

【天竜川流砂系総合土砂管理計画(骨子案)】

目次(案) 今回審議いただきたい項目

1. はじめに(総合土砂管理の必要性)

2. 流砂系の概要

3. 前提条件

- ・流域の役割の共有と課題解決に向けた連携の約束
- ・フォローアップ(見直し)の位置づけ
- ・総合土砂管理計画の検討条件(計算方法や統計期間など)

4. 流砂系の範囲と領域区分

5. 流砂系を構成する粒径集団

第1回委員会時点の目次案

1. はじめに

2. 流砂系の概要

3. 流砂系の範囲と領域区分

4. 前提条件

5. 流砂系を構成する粒径集団



目次(案) 今回審議いただきたい項目

6. 各領域の現状と課題

- 6.1. 流砂系が抱える現状と課題
- 6.2. 各領域の流砂系としての変遷
- 6.3. 現在の土砂収支
- 6.4. 各領域の課題のまとめ

7. 流砂系全体で目指す姿(方針)

- 7.1 総合土砂管理計画の基本原則
- 7.2 流砂系で目指すべき姿

8. 土砂管理目標と土砂管理指標

- 8.1 土砂管理目標
- 8.2 土砂管理指標
- 8.3 計画対象期間

第1回委員会時点の目次案

6. 流砂系の現状と課題

- 6.1. 各領域の現状と課題
- 6.2. 土砂収支
- 6.3. 現状と課題のまとめ

7. 流砂系で目指す姿

- 7.1 総合土砂管理計画の配慮事項
- 7.2 流砂系で目指すべき姿

8. 土砂管理目標と土砂管理指標

- 8.1 土砂管理目標
- 8.2 土砂管理指標
- 8.3 計画対象期間

6章～8章は平岡ダム下流(下流部会での検討対象範囲)について整理

目次(案) 次回以降審議予定な項目

9.土砂管理対策

9.1.土砂管理対策

9.2.対策実施に関する留意点

9.3.目標達成のための土砂収支

10. モニタリング計画

10.1.モニタリングの目的

10.2.モニタリング項目

10.3.モニタリング計画

10.4モニタリング結果の活用

11. 土砂管理の連携方針

11.1連携の必要性(有効性)

11.2連携が必要となる事業内容

12. 実施工程(ロードマップ)

13. おわりに

第1回委員会時点の目次案

9.土砂管理対策

9.1.土砂管理対策

9.2.対策実施に関する留意点

9.3.土砂管理対策を実施した場合の土砂収支

10. モニタリング計画

10.1.モニタリングの目的

10.2.モニタリング項目

10.3.モニタリング計画

11. 土砂管理の連携方針

12. 実施工程(ロードマップ)

13. おわりに

第2章 流砂系の概要

【流砂系の概要】

- 中央構造線等が縦断しており、崩壊しやすい地質を構成。
- 上流部は狭窄部と盆地が交互に繋がる地形で、中流部は約100kmにおよぶ山間狭隘部を流れ、下流部は扇状地が広がり、太平洋に注ぎ、117kmに及ぶ遠州灘海岸を形成し、人口・資産が集積。
- 狭窄部上流の盆地や下流扇状地、遠州灘沿岸に、ひとたび土石流や洪水・高潮が発生すれば、甚大な被害が発生。

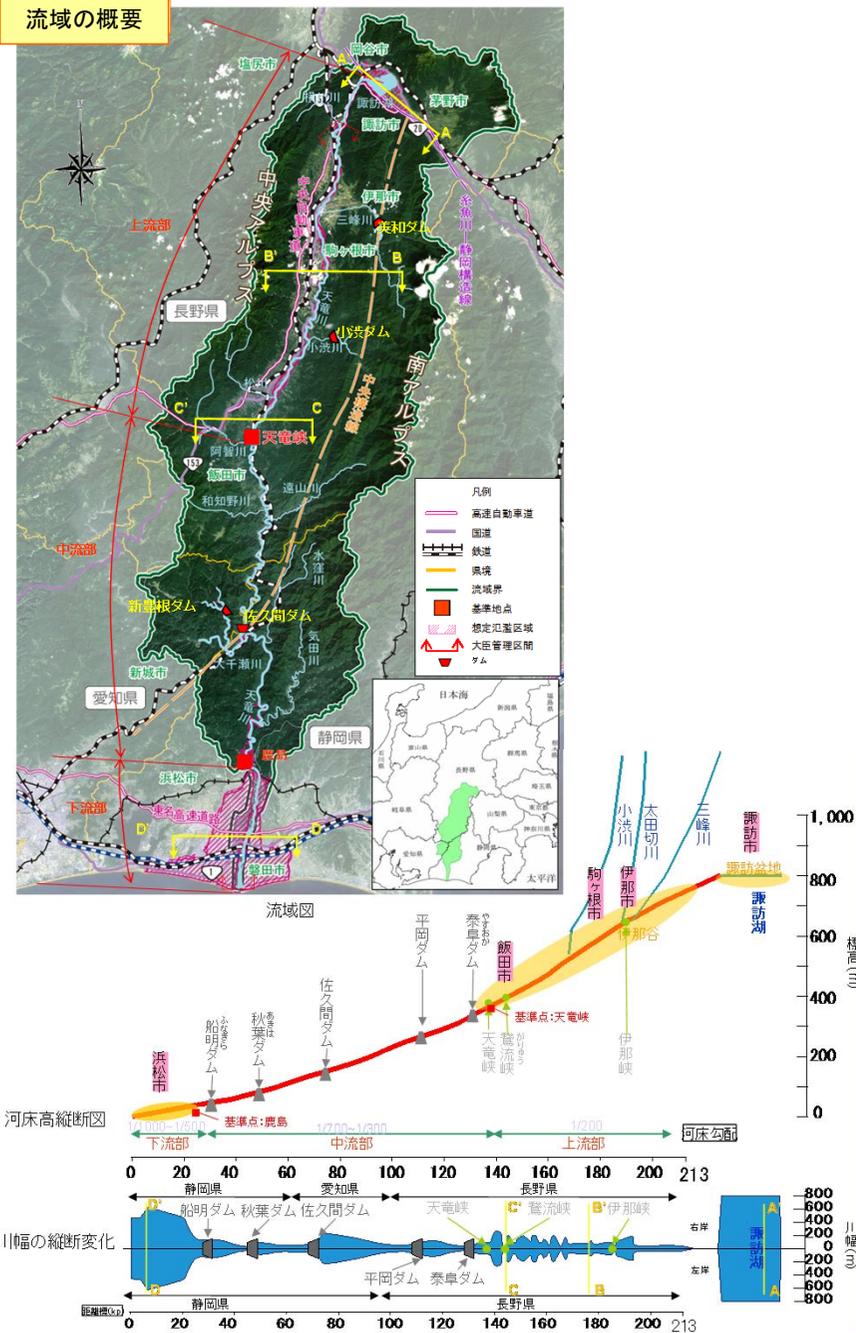
【防災】

- 直轄砂防は昭和12年から実施して土砂災害を軽減。
- 河川では、昭和30年代に多くの洪水被害が発生し、河川改修とあわせ、美和ダムや小渋ダム、新豊根ダムなどの洪水調節施設を建設し、洪水被害を軽減。
- 現況河道の流下能力は、鹿島地点より下流で、主に樹林化による河積不足により整備計画流量に対して不足している区間があり、洪水を安全に流下させるための河道改修を実施している
- さらに、既設の利水専用ダムである佐久間ダムを有効活用して新たに洪水調節機能を確保するための天竜川ダム再編事業に着手。
- 遠州灘海岸は、砂浜の侵食が激しくなり、離岸堤や養浜による海岸保全対策を実施し、高潮被害を軽減。

【水の利用】

- 急流で水量が豊富なため、戦前から大規模水力発電に利用している。
- 昭和26年に平岡ダム、昭和31年に佐久間ダム、昭和33年に秋葉ダムが建設された
- 多目的ダムとして、昭和34年に第一次三峰川総合開発事業で美和ダム(三峰川)、昭和44年に小渋川総合開発事業で小渋ダム(小渋川)、昭和48年に新豊根ダム(大入川)、その後も長野県により松川ダム等が建設された。
- 多くのダムで、堆積土砂の進行があり、ダム容量内に大量の土砂が堆積。
- ダムなどにより土砂移動の連続性が阻害され、ダム下流の物理環境が変化し、河口デルタや海岸侵食が発生している。

流域の概要



第2章 流砂系の概要

【環境・人の利用】

- 上流部では、アルプスに代表される豊かな自然環境が形成されている。
- 中流部では河畔林と水辺が一体となったダム湖湛水域と砂礫主体の河道が交互に現れ、自然環境が形成されている。
- 下流部は広い川幅に複列砂州が形成され瀬と淵が連続し、多くの回遊魚は生息している。
- 河口部では、ワンドや湿地環境が見られる。天竜川水系として多様な環境に適応した貴重な動植物の生息・生育場となっている
- 遠州灘沿岸は全国的にも有数のアカウミガメの上陸・産卵地であり、地域住民やボランティアによる保護活動が実施されている
- 河川では釣り等が行われており、海岸部では砂の造形や、海食崖での化石発掘など、広い砂浜や海食崖を活かした野外教育、活動の場として利用されている。

【土砂資源】

- ダムでは機能維持のため、ダム建設後から現在に至るまで貯水池の掘削を実施しており、掘削土砂を骨材として利用している
- 河道では昭和30年代から昭和50年頃までは骨材資源として多くの砂利採取を実施していたが、海岸汀線の後退等により砂利採取が規制されている。(粒径規制)



河川空間利用



第3章 前提条件

【関係者の連携】

- 天竜川流砂系では各領域における防災、環境、利用等に関する課題が多い
- 課題に対しては早期に対応を図る必要があるが、これらの対応は流砂系全体の土砂動態に影響を与える要素を含んでいる
- 各領域の問題を解決し、かつ流砂系の健全な土砂動態、土砂移動を維持、改善していくため、各領域を管理する管理者や利用者、地域住民等の相互連携を図る
- 総合的な土砂管理の枠組みが実現されるよう各事業実施に向けて連携する

【フォローアップの位置づけ】

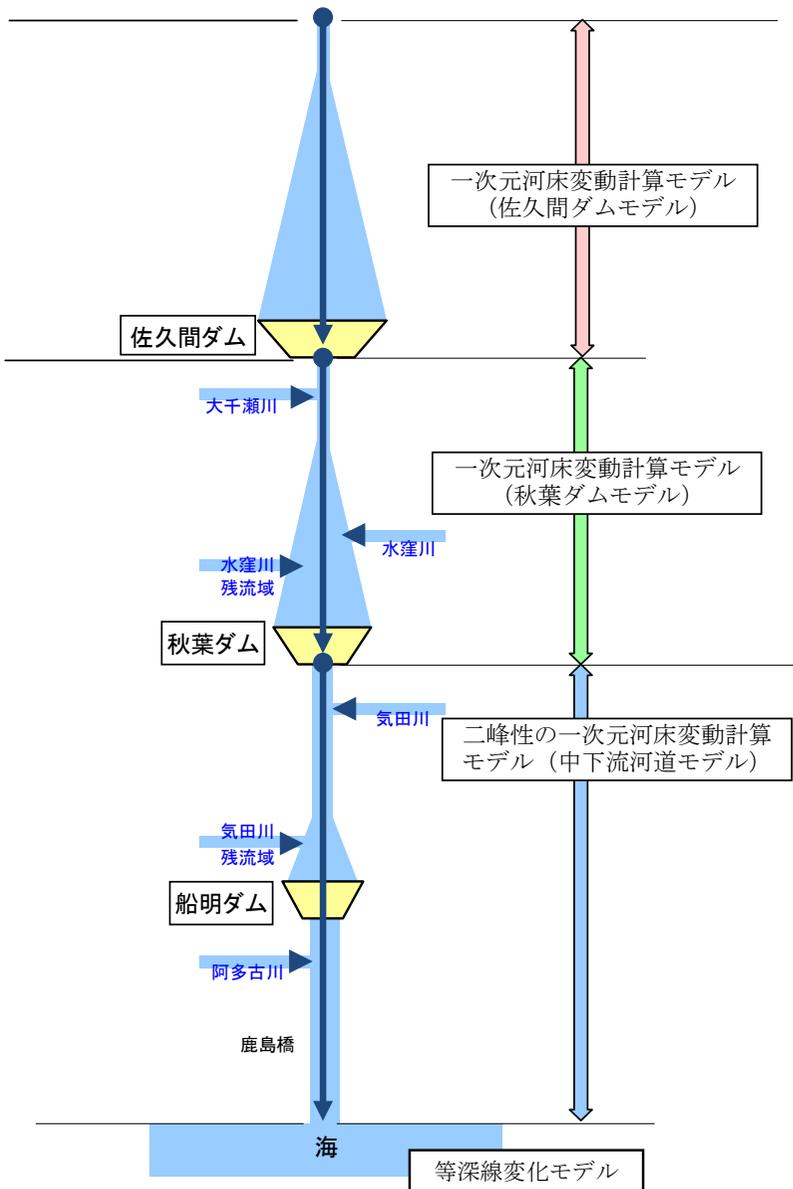
- 現時点で得られた知見には課題も残されているため、「モニタリング計画」を記載し、計画の実施を順応的に対応していくため、フォローアップを適切に行う

