

河川シンポジウム(含む河川技術論文集)

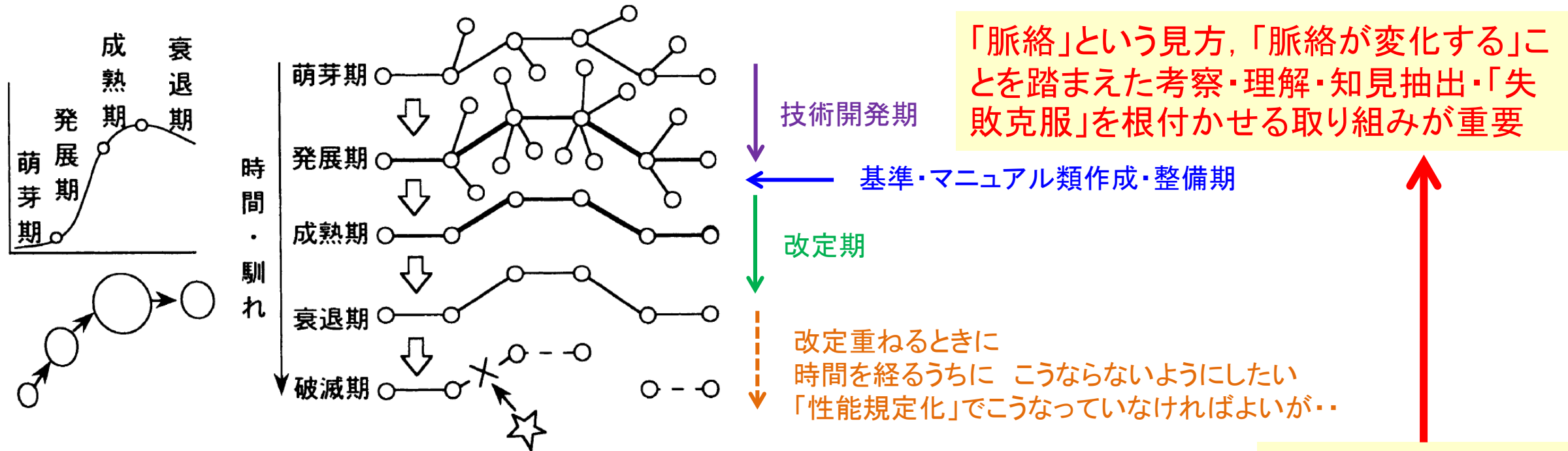
- 各技術者・研究者の日頃の調査研究成果を披露し、(技術者・研究者の自由な発想を尊重しつつ)議論し・褒め称えあう場

+

- 「河川技術上の重要課題あるいは分野について、必要なインターフェース的機能を確保しつつ、調査・研究活動等を実施し、課題分析、知見の体系化、発展の方向性や技術水準の提示などを行う(会則第3条より)」場となってほしい。
- ⇒ディスカッションを1週間延長します

好循環形成の障害

2/3基準・マニュアル類信奉の落とし穴



「脈絡」という見方, 「脈絡が変化する」ことを踏まえた考察・理解・知見抽出・「失敗克服」を根付かせる取り組みが重要

「脈絡」を整理・把握する方法は, 失敗克服だけでなく, 技術開発, 成功要因分析でも有効.

図6 経済性追求による失敗の必然性
 技術の成熟に伴って脈絡は変化する。成熟期になると選択枝は切り捨てられ、メインのルートだけが許され、ひ弱なルートになり、破滅する。

河川部会は、「脈絡」の整理・共有を大切にすべき！

出典: 畑村洋太郎: 失敗学のすすめ, 音声言語医学, Vol.43, pp.182-188, 2002 に加筆

好循環形成の障害

2/3基準・マニュアル類信奉の落とし穴

基準類で表現できない

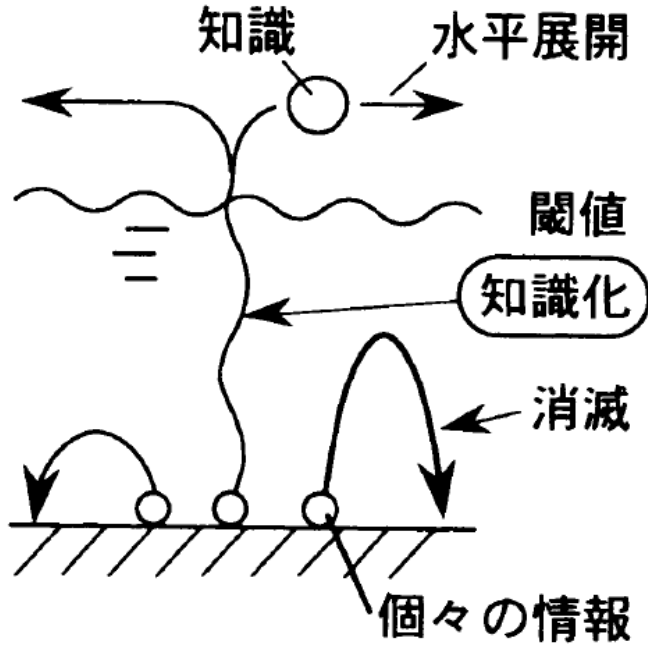
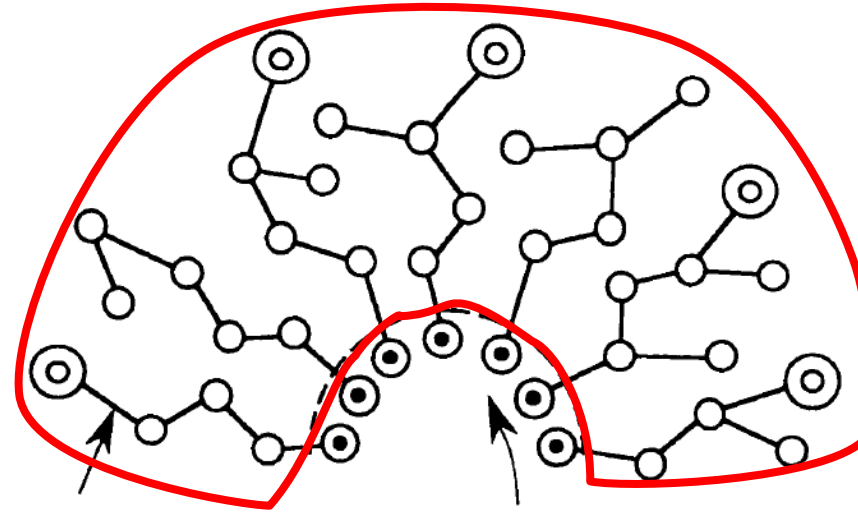


図8 失敗情報の知識化の必要性

情報のままでは伝わらない。
知識にして初めて伝わる。

基準類で表現できない



表現されていない失敗の脈絡

結果として表現されているもの

図9 失敗に至る脈絡伝達の必要性

失敗の結果だけでは何も伝わらない。
そこに至る脈絡を記述して初めて伝わる。

人は理解しなければ(失敗(成功))知識を使うことはできない。結果だけが表現されていても理解はできない。失敗(成功)に至る脈絡(どのようなことに迷い、どのようなことを試し、どのような失敗(成功)をしたかについて記述)が記述されてはじめて理解することができる。

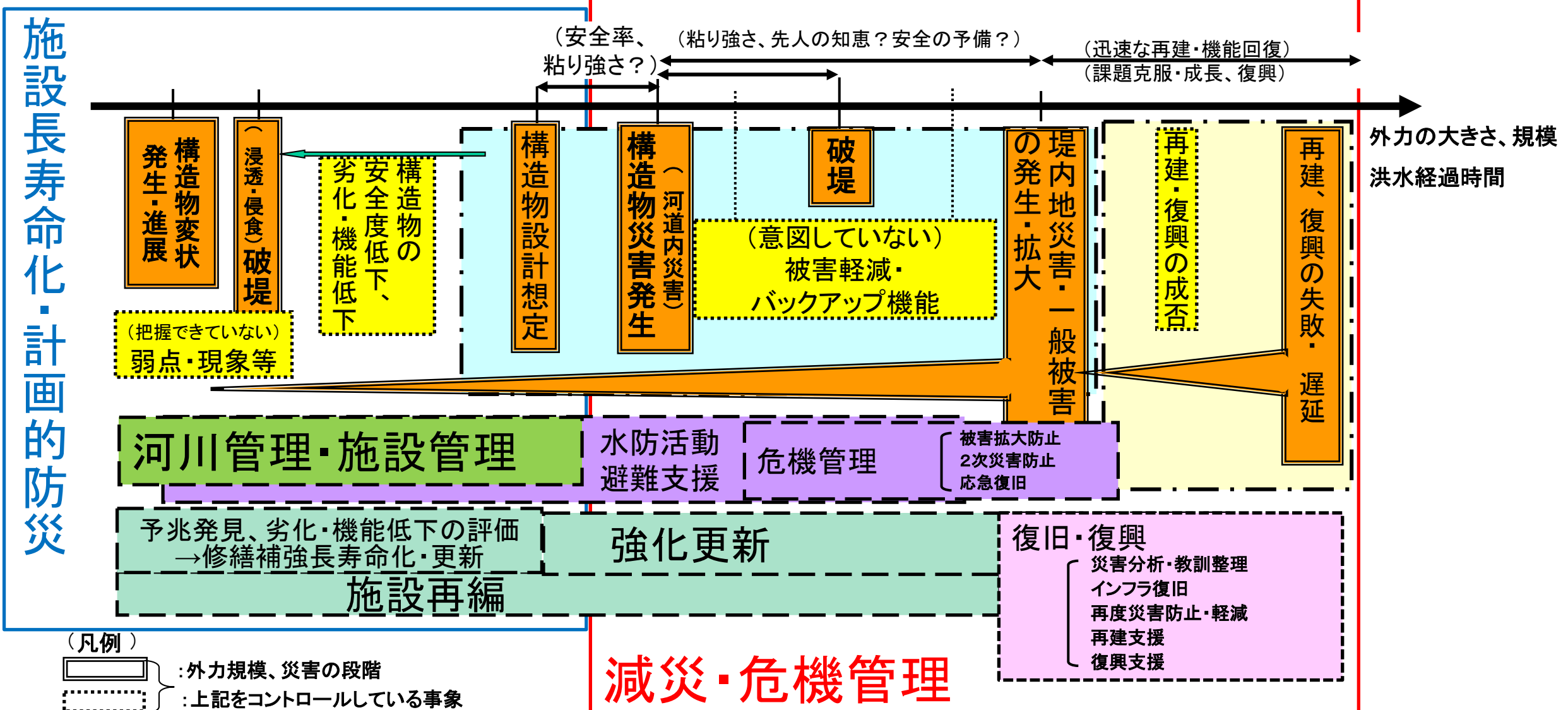
それにはまず、事象・経過・原因・対処(その失敗(成功)の進行にどのように対応したか)・総括などの項目に従って記述することが必須である。

そしてこれらを知識化する必要がある。更にこの失敗(成功)に対して行った対策・失敗(成功)の起こった背景・この失敗(成功)の後日談、またこの失敗(成功)に関連して思い浮かんだ四方山話などを記すことが非常に有効である。

<参考> 堤防既往研究・図書（主に浸透・侵食）

- 山村和也(1969):河川堤防の土質工学的研究, 土木研究所資料, 第688号, 1969
 - 山村和也氏講演集「河川堤防の災害と現状認識について」(1996 国土技術開発センター)
- 中島秀雄(2003):図説 河川堤防, 技法堂出版, 2003年9月
 - 瀬川明久(2004):河川堤防の漏水対策技術(第3版), (財)北海道河川防災センター, 2004年8月
 - 国土技術センター編(2007):改定・護岸力学設計法
 - 国土技術センター(2012):河川堤防構造検討の手引き(改訂版)
 - 山本晃一(2017):河川堤防の技術史, 公益財団法人河川財団企画, 技法堂出版, 2017年10月
現基準類の解説書
- 福岡捷二(2006):洪水流の水面形観測の意義と水面形に基づく河川の維持管理技術, 河川技術論文集, 第12巻, P.1-P.6, 2006年6月
 - 吉川勝秀(2011):新河川堤防学 河川堤防システムの整備と管理の実際, 技法堂出版, 2011年11月
施設能力超過洪水

構造物の変状から一般被害拡大までの洪水応答



河川構造物の洪水応答とは

- ・その他の外的作用
- ・取り巻く諸条件の変化

背景、前提

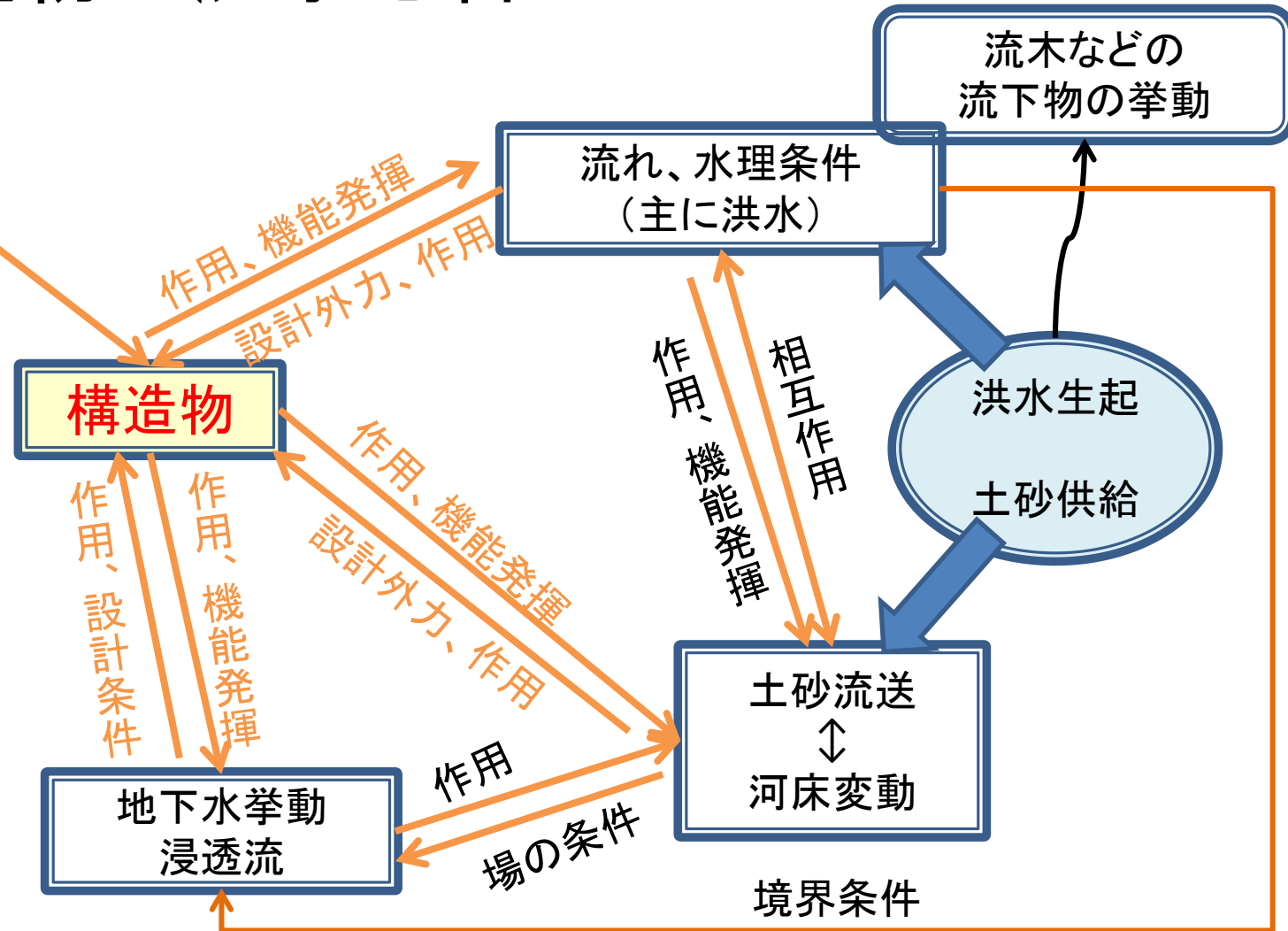
- ・ 河川インフラ整備における役割、位置づけ
- ・ **ニーズの新展開**
- ・ 設置実績と評価の蓄積
- ・ 施工性、投入可能コスト
- ・ 必要な寿命、メンテナンス容易性の確保

諸元・構造

- ・ 種類
- ・ 基本的な構造、諸元、形状
- ・ 使用する材料

設計上の要件

- ・ 所定の性能確保、機能発揮
- ・ これらの経時変化の制御性確保



水理現象を主体とした相互作用系

河道で作用しうる外力と施設設計

洪水対応における施設管理者の役割

植生・土砂堆積・
整備手順
流下能力管理
洪水調節
ダム・堰・機場操作・

河道・ダム
管理者の
責任含む

・能力確保義務
・技術者良心としての工夫・貢献

河川管理として、
越流対策を行う
余地・理屈もある

・設計対象外
・破堤決壊氾濫前提で住民・
自治体は避難等の措置とする
・越流強化や氾濫流制御は施
設設計・管理の範囲外

<避難等支援措置>
・浸水想定区域
・ハザードマップ
・洪水予報
・水位周知
(・粘り強い構造)

住民・自治体(避難・水防)
河道管理者(流下能力確保)
(堤防管理者責任無)

技術者の良心として工夫・貢献

現行法制度上、越流
対策は「地域の自
衛」「水防」が主体

減災

HWL
△
暫定堤防においては
天端高ー余裕高
↓ 余盛高
◇ 余裕高

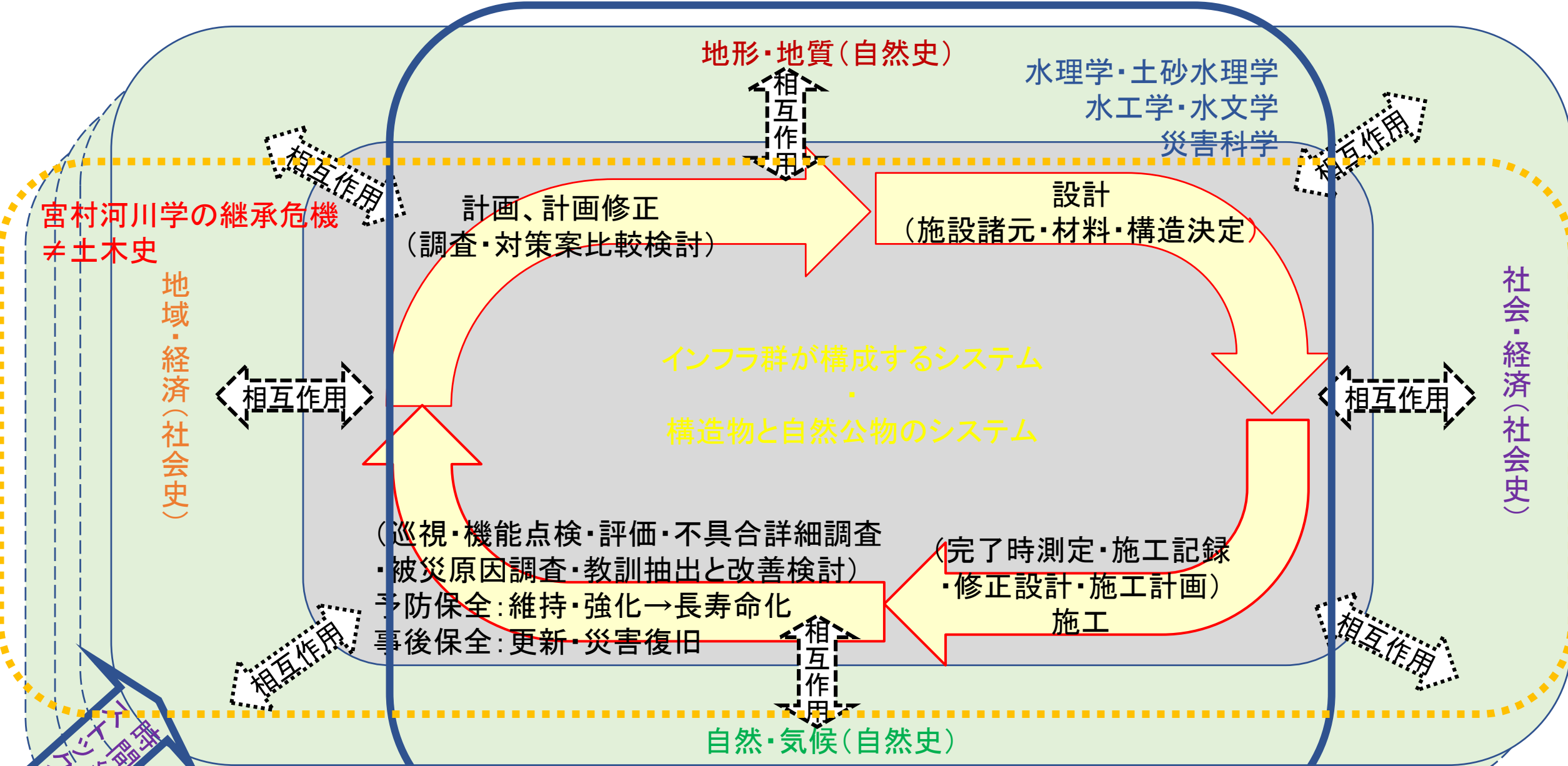
・安全となるよう設計・管理。
・ただし地盤弱点・堤体土層構
造等把握の不完全さ内包

堤防管理者の責任
水防(自治体等)による補完

安全確保
義務

河川管理、水防とは別に「危機管理」とする選択肢もありうる

構造物マネジメント・構造物群システムと周辺の相互作用



宮村河川学の継承危機
≠土木史

地域・経済(社会史)

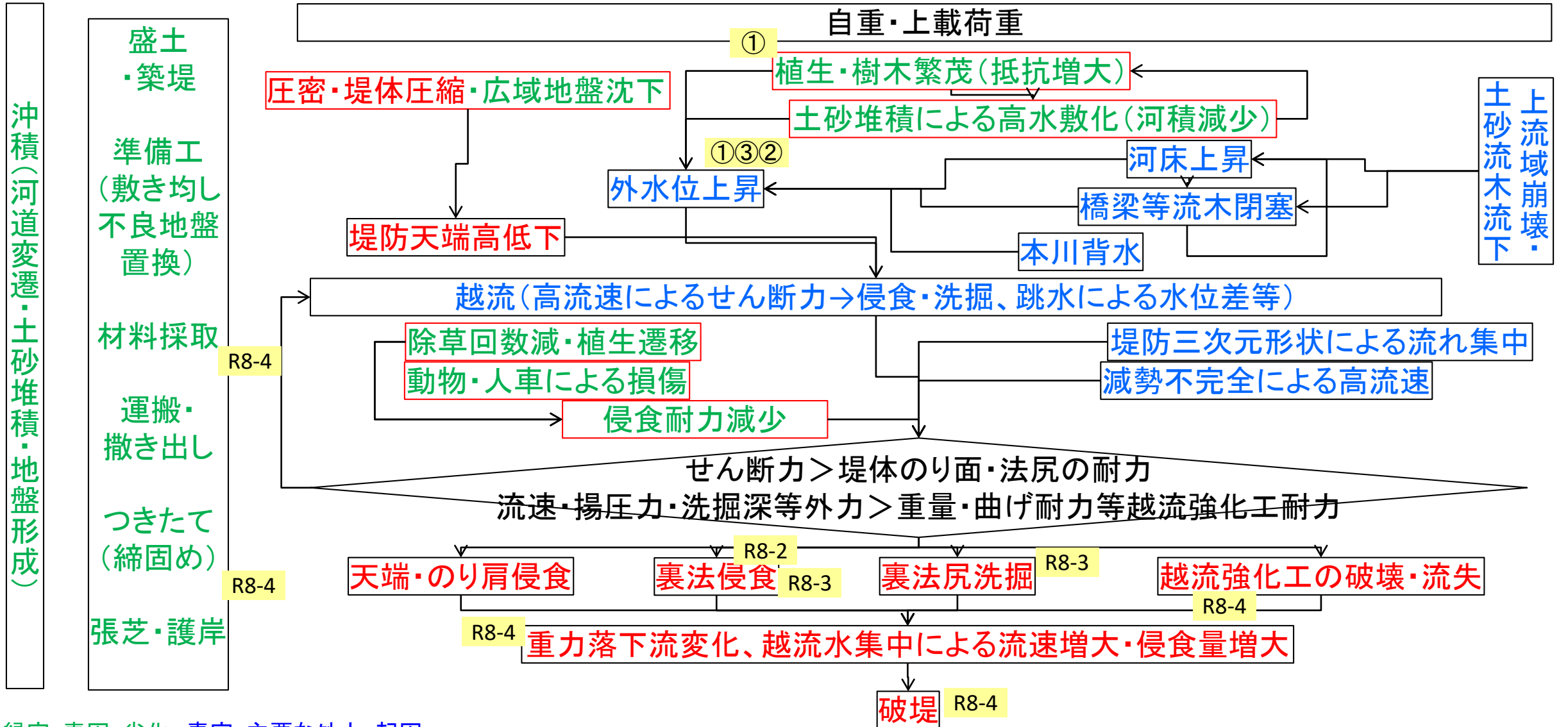
国土
審議会

「計画」「設計」はマネジメントの局面の1つ。「計画」や「設計」に偏重すべきでない

越流技術変遷

- 越流堤防の構造設計に関する研究(1971山村 土研報告142号): 渡良瀬遊水地越流堤(Asフェーシング)設計の考え方(空気抜き必要, As被覆厚決定は浮上しないこと, 逆止弁付き排水管)
- 加古川堤防質的強化対策調査報告書(1988土研資料2621号): アーマレビー設計のとりまとめ
- 荒川第一調節池Asフェーシング被災(1999洪水): Asフェーシング被災はウォータークッション減勢時の跳水発生に伴う水面押し下げにより発生する過剰揚圧力の曲げモーメントによる。
- 透気性(排気性)材料を用いた堤防裏法越水強化工法の水理的評価と技術的位置づけについて(2001河川技術論文集第7巻): フロンティア堤防(那珂川越流対策検討水理実験)
- 耐越水堤防整備の技術的な実現性検討委員会報告書(2008土木学会): (現状では)計画高水位以下の安全性と同等の耐越水堤防技術はない。
- 津波に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討(2014土木学会論文集B2(海岸工学)): 津波に対する粘り強い構造検討水理実験等
- 令和元年東日本台風による荒川第一調節池流入堤被覆工の被災メカニズム・噛み合わせブロックによる被覆工の流入堤への適用性(2021河川技術論文集第27巻): 荒川第一調節池流入堤アスファルトフェーシング被災原因(流入量が復旧時の想定超過, 排水管の逆止弁なし), 復旧工法検討水理実験
- 河川堤防の強化に関する技術検討会報告書(2022): 今後の越流強化の方向性

