

天神川水系土砂管理計画 (案)

令和 7 年 3 月

国土交通省 中国地方整備局

倉吉河川国道事務所

目次

1. 天神川水系の概要	1
1.1 流域の概要	1
1.2 地形・地質	1
1.3 気候・気象	2
1.4 主な土砂災害及び洪水	2
2. 水系の範囲と領域区分	4
3. 前提条件	5
4. 水系を構成する粒径集団	6
5. 現状と課題	7
5.1 砂防域	7
5.2 ダム域	9
5.3 河道域	12
5.4 河口域	25
5.5 土砂に関するインパクトとレスポンス	26
5.6 土砂動態マップ	28
6. 土砂管理計画	30
6.1 計画対象期間	30
6.2 適用範囲	30
6.3 目指すべき姿	31
6.4 土砂管理目標	32
6.5 土砂管理対策	32
6.6 土砂管理指標	35
6.7 モニタリング計画	36
7. 実施体制	37

1. 天神川水系の概要

1.1 流域の概要

天神川は、その源を鳥取県東伯郡三朝町の津黒山（標高 1,118m）に発し、福本川、加谷川、三徳川の小支川を合わせて北流し、倉吉市において烏ヶ山（標高 1,448m）を源とする小鴨川と合流して、北栄町、湯梨浜町にて日本海に注ぐ、幹川流路延長 32km、流域面積 490km²の一級河川である。

天神川と最大の支川である小鴨川の合流点付近には、鳥取県中部の中心都市である倉吉市があり、鳥取県中部の社会、経済、文化の基盤を成している。

天神川はダムのない川であり、その水利用のためには、固定堰による取水という方法がとられてきた。現在、直轄河川区域内では 25 基の取水用の固定堰が設置され、主に灌漑に利用されている。

天神川流域では、かつて良質な砂鉄が採れたといわれており、タタラ遺跡も多く残されている。タタラ製鉄は、古くは古墳時代に始まり、江戸時代後半から明治時代にかけて最盛期を迎えた後、外国産鉄との価格競争により衰退したとされる。タタラ製鉄では、流水に土砂を流し込んで砂鉄を分ける作業をしていたため、河川には大量の土砂が流下したといわれる。

1.2 地形・地質

流域の地形は、日本海側の北部を除き西は、烏ヶ山（標高 1,448m）、東は、三国山（標高 1,252m）、南は、津黒山（標高 1,118m）、に代表される山々に囲まれている。流域西部は大山の裾野からなっており、比較的なだらかな傾斜が海岸まで伸びているが、東南部は平地の少ない峡谷となっている。このため、天神川は、河床勾配の急な、いわゆる急流と言われる河川となっている。

流域の地質は、大きく 4 分類され、大山西麓の小鴨川流域は主に火山性の凝灰岩等からなり、天神川本川上流域は花崗岩質岩石等、三徳川流域は安山岩類で覆われ、下流域は沖積層となっている。

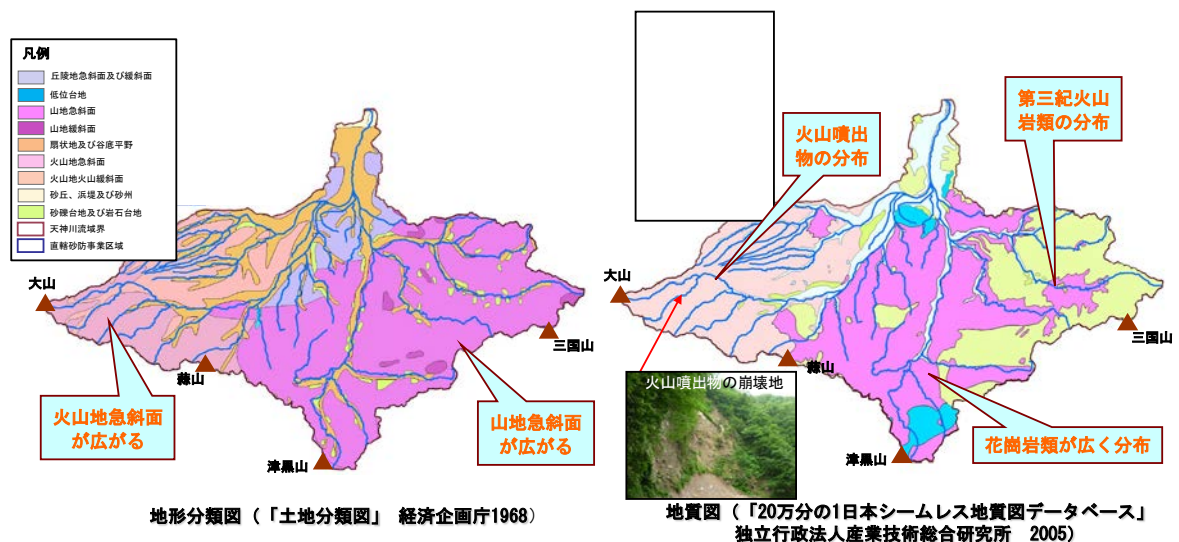


図 1.2-1 地形分類図および地質図

1.3 気候・気象

天神川流域の気候は、日本海側気候地域に属し冬期にも降水量が多い傾向があり、年間平均降水量は約 2,000mm で全国平均より多い傾向にある。また、三方の山地に降水量が多く、河川に流れ込んだ降雨は、流域中央部の下流に位置する倉吉市街地付近に一気に到達している。

1.4 主な土砂災害及び洪水

天神川では、古くから数々の土砂災害や洪水に見舞われており、古いものでは江戸時代の記録が残っている。

近代以降では、明治 26 年、昭和 9 年、昭和 34 年と洪水に見舞われ、とりわけ昭和 9 年の室戸台風により甚大な被害を被った。

昭和 9 年室戸台風洪水では、流域の至るところに大崩壊が発生し、洪水と土石流により、下流平野部に多大の損害を与えた。小鴨川では堤防が多くの箇所で決壊し、はん濫した濁流は「一朝にして当時の小鴨村、倉吉町を石河原と化し一面の泥海に変じた」と言われた。

昭和 34 年伊勢湾台風洪水は、戦後最大流量を観測し、小鴨川筋の生竹、関金地区等の未改修区間に相当の被害があり、多くの橋梁（当時は木橋が大半）を流失させた。

近年でも、平成 10 年 10 月洪水では、倉吉市堺町地区や清谷地区で内水による浸水被害があった。この時には、多くの溪流で崩壊、土石流が発生し、三朝町で 2 棟が全壊するなど家屋への被害を生じさせた。



図 1.4-1 昭和9年室戸台風による被害



図 1.4-2 平成10年10月洪水による被害

2. 水系の範囲と領域区分

天神川水系は大きく、砂防域・河口域・河道域に区分される。

砂防域は、小鴨川と天神川本川の上流部 318.59km² が直轄砂防区域である。

河口域及び河道域は、天神川本川に加え、三徳川、小鴨川、国府川の計 41.9km が直轄河川区域である。

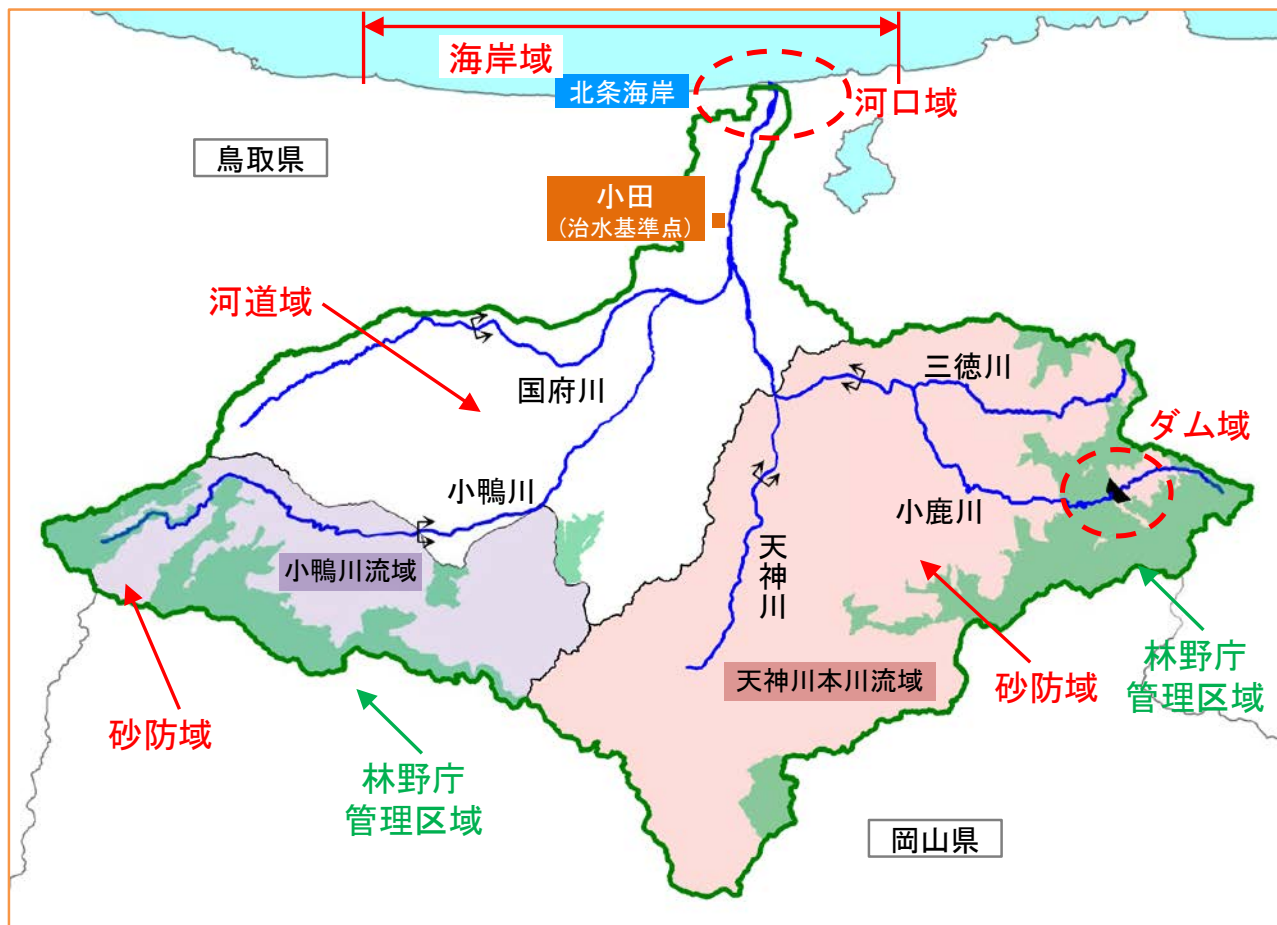


図 2.1-1 天神川水系の領域区分

3. 前提条件

本管理計画は、国土の維持・保全に必要な土砂を水系内でまかなうことを基本原則とし、砂防域、河道域、海岸域の連携のもと、各領域での防災対策と土砂の連続性の確保を両立した水系を目指すものである。

各領域で発生する土砂に関する課題に対して、各領域で個別に対策を進めた場合、他の領域に影響を与える場合がある。このため、各領域での対策の整合を図り、水系全体の土砂動態を勘案した適切な対策を早期に講じていく必要がある。

【各領域を構成する粒径集団の設定】

各領域を構成する主たる粒径集団（有効粒径集団）について、既往調査結果により分析し、粒径集団を設定する。

【水系における土砂動態の実態把握】

定期横断測量や河床材料調査、流砂量観測等の調査結果から土砂動態の実態把握を行う。

【土砂移動シミュレーションモデルの構築】

山地から河口までの流域全体の土砂移動を追跡できるモデルとするため、山地から天神川河口まで解析できる土砂流出・河床変動モデルを適用し、流域全体を解析するモデルを構築した。一次元河床変動計算モデルには植生消長モデルを用い、昭和 55 年初～令和 2 年末の 40 年間を対象として検証計算を行い、モデルの信頼性を確認した。

【土砂管理対策の検討】

各領域の課題をふまえ、実現可能な土砂管理対策案を抽出し、数値シミュレーションモデルにより対策の効果を検証しつつ、今後対策案の検討を行っていく。

4. 水系を構成する粒径集団

海岸域を構成する粒径は、海域-4m 以深では 0.075 (≒0.1) ～2.0mm の砂成分であり、その中でも中砂 (0.25～0.85mm) が多くを占めている。また天神川河口域も中砂 (0.25～0.85mm) が多くを占めている。

天神川 (河口域) は、中砂分 (0.25～0.85mm) が多くを占めている。

天神川 (河道域、砂防域) は、礫分 (2.0～75.0mm) が多くを占めている。

小鴨川 (河道域、砂防域) は、礫分 (2.0～75.0mm) が多くを占めている。

国府川は、細砂分 (0.075～0.25mm) が多くを占めている。

三徳川は、礫分 (2.0～75.0mm) が多くを占めている。

表 4. 1-1 河床材料の主たる構成材料の場所

粒径区分	主たる構成材料の場所
シルト・粘土分 (～0.075mm)	なし
細砂分 (0.075～0.25mm)	海岸域、国府川
中砂分 (0.25～0.85mm)	海岸域、天神川 (河口域)
粗砂分 (0.85～2.0mm)	なし
礫分 (2.0～75.0mm)	天神川 (河道域、砂防域) 小鴨川 (河道域、砂防域) 三徳川

5. 現状と課題

5.1 砂防域

(1) 土砂生産・流出の状況

小鴨川では火山性の脆弱な地質を呈し、天神川では急峻な切り立った地形を呈していることから、昭和 9 年室戸台風、昭和 34 年伊勢湾台風など、過去に生じた大規模な土砂生産イベントから類推すると、土砂生産ポテンシャルは非常に高い。

いったん土砂生産イベントが生じた場合には、崩壊・土石流によって近隣家屋や集落に直接的被害をもたらすのみでなく、河川に大量の土砂が流れこみ、破堤を生じさせて、広い範囲に洪水氾濫被害をもたらすことが懸念される。

