

## 【潮流の変動】

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となるが、密度成層が発達すると、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流入水による流れ、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澇筋に沿った流出入が起きるなど地形の影響を強く受ける。

### (1) 有明海の潮流について

#### 潮流の状況

大潮平均流速分布は湾口部の早崎瀬戸で最大7ノットを超え、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ノットに達する。湾奥部でも強い流速を有するのは潮汐と同様に定在波と固有振動の共鳴による振動増幅及び水深減少のためと考えられている。また、浅海部の観測によると、湾奥河口域では澇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引き起こされる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。

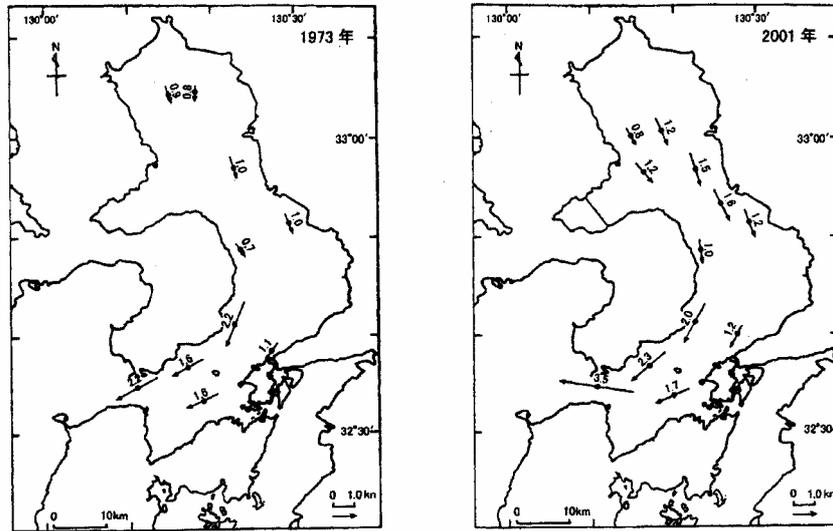
#### 潮流の一斉調査

海上保安庁による1973年と2001年の2回の観測結果に明確な変化傾向は見られなかったが(図3.5.10、図3.5.11)島原半島を南下する沿岸流の流速<sup>1)</sup>は約1/3となるとともに、各測点の潮流鉛直分布も特徴的な変化<sup>2)</sup>が現れており、これは淡水流入条件による密度流の違いによる可能性が大きいこと等が報告されている。また、平均流については、場所によって15日平均よりも数日程度の短期変動の方が大きく、上下層での違いが顕著になる場合もあり、この変動が何に起因するのか検討する必要があること、場所や水深による違いも大きいと考えられるので3次元的な考察を進める必要があることが指摘されている。この2回の観測結果は、河川流入量や水温などの相違により密度流の効果が異なっていたおそれがあること等から、地形変化のみの効果を取り出して評価するまでに至っていないと考えられる。

<sup>1)</sup>流速は15日間の平均流速(恒流)である。

<sup>2)</sup>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。

一方、西海区水産研究所が実施した2001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)の流速は約12%低い値を示したことが報告されているが(図3.5.12) 両者の測定方法等が異なるので単純に比較はできない。



