

第3回

天竜川ダム再編事業環境検討委員会

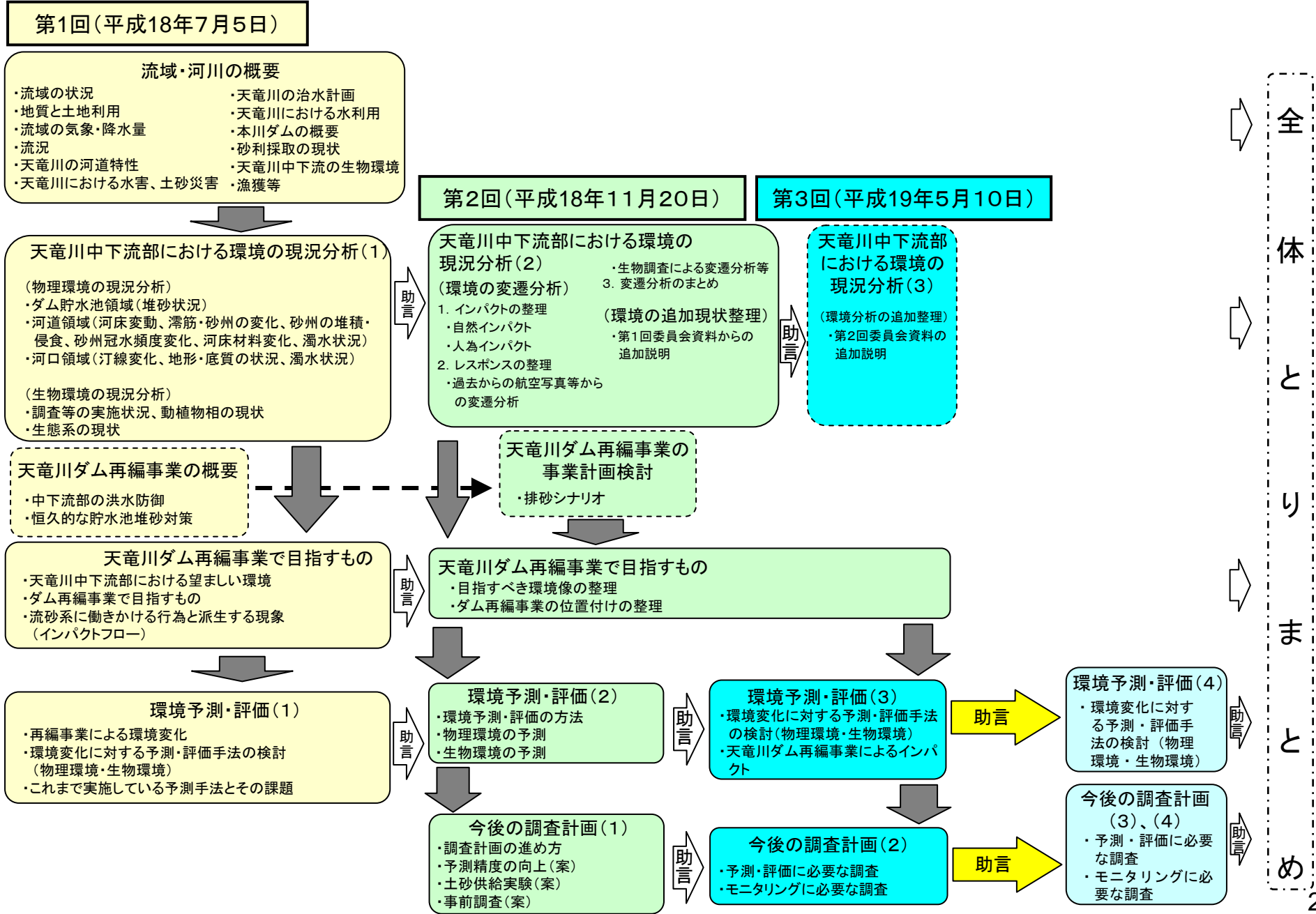
委員会資料

平成19年5月10日

国土交通省 中部地方整備局 浜松河川国道事務所

(昭和21年米軍撮影写真)

# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会の進め方(案)



# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第2回議事要旨(案)

## 1. 天竜川中下流部における環境の現況分析について

- ①砂利採取量と河床低下の関係分析は、ボリュームで比較検討する。
- ②砂利採取をしている場所（平面的、砂州形態の中のどのような場所か）などを整理し、河道形態、流況により冠水するのか等も含め、河床攪乱をある程度定量的に整理する。
- ③土砂移動の分析については単位を統一して整理する。
- ④天竜川の生物、漁場環境の問題点を整理し、焦点を絞ってまとめる。
- ⑤海岸の分析については、沖合ボリュームを分析する。
- ⑥量だけでなく質も考慮し、流入濁度、放流濁度の負荷量収支を整理する。
- ⑦幾つかの補足項目を追加し、各委員のアドバイスを受けながら、次回委員会では現況分析をある程度ひとつの流れの中でとりまとめる。

# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第2回議事要旨(案)

## 2. 再編事業で目指すもの

ここでの議論は、現況分析も踏まえて、本委員会で様々な視点の意見があったことを、流域委員会に提言できるよう、または、情報として提供できるものとしてとりまとめる。

# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第2回議事要旨(案)

## 3. 環境予測・評価

- ①下流河川において、水温変化もインパクトとしては重要で、生物に与える影響があるので検討する。参考に、矢作川の水温コントロールとの関係を整理する。
- ②注目種を決めて、インパクト・レスポンスの関係が担保されるか、逆引きインパクト・レスポンスを作成する。
- ③今回の予測スキームで本当に予測可能であるかの視点が重要である。
- ④土砂の粒径が重要であるので、次回はシミュレーションの精度を上げて示す。
- ⑤現在までのインパクト・レスポンスと、再編事業によるインパクト・レスポンスをうまくつないで整理する。
- ⑥現在までの知見に制限があるため、非常に精密な予測をしているのではないことを理解頂ける資料づくりをする。

# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第2回議事要旨(案)

## 3. 環境予測・評価

- ⑦生物と物理の関係のインパクト・レスポンスを性急に繋ぐのではなく、少しずつフィードバックする仕組みについて検討する。
- ⑧予測の手法が本当に足るものであるのか、具体的にインパクト・レスポンスを発展させて個別具体的なシナリオを見る。
- ⑨洪水調節するとどうなるのか、最近10年の実績で示すなど整理する。
- ⑩再編事業の効果を最適化するために、ダムから河道、海岸までの施策の連携方策について整理する。

# 天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第2回議事要旨(案)

## 4. 調査計画

- ①調査計画についてはできるものとできないものを戦略的に整理（取捨選択）する。
- ②海岸の調査計画についても、もう少し踏み込んで検討する。
- ③土砂実験は研究的なアプローチも考慮し、環境変量を絞り込んでいく。
- ④今後の調査と本委員会の意思決定のスケジュールを明示する。

## 5. その他

砂利採取というものをこの川で将来にわたってどう考えていくのか。これは事業全体、環境全体に係る問題である。



## 第3回 委員会の議事

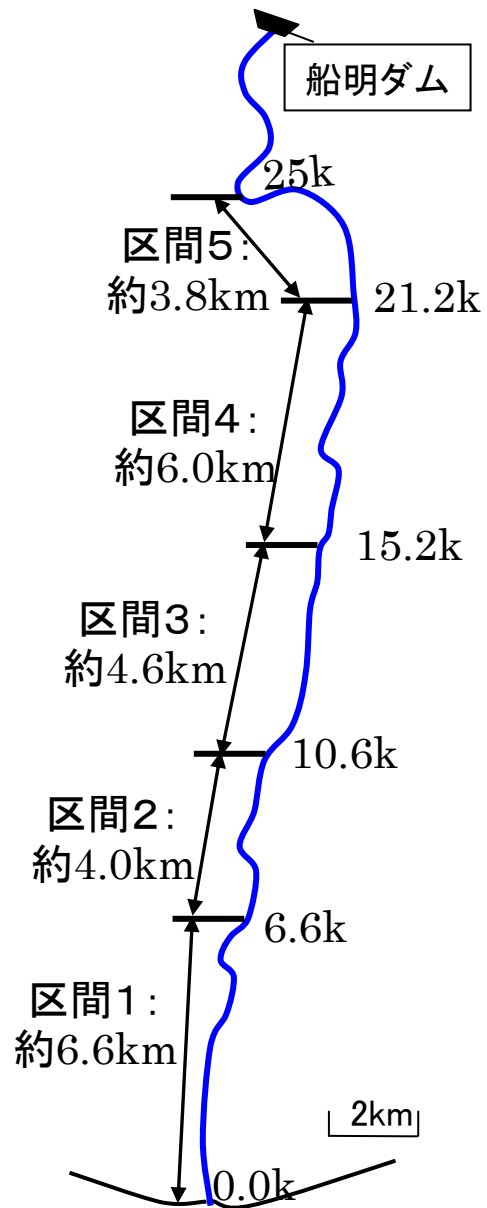
1. 天竜川中下流部における環境の現況分析
  - 1.1 環境の変遷分析
  - 1.2 環境の現状の追加整理
  - 1.3 変遷分析のまとめ
  - 1.4 天竜川再編事業で目指すもの
2. 環境予測・評価
  - 2.1 環境予測・評価の方法
  - 2.2 物理環境の予測
  - 2.3 生物環境の予測
3. 今後の調査計画
  - 3.1 段階的な順応型管理
  - 3.2 順応型管理を行うにあたっての調査計画
  - 3.3 土砂供給実験（案）



# 砂利採取(砂利採取の概要)

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
  - 1.1 環境の変遷分析
    - 1.1.1 物理環境の変遷分析<河川>

## 砂利採取全盛期(昭和40年代)の採取風景



## 近年(平成18年)の砂利採取状況(第2回委員会再掲)

下流部の砂利採取状況

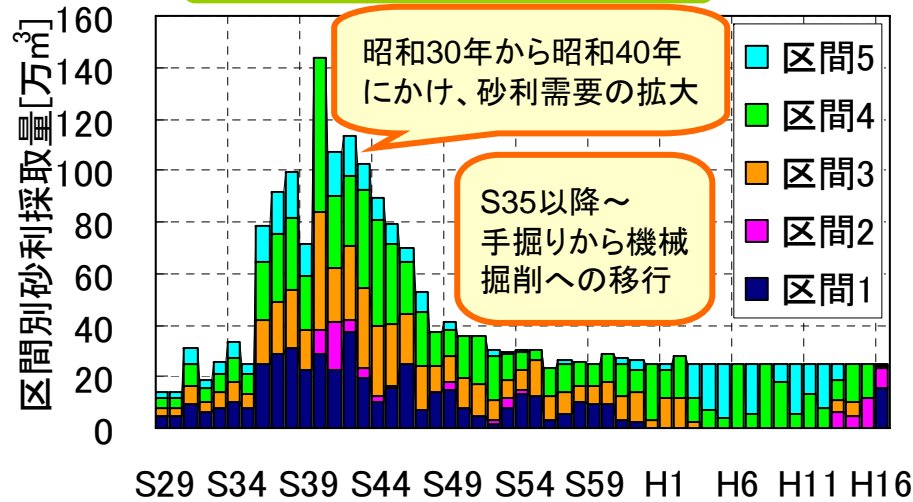


中流部の砂利採取状況



# 砂利採取(砂利採取量の経年変化)

天竜川下流部の砂利採取量



## ●区間別の算出方法

- ・台帳が存在するS40年以降は地名等により区間1～区間5に分類
- ・採取位置が特定できない箇所は延長比率で分配

## ●砂利採取の質の分類方法

- ・台帳の記載項目を以下のように分類
- 土砂は河床材料比率で算出  
(H13調査結果:砂:8.5%、礫:91.5%)

- ・礫・・・砂利、礫、栗石、碎石、野面石、玉石、転石
- ・砂・・・砂、川砂
- ・土砂・・・切込砂利、土砂、土、切込土砂、切込

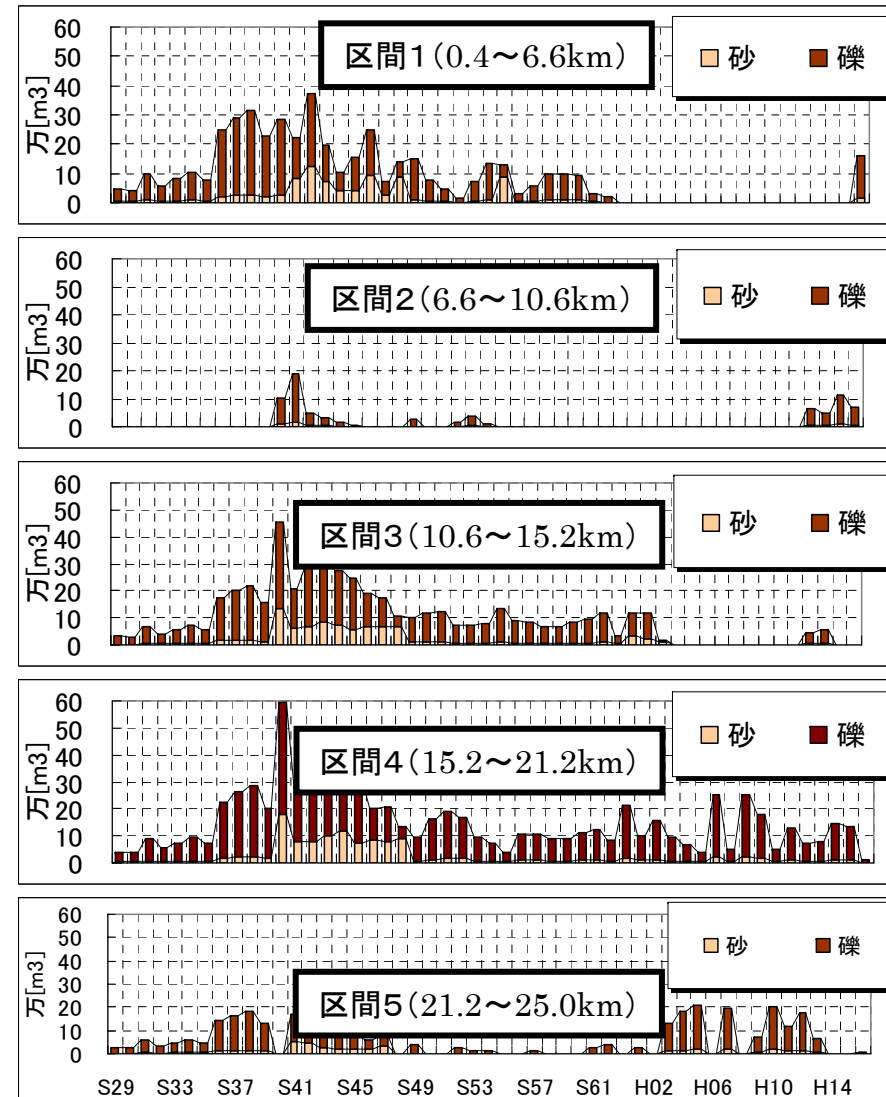
昭和36年～昭和48年期間 : 砂の採取が比較的顕著  
昭和49年以降 : 砂の採取はほとんどなし

## 1.天竜川中下流部における環境の現況分析

### 1.1 環境の変遷分析

#### 1.1.1 物理環境の変遷分析<河川>

区間別砂利採取量

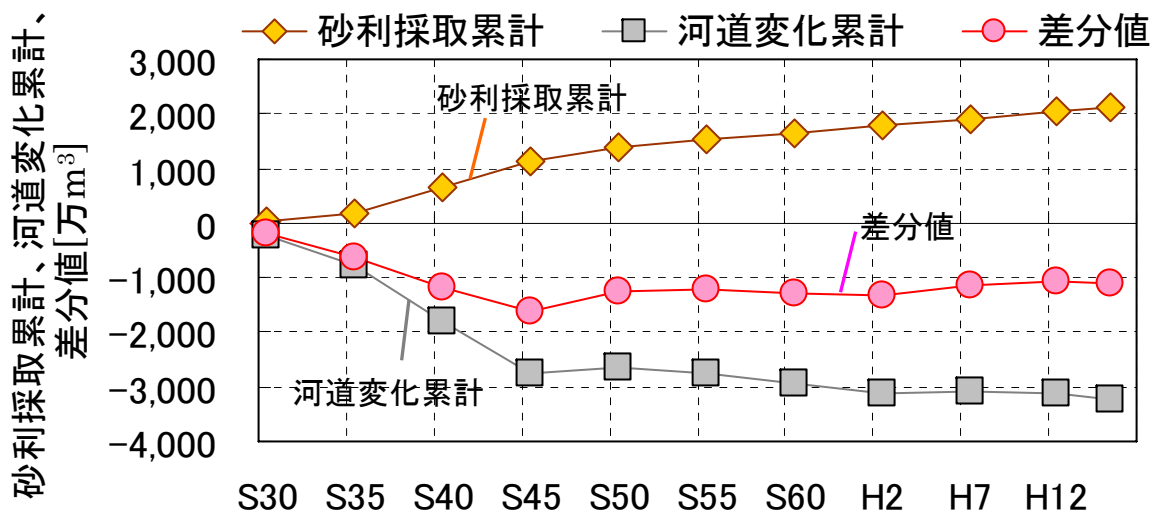


※礫の中にも砂が含まれている



# 河床変動の原因分析(下流部全体)

1.天竜川中下流部における環境の現況分析  
1.1 環境の変遷分析  
1.1.1 物理環境の変遷分析<河川>



①砂利採取累計      ②河道変化累計      ③差分値 (=①砂利採取累計+②河道変化累計)

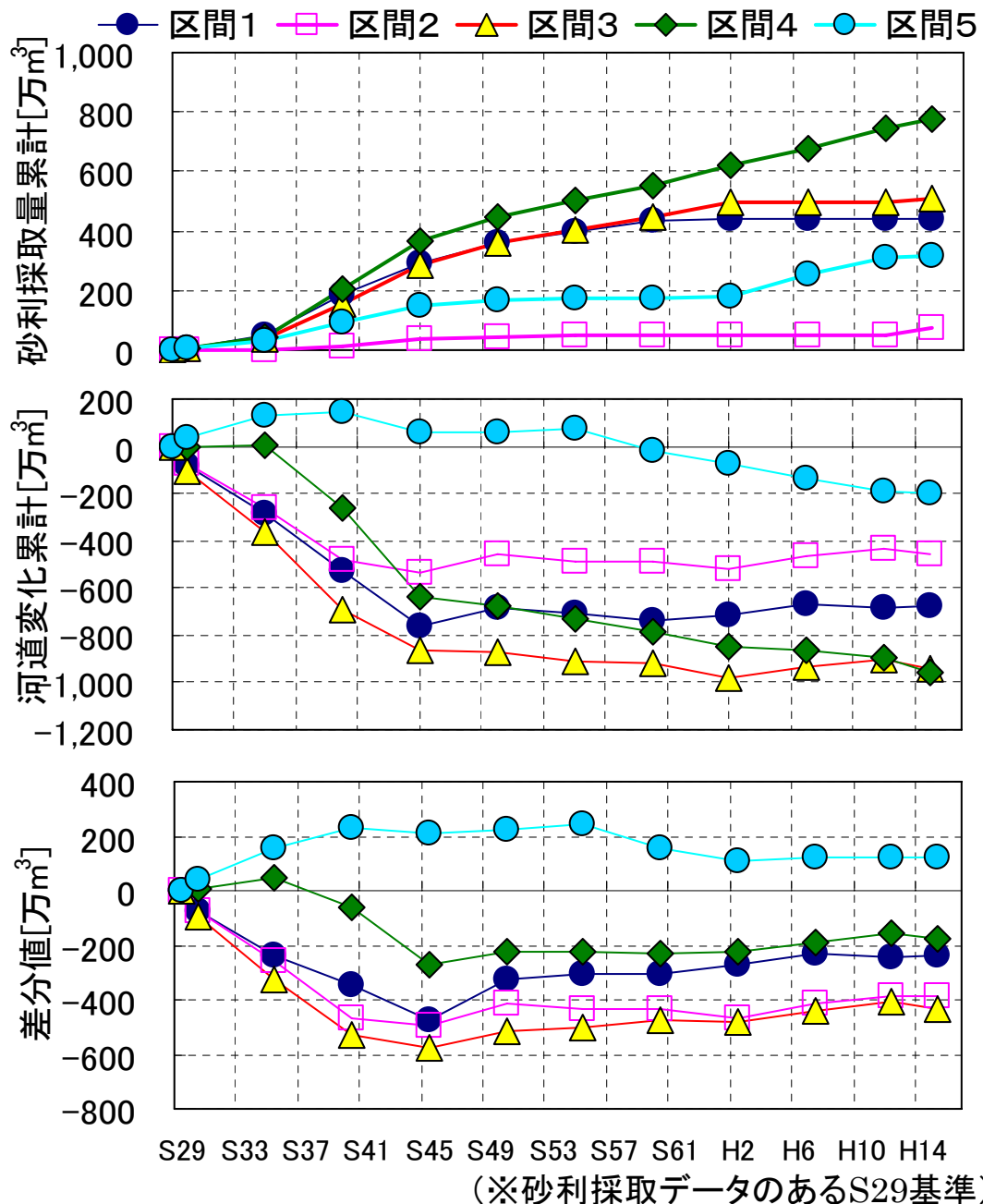
- ・砂利採取累計: 現在でも砂利採取累計は増加
- ・河道変化累計: 現在でも緩やかに減少

➡ ①砂利採取と②河道変化の和である③差分値に着目すると、S45以降は河道変化量と砂利採取量が連動



# 河床変動の原因分析(区間別その2)

1.天竜川中下流部における環境の現況分析  
 1.1 環境の変遷分析  
 1.1.1 物理環境の変遷分析<河川>



## 区間別河道変化累計の経年変化

- ・区間1・区間2・区間3:  
S50以降に大きな変動なし
- ・区間4・区間5:  
現在でも河道変化量が減少

⇒ 砂利採取累計と河道変化累計の増減傾向が概ね一致

## 砂利採取と河道変化の応答特性

⇒ 概ね砂利採取に連動して河積が増減

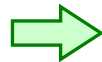
- ①砂利採取累計
- ②河道変化累計
- ③差分値 (=①砂利採取累計+②河道変化累計)

