

平成 28 年度
三番瀬自然環境総合解析

専門家会議資料

平成 28 年 10 月

千 葉 県
いであ株式会社

目 次

第 I 編 調査・解析の手法.....	I-1
I.1 業務の内容	I-1
I.2 深浅測量調査方法	I-1
I.3 総合解析の手法.....	I-5
第 II 編 調査・解析結果	II-1
II.1 地形・波浪	II-1
II.2 流況・水質	II-37
II.3 底質	II-91
II.4 底生生物.....	II-97
II.5 魚類	II-131
II.6 鳥類	II-135
II.7 各項目の変化傾向のまとめ（現況の中間とりまとめ）	II-154
II.8 インパクト・レスポンスフローの作成方針について.....	II-155

第I編 調査・解析の手法

I.1 業務の内容

総合解析の目的は、下記のとおりである。

- (1) 三番瀬の地形について、震災直後の状況からの変化の有無を確認するため、全延長 30km の深浅測量調査を行う。
- (2) 平成 23 年度から平成 27 年度に千葉県が実施した三番瀬自然環境調査の結果、平成 28 年 4 月から 6 月に千葉県が実施する鳥類調査の結果、(1) の調査結果及び他の機関等が実施した諸調査の結果から、三番瀬の現状について整理する。
- (3) (2) で把握した三番瀬の現状と過去の調査結果を比較検討することにより、三番瀬の自然環境がどのように変化しているか把握するとともに、変化している場合はその要因を考察する。
(過去の調査)
 - ・「市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査報告書」
 - ・「平成 15 年度三番瀬自然環境総合解析（三番瀬の現状）報告書」
 - ・「平成 22 年度三番瀬自然環境総合解析報告書」
- (4) (3) の結果をもとに三番瀬の自然環境の概ね 5 年後の変化傾向を考察する。
- (5) 今後、三番瀬の自然環境の把握に必要な調査及び情報の収集・整理・解析にはどのようなものがあるか示す。

I.2 深浅測量調査方法

I.2.1 測量範囲（測線の位置）

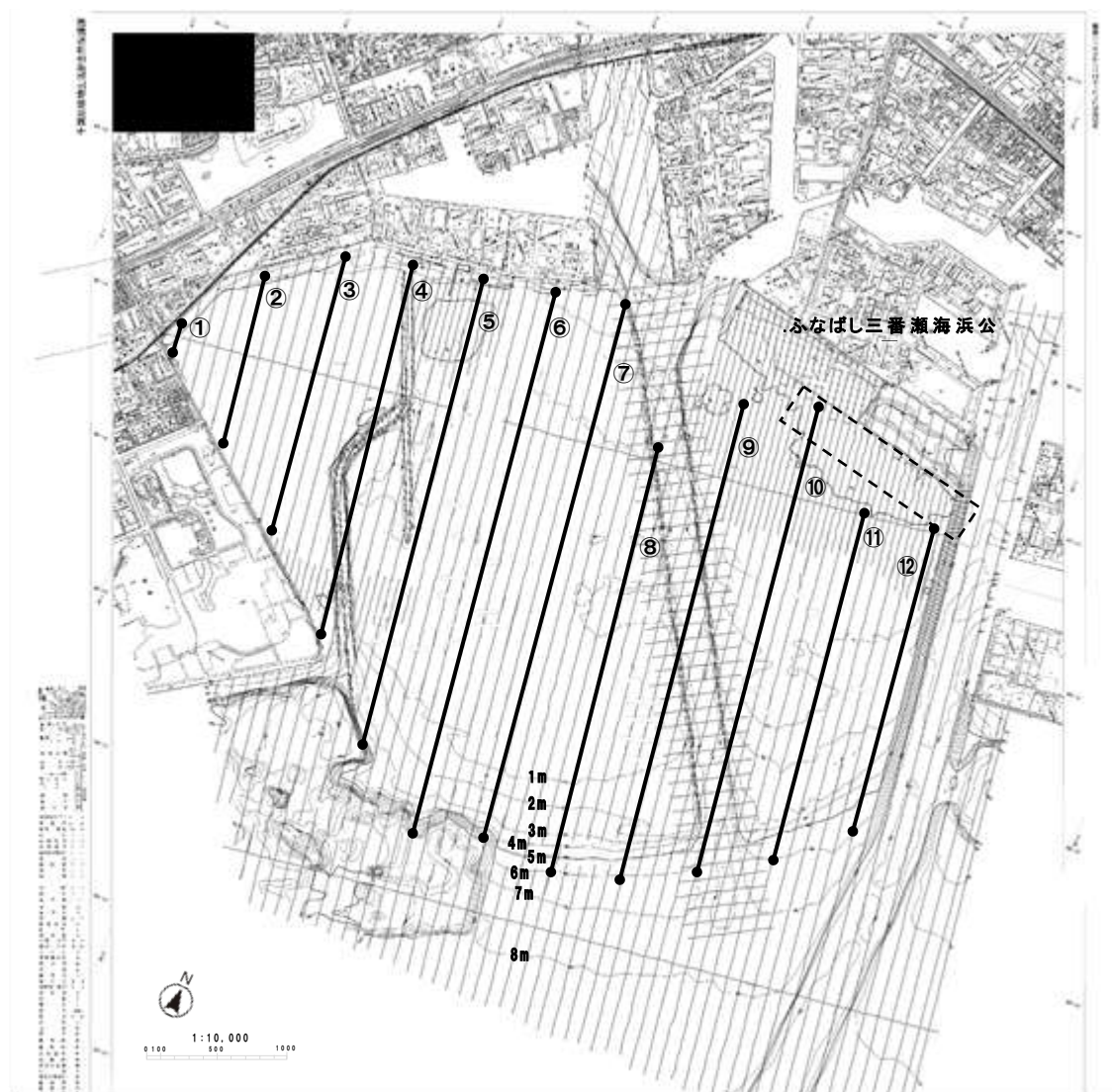
調査は、解析作業の着手前に、三番瀬海域を対象として、23 年度調査と同一の計測測線から抽出したコースを RTK-GPS を使用し、船上から全延長 30km の深浅測量調査を実施した。

調査測線は、平成 23 年度調査の測線のうちから以下の観点で抽出を行った。

測線位置図を図 I.2.1 に示す。測線間隔は 500m で、測線①～⑫の計画上の総延長は約 31km である。

< 深浅測量の測線選定の基準 >

- ・ 出来るだけ三番瀬全体の水深の変化傾向が分かるように、浅場内に広く測線を配置する。
- ・ 航路部は人為的な浚渫等による変化が含まれるため、航路を多く含む測線は除外する。
- ・ 深浅測量は基本的に船上測量とし、調査船が航行可能な範囲とする。
- ・ 解析上重要と考えられる範囲を重点的に実施するために、沖側は AP. -6.0 程度までとし、それより深い範囲は除外する。
- ・ 全延長 30Km を大きく超えない範囲とする。



注) 測線は太線の①～⑫。図中の細い線が H23 年度調査の測線を示す。

図 1.2.1 測量位置

1.2.2 測量方法

本深浅測量調査は音響測深器およびRTK-GPSを用いて行う。使用機器を図 I.2.2 に、作業状況イメージを図 I.2.3 に示す。

また、ふなばし三番瀬海浜公園の前面においては、調査員が陸上部からもRTK-GPSを用いて測線の一部を測量し、船上測量の精度を確保する（図1中の点線枠内）。

型式	TDM-9000A	
レンジ	1/100 : 0-10m、5-15m、10-20m、15-25m、20-30m、25-35m、30-40m、35-45m、40-50m、45-50m、50-60m、55-65m、60-70m、65-75m、70-80m、75-85m、80-90m、85-95m、90-100m 1/200 : 0-20m、10-30m、20-40m、30-50、40-60m、50-70m、60-80m、70-90m、80-100m、90-110m、100-120m	
記録縮尺	1/100、1/200、1/500	
シフト	自動シフト（手動シフト可能）	
測定範囲	アナログ：送受波器下から0.65～120m（平坦時） デジタル：送受波器下から1.00～120m（平坦時）	
測定精度	±2cm±水深×1/1000	
記録方式	直線記録 メモリー方式	

メーカー名	株式会社 トプコン	
機材名	GRS-1GDN	
測定項目	地盤高、座標	
仕様	スタティック(スタティック、短縮スタティック)	
※ 測量性能の基準は、受信衛星数、障害物、基線長、マルチパス、基準局位置精度および環境条件により変わることがあります。	水平	2周波 ±3mm + 0.5ppm × D m.s.e.
	高低	2周波 ±5mm + 0.5ppm × D m.s.e.
	キネマティック、リアルタイムキネマティック	
	水平	2周波 ±10mm + 1.0ppm × D m.s.e.
	高低	2周波 ±15mm + 1.0ppm × D m.s.e.
測器外観		

図 I.2.2 使用機器（上：音響測深、下：RTK-GPS）

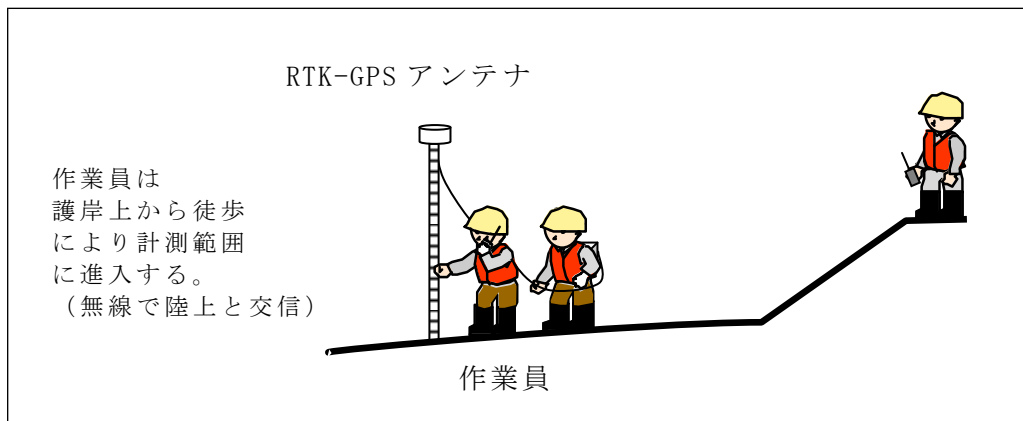
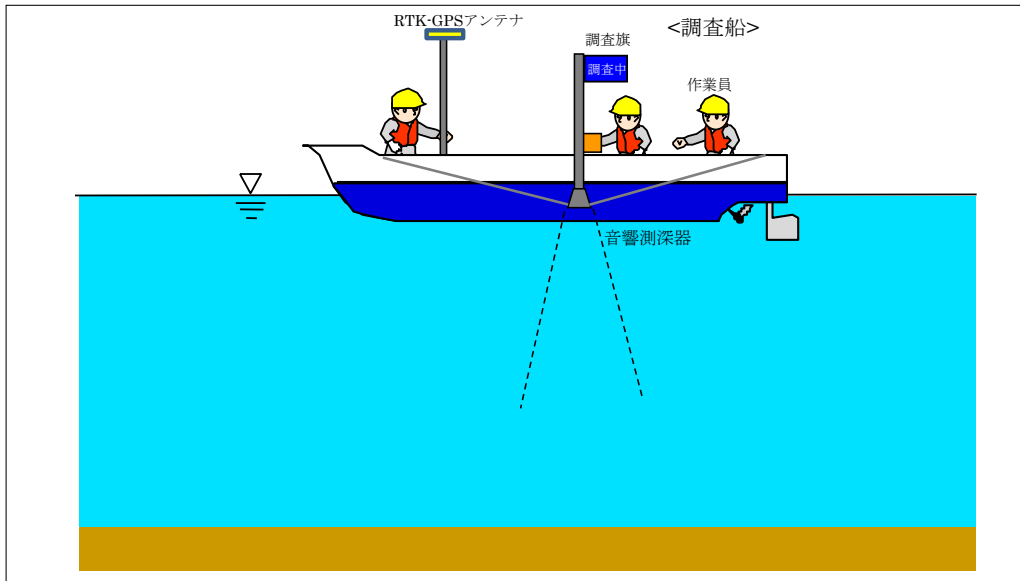


図 I. 2. 3 測量の作業イメージ
 (上：船上からの音響測深、下：陸上からの測量)

