

有明海の海水交換について

山口大学大学院 学○佐藤秀樹

山口大学工学部 正 朝位孝二

1. はじめに

有明海のような閉鎖性海域では海水交換性の悪い停滞性水域が存在しており、この流れの弱い停滞性水域では富栄養な河川水などが流入し、長時間滞留する為に赤潮の多発など水質環境の悪化が問題となっている。このような閉鎖性海域の環境保全を考える為には、海域内の海水交換性を明らかにすることが重要な課題の一つである。本研究は、3次元バロクリニック流動モデルを用いた数値計算によって有明海の海水交換能力の検討を行うものである。

2. 解析手法

支配方程式は静水圧近似およびブシネスク近似を導入した運動方程式、連続の式、浮力の保存式である。計算領域は図-1に示す範囲である。河川流入量として表-1に示す諫早湾締め切り以前の豊水期であった1993年と渇水期であった1994年、諫早湾締め切り以後の豊水期であった1998年と渇水期であった2000年の1級河川の年平均流量を与えた。潮汐周期は12.42時間、潮位振幅は0.891mとし正弦波として開境界に与えた。これは口之津で潮位振幅1.01mとなる振幅である。口之津での実測M2潮振幅は1.00mであり再現性は良い。前駆計算を25潮汐としその後60潮汐間計算を行った。水平方向の空間差分間隔は1000m、鉛直方向は不等格子間隔を用いて8層に分割した。差分時間間隔は5secである。また、河川水の密度を 1000kg/m^3 、海水の密度を 1025kg/m^3 として計算を行った。

3. 計算結果と考察

図-2に1993年における表層の残差流流速ベクトル分布を示す。湾奥、諫早湾付近では流速ベクトルの小さい停滞性水域を形成している。また、湾中央付近では反時計回りの循環流が確認できる。これら

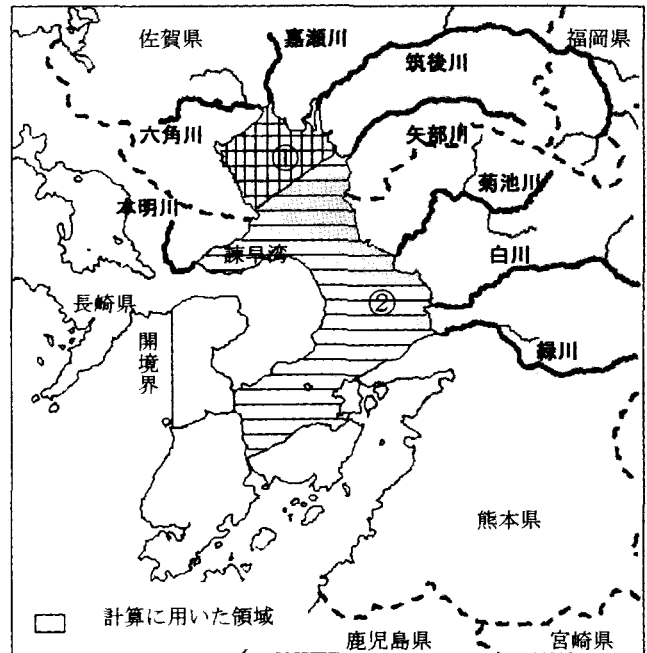


図-1 計算領域

表-1 有明海に注ぐ1級河川の年平均流量 (m^3/s)

	1993年	1994年	1998年	2000年
本明川	3.2	1.09	2.91	1.64
六角川	6.67	1.59	5.58	2.94
筑後川	200.21	53.26	124.48	78.1
矢部川	43.46	6.97	22.44	13.93
菊池川	69.07	14.67	38.65	27.12
白川	55.11	14.49	26.18	21.66
緑川	73.07	13.2	32.84	29.74
嘉瀬川	18.67	9.26	16.56	9.74

の結果は一般的に有明海の特徴として知られており、本研究においても再現できている。次に図-1に示す湾奥①と湾全体②の領域にそれぞれトレーサーを配置し、トレーサーの移流計算から残留率Rを求めた。残留率はトレーサーの初期配置領域を対象に、ある時刻の領域内に残るトレーサー体積と初期体積の比で計算される。残留率が低いということは海水交換が活発であること意味する。海水交換能力の指標と

して滞留時間を用いた。残留率 R の低減曲線を指数近似し、そこで得られた引数の逆数を滞留時間と定義した。その結果を図-3 に示す。トレーサーを湾奥に配置した場合では、各ケースともに滞留時間は 23 潮汐程度であった。一方、トレーサーを湾全体に配置した場合では、各ケースとも滞留時間は 16 潮汐程度であった。湾奥にトレーサーを配置した場合が、湾全体にトレーサーを配置した場合よりも全体的に滞留時間が大きくなっている。つまり湾全体の海水交換の時間スケールは約 8 日であるが、湾奥部の時間スケールは約 12 日で局所的に交換能力が異なることが分かる。