第3章 前提条件

土砂収支モデル

佐久間ダムの流入土砂量は、佐久間ダム建設後の実績流入量と実績堆砂量の関係を反映したLQ式により算定している

※ダム流入土砂量は、上流3ダム(美和、小渋、松川)堆砂対策施設による排砂を見込んでいない。数値は今後の精査等により変更する場合もある



【計算条件の明確化】

計画に使用した計算条件を示し、その結果を参考として計画を策定することを明確化しておく。

◆土砂収支算定のための河床変動計算モデル

佐久間ダム流入土砂量の計算条件

- 日本大ダム会議土砂管理分科会報告(H22.7)で土研より提示された土砂収支モデル設定方法にならない、LQ式を粒径区分毎に設定。
- $d \leq 0.106\text{mm}$ の粒径については、佐久間ダム上流のSS観測データ基にLQ式を設定。

佐久間ダムから秋葉ダム区間、秋葉ダムから河口区間の一次元河床変動計算条件

- 佐久間ダムから秋葉ダム区間、及び秋葉ダムから河口区間まで一連となる一次元河床変動計算モデルを構築
- モデルの検証には、昭和54年から平成23年までの長期的な計算に対する検証を実施し、モデルの信頼性を確認
- なお、秋葉ダム~河口区間においては、異なる粒径集団である砂成分と礫成分を混合しないものとして二峰性を考慮した一次元河床変動計算モデルを適用(当該区間の構成する平均粒径が、砂・礫整分が2オーダー異なることから、二峰性を考慮。)

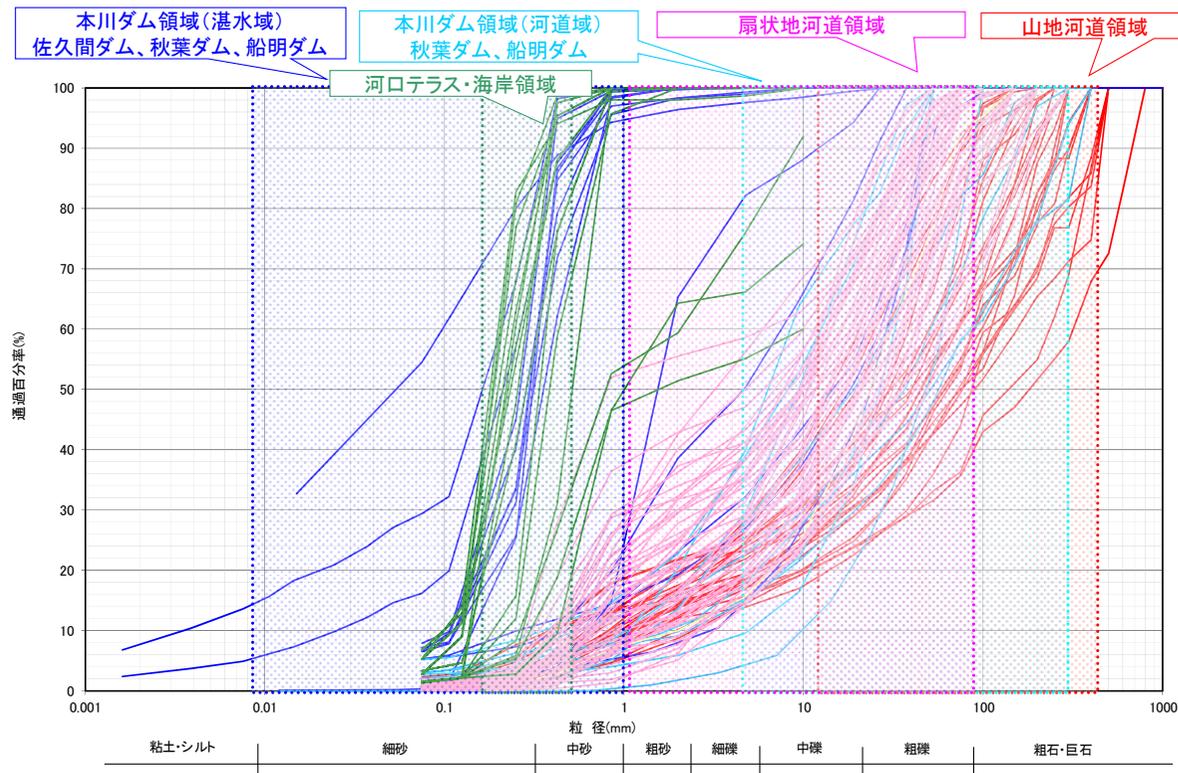
海岸領域の等深線変化モデルの計算条件

- 福田漁協(東側)から今切口(西側)までの約28km区間の海浜地形変化モデル(等深線モデル)を構築
- モデルは、佐久間ダム建設前の自然状態での地形再現と、佐久間ダム建設後から現在までの地形再現による検証を実施し、モデルの信頼性を確認
- 第二版においては、海岸管理者の今後の検討にあわせて計算モデルの見直しを実施

第5章 流砂系を構成する粒径集団

◆土砂管理上の課題に関わる特定の河道変化や事象を考慮し、天竜川流砂系における河床材料の粒径集団を設定する。

- ・粒径集団Ⅰ(0.010mm～0.20mm)
河道には堆積せず、海岸で沖合に流出してしまう成分。
- ・粒径集団Ⅱ(0.20mm～0.85mm)
河道に堆積せず、海岸で砂浜を形成する成分。
- ・粒径集団Ⅲ(0.85mm～75mm)
河道に堆積して河床を形成する成分。
- ・粒径集団Ⅳ(75mm～600mm)
河道に堆積して河床を形成するとともに、主に山地河道領域に存在する成分。

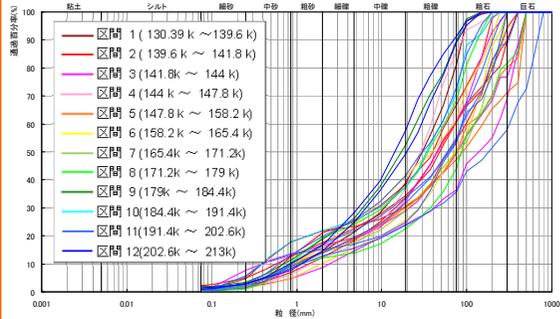


- 上流域の河道領域では、中礫～粗礫の割合が多くなっており、生産領域から供給されるシルト・細砂はほとんど流下している。
- 佐久間ダム、秋葉ダム、船明ダムの湛水域(貯水池)では、細砂～中砂の割合が多くなっており、河道域では中礫や粗礫の割合が多くなっている。
- 扇状地河道領域では下流に向かって細粒分の割合が多くなっていく。全体としては、粗砂以上、特に流礫と粗礫が支配的である。
- 河口テラス・海岸領域では中砂の割合が多くなっている。

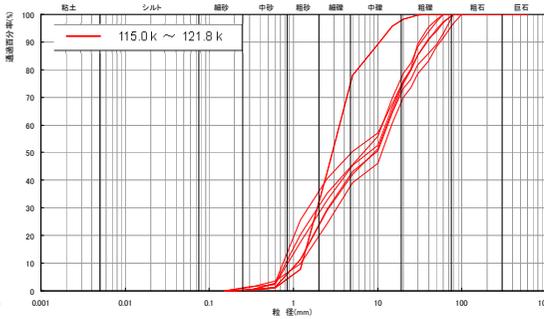
第5章 流砂系を構成する粒径集団

◆各領域の河床材料構成

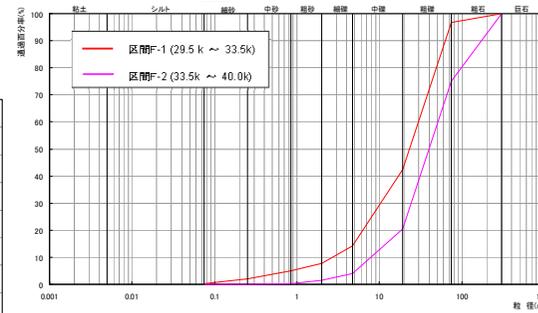
【山地河道領域】
泰阜ダム上流(H21調査)



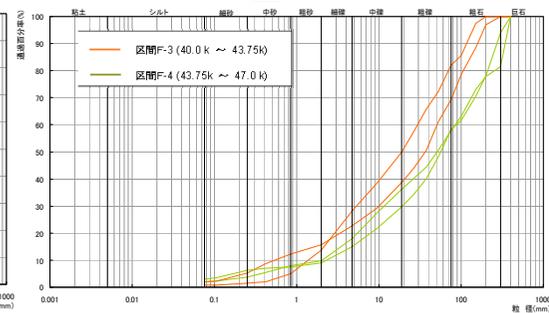
泰阜ダム下流(H21調査)



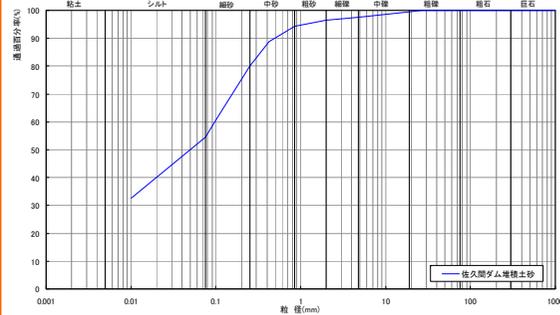
【本川ダム領域】
船明ダム 湛水域(H13調査)



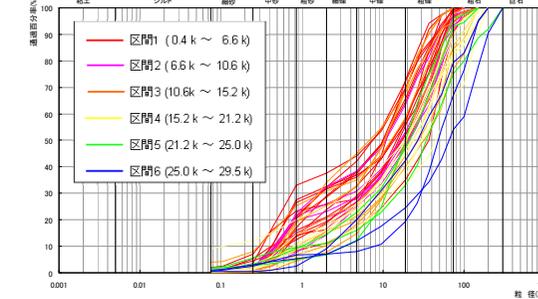
船明ダム 河道域(H23調査)



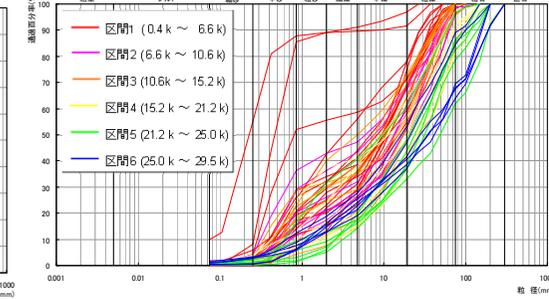
【本川ダム領域】
佐久間ダム 湛水域(H21調査)



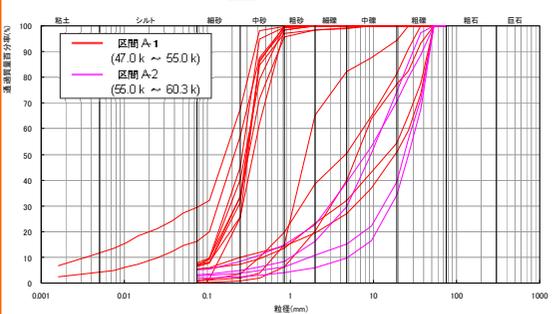
【扇状地河道領域、河口領域】
上層(H13調査)



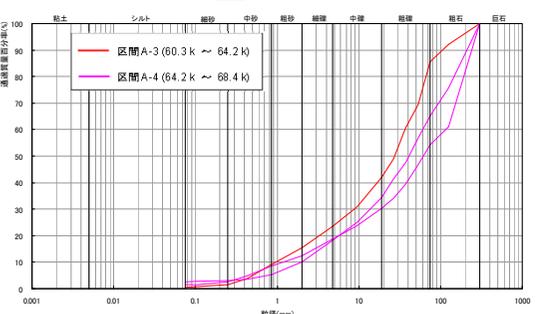
下層(H23調査)



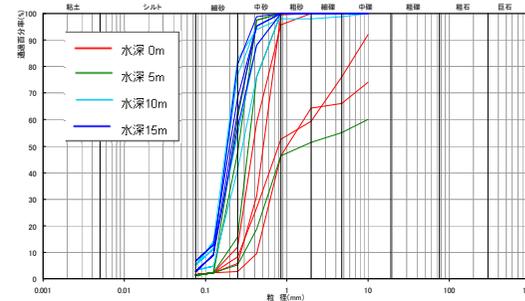
【本川ダム領域】
秋葉ダム 湛水域(H15調査)



秋葉ダム 河道域(H23調査)



