

## 参考資料3 河口干潟等の形成機構の検討

参考資料3 河口干潟等の形成機構の検討.....	3-1
1. 地形・底質特性の変遷に関する既往データの収集整理.....	3-3
1) 検討対象場.....	3-3
2) 検討対象エリア.....	3-5
3) 干潟等の地形特性の変遷.....	3-6
4) 干潟・浅場の底質特性の変遷.....	3-32
5) 干潟浅場の造成事業について.....	3-48
2. 河口干潟等の形成機構の検討.....	3-55
1) 検討方針.....	3-55
2) 河川からの供給土砂の実態解明.....	3-56
3) 海域での土砂動態の実態解明.....	3-58
4) 汽水域における粒径別土砂移動特性.....	3-65

三河湾を対象に、河口干潟等の形成機構の検討を行う。  
 検討フローを図 3.1 に示す。

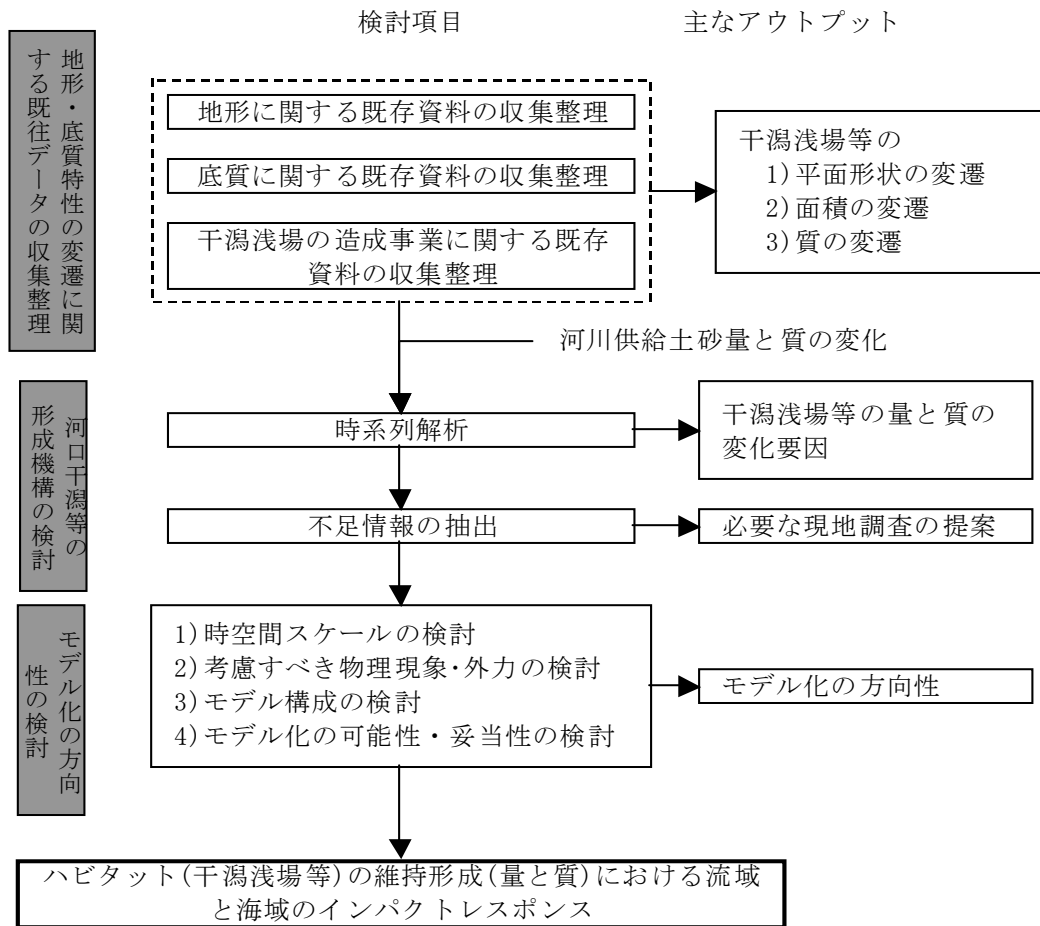


図 3.1 検討フロー

## 1. 地形・底質特性の変遷に関する既往データの収集整理

既存資料(地形図・空中写真・海図・深淺測量図、底質資料、既往文献等)を収集整理し、干潟・河口テラスの平面形状、面積、底質特性等の変遷をとりまとめる。また、干潟浅場の造成事業に関する資料を整理する。

### 1) 検討対象場

検討対象場は、干潟・浅場・河口テラスとし、その定義を表 3.1 に示すとともに、根拠とした知見を以下に示す。

表 3.1 検討対象場の定義

検討対象場	定義	根拠
干潟	前浜干潟および河口干潟を対象とし、「略最低低潮面 <sup>*</sup> (海図の 0m コンター)以浅の海域」	一般的な干潟の定義
浅場	「略最低低潮面下 5m(海図の 5m コンター)以浅の海域」	ラムサール条約の定義
河口テラス	テラス状の平坦な地形(前面に急勾配斜面を有する) (水深を指標に定義しない)	一般的な河口テラスの定義

※大潮期の干潮面

#### (a) 一般的な干潟の定義

一般的に「干潮時に露出する砂泥質の平坦な地形」を干潟といい、厳格な定義は存在しないが、環境省自然環境局生物多様性センターのホームページでは、干潟分布調査の対象要件が次のように示されている。

- ・ 高潮線と低潮線に挟まれた干出域の最大幅が 100m 以上であること
- ・ 大潮時の連続した干出域の面積が 1ha 以上であること
- ・ 移動しやすい底質(砂、礫、砂泥、泥)であること

海の自然再生ハンドブックによると、干潟の定義は以下のとおりである。

- ・ 干潟とは、「干潮時に露出する砂泥質の平坦な地形」、あるいは「潮汐の干満周期により露出と水没のサイクルを繰り返す平坦な砂泥質の地帯」のように表される
- ・ しかし、鳥類や魚類等の生息や干潟の利用を考慮した場合、干潟を「干潮帯」に限定することは適当ではなく、本ハンドブックは地形的定義による干潟の背後地や前面浅海も含めて「干潟」と称する(図 3.2)
- ・ 干潟は主として地形的特性に基づくと、「前浜干潟」、「河口干潟」、「潟湖干潟」の3つのタイプに分類される(図 3.3)

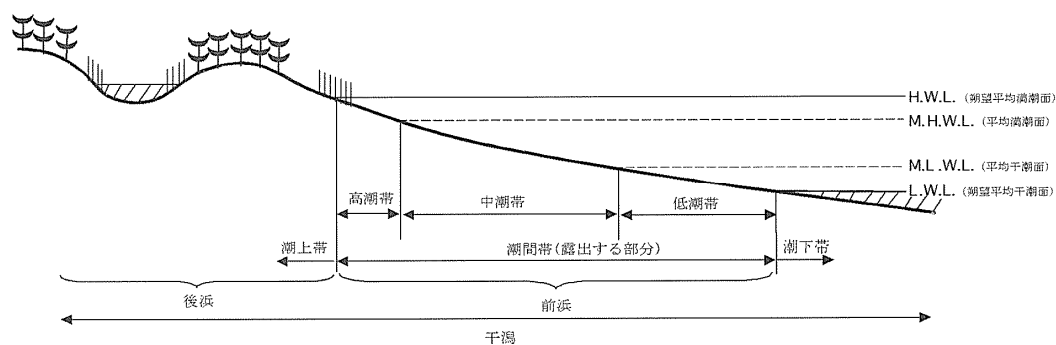
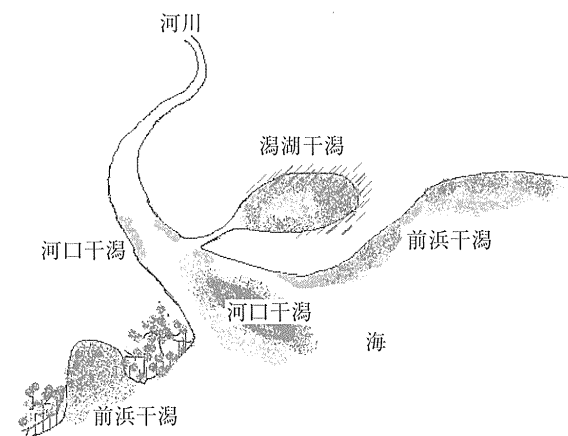


図 3.2 干潟を中心とする海岸地形



前浜干潟：河川などにより運ばれた砂泥が海に面した前浜部に堆積して形成された干潟

河口干潟：河口干潮部に河川の運んだ砂泥が堆積して形成された干潟

潟湖干潟：浅海や下流河川部の一部が砂州、砂丘、三角州等によって、外海から隔てられてできた閉鎖性の高い、浅い汽水域の区域に形成された干潟

図 3.3 干潟の地形別分類

#### (b) 一般的な浅場の定義

ラムサール条約では低潮時に水深 5m を超えない海域を浅場と規定している。また、「常に冠水し太陽光が海底まで届く海域」、「漸進帯の光が届く海域」を浅場と定義する場合もある。

### (c) 一般的な河口テラスの定義

洪水流によって上流から運ばれた土砂は、河口部における流速の急激な減少に伴い、河口部に堆積してテラス状の平坦な地形を形成する。これを河口テラス（頂置面）と呼ぶ。河口テラスは波や海浜流による侵食を受け、また洪水により運搬される土砂等により再堆積する。河口テラス前面には急勾配の斜面が形成されこれを前置斜面と呼ぶ。

「汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書(国土交通省河川局),平成16年5月」による

### 2) 検討対象エリア

検討対象エリアは対象とする時間スケールに応じて表 3.2に示すように設定する。

矢作川河口周辺の干潟は、矢作古川の前面に形成されている。また、矢作川の歴史をひもとくと、約400年前までは矢作古川が本川であり（1605年に、現在の矢作川を掘削）、矢作古川前面の干潟は矢作川掘削前の矢作古川からの流出土砂により形成されたと考えられる。これらのことから、矢作川河口周辺の干潟については、この仮説を裏付けるため矢作川掘削を含む数百年の時間スケールの知見を整理する。

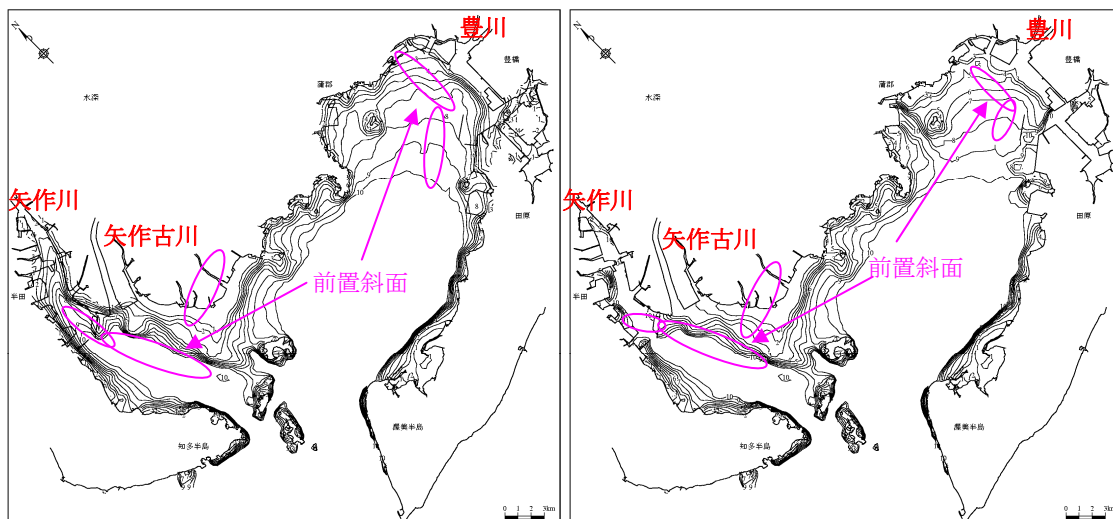
50年程度の時間スケールの検討は、豊川・矢作川河口周辺に形成された干潟・浅場および河口テラスを含むエリアを対象とし、前置斜面の形成状況(図 3.4)から図 3.5に示すとおり設定し、定量的な解析を行う。

表 3.2 時間スケールと検討対象エリア

時間スケール	検討対象エリア
地質学的な時間スケールの検討	三河湾全域
数100年の時間スケールの検討	矢作川河口域周辺干潟
50年程度の時間スケールの検討	豊川・矢作川河口周辺に形成された干潟・浅場および河口テラスを含むエリア(前置斜面より海岸側)

昭和30年(1955年)

平成15年(2003年)

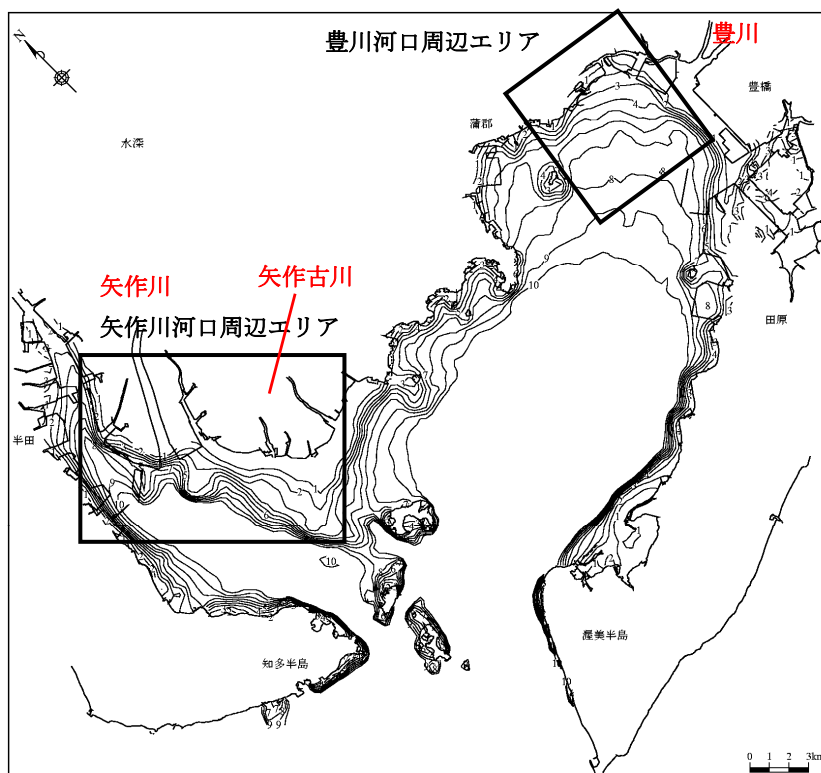


(資料)海上保安庁：海図より作成

注 1)海図からの読みとり値であり、海図での水深表示との関係から約 1.4m 以浅の精度は低い。

注 2)水深 10m より深い海域の水深コンターは表示していない。

図 3.4 三河湾の 10m 以浅水深分布の変遷



注)水深 10m より深い海域の水深コンターは表示していない。

図 3.5 検討対象エリア(50 年程度の時間スケールの検討)

### 3) 干潟等の地形特性の変遷

地質学的な時間スケール(数万年前)で三河湾の成り立ちを概略把握するとともに、近年(戦後～約 50 年程度)の地形特性の変遷を定量的に解析する。検討対象の時間スケールイメージ

を図 3.6に示す。なお、矢作川河口周辺干潟については、矢作川掘削(1605 年)も含む数 100 年の時間スケールの知見を整理する。

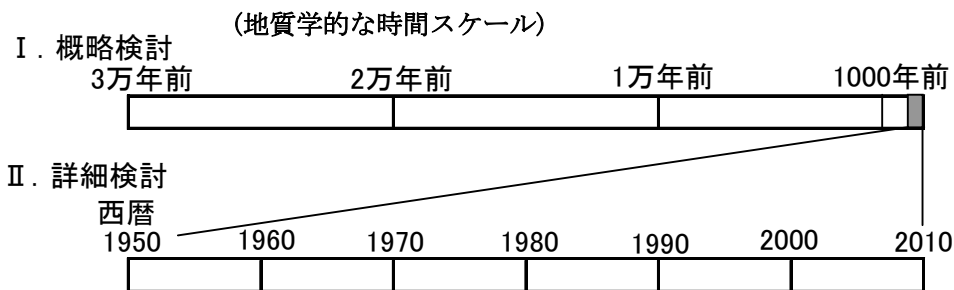


図 3.6 地形特性の変遷を検討する時間スケールのイメージ

(a) 地質学的な時間スケールの地形特性の変遷

既往資料を収集し、三河湾の成り立ちを概略整理する。

- ・ 約 2 万年前から現在までの三河湾・伊勢湾周辺の地史は図 3.7に示すとおりであり、2 万年前は最終氷河期最盛期で海水面は今より 100m以上低下していた(図 3.8)。
- ・ その後、海水面は上昇し、今から 1 万年前には現在の三河湾の形がほぼ形成されていたことが分かる(図 3.7のH:完新世~I:現在)。
- ・ 三河湾の干潟・浅場等は、河川から供給された土砂と外力により少なくとも 1 万年の時間スケールをかけて形成されたものと推測される。

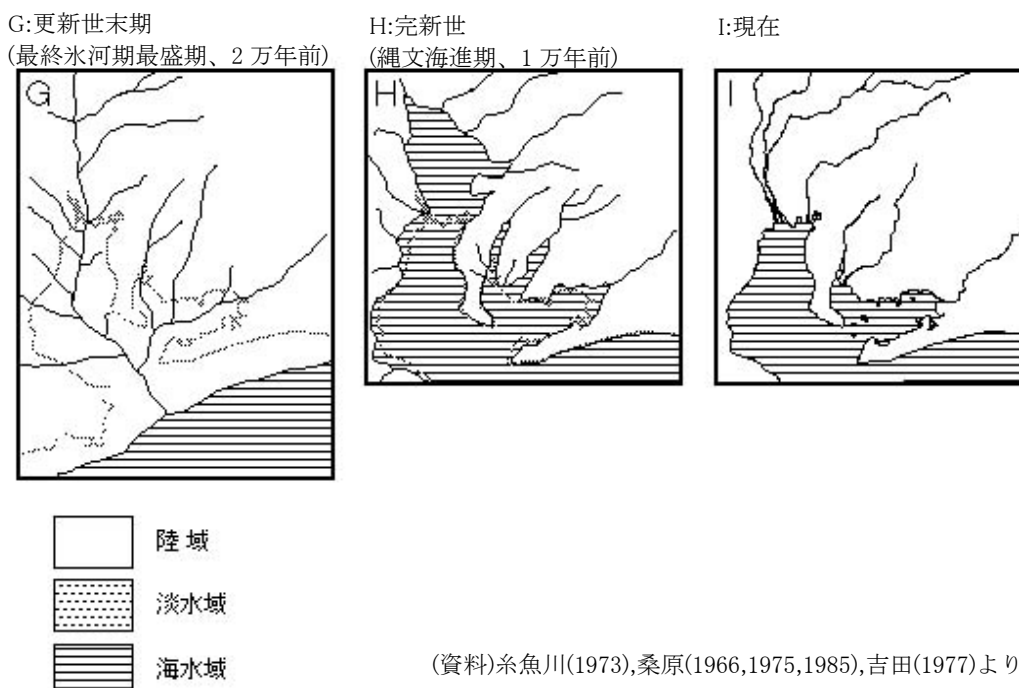
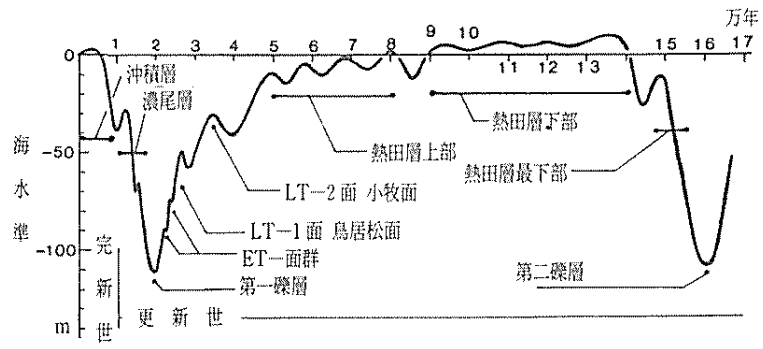


図 3.7 三河湾・伊勢湾周辺の地史



資料)日本全国沿岸海洋誌

図 3.8 三河湾・伊勢湾等の海水準変動

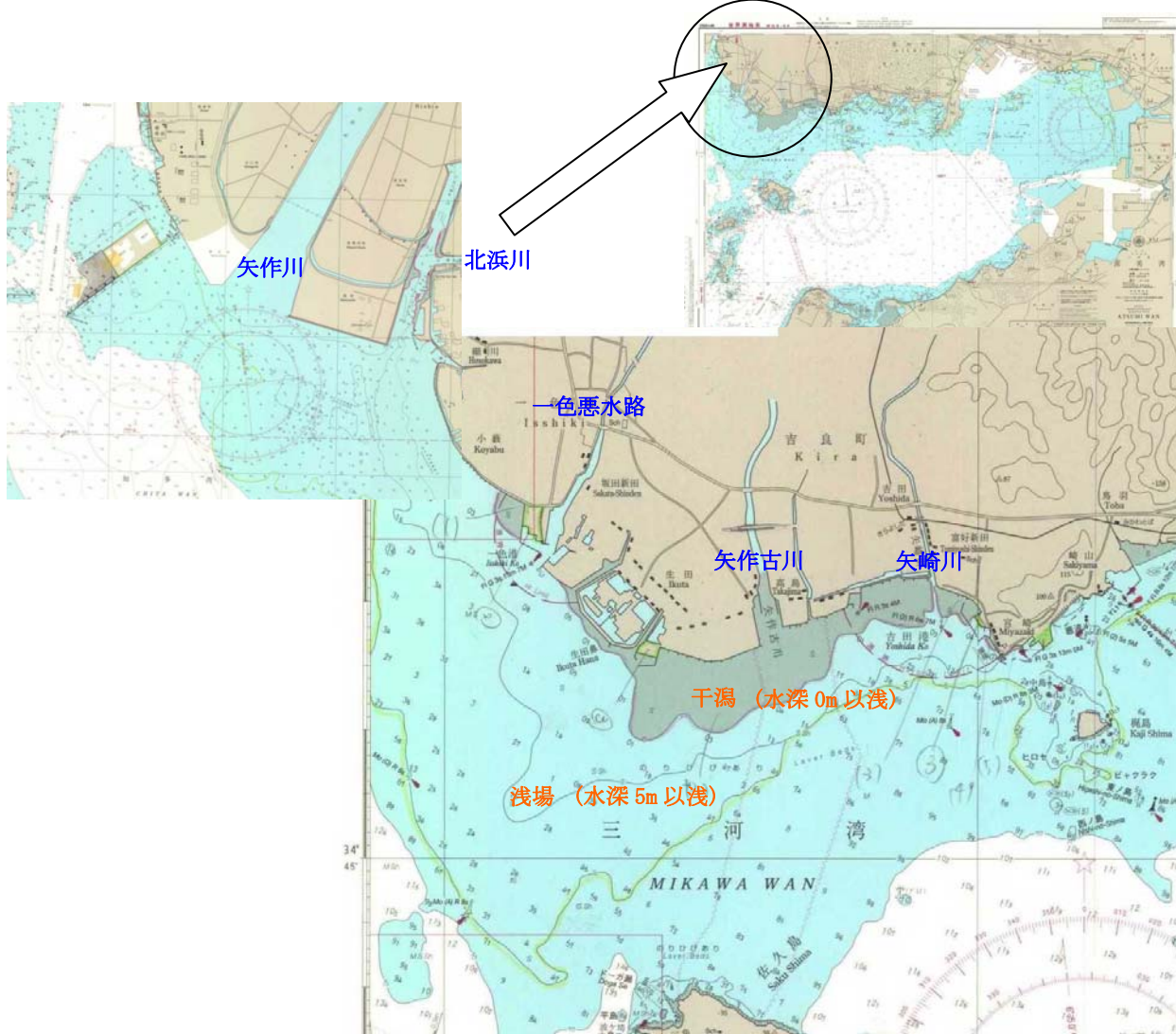


(b) 矢作川における干潟等の形成と河道改修の履歴

(数 100 年の時間スケールの現象整理)

矢作川河口周辺の干潟は矢作古川の前面に位置する。また、現在の矢作川は 1605 年に掘削されており(大矢、1993)、約 400 年前までは矢作古川が本川であった。

これらのことから、矢作古川前面の干潟は、矢作川掘削前の矢作古川からの流出土砂により形成されたと考えることが妥当である。この仮説を裏付けるため、矢作川掘削(1605 年)を含む数 100 年の時間スケールの現象に関する知見を整理する。



資料) 衣浦港海図(H16)、渥美湾海図(H15)より作成

図 3.9 矢作川河口周辺の干潟浅場域と流入河川の位置関係

大矢(1993)による矢作川下流域の地形分類図を図 3.10に、研究結果を以下に示す。

大矢(1993)の研究成果を総合的に判断すると、現在の矢作古川の河口前面に広がる干潟浅場域は、1605 年以前の矢作古川を本川とし、網目状に広がる旧河道から洪水時に供給された土砂によって形成されたものと考えられる。