(2) 砂防施設の整備状況

天神川流域の砂防工事は、昭和 7 年に鳥取県により本川筋を含む 7 溪流で開始された。その後、昭和 9 年 9 月の室戸台風による豪雨被害を契機に、昭和 11 年より被害の大きかった小鴨川筋 (85.13 km²) において直轄砂防工事が開始された。

一方、平成 10 年 10 月の台風 10 号は天神川本川上流域 (三朝町, 233.46km²) に多大な被害を与えたため、平成 13 年から三朝町においても直轄砂防事業が実施された。

流域内の砂防施設は、砂防堰堤 136 基、溪流保全工 113 基、床固工 271 基、治山施設 469 基、森林管理署施設 46 基、その他施設 63 基が設置されている。そのうち、直轄管理区間で砂防堰堤については天神川流域に 8 基、小鴨川流域に 34 基、三徳川流域に 2 基設置されている。

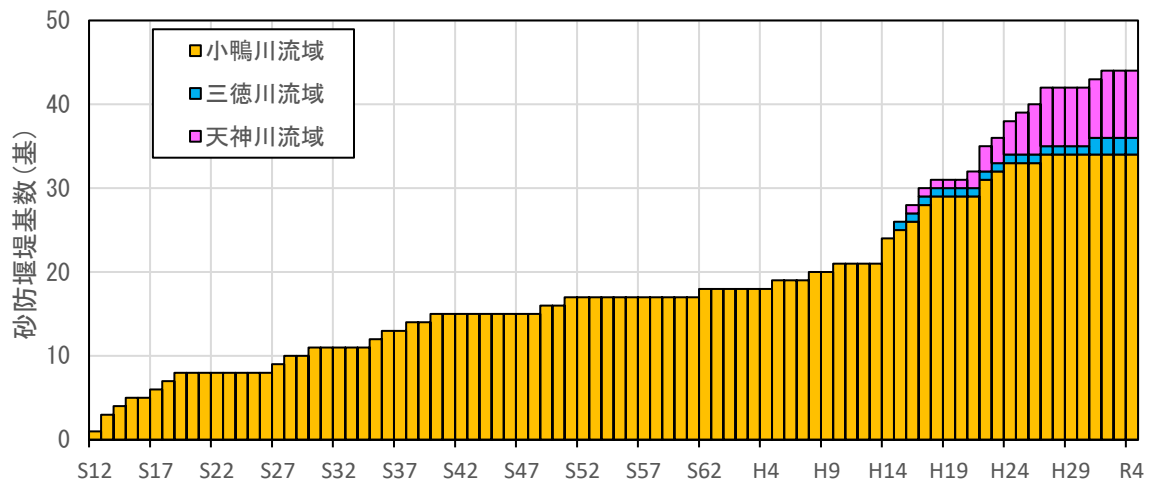


図 5.1-1 直轄砂防堰堤の基数変化

(3) 不透過型砂防堰堤に堆積した土砂の処分状況

不透過型砂防堰堤に堆積した土砂は、堆積土が軟弱であるために再利用できるケースがほとんどなく、残土処分場へ搬出処分を行っている。

(4) 砂防域の課題

現在の砂防施設による整備率は約 33%（令和 4 年度時点）という状況であり、今後も土砂災害が発生する危険性があることから、計画的な砂防施設の整備が必要である。最近では土砂の連続性の確保より整備効率の高い施設とするため、スリット砂防堰堤等の透過型砂防堰堤の整備が進められるが、下流域の土砂過堆積等への影響を考慮した適切な土砂調節が期待される。また、土砂管理対策として砂防堰堤に堆積した土砂の活用方法の検討が必要である。



図 5.1-2 中期計画における直轄砂防堰堤の整備

表 5.1-1 砂防事業での整備対象土砂量の状況（令和 4 年時点）

整備対象土砂量（直轄砂防） 11,679 千 m^3				
中期整備計画 開始前の 整備済土砂量 2,670 千 m^3	中期整備計画整備土砂量 1,442 千 m^3			残りの 整備対象土砂量 7,567 千 m^3
	整備済 土砂量 474 千 m^3	整備中 土砂量 16 千 m^3	今後の 整備土砂量 952 千 m^3	

5.2 ダム域

天神川流域には、高さ 15m 以上のダム形式による貯水池として以下の施設がある。このうち、ダム規模が大きく、集水面積が大きいものとしては中津ダムがある。

天神川流域に建設されている貯留施設は、天神川全体の流域面積に対し、いずれも流域面積が小さく、発電に利用した河川水は下流に還元されていることから、下流河道域に与える影響は小さいと考えられる。

表 5.2-1 天神川水系におけるダム一覧

名 称	よみ	所在地	河川	目的	形式	堤高 m	堤長 m	流域 面積 km ²	湛水 面積 ha	総貯水 容量 千m ³	有効貯水 容量 千m ³	竣工 年	ダム 事業者
詰り溜池	つまりためいけ	倉吉市	仕出原川	かんがい	アース	17.0	80.0		2.0	100	100	1931	
中尾尻溜池	なかおじりためいけ	倉吉市鴨河内	小鴨川	かんがい	アース	16.4	118.0			152	152	1923	土地改良区
池の谷溜池	いけのたにためいけ	倉吉市鴨河内	小鴨川	かんがい	アース	16.0	70.5		8.0	616	399	1923	土地改良区
狼谷溜池	おおかみだにためいけ	倉吉市関金町 泰久寺	小鴨川	かんがい	アース	27.2	255.5	1.0	15.0	1,319	1,096	1973	土地改良区
横谷溜池	よこたにためいけ	倉吉市藤井谷	小鴨川	かんがい	アース	16.7	118.6	0.5	4.0	182	150	1952	土地改良区
桜溜池	さくらためいけ	倉吉市桜	国府川	かんがい	アース	36.6	115.0	0.3	8.0	534	534	1973	鳥取県
中津ダム	なかつだむ	東伯郡三朝町 大字中津	小鹿川	発電	重力式 コンクリート	35.0	96.0	18.9	15.0	1,375	1,210	1957	鳥取県

出典:「ダム便覧」より、天神川水系に位置する堤高15m以上のものを抽出

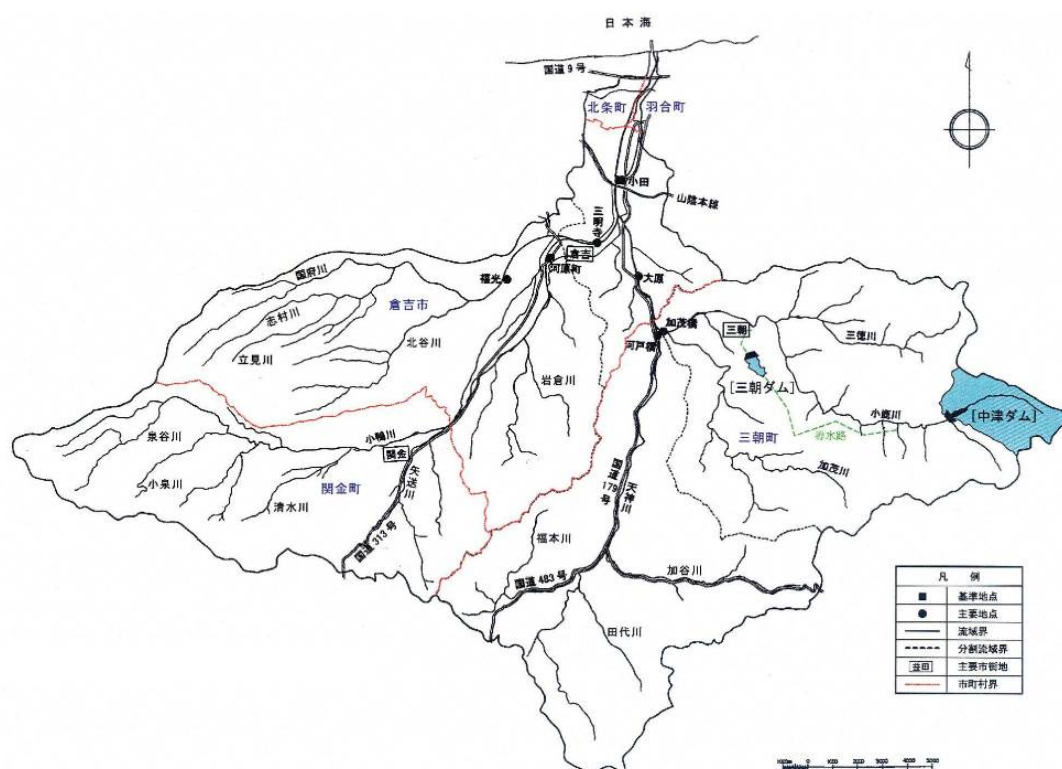


図 5.2-1 中津ダム位置図

(1) ダム貯水池の堆砂状況

中津ダムでは、実績堆砂量を測定しており、平成 17 年の堆砂測量結果から、計画堆砂量を超過している。平成 19 年から、浚渫による効果で累積堆砂量の減少がみられるが、令和 4 年時点では、約 240 千 m^3 の堆砂となっている。

中津ダムの年堆砂比は、近年 10 ヶ年（平成 25 年～令和 4 年）で 4.8 千 m^3 /年となっており、想定する 100 年の計画堆砂量の勾配より、増加傾向にある。

なお、昭和 32 年～昭和 62 年までは、概ね計画堆砂量と同一勾配程度である。

【中津ダムの実績堆砂量】

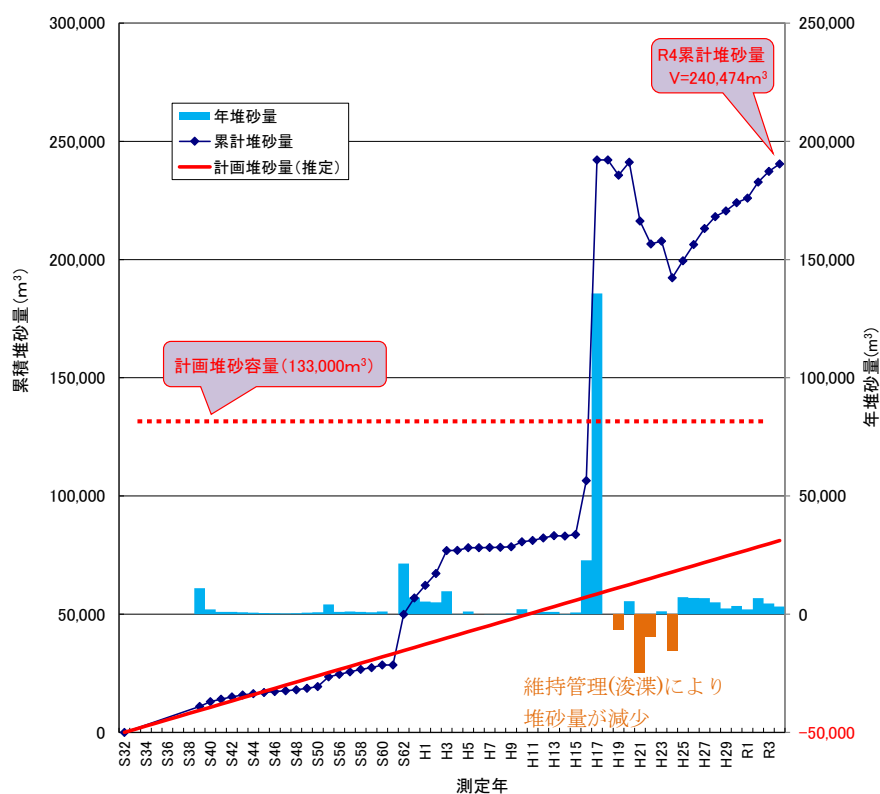
- 堆砂量 : 240 千 m^3 (令和 4 年累計堆砂量)
- 計画堆砂量 : 133 千 m^3
- 堆砂率 : $240 \text{ 千 } \text{m}^3 \div 133 \text{ 千 } \text{m}^3 \times 100 = 180 \%$

表 5.2-2 中津ダムの年平均堆砂量と比流出土砂量

ダム名	年平均堆砂量 (万 m^3)	1 km^2 あたりの 流出土砂量 (m^3 /年)
近年 10 か年	0.48	254
全体※	0.16	248

※浚渫年及び平成 17 年の洪水による土砂量を除く

中津ダム流域面積 $A = 18.9 \text{ km}^2$



(2) ダム域の課題

中津ダムでは、実績堆砂量を測定しており、平成 17 年の堆砂測量結果から、計画堆砂量を超過している。近年も中津ダムの年堆砂比は、近年 10 ヶ年（平成 25 年～令和 4 年）で 4.8 千 m^3 /年となっており、想定する 100 年の計画堆砂量の勾配より、増加傾向にあることから、堆積土砂の掘削について調査・検討していく必要がある。

