



構造物の被災を予防する ～河川の観点から見た現状と課題～

土木研究所

河川総括研究監 服部 敦

1. はじめに 橋梁を用いた観測：高水流量観測
河川計画策定の基礎データを安定的にかつより高精度
に取得していくために橋梁に観測機器を設置
2. 橋脚の安定性に関わる「河床低下」の見方
時空間スケールが異なる3階層で河道を捉える。
それが「橋脚周辺の局所洗堀部の最深河床高」とどう
関わるか⇒見方の整理
3. 河道管理基本シート
見方の実践その1：河床変化トレンド把握を護岸管理に活用した例
4. 変化トレンドのみでは対応困難な事象
見方の実践その2：唐突な河床低下の進行、拡幅に伴う河床低下、
「河道特性」・・・その1が基本にしつつ応用・工夫は必要！

橋梁を用いた高水流量観測

課題：人手不足による欠測／危険回避のための欠測



浮子観測は5人1班基本→人手不足による契約不調で欠測



河道監視・水文
チーム

危険が伴う浮子観測→やむなく観測中止・欠測

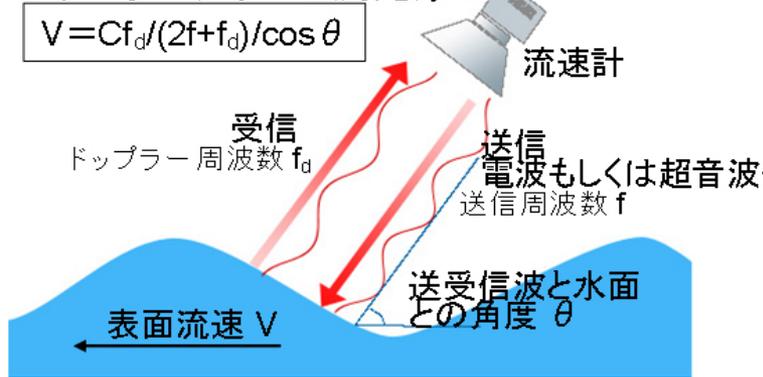
橋梁を用いた高水流量観測

対応策：非接触型流速計の導入

測定方法

ドップラータイプの測定原理

$$V = C f_d / (2f + f_d) / \cos \theta$$



橋上や水文観測所の観測塔に設置



流れの変化⇒計測点変更の必要性

橋脚の安定性(河床低下)



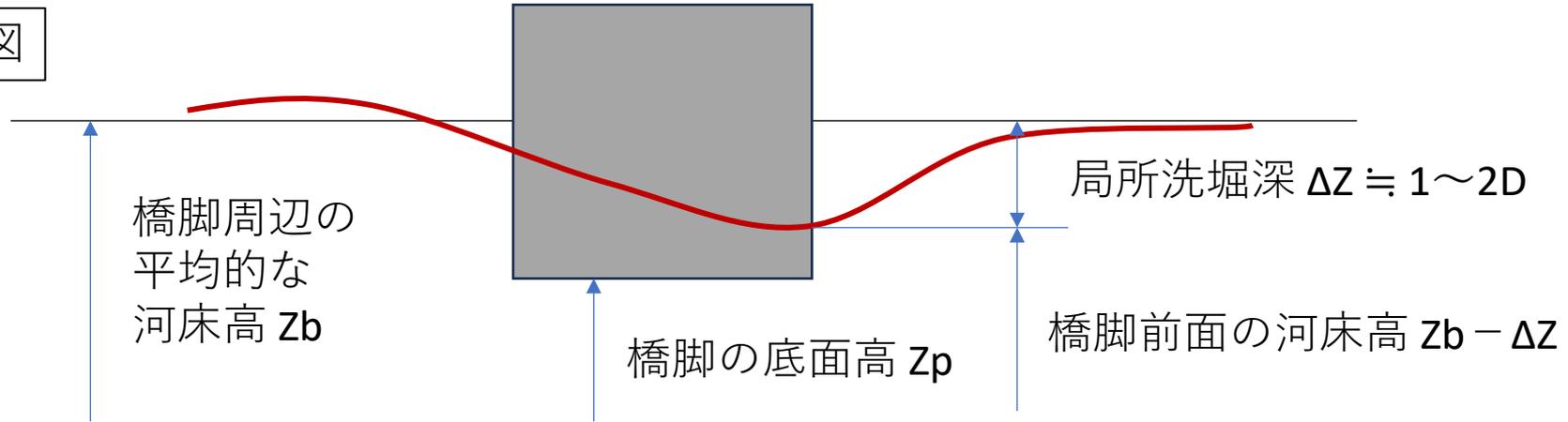
平面図

幅 D



流れ

縦断面図



安定 : $Z_p < Z_b - \Delta Z$ ← 目視等による点検

直接

間接

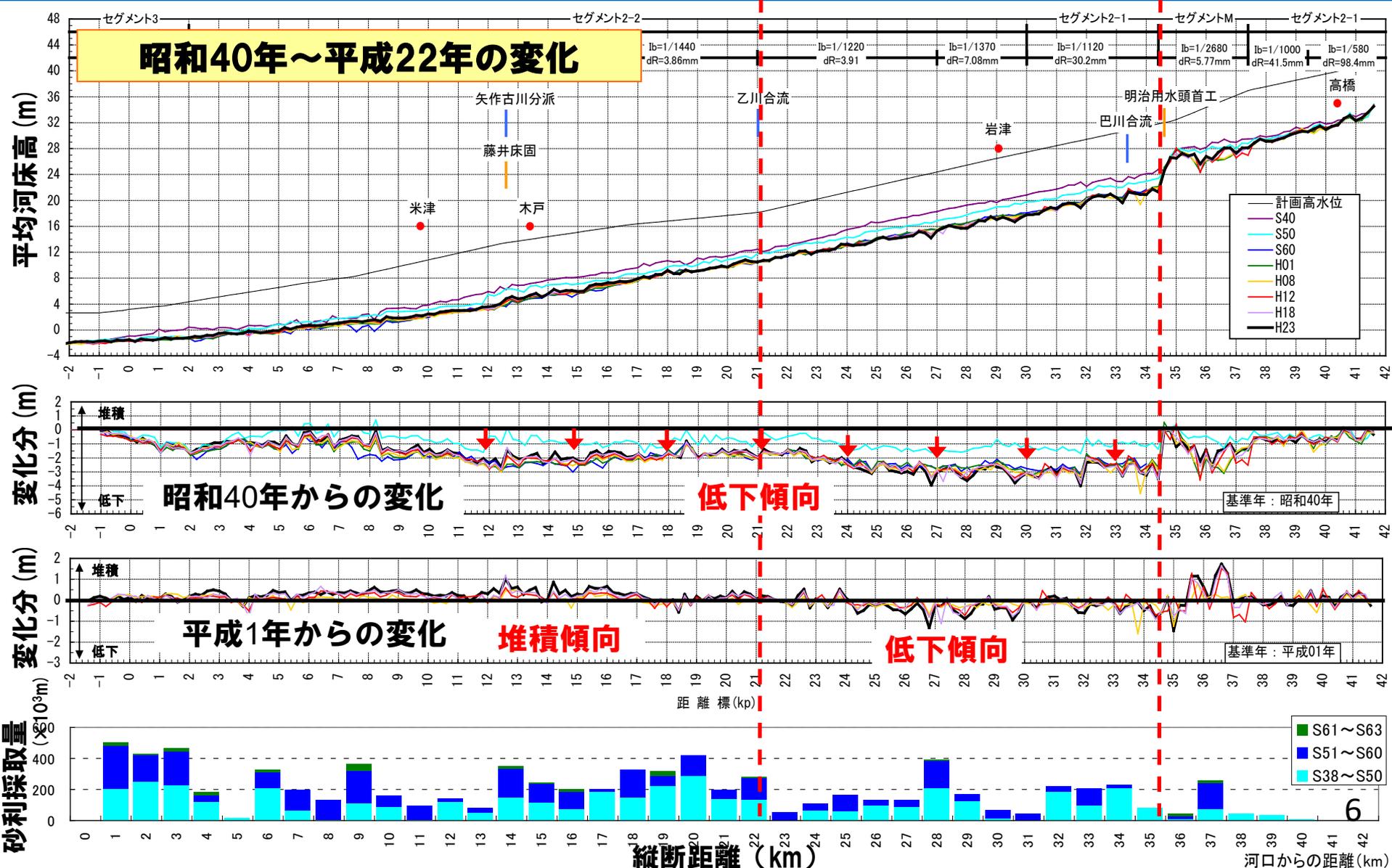
河床変動 (大・中) に伴う経時的な変化・変動

時空間スケールが異なる 3 階層 (大・中・小) で捉える

大スケール: 河床縦断形状の変化



平均河床高 直接

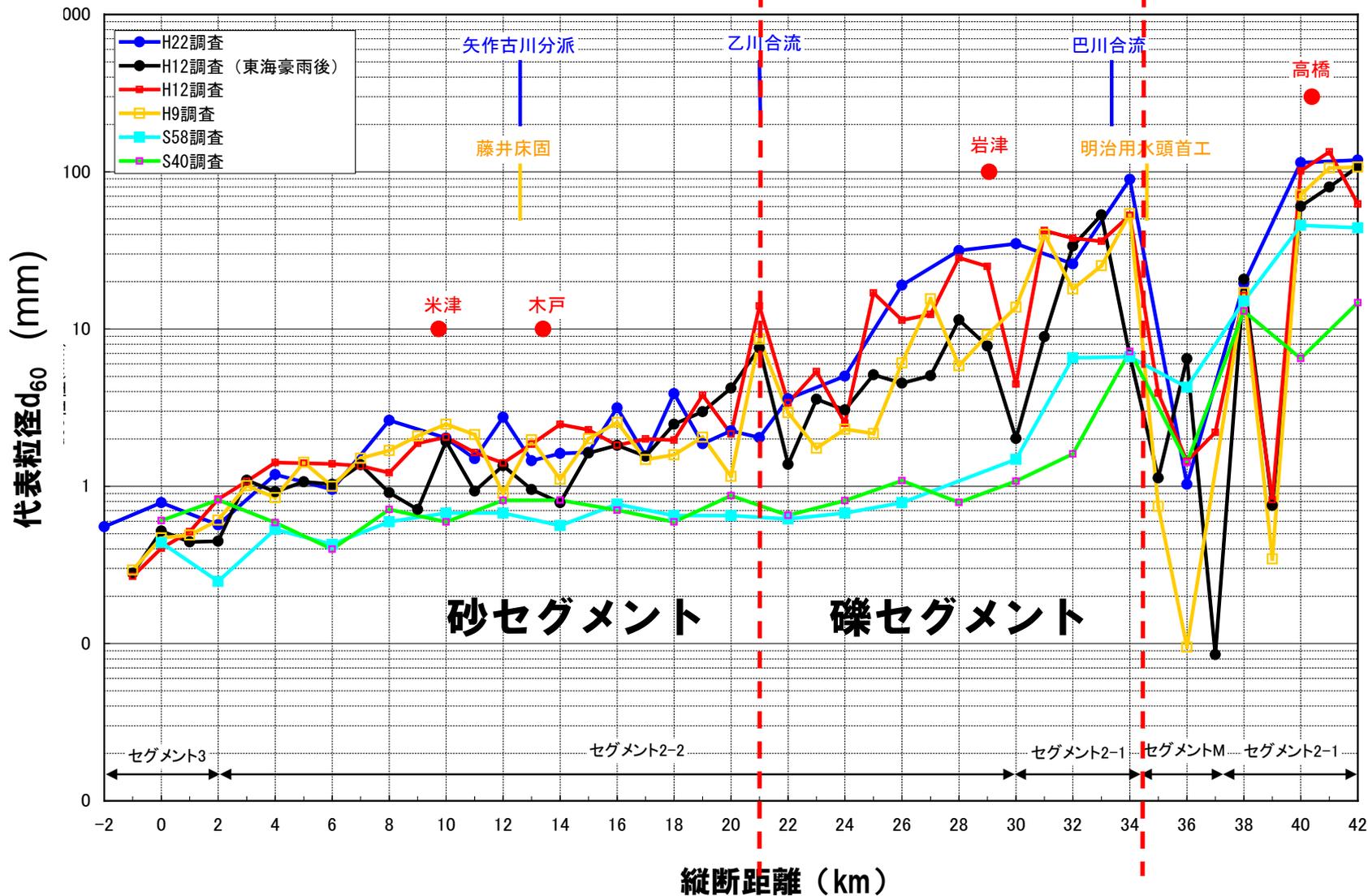


大スケール: 河床縦断形状の変化



河床材料代表粒径の経年変化

昭和40年～平成22年の変化



中スケール:砂州(中規模河床波)