洪水流に対する応答（越流） 私見



緑字: 素因・劣化, 青字: 主要な外力・起因,
 赤字: 狭義洪水応答・地盤変形応答, 紫字: 一般被害発生・拡大

越流総括 今後の技術開発・研究の方向は？ 加筆をお願いします

- 越流強化に関する力学に基づく技術的な知見が増えているのは頼もしい。ただし、要素技術の投稿、←ウォータークッションの状況に応じた対策研究も必要か。跳水のできる位置、水面変動の大きい位置が川裏側堤防の中腹にできるので、砂質堤防の場合は法肩侵食と合わさって侵食が早まる可能性はないか等。田中先生
- 要素技術を束ねる部分が投稿されない(国交省の委員会で整理済という扱いか)。
- 現在、越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」に関する公募を行っており、民間企業等が実験を行いながら技術開発を進めているものと思う。様々な堤防強化工法のパッケージとしての性能を評価する実験結果などの蓄積が進むことが期待される。(三好さん)
- 併せて、様々な堤防強化工法の粘り強さ(堤防強化を実施した堤防(粘着性を有する土)の侵食過程)を評価可能な解析モデルの開発が進むと良い。実験だけでは、実験を行った条件だけでしか、性能を評価できないため。(三好さん)
- 継続したい脈絡:河床高が堤内地盤高より高い天井川で破堤したら締切り容易でない(カスリーン)、内水・かすみで堤内地水位があるとウォータークッション期待できる場合あり、耐力は引張り破壊応力と根毛層(裏法植生維持も重要)、法尻の圧力増大範囲にエプロン替わりの道路等あれば有効、天端保護あれば自由落下(エネ保存流速)で洗堀、砂質土は法肩から、粘性土は法尻から洗堀・侵食、吸出し防止材では浸透にも要注意(土留の機能持つドレーンが重要)。
- 天端高把握と設計超過外力(堤防満杯規模)対象の流下能力・水位縦断形把握(洪水時の把握だけでなく・出水期前や洪水来襲時の水位縦断形予測)との連携が重要。
- 水防工法の捉え方が、イベント限りのその場で実施しうる対策の発想から広がらない。水防従事者の安全を考えれば、命の危険を冒す工法難しくなると思料。事前に水防工法を行っておく選択肢も考えることはできないか?←私もそう思います。堤防の不等沈下で低い箇所はある程度把握できるので、そのような場所の法肩、法尻部分に土のうを並べておくだけでも効果がありそうである。シート張りは川裏側植生に影響を与えそうなので、何日前くらいからなら影響を与えないか等。田中先生
- 堤防も最初の整備は地元実施であり水防工法と変わらない。広村堤防も地域が整備。民間資金による強化や整備を河川管理施設でなく「水防」と位置付けることも視野に入れてはどうか。
- 越流したが破堤しない割合が時代とともに増えている。施工等で強化されたこと仮説でよいから説明できないか(施工管理(締め度向上)向上、ドレーン工普及で浸透との複合作用減、天端舗装進んだ、裏法勾配緩くなった・・・等)。
- 意図せず侵入してくる竹林の根茎層の耐侵食強度が強そう。裏のりに(意図せず)生育している場合の耐越流強度が評価できるとよさそう。←一竹に限らず、ヨシやオギなども地下茎を複雑にからめ合うので耐侵食力は高そうである。現状では亀裂が見えないことを理由にこれも草刈りの対象だと思うが、生えても許容できる植物の可能性もある。また、多様な植物相は根の構造も多様にするという論文もあるので、「100%の維持は難しい芝」に入り込む植物として何なら良いのかなどの研究があっても良いか(生物多様性を上げたいというネイチャーポジティブの件もあるので) 田中先生
- 表のりに侵入してくる竹林は高水敷にも繁茂しているので、流下能力上も問題。リアクシオ的な抑制対策に加えて、高水敷を民地活用してもらう(植生管理される)ことを積極的に推進することを狙った調査研究ができるよさそう。別なセッションで緊急対策で遊水地整備する際に容量確保のために掘削をすることになり、失われる農地の生業に過度のしわ寄せをしているのではないかと問題提起があった。代替農地の確保を河川敷内に設けることで植生管理・流下能力管理を兼ねる1石二鳥の出口戦略も調査研究する方向ではないか
- 都道府県管理の河川では、民地の河川敷で農地活用している場合もあると思うので、(河川管理者目線よりも)農地活用者目線で価値・可能性・必要な改善事項の整理をすることが考えられる。ゴルフ場は張芝管理のフロなので、占用区間の堤防の植生管理に協力いただく・随契で委託する等できないのだろうか。
- 堤防の植生管理では、管理面積を減らすことも考えてはどうか。スーパー堤防までいかななくてよいので、裏のりを盛土高台と兼用して積極的に活用してもらえば、植生管理は必要なくなるのではないだろうか。低地であれば1次避難場所(命塚的な高台)、集団で数週間避難できる水塚・水屋的な高台・集会所整備、集落として裏のり背後に盛土して高台にして移転する等も考えるべきではないだろうか。低地では道路との兼用化・盛土道路と並行させる等で電気・水道・ガス等インフラが引けるようしておいた方が地域としてはよくなるのではないだろうか。←興味深いです。なお、堤防の侵食現象を考えると、早い時期から落下流が始まる可能性があるが、急になった川裏側法面を保護しておけば破壊は容易には生じない。また、天端が広がるので、堤防決壊までの時間が延びるというメリットもありそうである。田中先生

越流総括 今後の技術開発・研究の方向は？

加筆お願いします

ピンク字：島田さん・赤字：諏訪

- 越水、破堤場所の予測～水防工法の発表もあったが、場所の予測技術の開発。(それなりの精度でも)予測技術が出来ると事前も含めて災害対応の幅が広がる。(越水破堤確率予報のようなもの？)(島田さん@寒地土研)→上下流方向平均化した整備をするので、「場所の予測が難しくなる」一面がある。精度・バラつきを上回るメリハリをつける発想に立てば、越流堤設置による強化が可能(河川整備ではなく、氾濫ブロックの自衛手段としての整備であることが前提)(諏訪コメント)
- 越水、浸透、侵食の三要因毎で検討しているが、例えば浸透が加わった状態で越水すると現象(決壊まで時間長短だけでなく、破堤口の拡幅速度も含めて)に相違が現れるか？の理解も重要では。明確な差が出るのか出ないのかがわかることも成果の1つでは？(島田さん@寒地土研)→越流強化は、浸透上問題がない場所で行うことが前提だからではないでしょうか(越流前に破堤する区間に越流強化しても意味がないので)。越流すれば既に越流水からの浸透が加わる。コンクリートあんこの模型実験で抜けているのは川表側・基盤からの浸透作用。ちなみにアーマ・レビーでもフロンティア堤防でも土留めを兼ねた裏法戻 dren 設置(つまり浸透強化も同時に行う)が前提だったと理解している。(諏訪義雄コメント)
- 想定外力は越流水深30cm-越流時間3時間としているが、越流水深が50cmなどと大きくなっても、現在、検討している堤防強化技術で一定の効果はありそうか？今の堤防強化の限界のようなものも知っておくことも重要では？(島田さん@寒地土研)→避難できるよう「破堤までの時間を稼ぐ」に加えて、「極力破堤しない」も加えるのではないか。氾濫原が広い場所では破堤する・しないで氾濫ボリューム・浸水深に大きな差が出る。超過洪水に対しては、宅地嵩上げとセットで限定された区間に越流堤を設置して他の区間で越流しないようにすることで一連区間堤防の破堤しにくさを高める強化も考えていいのではないか(氾濫ブロックの自衛策もしくは下流受益地の自衛策として)。(諏訪コメント)
- 破堤口拡幅過程の定量化。越水から決壊開始までを引き延ばす検討が中心だが、最後は決壊して破堤口拡幅段階で被害規模が大きくなる。千代田実験水路では主に砂礫を対象に破堤口の拡幅検討を行なっているが、粘性土の扱いや基盤材料、平面形状や横断形状の相違が破堤口拡幅に与える影響の理解が重要。今後の人口減少、どこに住むのか、コンパクトプラスネットワーク、流域治水なども念頭に。(島田さん@寒地土研)
- 上記をもとに現在のシミュレーションで用いられている破堤口拡幅推定式から、水理学的な根拠も踏まえた上で推定式更新が出来れば、破堤氾濫被害を予測や堤防強化による被害軽減効果等を推定するうえでも重要では？(島田さん@寒地土研)→破堤幅推定技術が向上することは河川技術としては理想的だが、沿川住民にとっては理想的かどうか・・・(破堤しないこと・氾濫量を大きく減少させることを求めているのではないだろうか)。(諏訪コメント)
- 荒締切技術の検討も重要。一方で破堤直後に対応できるのか？といったオペレーション的な課題もあり。どのような河道特性、洪水特性であれば、荒締切による被害軽減効果が期待できるのか明示が必要。さらに現場が労力と多少のリスクを負ってまで着手すべき目安などあればよい。(島田さん@寒地土研)→発生後の対応に加えて、高水敷や樹林帯整備等による事前軽減の工夫も重要ではないか。(諏訪コメント)

越流総括 今後の技術開発・研究の方向は？ 黒字及び赤字：諏訪 前田：青字

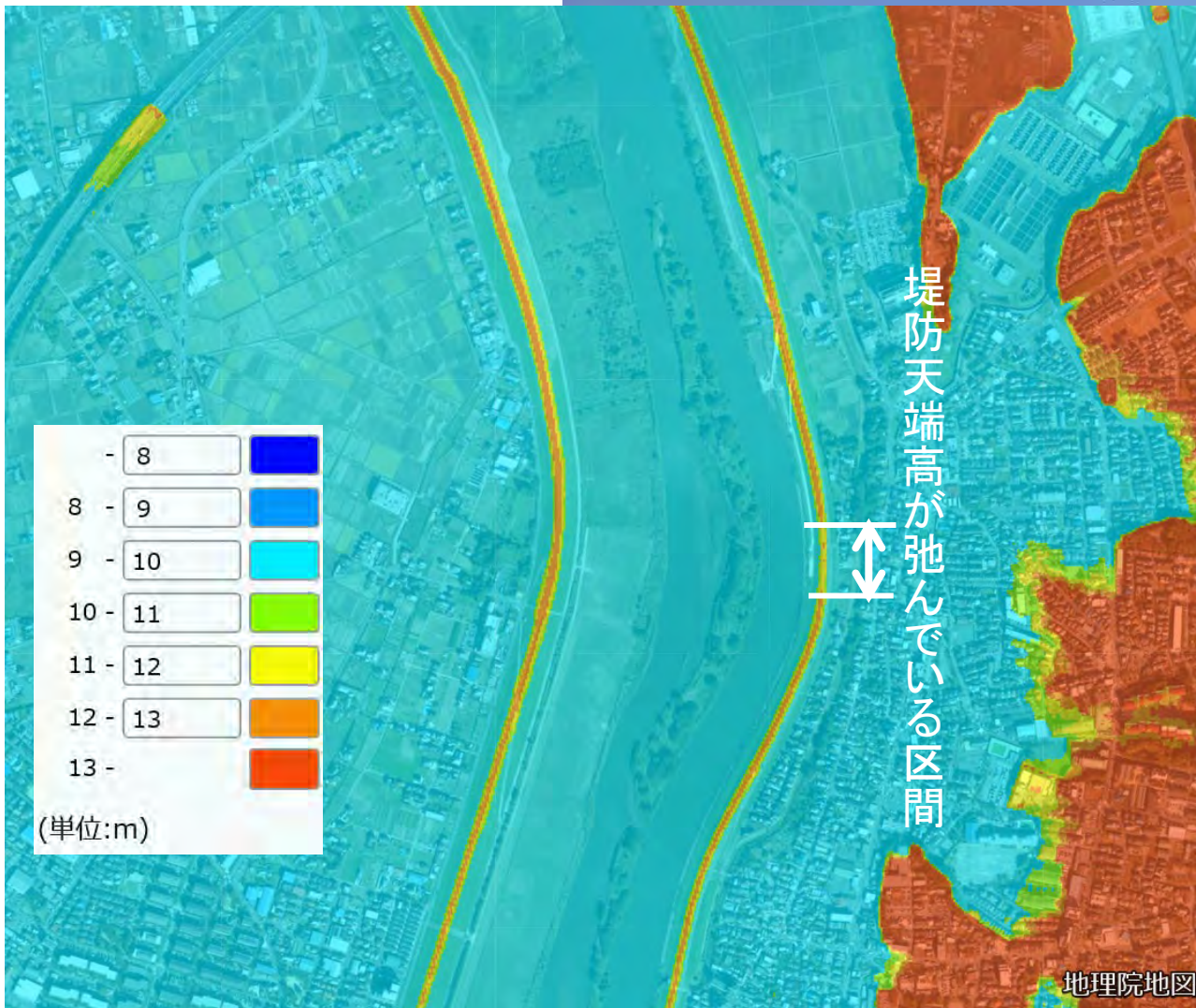
- 越流強化に関する力学に基づく技術的な知見が増えているのは頼もしい。ただし、要素技術の投稿。
- 要素技術を束ねる部分が投稿されない(国交省の委員会で整理済という扱い)。←国交省の堤防強化の民間公募では、パーツではなく、パッケージでの提案を求めているので、提案技術の中には要素技術を束ねたものも含まれている可能性があります。今後、そのような提案技術が論文投稿されることに期待します。
- 継続したい脈絡：河床高が堤内地盤高より高い天井川で破堤したら締切り容易でない(カスリーン)。←天井川でなくても氾濫流がある中で締切を行うことは非常に難しいので、河道条件に依らず、締め切りの検討は重要です。作業員の安全を考えて河川水位がある程度下がらないと締切作業に着手しない場合が多いと思われるので、技術的なブレークスルー(例えば、無人化施工等)が必要。→破堤した場合に高水敷が残らないような場所では破堤しにくくするように管理することを目指すべき(高水敷幅がない天井川は最優先に解消、高水敷幅を確保する・高水敷を強化するよう努める)だと示唆しているもの。鬼怒川では高水敷が洗堀されなかったため、水位低下後は堤内地に流れ込んでいない。カスリーン台風では高水敷もない・洗堀で消失したので水位低下後も堤内地に流入し続けたことを参考に(前田さんは破堤後の締め切り方法に議論を終始、一方諏訪は事前の工夫が重要という意見であり、議論が噛み合っていない)。
- 内水・かすみで堤内地水位があるとウォータークッション期待できる場合あり。耐力は引張り破壊応力と根毛層(裏法植生維持も重要)。←引張破壊応力は、堤体土の土質や、締固め度、含水比等によって変化するはずですが、現状ではこれらを十分に考慮できていないので、このあたりのことも技術的な発展が必要だと思います(参考)河川砂防技術研究開発公募 <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20221017.pdf> →越流状態・洪水時の引張り破壊応力が重要なことから、当然飽和状態を目指した試験データの解釈であるべき。技術開発により知見が増えるのはよいことだが、(実現象にはない)含水比が小さい試験に基づく議論・技術開発を重ねても実装につながりにくいと考えます。
- 法尻の圧力増大範囲にエプロン替わりの道路等あれば有効。天端保護あれば自由落下(エネ保存流速)で洗堀。砂質土は法肩から、粘性土は法尻から洗堀・侵食。吸出し防止材では浸透にも要注意(土留め機能持つドレーンが重要)。
- 天端高把握と設計超過外力(堤防満杯規模)対象の流下能力・水位縦断形把握(洪水時の把握だけでなく・出水期前や洪水来襲時の水位縦断形予測)との連携が重要。
- 水防工法の捉え方が、イベント限りのその場で実施する対策の発想から広がらない。水防従事者の安全を考えれば、命の危険を冒す工法難しくなると思料。事前に水防工法を行っておく選択肢も考えることはできないか？←感覚的には、水位がHWL/天端を超える1日以上前から水防工法を現地で行うのはおそらく難しく、せいぜい、土のうを作っておいて方が一に備えておくくらいしかできないと思います。何時間か前であれば、実現性はあると思います。「事前」が具体的にどの程度前のことなのかを明らかにした方が良いと思います。→出水期前もしくは事前に設置済とし出水期前に確認を想定している(越流堤を河川管理施設ではなく、氾濫ブロックが設置主体となる水防施設として設置する)。これも出水期前に終えておく水防工法について述べている諏訪と、出水中に水防工法を実施することを前提に意見を述べている前田さんとは議論が噛み合っていない。←これ以外に、もし、将来できるだけ被害が大きくならないように上手に氾濫させるといような施策を展開することになった場合には土のうを積んで破堤箇所を対岸/下流に移動させかねない(つまり、被害が大きくなるようなところで氾濫させる可能性のある)ような水防工法をどのように扱うべきなのか考える必要があると個人的には思います←これも、水防工法は土嚢積みによる天端高嵩上げを指すと考えている前田さんと、洪水期前に実施しておく一定区間の天端を切り下げて越流強化(天端嵩上げを実施しない越流堤化、すなわち下流に流量増が生じることはない)を考えている諏訪とで議論が噛み合っていない。
- 堤防も最初の整備は地元実施であり水防工法と変わらない。広村堤防も地域が整備。下流への流量増を招かない堤防越流強化について民間資金による強化や整備を河川管理施設でなく「水防」と位置付けることも視野に入れてはどうか。←民間資金による堤防の整備や強化はあまりに非現実的ではないでしょうか？ 浜松の一条堤くらいが最近の事例としてあげられますが、一条堤の原資は寄付なので、一条工務店はリターンを求めています。堤防整備は基本的には市場原理に任せると整備が進まないのが公共事業で行っているはず。→市場原理に任せる意図ではない。河川管理者が一元的に整備すると河川管理者目線からの整備手順にしかならない。破堤しにくくする質的向上は地域自発で整備順位を逆転できる余地をつくるべきだという意図。資金提供者への減税措置とセット、下流の結果(上流氾濫による水位低下)受益者が資金提供しても良い。

越流総括 今後の技術開発・研究の方向は？ 黒字及び赤字：諏訪 前田：青字

- 越流したが破堤しない割合が時代とともに増えている。施工等で強化されたこと仮説でよいから説明できないか(施工管理(締固め度向上)向上、ドレーン工普及で浸透との複合作用減、天端舗装進んだ、裏法勾配緩くなった・・・等)。
- 意図せず侵入してくる竹林の根茎層の耐侵食強度が強そう。裏のりに(意図せず)生育している場合の耐越流強度が評価できるとよさそう。
- 表のりに侵入してくる竹林は高水敷にも繁茂しているので、流下能力上も問題。リアクシオ的な抑制対策に加えて、高水敷を民地活用してもらう(植生管理される)ことを積極的に推進することを狙った調査研究ができるとよさそう。別なセッションで、緊急対策で遊水地整備する際に容量確保のために掘削をすることになり、失われる農地の生業に過度のしわ寄せをしているのではないかとの問題提起があった。代替農地の確保を河川敷内に設けることで植生管理・流下能力管理を兼ねる1石二鳥の出口戦略も調査研究する方向ではないか。←あくまでも北海道内の状況ですが、畑のような土地を耕すような占有形態は濁水発生の原因となることから、現状では新規占有は原則として認めていないと思います(濁水問題に対しては漁業者は神経質)。ただし、採草放牧地については濁水問題の原因にならないことや高水敷の植生管理の手間が省けることから、新規占有を認める方向のようですが、実態としては、離農者が増えているため、河川敷を採草放牧地として使用しなくても堤内の土地だけで足りているという状況のようです。もし、本州でも離農の状況が似たようなものであれば、浸水リスクのある河川敷を農地として使用するよりは、耕作放棄地等を活用する方が農家にとっては良いかもしれません。→水田等農地として活用中の堤外民地が植生管理された先行好事例と考えている。藪から開拓するの(初期整備)は手間になるが、ひとたび利用可能になり継続利用すれば手間は少ないと想定。なお、果樹園は被害が大きいので向かないと思料。
- 都道府県管理の河川では、民地の河川敷で農地活用している場合もあると思うので、(河川管理者目線よりも)農地活用者目線で価値・可能性・必要な改善事項の整理をすることが考えられる。←都道府県管理の河川だけではなく、直轄河川でも民地の河川敷が農地になっている箇所はそれなりにあると思います。北海道開発局の場合は、上記のように採草放牧地の新規占有は認める方向ですが、濁水問題が発生しうるため畑の新規占有は認めていません。←このように整理した経緯はあるのだと思うが、(農薬使用の制限由来と推察されるが)脈絡を確認した上で見直すことも必要であろう。
- ゴルフ場は張芝管理のプロなので、占有区間の堤防の植生管理に協力いただく・随契で委託する等できないのだろうか。←現在の堤防の植生管理の大半の作業は堤防除草だと思うのですが、そもそも発注者が受注者に求める堤防除草工事の資格としては土木系のもの(土木施工管理技士、河川維持管理技術者等)であり、植物とか造園関係の資格を求めているわけではありません。なお、堤防の植生に問題のある場合は、別業務で植物の専門家に診てもらうことが一般的だと思います。したがって、仮に河川管理者がゴルフ場が河川敷を占有しているところの堤防除草をゴルフ場に委託することがあったとしても、その理由は、芝管理のプロだからという理由ではなく、単に草刈りの道具を持っているからということになると思います。なお、堤防にはオオイタドリとかクズ等の問題となっているものも含めて、芝以外の植物も色々生えているので、芝管理のプロだから適切に管理できる保証は無いと思います。また、ゴルフ場の芝の管理は人手と金をかけて追肥、芝刈り、散水、農薬散布等を行う集約的なものですが、堤防植生の管理は粗放的なものです。管理方法が全く異なるので、ゴルフ場の芝の管理のノウハウが活かされるのかは疑問です。←築堤工事における植生工は、「張芝」とされこれを継続している。いずれ遷移するとわかっていながら、堤防の立地条件(周辺が住宅街等)によっては公園並み・ゴルフ場並みの張芝もありうる(この部分が前田さんにとっては「おかしい」ということのようなのである)という前提で問題提起している。「堤防」だから河川管理者がすべて管理する(一方で維持費用の縮減を追求しておりサステナビリティがあるとは思えない)方法しか考えられないのか、堤防の発祥・変遷から見た場合、堤防＝河川管理だけが管理する施設とする必然性はないと考える現状認識から問題提起している。←北海道内では1回刈が過半を占めていると思いますので(2回刈以上は札幌とか旭川等の都市部のみ)、ゴルフ場並の管理を行うところについては、ゴルフ場に管理してもらってもよいかもしれません。都市部の堤防では草刈の回数を増やさないと苦情がたくさん来るというのは承知していますので、条件にあてはまるところでは諏訪さんの提案のような管理方法もあり得るのかもしれません。←ディスカッションのなかでも紹介しましたが、北海道では堤防除草について、SMART-Grassという取り組みを行っています。https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gjyutu/splaat000001xynt.html
- 堤防の植生管理では、管理面積を減らすことも考えてはどうか。スーパー堤防までいなくてよいので、裏のりを盛土高台と兼用して積極的に活用してもらえば、植生管理は必要なくなるのではないだろうか。低地であれば1次避難場所(命塚的な高台)、集団で数週間避難できる水塚・水屋的な高台・集会所整備、集落として裏のり背後に盛土して高台にして移転する等も考えるべきではないだろうか。低地では道路との兼用化・盛土道路と並行させる等で電気・水道・ガス等インフラが引けるようにしておいた方が地域としてはよくなるのではないだろうか。

天端高の縦断的弛み

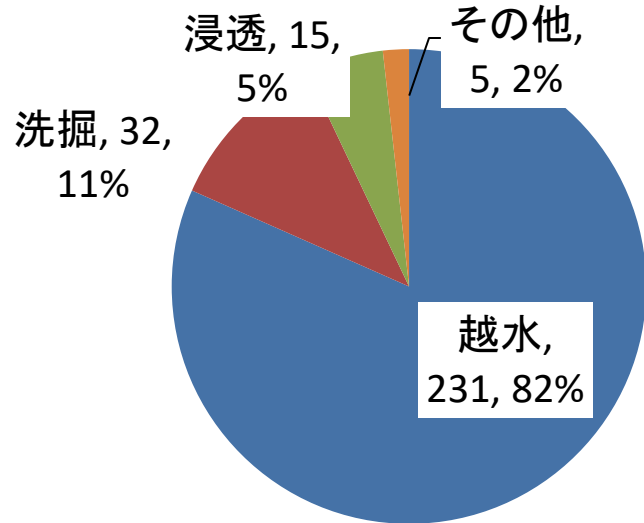
ローテクでもわかる 地理院標高図は誰でも閲覧可



破堤原因内訳(越水とそれ以外)