# 河口テラスのボリューム減少の原因分析

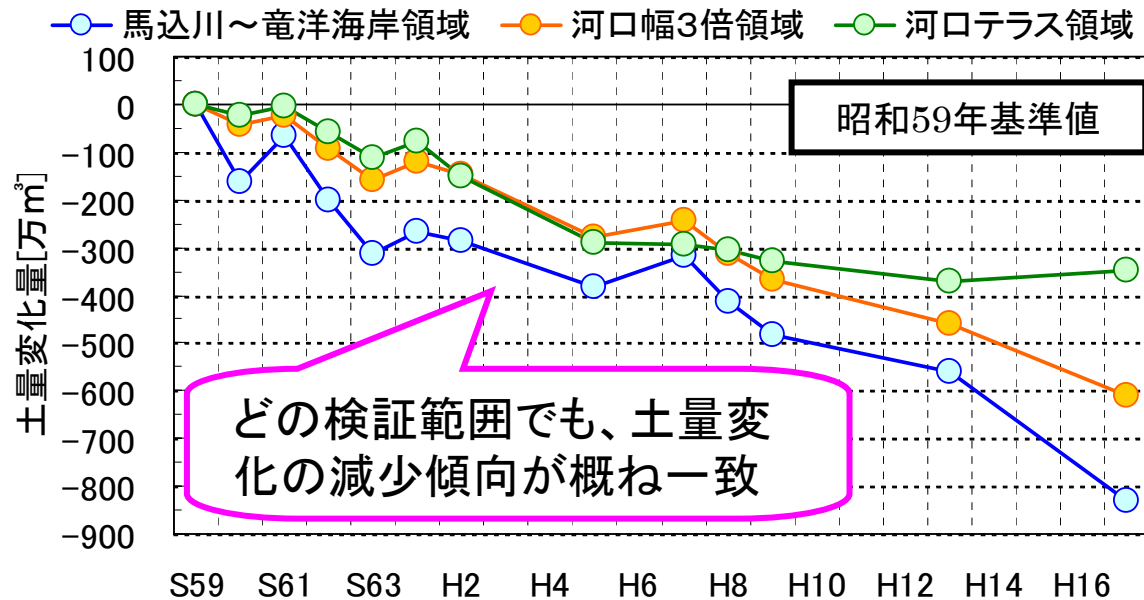
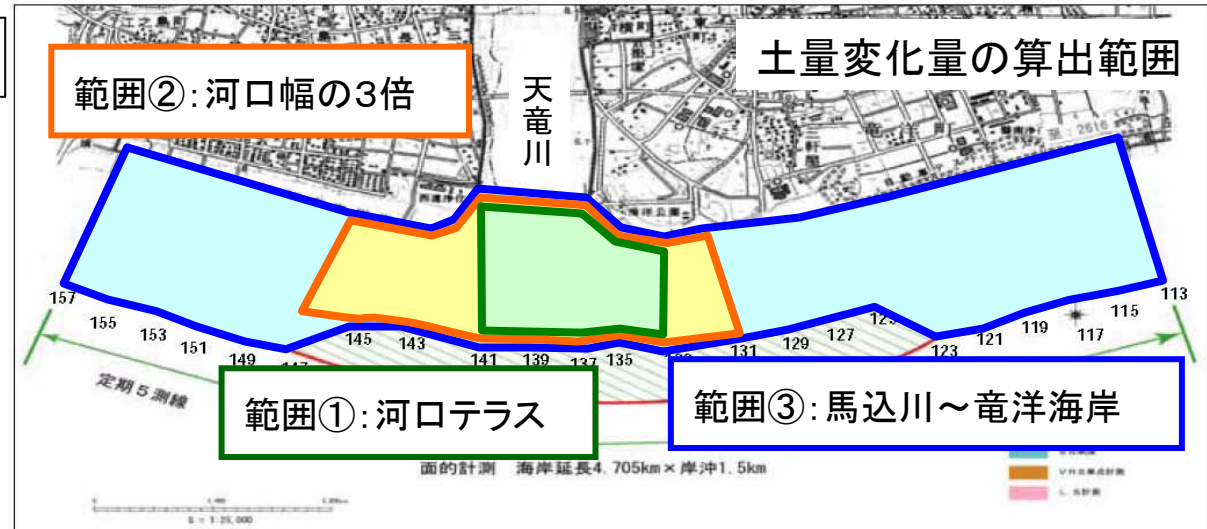
1.天竜川中下流部における環境の現況分析  
 1.1 環境の変遷分析  
 1.1.2 物理環境の変遷分析<海岸>

## 河口部の土量変化量の算定

- 資料の出典:  
静岡県の深淺測量データ (S37~H18)
- データの内容:  
 ・沿岸方向:約9.0km  
 (断面No.113~No.157)  
 ・沖合方向:0(測量基準点)  
 ~約1000m

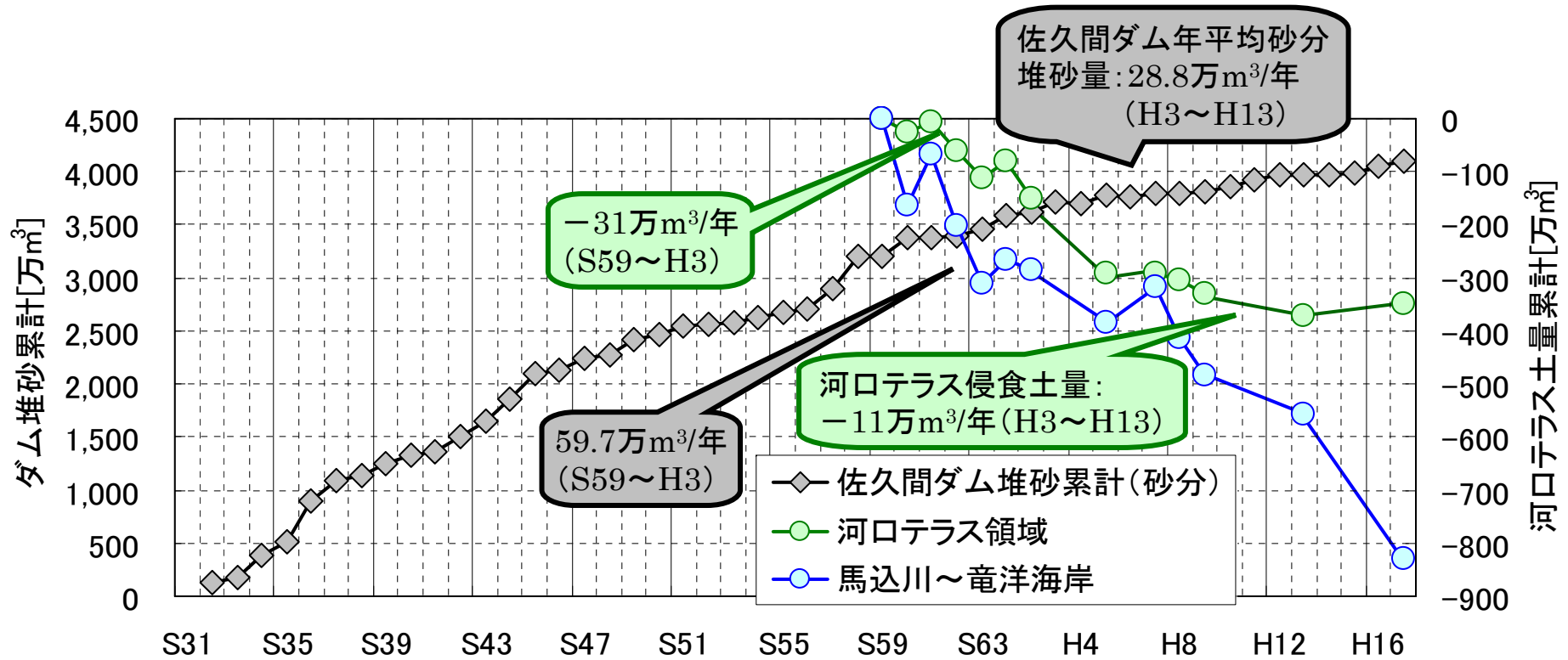


これらのデータを用いて、  
 測量横断から200mピッチで平均断面積を求め、  
 各区間距離(200m)をかけて前年との差分を出し、  
 差分の合計を土量変化量とした。



# 河口テラスのボリューム減少の原因分析

1.天竜川中下流部における環境の現況分析  
 1.1 環境の変遷分析  
 1.1.2 物理環境の変遷分析<海岸>



※佐久間ダム堆砂累計・・・S59基準、H17・H18ボーリング調査結果より砂分を堆砂量の35%とした  
 (佐久間ダム砂分粒径:  $0.106 < d \leq 0.85\text{mm}$ 、河口テラス砂分:  $0.1 < d \leq 0.6\text{mm}$  ( $d$ : 粒径))

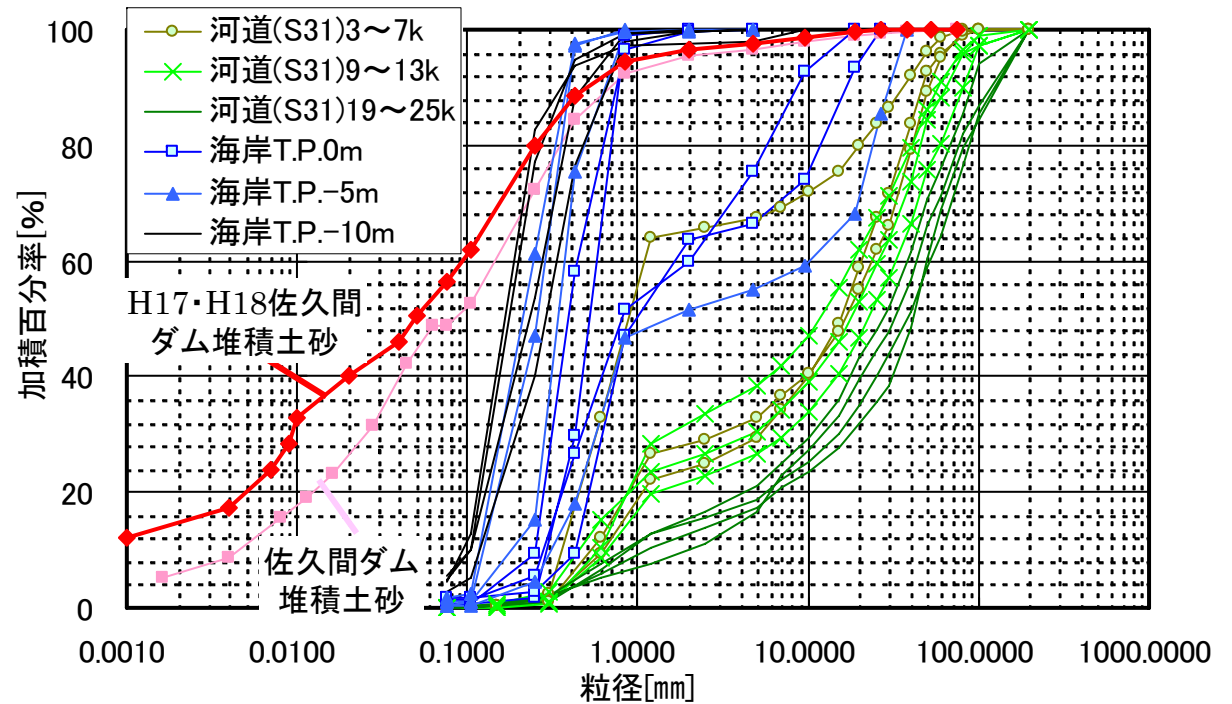
- ➡ 佐久間ダムに流入する砂分を河口に流送することにより、海岸侵食を抑制できる可能性あり
- ➡ 波浪や構造物が、漂砂の動態に大きな影響を与えることが予想されることから、河川からの供給土砂が海岸侵食に与える定量的な影響の把握は困難



# 土砂粒径区分の統一

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
- 1.2 環境の現状の追加整理
- 1.2.1 土砂移動の粒径区分の統一

No.	粒径区分[mm]	名称
1	$d \leq 0.005$	シルト・粘土
2	$0.005 < d \leq 0.075$	
3	$0.075 < d \leq 0.106$	
4	$0.106 < d \leq 0.250$	砂
5	$0.250 < d \leq 0.425$	
6	$0.425 < d \leq 0.850$	
7	$0.850 < d \leq 2.000$	礫
8	$2.000 < d \leq 4.750$	
9	$4.750 < d \leq 9.500$	
10	$9.500 < d \leq 19.000$	
11	$19.000 < d \leq 26.500$	
12	$26.500 < d \leq 37.000$	
13	$37.000 < d \leq 75.000$	
14	$75.000 < d$	

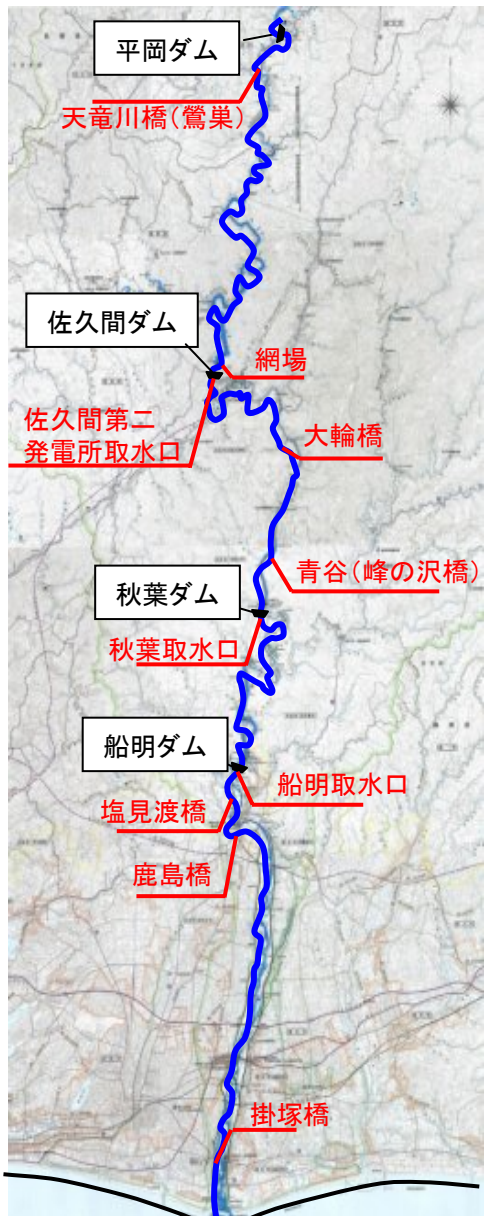


出典：河川と海岸が一体となった総合的な土砂管理対策のための基本的な検討手法～天竜川・遠州灘をモデルケースとして～(H16.2)に一部加筆(⇒H17・18 佐久間ダム堆積土砂)

観測結果及び数値計算で粒度構成を14区分に統一

# 佐久間ダムにおける濁質負荷量の整理1

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
- 1.2 環境の現状の追加整理
  - 1.2.2 佐久間ダムにおける濁質負荷量の整理



※水質調査地点(電源開発)

佐久間ダムにおける出水時および平常時の濁質負荷量収支

区分	期間	佐久間ダム流入 (天竜川橋(鶯巣))	佐久間ダム放流 (佐久間第二発電所取水口)	佐久間ダム湖内の収支	ピーク流量 (佐久間流入量)
		千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s
出水1	H15/8/7~8/13	77.75	28.16	49.59	2600
出水2	H16/9/29~10/1	データなし	0.33	データなし	580
出水3	H16/10/2~10/7		1.80		900
出水4	H16/10/8~10/18		16.98		2200
出水5	H16/10/19~10/28		33.86		3200
出水6	H17/8/26~8/27	0.61	0.07	0.54	300
出水7	H17/9/5~9/10	3.11	0.52	2.59	500
出水8	H18/7/16~7/31	332.54	199.96	132.58	4200
平常時	H11/1~4の平均	1.04[千m <sup>3</sup> /月]	0.77[千m <sup>3</sup> /月]	0.27[千m <sup>3</sup> /月]	

(※電源開発株式会社データより)

- 1 佐久間ダム内には、出水に伴い濁質が堆積する傾向にある。H15年には約50千m<sup>3</sup>、H18年には約130千m<sup>3</sup>が堆積
- 2 平常時においても堆積傾向であるが、洪水時の堆積が大部分。平常時1月当りの濁質堆積量はH15洪水の0.5%、H18洪水の0.2%程度

## 佐久間ダムにおける濁質負荷量の整理2

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
  - 1.2 環境の現状の追加整理
    - 1.2.2 佐久間ダムにおける濁質負荷量の整理

出水時の粒径別濁質負荷量収支(出水8、H18/7/16~7/31を例に)

粒度構成[mm]	流入濁質負荷量 (天竜川橋(鶯巣))		流出濁質負荷量 (佐久間第二発電所取水口)		濁質負荷量収支 [千m <sup>3</sup> ]	
	粒度構成[%]	濁質負荷量[千m <sup>3</sup> ]	粒度構成[%]	濁質負荷量[千m <sup>3</sup> ]		
シルト・粘土	$d \leq 0.005$	18.30	60.84	58.66	117.30	-56.46
	$0.005 < d \leq 0.075$	69.39	230.74	41.33	82.64	148.10
	$0.075 < d \leq 0.106$	5.20	17.28	0.01	0.01	17.27
砂	$0.106 < d \leq 0.250$	5.91	19.65	0.00	0.00	19.65
	$0.250 < d \leq 0.425$	0.99	3.30	0.00	0.00	3.30
	$0.425 < d \leq 0.850$	0.15	0.49	0.00	0.00	0.49

(※電源開発株式会社データより)

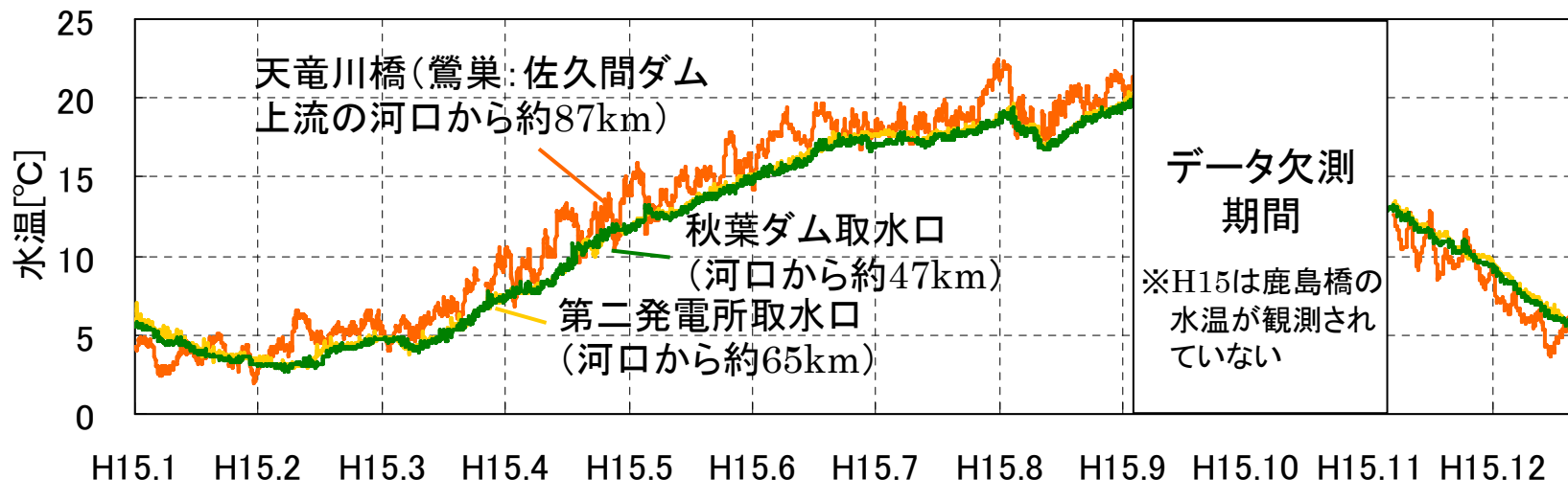
佐久間ダムの濁質負荷量収支を考えた場合、**粒径 $0.005\text{mm} \leq d < 0.075\text{mm}$**   
(シルト成分) のものが濁質負荷量の大部分を占める。

# 水温の現状分析

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
  - 1.2 環境の現状の追加整理
    - 1.2.3 水温の現状分析

※佐久間ダム流入・放流、秋葉ダム取水口等の水温データがあり、かつ欠測等が比較的少ない年で比較。

※電源開発株式会社の1時間時刻データ



佐久間ダムでは、2～7月の昇温期に流入水温を2～3℃程度下回る水を放流



秋葉ダム下流支川合流により、佐久間ダム流入水温と鹿島橋での水温にほとんど差が見られない



# 付着藻類(出水による付着藻類の剥離)

## 調査内容

人工的な剥離(タワシによる研磨)を行い、出水後の付着藻類の生産量(Chl. a量)の変化を把握

地点: 雲名橋

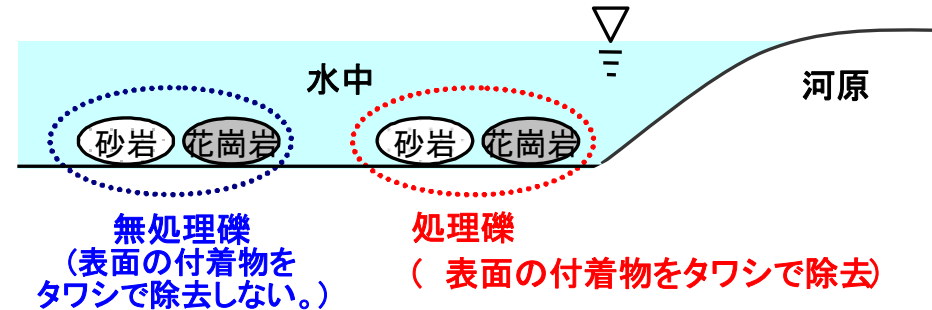
時期: 8/7、8/10、8/14、8/21、8/28

方法: 剥ぎとり法

1. 天竜川中下流部における環境の現況分析

1.2 環境の現状の追加整理

1.2.4 H15~18個別調査と出水の関係分析



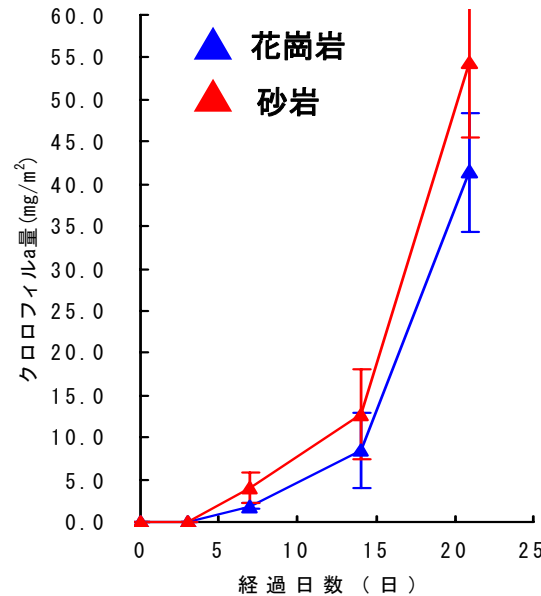
## ①剥離

H18出水後\*1の調査0日目のChl. a量は無処理礫、処理礫とも0に近い値であった。

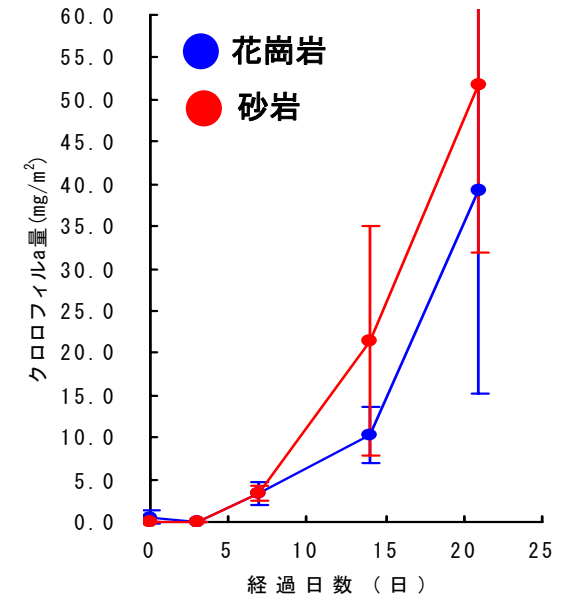
→鹿島流量4000m<sup>3</sup>/s規模の出水の場合はタワシによる研磨と同等レベルの研磨力と想定