直接



国土地理院

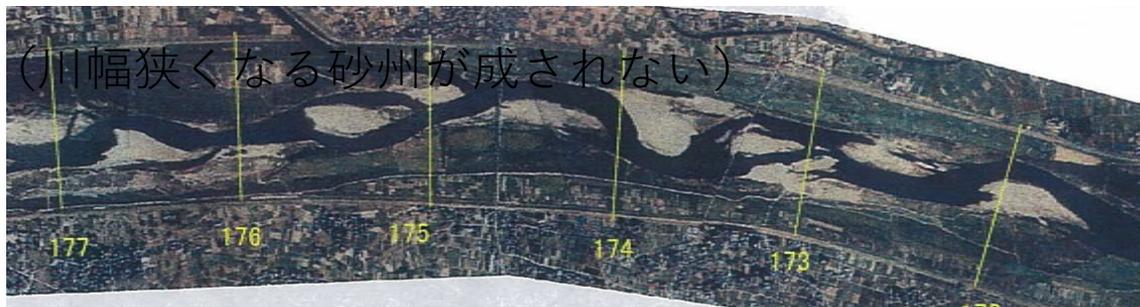
地図・空中写真閲覧サービス



移動



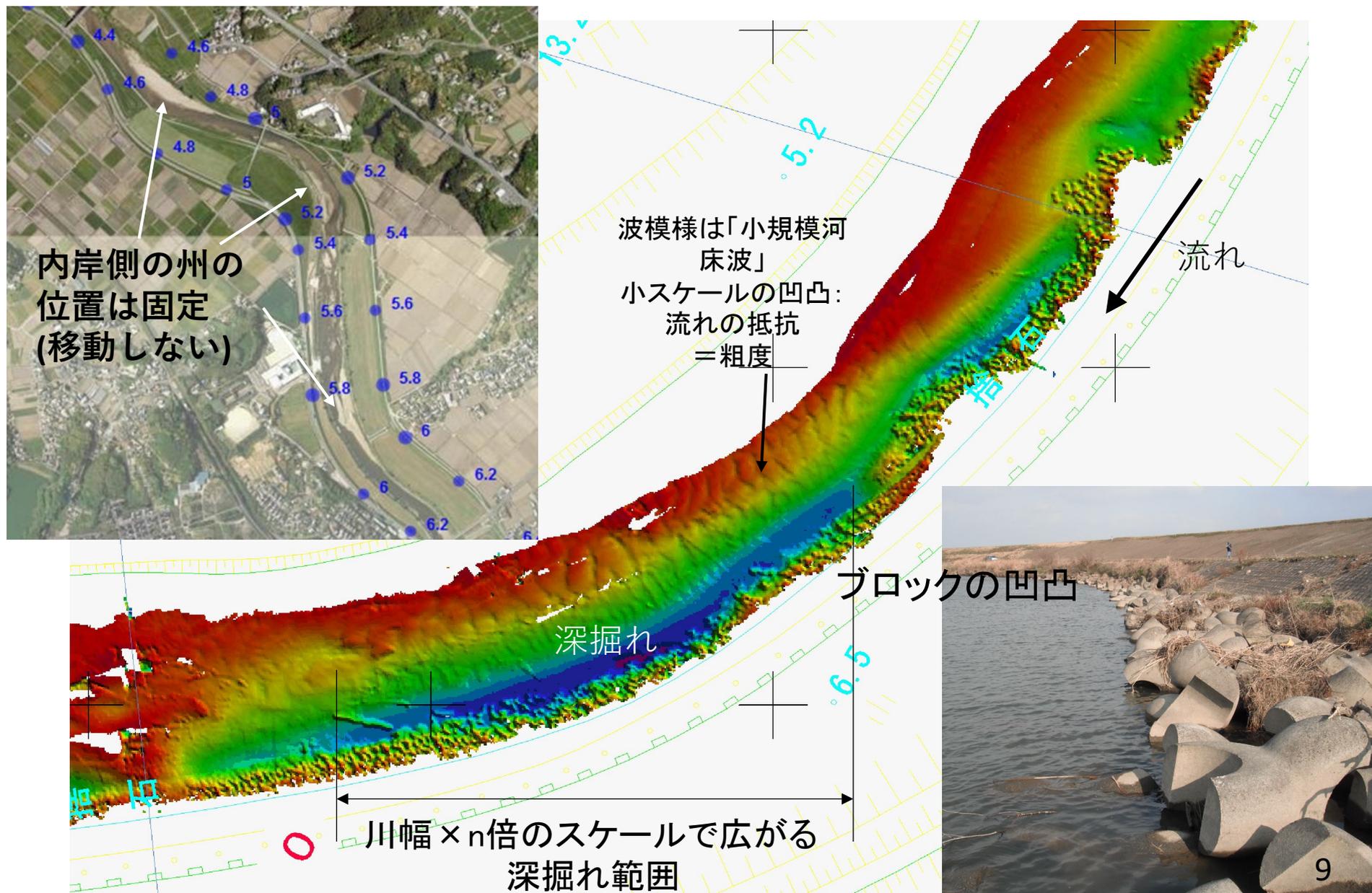
他の河川
川幅・水深・河床粒径
によって
砂州形態が変わる



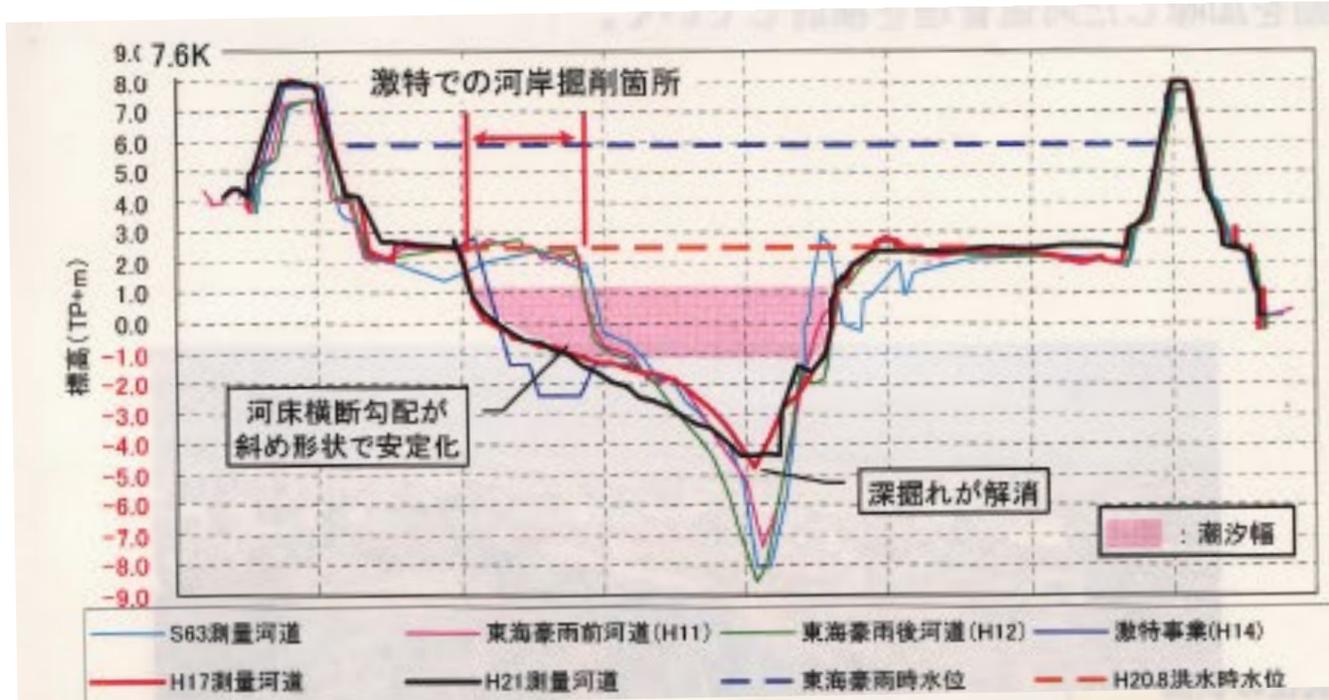
※川幅が狭くなる→砂州が形成されない

中スケール: 河道の蛇行・湾曲

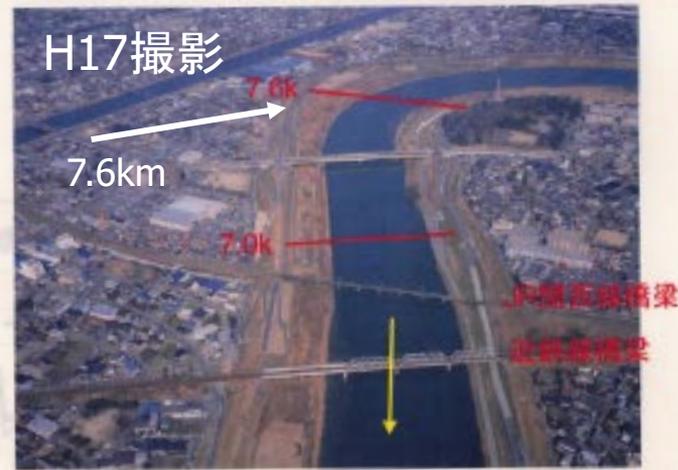
直接



中スケール：川幅→拡幅で深掘れが低減



事業前 (H9.3撮影)



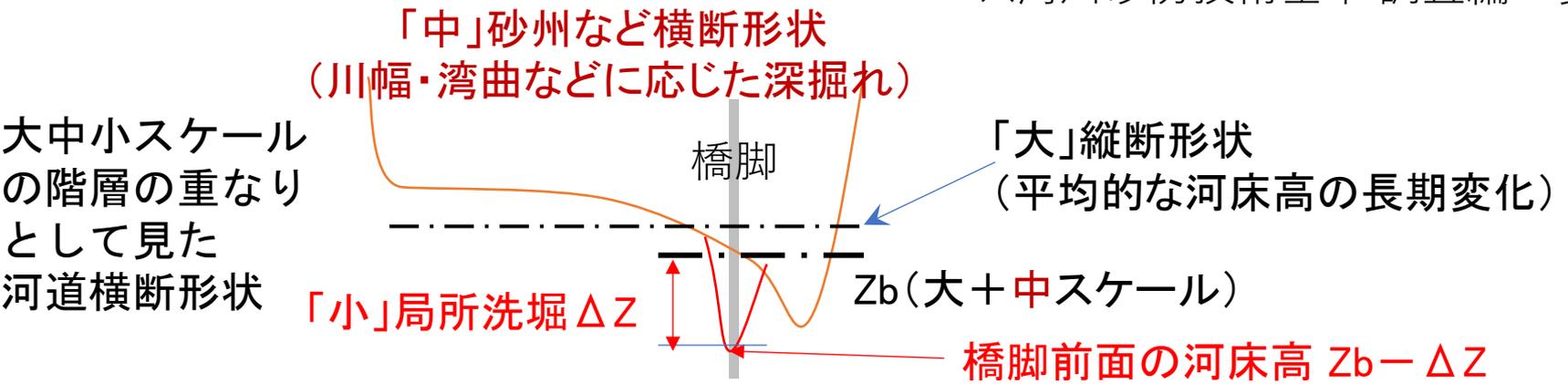
事業後 (H17.3撮影)

