

. 作 零^{れい} の 効 果

・作^{れい}漕の効果

1．作^{れい}漕工事の概要

(1) 作^{れい}漕箇所及び作^{れい}漕規模

作^{れい}漕は、浅い海域、干潟域に局部的に深い^{みお}漕筋をつくることにより対象海域の流況を変え、海水交換を促進すると同時に交換量を増大させる工法である。

博多湾香椎地区（御島海域）における作^{れい}漕適地は、以下のような理由から選定している。

1）作^{れい}漕の範囲

現況流線を考慮し、作^{れい}漕の配置を葉脈状の^{みお}漕筋とし、^{みお}漕筋の本数は必要最小限にとどめることを前提とし、次の点から決定した。

）ブイによる測流結果からアイランドシティ護岸に沿った香椎パークポート側へ向かう流れがあり、香椎川からの流入負荷をこの流れにさせるよう^{みお}漕を配置する。

）その際、地形勾配や河口前面の御島の岩礁部を最短で迂回する曲線型の^{みお}漕とする。

（S字状^{みお}漕）・・・作^{れい}漕第1区

）御島海域奥部（北側）の海水交換を促進するため、香椎パークポートに至る^{みお}漕を配置する。（直線状^{みお}漕）・・・作^{れい}漕第2区、作^{れい}漕第3区

）香住ヶ丘地区の海水交換促進のため、和白干潟に向かう流れと御島地区に向かう流れに分け、御島地区から香椎パークポートに至る流れを引き込むため、両地区を結ぶ^{みお}漕を配置する。（アイランドシティ護岸に沿ったカーブ状^{みお}漕）

なお、）については、アイランドシティの護岸が概成した後の流況を調査した上で検討することとしている。

2）作^{れい}漕の規模

数値計算により、流入河川（香椎川）の川幅、海水交換量、流速の増加減及び浚渫土量等を総合的に判断し決定した。

作^{れい}漕規模：^{みお}漕幅30m、掘削1.5m、延長1,300m

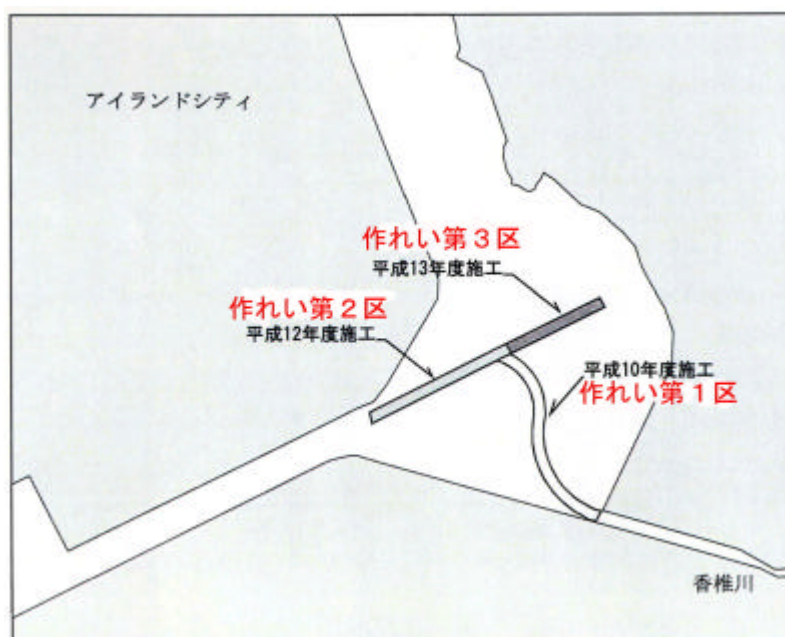


図4-2 香椎地区（御島）の作^{れい}漕箇所

(2) 作^{れい}漚^{れい}工事

作^{れい}漚^{れい}工事は、平成10年～13年度までに3カ年に分け行っている。各年度における施工位置及び施工の概念図は前頁及び以下の図に示すとおりである。また、作^{れい}漚^{れい}により生じた浚^{しゅん}渫^{せつ}汚泥は、マイクロポンプ船から排砂管により中継ポンプを経て圧送され、アイランドシティ内の揚土場所で埋立用土として処^{れい}理している。

なお、平成10年度の作^{れい}漚^{れい}第1区の施工の際、同時に香椎川の汚泥浚^{しゅん}渫^{せつ}工事も行っている。

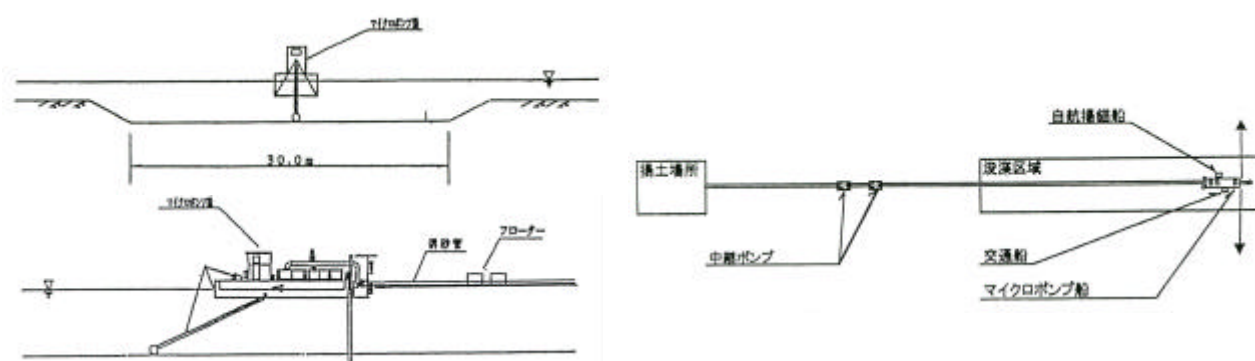


図4-3 香椎地区（御島）における作^{れい}漚^{れい}施工の概念

(3) 作^{れい}漚^{れい}工事の施工結果

1) 工事は、浚^{しゅん}渫^{せつ}深度（掘削高1.5m、許容範囲：浚^{しゅん}渫^{せつ}工底面部 + 20cm）、測検（音測）の施工管理基準を設けて行っている。工事後の検測（出来形確認：音測、ハッチェック）は、管理基準を満足する結果であった。また、合計施工数量は50,800m³となっている。

2) その後の深浅測量や航空撮影による追跡調査で作^{れい}漚^{れい}深度や形状は安定しており、物理的な意味合いでの持続性は確認できた（写真）。



図4-4 航空写真（H15年5月16日撮影）

2. 作^{れい}濁による環境改善効果

(1) 作^{れい}濁による環境改善効果

作^{れい}濁による環境改善効果は、沿岸河口域の浅い海域、干潟域に局部的に深い^{みお}濁筋をつくることにより、海水の移流・拡散の促進が図られ水域流況を改善し、また、負荷停滞や汚泥の堆積^{たい}防止を図るとともに、作^{れい}濁・^{しゅんせつ}浚渫による有機汚泥の除去など海域の水底質の改善に有効である。

香椎地区（御島海域）における作^{れい}濁事業の効果は、基礎調査の結果、以下の効果が期待される。

香椎地区における作^{れい}濁による環境改善効果

- ・ 香椎川河口付近にあった停滞域を解消し、悪臭発生を防ぐ
また、流入負荷を地区外へ早く排出し、海水中の有機物、栄養塩等の停滞を防ぐ

滞留域の解消

香椎川河口域は流速が小さく、また付近が岩礁帯に囲まれているため滞留している傾向にあるが、香椎川河口からアイランドシティ護岸付近に至る南北方向の作^{れい}濁を行うことにより、香椎川河口域の滞留域の解消が期待される。これらの作用は、香椎川の夏場の悪臭発生を抑制する効果などを持つものと考えられる。

流入河川水の流出促進

香椎川河口域から南北方向の作^{れい}濁により、香椎川の流入負荷を御島海域外へ早く排出し、海水中の有機物や栄養塩等の停滞を防ぐものと期待される。これらの作用は、富栄養化しているこの海域において、覆砂による生息環境の改善をサポートするものと考えられる。

海域全体への外海水の流入増加

東西方向の作^{れい}濁の効果により、御島海域西端の100m水路より^{みお}濁筋を通して外海水が御島海域の東側海岸付近まで流入してくることで、海域全体でより大きな海水の拡散の促進が期待できる。

流入、流出時の流動状況の違い

作^{れい}濁による^{みお}濁筋付近の流況変化^{せき}により、海水の御島海域への流入時の流線と御島海域から流出時の流線が異なることで、潮汐残差流の促進による海水の拡散効果も期待される。

作^{れい}濁にはこのような水域流況改善の直接的な改善効果のほかに、汚泥を封じ込める覆砂による水底質の改善、生物相の回復効果をサポートする効果も期待される。

(2) 作^{れい}漚効果の評価方法

香椎地区における作^{れい}漚事業の効果としては、効果・影響の評価項目及び判断基準・望ましい方向性として、前述した作^{れい}漚の効果から選定した。

表4-1には香椎地区作^{れい}漚事業における効果・影響項目を示し、項目別の判断基準あるいは望ましい方向を設定した。

表4-1 作^{れい}漚の効果・影響の評価項目及び基準

【評価項目】				【評価基準】
効果・影響				判断基準・望ましい方向
○	滞留域の解消			測流板による流線動向 悪臭発生 ^み の減少
○	海水交換の促進	流況	河川水の域外への流出促進 海域全体への外海水の流入増加 流入時と流出時の流動状況の違い	漚筋に沿った流向・流速頻度の増加、 塩分濃度変化 漚筋に沿った流向・流速頻度の増加、 塩分濃度変化 流入、流出時の流線変化
	水質の改善	水中栄養塩類の低下		水中の全窒素、全リン濃度の低下
		植物プランクトン量の低下		水中の有機物量(COD)として減少
		懸濁有機物量の低下		水中の有機物量(COD)として減少
		透明度の増大		透明度が増大する
		赤潮発生の減少		赤潮の発生可能性(頻度、規模)が小さくなる
		着色現象の減少		プランクトン、水中有機物による着色が少なくなる
		ガス・悪臭成分の減少		ガス・悪臭成分量の発生量が減少する
		底層のDO増大		夏季底層水DOが増大
		動物プランクトン量の増大		動物プランクトン量の増大