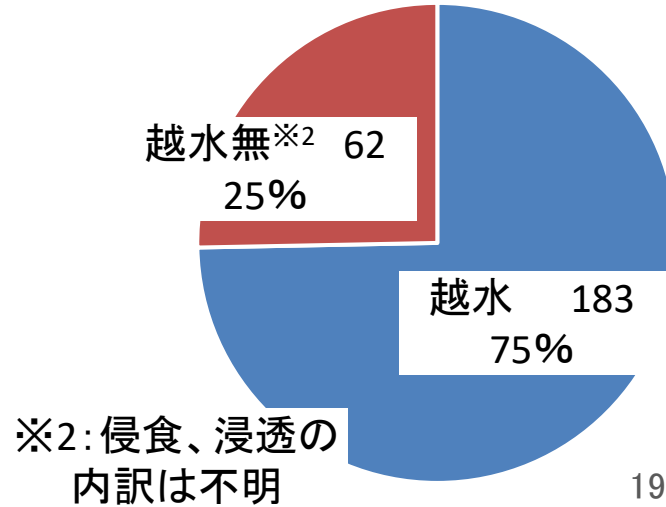
1947～1969直轄河川堤防破堤原因別内訳

出典:山村(1969)

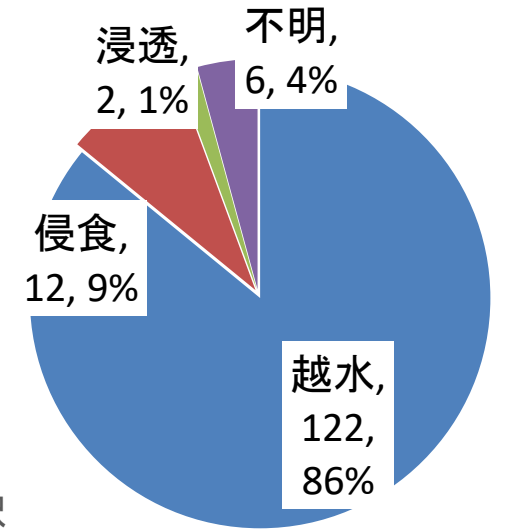


1965以降主要水害破堤 越水有無内訳

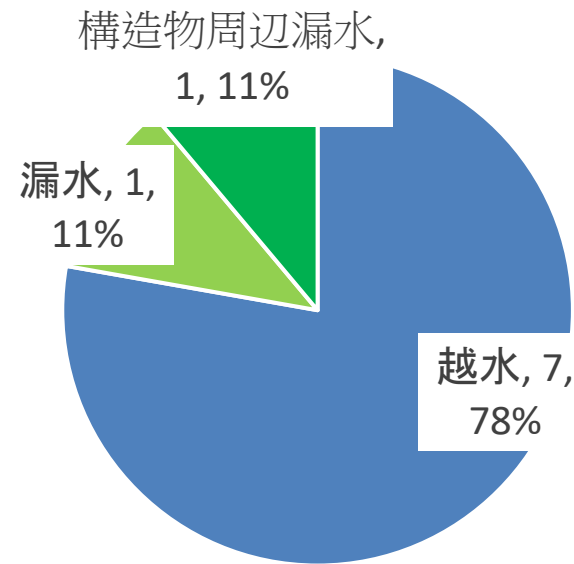
出典:中島(2003)p82 表-5.2



2019T19破堤原因別内訳



1981(昭和56)石狩川破堤要因内訳



破堤原因の3/4以上は
越流(設計超過外力による)
⇒設計超過外力対応が重要

重要ライフライン寸断
復旧難航



堤内標高 > 河床高 侵食(破堤)
氾濫限定, しかし橋梁・鉄道・道路分断



破堤後の状況



1次締切: 10/5完了 氾濫流量100m³/sに低減

約20日

2次締切: 10/25遮水成功

約40日

破堤: 9/16 0:20

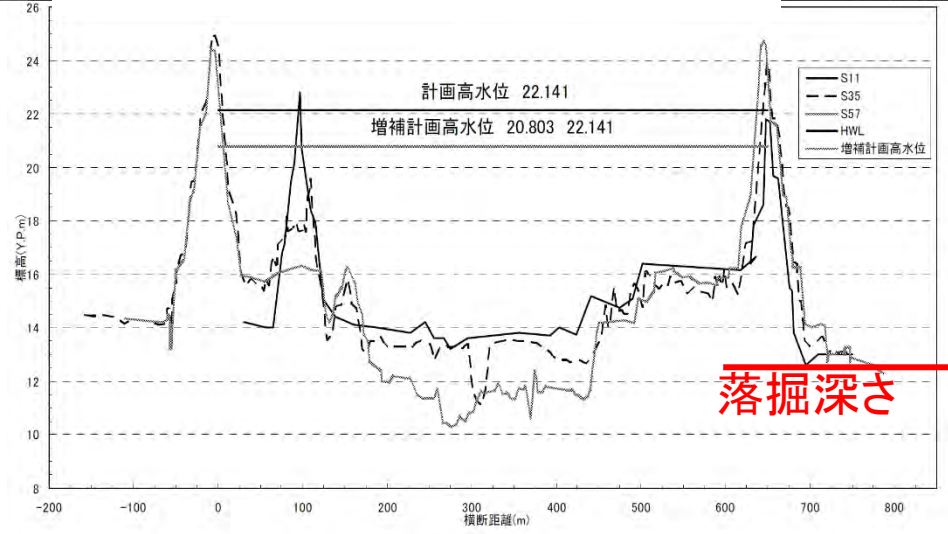
1次締切: 杭打割石詰め工



2次締切: 杭打土俵詰め工



天井川破堤 被害長期化



134.5km横断形状経年変化

常呂川及び支川堤防 破堤の有無を分けた要因

落堀洗掘土砂の堆積状況



左岸22.6k 堤防裏法崩れ



8月21日04時30分



8月21日13時50分



支川東亜川(道管理区間)堤防の決壊



8月22日10:00頃

支川柴山沢川(2-7区間)堤防の決壊



8月21日05:20頃

根毛層により越流水の侵食に耐えた



天端は密に締め固まった粘性土



支川破堤箇所は本川の背水影響区間

情報



破堤箇所の状況

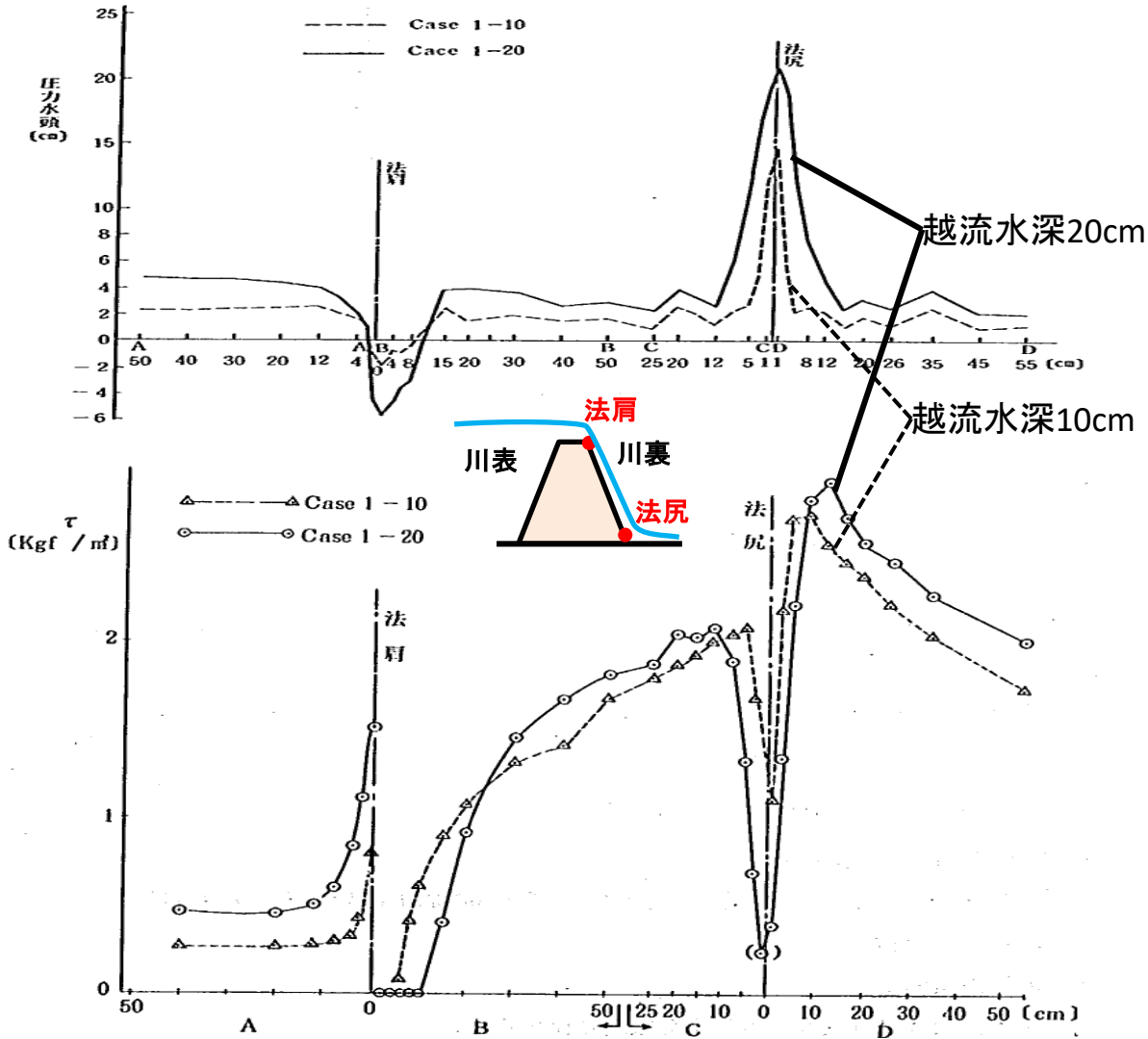


破堤箇所下流にも越水跡

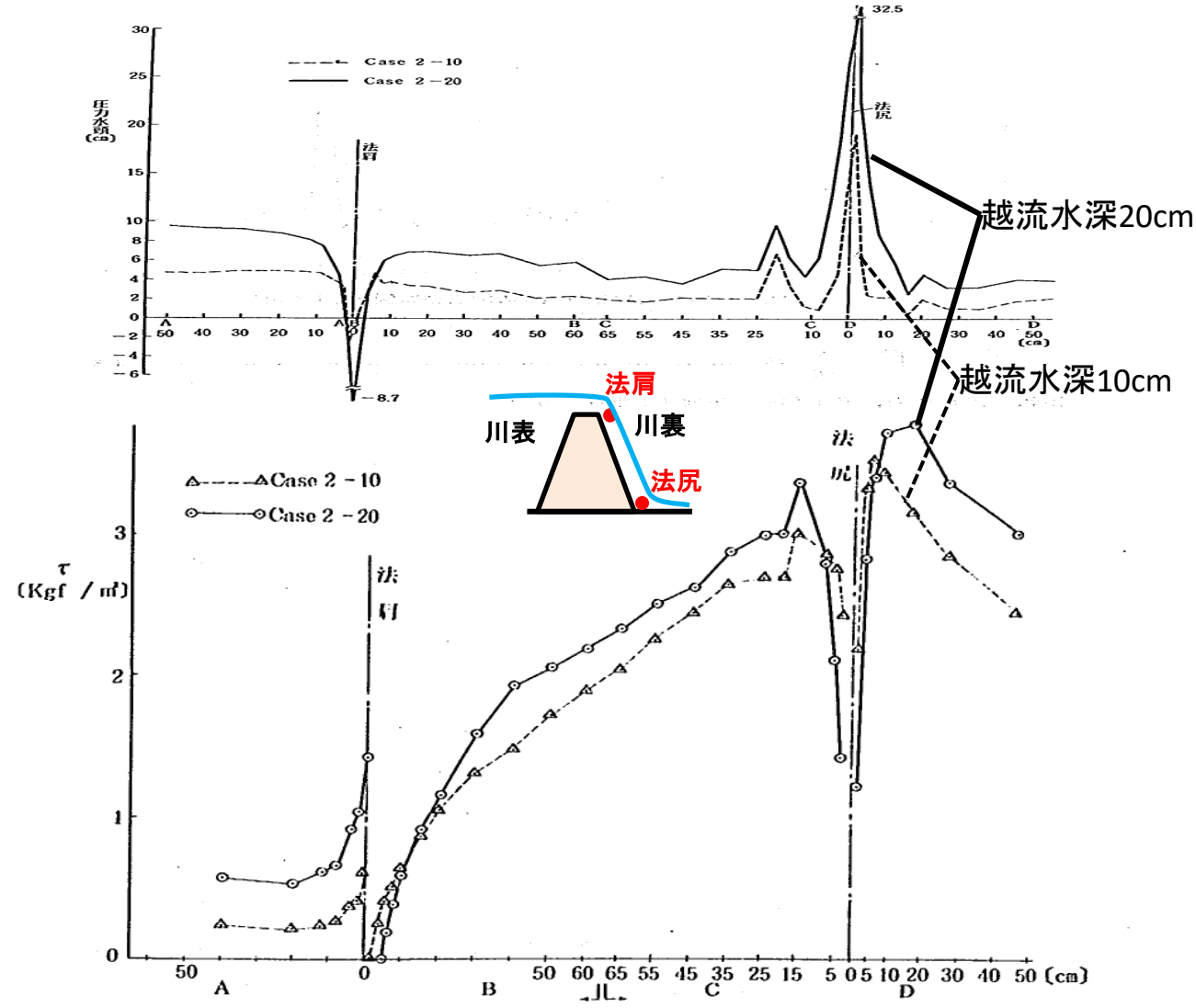
支川柴山沢川(2-7区間)堤防の決壊

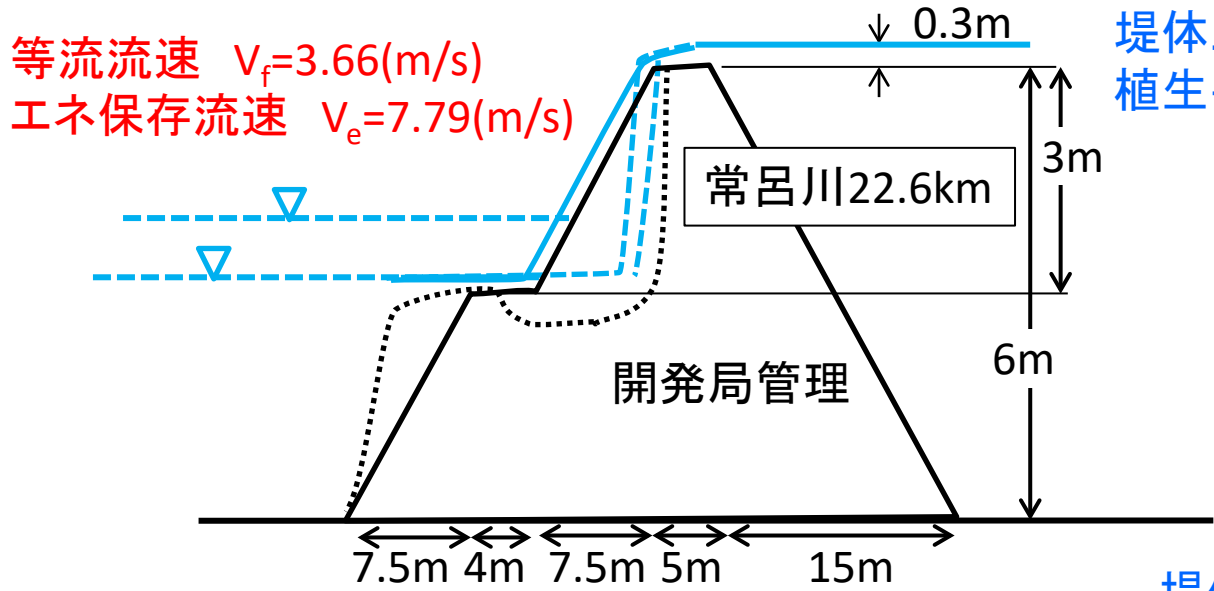


越流水の圧力水頭、せん断力
越流水深10cm、20cm 裏法勾配1割

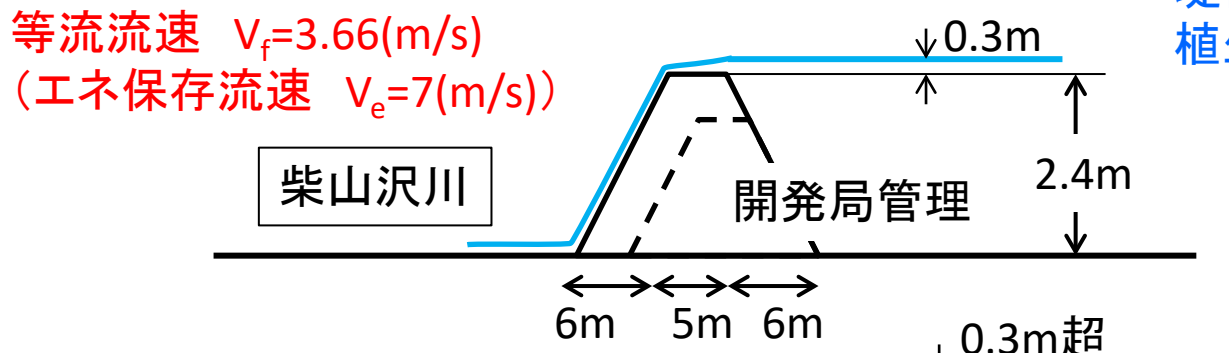
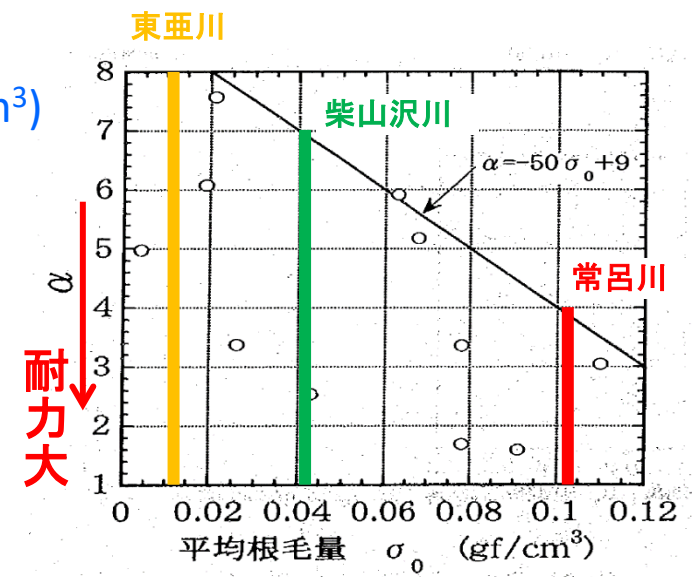
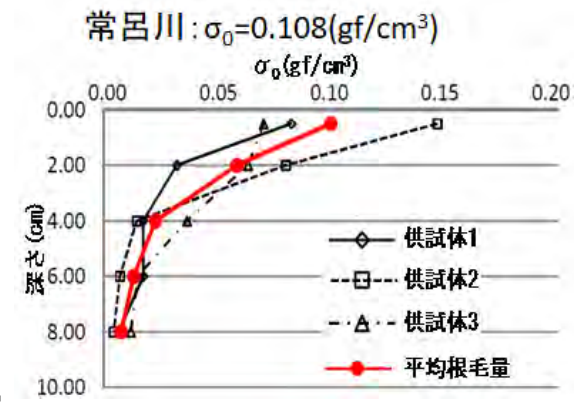


越流水の圧力水頭、せん断力
越流水深10cm、20cm 裏法勾配2割

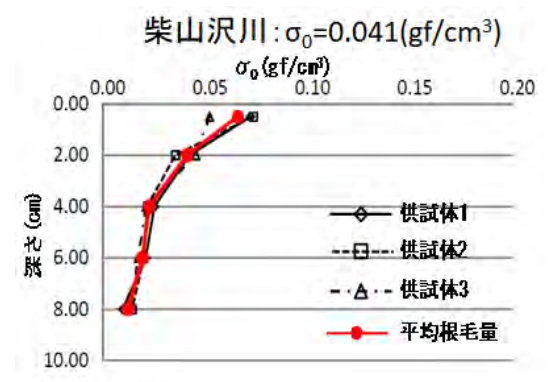




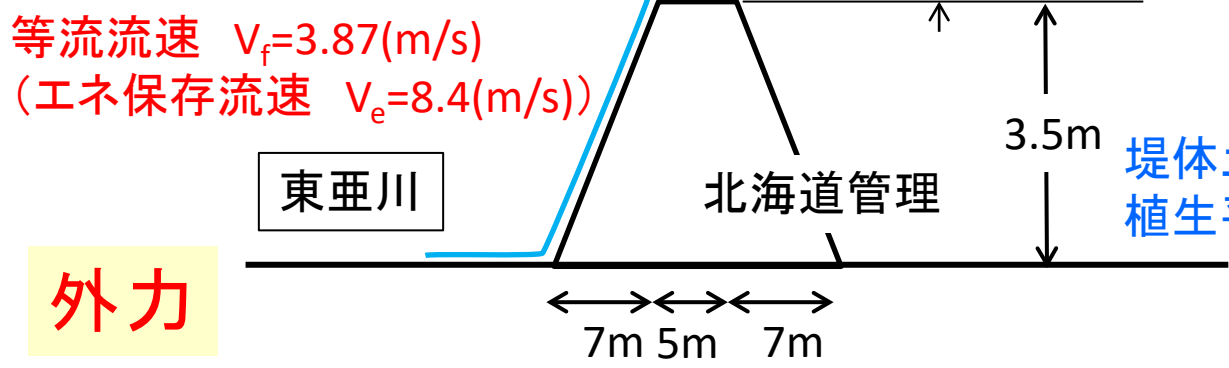
堤体土侵食限界流速 $V_c=5m/s$
 植生平均根毛量 $\sigma_0=0.108(gf/cm^3)$



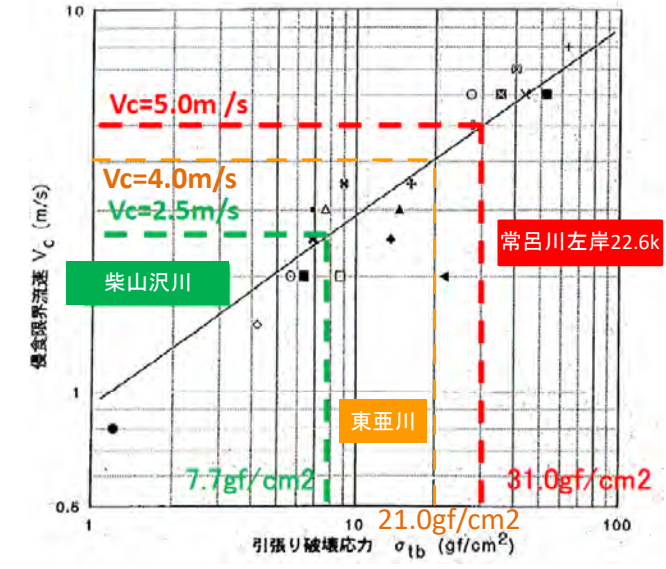
堤体土侵食限界流速 $V_c=2.5m/s$
 植生平均根毛量 $\sigma_0=0.041(gf/cm^3)$



