

天神川流砂系総合土砂管理計画に向けて

令和6年12月18日

中国地方整備局 倉吉河川国道事務所

1. 土砂管理の取り組み状況(経緯)

天神川水系における現状⇒課題(概略)

《砂防域》 ・砂防施設整備率30%程度 ⇒土砂災害の発生	《ダム域》 ・中津ダムにおいて計画堆砂量の超過 ⇒ダム堆砂の進行
《河道域》 ・樹林化・二極化の進行 ・局所洗掘深の増大 ・掘削土砂の場外搬出 ⇒二極化による樹林化や礫河原の減少、みお筋部の低下や移動に伴う局所洗掘	《河口域》 ・河口砂州形成 ・河口閉塞による浸水被害 ⇒河口砂州による河口閉塞

課題解決に向けた取り組み

～各領域(砂防域、ダム域、河道域、河口域)で実施している以下の対策を継続実施～

《砂防域》 ・砂防域に透過型砂防堰堤の採用
《ダム域》 ・ダム域の堆積状況の把握
《河道域》 ・河道域において、河道の安全性、礫河原再生を考慮した河道掘削、樹木管理(植生管理)を実施
《河口域》 ・砂州による河口閉塞を生じさせないよう砂州の挙動をモニタリングし、必要に応じて維持掘削を実施 ・河口閉塞対策として、掘削した砂を浜崖等が起こっている海岸へ搬出できないか調整中

課題解決に向けた更なる取り組み

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維持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。

天神川水系土砂管理連絡協議会 準備会 (R3.10、R4.10)

天神川水系土砂管理連絡協議会 (R4.12、R5.3、R5.7)

・土砂管理計画(案)の策定 ・連携方針(案)の策定

海岸域の対応状況

鳥取沿岸の海岸保全基本計画
(H14 R2改定)

鳥取沿岸の総合的な土砂管理
ガイドライン(H17)

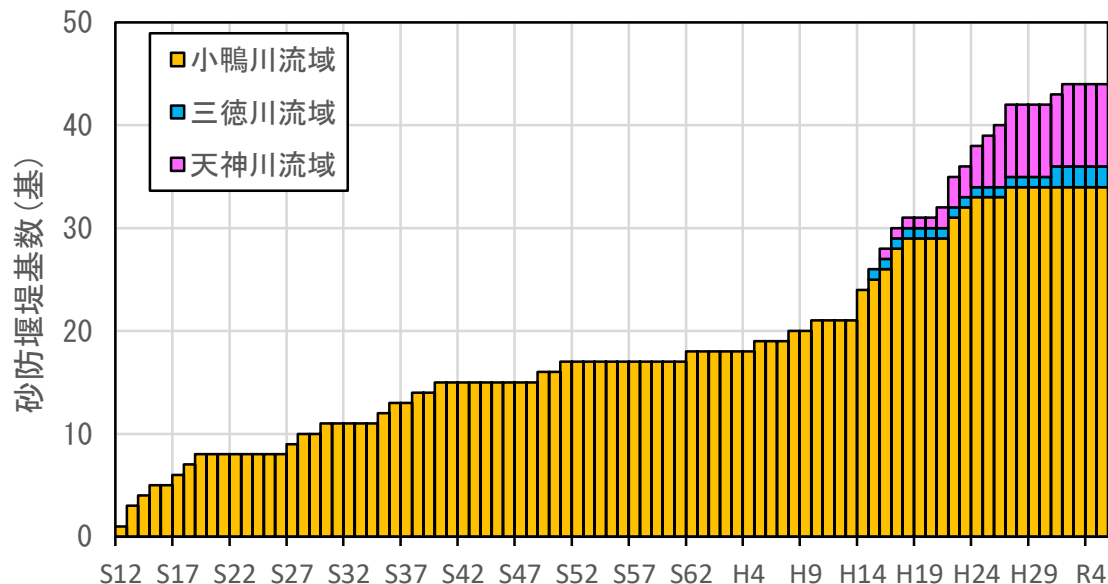
鳥取県中部沿岸土砂管理
連絡調整会議(H25～)

鳥取沿岸における砂浜保全に
関する技術検討会(R1)

2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(1) 砂防域

- 【現状】 ●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込み、破堤を生じさせて、広い範囲に洪水被害をもたらすことが懸念される。
- 土砂災害の発生
- 流域内の砂防施設は、砂防堰堤136基、渓流保全工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。⇒整備率約30%
- 直轄砂防堰堤は、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。
- 不透過型砂防堰堤に堆砂した土砂は、堆積土砂の中に樹木等が混在しており再利用ができないため、残土処分場へ搬出処分を行っている。
- 【課題】 ●砂防域から海岸域への安定的な土砂供給
- 砂防堰堤に堆積した土砂の活用方法（土砂管理対策の検討）