【河口テラス・海岸領域】



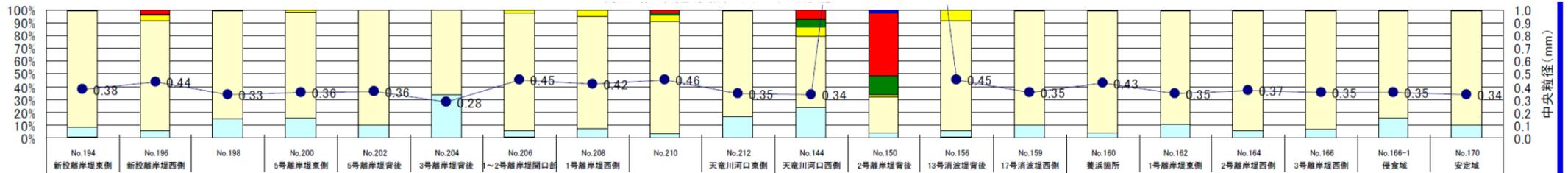
第5章 流砂系を構成する粒径集団

◆各領域の河床材料構成

【海岸領域】

- 粗礫 (19mm ≤ d < 75mm)
- 中礫 (4.75mm ≤ d < 19mm)
- 細礫 (2mm ≤ d < 4.75mm)
- 粗砂 (0.85mm ≤ d < 2mm)
- 中砂 (0.25mm ≤ d < 0.85mm)
- 細砂 (0.075mm ≤ d < 0.25mm)
- シルト・粘土 (d < 0.075mm)
- 中央粒径 d₅₀(mm)

平成23年12月調査結果



第5章 流砂系を構成する粒径集団

- ◆ 河床材料調査結果より、各領域での粒径の存在状況から、粒径集団を4集団に設定。
- ◆ 上流部における粒径集団は、本川ダム領域は集団Ⅰ、山地河道領域は集団Ⅲ、Ⅳが該当粒径集団の設定

粒径集団	主な存在領域
粒径集団Ⅰ (~0.20mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、 支川ダム領域に存在する粒径
粒径集団Ⅱ (0.20~0.85mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、 河口領域、河口テラス・海岸領 域に存在する粒径
粒径集団Ⅲ (0.85~75mm)	主に本川ダム領域(河道域)、 扇状地河道領域に存在する粒 径
粒径集団Ⅳ (75mm~)	主に山地河道領域、本川ダム 領域(河道域)に存在する粒径



領域区分毎の粒径集団

領域区分	粒径集団
本川ダム領域	集団Ⅰ、集団Ⅱ
山地河道領域(本川)	集団Ⅲ、集団Ⅳ

河道区分毎の存在比率

◎	存在率40%以上
○	存在率25%~40%
△	存在率15%~25%
×	存在率5%~15%

粒径集団	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ				Ⅳ	備考	
粒径区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
粒径(mm)	0.010	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19.00	75	d1
	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	
	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19	75	600	d2
平均粒径(mm)	0.03	0.15	0.41	1.3	3.1	9.5	37.7	212	$d=(d1 \cdot d2)^{0.5}$
土質	シルト 細砂1	細砂2	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石 巨石	

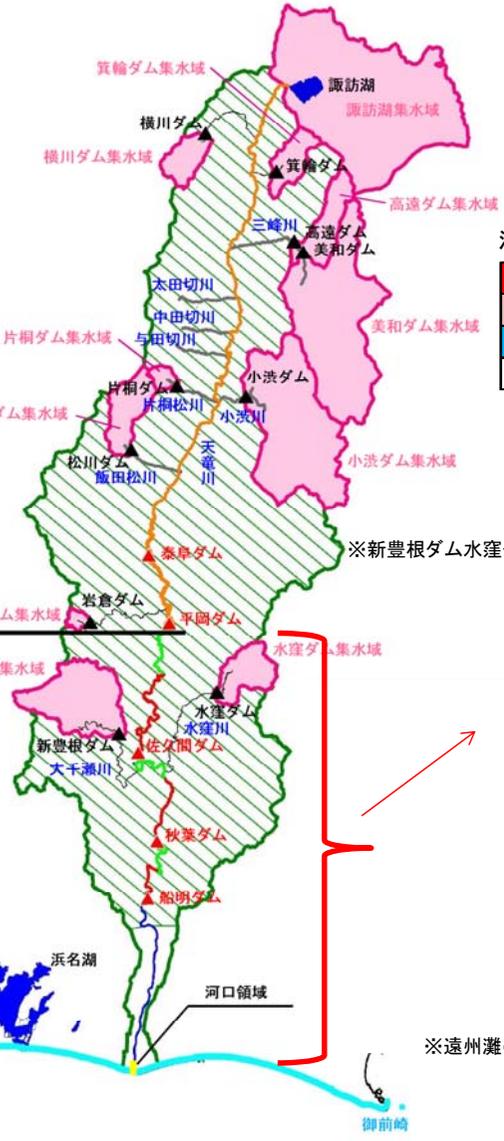
領域	本川・支川	区間	セグメント	粒径集団								備考		
				粒径区分										
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧			
山地河道	本川 (泰阜上流)	1	202.6~213	1 (狭窄部はM)			×	×	×	○	○		H21調査	
		2	191.4~202.6				×	×	×	○	○		〃	
		3	184.4~191.4						×	×	×	△	◎	〃
		4	179~184.4				×				×	△	○	〃
		5	171.2~179				×				×	△	○	〃
		6	165.4~171.2				×	×			×	○	○	〃
		7	158.2~165.4				×	×			×	△	○	〃
		8	147.8~158.2				×	×			×	○	○	〃
		9	144.0~147.8k				×				×	○	○	〃
		10	141.8~144.0k			M	×				×	△	◎	〃
		11	139.6~141.8k			2-1				×		△	◎	〃
		12	134.2~139.6k			M		×	×	×		△	◎	△
	本川 (泰阜下流)	121.8~130.3k				×	△	△	○	△		S53調査		

領域	本川・支川	地点	区間・支川名	粒径区分								備考	
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
本川ダム (湛水域)	本川	泰阜ダム	130.4~134.2k	◎	△	○							H21調査
		平岡ダム	115.0~121.8k			○	○	×	×	×			S53調査

第5章 流砂系を構成する粒径集団

- ◆ 河床材料調査結果より、各領域での粒径の存在状況から、粒径集団を4集団に設定。
- ◆ 下流部における粒径集団は、本川ダム領域(湛水域)は集団Ⅰ、Ⅱ、本川ダム領域(河道域)は集団Ⅲ、Ⅳ、扇状地河道領域は集団Ⅲ、河口領域、河口テラス・海岸領域は集団Ⅱが該当

粒径集団	主な存在領域
粒径集団Ⅰ (~0.20mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域に存在する粒径
粒径集団Ⅱ (0.20~0.85mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、河口領域、河口テラス・海岸領域に存在する粒径
粒径集団Ⅲ (0.85~75mm)	主に本川ダム領域(河道域)、扇状地河道領域に存在する粒径
粒径集団Ⅳ (75mm~)	主に山地河道領域、本川ダム領域(河道域)に存在する粒径



領域区分毎の粒径集団

領域区分	粒径集団
本川ダム領域(湛水域)	集団Ⅰ、集団Ⅱ
本川ダム領域(河道域)	集団Ⅲ、集団Ⅳ
扇状地河道領域	集団Ⅲ
河口領域、河口テラス・海岸領域	集団Ⅱ

河道区分毎の存在比率

- ◎ 存在率40%以上
- 存在率25%~40%
- △ 存在率15%~25%
- × 存在率5%~15%

粒径集団	粒径区分								備考
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
粒径(mm)	0.010	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19.00	75	d1
平均粒径(mm)	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19	75	600	d2
土質	シルト 細砂1	細砂2	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石 巨石	d=(d1+d2)0.5

領域	本川・支川	地点	区間・支川名	粒径区分								備考
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
本川ダム(湛水域)	本川	佐久間ダム	No.62~109			△	△	×	△	○		※1
			No.52~61	×	×	◎	×	×				※1
			No.0~51	×		×						H15調査
			秋葉ダム 47~55k	×		◎		×	×	◎		H13調査
		船明ダム	29.5~33.5k					×	○	◎		H13調査

※1 H17,H18ボーリング調査による土層区分図および粒度構成比より設定

領域	本川・支川	区間	セグメント	粒径区分								備考	
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
本川ダム(河道域)	本川(佐久間ダム)	1	95.0~104.6k (No.62~109)			△	△	×	△	○		※1	
		1	68.4~70.7k	M	-	-	-	-	-	-	-	(調査未実施)	
	本川(秋葉ダム)	2	64.2~68.4k	M			×	×	×	×	○	◎	H24調査
		3	60.3~64.2k	M			×	×	×	△	◎	×	H15調査
		4	55~60.3k	M			×	×	×	△	◎	○	H24調査
	本川(船明ダム)	1	43.75~47k	M					×	△	○	○	H24調査
		2	40~43.75k	M			×	×	×	△	○	△	"
扇状地河道	本川(下流)	3	33.5~40k	M					△	◎	○	H13調査	
		1	25~29.5k	2-1					×	△	○	○	H24調査
		2	21.2~25k	2-1					×	×	△	◎	×
河口	本川	3	15.2~21.2k	2-1				×	×	△	◎	△	"
		4	10.6~15.2k	2-1				×	×	○	○		"
		5	6.6~10.6k	2-1			△	×	×	△	◎		"
		6	2.0~6.6k	2-1			△	×	×	○	○	"	
		1	0.4~2.0k	2-1			○	×		△	△	"	

※遠州灘の移動限界水深は10m程度

領域	地点	粒径区分								備考	
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
河口テラス・海岸	水深 0m			◎				×			
	水深 5m		×	◎				×			
	水深 10m		△	◎							



第5章 流砂系を構成する粒径集団

粒径集団

粒径集団の考え方

粒径集団	主な存在領域
粒径集団 I (~0.20mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域に存在する粒径
粒径集団 II (0.20~0.85mm)	主に本川ダム領域(湛水域)、河口領域、河口テラス・海岸領域に存在する粒径
粒径集団 III (0.85~75mm)	主に本川ダム領域(河道域)、扇状地河道領域に存在する粒径
粒径集団 IV (75mm~)	主に山地河道領域、本川ダム領域(河道域)に存在する粒径

最も存在比率の高い
粒径集団で整理

上流部会
検討対象

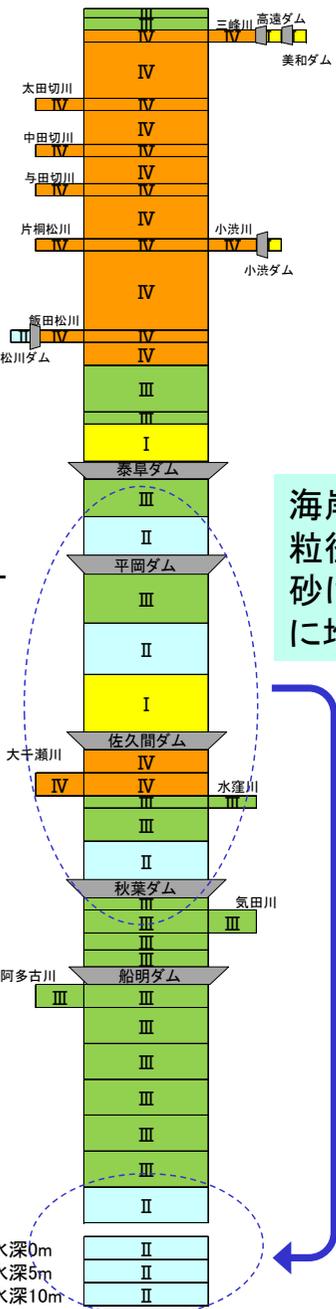
下流部会
検討対象



- : 土砂生産・流出領域
- : 支川ダム・湖沼集水域
- : 湖沼
- ▲ : 本川ダム領域(湛水域)
- ▲ : 支川ダム領域
- : 土砂生産・流出領域(支川)
- : 山地河道領域
- : 本川ダム領域(河道域)
- : 扇状地河道領域
- : 河口領域
- : 河口テラス・海岸領域

上流域
⇕
下流域

山地河道領域
本川ダム領域(湛水域)
本川ダム領域(河道域)
本川ダム領域(湛水域)
本川ダム領域(河道域)
本川ダム領域(湛水域)
本川ダム領域(河道域)
本川ダム領域(湛水域)
本川ダム領域(河道域)
本川ダム領域(湛水域)
扇状地河道領域
河口領域
河口テラス・海岸領域