○印は、香椎地区の事業計画で評価対象とした項目

印は、効果・影響が期待されるが、総合的な見地から判断が必要と考えられる項目

3. 作^{れい}効果の調査結果

(1) 調査概要

測流板調査（調査時期：平成11年5月）

GPS内蔵測流板を調査海域に投入し、時間毎の場所を把握することにより移流効果を調査した。測定層は表層（海面下1m）とした。

連続調査（調査時期：平成11年5月、平成13年7月、平成13年11月）

作^{れい}部及びその近傍の流動変化を把握するため、^み筋上とその近傍に電磁流速計を設置した。St.1～St.3は作^{れい}第2区（平成12年度施工）、St.4～St.6は作^{れい}第1区（平成10年度施工）、St.7～St.9は作^{れい}第3区（平成13年度施工）に配置している。（図4-6）

データの取得層は図4-7に示すとおりである。

断面調査（調査時期：平成13年7月、平成13年11月）

対象海域内の流況変化を把握するため、^み筋の横断面（ライン2～5）において、ADCPを^ぎ装した調査船を航行し、流向、流速を測定した。その際、同時にSTDにより水温、塩分の測定を行った。

注）ADCP:超音波ドップラー式流向流速計(Acoustic Doppler Current Profiler)

STD:水深別自動水温・塩分計(Salinity Temperature and Depth profiler)

表4-2 気象条件

調査日	降水量	潮位
平成11年5月16～17日	0mm	干満差 200cm程度
平成13年7月19日, 22日	調査日は0mm 12日に約30mm、17日に約20mm	19日 干満差 180cm程度 22日 干満差 215cm程度
平成13年11月1日	調査日は0mm 10月28日に5mm以下の降水	干満差 140cm程度

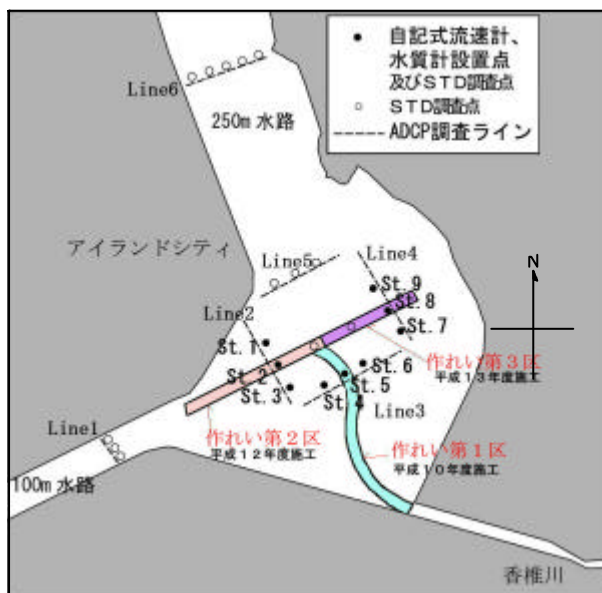


図4-6 調査地点

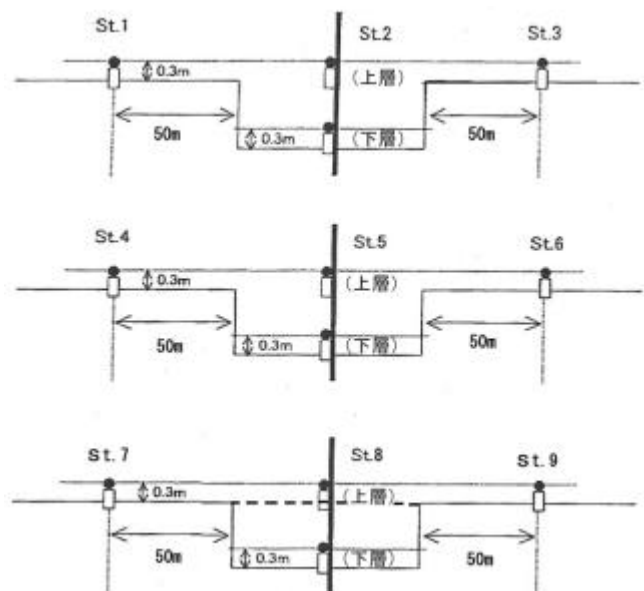


図4-7 データの取得層（連続調査）

(2) 作^{れい}漕効果の調査結果

1) 香椎川河口付近の流線

GPS内蔵測流板による流線動向を調査することにより、香椎川河口付近の滞留域の解消に効果があったか検証した。

平成8年7月の事前調査によると、香椎川河口部から流入してきた河川水は、御島海域の岩礁帯に阻まれ、滞留傾向にある（図4-8）。

そこで、平成10年度に行った第1区作^{れい}漕工事後、香椎川河口を投入点として、下げ潮時のGPS内蔵測流板による流線調査を行った。図4-9に測流板別流線結果を示す。

測流板は、すべて^{みお}筋に沿って沖に向かう傾向を示した。（3回調査を実施し、一度ずつ測流板が^{みお}筋端より外れて滞留する傾向を示したので再投入を行っている）

3回のデータでみると、^{みお}筋内、特に岩礁付近は速く、^{みお}筋を離れると移流速度が落ち、滞留する傾向を示した。

このことから、第1工区作^{れい}漕後は、香椎川河口付近の岩礁帯が一部取り除かれたことにより、下げ潮時の表層水は^{みお}筋上を通り沖合に移流しやすくなっており、滞留域が解消されたと考えられる。

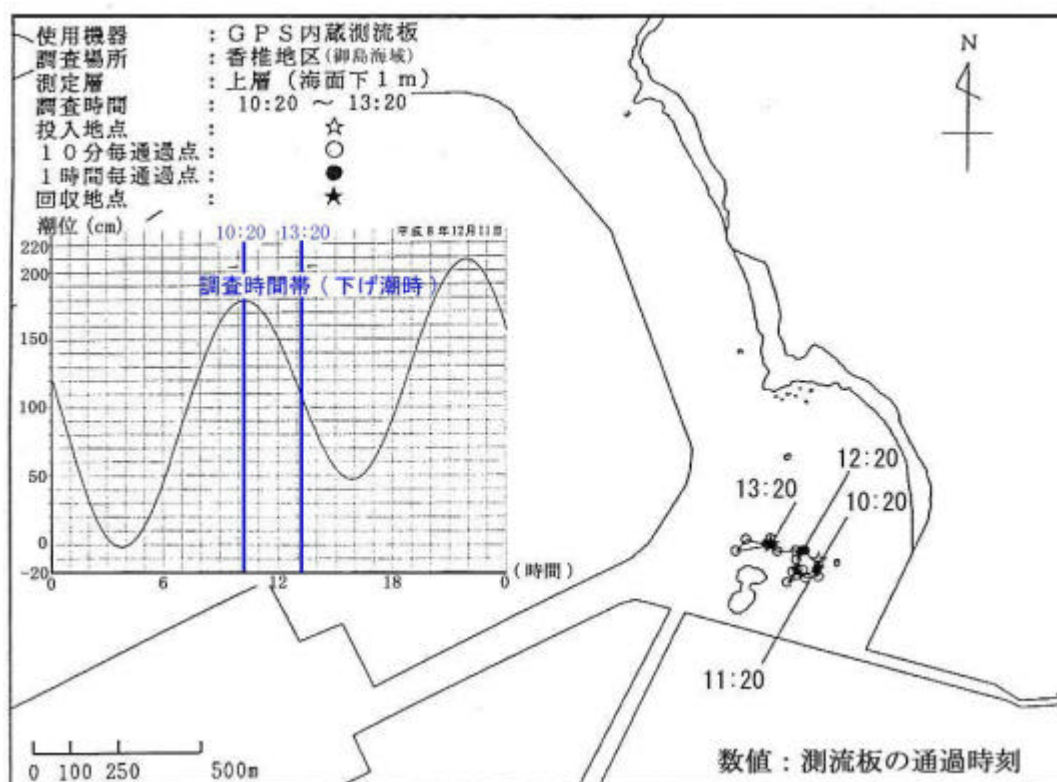
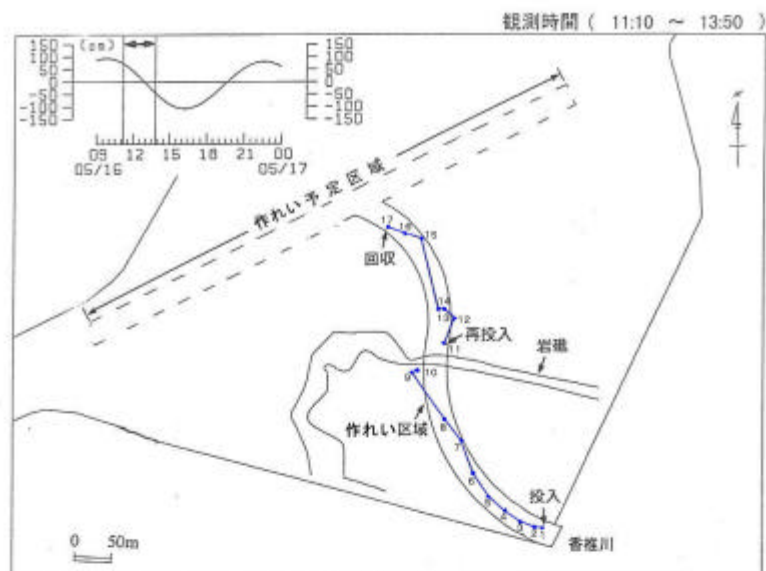