直轄砂防堰堤の基数変化

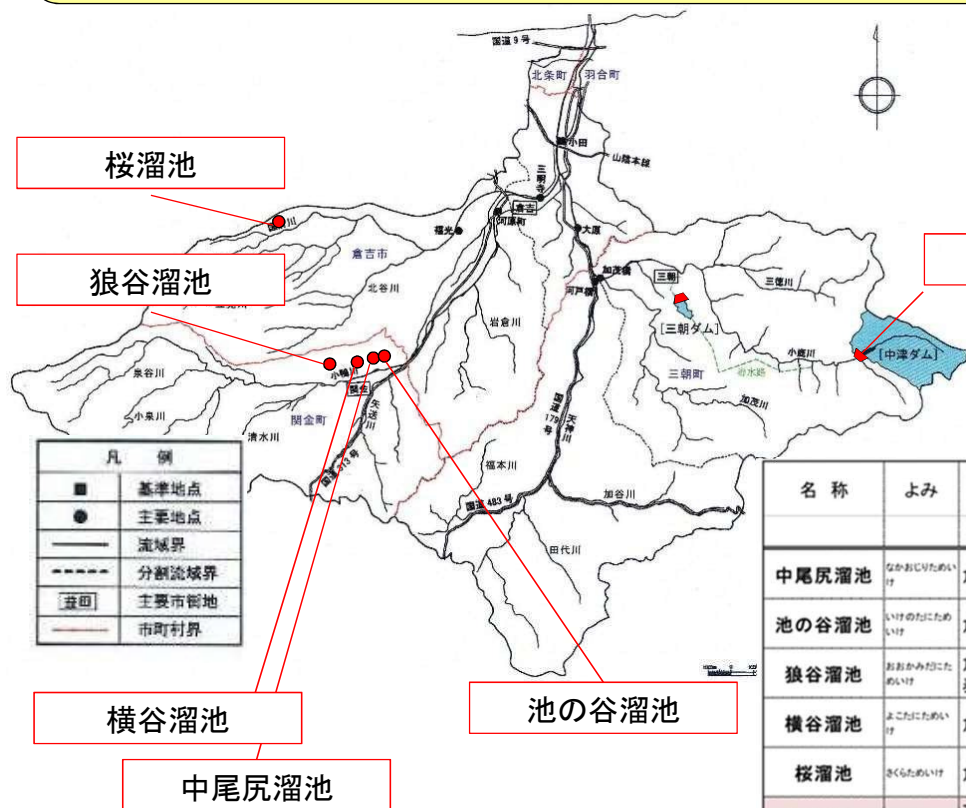


天神川流域に設置されている砂防堰堤

2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(2) ダム域

- 【現状】
- 天神川流域の規模が大きく、集水面積が大きいものとしては中津ダムがある。
 - ダム堆砂が進行し、計画堆砂量を超えている。
 - 中津ダムでは令和5年8月の台風により土砂が堆積し、令和5年度に取水口付近の浚渫を行った。令和6年度以降は上流側の堆積土の搬出を継続的に実施していく予定である。
 - 中津ダム以外は6つのため池が存在するが、いずれも流域面積が小さく、土砂の移動に対して下流河道域に与える影響は小さいと考えられる。
 - 貯水量が比較的大きい狼谷溜池では土砂は堆積しておらず、浚渫予定もない。
- 【課題】
- 海岸域への安定的な土砂供給
 - 利水機能の維持



位置図

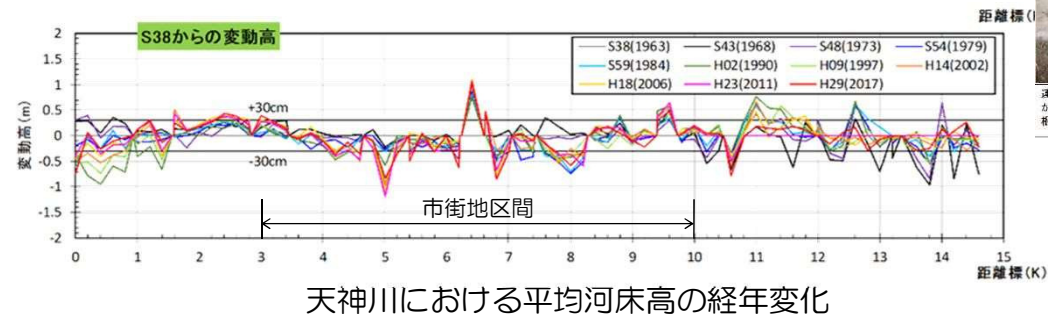
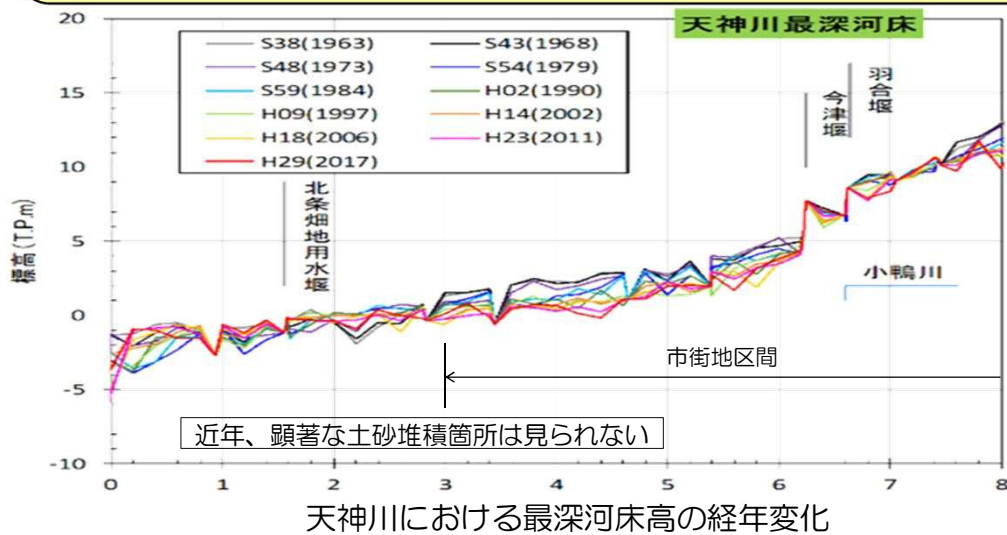
名称	よみ	所在地	河川	目的	形式	堤高 m	堤長 m	流域面積 km ²	湛水面積 ha	総貯水容量 千m ³	有効貯水容量 千m ³	竣工 年	ダム事業者
中尾尻溜池	なかおしりたためいけ	倉吉市鴨河内	小鴨川	かんがい	アース	16.4	118.0			152	152	1923	土地改良区
池の谷溜池	いけのたにたためいけ	倉吉市鴨河内	小鴨川	かんがい	アース	16.0	70.5		8.0	616	399	1923	土地改良区
狼谷溜池	おおかみだにたためいけ	倉吉市関金町泰久寺	小鴨川	かんがい	アース	27.2	255.5	1.0	15.0	1,319	1,096	1973	土地改良区
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

2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(3)河道域(河床変動)

- 【現状】
- 河道内の樹林化・二極化による河積阻害や粗度上昇の影響、管理上のアクセスや巡視における支障が生じている。
 - 河道内の二極化は見られるが、平均河床高の経年変化に示されるように河床変動量に大きな変化はない。
 - 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があり、この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。
 - 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
 - 急流河川のため、洪水時の局所洗堀により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月の洪水でも複数個所で護岸の被災が発生した。
 - 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へ搬出している場合もある。
 - 二極化等の現状の課題に考慮した河道掘削を実施している。
- 【課題】
- 二極化現象の把握を目的とした過去の測量データによる河床形態や出水データの整理、今後のモニタリング計画の検討
 - 河道掘削に伴い発生した土砂の活用方法（土砂管理対策の検討）
 - 護岸の根継ぎ、根固め等による河岸侵食防止対策



2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(3)河道域(河道の変遷(砂州・植生変化))

- 【現状】
- 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。整備計画策定後、樹木の大規模抜開を行っているが、伐採1~2年後に再繁茂が見られている。
 - 洪水時に河川から氾濫した場合などにおいて、田んぼの肥料成分が河川に流れ出ることにより、河道内の樹林化が進んでいる。
 - 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（イカルドリ等）の減少が懸念される。
 - 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。
- 【課題】
- 整備計画策定後、樹木の大規模抜開を行っているが、伐採1~2年後に再繁茂が見られており、伐採後に樹林化で土砂がトラップされている箇所も見られ、その効果は限定的である。
 - 出水時に滞筋に流れが集中し、河床低下により河床と陸域の比高差が拡大することから、植生域の増加や礫河原の減少、イカルドリ等の礫河原固有動植物の生息域減少に繋がっている。



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)

