

第3回

福良港湾口防波堤

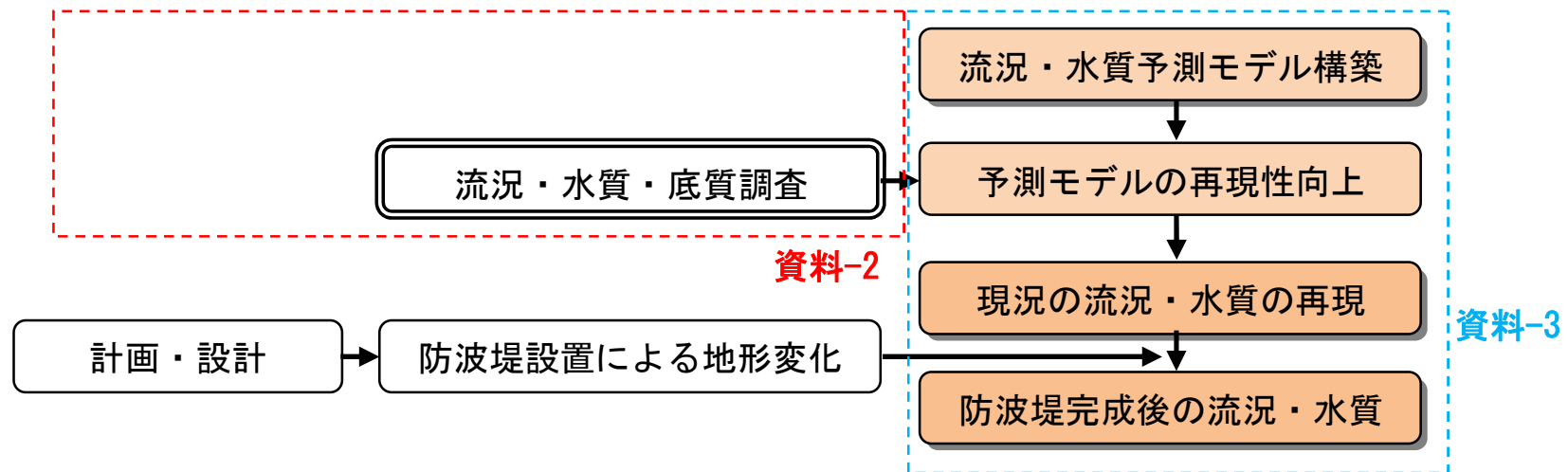
整備検討委員会

議事次第

- ▶ 1.開会
- ▶ 2.議事
 - (1)委員会設置要綱の変更
 - (2)潮流・水質・底質調査の調査結果の報告
 - (3)湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認
 - (4)湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した
委員会案の選定
- ▶ 3.閉会

2.潮流・水質・底質調査の調査結果の報告

【調査の実施状況】



潮流・水質調査結果は、予測モデルの再現性の向上に活用するために実施した。

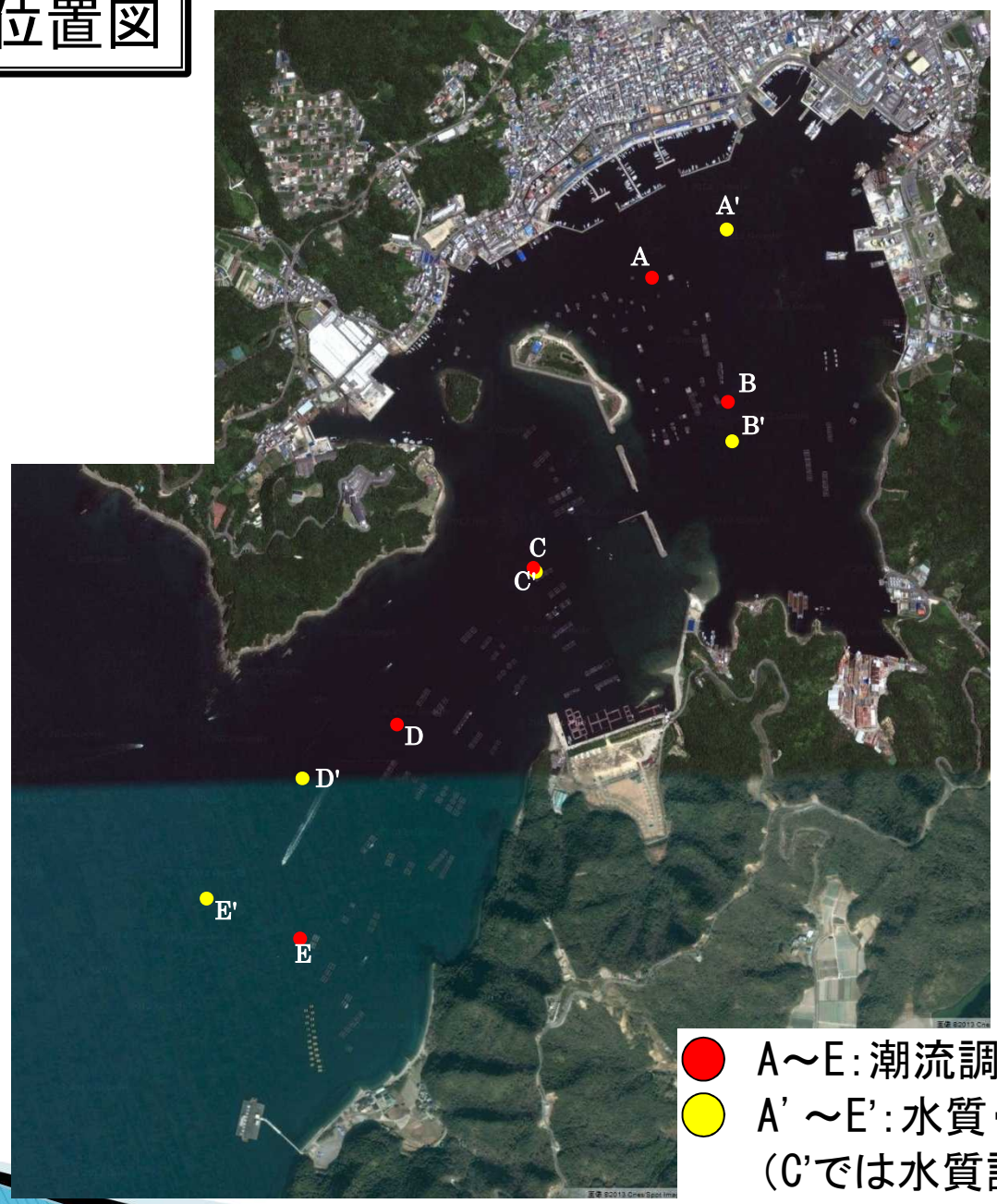
本委員会までに四季の調査を実施し、福良港の一年を通じた水質状況を再現できる予測モデルを構築、防波堤完成後の流況・水質の予測を行った。

2.潮流・水質・底質調査の調査結果の報告

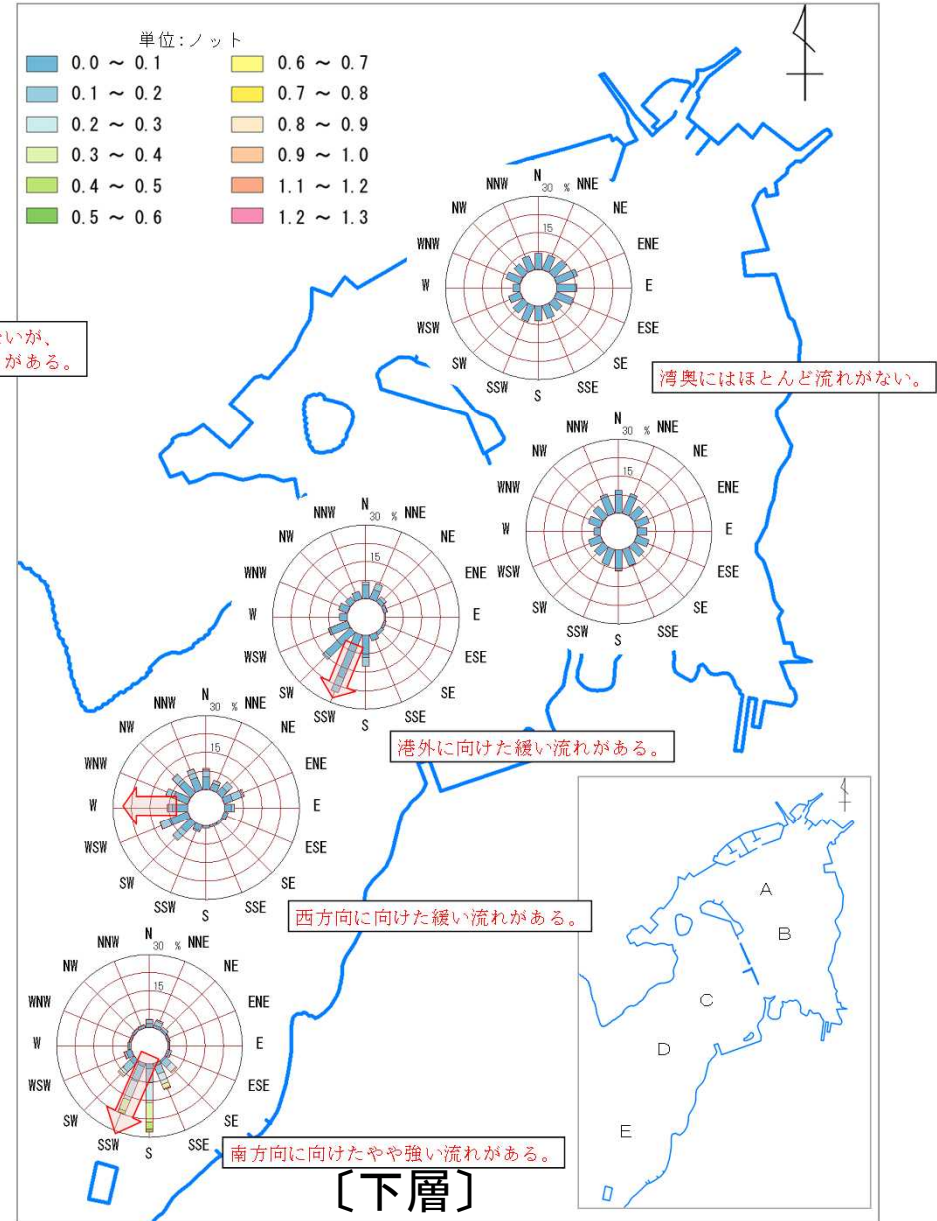
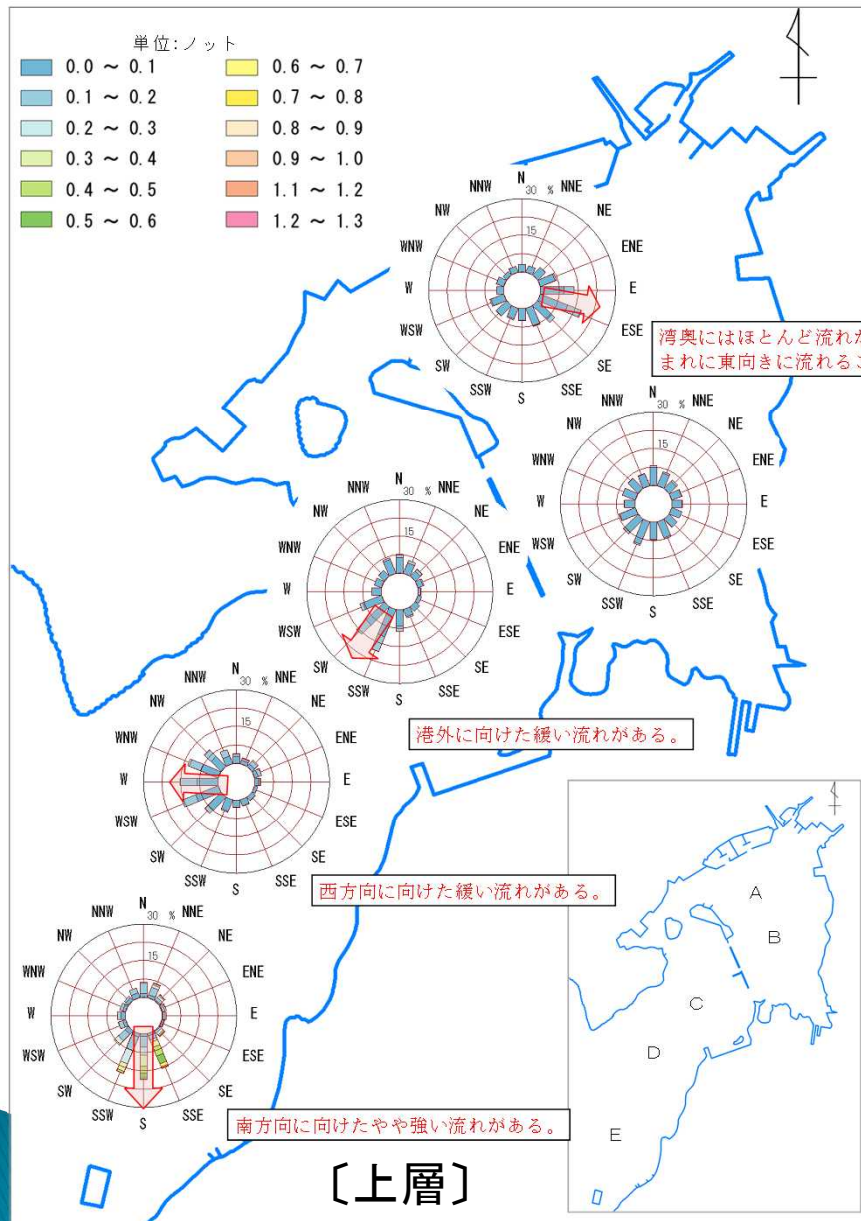
【調査の実施状況】

調査項目		調査期間	調査地点
潮流調査	・流向 ・流速	春季:1回(H25 6/5~6/19) 夏季:1回(H25 8/20~9/4) 秋季:1回(H25 10/16~10/30) 冬季:1回(H26 1/7~1/23) (各回15昼夜連続調査)	機器観測:5地点×上・中・下層(計3層)
水質・底質調査 (定期調査)	・水温 ・塩分 ・COD ・DO ほか	春季:1回(6/13) 夏季:1回(8/29) 秋季:1回(10/29) 冬季:1回(1/16)	機器観測:5地点×水深1mピッチ 採水:5地点×上・中・下層(計3層) 採泥:5地点(底層)
水質調査 (連続調査)	・DO	平成25年6月4日 ～平成26年1月23日	機器観測:1地点×上・中・下層(計3層)

