



資料-5

第1回
那賀川左岸堤防地震・津波対策事業
環境保全検討委員会 資料

平成24年12月17日

国土交通省 那賀川河川事務所

目 次

1. 東日本大震災を教訓とした対策について.....	1	5. 防災と河川環境の調和した整備方針.....	43
(1) 東日本大震災における被害状況.....	1	(1) 整備方針.....	43
(2) 地震・津波対策の考え方.....	5	(2) 周辺の土地利用と河川環境.....	44
2. 那賀川における地震・津波対策事業について...	6	(3) 堤防の設計基準.....	45
(1) 那賀川河口部の堤防の現状.....	6	(4) 堤防の構造.....	46
(2) 堤防補強の必要性.....	9	(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項.....	57
3. これまでの取り組み経緯.....	12	6. 河川環境の回復.....	63
(1) これまでの取り組み概要等.....	12	(1) ミティゲーションについて.....	63
(2) 各学識経験者からの意見.....	14	(2) モニタリング調査.....	67
4. 地震・津波対策事業について.....	16	7. 今後のスケジュール(案).....	68
(1) 地震・津波対策の考え方.....	16	(1) 地震・津波対策及び河川環境保全対策の スケジュール.....	68
① 河川整備計画の位置づけ.....	16		
② 那賀川における設計津波高.....	17		
③ 地震時における堤防安定解析結果.....	22		
④ 那賀川堤防地震・津波対策計画.....	24		
(2) 那賀川汽水域の河川環境.....	25		
① 汽水域の河川特性.....	25		
② 徳島全域における那賀川環境の位置づけ.....	27		
③ 那賀川における河口左岸ワンド部の位置づけ.....	28		
④ 河川環境調査の結果.....	29		

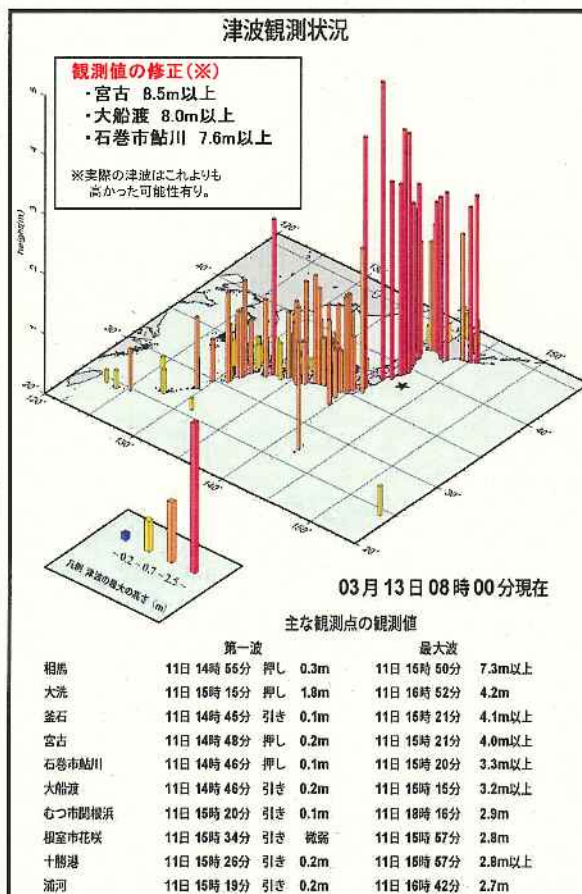
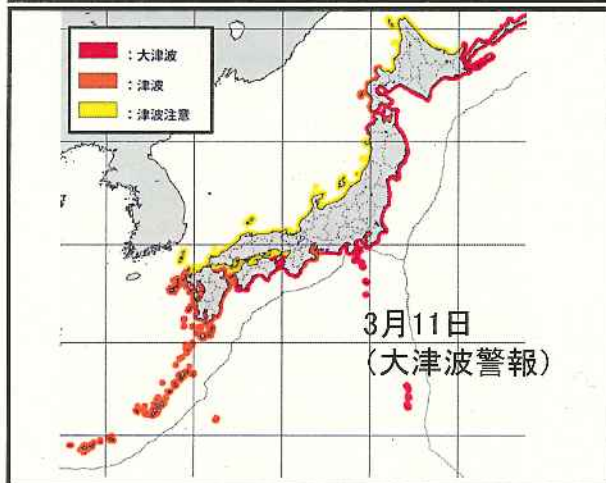
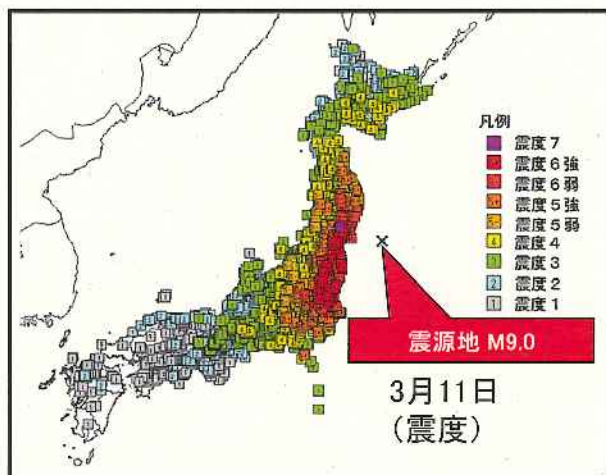
1. 東日本大震災を教訓とした対策について

(1) 東日本大震災における被害状況

【地震名】平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

【災害呼称】東日本大震災

- 発生日時:平成23年3月11日(金)14時46分
- 震 源:三陸沖(牡鹿(おじか)半島の東南東130km付近、深さ24km)
- 規 模:マグニチュード 9.0<国内観測史上最大> 最大震度7(宮城県栗原市)
- 人的被害:死者15,270名、行方不明:8,499人(5月30日時点) ※出典:警察庁
- 建物被害:全壊107,696戸、半壊62,842戸、全・半焼261戸(5月30日時点) ※出典:警察庁
- インフラ被害:空港、道路、鉄道、港湾など甚大な被害



(平成23年3月14日14:30現在)

番号	発生日	震源地	深さ	規模	最大震度
1	2011年3月11日 14:46頃	三陸沖	10km	M 9.0	7
2	2011年3月11日 15:06頃	三陸沖	10km	M 7.0	5弱
3	2011年3月11日 15:15頃	茨城県沖	80km	M 7.4	6弱
4	2011年3月11日 16:29頃	三陸沖	ごく浅い	M 6.6	5強
5	2011年3月11日 17:41頃	福島県沖	30km	M 5.8	5強
6	2011年3月11日 20:37頃	岩手県沖	30km	M 6.4	5弱
7	2011年3月12日 03:59頃	新潟県中越地方	10km	M 6.6	6強
8	2011年3月12日 04:32頃	新潟県中越地方	10km	M 5.8	6弱
9	2011年3月12日 05:42頃	新潟県中越地方	ごく浅い	M 5.3	6弱
10	2011年3月12日 22:15頃	福島県沖	40km	M 6.0	5弱
11	2011年3月12日 23:35頃	新潟県中越地方	10km	M 4.4	5弱
12	2011年3月13日 08:25頃	宮城県沖	10km	M 6.2	5弱
13	2011年3月14日 10:02頃	茨城県沖	10km	M 6.2	5弱

出典:気象庁

1. 東日本大震災を教訓とした対策について

(1) 東日本大震災における被害状況

国土交通省 東北地方整備局HPより

(北上川河口) 宮城県石巻市

震災前
(2007年12月)



国土交通省 東北地方整備局

震災後
(2011年4月)



国土交通省 東北地方整備局

(阿武隈川河口右岸) 宮城県亶理郡亶理町

震災前



国土交通省 東北地方整備局

震災後



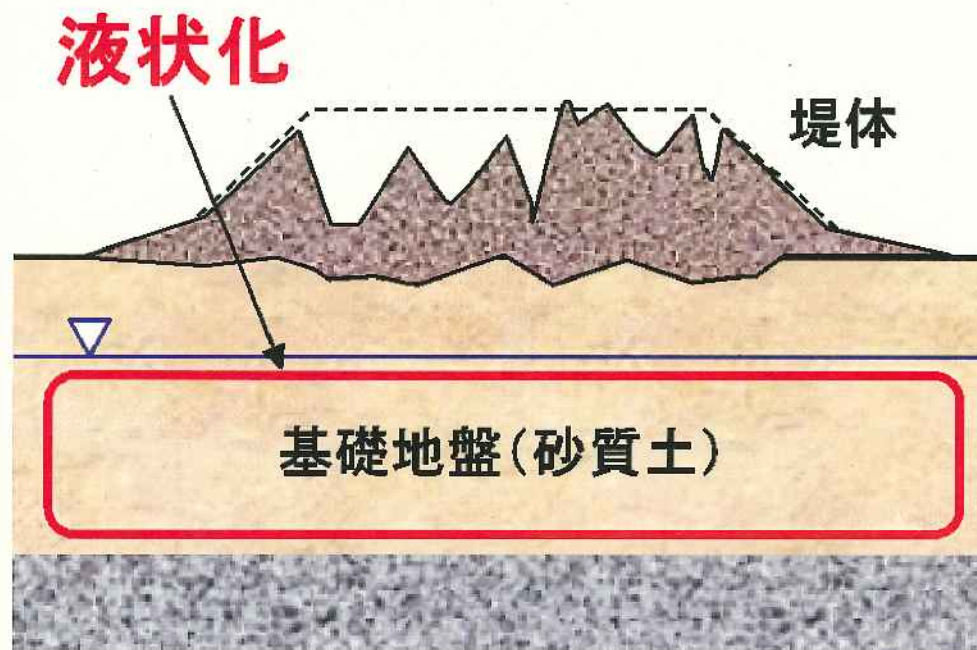
国土交通省 東北地方整備局

1. 東日本大震災を教訓とした対策について

(1) 東日本大震災における被害状況

被災した堤防(土堤)の沈下量が3mを超える箇所もあり、このような大規模な変形(沈下、のり崩れ、亀裂等)の原因は液状化であった。従来から被害の形態として想定されていた基礎地盤の液状化を原因とするものが多数発生した。

基礎地盤の液状化



出典:「東日本大震災を踏まえた今後の河川堤防の耐震対策の進め方について」

(1) 東日本大震災における被害状況

19 宮城県大崎市古川楡木地先
(北上川水系 新江合川 右岸2.8k+25~2.8k+195 延長170m)



1. 東日本大震災を教訓とした対策について

(2)地震・津波対策の考え方

施設計画上の津波(レベル1津波)の考え方

レベル1津波とレベル2津波

津波レベル	対象津波	施設に求められる機能	施設の要求性能
レベル1	近代で最大 (100年に1回程度)	防災 ・人命を守る ・財産を守る ・経済活動を守る	①使用性 損傷しないか、損傷わずか
レベル2	最大級 (1000年に1回程度)	減災 ・人命を守る ・経済的損失を軽減する ・大きな二次災害を引き起こさない ・早期復旧を可能にする	②修復性 軽微な修復で機能回復 または ③安全性 致命的な損傷を受けない

出典:「東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し(案)」国土交通省HP (<http://www.mlit.go.jp/common/000144632.pdf>)

2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(1) 那賀川河口部の堤防の現状



□ 那賀川左岸の状況

既設堤防高さは、周辺の海岸堤高さに比べ著しく低い。

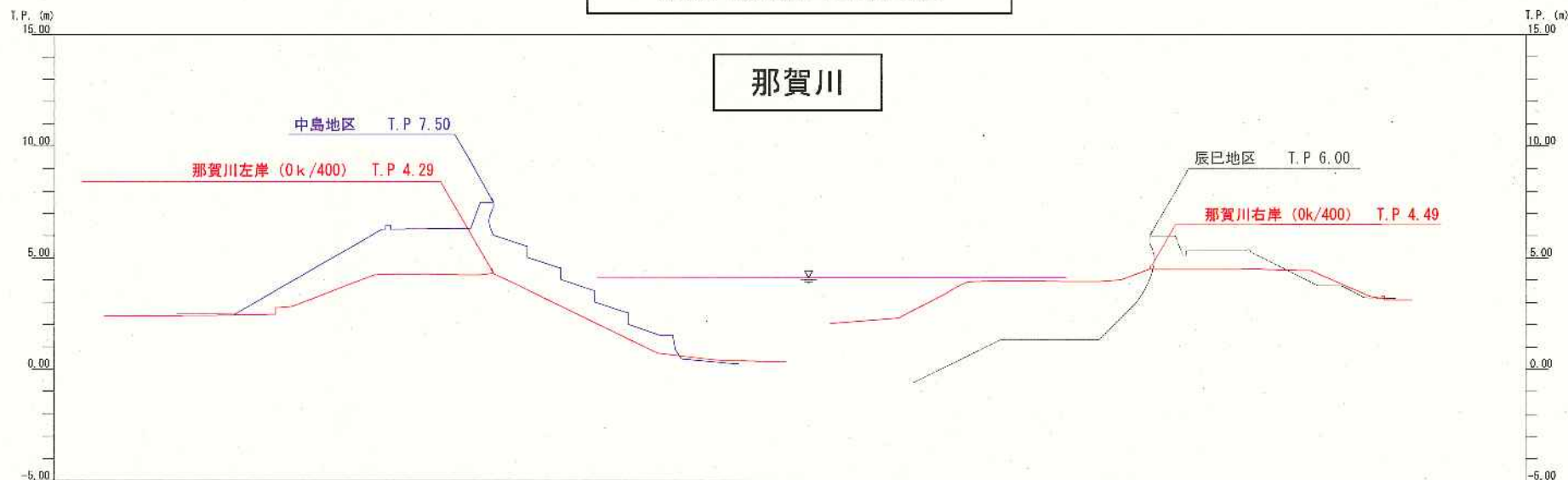
□ 那賀川右岸の状況

現況地盤高と堤防天端高の差がほとんどなく、無堤の状況。

2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(1) 那賀川河口部の堤防の現状

海岸堤防との比較



那賀川周辺の河川海岸堤防位置図

□ 那賀川左岸の状況

中島地区の既設海岸堤防と比べると3m程度低い。

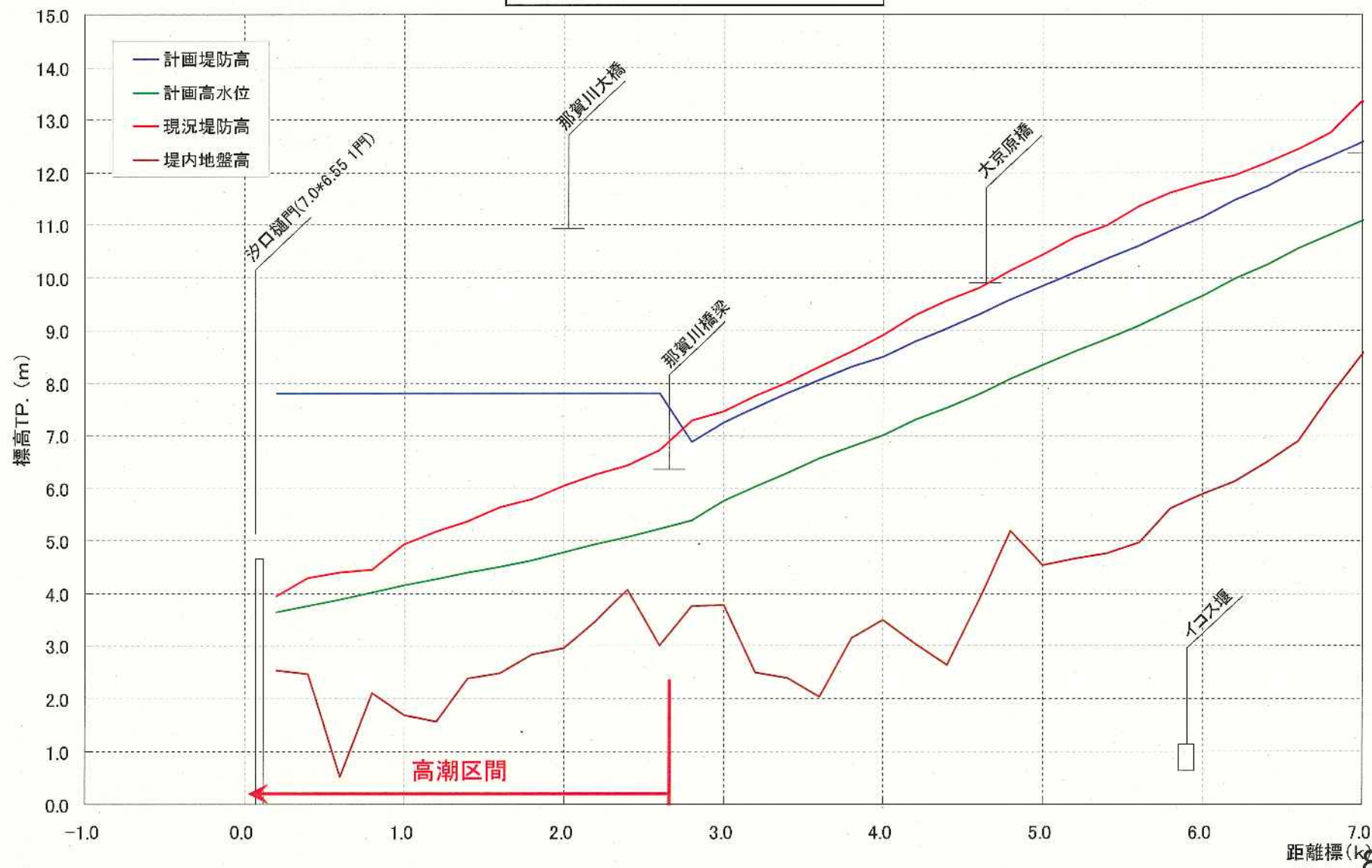
□ 那賀川右岸の状況

辰巳地区の既設海岸堤防と比べると1.5m程度低い。

2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(1) 那賀川河口部の堤防の現状 ※平成23年度測量結果による

那賀川左岸縦断面図



2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(2) 堤防補強の必要性

- 東南海・南海地震の発生確率は、今後30年以内に60～70%程度である。
- 那賀川下流域では、震度6弱～6強の揺れが予測される。
- 地震発生後20～30分程度で、3～5m程度の津波が予測される。
- 人口・資産が集積する那賀川下流域のうち、那賀川及び桑野川流域は、堤内地盤高が低く、河口部の堤防の整備は著しく遅れている。
- このため、地震・津波対策として早期に堤防の嵩上げを行う必要がある。

(海溝型地震の今後10, 30, 50年以内の地震発生確率)

(算定基準日 平成22年1月1日)

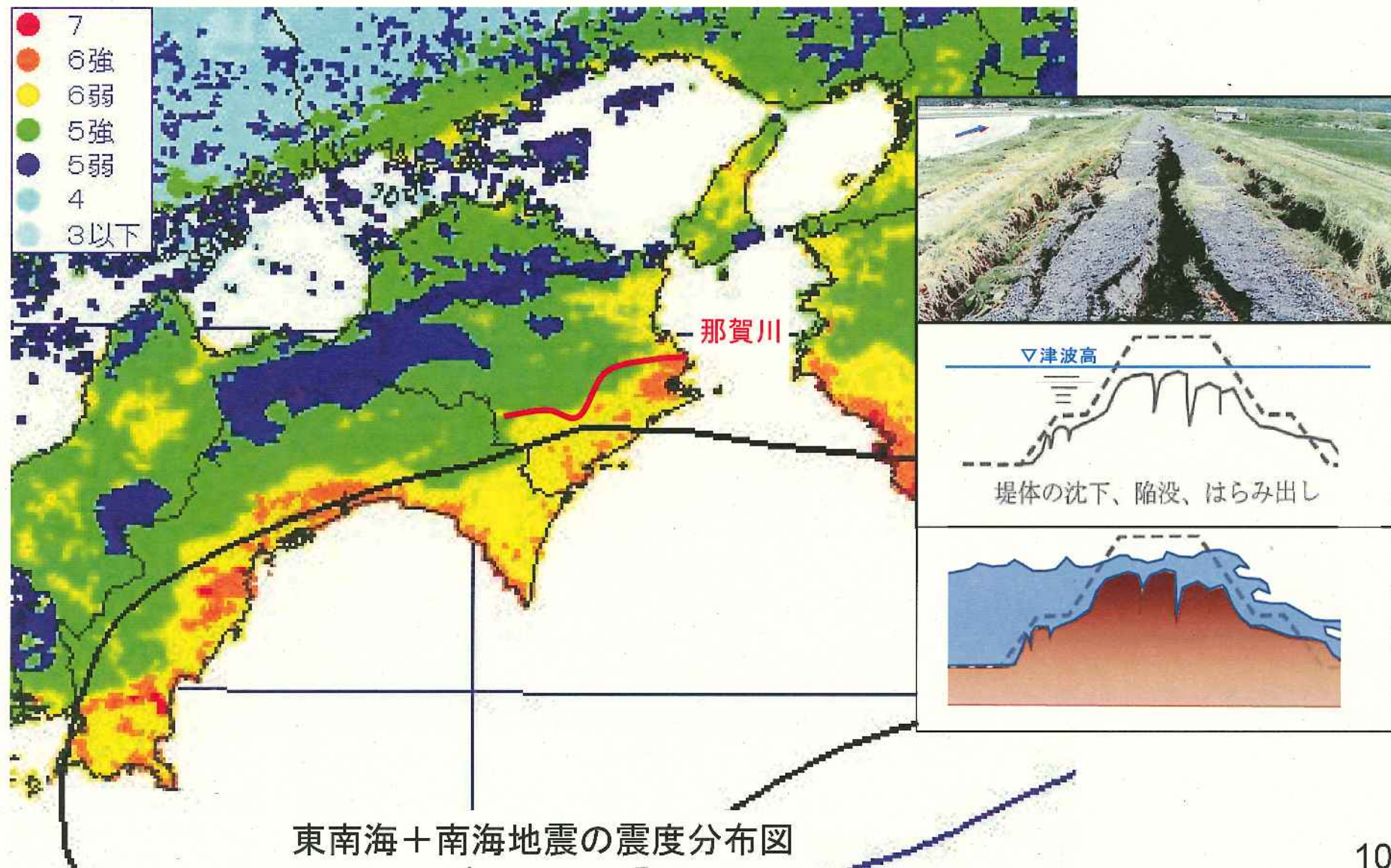
領域または地震名		長期評価で予想した 地震規模 (マグニチュード)		地震発生確率 ^(注1)			地震後 経過率 ^(注2)	平均発生間隔 ^(注1) (上段)
				10年以内	30年以内	50年以内		最新発生時期 (下段：ポアソン過程を適用 したものを除く)
南海トラフの地震 (注3)	南海地震	8.4前後	同時 8.5前後	10%～20%	60%程度	80%～90%	0.70	114.0年(次回までの 標準的な値 ^(注3) 90.1年)
								63.0年前
	東南海地震	8.1前後		20%程度	60%～70%	90%程度 以上	0.75	111.6年(次回までの 標準的な値 ^(注3) 86.4年)
								65.1年前