$Z(t)=\alpha u_*(t) \cdot \log(t)$
 Z: 侵食深
 u_* : 摩擦速度
 t: 時間

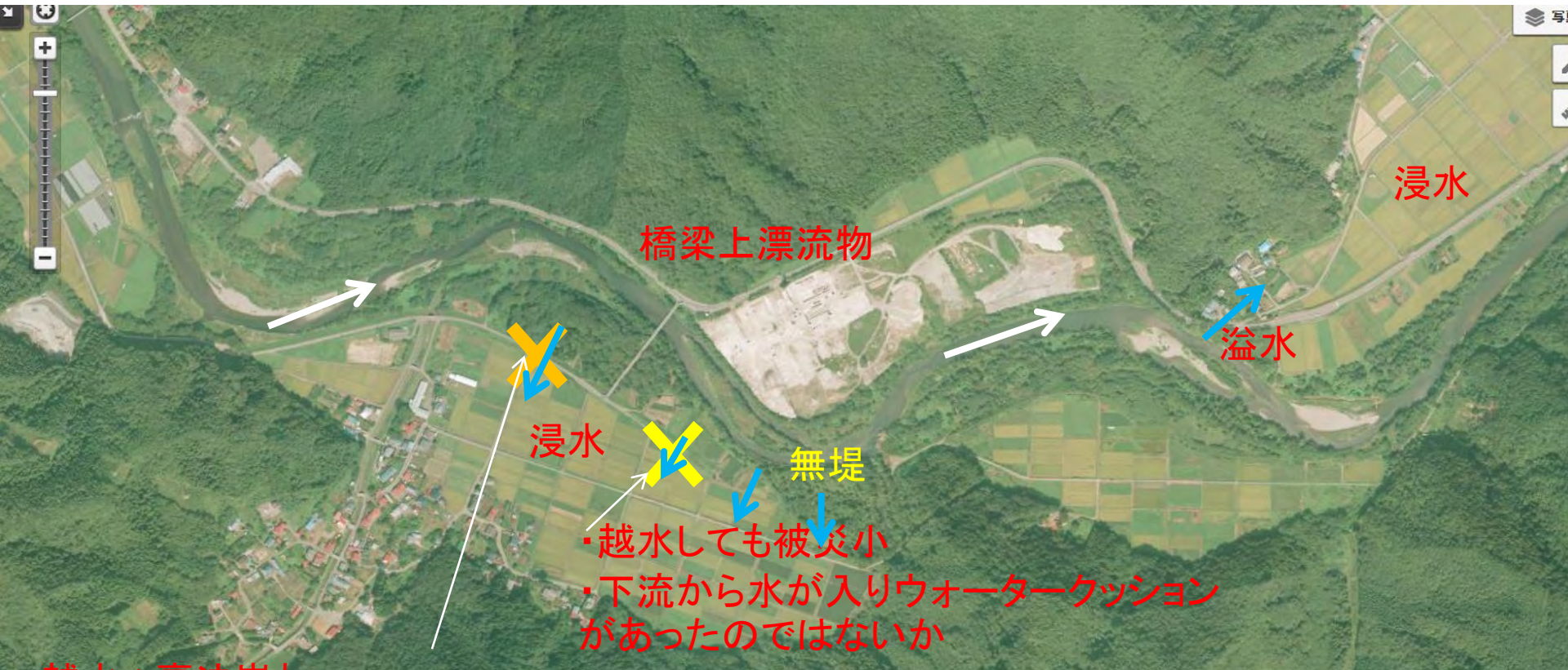


堤体土侵食限界流速 $V_c=4m/s$
 植生平均根毛量 $\sigma_0=0.012(gf/cm^3)$



外力

耐力



- ・越水→裏法崩れ
- ・天端舗装と締固った礫混じり粘性土で破堤せず



河川堤防(2割のり面)の越流で発生しうる流速範囲

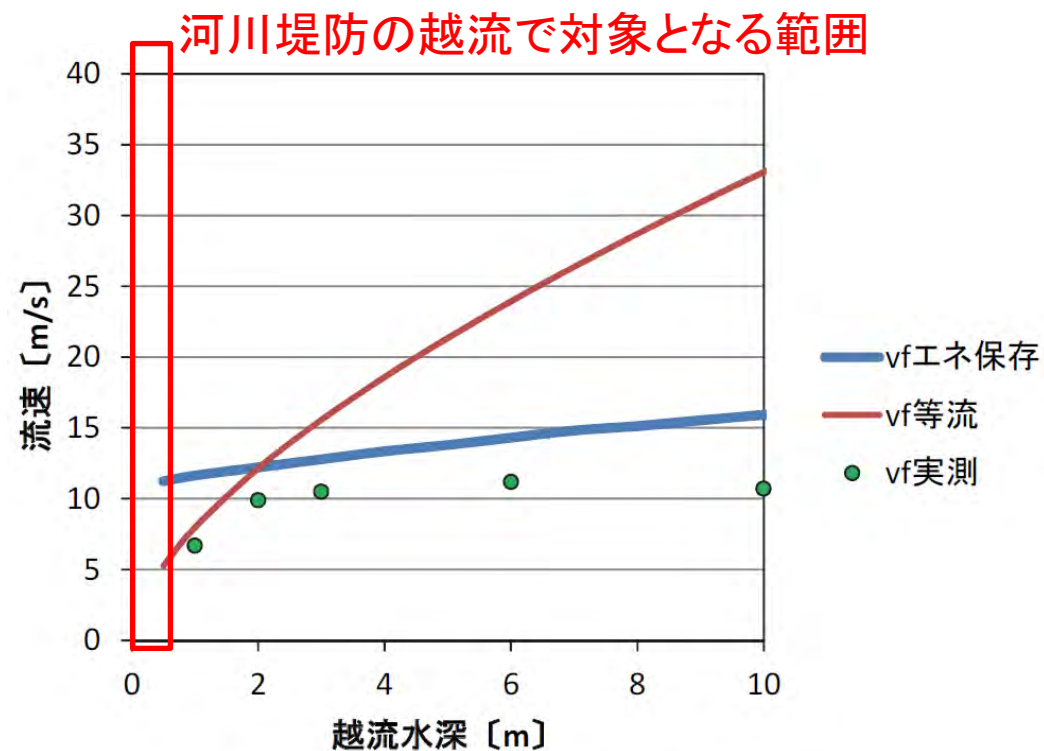


図-10 裏法尻での流速の試算結果

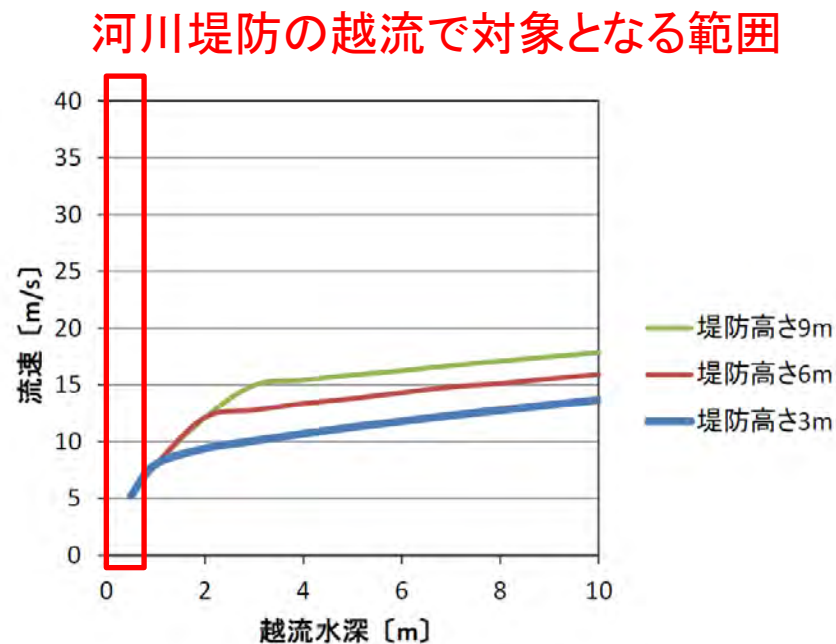


図-11 裏法尻での流速と堤防高さの関係

出典:加藤ら(2014), 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集B2(海岸工学),vol.70,No.1,31-49,2014 に加筆

新江川

- ◆ 決壊箇所右岸0.15Kで、法尻部の流速を試算すると越水後6時間程度継続した水深0.15mの場合で2.5~7.7m/s程度であったものと推測される。
- ◆ 越流水の法尻流速が2m/sを超えていることから、川裏法面や法尻部が越流水によって削られた可能性がある。

- ・ 越流水深 0.15m (水位ハイドロより)
- ・ 法面：高さ2.85≒3m 幅6.1m 勾配1:2.1

流速の推定式

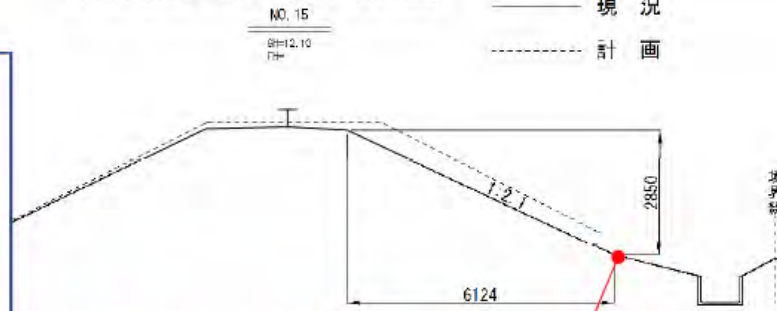
$$h_c = \frac{1}{3(h_t+W)^2} h_c^3 + \frac{2}{3} h_t \quad q = \sqrt{gh_c^3}$$

$$h_f \text{等流} = \left[\frac{n^2 g}{s_i \theta} \right]^{3/10} h_c^{9/10} \quad v_f \text{等流} = \frac{q}{h_f}$$

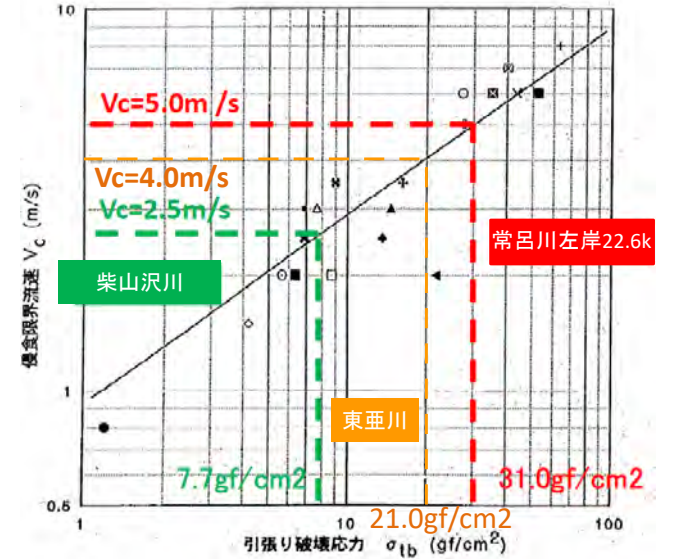
$$h_f \text{エネ保存} = \frac{3}{2} h_c + W - \frac{q^2}{2gh_f^2} \quad v_f \text{エネ保存} = \frac{q}{h_f}$$

出典：加藤ら (2014), 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集B2 (海岸工学), vol70, NO.1, 31-49

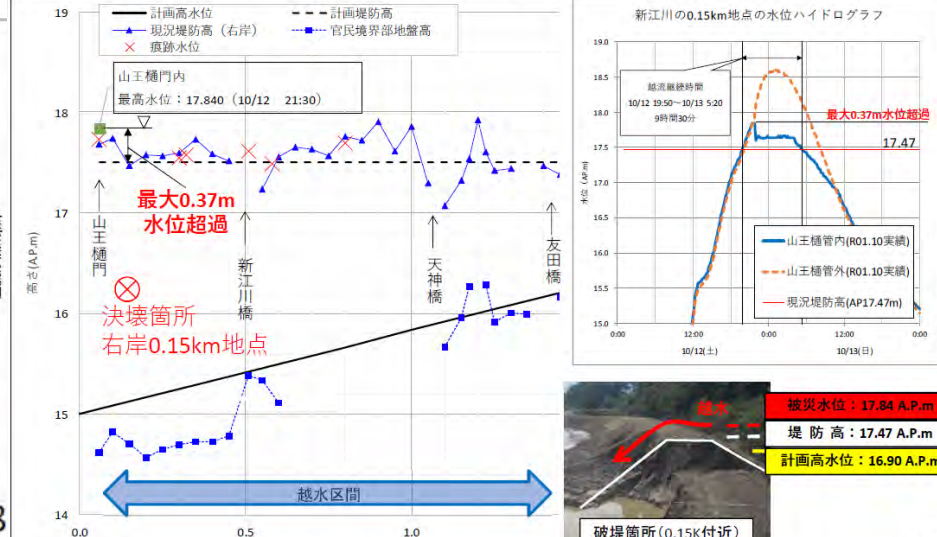
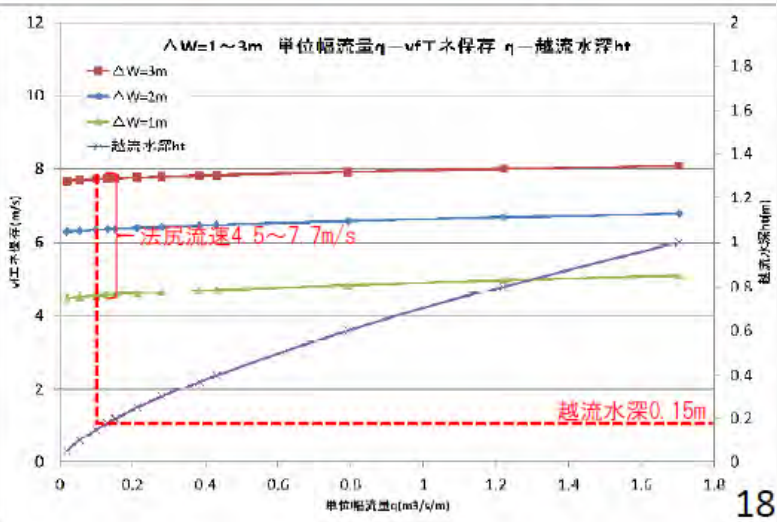
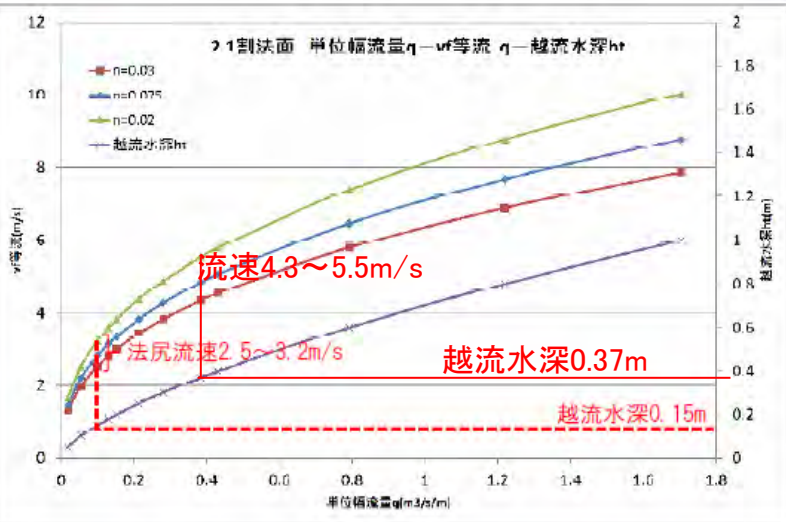
決壊地点断面図 (決壊前測量)



等流流速 : v 等流=2.5~3.2m/s
 エネルギー保存 : v エネ保存=4.5~7.7m/s



- ◆ 山王樋門内の水位計は10/12 21:30に最高水位17.84A.P.mを観測し、レベル潜水と仮定すると堤防決壊地点0.15kmでは堤防高17.47A.P.mを最大0.37m超過した。
- ◆ 水位計データにより、堤防決壊地点0.15kmで越水が継続した時間は10/12 19:50~10/13 5:20の9時間30分と考えられる。
- ◆ 越水直後の越流水深は一時的に37cmとなっており、その後の約6時間は15cm程度の水位が継続したものと推測される。