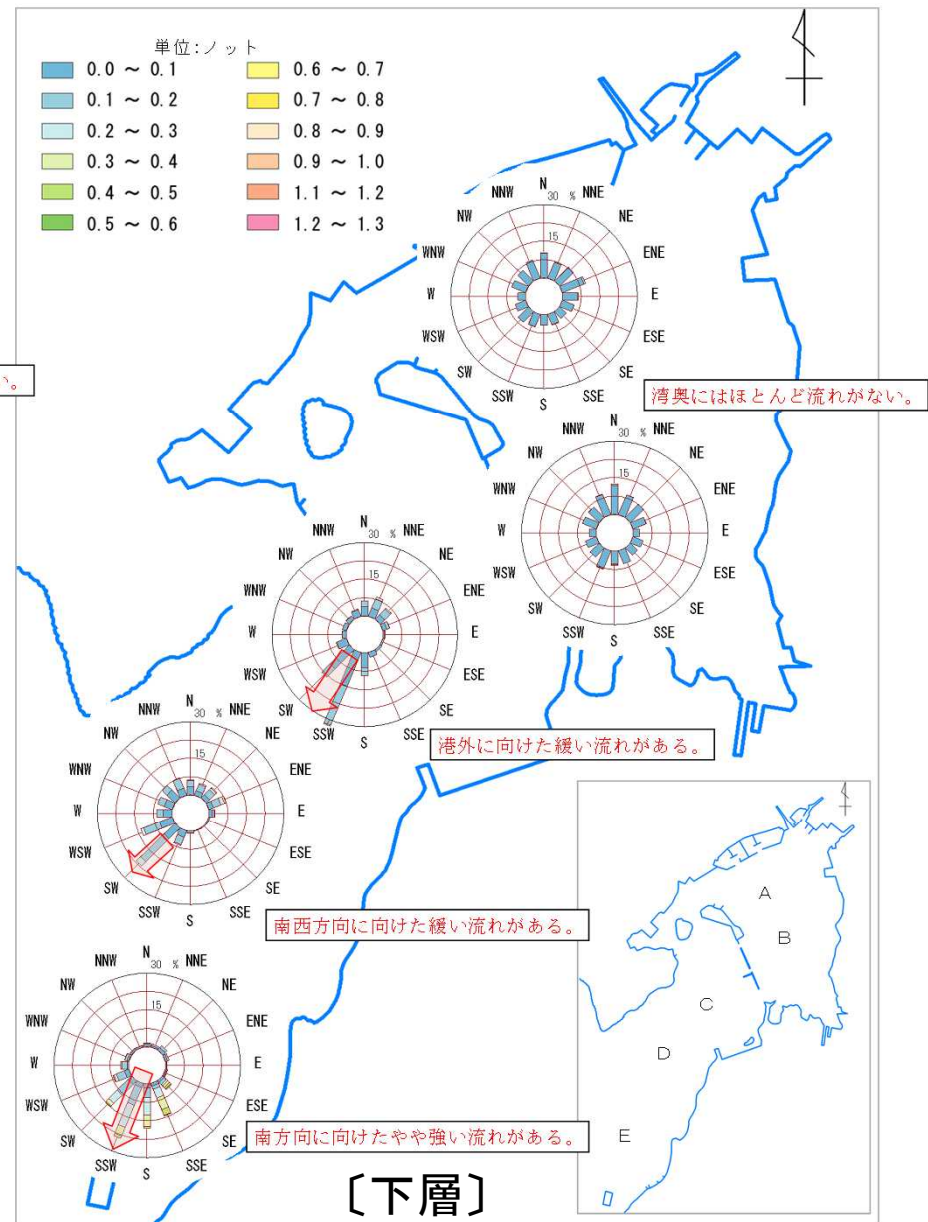
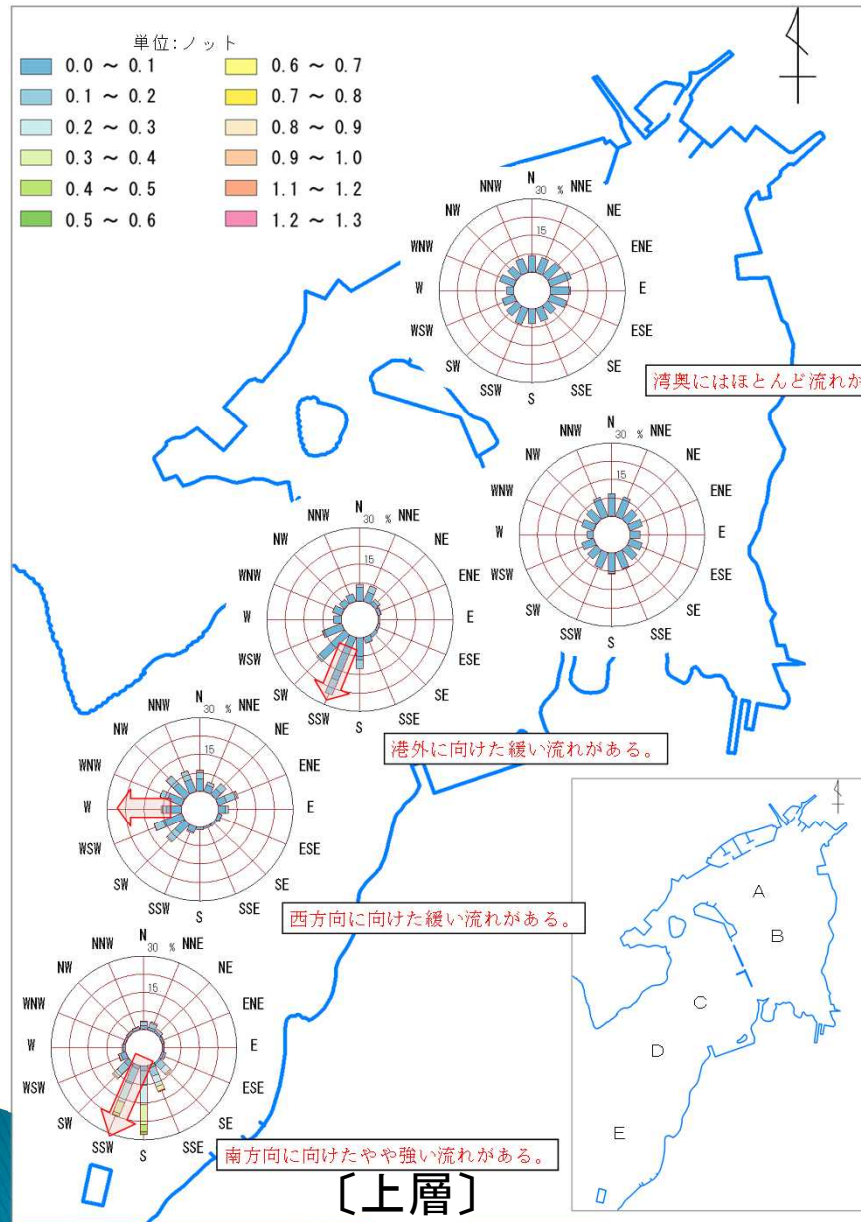
調査地点位置図



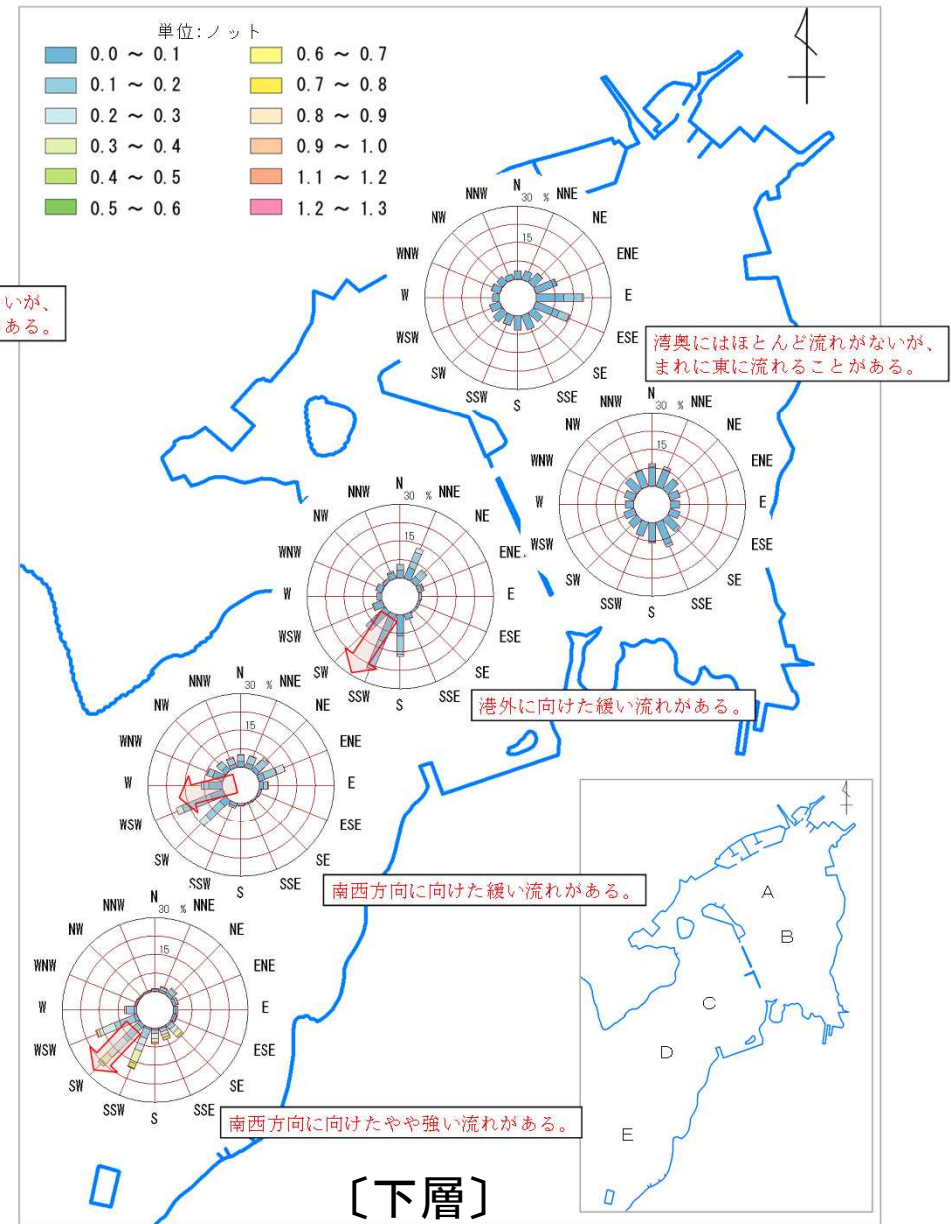
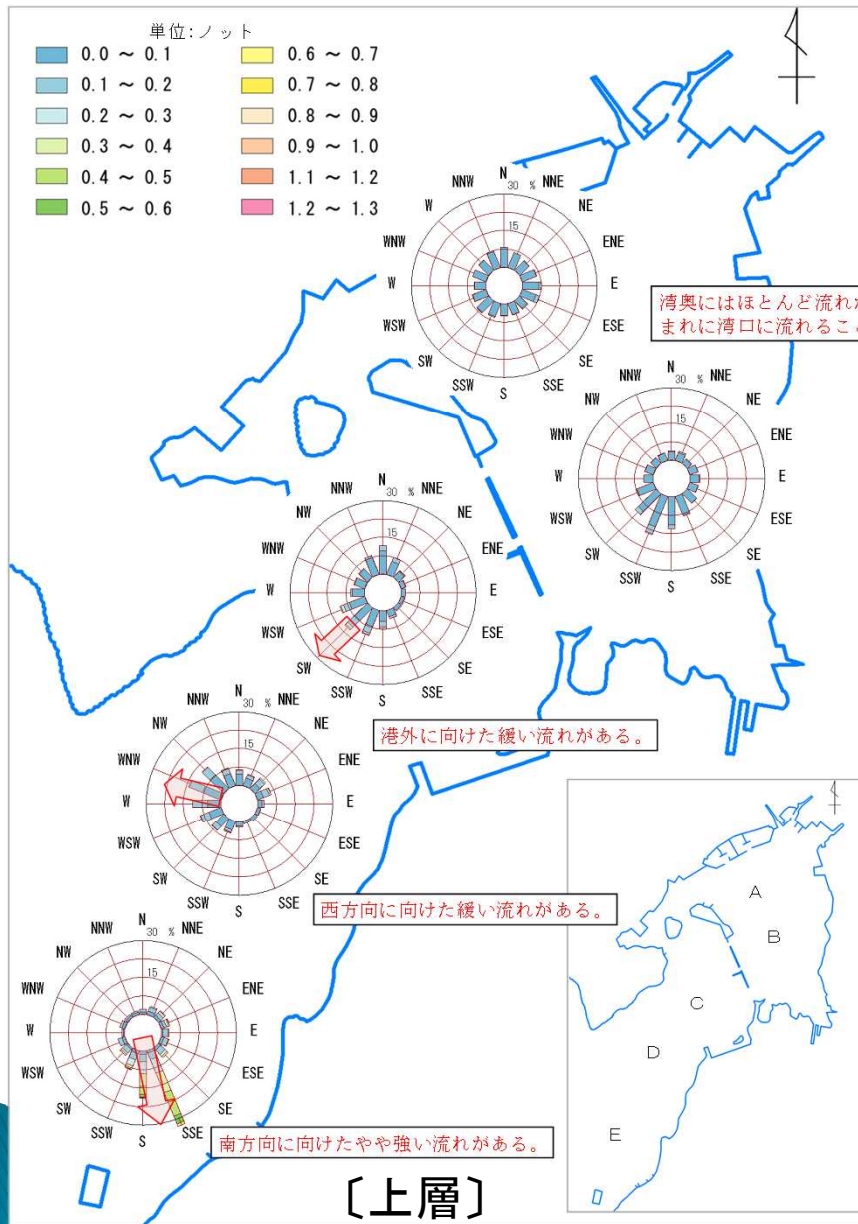
潮流調査結果(流向頻度図) 春季



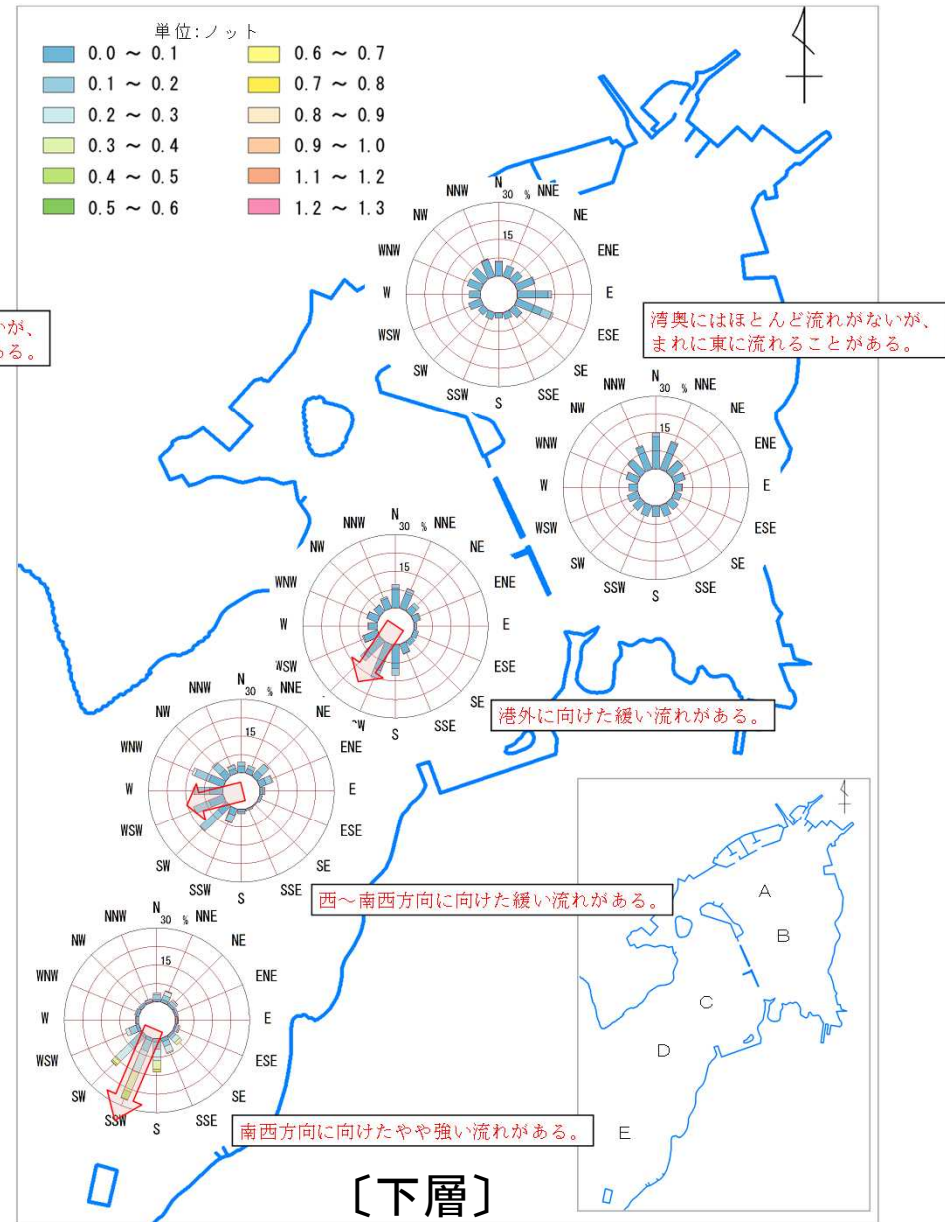
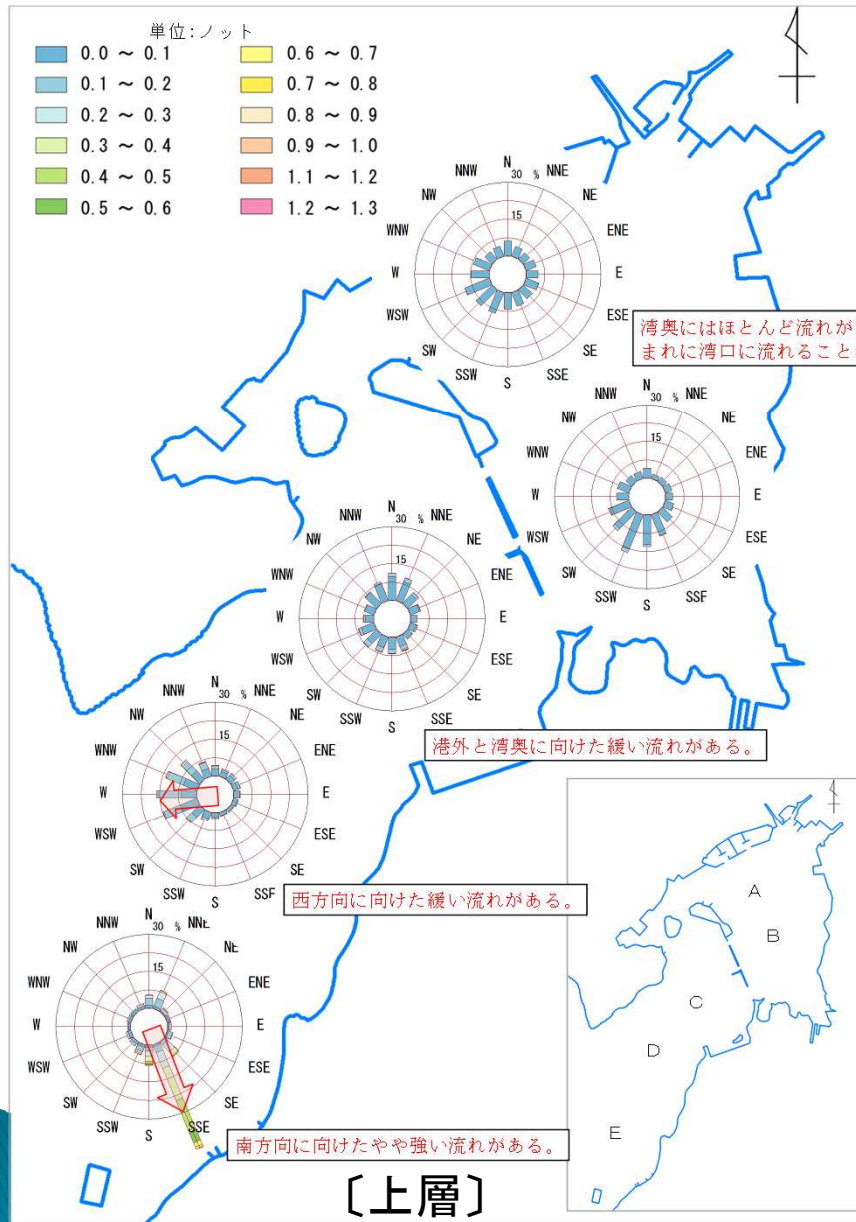
潮流調査結果(流向頻度図) 夏季



