

天竜川流砂系総合土砂管理計画 【第一版】

平成 30 年 3 月

天竜川流砂系協議会

目次

1. はじめに	1
2. 流砂系の概要	3
3. 本管理計画の前提条件	7
4. 流砂系の範囲と領域区分	9
5. 流砂系を構成する粒径集団	11
6. 各領域の現状と課題	18
6.1 流砂系の現状	18
6.2 各領域の流砂系の変遷	20
6.2.1 本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域	20
6.2.2 本川ダム領域（河道域）	26
6.2.3 扇状地河道領域（船明ダム直下～河口領域上流端）、河口領域	30
6.2.4 河口テラス・海岸領域	37
6.3 現在 [*] の土砂収支	42
6.3.1 現在の土砂収支	42
6.3.2 今後の流砂系の変化（現在の対策を継続した場合）	45
6.4 各領域の課題	52
6.4.1 本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域	52
6.4.2 本川ダム領域（河道域）	52
6.4.3 扇状地河道領域（船明ダム直下～河口領域上流端）、河口領域	53
6.4.4 河口テラス・海岸領域	53
6.4.5 各領域の課題の整理	54
7. 流砂系のあるべき姿（方針）	55
7.1 総合土砂管理計画の基本原則	55
7.2 各領域の流砂系としての目指す姿	56
8. 土砂管理目標と土砂管理指標	58
8.1 土砂管理目標	58

8.2 土砂管理指標.....	62
8.3 計画対象期間.....	63
9. 当面の土砂管理対策（今後の各領域の予測と評価）	64
9.1 当面の土砂管理対策.....	64
9.2 当面の土砂管理対策を実施した場合の土砂収支	66
9.3 土砂管理対策の評価.....	68
9.3.1 本川ダム領域（湛水域）	69
9.3.2 本川ダム領域（河道域）	72
9.3.3 扇状地河道領域・河口領域.....	76
9.3.4 河口テラス・海岸領域.....	78
9.4 対策実施に関する留意点.....	79
9.5 目指す姿に向けた取り組み	80
10. モニタリング計画	82
10.1 モニタリングの目的.....	82
10.2 モニタリング項目.....	82
10.3 モニタリング計画.....	83
10.4 モニタリング結果の活用.....	91
11. 土砂管理の連携方針.....	92
11.1 連携の必要性（有効性）	92
11.2 連携が必要となる事業内容	92
12. 実施工程（ロードマップ）	93
13. おわりに	95

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、小渋ダムと松川ダムでは平成 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・佐久間ダムでは土砂管理対策の検討がなされ、大規模な置土実験が計画されている。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。

一方、天竜川本川に存在する佐久間ダムでは、天竜川ダム再編事業において土砂還元に向けた取り組みが始まろうとしている。

佐久間ダムからの土砂還元により、ダム下流の土砂移動形態が変化することから、佐久間ダム上流に位置する平岡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）（以下、「本管理計画」と言う。）」を策定することとした。また、海岸部においては、遠州灘沿岸海岸保全基本計画に基づき静岡県及び愛知県において調査・検討が進められているため、本管理計画では、静岡県の御前崎から愛知県の伊良湖岬に至る遠州灘海岸のうち、現在沿岸漂砂上手側で砂浜が堆積傾向である浜名湖今切口（天竜川河口より西側）と福田漁港（天竜川河口より東側）の間の範囲までを対象としている。

本管理計画は、平岡ダム下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。

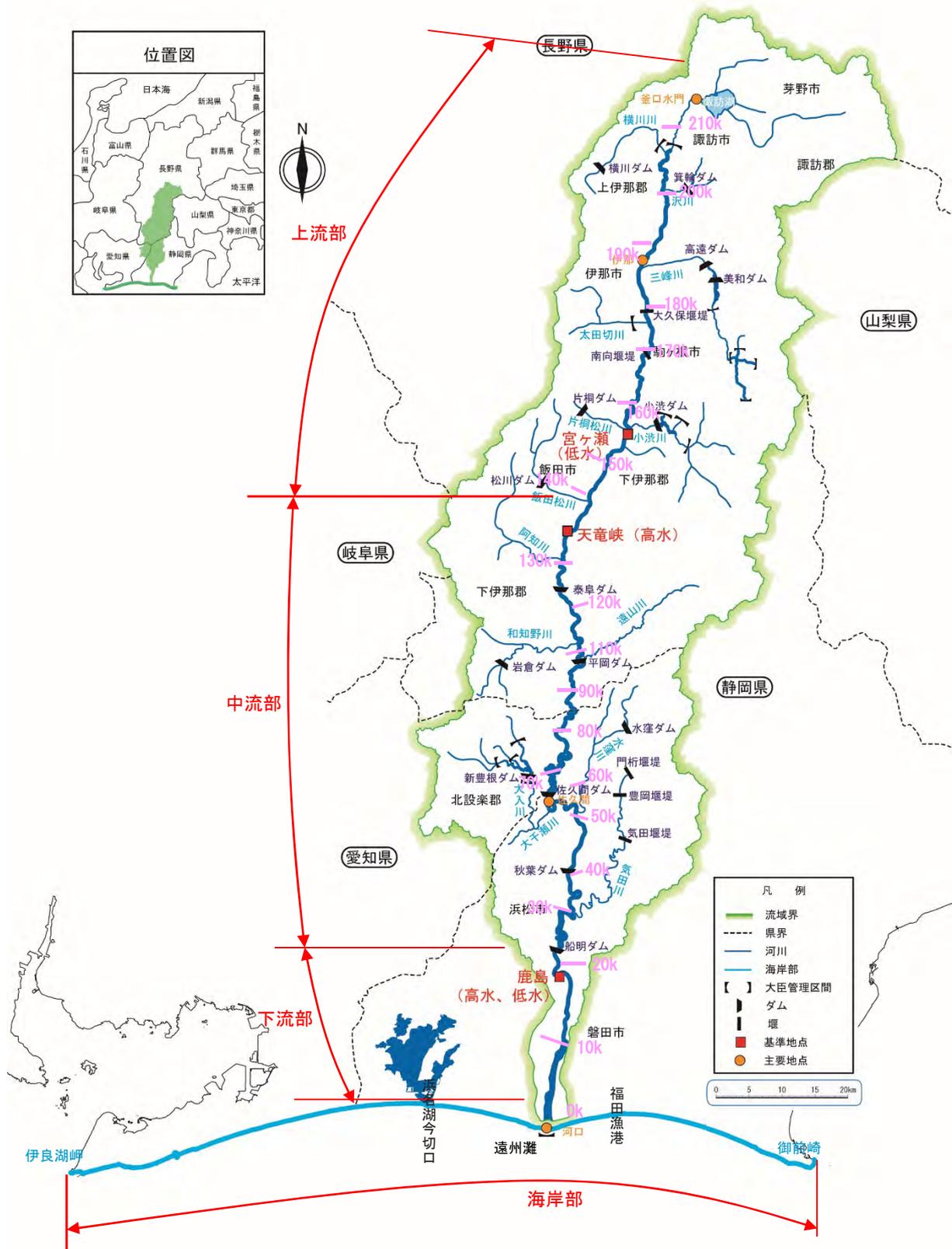


図 1-1 流砂系の概要図

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 3 月概成）、飯田市南信濃此田地区において、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、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）より排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 m³/s とし、流域内の洪水調節施設により 1,200 m³/s を調節して、計画高水流量を 4,500m³/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 19,000m³/s とし、流域内の洪水調節施設により 4,000m³/s を調節して、計画高水流量を 15,000m³/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 5,000m³/s とし、流域内の洪水調節施設により 1,000m³/s を調節して、河道整備流量を 4,000m³/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 15,000m³/s とし、流域内の洪水調節施設により 1,500m³/s を調節して、河道整備流量を 13,500m³/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 117km 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。

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）のやすおか泰草ダム（天竜川）をはじめ、昭和 11 年（1936）にいわくら岩倉ダム（いわくらがわ岩倉川）、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。

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）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。

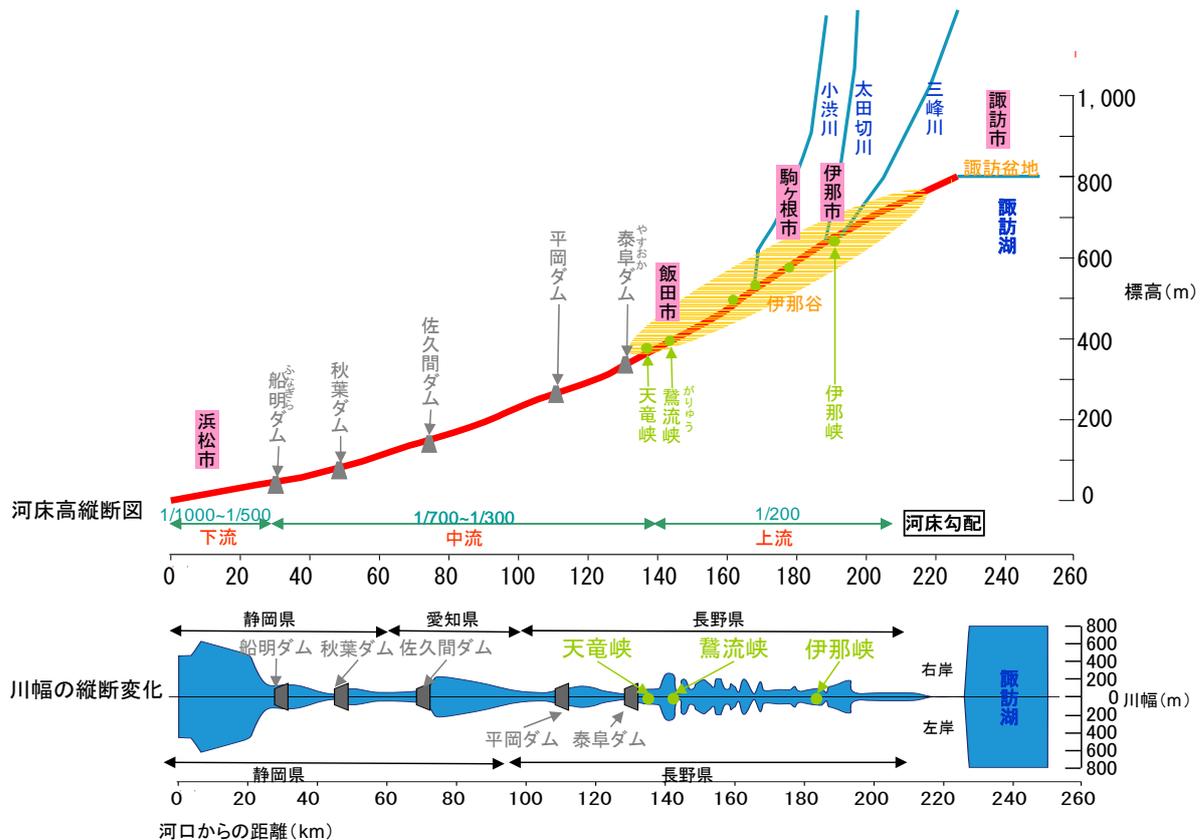


図 2-1 天竜川河床高縦断面図・川幅の縦断変化

3. 本管理計画の前提条件

天竜川流砂系では、土砂災害の発生や河床上昇、ダムへの堆砂の進行、局所洗掘、海岸侵食といった各領域における防災上の課題が多くあり、早期に対応を図る必要がある。これらの対応は、流砂系の土砂動態に影響を与える要素を含んでいるため、各領域での対処療法的な対策を行った場合、土砂移動に関する深刻な問題を引き起こす可能性を有している。したがって、各領域の問題を解決し、かつ流砂系の健全な土砂動態を目指していくためには、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が不可欠であり、総合的な土砂管理の枠組みを整えることが急務である。

以上より、本管理計画を策定し、その取り組みを推進していくものである。

本管理計画では、現時点で得られた知見に基づき流砂系のあるべき姿を定め、目標と指標を設定し、現在実施（計画）されている土砂管理対策による土砂動態の評価を行うものとする。対象とする範囲は、平岡ダムより下流の天竜川下流域と、海岸領域の浜名湖今切口から福田漁港の範囲とし、流砂系全体とした総合土砂管理計画に先行して策定する。

土砂管理対策の実施（計画）にあたっては、それぞれの事業者の役割を認識し土砂に関する課題解決に向けて、地域住民や関係機関との情報共有を図りながら、各事業間の連携を図ることとする。

土砂動態に関する現象の解明と予測に関しては、今後も調査研究を進めモニタリングを行いながら順応的に管理していくためにフォローアップを実施する。

本管理計画における土砂収支の作成には、図 3-1 に示すように海岸領域以外では一次元河床変動計算モデルを採用した。計算範囲は、平岡ダム下流を対象に、佐久間ダムの流入量と流入土砂量の関係式（LQ 式）による土砂量を上流端境界条件とし、佐久間ダム放流土砂量を下流モデルの流入土砂量として連続させた土砂収支としている。下流部（秋葉ダム下流）については、「海岸侵食対策と利水ダム機能の維持・回復のための土砂管理対策検討委員会（平成 16 年 2 月報告）」で構築した二峰性を考慮した一次元河床変動モデル[※]を適用している。海岸領域は、等深線変化モデルにより、天竜川からの供給土砂の海岸領域への評価をする当面の範囲として、導流堤や突堤により漂砂の連続性に影響がある浜名湖今切口から福田漁港までの範囲の土砂収支を算定する。河口からの供給土砂量は、天竜川下流部の一次元河床変動計算結果より得られた粒径別通過土砂量をもとに設定した。

※二峰性を考慮した一次元河床変動モデル

秋葉ダム～河口区間において、礫成分と砂成分を同時に扱う既往の一次元河床変動計算の交換層の計算では、粒径のオーダーが異なる砂成分と礫成分が異なる移動現象で河床の表層を移動・堆積していると推測される実態の土砂動態を表現できない可能性があることから、「海岸侵食対策と利水ダム機能の維持・回復のための土砂管理対策検討委員会」において、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）計算モデルの改良を行っている。

今後は、天竜川上流域を含めた天竜川全川及び浜名湖今切口以西と福田漁港以東も含めた海岸領域を対象とし、調査・検討をさらに進め、流砂系全体とした総合土砂管理計画の改定を行う。

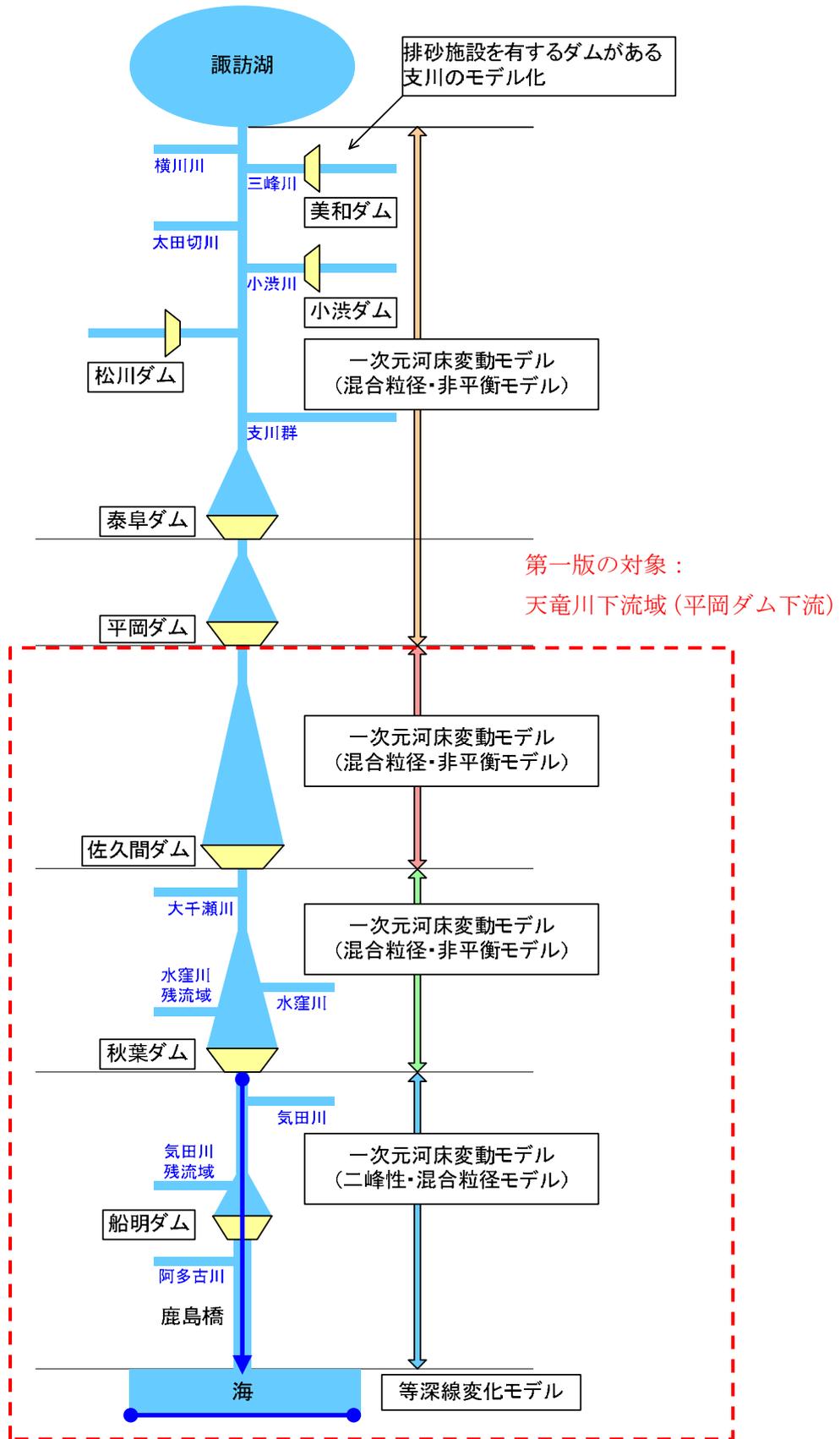


図 3-1 土砂収支モデルの概要

4. 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 4-1 に示すように設定した。

表 4-1 各領域区分と領域設定の理由

領域区分	範囲	範囲の理由
土砂生産・流出領域 (支川含む)	天竜川流域	土砂生産源となる流域と本川への土砂流出を生じる支川
支川ダム領域 および湖沼	美和ダム、小渋ダム、新豊根ダム、横川ダム、箕輪ダム、高遠ダム、片桐ダム、松川ダム、岩倉ダム、水窪ダムおよび諏訪湖	上流からの土砂を堆積させる支川ダムおよび湖沼
谷底平野河道領域	諏訪湖～平岡ダム直下 (本川ダムの湛水区間除く)	谷底平野を流下する本川河道域
本川ダム領域 (湛水域)	泰阜ダム、平岡ダム 佐久間ダム、秋葉ダム 船明ダムの貯水池	本川に位置するダムの湛水域
本川ダム領域 (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)	本川ダム間の河道域
扇状地河道領域	船明ダム直下～河口領域上流端 (約 2k ^{※1} 付近)	扇状地を流下する河道域
河口領域	約 2k 付近～河口砂州	砂州による背水影響区間
河口テラス・海岸領域	河口テラス 御前崎～伊良湖岬 ^{※2}	遠州灘沿岸海岸保全基本計画での対象範囲

※1 河口の 0 キロ地点からの距離

※2 本管理計画の対象範囲は、3. に示したとおり浜名湖今切口から福田漁港までの範囲とする



図 4-1 流砂系の範囲と領域区分

5. 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 5-1）及び領域ごとの粒径加積曲線（図 5-2）から各領域の支配的な粒径区分について確認すると、以下の通りである。

- 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。
- 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。
- 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。
- 本川ダム領域については、泰阜ダム、佐久間ダム、秋葉ダム貯水池では、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。また、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きている。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きている。

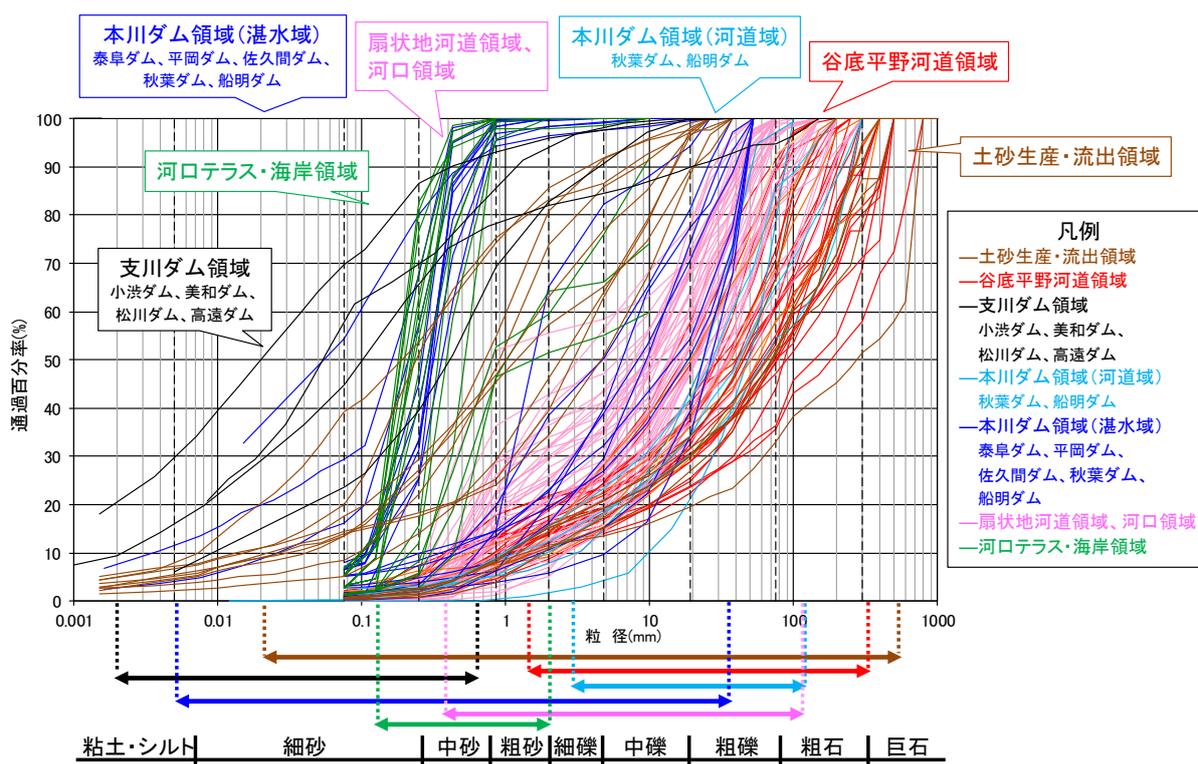
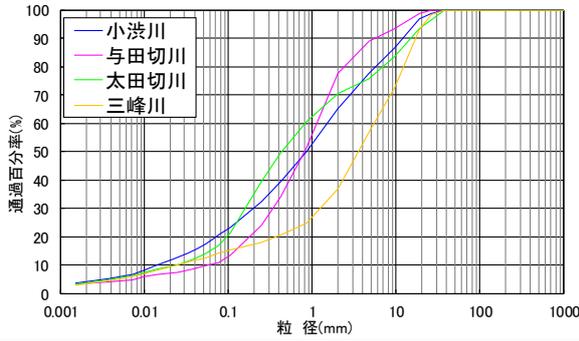


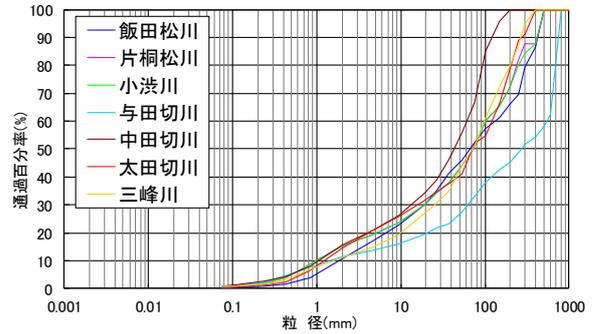
図 5-1 土砂生産・流出領域から河口・海岸領域までの粒径加積曲線

【土砂生産・流出領域】

崩壊地（小渋川、与田切川、太田切川、三峰川）（H21 調査）

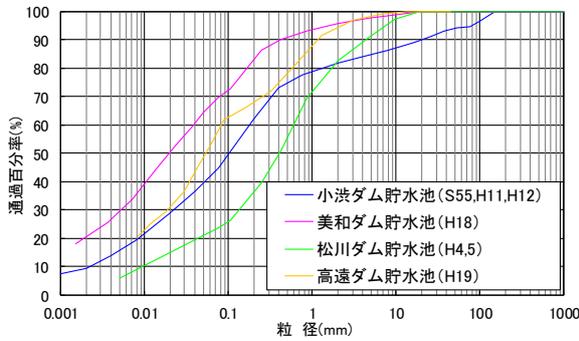


支川（合流点付近）（H21 調査）



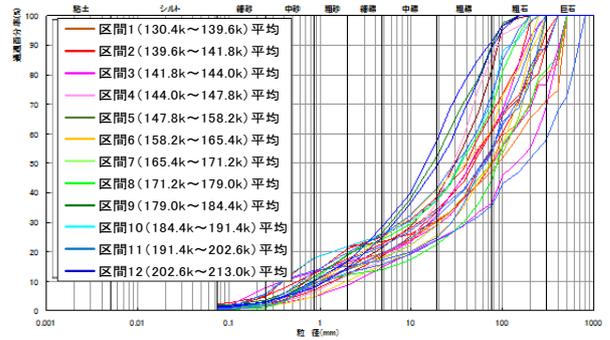
【支川ダム領域】

小渋ダム（S55, H11, H12 調査）、美和ダム（H18 調査）、松川ダム（H4, H5 調査）、高遠ダム（H19 調査）



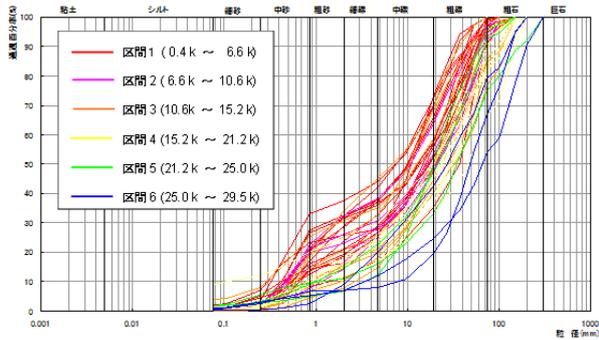
【谷底平野河道領域】

本川（泰阜ダムより上流）（H21 調査）



【扇状地河道領域、河口領域】

上層（H24 調査）



本川（平岡ダム～泰阜ダム）（S53 調査）

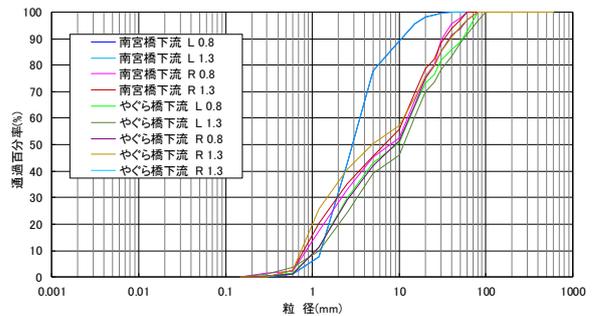


図 5-2 (1) 領域毎の河床材料構成（粒径加積曲線）

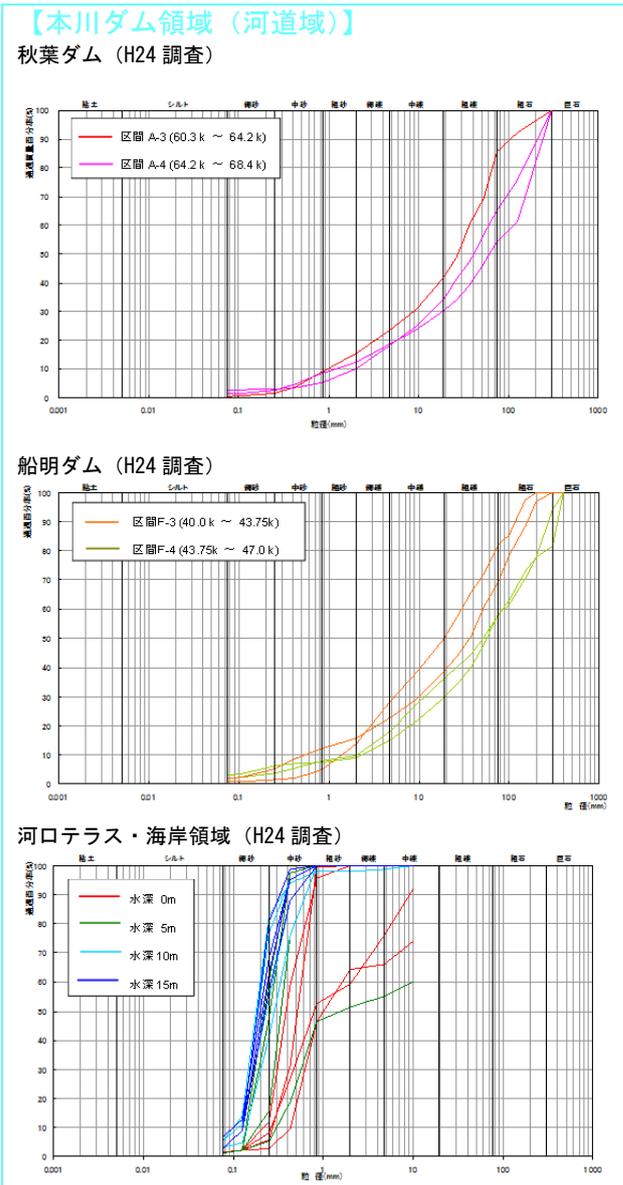
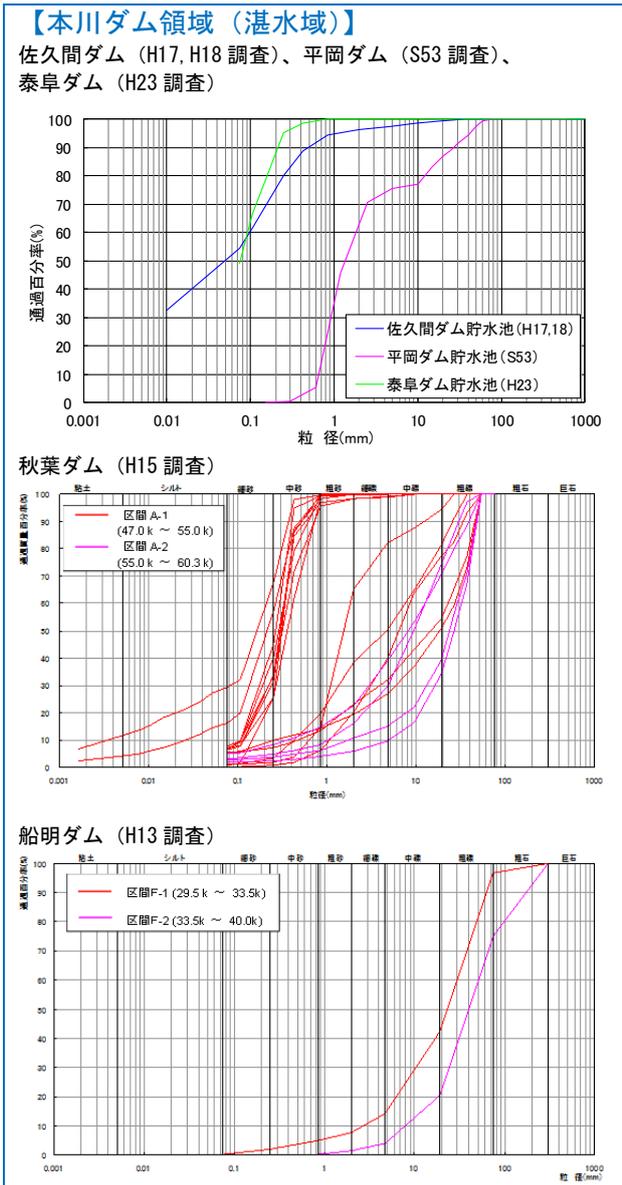
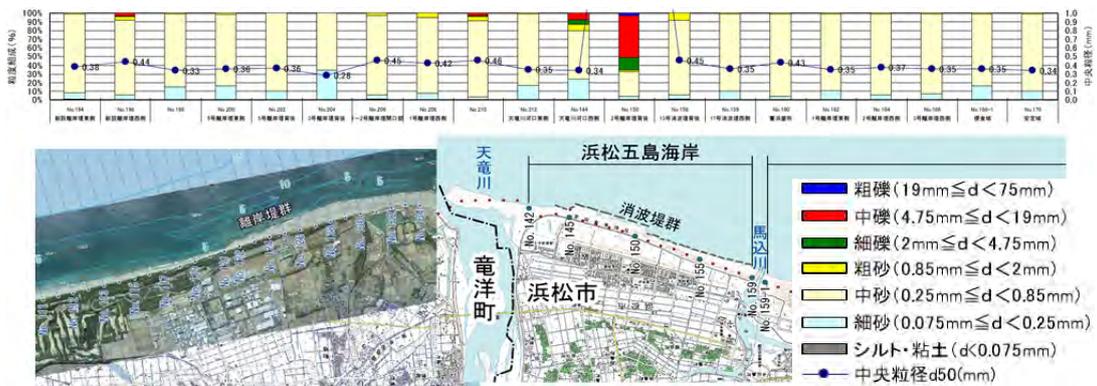