[大矢(1993)の研究成果] 原文から該当箇所を抽出し作文

①縄文海進堆積物について

- ・ 縄文海進時の海成層は矢作川左右両岸とも河口から 16km 地点まで分布している。
- ・ 縄文海進時の河成堆積物はかなり厚く、矢作古川河口付近で 10m の厚さである。現在の河口付近の干拓地上にも砂の堆積がみられ、縄文海進後現在までの砂礫堆積量は伊勢湾に注ぐ庄内川に比べて大きい。

②旧河道と自然堤防について

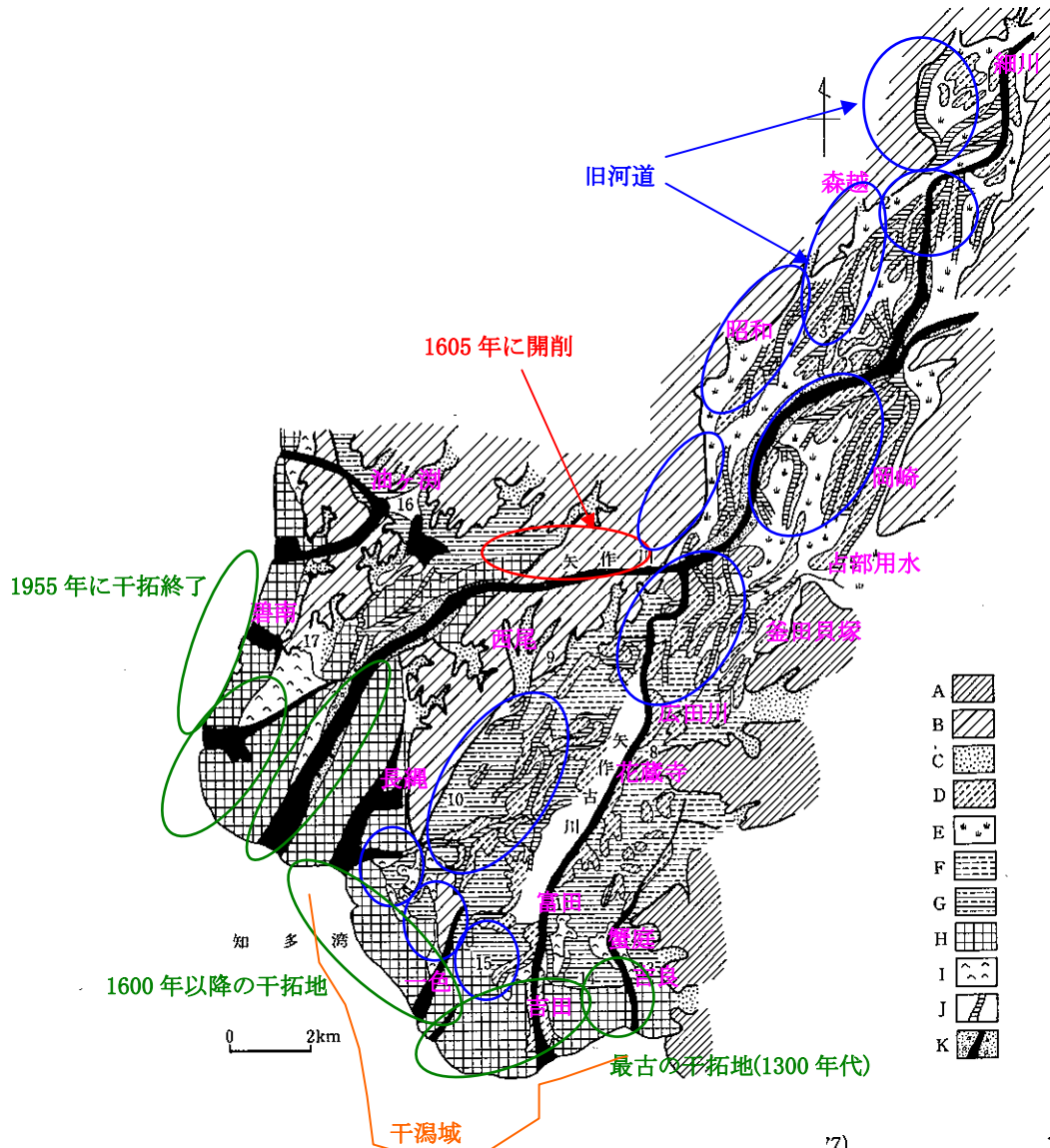
- ・ 矢作川は 1605 年に碧海台地を開削し現流路となったもので、それ以前は矢作古川が本流であった。
- ・ 矢作川下流平野は細川地区から放射状にのびる旧河道は一部が網状化し、旧河道に沿って自然堤防が分布する。

③干拓地について

- ・ 矢作古川河口域の低位デルタ前面には 1600 年以降の干拓地形が広がる。吉良地区にはこの地域最古の干拓地域があり、造成年代は 1339 年に遡る(大矢・杉浦,1977)。
- ・ 矢作川下流右岸では碧南干拓が 1955 年に造成終了している。

④洪水型と本支川による堆積特性について

- ・ 矢作川は 1605 年の碧海台地開削前は矢作古川を経て海へ注いでいた。本川の堆積が大きいため、旧河道は集中型ではなく、蛇行を直線状に切るか、本川に平行して河口まで達している。もう一つの流路は広田川に沿って流下する乙川で、1300 年代に築かれた六名堤によって、流路が西へ導かれ、矢作古川に合流させられたものである。
- ・ 旧河道、自然堤防の分布から、矢作川下流平野の洪水型は昭和町で 2 分され、上流側は蛇行を短く切る谷底平野で一般的にみられる洪水型である。下流側は、本川より溢流した洪水は本川に合流することなく海へ放流される溢流型である。



A: 丘陵 B: 段丘 C: 谷底平野 D: 自然堤防 E: 後背湿地 F: 高位デルタ G: 低位デルタ H: 干拓地 I: 砂嘴 J: 旧河道 K: 河川および河原 1: 細川 2: 森越 3: 昭和 4: 岡崎 5: 占部用水 6: 釜田貝塚 7: 広田川 8: 花蔵寺 9: 西尾 10: 長縄 11: 富田 12: 饗庭 13: 吉良 14: 吉田 15: 一色 16: 油ヶ淵 17: 碧南

注)干潟域は渥美湾海図(H15)から概略の形状を記入。

出典)大矢雅彦著: 河川地理学,古今書院,1993年に加筆

図 3.10 矢作川下流域の地形分類図

(c) 50 年程度の時間スケールの地形特性の変遷

(1) 検討方針

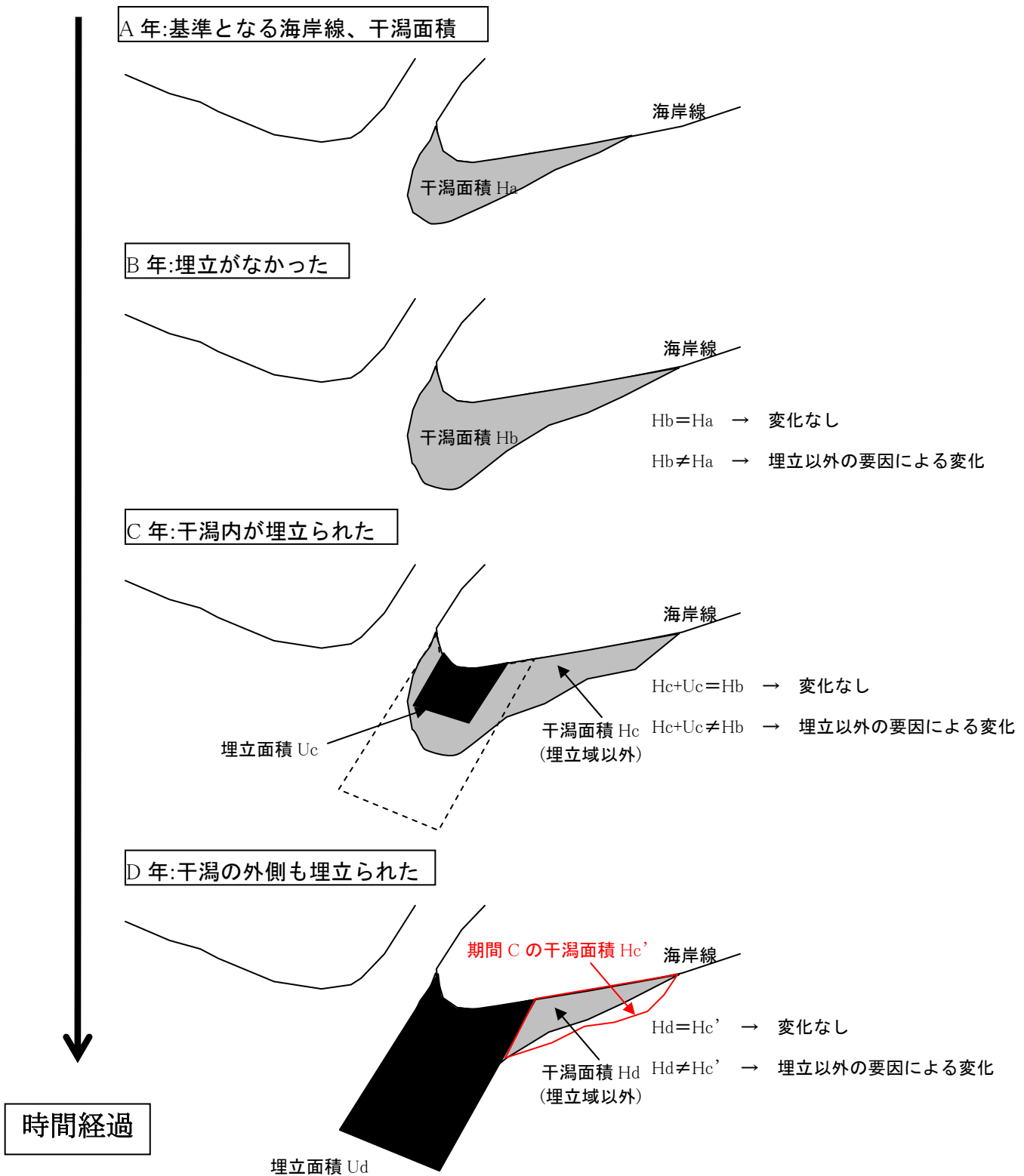
昭和 20 年代以降の地形図と海図を用いて、干潟、浅場、埋立地の面積変化を定量的に解析する。定量的に評価するパラメータの定義を表 3.3 に、算定方法を図 3.12 に示す。

表 3.3 地形図・海図を用いて定量的に評価するパラメータ

パラメータ	解析における定義
干潟面積	各年における干潟の面積 地形図：干潟と標記されている箇所(海岸線と干潮線に囲まれた領域) 海図：干出浜(砂、泥)と標記されている箇所
浅場面積	各年における浅場の面積 海図の 5m 等深線と海岸線で囲まれた領域(干潟域を除く)
埋立面積	解析した最古の地形図や海図の海岸線を基準とした各年の埋立地面積(河道内や干潟以外の海域も含む)
埋立以外の要因による干潟、浅場の面積変化	2 年代の干潟、浅場、埋立の各面積変化から算定する。算定の考え方を図 3.11 に、算定方法を図 3.12 に示す。

※) 年代間で資料の整合性がとれていない領域(河道内の干潟や海岸線との境界付近など)は解析の対象としない。

※) 海岸線の侵食・前進により干潟面積が変化することも考えられるが、収集した地形図・海図からは海岸線の侵食・前進は確認できなかった。



※) 海岸線の侵食・前進により干潟面積が変化することも考えられるが、収集した地形図・海図からは海岸線の侵食・前進は確認できなかった。

図 3.11 埋立以外の要因による干潟、浅場の面積変化の算定の考え方

①干潟等の識別：

- ・ 検討対象領域を 25m 格子(1:25,000 地形図で 1mm の解像度)のグリッドに細分化する
- ・ 地形図、海図を確認しながら各格子の属性(干潟、浅場、埋立地)を定義する

②干潟、浅場、埋立地の面積：

- ・ 各属性の格子数を集計する
- ・ 格子数に単位面積(625m<sup>2</sup>)を乗じて各属性の面積を算定する

③埋立によって消失した干潟、浅場の面積（A年からB年の変化を見る場合）：

- ・ 下図参照

④埋立以外の要因により変化した干潟、浅場の面積（A年からB年の変化を見る場合）：

- ・ 下図参照

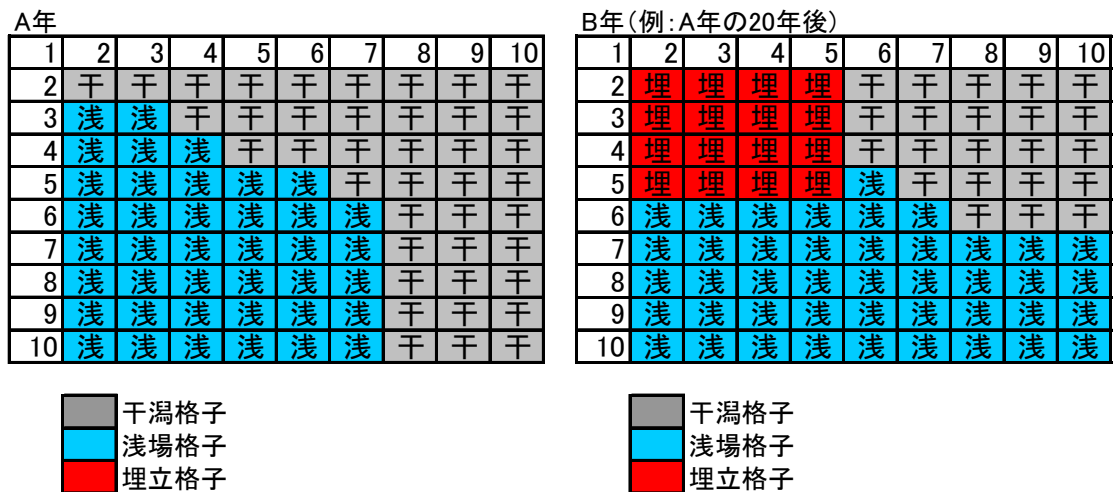


図 3.12 干潟、浅場、埋立の各面積の算定方法

## (2) 地形図・海図の干潟標記の信頼性

解析に用いる地形図・海図で標記された干潟形状の信頼性について、関係機関にヒアリングした結果、地形図の干潟は定量的解析に耐え得る信頼性(精度)がないと判断して解析には用いなかった。また、海図についても問題がないわけではないが、信頼性を確保できると判断したレベルまでの解析を行った。

関係機関へのヒアリング結果を表 3.4に示す。

表 3.4 地形図・海図の干潟標記の信頼性に関わるヒアリング結果

<p>●地形図(国土地理院の回答)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 干潟とは、干潮時には水面上に出て、満潮時には水面下に没する砂泥等から成る平坦な地域である。</li><li>2) 昭和 30 年代頃までは現地測量に基づいて地形図が作成されており、干潟もそれなりの精度を有しているものと考えられる。</li><li>3) 昭和 40 年代以降は写真測量が主流となり、現地測量の頻度は極端に少なくなった。干潟は空中写真を見て判断しており、作業担当者の主観に委ねてしまうところが多い。(撮影時の潮位は得に考慮していない)</li><li>4) 結論として、地形図を用いて干潟の変遷を追うことはかなり困難である(やめておいた方がよい)</li><li>5) 一方、海岸線や埋立地はそれなりの精度を有しているものと考えている。</li></ol> <p>●海図(海上保安庁の回答)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 海図における干出浜(干潟)は、最低水面(海図水深の 0m)以浅の領域である。干出浜の定義は過去から現在まで変えていない。</li><li>2) 海図の水深は基本的に水深測量で決定する。</li><li>3) 浅いため水深測量が出来ない箇所については、実測水深値から海底勾配を判断して水深値を決定する場所もある(全てではない)。</li><li>4) 干出浜(干潟)は厳密な測量結果により作成しているわけではなく、低潮時の見取りにより干出浜を表現する場合もある。(海図本来の目的からすれば干潟部の地形を把握する必要性は低い)。</li><li>5) 水深測量を実施している箇所については±10cmの精度が確保されていると考えられる。</li><li>6) 豊川河口の干潟域は平成 15 年測量時には水深が浅く、ノリヒビも多いことから水深測量はしていない。また、小型船舶による測量も実施しなかった。測量時点の干潟に関する情報が不確かであったため、干潟として標記しなかった。</li></ol>
---

## (3) 収集した地形図・海図

収集した地形図および海図の基礎情報を表 4.1.3.3 と表 4.1.3.4 に示し、基礎情報をもとに検討に用いる年代を抽出する。なお、解析では地形図は発行年で、海図は測量年で年代を整理する。

表 3.5 収集した地形図の情報

■ : 検討に用いる年代

矢作川河口周辺エリア

吉田 (1:25,000)					半田 (1:25,000)					河和 (1:25,000)				
発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自		発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自		発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自	
S22 (1947)	T09 測	基準	なし	なし	S22 (1947)	T09 測	基準	なし	なし	S22 (1947)	T09 測	基準	なし	なし
S36 (1961)	S33 修	○	なし	なし	S36 (1961)	S34 修	○	○	○	S36 (1961)	S33 修	×	○	○
S46 (1971)	S44 改	○	○	○	S46 (1971)	S44 改	○	○	○	S47 (1972)	S44 改	×	○	○
S55 (1980)	S53 修	○	○	○	S57 (1982)	S55 改	○	○	○	S55 (1980)	S53 修	○	○	○
S63 (1988)	S62 修	○	×	×	H01 (1989)	S63 修	×	×	×	H01 (1988)	S63 修	○	○	×
H06 (1994)	H05 修	○	○	×	H09 (1997)	H08 修	○	×	×	H10 (1998)	H09 修	○	×	×
H14 (2002)	H13 修	○	×	×	H14 (2002)	H13 修	○	×	×	H15 (2003)	H13 修	○	○	×

豊川河口周辺エリア

小坂井 (1:25,000)					老津 (1:25,000)									
発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自		発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自		発行年	測量年	海岸線	干潟 人 自	
S22 (1947)	S15 修	基準	基準	基準	S23 (1947)	S15 修	基準	なし	なし					
S35 (1960)	S33 修	○	○	×	S35 (1960)	S33 修	×	○	×					
S46 (1971)	S44 改	○	○	×	S47 (1972)	S44 改	×	○	×					
S54 (1979)	S53 修	○	○	×	S55 (1980)	S53 修	×	○	×					
S63 (1988)	S62 修	○	○	×	S63 (1988)	S62 修	○	○	×					
H10 (2000)	H05 修	○	○	×	H10 (2000)	H05 修	○	○	×					
H14 (2002)	H13 修	○	○	×	H15 (2003)	H13 修	○	○	×					

※)測量履歴について：改(改正測量)、修(修正測量)、測(測量または測図)

※)海岸線は埋立地含む。

※) ○：海岸線又は干潟が前発行図から変化している、×：海岸線又は干潟が前発行図から変化していない

※)干潟の「人」は埋立による人工的改変、「自」は埋立以外の自然的要因と考えられる変化(図面目視による確認)



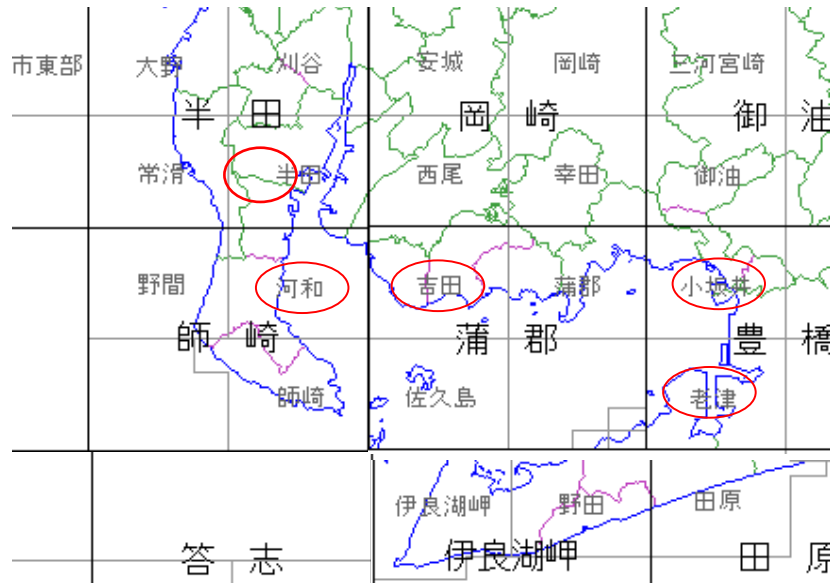


図 3.13 収集した地形図(25,000 分の 1)の区域( )○

表 3.6 収集した海図の情報

■ : 検討に用いる年代

矢作川河口周辺

衣浦港 (1:15,000)		各種情報				
測量年	小改正	海岸線	0m 線		5m 線	
			人工	自然	人工	自然
S26(1951)	S41(1966)	基準	基準	基準	基準	基準
S45(1970)	S46(1971)	○	○	○	○	○
S46(1971)	S51(1976)	○	×	×	×	×
S52(1977)	S57(1982)	○	×	×	×	×
S57(1982)	S60(1985)	×	×	×	×	×
H04(1992)	H05(1993)	○	○	○	○	○
H12(2000)	H12(2000)	×	×	×	×	×
H16(2004)	H16(2004)	○	○	×	○	×
渥美湾 (1:50,000)		各種情報				
測量年	小改正	海岸線	0m 線		5m 線	
			人工	自然	人工	自然
S17(1942)	S42(1967)	基準	基準	基準	基準	基準
S17(1942)	S54(1979)	×	×	×	×	×
S55(1980)	S59(1984)	○	○	○	○	○
S58(1983)	H12(2000)	×	×	×	×	×
H15(2003)	H18(2006)	○	○	○	○	○

豊川河口周辺

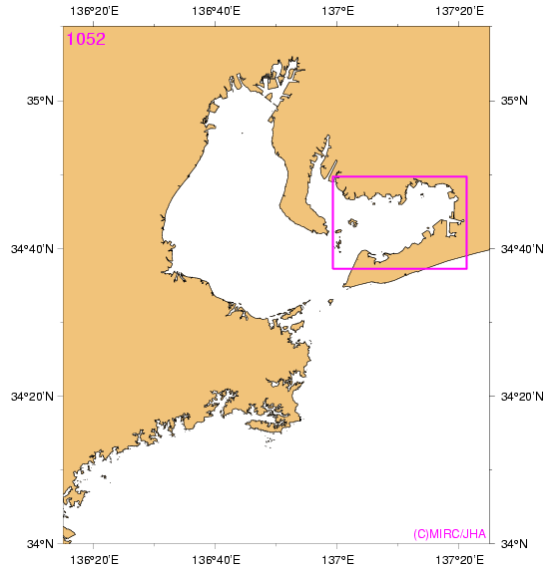
三河港北部、南部 (1:15,000)		各種情報				
測量年	小改正	海岸線	0m 線		5m 線	
			人工	自然	人工	自然
H09(1997)	H11(1999)	基準	基準	基準	基準	基準
H09(1997)	H13(2001)	×	×	×	×	×
H14(2002)	H17(2005)	○	×	×	○	×
渥美湾 (1:50,000)		各種情報				
測量年	小改正	海岸線	0m 線		5m 線	
			人工	自然	人工	自然
S30(1955)	S42(1967)	基準	基準	基準	基準	基準
S30(1955)	S54(1979)	×	×	×	×	×
S55(1980)	S59(1984)	○	○	×	○	×
S58(1983)	H12(2000)	×	×	×	×	×
H15(2003)	H18(2006)	○	○	×	○	×

※)海岸線は埋立地含む

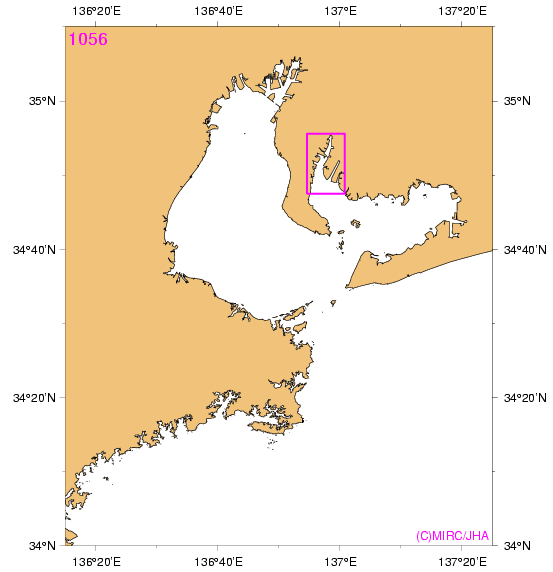
※)人工は埋立による人工的改変、自然は埋立以外の自然的要因と考えられる変化(図面目視による確認)