海岸に寄与する
粒径集団 II の土砂はダム貯水池内に堆積

水深0m
水深5m
水深10m

第6章 各領域の現状と課題

6.1 流砂系が抱える現状と課題

- 天竜川流砂系では、人々の生活を豊かにするために**防災対策や水利用の促進など様々な取り組みを実施**
- 安全で安心な地域の**発展を支えてきている一方で、以下のような土砂に関する課題が発生**
 - ⇒ 土砂災害、洪水災害
 - ⇒ ダムへの堆砂進行
 - ⇒ 河川における河床低下や局所洗掘
 - ⇒ 物理環境の変化に伴う自然環境への影響
 - ⇒ 海岸侵食
- これらの現象は広域のスケールにまたがっているため、**個別領域での対症療法的方策の実施だけではなく、流域の源頭部から海岸までの一貫した土砂の運動領域を「流砂系」という概念で捉え、課題を解決していく必要がある**
- 総合的に課題を解決することにより、**河川・ダム・海岸における持続可能な管理の実現がなされ、あわせて、その枠組みに置いて、防災・環境など異なる目標を実現する仕組みを構築する必要がある**

第6章 各領域の現状と課題

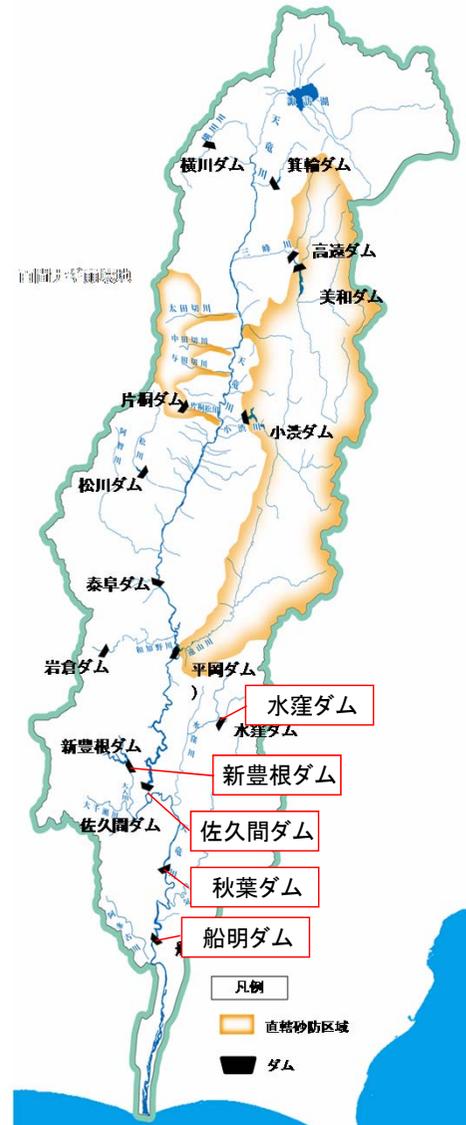
6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.1 本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域

【現状】

領域全体

- ◆本川ダムは主に発電を目的として、佐久間ダム(S31)、秋葉ダム(S33)、船明ダム(S52)の3ダム建設された。また、支川には水窪ダム(S44)、新豊根ダム(S48)が建設された。
- ◆河畔林と水辺が一体となったダム湖湛水域が形成されている
- ◆天竜奥三河国定公園が1969年に国定公園に指定されている(横山橋:37k付近～平岡ダム付近)。長野県、静岡県、愛知県にまたがる国定公園であり、渓谷、河川、高原、山岳、岩山など多種多様な景観が特徴である。



ダム位置図



佐久間ダム



秋葉ダム



船明ダム

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.1 本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域

佐久間ダム

【現状】

- ◆ 佐久間ダムではダム完成以降の58年間で、年平均で約240万m³の土砂が堆積し、平成26年度末までに約13700万m³の土砂が堆積し、下流への土砂供給を阻害している。概ね死水容量(約12,100万m³)相当まで堆砂が進行している
- ◆ 堆砂肩が年々下流に移動し、平成5年～平成16年の約10年間で1km下流へ進行している
- ◆ 治水機能を有していない利水専用のダムである
- ◆ 平成21年(2009)より、天竜川中下流部の洪水防御のため、佐久間ダムを有効活用して新たに洪水調節機能を確保し、また、佐久間ダムにおいて恒久的な堆砂対策を実施することにより土砂移動の連続性を確保し、貯水池の保全を図るとともに海岸侵食の抑制等を目指す、天竜川ダム再編事業の建設事業に着手している



【課題】

<土砂移動>

- 土砂移動の連続性を阻害している

<治水>

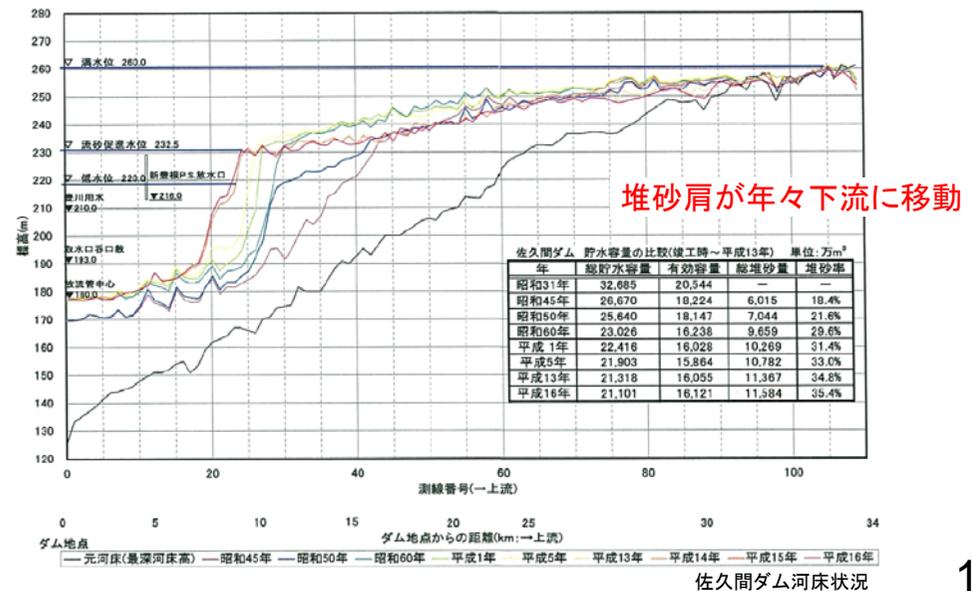
- 新たな洪水調節容量の確保と維持が必要である
※天竜川ダム再編事業後の洪水調節施設としての役割を考慮
- ダム堆砂による背水影響が懸念される

各ダムの堆砂状況(平成26年時点)

ダム名	平成26年砂利採取戻し累計堆砂量(千m ³)	平成26年累計採取量(千m ³)	平成26年堆砂量(千m ³)	総貯水量(千m ³)	有効貯水量(千m ³)	経過年数
新豊根ダム(国交省・電源開発)	2,042	6	2,036	53,500	40,400	41
佐久間ダム(電源開発)	137,199	11,011	126,188	343,000	221,596	58
秋葉ダム(電源開発)	18,459	6,834	11,625	34,703	7,750	56
船明ダム(電源開発)	1,389	0	1,389	14,578	4,157	37
水窪ダム(電源開発)	9,678	439	9,239	30,000	22,800	45



佐久間ダム 堆砂量および砂利採取量 経年変化図



第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.1 本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域

秋葉ダム

【現状】

- ◆ 秋葉ダムではダム完成以降の56年間で、**年平均で33万m³の土砂が堆積**し、平成26年度末までに**1,800万m³の土砂が堆積**(搬出土砂量含む)し、下流域への土砂供給を阻害している。
- ◆ 利水専用のダムである
- ◆ 50k~57kでダム建設(佐久間ダムS31完成)等による河床低下が確認されたが、他の区間は安定している
- ◆ 47k~62kにおいて、**昭和40年代から堆積土砂の維持掘削を実施**している。(秋葉ダム: S44-H26の平均掘削量 15.3万m³/年)。掘削した土砂の一部は、**骨材として利用**されている。
- ◆ S43河床の**維持掘削を実施しているため、堆砂量は横ばい**である
- ◆ 三方原用水(上水道:1.221m³/s、工業用水:3.158m³/s、農業用水:5.469m³/s)として取水を実施している



【課題】

<土砂移動>

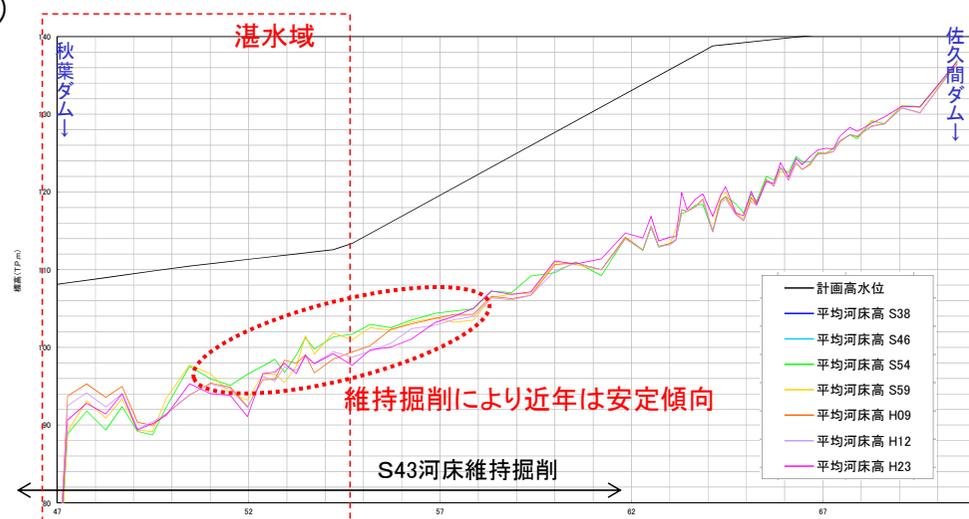
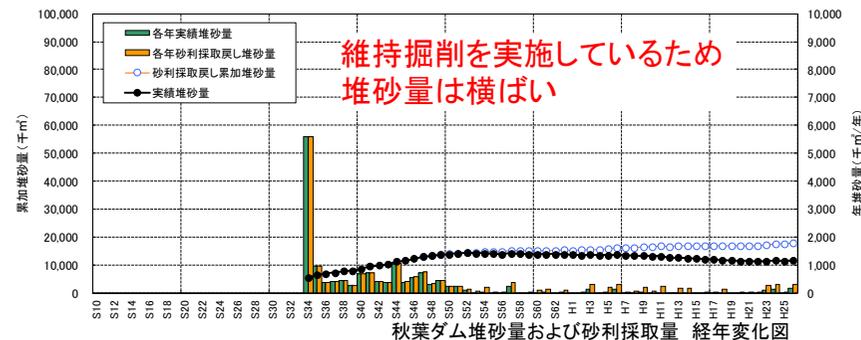
- 土砂移動の連続性を阻害している

<治水>

- ダム堆砂による背水影響が懸念される

各ダムの堆砂状況(平成26年時点)

ダム名	平成26年 砂利採取戻し 累計堆砂量 (千m ³)	平成26年 累計採取量 (千m ³)	平成26年 堆砂量 (千m ³)	総貯水量 (千m ³)	有効貯水量 (千m ³)	経過年数
新豊根ダム(国交省・電源開発)	2,042	6	2,036	53,500	40,400	41
佐久間ダム(電源開発)	137,199	11,011	126,188	343,000	221,596	58
秋葉ダム(電源開発)	18,459	6,834	11,625	34,703	7,750	56
船明ダム(電源開発)	1,389	0	1,389	14,578	4,157	37
水窪ダム(電源開発)	9,678	439	9,239	30,000	22,800	45



平均河床高の経年変化(秋葉ダム~佐久間ダム)19

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.1 本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域

船明ダム
【現状】

- ◆ 船明ダムでは堆砂量は横ばいとなっている
- ◆ 治水機能を有していない、利水専用のダムである
- ◆ 河床が安定しているため、砂利採取が禁止されている
- ◆ ダム湖では浜松市天竜ポート場が多くの人々に利用されている



