

## (2) 潮流の変動について

### 1) 有明海の潮流の状況

- ・潮流は、潮汐による海面昇降を起こす海水の水平方向の往復運動であり、潮汐と同様な周期成分で構成される。沿岸では、周囲海水が同じ密度であるときには、上層から下層まで同じ方向にほぼ同じ潮流が流れるが、密度成層が発達していると、上層と下層で異なる流れとなる。潮流により運ばれる水粒子は、一周期終わっても元の位置に戻らず、実際の湾ではややずれた位置にたどり着くが、この一周期後にずれた位置にまで運ぶ流れを潮汐残差流と呼ぶ。長期の物質輸送には、潮汐残差流などの一方向流が重要な役割を果たす。内湾の一方向流は、河川からの流入水による流れ、湾内を吹き渡る風による流れ、上下層の密度差による流れ等も寄与し、恒流や平均流と呼ばれる。また、岸近くの干潟部などでは、みお筋に沿った流入が起きるなど、地形の影響を強く受ける。
- ・海上保安庁の資料<sup>2)</sup>によると大潮平均流速分布は湾口部の早崎瀬戸で最大7ノット(1ノット=51.4cm/s)を超え、湾南部で2~3ノット、湾中央部で1.5~2ノット、湾奥部と沿岸部でも1~1.5ノットに達している。湾奥部に至っても強い流速を伴っているのは、潮汐の場合と同様に定常波と固有振動の共鳴による振動増幅ならびに水深減少のためと考えられている<sup>3)</sup>。また、浅海部の観測<sup>1)</sup>によると、湾奥河口域ではみお筋に速い流れが出現している。
- ・有明海では河川流入水の変動が大きく、恒流については不明な点も多いが、海上保安庁が作成した夏の表層での恒流の分布図<sup>2)</sup>によると、湾内には、湾南部、湾中央部、湾奥部にそれぞれ独立した流れが形成されている。湾奥部では東部の三池沖に北向きの流れが存在し、湾奥になるにしたがって北西に向きが変わり、全体として反時計回りの環流がみられるとされている。湾中央部では、島原市北方と長洲町沿岸には湾奥に向かって0.4ノットの流入がみられる。一方、島原半島の沿岸で0.2~0.6ノット程度の明瞭な南下流が形成されている。この強い南下流は、その後の観測<sup>4)</sup>でも見いだされている。湾南部では全般的に湾口に向かう流れとなっている。
- ・有明海の流動は大きな潮位差に伴う卓越した潮流が特徴的である。恒流としては島原半島側の南下流が明瞭で、湾全体として反時計回りの恒流が推察される。

#### 【参考資料】

- 1) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編(1985)：日本全国沿岸海洋誌、日本海洋学会沿岸海洋研究部会、p.838-843
- 2) 海上保安庁(1978)：有明海・八代海の潮流図(第6217号)、もしくは、上記文献1)のpp.840-843を引用
- 3) 海上保安庁(1974)：有明海・八代海海象調査報告書、39p.+別冊15p.を引用
- 4) 例えば、小田巻実ら(2003)：有明海の潮流新旧比較観測結果について、海洋情報部研究報告第39号、33-61

## 2) 潮流の比較

- ・1973年(昭和48年)と2001年(平成13年)の潮流観測結果の比較から、場所によって若干流速値が大きい傾向にあるが、ほぼ同等の潮流を示しているとの報告がある。一方では、有明海全体(熊本県大矢野島諏訪原と島原半島有家町石田を結ぶ線以北)の潮流流速は減少傾向であるとの報告もある。