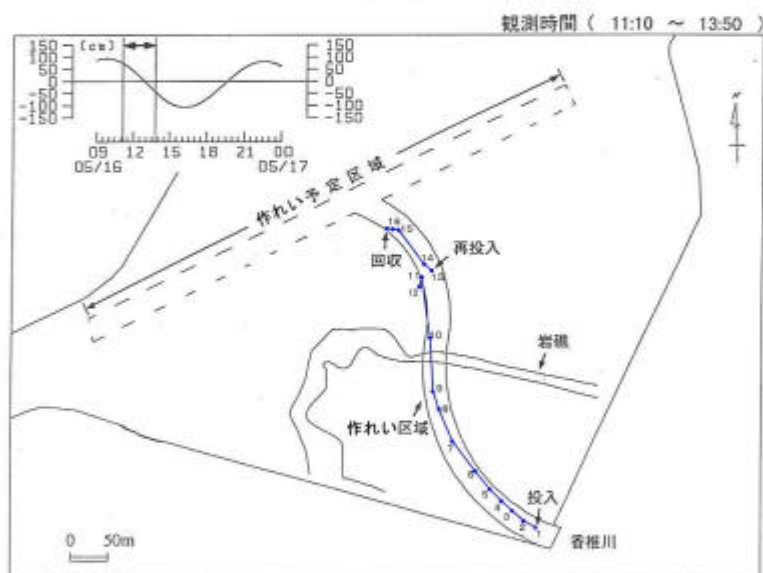
図4-8 作^{れい}漕施工前の測流板流線結果図（事前調査：平成8年12月）

2) 悪臭発生の減少

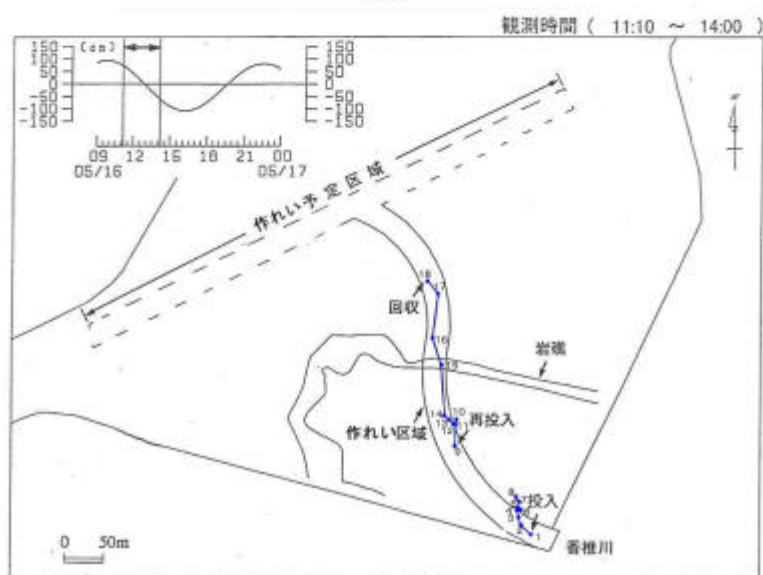
事業後は、悪臭の苦情は起こっておらず、現地でも悪臭は感じられない。よって、作^{れい}漕により滞留域が解消されたことから、悪臭発生を防いだと考えられる。



(No. 1)



(No. 2)



(No. 3)

図4-9 測流板別流線結果図 (平成11年5月調査)

2) 河川水の流出・外海水の流入状況

第1工区（南北方向）作^{れい}筋付近の流況

平成10年度に実施した第1工区の南北方向の作^{れい}筋により、香椎川から流入してくる河川水を域外へ流出させることにあると^{れい}筋^{みお}と考えられる。そこで効果的に河川水の流出が促進されているか南北の^{れい}筋^{みお}付近で調査を行った。

(a) ^{みお}筋^{れい}付近の流速の確認

平成11年5月、平成13年7月、平成13年11月にSt.4からSt.6で得られた連続データを用いて、^{みお}筋^{れい}上とそれ以外の最大流速の比較図を図4-10に示す。

最大流速比較図では、流入向きの流速最大値は^{みお}筋^{れい}上のSt.5が近傍に対して大きくなっていた。一方、流出向きの流速最大値は、平成13年7月ではSt.5が近傍に対して大きくなっていた。

流速区分ごとの流速出現頻度を図4-11(1)、図4-11(2)に示す。平成11年5月調査時では、St.4で流入、流出の頻度が同程度であったが、St.5、St.6では流入する向きの頻度が高くなっていた。一方、100m水路へつながる作^{れい}筋^{みお}が完成した後の平成13年7月調査では、St.4、St.6では流入、流出の頻度が同程度であったが、^{れい}筋^{みお}上のSt.5では流出する頻度が高くなっていた。

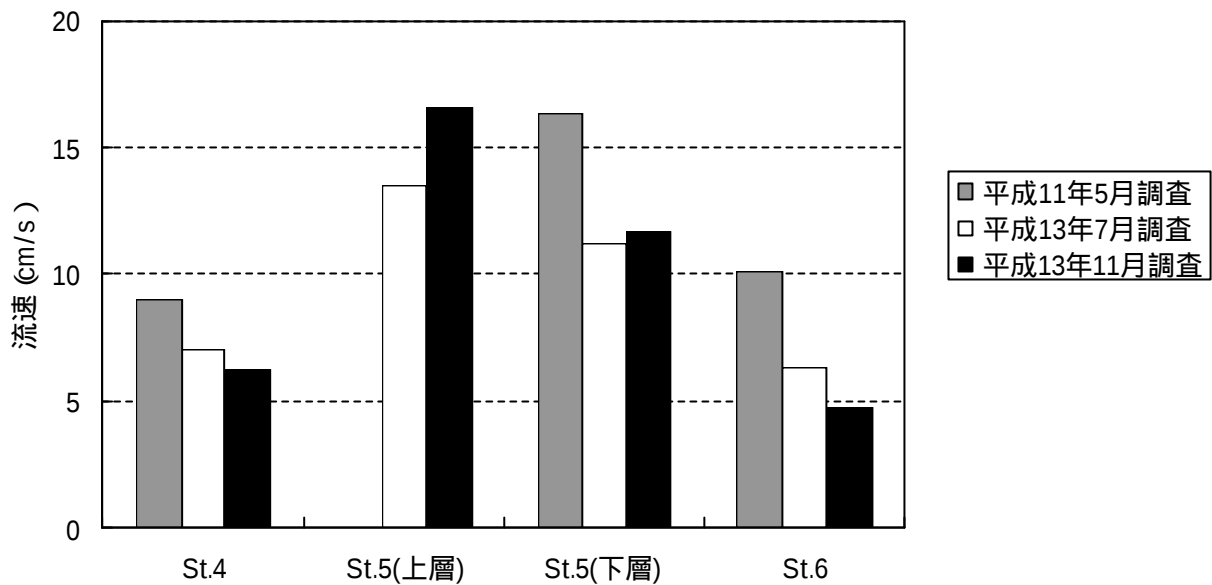
(b) ^{みお}筋^{れい}付近の流向の確認

平成11年5月、平成13年7月、平成13年11月にSt.4からSt.6で得られた連続データを用いて、^{れい}筋^{みお}別流速出現頻度分布図（図4-12(1)、図4-12(2)）を作成し、作^{れい}筋^{みお}前後の流向別の流速出現状況を確認した。

平成11年5月調査時、^{みお}筋^{れい}に沿って流入する向きである東南東から南南東の流れを示す頻度が高くなっていた。一方、100m水路側へつながる作^{れい}筋^{みお}が完成した後の平成13年7月調査時には、^{みお}筋^{れい}に沿って流入する向きの流れを示す頻度とともに、^{れい}筋^{みお}に沿って流出する向きである北から北北西の流れを示す頻度が高くなっていた。

第2工区（東西方向）の施工後、第1工区（南北方向）作^{れい}筋^{みお}の^{れい}筋^{みお}上の流出向きの流速は近傍に比べ大きくなっていた。これは、南北方向の作^{れい}筋^{みお}が実施されたことに加えて、100m水路方向に作^{れい}筋^{みお}が延伸したことにより、河川水が効果的に流出するようになったためと考えられる。

(流入向き)



(流出向き)