【課題】

<景観、利用>

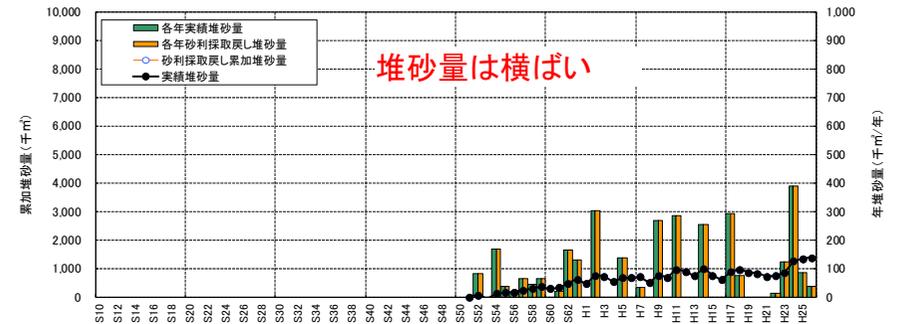
- ボート利用などのふれあいの場を維持する必要がある



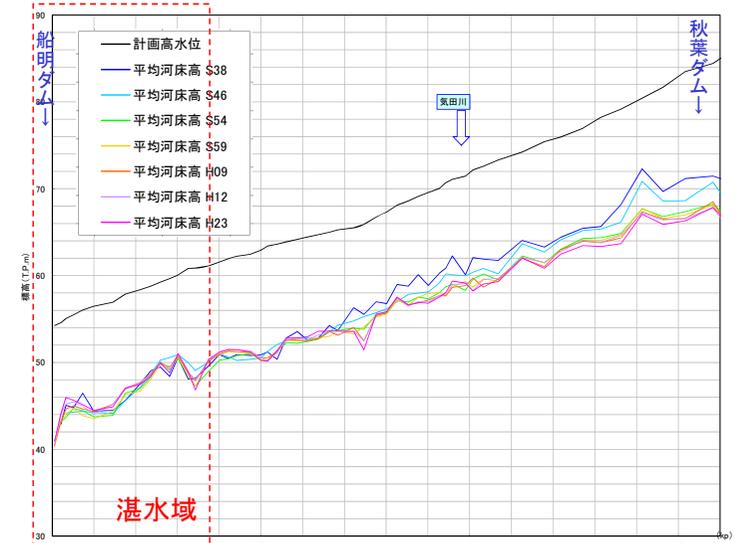
船明ダムでのボート利用
(浜松市天竜ポート場)

各ダムの堆砂状況(平成26年時点)

ダム名	平成26年 砂利採取戻し 累計堆砂量 (千m ³)	平成26年 累計採取量 (千m ³)	平成26年 堆砂量 (千m ³)	総貯水量 (千m ³)	有効貯水量 (千m ³)	経過年数
新豊根ダム(国交省・電源開発)	2,042	6	2,036	53,500	40,400	41
佐久間ダム(電源開発)	137,199	11,011	126,188	343,000	221,596	58
秋葉ダム(電源開発)	18,459	6,834	11,625	34,703	7,750	56
船明ダム(電源開発)	1,389	0	1,389	14,578	4,157	37
水窪ダム(電源開発)	9,678	439	9,239	30,000	22,800	45



船明ダム堆砂量および砂利採取量 経年変化図



平均河床高の経年変化(船明ダム～秋葉ダム) 20

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.1 本川ダム領域(湛水域)、支川ダム領域

新豊根ダム

【現状】

◆新豊根ダムでは堆砂量は少なく、堆砂量は横ばい。

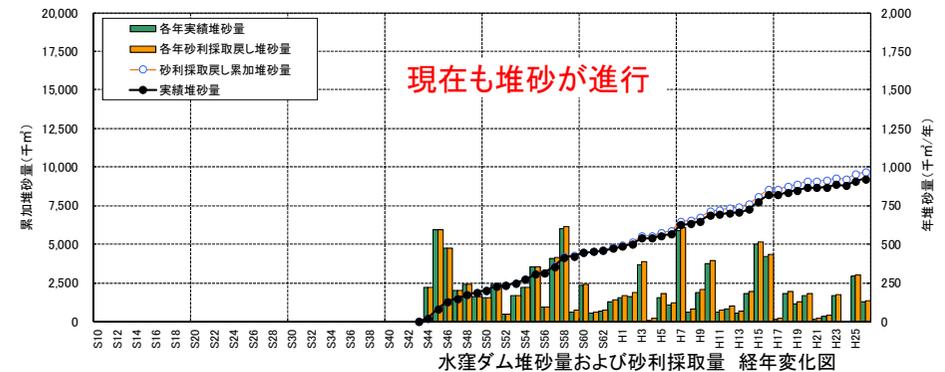
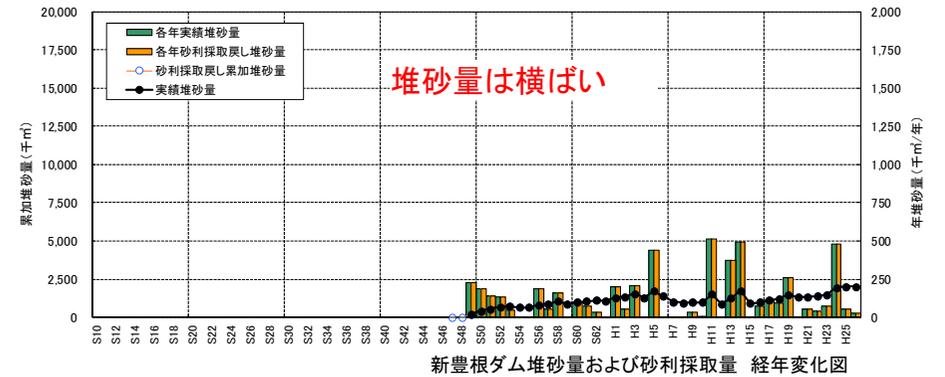
水窪ダム

【現状】

◆水窪ダムでは堆砂が進行している

各ダムの堆砂状況(平成26年時点)

ダム名	平成26年 砂利採取戻し 累計堆砂量 (千m ³)	平成26年 累計採取量 (千m ³)	平成26年 堆砂量 (千m ³)	総貯水量 (千m ³)	有効貯水量 (千m ³)	経過年数
新豊根ダム(国交省・電源開発)	2,042	6	2,036	53,500	40,400	41
佐久間ダム(電源開発)	137,199	11,011	126,188	343,000	221,596	58
秋葉ダム(電源開発)	18,459	6,834	11,625	34,703	7,750	56
船明ダム(電源開発)	1,389	0	1,389	14,578	4,157	37
水窪ダム(電源開発)	9,678	439	9,239	30,000	22,800	45



第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.2 本川ダム領域(河道域)

佐久間ダム

【現状】

◆佐久間ダム～平岡ダム区間では、100kより上流において、河床掘削が実施されているが、堆砂が進行している

(佐久間ダム: S46-H26の平均掘削量(搬出・湖内移送) 54.8万m³/年)

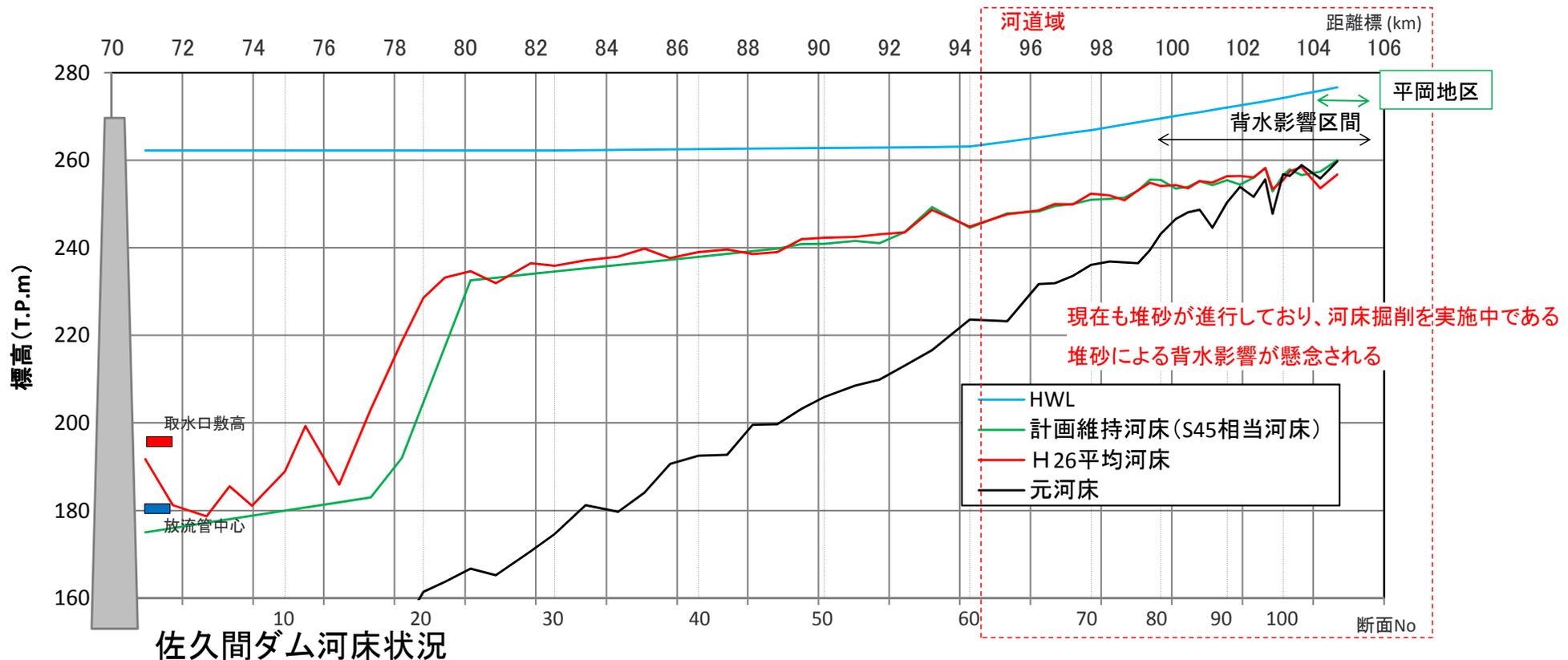
【課題】

<治水>

- ダム堆砂による背水影響が懸念される



平岡地区



第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

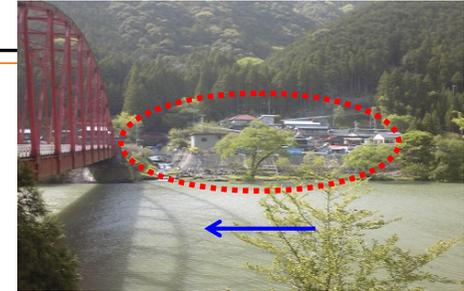
6.2.2 本川ダム領域(河道域)

【秋葉ダム、船明ダム

- ◆ 船明ダム～秋葉ダム区間では昭和37年以降徐々に河床低下が進行し、昭和54年以降は全般的には安定傾向
- ◆ 秋葉ダム～佐久間ダム区間では、47k～62k付近において、昭和43河床の維持掘削が実施されているため、河床は安定傾向にあり、流下能力は概ね計画高水流量を満足している

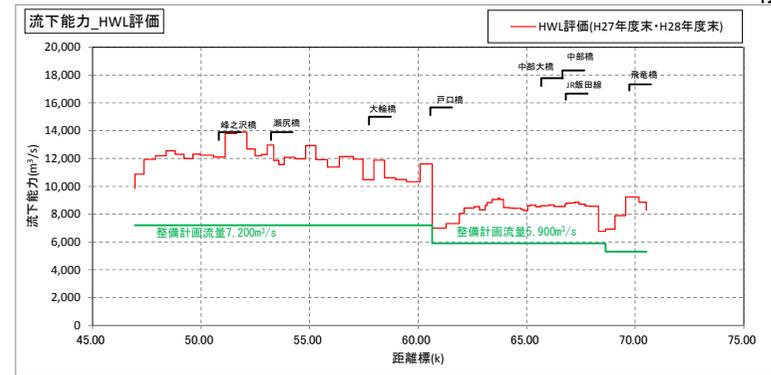
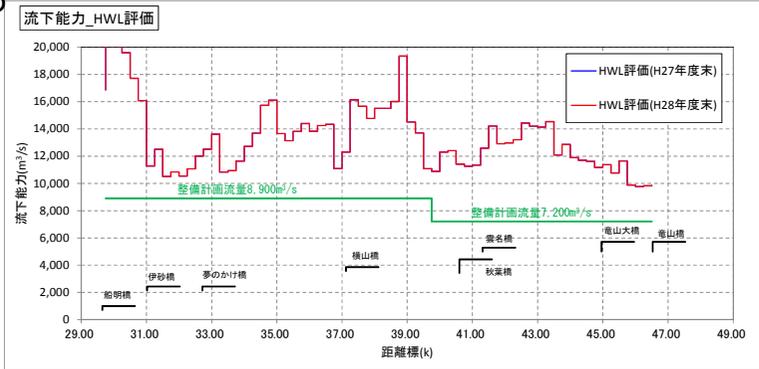
【課題】

