

諫早湾国営干拓事業の潮受堤防常時開放の定量的効果について ～予備的数値計算(シミュレーション)をもとに～

鷹取 敦、青山 貞一

株式会社 環境総合研究所(東京都品川区)

1. 調査の目的

本自主調査の目的は、農林水産省が計画及び事業主体となり、九州農政局諫早干拓事務所が工事を行っている国営諫早湾干拓事業の実施に伴って閉め切られた諫早湾潮受堤防を部分的に開放した場合の諫早湾及び有明海等における潮流変化をコンピュータ・シミュレーション手法を用いて定量的に予測、解析、評価することにある。

2-1 調査の対象

(1) 対象海域

有明海・諫早湾・島原湾全域、八代海の北部海域、橘湾の北部海域。(図2-1)

(2) 対象河川

有明海、諫早湾、島原湾、八代海に流れ込む主要河川の流量¹⁾を考慮。

(3) 海洋地形

海洋地形は、図2-2に立体図を示す。



図2-1 対象範囲図

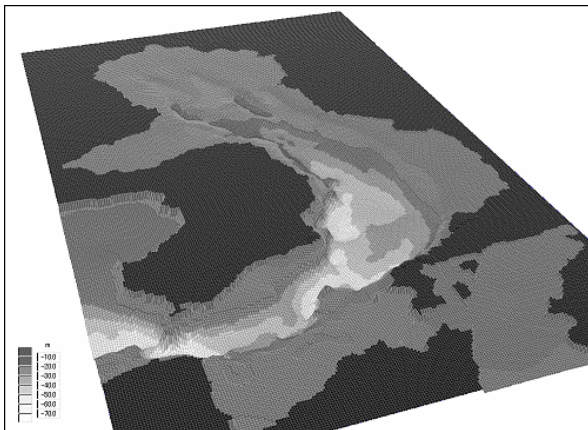


図2-2 海洋地形図(立体図)

2-2 シミュレーションモデル

(1) シミュレーション内容

- ① 潮汐流(潮流)
- ② 密度流(河川等からの淡水の流れ)
- ③ 吹送流(風による流れ)

(2) 流体モデル(数値モデル)の構造

差分モデル:運動方程式を差分法を用いて数値近似解を求めるモデル。

(3) 格子規模

潮流(流速、流況)の最小単位(計算結果の格納庫)を格子あるいはメッシュと言う。本調査では格子の規模を、250m×250m×水深としている。

※ 農水省九州農政局が平成3年の環境影響評価報告書で行った潮流シミュレーションの格子規模は1000m(1km)。

2-3 シミュレーションの評価時間

潮流計算は、原則として10～20秒単位で行い1時間単位で出力するが、潮流(流速、流況等)の評価は、表2-1に示す評価のケースについて行う。

表2-1 評価のケース

	満潮時	干潮時
大潮	○	○
中潮	○	○
小潮	○	○

注)本自主調査研究における満潮、干潮時は以下を意味する。

- (1)満潮時:シミュレーションで潮位を与える早崎瀬戸・天草灘間の潮位が最高の時間。
- (2)干潮時:シミュレーションで潮位を与える早崎瀬戸・天草灘間の潮位が最低の時間。

3. 現況再現シミュレーション

3-1 現況再現の目的

本格的な潮流シミュレーション調査を行う前に、シミュレーションの科学的妥当性を検証するため、長崎県が諫早湾で実測した潮流(流速及び流況)データをもちいて現況再現シミュレーション結果のの評価、検証を試みる。

3-2 ケースの設定

ケース1	諫早湾干拓工事前
ケース2	諫早湾潮受け堤防工事後(閉め切り後)

3-3 評価の方法

3-2のケース設定にもとづき、表3-1に示すように大潮時の上げ潮最強時、下げ潮最強時についてコンピュータシミュレーションを行い、長崎県が行った実測値の結果と比べる方法により評価を行った。

表3-1 評価の方法

	大潮	
	上げ潮最強時	下げ潮最強時
(1)流速(cm/sec) 調整池堤防から諫早湾口までの流速	○	○
(2)流況(流れの向きを表示) 調整池堤防から諫早湾口までの流況	○	○

3-4 現況再現シミュレーション評価用の実測データ

評価に用いた実測データは、長崎県県民生活環境部環境保全課が平成12年8月8日の第16回諫早干拓地域環境調査委員会に資料として配布した①閉め切り前(平成元年)、②閉め切り後(平成10年、11年、12年)の実測データである。