図 5-2(2) 領域毎の河床材料構成（粒径加積曲線）



（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 5-2(3) 海岸領域の河床材料構成

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 5-1）。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 5-1 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 ∩	0.20 ∩	0.85 ∩	2.00 ∩	4.75 ∩	19.00 ∩	75 ∩
	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19	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

各領域での粒径の存在状況（表 5-2）及び、最も存在比率の高い粒径集団について整理した結果（図 5-3）を以下に示す。

表 5-2 (1) 領域ごとの粒径区別存在比率

河道区分ごとの存在比率

◎	存在率40%以上
○	存在率25%~40%
△	存在率15%~25%
×	存在率5%~15%
	存在率0%~5%

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
	5	5	5	5	5	5	5	5	
平均粒径(mm)	0.106	0.20	0.85	2.00	4.75	19	75	600	d=(d1・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	地点	粒径区分								備考	
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
土砂生産・流出	支川	崩壊地	小渋川	△		△	×	×	△			H21調査
			与田切川	×		○	×	×	×			"
			太田切川	△	×	○	×	×	△			"
			三峰川	×		×	×	△	○	×		"

領域	本川・支川	地点	粒径区分								備考	
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
土砂生産・流出	支川	支川	三峰川			×			×	△	◎	
			太田切川			×	×	×	×	△	◎	
			中田切川			×	×	×	×	○	○	
			与田切川			×			×	×	◎	
			小渋川			×			×	△	◎	
			片桐松川			×	×		×	△	◎	
		飯田松川			×	×	×	×	△	◎		

領域	本川・支川	地点	粒径区分								備考	
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
支川ダム	支川	松川ダム	飯田松川	○	×	○	×	×	×			※2
		小渋ダム	小渋川	◎	×	×						※1
		美和ダム	三峰川	◎	×	×						※1
		高遠ダム	三峰川	◎	×	×	×					※3

※新豊根ダム、水窪ダムでの調査は実施していない

※1 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

※2 松川ダム堆砂の粒度構成比を引用して設定

※3 H19洪水後の河床材料調査結果より設定(No.1の深度0~0.5m)

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		
谷底平野河道	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		

※134.2k から上流側は、区間毎に 1~5 地点、130.3k より下流側は 4 地点の河床材料調査結果をもとに集計したもの

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

※泰阜ダム貯水池は 1 地点、平岡ダム貯水池は 2 地点の河床材料調査結果より集計したもの

表 5-2 (2) 領域ごとの粒径区分別存在比率

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
	5	5	5	5	5	5	5	5	
	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	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	◎		×						
		秋葉ダム	47~55k	×		◎			×	×		H15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			×	×	×	△	◎	×	"
	本川 (船明ダム)	4	55~60.3k	M				×	×	○	◎		H15調査
		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					×	○	◎	×	"
		3	15.2~21.2k	2-1				×	×	△	◎	△	"
		4	10.6~15.2k	2-1				×	×	○	○		"
		5	6.6~10.6k	2-1			△	×	×	△	◎		"
河口	本川	1	0.4~2.0k	2-1			○	×		△	△	"	

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		△	◎							

河道区分ごとの存在比率

◎	存在率40%以上
○	存在率25%~40%
△	存在率15%~25%
×	存在率5%~15%
	存在率0%~5%

最も存在比率の高い粒径集団を整理

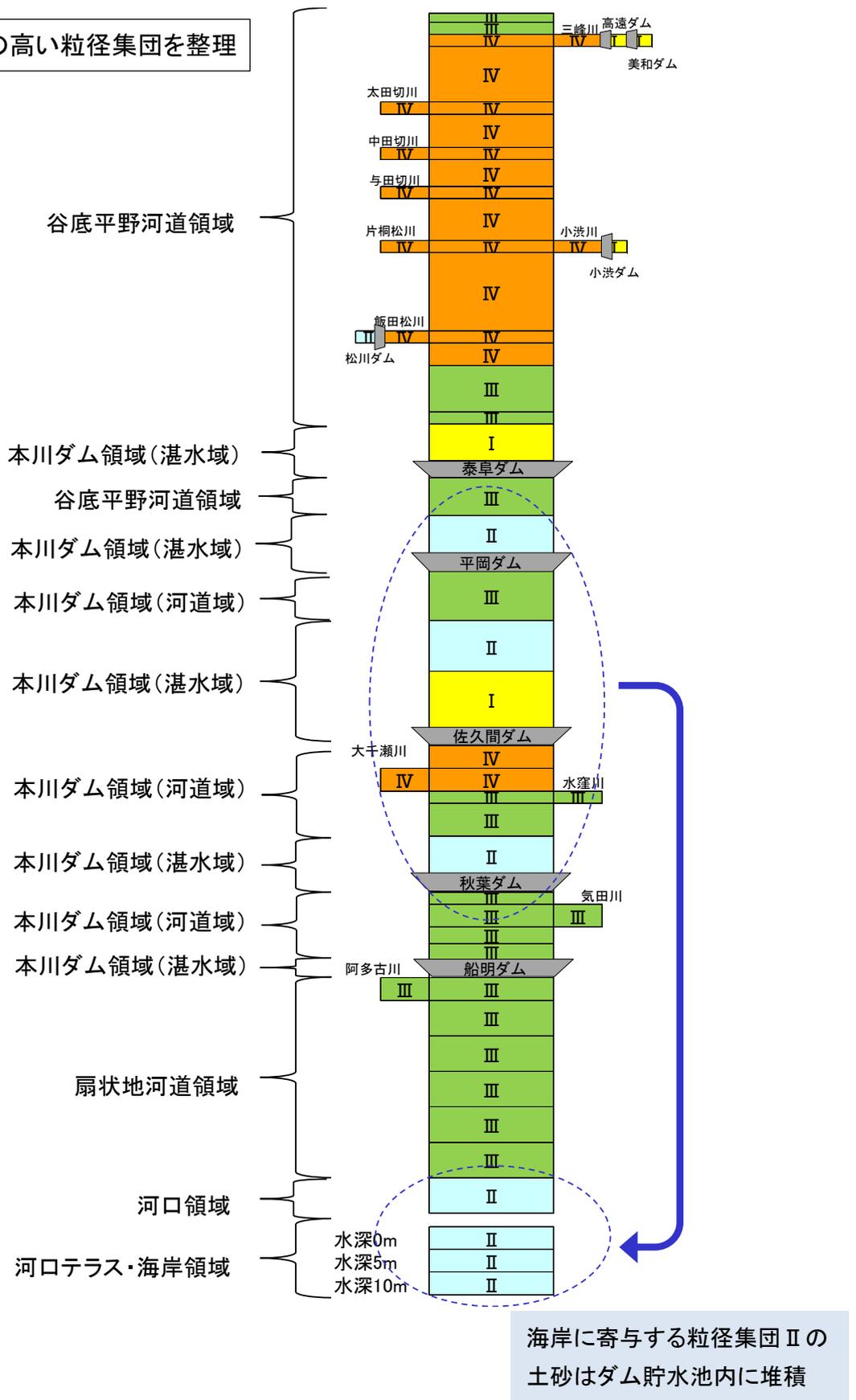


図 5-3 領域毎の主な粒径集団の整理

6. 各領域の現状と課題

6.1 流砂系の現状

天竜川流砂系では、防災対策や水利用、電源開発の促進など、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。

平岡ダムより下流の本川ダム領域では、貯水池の堆砂による貯水機能の低下が進行しているダムがある。また、貯水池より上流区間の背水影響を抑制するため、毎年土砂を掘削し対応しているダムもある。

扇状地河道領域では、これまでに砂利採取などの影響により河床が低下した。また、船明ダム下流で局所洗掘などが発生し、対策を実施している。また、河道内では樹林化が進行し河積不足の要因となっているとともに、みお筋の固定化などがみられ、自然環境への影響も懸念される。

河口テラス・海岸領域では、ダムや海岸構造物の設置による土砂移動の連続性の阻害などにより海岸汀線の後退などが起こっている。

このような状況を踏まえ、天竜川下流域（平岡ダム下流）の各領域における現状と課題を整理した。対象とした領域を表 6-1 の赤枠に示す。

表 6-1 対象とした領域

領域区分	範囲	範囲の理由
土砂生産・流出領域 (支川含む)	天竜川流域	土砂生産源となる流域と本川への土砂流出を生じる支川
支川ダム領域	美和ダム、小渋ダム、 <u>新豊根ダム</u> 、横川ダム、箕輪ダム、高遠ダム、片桐ダム、松川ダム、岩倉ダム、 <u>水窪ダム</u> および諏訪湖	上流からの土砂を堆積させる支川ダムおよび湖沼
谷底平野河道領域	諏訪湖～平岡ダム直下 (本川ダムの湛水区間除く)	谷底平野を流下する本川河道域
本川ダム領域 (湛水域)	泰阜ダム、平岡ダム <u>佐久間ダム</u> 、 <u>秋葉ダム</u> <u>船明ダムの貯水池</u>	本川に位置するダムの湛水域
本川ダム領域 (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)	本川ダム間の河道域
扇状地河道領域	船明ダム直下～河口領域上流端 (約 2k 付近)	扇状地を流下する河道域
河口領域	約 2k 付近～河口砂州	砂州による背水影響区間
河口テラス・海岸領域	河口テラス 御前崎～伊良湖岬	遠州灘沿岸海岸保全基本計画での対象範囲

※赤枠内の領域を対象とする

※支川ダム領域、本川ダム領域（湛水域）の対象は、下線で示した平岡ダム下流のダムのみとする

6.2 各領域の流砂系の変遷

6.2.1 本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域

(1) 佐久間ダム（本川ダム）

佐久間ダムは治水機能を有さない利水専用のダムとして、昭和 31 年（1956）に建設された。

ダム完成から平成 26 年（2014）までの 58 年間で年平均約 240 万 m³の土砂（搬出土砂量含む）が堆積し、ダム下流の河川への土砂供給を阻害している。平成 26 年（2014）時点で約 12,600 万 m³の土砂が堆積し、概ねダム完成時の死水容量（約 12,100 万 m³）に相当する量の堆砂が進行している（表 6-2、図 6-1 (1)参照）。

土砂が堆積することにより堆砂肩が年々下流に移動し、平成 16 年（2004）～平成 26 年（2014）の約 10 年間で約 1km 下流へ進行している（図 6-2 (1)参照）。

昭和 40 年代から堆積土砂の掘削（昭和 46 年（1971）～平成 26 年（2014）の年平均掘削量 25 万 m³）を実施している。昭和 45 年相当河床の維持を目標としているが、現在、一部を除き未達成である。掘削土砂に対しては堆砂肩より下流の死水容量への移送や土捨場への搬出などの対策を実施している。また、主に粒径集団Ⅱ（0.2～0.85mm）で構成される佐久間ダムの掘削土砂は、建設資材等に活用されている。

貯水池周辺の環境としては、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。

平成 21 年（2009）より、天竜川中下流部の洪水防御のため、佐久間ダムにおいて新たに洪水調節機能を確保し、また、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。

(2) 秋葉ダム（本川ダム）

秋葉ダムは治水機能を有さない利水専用のダムとして、昭和 33 年（1958）に建設された。

ダム完成から平成 26 年（2014）までの 56 年間で年平均約 33 万 m³の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している。平成 26 年（2014）時点で約 1,200 万 m³の土砂が堆積し、ダム下流の河川への土砂供給を阻害している（表 6-2、図 6-1 (2)参照）。

47k～62k では、昭和 40 年代から堆積土砂の掘削（昭和 44 年（1969）～平成 26 年（2014）の年平均掘削量 15 万 m³）を実施している。平成 16 年（2004）以降はそれまでに達成した昭和 43 年相当河床の維持を目的に維持掘削に移行している。このため、実績堆砂量は横ばいとなり、河床高は概ね維持されている（図 6-2 (2)参照）。また、掘削土砂は骨材やダム下流への土砂還元、養浜材として有効利用している。

貯水池周辺の環境としては、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。

三方原用水として上水道、工業用水、農業用水を取水している。

(3) 船明ダム（本川ダム）

船明ダムは治水機能を有さない利水専用のダムとして、昭和 52 年（1977）に建設された。

ダム完成から平成 26 年（2014）までの 37 年間で年平均約 4 万 m³の土砂（搬出土砂量含む）が堆積している（表 6-2 参照）。

ダム地点の河床高と洪水吐ゲートの敷高が同じであり、ダムへの流入土砂はほぼ全量がダム下流の河川に流下していることから実績堆砂量は横ばいとなり、河床高は概ね維持されている。(図 6-1 (3)、図 6-2 (3)参照)。

貯水池周辺の環境としては、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おり、ダム湖では浜松市天竜ボート場が多くの人々に利用されている。

(4) 新豊根ダム(支川ダム)

新豊根ダムは治水と発電を目的として、昭和 48 年(1973)に建設された多目的ダムである。天竜川水系大千瀬川の支川である大入川に位置し、洪水調節を行うとともに、揚水発電を行っている。

ダム完成から平成 26 年(2014)までの 41 年間で年平均約 5 万 m³の土砂(搬出土砂量含む)が堆積している(表 6-2 参照)。ダム貯水池内の堆砂量は少なく、実績堆砂量は横ばいである(図 6-1 (4)、図 6-2 (4)参照)。

(5) 水窪ダム(支川ダム)

水窪ダムは治水機能を有さない利水専用のダムとして、昭和 44 年(1969)に建設された。天竜川水系水窪川に位置している。

ダム完成から平成 26 年(2014)までの 45 年間で年平均約 22 万 m³の土砂(搬出土砂量含む)が堆積している(表 6-2 参照)。

昭和 56 年(1981)から堆積土砂の掘削(昭和 56 年(1981)～平成 26 年(2014)の年平均掘削量 1.3 万 m³)が行われているが、ダム貯水池内では堆砂が進行している状態である(図 6-1 (5)参照)。

(6) その他

本川ダム領域に流入する支川の多くは、ダムによる土砂移動の連続性の阻害を受けない環境を形成している。

表 6-2 各ダムの堆砂状況(平成 26 年時点)

ダム名	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)				
新豊根ダム(国交省・電源開発)	41	2,042	50	6	2,036	13,100	53,500
佐久間ダム(電源開発)	58	137,085	2,364	10,897	126,188	121,404	326,848
秋葉ダム(電源開発)	56	18,457	330	6,832	11,625	26,953	34,703
船明ダム(電源開発)	37	1,389	38	0	1,389	10,421	14,578
水窪ダム(電源開発)	45	9,678	215	439	9,239	7,145	29,981

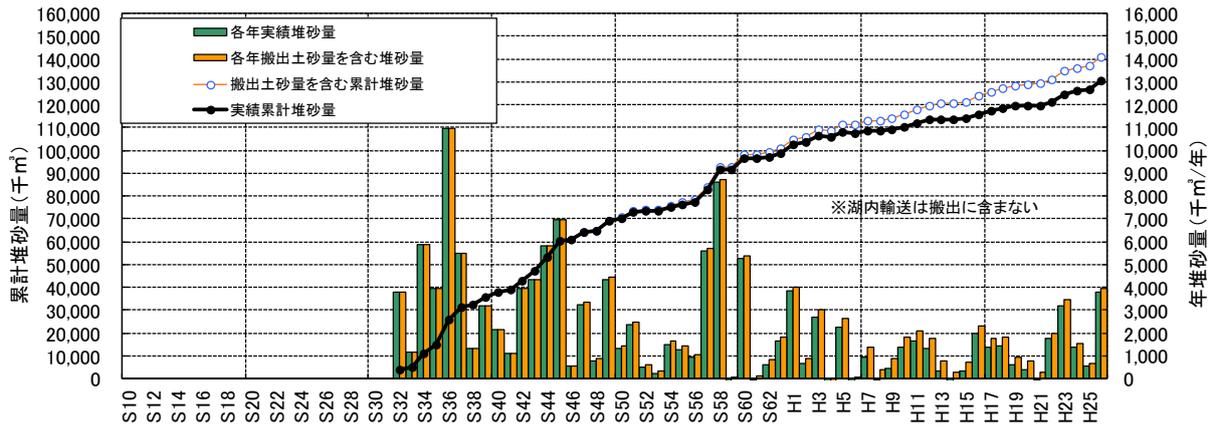


図 6-1 (1) 堆砂量の推移 (佐久間ダム)

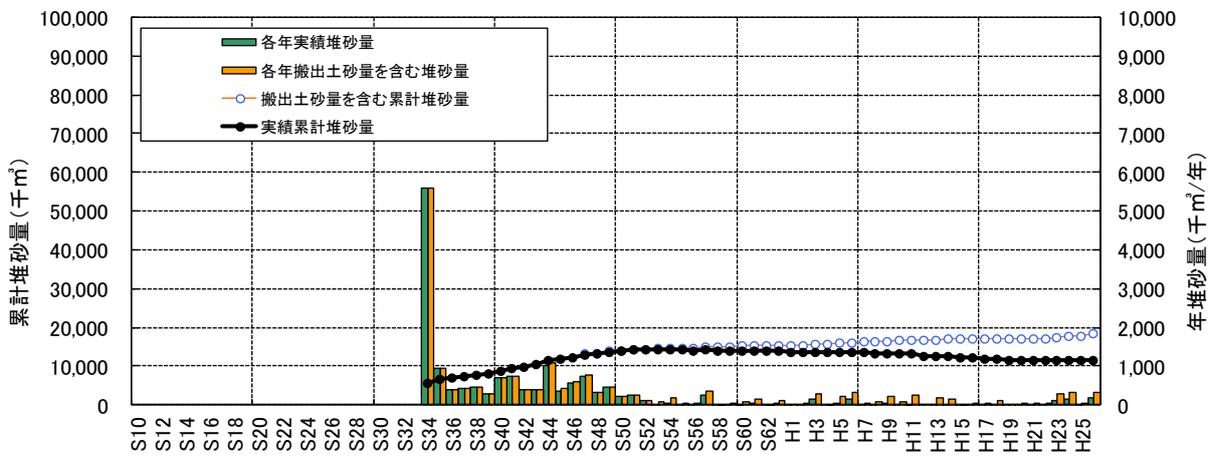


図 6-1 (2) 堆砂量の推移 (秋葉ダム)

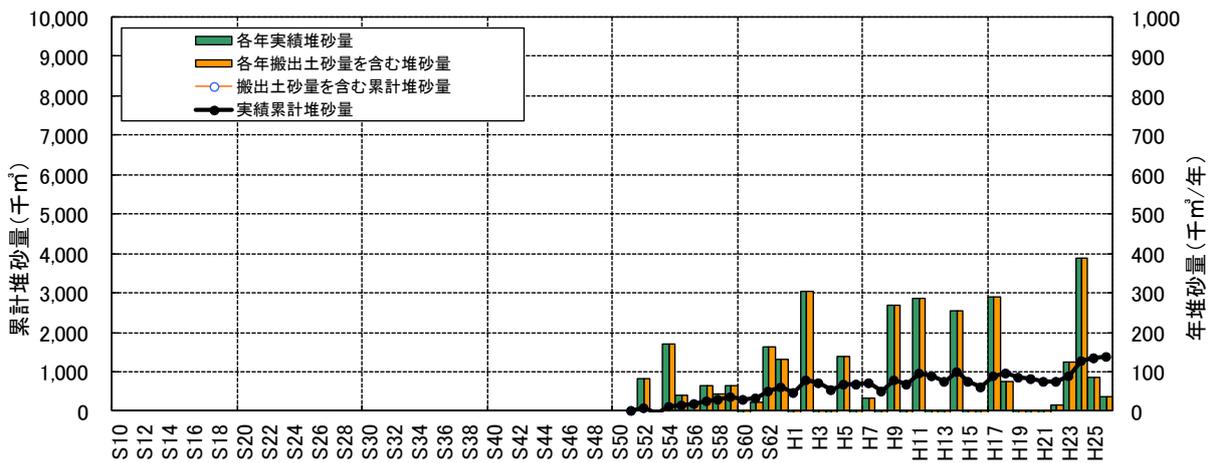


図 6-1 (3) 堆砂量の推移 (船明ダム)

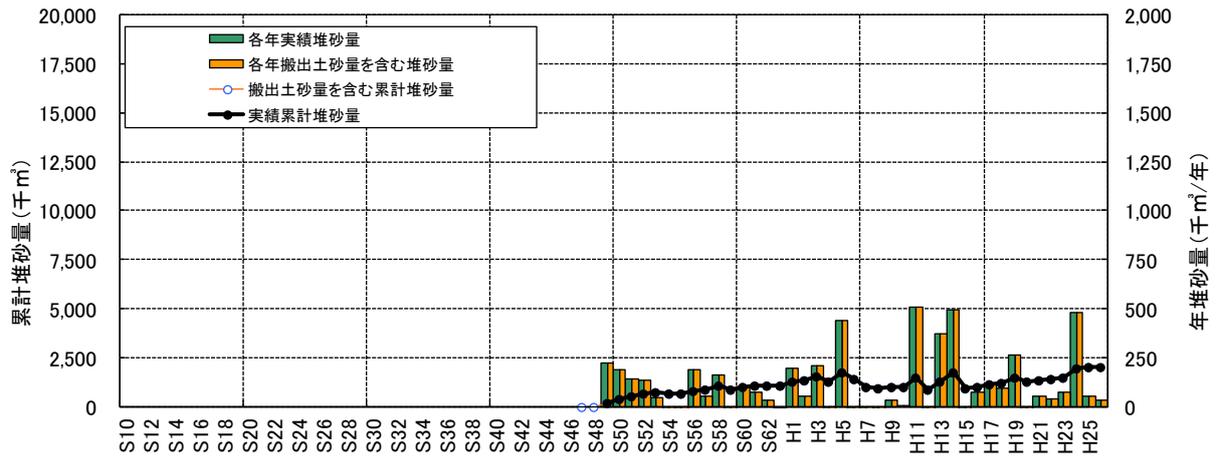


図 6-1 (4) 堆砂量の推移 (新豊根ダム)

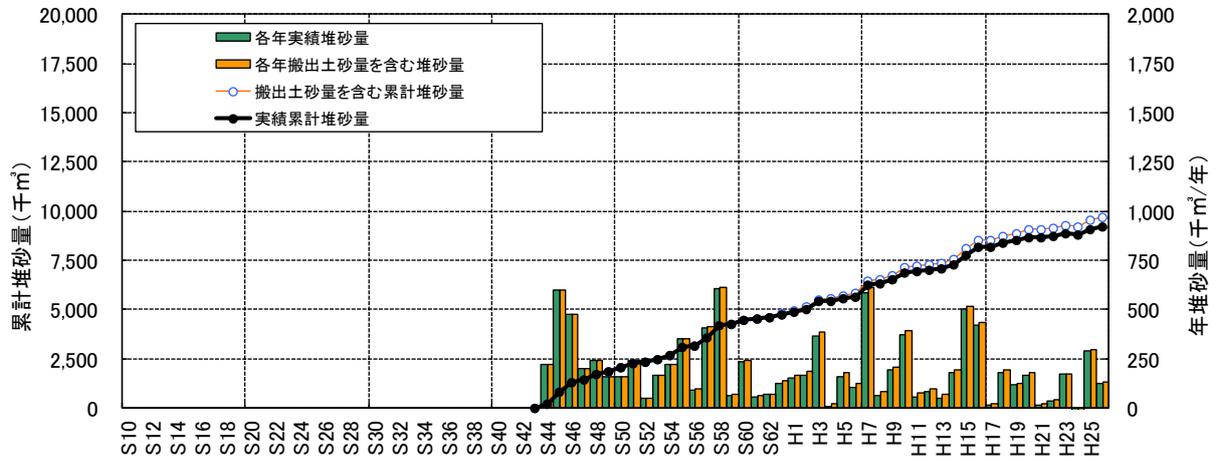


図 6-1 (5) 堆砂量の推移 (水窪ダム)

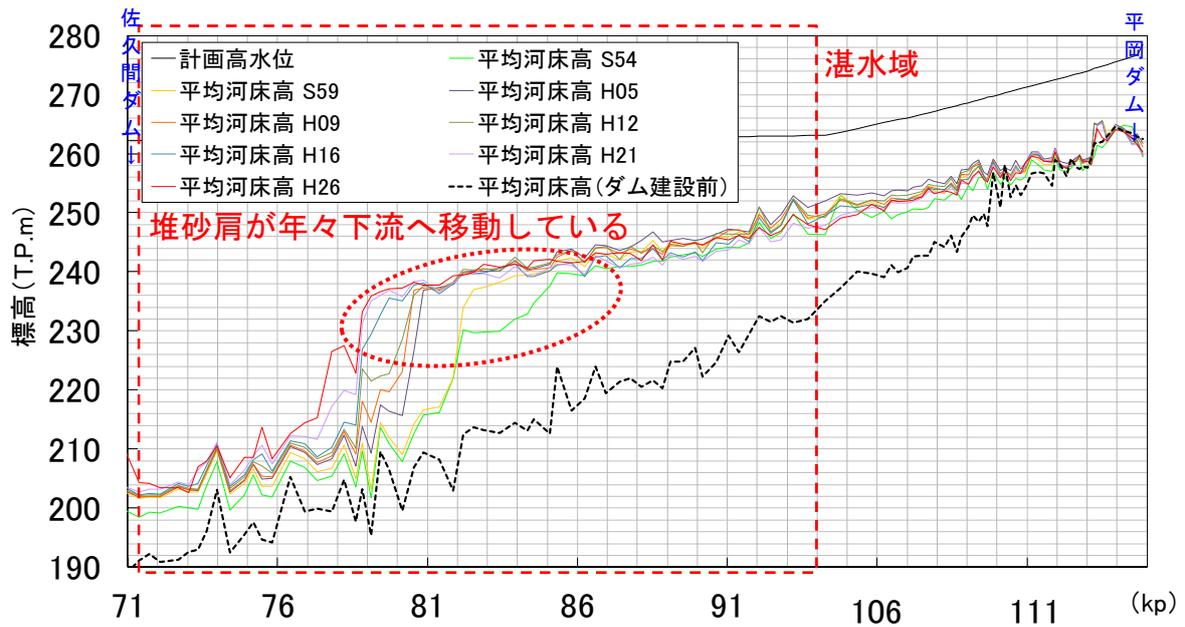


図 6-2 (1) 河床状況 (佐久間ダム)

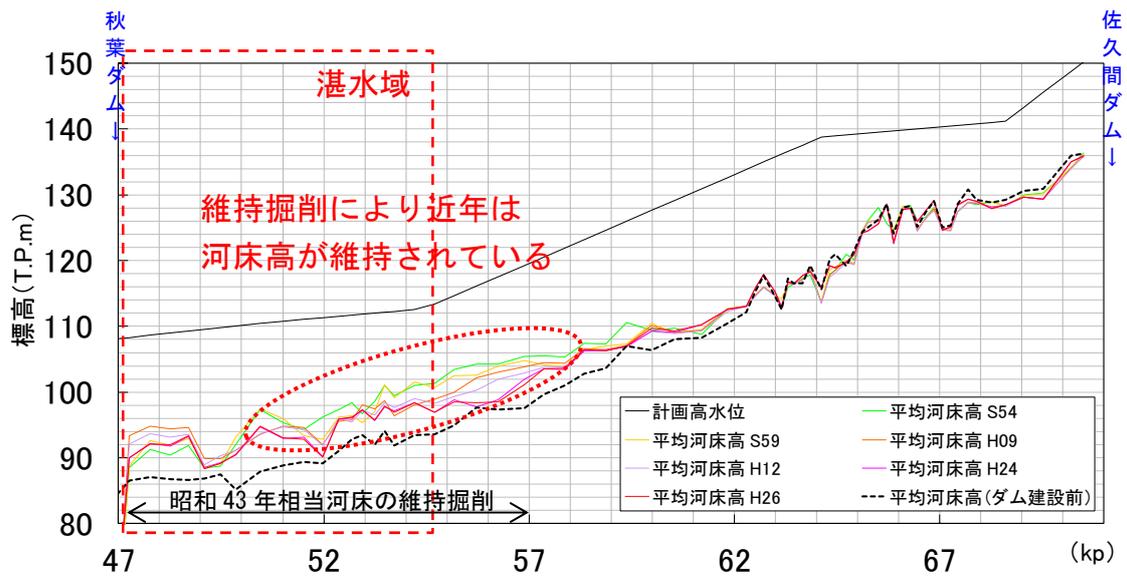


図 6-2 (2) 河床状況 (秋葉ダム)

