令和５年度

河川研究セミナー講演録

―河道管理に必要な技術について考える―

公益財団法人
河川財団

令和５年度

河川研究セミナー講演録

―河道管理に必要な技術について考える―

公益財団法人 河川財団
河川総合研究所

はじめに

河川財団では、河川における調査・研究や維持管理に関する技術革新など、河川技術の進展と情報共有を目的として、大学や国土交通省国土政策総合研究所、国立研究開発法人土木研究所などから講師をお招きして「河川研究セミナー」を開催しています。

今回のテーマは『河道管理に必要な技術について考える』として、河道管理を視点に2名の研究者から、水害を低減するために河道管理や構造物の維持管理において必要となる技術開発に関する最新の研究成果を講演でご紹介いただき、さらに総合討議において河道管理に係る技術開発の課題や今後の方向性について理解を深めるよう議論していただきました。

本講演録は、河川維持管理に係る業務及び研究に関する最新の動向に触れる内容となっております。河川分野の実務に携わる皆様に参考にしていただければ幸いです。

令和6年3月

公益財団法人 河川財団

河川総合研究所

総　目　次

会場：TKP秋葉原ガーデンシティPREMIUMホール2A

司会：公益財団法人 河川財団 河川総合研究所次長　柄沢 裕子

はじめに

令和5年12月7日（木）

開会挨拶 3

公益財団法人河川財団　理事長　　関 克己

趣旨説明 5

河川財団　河川総合研究所　所長　天野 邦彦

技術検討・技術開発における「脈絡」の重要性 －河川構造物を題材に－ 9

国立研究開発法人土木研究所　河川総括研究監　諏訪 義雄 氏

河道の変化を前提とした河道計画・設計・管理のあり方について 47

国土交通省　国土技術政策総合研究所　河川研究部研究室　主任研究官　田端 幸輔 氏

総合討議 67

［討議進行］公益財団法人河川財団　河川総合研究所　所長　天野 邦彦

［パネリスト］国立研究開発法人土木研究所　河川総括研究監　諏訪 義雄

国土交通省　国土技術政策総合研究所　河川研究部研究室

主任研究官　田端 幸輔

公益財団法人河川財団　理事長　関 克己

閉会挨拶 85

公益財団法人河川財団　業務執行理事　小俣 篤

令和５年度　河川研究セミナー

日　時：　令和5年12月7日（木）

司会　お時間になりましたので、令和5年度河川研究セミナーを開催させていただきます。

本日の司会の河川財団の柄沢です。よろしくお願いします。

本日は、お忙しい中、当河川財団が主催する河川研究セミナーにお越しいただきまして、誠にありがとうございます。

本日はお二人の研究者に「河道管理に必要な技術について考える」をテーマにご講演いただき、会場の方々を交えて総合討議を行い、河道管理に係る技術開発の課題や、今後の方向性について探ってまいりたいと考えております。

本日は、国立研究開発法人土木研究所 河川総括研究監 諏訪義雄さま、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室 主任研究官 田端幸輔さまのお二方にご登壇いただきます。

なお、限られた時間でご講演いただき、活発な意見交換ができるよう、講演者の略歴等のご紹介については割愛させていただきます。ご了承ください。

まずは講演に先立ちまして、河川財団理事長 関よりご挨拶申し上げます。

開会挨拶

公益財団法人河川財団　理事長　関　克己

皆さん、こんにちは。河川財団の理事長の関でございます。

今日は、令和5年度の河川研究セミナー開催にあたり、皆さまにご参加いただき、ありがとうございます。

研究セミナーを開催して10年ほどになります。つくばで、国土総合政策研究所や土木研究所等の研究者の皆さまが、河川に関わるさまざまな研究――基礎的な研究や先端的な研究をされています。一方、現場で、河川事務所の方、県の方、あるいはコンサルの皆さまが、多くの課題に直面し、苦労され、どう取り組んだらいいのかという問題を抱えています。この、研究の成果と河川の現場の課題がうまくつながっていないという認識がベースにあり、河川財団として、こうした現場の課題と研究成果のある種の交点、接点をつくるきっかけをつくることができればという思いでこのセミナーを始め、今日に至っています。

今年は「河道管理に必要な技術について考える」をテーマにしております。一見当たり前で、何だろうと感じられるテーマかもしれませんが、実は重要なテーマでありながらあまり議論がされていない状況にあります。

また激甚な大水害はなかったものの、残念ながら今年も水害被害が発生しています。マスコミの水害報道等を通じてですが、河川の管理はどんな状況にあるのだろうか、もう少し工夫できるのではないだろうかと感じるようなこともありました。皆さまはどのように見ておられるでしょうか。こうしたことも含め、管理上もう少し工夫ができるのではないか。被害を受けられた地域あるいは皆さま方には大

変申し訳ないのですが、こういうことを重要なきっかけとして、さらに河川の管理を強化して、次に向けて進めていくことを目指したいと思っているところです。

本日は、「河道管理に必要な技術について考える」をテーマに、土木研究所の諏訪河川総括研究監に講演をお願いいたしました。事前に資料を読ませていただきましたが、「脈絡」という的確な表現で河川管理に必要なことをまとめていただいています。これからご講演いただくわけですが、問題の本質を突いたお話を聞かせていただけると思います。

さらに、国総研の田端主任研究官からは、河道の変化を前提とした議論をお話しいただきます。残念ながら、こうした変化を前提とした議論はあまりなされておらず、特に河川の計画論には変化という概念がほとんど入っていないと思います。今日は河道の変化を前提にした上で計画・設計・管理のあり方を見ていくということで、お二人には問題の本質を捉えたお話をしていただけると思います。

このようなテーマに具体的に取り組んでいくこと

は難しいことですが、挑戦しないことには始まりません。今日はお二人のお話を伺いながら、ぜひ皆さま方からも、普段思っている課題であるとか、お考えを出していただき、一緒に次に向けての取り組みを始めるきっかけにする。そんなセミナーにできればと考えております。

本日は皆さま、本当にご参加いただきありがとうございます。よろしくお願い申し上げます。

司会　ありがとうございました。

続きまして、今回の河川研究セミナーの開催趣旨について、河川財団 河川総合研究所所長の天野よりご説明いたします。

趣旨説明

河川財団 河川総合研究所　所長　**天野　邦彦**

こんにちは。河川総合研究所長の天野と申します。どうぞよろしくお願いします。

（スライド1）それでは、私のほうから簡単に、本日のセミナーの趣旨についてお話をしたいと思います。

まず、その趣旨の説明の前に、一つアナウンスですが、河川財団で水害研究会という研究会を運営しておりまして、この（令和5年）11月に、『河川の安全性と河川管理責任を考える』という題名で報告書を作成しています。こちらの内容は、副題にありますが「大東判決・多摩川判決等で示された判断基準の視点から」というところです。

これは何かといいますと、理事長の開会挨拶にも話がありましたが、水害が起こったとき「それはなぜなのだ」と。もちろん大きな流量、川が流しきれない流量が来れば、当然氾濫は起こるだろうという自然の摂理のようなものですが、その際に「果たして河川管理に問題はなかったのか」ということについて問われることがかなりの確率であります。

これに対して、最高裁のほうでは今まで、大東判決ですとか多摩川判決というのが出て、瑕疵を問われないようにするには河川管理はどこまでやらなければいけないのか、ということについての判例が出ています。河川管理者の論理ではなく、世の中の社会的な決まりごととして、法的にどのように河川の管理が問われているのかということを取りまとめたものになっています。

この議論をする中で、いくつか重要な視点がありました。

● スライド1

（スライド2）今日、一つだけお話ししたいと思っているのが「自然公物」という言葉です。

スライドの最初のほうに書いているこの文は大東水害の判決の文をそのまま引用しています。アンダーラインを引いたところに着目にしていただければと思います。

まず一つは「管理者による公用開始のための特別の行為を要することなく自然の状態において公共の用に供される物」という点です。例えば人間がつくるようないわゆるインフラであれば、人がつくって

