

天竜川流砂系総合土砂管理計画 ＜上流部会検討資料＞

令和3年3月

天竜川流砂系総合土砂管理計画検討委員会【上流部会】

天竜川流砂系総合土砂管理計画（上流部会検討資料）の概要を以下に示す。

項目	概要	
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.流砂系を構成する粒径集団	<ul style="list-style-type: none"> ・総合土砂管理計画(上流部会検討資料)は、流砂系全体の総土砂管理計画(第二版)の策定に先立ち、上流域に着目して作成 ・基本的な考えは「第一版」に準拠し、上流部会の審議結果を踏まえた内容とする ・流砂系を領域にわけて、各々で領域の特性(河床の粒径集団)を踏まえた課題や目標、対策を設定 	
5.上流各領域の現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・生産土砂量が多く、ダム堆砂の進行により、ダム治水、利水容量が減少(ダム機能の低下) ・河道では、樹林化の進行、みお筋の固定化、礫河原の減少がみられる 	
6.流砂系と上流域のあるべき姿(方針)	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂移動の連続性を確保し、各領域の持続可能な管理の実現と環境の保全・回復を目指した流砂系を構築 ・谷底平野河道領域における、治水安全度の維持・確保と良好な礫河原環境の保全・回復 ・本川ダム領域、支川ダム領域における、ダム貯水池機能の維持・確保 	
7.上流域の土砂管理目標と土砂管理指標	<ul style="list-style-type: none"> ・総合土砂管理による河口テラスの回復及び海岸汀線の維持 ・流砂系全体にわたってバランスのとれた治水機能の確保・維持 ・土砂災害の防止、土砂移動の連続性の確保、洪水調節機能の維持、安定的な水利用、洪水被害の防止、良好な礫河原環境の保全 	
8.上流域の土砂管理対策	<ul style="list-style-type: none"> ・河道の維持掘削(河川整備計画と合わせた治水機能の維持) ・各ダムの堆砂対策による環境への変化を確認、礫河原環境の維持のための対策 ・各ダムの堆砂対策(土砂バイパス) <ul style="list-style-type: none"> →土砂バイパス運用に伴い、本川河道の土砂堆積が進行、流下能力確保のための維持掘削が必要となる。 →河床材料の細粒化、河床変動(低下)が予測される区間があり、治水面では、一部、河道の変化が懸念されるため、監視が必要となる。環境面では、河道環境の改善(砂州攪乱の促進、礫河原の維持・創出)の可能性が期待される。 	
9.上流域のモニタリング計画	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂バイパスの運用による下流河道への効果・影響把握のためのモニタリング項目を設定 ・治水安全度の把握、河川環境の状態把握のためのモニタリング項目を設定 ・良好な礫河原環境の保全・回復状況を把握するために生物の指標種を選定し、その個体数等の調査をモニタリング項目に設定 ・河川利用に基づいた天竜川独自のモニタリング項目(ザザムシ漁獲量、舟下りの船頭へのヒアリング等)の設定 ・過去から継続している河川調査(定期横断測量等)や支川ダム堆砂対策のモニタリング結果等の有効活用 ・新たな技術(衛星写真、環境DNA解析)の活用 	<p>＜モニタリング結果の活用＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目指す姿に向かっているかを評価するため、モニタリング結果を踏まえ、土砂管理目標、土砂管理指標を検証し、適切な対策を実施 ・必要に応じて総合土砂管理計画を改定していく
10.上流域土砂管理の連携方針	<p>＜関係者＞：砂防施設管理者、支川ダム管理者、河川管理者、発電事業者、砂利採取業者</p> <p>＜連携の考え方＞：流砂系の健全な土砂動態を実現するため、情報共有と事業連携を図る</p>	

目 次

1. はじめに	1
2. 流砂系の概要	3
3. 流砂系の範囲と領域区分	7
4. 流砂系を構成する粒径集団	9
5. 上流各領域の現状と課題	14
5.1 流砂系の現状	14
5.2 各領域の流砂系の変遷	14
5.2.1 土砂生産・流出領域	15
5.2.2 支川ダム領域	16
5.2.3 谷底平野河道領域	22
5.2.4 本川ダム領域	24
5.3 土砂収支の把握	26
5.3.1 現在の土砂収支	26
5.4 各領域の課題	28
5.4.1 土砂生産・流出領域	28
5.4.2 支川ダム領域	28
5.4.3 谷底平野河道領域	28
5.4.4 本川ダム領域	31
6. 流砂系と上流域のあるべき姿（方針）	32
6.1 総合土砂管理計画の基本原則	32
6.2 各領域の流砂系としての目指す姿	33
7. 上流域の土砂管理目標と土砂管理指標	34
7.1 土砂管理目標	34
7.2 土砂管理指標	38
7.3 計画対象期間	39

8. 上流域の土砂管理対策.....	40
8.1 土砂管理対策.....	40
8.2 土砂管理対策を実施した場合の土砂収支.....	41
8.3 土砂管理対策の評価.....	43
8.4 対策実施に関する留意点.....	46
9. 上流域のモニタリング計画.....	48
9.1 モニタリングの目的.....	48
9.2 モニタリング項目.....	48
9.2.1 目的①に関するモニタリング.....	48
9.2.2 目的②に関するモニタリング.....	48
9.3 モニタリング計画.....	49
9.4 モニタリング結果の活用.....	56
10. 上流域土砂管理の連携方針.....	58

1. はじめに

我が国においては、土砂に関わる課題が山地部、平野部、河口、海岸部等のそれぞれの領域において様々な形で発生している。土砂に関わる課題を総合的に解決するための視点として、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、個別領域の特性を踏まえつつ、土砂の移動による災害防止、適切な河川等の整備・管理、生態系や景観等の河川・海岸環境の保全、河川・海岸の適正な利活用などを実現することを目標として、総合的な土砂管理を行うことが必要との認識が共有化されている。

天竜川^{てんりゅうがわ}流砂系では、その気象・地形・地質等の特性から、土砂、洪水対策を目的に様々な防災施設が整備されてきた。また、豊富な水量と急峻^{きゅうしゅん}な地形等を活用した電源開発など利水施設も整備されてきた。それらの代表的な施設としてダムが流域で数多く整備されてきたが、それらは地域の安全・安心の確保、経済の発展に大きく寄与してきた一方で近年、土砂移動の連続性の阻害による治水、利水、環境面への負の影響も顕在化してきている。

天竜川上流部の支川ダムでは土砂管理対策として土砂バイパス施設の整備が進められ、美和ダムでは平成 17 年度（2005 年度）から、小渋^{こしぶ}ダムと松川^{まつかわ}ダムでは平成 28 年度（2016 年度）から土砂バイパス施設の試験運用を開始しているほか、中流域の本川ダム・佐久間^{さくま}ダムでは土砂管理対策の検討がなされ、置土による対策工法が計画されている。また、ダムだけでなく、山地部、平野部、河口、海岸部などのそれぞれの領域でも、各々の管理者が土砂管理対策を実施・計画している。各領域での対策は必ずしも他の領域に正の効用のみをもたらすわけでは無いことから、それら対策の有機的な調整・連携が喫緊の重要課題である。

天竜川のような大規模な土砂管理対策が多くの領域で実施・計画されている流砂系では、土砂管理対策の実施による平均河床高や河口テラスの形状等の指標値の変化を予測し、それをどのように管理・評価するかが最も重要であるが、その手法の確立には至っていない。

天竜川においては、平成 30 年（2018）に佐久間ダム上流に位置する平岡^{ひらおか}ダムから下流の総合的な土砂管理に主眼を置いた「天竜川流砂系総合土砂管理計画（第一版）」が策定された。

本管理計画書は、平岡ダムより上流も合わせた流砂系全体を対象とした総合的な土砂管理計画（第二版）の策定に向けて、天竜川上流域を対象とした総合土砂管理計画（上流部会検討資料）として作成したものである。

ここでは、平岡^{ひらおか}ダム上流領域の土砂管理だけでなく、天竜川流砂系の関係者が継続的に調整・連携し、順応的な土砂管理の実現に向けて必要な取り組みについても、取りまとめたものであるが、今後実施するモニタリングの結果から土砂動態と物理環境の変化や生物環境の変化との関係などについて評価を重ね、目指す姿に向けて対策や目標等を柔軟に見直すものとする。

1. はじめに<流砂系全体>

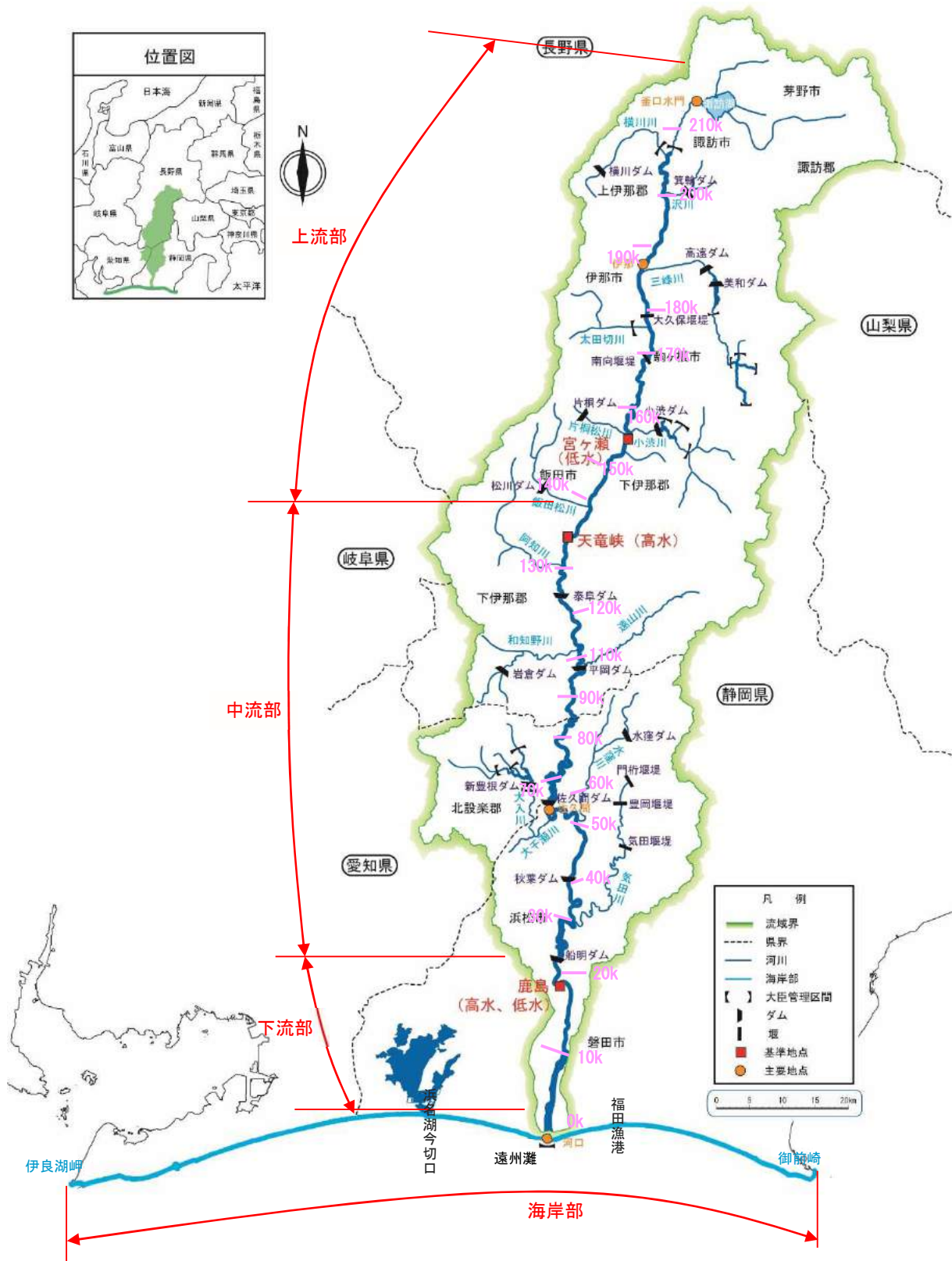


図 1-1 流砂系の概要図

2. 流砂系の概要

天竜川は、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。諏訪湖の釜口水門からは、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間部を流下し、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 5,090km² の一級河川である。

天竜川の河床勾配は、上流域の支川は 1/40～1/100 程度と急流で、本川は上流部で約 1/200 程度、中流部で約 1/300～1/700 程度、下流部で約 1/500～1/1,000 程度と比較的急流である。

天竜川流域は、長野県、静岡県及び愛知県の 3 県にまたがり、諏訪市、伊那市、駒ヶ根市、飯田市、浜松市、磐田市等の主要都市を有している。また、流域の土地利用は、山地等が約 86%、水田、畑地等の農地が約 11%、宅地等が約 3%となっている。

天竜川流砂系の山間部は、中央構造線をはじめとする多くの断層が通り、急峻な地形と破碎・変成作用を受けた脆弱な地質構造により土砂生産が活発なため、古来より幾多の土砂災害が発生した。そのため、流出土砂対策の重要性が認識されている。

天竜川水系の直轄砂防事業は、昭和 12 年（1937）の小渋川流域に始まり、その後、昭和 26 年（1951）に三峰川流域、昭和 34 年（1959）に片桐松川流域を加え、昭和 36 年（1961）6 月の梅雨前線豪雨により発生した大鹿村の大西山大崩壊をはじめとする上流域全体での甚大な被害を受け、翌 37 年（1962）に太田切川流域、中田切川流域、与田切川流域、新宮川流域、山室川流域、藤沢川流域、さらに昭和 52 年（1977）に遠山川流域を加えた。現在、天竜川流域の約 1/4 の面積にあたる約 1,332km² が直轄砂防区域となっており、砂防堰堤、流路工、床固工、護岸工等の整備を実施している。また、昭和 63 年（1988）から大鹿村入谷地区（平成 30 年（2018）3 月概成）、飯田市南信濃此田地区において、令和元年度（2019 年度）から天竜川中流地区（阿南町、天龍村）において直轄地すべり対策事業を実施している。

砂防堰堤の整備は、洪水時の急激な土砂流出を防止するため不透過型を主に進めてきたが、近年は定常的な土砂供給に配慮して透過型の整備も実施している。

天竜川本川では、昭和 58 年（1983）9 月洪水において、上流部で観測史上最大の流量が記録されるとともに、飯田市をはじめ各地で氾濫し、6,580 戸が浸水するなど甚大な被害が発生した。

これら災害の発生の防止や軽減のため、上流部では狭窄部の上流において開口部を有する構造により洪水時の遊水機能と洪水後の排水機能を保持しながら堤防・護岸等の整備を行い、美和ダムや小渋ダム等による洪水調節を行うとともに、諏訪湖周辺における浸水被害の軽減に向けて釜口水門の放流量の増加等の対策を段階的に実施している。中下流部では、人口や資産が集積する下流部の堤防整備とともに、新豊根ダムによる洪水調節を実施している。

さらに、平成 18 年（2006）7 月洪水では、上流部を中心に総雨量が 400mm を超過し、計画高水位を上回った諏訪湖周辺を中心に浸水被害が発生した。また、天竜川本川では河床洗掘に伴い堤脚から堤体土砂が吸い出されて堤防が決壊するなど、18 箇所被害が発生した。このため、平成 18 年（2006）から平成 22 年（2010）を期間とする河川激甚災害対策特別緊急事業により、

2. 流砂系の概要<流砂系全体>

天竜川本川の三峰川合流部より上流区間において釜口水門の放流量の更なる増加を可能とする河道掘削や築堤、河岸の侵食対策を実施している。

また、天竜川水系には治水・利水を目的として多数のダムが建設され、堆砂によるダムの機能低下や土砂移動の連続性の阻害といった問題が発生している。その対策として、美和ダムでは、平成元年（1989）に多目的ダムとしては全国初となる恒久的な堆砂対策に着手し、平成 17 年（2005）に完成した土砂バイパス施設により、貯水池の堆砂を抑制するとともに土砂移動の連続性の改善を図っている。小渋ダムにおいても、堆砂対策として平成 12 年（2000）から堰堤改良事業に着手し平成 28 年度（2016 年度）より土砂バイパス施設の試験運用を始めている。利水専用の佐久間ダムでは、天竜川中下流部の洪水を防御するために、新たに洪水調節機能を確保するとともに、ダム貯水池への堆砂を抑制する堆砂対策施設を整備し、土砂移動の連続性を図り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平成 21 年（2009）より着手している。

平成 20 年（2008）に策定した天竜川水系河川整備基本方針では、上流域の天竜峡地点において、基本高水のピーク流量を $5,700 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節して、計画高水流量を $4,500 \text{ m}^3/\text{s}$ と定めた。また、下流域の鹿島地点において、基本高水のピーク流量を $19,000 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節して、計画高水流量を $15,000 \text{ m}^3/\text{s}$ と定めた。

平成 21 年（2009）に策定した天竜川水系河川整備計画では、上流域の天竜峡地点において、整備計画目標流量を $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節して、河道整備流量を $4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ と定めた。また、下流域の鹿島地点において、整備計画目標流量を $15,000 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流域内の洪水調節施設により $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節して、河道整備流量を $13,500 \text{ m}^3/\text{s}$ と定めた。

遠州灘沿岸は、静岡県の御前崎から愛知県の伊良湖岬に至る約 117 km の海岸であり、天竜川河口を頂点として東西に緩やかに弧を描く、わが国有数の長大な砂浜海岸である。このように広がる砂浜は波のエネルギーを吸収し、波浪や津波による背後への影響を軽減する機能を有するなど、重要な防災資源である。また、沿岸のほぼ全域に保安林が広がっており、防風機能を有するとともに背後への波の進入を低減するなど、これらが砂浜と組み合わせられ波浪や津波に対する複合的な防災機能を有している。

また、海岸保全施設の整備が進んでおり、一部を除き沿岸のほぼ全域に堤防（護岸）が整備されているほか、愛知県のほぼ全域及び静岡県の一部に消破堤・消破工が整備され、また、部分的に離岸堤や人工リーフが整備されている。

平成 15 年（2003）に策定、平成 27 年（2015）に変更された遠州灘沿岸海岸保全基本計画では、海岸保全施設の整備に関する基本的な事項を定めている。

天竜川水系の水利用は、流域全体の広範囲を山地・森林域が占め豊富な水量を持つ急流河川である天竜川では、諏訪湖周辺から遠州平野に至る全流域において水道用水や農業用水、工業用水として利用され、地域の文化や開発に大きく貢献し、影響を与えてきた。

2. 流砂系の概要<流砂系全体>

急流で水量が豊富な天竜川は大規模な水力発電の適地に恵まれており、昭和10年(1935)の泰阜ダム(天竜川)をはじめ、昭和11年(1936)に岩倉ダム(岩倉川)、昭和26年(1951)に平岡ダム(天竜川)、昭和31年(1956)に佐久間ダム(天竜川)が建設された。その後、昭和33年(1958)に秋葉ダム(天竜川)、昭和44年(1969)に水窪ダム(水窪川)、昭和52年(1977)に船明ダム(天竜川)が建設された。また、多目的ダムとして、昭和34年(1959)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(1969)年に小渋川総合開発事業で小渋ダム(小渋川)、昭和48年(1973)に新豊根ダム(大入川)が建設され、その後も長野県により松川ダム等が建設された。

天竜川水系河川整備基本方針では、流水の正常な機能を維持するための必要な流量として、宮ヶ瀬地点において6月から9月までは概ね28m³/s、10月から5月までを概ね25m³/sと定め、鹿島地点において通年で概ね86m³/sと定めた。

天竜川水系の河川環境は、人と川との関わりの中で生まれた文化や祭事、伝説の伝承とともに、歴史的構造物や伝統工法といった遺産を多く残しながら、多様な動植物、貴重な動植物の生息・生育場として、全般的に良好な自然を残している。

上流部では、周囲が南アルプス国立公園、八ヶ岳中信高原国立公園、中央アルプス国立公園等に指定され、豊かな自然環境が保全されている。上流部の河川形状は、狭窄部と氾濫原が交互に現れる地形で、狭窄部にはケヤキやアカマツ等の河畔林があり、三峰川合流部から下流では瀬・淵が連続し、砂礫河原が広がる。砂礫河原には、長野県固有で絶滅危惧種のツツザキヤマジノギク(カワラノギク)やカワラニガナなど河原特有の植物が生育し、イカルチドリやコチドリが営巣する。瀬にはザザムシ(ヒゲナガカワトビケラ等の水生昆虫)やウグイ、アマゴ、イワナ、アカザ等が生息・繁殖するとともに、水産魚としてアユが放流されている。一方、アレチウリやハリエンジュ、オオキンケイギク等の外来生物が確認されている。

