

1. 流域の概要

斐伊川水系は、島根県仁多郡奥出雲町の船通山（標高 1,143m）を源とする斐伊川と、島根県飯石郡飯南町の女亀山（標高 830m）を源とする神戸川の 2 河川の流域からなり、幹川流路延長 153km、流域面積は 2,540 km²の一級河川である。

斐伊川は、島根県仁多郡奥出雲町より起伏が穏やかな中国山地を下り、横田盆地をゆるやかに流れた後、山間峡谷部を急流になって下り、途中三刀屋川等の多くの支川を合わせながら北に流れ、山間部を抜けて斐伊川放水路を分流し、下流に広がる出雲平野を東に貫流し、宍道湖、大橋川、中海、境水道を経て日本海（美保湾）に注ぐ。

従来二級河川であった神戸川は、島根県飯石郡赤来町より途中頓原川、伊佐川、波多川等の支川を合せながら北に流下し、斐伊川放水路を合流し、出雲平野を北西に貫流した後、新内藤川を合わせて日本海（大社湾）に注ぐ。

斐伊川流域は、島根、鳥取両県にまたがり、松江市、出雲市、米子市他の 7 市 4 町からなり、山陰地方中央部における社会・経済・文化の基盤をなしている。流域の土地利用は、山林等が約 89%、水田や畑地等の農地が約 9%、宅地等その他が約 2%となっている。

流域には、山陰の空の玄関口となる出雲空港、米子空港や、環日本海の海からの玄関口となる境港、山陽と山陰及び東西を結ぶ陸上主要交通網である JR 山陰本線、境線、木次線、一畑電車線、国道 9 号、54 号、184 号、314 号、現在整備中である山陰自動車道、中国横断自動車道尾道松江線が存在する。また、平成 17 年 11 月に国際的に重要な湿地としてラムサール条約に登録された宍道湖、中海の汽水湖環境や、出雲平野に見られる防風林「築地松」が点在する田園風景等の良好な景観に恵まれている。また、全国最多の銅剣、銅鐸が出土した「神庭荒神谷遺跡」、「加茂岩倉遺跡」などが点在している。さらに、島根県の県庁所在地である松江市は「国際文化観光都市」として多くの観光客が訪れるほか、「出雲大社」や「八岐大蛇伝説」等の神話と歴史に彩られた出雲市、全国有数の水揚げの漁港を有する境港市等、山陰の政治・文化・社会経済の中心として重要な役割を果たしてきた。このように、本水系の治水・利水・環境についての意義は極めて大きい。

流域の地形は、南部に標高 1,200m 程度の中国山地が分水界を形成し、中央部には比較的なだらかな山地が広がる。北部の島根半島丘陵と中央部の山地に挟まれたかつての海域が、斐伊川からの流出土砂で埋まったものが現在の出雲平野で、汽水湖として取り残されたものが宍道湖、中海である。

流域の地質は、上中流には花崗岩などの深成岩が広く分布し、閃緑岩～花崗閃緑岩が主体で、風化した花崗岩は「マサ土」と呼ばれる。磁鉄鉱が含有される地域では古来より、「銅」の原料の山砂鉄が広く採掘されてきた。宍道丘陵と島根半島丘陵には中新統火山岩・火砕岩や中新統砂岩・礫岩・泥岩が分布しており、両者には含まれた宍道低地帯では出雲平野、意宇平野、安来平野などの沖積平野を形成している。

流域の気候は、日本海型気候区に属し、冬季に降水量が多く、年平均降水量は山地部で約 2,300mm、平地部で約 1,700mm 程度である。

河床勾配は、斐伊川については横田から木次^{きすき}までの上流部で約 1/160～約 1/700 であり、木次から上島^{かみしま}での中流部で約 1/1,000～1/1,200、上島より穴道湖流入までの下流部で約 1/860～1/1,500 程度となっている。また、中海と穴道湖を結ぶ大橋川はほとんど河床勾配を持たない。

神戸川については、源流から来島^{きしま}ダム（中国電力）までの上流部は約 1/100 以上の急勾配であり、来島ダムから馬木^{まき}までの中流部は約 1/100～約 1/400 で、出雲平野を流れて日本海に注ぐまでの下流部は約 1/1,200～約 1/3,800 となっている。

斐伊川は、かつて「鉄穴^{てつあな}流し」と呼ばれた山砂からの砂鉄採取に伴う廃砂などにより、中下流部では多量に土砂が流入した天井川が形成されているとともに、網状砂州が発達した典型的な砂河川となっている。また、その下流には日本海と水位差がほとんどなく汽水湖となっている穴道湖、中海が連なり、全国的にも特異な点を有している。



図 1.1 斐伊川水系流域図

表 1.1 斐伊川の各種諸元

流域面積 (km ²)	流域内人口 (千人)	想定氾濫区域内			
		面積 (km ²)	人口 (千人)	資産 (億円)	人口密度 (人/km ²)
2,540	約 510	約 240	約 230	約 50,400	約 960

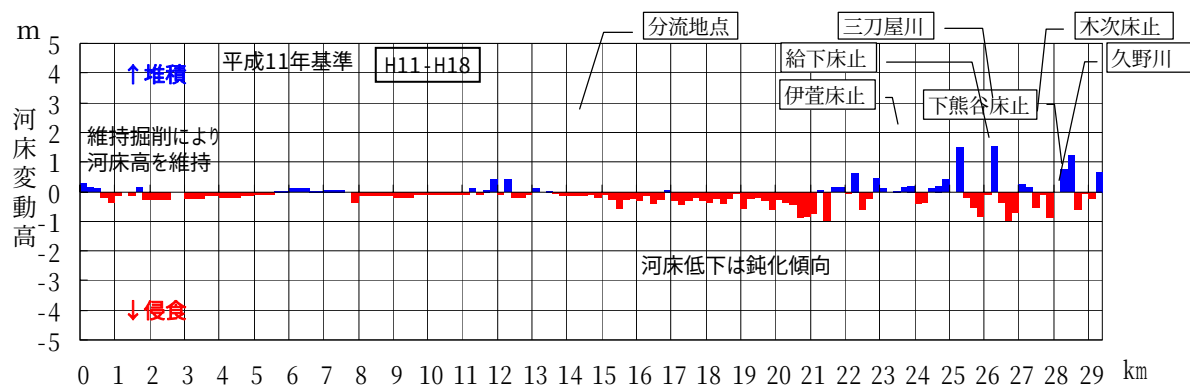
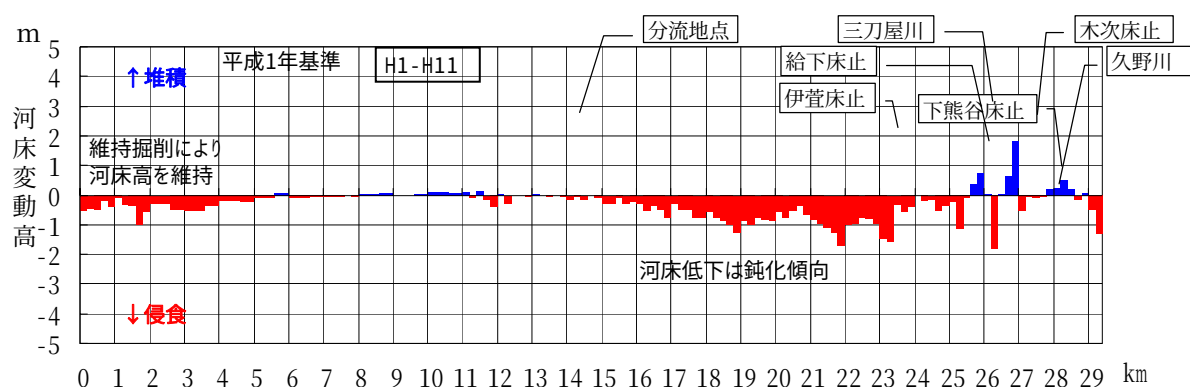
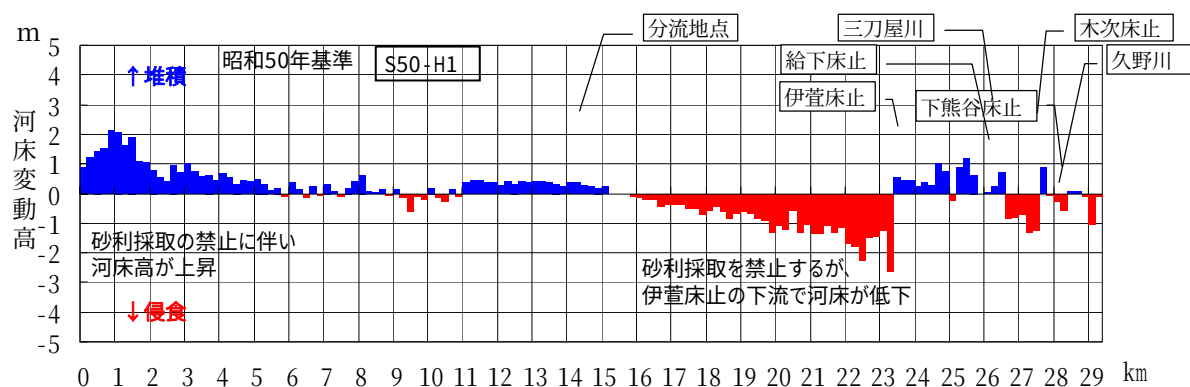
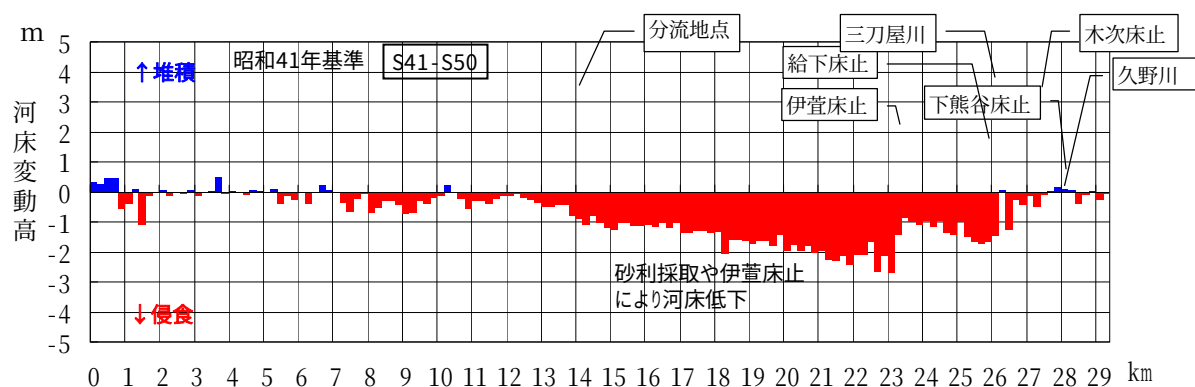