初めて供用される道路ですとか、その他の建物とか、そういうものがあります。ところが河川というのは基本的に自然がつくったものですから、別に人間がつくらなくても元から水が流れています。その状態でもう公共のものになっているというところが一つのポイントで、「自然公物」とは何かの説明はこれに尽きます。

スライドの下のほうに、「もともと洪水等の自然的要因による災害をもたらす危険性を内包している」とあり、これが自然公物の特徴だとしていますが、ちょっと間違った判断をされる方もいるのではないかというおそれがあります。自然公物だから災害になっても許されるのではないか。要は、そういう言い訳に使われるのではないかとお感じになる方もいるかもしれませんが、これは絶対にそういう意味には使えないということです。

スライドの最後のところにありますが、その後、多摩川の水害判決で、「未完成の状態で供用されているとはいえ、治水事業の過程における河川の改修、整備の段階に対応する安全性を満たす必要がある」とされています。

河川を改修して向上した安全性は、その後に目減りするかもしれません。それを放置した結果として不具合が起これば、それは河川管理の瑕疵であると捉えられる可能性が極めて高いということです。

まず、自然公物という言葉の解釈を間違えてはいけないという非常に重要な議論がありました。

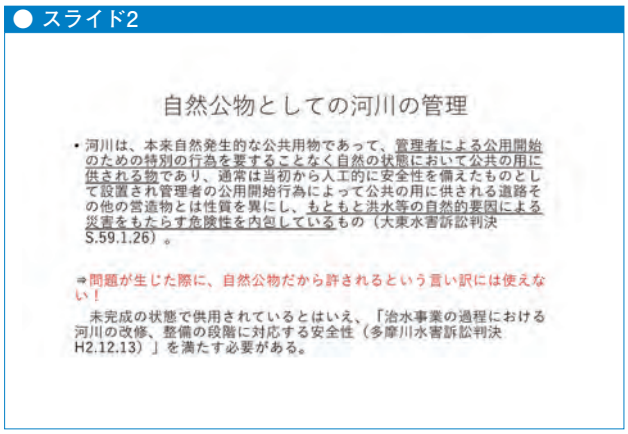
（スライド3）ここで「河川の安全性の確保」という話ですが、今の日本の河川を見ると、実態として、河川整備の進展とともに安全性は明らかに向上してきています。今まで、安全性が低いところをどんどん整備していけば、そこは一方的によくなるばかりだということでしたが、ある程度水準が上がってくると、その水準を維持管理しなければいけない。現状、それが重要になってくると思います。

そのための技術を生かすチャンスだというところが、先ほど関理事長からも話がありましたが、もう一つのポイントです。不十分な管理により災害が生じた場合には、同時にその責任も重大です。技術を生かすチャンスということはプラス面ですが、それとともに、生半可なものではいけないということです。

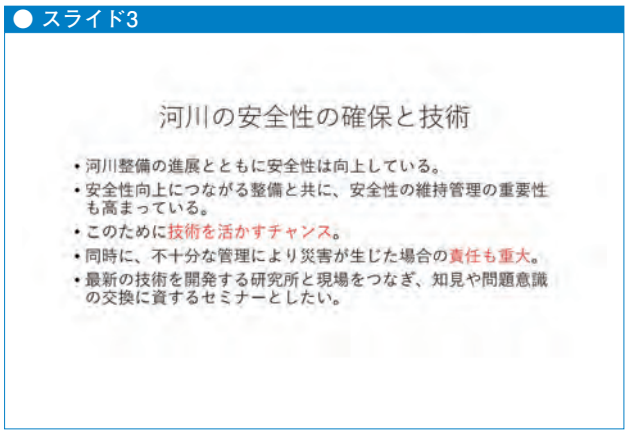
こういった問題意識に駆られてと言うべきなのかもしれませんが、やはりここで、河川の管理に必要な技術について、現状の最新の研究をやっているつくばの各研究所の、今日のお二方にご講演いただいて、この知見ですとか、あるいは現場の方の問題意識についての意見交換に資するセミナーにしたいというのが今回の趣旨です。

現在、つくばで考えられている河川の管理に関わる問題意識、あるいはその技術開発についてお話しいただくとともに、お二人の講演の後にディスカッションの時間がありますので、ぜひその場でも、会場の方からもいろいろとご意見をいただきたいと思っております。本日はどうぞよろしくお願いいた

● スライド2



● スライド3



します。

司会　ありがとうございました。

それでは、これより講演に入らせていただきます。

なお、各講演で質疑の時間は設けておりません。セミナーの最後に総合討議の時間を予定しておりますので、ご質問などございましたら、総合討議の時間にお願いいたします。

初めに、国立研究開発法人土木研究所 河川総括研究官 諏訪義雄さまにご登壇いただきます。

本日は「技術検討・技術開発における『脈絡』の重要性 －河川構造物を題材に－」と題してご講演いただきます。

それでは諏訪さま、よろしくお願いいたします。

技術検討・技術開発における「脈絡」の重要性
ー河川構造物を題材にー

国立研究開発法人土木研究所 河川総括研究監　諏訪　義雄 氏

諏訪　ご紹介ありがとうございます。

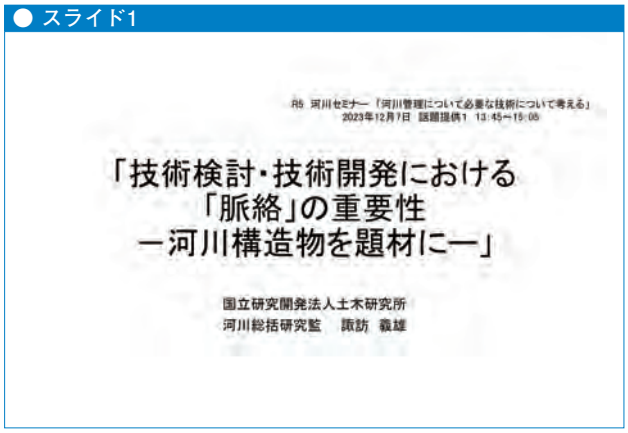
（スライド1）こういう題名でお話させていただきます。

「脈絡」というのは私が発明した言葉ではなくて、畑村さん（畑村洋太郎　畑村創造工学研究所／東京大学名誉教授）という方が使っていた言葉を使わせてもらっています。

この後、田端さんが話してくれるのですが、田端さんはおそらく河道のことを話すだろうなと、それから最新技術のことを話してくれるだろうなと思ったので、私は構造物を中心に、しかも最新というよりは、私がやっていることは温故知新と言っていただいたことがありますが、「脈絡」は経緯を追うので、温故知新が基本になっています。そういうことを話させてもらいます。

（スライド当日追加資料）私が話そうと思っていることの趣旨は、赤字で加筆した問題意識に基づいています。災害だけではなくて、インフラ機能の維持とか、いろいろな課題があると思っていまして、

● スライド1



そういう機能を持続的に発揮するためには、いろいろと考えないといけないことがあるのではないか。そういうことを今日は話します。

（スライド当日追加資料）こういう場があると「常に自分の頭で考えることが大事だ」ということをいつも言わせてもらっています。

一つの例として、あまり明るい映画ではないのですけれど『福田村事件』という映画が公開されていまして、これは非常に考えさせてくれる話だなと私は思いました。

もともとは千葉の流山の歴史を調べている方が書いた本ですが、それを別の方が映画化されています。内容は、関東大震災の直後、その頃は（国家が市民に）自警団とかをつくれということがありましたが、そういう中で（朝鮮人）虐殺事件があちこちで起きていたようです。

本をさらさらっと読んでもあまり強調して書いてありませんが、おおっと思ったのは、そういう事件が起きている中で、加害行為に乗っかる人もいたけ

れども、ちゃんと止める人もいたということです。その違いは何だろうか。スライドのここに赤字で書きましたけれど、本にこういうことが書かれています。同じ千葉県に暮らす人なのに、ある人は迫害のほうに加わってしまったけれども、ある人は被害者を保護していた。しかも、迫害から生き残った少年を家に連れて帰ったということがあったと。非常に人間らしいことをしたということです。そういう違いがどうして出たのだろうかということなのですが、それはやはり一人で考えたからではないか、ということを著者は言うわけです。