中流部には天竜奥三河国立公園に指定されている地域があり、ニホンカモシカやブッポウソウが生息する豊かな自然環境となっている。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溪流が交互に現れており、ダム湖湛水域は、ヤマセミやオシドリ等が採餌場や休息場に利用し、河畔林をメジロやモリアオガエル等が生息・繁殖場所として利用する。また、砂礫主体の溪流部では、アマゴやカジカガエルが生息・繁殖する。

下流部では、広い川幅に複列砂州が形成され、瀬と淵が連続している。広い砂礫河原は、コアジサシが営巣地として利用し、瀬・淵にはアユやウツセミカジカ、カマキリ(アユカケ)等の回遊魚が生息する。安間川や一雲済川の合流部のワンドや湿地には、ヨシ群落、樹林等の多様な環境が観られ、ワンドやたまりにはメダカ等が生息する。

河口部では、ワンドや湿地環境が観られ、タコノアシやカワヂシャ、ヨシ群落、オオヨシキリ、カヤネズミ等が生育・生息・繁殖する。チワラスボ、イシカワシラウオ等が生息する河口部の湿地環境は、静岡県レッドデータブックで「今残したい大切な自然」に選定されており、極力保全することが求められている。

遠州灘沿岸の海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、5月下旬から8月下旬までの約3か月間に沿岸の各地の砂浜でアカウミガメの上陸・産卵が確認されている。

2. 流砂系の概要<流砂系全体>

空間利用としては、上流部では、ザザムシ漁等の伝統的な漁業や灯ろう流し等の祭事が現在でも続いている。また、カヌー利用が盛んな他、舟下りやラフティング等の川を利用した観光、河川防災拠点の天竜川総合学習館「かわらんべ」や水辺の楽校等を活用した川の環境学習が盛んに行われている。

中流部では、ダム湖や河川では釣りやボート利用等が行われている。

下流部では、広い河川敷や水面がスポーツ、花火大会、水辺の楽校やアユ釣りに利用されている。

遠州灘沿岸では、アカウミガメの保護や上陸・産卵のための環境の保全を図るために、地域住民やボランティアなどによる活動が各地で活発に取り組まれている。その他、田原市や磐田市における砂の造形や、豊橋市における海食崖での化石発掘など、広い砂浜や海食崖を活かした沿岸の自然を学ぶ野外教育、活動の場としての役割を果たしている。また、サーフィンなどのマリニレジャーの場としても多くの人々に利用されている。

土砂資源供給としては、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、掘削土砂を骨材等として利用している。

下流部の河道では、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が実施されていたが、現在は実施されていない。

海岸では、昭和30年代頃から海岸汀線が後退したことを踏まえ、海岸保全事業（昭和30年代～平成3年（1991））による施設整備や、汀線の回復、維持のための養浜等が実施されている。

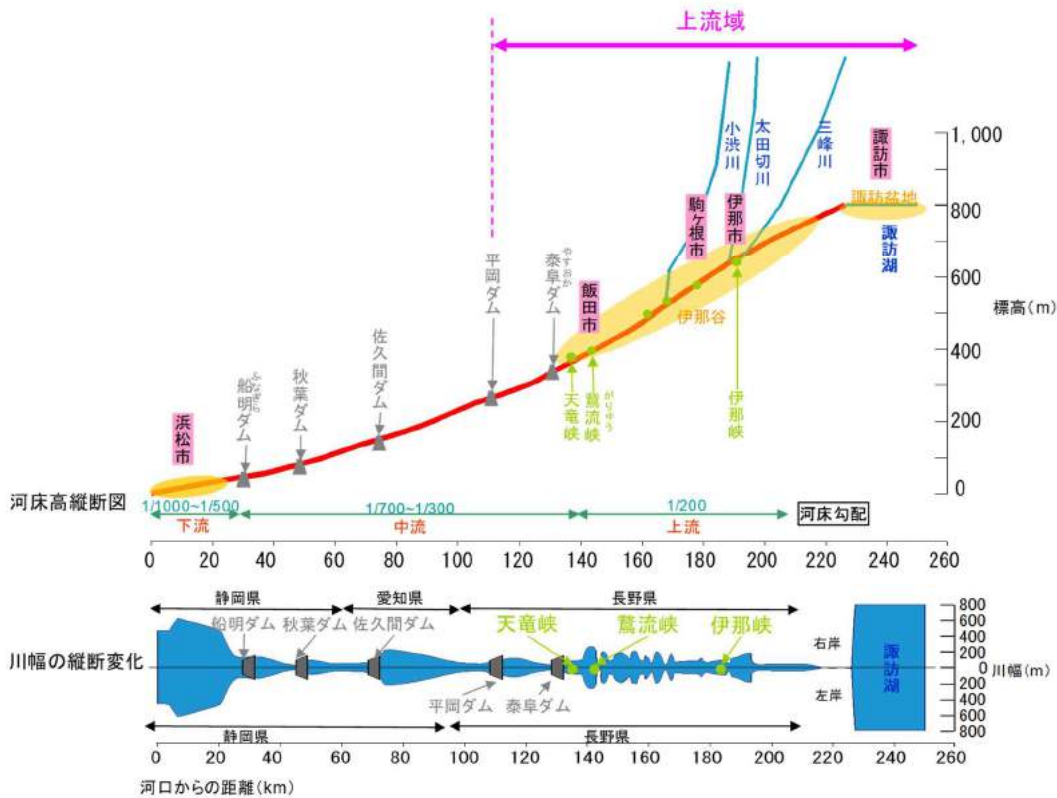


図 2-1 天竜川河床高縦断面図・川幅の縦断変化

3. 流砂系の範囲と領域区分

流砂系の範囲は、天竜川における土砂が移動する場全体を対象とし、流砂系の源頭部から天竜川全川及び静岡県御前崎から愛知県伊良湖岬に至るまでの海岸を対象の範囲とする。

流砂系の領域区分は河道形状や土砂移動の特性を考慮して、表 3-1 に示すように設定した。

本計画書では、上流部会検討資料として赤枠の領域を対象とする。

表 3-1 各領域区分

領域区分	領域の特性	範囲
土砂生産・流出領域 (支川含む)	降雨流出により土砂を生産する山地と生産された土砂を天竜川まで流送する領域(支川領域)	天竜川流域
支川ダム領域 および湖沼	支川のダム及び貯水池により、土砂移動の連続性が阻害されている領域(支川ダムの湛水域)	美和ダム、小渋ダム、松川ダム、横川ダム、箕輪ダム、高遠ダム、片桐ダム、岩倉ダム、新豊根ダムおよび諏訪湖
谷底平野河道領域	谷底平野を流れる天竜川本川の領域	諏訪湖～平岡ダム直下 (本川ダムの湛水区間除く)
本川ダム領域 (湛水域)	天竜川本川のダム及び貯水池により、土砂移動の連続性が阻害されている領域。流れにより河床勾配や河床材料が谷底平野河道と異なる領域	泰阜ダム、平岡ダムの各湛水区間 佐久間ダム、秋葉ダム、船明ダムの各湛水区間
本川ダム領域 (河道域)	本川ダム間の河道域	平岡ダム直下～船明ダム貯水池上流端(本川ダムの湛水区間除く)
扇状地河道領域	扇状地を流れる天竜川本川の領域	船明ダム直下～河口領域上流端(約 2k ^{※1} 付近)
河口領域	潮位や波浪の影響を受け、砂州を形成し、それにより背水影響を受ける区間	約 2k ^{※1} 付近～河口砂州
河口テラス・ 海岸領域	天竜川からの土砂量と沿岸漂砂によって形成される河口テラスと海岸の領域	河口テラス 御前崎～伊良湖岬 ^{※2}

※1 河口の0キロ地点からの距離

※2 海岸領域の対象範囲は、浜名湖今切口から福田漁港までの範囲とする(総合土砂管理計画【第一版】に記載)

3. 流砂系の範囲と領域区分<流砂系全体>



図 3-1 流砂系の範囲と領域区分

4. 流砂系を構成する粒径集団

各領域の粒径加積曲線の重ね合わせ（図 4-1）について確認すると、以下のとおりである。

<上流域>

- 土砂生産・流出領域には、0.2mm 以下のシルト・細砂から 300mm 以上の巨石まで幅広く存在しており、他の領域に堆積する土砂の供給源となっている。
- 支川ダム領域の小渋ダム、美和ダム、松川ダム、高遠ダム貯水池では、ほとんどがシルト～細砂となっている。
- 谷底平野河道領域では、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。
- 本川ダム領域（上流域）については、泰阜ダムでは、細砂～中砂の割合が多く、平岡ダム貯水池では、中砂～粗砂の割合が多い。

<下流域>

- 本川ダム領域（下流域）については、佐久間ダム、秋葉ダム貯水池では、細砂～中砂の割合が多く、秋葉ダム、船明ダムの河道域では中礫や粗礫の割合が多い。
- 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る。全体としては、粗砂以上、特に中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。

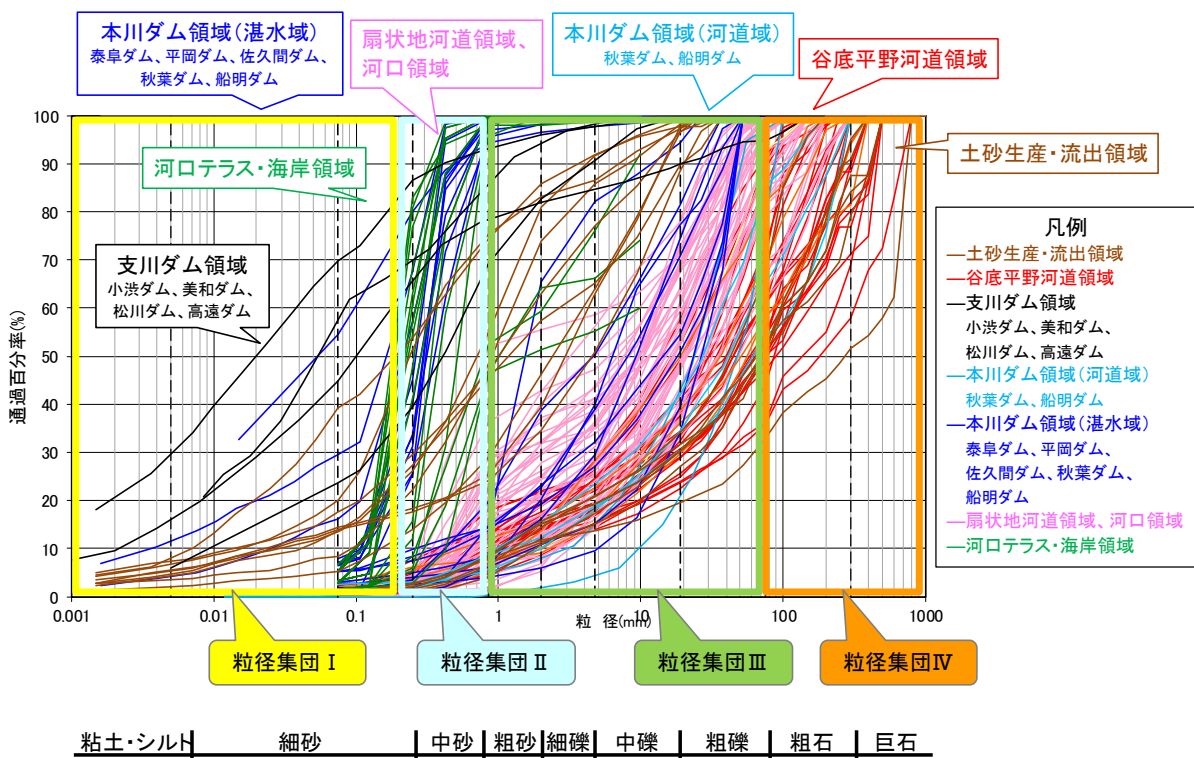


図 4-1 土砂生産・流出領域から河口・海岸領域までの粒径加積曲線

4. 流砂系を構成する粒径集団<流砂系全体>

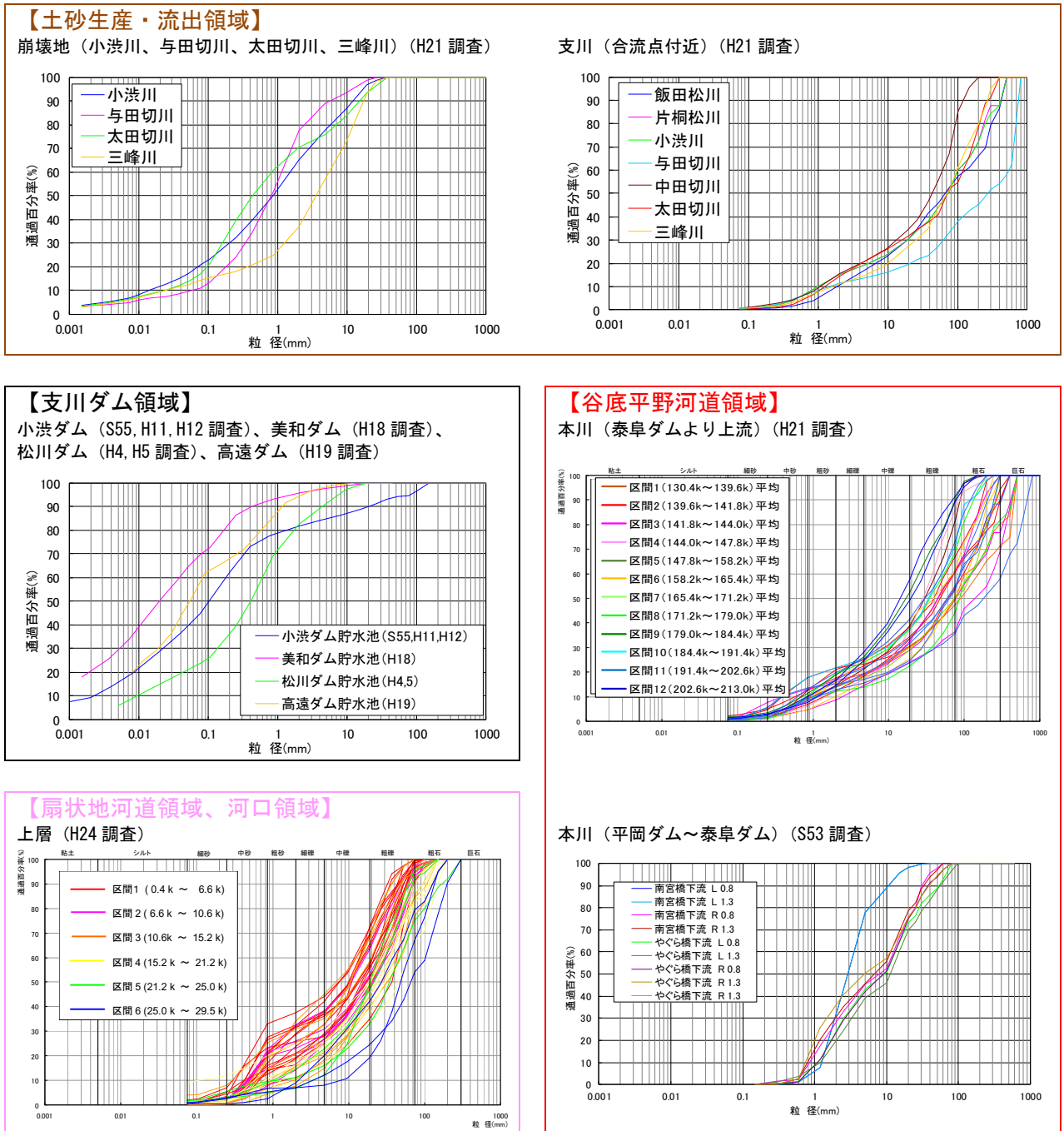


図 4-2(1) 領域毎の河床材料構成 (粒径加積曲線)

4. 流砂系を構成する粒径集団<流砂系全体>

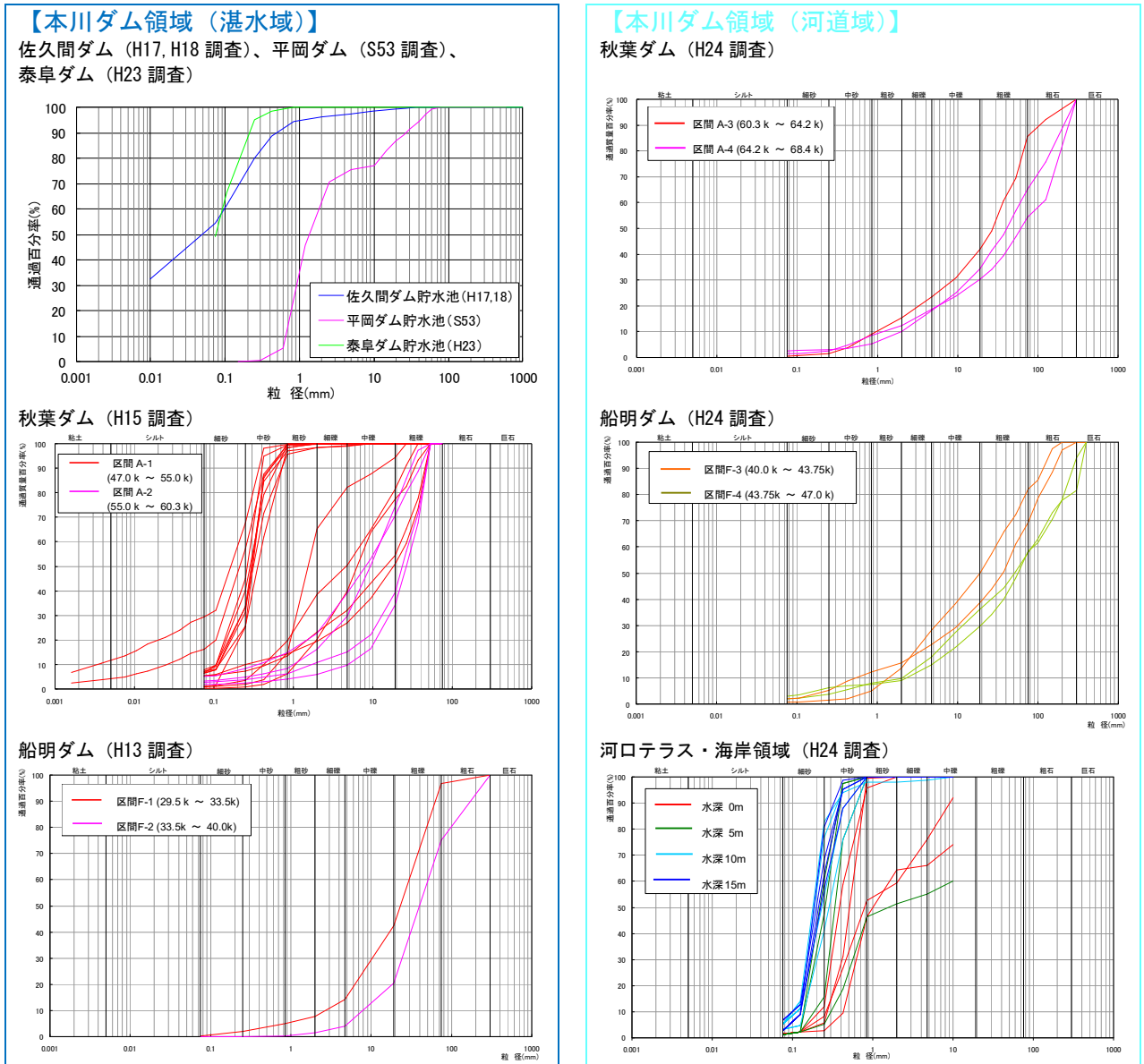
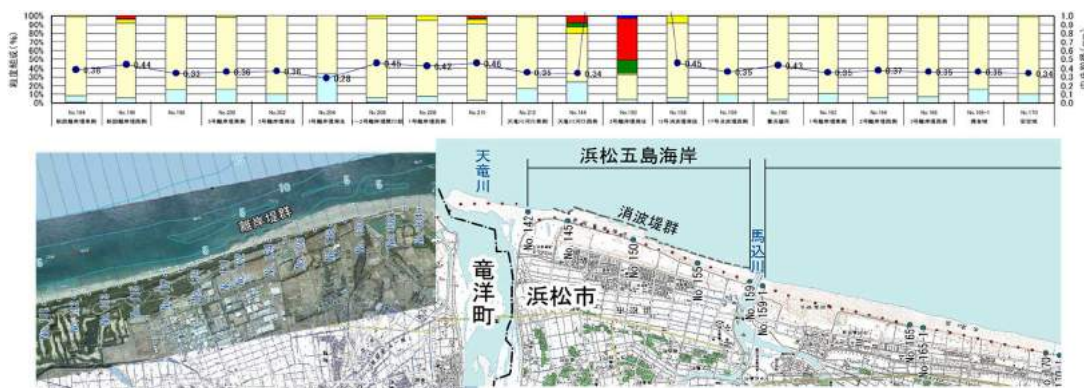


