資料3

河道特性の把握

目　次

3.1	阿賀野川上流部の改修経過	1
3.2	阿賀野川上流部の河道特性	7
3.3	渡場床固の効果分析（河床の安定）	15

令和4年8月

北陸地方整備局　阿賀野川河川事務所

3.1　阿賀野川上流部の改修経過

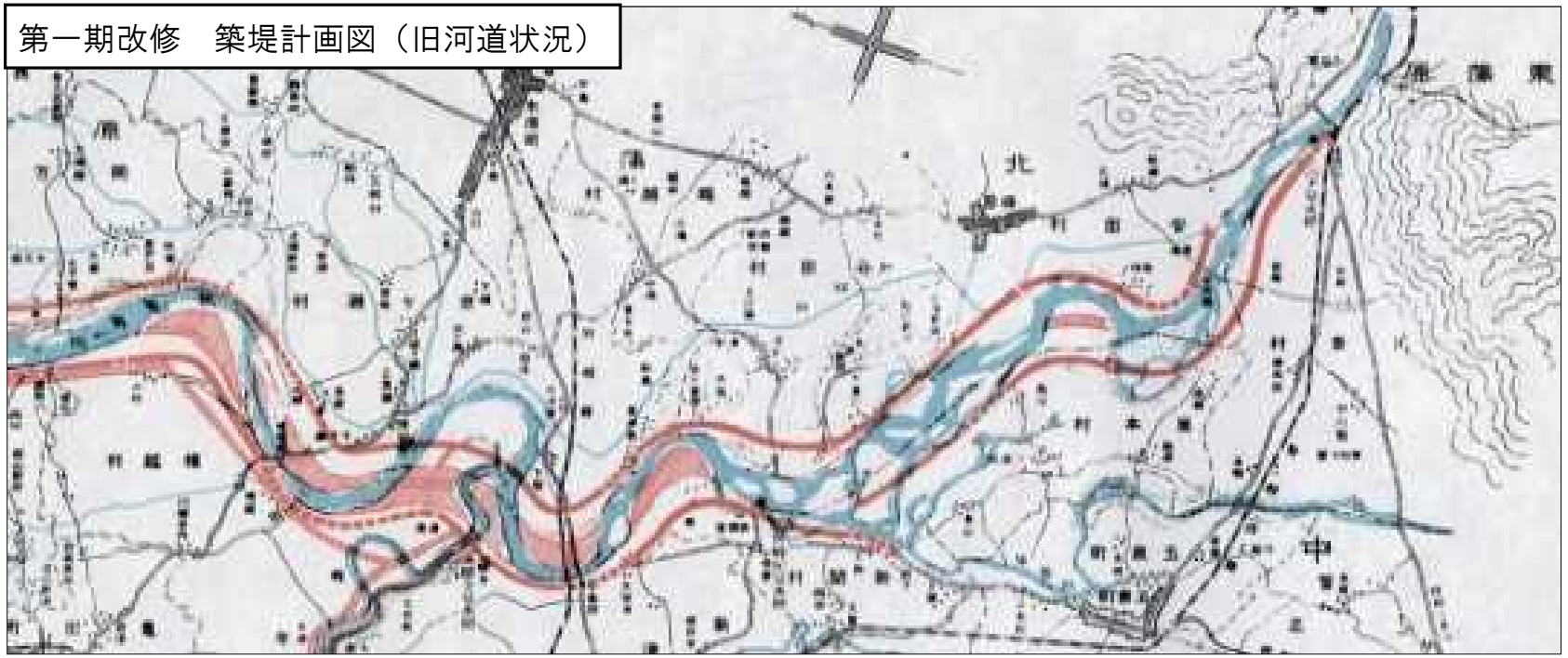
3.1　阿賀野川上流部の改修経過　第一期改修（蛇行是正、河床低下抑制）

■大正4年から昭和8年に第一期改修を実施。

■築堤や河道掘削、捷水路整備等により蛇行を是正し、現況の平面形状が形成された。その他、満願寺・沢海間の捷水路の通水に伴う周辺の河床低下を抑制するための床固を設置（沢海第一床固　昭和3年～昭和4年）。

■第一期改修が完成した昭和8年に新潟県に管理を移管。その後、河川の荒廃が進行し、昭和21年4月融雪出水では右岸の小浮地区で延長約1,100mにわたり堤防が欠壊。

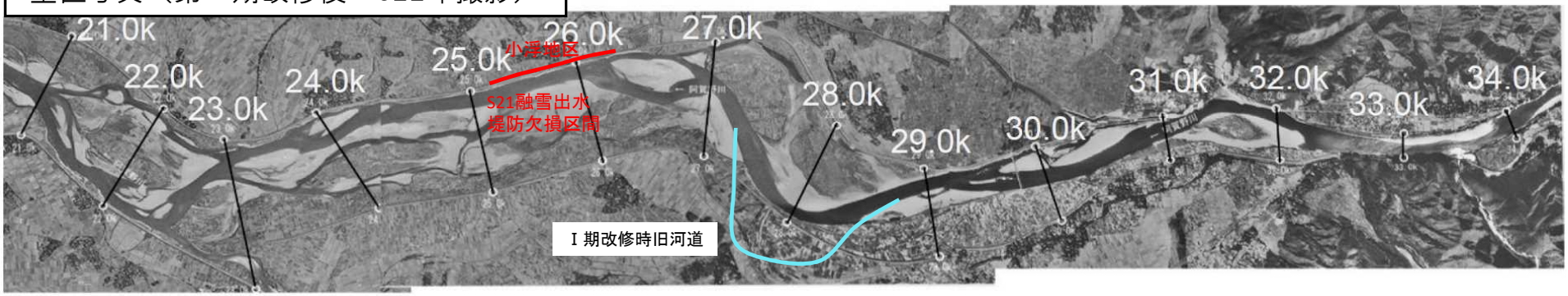
第一期改修　築堤計画図（旧河道状況）



旧河道（T4以前）

築堤・河道掘削・捷水路

垂直写真（第一期改修後・S22年撮影）



3.1 阿賀野川上流部の改修経過 第二期改修(常水路の固定、河床の安定)

参考資料P6～7

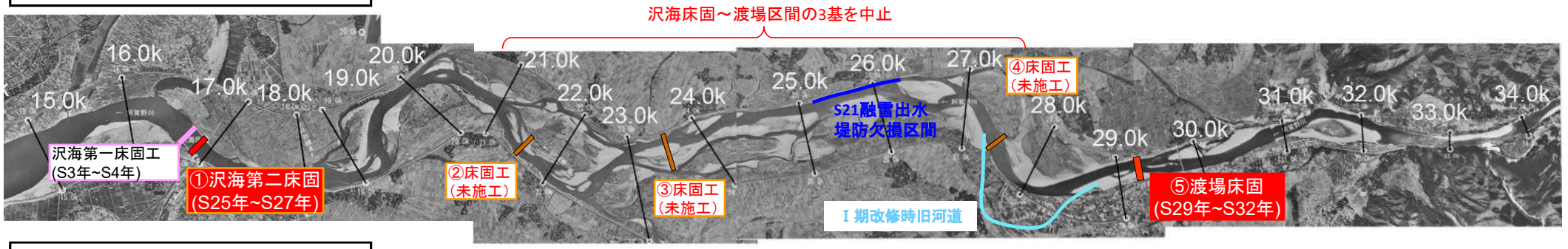
■昭和22年から常水路の固定、河床の安定等を目的に第二期改修に着手。

■昭和24年度策定阿賀野川改修総体計画において、5箇所の床固工を計画。そのうち、河床低下が顕著となった沢海地区(沢海第二床固 昭和24年～昭和28年)、渡場地区(渡場床固 昭和29年～昭和32年)に床固工を設置。

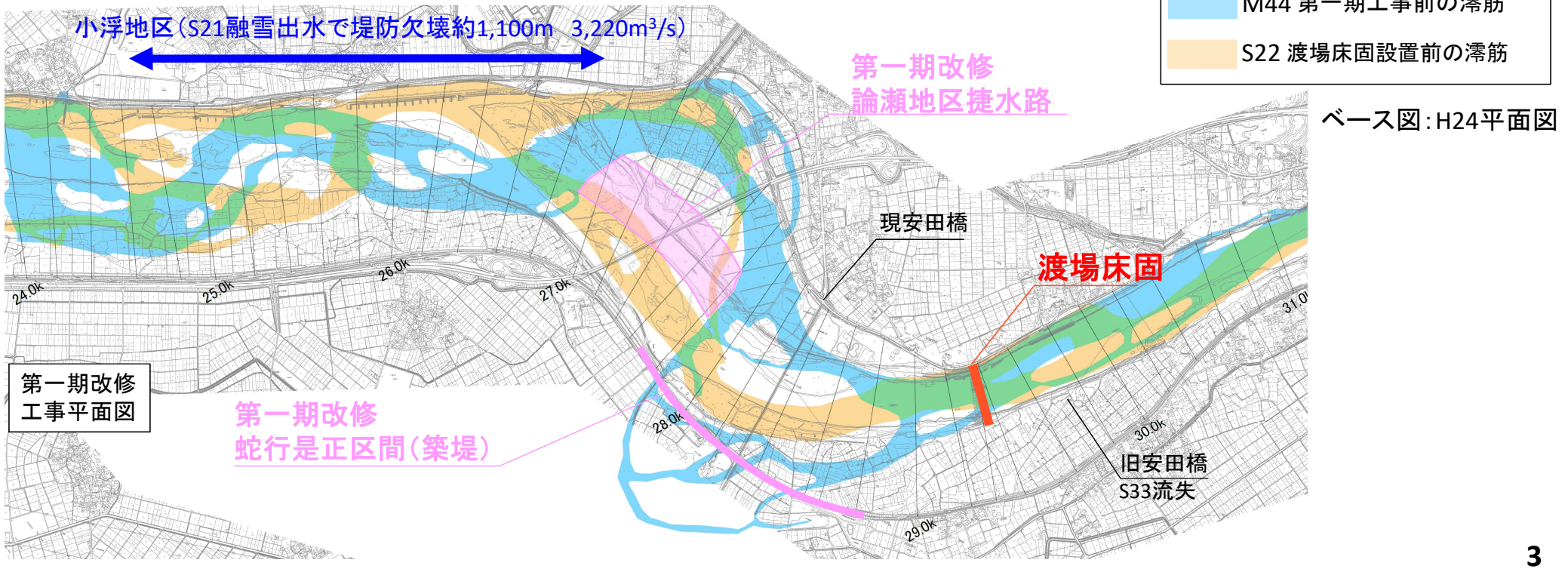
■渡場床固は、流路短縮を図った論瀬地区の捷水路と築堤区間の上流端に設置。設置により上流部の河床低下が沈静化。

