
資料-2

河床低下対策工の検討状況

旭川開発建設部 治水課
平成25年3月21日

これまでの検討概要

- 河道管理ワーキングにおけるこれまでの検討概要は下記のとおりです

要因分析

<現地状況確認>

<経年変化等分析>

- ・流入土砂量
- ・年最大流量
- ・河床材料
- ・川幅
- ・勾配
- ：

岩盤洗掘のメカニズム

<現地実験>

- ・流砂量と洗掘速度
- ・岩盤上の無次元限界掃流力
- ：

<岩盤洗掘を考慮可能な計算モデル構築・再現計算>

- ・H13-H18の再現計算を通じて妥当性を確認

<要因分析取りまとめ>

- ・上下流区間に比べ河床低下区間の掃流力が大きいこと
- ・岩盤河床が洗掘されること

対策工検討

>>対策で目指すべき状態

- ・河岸保護工の機能維持
- ・橋脚の安全性維持
- ・魚類等の生息環境の改善

>>対策工の目的

現・河床高の維持、岩河床面積の減少

岩盤洗掘抑制

岩盤被覆

掃流力低下

勾配緩和→ 帯工

対策区間の限定
関係機関からの理解

対策案：
帯工5基＋岩盤被覆(案)

※帯工下流の局所洗掘に対する懸念

低水路拡幅

前回ワーキングで議題とした対策工(複合案)
低水路拡幅＋岩盤被覆＋帯工

前回ワーキングの議題

資料-1

平成24年度

第1回 石狩川上流河道管理ワーキング

日程：平成24年10月3日(水)

時間：13:00～ 17:00

場所：旭川開発建設部 1F

入札執行室 A-C

議事次第

- | | |
|----------------|-------------|
| 1. 現地視察 | 13:00～15:30 |
| ・事前視察説明 | (2.5 時間) |
| ・現地視察 | |
| 2. 河床低下対策検討状況 | 15:30～17:00 |
| | (1.5 時間) |
| (1) これまでの検討の整理 | |
| (2) 複合案の検討 | |
| (3) 模型実験について | |
| (4) 今後のスケジュール | |

以上

主なご意見

「(2)複合案の検討」に対して

- ・累積通過土砂量のバランスと河床高の維持について検討すべき
- ・上流からの供給土砂量について検討すべき
- ・河床低下対策と流下能力の関係について検討すべき
- ・永山新川が河道変化に及ぼす影響について検討すべき
- ・対策後に形成される砂州・滞筋や水衝部の位置の変化について検討をすべき
- ・河床低下区間より上流の安定している区間の特徴(冠水頻度など)について検討すべき
- ・将来予測流量に対する考え方を整理すべき
- ・ブロック帯工と局所洗掘の関係について検討すべき

「(3)模型実験について」に対して

→ 資料3

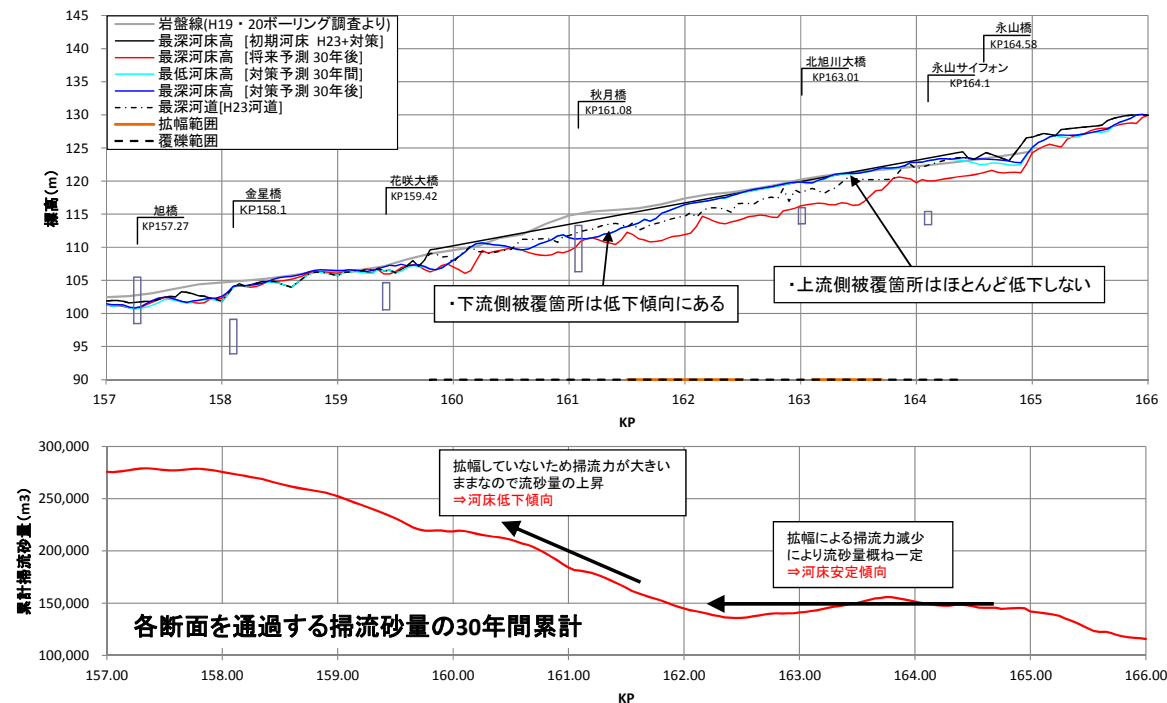
累積通過土砂量のバランスと河床 高の維持

前回WGでのご意見

- 将来予測計算の分析において、計算中に各断面で算出される累積掃流砂量(通過土砂量)と河床変動の関係(下記グラフ)についての説明をおこないました

縦横断流用: 累計流砂量の縦断分布

- 拡幅箇所 : 縦断的に累計流砂量は概ね同じであるが、下流側は増加傾向にある＝上流安定→下流低下傾向
- 拡幅が困難な箇所 : 下流に向かって累計流砂量が増加傾向＝河床低下傾向にある



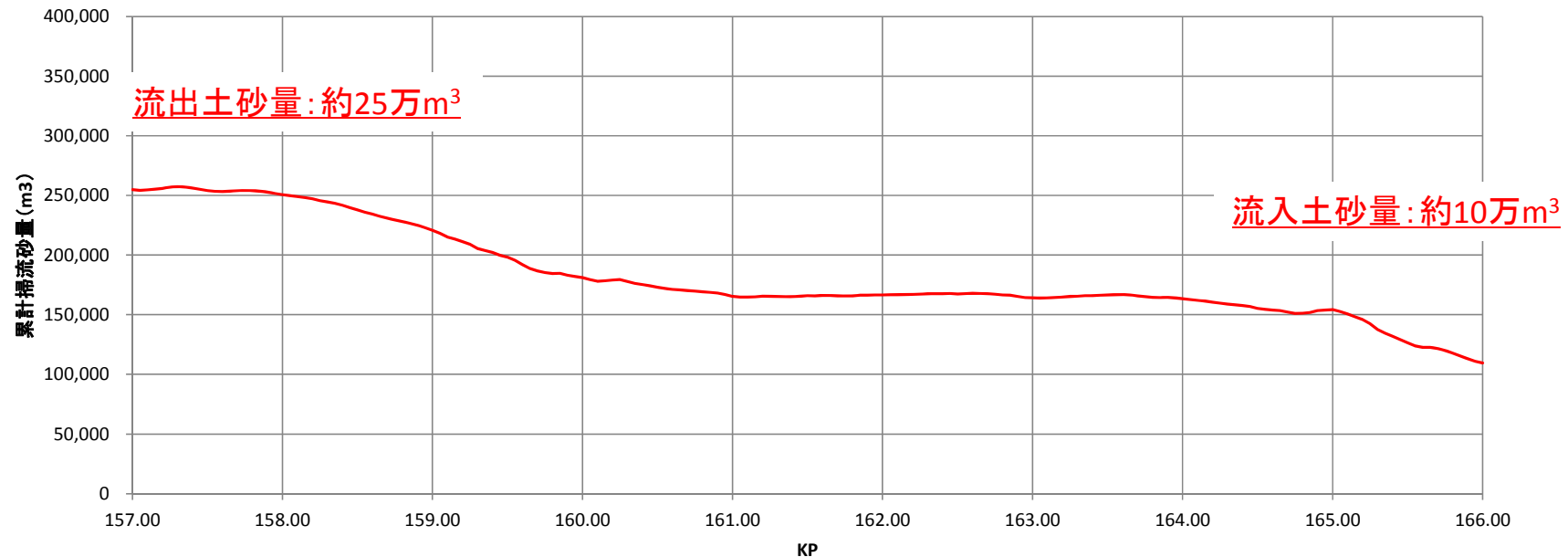
5

<ご意見>

河床低下区間で流入土砂量が10万m³程度に対し、流出土砂量が25万m³程度。
土砂収支のバランスが問題ではないか？

土砂収支バランスと河床高の変化について

- 河床低下区間の土砂収支と河床変化高さの関係について、検討をおこないました



河床低下区間 : 9km
 平均川幅 : 120m程度
 計算期間 : 30年間

土砂収支: $15\text{万m}^3 = 25\text{万m}^3 - 10\text{万m}^3$

河床高に換算すると

$$\Delta = 150,000 / (9,000 * 120) / 30 / (1 - 0.4)$$

＝ 約8[mm/year]

本計算における土砂収支を河床変動量に換算すると、約マイナス8mm/年の低下量であり
 河床材料の平均粒径が約54[mm]程度であることを踏まえると
 土砂収支バランスが、河床高変化に大きな影響を及ぼすことはないと評価できる

河床変動計算を用いた 上流からの供給土砂量に関する検討

前回WGでのご意見

＜ご意見＞

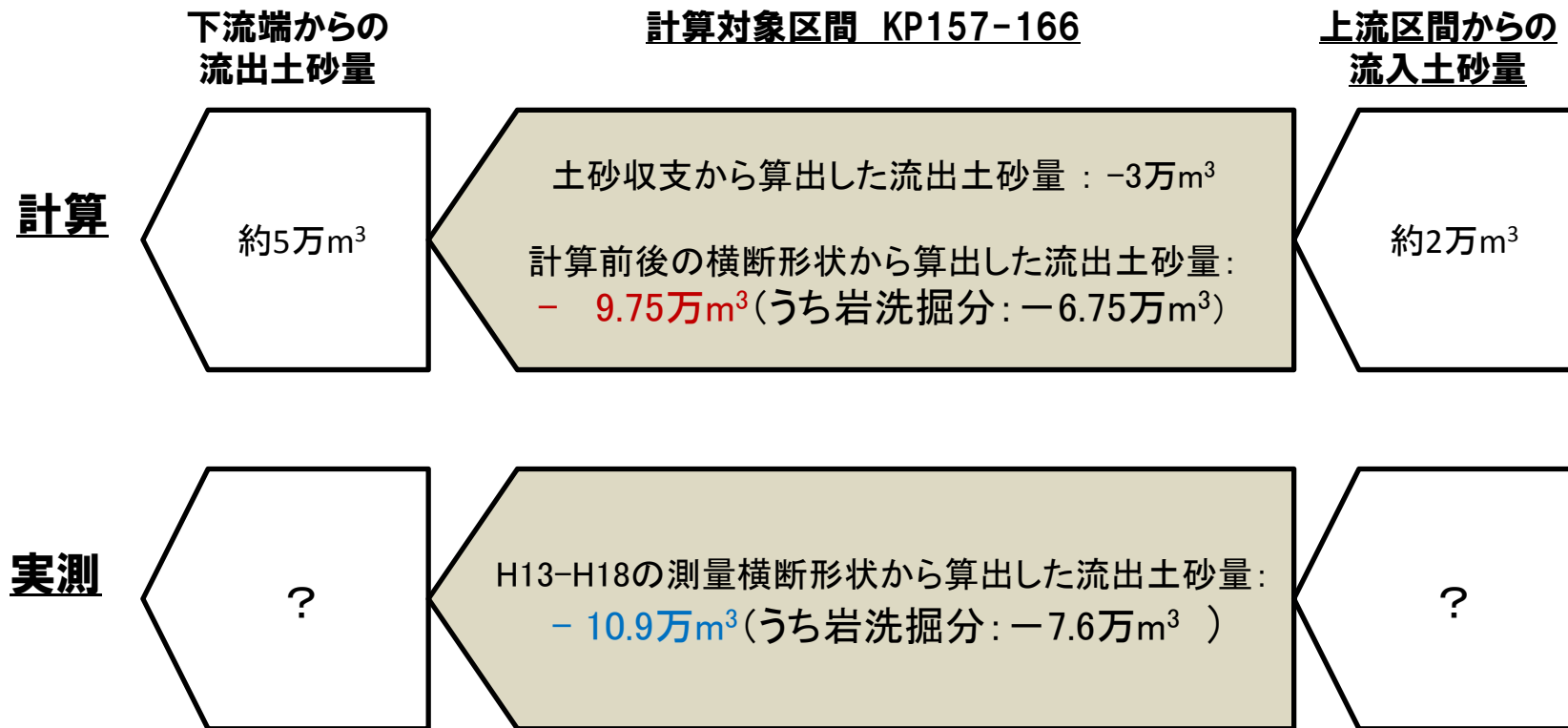
いずれの計算も上流端の給砂条件を動的平衡としている

その条件は正しいか？

少なくなった場合には、計算結果が異なるのでは？

河床低下区間とその上下流区間の土砂収支バランス

- 再現期間(H13-H18)において、河床低下区間(KP157-166)への流入・流出土砂量について計算と実測の比較をおこないました。
- 結果、全体収支は概ね同じボリュームであることが確認できた。また、河床低下区間では岩洗掘による河床変化量が多いことが確認できました。