図 4-2(2) 領域毎の河床材料構成（粒径加積曲線）



(平成 23 年度調査結果；No.194 新設離岸堤群東側～No.170 安定域)

出典（河床材料調査結果）：遠州灘沿岸侵食対策検討委員会 第 14 回 資料編（平成 24 年 3 月）

図 4-2(3) 海岸領域の河床材料構成

4. 流砂系を構成する粒径集団<流砂系全体>

これらの状況を踏まえ、各領域を構成する主たる粒径、領域間での粒径のつながりを考慮し、河床材料の粒径集団を設定した（表 4-1）。各粒径集団が主に存在する領域を以下に示す。

- 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
（主に本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域に存在）
- 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
（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）
- 粒径集団 III（0.85mm ～ 75mm）
河道に堆積して河床を形成する成分
（主に本川ダム領域（河道域）、扇状地河道領域に存在）
- 粒径集団 IV（75mm 以上）
河道に堆積して河床を形成する成分
（主に谷底平野河道領域、本川ダム領域（河道域）に存在）

表 4-1 粒径集団の設定

粒径集団	I		II	III				IV
粒径区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
粒径(mm)	0.010 ∩ 0.106	0.106 ∩ 0.20	0.20 ∩ 0.85	0.85 ∩ 2.00	2.00 ∩ 4.75	4.75 ∩ 19.00	19.00 ∩ 75	75 ∩ 600
平均粒径(mm)	0.03	0.15	0.41	1.3	3.1	9.5	37.7	212
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

各領域での最も存在比率の高い粒径集団について整理した結果を図 4-3 に示す。

4. 流砂系を構成する粒径集団<流砂系全体>

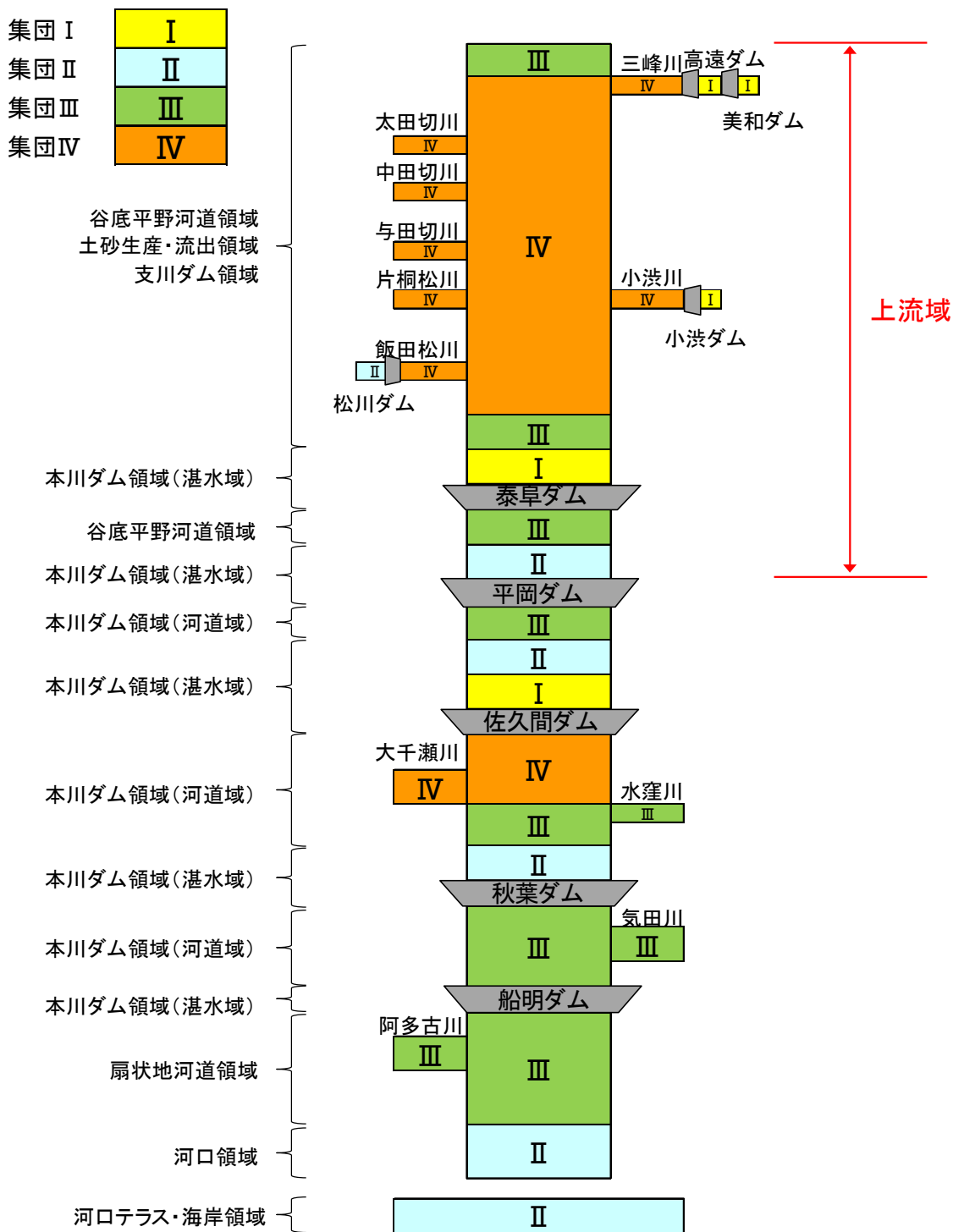


図 4-3 領域毎の河床を構成する主な粒径集団の整理

5. 上流各領域の現状と課題

5.1 流砂系の現状

天竜川流砂系では、防災対策や水利用、土砂バイパスの運用など、それぞれの領域において課題解決に向けた様々な取り組みが進められている。ここでは、上流域の各領域の現状と課題について示す。

土砂生産・流出領域では、険しい地形と脆弱な地質のため大規模崩壊地が存在しており、土砂の生産が多いことから、治山と砂防施設整備が進められている。また、流出土砂量を把握するため、流砂量観測が実施されている。

支川ダム領域では、堆砂が進行しており、美和ダム、小渋ダム、松川ダムでは、堆砂対策として土砂バイパストンネルが設置され、それぞれ運用が開始されている。

谷底平野河道領域では、昭和期に砂利採取などの影響により河床が低下した。平成期に入り、砂利採取量が少なく、河床高は安定している。一方で、河道内では樹林化の進行やみお筋の固定化、礫河原の減少なども見られ、局所洗掘、自然環境等への影響も懸念される。

本川ダム領域の泰阜ダム、平岡ダムでは、満砂状態となっており、現在堆積の進行は見られない。

5.2 各領域の流砂系の変遷

各領域の土砂動態の変遷について以降に示す。

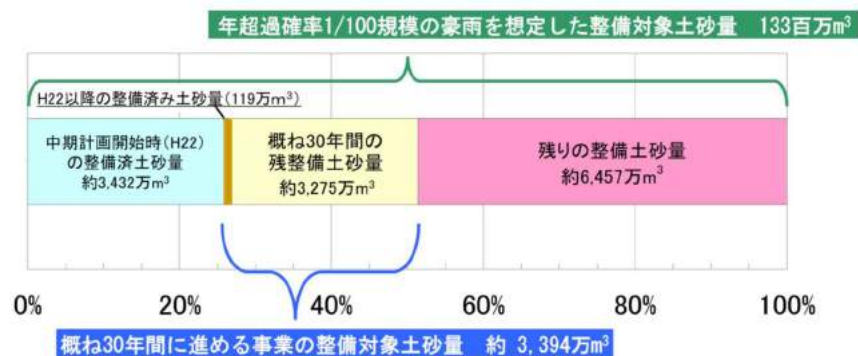
5.2.1 土砂生産・流出領域

土砂生産・流出領域は、大規模な崩壊地が多く、多量な土砂が土石流となって一気に流下する条件を抱えている。既往最大（昭和 36 年）の土砂生産での土砂流出でも、地域が安全となるよう砂防施設整備を進めている。土砂の流出による災害を防ぐ施設整備を行っている中で、土砂移動の連続性を考慮した透過型砂防堰堤を整備している。

砂防施設による効果や影響の把握のためには生産土砂量や流出土砂量を把握することが必要であり、与田切川や小渋川でハイドロフォンやトロンメルといった流砂観測施設による流砂量観測が実施されている。

天竜川水系直轄砂防事業は、1/100 規模の豪雨時に天竜川水系の各支川から土砂生産・流出を抑制することを目的とした事業である。平成 28 年度（2016 年度）の事業監視委員会資料において、整備対象土砂量（砂防計画基準点において流出抑制しなければならない土砂量）は、1 億 3,300 万 m^3 と示されている。天竜川水系直轄砂防事業の整備対象土砂量を図 5-1 に示す。同事業の施設整備は、今後概ね 30 年間で実施する短期計画、中期計画とそれ以降に実施する長期計画に分けられている。

■整備対象土砂量（砂防計画基準点において流出抑制しなければならない土砂量）



出典：天竜川水系直轄砂防事業説明資料 平成 28 年 8 月 1 日

図 5-1 天竜川水系直轄砂防事業の整備対象土砂量

5.2.2 支川ダム領域

支川ダム領域は、美和ダム、小渋ダム、松川ダム、横川ダム、箕輪ダム、高遠ダム、片桐ダム、岩倉ダムが該当する。美和ダム、小渋ダム、松川ダムは堆砂が進行しており土砂バイパスが設置され、それぞれ運用が開始されている。

各ダムの堆砂実績を表 5-1 に、ダム堆砂量の経年変化を図 5-2 に示す。

表 5-1 各ダムの堆砂状況（平成 30 年(2018)時点）＜支川ダム領域＞

ダム名	利用目的※	土砂バイパス	管理者	経過年数	搬出土砂量を含む堆砂量		累計搬出土砂量(千m ³)	実績累計堆砂量(千m ³)	総貯水容量一有効貯水容量(千m ³)	総貯水容量(千m ³)
					累計堆砂量(千m ³)	年平均堆砂量(千m ³ /年)				
美和ダム	FAP	有	国交省	59	15,154	257	8,028	7,126	9,200	34,300
小渋ダム	FNAP	有	国交省	49	25,165	514	6,038	19,127	20,900	58,000
松川ダム	FNW	有	長野県	44	3,945	90	1,360	2,585	1,050	7,450
横川ダム	FN	無	長野県	32	372	12	0	372	290	1,860
箕輪ダム	FNW	無	長野県	26	262	10	0	262	1,200	9,500
高遠ダム	AP	無	長野県	60	1,390	23	225	1,165	1,810	2,310
片桐ダム	FNW	無	長野県	29	772	27	274	498	530	1,840
岩倉ダム	P	無	長野県	82	185	2	0	185	27	435

※利用目的 F:洪水調節、農地防災、N:不特定用水、河川維持用水、A:かんがい用水、W:上水道用水、I:工業用水、P:発電

※岩倉ダムの搬出量データは H29、H30 が無いが H28 までの実績からの推定で H30 時点でもゼロとした

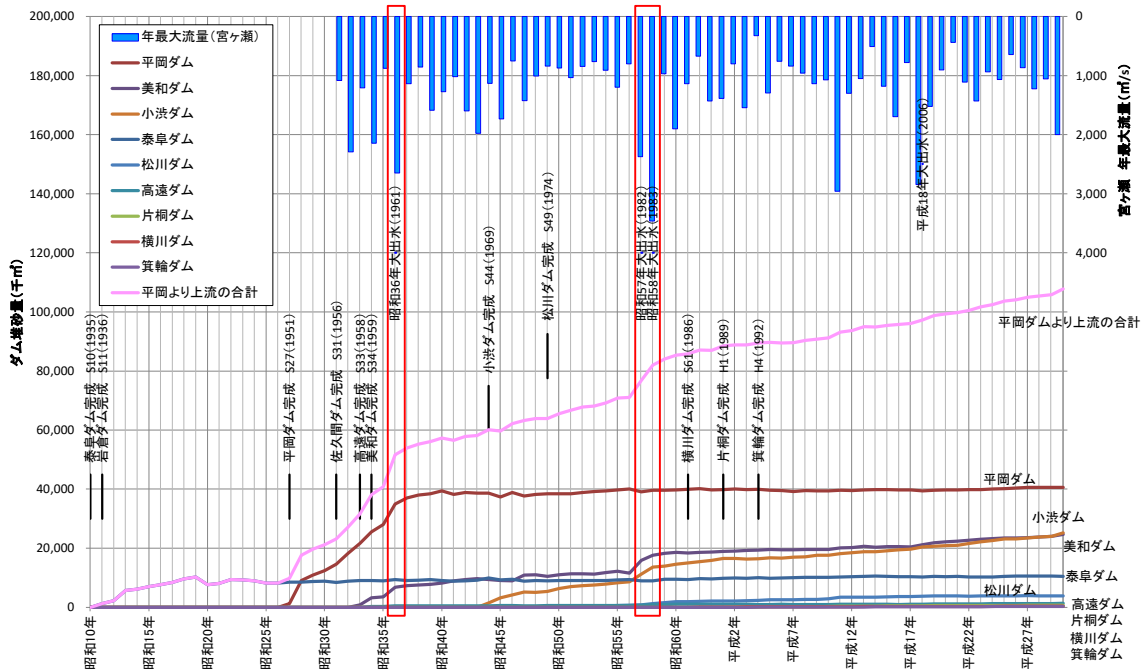


図 5-2 ダム堆砂量の経年変化

支川ダム領域については、土砂バイパス施設を有するダム（3基）と有しないダム（5基）に分けて以下に示す。

(1) 土砂バイパス施設あり

1) 美和ダム

美和ダムは洪水調節、不特定補給、発電を目的とした多目的ダムとして、昭和34年(1959)に建設された。天竜川水系三峰川に位置している。

平成30年(2018)までの59年間で年平均約26万m³の土砂(搬出土砂量含む)が堆積している。昭和41年から堆積土砂の掘削(昭和41年(1966)～平成30年(2018)の年平均掘削量約15万m³)が行われている。ダム堆砂対策としての土砂バイパストンネルが平成17年度(2005年度)に完成して運用を開始しており、湖内堆砂対策施設が令和2年度(2020年度)完成予定である。

2) 小渋ダム

小渋ダムは洪水調節、不特定補給、かんがい、発電を目的とした多目的ダムとして、昭和44年(1969)に建設された。天竜川水系小渋川に位置している。

平成30年(2018)までの49年間で年平均約51万m³の土砂(搬出土砂量含む)が堆積している。昭和44年から堆積土砂の掘削(昭和44年(1969)～平成30年(2018)の年平均掘削量約12万m³)が行われている。ダム堆砂対策としての土砂バイパストンネルが平成28年度(2016年度)に完成しており、現在試験運用を実施している。

3) 松川ダム

松川ダムは洪水調節、不特定補給、上水道補給を目的とした多目的ダムとして、昭和49年(1974)に建設された。天竜川水系飯田松川に位置している。

平成30年(2018)までの44年間で年平均約9万m³の土砂(搬出土砂量含む)が堆積している。昭和63年から堆積土砂の掘削(昭和63年(1988)～平成30年(2018)の年平均掘削量約5万m³)が行われている。ダム堆砂対策としての土砂バイパストンネルが平成27年度(2015年度)に完成しており、現在試験運用を実施している。

※S41年容量改定後に対する比較

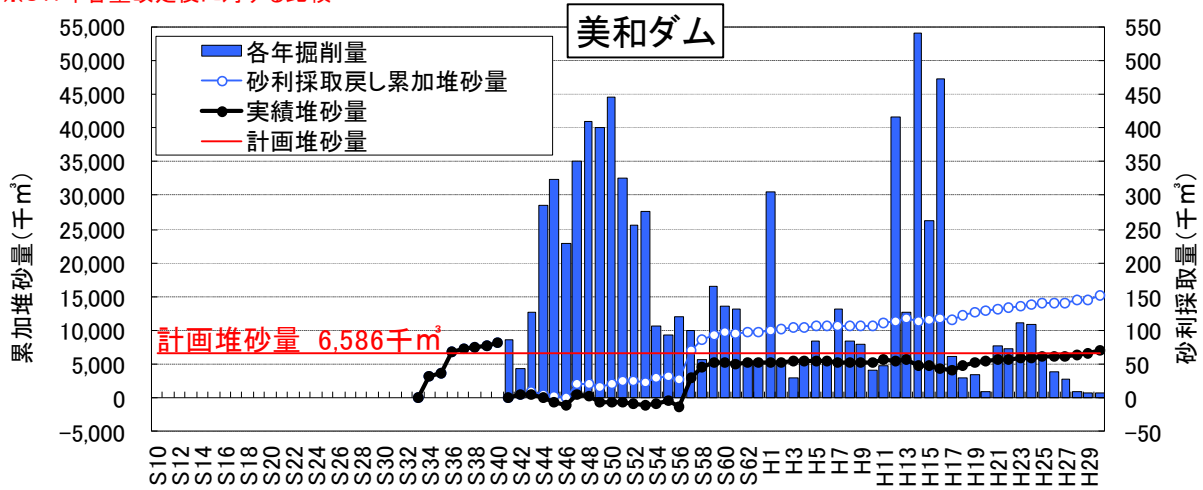


図 5-3(1) 堆砂量の推移 (美和ダム)

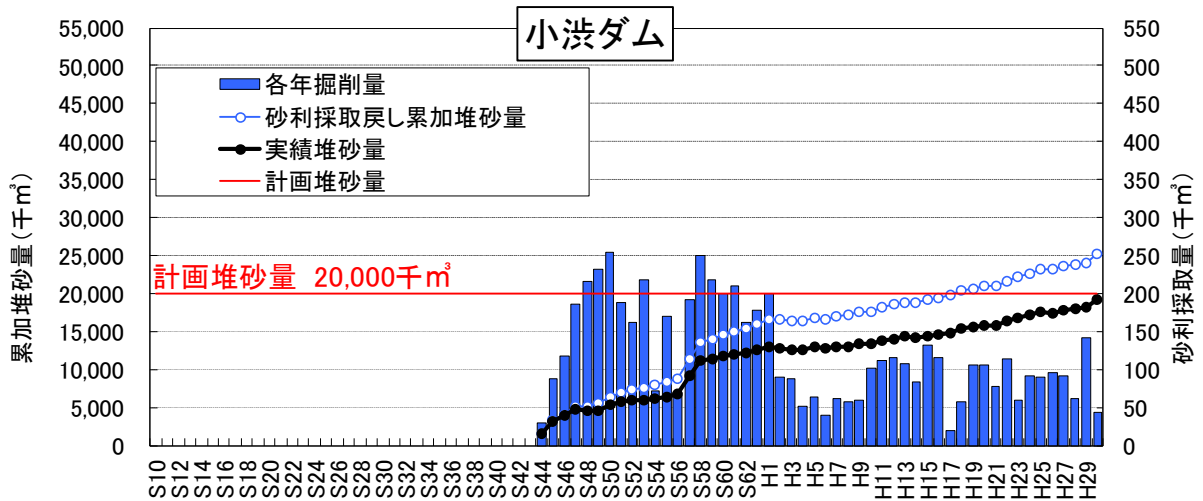


図 5-3(2) 堆砂量の水位 (小渋ダム)