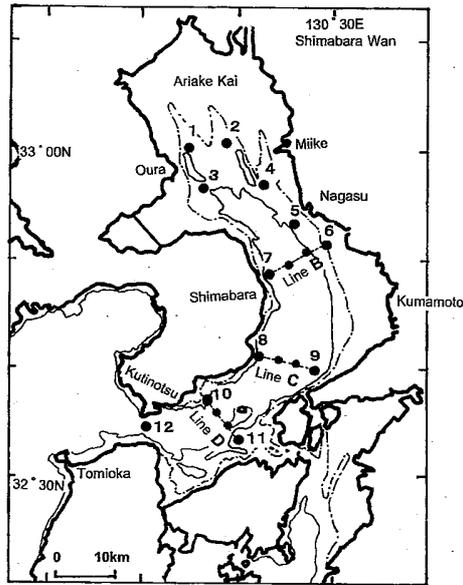
平成13年5月の潮流観測結果と昭和48年8,9月の結果を比較したところ、潮汐について指摘されているような一方的な減衰傾向は見られず、場所によって強くなっているところもあり、明確な変化傾向は得られなかった。しかしながら、島原半島に沿って南下する沿岸流の流速<sup>1)</sup>は約1/3となっており、各測点の潮流鉛直分布についても特徴的な変化(測点7(島原沖)の10m層の潮流は顕著な変化はないものの、3m層では流速が増加するなど、明らかな変化がみられた。測点4(三池沖)の潮流では、昭和48年では下層ほど増大するのに対し、平成13年では下層ほど減少していた)が現れていた。

今回の新旧潮流観測結果の違いは、淡水流入条件による重力循環(密度流)の違いによる可能性が大きいですが、淡水流入は季節や日々の気象によって大きく変化し、毎年の違いも大きいので、この違いが経年的な長期変化かどうかは、今のところ判断できない。また、平均流についても、場所によっては15日平均よりも数日程度の短期変動の方が大きく、また上下層での違いが顕著になる場合もあり、このような変動が、風などの気象条件によるものか、密度流の変化に起因するものか、今後、さらに検討する必要がある。また、場所や水深による違いも大きいと考えられるので、今回のような鉛直2次元の考察ではなく、3次元的な考察を進める必要がある。(図3.6.9~図3.6.12参照)

2001年(平成13年)2月の観測によると25年前の同時期の推定値と比較して、有明海全体(熊本県大矢野島諏訪原と島原半島有家町石田を結ぶ線以北)の流れは約12%低い値を示した。但し、両者の測定方法等が異なるので、単純に比較はできない。(図3.6.13参照)