※岩洗掘分：岩盤線以下の河床高変化量として算出

計算格子について

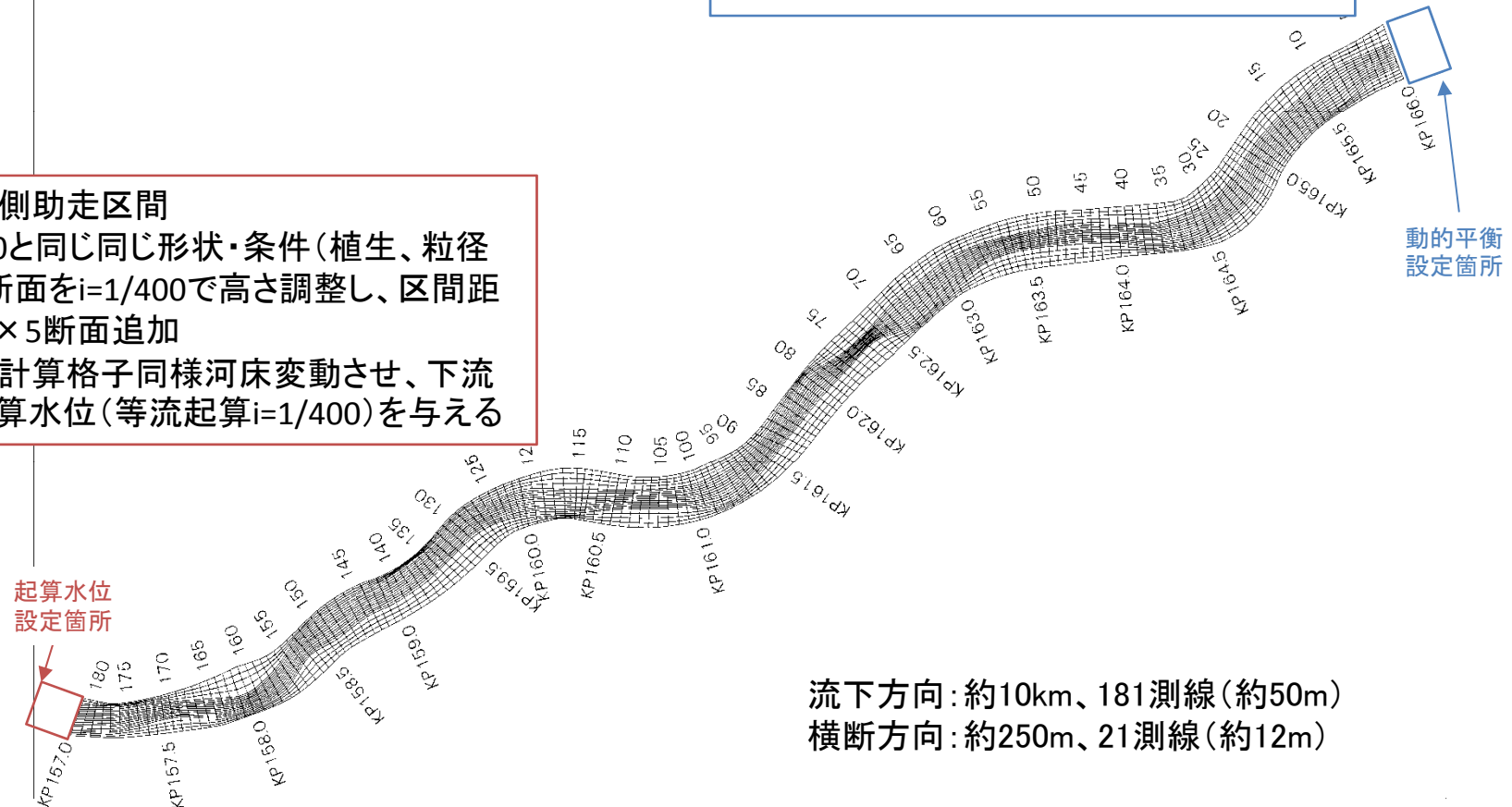
- 計算では、KP157-KP166を計算領域として、以下の計算格子を用いた計算をおこなっています
- 計算領域の上下流には、それぞれ助走区間を設けています

■上流側助走区間

KP166.0と同じ形状・条件(植生、粒径等)の断面を $i=1/350$ で高さ調整し、区間距離 $50\text{m} \times 5$ 断面追加(250m分)
ただし、助走区間は固定床とし、KP166.0の水理量で動的平衡として設定

■下流側助走区間

KP157.0と同じ同じ形状・条件(植生、粒径等)の断面を $i=1/400$ で高さ調整し、区間距離 $50\text{m} \times 5$ 断面追加
通常の計算格子同様河床変動させ、下流端で起算水位(等流起算 $i=1/400$)を与える



流下方向: 約10km、181測線(約50m)
横断方向: 約250m、21測線(約12m)

計算グリッド図(現況H13)

上流助走区間の設定(川幅拡大)

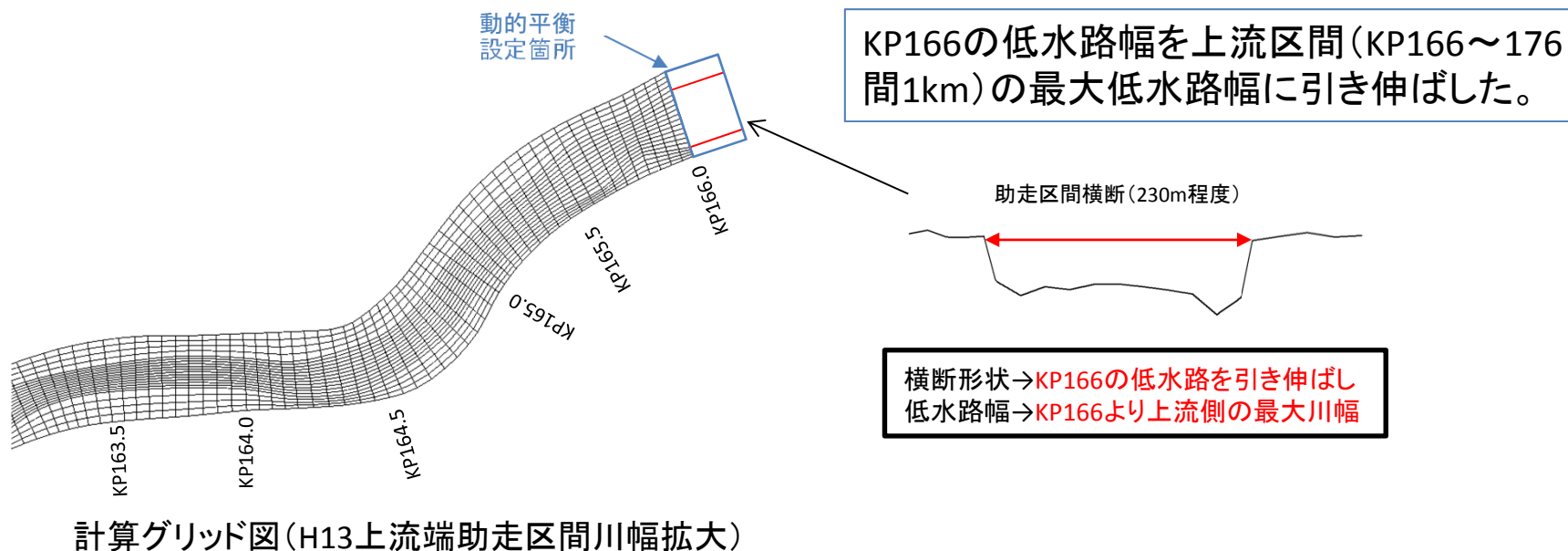
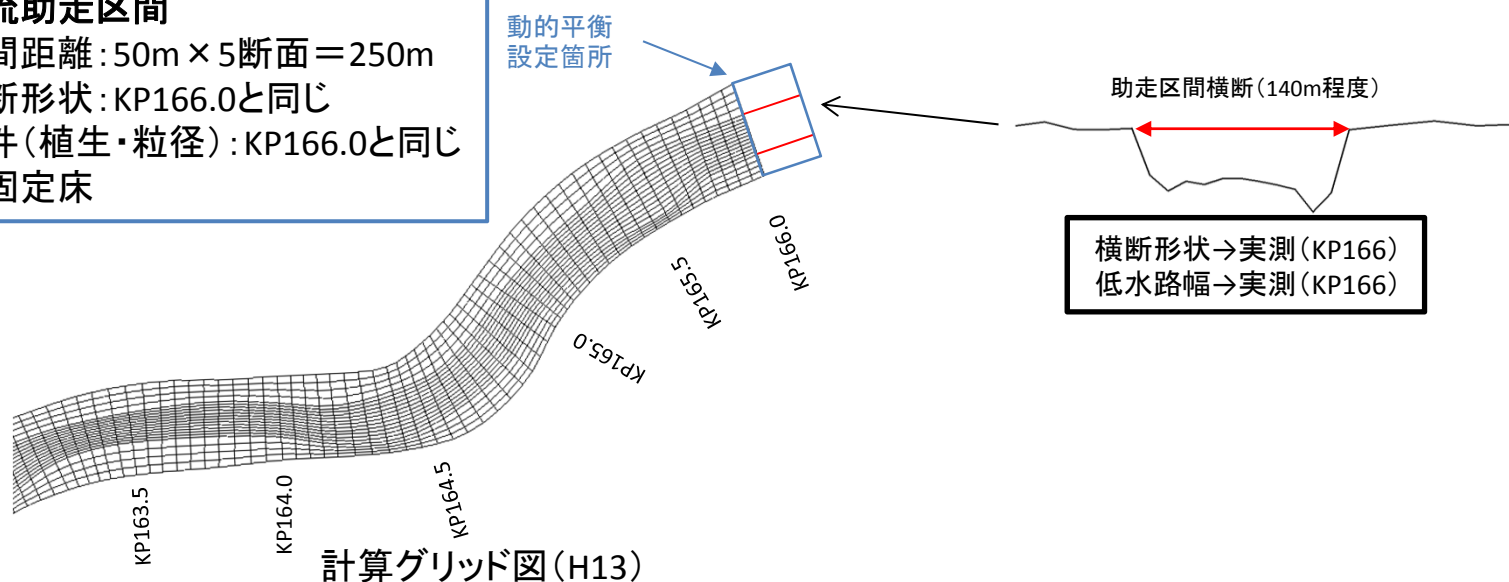
上流助走区間