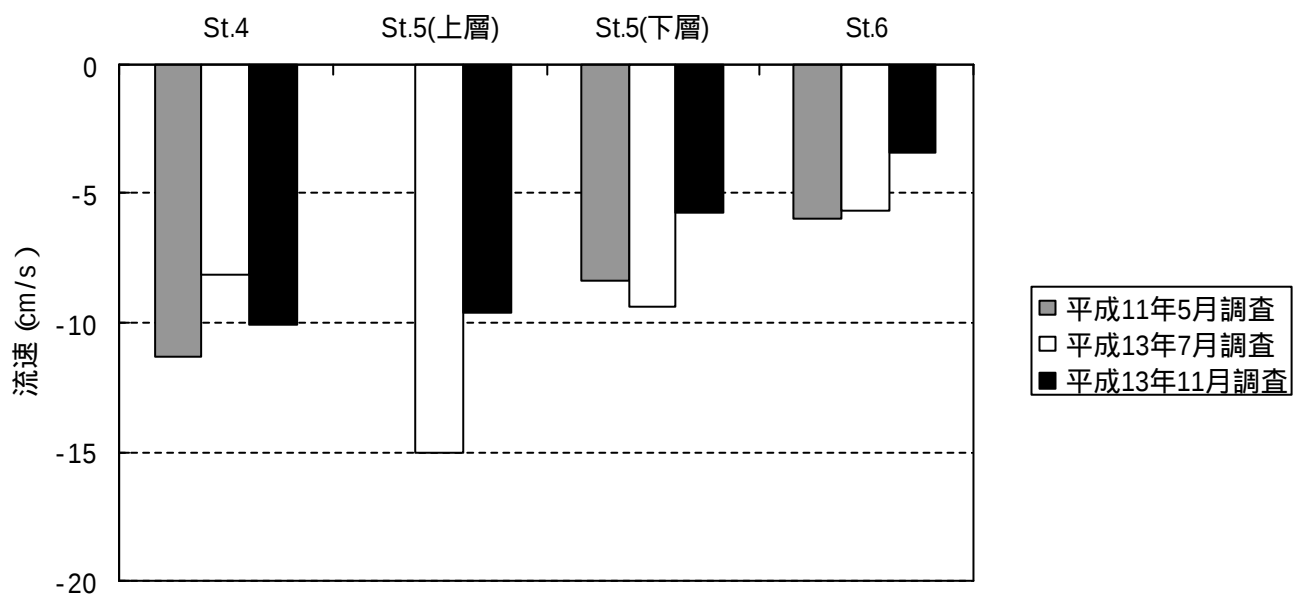
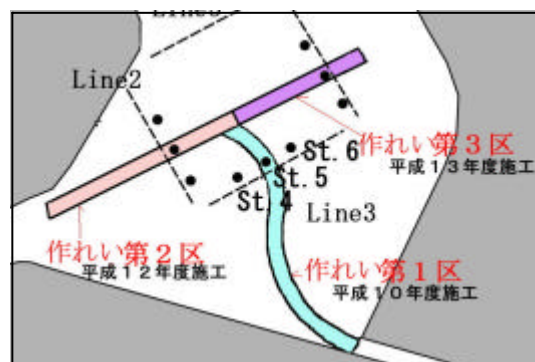


図4-10 ^{みお} 滞筋に沿った方向の最大流速の比較



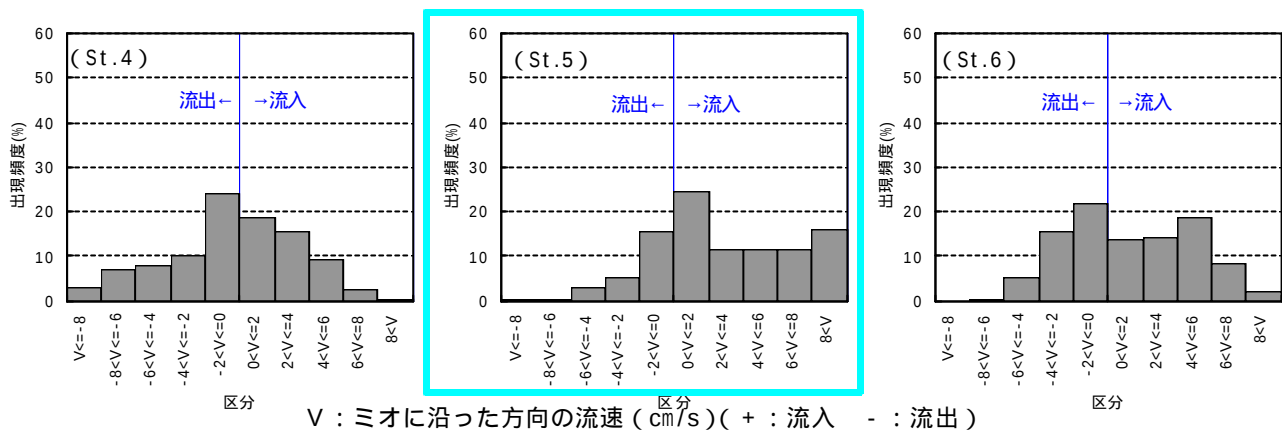


図4-11(1) 流速区分ごとの流速出現頻度 (平成11年5月調査)

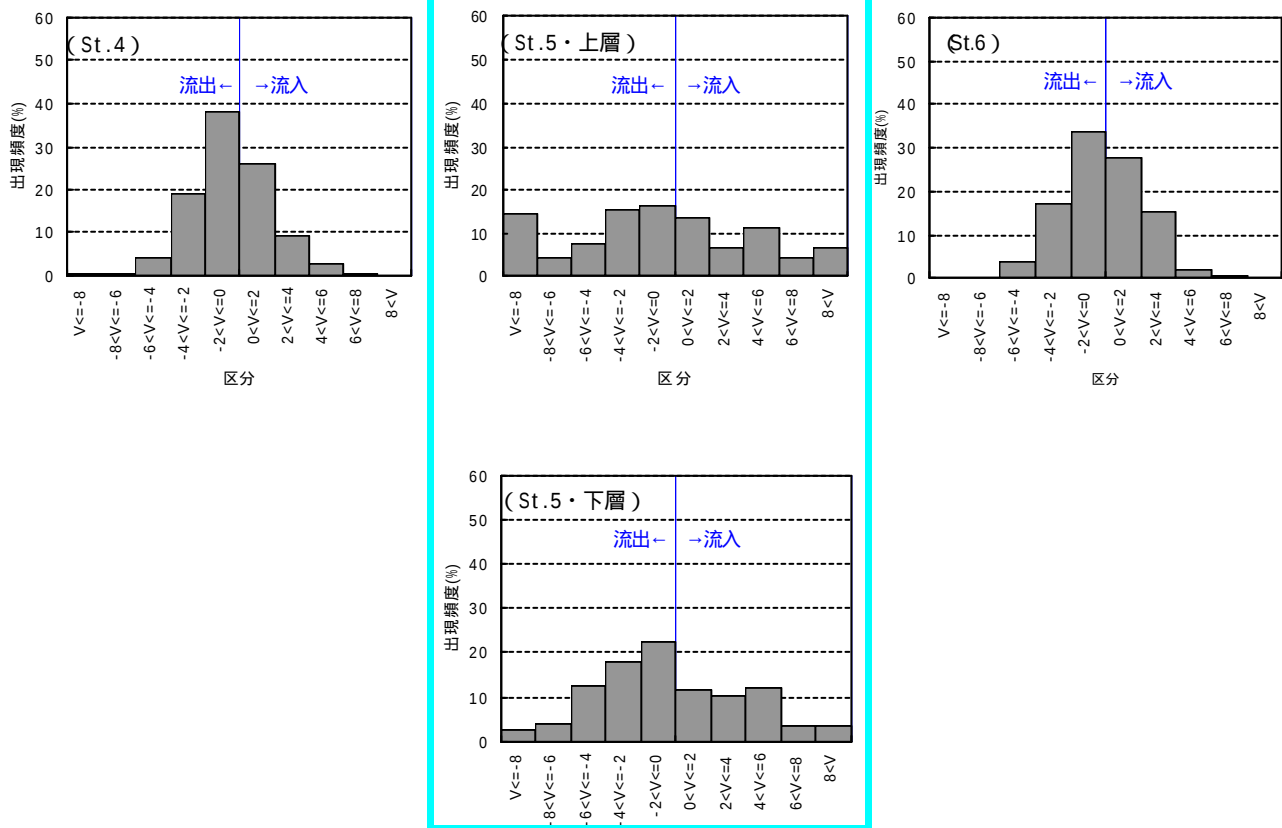
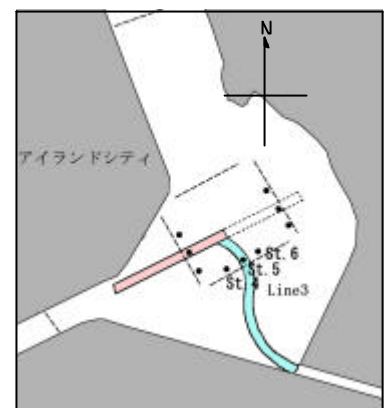


図4-11(2) 流速区分ごとの流速出現頻度 (平成13年7月調査)

