

2019年度 河川技術に関するシンポジウム
OS2「大規模洪水時の水理現象把握と今後の研究の方向性」
2019年6月13日 14:30～16:10

狭窄部と盆地部が連続する千曲川における大規模洪水 流下時の河道貯留・堤防浸透破壊危険性の評価と 今後の治水整備のあり方

中央大学研究開発機構

田端幸輔

北陸地方整備局（前 千曲川河川事務所）

堀内崇志

中央大学研究開発機構

福岡捷二

千曲川流域

- 下流側の信濃川への流入量を低減
- 独立した一つの河道システムとして捉える。

「これまでの治水の考え方」
治水施設を整備し，河道掘削，築堤を実施し，洪水を素早く安全に下流に流す。

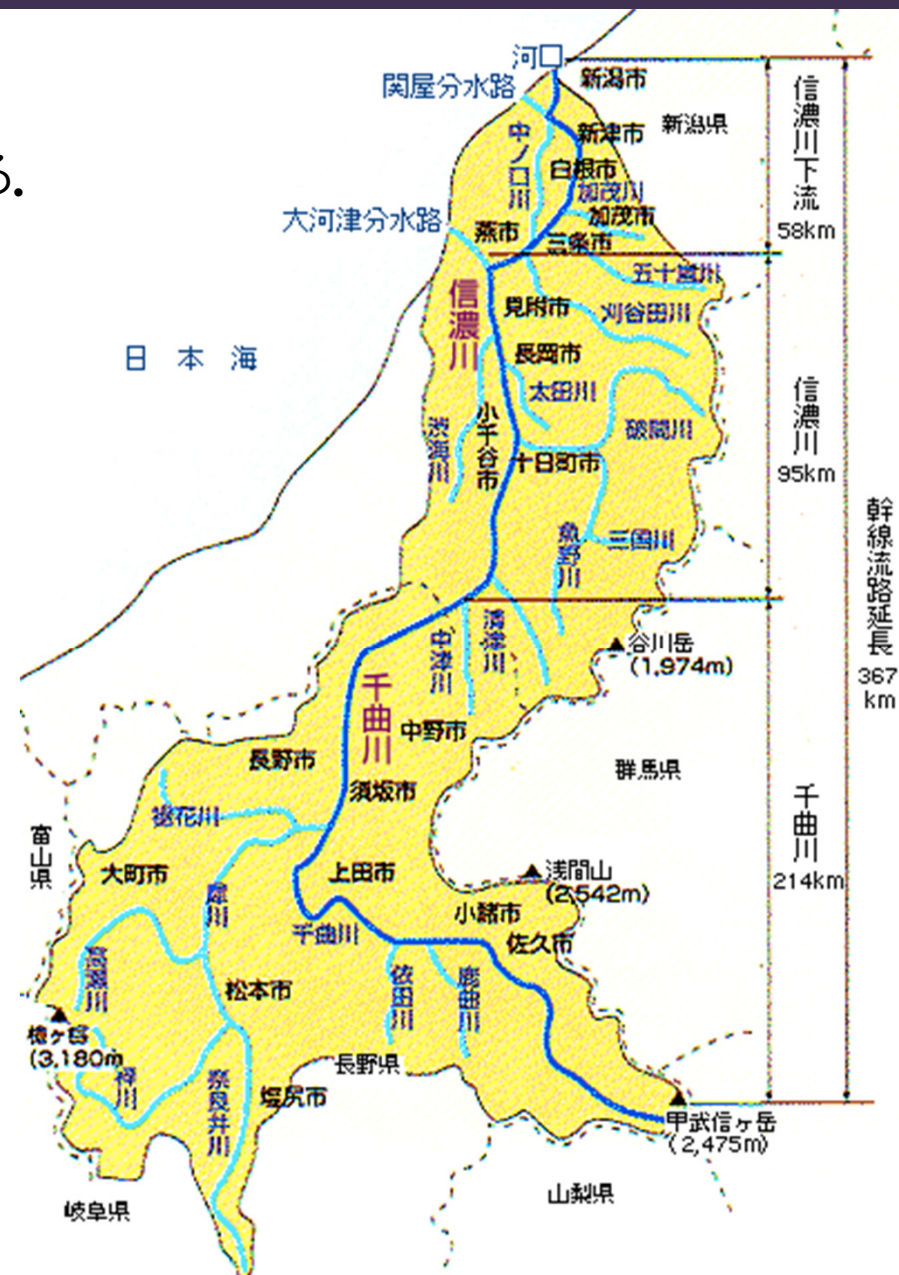


「現状の治水ストックを活かした治水」
流域全体の治水安全度を考慮し，施設や河道で貯留させながら，ゆっくりと洪水を流す。（※福岡，2017）

まず調べる必要のある項目：

- 現況河道に大規模洪水が発生した場合の水位，流量の伝搬，**河道貯留と河道特性**との関係
- 越水や浸透による**堤防の破壊危険性**の縦断評価
 - 河道横断面形，水衝部対策，堤防強化，粗度管理，流域対策等
 - 流域の水害リスク評価