区間距離: 50m × 5断面 = 250m

横断形状: KP166.0と同じ

条件(植生・粒径): KP166.0と同じ

※固定床



計算ケース

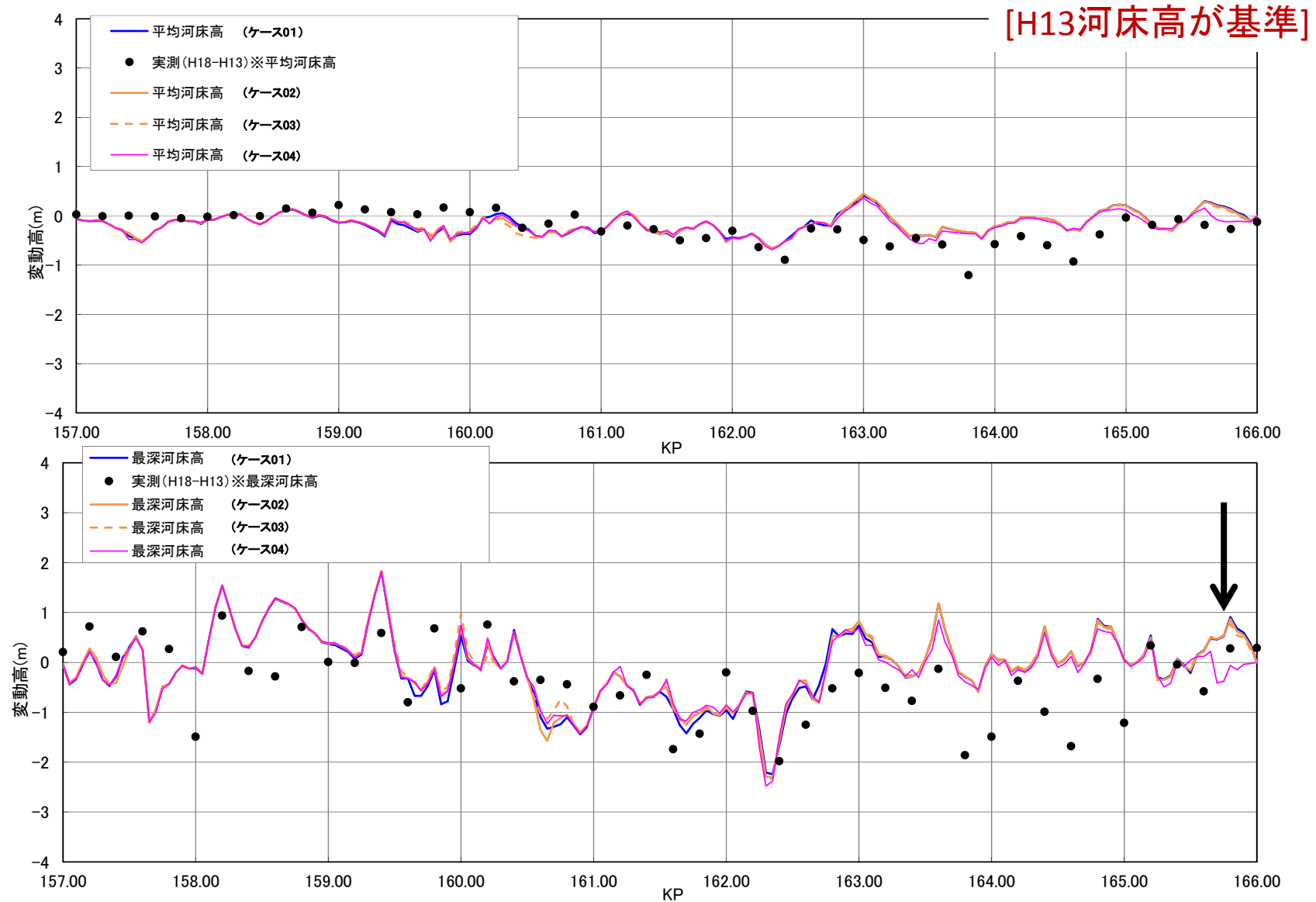
- H13-H18の再現計算を対象に、以下4ケースの計算を行い、上流端供給土砂量と河床高変化の関係について考察しました

ケース	上流端 供給土砂量の増減
ケース01 ・上流助走区間: $i=1/350$ ・低水路幅: 140m程度	動的平衡
ケース02 ・上流助走区間: $i=1/400$ ・低水路幅: 140m程度	-5%程度
ケース03 ・上流助走区間: $i=1/500$ ・低水路幅: 140m程度	-10%程度
ケース04 ・上流助走区間: $i=1/500$ ・低水路幅: 230m程度	-80%程度

※KP166-176の最大川幅約220[m]程度

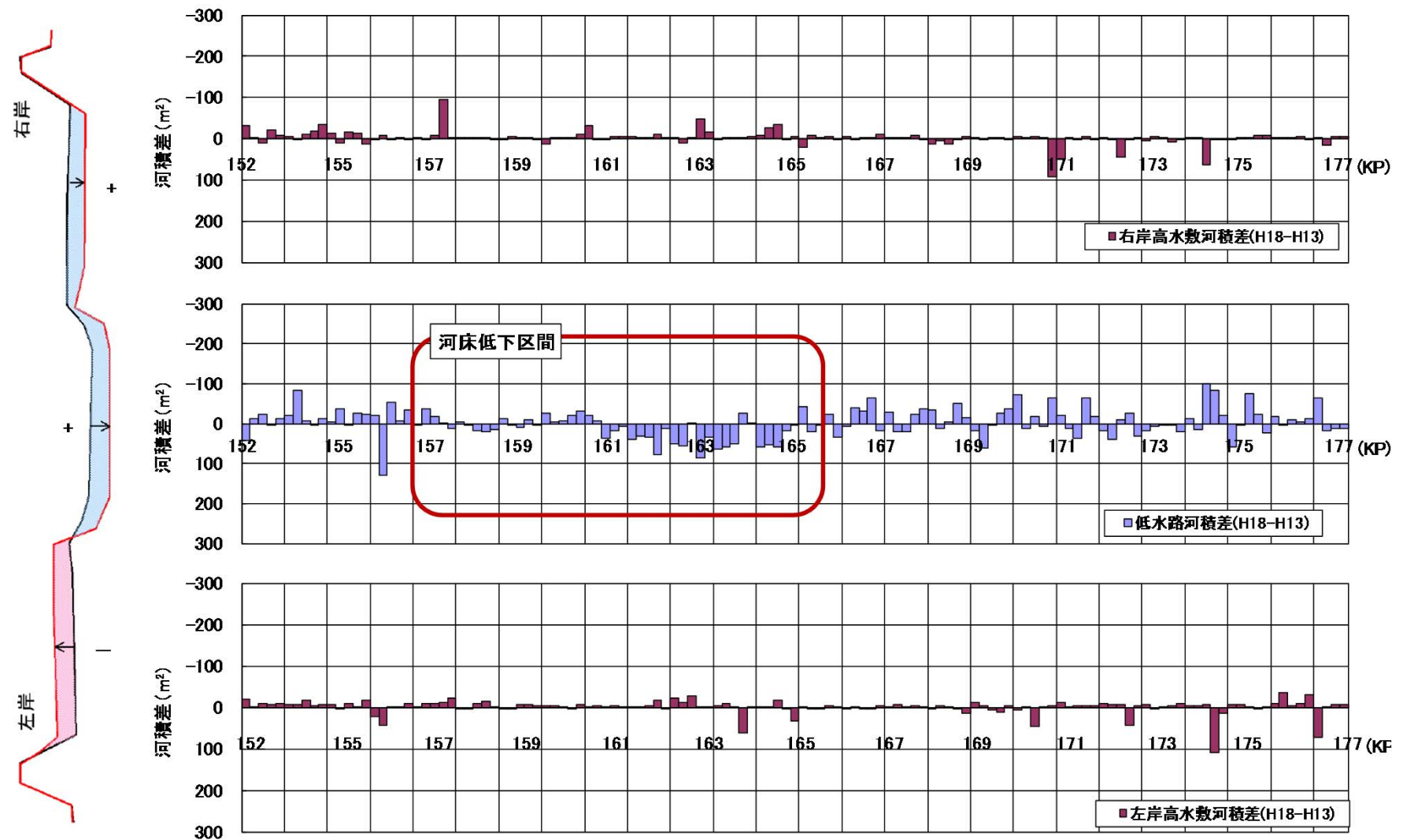
初期河床(H13)からの変動高

- KP165より上流側で変動高に差異が見られるものの、計算対象区間ではほぼ差異がない結果となりました



河積変化

- 再現計算期間(H13-H18)を対象に、横断測量から河積変化の確認をおこないました



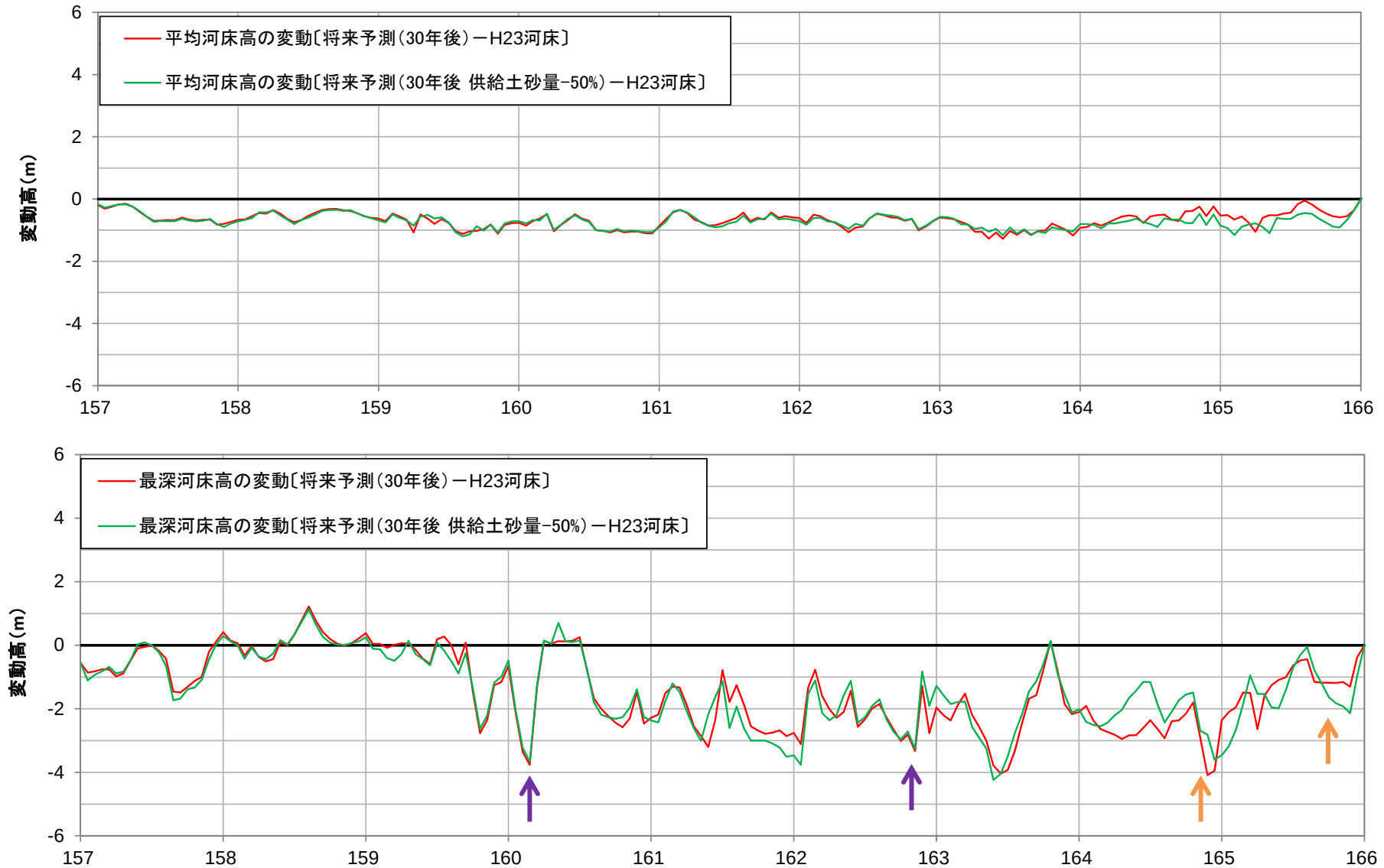
30年間の予測計算では

- 以下2ケースの比較を行い、30年間を対象とした将来予測計算における、上流端供給土砂量の感度分析をおこないました

ケース	上流端 供給土砂量の増減
01 将来予測 30年後 ・上流助走区間:i=1/350 ・低水路幅:140m程度	動的平衡
02 将来予測 30年後 ・上流助走区間:i=1/330 ・低水路幅:190m程度	-50%程度