潮流調査結果(流向頻度図) 秋季

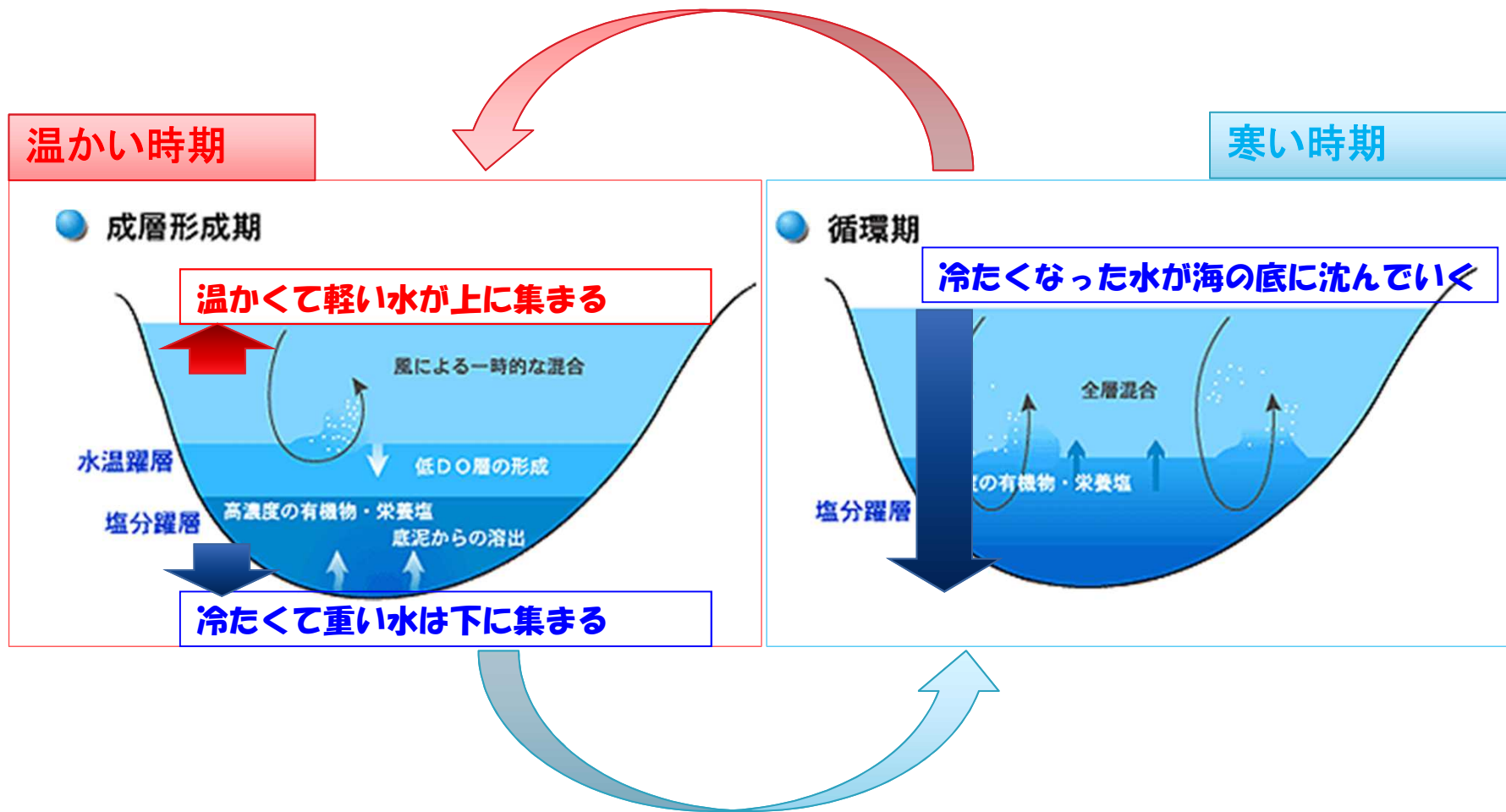


潮流調査結果(流向頻度図) 冬季



水質調査結果

【DO: 溶存酸素の状況】



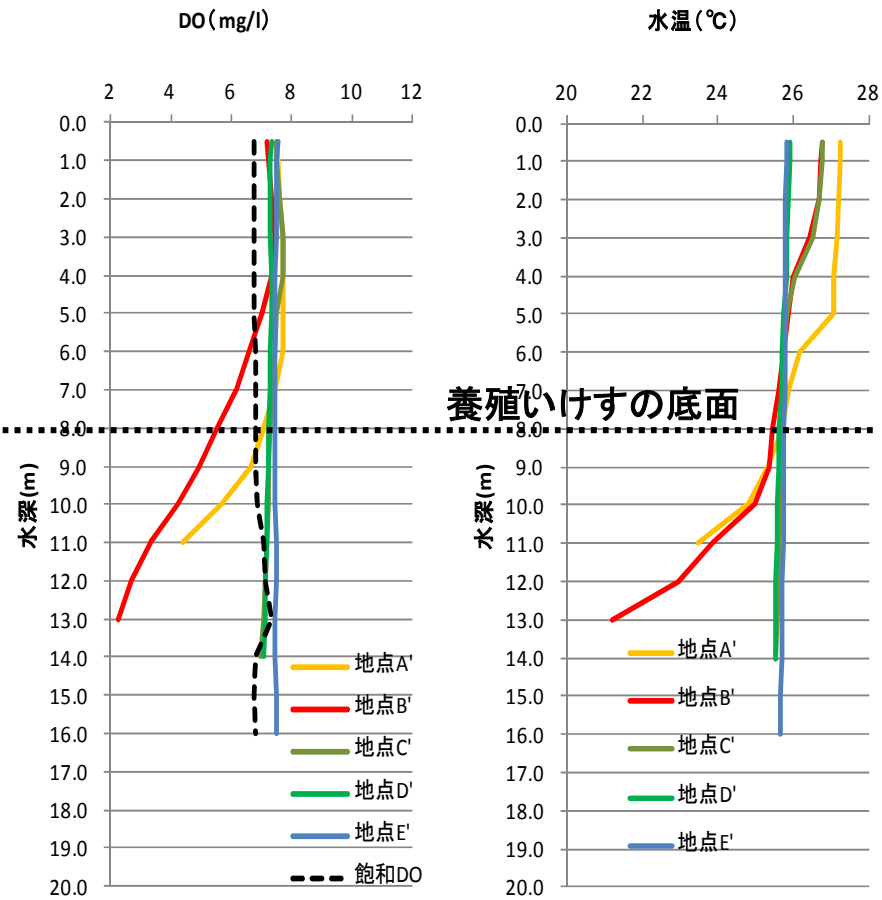
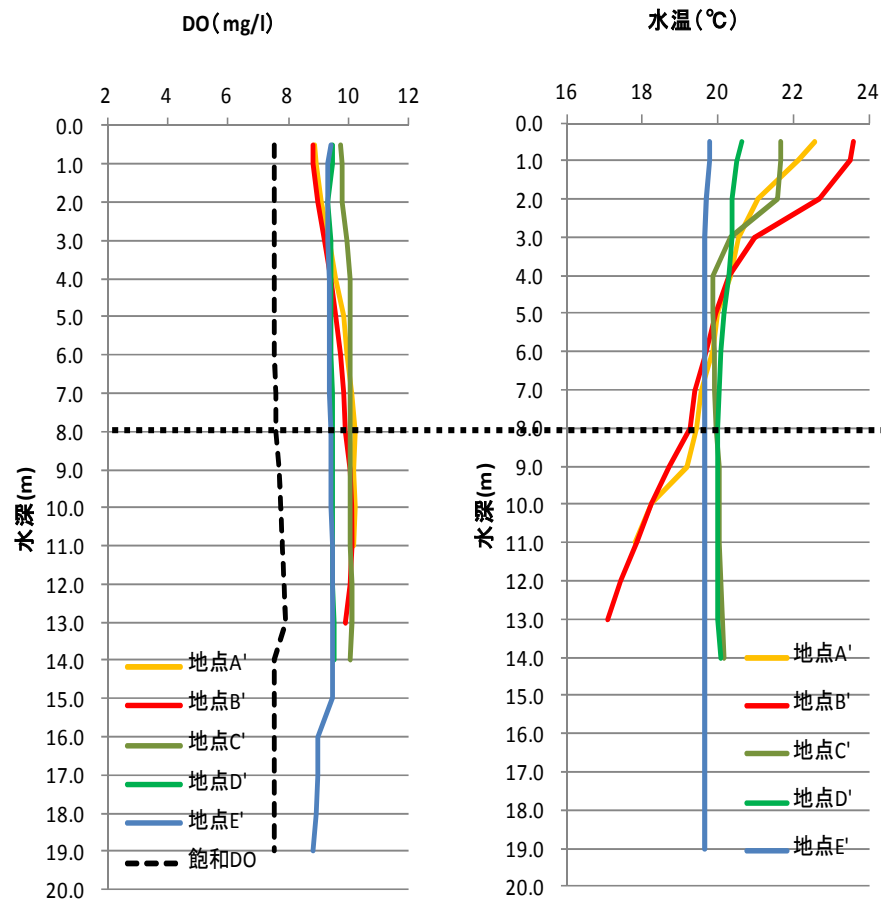
出典: HP「高瀬川・小川原湖の水環境」
<http://www.thr.mlit.go.jp/takase/mizu/5-3.html>

水質調査結果

【DO: 溶存酸素の状況】

春季

夏季



春季は湾奥のA'とB'において成層化がみられるが下層の貧酸素化はない。

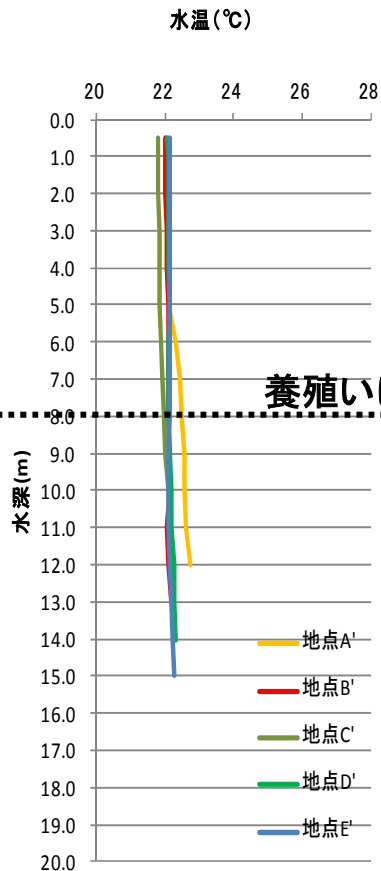
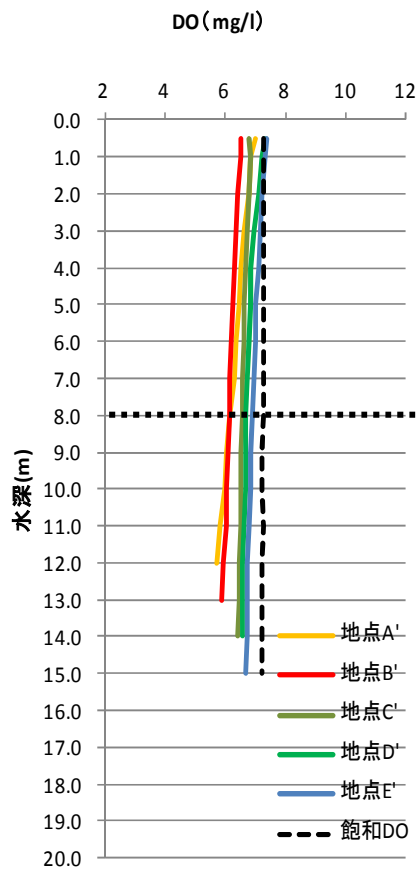
夏季は湾奥のA'とB'において成層化がみられ下層は貧酸素化している。

水質調査結果

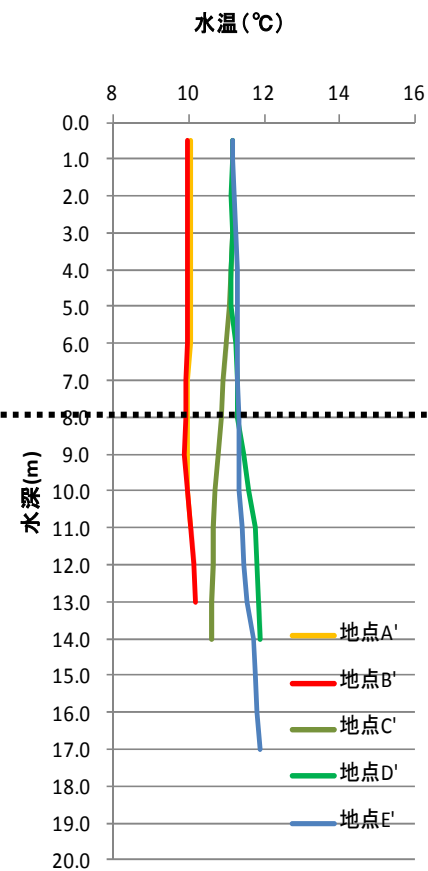
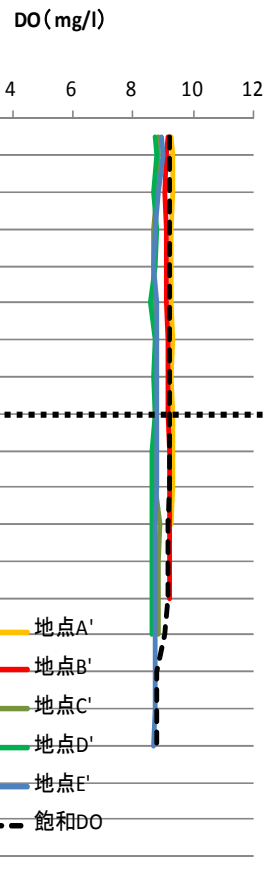
【DO: 溶存酸素の状況】

秋季

冬季



養殖いけすの底面

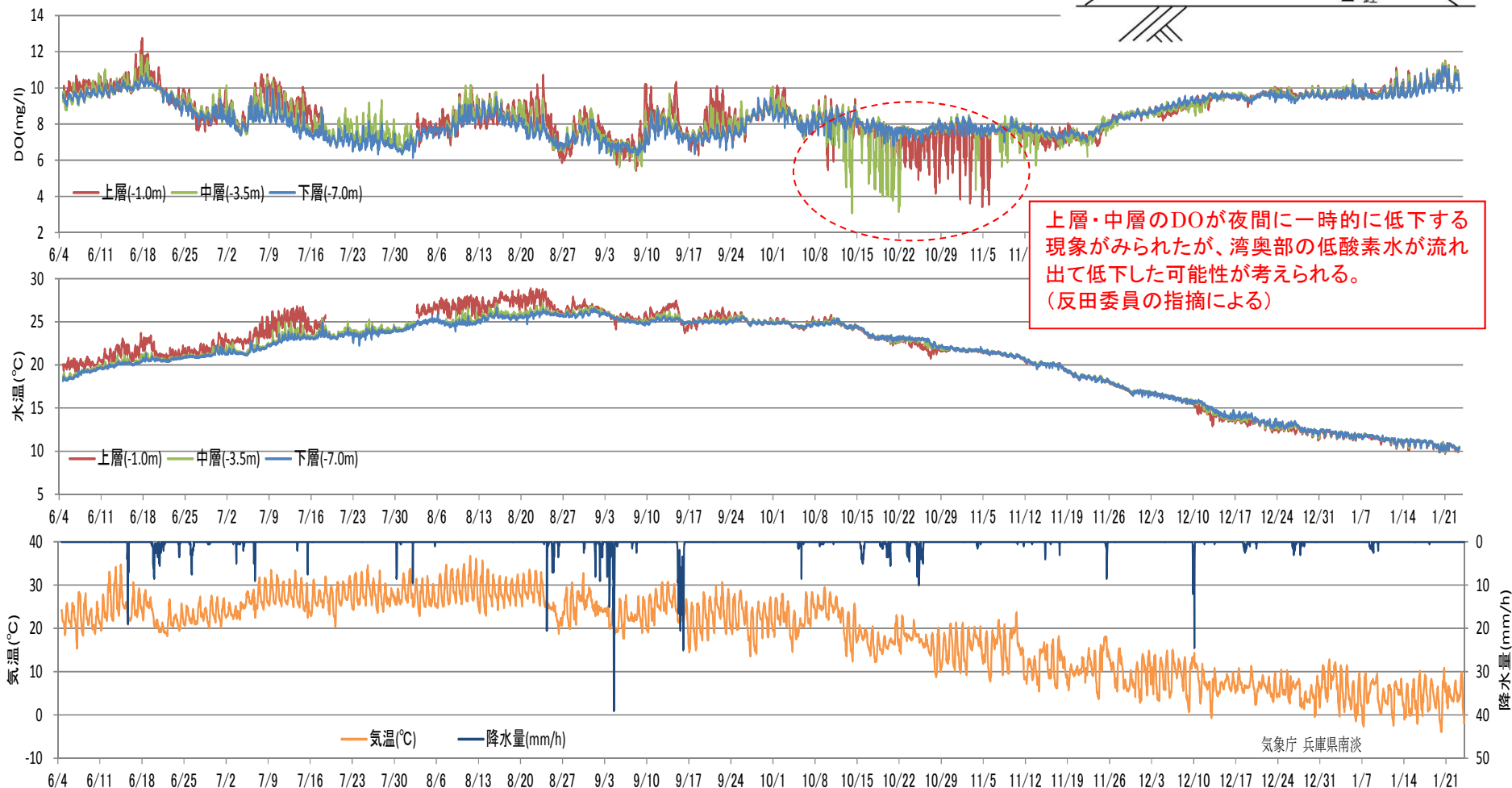
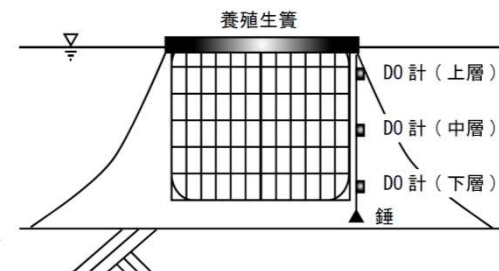