河道の階層構造

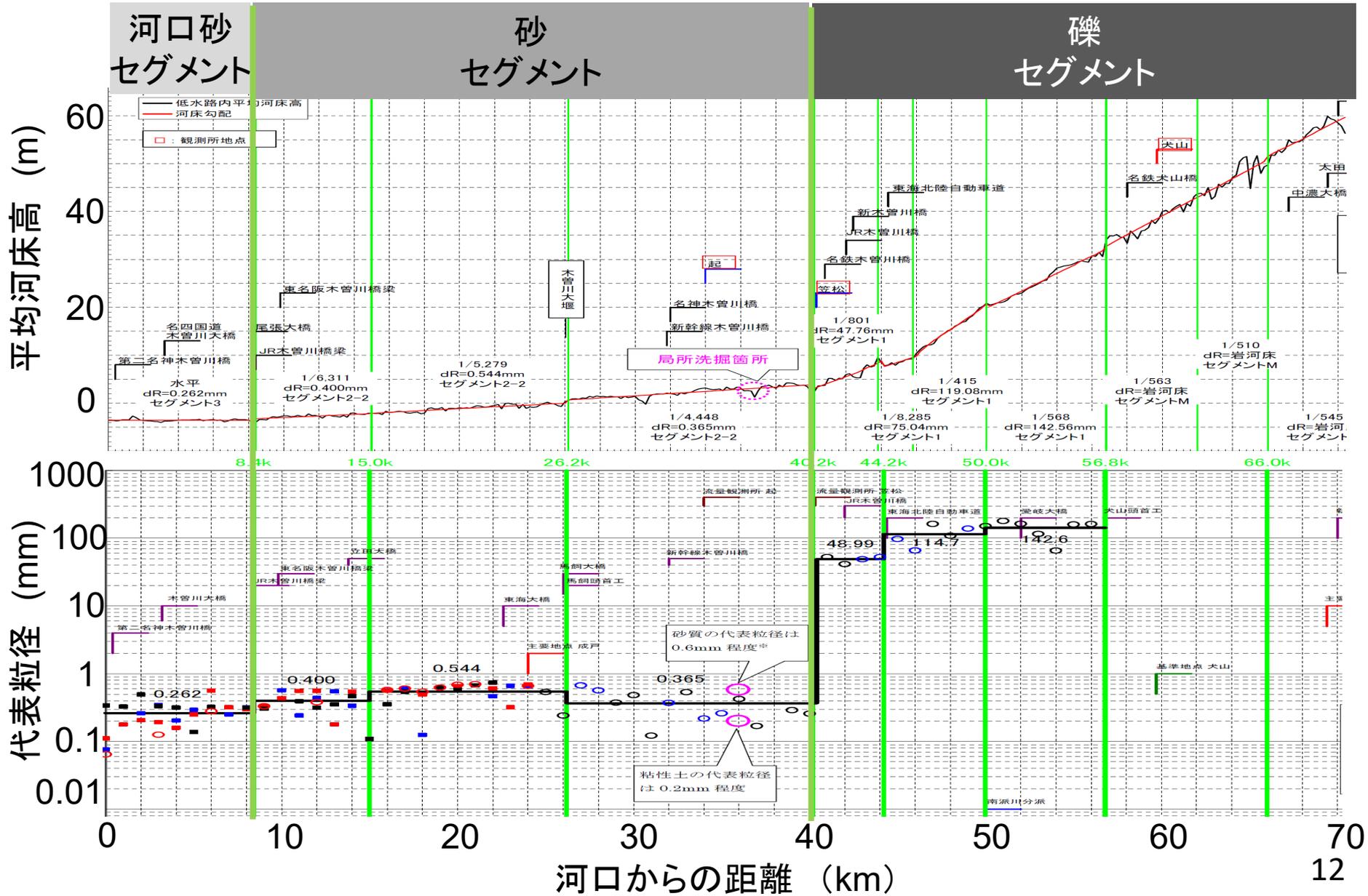


階層	スケール		類型の例	当該階層・スケールの類型出現に関わる代表的事象
	種別	代表長 ※nの目安は1~10		
上位	大規模 (セグメント)	平野幅 流域幅	地形区分, セグメント区分	河道縦断形形成, 地殻変動, 海水面変動
	中規模 (リーチ)	川幅 × n	砂州に伴う瀬・淵	砂州形成, 蛇行 川幅(低水路幅)
下位	小規模 (ユニット)	出水時水深あるいは河岸高 × n	階段状河床に伴う瀬・淵, 構造物等の周りの淵, 河岸・水際・水域, 溪畔林, 河畔林, ワンド, たまり, 潮上帯・潮間帯・潮下帯	階段状河床の形成, 障害物周りの局所洗掘, 河岸・高水敷形成, 砂州・分岐流路の形成, 潮位変動

※河川砂防技術基準 調査編 表4-2-1

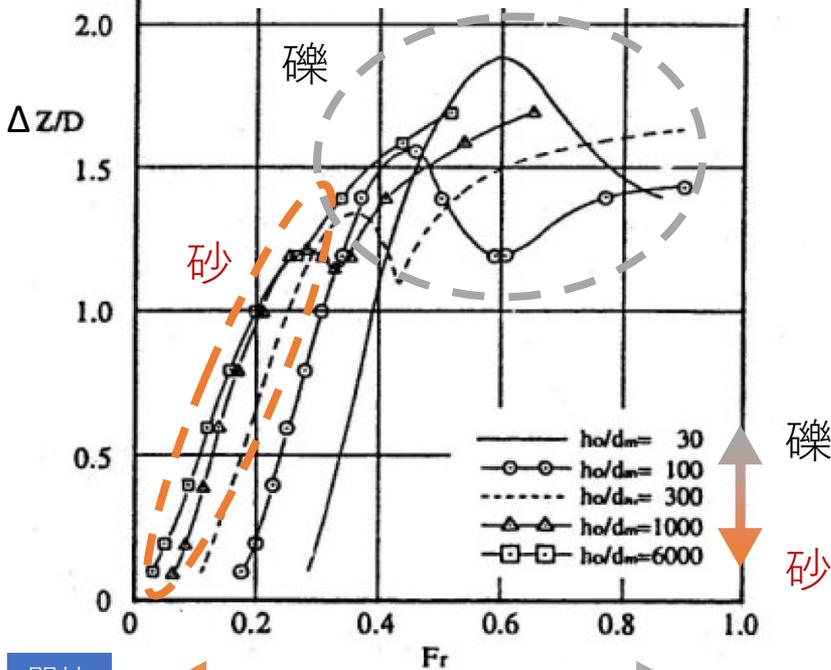


セグメント: 河床勾配と河床粒径が類似する区間

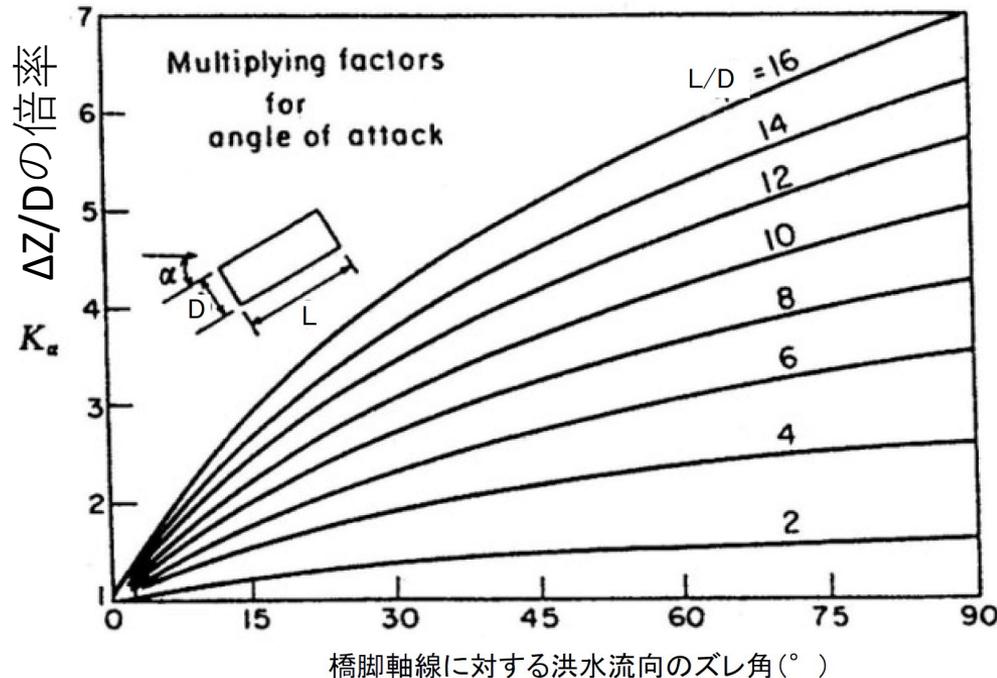


小スケール：橋脚前面の局所洗堀深

Fr~Z/D と h_0/d_m の関係
($h_0/D=1.75\sim 2.25$)



橋脚に流れが斜めに当たることによる
の洗堀深の倍率

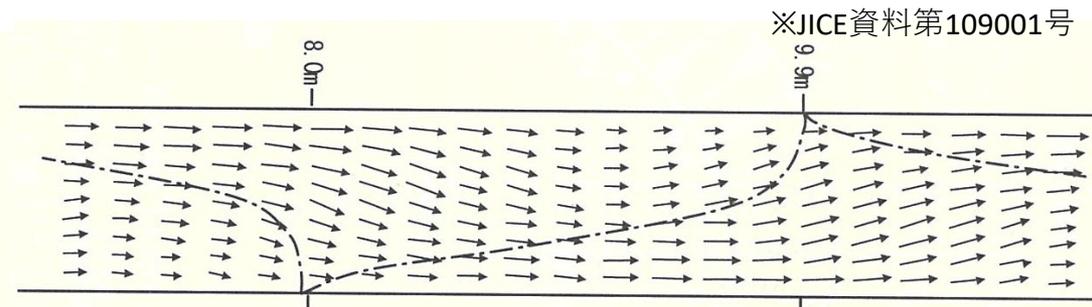


間接 ← →

セグメント	砂	礫
Fr (注)	小	大
粒径 d_m	小	大

注) フルード数：水深が大きく、流速が小さいほど小さな値となる

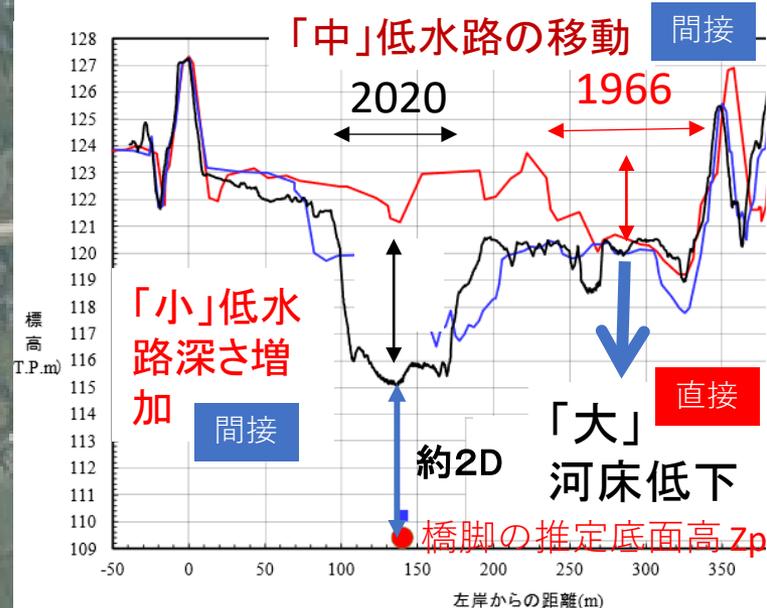
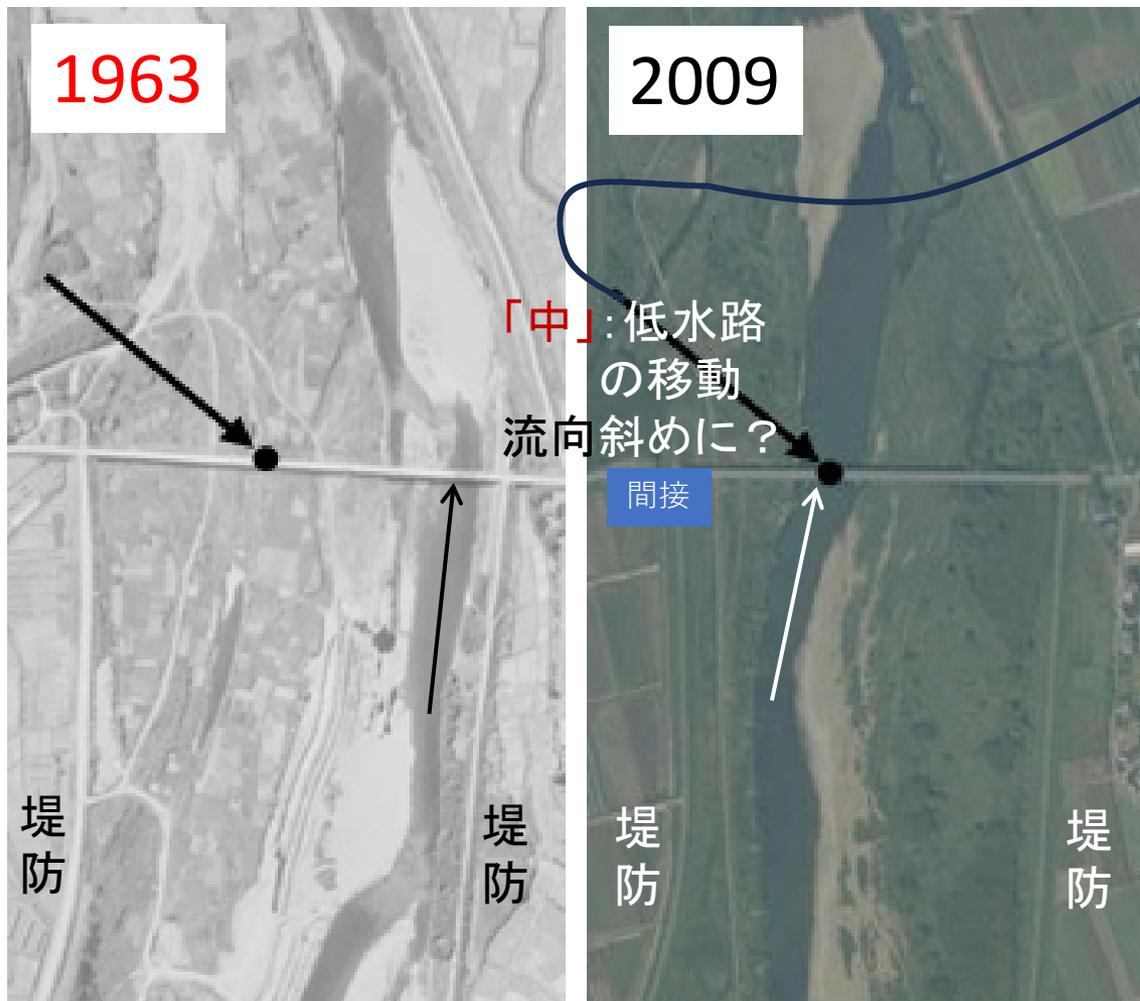
※土木研究所資料 第1797号