I.2.3 調査時期

船上からの測量を平成 28 年 7 月 11 日、12 日（小潮期）に、陸上からの汀線測量を 7 月 20 日（大潮期）に実施した。

I.3 総合解析の手法

I.3.1 解析の内容・流れ・構成

各項目の解析は、現状の分布及び過去からの推移により現況の解析を行い、変化傾向の有無やその要因、および今後の環境変化について考察するとともに、変化が想定されるために着目すべき項目等についてとりまとめる。

解析の全体構成を図 I.3.1 に、各項目の解析内容を以下に示す。

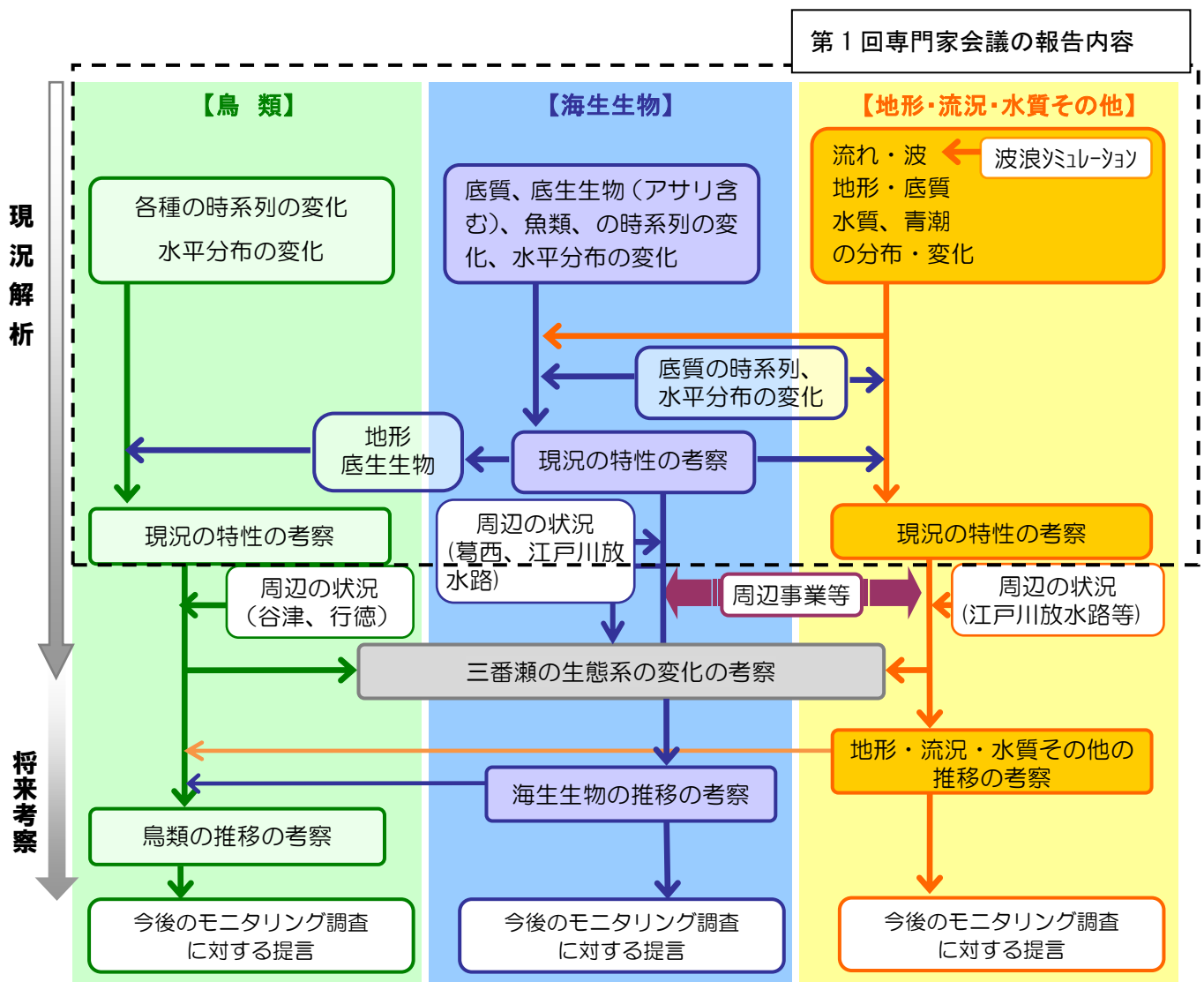


図 I.3.1 解析の全体の構成

① 地形・波浪

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	<ul style="list-style-type: none"> ① 昭和 55 年～平成 20 年度では、沖側の斜面領域以外は概ね 15cm 以内の水深変化であり、浅場・干潟部分は比較的安定している。 ② 波浪のシミュレーション結果から、ノリ養殖施設の減少に対応して浅場内の波高減衰率が低下していることが分かった。 ③ 地形変化外力（底面摩擦速度）として高波浪時の底面摩擦速度と中央粒径には強い正の相関がみられた。
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中長期的な変化傾向と一時的な変動の識別 ・ 自然外力による変化と人為的インパクトによる影響との識別
解析方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 10m ピッチに内挿した水深データ（三番瀬全体の平面図）の水深差分図の作成 ・ 領域区分ごとの水深変化量の経年的変化 ・ 平成 22 年度総合解析で侵食・堆積傾向の変曲点であった、<u>日の出から茜浜を結ぶ線上にある砂堆</u>（鉛直断面図）の経年変化 ② 自然変動の程度の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>波浪推算の実施</u>（H22 年度総合解析の方法に倣い、東京湾の風を用いて推算する。 ・ 自然変動に係る要因（高波浪、出水に伴う行徳可動堰の開放）の発生頻度と①の結果と照合 ③ 自然変動以外の影響把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 東日本大震災による地盤沈下及び人為的影響に係るデータを整理し、①の結果と照合

② 流況

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	<ul style="list-style-type: none"> ① 既往調査（H11, H20 年度）の解析では、明瞭な経年変化はみられなかった。 ② 既往調査と潮流シミュレーション結果より、潮流、平均流、出水時、青潮発生時の流況の特徴が把握できた。
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 26 年度流況調査結果の総合的な解析 ・ 震災後の海底地形の変化による流況の変化の有無 ・ 気象条件等の外力の経年変化による流況の変化の有無
解析方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 26 年度の観測結果について、<u>流れの頻度解析や周期性解析</u>を実施し、平成 22 年度総合解析のデータと比較する。比較する項目は、潮流や期間平均流等。 ・ <u>青潮発生時</u>に関して、他機関等の気象・海象データの経時変化等と比較・検討を行い、三番瀬の流況・水温・塩分の変動について考察する（H27 三番瀬専門家会議における指摘事項）。 ② 自然変動の程度の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 気象条件等の外力の経年変化（風、降雨による江戸川放水路の放流等）について比較・整理を行い、自然変動の程度を把握

③ 底質

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	季節変動や可動堰の放流後の一時的な変動はみられたが、特定の方向に変化しているといった傾向は認められなかった。
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地形変化に伴う底質性状（外力と相関関係のある中央粒径等）の経時的、面的な変化
解析方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 各項目の経時変化を整理し、<u>変化が大きい場合は関連性がある複数の項目間（シルト分と強熱減量等）でも同様の傾向が認められるか比較</u> ・ 面的な変化の確認（変化箇所、変化内容） ② 自然変動の程度の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 長期的な推移の整理

④ 水質

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	<ul style="list-style-type: none"> ① 経年的な変化傾向は認められないが、気象・海象条件や赤潮・青潮による変動が大きい。 ② 青潮が発生する回数は変化していない。 ③ 植物プランクトン等の有機物は沖側で濃度が高く、栄養塩類等の溶存態無機物は河口域や陸側で高い。
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水質、赤潮・青潮発生状況の変化傾向
解析方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 公共用水域水質測定調査結果の各項目の経時変化を整理し、変化が大きい場合は関連性がある複数の項目間（TN と COD 等）でも同様の傾向認められるか比較 ② 自然変動の程度の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 浦安沖のリアルタイム水質データ（国土交通省観測）等の周辺海域の連続観測データを用いた変動幅の把握 ・ 気象・海象の外力の変化及び赤潮・青潮等との関連確認

⑤ 水生生物（底生生物）

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	<ul style="list-style-type: none"> ① 底生生物は、種類数が 1987 年度以降は大きく変動していないものの、個体数は、2002 年度以降顕著に少なかった。 ② アサリは、1987 年以降、年によって変動が大きいものやや減少傾向であった。また、1980 年代から 90 年代前半は分布域が三番瀬のほぼ全域であったが、近年は市川航路の船橋側で減少が顕著で分布が偏りつつある。 										
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 底生生物の種類数、個体数の推移 ・ 主要種の経時変化（過年度総合解析時に抽出） <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">シノブハネエラスピオ ミズヒキゴカイ アリアケドロクダムシ</td> <td style="width: 50%;">個体数の多い種</td> </tr> <tr> <td>ウミゴマツボ (エドガワミズゴマツボ)</td> <td>希少種として選定されている種</td> </tr> <tr> <td>バカガイ</td> <td>砂地に生息しシルト・粘土分に弱い種</td> </tr> <tr> <td>ホンビノスガイ</td> <td>近年生息数が急増している種</td> </tr> <tr> <td>アサリ</td> <td>水産上の重要種</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ アサリの分布範囲の変化 ・ 平成 26 年度調査の外来種、希少種、新規確認種の出現状況、消滅種の有無 ・ 青潮の影響 	シノブハネエラスピオ ミズヒキゴカイ アリアケドロクダムシ	個体数の多い種	ウミゴマツボ (エドガワミズゴマツボ)	希少種として選定されている種	バカガイ	砂地に生息しシルト・粘土分に弱い種	ホンビノスガイ	近年生息数が急増している種	アサリ	水産上の重要種
シノブハネエラスピオ ミズヒキゴカイ アリアケドロクダムシ	個体数の多い種										
ウミゴマツボ (エドガワミズゴマツボ)	希少種として選定されている種										
バカガイ	砂地に生息しシルト・粘土分に弱い種										
ホンビノスガイ	近年生息数が急増している種										
アサリ	水産上の重要種										
解析方針	<ul style="list-style-type: none"> ① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 種数、個体数、分布の経年的変化ならびに、主要種や顕著に増加している種（ホンビノスガイ等）の経年変化と生態特性整理 ・ 群集組成解析（クラスター解析）による生物相からみた海域区分 ・ アサリの個体数や密度の経年変化を貝類資源調査（県水産部局）から整理 ② 自然変動の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 三番瀬以外の海域の生物出現状況との比較 ・ 青潮発生前後のアサリ及び底生生物の変化整理 										

⑥ 水生生物（魚類）

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	① 魚類は、季節ごとに優占種が入れ替わる傾向は変わっていない。 ② 冬季にイシガレイ、夏季にマハゼ、秋季から冬季にヒメハゼが多くみられる傾向がある。		
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主要種の経時変化 <table border="1" data-bbox="422 443 1120 571"> <tr> <td data-bbox="422 443 683 571"> イシガレイ マハゼ ヒメハゼ ニクハゼ </td> <td data-bbox="689 443 1120 571"> 個体数が多い種 </td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 魚類（稚魚）の種組成変化 	イシガレイ マハゼ ヒメハゼ ニクハゼ	個体数が多い種
イシガレイ マハゼ ヒメハゼ ニクハゼ	個体数が多い種		
解析方針	① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 種数、個体数、分布の経年的変化ならびに、主要種や顕著に増加している種の経年変化整理 		

⑦ 鳥類

これまでの 変化傾向 (H22 総合 解析より)	① 三番瀬及びその周辺における個体数変動をみると、対象とした 25 種のうち有意に減少していたのはシロチドリのみで、ミヤコドリなど 9 種が増加し、残る 13 種について変化傾向はみられない。また、スズガモとハジロカイツブリの 2 種については動向に留意する種とした。 ② 三番瀬における分布状況、採餌、休息等の利用状況が整理され、行徳湿地、谷津干潟とも比較して三番瀬の水鳥生息場の重要性が確認された。
着眼点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三番瀬及びその周辺で近年、増加傾向にあるスズガモ、オオバン等、減少傾向にあるハマシギ、ハジロカイツブリ等、増減が少ないミユビシギ等の水鳥類(特にシギ・チドリ類)と、三番瀬の環境変化との関連 ・ 震災後の地形の変化と鳥類の分布状況の関連 ・ 経年的な比較に際しては調査方法の違いを考慮 ・ これらをふまえ多種多様な水鳥類に適した環境の把握
解析方針	① 変化傾向の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 経年的変化整理（三番瀬及びその周辺における、種数、個体数、分布状況） ・ 増加傾向にある種、減少傾向にある種、増減が少ない種それぞれの生態学的特徴の整理及び共通性の抽出 ② 自然変動の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・ 長期的推移（主要種別、国際的な変動を考慮） ・ 全国一斉調査結果等をふまえた日本における三番瀬の重要性、及び最新のクライテリアをふまえた世界における三番瀬の重要性の評価。

