

3. 流砂系の現状と課題

3.1 各領域の現状と課題

小丸川流砂系では、土砂災害の発生、ダム貯水池の堆砂の進行、ダム下流河道の河床低下や局所洗掘、河床の粗粒化による環境への影響、海岸侵食といった各領域での土砂管理上の課題が多くあり、早期に対応を図る必要がある。しかし、各領域において各々単独での対策を実施すると、流砂系の土砂移動に関する深刻な問題を引き起こす可能性がある。このような状況を踏まえ、各領域における土砂問題の現状及び今後の課題と対応を整理した。

3.1.1 土砂生産域

(1) 土砂問題の現状

小丸川上流域では、土砂災害の発生に対する備えとして、昭和 24 年から松尾ダム流域で 24 基、渡川ダム流域で 15 基の砂防堰堤または床固工・谷止工が整備されている。しかし、平成 17 年洪水のように、豪雨に伴い大量に生産された土砂が流出した際には、ダム域で急激な土砂堆積が生じている。平成 17 年の出水時の崩壊地に関する調査によると、松尾ダム流域では 342 千 m^2 、渡川ダム流域では 153 千 m^2 の新規崩壊が発生しており、これを崩壊地面積比率で比較すると、松尾ダム流域は $1,533\text{m}^2/\text{km}^2$ 、渡川ダム流域は $1,889\text{m}^2/\text{km}^2$ であり、渡川ダム流域の崩壊地面積比率がやや大きくなっている。

また、上流域では伐採跡地において作業道の崩壊等によって林地の土砂が流出する場合がある。

なお、小丸川上流域の地質は、堆積岩類からなる四万十帯を主体としており、大局的には北西側で粘板岩が南東側で砂岩が分布している。これら侵食を受けやすく細粒化しやすい粘板岩の存在が、小丸川流砂系における濁水長期化の要因の一つになっていると考えられる。

(2) 今後の課題と対応

1) 課題

豪雨に伴い大量に生産された土砂の流出により、土砂災害やダム貯水池における急激な堆砂が生じる可能性がある。また、林地保全に配慮した伐採が求められている。

2) 対策の必要性

① 山腹崩壊等による大規模な土砂流出の抑制（土砂災害の防止・ダム堆砂への負荷軽減）

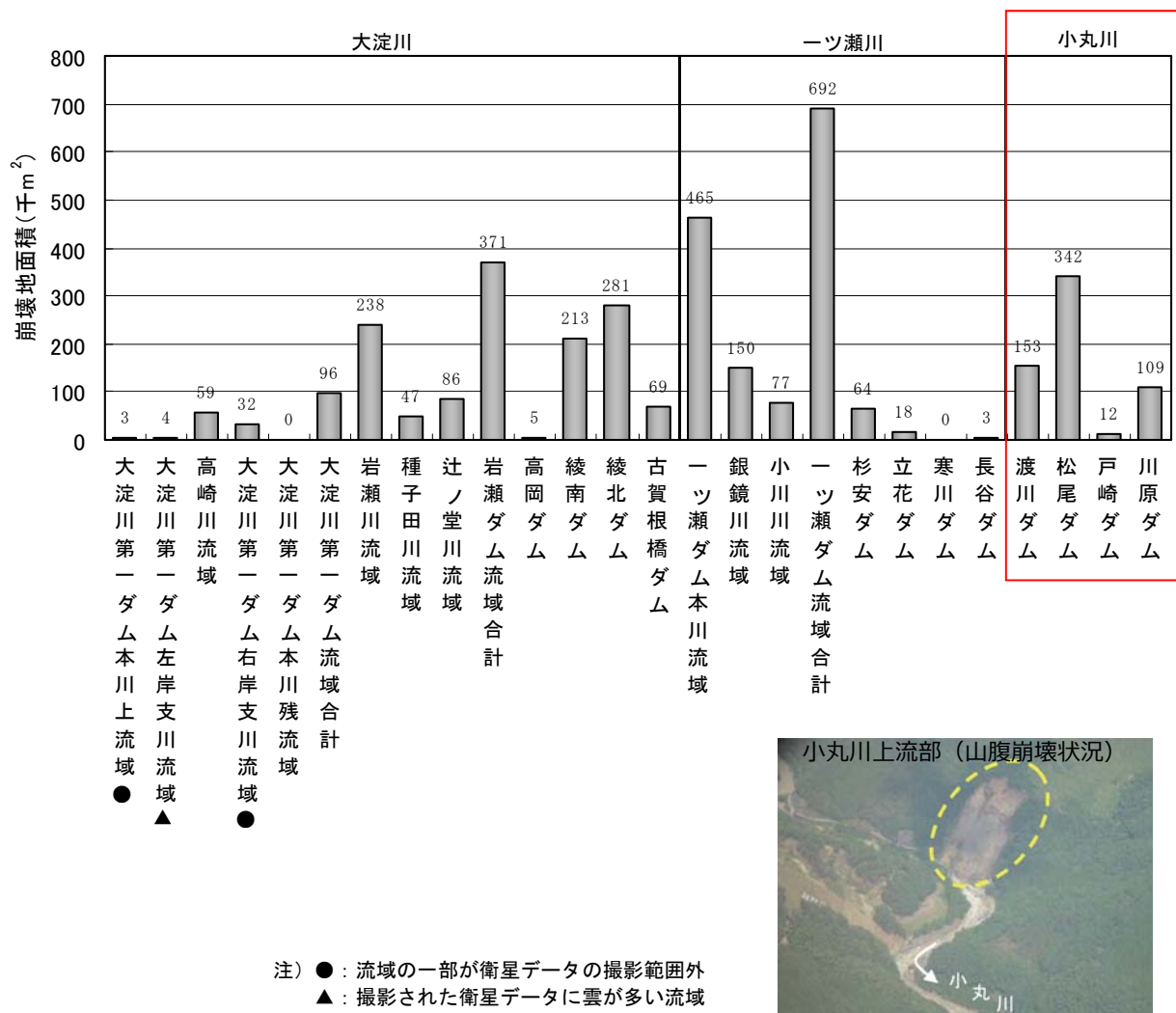
豪雨に伴う山腹崩壊等による大規模な土砂流出の抑制を目的とした土砂災害防止施設等の整備を推進していく必要がある。また、崩壊発生を人為的に管理するには限界があるものの、森林伐採や林道整備等は人為操作であるので、土砂生産の急激な増加を伴わないように、適切な森林管理（伐採、再造林）や壊れにくい林道の整備を推進していく必要がある。

② 継続的な土砂供給の確保

既設砂防堰堤の多くは、建設から年数が経過して満砂状態となっており、土砂移動の連続性は阻害していないと考えられる。ただし、今後土砂災害防止施設等を新設する場合は、土砂災害防止の観点に加えて、土砂移動の連続性確保の観点から適切な施設構造（不透過型、透過型、管理型）とする。



図 3.1 小丸川（支川渡川）上流域の裸地



※崩壊地面積は、平成 17 年の台風 14 号前後の衛星データをもとに、新規崩壊地の面積のみを抽出しており、旧崩壊地を含んでいない。また、50m²以下の崩壊地はフィルタリング処理により除去されている。

出典：大淀川・小丸川総合土砂管理計画検討業務 報告書 平成 19 年 3 月

図 3.2 衛星データをもとに整理された平成 17 年に発生した崩壊地の面積

3.1.2 土砂流出域（ダム領域）

(1) 土砂問題の現状

小丸川流域では、昭和 15 年以降、治水、利水を目的として渡川ダム（宮崎県、昭和 31 年竣工）、松尾ダム（宮崎県、昭和 26 年竣工）、戸崎ダム（九州電力、昭和 18 年竣工）、石河内ダム（九州電力、平成 19 年竣工）、川原ダム（九州電力、昭和 15 年竣工）が建設され、効果を発現してきた。

これらのダムでは、土砂生産域で生産された土砂の流出により貯水池内の堆積は進行しているが、近年増加している大規模な洪水の発生と相まって、その速度は増加している。また、小丸川流域の一部のダムにおいては、ダム貯水池内の堆積土砂量が計画堆砂量を超え、本来の利用目的に支障をきたしている。

小丸川流域内のダムのうち、竣工間もない石河内ダムを除く 4 ダムの年平均比堆砂量（平成 29 年度時点）は、渡川ダムで約 $1,790\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 、松尾ダムで約 $620\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 、戸崎ダムで約 $520\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 、川原ダムで約 $550\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ となっている。このうち、渡川ダムへの年平均比堆砂量は、小丸川流砂系だけでなく、大淀川、一ツ瀬川、小丸川及び耳川流域より構成される宮崎県中部流砂系の中で最も大きい値を示している。

土砂生産が活発な土砂生産域及び土砂流出域（ダム領域）の総面積はおよそ 360km^2 で、小丸川の全流域面積（ 474km^2 ）の約 76%を占めている。川原ダムの下流の土砂流出域（河川領域）では、途中左岸から流入する切原川の上流山地がわずかな土砂生産源となる以外は、土砂生産域がほとんどなく、ほぼ土砂生産域と下流河道の連続性が分断されているとみなされる。

これらに加えて、小丸川の土砂生産域は山腹崩壊等と細粒地層（堆積岩層：四万十層群）が複合しており、細粒土砂成分の流出が大きく、ダム流入水及びダム貯留水の濁水の長期化が生じている。また、ダム貯水池では近年増加している流木に対し、塵芥処理の対応についても課題となっている。

1) 治水面

治水容量を有する、松尾ダム及び渡川ダムにおいては、治水容量の一部まで堆砂が進行していることから、治水容量維持のための土砂掘削を実施している。治水容量内の平成 29 年度時点の堆積土砂量は松尾ダムで 321 千 m^3 （治水容量の約 3%）、渡川ダムで 744 千 m^3 （治水容量の約 7%）であるため、これまで洪水処理上大きな問題は発生していないものの、土砂生産域からの土砂流入量が非常に多いことから、今後、洪水調節容量の不足によるダム下流河川での治水安全度の低下が懸念される。また、貯水池末端付近の堆砂進行に伴う浸水等が生じる可能性がある。

2) 利水面

小丸川流域内のダム毎の有効容量内の堆砂率は、渡川ダム 23%、松尾ダム 13%、戸崎ダム 39%、石河内ダム 0%、川原ダム 26%となっており、近年竣工した石河内ダムを除く 5 つのダムにおける有効容量内の堆砂が大きくなっている。このうち、川原ダム及び戸崎

ダムは発電専用ダムであるが、松尾ダム、渡川ダムは発電に加えて、流水の正常な機能の維持も目的としている。

また、松尾ダム及び渡川ダムの利水容量は大きく、利水容量内の堆砂が進行すると下流の流量維持だけでなく発電にまで影響を及ぼす可能性がある。平成 23 年の渇水時において、大きな渇水被害には至らなかったものの、松尾・渡川ダムの貯水容量は低下してきており、利水容量減少に伴う問題が顕在化しつつある。

3) 環境面

渡川ダムから川原ダムによって貯水池が断続的に形成されていることから、カモ類の休息場となっている。魚類はウナギ、ゲンゴロウブナ、コイ、ヤマメ等が生息しており、アユ、ウナギ、ヤマメは上小丸川漁業協同組合によって毎年定期的に稚魚が放流されている。

ダム域の水質環境基準は河川 AA 類型に指定されており、洪水後の濁水が長期に及ぶと魚類等への影響が懸念される。

(2) 今後の課題と対応

1) 課題

【治水】松尾ダム、渡川ダムの計画堆砂以上の堆砂の進行により、治水容量不足に伴う治水安全度の低下が懸念される。

【利水】利水容量の減少に伴う発電への影響や、渇水時の不特定補給の安全度低下が懸念される。

【環境】洪水後の濁水現象が長期に及んだ場合は、アユ等の魚類の生息に影響を与える可能性がある。

2) 対策の必要性

【治水】治水機能の確保・維持

松尾ダム、渡川ダムにおける治水容量内への堆砂の進行に対して、今後とも土砂掘削・浚渫や利水者の協力による事前水位低下による治水容量の確保を実施していく。ただし、大規模洪水時には大量の土砂が流入することや、長期的にみるとコストが膨大になることから、現在の土砂掘削のみでは対応が困難となる可能性がある。さらには、将来的には、計画堆砂位以上に堆砂することによる堤体の安定性の低下も懸念される。

このため、将来的には土砂掘削・浚渫に加えて、抜本的な流入土砂対策を実施していく必要がある。例えば、貯水池に流入する土砂や堆積した土砂を、排砂等によりダム下流へ還元することが考えられる。これは、ダムによる流砂系の遮断に伴うダム下流域への影響の緩和も期待できる。

【利水】利水機能の確保・維持

松尾ダム、渡川ダムにおける利水容量内への堆砂の進行に対して、利水容量を確保し、維持していく必要がある。松尾ダム、渡川ダムにおける利水容量内の堆積土砂量は非常に多く、掘削・浚渫により土砂を排除することは、非常に長い時間と多大なコストを要

する。このため、治水容量の確保・維持と同様の抜本的な流入土砂対策を行うことに加え、総合的な判断のもと対応を講じていく必要がある。

【環境】濁水長期化の軽減

ダムによる濁水長期化を極力軽減するため、治水・利水容量の確保・維持のための堆砂対策の手法選定にあたっては、できるだけ細粒土砂を貯水池内へ流入させないような、濁水長期化の軽減にも寄与できる対策手法を優先的に採用する必要がある。なお、貯水池内に流入した細粒土砂においては、洪水後に発電等による全力運転を行うなど、早期に細粒土砂を下流に還元するような対応を行う必要がある。

表 3.1 小丸川貯水ダムの諸元と堆砂量

ダム名			渡川	松尾	戸崎	石河内	川原
管理者			宮崎県		九州電力（株）		
目的※1)			FNP		P		
型式			重力式コンクリート				
竣工年		(和暦)	S31(1956)	S26(1951)	S18(1943)	H19(2007)	S15(1940)
経過年数		(年)	62	66	74	10	77
ダム規模	堤高	(m)	62.5	68	25	47.5	23.6
	堤頂長	(m)	173	165.5	142	185	172.5
	堤体積	(千m ³)	143	168	26	133	34
貯水池規模	ダム上流域面積	(km ²)	143.1	304.1	328.9	329.0	360.1
	単流域面積		81.0	223.1	24.8	4.7	35.8
	直接流域		81.0	223.1	20.2	4.7	33.0
	間接流域		62.1		4.6		2.8
	湛水面積	(ha)	154	195	16	41	33
	総貯水容量	(千m ³)	33,900	45,202	1,273	6,768	3,220
	有効貯水容量		29,900	33,699	724	5,600	1,200
	計画堆砂量		1,970	6,189	100	380	390
	死水容量		2,030	5,314	449	788	1,630
堆砂量	全堆砂量	(千m ³)	8,981	9,086	784	-56	1,388
	治水容量内		744	321	-	-	-
	利水容量内※2)		5,994	3,959	285	-23	307
	堆砂容量内		1,360	6,989	100	17	69
	死水容量内		847	1,950	499	-33	1,081
比堆砂量※3)	計画	(m ³ /km ² /年)	243	277	50	809	118
	実績		1,788	617	524	-1,191	546
年平均堆砂量	計画	(千m ³)	20	62	1	4	4
	実績		145	138	11	-6	18
堆砂物比率※4)	礫	(%)	20	6	-	-	-
	砂	(%)	23	35	-	-	-
	シルト・粘土	(%)	57	59	-	-	-