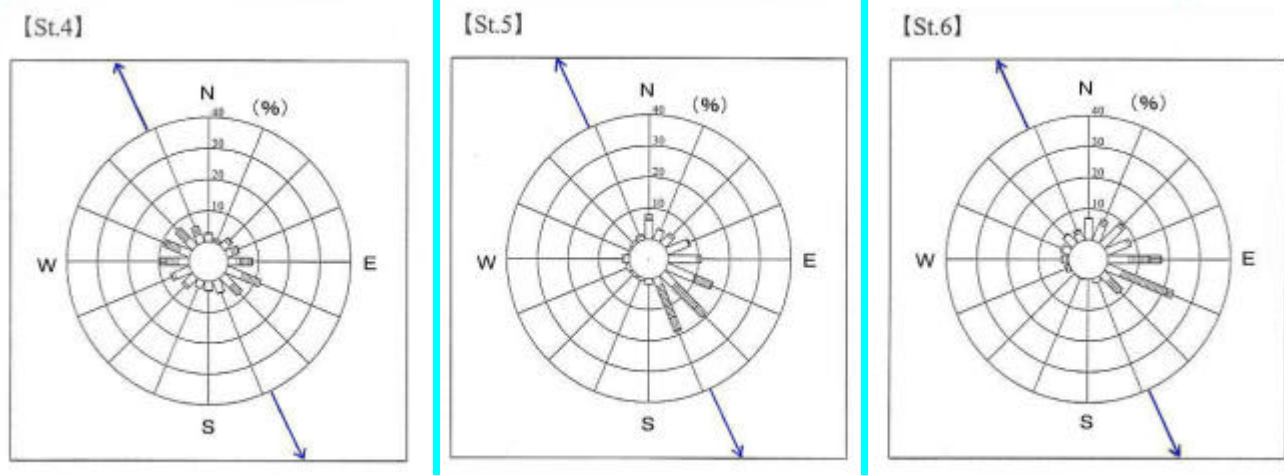


図4-12(1) ライン3の流向別流速出現頻度分布図（平成11年5月調査）

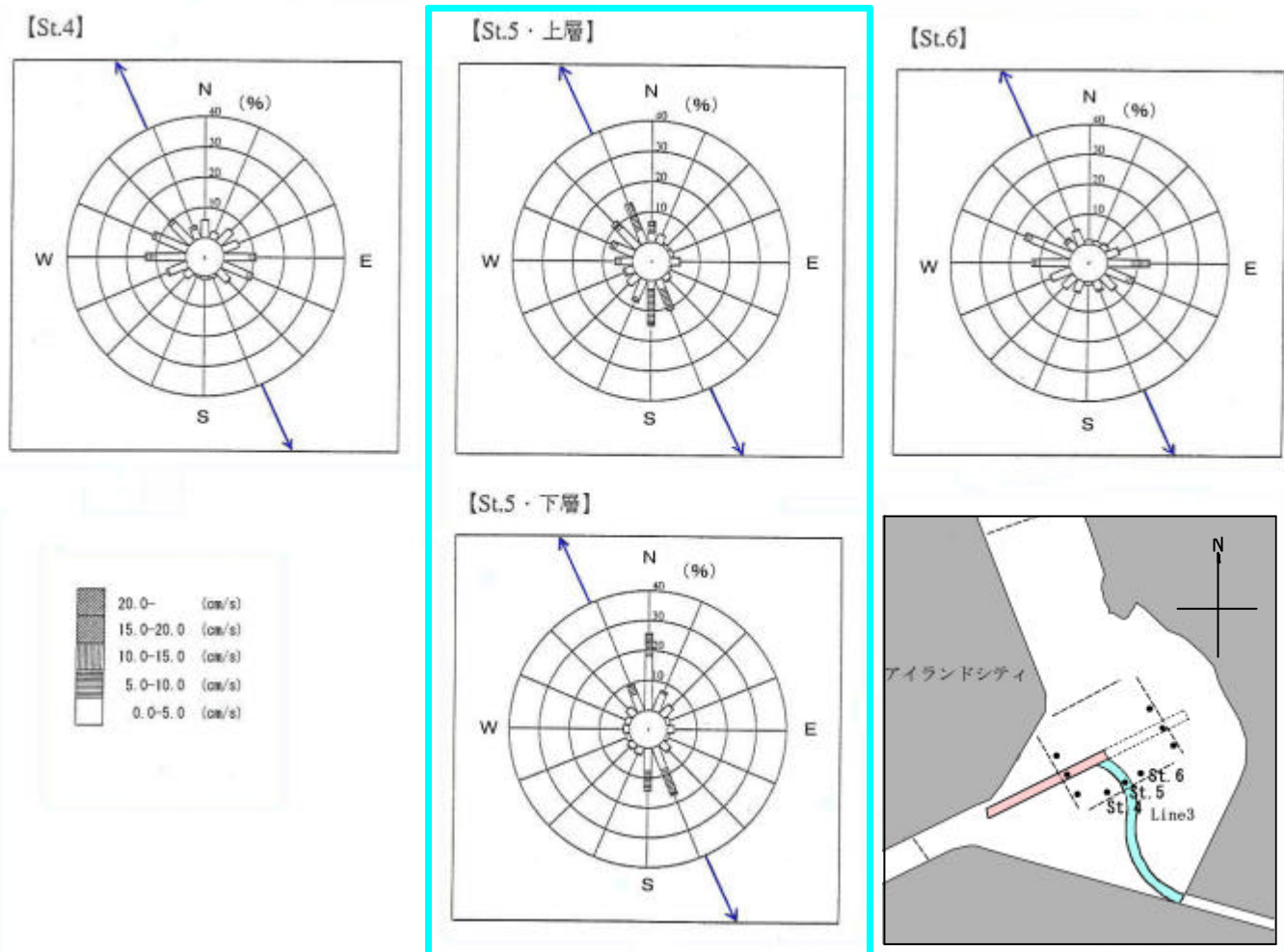


図4-12(2) ライン3の流向別流速出現頻度分布図（平成13年7月調査）

第2、第3工区（東西方向）作^{れい}湊付近の流況

平成12、13年度に実施した東西方向の作^{れい}湊により、100m水路から^{みお}湊筋を通じて外海水が海域東側まで流入し、より海水交換を促進する効果があると考えられる。そこで^{みお}湊筋を通じて外海水を効果的に流入させているか、東西方向の作^{れい}湊付近で調査を行った。

(a) ^{みお}湊筋付近の流速の確認

平成13年7月、平成13年11月にSt.1～St.3、St.7～St.9で得られた連続データを用いて、^{みお}湊筋上とそれ以外の最大流速の比較を図4-13に示す。

平成13年11月の作^{れい}湊完成後の調査では、^{みお}湊筋上のSt.2、St.8の最大流速が近傍より速くなっており、特に、流入向きの最大流速が増加していた。

また、平成13年11月の流速区分ごとの流速出現頻度図を図4-14に示す。

^{みお}湊筋上のSt.2、St.8の流速は、近傍よりも、大きい流速を示す頻度が高く、また、流入向きの流速が流出向きより高かった。

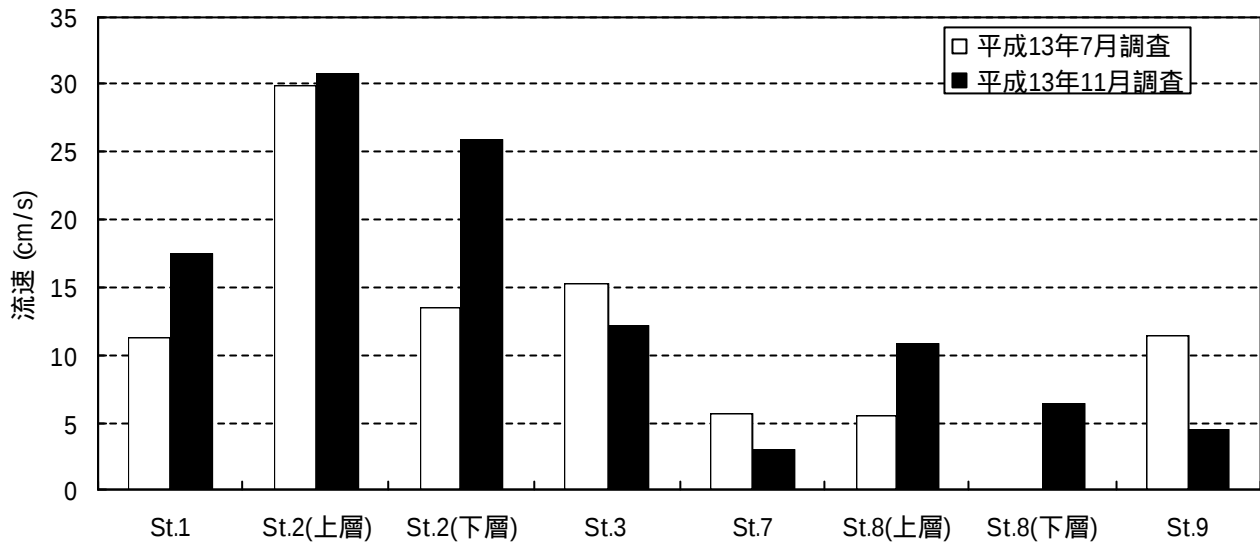
(b) ^{みお}湊筋付近の流向の確認

平成13年11月にSt.1～St.3、St.7～St.9で得られた連続データを用いて流向別流速出現頻度分布図（図4-15）を作成し、作^{れい}湊前後の流向別の流速出現状況を確認した。

St.1では、北東に流入する向きと南西に流出する向きの頻度が高く、St.3では、^{みお}湊筋に沿った向きである北東、東に流入する向きと西南西に流出する向きの頻度が高くなっていた。
^{みお}湊筋上のSt.2では、^{みお}湊筋に沿った向きである東北東、西南西を示していた。また、流出向きを示す頻度が約30%、流入する向きを示す頻度が約50%となっており、流入する向きを示す頻度が高くなっていた。

作^{れい}湊の^{みお}湊筋上の流速は流出・流入向きともに近傍より大きくなっていたが平成13年11月調査では7月時より、流入向きの流速が増加した。これは、海域東側へ作^{れい}湊を延伸したことにより100m水路から流入した外海水が^{みお}湊筋を通じて海域東側まで流入するようになり海域全体へより多く運ばれるようになったためと考えられる。

(流入向き)



(流出向き)