(4000m<sup>3</sup>/s規模の出水では付着藻類は剥離され現存量が0になる)。

\*1: H18.7.19出水(佐久間ダム最大流入量約4,200m<sup>3</sup>/s)は流量が多い状態が8月まで継続した。



無処理礫のChl. a変化



処理礫Chl. aの変化

# 付着藻類(濁りによる光強度の変化と成長の関係)

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
- 1.2 環境の現状の追加整理
- 1.2.4 H15~18個別調査と出水の関係分析

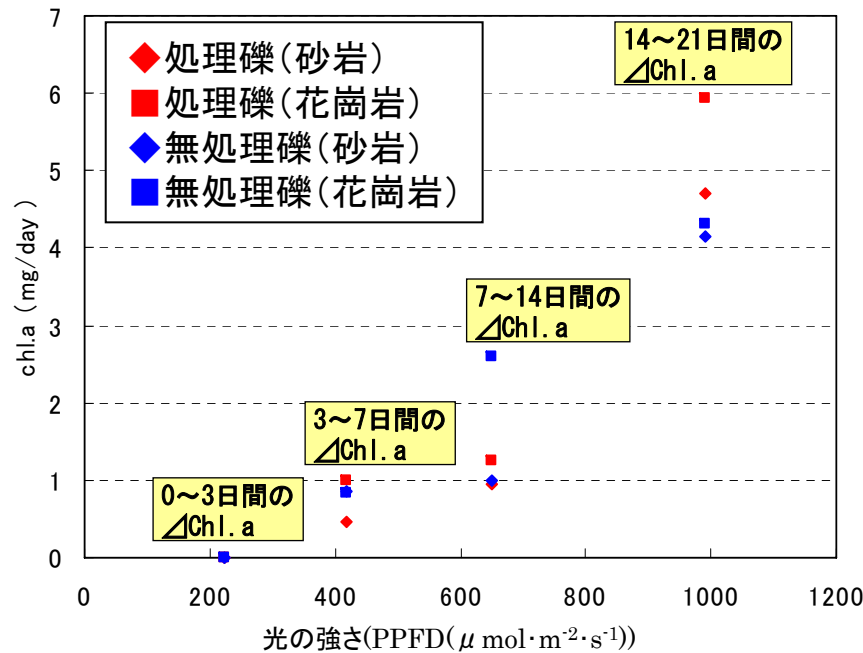
## ①成長 (Chl. aの変化量)

Chl. aの変化量 ( $\Delta\text{Chl. a}$ ) は出水後から日数が経過し、光の強度が強くなるほど大きくなる。

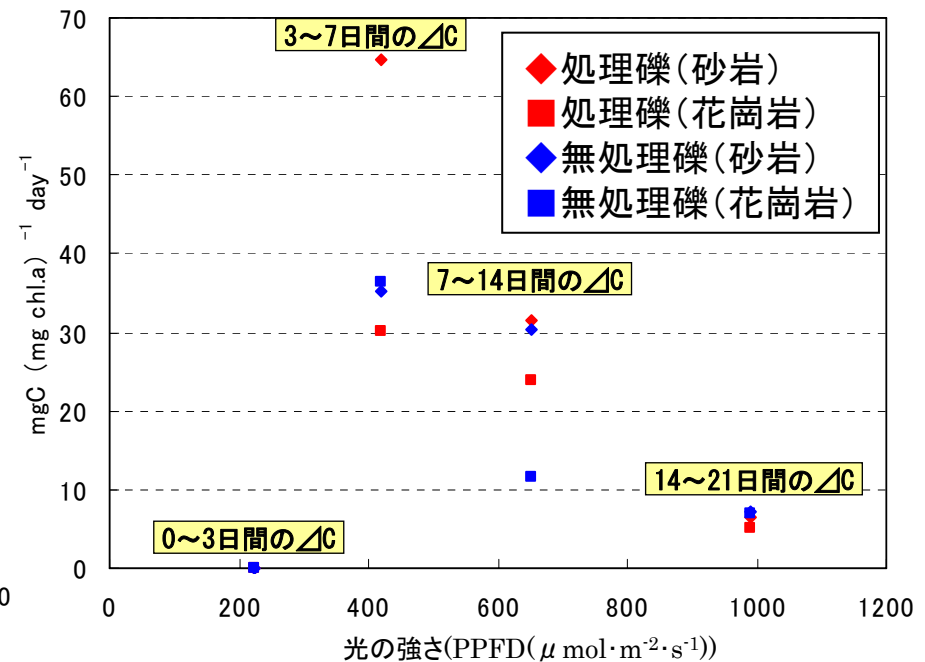
## ②成長 (Cの変化量)

炭素の変化量 ( $\Delta\text{C}$ ) は出水後から3~7日間で最大となる。

出水後の光の強さは現存量 (Chl. a量) 調査時の透視度の調査結果から算出。



出水後のChl. aの変化量の推移



出水後のC(炭素)の変化量の推移



# 底生動物

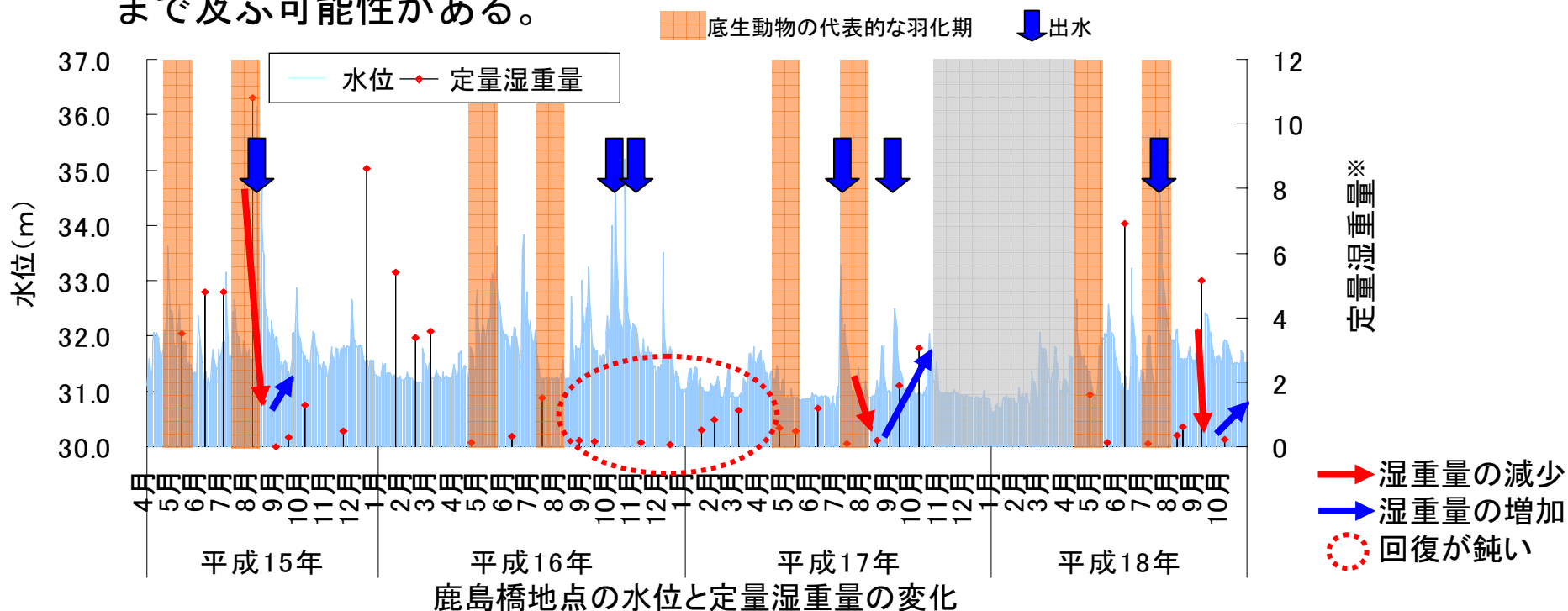
- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
- 1.2 環境の現状の追加整理
- 1.2.4 H15～18個別調査と出水の関係分析

## 調査内容

地点:鹿島橋、 時期:月1回、方法:定量採集(サーバーネットを用い早瀬の浮石で実施)

### ①出水時期と現存量

- ・夏季の出水では現存量が減少後、秋季から冬季に回復する傾向
- ・H16年の秋季～冬季の出水では現存量の回復は鈍く、その影響が翌年の夏季まで及ぶ可能性がある。



※0.25m×0.25mのコドラート×2の合計値 (g/0.125m<sup>2</sup>)



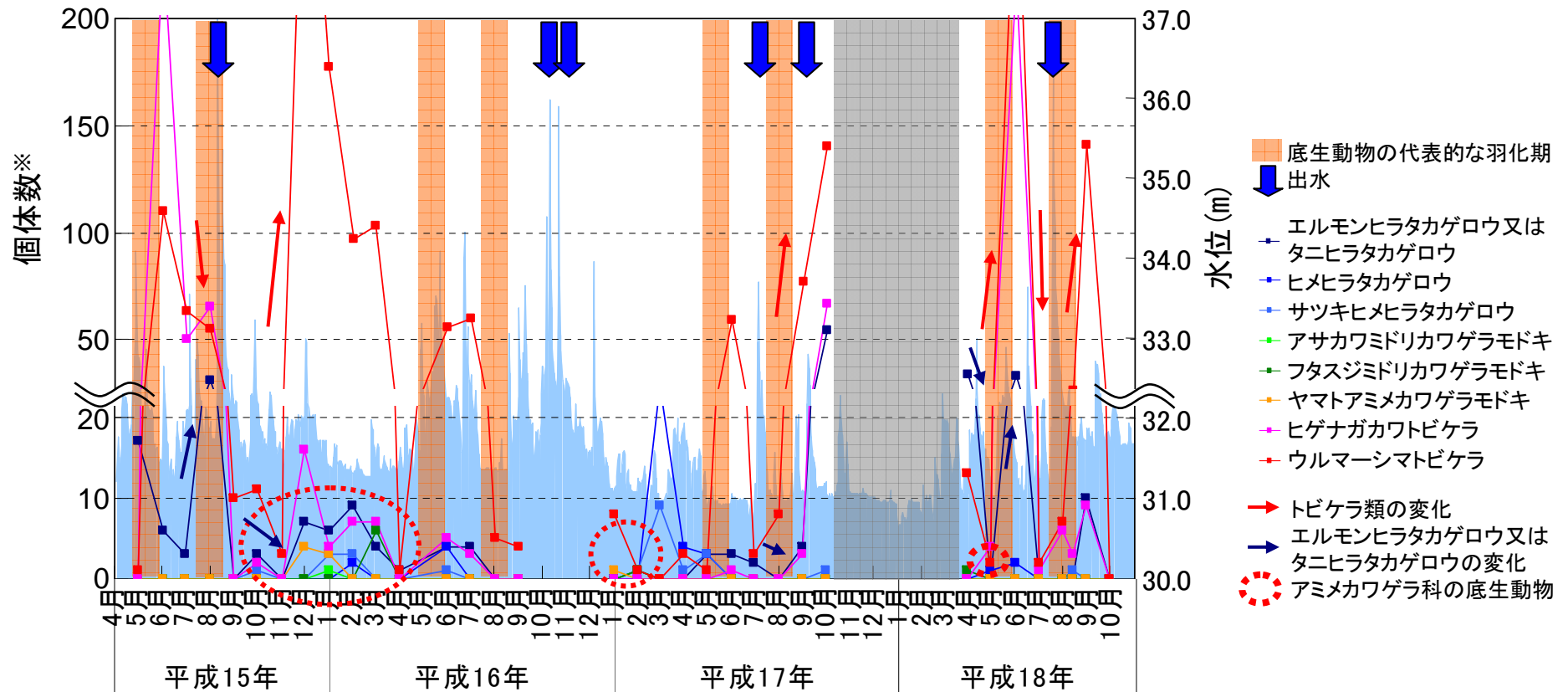
# 底生動物

- 1.天竜川中下流部における環境の現況分析
- 1.2 環境の現状の追加整理
- 1.2.4 H15~18個別調査と出水の関係分析

## ②インパクトに鋭敏に反応する種

→トビケラ類とカゲロウ類（エルモンヒラタカゲロウ又はタニヒラタカゲロウ）の個体数の増減は相反する傾向がみられる年もあった。

→アミメカワゲラ科の底生動物は出水から2~3ヶ月後に出現する傾向がみられた。



鹿島橋地点の底生動物(指標種もしくは指標種の候補)の個体数の変化

※0.25m×0.25mのコドラート×2の合計値 (個体/0.125m<sup>2</sup>)

# 魚類(アユ)

## 1.天竜川中下流部における環境の現況分析 1.2 環境の現状の追加整理 1.2.4 H15~18個別調査と出水の関係分析

### 変遷分析では

#### 【流下仔魚数】

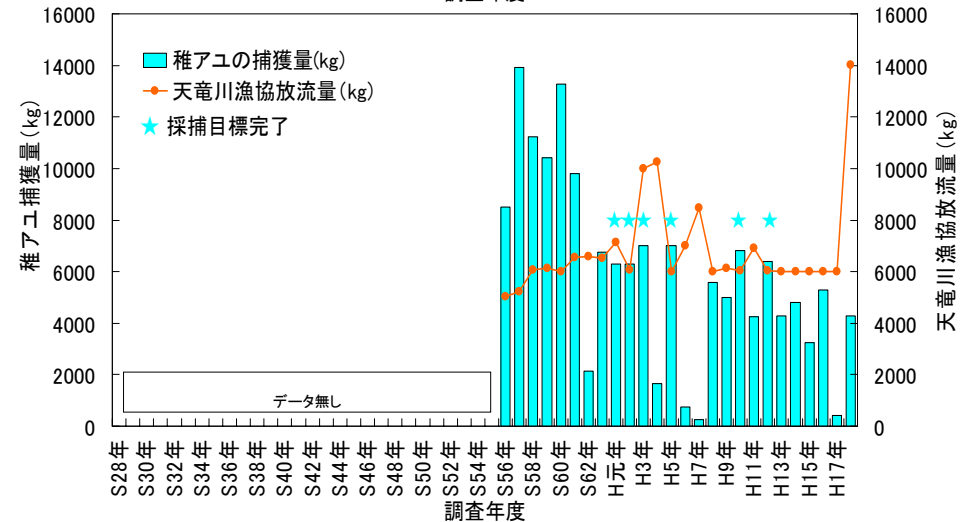
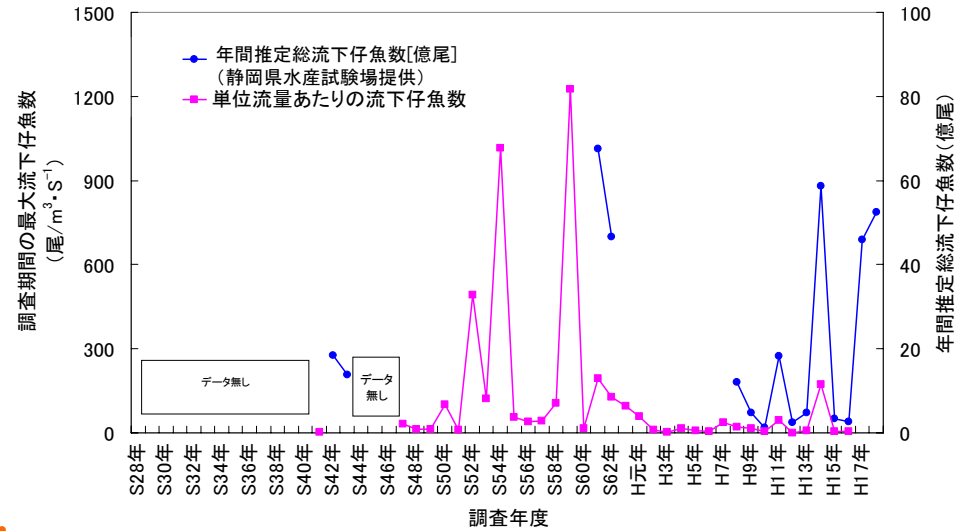
推定総流下仔魚数は、1億~70億尾の間を変動している。

#### 【稚アユ捕獲量】

H17年は422kgであったが、H18は平年並みの4300kg。

#### 関連が不明瞭だった項目

- ・ 水温と流下仔魚数
- ・ 水温と稚アユ捕獲量
- ・ 日平均流量と流下仔魚数
- ・ 日平均流量と稚アユ捕獲量



# 魚類(アユ)

## アユの産卵場確認数

H15～H18年度の産卵場確認数は2～16で変動

年度	15	16	17	18
産卵場確認数	5	4	2	16

アユの産卵場確認数との  
関連が不明瞭だった項目

- ・ 水位変動パターン
- ・ 年間水位
- ・ 水温
- ・ 出水時期
- ・ 出水回数
- ・ 出水規模

1. 天竜川中下流部における環境の現況分析
  - 1.2 環境の現状の追加整理
    - 1.2.4 H15～18個別調査と出水の関係分析



平成15～18年度アユ産卵場および  
平成18年度親魚群の確認位置図

区分	まとめ
物理	<p><b>【インパクト】</b></p> <p>(1) 自然インパクト:年最大流量10年間平均は、S50代から減少傾向(H4~H10は、平均年最大流量を下回る。)</p> <p>(2) 人為インパクト:ダム建設、砂利採取、河川改修、海岸構造物</p> <p><b>【変遷】</b></p> <p>(1) ダム貯水池領域</p> <p>○堆砂の進行:佐久間ダムで進行中</p> <p>(2) 河道領域</p> <p>○平均河床高:<u>区間4及び5は現在でも平均河床高の低下が見られるが、近年は大きな変動なし。河床低下は砂利採取が要因。</u></p> <p>○砂利採取と河床変動の関係:砂利採取量と河積の変動はほぼ一致</p> <p>○洗掘深:昭和31年以降、<u>深掘れ傾向が継続</u>(深掘れの要因は不明瞭であった。)</p> <p>○砂州:<u>複列砂州から交互砂州へ移行中</u>(高水敷の造成による砂州振幅の縮小及び砂利採取跡地に洪水が流れたことなどの要因が考えられる。)</p> <p>○樹林:<u>増加傾向</u>(平成7年~平成8年の少雨年に顕著、H4~H10の7年間は平均年最大流量を下回っていることが要因と考えられる。)</p>

区分	まとめ
物理	<p>○ワンド: <u>個数に明瞭な経年変化なし</u></p> <p>○河床材料: <u>経年的な粗粒化や細粒化は見られない。</u></p> <p>(3) 河口・海岸領域</p> <p>○河口テラス: <u>天竜川河口付近で土量の減少傾向が継続。</u></p> <p>【現状】</p> <p>○河床材料: <u>経年的傾向は明瞭に見られないものの、佐久間ダム、秋葉ダム直下流部では粗粒化が生じている。</u></p> <p>○濁水放流: <u>佐久間ダムでは濁水長期化の場合あり。</u> 秋葉ダムと船明ダムは濁水の長期化は見られない(流入濁度≒放流濁度)</p> <p>○濁質負荷量収支: <u>佐久間ダムでの濁質の堆積は、出水時がそのほとんどを占める。</u> (粒径<math>0.005 \leq d &lt; 0.075\text{mm}</math>が濁質堆積量の大部分)</p> <p>○放流水温: <u>佐久間ダムでは2~8月にかけて流入水よりやや低い水温の水を放流している現象が見られる。</u> 佐久間ダム下流の水温状況は、佐久間第二発電取水口と秋葉取水の水温はほぼ等しく、<u>鹿島橋地点では佐久間ダム流入水温とほぼ等しくなる。</u></p>

区分	まとめ
生物	<p>【変遷】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○アカウミガメの産卵頭数は、遠州灘海岸と四国の日和佐海岸で同様の<u>自然変動を確認した。</u></li> <li>○河川水辺の国勢調査から哺乳類、爬虫類、両生類、底生動物に変化は見られず、<u>樹林性の鳥類(林内に生息するエナガ等、林縁に生息するホオジロ等)の出現個体数割合が増加している。</u></li> <li>○<u>外来種(シナダレスズメガヤ)の生育面積は増加し、特に下流部 I で顕著に見られた。</u></li> <li>○<u>アユの漁獲量は近年減少傾向。</u></li> <li>○<u>流下仔魚数や稚アユ捕獲量との水温、平均流量との関連は不明瞭。</u></li> <li>○<u>アユの産卵場確認数は浜北大橋下流においてH15(5箇所)、H16(4箇所)、H17年(2箇所)、H18年(16箇所)で変動。</u></li> </ul>

区分	まとめ
生物	<p><b>【現状】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○<u>4000m<sup>3</sup>/s規模(鹿島橋地点)の出水では付着藻類の現存量は0と想定。</u></li> <li>○<u>出水の時期により、底生動物の現存量の回復状況は異なる。</u></li> <li>○<u>トビケラ類とエルモンヒラタカゲロウ又はタニヒラタカゲロウの個体数の増減が相反する傾向がみられたが、一概には言えず出水の規模や時期によって異なる場合も確認。</u></li> <li>○<u>アミメカワゲラ科の底生動物は出水から2~3ヶ月後に出現する傾向。</u></li> <li>○<u>天竜川と安倍川、大井川に生息する底生動物を比較すると、天竜川では流況が安定すると増加するトビケラ類が多く、安倍川はトビケラが少なく、コカゲロウ科が多い傾向。</u></li> <li>○<u>アユの産卵場確認数との水位変動、年間水位、水温および出水時期・回数・規模との関連は不明瞭。</u></li> <li>○<u>重要な種の生息・生育状況をとりまとめ、天竜川中下流部を生態系の典型性(河川域)の観点から海岸部、河口部(0~4km)、下流部Ⅰ(4~21km)、下流部Ⅱ(21~30km)、(中流部(30~10.5km))に4類型区分し、代表的な生物群集を抽出した。</u></li> </ul>