図 2.1.2 河床変動量の経年変化図（斐伊川）

2) 神戸川

神戸川の河床高の経年変化を図 2.1.3 に、河床変動量の経年変化を図 2.1.4 に示す。

神戸川では近年まで主に砂利採取により、中流部に位置する神戸堰直下の河床低下が著しかったが、最近は安定化傾向にある。

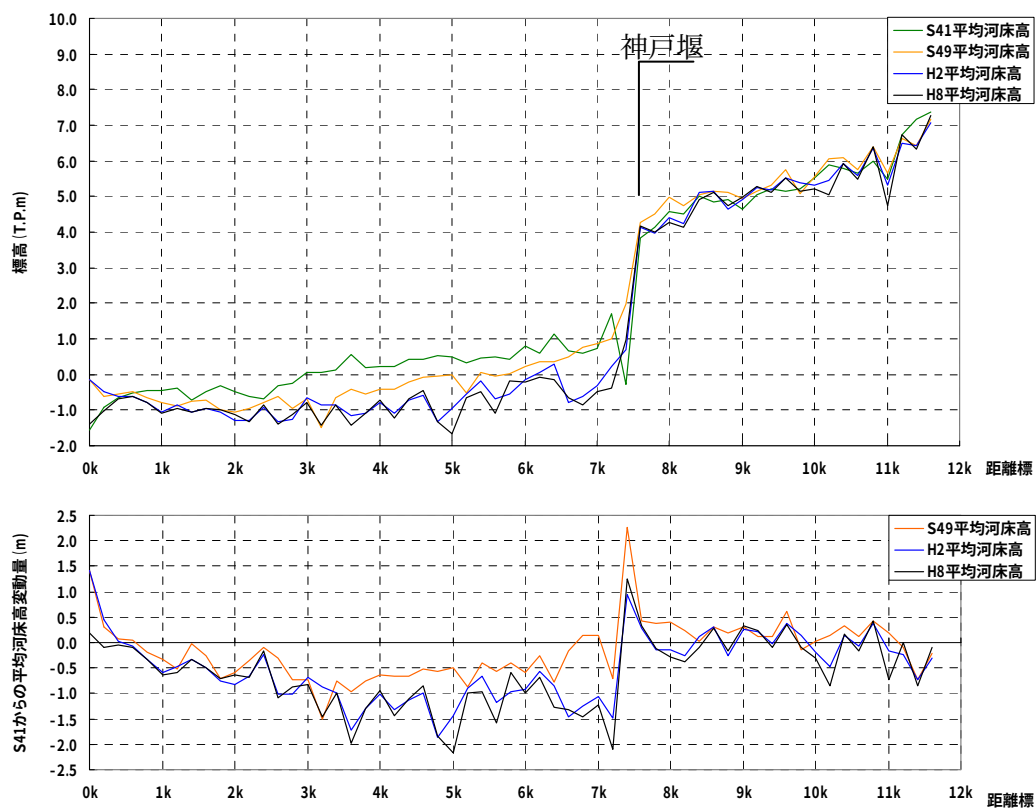


図 2.1.3 神戸川平均河床高経年変化

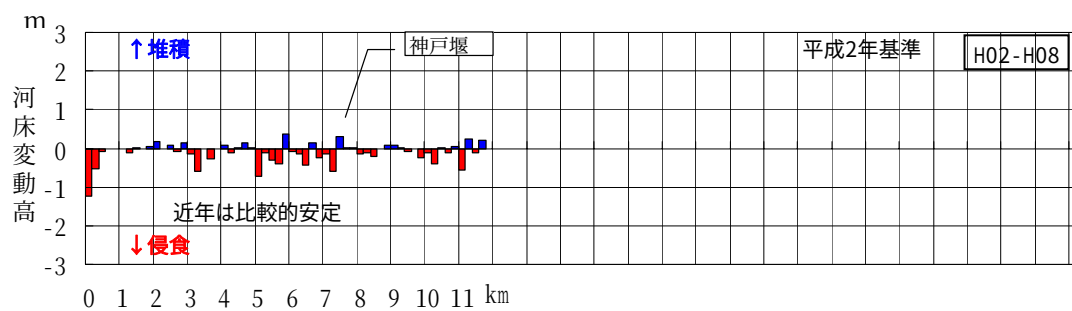
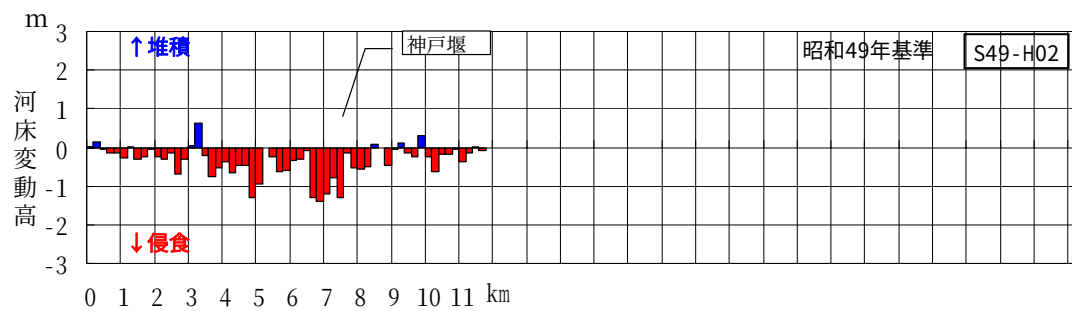
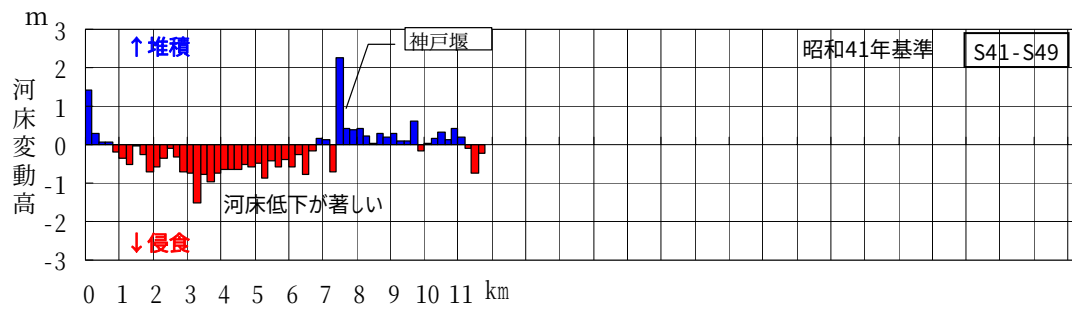


図 2.1.4 河床変動量の経年変化図（神戸川）

(2) 横断形状の変化

1) 斐伊川

代表断面における横断形状の経年変化を図 2.1.5 に示す。

斐伊川においては、下流部で流送土砂による河床堆積傾向、中流部で河床低下傾向がみられる。特に中流部では、河床低下に伴う河川構造物への影響やみお筋の固定化の進行に伴う河岸洗掘による堤防への影響などが懸念される。