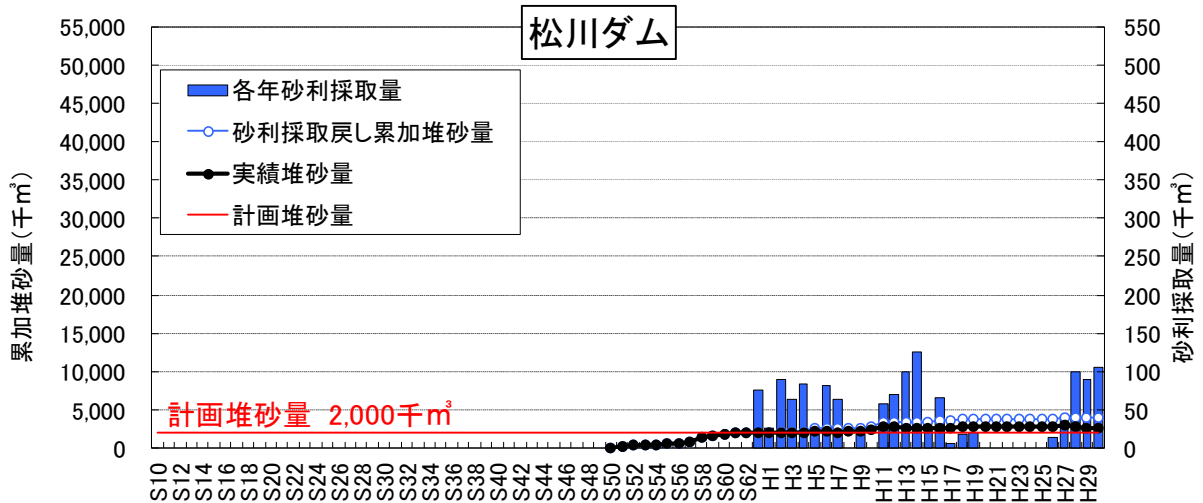


図 5-3(3) 堆砂量の水位 (松川ダム)

(2) 土砂バイパス施設なし

1) 横川ダム

横川ダムは洪水調節と不特定補給を目的とした多目的ダムとして、昭和 61 年（1986）に建設された。天竜川水系横川川に位置している。

平成 30 年（2018）までの 32 年間で年平均約 1 万 m³の土砂が堆積している。

2) 箕輪ダム

箕輪ダムは洪水調節、不特定補給、上水道補給を目的とした多目的ダムとして、平成 4 年（1992）に建設された。天竜川水系沢川に位置している。

平成 30 年（2018）までの 26 年間で年平均約 1 万 m³の土砂が堆積している。

3) 高遠ダム

高遠ダムは治水機能を有さない利水専用ダムとして、昭和 33 年（1958）に建設された。天竜川水系三峰川に位置している。

ダム完成から 10 年程度で概ね満砂に達しており、平成 30 年（2018）までの 60 年間で年平均約 2 万 m³の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している。昭和 55 年から堆積土砂の掘削（昭和 55 年（1980）～平成 14 年（2002）の年平均掘削量約 1 万 m³）が行われ、一時期堆砂量が減少したが、近年は再び増加傾向となっている。

4) 片桐ダム

片桐ダムは洪水調節、不特定補給、上水道補給を目的とした多目的ダムとして、平成元年（1989）に建設された。天竜川水系片桐松川に位置している。

平成 30 年（2018）までの 29 年間で年平均約 3 万 m³の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している。平成 7 年（1995）から堆積土砂の掘削（平成 7 年（1995）～平成 30 年（2018）の年平均掘削量約 1 万 m³）が行われている。

5) 岩倉ダム

岩倉ダムは治水機能を有さない利水専用ダムとして、昭和 13 年（1938）に建設された。天竜川水系岩倉川に位置している。

平成 30 年（2018）までの 82 年間で年平均約 0.2 万 m³の土砂がほぼ一定の傾向で堆積している。

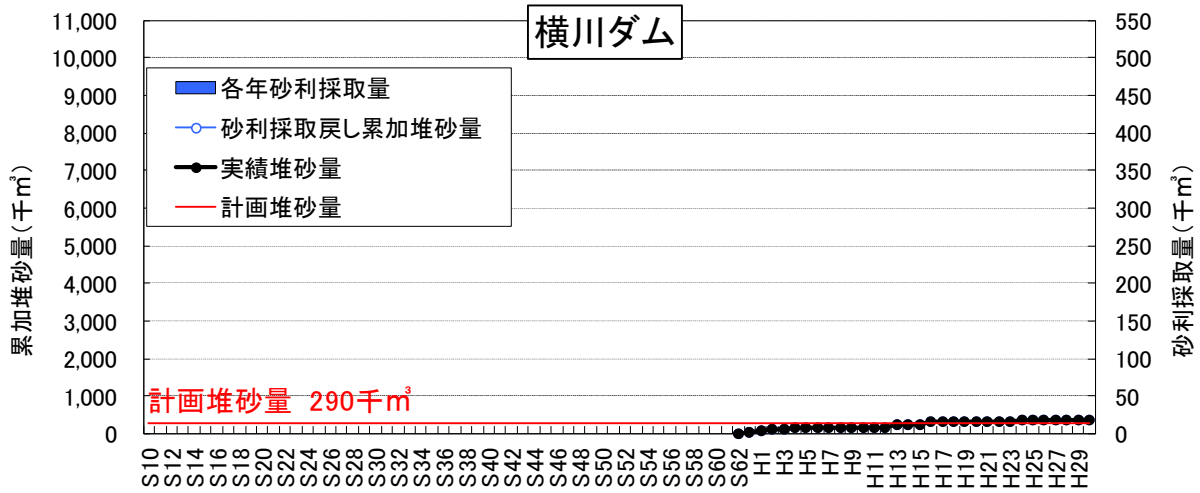


図 5-3(4) 堆砂量の水位 (横川ダム)

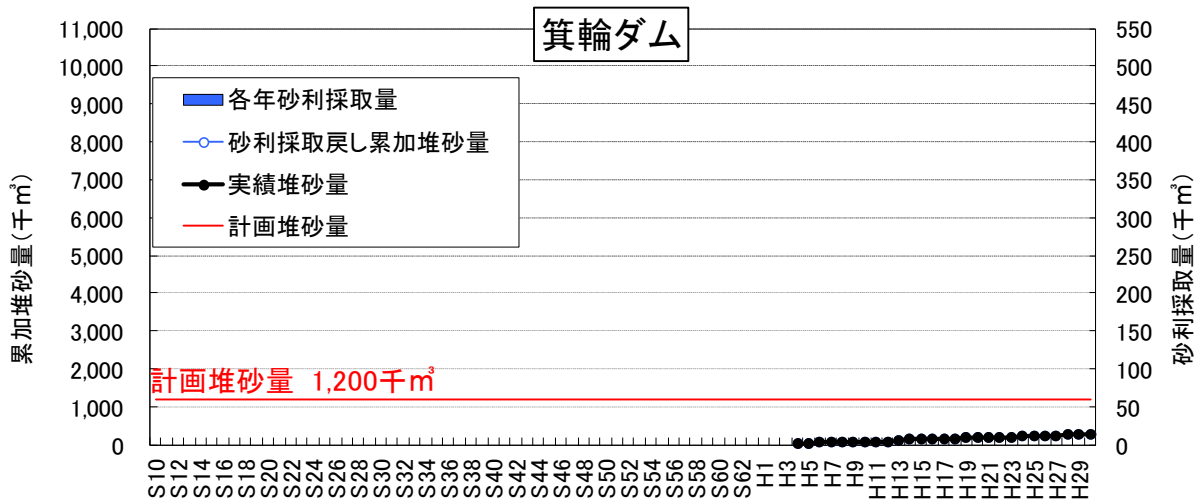


図 5-3(5) 堆砂量の水位 (箕輪ダム)

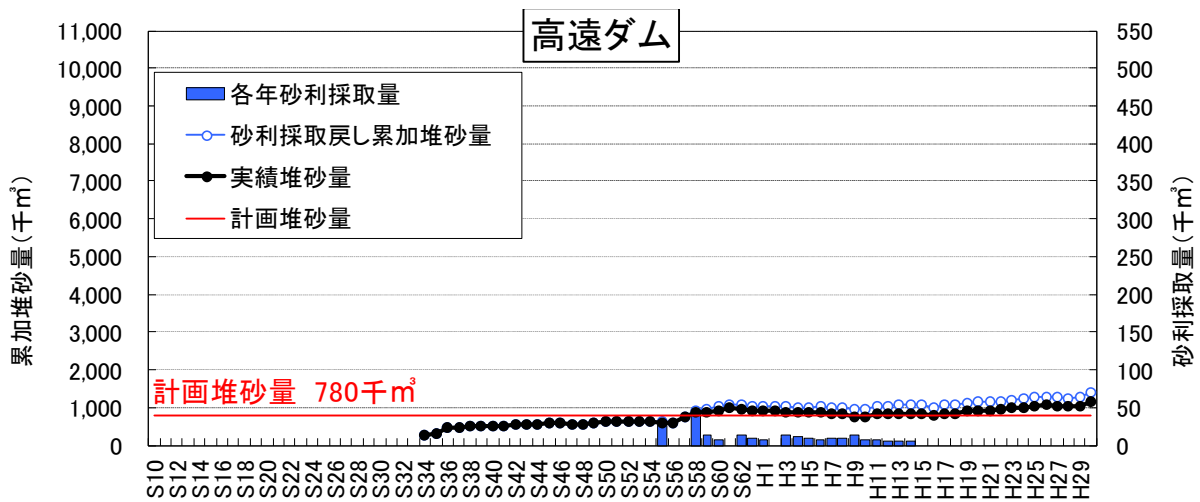


図 5-3(5) 堆砂量の水位 (高遠ダム)

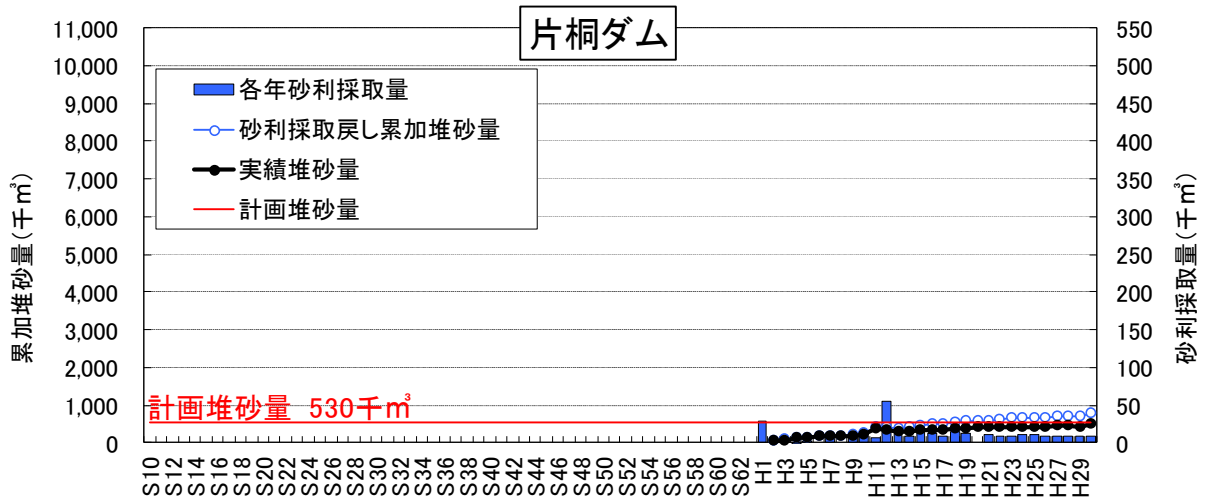
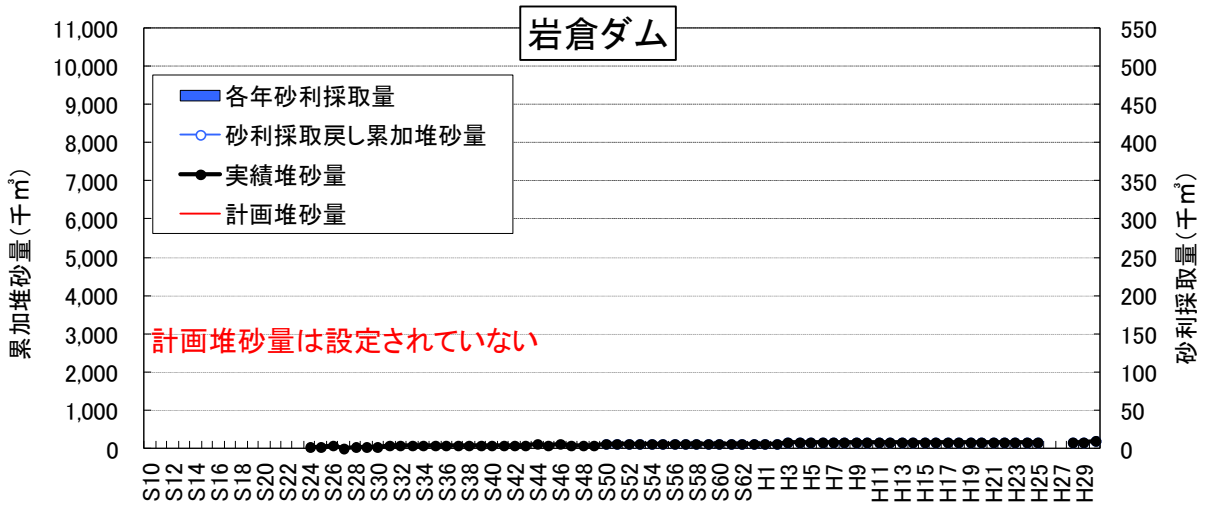


図 5-3(6) 堆砂量の水位 (片桐ダム)



※岩倉ダムの搬出量データは H29、H30 が無いが H28 までの実績からの推定で H30 時点でもゼロとした

図 5-3(7) 堆砂量の水位 (岩倉ダム)

5.2.3 谷底平野河道領域

昭和40年代の最盛期には年間85万m³にもなる大規模な砂利採取が行われ、河床高は全体的に低下した。

昭和50年代以降、砂利採取量が10~20万m³/年程度まで減少し、河床高の大幅な減少傾向も軽減された(図5-4参照)。鷺流峡より上流は、昭和58年(1983)以降砂利採取量の減少に伴い河床低下が収まっている。鷺流峡より下流は、昭和50年代以降も砂利採取が継続され、昭和58年(1983)~平成16年(2004)で河床低下している(図5-5参照)。

以上より、天竜川上流域における河床変動は砂利採取による影響が大きく、近年は安定傾向である。

河道の樹林面積については、昭和58年(1983)や平成18年(2006)の比較的大きい洪水年で減少するものの近年徐々に増加しており、樹林化が進行している(図5-4参照)。

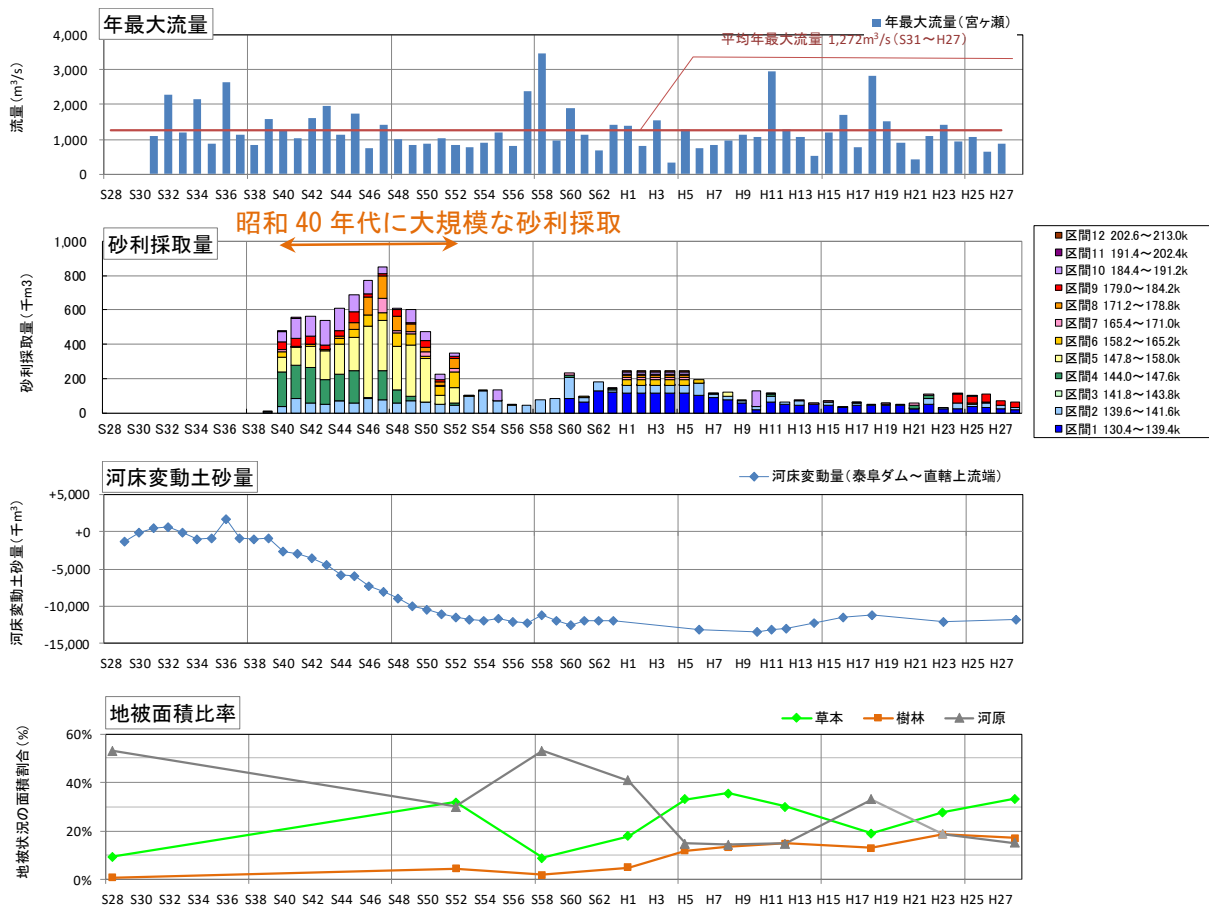
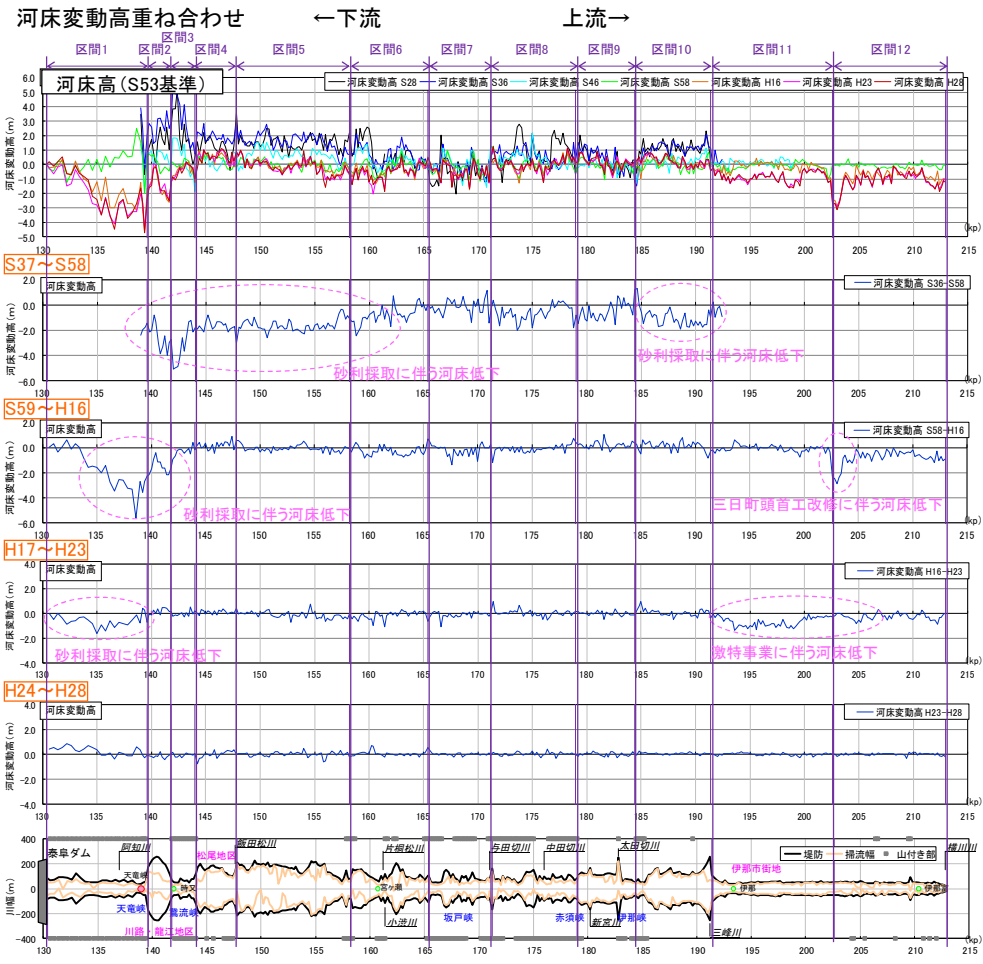