■沢海、渡場地区の床固工設置により河床の安定が見られたため、昭和40年第2次治水五カ年計画時に残り3基の床固工の計画を取りやめ。

第二期改修 床固工計画位置



第二期改修 渡場床固位置



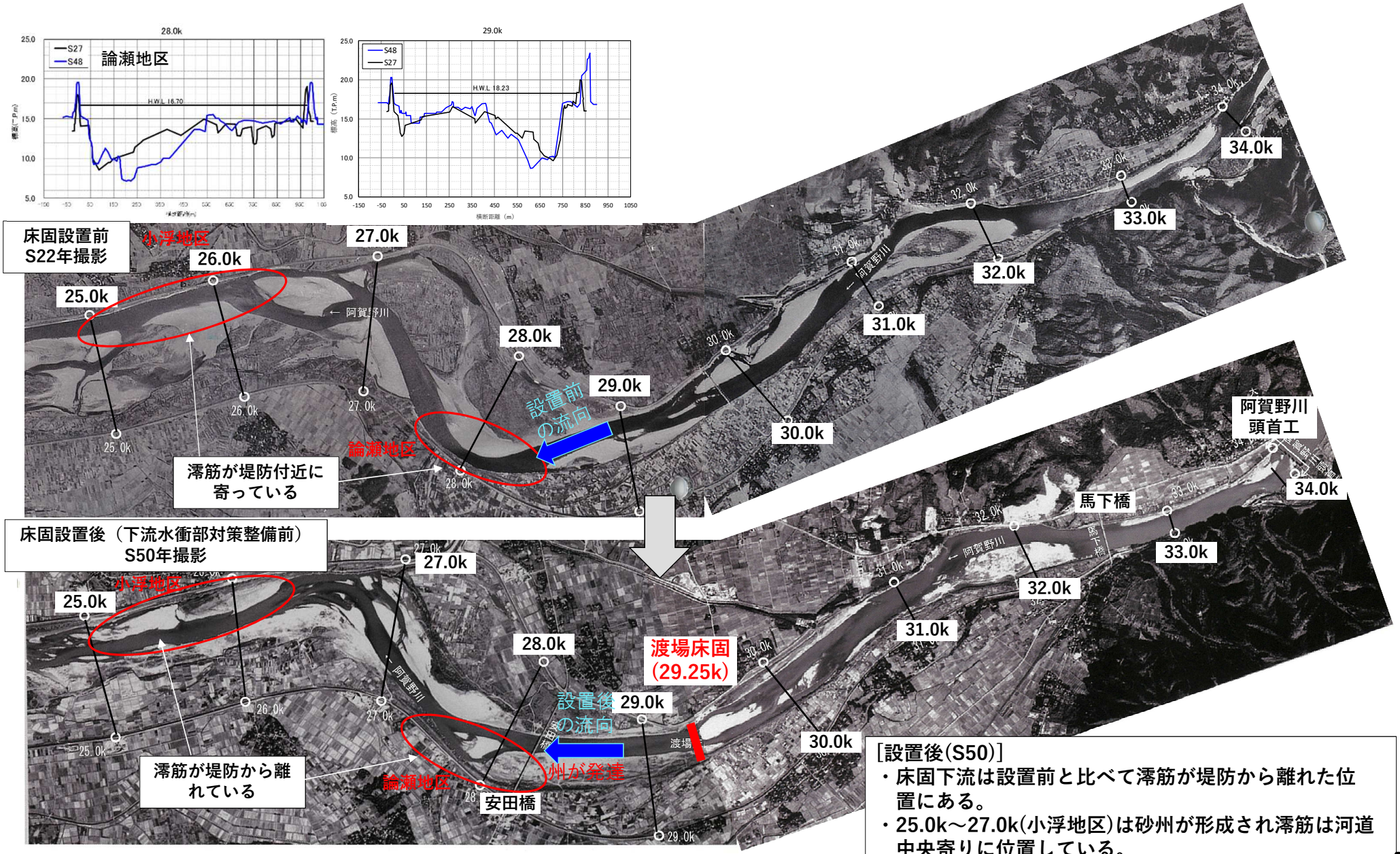
ベース図:H24平面図

3.1 渡場床固が果たしてきた下流河道への役割（流速の緩和、偏流の是正）

参考資料P24～28

■床固設置前後で、論瀬（ろんぜ）地区では設置後に28.0kから29.0k付近の流況が河道中央方向となり偏流が緩和され、昭和21年に堤防が欠損した小浮（こうけ）地区では設置後に砂州が形成され澪筋は河道中央へ寄っているなど、渡場床固は流向是正の機能を有している。

■床固の設置により流路が固定化され、この流路のもとに河岸保護、水衝部対策などの河川整備を実施してきている。



[設置後(S50)]
- 床固下流は設置前と比べて澪筋が堤防から離れた位置にある。
- 25.0k～27.0k(小浮地区)は砂州が形成され澪筋は河道中央寄りに位置している。

3.1 渡場床固が果たしてきた上流河道への役割（河床低下の防止）

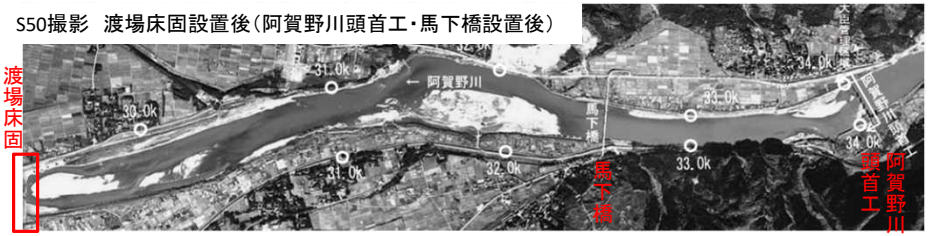
■渡場床固の設置目的として、上流河床安定があり、揚水機場取水位維持、橋梁など工作物安定がなされ、直轄上流端に位置する阿賀野川頭首工の施設安定にも寄与している。
■原油湧出がある草水（くそうず）地区は旧河道に位置していたが、澪筋が左岸側により、原油湧出抑制にも寄与し、流路変動が安定化した。

渡場床固上流河道の変遷

渡場床固及び阿賀野川頭首工設置以降、流心は河道中央に推移、固定化。草水地区の偏流は解消。

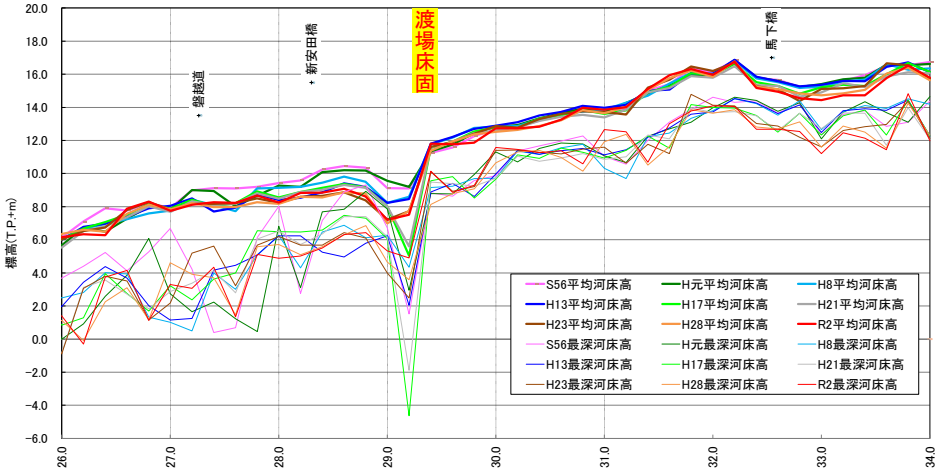
S22撮影　渡場床固設置前

S50撮影　渡場床固設置後（阿賀野川頭首工・馬下橋設置後）



H28撮影（現在）

渡場床固上流の河床高は、最深河床で見ると局所的な変化がみられるが、床固の効果により安定傾向。



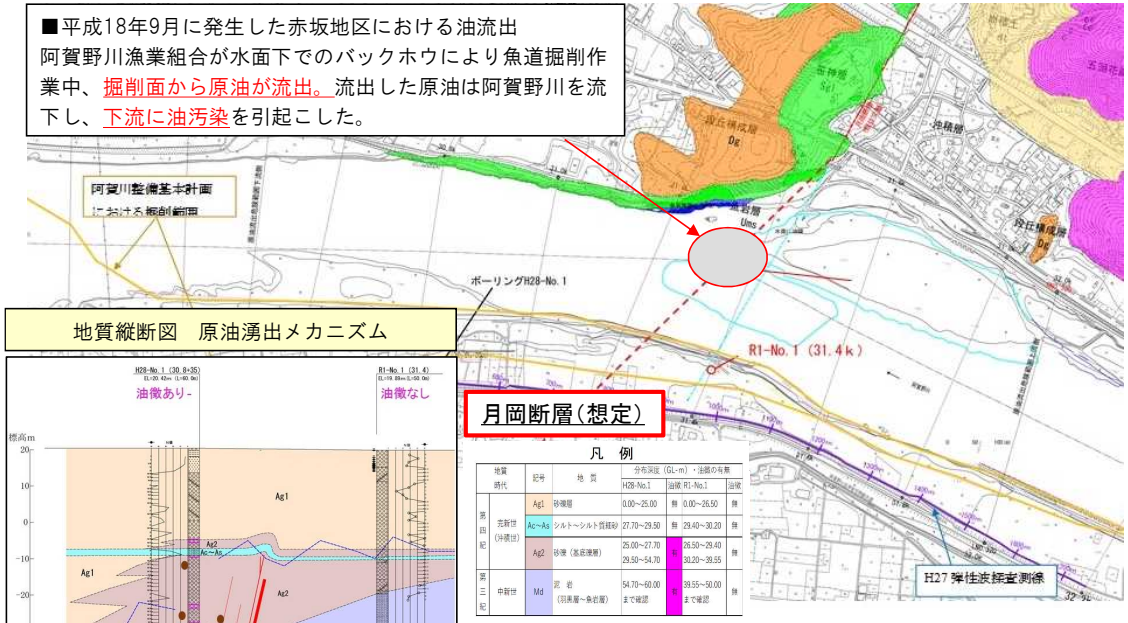
河床安定による効果

◆ 上流取水施設の取水機能維持

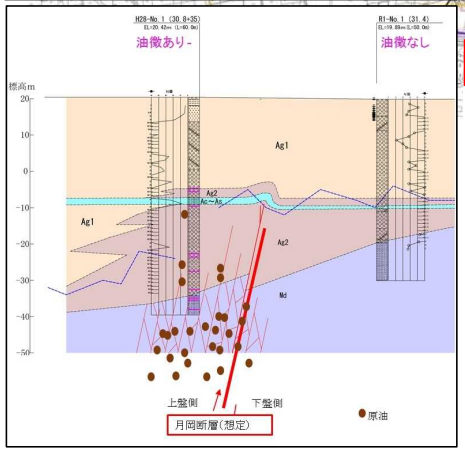
※笠堀揚水機場、宮川揚水場は現在は使用されていない

◆ 原油湧出の抑制

■平成18年9月に発生した赤坂地区における油流出
阿賀野川漁業組合が水面下でのバックホウにより魚道掘削作業中、掘削面から原油が流出。流出した原油は阿賀野川を流下し、下流に油汚染を引起こした。



地質縦断図　原油湧出メカニズム



◆　原油湧出メカニズム
原油は、月岡断層の上盤側に分布し、断層のズレにより、地盤が乱れたところをつたって、原油が湧出するメカニズムであると推定され、しみ出す程度であり、大規模に対策をすべき湧出状況ではない

3.1 渡場床固が果たしてきた役割（被災とメカニズム）

■渡場床固周辺では、昭和21年4月融雪出水による小浮(こうけ)地区の堤防決壊、論瀬(ろんぜ)地区での護岸被災の他、床固地点では度々護岸の被災や根固めブロックの流出が発生している。

■床固設置以前、設置後の河床形状を対象とした平面二次元不定流計算結果（単位幅流量コンター図）によると、小浮(こうけ)地区、論瀬(ろんぜ)地区では、床固設置以前は水衝部に流れが集中していたが、設置後は主流が河道中央部に寄り、水衝部が緩和されている。

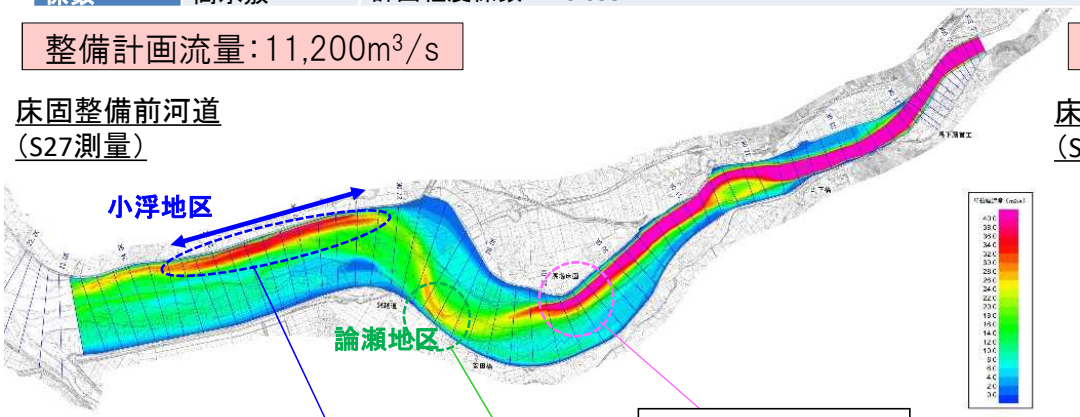
■床固地点は、落差を有していることから高速流が発生しており、この高速流により床固地点近傍で護岸の被災が生じている。

平面二次元不定流計算による被災要因の分析

項　目		設定内容	
		床固設置前	床固設置後
解析対象区間		阿賀野川23.2k～34.0k区間	
地形	平面形状	平面図、航空写真より堤防法線を把握	
	河床高	床固整備前河道 S27測量※データが不足する区間は直近のS33測量断面で補正	床固整備後河道 S46測量
境界条件	下流端水位	現況河道のHQ式相当の水位を設定	
	上流端流量	整備計画流量　11,200m³/s、小浮地区で破堤が生じたS21融雪出水流量　3,218m³/s	
粗度係数	低水路	計画粗度係数　床固上流n=0.029、床固下流n=0.027	
	高水敷	計画粗度係数　n=0.055	