# 天竜川ダム再編事業で目指すもの

1.天竜川中下流部における環境の現況分析  
1.4 天竜川ダム再編事業で目指すもの

## 治水

佐久間ダムの洪水調節により、治水安全度の向上

## 物理環境

- ①ダム貯水池に新たに流入してくる土砂を、出水時の流水による土砂の輸送力により貯水池内に堆砂させることなく、可能な限り下流へ流送
- ②河道における土砂の通過量の増加
- ③河口周辺海岸の環境を維持できる土砂の供給

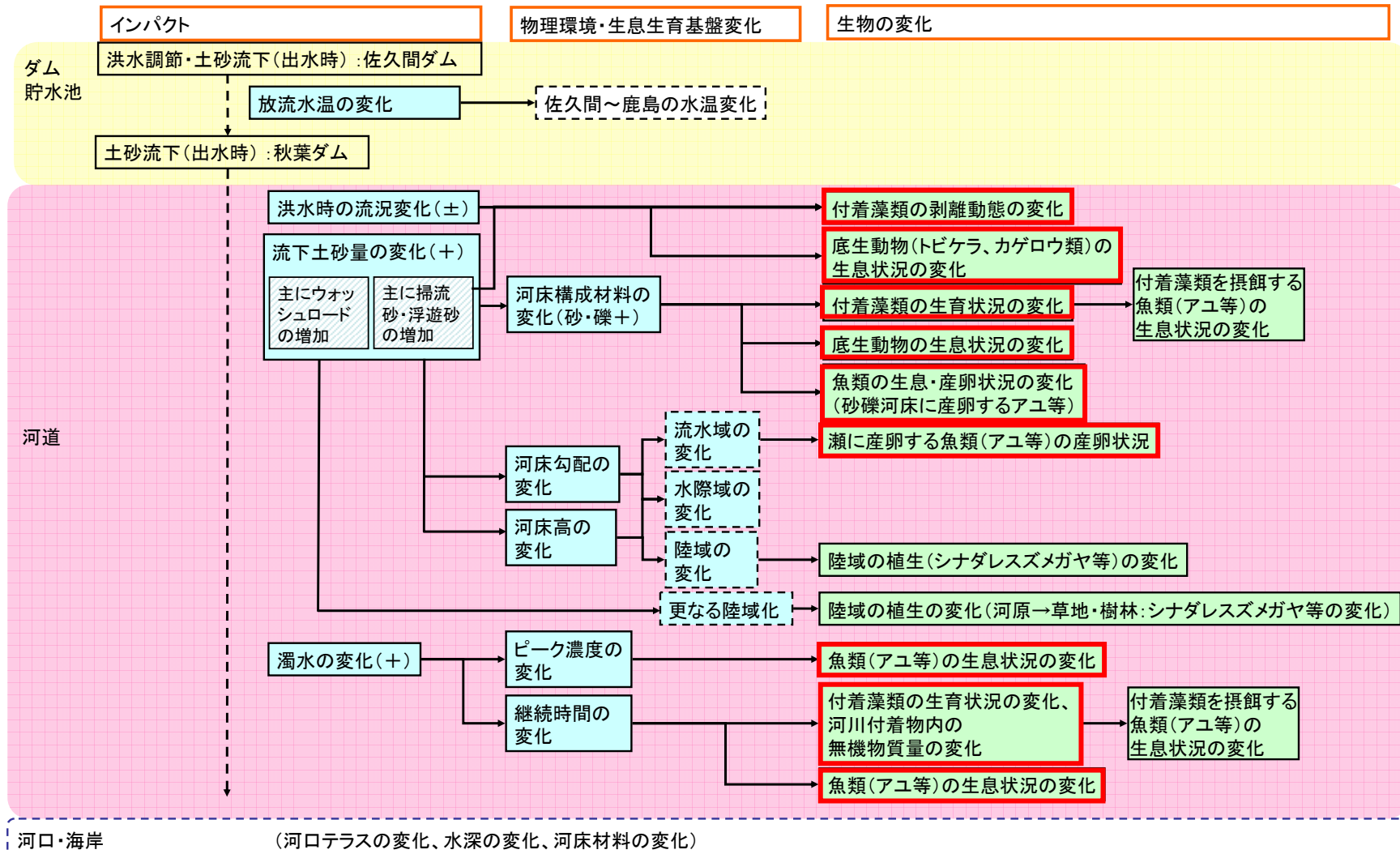
## 生物環境

- ①砂礫河原（過去）、樹林（現在）に代表されるハビタットのバランスが保たれた環境の維持
- ②アユ等の魚類が良好に生息する環境の維持・促進
  - ・砂礫の供給により、アユ等の産卵場や生息場の維持
  - ・砂礫の流下に伴うクレンジング作用により、餌となる付着藻類の剥離更新の促進
- ③天竜川中下流部固有の生物が生息・生育する環境の維持
- ④河口・海岸の生物が生息・生育する環境の維持



# 環境予測・評価の方法：インパクト・レスポンスフローの説明

事業（インパクト）により変化が予想される項目（レスポンス）を集約した。



凡例  
  : 物理環境でシミュレーション予測を考えている項目  
  : 生物環境で知見等から予測を考えている項目

  今回予測した項目

## ①IRフローから抽出した予測評価の対象

指標種等	左右する要因	予測の考え方 (予測式等の適用可否)
付着藻類の 生産力	剥離動態	辻本ら(2002)による矢作川における付着藻類(カワシオグサ)の剥離率を算出するモデル式を用いて剥離率を計算し比較した。  天竜川における付着藻類の剥離動態を定量的に予測するモデル式は確立されていないことから、矢作川のカワシオグサの調査研究におけるモデル式を用いて定量的に剥離率を算出した。
	生育状況 (質)	<i>Homoeothrix janthina</i> の生育に適する摩擦速度を代表断面の積算時間で比較。

□今回予測した項目

※捕食圧、種間競争等については、つながりが複雑であり予測は困難。

## ①IRフローから抽出した予測評価の対象

指標種等	左右する要因	予測の考え方(予測式等の適用可否)
付着藻類の生産力	生育状況 (成長)	<p>実験河川における付着藻類の現存量の増殖過程を予測するモデル式（平成17年度 自然共生センター 研究報告書等）を用いて現存量(chl. a量)を計算し比較した。</p> <p>天竜川における付着藻類の現存量を定量的に予測するモデル式は確立されていないことから、知見のモデル式を用いて定量的に現存量(chl.a量)を算出した。</p>
	生育状況 (付着基盤の移動機会)	付着基盤となる3cm以上の礫が移動するか比較。

### □今回予測した項目

※捕食圧、種間競争等については、つながりが複雑であり予測は困難。

## ①IRフローから抽出した予測評価の対象

指標種等	左右する 要因	予測の考え方 (予測式等の適用可否)
シナダレスズメガ ヤの現存量	成長	基礎的なデータが得られていない。
	繁殖	基礎的なデータが得られていない。
底生動物の現存量	生息環境 (流速)	流況（流速）と流況に変化を与える河 床高を比較。
	生息環境 (河床構成材料)	河床構成材料を断面ごとに比較。

□今回予測した項目

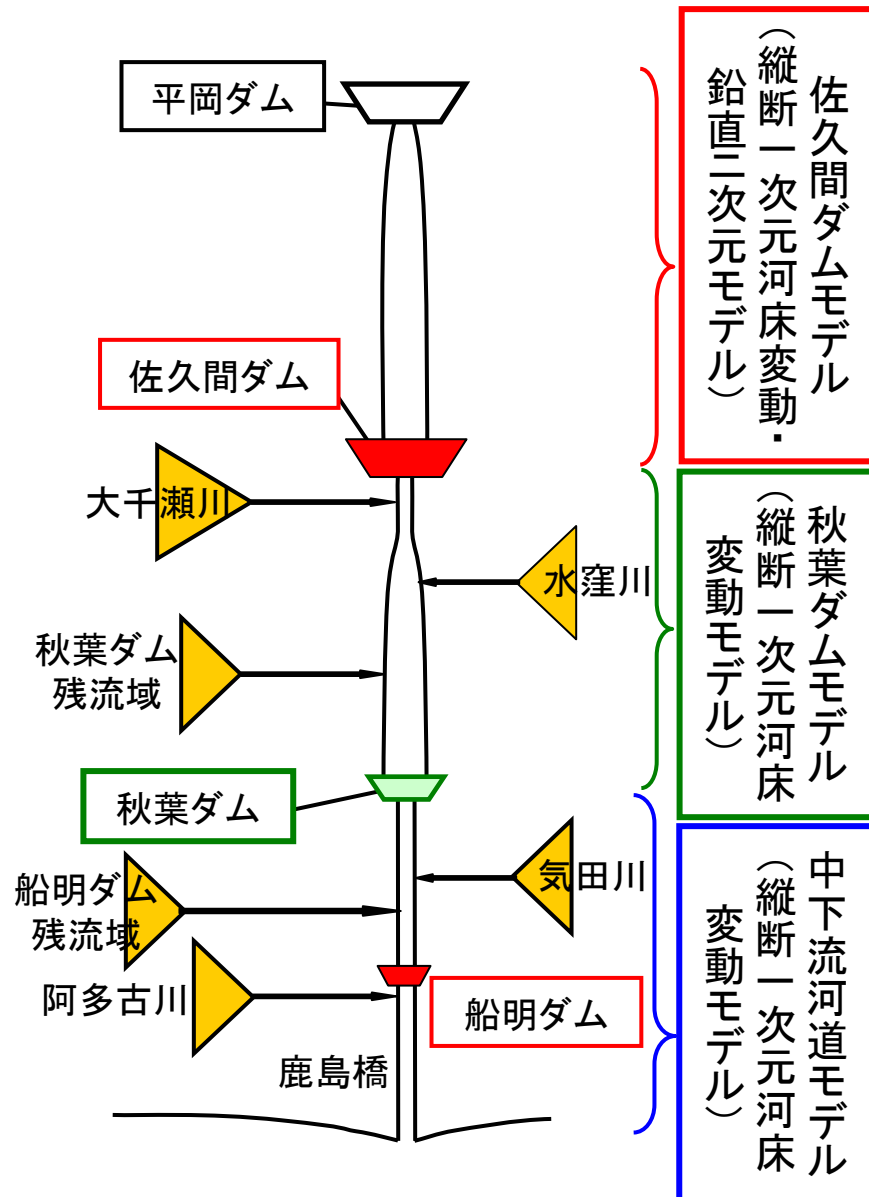
## ①IRフローから抽出した予測評価の対象

指標種等	左右する 要因	予測の考え方 (予測式等の適用可否)
アユの現存量	生息環境 (生息場)	流速、水深を断面ごとに比較。 河床構成材料を断面ごとに比較。
	生息環境 (避難場)	アユのSI (Stress Index) から出水時の本川のSS濃度に対する影響度レベルを算出し比較。 (但し、避難可能な(横断的に流速が遅い、SS濃度が低い等)場所に避難していると想定される。)
アユの産卵数	産卵環境 (流速、水深、 河床構成材料)	流速、水深を断面ごとに比較。 河床構成材料を断面ごとに比較。

今回予測した項目

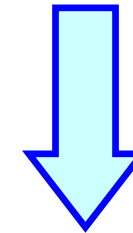


# 物理モデルの概要



第2回委員会まで:

「河川と海岸が一体となった総合的な土砂管理対策のための基本的な検討手法～天竜川・遠州灘をモデルケースとして～」で作成したモデルを使用



河川のSSや経年的な河床変動ボリュームの算定

計算モデル改良の実施

主な改良点:

- ①土砂の粒度構成を天竜川中下流部の全ての区間で14区分に統一
- ②佐久間ダムモデルでは既往の出水時水質調査結果等から得られた $L-Q$ 式 ( $L$ : 濁水負荷量、 $Q$ : 流量) を用い流入土砂量の精度向上
- ③支川からの流量および土砂量の見直し (流量は流出モデル計算結果を使用)

# 物理モデルによる再現結果 (①佐久間ダムモデル その1)

佐久間ダム内の掃流砂・浮遊砂量の外に、Wash Loadおよび水温の再現の必要性

➡ 縦断1次元河床変動モデル、および鉛直2次元モデルの構築

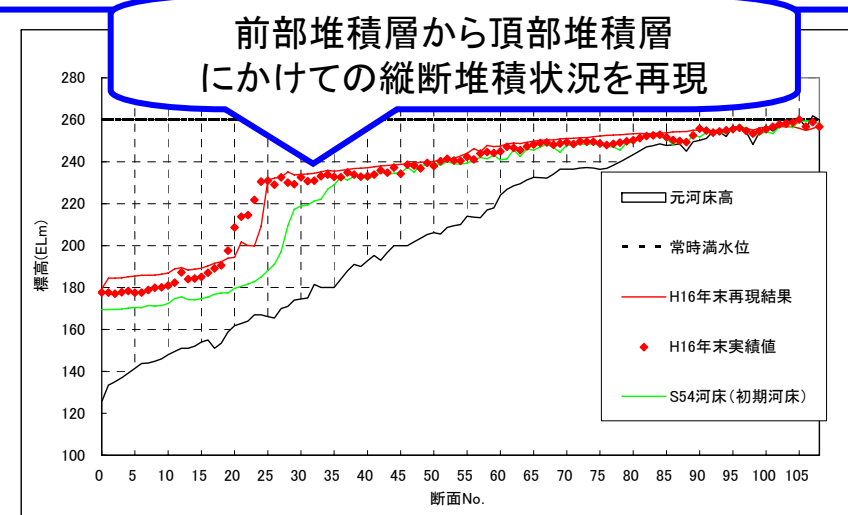
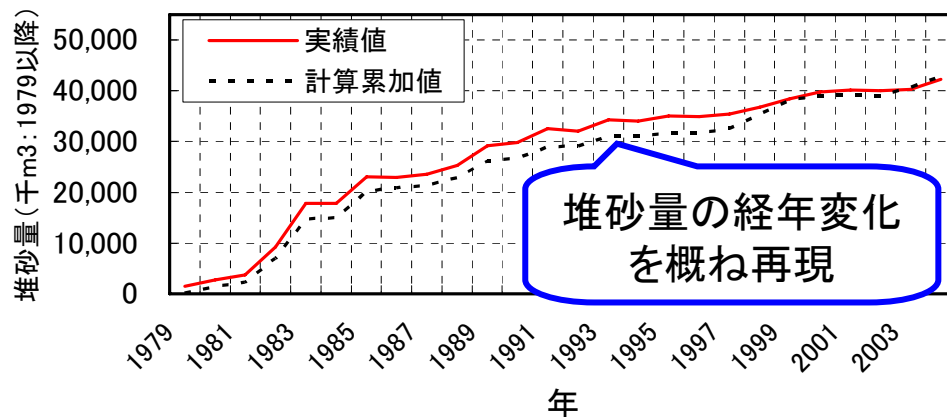
## モデルの着眼点

- ・縦断1次元河床変動モデル: 掃流砂・浮遊砂
- ・鉛直2次元モデル : SS・水温

## 計算条件

- ・計算期間: S54(1979)～H16(2004)
- ・計算対象区間: 平岡ダム直下～佐久間ダム
- ・流入土砂量:
  - ・Wash Load: ダム流入部(鶯巣)でL-Q式を作成
  - ・S53末～H16の堆砂量を表現しうる回帰式を設定

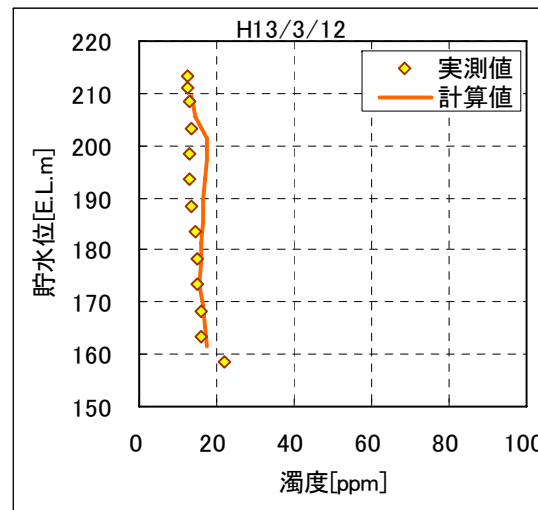
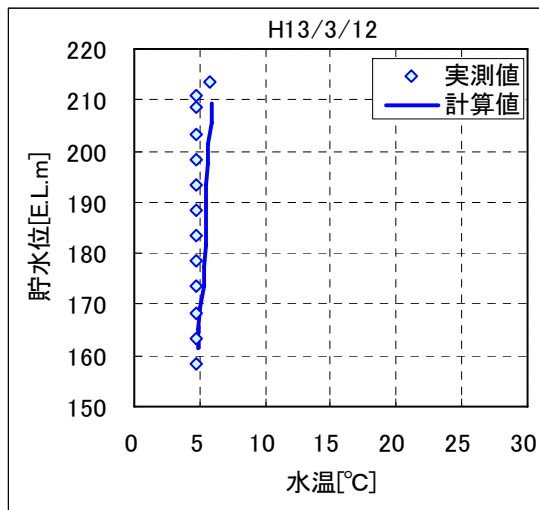
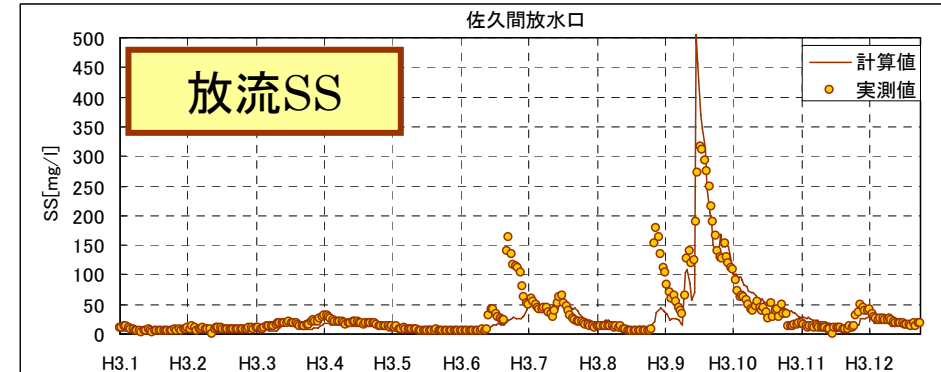
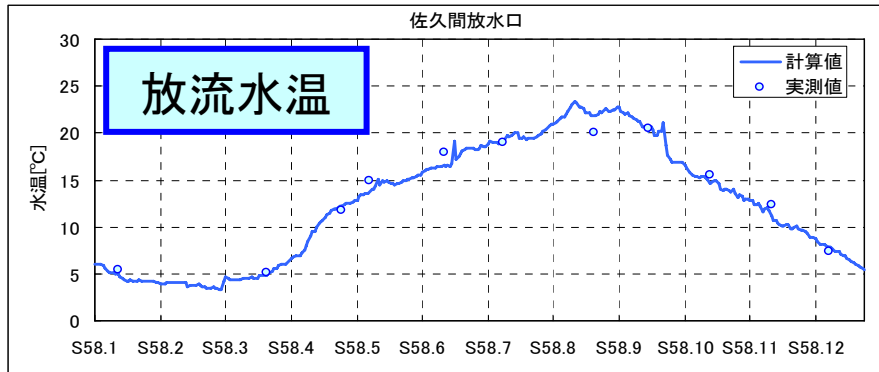
## 縦断1次元河床変動モデルの検証結果



➡ 縦断1次元河床変動モデルの妥当性を確認

# 物理モデルによる再現結果 (①佐久間ダムモデル その2)

## 鉛直2次元モデルの検証結果



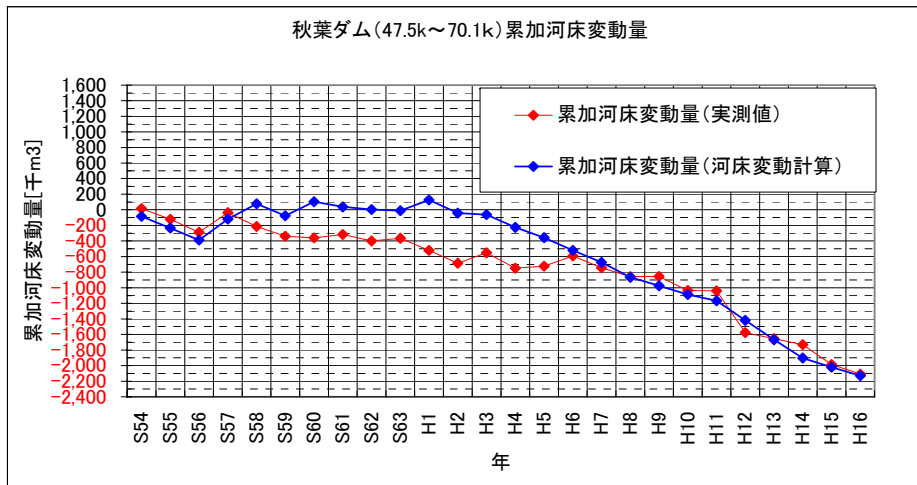
水温・SSともに鉛直分布を含めて、年間変化の傾向をある程度の精度で再現できた → 鉛直2次元モデルの妥当性を確認