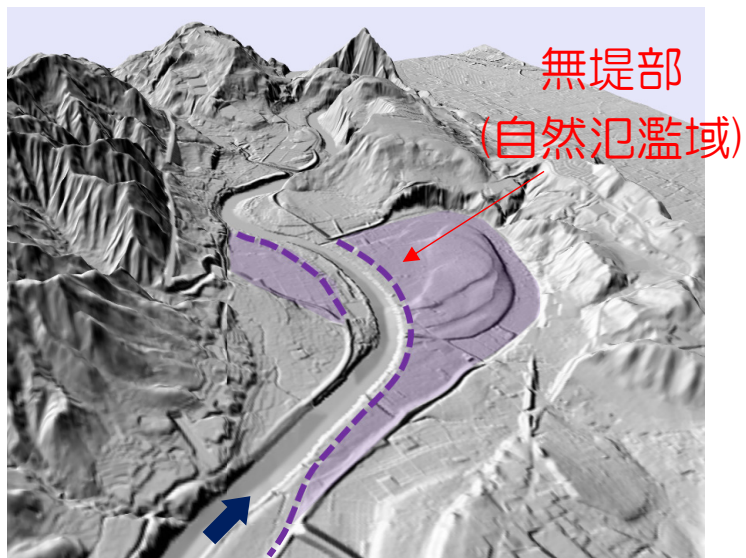
※福岡捷二：洪水水面形観測情報の広域的・統合的活用による流域治水の考え方の構築に向けて，河川技術論文集，第23巻，pp.251-256，2017。