※ 長崎県実施の潮流実測調査は、大潮期の上げ潮及び下げ潮の流速最強時において行われているため、本自主調査の現況再現シミュレーションも同一条件下で評価を行うものとした。

3-5 現況再現シミュレーションと評価結果

図3-1に現況再現シミュレーションと実測値との比較のグラフを示す。個々の地点の流速には、ばらつきがあるものの、概ね実測結果とシミュレーション結果が対応していることが分かる。相関係数は0.88であった。また、潮流の方向についても実測結果とシミュレーション結果は概ね同方向を示している。

※ 実測は海面下2m層(諫早湾内外)、水深1/2m層(諫早湾外)において行われ、一方シミュレーションは単層で行っており、水深の条件が異なるなど、実測とシミュレーションは必ずしも同一条件でない。

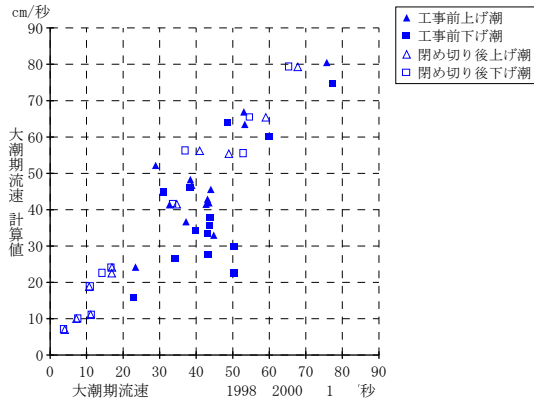


図3-1 流速の実測値と計算値の比較
(工事前後:大潮期、上げ潮・下げ潮最強時)

4. シミュレーションの実施

4-1 ケースの設定

表4-1 ケースの設定

(1) ケース1	諫早湾干拓工事前	
(2) ケース2	諫早湾潮受け堤防工事後(閉切後)	
(3) ケース3	諫早湾潮受け堤防水門開放	
	ケース3-1	①北水門のみ開放
	ケース3-2	②北水門及び南水門の両方を開放
ケース3-3	③両門の間にさらにひとつの水門を空けた場合	

表4-2 開門の前提条件

開門の前提条件	①水門の幅はそれぞれ250mとしている。 ②水門の開放は常時開放としている。
---------	---

4-2 評価の方法

シミュレーション結果の評価は、すべて閉め切り前、堤防工事前に較べて流速、流況がどう変わったかに行っている。標準測定点だけでなく以下のように各海域の流速の平均値についても数値で示している。

表4-3 本自主調査における潮流流速評価の対象海域

諫早湾主要ポイントの平均流速の比較 (注)	
ケースA	諫早湾口の3点及びその平均
ケースB	諫早湾口と堤防の中間3点及びその平均
ケースC	調整池外堤防寄り3点及びその平均
ケースD	調整池内3点及びその平均
ケースE	諫早湾内部主要全12ポイント平均
ケースF	〃 最大
ケースG	調整池内部の全平均流速
ケースH	調整池堤防から諫早湾口の平均流速
ケースI	有明海北部(諫早湾外)の平均流速
ケースJ	有明海・島原湾・八代海(諫早湾外)の平均流速
ケースK	有明海・島原湾・八代海(含諫早湾)の平均流速

