

## 1. 流域の概要

天竜川水系は、長野県茅野市の八ヶ岳連峰に位置する赤岳（標高 2,899m）を源とし、諏訪盆地の水を一旦諏訪湖に集める。釜口水門から発する天竜川は、途中、三峰川、小渋川等の支川を合わせながら、西に中央アルプス（木曾山脈）、東に南アルプス（赤石山脈）に挟まれた伊那谷を経て山岳地帯を流下し、さらに遠州平野を南流し、遠州灘に注ぐ、幹川流路延長 213km、流域面積 5,090km<sup>2</sup> の一級河川である。

流域の地形は、上流域が東・西・北に高い山が存在する盆地、中流域は長野と静岡・愛知の県境の山岳地帯、下流域が遠州平野となっている。流域の北東部に位置する八ヶ岳連峰の赤岳をはじめ、東部は南アルプス間ノ岳、塩見岳等、さらに西部には中央アルプス駒ヶ岳、恵那山等の 3,000m 級の山々に囲まれている。これらは過去からの造山運動により形成されたもので複造山帯と呼ばれ複雑な地史を持ち、急峻な地形は現在もなお隆起を続けている。

上流域は、山地の隆起と天竜川の侵食によって形成された段丘や田切地形が発達し、アルプス山脈が天竜川を介して下流域の遠州平野の扇状地を形成し、さらには遠州灘の海岸を作り出した。

河床勾配は、上流の支川は 1/40 から 1/100 程度と急流で、天竜川本川は河口部が 1/700 から 1/1,000 程度であるが、河口部以外が 1/500 より急勾配で比較的急流の河川である。

流域の地質は、上流部にかかる日本列島第一級の大きな構造線である中央構造線や糸魚川－静岡構造線が走り、諏訪地方ではグリーンタフ地帯、中央構造線より西側の内帯では花崗岩類からなる領家帯、東側は砂岩・粘板岩などの海底で堆積して隆起した堆積岩からなる秩父帯等様々な地質構造が見られる。これらは地形が急峻な事も加えて地質が脆弱で大規模な崩壊地が多く、土砂生産が活発であり、大量の土砂は有史以前から谷を下り、遠州平野の扇状地を形成するとともに、遠州灘沿岸の海岸線を前進させ、遠州灘沿岸の海岸砂丘を形成した。

流域の気候は、本州中央部の山岳地帯から太平洋岸の平野部まで南北に長い地形特性をもつため、その気候特性にかなりの地域差がある。

流域の年間降水量は、上流域は内陸性気候のため約 1,200～1,800mm と少ないが、支川の源流である中央アルプスや南アルプスでは約 1,400～2,800mm と多く、中流域は山岳地形のため南からの暖湿気流の上昇により 1,800～2,800mm と多い。下流域は典型的な太平洋側気候のため 1,700～2,000mm となっている。

表 1-1：天竜川流域の概要

項目	諸元	備考
流路延長	213km	
流域面積	5,090km <sup>2</sup>	
流域市町村	10市12町16村	浜松市、磐田市、伊那市ほか
流域内人口	72万人	
支川数	330	

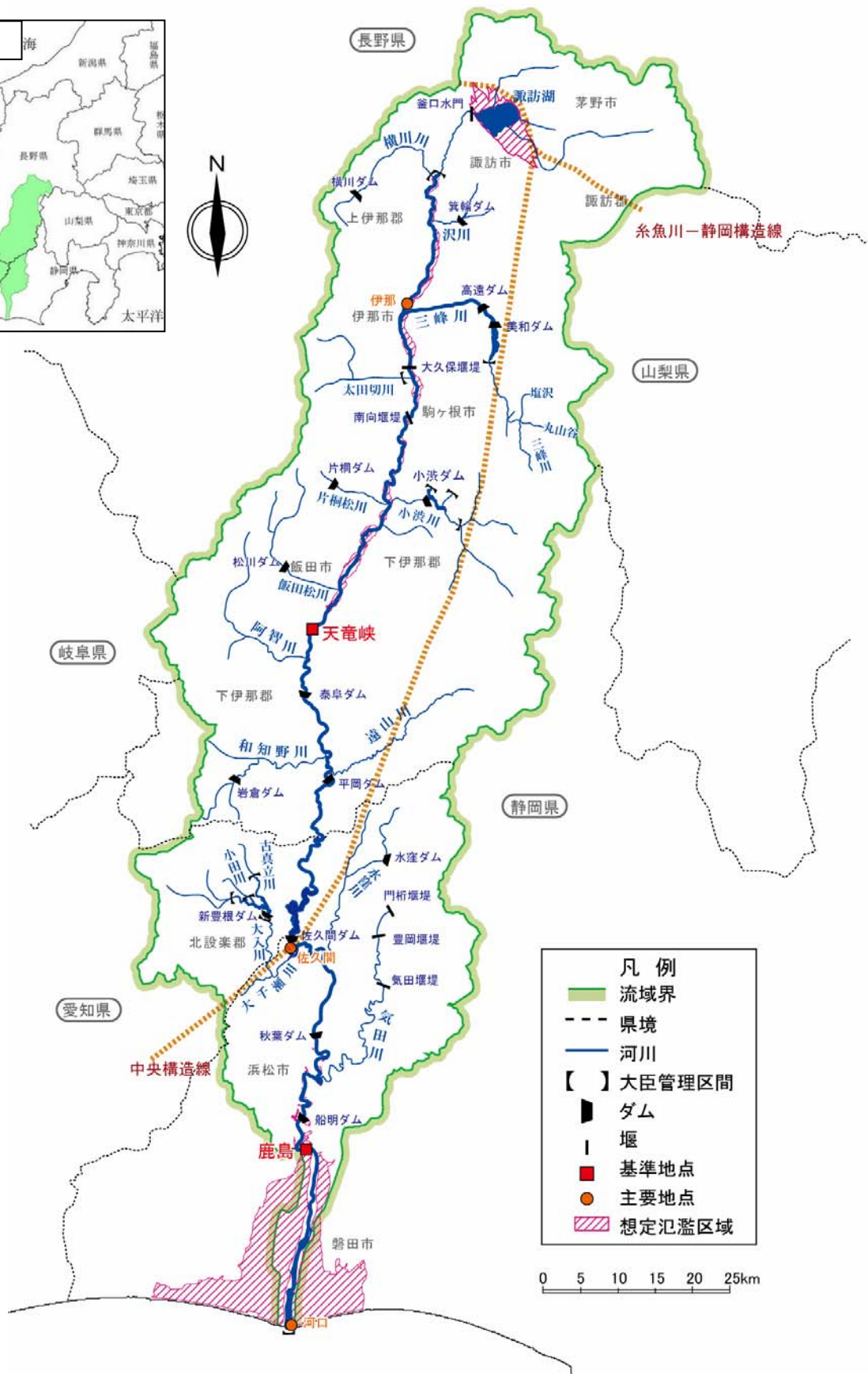


図 1-1 : 天竜川流域図

## 2. 土砂動態の特徴

天竜川流域の土砂動態を明らかにするためには、土砂の連続性という観点から、砂防域、ダム域、河道域、河口域、海岸域といった領域区分を行い、まずは各領域での課題抽出を行うことが重要である。

現状は、佐久間ダムでの土砂移動の遮断に見られるように、佐久間ダム上下流においてその動態には特性が見られる。

佐久間ダム上流では、洪水時にダム堆砂が進行し、河道は砂利採取により低下傾向にあったが、砂利採取量の低下に伴い近年は安定傾向となっている。

佐久間ダム下流ではダム堆砂が進行し、河道では砂利採取により低下傾向にあったが、近年は砂利採取を行いつつ、河道は安定化傾向にある。

一方、海岸では海岸線の後退が進行している。

図 2-1は、土砂動態の現状として、流域内のダムとその堆砂率、これまでの砂利採取量の大小を区間別に示した図である。



図 2-1 : 天竜川の土砂動態の特徴

### 3. 河床変動の状況

#### 3.1 河道の区分

人為的な要因の入っていなかった頃の天竜川の河道は、地形・河床勾配・支川合流の影響を受けてきた。昭和31年に流域内最大の貯水容量を誇る佐久間ダムが建設されたことで、天竜川の土砂は佐久間ダム上下流で分断され、ダム上下流でそれぞれ特徴を持つ区間に区分されることとなった。河道状況の整理にあたっては、これらの区分毎に整理を行うこととする。

#### ■ 天竜川の特徴

##### ① 上流部：諏訪湖から佐久間ダム

三峰川や小渋川など多くの支川を合わせ、狭窄と拡幅を連続しながら流下していることが大きな特徴となっている。

このうち、泰阜ダムから佐久間ダムまでの区間は山間部を流下する区間で、複数のダムが建設され、区間の大半はダムの貯水池となっている。（このため、泰阜ダムから佐久間ダムまでの区間はダム領域として扱うこととした。）

##### ② 下流部：佐久間ダムから河口

佐久間ダムから渓谷部を流下し、扇頂部に位置する鹿島直下で大きく湾曲した後ほぼ直線的に河口に至る。

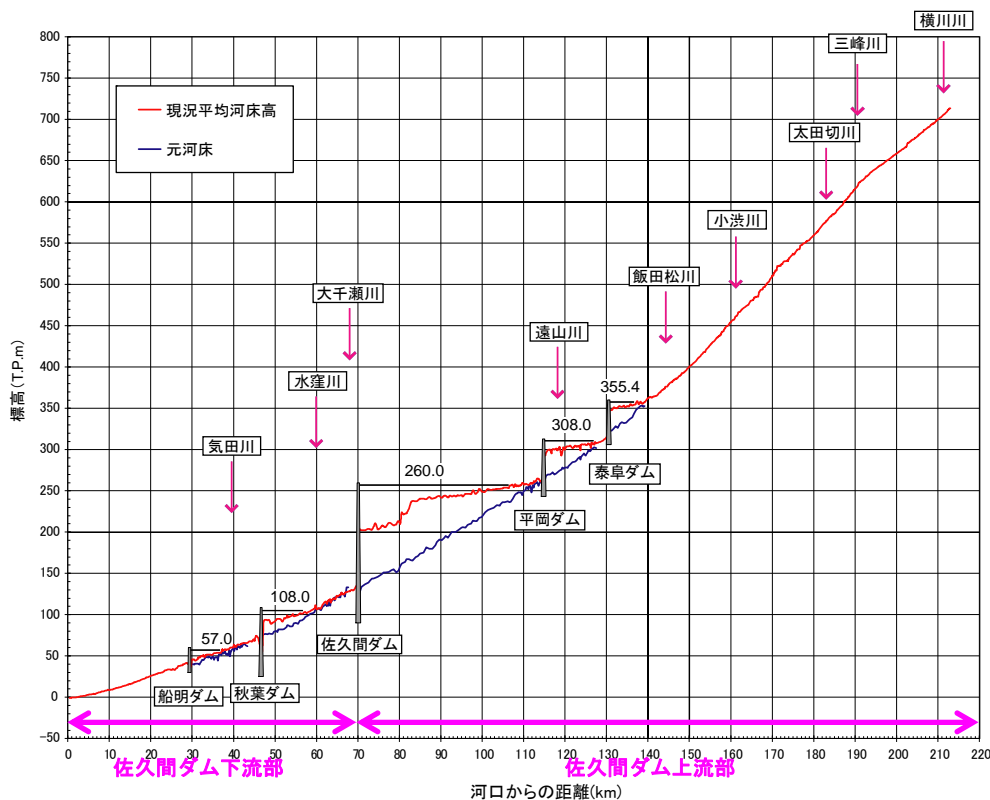


図 3-1：天竜川縦断面図

### 3.2 河道の土砂動態に影響を与えた要因

流砂系に影響を及ぼす人為的要因(砂利採取及びダム建設など)や自然要因(洪水)と河床変動との関係を経年的に整理した。

#### 3.2.1 佐久間ダムより上流の河道域

〈昭和 39 年以前〉

昭和 33 年、昭和 34 年に相次いで高遠ダム・美和ダムが完成し、ダム貯水池における堆砂が進行した。土砂供給量の減少に伴う河道へのインパクトは明らかでなく、概ね河床は安定していた。

〈昭和 39 年から昭和 52 年〉

昭和 36 年に上流域で発生した大規模な土砂災害、及び高度経済成長期の骨材需要の増大を契機として、昭和 40 年以降大規模な砂利採取が実施された。採取量は年間 40～60 万 m<sup>3</sup> に達し、河床は大きく低下した。昭和 41 年に砂利採取規制が始まったが、上流域における採取は継続され、最盛期には年間 80 万 m<sup>3</sup> 程度の採取がなされており、河床は依然低下傾向にあった。また、S36 災害を契機に砂防施設の建設も増大しており、昭和 44 年に小渋ダム、昭和 49 年に松川ダムが完成した。

〈昭和 52 年から平成 18 年〉

昭和 57 年、58 年、平成 11 年、18 年と洪水インパクトが連続して生じた。また昭和 61 年から平成 4 年にかけて横川ダム、片桐ダム、箕輪ダムが完成した。砂利採取は砂利採取規制により河床からの採取量は減少した。