千曲川・信濃川の流域図

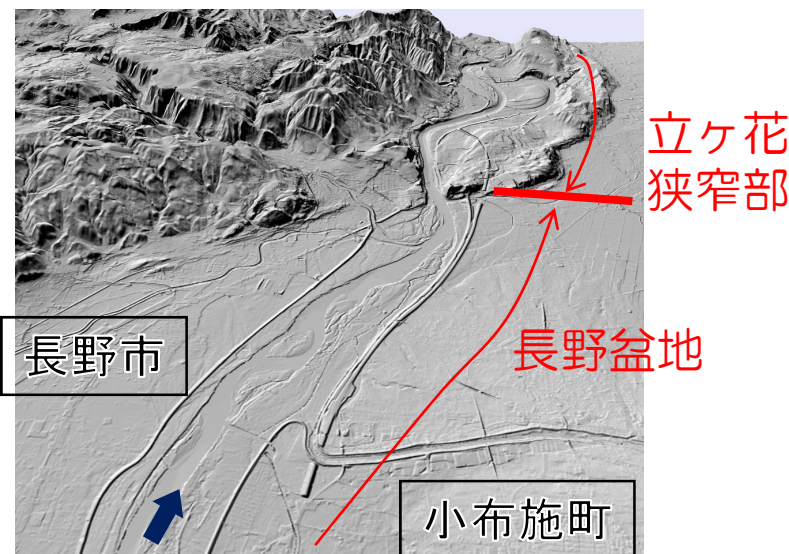
（出典：国交省 水管理・国土保全局HP）

背景（千曲川の河道特性）



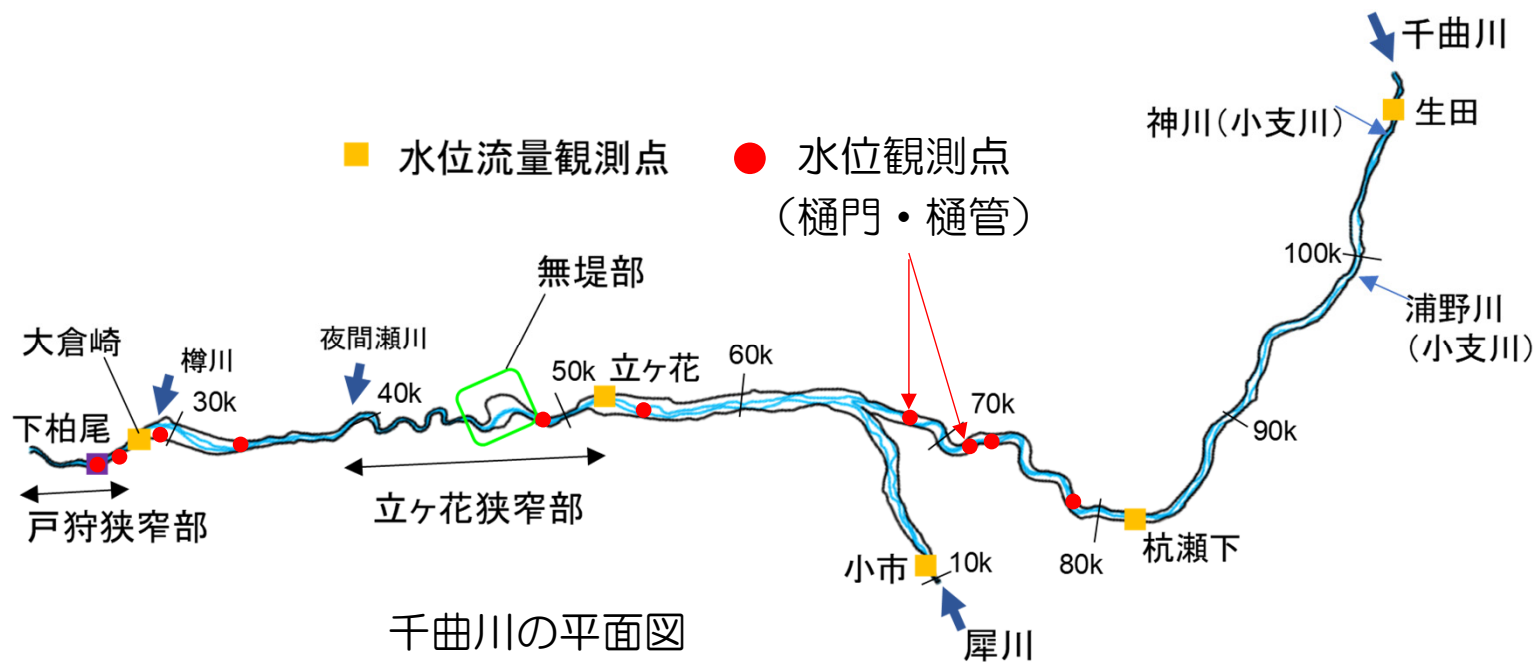
※地理院地図より作成

立ヶ花狭窄部の無堤部付近（48k）



※地理院地図より作成

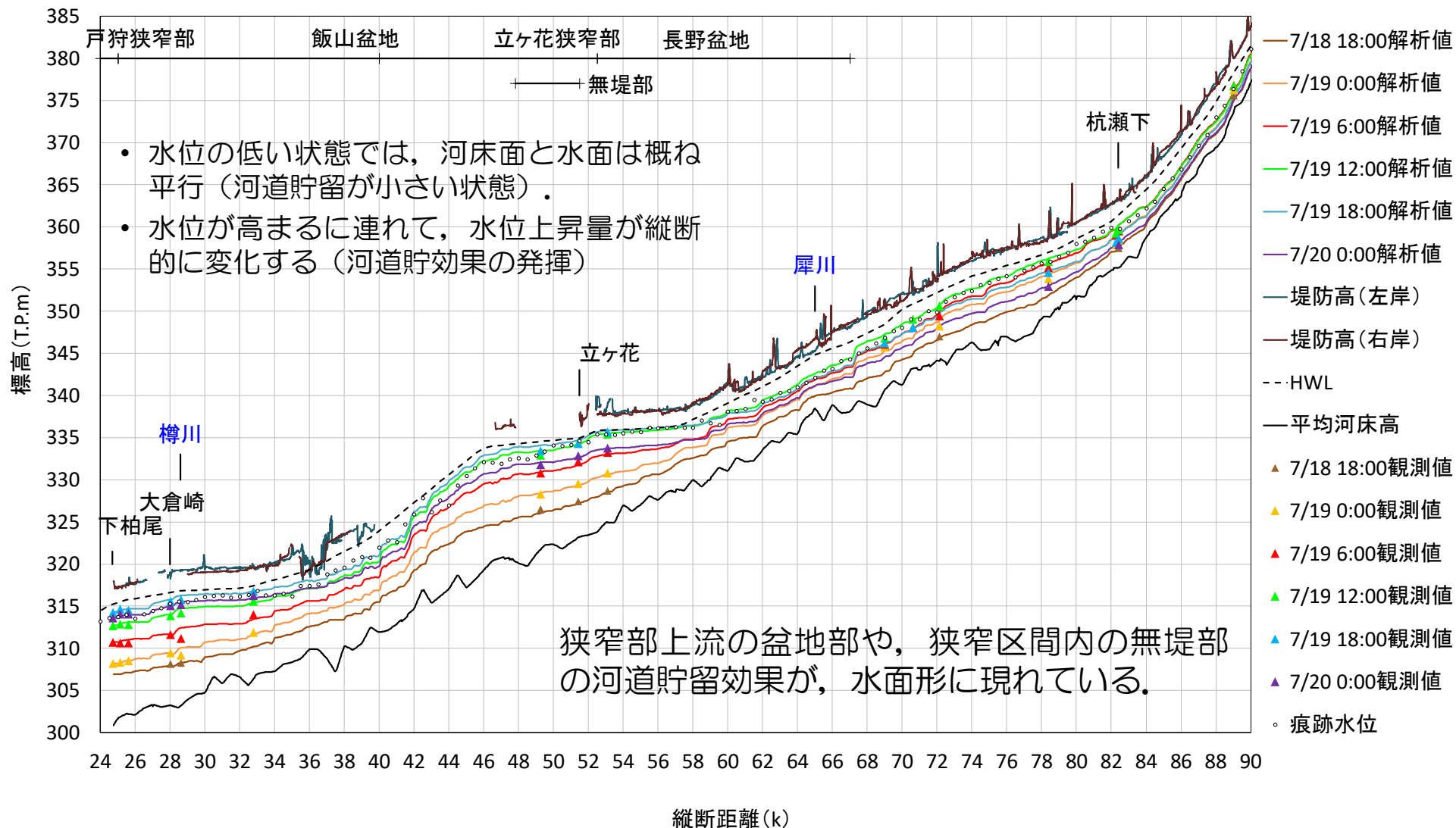
立ヶ花狭窄部付近（53k）



- 戦後第二位の水位を記録したH18.7洪水を対象に、観測水面形情報に基づいた千曲川全体の洪水流解析を実施し、河道特性と河道貯留効果の関係を明らかにする.
- 堤防脆弱性指標 t^* を用いて、千曲川の堤防浸透破壊危険性を明らかにする.
- 上記を踏まえ、今後の千曲川の治水整備のあり方を考察する.