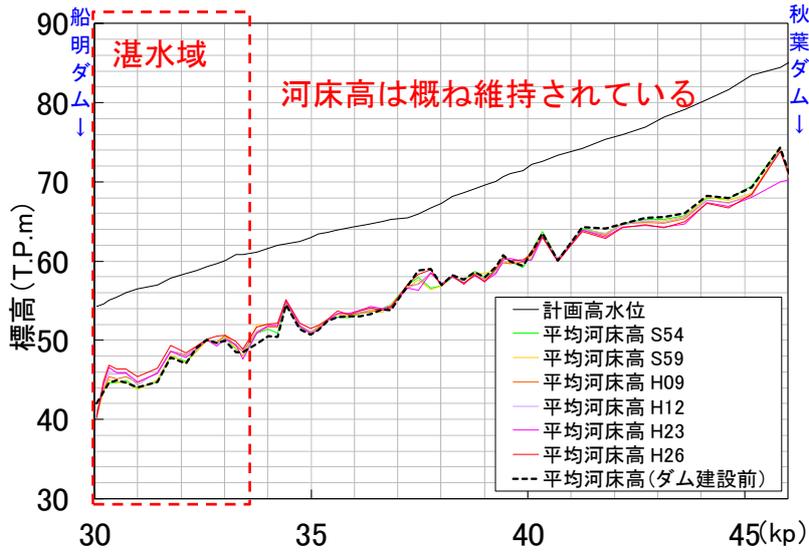


図 6-2 (3) 河床状況 (船明ダム)

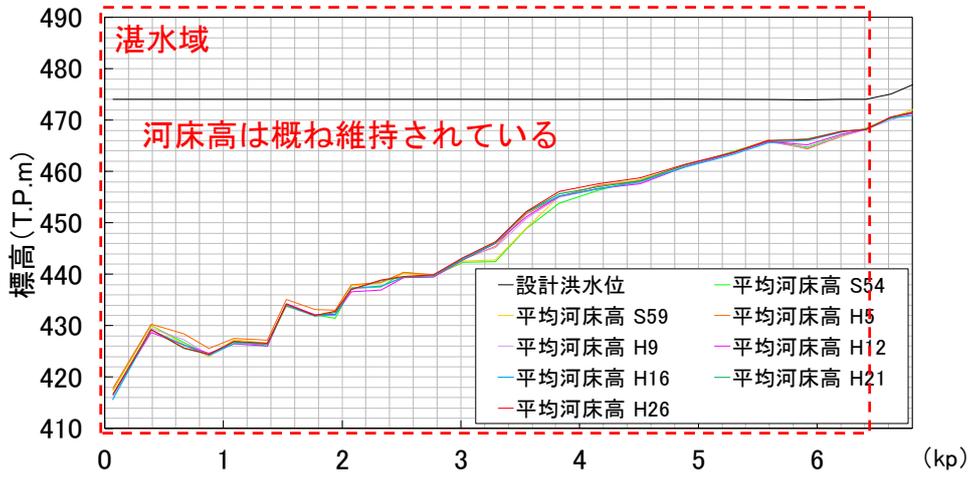


図 6-2 (4) 河床状況 (新豊根ダム)

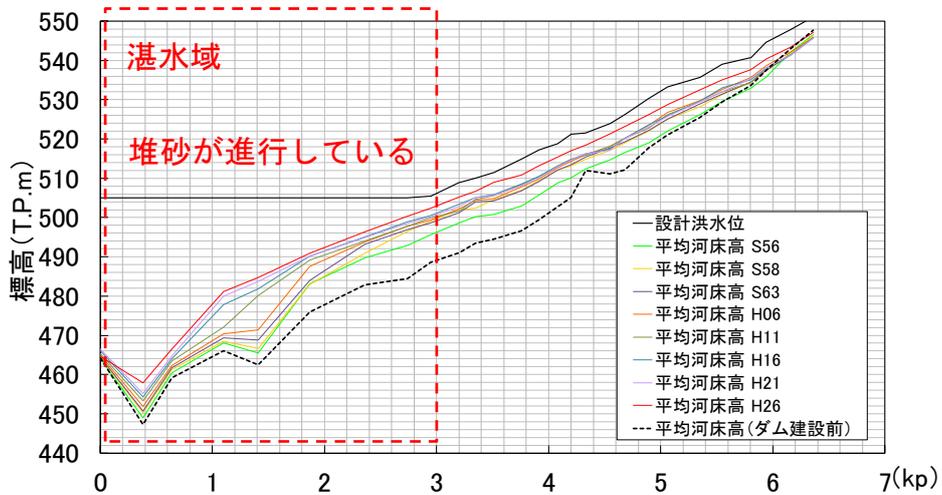


図 6-2 (5) 河床状況 (水窪ダム)

6.2.2 本川ダム領域（河道域）

(1) 佐久間ダム

佐久間ダムでは、約 100k より上流が背水影響区間となっている。背水による洪水被害を防止するため、昭和 50 年代から湛水域内とあわせて、昭和 45 年相当河床を目標とした維持掘削を実施している。近年では背水影響区間は概ね昭和 45 年相当河床程度となっており、流入水による自然掃砂効果とともに、維持掘削を継続することで、94k 付近より上流の河床高は維持されている（図 6-3 (1)参照）。

現状において整備計画流量を安全に流下させることができている（図 6-4 (1)参照）。

生物環境については、図 6-5 に示すように、佐久間ダムの河道区間は山付区間で自然河岸が多く、代表的な植生としてはスギ、ヒノキ林が挙げられる。鳥類については、ブッポウソウの繁殖が見られ、魚類については、オイカワの産卵場が見られる。アユの遊漁も盛んである。

(2) 秋葉ダム

秋葉ダムでは背水による洪水被害を防止するため、湛水域、河道域の区間(47k～62k 付近)において、昭和 50 年代から昭和 43 年相当河床を目標とした掘削を実施している。近年では概ね昭和 43 年相当河床程度となっており、現状では、昭和 43 年相当河床の維持掘削を継続することで、河床高は維持されている（図 6-3 (2)参照）。

現状において整備計画流量を安全に流下させることができている（図 6-4 (2)参照）。

生物環境については、佐久間ダムの河道区間と類似した環境である（図 6-5 参照）。

(3) 船明ダム

船明ダムの河道区間では、37k 付近より上流で昭和 37 年以降徐々に河床低下が進行したが、昭和 54 年以降は全体的に河床高が維持されている（図 6-3 (3)参照）。気田川合流点(39.8k)より上流では、秋葉ダムにより土砂供給量が減少して、気田川下流の河道と比べ河床材料の粒径が大きい。

現状において整備計画流量を安全に流下させることができている（図 6-4 (3)参照）。

生物環境については、佐久間ダム、秋葉ダムの河道区間と類似した環境である（図 6-5 参照）。

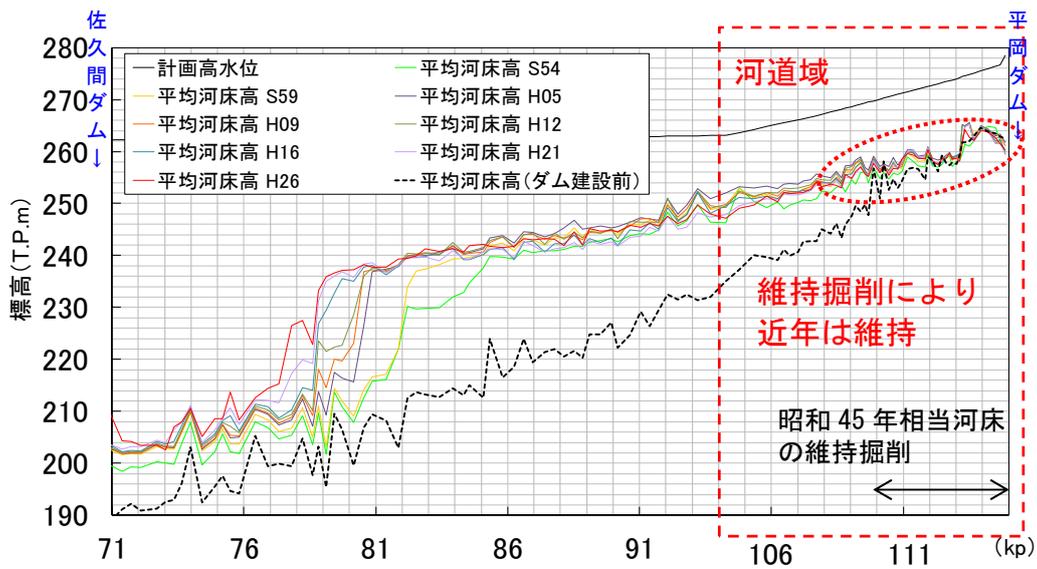


図 6-3 (1) 河床状況 (佐久間ダム)

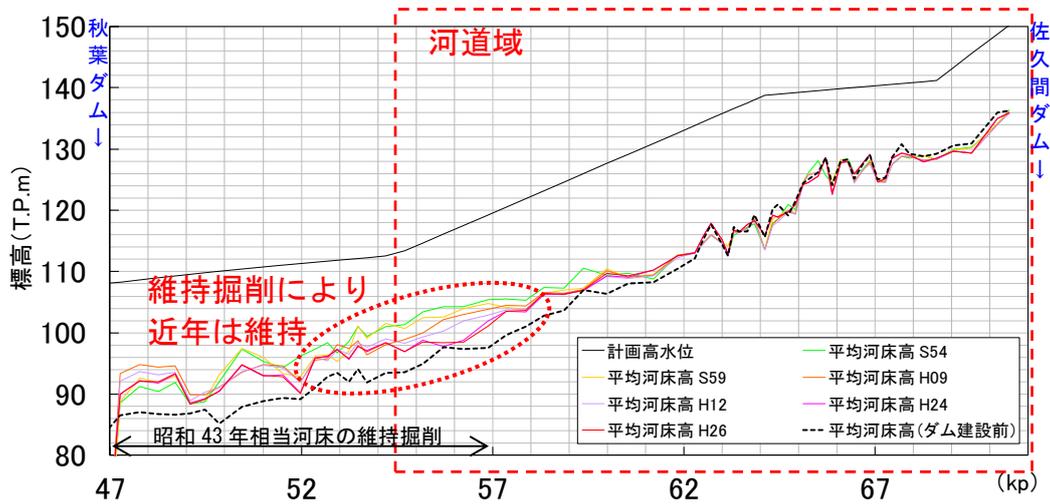


図 6-3 (2) 河床状況 (秋葉ダム)

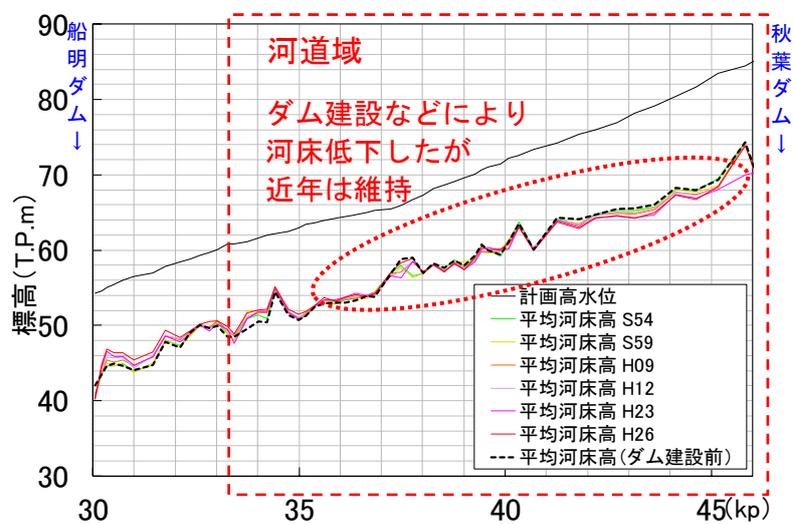


図 6-3 (3) 河床状況 (船明ダム)

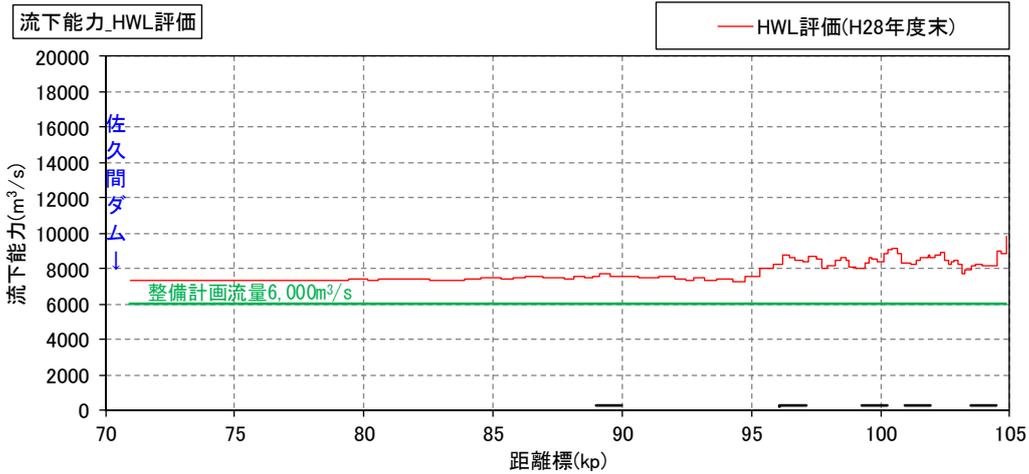


図 6-4 (1) 流下能力図 (佐久間ダム上流)

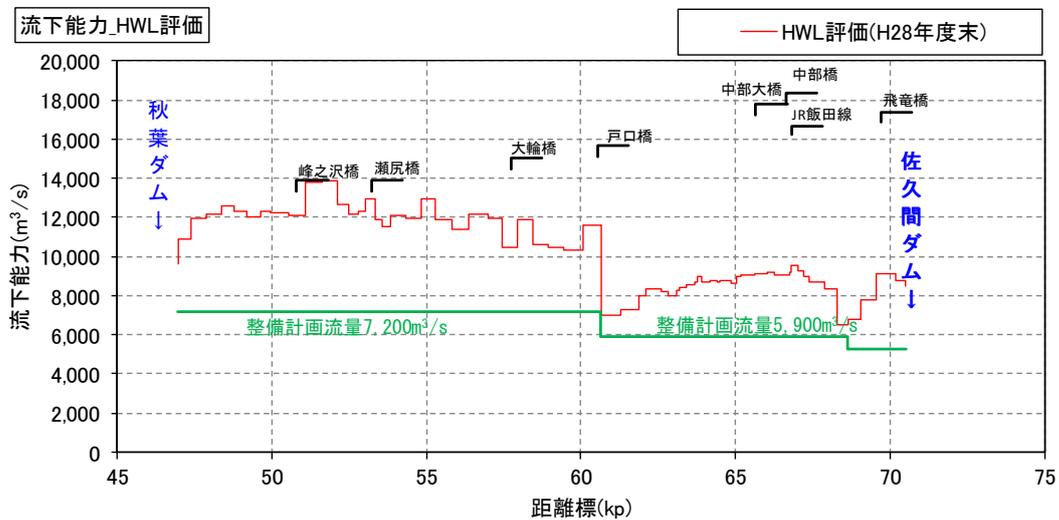


図 6-4 (2) 流下能力図 (秋葉ダム～佐久間ダム)

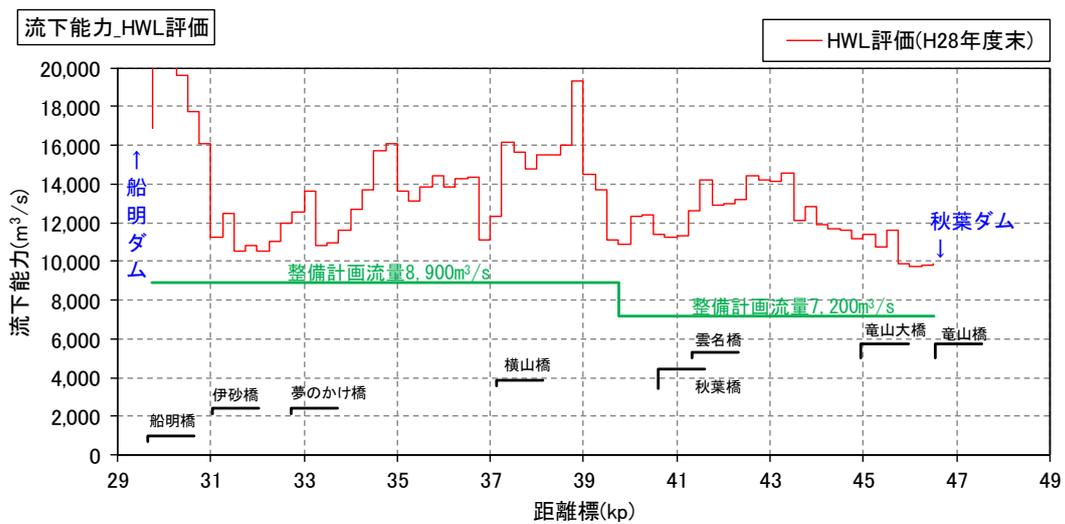


図 6-4 (3) 流下能力図 (船明ダム～秋葉ダム)



出典：天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第1回委員会 資料（平成18年7月）を修正

図 6-5 天竜川中流部の生物環境

6.2.3 扇状地河道領域（船明ダム直下～河口領域上流端）、河口領域

昭和 30 年代には、ダムの建設や高度経済成長期の骨材需要の増大から最盛期には年間 140 万 m³ を超え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 40 年代には砂利採取の規制が始まり採取量は徐々に減少しつつあったが、継続的に採取が行われ、河床高は依然低下傾向にあった。

昭和 50 年代以降では年間 25～30 万 m³ の砂利採取を行っていたが、平成 20 年以降では採取を行っていない（図 6-6 参照、図 6-7 参照）。

平成 28 年度末（2016 年度末）の流下能力は、概ね河口～16k、18k～19k、24k 付近で整備計画流量に対して不足している（図 6-8 参照）。河積不足を解消するための河道掘削を実施しており、発生した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。

河道の樹林化については、昭和 58 年から徐々に樹木が増加をはじめ、平成 8 年に急激に樹林化が進行し、河原の面積に対する樹木の面積の割合が 30%程度で推移している（図 6-10 参照）。

河道の平面形状は、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、砂州の攪乱頻度が減少している（図 6-11 参照）。

昭和 58 年 9 月（1983）の洪水では、16.4k 地点付近において河床が最大で堤防側に幅約 60m、深さ 4m 侵食された（図 6-12 参照）。現在は、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。扇頂部（20k～25k）では局所洗掘が進行していることから、護岸や堤防への影響が懸念される（図 6-13 参照）。

河床材料は、河口から船明ダム区間の代表粒径（d₆₀）は昭和 55 年（1980）までの調査では 3～30mm であったが、平成 13 年以降の調査では 7～60mm に変化している。船明ダム下流では特に粗粒化が進行しており、粒径集団Ⅳにあたる 70～80mm 程度に変化している（図 6-14 参照）。河床材料の粗粒化の物理環境の変化などにより、生物の生息環境に影響を及ぼしている可能性がある。

扇状地河道領域の環境としては、図 6-15 に示すように、広い川幅に砂州が形成され、瀬と淵が連続している。また、みお筋や砂州の変動が大きい。広い砂礫河原はコアジサシが営巣地として利用し、瀬・淵ではアユやウツセミカジカ、カマキリ（アユカケ）、ヨシノボリ類等の回遊魚が生息し、浜北大橋下流から安間川合流点付近にかけての範囲（概ね 5k～18k）では、アユの産卵場が確認されている。また、アユ釣りも盛んに行われている。

昭和 41 年以降に交互砂州へと変化したことにより瀬・淵やワンドの数が減少してきたが、平成 8 年以降では横ばい傾向となっており、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。外来種については、平成 3 年以降種数が微増しており、シナダレスズメガヤの生育面積が増加している。

水利用については、11.6k 付近では浜松市水道（上水道）、船明ダム下流では天竜川下流用水（上水道、工業用水、農業用水）の取水を実施している。

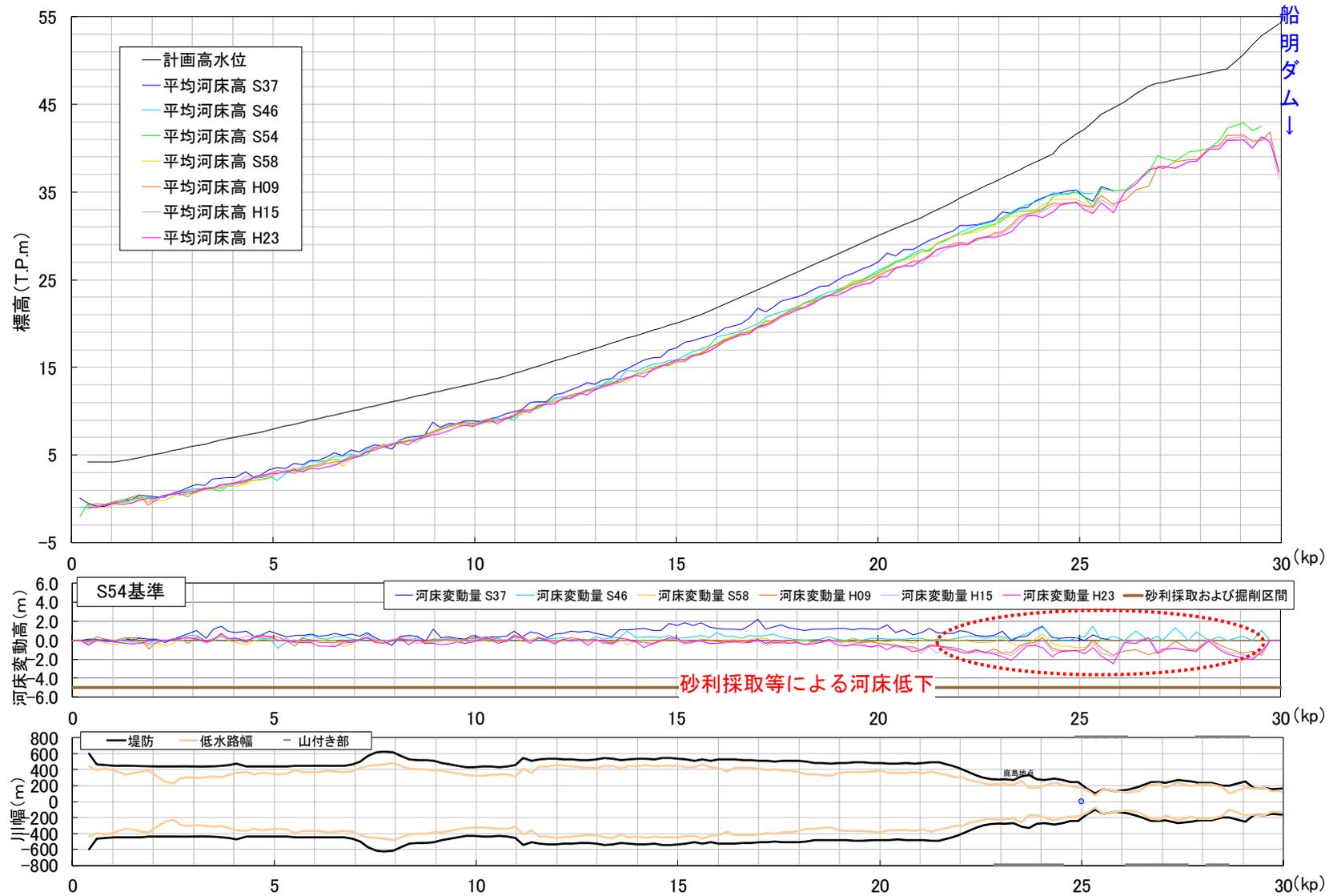


図 6-6 平均河床高の経年変化 (河口～船明ダム)

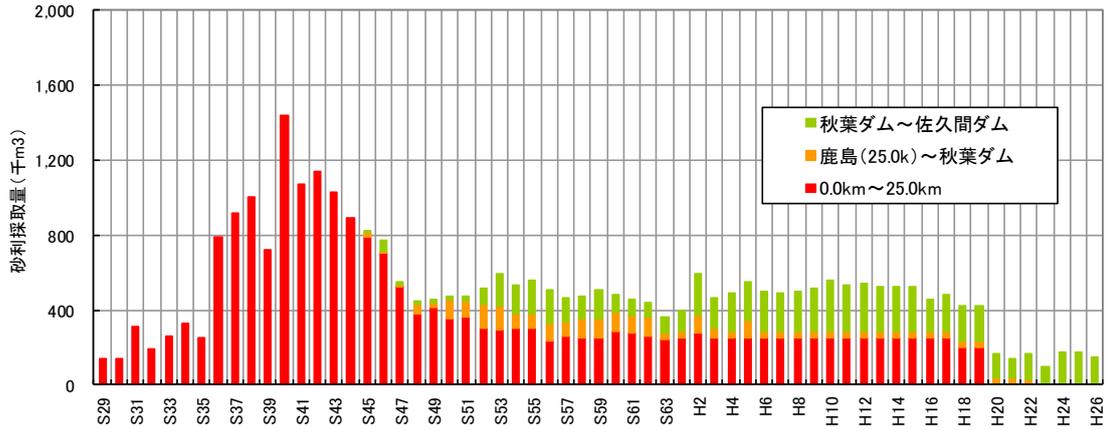


図 6-7 砂利採取量の経年変化

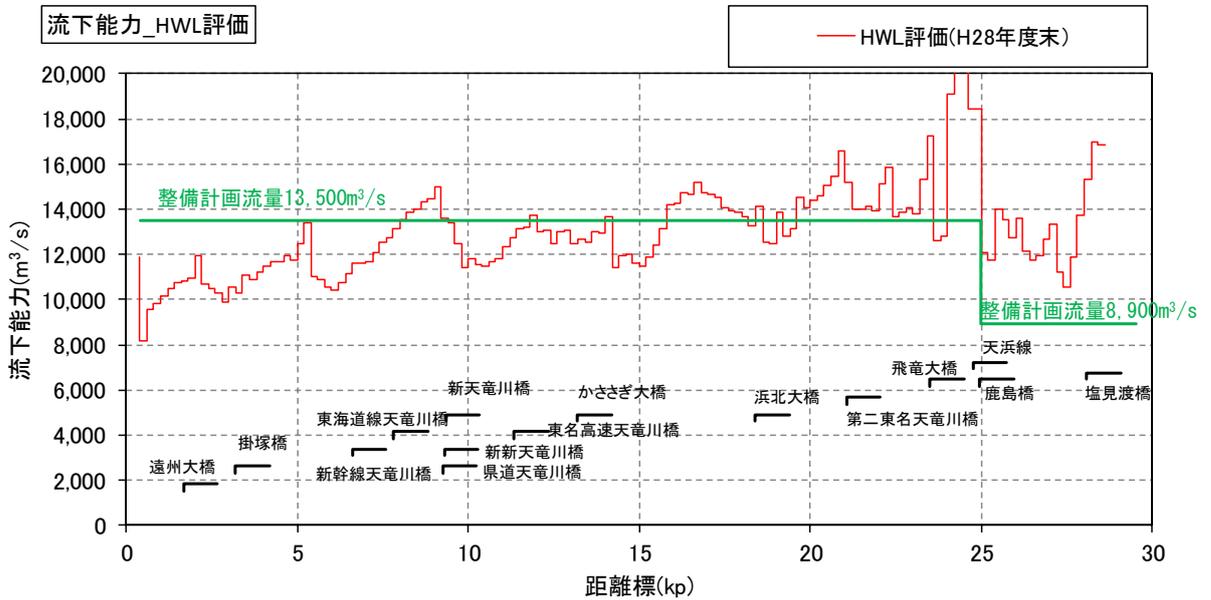


図 6-8 流下能力図（河口～船明ダム）

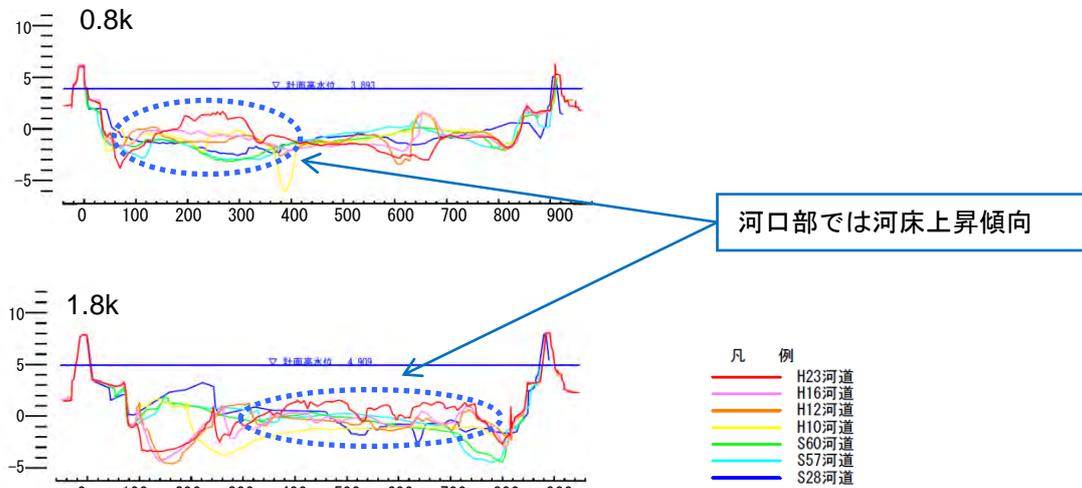
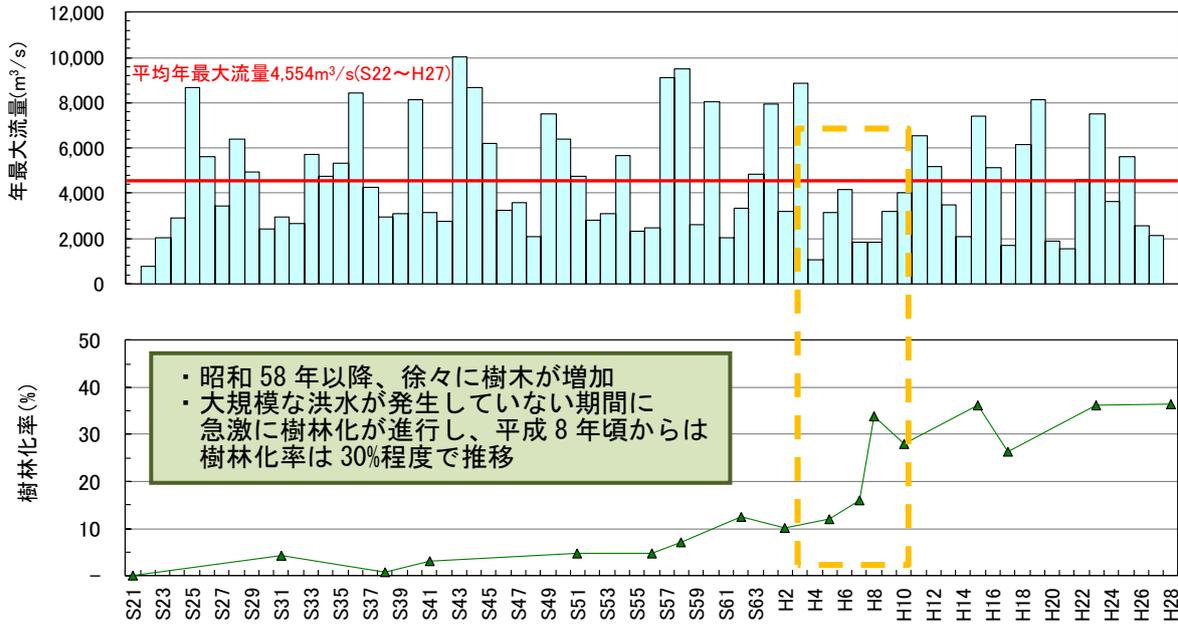