将来予測：河床変動高

- 平均河床高および最深河床高とも、上流端付近で差異がみられるが、供給土砂量を減少させたとしても、大きな変化傾向はみられなかった



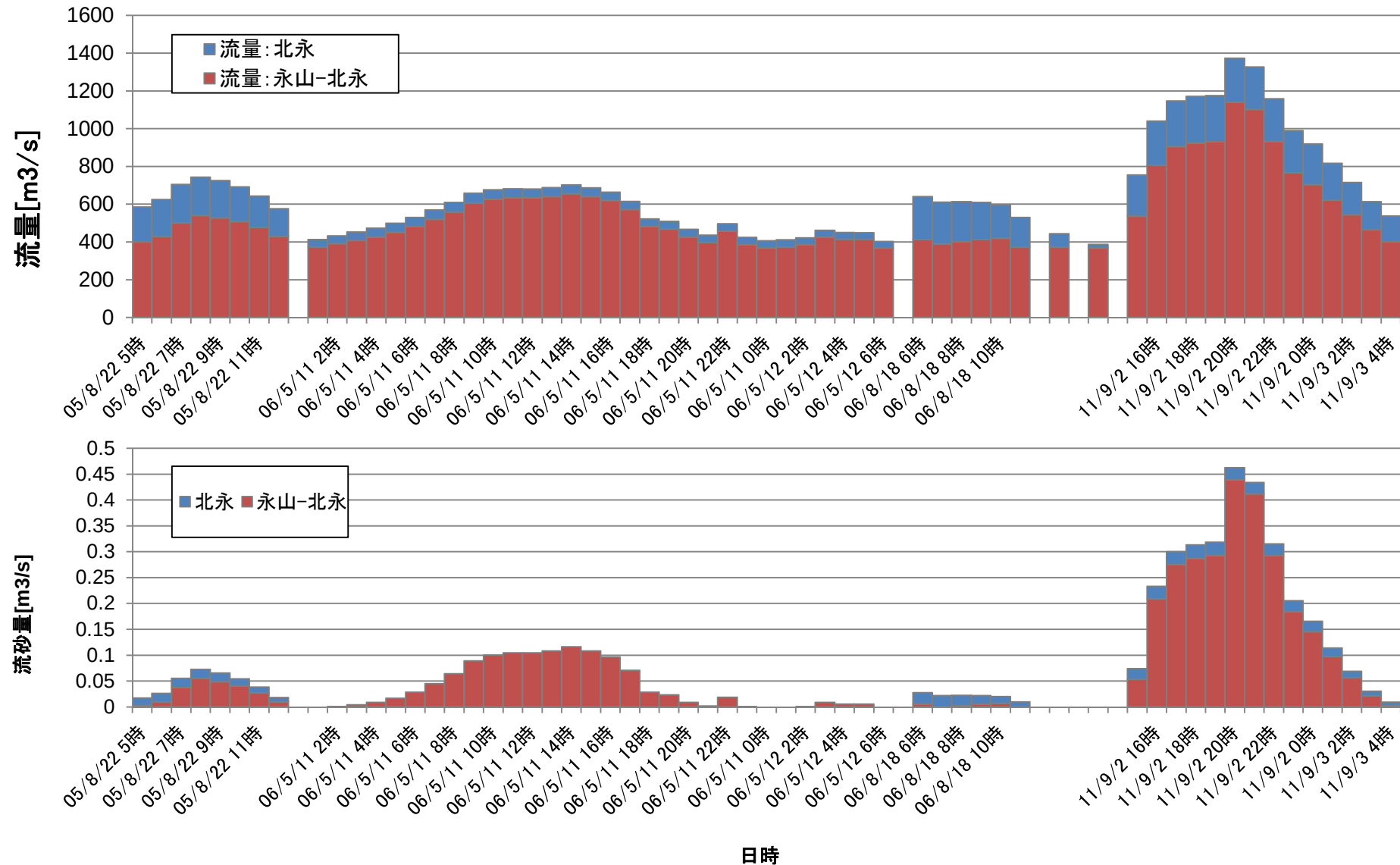
河床変動計算を用いた 上流からの供給土砂量に関する検討まとめ

- 上流からの供給土砂量を減少させた感度分析をおこなったところ、河床低下区間の河床高変化には大きな変化がみられませんでした
- 上流端供給土砂量が減少するとKP164より上流の河床低下量が若干抑制されるものの、それより下流側には大きく影響しない結果となりました。
- 露岩区間(固定床上)では、土砂収支の差はほぼないものの、流砂の通過により岩洗掘が進行し、1m程度平均河床高の低下が見られます。
- 上流からの供給土砂量の差により、累積通過土砂量には差が見られるものの、その差はわずかであり、平均河床高の変化にはほぼ影響しないと考えられます。
- 最深河床高は、河道形状などに応じた局所的な流速、流砂量により、差異が生じたと考えられますが、上流からの供給土砂量により大きな変化傾向はみられませんでした。

永山新川の影響

石狩川本川上流と永山新川の流量と流砂量

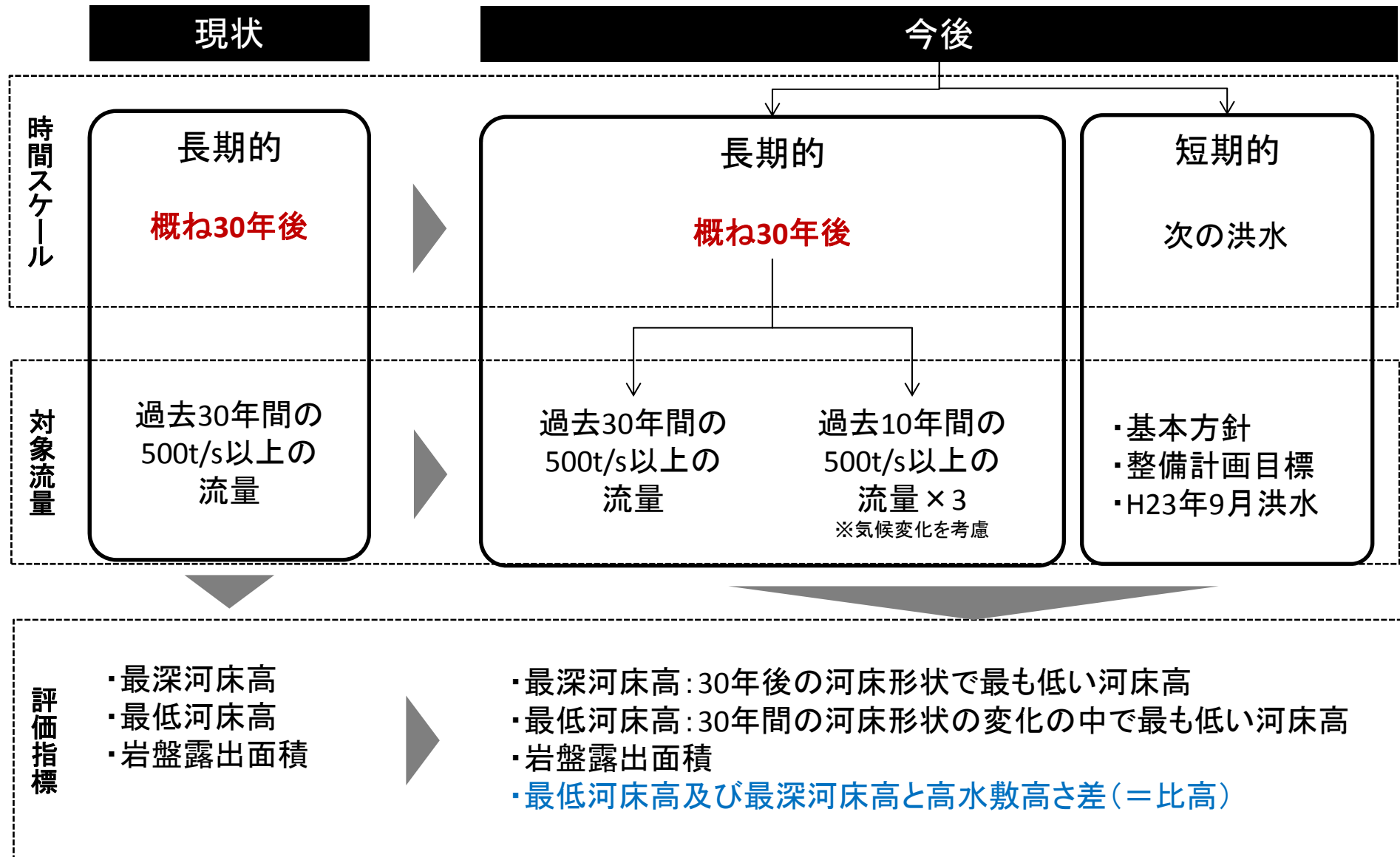
- H17年以降に永山観測所で500t/sの流量が観測されたときの時刻流量を対象とした場合
- 永山新川からの流量および流砂量は、石狩川本川上流からの量に比べ、小さいことが確認できました
- これは永山新川の河床勾配が1/1000と、石狩川の河床勾配1/320に比べ小さいことが要因と考えられます



将来予測流量の設定について

将来予測流量に対する考え方

- 今後、将来予測流量および評価指標は以下を考えています



**対策後に形成される砂州・滞筋や水
衝部の位置の変化について**

対策後に形成される砂州・滞筋や水衝部の位置の変化について

- 上流区間の河道安定要因について、詳細な測量を含め検討を実施する予定です
- それらを、計算結果や実験結果から得られる、河床低下対策後の河床形状と比較し、対策工の効果等について検討をおこないます