出典:「文部科学省研究開発局地震・防災研究課 地震に関する評価(長期評価)」

2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(2) 堤防補強の必要性

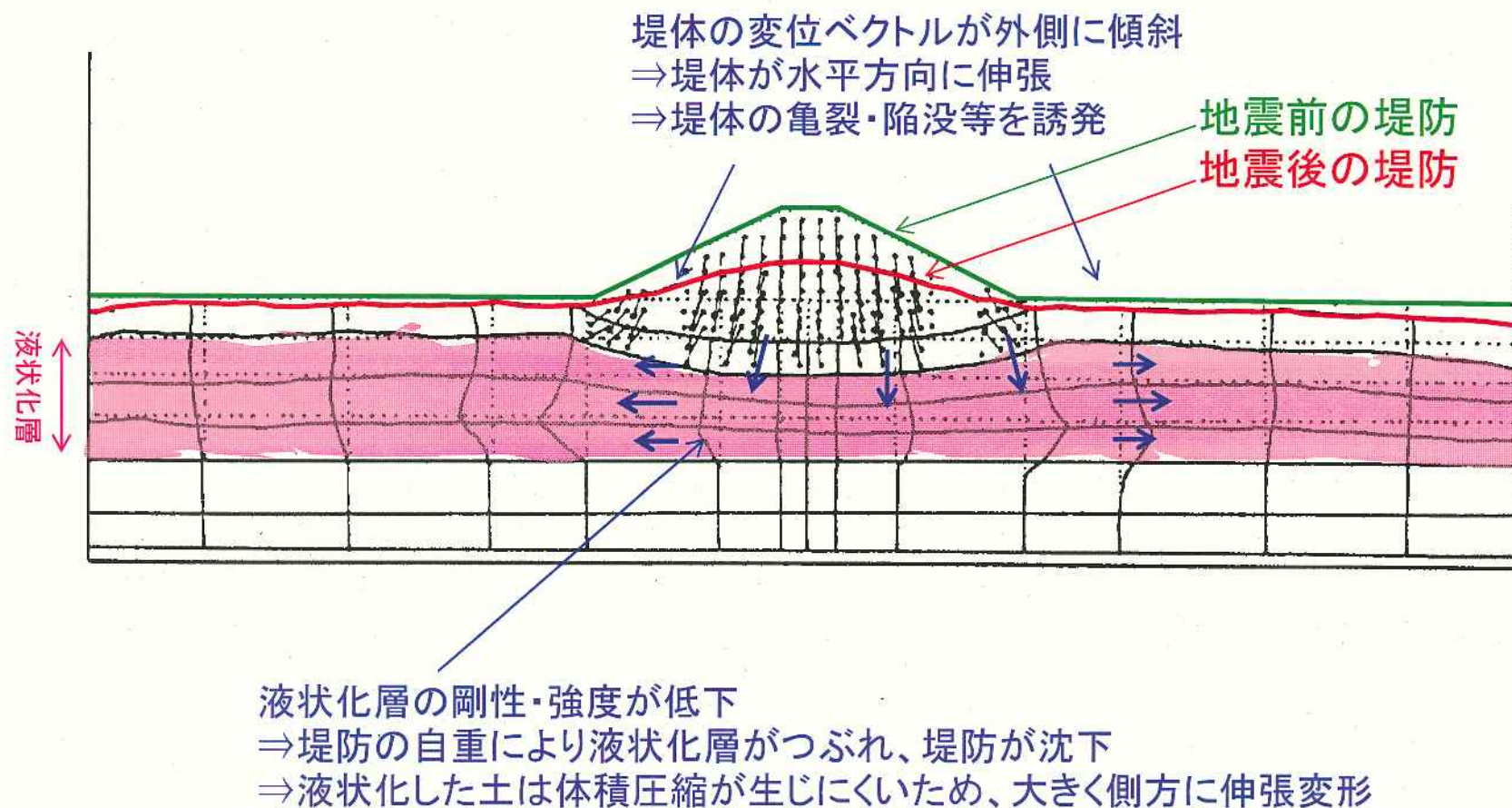
中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会(第16回)資料 H15.12.16発表



2. 那賀川における地震・津波対策事業について

(2) 堤防補強の必要性

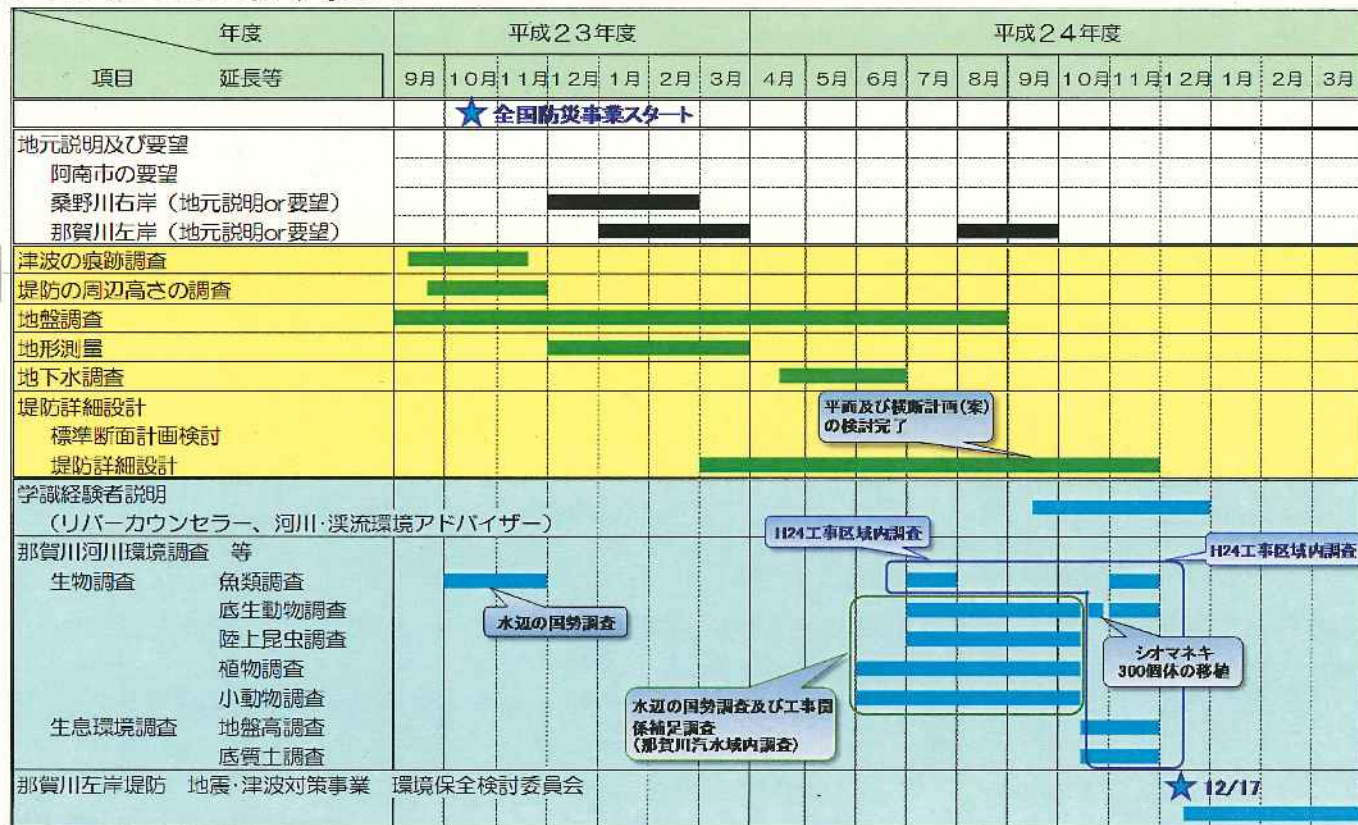
液状化により堤防が沈下するメカニズム



3. これまでの取り組み経緯

(1) これまでの取り組み概要等

1) これまでの取り組み



2) 今後の工事予定

年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度以降
項目					
調査・設計等					
那賀川高潮堤防工事					
桑野川高潮堤防工事					

3. これまでの取り組み経緯

(1) これまでの取り組み概要等



・津波の痕跡調査(芳崎自主防災会)
(徳大中野教授らと)



・地下水調査状況(那賀川左岸堤内地)



・周辺の海岸堤防高等の調査状況



・堤防基盤の地質調査状況写真
(那賀川左岸)



・詳細環境調査状況(底生、魚類等)
(那賀川左岸ワンド箇所)



・地元説明会(阿南市東町協議会)

3. これまでの取り組み経緯

(2) 各学識経験者からの意見

■那賀川堤防耐震工事に対する学識経験者等の意見聴取結果

項 目	内 容
生息状況への影響	●那賀川河口左岸のワンド干潟は、那賀川水系の汽水域の中でも特に重要な環境であり、希少な魚類・底生動物が数多く生息している、那賀川の生物多様性を支える環境である。干潟はこれ以上減らすべきではない。根本的に直接改変は回避するべきである。 ●干潟環境は周辺の微妙な条件の下で成立しているため、埋め戻し等で復元しようとしても、もとの生物が戻ってくる保証ない。シミュレーション等の影響予測を行うことも難しい。 ●環境の観点から大きな問題だという認識。今回の工事により、干潟の面積が半分消失するという事実があるため、保全の場所にこれを補う、代替地を創出できないのかと思っている。 ●塩生植物について、JR鉄橋下流左岸の塩沼地は非常に重要な生育環境である。 ●小動物については、鳥の次に移動能力があることと、今回の調査結果より特に保全すべき小動物が確認されていないことから高潮堤防事業実施については影響ないと考えられる。 ●アカウミガメが上陸し、産卵が確認されなかったということは、たまたま上陸しただけであり、今回の工事で影響があるとは思えない。 ●堤防に多自然工法を採用すれば、鳥類には事業による大きな影響はないと思われる。 ●来年度以降に施工する箇所(上流部のワンド)については川側(水域部)は触らないで欲しい。来年度の施工箇所について、根固ブロックがないようにできるのであれば、環境についてかなり助けることができる。
環境調査について	●現状と工事のシオマネキの生育状況について、モニタリング調査を行うとよい。 ●ミティゲーションをしようと思っている箇所の環境については今よりもっと調査する必要がある。 ●環境調査は今年度工事区間を先行に実施するのではなく、全体区間を一度に実施する必要がある。

3. これまでの取り組み経緯

(2) 各学識経験者からの意見

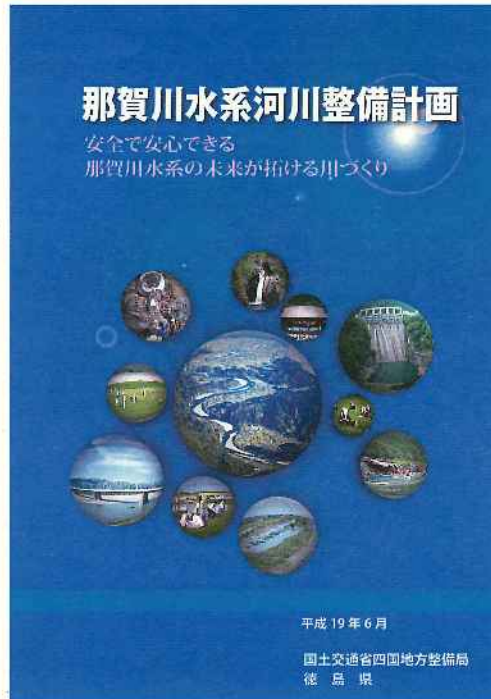
■ 那賀川堤防耐震工事に対する学識経験者等の意見聴取結果

項 目	内 容
環境 保全対策	●各専門家による委員会を設置し総合的な検討を行うことが必要である。 ●植物については、移植は難しく成功しない確率が高い。 ●移植先の環境をよく調べた上で、シオマネキ等の移植を行うこと。 ●事業により改変された場所でも、環境が元の状態に戻れば、シオマネキ等のカニ類は帰ってくると 思われる。 ●カニ類の保全に関しては、シオマネキ、ハクセンシオマネキ、ハマガニに十分気をつけて欲しい。 ●ヨシ等の植物が生育すれば、ワンド内の泥がキャッチされやすくなる。植物の芽生え頃に表土を覆土するとよい。 ●汽水域の保全に当たっては、カニ類だけでなく、植物その他の生物学的な要素が重要である。 ●那賀川下流左岸ワンド部の保全対策は、根固めブロックを低い位置に設置し、覆土を行う案でよい。 ●那賀川の環境保全を考えるにあたって一番重要なのは、現在のワンドとしての形状が保持されることである。
防災	●環境保全対策については、このワンドの地形的な環境が守られるかどうかが重要になってくる。洪水によって南岸の島が消失すると干潟は無くなってしまいうだろう。人命を守る対策を早々に実施することが大事だと認識している。 ●地震・津波対策事業は、地域の住民の安全を守るために必要であると考ええる。 ●洪水や津波等の被害を防ぐ、真に必要な事業は実施すべきだと思う。
設計上の 配慮事項	●水際に盛土をする場合には、粒径をよく把握した上で、適切な土砂を用いること。 ●ブロック上に盛土する場合には、地盤高が高くないように留意すること。 ●ワンドの上流側に盛土すれば、出水時にワンド内に泥が供給され、堆積すると考えられる。 ●環境保全の観点からは根固を埋めてしまうのも一つの手。干潟がどのように回復していくかモニ タリングが重要。 ●那賀川左岸はふかふかの砂で再生しても飛んでしまうので、前面に何かしら構造物を設置し誘導することが必要。
施工上の 配慮事項	●植物の保全対策はできるだけ改変をしないことが望まれる。 ●工事実施前に、可能な範囲でシオマネキ等を移植するとよい。 ●工事中、仮置きする表土は陸揚げしてもよい。 ●可能な範囲内で環境に配慮して欲しい。

4. 地震・津波対策事業について

(1) 地震・津波対策の考え方

① 河川整備計画の位置づけ



那賀川水系
河川整備計画
(H19年6月策定)



大規模地震・津波対策位置図

大規模地震・津波等への対策

東南海・南海地震対策として、地震発生後に来襲する津波によって浸水被害が懸念される河口部の水門・排水門(樋門)に対して耐震性を検証し、耐震補強等の必要な対策を実施する。また、**津波の遡上範囲及びはん濫状況を検証し、高潮堤防を実施することにより津波による被害を防止できるところについては、必要に応じて対策を行う。**

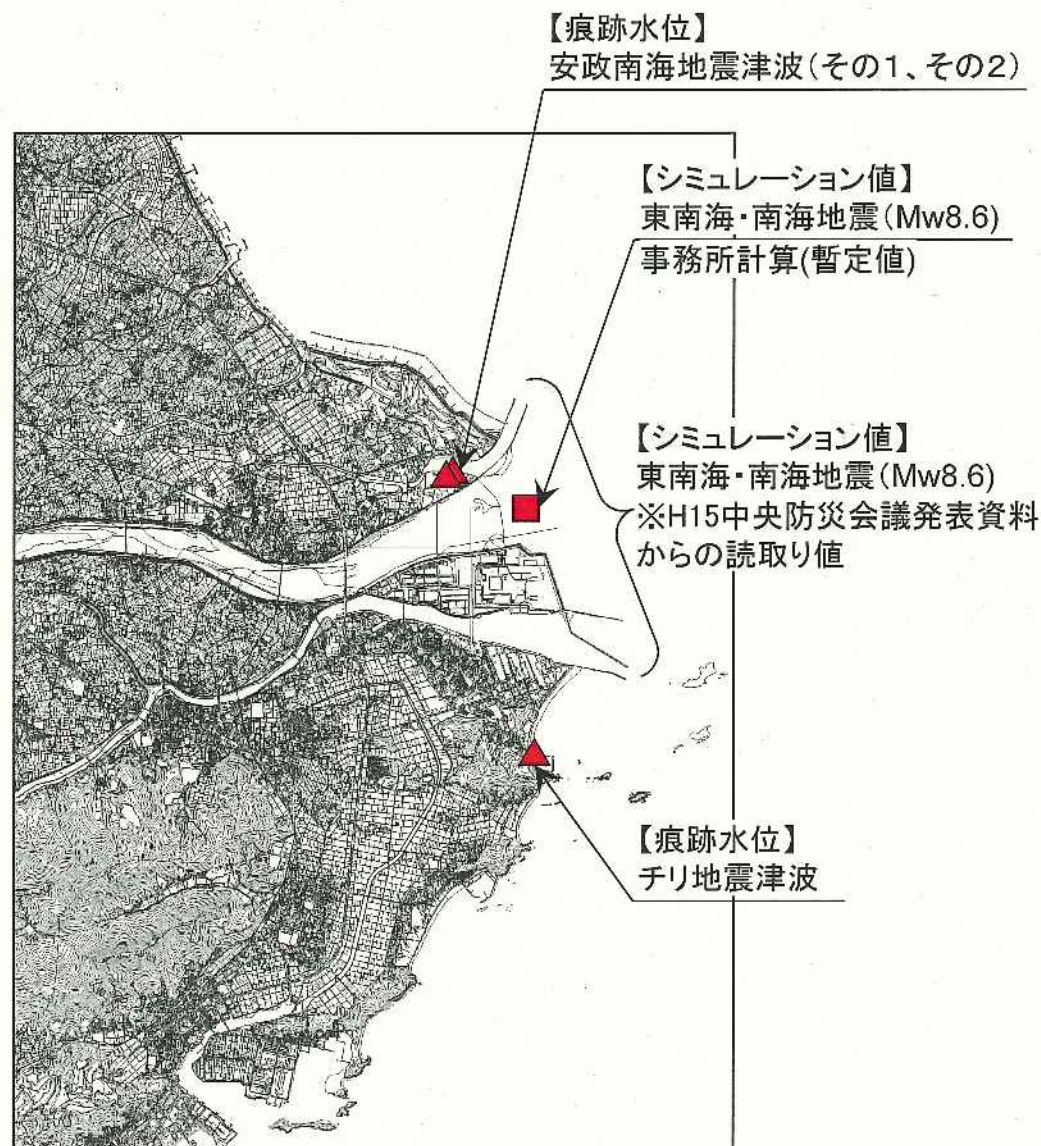
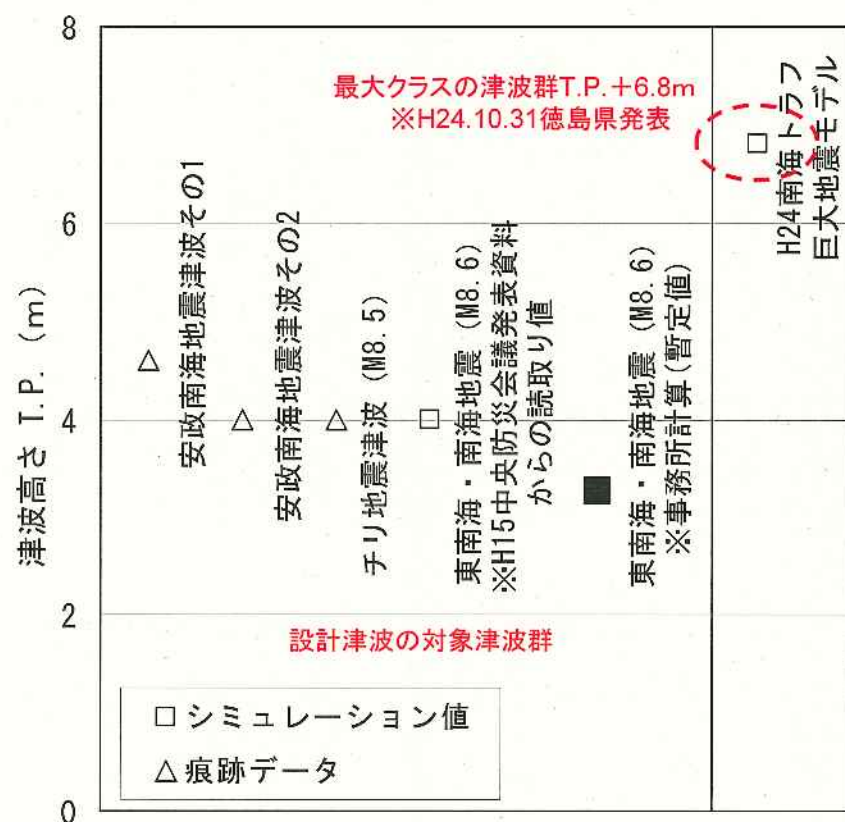
(引用:「那賀川水系河川整備計画」p.117)