図 6-9 河口部の河床高の変動状況



※樹林化率 = 樹林地面積 / 河原(砂州)面積
 樹林地面積, 河原(砂州)面積...航空写真の判読、環境基図等を基に算定

図 6-10 河原と樹林の割合の経年変化 (河口~鹿島区間、0.4k~25.0k)

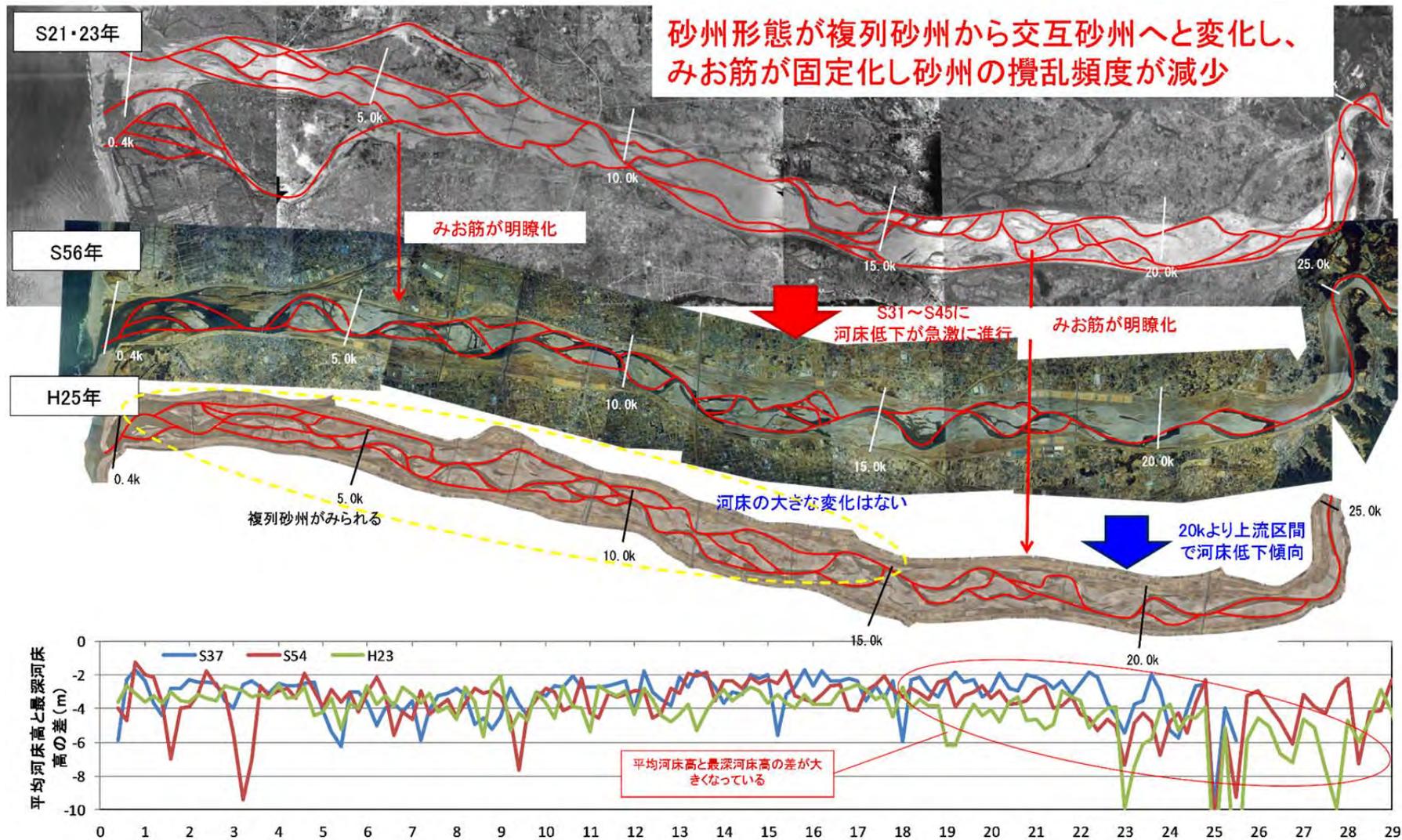


図 6-11 長期的な澱筋の変遷

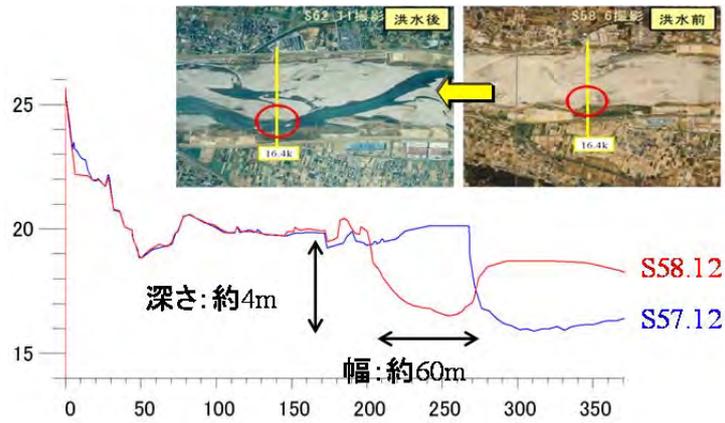


図 6-12 S58.9 洪水による河岸侵食 (16.4k)

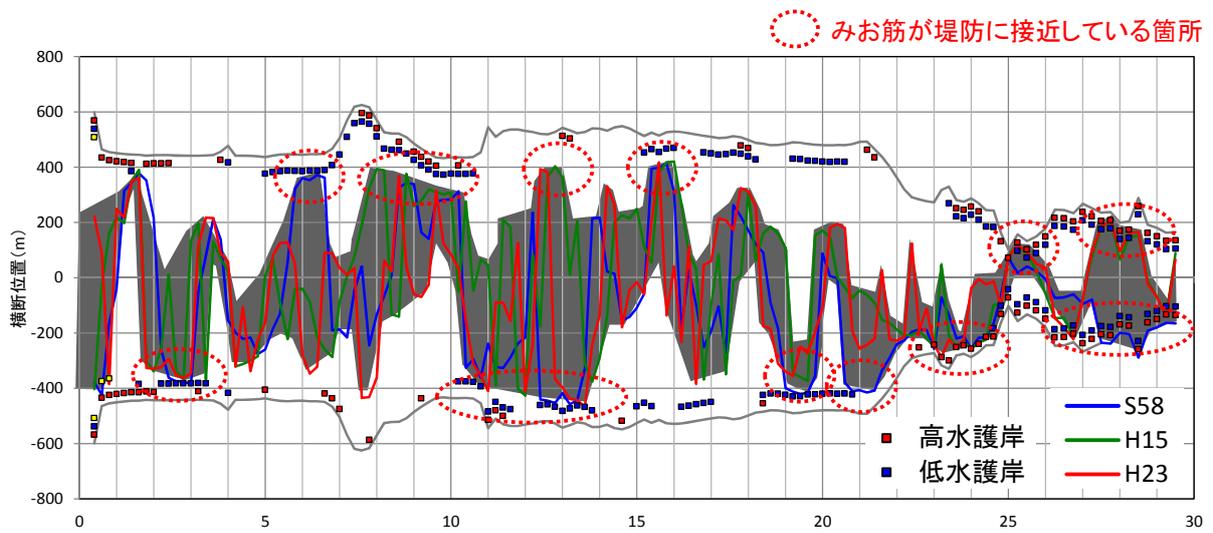


図 6-13 下流部でのみお筋の遷移と護岸整備状況

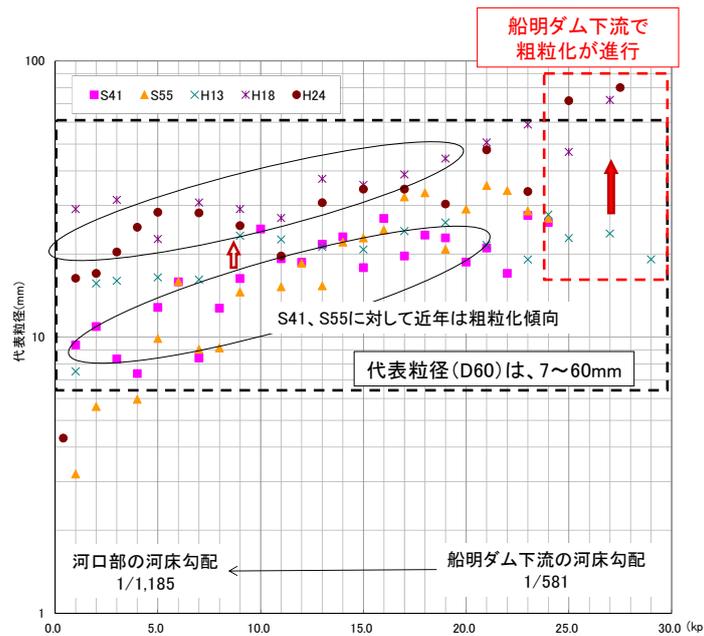


図 6-14 代表粒径縦断面図 (表層、0.0k~30.0k)



出典：天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第1回委員会 資料（平成18年7月）

図 6-15 天竜川下流部の生物環境

6.2.4 河口テラス・海岸領域

河口テラスは、河川からの土砂供給量の減少により縮小し、河口砂州は徐々に後退し矮小化している傾向がみられる（図 6-16 参照）。

海岸では、昭和 40～50 年代にかけて侵食対策のための海岸保全施設の整備がなされ、浜松五島海岸及び竜洋海岸では離岸堤が設置されている。また、局所的な侵食箇所には消波工が設置されている。しかし天竜川および馬込川河口付近では、河川からの土砂供給量の減少等による侵食が顕著であり、天竜川河口部では昭和 37 年（1962）から平成 20 年（2008）の間で汀線が 300m 後退している。浜名湖今切口導流堤、福田漁港西防波堤付近では、海岸構造物による漂砂の連続性の遮断により、沿岸漂砂上手側で堆積傾向であるが、沿岸漂砂下手側では侵食傾向である（図 6-17 参照）。

現在では、海岸侵食の対策として福田漁港西防波堤でのサンドバイパスを実施しているほか、離岸堤の設置、養浜等を実施している。

河口テラス・海岸領域の環境としては、遠州灘沿岸の海岸の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）が形成され、海浜性植物などの多様な生物が生息している。海岸部は全国的にも有数のアカウミガメの上陸・産卵地であることが特徴であり、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。（図 6-18 参照）。

利用面では、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（図 6-20 参照）。また、サーフィンなどのマリレジャーの場としても多くの人に利用されている。遠州灘沿岸海岸はわが国有数の長大な砂浜海岸であり、その砂浜を中心に砂州や海食崖など特色ある様々な海岸景観を有し、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。

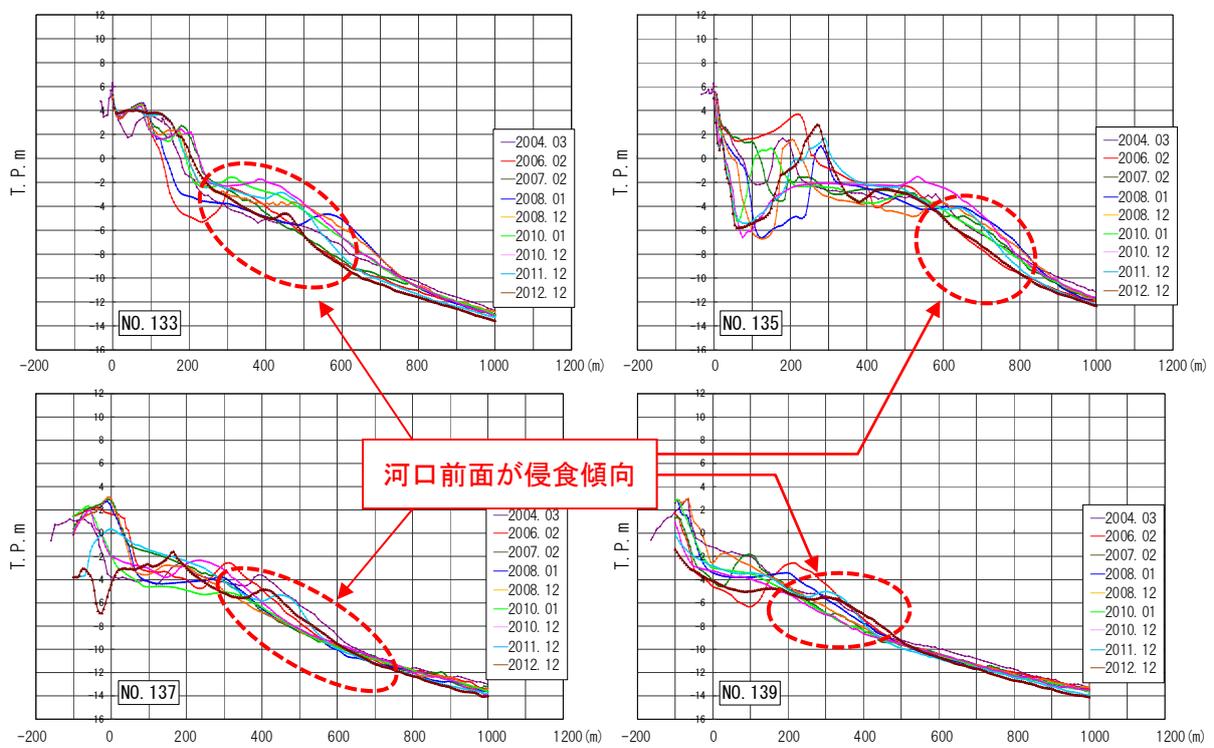
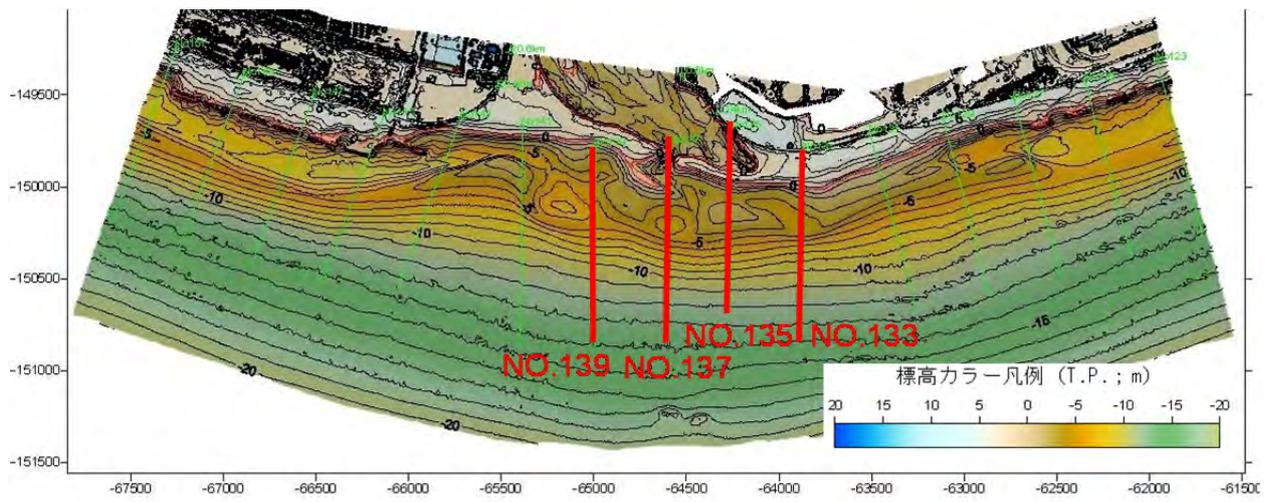


図 6-16 河口部の地形変化

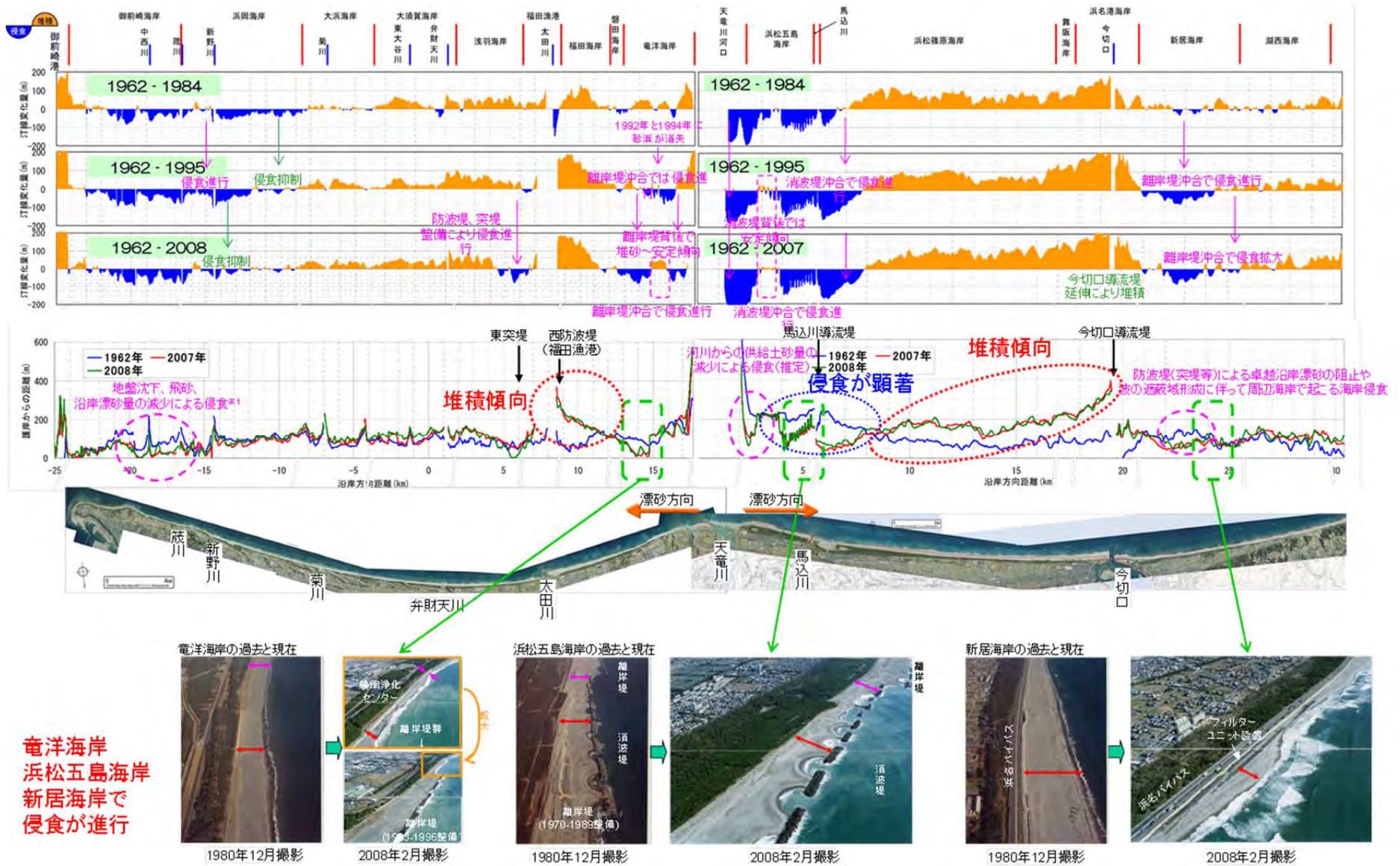


図 6-17 海岸汀線の状況

竜洋海岸
浜松五島海岸
新居海岸で
侵食が進行



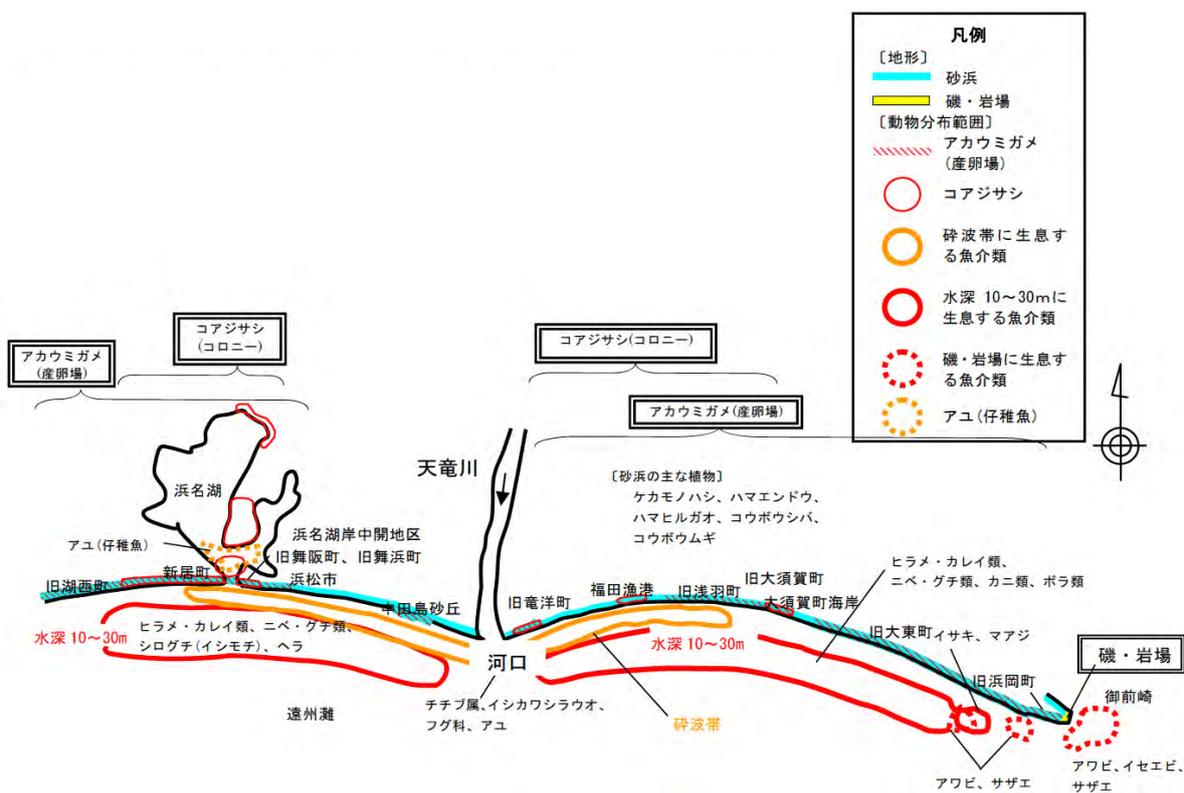
アカウミガメ産卵巣の保護（豊橋市）



卵のふ化小屋（浜松市）

出典：遠州灘沿岸海岸保全基本計画（変更）（平成 27 年 12 月 静岡県・愛知県）

図 6-18 アカウミガメの保護活動の状況



出典：天竜川ダム再編事業環境検討委員会 第1回検討委員会資料（平成 18 年 7 月）

図 6-19 河口～海岸の生物環境の概要



浜松祭り凧揚げ合戦
資料：浜松市 HP



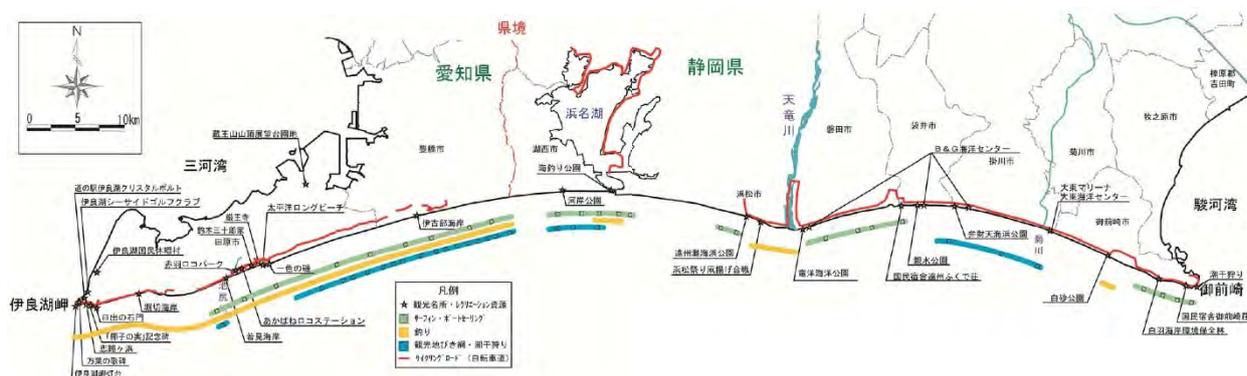
竜洋海洋公園
資料：磐田市 HP



御前崎海岸のサーフィンの様子



砂の造形（磐田市）



出典：遠州灘沿岸海岸保全基本計画（変更）（平成 27 年 12 月 静岡県・愛知県）

図 6-20 河口・海岸での野外教育・レクリエーション等

6.3 現在^{*}の土砂収支

6.3.1 現在の土砂収支

(1) 現在の対策と計算条件

河床変動シミュレーションモデルを用いて、昭和 54 年（1979）～平成 23 年（2011）までの 33 年間の流況を繰り返した 100 年計算を実施し現在の対策を想定した土砂収支を算定した。

各領域における現在の対策とその計算条件について、表 6-3 及び表 6-4 に示す。

※現在とは、近年の平均的な状態を表したもの（天竜川ダム再編事業における下流への土砂還元を除く）

表 6-3 現在の対策

地点	対策内容
佐久間ダム	背水影響に伴う洪水被害を及ぼさないための掘削の実施 (昭和 45 年河床高相当に向けた掘削)
秋葉ダム	背水影響に伴う洪水被害を及ぼさないための掘削の実施 (昭和 43 年河床高相当を維持 [*]) ※既往の掘削により現状において昭和 43 年河床相当となっている
船明ダム	出水時にゲートを開けることで、ダムへの流入土砂のほぼ全量を下流に流下させる操作を実施
扇状地河道領域	掘削箇所：0.4k～10.0k を対象に掘削量平均約 10 万 m ³ /年 (近年の実績より) (海岸養浜材として活用)
海岸領域	五島海岸、竜洋海岸の離岸堤群の下手側端部で養浜 (近年の実績より養浜量：平均約 9 万 m ³ /年、粒径集団Ⅲ (0.85mm～75mm) 以上を対象)

(2) 現在の対策における土砂収支

現状での河口の通過土砂量は、粒径集団の合計で 89 万 m³/年程度である。一方、海岸領域において海岸汀線の維持に必要な粒径集団Ⅱ (0.2～0.85mm) の河口通過土砂量は 12 万 m³/年となっている。

その要因としては、佐久間ダム及び秋葉ダムで粒径集団Ⅱ～Ⅳの土砂が堆積し、ダムからの放流土砂が粒径集団Ⅰ (0.2mm 以下) のシルト成分が主となるため、海岸領域へ必要な粒径集団Ⅱ (0.2～0.85mm) の河口の通過土砂量は、粒径集団の合計の土砂量に対して小さくなっている。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の土砂は河道内に堆積し、粒径集団Ⅰ・Ⅱの土砂はほぼ全量が河口まで到達している (図 6-21 参照)。

(3) 平岡ダムより上流の土砂収支

平岡ダムより上流の土砂収支については、現在検討中である。

今後、第二版の策定に向けて精査する。

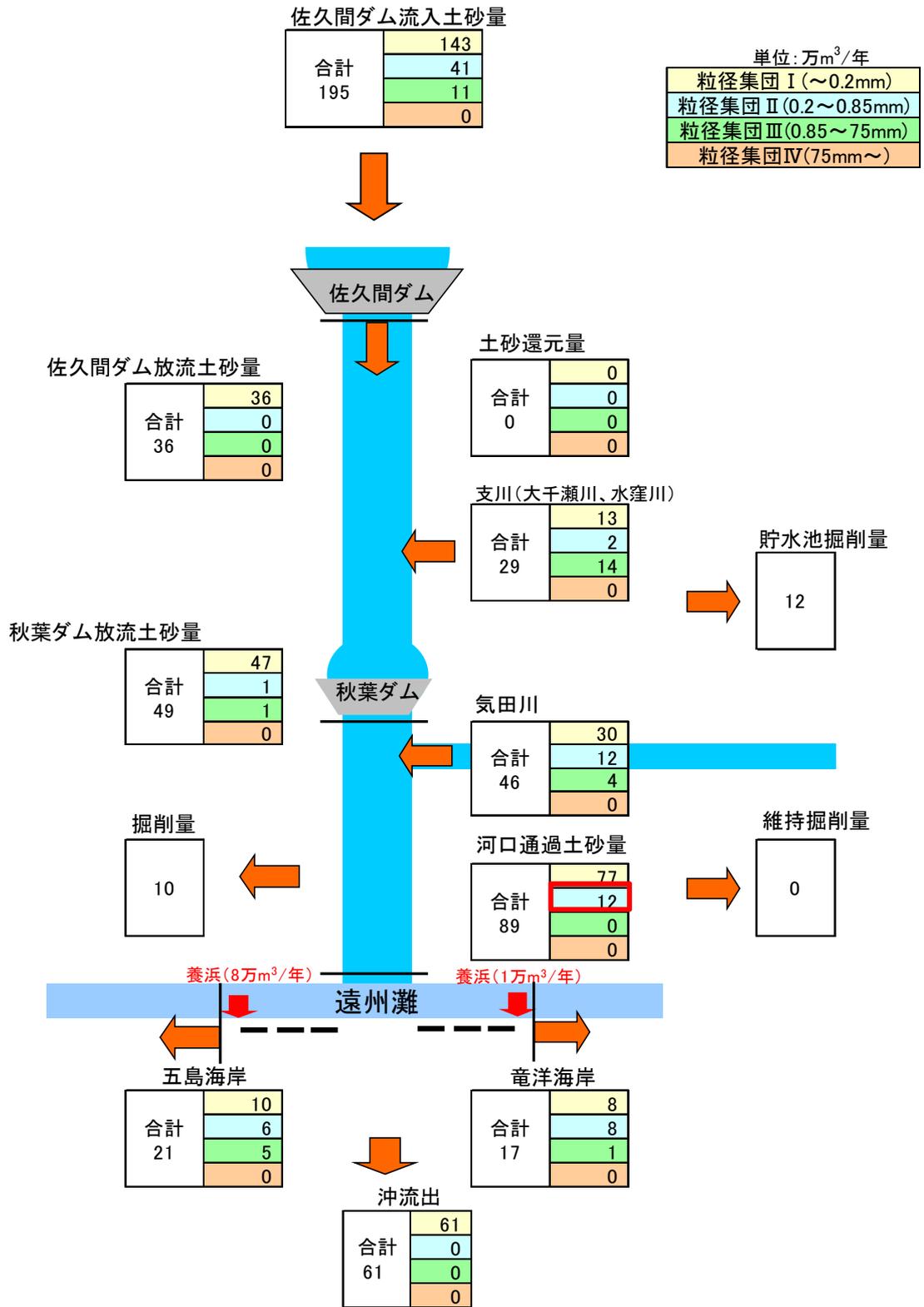


図 6-21 現在の対策における土砂収支 (100 年平均)