◆上流区間の河道安定要因の調査検討

より詳細に砂州の形状
(波高など)が確認できる
程度の測量を実施

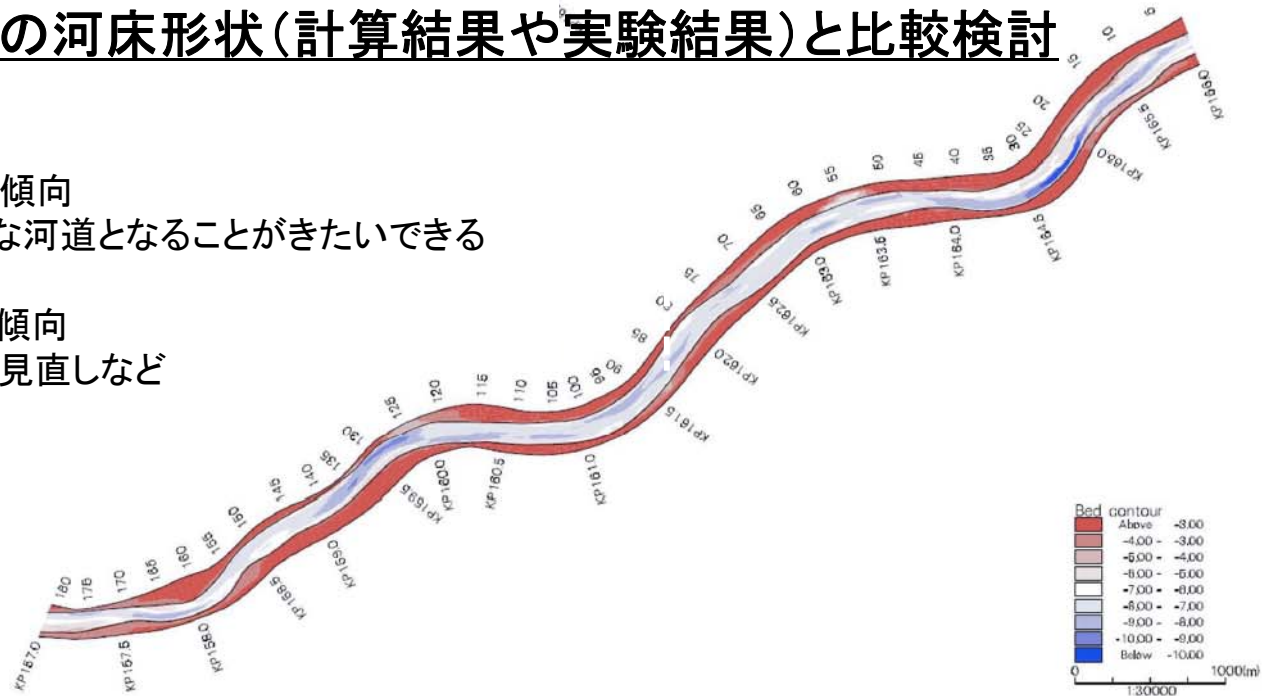


- 川幅水深比と砂州の波高の関係を整理
- 平均年最大流量や平均最大融雪期流量下の水位との比較から砂州の冠水傾向等について整理

◆河床低下対策後の河床形状(計算結果や実験結果)と比較検討

＜検討方針＞

- 上流区間と同様な傾向
→ 上流区間と同様な河道となることがきたいできる
- 上流区間と異なる傾向
→ 低水路幅の設定見直しなど



今後の課題と検討方針(案)まとめ

➤ 今後、下記を課題と検討方針を予定しています

課題	検討方針(案)
上流から供給土砂量、通過土砂量に関する検討	掃流砂量について、現地調査を行う。(どのような方法が考えられるか) 調査結果と計算や実験で用いている上流端供給土砂量の比較検討を行う
砂州・滯筋や水衝部の位置の変化について検討	河床低下区間より上流の安定している区間の特徴として、砂州波高や冠水、樹林化進行等について把握し、それらを踏まえ、対策後の河床形状について検討を行う
対策工の将来予測	将来予測流量を長期、短期の視点で複数想定し、各流量下における対策工効果について検討する
ブロック帯工と局所洗掘の関係に関する検討	ブロック帯工に関する事例および模型実験を踏まえ、効果及び局所洗掘等への影響について検討する

本日の主題

これまでの検討概要と対応状況

➤ 河道管理ワーキングにおけるこれまでの検討概要は下記のとおりです

対策工検討

>>対策で目指すべき状態
 河岸保護工の機能維持
 ・橋脚の安全性維持
 ・魚類等の生息環境の改善

>>対策工の目的

現・河床高の維持、岩河床面積の減少

岩盤洗掘抑制

掃流力低下

岩盤被覆

勾配緩和→ 帯工

低水路拡幅

①対策案：
帯工5基＋岩盤被覆(案)

②対策案：
低水路拡幅(雪堆積場)＋岩盤被覆(案)

③対策案：
低水路拡幅(雪堆積場)＋岩盤被覆(案)＋
帯工

河道管理WG

帯工下流の局所洗掘に対する懸念

拡幅可能箇所

岩盤被覆土砂の流出

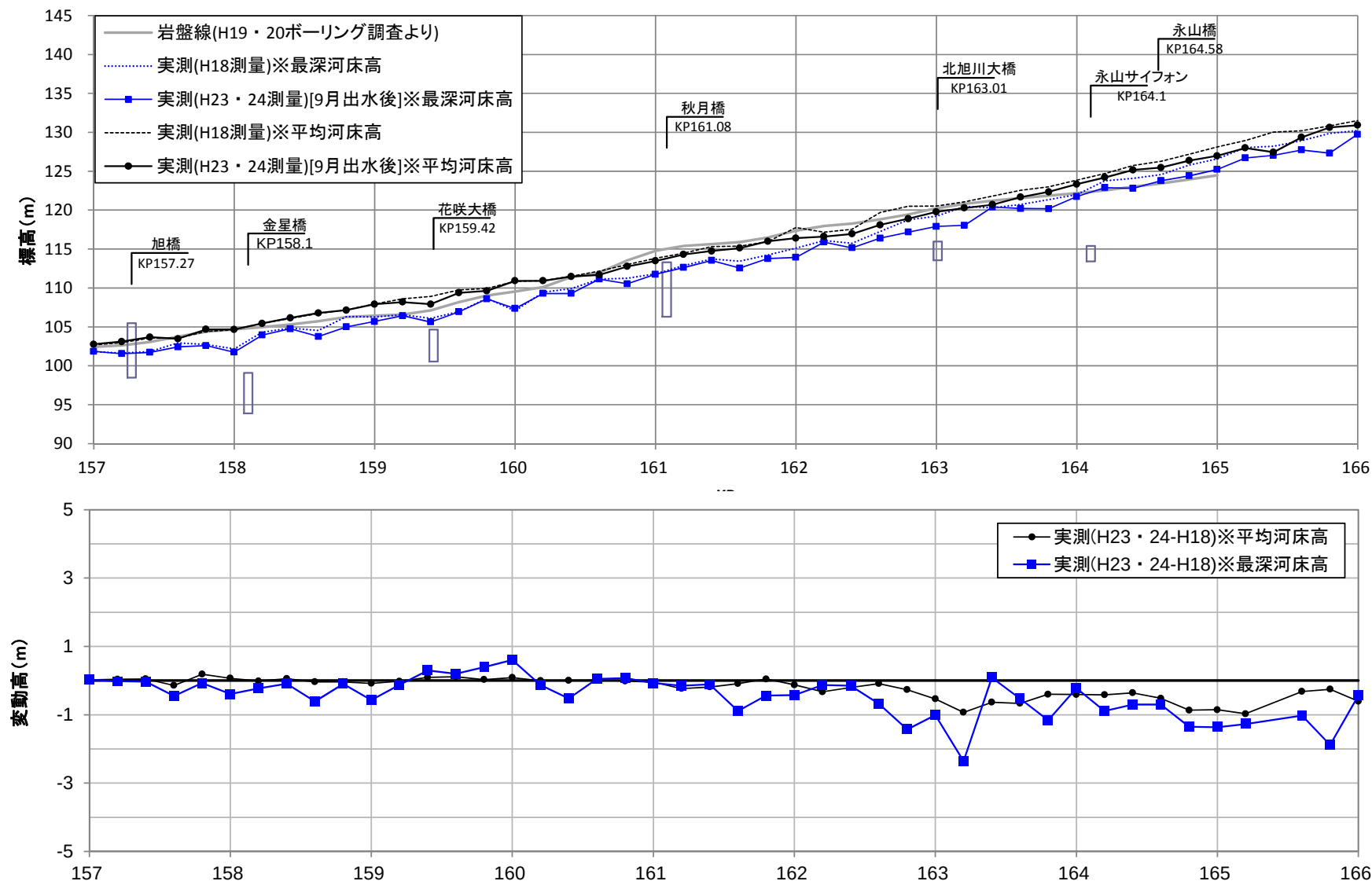
・帯工事例の研究
・大型模型実験での検証

・対策区間の限定
・関係機関への説明・理解

・岩盤被覆下流端の処理工法検討

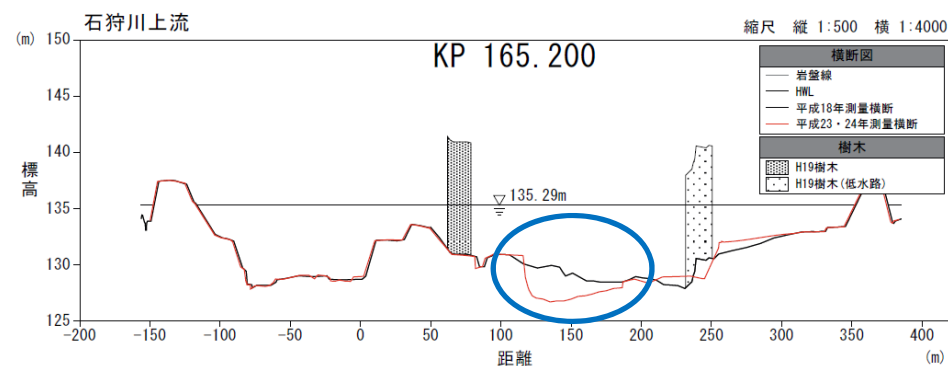
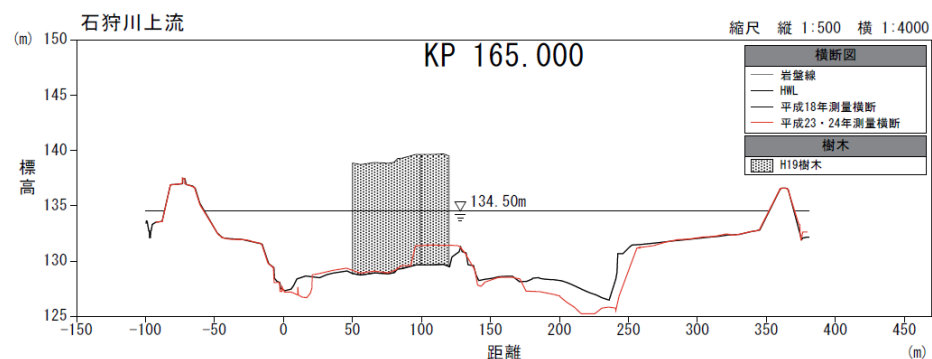
H18～H23年の河床高の変化

- 年々、河床低下が進行しており、現時点で効果が確認できている対策から実施していくことが望ましいと考えています
- また、現状未確認な課題に対しては検討を継続し、現地モニタリング結果を踏まえ、適宜対策の見直しをおこなっていきたいと考えています

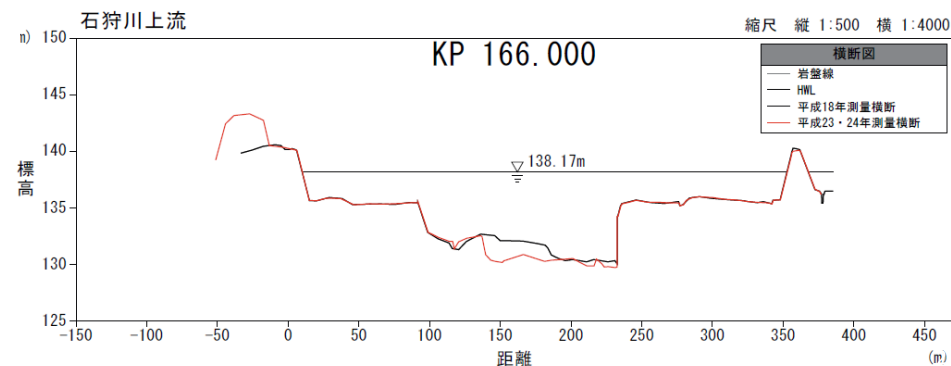
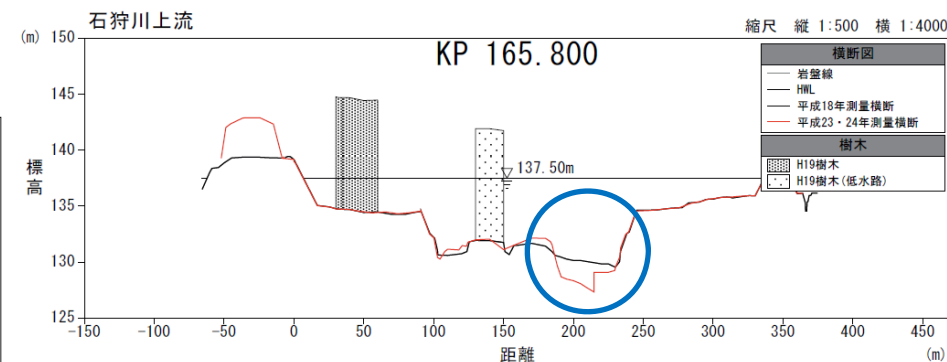
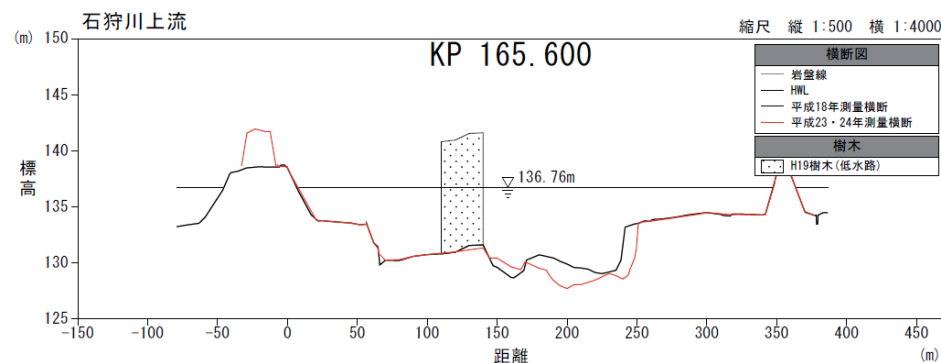