図 5-4 年最大流量、砂利採取量、河床変動土砂量および地被面積比の経年変化



砂利採取量・主な河道掘削量(区間毎)



図 5-5 期間別の河床変動高縦断分布 (左) と期間別砂利採取量縦断分布 (右)

5.2.4 本川ダム領域

本川ダム領域は泰阜ダムと平岡ダムが該当する。両ダムともに満砂状態であり、現在は堆砂の進行がみられない（図 5-2 参照）。

各ダムの堆砂実績を表 5-2 に示す。

表 5-2 各ダムの堆砂状況（平成 30 年（2018）時点）＜本川ダム領域＞

ダム名	利用目的※	管理者	経過年数	搬出土砂量を含む堆砂量		累計 搬出土砂量 (千m ³)	実績 累計堆砂量 (千m ³)	総貯水容量－ 有効貯水容量 (千m ³)	総貯水容量 (千m ³)
				累計堆砂量 (千m ³)	年平均堆砂量 (千m ³ /年)				
泰阜ダム	P	中部電力	83	10,489	126	2,493	7,996	9,208	10,761
平岡ダム	P	中部電力	67	40,684	607	4,495	36,189	37,596	42,425

※利用目的 F:洪水調節、農地防災、N:不特定用水、河川維持用水、A:かんがい用水、W:上水道用水、I:工業用水、P:発電

(1) 泰阜ダム

泰阜ダムは治水機能を有さない利水専用ダムとして、昭和 10 年（1935）に建設された。ダム完成から 10 年程度で概ね満砂に達しており、平成 30 年（2018）までの 83 年間で年平均約 13 万 m³ の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している。昭和 45 年（1970）から堆積土砂の掘削（昭和 45 年（1970）～平成 30 年（2018）の年平均掘削量約 5 万 m³）が行われており、これにより概ね堆積量は一定で維持している。

(2) 平岡ダム

平岡ダムは治水機能を有さない利水専用ダムとして、昭和 26 年（1951）に建設された。ダム完成から 10 年程度で概ね満砂に達しており、平成 30 年（2018）までの 67 年間で年平均約 61 万 m³ の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している。昭和 43 年（1968）から堆積土砂の掘削（昭和 43 年（1968）～平成 30 年（2018）の年平均掘削量約 9 万 m³）が行われており、これにより概ね堆積量は一定で維持している。

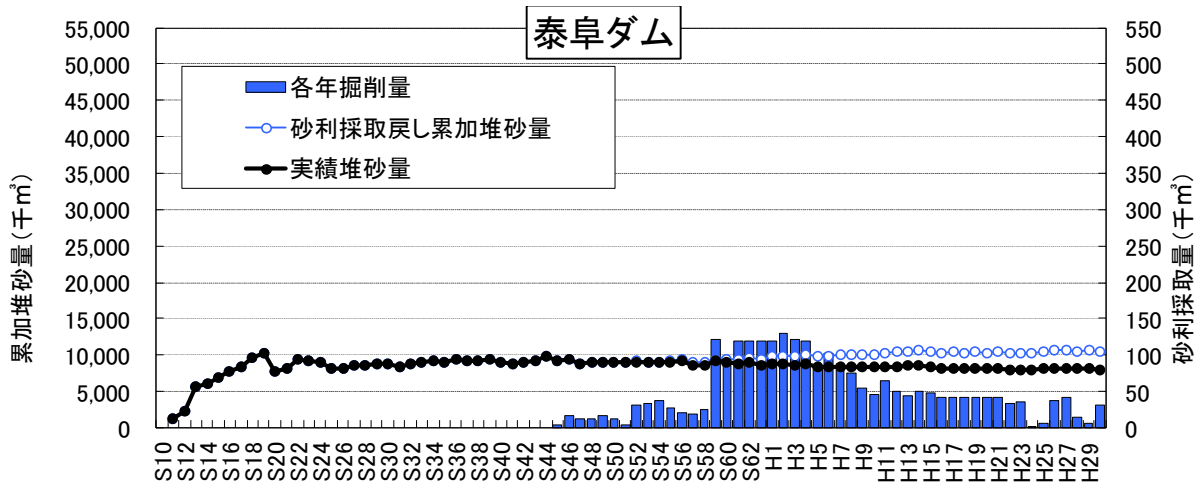


図 5-6(1) 堆砂量の水位 (泰阜ダム)

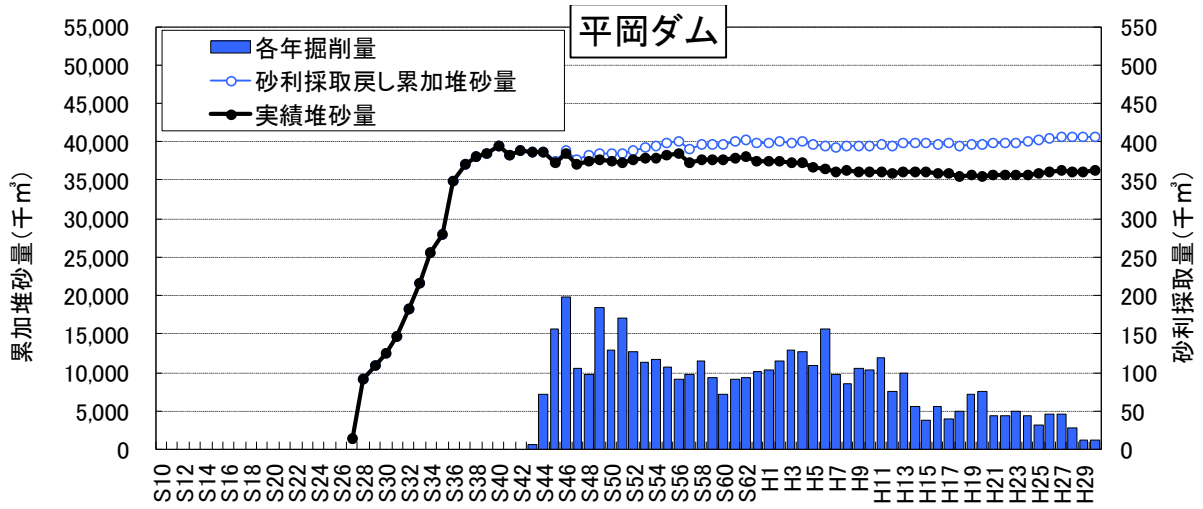


図 5-6(2) 堆砂量の水位 (平岡ダム)

5.3 土砂収支の把握

5.3.1 現在の土砂収支

上流域（平岡ダムより上流）の現在の河道において、美和ダム、小渋ダム、松川ダムの土砂バイパス運用を実施しない場合と実施した場合の各々の長期計算による土砂収支を図 5-7 に示す。

美和ダム、小渋ダム、松川ダムの土砂バイパスにより、計 46 万 m^3 /年のダム堆砂が軽減され、その分、河道の流入量が増加する。

土砂バイパスによって増加する粒径は、美和ダム、松川ダムは主に粒径集団Ⅰ、小渋ダムは粒径集団Ⅰの他、粒径集団Ⅱ、粒径集団Ⅲも 2～3 万 m^3 /年増加する。

土砂バイパスによって増加した土砂のうち、粒径集団Ⅰはほぼ全量、粒径集団Ⅱは大半が河道を通過するが、粒径集団Ⅲはほぼ全量河道内に堆積する。

下流端の平岡ダム通過土砂量は、土砂バイパス運用時に 239 万 m^3 /年であり、下流域への供給土砂量となる。土砂バイパス運用によって、粒径集団Ⅰ、Ⅱで合わせて約 44 万 m^3 /年増加している。

表 5-3 計算条件（平岡ダム～直轄上流端）

計算手法	一次元河床変動モデル
初期河道	現況河道（平成 23 年（2011）測量河道）
計算期間	100 年間（昭和 54 年（1979）～平成 23 年（2011）の繰り返し）
流入支川	横川川、太田切川、新宮川、中田切川、与田切川、片桐松川、阿知川、和知野川、遠山川（土砂量流入） 三峰川、小渋川、飯田松川（河床変動計算結果による土砂量を流入）
土砂バイパス	土砂バイパス運用なし／運用あり の 2 ケースを設定 土砂バイパスは、美和ダム（三峰川）、小渋ダム（小渋川）、松川ダム（飯田松川）で運用（現状では各ダムの計画に基づき条件を設定しており、運用実態と異なる場合がある） （ ）内は該当支川
系外搬出河道掘削	近年の実績に基づく砂利採取量（H24～H28 の 5 カ年の年平均値）を設定

5.4 各領域の課題

5.4.1 土砂生産・流出領域

土砂生産・流出領域は、大規模な崩壊等が発生することから、土砂生産量が多い。これら多量な土砂は、土石流となって流下することが想定されることから、土砂災害を防ぐための砂防施設の整備が進められている。

土砂移動に関する課題として、不透過型の砂防堰堤による堰堤下流での河床低下、環境変化が生じたことから、現在では、透過型堰堤の整備が進められている。

これらの整備による土砂移動性についてモニタリング調査として、与田切川、小渋川で流砂量・質を把握するための流砂量観測を実施している。両河川における流砂量観測手法については、概ね確立されたことから、今後は各支川の流出土砂量を把握（推定）する手法を確立することが必要である。

5.4.2 支川ダム領域

支川の美和ダム、小渋ダム、松川ダムでは貯水池の堆砂が進行し、治水・利水[※]への影響（ダム機能の低下）が考えられたことから、土砂バイパストンネルを建設し、対策を行っている。今後は、堆砂対策施設の運用により、ダムの容量を確保するとともに、下流への土砂の連続性を確保する必要がある。

また、土砂バイパスの運用を実施しているが、その効果・影響が十分に把握できていないことから、今後、モニタリング調査や効果影響の分析・評価が必要である。

その他の支川ダムについては、現時点で堆砂対策の必要性は低いと考えているが、今後も堆砂状況等をモニタリングし、堆砂の進行に応じた堆砂対策の対応が必要となる。

※利水への影響：堆積の進行によって取水口や放水口が埋没・閉塞する懸念

5.4.3 谷底平野河道領域

治水に関する課題として、洪水を安全に流下させるための河積の確保が必要である。河川整備計画の目標を達成するため、現状で河積が不足している箇所（図 5-8 参照）の河道掘削や、上流からの土砂流入による堆積土砂の河積阻害を解消するための掘削を行う必要がある。また、図 5-9 に示すように、平成 18 年以降、樹林面積が増加しており、樹林化の進行が見られる。樹林化が進行すると河積阻害となり流下能力不足につながるため、できる限り樹林化の抑制も可能となるような河道掘削も有効な対策である。

図 5-10 に示すように、河道内ではみお筋の固定化も見られ、水衝部の形成とともに洪水時の偏流により、側岸侵食や局所洗堀への影響が懸念される。低水護岸の設置及び堤防の安全を確保するため、洗掘形状などの監視に努めるとともに、河岸防護のための水衝部対策について検討する必要がある。

環境・利用に関する課題として、礫河原の減少が挙げられる。礫河原を保全・回復できる環境を整備することが必要である。整備計画に基づく事業を実施することで、治水安全度の向上や、河川環境の再生を進めることが必要である。

5. 上流各領域の現状と課題

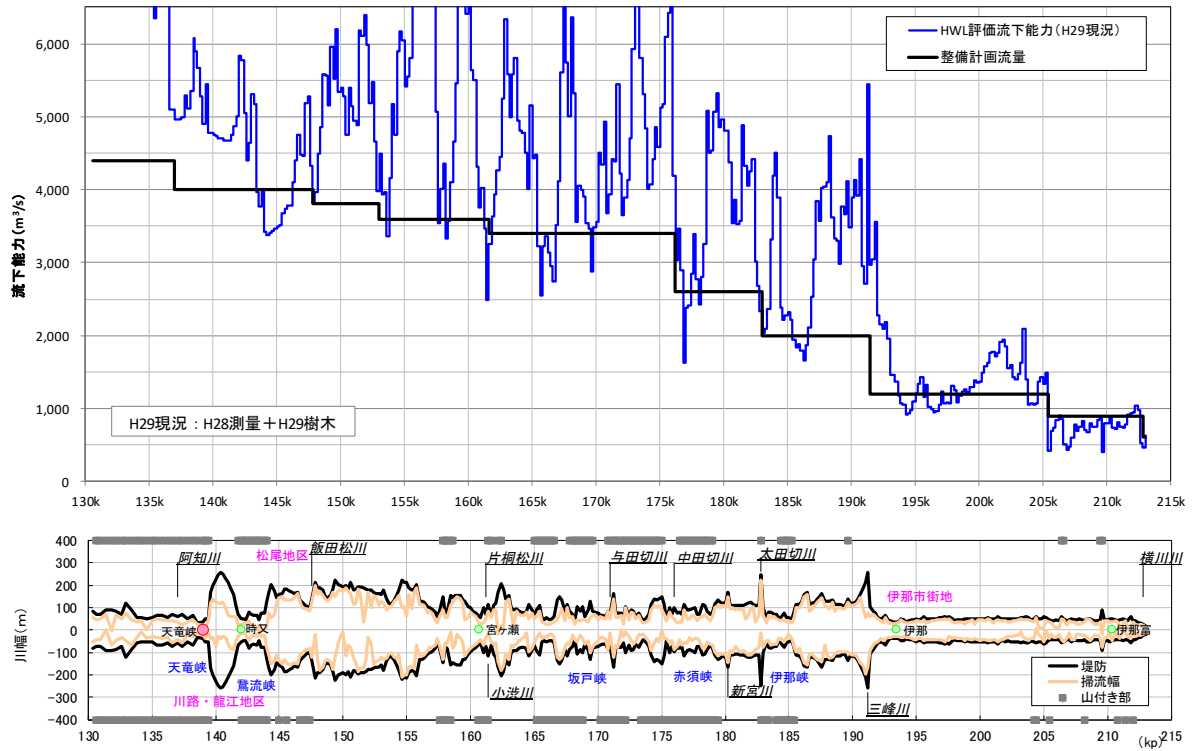


図 5-8 流下能力図 (泰阜ダム～直轄上流端)

S58やH18の大規模洪水年に、草本が減少、樹林面積がやや減少
 その後、草本、樹林が増加
 H5以降樹林地面積は安定していたが、H18以降、増加

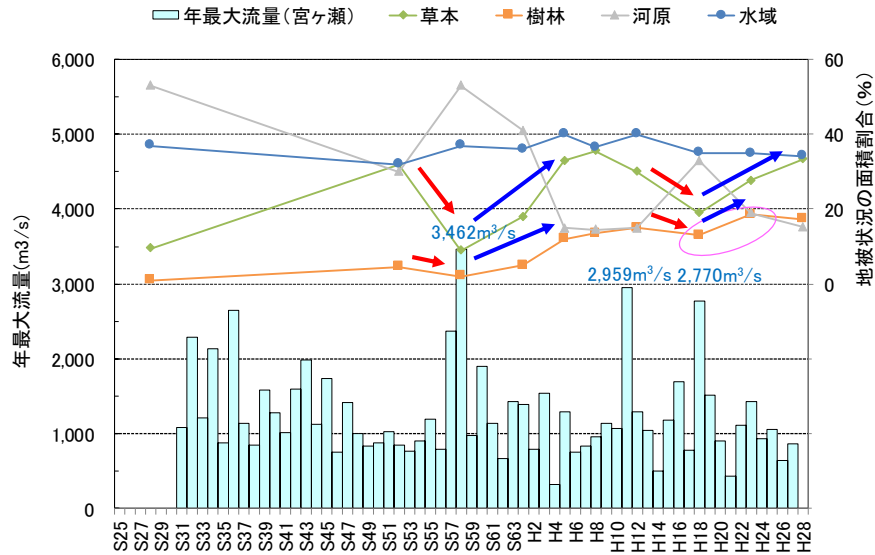


図 5-9 植物等占有率の経年変化

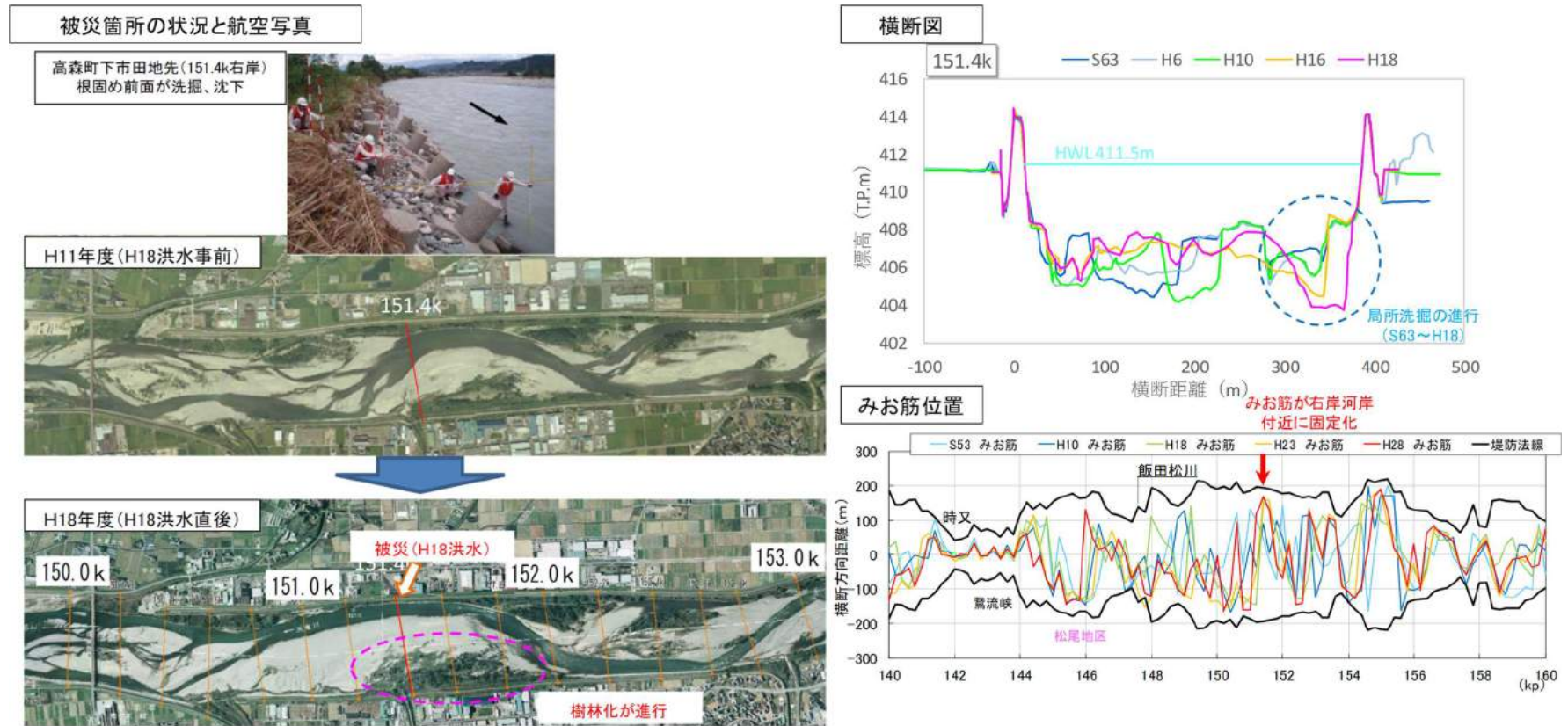


図 5-10 護岸が被災した箇所の状況、横断面図重ね合わせ、みお筋の変遷（泰阜ダム～直轄上流端）

5.4.4 本川ダム領域

泰阜ダム、平岡ダムは、ほぼ満砂状態であり、土砂は下流へ流下している。今後も、ダム機能の維持、背水影響に伴う洪水被害の防止の他、取水口や放水口の埋没・閉塞といった利水への影響が生じないように、掘削等により河床高を維持する必要がある。

6. 流砂系と上流域のあるべき姿（方針）

6.1 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では、「天竜川水系河川整備計画」及び「天竜川水系および遠州灘 総合的な土砂管理の取り組み 連携方針」での考え方を基に、流域の源頭部から天竜川全川および海岸までの一貫した土砂の動態と運動領域を「流砂系」という概念で捉え、自然の理を活かし、抑崩止岩、流砂造浜、順応管理を実施する。

第4項 総合的な土砂の管理に関する目標

総合的な土砂の管理については、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^{※1}、流砂造浜^{※2}、順応管理^{※3}を行う。

土砂流出が極めて活発な土砂生産域においては、土砂災害に備えるために、砂防堰堤、床固工群等の砂防設備により、崩落を抑制するとともに巨岩の流下を防止しつつ、適切な土砂の流下を確保する。（※1 下線部の文字を繋ぐと「抑崩止岩」となる。）