表 6-4(1) 計算条件（佐久間ダム～秋葉ダム）

計算手法	一次元河床変動モデル
計算範囲	佐久間ダム直下～秋葉ダム地点
初期河道	平成 23 年測量河道
計算期間	100 年間（昭和 54 年～平成 23 年の繰り返し）
出発水位	秋葉ダムの実績貯水位
供給土砂量	上流端：佐久間ダムからのゲート放流土砂量 支川：0.106 mm以下は支川（気田川）での SS 観測結果（H15～H25）から作成した回帰式により算出 0.106 mm以上は、合流点の支川断面の等流計算に基づく平衡給砂量
対策（河道掘削）	昭和 43 年相当河床を維持するための掘削（昭和 43 年相当河床よりも堆積した分を掘削） ※既往の掘削により平成 23 年において昭和 43 年相当河床となっている

表 6-4(2) 計算条件（秋葉ダム～河口）

計算手法	一次元河床変動モデル（砂と礫の二峰性を考慮）
計算範囲	秋葉ダム直下～河口
初期河道	平成 23 年測量河道
計算期間	100 年間（昭和 54 年～平成 23 年の繰り返し）
出発水位	昭和 54 年～平成 23 年の御前崎平均潮位（T.P.0.063m）
供給土砂量	上流端：秋葉ダムからのゲート放流土砂量 支川：0.106 mm以下は支川（気田川）での SS 観測結果（H15～H25）から作成した回帰式により算出し 0.106 mm以上は、合流点の支川断面の等流計算に基づく平衡給砂量
対策（河道掘削）	0.4k～10.0k までを 10 万 m ³ /年掘削×50 年

表 6-4(3) 計算条件（海岸領域）

計算手法	混合流砂の分級過程を考慮した海浜変形モデル（熊田ら,2003）
計算範囲	福田漁港～天竜川河口～浜名湖今切口：海岸線延長 28km ※福田漁港には大規模な突堤、浜名湖今切口には導流堤があり、沿岸漂砂上手側で堆積傾向である。漂砂の連続性に影響しているため、天竜川からの供給土砂の海岸領域への評価をする当面の範囲として、浜名湖今切口～福田漁港を想定した
初期地形	2010 年の再現計算結果
計算期間	平均的波浪を定常で繰り返し（100 年間）
境界条件	天竜川河口：下流河道の一次元河床変動計算結果による粒径別土砂量 左端（福田漁港）： $q_{out_E}=8.0 \times 10^4$ m ³ /yr（底質は同地点の含有比） 右端（浜名湖今切口）： $q_{out_W}=3.6 \times 10^4$ m ³ /yr（底質は同地点の含有比）
対策（養浜）	浜松五島海岸、竜洋海岸の離岸堤群の下手側端部で養浜 9 万 m ³ /年

6.3.2 今後の流砂系の変化（現在の対策を継続した場合）

現在の対策を継続した場合の各領域の変化について整理した。

(1) 本川ダム領域（湛水域）

1) 佐久間ダム

現在実施中のダム貯水池内の掘削により堆砂を抑制しているが、累加堆砂量は増加を続ける（図 6-22 参照）。また、ダムからの土砂還元は主に粒径集団 I であり、海岸領域に寄与する粒径集団 II などの土砂移動の連続性が阻害されている。

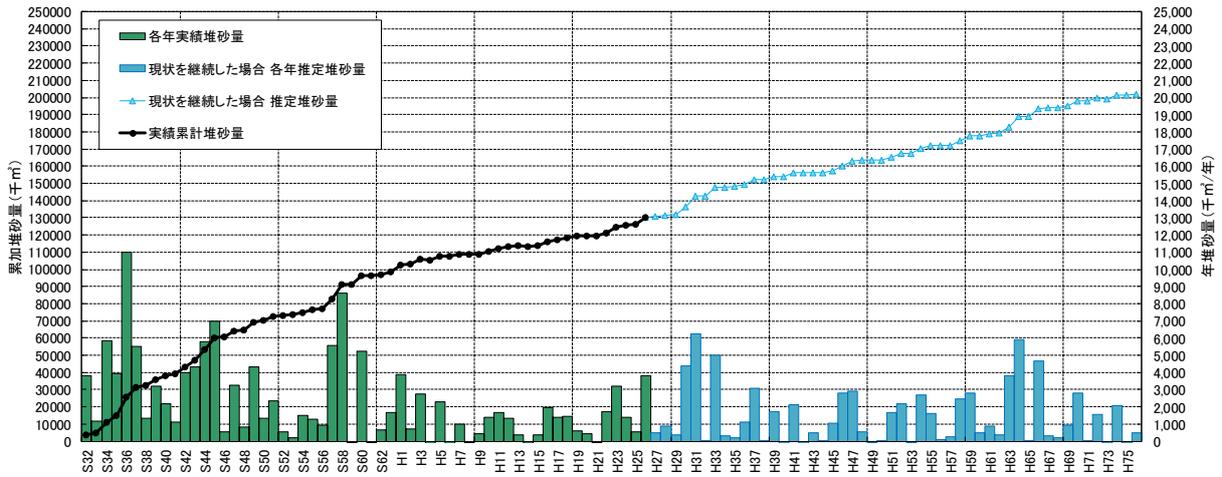
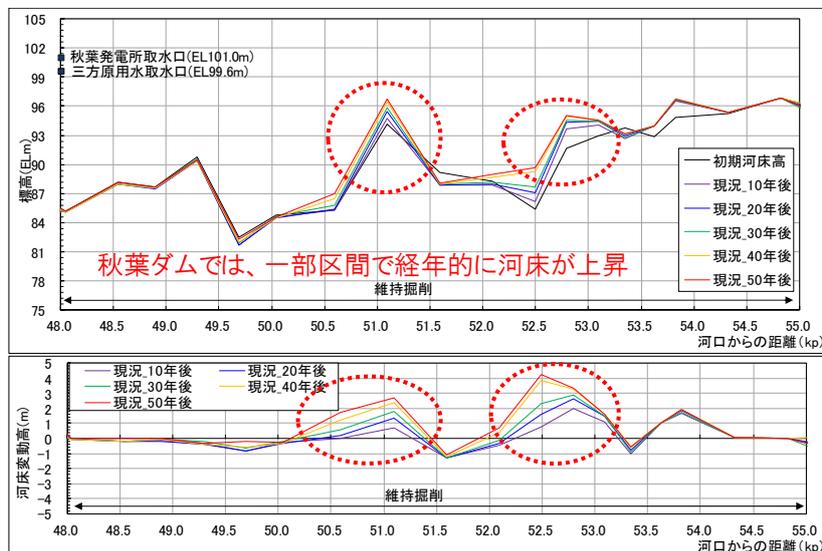


図 6-22 堆積土砂量の変化（本川ダム領域（湛水域）：佐久間ダム）

2) 秋葉ダム

現在実施中のダム貯水池内の掘削により堆砂を抑制しているが、一部区間では経年的に河床高が上昇する。河床高は、背水影響に伴う洪水被害、利水影響のない範囲で維持されている（図 6-23 参照）。また、秋葉ダムを通過する土砂は主に粒径集団 I であり、海岸領域に寄与する粒径集団 II などの土砂移動の連続性が阻害されている。



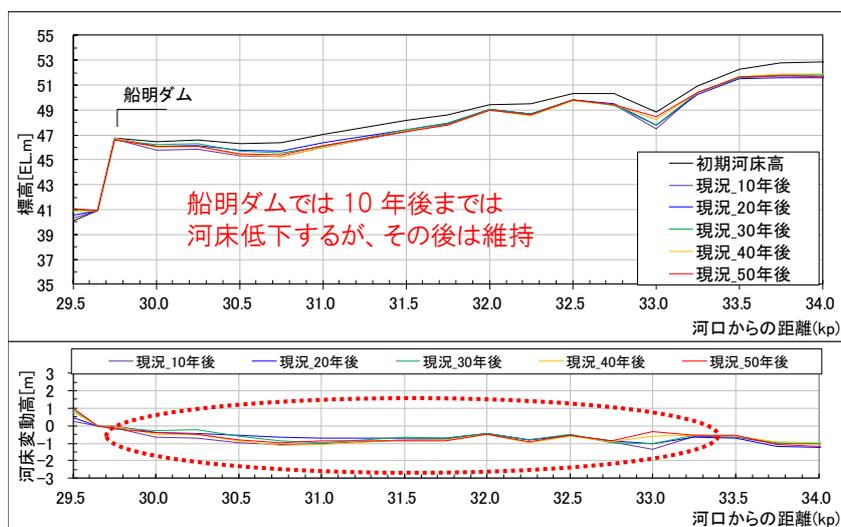
※初期河床高（平成 23 年）からの変動高

図 6-23 河床高の変化（本川ダム領域（湛水域）：秋葉ダム）

3) 船明ダム

10 年間は河床低下が進むがその後は維持される。河床高は、背水影響に伴う洪水被害、利水影響のない範囲で維持されている（図 6-24 参照）。

船明ダムでは、現行の操作によって洪水時に水位を低下させることで洪水中は河道と同様な状態となるため、土砂移動の連続性は確保されている。



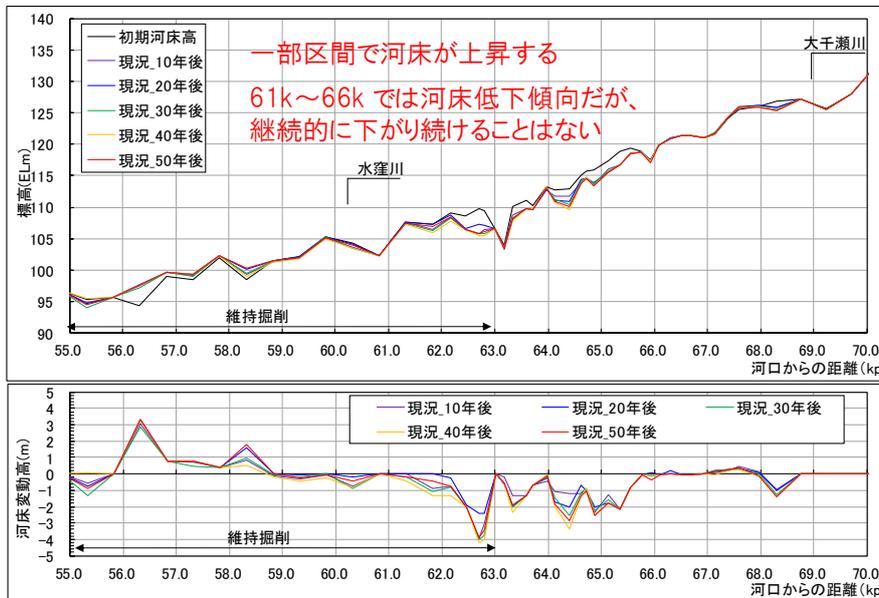
※初期河床高（平成 23 年）からの変動高

図 6-24 河床高の変化（本川ダム領域（湛水域）：船明ダム）

(2) 本川ダム領域（河道域）

1) 秋葉ダム

現在実施中の背水影響に伴う洪水被害を防止するための対策により、ダム貯水池内の堆砂を抑制しているが、一部区間で河床が上昇するが、61k～66k では河床低下傾向である（図 6-25 参照）。河床高は背水影響に伴う洪水被害のない範囲に維持されている。



※初期河床高（平成 23 年）からの変動高

図 6-25 河床高の変化（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

河床材料は年毎に変化はみられるが一方的な変化ではない。支川の水窪川の合流前後にも大きな変化はない（図 6-26 参照）。

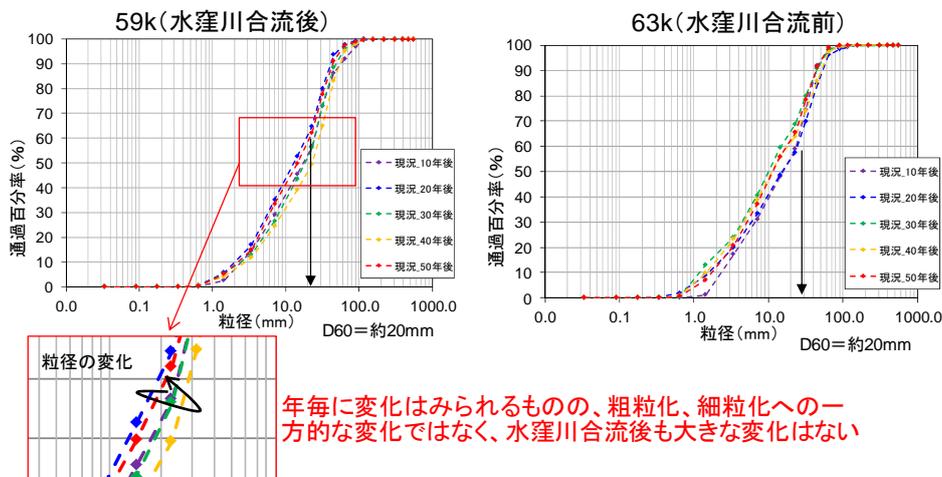
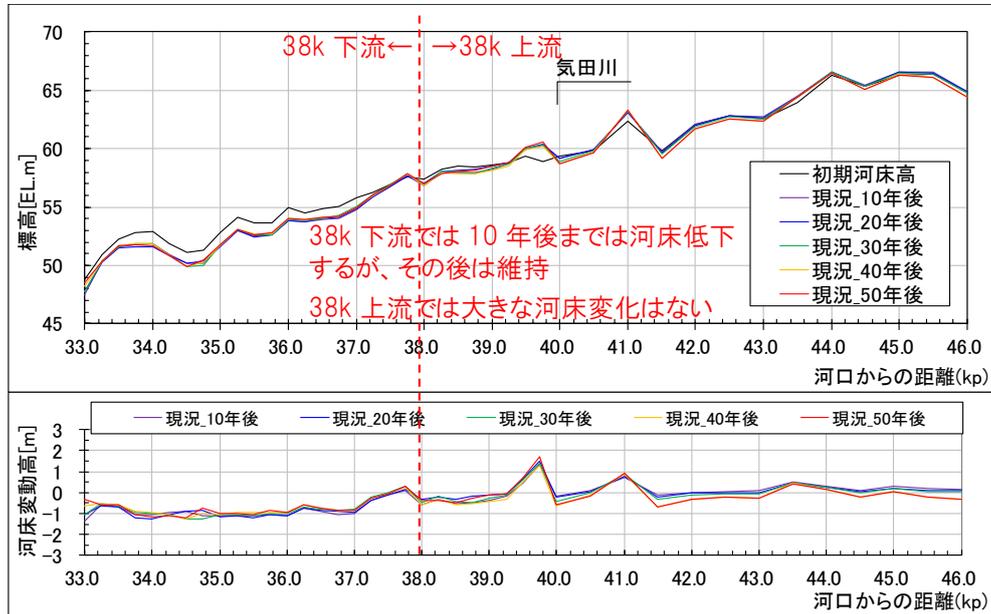


図 6-26 河床材料の変化（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

2) 船明ダム

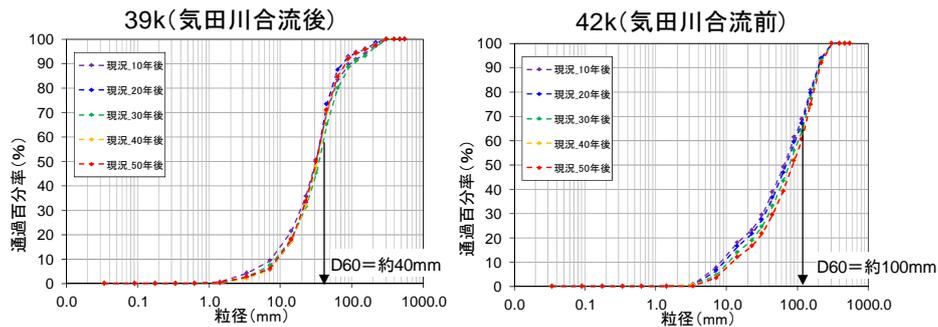
38k 下流では 10 年間は河床低下が進むがその後は維持される (図 6-27 参照)。河床高は、背水影響に伴う洪水被害、利水影響のない範囲で維持されている。



※初期河床高 (平成 23 年) からの変動高

図 6-27 河床高の変化 (本川ダム領域 (河道域): 船明ダム)

河床材料は年毎に変化はみられるが一方的な変化ではない。支川の気田川の合流前後では、支川合流により細粒化している (図 6-28 参照)。



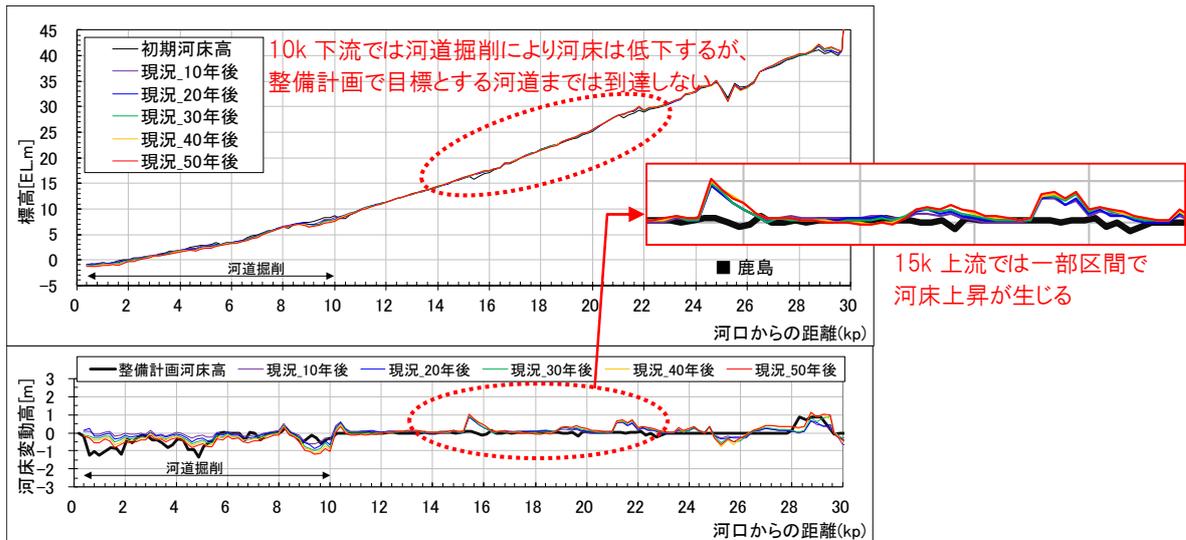
年毎に変化はみられるものの、粗粒化、細粒化への一時的な変化ではない
気田川合流により粒径が細粒化している

図 6-28 河床材料の変化 (本川ダム領域 (河道域): 船明ダム)

(3) 扇状地河道領域・河口領域

6k～10k の区間では河道掘削により河川整備計画で目標とする河床高（以下、整備計画河床高）に近づくが、6k より下流では目標とする河床高より高くなる。また、15k 上流では土砂の堆積により一部区間で河床上昇傾向が生じている（図 6-29 参照）。現在の河道掘削量及び河道掘削区間では、整備計画流量を安全に流下させられないことが予想される。

また、現状で局所洗掘が発生している 25k 付近では、予測計算においても平均河床高が低下することが確認できる。



※初期河床高（平成 23 年）からの変動高

図 6-29 河床高の変化（扇状地河道領域・河口領域）

河床材料は年毎に変化はみられるが一方向的な変化ではない。（図 6-30 参照）。

これまでの植生群落の変遷から、木本類の面積は増加傾向である。樹木伐採を行っても 5～10 年で元の面積に戻る状況が見られる。（図 6-31 参照）。

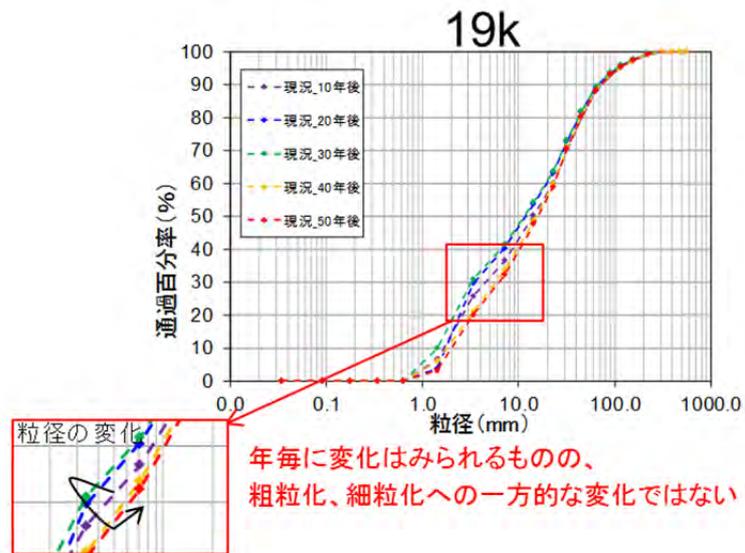


図 6-30 河床材料の変化（扇状地河道領域・河口領域）

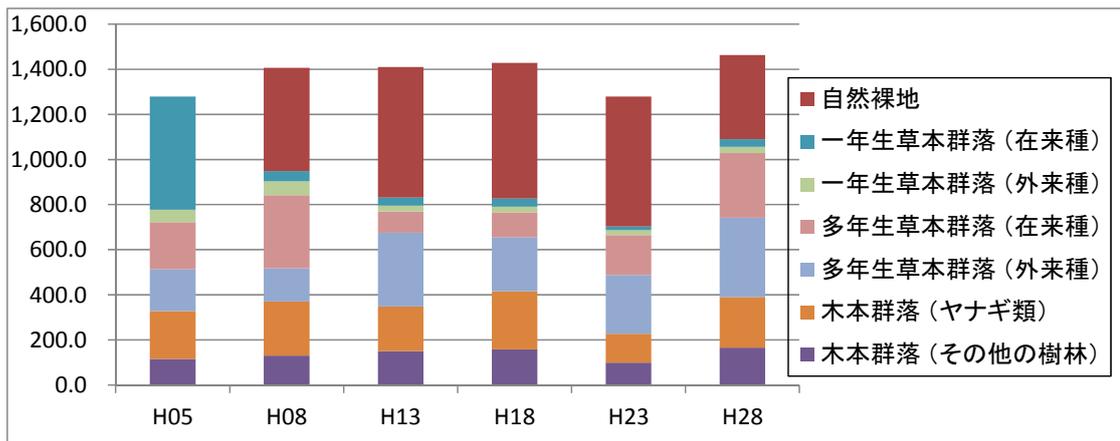


図 6-31 植生群落の面積の変化（扇状地河道領域・河口領域）

(4) 河口テラス・海岸領域

河口テラスは、10年後、20年後、40年後には前進し、30年後、50年後には後退するなど、経年的に前進、後退を繰り返している（図 6-32 参照）。これは、流況や海岸に到達する土砂量の変動があるためである。

現在の対策を実施した場合、河川からの粒径集団Ⅱ（0.2mm～0.85mm）の土砂供給量が少ないため河口テラスの後退傾向が続くことが予測される。

海岸領域は、現状よりも汀線が後退する箇所もあり、現在の養浜量だけでは海岸汀線を維持できないことが予測される。

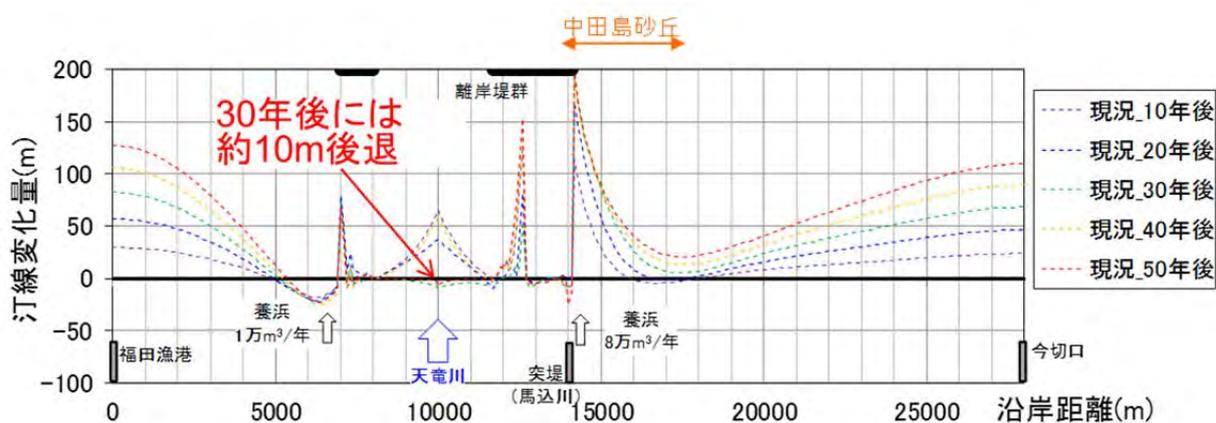


図 6-32 海岸汀線の変化（河口テラス・海岸領域）

6.4 各領域の課題

これまでの整理を踏まえ、各領域の課題を以下に示す。

6.4.1 本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域

土砂移動に関する課題として、現状ではダムによる土砂移動の連続性の阻害により貯水池内の堆砂が進行しており、今後対策を実施しない場合にはさらに堆砂が進行する恐れがある。このため、ダム貯水池への流入土砂を可能な限りダム下流河川へ土砂還元することで、土砂移動の連続性を確保する必要がある。

治水に関する課題として、佐久間ダムでは現在、掘削を実施しているがダム貯水池内の堆砂は進行している。今後対策を実施しない場合にはさらに堆砂が進行し背水影響による洪水被害が発生する可能性がある。佐久間ダムでは新たに洪水調節機能を確保する天竜川ダム再編事業に着手しており、ダム容量の安定的な確保に加え、背水影響による洪水被害の防止が必要である。

秋葉ダムでは現在維持掘削を実施しているため、堆砂量は横ばいとなっている。今後対策を実施しない場合にはさらに堆砂が進行し背水影響に伴う洪水被害が発生する可能性がある。このため、今後も背水影響に伴う洪水被害を防止する貯水池形状を維持する必要がある。

支川の水窪ダムでは、実績で堆砂が進行しており、注水設備の出口等で小規模な掘削を実施している。上流に民家等がないため背水影響による洪水被害はないものの、発電機能を維持するための掘削や設備改造等を実施する必要がある。

景観や利用に関する課題として、現在、船明ダムの貯水池は浜松市天竜ポート場として人々に利用されている。ダム貯水池はボート利用などふれあいの場として利用されており、今後もふれあいの場を維持していく必要がある。

6.4.2 本川ダム領域（河道域）

治水に関する課題として、現在、佐久間ダムでは 100k 上流において、秋葉ダムでは 47k～57k 付近において背水影響に伴う洪水被害を防止するために、河道掘削が実施されている。今後対策を実施しない場合には堆砂が進行し背水影響に伴う洪水被害が発生する可能性がある。このため、今後も背水影響による洪水被害の防止対策を継続して実施する必要がある。

環境に関する課題として、現在、ダムからの土砂還元が少ないことから河道の一部区間では河床材料の粗粒化が進行している。今後、河床材料や瀬淵等の環境の変化により領域内に生育・生息する魚類等の生物に影響を及ぼす可能性がある。このため、天竜川中流部を生活の場とする魚類や水生生物の生息・生育状況の変化を、砂礫河床の河川環境を選好する生物（オイカワやカワムツ、アユ等の遊泳魚、ハゼ科やスナヤツメ等の底生魚等）の確認状況といった観点から把握し、生物環境の維持・保全する必要がある。

景観・利用に関する課題として、佐久間ダム下流や秋葉ダム下流ではアユ釣り等が盛んに行われている。このため、釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある。

6.4.3 扇状地河道領域（船明ダム直下～河口領域上流端）、河口領域

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への河道掘削や、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、細粒分の多い土砂の捕捉により樹林化が進行し、樹林化に伴い流下能力が不足している箇所があるため、河床の攪乱などにより、できる限り樹林化の抑制も可能となるような河道掘削による対策も有効な方法である。

洪水時の偏流により生じる側岸侵食や局所洗掘に対し、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、現状で領域内に生息している魚類等の生物について、みお筋の固定化や河床材料の粗粒化などの河道の物理環境の変化により、生育・生息状況に影響を及ぼす可能性がある。このため、天竜川下流部を生活の場とする魚類や水生生物の生息・生育状況の変化を、回遊性魚類（アユやウナギ、ウツセミカジカなど）や砂礫河床を選好する生物（ハゼ科やスナヤツメ等の底生魚等）の確認状況といった観点から把握し、生物環境を維持・保全する必要がある。

河川利用は、アユ釣り等が盛んに行われているため、釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある。