樹木抜開後の再繁茂状況



河道内の草本や樹木で見えにくくなった水面と礫河原



イカルドリ
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

礫河原の減少状況



昭和37年



昭和46年

植生の進入

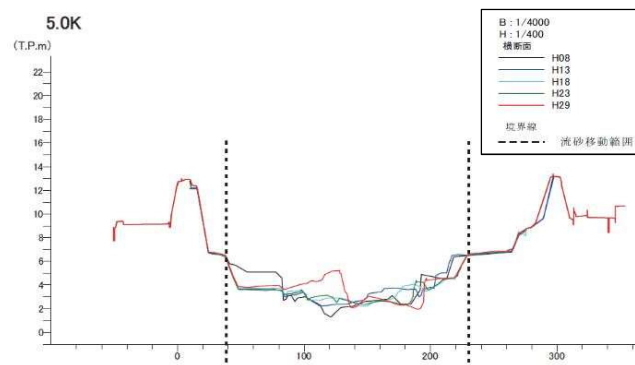


平成25年

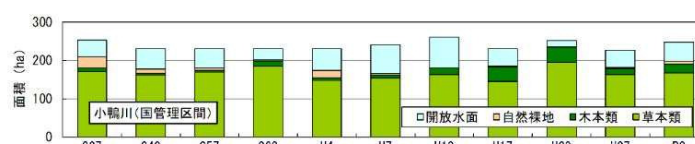
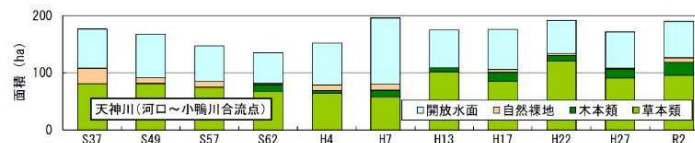


令和元年

小鴨川 3.0-4.0kの植生の変化(航空写真)



天神川5k000における平成8年以降の土砂堆積状況



地帯状況の長期的な経年変化
(空中写真読み取りと植生調査)

2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(3)河道域(河道の変遷(砂州・植生変化))

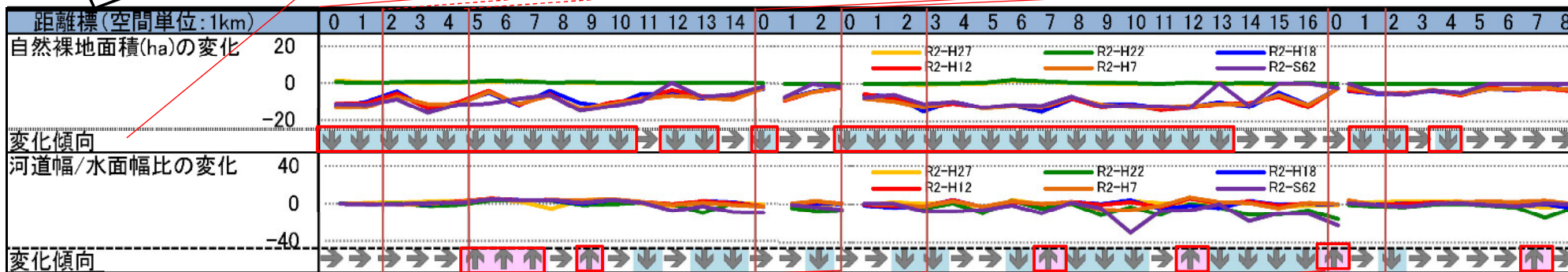
- 河川環境管理シートを活用して、河川環境の劣化箇所の把握を行った。
- 自然裸地面積の変化についてみると、昭和62年から平成18年の間で自然裸地面積が低下しており、河道幅/水面幅比が減少していないことから、天神川と小鴨川を中心に樹林化が進行していることが確認できる。また、変化傾向から天神川と小鴨川を中心に樹林化が進行すると考えられる。
- 河道幅/水面幅比の変化についてみると、平成22年から令和2年にかけて河道幅/水面幅比が上昇しており、天神川を中心に二極化が進行していることが確認できる。また、変化傾向から天神川5k~7k、9kと小鴨川7k、12kを中心に樹林化が進行すると考えられる。

・3年代以上のデータがある場合、30年後の予測値(傾き)により表示

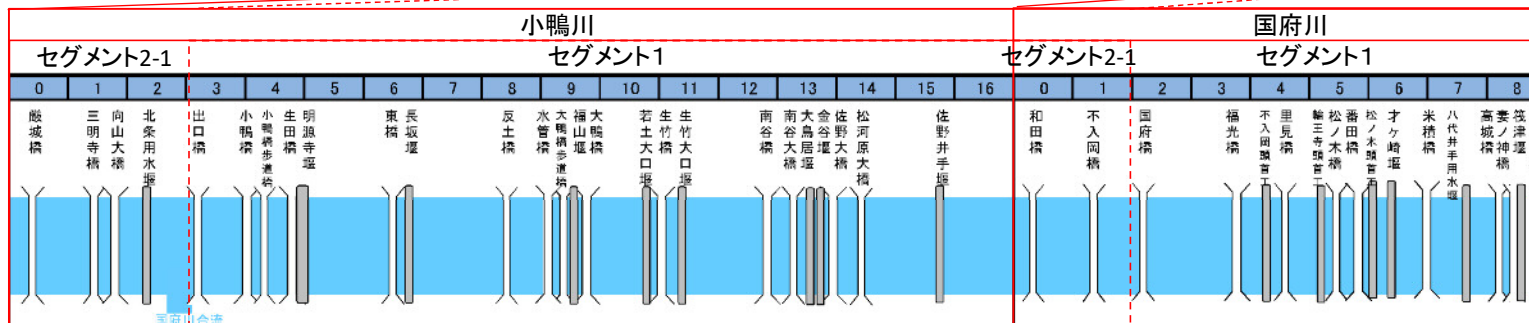
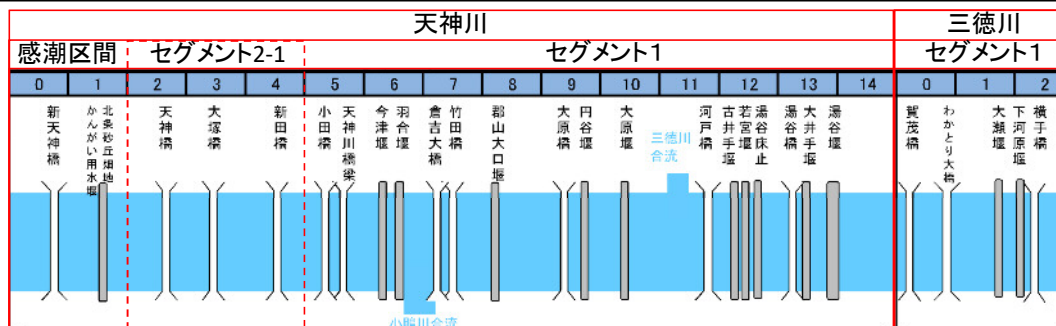
-30%以上の場合: ↓