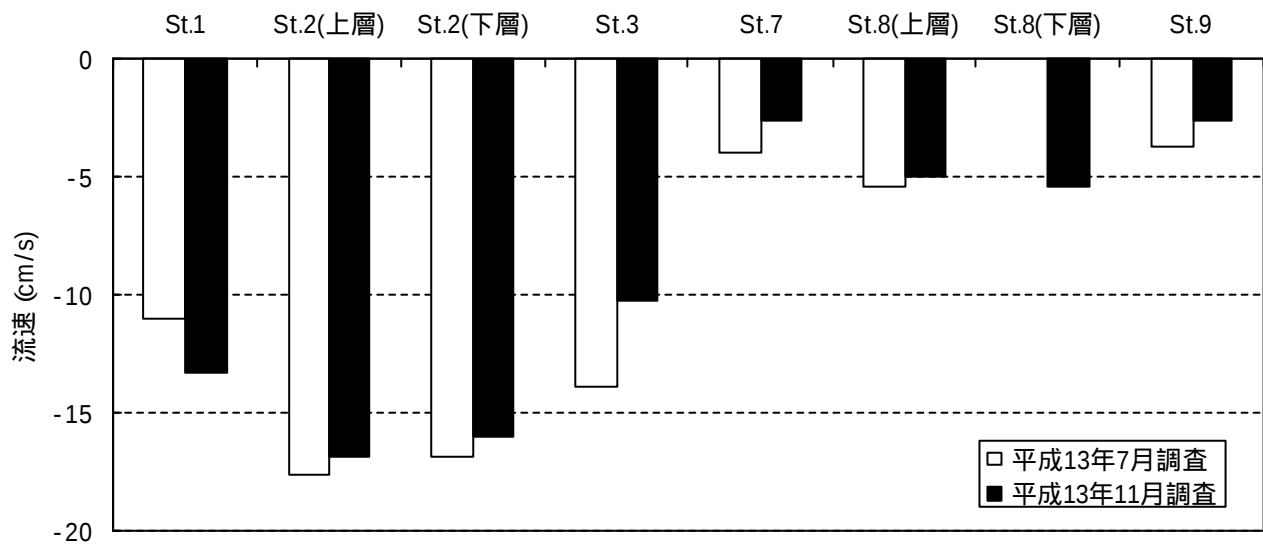
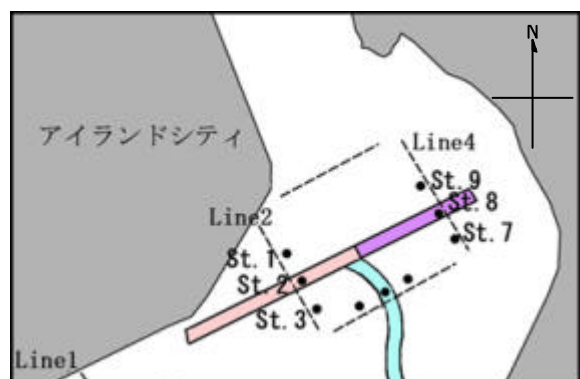
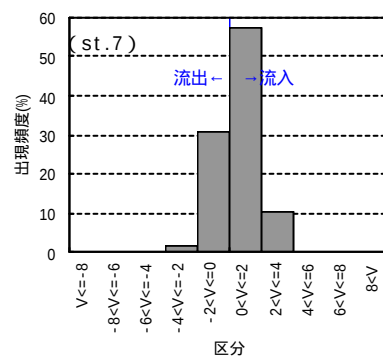
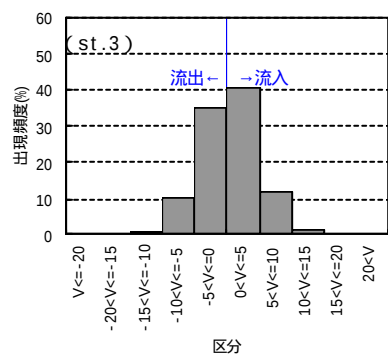
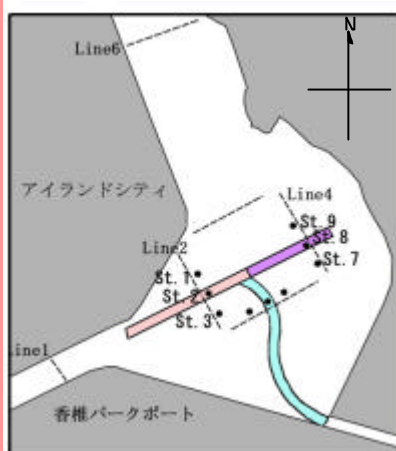
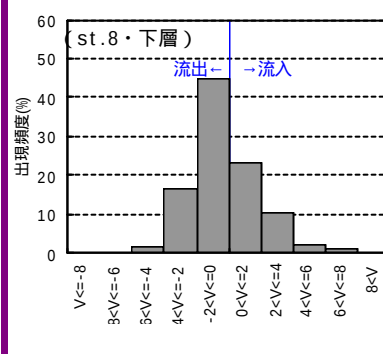
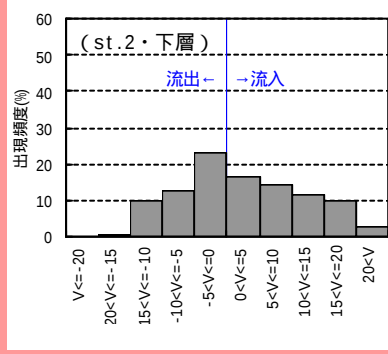
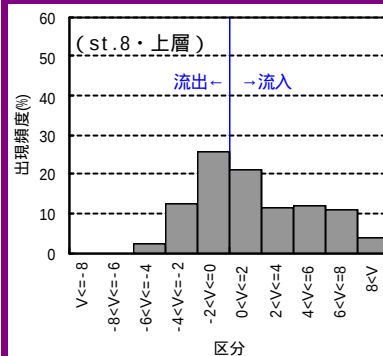
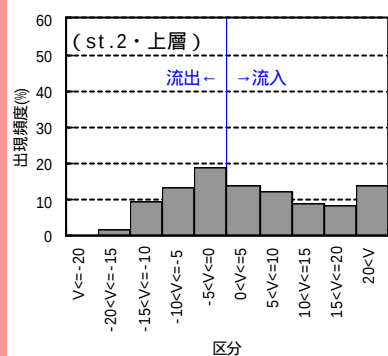
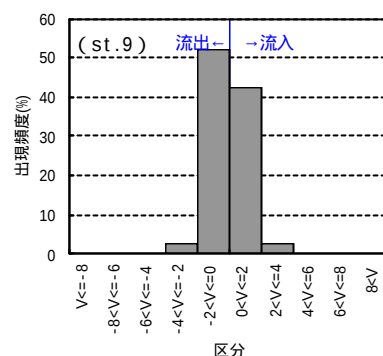
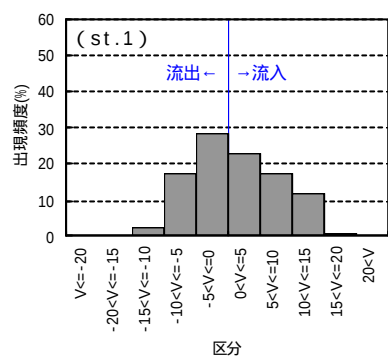


図4-13 ^{みお} 湊筋に沿った方向の最大流速の比較





V : ミオに沿った方向の流速 (cm/s) (+ : 流入 - : 流出)

図4-14 流速区分ごとの流速出現頻度 (平成13年11月調査)

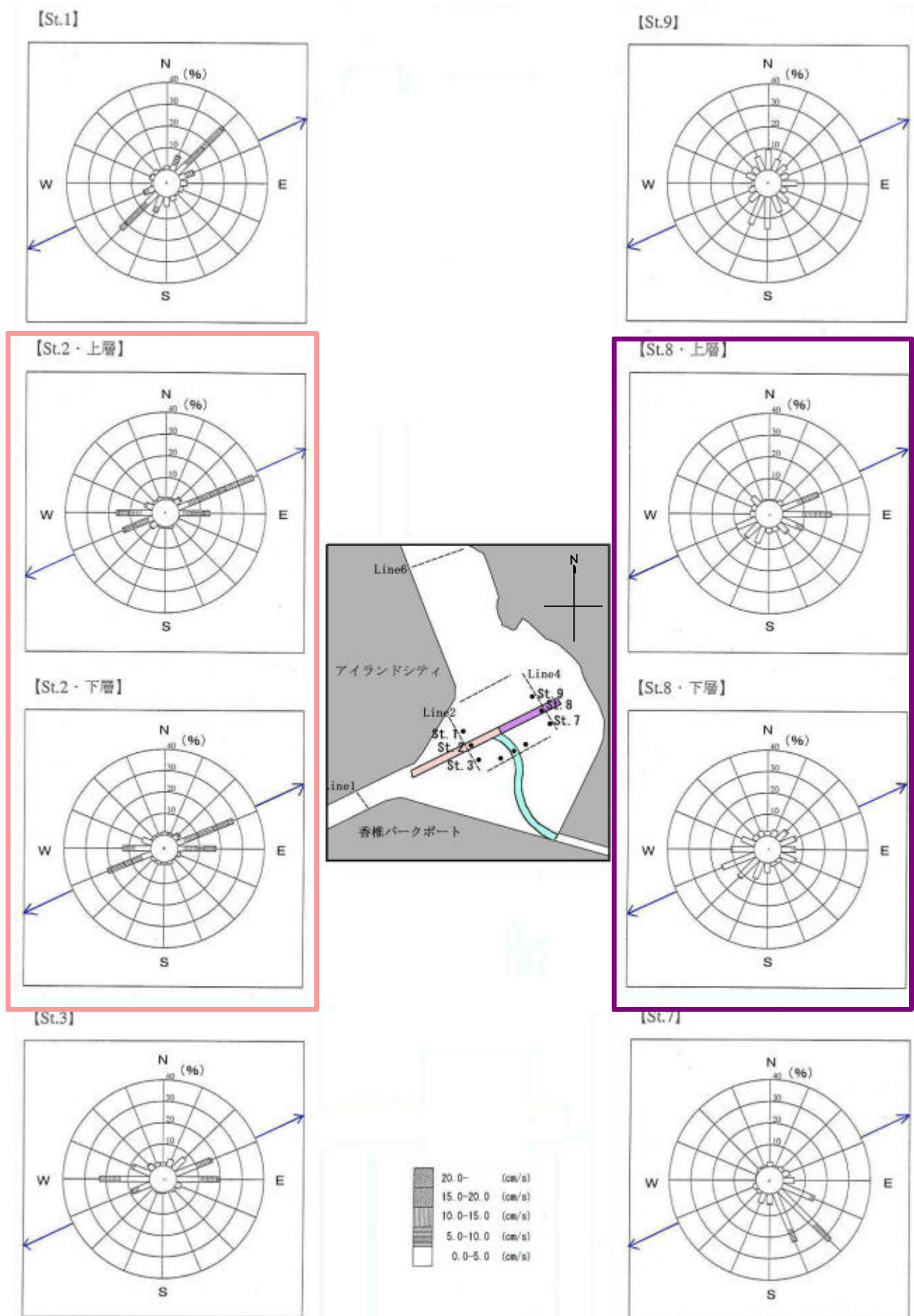


図4-15 ライン2, 4の流向別流速出現頻度分布図 (平成13年11月調査)