映画化をした監督の人は、オウム（真理教のドキュメンタリー）の映画を撮っていた人で、「パージされる」と表現していましたが、その中でやはり一人になったようです。自分一人で考えるしかない時間があって、同調圧力というか、自分の所属していた組織だとか集団の中で考えていることと違うことが見えてきたと言っています。もちろん組織人ですから、組織で言われていることをやらないといけないわけですれけど、3割ぐらいは、一人になったときに「どうかな」と考えることが大切ではないかと思います。

（スライド2）研究者とご紹介いただきましたが、私は土木技術者でありたいと思っています。というのも、学会活動とかをしている中でいろいろ考えることがあったのですが、どうも土木技術者と研究者は必ずしも同じではないなということを強く感じたからです。

スライドに赤字で書いたのは、土木学会が公益財団法人に移行する際の宣言ですが、その中に「土木」の定義が書いてあります。「土木」というのはいろいろなインフラなどの整備を整える。私なりに解釈すると、整備とか運営とかをやることを通して、人間の世の中を少しでもよくしていく、そういうことの総合的な営みだ、ということが書いてあります。もっと大事なことは、その「土木」に従事する技術者や研究者は本質的に「利他的・倫理的・公共的」であることが求められると書いてあるのですね。そういうことができる人が土木技術者だと私は思います。

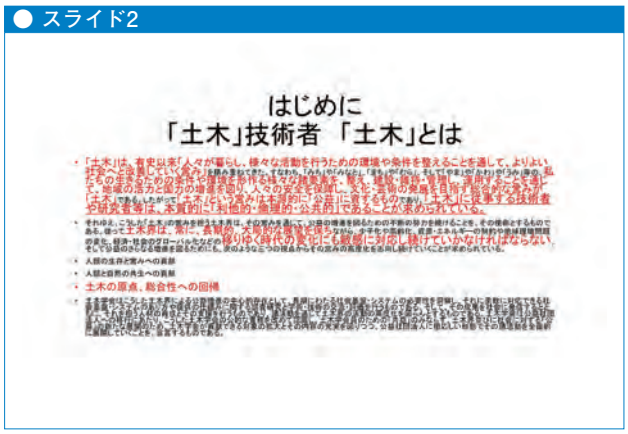
一方で、アカデミズムというところの文科省のほうを見ると、研究者というのは知的な自由な発想とか、自主的ということを非常に強調しています。そこには土木技術者に求められる「本質的に利他的・倫理的・公共的」は求めていないのです。なので、必ずしも研究者が土木技術者とは限らないのだなと感じたところです。

なので、土木技術者でもあって研究者でもある人を大切にしたほうがいいのではないかなと思っています。

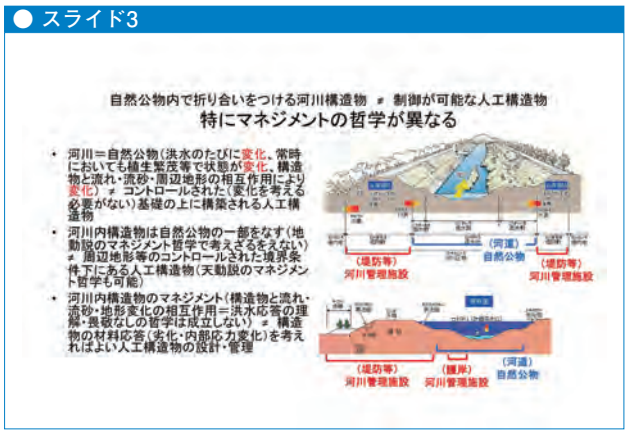
（スライド3）感じることとして、河川の中の構造物というのは、陸上で扱っている構造物とは違うなと思っています。

先ほど「自然公物」を言い訳に使うなと天野所長

● スライド2



● スライド3



からお話がありましたが、河川というのは変化するという特徴があります。陸上で建物を建てるとか、道路の構造物を造るとか、そういうときには「変化する」とは考えていません。境界条件として与えられるものとなっているので、そこは文化が違うということです。

ちょっと意地悪い表現をすると、そういう陸上構造物とか材料力学をやっている人は、ある種、天動説だなと、一神教の考え方だなと、私は思っています。それに対して河川のほうは自分ではコントロールし切れないので、地動説というか、相対的に見なければいけないのだと、ここが大きな違いだと思ったりします。

（スライド4、5）河川の特徴として、設計外力というのは計画高水位だと思っていますが、それを上回る頻度が非常に高い。なので、設計超過ということに遭遇する頻度は非常に高いという特徴があると思います。

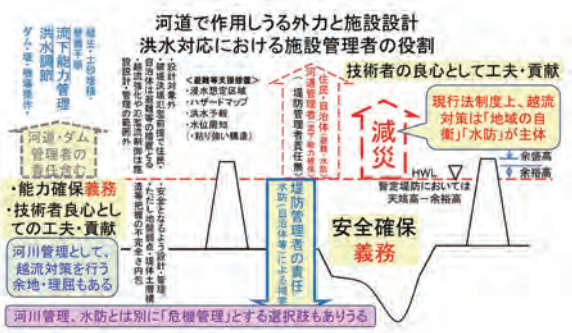
減災の話は今日は中心ではないのであまり深入りはしませんけれど、そういう中で、洪水応答という見方が大事だと思っていまして、（スライド5の）この横軸が外力の大きさであるとか、あるいは時間の推移というか進展とか、そういうことを概念的に表している軸です。

普通、設計規模というのは、ここから左（図の青枠内）が保障している範囲かと思いますが、そこを上回る範囲が河川にはあるということです。設計を超えたらすぐに壊れるわけではなくて、構造物が変形したりしていって、河道内の災害が起こって、また破堤があって、さらに一般に被害が広がっていく。もう少し時間を広げていくと、復旧・復興でうまくいく場合もあれば、あまりうまくいっていない場合もあるという流れがあるかなと思っています。一連でものを見ることが大事だと思っています。

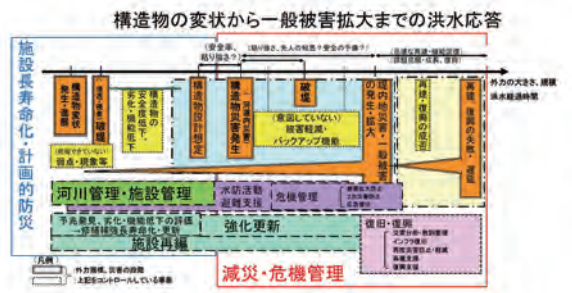
（スライド6）それから、水理公式にもあるのですが、狭義の意味での「洪水応答」です。構造物を中心にして、いろいろな洪水の流れだとか地盤の中の地下水だとか、土砂の流送とか、そういうものがそれぞれに相互作用があります。

（スライド7）計画があって、設計があって、施工して、そのあと維持管理だとか、いろいろと強化したり更新したりとか、そういうサイクルが回っていると捉えることができると思うのですが、サイクルを回すときに、「自然史」とここでは書きましたけれど地形・地質条件だとか、あるいは気候・自然

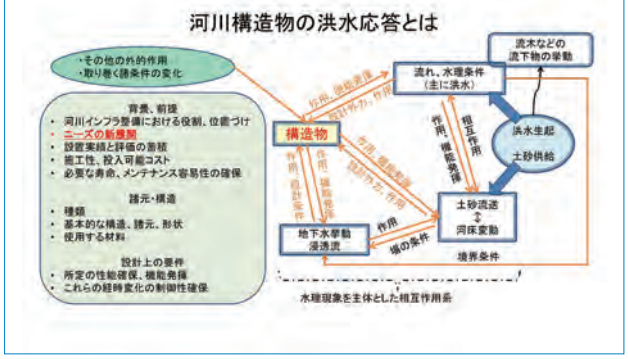
● スライド4



● スライド5



● スライド6



とか、そういうこととの相互作用を主に相手にしてやっているのが狭い意味での工学かなと、最近強く感じています。

けれども先ほどの「土木」の定義であったように、人の社会をよくしていくということですから、相互作用は社会との関わりがあるのです。相互作用を意識してものを見るということが大事だと思います。そういうことを意識してやらなければいけないのではないかということを図の左右に表しています。右側は国際とか全国的なもの、左側はローカルなものということで書いてみました。こういう見方も大事ではないかと思っています。