以上の洪水インパクト、人為的インパクトにもかかわらず現在の河床は概ね安定傾向にある。

これらのインパクト要因を図 3-2に示す。

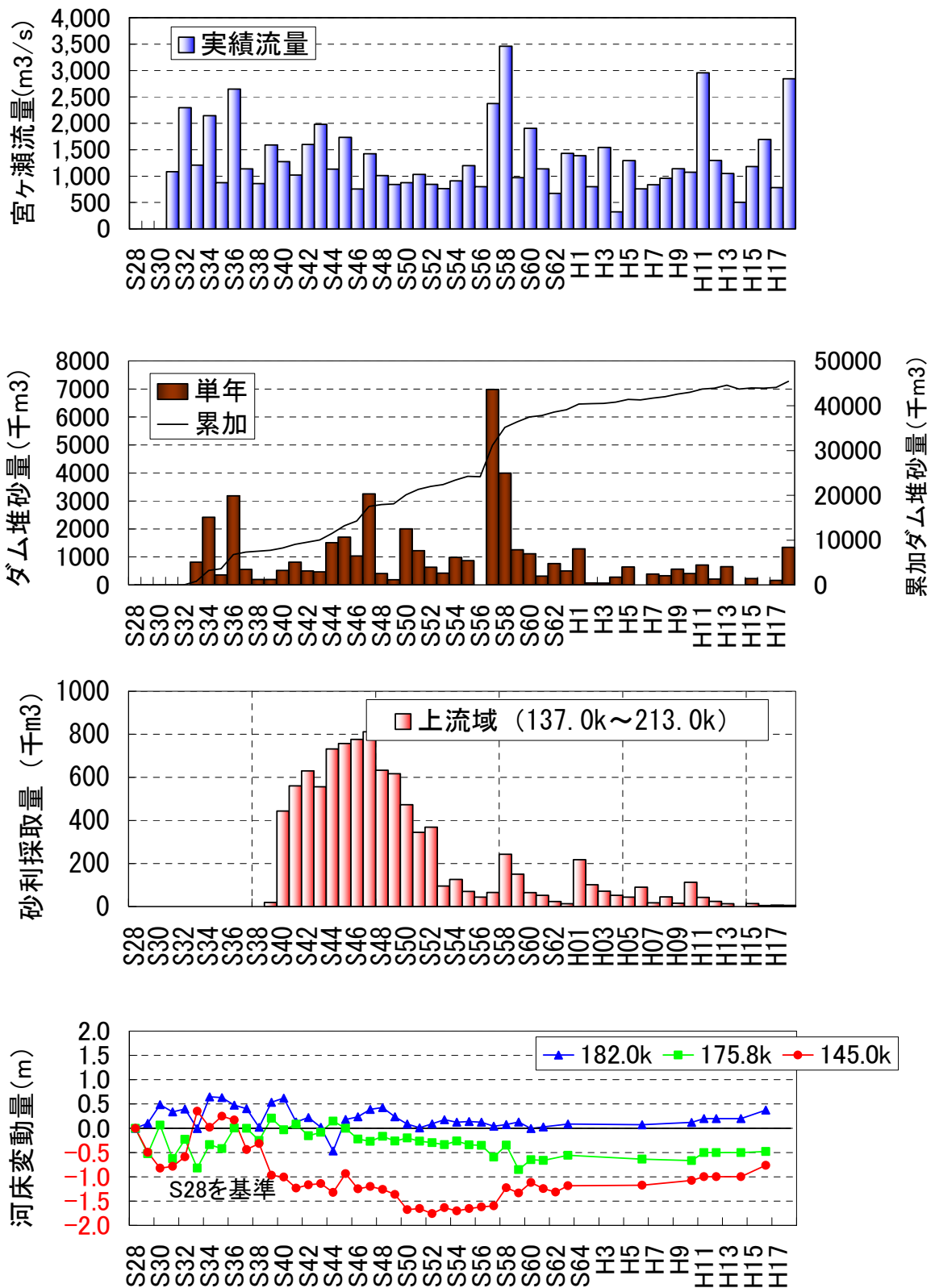


図 3-2 : 土砂動態に影響を与えた要因と河床変動(佐久間ダム上流部)

### 3.2.2 佐久間ダムより下流の河道域

#### <昭和31年以前>

昭和10年に佐久間ダム上流域において泰阜ダム、昭和27年に平岡ダムが完成したが、ダム貯水池における堆砂の進行は少なく、河床は上昇傾向であった。

#### <昭和31年から昭和41年>

昭和31年の佐久間ダム完成、及び高度経済成長期の骨材需要の増大を契機として、大規模な砂利採取が実施された。最盛期には年間140万m<sup>3</sup>を超える採取がなされ、河床は大きく低下した。

#### <昭和41年から昭和50年>

昭和41年に砂利採取規制が始まり、採取量は徐々に減少しつつあったが継続され、河床は依然低下傾向にあった。

#### <昭和50年から平成18年>

上下流域で砂利採取規制がなされたことから、河床からの砂利採取量は減少した。これに代わり砂利採取はダム堆砂対策として中流域のダム貯水池内における採取に移行した。これにより、河床に与えられるインパクトは減少し、現在の河床は概ね安定傾向にあるが、15～25k区間は砂利採取により低下傾向が見られている。

これらのインパクト要因を図3-3に示す。

ダムの建設や砂利採取による、河道に対する礫や砂などの供給土砂の減少はレスポンスの発現に時間を要するものの、長期的には河床低下の一因であると考えられる。各要因の詳細を3.3以降に示す。



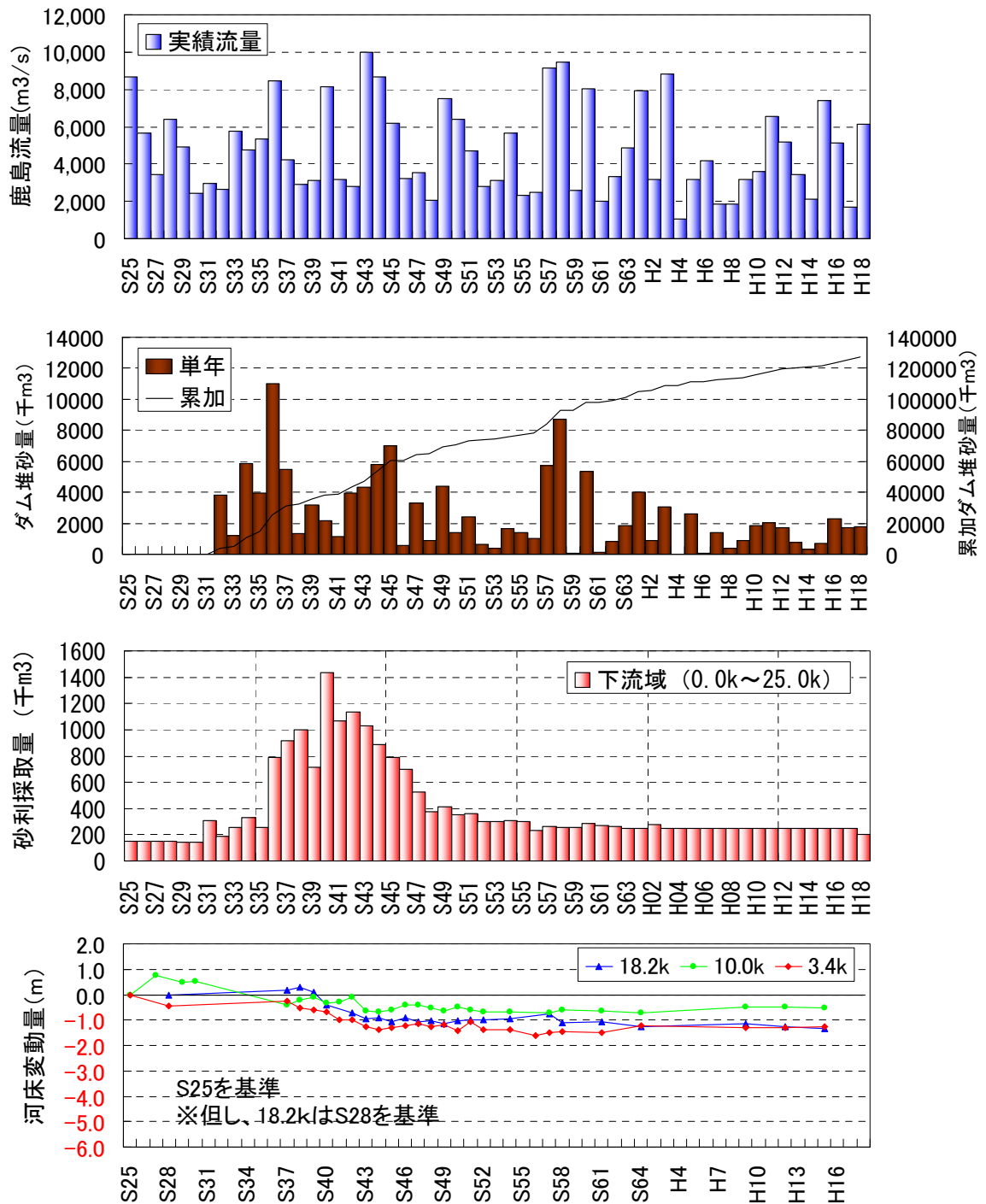


図 3-3 : 土砂動態に影響を与えた要因と河床変動(佐久間ダム下流部)

### 3.3 河床高の縦断的变化

#### 3.3.1 佐久間ダムより上流の河道域

高度経済成長期における骨材需要の増大に応えるため、昭和40年代以降、大量の砂利採取が実施された。採取量が落ち着きを見せる昭和50年代までに、阿智川合流部を除き最大2m程度低下した。砂利採取が落ち着きを見せる昭和50年以降、河床高は概ね安定してきている。

一方、阿智川合流部付近では、近年も砂利採取が継続的に実施され、堆積土砂を除去することで上流への水位堰上げを低減し、洪水のスムーズな流下に寄与しているものと考えられる。

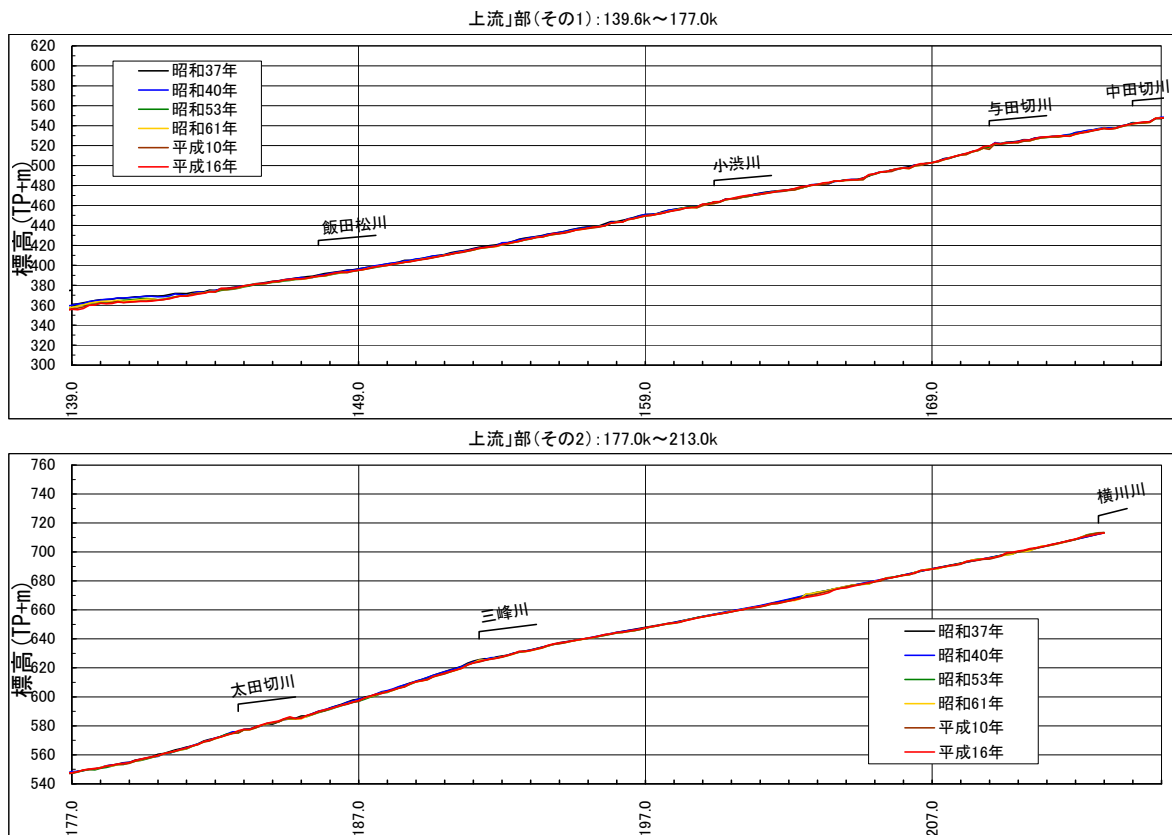


図 3-4 : 天竜川平均河床高及び変動量縦断図(佐久間ダム上流河道)

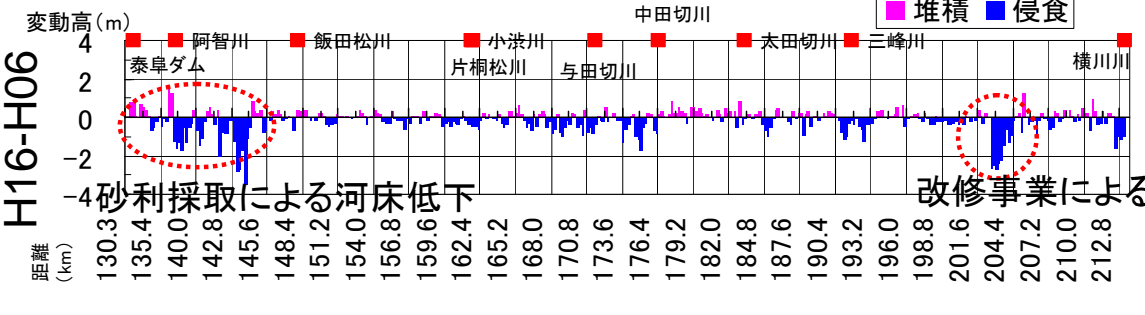
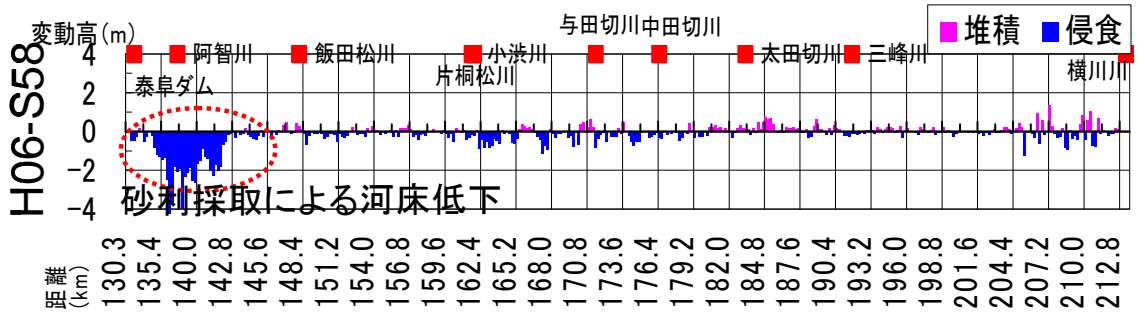
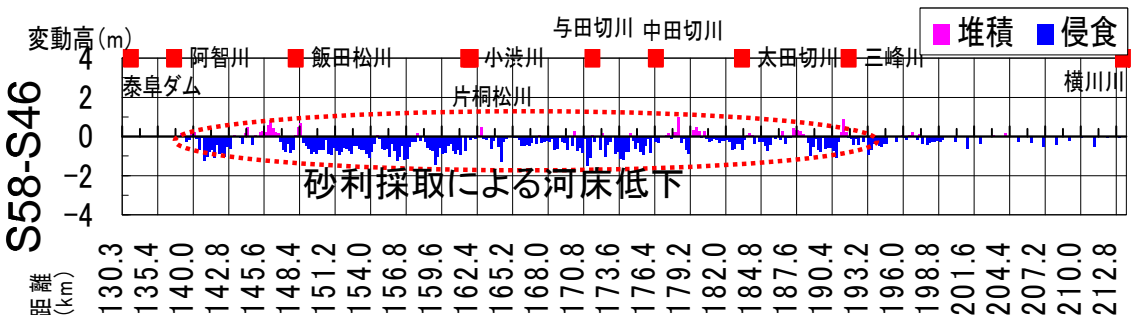
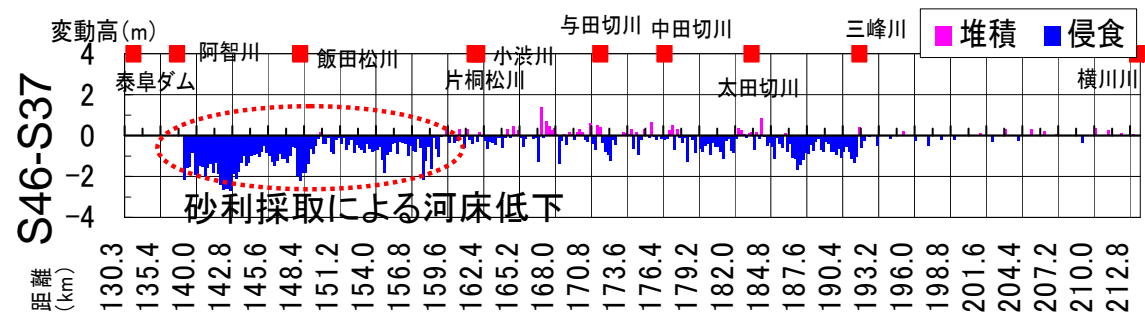