秋季は循環が生じており、成層化していない。

冬季は循環が生じており、成層化していない。

水質調査結果

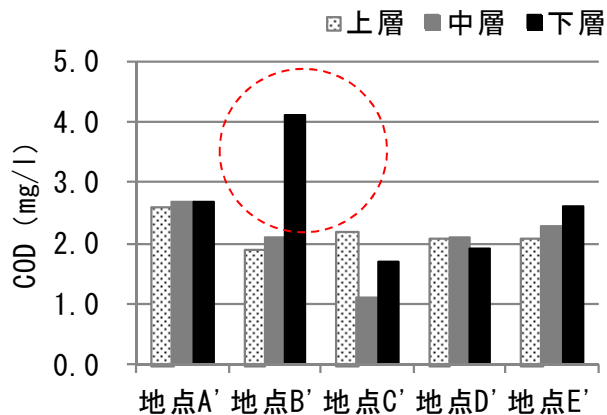
【DO連続調査結果】



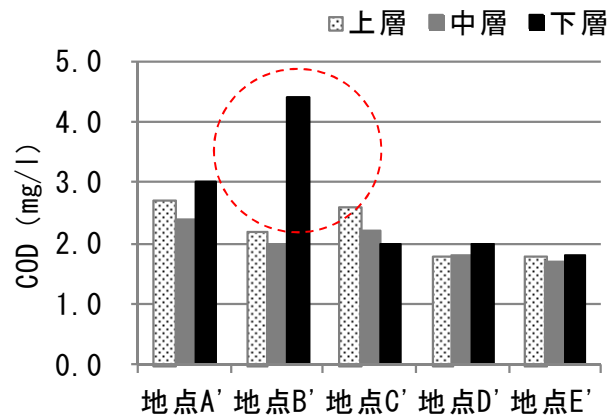
各層において、DOの日変動はみられたが貧酸素の状態が継続することはなかった。

水質調査結果【COD】

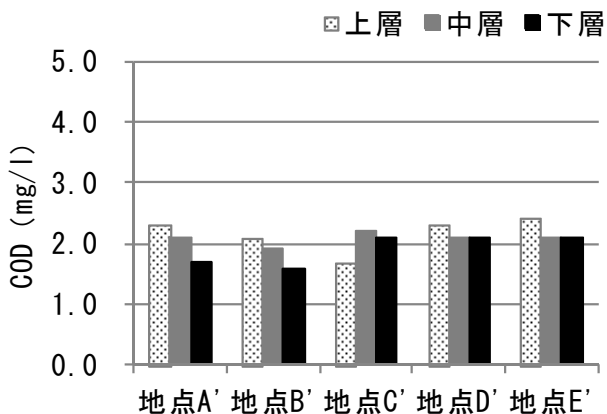
春季



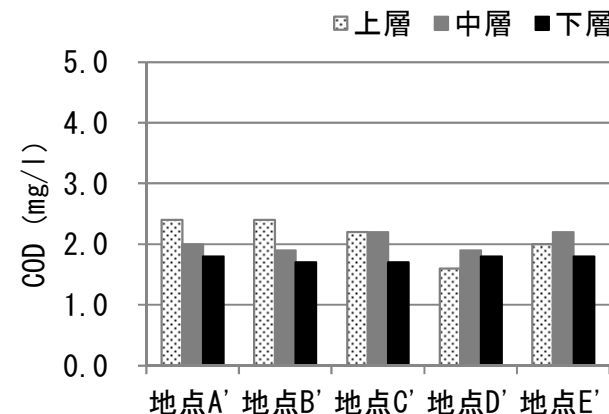
夏季



秋季



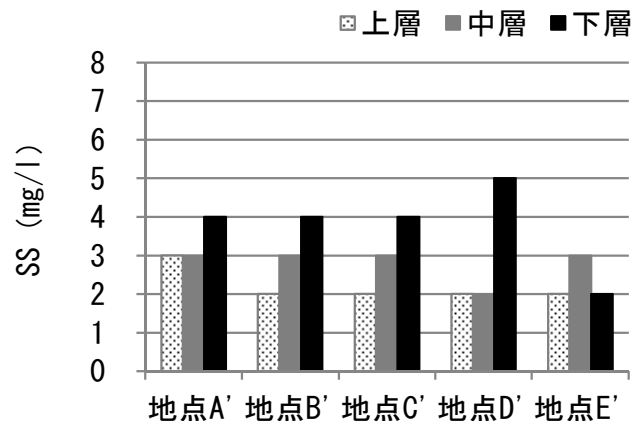
冬季



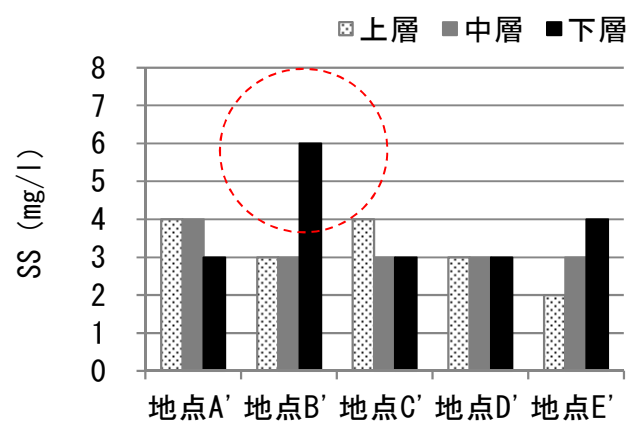
概ね2mg/Lであり、成層期の湾奥の下層の濃度上昇を除き、地点別・季節別の変化は小さい。特にB'地点で高いが、採水時に底質が含まれて影響を与えた可能性がある。

水質調査結果【SS】

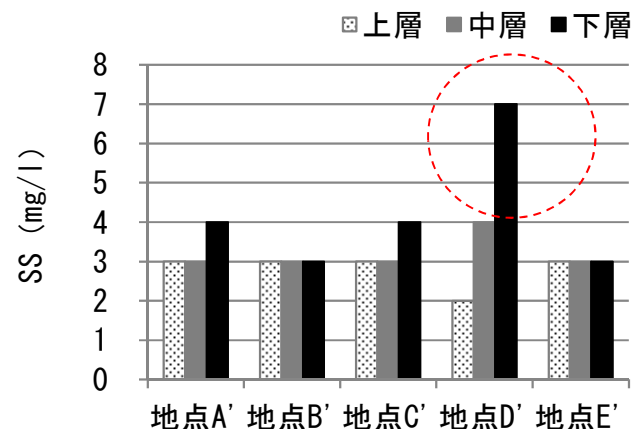
春季



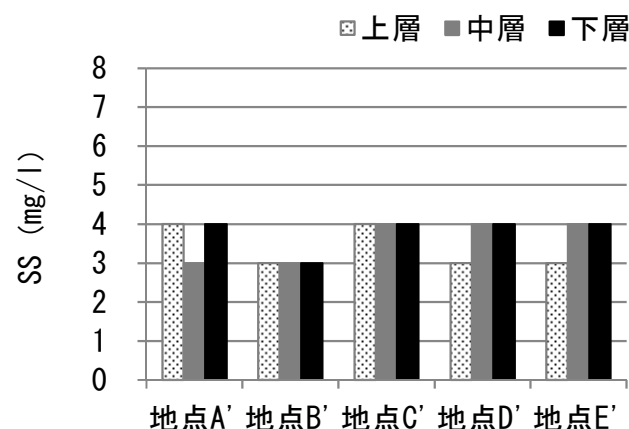
夏季



秋季

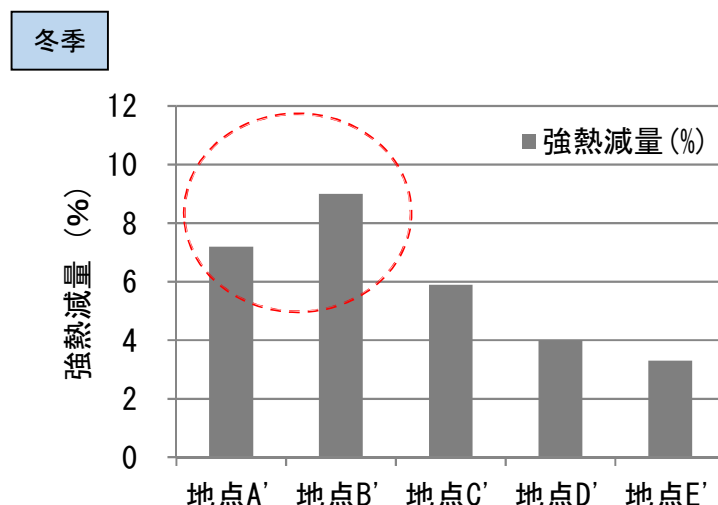
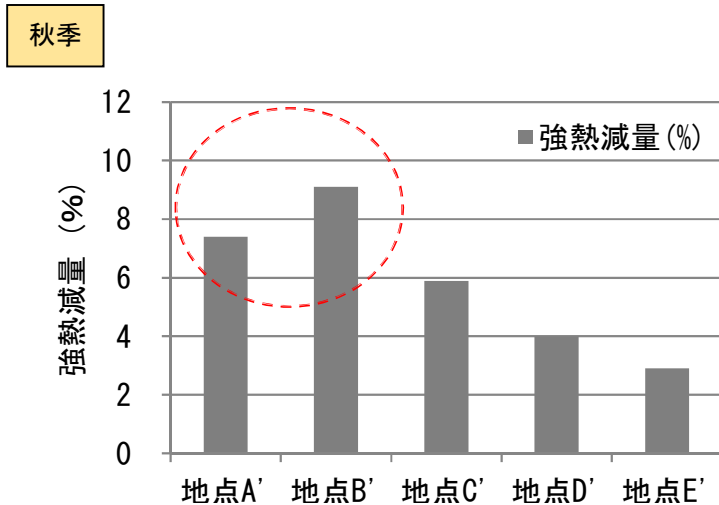
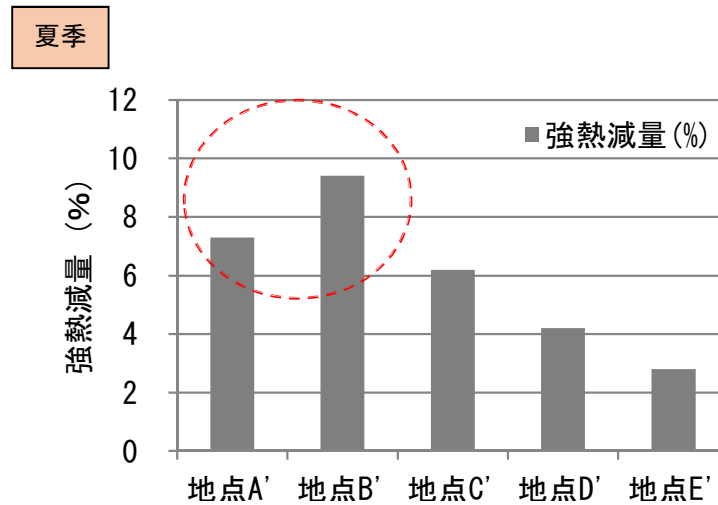
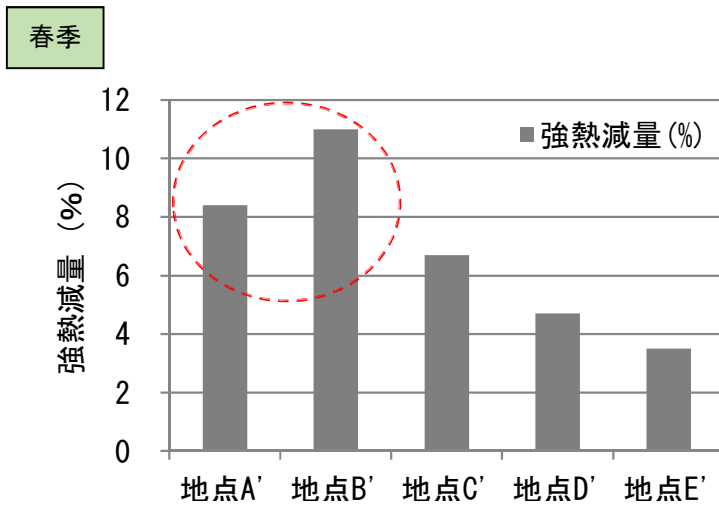


冬季



概ね3mg/Lであり、湾口部のD'地点で下層に濁りがあるほか、地点別・季節別の変化は小さい。B'地点で高いが、採水時に底質が混入して影響を与えた可能性がある。

底質調査結果 【強熱減量】



湾奥の海底に汚濁の原因となる物質が溜まっている。

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【流況・水質予測の流れ】

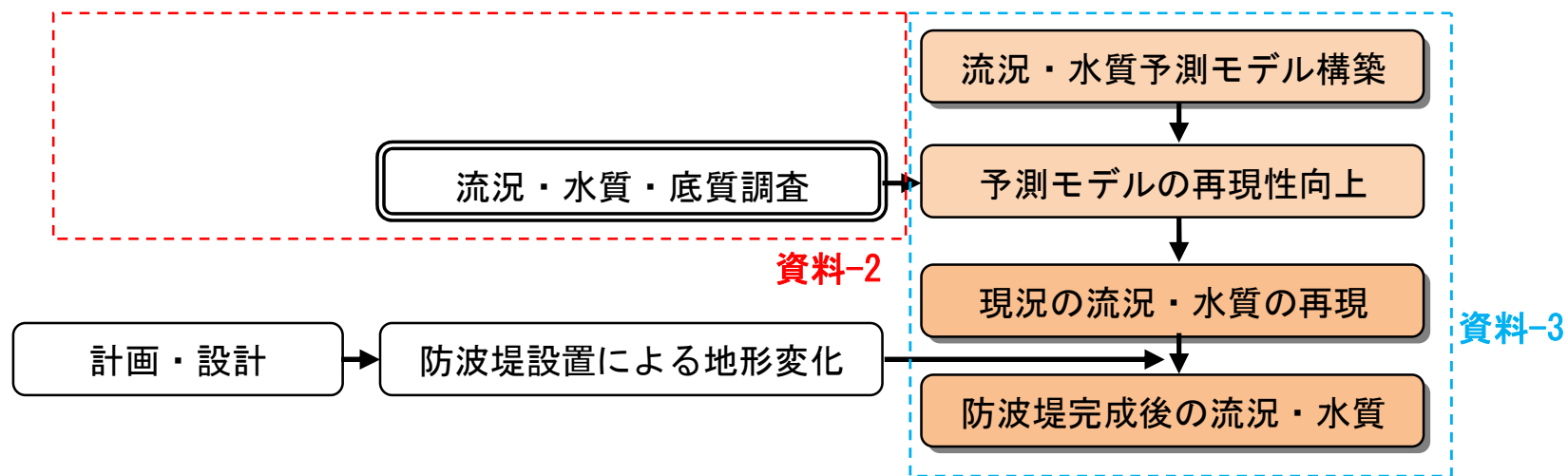


図 今後の調査・検討のフロー

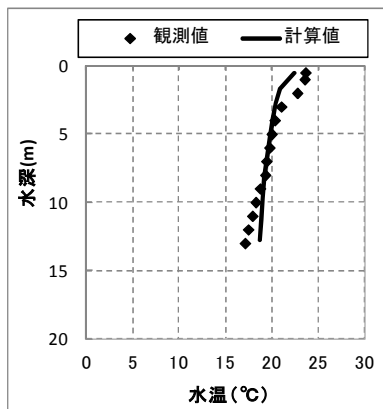
○四季の現地調査結果に基づき、福良港の一年を通じた水質状況を再現できる予測モデルを構築し、防波堤完成前後の流況と水質の予測を実施した。