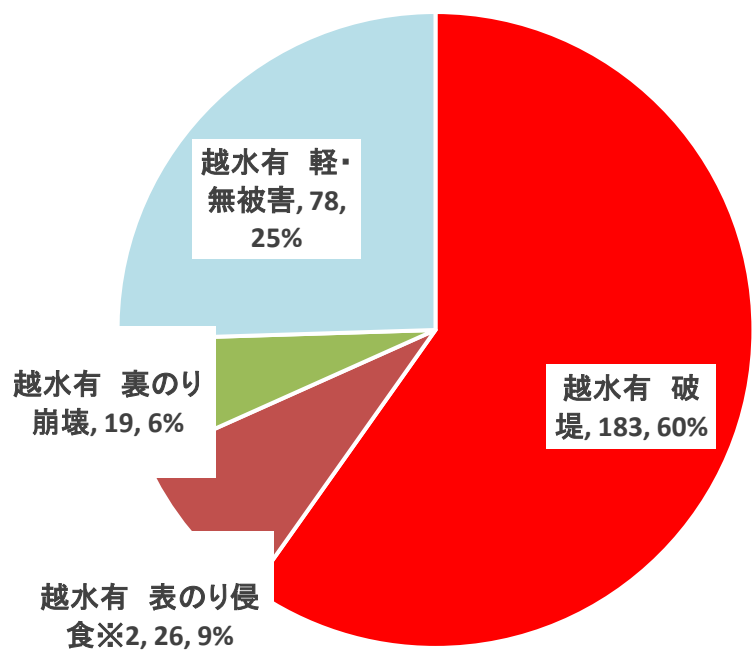


※H30測量成果より

越水有における破堤の割合

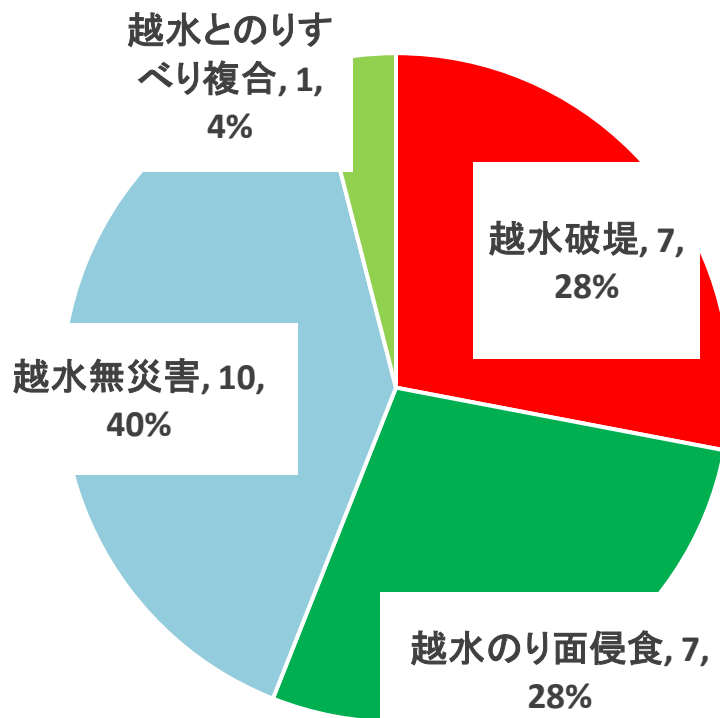
1965以降主要水害 1981(昭和56)石狩川 2019台風19号直轄河川

1965以降主要水害
越水有 被災形態内訳

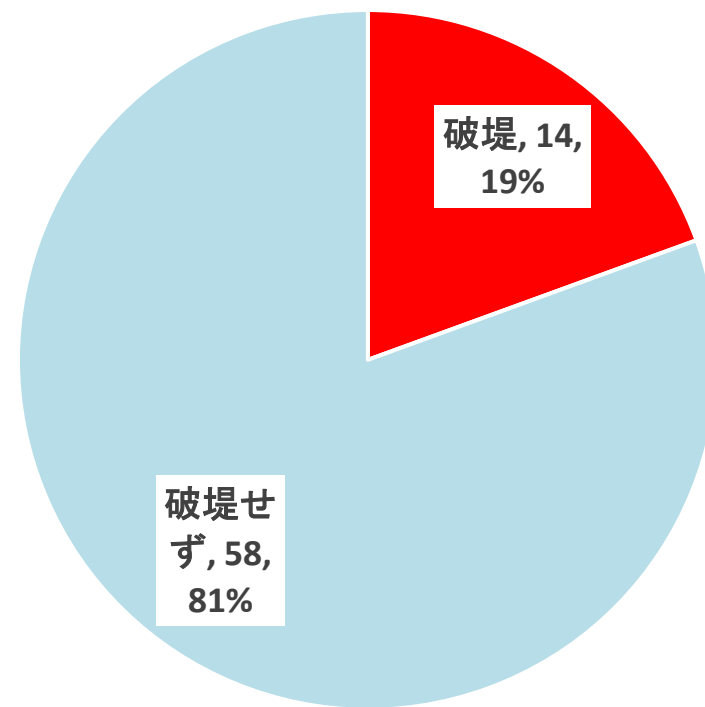


※2: 表のりすべり含む

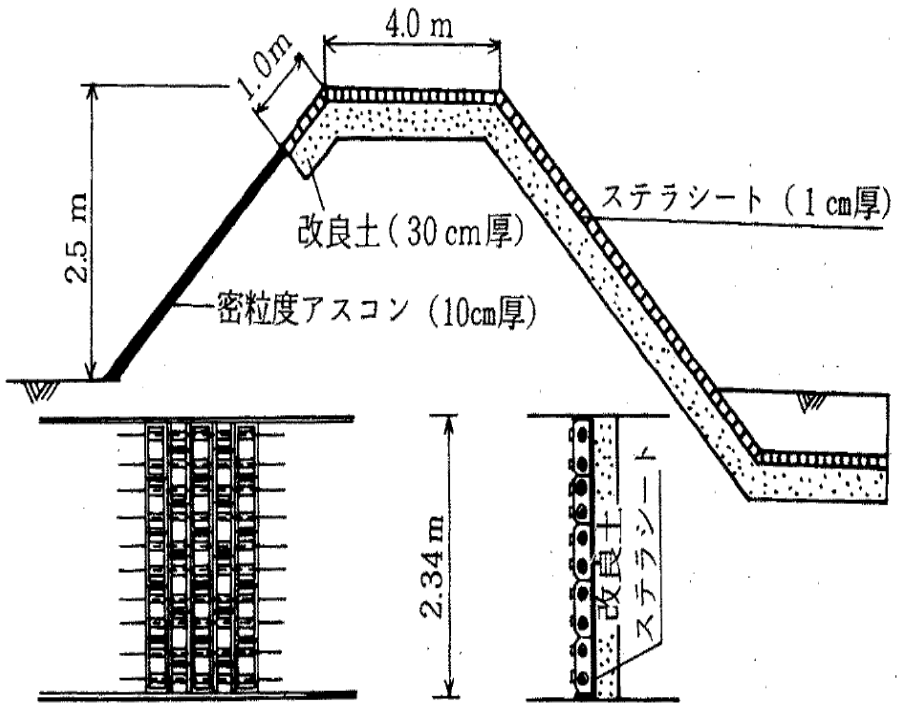
1981(昭和56)石狩川堤防越水災害形態
内訳



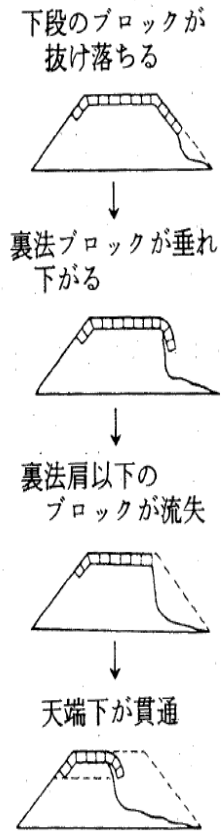
2019年台風19号直轄河川堤防越水発生
72箇所破堤有無



加藤・橋本ら(1985) 連節ブロック + 吸出し防止材 + 改良土

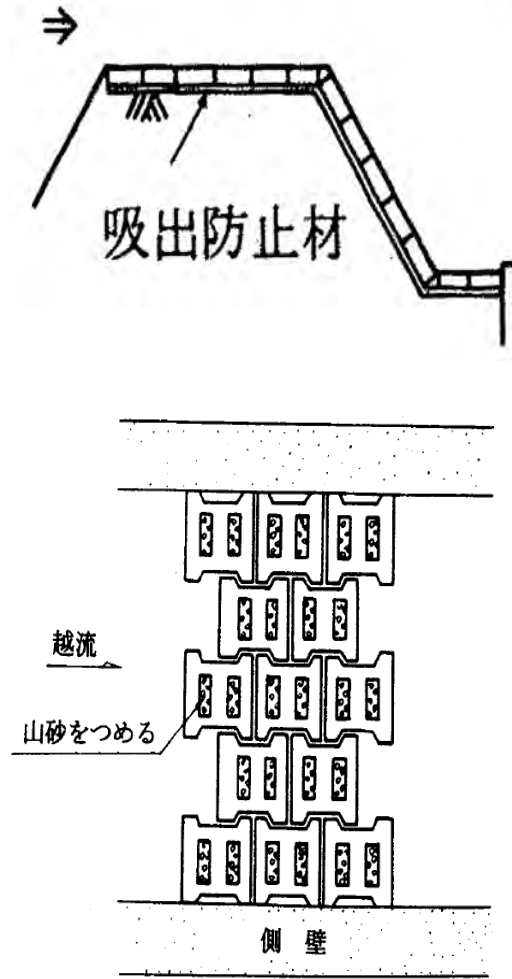


保護工構造図



破壊形状図

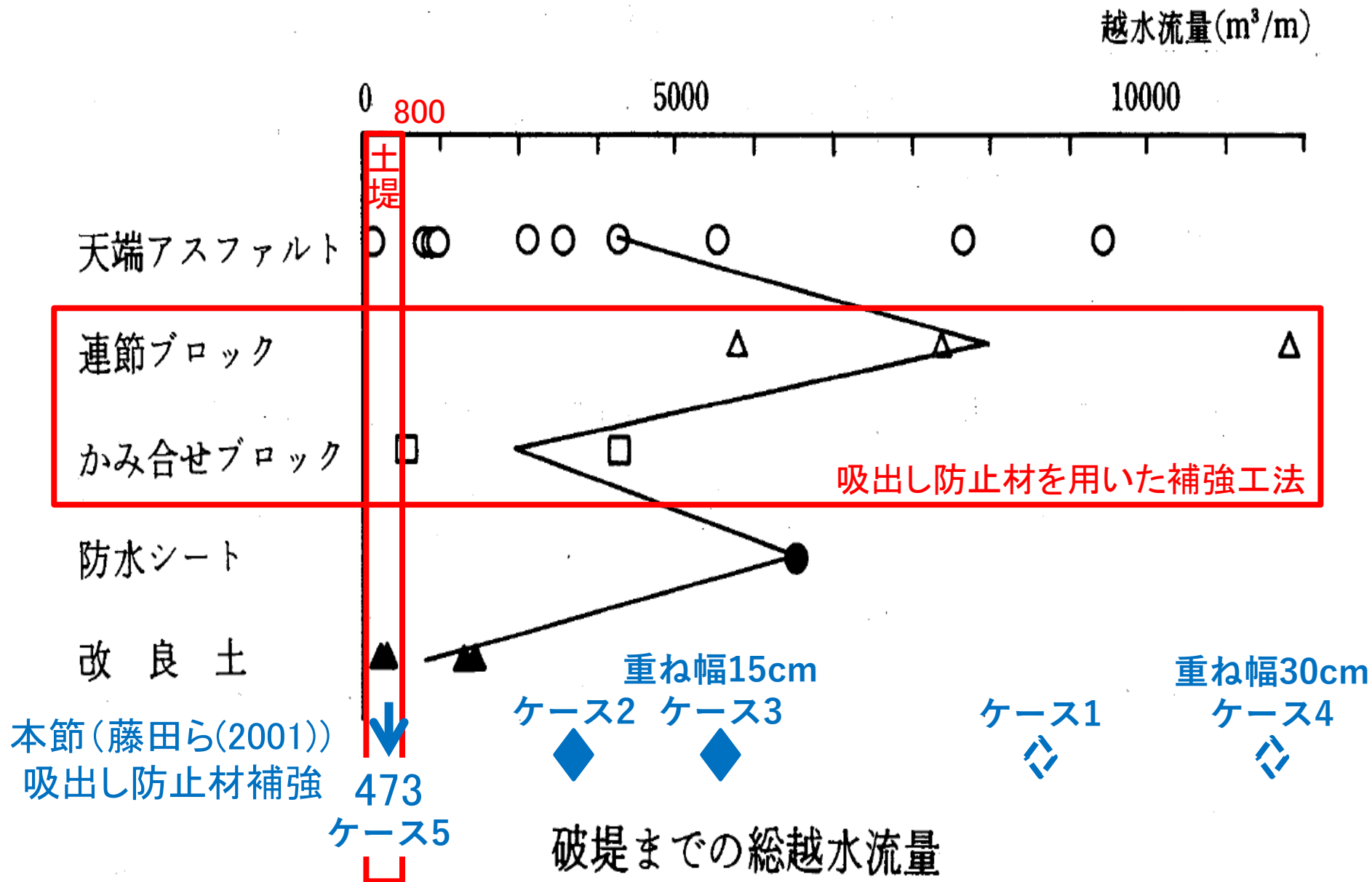
加藤・橋本ら(1985) かみ合わせブロック + 吸出し防止材



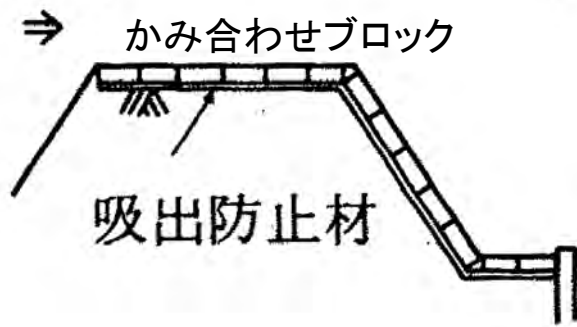
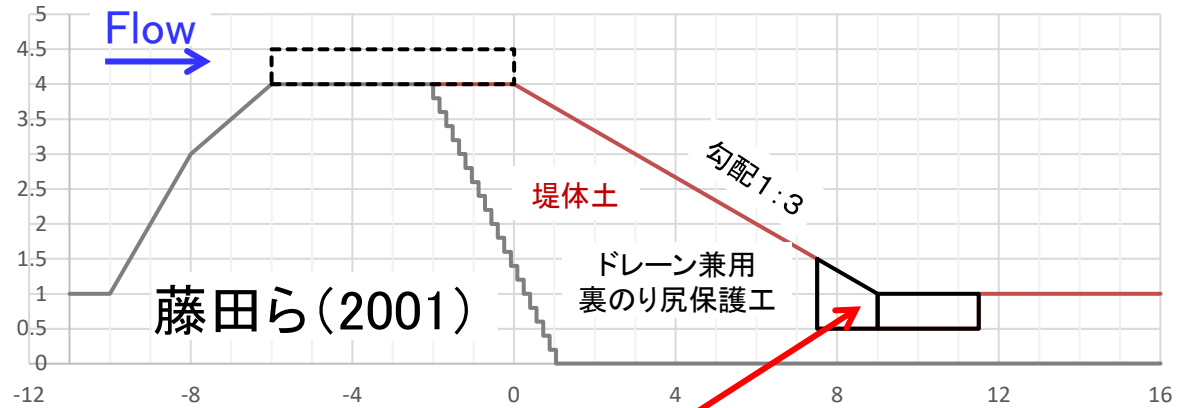
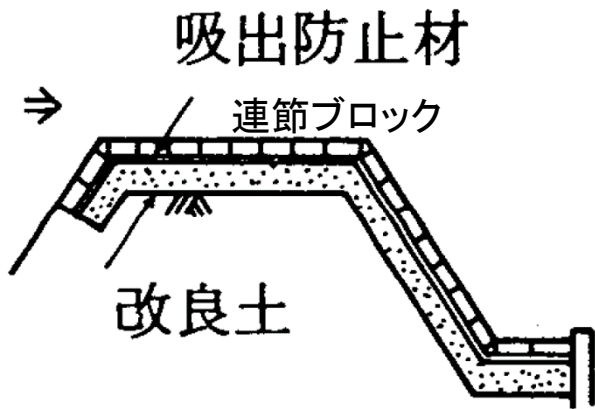
設置平面図

破壊形状図

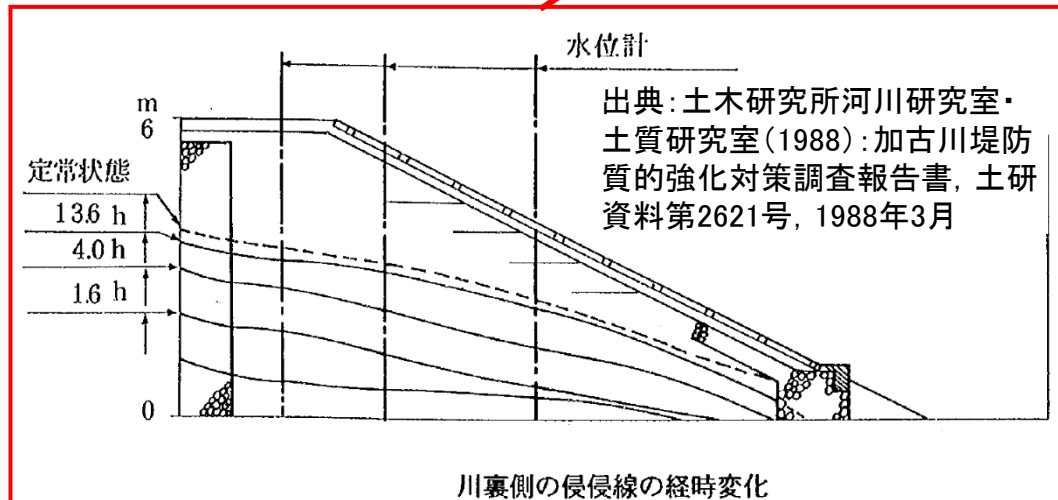
加藤・橋本ら(1985) との比較



吸出し防止材を用いた補強 加藤・橋本ら(1985)と藤田ら(2001)



加藤・橋本ら(1985)



堤防技術の変遷(越流除く)

法律等

浸透関係

樋門等との接続部

耐震

侵食

直轄河川:大規模機械を用いた河道改修・築堤
補助河川:人力施工による河道改良・築堤⇒重機施工へ

水制による河岸制御から
護岸・根固めによる直接防護へ

河川法改正(1964)

加治川水害(1967)

大東水害(1972)

河川管理施設等構造令
(1976)

河川堤防の土質工学的研究(1969)

樋門・樋管設計指針(案)(1973)
河川土工指針(案)(1976)

安八水害(1976)

常呂川・筑後川浸透実験、降雨実験(強化確認)

石狩川堤防のり崩れ被災多数(1981) 小貝川高須樋管破堤(1981)

大東水害最高裁判決(1984)

河川堤防強化マニュアル(案)(1985)

小貝川豊田樋管破堤(1986)

江戸川堤防降雨・浸透実験 河川構造物等の軟弱地盤対策工法委員会(1986~1988)

多摩川水害差戻し控訴審判決(1992)

河川土工マニュアル(1993)

河川堤防耐震対策検討委員会(1981~1984)

日本海中部地震(1983)

地震対策堤防強化計画策定マニュアル(案)(1991)

釧路沖地震・北海道南西沖(1993)

河川堤防耐震点検マニュアル
(1995) 阪神淡路大震災(1995) 堤体土・高水敷土実物大供試体侵食実験

粘性土・植生根毛の耐侵食性評価(案)(1997)

河川堤防の浸透に対する安全性の概略点検(1996)

河川砂防技術基準設計編(1997)

ドレーン工設計マニュアル(1998)

河川堤防の構造検討の手引き(2000)

樋門等構造物周辺堤防点検要領(2001)

堤防設計指針(2002)

河川堤防質的整備技術ガイドライン(案)・河川堤防モニタリング技術ガイドライン(案)(2003)

柔構造樋門設計の手引き(2008)

床止め工構造設計の手引き(2008)

河川法一部改正(2013)

河川管理施設点検結果評価要領(案) 堤防護岸点検結果評価要領(案)(2015)

河川砂防技術基準設計編(2019)

新潟地震(1964)

十勝沖地震(1968)

宮城県沖地震(1978)

多摩川水害(1974)

根固めブロックの移動限界流速評価(案)
(1980)

堤防の耐侵食性評価(案)(1987)
護岸ブロックの流体力評価法(1988)
床止め工設計試案(1989)
高水敷の侵食量(1990)

護岸力学設計法(1999)

河道計画検討の手引き(2002)

堤防マネジメントのあるべき姿

目指す姿：水防関係者・堤内地住民等に信頼される堤防

→出水対応・現場対応は、机上の理論・仮定したシナリオの下にある計画ではなく、不確定事項もある中シナリオ通りに行くとは限らない真剣勝負をしている人たち

「要求性能」：HWL以下の洪水では、水防関係者・堤内地住民に不安を与える変状が起きない。変状が起きても水防工法・応急措置で(破堤しない・人的被害最小化する等)で対処できる。

⇒⇒現に出水時に起こった変状箇所は最優先に強化。類似箇所(次回出水で危険な箇所)があれば併せて強化。



「要求性能」：“破堤しないこと”に設定

→破堤しない≠変形・変状しない

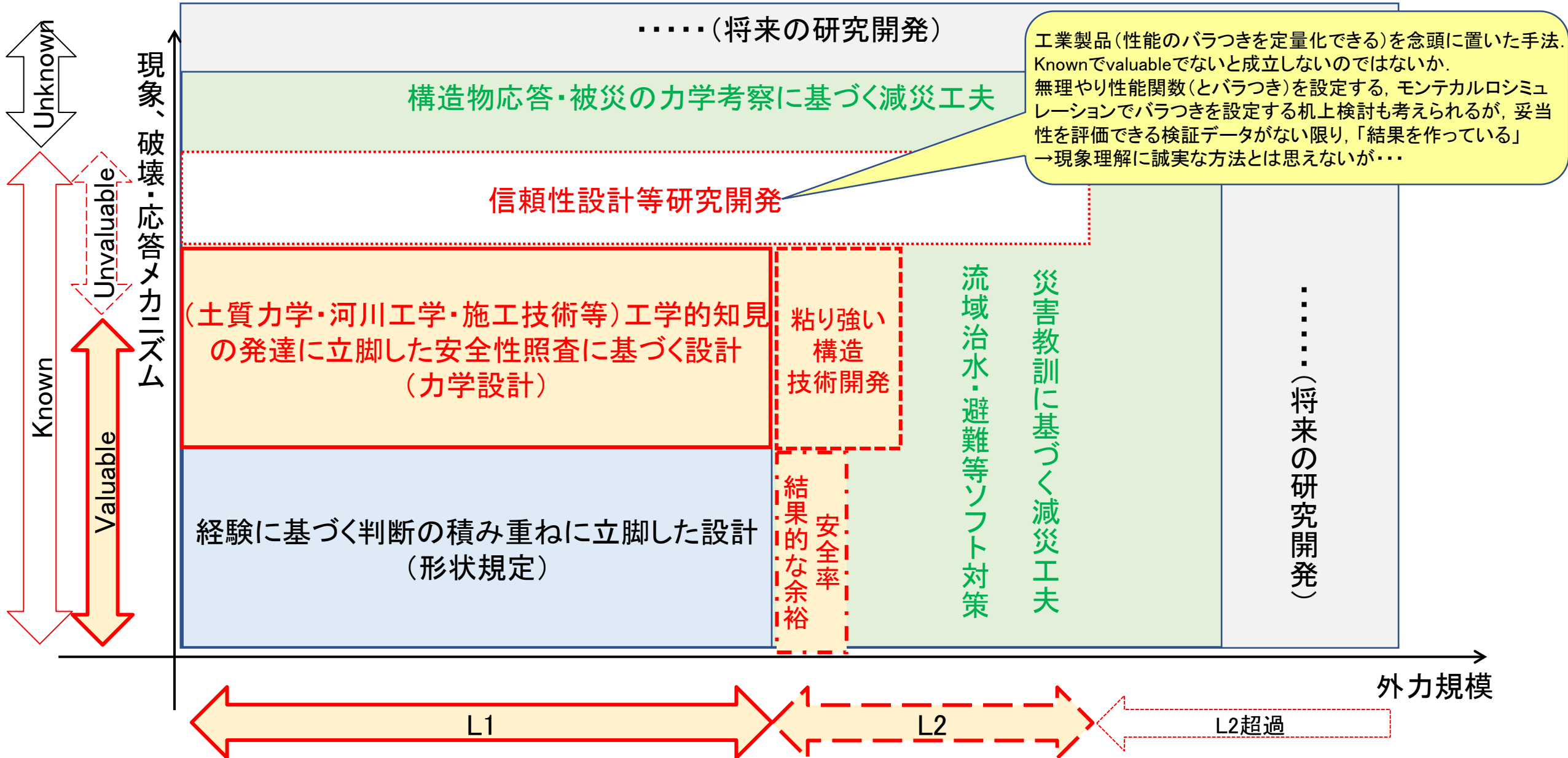
⇒破堤さえしなければ応答・変形は最大限許容

⇒⇒計画的な「強化」は破堤につながるものに限定。残りの変状は災害復旧や維持修繕で対応。

→「許容できる変形」、「(破堤しないと評価される)変状」は、(研究者間には存在できても)現場関係者の信頼が得られない限り存在できない

⇒現に起こった噴砂、のり崩れ等変状箇所よりも、出水時に現地で何も起こらないのに机上の理屈上リスクが高いといわれる場所の強化が優先されるという話に理解が得られるか？

参考 洪水応答から見た「設計技術」のカバー範囲(私見)



注意を要する弱部・破壊・変状

セグメント	侵食	浸透(一般堤防)	浸透(樋門周辺)	越流
M	<ul style="list-style-type: none"> •表面侵食:全川 •側岸侵食:砂州水衝部 	<ul style="list-style-type: none"> •基礎地盤礫層被圧部(パイピング) •堤体浸潤面上昇 	—	<ul style="list-style-type: none"> •越流水深大区間 •3次元形状凹部(越流水が集中する箇所) •堤内地水深小 •堤体土耐侵食力小(砂堤体(引張破壊応力小)、植生根毛量小) •モグラ・イノシシ採餌、人車損傷箇所)
1			—	
2-1	<ul style="list-style-type: none"> •表面侵食:高水敷狭い箇所、堤体土耐侵食力小(砂質土、植生根毛量小、モグラ・イノシシ採餌、人車損傷箇所) •側岸侵食:高水敷狭い箇所 •護岸安全性:高水敷狭い箇所・水衝部 	<ul style="list-style-type: none"> •基礎地盤礫層被圧部(旧川跡 パイピング) •堤体浸潤面上昇 •堤体パイピング(キツネ・アナグマ・ウサギ巣穴) 	<ul style="list-style-type: none"> •透水層上部被覆土層開削水路(噴砂) •圧密沈下支持杭構造函体抜けあがり箇所(ルーフィング・浸透路長減、境界部堤体緩みで浸透破壊) 	
2-2				
3				
湖沼	<ul style="list-style-type: none"> •風浪侵食安定性: 	同上		同上 風浪越波区間

セグメントごとの耐力、変化要因

セグメント	低水路	高水敷	基礎地盤	表のり	堤体	樋門	堤防共通施工・維持管理
M	<ul style="list-style-type: none"> 所々に岩露出・河床勾配に応じて礫・砂 層積み根固め工(洗掘部乱積み) 砂州水衝部・湾曲で洗掘 	<ul style="list-style-type: none"> 急勾配、掘り込み河道は無 	<ul style="list-style-type: none"> 岩露出 河床勾配に応じて礫層主体、砂礫・シルト・粘土層の互層 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸(直接基礎)が主体 	<ul style="list-style-type: none"> シルト・粘土質 礫質土 		<ul style="list-style-type: none"> 締固め不足:降雨法崩れ・浸透法崩れ 砂質土堤体:越流侵食耐力小
1	<ul style="list-style-type: none"> 砂利採取の影響 層積み根固め工(洗掘部乱積み) 	<ul style="list-style-type: none"> 自然状態は無 	<ul style="list-style-type: none"> 全面的に厚い礫層 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸(直接基礎)が主体 	<ul style="list-style-type: none"> 礫質土 		<ul style="list-style-type: none"> 張芝:除草頻度少ないと遷移・根毛量減少 堤体表層損傷劣化:モグラ・イノシシ採餌・人車踏み跡
2-1	<ul style="list-style-type: none"> 砂州水衝部(1,2-1)・湾曲(2-1)で洗掘 	<ul style="list-style-type: none"> 有(水衝部に低水護岸) 	<ul style="list-style-type: none"> 旧川跡に礫層 礫層、砂層、シルト・粘土層互層 場所によって圧密沈下 	<ul style="list-style-type: none"> 植生(張芝)が主体 高水敷幅狭い水衝部等護岸(止水矢板設ける場合も) 	<ul style="list-style-type: none"> シルト・粘土質 礫質土 	<ul style="list-style-type: none"> 水路部が噴砂口 圧密沈下支持杭構造函体抜けあがり浸透路長減 	
2-2	<ul style="list-style-type: none"> 土砂供給・掘削の影響 乱積み・捨石根固め工 湾曲で洗掘 	<ul style="list-style-type: none"> 有 土砂供給多い河川は無 	<ul style="list-style-type: none"> 旧川跡に砂層 砂層とシルト・粘土層互層 圧密沈下 		<ul style="list-style-type: none"> 砂質土 シルト・粘土質 	<ul style="list-style-type: none"> 圧密沈下支持杭構造函体抜けあがり浸透路長減 水路部が噴砂口 	
3	<ul style="list-style-type: none"> 堆積傾向 湾曲外岸(3)で洗掘 	<ul style="list-style-type: none"> 自然状態は無 	<ul style="list-style-type: none"> 旧川跡に砂層 シルト・粘土層主体 圧密沈下 	<ul style="list-style-type: none"> 植生(張芝)が主体 越波区間は三面張が主体 	<ul style="list-style-type: none"> シルト・粘土質 	<ul style="list-style-type: none"> 圧密沈下支持杭構造函体抜けあがり浸透路長減 	<ul style="list-style-type: none"> 堤体内部劣化:キツネ・アナグマ・ウサギ巣穴
湖沼	<ul style="list-style-type: none"> 乱積み・捨石根固め工 						

堤防応答特性(ハザード・破堤原因)

セグメント	長期的河床低下	中規模洪水	大規模洪水(設計超過)
M	砂利採取・掘削による河床低下 根固め工変形 護岸基礎洗掘吸出し	砂州水衝部の側岸侵食(高水敷消失 →堤体侵食、根固め工流失・護岸上下 流端からの流失)	溢水(掘込み河道)、越流(築堤河川) 表面侵食(護岸天端～堤防天端) 侵食(根固め工流失) 浸透(基礎地盤パイピング)
1		砂州水衝部洗掘(根固め工流失・護岸 基礎洗掘吸出し)	越流 侵食(護岸天端～堤防天端, 根固め工流失) 浸透(基礎地盤パイピング)
2-1	同上＋ 浸透(基礎地盤パイ ピング)	水衝部の洗掘(護岸基礎洗掘吸出し、 護岸流失) 流失・表面侵食、損傷部(モグラ・イノ シシ採餌跡・人車損傷)堤体表面侵 食)	越流 浸透(砂質堤体護岸天端～堤防天端のり面 からの浸透) 同左
2-2	同上＋ 供給土砂減による河 床低下	浸透(降雨、樋門周辺、堤体浸潤面上 昇、旧川跡基礎地盤パイピング、キツ ネ・アナグマ巣穴)	
3	掘削・供給土砂減に よる河床低下 根固め工変形	風浪越波 浸透(降雨、樋門周辺)	越流 同左
湖沼		風浪越波	風浪越波

	ハザード	耐力・脆弱性	人的要因・維持管理
セグメントM	側岸侵食大(砂州スケール) 基礎地盤礫層被圧(パイピング) 流速大・水深大(流体力大)	護岸 根固め工	
セグメント1	流速大(せん断力大・表面侵食大) 側岸侵食大(砂州スケール) 越流、基礎地盤礫層被圧(パイピング)	流速>>土羽・植生の耐力 余裕高・余盛のり面弱点 流体力>ブロック重量	砂利採取
セグメント2-1	流速・洗掘水衝部で大 旧川跡礫層被圧	水衝部流速≒土羽・植生 耐力	砂利採取 堤体締固め不足 ショートカット・流路整正で 旧川跡に築堤する場合
セグメント2-2	浸透 水衝部侵食・洗掘	水衝部流速≒土羽・植生 耐力	樋門周辺表層土凹部 圧密沈下(軟弱地盤) 堤体締固め不足
セグメント3	浸透、風浪、洗掘		ショートカット・流路整正で 旧川跡に築堤する場合
湖沼	風浪		

河川シンポジウム(含む河川技術論文集)

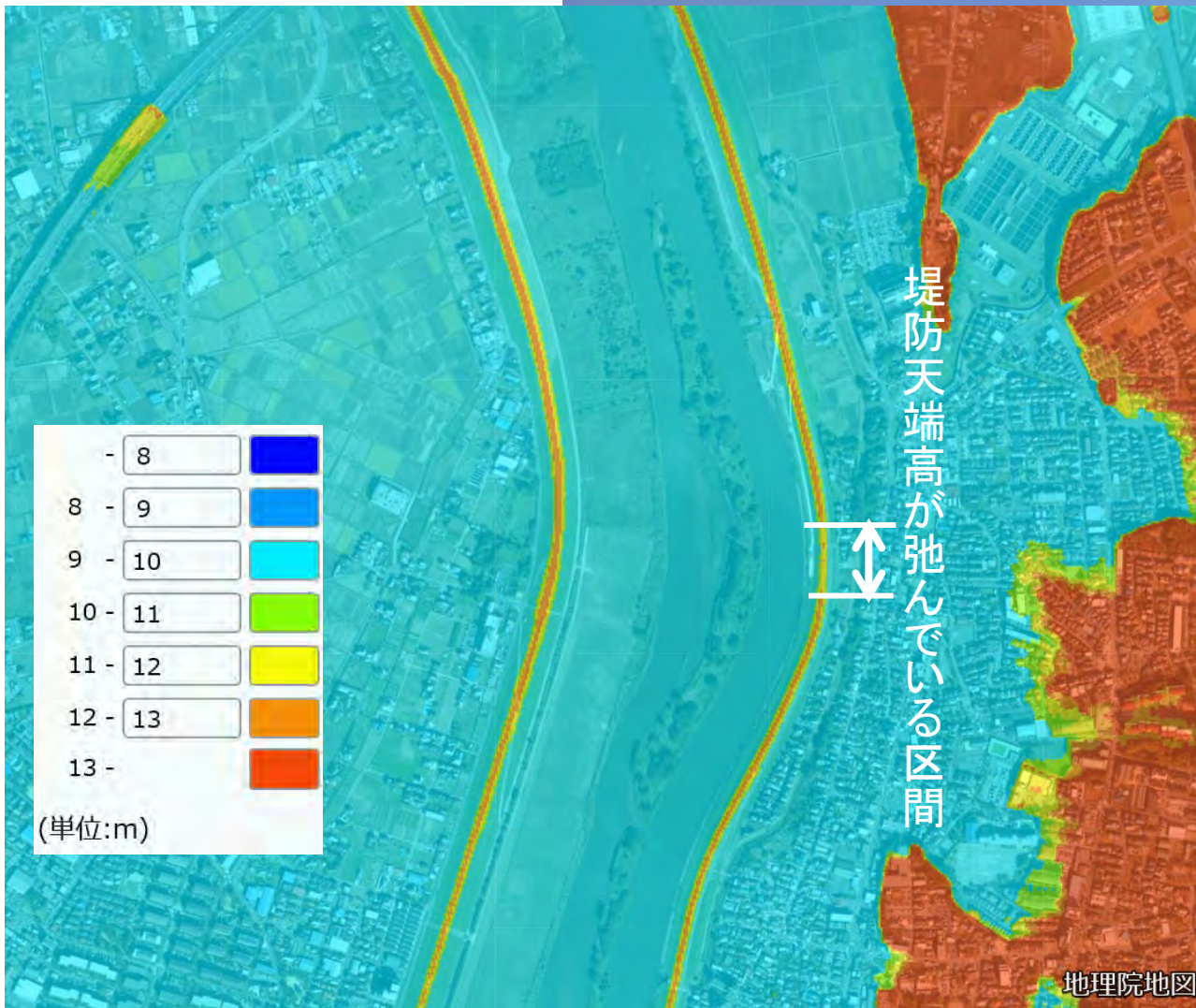
- 各技術者・研究者の日頃の調査研究成果を披露し、(技術者・研究者の自由な発想を尊重しつつ)議論し・褒め称えあう場

+

- 「河川技術上の重要課題あるいは分野について、必要なインターフェース的機能を確保しつつ、調査・研究活動等を実施し、課題分析、知見の体系化、発展の方向性や技術水準の提示などを行う(会則第3条より)」場となってほしい。
- ⇒ディスカッションを1週間延長します

天端高の縦断的弛み

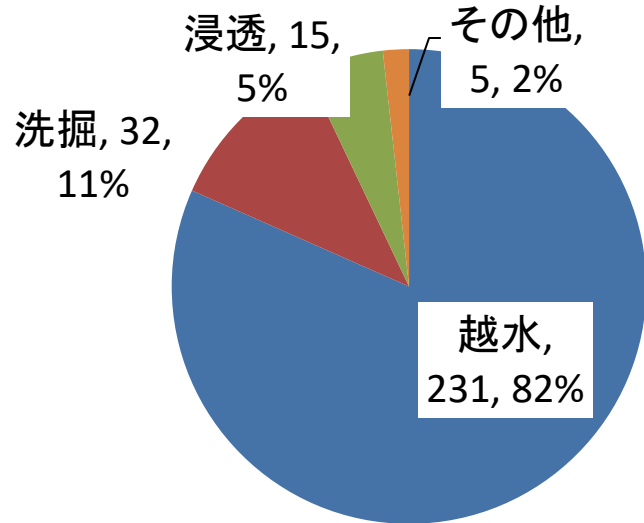
ローテクでもわかる 地理院標高図は誰でも閲覧可



破堤原因内訳(越水とそれ以外)