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。

図3.5.10 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

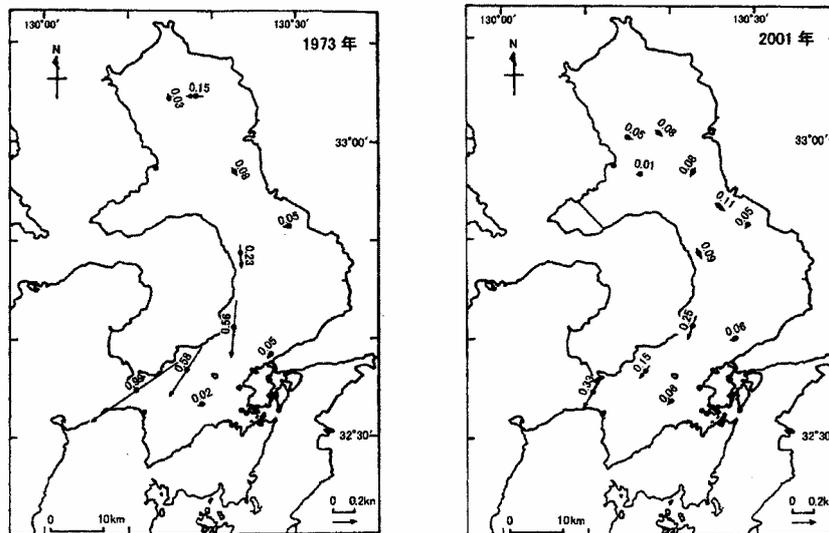


図3.5.11 1973年と2001年の15昼夜観測の平均流の比較

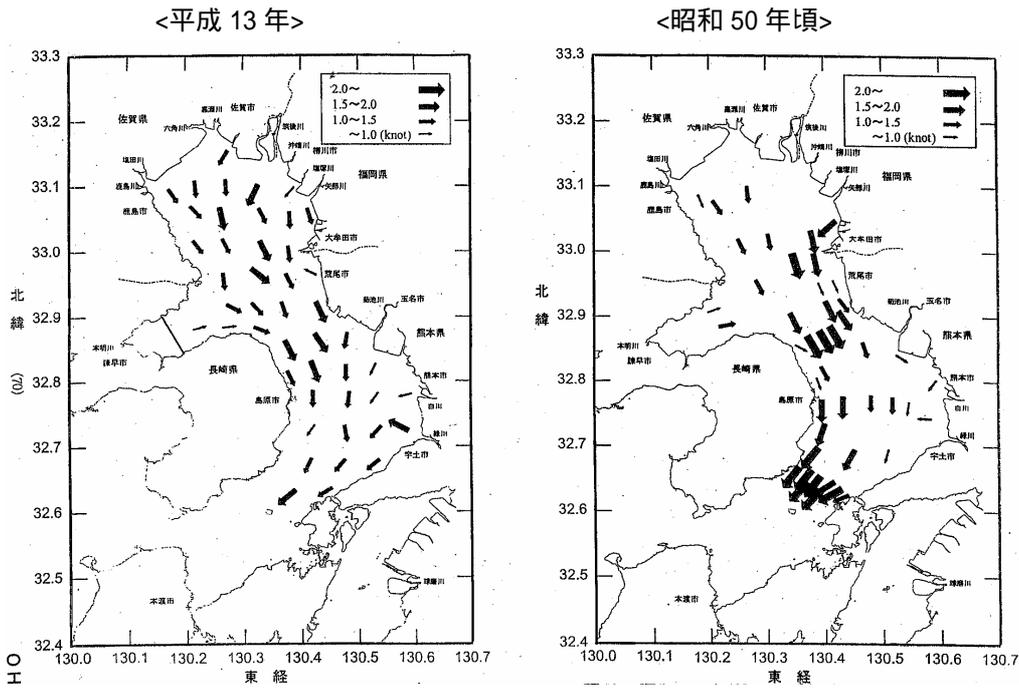


図 3.5.12 平成 13 年と昭和 50 年頃の下げ潮時の流速水平分布図

### 潮流流速の変化要因とその影響

#### ア) 潮流流速の変化要因

有明海の潮流に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。近年の有明海では、干拓、埋立等による有明海の家表面積の減少、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する。例えば、諫早湾は締切により海面積が約 33%減少するので、諫早湾の湾口断面において入退潮量が 1 潮汐で 33%程度減少することになる（平均流速として約 6.3cm/s の減少）。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、入退潮量の変化による潮流流速の減少は、潮汐振幅の増加を考慮して断面平均で 5.0%程度（平均流速として約 2.4 cm/s の減少）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