ダムにおいては、土砂の堆積による機能の低下に備え、堆砂容量の設定により計画的に容量を確保するとともに、恒久堆砂対策施設等の整備により土砂を流下させる。河道においては、土砂の堆積による河床上昇や側方侵食に備えるため、土砂の流下を促進する河道の形成によって土砂を流下させるとともに、巨石を活用した防御施設の設置及び維持管理河床や維持管理河岸の設定による河道管理により、氾濫の被害を軽減する。海岸においては、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。（※2 下線部の文字を繋ぐと「流砂造浜」となる。）

流砂系全体を通しては、継続的なモニタリングによって土砂動態及び土砂の流下による河川環境の変化の詳細な把握に努め、その結果を分析して維持管理も含めた土砂対策に反映し、順応的な土砂の管理を推進する。（※3 下線部の文字を繋ぐと「順応管理」となる。）

上流域では、過去から土砂災害を被ってきた地域社会特性、土砂移動の連続性確保等の観点から、小渋ダム等においては排砂機能を確保し、また美和ダムにおいては排砂機能を強化し、土砂を流下させる。

中下流域では、海岸線の後退の抑止、土砂移動の連続性確保等の観点から、佐久間ダムにおいて排砂機能を確保し、土砂を流下させる。

出典：天竜川水系河川整備計画 第2章 第3節（平成21年7月）

これらの考え方のもと、以下の項目を天竜川流砂系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

6.2 各領域の流砂系としての目指す姿

天竜川流砂系の目指す姿を以下に示す。

天竜川流砂系の目指す姿

- 天竜川におけるダム、河川、海岸の連携のもと各領域で計画されている事業目的の達成とあわせ、流砂系としての土砂移動の連続性を確保し、各領域の持続可能な管理の実現と環境の保全・回復を目指した流砂系を構築する

また、各領域で目指す姿を以下に示す。

【土砂生産・流出領域】

- 適切な流出土砂量の維持確保
 - ・ 流砂系として必要となる土砂（質と量）の供給
 - ・ 大規模な土砂生産が起こった場合において、天竜川やダム流入端において治水の安全性をできるだけ確保できる流出土砂量の調節

【支川ダム領域】

- 土砂移動の連続性の確保
- ダム貯水池機能の維持・確保
 - ・ 治水機能（洪水調節容量）の持続的確保
 - ・ 利水機能の持続的確保（容量の確保、取水・放水口の閉塞防止）

【谷底平野河道領域】

- 治水安全度の維持・確保
 - ・ 現状の治水安全度を維持しつつ、更なる流下能力の確保
 - ・ みお筋の固定化や樹林化の進行が要因となる局所洗掘が生じにくい河道の形成
- 良好な礫河原環境の保全・回復
 - ・ みお筋の深掘れの増大が抑制され、砂州の攪乱が適度にあり、樹林化が抑制された砂礫河原の広がる環境
 - ・ 礫河原が再生され、礫床環境が持続する環境
 - ・ 多様な瀬淵環境を維持し、魚類や底生動物等の天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境

【本川ダム領域】

- ダム貯水池機能の維持・確保
 - ・ 背水影響に伴う洪水被害を防止できる堆砂形状の確保
 - ・ 利水機能の持続的確保（容量の確保、取水・放水口の閉塞防止）

7. 上流域の土砂管理目標と土砂管理指標

7.1 土砂管理目標

天竜川流砂系の目指す姿に向け、総合土砂管理計画の基本原則と、各領域で現在、計画・実施されている土砂管理に関する事業を継続した場合の変化を踏まえ、土砂管理目標を以下のように設定した。

現在、上流域の支川ダムにおいて土砂バイパス施設の整備が進められており、運用による下流河道への効果・影響の評価を踏まえながら、今後のモニタリングによって運用による土砂動態と物理環境、生物環境との関係を把握し、対策の評価を繰り返し行い、目指す姿に向けて目標を柔軟に見直す。

なお、第二版では、下流域（第一版）の土砂管理目標を合わせて天竜川流砂系全体の目標とする。

【流砂系全体】

①総合土砂管理による河口テラスの回復及び海岸汀線の維持

- ダム領域と河道領域での対策によって土砂の移動の連続性を確保し、河口テラスの回復を目指す。（代表地点：佐久間ダム下流地点、秋葉ダム下流地点、鹿島、河口部）
- 河道領域で対策が必要な河道掘削土を海岸養浜に活用し、海岸汀線の維持・回復を目指す。

②総合土砂管理によるダム機能維持と河道管理の両立

- 全体にわたって適切なバランスのとれた治水機能の確保・維持を目指す。
（支川ダムと本川ダムおよび本川河道のバランスのとれた治水機能の確保・維持を目指す）

③総合土砂管理による河川環境の保全・回復

- 土砂管理対策によって、適度な砂州の攪乱があり、みお筋の固定化を抑制し、アユの産卵や多様な生物の生息に適した礫床環境、瀬淵環境を目指す

④総合土砂管理による適正な土砂利用

- 土砂の利用にあたっては、基本原則を踏まえた利用を目指す。

⑤土砂収支・通過土砂量の把握

- 図 7-1 に示す目標土砂収支図の通過土砂量を確保する。
（平岡ダムより上流部の土砂収支・通過土砂量が目標を確保されているかを把握する。目標とする通過土砂量の計算条件は表 7-1、評価地点は表 7-2 のとおりである）

【土砂生産・流出領域】

土砂管理目標：生産土砂量・流出土砂量の把握、土砂災害の防止

- 土砂生産・流出量と天竜川での土砂動態の関係性を適切に把握する
- 適切な砂防施設の管理による土砂災害の防止

【支川ダム領域】

土砂管理目標：土砂移動の連続性の確保、洪水調節機能の維持、安定的な水利用

- 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及び安定的な水利用を図ることができる貯水池形状を維持する。

【谷底平野河道領域】

土砂管理目標：洪水被害の防止、土砂バイパス運用による影響把握、良好な礫河原環境の保全・回復、良好な河川環境の保全

- 再堆積箇所への河道掘削により整備計画流量を安全に流下させる。
- 土砂バイパスの運用による効果、影響を把握する。
- 適度な砂州の攪乱によりみお筋の固定化や樹林化の進行を抑制する。また、みお筋の固定化や樹林化を要因とする局所洗掘や堆積を軽減し、良好な河道環境を保全する。
- 礫河原の保全や動植物の生息・生育に配慮し、天竜川固有の良好な河川環境の保全・回復に努める（河道掘削を行うときは、砂州の攪乱や樹林化の抑制を考慮する）。

【本川ダム領域】

土砂管理目標：背水影響に伴う洪水被害の防止、安定的な水利用

- ダム地点における土砂移動の連続性を確保し、背水影響に伴う洪水被害の防止、及び安定的な水利用を図ることができる貯水池形状を維持する。

表 7-1 目標とする土砂収支算定の計算条件（平岡ダム～直轄上流端）

計算手法	一次元河床変動モデル
初期河道	整備計画河床
計算期間	100年間（昭和54年（1979）～平成23年（2011）の繰り返し）
流入支川	横川川、太田切川、新宮川、中田切川、与田切川、片桐松川、阿知川、和知野川、遠山川（土砂量流入） 三峰川、小渋川、飯田松川（河床変動計算結果による土砂量を流入）
土砂バイパス	美和ダム（三峰川）、小渋ダム（小渋川）、松川ダム（飯田松川）で土砂バイパス運用（ ）内は該当支川
系外搬出河道掘削	泰阜ダム上流：河床変動後に計画規模洪水生起時に治水安全度を確保できるように維持掘削 泰阜ダム下流：近年の実績に基づく砂利採取量（H24～H28の5カ年の年平均値）を設定

7. 上流域の土砂管理目標と土砂管理指標

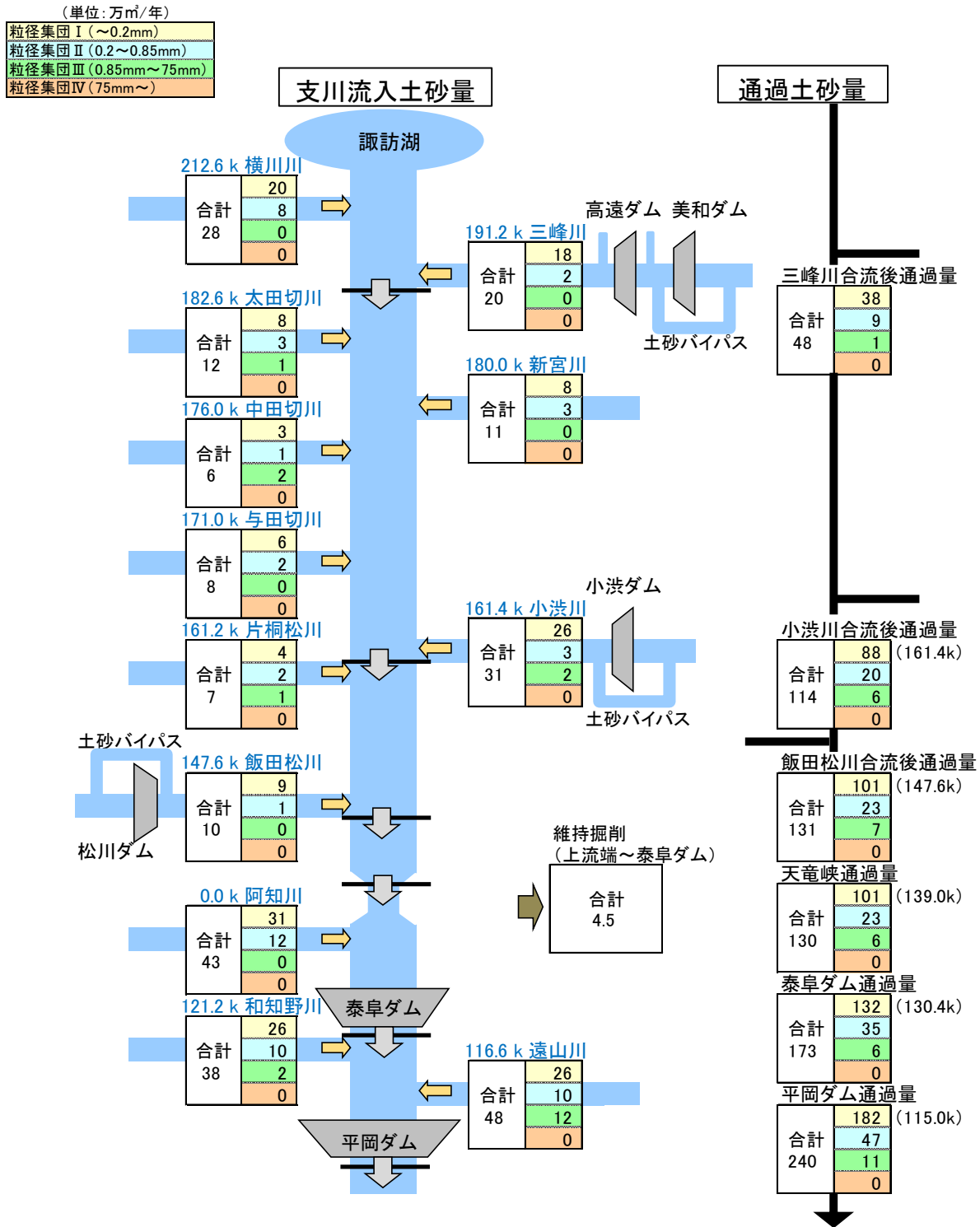


図 7-1 天竜川上流部での目標とする土砂収支 (100 年平均)

表 7-2 通過土砂量算定地点の選定

通過土砂量算定地点	選定理由
三峰川合流部下流 (191.2kp)	・ 上流からの通過土砂量と美和ダムの堆砂対策を踏まえた通過土砂量の把握
小渋川合流部下流 (161.2kp)	・ 流入土砂量が多い右支川からの通過土砂量と小渋ダムの堆砂対策を踏まえた通過土砂量の把握
飯田松川合流部下流 (147.0kp)	・ 松川ダムの堆砂対策を踏まえた通過土砂量の把握
天竜峡地点 (139.0kp)	・ 谷底平野河道領域と本川ダム領域の境界として、本川ダム領域に流入する土砂を把握
泰阜ダム下流 (130.4kp)	・ 平岡ダム湛水域に流入する土砂量の把握
平岡ダム下流 (114.0kp)	・ 下流域 (佐久間ダム) に流入する土砂量の把握

7.2 土砂管理指標

土砂管理目標は、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の達成状況を確認するため、河床高等の実際に管理可能な土砂管理指標を表 7-3 のように設定した。

表 7-3 土砂管理指標

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安
流砂系全体 (上流域)	土砂収支、通過土砂量の把握	土砂収支算定区間の河床変動量	通過土砂評価地点を含む区間の河床変動量が、土砂管理目標の土砂収支における河床変動量と変化傾向、変化量が同等であること
土砂生産・流出領域	生産土砂量、流出土砂量の把握	崩壊地の拡大状況 土砂移動量	崩壊斜面の変動領域把握 河道閉塞・堆砂状況 発生土砂量と堆積土砂量の把握
		生産土砂量・流砂量	— (指標値を把握し、下流側の領域との関係から今後設定)
支川ダム領域	土砂移動の連続性の確保 洪水調節容量の維持 安定的な水利用	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
		バイパス土砂量	堆砂対策計画との整合
谷底平野河道領域	洪水被害の防止	水理・水文量	—
		平均河床高、縦横断形状	整備計画目標流量を安全に流下させることができる河床高の維持
		本支川合流部の河道形状	支川合流部の大きな河床上昇や河道閉塞がない
		水衝部の位置・河床高	水衝部範囲が拡大していない 河床低下が見られない(基礎工高より下回らない) みお筋、砂州が固定化していない
	樹木繁茂位置	流下能力不足箇所の樹林化の経年的な変化	
	土砂バイパス運用による影響把握	河床高 河床材料	河床低下・河床上昇 土砂バイパスによる影響把握(予測結果の検証)
	良好な礫河原環境の保全・回復 良好な河川環境の保全	河床材料の変化	平均粒径の減少 細粒土砂で河床表層が覆われていない
	砂州、みお筋の平面位置(瀬・淵)	砂州、みお筋の変動がある	
	礫河原面積の割合	礫河原面積の割合の維持、増加	
	代表植物・生物の生息生育状況	生物(指標種 [*] 、外来種等)の分布、個体数の経年的な変化がよい傾向を示す	
本川ダム領域	背水影響に伴う洪水被害の防止 安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	発電機能の確保と維持(管理施設の維持や排水影響に伴う洪水被害を防止できる貯水池形状)

※魚 類：スナヤツメ、カマツカ、アカザ、カジカ、カワヨシノボリ

底生動物：ナミコガタシマトビケラ、ウルマーシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ、ナミコガタシマトビケラ、ヤマトビケラ、ニンギョウトビケラ、ユスリカ科

鳥 類：イカルチドリ、コチドリ、イソシギ、コアジサシ

植 物：カワラアカザ、カワラケツメイ、カワラマツバ、カワラハハコ、カワラヨモギ、カワラニガナ、ツツザキヤマジノギク

植物群落：自然裸地、コセンダングサ群落、メヒシパーエノコログサ群落、ヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落、メマツヨイグサーマルバヤハズソウ群落、カワラヨモギーカワラハハコ群落

なお指標種の選定は、河川水辺の国勢調査の結果をアドバイザーへ説明する際、礫河原を生息・生育環境とする指標種として相応しいか確認し、順応的に追加・修正対応する。

7.3 計画対象期間

土砂動態を評価する計画対象期間は、今後、概ね 50 年間とする。なお、5～10 年程度を区切りとして達成状況を確認し、計画も含めて適宜見直しを行う。

8. 上流域の土砂管理対策

8.1 土砂管理対策

■ 土砂管理対策の方向性

- 支川ダムの堆砂対策（土砂バイパス、掘削）と谷底平野河道の維持掘削を実施し、河川整備計画と合わせ防災機能を維持する。
- 支川ダムの堆砂対策（土砂バイパス）による環境の変化（砂州攪乱の促進、礫河原の維持・創出等）を確認しながら、礫河原環境の維持のための対策を併せて実施する。
- 今後は、土砂生産・流出領域における対策、各領域で発生する掘削土砂量の有効活用など、流砂系全体の健全な流砂環境を目指し、具体的な土砂管理対策、関係機関との調整を図る。

■ 領域毎の土砂管理目標と、土砂管理対策

【土砂生産・流出領域】

土砂管理目標：生産土砂量・流出土砂量の把握、土砂災害の防止

- 土砂生産量の把握
- 流砂量観測
- 砂防施設による流出土砂流出の調節
- 施設管理（除石）

【支川ダム領域】

土砂管理目標：土砂移動の連続性の確保、洪水調節機能の維持、安定的な水利用

- 堆積土砂の維持掘削
- 堆砂対策（土砂バイパス）

【谷底平野河道領域】

土砂管理目標：洪水被害の防止、土砂バイパス運用による影響把握、良好な礫河原環境の保全・回復、良好な河川環境の保全

- 堆積土砂の維持掘削
- 局所洗堀の監視（砂利採取の調整）
- 礫河原を維持するための河床攪乱（砂州の移動）の促進
- 礫河原維持に配慮した河道掘削、維持掘削
- 河川環境（瀬淵等）に配慮した河道掘削

【本川ダム領域】

土砂管理目標：背水影響に伴う洪水被害の防止、安定的な水利用

- 堆積土砂の維持掘削

8.2 土砂管理対策を実施した場合の土砂収支

現在の土砂収支（土砂バイパス運用なし／土砂バイパス運用あり）と目標とする土砂収支（100年平均）を図 8-1 に示す。各々の算定のための河床変動計算条件を表 8-1 に示す。

- 現在の土砂収支において、下流端の平岡ダム通過土砂量は、土砂バイパス運用なしで 195 万 m³/年、土砂バイパス運用ありで 239 万 m³/年と土砂バイパス運用の有無によって約 44 万 m³/年の差がある。うち、ほぼ砂分に該当する粒径集団Ⅱは約 5 万 m³/年の差となっている。
- 土砂管理対策を実施した場合、現在と比べて、平岡ダム通過土砂量は、土砂バイパス運用未実施時とは約 45 万 m³/年の差、土砂バイパス運用時とは約 1 万 m³/年の差となっている。現在ケースは砂利採取、対策実施時は維持掘削と、各々で土砂搬出方法が異なるが、下流端の通過土砂量の差は小さい。
- 以上より、平岡ダムの通過量は、土砂バイパスの運用の有無によって大きく変化するものの、維持掘削等の河道掘削についての対策の違いについては、通過量の差は小さい結果となっている。

表 8-1(1) 計算条件（平岡ダム～直轄上流端）＜現在＞

計算手法	一次元河床変動モデル
初期河道	現況河道（平成 23 年（2011）測量河道）
計算期間	100 年間（昭和 54 年（1979）～平成 23 年（2011）の繰り返し）
流入支川	横川川、太田切川、新宮川、中田切川、与田切川、片桐松川、阿知川、和知野川、遠山川（土砂量流入） 三峰川、小渋川、飯田松川（河床変動計算結果による土砂量を流入）
土砂バイパス	土砂バイパス運用なし／運用あり の 2 ケースを設定 土砂バイパスは、美和ダム（三峰川）、小渋ダム（小渋川）、松川ダム（飯田松川）で運用 （）内は該当支川
系外搬出河道掘削	近年の実績に基づく砂利採取量（H24～H28 の 5 カ年の年平均値）を設定

表 8-1(2) 計算条件（平岡ダム～直轄上流端）＜土砂管理対策実施時＞

計算手法	一次元河床変動モデル
初期河道	整備計画河床
計算期間	100 年間（昭和 54 年（1979）～平成 23 年（2011）の繰り返し）
流入支川	横川川、太田切川、新宮川、中田切川、与田切川、片桐松川、阿知川、和知野川、遠山川（土砂量流入） 三峰川、小渋川、飯田松川（河床変動計算結果による土砂量を流入）
土砂バイパス	美和ダム（三峰川）、小渋ダム（小渋川）、松川ダム（飯田松川）で土砂バイパス運用 （）内は該当支川
系外搬出河道掘削	泰阜ダム上流：河床変動後に計画規模洪水生起時に治水安全度を確保できるように維持掘削 泰阜ダム下流：近年の実績に基づく砂利採取量（H24～H28 の 5 カ年の年平均値）を設定

