

京都大学防災研究所 正員 今本博健

京都大学防災研究所 正員 石垣泰輔

京都大学防災研究所 正員 馬場康之

大 阪 市 正員○田中一也

1.はじめに

沿岸海域における数潮汐周期以上の物質の輸送や広がりに対しては、往復流である潮流よりも、微弱ではあるが一方向に流れる残差流の果たす役割の大きいことが知られている。通常用いられる残差流は定点における半日(12時間25分)あるいは1日(24時間50分)の測流結果の平均値として求められるオイラー的な量である。一方、物質の移動はラグランジュ的な現象であり、水粒子の運動に着目した議論が必要とされる。本報告では、大阪湾内の残差流について、ラグランジュ的な視点から検討することを目的とし、大阪湾水理模型(水平縮尺:1/5000 鉛直縮尺:1/500)を用いた水理模型実験を実施した。

2.実験及び解析方法

使用した大阪湾水理模型の概要については既報¹⁾を参照されたい。実験時の潮汐条件は本研究では大潮のみとし、河川からの淡水流入も考慮して、平水流量に相当する量の温水を淀川及び大和川から流入させた。また、従来より指摘されている、瀬戸内海を西から東へと流れる恒流成分についても考慮した。実験では、模型水表面上に識別可能なトレーサ(4cm角の紙片)を散布し、1周期につき8回のスチール撮影を5周期間繰り返す流れの可視化手法を用いてトレーサの移動を捉えた。この可視化結果より以下の2種類の残差流を求めた。1つは、粒子そのものに着目し、移動開始から1周期後に到達した位置までの距離を時間で除したもので、ここではラグランジュ的な残差流とする。もう1つは、潮流速を格子点での値として算出し、各格子点における潮流速を1周期間で平均化したものである。

3.湾内の残差流に関する検討

図1に定点での平均値として算定された残差ベクトル、図2、図3に粒子の移動からラグランジュ的に求められた残差ベクトルを示す。図1には沖の瀬付近に時計回りの環

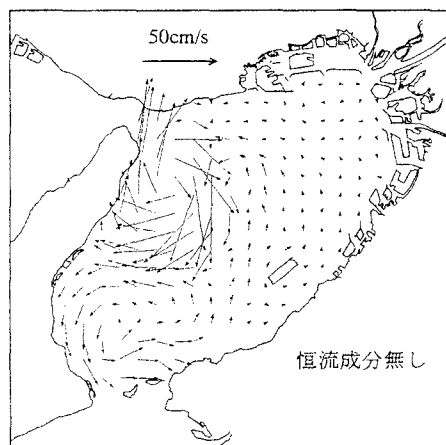


図1 残差ベクトル図(格子点平均値)

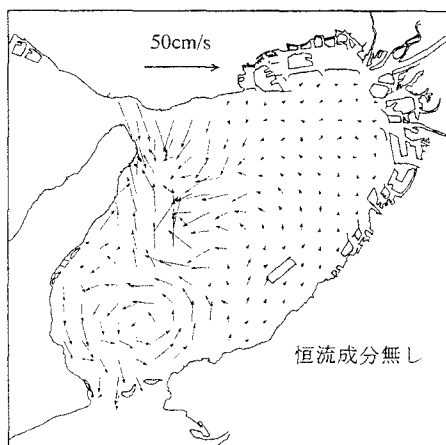


図2 残差ベクトル図

表1 恒流に関する主な研究結果

	流量 (m ³ /s)
速水・宇野木	2.22×10^3
安田	4.0×10^4
上嶋	1.66×10^4

状を呈する残差流が見られ、従来の観測結果や計算結果と符合する。図2、3は、それぞれ明石海峡における潮流速の東流最強時及び西流最強時を移動開始時刻として1周期間の移動距離から算定したものである。図2、3において全体的に大きな差異は見られないが、明石海峡付近の流況が若干異なる。このように粒子に着目してラグランジュ的に残差流を算定する手法では、移動開始の時刻も結果に影響を及ぼす要因となる。これらの結果と図1との比較より明石海峡から沖の瀬付近の流況の変化が顕著に認められること、その他の領域では似た傾向を持つことが確認できる。このことから、定点での平均値として求められた残差流は、常に物質の移動を表現するものではないことがわかる。このように、明石海峡及び沖の瀬周辺のような潮流速の変化が大きく、大規模な環流が生じるなど流動の複雑な領域では、粒子そのものに着目したラグランジュ的な残差流の算定が必要となる。