＜治水＞
ダム堆砂による背水影響が懸念される



龍山地区

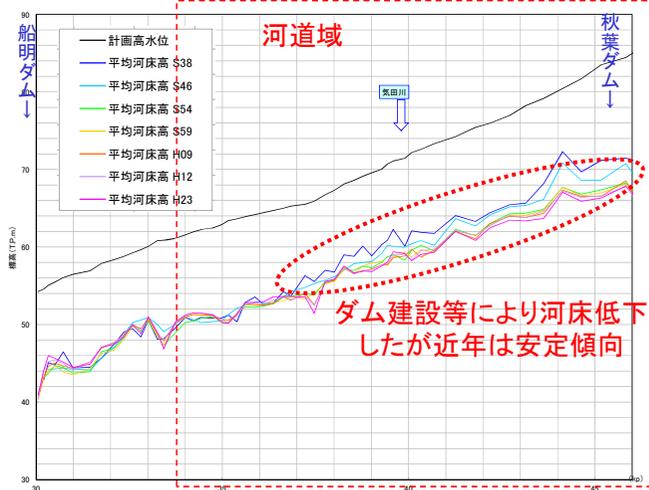
流下能力はHWLで計画流量を満足している



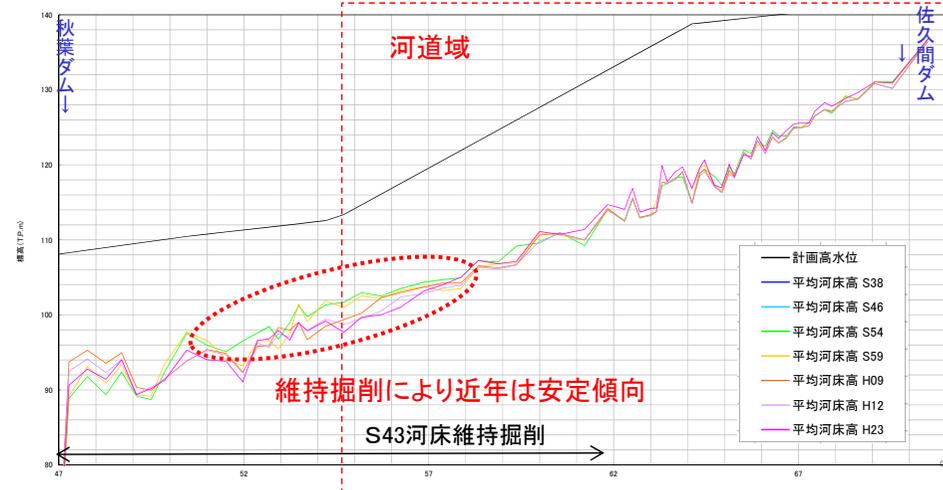
流下能力図(船明ダム～秋葉ダム)

流下能力図(秋葉ダム～佐久間ダム)

河床は概ね安定傾向



平均河床高の経年変化(船明ダム～秋葉ダム)



平均河床高の経年変化(秋葉ダム～佐久間ダム)

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.2 本川ダム領域(河道域)

領域全体

【現状】

- ◆山付で自然河岸が多い区間であり、代表的な植生としてはスギ、ヒノキ林が挙げられる。ブッポウソウの繁殖が見られ、アユの遊漁が最も盛んであり、オイカワの産卵場も見られる。
佐久間ダム～秋葉ダムの区間ではアユ釣りが盛んに行われている。
- ◆大千瀬川(67.75k)の合流点より上流では、佐久間ダムにより土砂供給量が減少して河床が粗粒化している
- ◆気田川(39.8k)の合流点より上流では、秋葉ダムにより土砂供給量が減少して河床が粗粒化している

【課題】



<環境>

- 河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類・底生動物の生息環境への影響が懸念される

<景観、利用>

- 釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある



大千瀬川合流点上流の河床状況



中流部
 山付区間で自然河岸が多い
 秋葉ダム、佐久間ダム直下は水量が少ない
【植物】
 コゴメヤナギ群落、スギ・ヒノキ林、シイ・カン萌芽林、カラハハノキ群落
【鳥類】
 ブッポウソウの繁殖
【魚類】
 アユの遊漁が最も盛ん、オイカワの産卵場(造成)
【底生動物】
 ヒラタカゲロウ、シマトビケラ



スギ・ヒノキ林
 中流部の代表的な植生

天竜川中流部の生物環境

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.3 扇状地河道領域・河口領域

【現状】

- ◆ ダム建設や砂利採取により昭和30年代に比べ河床が低下しているが現在は安定傾向にあり、現況の流下能力は、河口部、10km、15km、19km、24km付近で主に樹林化による河積不足により整備計画流量に対し流下能力が不足しており、洪水を安全に流下させるための河道改修を実施している。発生した河道掘削土を海岸汀線維持のための養浜材として使用している。
- ◆ 砂利採取は、近年、粒径10mm以上の材料のみの採取とされ、平成19年度より砂利採取の実績がない
- ◆ 平成2年頃までは砂礫河原が広がっていたが、その後樹林化が進行。平成10年頃には砂州上に植生が中州へも繁茂し、河積を阻害

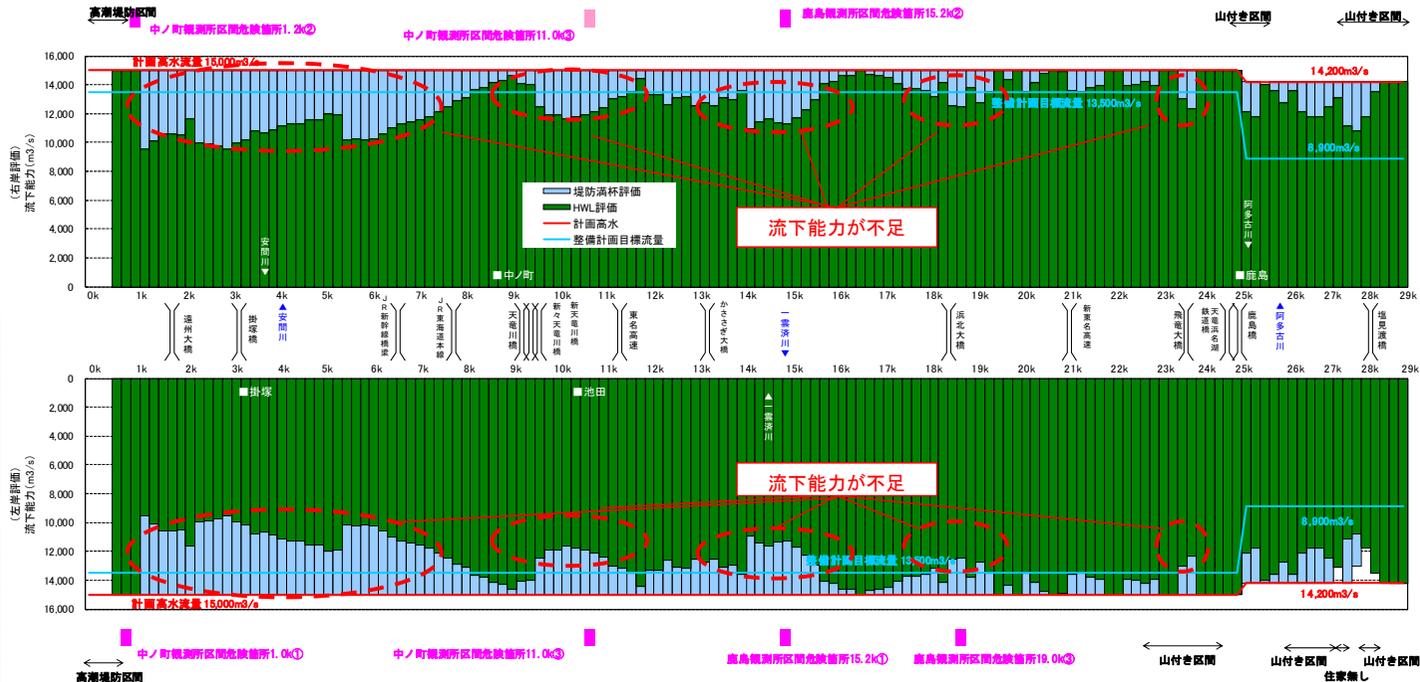
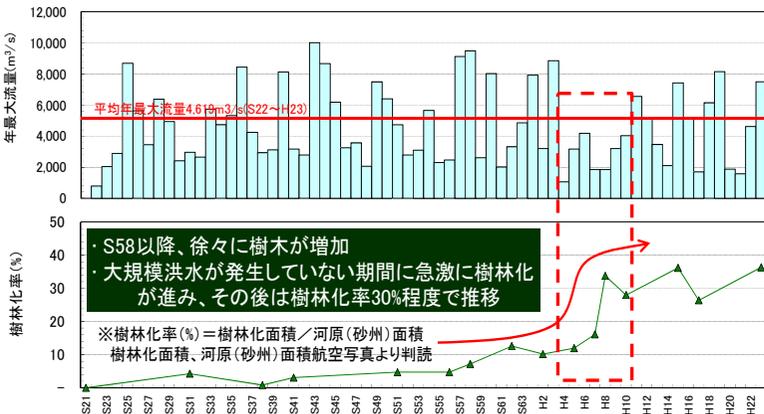
【課題】

<治水>

- 河川整備計画の目標に対して、流下能力が不足している。
(土砂堆積と樹林化による河積阻害)
- 河道改修を実施した場合の再堆積が懸念される
- 河道変化に応じた適切な維持管理が必要である



平成2年頃までは砂礫河原が広がっていたが、その後樹林化が進行。平成10年頃には砂州上に植生が繁茂し、河積を阻害



河口部、10km、15km、19km、24km付近で主に樹林化による河積不足により整備計画流量に対し流下能力が不足 流下能力図(河口～船明ダム)

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.3 扇状地河道領域・河口領域

【現状】

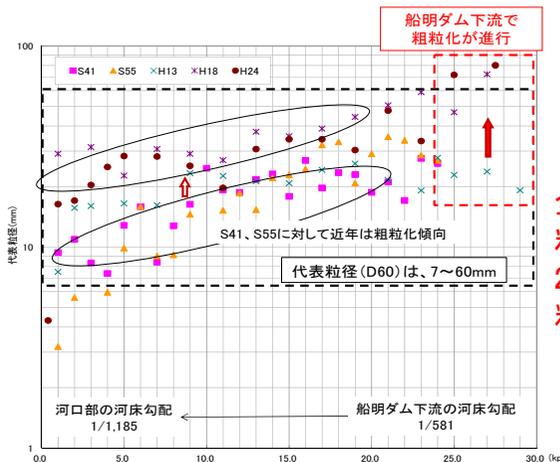
- ◆ 表層が粗粒化しており、河口～船明ダム区間の代表粒径はS55の調査では3～30mmであったが、H13以降の調査では7～60mmに変化している。特に25k～船明ダムでは粗粒化が顕著である。
- ◆ みお筋が堤防に接近している箇所や河岸侵食、護岸基礎洗掘被害が生じた所を中心に護岸整備を実施している。船明ダム直下では局所的な洗掘に対する対策を実施している。
- ◆ 砂利採取等の影響により砂州形態が複列砂州から交互砂州へと変化し、みお筋が固定化し砂州の攪乱頻度が減少している



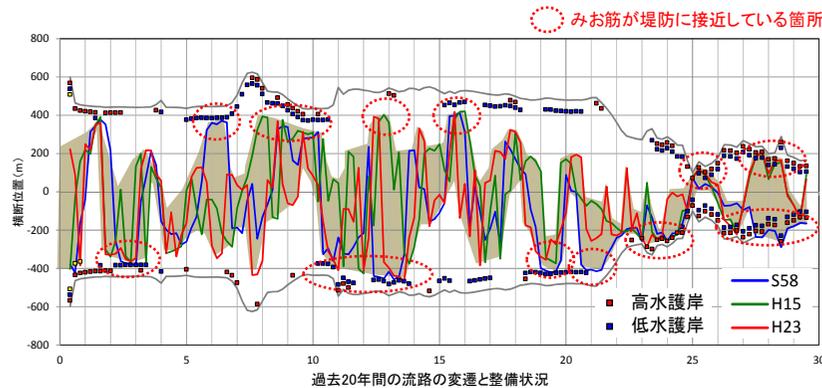
【課題】

<治水>

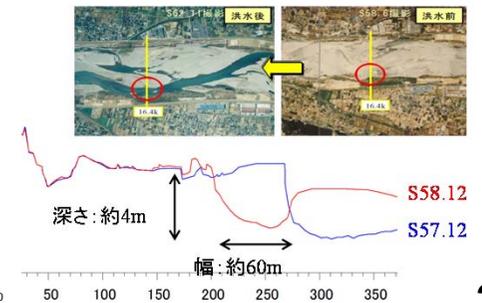
- 河道変化に応じた適切な維持管理が必要
- 局所洗掘による河川構造物の被災が懸念される



全川的に表層が粗粒化しており、特に25k～船明ダムでは粗粒化が顕著



S58.9洪水による河岸侵食(16.4k)



第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.3 扇状地河道領域・河口領域

【現状】

- ◆ 一雲斎川下流で浜松市水道(上水道)が、船明ダム下流で天竜川下流用水(上水道、工業用水、農業用水)及び天竜市二俣水道(上水道)として取水を実施している
- ◆ 広い川幅に砂州が形成され、瀬と淵が連続しており、広い砂礫河原はコアジサシが営巣地として利用し、瀬・淵はアユやウツセミカジカ、カマキリ等の回遊魚が生息するため、アユ釣りが行われている。
- ◆ 昭和41年以降に交互砂州へと変化したことにより瀬・淵・ワンドが減少してきたが、平成8年以降では横ばい傾向となっている
- ◆ 近年では下流部でワンドを選好する魚類の構成比、種数が増加している
- ◆ アユの漁獲量は平成11年以降は減少傾向にあり、平成13年以降は稚アユの採捕量は採捕目標に到達していない
- ◆ 外来種数は平成3年以降微増しており、シナダレスズメガヤの生育面積は増加している



