

## 物質収支モデルの構築状況について

## 1. 昨年度挙げられた課題とその対応状況および本年度の実施事項

## 1-1 概要

昨年度の統括委員会で示したベースモデルには、シミュレーション結果の再現性やチューニング、計算条件の与え方などについて課題が挙げられた。それらの対応状況について、概要を表 1.1 に、詳細を 1-2 以降に示す。本年度、物質収支モデルを用いて実証試験を評価する上で、構築および機能の追加が必要な事項についても示している。

表 1.1 物質収支モデルの課題とその対応状況

課題	対応案	対応状況
<b>再現性向上に関する事項</b>		
①境界水位のチューニング	潮汐観測情報を基に、複数ケースの計算を実施し、最適値を探る。	対応済み
②粘性係数等諸係数のパラメータチューニング	複数ケースの計算を実施し、最適値を探る。	対応済み
③三津湾周辺の 100m メッシュへの細格子化	同左	対応済み
④地域検討委員会による調査結果との比較検証	同左	流動…冬季は検証済み。夏季は調査後に検証する。 水質・底質…今後対応予定
⑤三津湾へ流入する河川の追加	三津大川、木谷郷川、高野川の追加	対応済み
⑥諸条件設定用データを 2011 年に更新	特に、境界・初期条件を 2011 年データに更新する。	対応済み
<b>実証試験、改善方策の評価に関する事項</b>		
①既存モデルへの生物種の追加	カキ、アサリを追加する。また、地域検討委員会の要望があれば、さらに追加する生物種を検討する。	今後対応予定
②物質循環のフロー、ストックの出力	三河湾WGにおいて構築したフロー、ストック出力機能を使用する。	三河湾WGにおいて機能の追加は完了。今後三津湾モデルへ適用する。

以上の対応状況から、本資料では主に流動計算について、三津湾内を 100m メッシュに細格子化した計算の結果を示す。

## 1-2 再現性向上に関する事項

### ① 境界水位のチューニング <済>

再現性向上のため、境界の水位、各分潮の遅角差を調和定数表や潮位観測結果を基に、複数ケースの計算を行った。その結果、表 1.2 に示す調和定数が最適であり、瀬戸内海西部の平均流、特に三津湾沖合の西流を最もよく再現していた。計算の結果は 2-2 にて示す。

表 1.2 境界における調和定数

境界位置	伊予灘(南端)				燧灘(東端)			
	東端		西端		北端		南端	
地点名	松山		室津		鞆		多喜浜	
項目	振幅	遅角	振幅	遅角	振幅	遅角	振幅	遅角
	(cm)	(°)	(cm)	(°)	(cm)	(°)	(cm)	(°)
K1	31.0	209.5	26.0	207.9	32.1	240.1	33.5	230.1
O1	22.7	187.0	19.0	190.8	22.1	213.9	26.0	205.3
M2	99.3	267.9	81.0	252.6	113.1	326.2	109.4	324.2
S2	40.8	297.5	38.0	276.2	39.9	3.6	42.8	358.3
水位(cm)	20.0		0.0		40.0		30.0	

### ② 粘性係数等諸係数のパラメータチューニング <済>

昨年度地域検討委員会において受けた、潮流楕円が細く、粘性係数が小さすぎる可能性があるとの指摘から、粘性係数、拡散係数、粗度高さなどの諸係数についてパラメータチューニングを行った結果、潮流の再現性は向上した。

### ③ 三津湾周辺の 100m メッシュへの細格子化 <済>

海図および地域検討委員会による調査結果の水深を参考に、三津湾周辺を 100m メッシュに細格子化した。100m メッシュの水深図、格子図を図 1.1 に示す。流動計算は、900m-300m メッシュ (図 1.2) での計算から、100m メッシュでの境界条件を作成し、100m メッシュのみで再度計算を行うこととした。

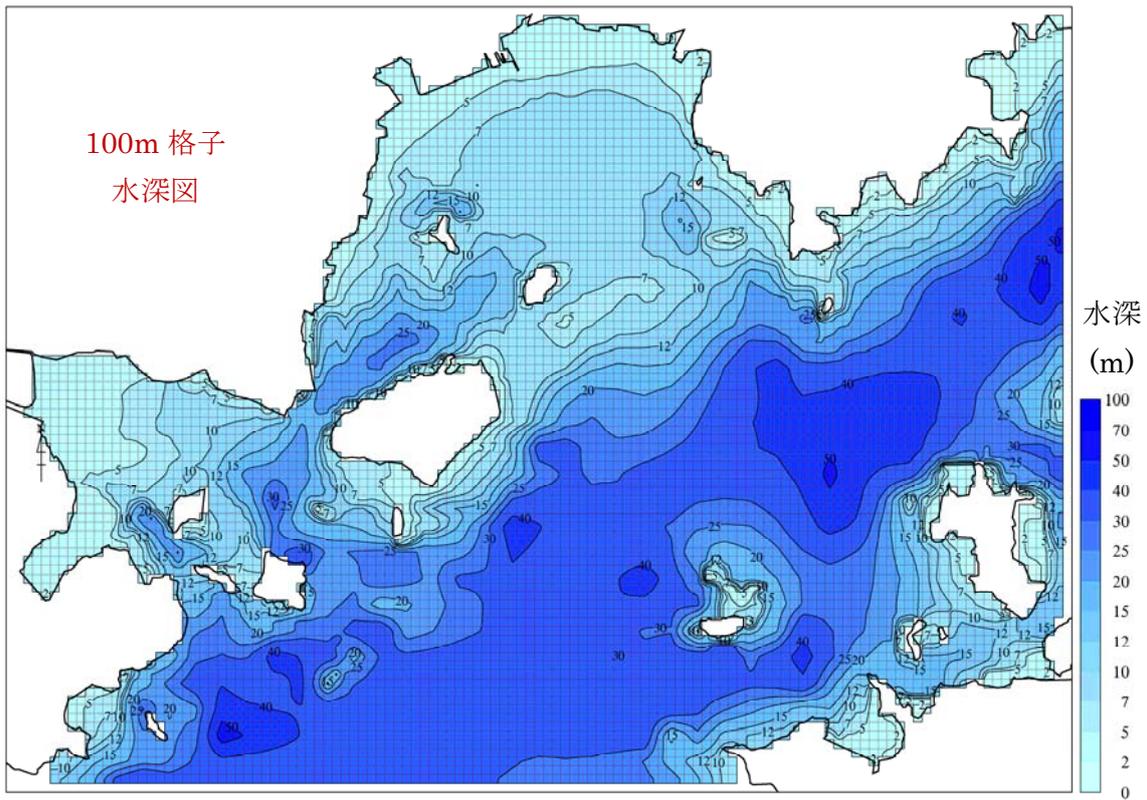


図 1.1 100m 格子の格子設定と水深

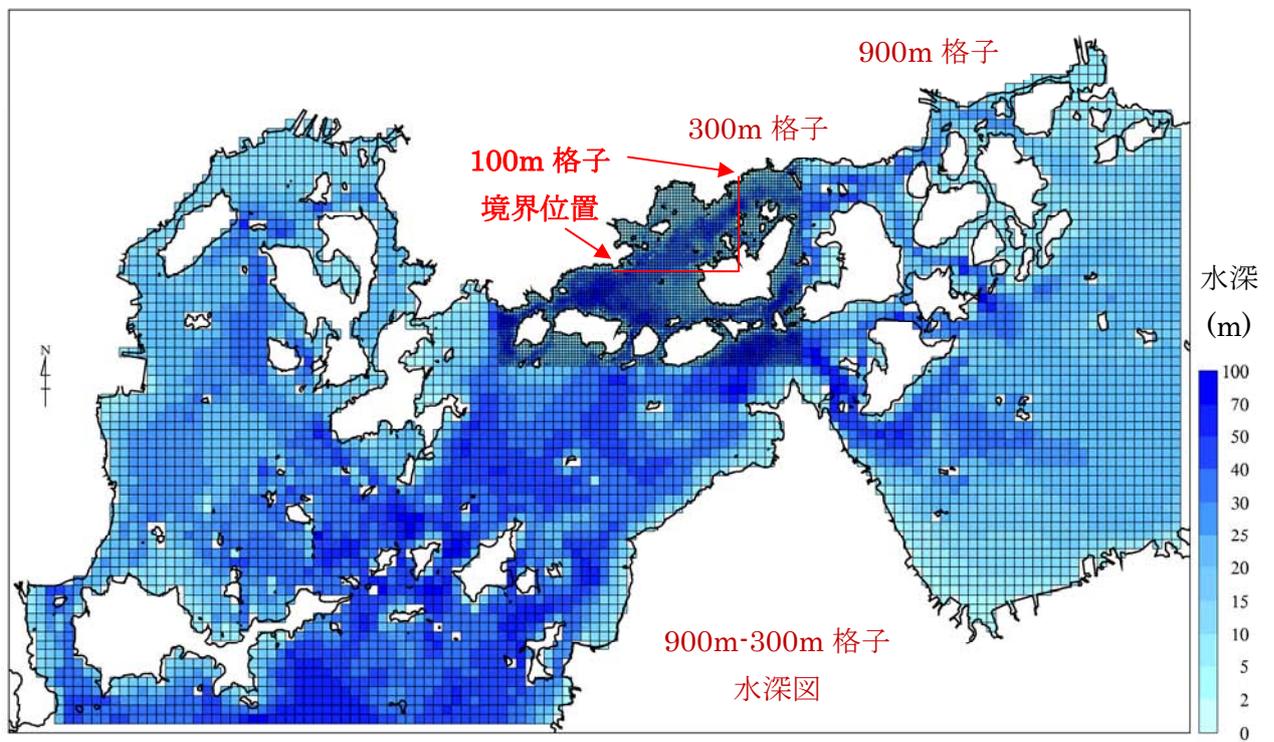


図 1.2 900m-300m 格子の格子設定と水深

④ 地域検討委員会による調査結果との比較検証 <一部対応済>

昨年度の地域検討委員会で報告された流動の冬季調査結果は、再現性検証データとして計算値と比較した。夏季に行われる調査結果も、データが提供され次第、速やかに検証データとして用いる。

水質・底質調査結果は、今後水質-底質結合生態系モデルの構築において再現性検証データ、パラメータの根拠データとして用いる。

⑤ 三津湾へ流入する河川の追加 <済>

昨年度は1級河川(太田川、小瀬川)および三津湾へ流入する事業所のみ考慮していたが、三津湾へ直接流入する3河川、三津大川、高野川、木谷郷川を追加した。流量は、公共用水域水質データから算出した2005~2009年の月別平均流量を与えた(図1.3)。