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認

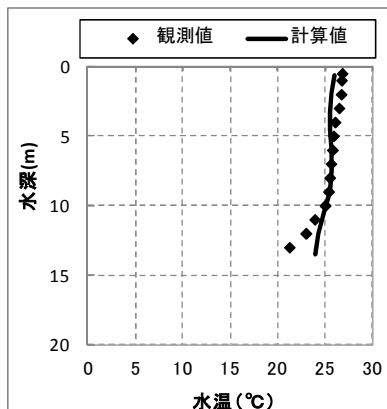
【再現性の確認結果(水温)】

水温の鉛直分布は適切に再現されていた。

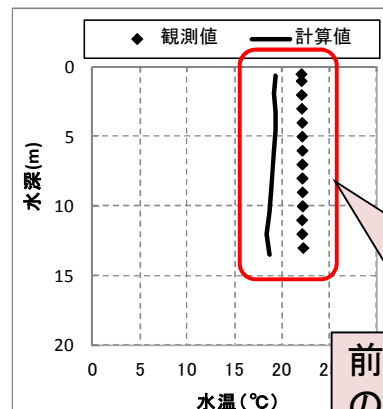
B'地点



春季



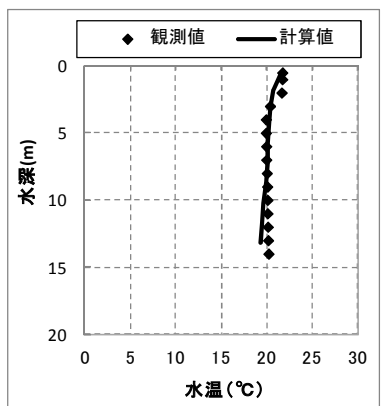
夏季



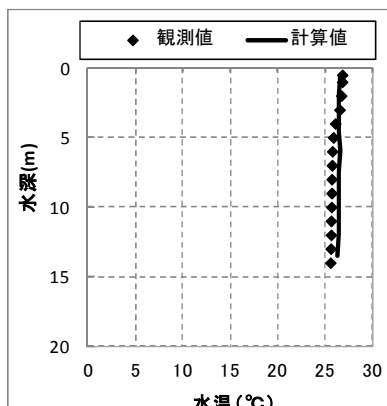
秋季

前日の気温が低かったため、湾内の水温が低く予測された。このような短期的な変化は十分に反映できない場合がある。

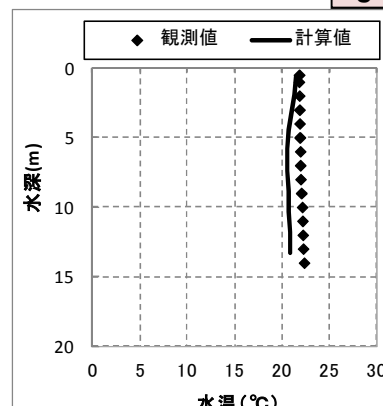
C'地点



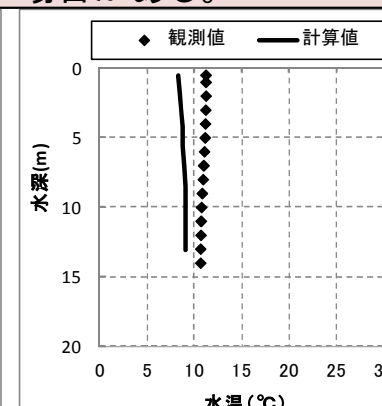
春季



夏季



秋季



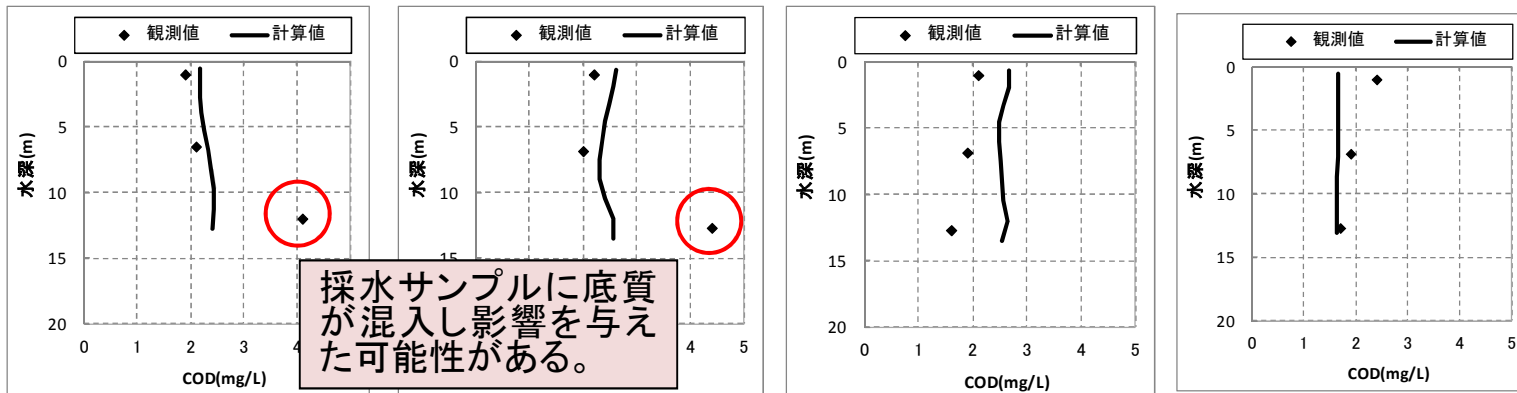
冬季

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認

【再現性の確認結果(COD)】

下層で突出して高い値については再現困難であるが、他は適切に再現されていた。

B'地点



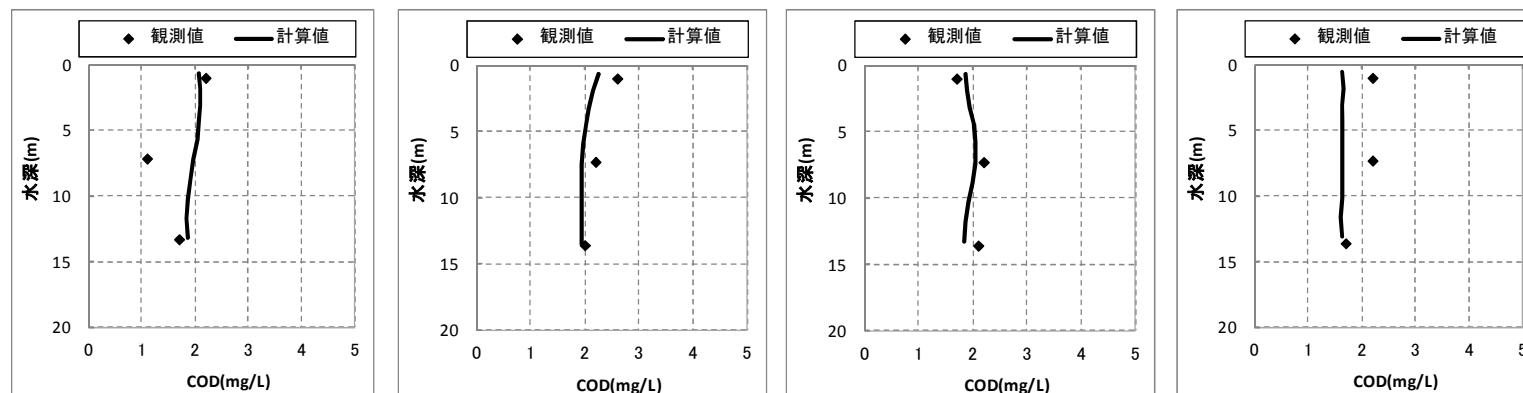
春季

夏季

秋季

冬季

C'地点



春季

夏季

秋季

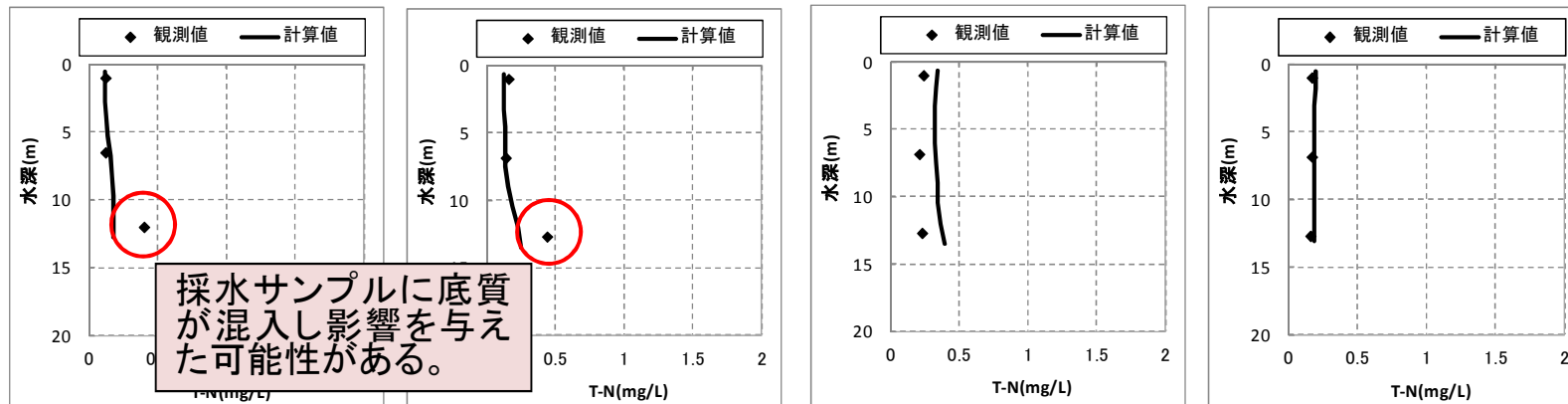
冬季

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認

【再現性の確認結果(T-N)】

鉛直方向の水質分布は、適切に再現されていた。

B'地点



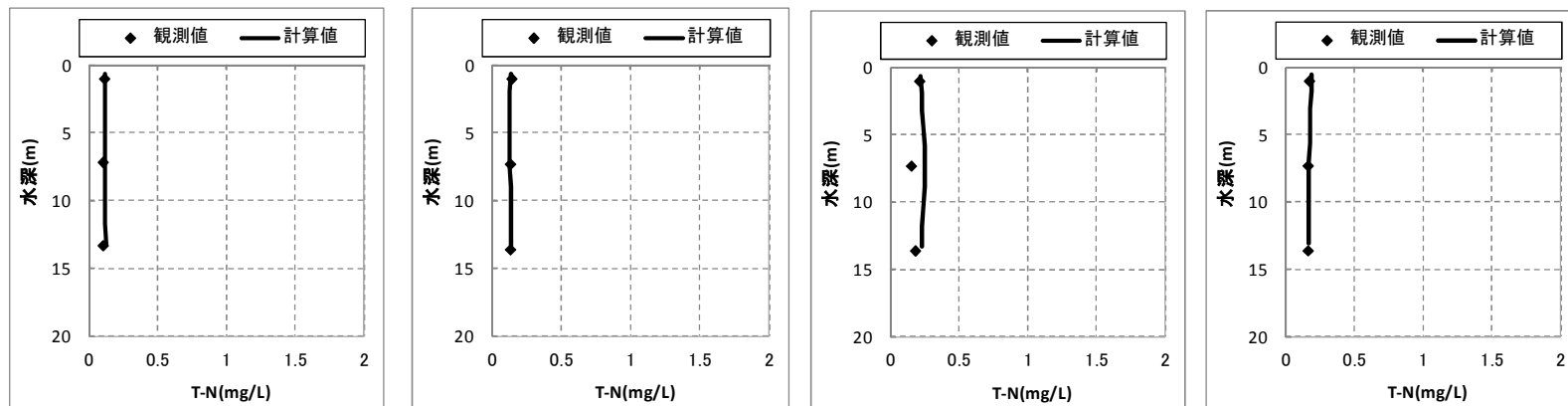
春季

夏季

秋季

冬季

C'地点



春季

夏季

秋季

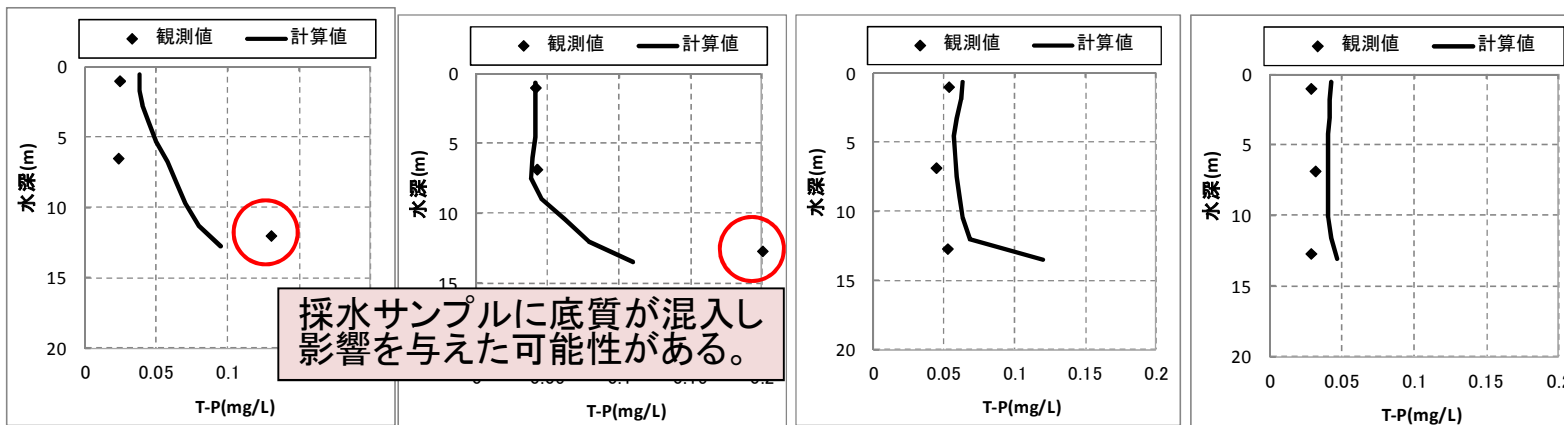
冬季

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認

【再現性の確認結果(T-P)】

下層で突出して高い値については再現困難であるが、他は適切に再現されていた。

B'地点



採水サンプルに底質が混入し影響を与えた可能性がある。

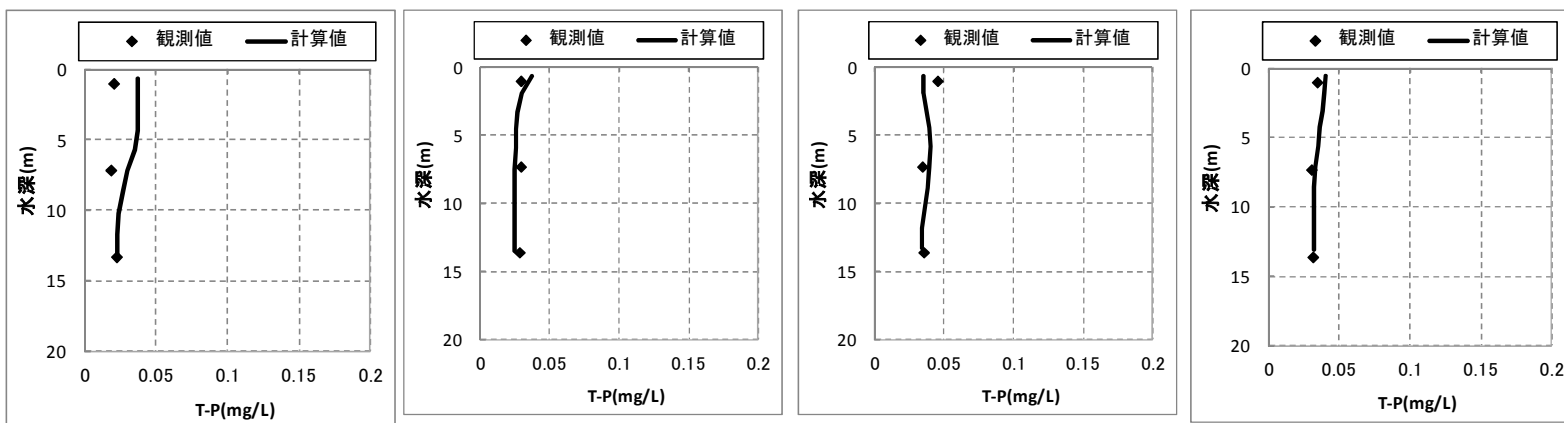
春季

夏季

秋季

冬季

C'地点



春季

夏季

秋季

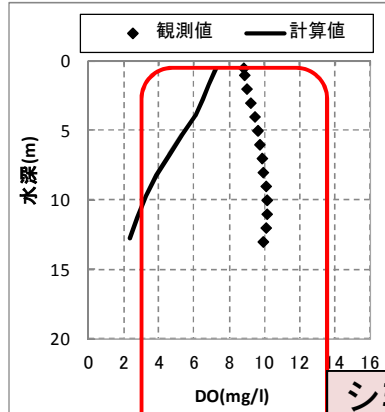
冬季

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認

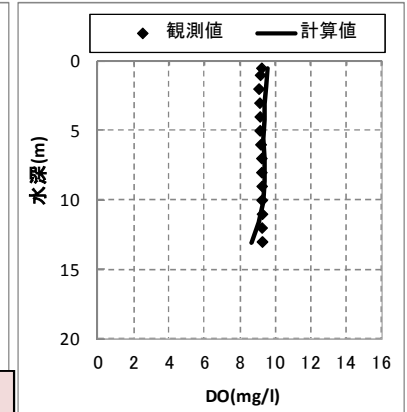
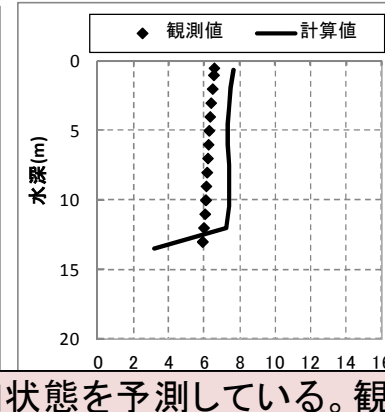
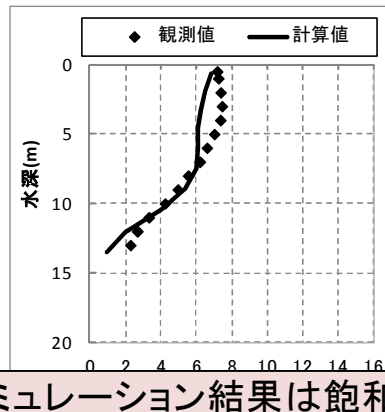
【再現性の確認結果(DO)】