また、堆積土砂の粒径分布についても、海浜構成成分を含んでいることから、掘削土砂の下流への供給について検討していく必要がある。

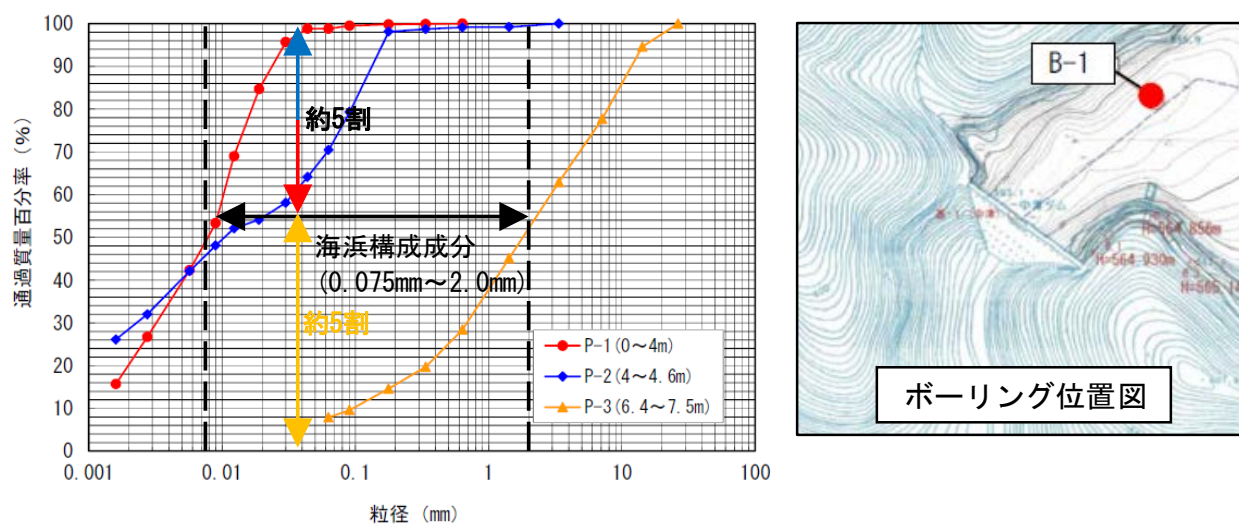


図 5.2-3 中津ダムの堆積土砂粒径分布

5.3 河道域

(1) 河床変動量

① 天神川

3.0k～8.0k では、において、砂利採取や河床掘削の影響によって、昭和 40～50 年代に平均河床高が低下する傾向にあったが、近年は安定している。また、最深河床高も昭和 40～50 年代に大きく低下している。近年においても深掘れが進行し、局所洗掘深が大きくなる傾向にある。