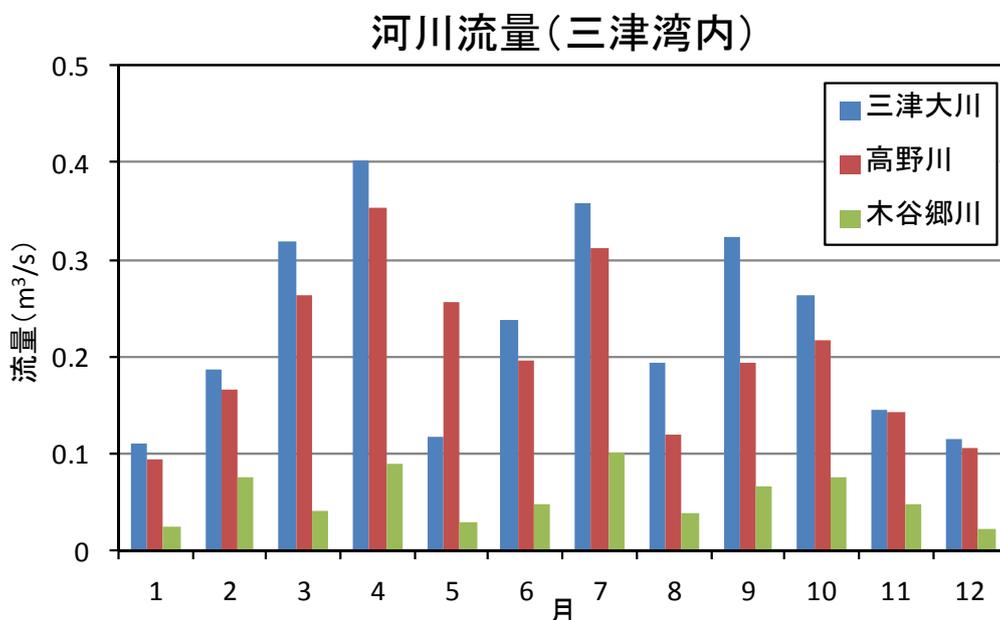


図 1.3 三津湾へ流入する河川の流量設定値

⑥ 諸条件設定用データを2011年に更新 <済>

境界・初期条件の作成にあたり、2011年の広島県・山口県による浅海定線調査結果を用いた。これらモデルの与条件となるデータについては、詳細を1-4 ①で述べる。

### 1-3 施策の評価に関する事項

#### ① 既存モデルへの生物種の追加 <今後対応>

今後、水質-底質結合生態系モデルの構築においてカキ、アサリを追加する。また、地域検討委員会からの要望があれば、さらに追加する生物種を検討する。

#### ② 物質循環のフロー、ストックの出力 <今後対応>

三河湾の地域検討委員会で構築したモデルにおいて、物質循環の状況（栄養塩のフロー、ストック）を出力する機能を追加した。その機能を三津湾の水質-底質結合生態系モデルにおいても適用し、フロー、ストックを出力し、実証試験および改善方策の評価に用いる。

### 1-4 その他特筆すべき事項

#### ① 計算対象年および使用データ

現地調査は2011年秋～2012年夏にかけて行っており、物質収支モデルでも調査と同期間の計算を行うことが理想であるが、境界条件等の作成や再現性比較に必要な同時期のデータの取得が難しいこと、水質など環境場の年変動が小さいことから、**計算対象年は調査時期に関わらず2011年**とする。ただし、2011年は秋季に雨が多かったことに留意する。

使用するデータの年次は、表1.3の通りとする。太田川、小瀬川の淡水流入条件は、2003～2007年と古いですが、三津湾から40km以上離れており、流量の更新による三津湾への影響は小さいと考えられるため、更新は行わない方針である。また、三津湾内の河川（三津大川、高野川、木谷郷川）の淡水流入条件および再現性比較に用いる公共用水域水質データは、2010、2011年のデータを地域検討委員会より提供を受ける。

表 1.3 使用するデータの年次、設定方法

条件	現在設定している年次、設定方法	今後の方針
淡水流入条件 (太田川、小瀬川)	2003～2007年の日別平均流量	<u>左記データを使用(三津湾より遠いため、更新せず)</u>
淡水流入条件(三津大川、高野川、木谷郷川)	公共用水域水質データによる2001～2009年度の月平均流量	<u>2010、2011年を追加(地域WGより提供)</u>
淡水流入条件 (三津湾内事業所等)	地域WGより提供された平均流量	左記データを使用
気象条件	2011年、計算範囲内13地点	左記データを使用
水温・塩分境界条件	2011年、広島県・山口県浅海定線	左記データを使用
水温・塩分初期条件	上記両境界条件の平均	左記データを使用
境界水位条件	調和定数(気象庁)の調整値	左記データを使用
公共用水域水質データ	2001～2009年度、各地点	<u>2010、2011年を追加(地域WGより提供)</u>

## 2. 流動モデルの計算結果

### 2-1 計算条件の概要

三津湾地域における流動モデルは、表 2.1 に示す設定で計算を行った。計算時間および施策の評価においては三津湾周辺領域のみが必要であることから、900m-300m メッシュの計算の後、100m メッシュの境界条件を作成し、100m メッシュのみで三津湾周辺の計算を行った。

表 2.1 流動モデルの設定

項目	設定内容
再現対象年	2011 年
計算期間	1 月 1 日～12 月 31 日の 1 年間
鉛直層分割	13 層 (0-3、3-5、5-7、7-9、9-11、11-13、13-15、15-17、17-19、19-22、22-25、25-30、30m 以深)
水平格子分割	三津湾周辺：100m (図 1.1)、燧灘～伊予灘：900m-300m (図 1.2)
計算の順序	900m-300m メッシュの計算から 100m メッシュの境界条件を作成し、100m メッシュの計算を行う
淡水流入、気象、境界条件など	表 1.3 参照

## 2-2 計算結果

上記の計算条件を設定した流動モデルの計算結果について、既往の調査結果と比較することにより、計算の再現性を評価した。

### 1) 流況—潮流楕円

潮流の再現性は、独立行政法人産業技術総合研究所（2000年6～7月）、三津湾地域検討委員会（2012年1～2月）による流況調査結果を用い、潮流楕円を比較することにより検証した。図 2.1 に、比較に用いた調査地点を示す。

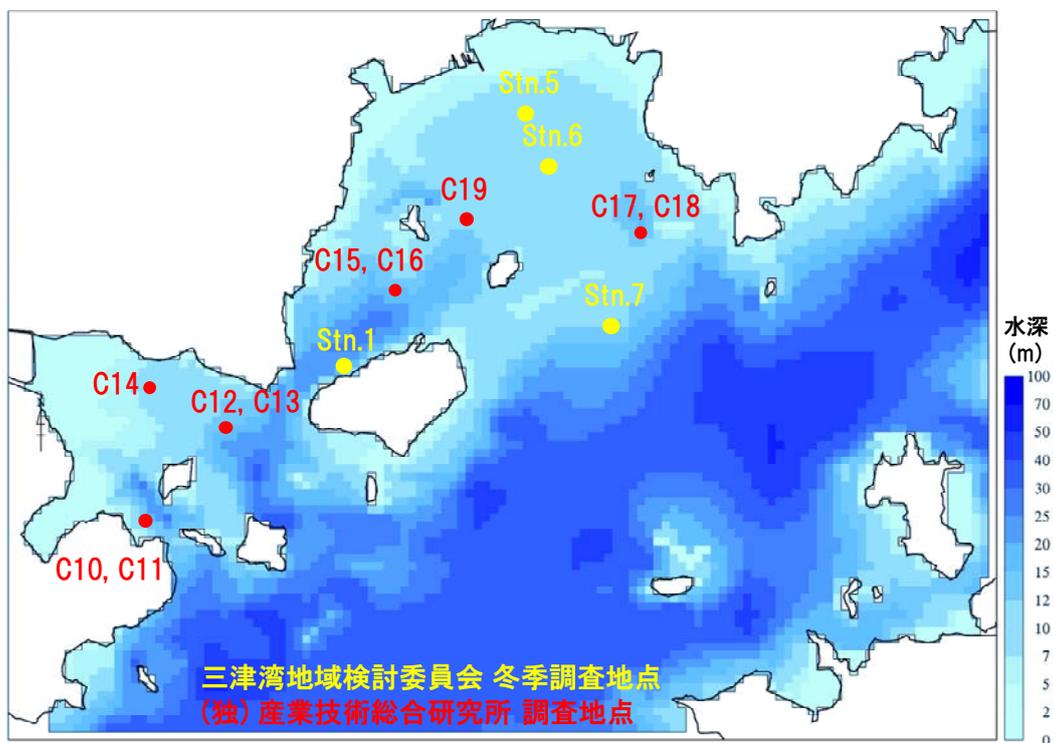


図 2.1 潮流楕円の比較に用いた調査地点

図 2.2 に(独)産業技術総合研究所、図 2.3 に地域検討委員会による調査結果との、主要 4 分潮の潮流楕円の比較結果を示す。どの地点でも、M2 分潮が卓越し、次いで S2 分潮が強い特徴は再現されていた。各分潮の振幅は、計算値（太線）が観測値（細線）より小さい地点が多いものの、概ね各地点の潮流の強さは再現されていた。三津湾と三津口湾の間の瀬戸部（Stn.1、C15・C16）や三津湾湾口（Stn.7）で、他の地点に比べて大きいという地点間の特徴も再現されていた。

楕円の長軸の向きは Stn.6 を除き、概ね観測値と合致していた。

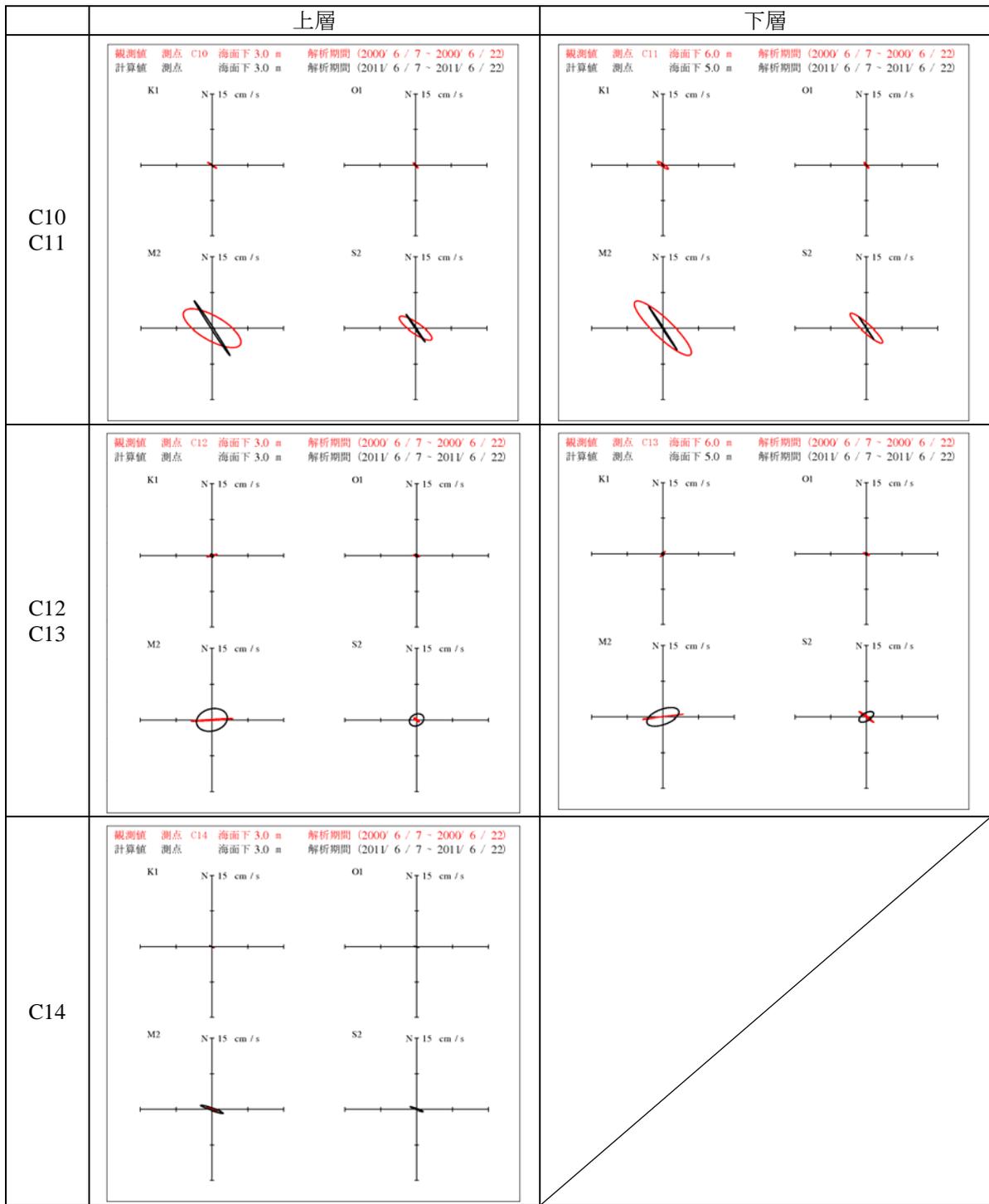


図 2.2(1) 潮流楕円の比較図

(観測値は(独)産業技術総合研究所による、2000年6~7月。赤線：観測値、黒線：計算値)