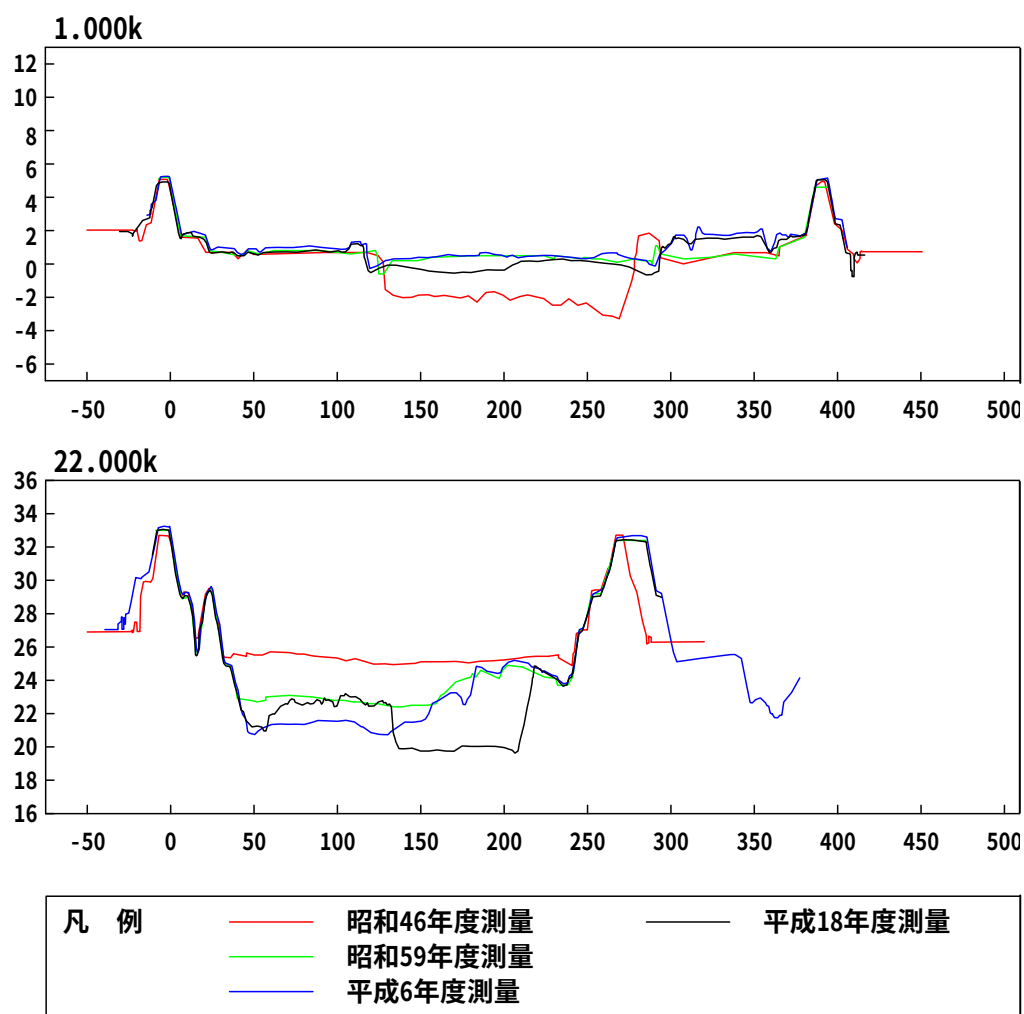


図 2.1.5 河道形状の変動特性

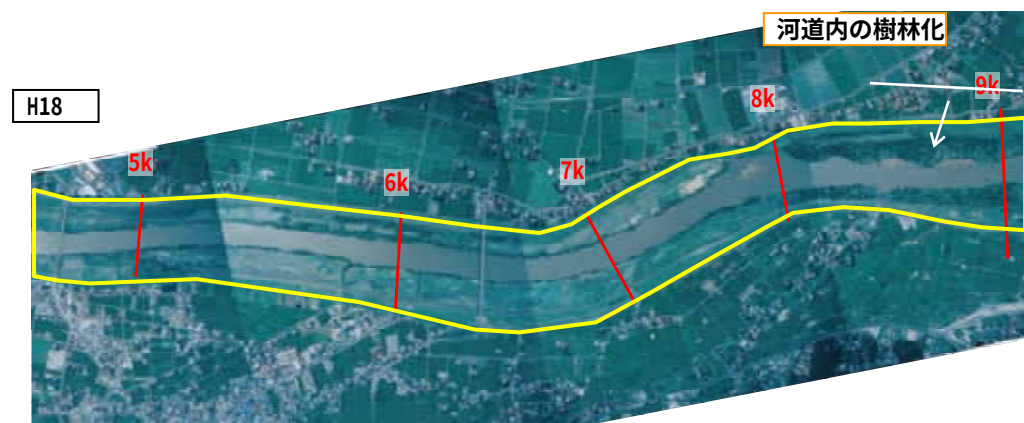
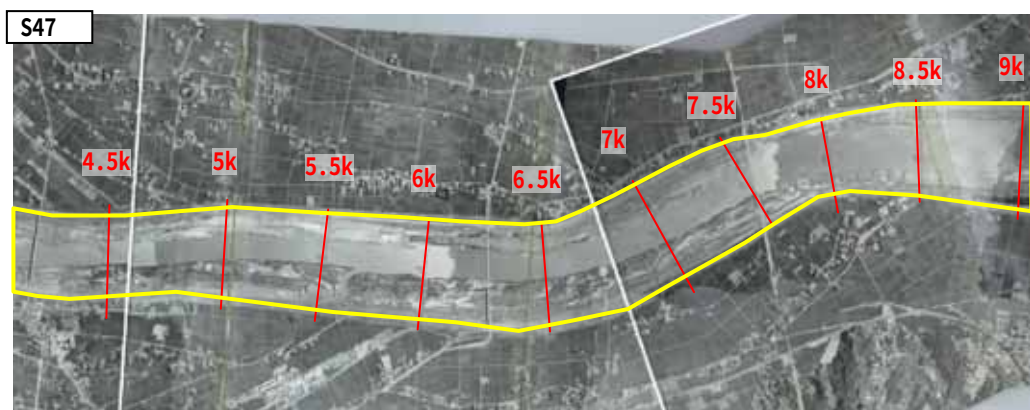


図 2.1.6 (1) 河道内の変遷（下流部 5 k～9 k 付近）

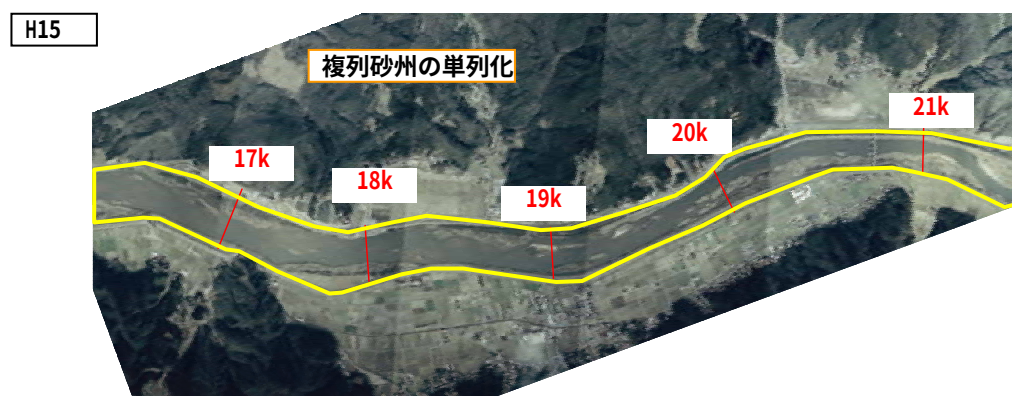
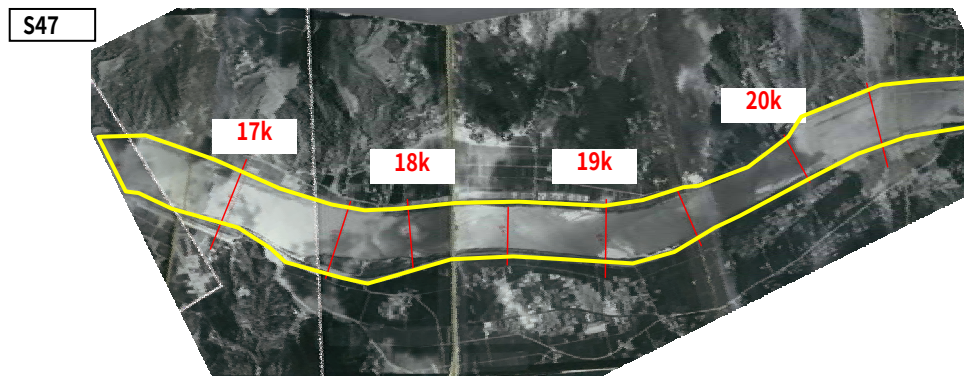