観測水面形情報に基づいた洪水流解析

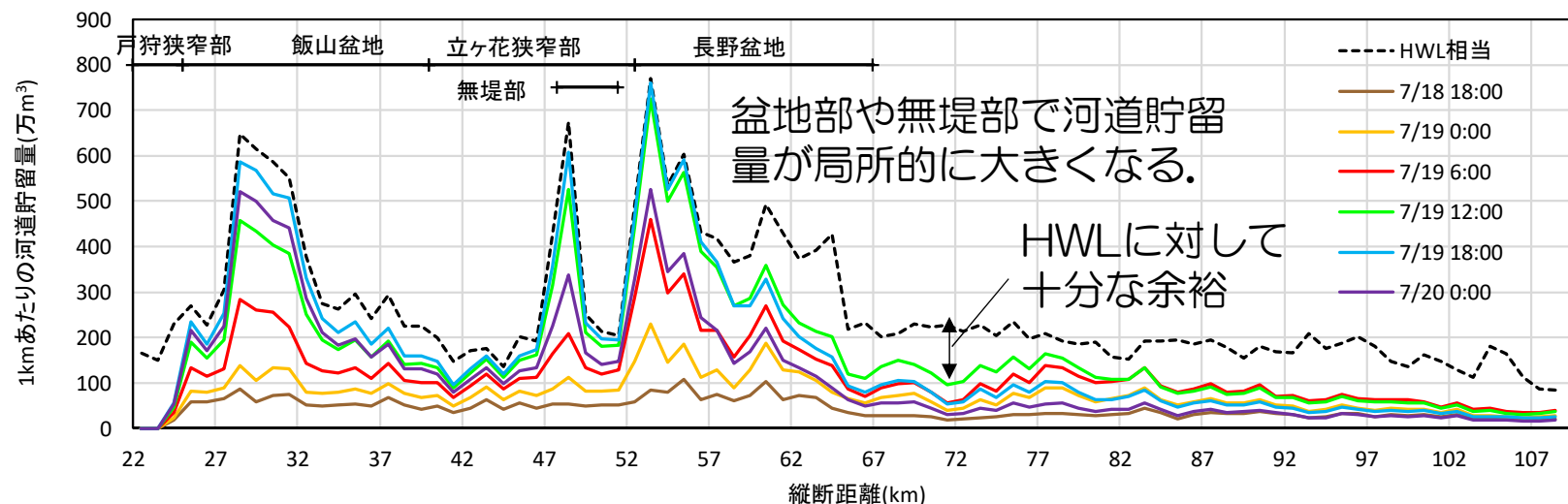
千曲川，犀川を考慮して，**広域の観測水面形情報に基づいた洪水流解析**を実施。
河道特性と洪水流下特性の関係を分析した。