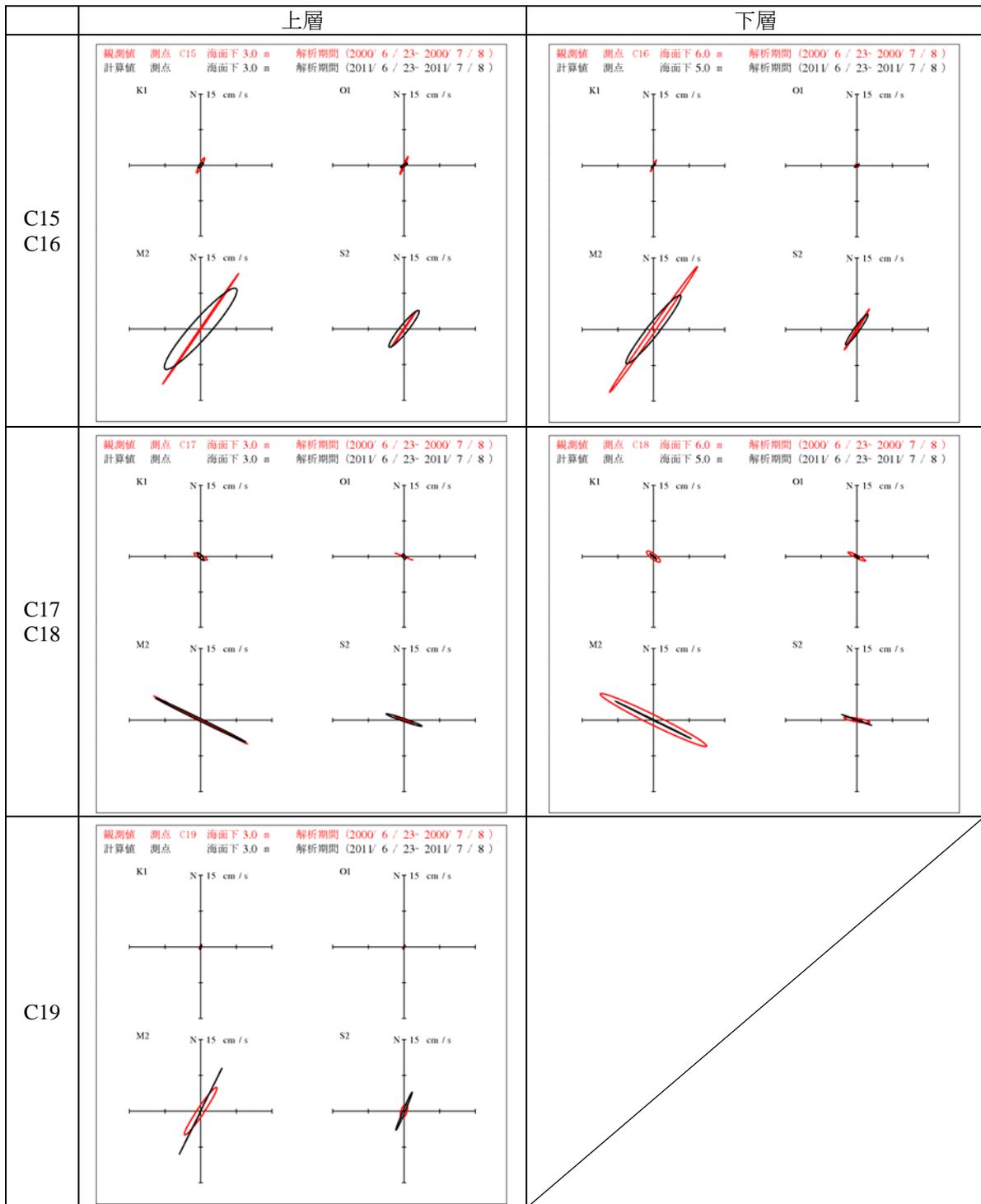


図 2.2 (2) 潮流楕円の比較図

(観測値は(独)産業技術総合研究所による、2000年6~7月。赤線：観測値、黒線：計算値)

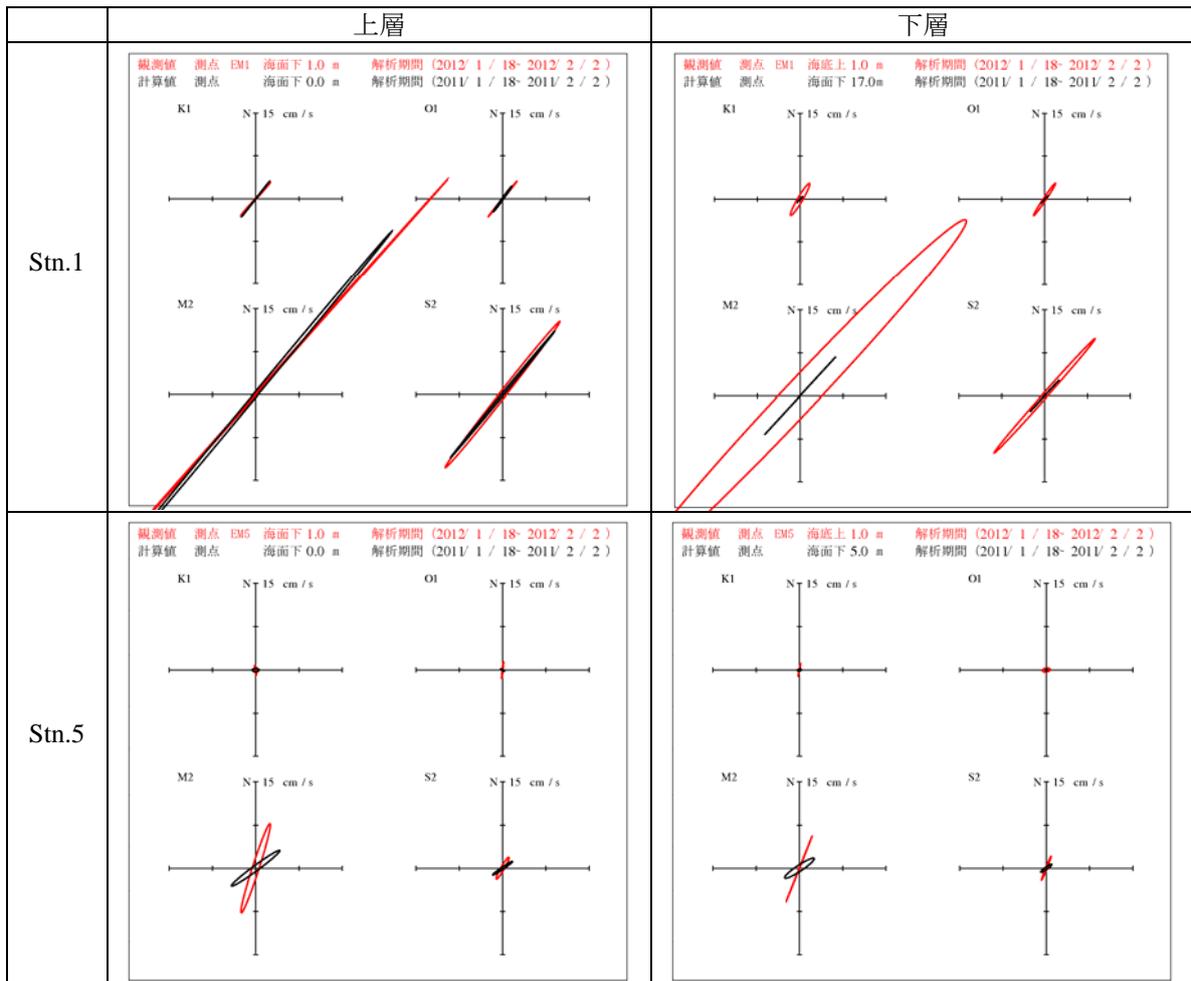


図 2.3(1) 潮流楕円の比較図

(観測値は三津湾地域検討委員会による、2012年1~2月。赤線：観測値、黒線：計算値)

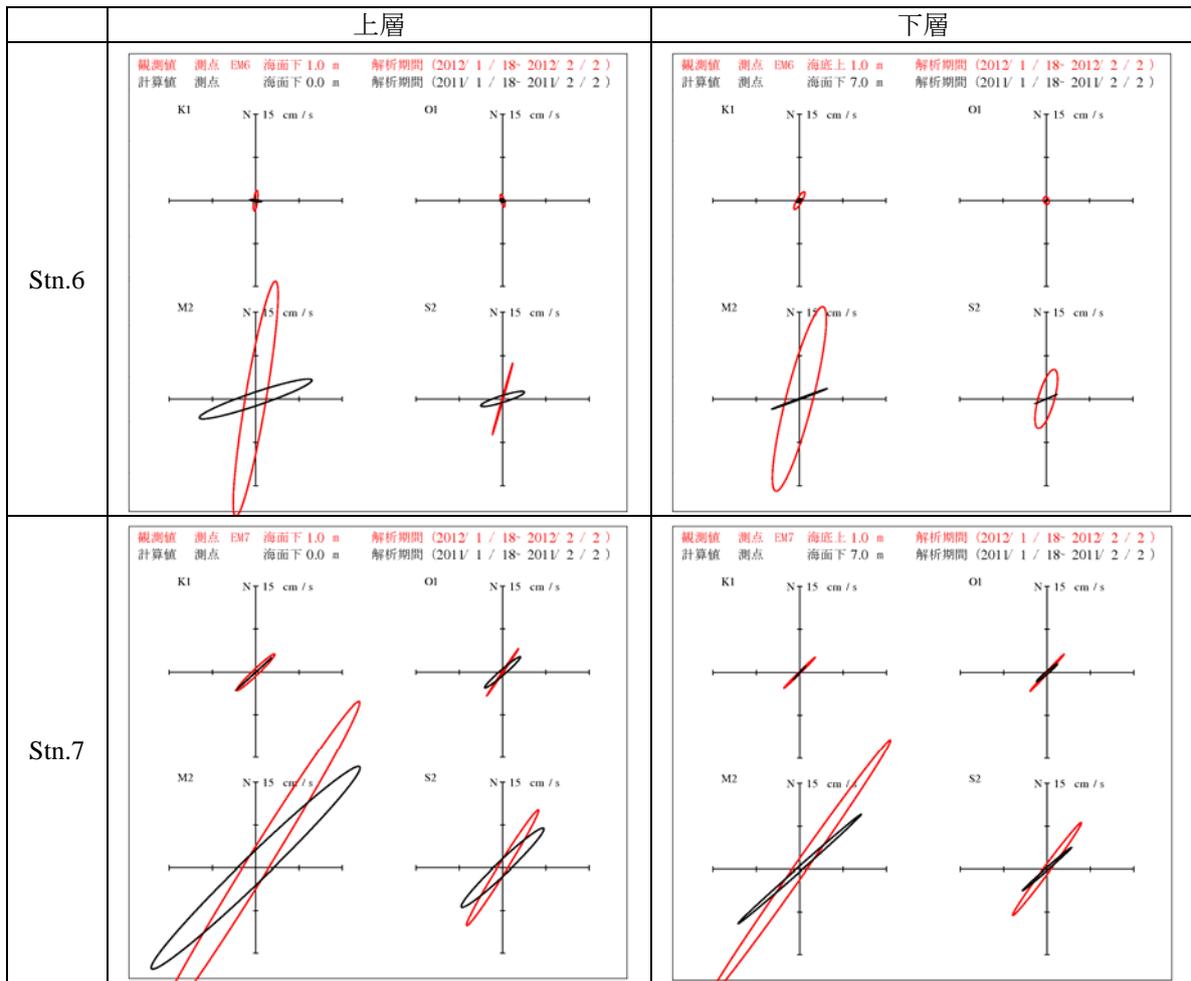


図 2.3(2) 潮流楕円の比較図

(観測値は三津湾地域検討委員会による、2012年1~2月。赤線：観測値、黒線：計算値)