間接 砂州上の流速分布の計算例
※福岡ほか：土木学会論文集No.357

河道の階層構造の応用：被災調査

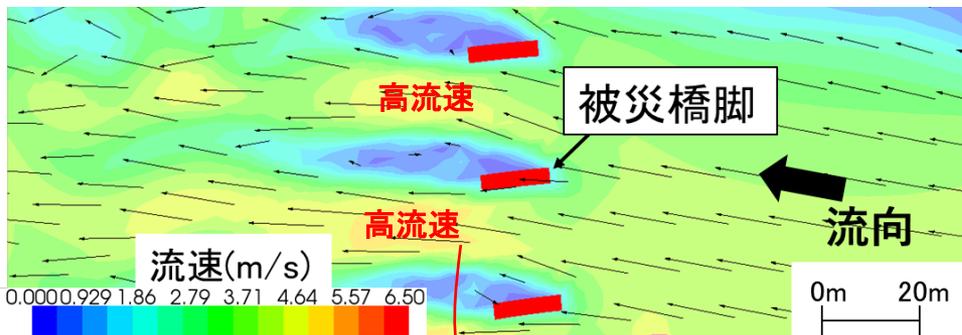
より詳細な要因分析の第一歩である
河道変化の現象把握・水理量の推定



橋梁に沿った河道横断形状

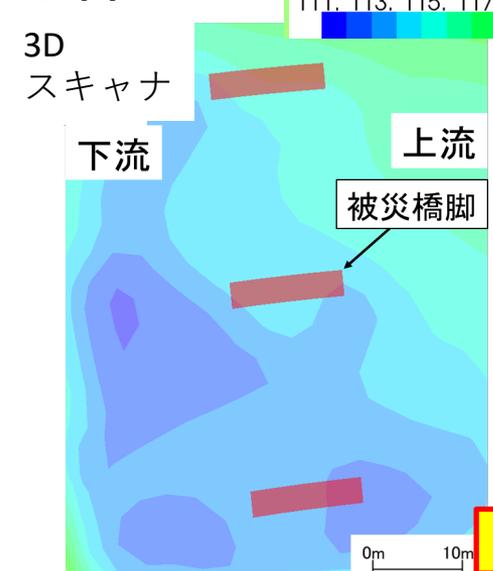
河道の階層構造の応用：被災調査

被災が生じた出水ピーク時の平面洪水流解析



流速(m/s)	0.0000 0.929 1.86 2.79 3.71 4.64 5.57 6.50
流心との斜角(°)	約13
河積阻害率(%)	約13

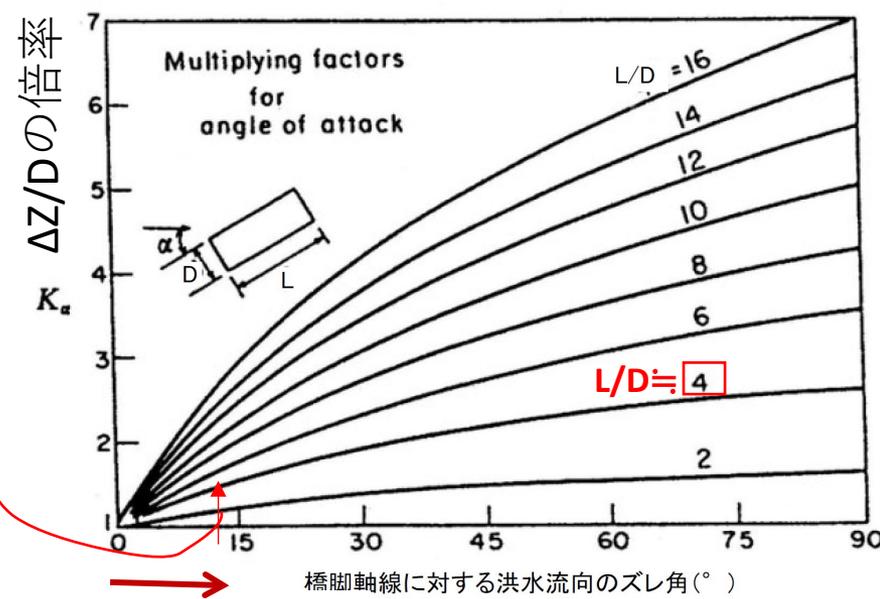
被災が生じた出水後の河床高測定



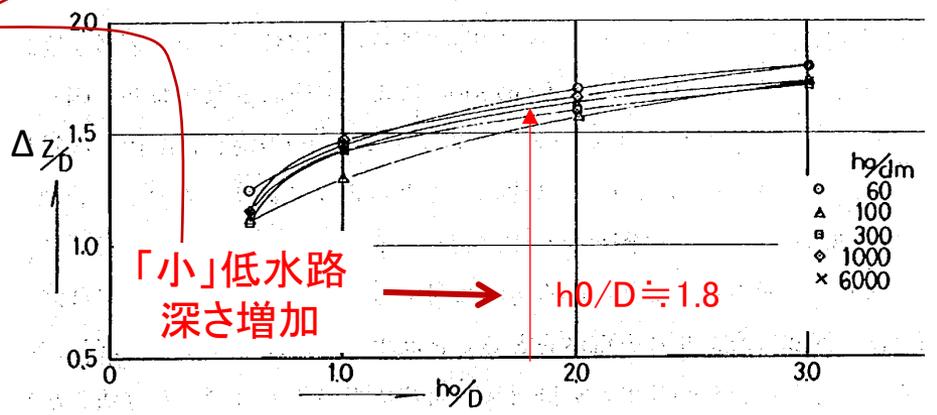
※竹崎ほか：河川技術論文集第30巻

橋脚前面の
局所洗堀
+
橋脚間の
洗堀
↓
橋梁下の
帯状の河床低下
↓ 推定

被災形態：真下に沈下



橋脚軸線に対する洪水流向のズレ角(°) ※JICE資料第109001号



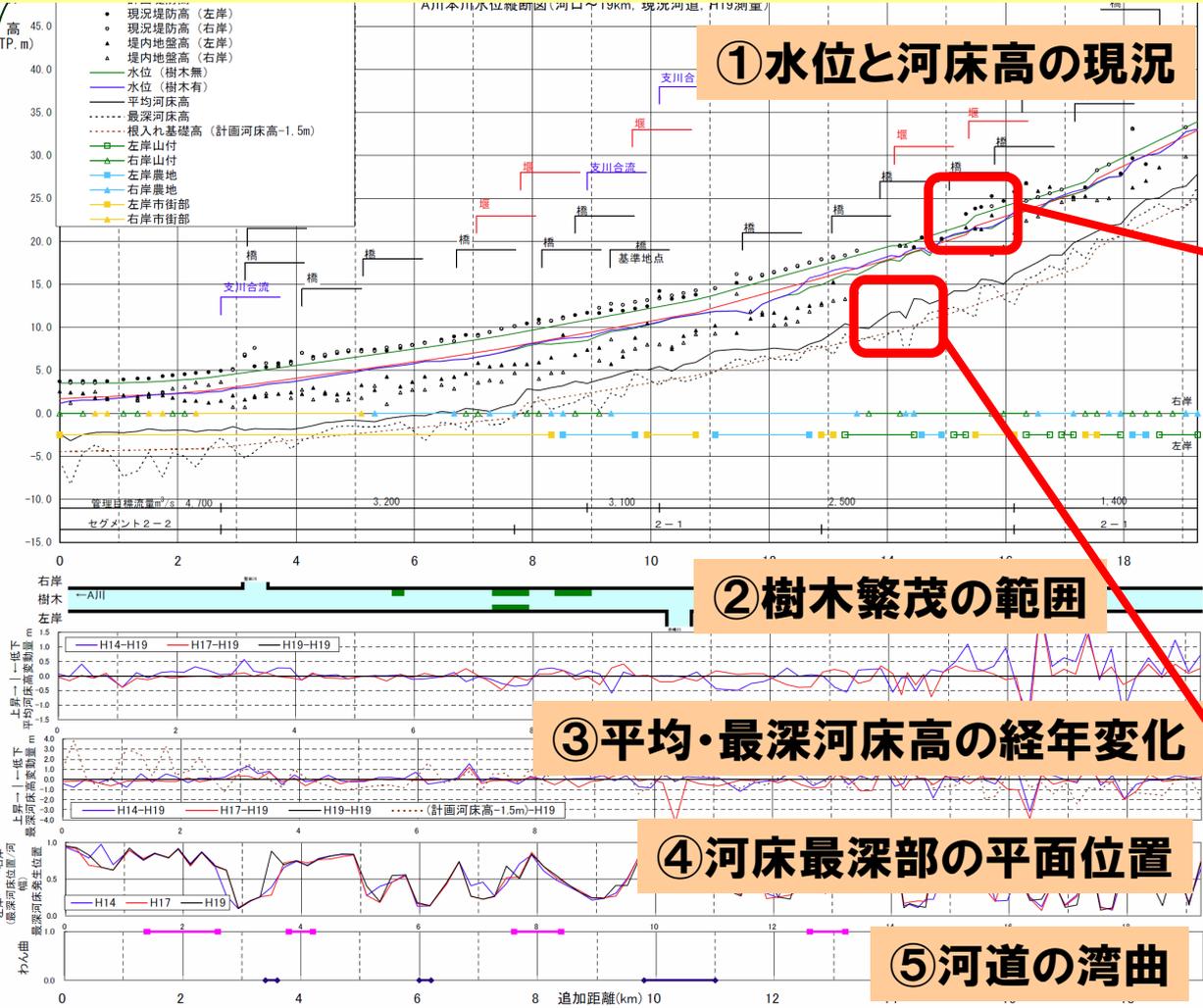
※土木研究所資料 第1797号

図-3.7 Z/D ~ ho/D, ho/D, ho/dmの関

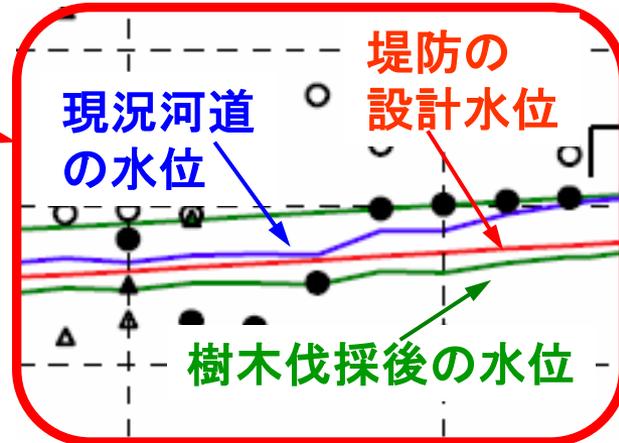
河道管理基本シート 流下能力と護岸の管理