ちなみに、河川というのは自然公物である河道と人工構造物群からなるストックインフラかなと思っていますので、いろいろな時代時代によって構造物を造ったり改修したりしていることの延長にいるという見方も大事かなと思います。

（スライド8）毎度毎度、今は変革期だから大事だということが言われますが、特に今そういう変革が求められているのかなと思っていまして。これは畑村さんの『失敗学』にも出てくるのですが、（スライド8 左上図）成長期にはいろいろな組織とか分野間でいろいろなあつれきを起こしながらものごとが行われますが、（スライド8　左下図）安定してくるとそれぞれの守備範囲が決まって、安定期に入るという概念があります。

それに対して今は、気候変動で外力が大きくなるとか、メンテナンスが大事だとか、周辺状況としてDXが大事だとか、技術が進歩してきたとか、それからわれわれも洪水応答の知見をいろいろ蓄えてきているので、いろいろな意味で外に領域が広がってきているというように思います。

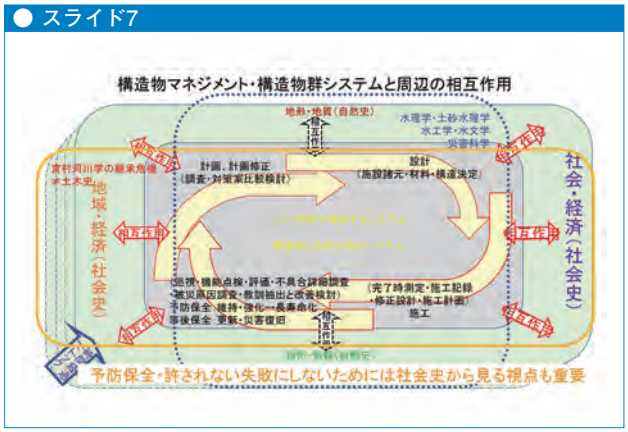
（スライド8 右図）従来の領域より外の領域のほうが濃くなって、分野間とか部局間の連携というものの新しいやり方が求められているのかなと思います。そういう問題意識が大事だと思います。

（スライド9、10）河川というのは何も河川管理施設だけでできているわけではなくて、許可工作物も結構あるということをここで言っています。今日は堤防とか樋門の話もしますが、堤防はよく言われているように歴史的な構造物だからというのもあります。

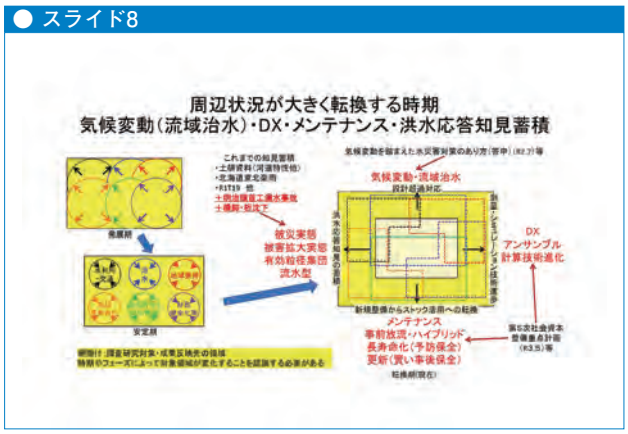
こういういろいろな許可工作物があります。

（スライド11）技術開発するときに、製品とか

● スライド7



● スライド8



● スライド9

ヒット商品をつくるときに、魔の川・死の谷・ダーウィンの海という3つの障壁があるとよく言われますけれども、河川の世界は違います。現場でやっていることを生かしてフィードバックしていくという流れが河川工学そのものなので、ここが一番大事だと思っています。

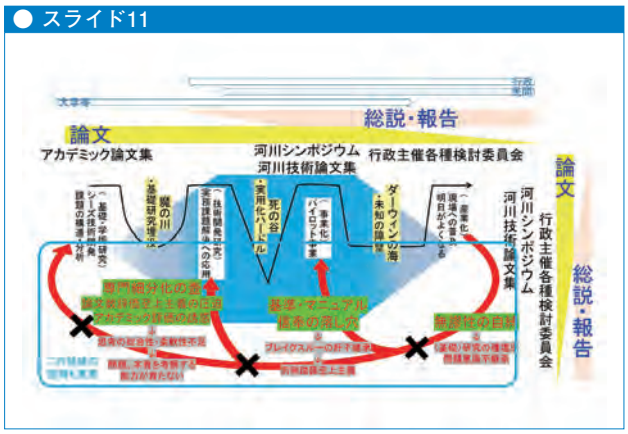
その河川工学そのものの流れの中にも、同じように3つくらい障害があるというのが、スライド11の図です。

一つは「無謬性の自縛」といって、特に役所だと「失敗は許されない」となるので、現場で、失敗から得る教訓や非常に有効な知見があっても、なかなかフィードバックしにくい状況があると思います。

それから2つ目は「基準・マニュアルの信奉の落とし穴」と書きましたが、基準・マニュアルというのは手段でしかないのですが、これをつくることに一生懸命になって、局面が変わったときの応用力とかがなかなか育たないという副作用があると思います。

● スライド10

● スライド11



それから、よく言われている「蛸壺化」です。専門細分化の障壁は、こういうつながりでもあるぞということを思っていまして、私なりの考えを次からそれぞれ述べていきます。

（スライド13）専門細分化の話は、これも畑村さんからお借りしていますけれども、若い組織のときは、あつれきがありながらもポテンヒットがないのですけれど、だんだん安定してくると、それぞれお見合いが起きやすくなるということを言っています。

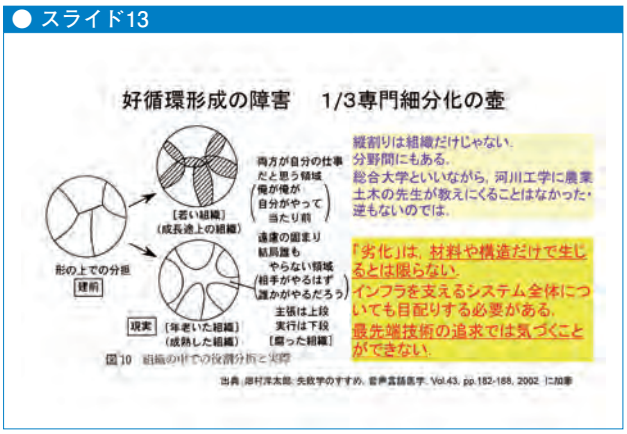
縦割りというのは組織だけではなくて分野間にもあると感じます。それから組織の劣化。劣化というのは材料だけで起きていません。システムの中でも起きていると思うので、材料劣化に偏らずに劣化を見るという見方は大事だと思います。

先ほどの新製品開発みたいな研究スタンスの人だと、最先端ばかり追求するけれど、そうではなくて全体を見るということも大事で、そういうことを見てくれる人を大切にしなくてはいけないと思います。

（スライド14）去年も話しましたが、明治用水頭首工という許可工作物で漏水事故がありました。そのときに私なりに思った教訓をこれから紹介します。

公に非常に大きな話題になったのは2022年5月ですが、それよりもっと前に1回目の漏水が起きてい

● スライド13



ます。この時点でパイピングということが分かればいいのですが、施設管理者の方はパイピングだとなかなか分からなかった。漏水と言いながらパイピングとは思っていなかった。ルーフィングと言ってもいいのですが、そういう現象だということに最後まで半信半疑であったようです。