図 3-5 : 昭和 30 年代～現在までの平均河床高の変動 (佐久間ダム上流河道)

### 3.3.2 佐久間ダムより下流の河道域

貯水池区間となる秋葉ダム貯水池を除く秋葉ダムから船明ダムにおける河道では、近年河床高は概ね安定している。

鹿島より下流の河道域は、高度経済成長期における骨材需要の増大に応えるため、また、流下能力向上の河積確保にも有効なため、昭和30年代後半以降大量の砂利採取が実施された。昭和41年には砂利採取規制が開始され、採取量が落ち着きを見せる昭和50年までに、河床高は最大2m程度低下した。砂利採取が落ち着きを見せる昭和50年以降、低下傾向は緩和され、全般的には河床は安定化の傾向となっている。

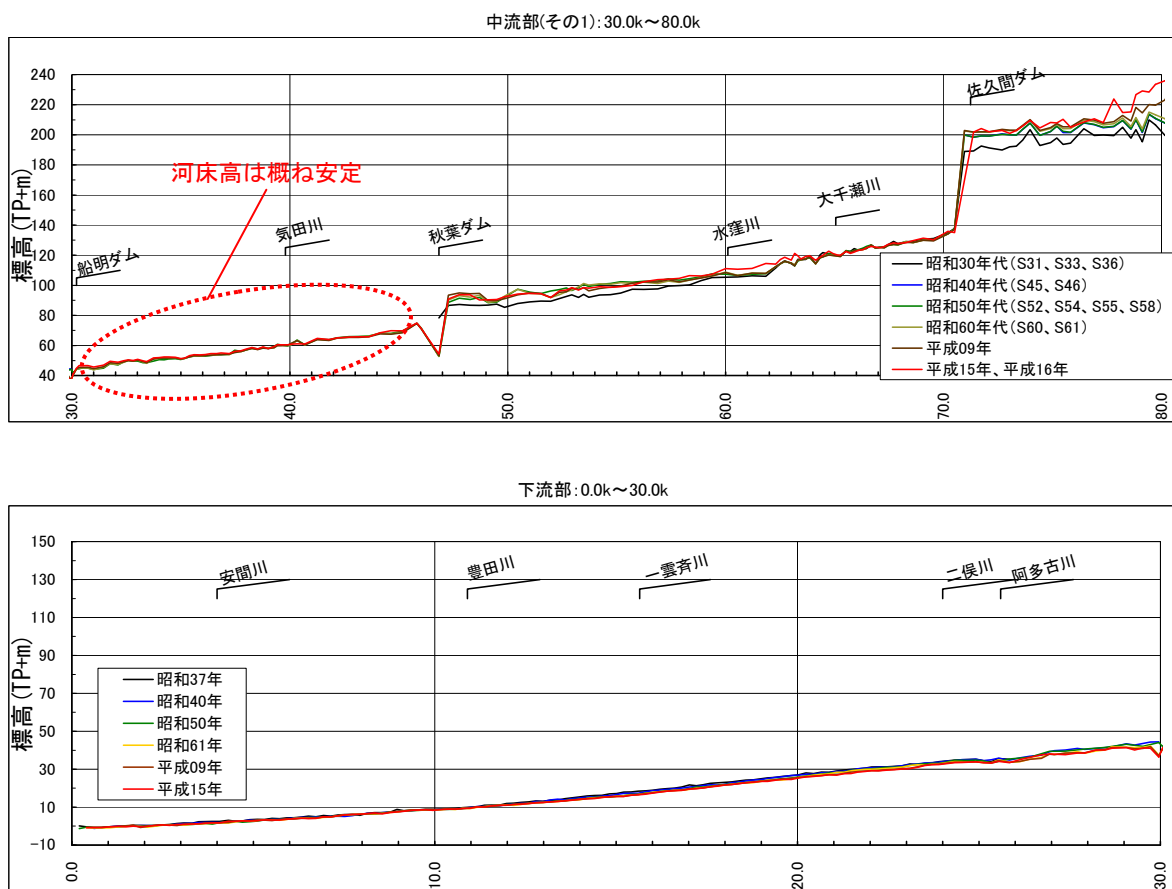


図 3-6 : 天竜川平均河床高縦断図(佐久間ダム下流河道)

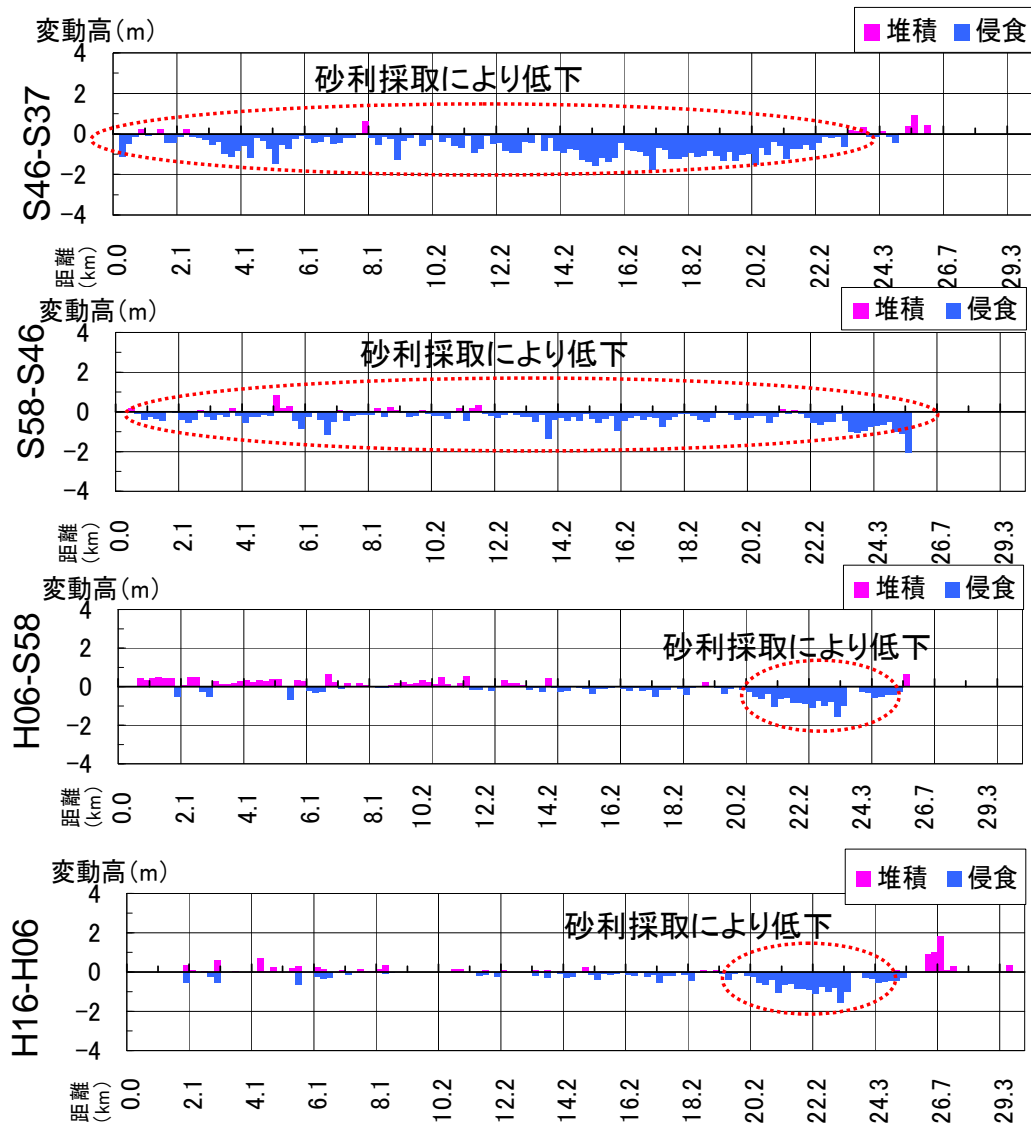


図 3-7 : 昭和 30 年代～現在までの平均河床高の変動 (佐久間ダム下流河道)

#### 4. 各領域の課題

##### 4.1 佐久間ダムより上流域

###### 4.1.1 砂防域の状況

天竜川上流域には、わが国の地質が集約されていると言っても過言ではない。日本列島を縦断する大断層「中央構造線」や「糸魚川-静岡構造線」などの代表的な構造線が走り、これを境として地質構造は大きく変化する。諏訪地方には火山岩類が、伊那谷と呼ばれる上流部には中央構造線を挟んで、東側には古生代から中生代にかけての堆積岩が、西側には領家帯に属する花崗岩類や変成岩類が分布している。

これらの地質はもろく、このため山の斜面では、大規模な崩壊地が存在し、土砂生産量が多く、土砂災害の危険地域が数多く存在している。

#### 4.1.2 ダム域の状況

昭和34年完成の美和ダムでは、現在、堆砂率148%まで堆砂が進行し、有効容量が減少している。現在、掘削により治水上は容量を確保しているが、流入土砂によって機能低下が生じる可能性がある。利水上はかんがい容量等への堆砂があり、機能の低下が生じている。

また、他支川の松川ダムでも堆砂率が100%を超え、小渋ダムでは堆砂率が70%を超えるなど、治水・利水機能の低下が生じている。

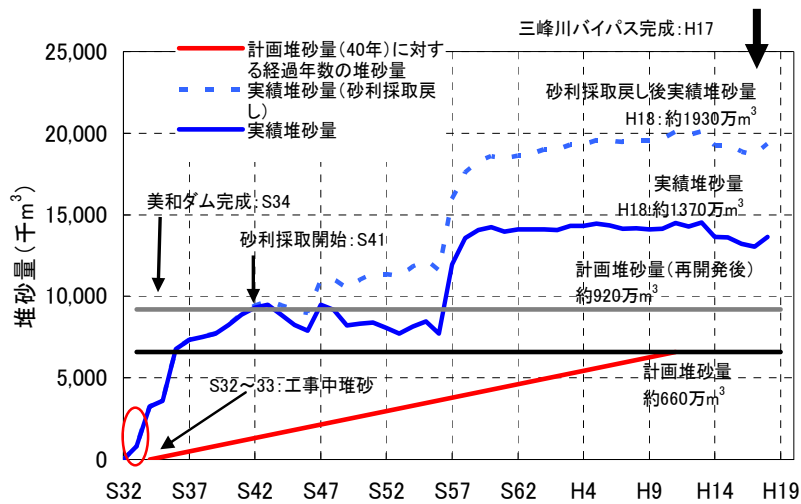


図 4-1：美和ダム堆砂の推移

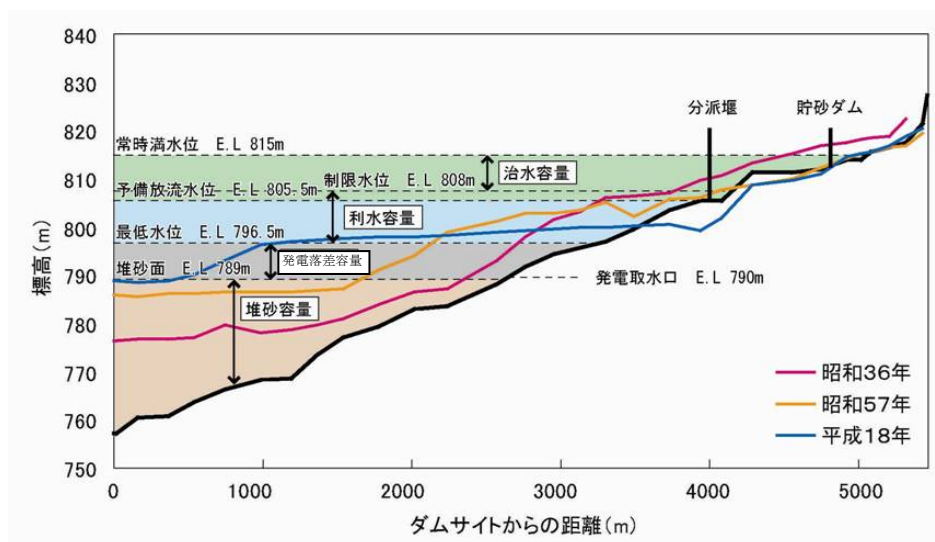


図 4-2：美和ダムの堆砂縦断面図（最深河床）

### 4.1.3 河道域の状況

#### (1) 河床変動特性

天竜川の河道は、扇状地部をゆるやかに蛇行しながら流下する下流区間に対し、中上流区間は山間峡谷部を蛇行し、狭窄部・拡幅部が連続しながら流下する特徴を持つ。

上流区間の河道は、洪水時に狭窄部上流における一時的な土砂の堆積や、湾曲部における局所洗掘の発生など、河川管理上重要な問題を抱えている。近年最大の洪水流量を記録した昭和58年洪水時には、天竜峡上流の川路・龍江・竜岡地区や、鷲流峡上流の松尾地区などで0.5~2.0m程度の土砂堆積が見られ、当該箇所において洪水水位が0.4~0.8m程度計画高水位を超過した。