+30%以上の場合: ↑

自然裸地面積では、値が小さくなると環境が劣化傾向



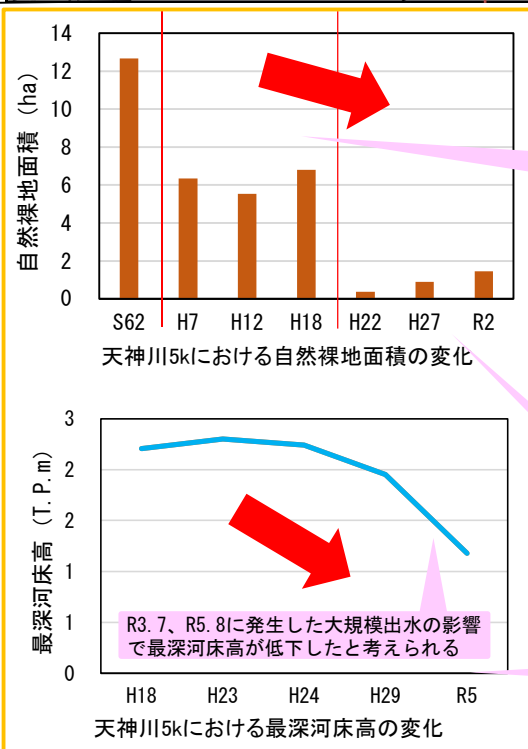
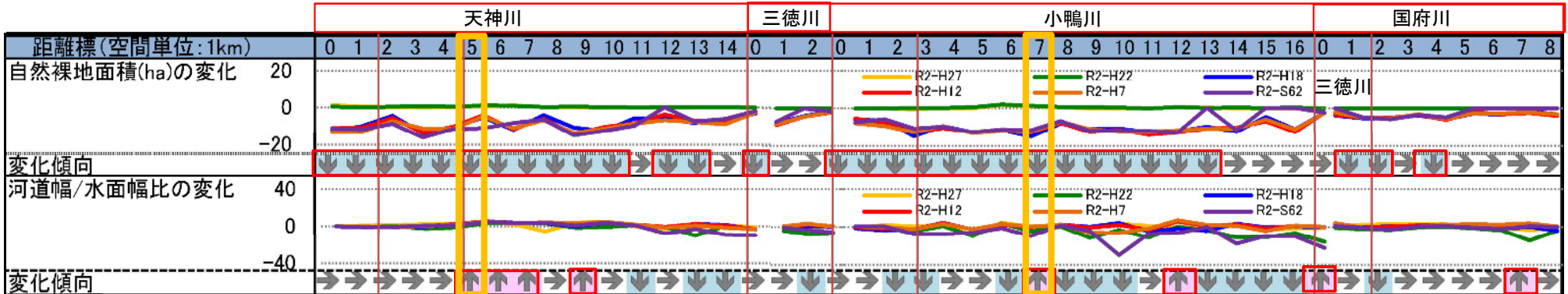
河道幅/水面幅比では、値が大きくなると環境が劣化傾向



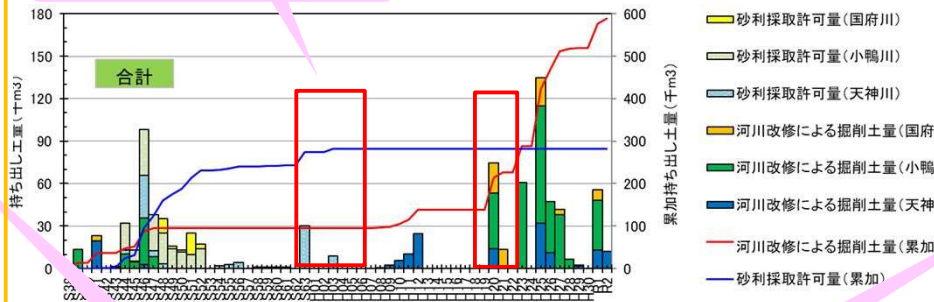
2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(3)河道域(河道の変遷(砂州・植生変化))

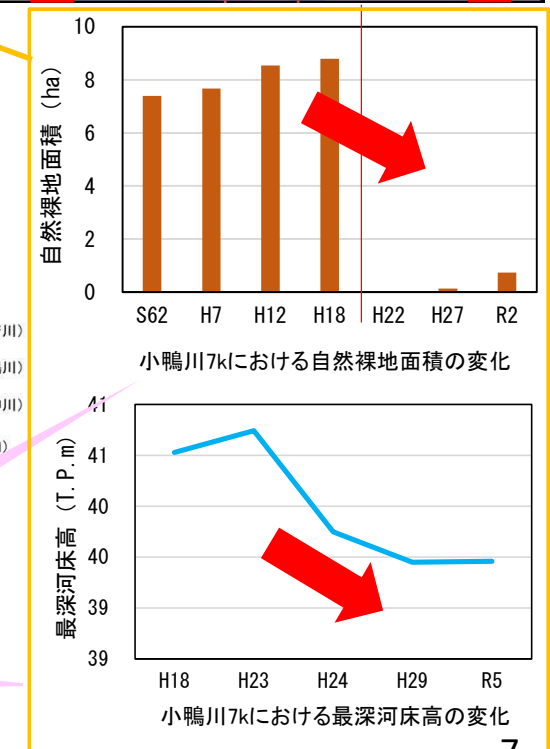
- 劣化傾向が強いと考えられる天神川5kにおいて、自然裸地面積が昭和62年から平成7年と、平成18年から22年にかけて大きく減少している。また、平成18年以降の最深河床高も減少傾向である。
- 劣化傾向が強いと考えられる小鴨川7kにおいて、自然裸地面積が平成18年から22年にかけて大きく減少している。また、平成18年以降の最深河床高も減少傾向である。
- 大きく変化している年では河道掘削・砂利採取量等が行われており、その影響によって環境が変化したと考えられる。