下層で突出して高い値については再現困難であるが、他は適切に再現されていた。

B'地点



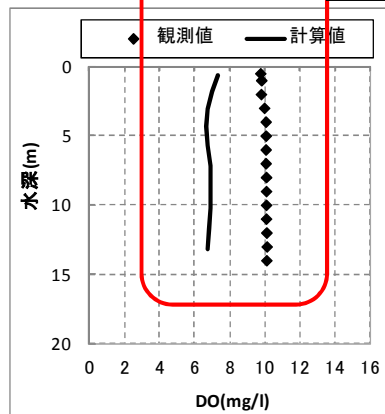
春季



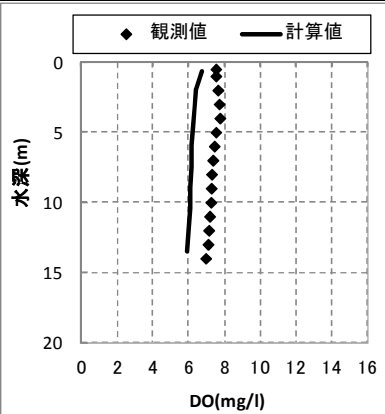
冬季

シミュレーション結果は飽和状態を予測している。観測値は過飽和状態を示しており、シミュレーションでの再現は困難。

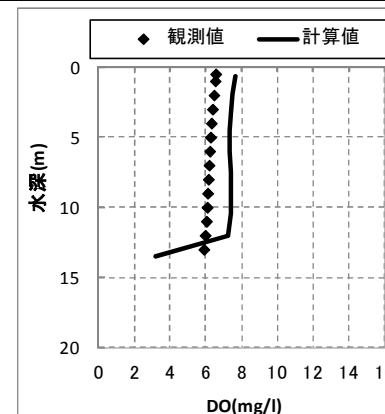
C'地点



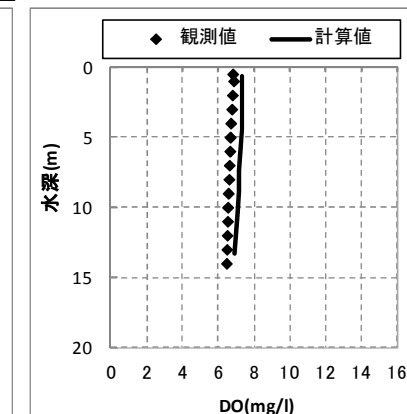
春季



夏季



秋季



冬季

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測条件】

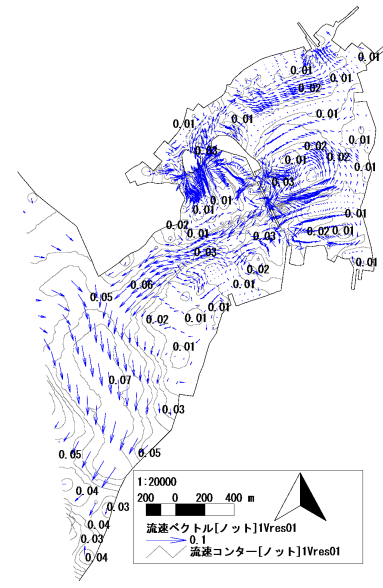
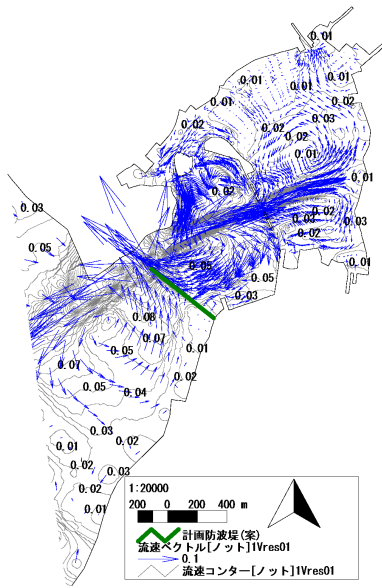
防波堤の設置による水質変化を予測するため、構築した予測モデルにより、現況と、ケース1(湾口2東側のみ防波堤設置)の福良港の潮流・水質の予測を行い、防波堤設置前後を比較した。

ケース	内容
現況	防波堤を設置していない場合
ケース1 (湾口2東側のみ防波堤)	湾口2東側のみ防波堤を設置した場合

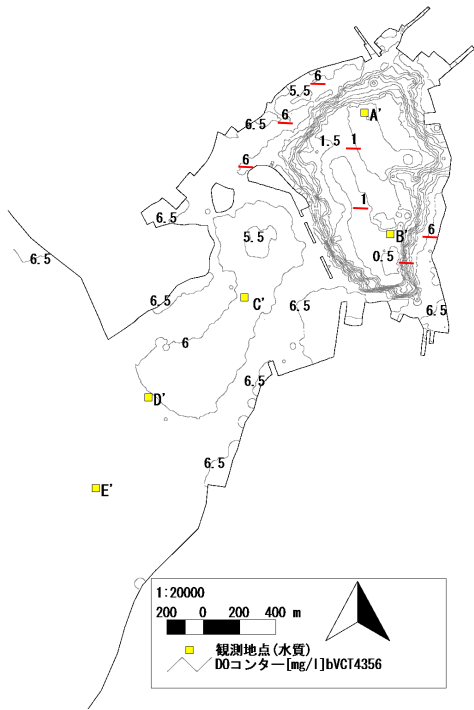
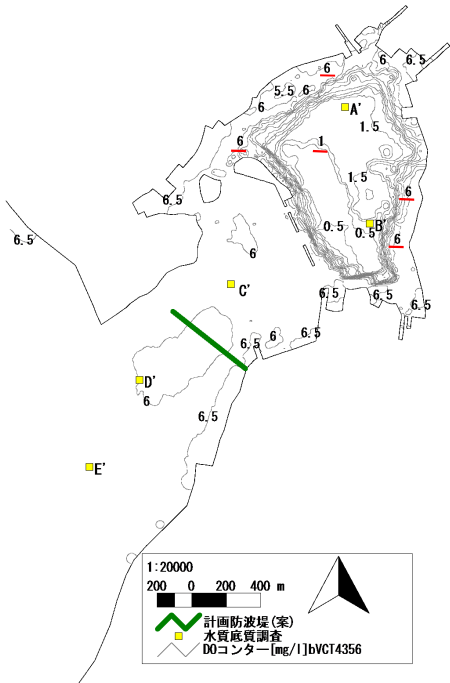


図 湾口2東側のみ防波堤

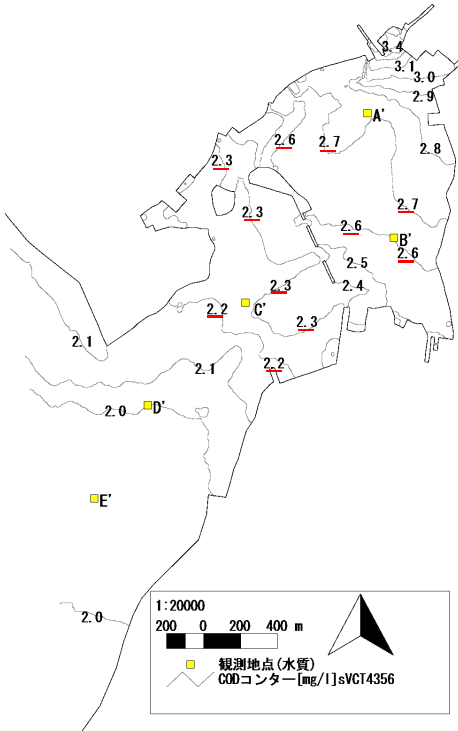
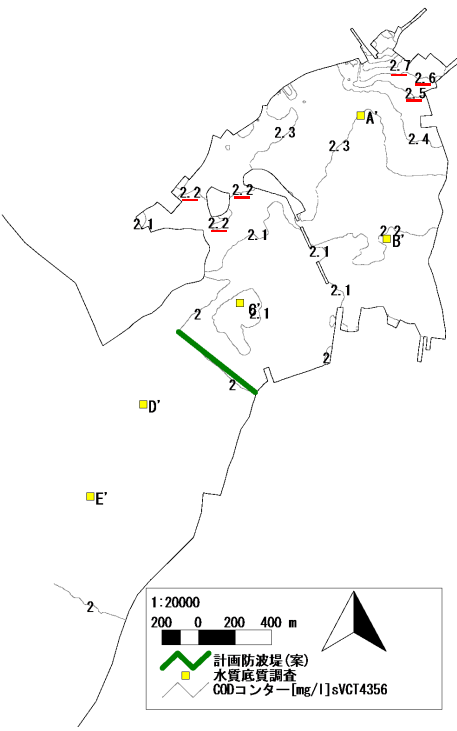
3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(潮流)】

項目	予測結果	
	現況	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)
潮流	<p>湾口部では流出方向、湾奥部で湾奥に向かう流れがある。湾奥部では、緩い反時計回りの還流が形成される。</p>  <p>(夏季、上層の残差流)</p>	<p>湾口部では既設防波堤の開口部に<u>港内へ向かう強い流れが生じる</u>。湾口部では時計回り、湾奥部では反時計回りの<u>強い環流が形成される</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、上層の残差流)</p>
海水交換率	<p>防波堤計画位置において福良港内外の海水交換率を算定すると、<u>64%</u>であった。</p>	<p>防波堤設置によって、海水交換率は<u>62%</u>となり、現況に比べて<u>2ポイント低下</u>する。</p>

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(DO)】

項目	予測結果	
	現況	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)
水質(DO)	<p><u>湾奥部では6mg/L前後であり、既設防波堤の背後で、底質が悪いことに起因して1mg/L前後になっている。</u></p>  <p>(夏季、下層のDO)</p>	<p>防波堤の新設によって、開口部は狭くなるが、港外からDOの高い海水が速い流速で港内に流入し混合されるため、<u>DOは現況とほぼ変化しない</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、下層のDO)</p>

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(COD)】

項目	予測結果	
	現況	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)
水質 (COD)	<p><u>湾奥部で2.5～2.7mg/L、特に、河川流入部で3mg/L前後、湾口部で2.2～2.3mg/L</u>である。</p>  <p>(夏季、上層のCOD)</p>	<p>防波堤の新設によって、開口部は狭くなるが、港外から海水が速い流速で港内に流入し混合されるため、<u>CODは現況とほぼ変化しない</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、上層のCOD)</p>

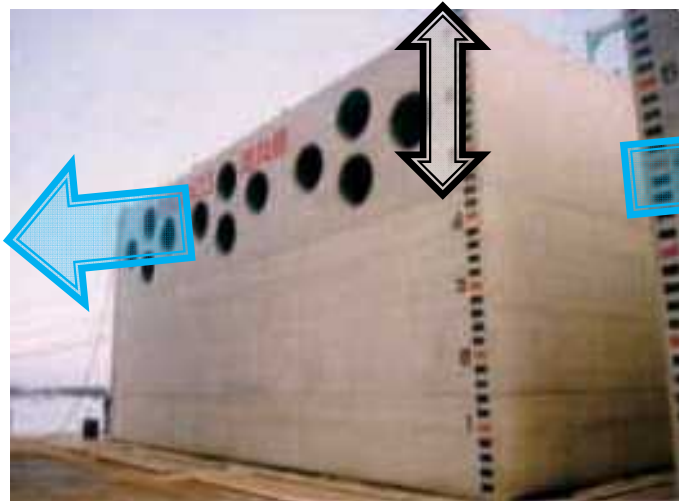
3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果】

ケース1: 湾口2東側のみ防波堤の評価		
潮流		防波堤の新設によって、新設防波堤や既設防波堤の開口部付近で流れが速くなり、流況は変化する。
海水交換率		防波堤の新設によって海水交換率は低下するが、低下幅は小さい。
水質	DO	防波堤の新設によって、湾の開口部は狭くなるが、湾内の流況が変化する結果、DOが悪化することはない。
	COD	防波堤の新設によって、湾の開口部は狭くなるが、湾内の流況が変化する結果、CODが悪化することはない。

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【透過型防波堤の予測条件】

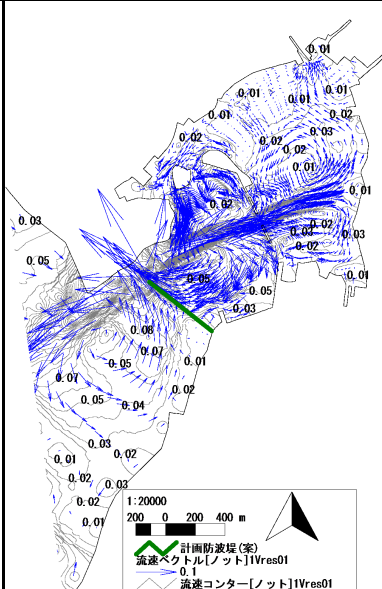
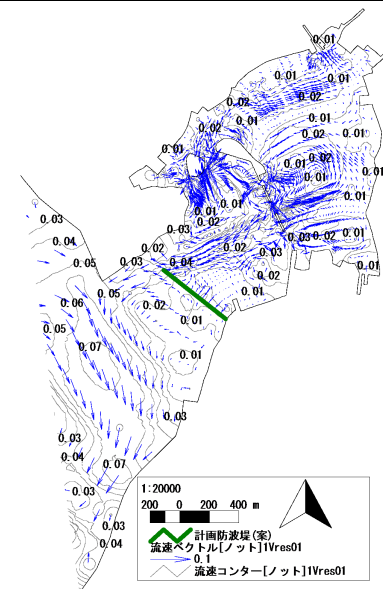
防波堤の設置により湾内の水質が悪化する場合の対策例として、透過型防波堤の効果を確認した。

条件1: 兵庫県の事例を踏まえて、2.5m
の高さまで孔が空いてると設定

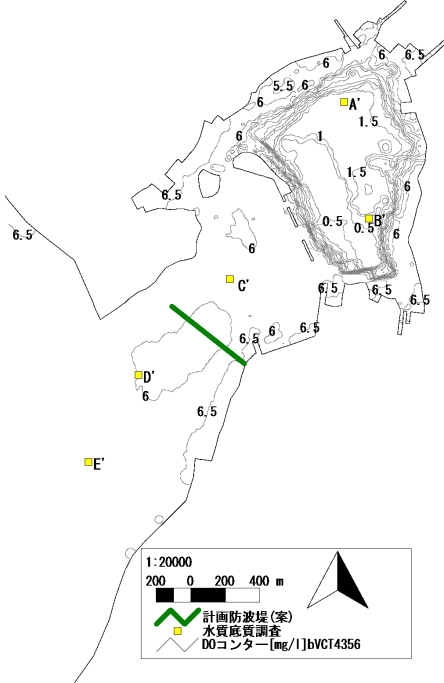
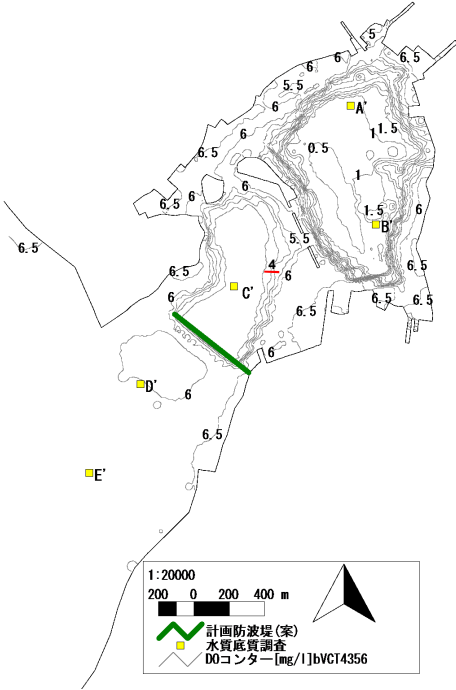