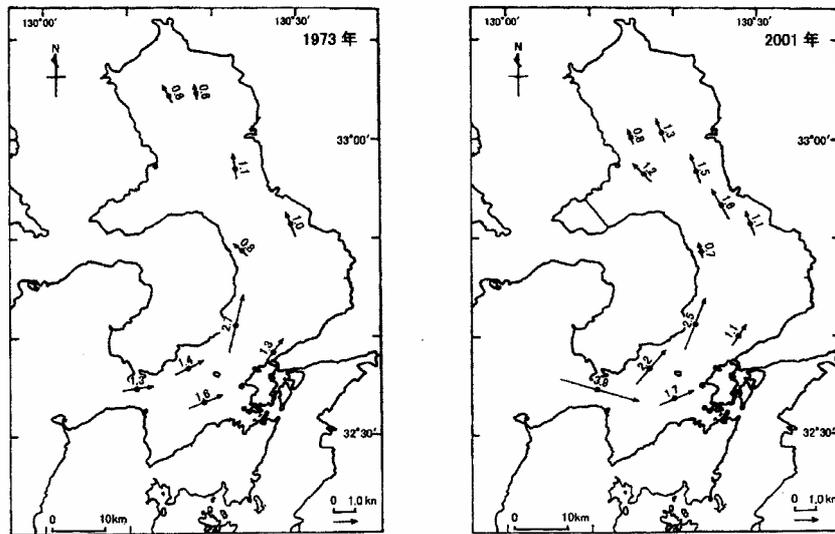
---

<sup>1)</sup>流速は15日間の平均流速(恒流)である。



出典：小田巻実、大庭幸広、柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第39号，pp.33-61

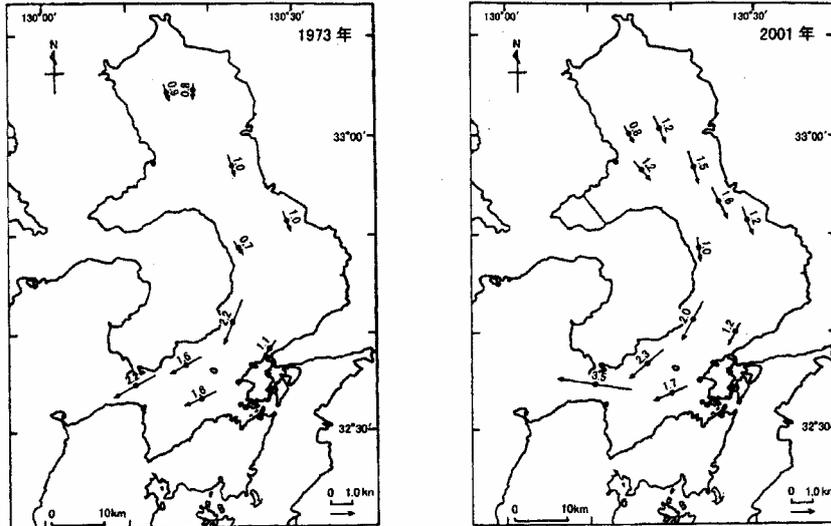
図 3.6.9 2001年5月における潮流観測地点とCTD観測ライン



注) 各地点の潮流は平均流を含まず、平均大潮に換算されている。

出典：小田巻実、大庭幸広、柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第39号，pp.33-61

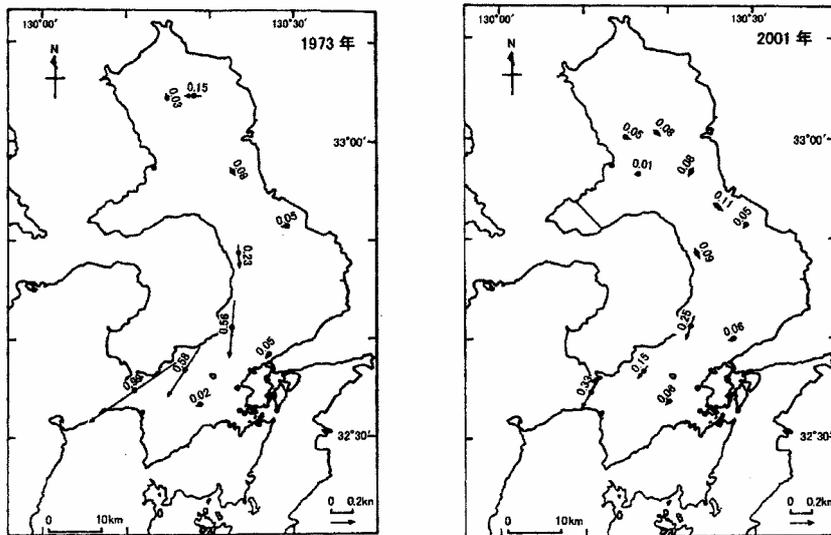
図 3.6.10 1973年と2001年の平均大潮時の海面下3mにおける上げ潮流の比較