（スライド15）その後、いろいろとその場の対策をして、一時期、漏水量が減ったのですが、もう一回5月に大幅な漏水が起きました。これでもまだパイピングかどうか分からないと言っていたのです。

（スライド16）その後、どんなふうに空洞になっているかということをいろいろ調べてもらった結果がここに書かれています。

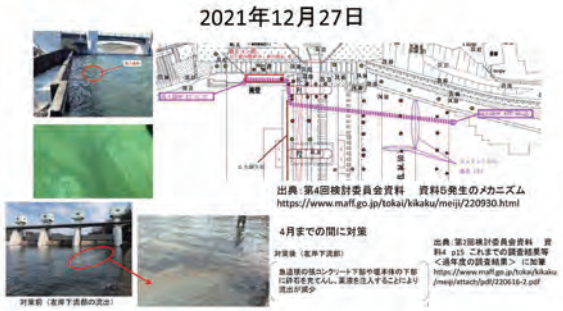
（スライド17）止水ライン、止水矢板のラインというのがありますが――浅くなる、基礎岩盤の硬い岩盤のラインがあるのですが――ここが浅くなってくるところに、どうもこの止水矢板が入っていなかったようです。昔はこの硬い岩盤を砕いて矢板を埋め込むという技術がなくて、浅いところはやらなかったようです。

結果、漏水の経路も、ここを通過して穴が空くということが起きていました。

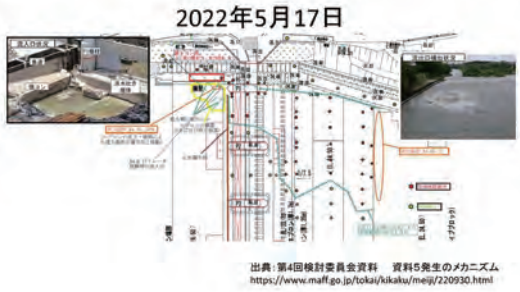
（スライド18）明治用水頭首工復旧対策検討委員会の主催者がいろいろ検討してくれましたが、結果として老朽化と言いたがっていました。そういういろいろな仮説を挙げてくれました。それは委員会資料を読んでもらうと分かると思うのでお読みください。

（スライド21）それに対して、委員の意見――というのは私の意見ですけれど、これはパイピングだということです。それが分からないと困りますし、また、パイピングというのが上下の水位差で起こるという、この基本原則すらどうも分かっていらっ

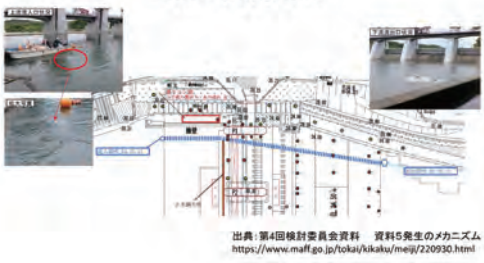
● スライド14



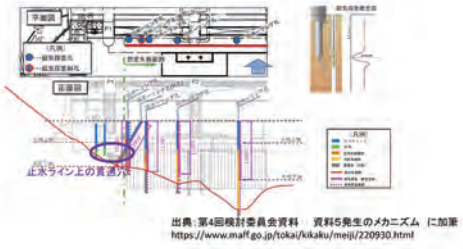
● スライド16



● スライド15



● スライド17



しゃらないと感じられました。というのも、洪水のせいだと言いたがっているからです。そうではなくて、平水時のほうが水位差が大きい施設ですから、そこの検討を抜くのはおかしいということを申し上げました。

（スライド23）この図を見るともう分かると思いますが、メインの経路のところの入り口がこの辺にあるのですね。こういうことには気づいてほしいなと思うのですが、なかなかそういうようには気づかなかったようです。

（スライド21）洪水のせいだというのも仮説としてはあり得るのですが、それならば、その仮説を支持するような事実も提示してくれないと困るので、その事実はあるのですかという話をしきりに言ったのですが、なかなか提示してもらえませんでした。

（スライド25）仕方がないので自分で調べるしかないと思い調べました。

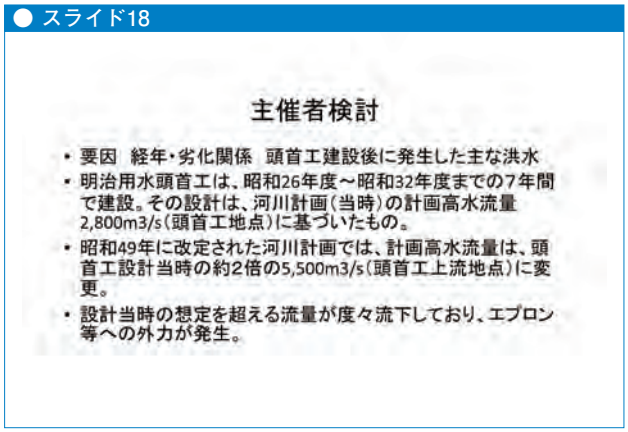
主催者からは、中小洪水のときに漏水出口（護床工の上流端）で跳水が起きて、その圧力変動でパイピングが進んだという仮説が提示されたのですが、かなり最近の空中写真を見ても、護床工ブロックが陥没しているとか砂山ができているとかいう兆候・症状が全く確認できませんでした。

（スライド26）もう1枚ありますけれども、これは工事をしているときにドライになっていますが、やはり何も兆候・症状が確認できない。これで洪水のせいと主張するのは無理があると思ったわけです。

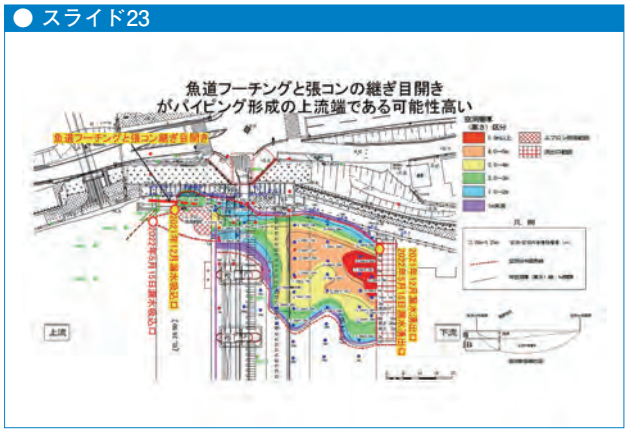
（スライド当日追加資料）どうもこれは劣化しているのは施設ではない。組織の技術力とか個々の技術者の技術力の劣化のほうが顕著だと、こう思います。

それから委員会の使い方が感心できない、主催者

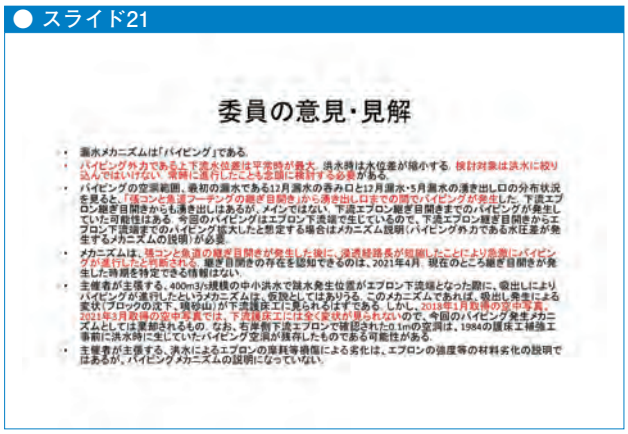
● スライド18



● スライド23



● スライド21



● スライド25

の願望するストーリーを自分の責任で主張しようとしない、委員会に言わせようとする。残念に思いました。

もっと大事なことは、工作物の設置許可を皆さんもされていると思いますが、その前提は私が思うに「相手も自分たちと同等以上の技術力を持っている」ということではないかと思います。だから、かなり抑制的に運用していると思うのですが、私はそういう前提はもう成立していないと思いました。これからどうするのだろうなと思い非常に心配です。