図 2.1.6 (2) 河道内の変遷（中流部 17 k ～ 21 k 付近）

2) 神戸川

代表断面における横断形状の経年変化を図 2.1.7 に示す。

神戸川においては、神戸堰上下流で下流は河床低下、上流は安定した傾向にある。

また、下流の拡幅部では斐伊川からの流砂による影響などが懸念されるため、引き続き河道のモニタリングが必要である。

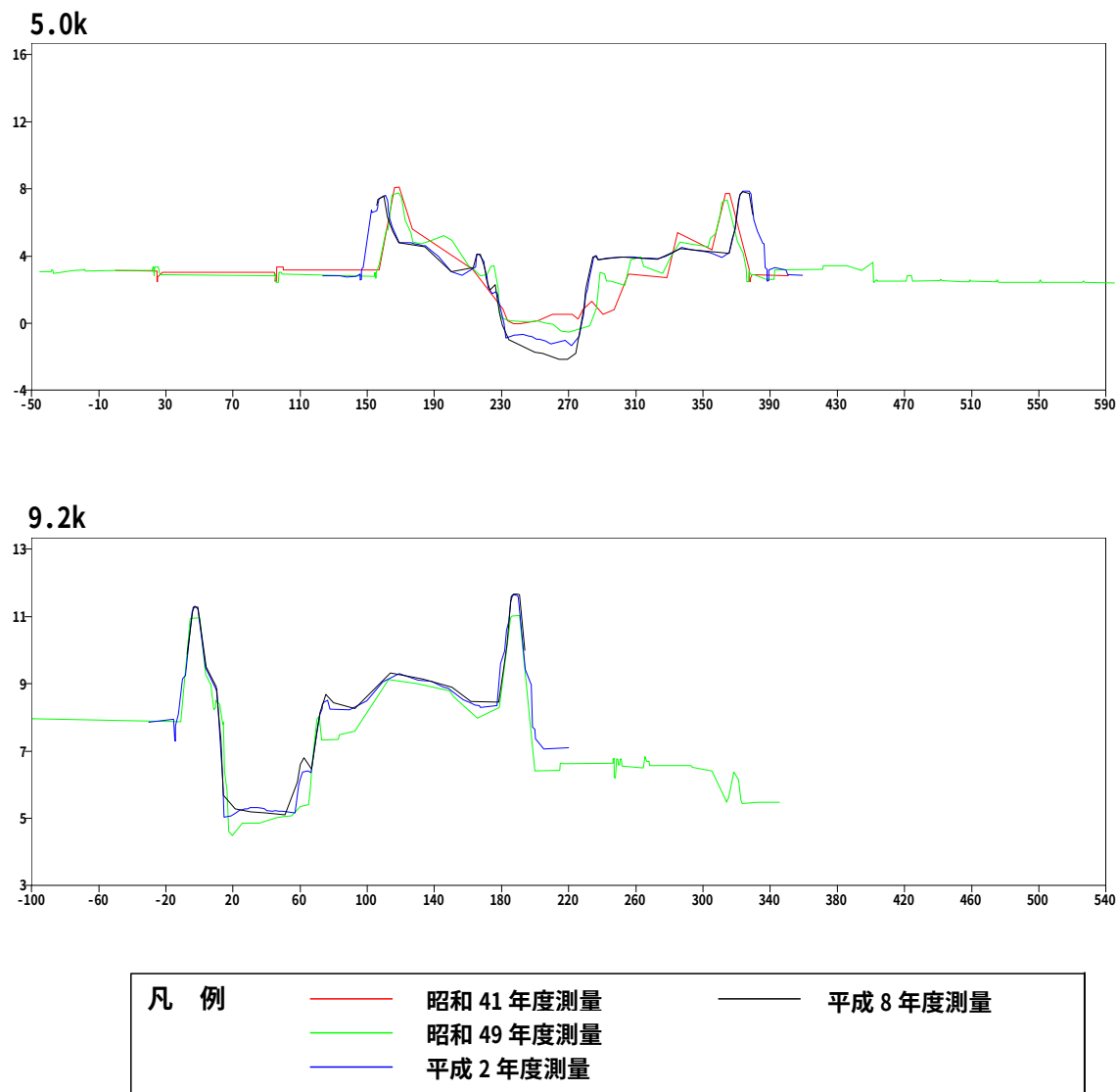
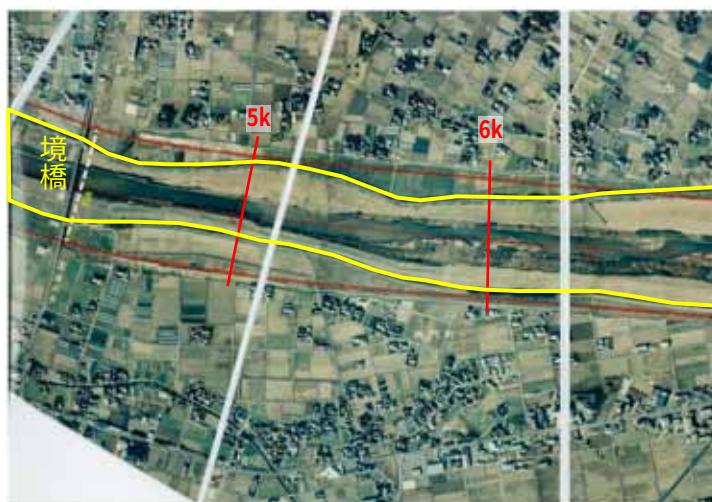