注) 各地点の潮流は平均流を含まず、平均大潮に換算されている。

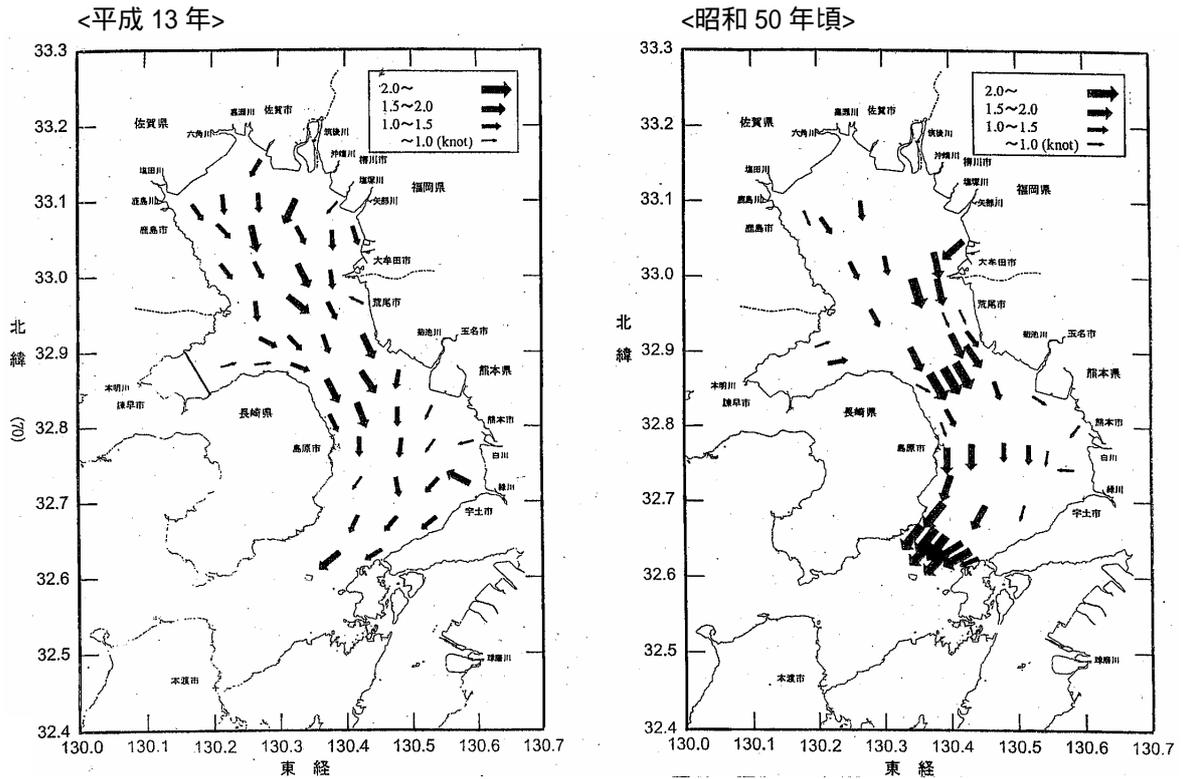
出典：小田巻実、大庭幸広、柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第39号，pp.33-61

図 3.6.11 1973年と2001年の平均大潮時の海面下3mにおける下げ潮流の比較



出典：小田巻実、大庭幸広、柴田宣昭（2003）：有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，第39号，pp.33-61

図 3.6.12 1973年と2001年の15昼夜観測の平均流の比較



- 出典：1. 「第9回有明海・八代海総合調査評価委員会」“資料-2 行政特別研究「有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明」について” [独立行政法人水産総合研究センター 西海区水産研究所発表資料]
2. 第10回有明海・八代海総合調査評価委員会“参考 「第9回有明海・八代海総合調査評価委員会」における行政特研報告への滝川委員の質問への回答” [独立行政法人水産総合研究センター 西海区水産研究所発表資料]

図 3.6.13 平成13年と昭和50年頃の下げ潮時の流速水平分布図

### 3) 潮流流速の変化要因とその影響

#### ア) 潮流流速の変化要因とその影響の概況

- ・有明海の潮流に関して全体的な影響を及ぼす要因としては、1) 干拓・埋立等による海面の減少、2) 東シナ海全体の平均水位の上昇に伴う有明海湾内の平均水位の上昇、3) 外海の潮汐振幅の減少があげられる。
- ・近年の有明海においては、干拓、埋立等による有明海の海表面積の減少、有明海湾内の潮汐振幅(潮位差)の減少等から、流体力学の基本原理である連続条件(体積保存則)を満足するため、有明海における潮流流速は平均的に減少しなければならない。例えば、諫早湾は締切により海面面積が約33%減少するので、諫早湾の湾口断面において諫早湾への入退潮量が1潮汐で33%程度(時間・断面平均的な流速として約6.3cm/sの減少)減少することになる。諫早湾の外部である有明海についても、湾軸に対して横断方向に断面を取った場合に、同じことが成り立つ。有明・長洲ラインより奥部の面積減少率を約4.9%とすると、これらの各断面における入退潮量の変化による潮流流速の減少は、湾奥に行くに従い潮汐振幅が増加することを考慮して断面平均でそれぞれ5.0%程度(時間・断面平均的な流速として約2.4 cm/sの減少)程度の減少と概算される。