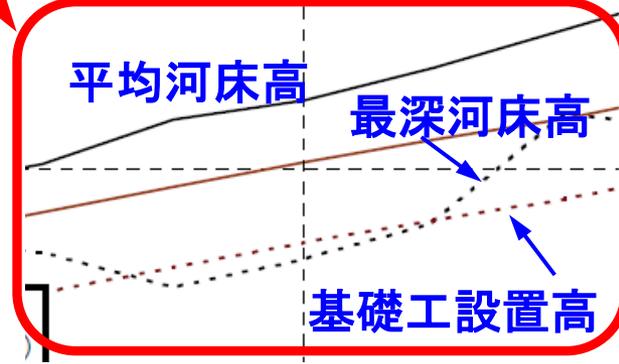
変化トレンドの把握と管理実施判断のための情報シート



◆判断のための工夫(1)
樹木伐採後の水位と堤防の設計水位の比較



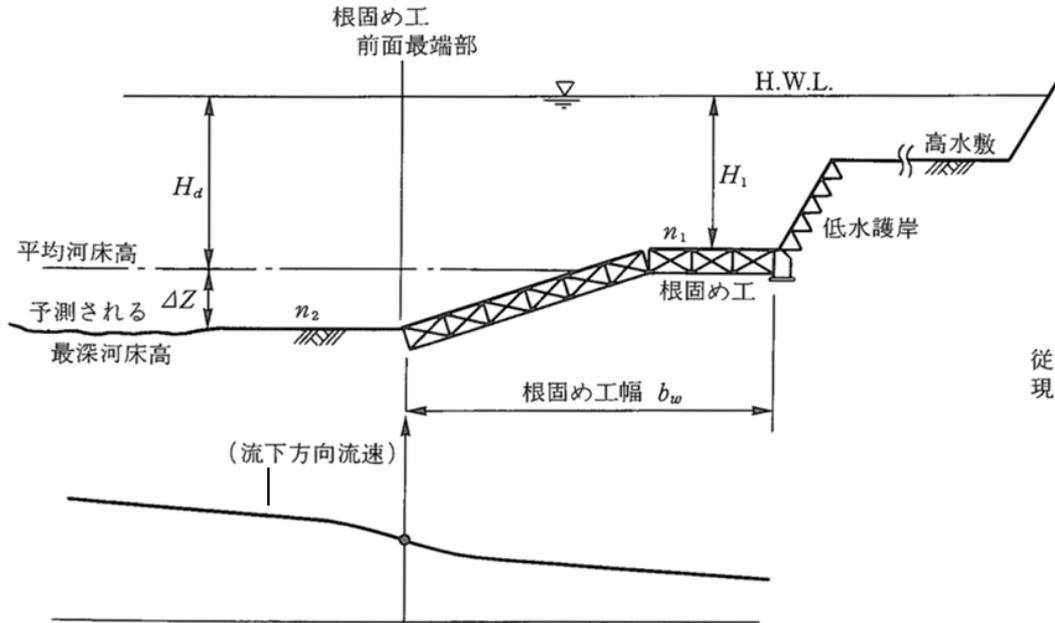
◆判断のための工夫(2)
護岸最下部(基礎工)の設置高と最深河床高の比較



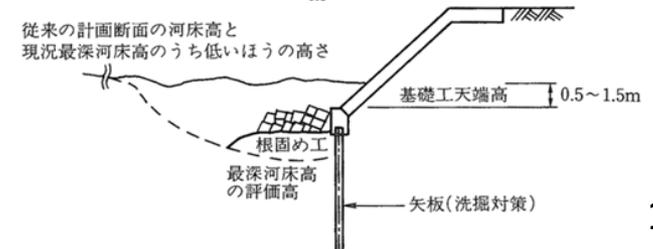
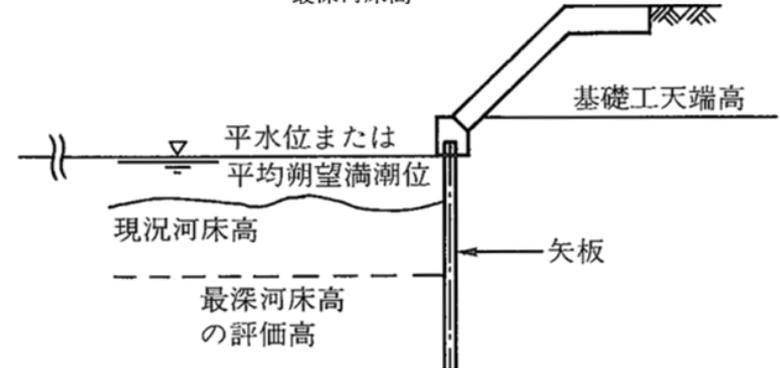
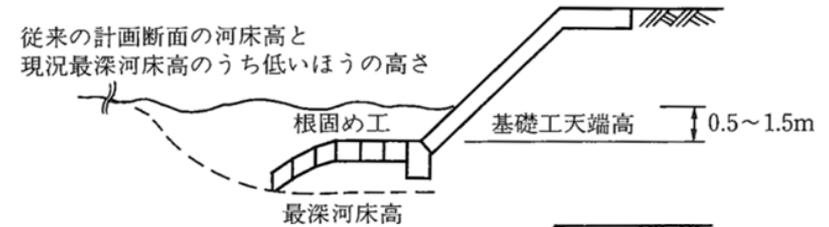
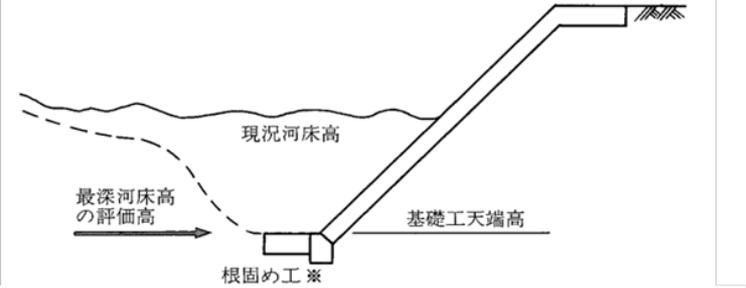
シート様式: 5種類の基本情報を並列で見る

護岸の安定性の照査（力学的安定性）

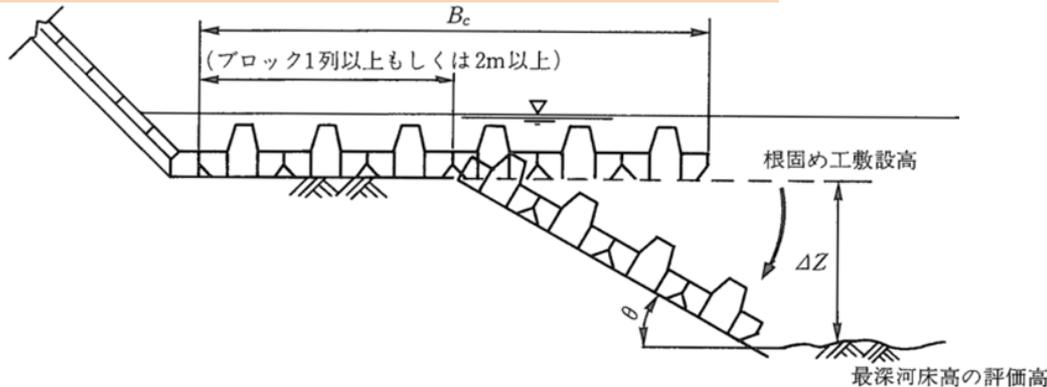
洪水流に対する安定性（のり覆工・根固め工の重量）



洗掘に対する安定性（基礎工の高さ）

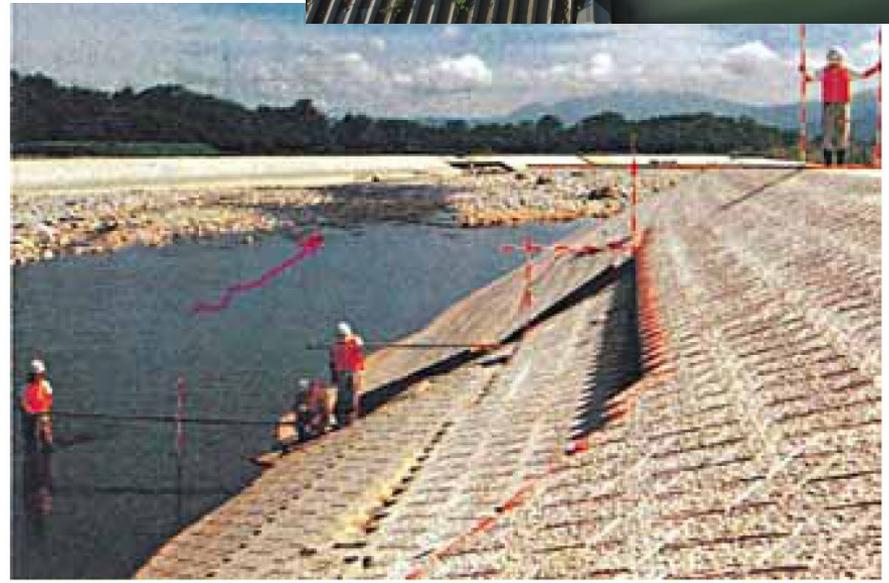
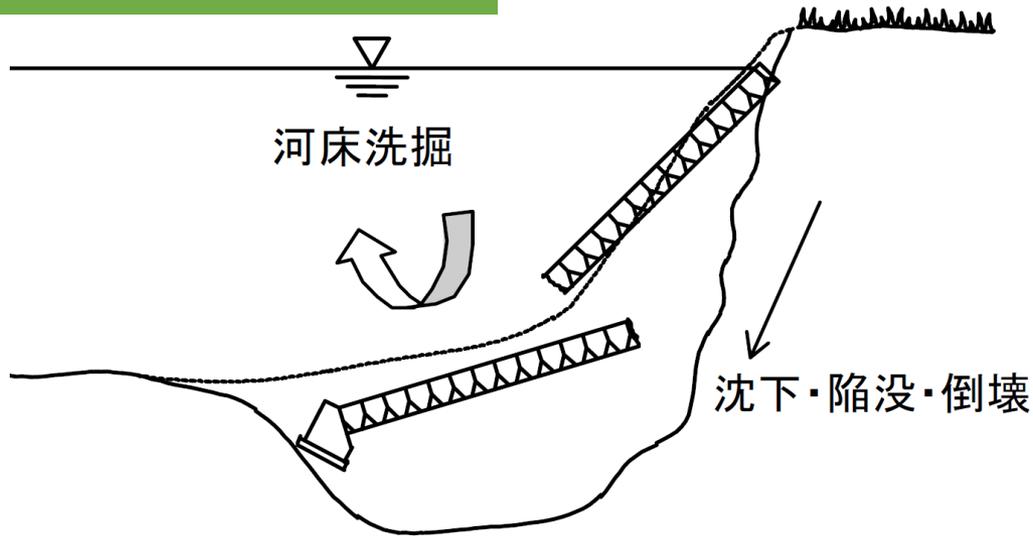


洗掘に対する照査（根固め工の敷幅）



護岸の被災形態

局所洗掘・河床低下

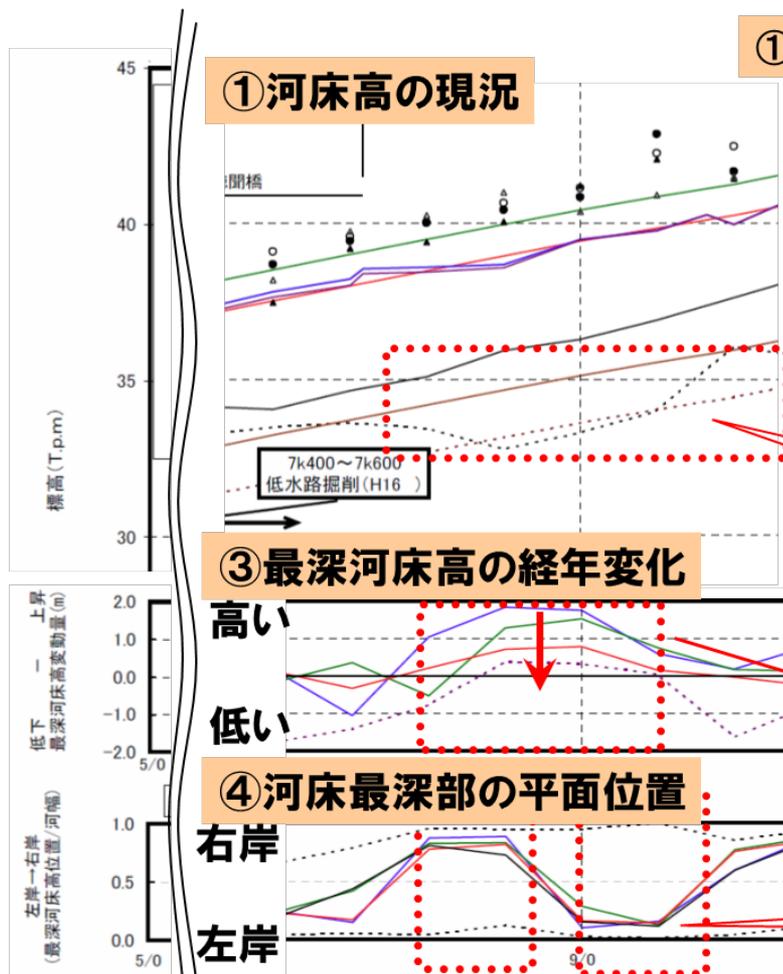
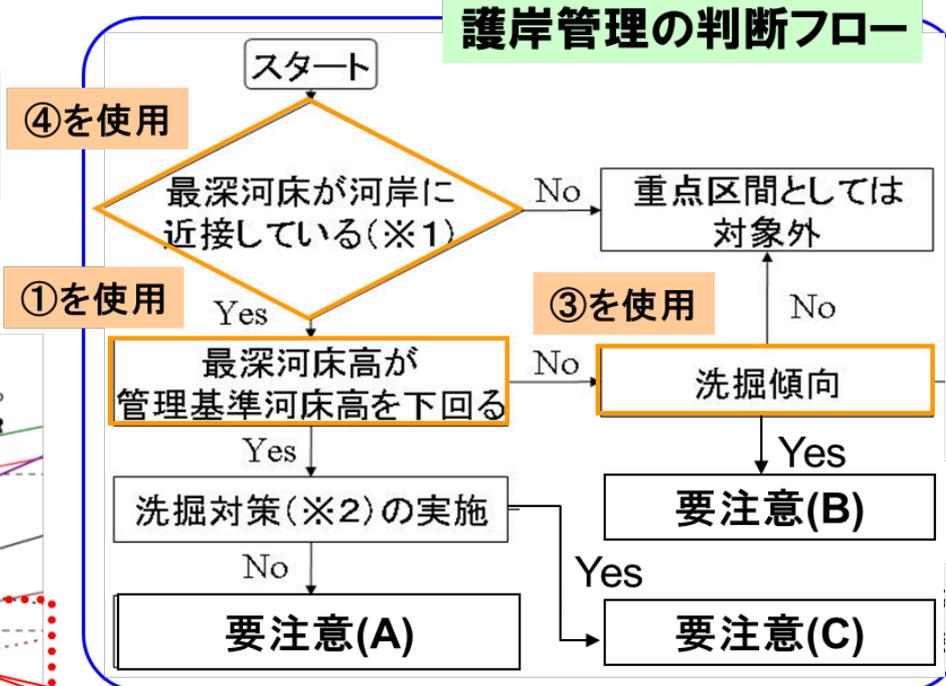