※)○ : 海岸線又は干潟が前発行図から変化している、× : 海岸線又は干潟が前発行図から変化していない

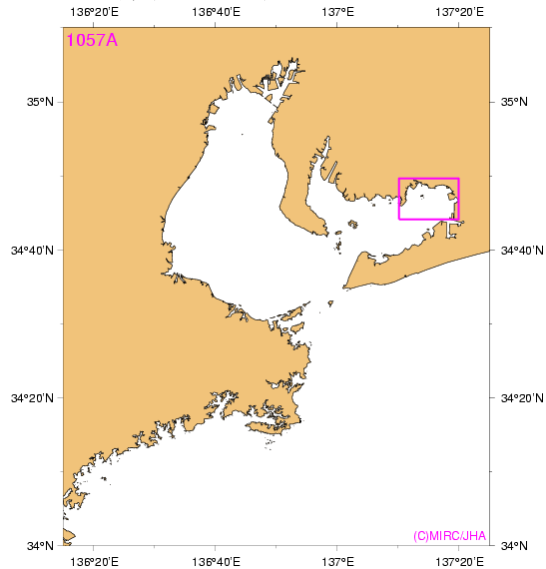
渥美湾 (1 : 50000)



衣浦港 (1 : 15000)



三河港北部 (1 : 15000)



三河港南部 (1 : 15000)

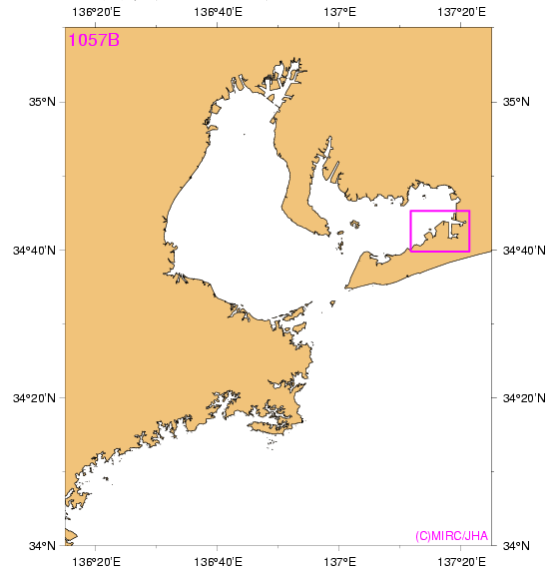


図 3.14 収集した海図の区域( ) □

(4) 収集した空中写真

表 3.7 収集した空中写真の情報

矢作川河口周辺

年代	半田 (1:50,000)	師崎 (1:50,000)	蒲郡 (1:50,000)
昭和 30 年代	S36(1961)	—	—
	S39(1964)	S39(1964)	S39(1964)
昭和 40 年代	S43(1968)	S43(1968)	S43(1968)
	S48(1973)	S48(1973)	S48(1973)
昭和 50 年代	S52(1977)	S52(1977)	S52(1977)
	S57(1982)	S57(1982)	S57(1982)
昭和 60 年代	S62(1987)	S62(1987)	S62(1987)

	H02(1990)	H02(1990)	H03(1991)
平成 10 年代	H07(1995)	H07(1995)	H07(1995)
	H13(2001)	H13(2001)	H13(2001)

豊川河口周辺

年代	豊橋 (1:50,000)
昭和 30 年代	S36(1961)
昭和 40 年代	S40(1965)
	S43(1968)
	S48(1973)
昭和 50 年代	S52(1977)
	S57(1982)
昭和 60 年代	S61(1986)
	H03(1991)
平成 10 年代	H07(1995)
	H13(2001)

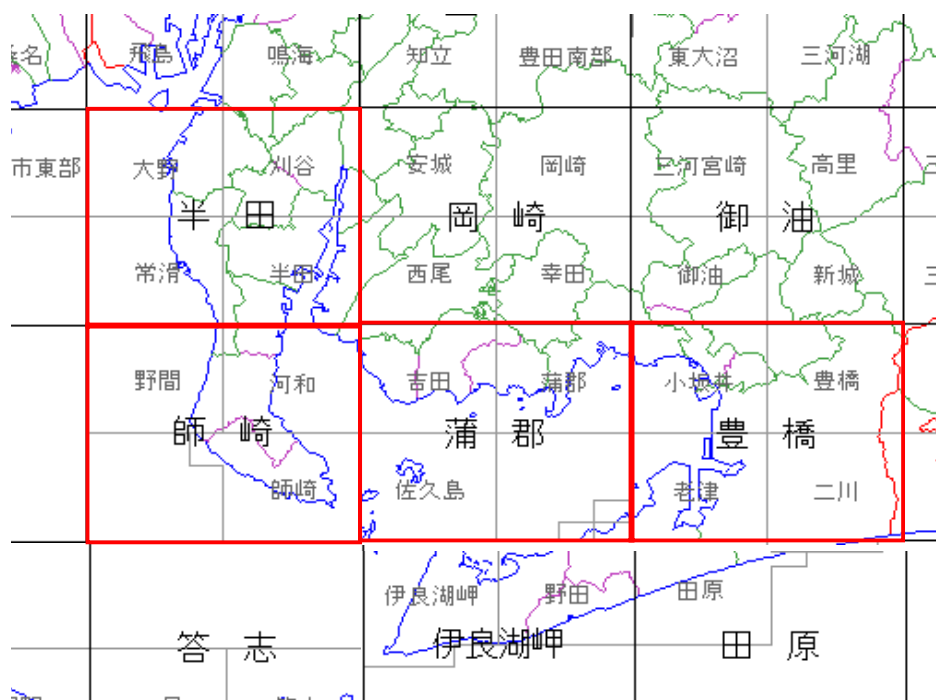


図 3.15 収集した空中写真評定図(1:50,000)の区域( ) □

(5) 収集した深浅測量

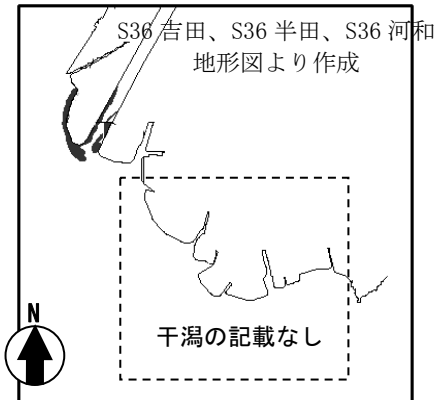
関係機関に問合せたが、解析に必要な広域的な深浅測量成果は収集できなかった。

(d) 矢作川河口周辺エリアにおける干潟等面積の変遷

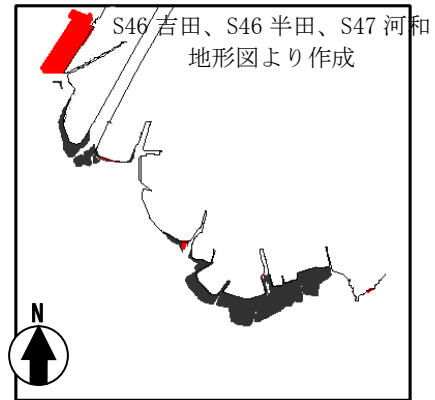
(1) 干潟、浅場および埋立地の変遷(年代毎の整理)

地形図および海図から読み取った矢作川河口周辺エリアにおける海岸線、干潟、浅場および埋立地の変遷を図 3.16および図 3.17に示す。

昭和 30 年代(1961 年前後)



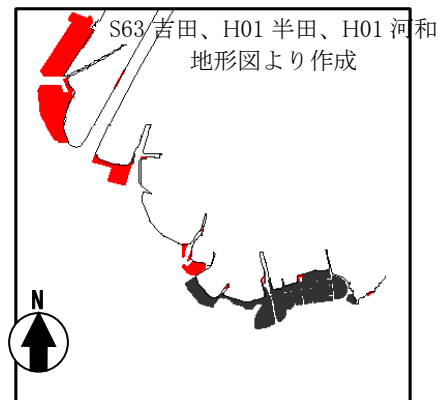
昭和 40 年代(1971 年前後)



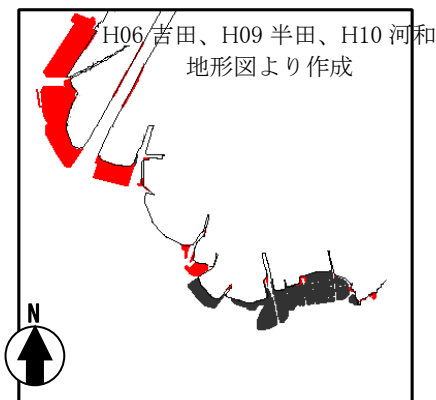
昭和 50 年代(1980 年前後)



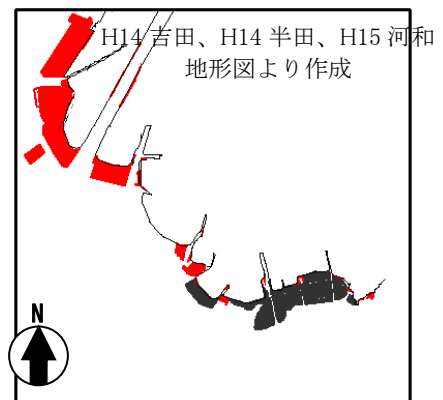
昭和 60 年代(1989 年前後)



平成 10 年代(1997 年前後)



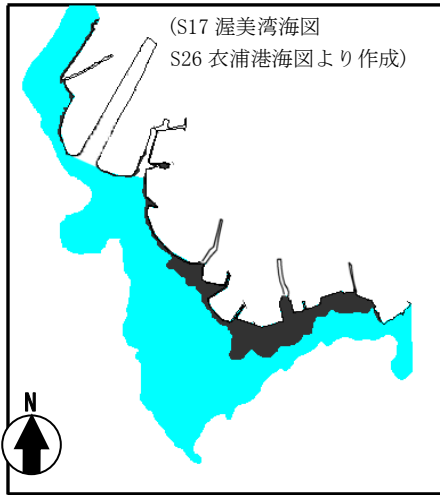
現在(2002 年前後)



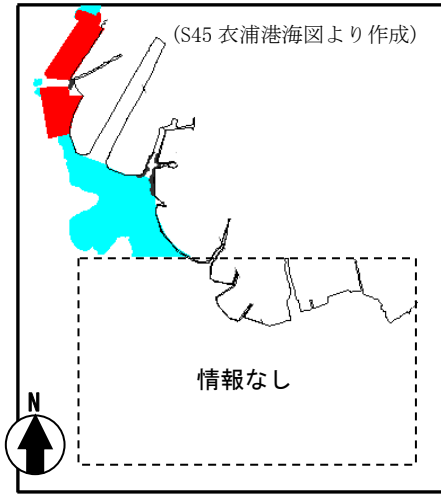
■ :S36 年以降の埋立地  
 ■ :干潟  
 — :S36 年の海岸線

図 3.16 干潟および埋立地の変遷(矢作川河口周辺エリア、地形図)

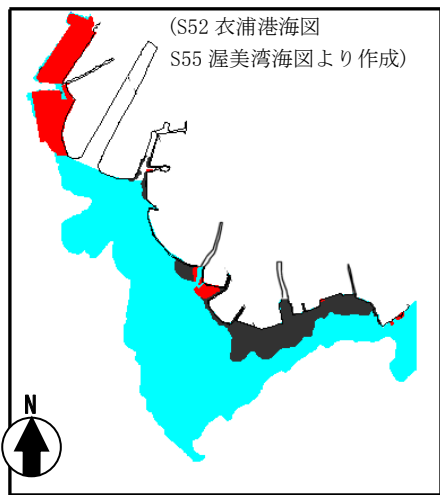
昭和 20 年代(1945 年前後)



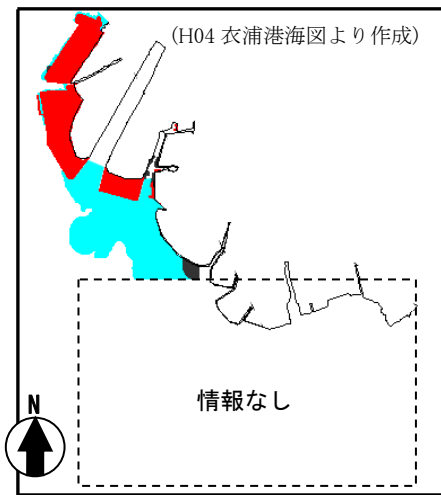
昭和 40 年代(1970 年前後)



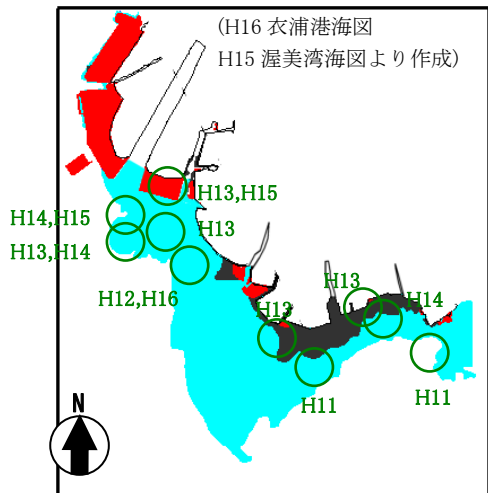
昭和 50 年代(1980 年前後)



平成元年代(1992 年前後)



現在(2003 年前後)



- : 浅場 (5m 以浅)
- : S20 年代以降の埋立地
- : 干潟 (0m 以浅)
- : S20 年代の海岸線
- : 干潟・浅場の造成実績あり

図 3.17 干潟および埋立地の変遷(矢作川河口周辺エリア、海図)

矢作川河口(1968年)



矢作古川河口(1964年)



矢作川河口(1990年)



矢作古川河口(1986年)



矢作川河口(2001年)



矢作古川河口(2001年)



図 3.18 干潟および埋立地の変遷(矢作川河口周辺エリア、空中写真)

## (2) 干潟・浅場面積の変遷に関する考察

### ①干潟、浅場面積の変遷(海図を用いた解析)

- ・ 矢作川河口周辺において、昭和 20 年代の干潟は 620ha(6.2km<sup>2</sup>)、浅場は 1,760ha(17.6km<sup>2</sup>)であったが、平成 15 年頃には干潟 460ha(4.6km<sup>2</sup>)、浅場 1,300ha(13.0km<sup>2</sup>)に減少している。(図 3.19 上図)
- ・ 昭和 20 年代～平成 15 年頃までに 630ha(6.3km<sup>2</sup>)の干潟・浅場が消失している。(図 3.19 下図)
- ・ 埋立以外の要因による干潟消失面積は昭和 20 年代～平成 15 年頃にかけて 100ha(1.0km<sup>2</sup>)であり、同期間における埋立による干潟消失面積 60ha(0.6 km<sup>2</sup>)を上回り、昭和 20 年代の干潟面積 620ha(6.2km<sup>2</sup>)の約 2 割に相当する。(図 3.20)
- ・ 浅場は殆どが埋立によって消失しており、昭和 20 年代～平成 15 年頃にかけての埋立による消失面積は 480ha(4.8km<sup>2</sup>)である。(図 3.20)
- ・ 解析対象年(昭和 20 年代、昭和 50 年代、平成 15 年頃)の海図によると、矢作川河口周辺では浚渫等により干潟・浅場域が変化しているような現象は確認されなかった。

### ②断面地形の変遷(海図を用いた解析、図 3.21)

- ・ 矢作川河口部(Line-YC)は昭和 30 年(1955 年)～平成 15 年(2003 年)にかけて浅場域が前進している。
- ・ 河口東側の Line-YE1 において昭和 55 年(1980 年)～平成 15 年(2003 年)に前進している浅場域は、平成 13 年(2001 年)～平成 15 年(2003 年)に干潟浅場造成事業が実施されたことが影響していると考えられる。
- ・ 矢作古川河口部(Line-YE4)の断面地形は昭和 30 年(1955 年)～平成 15 年(2003 年)で殆ど変化していない。



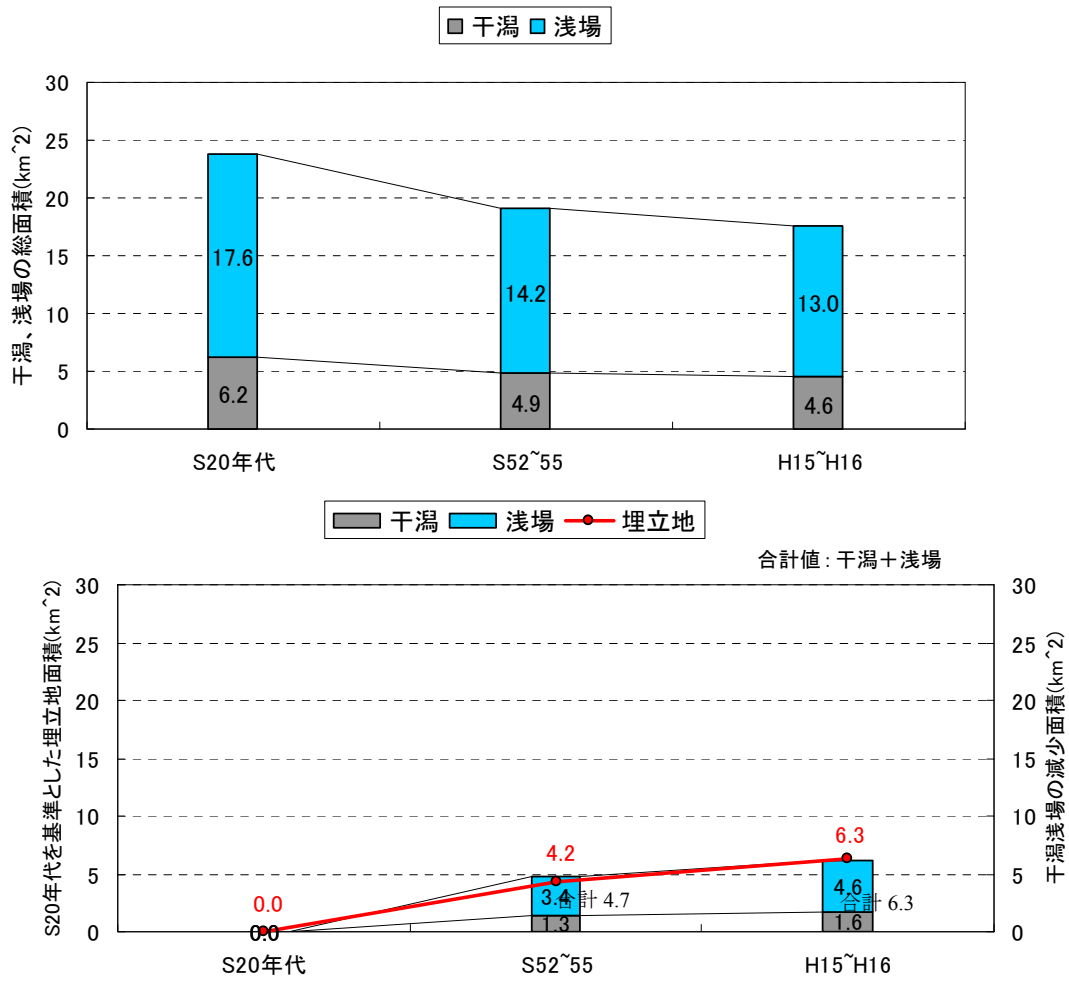


図 3.19 干潟、浅場、埋立地面積の経時変化(矢作川河口周辺エリア、海図)

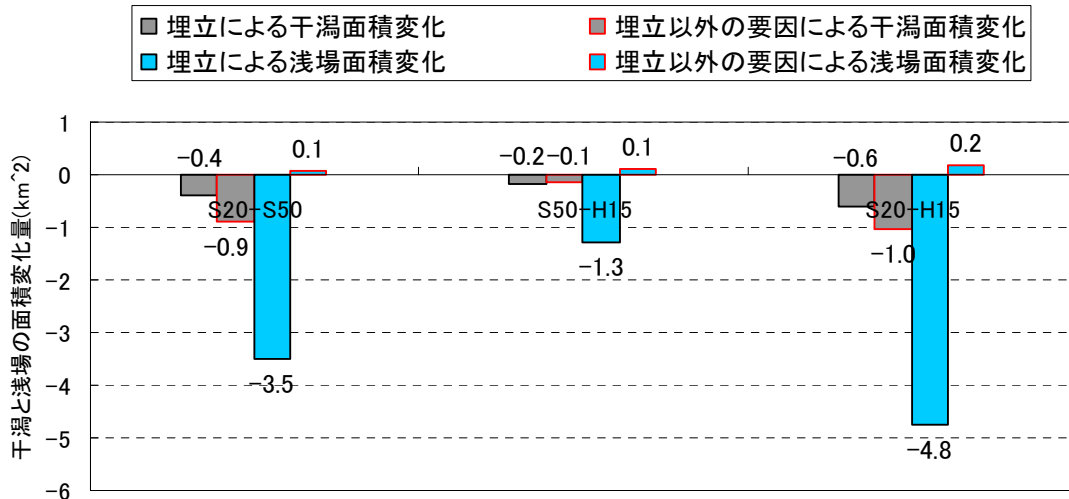
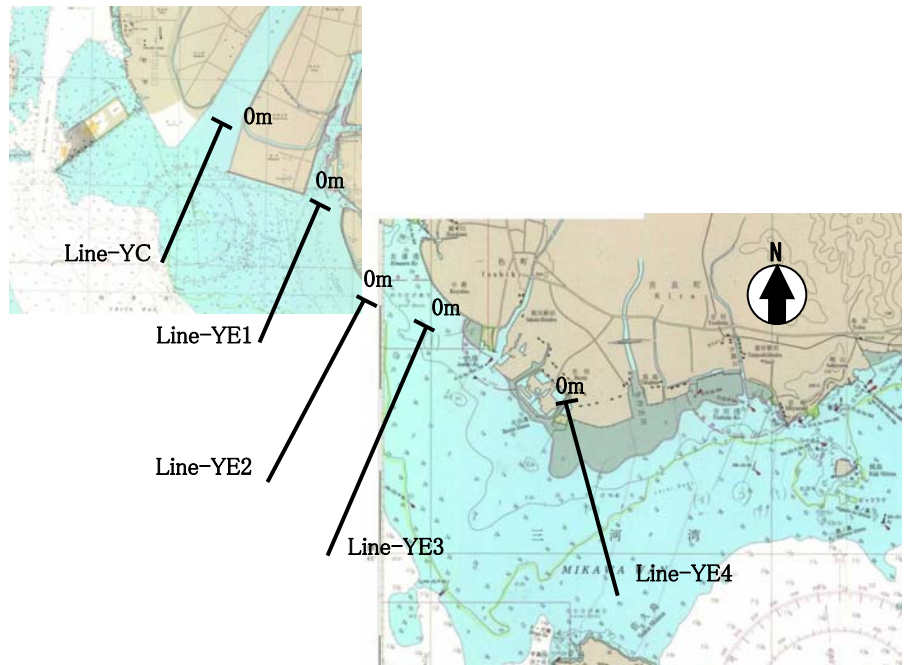
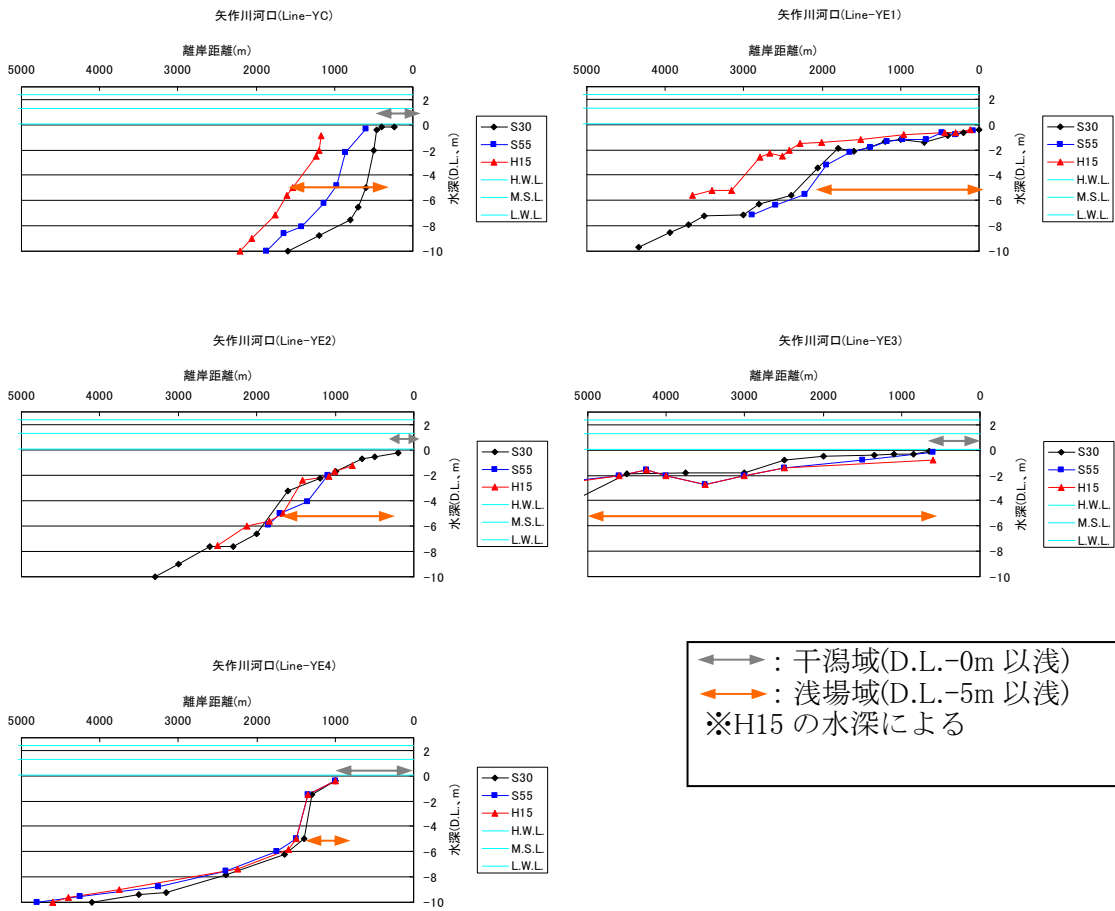