4. 地震・津波対策事業について

(1) 地震・津波対策の考え方

② 那賀川における設計津波高

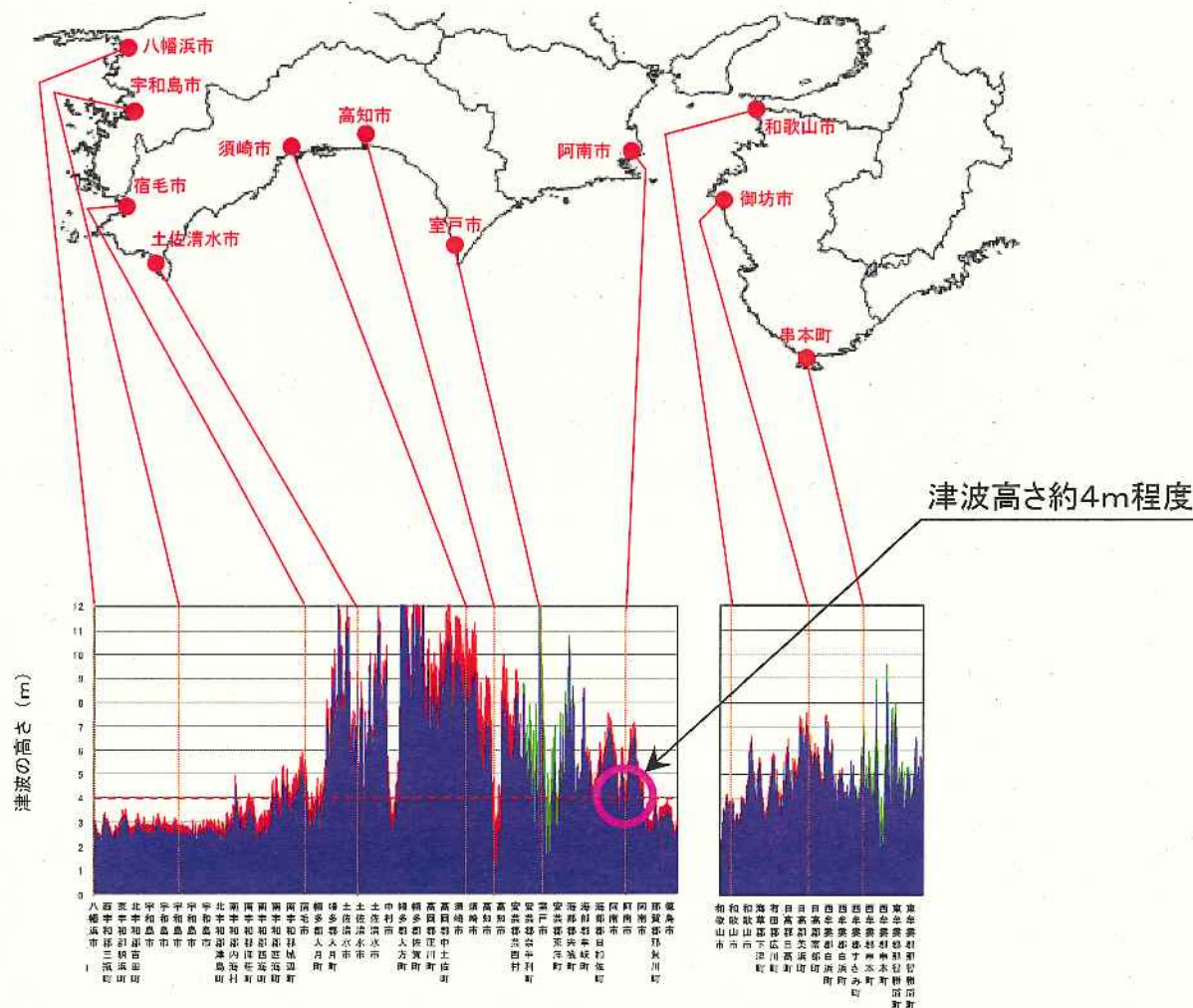
・ 海岸での津波高

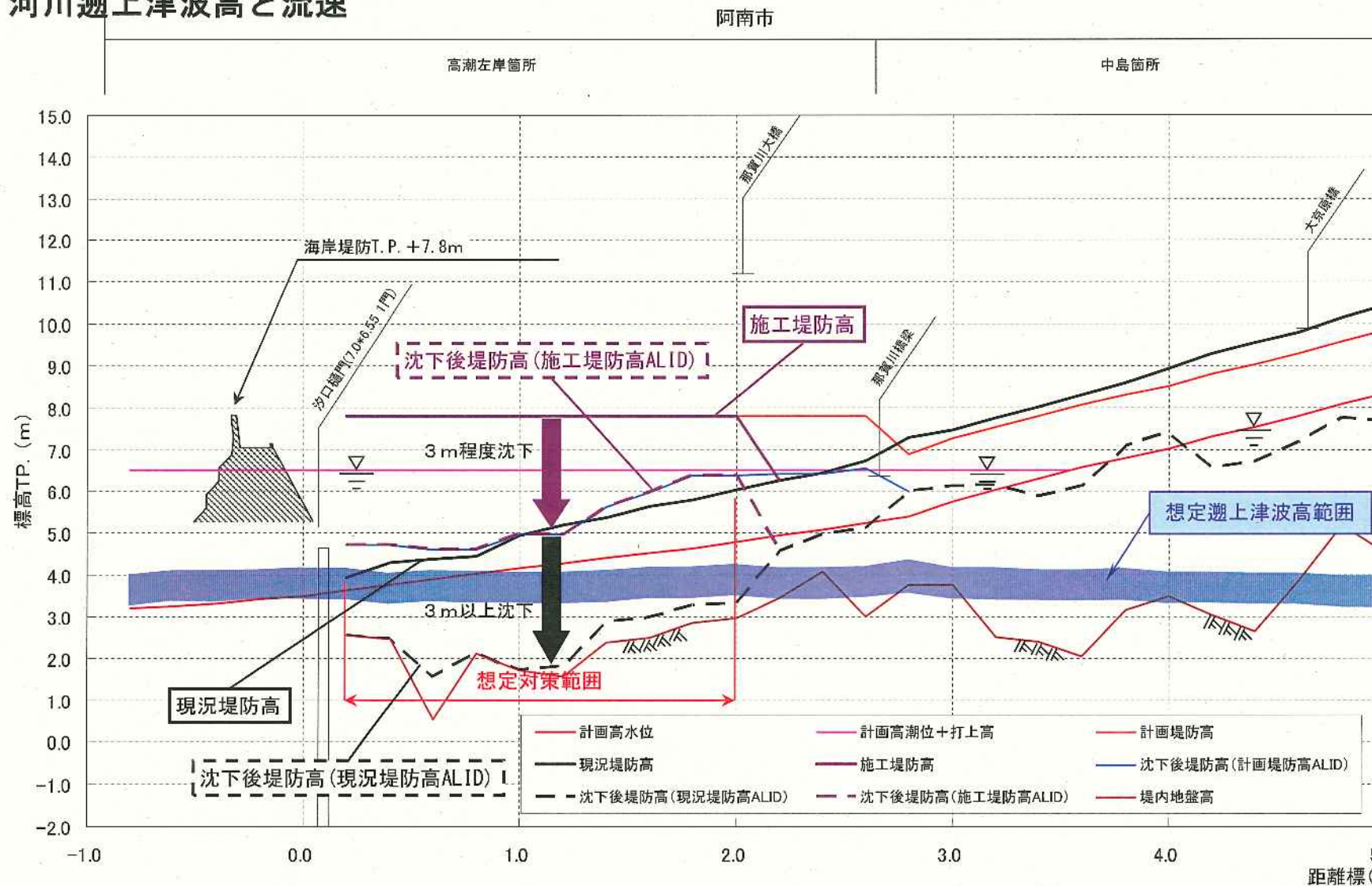


※設計津波については、海岸法に基づく海岸管理者である徳島県により現在検討中。

②那賀川における設計津波高

- 海岸における津波の高さの最大値分布 東南海・南海地震＜満潮位＞



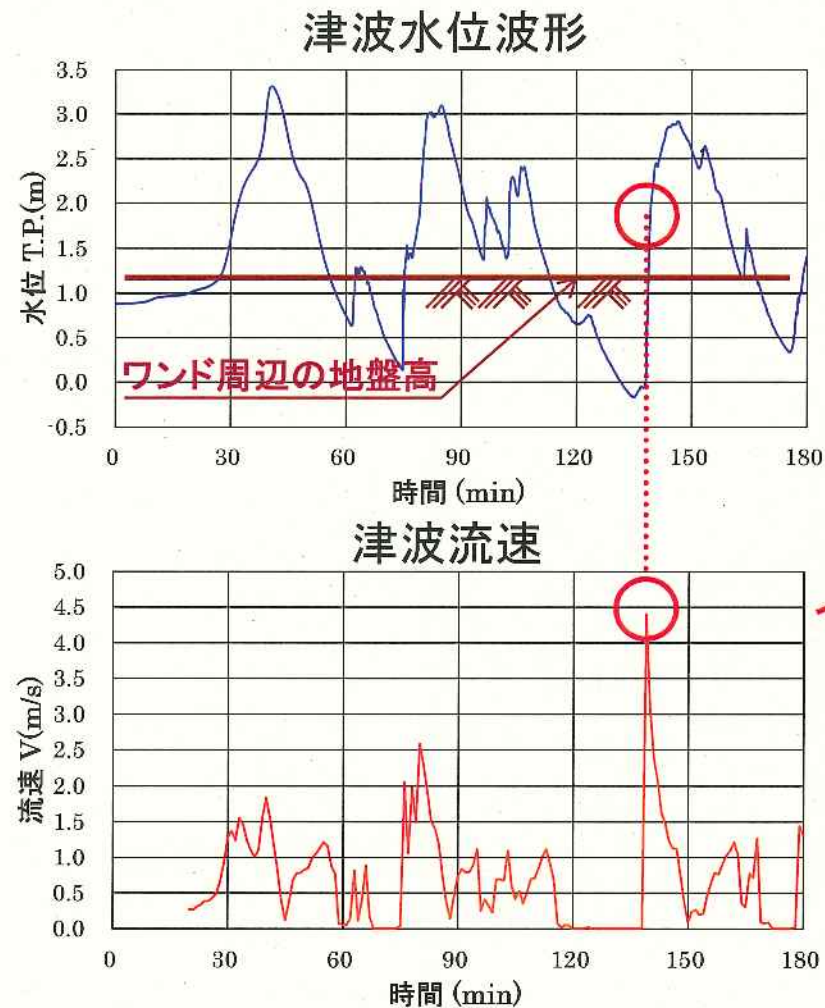


4. 地震・津波対策事業について

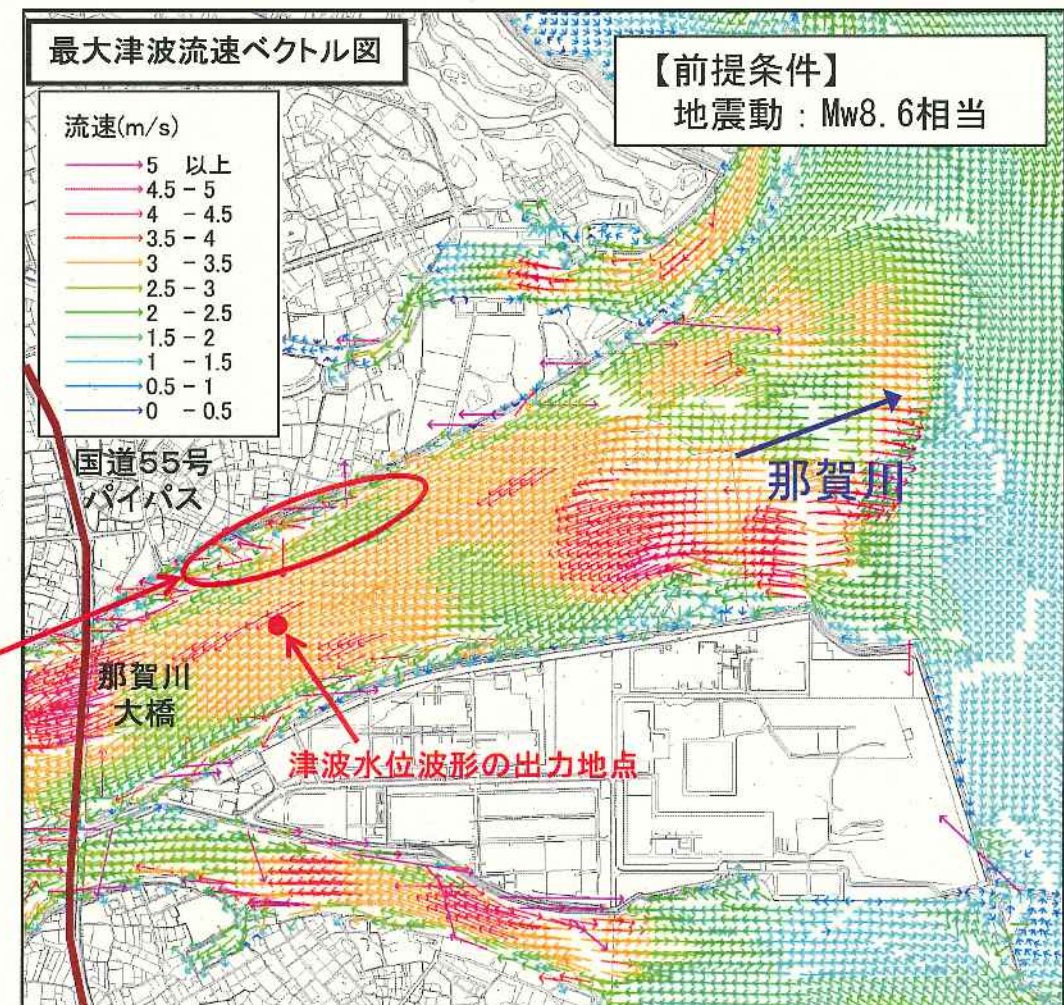
(1) 地震・津波対策の考え方

② 那賀川における設計津波高

・ 河川遡上津波高と流速



那賀川左岸における津波流速ベクトル



4. 地震・津波対策事業について

(1) 地震・津波対策の考え方

③ 地震時における堤防安定解析結果

堤防については、液状化に伴う土層の物性の変化を考慮し、**堤防の変形を静的に算定できる方法を用いて、地震後の堤防高が耐震性能の照査において考慮する「施設計画上の津波水位」(以下:津波水位)を下回らないことを照査する。**