諫早湾内における環境モニタリング結果から、湾奥部と湾中央部では堤防締切り後に流速が低下し、湾口部でも湾奥部や湾中央部ほど顕著ではないものの、流速が低下する傾向がみられたが、諫早湾外では観測年によるデータのばらつきが大きく、変化の傾向も異なった（図 3.5.13）。また、シミュレーションによると、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するとの結果が得られている（図 3.5.14）。

島原半島沿岸部の観測結果（1993 年と 2003 年）から、潮流流速は大きく減少（約 21

~27%)し、この減少率は締切で減少した面積(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%)と比して大きく、諫早湾への水塊の流入が島原半島沿岸で集中的に生じることが示唆されるとの報告がある(図 3.5.15)。

他方、シミュレーションによると、潮受堤防による最大潮流速度の変化は、堤防前面で 0.3~0.4m/s の減少、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(0.0~0.1m/s の減速)とされている(図 3.5.16)。

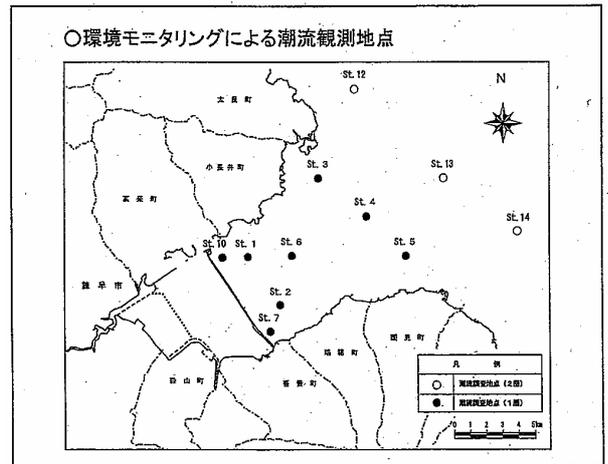
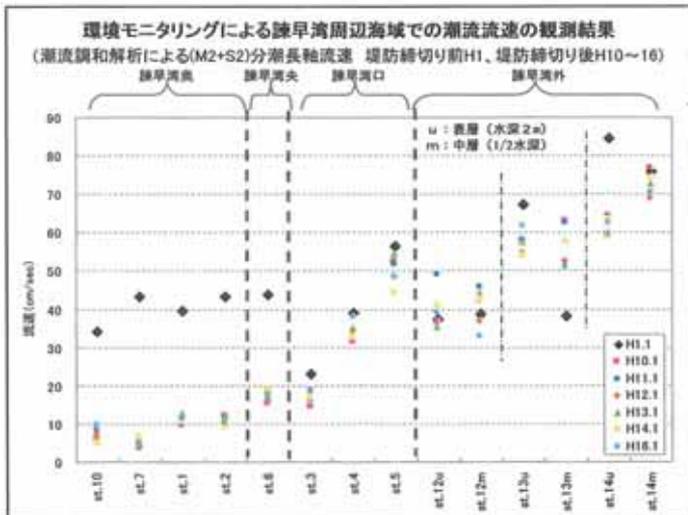