I.3.2 変化の要因の考察（第2回専門家会議にて報告予定）

個別に解析した内容については、物理的な外力（潮流・波浪等）が化学的な環境（底質等）の違いを生じ、特徴的な生物の分布に繋がる過程について、物理的・化学的・生物的な各要素の関係性（下記A, B, C）があると想定し、変化要因を考察する。

- (A) 地形によって流動あるいは波浪による物理的な外力が異なり、底質の偏在につながる過程。**（地形⇒流動・波浪⇒水質・底質）**
- (B) 底質の（組成の）違いが、底生生物の生息条件となり、生物分布を決定する過程。**（水質・底質⇒底生生物）**
- (C) 地形（干出）と底生生物の分布（生物相・生物量）が餌条件となり、水鳥類の分布に影響する過程**（地形・底生生物⇒鳥類）**

物理環境については、震災以降底質の粗粒化傾向がみられることから、三番瀬の現状の生態系を把握するための前提として、震災前（H20年度調査）及び震災後（H23年度調査）の地形変化に伴う三番瀬内の底面摩擦速度（底質を変化させる外力）分布を整理し、震災前後の物理環境の変化についてより定量的に把握する。これらの結果をもとに、過年度総合解析業務で実施している水深と底質に基づく海域区分を行い、変化要因について考察する。

生物については、過去の調査結果も含めて、地点間の類似度を用いたクラスター解析によって海域区分を行いその変化を整理し、三番瀬内の平面的な物理環境と生物の分布の関連性を考察する。

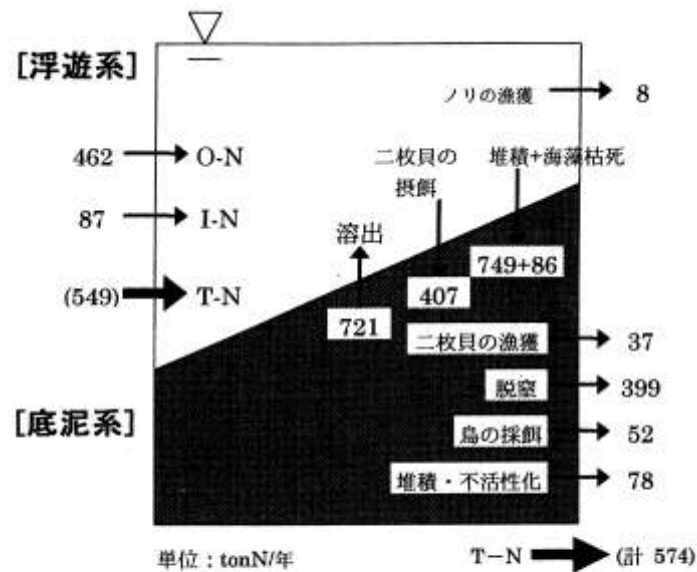
また、三番瀬の自然環境の変化・変動の要因には、当該海域の再生事業や周辺域での施設整備事業・活動等（下表）、東日本大震災などの自然のインパクトがある。これらのインパクトとその伝搬について整理し、現在生じていると考えられる変化についてインパクト・レスポンスフローにとりまとめる。

1.3.3 生態系の変化整理（第2回専門家会議にて報告予定）

前節に示した物理的・化学的・生物的な各要素の関係性及び生物間の関連を踏まえ、三番瀬の生態系構造の変化を多面的に考察する。

生態系構造としては、過去の調査結果から、生物間の食物連鎖に基づく三番瀬の生物相を整理する。

さらに物質循環の視点も加えて、1999年の補足調査時の窒素収支モデルに基づいて、現況ではどの要素がどのように変化しているか定性的な評価を行う。



浅海域での窒素収支の概要（年間値）

（注）モデルでは計算結果がほぼ定常となった4年目の1年間のフラックスを算出しているが、各構成要素の現存量が1年間の始めと終わりで完全に一致していないことから、T-Nの正味の流入と流出とがわずかに異なっている。

出典)千葉県土木部・千葉県企業庁（1999）：市川二期地区京葉港二期地区に係る補足調査結果報告書 現況編 I（物質循環と浄化機能）

図 I.3.2 浅海域での窒素収支の概要（年間値）

第II編 調査・解析結果

II.1 地形・波浪

II.1.1 深淺測量調査

1.1 測量結果

本業務における測量結果（H28.7）と後述の前回測量結果（H24.2）とを比較して、測線毎の鉛直断面図を以降に示す。

航路部を除き、現在の三番瀬の水深は、4年前と比べて大きな変化はない。東日本大震災（平成23年3月）により地盤沈下^注した後の回復は見られない。測線⑤及び⑥の前置斜面では、若干の侵食も見られる。

注）次節以降で詳述する。

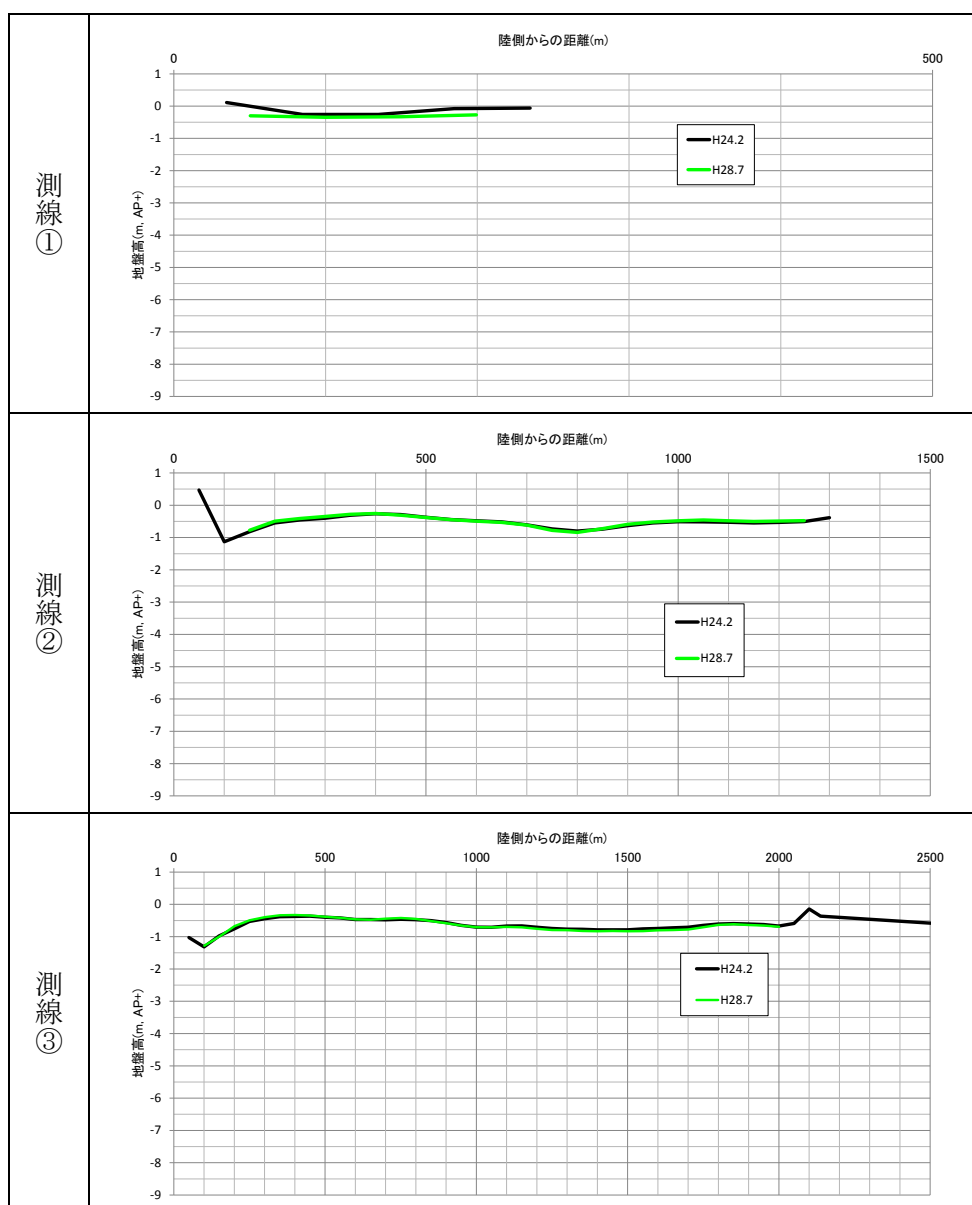


図 II.1.1 測線毎の水深変化（測線①～③）

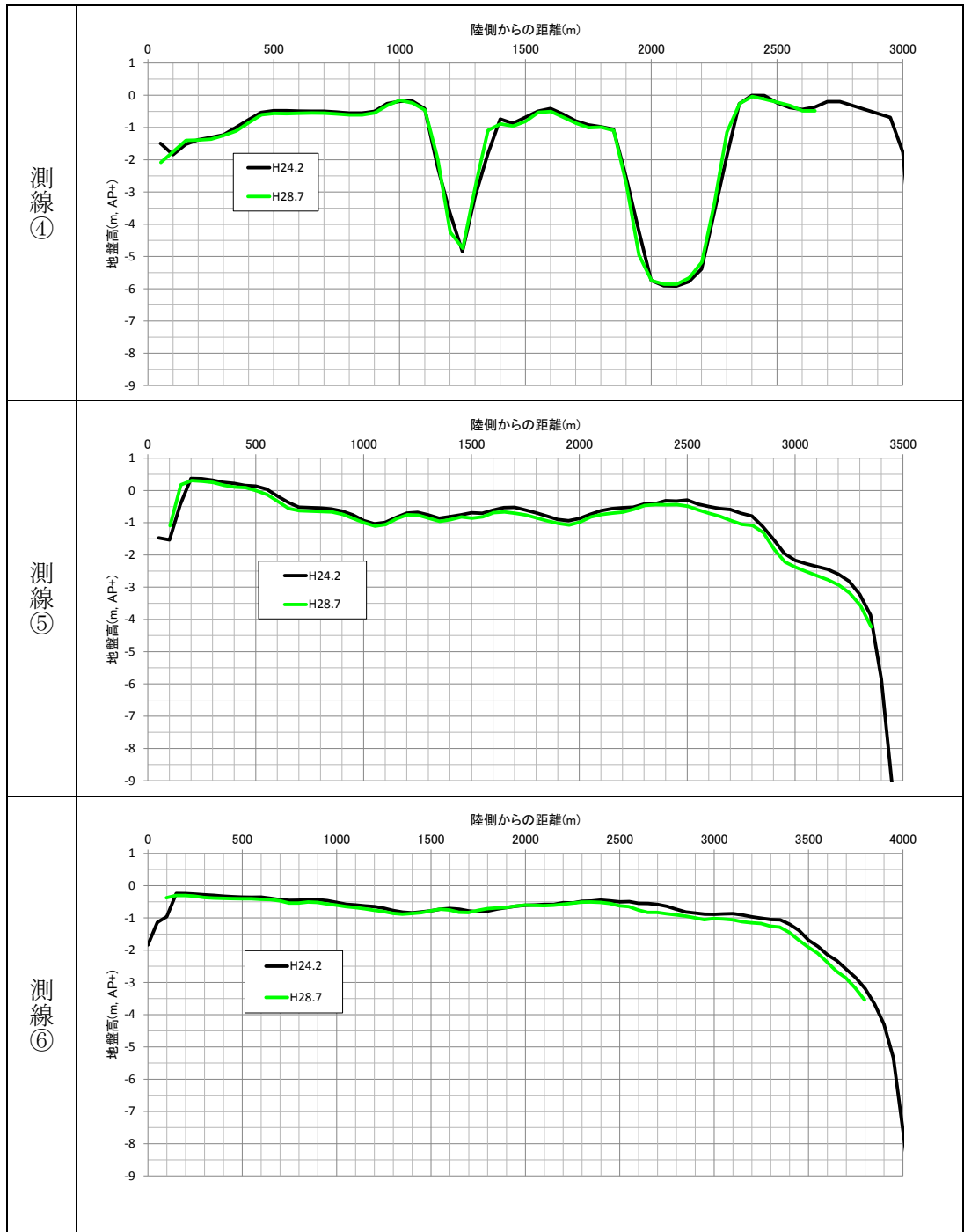


図 II.1.2 測線毎の水深変化 (測線④~⑥)