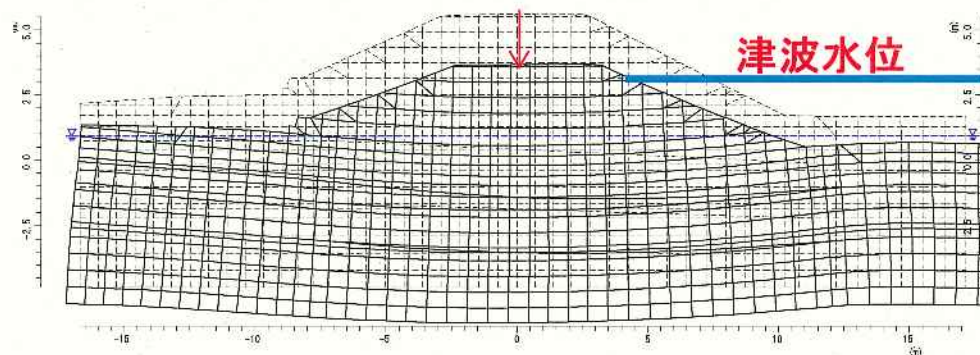


図 耐震性能を満足する場合

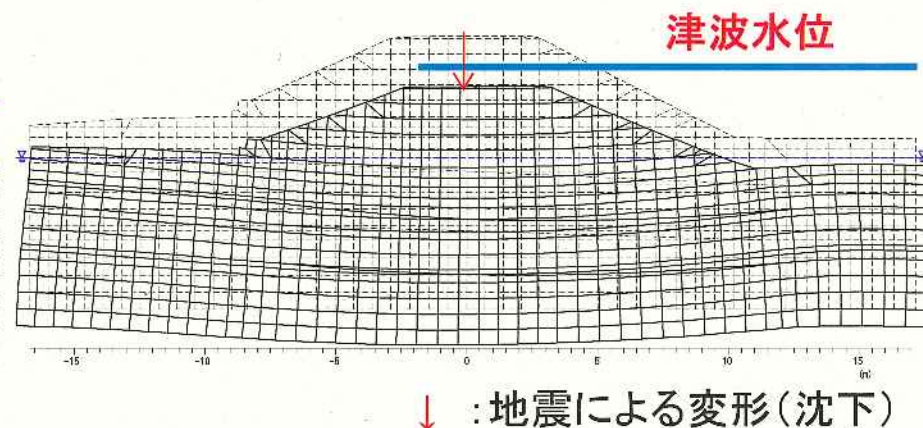


図 耐震性能を満足しない場合

■ 堤防の変形を静的に算定できる方法

- ・ 静的FEM解析手法ALID

■ 耐震性能の照査において考慮する外水位

- ・ 東南海・南海地震等による**津波水位**を照査外水位とする。

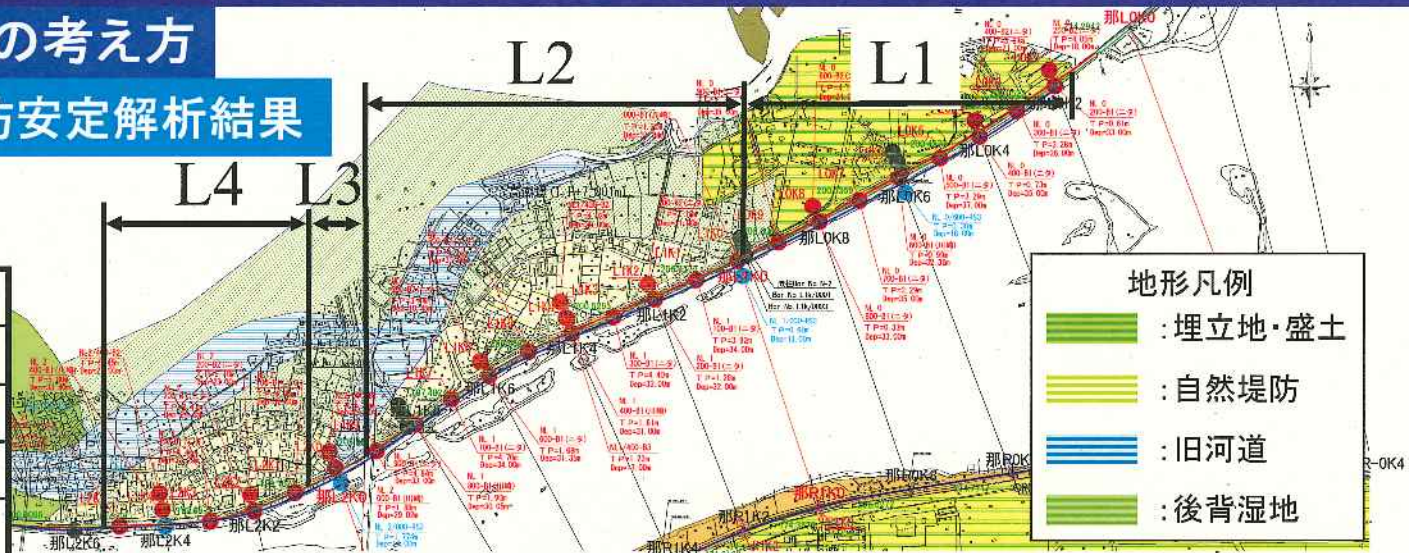
4. 地震・津波対策事業について

(1) 地震・津波対策の考え方

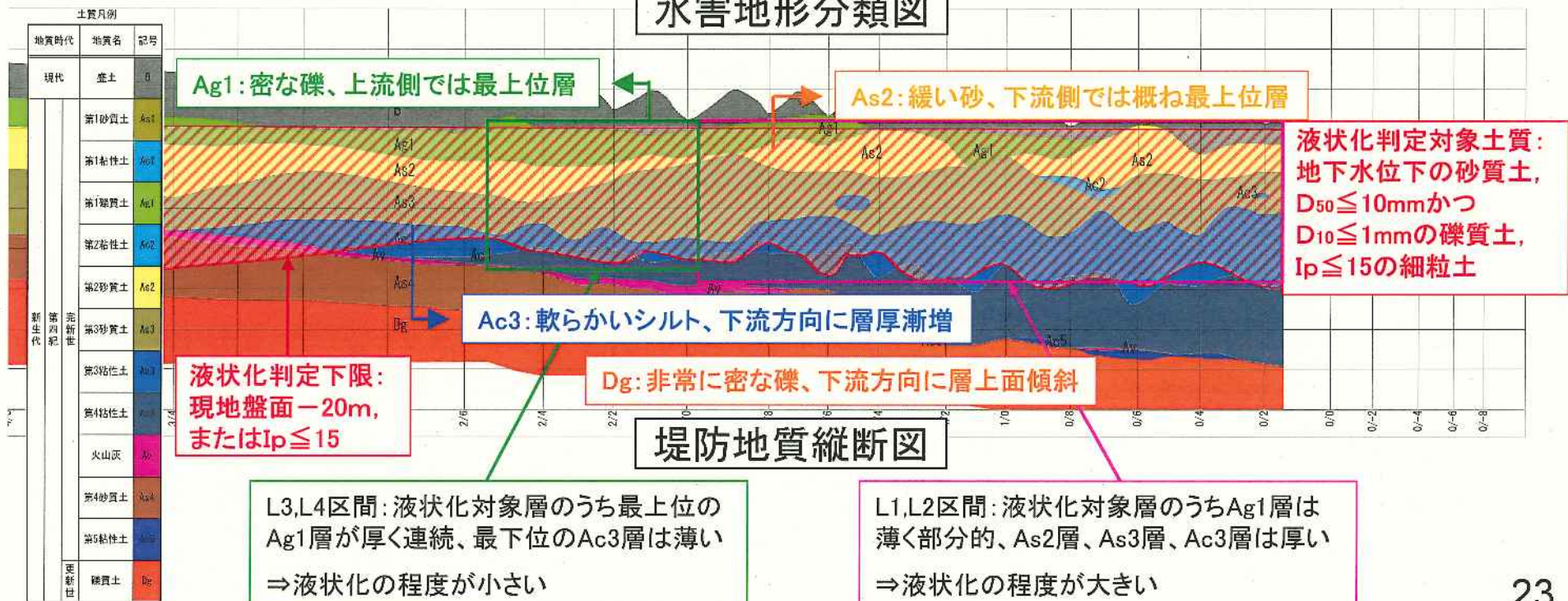
③地震時における堤防安定解析結果

検討区間の細分

細分区間	地質
L1	埋立地・盛土
L2	自然堤防
L3	旧河道
L4	自然堤防



水害地形分類図

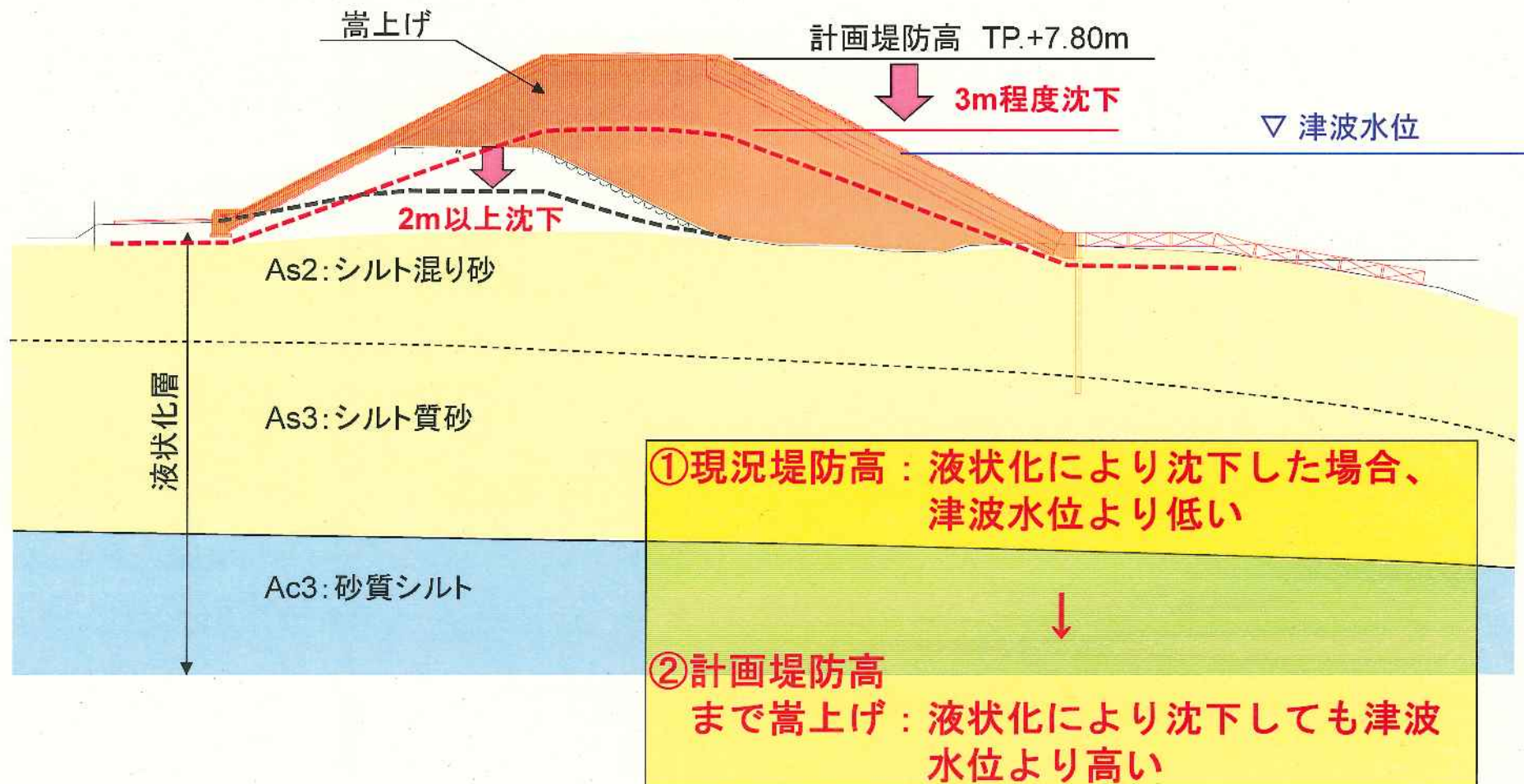


4. 地震・津波対策事業について

(1) 地震・津波対策の考え方

④ 那賀川堤防地震・津波対策計画

那賀川左岸



4. 地震・津波対策事業について

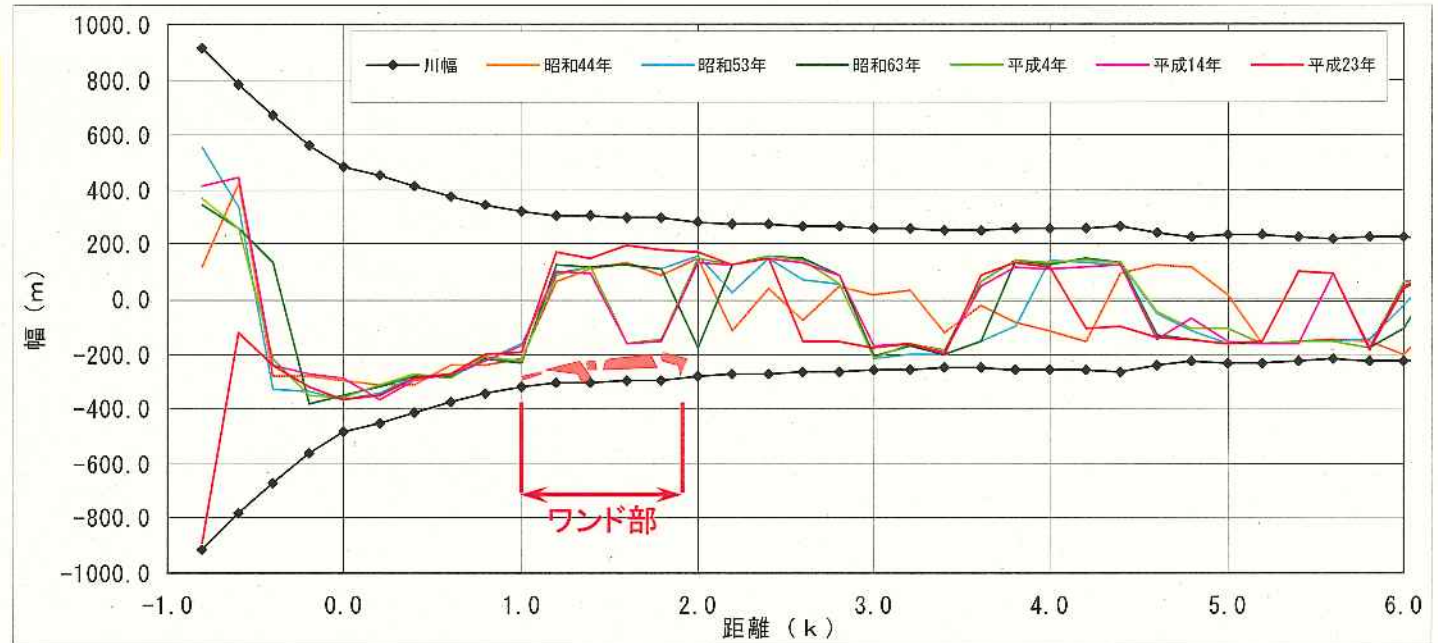
(2) 那賀川汽水域の河川環境

① 汽水域の河川特性

① みお筋



最深河床高発生位置の経年変化

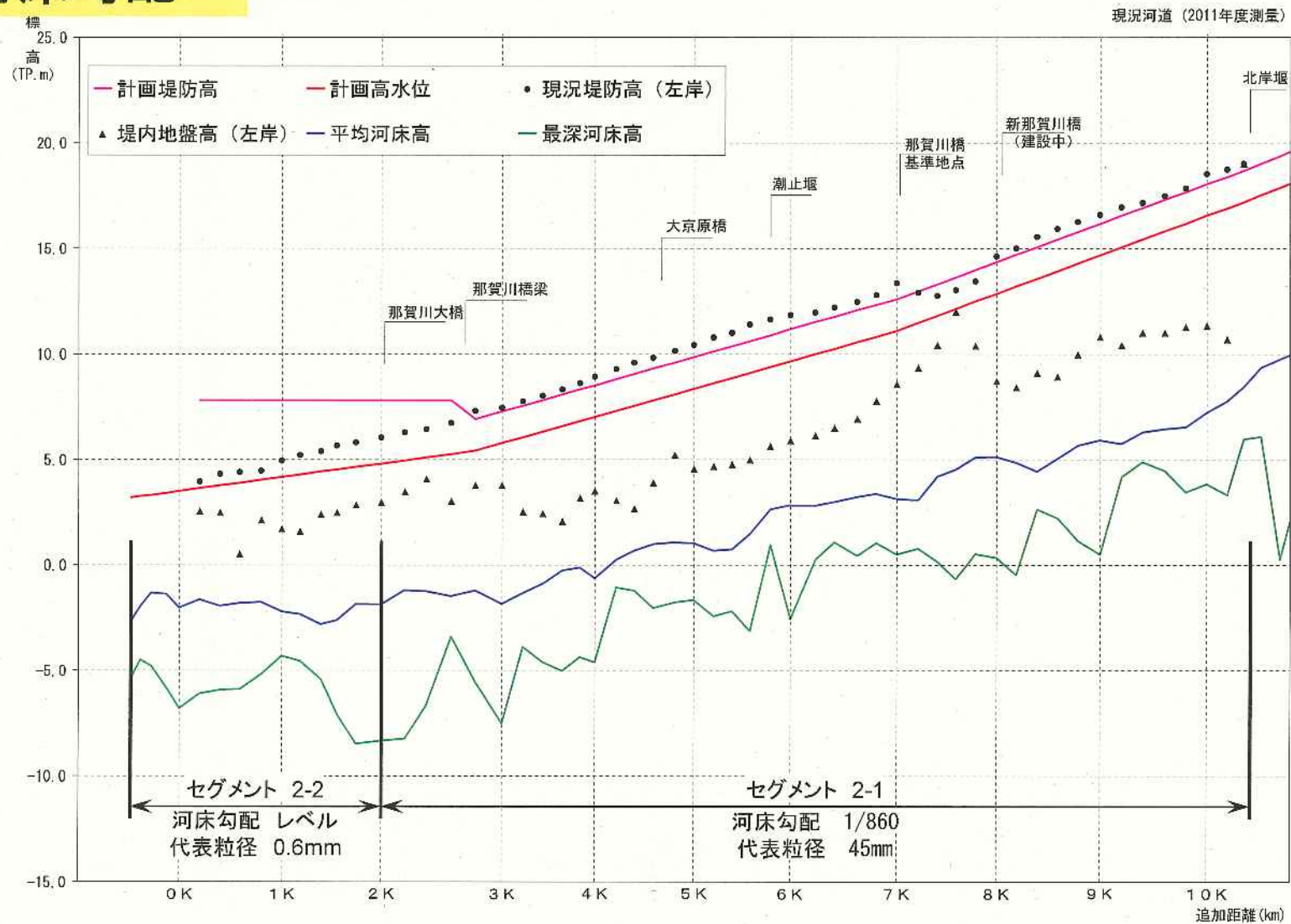


4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

① 汽水域の河川特性

② 河床勾配



4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

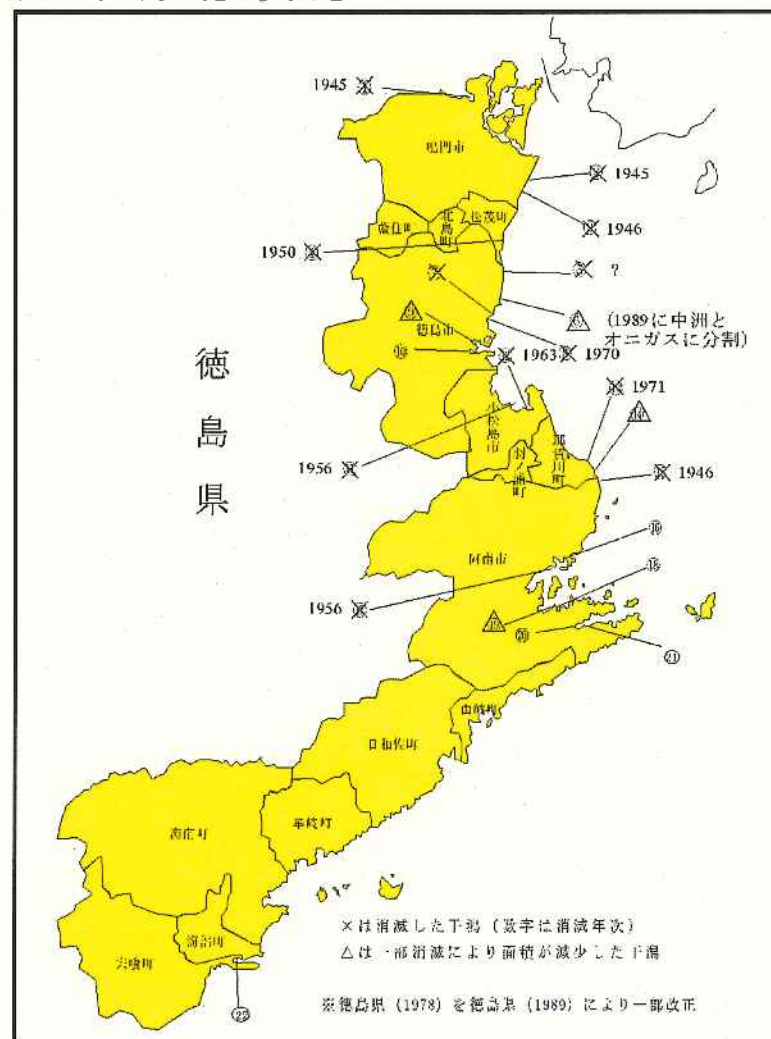
② 徳島全域における那賀川環境の位置づけ

■ 徳島県の干潟環境について【徳島県環境基本計画(資料編)(平成16年3月 徳島県)】

第4回自然環境保全基礎調査(環境庁, 1994)によると、本県の現存干潟は、11箇所・124haとなっており、その中で那賀川河口干潟面積は10.7(2.5)haで、県内の全干潟の約8.6(2.0)%である。

名 称	徳島県の現存干潟	
	面積(ha)	割合(%)
吉野川河口干潟	69.0	55.6
那賀川河口干潟	10.7(2.5)	8.6(2.0)
橘湾(大潟)干潟	3.9	3.1
椿泊(椿)干潟	3.2	2.5
那佐湾干潟	4.5	3.6
その他	32.7	26.4
合 計	124	100

現存干潟(1989年、第4回自然環境保全基礎調査(環境庁, 1994)より引用
()内は高潮堤防事業箇所の干潟面積を示す: 那賀川河川事務所調べ



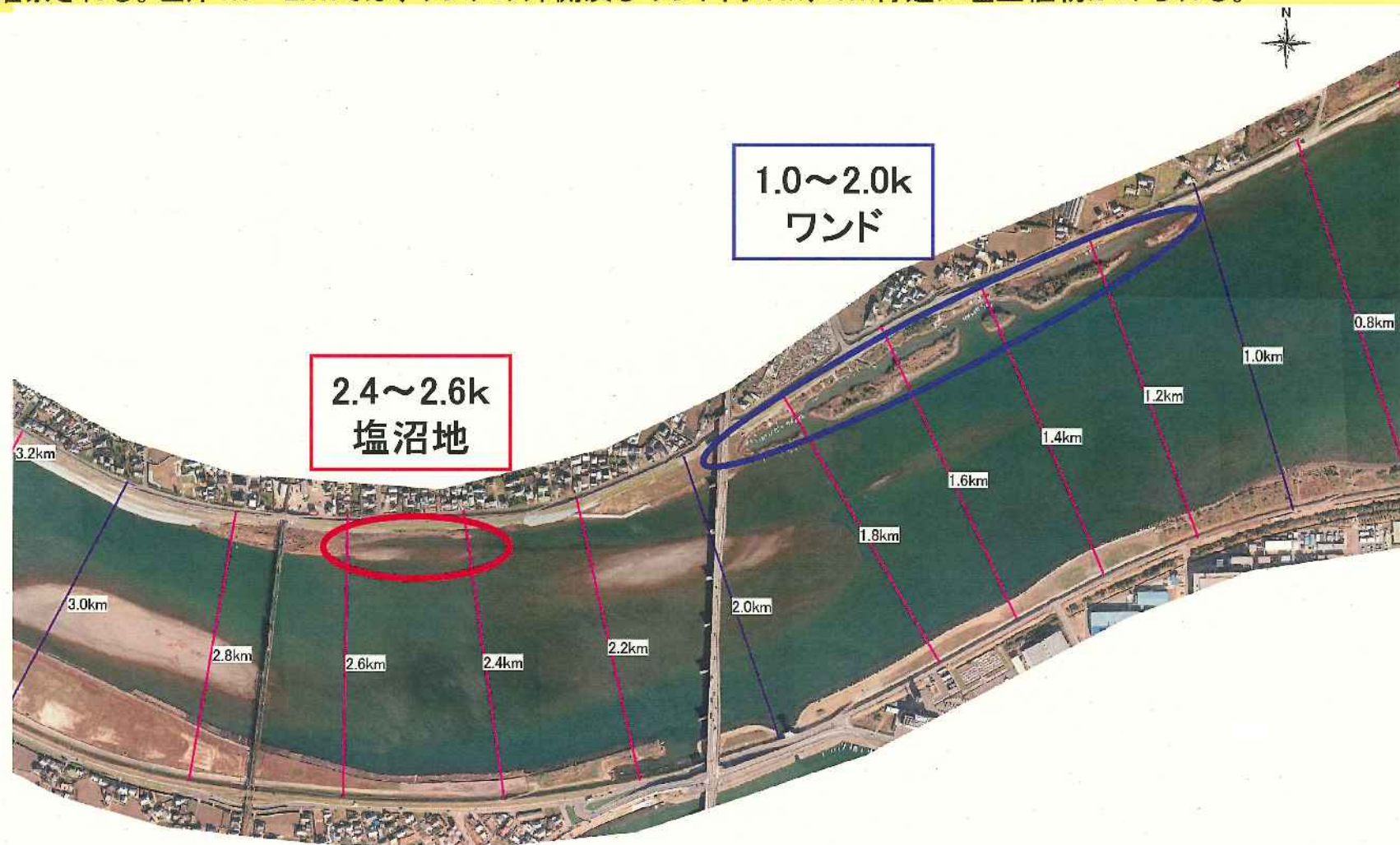
徳島県干潟概略分布図

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

③ 那賀川における河口左岸ワンド部の位置づけ

□ 左岸1.0～2.0kのワンド内には泥干潟が形成され、魚類・底生動物の重要種が高密度で生息している。
□ 左岸2.4～2.6k付近には、塩沼地が広がり、塩生植物が群生し、周辺への種子の供給源となっていることが推察される。左岸1.0～2.0kでは、ワンドの外側及びワンド内1.4k、1.8k付近に塩生植物がみられる。