【参考】H18～H24年の河床高の変化

- 永山床止め直下流では極端な低下はみられないが、KP165.8では滞筋の低下がみられる
- KP165-KP166区間では、河岸位置が変化した箇所がみられる
- KP165.4では、局所洗掘が生じ大きく河床形状が変化した



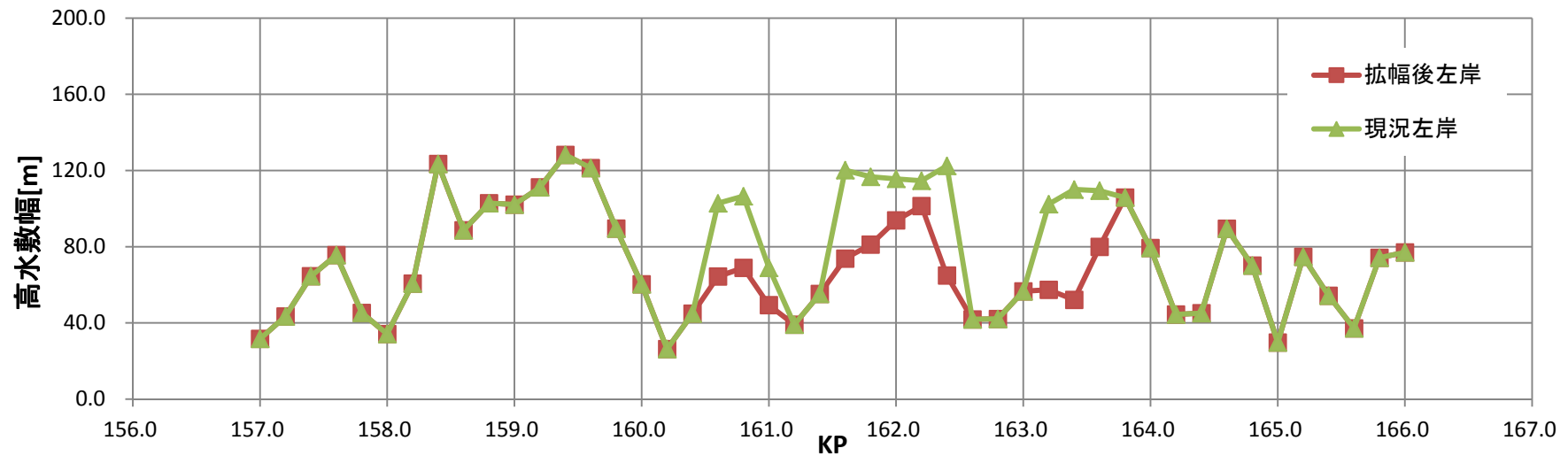
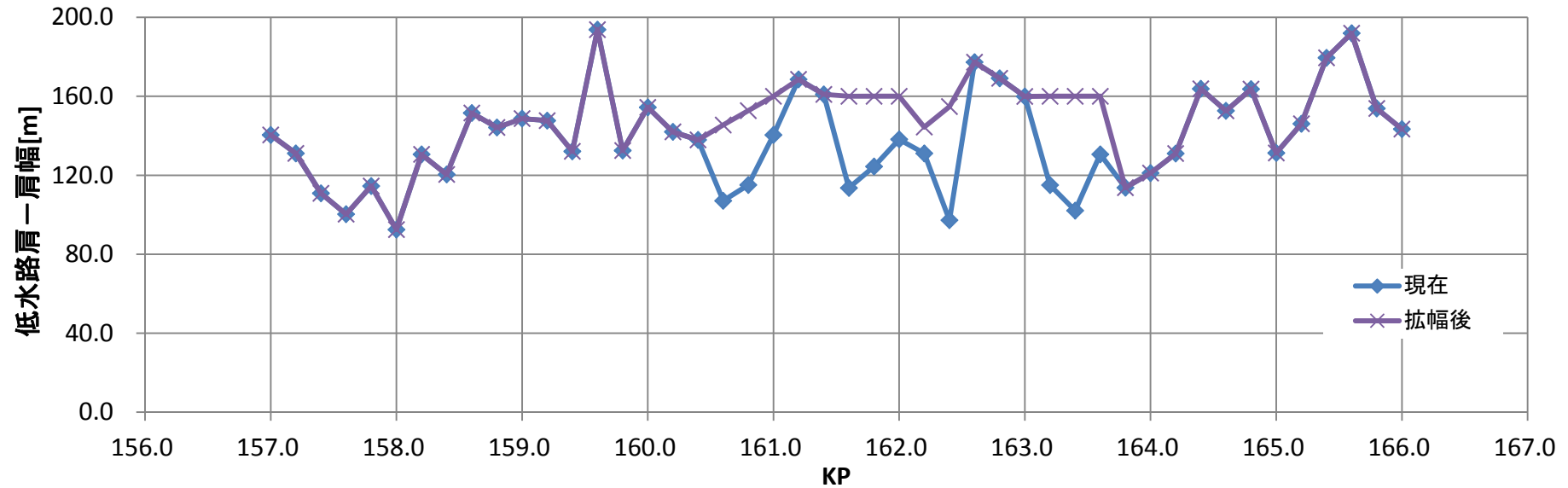
KP165.4は、局所洗掘のため別扱い