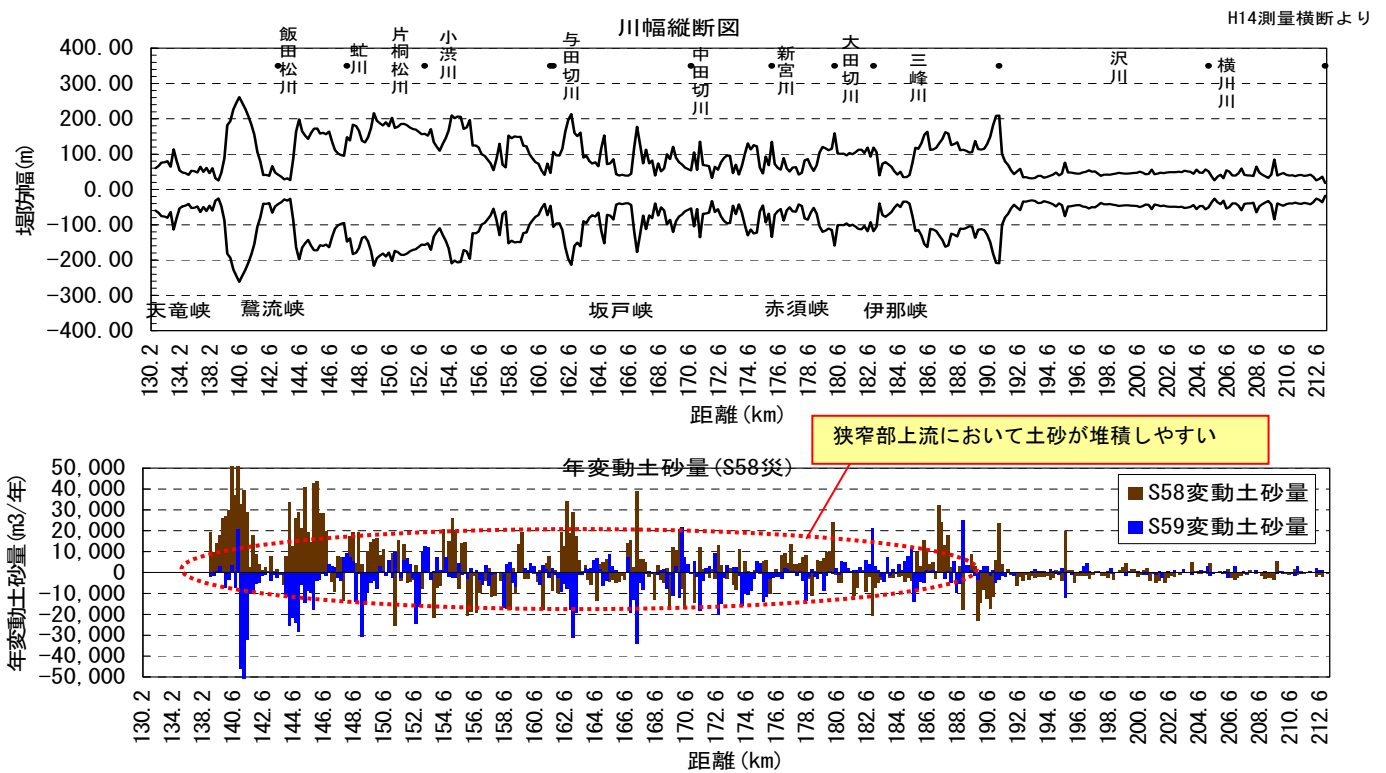


図 4-3 : S58 洪水における変動土砂量(天竜川上流区間)



河床材料の粒度分布は以下のとおり整理した。

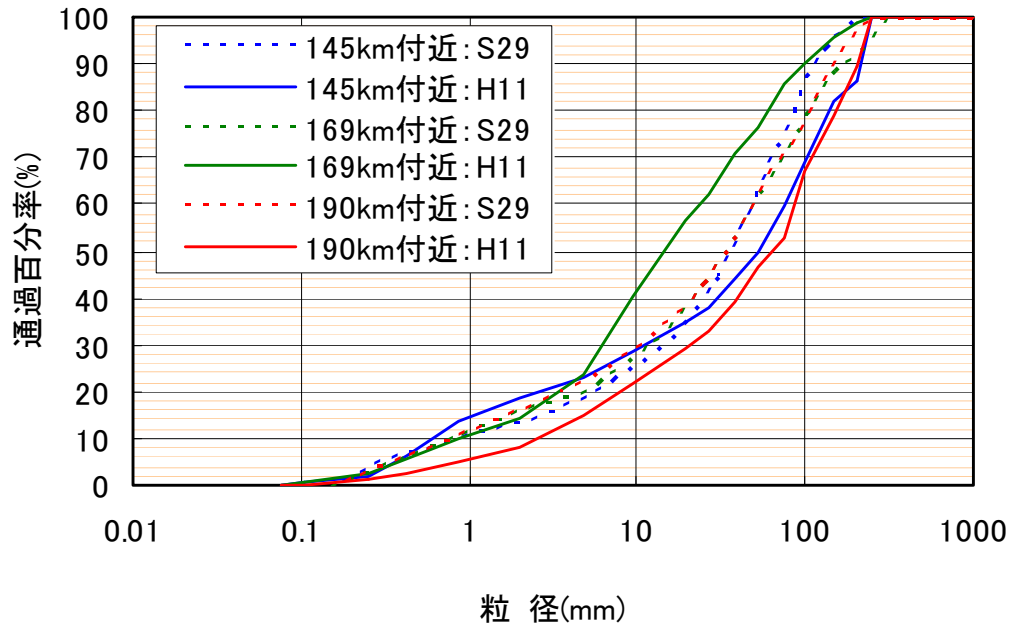


図 4-4 : 上流部の粒度分布

(2) 河原の減少・みお筋固定化・樹林化

河道形状の変化等に関連する河原域、植生域の変動を時系列的に整理したところ、昭和28年当時は、礫河原は約50%で半数を占めていたが、昭和40年代の砂利採取などで礫河原が30%程度まで減少し、昭和58年に発生した戦後最大洪水により昭和28年当時と同程度まで復元したが、砂州高と低水路の差（比高差）が拡大し、砂州上での洪水時の攪乱頻度が減少し礫河原は減少し、樹林化は進行している。また、局所洗掘により高水敷が侵食している。

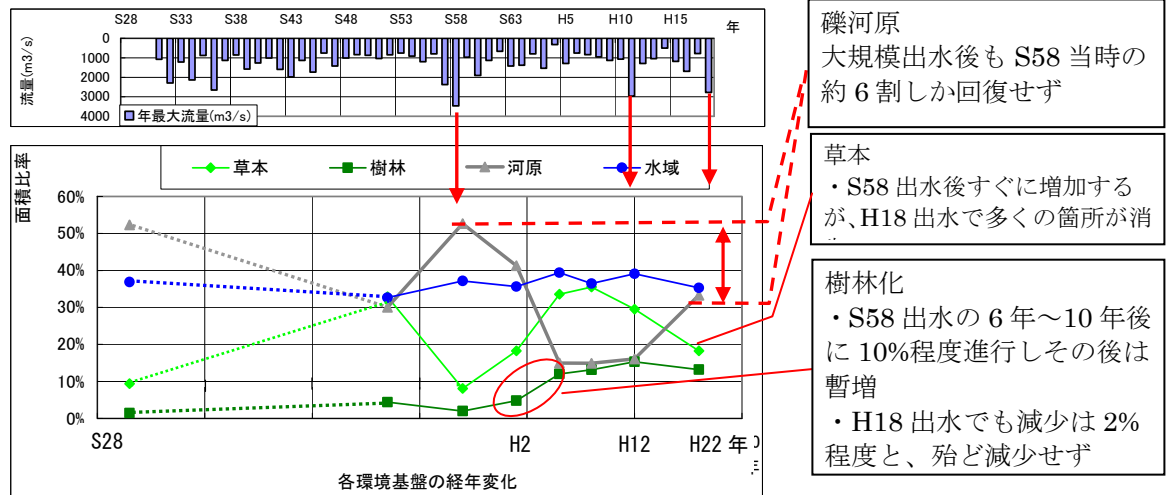


図 4-5 : 河原及び樹林の割合経年変化(139.6k～191.2k)

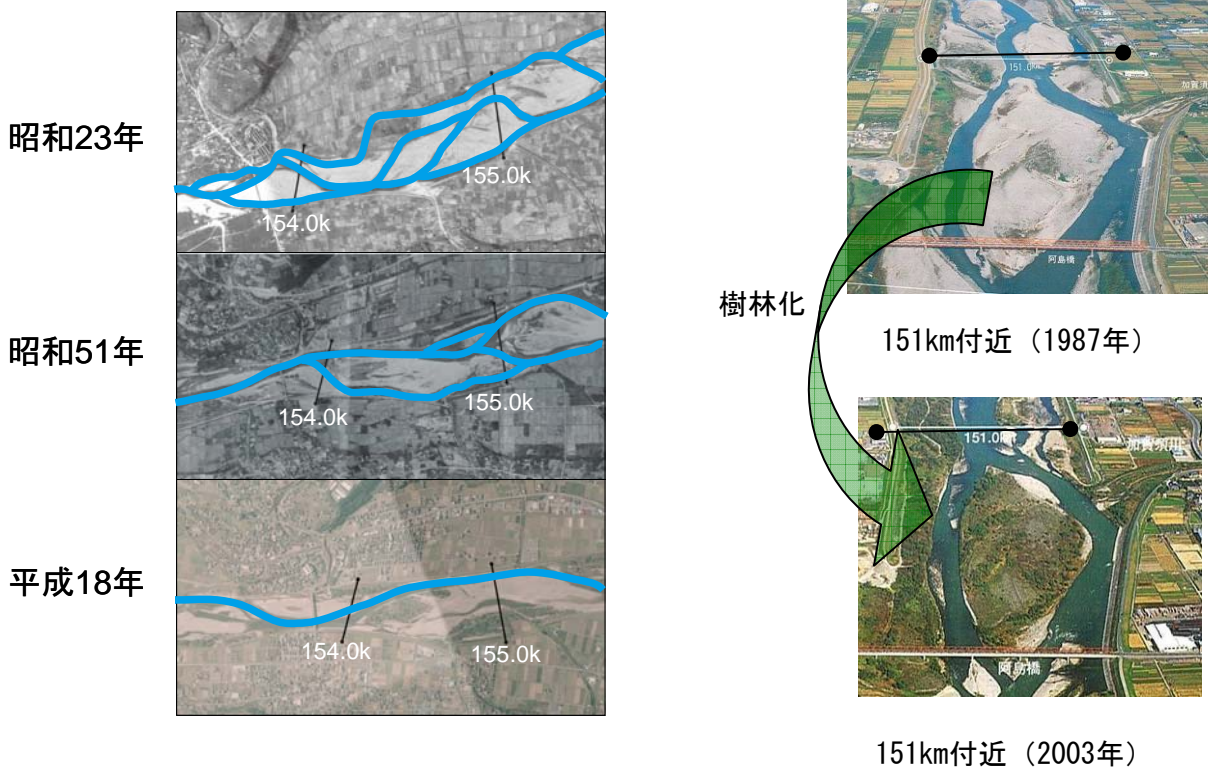
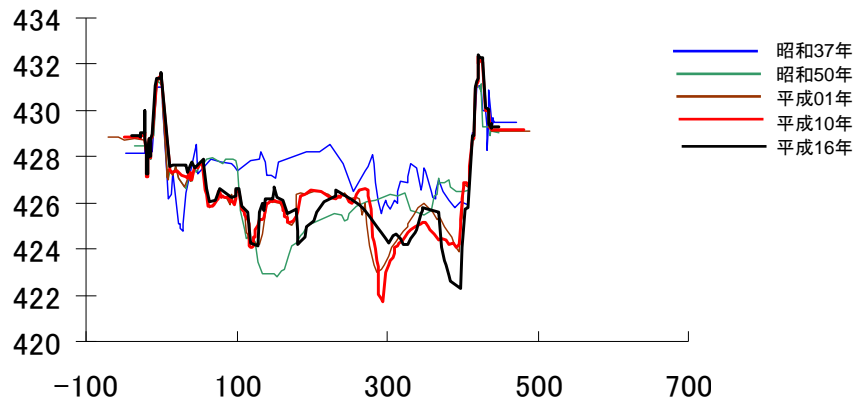
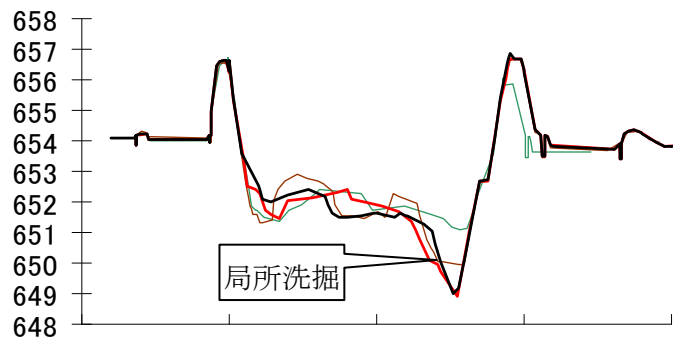


図 4-6 : みお筋の固定化、樹林化、局所洗掘



154.8k断面



198.2k断面

図 4-7 : 河床形態の変化 (みお筋の固定化、局所洗掘)

## 4.2 佐久間ダムより下流域

### 4.2.1 本川ダム域の状況

#### (1) ダムの堆砂状況

佐久間ダムでは、建設より約50年が経過し、計画堆砂容量の約1億 $m^3$ に達している。堆砂の進行によって、利水容量が減少し、ダム機能の低下が生じているとともに、貯水池上流の堆積によって河床の上昇が生じ、水位の上昇をもたらしている。