6.4.4 河口テラス・海岸領域

土砂移動に関する課題として、天竜川からの供給土砂量の減少などにより天竜川河口部で汀線が後退しているとともに、整備した海岸構造物等により漂砂の連続性を阻害している。また、沿岸漂砂上手側である浜名湖今切口導流堤東側や福田漁港防波堤西側では、土砂が堆積している地点も存在していることから、沿岸漂砂の連続性を確保していく必要がある。

海岸防護に関する課題として、海岸侵食が進行した場合、砂浜は越波被害等を防止するための機能も有しており、施設防護、越波被害の防止に必要な砂浜幅の確保が必要である。また、海岸保全施設の安定性が損なわれる可能性がある。

環境に関する課題として、遠州灘沿岸の海岸では、海と陸とが接した生態系の移行帯（エコトーン）が形成され、それぞれの環境に適した種が生息している。全国的にも有数のアカウミガメの上陸・産卵地でもあり、環境の維持・保全が必要である。

景観・利用に関する課題として、多くの人に親しまれている白砂青松に代表されるすばらしい景観について維持していく必要がある。

海岸部は広い砂浜や海食崖を活かした野外教育、活動の場としても利用されているため、コミュニティの場として利用環境を維持していく必要がある。

6.4.5 各領域の課題の整理

各領域の土砂に関する課題について、表 6-5 にまとめた。

表 6-5 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、貯水池への土砂の堆積が進行している。 他ダムにおいても、容量確保のために堆砂対策が必要である。
	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に伴う洪水被害の防止が必要である。
	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に伴う洪水被害の防止が必要である。
	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を軽減する必要がある。
	釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある。
支川ダム領域	土砂移動の連続性の阻害が発生している。水窪ダムでは堆積が続いており、発電機能の維持のための掘削や設備改造等が必要である。
扇状地河道領域	河川整備計画の目標に対して流下能力が不足しているため、樹林化及び再堆積を抑制する河道掘削が必要(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ため、対策の検討が必要である。
	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を軽減する必要がある。
	釣りなどのふれあいの場を維持する必要がある。
河口領域	河口砂州の形成による洪水時の流下阻害を防ぐ必要がある。
河口テラス・ 海岸領域	河川からの供給土砂量の減少による海岸侵食の進行を防ぎ、海岸汀線を回復させる必要がある。
	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、海岸保全施設の機能低下を防止するため、砂浜幅の確保が必要である。
	海岸汀線の後退によるウミガメ等の河口テラス・海岸領域に生育・生息する生物への影響を軽減する必要がある。
	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の場を維持する必要がある。

7. 流砂系のあるべき姿（方針）

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

7.2 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。

【本川ダム領域（湛水域）】

- 土砂移動の連続性の確保
 - ・ 下流域に必要な土砂供給の確保
- 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
 - ・ 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）

【本川ダム領域（河道域）】

- ダム堆砂による背水影響に伴う洪水被害の防止
- 良好な環境の保全・回復
 - ・ アユなどの生息や産卵に適した礫床環境、瀬淵環境が持続する環境
 - ・ 天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境

【扇状地河道領域】

- 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
 - ・ 河川管理施設（護岸など）及び許可工作物（橋脚、取水施設等）等の機能の維持
- 良好な環境の保全・回復
 - ・ 濬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
 - ・ アユなどの生息や産卵に適した礫床環境、瀬淵環境が持続する環境
 - ・ 天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境

【河口領域】

- 治水安全度に影響しない河口砂州の維持

【河口テラス・海岸領域】

- 土砂移動の連続性の確保
 - ・河口テラスの維持・回復に必要な土砂供給の確保
 - ・沿岸漂砂の連続性を確保
- 海岸防護機能の維持・確保
 - ・防災上必要な幅が維持・確保された砂浜
- 良好な環境の保全・回復
 - ・海岸汀線の後退を抑制し、環境上、利用上に必要な砂浜幅を維持
 - ・ウミガメの産卵場など、良好な砂浜の環境

8. 土砂管理目標と土砂管理指標

8.1 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、天竜川ダム再編事業で検討がなされているダム下流河川への土砂還元や遠州灘の海岸侵食対策の検討状況を踏まえながら、今後のモニタリングによって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、上流域3ダム（美和ダム、小渋ダム、松川ダム）の堆砂対策施設のモニタリング結果や海岸領域の必要土砂量等を踏まえ、代表地点の土砂移動量を数値目標として設定する。

【流砂系全体（平岡ダムから下流）】

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、滲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（代表地点：第二版以降に決定）

③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。

【本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域】

土砂管理目標：洪水調節機能の維持、背水影響に伴う洪水被害の防止、安定的な水利用

- 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、ダム地点における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。
- 佐久間ダム下流において、粒径集団Ⅱの河川への土砂還元量を約20万 $\text{m}^3/\text{年}$ ^(注)に段階的に増加させる（図8-1参照）。
- その他のダムにおいても、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。

(注)天竜川水系河川整備計画（平成21年7月策定）第3章第4項

佐久間ダムに新たに吸引工法と土砂バイパストンネルによる恒久堆砂対策施設を整備し、貯水池への土砂流入を抑制し、ダム地点における土砂移動の連続性を確保し、流下土砂量を佐久間ダム下流で $0\text{m}^3/\text{年}$ から約20万 $\text{m}^3/\text{年}$ ^{*}に増加させ、海岸侵食の抑制等を目指す。

^{*} 造浜に寄与する0.2~0.85mmの砂成分。現時点における試算値

【本川ダム領域（河道域）】

土砂管理目標：背水影響に伴う洪水被害の防止、良好な河川環境の保全・回復

- ダム堆砂に従って河床が上昇することによる背水影響に伴う洪水被害を防止する。
- 支川に影響を及ぼさない河床形状を維持する。
- 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。
- 秋葉ダム下流での粒径集団Ⅱの到達土砂量の目標を 16 万 m³/年とする。

【扇状地河道領域・河口領域】

土砂管理目標：洪水被害の防止、天竜川固有の良好な河川環境の保全・回復、アユの産卵環境の改善

- 適度な砂州の攪乱によりみお筋の固定化を抑制する。
- 河道掘削により整備計画流量を安全に流下させ、掘削土を海岸養浜に活用し海岸汀線の維持・回復に努める。
- 適度な砂州の攪乱などにより、アユの産卵環境の改善を目指す。
- 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）。

【河口テラス・海岸領域】

土砂管理目標：防災上必要な砂浜幅の維持・確保、砂浜の保全と回復

- 河川からの土砂供給や沿岸漂砂の連続性等を確保し、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。
- 河口への粒径集団Ⅱの通過土砂量の目標を 28 万 m³/年とする。
- ウミガメの産卵場など、砂浜の良好な環境の維持・保全に努める。

目標とする土砂収支は、図 8-1 に示す通り、佐久間ダムからの粒径集団Ⅱの土砂還元量を 20 万 m³/年とする。

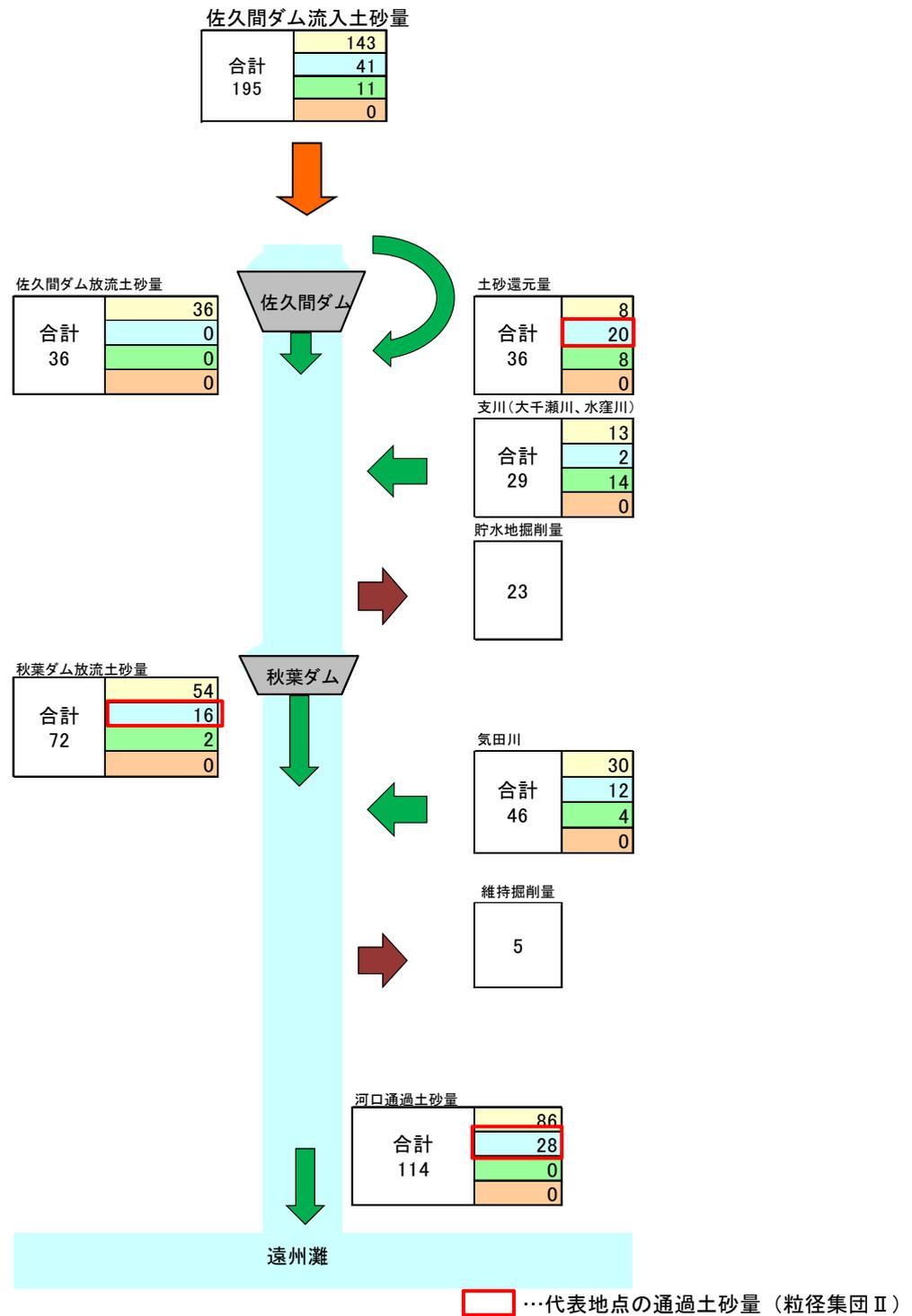


図 8-1 目標とする土砂収支(100年平均)

(佐久間ダムからの粒径集団Ⅱの土砂還元量: 20万 m³/年)

土砂管理を行うための代表地点として、表 8-1、図 8-2 に示す地点を設定する。

表 8-1 代表地点の設定

代表地点	選定理由
佐久間ダム下流	佐久間ダム下流への通過土砂量の確認
秋葉ダム下流	秋葉ダム下流への通過土砂量の確認
鹿島	扇状地河道領域・河口領域での通過土砂量の確認
河口部（掛塚橋地点）	河口への通過土砂量の確認

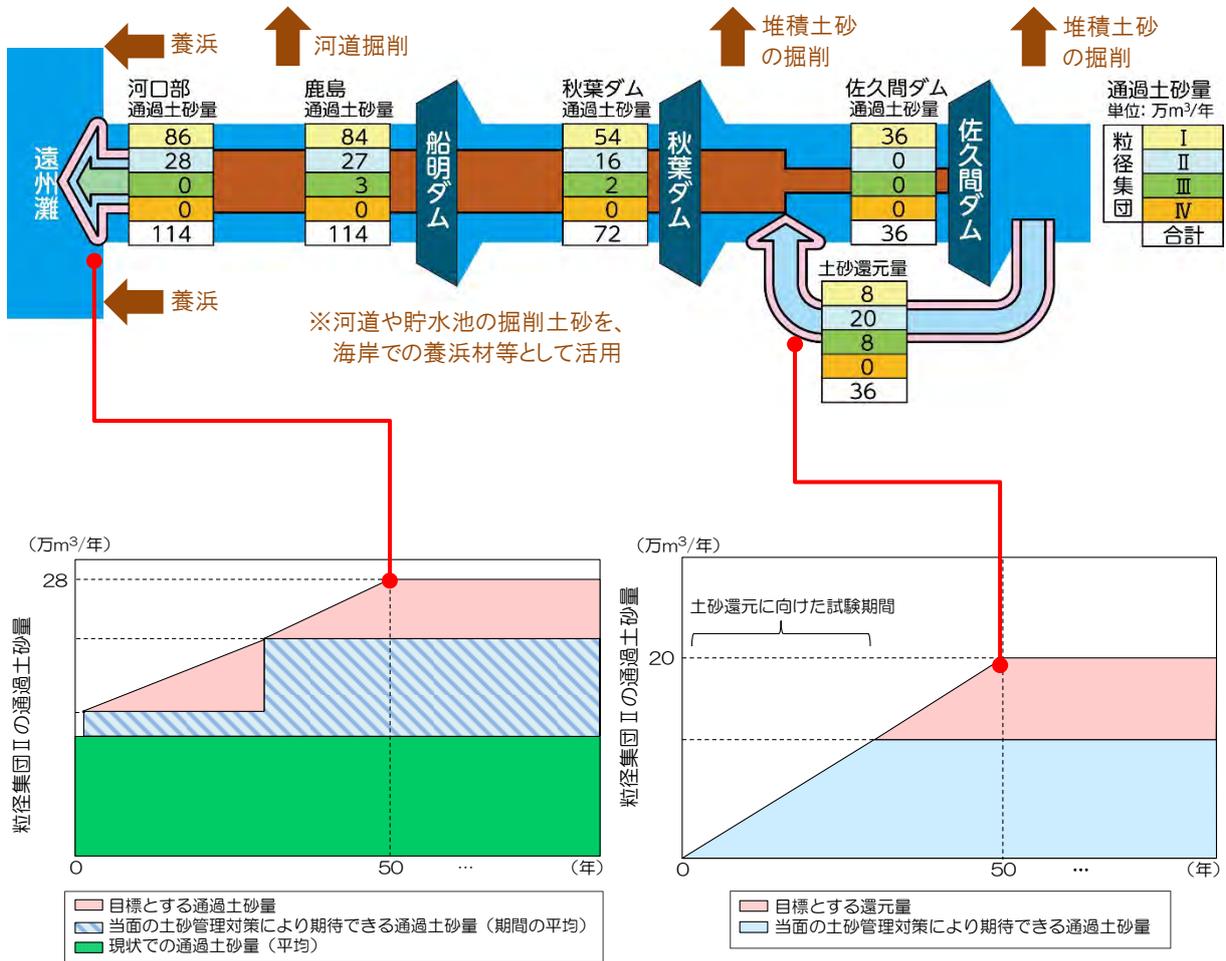


図 8-2 土砂管理を行うための代表地点と粒径集団 II の通過土砂量の変化

8.2 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 8-2 のように設定した。また、土砂移動量の変化によって物理環境が変化し、それに伴い生物環境が変化する可能性があることから、各領域における代表的生物の生息状況を確認するための指標を設定した。

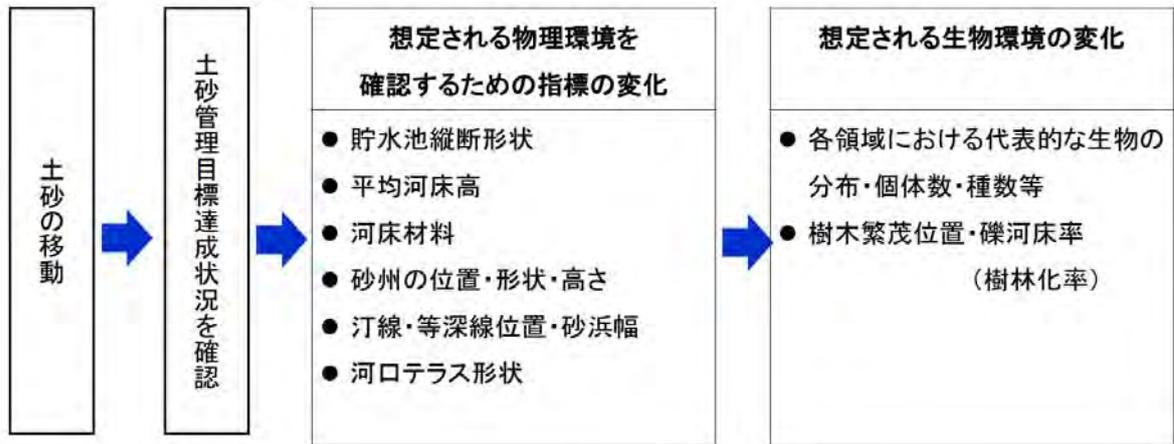


表 8-2 (1) 土砂管理指標 (主に治水・防護に関する指標)

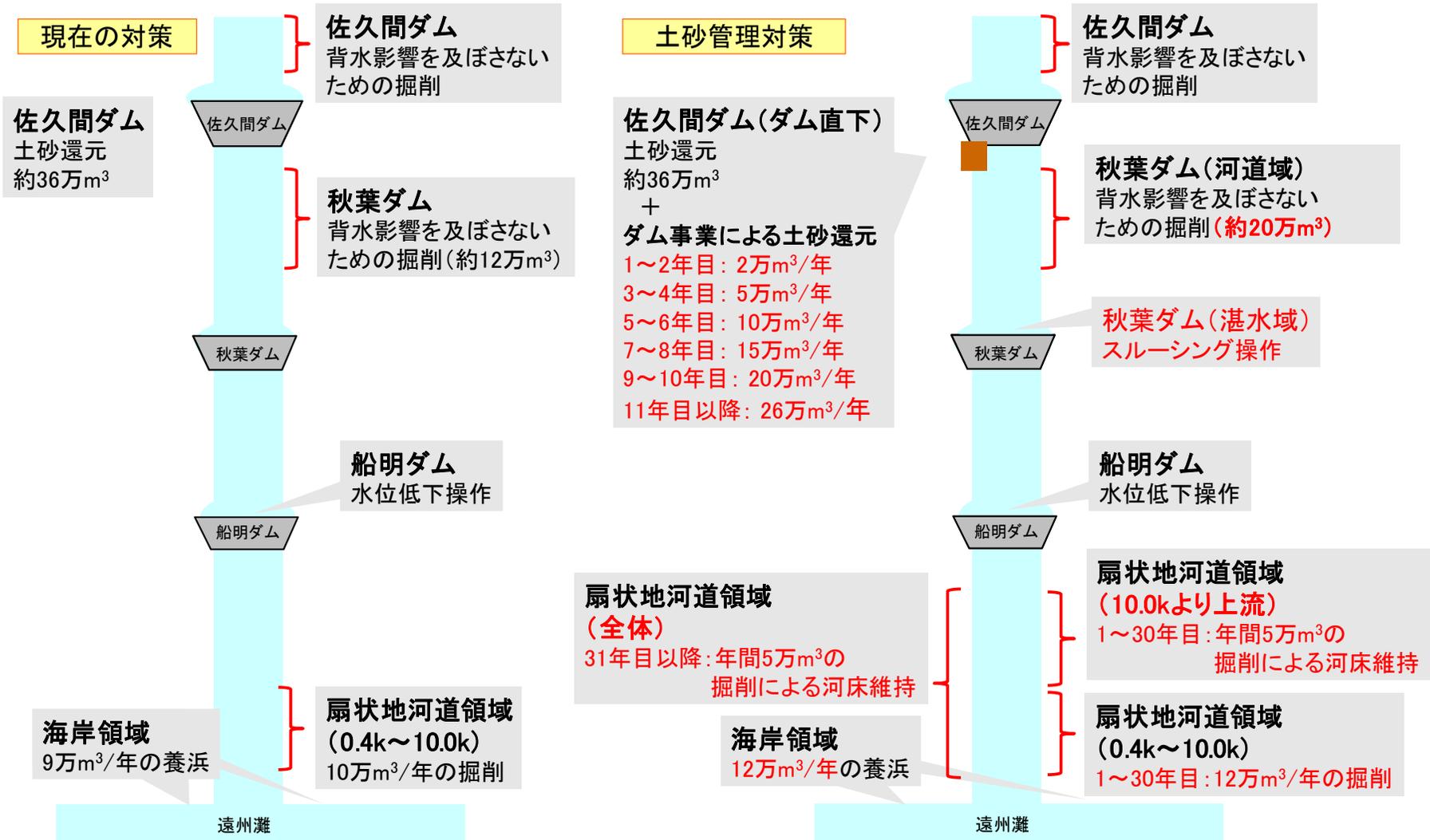
領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安
本川ダム領域 (湛水域)	洪水調節機能の維持 背水影響に伴う洪水被害の防止 安定的な水利用	堆砂量 貯水池縦断形状	洪水調節容量・発電容量の確保と維持、 管理施設や背水影響に伴う洪水被害を 防止できる貯水池形状
本川ダム領域 (河道域)	背水影響に伴う 洪水被害の防止	平均河床高	整備計画流量を安全に流下させること ができる河床高
扇状地河道 領域	洪水被害の防止	平均河床高	整備計画流量を安全に流下させること ができる河床高
		構造物付近の河床 高 樹木繁茂位置・礫 河床率 (樹林化率)	護岸等構造物の基礎高と河床高の関係 樹林化率の経年的な変化、礫河床の面 積変化
河口領域	洪水被害の防止	平均河床高	整備計画流量を安全に流下させること ができる河床高
河口テラス・ 海岸領域	防災上必要な砂浜幅 の維持・確保	汀線・等深線位置、 砂浜幅 河口テラス形状	必要砂浜幅等の達成状況 (経年変化)

表 8-2 (2) 土砂管理指標（主に生物環境に関する指標）

領域	土砂管理目標	管理指標	管理の目安
本川ダム領域 (河道域)	良好な河川環境 の保全・回復	河床材料の変化	本支川の連続性（河床材料、流水、生物移動）の確保状況 細粒化の進行（礫間の目詰まり）、粗粒化に伴うアーマークート化
		代表的な生物の分布・個体数・種数等	生物（指標種、外来種等）の分布や個体数の経年的な変化
扇状地河道領域、 河口領域	天竜川下流固有の 良好な河川環境の 保全・回復	樹木繁茂位置・礫河床率（樹林化率）	樹林化率の経年的な変化、礫河床の面積変化
		砂州の形状・高さ・位置の変化	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）
		河床材料の変化	細粒化の進行（礫間の目詰まり）、粗粒化に伴うアーマークート化
	代表的な生物の分布・個体数・種数等	生物（指標種、外来種等）の分布や個体数の経年的な変化	
	アユの産卵環境の改善	アユの生育環境の変化	アユの産卵環境などの経年的な変化
河口テラス・海岸領域	砂浜の保全と回復	代表的な生物の生息状況	シラス漁の状況やウミガメの産卵状況等の経年変化

8.3 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。



赤字…対策により変化する事項

図 9-1 土砂管理対策の比較

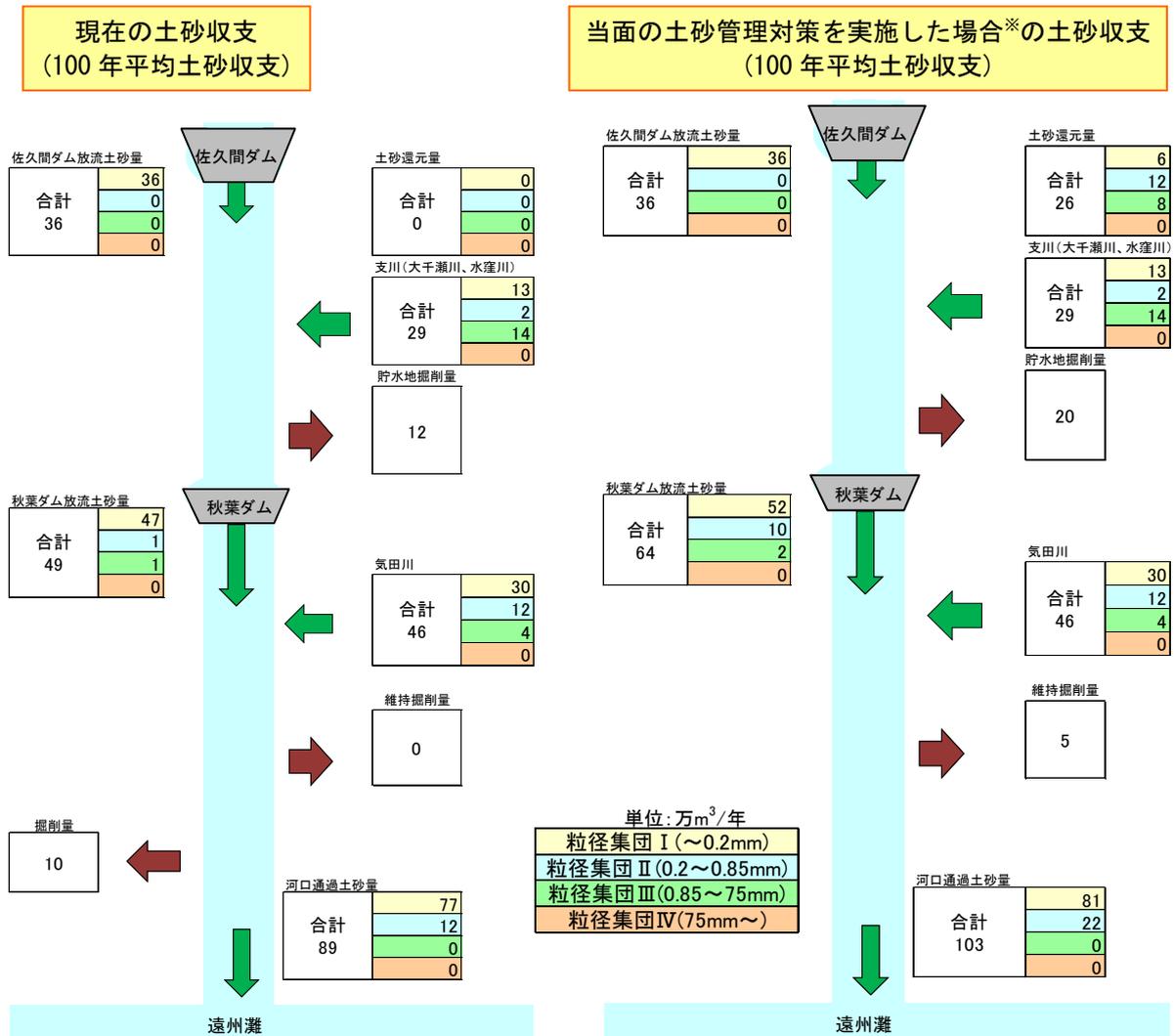
9.2 当面の土砂管理対策を実施した場合の土砂収支

現在の土砂収支と、当面の土砂管理対策を実施した場合の土砂収支の比較を図 9-2 に示す。

対策を実施した場合には、造浜に寄与する粒径集団Ⅱの河口への通過土砂量が約 22 万 m³/年となり、現在の土砂収支と比較して約 10 万 m³/年増加している。

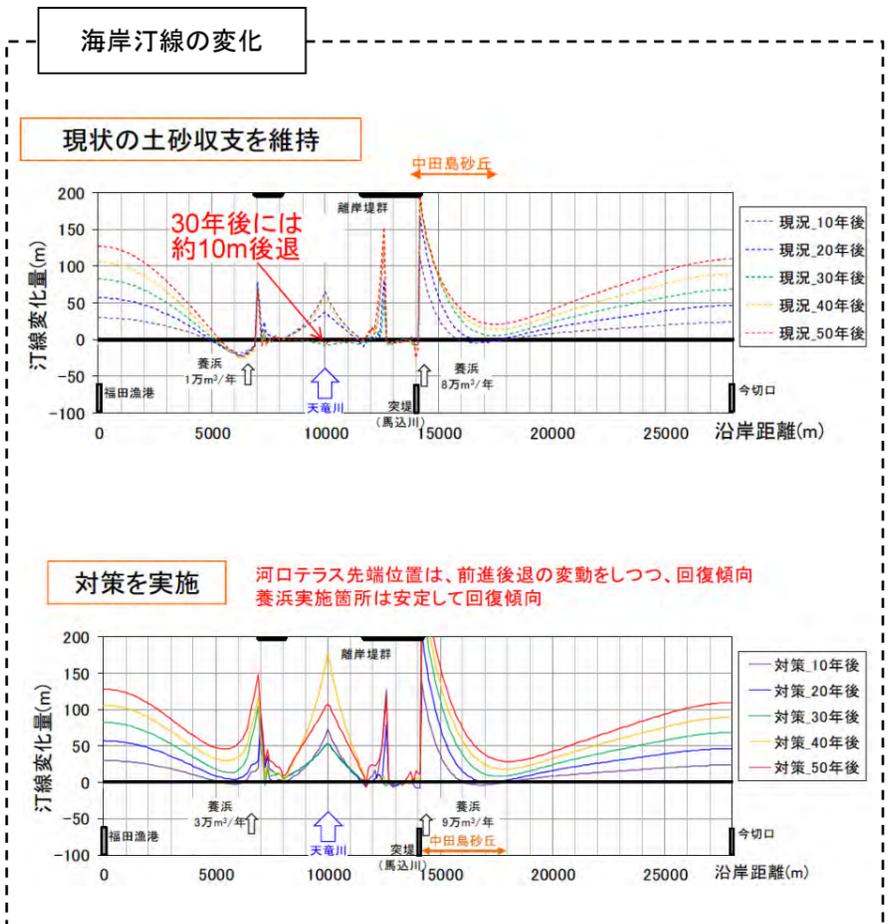
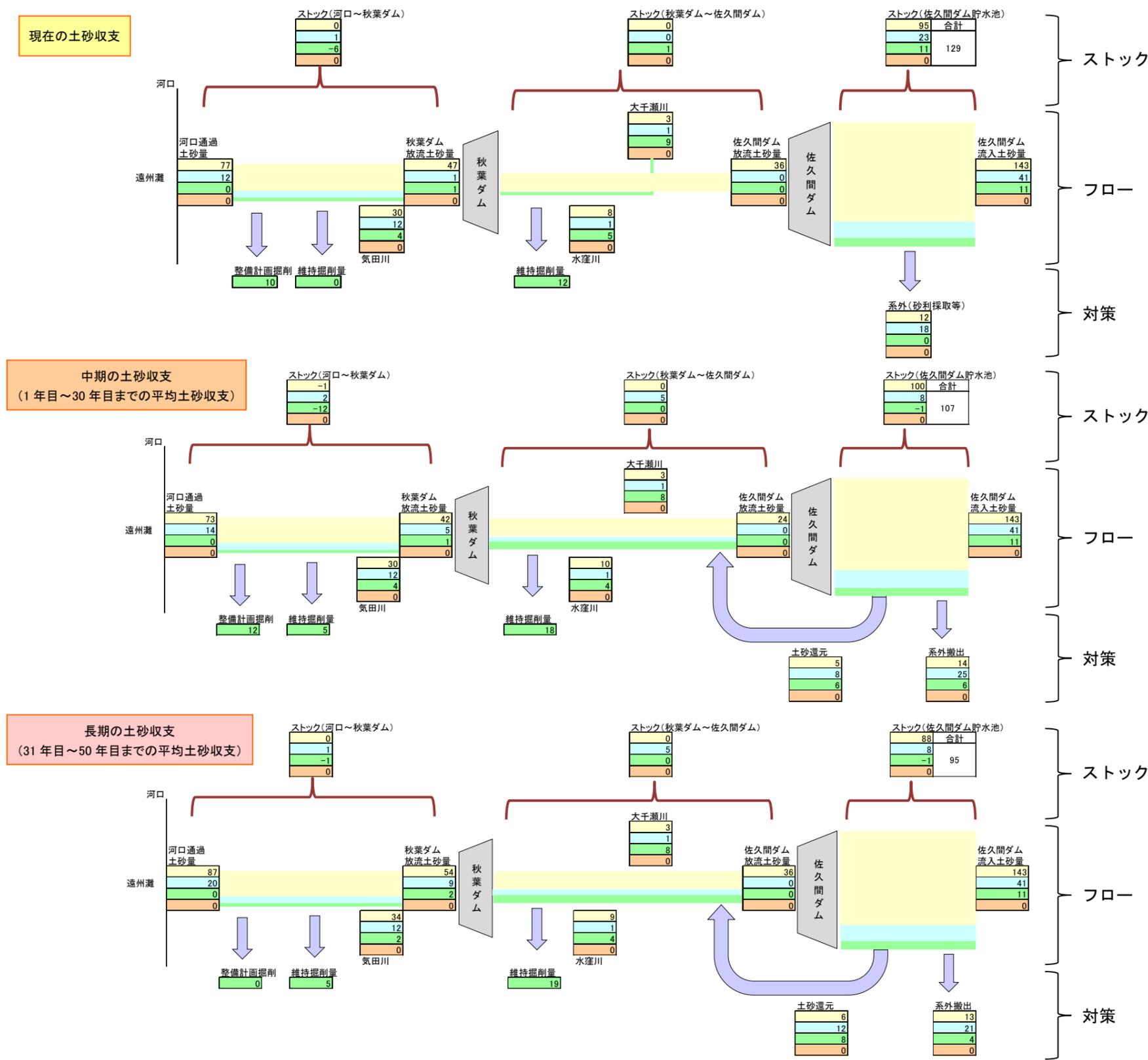
なお、対策を実施した場合の変化の概要は図 9-3 に示す通りである。