## 2) 流況－平均流

まず、900m-300m メッシュ計算の再現性を検証する。図 2.4 に、瀬戸内海西部の平均流（恒流）分布図（日本全国沿岸海洋誌より引用）を、図 2.5、図 2.6 にそれぞれ1月、6月の平均流の計算結果（第1層）を示す。

三津湾沖の西流、広島湾南部の反時計回りの流れなど、瀬戸内海西部の平均流の特徴が計算値でもよく再現されていた。

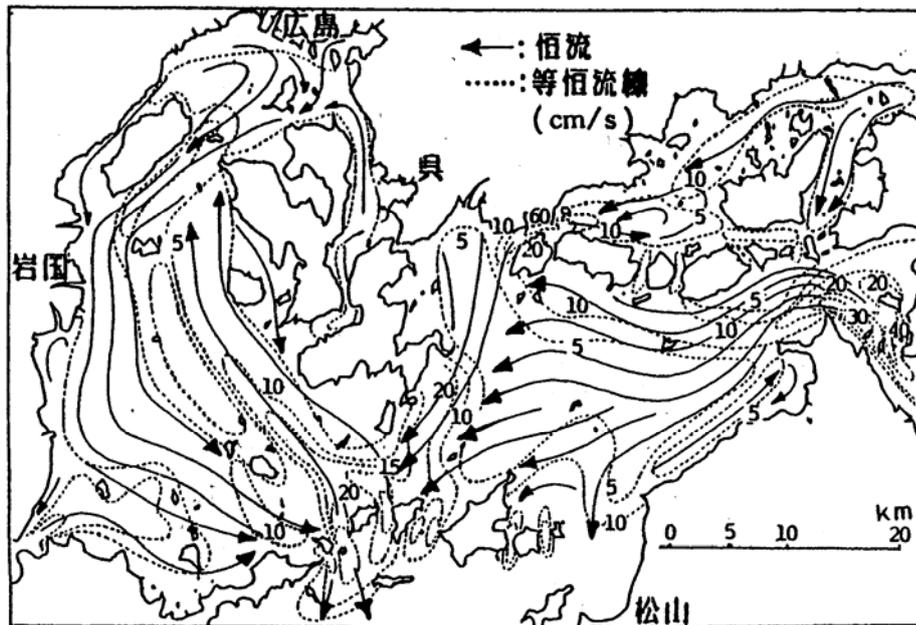


図 2.4 瀬戸内海西部の平均流分布図（出典：日本全国沿岸海洋誌）

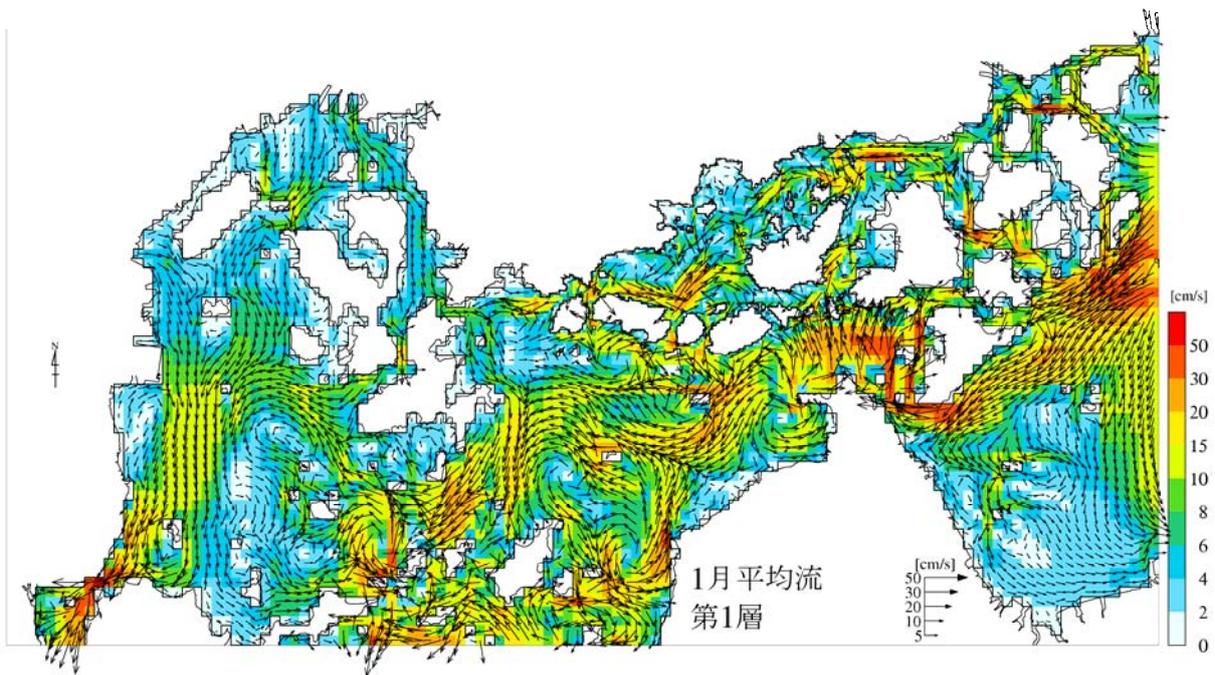


図 2.5 1月における平均流速、平均流ベクトル（第1層、900m-300m メッシュ）

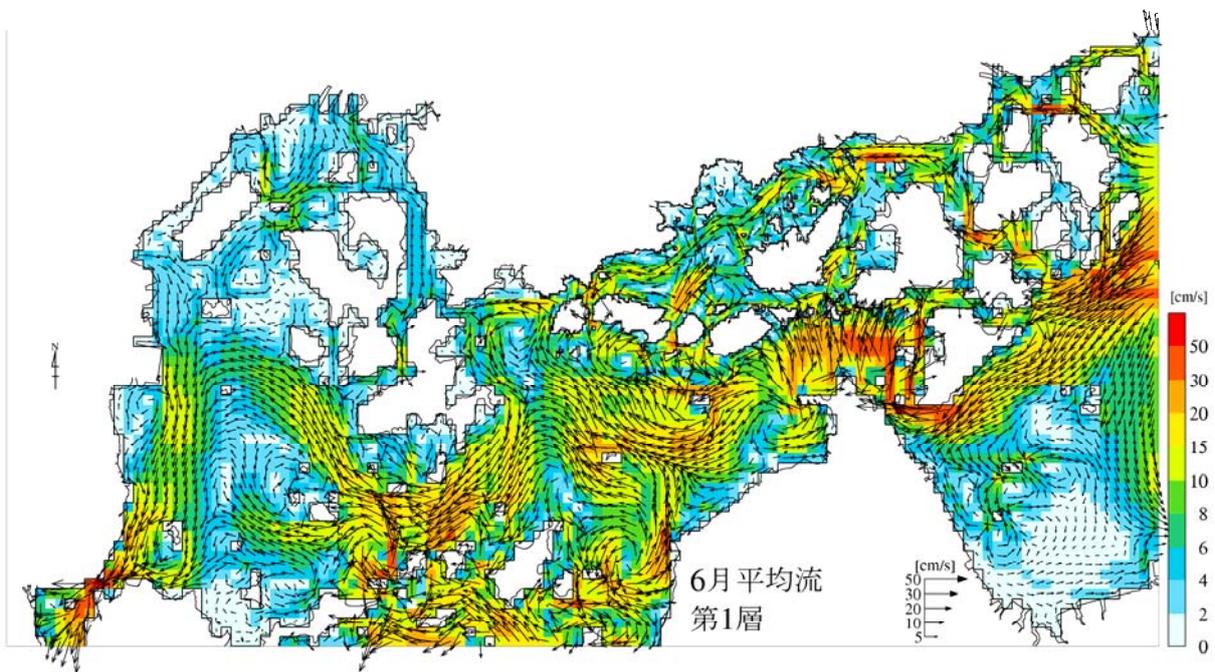


図 2.6 6月における平均流速、平均流ベクトル（第1層、900m-300m メッシュ）

次に、100m メッシュ計算の再現性を検証する。図 2.2 および図 2.3 に示した、(独)産業技術総合研究所、地域検討委員会による平均流の調査結果と、調査月の平均流の計算結果を比較した。

図 2.7、図 2.8 に、それぞれ1月、6月における平均流の計算結果を示す。

三津湾では、湾口中央部からの流入が観測されていたが、これは計算でも表現されていた。流速も概ね再現されていた。また、湾口東部での時計回りの流れ、三津口湾での反時計回りの流れも再現されていた。

一方で、三津口湾との境界にあたる瀬戸部に位置する Stn.1 の平均流は逆向きで、観測値は三津湾への流入、計算値は三津湾からの流出であった。三津湾湾口部からの流入量が多いため、計算では湾口東部および三津口湾との境界から流出する結果となっていた。観測値のように三津口湾から三津湾へ流入するのであれば、湾口東部からの強い流出もしくは大芝島周りでの時計回りの流れが必要である。この点は、夏季の調査結果も含めて検討する。