# 物理モデルによる再現結果 (②秋葉ダムモデル)

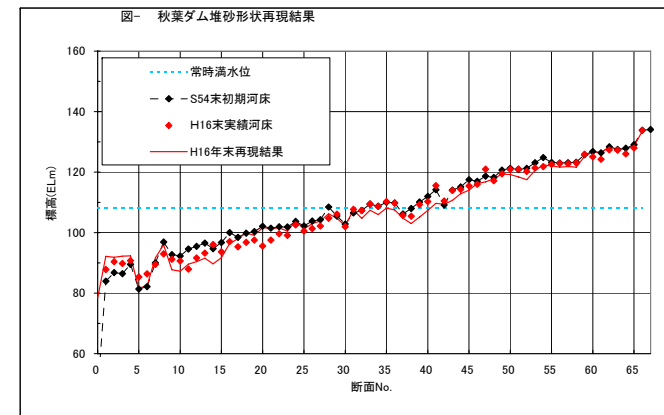
## 計算条件

- ・計算期間: S54~H16
- ・流入土砂量: 佐久間ダム鉛直2次元モデルの計算放流SS
- ・計算対象区間: 佐久間ダム直下~秋葉ダム

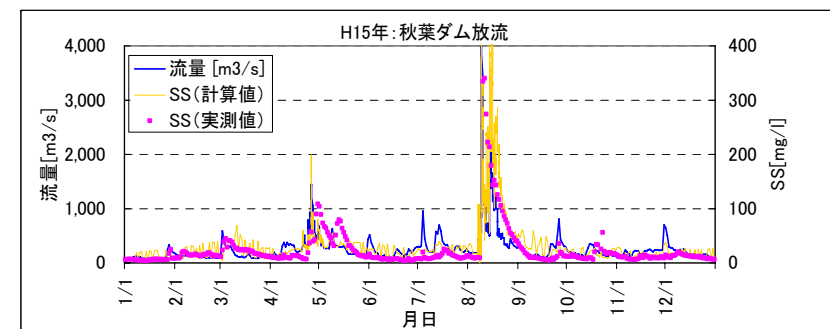
## 縦断1次元河床変動モデルの検証結果



秋葉ダムの堆砂量経年変化を概ね再現



秋葉ダムの堆砂形状の再現性も確認

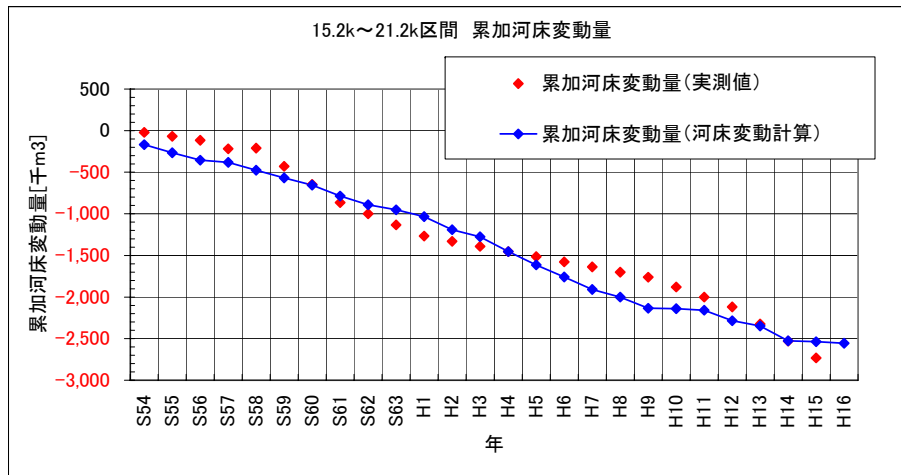


秋葉ダム取水口でのSSの再現性も確認

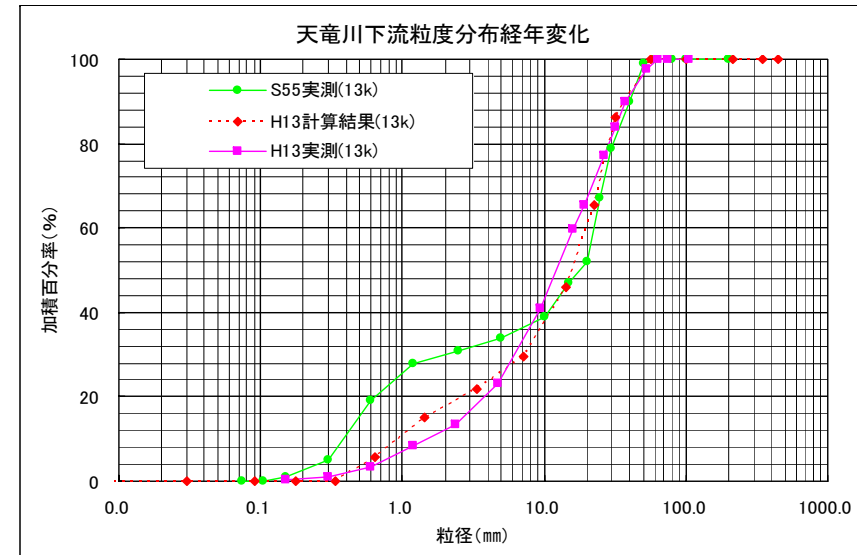
# 物理モデルによる再現結果 (③中下流河道モデル その1)

## 計算条件

- ・計算期間: S54~H16
- ・流入土砂量: 秋葉ダムモデルの計算放流SS
- ・計算対象区間: 秋葉ダム直下~河口



河道区間における河床変動ボリュームの経年変化を概ね再現

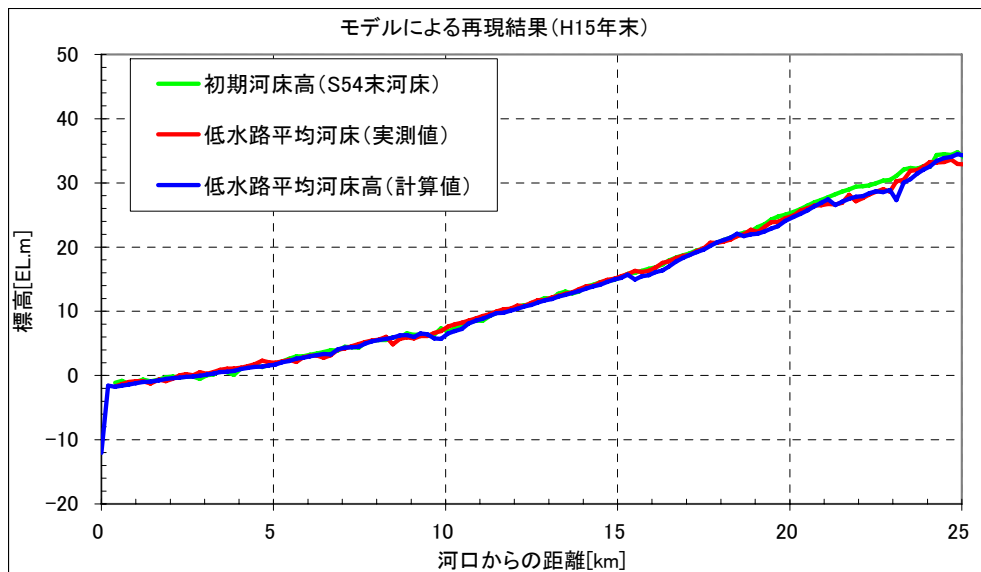


河道区間における河床粒度構成の変化を概ね再現

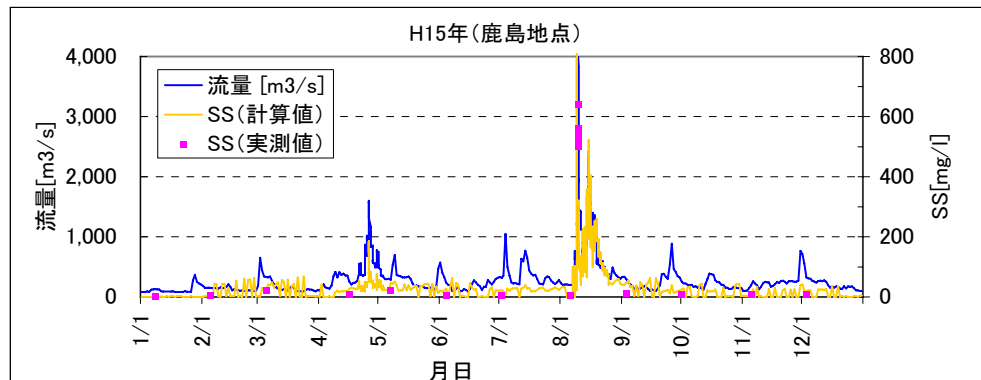
# 物理モデルによる再現結果 (③中下流河道モデル その2)

## 計算条件

- ・計算期間: S54～H16
- ・流入土砂量: 秋葉ダムモデルの計算放流SS
- ・計算対象区間: 秋葉ダム直下～河口



河道区間における低水路平均河床高の変化を概ね再現



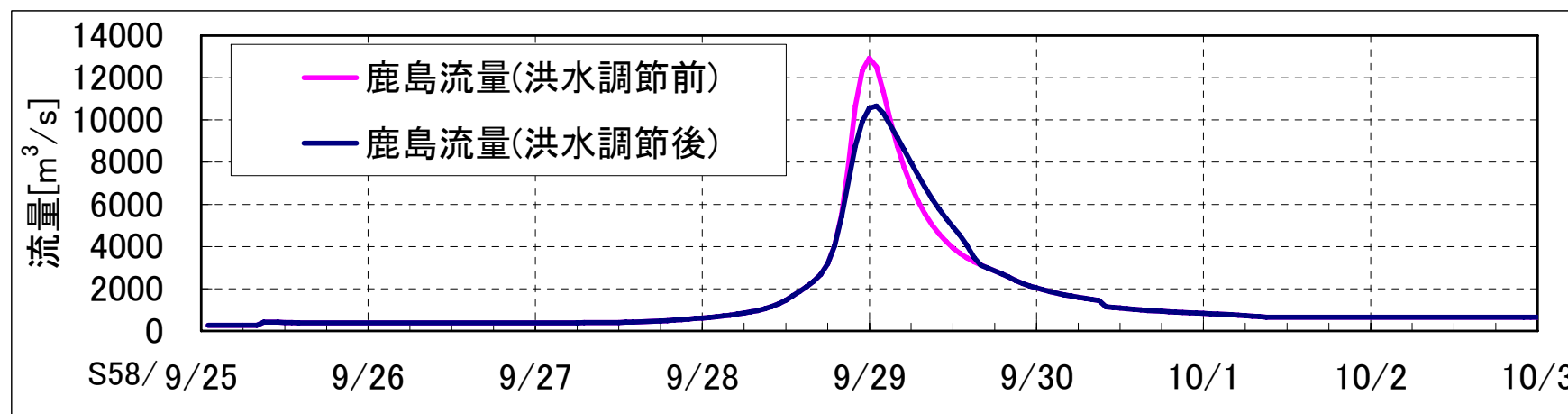
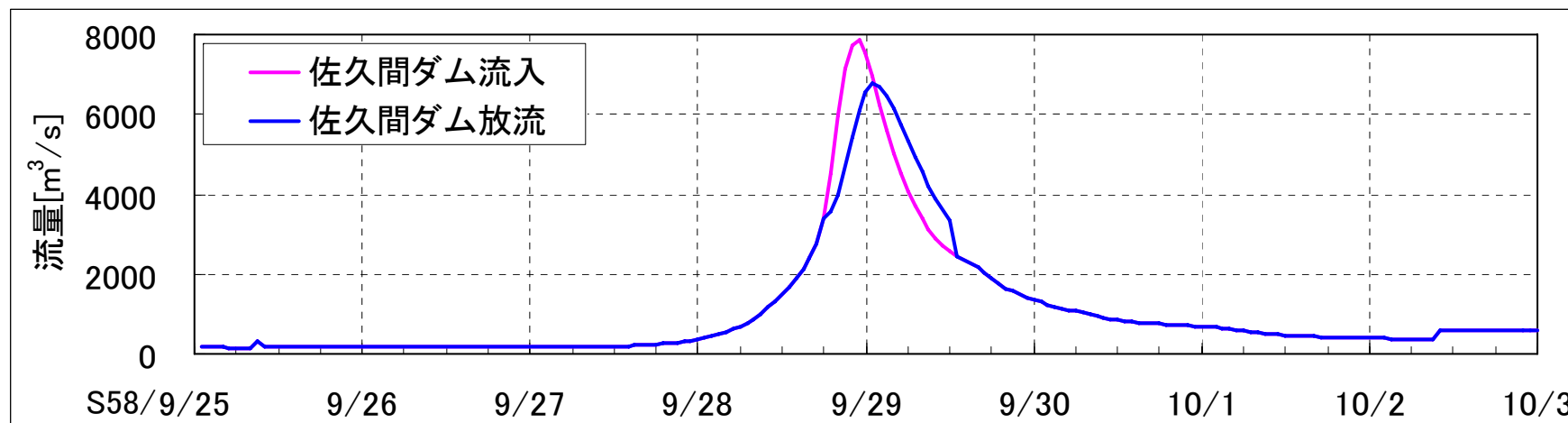
鹿島橋におけるSSも再現可能



## 流況変化の予測

天竜川ダム再編事業の洪水調節計画素案による流量変化は、佐久間ダム地点約3500m<sup>3</sup>/s以上となる洪水において生じる。

S54～H16の26年が再来したと仮定した場合、洪水調節回数は26カ年で10回となる。



# 佐久間・秋葉ダムにおける排砂工法検討素案(A案)仮設定

排砂工法検討素案(A案)は、佐久間ダムについて上流から排砂バイパストンネル・吸引方式・密度流排出、秋葉ダムについてスルーシング・フラッシングを組み合わせる案である。

## 【仮設定】

排砂開始流量: 佐久間ダム流入量 $600\text{m}^3/\text{s}$

排砂の流れ: 【秋葉ダム】

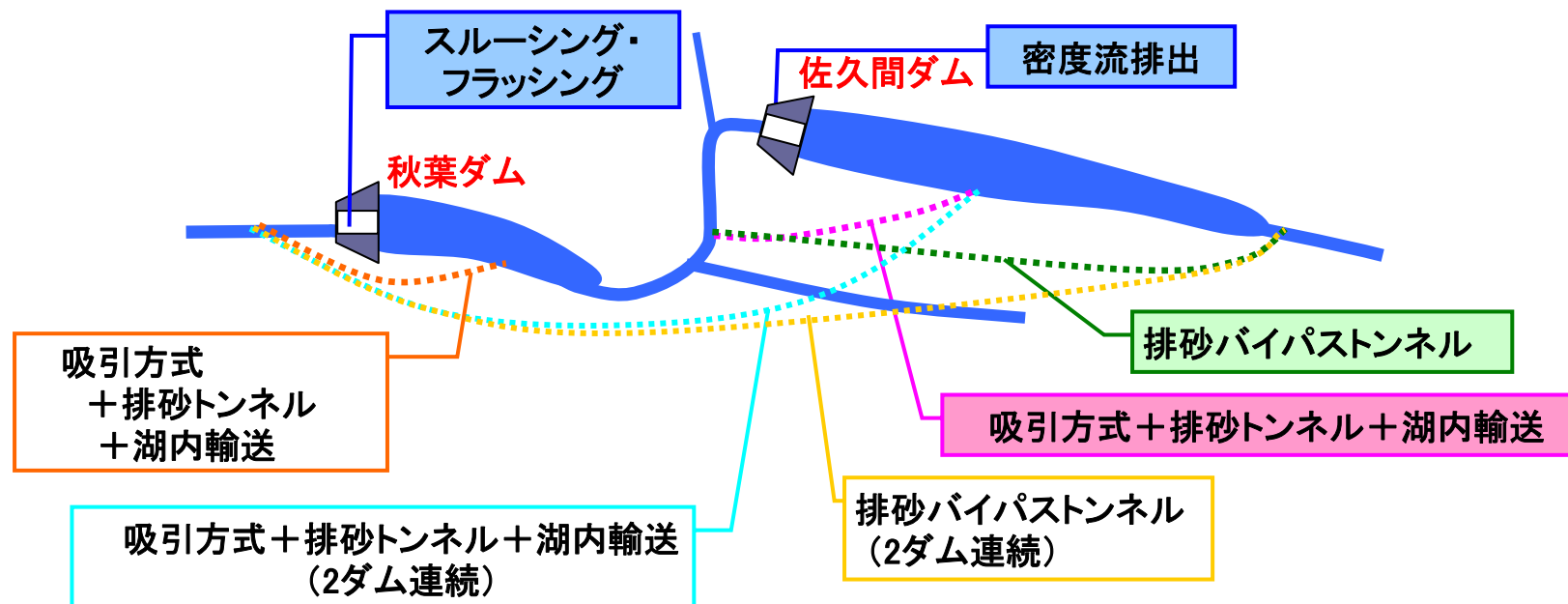
①スルーシング・フラッシング

【佐久間ダム】

②バイパストンネル

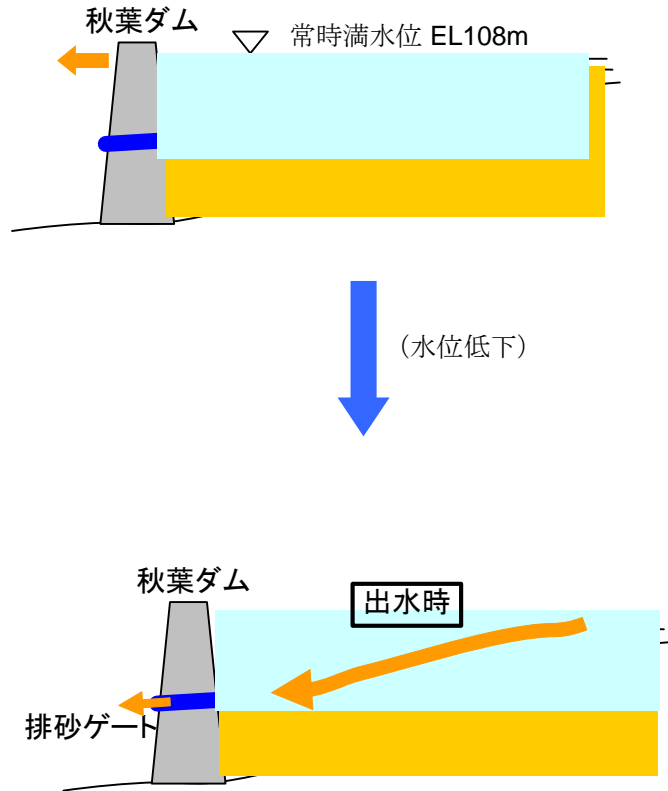
③吸引方式

④密度流排出

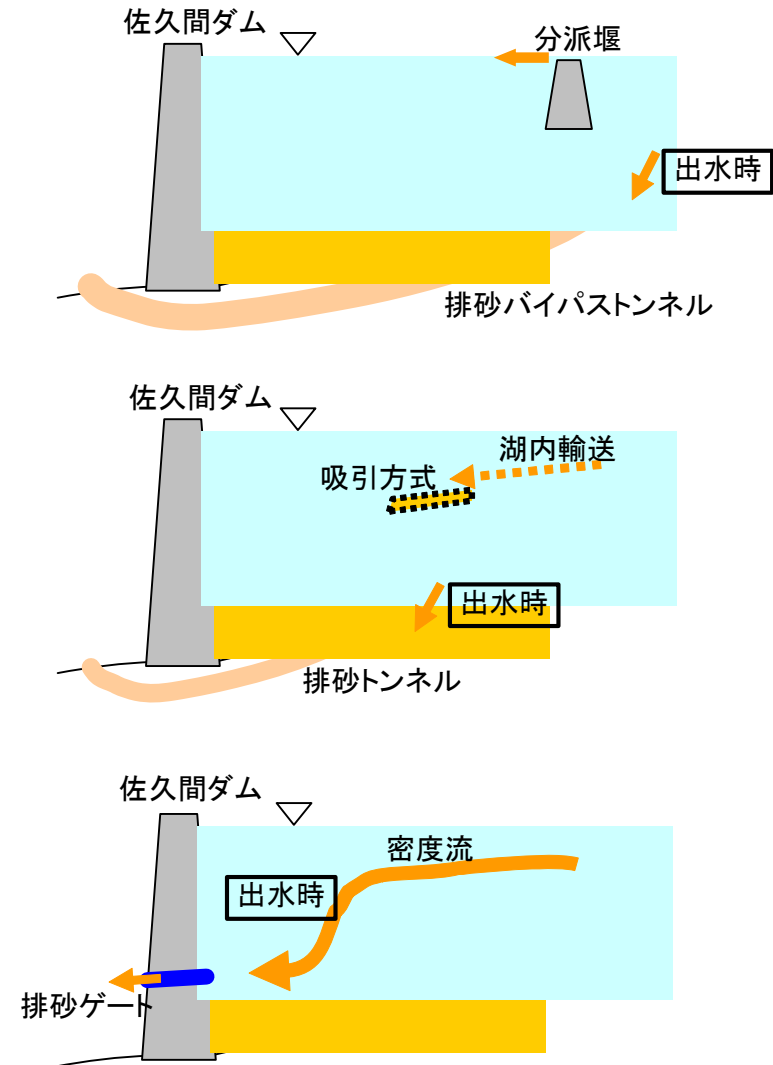


# 排砂工法検討素案(A案)のイメージ図

## 秋葉ダム



## 佐久間ダム



## 土砂移動の予測(排砂工法検討素案(A案))その1

### 排砂工法検討素案の洪水規模別の通過土砂量

排砂工法検討素案を実施することで、鹿島橋における砂の累加通過量は、現状対策を継続した場合よりも、大幅に増えるものと予測された。

- ・大規模洪水年(S58)の洪水期間: 492千m<sup>3</sup>→2,568千m<sup>3</sup>
- ・中規模洪水年(S63)の洪水期間: 306千m<sup>3</sup>→ 699千m<sup>3</sup>
- ・小規模洪水年(H13)の洪水期間: 16千m<sup>3</sup>→ 98千m<sup>3</sup>

表 現状対策継続

	西暦年	年号	鹿島地点の通過土砂量(間隙込み)[千m <sup>3</sup> ]			最大時刻流量 (鹿島地点)
			シルト・粘土	砂	礫	
大規模洪水	1983	S58	7,697	492	477	約 9,500
中規模洪水	1988	S63	1,540	306	126	約 4,900
小規模洪水	2001	H13	230	16	3	約 2,100