- ① 佐久間ダムから約 26 万 m³の土砂還元を実施し、堆砂を抑制している。
- ② 秋葉ダムでの背水影響に伴う洪水被害を防止するために必要な掘削が、年の経過とともに増加する。一方、秋葉ダムからの粒径集団Ⅱの土砂還元は、年の経過とともに増加する。
- ③ 扇状地領域の河道は、河川整備計画の目標達成に必要な 12 万 m³の掘削と、河床上昇抑制のための河床維持のための掘削 5 万 m³を実施し、概ね目標を達成できている。
- ④ 河口からの流出土砂量は、粒径集団Ⅱの土砂が年の経過とともに増加し、河口テラスの回復がみられる。また、離岸堤の下手側への養浜 12 万 m³により、汀線を維持している。



※…佐久間ダムからの土砂還元量が 26 万 m³/年になり、扇状地河道領域での掘削量が 5 万 m³/年に移行した状態

図 9-2 現在の土砂収支と当面の土砂管理対策を実施した場合の土砂収支の比較



《土砂収支図の見方》
 上段：ストック量（各領域に堆砂する量）
 中段：フロー量（各地点での流入および放流土砂量）
 下段：対策量（各地点での対策土砂量）

図 9-3 現在の土砂収支と当面の土砂管理対策を実施した場合（中期、長期）の土砂収支の比較

9.3 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。

9.3.1 本川ダム領域（湛水域）

(1) 佐久間ダム

湛水域では、恒久堆砂対策により、現状と比べると貯水池内の堆砂を抑制し、背水影響に伴う洪水被害の防止やダム貯水池機能の維持に必要なダム容量の確保が図られる。

また、下流河川への土砂還元により土砂移動の連続性が確保できる。

表 9-3 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（湛水域）：佐久間ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
貯水池縦断形状	堆砂が進行し、背水影響に伴う洪水被害や利水容量への影響が懸念	対策により現状に比べると堆砂の進行が抑えられる
堆砂量		

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
ダム貯水池機能の維持・確保	累加堆砂量は増加を続け、ダム貯水池機能の維持に必要なダム容量を確保できないことが懸念される	対策により堆砂を抑制し、背水影響に伴う洪水被害の防止やダム貯水池機能の維持に必要なダム容量の確保が図られる
土砂移動の連続性の確保	ダムにより、土砂移動の連続性が阻害されている	対策により下流への土砂還元が行われ、土砂移動の連続性が確保できる

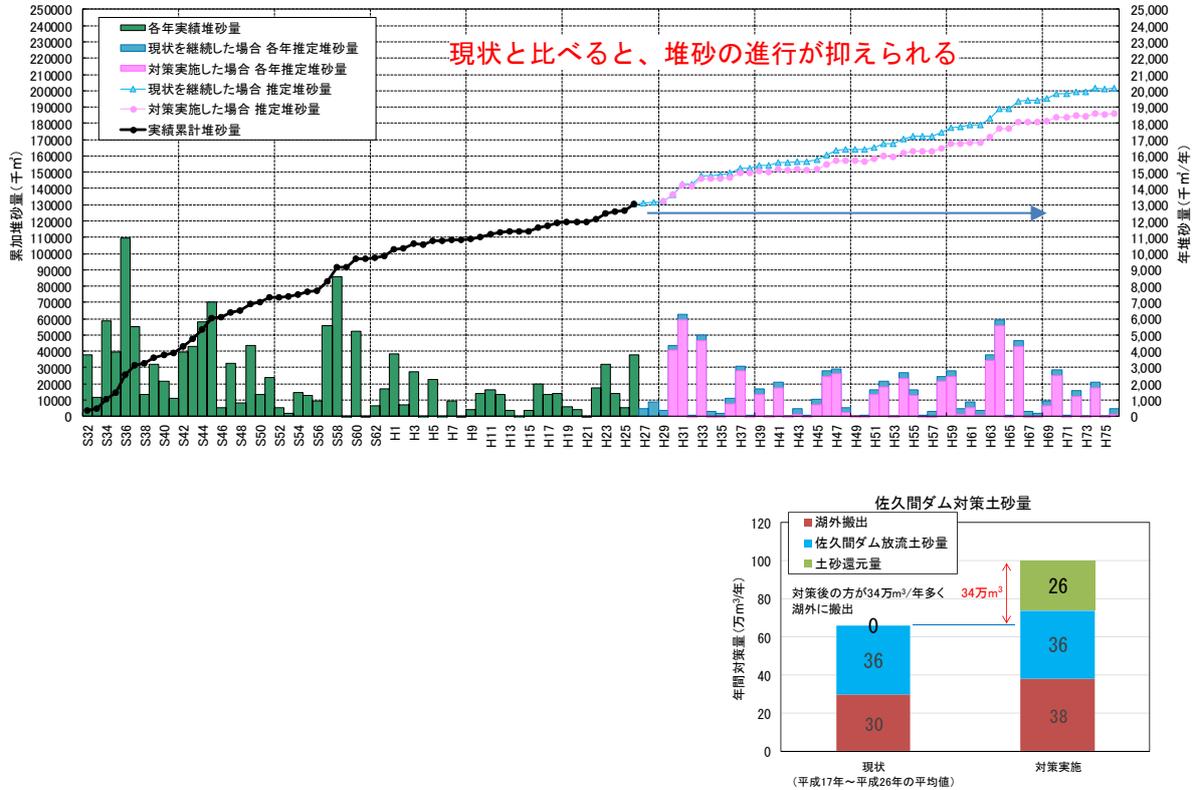


図 9-4 佐久間ダムの堆積土砂量の変化

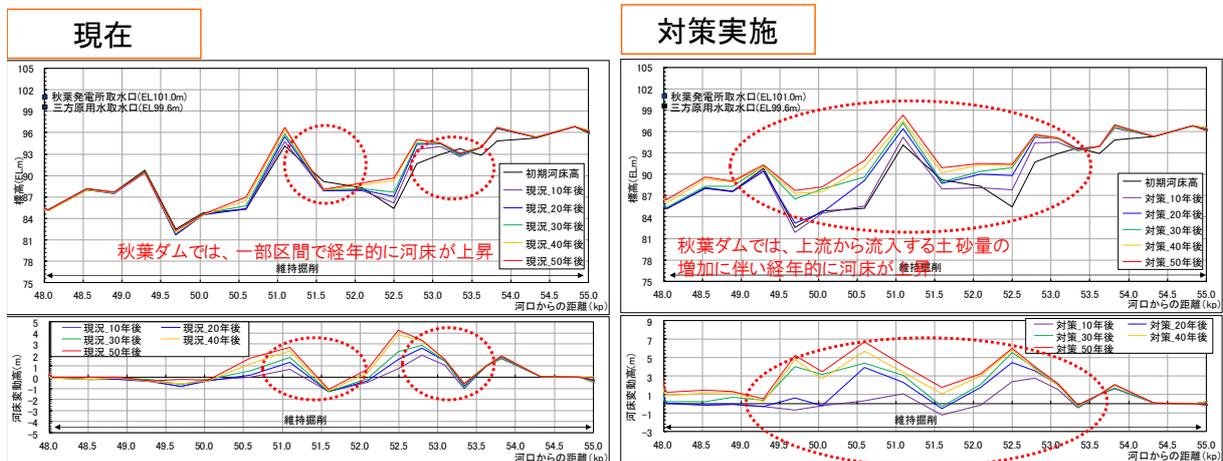
(2) 秋葉ダム

湛水域では、佐久間ダムの土砂還元に伴い、現状に比べると河床が上昇する。しかし、スルーシング操作による土砂移動の連続性の確保や堆積土砂の掘削によりダム貯水池内の堆砂を抑制し、背水影響に伴う洪水被害のない範囲に河床高を抑えるとともに、ダム貯水池機能の維持が図られる。

表 9-4 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（湛水域）：秋葉ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
貯水池縦断形状	一部区間で経年的に河床が上昇する	佐久間ダムの土砂還元に伴い堆積傾向であるが、対策により、発電取水口と用水取水口に影響は現れていない
堆砂量		

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
ダム貯水池機能の維持・確保	取水口に影響のない河床高を維持している	土砂流下に伴い、現状に比べると河床が上昇するが、対策により堆砂を抑制し、背水影響に伴う洪水被害の防止やダム貯水池機能の維持に問題はない
土砂移動の連続性の確保	ダムにより、土砂移動の連続性が阻害されている	対策により下流への土砂還元が行われ、年が経つにつれ下流への土砂供給量が増加し、土砂移動の連続性が確保できる



※初期河床高（平成23年）からの変動高

図 9-5 河床高の変化（本川ダム領域（湛水域）：秋葉ダム）

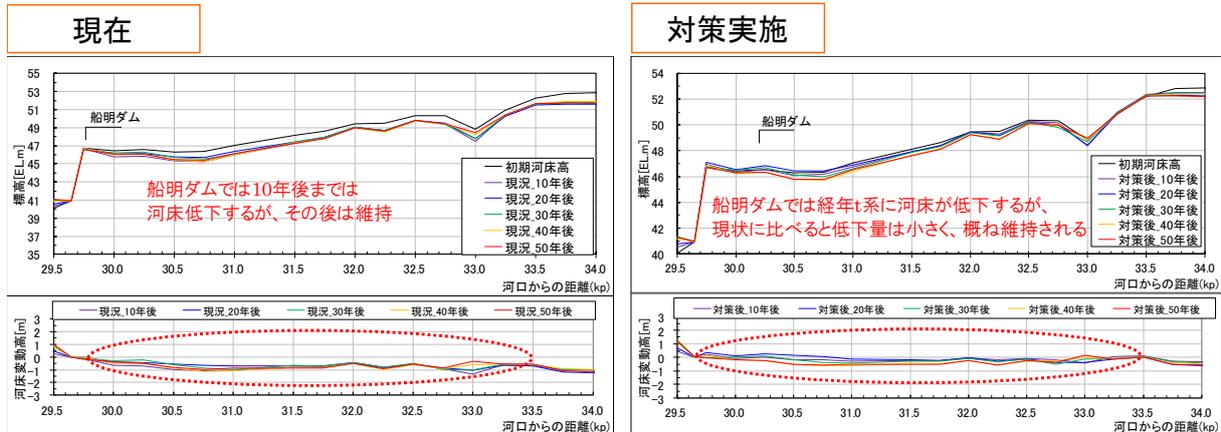
(3) 船明ダム

湛水域では現状、対策後ともに河床低下傾向であり、背水影響に伴う洪水被害の防止やダム貯水池機能の維持に問題はない。

表 9-5 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（湛水域）：船明ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
貯水池縦断形状	10年間は河床低下が進むがその後は維持される	河床低下傾向であるが、変動量が小さく背水影響に伴う洪水被害への問題はない
堆砂量		

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現況	土砂管理対策実施後
ダム貯水池機能の維持・確保	船明ダムでは10年間は河床低下が進むがその後は安定傾向であり、背水影響に伴う洪水被害、利水影響のない範囲に抑えられている	船明ダムは河床低下傾向であり背水影響に伴う洪水被害への問題はない
土砂移動の連続性の確保	洪水中は河道状態となるため、土砂移動の連続性は確保されている	洪水中は河道状態となるため、土砂移動の連続性は確保されている



※初期河床高（平成23年）からの変動高

図 9-6 河床高の変化（本川ダム領域（湛水域）：船明ダム）

9.3.2 本川ダム領域（河道域）

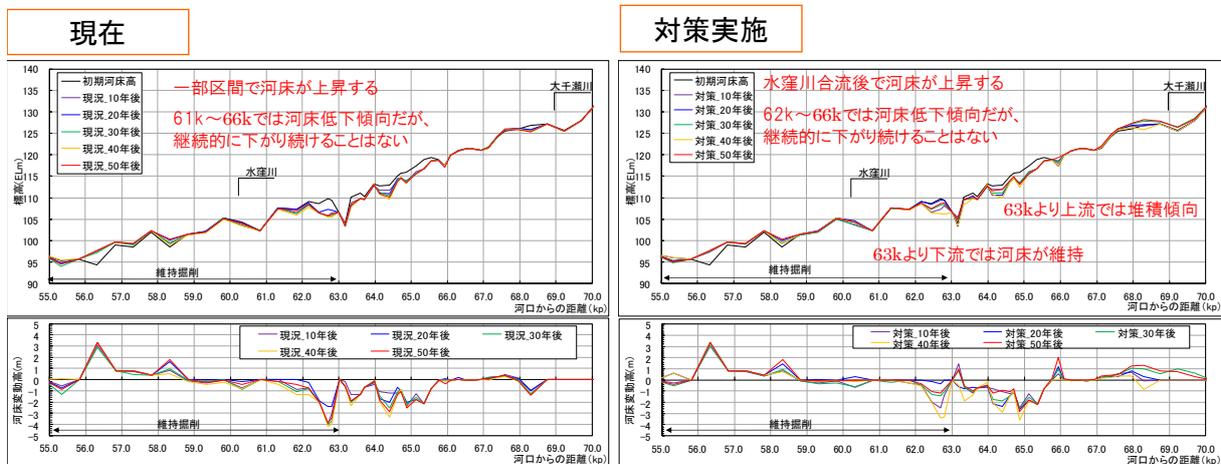
(1) 秋葉ダム

秋葉ダムの河道域では佐久間ダムの土砂還元に伴い現状に比べると河床が上昇するが、対策量を約8万 m³増加させることで、背水影響に伴う洪水被害のない範囲に河床高を抑えられる。

表 9-6 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
平均河床高	秋葉ダムは一部区間で河床が上昇するが、61k～66kでは河床低下傾向	対策により背水影響に伴う洪水被害のない範囲に抑えられているが、その掘削量は約8万 m ³ 増加する

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
ダム堆砂による背水影響に伴う洪水被害の防止	現在実施中の河道掘削により、ダム貯水池内の堆砂を抑制し、背水影響に伴う洪水被害のない範囲に河床高を抑えられている	佐久間ダムの土砂還元に伴い現状に比べると河床が上昇するが、対策量を約8万 m ³ 増加させることで、背水影響に伴う洪水被害のない範囲に河床高を抑えられる



※初期河床高（平成23年）からの変動高

図 9-7 河床高の変化（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

河床材料については、秋葉ダム上流では、佐久間ダムからの土砂還元により細粒化の傾向がみられるため、生物環境が変化することが考えられたため、今後の評価には別途のモニタリングが必要である。

表 9-7 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
河床材料の変化	秋葉ダム上流では年毎に変化はみられるものの、一方的な変化はなく、支川合流による影響もみられない	秋葉ダム上流では土砂還元により、年が経つにつれて細粒分が多くなっている

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
良好な環境の保全・回復	上流からの供給土砂量が少なく、河床材料に変化が少ないことから、現在と類似した環境が継続することが予想される	秋葉ダム上流では、佐久間ダムからの土砂還元により細粒化の傾向がみられるため、生物環境が変化することが考えられたため、今後の評価には別途のモニタリングが必要である

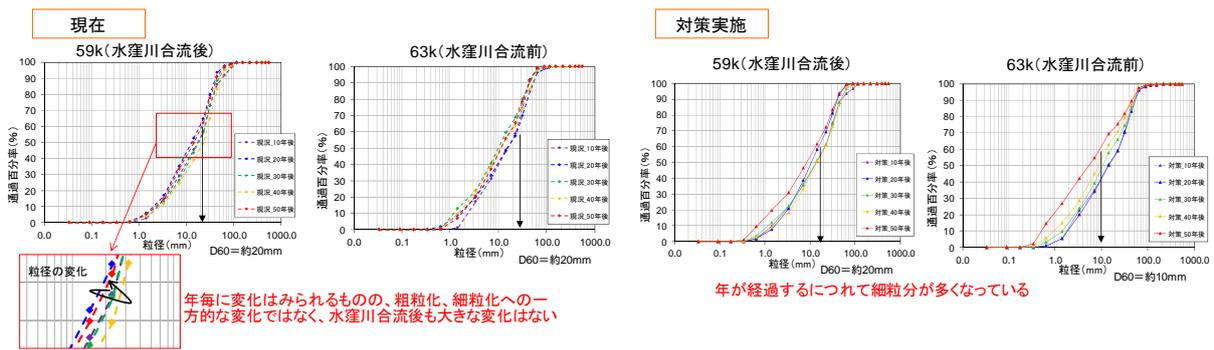


図 9-8 河床材料の変化（本川ダム領域（河道域）：秋葉ダム）

(2) 船明ダム

船明ダムの河道域では現状、対策後ともに河床低下傾向であり背水影響に伴う洪水被害への問題はない。

表 9-8 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（河道域）：船明ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
平均河床高	船明ダムは 38k 下流では河床低下傾向となるが、上流では大きな変化は生じていない	船明ダムは河床低下傾向であり背水影響に伴う洪水被害の問題はない

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
ダム堆砂による背水影響に伴う洪水被害の防止	船明ダムは 38k 下流では河床低下傾向、上流では大きな変化は生じておらず、背水影響に伴う洪水被害の問題はない	船明ダムは河床低下傾向であり背水影響に伴う洪水被害の問題はない

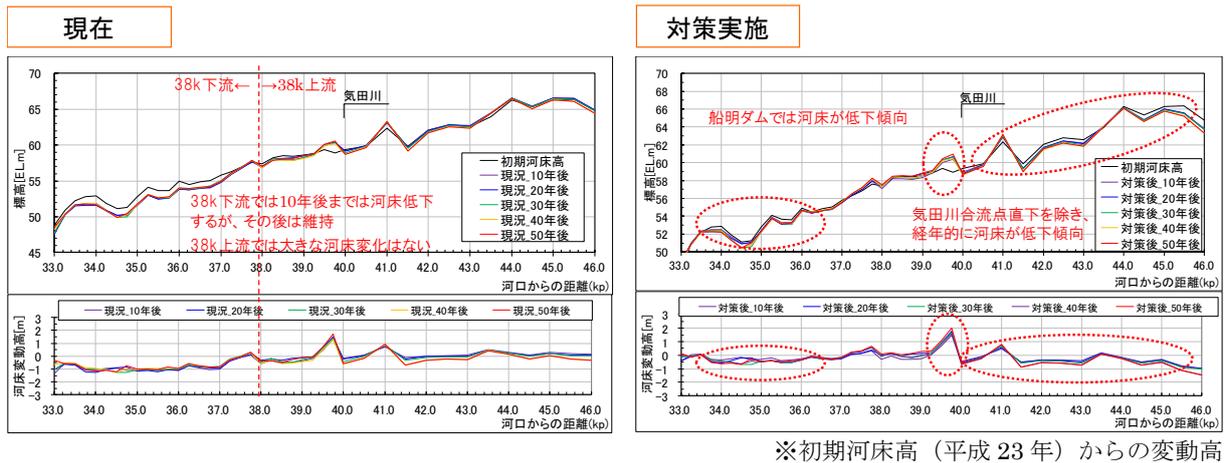


図 9-9 河床高の変化（本川ダム領域（河道域）：船明ダム）

河床材料については、気田川合流後は大きな変化はみられないが、気田川合流上流では、代表粒径が小さくなる傾向である。

表 9-9 土砂管理対策の評価（本川ダム領域（河道域）：船明ダム）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
河床材料の変化	船明ダム上流では年毎に変化はみられるものの、一方的な変化ではない。また気田川合流により細粒化している	気田川合流後は大きな変化はみられないが、気田川合流上流では、代表粒径が小さくなる傾向である

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
良好な環境の保全・回復	上流からの供給土砂量が少なく、河床材料に変化が少ないことから、現在と類似した環境が継続することが予想される	上流からの供給土砂量は増加するものの、河床材料が大きく変化しないことから、現在と同じ生息環境が維持される

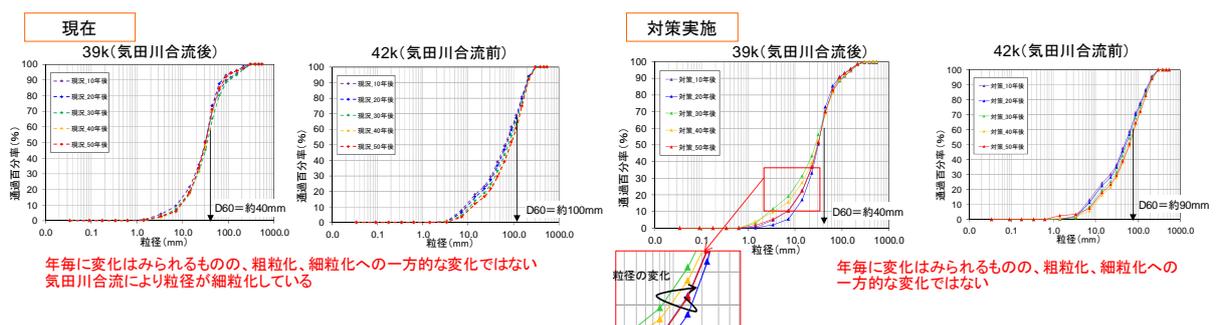


図 9-10 河床材料の変化（本川ダム領域（河道域）：船明ダム）

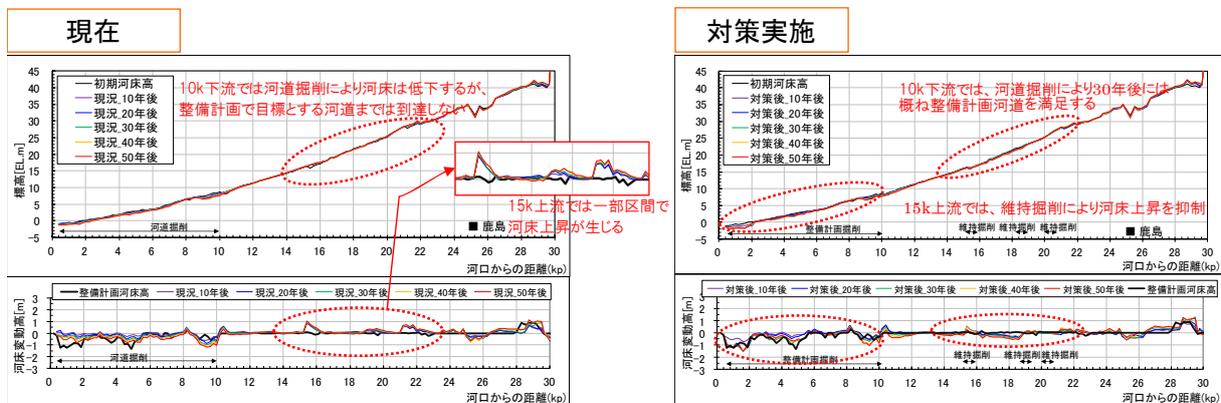
9.3.3 扇状地河道領域・河口領域

現状では 10k より下流は河道掘削により河床は下がるが整備計画で目標とする河道（以下、整備計画河道）を達成せず、15k 上流では一部区間で河床上昇傾向が生じる予測であったのに対し、対策後では整備計画対応および維持・砂利採取対応の河道掘削により、10k より下流は 30 年後に概ね整備計画河床高に到達し、15k 上流では維持掘削により河床上昇を抑制できている

表 9-10 土砂管理対策の評価（扇状地河道領域・河口領域）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
平均河床高	10k より下流は河道掘削により平均河床高は低下するが整備計画河床高までは到達しない。15k 上流では一部区間で河床上昇傾向が生じ、洪水の流下阻害が懸念される	10k より下流は 30 年後に概ね整備計画河床高に到達。15k 上流では対策により河床上昇を抑えられる
構造物付近の河床高	現状で局所洗掘が発生している 25k 付近では、予測計算においても平均河床高が低下することから、護岸の根入れや橋脚への影響が懸念される	現状で局所洗掘が発生している 25k 付近では、予測計算においても平均河床高が低下することから、護岸の根入れや橋脚への影響が懸念される

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
治水安全度の維持・確保	10k より下流は掘削により流下能力が向上するが、15k 上流では河床上昇により流下能力の低下が懸念される 更なる流下能力確保のための河道掘削が必要である	10k より下流は 30 年後に整備計画河床高に到達し、整備計画目標の河積を確保する 15k～22k では対策により治水安全度を維持できる 更なる流下能力確保のための河道掘削が必要である
	現在、局所的に河床が低下している箇所において、河床高は低下傾向となっており、護岸の根入れや橋脚への影響が懸念される	対策実施後も河床低下の傾向が変わらないため、護岸の根入れや橋脚への影響が懸念される



※初期河床高（平成 23 年）からの変動高

図 9-11 河床高の変化（扇状地河道領域・河口領域）

河床材料については、年毎に変化はみられるものの、粗粒化、細粒化への一方的な変化ではない。維持掘削箇所は樹林化している箇所となるため、維持掘削により樹林化抑制が期待される。

表 9-11 土砂管理対策の評価（扇状地河道領域・河口領域）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
樹木繁茂位置・礫河床率（樹林化率）	年毎に変化はみられるものの、粗粒化、細粒化への一方的な変化ではなく、河床高、河床材料が大きく変化することはないため、現在と類似した環境が継続することが予想される 現在と同じ環境が続くことが予想されることから、滞筋の固定化や樹林化傾向は今後も改善されないことが予想される	粒度分布には年毎に変化はみられるものの、粗粒化、細粒化への一方的な変化ではなく、河床高、河床材料が大きく変化することはないため、現在と類似した環境が継続することが予想される 対策方法を工夫することで、砂州の攪乱を促進し、樹林化を抑制することが期待できる
砂州の形状・高さ・位置の変化		
河床材料の変化		
代表的な生物の分布・個体数・種数等		

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現状	土砂管理対策実施後
治水安全度の維持・確保 良好な環境の保全・回復	これまでの植生群落の変遷から、木本類の面積は増加傾向が継続するものと推察される 樹木伐採を行っても5～10年で元の面積に戻ると推察され、樹木管理、河道管理、土砂管理等の総合的な対策が必要と考えられる 上流からの供給土砂量が少なく、河床材料や河床高に大きな変化がないことから、現在と類似した環境が継続することが予想される	粒度分布には年毎に変化はみられるものの、粗粒化、細粒化への一方的な変化ではなく、河床高、河床材料が大きく変化することはないため、現在と類似した環境が継続することが予想される 砂州の攪乱を促進することができるよう工夫が必要である

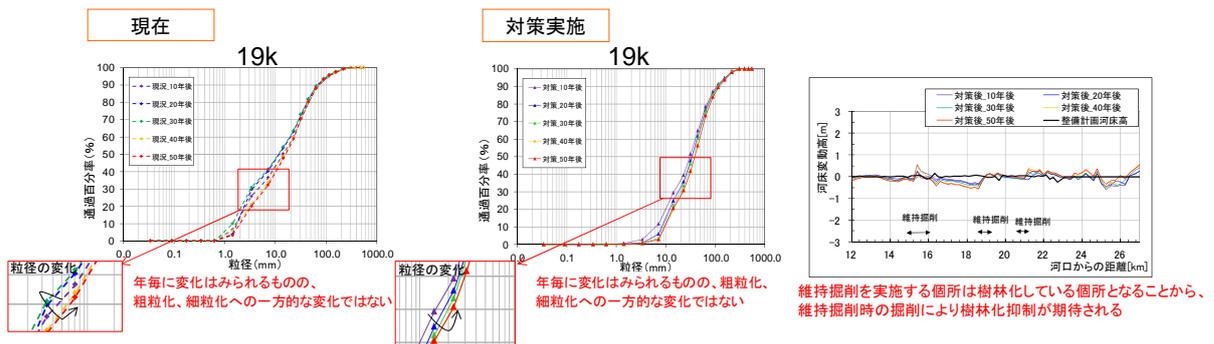


図 9-12 河床材料の変化（扇状地河道領域・河口領域）

9.3.4 河口テラス・海岸領域

現状では9万 m³/年の養浜により河口テラス位置は30年後に約10m後退する予測であったのに対し、対策後では12万 m³/年の養浜と現状に比べ河道からの供給土砂量が増加したことにより、河口テラス位置は30年後に約50m前進、50年後に約110m前進し、汀線の後退が予想される箇所への養浜により汀線が維持されている。