上流部では昭和 50 年代頃まで平均河床高が若干の上昇傾向にあったが、以降は安定している。堰や床止め周辺では、下流側で洗掘、上流側で堆積傾向となっている。

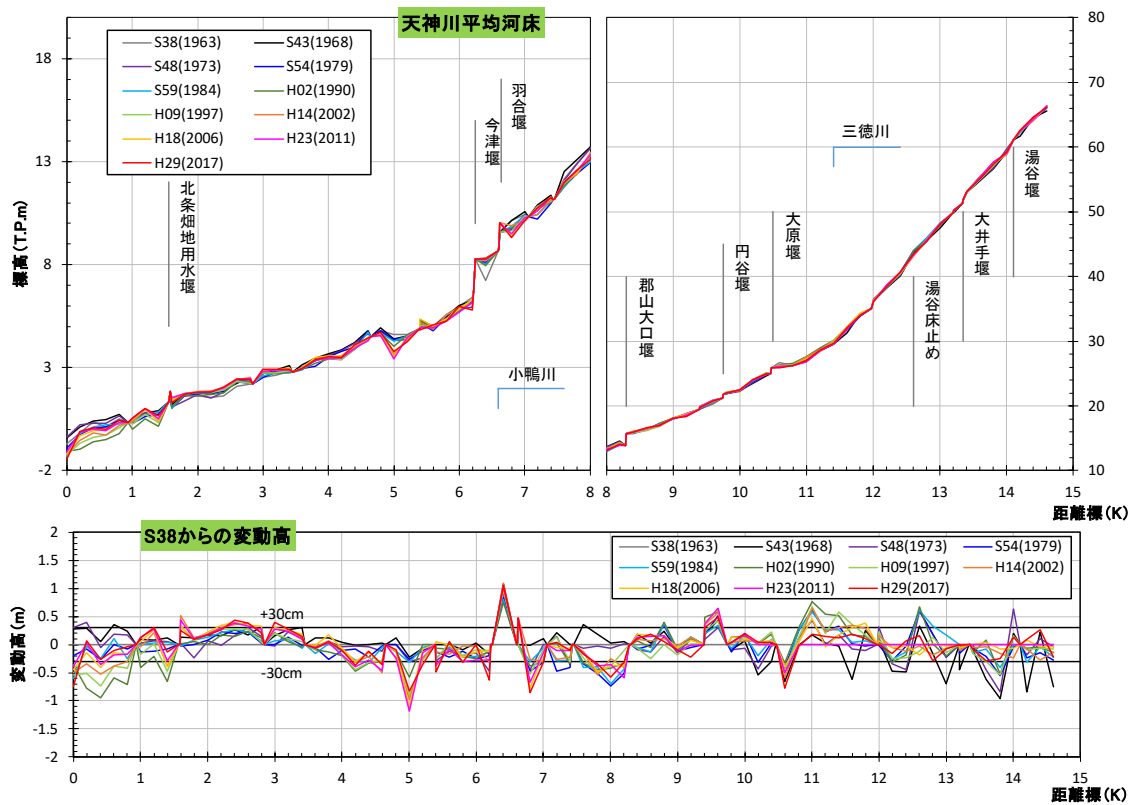


図 5.3-1(1) 天神川における平均河床高の経年変化

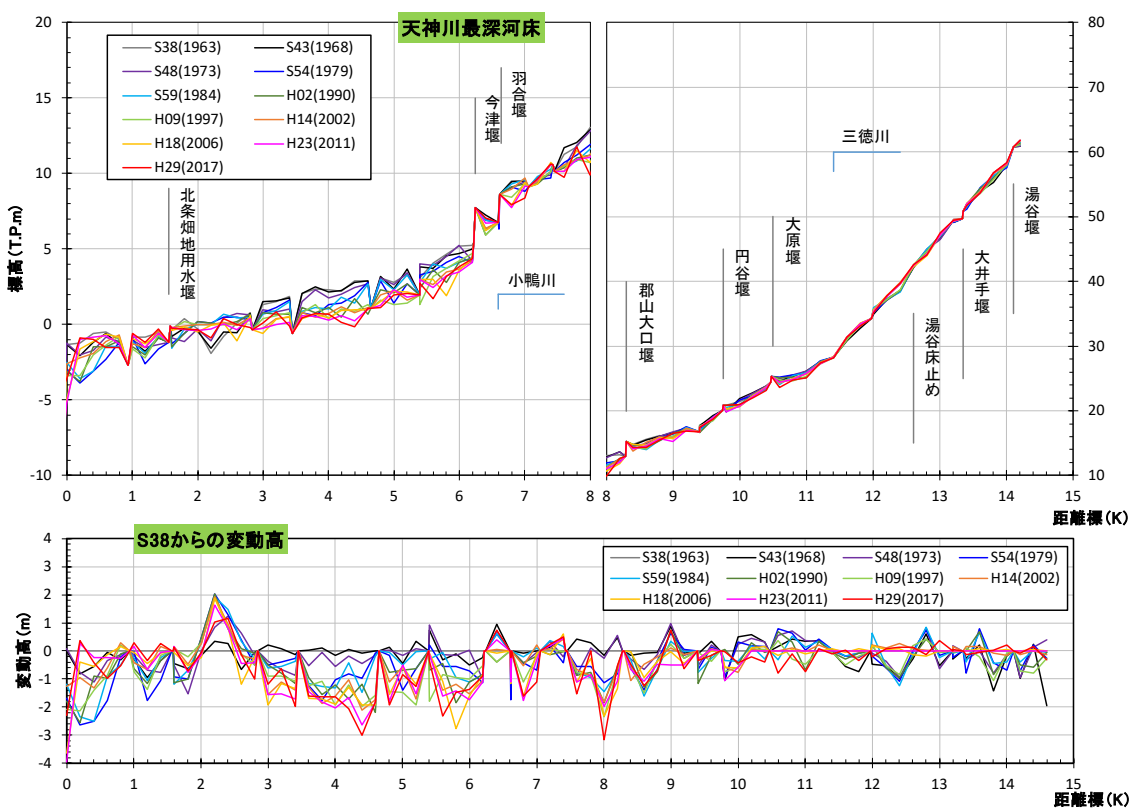


図 5.3-1(2) 天神川における最深河床高の経年変化

② 小鴨川

砂利採取や河床掘削の影響によって、昭和 40～50 年代に平均河床高が低下する傾向にあったが、近年は安定している。

整備計画策定以降、河道掘削を進めているが、掘削後に平成 23 年 9 月洪水によって再堆積が生じており、それによって河積が減少している。

7.0k～10.0k 付近では深掘れが進行し、局所洗掘深が大きくなる傾向にある。

大鳥居堰の直下流では、局所洗掘深が大きくなる傾向にある。

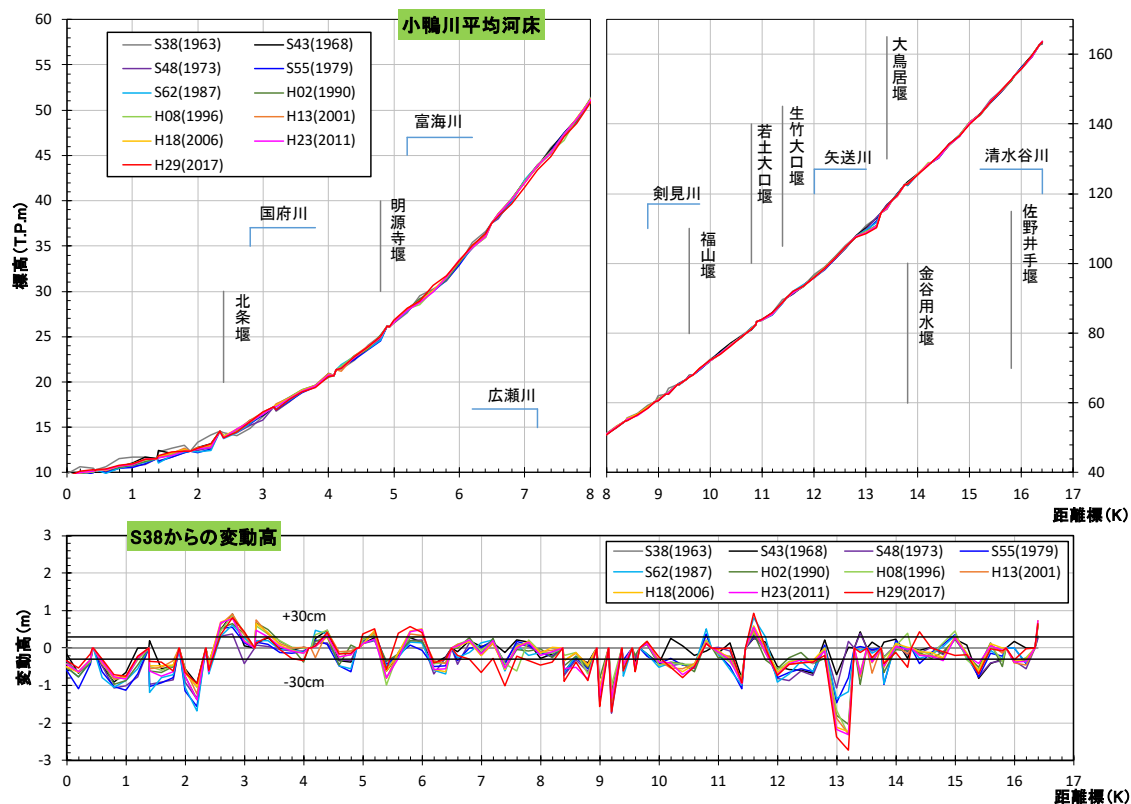


図 5.3-2(1) 小鴨川における平均河床高の経年変化

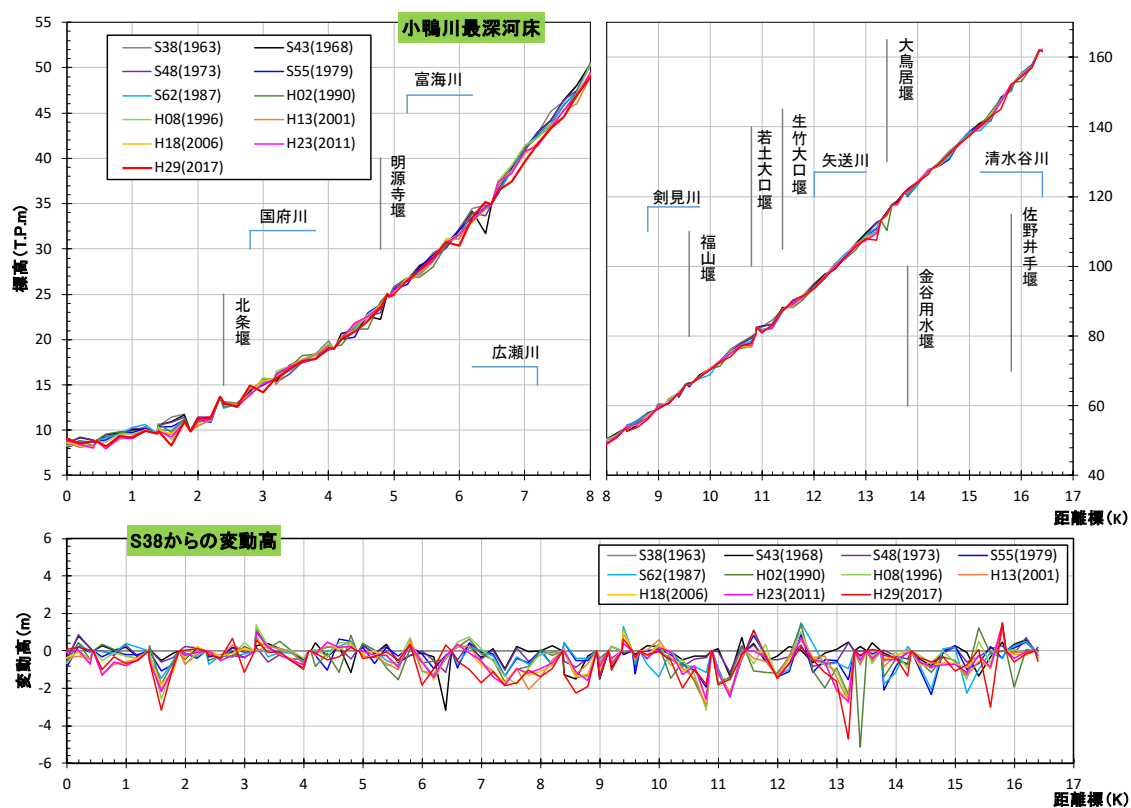


図 5.3-2(2) 小鴨川における最深河床高の経年変化

③ 国府川

下流部（0k～4k）において河床勾配の影響によって、経年的に堆積傾向となっている。

上流部（4k～9k）においては、経年的に概ね安定している。

最深河床高は、5.6k～5.8k、6.4k～6.8k、7.8k で局所的に深掘れが生じているものの、全体的に大きな変化はなく、安定している。

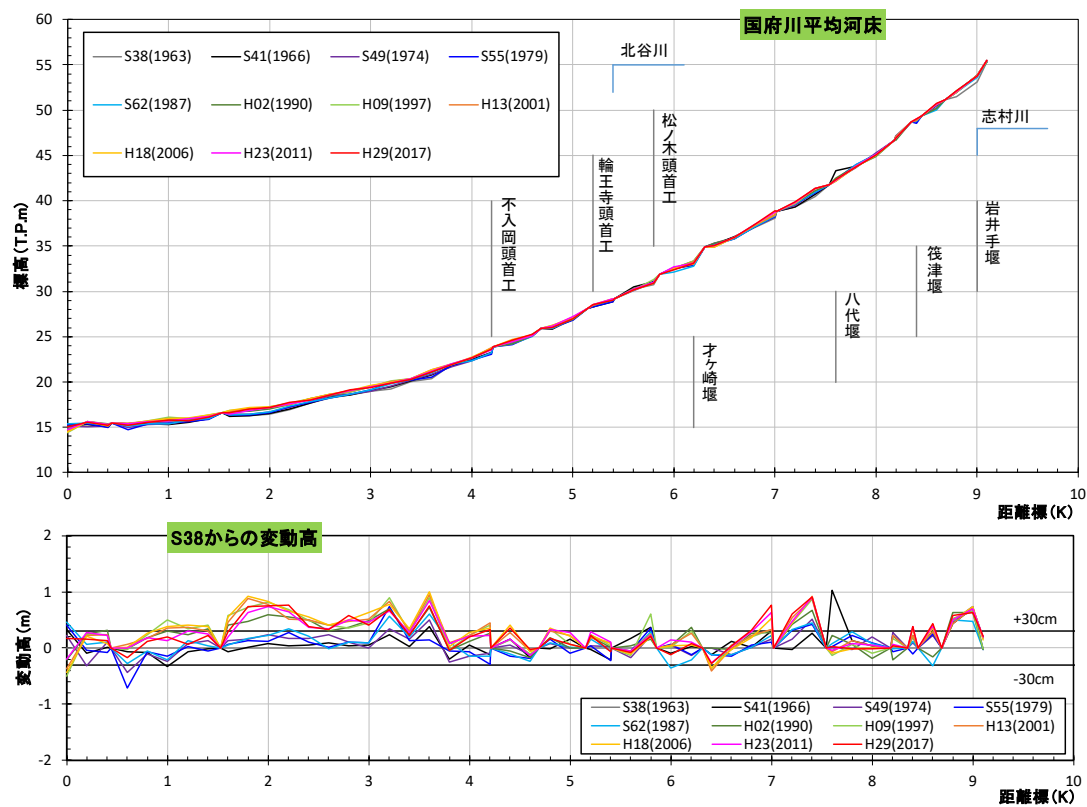


図 5.3-3(1) 国府川における平均河床高の経年変化

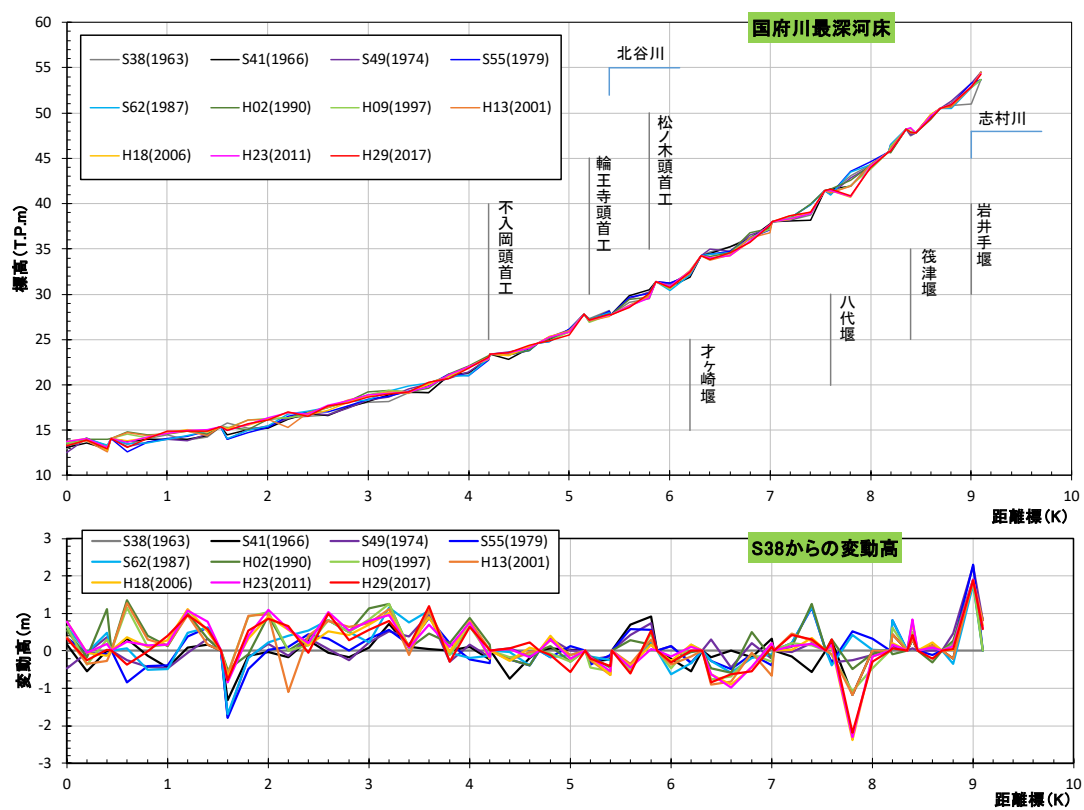


図 5.3-3(2) 国府川における最深河床高の経年変化

④ 三徳川

平成 14 年～18 年に河床掘削の影響によって河床が低下しているが、その後は概ね安定している。

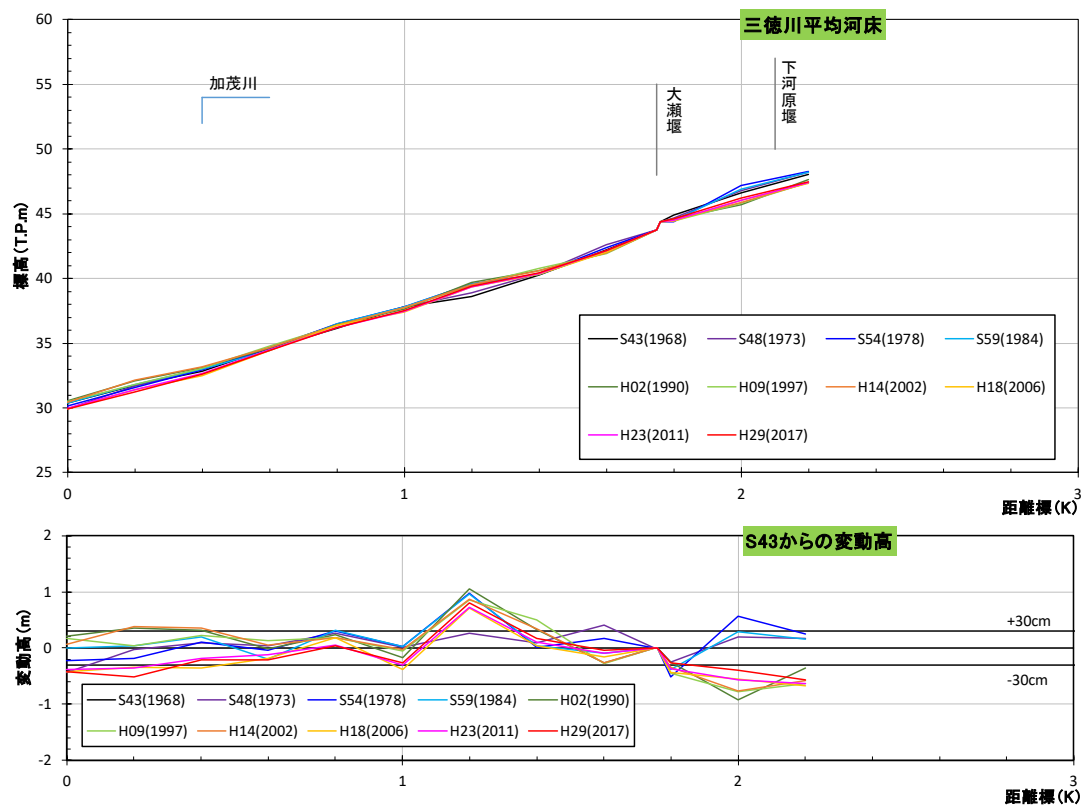


図 5.3-4(1) 三徳川における平均河床高の経年変化

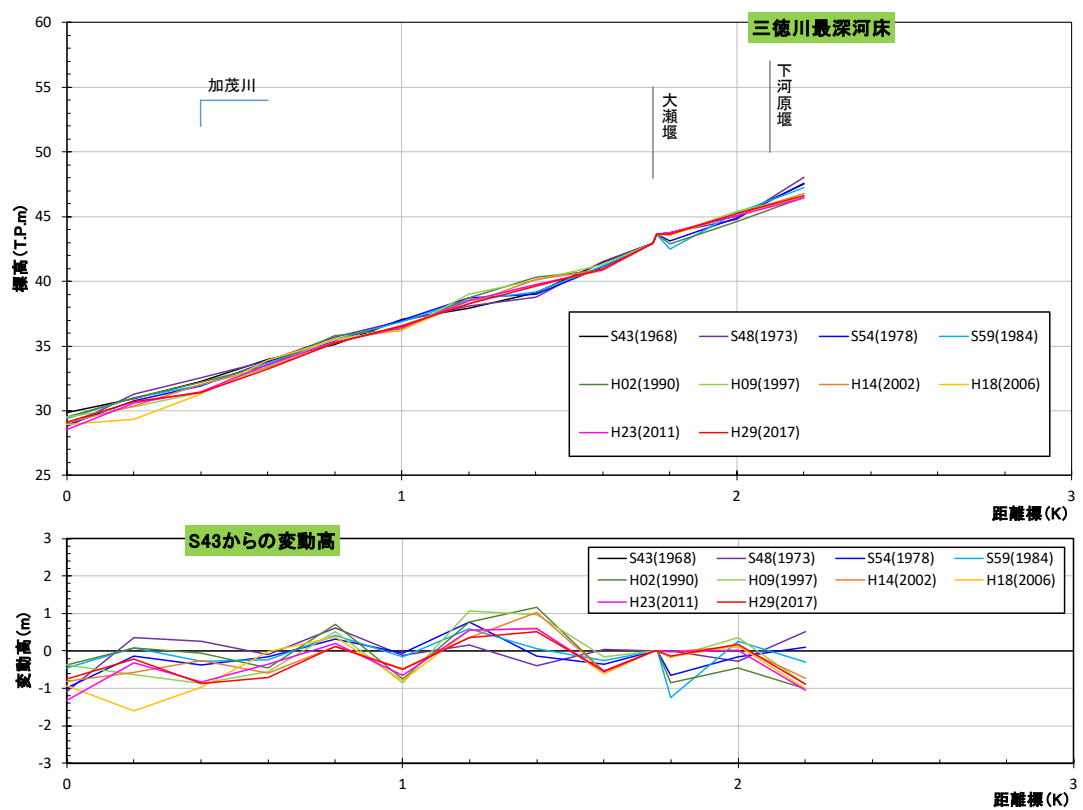


図 5.3-4(2) 三徳川における最深河床高の経年変化

(2) 河道の変遷（砂州，植生変化）

昭和 20 年代から 40 年代にかけて自然裸地が減少し、平成 7 年以降はほとんど残されていない状況となっている。昭和 60 年以降から樹木繁茂域が拡大し、平成 17 年から 22 年には最大となっていた。その後、樹木伐採や河道掘削によって減少したが、再繁茂等によって平成 27 年には天神川で増加している。