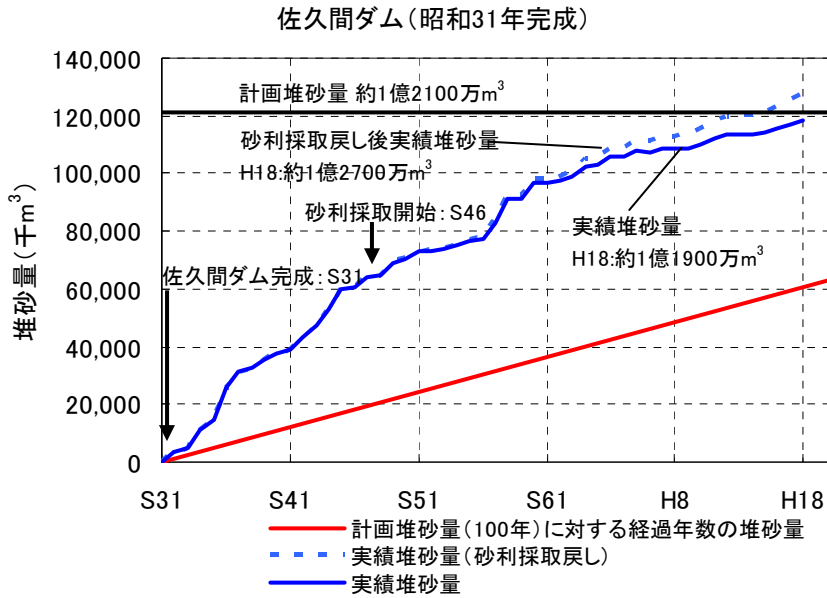


図 4-8 : 佐久間ダムの堆砂の推移

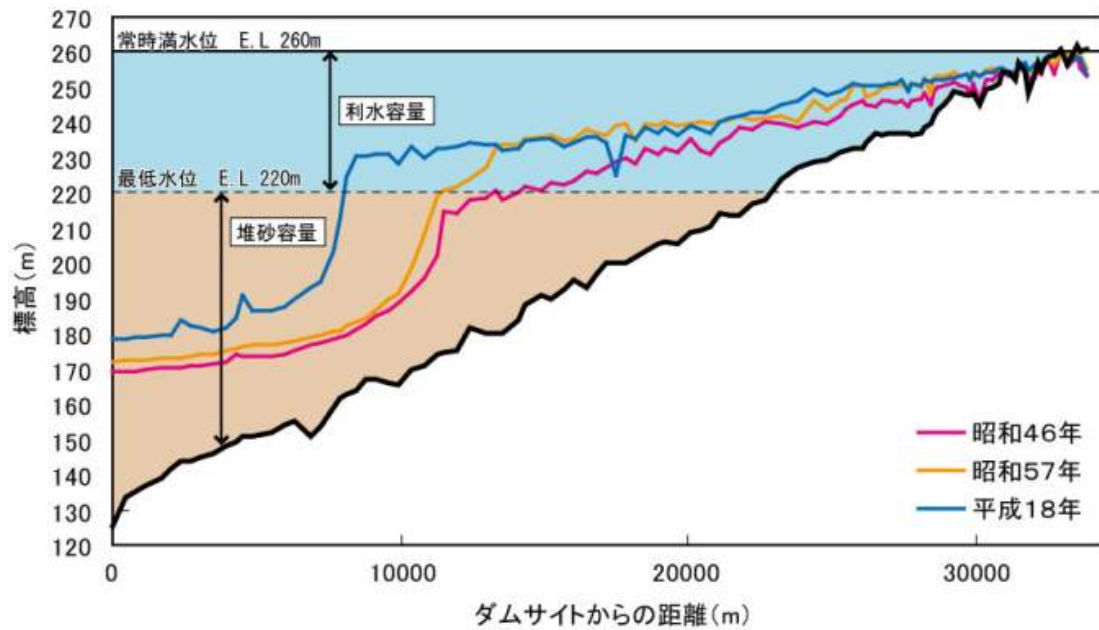


図 4-9 : 佐久間ダムの堆砂縦断面図(最深河床)

## 4.2.2 河道域の状況

### (1) 砂州形態の変化

ダム建設による土砂供給の減少に加えて、ダムの洪水調節による作用外力の低減、昭和30年代～40年代の砂利採取を要因とする河床低下や、高水敷造成による低水路固定化等により砂州が単列化・固定化する傾向にある。動的平衡となる箇所も見られるが、みお筋が固定化するとともに、従前の河原域の冠水頻度が減少し高水敷化が進行している。また、一般に平均年最大流量時の川幅水深比が100を下回る場合では、砂洲は単列砂州となることが言われており\*、近年では、10.0k付近の川幅水深比が100付近にあり、砂州が単列化傾向になっている。

これらの変遷の中、砂州固定部において樹林化が進行し、洪水時の通水阻害や、河道内の自然環境変化などが生じている。

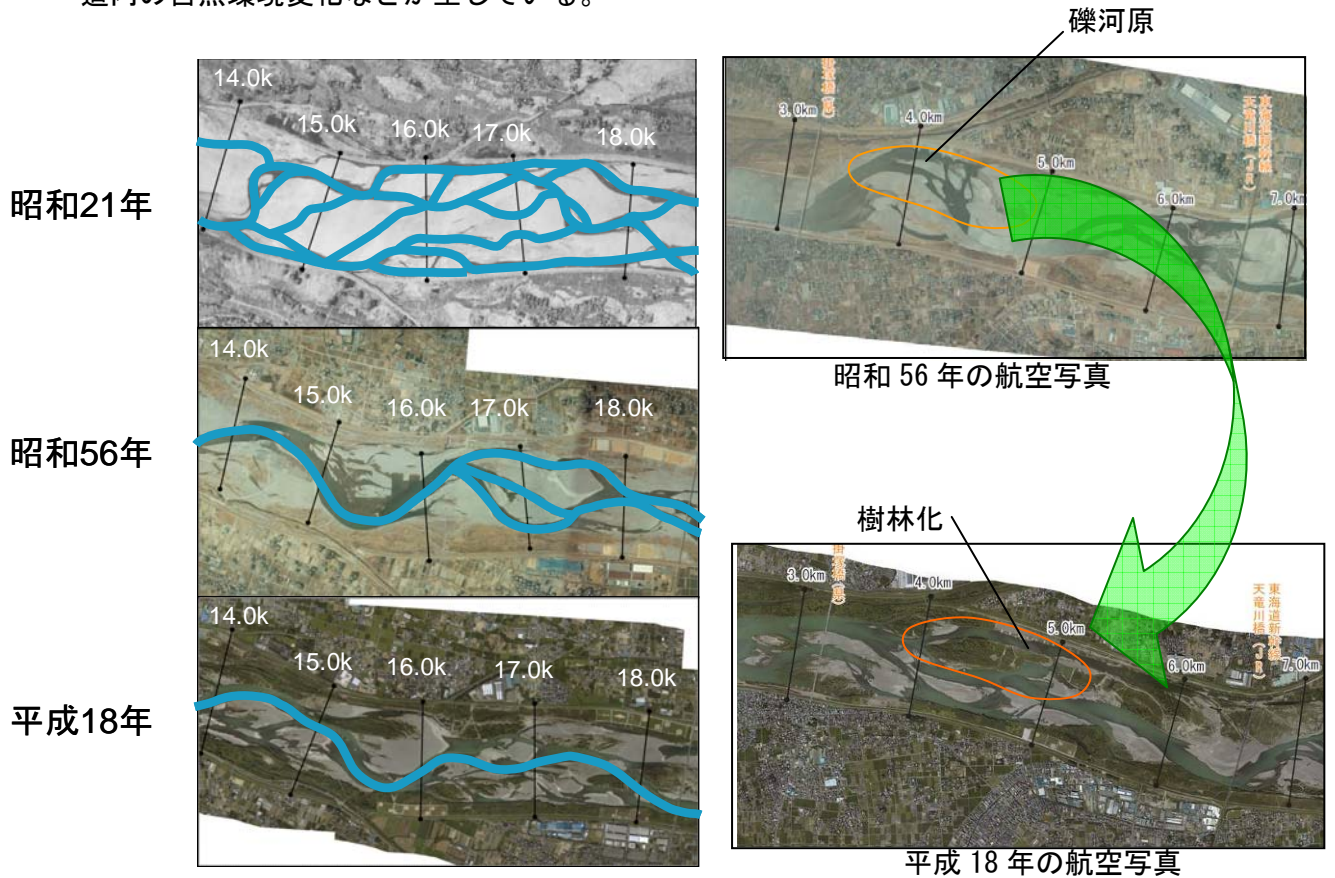
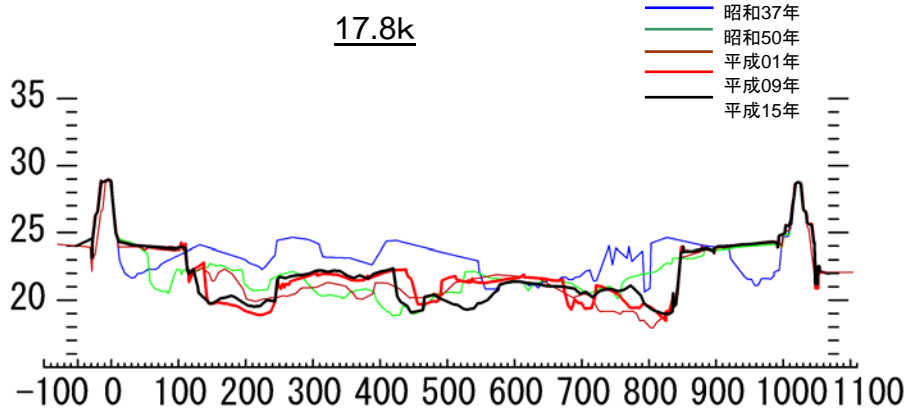


図 4-10 : 砂州形態の変化

\* 構造沖積河川学—その構造特性と動態— p87 山海堂 著者 山本晃一

・近年、滞筋が固定化され砂礫河原の樹林化が進行



・滞筋が移動し、動的平衡の状態

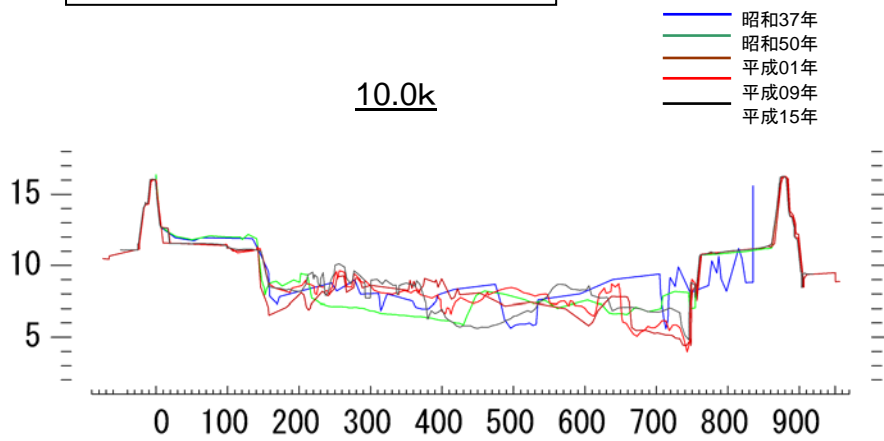


図 4-11 : 河床形態の変化 (滞筋固定箇所と動的平衡箇所)

## (2) 河原の減少・樹林化

土砂移動量の変動、河道形状の変化等に関連する河原域、植生域の変動を時系列的に整理したところ、ダム設置以前は80～100%が河原であったのが、砂利採取規制後の大規模出水が連続する時期（昭和56年～平成3年）には70～80%に減少し、更にその後の洪水が小さい時期には50～60%まで低下する状況となっている。

その後平成15年には7,000m<sup>3</sup>/s規模の洪水が発生したが、河原率は60～70%と昭和56年～平成3年の頃までは回復しない状況にある。

平成7年～8年にかけて樹林化が進んだ要因としては、年最大流量が2年連続して小さく、また供給土砂量も少ないため、砂州上の攪乱が小さかったこと等が考えられる。

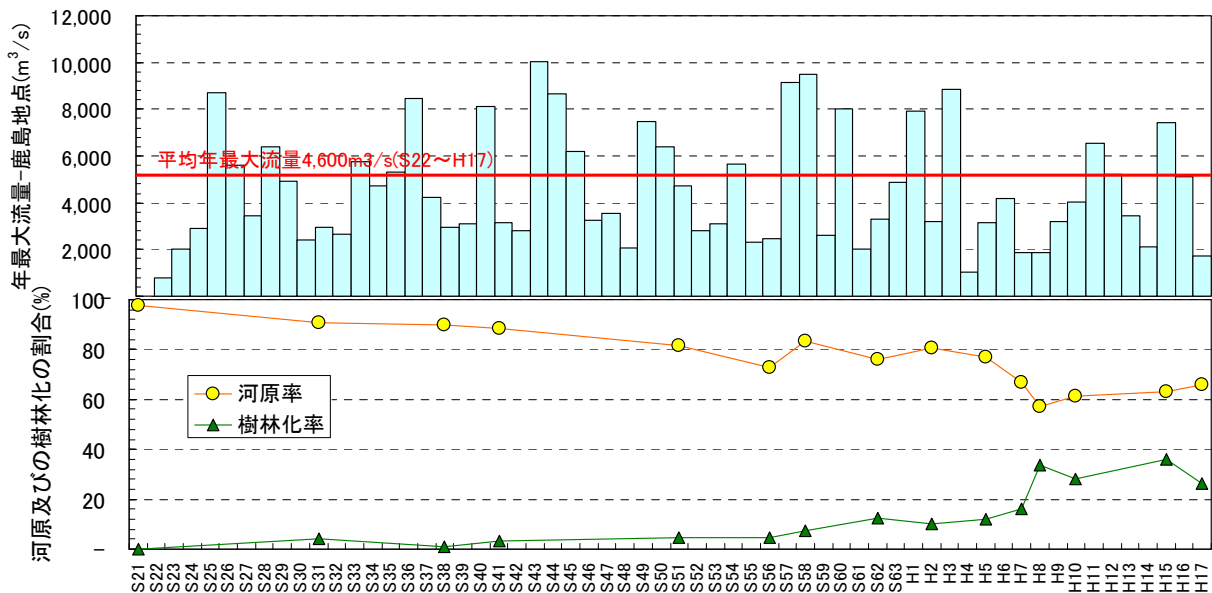


図 4-12 : 河原及び樹林の割合経年変化(河口～鹿島区間)