※1) F：洪水調節 A：かんがい用水 N：不特定用水 W：上水道用水 I：工業用水 P：発電用水

※2) 利水容量内堆砂量：渡川ダム、松尾ダムは予備放流水位以下のみで整理

※3) 比堆砂量は、全堆砂量を直接流域面積及び経過年数で除して算出

※4) 堆砂物比率は、平成 26 年度貯水池内ボーリング調査結果全堆砂量に対して算定

※5) データ整理時点は、平成 29 年度末時点

渡川ダム（宮崎県）



松尾ダム（宮崎県）



戸崎ダム（九州電力）



石河内ダム（九州電力）



川原ダム（九州電力）



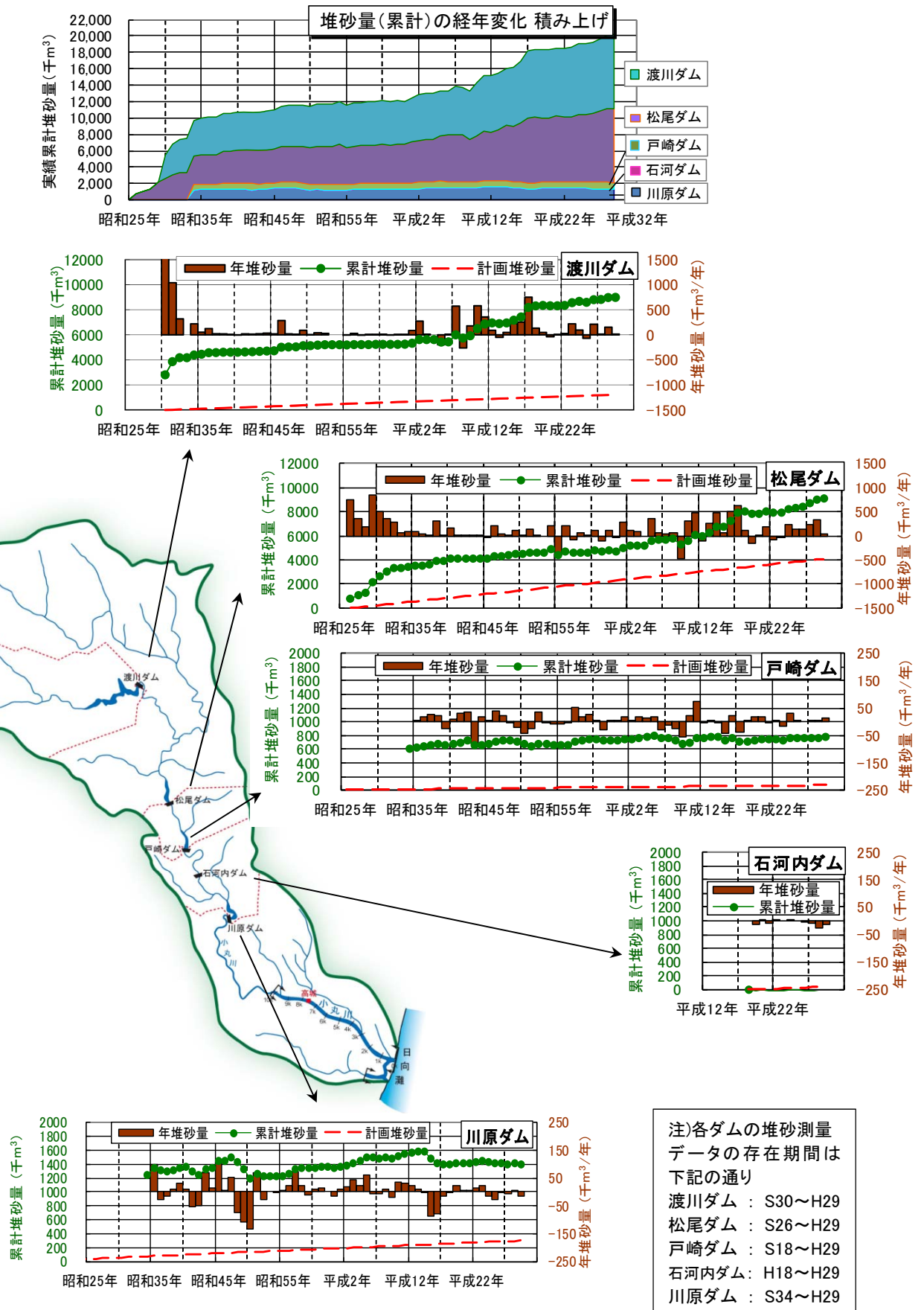


図 3.3 小丸川流域におけるダム堆砂量経年変化図

3.1.3 土砂流出域（河川領域）

(1) 土砂問題の現状

小丸川では、昭和 31 年までに実施されたダム建設（石河内ダムを除く 4 ダム）等、流砂系に人為的なインパクトを与えたことにより、上流からの土砂供給量が減少している（図 3.3 参照）。

また、昭和 30～50 年代の河川における砂利採取や堤防整備・高水敷整備等の影響により、小丸川中下流河川領域では、昭和 50 年代頃まで著しく河床低下が進行していたが、昭和 60 年に小丸床止を整備して以降、床止上流側の河床は安定傾向となっている。その後、平成 9 年以降は、粗粒化の影響等により床止下流側も含め河床は概ね安定しているものの、平成 16 年と平成 17 年の大規模出水後には、床止下流側において河床が低下している区間があることから、今後も大規模洪水時には河床低下や局所洗掘が懸念される。（図 3.4～図 3.6）。

また、川幅が狭い高城橋付近での護岸の被災や高水敷の洗掘、4.8k 右岸の護岸の変形など、一部の区間では局所的な洗掘が確認されている。

図 3.9 に示す中下流河川領域での河床材料調査結果によると、昭和 63 年の河床材料やトレンチ調査による昭和 30 年代の推定河床材料（参考値）は、粗砂～粗礫を主体とするのに対し、平成 9 年以降の河床材料は、中礫から粗礫を主体としており、粗砂～細礫の減少による粗粒化が進行していると考えられる。

1) 治水面

小丸川の国管理区間では、これまでの堤防整備により計画断面堤防整備の区間は約 80%（平成 24 年 3 月時点）まで進んでいるが、依然として流下能力が不足しており、大規模洪水に十分耐えうる状況とはなっていない。

また、小丸川の平均河床高は、昭和 30 年代以降全川的に低下してきたが、小丸川床止完成（昭和 62 年）以降は、床止上流は概ね安定化している。床止下流については、その後も若干の低下傾向を示していたが、平成 9 年以降は概ね安定している。

一方、河床低下は近年安定傾向にあるものの、水衝部においては濤筋の固定化や、砂州発達と河床深掘れの二極化が生じており、これらに伴って、局所洗掘による護岸の被災、及び、河道内樹木の繁茂による河積阻害が発生している。さらに、急勾配区間では高速流の発生が確認されており、高水敷や護岸等が被災する可能性が高くなっている。（図 3.7～図 3.8 参照）

なお、小丸川河口部の形状は経年的に変化しており、平時には砂州が発達し、しばしば河口閉塞が発生しているが、洪水時には河口がフラッシュされていることから治水上の影響は生じていない。

2) 環境面

昭和 30 年頃の推定河床材料と平成 25 年の調査結果を比較すると、中流部は粗粒化傾向にあるが、下流部は全体的には変動の範囲内で推移している（図 3.9 参照）。

粗粒化は安定化傾向にあるものの、粗粒化を要因とする魚類等の水生生物への影響が懸念される。また、ダム領域での濁水長期化の影響が河川領域に及ぶ場合は、魚類等の水生生物への影響や景観の悪化が懸念される。

特に、アユの産卵場となる河川流域の中・下流域には砂利が必要であるとされており、粗粒化の進行や濁水の長期化が発生した場合は、アユの餌となる付着藻類の質の変化や産卵場の形成への影響が懸念される。

(2) 今後の課題と対応

1) 課題

【治水】河床低下や局所洗掘に伴う河川構造物の安全性低下が懸念される。また、滞筋の固定化や砂州発達と深掘れの二極化に伴い、護岸の被災や河道内樹木の繁茂による河積阻害が発生している。

【環境】河床材料の粗粒化に伴う生物の生育・生息・繁殖場への影響が懸念される。

2) 対策の必要性

【治水】河床低下・局所洗掘の改善

ダム領域で遮断されている土砂を河川領域に還元することにより河床低下や局所洗掘を改善させるとともに、局所洗掘や二極化等の問題に対しては水制工の設置や維持掘削等の対策を実施していく必要がある。なお、上流から土砂を供給するにあたっては、河川環境への影響や流下能力の維持も考慮しながら、適切な維持管理を行っていく必要がある。

【環境】河床材料の粗粒化の改善

粗粒化した河床材料に対しては、ダム領域で遮断されている粗砂～細礫の供給を増加させ、粗粒化した河床を改善する必要がある。また、ダムからの土砂供給にあたっては、物理環境変化を継続的に監視する必要がある。