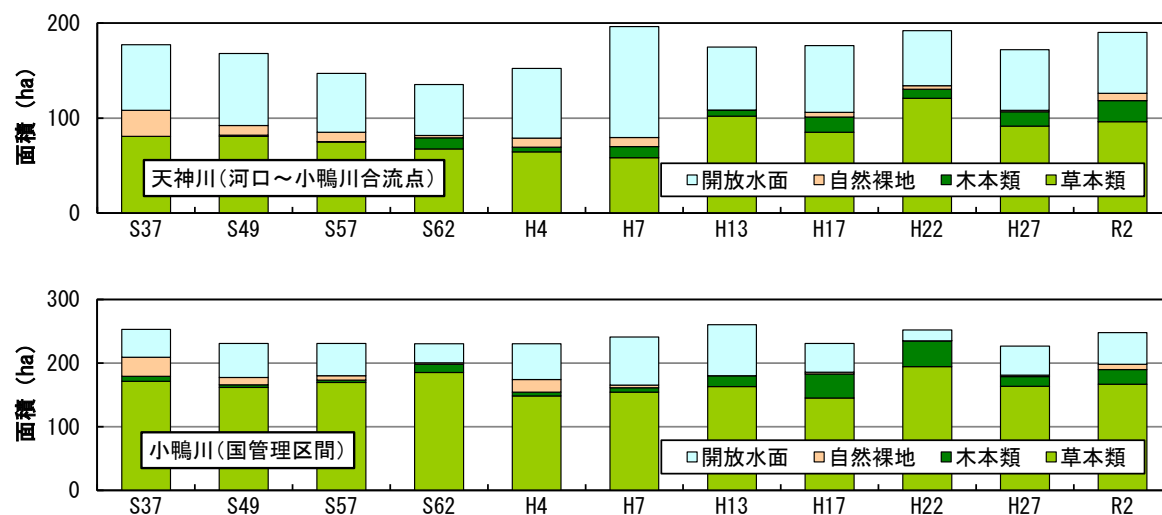


図 5.3-5 地被状況の長期的な経年変化（空中写真読み取りと植生調査）

近年の推移としては、天神川、三徳川においてヤナギ類が増加しており、特に平成 13～17 年にかけて顕著である。

またヤナギ群落以外では、メダケ群落やクズ群落が多く繁茂している。

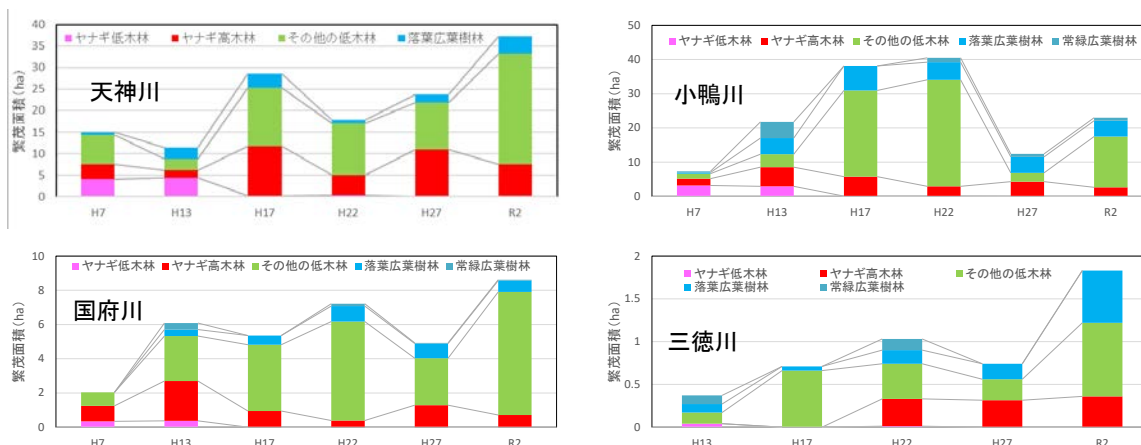


図 5.3-6 河川区域内における植生、木本類の推移（河川水辺の国勢調査）

(3) 河道に堆積した土砂の処分状況

河道掘削に伴い発生した土砂の処分は、治水上の観点から場外に搬出している場合もある。

(4) 河道域の課題

① 資産集中域における土砂堆積

天神川本川と小鴨川との合流点付近の低平地には、人口と資産の集中する倉吉市街地を控える。当該エリアは上下流に比べて河床勾配が緩くなり、土砂堆積しやすいエリアである。資産集中域における土砂堆積は、治水安全度を低減させ、いったん破堤した場合の人的・社会的被害が甚大となる。

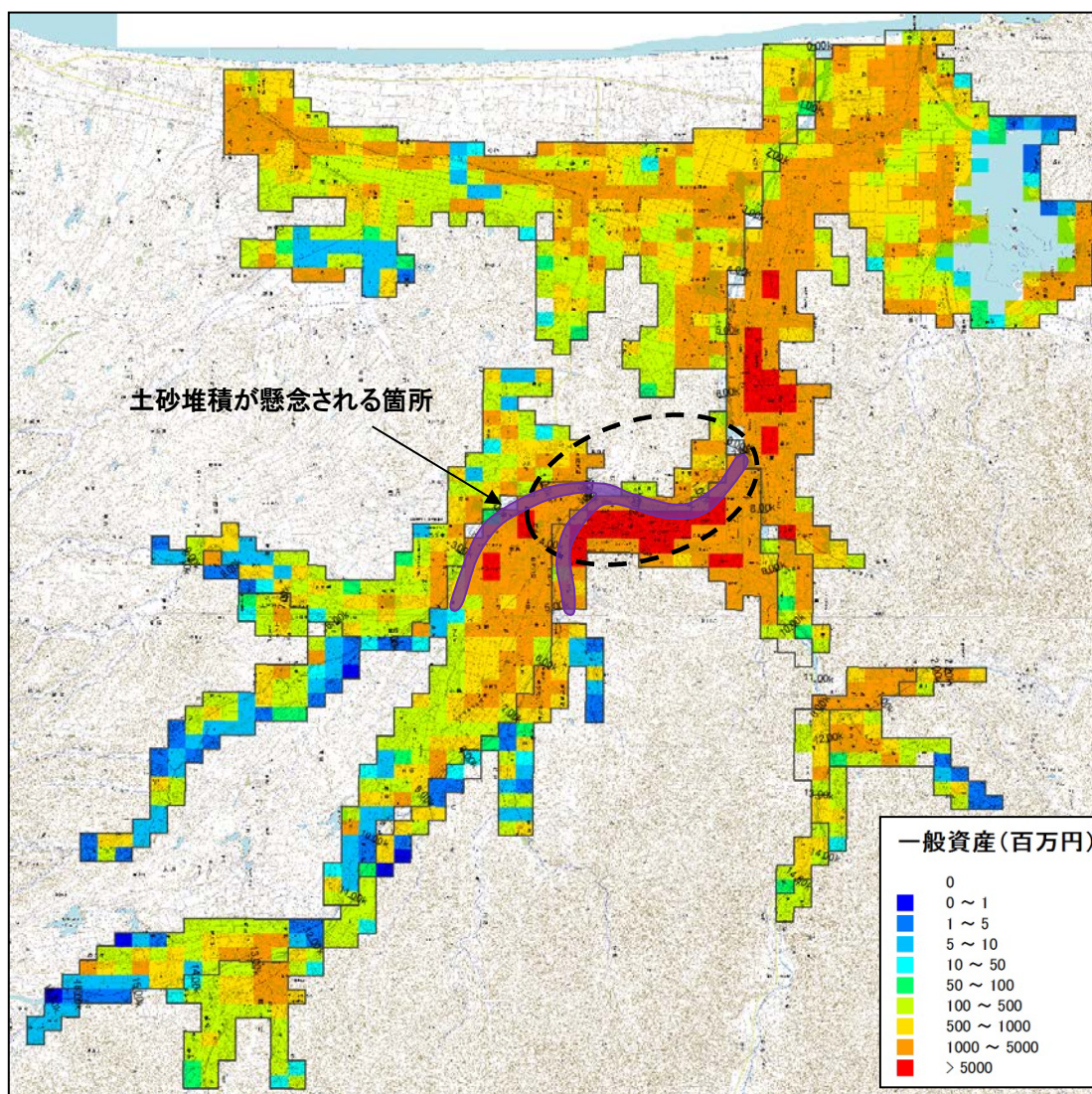


図 5.3-7 土砂堆積箇所と資産分布の関係

② 河道内の二極化・樹林化

天神川では、昭和 20 年代から昭和 40 年代にかけてまでは礫河原が減少し、現在では樹木や草本の繁茂が著しい河川に変容した。これによって、治水上の河積阻害や粗度上昇への影響、管理上はアクセスや巡視における支障などが生じている。

植生によって砂州が固定化し、さらに土砂がトラップされて安定する状況が見られ、さらなる樹林化を促すなどの悪循環に陥っている。また、整備計画策定以降、樹木の大規模伐開を行って、伐採後 1～2 年後に再繁茂が見られている。



樹木伐採箇所（伐採後 2 年経過）



再繁茂部（天神川）



樹木伐採箇所（伐採後 2 年経過）



再繁茂部（小鴨川）

図 5.3-8 樹木伐開後の再繁茂状況

また、植生域の土砂の堆積分布についても海岸構成材料が含まれている。



図 5.3-9 河床材料調査写真

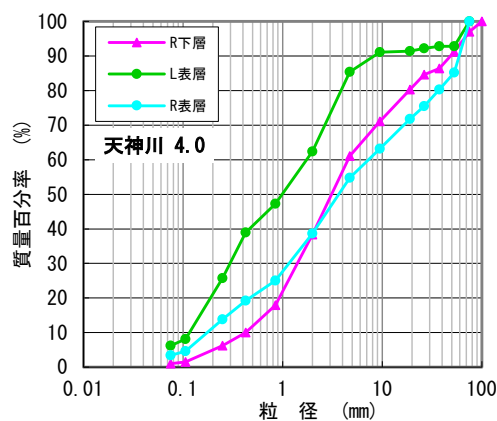


図 5.3-10 河床材料調査結果

③ 礫河原の減少

樹林化の進行に伴って礫河原が減少し、かつて見られた礫河原固有の動植物が減少している。



河道内の草本や樹林で見えにくくなった水面と礫河原



イカルチドリ※
鳥取県 NT（準絶滅危惧）



昭和40年以前の小鴨川7.0km下流の状況



現在の小鴨川7.0km下流の状況

図 5.3-11 礫河原の減少状況

※出典：「令和2年度天神川水辺現地調査（鳥類）業務」

④ 局所洗掘

河道の二極化によって流れがみお筋に集中することで、洪水時に護岸の被災が発生している。特に小鴨川でその傾向が顕著であり、近年の平成 23 年 9 月洪水でも複数箇所で護岸の被災が発生した。

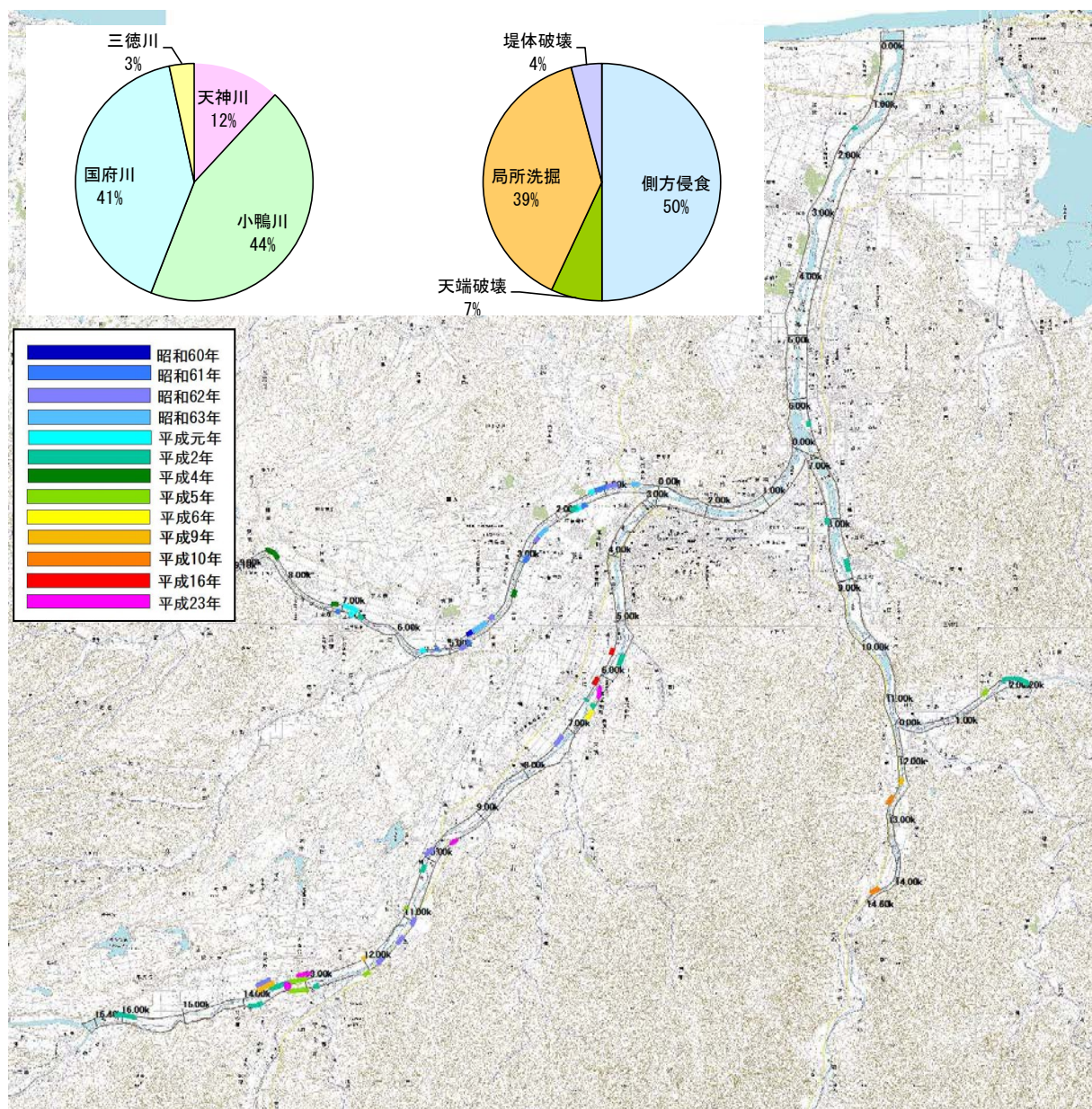


図 5.3-12 天神川における護岸被災履歴

⑤ 河道に堆積した土砂の処分状況

土砂管理対策として、河道掘削に伴い発生した土砂の活用方法を検討する必要がある。

5.4 河口域

(1) 河口砂州形成状況

天神川河口部の砂州は、昭和 23 年の航空写真で既に存在が確認されている。その後の航空写真では全ての年代で砂州が確認されていることから、天神川において河口砂州の形成は、回避することのできない現象となっている。

形成された砂州は、中小規模の洪水によってフラッシュされるが、高波浪が生じた際には完全閉塞が生じることもあり、平成 24 年 12 月 6-7 日には、河口砂州の閉塞による浸水被害が発生した。



図 5.4-1 河口閉塞の状況

(2) 河口域の課題

天神川の河口砂州は、洪水等でフラッシュされた場合、洪水後の波浪によって速やかに形成される。また、海岸線が今後回復していった場合、河口砂州も同様に発達していくと推定される。

そのため、維持しやすい開口部形状の設定などを行い、完全閉塞のリスク回避を図る必要がある。

5.5 土砂に関するインパクトとレスポンス

- 河道域では、一部の天神川下流以外では堆積傾向となっており、平成 2 年 9 月洪水や平成 23 年 9 月洪水では、全川的に大きな堆積が発生した。また、河川整備計画に基づき河道掘削を行った区間において、再堆積による河積減少などが発生している。
- 河道域は、大規模な砂利採取や河床掘削によって、昭和 40～50 年代にかけて河床が低下した。その後は、みお筋部の低下と砂州の発達によって、二極化が進行している。
- 昭和 60 年頃から、河道内の樹木繁茂面積が拡大しており、河積阻害等を引き起こすほか、海岸域の構成材料である細砂・中砂を捕捉し、供給量の減少に繋がる。