図 3.20 要因別の干潟・浅場面積変化量(矢作川河口周辺エリア、海図)



※)断面図は Line 近傍の水深値を用いて作成した。

図 3.21 代表断面の地形変化(矢作川河口周辺エリア、海図より作成)

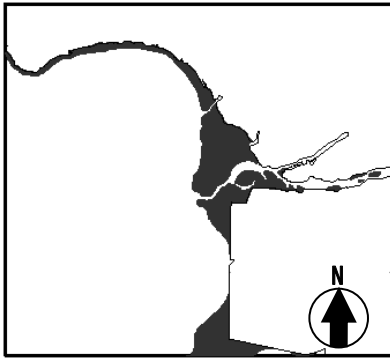
(e) 豊川河口周辺エリアにおける干潟等面積の変遷

(1) 干潟、浅場および埋立地の変遷

地形図および海図から読み取った豊川河口周辺エリアにおける海岸線、干潟、浅場および埋立地の変遷を図 3.22 および図 3.23 に示す。

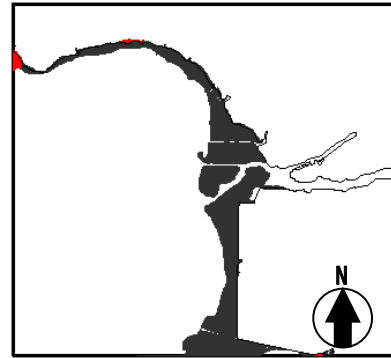
昭和 30 年代(1960 年前後)

S35 小坂井、S35 老津地形図より作成



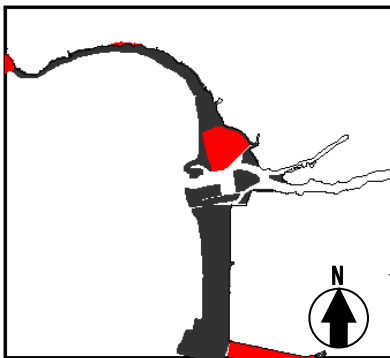
昭和 40 年代(1971 年前後)

S46 小坂井、S47 老津地形図より作成



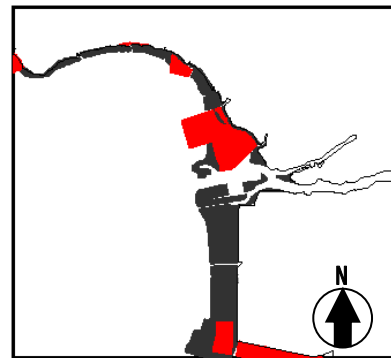
昭和 50 年代(1979 年前後)

S54 小坂井、S55 老津地形図より作成



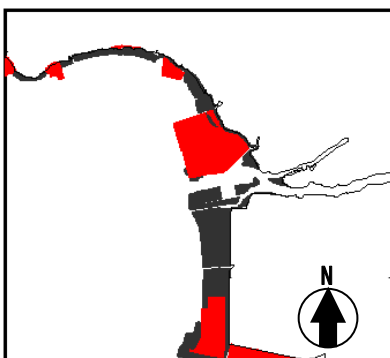
昭和 60 年代(1988 年前後)

S63 小坂井、S63 老津地形図より作成



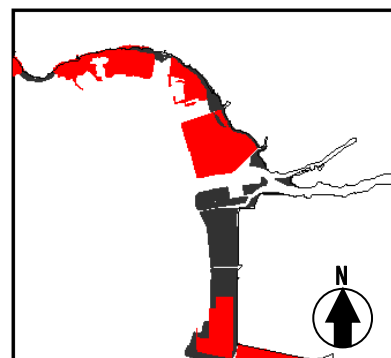
平成 10 年代(1998 年前後)

H10 小坂井、H10 老津地形図より作成



現在(2002 年前後)

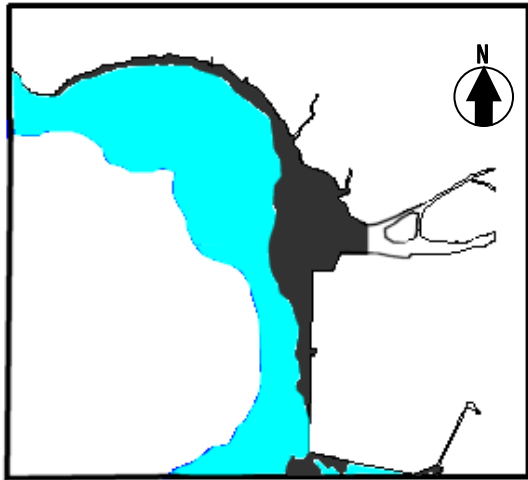
H14 小坂井、H15 老津地形図より作成



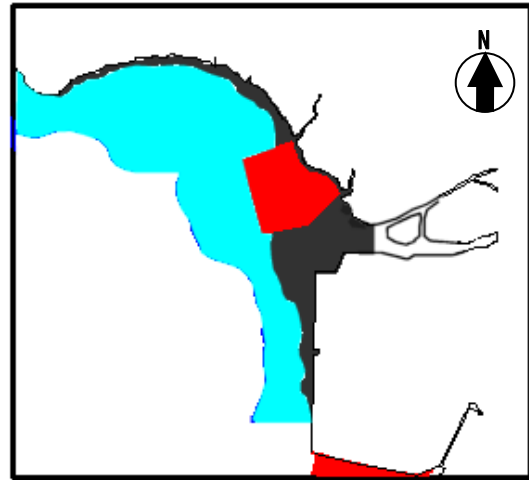
■ : S35 年以降の埋立地  
 ■ : 干潟  
 — : S35 年の海岸線

図 3.22 干潟および埋立地の変遷(豊川河口周辺エリア、地形図)

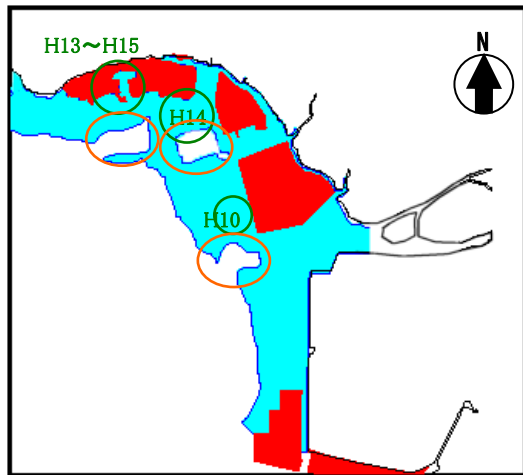
昭和 30 年(1955 年)  
(S30 渥美湾海図より作成)



昭和 55 年(1980 年)  
(S55 渥美湾海図より作成)



現在(2003 年)  
(H15 渥美湾海図より作成)



- : 浅場 (5m 以浅)
- : S30 年代以降の埋立地
- : 干潟 (0m 以浅)
- : S30 年の海岸線
- : 干潟・浅場の造成実績あり
- : 浚渫

※)豊川河口の干潟域は水深が浅く、ノリヒビも多いことから平成 15 年測量時には水深測量をしていない。測量時点の干潟に関する情報が不確かであったため干潟として標記しなかった(海上保安庁ヒアリングより)

図 3.23 干潟・浅場および埋立地の変遷(豊川河口周辺エリア、海図)

豊川河口(1968年)



豊川河口(1982年)



豊川河口(2001年)



図 3.24 干潟および埋立地の変遷(豊川河口周辺エリア、空中写真)

## (2) 干潟・浅場面積の変遷に関する考察

豊川河口域は干潟と浅場を分離して解析できない(平成 15 年海図の干潟情報がない)と判断し、干潟と浅場の総面積で評価する。

### ①干潟、浅場面積の変遷(海図を用いた解析)

- ・ 昭和 30 年(1955 年)の干潟浅場は 1980ha(19.8km<sup>2</sup>)であったが、平成 15 年(2003 年)には 600ha(6.0km<sup>2</sup>)が消失し、総面積は 1380ha(13.8km<sup>2</sup>)となった。(図 3.25上図)
- ・ 昭和 30 年(1955 年)～平成 15 年(2003 年)までに豊川河口周辺では 510ha(5.1km<sup>2</sup>)の海域が埋立られている。(図 3.25下図)
- ・ 昭和 55 年(1980 年)～平成 15 年(2003 年)の浅場は浚渫により 140ha(1.4km<sup>2</sup>)が消失している。(図 3.26)
- ・ 埋立と増深以外の要因(自然的要因)による干潟浅場の面積は昭和 30 年(1955 年)～昭和 50 年(1980 年)にかけて 20ha(0.2km<sup>2</sup>)減少し、昭和 55 年(1980 年)～平成 15 年(2003 年)にかけて 60ha(0.6km<sup>2</sup>)増加しているという結果を得た(図 3.26)。面積増加の一要因として、河口北部の 5m 等深線が前進していることが影響していると考えられる(図 3.27の Line-TN1)。

### ②断面地形の変遷(海図を用いた解析、図 3.27)

- ・ 豊川河口北部(Line-TN1～Line-TN2)は昭和 55 年(1980 年)～平成 15 年(2003 年)にかけて浚渫による増深が見られる。
- ・ 豊川河口部(Line-TC)においては浚渫による増深で昭和 55 年(1980 年)～平成 15 年(2003 年)に断面地形が大きく変わっている。
- ・ 豊川河口南部(Line-TS1)の浅場域は昭和 30 年(1955 年)～平成 15 年(2003 年)にかけて殆ど変化していない。

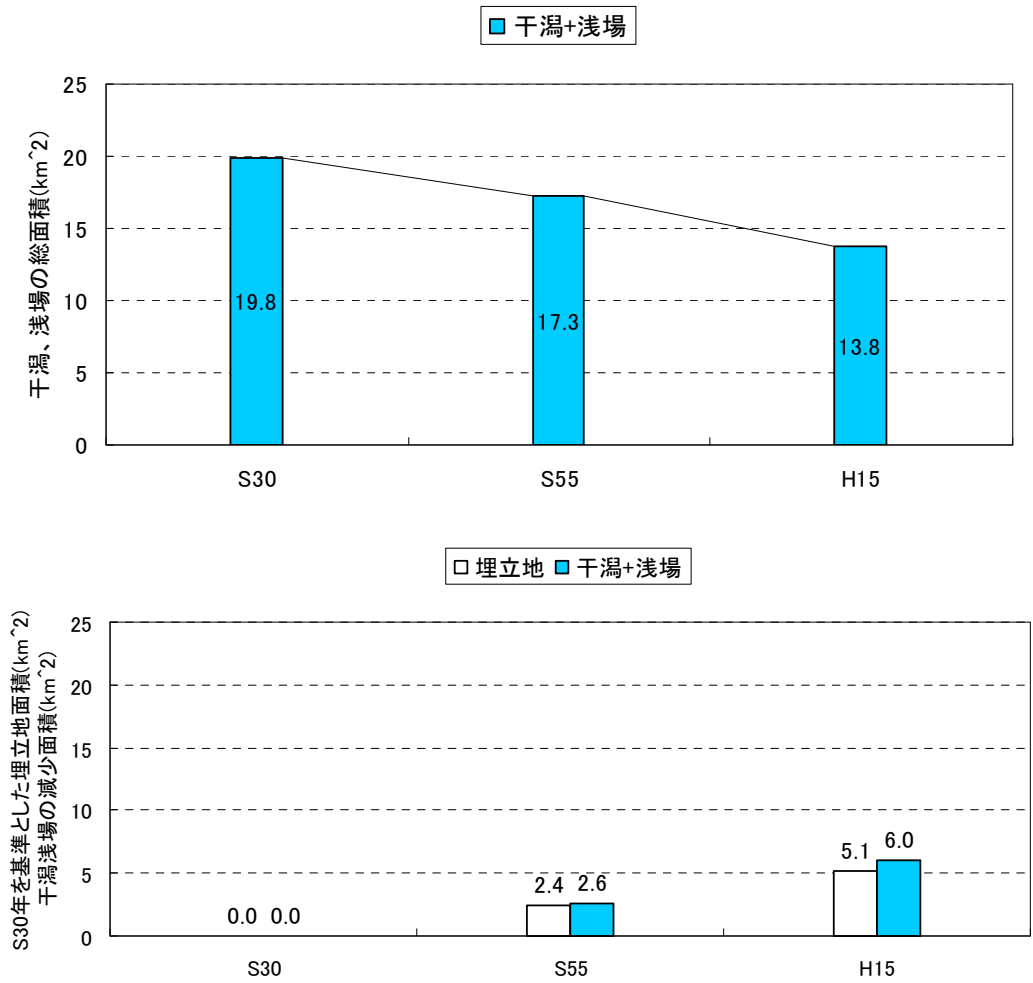


図 3.25 干潟、浅場、埋立地面積の経時変化(豊川河口周辺エリア、海図)

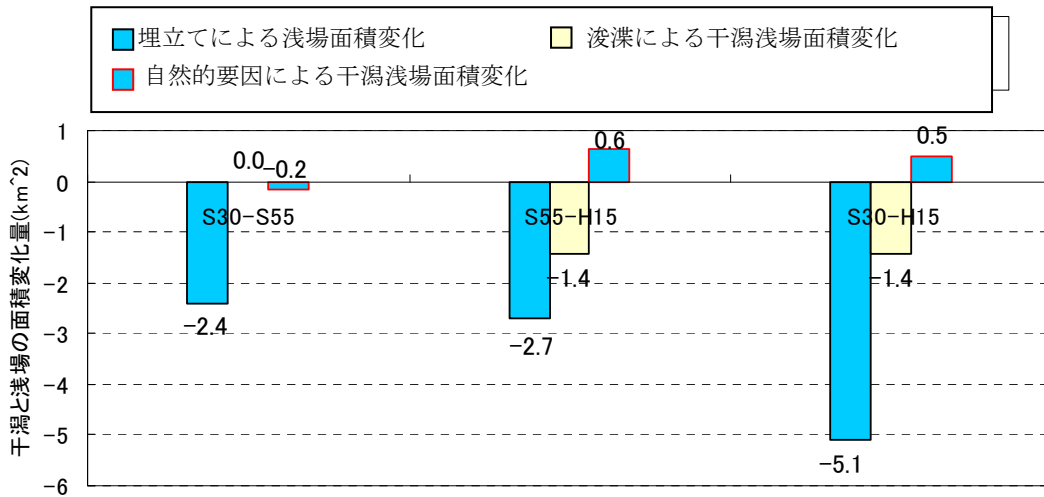
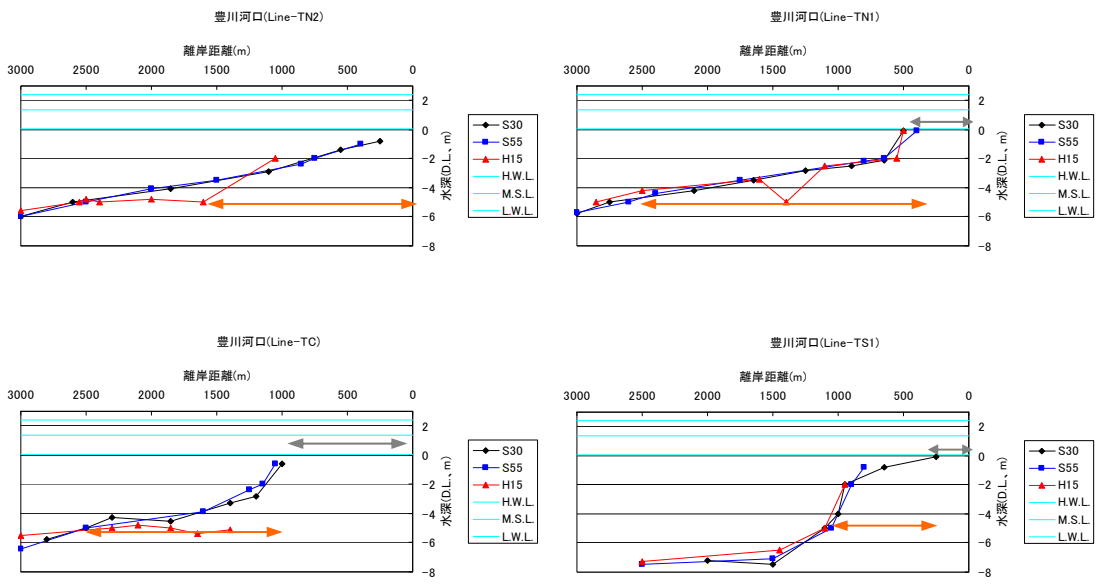


図 3.26 要因別の干潟・浅場面積変化量(豊川河口周辺エリア、海図)



←→ : 干潟域(D.L.-0m 以浅)  
 ←→ : 浅場域(D.L.-5m 以浅)  
 ※)H15 の水深による

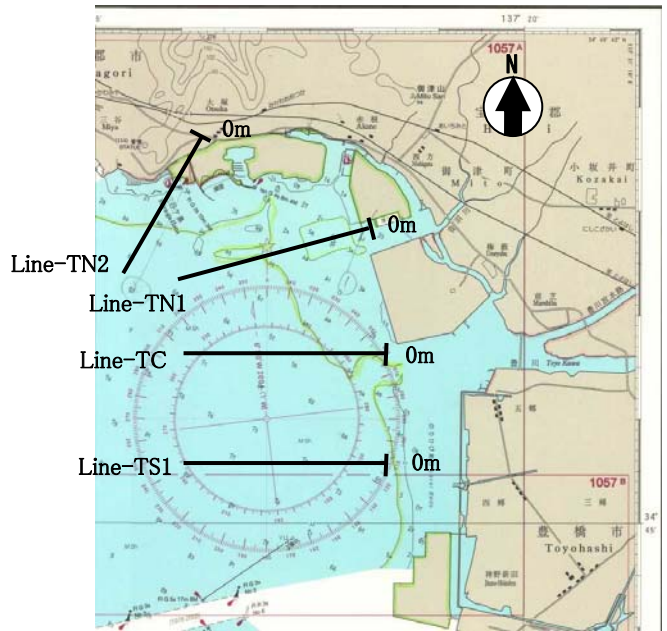


図 3.27 代表断面の地形変化(豊川河口周辺エリア、海図より作成)

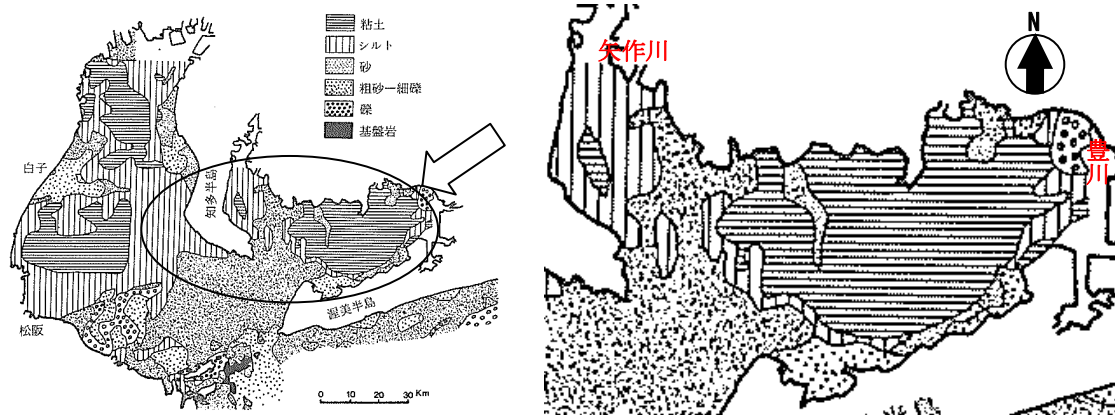
4) 干潟・浅場の底質特性の変遷

(a) 検討方針

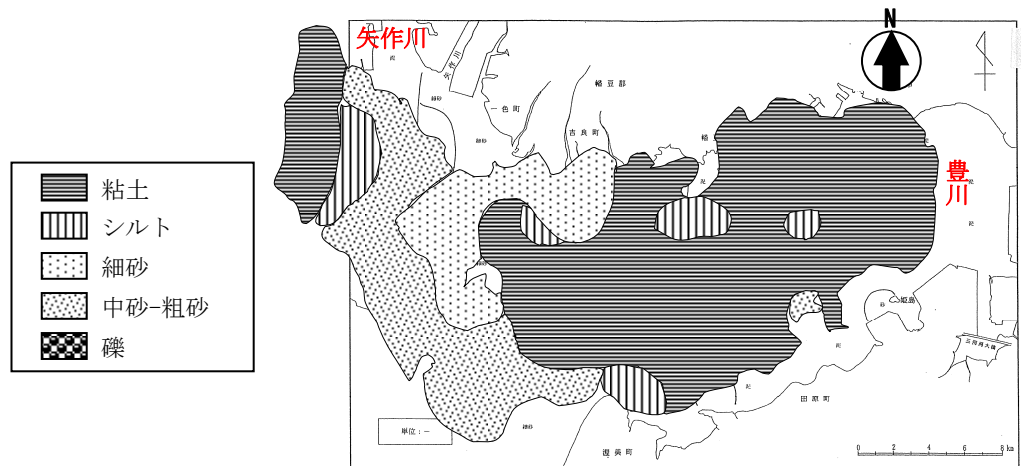
矢作川河口前面域から湾口部にかけては砂が広く分布しているが、豊川河口前面域は粘土質の底質が広がっており、砂分は殆ど見られない(図 3.28)。

そこで、三河湾(特に矢作川、豊川河口周辺)における昭和 40 年(1965 年)頃～現在の干潟・浅場の底質に関する変化を把握できる資料を収集し、干潟・浅場の底質の変遷をとりまとめる。





資料)日本全国沿岸海洋誌(国土地理院：沿岸海域地形図,昭和 54 年より作成)



資料)国土交通省中部地方整備局三河港湾工事事務所：平成 12 年度三河湾底質調査報告書,平成 13 年 3 月

図 3.28 伊勢湾・三河湾域の底質分布図

(b) 収集した既往資料

以下の既往底質資料を収集整理する。

- 公共用水域底質調査(愛知県)
- 平成 16 年度 三河湾覆砂等総合検討調査

(国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所)

(1) 公共用水域底質調査の概要

1978 年～2006 年までの粒度組成が三河湾内(5 地点)、主要河川河道内(4 地点)で分析整理されている(図 3.29、表 3.8)。矢作川、豊川河口周辺干潟の資料ではないが、過去約 30 年間の海域や河道の粒度組成の変化を把握することが可能と考えられる。

なお、1996 年を境に粒度分析方法が変わっており(表 3.9)、1996 年以前は礫分を除いた砂質(粗砂、細砂)と泥質(シルト、粘土)が分析されていることから、1996 年以降は礫分を除いた砂質と泥質の組成比を求めることでデータを時系列的に評価する。ただし、砂質と泥質を区分する粒径はあわせることができないため 1996 年以降は区分粒径が 0.063mm と大きく、砂質分が少なくなる可能性がある。



資料)愛知県：公共用水域水質測定結果

図 3.29 底質調査地点

表 3.8 公共用水域底質調査の底質データ収集一覧

調査地点	地点水深 (D.L.m)	調査期間 (調査は基本的に年 2 回)	備考
K3	-12	1978 年(S53 年)~2005 年(H17 年)	衣浦港航路内
K4	-13.5	1978 年(S53 年)~1994 年(H06 年)	矢作川河口沖
A2	-4.0	1978 年(S53 年)~2005 年(H17 年)	蒲郡埠頭
A3	-6.2	1978 年(S53 年)~1984 年(S59 年)	三河港航路内
A4	-9.8	1978 年(S53 年)~2005 年(H17 年)	緑が浜地先沖
中畑橋	不明	1980 年(S55 年)~2005 年(H17 年)	矢作川河道内
古川頭首工	不明	1980 年(S55 年)~2005 年(H17 年)	矢作古川河道内
吉田大橋	不明	1980 年(S55 年)~2005 年(H17 年)	豊川本川河道内
小坂井大橋	不明	1980 年(S55 年)~2005 年(H17 年)	豊川放水路内

資料)愛知県：公共用水域水質測定結果(地点水深は調査地点座標と最新海図から抽出した)