整備計画流量：11,200m³/s

床固整備前河道
（S27測量）

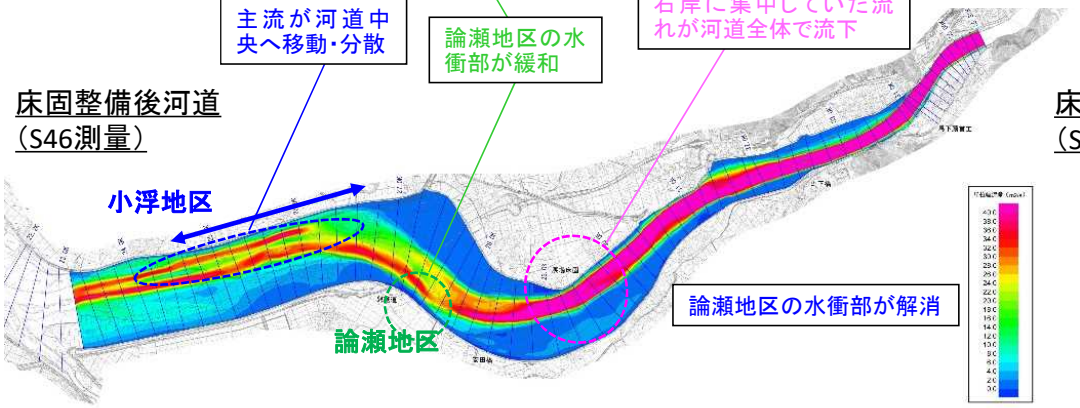


主流が河道中央へ移動・分散

論瀬地区の水衝部が緩和

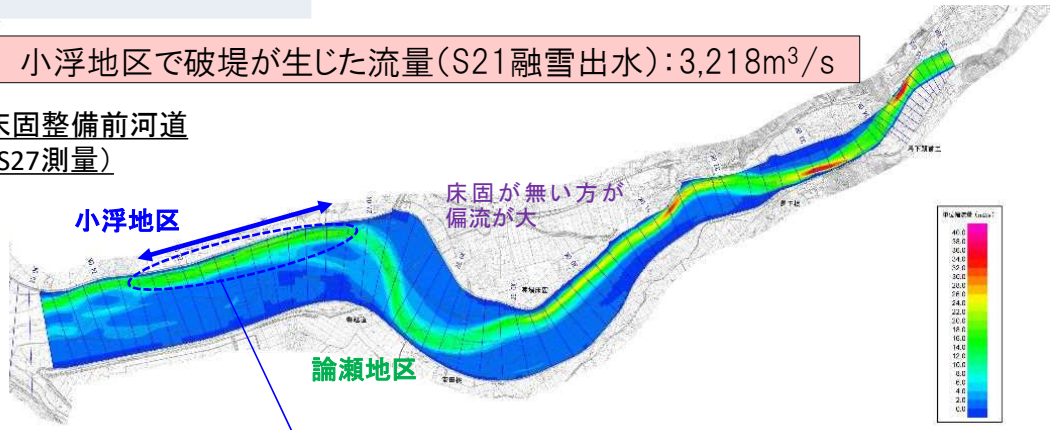
右岸に集中していた流れが河道全体で流下

床固整備後河道
（S46測量）



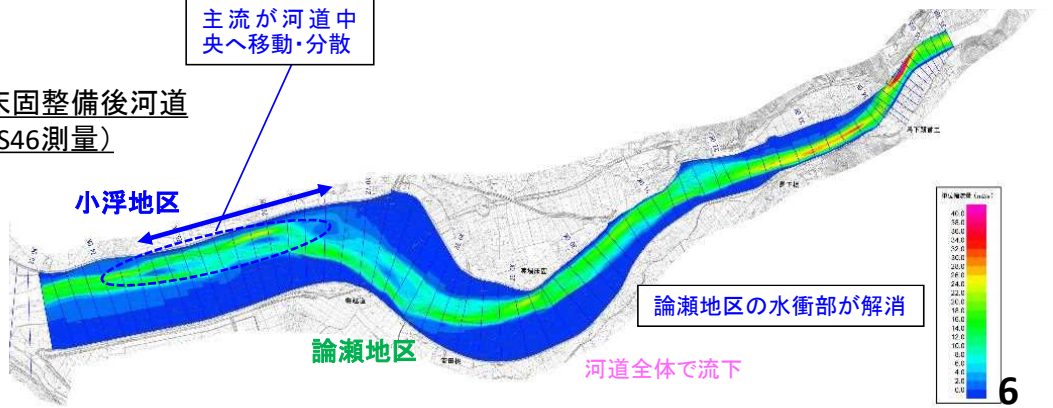
小浮地区で破堤が生じた流量（S21融雪出水）：3,218m³/s

床固整備前河道
（S27測量）



主流が河道中央へ移動・分散

床固整備後河道
（S46測量）



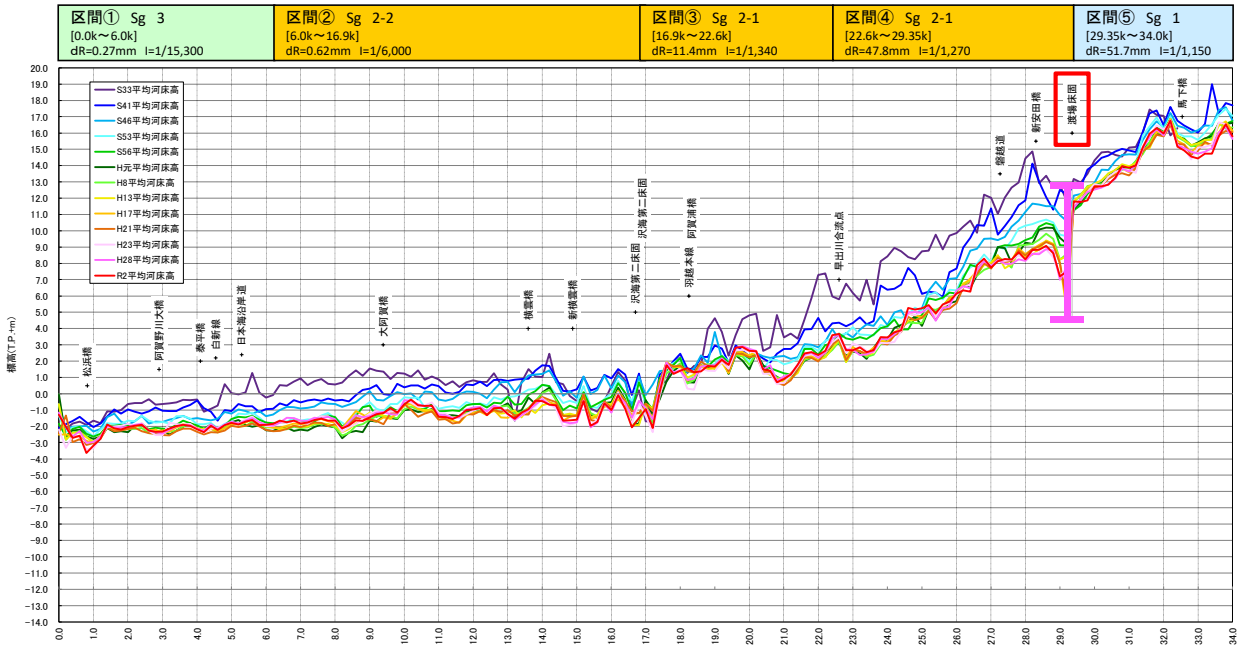
3.2　阿賀野川上流部の河道特性

3.2 縦断形状の経年変化

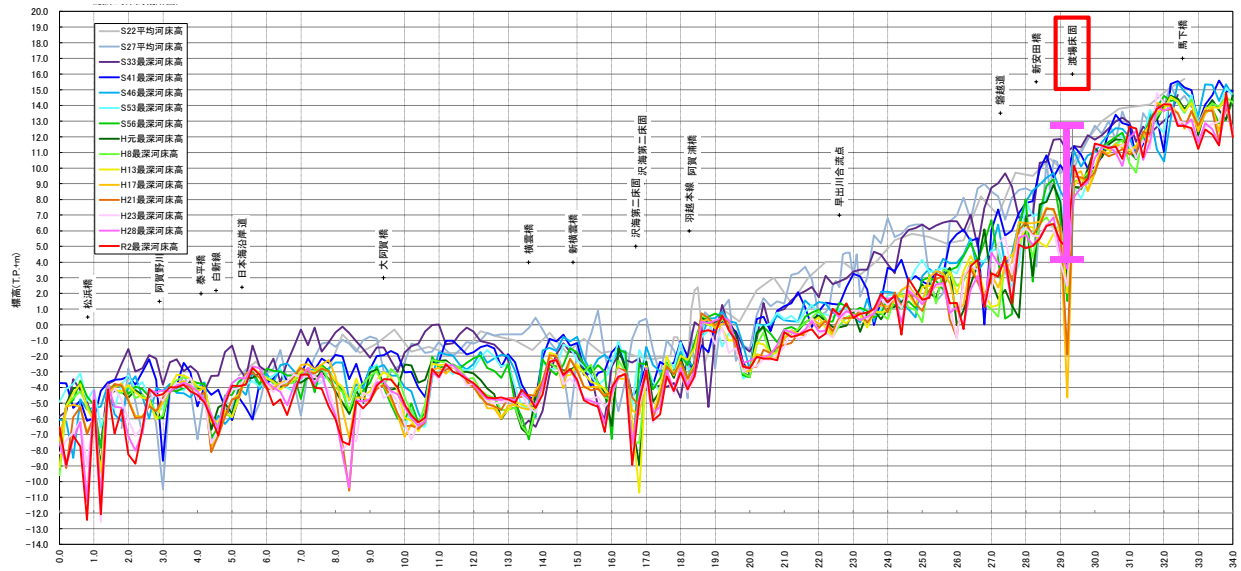
■平均河床高で見ると、阿賀野川全体の縦断的な河道特性として、平成元年までは全川で河床低下が進行しているが、砂利採取規制区間の拡大により河床低下の進行が沈静化している。

■渡場床固付近を見ると、渡場床固を境にセグメントが2-1から1に変化しており、縦断勾配の変化点となっている。

平均河床高



最深河床高

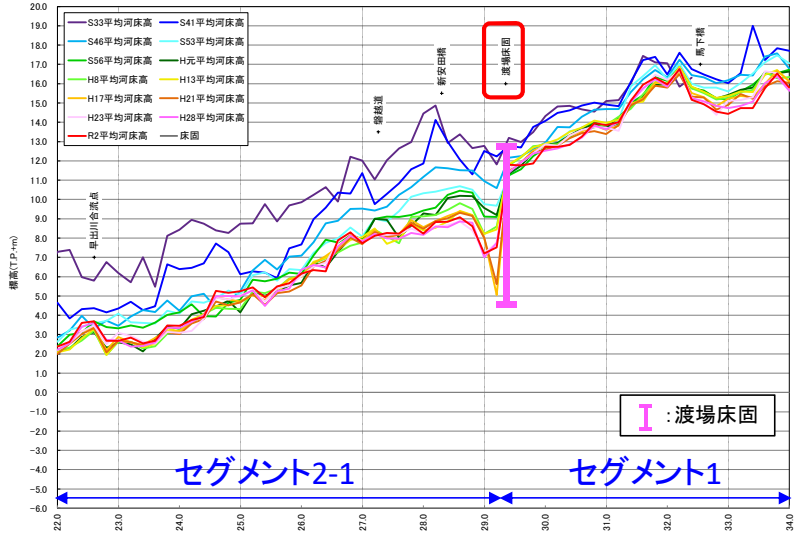


：渡場床固

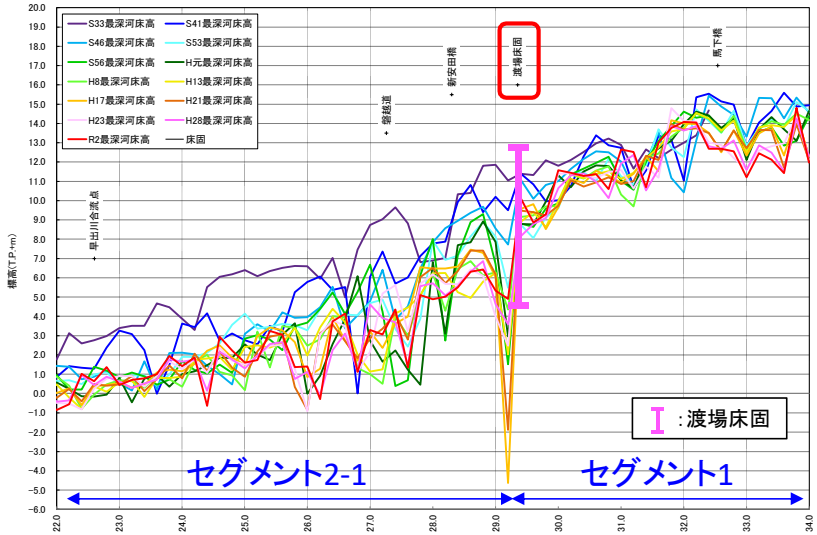
3.2 床固近傍の縦断形状・河床勾配の経年変化

■床固より下流区間では、昭和年代に比べ、平成年代の河床勾配が緩くなる傾向がみられる。経年的に河床勾配に変化が大きい年がみられるが、これはセグメント平均の河床勾配が床固直下の深掘れの状況により変動しているものである。
■床固より上流区間では、昭和年代に比べ、平成年代の河床勾配が緩くなる傾向がみられる。近年は安定傾向であり、若干ではあるが勾配が緩くなる傾向が見られる。
■床固上下流とも河床勾配が1/1,000となっており、1/1,000に見合った掃流砂が発生することで河床が安定しているものと考えられる。