表 5.5-1 天神川水系の土砂動態に与えたインパクトとレスポンス

		明治	大正	昭和						
自然 インパクト	流量 (小田ピーク 流量)			初期	10年代	20年代	30年代	40年代	50年代	60年代
	大規模災害	●M26(1893) 多数の破壊による家 屋浸水、多大な田畑 への土砂混入等		●S9.9洪水 推定流量 約3,500m ³ /s 既往最大流量(推定)			●S34.9洪水 推定流量 約2,200m ³ /s 戦後最大流量		●S54.10洪水 実測流量 約1,600m ³ /s	●S62.10洪水 実測流量 約500m ³ /s
人為 インパクト	ダム形式		●F12(1923) 中尾尻溜池竣工 池の谷溜池竣工	●S6(1931) 詰りため池竣工		●S27(1952) 楢谷溜池 竣工	●S32(1957) 中津ダム竣工	●S48(1973) 狼谷溜池竣工 桜溜池竣工		
	砂防堰堤				●S12年 2基		●S30年 19基	●S40年 22基	●S50年 22基	●S60年 35基
	固定堰				●S23年 6基	●S30年 11基	●S40年 18基	●S50年 23基	●S60年 23基	
	砂利採取等	●かんな流しによる河 川への土砂流入 (タタラ製鉄最盛期 :江戸後半から明治 その後衰退)					●天神川、小鴨川におい て、砂利採取を実施。 ●小鴨川下流において、 河道掘削を実施。	●天神川(S48)、小鴨川 (S52)で砂利採取を規制		
	海浜工事						●天神川に導流堤(S42、 S48年)	●橋津川河口に 導流堤(S56)		
レス ポンス	河川 (土砂動態)	●河川範囲などは、現 在と大きく変化して いない。					●小鴨川で河川改修によ って河道内土砂量が大幅 に減少 ●天神川の下流が砂利採 取によって河道内土砂 量が減少	●全河川で緩やかな堆積 傾向		
	河川 (植生等)						●礫河原面積が減少			●樹木面積が 拡大
	河川 (河床材料)							●S55に天神川・小鴨川 で粗粒化		
	海岸						●汀線後退 (S22より最大70m後 退)	●汀線後退 ●橋津川右岸導流堤の遮 蔽域で堆積		

		平成			令和	備考
自然 インパクト	流量 (小田ピーク 流量)	●H2.9洪水 実測流量 約1,700m ³ /s	●H10.10洪水 実測流量 約1,900m ³ /s	●H23.9洪水 実測流量 約1,400m ³ /s ●H30.9洪水 実測流量 約1,700m ³ /s	●R3.7洪水 推定流量 約1,400m ³ /s	
	大規模災害	●H2(1990) 9月19日台風 破壊・浸水：なし	●H10(1998) 10月19日台風 破壊・浸水： 53戸			
人為 インパクト	ダム形式					中津ダム 計画堆砂量 133千m ³
	砂防堰堤	●H1年 41基	●H10年 51基	●H20年 60基	●R2年 69基	計画堆砂量 175千m ³
	固定堰	●H1年 24基	●H10年 26基	●H20年 26基	●R2年 25基	固定堰建設数 25基 松ノ木頭首工撤去 (R2)
レス ポンス	砂利採取等	●天神川の下流で河 道掘削を実施。		●天神川、小鴨 川、国府川で河 川整備計画に基 づき、河床掘削 を実施。		
	河川 (土砂動態)	●小鴨川、国府川で H2洪水で堆積 ●天神川河口部で河 床掘削によって河 道内土砂量が減少	●天神川で堆積 傾向	●河川改修に伴う 河道掘削によっ て河道内土砂量 が減少		
	河川 (植生等)	●礫河原が小さくな る。	●樹木面積が拡大	●樹木伐採、河道 掘削により微減		
	河川 (河床材料)					

5.6 土砂動態マップ

土砂移動現象は不確定・不連続であり、長時間に及ぶ現象である。これまでに蓄積されたデータの量や質、現在のシミュレーション技術などの課題から、天神川水系の土砂動態を完全に解明できる状況には至っていない。

しかしながら、天神川水系では、山地部での土砂流出や河道部での局所洗掘及び河道内樹木の繁茂による河積阻害、海岸侵食といった各領域における課題が顕在化しており、土砂管理計画を早期に策定し、対応を講じる必要がある。

一方、限られたデータではあるが、蓄積された既知情報から水系の土砂移動を概略的に把握することは可能と考えられる。したがって、不連続で長期間に及ぶ土砂移動現象を概略的に捉え、平均的な土砂移動の傾向を把握するため、既往の調査結果（ダム堆砂量、河床変動土量、流砂観測結果等）や土砂移動予測モデル¹による計算結果等の既知情報を基に、土砂動態マップを作成した。ただし、今後も土砂移動のモニタリングを継続し、データの蓄積を図るとともに、得られた知見に応じて順次見直していくものとする。

全粒径に対する土砂動態マップを図 5.6-1、海浜構成材料（粒径 0.1～2.0mm）に対する土砂動態マップを図 5.6-2 に示す。

¹ 天神川流域全体の土砂移動を計算するモデルであり、「降雨流出解析モデル」と「準二次元河床変動計算モデル（植生消長考慮）」からなる。

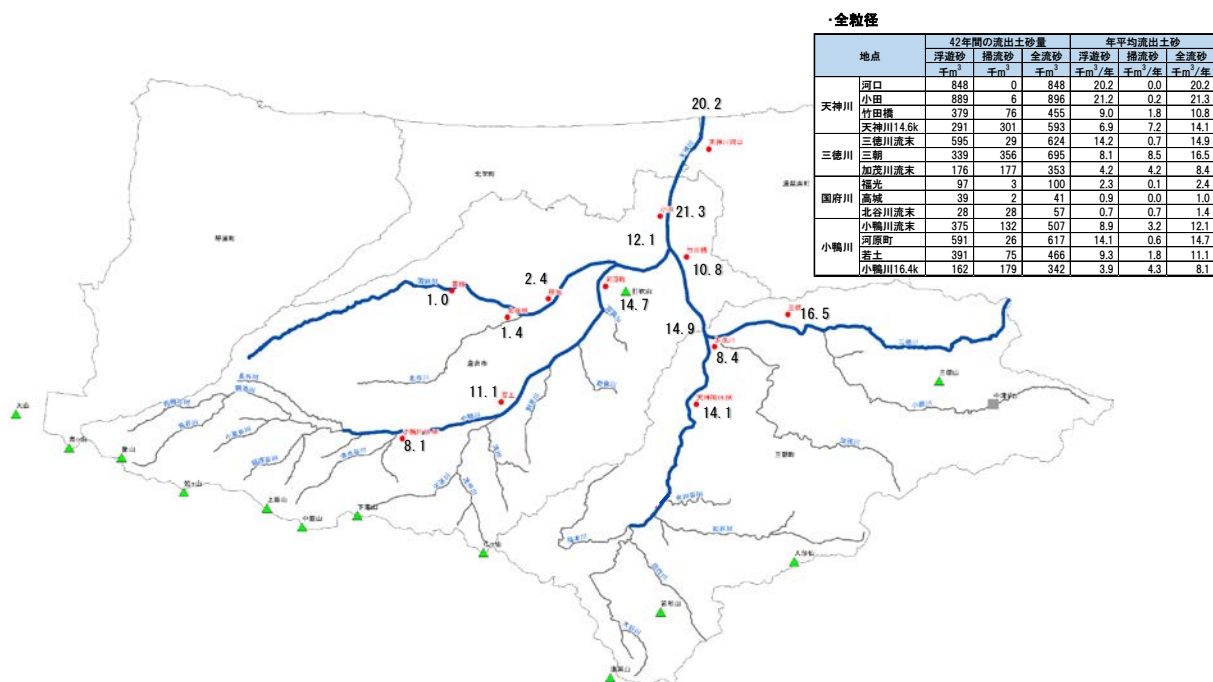


図 5.6-1 土砂動態マップ（全粒径）

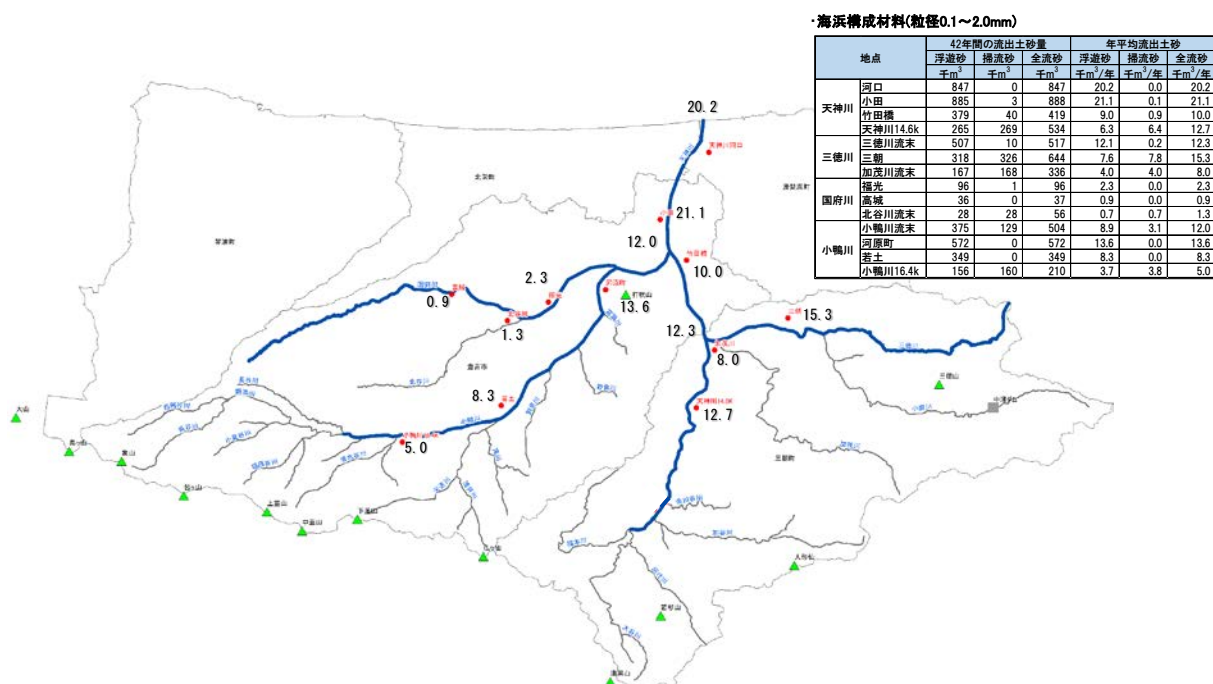


図 5.6-2 土砂動態マップ（海浜構成材料：粒径 0.1～2.0mm）

※地図上の数値は年平均の通過土砂量を示し、土砂移動予測モデルによる計算値（計算期間：昭和 55 年～令和 3 年）である。

※土砂移動予測モデルの向上に伴い通過土砂量の数値が更新される可能性がある。

※土砂移動モデルによる通過土砂量の数値は参考値とする。

6. 土砂管理計画

6.1 計画対象期間

土砂動態を評価する計画対象期間は数十年間（30 年程度）とし，5 年程度をサイクルとして適宜見直しを行う。

6.2 適用範囲

本計画の適用範囲は天神川水系（天神川流域と海岸）であり，水系内には複数の関係機関が存在する。

表 6.2-1 領域ごとの適用範囲と関係機関

領域	適用範囲	関係機関
砂防城	国及び県の事業領域	国土交通省中国地方整備局倉吉河川国道事務所 林野庁 近畿中国森林局 鳥取森林管理署 鳥取県
ダム域	中津ダム	鳥取県
河道域	大臣管理区間 （直轄管理区間）	天神川 0.0～14.56k、三徳川 0.0k～2.2k、 小鴨川 0.0～16.2k、国府川 0.0k～8.91k、 国土交通省中国地方整備局倉吉河川国道事務所
	指定区間（県管理区間）	鳥取県
	準用河川	倉吉市、三朝町、北栄町、湯梨浜町
河口域	天神川河口	国土交通省中国地方整備局倉吉河川国道事務所

6.3 目指すべき姿

天神川水系では、砂防、ダム、河道、河口域の各所において、土砂に関わる様々な課題を抱えている。このうち、地形・地質、気象・海洋条件等に由来する古くからの課題もあるが、中には、人為的行為が色濃く影響することで顕在化してきた比較的近年の課題もみられる。天神川における総合土砂管理では、特に後者の課題について取り上げ、水系で方向性を揃えることで、長期的にその解決を図っていく。

表 6.3-1 天神川水系の目指すべき姿

	目指すべき姿
天神川水系	砂防、河川、海岸の連携のもと各領域で整合のとれた対策を実施することにより、生態系に配慮した土砂環境を改善しつつ土砂洪水災害に対して安全で、可能な限り海岸域への土砂供給を行う流砂系の実現を目指す。

表 6.3-2 各領域における目指すべき姿

領域	目指すべき姿
砂防域	土砂災害を抑制しながら、下流河道への最適な土砂供給を図る。
ダム域（中津ダム）	ダム貯水池機能（発電）を維持するための適切なダム堆砂状況を管理する。
河道域	洪水に対し局所洗堀等に対する安全性を確保するとともに、近年生じつつある礫河原の減少や樹林化といった供給土砂量の減少の関与が示唆される事象に対して、通過土砂量が増えることで、健全な姿を維持することを目指す。
河口域	河口閉塞による内水被害の発生防止に努める。