表 3.9 公共用水域底質調査の粒度分析方法

調査年	分析方法
1978 年(S53)~1995 年(H07)	国際土壌学会による方法 粗砂 : 2mm > d > 0.2mm 細砂 : 0.2mm > d > 0.02mm シルト : 0.02mm > d > 0.002mm 粘土 : 0.002mm > d
1996 年(H08)~	2mm、63 $\mu$ m メッシュのふるいによる方法 礫 : 2mm > d 砂質 : 2mm > d > 0.063mm 泥質 : 0.063mm > d

資料)愛知県：公共用水域水質測定結果

(2) 平成 16 年度 三河湾覆砂等総合検討調査

三河湾シーブルー事業として、平成 10 年度から平成 16 年度にかけて三河湾全域において中山水道航路の浚渫砂を用いた干潟、浅場造成(覆砂含む)が実施され、あわせて事業効果のモニタリング調査が行われてきた。モニタリング調査の実施箇所を図 3.30に示す。

モニタリング調査は主に人工干潟の地形・底質・生物の変遷を対象としたものであるが、御津地区(図 3.31)においては自然干潟(図 3.31のSt.18、St.17)の粒度組成に関する過去 5 年間のデータが整理されている。

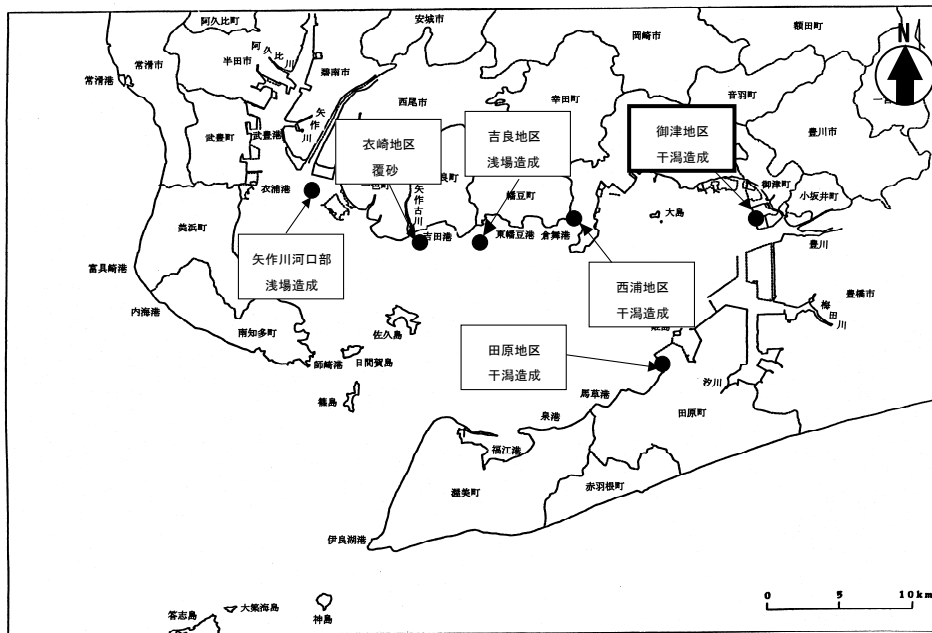


図 3.30 モニタリング調査の実施箇所(三河湾シーブルー事業)

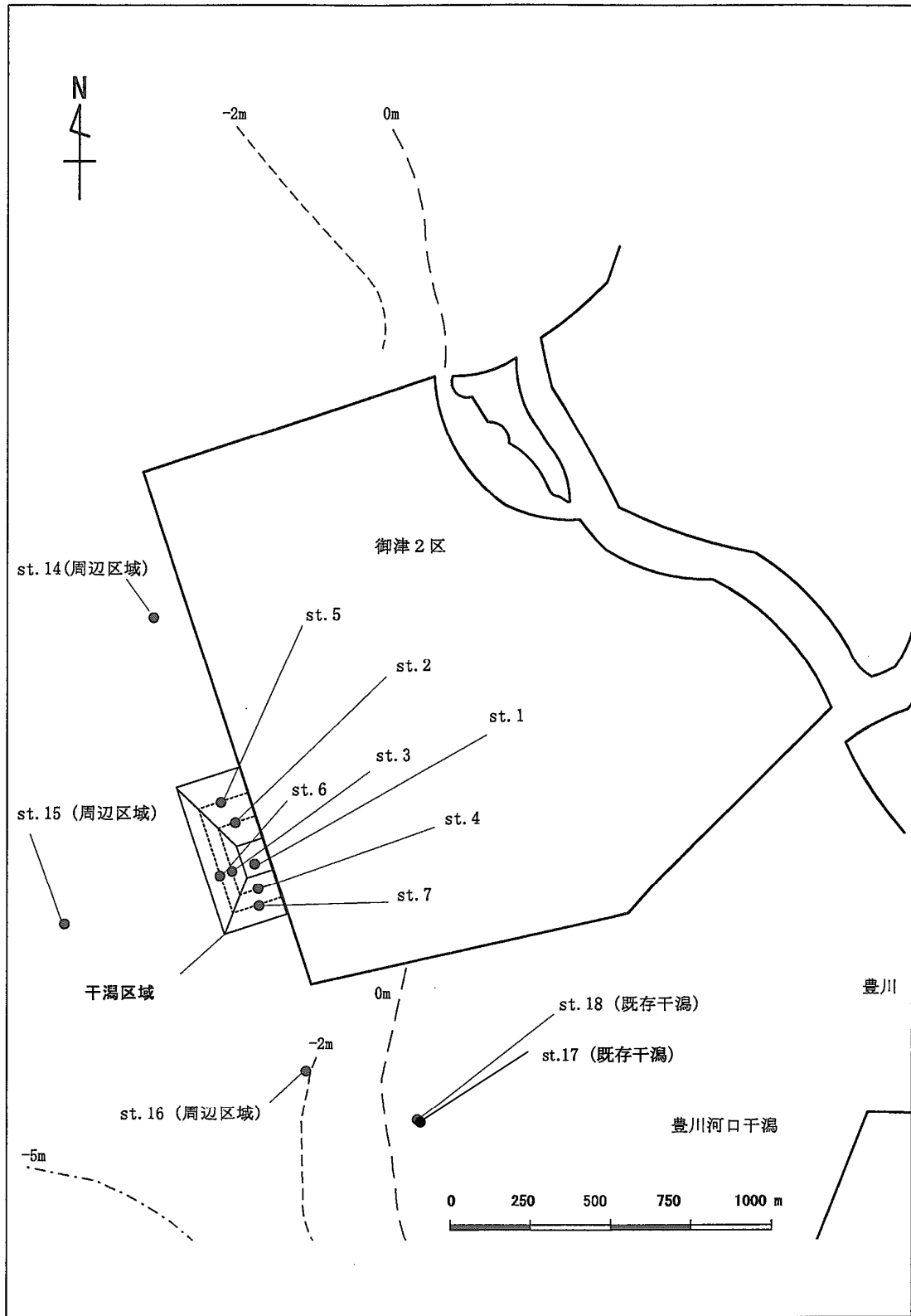


図 3.31 モニタリング調査地点位置(三河湾シーブルー事業、御津地区)

(c) 矢作川河口周辺と河道内における底質(粒度組成)の変遷

昭和 53 年(1978 年)～平成 17 年(2005 年)の矢作川河口周辺と河道内における底質の粒度組成と年最大流量(米津観測所、矢作川河口より上流 12km)の変遷を図 3.32、図 3.33に示す。

- ・ 衣浦港航路内(D.L.-12m)のK3 は泥質 80～90%、砂質 10～20%で構成されており(礫は母集団に含まない)、経年的な粒度組成の大きな変化は認められない。(図 3.32(1))
- ・ 矢作川河口南西部(D.L.-13.5m)のK4 も泥質 80～90%、砂質 10～20%で構成されている(礫は母集団に含まない)。1982 年 9 月に砂質分が 70%まで増加しているが、米津観測所の年最大流量との関係は特に認められない。(図 3.32(2))
- ・ 矢作川河道内の中畑橋や矢作古川河道内の古川頭首工においては 90%以上が砂質分で構成されており(礫は母集団に含まない)、河川流量の増減により河道内の粒度組成が変化している傾向は認められない。

地点：K3(衣浦港航路内)

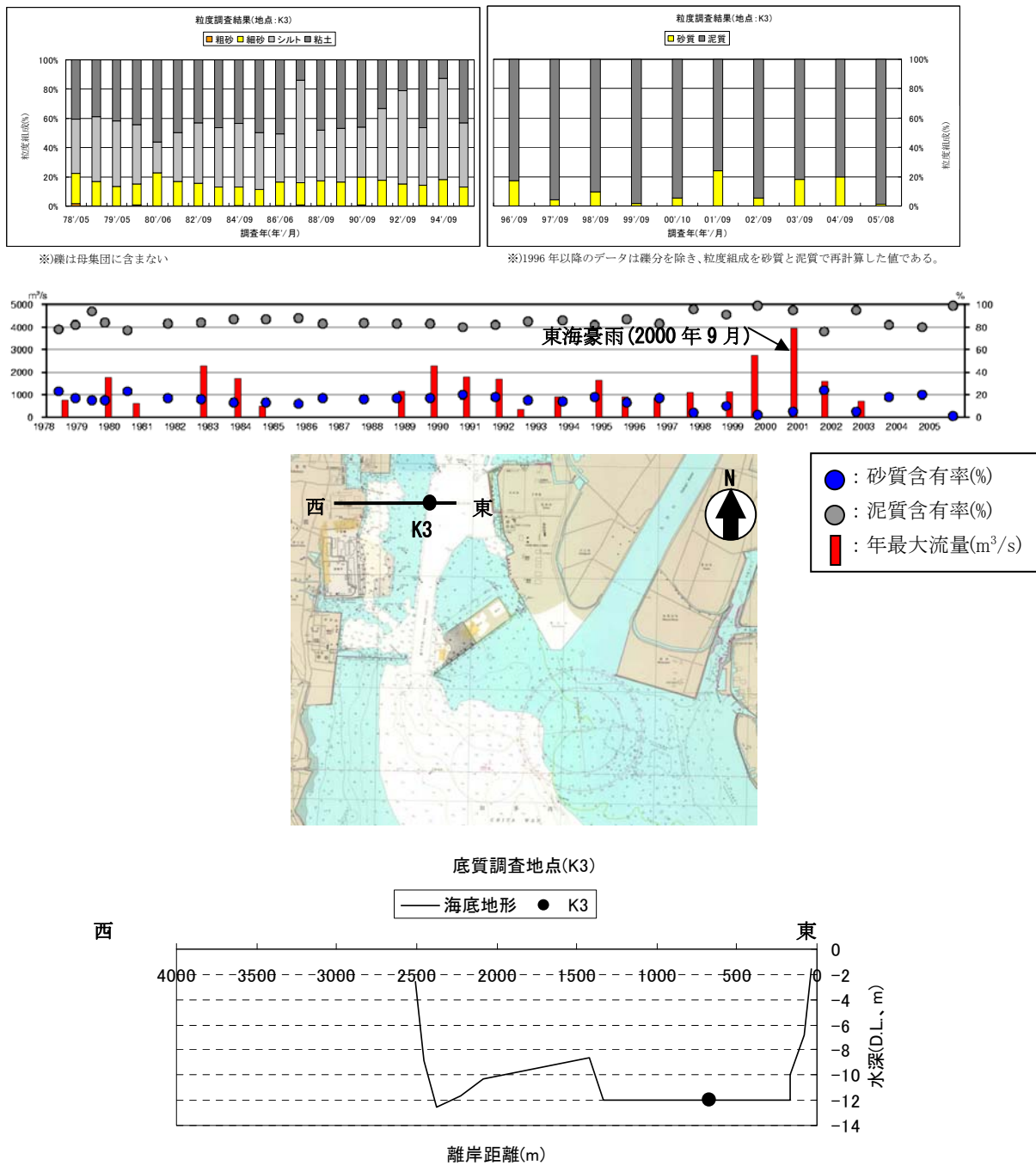
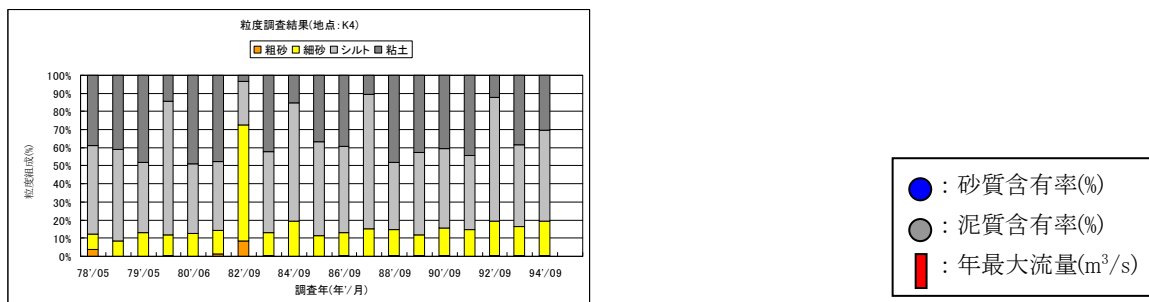


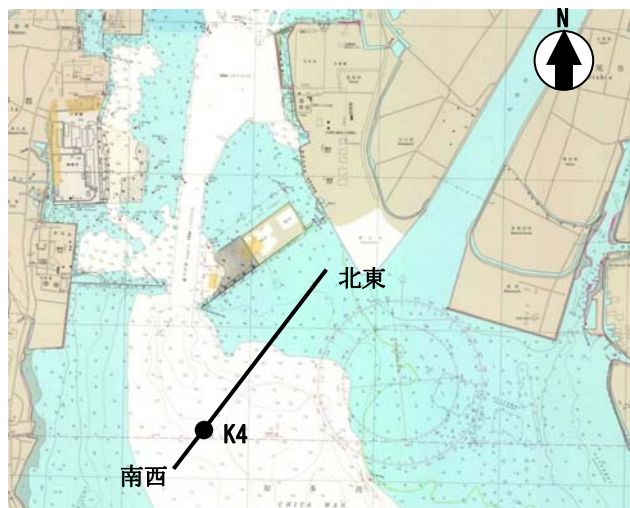
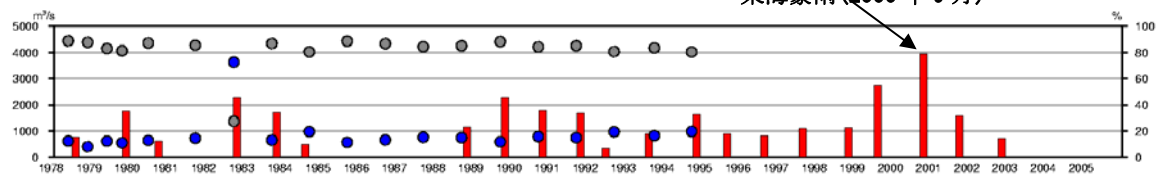
図 3.32(1) 底質の粒度組成と年最大流量(米津観測所)の変遷  
(矢作川河口周辺、公共用水域底質調査結果)

地点：K4(矢作川河口沖)



※)礫は母集団に含まない

東海豪雨(2000年9月)



底質調査地点(K4)

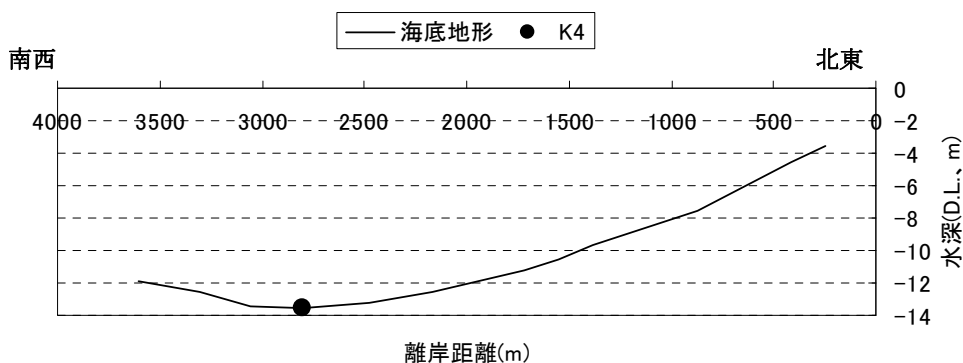
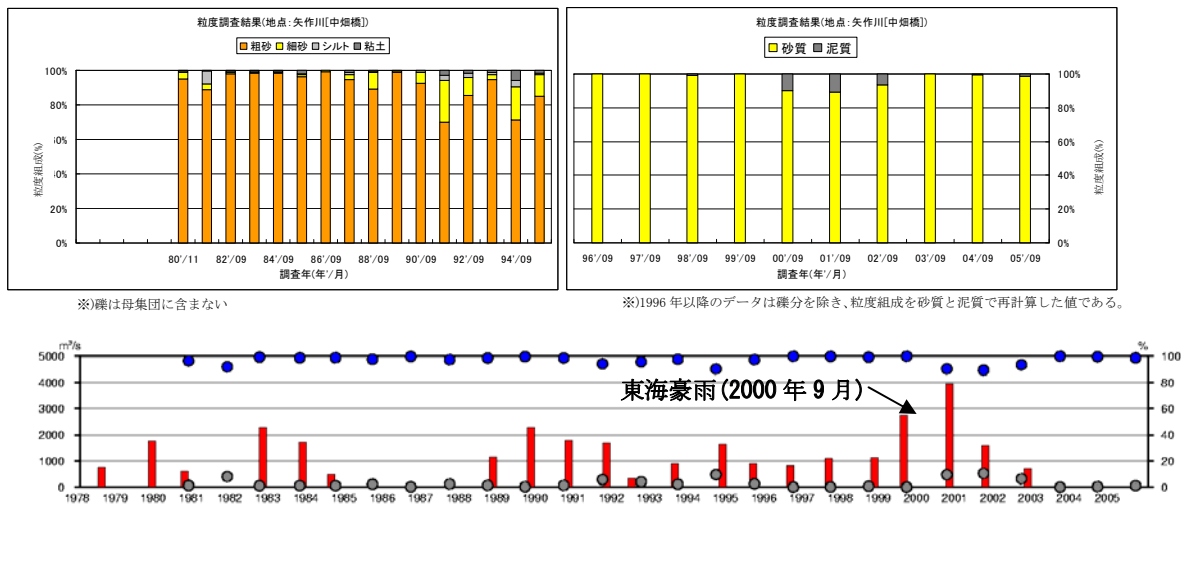


図 3.32(2) 底質の粒度組成と年最大流量(米津観測所)の変遷  
 (矢作川河口周辺、公共用水域底質調査結果)



地点：中畑橋(矢作川河道内)



地点：古川頭首工(矢作古川河道内)

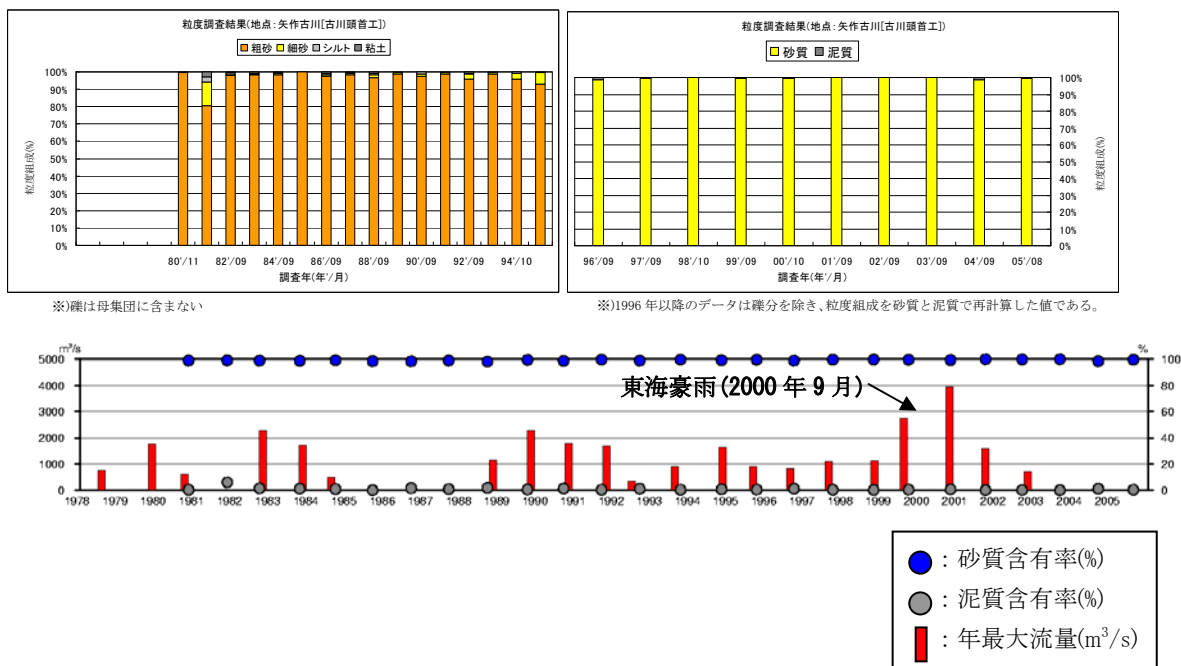


図 3.33 底質の粒度組成と年最大流量(米津観測所)の変遷  
(矢作川河道内、公共用水域底質調査結果)

(d) 豊川河口周辺と河道内における底質(粒度組成)の変遷

昭和 53 年(1978 年)～平成 17 年(2005 年)の豊川河口周辺と河道内における底質粒度組成と年最大流量(当古観測所、豊川河口より上流 11.6km)の変遷を図 3.34～図 3.35に示す。また、

平成 10 年(1998 年)～平成 16 年(2004 年)の豊川河口自然干潟の底質の粒度組成と月最大流量(石田観測所、豊川河口より上流 27.6km)の変遷を図 3.36に示す。

- ・ 渥美湾北部の蒲郡埠頭内(D.L.-4m)のA2 は泥質主体であるが、泥質が 50～90%、砂質が 10～50%と経年的な変化が認められる。当古観測所の年最大流量が大きいと粗粒化する傾向も認められるが、底質調査地点は豊川河口から離れており豊川から供給された砂分が当該地点まで運ばれたとは考え難い。(図 3.34(1))
- ・ 三河港航路内(D.L.-6.2m)のA3 は昭和 53 年(1978 年)～昭和 59 年(1984 年)しか調査が実施されていない。泥質 80～90%、砂質 10～20%で構成されており、当古観測所の年最大流量との関係は特に認められない。(図 3.34(2))
- ・ 三河港緑が浜地先沖(D.L.-9.8m)のA4 は平成 7 年(1995 年)以前は粒度組成に大きな経年変化が認められるが、平成 8 年(1996 年)以降は泥質の構成比が 80～90%で経年変化は認められない。当古観測所の年最大流量との関係は特に認められず、粗粒化・細粒化を繰り返す要因は現時点で不明である。(図 3.34(3))
- ・ 豊川本川河道内の吉田大橋の粒度組成に大きな変化は認められない。豊川放水路内の小坂井大橋は粒度組成に大きな経年変化が見られるが、当古観測所の年最大流量と粒度組成に関連性は認められない。(図 3.35)
- ・ 豊川河口の既存(自然)干潟の粒度組成は殆んどが細砂以上の土砂で構成されている。平成 10 年(1998 年)～平成 16 年(2004 年)の経年変化を見ると、シルト粘土の構成比が 50%以上になる場合もあるが、石田の月最大流量と粒度組成の変化に関連性は認められない(図 3.36)。

地点：A2(蒲郡埠頭)