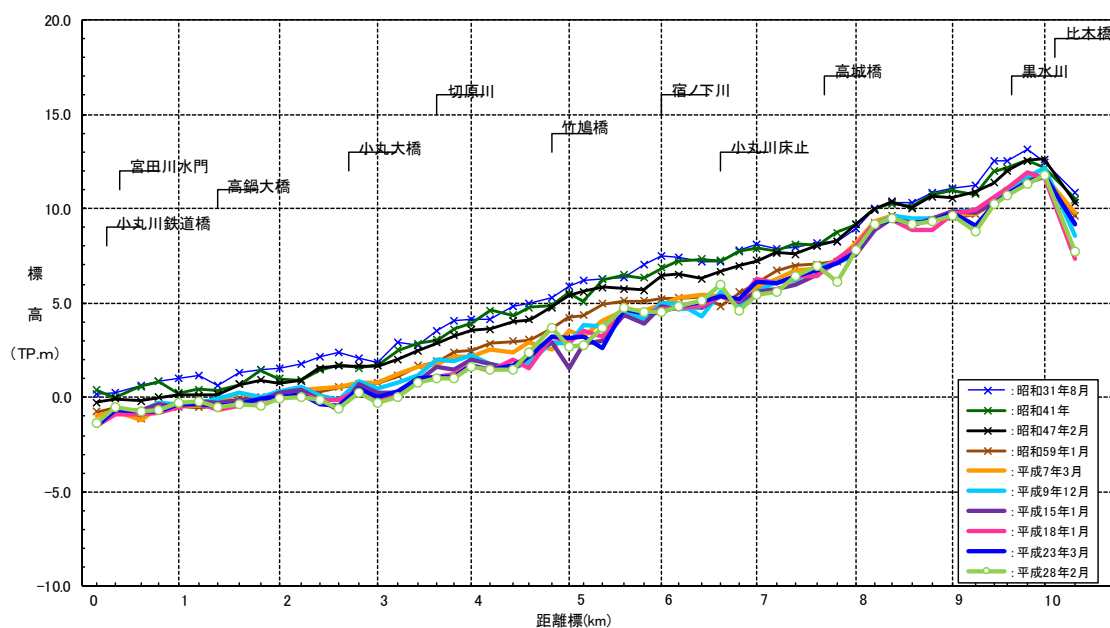


図 3.4 小丸川 の平均河床高の経年変化（直轄管理区間）

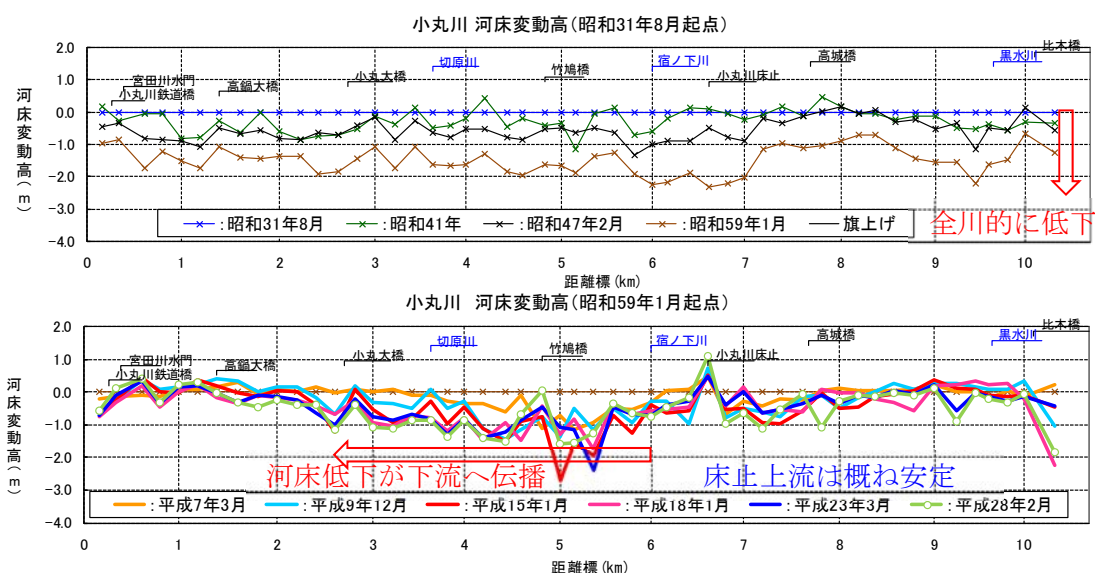


図 3.5 砂利採取規制前後の河道を基準とした平均河床高の河床変動高（直轄管理区間）

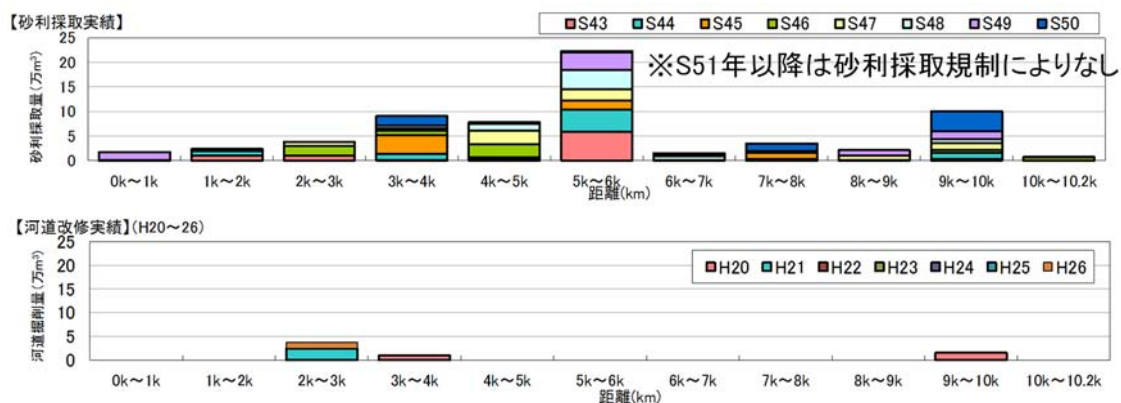


図 3.6 直轄管理区間における過去の河道外搬出土砂量（砂利採取、河道改修）

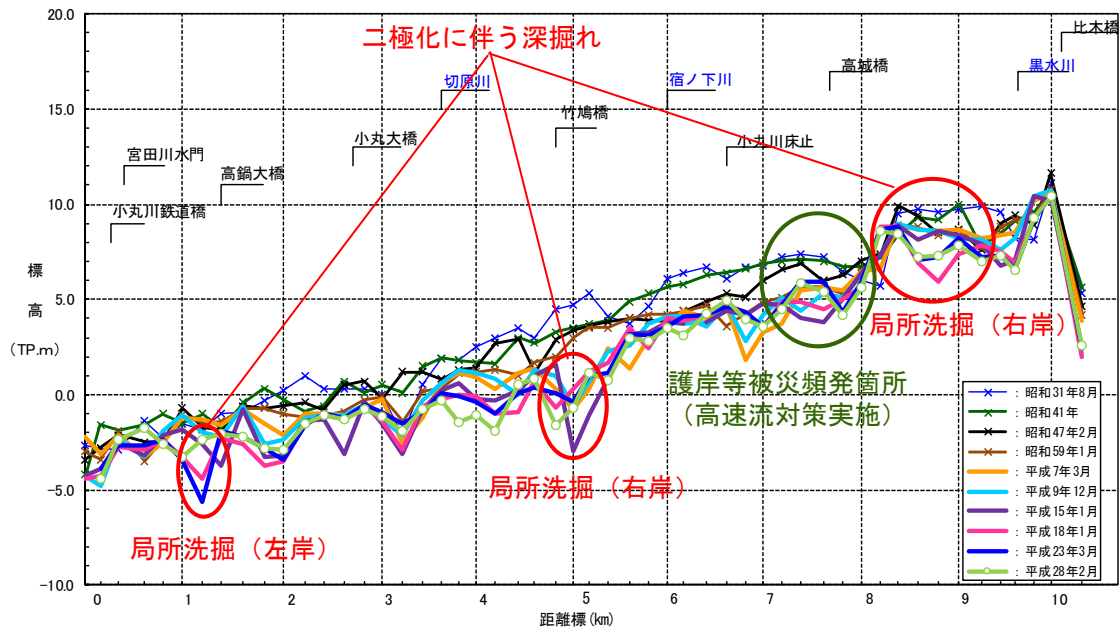


図 3.7 小丸川の最深河床高の経年変化

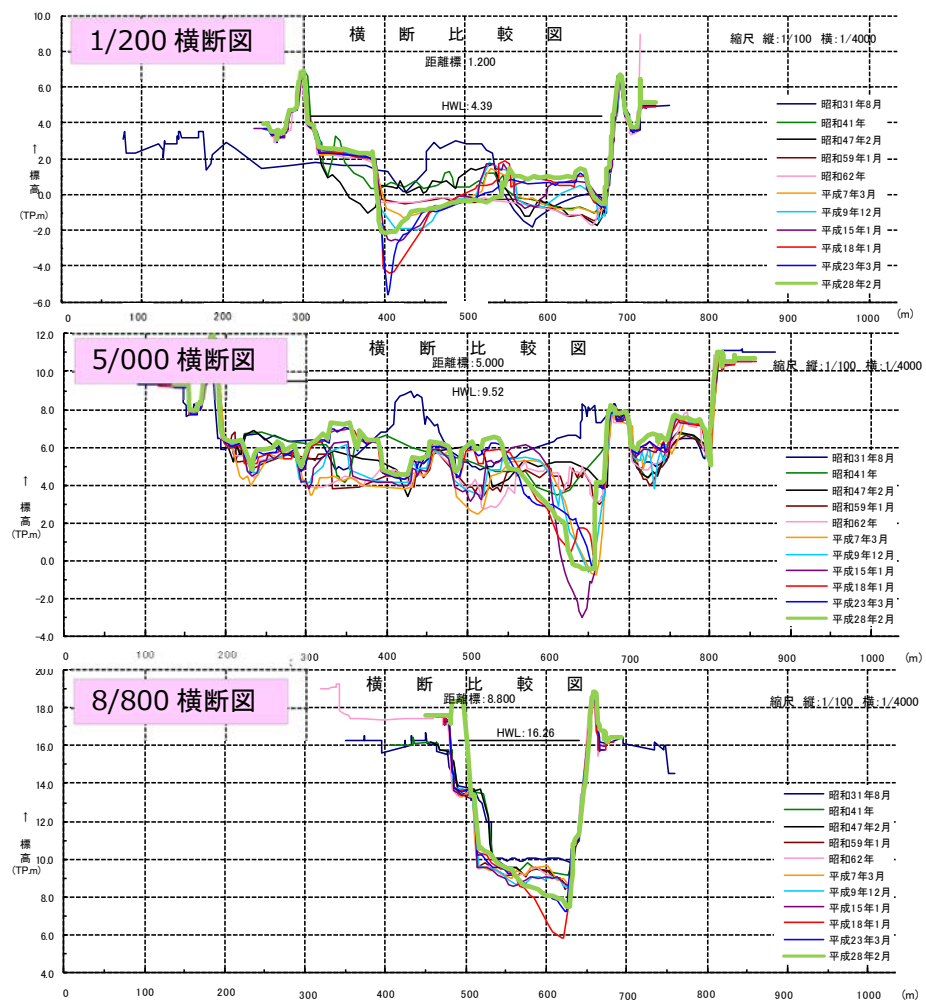
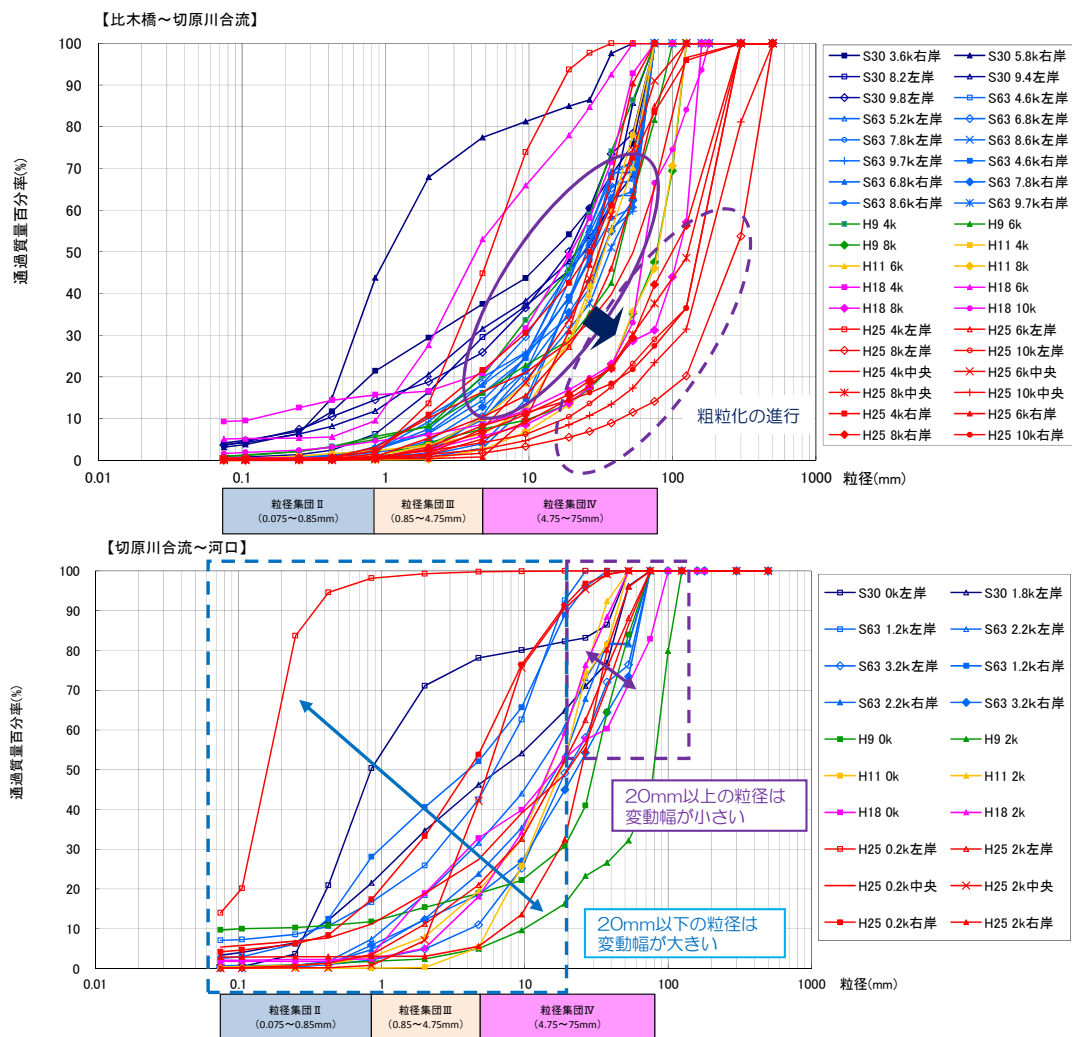


図 3.8 局所洗掘発生箇所における横断形状の経年変化



※1 S30 の粒度分布はトレンチ掘削調査に基づく推定値

※2 粒径集団区分の設定根拠については後述

図 3.9 小丸川における河床材料の粒度分布の変化（上段：中流河川領域、下段：下流河川領域）



図 3.10 小丸川の河床材料状況写真

3.1.4 海岸領域

(1) 土砂問題の現状

宮崎県中部流砂系の対象となる大淀川から耳川間の海岸線では、一ツ瀬川の河口以北においては、河口近傍の汀線が前進しているものの、全体的には地形変化の傾向は認められない。一方、宮崎海岸（宮崎港から一ツ瀬川間）では、海岸侵食により昭和 37 年から平成 24 年までに最大で 94m、平均で 65m 汀線が後退している（図 3.11 参照）。これら海岸線の変化は、ダムの整備や河川改修、河道や河口での砂利採取などによる海岸への土砂供給量の減少に加え、港湾施設などの構造物の設置による漂砂系のバランスの変化が要因となり発生しているものと考えられる。

1) 防災面

日向灘沿岸は太平洋に直面した台風の常襲地帯であるとともに、海底地震に伴う津波来襲の危険性も高い地域である。これに対し、汀線の後退により砂浜が消失すると、波浪のエネルギーは減衰し難くなり、波の打ち上げ高や、海岸堤防を越える波の量が大きいため、背後道路の寸断や、低平地への浸水を発生させる恐れがある。これまでも、高波浪に伴い幹線道路が途絶するなどの被害が生じており、今後被災が増加する可能性がある。

2) 利用面

海岸は地域住民の貴重な憩いの場であるとともに、サーフィンをはじめとする海洋レクリエーションや観光・体験学習のために全国から訪れる多くの人々にも親しまれている。

一方で、砂浜の消失によりサーフスポットが消滅するなど、利用の場が減少している（図 3.12 参照）。

3) 環境面

小丸川の河口付近では海藻のアマモが生育しており、アマモを生息場とする希少な魚種であるアカメも確認されている。宮崎海岸の砂浜は絶滅危惧種アカウミガメの産卵地であるほか、カンムリウミスズメなどの多様な野生生物の生育・生息・繁殖の場でもあり、環境保全上も保存重要度が高くなっている。

(2) 今後の課題と対応

1) 課題

【防災】砂浜の消失に伴い波浪を減衰させる効果が低下し、背後地が被災する可能性がある。

【利用】浜幅の減少により、海岸利用のための空間が減少している。

【環境】アカウミガメ等の多様な野生生物の生育・生息・繁殖の場が減少している。

2) 対策の必要性

【防災・利用・環境】海岸への土砂供給量の増加

宮崎海岸の侵食対策は、「河川からの流出土砂量の増加」、「宮崎海岸からの流出土砂の軽減」、「浜崖頂部高の低下を防ぐ」ことであり、小丸川流域において実施可能な対応としては、河川からの流出土砂量を増加させることである。今後、海岸領域において養

浜や突堤の整備等を行うとともに、継続的に河川からの流出土砂量を増加させるためには、ダム領域で遮断されている土砂を流下させることが必要である。

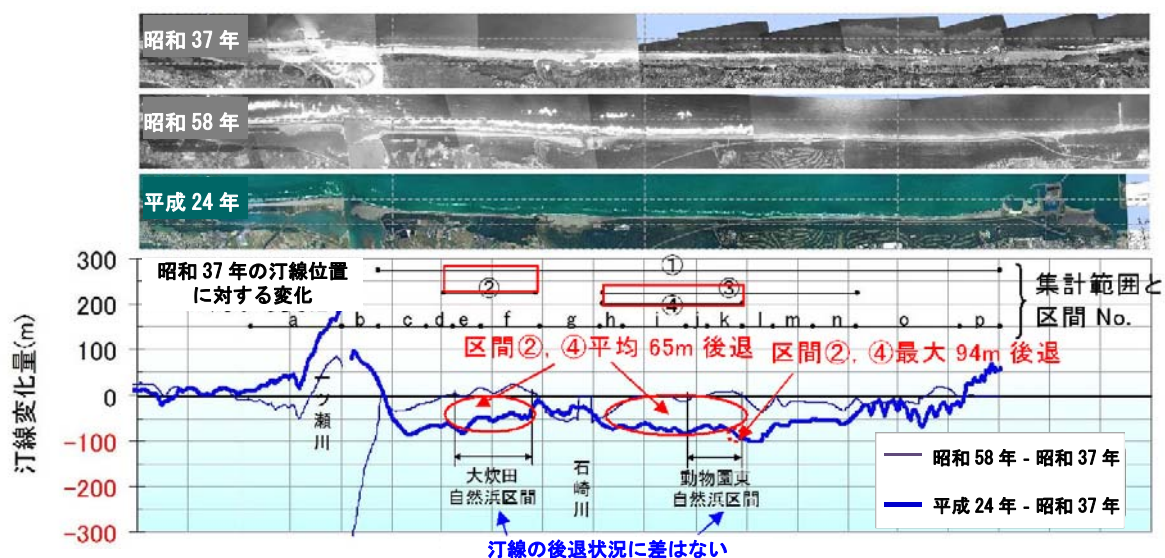


図 3.11 昭和 38 年の汀線位置及び砂浜幅を基準にした場合の昭和 58 年，平成 24 年の変化状況

<昭和41（1966）年>



<平成10（1998）年>

はまがけ
一ツ葉有料道路の目前まで浜崖が迫っている状況



出典：宮崎海岸侵食対策検討委員会資料

図 3.12 浜幅の減少、砂浜の消失状況

3.2 流砂系を構成する河床材料及び海浜材料と粒径集団

小丸川流砂系における各領域での河床材料の調査位置を図 3.13、図 3.14 に、粒度構成を図 3.15～図 3.17 に示す。これらより、現状において各領域に存在する土砂の粒径は、下記のとおりである。

- 土砂生産域は、幅広い粒径により構成されているが、中礫、粗礫（4.75mm～75mm）の割合が多くなっている。
- 土砂流出域（ダム領域）を構成する粒径は、0.075mm 以下の粘土・シルトから 75mm までの礫が存在する。そのうち、上流に位置する渡川ダム、松尾ダムでは、粘土・シルト（0.075mm 以下）の割合が多く、下流に位置する川原ダムでは細砂、中砂（0.075mm～0.85mm）の割合が多くなっている。
- 上流河川領域を構成する粒径は、2mm 以下の砂から 200mm 程度の粗石まで幅広く存在する。特に中礫、粗礫（4.75mm～75mm）の割合が多くなっている。
- 中・下流河川領域を構成する粒径は、2mm 以下の砂から 200mm 程度の粗石まで幅広く存在する。このうち、粘土・シルト（0.075mm 以下）及び、細砂、中砂（0.075mm～0.85mm）の割合は僅かであり、大部分を粗砂、細礫（0.85mm～4.75mm）及び中礫、粗礫（4.75mm～75mm）が占めている。
- 海岸領域を構成する粒径は、汀線付近は 0.075～75mm までの砂と礫が存在するが、T.P.-2m 以深では、0.075mm～0.85mm の細砂、中砂がほとんどの割合を占めている。

上記を踏まえ、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、小丸川流砂系における河床材料の有効粒径集団を、粒径集団Ⅰ（0.075mm 以下）、粒径集団Ⅱ（0.075mm～0.85mm）、粒径集団Ⅲ（0.85mm～4.75mm）、粒径集団Ⅳ（4.75mm～75mm）、粒径集団Ⅴ（75mm 以上）の 5 区分に設定した。

図 3.18 に 5 区分した粒径集団を縦断的に整理した図を示す。また、これを基に、表 3.2 に示すように各流域における粒径集団の存在状況を分類した。

表 3.2 各領域での粒径集団の存在状況

呼称	粒径範囲 (mm)	本計画での呼称	土砂生産域	土砂流出域 (ダム領域)	土砂流出域(河川領域)		海岸領域
					上流河川 領域	中下流河川 領域	
粘土・シルト	～0.075	粒径集団Ⅰ	△	○	●	●	●
細砂、中砂	0.075～0.85	粒径集団Ⅱ	△	○	●	●	○
粗砂、細礫	0.85～4.75	粒径集団Ⅲ	○	△	△	△	○
中礫・粗礫	4.75～75	粒径集団Ⅳ	○	△	○	○	△
粗石、巨石	75～	粒径集団Ⅴ	△	—	△	△	●