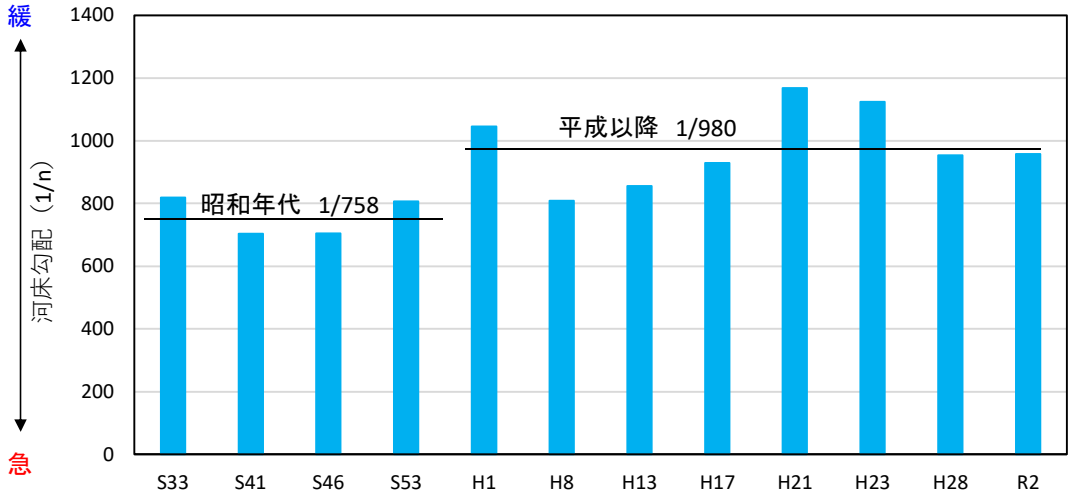
平均河床高：22.0k～34.0k付近拡大



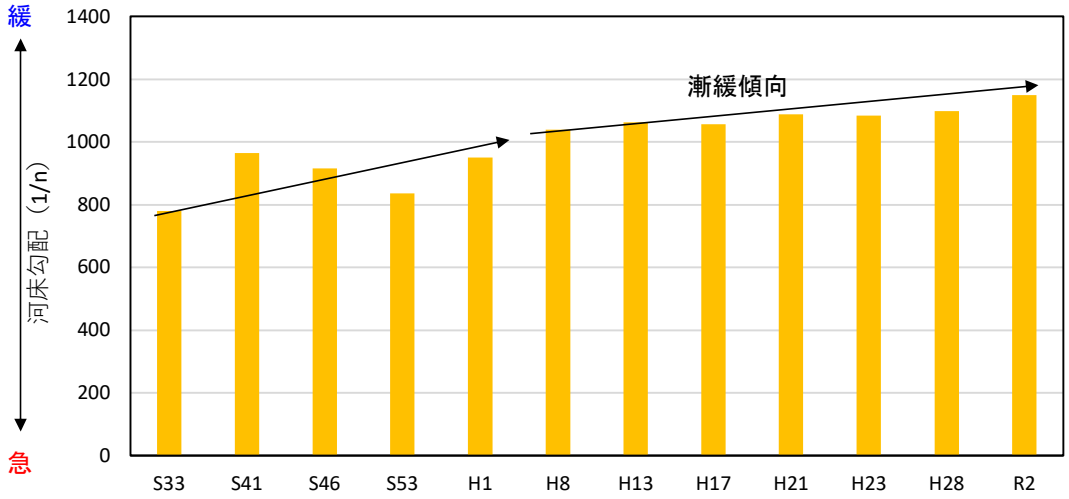
最深河床高：22.0k～34.0k付近拡大



床固下流の河床勾配の経年変化



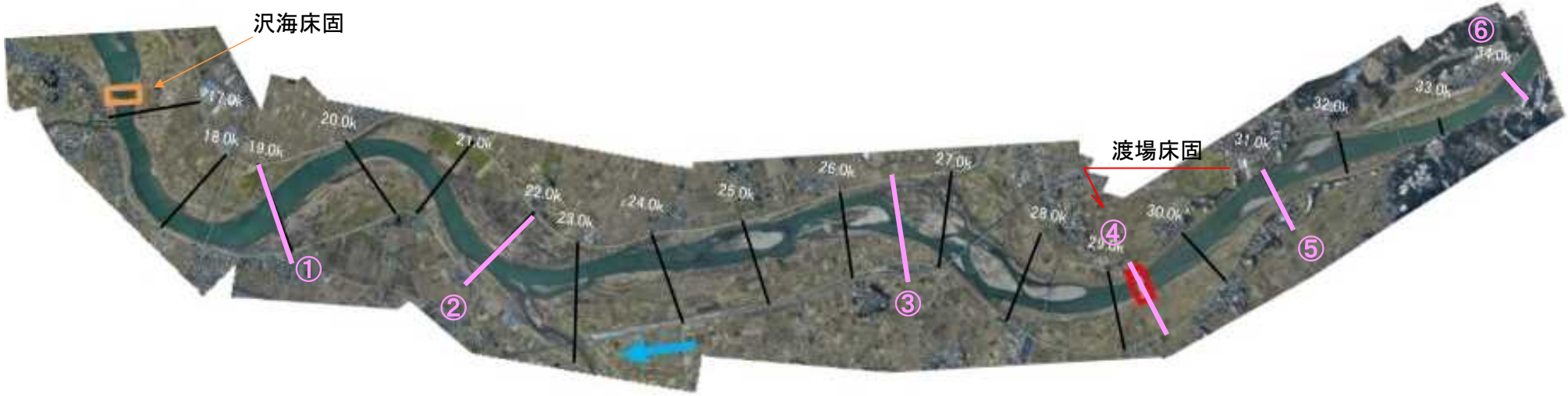
床固上流の河床勾配の経年変化

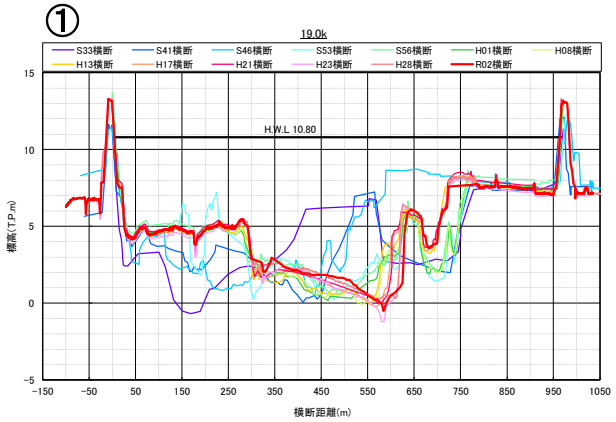


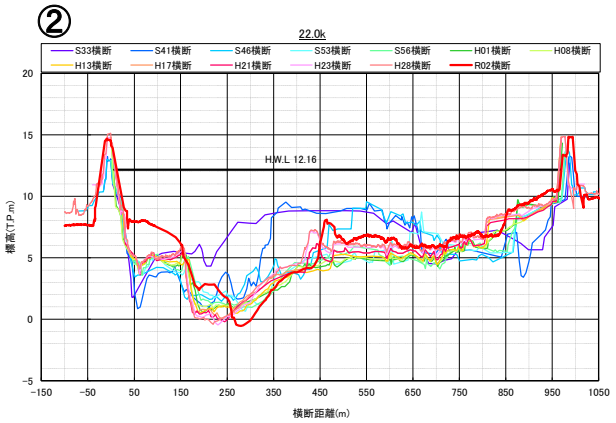
※ここで整理した河床勾配は、床固上下流区間における経年的な河床勾配の変化特性を分析するためのものである。このため床固上下流のセグメントを対象に、平均河床高を最小二乗法により勾配を算定している。

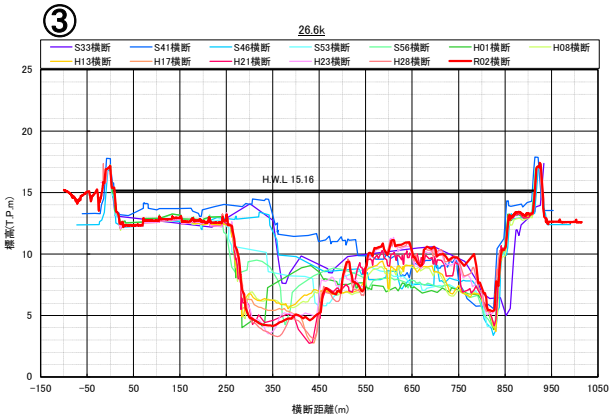
3.2 横断形状の経年変化

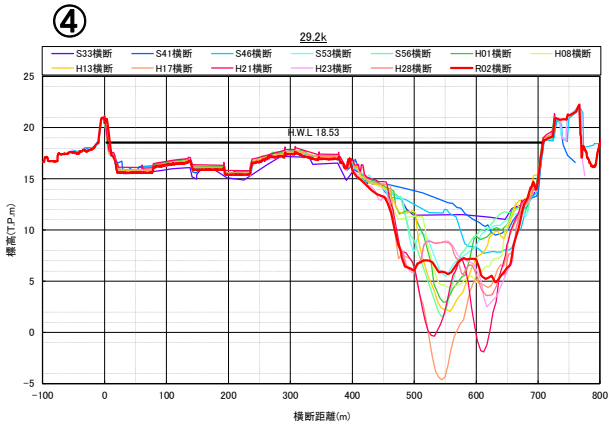
■阿賀野川の堤防は第一期改修により築造され、堤防間川幅は渡場床固付近で変化し、下流では約900m、上流では400m～500mである。
■渡場床固下流・上流とも、流路（低水路）位置は概ね安定しており、澪筋は固定化傾向にある。