（スライド27）2つ目ですが「脈絡」という話をしていきます。

「脈絡」というのは、試行錯誤を繰り返す仕事をしている私などはこの絵を見てぱっと分かりますが、技術発展期でいろいろなことを考え、ゴールに行き着くまでに複数の候補もある中、いろいろな選択肢の中から選んでいったりしているはずです。発展期は選択肢がさらに増えたりする。成熟期になってくると、主たるゴールへの経路だけを残すようになっていきます。典型的なのは基準とかマニュアルです。それをどんどん改訂していくと、やはり簡潔なほうがいいとか、分かりにくいとか、他の選択肢や思考錯誤をどんどん切り落としていくわけです。そうしていくと、次第にメインのルートすらなくなっていく。こういうことが心配だということを畑村さんも言っていて、私も強く共感します。基準マニュアルの改定とかをしますが、自分の経験も踏まえると、こういうことをやっていないかなと非常に心配です。また、性能設計など何かいろいろと脚光を浴びていますが、性能設計ってこういうことをやっているのではないかと私は非常に心配です。

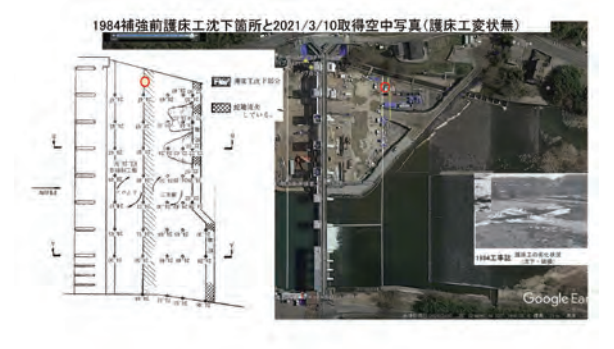
「脈絡」という見方は非常に大事だと思うのですが、昔だったら基準類の解説などで書いていましたが、そういうことを書かなくなっているので心配です。

温故知新で私がいろいろと知ったことを、今回入れてみています。そういうことを紹介していきたいです。

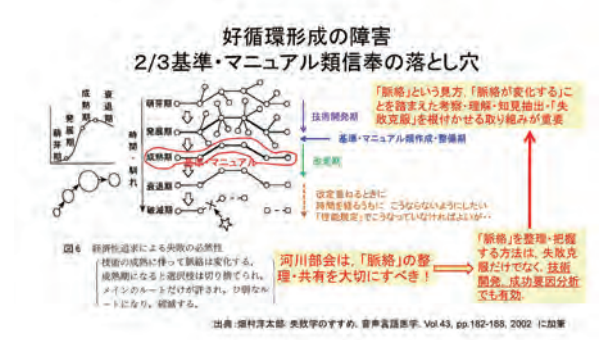
（スライド28）周辺で考えたいろいろなことを、ちゃんとそれを踏まえることで本物の知識になるという言い方です。

この文章を読んでもらうといいのですが、人は失敗に至る「脈絡」をよく知らないと、なかなか理解が深まらないということを言っているかと思います。さらにいろいろなよもやま話を、いろいろなか

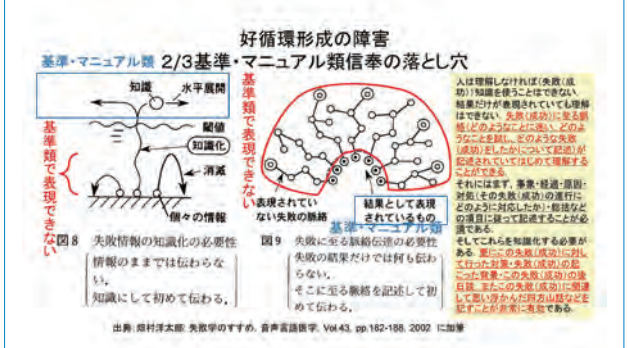
● スライド26



● スライド27



● スライド28



たちで残していくことが大事だよと書いてあります。そういうことをもう少し大切にしないといけないと思います。

（スライド30）ここからは具体な、堤防とか樋門とか、最後のほうでは橋とかの話もしますが、そういうもので「脈絡」が大事かなと思うところを話していきます。

この「説明要旨」は、配っている資料にもあるので、それを読んでください。ここからはスライドもどんどん飛ばしていきます。

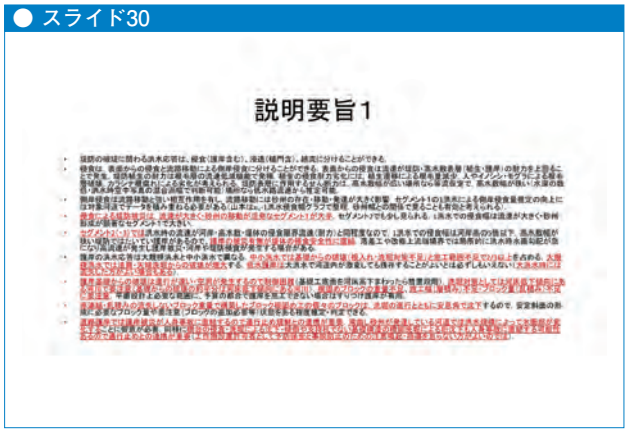
（スライド31）侵食というのは、堤防の表面を削っていくような表面侵食というものと、主たる澪筋というか流路が移動していく側方侵食と、2つに分けて見てみると理解しやすいということ。そういうことを分かってくださいということです。

（スライド32）表面侵食では、それを抑制するメカニズムでは「根毛層」というものがすごく大事です。根毛層がなぜ大事かというと、流速を低減するからです。上のほうで流れている流速が、この根毛層の抵抗によって流速が小さくなるから地面が削られにくくなるということが有力な仮説だと思います。従って耐力を見るとき何が大事かというと、根毛量の鉛直分布が非常に大事です。ただ、この考えが出た頃の残念なところは、調査が大変だと言ってトルクに置き換えてやっていることです。それよりは鉛直分布のほうが大事だと思います。

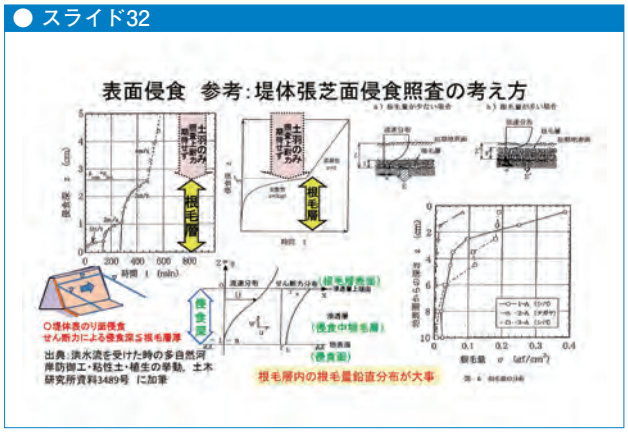
（スライド33）これは北海道の河川ですが常呂川のときに調べてもらったら、鉛直分布をちゃんと取ってくれました。川によってちょっと違いがあったかなと思っています。