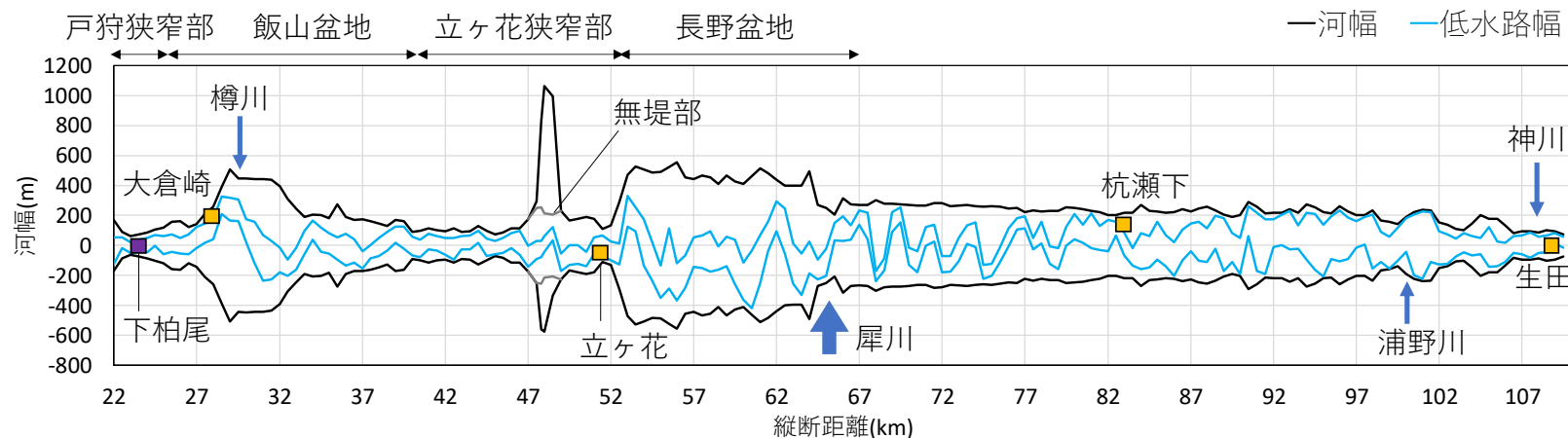
水面形の時間変化の解析値と観測値の比較（千曲川24～90k）

河道貯留量の縦断特性の把握

水面形に基づいた洪水流解析で得られた各地点の流量ハイドログラフから、1km区間毎の河道貯留量 S ($dS/dt=Q_{in}$ (流入流量) $-Q_{out}$ (流出流量)) を算出し、**河道貯留量**、**河道特性の関係**を分析。