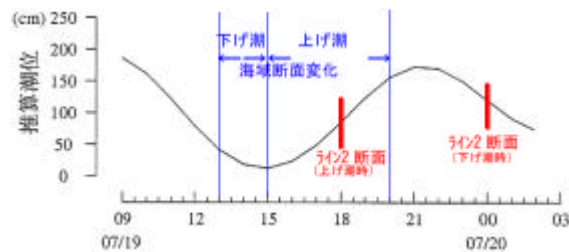
塩分流入の状況

外海水を速く対象海域に流入させるとともに、対象海域内の海水を早く外海へ流出させるという^みろ筋の機能が効果的に働き、高塩分の海水を100m水路から流入させ、香椎川河口付近の低塩分の海水を流出させているか、^みろ筋上の海水塩分変化を確認した。

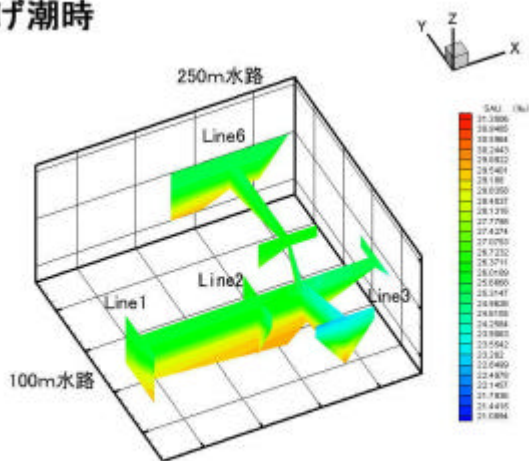
^みろ筋上の鉛直方向の塩分断面分布図を図4-16(1)、図4-16(2)に示す。

海水が流出する下げ潮時には、香椎川河口に最も近いライン3の表層で最も塩分が低く、この塩分の海水が南北方向の^みろ筋を通じて、東西方向の作^{れい}ろ部にまで達している様子が確認できる。また、上げ潮時には高塩分の外海水が100m水路から流入し、御島海域の東側奥部まで到達している様子が確認できる。

これにより、下げ潮時には表層から対象海域内に存在する河川等に由来していると考えられる低塩分の海水が、100m水路に向かって流出しており、上げ潮時には外海の高塩分の海水が100m水路から対象海域に流入していると考えられる。