**早期に実施する案として
検討をおこなっている対策工について**

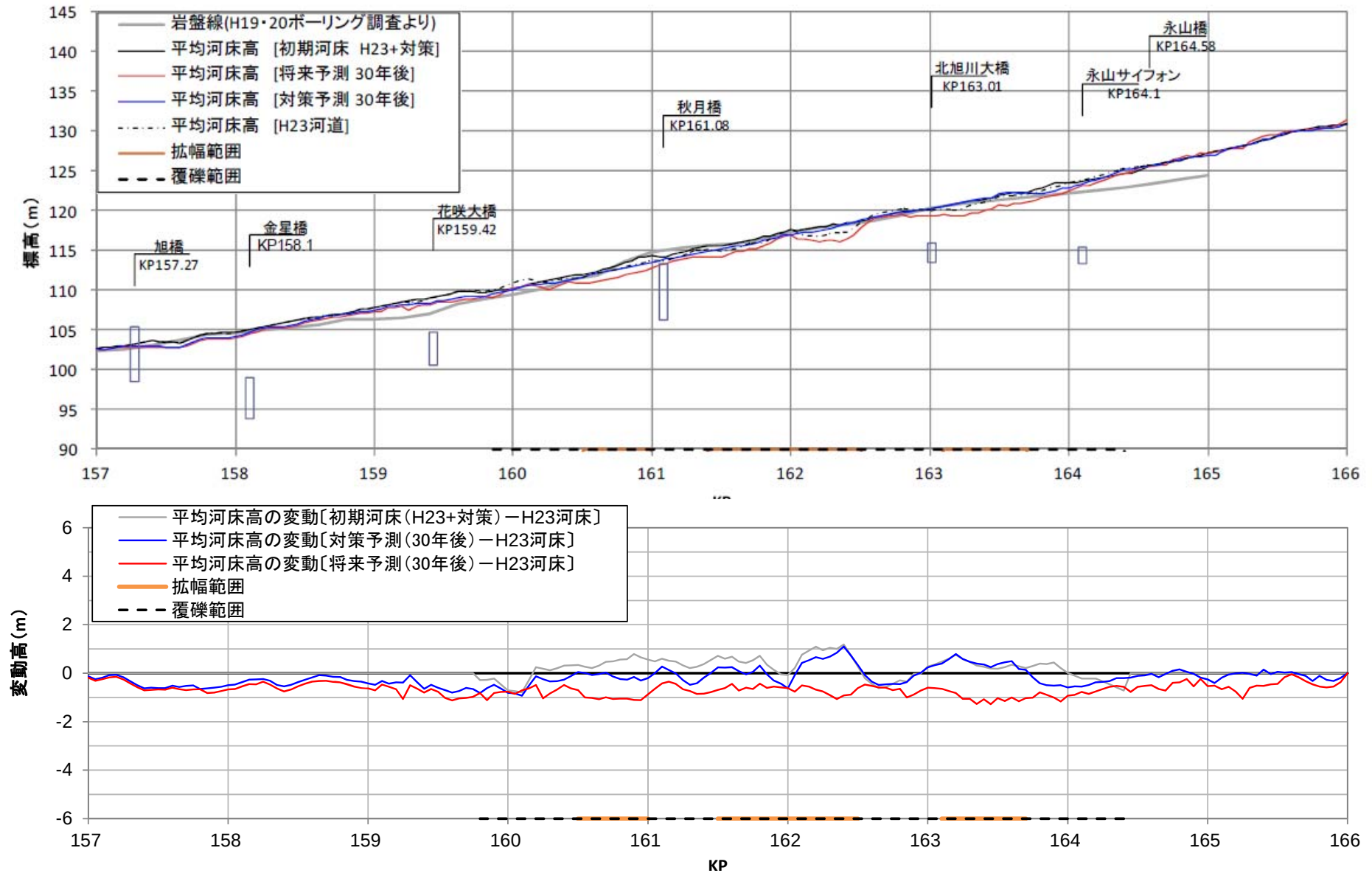
低水路拡幅及び被覆後の河道形状

➤ 対策後の低水路肩-肩幅及び高水敷幅は下記のとおりです



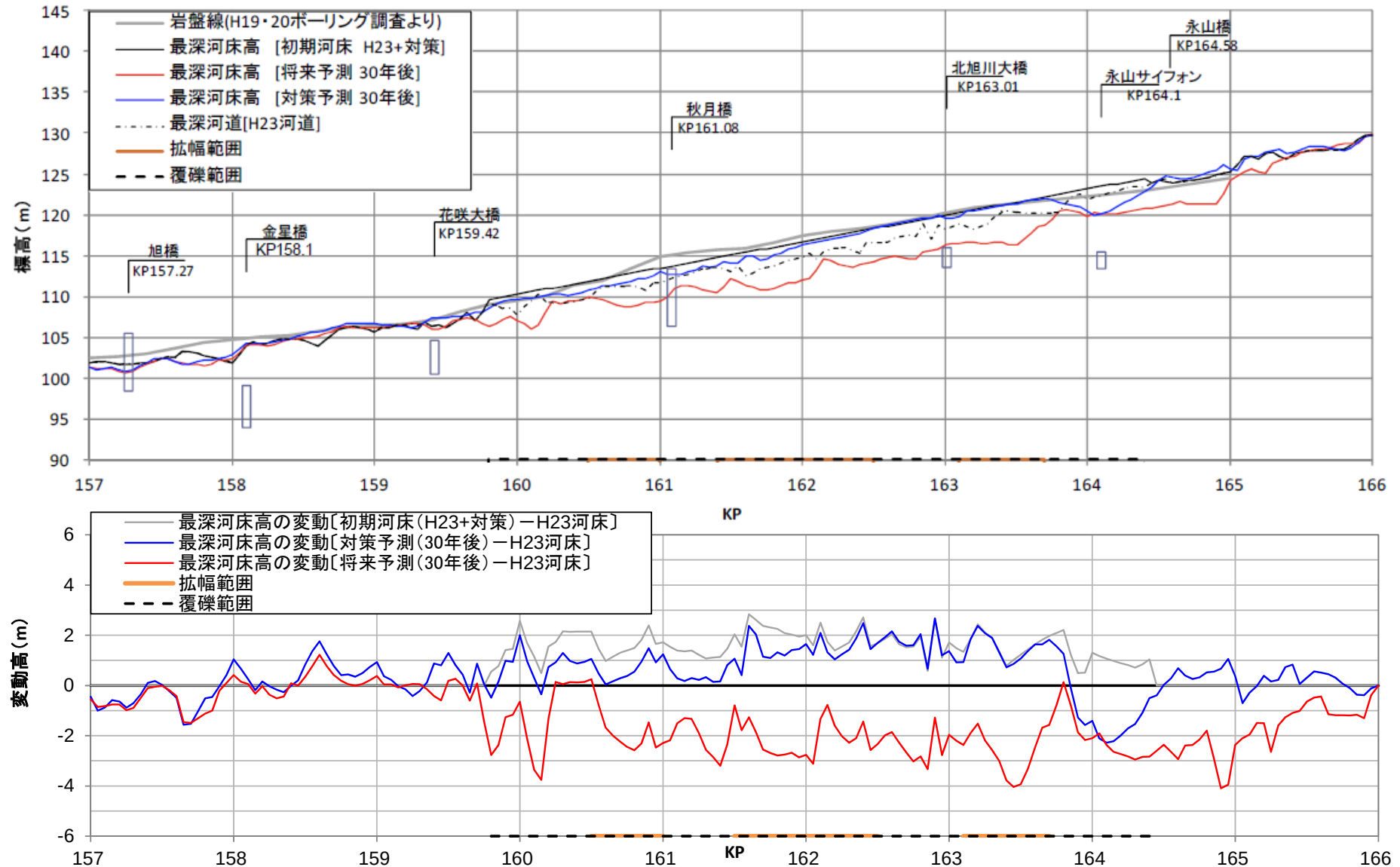
平均河床高の変化

- 平均河床高は概ね安定傾向にあり、河床低下対策効果があると考えています



最深河床高の変化

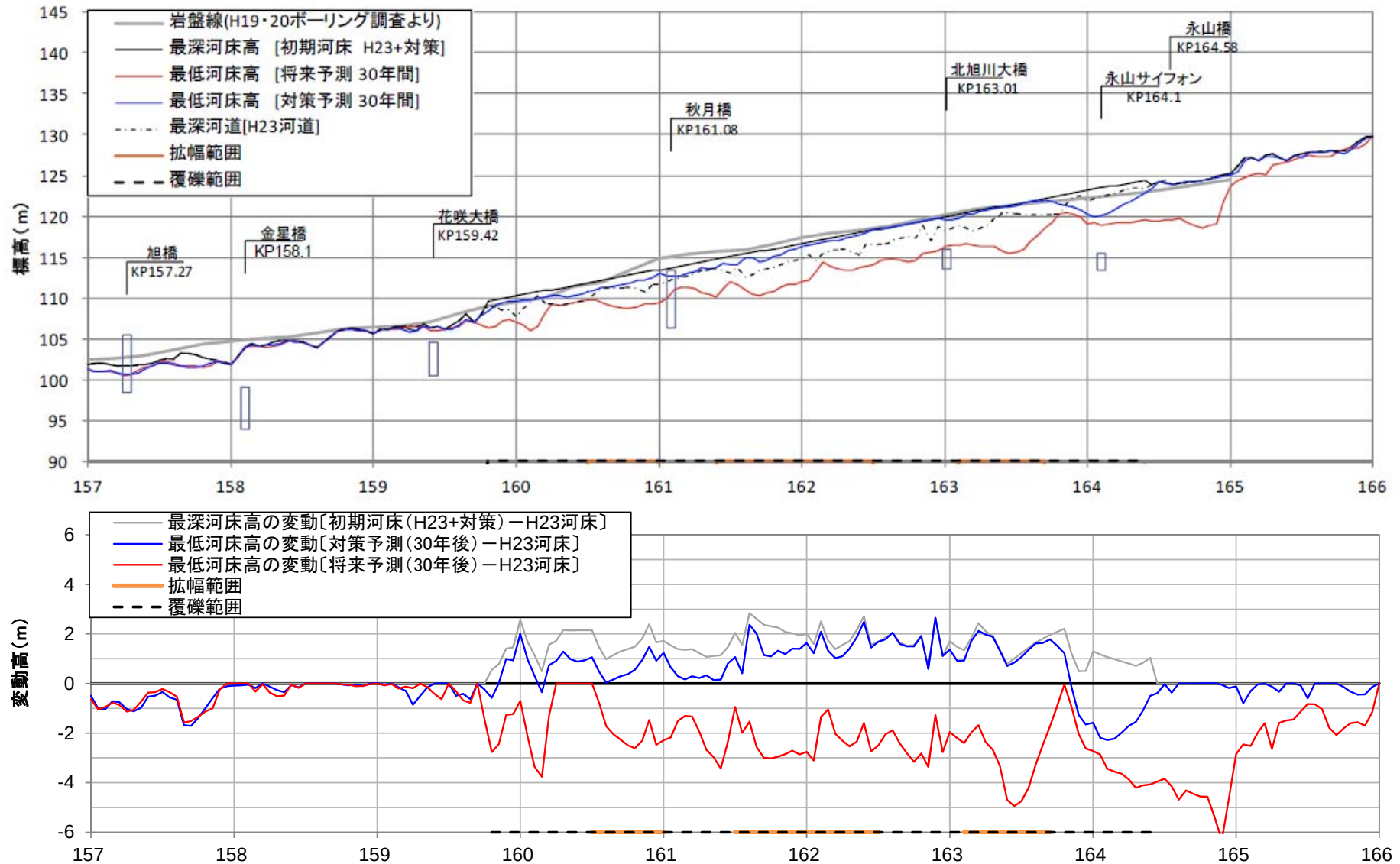
- 最深河床高は、KP164付近で2m程度低下するものの、無対策に比べ全川の河床低下が抑制されており、河床低下対策効果があると考えています



最低河床高の変化

- 最低河床高は、KP164付近で2m程度低下するものの、無対策に比べ全川の河床低下が抑制されており、河床低下対策効果があると考えています

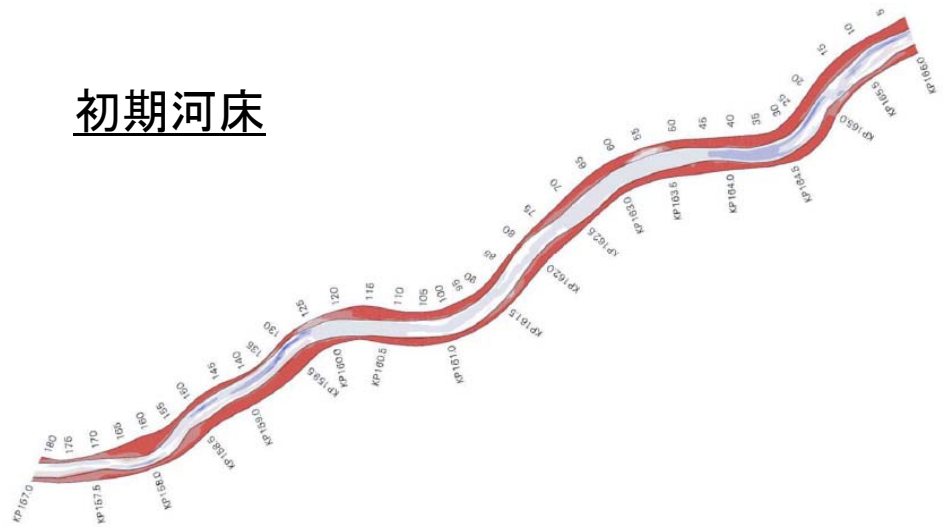
※最低河床高:計算中最も低くなった河床高



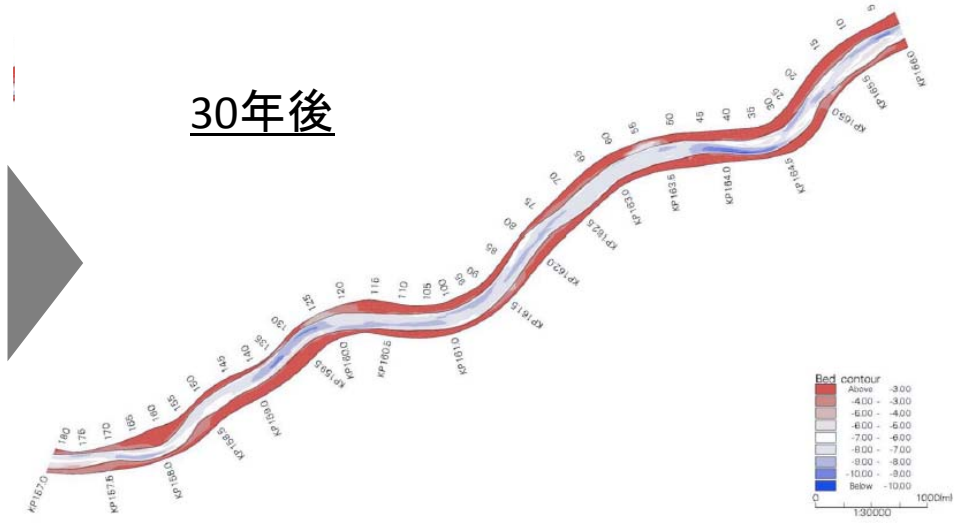
比高の変化(平面)