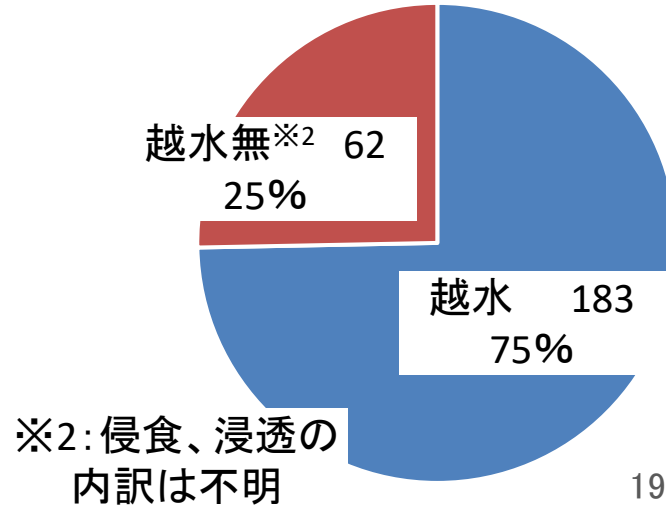
1947～1969直轄河川堤防破堤原因別内訳

出典:山村(1969)

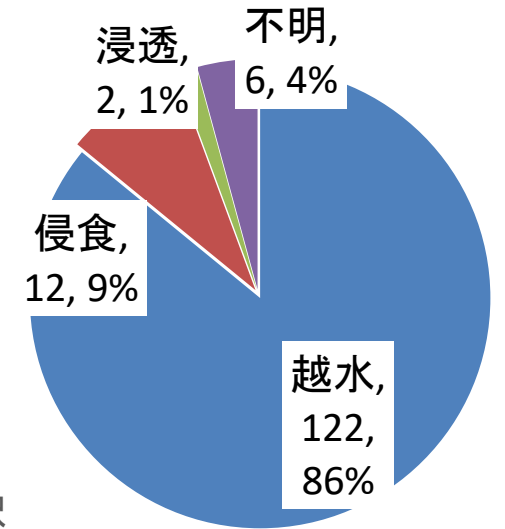


1965以降主要水害破堤 越水有無内訳

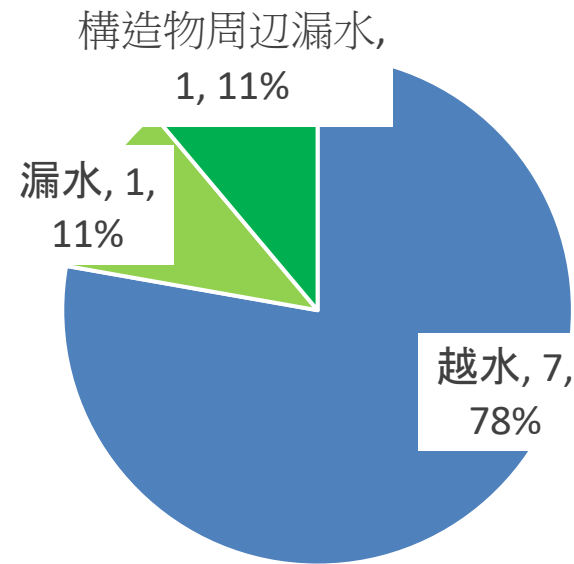
出典:中島(2003)p82 表-5.2



2019T19破堤原因別内訳



1981(昭和56)石狩川破堤要因内訳



破堤原因の3/4以上は
越流(設計超過外力による)
⇒設計超過外力対応が重要

河川構造物の洪水応答とは 私見

- ・その他の外的作用
- ・取り巻く諸条件の変化

背景、前提

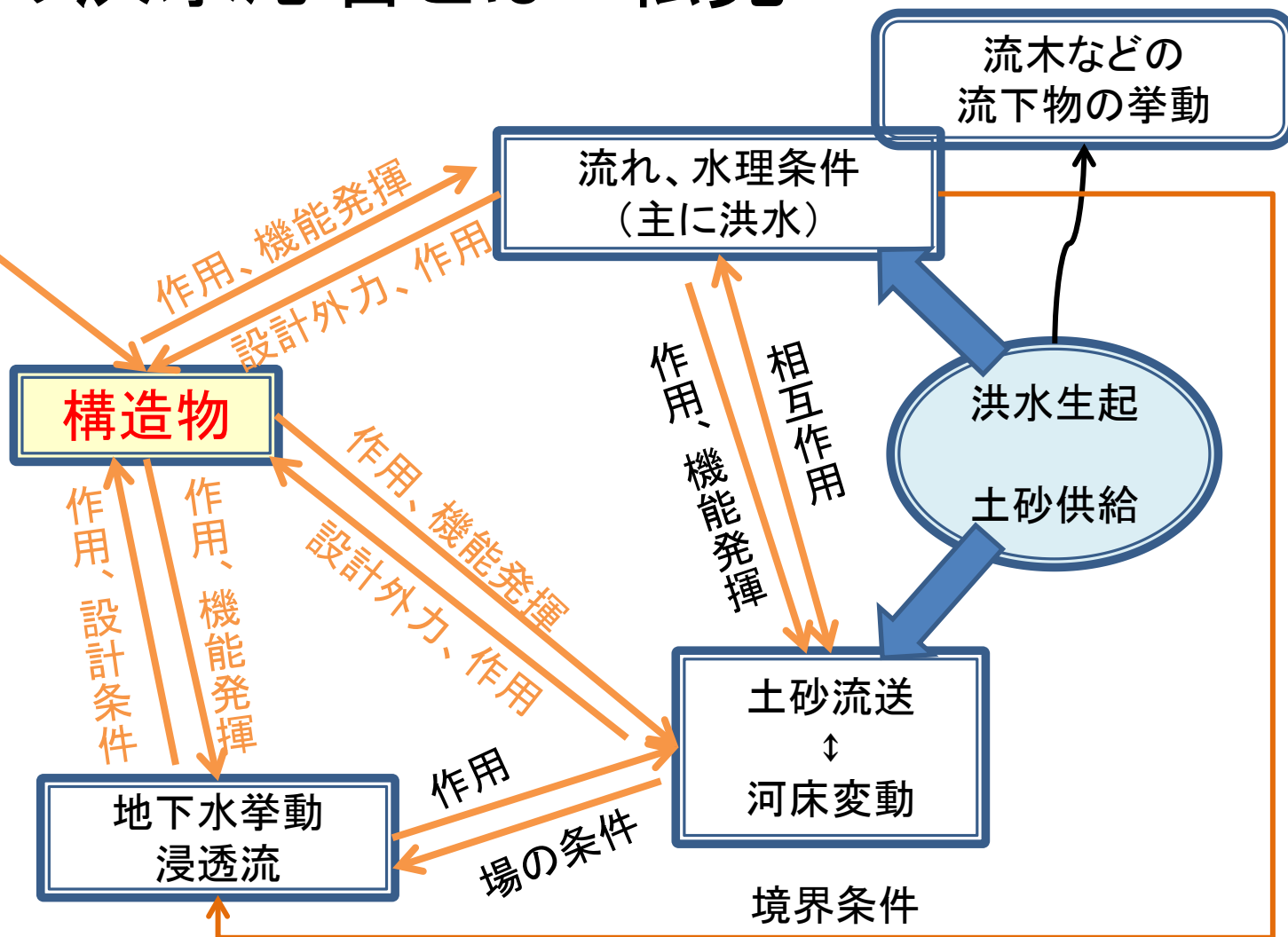
- 河川インフラ整備における役割、位置づけ
- **ニーズの新展開**
- 設置実績と評価の蓄積
- 施工性、投入可能コスト
- 必要な寿命、メンテナンス容易性の確保

諸元・構造

- 種類
- 基本的な構造、諸元、形状
- 使用する材料

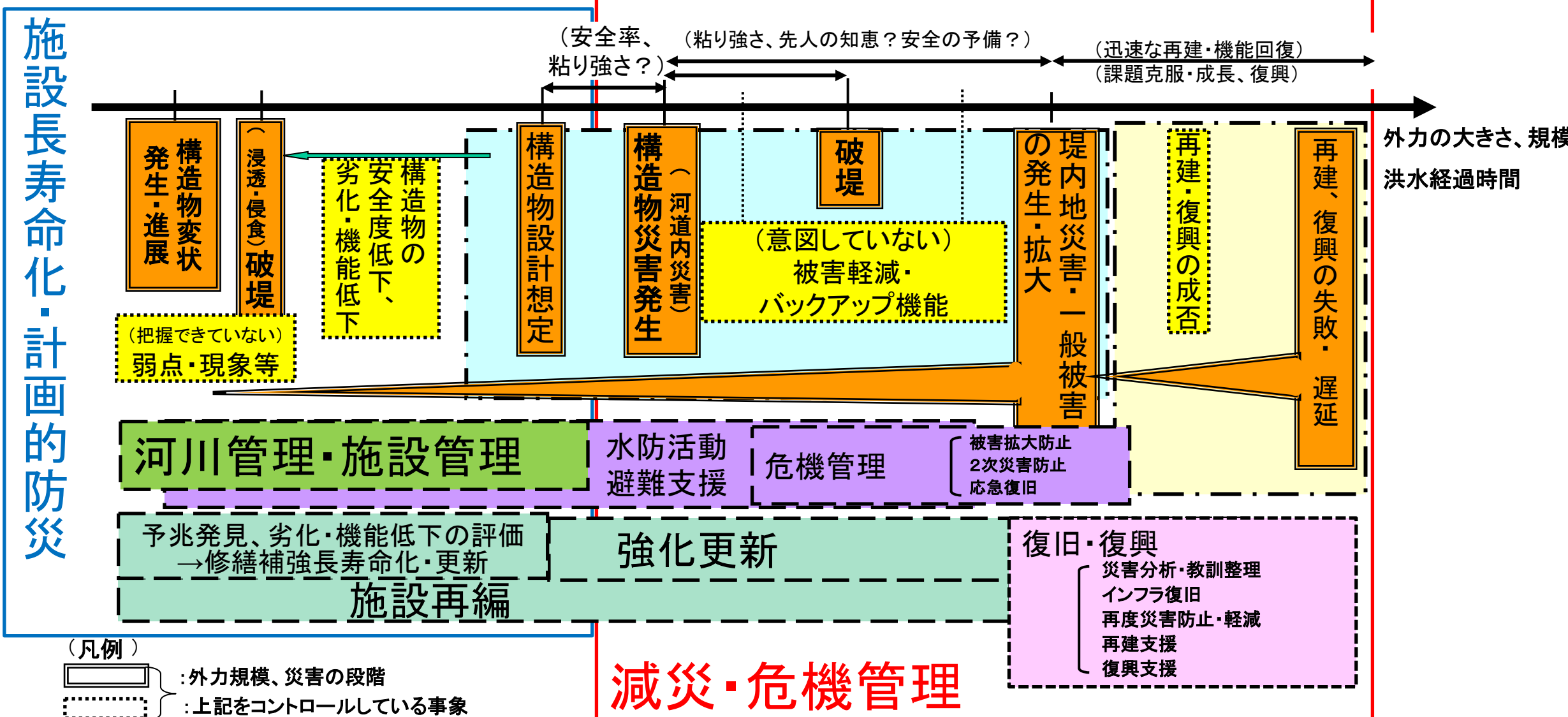
設計上の要件

- 所定の性能確保、機能発揮
- これらの経時変化の制御性確保

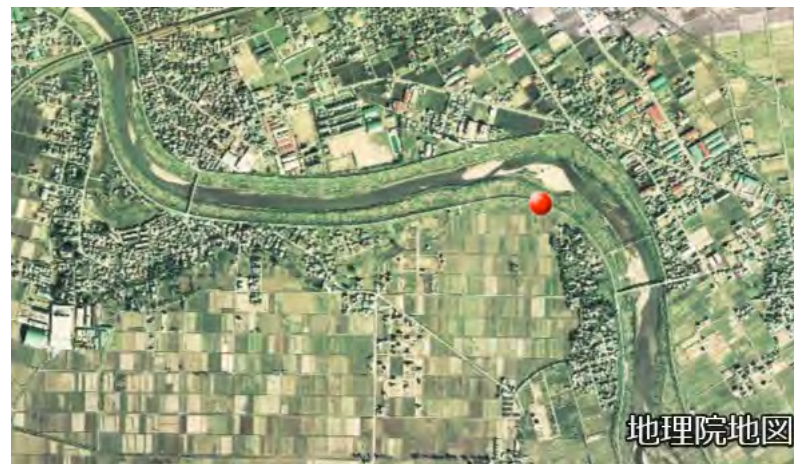
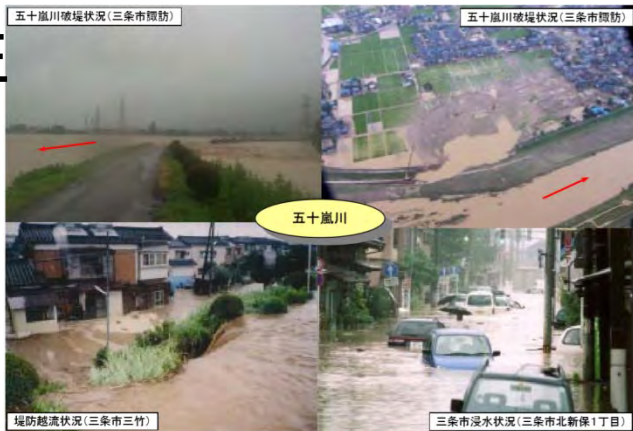


水理現象を主体とした相互作用系

構造物の変状から一般被害拡大までの洪水応答 私見

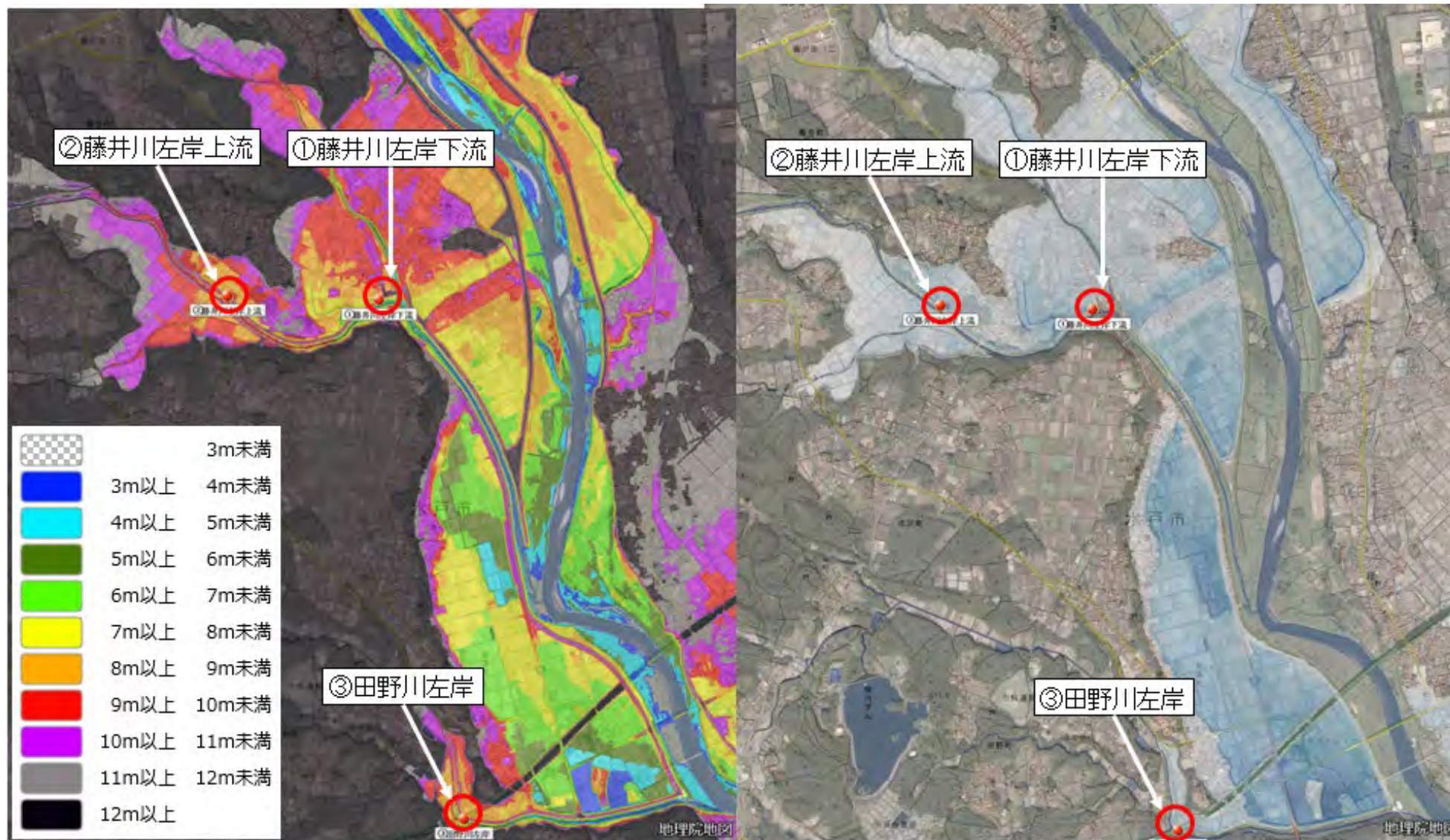


被害発生拡大過程応答特性

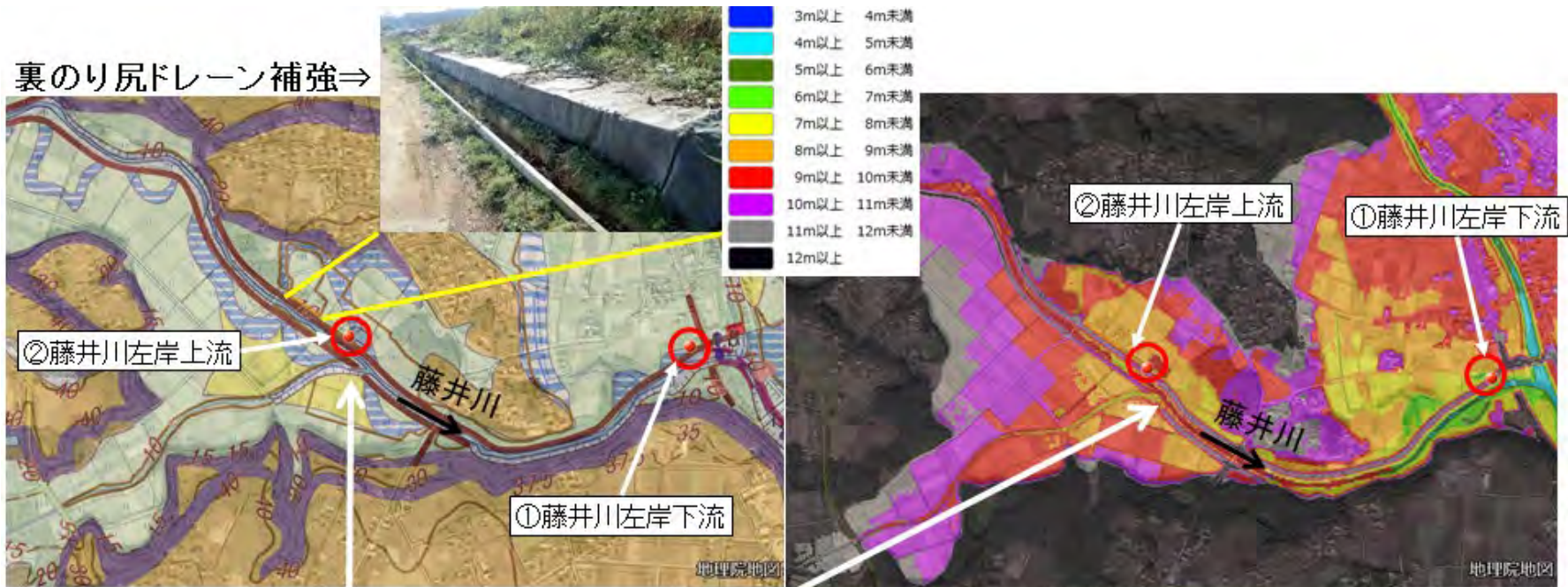


那珂川水系藤井川、田野川

超過洪水では直轄と県の境界が留意必要



那珂川水系藤井川

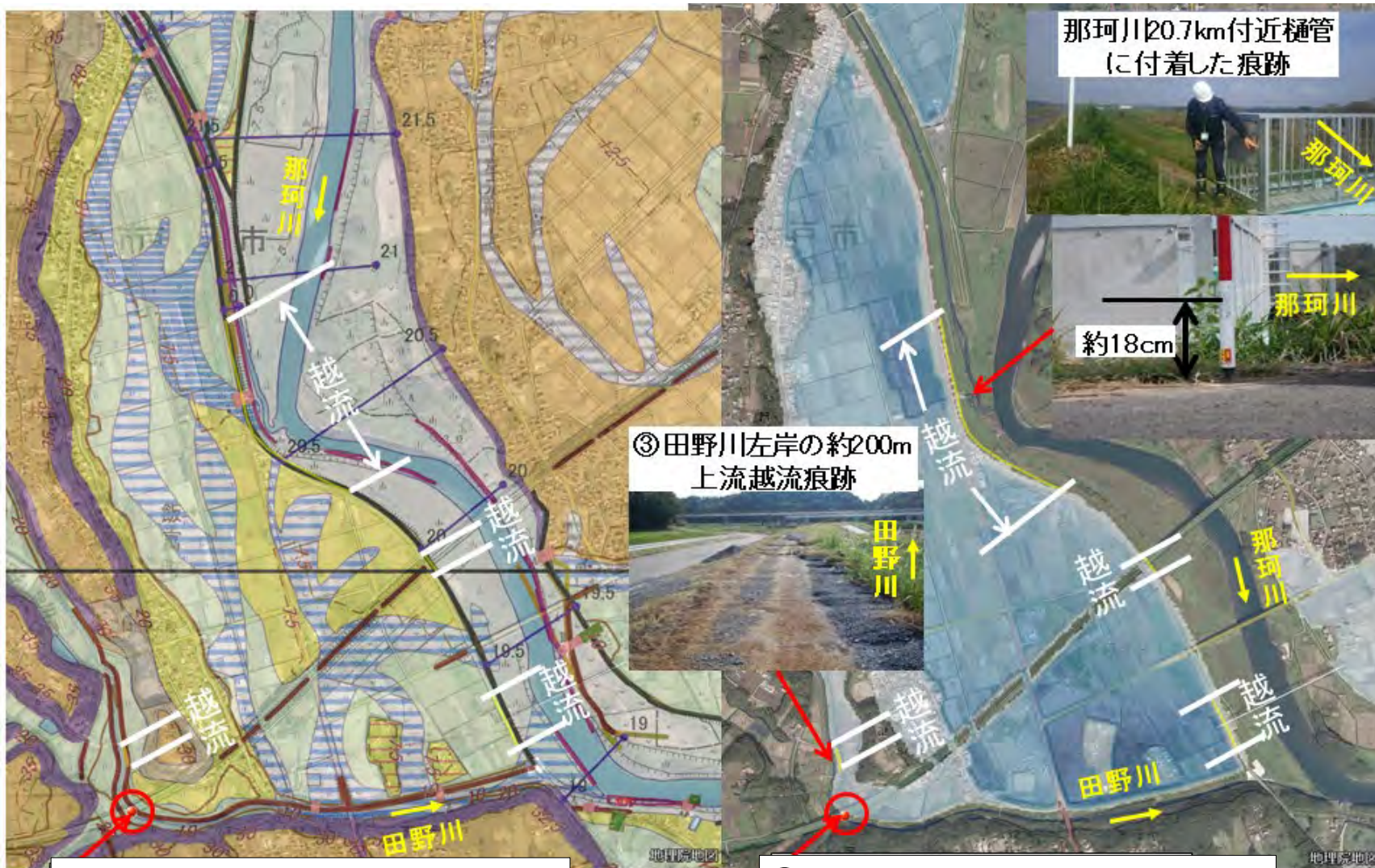


←堤内地地盤高が低い区間で破堤
 (地盤が軟弱で圧密沈下量が大きい(天端高が相対的に低くなりやすい)可能性を示唆)



←右岸側浸水域(開口あり)では泥水被害無.
 左岸破堤浸水域は那珂川本川から流入した泥水により被害顕著(水屋の家屋でも)

那珂川水系藤井川、田野川



③田野川左岸 (写真-5. 2. 14. 3)

③田野川左岸 (写真-5. 2. 14. 3)

← 氾濫水量の主体は那珂川本川堤防からの越流水ではなく、田野川破堤部からの氾濫流。

低標高域の排水に苦勞。

・破堤しにくくすることの重要性(1か所でも破堤すればそのブロックは大氾濫＝氾濫ブロックは運命共同体)

那珂川水系田野川



護岸破壊箇所全景
延長50mうち26.6m全壊



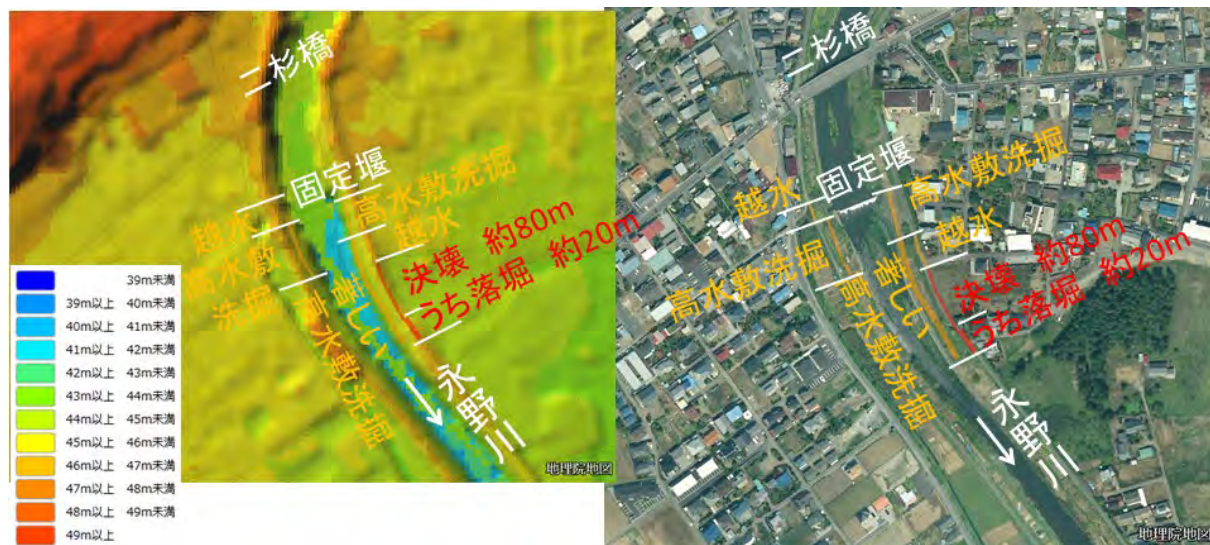
隣接する市道の状況
(舗装打替え済み)



市道上流側の洗掘状況

↑橋の桁高<堤防天端高. 橋桁の堤防よりも標高が低いため越流開始場所に. 橋桁上の氾濫流が堤防との下流側境界部を侵食し、下流側に破堤が拡大した可能性が高い。(直轄区間だけ注意していても気づくことができない. 所管を越えた目配りを望みたい.)