図 2.1.7 河道形状の変動特性

S57



H8



H18

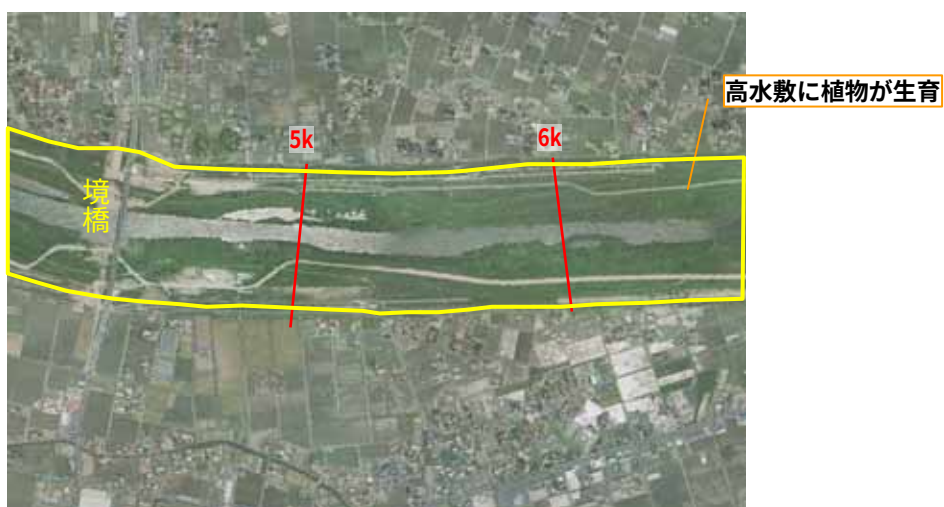


図 2.1.8 河道内の変遷（下流部 5 k～6 k 付近）

2.2 河床材料の経年変化

1) 斐伊川

近年の河床材料の経年変化を図 2.2.1、代表粒径の縦断分布の経年変化を図 2.2.2 に示す。

これより、斐伊川の河床材料の経年変化については、大きな変化は見受けられない。

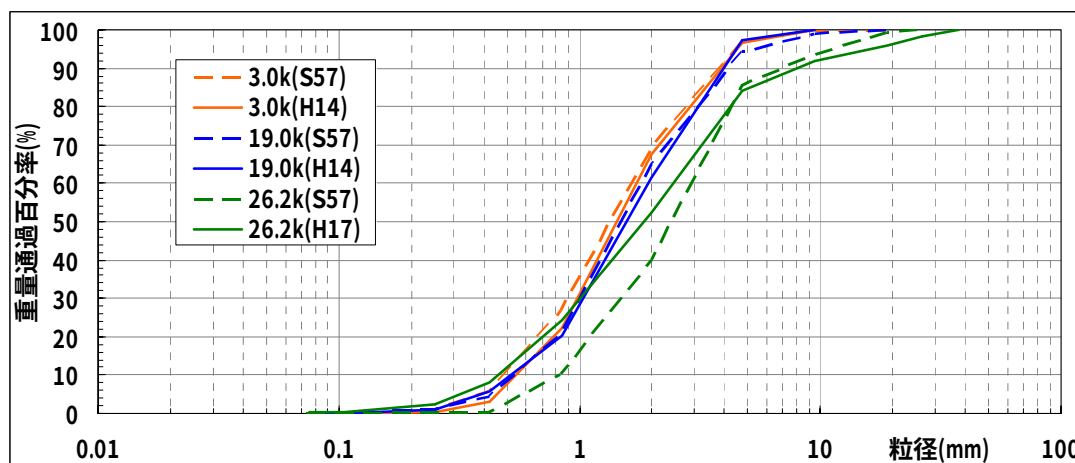


図 2.2.1 河床材料の経年変化

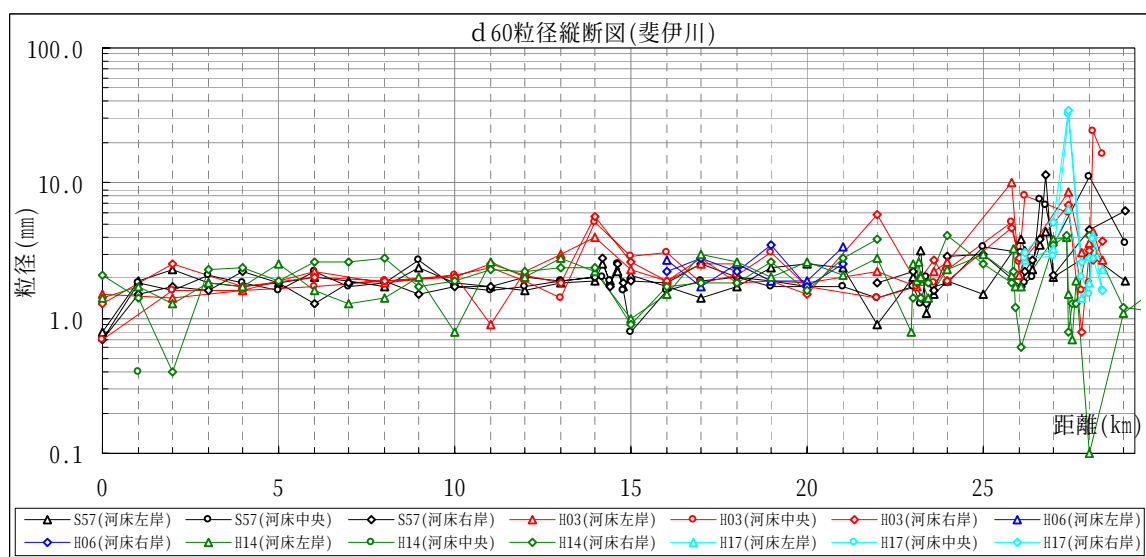


図 2.2.2 代表粒径の縦断分布の経年変化

2) 神戸川

近年の河床材料の経年変化を図 2.2.3、代表粒径の縦断分布の経年変化を図 2.2.4 に示す。

これより、神戸川の河床材料の経年変化については、神戸堰上流で粗粒傾向、神戸堰下流で細粒傾向が見られる。

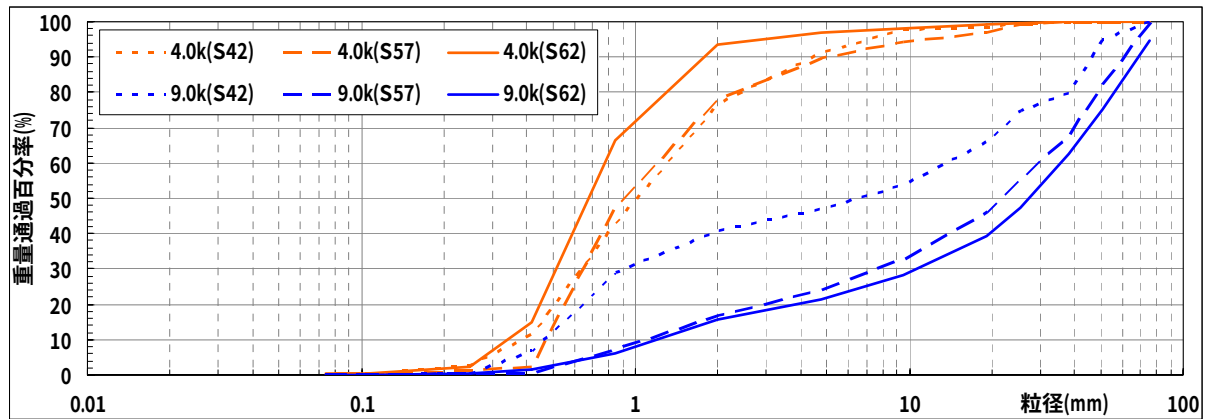


図 2.2.3 河床材料の経年変化

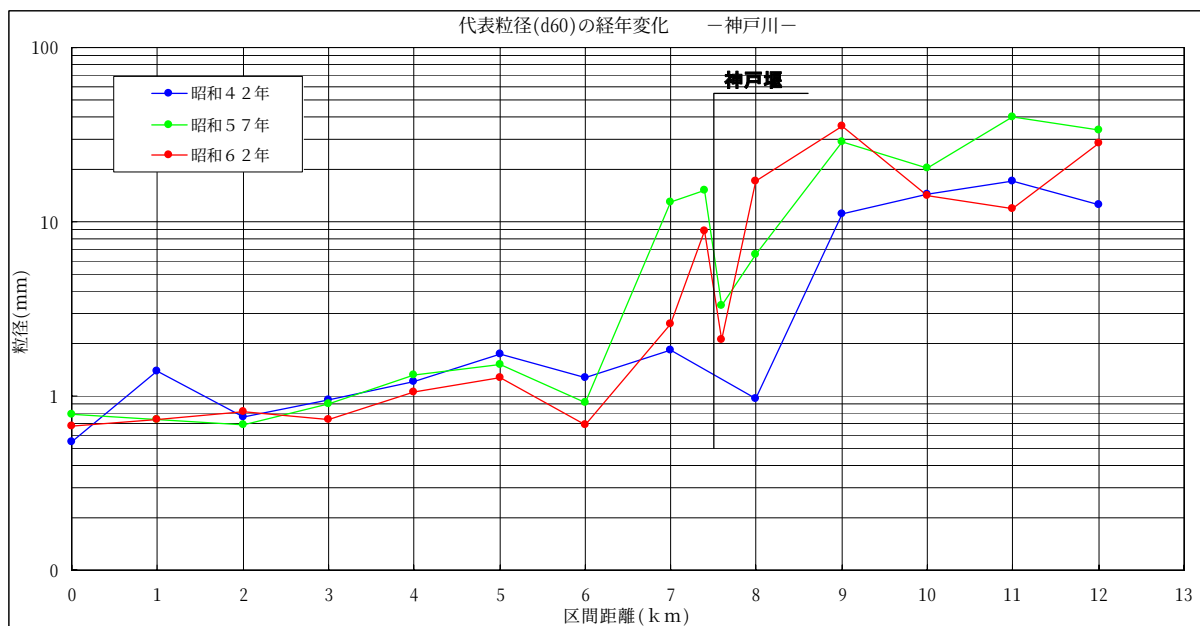


図 2.2.4 代表粒径の縦断分布の経年変化

3. 砂防堰堤の状況

斐伊川の治水史は土砂との戦いでもあった。近年の改修工事は、昭和5年（1930）に斐伊川本川の改修に着工し、現在の河道形状が昭和19年に完成した。しかし、昭和18年及び20年の台風によって甚大な被害を受けるとともに、多量の土砂流出によって河床が年々上昇した。このため、昭和20年より第2期の改修工事に着工し、河床掘削が重点的に行われた。さらに、下流の改修を進めていくには、莫大な流出土砂の扞止が重要であると考えられ、昭和25年度から土砂生産地域からの下流への流送土砂量を減らす目的で砂防堰堤が次々に計画された。また、河道域に河床維持を目的とした床止めも計画され、砂防堰堤とあわせて昭和36年台後半にはほぼその計画が達成された。このため、昭和38年頃から、高度経済成長時代の影響を反映した、建設資材としての砂利採取量が急増したことも相俟って、過去何百年と河床上昇傾向の続いた斐伊川が河床低下河川に一変した。急激な河床低下が生じたため、昭和49年から砂利採取を禁止し現在に至っている。

表 3.1.1 斐伊川水系の砂防堰堤と床止め

		砂防堰堤					床止め			
		斐伊川本流		阿井川	大馬木川	深野川	斐伊川本流			
溪谷名		島根県雲南市木次町西日登	島根県仁多郡奥出雲町三成	島根県雲南市木次町平田	島根県仁多郡奥出雲町三成	島根県雲南市吉田町田井	島根県雲南市三刀屋町伊萱	島根県雲南市三刀屋町給下	島根県雲南市木次町里方	島根県雲南市三刀屋町下熊谷
番 号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
名 称		日登堰堤	三成ダム	阿井堰堤	高尾堰堤	深野堰堤	伊萱床止	給下床止	木次床止	下熊谷床止
計 画 諸 元	貯砂量* (m³)	1,200,000 (71%)	2,300,000 (91%)	33,000 (満砂)	580,000 (50%)	117,000 (満砂)	—	—	—	—
	流域面積 (km²)	162.5	117.5 (坂根ダム含)	72 (阿井川ダム含)	73	25	—	—	—	—
	計画 洪水流量 (m³/s)	1,600	760	380	467	180	3,500	3,500	2,200	2,000
形 状 寸 法	形 式	重力	アーチ及び 直線重力結合	重力	変心変半径 アーチダム	重量	—	—	—	—
	高 (m)	20	34.5	7	27	11.5	—	—	—	—
	長 (m)	92	109.7	42	74.84	37.5	—	—	—	—
	立 積 (m³)	10,817	22,061	1,034	8,772	1,655	—	—	—	—
竣 工		S30	S29	S34	S36	S37	S35	S32	S28	S44

※裸字：計画堆砂量、()書き：実績堆砂率

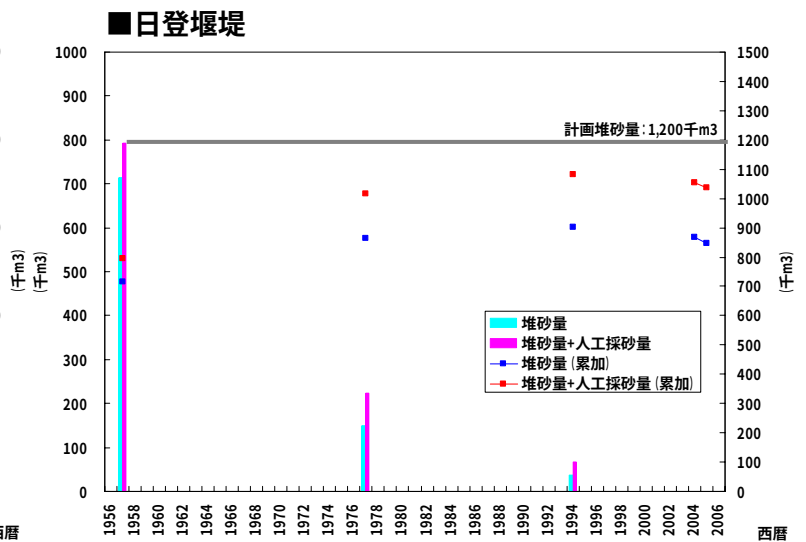
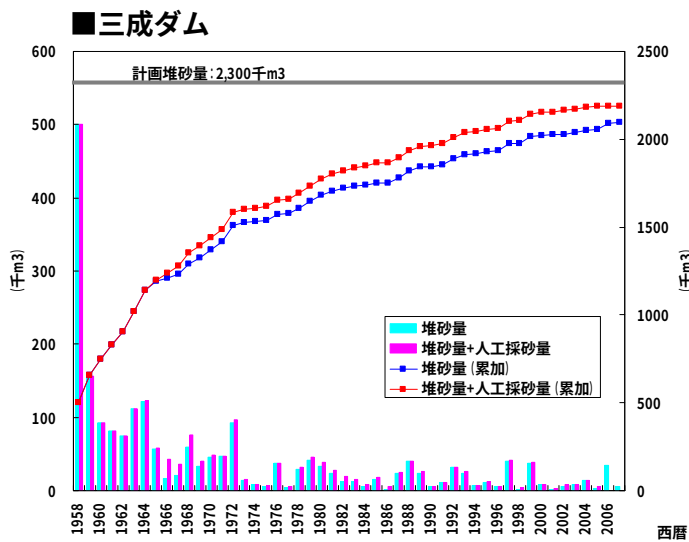
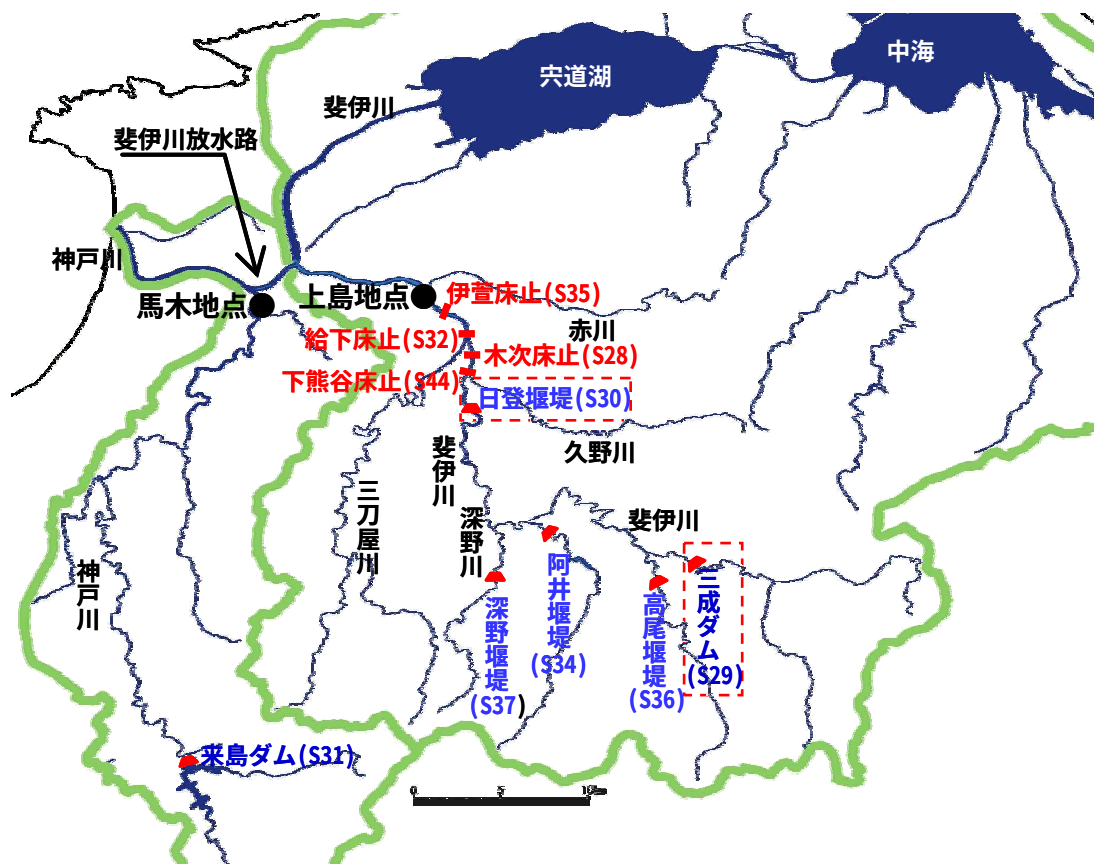