○:多く存在 △:一部存在 ●:僅かに存在 —:存在せず



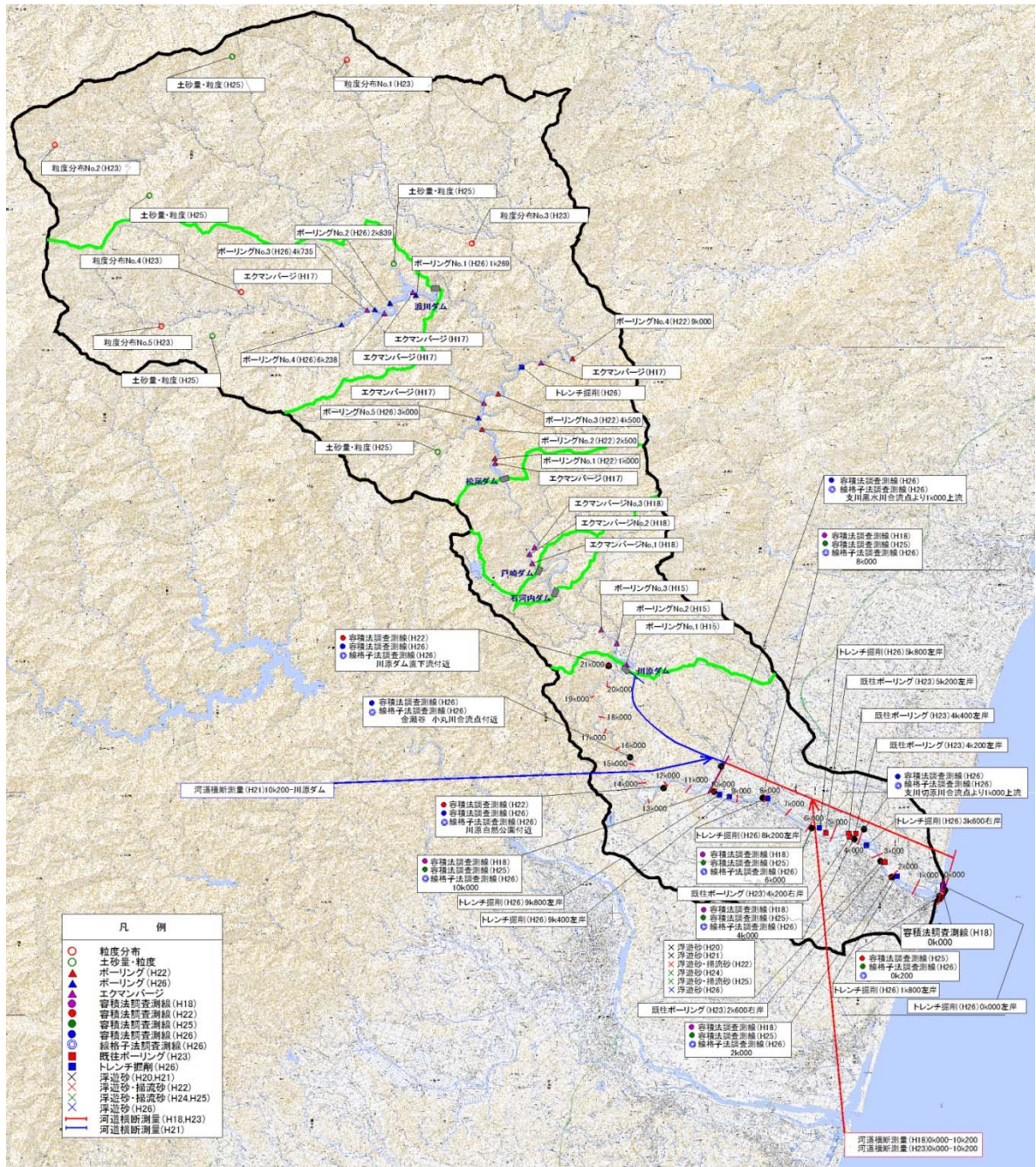


図 3.13 小丸川河床材料調査地点位置図

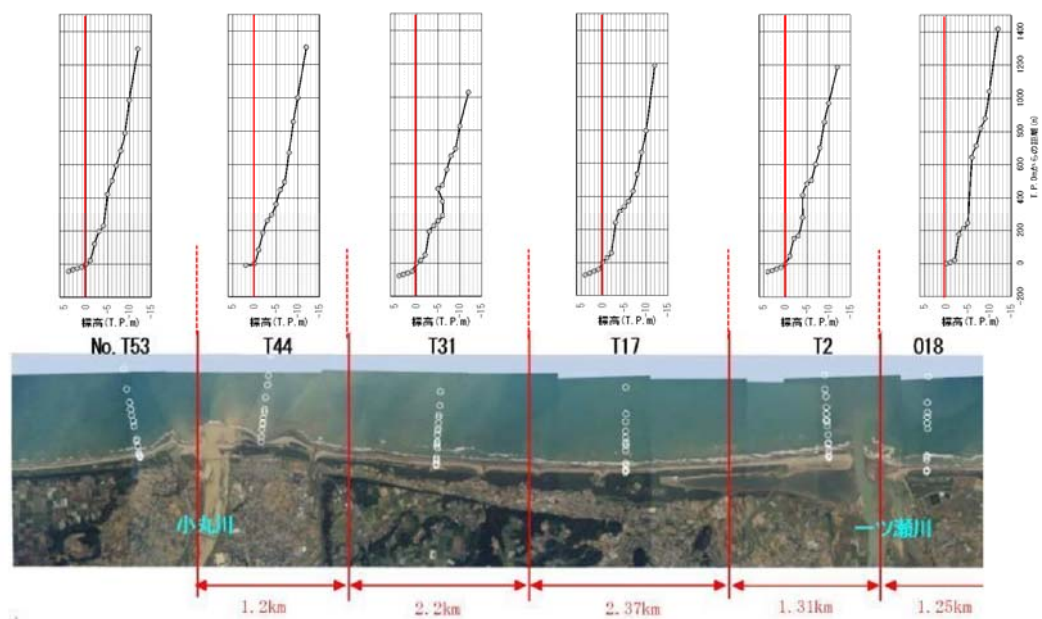
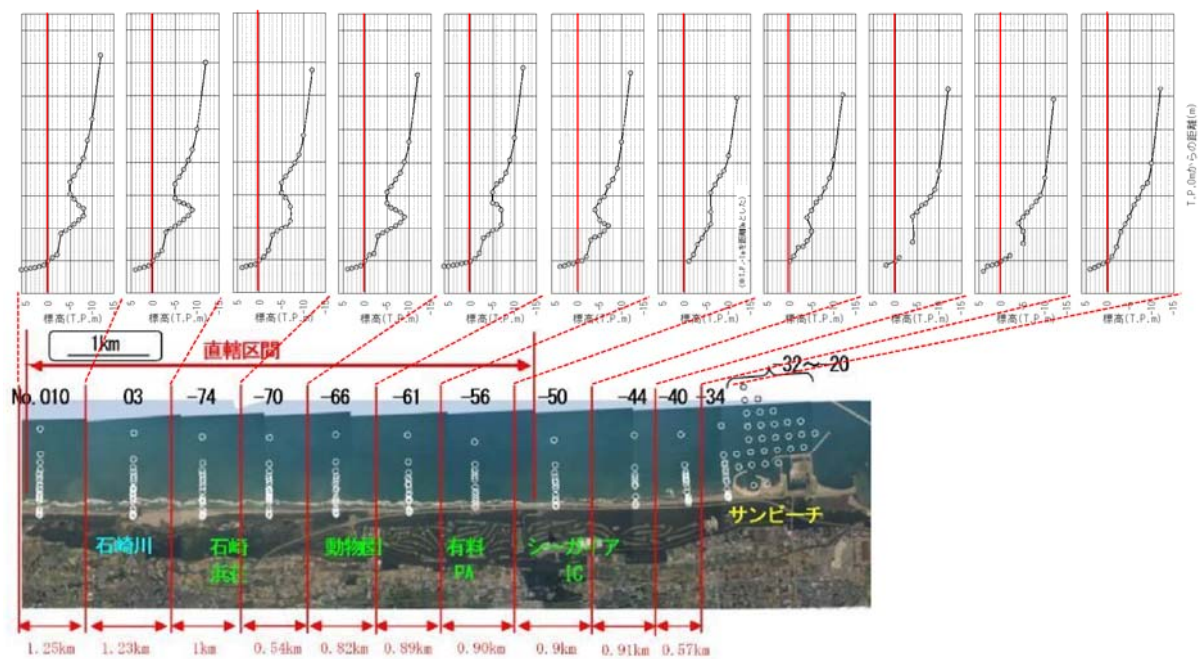
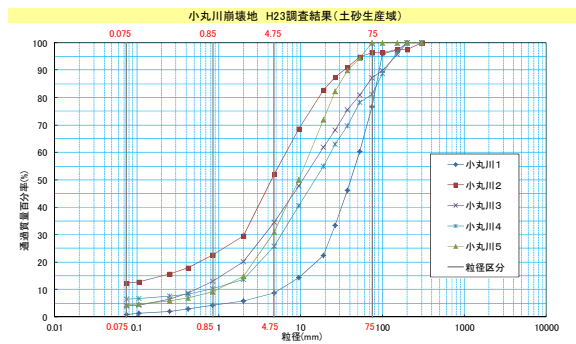


図 3.14 海岸領域の測線位置

【土砂生産域】



【土砂流出域 (ダム領域)】

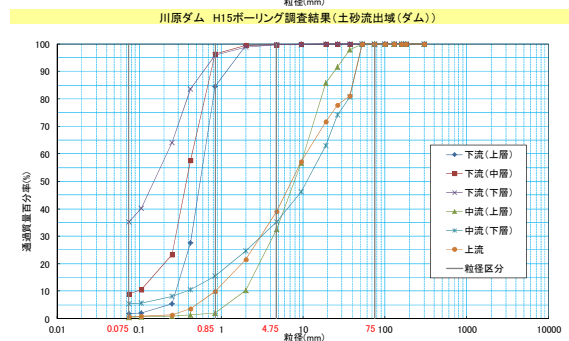
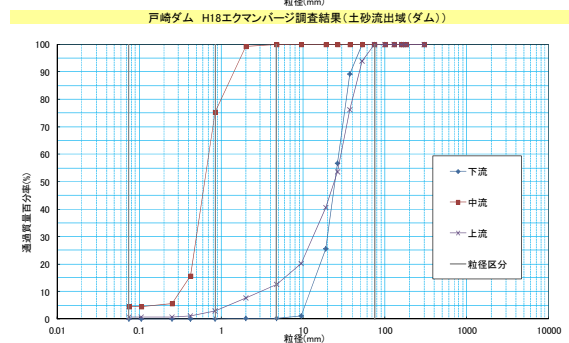
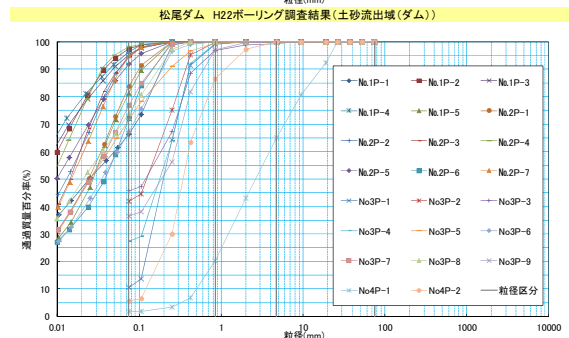
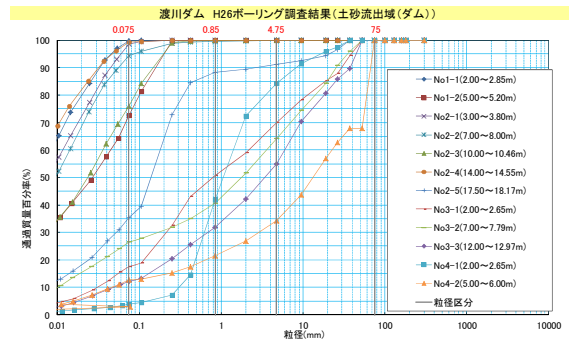
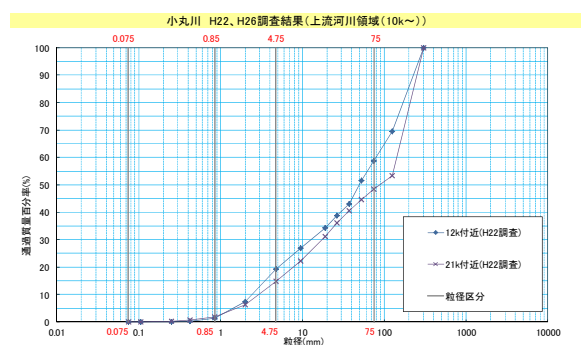


図 3.15 河床材料構成 (土砂生産域、土砂流出域 (ダム領域))

【上流河川領域】



【中・下流河川領域】

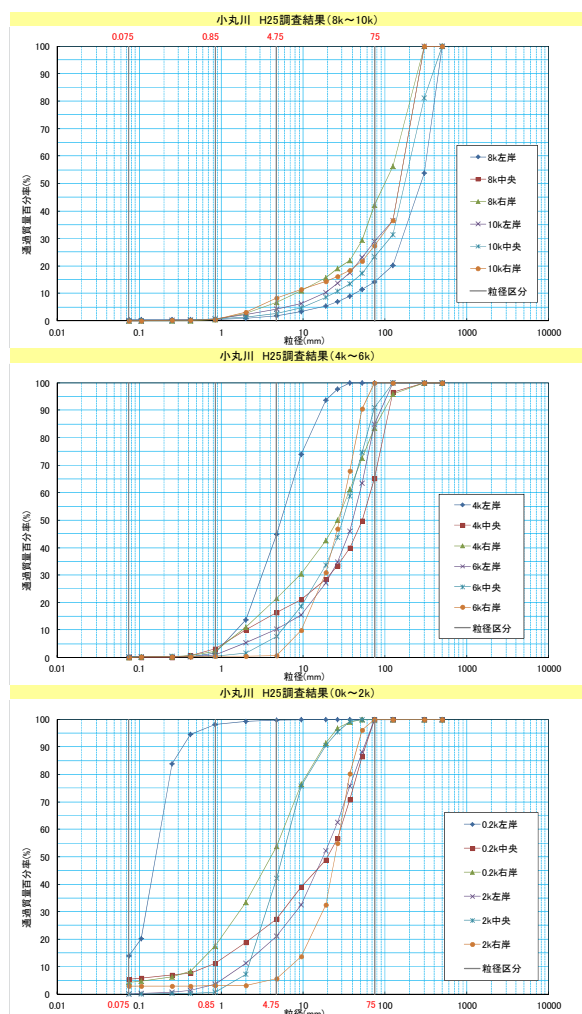
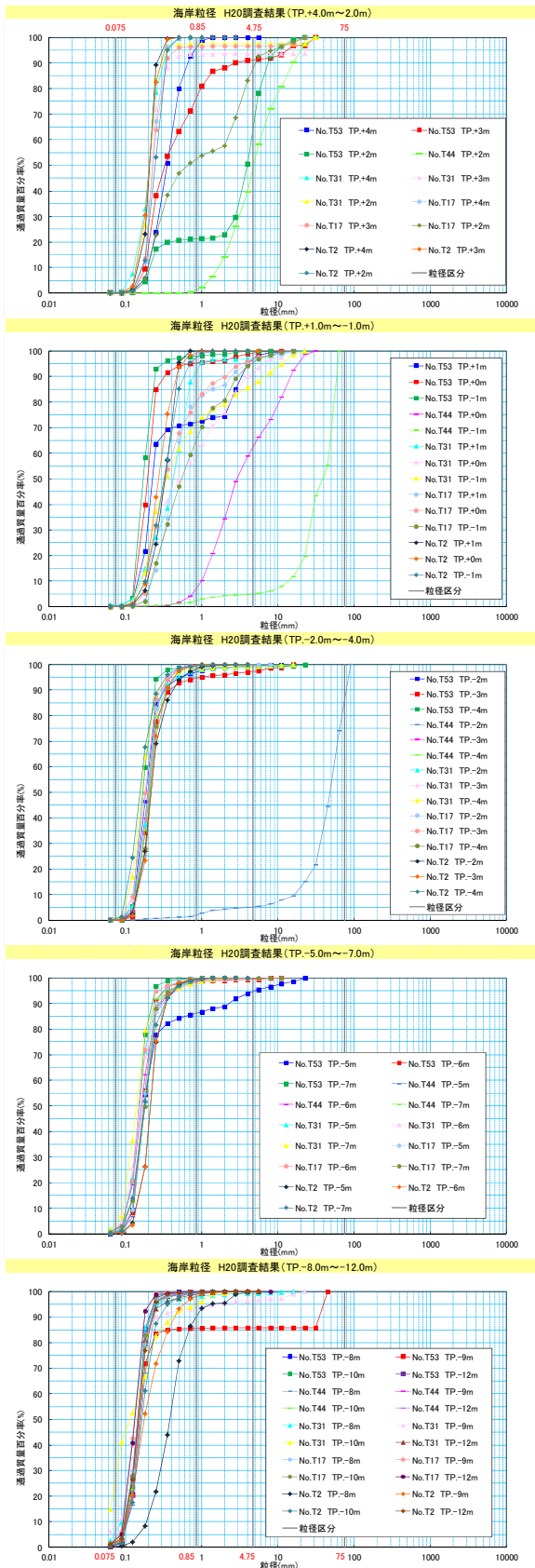


図 3.16 河床材料構成(上流河川領域、中・下流河川領域)