6.4 土砂管理目標

天神川水系における当面の土砂管理目標は表 6.4-1 に示すとおりとする。

表 6.4-1 土砂管理目標

天神川流域からの土砂供給の人為的な減少分の回復に努め通過土砂量を増やすとともに、海岸保全対策により、海岸線の維持、回復を図る。

6.5 土砂管理対策

総合土砂管理計画では、海岸域への土砂供給を各領域が努力をする観点から目標を設定し、表 6.5-1 に示す方針で土砂動態改善のための対策を実施する。

表 6.5-1 土砂管理の実施方針

領域	対応方針
砂防域	- 土砂移動の連続性を確保するため透過型砂防堰堤の整備を進めるが、小鴨川・本川合流付近の過堆積を促進させないよう適切な土砂調整を図る。 - 透過型砂防堰堤の除石(維持掘削)を行い、適当な粒径を下流に供給する。
ダム域	維持掘削・浚渫土の粒径成分を確認した上で、下流域に必要な土砂をダム下流へ流出させる。
河道域	- 土砂堆積・樹林化の要因となる河道の二極化現象について、発生メカニズムを整理・把握し、対策・モニタリング計画を検討する。 - 土砂堆積・樹林化の要因となる固定堰の影響について調査を行い、固定堰の土砂動態への影響把握などを検討する。 - 河川整備計画、維持管理計画に基づく河道掘削により発生する土砂、及び堰に堆積する土砂を下流河川に置土を行う対策を検討する。
河口域	河口閉塞しにくい水路掘削等の対策の検討をする。

土砂管理対策の実施にあたっては、水系内の土砂は有限な資源であることを考慮した上で、関係機関が連携して対策の実施方法、作業分担、利害者等への周知等を事前に協議し対策に取り組む（連携対策）。各領域において実施する事業については、水系の土砂動態（下流への土砂供給、土砂移動の連続性）を勘案し、それを改善するための対策を実施していく。なお、可能な限り土砂を有効に利用するが、置き土への利用が難しい不良土については、災害防止の観点から搬出、処分等を行う。

表 6.5-2 土砂管理の対策と関係機関

領域	対策	内容	機関
砂防域	透過型砂防堰堤の整備	土砂移動の連続性を確保するため透過型砂防堰堤を整備	(国・県)
	砂防堰堤の堆積土の活用	出水時に透過型砂防堰堤に堆積した土砂を透過型砂防堰堤より下流に置土を行う対策を検討	(国・県)
	モニタリング	モニタリングにより砂防堰堤の堆砂状況および対策の必要性、砂防域からの流出土砂量、砂防域から流出する粒径の把握	(国・県)
ダム域	モニタリング	モニタリングにより維持掘削の必要性把握	(県)
河道域	二極化対策の検討	発生メカニズムを把握したうえで対策を検討	(国)
	河道域への置土	河川整備計画、維持管理計画に基づく河道掘削により発生する土砂、及び堰に堆積する土砂を海岸域への土砂供給等を下流河川に置土を行う対策を検討	(国・県)
	固定堰の土砂動態への影響把握	固定堰による土砂流下の連続性（土砂動態）への影響の調査の実施	(国・県)
	モニタリング	モニタリングにより本川・各支川の流砂量、対策の必要性、効果と影響の把握、土砂動態実態の把握	(国・県)
河口域	維持掘削	河口閉塞しにくい水路掘削等の対策の検討	(国)
	モニタリング	モニタリングにより対策の必要性、土砂動態実態を把握	(国)



図 6.5-1 天神川流域土砂管理対策

(1) 砂防域

大山山系直轄火山砂防事業（天神川）の中期計画は、平成 23 年に策定され、流域全体の安全を確保するため、土砂・洪水氾濫対策及び土石流対策として、砂防堰堤の整備を実施している。

中期計画の対象施設のうち、透過型となる対象は約 7 割存在している。

今後は、中期計画に基づいた整備を実施していくとともに、土石流発生後は、有効高を確認した上で除石を行い、堰堤の設置効果を維持するとともに、堆積土を置土とする対策を検討する。

既設の不透過型砂防堰堤についても、下流への土砂供給も踏まえ、透過型堰堤への対策を検討する。

(2) ダム域

中津ダムの堆砂測量を継続的に実施し、必要に応じた維持掘削、浚渫を実施する。

また、維持掘削、浚渫土の粒径成分を確認した上で、下流域に必要な土砂をダム下流へ還元させる。

(3) 河道域

①固定堰の土砂動態への影響把握

固定堰の改築は、流下能力の向上対策として必要な整備であり、土砂動態マップの精度の向上を図りつつ、改築前後の通過土砂量の把握や個別堰上下流の流速変化や河道形態の変化を分析し、堰の土砂動態への影響把握を実施する。

②置土対策

治水及び土砂管理の観点から、海岸に必要な粒径成分の海岸への供給土砂量を増加させること及び水衝部における洗堀深を緩和することを目標とし、河川整備計画や維持管理計画による掘削土を対象に置土を実施する。なお、海岸への土砂供給を目的とした置土は、年一回流下させることを目標とする。

置土の粒径はふるい分けの作業効率を考慮して、スケルトンバケットでふるい分けられる粒径である 20 cm を基準として、20 cm 以下の粒径土砂を海岸域への土砂供給を目的とした砂州部への置土、20 cm より大きい粒径の土砂は洗堀緩和を目的とした洗堀部への置土とする。

具体的な、置土形状や供給土砂量は、シミュレーションを実施したうえで、実施する。

③樹林化対策（植生管理）

河川整備計画や維持管理計画による掘削箇所を対象に、二極化の要因と考えられる植生についてモニタリングも活用しながら、対策を実施する。

(4) 河口域

河口閉塞に伴う河川の水位上昇を踏まえ、河口閉塞しにくい水路掘削等の対策の検討を実施する。

また、河口砂州を掘削した土砂を海岸へ供給する。

6.6 土砂管理指標

土砂管理対策の効果に示す数値を目標とするが、実際の管理にあたっては、この目標値での状況の把握及び管理は困難である。このため実際の管理では、地形等による各領域の土砂管理指標として設定しておくことが必要である。

各領域での土砂移動に関する課題の観点から管理指標を抽出し、管理のための各指標の目安を表 6.6-1 のとおり設定した。この管理指標と目安については、今後の継続的なモニタリングにより、より効果的な値を検討していく。

表 6.6-1 各領域の土砂管理指標

領域	領域の課題	管理指標	管理の目安
砂防域	砂防堰堤の堆砂	砂防堰堤地点の堆積高	有効高の 20%程度 (30%を上回らない) ※1
ダム域	堆砂	ダム堆砂量・堆砂形状	計画堆砂量を上回らない※2
			発電取水が可能な堆砂形状の維持
河道域	砂州高の上昇と局所洗掘の進行(二極化)	河道流下断面・樹林化範囲	維持管理目標流量
		構造物付近の河床高	護岸の構造物の基礎高を下回らない
		土砂供給量の把握	各領域及び海岸域への土砂供給量の確保
河口域	河口閉塞	河口砂州の砂州高・範囲	必要河積を確保する

※1：透過型砂防堰堤の維持管理において、有効高の 30%以上で除石が必要となることから、30%を上回る前に、土砂管理対策を実施する。その目安として 20%程度と設定したが、効果的な高さについて今後知見の蓄積が必要

※2：現状でオーバーしているため鳥取県と調整が必要

6.7 モニタリング計画

対策実施の必要性の把握、対策実施後の効果と影響を把握するためのモニタリングに加え、土砂動態の実態把握（河道の二極化現象等）や土砂移動予測モデルの精度向上のためのモニタリングを実施する。これらのモニタリング結果により得られたデータを用いて、対策の評価等を行い適宜見直していくものとする。

表 6.7-1 モニタリングの目的

- | |
|------------------------|
| ① 対策実施の必要性の把握、効果と影響の把握 |
| ② 土砂動態実態の把握 |
| ③ 土砂移動予測モデルの精度向上 |

表 6.7-2 モニタリングの内容

領域	項目	目的
砂防域	・ 砂防堰堤の堆砂量	・ 砂防堰堤の堆砂状況および対策の必要性の把握 ・ 土砂動態実態の把握 ・ 土砂移動予測モデルの精度向上
	・ 除石等の維持管理量	・ 土砂動態実態の把握
	・ 堆積土砂量 及び堆砂形状	・ 対策の必要性、効果と影響の把握 ・ 土砂動態実態の把握
	・ 流出土砂量（流砂量）	・ 砂防域からの流出土砂量
	・ 堆積土砂の粒度分布	・ 砂防域から流出する粒径の把握
ダム域	・ 堆積土砂量及び堆砂形状	・ 維持掘削の必要性把握、土砂還元可能量の把握
河道域	・ 流砂量	・ 本川、各支川の流砂量
	・ 河道形状	・ 対策の必要性、効果と影響の把握 ・ 土砂動態実態の把握
	・ 支川合流部の河道形状	・ 河道の二極化現象の把握 ・ 土砂動態実態の把握 ・ 土砂移動予測モデルの精度向上
	・ 河床材料	・ 土砂動態実態（粒径）の把握
	・ 植生分布	・ 対策の必要性、効果と影響の把握
	・ 通過土砂量	・ 対策の効果と影響の把握 ・ 土砂動態実態（量）の把握
	・ 河原面積の割合	・ 対策の必要性、効果と影響の把握
	・ 代表植物・生物の生息生育 状況（陸域）	・ 対策の必要性、効果と影響の把握
河口域	・ 地形変化	・ 対策の必要性の把握 ・ 土砂動態実態の把握 ・ 土砂移動予測モデルの精度向上
	・ 河床材料	・ 土砂動態実態（粒径）の把握

表 6. 7-3 モニタリングの内容と調査手法・調査地点

領域	土砂管理指標	モニタリング項目	調査手法	調査地点
流砂計全体	土砂収支算定区間の河床変動量	河床高	河道測量（ALB 測量含む）	土砂収支算定区間
		掘削土量	河道掘削、砂利採取量の把握	
砂防域	砂防堰堤地点の堆積高	土砂生産域（崩壊地）の規模土砂動態	空中写真撮影	砂防流域
		（土砂移動の範囲、河道内土砂量）	航空レーザー測量	砂防施設整備区間
		流砂量	流砂量観測（ハイドロフォン、濁度計測等）	
			水位（水位計や CCTV 等による画像から判読）	砂防施設整備区間
		砂防堰堤の堆砂量 除石等の維持管理量	砂防堰堤の堆砂測量除石量の把握	
ダム域	ダム堆砂量	堆積土砂量及び堆砂形状	貯水池堆砂測量	中津ダムの貯水池
河道域	水理・水文量	－	水位計測流量観測	小田(天神川)、福光(国府川)、
				若土（小鴨川）、三朝(三徳川)
	河道流下断面・樹林化範囲	河道形状	河道測量（ALB 測量含む）河道掘削量	定期測量の測線に準じる
		支川合流部の河道形状	空中写真	土砂流出が多い支川合流部
		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）	・小鴨川、国府川、三徳川
			空中写真	領域全体
		礫河原環境	空中写真(対策区間の上下流の区間も含む)	領域全体
		植生群落・鳥類	河川水辺の国勢調査項目個体数・種数	領域全体
			群落の分布	領域全体
			（河川水辺の国勢調査）	
	構造物付近の河床高	水衝部・河川形状	空中写真、河川パトロールによる水衝部位置、接地延長確認	局所洗堀により堤防・護岸の被災や河川管理施設への影響が懸念される区間
			河道測量	定期測量の測線に準じる
			測量によるみお筋位置	河床低下が見られ、水衝部の形成が懸念される箇所
	河床高、河床材料（二極化の懸念区間・箇所）	河床形状、河床材料	空中写真※必要に応じて河道測量（ALB 測量など）、河床材料調査横断測量(実測)	・天神川(4. 0～5. 0k※4. 4k) ・小鴨川(11. 0k～12. 0k※11. 0k) ＜河床低下の確認も含む＞
	土砂供給量の把握	河床材料	河床材料調査	領域全体
		流砂量	固定堰地点における流砂計	固定堰地点
		河道形状	定期測量、空中写真	領域全体
		砂州、みお筋の平面位置（瀬・淵）		
河口域	河口砂州の砂州高・範囲	河口閉塞状況	定期測量、空中写真	天神川河口部
			河床材料調査	

7. 実施体制

天神川の土砂管理計画は、関係機関と協力の上、連携して進めていく。

また、協議会については、継続的にモニタリングや効果検証を行い、PDCA サイクルにより必要に応じ見直しを行う。

連絡協議会を毎年1回程度開催し、土砂に関する情報共有を図り、概ね5年サイクルで事後評価・今後の当面の目標設定を行う。

なお、土砂動態に関する予測技術の確立に向けては、長期的展望のもとで調査・研究を進めていくことが重要である。このような技術的内容に関しては、鳥取大学などの学識者に定期的に審査、指導を受ける。