4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

項目	1巡目					2巡目					3巡目					4巡目					5巡目	
	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	H 21	H 22	H 23	H 24
魚類	●					●					●					●					●	◎
底生動物	●					●					●						●					● ◎
鳥類		●					●					●						●				■
小動物			●					●					●						●			■
陸上昆虫類				●					●					●								■
植物相調査					●					●					●							■
植生図作成					●					●					●					●		
河川調査																				●		

● 那賀川水系 河川水辺の国勢調査

: 最新の魚類(H23年度)、底生動物(H24年度)、鳥類(H20年度)、植生(H22年度)の那賀川汽水域における調査結果を活用

■ H24年度 那賀川下流環境影響調査

: 河川水辺の国勢調査の結果が未実施、或いは不足している調査項目(植物相、陸上昆虫類、小動物)について汽水域での現地調査を実施。鳥類については、コロニーの確認を行った。

◎ H24年度 那賀川下流左岸詳細環境調査

: 特に重要種が集中して確認されている左岸ワンド部について詳細調査を実施

目的: 高潮堤防事業により改変を受けるワンドについて、環境保全の基礎資料とすべく事業着手前の状態を細部にわたり把握するため。

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

□ 那賀川水系 河川水辺の国勢調査：調査内容一覧

調査項目	魚類	底生動物	植物	鳥類	両生類・爬虫類・哺乳類	陸上昆虫類等
調査時期	H23年度 夏季 秋季	H24年度 夏季 (冬季予定)	H17年度 春季 秋季	H20年度 繁殖期 越冬期 春渡り期※1 秋渡り期※1	H21年度 春季 夏季※2 秋季 冬季※3	H16年度 春季 夏季 秋季
調査内容	■ 魚類捕獲調査 ・投網 ・タモ網 ・刺網 ・はえなわ ・セルびん ・小型定置網 ■ 目視確認 ・潜水観察	■ 定性調査 (タモ網、スコップ、タガネ等による定性採集) ■ 定量調査 (採泥器、サーバーネットによる定量採集)	■ 植物相 ■ 植生図作成 ・群落組成調査 ・植生断面調査	■ スポットセンサス法 (1kmピッチの定点観察) ■ 集団分布地調査	■ 任意採集 ■ 捕獲調査 ・シャーマントラップ ・墜落缶 ■ フィールドサイン法 ■ 目撃法	■ 任意採集 ■ 目視確認 ■ バイトトラップ法 ■ ライトトラップ法
調査結果の活用	◎	◎	施工区間全体の調査が実施されていない	◎	事業箇所での調査未実施	事業箇所での調査未実施

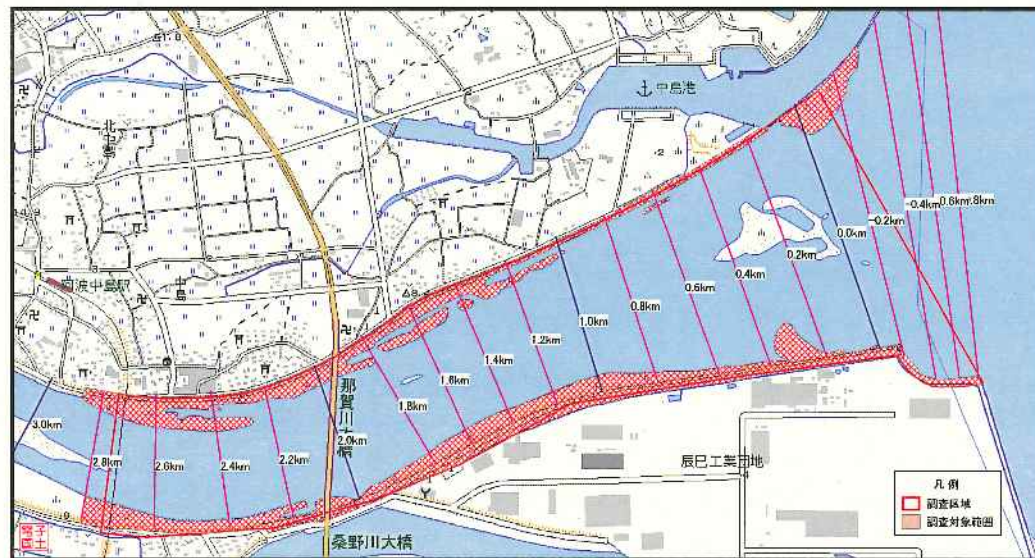
4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

■ H24年度 那賀川下流環境影響調査の調査地区

: 河川水辺の国勢調査が未実施、或いは不足している調査項目(植物相、陸上昆虫類、両生類・爬虫類・哺乳類)について汽水域の現地調査を実施した。



下流環境影響調査 調査地区

調査内容

調査項目	時期	数量	調査内容
植物 (植物相)	春季 (6月)	1回	調査地区内を任意踏査しながら、植物の生育状況について記録を行った。
	秋季 (10月)	1回	
陸上昆虫類	夏季 (7月)	1回	調査地区内を任意踏査しながら、任意採集・目撃等によって陸上昆虫類等の生息状況について記録した。また、ライトトラップ法、ベイトトラップ法による採集を行った。
	秋季 (10月)	1回	
両生類・ 爬虫類・ 哺乳類	春季 (6月)	1回	植物・陸上昆虫類等の調査時に、事業予定地及び周辺において両生類・爬虫類・哺乳類等の目撃、フィールドサイン、鳴き声等が確認された場合には確認位置等の記録をとった。
	夏季 (7月)	1回	
	秋季 (10月)	1回	

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④河川環境調査の結果

□H24年度那賀川下流左岸詳細環境調査：調査内容一覧

調査内容			①シオマネキ生息環境調査		②下流側ワンド部 詳細環境調査	
			10月30日実施		11月16-19日実施	
調査の目的			シオマネキの生息範囲及び地盤高、底質の状況について把握する。		下流側ワンド部を20～40mの44メッシュに区切り、各メッシュの底質及び魚類、底生動物の生息状況を把握する。	
			(※シオマネキの個体数と好適環境について把握する)		(※重要な魚類や貝類のワンド内の分布状況と生息環境の関係について把握する)	
調査地点数			7地点		44地点	
底質調査	地盤高	地盤高・緯度経度測量		●		
	底質	土壌硬度(貫入抵抗)		● (最表層)		
		粒度組成調査 (密度試験、粒度試験)		●	(表層から 30cm)	
		含水比		●		
	有機物量		●			
	泥色・泥温		●			
生物調査	底生動物相	シオマネキ等生息状況調査		●(概数及び2mコドラート内の個体数)		
		底生動物	定量採集	-		
			定性採集	-		
	魚類相	魚類	投網	-		
			タモ網	-		

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

① シオマネキ生息環境調査：シオマネキの移植

- 工事の直接改変による個体への影響を軽減するため、今年度の工事予定箇所のシオマネキを工事の影響のない中洲の干潟へ移植した。
- 移植した個体数は約300個体。
- 移植先には、ヨシ原があり、移植前にはシオマネキが20個体程度目視確認された。



シオマネキ移植個体数

	10月15日	10月16日	10月17日
雄	82	45	1
雌	52	85	27



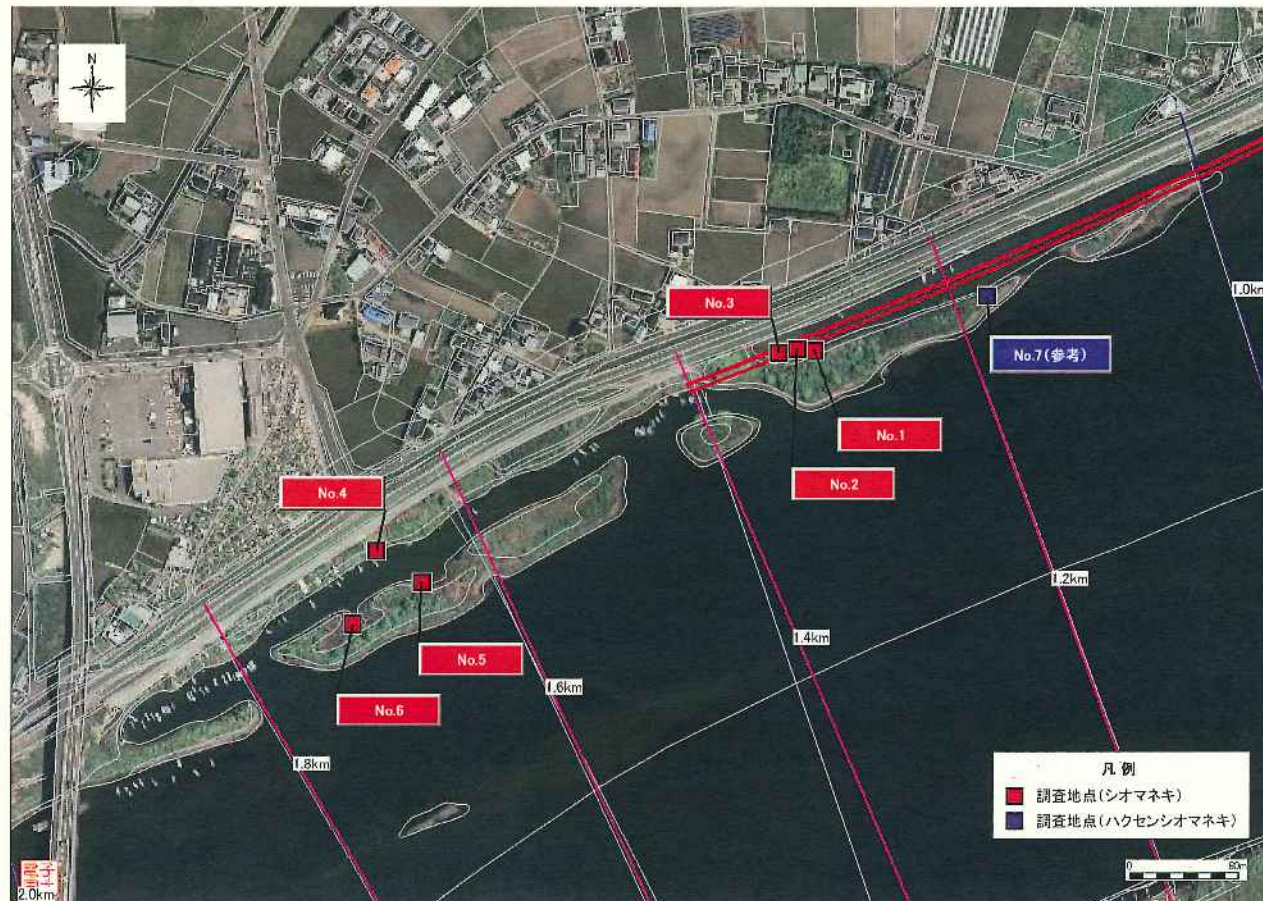
4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

① シオマネキ生息環境調査：調査箇所

シオマネキがまとまって生息している6箇所及びハクセンシオマネキの生息箇所において、範囲・生息数及び地盤高・底質の状況について調査した。



調査箇所

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

② 下流側ワンド部詳細環境調査：調査箇所

今年度事業が予定されている下流側のワンド部の44メッシュで、魚類・底生動物、底質・地盤高の調査を実施した。



調査箇所

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

② 下流側ワンド部詳細環境調査：内容詳細

調査項目	調査内容	調査名称	得られる解と利用法及び調査結果の概要
底生動物調査	定性調査	タモ網捕獲	移動能力の高いカニ類や干潟の泥上の匍匐性の貝類などの確認に適している。 区域毎の底生動物の分布情報が得られ、底質や地盤高との関連付けを行うことができる。
	定量調査	コドラード調査	底質中に潜って生息する貝類やゴカイ類、アナジャコ類や小型のベントスの確認に適している。 区域毎の底生動物の分布情報が定量的に得られ、底質や地盤高との関連付けを行うことができる。
魚類調査	投網・タモ網による捕獲調査		主に投網によって大型の遊泳魚等の魚類、タモ網によって小型の底生性の魚類の確認が期待できる。 区域毎の魚類の分布情報が得られ、底質や地盤高との関連付けを行うことができる。
生物調査結果			魚類重要種:6種、底生動物重要種:25種が確認された。確認状況はメッシュ図に整理した。
底質調査	土壌調査	1)粒度組成	底質の礫分・砂分・シルト分の割合について調査する。 底生動物・魚類等の生息状況と粒度組成の関連付けを行い、事業後の生息に適した環境の再現及びモニタリングに活用する。
		2)含水率	底質の含水比について調査する。 底生動物・魚類等の生息状況と含水比の関連付けを行い、事業後の生息に適した環境の再現及びモニタリングに活用する。
		3)強熱減量	底質の有機物量について調査する。 底生動物・魚類等の生息状況と有機物量の関連付けを行い、事業後の生息に適した環境の再現及びモニタリングに活用する。
		4)土壌硬度	底質の硬度について調査する。シオマネキ等の甲殻類はある程度堅さのある干潟でなければ巣穴を掘ることができないとされる。 底生動物の生息状況と土壌硬度の関連付けを行い、事業後の生息に適した環境の再現及びモニタリングに活用する。
		5)地盤高 (緯度・経度)	底生動物・魚類及び底質調査地点の位置及び地盤高のデータを得る。 調査地点を平均満潮位～平均潮位～平均干潮位等の高さに区分し、底生動物・魚類等の生息環境との関連付けを行う。
底質調査結果			ワンドの最上流部や砂嘴の水際部は泥質を好む種、ワンド内上流側～中流部は砂泥質を好む種、下流側及び本川側は、砂礫質を好む種の生息環境となっていることが伺えた。

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④河川環境調査の結果

1) 粒度組成(各調査箇所での粒度分布)



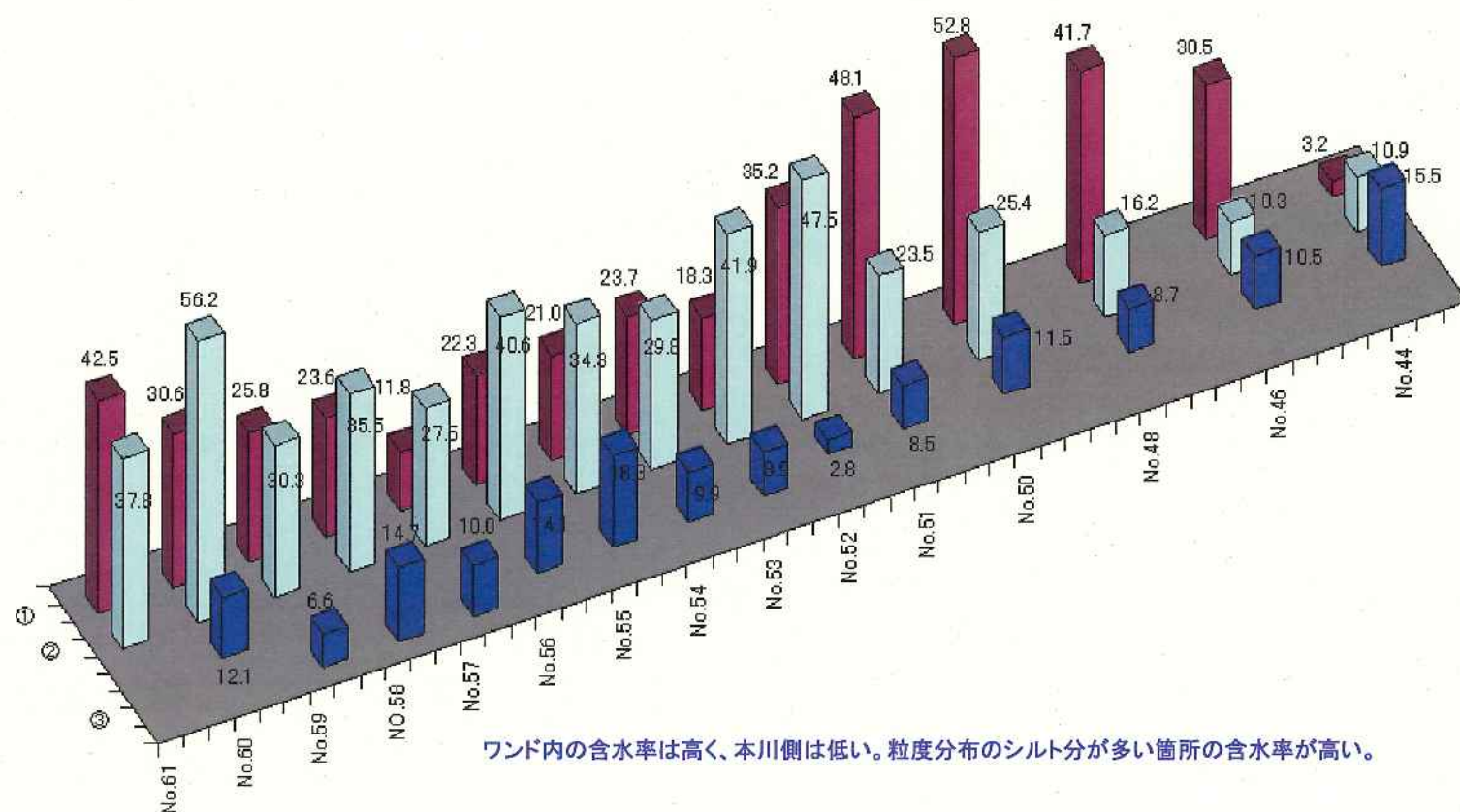
各調査箇所の粒度分布(%)

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

2) 含水率



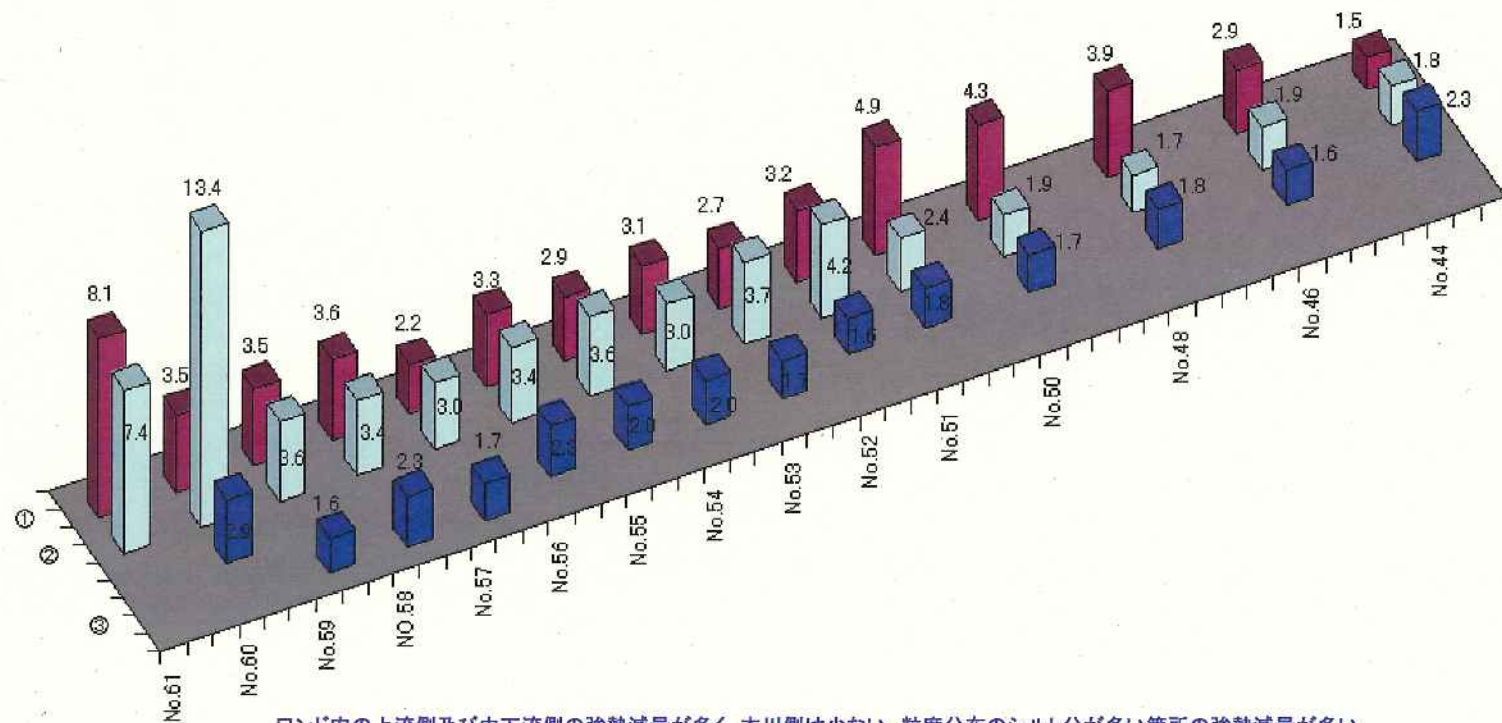
各調査箇所の含水比(%)