図 3.1.1 砂防堰堤の位置と堆砂の状況

4. 河口部の状況

4.1 斐伊川河口部の状況

斐伊川の河口部には顕著な河口砂州は存在しない。また、近年の斐伊川河口部は流送土砂により河床上昇傾向がみられ、土砂採取により河床を維持している。



図 4.1.1 斐伊川河口付近の空中写真

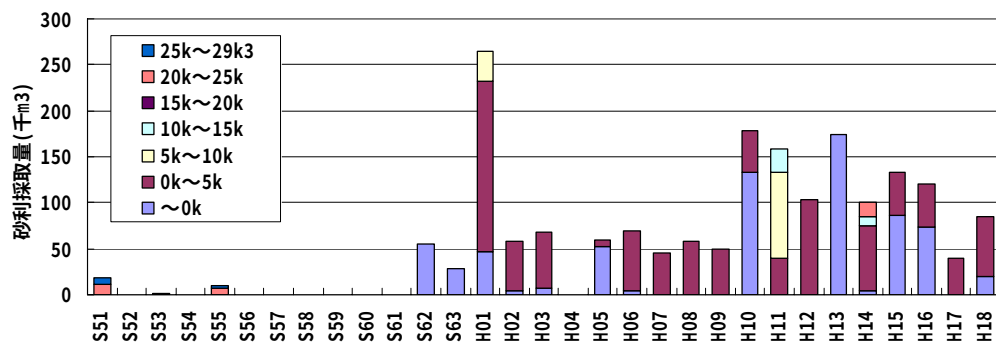


図 4.1.2 土砂採取量経年変化

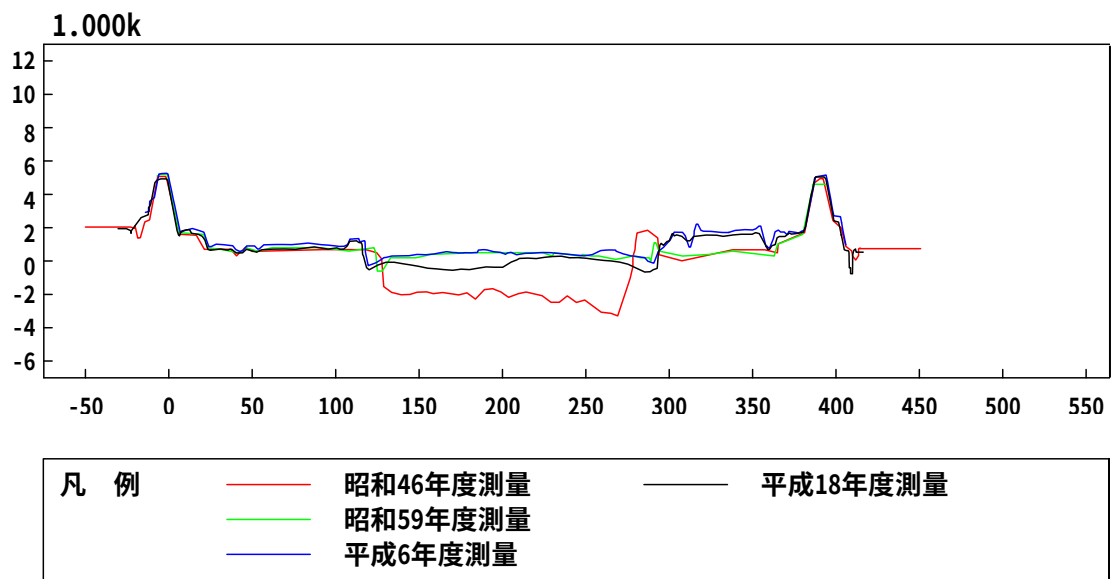


図 4.1.3 横断形状の経年変化 (1.0k)

4.2 穴道湖の状況

穴道湖湖底高の経年変化について、図 4.2.1 に河道中央付近(NO.11)と左右岸側に 400m 離れた位置の湖底高縦断図を示す。

NO.11 は河口より-800m 程度までは、河口からの流出土砂により湖底高が経年的に変動している。河口から 1km 程度離れると湖底高の変動はほとんど見られない。また、河口より両側へ 400m離れた箇所についても湖底高の変動はほとんど見られない。