河道管理基本シートを用いた護岸管理



どの図から何を読み取って判断に繋げていくのかをフローとして提示

護岸管理の判断フロー



最深河床高が管理基準河高 (基礎工の標高) より低い

最深河床高が近年下降傾向

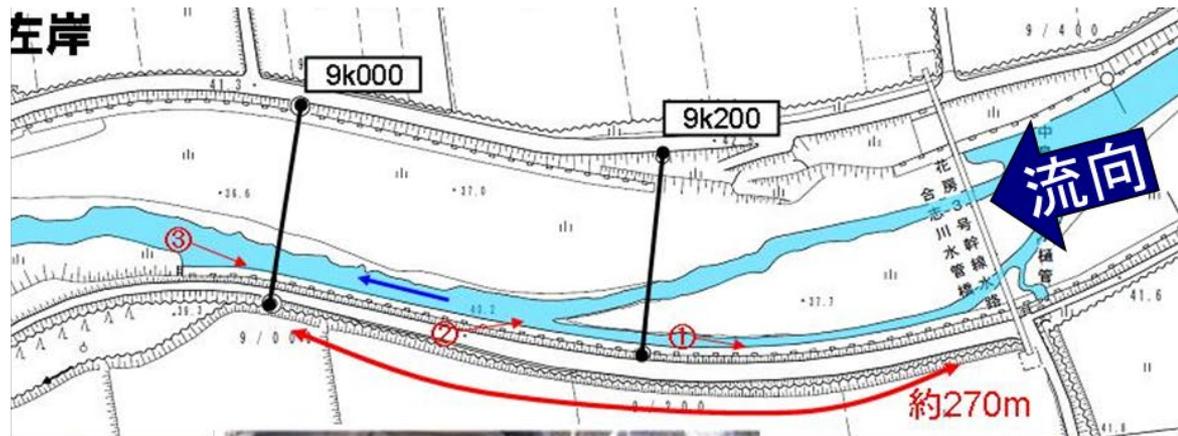
河床最深部が堤防に隣接

年代古い
↓
新しい

護岸管理の実践例（菊池川水系合志川）



職員による目視点検

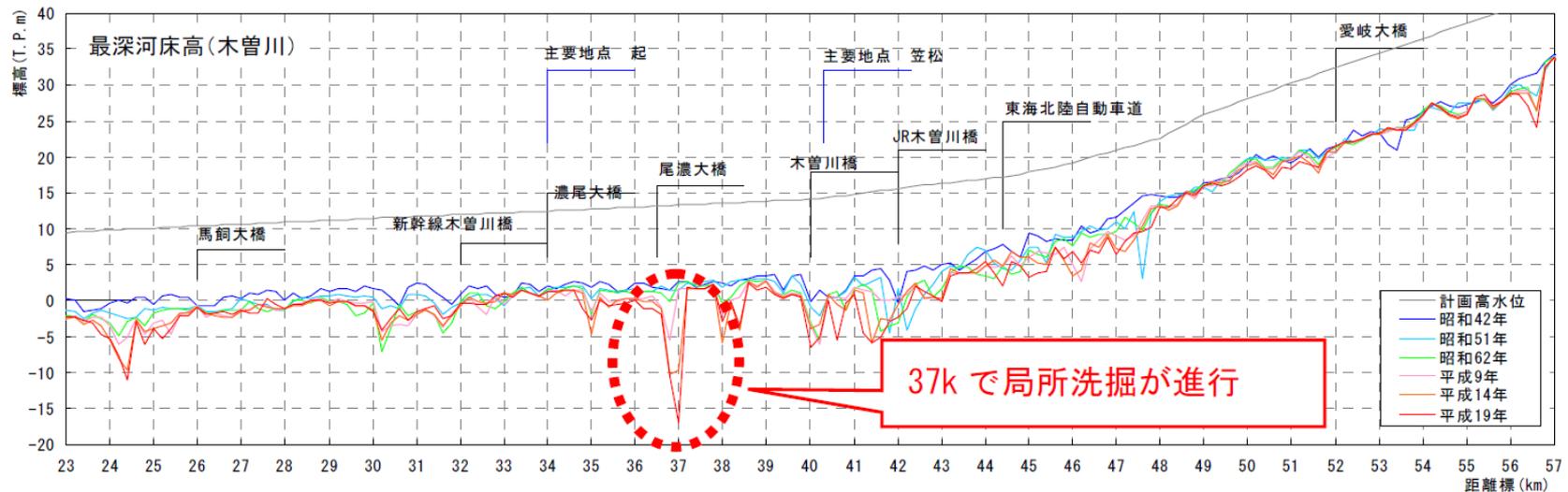
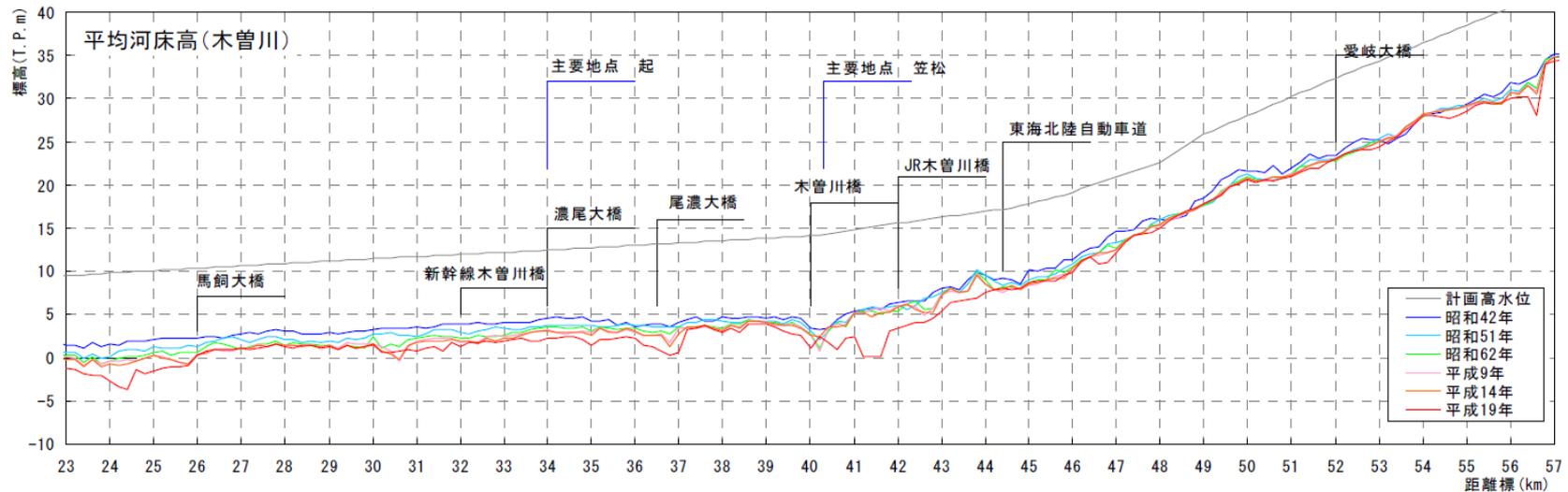


現地調査の実施



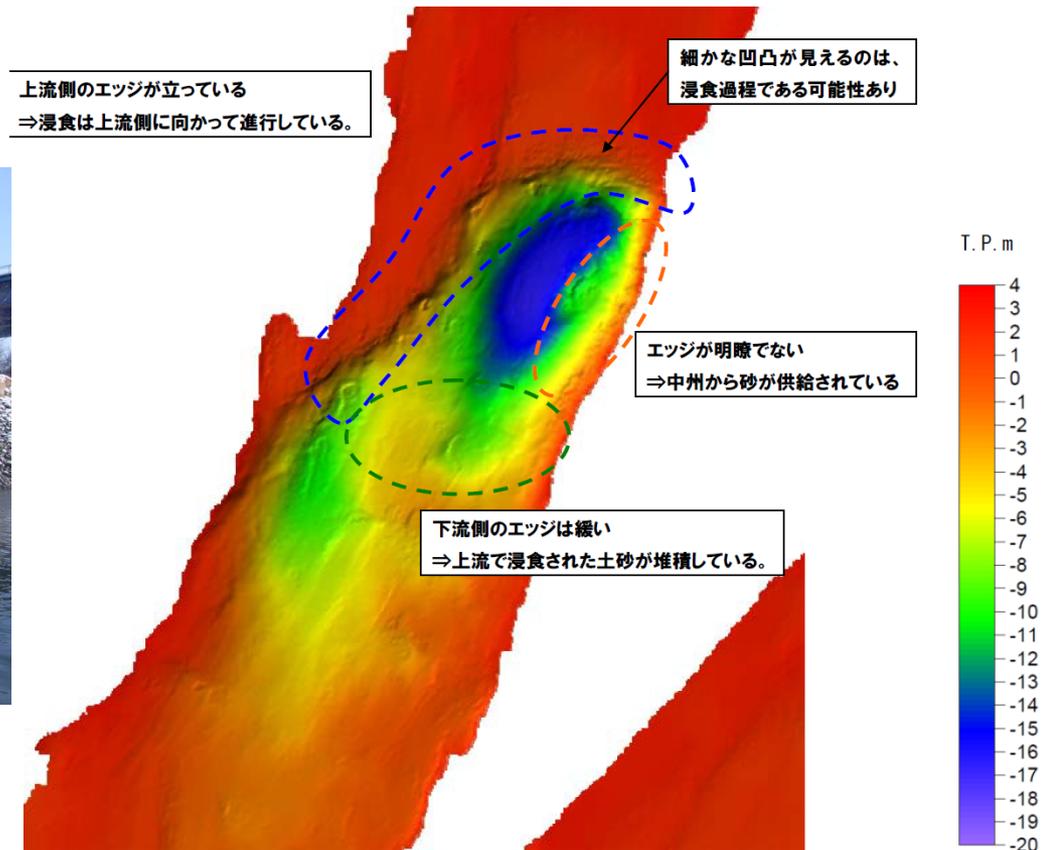
変化トレンドのみでは対応困難な事象

①難侵食層の河床露出→唐突な局所洗掘の進行

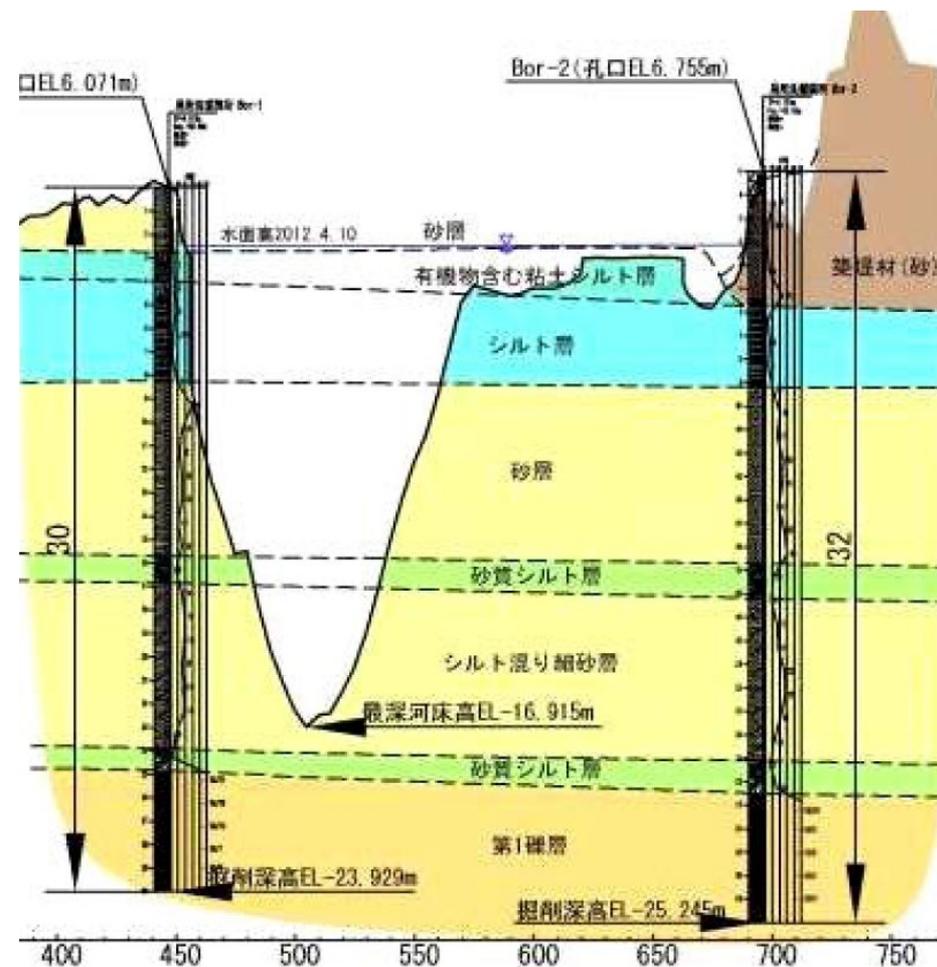
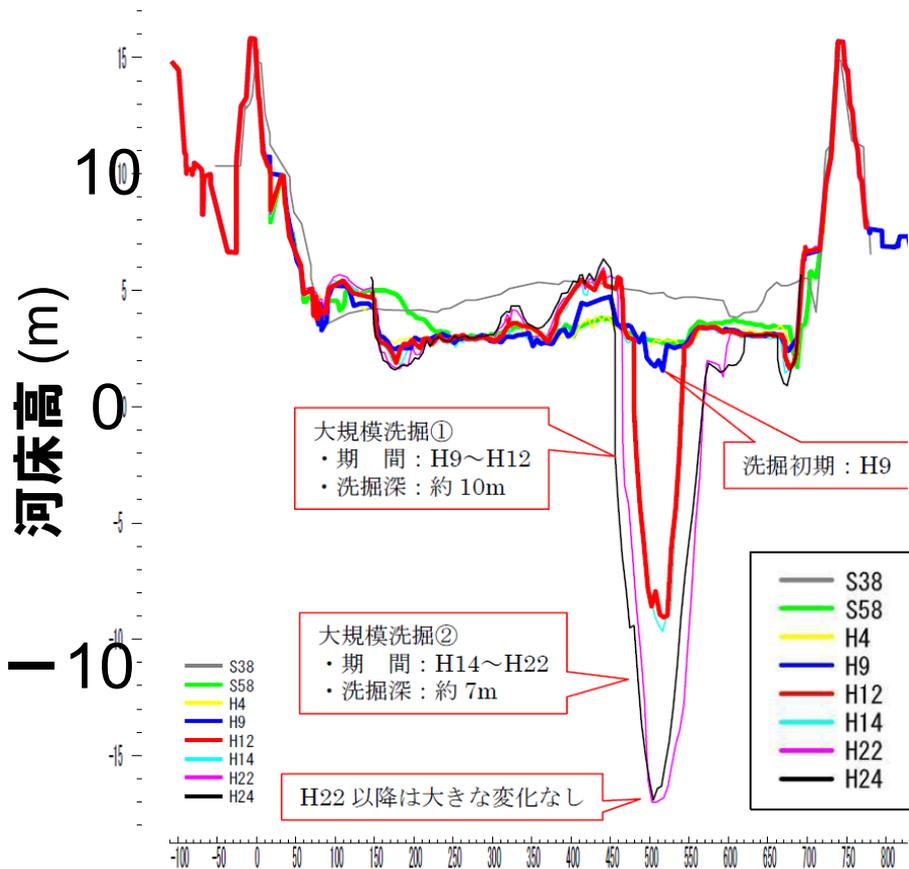