条件2: 全国・兵庫県の
事例を踏まえて、10%
の海水が湾内外に通過
すると設定

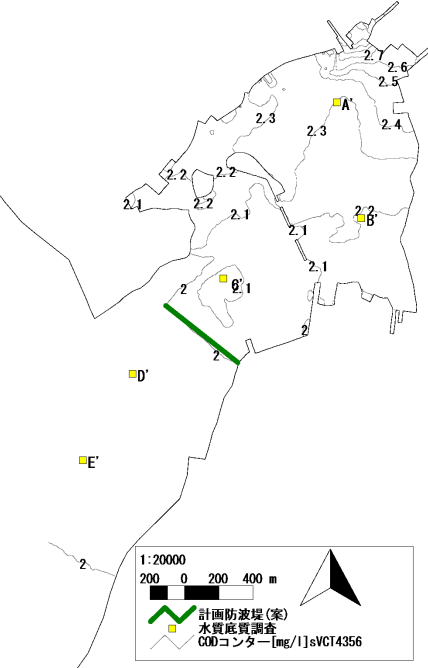
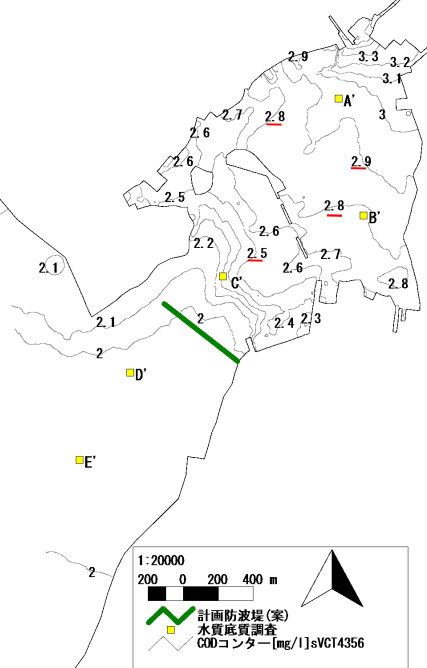
3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(潮流)】

項目	予測結果	
	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)	ケース2(湾口2東側のみ透過型防波堤)
潮流	<p>湾口部では既設防波堤の開口部に<u>港内へ向かう強い流れが生じる</u>。湾口部では時計回り、湾奥部では反時計回りの<u>強い環流が形成される</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、上層の残差流)</p>	<p>透過型にすることによって、ケース1と異なり、<u>現況とほぼ同じか、若干流速が低下する</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、上層の残差流)</p>
海水交換率	<p>防波堤設置によって、海水交換率は<u>62%</u>となり、現況に比べて<u>2ポイント</u>低下する。</p>	<p>透過型にすることによって、海水交換率は<u>63%</u>となり、ケース1に比べて<u>1ポイント</u>改善した。</p>

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(DO)】

項目	予測結果	
	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)	ケース2(湾口2東側のみ透過型防波堤)
水質(DO)	<p>防波堤の新設によって、開口部は狭くなるが、港外からDOの高い海水が速い流速で港内に流入し混合されるため、<u>DOは現況とほぼ変化しない</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、下層のDO)</p>	<p>透過型にすることによって、ケース1のような海水の混合が無くなり、<u>新設防波堤の背後で4mg/L前後までDOが低下する</u>予測結果となった。</p>  <p>(夏季、下層のDO)</p>

3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果(COD)】

項目	予測結果	
	ケース1(湾口2東側のみ防波堤)	ケース2(湾口2東側のみ透過型防波堤)
水質 (COD)	<p>防波堤の新設によって、開口部は狭くなるが、港外から海水が速い流速で港内に流入し混合されるため、<u>CODは現況とほぼ変化しない予測結果</u>となった。</p>  <p>(夏季、上層のCOD)</p>	<p>透過型にすることによって、ケース1のような海水の混合が無くなり、<u>現況より水質が0.1~0.2mg/L程度悪化する予測結果</u>となった。</p>  <p>(夏季、上層のCOD)</p>

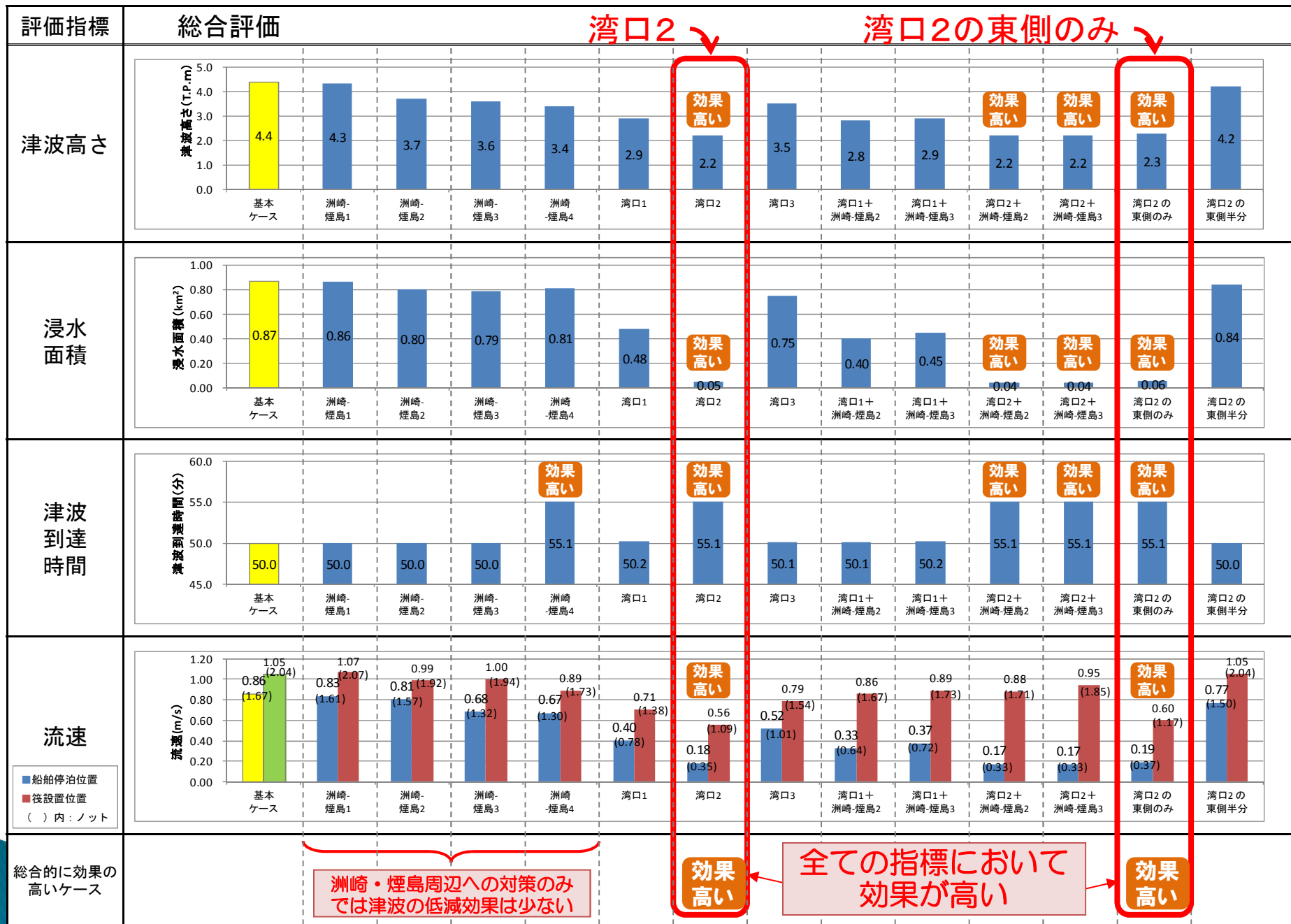
3. 湾口防波堤設置に伴う流況・水質への影響確認 【予測結果】

ケース2(湾口2東側のみ透過型防波堤)		
潮流		防波堤を透過型とすると、湾内の流況が現況と同様か、若干流れが悪くなる。
海水交換率		防波堤を透過型としても、海水交換率はほとんど変化しない。
水質	DO	防波堤を透過型とすると、湾内の流況が現況と同様か、若干流れが悪くなり、新設防波堤の背後でDOが悪化する。
	COD	防波堤を透過型とすると、湾内の流況が現況と同様か、若干流れが悪くなり、CODはやや悪化する。

4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定

【第2回委員会の検討ケース】





4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【第2回委員会の検討結果】

	<湾口2>	<湾口2の東側のみ>
メリット	○津波高さ、浸水面積、津波到達時間、流速の4つの指標で津波低減効果が、いずれも高かった案	○4つの指標で津波低減効果が、いずれも高かった案 ○ヒアリング調査結果を踏まえ、西側の開口部を大きく確保し、船舶がS字航行とならない形状となっている
デメリット	○航路上に西側の防波堤が設置されることになり、船舶航行の妨げとなる	
浸水図		

4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【第2回委員会における意見とその対応】

第2回委員会における意見

水深6mの航路幅が150m確保されているか確認すること

船舶関係者へのヒアリング結果

水深6mの航路幅が120m以上あることが望ましい

水深6mの航路幅の確認

＜湾口2の東側のみケース＞

水深6mが確保される
航路幅は約100m

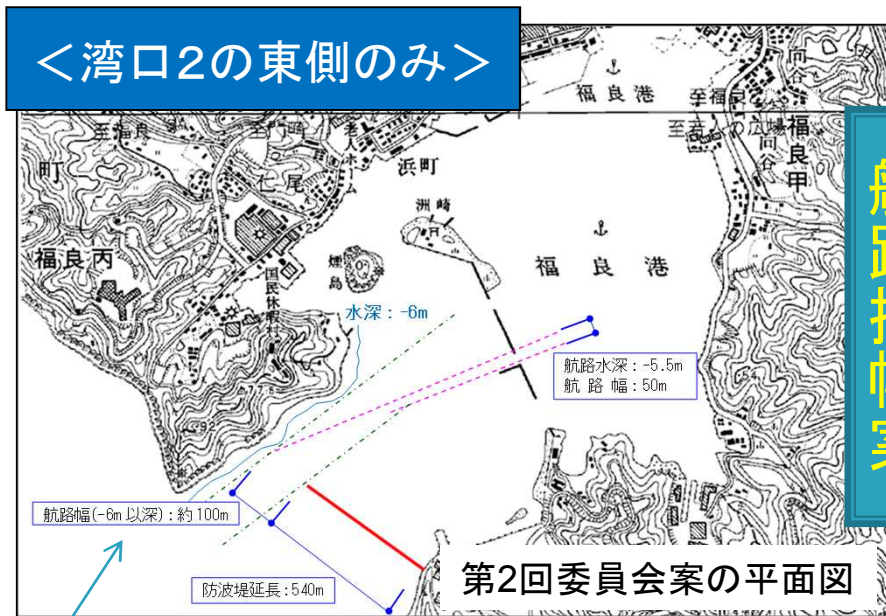
航路
拡幅
案

航路拡幅案の提案

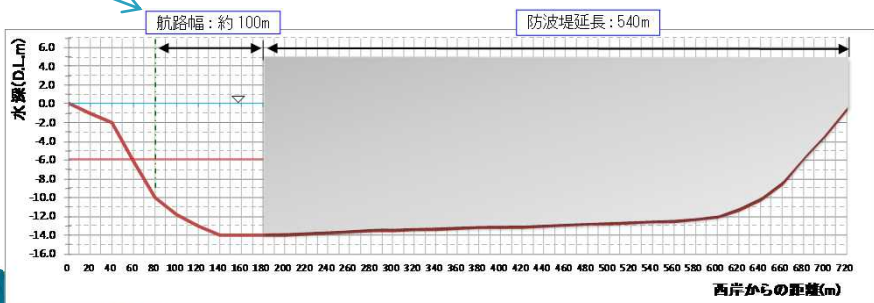
＜航路拡幅案＞

湾口2の東側のみケースの防波堤延長を50m短縮し、水深6mの航路幅を約150m確保

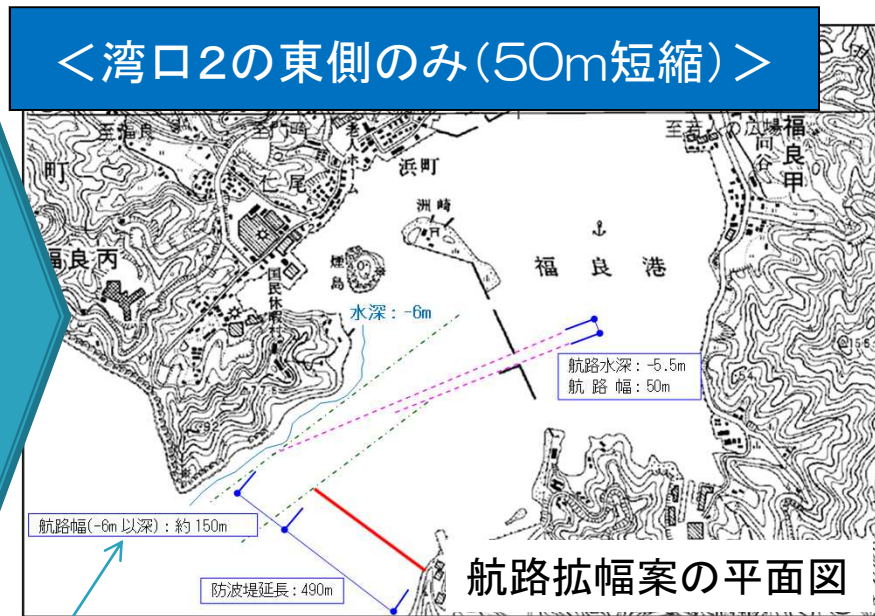
4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【第2回委員会における意見とその対応】