#### イ) 潮受堤防による潮流流速への影響

- ・潮受堤防による潮流流速への影響についてみると、諫早湾内では観測結果及び数値シミュレーションより潮流流速が減少している。諫早湾外では観測結果及び数値シミュレーションから、諫早湾口北側の潮流流速は増加する一方で、島原半島沖の潮流流速は減少している、また、有明海全体では潮流流速の変化は非常に小さいとの報告がある。

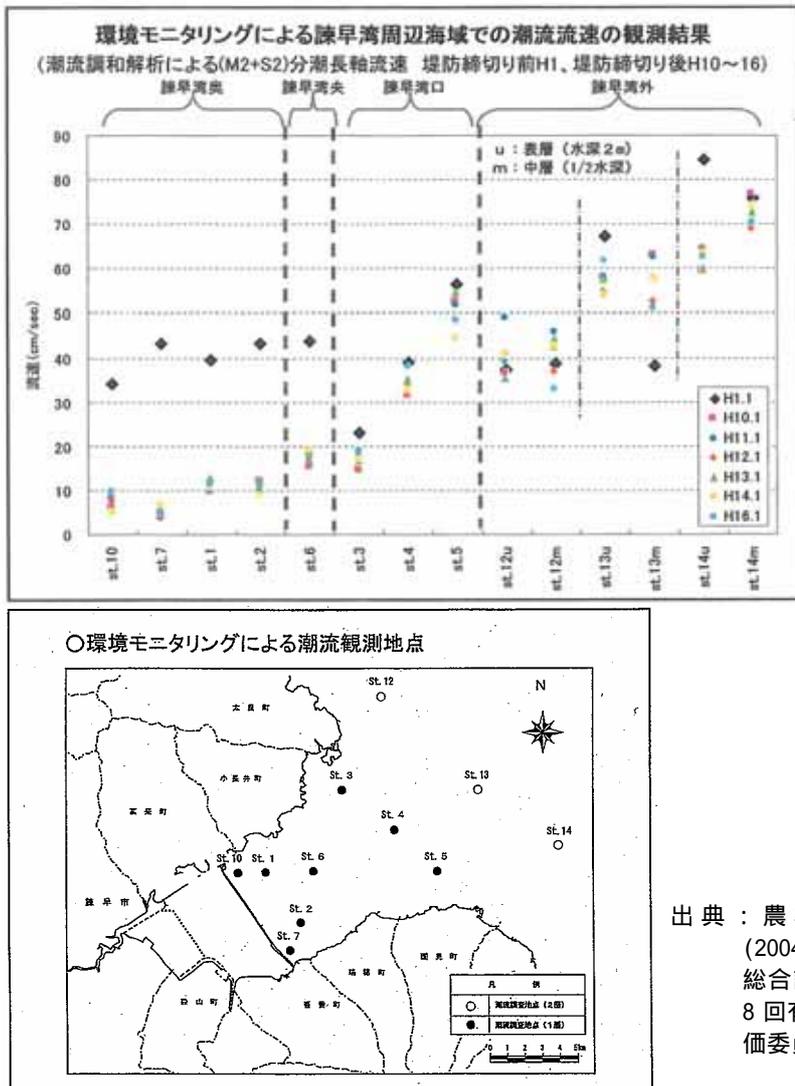
諫早湾における環境モニタリング結果から、諫早湾内の湾奥部と湾中央部では、堤防締切り前の1989年(平成元年)の流速に対して、1998年(平成10年)以降は明らかに流速が低下している。湾口では、湾奥部や湾中央部ほど顕著ではないが、流速が低下する傾向がみられる。また、諫早湾外では観測年によるデータのばらつきが大きくなる傾向が認められ、(流速の低下又は増加という)変化の傾向も異なっている(図3.6.14参照)。