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

3) 強熱減量



ワンド内の上流側及び中下流側の強熱減量が多く、本川側は少ない。粒度分布のシルト分が多い箇所の強熱減量が多い。

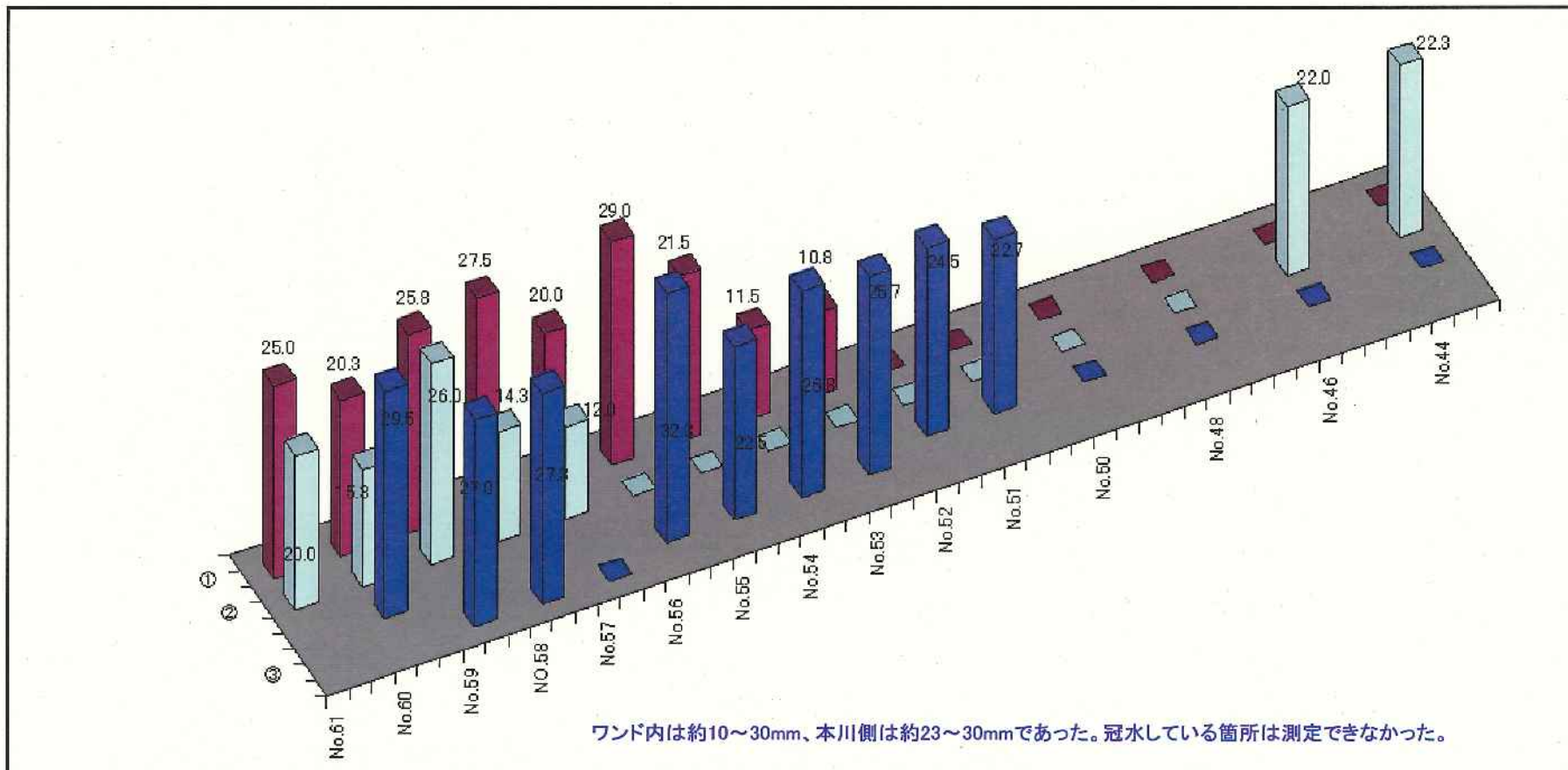
各調査箇所の強熱減量(%)

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

4) 土壌硬度



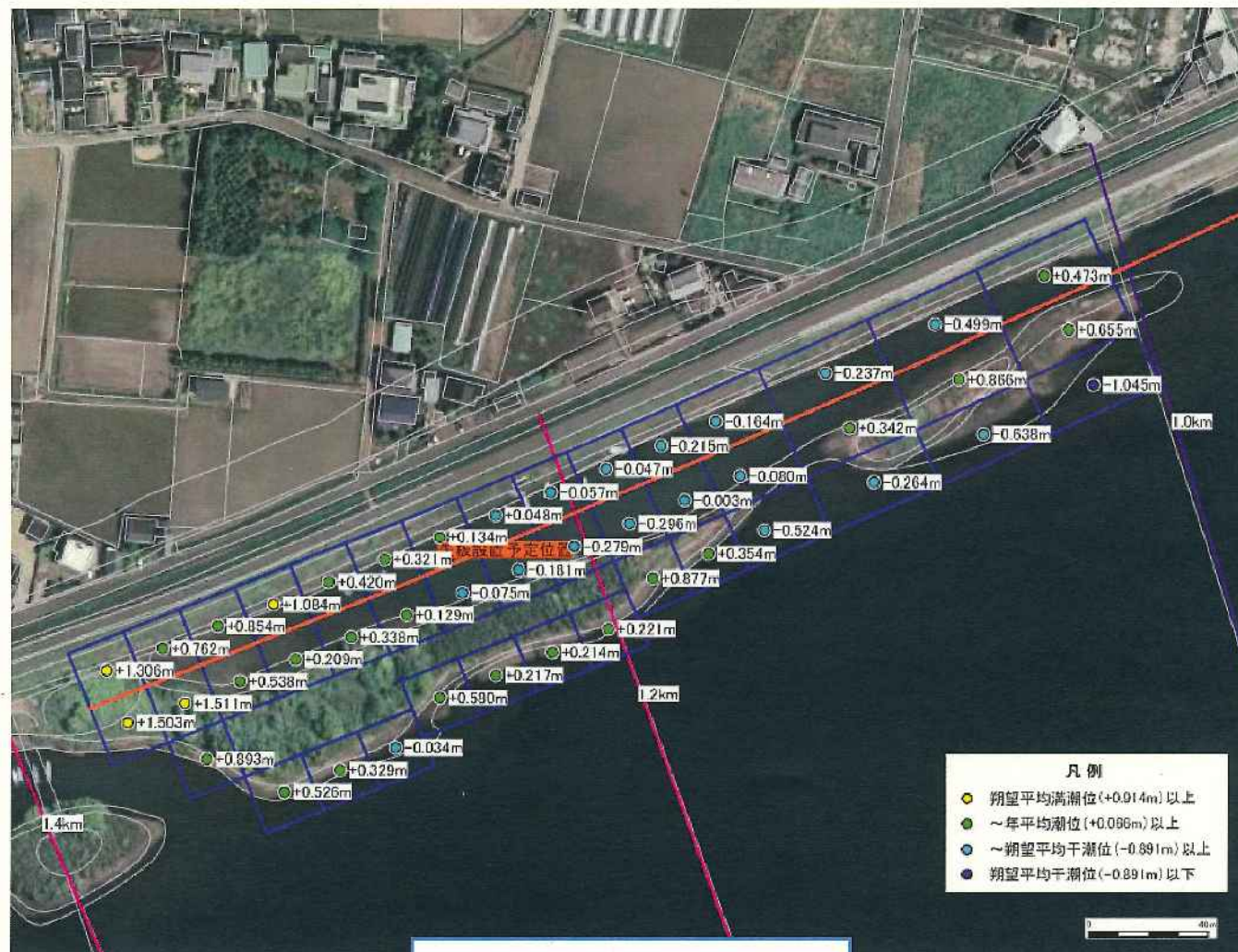
各調査箇所の土壌硬度(貫入抵抗(mm))

4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

5) 地盤高



4. 地震・津波対策事業について

(2) 那賀川汽水域の河川環境

④ 河川環境調査の結果

※全ての種の生育・生息位置は、希少種保護の観点から非公開としています。

重要種確認種数【那賀川汽水域】

魚類:14種

底生動物:25種

植物:6種

鳥類:7種

両生類・爬虫類:2種

陸上昆虫類:5種

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(1) 整備方針

■東日本大震災の教訓を踏まえ、近い将来の発生が予測されている東南海・南海地震に備え、必要な防災対策を早期に実施する。

■防災対策に合わせて、河川環境に対する影響を軽減するための保全措置を実施する。

■工事の実施には、重要な動植物への影響を最小限に抑えるための措置を実施する。

■工事実施中、後には早期に河川環境の回復を図るよう、必要な代償措置及びモニタリング調査等を実施する。

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(2) 周辺の土地利用と河川環境

① 堤内の状況

堤防に隣接した住家



② 河川環境

川側にはシオマネキ、ハゼ類等が生息する干潟がある



5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(3) 堤防の設計基準

- ・河川管理施設等構造令
 - ・改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅰ、Ⅱ
 - ・河川構造物の耐震性能照査指針・解説 各編 H24.2
 - ・海岸保全施設の技術上の基準・同解説 H16.6
 - ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 H19
 - ・河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き H23.11
 - ・護岸の力学設計法 H19.11

 - ・「平成23年東北地方太平洋沖地震及び津波で被災した海岸堤防等の復旧に関する基本的な考え方」について H23.11

 - ・河川への遡上津波対策に関する緊急提言 H23.8
 - ・河川津波対策について H23.9.2通達
 - ・河川堤防の耐震対策マニュアル(暫定版) H24.2
 - ・レベル2地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル H24.2
- 等

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

平面図

A断面

B断面



標準断面図

A断面



B断面



標準断面図

- ・コンクリート被覆、アスファルト被覆式が適用可能(砂防技術基準p.169)
→堤体の変形に順応でき、安価で維持補修が容易なアスファルト被覆式
- ・天端被覆工により粘り強い構造とできる
- ・砂防技術基準p.169より、As6cm以上、碎石20cm以上
- ・排水勾配2%を付する(「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」p.3-43より2～5%)

・市道舗装により裏法尻被覆効果
(粘り強い構造)が期待できる

- ・波浪による侵食防止のためコンクリートブロック張式
- ・砂防技術基準p.160より、ブロック厚50cm以上、2t以上
- ・砂防技術基準p.160より、裏込め厚さ50cm以上
→砂防技術基準p.161より栗石 $t=30\text{cm}$ 、切込碎石 $t=20\text{cm}$
- ・防水シート設置(波浪の堤体への侵入防止)
- ・周囲の景観等に配慮し植付付きブロックを採用する

- ・砂防技術基準p.171より1.0m×1.0mを基本とする。
張ブロックを受ける形状とする。
- ・基礎工天端高は現状の地盤高、施工性より朔望
平均満潮位程度に設定

- ・砂防技術基準p.169より、コンクリートブロック辺長30cm以上、厚さ10cm以上
- ・裏法被覆工により粘り強い構造とできる
- ・住家等から景観に配慮して自然石張りブロック
- ・堤体内に浸透水を滞留させないように、吸出防止シートを敷設

・構造令の土堤最急勾配2割を満足する勾配を設定

・東北の実績(阿武隈川、名取川)から想定

- ・現地盤設置高さはシオマネキ等の生息層の復元を考慮して現地盤高-0.5m程度
- ・敷設幅は、砂防技術基準p.36よりブロック1列＋洗掘深/sin30°として算定(洗掘深には津波洗掘を適用)

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

① 堤防の法勾配

河川管理施設等構造令(第19条)

堤防は、盛土により築造するものとする。(土堤原則)

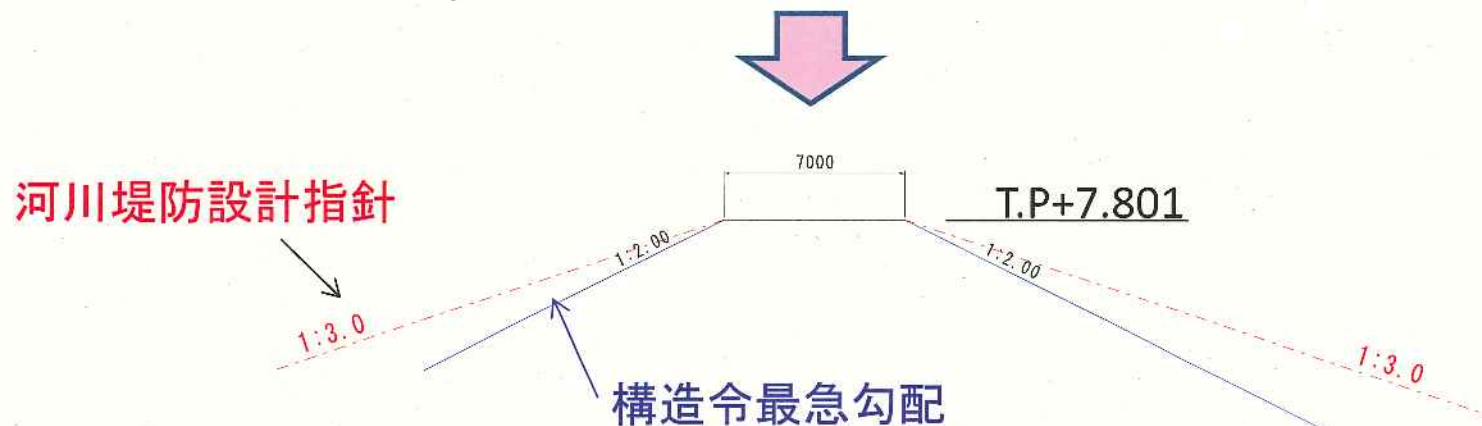
河川管理施設等構造令(第22条)

盛土による堤防の法勾配は50%以下(2割以上)の緩やかな勾配とする。

河川堤防設計指針(H19.3)

堤防のり面は表のり、裏のりともに、原則としてのり勾配が3割より緩い勾配とし、一枚のりの台形断面として設定する。

構造令では、のり勾配は2割より緩い勾配とし、一定の高さ以上の堤防については必要に応じ小段を設けることとしているが、小段は雨水の浸透をむしろ助長する場合があります。浸透面からみると緩やかな勾配の一枚のりとした方が有利なこと、また除草等の維持管理面やのり面の利用面からも緩やかな勾配が望まれていること等を考慮し、緩傾斜の一枚のりとする 것을原則とした。



3割一枚法を適用した場合は、堤内の住家や干潟への影響が多いため、構造令ののり勾配2割(最急勾配)を適用する。

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

② 法覆工の構造

河川管理施設等構造令(第28条)

1. 湖沼、**高潮区間**または2つ以上の河川の合流する箇所の堤防その他の堤防で波浪の影響を著しく受けるものには、必要に応じ、次に掲げる措置を講ずるものとする。

— **表法面**又は表小段に**護岸**又は護岸又は波返工を**設ける**こと

(略)

2. 前項の堤防で越波のおそれがあるものについては、同項に規定するもののほか、必要に応じ、次に掲げる措置を講ずるものとする。

— **天端、裏法面**および裏小段を**コンクリート**その他これに類するもので**覆う**こと



河川管理施設等構造令(第28条)に基づき表法面、天端、裏法面をコンクリート構造の護岸で覆う「**三面張構造**」を適用する。

具体的な構造については、「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)・同解説 設計編」等に準拠して設定する。

・表法被覆工

コンクリートブロック張式(ブロックの暑さは50cm以上、ブロック重量は2t以上)とする。

…「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)・同解説 設計編Ⅱ」(p.160)

・天端被覆工

県道として兼用している現状を踏まえて、アスファルト被覆式(アスファルト厚6cm以上)とする。

…「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)・同解説 設計編Ⅱ」(p.169)

・裏法被覆工

コンクリートブロック張式(ブロックは原則として辺長30cm以上、厚さ10cm以上)とする。

…「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)・同解説 設計編Ⅱ」(p.169)

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

③根固め工の構造

「河川への遡上津波対策に関する緊急提言」

河川津波は非常に大きな流速と流速の変動を生じ、通常は**高潮や波浪の影響よりも浸食作用が大きい**と考えられる。

したがって、津波が作用する高さの範囲について、**表法面等の浸食対策が必要**である。

河川津波は、高潮とは異なり浸透を考慮する必要はないことから、構造令にある「流水の通常的作用に対して安全な構造」に位置づけられる外力ではなく、流水及び波浪の浸食作用と同様に、施設画面上の津波が作用する水位以下で堤体の**浸食作用に対して護岸等の構造上必要な措置を講じることで、堤防の安全を確保すべき外力**である。

「河川津波対策について」H23.9.2通達

津波の流体力による被災が懸念されるブロック等による積み又は張り形式の構造物では、必要に応じて**河川津波に対する安定性について検討する**ものとする。



津波による浸食作用に対して、護岸、根固めブロックにより堤防の安全性を確保する。

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

③根固め工の構造

・津波による洗掘深(実績)



河川横断位置図【阿武隈川】

出典:「第2回 河川津波対策検討会」配付資料 参考資料-3

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

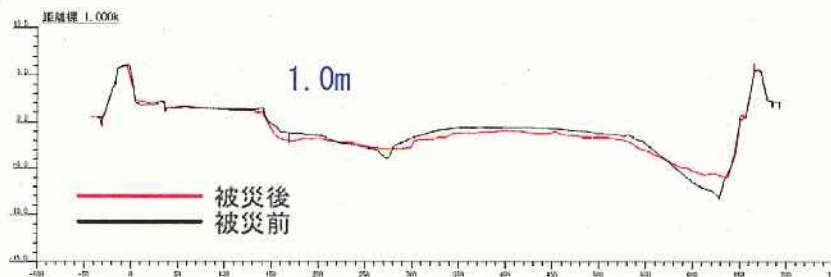
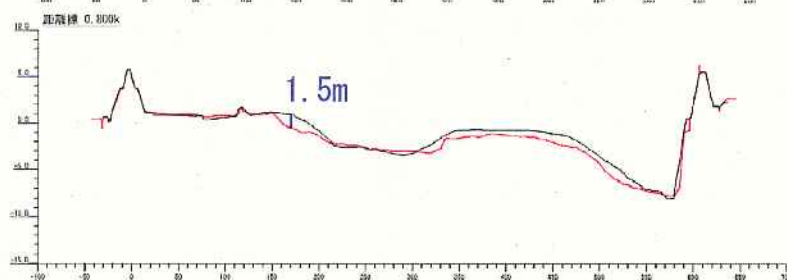
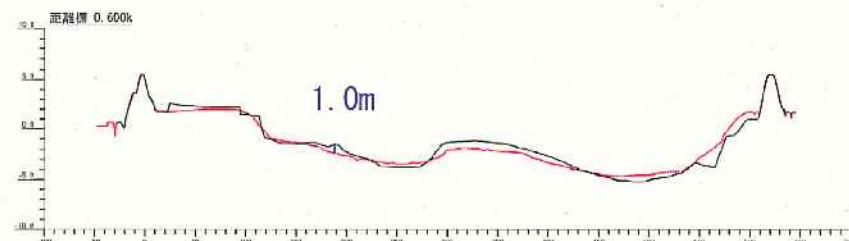
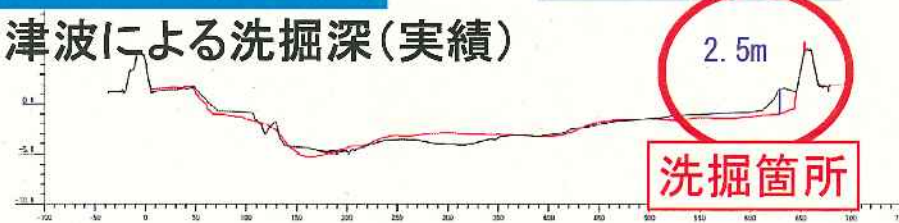
(4) 堤防の構造