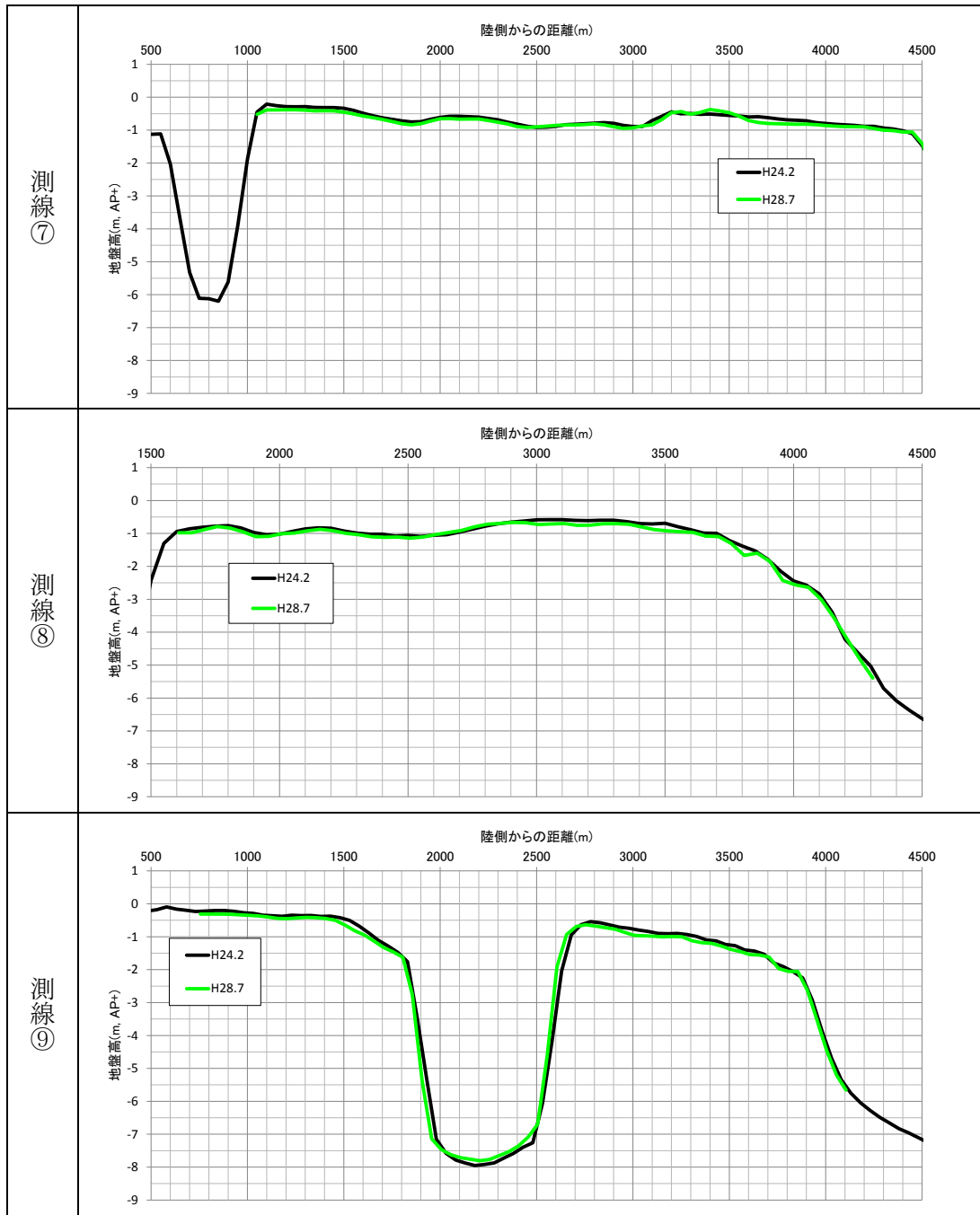


図 II.1.3 測線毎の水深変化 (測線⑦~⑨)

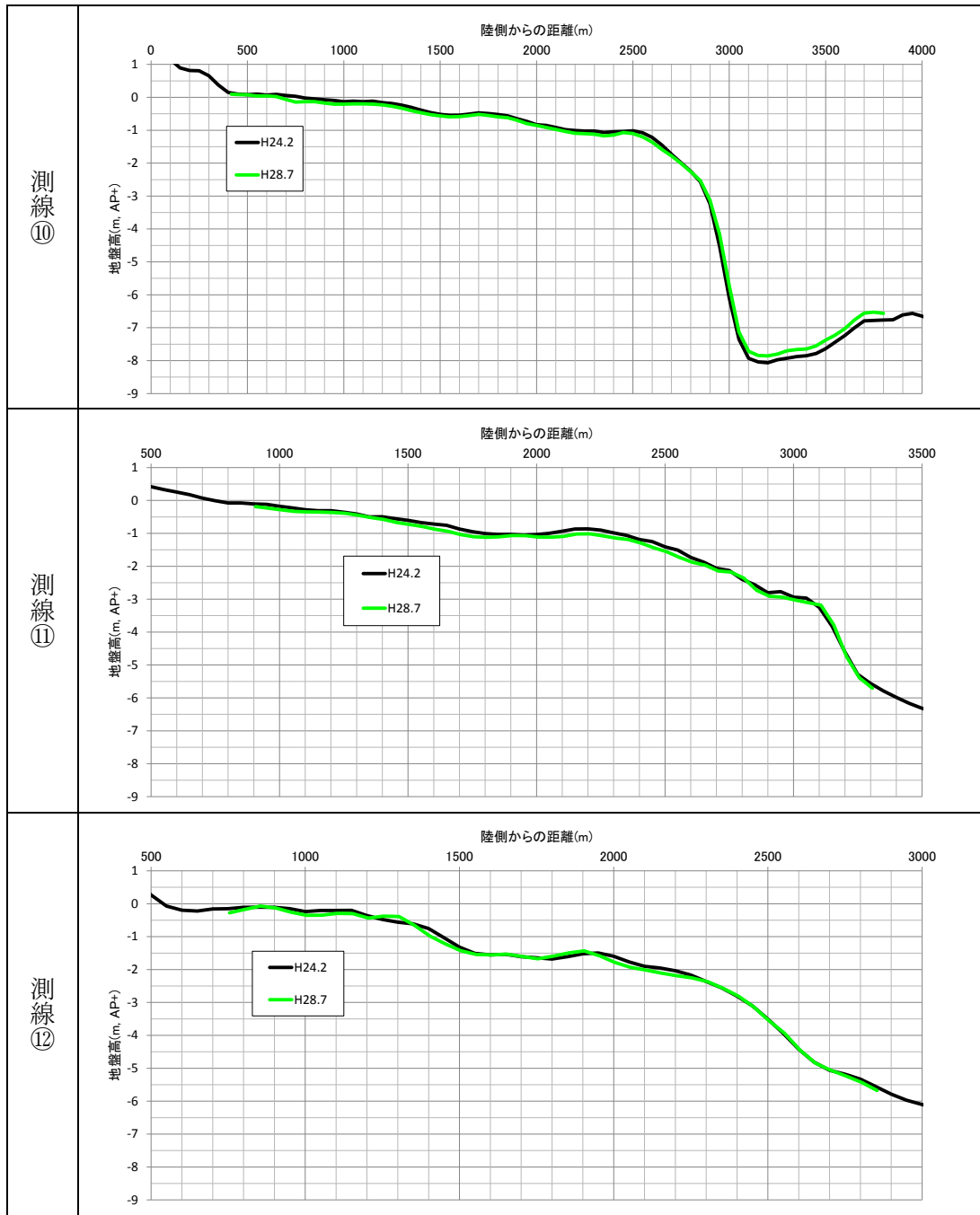


図 II.1.4 測線毎の水深変化 (測線⑩~⑫)

II.1.2 地形の変化傾向の把握

2.1 既往の深浅測量結果

三番瀬データベースによる水深データ（内挿補完された 10m 格子データ）を整理した。解析対象とする深浅測量結果は以下の 7 回分である。

- [1] 1980 年 10 月
- [2] 1986 年 9～10 月
- [3] 1991 年 9 月
- [4] 2000 年 7～8 月
- [5] 2003 年 1～2 月
- [6] 2009 年 2～3 月

← 東日本大震災：2011 年 3 月 11 日

- [7] 2012 年 2 月 ← H22 年度の前の解析以降の新たなデータ

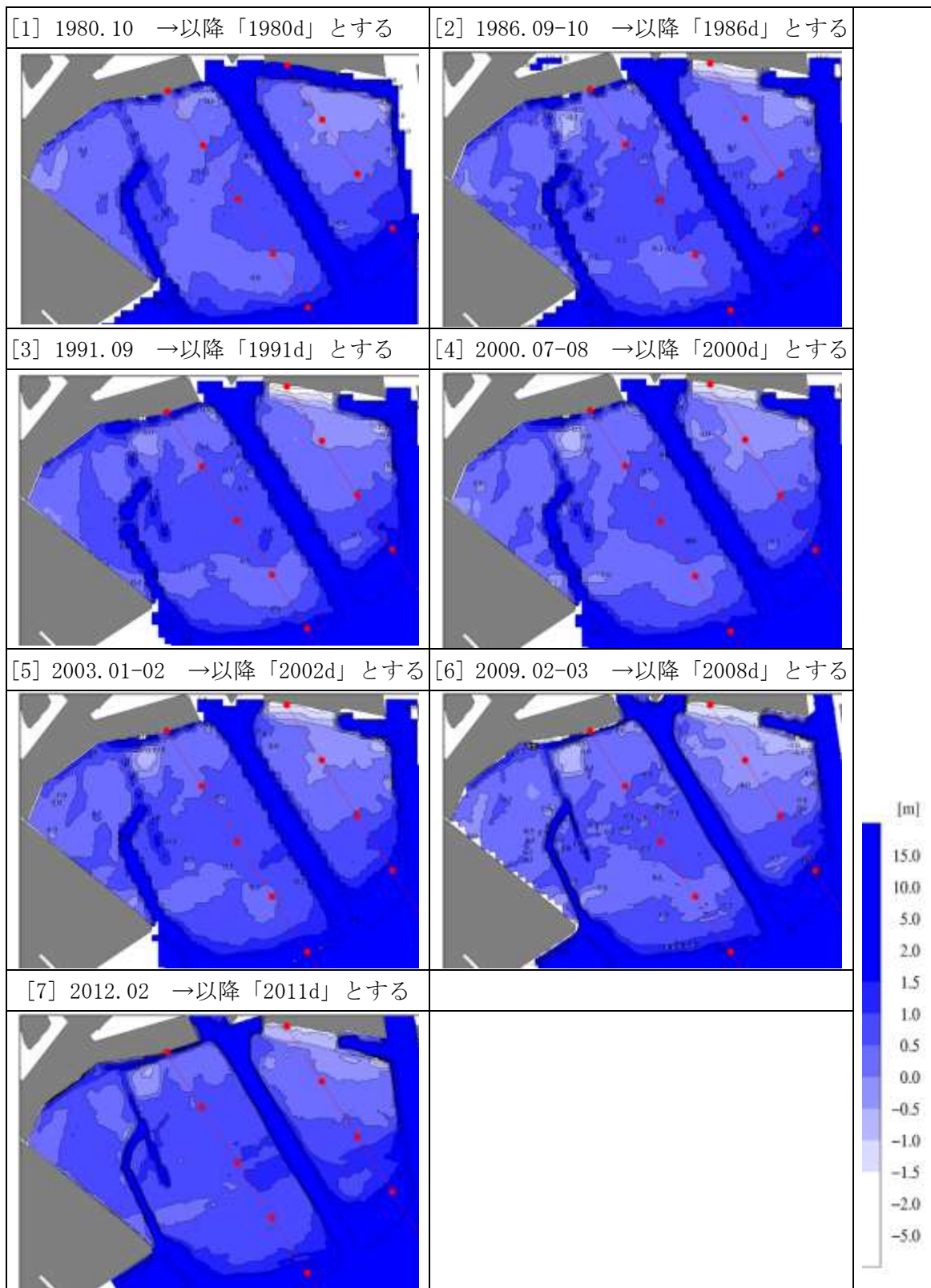
2.2 水深変化の平面分布

深浅測量による水深図を図 II.1.5 に、測量時期が時系列に連続する期間での水深変化量を図 II.1.6 に示す。

2.3 領域別水深変化量

三番瀬海域を H22 年度の解析と同様に図 II.1.7 のように 7 領域に分割して解析を行った。各領域の平均水深の経年変化を図 II.1.8 に示す。ここで、航路や滞筋に沿った範囲は海底勾配が大きく、時期によって測量点の水平位置のわずかな違いで大きな変化が表れてしまうので、地形変化解析の対象外とした（航路・滞筋から概ね 100m 程度の範囲）。