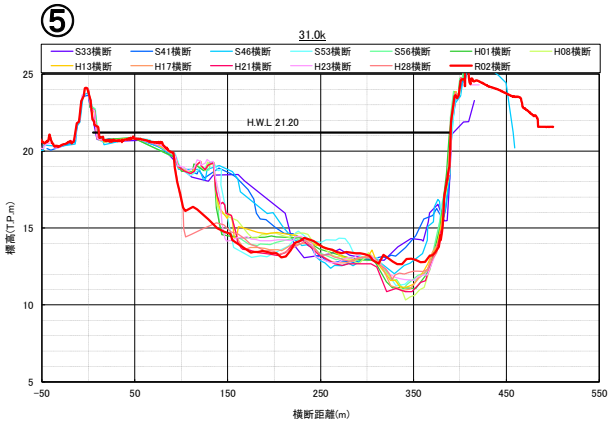


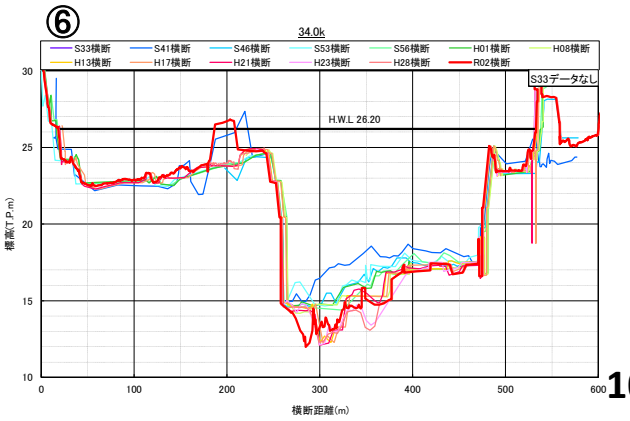








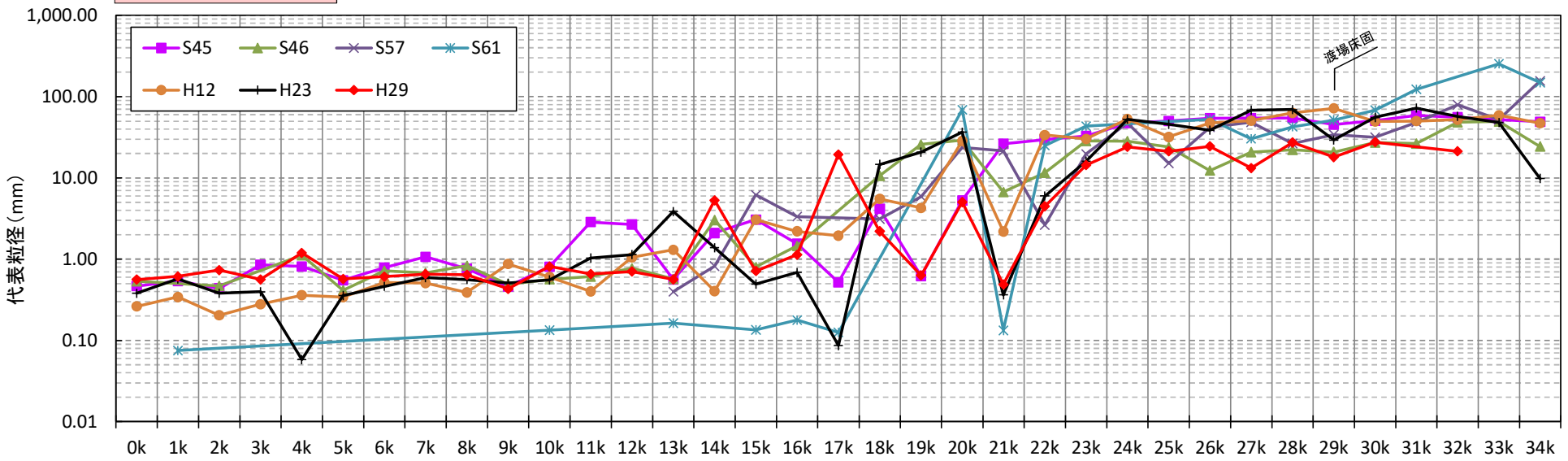




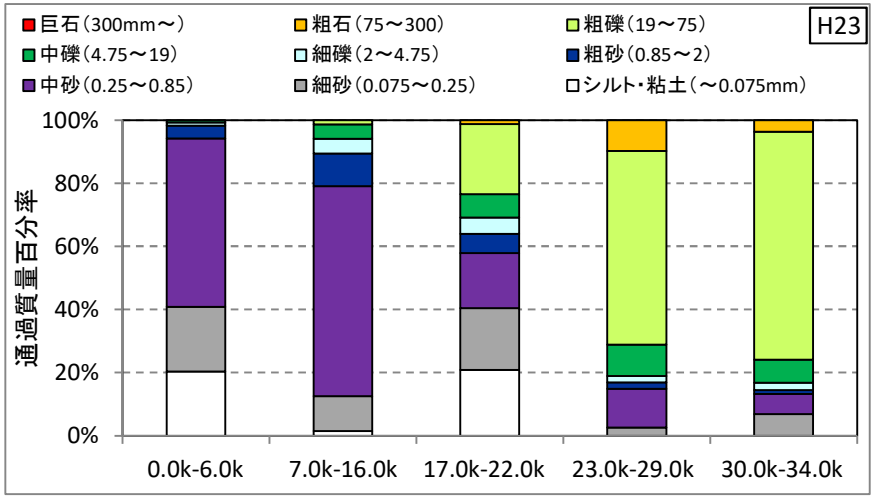
3.2 土砂性状の経年変化

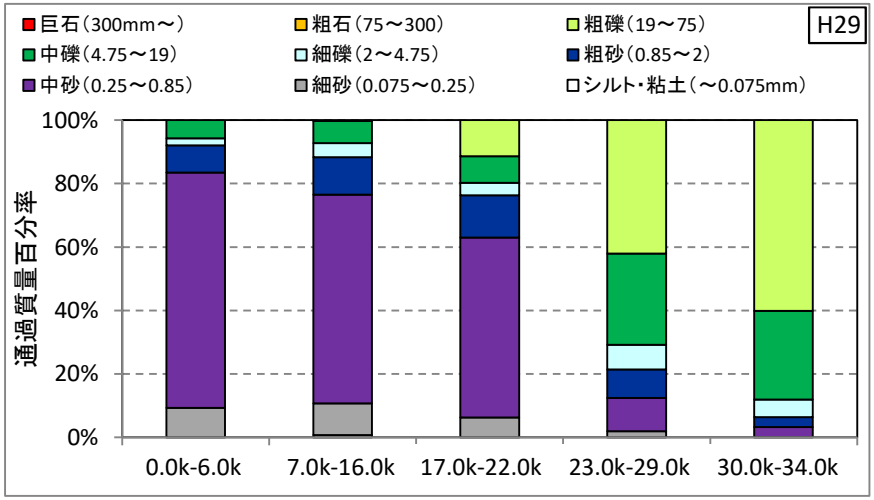
■阿賀野川上流部（セグメント2-1区間、セグメント1区間）では、礫分が主体の土砂性状になっている。
■23k（早出川合流点）より下流の河床材料は主に中砂より細かい材料で構成されている。
■H23調査結果と比較するとH29調査結果は細粒分が多い傾向にある。この主要因は、H29調査結果では砂州上を主体に調査をしているためであり、経年的な粒径の傾向は大きく変わらない。

代表粒径縦断図



近年の区間平均代表粒径の変化

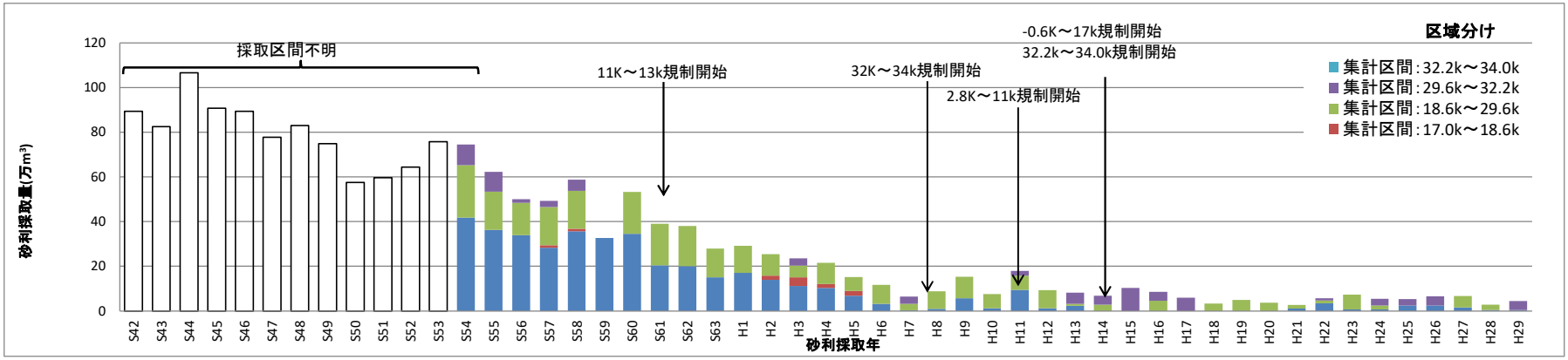




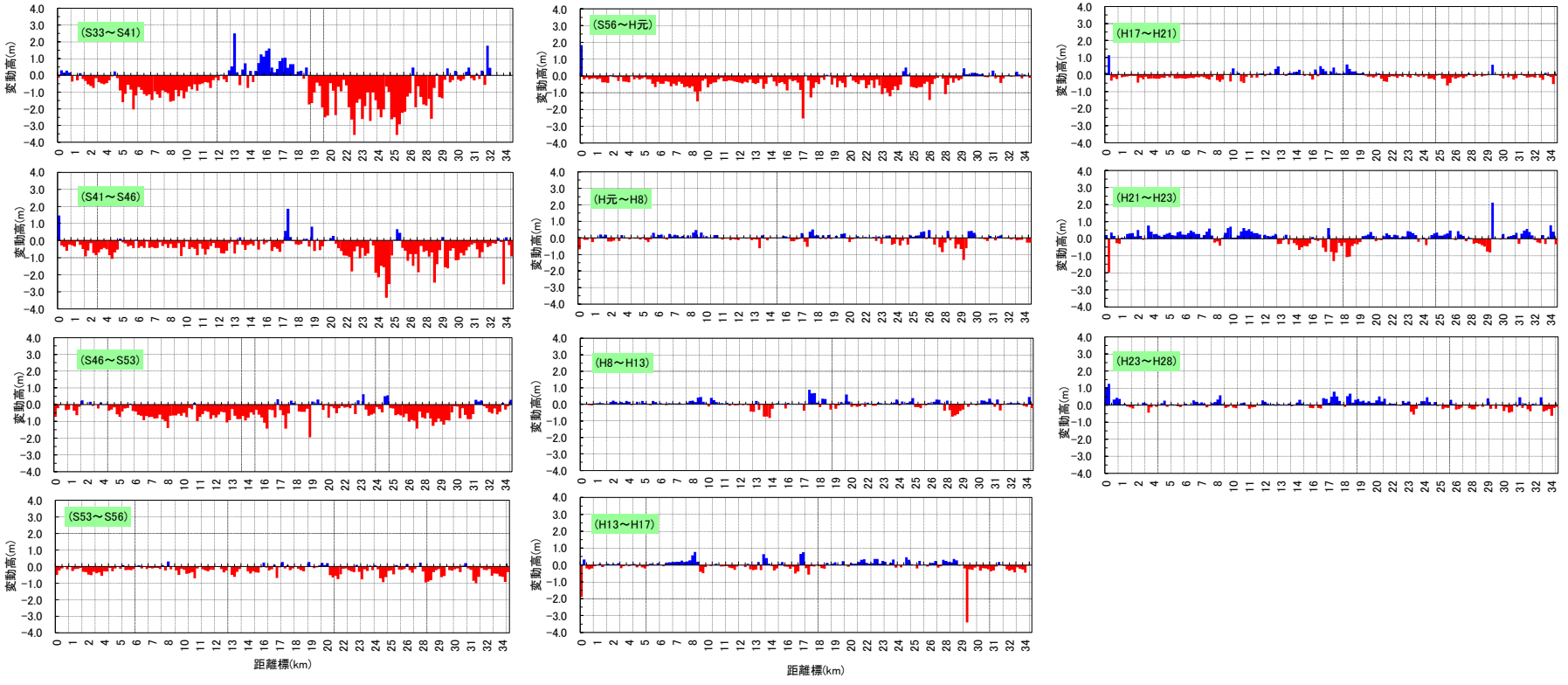
3.2 人為的な河床掘削

■高度成長期（～S48年）には年間900千m³程度の砂利採取が実施されており、同時に河床低下も進行したが、近年はほとんど砂利採取が実施されておらず、平均河床高も安定傾向にある。