表 排砂工法検討素案

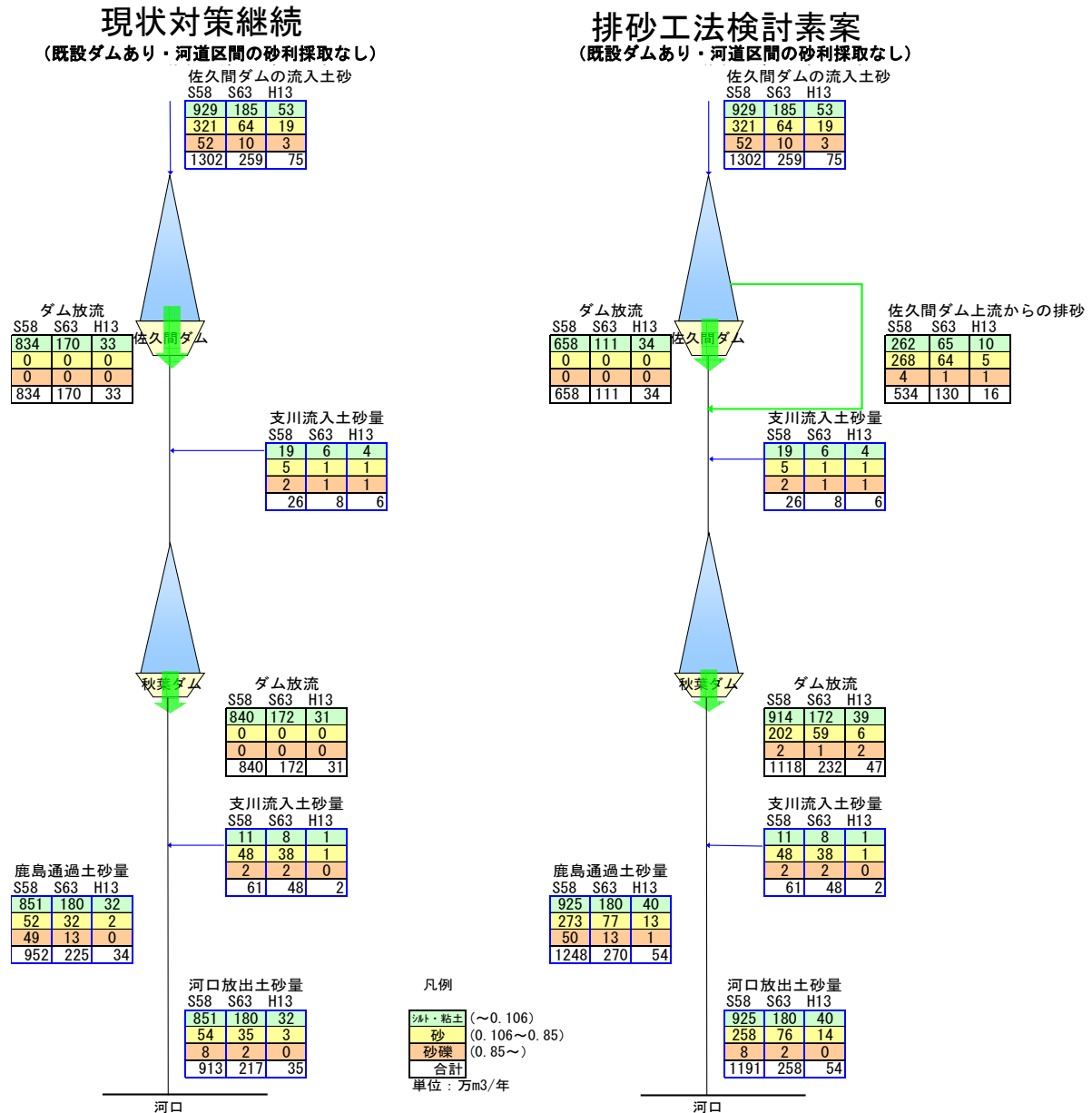
	西暦年	年号	鹿島地点の通過土砂量(間隙込み)[千m <sup>3</sup> ]			最大時刻流量 (鹿島地点)
			シルト・粘土	砂	礫	
大規模洪水	1983	S58	8,125	2,568	481	約 9,500
中規模洪水	1988	S63	1,500	699	130	約 4,900
小規模洪水	2001	H13	271	98	10	約 2,100

# 土砂移動の予測(排砂工法検討素案(A案))その2

## 2. 環境予測・評価 2.2 物理環境の予測

洪水規模別  
(大規模洪水年S58  
,平均的洪水年S63  
,小規模洪水年H13)  
の年平均値

排砂工法検討素案を実施することで、秋葉ダムから砂が下流に供給され、これにより河口からの砂分の放出量が、現状対策を継続した場合よりも増えるものと予測された。



土砂収支図 (S58 : 大規模洪水年, S63 : 平均的洪水年, H13 : 小規模洪水年の1年間)

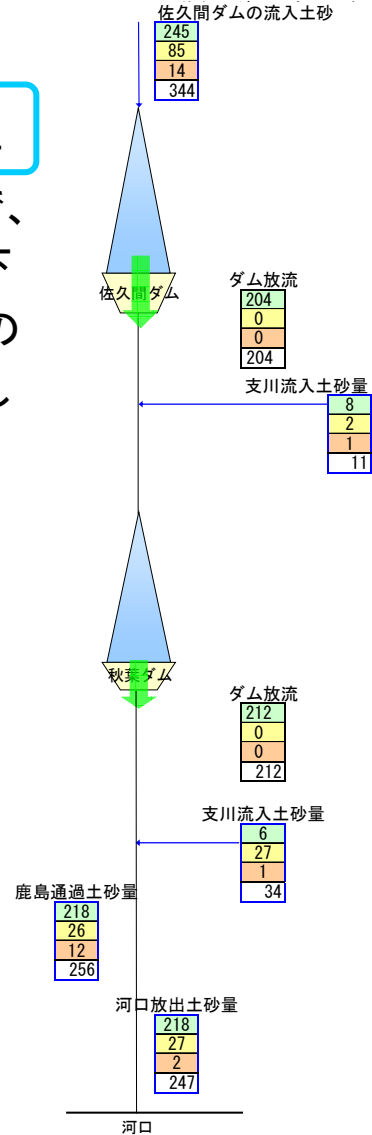
# 土砂移動の予測(排砂工法検討素案(A案))その3

## 26カ年(S54~H16)の年平均値

排砂工法検討素案を実施することで、秋葉ダムから約61万m<sup>3</sup>/年の砂が下流に供給され、これにより河口からの砂分の放出量は、現状対策を継続した場合の27万m<sup>3</sup>/年から81万m<sup>3</sup>/年に増えるものと予測された。

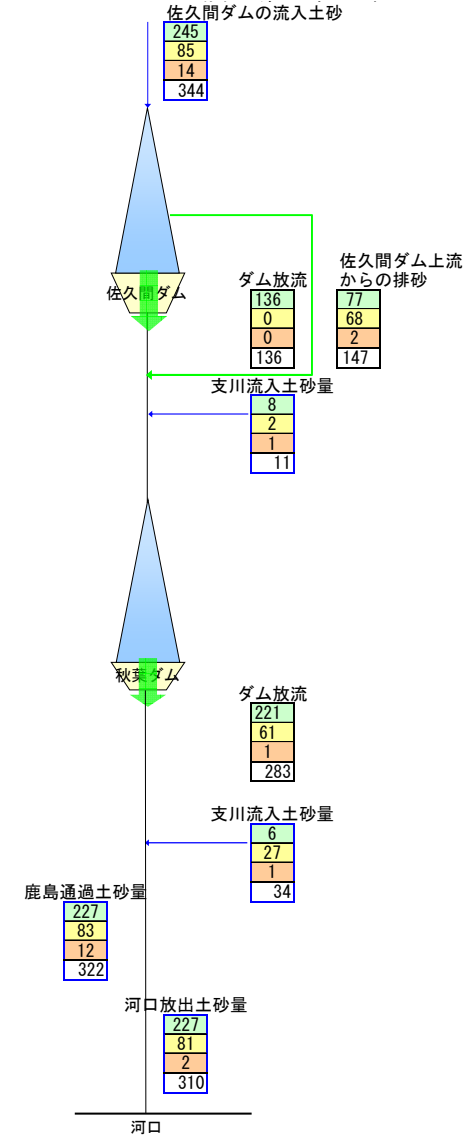
### 現状対策継続

(既設ダムあり・河道区間の砂利採取なし)



### 排砂工法検討素案

(既設ダムあり・河道区間の砂利採取なし)

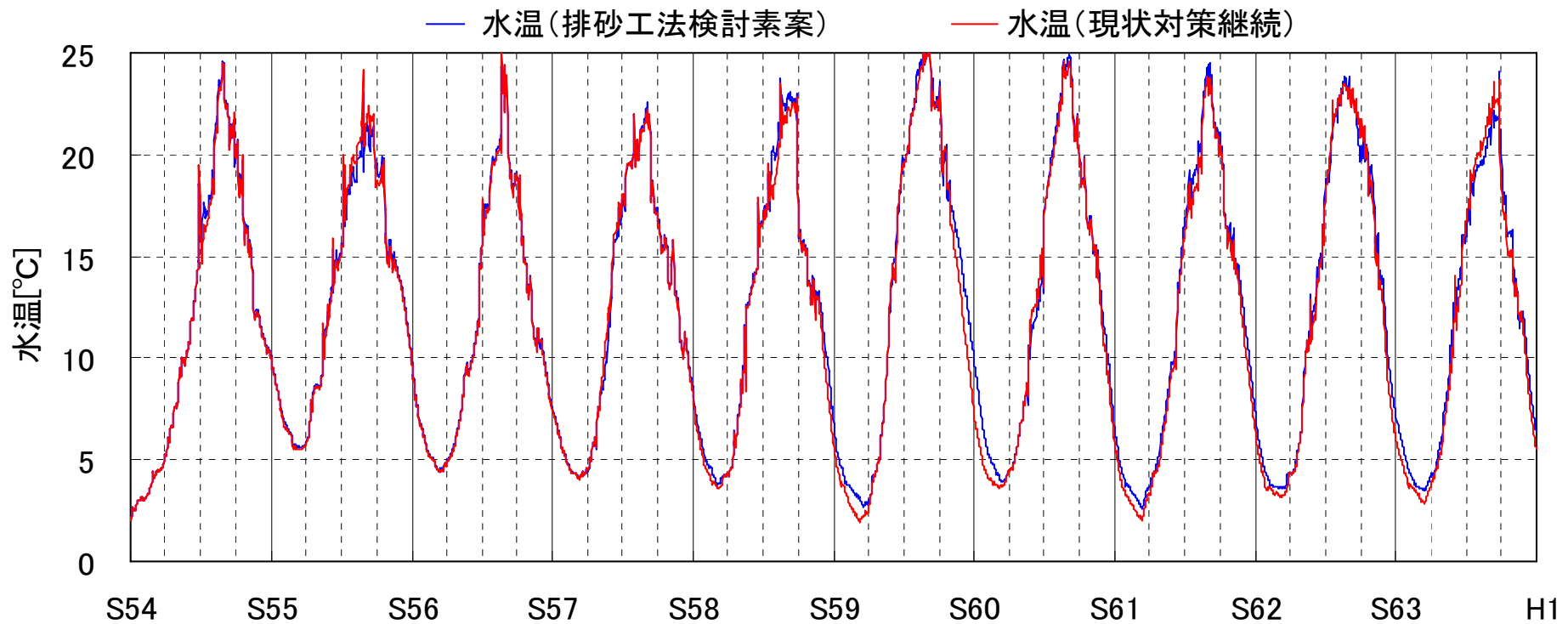


凡例  
 シト・粘土 (~0.106)  
 砂 (0.106~0.85)  
 砂礫 (0.85~)  
 合計  
 単位: 万m<sup>3</sup>/年



## 放流水温の予測(排砂工法検討素案(A案))

佐久間ダム放流水温の予測結果(S54~H16の26年流況再来時、S54~H1を例として)

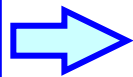
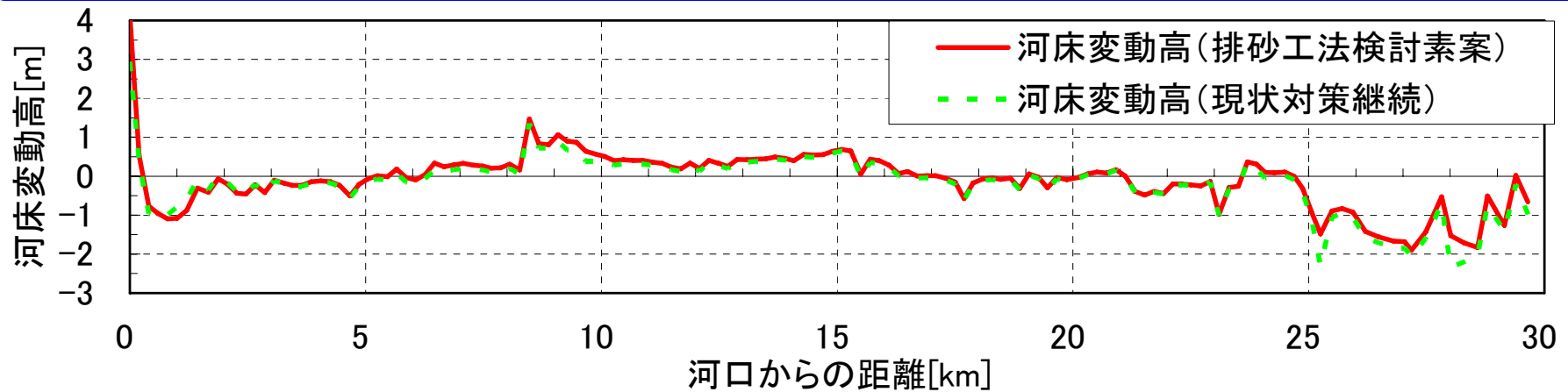


➡ 排砂工法検討素案(A案)は現状対策継続と殆ど同じ放流水温

※バイパスされる水量を控除した残り分を、貯水池に流入させて鉛直二次元モデルにより放流水温を算定した

## 河床変化の予測(排砂工法検討素案(A案))

平均河床変動高の予測結果(整備計画河道素案からの変動高(S54~H16の26年流況再来後))



河床変動高は、8~14k区間、25k上流区間においてやや堆積しやすくなっているが、他は現状対策を継続した場合と殆ど変わらない

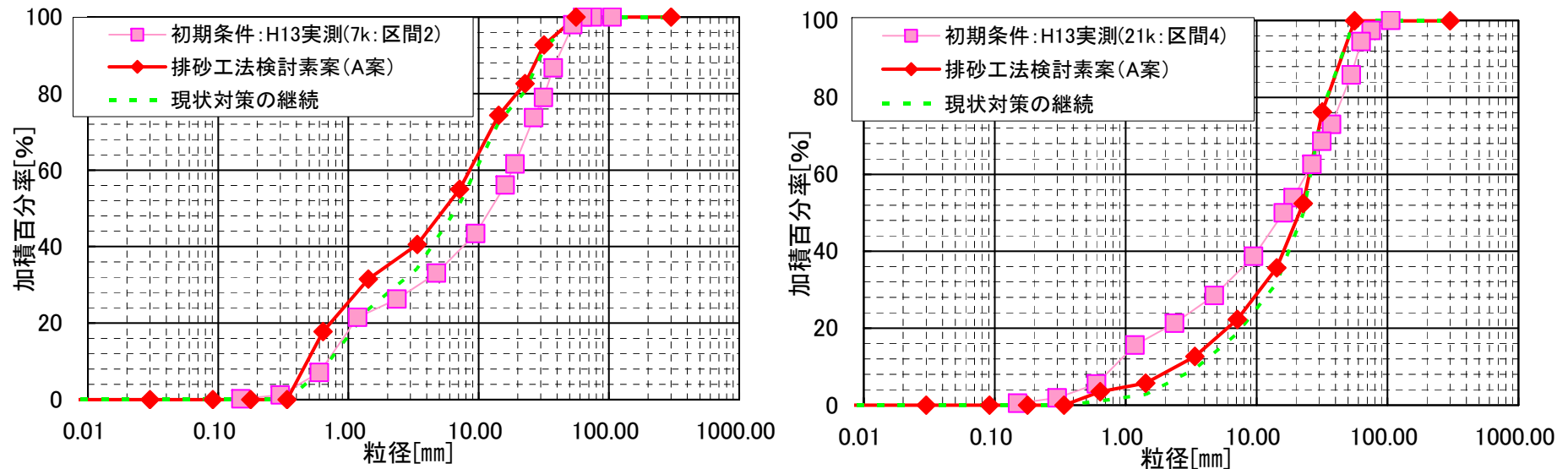
区間別河床勾配の予測結果(整備計画河道素案からの変動(S54~H16の26年流況再来後))

区間	計算ケース		区間	計算ケース	
	現状対策継続	排砂工法検討素案		現状対策継続	排砂工法検討素案
区間1	1/1100	1/1060	区間4	1/540	1/540
区間2	1/850	1/840	区間5	1/620	1/600
区間3	1/600	1/600	区間5より上流	1/560	1/560

排砂工法検討素案の場合は、河床勾配が若干急になるものの殆ど変化なし

## 河床粒度の予測(排砂工法検討素案(A案))

### 河床材料粒度構成の予測結果(整備計画河道素案からの変化(S54~H16の26年流況再来後))

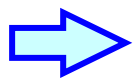
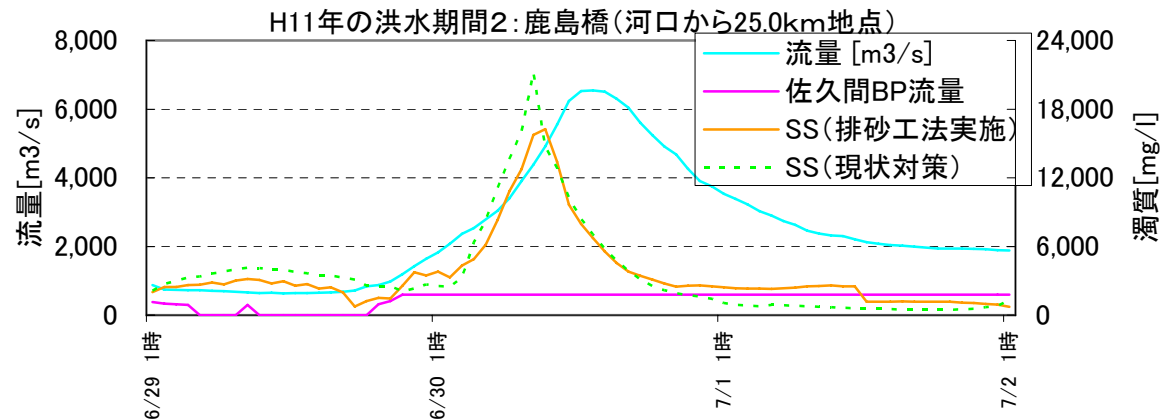
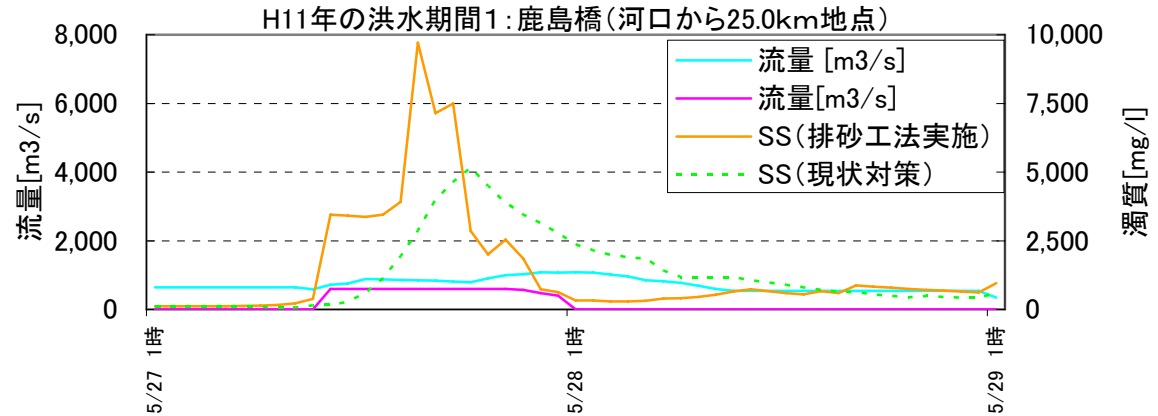


➡ 排砂工法検討素案(A案)での河床材料の粒度構成は、現状対策を継続した場合に比べて、やや砂や礫が増加(区間1及び2の下流区間ほど、砂や礫の増加度合いが大きい)

# 濁質の予測その1 (排砂工法検討素案(A案))

## 濁質ピークの予測結果

平成11年、鹿島橋

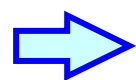
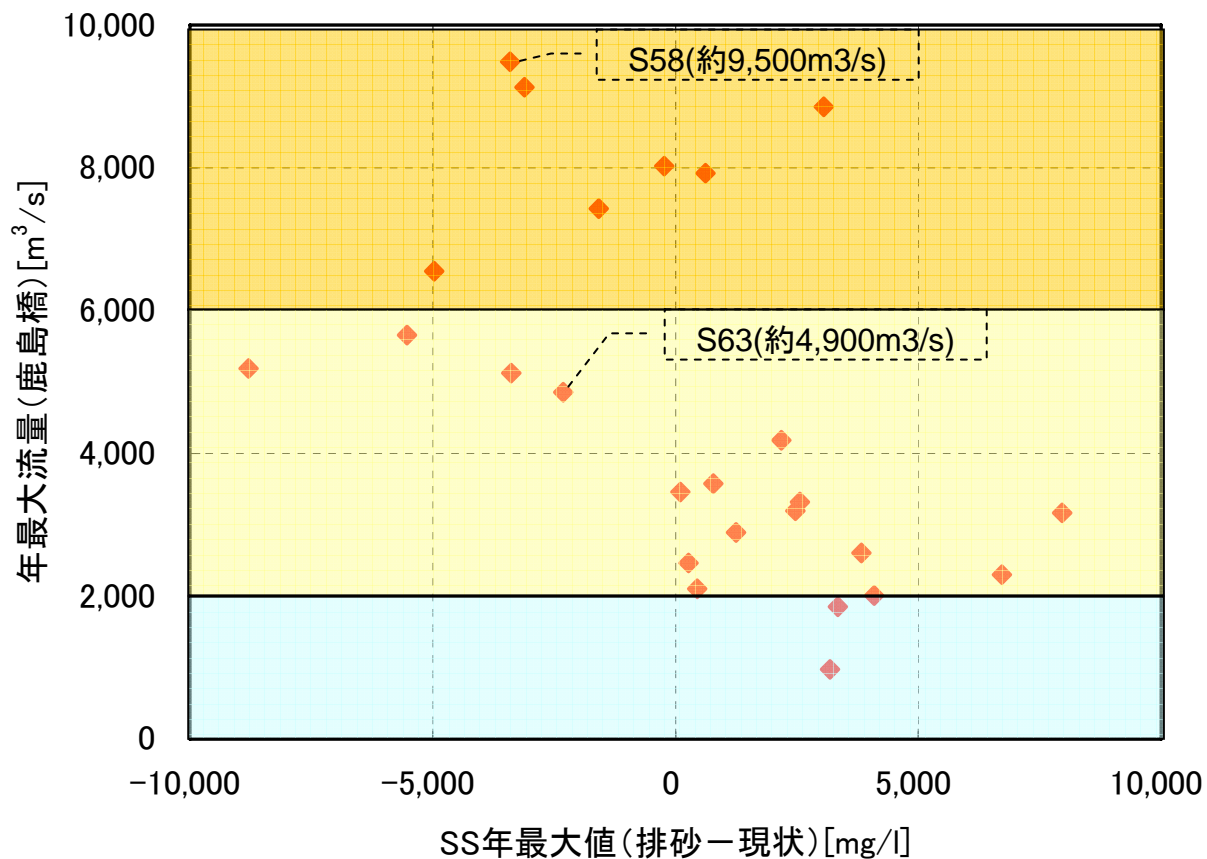