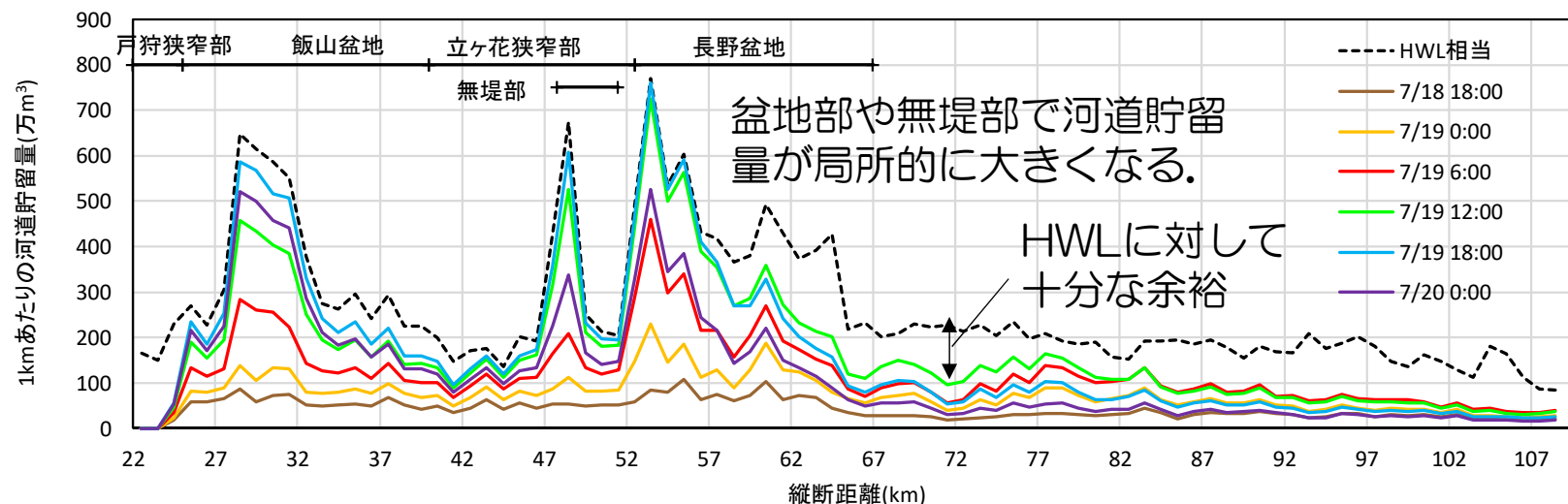
1km毎の河道貯留量縦断分布の時間変化



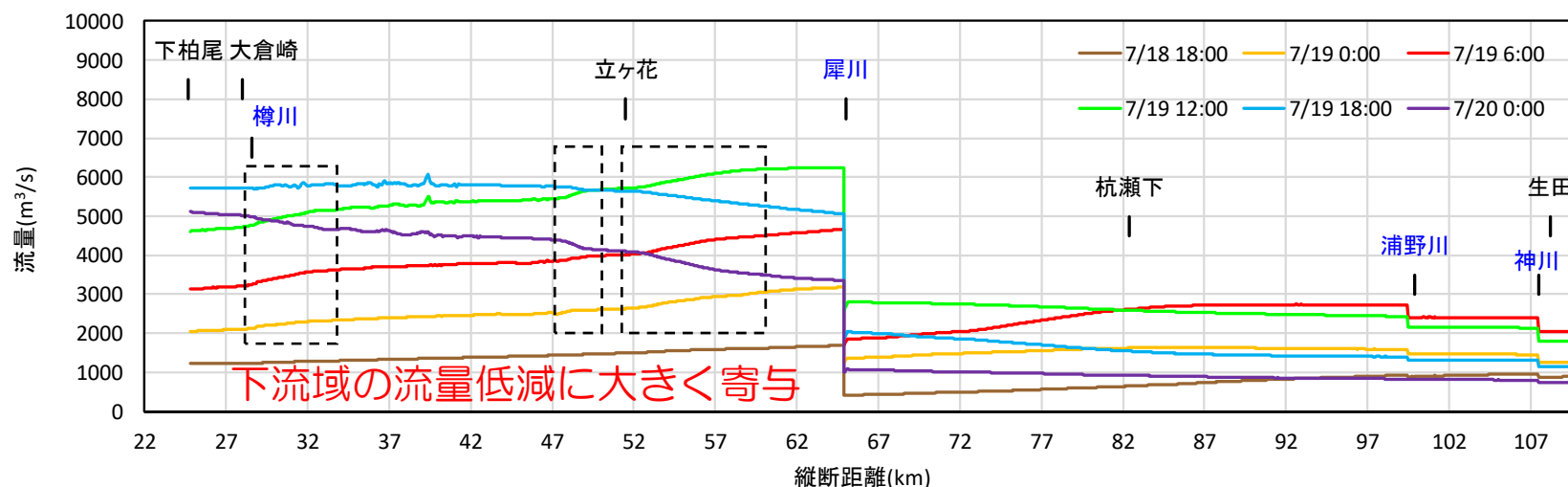
河幅の縦断分布

河道貯留量の縦断特性の把握

水面形に基づいた洪水流解析で得られた各地点の流量ハイドログラフから、1km区間毎の河道貯留量 S ($dS/dt=Q_{in}$ (流入流量) $-Q_{out}$ (流出流量)) を算出し、**河道貯留量**、**河道特性の関係**を分析。