砂利採取によりS62からH7にかけて自然裸地面積が減少していると考えられる



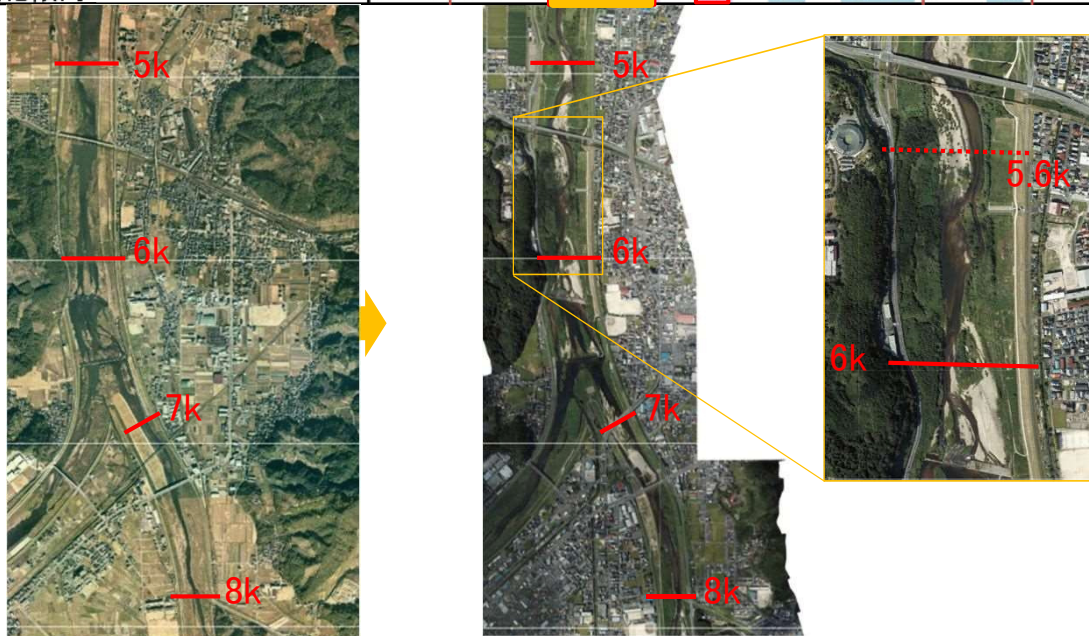
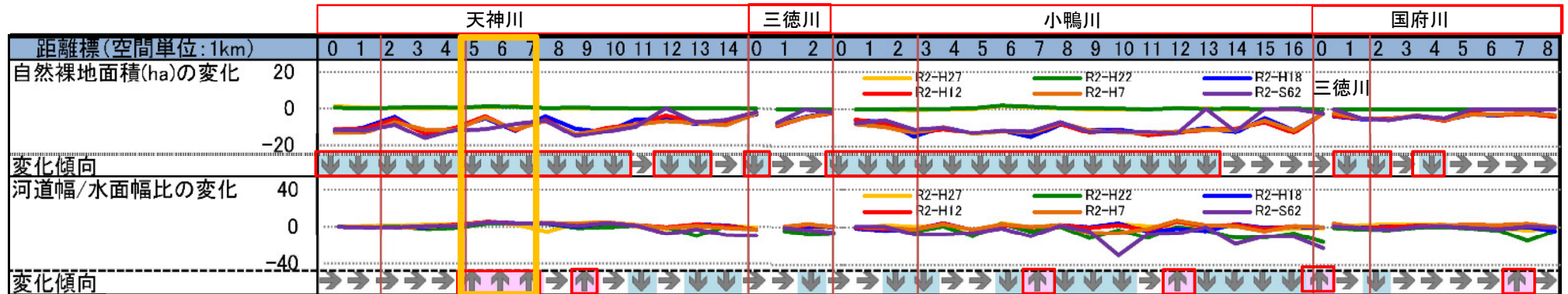
河川改修による掘削によりH18からH22にかけて自然裸地面積の減少、最深河床高の低下をしていると考えられる



2. 各領域における土砂に関する現状と課題

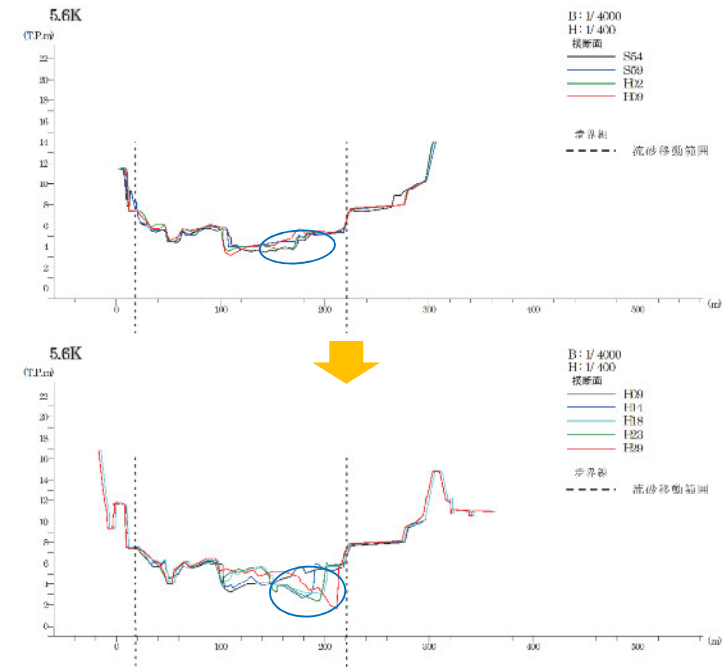
(3)河道域(河道の変遷(砂州・植生変化))

- 劣化傾向が強いと考えられる天神川の5k~8kについてみると、航空写真や横断面図より二極化や樹林化が進行していることが確認できる。
- 今後、変化傾向が劣化傾向であるところを中心に要因分析を行っていく必要がある。



S49~S53航空写真 R1航空写真 ※地理院地図より

天神川5k~8kにおける河川の変遷

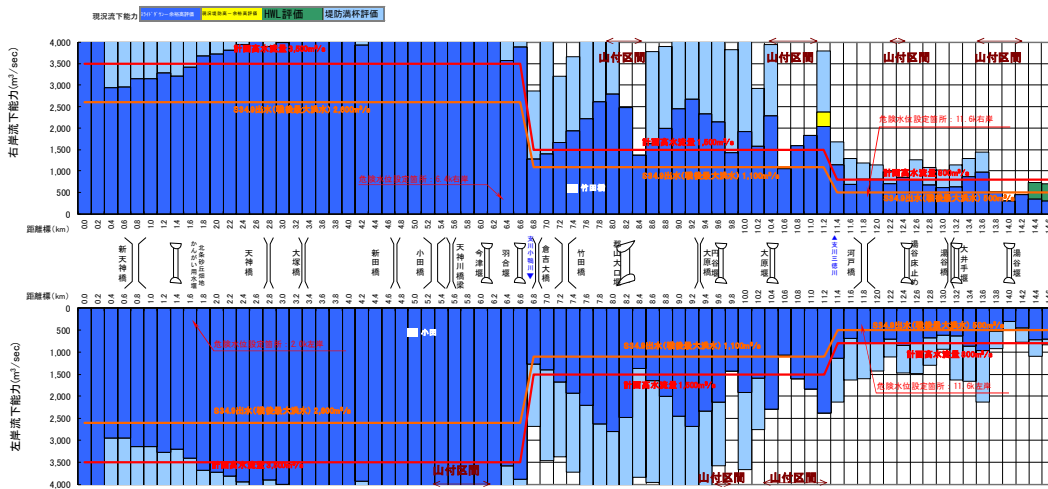


天神川5.6kにおける横断面の変遷

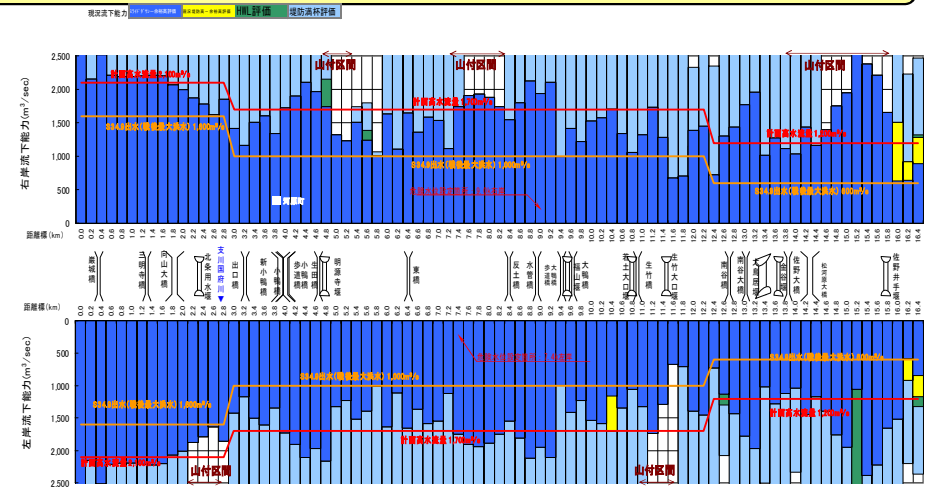
2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(3)河道域(流下能力図)