【海岸領域（小丸川～一ツ瀬川）】



【海岸領域（一ツ瀬川～宮崎港）】

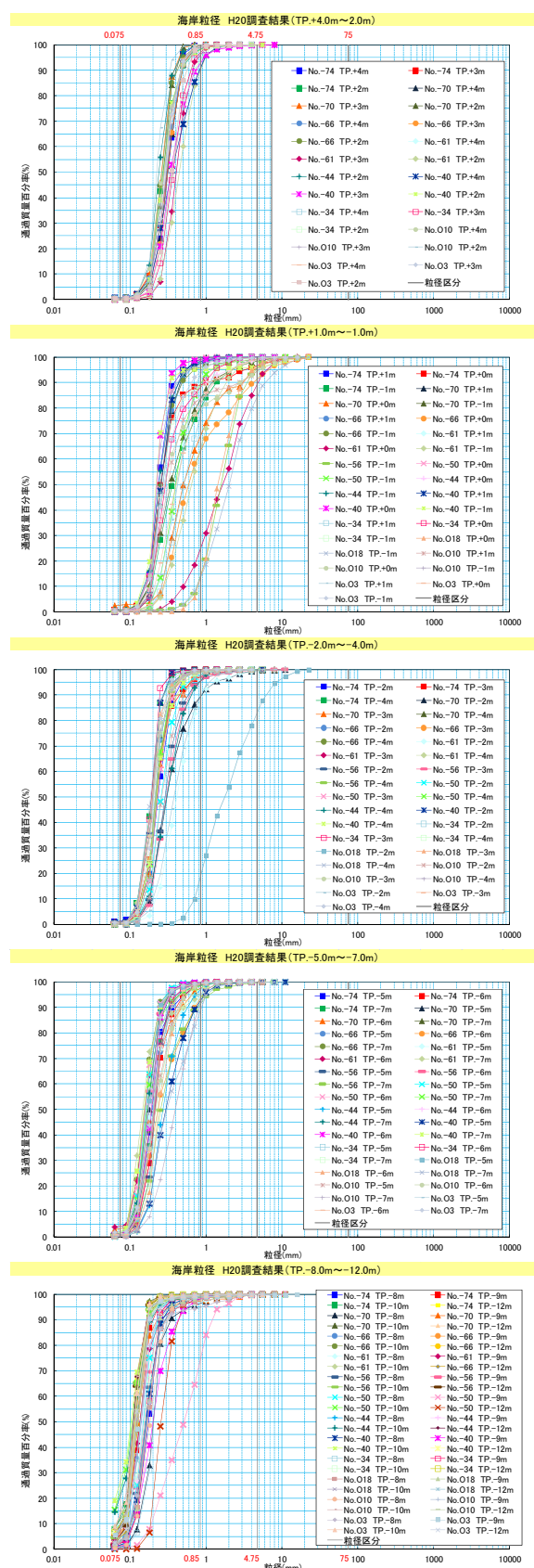


図 3.17 河床材料構成（海岸領域）

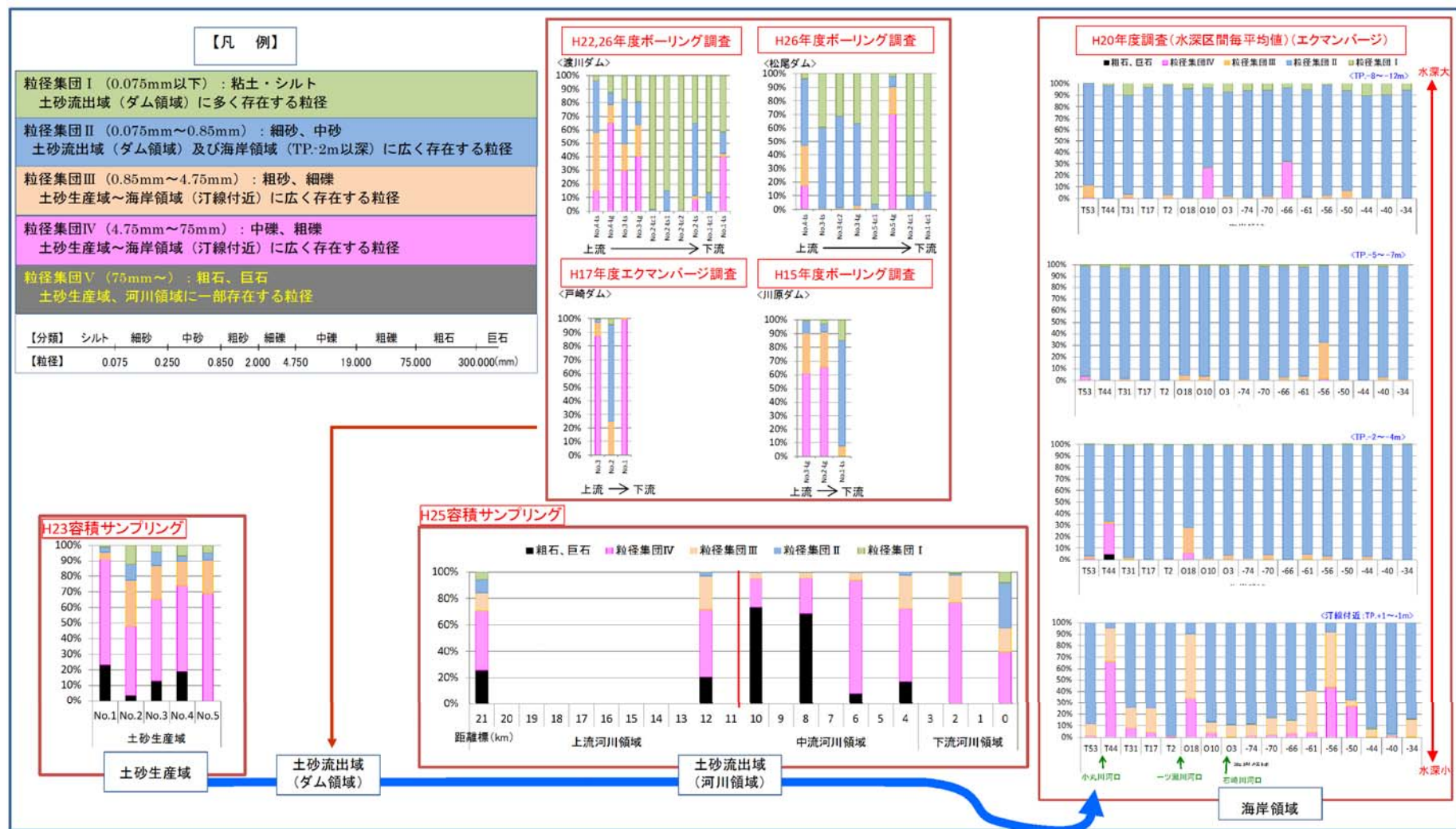


図 3.18 各領域における河床材料の存在状況

3.3 小丸川の土砂収支（土砂動態マップ）

小丸川における現状の土砂収支は、河床変動シミュレーションより図 3.19 のように推定される。なお、河床変動シミュレーションの条件については表 3.3 に示した。

図 3.19 より、土砂の総量でみると、土砂生産域から土砂流出域（ダム領域）への流出土砂量は 32.7 万 m^3 /年であるのに対し、土砂流出域（ダム領域）から土砂流出域（河川領域）への流出土砂量（＝川原ダム地点の通過土砂量）は 15.4 万 m^3 /年となっている。このうち、河川領域における粗粒化や海岸侵食の改善において必要となる粒径集団Ⅱ（細砂、中砂）～Ⅳ（中礫、粗礫）に着目すると、粒径集団Ⅱが 0.9 万 m^3 /年通過するのみであり、粒径集団Ⅲ（粗砂、細礫）～Ⅳ（中礫、粗礫）は通過していない。

また、海岸領域の主な構成材料である粒径集団ⅡとⅢをみると、河口から海岸領域への供給量は、2.1 万 m^3 /年となっている。

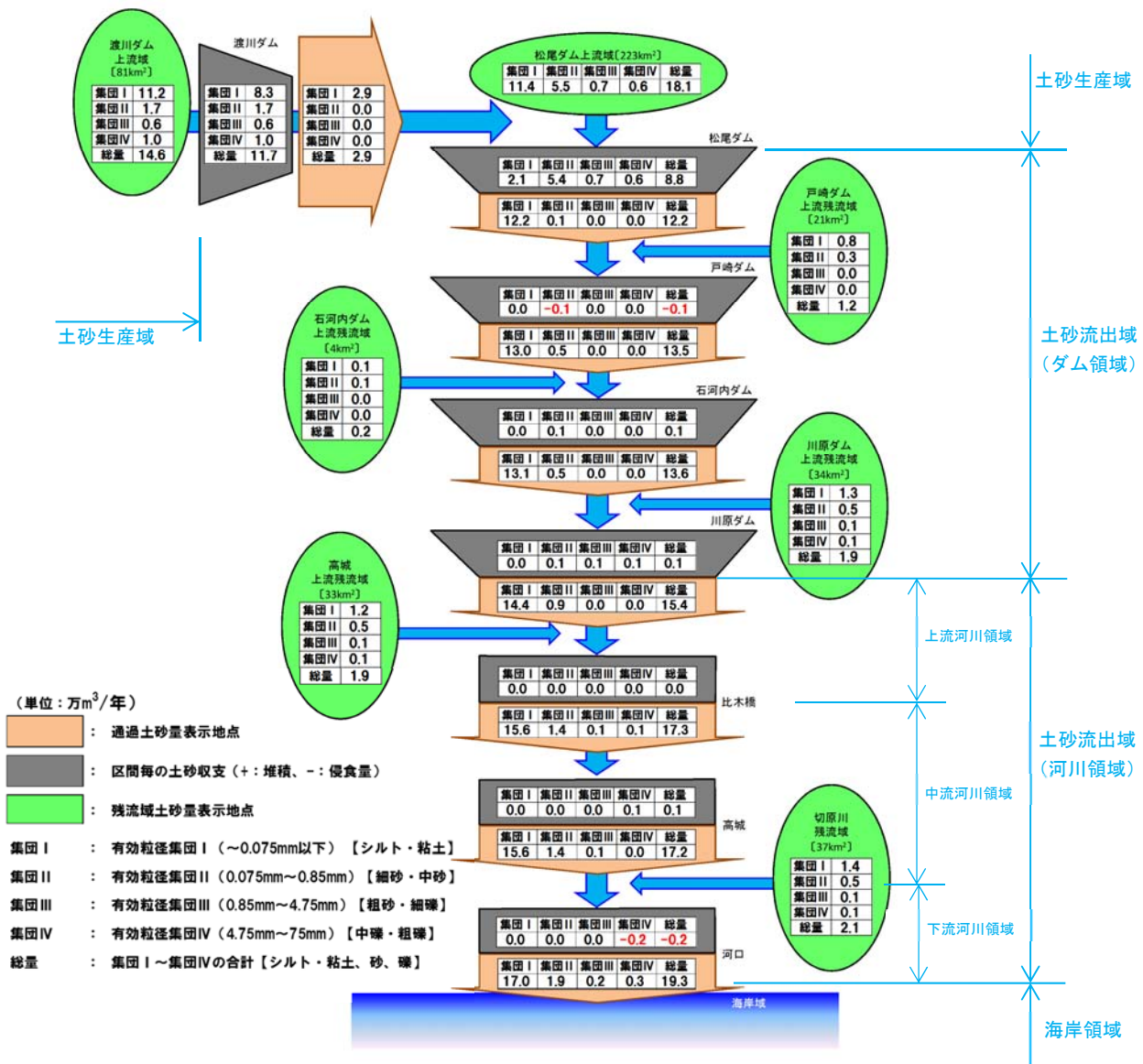


図 3.19 小丸川の現状における土砂動態マップ

表 3.3 土砂収支の推定に用いた河床変動シミュレーションの条件

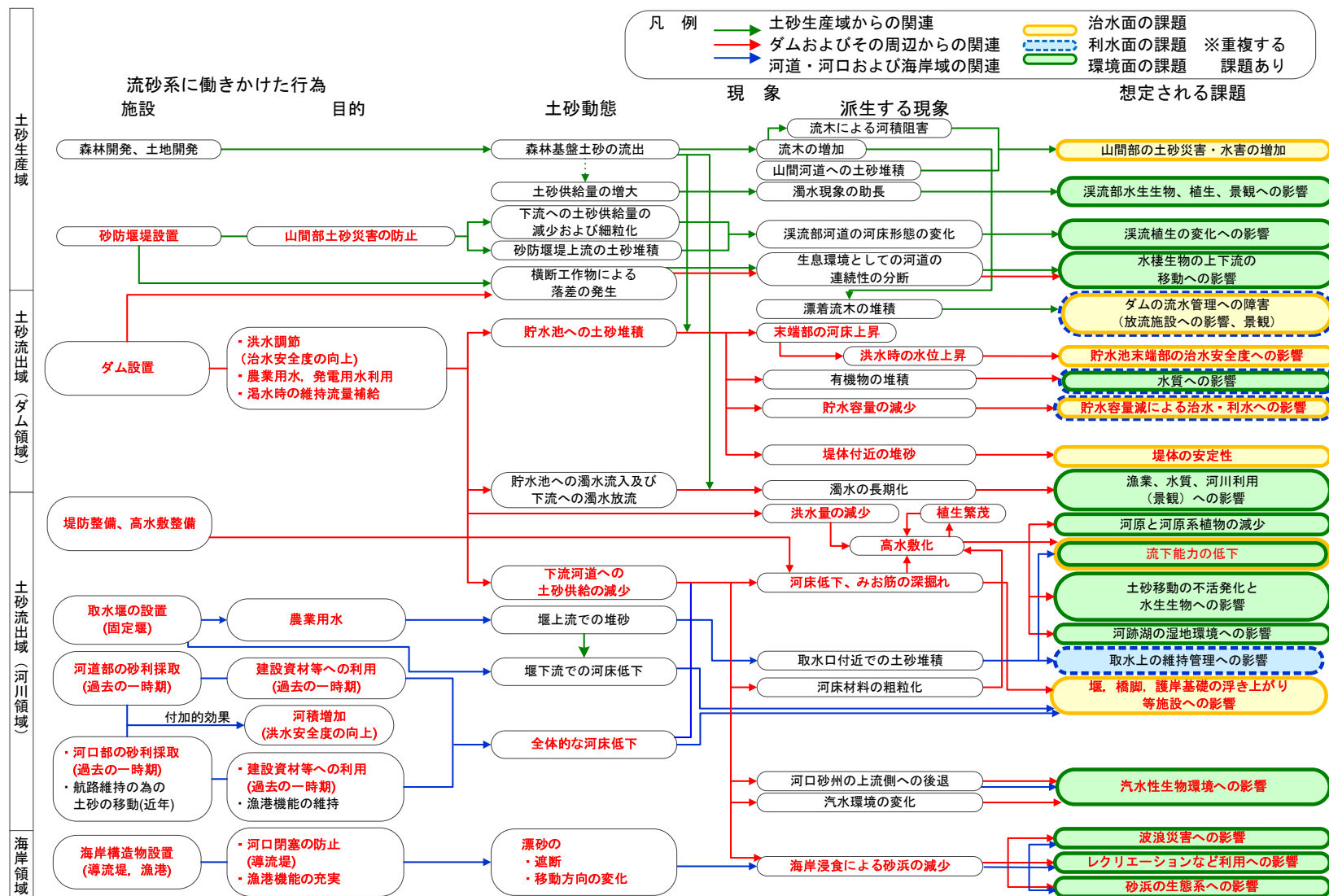
項 目	条 件	備 考
計算手法	一次元不定流河床変動計算	・ 掃流砂、浮遊砂（非平衡性）を考慮
計算範囲	河口～松尾ダム及び渡川ダム貯水池末端	
初期河道	現況河道	・ 各区間における最新の河道測量断面及び堆砂測量断面を用いるものとし、測量断面が存在しない区間は数値地図（平成 12 年）をもとにモデル化
計算期間	100 年間	・ $Q \cdot Q_s$ 式により推算される流入土砂量が、ダム完成からの平均的な流入土砂量と同程度となるように、平成 10 年～平成 22 年（13 年間）のうち 3 ヶ年^{※1,※2}を棄却した 10 ヶ年を、10 回繰り返し与えて計算 ※1：年最大流量が概ね計画規模となった平成 16 年、平成 17 年、及び、異常渇水となった平成 21 年を棄却した。 ※2：長期間の流量データが存在しないため、本計画では、近年流況に棄却条件を付加することで平均的な流入土砂量となるようにしている。今後、例えば、ダム堆砂対策施設の運用や維持管理（危機管理）を具体的に検討するような場合には、平成 16 年、平成 17 年の流況や、計画規模の洪水も考慮して検討を実施する必要がある。
下流端水位	実績潮位	
供給土砂量	流量と流砂量の関係式（ $Q \cdot Q_s$ 式）により推算	・ $Q \cdot Q_s$ 式は、松尾ダム及び渡川ダムの堆砂量（平成 10 年～平成 26 年）をもとに作成

3.4 現状における課題の整理とまとめ

小丸川流砂系における各領域での人為的作用とその影響の關係に着目し、土砂移動の連続性の観点から、発生する現象及び治水・利水・環境面上の想定される課題を整理すると、図 3.20 に示すとおりとなる。また、「3.1 各領域の現状と課題」及び図 3.20 の内容を踏まえて各領域での課題をまとめた結果を表 3.4 に示す。

表 3.4 小丸川流砂系における各領域の課題

領域	各領域での課題	課題に対する対応
全体	- ダムによる土砂の連続性の阻害に伴う下流域への影響を解決するためには、ダム貯水池内に流入する土砂や堆積した土砂をダム下流へ還元することが必要である。 - なお、ダムからの土砂の供給については、下流河道への堆積に伴う治水への影響や、発電など利水への影響を考慮した上で、河床材料の変化に伴う生物の生育・生息・繁殖場を含めた環境面への影響などを十分確認しながら、持続可能な対策を講じていく必要がある。	
土砂生産域	- 豪雨時には大量の土砂が生産されることで、土砂災害やダム貯水池への堆砂が懸念される。 - 伐採跡地において作業道の崩壊等によって林地の土砂が流出する場合がある。	- 山腹崩壊等による大規模な土砂流出の抑制と継続的な土砂供給の確保を目的として、透過型や管理型の土砂災害防止施設等の整備を行う必要がある。 - 適切な森林管理（伐採、再造林）や壊れ難い林道整備を推進する必要がある。
土砂流出域（ダム領域）	【治水】 - 松尾ダム・渡川ダムで治水容量の一部まで堆砂が進行しており、治水容量の不足に伴う治水安全度の低下が懸念される。 - 将来的には、計画堆砂位以上に堆砂することによる堤体の安定性の低下も懸念される。 【利水】 - 松尾ダム・渡川ダムで利水容量内の堆砂が進行しており、発電や灌漑への影響が懸念される。 【環境】 - 洪水後の濁水が長期に及ぶと魚類等への影響が懸念される。	【治水】 - 治水容量維持のための土砂掘削のみでは対応が困難となる可能性があることから、抜本的な流入土砂対策を視野に対策を実施する必要がある。 【利水】 - 総合的な判断のもと対応を講じる必要がある。 【環境】 - 堆砂対策手法の選定においては、濁水長期化軽減にも寄与できる手法を選定する必要がある。
土砂流出域（河川領域）	【治水】 - 河床低下や局所洗掘に伴う河川構造物の安全性の低下が懸念される。 - 樁筋の固定化により、局所洗掘による堤防護岸の被災及び河道内樹木の繁茂による河積阻害が発生している。 【環境】 - 河床材料の粗粒化に伴う生物の生育・生息・繁殖場への影響が懸念される。	【治水】 - ダムからの土砂供給により河床低下や局所洗掘に伴う河川構造物の安全性低下を改善させる必要がある。土砂供給にあたっては、河川環境や流下能力への影響も考慮しながら適切な維持管理を行っていく必要がある。 【環境】 - ダムからの土砂供給により粗粒化の改善を図る必要がある。土砂供給にあたっては、物理環境変化を継続的に監視する。
海岸領域（宮崎海岸）	【防災】 - 砂浜の消失に伴い波浪の減衰が低下し、背後地が被災する可能性がある。 【利用】 - 海岸利用のための空間が減少している。 【環境】 - アカウミガメ等の多様な野生生物の生育・生息・繁殖の場が減少している。	【防災・利用・環境】 河川から海岸への流出土砂量を増加させるために、ダムで遮断されている土砂を流下させる必要がある。



※赤字は既往の実測データ等により確認できているもの

図 3.20 小丸川流砂系における人為的インパクトと影響の構図

4. 小丸川流砂系の目指す姿

4.1 小丸川のあるべき姿と河川環境改善目標

4.1.1 小丸川流砂系のあるべき姿のイメージ

宮崎県中部流砂系の総合土砂管理にあたっては、山地から河道・海岸まで、流域で生きる人間と多様な生物が共生できる流砂系を本来の“あるべき姿”と捉え、以下の3つの目標が掲げられている。

- ① 人為的影響に起因した土砂環境に対する課題の軽減
- ② 流域住民の安全・安心や生活基盤を支える諸施設の機能の保全
- ③ 多様な生物が生育・生息・繁殖できる流域環境の誘導