1km毎の河道貯留量縦断分布の時間変化

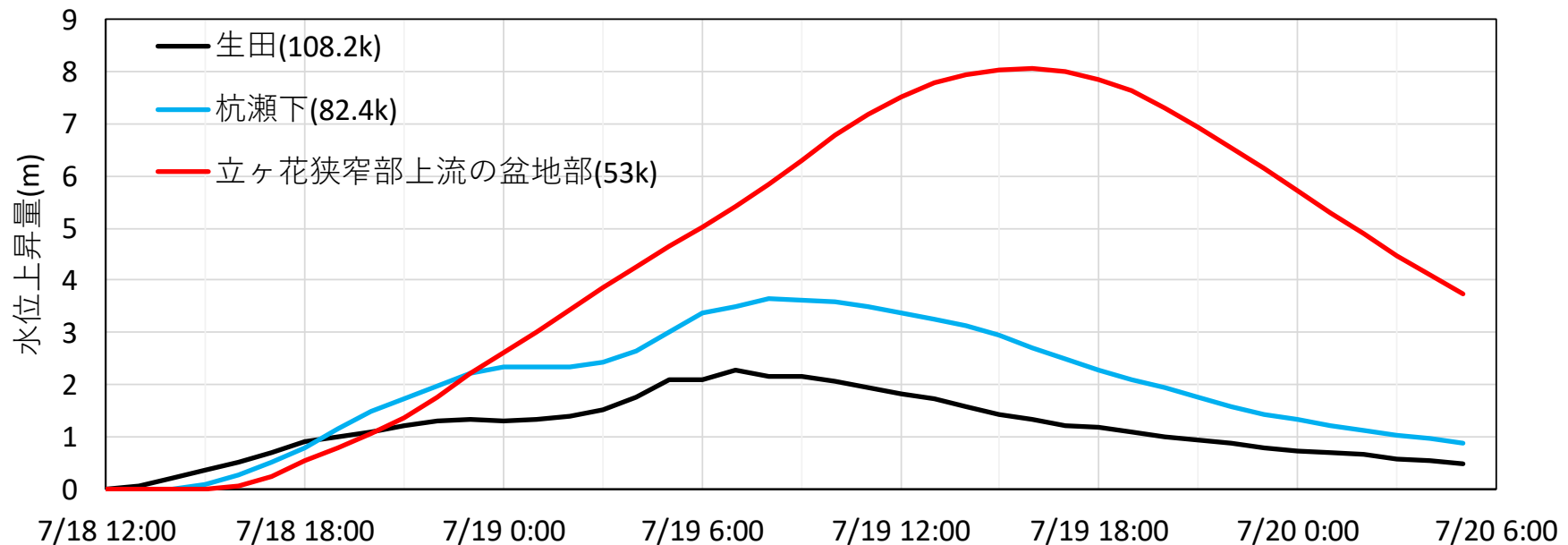


流量縦断分布の時間変化

水位上昇～下降までの一連の洪水波形に対する堤防脆弱性指標の算定

立ヶ花付近は河道貯留効果が高く、流量低減に寄与するが、このことは、**高水位が長時間継続**することを意味しており、堤防越水や浸透破壊に対する危険性が高まる。

無次元力学指標である**堤防脆弱性指標**を用いて、河道貯留による洪水水位の長期化が生じる長野盆地区間の堤防を対象に、浸透破壊危険性を検討した。



河道貯留の大きい立ヶ花上流部と他観測点の水位波形の比較

水位上昇～下降までの一連の洪水波形に対する堤防脆弱性指標の算定

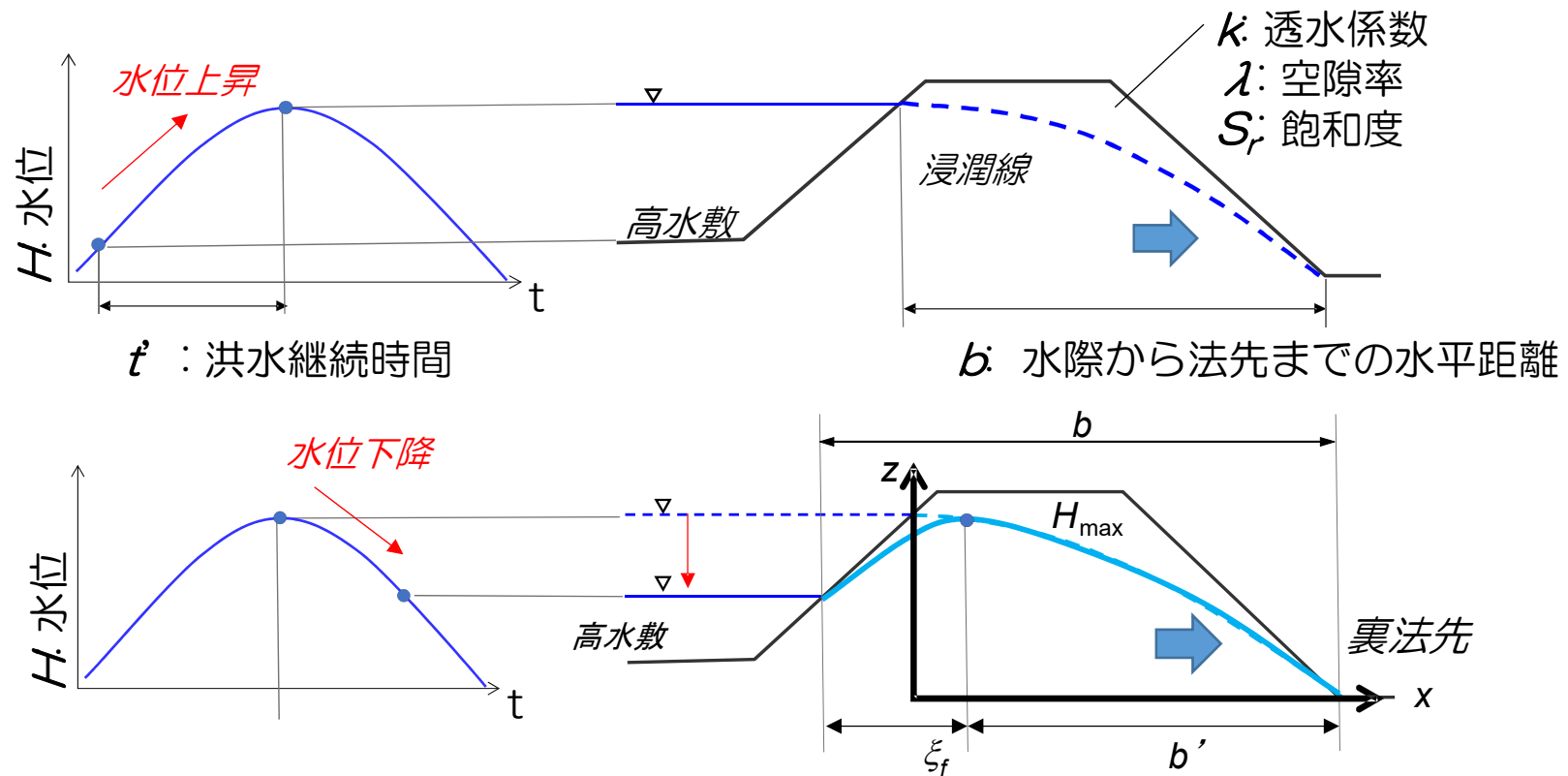
堤防脆弱性指標

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{水位上昇期} & t^* = \frac{5}{2} \frac{kHt'}{\lambda b^2} \\ \text{水位下降期} & t^* = \frac{5}{2} \frac{kH_{\max} t'}{\lambda b'^2} \end{array} \right.$$