河原率 = 河原の面積 / 河道の面積  
 樹林化率 = 樹林の面積 / 河道の面積

### 4.3 河口・海岸域

#### 4.3.1 河口域の状況

天竜川河口には現在、東に向けた砂州が形成されている。砂州形状の経年変化を見ると、徐々に陸側に後退している傾向が見られる。

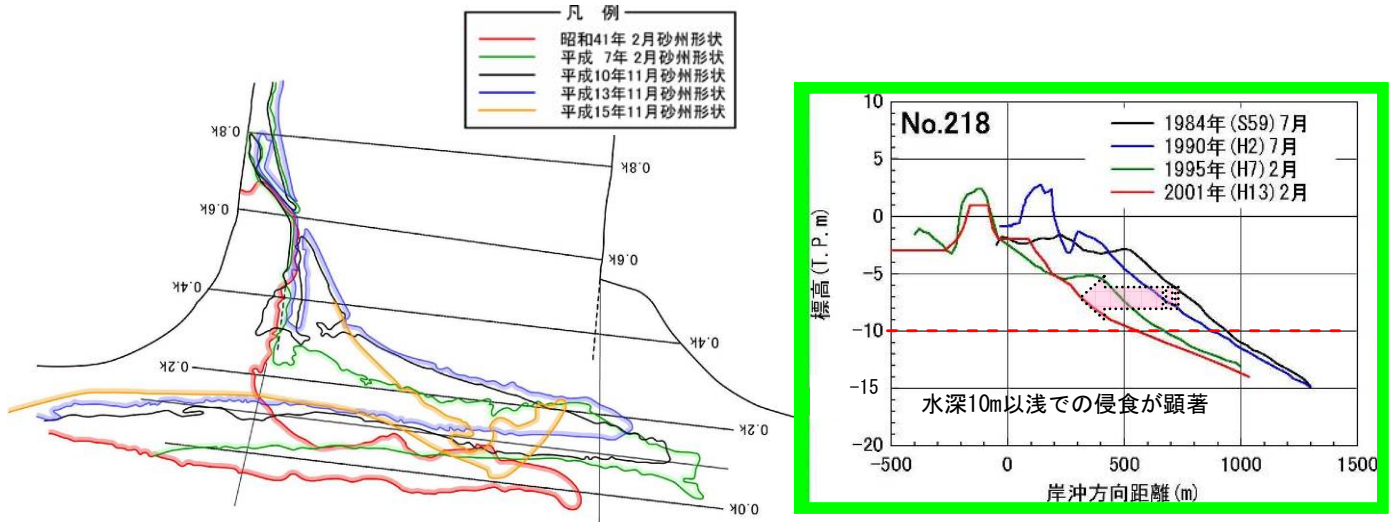


図 4-13：河口砂州の経年変化



図 4-14：洪水時の砂州流出状況

図 4-14は、平成 15 年 8 月洪水時の河口砂州流出状況を示す写真である。

図 4-15は、平成 15 年 8 月出水時の河口水位と流量を示すグラフである。河口流量は、鹿島地点の流量の 2 時間遅れとして算定している。河口流量が約 6,000m<sup>3</sup>/s を超える時点で河口水位の上昇が止まり、砂州がフラッシュされたと考えられる。その後ピーク流量 7,500m<sup>3</sup>/s になるが、水位は約 1m 低下している。

平成 15 年洪水の検証から、河口流量が 5,000~6,000m<sup>3</sup>/s 以上の洪水時においては、河口砂州の消失の可能性が高く、洪水の流下に影響を与えないものと考えられる。



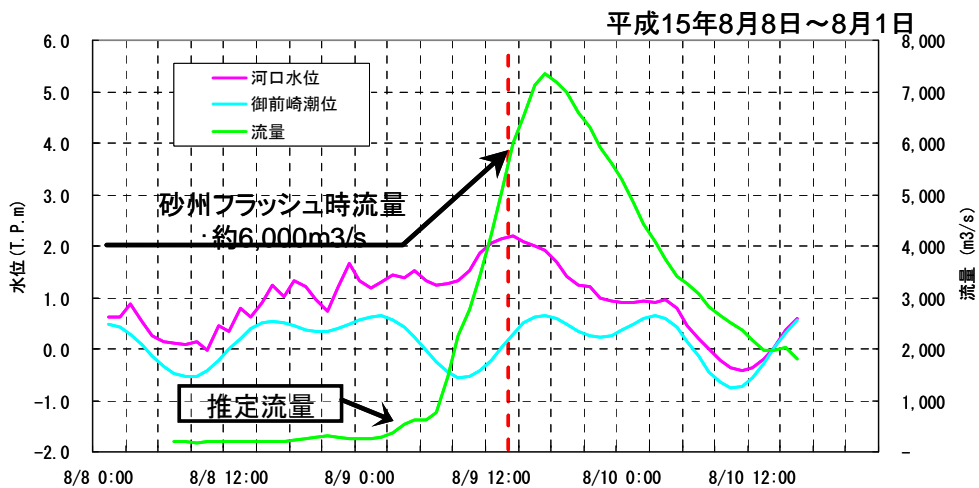


図 4-15 : H15. 8. 9 洪水の砂州フラッシュ時の流量と水位の変化

河口部のテラスを見てみると、昭和 59 年から平成 5 年までの間に年間 40 万 m<sup>3</sup>、平成 6 年から平成 13 年までの間で年間 15 万 m<sup>3</sup>の土砂が流失しており、この傾向は水深 10m 以浅で顕著に現れている。



出典：第 6 回遠州灘沿岸侵食対策検討委員会資料に一部加筆・修正

図 4-16 : 天竜川河口部付近の汀線の変化

図 4-17 : 天竜川河口テラスの縮小

#### 4.3.2 海岸域の状況

天竜川の河口からの土砂供給量が減少し、両側で海岸線が後退している。海岸線の後退により、海岸の利用やアカウミガメの繁殖等に影響がみられる。

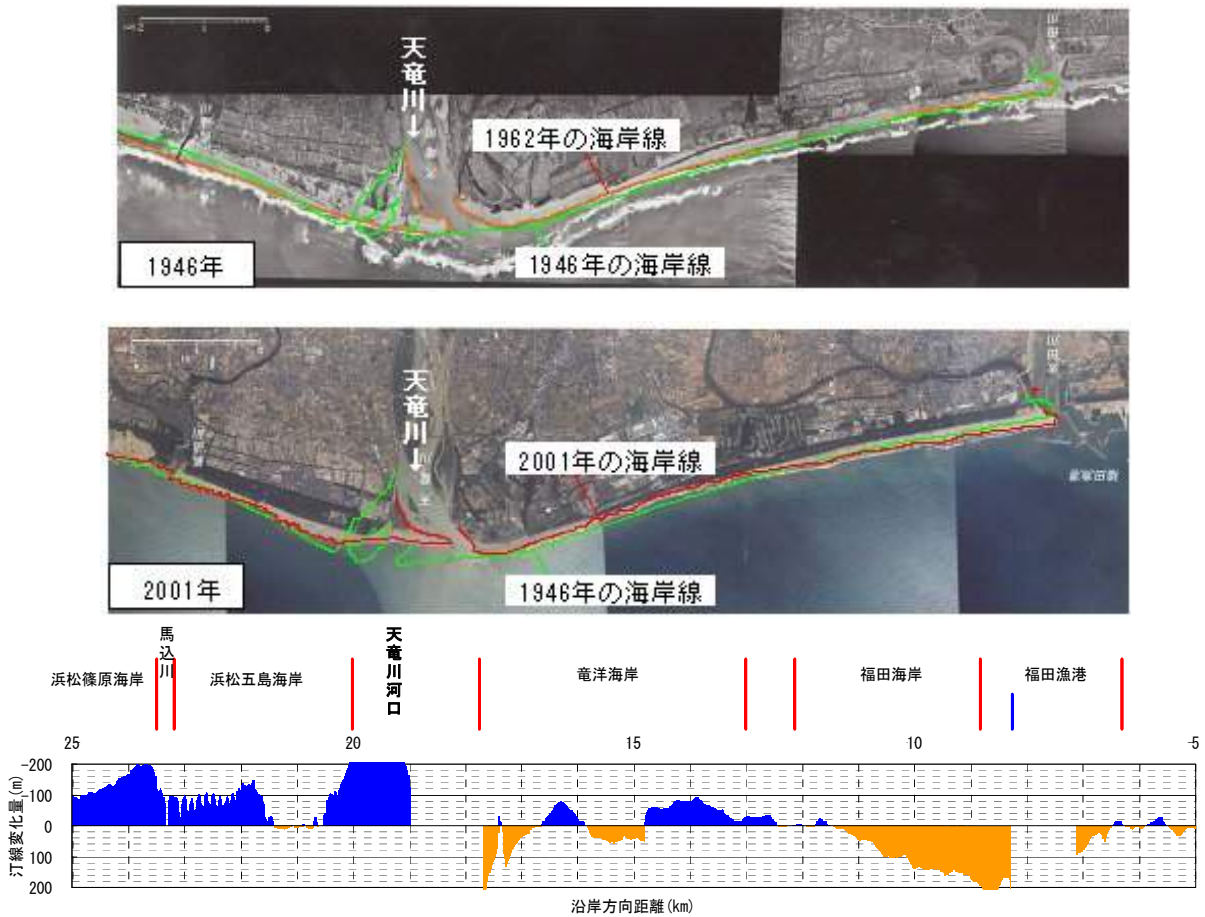


図 4-18 : 天竜川河口部付近の汀線の変化

#### 4.4 各領域における対策内容

##### 4.4.1 砂防領域での対策

###### (1) 砂防域での対策

砂防えん堤、床固工などを整備し、豪雨時の土砂を捕捉し土砂災害の軽減と新たな土砂生産の抑制を図る。

#### 4.4.2 ダム領域における対策

支川ダム群の貯水池への流入土砂のうち、下流河道における必要供給土砂（砂分）について、洪水バイパストンネルにより、ダム下流に迂回・流下する。美和ダム、小洪ダム及び松川ダムのバイパストンネルの概要を示す。

##### 1) 美和ダム

##### A) ダムの概要

洪水調節、発電、かんがいを目的に、昭和32年に施行された特定多目的ダム法により建設された中部初の多目的ダム。昭和34年の完成により洪水調節を始め、かんがい区域の拡大や三峰川・天竜川沿川の市街化の拡大等、地域の安全及び発展に貢献している。

現在は、「三峰川総合開発事業」の一環として、ダム機能の恒久的維持を図る恒久堆砂対策と貯水池の堆砂掘削を実施中である（美和ダム再開発事業）。

表 4-1：美和ダム諸元

ダム諸元	
所 在	長野県上伊那高遠町大字勝間
河 川	天竜川水系三峰川
目 的	洪水調節、かんがい、発電/(洪水調節、工業用水、発電)
型 式	重力式コンクリート
堤高/堤頂長/堤体積	69.1m/367.5m/286千m <sup>3</sup>
流域面積/湛水面積	311.1km <sup>2</sup> /179ha
総貯水容量/有効貯水容量	29952千m <sup>3</sup> /20745千m <sup>3</sup> (34300千m <sup>3</sup> /25100千m <sup>3</sup> )
流入量/放流量	1200m <sup>3</sup> /s / 700m <sup>3</sup> /s
洪水調節容量/利水容量	13407千m <sup>3</sup> /20745千m <sup>3</sup> ※最大値
ダム 管 理 者	中部地方整備局
着 手 / 竣 工	1952/1959 (1987/ )



※ ( ) は美和ダム再開発事業

出典：天竜川ダム統合管理事務所 HP

##### 位置図



##### 年間の土砂移動量図

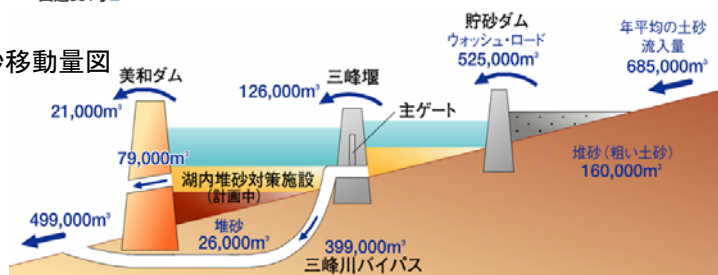


図 4-19：美和ダム洪水バイパスイメージ図

## B) 美和ダム恒久堆砂対策

美和ダム恒久堆砂対策は、貯水池内に堆砂した土砂対策として「美和ダムの再開発」を行う事業で、国の直轄ダムとしては初の土砂流入を抑制する恒久堆砂対策事業である。対策施設としては、平成17年に完成した洪水バイパス施設と現在計画中の湖内堆砂対策施設で構成され、貯水容量の減少を防ぎダム機能の保持を目的としている。

現在は試験運用を実施しているとともに、施設機能、下流河道、環境へのモニタリングを実施中。

平成18年7月洪水では、洪水バイパストンネルにより流入ウォッシュロード量のうち、約46%が美和ダム下流に放流された。

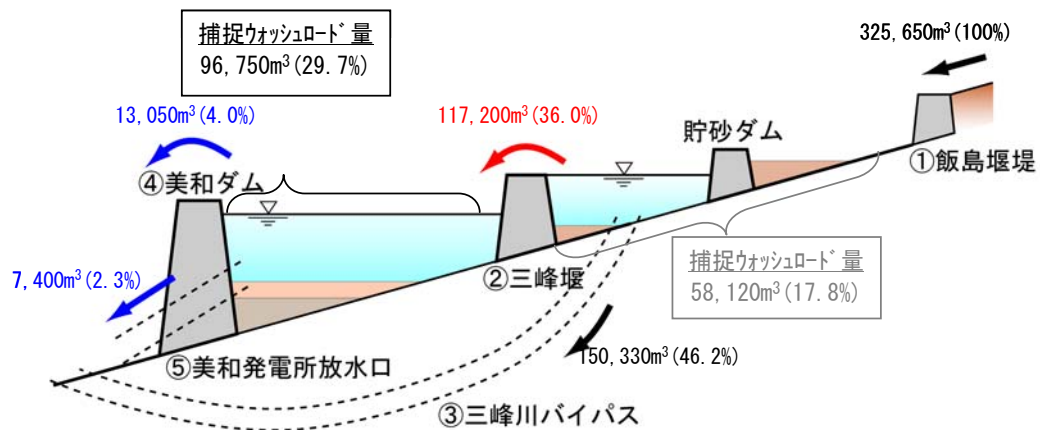
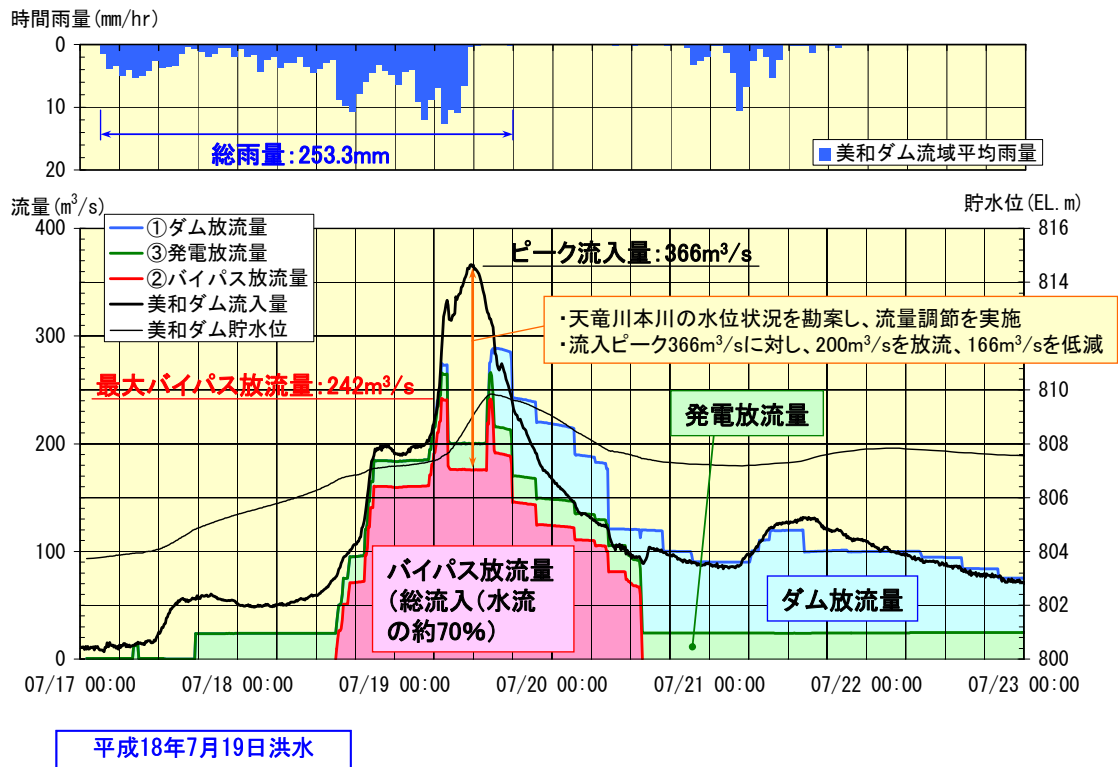