洗掘域の地質・地形の調査

42km地点



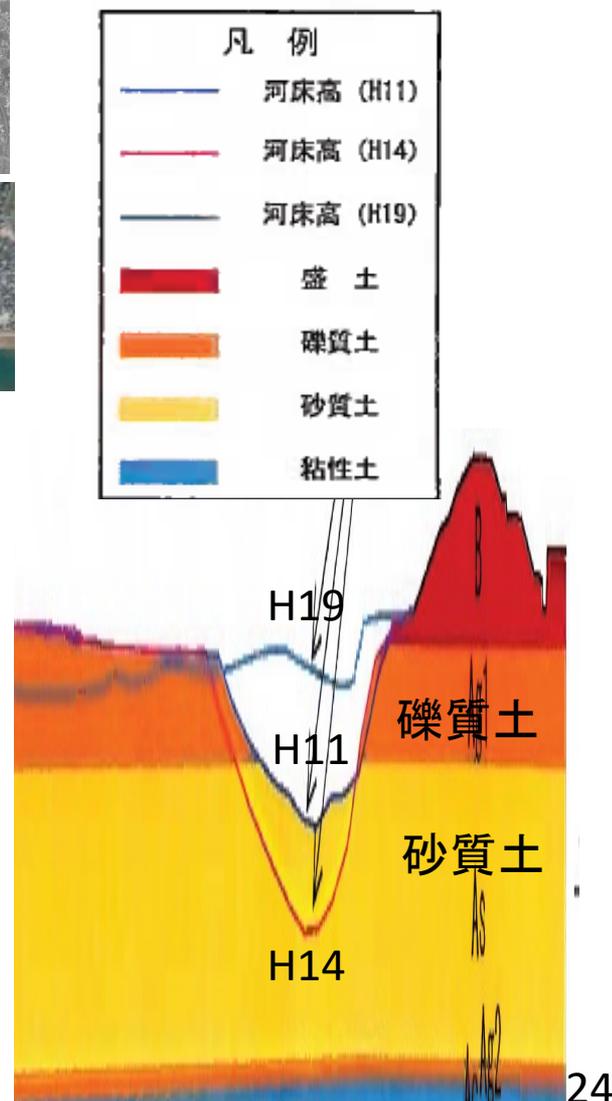
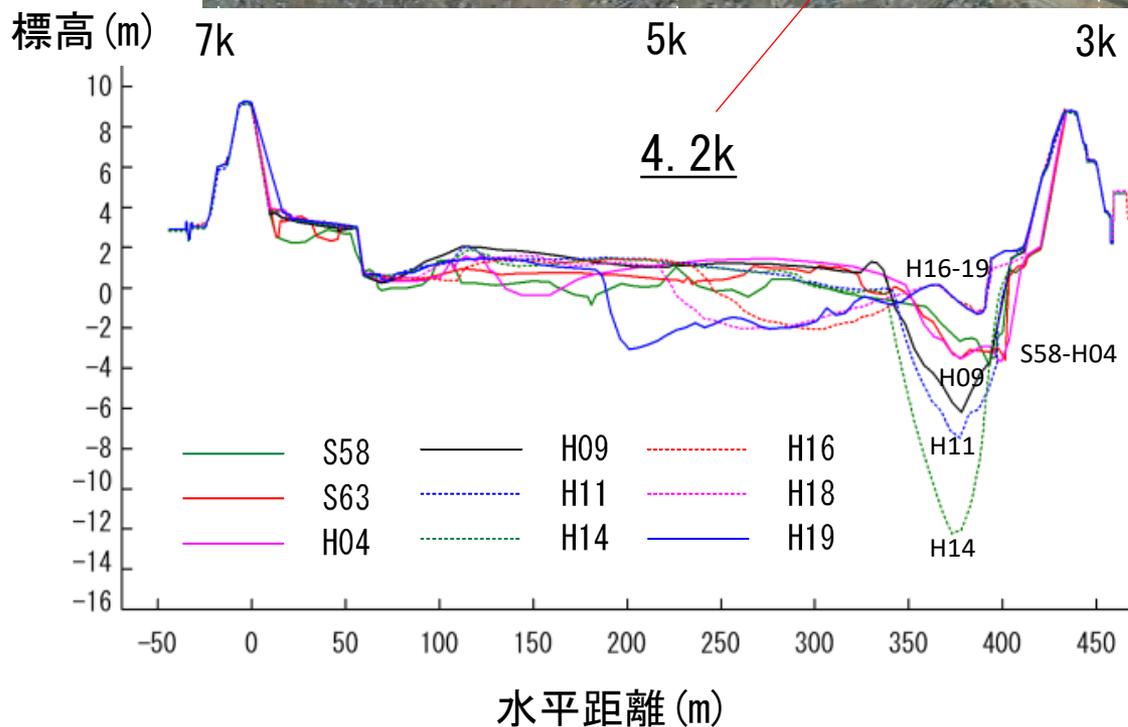
変化トレンドのみでは対応困難な事象



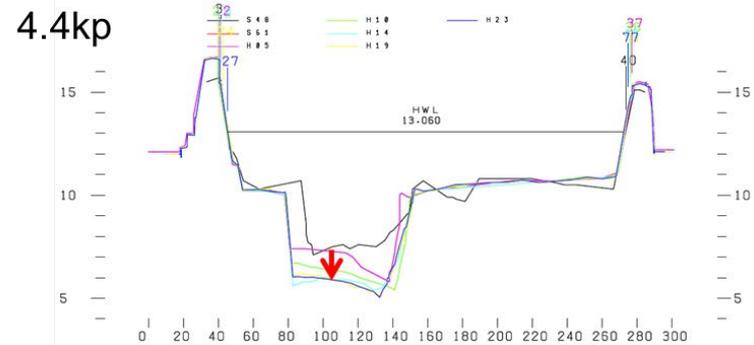
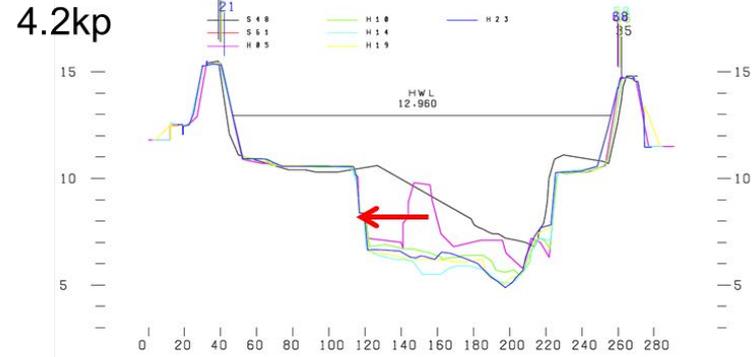
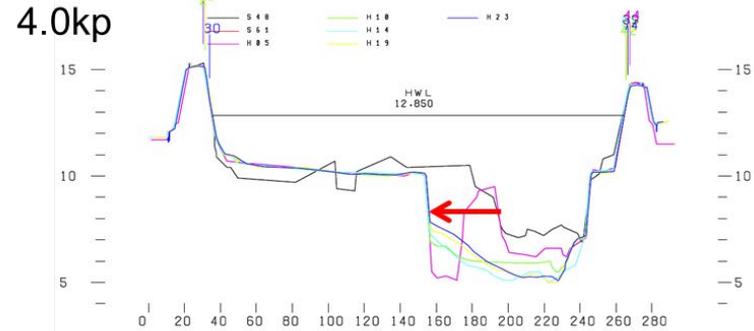
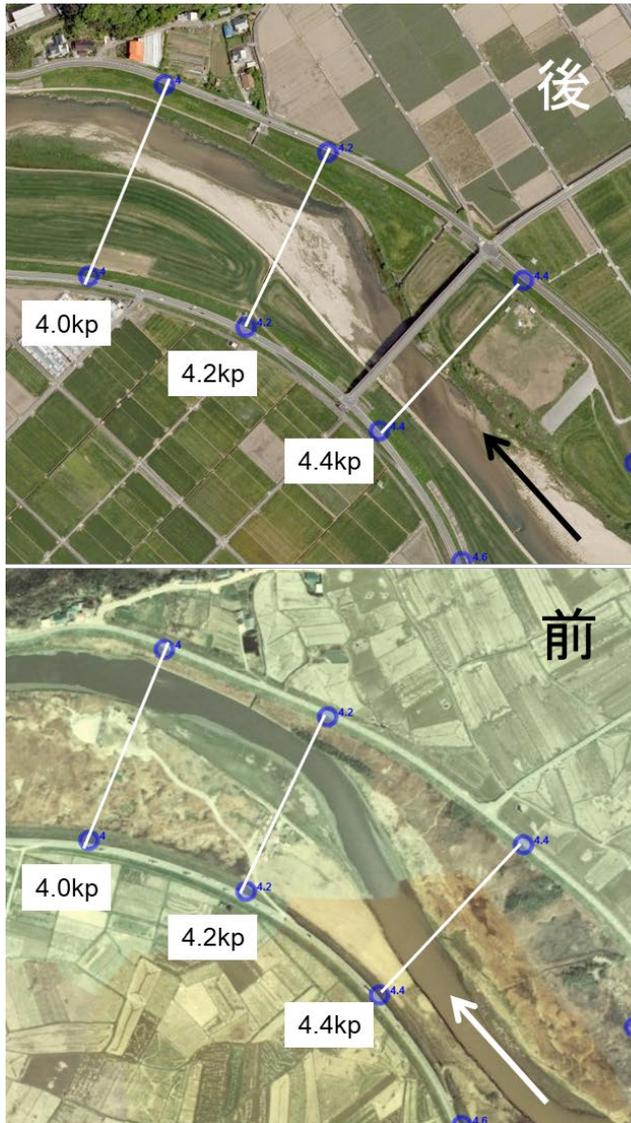
S58~H4の間は露出
していたと推定される
↓
H9に初期の洗堀