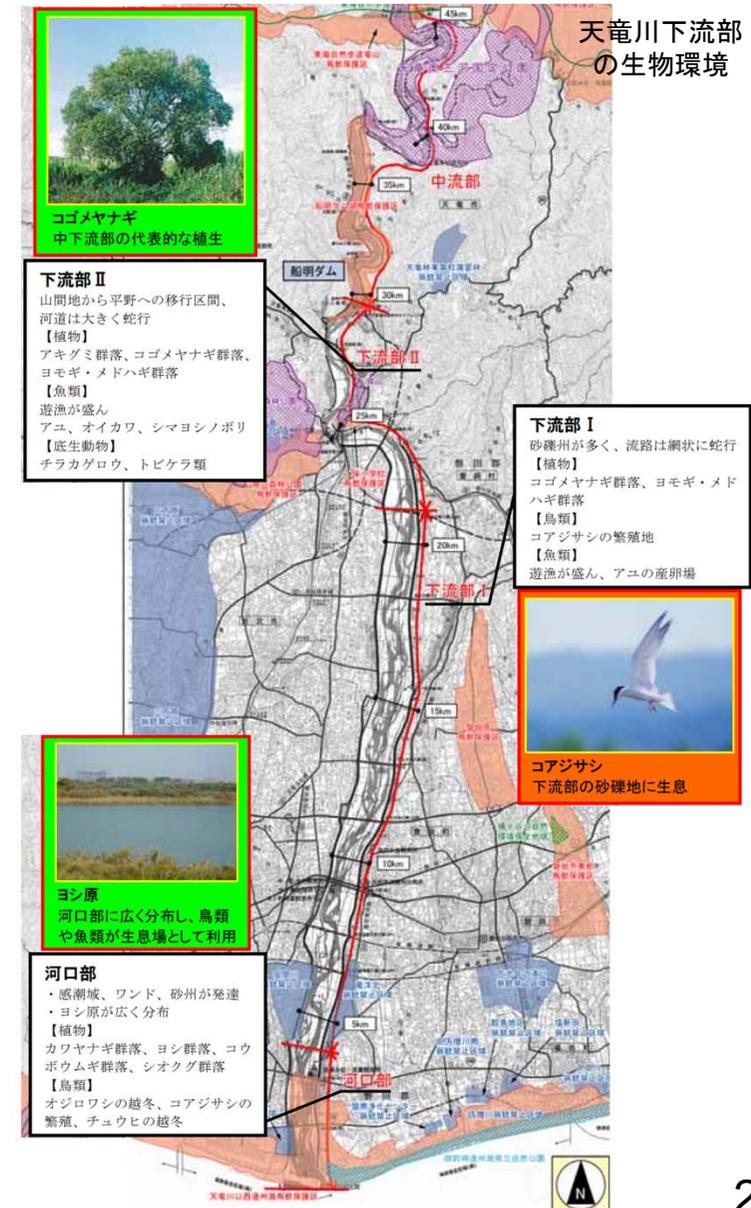
【課題】

<環境>

- 河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類・底生動物の生息環境への影響が懸念される
- みお筋の固定化により砂州の攪乱頻度が減少しているため、自然環境への影響が懸念される

<景観、利用>

- 釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある



第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.4 河口テラス・海岸領域

【現状】

- ◆ 上流からの流下土砂量の減少等により、河口テラスの縮小、海岸汀線の後退がみられる
- ◆ 天竜川及び馬込川河口付近で侵食が顕著であり、天竜川河口部では汀線が300m後退している
- ◆ 福田漁港西防波堤、今切口導流堤では、沿岸流上手側で堆積傾向にあり、沿岸漂砂の連続性に影響している
- ◆ 1970～80年代にかけて侵食対策のための海岸保全施設整備がされ、竜洋海岸、五島海岸では離岸堤が建設されている
- ◆ 海岸侵食に対し、離岸堤の設置、養浜、サンドバイパス等を実施している



【課題】

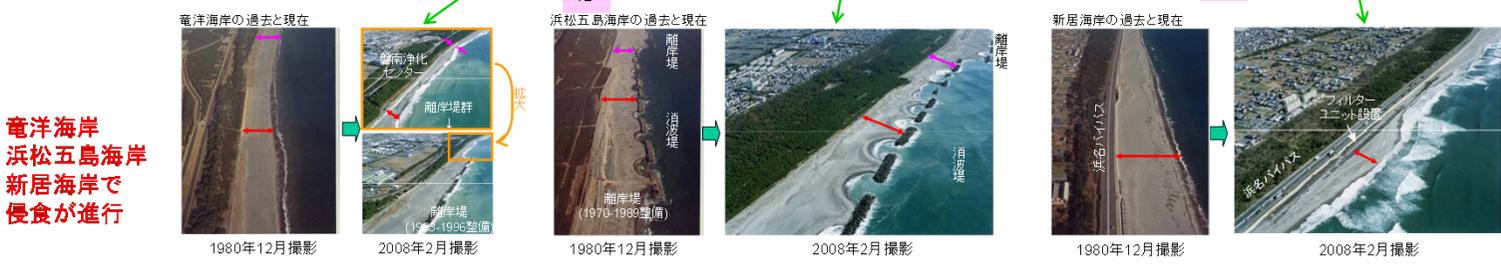
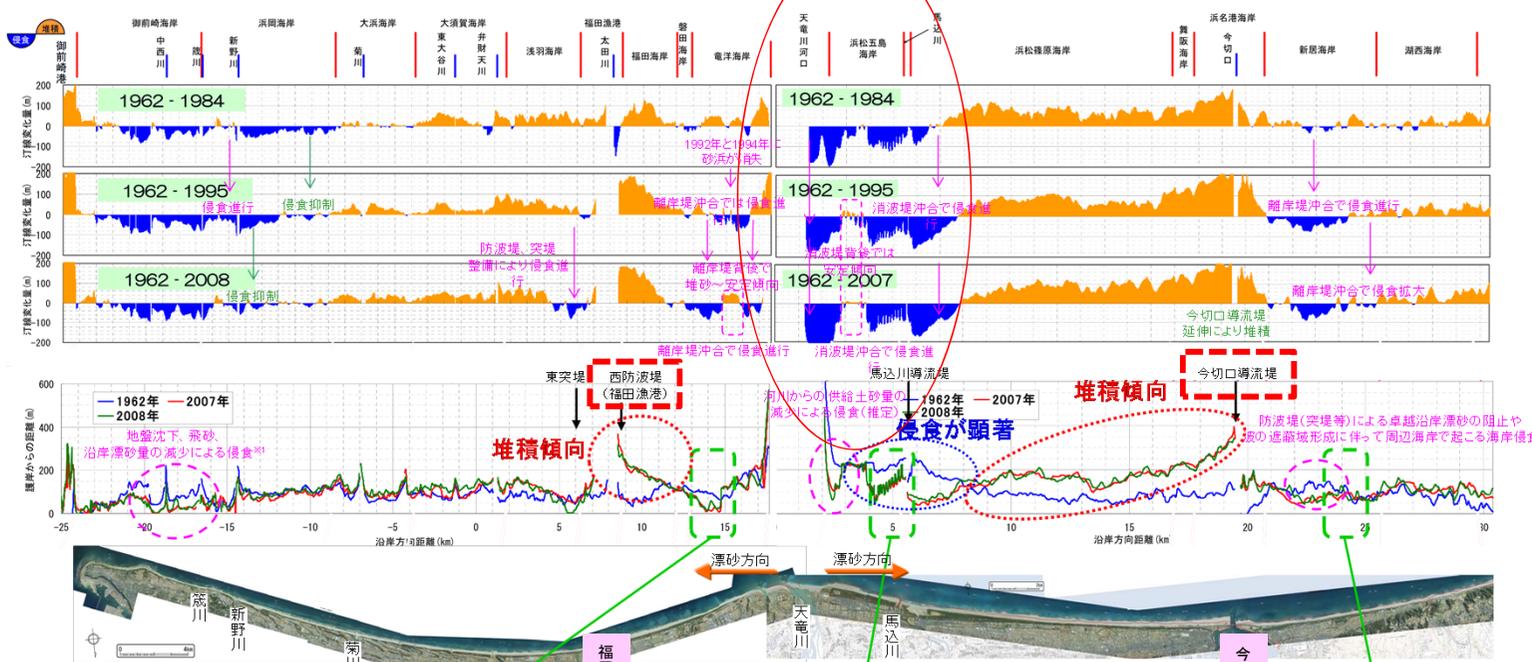
<土砂移動>

- 構造物が沿岸漂砂の連続性に影響している

<海岸防護>

- 海岸汀線の後退による波浪や津波に対する防災機能の低下および海岸保全施設の機能低下が懸念される
- 海岸防護の安全性を維持するための、養浜などによる対策が継続的に必要である

天竜川及び馬込川河口付近で侵食が顕著であり、天竜川河口部では汀線が300m後退



竜洋海岸
浜松五島海岸
新居海岸で
侵食が進行

第6章 各領域の現状と課題

6.2 各領域の流砂系としての変遷

6.2.4 河口テラス・海岸領域

【現状】

- ◆ 遠州灘沿岸は大部分が砂浜であり、海と陸とが接した生態系の移行帯(エコトーン)を形成。**全国的にも有数のアカウミガメの上陸・産卵地**であり、**地域住民やボランティアによる保護活動が実施**されている
- ◆ 海岸部では砂の造形や、海食崖での化石発掘など、広い砂浜や海食崖を活かした**野外教育、活動の場として利用**
- ◆ **白砂青松に代表されるすばらしい景観が多くの人に親しまれている**



【課題】

<環境>

- 海岸汀線後退による、ウミガメ等の河口・海岸領域に生息・生育する生物への影響が懸念される

<景観、利用>

- 美しい砂浜などの海岸景観を維持する必要がある。
- 砂浜を利用した野外教育等のコミュニティーの場を維持する必要がある

アカウミガメの保護活動



子ガメの放流(渥美町)



アカウミガメ産卵巣の保護(渥美町堀切)



稚ガメ放流会(大東町)



卵のふ化小屋(浜松市)

河口・海岸での野外教育、レクリエーション等



砂の造形(赤羽根町)



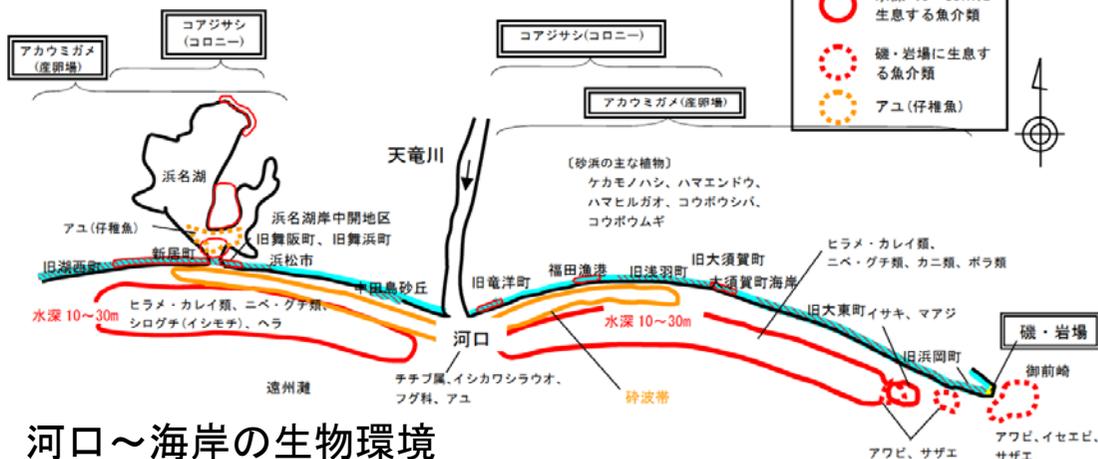
砂の造形(福田町)



浜松祭り風揚げ合戦(中田島砂丘)



地びき網(豊橋市)