2012 年 2 月には、3 年前と比べて全般に 20～30cm 水深が深くなっており、前年に発生した東日本大震災による地盤沈下の影響が示唆される。



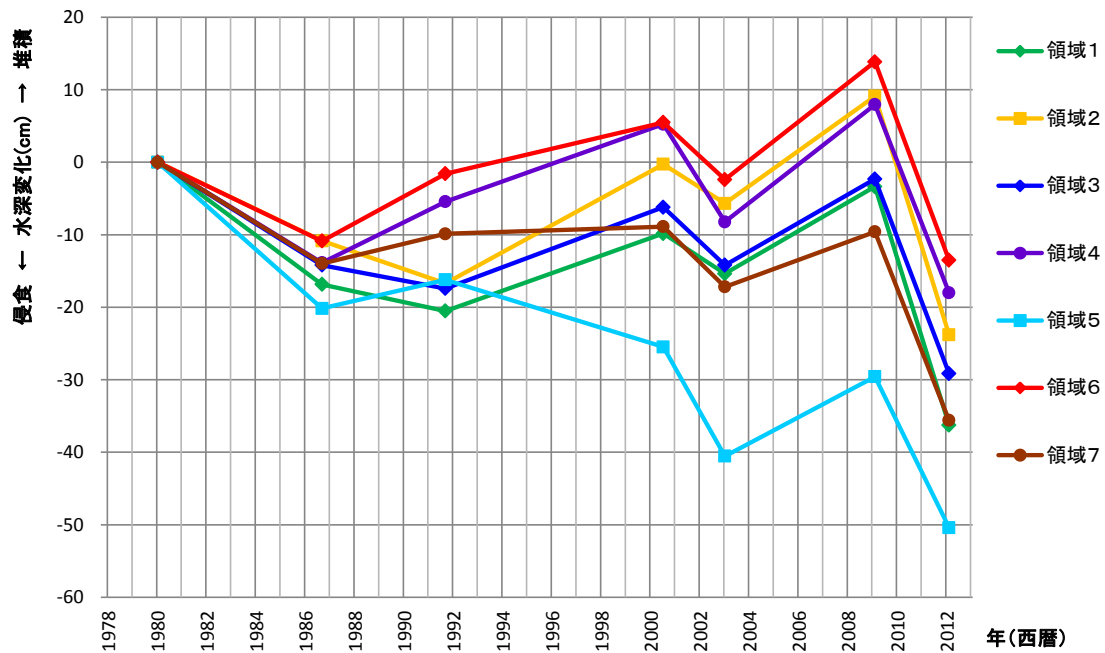
(参考：●—●間の距離は1km)

図 II.1.5 水深図 (A. P. -)



注) ①～⑫は本調査による深浅測量の測線，背景画像は Google Earth

図 II.1.7 領域分割図



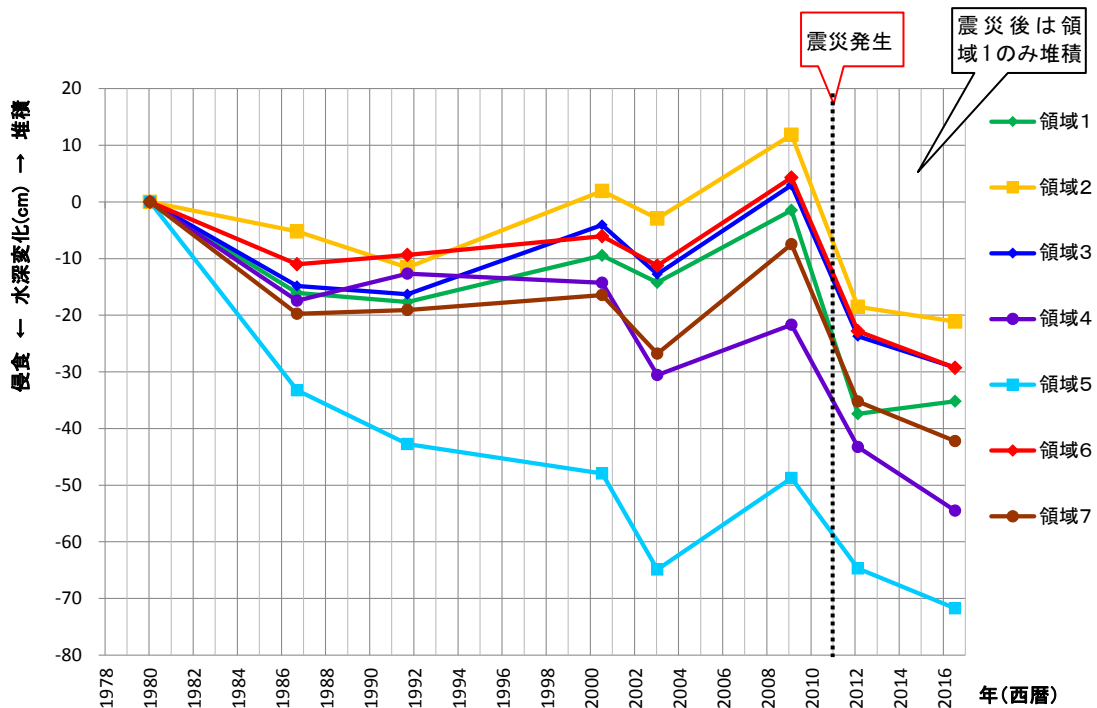
【三番瀬データベースの水深平面分布より】

図 II.1.8 領域平均の水深変化 (1980 年度を 0 とした場合)

2.4 鉛直断面地形の変化

測線上の鉛直断面図（本業務での測量結果を含めた8回分、測線①は省略）を図 II. 1. 10～図 II. 1. 20 に示す。それらをもとに、領域 1～7 までの平均水深の変化を整理した結果を図 II. 1. 9 に示す。

限られた測線での解析結果ではあるが、東日本大震災（2011 年度）による地盤沈下後、領域 1（猫実川河口部）を除いて、今年度までは全般的に若干の侵食傾向である。



【鉛直断面図の比較より】

図 II.1.9 領域平均の水深変化（1980年度を0とした場合）

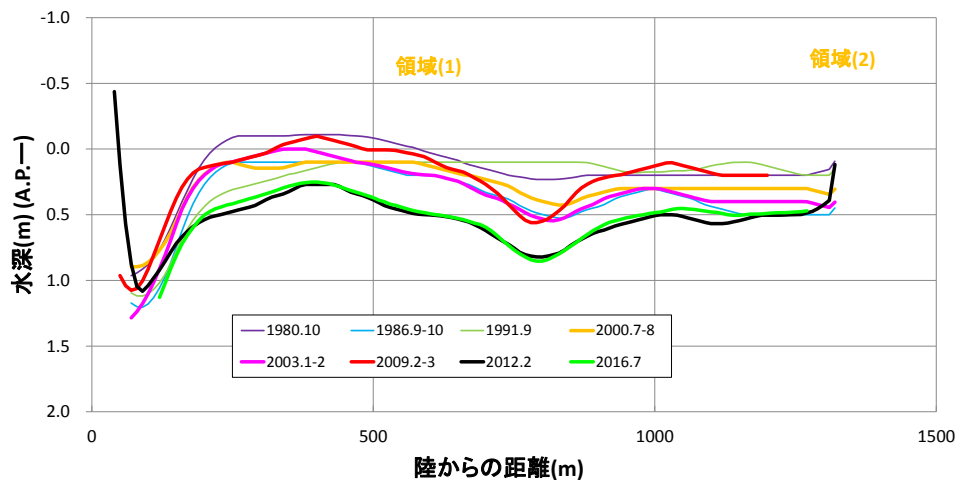


図 II.1.10 鉛直断面地形の変化(測線②)

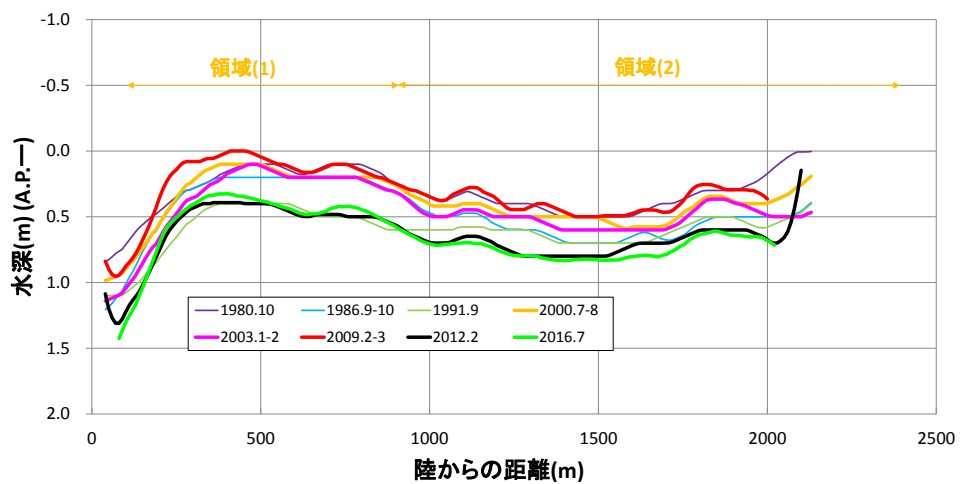


図 II.1.11 鉛直断面地形の変化(測線③)

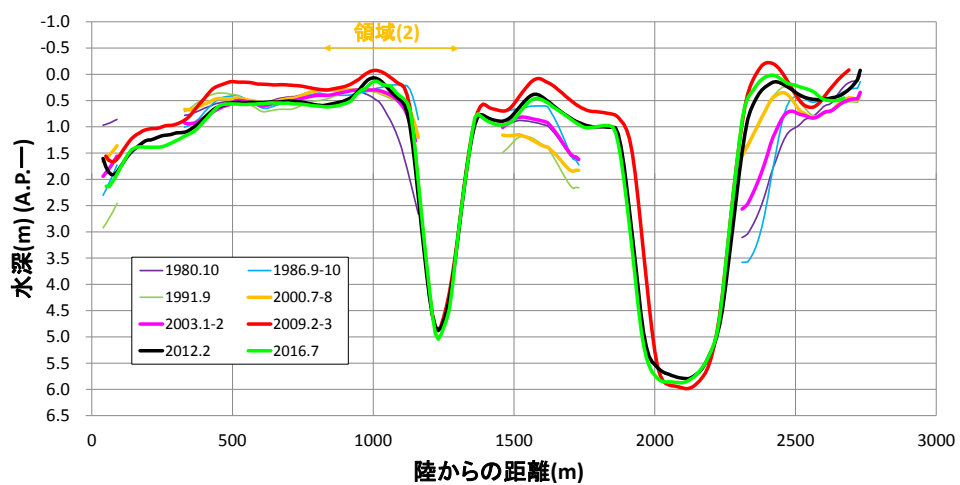


図 II.1.12 鉛直断面地形の変化(測線④)