堤防脆弱性指標の値と破壊形態の関係

$t^*=0.01 \sim 0.1$: 裏法滑りの発生危険性大

$t^*=0.1 \sim 1$: 堤防決壊の危険性大



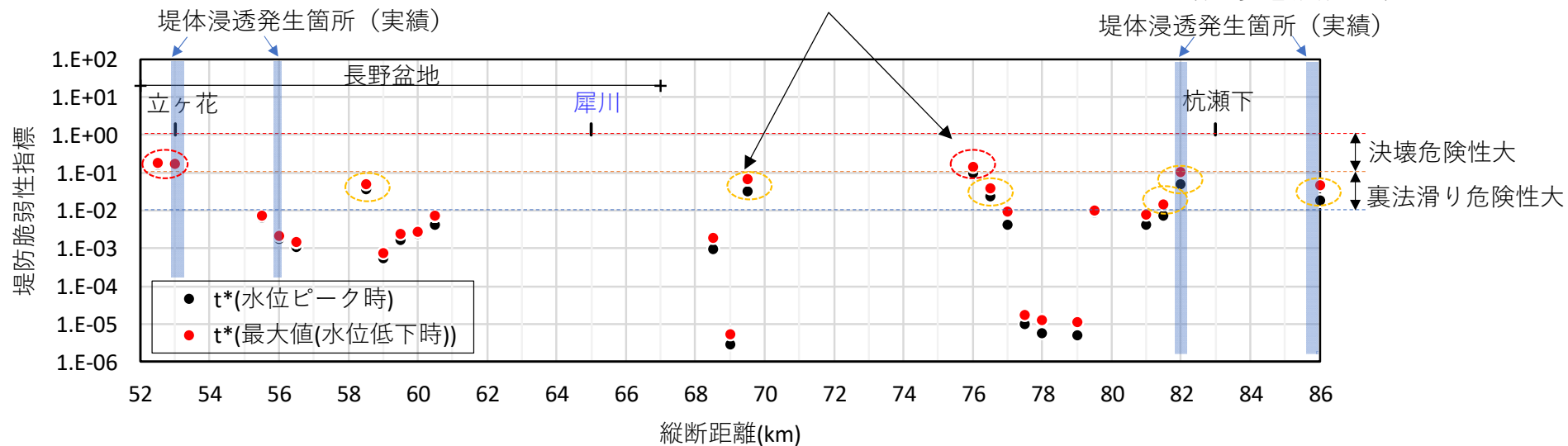
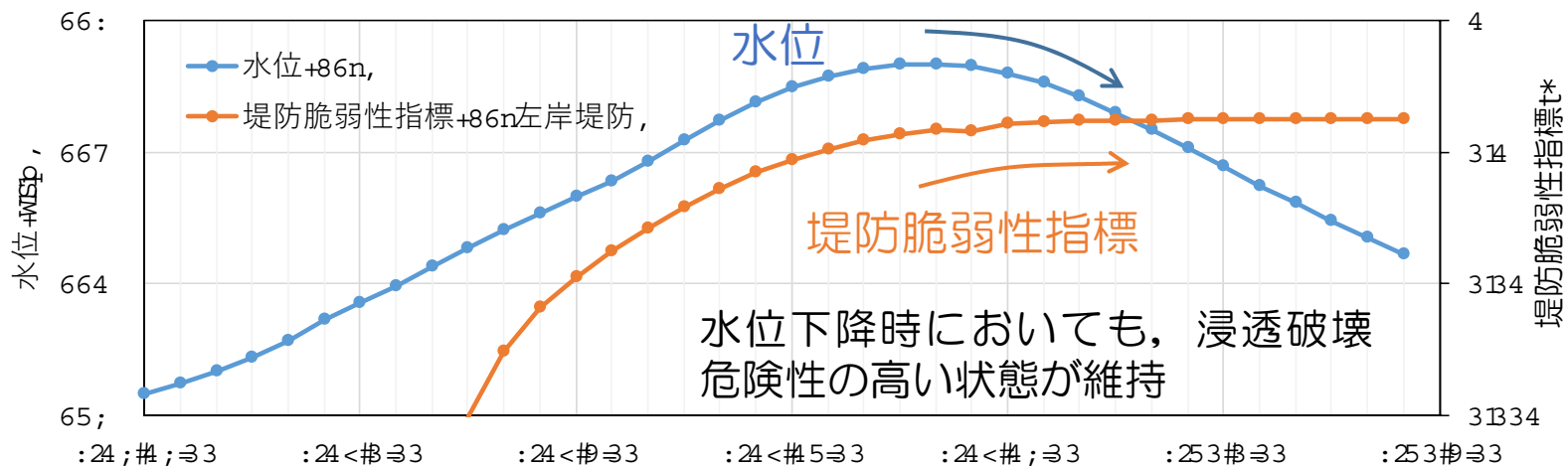
河川水位の変動に応じた堤体内浸潤線の挙動と
堤防脆弱性指標に用いる変数の定義

水位上昇～下降までの一連の洪水波形に対する堤防脆弱性指標の算定

t*が0.01を越える箇所が見られる。これらの箇所では堤体漏水の発生が確認されており、危険性を看過できない。

○ : $t^*=0.01 \sim 0.1$ (裏法滑り危険性大)

○ : 0.1~1.0 (決壊危険性大)

堤防脆弱性指標 t^* の縦断分布（千曲川左岸堤防）53k左岸堤防に作用する河川水位と堤防脆弱性指標 t^* の時間変化

- H18年7月洪水では、狭窄部上流の盆地部、無堤部の河道貯留効果により、下流域の流量を大きく低減していたことを明らかにした。
- 高い水位が長時間継続する狭窄部上流では、堤防脆弱性指標 t^* が上昇し続け、浸透破壊の危険性が高まる。更なる大規模洪水時には越水の危険性もあることから、浸透及び越水に対する堤防強化対策の必要性が高い。
- 千曲川では、**地形的特徴に起因する河道貯留機能を活かし、洪水をゆっくりと下流に流すことを基本とした川づくりが有効**である。このためには、流下能力に余裕のある区間の河道貯留量を高め、狭窄部上流部の水位を低減できる河道対策、越水や浸透による堤防被災の危険性を軽減するための堤防強化対策を検討していくことが重要である。