排砂工法検討素案(A案)の最大濁質は、現状対策継続に比べて高くなる洪水と、低くなる洪水が混在。

## 濁質の予測その2 (排砂工法検討素案(A案))

鹿島橋

ピーク濁質濃度と年最大流量の関係(S54~H16の26年流況再来時)

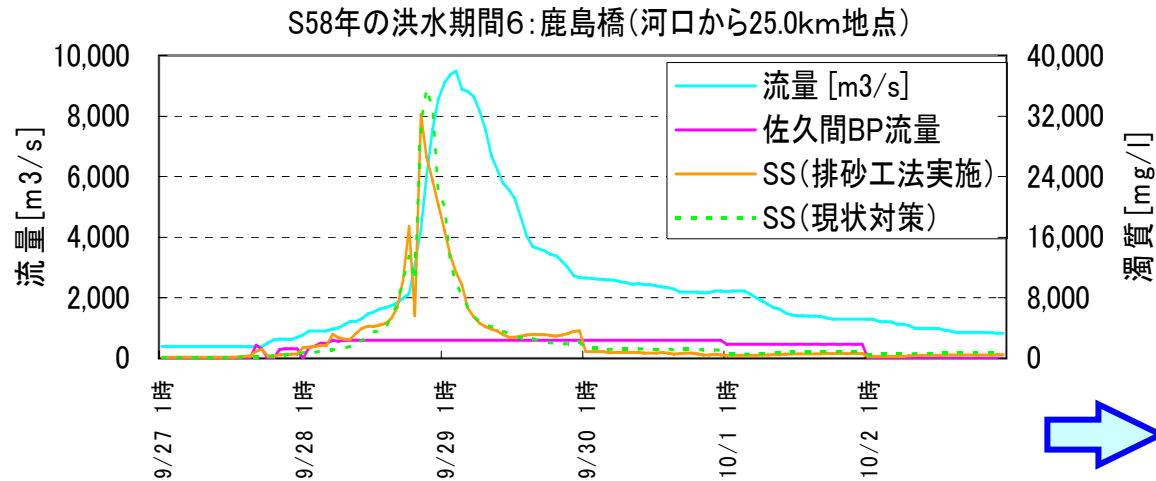


排砂工法検討素案(A案)の相関性は、鹿島地点4000m<sup>3</sup>/s規模より小さい洪水時に現状対策継続に比べて排砂工法検討素案のほうが、ピーク濃度が高くなる。

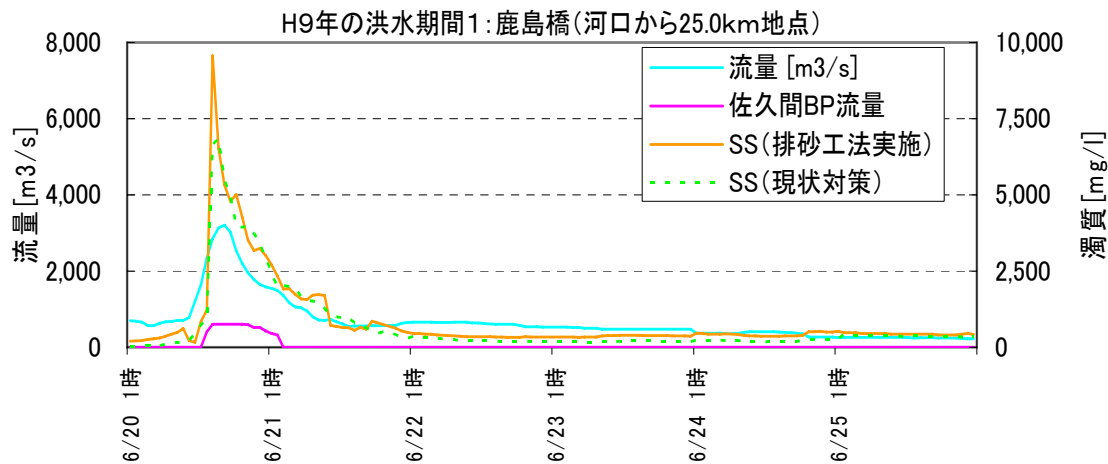
# 濁質の予測その3 (排砂工法検討素案(A案))

鹿島橋

## 洪水後の濁水状況の予測結果



流量低減後の濁水状況は、現状対策継続した場合に比べ、濁水継続時間に大きな変化はない予測結果





# 物理環境の予測と評価のまとめ（排砂工法検討素案(A案)）

## 2. 環境予測・評価 2.2 物理環境の予測

### 天竜川ダム再編事業による物理環境への影響と効果の評価

	予測・評価するレスポンス	予測手法 (計算モデル)	予測・評価の結果(排砂後と現状対策の比較による)		
			大規模洪水年 6000m <sup>3</sup> /s以上 (例 S58:9,488m <sup>3</sup> /s)	平均的な洪水年 2000~6000m <sup>3</sup> /s (例 S63:4,856m <sup>3</sup> /s)	小規模洪水年 2000m <sup>3</sup> /s未満 (例 H13:2,052m <sup>3</sup> /s)
貯水池	放流水温の変化	佐久間ダム: 鉛直二次元モデル	排砂後は現状対策と殆ど同じ放流水温	同左	同左
河道	洪水時の流況変化	流出モデル	流量変化は、佐久間ダム地点約3500m <sup>3</sup> /s以上となる洪水において生じる。S54~H16の26年が再来したと仮定した場合、洪水調節回数は26年で10回となる。		
	流下土砂量の変化	一次元河床変動モデル	砂分(0.106~0.85mm)の通過土砂量は、現状より約200万m <sup>3</sup> 増加	砂分(0.106~0.85mm)の通過土砂量は、現状より約40万m <sup>3</sup> 増加	砂分(0.106~0.85mm)の通過土砂量は、現状より約8万m <sup>3</sup> 増加
	河床粒度の変化		砂や細礫がやや増加	同左	同左
	河床高、河床勾配の変化		殆ど変化なし	同左	同左
	濁水の変化	佐久間ダム: 鉛直二次元 秋葉ダム、中下流部河道: 一次元河床変動モデル	洪水ピークにかけての濁度は、現状に比べ低くなることが多い。流量低減時は、現状対策継続した場合と大きな変化は無い	洪水ピークにかけての濁度は、現状に比べ低くなる場合と逆の場合が混在。流量低減時は、現状対策継続した場合と大きな変化は無い。	洪水時は、現状に比べ濁度が高くなることが多い。流量低減時は、現状対策継続した場合と大きな変化は無い。
海岸・河口	河口放出土砂量の変化	一次元河床変動モデル	排砂後は、現状対策に比べ砂の放出量が増加	同左	同左

# 付着藻類の生産力

## [剥離動態]

### 予測方法の概要

方法：Wx(付着藻類を剥離させる力)を一次元河床変動モデルの予測結果(流砂量の時刻値)を用いて以下の式から剥離率(p)を算出

予測地点：18k(浜北大橋)、25k(鹿島橋)

比較内容：現状対策継続と排砂工法検討素案について流量規模~2000m<sup>3</sup>/s、2000~4000m<sup>3</sup>/sで比較した。

予測結果：算出した剥離率は排砂工法検討素案でわずかに増加がみられる。

$$\text{剥離率 } p = 3600 \times \alpha Wx [h^{-1}]$$

$\alpha$  : 剥離抵抗

$$Wx = \gamma \times qB \times ds^{1/3} \times u_*^{2/3}$$

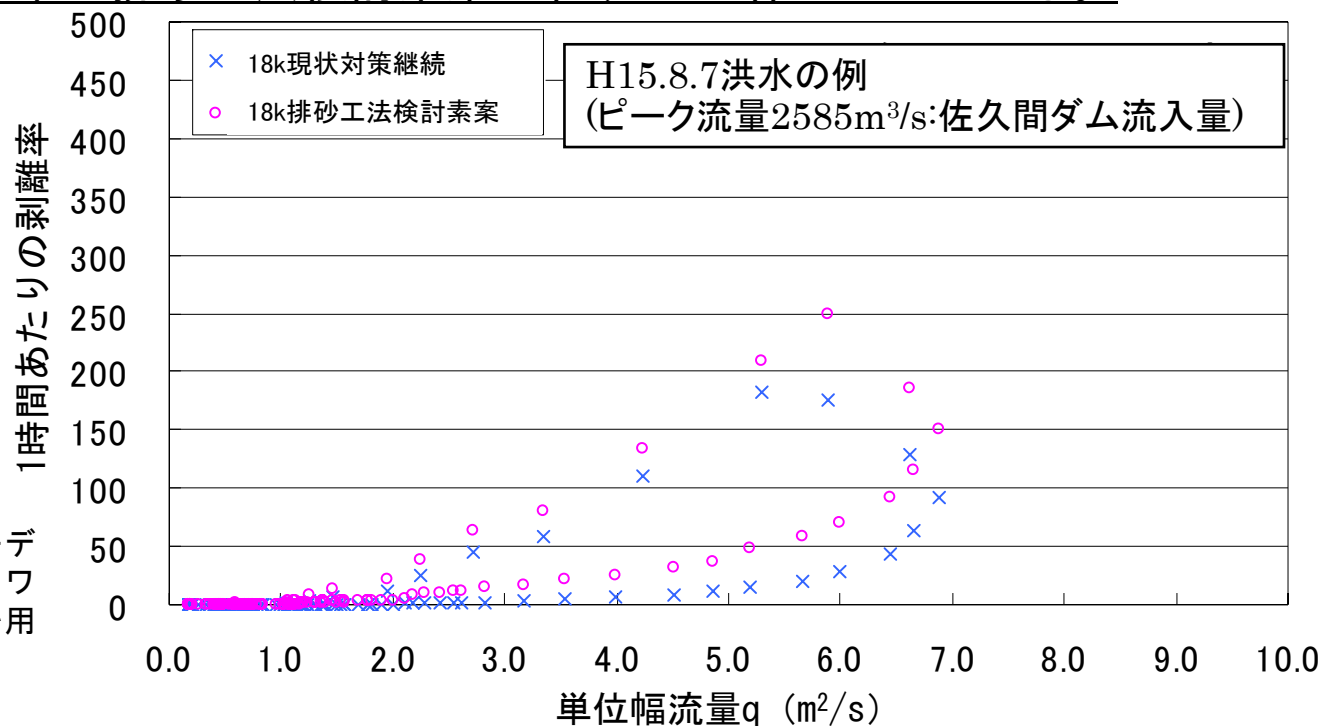
$\gamma$  : 礫の材料特性の係数

qB : 流砂量/単位幅

ds : 砂の粒径

U\* : 摩擦速度

天竜川の付着藻類の剥離率を算出するモデル式は得られていないため、矢作川のカワシオグサの調査研究におけるモデル式を用いて定量的に剥離率を算出した。



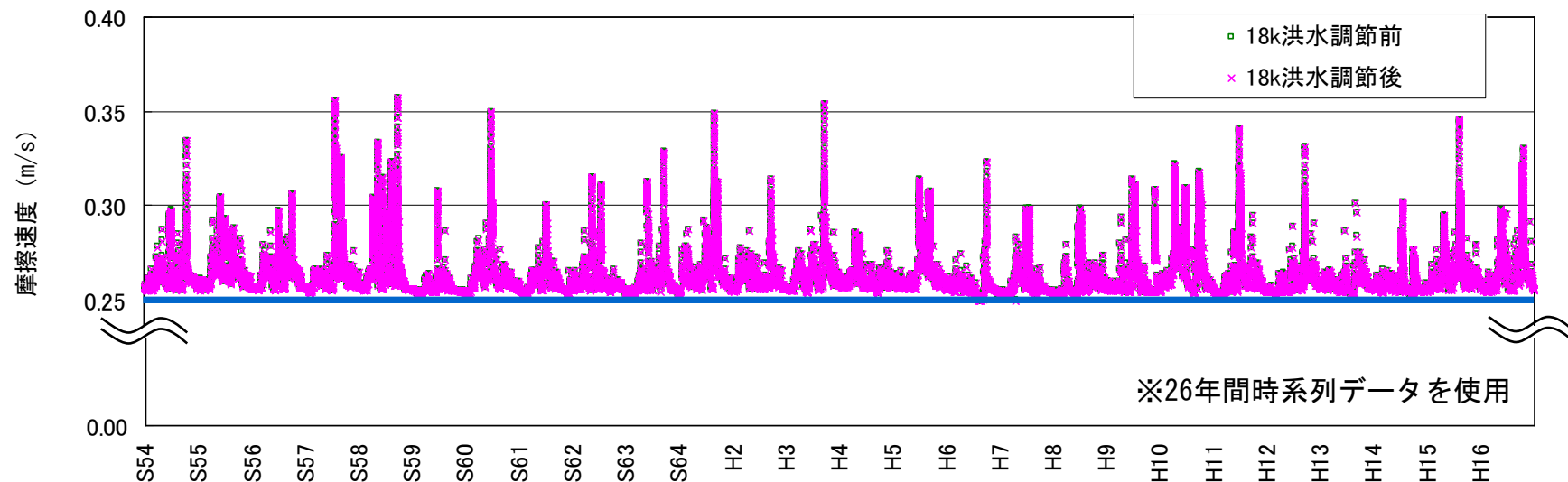
対策毎の出水時の剥離率の予測結果(18K: 浜北大橋)

# 付着藻類の生産力

## [生育状況(質)]

比較内容：18k（浜北大橋）及び25k（鹿島橋）地点においてS54～H16の流況が再来した場合の摩擦速度を洪水調節前後について比較した。

予測結果：摩擦速度には大きな変化はみられず、アユの餌となる付着藻類の好適摩擦速度であることから、付着藻類の生育状況（質）は変化しないと考えられる。



※アユの餌となる*Homoeothrix janthina* は摩擦速度が0.25m/s以上で構成比が高いとの知見がある。

18k（浜北大橋）地点における摩擦速度の予測結果（S54～H16流況再来時）

## 付着藻類の生産力

[生育状況(成長)]

予測方法の概要

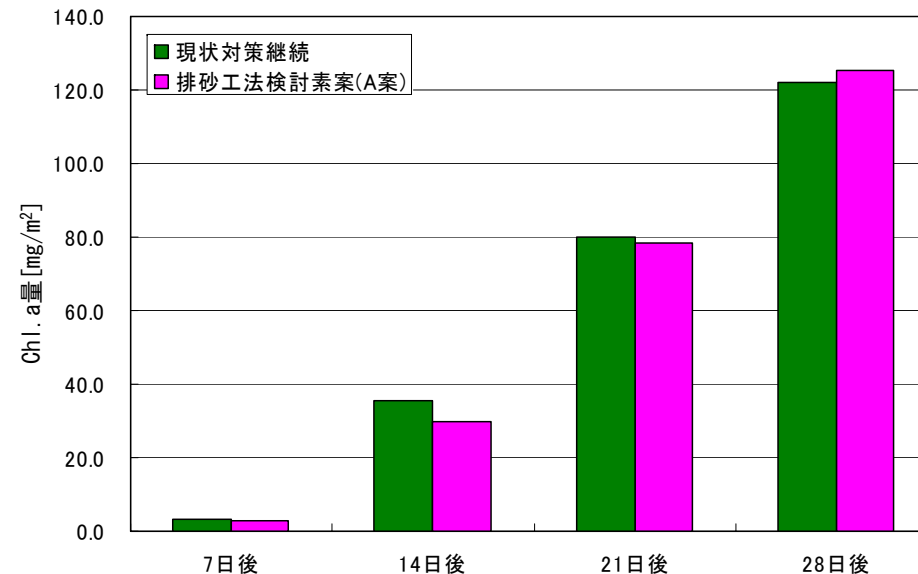
方 法：モデル式を用いて次元河床変動モデルの予測結果（SS濃度）から7、14、21、28日後の現存量（Chl. a量）を算出。

予測地点：25k（鹿島橋）

比較内容：出水後の付着藻類の現存量（Chl.a量）を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：

モデル式を用いて算出した7、14、21、28日後における現存量（Chl. a量）の平均値はほとんど変化しない。



出水後の付着藻類の現存量の予測結果（各出水の平均値）

[生育状況(付着基盤の移動機会)]

比較内容：25k（鹿島橋）地点においてS54～H16の流況が再来した場合の粒経ごとの最大流砂量を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

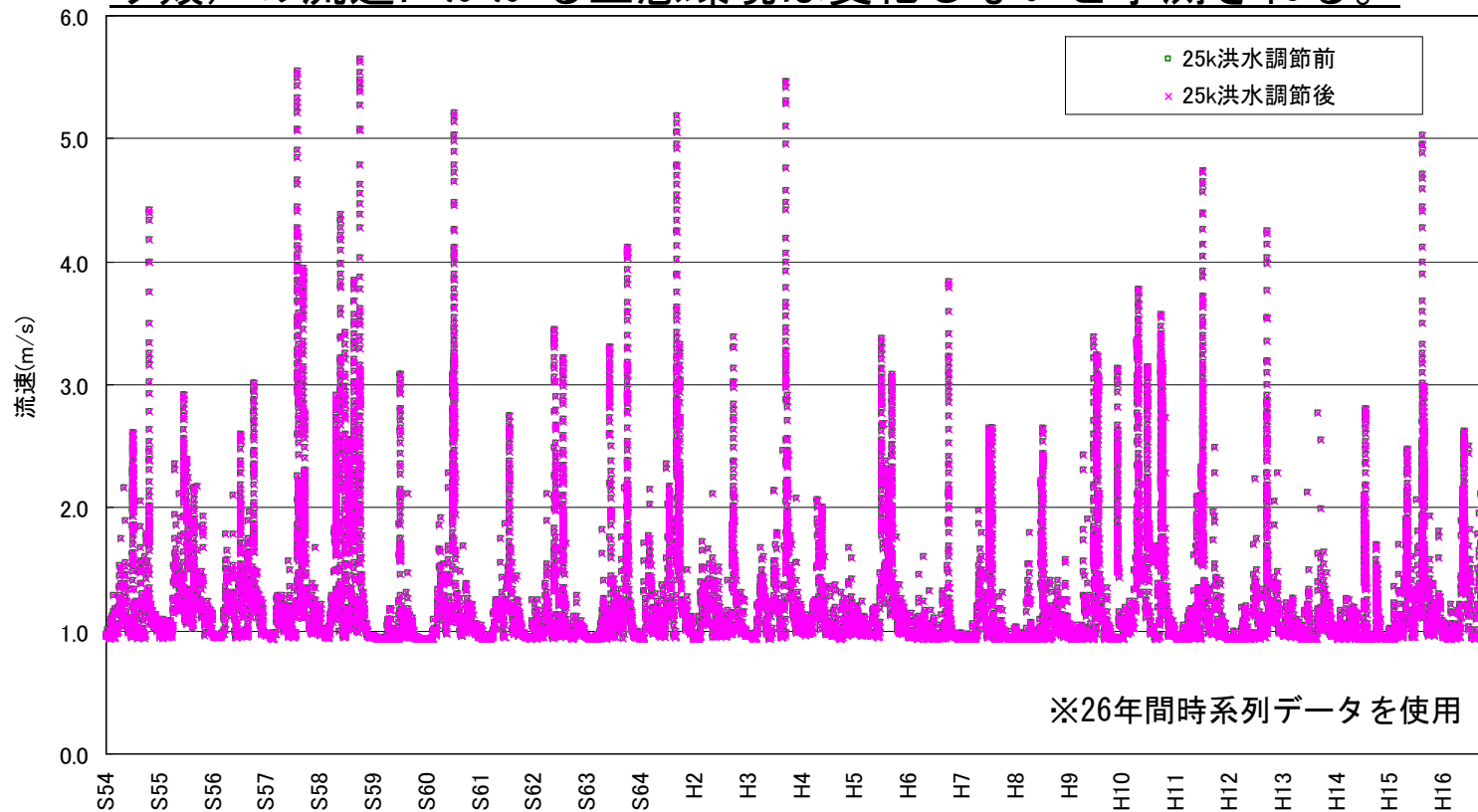
予測結果：30mm以上の礫の流砂量に大きな変化はみられないため、付着藻類の付着基盤となる礫の移動機会は変化しないと予測される。

# 底生動物(トビケラ類、カゲロウ類)の現存量

[生息環境※1 (流速)]

比較内容：18k (浜北大橋) 及び25k (鹿島橋) 地点においてS54～H16の流況が再来した場合の(底生動物が生息するという観点から)流速を洪水調節前後について比較した。

予測結果：流速に大きな変化はみられないため、底生動物(トビケラ類、カゲロウ類)の流速にかかる生息環境は変化しないと予測される。



※26年間時系列データを使用

25k (鹿島橋) 地点における流速の予測結果 (S54～H16流況再来時)

※1 底生動物の生息する物理環境を指す

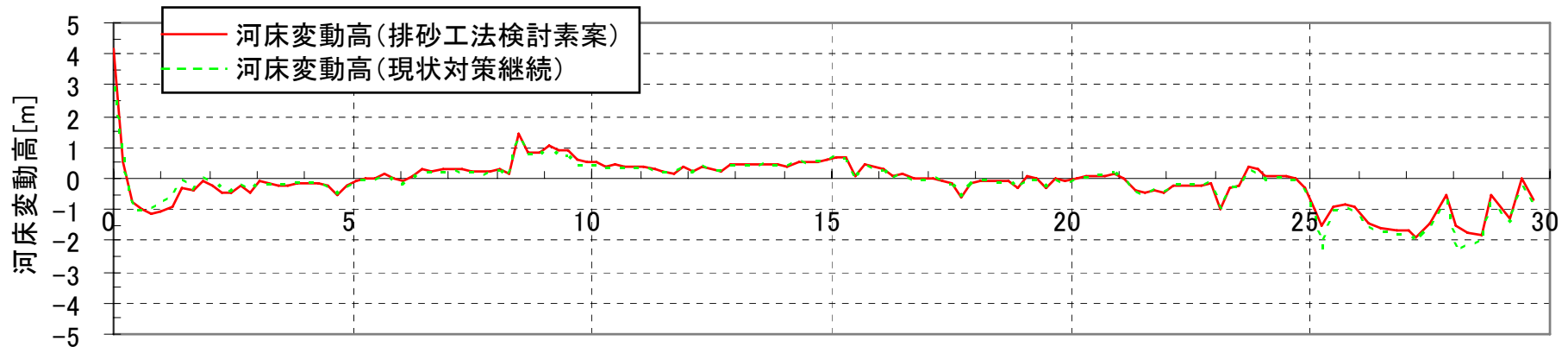
## 底生動物(トビケラ類、カゲロウ類)の現存量

[生息環境※1 (水深)]