※測線は図 II.1.7 参照

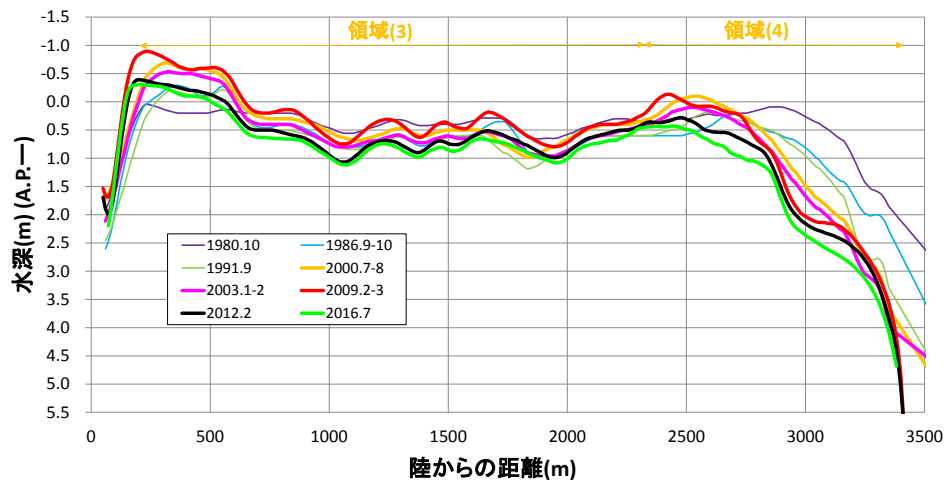


図 II.1.13 鉛直断面地形の変化(測線⑤)

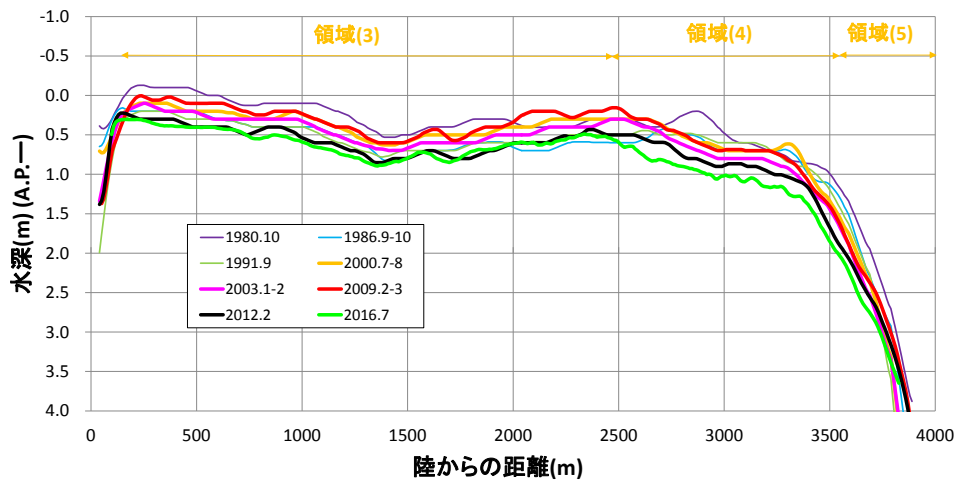


図 II.1.14 鉛直断面地形の変化(測線⑥)

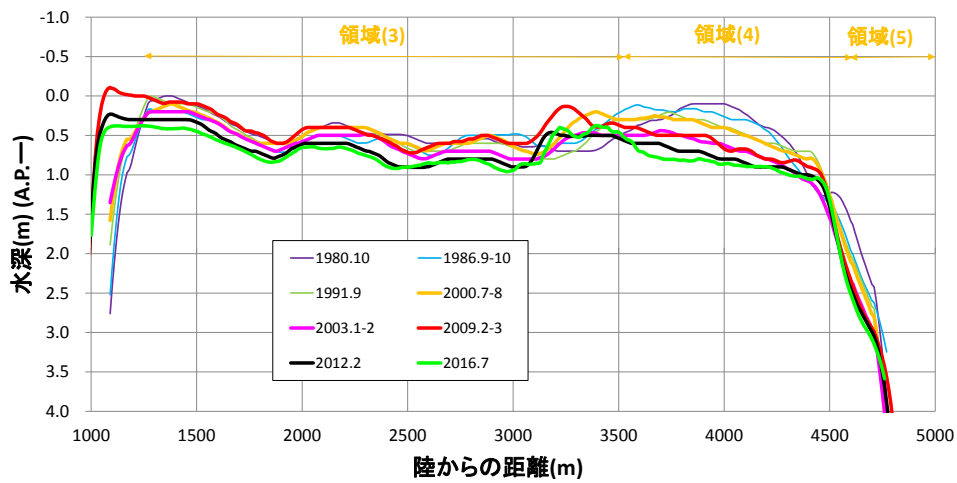


図 II.1.15 鉛直断面地形の変化(測線⑦)

※測線は図 II.1.7 参照

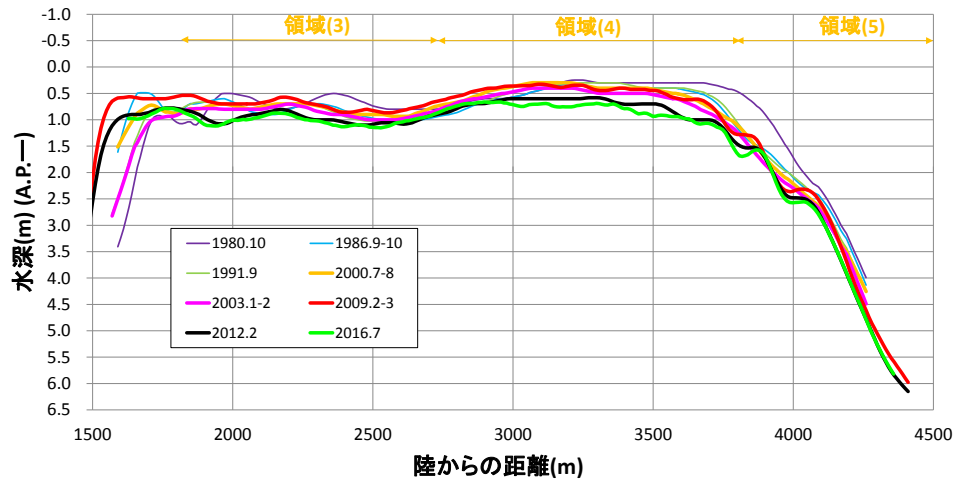


図 II.1.16 鉛直断面地形の変化(測線③)

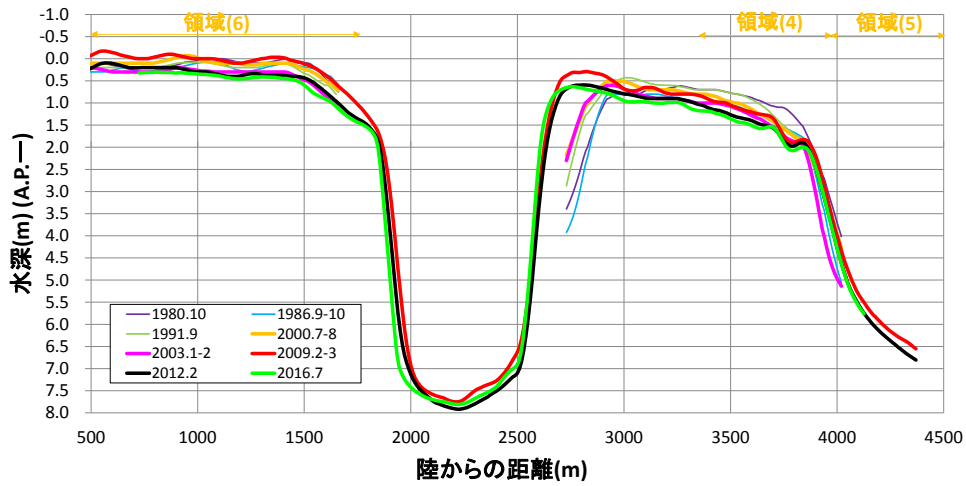


図 II.1.17 鉛直断面地形の変化(測線⑨)

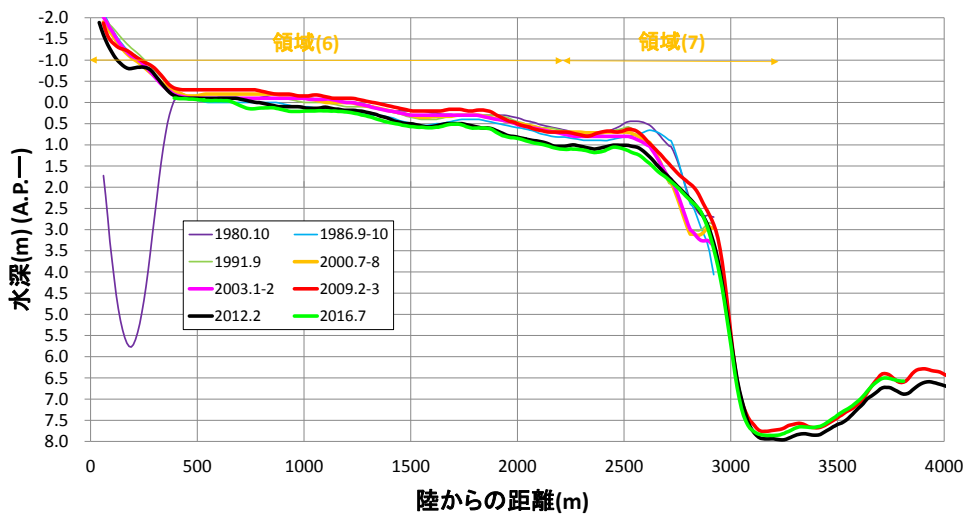


図 II.1.18 鉛直断面地形の変化(測線⑩)

※測線は図 II.1.7 参照

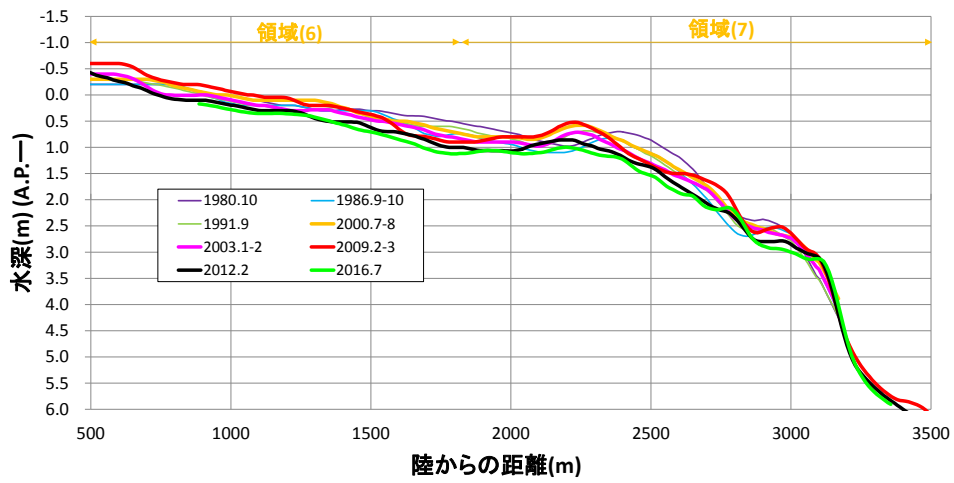


図 II.1.19 鉛直断面地形の変化(測線⑪)

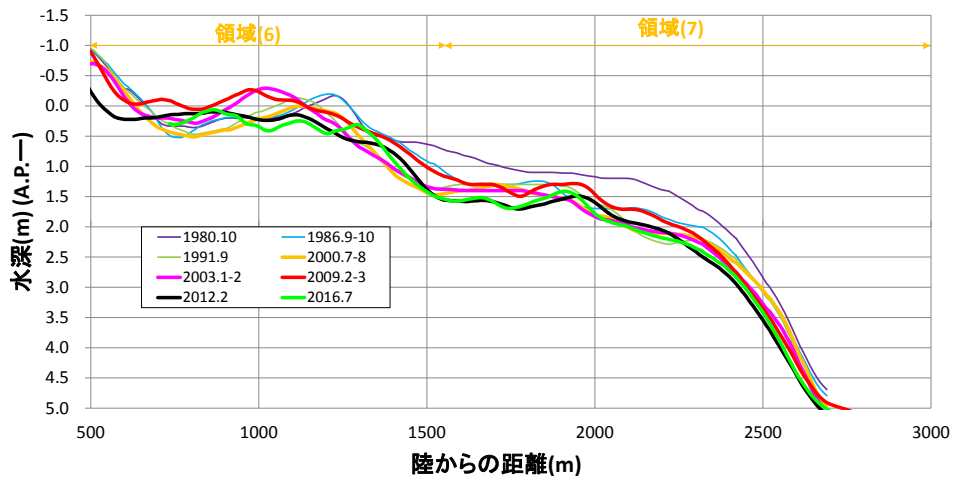


図 II.1.20 鉛直断面地形の変化(測線⑫)