- 計算対象機関30年の初期河床高からの河床変化は以下のとおりです

初期河床



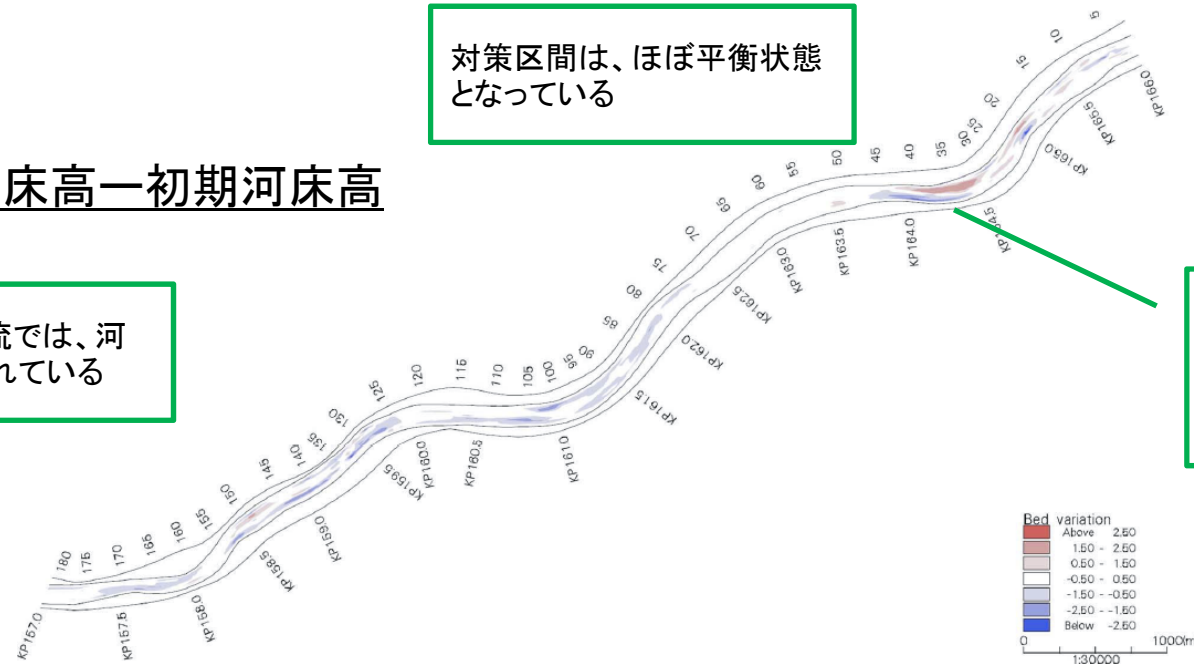
30年後



対策区間は、ほぼ平衡状態
となっている

30年後河床高一初期河床高

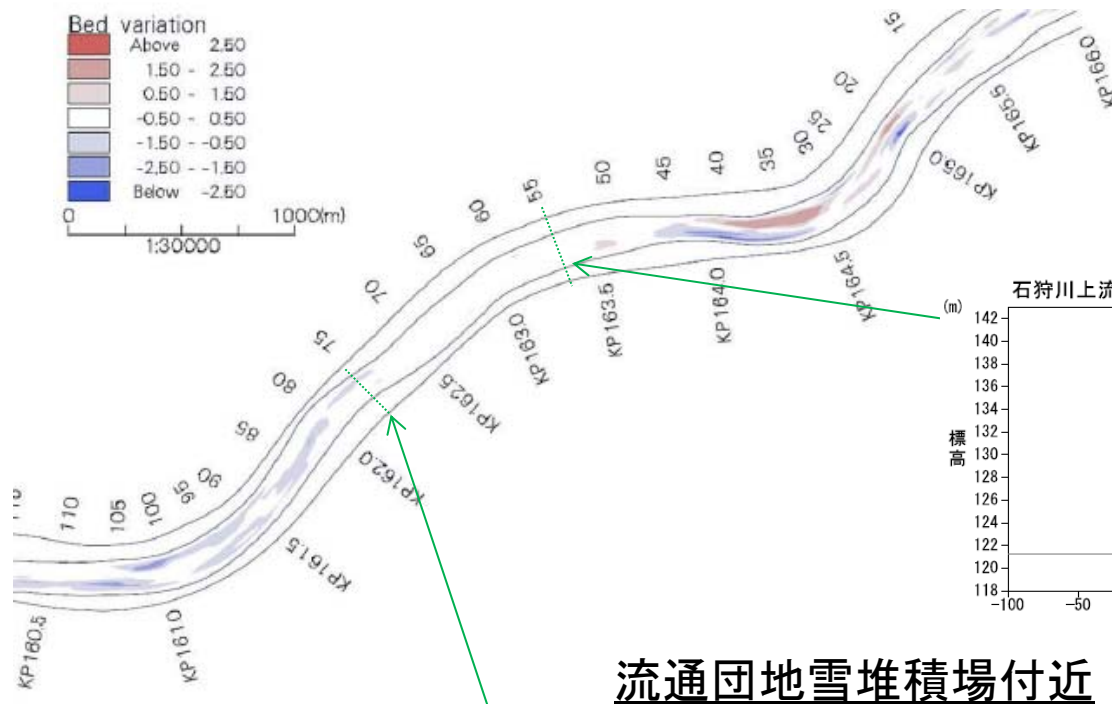
対策区間より下流では、河
岸付近が洗掘されている



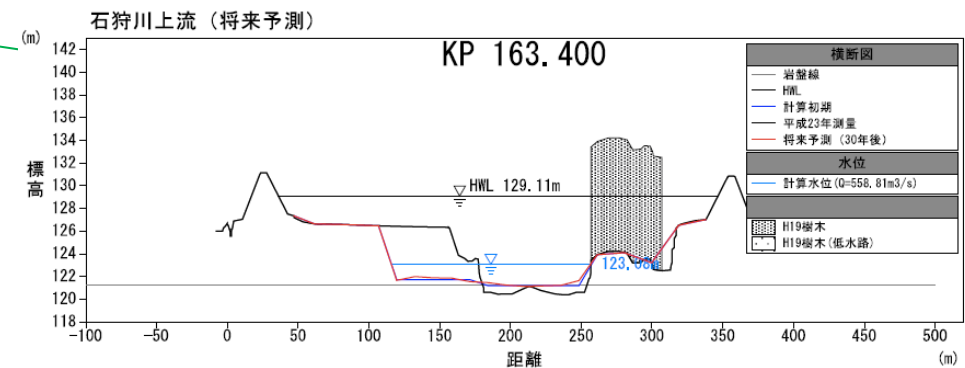
湾曲部外岸が洗掘され
ている。逆に内岸は堆
積している

雪堆積場箇所の河床変化

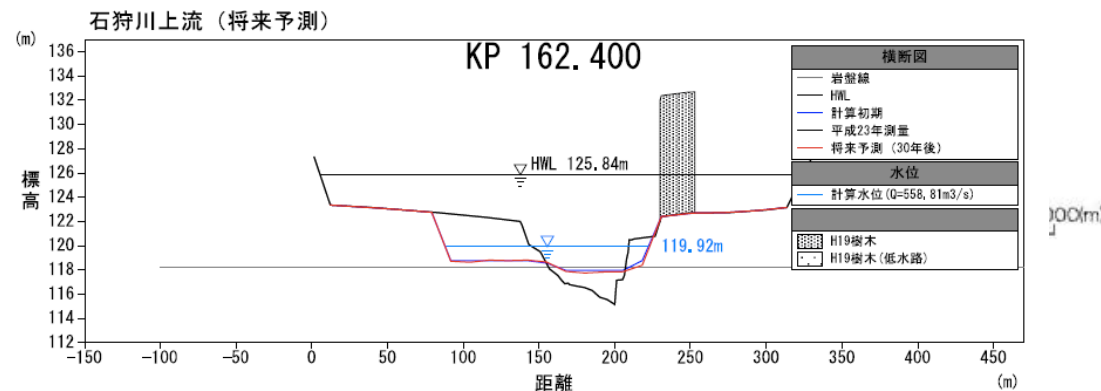
- 岩盤被覆で河道整正した箇所の変動ですが、下記結果から、ほぼ平衡状態で土砂移動が生じていることが考えられます



永山7丁目雪堆積場付近

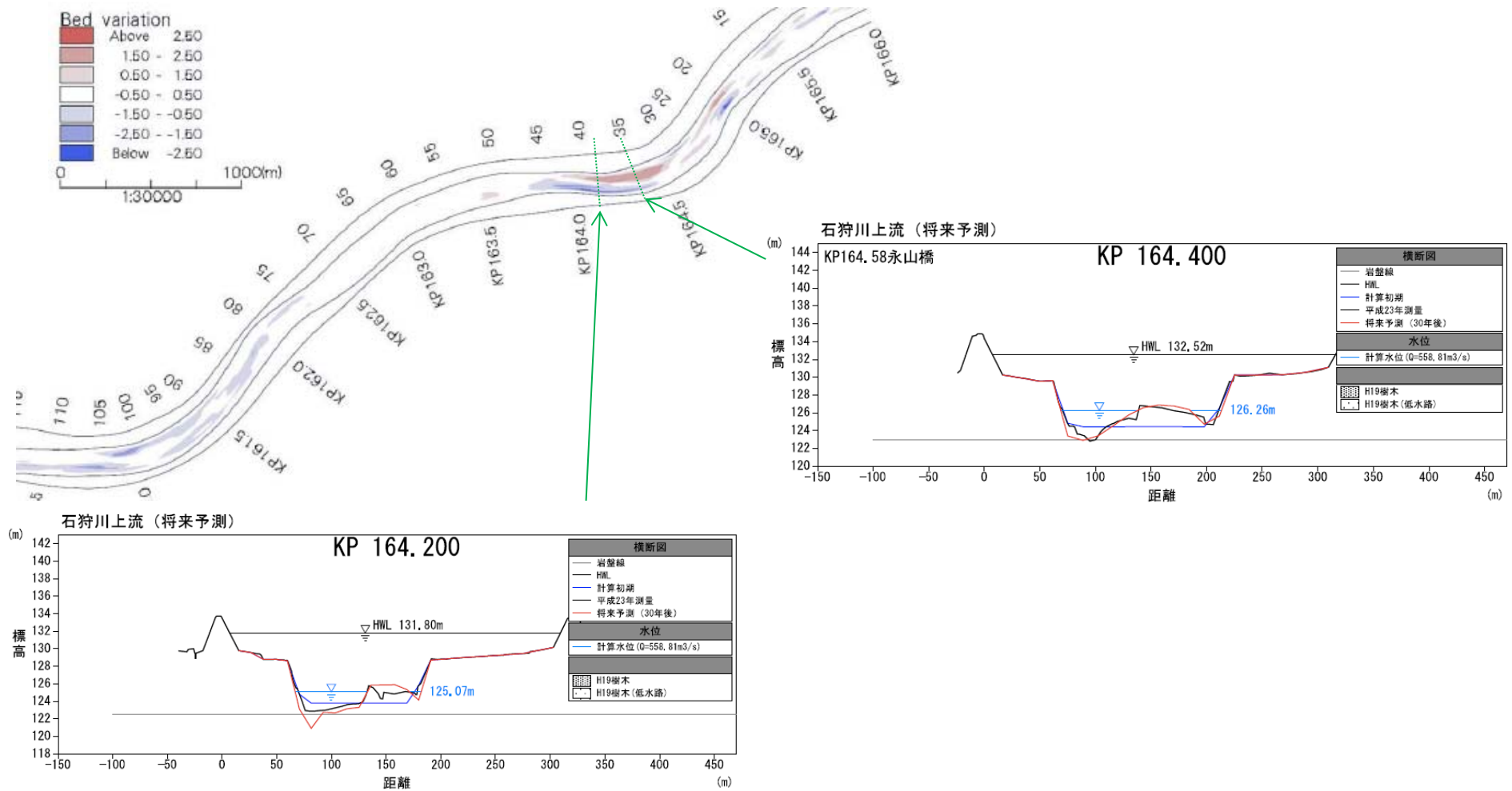


流通団地雪堆積場付近



永山橋下流湾曲部

- 岩盤被覆で河道整正した箇所ですが、湾曲部外岸が洗掘、内岸に土砂が堆積する結果となっています



対策予測計算と評価

- 河床低下による問題点を踏まえ、計算結果について評価をおこなった。

河床低下対策の 評価軸	無対策の将来予測	低水路拡幅案 縦横断流用
対策内容	・無対策 ・既設護岸の根継ぎ工事 で対応	・低水路拡幅 範囲： KP160.6-161.5(グラウンドなど) KP161.5-162.5(流通団地雪堆積場) KP163.1-163.7(永山7丁目雪堆積場) ・軟岩被覆 範囲：KP159.8-164.4 被覆高：現況平均河床高
護岸施設の破損等による堤防の安全性低下 以下で、評価。 河床高＞護岸法留高：安全 河床高＜護岸法留高：危険 ※護岸の力学的設計法より	安全性が低下する護岸延長は6.8km	安全性が低下する護岸延長は1.3km
橋脚周辺の洗掘による橋脚の安定性低下 以下で、評価。 最深河床－基礎上端部 ＞2m：安全 ＜2m：危険	新たに北旭川大橋の橋脚2本が根入れ不足になる	新たに根入れ不足になる橋脚なし
露岩箇所が増加による産卵床の減少 以下で、評価。 砂礫：産卵床となる 軟岩：産卵床とならない	・露岩面積が現況の1.56倍となる ・産卵環境の悪化が懸念される	・露岩面積が現況の0.89倍となる

まとめ

低水路拡幅と岩盤被覆による対策について

- 平均河床高は、縦断図上では対策実施区間より下流側で低下傾向にあったが、これは主に砂州の移動により河岸近傍の砂堆が流出した結果であり、河床低下の進行によるものではないと考えられる。
- 最深河床高はKP164.2～164.6を除き顕著な低下傾向はみられなかった。
- KP164.2～164.6は湾曲部外岸であること、また、KP163.8に向かって川幅が狭くなっていることが要因と考えられる。この区間の対応策が今後の課題。
- 全体的には効果的な対策であると考えられる。
- 今後の課題として、詳細を検討すべき事項はあるものの、本対策を軸として河床低下対策の実施していきたいと考えている