砂利採取量の経年変化



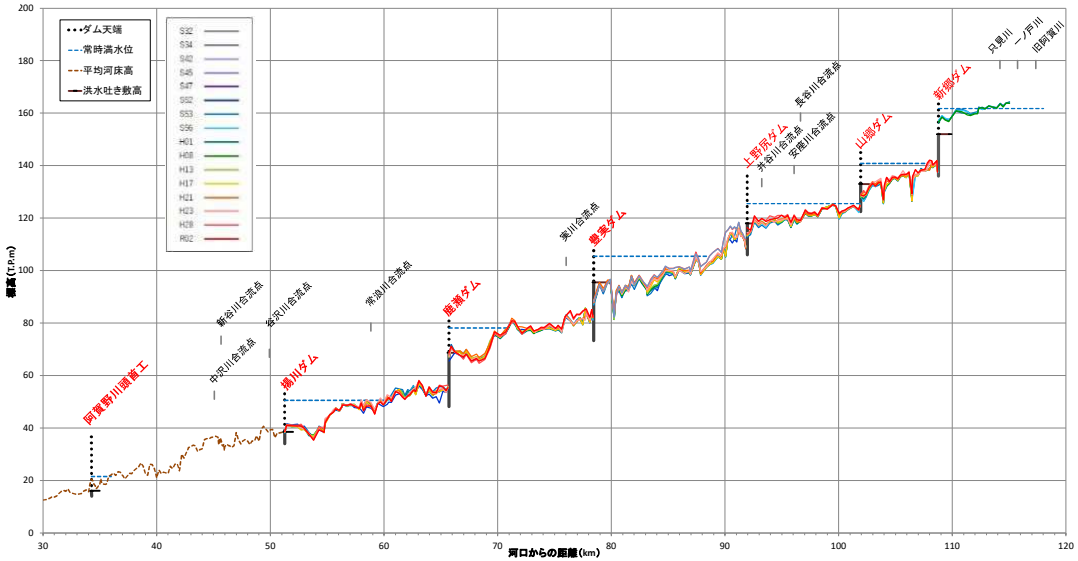
平均河床高の変動高



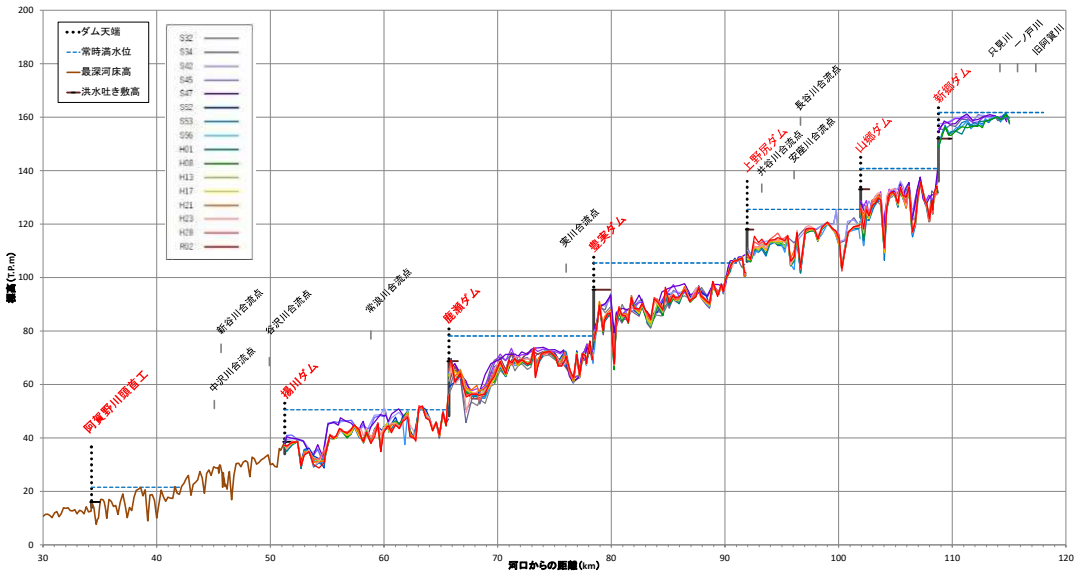
3.2 直轄区間上流(県区間)の土砂動態

■直轄区間より上流の6つの本川ダムに対し、経年的な河床変動、堆積土砂量を整理。
■平均河床高、最深河床高の経年変化を見ると、局所的な河床高の変動が見られるものの、全体的な変動幅は小さい。
■堆積土砂量を見ると、昭和50年頃から平成23年出水にかけて、各ダムで堆積土砂量は漸増傾向にあったが、平成23年出水以降は堆積土砂量は横ばい傾向であり、その変動量は小さい。

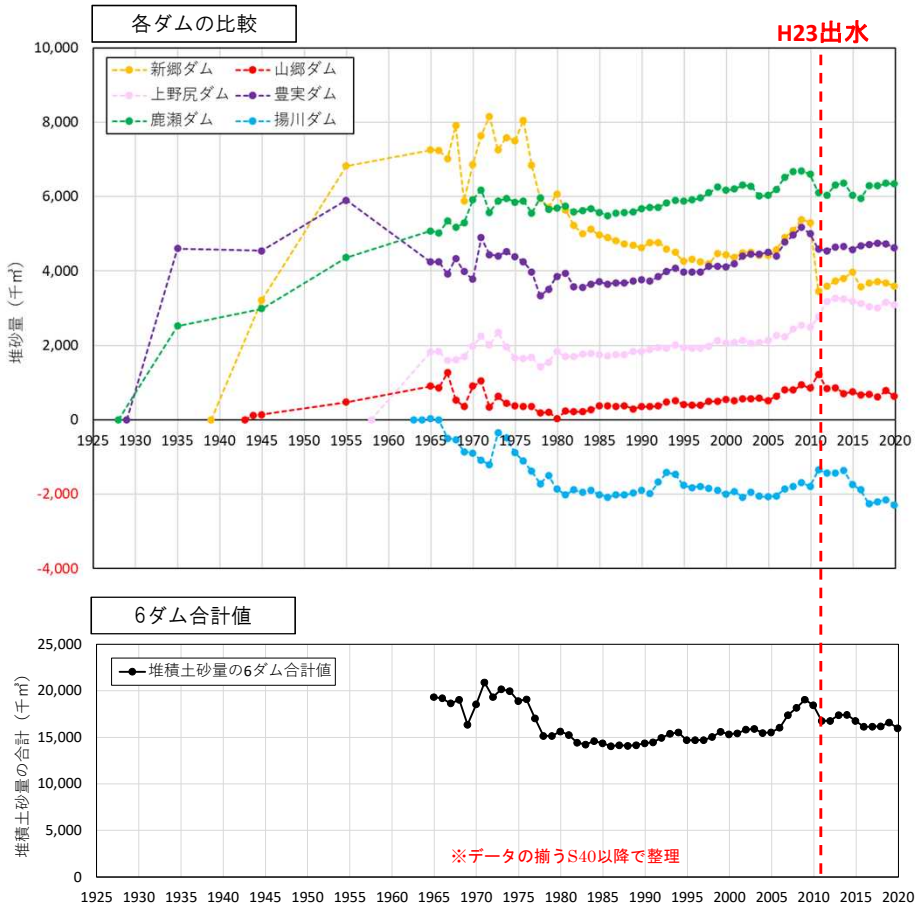
平均河床高



最深河床高



堆積土砂量の経年変化



※平均河床高については、昭和50年代以降より整理されているため、平均河床高と最深河床高で表示している年数が異なっている

3.2 阿賀野川上流区間の河道特性

■ここまでの阿賀野川上流部の河道特性の整理結果、左右の低水路際流速（現況河道におけるH23出水を対象とした平面二次元解析結果）、低水路・堤間幅、河積、河床高（R2測量）から阿賀野川上流部の河道特性を整理した。

①水衝部の発生（論瀬地区、小浮地区）

■平面形状として、床固下流のS字湾曲外岸部に流れが集中し、流速が大きくなる傾向がみられる。また、水衝部における高水敷幅が不足しており、治水安全度の低下を助長している。

②左右岸の流速差

■左右岸の低水路際流速の流速差が大きい区間は、主流が偏っていることを示している。このため、掘削形状を設定するにあたっては、左右岸の流速差を是正するような線形が望ましい。

③32.2k地点より上流区間の河床低下

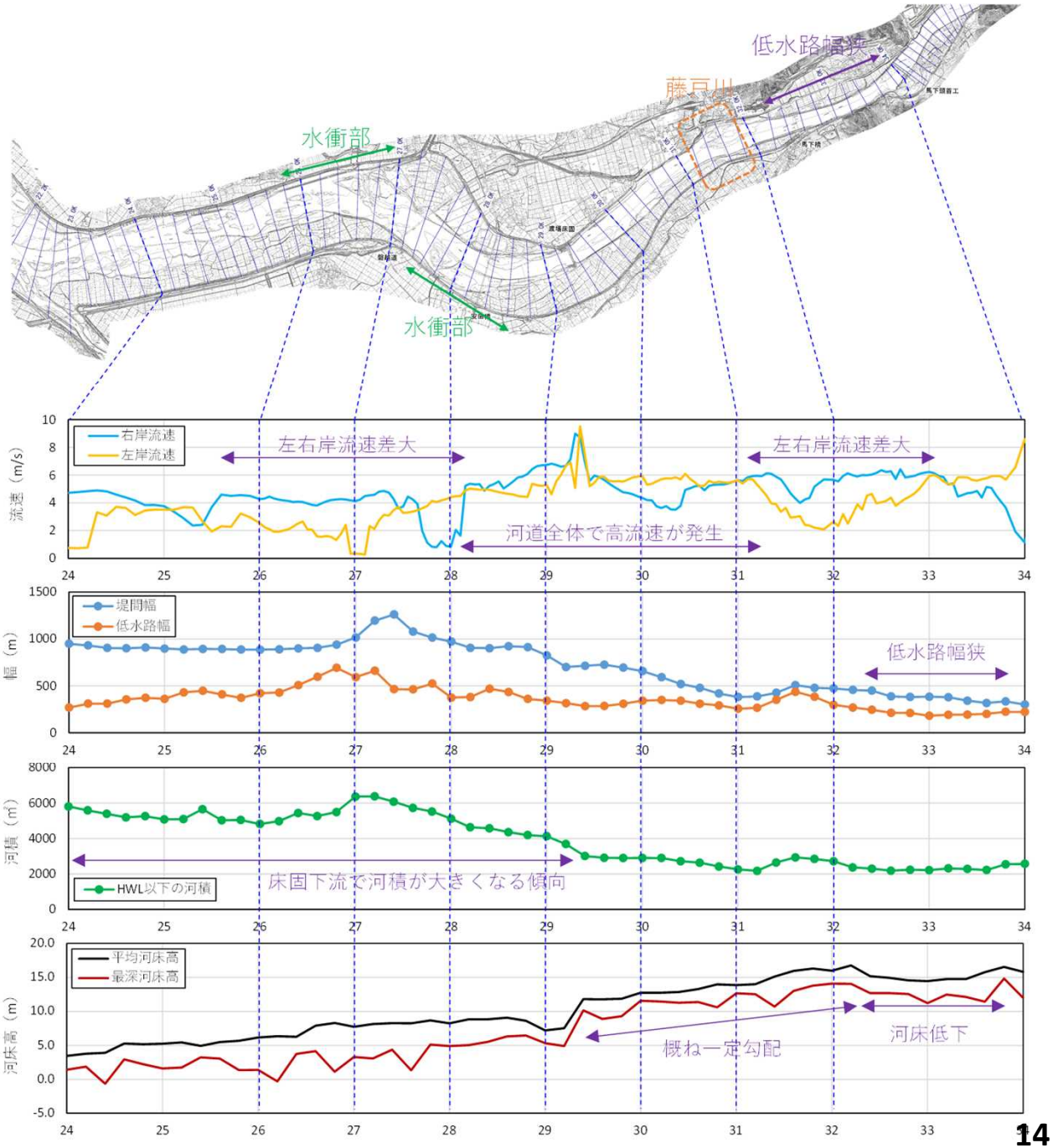
■低水路幅が狭く経年的に河床高が低下する傾向にある。この区間は縦断的な河積変化は少ないが、低水路幅が狭いため、中小洪水時において流れが低水路に集中し、他区間と比べ河床低下し易い状況にある。

④藤戸川合流点の河床上昇

■藤戸川合流点は前後断面と比較して川幅が広く、流速も低下傾向にある。上流区間（32.2k上流）の河床低下による土砂供給と、縦断的な掃流力の低下により土砂が堆積し易い状況にあり、藤戸川の合流点は砂州が発達し河床高が高くなる傾向がみられる。

⑤床固地点の河床勾配の変化

■床固より上流区間は河床勾配が大きいため流速が大きくなる傾向がみられる。勾配変化点において流速が変化するため、将来的な土砂堆積による流下能力への影響が懸念される。