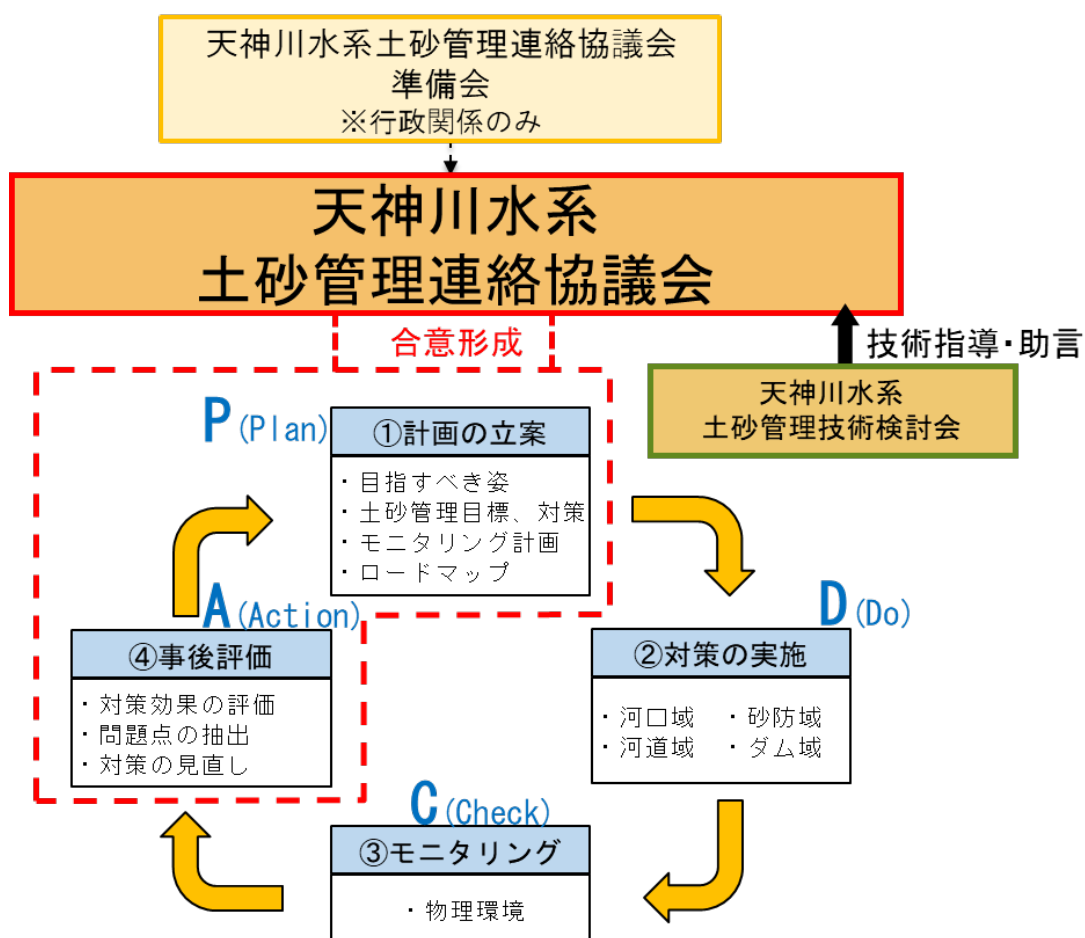


図 7.1-1 天神川水系における連携方針

【付録】 土砂動態モデル

本検討に用いた土砂移動予測モデルの概要を以下に示す。

1 モデルの概要

土砂移動予測モデルは、山地から河口までの流域全体の土砂移動を追跡できるモデルとするため、山地域には流域土砂動態解析モデル、平野部（天神川、小鴨川、国府川、三徳川の直轄管理区間）には一次元河床変動計算モデルを組み合わせたモデルを用いた（図1、表1）。これらのモデルの接続部では、流域土砂動態解析モデルで計算した流出量や土砂移動量を、下流の一次元河床変動計算モデルの上流端境界条件として与え、モデル間の整合を図った。

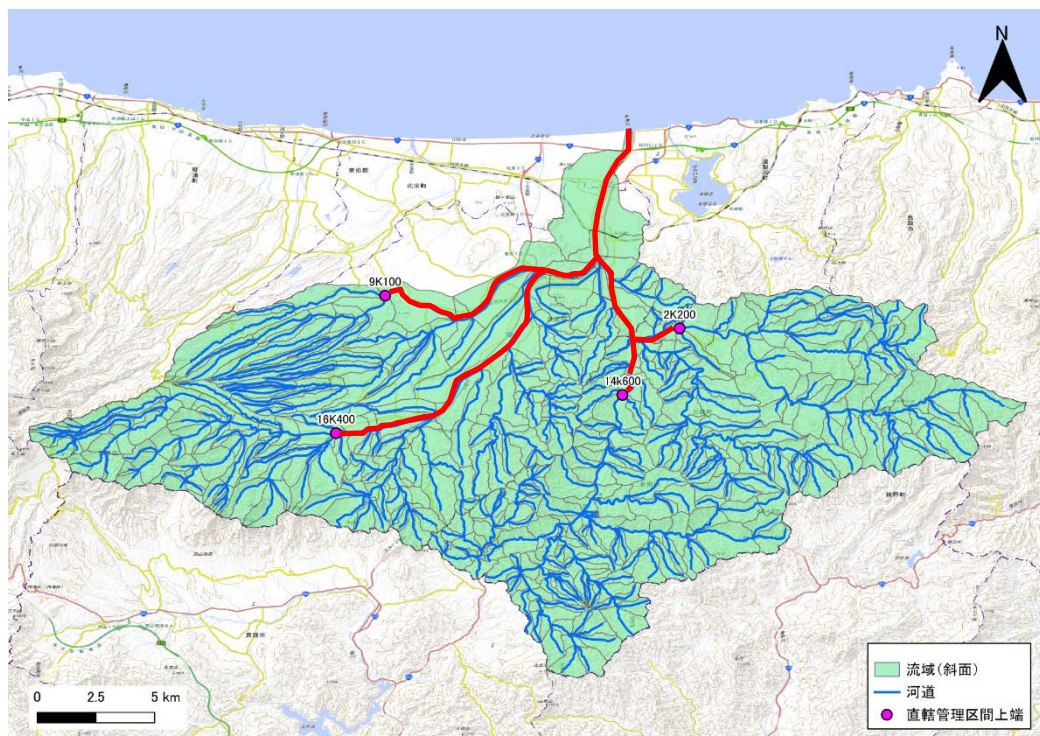


図1 天神川流域の土砂移動予測モデル

表1 モデルの構成と特徴

予測モデル	対象範囲	特徴
①流域土砂動態解析モデル	流域全体 (山地～天神川、山地～小鴨川、山地～国府川、山地～三徳川)	天神川流域で降った雨データを基に、天神川、小鴨川、国府川、三徳川に流入する流量と流砂量（粒径別）を解析する。
②一次元河床変動計算モデル (植生消長を考慮)	河道域 (天神川 14.6k より下流 小鴨川 16.4k より下流 国府川 9.1k より下流 三徳川 2.2k より下流) ※直轄区間上流端より下流	定期横断測量成果と河道内植生繁茂状況を基に、植生の流失・再繁茂や細粒土砂の捕捉を考慮し、河道内の流砂量を解析する。

2 流域土砂動態解析モデルの構成

流域土砂動態解析モデルは、降雨流出計算（表面流、中間流、基底流）と土砂流出・河床変動計算を一体化したモデルであり、任意地点（単位河道ごと）の流出量と粒径別通過土砂量が算出される。本検討に用いた流域土砂動態モデルの構成及び計算イメージを表 2、単位斜面・単位河道のイメージを図 2～4 に示す。

表 2 流域土砂動態解析モデルの構成

項目		計算条件※	備考
計算領域		天神川流域	
計算期間		1980 年～2023 年（S54～R3 の 42 年間）	
降雨	雨域	天神川流域を 19 個の雨域に分割	
	降雨量	国交省、気象庁所管の 26 観測所の観測データより算定した流域平均雨量	
斜面	流れの計算	斜面表層：マニング則、地下層：ダルシー則による計算	斜面数
	定数設定	斜面表層の等価粗度、地下層の透水係数・浸透能	
	流域面積	GIS により小流域分割を行い流域面積計測	
	落水線長	GIS により単位斜面内の代表的な谷の長さを計測	
	落水線勾配	基盤地図情報(10mDEM)より落水線の標高差を計測 落水線勾配＝標高差／落水線長	
	地盤定数	内部摩擦角、粘着力（ $\phi=35^\circ$ 、 $C=0\text{kN/m}^2$ ）	一般値
	土砂生産パラメータ	生産土砂量算定式の係数 （ $\alpha=1.0\times 10^{-2}\text{m}^3/\text{km}^2/\text{s}$ 、 $\beta=1.5$ ）	
	生産土砂の粒度分布	平成 15 年度調査結果を補正（100mm 以上が 50%分布）	
河道	流れの計算	不定流計算モデル	
	定数設定	河道の粗度係数（山地河道 $n=0.05$ 、直轄河道 $n=0.04$ ）	
	河道長	GIS により計測した溪流	
	河床材料	平成 15 年度調査結果を補正（100mm 以上が 50%分布）	
	流砂量式	土石流～掃流砂への遷移を考慮した高橋の式	
	土砂流出量パラメータ	侵食速度係数 δe 、堆積速度係数等 δd	
	砂防堰堤	直轄砂防堰堤をモデル化	

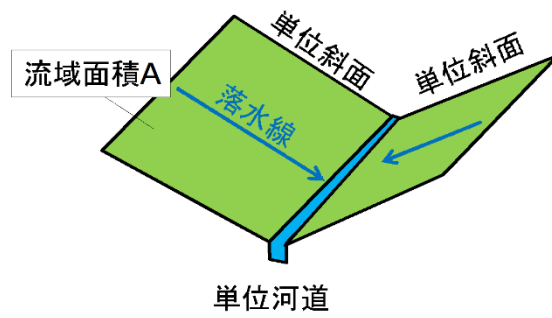


図2 単位河道・単位斜面の模式図

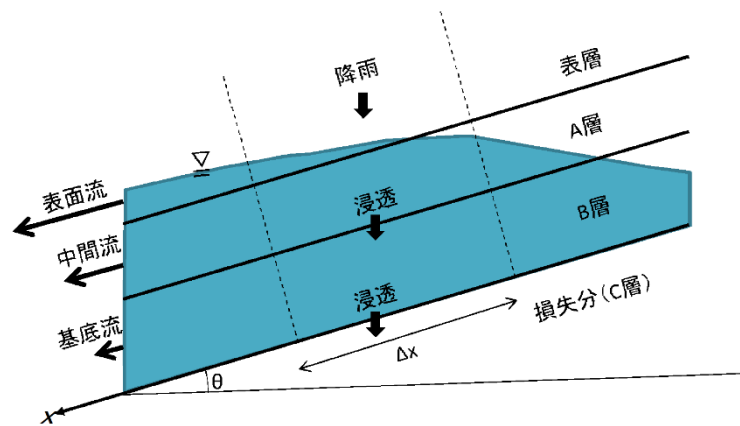


図3 単位斜面の内部構造模式図

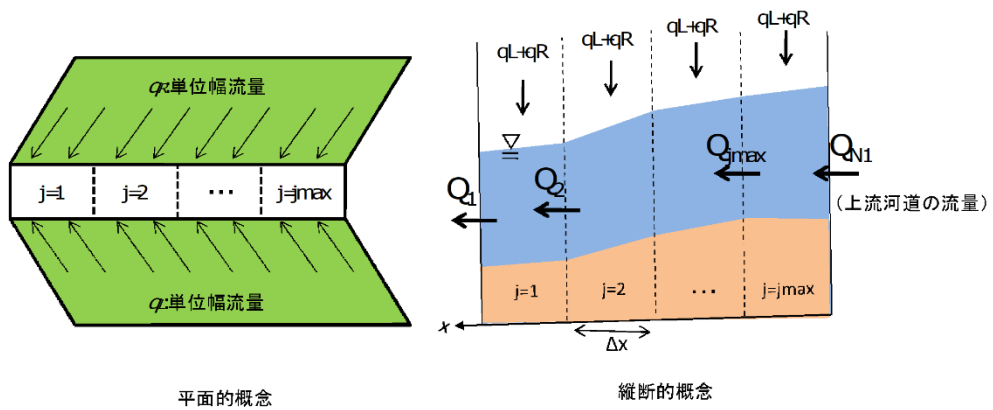


図4 単位河道の内部構造模式図

3 一次元河床変動計算モデルの構成

河道部の計算は、掘削後の植生繁茂や土砂堆積が考慮できる、植生消長を考慮した一次元河床変動計算モデルにより河床変動、通過土砂量等を解析する。

表 4 一次元河床変動計算モデルの仕様

項目		設定条件
計算領域		天神川直轄河道域（天神川、小鴨川、三徳川、国府川）
計算期間		1980 (S55) 年～2021 (R3) 年
河道	流れの計算式	下流からの不等流計算
	流砂量式	掃流砂：芦田・道上式 浮遊砂：板倉・岸式
	流量配分	溪流・河道毎に降雨流出解析結果を与える ・天神川 -0.13k～ 5.39k 5.40k～ 6.62k 6.80k～ 8.00k 8.20k～ 9.40k 9.60k～11.40k 11.60k～12.80k 13.00k～13.35k 13.40k～13.80k 14.00k～14.40k 14.60k ・小鴨川 0.00k～ 2.80k 3.00k～5.20k 5.40k～ 7.20k 7.40k～8.94k 9.00k～12.00k 12.20k～14.40k 14.60k～14.80k 15.00k～15.86k 16.00k～16.40k ・国府川 0.00k～ 0.20k 0.40k～4.69k 4.80k～ 5.41k 5.60k～9.10k ・三徳川 0.00k～ 0.40k 0.60k～2.20k
	初期河床材料	平成 15 年度調査結果
	出発水位	長瀬観測所実績水位 (S54～R3)

4 土砂移動予測モデルの検証

1980(S55)年～2021(R3)年の42年間を対象として、表5に示すデータを用いて検証計算を行った。

表 5 モデルの検証に用いた検証データ

検証項目	検証内容
降雨流出	検討期間（1979-2021 年）における主要出水に対する計算流量について確認を行い、実績流量との比較から降雨流出解析パラメータの妥当性を評価する。なお、検証はモデル全体に対して行うものとし、対象地点は各流域の下流・合流部に位置する小田、竹田橋、三朝、河原町、福光の5地点とする。
土砂生産・土砂流出※ （土砂生産域）	主要出水時における斜面安全率 F_s について、最小値および設定 F_s を下回る時間（土砂生産時間）の分布を確認し、定性的な土砂生産発生条件との比較から土砂生産パラメータの妥当性を評価する。 また、砂防堰堤の堆砂状況について確認を行い、H17 実績およびH21-R1 土砂変動（LP 差分）との比較から土砂流出パラメータの妥当性を評価する。
土砂生産・土砂流出 （河道域）	定期縦横断測量成果による平均河床高を整理し、一次元河床変動計算結果から求まる平均河床高の変動について、パラメータの妥当性を評価する。 土砂動態観測施設（ハイドロフォン、濁度計）、バケツ採水による流砂観測結果を基に検証結果の妥当性を評価する。

※降雨流出解析パラメータを変更してないため、土砂生産・土砂流出に関するパラメータは変更しない。



図 5 モデルの検証地点