図 4-20 : 美和ダム洪水バイパストンネルの運用実績

## 2) 小渋ダム

### A) ダムの概要

洪水調節、発電、不特定利水の放流、かんがいを目的に、昭和 44 年に完成した多目的ダム。昭和 44 年の完成により洪水調節を始め、小渋川下流一帯のかんがいや天竜川沿川の市街化の拡大等、地域の安全及び発展に貢献している。

表 4-2：小渋ダム諸元

ダム諸元	
所 在	長野県下伊那郡松川町生田
河 川	天竜川水系小渋川
目 的	洪水調節、不特定用水、かんがい、発電
型 式	アーチ式コンクリートダム
堤高/堤頂長/堤体積	105m/293.3m/269千m <sup>3</sup>
流域面積/湛水面積	288.0km <sup>2</sup> /167ha
総貯水容量/有効貯水容量	58000千m <sup>3</sup> /37100千m <sup>3</sup>
流入量/放流量	1500m <sup>3</sup> /s / 500m <sup>3</sup> /s
洪水調節容量/利水容量	35300千m <sup>3</sup> /1800千m <sup>3</sup> ※最大値
ダム 管 理 者	中部地方整備局
着 手 / 竣 工	1967/1969



出展：天竜川ダム統合管理事務所 HP

### B) 小渋ダム堤体改良事業の概要

小渋ダムの貯水池堆砂の進行に伴い悪化した河川環境機能の回復、及び有効貯水容量の減少によるダム貯水池機能低下に対処するため、流入土砂対策として土砂バイパストンネルの設置等の事業が実施されている。

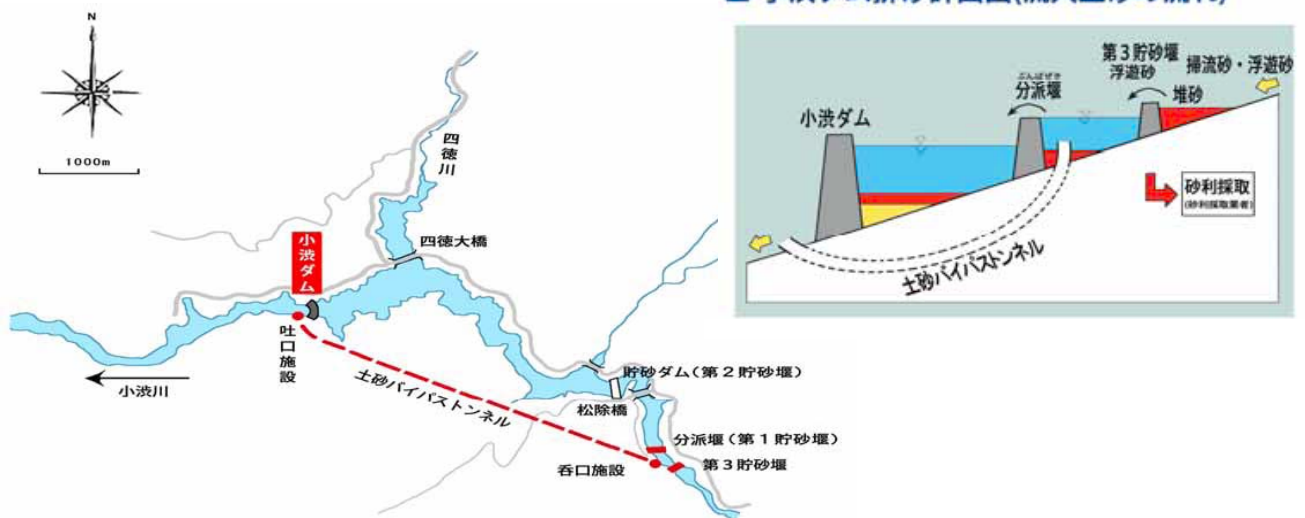


図 4-21：小渋ダム洪水バイパストンネルイメージ図

### 3) 松川ダム

#### A) ダムの概要

松川ダムは昭和49年度の完成以来、多目的ダムとして洪水調節や水道用水の供給等、下流地域の安全と発展に貢献してきたが、松川ダム上流域は地形が険しく、又、地質がもろい事から度重なる洪水により計画を上回る土砂が貯水池に流入し堆積している問題があった。このため、松川ダムでは、洪水調節機能を回復させ、将来にわたり松川沿川地域を洪水被害から守るため、平成2年度より「緊急治水対策ダム事業」が開始されることとなった。

表 4-3 : 松川ダム諸元

ダム諸元	
所 在	長野県飯田市上飯田8181-27
河 川	天竜川水系松川
目 的	洪水調節、不特定用水、上水道用水(洪水調節)
型 式	重力式コンクリート
堤高/堤頂長/堤体積	84.3m/165m/263千m <sup>3</sup>
流域面積/湛水面積	60km <sup>2</sup> /29ha
総貯水容量/有効貯水容量	7400千m <sup>3</sup> /5400千m <sup>3</sup> (7450千m <sup>3</sup> /6400千m <sup>3</sup> )
流入量/放流量	440m <sup>3</sup> /s / 240m <sup>3</sup> /s
洪水調節容量/利水容量	3300千m <sup>3</sup> /3100千m <sup>3</sup> ※最大値
ダム管理者	長野県
着手 / 竣工	1967/1974(1988/2011)

※ ( ) は松川ダム再開発事業



松川ダム

#### B) 松川ダム再開発事業の概要

松川ダム再開発事業は、ダム湖に堆砂した土砂の掘削及び恒久堆砂対策を行う事業として平成2年度から「緊急治水対策ダム事業」が施行された。事業内容の一つである恒久堆砂対策は、貯水池に流入してくる土砂を貯水池上流に設置する2基の堰で止め、洪水時に土砂をバイパストンネルにより貯水池を迂回させて下流に流し、将来の堆砂を抑制する計画である。

※参考（出典：長野県飯田建設事務所 HP）



4-22 : 松川ダム洪水バイパスの概要

#### 4) 佐久間ダム

佐久間ダムでは、ダム機能の維持・回復のため、砂利採取等によるダム湖内しゅんせつ、スルーシング・フラッシング（水位を低下させ流水により貯水池末端の堆砂を、ダム湖内の深い箇所へ移動を促進）等を実施。

さらに、佐久間ダムでは、土砂移動の連続性等を確保し、佐久間ダム下流の河川環境の保全・再生、海岸線後退を抑制するために、排砂バイパスや吸引方式等を検討中

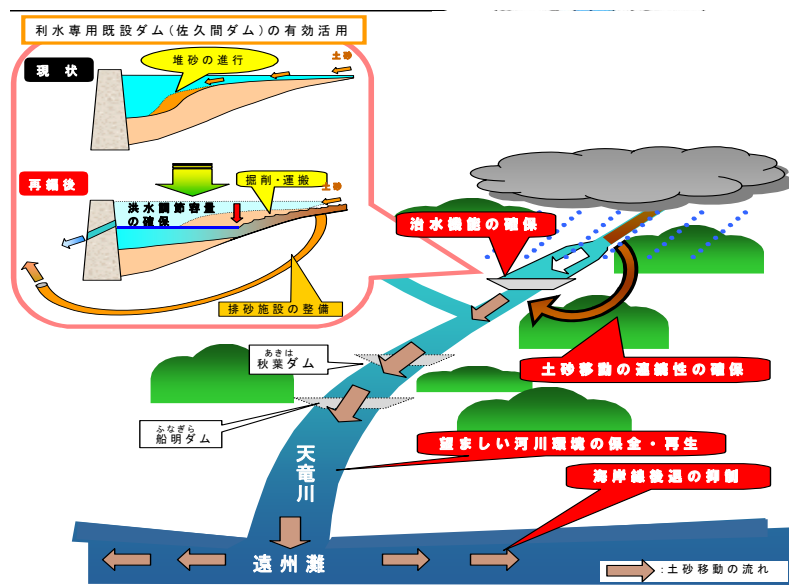


図 4-23 : 土砂移動の連続性の確保イメージ

#### 4.4.3 上流河道領域での対策

土砂堆積による河床上昇に対しては、砂利採取も含む河道掘削により対応する。

局所洗掘に対しては、護岸や根固め等の対策を実施する。

さらに、樹木の伐開と合わせ、比高の高い砂州などを掘削し、冠水頻度を上げ樹林化やみお筋の固定化を抑制する。

#### 4.4.4 下流河道領域での対策

砂利採取により安定している河道を今後とも維持するために、砂利採取も含め河道掘削により対応する。

樹木の伐開と合わせ、比高の高い砂州などを掘削し、冠水頻度を上げ、樹林化やみお筋の固定化を抑制する。

局所洗掘に対しては、高水敷を造成することで対応。



#### 4.4.5 河口・海岸領域での対策

##### (1) 河口域での対策

上流からの土砂供給により、河口テラスの回復を図る。

##### (2) 海岸域での対策

天竜川からの土砂供給による海岸線の維持・回復させる。

緊急的な海岸線の維持等に対しては養浜を実施する。

海岸に設置された施設等による影響による海岸線の後退に対しては、サンドバイパスを実施する。

海岸線後退に対しては離岸堤の整備。

##### 福田漁港～浅羽海岸

###### ・サンドバイパス

天竜川左岸側(東側)約9kmに位置する福田漁港の防波堤西側に堆積した土砂を採取し、漂砂の下手となる東側の浅羽海岸へ移動させる。

平成15年度バイパス施設(港外採砂施設、機械設備等)の整備に着手、平成22年度から毎年約8万m<sup>3</sup>の供用開始予定で事業を進めている。

##### 浜松篠原海岸

###### ・養浜工(毎年約5万m<sup>3</sup>)及び離岸堤工(3基)

天竜川右岸側(西側)約4kmに位置する馬込川西側の侵食箇所平成15年に不燃物が流出し、緊急的に天竜川の掘削土砂を侵食箇所に投入する養浜工を翌年度から実施。その後「遠州灘沿岸侵食対策検討委員会(静岡県が設置)」での審議を経て、平成18年度より養浜工に加えて、離岸堤3基の設置を決定して事業を進めている。