(注) 諫早湾内の潮流(流速)評価ポイントは図4-1参照。

表4-4 本自主調査における潮流流況評価の対象海域

a. 諫早湾内部(拡大図)
・諫早湾口
・諫早湾中央
・潮受け堤防沿いの内側と外側
・潮受け堤防内部
b. 諫早湾・有明海・島原湾・八代海全体

表4-5 本自主調査における潮流評価時

	満潮	干潮
大潮	○	○
中潮	○	○
小潮	○	○

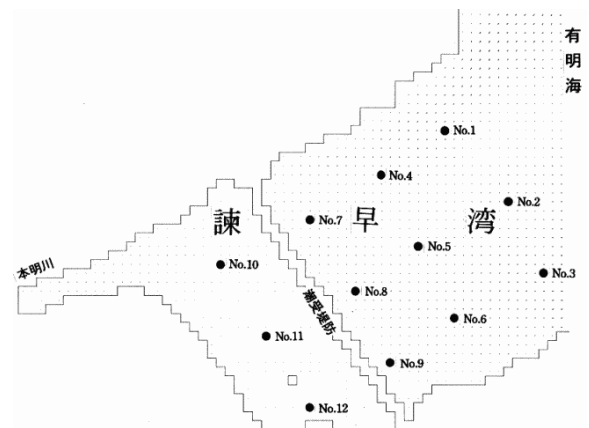


図4-1 諫早湾における潮流(流速)の評価ポイント

5. シミュレーション計算結果

以下、ケース毎のシミュレーション結果のうち中潮・満潮の場合について図5-1から図5-5に例示する。

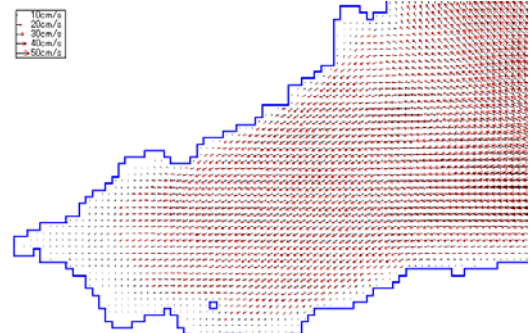


図5-1 ケース1: 諫早干拓工事前(中潮 満潮)

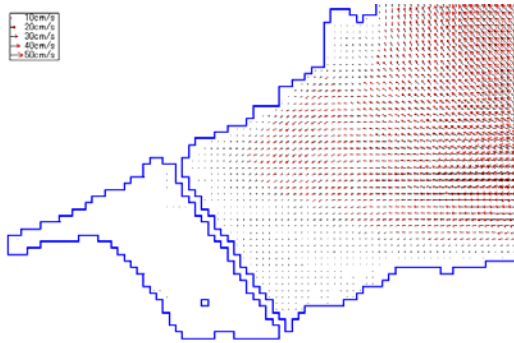


図5-2 ケース2:完全閉め切り後(中潮 満潮)

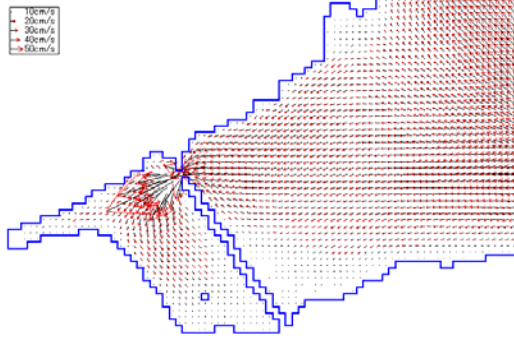


図5-3 ケース3-1:水門1つ開放(中潮 満潮)

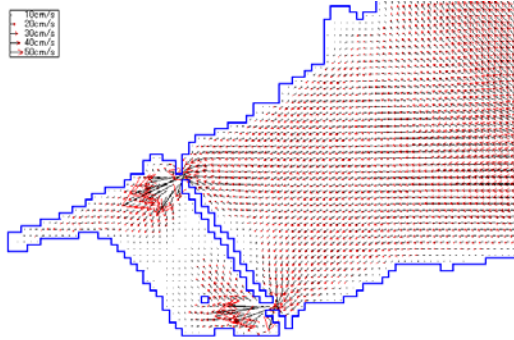


図5-4 ケース3-2:水門2つ開放(中潮 満潮)

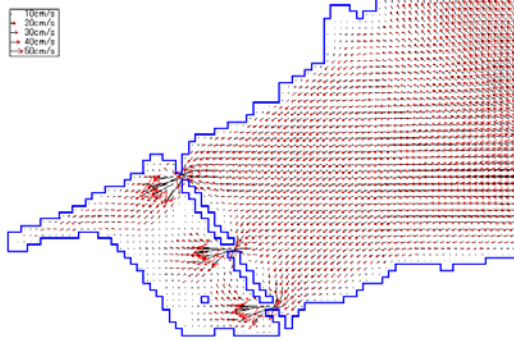


図5-5 ケース3-3:水門3つ開放(中潮 満潮)

6. 予測結果の評価

6-1 代表評価ポイントの流速の評価

諫早湾内の代表12ポイントの工事前に対する流速の割合を評価した。調整池外側の堤防寄り調整池内については、地点別にみると水門近くでは流速は非常に速くなり、水門から離れた地点では流速は遅くなっている。水門の数が多くなるほど流速は平均化され極端に流速の速いポイントが極端に流速の遅いポイントが緩和され工事前に近く