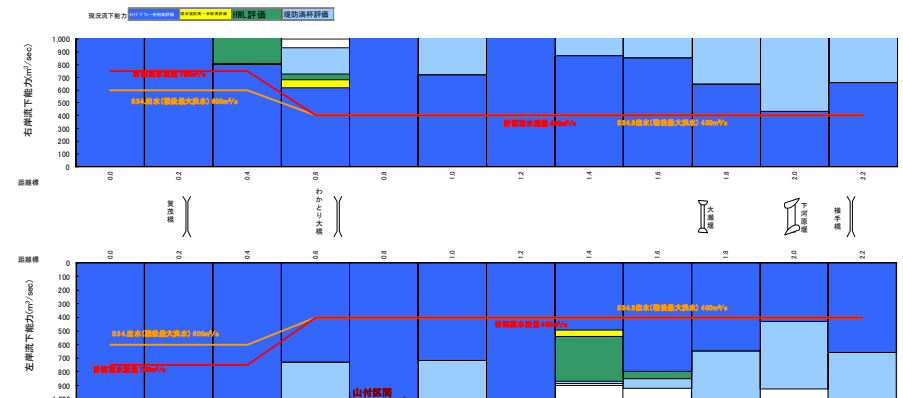
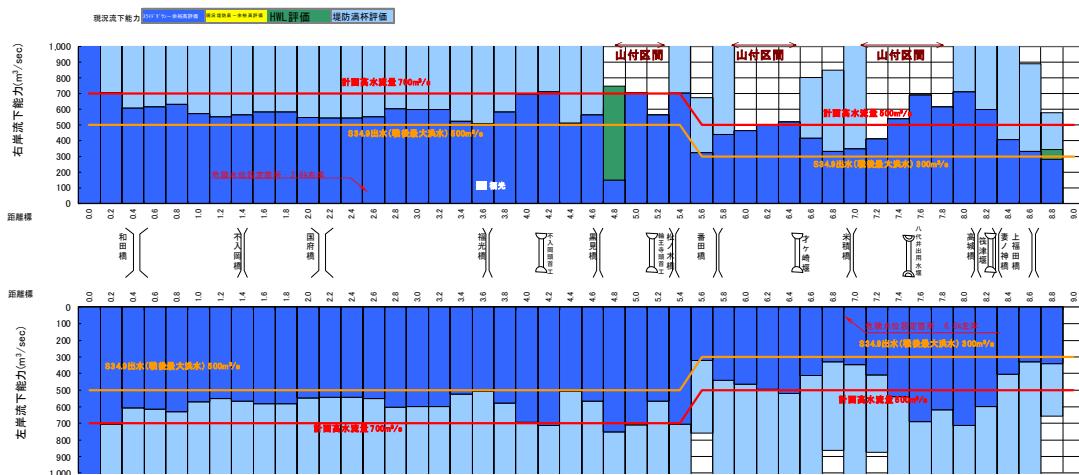
- スライドダウン—余裕高評価では下流の一部区間、中上流域の一部で計画高水流量を満足できていない区間がある。
- 堤防満杯評価では全川の概ね満足できている。



流下能力図 (天神川)



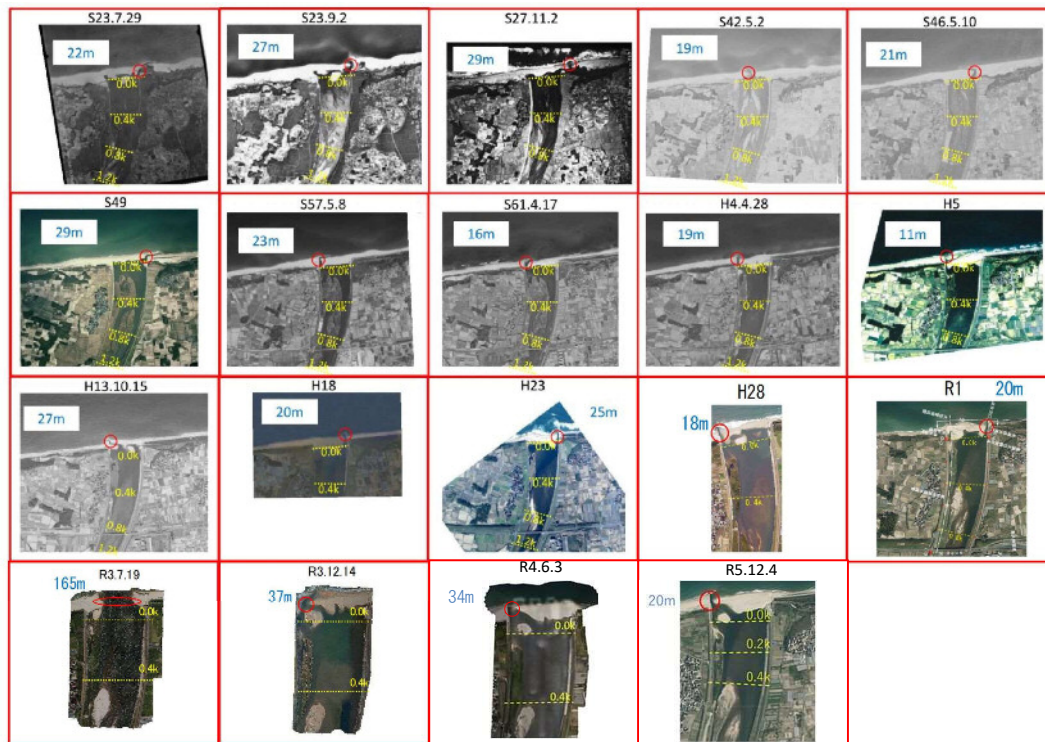
流下能力図 (小鴨川)



2. 各領域における土砂に関する現状と課題

(4) 河口域(河口閉塞の要因)

- 【現状】 ●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すべての年代で砂州が確認されていることから、経年的に河口砂州は発生していると考えられる。そのため、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に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。
- 河口砂州の閉塞による浸水被害を防止するために、維持掘削を実施している。
- 【課題】 ●海岸域への安定的な土砂供給
- 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た場合、河口砂州も同様に発達していくと推定される。
- 維持しやすい開口部形状の設定などを行い、完全閉塞のリスクを回避する必要がある。



河口砂州の状況



維持掘削状況
(左：令和4年6月13日 右：令和5年8月10日)



天神川河口砂州の状況
(令和5年12月4日)