永野川(破堤時の工作物洪水応答:固定堰1)



↑堤防満杯規模の洪水を受け、越流、破堤氾濫発生。下流の高水敷上も大きく洗掘。一方、固定堰(取水堰)や低水護岸が流失せず。

破堤氾濫が生じる超過洪水時には固定堰や低水護岸は流失した方がよかった可能性がある。(施設の重要性が高くない、更新が望まれる施設なら超過洪水時に流失するよう工夫が必要なのでは。施設管理者の自主性を尊重しているだけでよいのか。)

真に河川を理解する・知る・識る

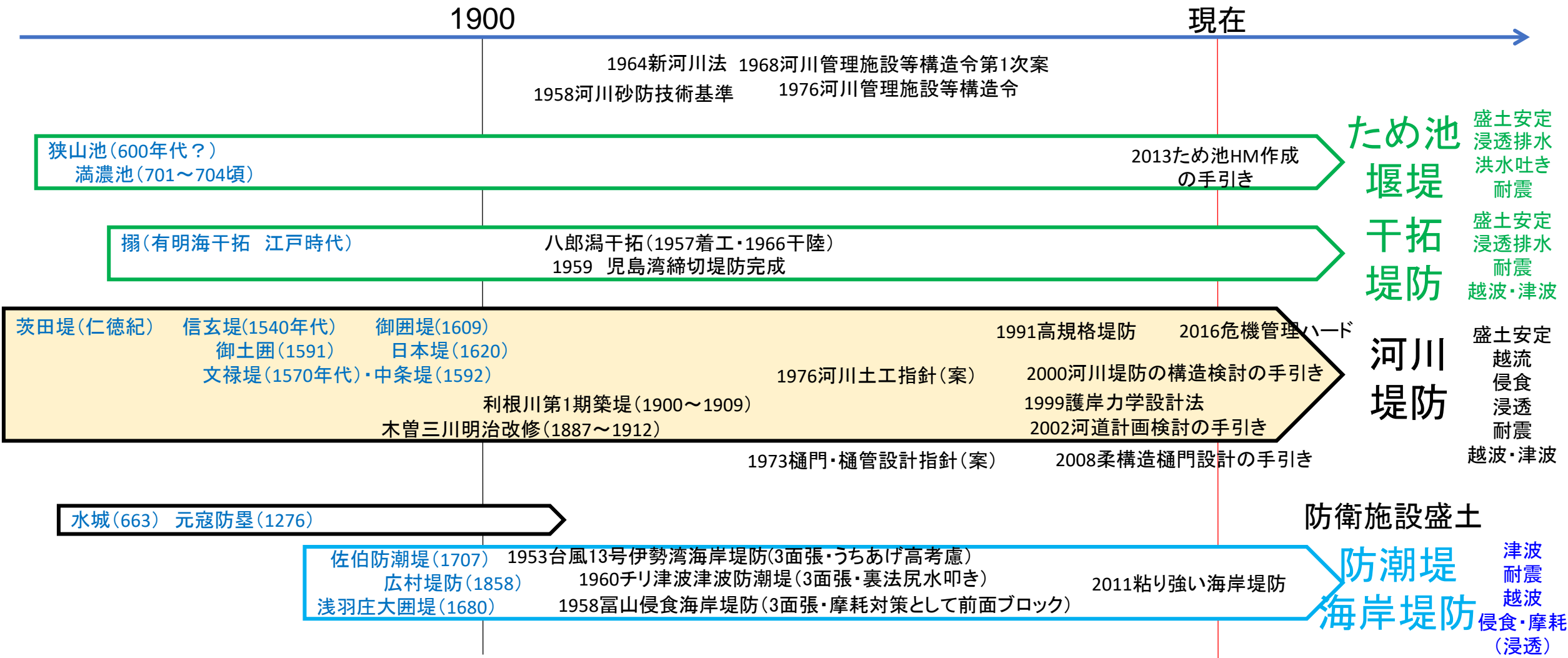
- 河川は自然公物、かつストックインフラ・施設群システム(施設群＝時代時代の地域要請に応える人の働きかけ)
- 河川工学(河川と人間を対象) ≠ 水理学(水の流れを力学的に扱う)
- 真に河川を理解するためには、自然史と社会史の両面からの追求が不可欠であることを、小出博元東京農業大学教授から厳しくご教示頂いた。その意味から、本書は小出河川学が基本になっている。
- ・・本書を校正しているさなかの4月28日、関東学院大学をご勇退されたばかりの安芸皎一先生の訃報を受けた。河相論で知られる先生は、臨終の枕辺にあった山本三郎元水資源開発公団総裁に、昏睡状態の中で「河、河・・」とつぶやいておられたという。現地からの河川工学、つまり「知水」が「治水」の基本であるという先生の言葉を遺言として、河川工学にたずさわる一人として深く肝に銘じたい。

－ 宮村忠著「水害 治水と水防の知恵」あとがきより引用

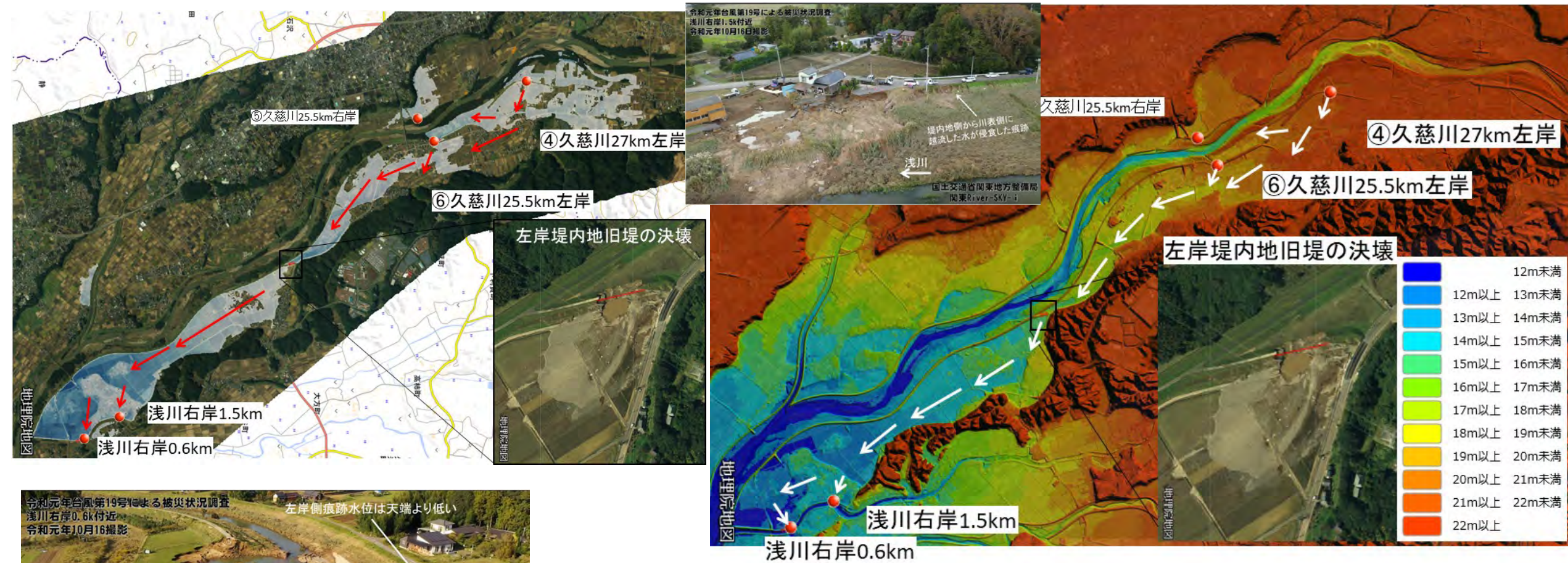


堤防(土工・構造中心)技術の変遷

土工技術開発牽引は軟弱地盤干拓堤防から河川堤防へ

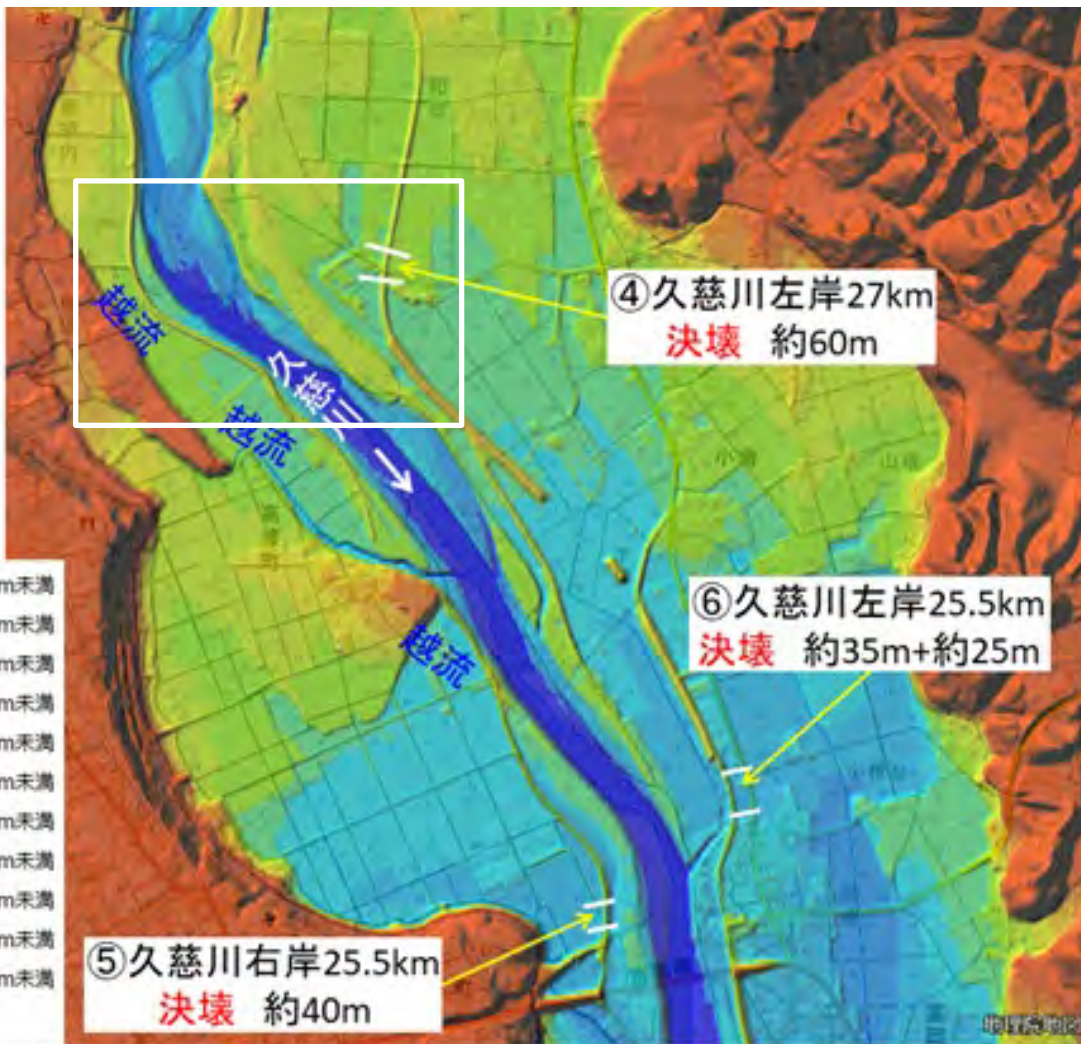


久慈川27km左岸→旧堤→浅川右岸1.5km・0.5km

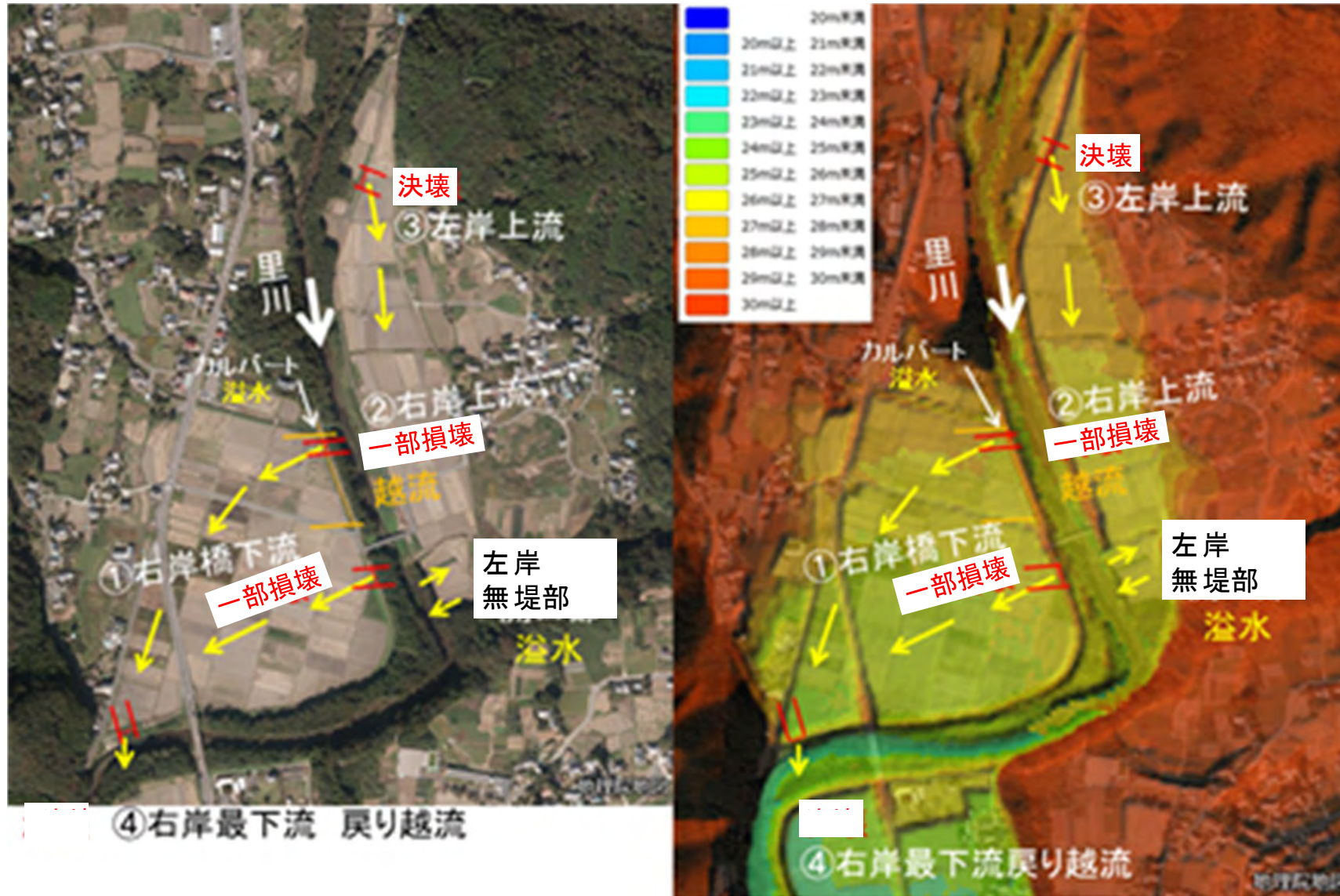


↑氾濫流制御(旧堤防の越流強化と旧堤上流本川堤防高を下げることで下流氾濫ブロックの氾濫を軽減できた)の可能性はある

久慈川27km、25.5km



久慈川支川里川

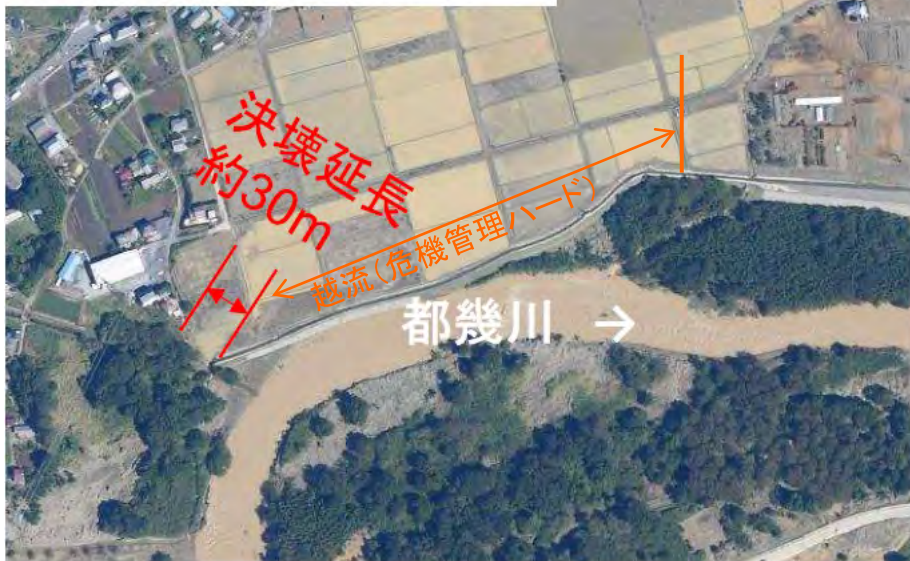


都幾川・新江川

- ◆ 10月12日19:40に荒川上流河川事務所と熊谷气象台が都幾川左岸6.0km付近において氾濫していると共同発表している。
- ◆ 都幾川左岸6.0km付近で氾濫すると、地形コンター図から氾濫水が新江川流域へ到達する可能性がある。
- ◆ 航空写真を確認しても、都幾川左岸6.0km付近から東側に氾濫水と思われる泥水が新江川流域へ到達している。

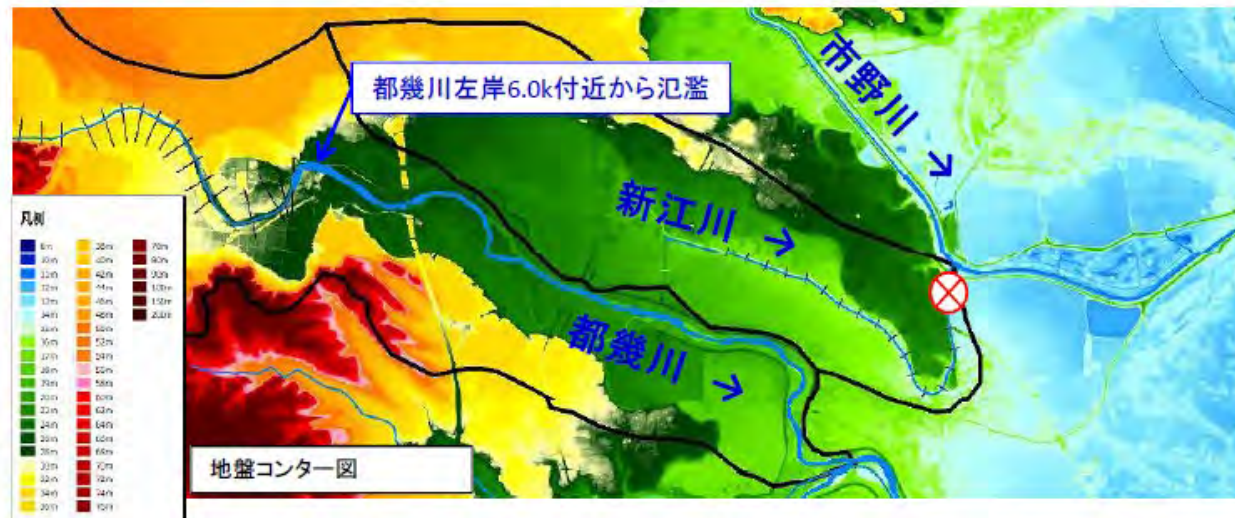
決壊後(令和元年10月13日)

国土地理院撮影



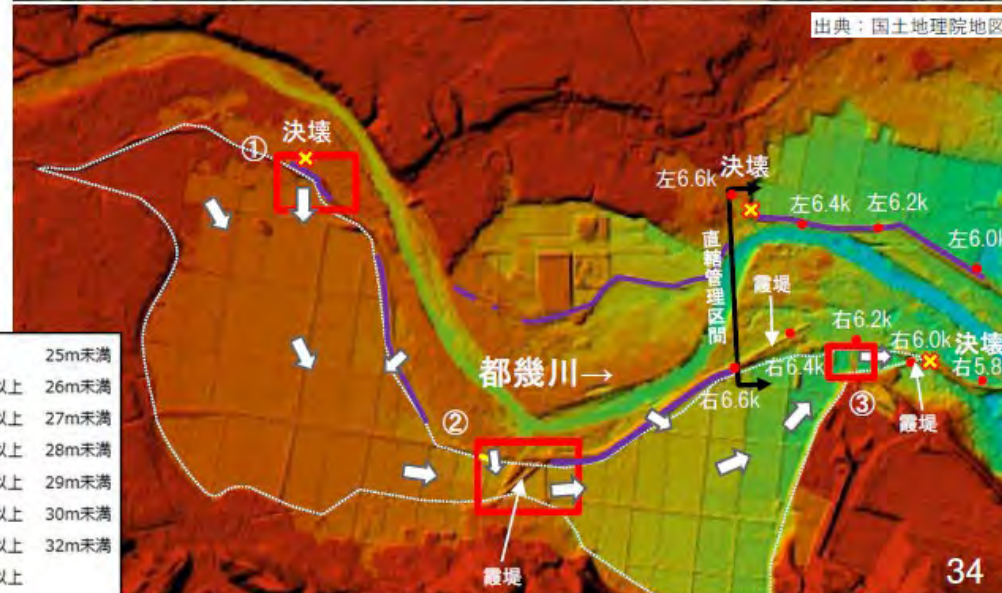
航空写真(株式会社パスコより提供)
台風19号 埼玉県川越市周辺 2019年10月13日10時28分観測

PASCO



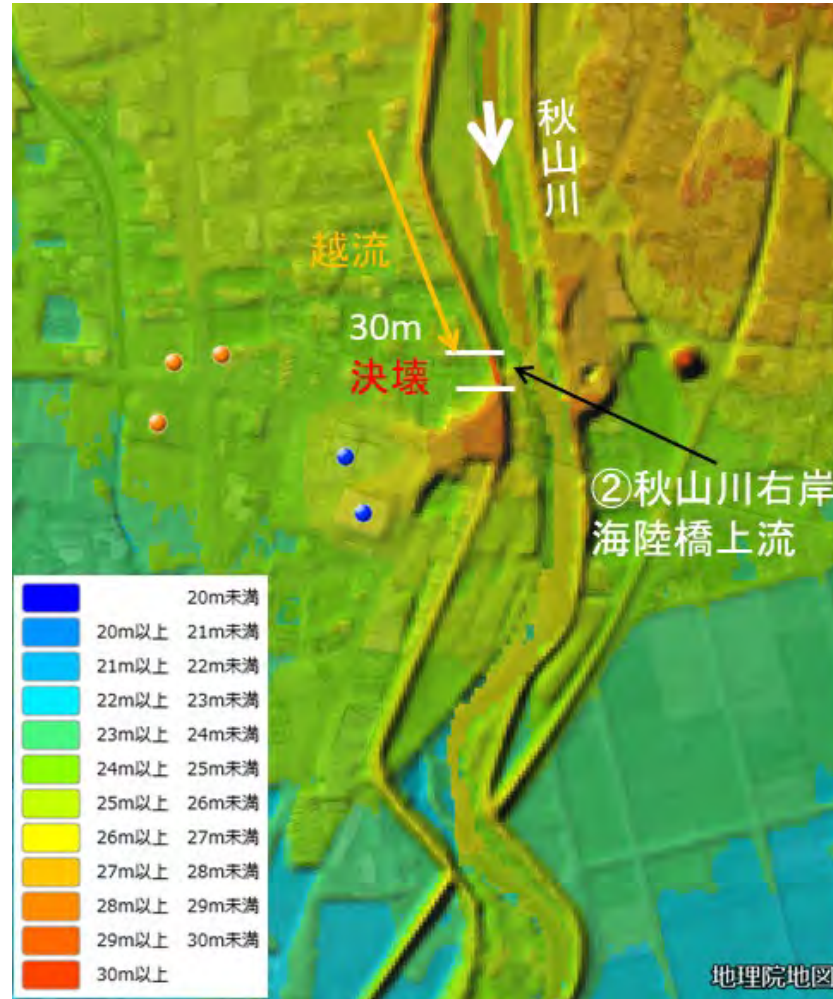
都幾川

◆ 上流右岸の決壊等による氾濫水が流下し、決壊箇所が越流水が集中しやすい箇所のため、局部的に水位が高くなったことが推定される。



秋山川

→
標高が高い場所(青●)にある店舗の方が、低い場所(オレンジ●)にある店舗よりも営業再開が早い。



思川(破堤時の工作物洪水応答:固定堰2)