変化トレンドのみでは対応困難な事象

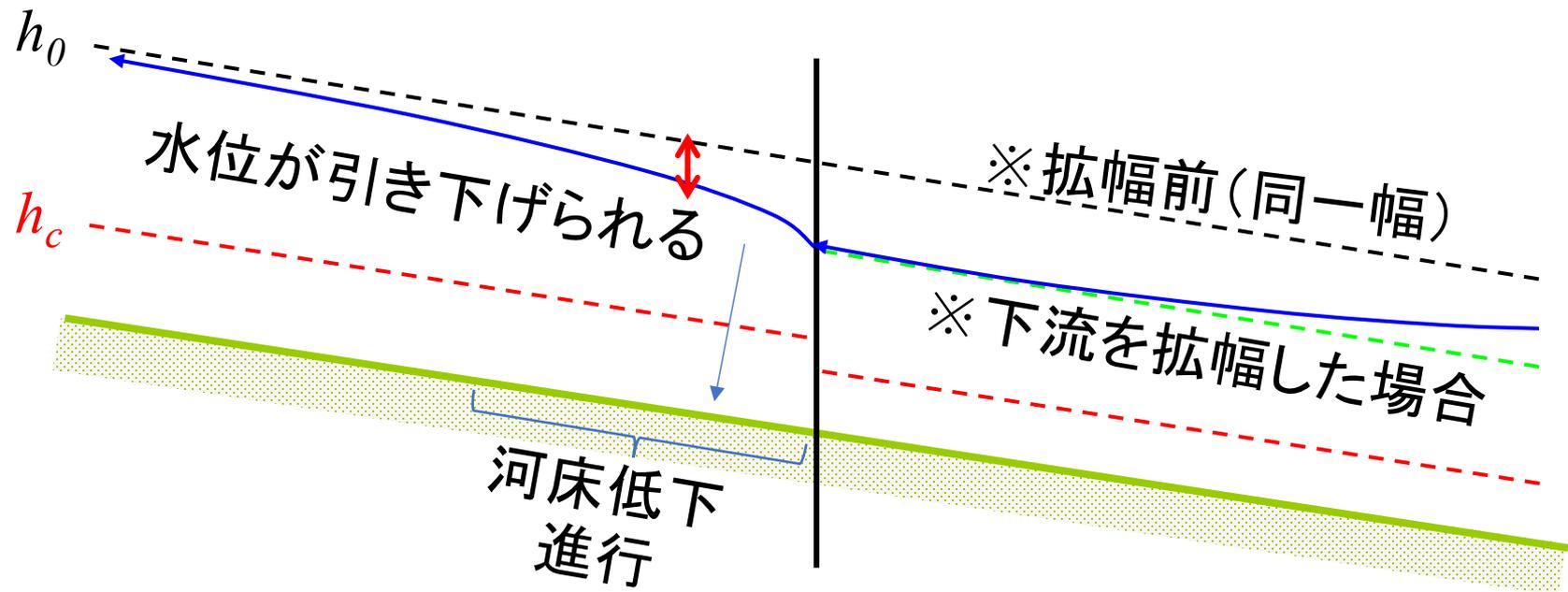
②礫層の喪失→砂の露出範囲での局所洗掘→砂州移動で埋め戻り



③ 拡幅した区間の直上流での河床低下



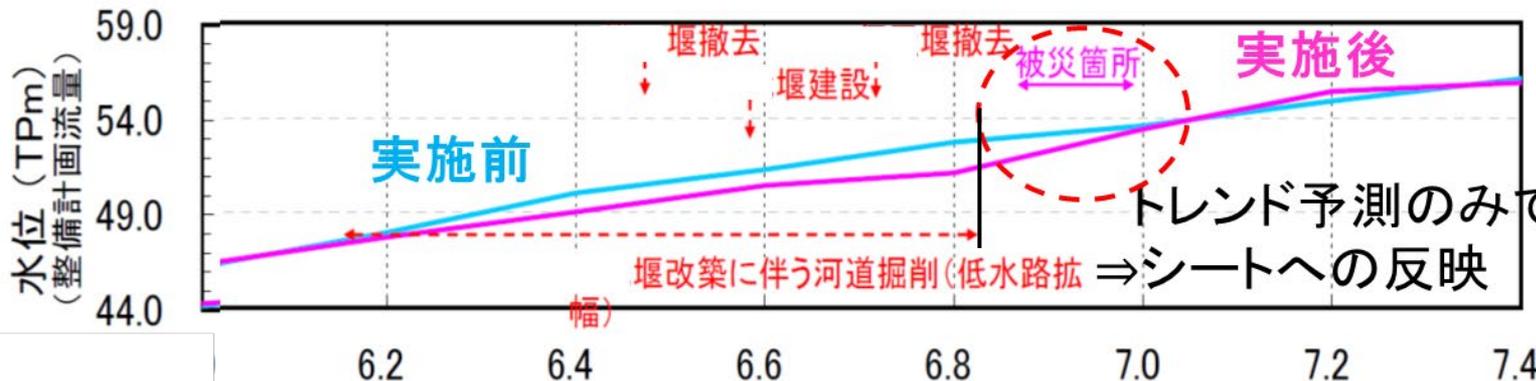
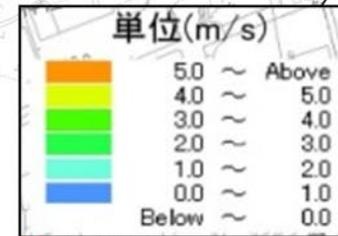
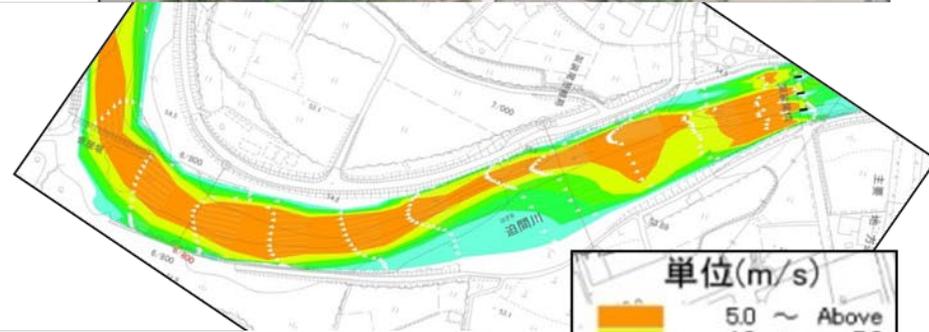
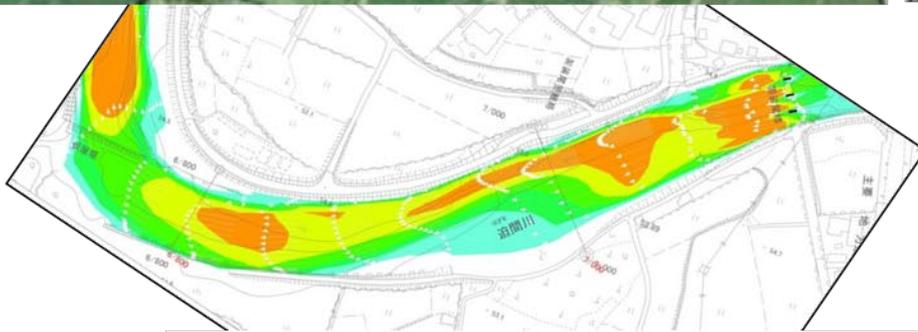
拡幅した区間の直上流では水位が低下する



一様勾配、矩形緩勾配水路

変化トレンドのみでは対応困難な事象

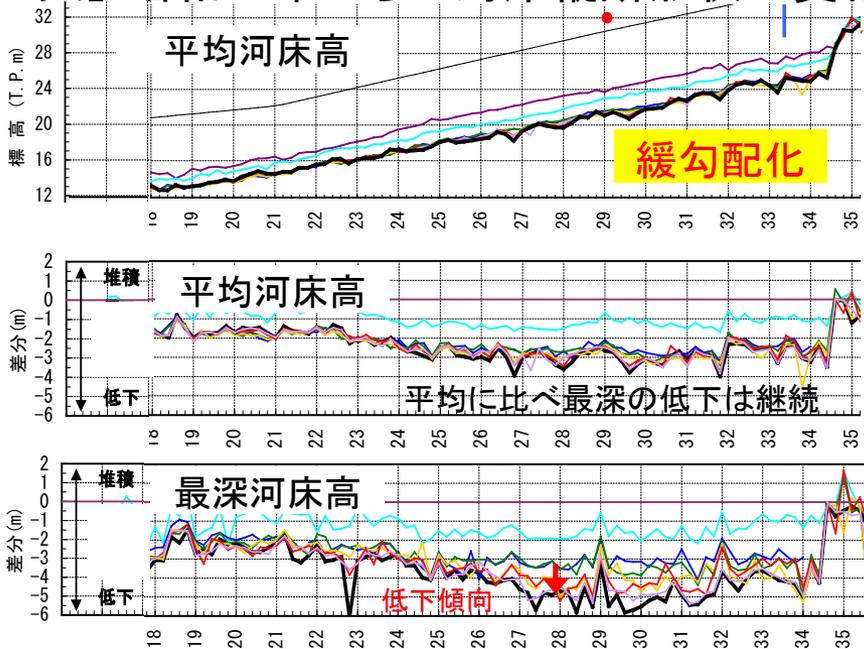
拡幅→河床低下による被災事例



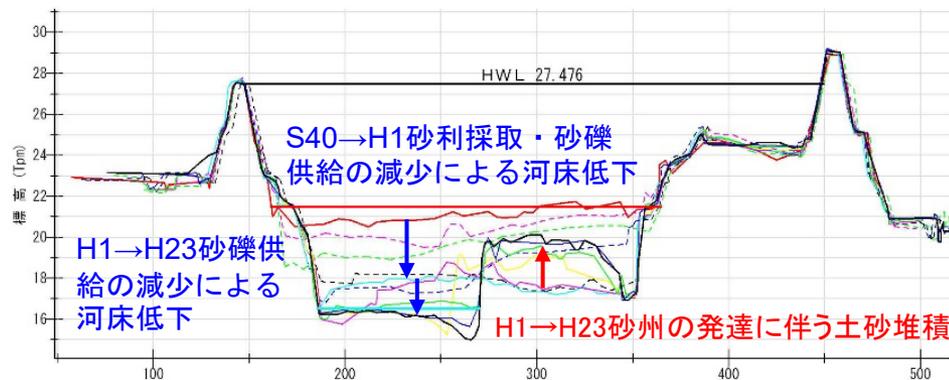
変化トレンドのみでは対応困難な事象

④ 大スケールの変化が引き起こす中スケールの変化 「河道特性」

「大」昭和40年からの河床縦断形状の変化



「中」昭和40年からの河道横断形状の変化



川幅の縮小（二極化の進行）

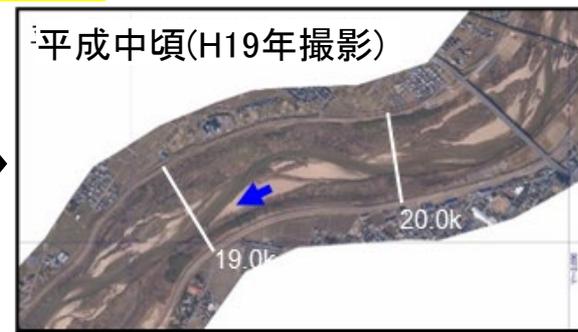
「中」砂州形態・低水路法線形状の変化



堤間幅いっぱいに多列砂州が形成。



複列的な砂州が形成。上に植生が繁茂



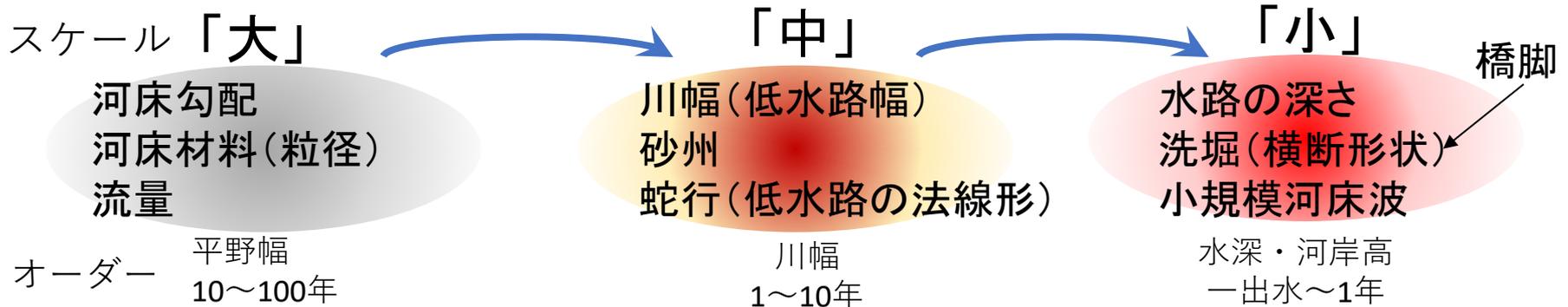
川幅が縮小し、交互砂州が形成。

河道特性



- 河道は、大・中・小の階層構造を持つとする考え方がある。
- 河道を空間的スケール及び形成・変化に要する時間スケールが異なる種々の構成要素の集合体として捉える。
- その集合体は代表スケールがオーダー単位で異なる階層に区分される。
- 下位階層の構成要素群の形成・変化に対して、上位階層は所与の条件として取り扱える。

※河川砂防技術基準 調査編



- 言い換えると「上位スケールに変更があると下位スケールにその影響が伝播する」という応答システムとして河道変化を捉える。
- 河道特性: 上位の構成要素の諸量(河道特性量)を説明変数として下位の河道特性量との関数関係(定性的も含む)として河道変化システムを記述したもの 29