3. 第1回 天神川水系土砂管理技術検討委員会の討議結果<総合土砂管理計画>

・第1回技術検討委員会における出席者からの主なご意見は以下のとおりである。

- ① 二極化や樹林化といった課題のある箇所を河道管理基本シート等を参照し抽出するとともに、二極化の発生メカニズムについて現状の整理とモニタリングにより把握し、対応方針を検討する必要がある。
- ② ボーリング等の地質調査結果や、堰上流の礫分の堆積・流出状況等を確認し、対策が必要な箇所を抽出するとともに、適切な対策案の検討が必要である。

第1回 天神川水系土砂管理技術検討会 議事概要

1. 日 時：令和6年7月22日（月） 10:00～12:00

2. 場 所：倉吉河川国道事務所 1F 第5会議室及びWeb開催（Microsoft Teams）

3. 出席者

・鳥取大学 学術研究院 工学系部門	教授 黒岩 正光 教授 三輪 浩 准教授 梶川 勇樹 准教授 和田 孝志
・国土交通省 国土技術政策総合研究所 砂防研究室 ・国立研究開発法人 土木研究所 河道保全研究グループ	主任研究官 赤澤 史顕 上席研究員 山田 浩次 上席研究員 猪股 広典

7名出席

・事務局：倉吉河川国道事務所	副所長 稲田 一敏 課長 松尾 至哲 係長 中尾 勇貴 係員 小山 大貴 係員 松尾 智哉
----------------	---

4. 議事内容

- (1) 天神川水系の概要
- (2) 土砂管理計画の取り組み状況
- (3) 各領域における土砂に関する現状と課題
- (4) 天神川水系の土砂動態に与えたインパクトレスポンスの整理
- (5) 流砂観測機器データ整理
- (6) 水系全体像の把握
- (7) 土砂流出モデルの作成
- (8) 今後の課題
- (9) 今後のスケジュール

5. 配布資料

- 資料-1 天神川水系土砂管理技術検討会設立趣旨
- 資料-2 天神川水系土砂管理技術検討会 規約（案）
- 資料-3 「天神川水系の土砂管理計画（案）」に関する技術資料

6. 会議概要

天神川水系における土砂に関する課題や、土砂移動現象の把握等の技術的課題について説明した。出席者からの学術的、技術的内容の意見、助言をいただき、これを資料へ反映することで了解を得た。

【出席者からの主なご意見】

(1) 資料-1 天神川水系土砂管理技術検討会設立趣旨について

- 最初の文章の「かつて盛んに行われた鉄穴流し」は、鳥取県西部における表現であり、天神川流域ではそれほどでもないため、誤解を招くと思われる。天神川周辺の内容に書き改めること。
→承知した。
- 座長は置かないという認識であるか。
→そのとおりである。

(2) 資料-2 天神川水系土砂管理技術検討会 規約（案）について

特になし。

(3) 資料-3 「天神川水系の土砂管理計画（案）」に関する技術資料について

- p8の関係機関について、砂防域に林野庁が入っているのは何故か。
→治山砂防の観点からである。
- 林野庁のことも考慮して、砂防域から山地域に名称を変更するべきではないか。
→林野庁に確認の上、名称の変更について検討する。
- 二極化についての因果関係を極力わかるように整理を行った方がよい。また、河道管理基本シートなどから二極化や樹林化といった課題がある場所についてわかるように示すこと。
→承知した。（修正資料対応箇所：P13, P18～P21）
- 樹林化の対策について、大きい石を河床に敷き詰め、滞筋の低下を抑える手法などがあるが、この対策によって流下能力が不足するといけないため、現状の流下能力について追記していただきたい。
→承知した。（修正資料対応箇所：P22～P25）
- 他河川の事例ではあるが、河床変化が起こりにくくなった箇所が粘土層や柔らかい石である場合があり、この支えが流出した場合、この下に堆積していた土砂が流れ出し、一気に河床低下が進むことがある。そのため、ボーリングなどの地質調査結果から脆弱な箇所を確認した上で対策を進めた方がよい。
→承知した。
- p11の砂防域の課題について、堆積した土砂の処分は搬出処分を行っていることは現状ではないか。また、再利用の内容について、現状の再利用対象を明確に表記すること。
→ご指摘のとおり修正する。（修正資料対応箇所：P11）
- p13、p18の河道域の課題について、大元の課題である河床変動や二極化といった内容が現状に入っており、課題に入っていない。

3. 第1回 天神川水系土砂管理技術検討委員会の討議結果<総合土砂管理計画>

→河床変動と二極化については、現状に課題も含めて記載しているため、現状と課題を分けて記載する。(修正資料対応箇所：P13, P18)

Op14の土砂変動量の縦断面図において、図の期間とコメントの日付が一致していないので確認すること。また、総土砂量の整理の仕方(定義)を明記すること。

→内容について精査したうえ、定義について明確に記載する。(修正資料対応箇所：P14~P17)

Op19の河口砂州の変化について、昔と比べて現状はどういった状況であるか。

→河口閉塞する現象は昔から同様に発生している。

Op26の天神川右岸の汀線変化について、砂浜は安定傾向にあると示しているが、深淺測量を行っていないため、慎重に記載すること。

→再度確認の上、表現を改める。(修正資料対応箇所：P33)

Op34, 35の流砂観測機器について、これらのデータは重要であるため、データを精査する上での注意点についても記載すること。

→承知した。(修正資料対応箇所：P41)

Op41の有効粒径集団について定義を明確にすること。

→承知した。(修正資料対応箇所：P48)

Op44の平野域における河床変動モデルについて、土砂流出量パラメータが設定されているが土石流などの考慮ができるのか。できないのであれば、モデルの設定条件に土砂流出量パラメータは必要ないのでは？

→河道域のモデルでは土石流は考慮できない。土砂流出量パラメータについては確認する。

(修正資料対応箇所：P52)

Op51の土砂動態マップに関して、浮遊砂が非常に多く流れているが、これは概ね出水によって流れている認識であっているか。また、H16以降の土砂動態マップでは、流出土砂量が減少しているが、どういった現象であるか。

→そのとおりである。近年の流出土砂量の減少については、出水規模によるものと考えられる。

Op52のグラフは堰上流に礫が溜まっているといった状況であるが、これは、礫は堰に溜まり続けているのか。それとも、下流に流出しているのか。この礫の動きによって対策が変わってくると考えられる。

→礫も堰より下流に流出している。整理した資料があるため、追加する。

(修正資料対応箇所：P61~P64)

Op60の土砂管理計画(案)について、河口域のみ海岸へ堆積した土砂を流すことが対策として書かれておらず、現状サンドリサイクルを行っているため、これを対策として入れ込むこと。

→承知した。(修正資料対応箇所：P76)

Op60の土砂管理計画(案)の河道域の対応方針において、二極化現象の発生メカニズムの把握のためにモニタリングを行うことを示してある。非常に良いことではあるが、現状ある資料からの考察も行った方がよい。

→承知した。(修正資料対応箇所：P76)