※測線は図 II.1.7 参照

II.1.3 自然変動の程度の把握

東日本大震災以外の自然要因によって三番瀬の水深変化の可能性がないかを検討した。

3.1 外力状況の整理

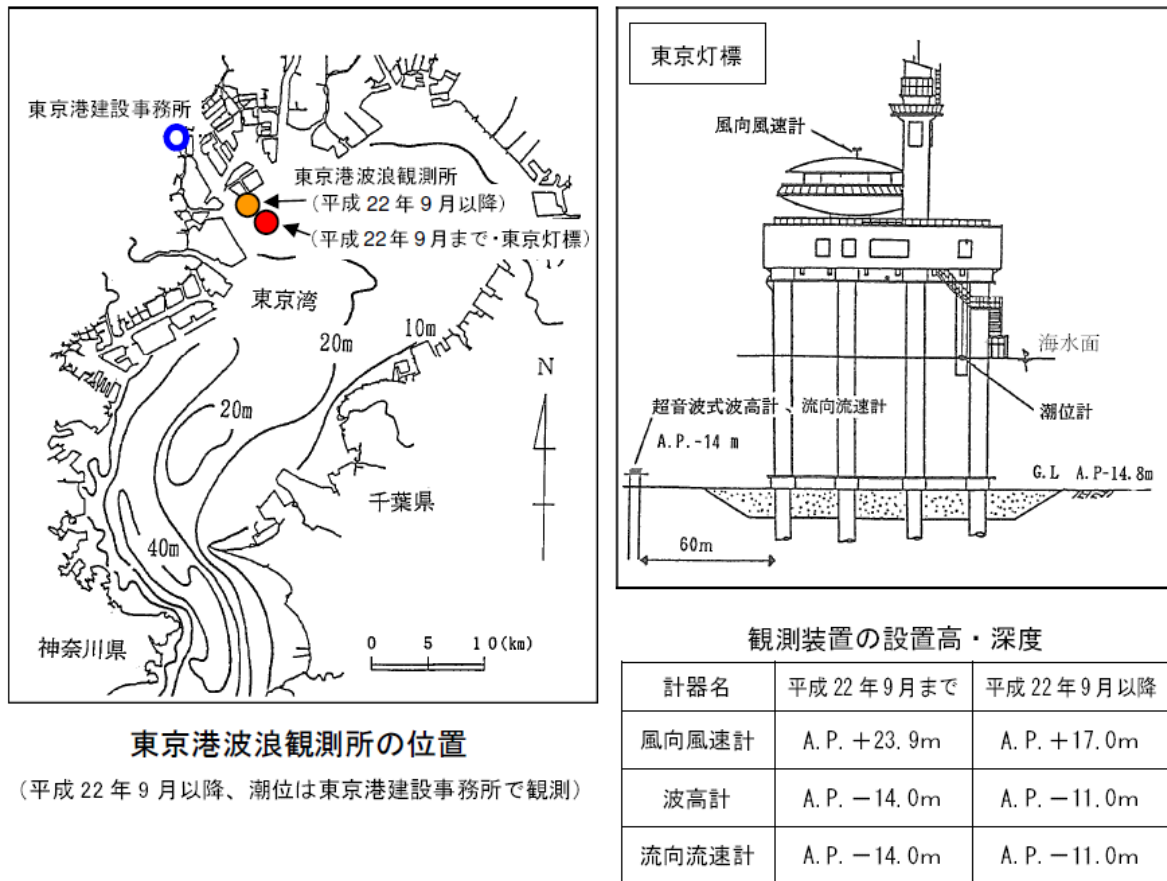
3.1.1 波浪

(1) 波浪推算方法

三番瀬沖の波浪を推算する方法として、SMB法を用いた。

1) 風データ

H22年度業務¹では、SMB法に用いる風向・風速として、三番瀬周辺での観測資料のうち周辺海域の海上風を代表していると考えられる東京灯標の風観測資料を収集した。その後、下図に示すように東京灯標は、東京港波浪観測所として移設されたので、平成22年9月以降は、東京港波浪観測所の風向・風速を収集した。



A.P. : 荒川工事基準面

出典：東京港波浪観測年報（平成22年版）（東京都港湾局）

図 II.1.21 東京灯標・東京港波浪観測所の位置、観測装置の設置高・深度

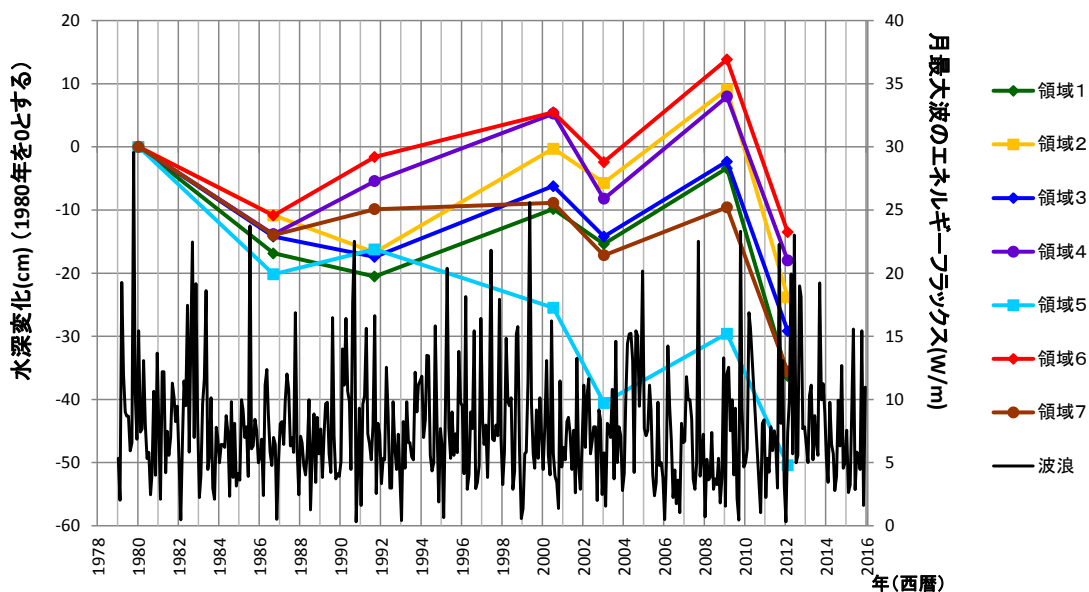
¹ 千葉県・いであ株式会社（2011）：平成22年度 三番瀬自然環境総合解析 報告書

(2) 波浪推算結果

図 II. 1. 7 に示した領域別の平均水深変化と月最大波のエネルギーフラックス^{注)} の経時変化を図 II. 1. 22 に示す。2008d~2011d の期間に特別に大きな波浪の来襲はみられない。

注) 波のエネルギーフラックス $\equiv 1/8 \cdot \rho g H_{1/3}^2 C_g$

ここで、 ρ : 海水密度、 g : 重力加速度、 $H_{1/3}$: 有義波高、 C_g : 群速度



(+ : 堆積、- : 侵食)

図 II.1.22 領域別平均水深変化量と月最大波のエネルギーフラックス
(領域区分は図 II. 1. 7 参照)

3.1.2 出水

行徳可動堰の開放実績及びその際に観測された流量を表 II.1.2 に示す。H22 年度の総合解析¹でも述べたが、出水（行徳可動堰の開放）の実績と地形変化との関連性は明確ではない。

3.1.3 航路埋没の状況

航路の浚渫実績を表 II.1.1 に示すが、近年のデータは整理中である。

表 II.1.1 航路の浚渫実績（整理中）

期間	浚渫実績
1980.10 - 1986.9-10	市川航路維持浚渫（1985～1986、37 万 m ³ ） 船橋航路拡幅浚渫（1983～1986、130 万 m ³ ）
1986.9-10 - 1991.9	市川航路開設に伴う浚渫（1990～1991、2 万 m ³ ）
1991.9 - 2000.7-8	市川航路開設に伴う浚渫（1992～2000、25 万 m ³ ）
2000.7-8 - 2003.1-2	市川航路開設に伴う浚渫（2001～2002、10 万 m ³ ）
2003.1-2 - 2009.2-3	市川航路維持浚渫（2003～2005、17 万 m ³ ）
以降整理中	

表 II.1.2 行徳可動堰の開放実績

No	堰開放年月日	開放		閉鎖		開放時間	台風・前線	観測流量(m ³ /s)			洪水・高潮
		日	時間	日	時間			江戸川上流*1(野田)	放水路*1(行徳)	旧江戸川*1(篠崎又は今井橋*2)	
1	1958/9/19	19	24:00	22	11:00	2日11:00	台風21号	2,637	1,275	1,185	洪水
2	1958/9/27	27	6:40	2	8:30	5日1:50	台風22号	3,029	1,645	1,060	洪水
3	1959/8/14	14		16		—	台風7号	3,698	1,978	887	洪水
4	1959/9/27	27	13:30	30	9:30	2日20:00	台風15号	1,679	988	661	洪水
5	1961/6/28	28	21:20	4	14:45	5日17:25	台風6号	1,468	838	—	洪水
6	1966/6/29	29	14:45	6	13:30	6日22:45	台風4号	1,393	701	503	洪水
7	1966/9/25	25	18:02	28	13:57	2日19:55	台風26号	1,458	914	803	洪水
8	1971/9/1	1	15:20	4	9:40	2日18:20	台風23号	1,310	748	—	洪水
9	1971/9/4	4	17:40	16	10:26	11日16:46	—	—	—	—	洪水
10	1972/9/17	17	8:57	19	16:00	2日7:03	台風20号	1,890	1,140	924	洪水
11	1974/9/2	2	15:28	4	10:14	1日18:46	台風16号	1,120	640	—	洪水
12	1977/8/18	18	19:00	21	17:36	2日22:36	低気圧降雨	1,150	619	—	洪水
13	1979/10/19	19	14:20	19	20:30	6:10	20号高潮	1,010	577	—	高潮
14	1981/8/23	23	21:10	25	18:30	1日21:20	台風15号	1,835	942	668	洪水
15	1982/8/2	2	14:21	7	7:36	4日17:15	台風10号	2,268	1,390	—	洪水
16	1982/9/12	12	17:00	15	18:40	3日1:40	台風18号	2,812	1,932	—	洪水
17	1983/8/17	17	10:35	20	5:16	2日18:41	台風5号	1,560	891	—	洪水
18	1983/9/29	29	19:10	1	4:05	1日8:55	台風10号	1,197	683	—	洪水
19	1985/7/1	1	5:00	4	8:30	3日3:30	台風6号	1,753	907	488	洪水
20	1986/8/6	6	5:27	7	7:54	1日2:27	台風10号	1,209	691	—	洪水
21	1986/9/4	4	6:22	5	19:11	1日8:49	台風15号	1,218	695	—	洪水
22	1990/8/11	11	16:00	12	22:15	1日6:15	台風11号	1,099	628	—	洪水
23	1991/8/21	21	16:23	24	6:15	2日13:52	台風12号	1,498	855	—	洪水
24	1991/9/19	19	18:08	22	17:07	2日22:59	台風18号	1,448	827	—	洪水
25	1991/10/12	12	17:10	15	11:02	2日17:52	台風21号	1,263	721	—	洪水
26	1998/8/30	30	21:47	2	10:10	2日12:23	台風4号	1,703	837	451	洪水
27	1998/9/16	16	23:02	18	13:38	1日14:36	台風5号	2,194	1,228	618	洪水
28	1999/8/15	15	9:00	18	8:35	2日23:35	熱帯低気圧	1,569	896	—	洪水
29	2001/9/11	11	10:10	14	13:35	3日2:35	台風15号	2,020	1,337	661	洪水
30	2002/7/11	11	17:00	13	14:30	1日21:30	台風6号	1,681	853	569	洪水
31	2004/10/9	9	18:22	11	21:57	2日3:35	台風22号	1,333	945	458	洪水
32	2004/10/21	21	15:36	22	19:04	1日3:28	台風23号	1,210	753	407	洪水
33	2006/7/20	20	12:53	21	11:20	22:27	梅雨前線	1,448	827	—	洪水
34	2007/9/7	7	9:41	10	14:28	3日4:47	台風9号	1,889	1,079	—	洪水
35	2008/8/31	31	7:24	1	15:44	1日8:20	前線豪雨	810	771	853	洪水
36	2011/9/4	4	17:08	7	14:42	2日21:34	台風12号	1,036	744	—	洪水
37	2011/9/22	22	13:29	24	14:34	2日01:05	台風15号	1,367	781	—	洪水
38	2015/9/10	10	8:10	12	15:39	2日07:39	台風18号	1,638	1,156	—	洪水