③根固め工の構造

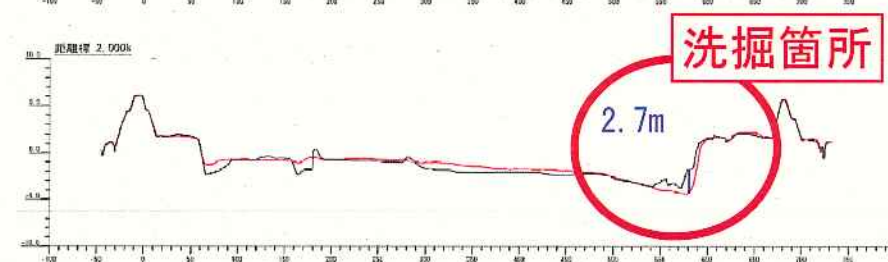
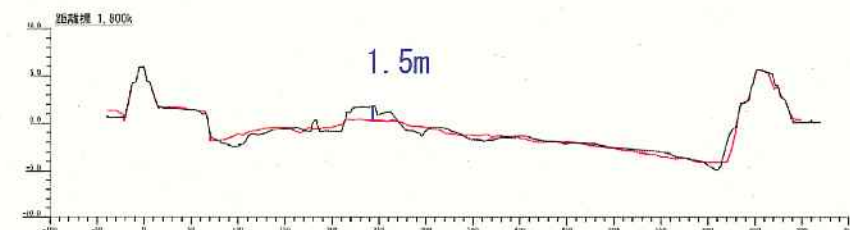
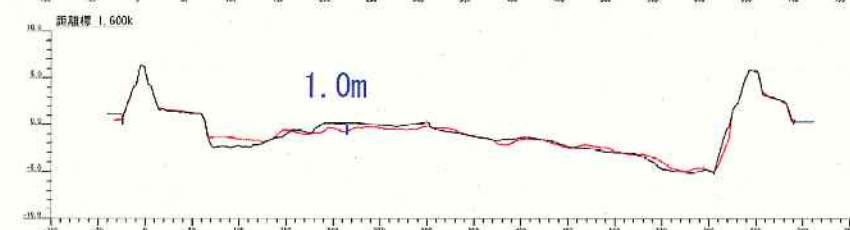
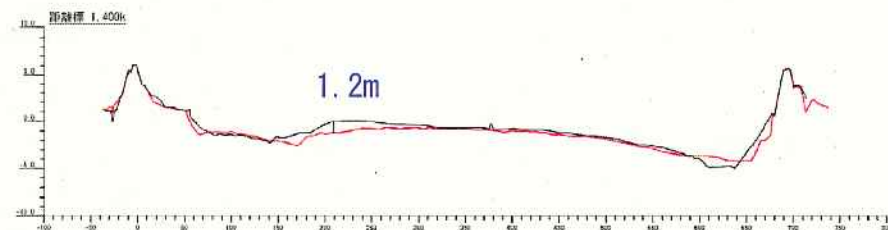
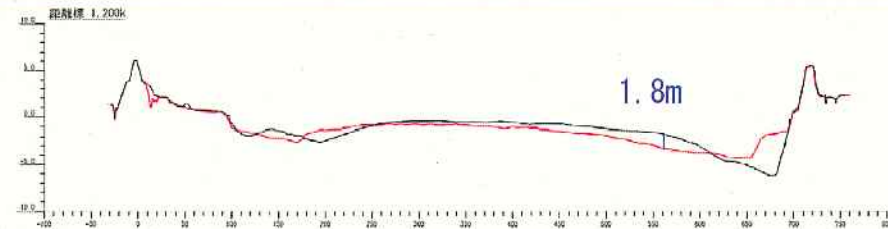
最大値 2.7m

平均値 1.6m

・津波による洗掘深(実績)



津波前後の河川横断面図【阿武隈川】



出典:「第2回 河川津波対策検討会」配付資料 参考資料-3

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

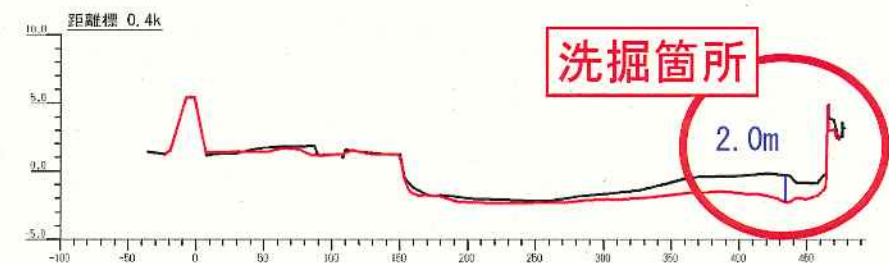
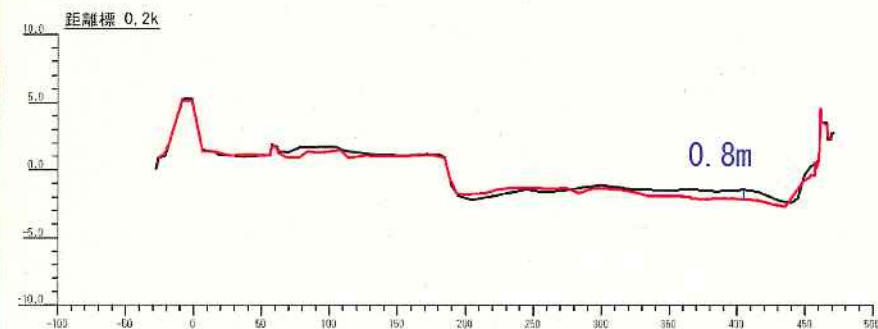
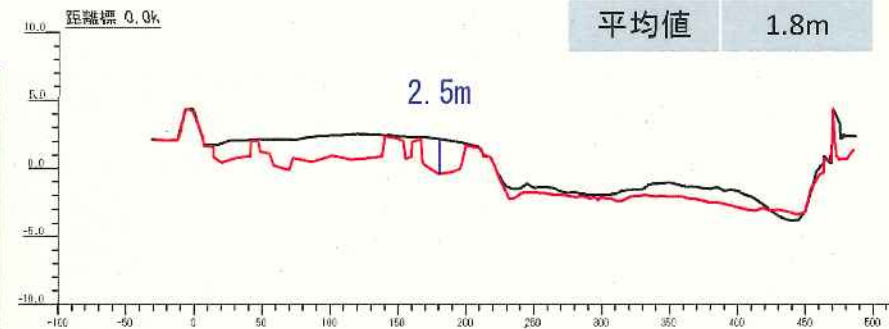
③根固め工の構造

・津波による洗掘深(実績)



河川横断図位置図【名取川】

最大値	2.5m
平均値	1.8m



津波前後の河川横断図【名取川】 — 被災後 — 被災前

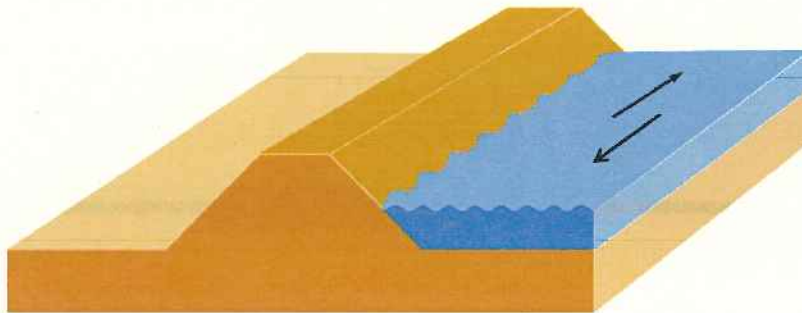
5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

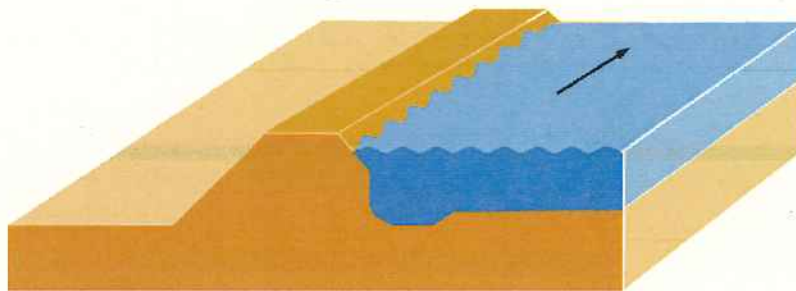
③ 根固め工の構造

・津波の遡上の流れによる堤体の浸食(実績)

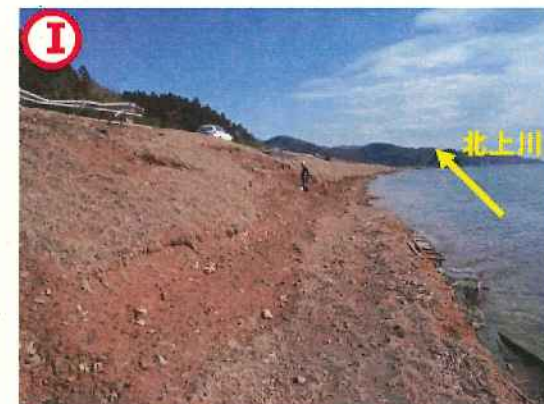
① 津波が堤防に沿って遡上(引き波の影響もあり)する際、堤防法尻を洗掘する



② 堤防は大きく洗掘され不安定な状況になる



出典：国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所HP



川側のり面の浸食(新北上川左岸約2k)

出典：「第2回 河川津波対策検討会」配付資料 参考資料-7

http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kasentsunamitaisaku/dai02kai/index.html

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

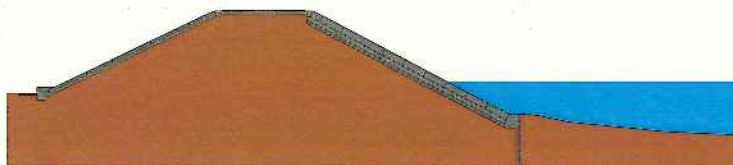
(4) 堤防の構造

③ 根固め工の構造

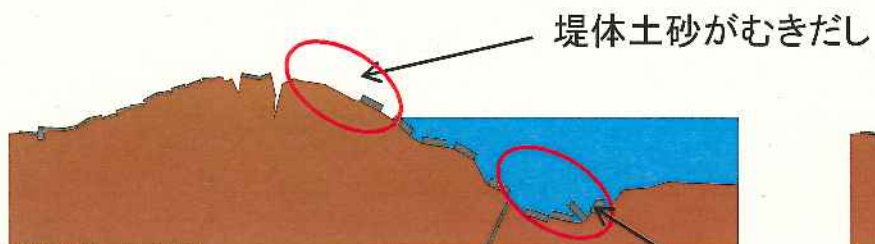
・根固め工の効果

① 地震発生

(1) 根固めブロックなし

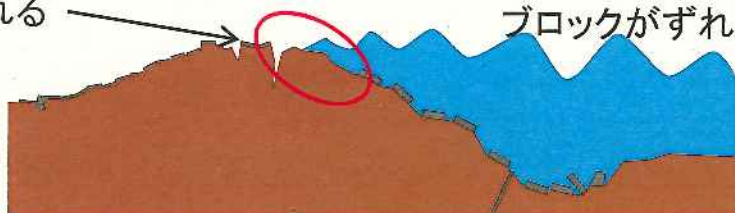


② 堤防が3m変形する(堤体がゆるむ)

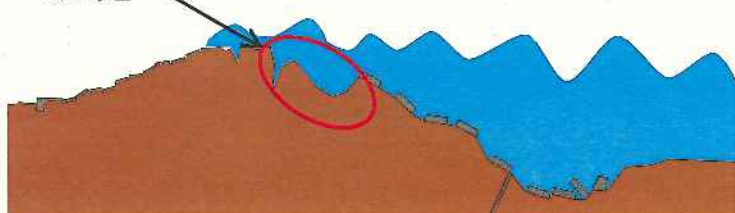


③ 津波来襲

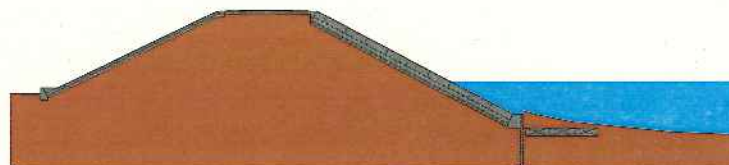
浸食される



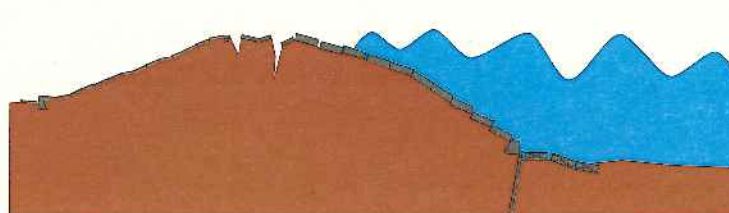
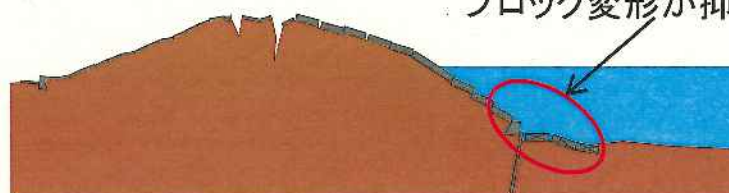
破堤



(2) 根固めブロックあり



根固め工の効果により
ブロック変形が抑えられる



5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(4) 堤防の構造

③根固め工の構造 ・根固め工の敷設幅

津波による河床洗掘に追随した根固めブロックの変形を考慮して敷設幅を決定する

改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編 I (p.36)

護岸の力学設計法 (p.106)

根固工の敷設幅は、河床洗掘に追随し護岸前面に河床低下が見られても、最低1列もしくは2m程度以上の平坦部が残るように設定する。

$$B = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

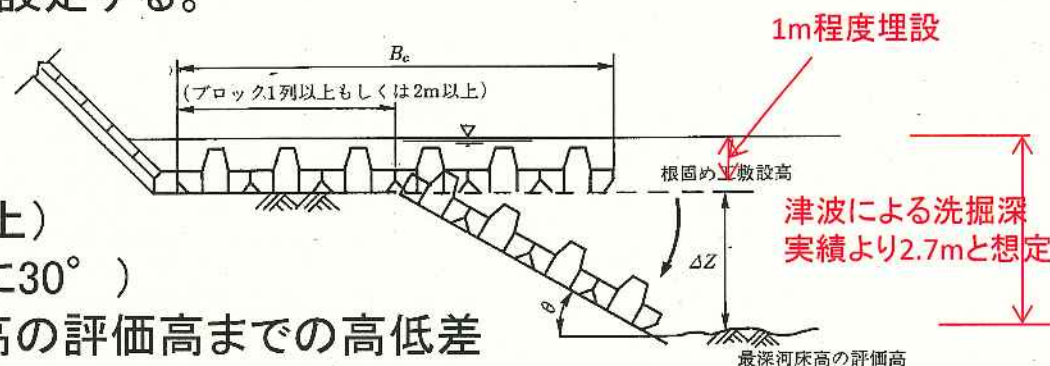
B: 根固工の敷設幅

L_n : 護岸前面の平坦幅

(ブロック1列もしくは2m程度以上)

θ : 河床洗掘時の斜面勾配 (一般に 30°)

ΔZ : 根固工敷設高から最深河床高の評価高までの高低差



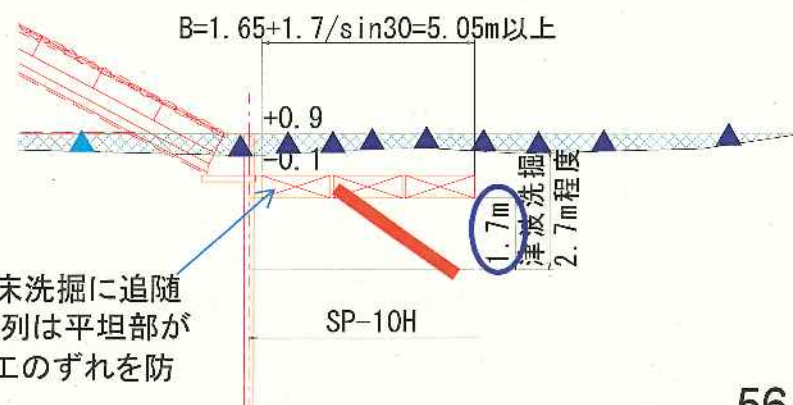
	最大値	平均値	採用値
阿武隈川	2.7m	1.6m	2.7m
名取川	2.5m	1.8m	

ブロック1列の幅 $\div 1.65\text{m}$ (3t型)

$$B = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

$$= 1.65\text{m} + 1.7\text{m} / \sin 30^\circ$$

$$= 5.05\text{m以上} \rightarrow \text{ブロック3列必要}$$



前面の2列は河床洗掘に追随し変形するが、1列は平坦部が残り、表法被覆工のずれを防止できる

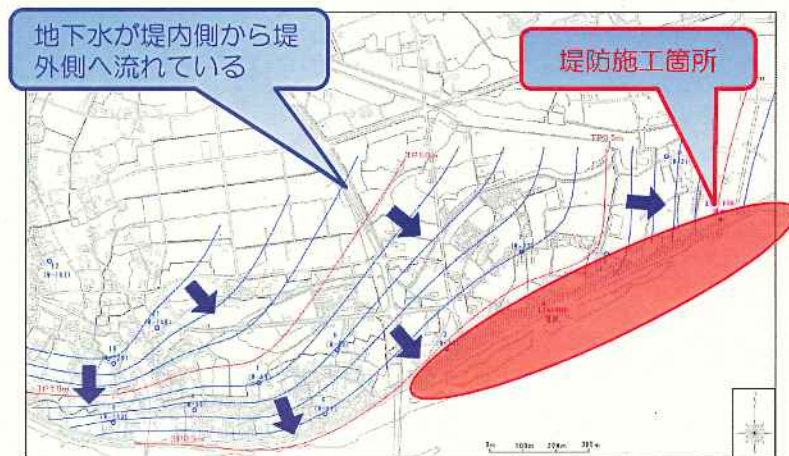
5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