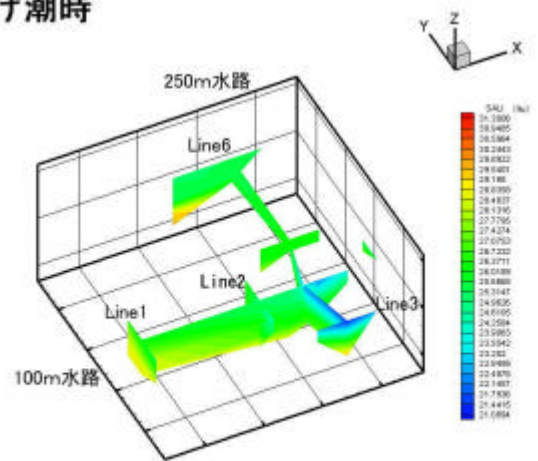


①下げ潮時



07/19 13:00

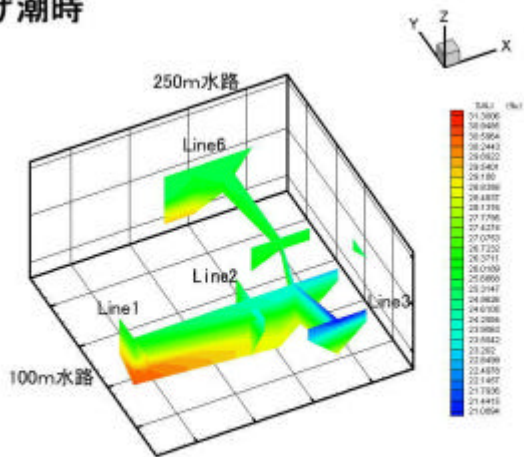
②下げ潮時



07/19 14:00

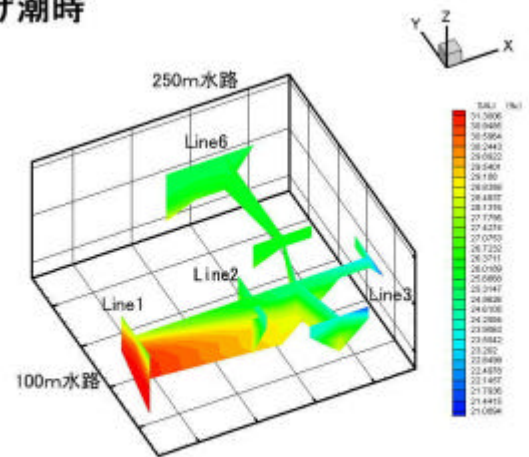
図4-16(1) 対象海域の塩分断面図

③上げ潮時



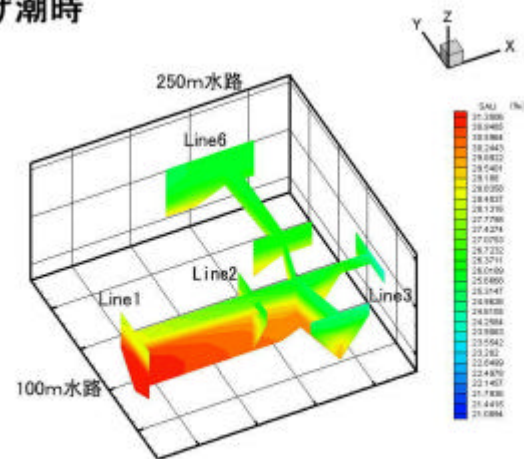
07/19 15:00

④上げ潮時



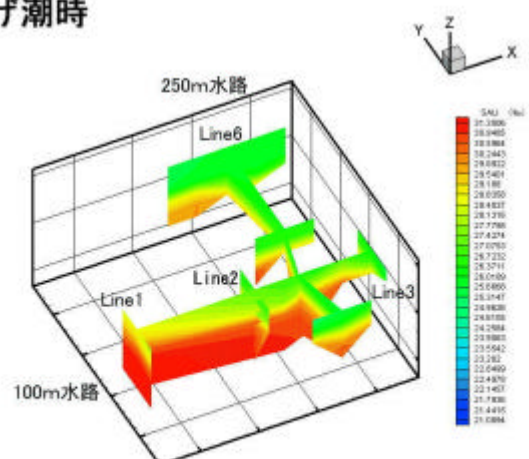
07/19 16:00

⑤上げ潮時



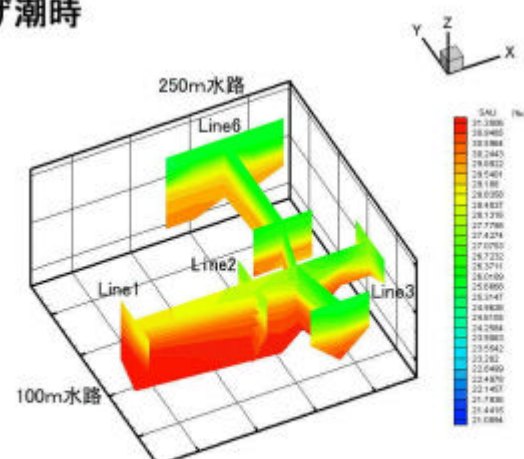
07/19 17:00

⑥上げ潮時



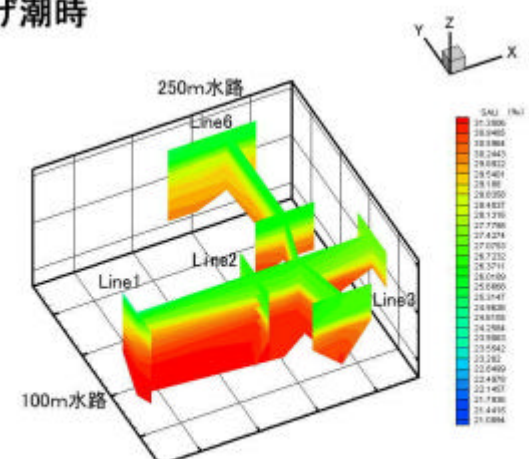
07/19 18:00

⑦上げ潮時



07/19 19:00

⑧上げ潮時



07/19 20:00

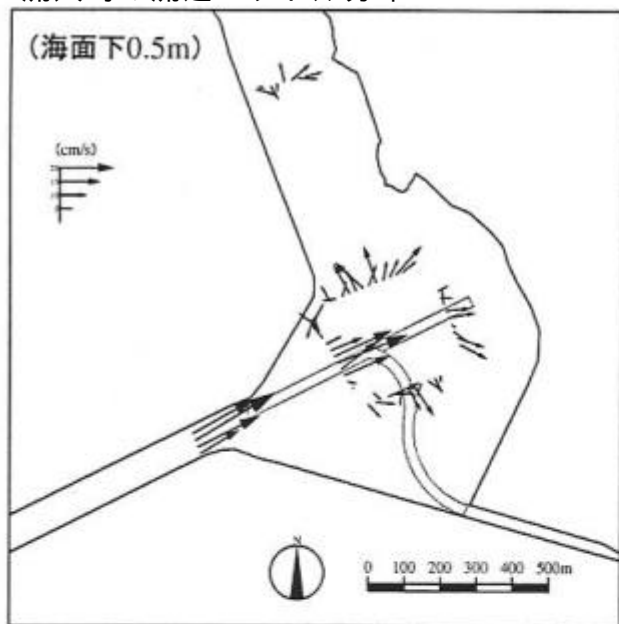
図4-16(2) 対象海域の塩分断面図

3) 流入時と流出時の流線

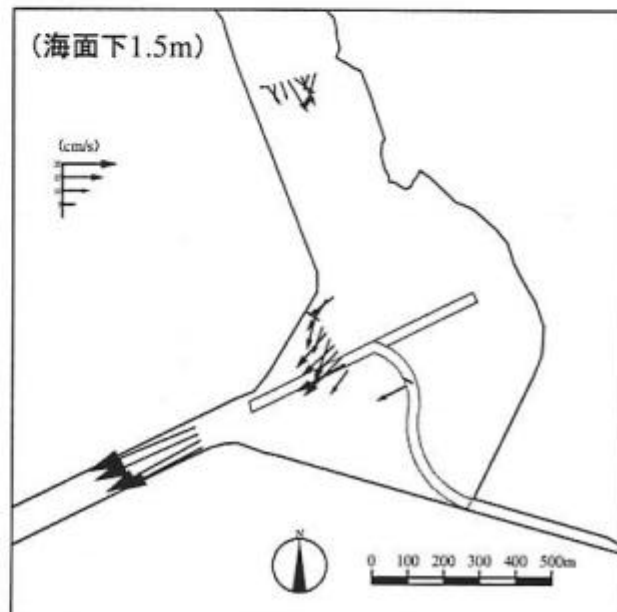
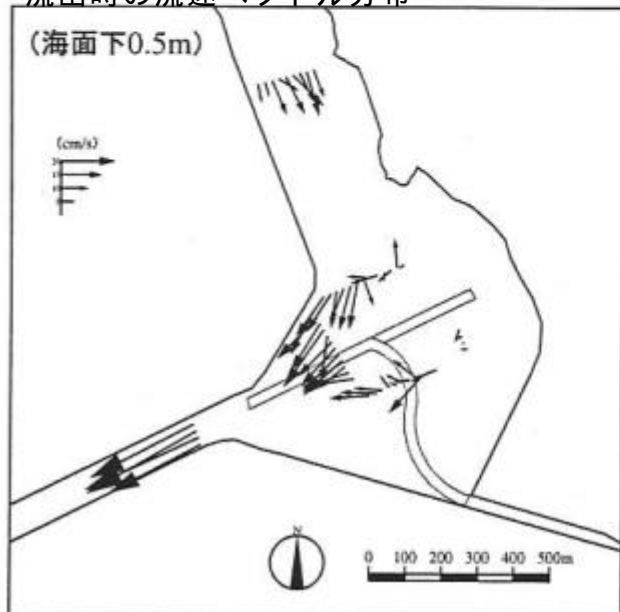
平成13年11月調査時の上げ潮時及び下げ潮時の流速の水平分布を図4-17に示す。

上げ潮時には、外海水が100m水路から^{みお}滲筋を通じて対象海域に流入している様子が確認できる。一方、下げ潮時には、対象海域全体から100m水路に向かって流出している様子が確認できる。

流入時の流速ベクトル分布



流出時の流速ベクトル分布



上げ潮時：平成13年11月2日7時～
下げ潮時：平成13年11月1日23時～

図4-17 流入時及び流出時の流速ベクトル水平分布図

これらの流速ベクトル水平分布図を基にした、対象海域の流入時と流出時の流れの模式図を図4-18に示す。

図に示すように、対象海域では、外海水が流入時は^{みお}滞筋に沿った強い流れで流入し、海域東側まで到達し、流出時には、対象海域全体から、100m水路^{れい}に向かって流出している。

このように、流入時と流出時の流線が異なっており、作^{せき}滞により潮汐残差流を促進して、対象海域全体の海水交換が促進されているものと考えられる。

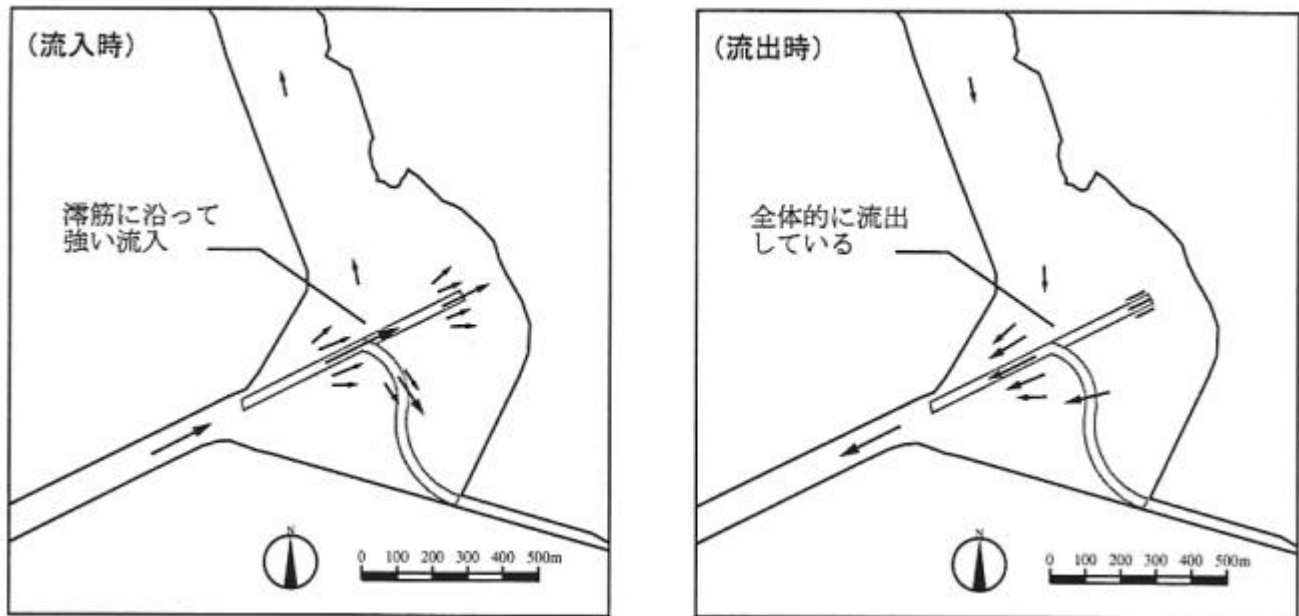


図4-18 対象海域の流れの模式図

4. 作^{れい}瀾効果の評価

滞留域の解消

流線動向	作 ^{れい} 瀾後の測流板による流線動向をみると、測流板は香椎川河口より ^{みお} 瀾筋に沿って岩礁を越え沖に向かう傾向を示した。また、 ^{みお} 瀾筋内（特に岩礁付近）は近傍に比較して移流速度は速かったことが確認された。
悪臭	事業後は、悪臭の発生はみられなかった。

以上のことから、河川水は、作^{れい}瀾により^{みお}瀾筋を通り沖合に移流しやすくなり、河口付近の滞留域の解消に効果があったと考えられる。

流入河川水の域外への流出促進

流向・流速	南北の作 ^{れい} 瀾部では、 ^{みお} 瀾筋上の流速が、その近傍に対して大きくなっており、 ^{みお} 瀾筋に沿った向きに流出する頻度が高くなっていたことが確認された。
塩分	下げ潮時に河川水が混合した低塩分の海水が、100m水路へ向って流出している様子が確認された。

以上のことから、作^{れい}瀾が実施されたことにより、^{みお}瀾筋が効果的に機能し、流出向きの流速が増加したことから、河川水の流出促進効果があったと考えられる。

海域全体への外海水の流入増加

流向・流速	^{みお} 瀾筋上の流速が、その近傍に対し大きくなっていた。 ^{みお} 瀾筋を通じて外海から対象海域へ流入する頻度が、流出する頻度に対して増加しており、流入向きの流速が増加していたことが確認された。
塩分	上げ潮時に、高塩分の外海水が対象海域に流入している様子が確認された。

以上のことから、作^{れい}瀾により、^{みお}瀾筋が効果的に機能し、流入向きの流速が増加したことから、外海水の流入増加に効果があったと考えられる。

流入時と流出時の流動状況の違い

流入・流出時の流線の違い	流入時は、 ^{みお} 瀾筋に沿った強い流れで流入し、奥部にまで外海水を到達させ、流出時には、対象海域全体から100m水路に向かって流出させており、流入時と流出時では流線が異なっていたことが確認された。
--------------	---

以上のことから、作^{れい}瀾により、潮汐残差流を促進して、海水を拡散させる効果があったと考えられる。

博多港香椎地区（御島海域）において作^{れい}漥を実施したことにより、南北方向の^{みお}漥筋の効果で香椎川河口付近に滞留していた河川水は^{みお}漥筋に沿って沖合に移流しやすくなり、事業実施以前に生じていた香椎川河口域での水域停滞に伴う悪臭は、事業後に解消しており、滞留域の解消に効果があった。また^{みお}漥筋上の流速が増大していることから淡水の流出促進に効果があったと考えられる。また、東西方向の^{みお}漥筋の効果で、^{みお}漥筋上では海域東側に流入する向きの流速が増大しており、海域全体に東航路側から外海水の流入が増大する効果があったと考えられる。また流入時と流出時の流線の違いから、作^{れい}漥により潮汐残差流を促進して、海水の拡散効果があった。

以上のように、香椎地区における作^{れい}漥は、海水の移流・拡散の促進効果により水域流況を改善し、沿岸部での負荷停滞や汚泥の堆積防止を図るとともに、作^{れい}漥・浚渫による有機汚泥の除去など沿岸河口域における海域の水底質改善について効果があったと考えられる。

とりまとめ結果を表4-3に示す。評価に当たっては、以下の二段階とした。

効果があった項目	○
効果が確認できないまたは不明である項目	

表4-3 作^{れい}漥の効果・影響の評価項目及び基準と評価

効果・影響			効果の判断基準		評価	
滞留域の解消			測流板による流線動向 悪臭の解消		○	
海水交換 の促進	流況	流入河川水の域外への 流出促進	^{みお} 漥筋に沿った流向・流速頻度の増加、 塩分濃度変化		○	○
		海域全体への外海水 の流入増加	^{みお} 漥筋に沿った流向・流速頻度の増加、 塩分濃度変化		○	
		流入時と流出時の 流動状況の違い	流入、流出時の流線変化		○	