（スライド34）堤防の表面侵食の耐力を低下させる要因は、人間が踏み荒らすこともあり得るし、渡良瀬川で堤防のり面の葛の根をイノシシが掘り返し

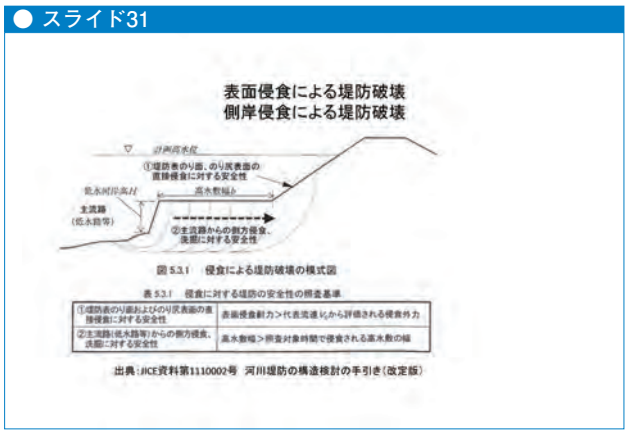
● スライド30



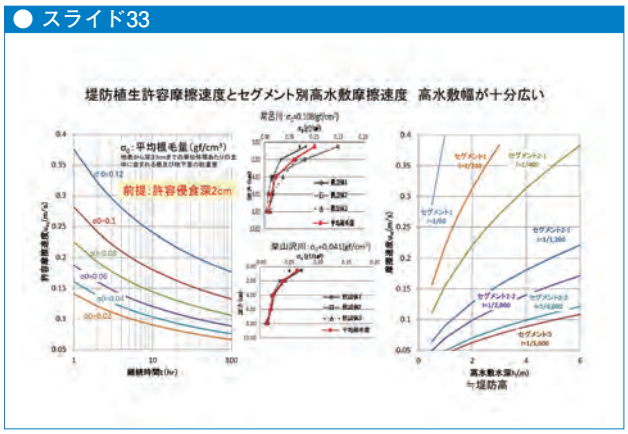
● スライド32



● スライド31



● スライド33



たりするという話題がありましたが、そういうことが耐力を減少させる要因になると思います。モグラが穴を掘るのも、ミミズを探して浅いところを水平に掘り返すので要因かなと思います。あとカラシナの根腐れもきっと侵食耐力を劣化させる要因でしょう。

河川財団さんのほうで、RiMaDISのデータを使って、破堤や災害とこういう劣化要因の対応があるか調べられていると思いますが、なかなか出てこないという話だったかと思います。理屈上はあり得る劣化からの災害や破堤への波及だと思うので、セグメントによっては非常に注意しなければならない劣化だと私は思います。

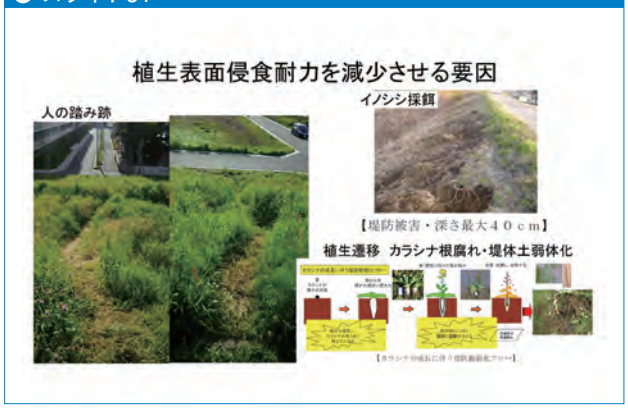
（スライド35）侵食です。これは流速が大きいセグメントで心配することが大事です。セグメント1とか2-1で見ることがすごく大事です。セグメント2-2とか3になってくると、そんなにメインではないということが調べた結果でも分かります。

（スライド36）セグメント1になってくると、令和元年東日本台風のときに栃木県の川に行きましたが、護岸がH.W.L.で造られている場合が多いので、この余裕高の部分まで水が上がっていると、ここが削れたりします。流速の速い河川では非常に注意しなければならない現象です。こういうところで侵食の対策をしようと思ったら、護岸を天端まで張るのが一つのてっとり早い減災の工夫だろうと思います。

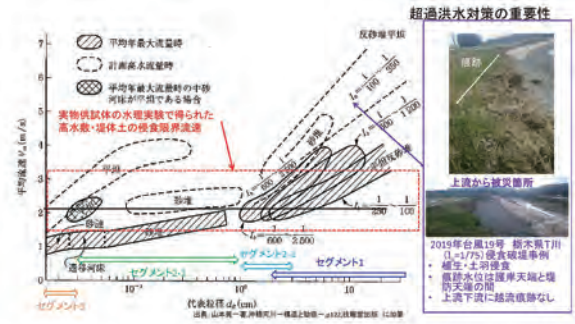
ちなみに、河床材料から見るとこれくらい流速が出るところです。過去、地盤の耐力の実験をしたときに、これくらいの範囲しかないので速い流速が出た。こういう場所は危険ですね。

（スライド37）侵食幅です。（スライド37 左下図）この側方侵食になると、侵食幅というのは、セグメント2とか3になってくると、河岸高で無次元化すると一定の範囲に限られてくるというのが、データを集めてみると経験的に分かります。

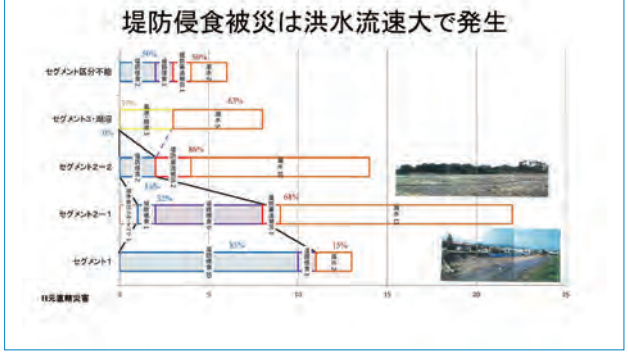
● スライド34



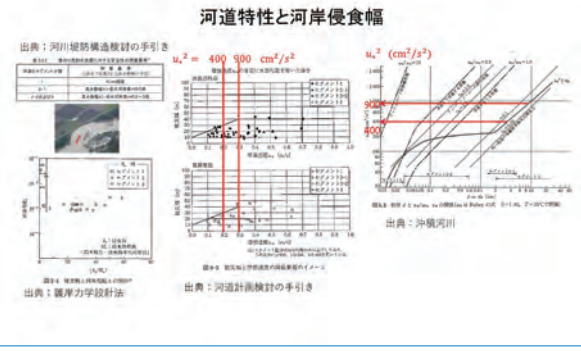
● スライド36



● スライド35



● スライド37



（スライド37中央の図）これは山本晃一さんが丁寧にやられていると思いますが、侵食幅の実績を、摩擦速度を横軸に侵食幅を縦軸にとってまとめられています。こういうことをそれぞれの河川で蓄積していけば、より判断に使えるのではないか。あるいは数値計算の検証やチューニングにも使えるのではないかと思います。

山本さんは偉くて、河床材料粒径と摩擦速度（掃流力）の関係図（スライド37 右図）も描いてくれていますから、大体の目安もつけられます。そういう使い方をしてもらうといいのではないかと思います。

（スライド38）セグメント2、3で侵食幅が小さくなる理由です。河床材料粒径と流速の関係図ですが、流速が、実物の地盤の供試体を持ってきて試験した結果と比べると、セグメント2-1、2-2は同等くらいになっています。そういうところになると、抑制効果が働くのかなと思います。

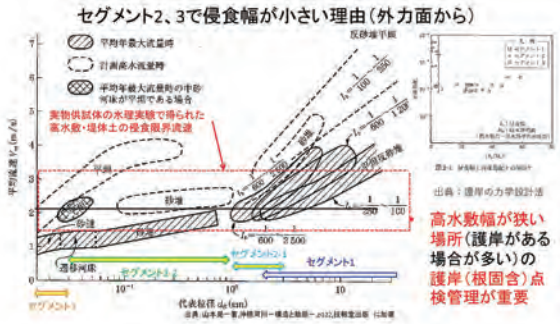
（スライド39）福岡捷二先生がいろいろな現場で研究されていて、セグメント2-1や2-2では植生の根っこの層が覆いかぶさって流速を抑制するとか、土塊が落ちて、流れ去るまでの間は側方侵食を抑制してくれる。そういう効果もあるのだろうと思います。