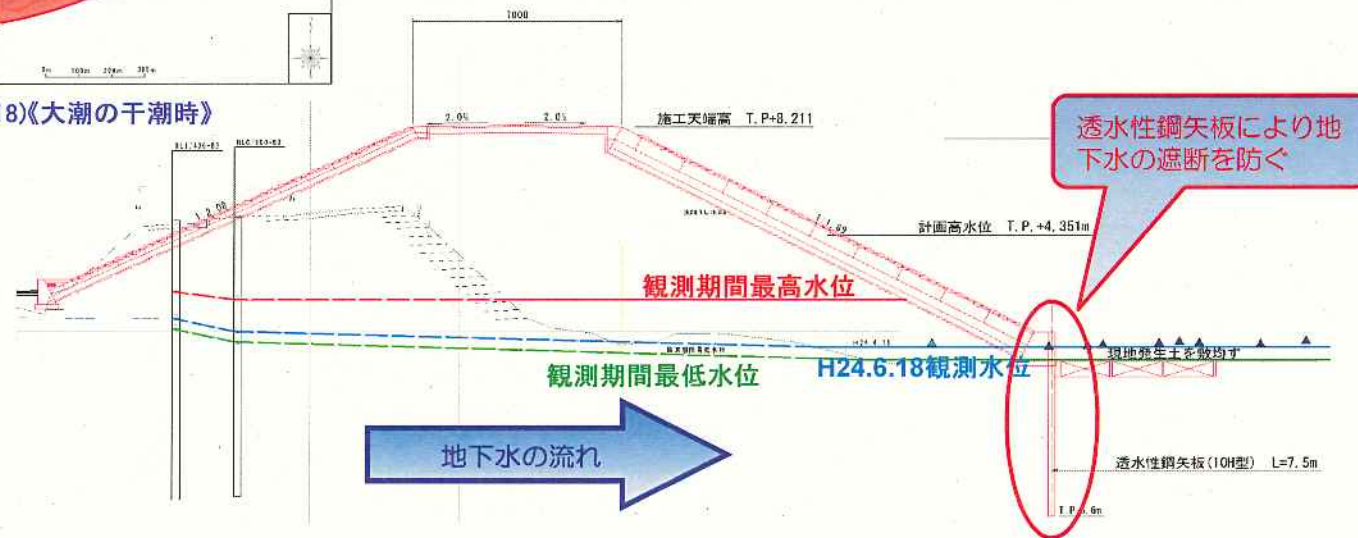
■【設計での配慮】

①透水性鋼矢板の採用により、地下水位の変化による環境影響を回避する。

⇒地下水が河川内に流れ込む透水層を保護し、水際の植生生物への配慮



地下水位等高線図(H24.6.18)《大潮の干潮時》



5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

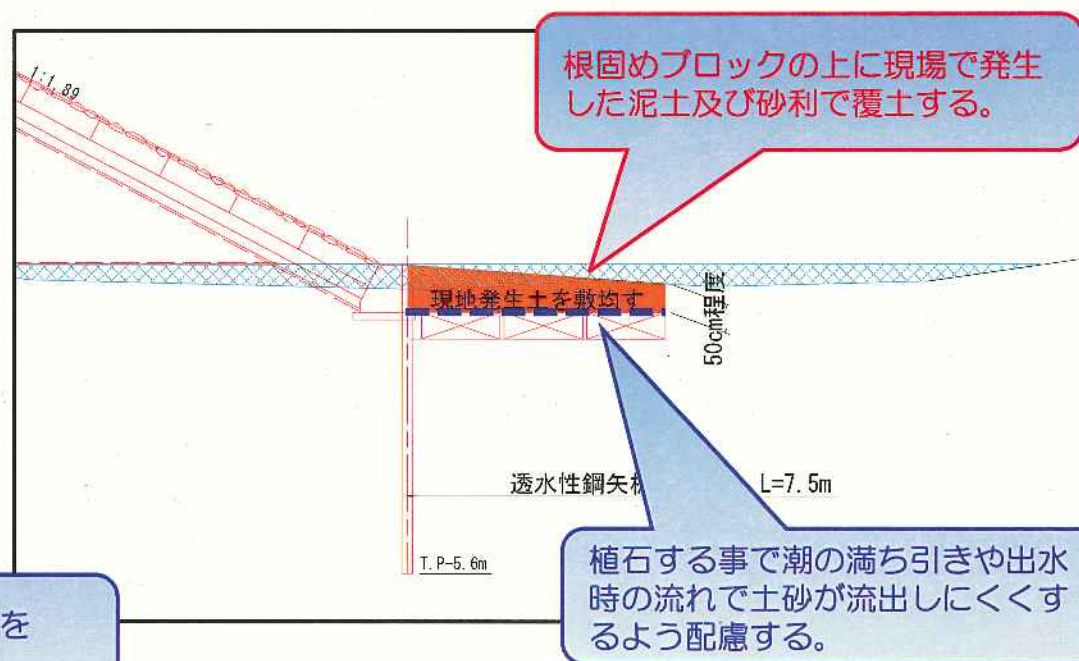
■【設計での配慮】

②植石付き根固めブロックを使用する。

⇒ブロック上面を粗面にすることで覆土の定着性を向上



150~200mm程度の割栗石を
5cm程度突出させて埋め込む。



5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

■【設計での配慮】

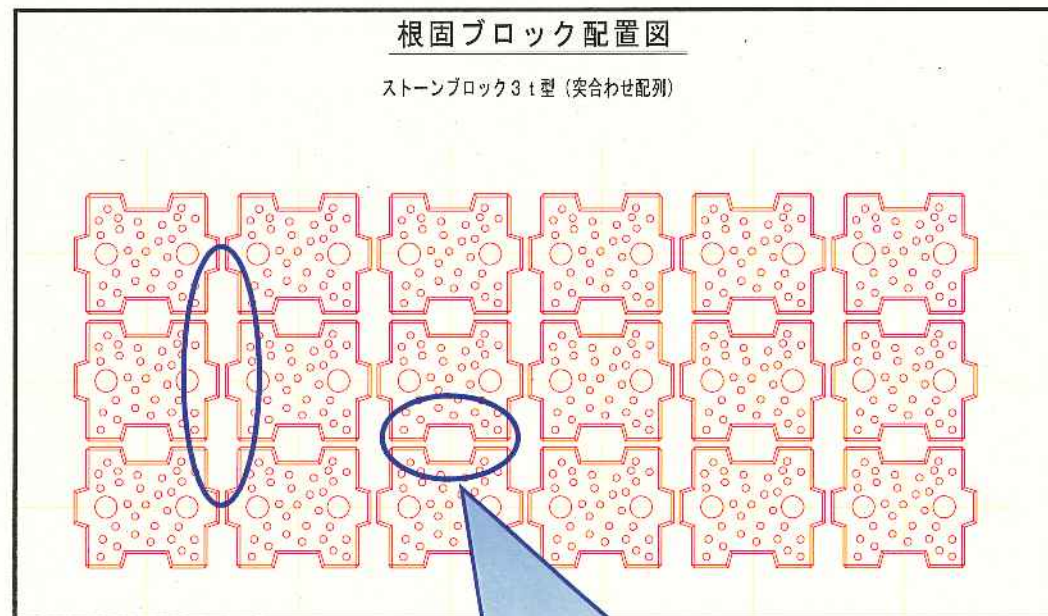
③穴あきの根固めブロックや突き合わせ配列を採用する。

⇒空隙を多く設けることにより底生生物等へ配慮

(覆土を0.5～1.0m程度形成するが、それ以上に巣穴を深く掘る底生動物がいる可能性もあるため巣穴を深く掘れるように配慮)



穴が開いているブロックを採用



根固ブロック配置図

ストーンブロック3t型(突き合わせ配列)

空隙が多く確保出来る配置を採用

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

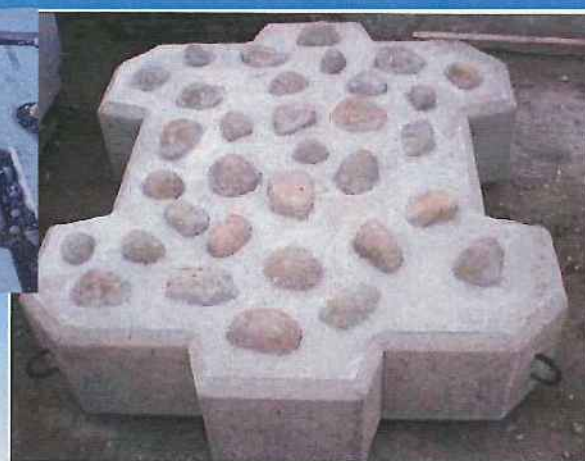
■【設計での配慮】

④ 法覆に植石付きのブロックを採用する。

⇒ ブロック相互の隙間から植生が生育し石材の活用により、周囲の景観等に配慮し植石付きブロックを採用する



＜標準ブロックの例＞



＜植石付きブロックの例＞



＜植石付きブロックの使用例＞

5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

■【施工での配慮】

＜植生生物＞

- ①掘削箇所毎に土砂を分別保管及び養生し、原状回復に努める。
- ②地形(高さ、勾配)は現況に近い形に復元する。
- ③干潟掘削土中に混在する表土を覆土することにより、落下種子の発芽を促す。
- ④ヨシについては根株を保護しつつ撤去し、現地に回復する。

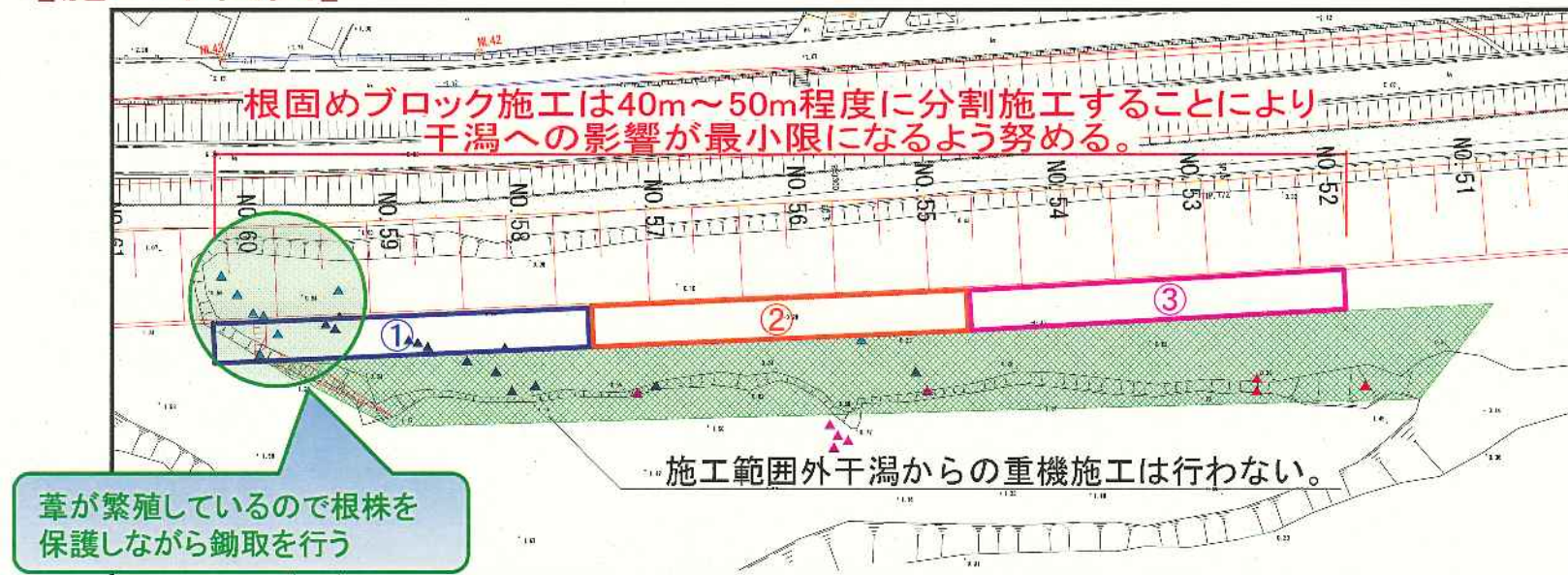
＜底生動物＞

- ①干潟部の掘削土は、同じ箇所への埋め戻し及び環境保全措置に使用する。
- ②掘削については、土質の変化を考慮し、30cm程度の層上に実施する。
- ③可能な限り原状回復するため、掘削箇所毎に土砂を仮置きし、養生を実施する。
- ④施工範囲をブロック毎に分け、干潟掘削から覆土までの期間が最短になるようにする。
- ⑤重機施工は岸側から行うことにより、干潟への影響が最小限になるよう努める。

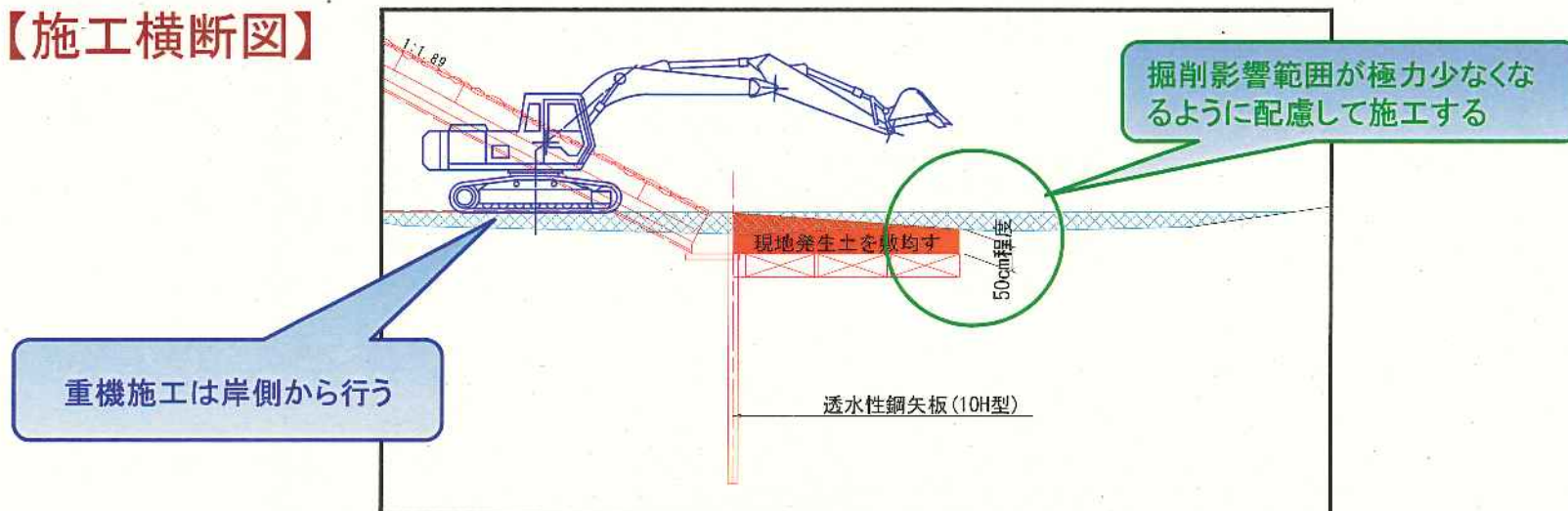
5. 防災と河川環境の調和した整備方針

(5) 河川環境(干潟等)への配慮事項

【施工平面図】



【施工横断図】



6. 河川環境の回復

(1) ミティゲーションについて

● ミティゲーション計画の作成

本工事により損失した河川環境については、代償ミティゲーション等を実施することにより、可能な限り回復する。

表 保全措置の概要(開発事業による環境に対する影響を軽減するためのすべての保全行為)

項目		内容
優先順位 ↑高 ↓底	回避	ある行為をしないことで影響を避ける
	低減	最小化
		ある行為とその実施に当たり規模や程度を制限して影響を最小化する
		修正・修復
		影響を受ける環境の修復、回復、復元により影響を矯正する
	軽減	ある行為の実施期間中、繰り返しの保護やメンテナンスで影響を軽減または除去する
	代償措置	代替資源や環境を置き換えて提供して影響の代償措置を行う

6. 河川環境の回復

(1) ミティゲーションについて

■ 低減措置

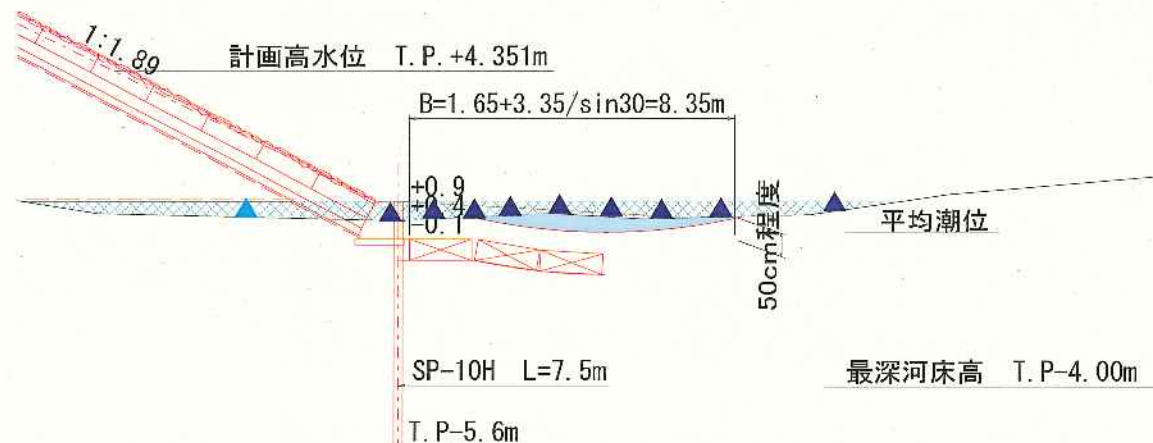
・干潟底部の土を一時保存、工事後復旧する

ワンド部の底質土を、床掘前に30cm程度スキトリ仮置きしておき根固めブロック設置後の埋戻しの土砂部に使用するようにする

床掘前にスキトリ仮置きした土を埋め戻すことによって、従来の葦の復元を図る



・現況のワンド底部の形状を復元できるように、根固めブロックの設置形状を工夫する



根固めブロックの配置例

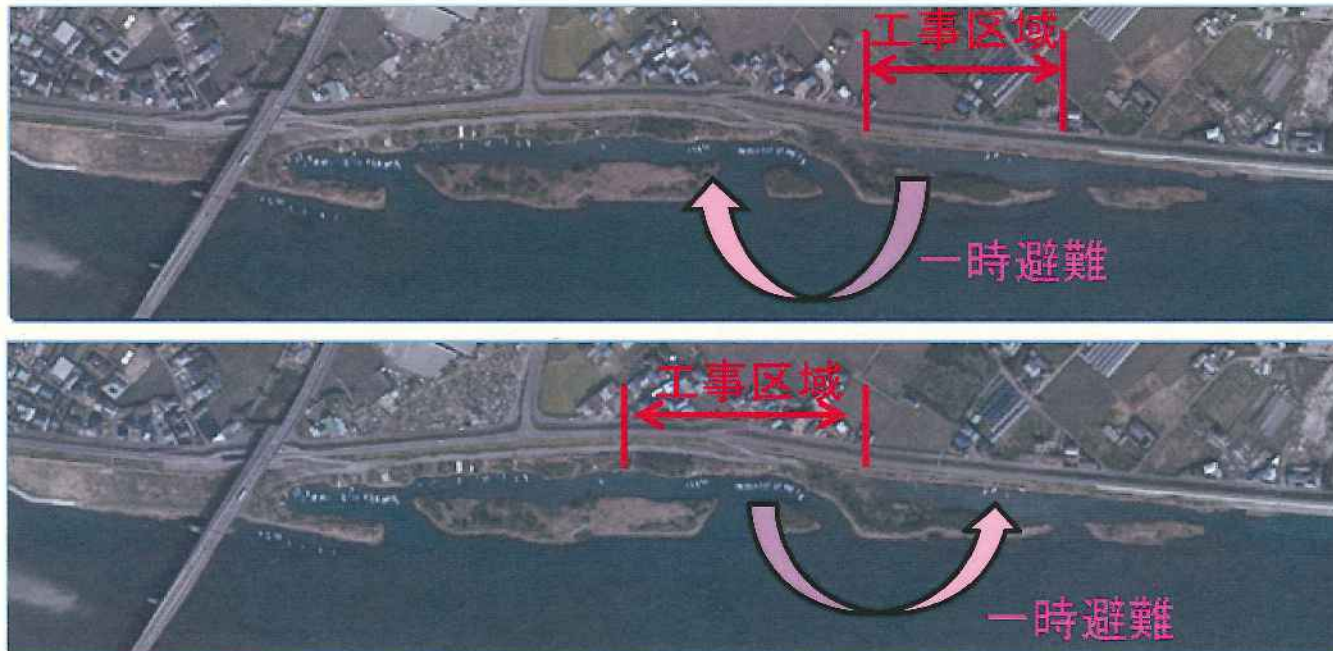
6. 河川環境の回復

(1) ミティゲーションについて

■ 低減措置

・シオマネキを一時移動する

工事区域を複数に分割し、工事実施区間のシオマネキを他の工区へ移動し保護する。



・干潟部への工事車両の進入を最小限に抑える

工事中、重要種の生息地への進入等を禁止する
重要種生息地は、進入防止柵で囲み、明確にする

・汚濁防止フェンスを設置する

濁りの発生を抑え、工事区域外の動植物の生息地への影響を抑える



シオマネキ移植の様子

6. 河川環境の回復

(1) ミティゲーションについて

■ 代償措置 ・ 工事で消失する干潟に対して、代替干潟を創出する。



※位置等詳細については今後引き続き検討

6. 河川環境の回復

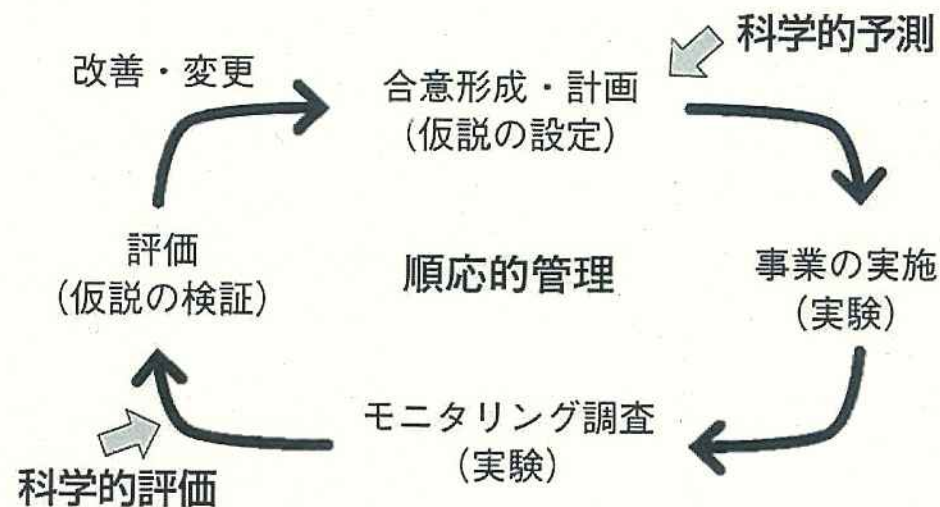
(2) モニタリング調査

● モニタリング計画の作成

モニタリング計画を策定し、調査結果に基づいた河川環境の順応管理を実施する。

■ 順応的管理

事業実施後のモニタリング調査結果に対する評価を行い、さらなる改善策等を行うことにより、順応的に良好な河川環境の創出を目指す。



「順応的管理の指針」(2010)

西廣 淳, 自然再生ハンドブック より

7. 今後のスケジュール(案)

(1) 地震・津波対策及び河川環境保全対策のスケジュール