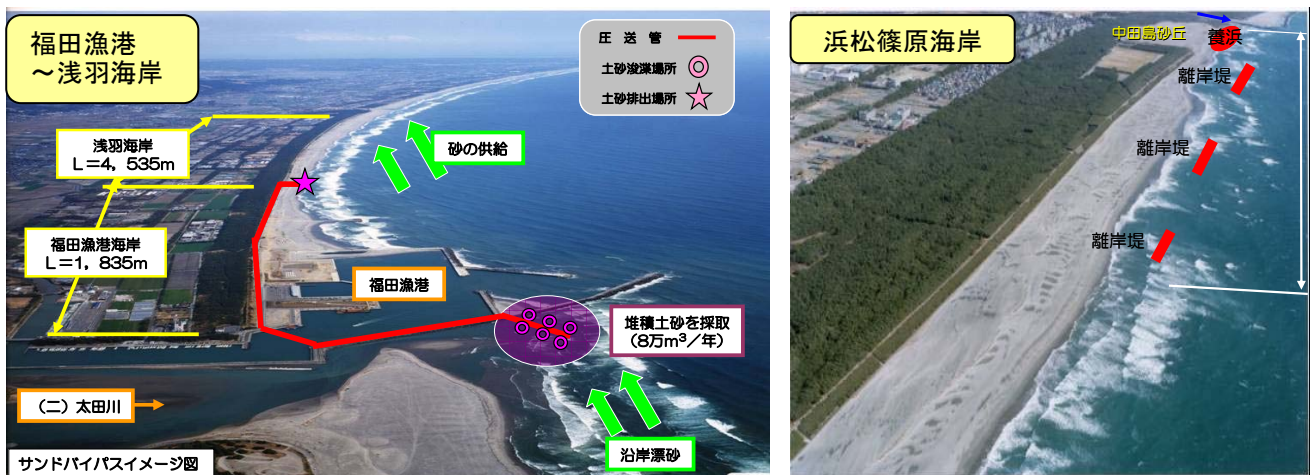


図 4-24 : 侵食対策計画の概要

出典 : 第 9 回遠州灘沿岸侵食対策検討委員会 H19.8 静岡県 資料

## 5. 総合的な土砂管理に向けて

### 5.1 土砂収支

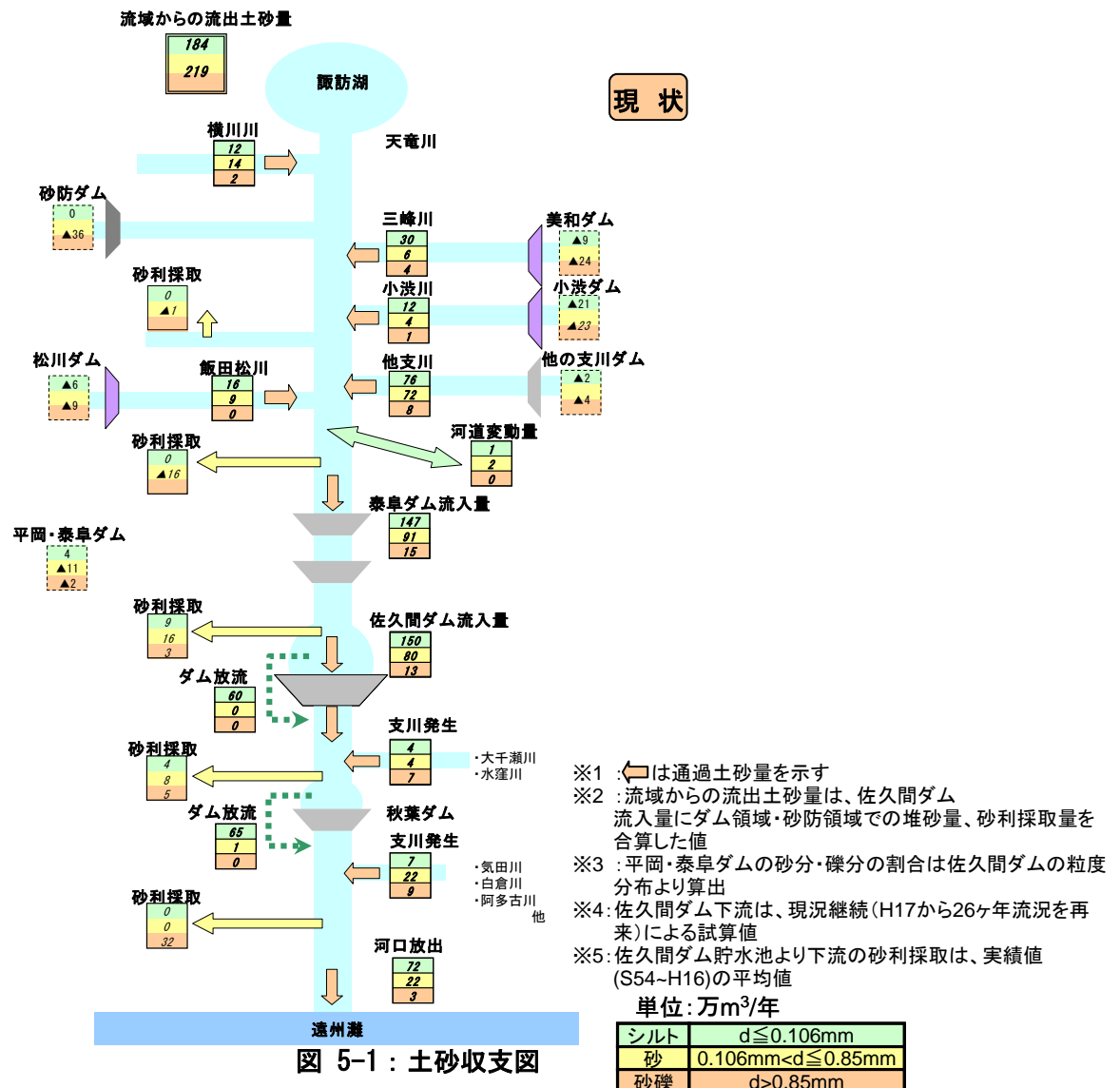
#### (1) 現況土砂収支

流域全体における土砂収支の現状を、主要な地点ごとに1年間に通過する総量と、質（シルト粘土、砂、砂礫の3区分）としての把握を試みた。

通過土砂量を記載する主要な地点としては、堆砂量のデータが得られるダム地点と河口であり、以下の仮定の下に数量を算出した。

○佐久間ダム上流は、佐久間ダム流入土砂量（推定）から各主要施設における年間の堆砂量、及び砂利採取量の実績を差し引きし、これらの値より流域からの流出土砂量を想定。

○佐久間ダム下流は、佐久間ダム実績流入土砂量を上流端境界条件とし、河床変動計算により河口到達土砂量を算定。佐久間ダム流出土砂量は、佐久間ダム堆砂実績土量(L)とダム流入量(Q)の関係により推定したL-Q式を用いて推算。



(2) 対策後の土砂収支

土砂生産域から海岸までを対象として、水系の土砂収支を計算した。河道は、基本方針河道を対象とし、土砂収支に影響を与える土砂バイパスについては、天竜川ダム再編事業及び支川群洪水バイパストンネル設置後を検討対象とした。

1) 土砂収支計算条件

A) 上流区間

佐久間ダムの実績堆砂量、支川の実績砂利採取量等、実績値に基づくデータ処理によって、土砂収支を算定している。ただし、砂防えん堤は各年の堆砂実績が不明であることから、計画値に基づくこととし、河道内の堆積（低下）量については、河床変動計算結果に基づいている。

表 5-1：土砂収支計算条件

項目	算定手法
ダム堆砂量	佐久間ダム、平岡ダム、泰阜ダム、松川ダム、片桐ダム、小渋ダム、高遠ダム、美和ダム、箕輪ダム、横川ダム、への流入土砂量の実績値
支川砂利採取量	支川の砂利採取実績値
砂防えん堤貯砂量	扞止量と貯砂量の合計値を計算期間で除し、年平均土砂抑止量と仮定
河道内堆砂（低下）量	一次元河床変動計算による推算値

B) 河床変動量の計算

土砂終始計算は、佐久間ダムを境として上流と下流に分けて実施している。手法は共に一次元河床変動計算である。

表 5-2：計算条件表

項目	条件	
	上流区間	下流区間
計算手法	一次元河床変動計算	
供給土砂量	佐久間ダム実績より推定	天竜川ダム再編事業を考慮
対象河道	河川整備基本方針河道	
予測計算期間	河道整備後 100 年間	

2) 予測結果

A) 排砂対策実施後の土砂収支予測結果

天竜川ダム再編事業及び支川群洪水バイパストンネル設置により、河口部の汀線維持に寄与すると考えられる砂分の佐久間ダム流入量は、約 112 万 m<sup>3</sup> と洪水バイパストンネル整備前 (80 万 m<sup>3</sup>…第 5 章参照) の約 1.4 倍に増大するものと想定される。

このうち、洪水バイパストンネルによりダム下流に流下する量は、76 万 m<sup>3</sup> (事業実施前は 0m<sup>3</sup>) であり、佐久間ダム下流の支川流出土砂量を併せて、河口への到達量は 80 万 m<sup>3</sup> となるものと想定される。

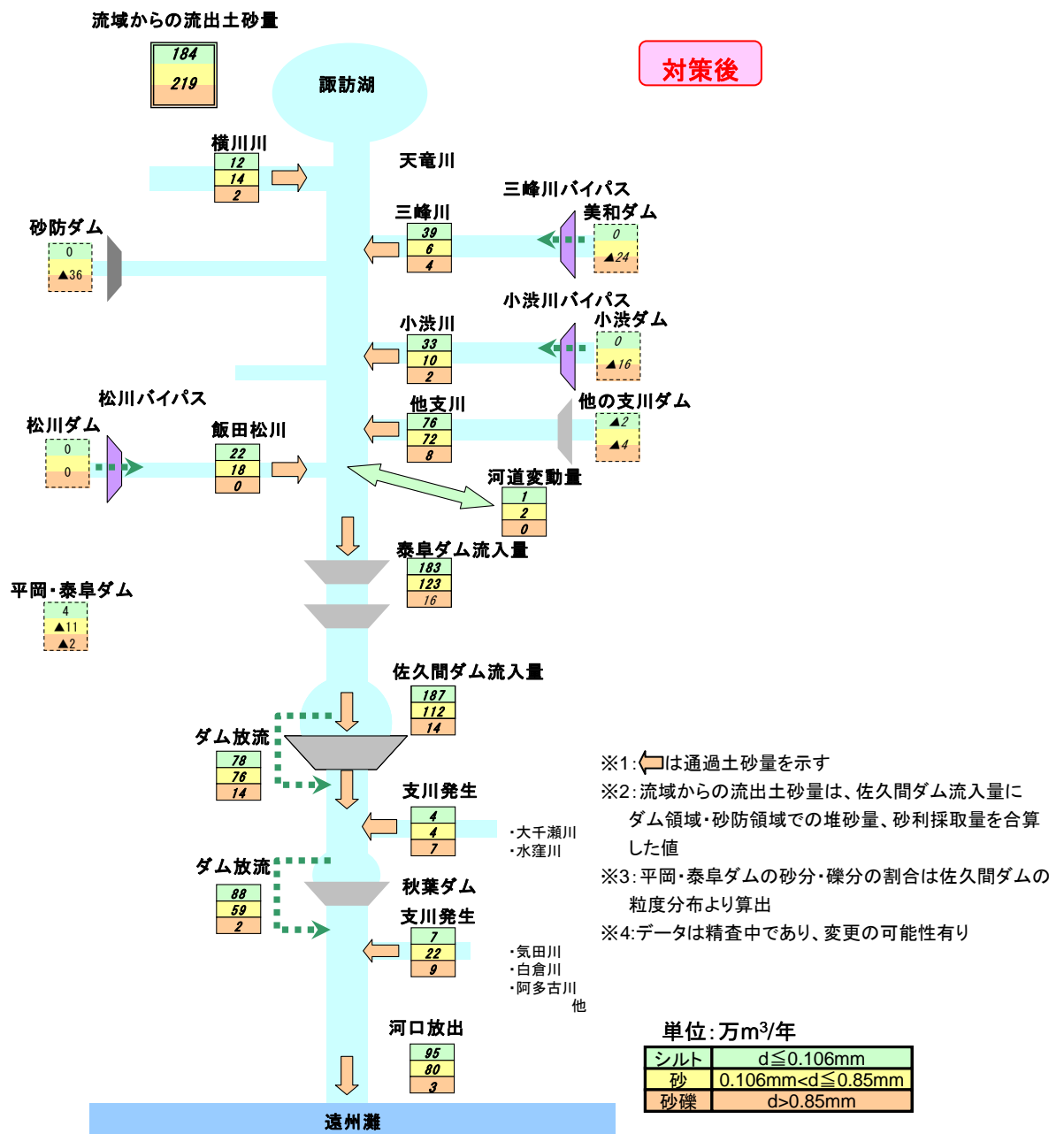


図 5-2 : 対策実施後の土砂収支 (試算値)

## 5.2 総合的な土砂管理に向けて

総合的な土砂管理に向けて、以下の視点から取り組みを行う。

- ・ 持続可能な土砂マネジメントの実施
- ・ 土砂の流出、堆積、侵食、移動等に関するデータをモニタリングし、土砂収支モデルを作成して土砂動態のメカニズムを明らかにする。
- ・ 各領域における定量的な土砂指標及び土砂の発生源から海岸までの土砂収支モデルを用いて、土砂対策を検討・評価する。これにより、各領域での対策を連携させた総合的な土砂計画を策定する。
- ・ 総合土砂計画では、継続的なモニタリングにより土砂動態の詳細な把握に努め、その結果を分析し、土砂対策に反映して、順応的な土砂管理を推進する。

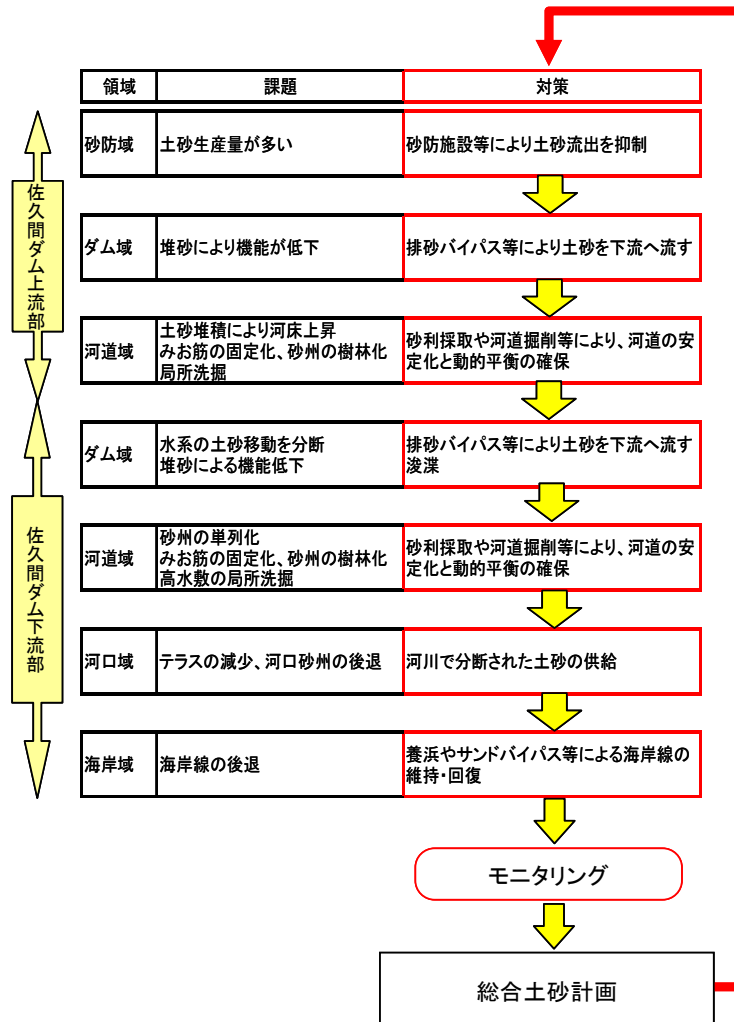


図 5-3 : 総合土砂管理に向けた取組み

### 5.3 今後の調査・モニタリング・研究

今後、天竜川水系の土砂移動の連続性の回復を目標として、土砂管理を進めていくうえでは、現時点での現象解明が十分でない項目、新たな課題として予測される項目については調査・モニタリング・研究が必要である。

天竜川ダム再編事業をはじめとする各種事業の取組みにより、大きく流砂環境が変化することが予測される。これに伴う物理、生物環境の変化をモニタリングすると共に、土砂管理に向けた土砂移動予測や、環境影響評価の精度向上のための調査研究を行っていく必要がある。

今後、必要と考えられる調査・モニタリング・研究項目を以下に示す。

#### 佐久間ダム上流でのモニタリング

領域	モニタリング項目	摘要
砂防域	・ 砂防施設の通過土砂量と通過粒径の把握	
ダム域	・ バイパストネルの排砂効果の確認、堆砂量の把握	
河道域	・ 横断測量による河床変動量の確認 ・ 河床材料粒径の経年変化の把握 ・ 冠水頻度や砂州形状の把握	

#### 佐久間ダム下流でのモニタリング

領域	モニタリング項目	摘要
ダム域	・ バイパストネルの排砂効果の確認、堆砂量の把握	
河道域	・ 横断測量による河床変動量の確認 ・ 河床材料粒径の経年変化の把握 ・ 冠水頻度と砂州形状の把握	
河口域	・ 河口水位、流量変化の実測から、河口砂州フラッシュ状況の確認、河口テラスの回復状況の確認	
海岸域	・ 汀線の回復状況の確認 ・ 海岸線変化と防波堤、離岸堤等の施設整備の関連調査 ・ 高波観測	