図 3.5.13 環境モニタリングによる諫早湾周辺海域での潮流流速の観測結果

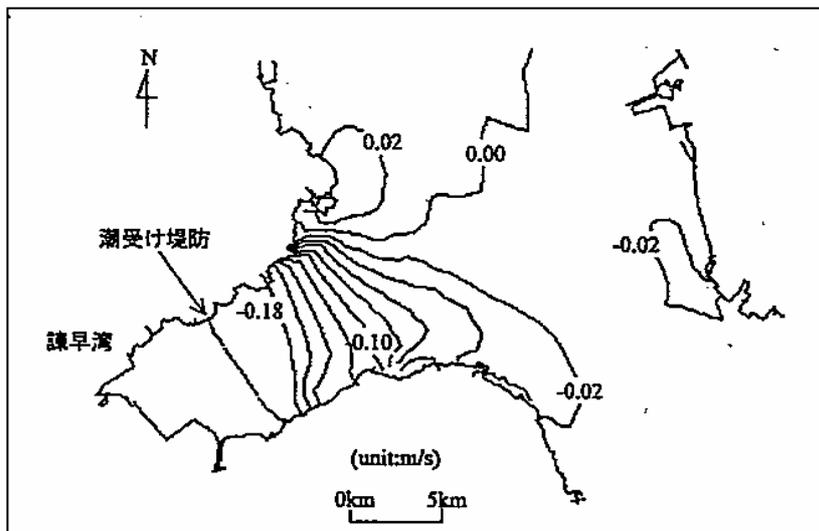


図 3.5.14  
下げ潮時の流速強度に関する締切り前後の差

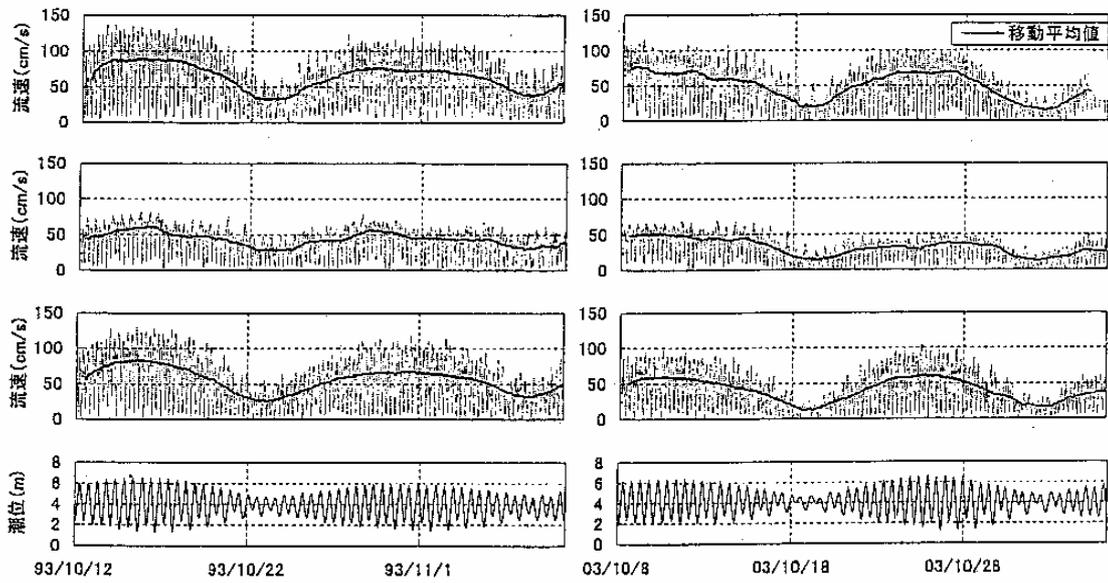
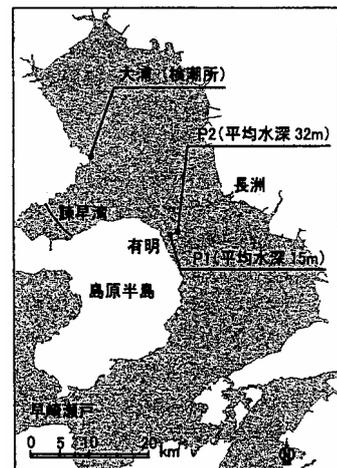


図 3.5.15 観測結果の時系列

(注)

1. 左図は 1993 年 10 月 12 日～11 月 1 日、右図は 2003 年 10 月 9 日～11 月 7 日
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