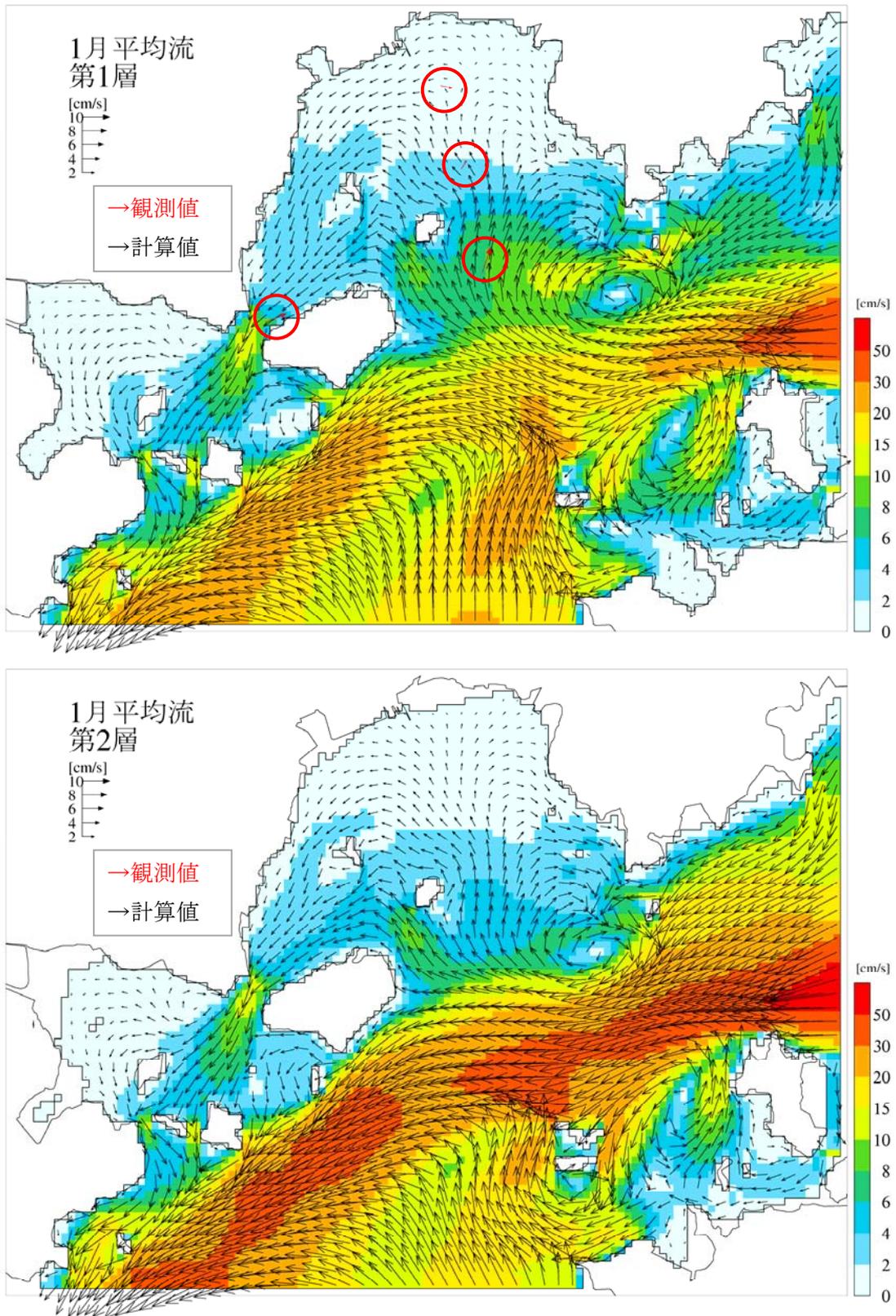


図 2.7(1) 1月における平均流速、平均流ベクトル

(三津湾周辺 100m メッシュ、上：第1層、下：第2層、ベクトルは間引いて表示)

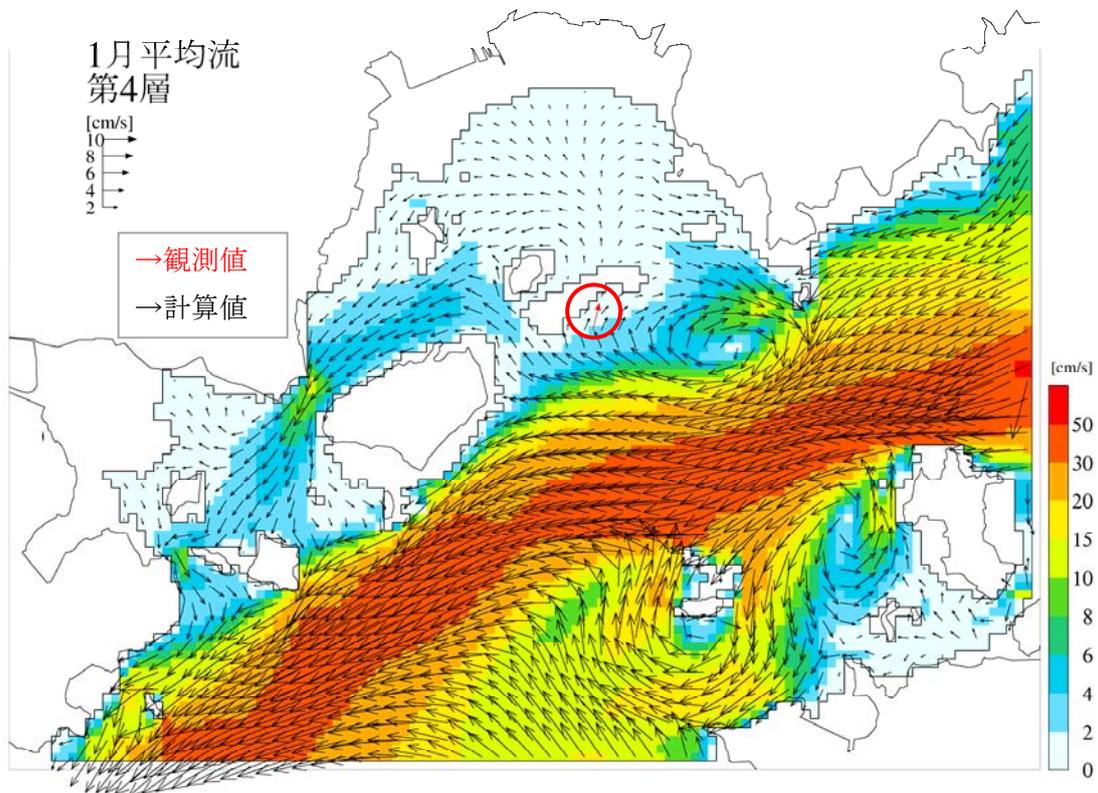
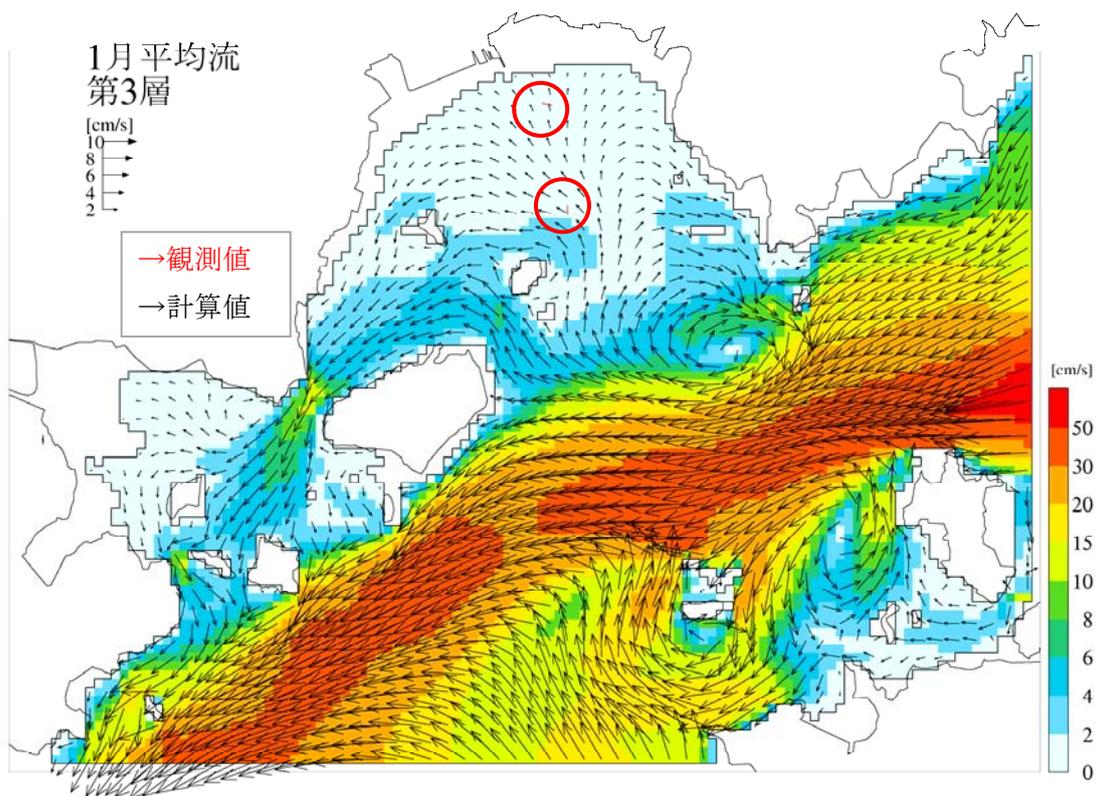


図 2.7 (2) 1月における平均流速、平均流ベクトル

(三津湾周辺 100m メッシュ、上：第3層、下：第4層、ベクトルは間引いて表示)

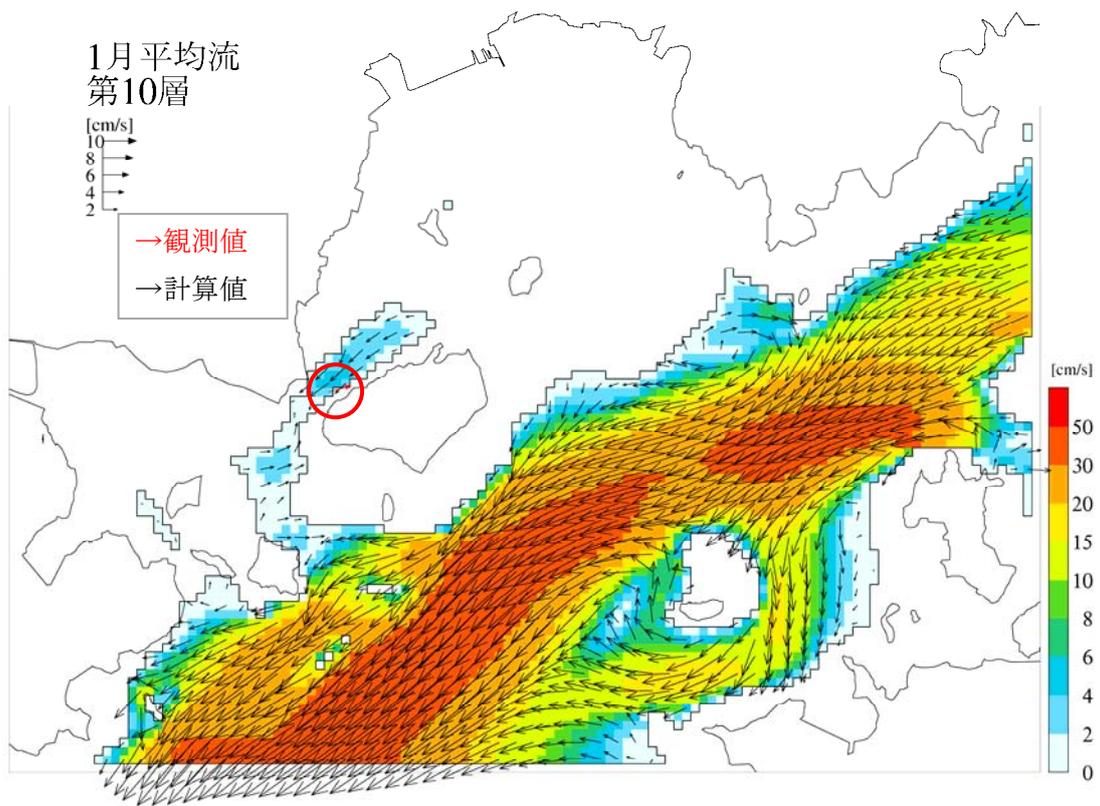


図 2.7(2) 1月における平均流速、平均流ベクトル  
(三津湾周辺 100m メッシュ、第 10 層、ベクトルは間引いて表示)