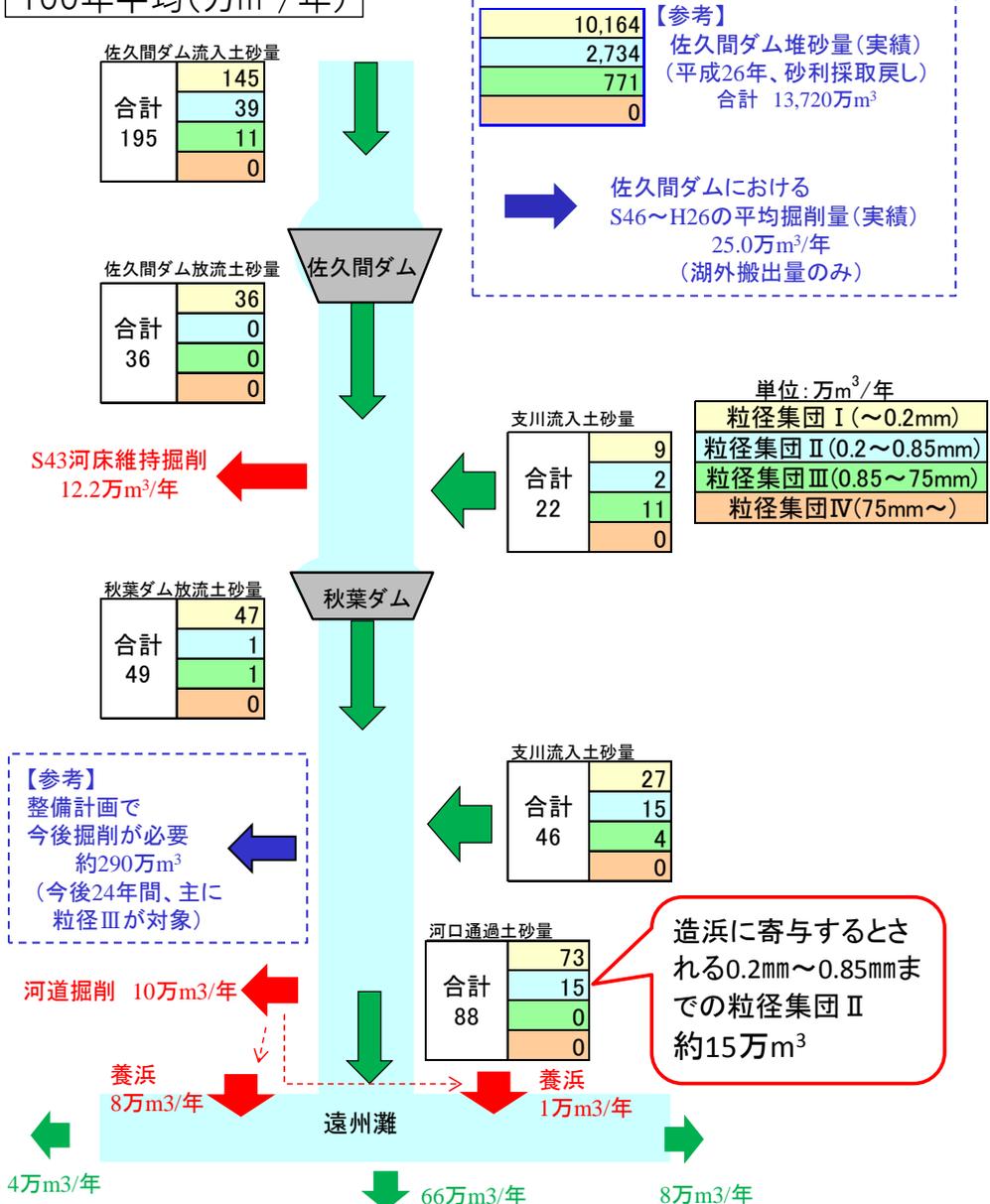


第6章 各領域の現状と課題

6.3 現在の土砂収支

佐久間ダム～河口の土砂収支(現状)

100年平均(万m³/年)



- 佐久間ダム及び秋葉ダムでは大きな粒径(粒径集団Ⅱ～Ⅳ)の土砂は堆積し、主に粒径集団Ⅰのみが下流に供給されている
- 秋葉ダム下流では、支川流入の土砂量も含め、粒径集団Ⅲ・Ⅳ土砂は河道内に堆積し、粒径集団Ⅰ・Ⅱの土砂は河口まで到達している

【土砂収支を算出した条件】

計算条件は下表の通りである

区間	佐久間ダム～秋葉ダム	秋葉～河口	海岸 (福田漁港～天竜川河口～今切口 :海岸線延長28km)
計算手法	一次元河床変動計算モデル	一次元河床変動計算モデル (砂と礫の二峰性を考慮)	混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデル(等深線変化モデル)
初期河床・地形	平成23年測量河道		平成23年再現地形
計算期間	100年間 (昭和54年～平成23年×3+昭和54年の100年間)		100年間 (平均的波浪を定常で繰り返す)
出発水位	秋葉ダムの実績貯水位	昭和54年～平成23年の御前崎平均潮位(T.P.0.063m)	—
対策	S43河床維持掘削 :12.2万m ³	河道掘削:10万m ³	養浜:9万m ³

【現在、対策を実施中している内容】

- 佐久間ダム、秋葉ダムの容量確保や流入区間の背水対策や砂利採取により掘削を実施。
- 海岸の汀線維持のため河川の掘削土などにより、養浜を実施

【一次元河床変動計算および等深線変化モデルによる計算値】

緑字: 通過土砂量(フロー)
赤字: 対策土砂量

【実績値】

青字: 実績及び計画の土砂量(参考)

※堆積土砂量(ストック)は領域区分毎の評価が困難なため左図には示さず、佐久間ダム堆積量と整備計画掘削土砂量について参考値として表記
土砂管理対策、モニタリングにおいて示す。

第6章 各領域の現状と課題

6.4 各領域の課題のまとめ

領域	課題
本川ダム領域 (湛水域)	土砂移動の連続性の阻害が発生している。 特に佐久間ダムでは、多くの土砂が毎年流入し、これまでに大量に堆積している
	佐久間ダムにおいて、新たな洪水調節容量の確保と維持が必要である (佐久間ダム:天竜川ダム再編事業後の洪水調節施設としての役割を考慮)
	ダム堆砂による背水影響が懸念が懸念される
	ボート利用などのふれあいの場を維持する必要がある
本川ダム領域 (河道域)	ダム堆砂による背水影響が懸念される
	河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類・底生動物の生息環境への影響が懸念される
	釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある
扇状地河道領域 河口領域	河川整備計画の目標に対して流下能力が不足している (土砂堆積と樹林化による河積阻害)
	局所洗掘による河川構造物の被災が懸念される
	河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類・底生動物の生息環境への影響が懸念される
	釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある
河口テラス・ 海岸領域	構造物が沿岸漂砂の連続性に影響している
	海岸汀線の後退による、波浪や津波に対する防災機能の低下および海岸保全施設の機能低下が懸念される
	海岸汀線後退による、ウミガメ等の河口・海岸領域に生育・生息する生物への影響が懸念される
	美しい砂浜などの海岸景観を維持する必要がある
	砂浜を利用した野外教育等のコミュニティーの場を維持する必要がある

第7章 流砂系全体で目指す姿

7.1 総合土砂管理計画の基本原則

◆天竜川流砂系総合土砂管理計画については、河川整備計画及び連携方針での考え方をもとに、流域の源頭部から海岸までの一貫した土砂の運動領域を「流砂系」という概念で捉え、自然の理を活かし、抑崩止岩^{よくほうしがん}※1、流砂造浜^{りゅうさぞうひん}※2、順応管理^{じゆん のう かん り}※3を実施

※1: 砂防施設により崩落を抑制するとともに、巨岩の流下を防止する

※2: ダムや河道において土砂を流下させることにより河口からの流出土砂量を増加・回復させ、海浜を造成する

※3: 継続的なモニタリングによって河川環境の変化の詳細把握に努め、順応的な土砂の管理を推進する

これらの考え方のもと、以下の項目を天竜川総合土砂管理の基本原則とする

天竜川総合土砂管理の基本原則

原則1	土砂移動の連続性を確保する
原則2	土砂の移動を源頭部から海岸までの「流砂系」としてとらえ、土砂に関する課題を総合的に解決する。
原則3	土砂災害、洪水災害、高潮、津波から流域を守る「防災機能」を維持・確保する。
原則4	流水の利用を行う「利水機能」を維持・確保する。
原則5	良好な河川・海岸環境を目指す。
原則6	順応的な土砂の管理を推進する。

第7章 流砂系全体で目指す姿

7.2 流砂系を目指すべき姿

◆天竜川流砂系の本川の各領域で目指すべき姿を以下のように設定

領域	目指すべき姿
本川ダム領域 (湛水域)	<ul style="list-style-type: none"> ● ダム堆砂による背水影響に伴う洪水被害を今後も発生させない ● 土砂移動の連続性を踏まえ、下流河道への土砂供給を可能な限り確保する (土砂移動の連続性の確保と、ダム機能の持続的な確保)
本川ダム領域 (河道域)	<ul style="list-style-type: none"> ● ダム堆砂による河床上昇に伴う背水影響に伴う洪水被害を今後も発生させない ● 上流からの土砂供給を確保し、河床変化による生物環境の影響を発生させない ● 本支川との連続性を維持し、アユの生息数が多く、天竜川固有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境を確保する
扇状地河道領域	<ul style="list-style-type: none"> ● 現状の治水安全度を維持し、更なる流下能力を確保・維持する ● 河川管理施設(護岸など)及び付帯施設(橋脚、取水施設等)等の機能を維持する ● 上流からの土砂供給により以下のような物理環境を確保・維持する <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 白い砂礫河原の広がる環境 ⇒ 濤筋の深掘の増大が抑制され、砂州のかく乱が適度にあり、樹林化が抑制された状態 ⇒ 良好な瀬淵環境が形成される ● ワンド、副水路、本支川との連続性を維持し、アユの生息数が多く、天竜川固有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境を確保する
河口領域	
河口テラス・海岸領域	<ul style="list-style-type: none"> ● 河口テラスを維持するために必要な土砂を確保する ● 海岸汀線の後退を抑制し、防災上、環境上、利用上に必要な砂浜幅を維持する ● 砂浜などによる良好な環境を維持・保全する

第8章 各領域における土砂管理目標と土砂管理指標

8.1 土砂管理目標

- ◆総合土砂管理計画の**基本原則**と、各領域で**現在、計画・実施されている事業内容を踏まえ**、土砂管理目標を以下のように設定。

土砂管理目標

【本川ダム領域(湛水域)】

佐久間ダムでは新たに洪水調節機能を確保し洪水から地域を守るとともに、ダムからの土砂移動の連続性を確保し、将来にわたって洪水調節機能の維持、背水影響の排除、及び安定的な水利用を図る。

【本川ダム領域(河道域)】

ダム堆砂に伴う河床上昇による背水影響に伴う洪水被害を防止する
土砂移動の連続性の確保、本支川の連続性の維持により、良好な河川環境を保全・回復する

【扇状地河道領域・河口領域】

動植物の生息・生育に配慮した河道掘削などを行い、洪水から地域を守り、天竜川下流固有の良好な河川環境を保全・回復する

【河口テラス・海岸領域】

河川からの土砂供給や沿岸漂砂の連続性などを確保し、侵食の進んでいる海岸だけでなく、沿岸全体における長期的な視点に立った砂浜の保全と回復に努める

第8章 各領域における土砂管理目標と土砂管理指標

8.2 土砂管理指標

8.3 計画対象期間

土砂移動量の**変化が地形変化に現れるとの認識のもと**、各領域における**土砂管理目標の達成状況を確認するための指標を設定**

土砂管理指標(案)

※問題が発生した場合には土砂以外の要因も含めて確認、対応する

領域	領域の課題	管理指標	管理の目安
本川ダム領域 (湛水域)	ダム機能の低下	堆砂量 貯水池縦断形状	治水容量・発電容量の確保と維持、管理施設や背水区間に影響がない貯水池形状
本川ダム領域 (河道域)	生物環境	生物環境調査(分布・個体数・種数等)	生物(指標種、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化 支川の河床物理環境との乖離 本支川の連続性の確保状況
	河道形状の変化	平均河床高	整備計画流量目標を安全に流下させることができる河道形状
扇状地河道領域、 河口領域	河道形状の変化	平均河床高 砂州の形状・高さ	整備計画流量目標を安全に流下させることができる河道形状 砂州が移動しやすい河道形状
	樹林化	樹木繁茂位置・礫河床率	樹林化率の経年的な変化、礫河床の面積変化
	局所洗掘	構造物付近の河床高	護岸等構造物の基礎高
	生物環境	生物環境調査(分布・個体数・種数等) アユの産卵状況 砂州の位置の変化	生物(指標種、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化 砂州の移動、形成状況の経年的な変化 (副水路の形成の有無や湧水ワンドの状況など) 本支川の連続性の確保状況
河口テラス・海岸領域	河岸侵食	汀線位置 等深線位置 河口テラス位置	必要砂浜幅の達成状況(経年変化)
	生物環境	生物環境調査(分布・個体数・種数等)	生物(指標種、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化

計画対象期間

●計画を評価する対象期間は、今後、概ね約50年間とする(5~10年程度を区切りとし達成状況を確認する)。