上記の目標及び小丸川の現状と課題を踏まえ、土砂移動の観点からみた各領域における小丸川流砂系のあるべき姿のイメージを表4.1のとおり設定する。

表 4.1 小丸川流砂系のあるべき姿のイメージ

領域	あるべき姿のイメージ
土砂生産域	・ 山腹崩壊等による大規模な土砂流出を抑制して土砂災害に対する安全・安心を確保しつつ、長期的・継続的には下流へ安全に土砂を流下させる。
土砂流出域 (ダム領域)	・ ダムへの流入土砂に対して抜本的な対策を行うことで、ダムの治水・利水機能を維持するとともに、下流域への土砂移動の連続性を確保し、濁水長期化を極力軽減させる。 ・ ダム下流へ安全に土砂を移動させて堆砂を抑制し、背水区間における洪水時の安全性を確保する。
土砂流出域 (河川領域)	・ 上流からの土砂供給により、河床低下や局所洗掘に伴う河川構造物の安全性の低下を改善しつつ、洪水時の流下能力（河積）を維持する。 ・ 中流域における連続する瀬淵や大規模な砂礫河原、下流域における干潟・入江や砂礫が卓越する河口砂州といった、小丸川特有の河川環境を回復させ、維持する。 ・ 海岸領域への長期的・継続的な土砂供給（連続性）を確保する。
海岸領域	・ 河川領域からの流出土砂を増加させ、高潮・越波災害に対する安全性の確保、海岸利用の促進、生物の生育・生息・繁殖場の回復などのために必要な砂浜幅を確保する。

4.1.2 河川環境のあるべき姿と改善目標

(1) 河川環境のあるべき姿

中下流の河川領域については、さらに具体化して、「川の中の物理環境（河床材料、砂礫河原、瀬淵）」、「生物環境（魚介類、植物）」、「住民生活との関わり」の各観点から、河川環境のあるべき姿を設定した。なお、設定にあたっては、空撮写真による変遷把握、文献調査、オーラル・ヒストリー調査、直轄地点との対照地点調査、河床材料調査、トレンチ調査による昔の河床材料の把握、アユ産卵場調査の結果に基づき推定した、かつての小丸川の姿を参考にした。

(2) 河川環境の改善目標

河川環境の改善は、生物の生育・生息・繁殖場の改善として評価可能であるため、河川環境のあるべき姿と物理環境変化との関連を明確化し、河川環境の改善目標を川の中の物理環境により設定するものとした。

現在生じている物理環境変化（粗粒化や河床高変化、砂礫河原の面積の減少）は生物環境の変化につながる可能性がある（図 4.1 参照）。このため、土砂管理対策によって物理環境を改善させ、生物環境の改善を目指すものとする。

1) 川の中の物理環境（河床材料）の改善目標

河床材料については、ダム建設の影響が小さかったと考えられる昭和 30 年頃の粒径分布に近づけることを改善目標とする。なお、昭和 30 年頃の粒径分布についてはトレンチ調査により推定した。

2) 川の中の物理環境（砂礫河原、瀬淵）の改善目標

砂礫河原や瀬淵については、過去の空中写真から推定される砂礫河原の面積及び瀬淵の分布状況に近づけることを改善目標とする。

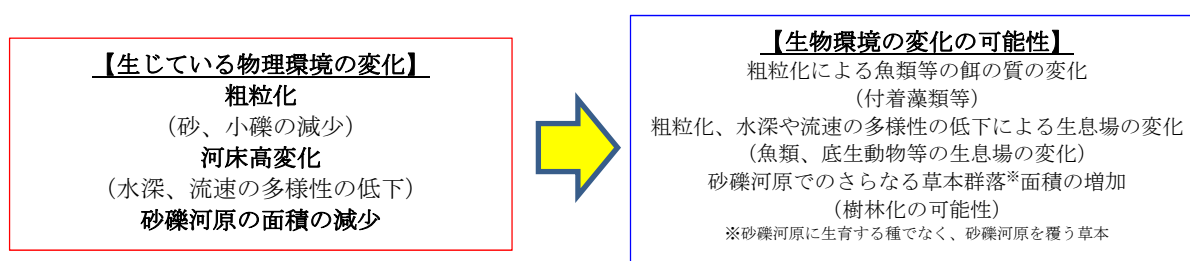


図 4.1 物理環境変化と生物環境の変化の可能性

(3) 改善目標に対する評価指標

土砂管理対策によって物理環境が改善され、それに伴って生物環境が改善することを想定し、改善効果を評価可能な指標を設定した。また、設定した評価指標に対して、それぞれモニタリングにより環境改善効果の評価を行っていくこととした。

以上の考え方にに基づき、あるべき姿、目標、評価指標、モニタリング方法を、表 4.2、表 4.3 に示すとおり設定した。なお、設定にあたっては、次の点を考慮した。

- 改善目標の設定においては、あるべき姿と物理環境変化との関連を明確にすること。
- 生物環境については、わかりやすさを重視して流域住民にとって象徴的な種を指標（代表）とするが、指標種以外の種として生育・生息・繁殖環境の改善状況を評価すること。
- 住民生活との関わりについては、利用の視点から目標を表現すること。
- 短期的、中期的、長期的な対策を講じることで、人為的改変による影響の軽減を目指していくものとし、設定した指標について現状に対する経年的な改善状況をモニタリングし、評価すること。

表 4.2 下流河川領域（河口～切原川合流点）のあるべき姿と目標・評価指標等

	川の中の物理環境		生物環境		住民生活との関わり
	(河床材料)	(砂礫河原)	(魚介類)	(植物)	
あるべき姿	・10mm 程度以下の砂分を多く含む河口付近の入り江や干潟。 ・100mm 程度の石礫が混じる砂州。	・宮崎海岸の干満と小丸川の流れによって形成される干潟と入り江からなる広大な汽水域。 ・砂礫が卓越する河道内砂州。	・干潟ではシジミが採れ、コアマモを成長の場とするアカメなどの汽水域・海水魚が群れ泳ぐ汽水域。	・入り江には重要種のコアマモが、干潟にはハマボウが生育する汽水の水辺。	・シジミ採りをする姿がみられる河口の干潟と、食卓に上ることもある地域の生活。
改善目標	・砂礫の混じる河口砂州に。	・河口砂州の砂礫河原と草本面積の割合を S40 や H17 年程度に回復。	・アカメ等の河口・汽水域で生息する魚介類の保全。 ※アカメ以外にも多くの重要な魚介類が生息。	・ハマボウ、コアマモ群落等の面積が現在より増加。 ※ハマボウ以外にも多くの重要な植物が生息。	・シジミ採りをする姿が見られる河口に。
評価指標	・粒径分布で評価。 ・20mm～100mm の礫を 20%程度含み、2mm 以下の砂を 50%程度に増加。 ※推定される昔の河床材料の粒径分布を具体的な目標値として設定。	・河口砂州の砂礫河原と草本の面積で評価。	・物理環境変化によって生息環境が変化することが想定される魚介類の生息状況で評価（確認種数、個体数）。	・ハマボウ、コアマモ群落等の面積で評価。 ・河口砂州の砂礫河原における植物の生育状況で評価（確認種）。	・シジミ採りをする人数で評価。
モニタリング調査	・河床材料調査	・航空写真撮影 ・河川水辺の国勢調査（環境基図（水域）） ※環境基図で瀬淵分布を把握、航空写真で河口砂州の砂礫河原の面積を把握。	・河川水辺の国勢調査（魚類、底生動物）	・河川水辺の国勢調査（植物、環境基図（陸域）） ※河川水辺の国勢調査では群落面積は 1km ピッチで集計される。	・河川水辺の国勢調査（利用実態調査） ・漁協への聞き取り

※1：河床材料のあるべき姿については、トレンチ調査による S30 年頃（推定）の粒径、文献調査（写真）による S40 年代以前の河床材料、オーラル・ヒストリー、直轄区間との対照調査を参考に設定された。

 ：河川環境から求める必要土砂量の計算に用いる目標

表 4.3 中流河川領域（切原川合流点～直轄上流端）のあるべき姿と目標・評価指標等

	川の中の物理環境		生物環境		住民生活との 関わり
	(河床材料)	(砂礫河原)	(魚介類)	(植物)	
あるべき姿	・瀬の河床材料は、100mm 以下の礫分が 80%程度を占めるような瀬。 ・川の中には、砂礫が多い所など様々な場。	・瀬や淵が連続し、大規模な砂礫河原が形成される、竹鳩橋上流から切原川合流点付近の良好な河川環境。	・スイカの匂いをするアユが生息し、瀬ではアユが産卵し、川底にはツガニが生息する清らかな川。	・砂礫河原には、カワラハハコ等の植物が生育する川。	・広い瀬では、スイカの香りがするアユ釣りをする姿がみられる川。
改善目標	・比木橋下流の河床粒径の100mm 以下の割合を 80%程度、20mm 以下を 60%程度。	・竹鳩橋上下流の砂礫河原と草本面積の割合を S58 や H17 程度に回復。 ・瀬淵の形成状況を維持。 ※主要な砂礫河原は 3k200～6k の区間に存在。 ※主要な瀬は 29 箇所、淵は 9 箇所存在(H24 環境基図より)。	・アユの産卵環境等魚類の生息環境(河床材料)を改善。 ※アユ以外にも多くの重要な魚介類が生息。	・カワラハハコ等の群落面積が現在より増加。 ※カワラハハコ以外にも多くの重要な植物が生息。	・アユ釣りをする姿が見られる川に。
評価指標	・粒径分布で評価。 ・河床材料の粒径 100mm 以下の割合を 80%程度に、20mm 以下を 60%程度に増加。 ※推定される昔の河床材料の粒径分布を具体的な目標値として設定。 ※平均年最大流量相当の中流部の移動限界粒径の最小値は約 20mm。	・砂礫河原と草本の面積で評価。 ・瀬淵の数で評価。 ※上記に加え、水際が直線化していないか、瀬淵がセットになっているか、箇所が多いか、流速、水深は多様であるかを確認。	・粒径分布で産卵場の改善状況を評価。 ・物理環境変化によって生息環境が変化することが想定される魚介類の生息状況で評価(確認種、個体数等)。	・カワラハハコ群落等の面積で評価。 ・砂礫河原における植物の生育状況で評価(確認種)。	・釣りをする人数で評価。
モニタリング調査	・河床材料調査	・航空写真撮影 ・河川水辺の国勢調査(環境基図(水域)) ※環境基図で瀬淵分布を把握、航空写真で砂礫河原の面積を把握。	・河川水辺の国勢調査(魚類、底生動物)	・河川水辺の国勢調査(植物、環境基図(陸域)) ※河川水辺の国勢調査では群落面積は 1km ピッチで集計される。	・河川水辺の国勢調査(利用実態調査) ・漁協への聞き取り

※1：河床材料のあるべき姿については、トレンチ調査による S30 年頃（推定）の粒径、文献調査（写真）による S40 年代以前の河床材料、オーラル・ヒストリー、直轄区間との対照調査を参考に設定された。

 ：河川環境から求める必要土砂量の計算に用いる目標

4.2 小丸川流砂系の土砂管理目標と土砂管理指標

4.2.1 土砂管理目標

(1) 土砂管理目標の設定の考え方

小丸川流砂系のあるべき姿に改善していく上での数値目標として、土砂管理上における主要地点の土砂移動量で示した土砂管理目標を設定した。各領域（ダム、河川、海岸）における課題解決のために必要となる土砂量は、それぞれ異なっている。そのため、ある領域で必要となる土砂量が、他の領域では過剰となる場合や不足する場合も想定される。

このため、総合土砂管理計画における土砂管理目標は、これら各領域で必要となる土砂量の関係や、対策を行う上での実現性を踏まえて総合的に判断して設定した。

各領域において必要となる土砂量としては、下記が挙げられる。

ダム領域：ダムの機能維持のために必要な対策土砂量（下流へ排出・還元する土砂量）

河川領域：河川環境改善効果と治水上の影響の関係からみた土砂供給量

海岸領域：海岸事業に寄与する土砂流出量^{※1}

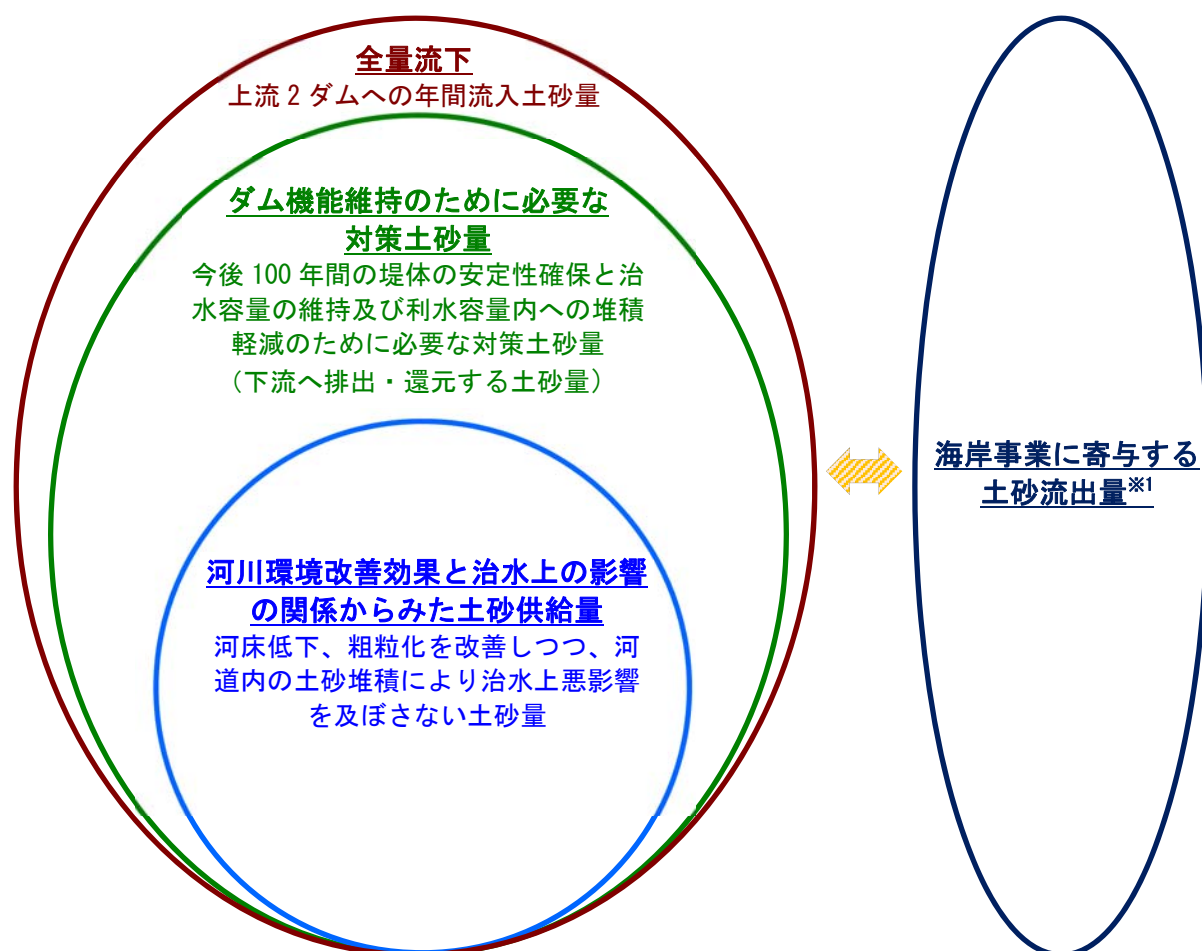


図 4.2 各領域において必要となる土砂量のイメージ^{※2}

※1：今後、一ツ瀬川等の宮崎県中部流砂系における他河川を含めた海岸領域への影響・効果検討を行った上で十分に検討し設定する必要がある。

※2：各領域の円の大きさはあくまでイメージ。ここで大小の関係を定義しているものではない。

(2) 各領域において必要となる土砂量

1) ダム領域：ダム機能維持のために必要な対策土砂量

松尾ダム・渡川ダムでは現状で計画堆砂量以上の堆砂が進行している。将来的には、計画堆砂位以上に堆砂することによる堤体の安定性の低下や、有効容量内への堆砂による治水・利水機能の低下が懸念される。これらの課題を踏まえ、ダム領域における対策土砂量は、ダムの安定性及び治水機能を今後 100 年間維持し、利水機能の低下を軽減するために必要な対策土砂量として設定した。具体的には、下記の条件を満足するために必要な土砂排出・還元量を設定した。

条件①：堤体の安定性から 100 年後にダムサイト付近の河床高が計画堆砂位を上回らないこと

条件②：治水容量を確保・維持すること、及び利水容量内への堆積を極力軽減すること
河床変動シミュレーションによれば、松尾ダム・渡川ダムあわせて約 4.4～6.0 万 m^3 /年の流入土砂を下流へ排出・還元した場合、ダム機能の維持が可能（条件①、条件②を満足する）との結果を得た。このとき、粒径集団Ⅱは 1.7～2.2 万 m^3 /年程度、粒径集団Ⅲは 0.5～0.6 万 m^3 /年程度、下流に還元することが可能となる。また、この還元土砂量は、ダム流入土砂量の約 40%程度に相当している。