比較内容：30kより下流のS54～H16の流況が再来した場合の河床変動高を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：水深（河床変動高）に大きな変化はみられないため、底生動物（トビケラ類、カゲロウ類）の水深にかかる生息環境は変化しないと予測される。

初期河床からの変動高[m] S54～H16年の26年流況再来後



河口からの距離[km]

河口0～30km区間河床変動高の予測結果(S54～H16流況再来時)

※1 底生動物の生息する物理環境を指す

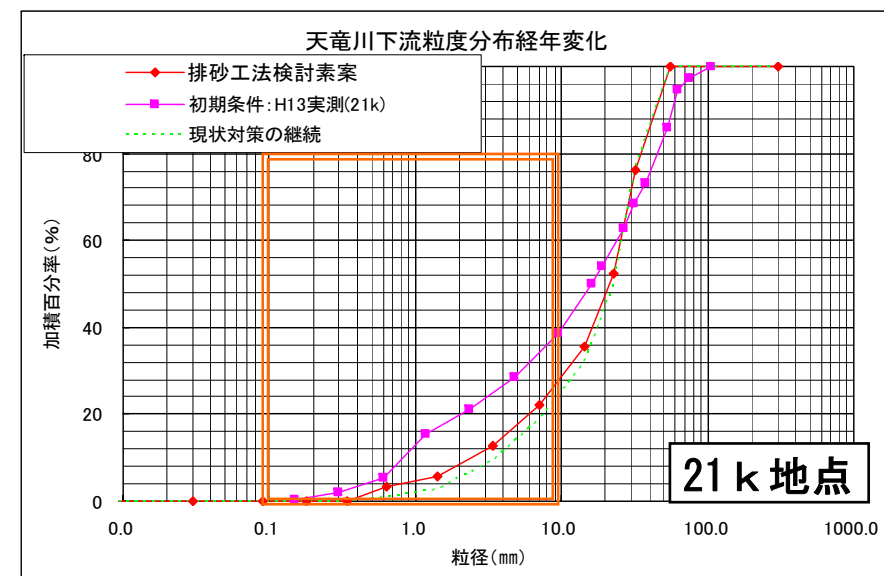
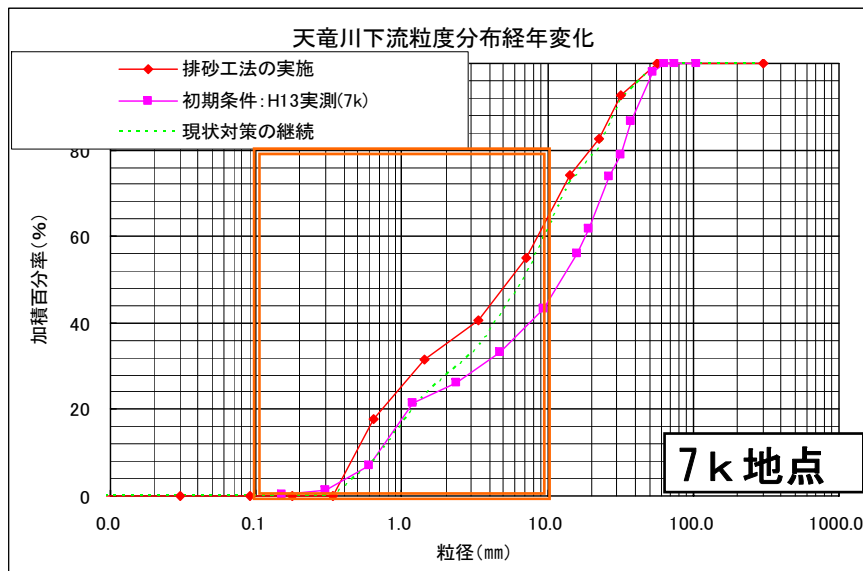
# 底生動物(アミメカワゲラ科)の現存量

[生息環境※1(河床構成材料)]

比較内容：S54～H16の流況が再来した後の河床構成材料を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：排砂工法検討素案では砂、礫がやや増加している地点がみられ、底生動物の河床構成材料にかかる生息環境は変化する可能性が考えられ、砂、礫を好む底生動物(アミメカワゲラ科)の現存量は変化する可能性が考えられる。

アミメカワゲラ科の好適生息環境範囲



7k及び21k地点における河床構成材料の予測結果

※1 底生動物の生息する物理環境を指す



## アユの現存量

### [ 生息環境※1（生息場） ]

比較内容：18k（浜北大橋）及び25k（鹿島橋）地点においてS54～H16の流況が再来した場合の流速、河床変動高（水深）、河床構成材料を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：流速、河床変動高（水深）に大きな変化はみられず、河床構成材料は砂、礫がやや増加のみであり、流速、河床変動高（水深）、河床構成材料にかかるアユの生息環境は変化しないと考えられる。

### [ 生息環境※1（避難場） ]

流速・河床変動高・河床構成材料の予測図は底生動物参照

#### 予測方法の概要

予測地点：25k（鹿島橋）

比較内容：アユのSI (Stress Index) から影響度レベルを算出し現状対策継続と排砂工法検討素案について比較。

予測結果：現状対策継続の影響度レベルと排砂工法検討素案の影響度レベルは、経年的に10～12の範囲におさまりほとんど変化しない。

影響度レベル	影響
12	死亡率40～60%
11	死亡率20～40%
10	死亡率0～20%

※1 アユの生息する物理環境を指す

## アユの産卵数

[産卵環境※1 (流速、河床変動高(水深))]

比較内容：18k (浜北大橋) 及び25k (鹿島橋) 地点においてのS54～H16の流況が再来した場合の (アユが産卵するという観点から) 流速、河床変動高、河床構成材料を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：流速、河床変動高に大きな変化はみられないため、流速、河床変動高にかかるとアユの産卵環境は変化しないと考えられる。

流速・河床変動高の予測図は底生動物参照

[産卵環境※1 (河床構成材料)]

比較内容：30k より下流のS54～H16の流況が再来した場合の河床構成材料を現状対策継続と排砂工法検討素案について比較した。

予測結果：排砂工法検討素案では砂、礫がやや増加していることから、河床構成材料にかかるとアユの産卵環境は変化する可能性が考えられる。

河床構成材料の予測図は底生動物参照

※1 アユの産卵する物理環境を指す

指標種	予測結果
<p>付着藻類の生産力</p>	<p>①算出した剥離率は排砂工法検討素案で増加。<u>剥離動態は変化する可能性がある。</u></p> <p>②流速、付着基盤の移動機会は大きな変化はみられないことから、<u>付着藻類の質は変化しないと考えられる。</u></p> <p>③SS濃度の変化から現存量（Chl. a量）を算出するモデル式で算出した7、14、21、28日目の現存量（Chl. a量）は<u>ほとんど変化しない。</u></p> <p>ただし、予測については物理環境の変化から予測しているものであり、不確実性を伴うものである。</p>
<p>シナダレスズメガヤの分布</p>	<p>シナダレスズメガヤについて、<u>予測を実施するためのデータが必要</u>であり、予測に関しては今後の課題とする。</p>

## 環境予測・評価 予測・評価のまとめ

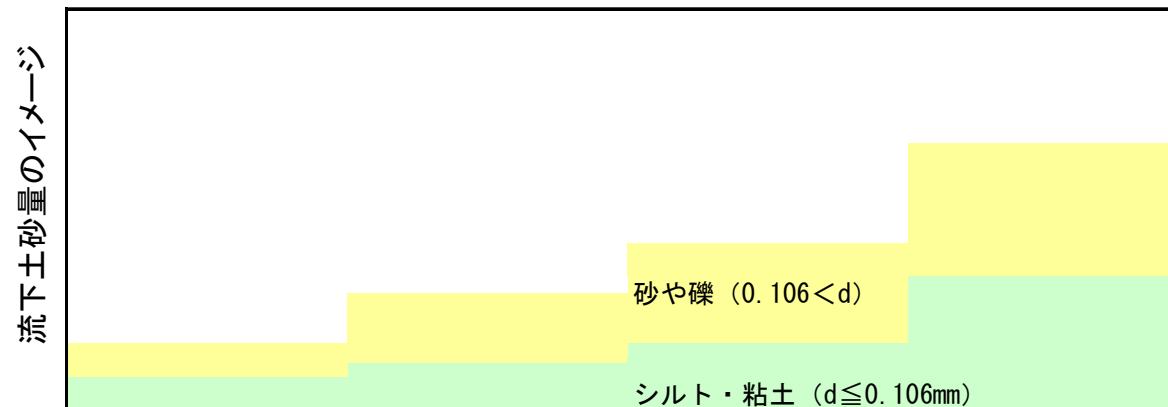
指標種	予測結果
底生動物の 現存量	<p>① <u>流速、水深</u>は一次元河床変動モデルの予測結果では変化がみられないことから、これらにかかる<u>底生動物</u>（トビケラ類、カゲロウ類）の生息環境は変化しないと考えられる。</p> <p>② <u>河床構成材料</u>は一次元河床変動モデルの予測結果では砂、礫がやや増加すると予測されることから、<u>砂、礫を好む底生動物</u>（アミメカワゲラ科）の現存量は変化する可能性がある。</p> <p>ただし、予測については物理環境の変化から予測しているものであり、不確実性を伴うものである。</p>

指標種	予測結果
アユの 現存量	<p>① <u>流速、河床変動高</u>は一次元河床変動モデルの予測結果では変化がみられず、河床構成材料は砂、礫がやや増加するのみと予測されることから、これらにかかる<u>アユの生息環境は変化しない</u>と考えられる。</p> <p>② <u>SS濃度と合計時間からアユの影響度レベル</u>を算出すると排砂工法検討素案と現状対策継続はほとんど変わらないと予測される（横断的に避難可能な場所に避難すると想定される。）</p> <p>ただし、予測については物理環境の変化から予測しているものであり、不確実性を伴うものである。</p>
アユの 産卵数	<p>① <u>流速、河床変動高</u>は一次元河床変動モデルの予測結果では変化がみられないことから、これらにかかる<u>アユの産卵環境は変化しない</u>と考えられる。</p> <p>② <u>河床構成材料</u>は一次元河床変動モデルの予測結果では砂、礫がやや増加すると予測されることから、河床構成材料にかかる<u>アユの産卵環境は変化する</u>可能性がある。</p> <p>ただし、予測については物理環境の変化から予測しているものであり、不確実性を伴うものである。</p>

## 段階的な順応型管理

佐久間ダム及び秋葉ダムからの排出土砂量は、段階的に増加させ順応的な土砂管理を行う(例えば、前段を踏まえて第1段階～第3段階を必要に応じて見直す)。

インパクト	前 段	第1段階	第2段階	第3段階
佐久間ダム		←	密度流排出 ←	吸引方式 ←
秋葉ダム		←	フラッシング・スルーシング ←	←
調査計画	← 事前調査	←	事後調査 ←	←
	←	←	継続調査 ←	←



# モニタリング項目 物理環境(河川)

R1	R2	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
流下土砂量 の変化	ウォッシュロード の変化	排砂前における物理予 測の検証データとして 必要	濁度	鶯巣、佐久間第二PS取水口、大輪橋、鹿 島橋、掛塚橋 年間、1回/hr
		排砂前における物理予 測の境界データとして 必要	SS、粒度構成	鶯巣、鹿島橋、掛塚橋 洪水時の2日程度、1回/1~2hr
	浮遊砂・掃流砂の 変化	排砂前における浮遊砂 量の現地確認。	浮遊砂の通過量	大輪橋、竜山大橋 洪水期の2~3洪水、1回/hr
	河床構成材料の変 化(砂・礫)	排砂前における河床材 料の現地確認。	河床材料の粒度	大輪橋、竜山大橋 年末と洪水後に各1回
	河床勾配の変化、 河床高の変化	排砂前における河川形 状の現地確認。	河川形状 (横断、縦断)	秋葉ダム直下~河口 年末と洪水後に各1回
排砂前における河川3 次元形状の現地確認。				秋葉ダム直下~河口 年末と洪水後に各1回
濁水の変化 河川水温の 変化	ピーク濃度の変化 継続時間の変化 河川水温の変化	排砂前における濁水や 水温の現地確認。	濁度、水温	鶯巣、佐久間第二PS取水口、大輪橋、青 谷、秋葉取水口、船明取水口、塩見渡 橋、鹿島橋 年間、1回/hr
栄養塩類の 変化	栄養塩類の変化	事業実施前の水質状況 の現地確認。	栄養塩濃度 (N、P、K、DO)	鶯巣、佐久間第二PS取水口、大輪橋、秋 葉取水口、秋葉放水口、船明取水口、船 明放水口、鹿島橋 年間、1回/月



## モニタリング項目：生物環境（付着藻類）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
洪水時の流況の変化	洪水時の掃流力の変化	付着藻類の剥離動態	通過土砂量の変化に伴う剥離率の違いを検証する	剥離率（洪水前の現存量（Chl. a量）-洪水後の現存量（Chl. a量））	鹿島橋、浜北大橋 出水前及び出水後（平常流量回復後、0日、7日、14日、21日、28日目） 年1回
			剥離率の算出に必要	河川形状（横断、縦断→流速）	秋葉ダム直下～河口の既往測線 年末と洪水後に各1回 2回/年（定期縦横断測量）
河川形状（横断、縦断→水深）					
河川形状（横断、縦断→水位勾配）					
流下土砂量の変化	（掃流砂の変化）		浮遊砂の通過量	大輪橋、竜山大橋 洪水期の2～3洪水、1回/hr	

※調査項目が重複しているものは再掲していない

## モニタリング項目：生物環境（付着藻類）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
流下土砂量の変化	河床構成材料の変化（砂・礫）	付着藻類の生育状況	事業の実施による変化が予測結果と異ならないか、検証が必要	現存量（Chl. a量）	鹿島橋、浜北大橋 出水前及び出水後（平常流量回復後、0日、7日、14日、21日、28日目） 年1回
	付着基盤の礫径				
	河床勾配の変化（流水域の変化）			付着藻類の種構成	鹿島橋、浜北大橋 出水前及び出水後（平常流量回復後、0日、7日、14日、21日、28日目） 年1回
	河床高の変化（流水域の変化）			河川形状（横断、縦断→摩擦速度）	秋葉ダム直下～河口の既往測線 年末と洪水後に各1回 2回/年（定期縦横断測量）
濁水の変化	継続時間の変化	付着藻類の生育状況、河川付着物内の無機物質量	事業の実施による変化が予測結果と異ならないか、検証が必要	光合成速度	鹿島橋、浜北大橋 出水前及び出水後（平常流量回復後、0日、7日、14日、21日、28日目） 年1回
				フェオフィチン	
				有機物量（強熱減量）	
				無機物量（シルト等の細粒土砂量）	

※調査項目が重複しているものは再掲していない

## モニタリング項目：生物環境（付着藻類）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
栄養塩類の変化	栄養塩類の変化	付着藻類の生育状況	事業の実施による変化が予測結果と異なるか、検証が必要	栄養塩濃度（N、P、K、DO）	鶯巣、佐久間第二PS取水口、大輪橋、秋葉取水口、秋葉放水口、船明取水口、船明放水口、鹿島橋 年間、1回/月
河川水温の変化	河川水温の変化			現存量（Chl. a量）	鹿島橋、浜北大橋 出水前及び出水後（平常流量回復後、0日、7日、14日、21日、28日目） 年1回
				水温	鶯巣、佐久間第二PS取水口、大輪橋、青谷、秋葉取水口、船明取水口、塩見渡橋、鹿島橋 年間、1回/hr

※調査項目が重複しているものは再掲していない

## モニタリング項目：生物環境（シナダレスズメガヤ）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
流下土砂量の変化	河床勾配の変化（陸域の変化）	陸域の植生の変化	シナダレスズメガヤ生育の基礎データが必要	シナダレスズメガヤの占有面積	4.0～21.0kから2地点 シナダレスズメガヤの生育期で、 出水前後（5月、10月） 年2回
				環境収容力（株数にとる上限値）	
				出水後の発芽本数	
				河川形状（横断、縦断→流速）	
	河床高の変化（流水域の変化）	陸域の植生の変化	シナダレスズメガヤ生育の基礎データが必要	河川形状（横断、縦断→水深）	
	更なる陸域化（主としてウォッシュロードの増加による）				シナダレスズメガヤ生育地への土砂の堆積状況

※調査項目が重複しているものは再掲していない

# モニタリング項目：生物環境（底生動物）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
洪水時の流況の変化	洪水時の掃流力の変化	底生動物（トビケラ類、カゲロウ類）の生息状況	事業の実施による変化が予測結果と異なるか、検証が必要	底生動物の現存量（個体数、湿重量）	鹿島橋、浜北大橋 月1回（最低でも年3回） 1～2月、6～7月、8～9月（出水2～3ヶ月後）に各1回
				河川形状（横断、縦断→流速）	2回/年（定期縦横断測量） 年末と洪水後に各1回 秋葉ダム直下～河口の既往測線
流下土砂量の変化	河床構成材料の変化（砂・礫）	底生動物の生息状況	事業の実施による変化が予測結果と異なるか、検証が必要	表層の河床材料の面的分布	鹿島橋、浜北大橋（現存量調査場所） 年末と洪水後に各1回
	河床勾配の変化（流水域の変化）	底生動物の生息状況		河川形状（横断、縦断→流速）	2回/年（定期縦横断測量） 年末と洪水後に各1回 秋葉ダム直下～河口の既往測線
	河床高の変化（流水域の変化）	底生動物の生息状況		河川形状（横断、縦断→水深）	2回/年（定期縦横断測量） 年末と洪水後に各1回 秋葉ダム直下～河口の既往測線

※調査項目が重複しているものは再掲していない

## モニタリング項目：生物環境（アユ）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
流下土砂量 の変化	河床構成材料 の変化 (砂・礫)	魚類の生息・産卵 状況の変化(砂礫 河床に産卵するア ユ等)	事業の実施による 変化が予測結果と異 ならないか、検証が必 要	産着状況	5.0k～25.0kから3地点 アユの産卵期(10月下旬～11月上旬) 年1回
				表層の河床材料 の面的分布	5.0k～25.0kから3地点(産着状況調査場所) アユの産卵期(10月下旬～11月上旬) 年1回
				動水勾配	
				透水係数	
	河床硬度				
	河川形状(横 断、縦断→流 速)			5.0k～25.0kから3地点(産着状況調査場所) アユの産卵期(10月下旬～11月上旬) 年1回	
河床勾配の 変化(流水域の 変化)					

※調査項目が重複しているものは再掲していない

## モニタリング項目：生物環境(アユ)

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
濁水の変化	ピーク濃度の変化	魚類（アユ等）の生息状況の変化	事業の実施による変化が予測結果と異ならないか、検証が必要	アユの避難状況（避難場の分布状況）	下流部～中流部の区間 平水時（必要に応じて出水時） 年1回
	継続時間の変化			河川形状（横断、縦断→避難場の流速）	
				河川形状（横断、縦断→避難場）	
				避難場のSS濃度	
				避難場の植生の有無	

※調査項目が重複しているものは再掲していない



# モニタリング項目 物理環境(河口・海岸)

R1	R2	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等
流下土砂量 の変化	海岸形状の変 化	排砂前の洪水によ る、海岸ボリューム の把握が必要。	海岸形状	今切口付近から福田漁港付近までの既往 測線 洪水期の前(年末)、洪水後に各1回
		排砂前の洪水によ る、海岸構成粒径 の把握が必要。	海岸底質の粒径 分布	今切口付近から福田漁港付近までの既往 測線 洪水期の前(年末)、洪水後に各1回
	汀線、砂浜の 変化	排砂前における海 岸地形の把握が 必要	汀線、砂浜幅	今切口付近から福田漁港付近までの既往 測線 年末に1回
流下濁度の 変化	ピーク濃度の 変化	排砂前の洪水によ る、河口放出濁水 の把握が必要	濁度	掛塚橋 年間、1回/hr
流下栄養塩 の変化	ピーク濃度の 変化	排砂前の洪水によ る、河口放出水質 の把握が必要。	N、P、Siの濃度(植 物プランクトンが必 要とする栄養塩 類)	掛塚橋 年間、1回/月

(※海岸管理者等と連携して行う必要有り)

## モニタリング項目：生物環境（河口・海岸）

R1	R2	R3	調査の必要性	調査項目	場所、時期、頻度等	
流下土砂量の変化	海岸形状の変化	底生動物の生息状況の変化	底生動物の生息状況と海岸形状、ピーク濃度の変化と関係があると考えられるため、状況の変化を確認していくことが必要。	底生動物の現存量（個体数、湿重量）	河口から東西に1km、沖合いに1.5kmの範囲から12地点 秋、出水後 年2回	
流下濁度の変化	ピーク濃度の変化					
栄養塩類の変化			植物プランクトンが必要とする栄養塩類の取得が必要	N、P、Siの濃度（植物プランクトンが必要とする栄養塩類）	掛塚橋 年間、1回/hr	
				植物プランクトンが必要とする栄養塩類濃度が変化すると生産力の変化が予想されるため、プランクトンの生産力を把握する。	プランクトンの生産力	しらす漁場内から1地点 4～11月のしらす漁の時期、洪水後 年2回
					現存量	
種構成						
漂砂量の変化	汀線の変化	アカウミガメの産卵状況の変化	アカウミガメの産卵条件と海岸汀線は関係があると考えられているため、状況の変化を確認していくことが重要。	アカウミガメの産卵数	遠州灘 アカウミガメの産卵期 年1回	

（※海岸管理者等と連携して行う必要有り）

※調査項目が重複しているものは再掲していない

# 土砂供給実験

## 3. 今後の調査計画

天竜川中下流における調査項目、調査時期、調査頻度等

調査項目				調査時期 ○事前、 ▽洪水時、 □小洪水時	調査地点	調査頻度	備考				
土砂流下状況	流下土砂	置き土による流下土砂の把握	自動採水装置 (水深別)	▽	自動採水装置：置き土の直上、直下、河口までの数カ所に設置	自動採水装置：洪水中に1hrピッチで24hr測定	・自動採水装置は、置き土からの浮遊砂を観測する。				
				下流河道の状況	河道	河床材料の変化	目視, 写真撮影, 粒度構成, アユ産卵床	○ ▽	置き土上下流の直近の瀬・淵	洪水前後に1回	
					流況	水位	ダイバー型水位計	○ ▽ □	置き土上下流の2地点	洪水中に1hrピッチ	⇒水面勾配から掃流力を把握
動植物	付着藻類	種構成, 現存量	○ ▽ □	置き土上下流の直近の瀬・淵	洪水前後に1回 (1ヶ月程度)						
	底生動物	種構成, 現存量	○ ▽		洪水前後に1回 洪水後は2~3ヶ月後						