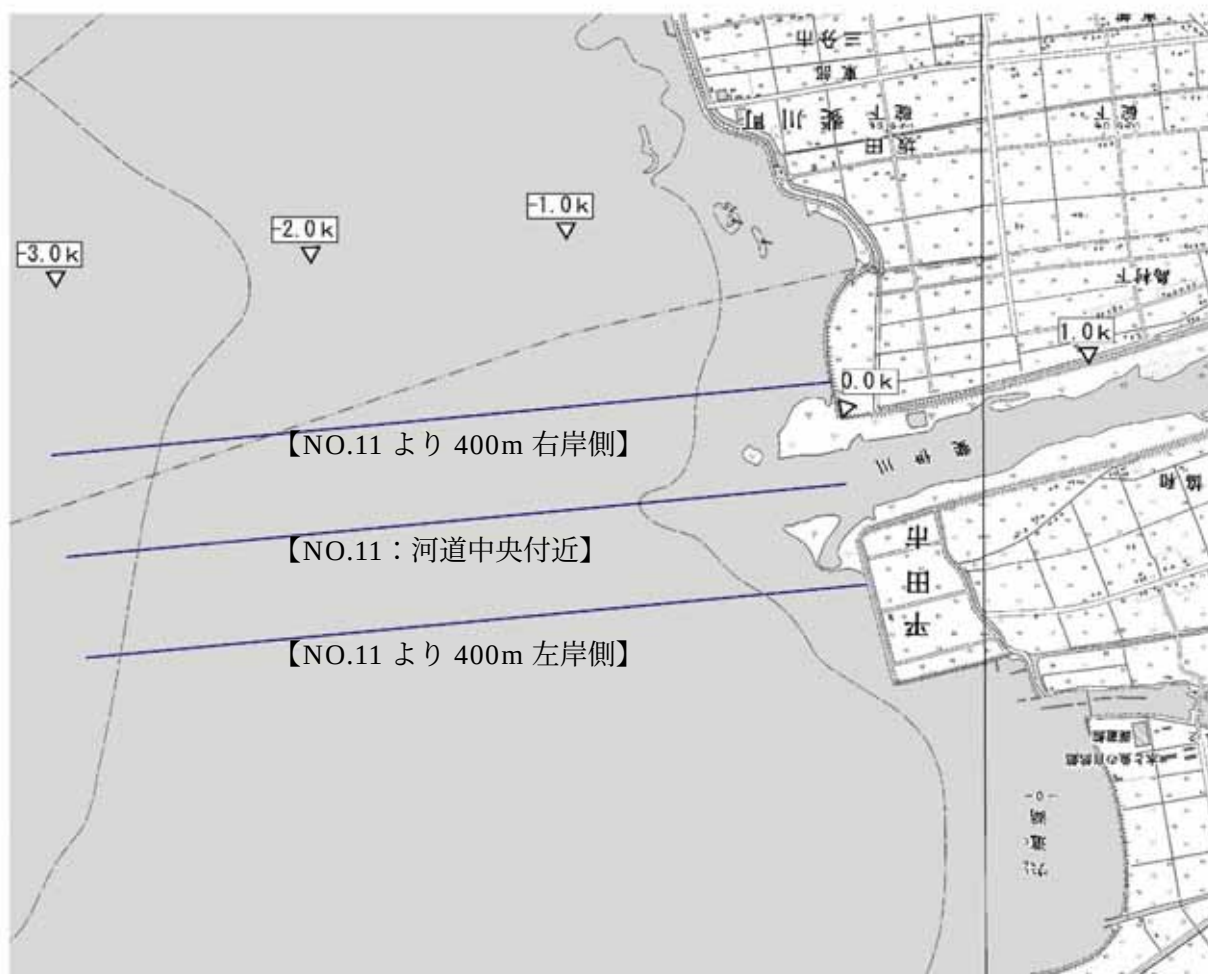


図 4.2.1 穴道湖測線位置図

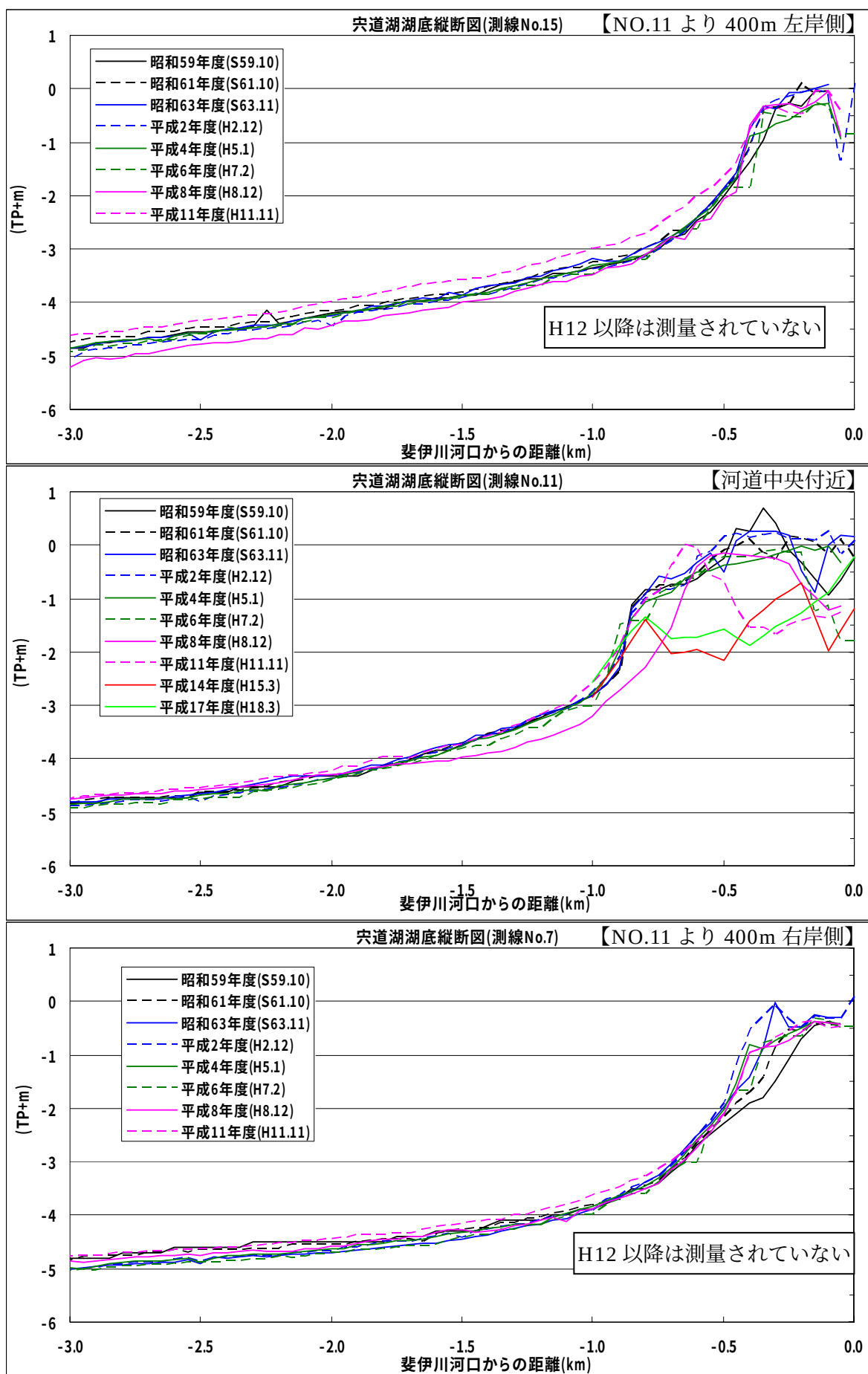


図 4.2.2 穴道湖縦断面図

4.3 神戸川河口部の状況

神戸川の河口部には顕著な河口砂州が形成されており、冬期に発達する。放水路事業により川幅が確保された後も神戸川の河口砂州は完全閉塞していることなく、常に 10～40mは開口している。

平成 18 年 7 月の出水時においても、 $1,200\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流量規模で河口砂州のフラッシュが生じたことが確認された。

河口砂州は、洪水の発生でのフラッシュ、冬季の堆積を繰り返し変形しているので、今後も治水上の支障とならないよう、継続的なモニタリングを実施する。



図 4.3.1 河口砂州の変遷図



図 4.3.2 平成 18 年 7 月出水前後の比較

5. 斐伊川分流堰地点の土砂管理

5.1 洪水時の河床変動、土砂移動への対応

分流堰地点付近では河床は複列砂州をなし、比較的水深が小さく、平常時でも河床材料が流下する典型的な砂河川である。放水路は湾曲外岸側に位置し、洪水時には放水路へ向かう流速が卓越することが予想され、模型実験によると計画規模の洪水分流時には、放水路側の分流点上流で著しい河床洗掘、分流点直下で河床堆積が生じる結果が得られている。

これら洪水による河床変動への対応として、洪水後の分流部河床の維持管理が土砂管理上での課題となる。



図 5.1.1 斐伊川本川分流部付近の状況

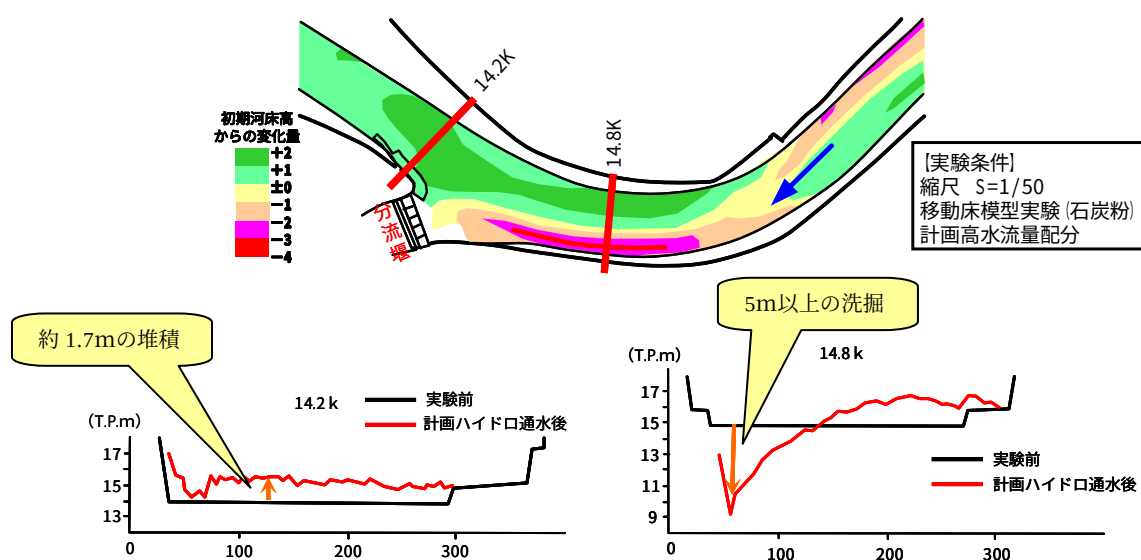


図 5.1.2 計画ハイドロ通水後の状況（移動床模型実験結果）

一方、洪水時には、神戸川へ洪水とともに土砂を分流するが、神戸川への影響を極力軽減するために、沈砂池を設置することとしている。



図 5.1.3 沈砂池による土砂流入対策

5.2 長期的な河床変動への対応

近年までは河床高は安定しているが、上流からの流送土砂量の減少に伴い、将来的には河床低下が予想される。

将来的な河床低下に対し、分流機能維持を図る必要があるが、斐伊川は砂河川であることから本川に床止工を設置して分流部の河床を維持するのは、直下での河床低下により施設の維持、取水への影響等が懸念される。このため、分流施設構造面で河床低下への対応を行うとともに、総合的な土砂管理の観点から、分流部河床を維持するための可能な対応を検討する。