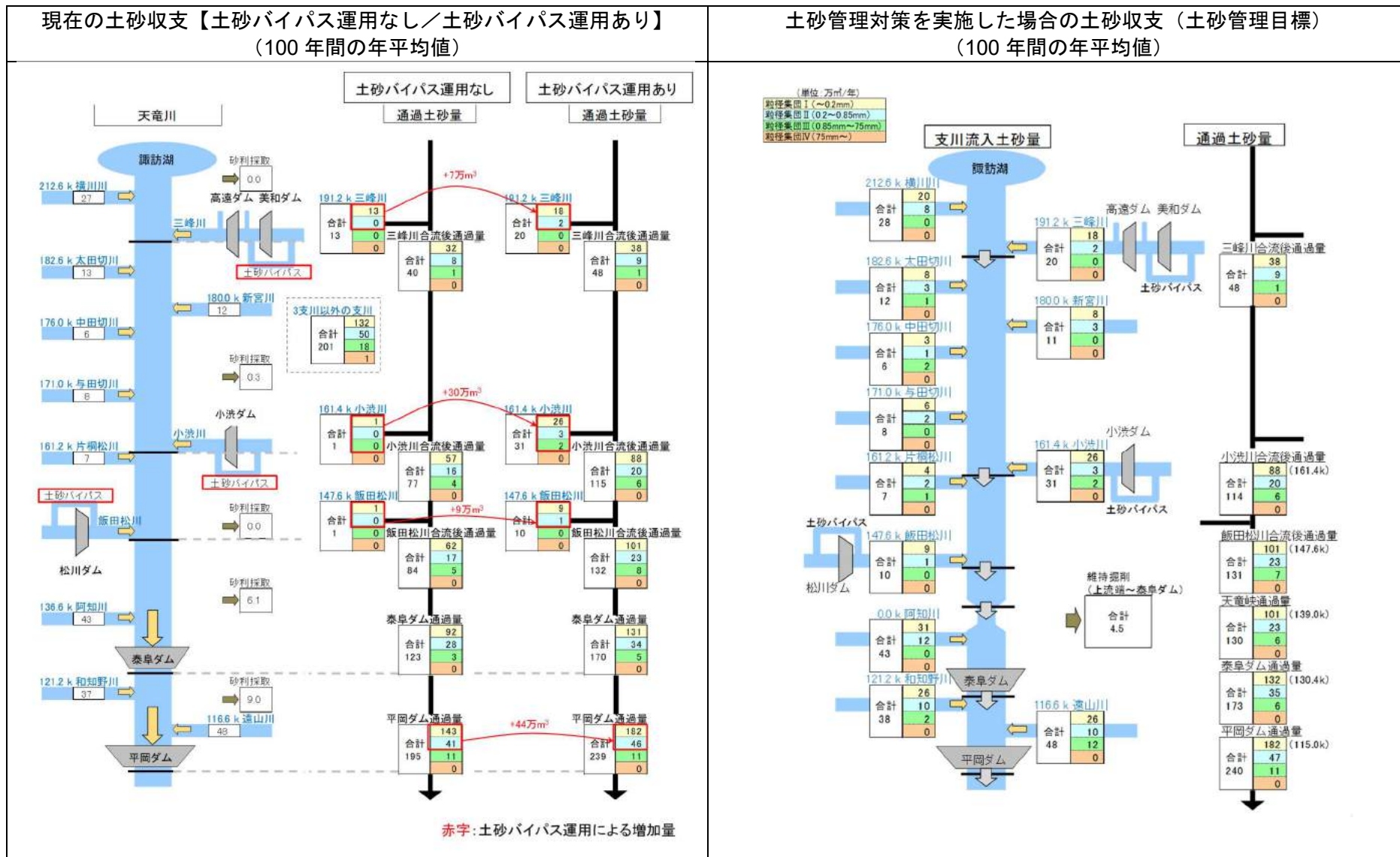


図 8-1 現在の土砂収支と土砂管理対策を実施した場合の土砂収支の比較

8.3 土砂管理対策の評価

現状の土砂収支が継続した場合と、当面の土砂管理対策を実施した場合の各領域の状況について、目指す姿に対する評価を実施した。土砂管理対策を実施した場合での、100年間の河床変動計算の結果を図 8-2～図 8-5 に示す。

- ・ 整備計画完成後も再堆積によって流下能力不足箇所が生じているが、堆積による流下能力不足となる箇所に対して維持掘削を実施することによって治水安全度を確保できている（図 8-2）。
- ・ 河床変動後の河床高が護岸の設定基礎高より下回る箇所がある場合、河床低下によって護岸の被災が懸念される。また、取水施設（樋管等）が埋没する場合、取水施設に影響が生じると推定される。
- ・ 図 8-3 より、142k 付近で最低包絡河床高が護岸基礎高付近まで低下しており、局所洗掘による護岸への影響がある可能性が示されている。
- ・ また図 8-4 より、158.4k、163k、182.2k 付近等複数の取水施設が河床変動により埋没する可能性がある結果となった。
- ・ 今後の河床低下状況を監視していくことが重要と考えられる。

計算結果を踏まえて、各領域における土砂管理対策の評価を表 8-2 に示す。

表 8-2 土砂管理対策の評価

領域	土砂管理目標	土砂管理対策	土砂管理対策の評価
土砂生産・流出領域	・生産土砂量、流出土砂量の把握 ・土砂災害の防止	・土砂生産量の把握 ・流砂量観測 ・砂防施設による流出土砂流出の調節 ・施設管理（除石）	・現時点で土砂管理対策実施による目標達成の定量評価は困難。 ・今後、流砂量観測結果を活用し、流出土砂量や土砂管理対策の効果の把握が必要となる。
支川ダム領域	・土砂移動の連続性の確保 ・洪水調節容量の維持 ・安定的な水利用	・堆積土砂の維持掘削 ・堆砂対策（土砂パイパス）	・事業計画に基づく堆砂対策を想定しており、効果は発現すると考えられる。 今後、実際の運用によるモニタリングを踏まえて評価が必要となる。
谷底平野河道領域	・洪水被害の防止	・堆積土砂の維持掘削 ・局所洗掘の監視（砂利採取の調整）	・流下能力を確保するための維持掘削を行うことで洪水被害を防止できる。 ・局所洗掘、取排水設備周辺の堆積等の可能性がある箇所があり、監視が必要となる。
	・良好な礫河原環境の保全・回復 ・土砂パイパス運用による影響評価 ・良好な河川環境の保全	・礫河原を維持するための河床攪乱（砂州の移動）の促進 ・礫河原維持に配慮した河道掘削、維持掘削 ・河川環境（瀬淵等）に配慮した河道掘削	・小渋川合流点下流で、河床材料の細粒化、河床低下などが想定され、河道の攪乱が進む可能性がある。 ・礫河原の維持（樹林化、二極化の抑制）に効果が期待されるため、監視が必要となる。
本川ダム領域	・背水影響に伴う洪水被害の防止 ・安定的な水利用	・堆積土砂の維持掘削	・流下能力を確保するための維持掘削を行うことで洪水被害を防止できる。 ・平岡ダム通過土砂量の粒径集団Ⅱが増加しており、流砂系全体での必要な土砂（海岸で必要な土砂量）を下流に供給できている。

赤字：河床変動計算による定量評価、緑字：河床変動計算結果からの定性評価、青字：モデルを用いた定量評価は未実施

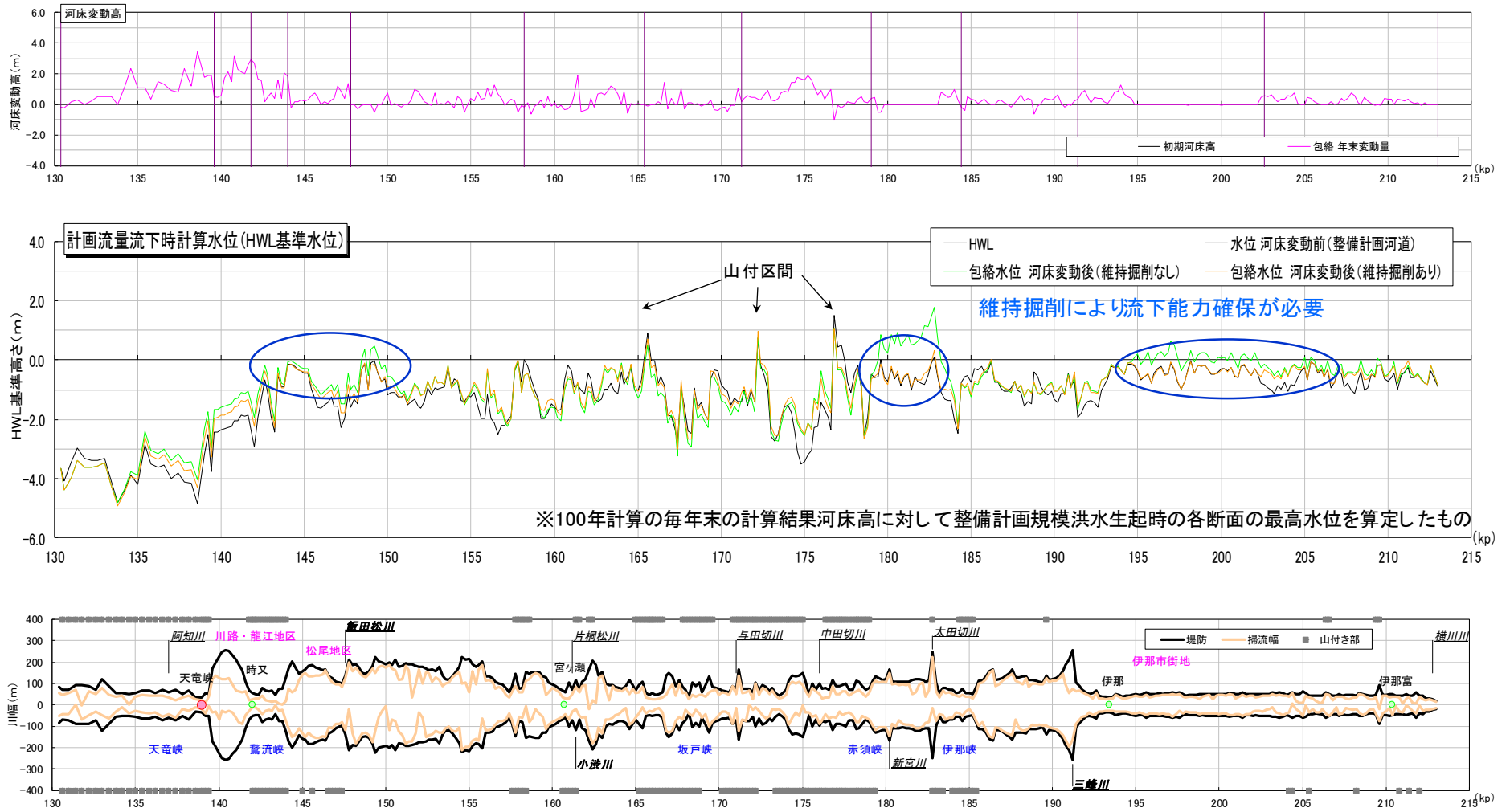


図 8-2 100年間の毎年末河床高における整備計画規模洪水生起時の包絡水位計算結果 (整備計画河道・維持掘削・土砂BPあり)

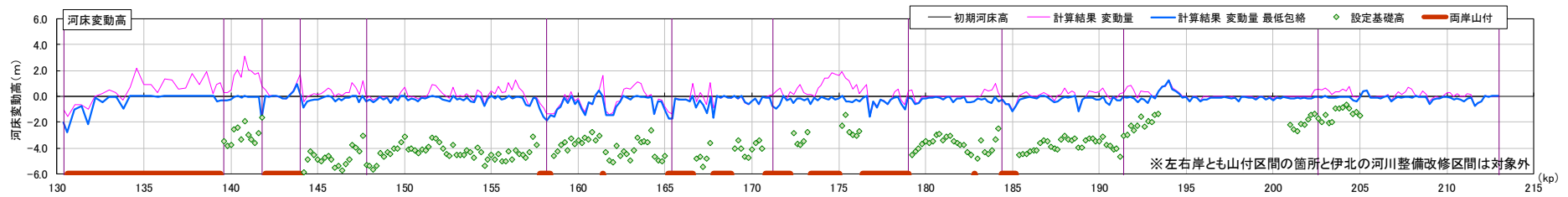


図 8-3 護岸基礎高と 100 年計算の最低包絡河床高の比較結果

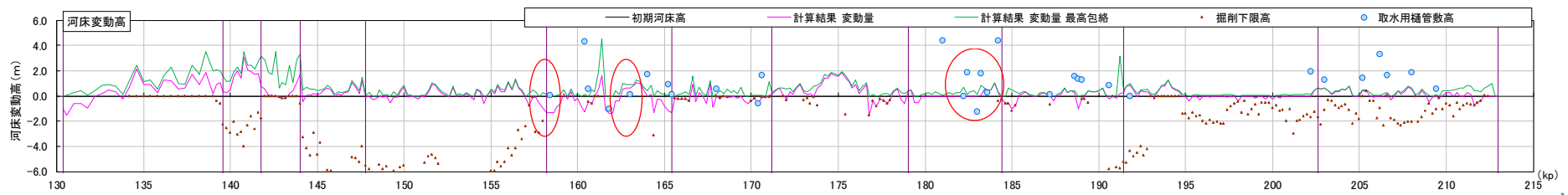


図 8-4 取水施設の敷高と 100 年計算の最高包絡河床高の比較結果

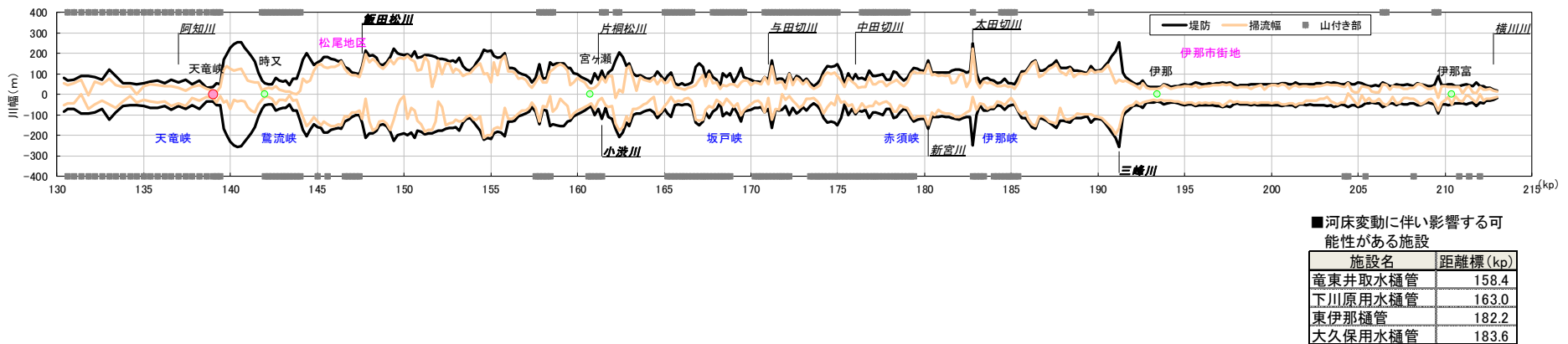


図 8-5 河床変動による治水・利水（護岸基礎高・取水堰敷高）への影響（整備計画河道・維持掘削・土砂 BP あり）

8.4 対策実施に関する留意点

土砂管理対策を実施する上で、領域ごとに注意すべきことを留意点として挙げる。なお、この留意点については、各領域の管理者が個別に実施する。

表 8-3 各領域の留意点

領域	懸念事項	留意点
土砂生産・流出領域	赤字：土砂流出による支川河道での堆砂の進行	土砂生産・流出領域からの流出土砂量を適切に把握し、施設の効果や課題の検討が必要
	赤字：施設の効率的な管理	他領域での効果、課題を踏まえた適切な施設管理の検討が必要
支川ダム領域	赤字：貯水池堆積の進行	各支川ダムでの堆砂状況の確認が必要
	赤字：土砂バイパス運用によるダム下流河川での堆砂、河床材料の変化	各堆砂対策事業のモニタリング結果から総合土砂管理の観点から効果影響を確認が必要
	赤字：土砂バイパス運用による、流砂量や河床材料の変化に伴う魚類、底生動物の生育・生息環境への影響	
	赤字：土砂移動による河川利用への影響	河川利用への影響を踏まえた対策が必要
谷底平野河道領域	赤字：土砂の堆積による河道の樹林化の進行、礫河原の減少	樹林化が抑制できる掘削形状、できるだけ砂州等の河床が移動しやすく、礫河原が維持できる河道の検討が必要
	赤字：支川からの土砂供給による合流部での土砂堆積	土砂生産・流出領域、支川ダム領域からの流出土砂量の把握が必要
	赤字：土砂バイパス運用による、流砂量や河床材料の変化に伴う河原植生の生育・生息環境への効果・影響	河原植生の生育・生息環境が保全できているかを確認
	赤字：局所洗掘による河川構造物の被災	局所洗掘箇所には、ダム領域等で掘削した粗い粒径を投入するなど、各領域での掘削土砂の有効活用が必要
	赤字：土砂移動による河川利用への影響	河川利用への影響を踏まえた対策が必要
本川ダム領域（湛水域）	赤字：湛水域の堆積による治水安全度の低下	土砂の有効活用の促進、支川ダムの堆砂対策の影響の確認（量・質の変化）が必要

赤字：土砂動態、緑字：自然環境

また、土砂管理対策を実施する上で、流砂系全体で注意すべきことを留意点として挙げる。

表 8-4 流砂系全体の留意点

領域	留意点
全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 問題が発生した場合には、土砂以外の要因も含めて確認し、対応する必要がある ・ 自然環境の変化は物理環境の変化後すぐに応答しない場合があることに留意する必要がある ・ 土砂の活用ニーズ（河道対策、骨材等）を常に把握し、活用方法の優先度を予め調整しておく必要がある ・ 河川利用者や漁業関係者、利水者などへの影響を事前に把握し、事業実施前に説明を行い対応する必要がある ・ 流砂系全体の土砂管理を行う上では支川の情報が重要となるため、データの取得を働きかけることが重要である ・ 土砂管理対策はモニタリングにより状況把握を行いながら、順応的に実施していく必要がある。

9. 上流域のモニタリング計画

9.1 モニタリングの目的

総合的な土砂管理を進めるにあたっては、今後、実際に発生する流況において、土砂管理対策の実績と管理指標の想定した事象を確認し、効果、影響を流砂系全体および各領域で評価を繰り返し行い、土砂動態の予測精度向上を図り、適宜予測、対策、計画を見直すことが重要である。

モニタリングの目的

- 目的① 天竜川流砂系の総合土砂管理の目標や目指す姿に対する評価を行うために実施する
 目的② 各領域が抱える課題の実態把握、対策の効果、影響および今後の課題解決のために実施する（今後、対策と並行して取り組み）

9.2 モニタリング項目

9.2.1 目的①に関するモニタリング

9.1 の目的①に関連するモニタリングについては、天竜川流砂系でのダム貯水池への堆砂進行や海岸侵食といった様々な課題に対して、これらの課題の実態および対策実施時の効果、影響を把握し、天竜川流砂系目指す姿に向かっているかを評価するためのモニタリングを実施する。

モニタリングの項目を以下の目的別に分類し、各領域のモニタリング計画を整理することとした。

- 分類① 天竜川の土砂管理目標の達成を把握するための項目
- 分類② 目指す姿を評価するための項目
- 分類③ 土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- 分類④ 土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

9.2.2 目的②に関するモニタリング

9.1 の目的②に関連するモニタリングについては、事業や調査の適切な見直しを図るために、関連機関の持つ調査結果を継続的に情報共有し、必要に応じてモニタリングを実施する。

今後、各領域における対策の効果や影響の把握、課題の解決に向けた取り組みのために必要となるモニタリングを領域ごとに検討し、その内容を関係者間で共有する。その結果から、目的①のためのモニタリング計画の見直しを実施する。

9.3 モニタリング計画

モニタリング項目のうち、流砂量に関する物理環境の項目および生物環境の項目については、土砂バイパスの運用による下流河道への効果や影響を把握するための調査を実施する。水位、縦横断測量や土砂バイパスのモニタリングなど既に継続して調査が実施されている項目については、これらを有効活用する。

(1) 土砂生産・流出土砂領域

土砂生産・流出領域では、不透過型の砂防堰堤による堰堤下流での河床低下や河川環境の変化が生じるといった課題があり、現状では対策として、透過型砂防堰堤の整備等を実施し、更に土砂移動性についてのモニタリング調査として、与田切川、小渋川において流砂量観測を実施している。更に今後は、各支川の流出土砂量を把握する手法について、検討していく。