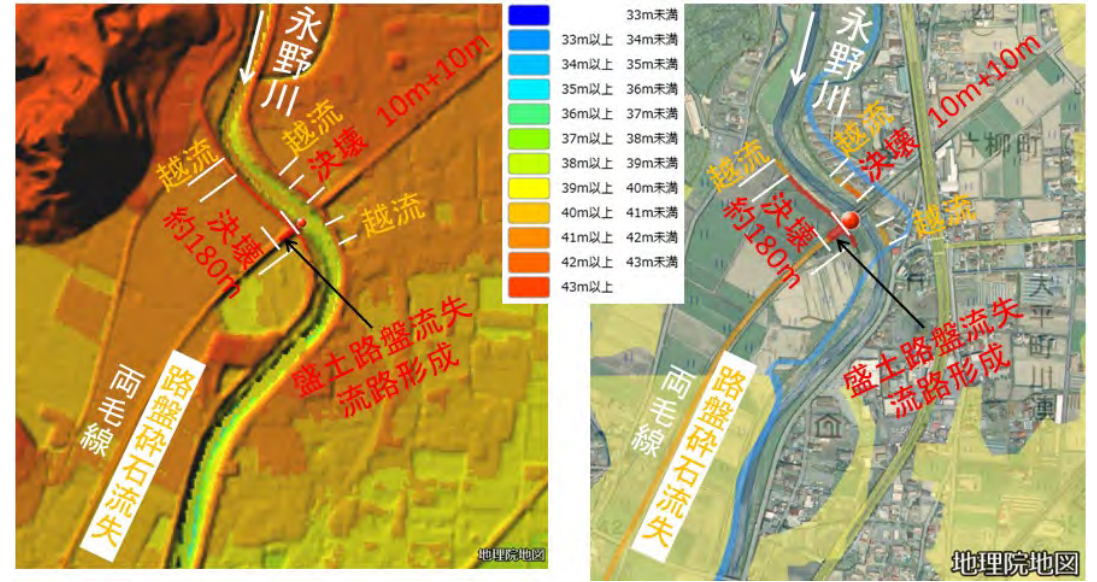
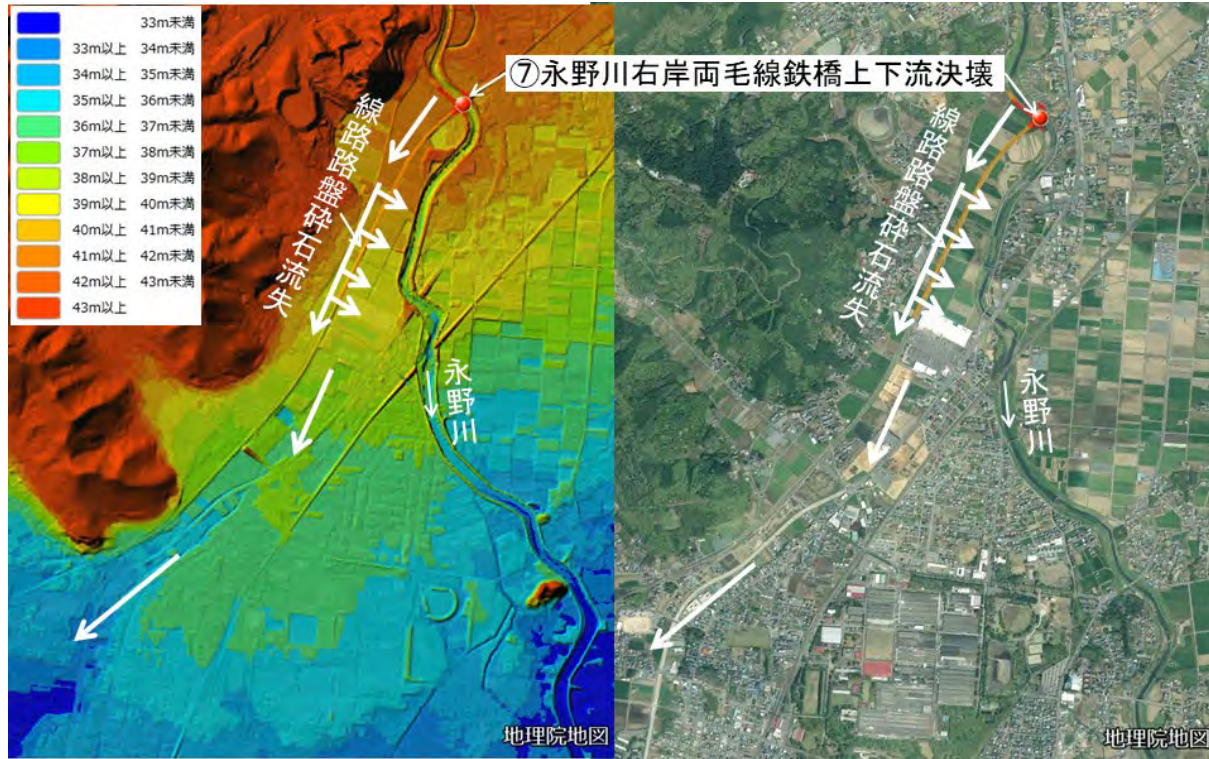


↑堤防満杯規模の洪水を受け、越流、破堤氾濫発生。固定堰を迂回するような氾濫流も。固定堰(取水堰)は流失せず。

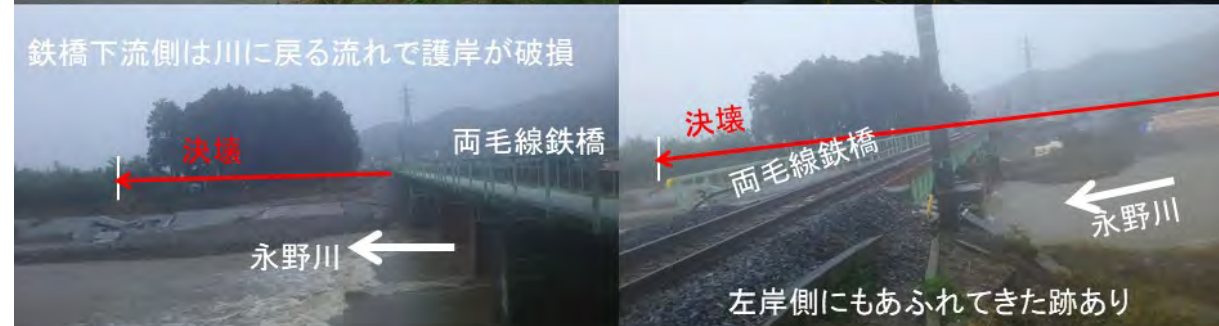
破堤氾濫が生じる超過洪水時には固定堰は流失した方がよかった可能性がある。(施設の重要性が高くない、更新が望まれる施設なら超過洪水時に流失するよう工夫が必要なのでは。施設管理者の自主性を尊重しているだけでよいのか。)



永野川(破堤時の工作物洪水応答:鉄橋1)



↑堤防満杯規模の洪水を受け、鉄橋迂回を含む破堤氾濫発生。鉄橋は流失せず。鉄道再開は比較的早かった(鉄橋の架替えが不要だったためと推察される)。交通インフラの機能復旧を考えると、破堤氾濫よりも鉄橋流失が早い方がいいとは限らない可能性がある。復旧・復興まで見据えたダメージコントロールが必要ではないか



堤防満杯規模洪水時の工作物洪水応答：鉄橋2

P2～P4 打継目で倒壊折損



P5は根元から倒壊



H24
橋上川11800044近（久大本線鉄道橋）7月14日17:00頃
Image 4 of 7

九州地方整備局提供

- ・打継目は大礫で繋いでいる・大礫はせん断破壊
- ・コンクリートで繋がっていた面積は半分以下

P2～P4折損面下流側に損傷があり転動破壊



H29洪水後



←鉄橋上流では越流発生. 鉄橋が流失したおかげで破堤免れた可能性.

超過洪水時に工作物が流失することで破堤しにくくすることは、氾濫被害の減災上は望ましい洪水応答.

副作用が大きい工作物は流失を促す水防活動も必要ではないか（事前の架替え設計・復旧補助等レジリエンシー確保の措置も併せることが重要）

1999洪水 ウォータークッション減勢 アスファルトフェーシング破壊

流入状況写真(8・14出水)

背面からの揚力による破壊



流入堤流入状況(被災前)



流入堤アスファルトフェーシング被災状況

R1(2019T19)で再度災害 流入堤Asフェーシング

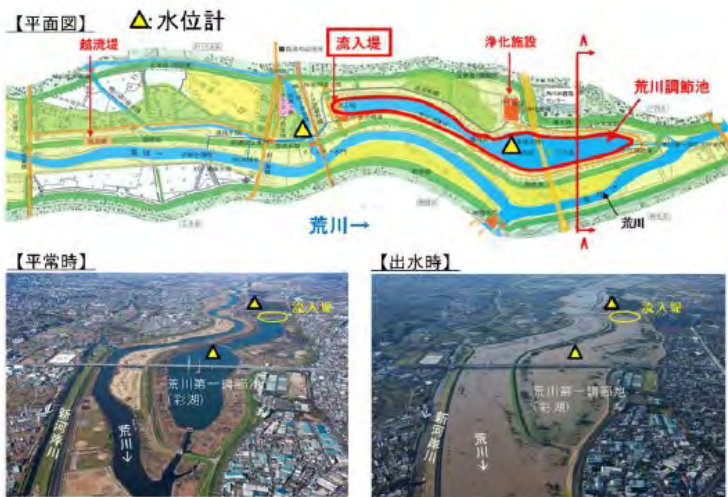


図-1 荒川第一調節池施設概要

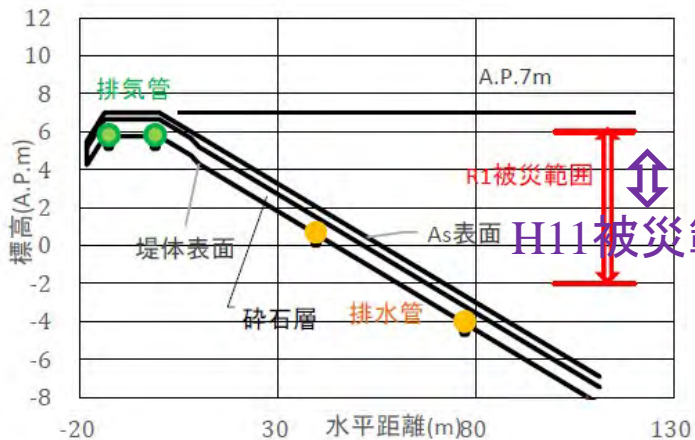


図-3 流入堤被災(上:全景斜め撮影,下:地上撮影(上写真の矢印起点で矢印方向に撮影))

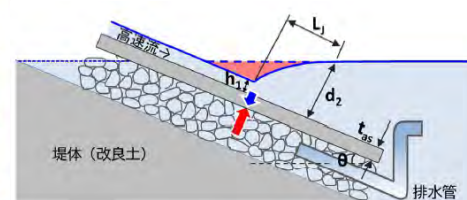


図-4 斜面上の跳水による局所的水面低下と揚圧力作用

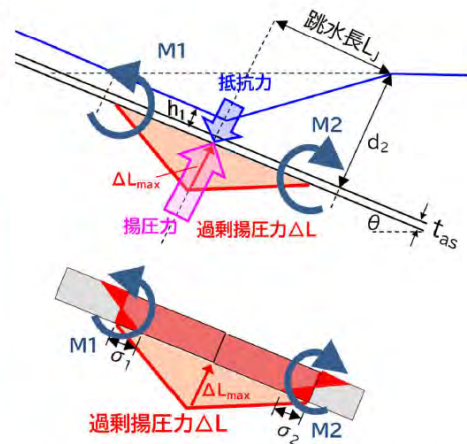


図-5 フェーシング底面に作用する曲げ応力度 σ_1, σ_2 の算出

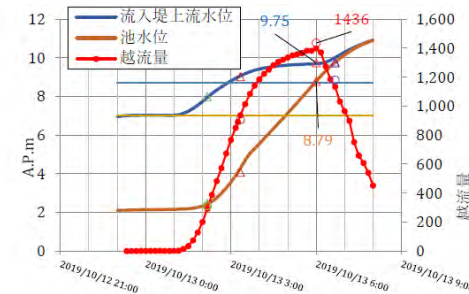
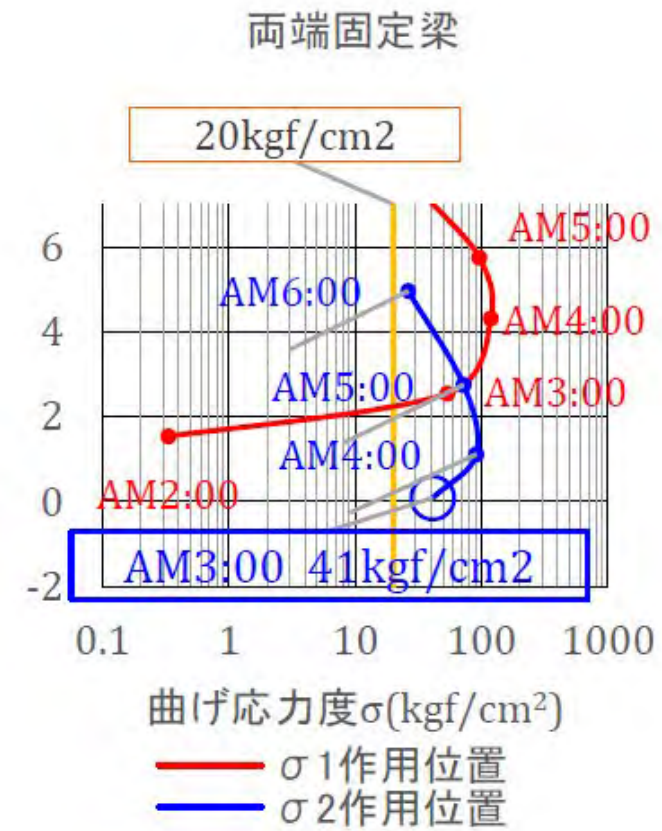
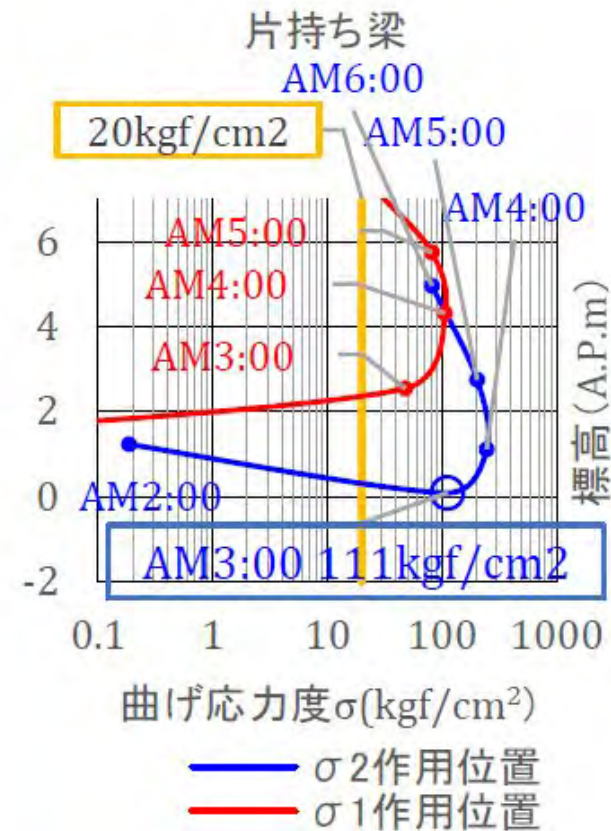


図-6 R1洪水時の流入堤上下流水位・流入堤流量波形

H11: $Q_p = 935 \text{ m}^3/\text{s}$
 R1: $Q_p = 1,435 \text{ m}^3/\text{s}$

R1(2019T19)で再度災害 流入堤Asフェーシング

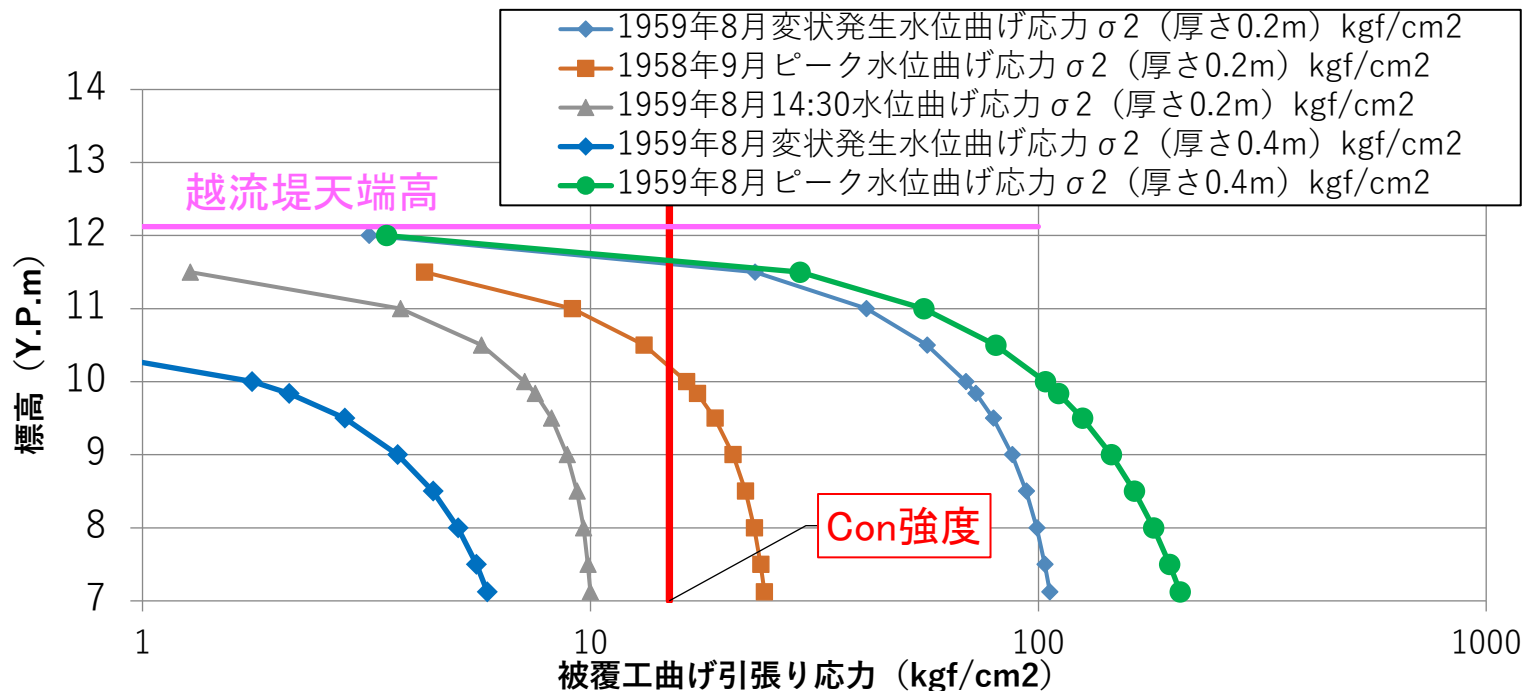


菅生調節地越流堤写真

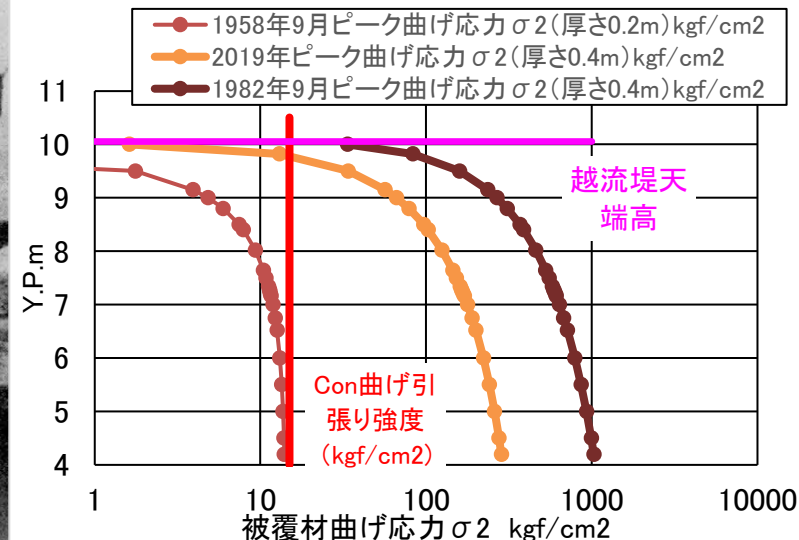
台風22号による溢流堤完成後最初の溢水▶昭和33年9月26日(『大八洲開拓史』から)



台風7号による増水で決壊寸前の溢流堤▶昭和34年8月14日午後2時ごろ(『大八洲開拓史』から)



溢流堤の残骸(がい)▶昭和34年8月(『大八洲開拓史』から)





裏のり排水管
上流側吐口

逆止弁



金網：φ4mm20cm格子
フェーシング40cm厚中央

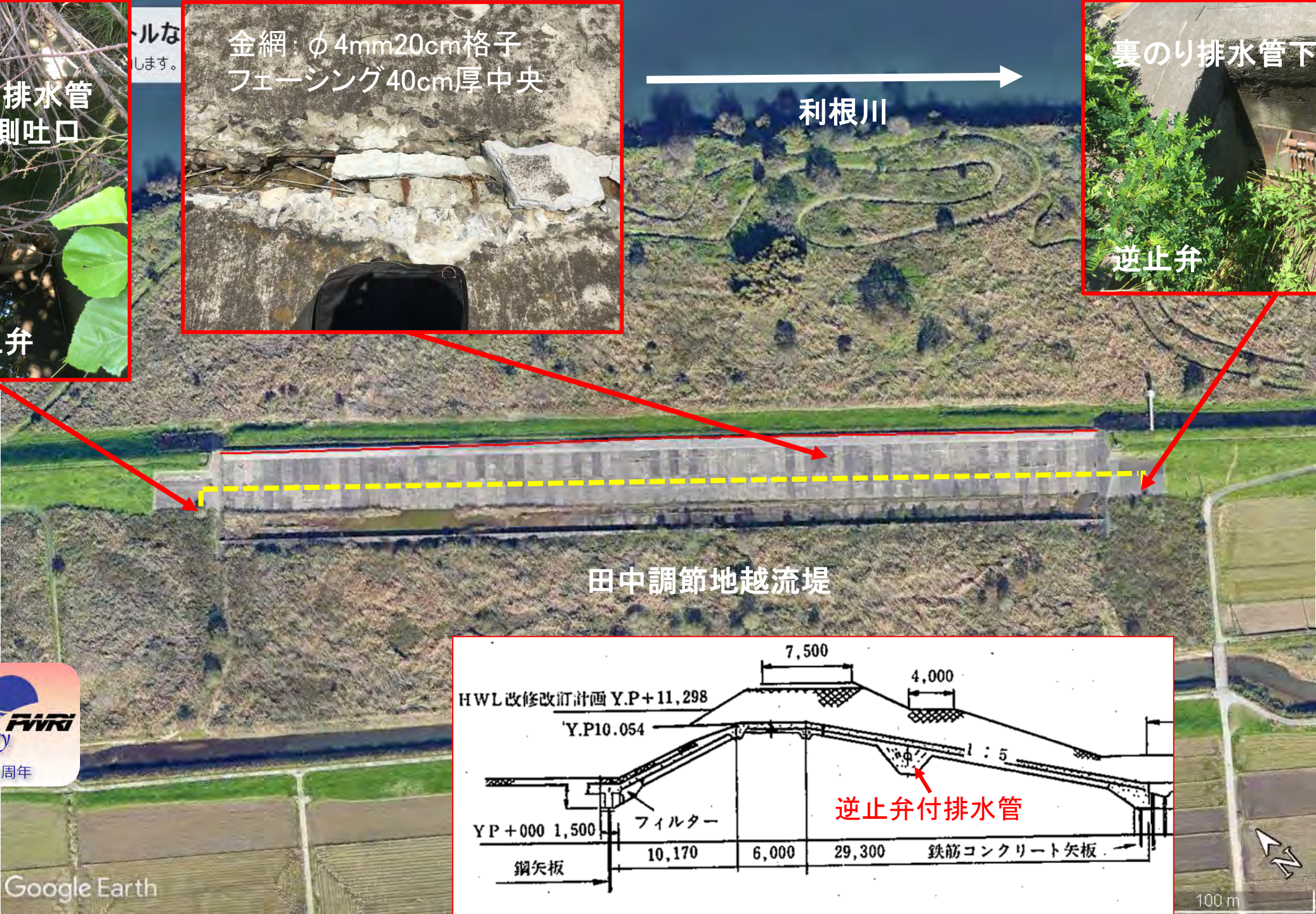


利根川



裏のり排水管下流側吐口

逆止弁



田中調節地越流堤