Op62の今後の課題の「包括協定との整合」について、わかっていること、わかっていないことを記載した方が今後考えやすい。

→承知した。(修正資料対応箇所：P78)

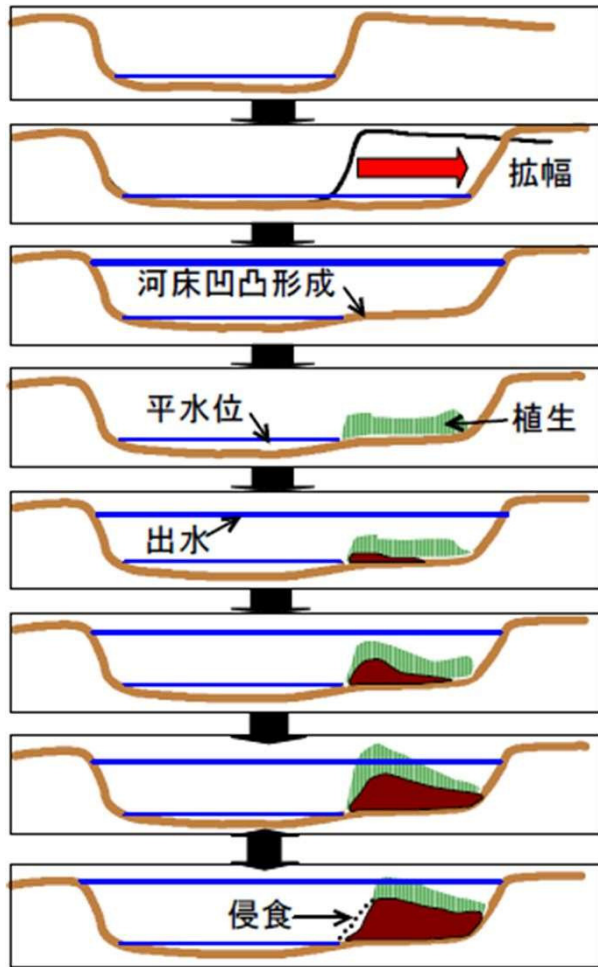
以上

4. 天神川水系の最重要課題の検討方針

- ・河道のセグメントごとに異なるものの、二極化メカニズムを推定した分析をする必要がある。
- ・このメカニズムを解明するため“洪水の発生状況”、“供給土砂量の変化”、“河道の変遷”の3点に着目する。

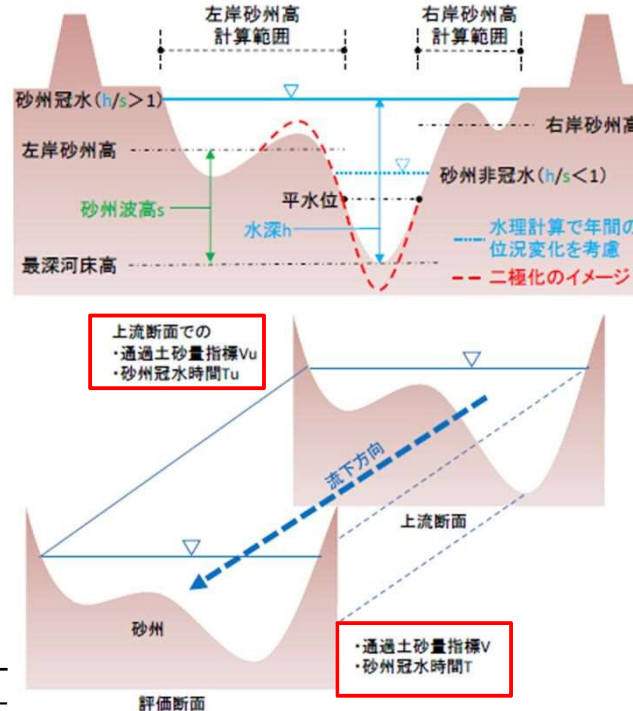
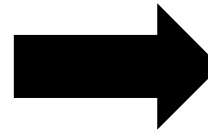
(1) 河道内の二極化発生メカニズムの分析・把握

一般的に文献による二極化発生メカニズムのシナリオは、下図と想定されるが、天神川水系における状況を分析する。また、分析において追加で計測が必要な場合はモニタリングを実施する。



メカニズムの推定(案)

- ①河床の凹凸が発生
- ②凹凸部に植生
- ③植生も含め土砂堆積
- ④土砂堆積が進行(比高拡大)



平水位程度の砂州の冠水頻度・時間が関係。

⇒①洪水の発生状況

河道の上流側の通過土砂量や上流ダム等による供給土砂の増減が関与。

⇒②供給土砂量の変化

深掘れ深、水衝部位置の変化、瀬・淵パターンや礫河原・植物群落が関係。

⇒③河道の変遷

河道セグメント2-1での強制的拡幅後の川幅縮小のシナリオ
出典 2007.8.28-29 第43回水工学に関する夏期研修会講演原稿 藤田光一
河道セグメント2における川幅縮小のメカニズムと予測技術
～掘削後の河道応答を「もっと読もうとする」河川技術のために～

セグメント1区間における河道の二極化進行の要因分析
出典 河川技術論文集,第28巻,2022年6月

4. 天神川水系の最重要課題の検討方針

- 土砂管理計画を策定する上での、**河道内の二極化への対策は、着眼点に応じた分析**により天神川水系の**メカニズムを解明**する。
- このため、今後はこれらの分析手法について検討を行い、土砂管理計画に盛り込む。

(2) 河道内の二極化発生メカニズムの分析・把握するための要因整理と分析手法

以下について検討、整理する。また、分析において追加で計測が必要な場合はモニタリングを実施する。

想定される二極化の要因		分析手法(案)
着眼点	検討整理項目(案)	
洪水の発生状況	洪水の発生頻度	観測所の流量データから近年の洪水の発生頻度を整理する。
	洪水の継続時間の変化	観測所の流量データから近年の洪水の継続時間の変化を整理する。
供給土砂量の変化	砂防堰堤による土砂の捕捉量	河床変動計算により、砂防堰堤箇所における土砂の捕捉状況と下流への影響を検討する。
	貯水池の土砂堆積量	ダム貯水池における堆砂状況を整理する。
河道の変遷	河道の人為的改変の実績	河道整備の経緯や現状、過去の砂利採取の実績等について、河川維持管理計画等を参照し整理する。
	堰による土砂の捕捉	既往検討における固定堰の有無による土砂動態変化に関する評価指標を用いて土砂の捕捉状況の変化について分析する。
	平面、横断の経年変化	過去の航空写真や定期横断の重ね合わせ等により、河道における滞筋の変化を整理し、長い期間で流路が一定で、砂州と滞筋の高低差の拡大、砂州上の樹林化がみられる箇所を抽出する。
	自然裸地面積の変化	河川環境管理シートにおける自然裸地面積の経年変化及び縦断分布を参照し、自然裸地面積の減少が著しい箇所を抽出する。
	河道幅、水面幅の変化	河川環境管理シートを参照し、河道幅と水面幅の比率の経年変化及び縦断分布を参照し、比率が高い箇所を抽出する。