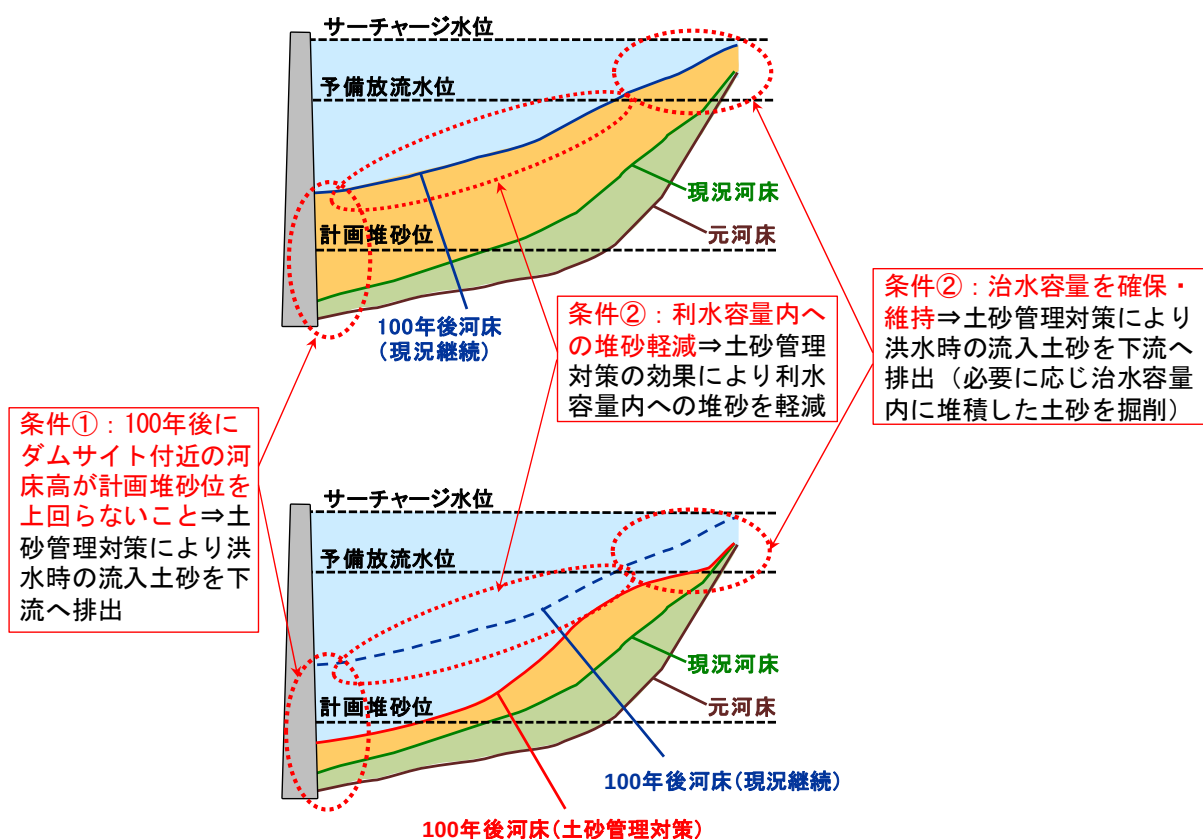


図 4.3 ダム機能維持のために必要な対策土砂量の考え方

2) 河川領域：河川環境改善効果と治水上の影響の関係からみた土砂供給量

河川領域では、土砂供給量の減少に伴う河床低下（近年は概ね安定傾向）や粗粒化等が生じている。これらの課題を踏まえ、下記の条件を満足させるために必要な土砂供給量を設定した。具体的には、土砂供給量を変化させた場合における河道の応答について感度分析を行い、土砂供給量と河川環境・治水上の効果及び影響を把握することで、必要な土砂供給量を設定した。

条件①：河道内の土砂堆積により、治水上悪影響を及ぼさないこと

条件②：物理環境（粗粒化）を改善させることで、生物の生育・生息・繁殖場の改善、保全を目指すこと

土砂流出域（ダム）からの土砂供給量を、[松尾ダム及び渡川ダムに流入する土砂量の合計値]×100%、80%、60%、40%、20%の土砂量が川原ダム下流に還元されたとした場合について河床変動シミュレーションを行い、条件①、条件②を満足する土砂供給量を試算した。その結果、ダムへの流入土砂量の40%を供給した場合には、治水上の影響を概ね許容でき、かつ、河川環境改善効果も期待できる結果となった。このとき、川原ダム地点を通過する土砂量は13.1万 m³/年であり、このうち粒径集団Ⅱは2.9万 m³/年、粒径集団Ⅲは0.5万 m³/年である。

なお、上記における土砂供給時の効果・影響の評価方法は下記のとおりとした。

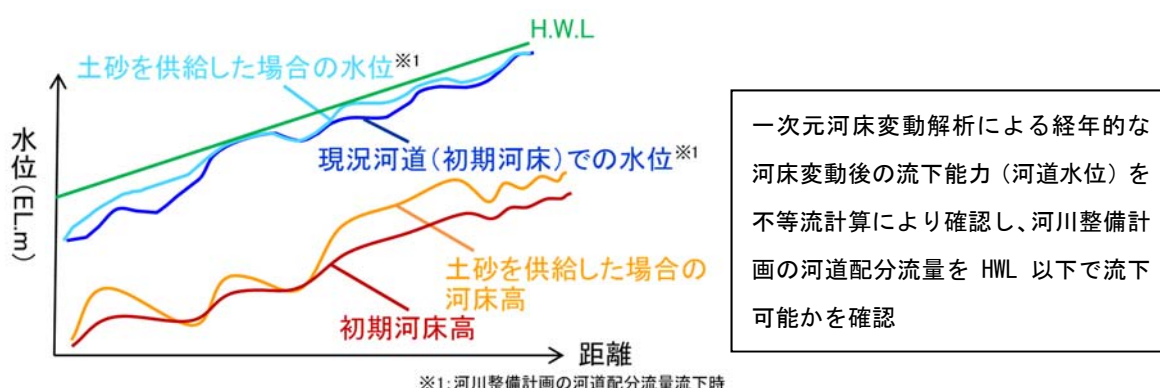


図 4.4 治水上の影響（条件①）の評価方法

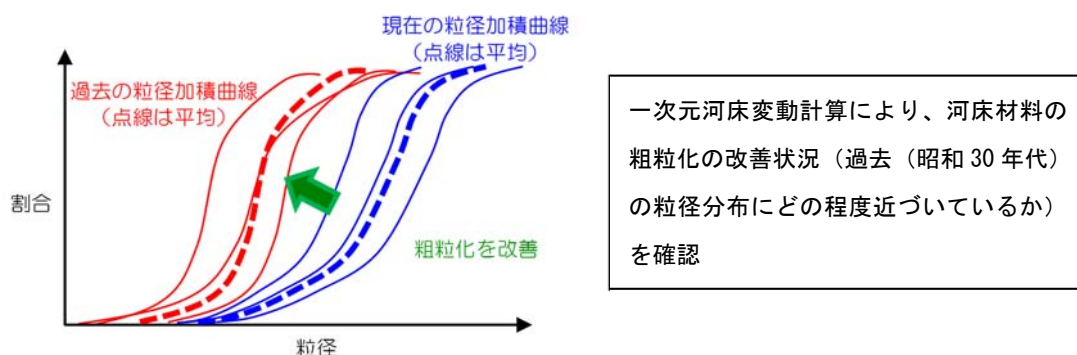


図 4.5 河川環境の改善効果（条件②）の評価方法

3) 海岸領域：海岸事業に寄与する土砂流出量

目標設定の考え方としては「海岸事業上、将来も必要とされている養浜量の軽減」などが考えられるが、今後一ツ瀬川等の中部流砂系の河川を含めた海岸領域への影響・効果検討を行った上で十分に検討し、設定する必要がある。

このため、本計画では、ダム領域及び河川領域の対策を実施した場合に、河口から供給可能な粒径集団別の土砂量を整理するに留めた。

(3) 土砂管理目標

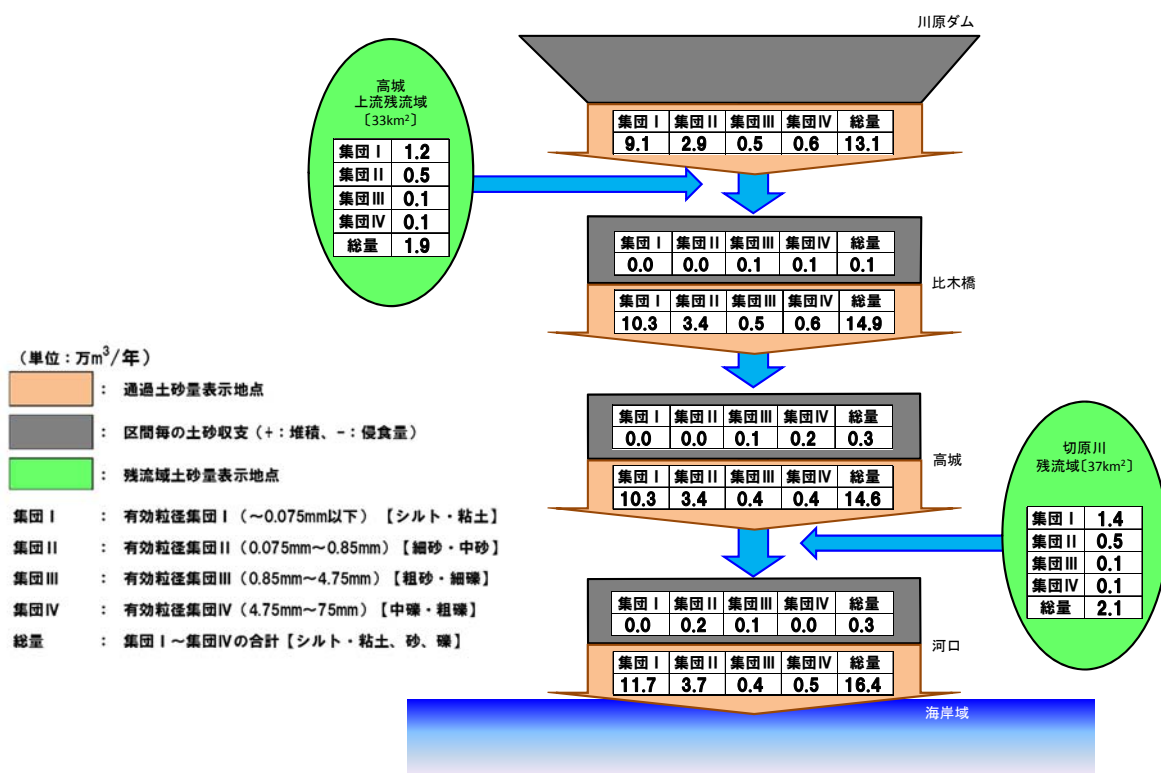
1) 土砂管理目標の設定

あるべき姿を実現するための流砂系の共通した数値目標として、主要地点の粒径集団ごとの通過土砂量により、土砂管理目標を設定した。

土砂管理目標は、各領域において必要となる土砂量を踏まえ、松尾ダム・渡川ダムの流入土砂量の 40%を河川領域に還元した場合における通過土砂量を参考に、図 4.6 に示すとおり設定した。なお、この土砂管理目標は長期的な土砂収支として大洪水から小洪水まで幅広い土砂収支がある中での平均的な値としている。

ここで、図 4.6 は、松尾ダム・渡川ダムへの流入土砂量の 40%を、それと同じ粒径構成割合で還元した場合の土砂収支として示したものである。人為的なインパクトが加わる以前における小丸川の海岸領域への土砂供給能力からみると、可能な範囲でこの値以上の土砂を海岸領域へ供給することが望ましい。また、設定した粒径集団別の土砂管理目標は、各領域において必要とする土砂量や粒径からみると、以下のことを意味している点に留意しなければならない。

- ダム領域：ダム堤体付近や利水容量内の堆砂を抑制するためには、河川領域及び海岸領域で必要としている粒径集団ⅡやⅢだけでなく、粒径集団Ⅰのような細粒分も排砂する必要がある。また、治水容量内への堆砂を抑制するためには粒径集団Ⅳも排出する必要がある。このため、ダム領域については、粒径集団Ⅰ～Ⅳの総量として目標値以上（松尾ダム地点で約 4.4～6.0 万 m³/年以上）の土砂を下流へ排出・還元することを目指す。
- 河川領域：河川領域の粗粒化改善及び海岸領域への土砂供給のためには、粒径集団ⅡとⅢをできるだけ多く還元することが望まれる。また、河床低下及び局所洗掘対策としては粒径集団Ⅳも必要である。したがって、河川領域については、治水上の影響を許容できる範囲で、粒径集団Ⅱ、Ⅲ、Ⅳを目標値以上（川原ダム地点で粒径集団Ⅱを 2.9 万 m³/年以上、粒径集団Ⅲを 0.5 万 m³/年以上、粒径集団Ⅳを 0.6 万 m³/年以上）供給することを目指すものとする。ただし、粒径集団Ⅳについては、河床上昇による治水面への影響に十分留意して供給する必要がある。また、粒径集団Ⅰは基本的には河川領域を通過するため、目標値として取り扱わない。
- 海岸領域：理想的には、河口から海岸への粒径集団Ⅱ～Ⅳの供給量を、ダム等の人為的影響がない小丸川本来の状態にできるだけ近づけることが望ましい。したがって、海岸領域については、河川領域における治水上の影響を許容できる範囲で、粒径集団Ⅱ～Ⅳを目標値以上（河口で粒径集団Ⅱを 3.7 万 m³/年以上、粒径集団Ⅲを 0.4 万 m³/年以上、粒径集団Ⅳを 0.5 万 m³/年以上）供給することを目指す。なお、粒径集団Ⅰは、海岸領域で必要としている粒径ではないことから、目標値として取り扱わない。



※上図は、松尾ダム・渡川ダムへの流入土砂量の40%を、それと同じ粒径構成割合で還元した場合の土砂収支として示したものである。人為的なインパクトが加わる以前における小丸川の海岸領域への土砂供給能力からみると、可能な範囲でこの値以上の土砂を海岸領域へ供給することが望ましい。また、設定した土砂管理目標は、各領域において必要とする土砂量や粒径からみると、粒径集団によって意味合いが異なる点に留意しなければならない。

※粒径集団Ⅰは河川領域を通過、海岸領域で必要としている粒径ではないため、目標値として取り扱わない。

図 4.6 土砂管理目標

2) 土砂管理目標の土砂を供給した場合の効果・影響

① ダム領域

河床変動シミュレーション結果より、松尾ダム・渡川ダムについては、土砂管理目標の土砂（流入土砂量の 40%）を下流へ排出・還元することで、今後 100 年間におけるダム堤体の安定性の確保と、治水機能の確保・維持（治水容量の確保・維持）及び利水機能の低下の軽減（利水容量内への堆砂の軽減）が可能となる。

なお、ここでは、松尾ダム～川原ダム間（戸崎ダム、石河内ダム、川原ダム）については、土砂を通過させるための対策を実施することで、川原ダム下流へ目標とする土砂量が還元されると仮定しているが、対策手法の詳細については、今後さらに検討を進めていく必要がある。

② 河川領域

(a) 河川環境改善の効果・影響

ア. 下流河川領域

小丸川下流河川領域（河口～切原川合流）は、2.0k から 3.2k までは右岸側に主要な淵が形成されており魚類の生息に利用されていると考えられるほか、0.6k から 3.2k 付近は河道内の砂州にツルヨシ群落やヨシ群落が見られる。また、0.6k 付近より下流では河口テラスが形成され、砂州上にハマボウやワンドにコアマモの生育地、入り江にはシジミの生息地が確認されている。

土砂供給量を現況継続及びダム流入土砂量の 20%～100%と変えた場合における、下流部全体（0k～3.2k）と、ツルヨシ群落がある河道内の砂州が形成されている区間（2.0k～3.0k）の粒径割合の変化は、河床変動シミュレーションより図 4.7、図 4.8 のように予測された。

図 4.7、図 4.8 より、下流部全体及び 2.0k から 3.0k の区間ともに、ダム流入土砂の 40%（土砂管理目標）を還元した場合は、現況継続の場合と比べて粗粒化の改善や砂州の維持・形成に必要な砂成分が増加する。

なお、河口域は、多くの生物種が生息し、細粒土砂によって生物環境が敏感に変化するほか、塩水遡上による変化もあるため、モニタリング調査を行いながら環境変化を把握していく必要がある。