←測量時期[1]

←測量時期[2]

←測量時期[3]

←測量時期[4]

←測量時期[5]

←測量時期[6]

←測量時期[7]

*1 江戸川工事事務所が行った流量観測の値であり、観測値における最大値を示したもの。
必ずしもピーク流量になっていない場合があります。

*2 S60以降は今井橋の値。

*3 野田と行徳の流量の相関式(決定係数R²=0.848)より推定

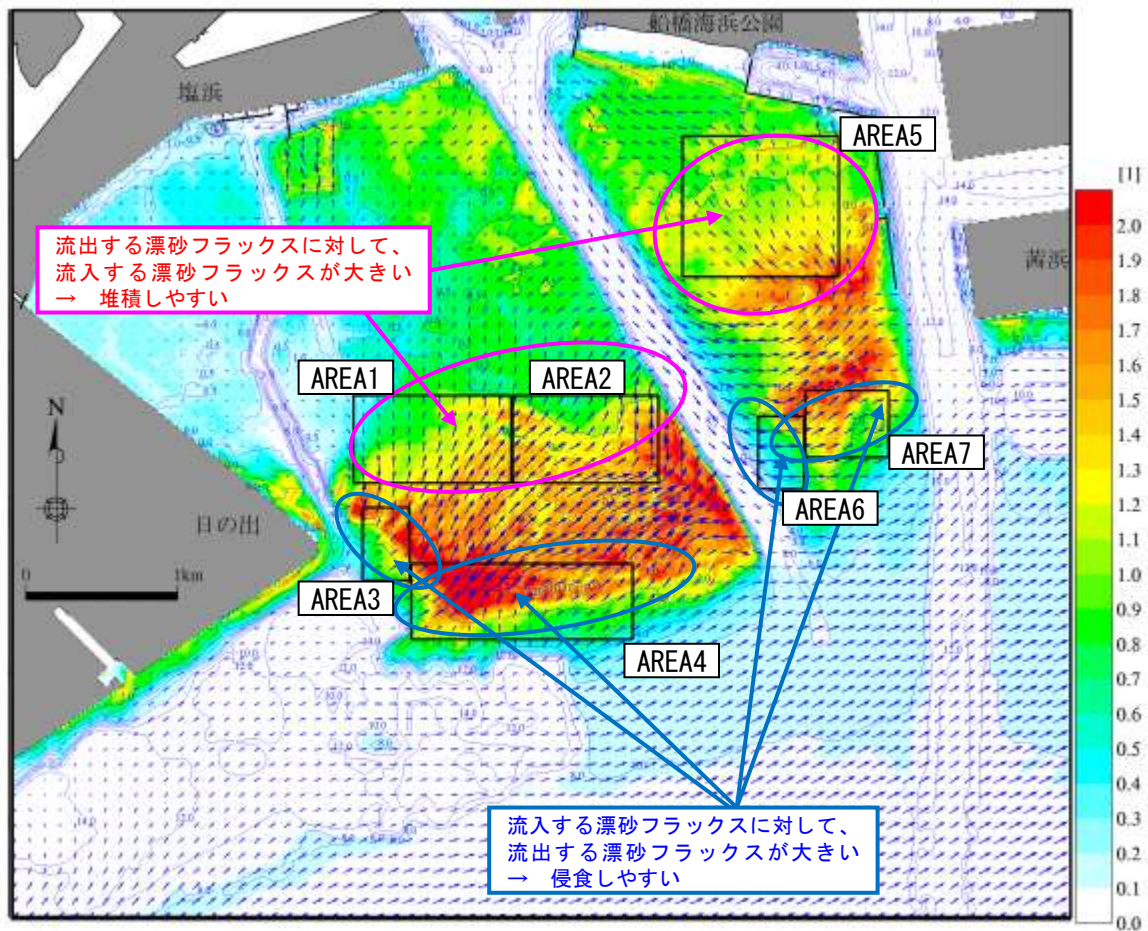
*4 水文水質データベース(<http://www1.river.go.jp/>)による特別流量のピーク値

*5 開放時間と流量の相関式(決定係数R²=0.405)より推定

3.2 波浪外力による地形変化

平成 22 年度の総合解析¹では、波によるシールズ数と海浜流の計算結果から定性的に漂砂特性を解析し（図 II.1.23 参照）、2008 年度までの長期的な地形変化（図 II.1.24 参照）との整合性を示した。

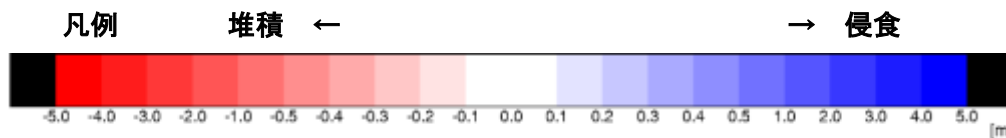
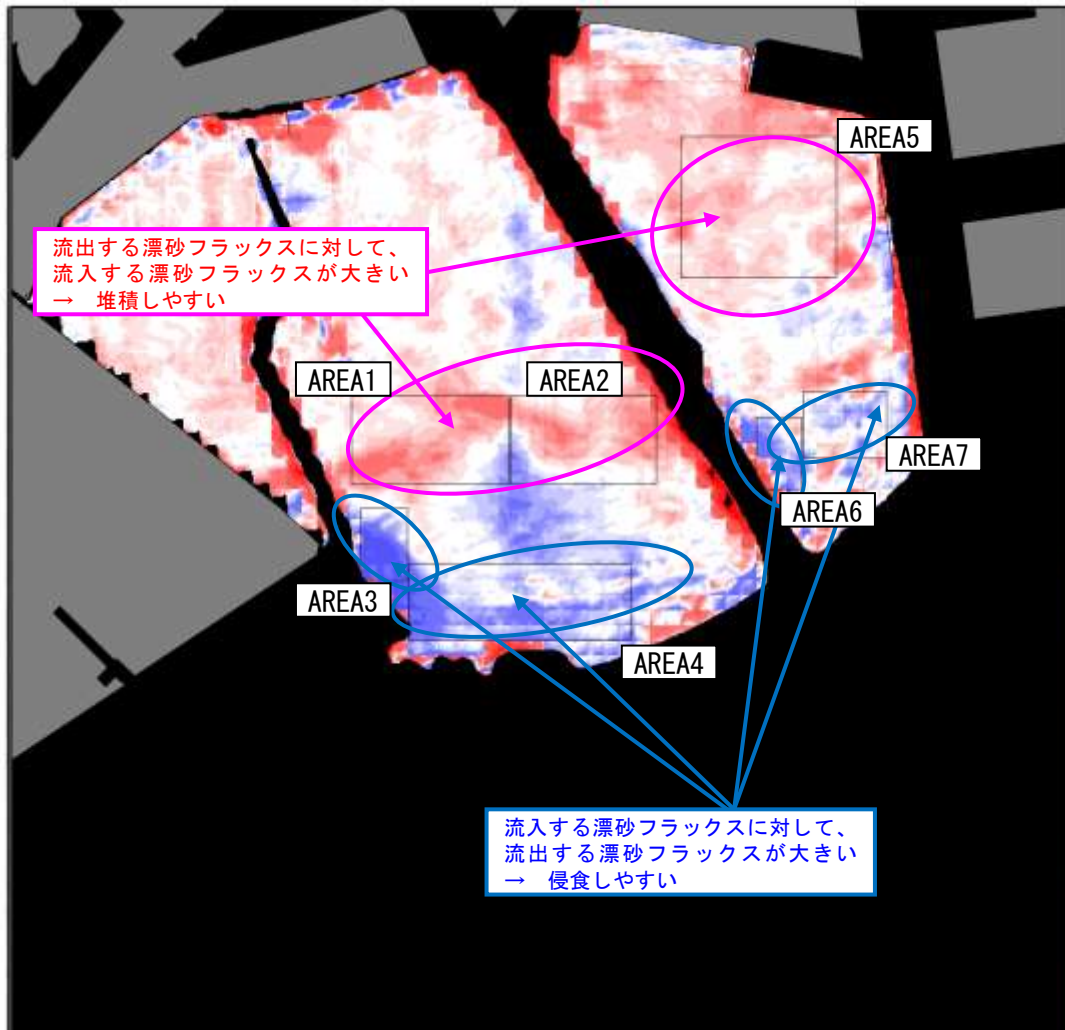
浦安側の前置斜面（領域 5）は、東日本大震災による地盤低下とは別に、長期的に侵食傾向である。波浪外力に起因する漂砂特性によるものであるが、三番瀬全般が地盤低下した現在においては、漂砂系全体が変化している可能性もある。



出典：平成 22 年度三番瀬自然環境総合解析 報告書（平成 23 年 3 月，千葉県・いであ株式会社）

（青線は等深線（m, A.P.-））

図 II.1.23 平均粒径に対するシールズ数と海浜流ベクトル（風応力を考慮）の平面分布
（月最大波 SSW, M. S. L）



注) 航路や滞筋に沿った範囲は海底勾配が大きく、測量点の水平位置のわずかな違いにより水深変化量が大きくなっている可能性がある。

出典：平成 22 年度三番瀬自然環境総合解析 報告書（平成 23 年 3 月，千葉県・いであ株式会社）

図 II.1.24 水深変化 (1986 年度～2008 年度) と計算結果による定性的考察

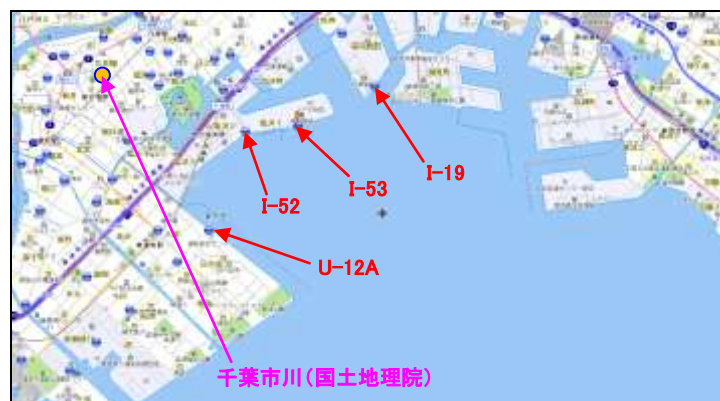
II.1.4 自然変動以外の影響把握

4.1 東日本大震災による地盤沈下

三番瀬周辺の水準点（図 II. 1. 25 参照）の標高変化を図 II. 1. 26 に示す。沿岸の地点では、東日本大震災を挟んだ 2011 年～2012 年にかけて、0. 1～0. 3m の地盤沈下が見られる。地点によるバラつきがあるが、2011 年以前のデータが無い U-12A を除く 3 地点の平均では 0. 18m の地盤沈下であり、前述の水深変化量（20～30cm）と比べるとやや小さな変化である。その後の回復は、ほとんど見られない。

国土地理院による「千葉市川」（図 II. 1. 25 参照）の過去 10 年間の地殻変動量を図 II. 1. 27 に示す。東日本大震災による地盤沈下は 0. 1m 程度であり、その後は回復している。国土地理院の観測地点は内陸側にあり、上記の沿岸地点との東日本大震災による地盤沈下量及びその後の回復の違いは、土質性状の違いによる液状化の発生の有無によるものであると考えられる。

参考までに、1960 年代からの三番瀬周辺水準点の地盤沈下量の水位を図 II. 1. 28 に示す。船橋市及び市川市の沿岸では 1960 年～1970 年代において地盤沈下が見られたが、1980 年頃には概ね収束していた。一方、浦安市の沿岸では、2000 年頃まで地盤沈下が進行していた。



出典：ちば情報マップ (<http://map.pref.chiba.lg.jp/>)

図 II.1.25 三番瀬周辺の水準点（●）