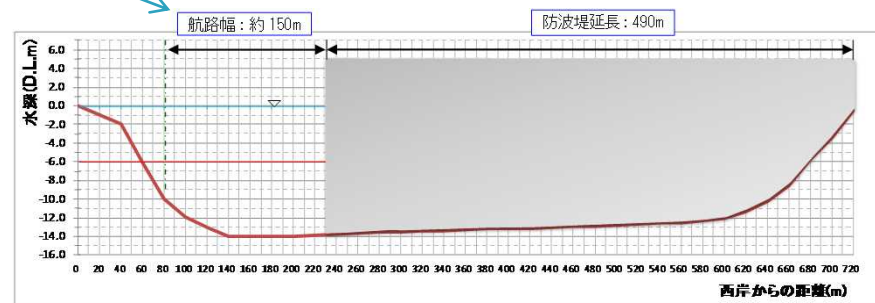
航路幅(-6m以深): 約100m



第2回委員会案の横断図



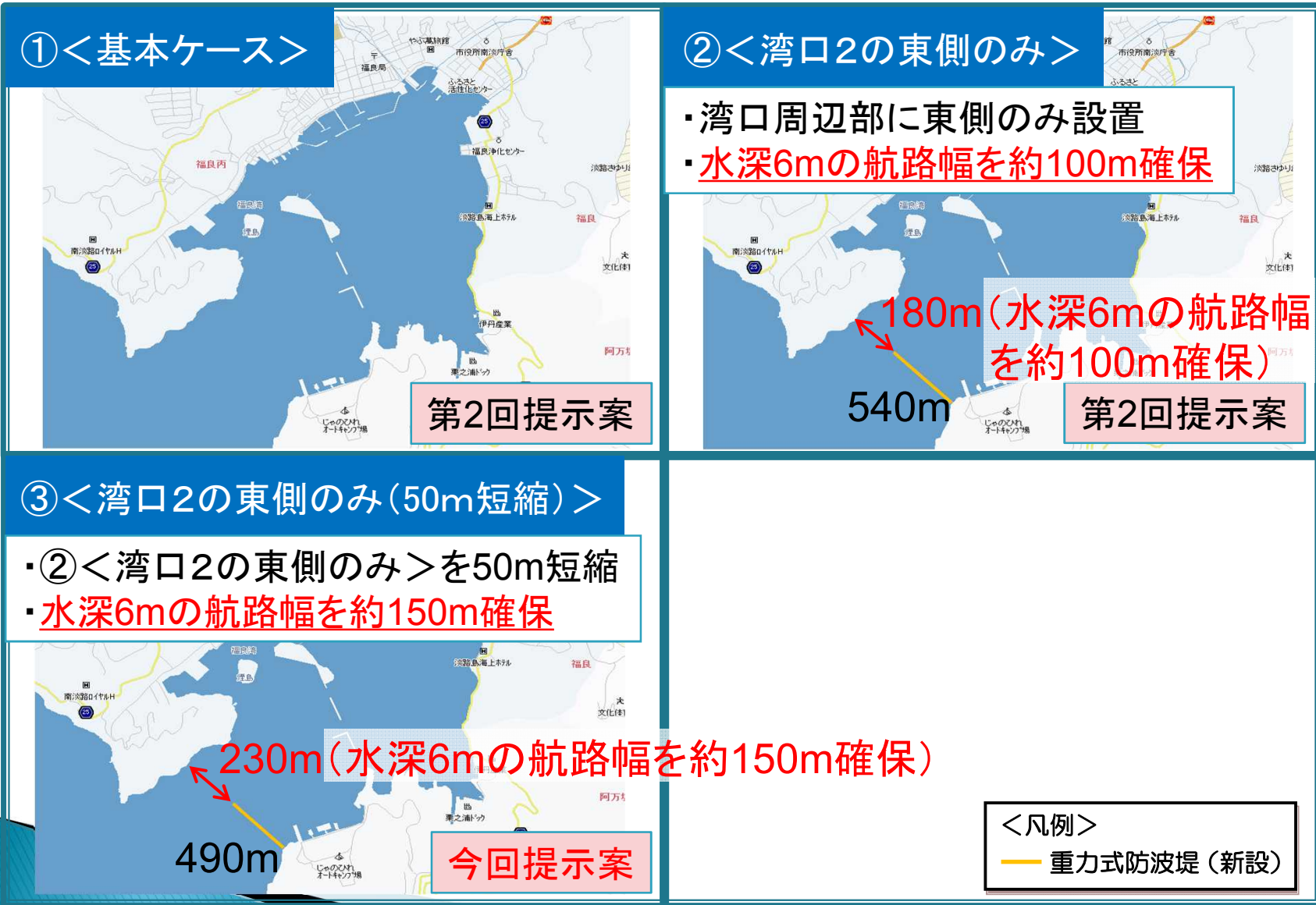
航路幅(-6m以深): 約150m



航路拡幅案の横断図

航路拡幅案

4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【津波シミュレーション検討ケース】

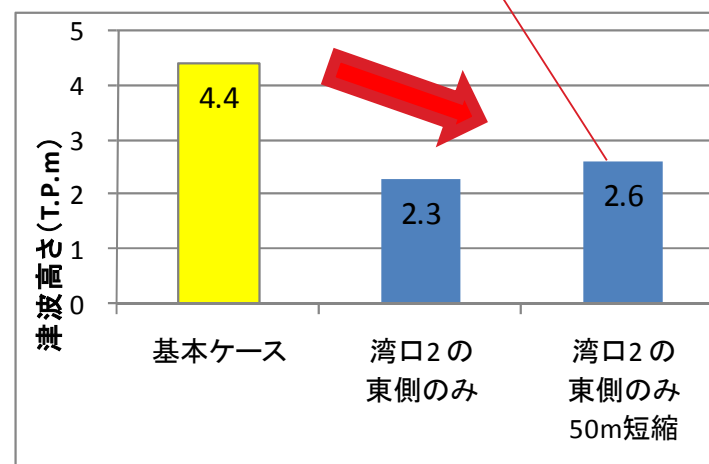


4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【評価指標：津波高さ(レベル1津波)】

- 福良港において、どれくらいの高さの津波が来襲するかを示した指標
- 防災ステーションの前面における最大津波高さを代表値として集計した



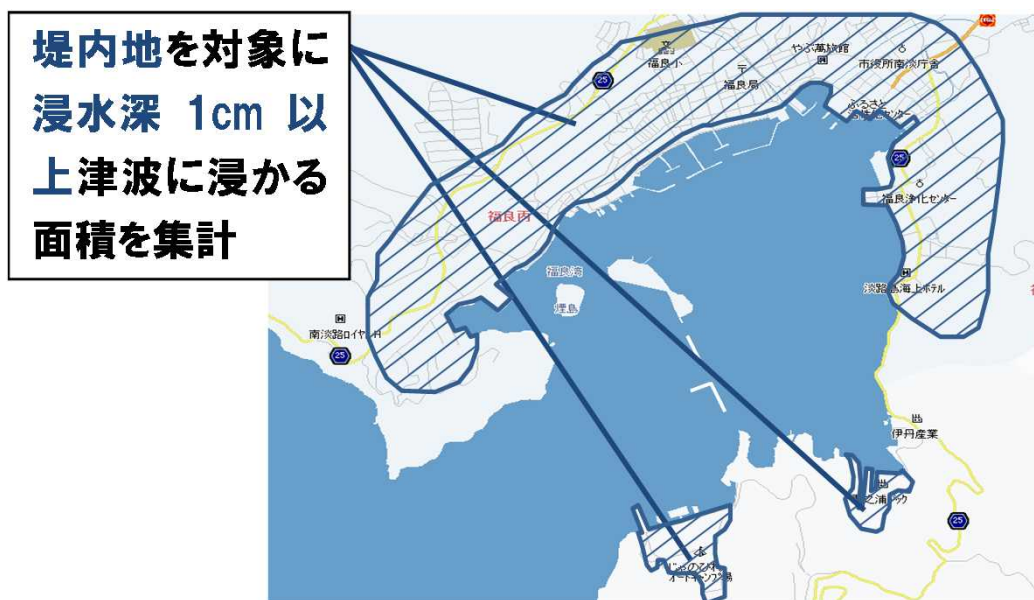
最大津波高さ: T.P.+2.6m



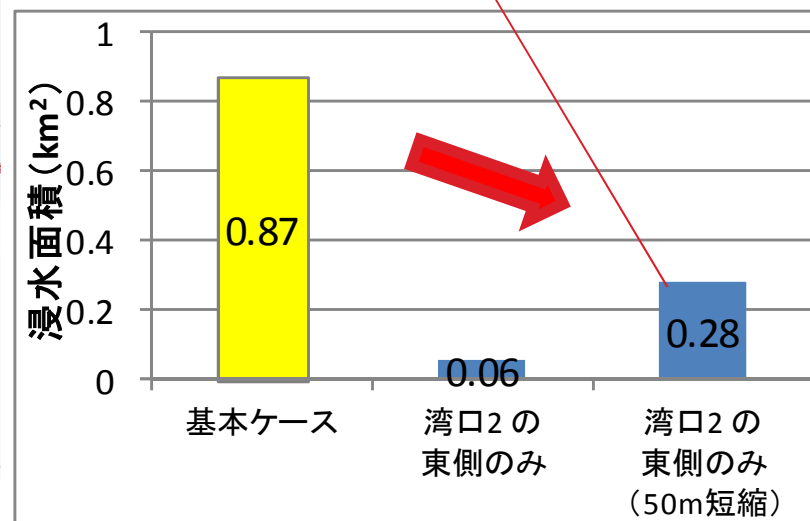
4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【評価指標：浸水面積(レベル1津波)】

- どれくらいの面積が津波により、浸かるかを示した指標
- 堤内地(下図の網掛け部)を対象に浸水面積*を集計した

※浸水面積：浸水深が1cm以上の範囲

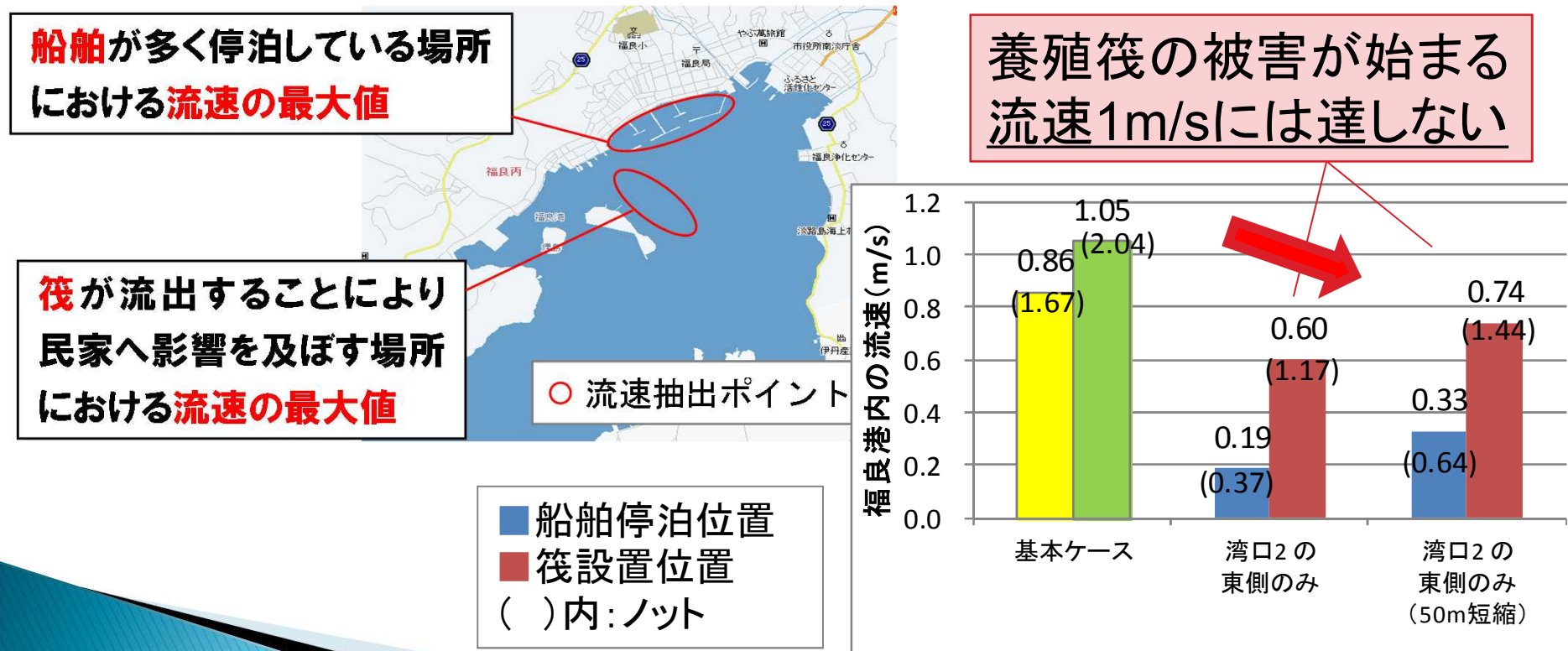


浸水面積：0.28km²



4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【評価指標：流速(レベル1津波)】

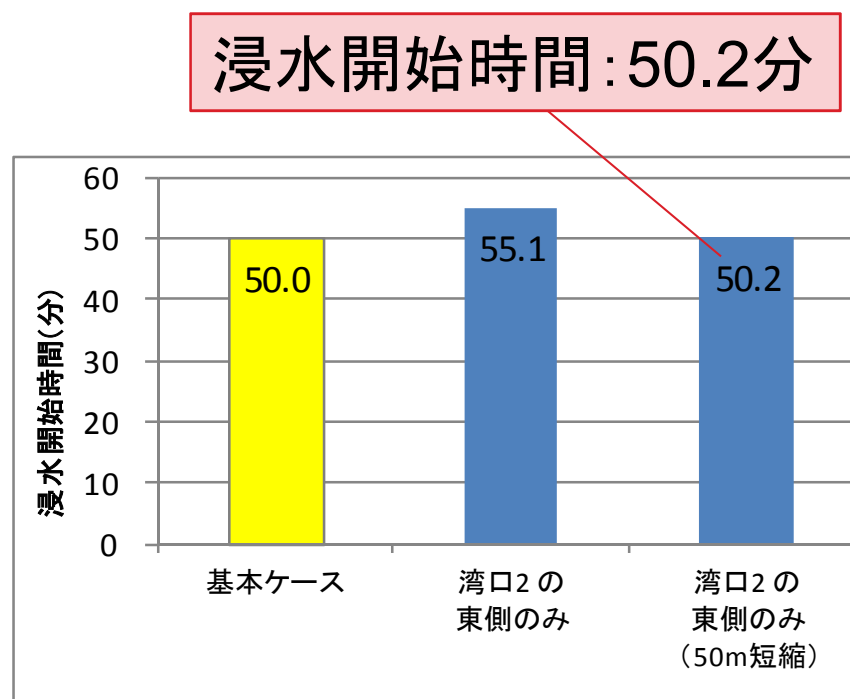
- 福良港内の流速を相対的に評価する指標
- 多くの船舶が停泊しているエリアにおいて最大となる流速を計測した
- 筏が多く設置しているエリアにおいて最大となる流速を計測した



4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【評価指標：浸水開始時間(レベル1津波)】

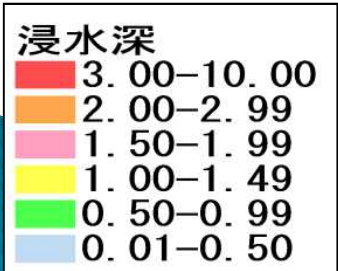
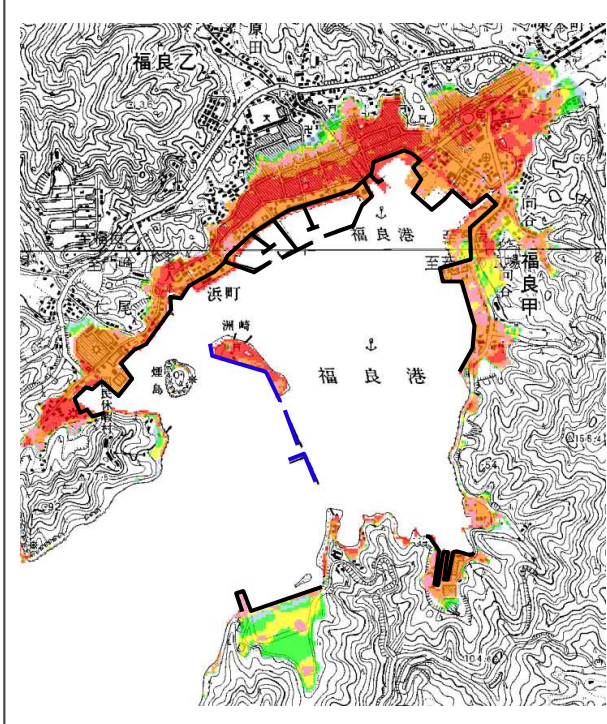
- 地震が発生してから何分後に津波が到達するかを示した指標
- 既設防波堤部よりも内陸側における浸水開始時点*を計測した

※浸水開始時点：浸水深が1cmに達した時点

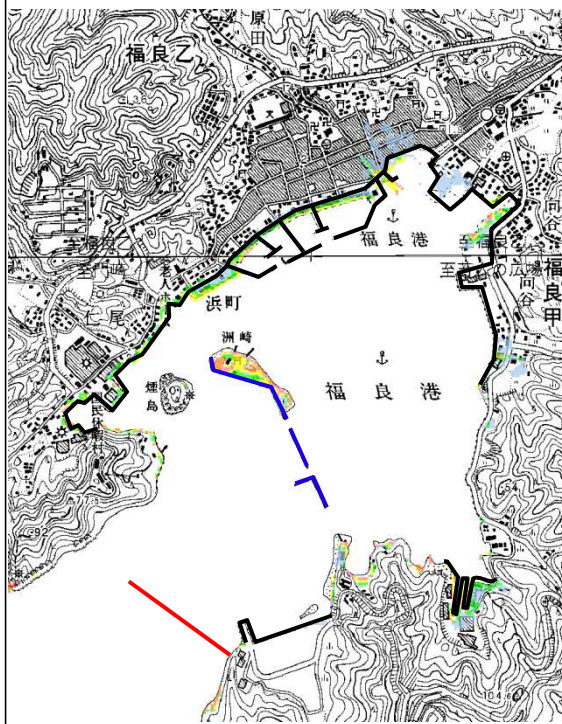


4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【各ケースの浸水状況の比較(レベル1津波)】

①<基本ケース>

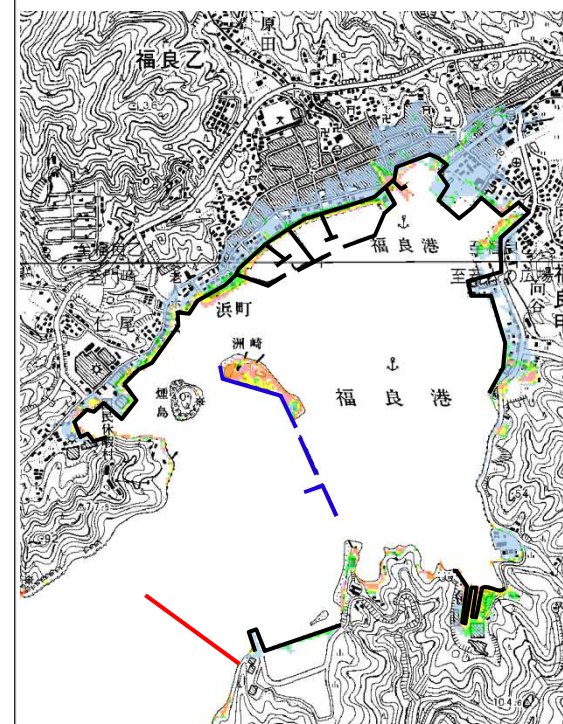


②<湾口2の東側のみ>




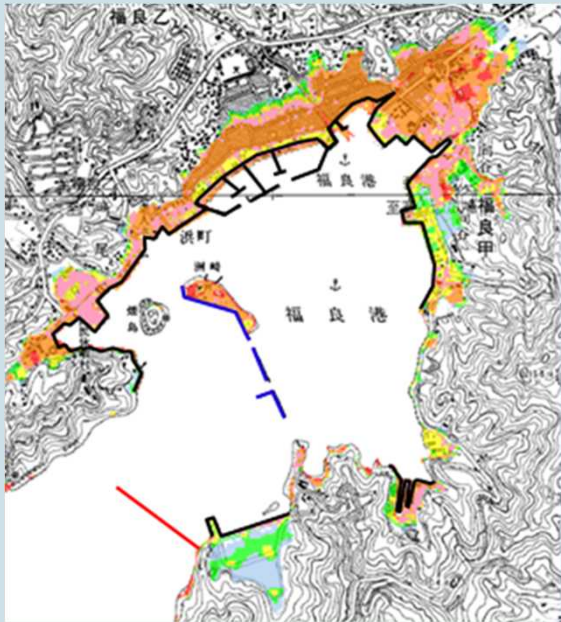
水深6mの航路幅を
約100m確保

③<湾口2の東側のみ
(50m短縮)>



水深6mの航路幅を
約150m確保

4. 湾口防波堤の津波低減効果及び港湾利用を考慮した委員会案の選定 【レベル2津波(最大クラスの津波)の検討結果】

	<湾口2の東側のみ>	<湾口2の東側のみ(50m短縮)>
津波高さ	○最大津波高さ: <u>T.P.+3.7m</u>	○最大津波高さ: <u>T.P.+4.3m</u>
浸水面積	○堤内地における浸水面積: <u>0.68km²</u>	○堤内地における浸水面積: <u>0.79km²</u>
浸水図	 <div data-bbox="224 930 555 1201" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>浸水深</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.00-10.00 2.00-2.99 1.50-1.99 1.00-1.49 0.50-0.99 0.01-0.50 </div>	
流速	○筏設置位置における最大流速: 0.68m/s(1.32ノット)	○筏設置位置における最大流速: 0.79m/s(1.54ノット)
到達時間	○浸水開始時間: <u>60.0分</u>	○浸水開始時間: <u>55.3分</u>