〔観測実施位置の概略図〕

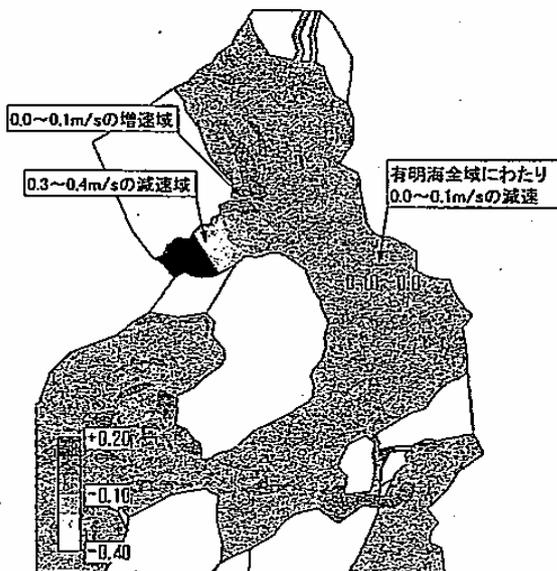


図 3.5.16  
最大潮流速度の偏差分布 (潮受堤防の影響)

### ウ) ノリ養殖施設

ノリ養殖施設の影響については、シミュレーションの結果、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こと(図 3.5.17) 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(別添資料 16) が報告されている。また、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が示されている。

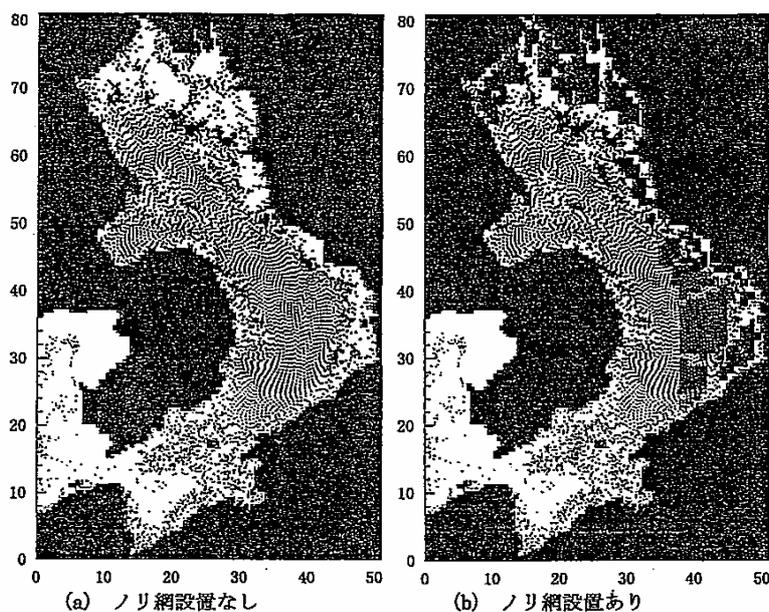


図 3.5.17 ノリ網設置の有無による流況変化(粒子追跡開始3潮汐後)

### エ) 港湾

熊本港建設による影響については、数値シミュレーションの結果、港の周辺で 20~30cm/s の流速変化があり、潮位差への影響は±2cm 程度との報告がある(別添資料 17)。

### (2) 八代海の潮流について

八代海は九州本土と天草諸島・長島に囲まれ、本渡瀬戸・三角瀬戸・満越瀬戸を通じて有明海と繋がり、長島瀬戸や黒之瀬戸を通じて東シナ海と繋がっている。外洋水は長島瀬戸と黒之瀬戸から流入し、流入量は黒之瀬戸に比べて長島瀬戸は4倍である。有明海と通じる三角瀬戸、満越瀬戸、本渡瀬戸では海水の交流は少ない。干満差は湾奥で4m以上となり、このため長島瀬戸での潮汐流速は、大潮時には約8ノットにもなる。

東流及び西流時に長島海峡等の湾口部で流速が早く、北部海域ではその数分の1程度の流速である(別添資料 18)。これらの流況は数値計算によってもある程度再現されており、特に線流量の残差流は八代海湾中央部の東岸から湾奥部での流量が小さく、潮汐流動が停滞する傾向にあることが算定されている。(図 3.5.18)