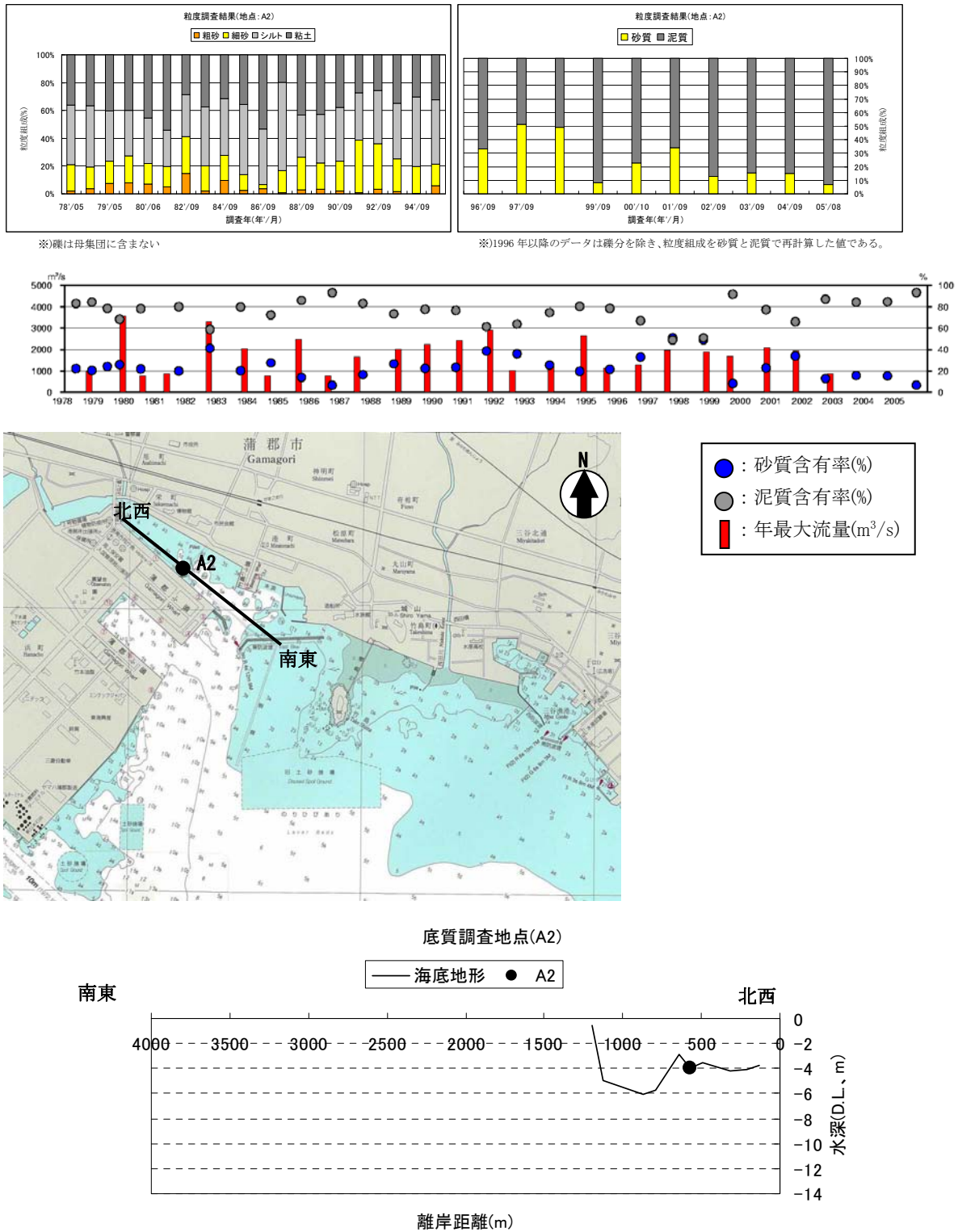


図 3.34(1) 底質の粒度組成と年最大流量(当古観測所)の変遷  
(豊川河口周辺、公共用水域底質調査結果)

地点：A3(三河港航路内)

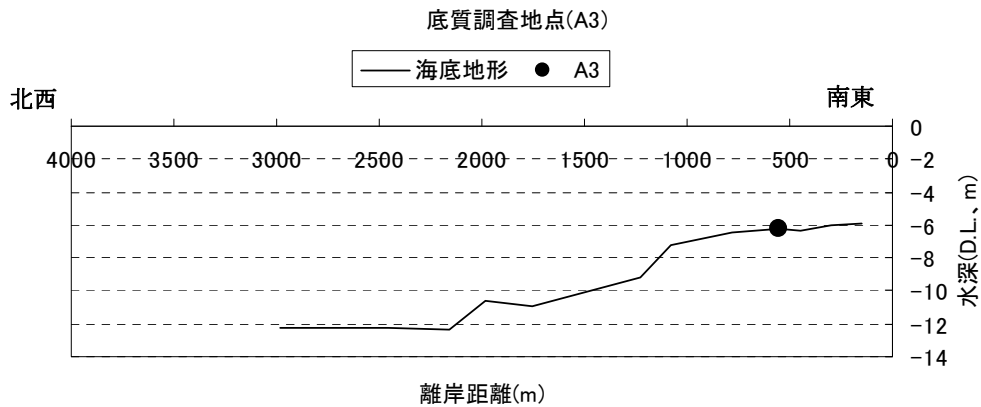
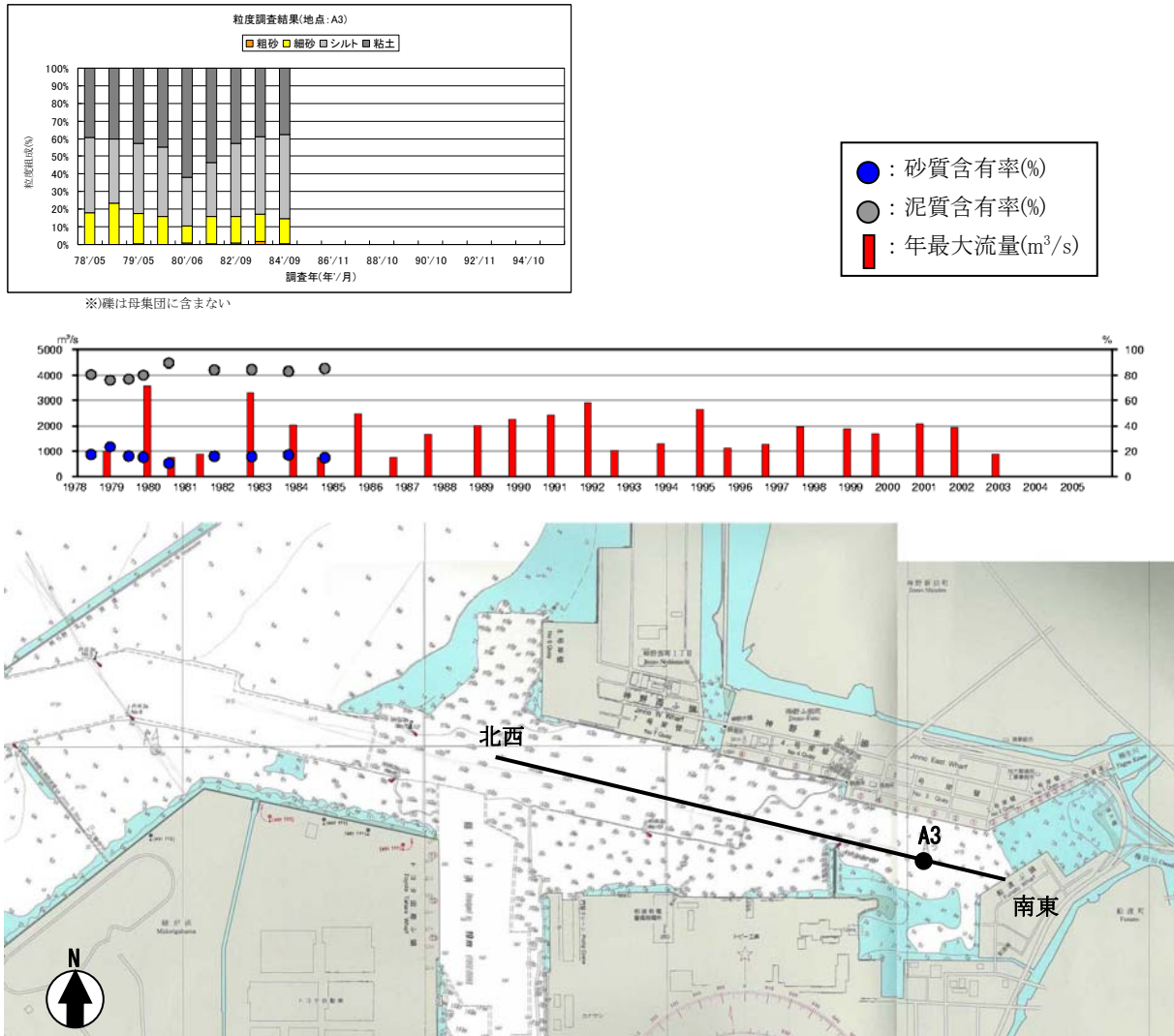


図 3.34(2) 底質の粒度組成と年最大流量(当古観測所)の変遷  
(豊川河口周辺、公共用水域底質調査結果)

地点：A4(緑が浜地先沖)

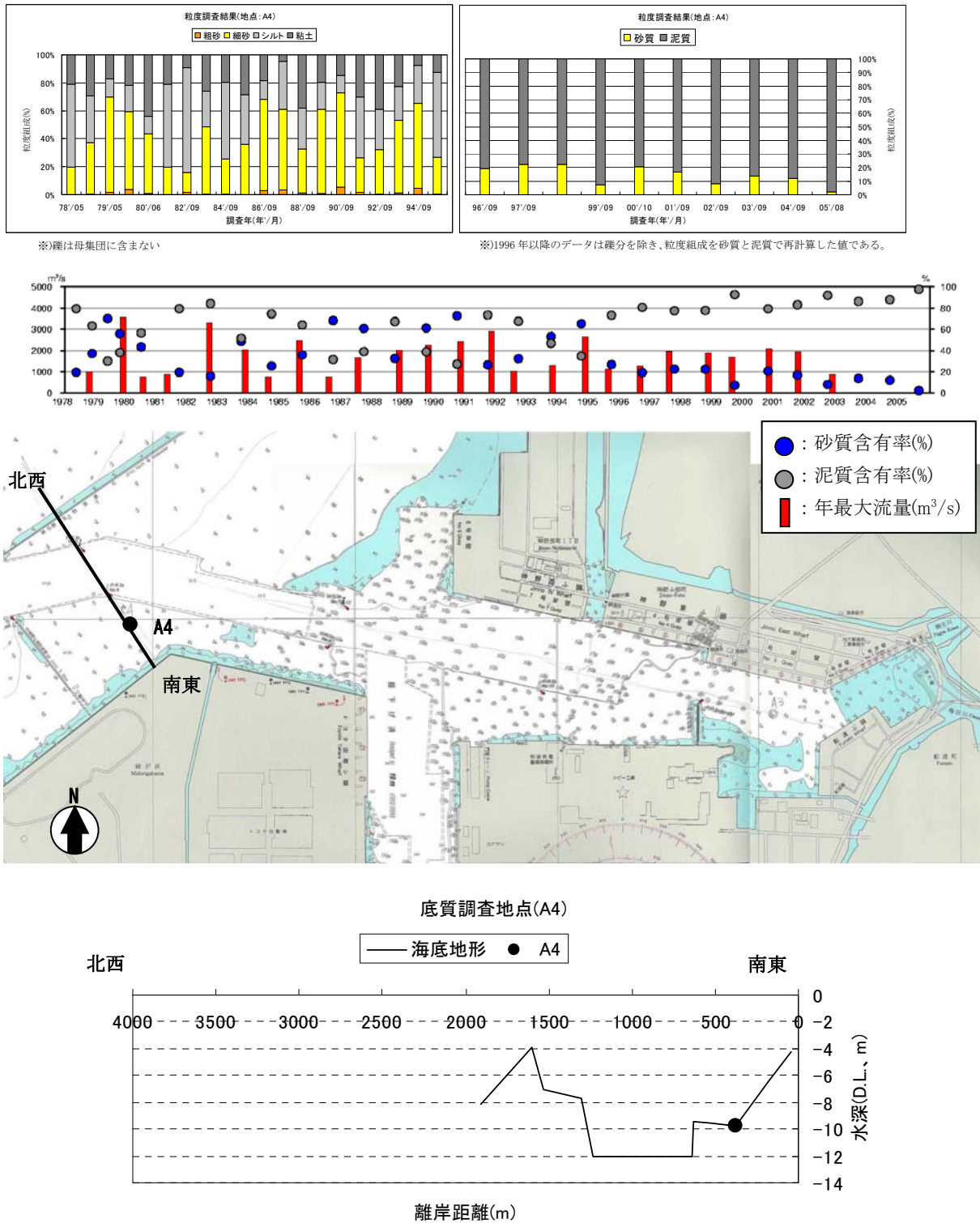
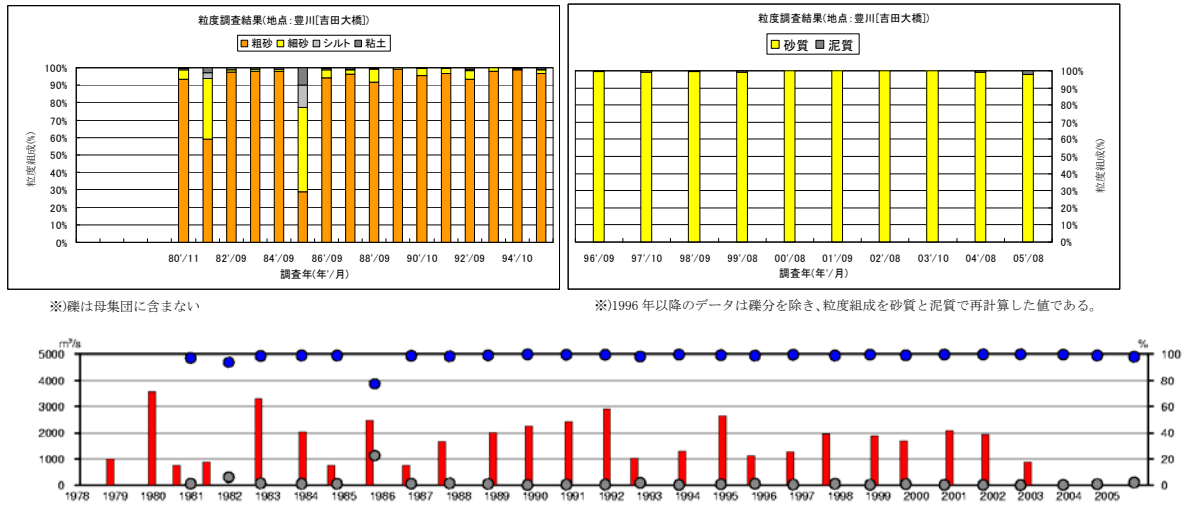


図 3.34(3) 底質の粒度組成と年最大流量(当古観測所)の変遷  
(豊川河口周辺、公共用水域底質調査結果)

地点：吉田大橋(豊川本川河道内)



地点：小坂井大橋(豊川放水路内)

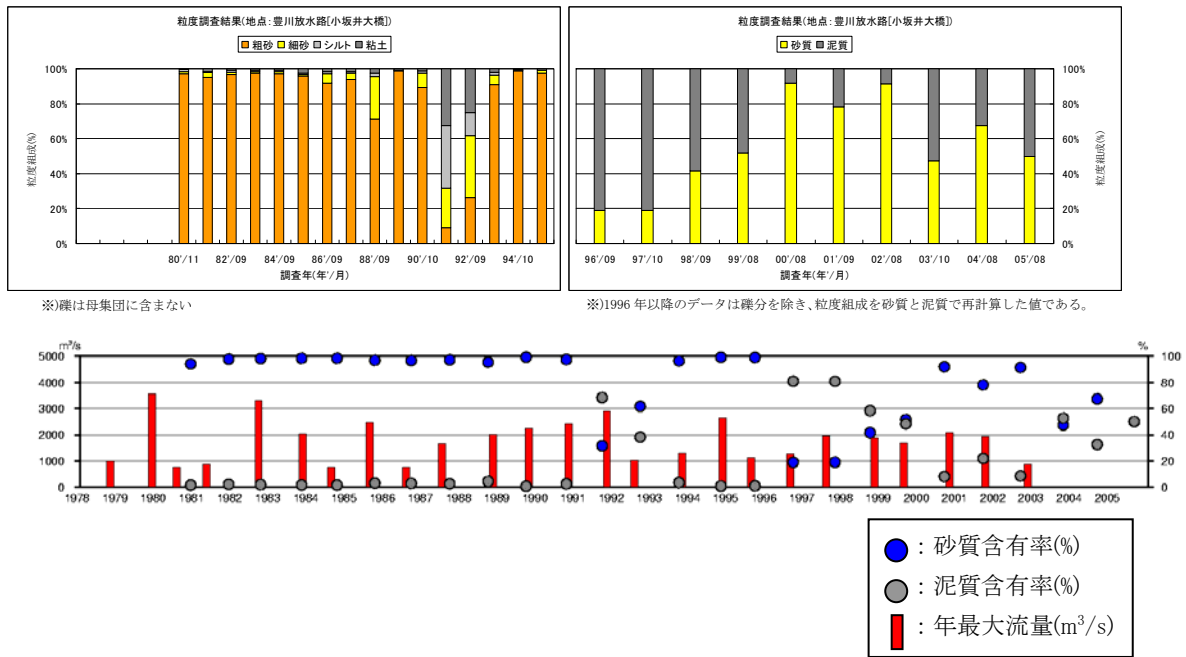


図 3.35 底質の粒度組成と年最大流量(当古観測所)の変遷  
 (豊川河道内と豊川放水路、公共用水域底質調査結果)

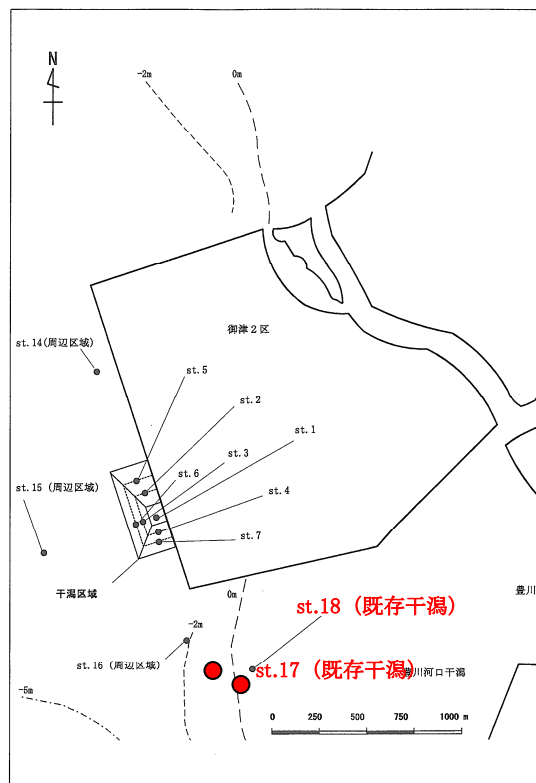
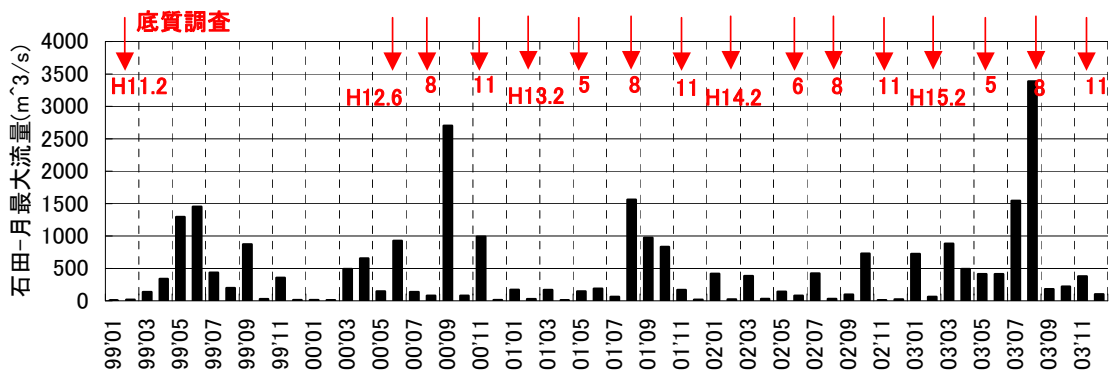
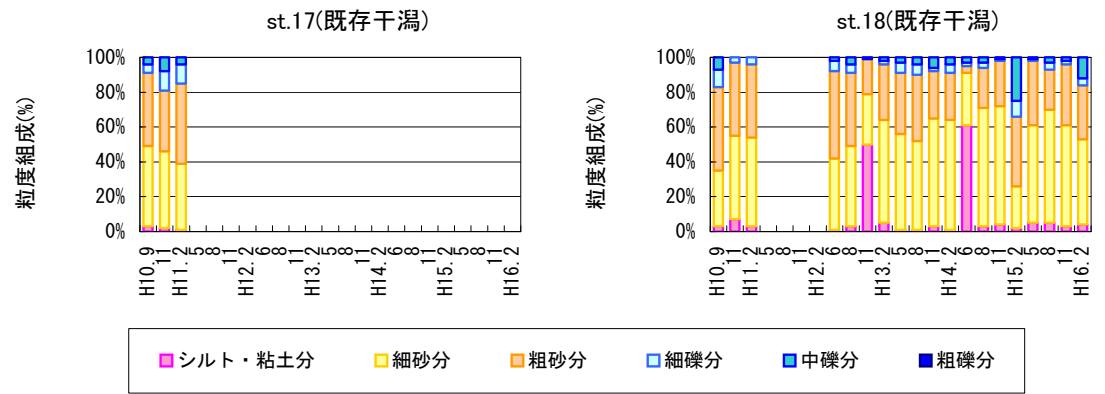


図 3.36 底質の粒度組成と月最大流量(石田観測所)の変遷  
(豊川河口の既存干潟、H16 三河湾漂砂等総合検討調査結果)

## 5) 干潟浅場の造成事業について

### (a) 資料収集の対象造成事業

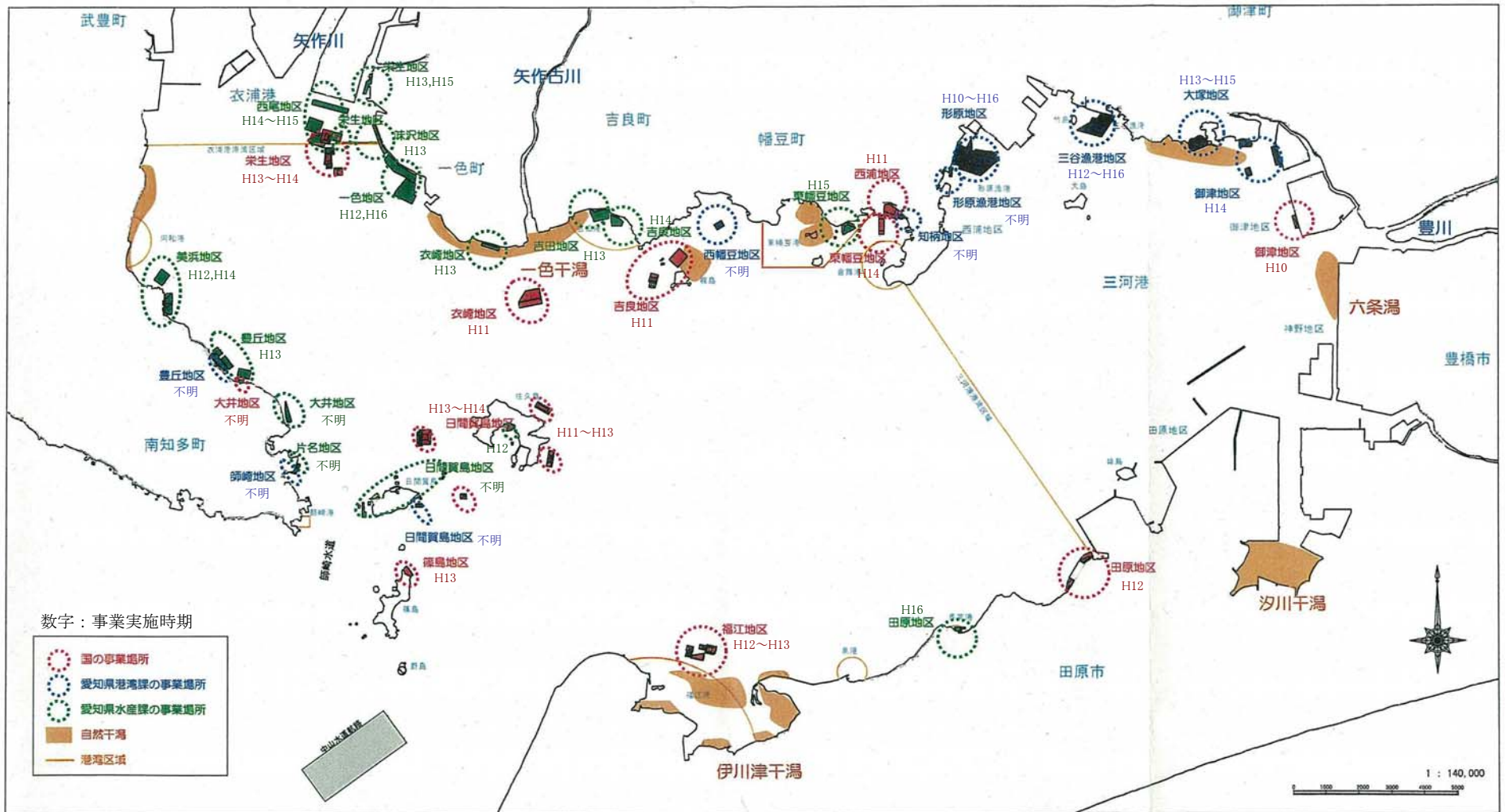
三河湾においては平成 10 年(1998 年)以降、「中山水道航路浚渫土砂を活用した海域環境創造事業(三河湾シーブルー事業)」等により、干潟・浅場の造成事業が実施されている。事業は国土交通省と愛知県港湾課・水産課が連携し、三河湾内の 39 箇所において 620 万 $\text{m}^3$ の浚渫砂を用いて約 620haの干潟・浅場造成、覆砂が実施されている(表 3.10、図 3.37)。