数値シミュレーションにより、下げ潮時の流速は潮受堤防設置により諫早湾口北側で増加、湾内から島原半島に沿った広い領域では減少している(図3.6.15参照)。

潮受堤防建設前後(1993年(平成5年)と2003年(平成15年))の島原半島沿岸部の潮流観測結果より、潮流流速の減少率(約21~27%)は、締切により減少した面積(約3,667ha)が北部有明海(有明・長洲ライン以北、約75,435ha)に占める割合(約5%)と比較して非常に大きいことから、諫早湾への水塊の流

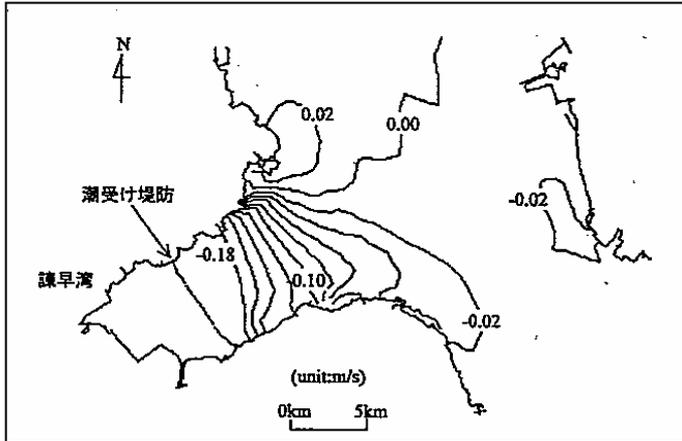
出入が島原半島沿岸において集中的に生じていることが示唆された（図 3.6.16 参照）。

潮受堤防による最大潮流速度の変化を調べたが、堤防前面で 0.3~0.4m/s の減少があり、諫早湾外北側の地点で僅かに増速（0.0~0.1m/s）する部分がある以外は、有明海全体で最大潮流速度の変化は非常に小さいこと（0.0~0.1m/s の減速）が分かる（図 3.6.17 参照）。



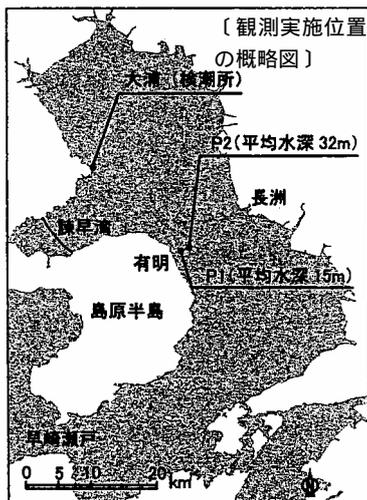
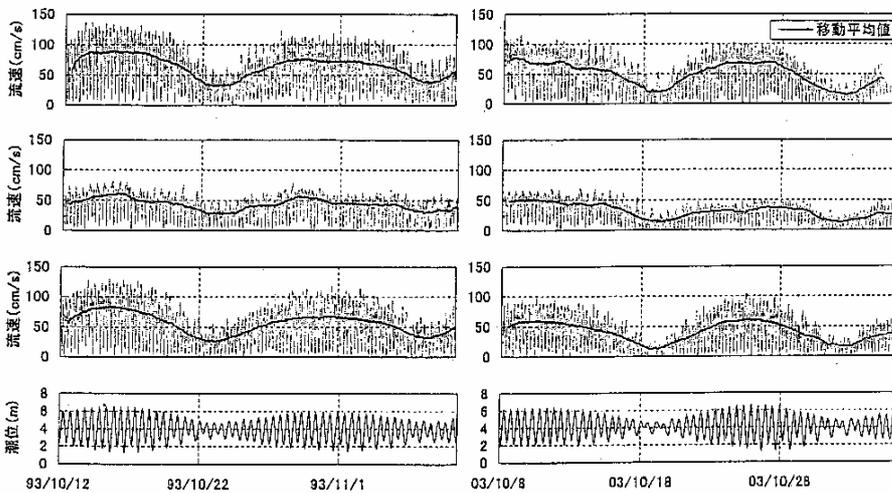
出典：農林水産省農村振興局 (2004)：諫早湾干拓事業 開門総合調査に係る補足説明，第 8 回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料 3