図-3 を細かく見ると、湾奥の滞留時間は諫早湾締め切り以後の方が、締め切り以前よりも微小ではあるが長くなっている。一方、湾全体では締め切り後の方が滞留時間は微小ながら小さくなっている。諫早湾締め切りに伴い、湾奥部の海水交換能力は若干悪化し、湾全体で見ると海水交換能力は若干増加したと考えられる。

有明海の海水交換はおよそ 2 ヶ月かかると言われている。密度効果を考慮できない平面 2 次元数値解析では滞留時間はおよそ 2 ヶ月程度となる¹⁾。ここでは示していないが、3 次元計算においても密度効果を考慮しなければ湾全体の滞留時間は約 2 ヶ月程度という結果を得ている。しかしながら実際の海域は塩淡水による密度場であり、今回の計算結果からもわかるように閉鎖性内湾の海水交換能力を検討するには密度効果を考慮した計算が不可欠である。密度効果により鉛直循環流れが生じ、それが海水交換に大きな影響を及ぼしている。今回の計算結果から考察すると潮流に伴う海水交換能力は、湾全体では 16 潮汐程度であり、このように海水交換が短い期間で行われているならば、湾奥付近で発生する赤潮や河川から流入してきた汚濁物質などが潮流によって広範囲に拡大し、湾全体のみならず外海においても環境の悪化を招いている恐れがあると考えられる。

4. おわりに

河川流量の大小と諫早湾の締め切りの影響は有明

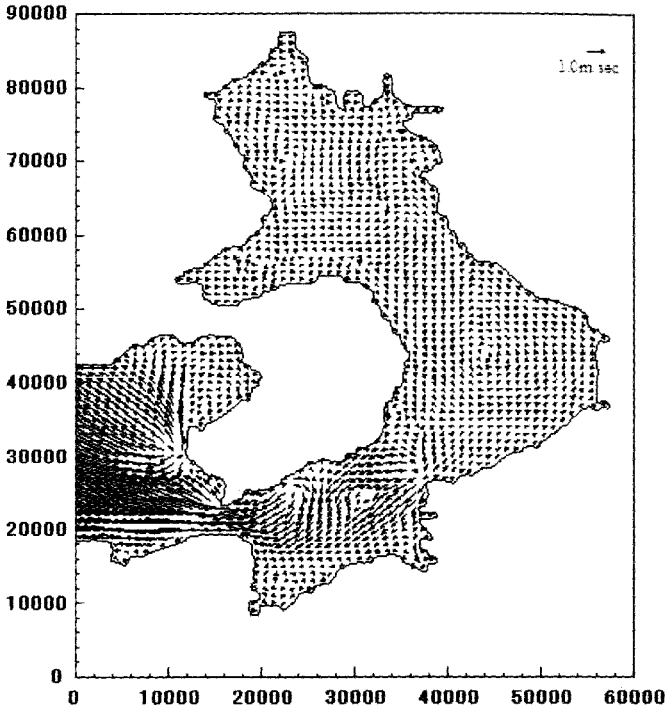


図-2 表層の潮汐残差流ベクトル (1993 年)

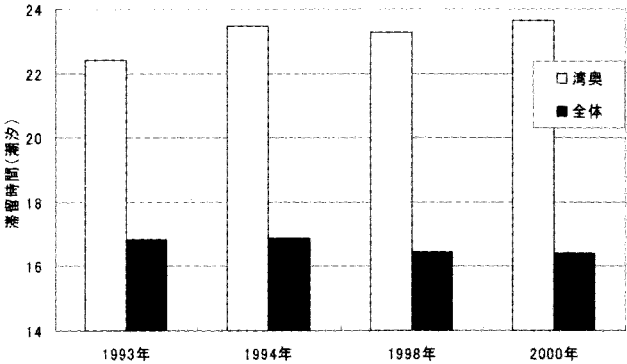


図-3 滞留時間

海の海水交換能力には大きな変化を及ぼしていないように思われる。しかしながら、生態系は微妙なバランスの上に成り立っているため、滞留時間の変化がわずかであっても生態系に与える影響が小さいとは断言できない。今後は干潟も考慮した生態系モデルを構築する予定である。

参考文献

- (1) 滝川清：有明海・八代海沿岸域の自然環境評価と環境共生型社会基盤整備に関する研究，科研報告，pp.9-23，2002