4. 恒流成分の有無による残差流の変化

前述のように瀬戸内海には東向き恒流が存在し、物質輸送、海水交換に大きく影響するとされている。表1に主な研究結果を示す。本実験では、これらの結果から明石海峡での流量が現地換算値で $21100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $42300\text{m}^3/\text{s}$ となる流量を模型内で太平洋側から播磨灘側へ循環させる形で与えた。これらの流量により、明石海峡において現地の 20cm/s 及び 10cm/s に相当する表面流速が生じる。図4、5に上記の恒流成分の条件下でラグランジュ的に求めた残差ベクトルを示す。恒流成分無しの結果である図3と、図4、5とを比較すると、恒流成分の有無により、残差流の流況が大きく変化する様子が見られ、恒流成分の増大に従って時計回りの環状の残差流が卓越するようになる。特に恒流成分が最大の場合には、ほぼ湾の西半分全域にわたって時計回りの流況を呈する。恒流成分が小さくなると、環状の規模も縮小し、洲本沖を南下する残差流が現れ、恒流成分無しの場合には反時計回りの残差流が特徴的となる。沖の瀬付近の残差流速を比較すると、恒流成分無し時には 20cm/s 程度なのに対して、恒流成分最大の場合には約 $30\sim 40\text{cm/s}$ にも達する。湾奥部はいずれの場合にも残差流速は微少で 10cm/s に満たない部分がほとんどである。しかし、恒流成分の増加に伴ってわずかに残差流速も増大し、反時計回りの傾向も明確になる。

参考文献 1) 今本ほか 平成5年度関西支部年次学術講演概要, 1994.

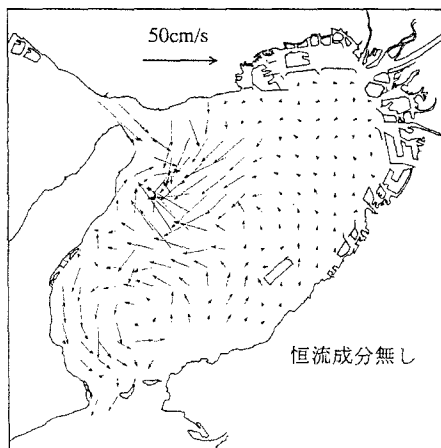


図3 残差ベクトル図

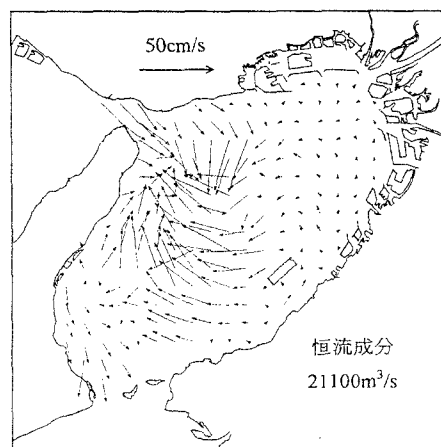


図4 残差ベクトル図

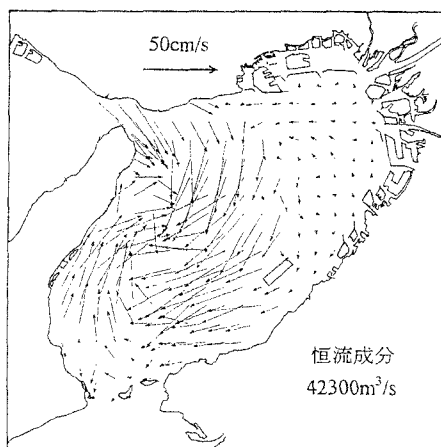


図5 残差ベクトル図