表 3.10 三河湾シーブルー事業(干潟・浅場造成事業)の概要

事業	地区名	利用目的	土量 (m <sup>3</sup> )	施工面積 (m <sup>2</sup> )	施工後の水深 (D. L. m)	
国土交通省	シーブルー事業	大井	干潟	22,000	14,200	-2.4~±0.0
		衣崎	覆砂	200,000	310,800	-7.0~-3.0
		吉良	浅場	200,000	105,400	-6.1~-2.6
			覆砂	100,000	171,500	-5.2~-2.3
		栄生	浅場	370,000	222,100	-7.4~-2.4
		佐久島	覆砂	225,000	170,500	-15.0~-6.6
		篠島	覆砂	60,000	49,800	-6.0~0.9
		田原	干潟	170,000	118,500	-2.8~0.7
		西浦	干潟	164,000	120,700	-3.2~0.9
		東幡豆	覆砂	50,000	55,500	-5.0~-2.2
		日間賀島	覆砂	372,000	256,300	-20.8~-5.3
		福江	浅場	450,000	217,700	-9.8~-2.3
		三谷	浅場	2,000	900	-1.0~-0.5
		御津	干潟	85,000	48,000	-4.0~0.9
一色	浅場	20,000	120,000	-3.5~-1.5		
愛知県港湾課	漁港水域環境整備事業等	大塚	干潟	298,000	119,000	-3.0~-2.5
			覆砂	68,000	106,000	-3.0
		形原漁港	覆砂	120,000	238,000	-3.8~0.0
			干潟	167,000	79,000	-2.5~0.0
		蒲郡	覆砂	256,000	444,000	-5.0~-3.0
			干潟	136,000	84,000	-2.5~-0.4
		三谷漁港	覆砂	147,000	255,000	-4.0~-3.2
			干潟	57,000	21,000	-3.5
		三谷	覆砂	14,000	24,000	-3.0~-2.5
			干潟	251,000	95,000	-2.5~-1.0
		師崎	干潟	32,000	34,000	-0.35~1.10
		知柄	干潟	18,000	20,000	-2.5~0.2
		豊丘	干潟	44,000	67,000	-2.4~0.5
		西幡豆	覆砂	28,000	47,000	-5.4
日間賀島	覆砂	20,000	20,000	-15.5~-4.5		
	干潟	7,000	8,000	-16.0~-5.0		
御津	覆砂	103,000	135,000	-4.0~-2.2		
愛知県水産課	漁場・浅場改良事業等	味沢	干潟	30,000	72,100	-0.8~0.6
		一色	干潟	266,000	586,200	-0.5~1.0
		大井	覆砂	37,000	158,700	-6.9~-2.1
		片名	干潟	8,000	6,500	-1.4~0.8
		衣崎	干潟	30,000	49,500	0.5~1.2
		吉良	干潟	30,000	92,100	-0.1~0.4
		栄生	浅場	90,000	85,300	-2.9~-1.8
			干潟	20,000	58,900	-6.0~0.3
		佐久島	干潟	40,000	19,900	-4.0~0.7
		田原	干潟	47,000	36,600	0.0~2.9
		豊丘	覆砂	114,000	94,300	-5.0~-2.6
			干潟	100,000	72,700	-3.3~0.4
		西尾	干潟	101,000	168,600	-3.4~-2.5
			浅場	370,000	306,200	-3.1~-1.8
東幡豆	干潟	210,000	98,300	-2.9~0.4		
日間賀島	覆砂	32,000	67,800	-13.8~-0.1		
美浜	覆砂	75,000	125,000	-6.8~-2.9		
	干潟	290,000	159,400	-3.0~0.7		
吉田	干潟	60,000	160,600	-1.0~0.7		
合計		干潟	2,683,000	2,409,800	-	
		浅場	1,502,000	1,057,600		
		覆砂	2,021,000	2,729,200		

出典：国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所：浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証,2005年



出典)国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所：浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証,2005年

図 3.37 三河湾シーブルー事業(干潟・浅場造成事業)の事業地区マップ

(b) 事業実施機関へのヒアリング結果

モニタリング実施状況とデータの公表について各機関担当者にヒアリングし(表 3.11)、モニタリング実施状況を表 3.12～表 3.14に示すとおり整理した。なお、一部の底質データは収集することができたが、干潟造成箇所での粒度組成であったため、解析の対象とはしなかった。

表 3.11 国土交通省、愛知県港湾課・水産課へのヒアリング結果

国土交通省	<ul style="list-style-type: none"><li>継続的な事後モニタリング(水質・底質・生物等)が実施されており、平成10年～平成16年までの調査結果が「平成16年度三河湾漂砂等総合検討調査報告書」として取りまとめられている。</li></ul>
愛知県(港湾課)	<ul style="list-style-type: none"><li>一部の造成箇所でのモニタリングを実施しているが、データは一般に公表されていない。</li><li>国から要請書を提出し、関連資料を収集整理した。</li></ul>
愛知県(水産課)	<ul style="list-style-type: none"><li>モニタリング結果の一部は愛知県水産試験場研究報告として公表している。</li><li>現時点ではモニタリング結果の公表はできないとの回答であった。</li></ul>

表 3.12 干潟・浅場造成箇所におけるモニタリング実施状況(国土交通省)

矢作川河口周辺、豊川河口周辺

	区域名	目的	実施時期	事業規模		モニタリング						資料 入手 状況
				土量 (m <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	水質	底質	生物	地形	潮流、波浪	事業実施 前	
1	栄生	浅場	H13~H14	370,000	222,100	×	×	×	×	×	×	
2	矢作川河口(一色)	浅場	H10	20,000	120,000	○	○	○	○	○	×	●
3	衣崎	覆砂	H11	200,000	310,800	×	○	○	○	×	×	●
4	吉良	浅場 覆砂	H11	200,000 100,000	105,400 171,500	×	○	○	○	×	×	●
5	東盤豆	覆砂	H14	50,000	55,500	×	×	×	×	×	×	
6	西浦	干潟	H11	164,000	120,700	○	○	○	○	○	×	●
7	三谷	浅場	不明	2,000	900	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
8	御津	干潟	H10	85,000	48,000	○	○	○	○	○	×	●
9	田原	干潟	H12	170,000	118,500	○	○	○	×	×	○	●
10	福江	浅場	H12~H13	450,000	217,700	×	×	×	×	×	×	
11	篠島	覆砂	H13	60,000	49,800	×	×	×	×	×	×	
12	日間賀島	覆砂	H13~H14	372,000	256,300	×	×	×	×	×	×	
13	佐久島	覆砂	H11~H13	225,000	170,500	×	×	×	×	×	×	
14	大井	干潟	不明	22,000	14,200	不明	不明	不明	不明	不明	不明	

資料：

- 1) (財)港湾空港高度化環境研究センター(2005.3)
- 2) 国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所：浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証
- 3) 港湾空港技術研究所資料
- 4) 港湾空港技術研究所報告
- 5) 各機関のWEB サイトより

表 3.13 干潟・浅場造成箇所におけるモニタリング実施状況(愛知県港湾課)

矢作川河口周辺、豊川河口周辺

	区域名	目的	実施時期	事業規模		モニタリング						資料 入手 状況
				土量 (m <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	水質	底質	生物	地形	潮流、波浪	事業実施 前	
1	西盤豆	覆砂	H16	28,000	47,000	×	×	×	×	×	×	
2	知柄	干潟	H16	18,000	20,000	×	×	×	×	×	×	
3	形原漁港(形原)	覆砂	H11~H15	120,000	238,800	○	○	○	×	×	○	●
		干潟	H13~H15	167,000	79,000							
4	蒲郡(形原)	覆砂	H13~H16	256,000	444,000	×	×	×	×	×	×	
		干潟	H13~H14	136,000	84,000							
5	蒲郡(竹島)	干潟	H5~H7	263,000	300,000	○	○	○	×	×	×	●
		覆砂	H7~H10	176,000	350,000							
6	三谷漁港(三谷)	覆砂	H12~H16	161,000	279,000	○	○	○	×	×	○	●
		干潟	H14~H16	308,000	116,000							
7	大塚	干潟	H13~H16	298,000	119,000	○	○	○	×	×	○	●
		覆砂	H15	68,000	106,000							
8	御津	覆砂	H14	103,000	135,000	○	○	○	×	×	○	●
9	日間賀島	覆砂	H13	20,000	20,000	×	×	×	×	×	×	
		干潟	H16	7,000	8,000							
10	師崎	干潟	H13~H14	32,000	34,000	×	×	×	×	×	×	
11	豊丘	干潟	H15~H16	44,000	67,000	×	×	×	×	×	×	

資料：

- 1) 国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所：浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証
- 2) 愛知県港湾課貸与資料
- 3) 各機関のWEB サイトより

表 3.14 干潟・浅場造成箇所におけるモニタリング実施状況(愛知県水産課)

矢作川河口周辺、豊川河口周辺

	区域名	目的	実施時期	事業規模		モニタリング						資料 入手 状況
				土量 (m <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	水質	底質	生物	地形	潮流、波浪	事業実施 前	
1	西尾	干潟 浅場	H14~H15	101,000 370,000	168,600 306,200	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
2	栄生	浅場 干潟	H13,H15	90,000 20,000	85,300 58,900	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
3	味沢	干潟	H13	30,000	72,100	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
4	一色	干潟	H12,H16	266,000	586,200	×	○	○	○	×	×	●
5	衣崎	干潟	H13	30,000	49,500	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
6	吉田	干潟	H13	60,000	160,600	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
7	吉良	干潟	H14	30,000	92,100	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
8	東盤豆	干潟	H15	210,000	98,300	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
9	田原	干潟	H16	47,000	36,600	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
10	日間賀島	覆砂	不明	32,000	67,800	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
11	佐久島	干潟	H12	40,000	19,900	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
12	片名	干潟	不明	8,000	6,500	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
13	大井	覆砂	不明	37,000	158,700	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
14	豊丘	覆砂 干潟	H13	114,000 100,000	94,300 72,700	不明	不明	不明	不明	不明	不明	
15	美浜	覆砂 干潟	H12,H14	75,000 290,000	125,000 159,400	不明	不明	不明	不明	不明	不明	

資料：

- 1) 国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所：浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証
- 2) 水産工学
- 3) 海洋と生物
- 4) 愛知県水産試験場研究報告
- 5) 各機関のWEBサイトより

## 2. 河口干潟等の形成機構の検討

既往検討結果(河口からの土砂供給量・組成の経年変化)及び河口干潟等の変遷をもとに、河口干潟の変遷について時空間スケール及び外力特性を検討して、河口干潟等の形成機構(面積等の量、底質粒度組成等の質)をとりまとめる。なお、形成機構のとりまとめに際しては、汽水域における平常時・出水時の粒径別土砂移動の特性を考慮する。また、形成機構を解明する上で不足している情報を抽出整理するとともに、必要な現地調査内容を取りまとめる。

### 1) 検討方針

主として河川からの流出土砂と干潟浅場の形成維持の定量的な関係を把握するために、次の3つの観点を基に矢作川と豊川の河口干潟を対象としてマクロ的な視点から土砂動態の検討を行う。なお、地形・底質変化の実態解明は1章に述べたとおりである。また、検討結果を踏まえ、マクロ的な視点からの土砂動態を解明するために必要なモニタリング内容を抽出した。

#### ① 地形・底質変化の実態解明

干潟・浅場地形は海域での土砂動態によって短期的に絶えず変化しているが、供給土砂と流出土砂のバランスが保たれていれば長期的には安定するものと考えられる。しかし土砂のバランスが保たれていても、埋立や浚渫等の人為的地形改変によって直接的に干潟・浅場面積の減少が生じる。また、人的地形改変によって地形条件が変わり、それに伴って外力(波と流れ)が変化することで地形や質の変化が生じることも考えられる。

#### ② 河川からの供給土砂の実態解明

沿岸域の地形、特に干潟・浅場は流域からの供給土砂が沿岸域で沈積することによって形成される。このため供給土砂の量や質が変化すると干潟・浅場の量や質が変化する。供給土砂の量や質を変化させる要因としては、ダム等河川横断工作物の築造、河道特性の変化(河川改修や砂利採取による河床高の変化等)、出水状況(規模と発生頻度)、土地利用の変化、農業形態の変化等が挙げられる。

#### ③ 海域での土砂移動の実態解明

流域から海域へ供給された土砂は外力(波や流れ)の作用を受けて移動・堆積し、粒径に応じた堆積特性を示す。例えば、沈降速度の大きい中砂や細砂は河口近傍や濠筋周辺に堆積し、沈降速度の小さい細粒土砂(シルト粘土)の大部分は沖に移動・堆積する。細粒土砂は潮汐流によって再浮遊し、岸側輸送によって泥干潟が形成されることも知られている。

## 2) 河川からの供給土砂の実態解明

### (a) 既往知見

国土交通省河川局治水課、国土技術政策総合研究所河川研究室は各地方整備局河川計画課と協働し、全国 21 河川を対象に土砂動態マップの作成を試みている(国土交通省河川局治水課,2005)。その中で矢作川の土砂動態マップが浮遊砂量の現地観測結果とダム堆砂量実績に基づいて図 3.38のとおり作成されている。図 3.38より読み取れる矢作川の土砂供給の実態を以下に示す。

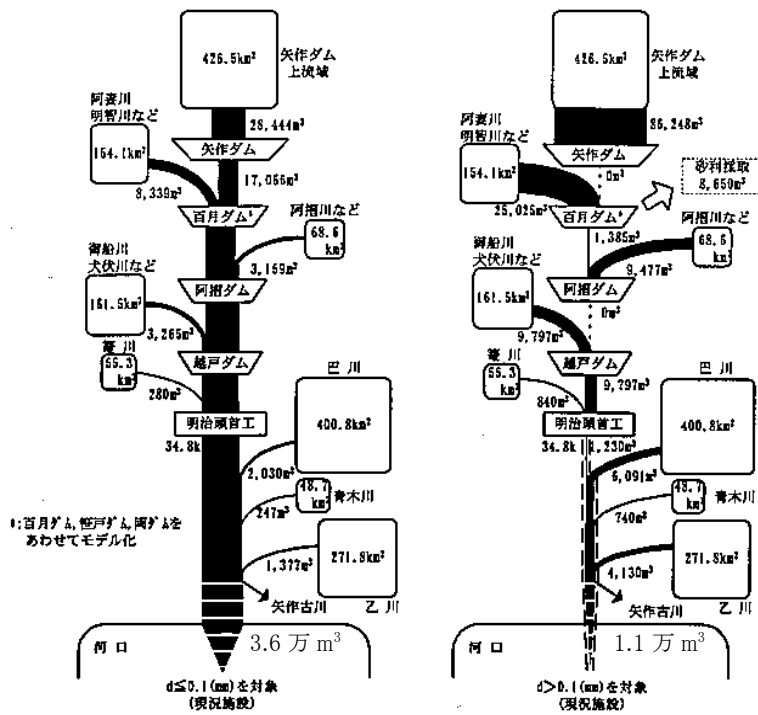
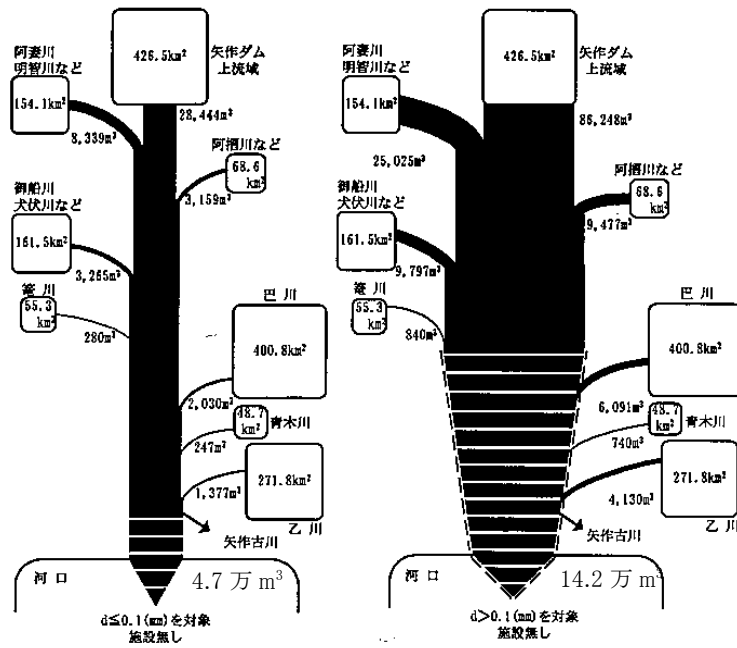
- ・ ダム等河川横断施設が無い場合は、粒径  $d \leq 0.1\text{mm}$  は約 4.7 万  $\text{m}^3$ 、粒径  $d > 0.1\text{mm}$  の土砂は 14.2 万  $\text{m}^3$  が流域から矢作川本川へ供給されていた。
- ・ ダム等河川横断施設を建設したことにより土砂がトラップされ、明治頭首工下流の土砂供給量は粒径  $d \leq 0.1\text{mm}$  が約 3.6 万  $\text{m}^3$ 、粒径  $d > 0.1\text{mm}$  の土砂は 1.1 万  $\text{m}^3$  となり、特に粒径  $d > 0.1\text{mm}$  の土砂供給量がダム建設前の 1 割程度に激減する結果となった。

### (b) 検討方針

供給土砂の経年変化の解析はシルト・粘土分についてはダム堆砂量から土砂減少量(トラップ量)を推定し、砂分については河床変動計算により推定した。

河床変動計算の計算条件および詳細な検討結果は 3.6~3.9「河川からの供給土砂量の経年変化の検討」に示す。





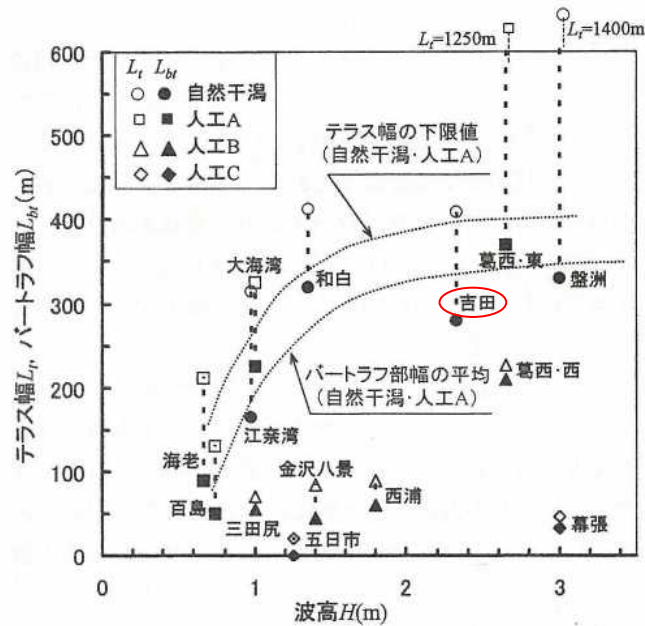
出典) 国土交通省河川局治水課 (2005)

図 3.38 矢作川土砂動態マップ

### 3) 海域での土砂動態の実態解明

#### (a) 既往知見

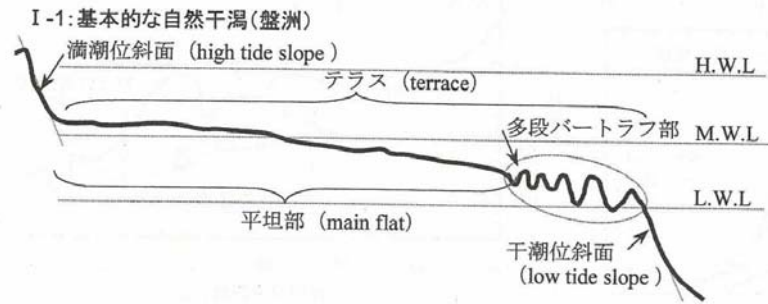
自然干潟の地形および地盤高に関する現地調査結果によれば、吉田干潟は内湾でも比較的波浪条件が厳しく、波浪に起因すると考えられるバートラフが250~300m発達していることが分かる(図 3.39)。また、前浜干潟のタイプ分けによると、“吉田干潟”は通常の内湾で波高が比較的大きく、埋立によって満潮位線が沖側に前進したテラス幅300m以上の砂質干潟に分類されている(図 3.40)。



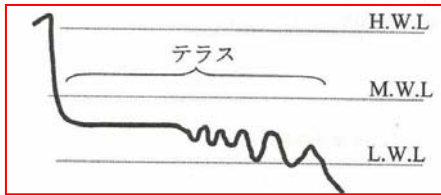
出典)姜 (2001)

図 3.39 波高と干潟テラス幅およびバートラフ幅の関係

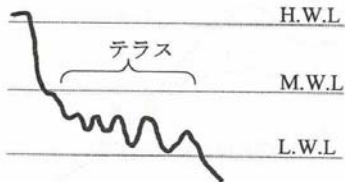
**Type-I (波高の比較的大きい通常の内湾の砂質干潟)**



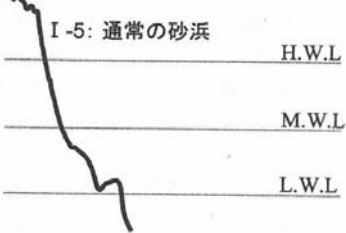
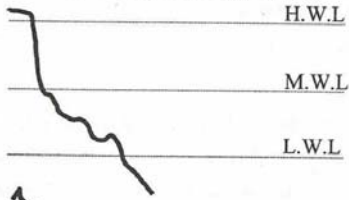
I-2(テラス幅:300m以上, 埋立等により満潮位汀線が前進している自然干潟(吉田 和白, 葛西・東))



I-3(テラス幅:150~300m程度, 葛西・西)

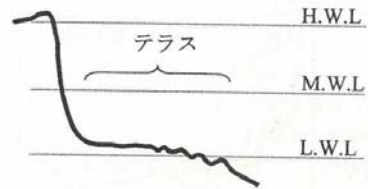


I-4(テラス幅:150m以下, 幕張)

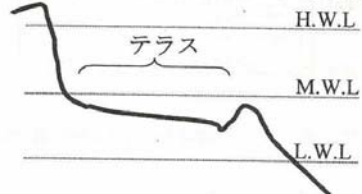


**Type-II (波高の比較的小さい砂質干潟, テラス幅:150~300m程度)**

II-1(テラス地盤高(低): 金沢八景)

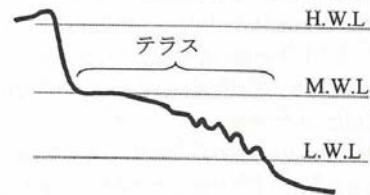


II-2(テラス地盤高(高): 海老, 百島)



**Type-III (波高の小さい泥質干潟, テラス幅:150~300m程度)**

III-1(テラス地盤高(高): 江奈干潟)



出典)姜ら (2001)

図 3.40 前浜干潟のタイプ

## (b) 検討方針

姜ら(2001)の検討結果によれば、干潟の断面パラメータ(テラス幅等)は波浪特性によって決まっていると考えられることから、海域での土砂移動の実態は波浪に起因する現象に着目して検討する。

## (c) 検討結果

### (1) 波浪に起因する短期、長期的な地形変動(図 3.41)

- ・ 豊川河口南部の神野西地区における砂面変動は、12月上旬までは緩やかな堆積傾向を示していたが、12月中旬以降は潮汐の干満と関連した短期変動(堆積及び侵食)が繰り返し生じている。これは西寄りの冬季季節風により発達した高波浪の影響を受けているものと推測された。
- ・ 豊川河口北部の御津地区の砂面変動は緩やかな堆積傾向を示しており、他の地区で見られたような擾乱に対応した顕著な変動は見られなかった。
- ・ 渥美湾北部の三谷海岸における砂面変動は低気圧や台風通過に伴う短期間の急激な侵食が生じているが、位置的に冬季季節風の影響を受け難いため神野西地区のような冬季の短期変動は認められなかった。
- ・ 各地区とも 4~6cm/年の長期的な堆積傾向を示しているが、要因を検討するには至っていない。

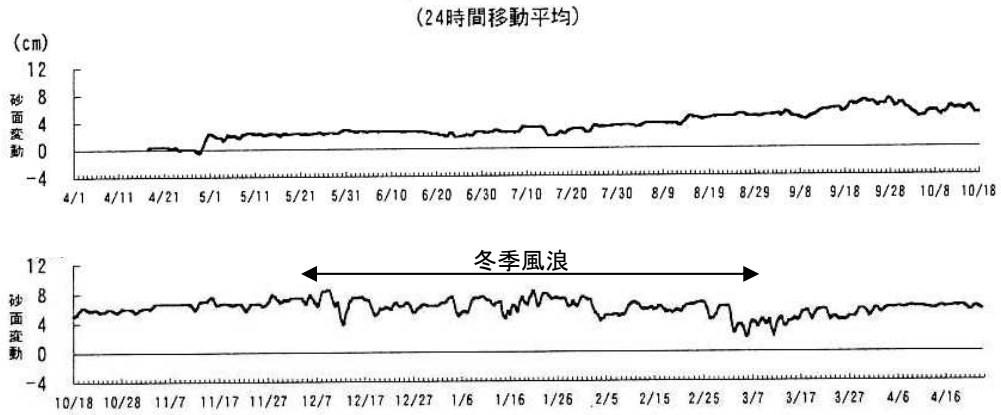
### (2) 強風時(高波浪時)の底質移動(表 3.15)