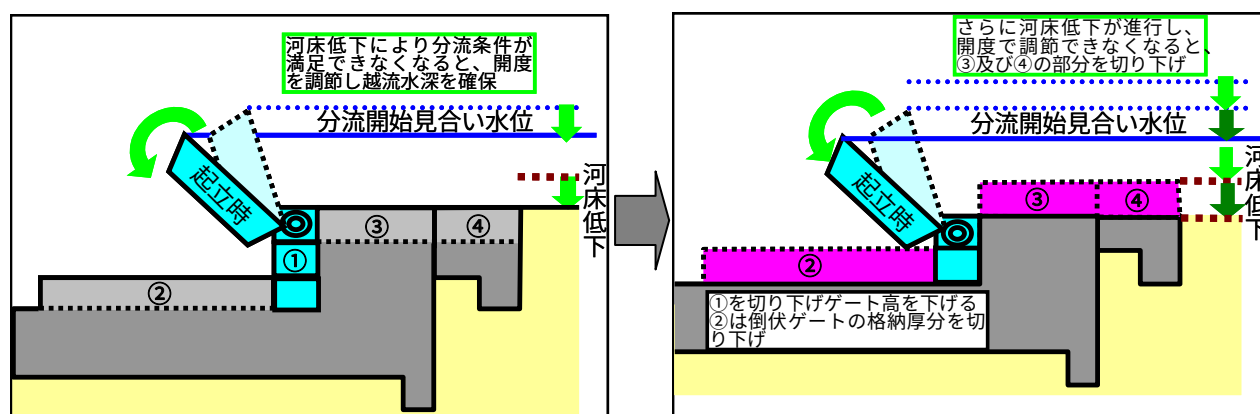


図 5.2.1 斐伊川分流堰の河床低下対策

6. まとめ

6.1 土砂管理の現状と課題

斐伊川の各領域および神戸川における土砂管理の現状と課題を以下にまとめる。

(1) 河口域

伊萱床止下流からの河床低下に伴う流送土砂により、堆積傾向にあり、流下能力を確保するために今後も維持掘削が必要である。ただし、流送土砂量は、河道域の河床勾配が緩やかに変化していくため、今後は減少傾向になると予想される。

(2) 河道域

伊萱床止直下の急激な河床低下により、床止工の維持のため補修が続けられている。また下流区間では、樋門取水が困難となっており、一部ポンプ取水に切り替えられた。また護岸基礎、橋梁基礎が露出した状態になっており、これら構造物の補強対策を含め、土砂管理面から可能な対策を実施する必要がある。

(3) 上流域

鉄穴流しの終焉に伴い上流域での生産土砂量は近年減少しているが、砂防堰堤では堆積が進み維持掘削が実施されているものの、既に満砂状態になった砂防堰堤もある。

砂防堰堤に堆積した土砂及び流入する土砂について、河道域の河床低下を考慮して適切に管理する必要がある。

(4) 分流部

上流からの流送土砂量の減少に伴い、将来的には河床低下が予想されるため、分流機能維持を目的とした対応が必要である。

また大規模な洪水時には、分流部において著しい河床変動が予想され、流砂が急増することから、神戸川への流砂量を低減するとともに、洪水後の本川河床の維持管理が必要である。

(5) 神戸川

神戸川河道域では神戸堰上下流で河道特性が異なるが、堰上流区間の河床材料は比較的大きく河床は安定している。堰下流区間では過去の河床低下は人為的影響によるものが主であり、現在は河床は安定している。斐伊川からの分流により斐伊川の流砂が流入することから、今後、河床高、河川環境面へ影響に留意していく必要がある。

河口砂州については、拡幅後も洪水時のフラッシュが確認されているが、その状況について今後も留意していく必要がある。

6.2 土砂管理対策の検討状況

斐伊川の土砂管理上の主要な課題である河道域の河床低下は、基本的には上流からの流送土砂の減少が大きな原因であり、既に護岸基礎や橋脚基礎の露出、樋門取水への影響などが顕在化している。このため、流送土砂や河道のモニタリングを行い、今後、上流域や河口域の堆積土砂、さらには分流堰沈砂池の堆積土砂の活用を含む総合的な土砂管理対策が必要である。

神戸川の土砂管理面では、河道は比較的安定しており、大きな問題はないと予想されるが、放水路事業により、斐伊川から土砂が供給されること、河口砂州の発達により洪水時フラッシュへの影響などが課題として挙げられ、今後もモニタリングが必要である。

以上について、これまでに以下のような、調査、検討を実施もしくは実施中である。

① モニタリング

表 6.3.1 土砂管理に関するモニタリング調査内容

領域	モニタリング調査内容
上流域	砂防堰堤の堆砂量と堆積物の土質調査（三成、高尾、阿井、日登堰堤）
河道域	定期縦横断測量（本川） 河床材料調査（本川） 流送土砂量調査（本支川）
河口域	河口部（宍道湖内）深浅測量
分流部	洪水時本川水位、流量 分流地点上下流での洪水時縦断水位 洪水時河床変動
神戸川	定期縦横断測量（神戸川） 河床材料調査（神戸川） 河口砂州測量 河口部の洪水時縦断水位

② シミュレーション

表 6.3.2 土砂管理に関するシミュレーション検討内容

領域	シミュレーション検討内容
上流域	1 次元河床変動計算による砂防堰堤からの越砂量予測
河道域	1 次元河床変動計算による将来河床高予測（分流考慮）
河口域	1 次元河床変動計算による将来河床高予測 2 次元河床変動計算による洪水時河床変動予測
分流部	移動床模型実験 2 次元河床変動計算による洪水時河床変動予測
神戸川	1 次元河床変動計算による将来河床高予測 2 次元河床変動計算による洪水時河口砂州フラッシュの予測

③ 検討結果

- ・ 河道域に流入する土砂量は、鉄穴流しが最盛期の江戸時代から大正時代までの間について、流域の崩壊地の調査結果、穴道湖汀線変化などから約 110 万 m^3 /年と推定されているが、現在は上流域の砂防堰堤での堆砂実態から約 8 万 m^3 /年と推定される。
- ・ 斐伊川の河床より下部には砂が厚く堆積しており、今後数百年以上にわたって現状の河床低下傾向は継続すると予想される。
- ・ 斐伊川中流部における掃流土砂量は、5～7 万 m^3 /年程度であり、河口部で維持掘削される量とほぼ同等であるが、年々減少していく傾向にある。
- ・ 1 次元河床変動予測計算によれば、将来の河口部維持掘削量は 5～6 万 m^3 /年である。
- ・ 予測計算によれば、放水路への分流砂量は今後 3,000 m^3 /年程度と推定される。
- ・ 予測計算によれば、今後分流部の河床低下を抑制するには、伊萱床止下流に 4 万 m^3 /年程度が必要である。
- ・ 神戸川の 1 次元河床変動予測計算によれば、分流による影響はほとんど無く、河床は長期的には安定傾向を示す。
- ・ 神戸川河口砂州について、2 次元河床変動計算によると、堆積が著しく大きくなった場合には、洪水時フラッシュに影響が生じることがある。

6.3 今後の土砂管理対策方針

以上のような斐伊川及び神戸川における土砂移動と密接に関連する課題に対処するために、土砂の流出、堆積、侵食、移動等に関するデータをモニタリングし、かつ適切なシミュレーションモデルを用いて土砂動態のメカニズムを解明する必要がある。

その上で、今後関係機関とも連携の上、土砂対策を検討・実施し、継続的なモニタリングを行い、その結果を分析し、土砂対策に反映する順応的な土砂管理を推進する。

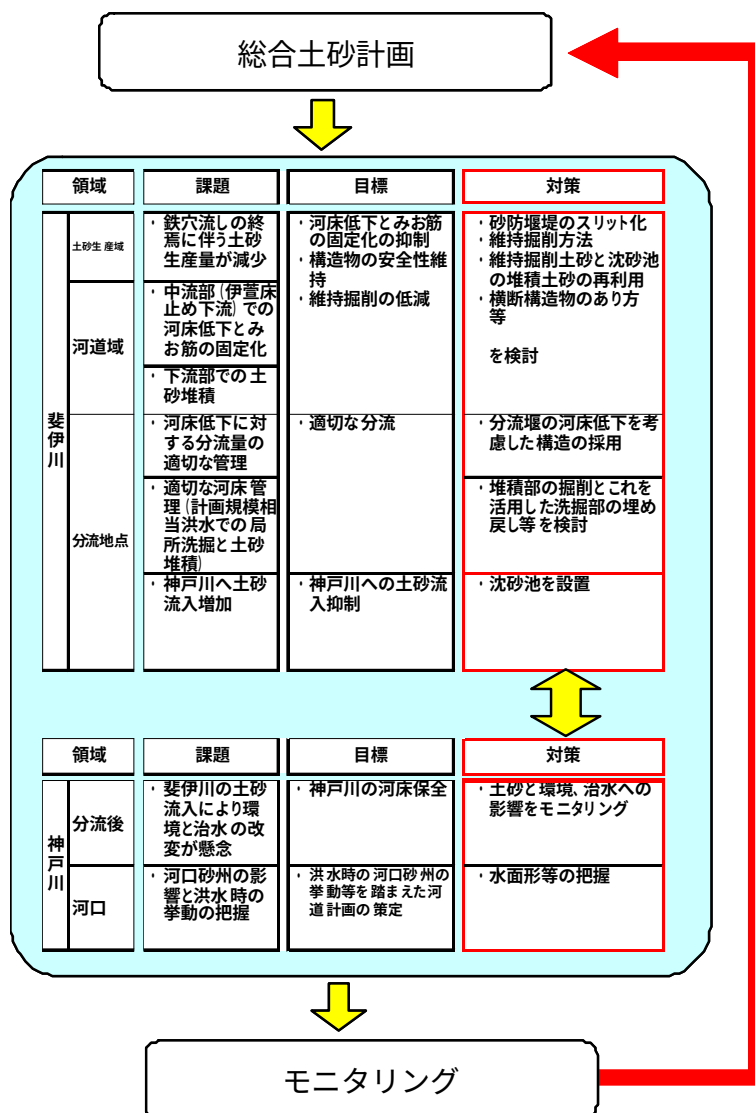


図 6.4.1 斐伊川水系の総合的な土砂管理対策方針