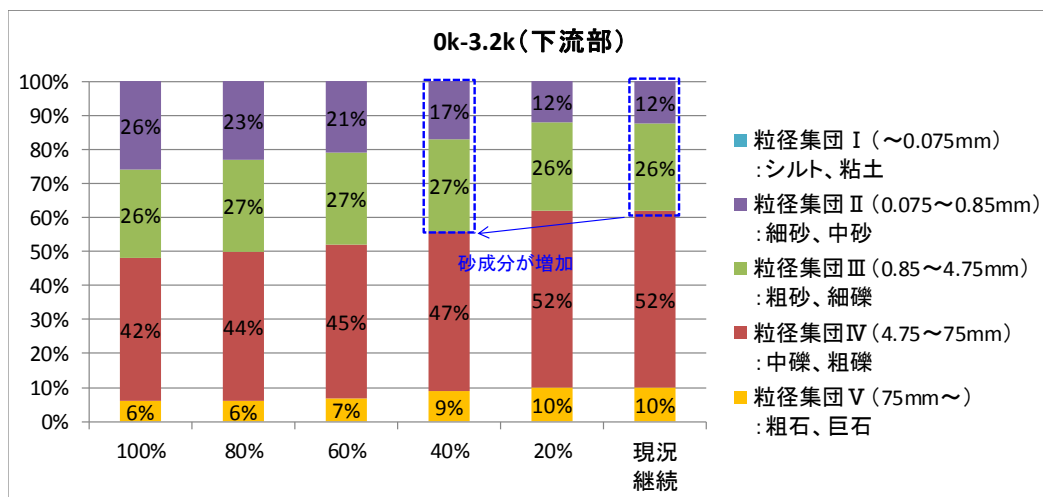


図 4.7 土砂還元による粒径割合の変化（下流河川領域全体）

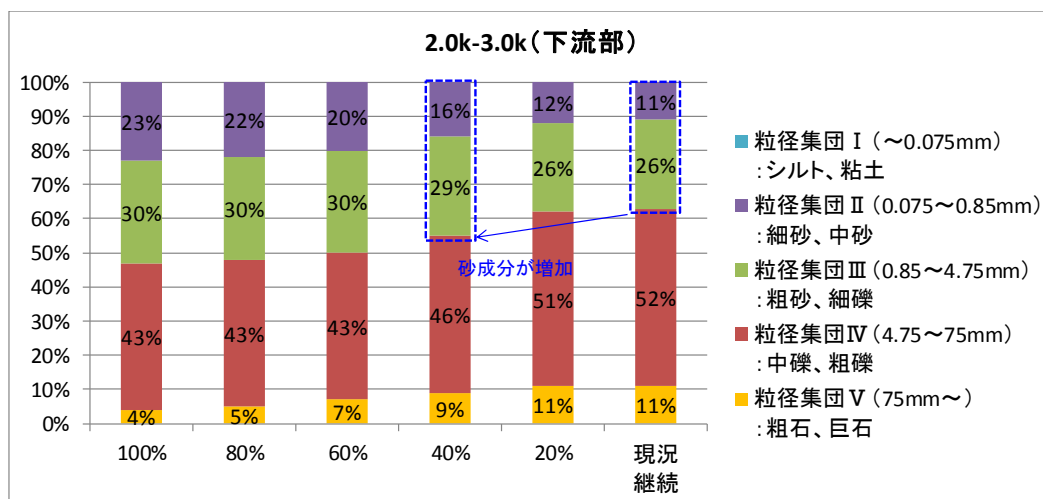


図 4.8 土砂還元による粒径割合の変化（下流河川領域 2.0k～3.0k の区間）

イ. 中流河川領域

小丸川中流河川領域（切原川合流～比木橋）は、竹鳩橋の上流には蛇行区間があり、瀬淵も分布している。また、その下流の瀬にはアユの産卵場が確認されているほか、砂礫河原が広がっている区間や河跡湖も分布しており、多様な河川環境が形成されている。

土砂供給量を現況継続及びダム流入土砂量の 20%～100%と変えた場合における中流部全体（3.4k～10.2k の区間）と、アユの産卵場や砂礫河原がある区間（4.0k～5.0k）の粒径割合の変化は、河床変動シミュレーションより図 4.9、図 4.10 のように予測された。

図 4.9、図 4.10 より、中流部全体及び 4.0k から 5.0k の区間ともに、ダム流入土砂の 40%（土砂管理目標）を還元した場合は、現況継続の場合と比べて砂成分が増加し、粗粒化の改善が期待できる。また、粒径集団 II～III の増加により、アユ等の餌となる付着藻類の剥離・更新効果が期待される。

さらに、4.0k から 5.0k の区間では、アユの産卵場や砂礫河原の維持・形成に適した中礫・粗礫（粒径集団 IV）が供給される。また、中流部全体と 4.0k から 5.0k の区間で

は粒径集団割合が異なっていることから、区間ごとの粒径集団Ⅱ～Ⅴの割合が多様になり、生物の生育・生息・繁殖場の多様性が増すことも期待される。

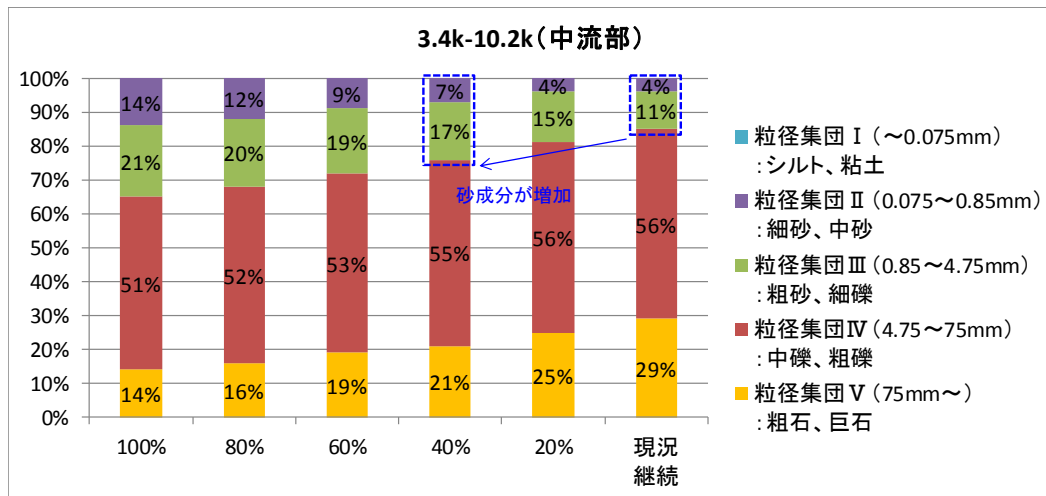


図 4.9 土砂還元による粒径割合の変化（中流河川領域全体）

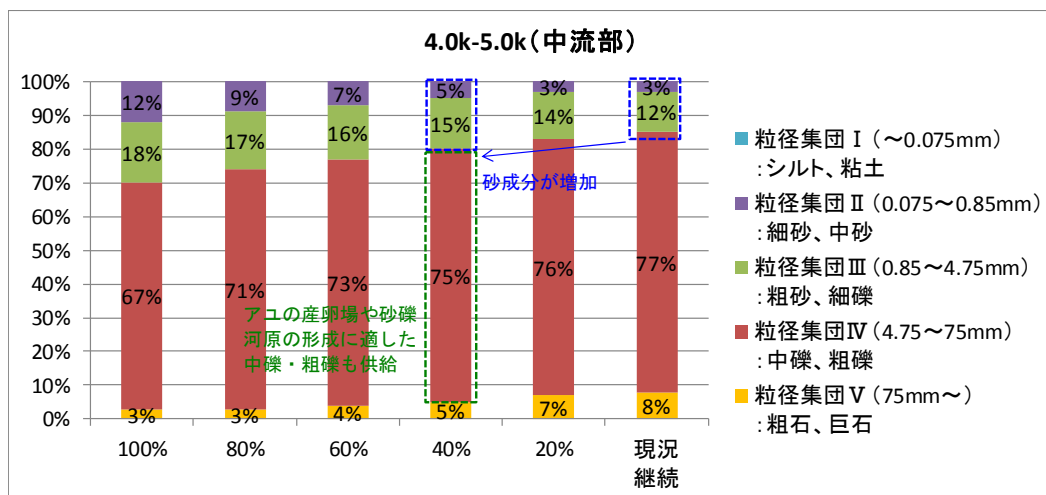


図 4.10 土砂還元による粒径割合の変化（中流河川領域 4.0k～5.0k の区間）

(b) 治水への影響

土砂管理目標である松尾ダム・渡川ダムの流入土砂量の 40%が還元された場合における、10 年後～100 年後の河床高の変化及び整備計画流量に対する不等流計算結果を図 4.11 に示す。

これより、河口部と 8k～10k 付近を除けば、計算水位は HWL 以下となっている。河口部については、出発水位の影響により、いずれのケースでもほとんど計算水位に差が生じていない。また、8k～10k 付近の河道については、現況河道（0 年後）で計算水位が HWL を超過しているものの、30 年後まで水位は大きく上昇していない。このため、30 年に 1 回程度の維持掘削等により対応可能であると考えられ、治水への影響は大きくないと評価している。

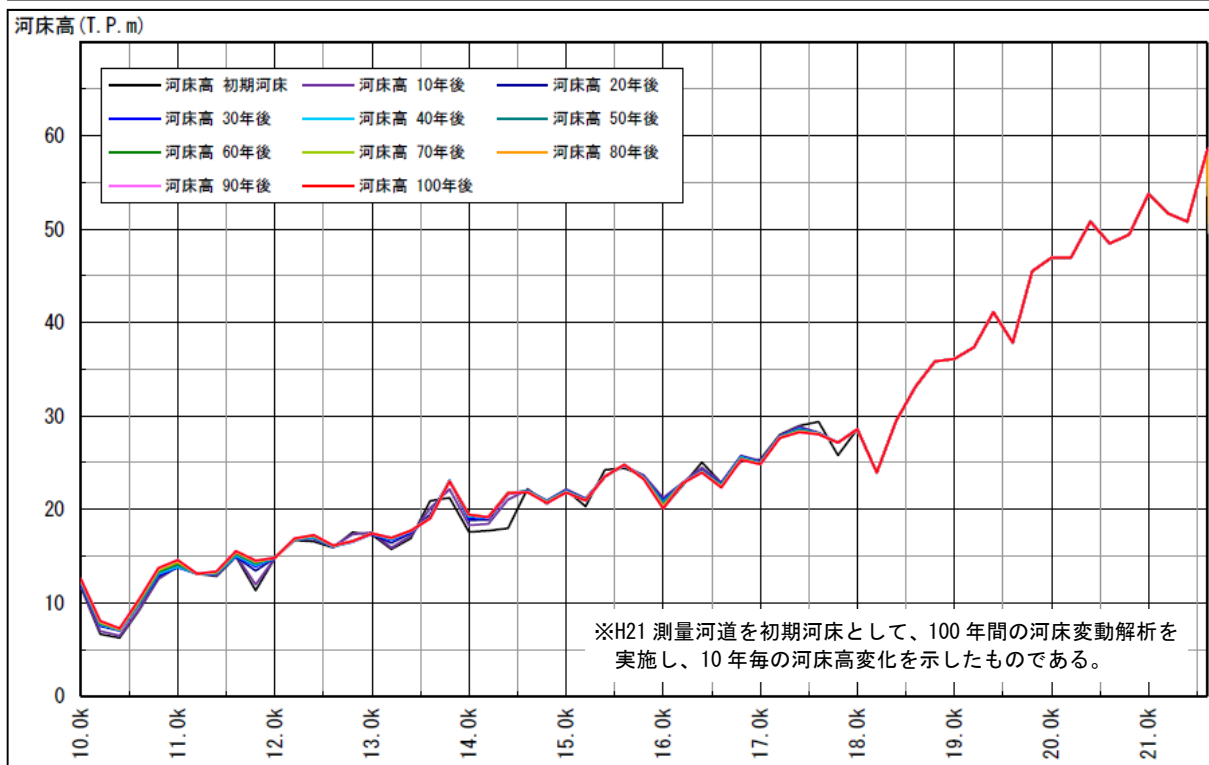
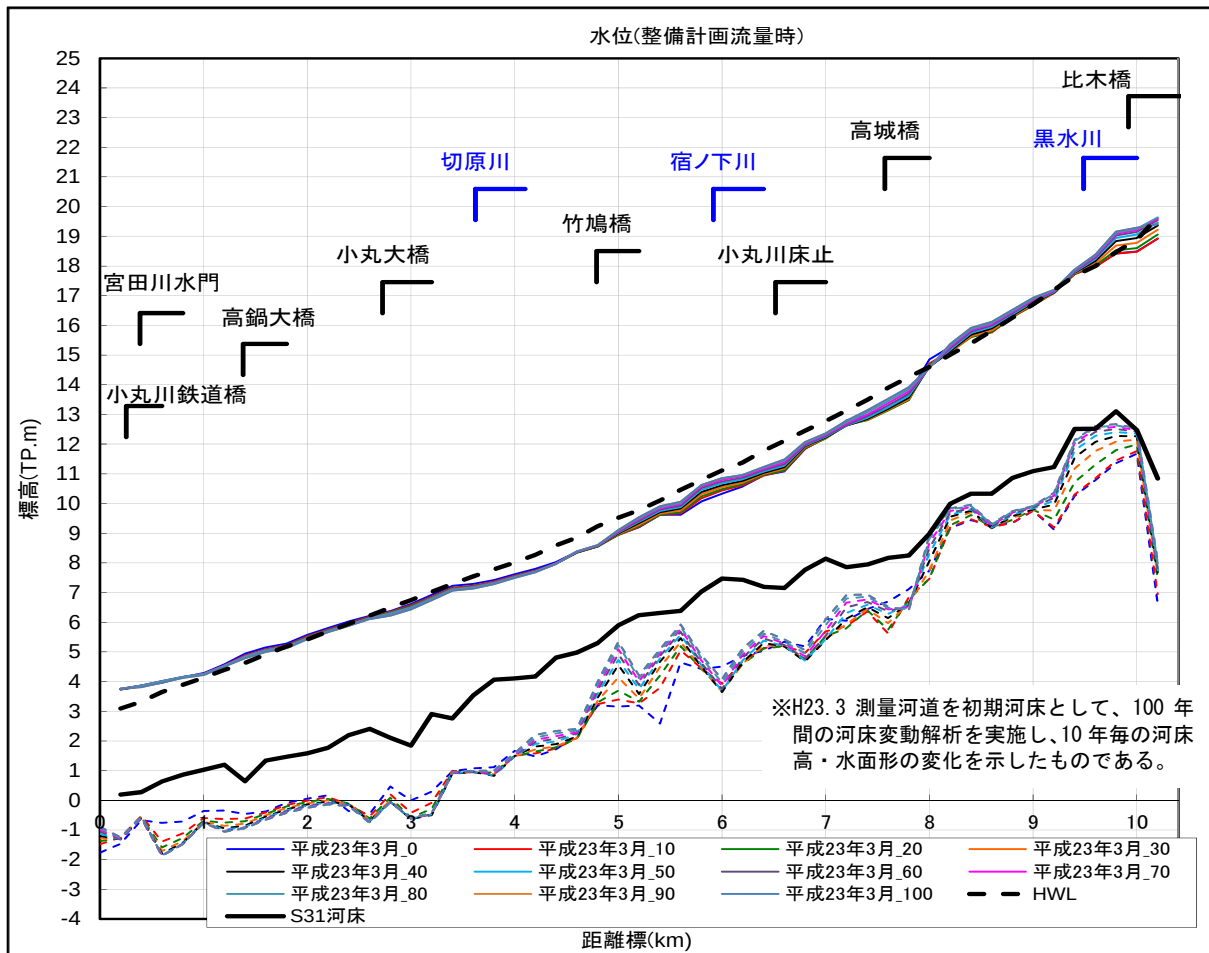


図 4.11 ダム流入土砂量×40%を土砂還元した場合の
経年河床高と不等流計算結果（直轄区間のみ）

③ 海岸領域

土砂管理目標の土砂収支によると、小丸川河口から海岸領域への供給土砂量のうち、海岸線を構成する主たる材料である粒径集団ⅡからⅣの供給土砂量は 4.6 万 m^3 /年となり、現状での供給土砂量 2.4 万 m^3 /年と比べて 2.2 万 m^3 /年増加しており、海岸領域での課題の軽減に寄与することが期待される。

4.2.2 土砂管理指標

土砂管理目標は、あるべき姿の実現に向けた流砂系の共通した数値目標として、通過土砂量の目標値を示したものであるが、直接的な計測等による管理が難しい。このため、実際に管理が可能な土砂管理指標と管理の目安を定める必要がある。

そこで、土砂移動量の変化が地形や河床材料の変化に現れるとの認識のもと、各領域における課題を踏まえ、表 4.4 に示す管理指標を設定することとした。

表 4.4 土砂管理指標

区分	領域の課題※1	管理指標※2	管理の目安
土砂生産域	・山腹崩壊等による大規模な土砂流出の抑制	・崩壊地・裸地の面積 ・森林面積	・現状以下 ・現状維持以上
土砂流出域 (ダム領域)	・ダムの治水・利水機能の維持（有効容量の確保）	・総堆砂量 ・有効容量内堆砂量	・治水・利水機能が維持可能な堆砂量
	・背水区間における洪水時の安全性確保	・平均河床高	・河川整備計画の河道配分流量を安全に流下可能な河床高
土砂流出域 (河川領域)	・洪水に対する安全性の確保（河床低下や局所洗掘等の防止）	・構造物付近の最深河床高	・構造物の基礎高
	・洪水に対する安全性の確保（流下能力の確保）	・平均河床高 ・植生・樹林幅	・河川整備計画の河道配分流量を安全に流下可能な河床高、植生・樹林幅
	・粗粒化の改善	・粒径分布	・昭和 30 年頃の粒径分布（推定値）
海岸領域	・高潮・越波災害に対する安全性確保（海岸侵食の防止）	・汀線位置 ・等深線位置	・必要砂浜幅（例えば、既往最高潮位及び 30 年確率波浪の外力に対して背後地に越水被害が生じない砂浜幅）

※1：土砂生産域における継続的な土砂供給、ダム領域における濁水長期化の課題については、対策手法の選定時の配慮事項として対応するものとし、管理指標の設定対象からは除外した。

※2：ここでは、直接的な計測等により管理が可能な項目のみを管理指標として設定しているが、「川の中の物理環境（砂礫河原、瀬淵）」、「生物環境（魚介類、植物）」、「住民生活との関わり」については、別途モニタリングにより、あるべき姿の目標達成状況の評価を行っていくものとする。