- ・ 波浪による砂粒子( $d_{50}=0.3\text{mm}$ )の移動を概略検討した結果、神野西地区と御津地区の完全移動限界水深は2.5m( $H_0=1.5\text{m}$ 、 $T_0=4.3$ 秒が与条件)、三谷海岸は1.0m( $H_0=0.7\text{m}$ 、 $T_0=3.6$ 秒が与条件)と推算された。

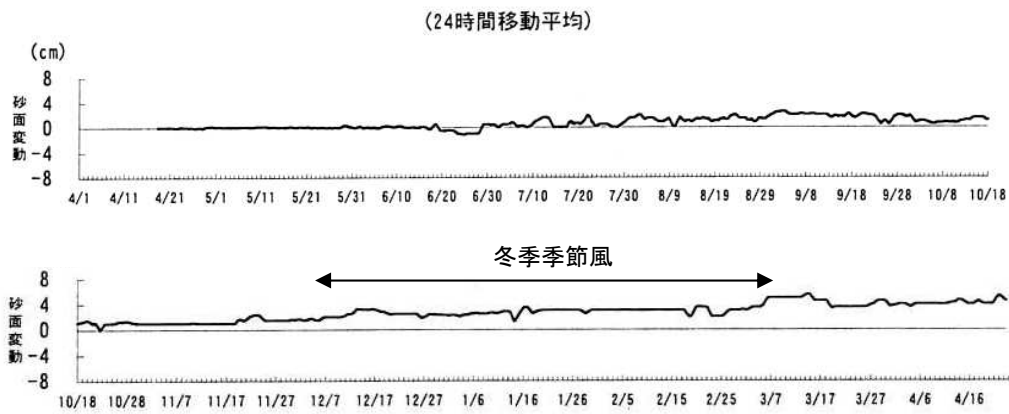
### (3) 強風時(高波浪時)の漂砂フラックス(図 3.43)

- ・ 台風時と冬季季節風時を対象とした御津地区の漂砂シミュレーションによると、底面摩擦速度は振動流速場及び恒流場(海浜流含む)の分布で決まり、漂砂フラックスは台風時(入射波高 1.2m、周期 4.2 秒)が冬季風浪時(入射波高 0.6m、周期 3.5 秒)の9倍であった。
- ・ 台風時と冬季風浪時は作用期間が異なるため、年間の侵食堆積量(計算値)は同程度の結果となった。つまり、漂砂フラックスが相対的に大きい台風時だけでなく、作用期間の長い冬季風浪時の地形変化の実態も把握しておく必要があると考えられる。

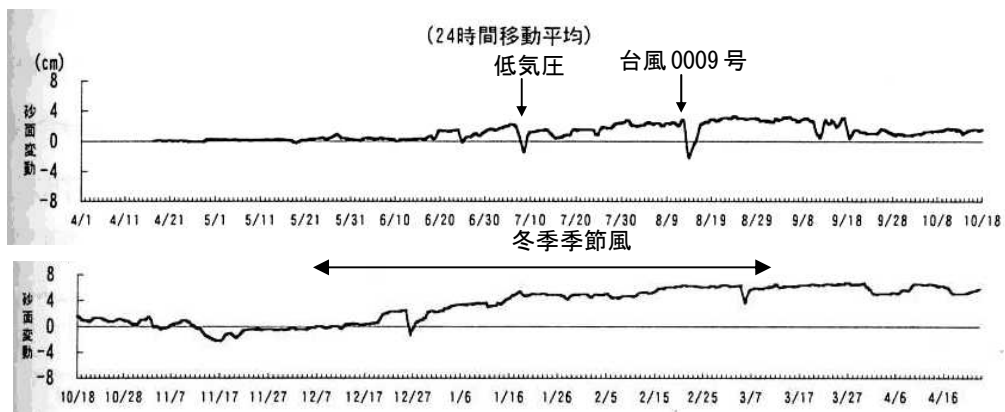
神野西地区(地点 Z3)



御津地区(地点 S25)



三谷海岸(地点 Z14)



出典：愛知県企業局(2005)

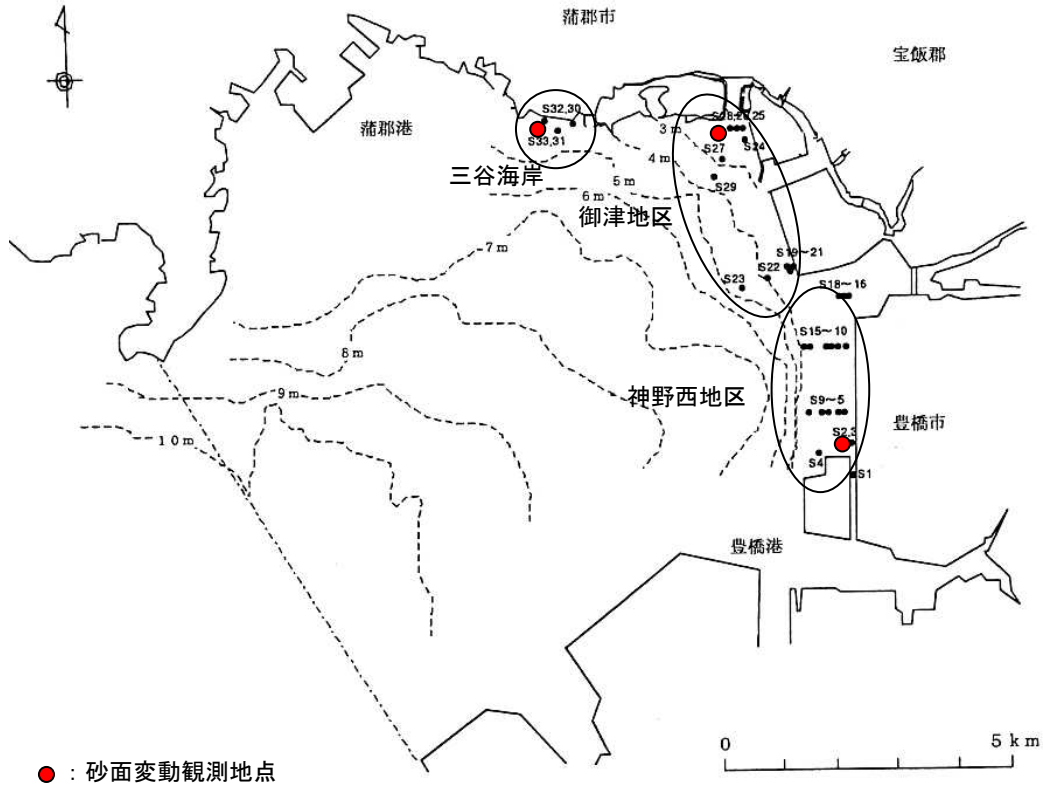
図 3.41 各地区における砂面変動(2000年4月～2001年4月)

表 3.15 波高と移動限界水深および砕波水深

中央粒径=0.3mm

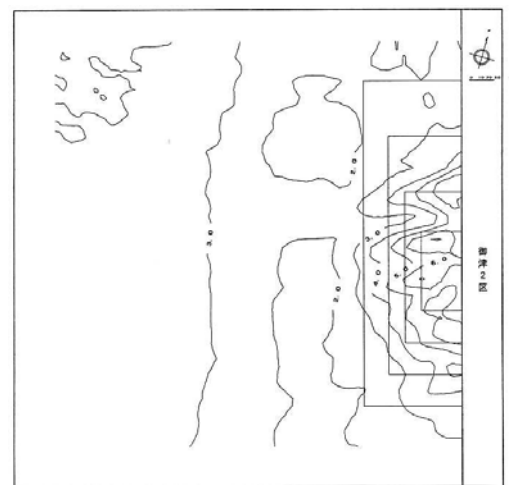
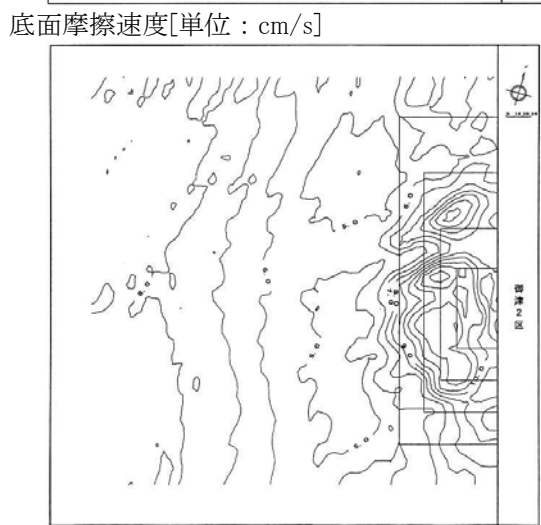
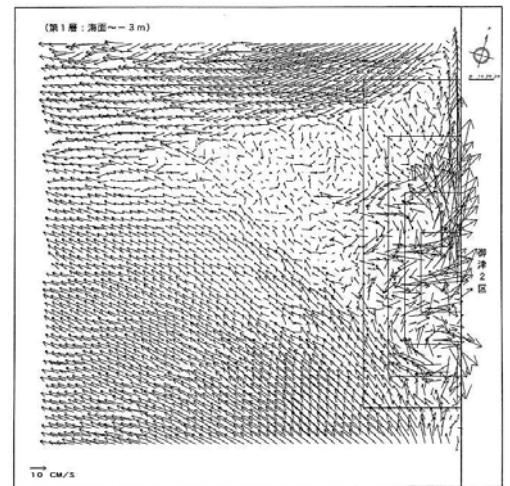
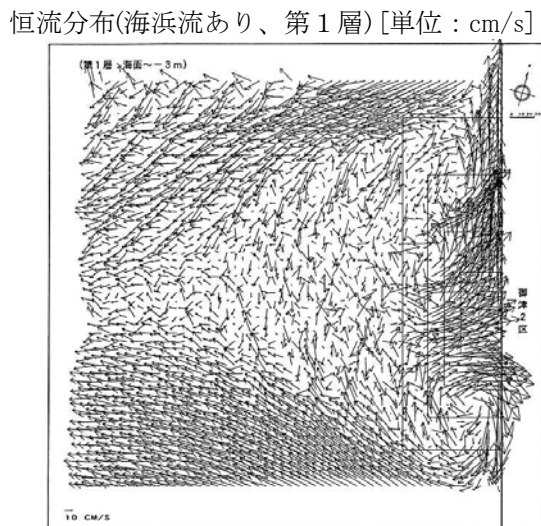
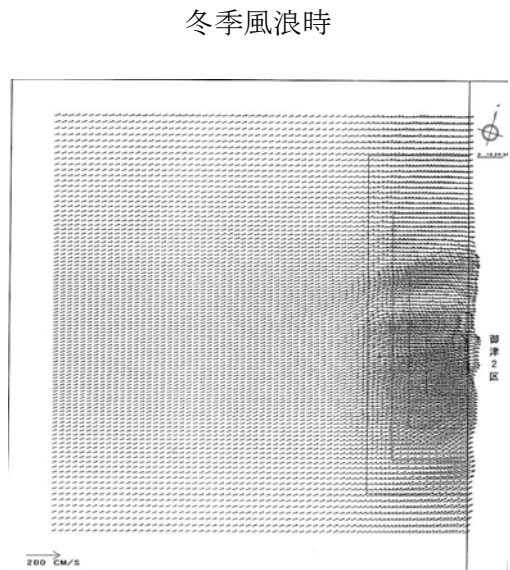
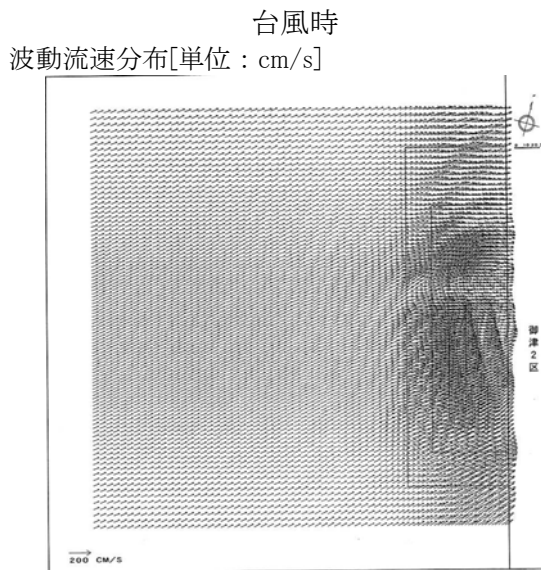
波高 $H_0$ (m)	周期 $L_0$ (sec)	波形勾配 $H_0/L_0$	波長 (m)	$d/L_0$	移動限界水深(m)*		海底面直上の流速(m/s)**		砕波水深*** (m)
					表層移動	完全移動	神野西地区 (水深-2.4m)	三谷海岸 (水深-1.7m)	
1.5	4.3	0.052	28.8	1.0E-05	-4.62	-2.5	0.6	0.5	-2.2
1.3	4.2	0.047	27.5	1.1E-05	-4.13	-2.2	0.4	0.4	-1.9
1.1	4.0	0.044	25.0	1.2E-05	-3.49	-1.7	0.3	0.2	-1.7
0.9	3.8	0.040	22.5	1.3E-05	-2.48	-1.4	0.2	0.2	-1.4
0.7	3.6	0.035	20.2	1.5E-05	-1.82	-1.0	0.1	0.1	-1.1
0.5	3.3	0.029	17.0	1.8E-05	-1.24	-0.6	0.0	0.0	-0.8
0.3	2.9	0.023	13.1	2.3E-05	-0.66	-0.3	0.0	0.0	-0.5
0.1	2.5	0.010	9.8	3.1E-05	-0.13	-0.1	0.0	0.0	-0.2

注) \* 水理公式集(1985)より、佐藤・田中の式から算出した。  
 \*\* 微小振幅波理論に基づく波により、底面に作用する水粒子の移動速度を算出した。  
 \*\*\* 砕波水深は、水理公式集(1985)より、波形勾配と砕波水深/波高の比との関係グラフを元に算出した。



出典：愛知県企業局(2005)

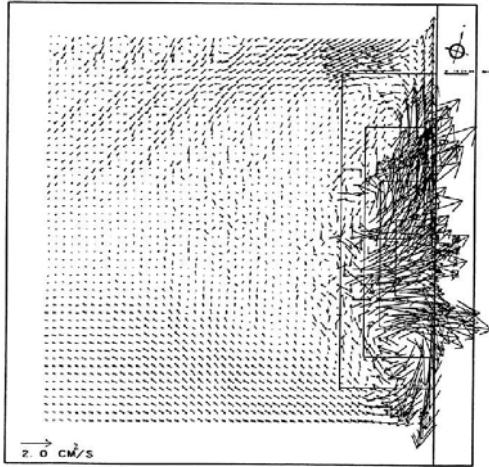
図 3.42 砂面変動の観測地点



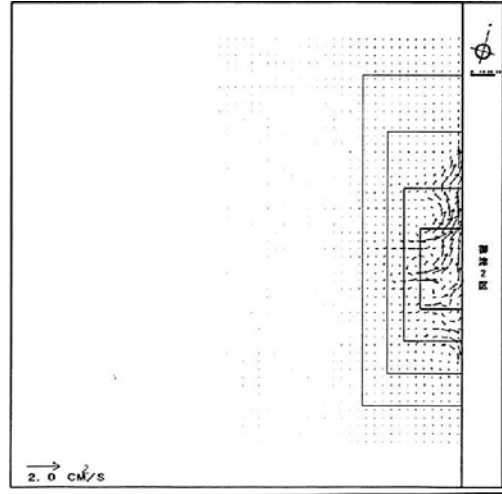
出典：愛知県企業局(2005)

図 3.43 台風時と冬季風浪時の漂砂シミュレーション結果(御津地区、その1)

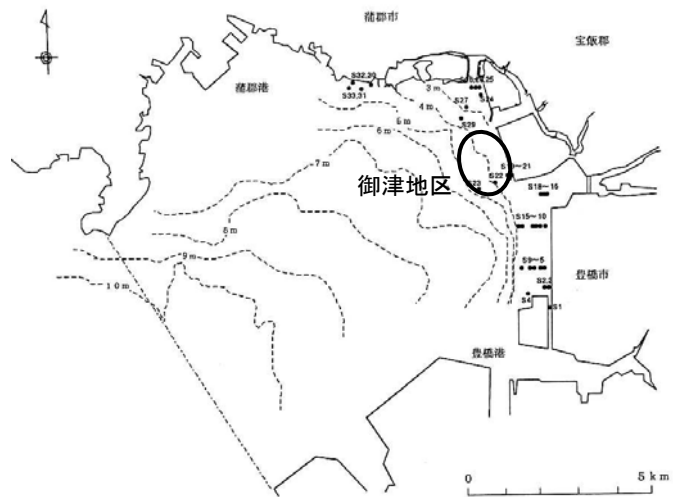
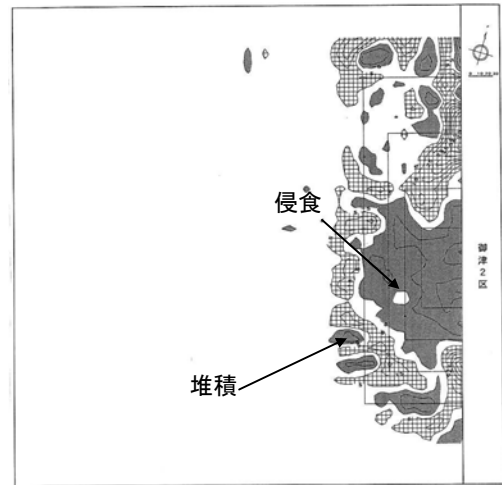
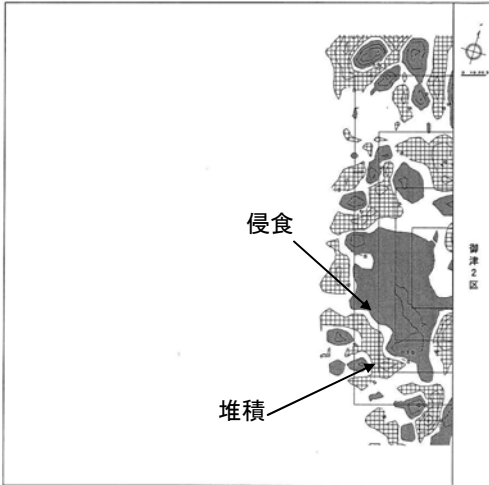
台風時  
波と流れによる漂砂フラックス[単位：cm<sup>2</sup>/s]



冬季風浪時



地盤高変化[単位：cm]



出典：愛知県企業局(2005)

図 3.44 台風時と冬季風浪時の漂砂シミュレーション結果(御津地区、その 2)



4) 汽水域における粒径別土砂移動特性

(a) 一般的な知見の整理結果

表 3.16 汽水域の土砂移動特性(平水時)

区分	着目すべきプロセス	一般的な知見
流動	■塩水遡上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 潮汐に伴い河川水(淡水)の下に密度の大きい海水(塩水)が潜り込み、表層の淡水は下流へ向かい底面付近の塩水は上流へ向かう塩水遡上現象がみられる。</li> </ul>
	■鉛直循環流 ■混合抑制	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 淡水と海水の混合形態は潮汐流や河道地形等により弱混合型、緩混合型、強混合型に分類される。</li> <li>● 弱混合型の場合、性質の異なる二層流体の相互運動となる。緩混合型の場合、海水は淡水の流れに連行され下流へ移動し、これを補う形でくさびの中を先端に向かう鉛直循環流(エスチャアリー循環流)が発生する。強混合型の場合、鉛直方向の密度勾配が強く、鉛直循環流は生じない。</li> <li>● 弱混合～緩混合の場合、塩水くさびが発達すると上層と下層の混合が抑制され物質交換が著しく減少する。</li> </ul>
土砂	■フロック形成 ■凝集沈降 ■再懸濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 平常時に河川中を流下する浮游性の懸濁物質は粒径は小さく沈降しにくい、海水と接触するとフロックを形成して粒径が急激に大きくなり沈降速度を増して堆積する(凝集沈降)。</li> <li>● このフロックが水底の流れに伴い大きなせん断応力を受けると、フロックが破壊されて再懸濁して高濁度水塊を形成し、塩水に触れると再び沈降するという機構となっている。</li> <li>● 鉛直循環流や上げ潮により沿岸域から河口域へ懸濁物質が輸送される。</li> </ul>

表 3.17 汽水域の土砂移動特性(出水時)

区分	着目すべきプロセス	一般的な知見
流動	■出水に伴う塩水のフラッシュ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 河川の流れの影響が卓越し、河口域内に滞留した塩水は河川水により海へ押し出される。(フラッシュ)</li> </ul>
土砂	■出水時の堆積物のフラッシュ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 平水時の河床表層の細粒堆積物が河口域～沿岸域に押し出され(フラッシュ)、出水後の流量低減期には流速の低下に伴い河口前面に土砂が堆積し河口テラスが形成される。</li> </ul>
	■出水時の土砂の拡散	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 粗い粒子は凝集作用を受けにくくそのまま河口に出ることが多い。</li> <li>● 河川から沖合に供給される物質の拡散特性は沖合ほど粒径が小さい。</li> </ul>

表 3.18 汽水域の土砂移動特性(出水後～平水時)

区分	着目すべきプロセス	一般的な知見
流動	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 出水後に再び塩水が遡上する。</li> </ul>
土砂	■出水時に供給された土砂の動態 ■干潟の形成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 出水時に河川から供給された懸濁物質は、沿岸域で沈降、拡散、再移動を繰り返し、河口部～沿岸域にかけて広い範囲の底質環境に影響を与える。</li> <li>● 波浪の強い時には河口前面から土砂が運ばれ河口砂州が形成される。内湾では波浪や潮汐流によって細かい砂や泥が移動・堆積し、干潟が形成される。</li> <li>● シルト・粘土分は潮汐や波浪により河川又は沖まで運ばれるが、中・細かい砂は再移動、平坦化して砂干潟が形成される。潮汐変動に比べて波高が小さくなると、潮汐流により細粒物質が陸側へ輸送されてシルト・粘土の湾奥への集中移動が起こり、泥干潟が形成される。</li> </ul>

(b) 三河湾における知見の整理結果

矢作川・豊川および三河湾における汽水域の土砂移動特性を以下に示す。なお、現状では出水時と出水後～平水時の土砂移動特性について十分な知見が得られているとは言えない。

表 3.19 汽水域の土砂移動特性(平水時)

区分	着目すべきプロセス	矢作川・豊川・三河湾における知見
流動	<ul style="list-style-type: none"> <li>■塩水遡上</li> <li>■鉛直循環流</li> <li>■混合抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 三河湾では豊川、矢作川では淡水流入があることから、春季に塩分成層構造が認められている。秋季にはこの構造が破壊し、下層に溶存酸素が供給されて、豊川から流入する淡水が海水となかなか混合せずに三河湾北岸に沿って表層を西進していることが示されている。また、冬季には河川からの淡水流入量が減少し、全層に渡ってほぼ均質な水質構造になっている。</li> <li>● 三河湾西部では矢作川及び衣浦港からの淡水は湾奥部から南へ流下し、湾の西岸に特に強く押しつけられている。</li> <li>● 三河湾東部(渥美湾)では夏季には海水が湾外水と入れ替わるのに20～40日かかる。</li> </ul>
土砂	<ul style="list-style-type: none"> <li>■フロック形成</li> <li>■凝集沈降</li> <li>■再懸濁</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 河川から供給される懸濁物質は、海水と接触すると急速にフロックが形成され沈降・堆積するため、その大部分が感潮河川内や河口周辺で沈降するものと考えられる。</li> <li>● 冬季には、高濃度の有機性懸濁物質が常時吹かされ、溶存性の有機物の一部も海水と混合したあと不溶化し、無機栄養塩類に起因して増殖したプランクトン起源の有機性懸濁物質とともに、いずれも底泥へと沈降堆積する。</li> </ul>

表 3.20 汽水域の土砂移動特性(出水時)

区分	着目すべきプロセス	矢作川・豊川・三河湾における知見
流動		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 十分な知見が得られていない。</li> </ul>
土砂	<ul style="list-style-type: none"> <li>■出水時の土砂の拡散</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 出水時に河川から供給される懸濁物質は、河口部を中心に沈降・堆積し、湾奥部では河口から遠ざかるにつれて懸濁物質が減少しており、沖合いでは殆んど見られない。懸濁物質の堆積範囲は知多湾面積の約55%、海域の堆積量は河川流出量の約50%であることから、河川起源の懸濁物質は河川感潮域から河口周辺に凝集・沈降していると考えられる。</li> </ul>

表 3.21 汽水域の土砂移動特性(出水後～平水時)

区分	着目すべきプロセス	矢作川・豊川・三河湾における知見
流動		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 十分な知見が得られていない。</li> </ul>
土砂		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 十分な知見が得られていない。</li> </ul>