3.3　渡場床固の効果分析（河床の安定）

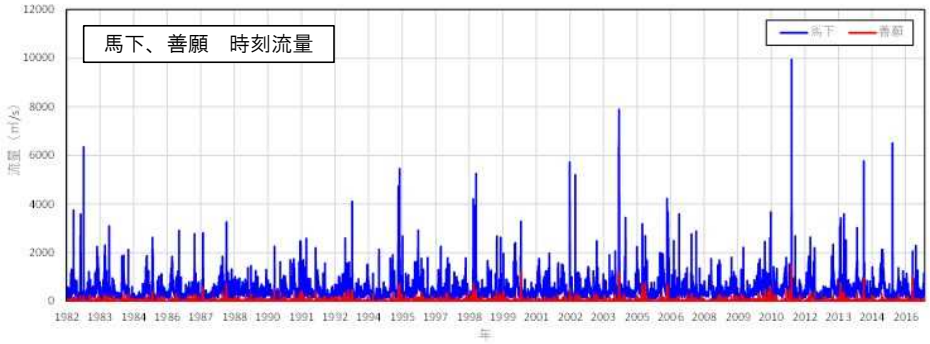
3.3 一次元河床変動解析モデルの構築（検証条件）

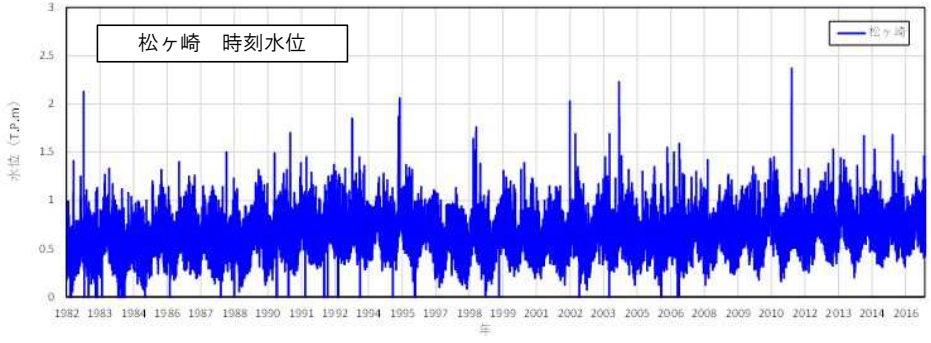
■阿賀野川上流部の河床変動特性を明らかにするため、指定区間からの土砂流入による影響を考慮することを目的とし、0.0k～38.8km（直轄区間34km＋指定区間4.8km）を対象に一次元河床変動解析モデルを構築した。
■阿賀野川上流部の土砂のコントロールポイントとなる構造物は渡場床固と阿賀野川頭首工である。阿賀野川頭首工は昭和59年に完成（昭和38工事着手）したため、直近で横断測量が実施されている昭和57年～平成28年の37年間を検証対象とした。
■流入土砂量は、河床高の再現状況を踏まえ、平衡土砂条件の流入土砂量に倍率を乗じることで設定した。

検討条件一覧

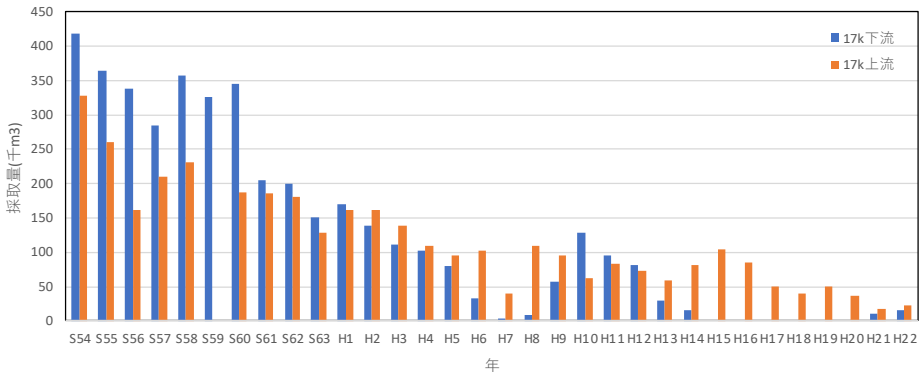
項目	設定内容
対象区間	0.0km～38.8km（直轄区間34km＋指定区間4.8km）
検証期間	37年間（S57.1.1～H28.12.31）
河道モデル	直轄区間 初期河道：S56測量断面、検証河道：H28測量断面 指定区間 初期河道：S59測量断面、検証河道：H23測量断面
初期粒径	S57、S61、H12河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点
	沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
砂利採取	各年の実績を考慮 実績の砂利採取量を各年最終ステップ（12月31日）後に強制的に排出するものとして設定
水位・流量条件	対象洪水：馬下日流量330m³/s以上（平水流量の平均値）。馬下時間流量1,300m³/s以上（馬下年最大流量の最小値1,320m³/s）の場合は、時刻流量が対象。 上流端流入量：馬下流量 横流入量：早出川流量 （善願実績流量を早出川下流端の比流量見合いで設定） 下流端水位：松ヶ崎水位観測所（1.2k）の実績水位から河床勾配（1/11,000）見合いでスライドして設定
供給土砂量	阿賀野川は掃流砂を0.4倍、浮遊砂を0.4倍で設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

境界条件





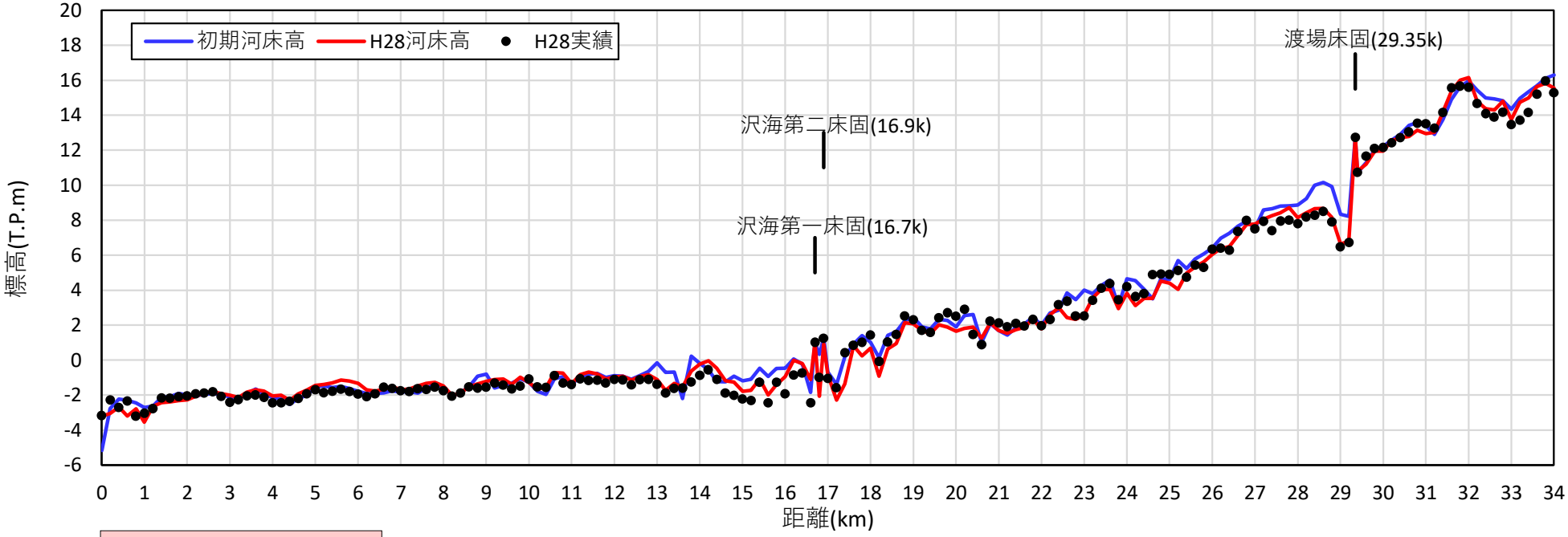
砂利採取



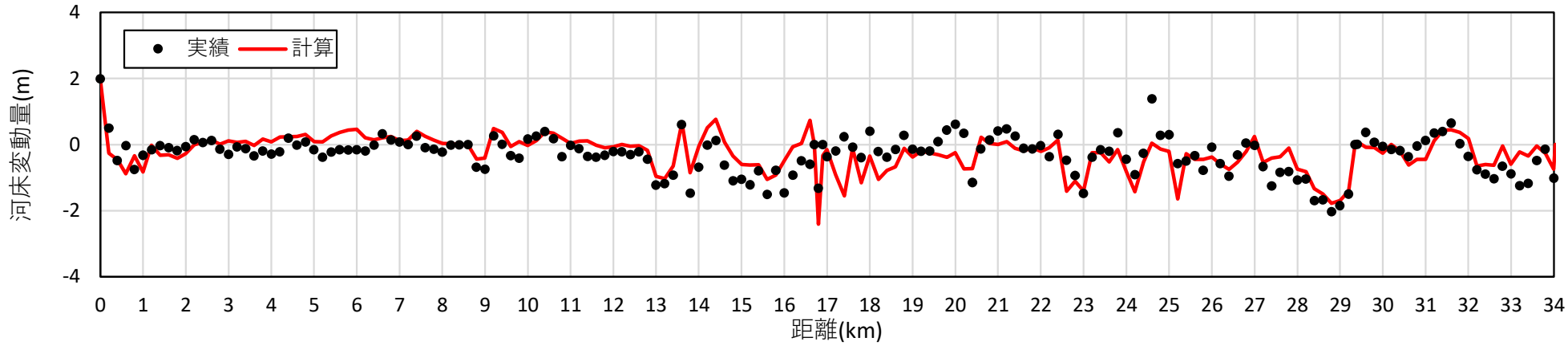
3.3 一次元河床変動解析モデルの構築（検証結果）

■平衡土砂条件で計算される流入土砂量に対し複数ケースの倍率を乗じた一次元河床変動計算を実施し、実績の河床変動特性を表現可能な流入土砂量を設定した。
■平衡土砂条件で計算される流入土砂量に対し倍率を0.4倍とすることで、実績の河床変動特性を概ね再現できることを確認した。

河床高縦断図



河床変動量縦断図



3.3　一次元河床変動解析モデルによる将来予測（検討条件）

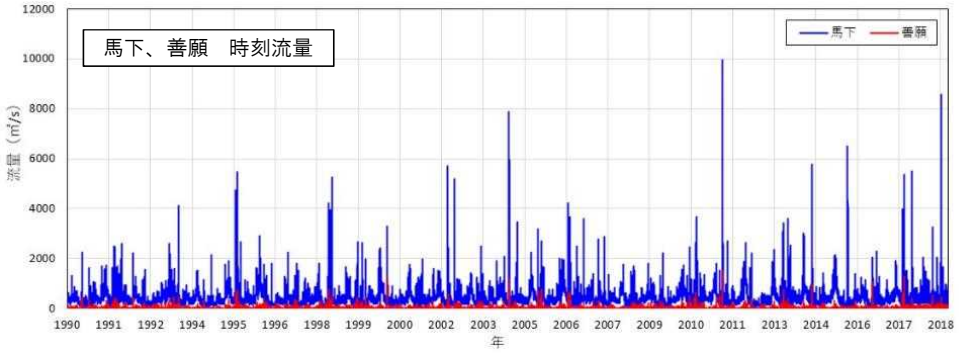
■構築した一次元河床変動解析モデルを用い、床固が有ることによる効果を評価するため、床固が有る場合（現況河道）と、床固が無い場合を対象に将来予測計算を実施し、将来的な河床変動が保全対象施設へ及ぼす影響について分析した。
■将来予測計算の対象期間は、河川整備計画相当とし30年間（近30年の実績洪水）を対象とした。
■将来予測のため、河道条件は、最新の測量結果であるR2測量を採用した。

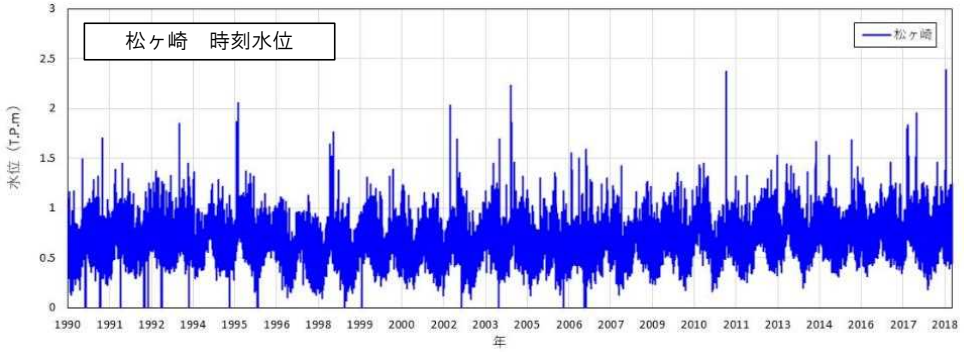
検討条件一覧

項目	設定内容
対象区間	0.0km～38.8km（直轄区間34km＋指定区間4.8km）
予測期間	30年間 （近30年の実績洪水を対象）
河道モデル	現況河道（床固有り、床固無し）
初期粒径	H23河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点 床固有り（現況施設諸元）、床固無しを検討
	沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
砂利採取	無し
水位・流量条件	対象洪水：馬下日流量330m³/s以上（平水流量の平均値）。馬下時間流量1,300m³/s以上（馬下年最大流量の最小値1,320m³/s）の場合は、時刻流量が対象。 上流端流入量：馬下流量 横流入量：早出川流量 （善願実績流量を早出川下流端の比流量見合いで設定） 下流端水位：松ヶ崎水位観測所（1.2k）の実績水位から河床勾配（1/11,000）見合いでスライドして設定
供給土砂量	阿賀野川は掃流砂倍率0.4倍、浮遊砂倍率0.4倍を設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