図 3.6.14 環境モニタリングによる諫早湾周辺海域での潮流流速の観測結果



出典：灘岡和夫[東京工大], 花田岳[野村総合研究所](2002)：有明海の潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締め切りの影響，海岸工学論文集，Vol.49，pp.401-405

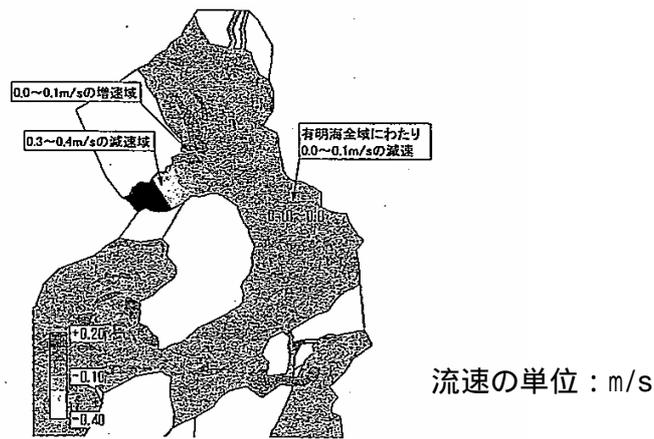
図 3.6.15 下げ潮時の流速強度に関する締め切り前後の差



注) 1. 左図は 1993 年(平成 5 年)10 月 12 日～11 月 10 日、右図は 2003 年(平成 15 年)10 月 9 日～11 月 7 日である。  
2. 上段より、P1(水深 5m)、P2(水深 5m)、P2(水深 20m)における水平流速の絶対値、潮位である。

出典：西ノ首英之[長崎大 水産], 小松利光, 矢野真一郎[九大 大学院工学研究院], 斎田倫範[九大 大学院工学府](2004)：諫早湾干拓事業が有明海の流動構造へ及ぼす影響の評価，海岸工学論文集，Vol.51，No.1，pp.336-340

図 3.6.16 観測結果の時系列



出典：千葉賢,武本行正[四日市大環境情報]：諫早湾潮受け堤防の影響評価のための潮位観測値の分析と流況数値解析，四日市大学環境情報論文,第 5 巻,第 1・2 号合併号,pp39-70