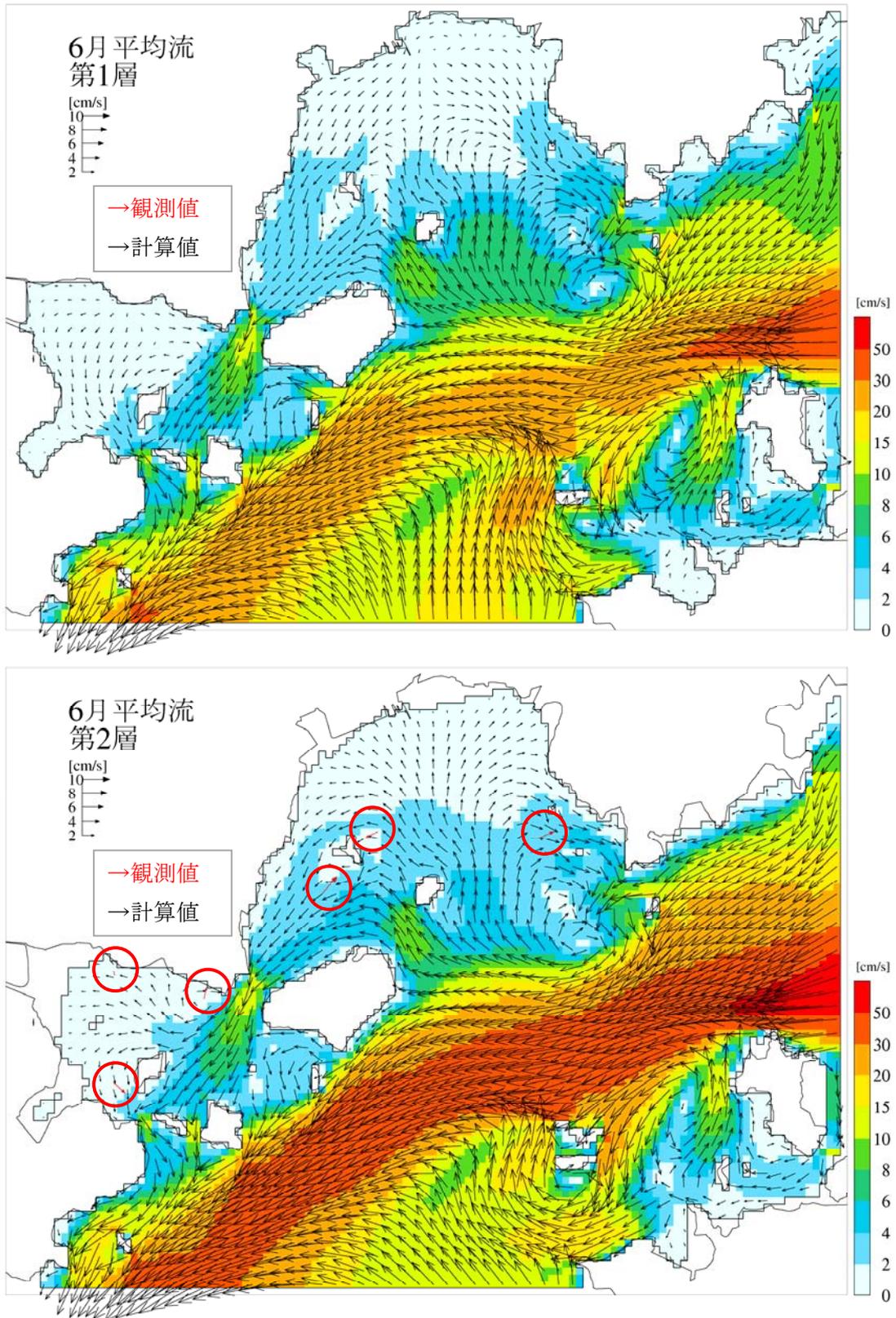


図 2.8(1) 6月における平均流速、平均流ベクトル

(三津湾周辺 100m メッシュ、上：第1層、下：第2層、ベクトルは間引いて表示)

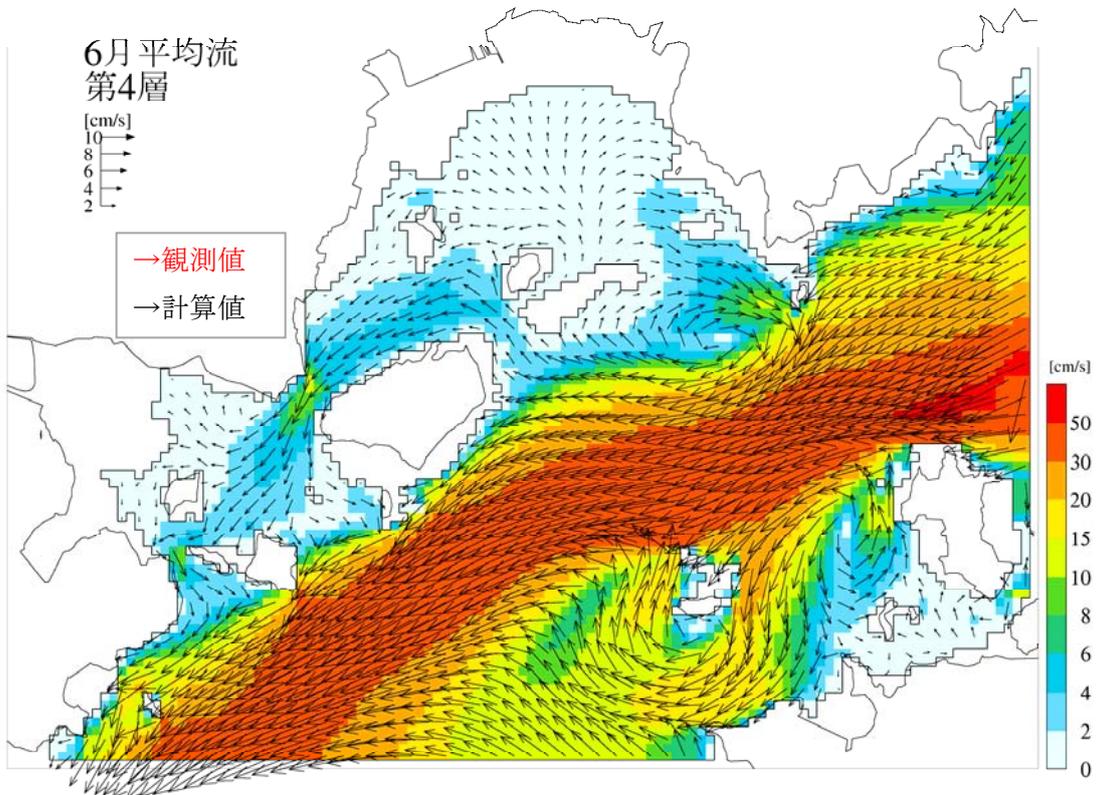
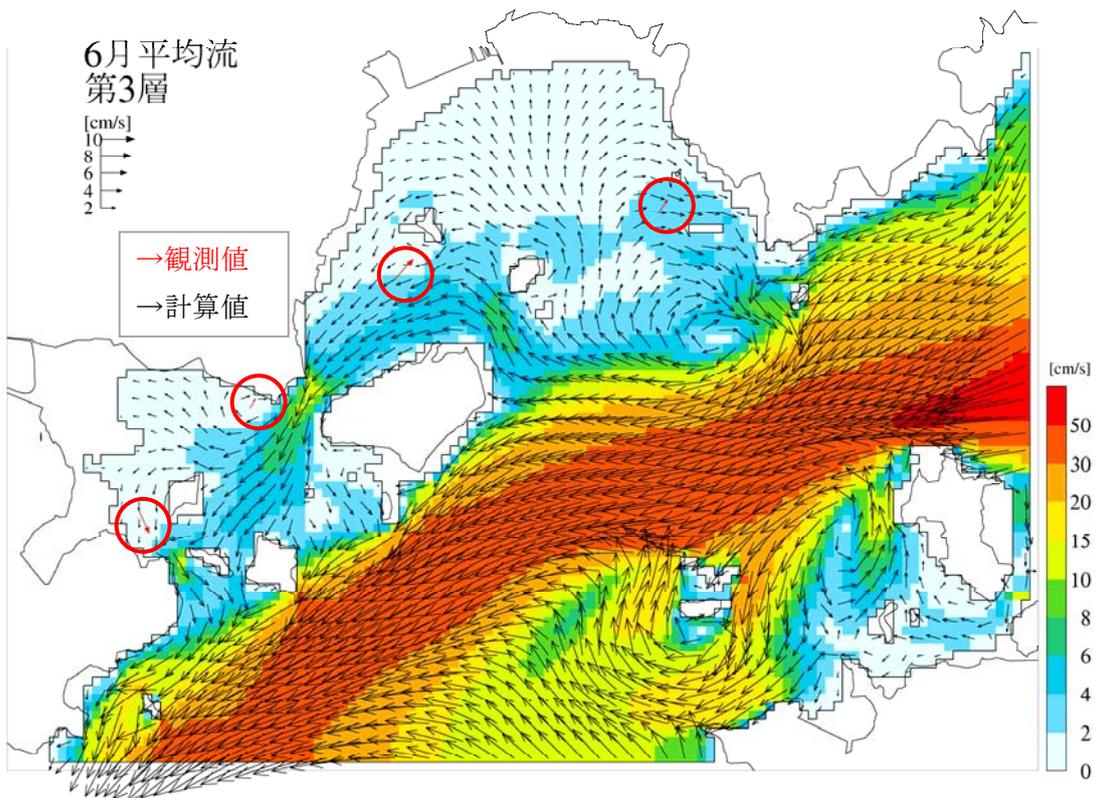


図 2.8(2) 6月における平均流速、平均流ベクトル

(三津湾周辺 100m メッシュ、上：第3層、下：第4層、ベクトルは間引いて表示)

### 3) 水温、塩分

水温、塩分の実測値として、三津湾地域検討委員会による秋季、冬季の調査結果を用いた。比較に用いた地点は、図 2.1 に示した Stn.1、Stn.5、Stn.6、Stn.7 の4地点である。

また、水温については、2005～2009年度に広島県が実施した公共用水域水質調査から、図 2.9 に示す三津湾周辺の調査結果とも比較した。

比較結果を図 2.10、図 2.11 に示す。水温の計算値は、観測値に比べて若干夏季に高く、冬季に低い傾向にあるものの、概ね三津湾周辺の水温値を再現していた。塩分値は、秋季および冬季の調査結果との比較のみではあるが、概ね観測値の再現ができていた。