なっている。

6-2 水域毎の流速評価

ここでは、「調整池内」、「諫早湾調整池外」、「有明海北部(諫早湾・島原湾を除く)」、「有明海(諫早湾を除く)および八代海北部」、「有明海および八代海北部における」、それぞれの水域における流速の全平均の工事前に対する割合を評価した。

- 総合すると、諫早湾内(潮受け堤防の有明海側)の流速は、工事前を100%とした場合、49%~62%まで大幅に低下し、一方、調整池内では流速が0%~8%と、ほとんどなくなる。
- これに対し、水門を開けた場合、水門付近で流速が著しく増加するケースがあるものの、調整池内外(諫早湾内)の流速は、工事前に近い状態まで回復することが分かった。
- 水門は、1つより2つ、2つより3つ開放した方が流速は大きく回復し、また水門付近で突出した水流も緩和され工事前に近づくことが分かった。

6-3 流速域の変化の評価

6-2では対象水域内の平均流速について分析を行った。しかし平均値の比較では、個々の流速が変化した場合でも平均値が変わらない場合には流況の変化が把握できない。そこで、対象水域内の流速域の分布に着目して、95%値、90%値、80%値、70%値、60%値、中央値(50%値)、40%値、30%値、20%値、10%値、5%値の変化の分析を行った。ここで例えば「95%値」とは、対象水域内の流速予測結果を流速順に並び替えた場合の低い方から95%目の数値を表す。すなわち速い方から上位5%に位置する流速を表す。

95%~5%値の全てが工事前比100(%)すなわち、工事前の水準に近づくほど、流況が回復していることを表す。一方、平均値が工事前比100(%)に近付いた場合でも、95%~5%値の割合がばらついている場合には、工事前と異なった流況であることを表す。

対象水域はG 調整池内部、H 調整池堤防から諫早湾口、I 有明海北部(諫早湾外)、K 有明海・島原湾・八代海(含諫早湾)の4水域とした。

その結果、G調整池内部、H調整池堤防から諫早湾口、I有明海北部(諫早湾外)、K有明海・島原湾・八代湾(含諫早湾)のいずれの範囲でも、水門を3つ開放した場合(ケース3-3)にもっとも流速域全体が回復し、工事前に近づくことが分かった。

特にG調整池内部、H調整池堤防から諫早湾口ではいずれの条件下においても、完全閉め切り(ケース2)と比較して、水門を3つ開放した場合(ケース3-3)の回復が著しいことが分かった。図6-1、図6-2にG調整池内部、H調整池堤防から諫早湾口の満潮時の例を示す。

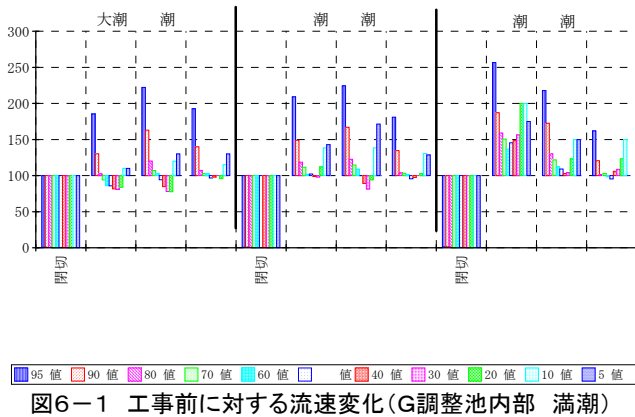


図6-1 工事前に対する流速変化(G調整池内部 満潮)

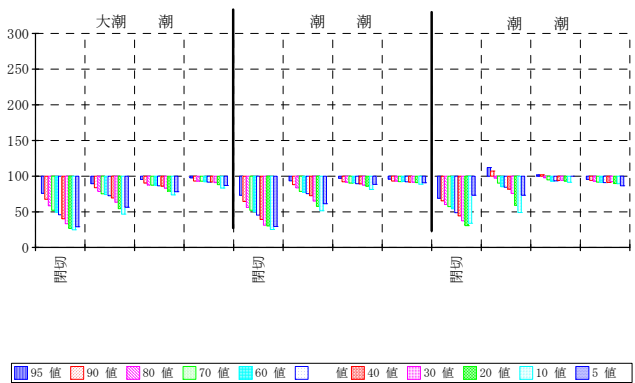


図6-2 工事前に対する流速変化
(H調整池堤防から諫早湾口 満潮)