図 3.6.17 最大潮流速度の偏差分布（潮受堤防の影響）

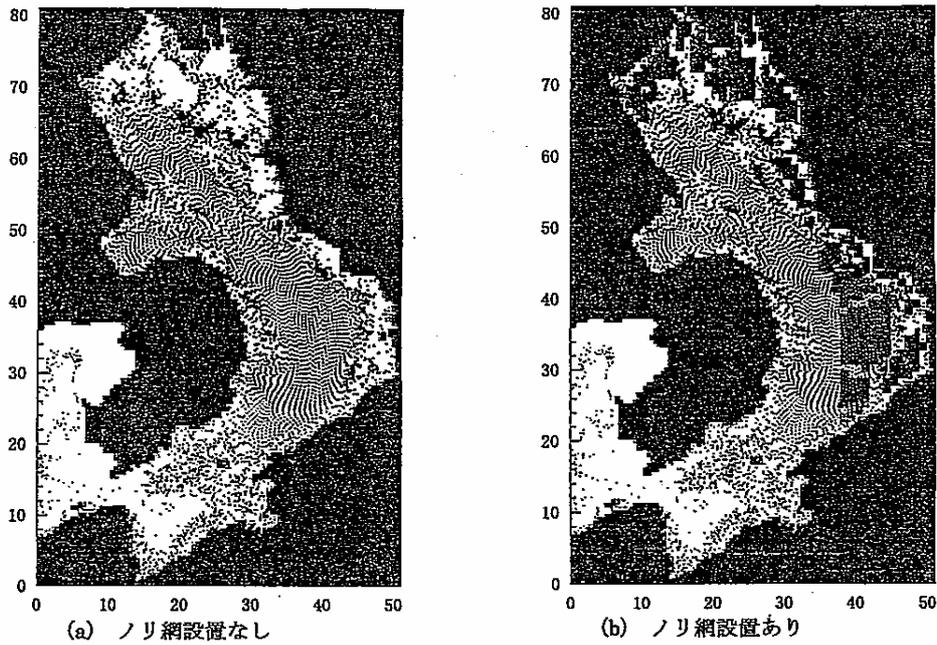
#### ウ) ノリ養殖施設による潮流流速への影響

- ・ ノリ養殖施設による潮流流速への影響についてみると、数値シミュレーションでは湾奥ではノリ養殖域やその沖側前面部分で潮流流速が減少、ノリ漁場間にある船通し部分や湾奥中央部（ノリ養殖域ではない）では潮流流速が増加するとの報告もある。また、湾中央部においても潮流流速が減少するとの報告もある。

ノリ網の影響も無視できず、特に湾中央から湾奥にかけての海水の流動が小さくなる傾向にある（図 3.6.18 参照）。

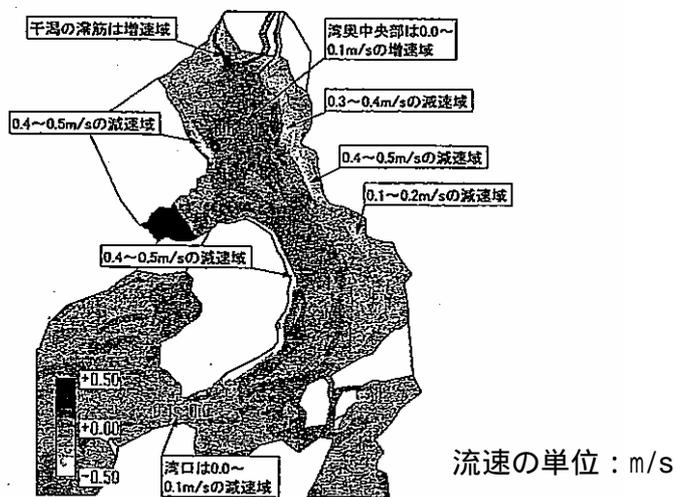
ノリ網の潮汐流へ及ぼす影響は大きく、最大潮流速度はノリ網設置地域で 0.3~0.5m/s の減少、湾奥中央部で 0~0.1m/s の増加という結果になった（図 3.6.19 参照）。

有明海湾奥部における潮流と浮泥輸送に関する数値実験結果から、ノリ養殖域やその沖側前面部分ではノリ養殖施設の流体抵抗によって、潮流流速や浮泥濃度が低減、抵抗が小さい船通し部分で上昇し、ノリ養殖施設が潮流や浮泥輸送の空間構造に影響している可能性を示した（図 3.6.20 参照）。



出典：滝川清[熊本大沿岸環境科学教研セ], 田淵幹修[熊本大工](2002)：有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響，海岸工学論文集，第49巻，pp.1061-1065

図 3.6.18 ノリ網設置の有無による流況変化（粒子追跡開始3潮汐後）



出典：千葉賢, 武本行正[四日市大環境情報]：諫早湾潮受け堤防の影響評価のための潮位観測値の分析と流況数値解析，四日市大学環境情報論文, 第5巻, 第1・2号合併号, pp39-70

図 3.6.19 最大潮流速度の偏差分布（ノリ網の影響）