表 9-12 土砂管理対策の評価（河口テラス・海岸領域）

土砂管理指標	土砂管理指標からの予測	
	現況	土砂管理対策実施後
汀線・等深線位置、河口テラス形状	河口テラス位置は30年後に約10m後退	河口テラス位置は30年後に約50m前進 河口テラス位置は50年後に約110m前進 汀線の後退が予想される箇所への養浜により汀線が維持されている
代表的な生物の生息状況	河口テラスが維持できないため、砂浜の保全が難しい	河口からの供給土砂により河口テラスが回復し、砂浜の保全が期待できる

目指す姿	目指す姿に対する評価	
	現況	土砂管理対策実施後
土砂移動の連続性確保	河口テラスの維持ができない	現状の汀線の維持ができています 現状に比べ河口からの供給土砂量が増加し、河口テラスが回復している
海岸防護機能の維持・確保		河口からの供給土砂量を増加させることでさらに、河口テラスを回復させることができる
良好な環境の保全・回復	河口テラスの維持ができないため、河口からの供給土砂による良好な環境の維持・保全が難しい	粒径集団Ⅲの材料による養浜により汀線が維持されていることから、海浜の粒径が大きくなることが考えられ、生物環境などへの影響を確認する必要があります

対策を実施

河口テラス先端位置は、前進後退の変動をしつつ、回復傾向
養浜実施箇所は回復傾向

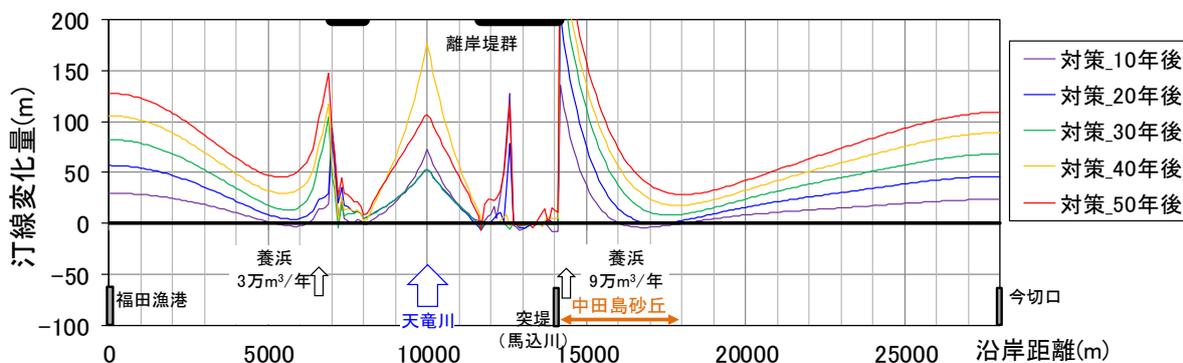


図 9-13 海岸汀線の変化（河口テラス・海岸領域）

9.4 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 9-13 各領域の留意点

領域	懸念事項	留意点
本川ダム領域 (湛水域)	ダム機能の維持に継続的な掘削が必要	貯水地内掘削方法の検討による、対策数量やコスト削減の検討が必要
	洪水末期の濁水流出	洪水末期の濁水流出を引き起こさないような土砂還元方法の検討が必要
	上流からの供給土砂の下流河道での堆積	ダムのスルーシング操作等の検討が必要
	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 (河道域)	上流からの供給土砂の下流河道での堆積	ダムのスルーシング操作等の検討が必要 支川に影響を及ぼさない河床形状の維持が必要
	河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類、底生動物の生育・生息環境への影響	魚類、底生動物の生育・生息環境に配慮した整備内容の検討が必要
	土砂移動による河川利用への影響	土砂移動による河川利用への影響
支川ダム領域	ダム機能の維持に継続的な掘削等が必要	貯水地内の掘削方法の検討による、対策数量やコスト削減の検討（設備改造等による掘削の代替案含む）が必要
扇状地河道領域	上流からの供給土砂の下流河道での堆積	支川に影響を及ぼさない河床形状の維持が必要
	河道の樹林化、二極化	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、低水路の二極化を防ぐ河道の検討が必要
	局所洗堀による河川構造物の被災	局所洗堀箇所には、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
	河床材料や瀬淵の変化に伴う魚類、底生動物の生育・生息環境への影響	魚類、底生動物の生育・生息環境に配慮した整備内容の検討が必要
	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
河口領域	河口閉塞	海岸への養浜には河口付近の土砂を活用するなど、各領域での掘削土砂を有効活用する
河口テラス・ 海岸領域	河川からの供給土砂量不足がある場合の海岸侵食の進行	必要な砂浜幅を確保する海岸汀線の維持ができるように、構造物の影響や海岸保全施設による効果も踏まえた対策が必要
	沿岸漂砂の動態変化に伴う、漁港や航路等への堆砂や埋没 養浜に伴う砂浜の粗粒化	沿岸漂砂の動態変化に伴う影響の監視が必要 養浜を行うにあたっては、養浜材料や場所・時期等の配慮が必要
	海岸地形変化によるウミガメの産卵場等の生物環境への影響	ウミガメの産卵場等の生物環境に配慮した整備内容の検討が必要
	土砂移動による海岸利用への影響	海岸利用への影響を踏まえた対策が必要

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 9-14 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・ 河道やダムでの掘削土の処理方法は、搬出だけではなく、養浜の材料等としての活用や移動させる方法も確認する必要がある・ 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（養浜や河道対策、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。

9.5 目指す姿に向けた取り組み

目指す姿に向けて、今後、各領域で必要な取り組みについて表 9-15 に整理した。

表 9-15 目指す姿に向け想定される事業

領域	目指す姿（具体像）	想定される事業
本川ダム領域 （湛水域）	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂移動の連続性の確保 <ul style="list-style-type: none"> ・下流域に必要な土砂供給の確保 ●ダム貯水池機能の維持・確保 <ul style="list-style-type: none"> ・治水機能（洪水調節容量）の持続的確保 ・背水影響による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） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダムからの土砂還元を効果的に実施するシステムの整備 ・各領域で必要とする粒径集団を選別し還元するシステムの整備 ・ダムを効果的に通砂させるシステムの整備
本川ダム領域 （河道域）	<ul style="list-style-type: none"> ●ダム堆砂による背水影響に伴う洪水被害の防止 ●良好な環境の保全・回復 <ul style="list-style-type: none"> ・アユなどの生息や産卵に適した礫床環境、瀬淵環境が持続する環境 ・天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然状態で土砂が流れやすい河道の整備
扇状地河道領域	<ul style="list-style-type: none"> ●治水安全度の維持・確保 <ul style="list-style-type: none"> ・現状の治水安全度を維持しつつ、更なる流下能力の確保 ・河川管理施設（護岸など）及び許可工作物（橋脚、取水施設等）等の機能の維持 ●良好な環境の保全・回復 <ul style="list-style-type: none"> ・濘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 ・アユなどの生息や産卵に適した礫床環境、瀬淵環境が持続する環境 ・天竜川特有の生物が生息し、外来種が少ない河川環境 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然状態で土砂が流れやすく、二極化・樹林化が抑制できる河道の整備
河口領域	<ul style="list-style-type: none"> ●治水安全度に影響しない河口砂州の維持 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然状態で土砂が流れやすい河道の整備
河口テラス ・海岸領域	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂移動の連続性確保 <ul style="list-style-type: none"> ・河口テラスの維持・回復に必要な土砂供給の確保 ・沿岸漂砂の連続性を確保 ●海岸防護機能の維持・確保 <ul style="list-style-type: none"> ・防災上必要な幅が維持・確保された砂浜 ●良好な環境の保全・回復 <ul style="list-style-type: none"> ・海岸汀線の後退を抑制し、環境上、利用上に必要な砂浜幅を維持 ・ウミガメの産卵場など、良好な砂浜の環境 	<ul style="list-style-type: none"> ・沿岸漂砂の連続性を確保するシステムの整備

10. モニタリング計画

10.1 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。

以上を踏まえ、各領域における課題と対策およびそれらに対して必要となるモニタリングから、土砂管理におけるモニタリング調査の目的を以下に示す。

モニタリングの目的

- 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
- 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）

10.2 モニタリング項目

10.1 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。

- ① 天竜川の土砂管理目標の達成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

10.1 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。

10.3 モニタリング計画

領域別のモニタリング計画を表 10-1 に示すとおり整理した。

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、土砂還元開始前の状況把握と土砂還元開始後の段階的な運用計画を検討するために排砂開始前後の5年間ずつを基本として調査を実施する。水位や縦横断測量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継続して調査を実施する。

(1) 本川ダム領域（湛水域）、支川ダム領域

本川ダム領域（湛水域）・支川ダム領域では、ダムによる土砂移動の不連続の発生や、ダム貯水池の堆砂の進行に伴う貯水機能の低下（洪水調節容量や発電容量の減少など）、背水影響による浸水被害の増加が懸念されるといった課題があり、現状では対策として堆積土砂の浚渫等を実施している。更に今後は下流への土砂供給を実施していく。これらに対して、土砂収支や堆砂量、河床高の縦断形状をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(2) 本川ダム領域（河道域）

本川ダム領域（河道域）では、河床材料の粒径変化に伴う物理、生息環境への影響が懸念されるといった課題がある。更にダム領域からの土砂供給によって通過土砂量の増加が発生している。これらに対して、河床高や河床材料、生物の生息生育状況をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(3) 扇状地河道領域、河口領域

扇状地河道領域では、樹林化に伴う流下能力不足や局所洗掘、河床材料の粒径変化に伴う物理、生息環境への影響が懸念されるといった課題があり、現状では対策として樹木伐開や河道掘削、局所洗掘箇所に対する護岸対策を実施している。更にダム領域からの土砂供給によって一部での河床状況の変化および河口における通過土砂量の増加が発生している。これらに対して、河床高や樹林の分布、洗掘状況、河床材料、生物の生息生育状況をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

(4) 河口テラス・海岸領域

河口テラス・海岸領域では、上流からの流下土砂量の減少に伴い海岸侵食や生態系への影響の発生などが懸念されるといった課題があり、現状では対策として離岸堤の設置や養浜、サンドバイパス等を実施している。更に河口からの土砂供給量の増加によって海岸汀線の維持などの効果が発生すると予測している。これらに対して、汀線位置や底質の材料、生物の生息生育状況をモニタリングし、土砂管理対策の効果、影響を把握する。

表 10-1 (1) 領域別モニタリング計画：本川ダム領域（湛水域）

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
本川ダム 領域 (湛水域)	洪水調節機能の維持 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	洪水調節容量・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	佐久間ダム 秋葉ダム 船明ダム	A:非洪水期 B:1回/1年	ダム管理者
				④	利用状況	利用実態調 査 ヒアリング		B:1回/1年	河川管理者

表 10-1 (2) 支川ダム領域

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
支川ダム 領域	洪水調節機能の維持 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	洪水調節容量・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	水窪ダム 新豊根ダム	A:非洪水期 B:1回/1年	ダム管理者
				④	利用状況	利用実態調 査 ヒアリング		B:1回/1年	河川管理者

:物理環境の指標は定量的に評価
 :生物環境に関する指標は、代表種の設定を行い継続的なデータ蓄積による傾向から評価

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

表 10-1 (3) 領域別モニタリング計画：本川ダム領域（河道域）（1/2）

領域	土砂管理指標	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
本川ダム 領域 (河道域)	背水影響に伴う 洪水被害の防止	平均河床高	整備計画流量を 安全に流下させること ができる河床高	①②	河川形状	横断測量 縦断測量	定期測量の測線に準じる	A:非洪水期 B:概ね1回/5年 ※1	ダム管理者 河川管理者
							河道変化が著しい区間 気田川合流点上下流※2 水窪川合流点上下流※2 大千瀬川合流点上下流※2 62.0k~66.0k:1.0kピッチ	A:非洪水期 B:1回/1年	

※1 総合土砂管理としてのモニタリング頻度であり、天竜川ダム再編事業でのモニタリングによって頻度、地点を補完する

※2 支川との合流点の直上と直下の定期測線とする

表 10-1 (4) 領域別モニタリング計画：本川ダム領域（河道域）（2/2）

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				
本川ダム領域 （河道域）	良好な河川環境の 保全・回復	河床材料の 変化	本支川の連続性 の確保状況 細粒化の進行 （礫間の目詰まり）、 粗粒化に伴う アーサーコート化	②③	河床材料	粒度分析	35.0k～47.0k:2.0kピッチ※1 56.0k～70.0k:2.0kピッチ※1	B:1回/5年※2	ダム管理者 河川管理者				
							河道変化が著しい区間 気田川合流点上下流※3 水窪川合流点上下流※3 大千瀬川合流点上下流※3 62.0k～66.0k:1.0kピッチ	B:1回/1年					
		代表的な生物 の分布・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	②③	本支川の河床材料、 流水、生物の移動 の連続性	代表地点の写真	河川水辺の国勢調査項目 固体数・種数	気田川合流点 水窪川合流点 大千瀬川合流点	B:1回/1年	ダム管理者 河川管理者			
								中部大橋 秋葉ダム下流	A:春,夏,秋 (5,7,9～10月) B:1回/5年	ダム管理者 河川管理者			
											中部大橋 秋葉ダム下流	A:春,夏,冬 (4,7,1月) B:1回/5年	河川管理者
	植生群落	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								
	アユの産卵環境の 改善	アユの生育環 境の変化	アユの産卵数や漁 獲量などの経年的 な変化	②④	アユ	漁協等への聞き取り調査 統計データ調査 ・釣り客の入込み ・アユの漁獲量、産卵場環境、 産卵状況	領域内	B:1回/1年	自治体 漁協等				

※1 既往調査の設定に倣い、25.0k より上流を 2.0k ピッチとした

※2 総合土砂管理としてのモニタリング頻度であり、天竜川ダム再編事業でのモニタリングによって頻度、地点を補完する

※3 支川との合流点の直上と直下の※1 の調査個所とする

表 10-1 (5) 領域別モニタリング計画：扇状地河道領域、河口領域（1/3）

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
扇状地河道領域、 河口領域	洪水被害の防止	平均河床高	整備計画流量を安全に流下させることができる河床高	①②	河川形状	横断測量 縦断測量	定期測量の測線に準じる 河道変化が著しい区間 21.0k～28.0k:1.0kピッチ	A:非洪水期 B:概ね1回/5年 ※1 B:1回/1年	河川管理者
		構造物付近の河床高	護岸等構造物の基礎高	①②	河川形状	横断測量 縦断測量	23.0k左岸 25.0k右岸	A:非洪水期 B:1回/1年 大規模出水後	河川管理者
		樹木繁茂位置・ 礫河床率 (樹林化率)	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
						空中写真撮影	領域全体	A:非洪水期 B:1回/1年	

※1 総合土砂管理としてのモニタリング頻度であり、天竜川ダム再編事業でのモニタリングによって頻度、地点を補完する

表 10-1 (6) 領域別モニタリング計画：扇状地河道領域、河口領域（2/3）

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
扇状地河道領域、 河口領域	天竜川下流固有の 良好な河川環境の 保全・回復	砂州の位置 の変化	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)	②③	砂州の位置の変化、 高さの変化 副水路・ワンドの形 成状況	空中写真撮影	領域全体	A:非洪水期 B:1回/1年	河川管理者
						代表地点の 写真撮影	副水路 ワンド	A:出水後 B:1回/1年	河川管理者
		河床材料 の変化	本支川の連続性の確保状況 細粒化の進行(礫間の目詰まり)、 粗粒化に伴うアーマーコート化	②③	河床材料	河床材料調査	0.4k※1 1.0k～25.0k:1.0kピッチ※1 25.0k～29.0k:2.0kピッチ※1 河道変化が著しい区間 21.0k～28.0k:1.0kピッチ	B:1回/5年※2 B:1回/1年	河川管理者
						空中写真撮影	領域全体	A:非洪水期 B:1回/1年	

※1 既往調査の設定に倣い、25.0kより下流を1.0kピッチ、25.0kより上流を2.0kピッチとした

※2 総合土砂管理としてのモニタリング頻度であり、天竜川ダム再編事業でのモニタリングによって頻度、地点を補完する

表 10-1 (7) 領域別モニタリング計画：扇状地河道領域、河口領域（3/3）

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
扇状地河道領域、 河口領域	天竜川下流固有の良好な河川環境の保全・回復	代表的な生物の分布・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	②③	魚類	河川水辺の国勢調査項目 固体数・種数	河口部 塩見渡橋 浜北大橋	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 個体数・種数	塩見渡橋 浜北大橋	A:春,夏,冬(4,7,1月) B:1回/5年	河川管理者
				②③	付着藻類	種組成、強熱減量、 クロロフィルa、フェオフィチン	塩見渡橋 浜北大橋	A:春,夏,秋,冬 (5,7,9,1月) B:1回/1年	河川管理者
				②③	植生群落	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
	アユの産卵環境の改善	アユの生育環境の変化	アユの産卵数や漁獲量などの経年的な変化	②④	アユ	漁協等への聞き取り調査 統計データ調査 ・釣り客の入込み ・アユの漁獲量、産卵場環境、 産卵状況	領域内	B:1回/1年	自治体 漁協等

表 10-1 (8) 領域別モニタリング計画：河口テラス・海岸領域

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
河口テラス ・海岸領域	砂浜の保全と 回復	汀線・等深線 位置 河口テラス形状	必要砂浜幅の 達成状況 (経年変化)	①②	地形形状	深浅測量	遠州灘沿岸海岸 (静岡県内)の 既往測線	A:非洪水期 B:1回/1年	海岸管理者
				①②	汀線、 砂浜幅	海岸横断測量 航空写真による汀線位置や砂浜幅の計測	遠州灘沿岸灘海岸 (静岡県内)	A:非洪水期 B:各1回/1年	海岸管理者
				①②	河口テラス地形	テラス深浅測量	汀線方向約5.5km、 沖合方向約1.5km内	A:非洪水期 B:1回/1年	河川管理者 海岸管理者
		代表的な生物 の生息状況	シラス漁の状況、 ウミガメの産卵 状況等の 経年変化	②④	生物	漁協等への聞き取り調査 統計データ調査 ・シラスの漁獲量	遠州灘沿岸海岸	B:1回/1年	自治体 漁協
				②③		統計データ調査 ・アカウミガメの産卵 状況 関係者へ聞き取り 調査 ・利用者数、環境教育 活動数等	遠州灘沿岸海岸	B:1回/1年	自治体 NPO等

表 10-1 (9) 領域別モニタリング計画：全領域共通

領域	項目	調査手法	調査地点	A:調査時期 B:頻度	実施主体
全領域共通	水位 流量	観測データ(国土交通省) ・水位 ・流量	観測所(国土交通省所管) 佐久間、鹿島、池田、中ノ町 掛塚、上島	A:通年 B:1回/1時間	河川管理者
	ダム	観測データ(ダム管理者) ・放流量 ・流入量 ・貯水量	佐久間ダム 秋葉ダム 船明ダム 水窪ダム 新豊根ダム	A:通年 B:1回/1時間	ダム管理者
	潮位	観測データ(気象庁) ・潮位	御前崎	A:通年 B:1回/1時間	気象庁
	流砂量	流砂量観測(粒径集団Ⅱ) ・浮遊砂 ・掃流砂 ※調査方法については要検討	佐久間ダム下流 秋葉ダム下流 鹿島 河口部(掛塚橋地点)	A:出水時 B:1回	河川管理者

<モニタリングの留意点>

モニタリングの実施にあたっては、以下の点に留意することとする。

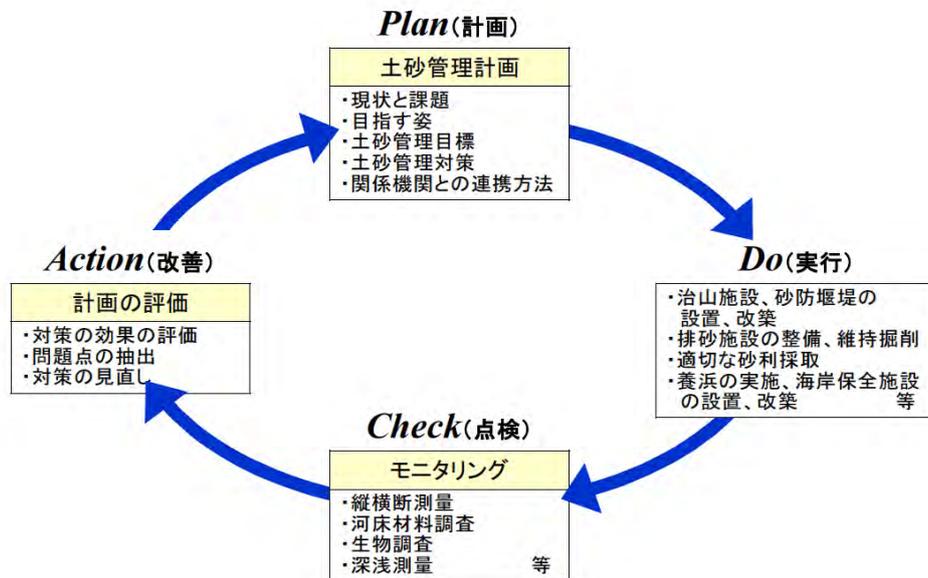
- ① モニタリングの実施にあたっては、現在実施している調査（河川水辺の国勢調査、統計調査等）および事業のモニタリング計画を最大限に活用するとともに、積極的に学識者と連携しモニタリング結果等の情報共有を図る
- ② 関係機関や利用者への聞き取りなど定性的な情報の蓄積もモニタリングに位置付ける。

また、以下のような傾向がみられる箇所についてはモニタリングの留意箇所とする

- ①堆積もしくは侵食傾向にあり出水後に河道が著しく変化することが予想される区間
扇状地河道領域：24.0k～28.0k
本川ダム領域（河道域）：39.0k～40.0k(気田川合流点付近)、62.0k～66.0k 等
- ②洗掘し護岸への影響があると懸念される箇所
扇状地河道領域：23.0k、25.0k 等
- ③海岸汀線の後退が懸念される箇所
- ④当面の対策により河床高が上昇することが予想される区間
扇状地河道領域：15.0k～22.0k
- ⑤主な支川の合流点付近
本川ダム領域（河道域）：39k～40k(気田川合流点)、60k～61k(水窪川合流点)、
68k～69k(大千瀬川合流点) 等

10.4 モニタリング結果の活用

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。



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

- (1) 予測とモニタリング結果の乖離が小さく、目指す姿に近づいている場合には、土砂管理対策を継続する。
- (2) 予測とモニタリング結果の乖離が大きい場合には、予測モデルと土砂管理対策の見直しを行う。また、必要により総合土砂管理計画の見直し・改定を行う。

(1) について、予測とモニタリング結果の乖離が小さい場合には計画通りに総合土砂管理を遂行できていると考えられ、計画上の対策を継続して実施することで流砂系の目指す姿に近づくことができると判断できる。

なお、この場合においても将来的に予測との乖離が増大する可能性があるため、その後も時点ごとに確認を行う。

(2) について、予測とモニタリング結果の乖離が大きい場合には、将来的に流砂系の目指す姿とかけ離れる可能性がある。この場合には、モデルの精度を向上させることによる予測、対策の見直しを行う。また、乖離が非常に大きい場合、土砂管理対策等の変更を行う場合、モニタリング内容等を変更する場合には、必要により総合土砂管理計画の見直し・改定を行う。

11. 土砂管理の連携方針

11.1 連携の必要性（有効性）

天竜川流砂系における土砂管理対策は、多くの領域に影響しているため、事業実施にあたっては、他の領域の課題を認識し、関係する機関と連携・調整を行い効率的な事業執行が必要である。

また、毎年変化する流況に対しても、土砂管理の情報共有を行うことにより、より柔軟な事業対応を行うことが有効である。また、単独で行った場合のコストに比べ、コスト縮減に寄与することも期待できる。

このため、関係する浜松河川国道事務所、天竜川上流河川事務所、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)は、各機関と連携しながら今後の土砂管理対策及びモニタリングを実施していく。

11.2 連携が必要となる事業内容

連携が必要な事業としては以下が考えられる。

① ダム事業者間の土砂還元のための事業連携

上流側のダムでの土砂還元により下流のダムでの対策量が増加することも考えられ、天竜川流砂系の土砂管理として河口までの土砂還元を実施するためにはダム事業関係者間での連携が必要となる。

② 土砂の有効的な利用のための連携

土砂管理対策の実施にあたり、流砂系の土砂について、養浜による海岸への供給、土砂を活用した局所洗掘抑制、より良い河川環境維持・復元等に活用できるよう、土砂を有効的に利用するため関係者間の連携が必要となる。

③ 継続的に実施するための河道掘削と海岸養浜の連携

現在、海岸養浜の土砂は河道掘削による土砂を利用しているため、その仕組みを継続的に実施していくための連携が必要となる。

12. 実施工程（ロードマップ）

関係機関は図 12-1 に示すサイクルに基づき、継続的に情報共有をはかりつつ、必要に応じ適切に事業や調査・研究、モニタリングの内容を見直していく、順応的な管理を推進する。

順応的な管理を継続的に実施することにより、対策メニューやモニタリング計画の見直し、シミュレーションモデルの更新による評価精度等の向上を行いながら、より最適となる総合的な土砂管理を行っていく。

今後の総合土砂管理計画のロードマップを表 12-1 に示す。短期の期間においては、第二版に向けた上流部の検討や佐久間ダム の置土による土砂還元試験とその効果・影響の確認、海岸管理者による海岸領域の検討に応じ、計画の評価を繰り返し行い、計画変更を実施する。

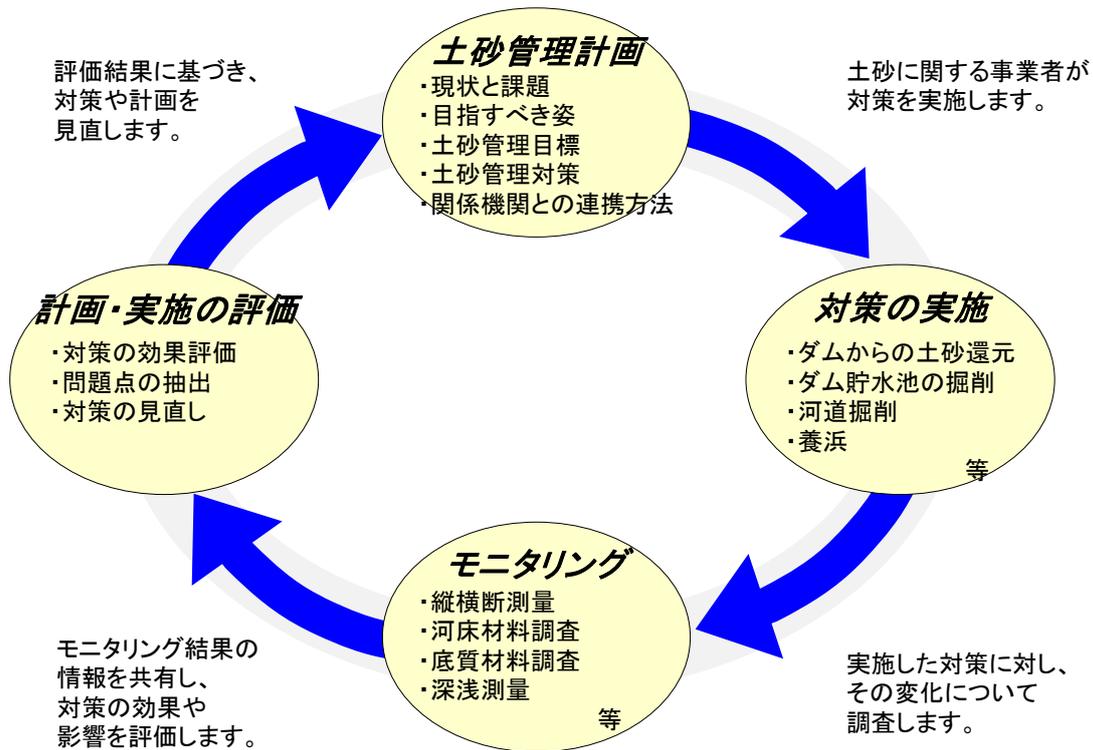
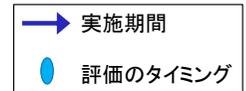


図 12-1 順応的な総合土砂管理の推進のイメージ図

表 12-1 総合土砂管理計画のロードマップ（案）

	短期	中期		長期	
ダム領域 (湛水域、河道域)	ダムからの土砂還元 のための試験	ダムからの安定的な 土砂還元のための施設整備	新たな土砂還元 施設の完成		
扇状地 河道領域		河川整備計画の達成に向けた河道掘削			
河口テラス ・海岸領域		海岸汀線を維持させるための養浜		整備計画河道 の完成	河口テラスの 安定的な回復
総合土砂管理 の評価	●●●●●●●●	● ● ●	● ●	● ●	● ● ●
各領域 での変化	扇状地河道領域で維持掘削を実施し、樹林化の抑制を目指す。	安定的にダムからの排砂ができる施設の完成を目指す。安定的なダムからの土砂還元によって、下流の領域に変化が現れる。	扇状地河道領域で河川の改修、維持掘削を実施し、樹林化の抑制と河川整備計画で目標とする治水安全度の確保を目指す。	河口テラスが安定して回復し、海岸への供給土砂が増加することで海岸の保全を目指す。	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。



13. おわりに

天竜川流砂系では、多くのダムが半世紀以上にわたり地域の安全・発展を支えてきている。その一方で、ダム貯水池への土砂の堆積、土砂移動の連続性の阻害といった課題も顕在化してきている。

そのため、本管理計画は、天竜川流砂系関係者が継続的に調整・連携し、順応的な土砂管理の達成に必要な内容を取りまとめたものである。また、第二版への改定にむけ、天竜川上流部や海岸領域の検討を加え、計画の充実を図って行く予定である。

本管理計画は、半世紀以上にわたる土砂に関する物理環境の変化と、今後、対策を実施した場合の物理環境を50年後まで予測している。総合土砂管理は、天竜川流砂系として目指す姿を関係者で共有し、各領域の管理者が、調査・検討・対策を進めることで、実現されるものである。

各領域の対策は、他の領域に変化を与えることを認識すべきであり、今後、新たな領域の計画立案、変更時においては、流砂系への評価を加え総合土砂管理の観点からの代替案の検討も重要な確認事項になろう。また、流砂系のあるべき姿に近づけるための検討は、事業の位置づけに関わらず忍耐強く取り組んでいくことが肝要と考える。

今後、流砂系関係者が土砂管理対策の再考と試行を繰り返し取り組むことにより、数十年スケールで広域に発生する現象の解明につながり、その解明とあわせ、最終的に総合土砂管理からアプローチした事業計画の立案となることを期待したい。

最後に、本管理計画策定にあたり、「天竜川流砂系総合土砂管理検討委員会」より多くの助言をいただいたことに対し、感謝の意を表す。