6-4 満潮時の流況(流れの方向)の変化

満潮時における閉め切り後の流況を工事前と比べると、全体的に流速が低下しているのみでなく、諫早湾口において湾内に向かって流れ込んでいた流れが、湾口北側で湾の外側にそれるような向きに変わっている。また潮受け堤防の直前でやや南側に向きに流れを変えている。この傾向は大潮より中潮、中潮より小潮において顕著である。小潮の場合は、潮受け堤防の北側から流れが、渦をまき南側から湾の外を向かっている。

(1) 水門1つ開放のケース3-1

諫早湾口の流れは、閉め切りの場合と変わらないものの、全体的に水門に向かって流れ、水門に近づくに従い流れが強くなっている。水門部分で最も流れが速くなった後、調整池内で本明川と調整池の南に向かい二手に分かれ流れている。

潮受け堤防に着目してみると、堤防の内と外では、堤防に平行で反対向きの流れとなっていることが分かる。これは工事前及び閉め切り後とも異なる流れである。

(2) 水門2つ開放のケース3-2

諫早湾口付近の湾内に向かう流れが回復する。また、諫早湾内で平行に湾奥に向かう流れも回復している。ただし、潮受け堤防付近で二手に別れ、堤防の中央部に流れる非常に弱い部分が生じている。調整池内では本明川に向かう流れと調整池中央に向かう流れが生じているが、調整池中央部で非常に弱い流れが生じている。

(3) 水門2つ開放のケース3-3

2つの場合(ケース3-2)と同様に、湾口付近の湾内に向かう流れも回復する。湾内で平行に湾奥に向かう流れも回復している。さらに潮受け堤防付近でも、停滞する部分は非常に狭く、工事前の状態に近づいている。調整池内では全体として本明川に向かう流れが形成され、堤防付近で流れが弱いほかは、工事前の状態に近づきつつあると言える。

6-5 干潮時の流況(流れの方向)の変化

干潮につき閉め切り後の流況を工事前と比較すると、全体的に流速が低下しているのみでなく、諫早湾口から有明海に流れ出す勢いが弱く、やや南向きに流れの方向が変わっている。

この傾向は大潮よりも中潮、中潮よりも小潮において顕著である。小潮の場合は湾口北側から湾内に大きく流れ込んでいる。

(1) 水門が1つの場合(ケース3-1)

湾口の流れもやや回復している。調整池内では本明川と南側から水門に向かって流れ、水門で最も流れが速くなった後、水門から諫早湾内に向かって広く流れ出している。堤防に着目してみると、堤防の内と外では、堤防に平行でかつ反対向きの流れとなっていることが分かる。これは工事前とも閉め切り後とも異なる流れである。

(2) 水門が2つの場合(ケース3-2)

湾口付近の湾内に向かう流れもほぼ回復し、諫早湾内をほぼ平行に湾口に向かう流れも回復している。ただし潮受け堤防付近で両方の水門から合流しており、堤防の中央部に流れの非常に弱い部分が生じている。調整池内では北側水門に向かう流れと南側水門に向かう流れが生じているが、調整池中央部でも非常に弱い流れが生じている。

(3) 水門が3つの場合(ケース3-3)

2つの場合(ケース3-2)と同様に、湾口付近の湾内に向かう流れが回復し、湾内を湾口に平行に向かう流れが回復している。さらに堤防付近の停滞する部分は、水門が2つの場合(ケース3-2)と比べ狭く工事前の状態に近づいている。調整池内では本明川から湾の幅に広がる流れが形成され、工事前の状態に近づきつつあると言える。

6-5 流況(流れの方向)の変化のまとめ

総合的にみると、満潮及び干潮の場合ともに、大潮・中潮・小潮に関わらず、水門が3つの場合(ケース3-3)は、工事前の流れにかなり近い水準まで流況が回復することが分かる。

7. 参考文献

1) 諫早湾干拓事業計画(一部変更)に係る環境影響評価書(案)、平成3年8月、九州農政局、ただし球磨川は建設省河川局河川計画課「流量年表」(平成9年)