これらに対して、砂防堰堤の堆積量・除石等の維持管理量、堆積土砂の粒度分布、流砂量をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(2) 支川ダム領域

支川ダム領域では、美和ダム、小渋ダム、松川ダムにおいて貯水池の堆砂といった課題があり、現状では対策として土砂バイパスを建設し、堆砂対策を実施している。更に今後は土砂バイパスの効果・影響について検討し、堆砂対策によるダムの容量を確保するとともに、下流部への土砂の連続性を確保する。これらに対して、貯水池の縦横断形状、堆積土砂量をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(3) 谷底平野河道領域

谷底平野河道領域では、治水に関して、現況河道の河積不足、上流からの土砂流入による堆積土砂の河積阻害といった課題がある。現状では河積の不足箇所の河床掘削による対策等が実施されている。また、環境・利用に関して、細粒土砂の堆積による礫河原の減少や樹林化といった課題がある。現状では、整備計画に基づく事業を実施することで、河川環境の再生を進めることが検討されている。さらに美和ダム、小渋ダム、松川ダムにおいて堆砂対策として土砂バイパスの運用が開始されているが、土砂バイパスの運用による土砂供給の増加に伴い河道での土砂動態変化が生じ、堆積や河床材料変化等が生じる可能性がある。

これらに対し、河床材料調査、河川水辺の国勢調査項目個体数・種数、植物群落の分布、縦横断測量、天竜川の河川利用に基づいた独自のモニタリング（天竜舟下りの航路の変化状況等のヒアリング、ザザムシ漁獲量等）を実施し、土砂管理対策の効果、影響を把握する。なお、河川水辺の国勢調査項目個体数・種数、植物群落の分布の評価・整理は、礫河原環境の指標種となる生物を対象に実施する。

(4) 本川ダム領域

本川ダム領域では、ダム貯水池の堆砂の進行に伴い、背水影響による浸水被害の発生や取水施設の埋没による安定的な水利用への影響の懸念といった課題がある。対策として堆積土

9. 上流域のモニタリング計画

砂の浚渫等を実施している。これらに対し、貯水池の縦断形状、堆砂量をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(5) 流砂系全体（上流域）

各領域での土砂管理対策の効果、影響を把握する上で、天竜川上流域で目標とする土砂収支に対し、通過土砂量を把握する必要がある。

これに対して、河道測量、河道掘削、砂利採取量をモニタリングし、土砂収支算定区間の河道変動量が土砂管理目標の土砂収支における河床変動量と変化傾向・変化量が同等であることを確認する。

表 9-1 (1) 領域別モニタリング計画：土砂生産・流出領域

土砂生産・流出領域								
土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
生産土砂量・流出土砂量の把握	崩壊地の拡大状況 土砂移動量	崩壊斜面の変動領域把握 河道閉塞・堆砂状況 発生土砂量と堆積土砂量の把握	①②	土砂生産域（崩壊地）の規模 土砂動態（土砂移動の範囲、河道内土砂量）	空中写真撮影※1 航空レーザー測量	砂防流域	A:出水後 B:1回/数年	砂防事業者
	生産土砂量・流砂量	— (指標値を把握し、下流側の領域との関係から今後設定)	①②	流砂量、水位	流砂量観測 (ハイドロフォン、濁度計測等) 水位(水位計やCCTV等による画像から判読)	砂防施設整備区間	A:出水時期	砂防事業者
適切な砂防施設の管理による土砂災害の防止	砂防堰堤堆積土砂の量・質	(指標値を把握し、下流側の領域との関係から今後設定)	①②	砂防堰堤の堆積量 除石等の維持管理量 堆積土砂の粒度分布	砂防堰堤の堆砂測量 除石量の把握 堆積土砂の粒度調査 除石の粒度調査	砂防施設整備区間	A:非出水期 B:1回/数年	砂防事業者

※1 空撮や衛星写真などを活用

表 9-1 (2) 領域別モニタリング計画：支川ダム領域

支川ダム領域								
土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
土砂移動の連続性の確保 洪水調節容量の維持 安定的な水利用	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	①②	縦横断形状 堆積土砂量	貯水池堆砂 測量	各ダムの貯水池 (美和ダム、小渋ダム、松川ダム、横川ダム、箕輪ダム、片桐ダム、岩倉ダム)	A:非出水期 B:1回/1年	ダム管理者
	バイパス土砂量	堆砂対策計画との整合	①②	バイパス土砂量	SS、濁度による土砂量の推計等	美和ダム、小渋ダム、松川ダム	A:バイパス運用時	ダム管理者

モニタリングの分類

- ①天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ②目指す姿を評価するための項目
- ③土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

- :物理環境
- :生物環境・河川利用

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川利用に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

◆土砂バイパスのモニタリング

- 美和ダム、小渋ダム、松川ダムでは、堆砂対策施設の試験運用に伴うモニタリング調査を実施している
- 総合土砂管理においては、各事業のモニタリング結果を共有し、総合土砂管理の評価等を行う
- 具体的には以下のような整理を予定する。なお、事業自体の評価は各モニタリング委員会などで実施されている
 - ダム貯水池の土砂収支(流入土砂量、放流土砂量、バイパス土砂量、堆積土砂量)
 - 下流河道の河床材料の変化

表 9-1 (3) 領域別モニタリング計画：谷底平野河道領域（1/2）

谷底平野河道領域

土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
洪水被害の防止	水理・水流量	—	①	水位・流量	水位計測 流量観測	伊那富・北殿・伊那・沢渡・下平・宮ヶ瀬・市田・伊久間・時又・天竜峡	常時観測	河川管理者
	平均河床高縦横断形状	整備計画目標流量を安全に流下させることができる河床高の維持	①②	河川形状	河道測量（ALB測量含む） 河道掘削量	定期測量の測線に準じる	A:非出水期 B:概ね1回/5年	河川管理者
	本支川合流部の河道形状	支川合流部の大きな河床上昇や河道閉塞がない	①②	合流部の堆積状況	空中写真	土砂流出が多い支川合流部 ・太田切川、中田切川、与田切川、片桐松川、阿知川	A: 通年 B: 出水後	河川管理者
	水衝部の位置・河床高	水衝部範囲が拡大していない	①②	水衝部	空中写真、河川パトロールによる水衝部位置、接地延長確認	局所洗掘により堤防・護岸の被災や河川管理施設への影響が懸念される区間	A:通年 B:河川パトロール時 大規模出水後※1	河川管理者
		河床低下が見られない（基礎工高より下回らない）	①②	河川形状	河道測量※3	定期測量の測線に準じる	A:非出水期 B:概ね1回/5年	河川管理者
		みお筋、砂州が固定化していない	①②	河川形状	測量によるみお筋位置※2※3	河床低下が見られ、水衝部の形成が懸念される箇所	A:非出水期 B:概ね1回/5年	河川管理者
	樹木繁茂位置	流下能力不足箇所の樹林化の経年的な変化	②	流下能力不足箇所の樹林化	群落の分布（河川水辺の国勢調査）	領域全体	A:春,秋(5,10月) B:1回/5年	河川管理者
空中写真※2					領域全体	A:非出水期 B:1回/5年	河川管理者	
土砂バイパス運用による影響把握	河床高 河床材料	河床低下・河床上昇 土砂バイパスによる影響把握（予測結果の検証）	①	河床形状※4 河床材料※4	空中写真 ※必要に応じて河道測量（ALB測量含む）、河床材料調査	・小渋川合流部下流（158.0k～161.0k） <河床低下の確認>	A: 通年 B: 1回/1年	河川管理者

モニタリングの分類

- ①天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ②目指す姿を評価するための項目
- ③土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

	: 物理環境
	: 生物環境・河川利用

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川利用に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

- ※1 平均年最大流量より大きい出水
- ※2 空撮や衛星写真などを活用
- ※3 河道管理シートも活用
- ※4 小渋ダム土砂バイパスのモニタリング計画と整合をとる

表 9-1 (4) 領域別モニタリング計画：谷底平野河道領域（2/2）

谷底平野河道領域								
土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
良好な礫河原環境の保全・回復 良好な河川環境の保全	河床材料の変化	平均粒径の減少 細粒土砂で河床表層が覆われていない	②③	河床材料	河床材料調査	領域全体※1	A:非出水期 B:1回/5年	河川管理者
	砂州、みお筋の平面位置(瀬・淵)	砂州、みお筋の変動がある	②③	河道形状	定期測量、空中写真※2	領域全体	A:非出水期 B:1回/5年	河川管理者
	河原面積の割合	河原面積の割合の維持、増加	②③	礫河原環境	空中写真※2	領域全体	A:非出水期 B:1回/5年	河川管理者
	代表植物・生物の生息生育状況	生物(指標種※3、外来種等)の分布※7、個体数の経年的な変化がよい傾向を示す	②③	魚類	河川水辺の国勢調査項目※5 個体数・種数	南宮大橋、長瀬橋、阿島橋、田沢川合流点、坂戸橋上流、天竜大橋、北の城橋上流、三峰川下流、桜橋、城前橋	A:春、夏、秋 (5,7,9~10月) B:1回/5年	河川管理者
			②③	底生動物	河川水辺の国勢調査項目※5 個体数・種数	南宮大橋、長瀬橋、阿島橋、田沢川合流点、坂戸橋上流、天竜大橋、北の城橋上流、三峰川下流、桜橋、城前橋	A:春、夏、冬 (4,7,1月) B:1回/5年	河川管理者
			②③	鳥類	河川水辺の国勢調査項目 個体数・種数	領域全体	A:5期※4 B:1回/10年	河川管理者
			②③	植物群落	群落の分布※6 (河川水辺の国勢調査)	領域全体	A:春、秋(5,10月) B:1回/5年	河川管理者
—	—	—	④	河道形状 河川利用	ヒアリング(天竜舟下り・天竜川ライン下り、漁業関係者) ・みお筋の変化 ・洪水による土砂の堆積 ・アユ、ザザムシ等の漁獲量等 ※1の調査年度までに実施の箇所 ※2 河川空間利用実態調査	領域全体 空撮や衛星写真などを活用	A:通年 B:必要に応じて 適宜	河川管理者

モニタリングの分類
 ①天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
 ②目指す姿を評価するための項目
 ③土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
 ④土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

□ : 物理環境
 □ : 生物環境・河川利用

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川利用に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

※3 魚類：スナヤツメ、カマツカ、ヒガシシマドジョウ、アカザ、カジカ、カワヨシノボリ
 底生動物：ナミコガタシマトビケラ、ウルマーシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ、ナミコガタシマトビケラ、ヤマトビケラ、ニンギョウトビケラ、ユスリカ科
 鳥類：イカルチドリ、コチドリ、イソシギ、コアジサシ
 植物：カワラアカザ、カワラケツメイ、カワラマツバ、カワラハハコ、カワラヨモギ、カワラニガナ、ツツザキヤマジノギク
 植物群落：自然裸地、コセンダングサ群落、メヒシパーエノコログサ群落、ヒメムカシヨモギ、オオアレチノギク群落、メマツヨイグサ・マルバヤハズソウ群落、カワラヨモギ～カワラハハコ群落
 なお指標種の選定は、河川水辺の国勢調査の結果をアドバイザーへ説明する際、礫河原を生息・生育環境とする指標種として相応しいか確認し、順応的に追加・修正対応する。

※4 繁殖前期、繁殖後期、秋の渡り、越冬季、春の渡りの5期
 ※5 環境DNAなどの新技術を活用（※河川水辺の国勢調査マニュアルへの追記後）
 ※6 河道管理シートも活用
 ※7 河川環境情報図も活用

表 9-1 (5) 領域別モニタリング計画：本川ダム領域

本川ダム領域

土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
背水影響に伴う洪水被害の防止 安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	発電機能の確保 と維持(管理施設 を維持できる貯水 池形状)	①②	縦横断形状 堆積土砂量	貯水池 堆砂測 量	泰阜ダム貯水池 平岡ダム貯水池	A:非出水期 B:1回/1年	ダム管理者

表 9-1 (6) 領域別モニタリング計画：流砂系全体（上流域）

流砂系全体（上流域）

土砂管理目標	管理指標	管理の目安	分類	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
土砂収支 通過土砂量の把握	土砂収支算定 区間の河床変 動量※1	土砂収支算定区間の河床変 動量が、土砂管理目標の土 砂収支における河床変動量 と変化傾向、変化量が同等 であること	①②	河床高 掘削土量	河道 測量(ALB 測量 含む) 河道 掘削、砂利採取 量の把握	土砂収支算定区間※2	A:非出水期 B:概ね1回/5年	河川管理者

※1 当区間内で堆積する可能性を定量的に評価するため、掘削土砂量（維持掘削・砂利採取）を加えた量とする。

※2 土砂収支算定区間

直轄上流端～三峰川合流部下流(213.0kp～191.2kp)
三峰川合流部下流～小渋川合流部下流(191.2kp～161.2kp)
小渋川合流部下流～飯田松川合流部下流(161.2kp～147.0kp)
飯田松川合流部下流～天竜峡地点(147.0kp～139.0kp)
天竜峡地点～泰阜ダム下流(139.0kp～130.4kp)
泰阜ダム下流～平岡ダム下流(130.4kp～115.0kp)

モニタリングの分類

- ①天竜川の土砂管理対策実施の効果・影響を把握するための項目
- ②目指す姿を評価するための項目
- ③土砂に関わる自然環境の変化を把握するための項目
- ④土砂に関わる河川利用の変化を把握するための項目

□ : 物理環境
□ : 生物環境・河川利用

※物理環境の指標は定量的に評価し、生物環境・河川利用に関する指標は、継続的なデータ蓄積による傾向から評価

算定区間の河床変動量※1 は、既設の各通過土砂評価地点を境界とした区間を対象とする。

9.4 モニタリング結果の活用

総合土砂管理の評価により、図 9-1 のとおりにその後の総合土砂管理の方針を検討する。

設定したモニタリング計画を実行し、データ蓄積を進め、その結果をもとに総合土砂管理の評価を行う。その評価結果より、土砂管理対策や総合土砂管理計画の見直しを行う。その結果を評価するためにモニタリングを実施するという一連のサイクルを継続していく。

モニタリング結果の活用

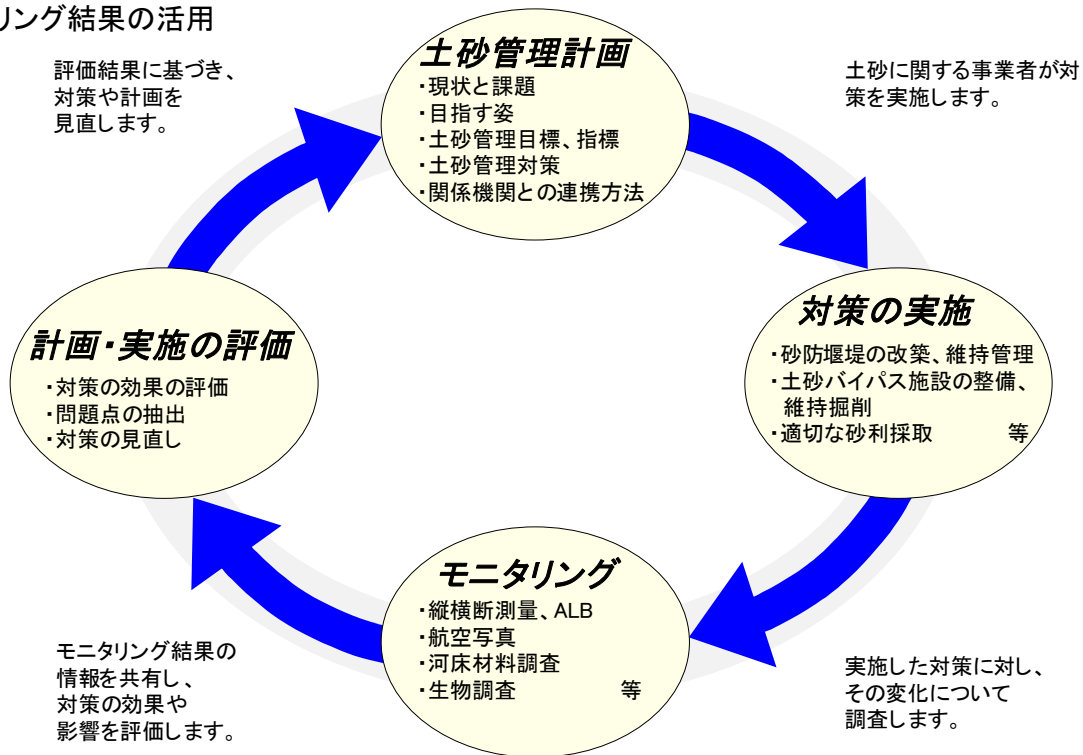
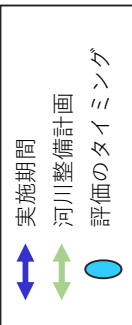


図 9-1 順応的な総合土砂管理の推進のイメージ図

領域の特徴を踏まえて、評価指標ごとにモニタリング調査の結果の整理、取りまとめを行い、総合土砂管理の対策実施による効果や課題について整理する。毎年データを、数年（5年程度）毎に取りまとめ、関係者間で共有し、総合土砂管理の評価を実施し、各領域の管理者が順応的な対応をする資料として活用する。実施工程を表 9-2 に示す。

表 9-2 実施工程（ロードマップ）

		短期	中期	長期
土砂生産・流出領域	砂防施設による流出土砂流出の調節、施設管理（除石）	→	→	→
		→	→	→
		→	→	→
		→	→	→
		→	→	→
支川ダム領域	堆積土砂の維持掘削、堆砂対策（土砂バイパス）	→	→	→
		→	→	→
谷底平野河道領域	河川整備計画のための河道掘削 堆積土砂の維持掘削、局所洗掘の監視（砂利採取の調整）、礫河原環境維持のための対策、河川環境（瀬淵）に配慮した河道掘削	→	→	→
		→	→	→
本川ダム領域	堆積土砂の維持掘削	→	→	→
		→	→	→
モニタリング	堆砂対策（土砂バイパス）のモニタリング 堆砂対策（土砂バイパス）以外のモニタリング	→	→	→
		→	→	→
総合土砂管理の評価	数年ごとに実施（3～5年程度） 数年ごとに実施（5年程度）	●	●	●
		●	●	●
各領域での変化（想定）	<ul style="list-style-type: none"> ダム堆砂対策（土砂バイパス）のモニタリングにより適切な運用を確定する 支川ダムからの土砂バイパスの実施、維持掘削の実施により谷底平野河道の砂州移動促進、環境改善を目指す 土砂生産・流出領域、支川ダム領域からの安定的な土砂流出により、環境改善の定着を目指す 谷底平野河道の河川整備が完了し、治水安全度の維持を確実に実施する 通過土砂量が目標とする土砂収支に近づき、下流域と連携した土砂還元が進む（下流域では、河口テラスの安定した回復と海岸保全を目指す） 天竜川流砂系における順応的な土砂管理手法が成熟する 	●	●	●
		●	●	●



10. 上流域土砂管理の連携方針

土砂管理対策によって土砂に係わる効果・影響が生じる領域間において、土砂に関する情報共有を行い、事業連携を図る。

■ 領域間の連携の必要性（有効性）

- ✓ 各領域の土砂に係わる事業が領域間で相互に影響するため、流砂系の中で土砂を効果的に活用するためには、各領域の情報を共有し※、領域間で連携を図ることが必要となる。

※共有が必要な内容：各領域の課題、土砂に係わる事業、各領域のモニタリング結果

■ 連携が必要と想定される事業内容

- ✓ 官民連携による効率的な維持掘削（砂利採取による代用）
- ✓ 本川ダムと支川ダムの堆砂対策と河川の維持掘削
- ✓ 砂防施設の維持管理（堆積土砂の除石等）によって発生する土砂の有効活用

■ 事業以外で連携が必要とされる内容

- ✓ 河川協力団体、地域ボランティア、舟下り、漁業協同組合等の河川利用者の連携（公募伐採等）
- ✓ 河川の維持管理と巡視・点検
- ✓ 環境調査と水辺の国勢調査等、内容が類似する調査の同時実施等

【関係事業所】

「天竜川水系及び遠州灘 総合的な土砂管理の取り組み 連携方針 平成 26 年 3 月」より
天竜川上流河川事務所、浜松河川国道事務所、天竜川ダム統合管理事務所、三峰川総合開発工事事務所、天竜森林管理署、伊那谷総合治山事業所、南信森林管理署、関東農政局、長野県、静岡県、愛知県、中部電力(株)、電源開発(株)