置された仮想粒子の1、2周期間における平均移動速度と潮差の関係を示している。1周期間の平均移動速度は、潮差と対応して増加する傾向がみられるが、2周期間の平均移動速度と比較すると、

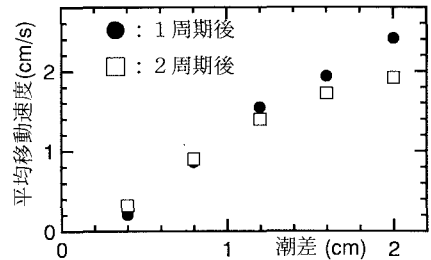


図4 平均移動速度の比較

潮差の大きな場合に1周期間の平均移動速度よりも減少している。これは、潮差の大きな場合には、粒子が2周期間でほぼ湾奥に達し、流入の強いことを表している。図5に、湾内の3測線における残差流の横断方向成分を示す。正の流速は、湾の中心から外側へ向かう流速を表す。湾中央に位置するA-A'においては、総じて値は小さく、潮差 2.0cm の場合には湾の周辺部から中心方向向きとなっている。B-B'、C-C'と湾奥に移動するに従い、潮差の小さいケースはほとんど残差ベクトルは0に等しくなり、流出の盛んな周辺領域への粒子の移動が起らない

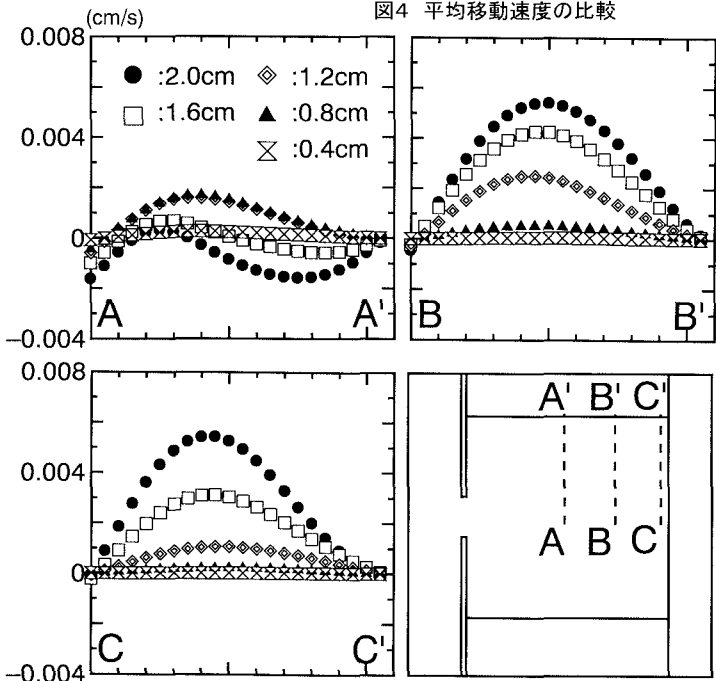


図5 残差流速分布(横断方向成分)

一方、潮差の大きな場合には、中心

から外側向きの大きな残差流が形成されており、潮差 2.0cm の場合には湾奥に近いC-C'においても、強い残差流速が保たれている。潮差が大きく、流入の強い条件の場合には、湾奥境界の影響を受けて中心部から周辺部への強い移動が生じ、湾奥部からの流出が促進されることになる。外力条件が一定以上に大きくなると、誘起される流動特性に、湾域の形状・規模により生じる効果の影響を加えて考慮する必要がある。

参考文献：1) 國松・村岡：河川汚濁のモデル解析，技報堂出版，1989。