また、これらの流況は、河川流入水の影響によっても変動し、河川流量がある場合、満越瀬戸や長島瀬戸を通じて流出するような残差流となる。

## 潮汐残差流 (線流量)

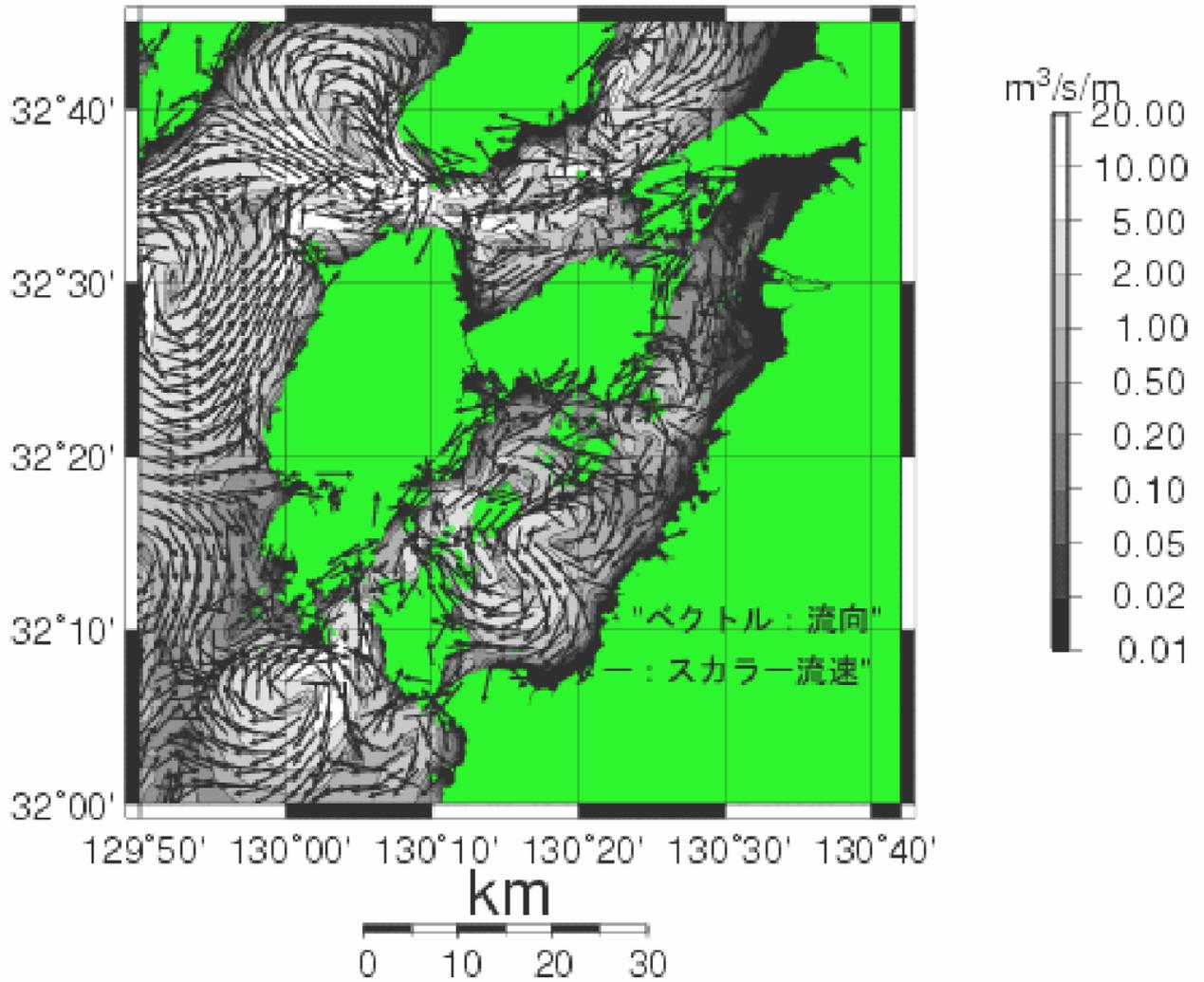


図 3.5.18 八代海における潮汐残差流