今後、三津湾地域検討委員会による夏季の調査結果についても、再現性を確認する。

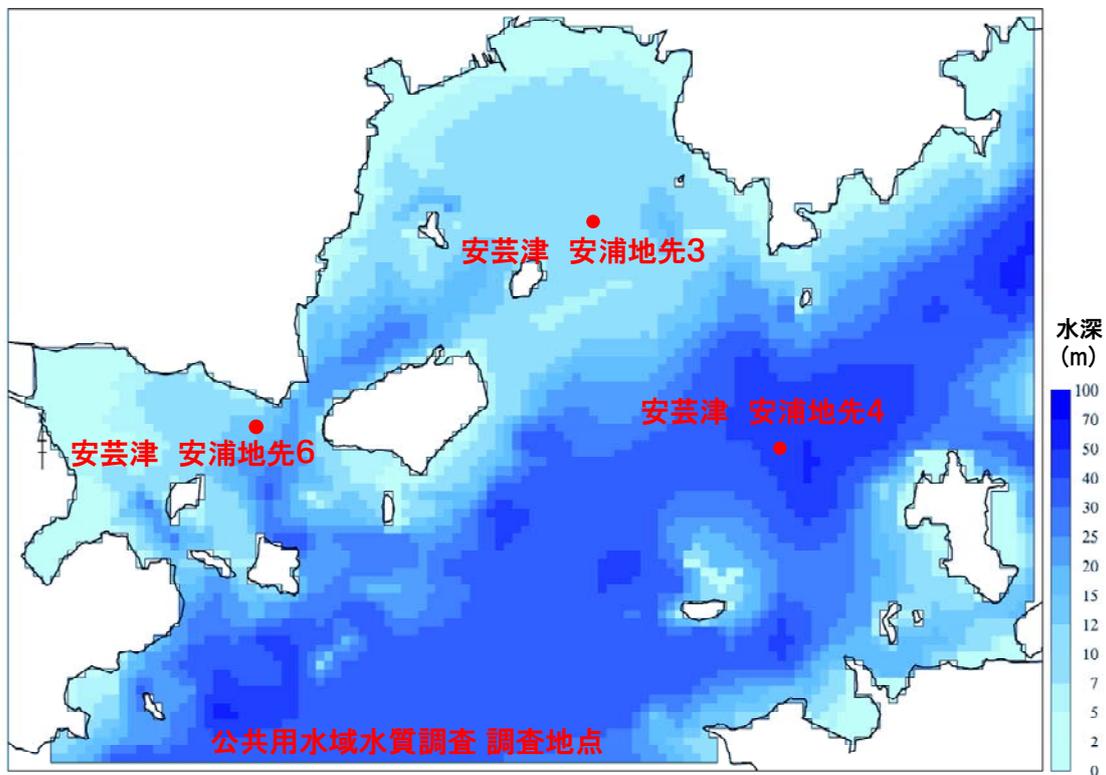


図 2.9 水温の比較に用いた調査地点（広島県公共用水域水質調査）

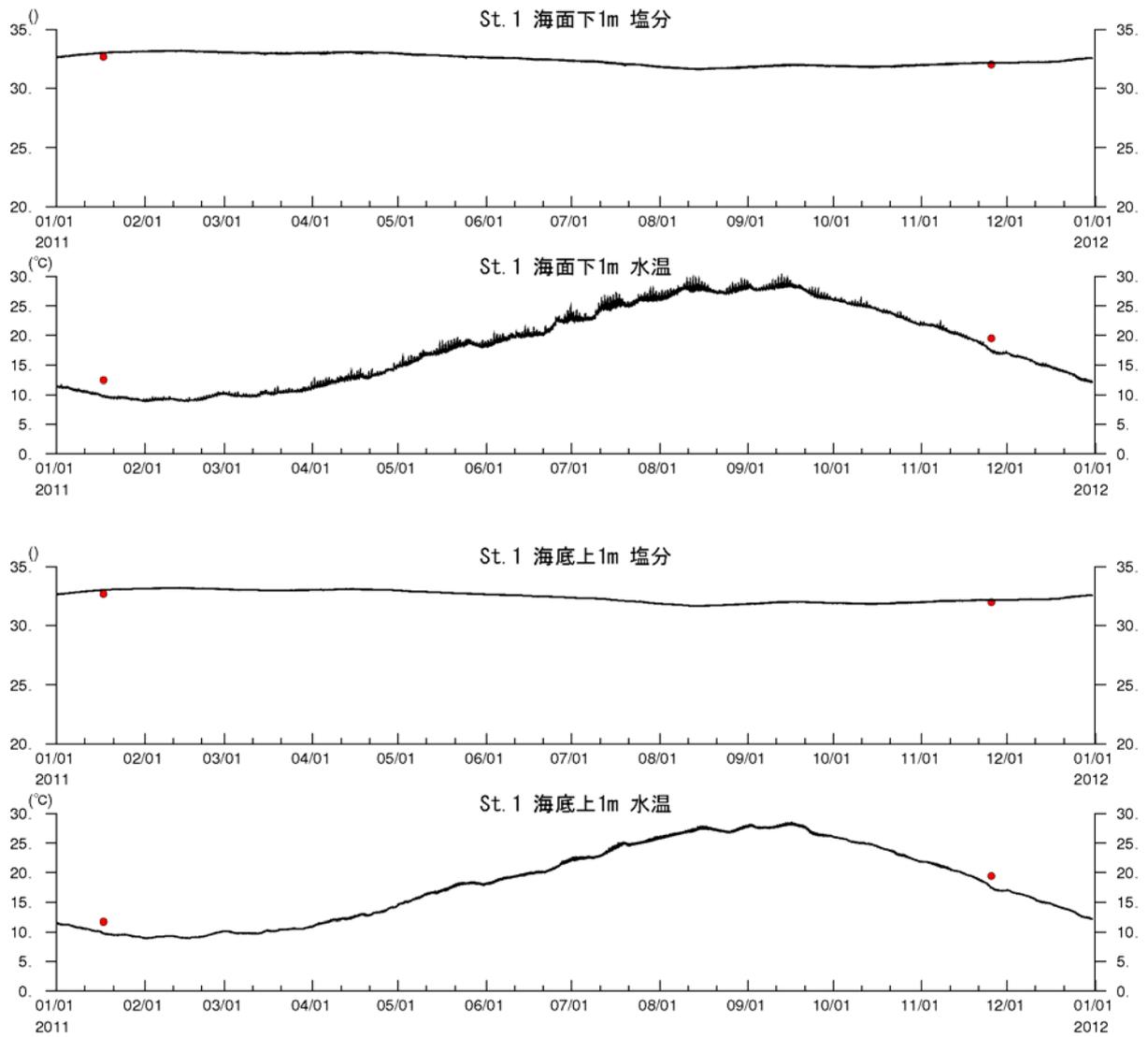


図 2.10(1) 水温、塩分の比較 (赤点：観測値、黒線：計算値、三津湾地域検討委員会調査)

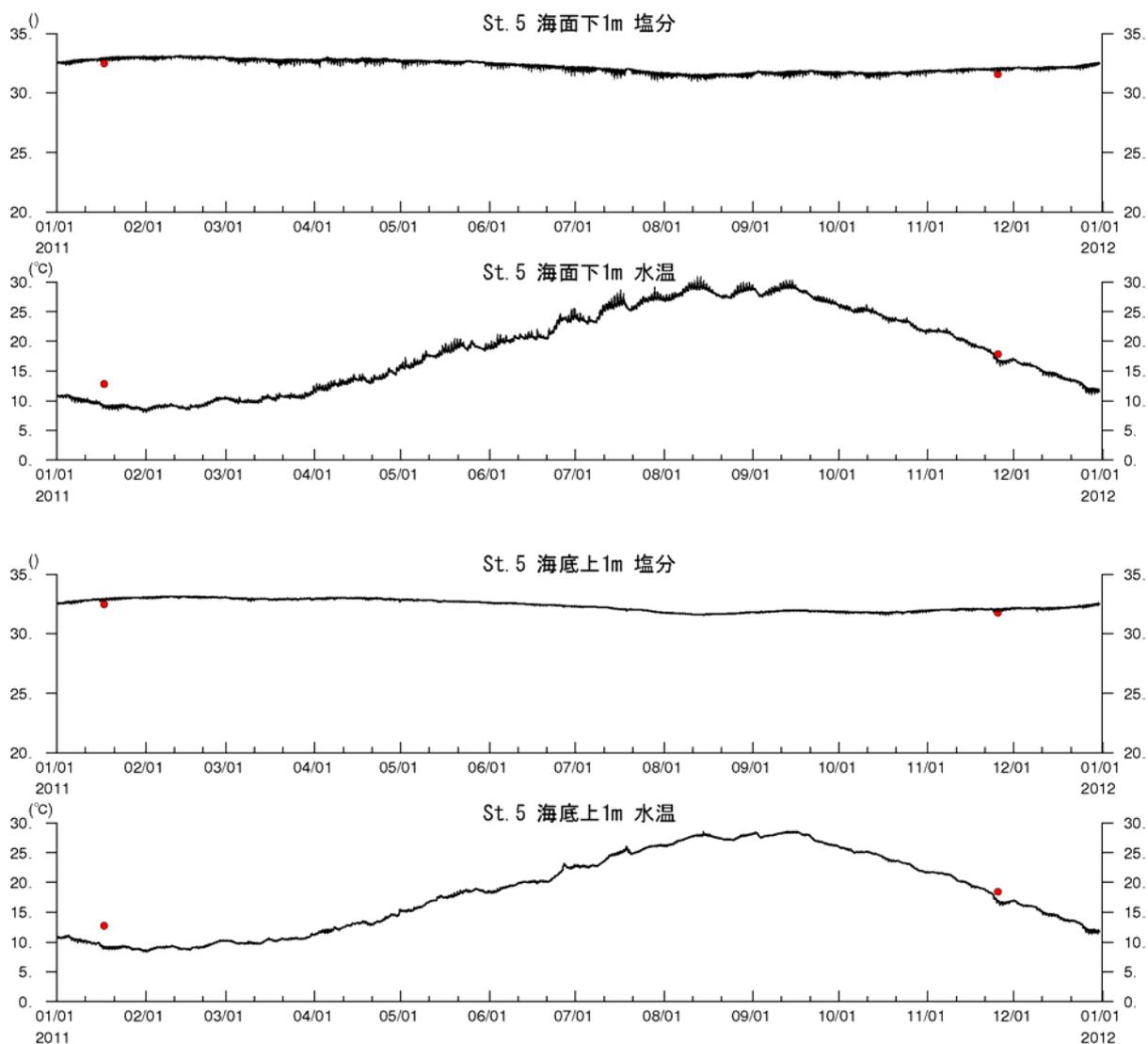


図 2.10 (2) 水温の比較 (赤点：観測値、黒線：計算値、三津湾地域検討委員会調査)