※赤字は検証計算からの変更点を示す

水位･流量条件

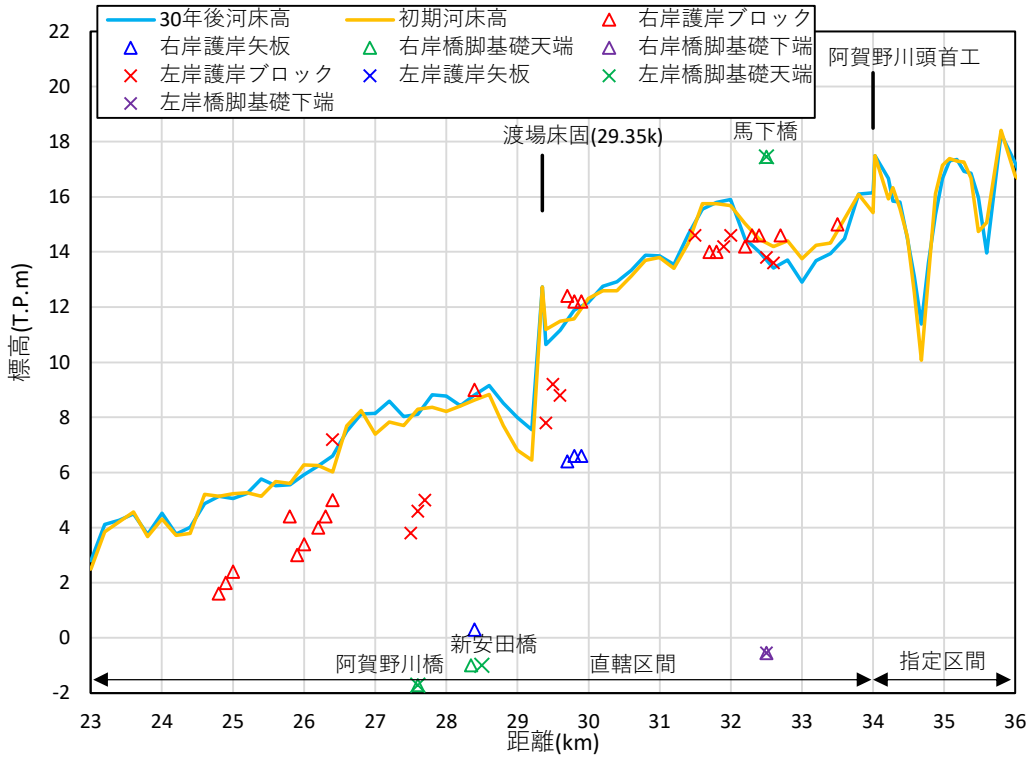


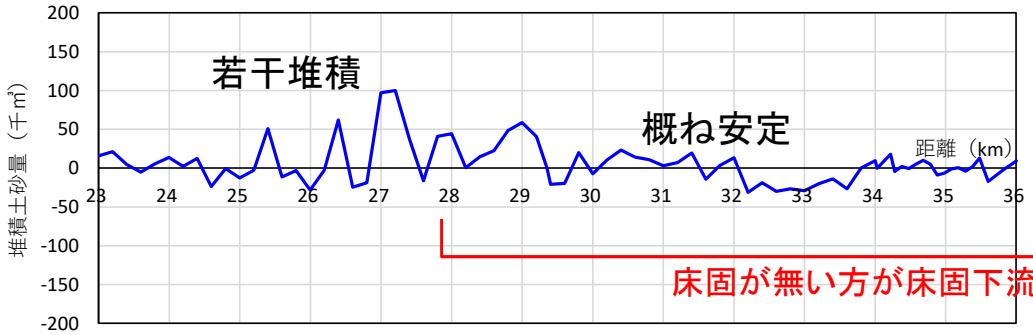


3.3 一次元河床変動解析モデルによる将来予測（検討結果 ― 河床高と構造物の関係）

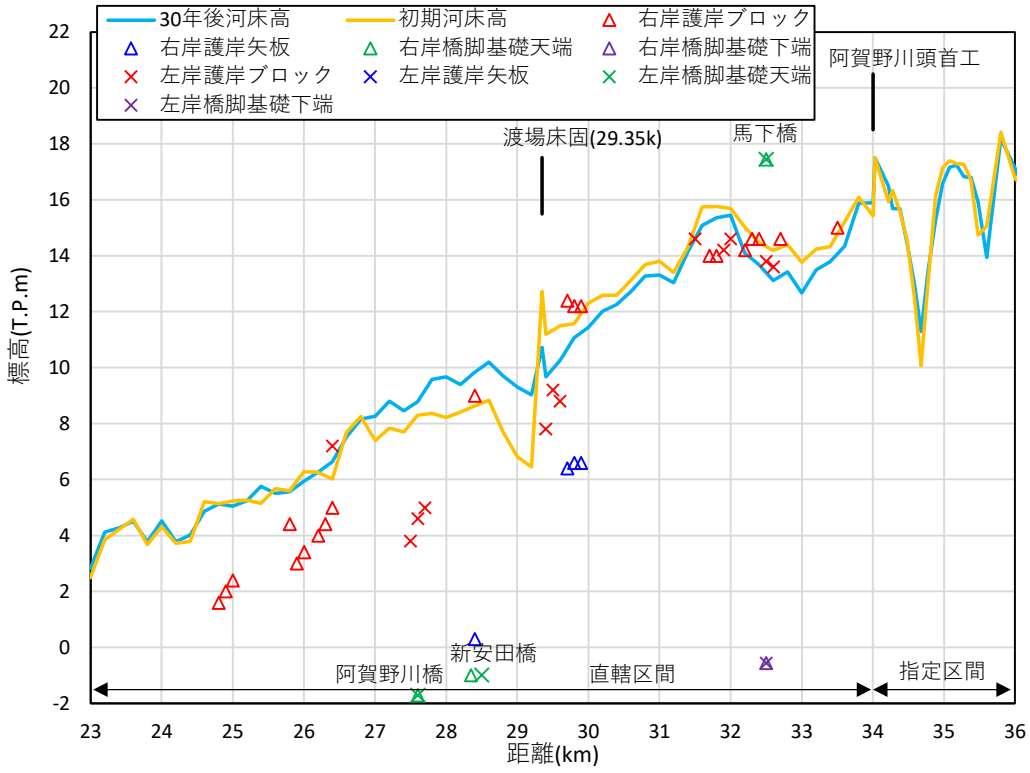
【床固有り条件】
■床固直上流の区間では、30年後も河床高は安定傾向にある。
■32.0kより上流の区間は河床低下傾向がみられ、将来的に新たに護岸基礎が露出する箇所が発生する。
【床固無し条件】
■床固より上流区間では河床が低下し、床固より下流の区間では河床が上昇する傾向がみられる。
■床固地点、32k地点において、将来的な河床低下により、新たに護岸基礎が露出する箇所が発生する。

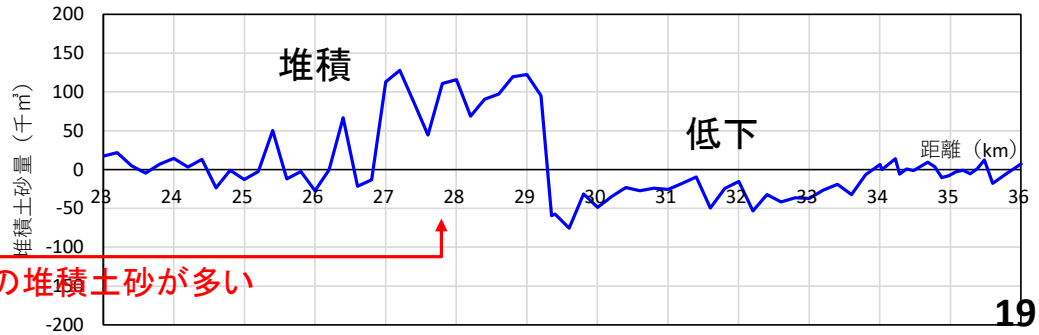
床固有り条件



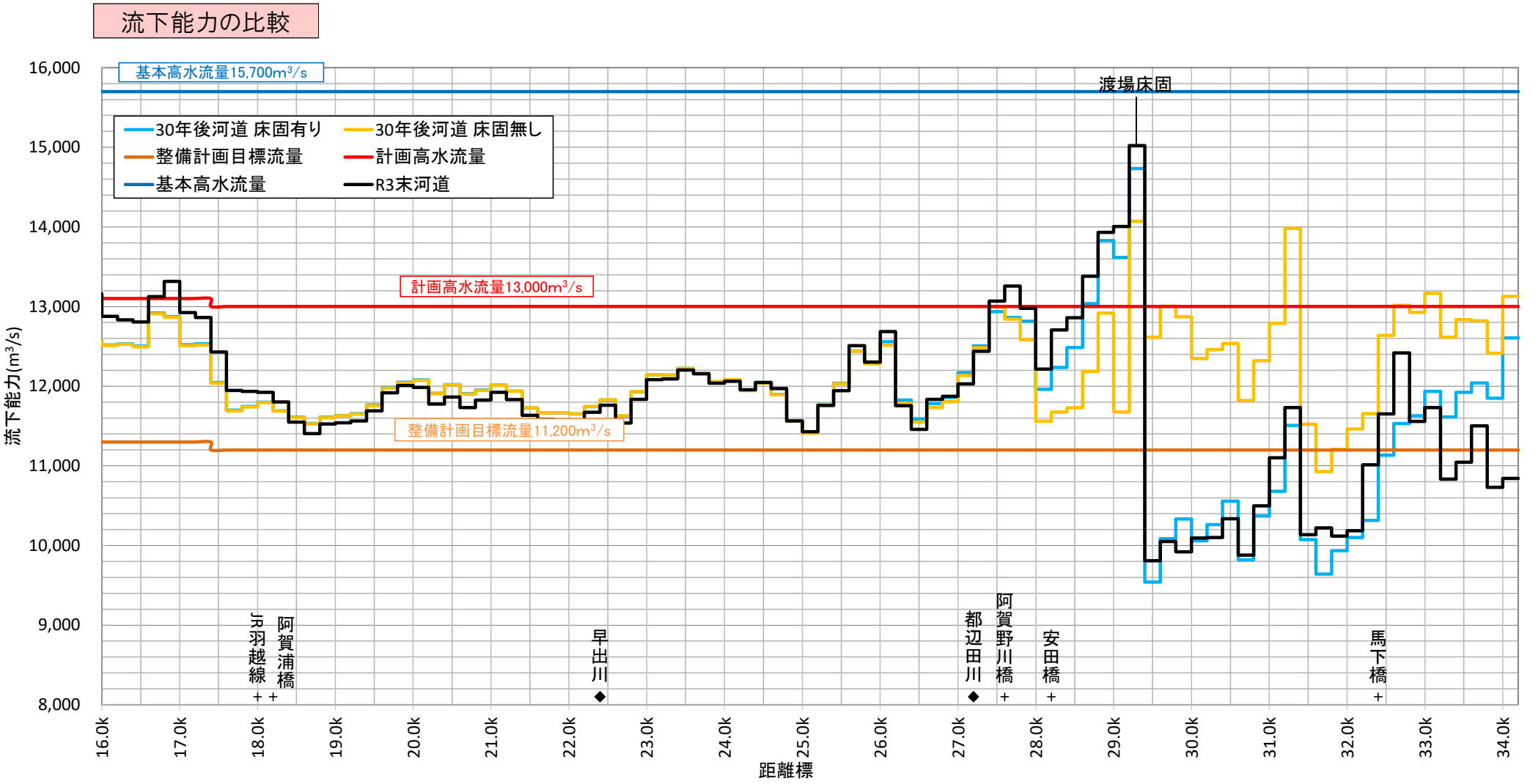


床固無し条件





床固が無い方が床固下流の堆積土砂が多い

3.3 将来予測結果 流下能力

■将来予測結果を現況流下能力を算定する準二次元不等流計算モデルに反映し、河床変動が流下能力に及ぼす影響を評価した。
■床固有りの場合（現況河道）は、床固上流で流下能力が不足するが、床固により河道が安定するため流下能力も安定している。
■床固無しの場合は、河床勾配の変化点となる渡場床固上流は河床低下により、整備計画目標流量程度の流下能力を確保するが、直下流では河床への堆積が進行し流下能力が低下する。