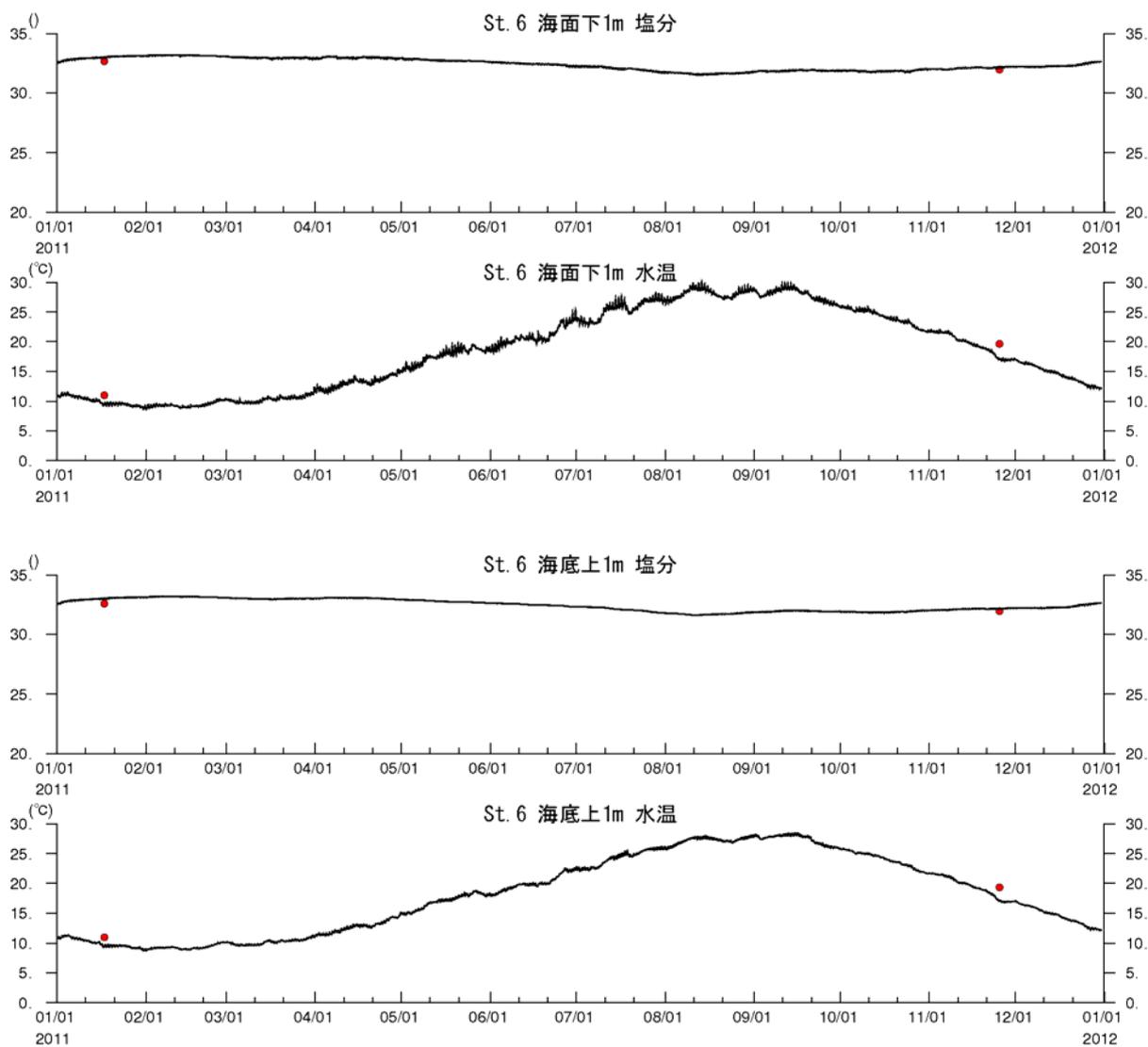


図 2.10 (3) 水温の比較 (赤点：観測値、黒線：計算値、三津湾地域検討委員会調査)

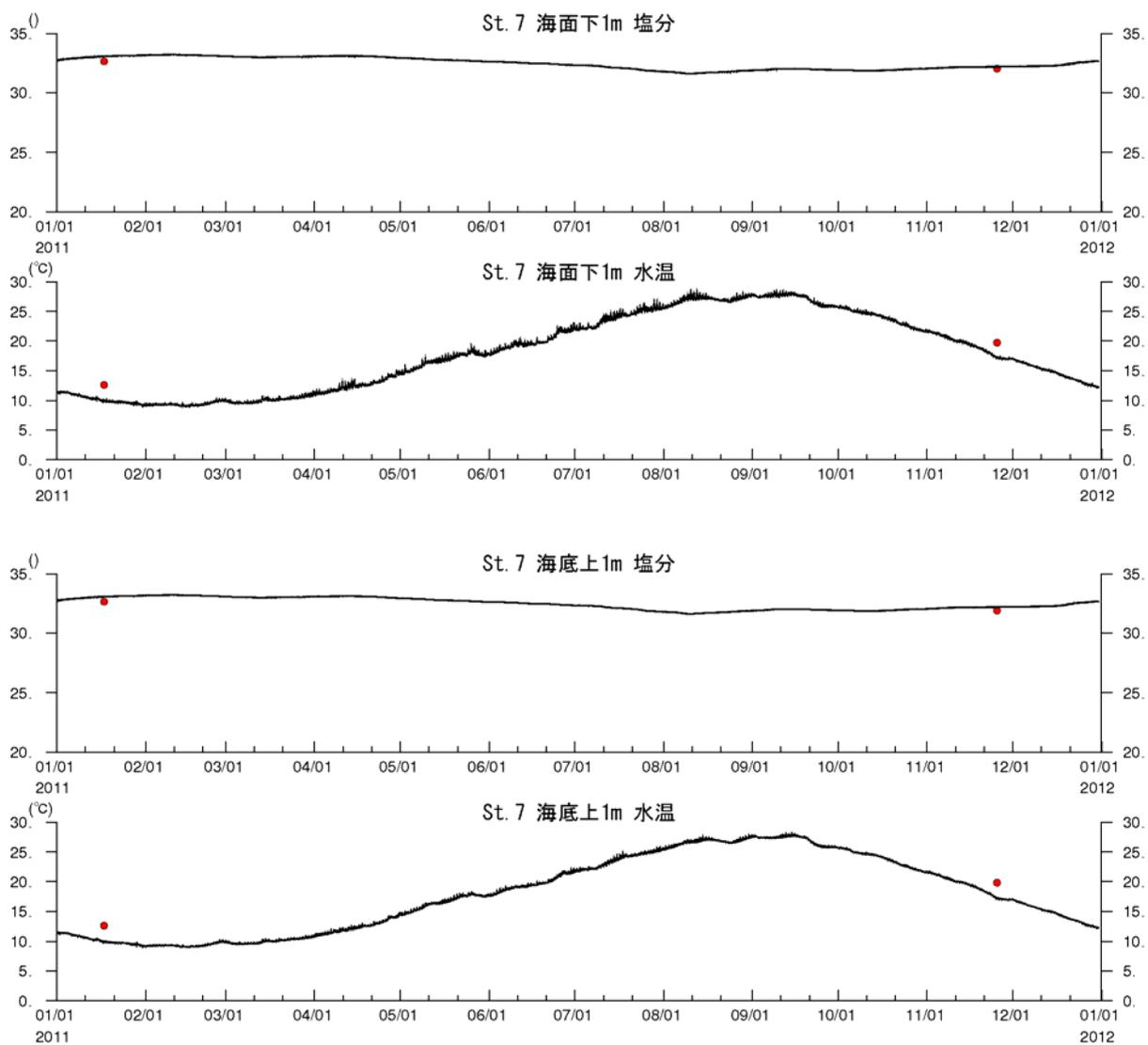


図 2.10 (4) 水温の比較 (赤点：観測値、黒線：計算値、三津湾地域検討委員会調査)

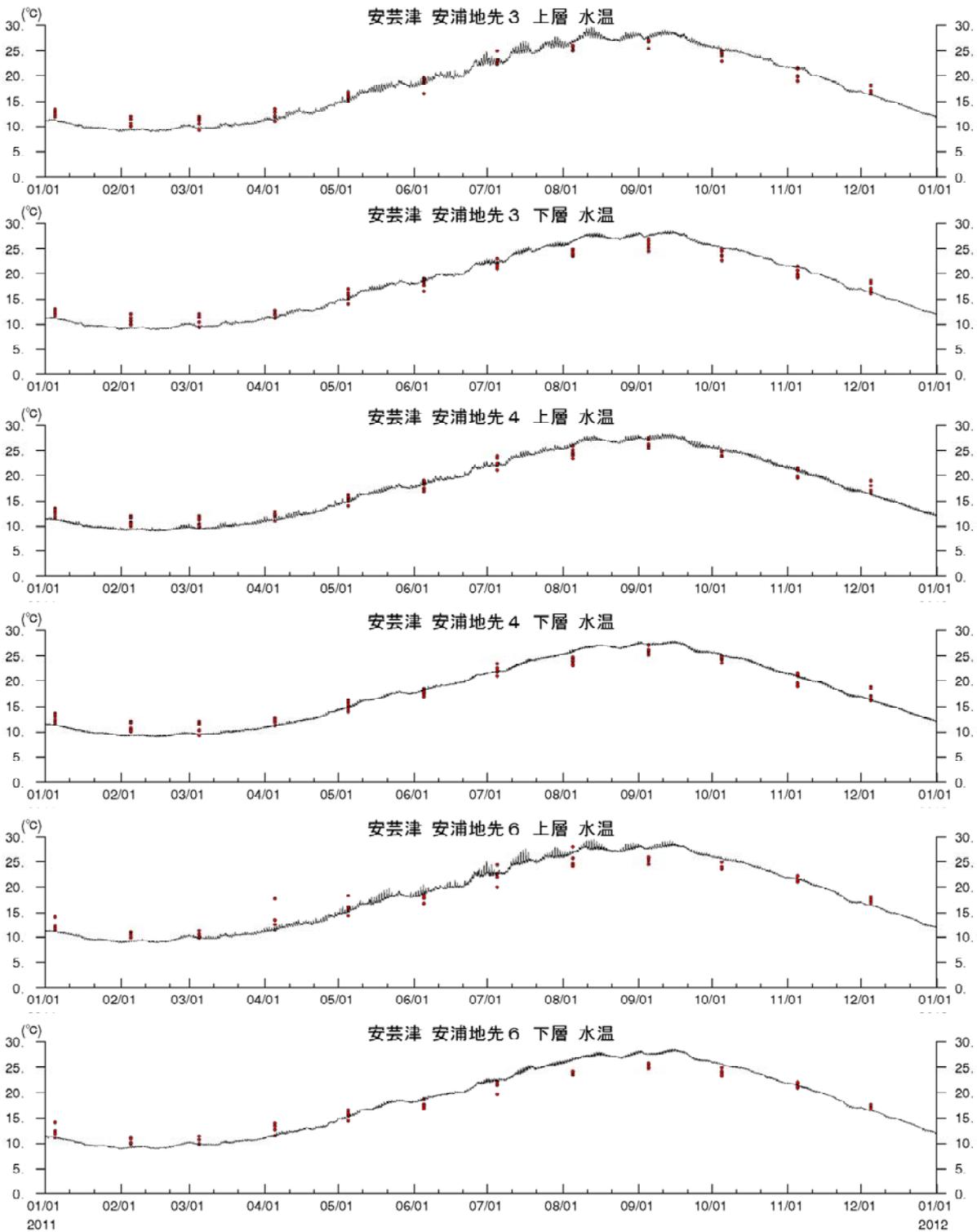


図 2.11 水温の比較 (赤点：観測値、黒点：計算値、公共用水域水質調査)

### 3. 今後の方針

#### 3-1 流動モデル

流動モデルは今後、下記に示す事項について作業を行い、モデルを構築する。

- ・ 地域検討委員会による夏季調査結果の反映、チューニング
- ・ 流動場が変化する施策への対応、評価

#### 3-2 水質－底質結合生態系モデル

水質－底質結合生態系モデルは今後、下記に示す事項について作業を行い、モデルを構築する。

- ・ 昨年度構築したベースモデルを基にしたモデル構築
- ・ 地域検討委員会による調査結果および公共用水域水質データを用いたチューニング
- ・ 計算項目にカキ、アサリを追加
- ・ 物質循環状況（フロー、ストック）の出力機能追加
- ・ 実証試験、改善方策への対応、評価