ただそれが、流速の圧倒的に大きいセグメント1になると全く関係なくなります。そういうことは知っていたほうがいい知見ということです。

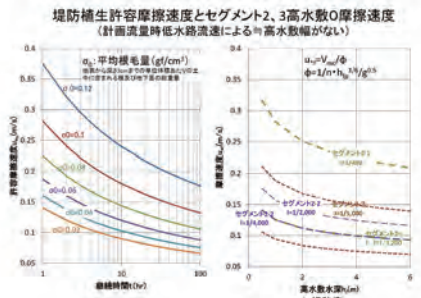
（スライド40）セグメント2、3だったら、侵食を一切考慮しなくていいかというとそういうことではなく、セグメント2、3で、しかも（北海道ではなく河道の整備が早くから行われてきた）内地の河川になってくると、ほとんど高水敷がない堤防前の河岸は護岸が張られているはずなので、そういう場所は護岸が大丈夫かという確認が大事です。

その試算として生じ得る摩擦速度の範囲で見ると、やはりセグメント2、3だと高水敷がない堤防に

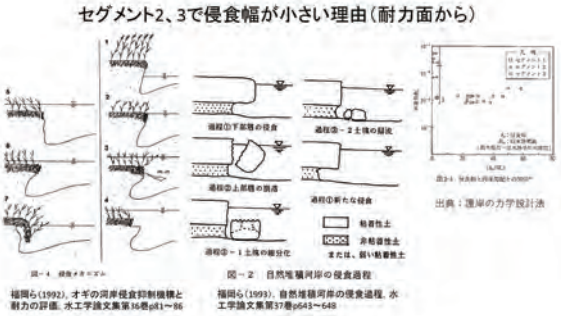
● スライド38



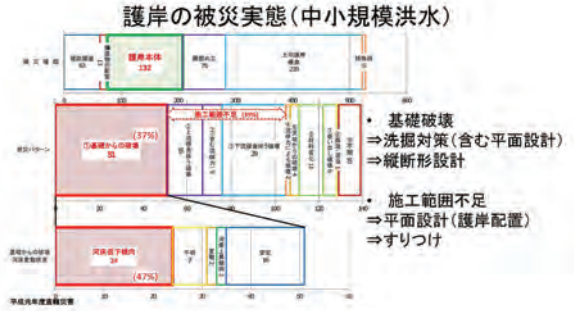
● スライド40



● スライド39



● スライド41



生じる摩擦速度は堤防植生根毛層の耐力と同等だということが分かります。

（スライド41）護岸の話になりますと大洪水でなければ、護岸の被災のパターンは概ね2つの要因がメインです。一つは、基礎からやられるというもの。もう一つは施工範囲不足。この2つです。なので洗掘対策が大事で、もう一つ平面設計が大事です。この2つで相当の範囲がカバーできます。

（スライド42）あと大事なのは「根固め」です。根固めでは重量不足ということもあります。今どきは空中写真みたいなのものでも根固めが流れているのは分かるので、これに気づいていないと、後々「何をやっていたんだ」と言われかねない時代になっているのかと思います。

（スライド43）もう一つ大事な知見だと思っていることです。いろいろな河床材料と水流量の範囲で行われた根固めブロックの沈下実験の結果を私が整理しました。これは重量不足はないという前提ですが、どんな場所でも、連結をしていなければ個々のブロックは安息角で全部落ちます。吸出しという現象があって、もっと急な角度で落ちるのではないかという意見もあったのですが、実験結果を見る限りどうもそうではないようです。個々のブロックが安息角で落ちるのが分かります。間違いないと思います。なので、並んでいるところの一番先端のところのブロックが安息角で落ちたところより内側で、どれくらいの密度でブロックが残るのかということで、相対的な安全は概ね判断できると思います。

どうしてこの斜面形成の安定があるかは、私は水理的・力学的に解明し切れなかったのですが、誰かがやってくれればいいなと思っています。

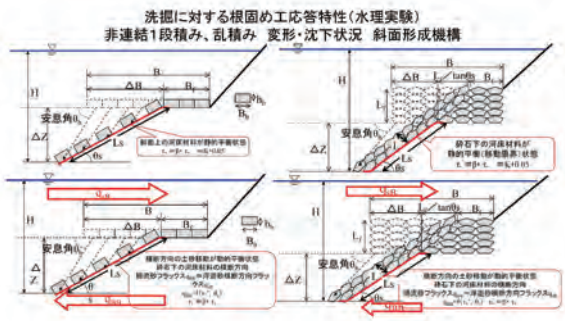
（スライド44）もっと大事なことで、洪水規模によって水衝部が変わるということが、特に急流河川になってくるとあります。これは2年連続で道路護岸がやられた例ですが、1年目は割と小さい出水で、澪筋部分だけ流れて水衝部がやられました。

ここを直したら大丈夫かというとそうではなく、翌年、もっと大きな規模の洪水が来たら、今度はこの澪筋の平面系ではなくて河道全体の平面、そこの水衝部がやられました。洪水規模という概念を見ることも大事です。

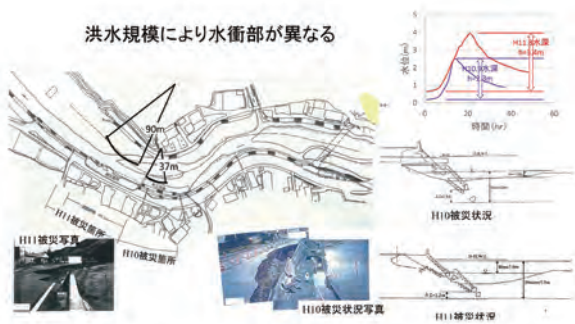
（スライド45）基礎洗掘の吸出しになってくる

● スライド42

● スライド43



● スライド44



と、急流河川だったら、ちょっと基礎の底面が浮いていたら秒殺です。基礎が露出している高さをいろいろと変えてみましたが、後ろの中込材の粒径と同程度以上あれば、10分以内に全部、後ろの中込が抜けて陥没が起こります。基礎の底面が露出したらもうアウトだと思ってください。

（スライド46）護岸のもう一つのパターンで、設計超過で、ある種の設計超過外力のときには全く様相が変わるという話です。大きな洪水になると、のり肩からやられる例がうんと増えてきますので、洪水規模によって被災パターンが違う・変わるという知見はよく分かっていたほうがいいということを覚えておいてください。

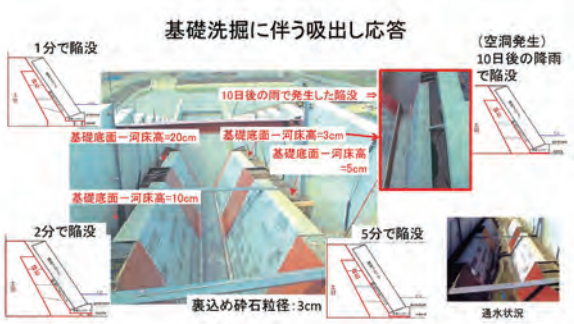
（スライド47、48）こちらは都幾川というところで、H.W.L.にもいかない洪水でしたが、改修途中でここまで改修してきて、最後クランクで擦りつけておいたのです。その直後に洪水が来て、この擦りつけ部で非常に被害が出ました。

断面図で書きましたが、河道のところは非常に高い比高約2mの自然堤防が発達しているような地形になっていました。こちらが水の流れです。そうすると、まず護岸の肩がやられたのもありましたが、改修した堤防の先端のところに、ちょっと直角に隅角部があったのですが、そこの先端に丸い穴が開いたりしていました。結構速い流れが堤防際を流れてきて、この隅角部のところで速い流速が発生して削れたのではないかと思います。

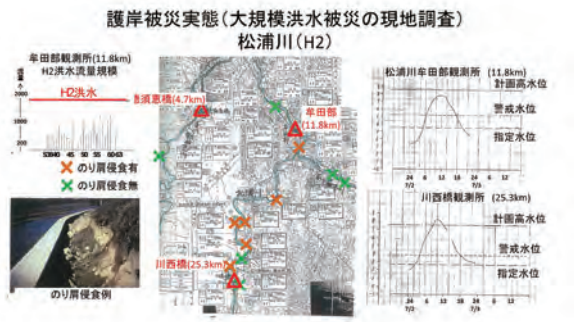
（スライド49）この当時はまだ洪水痕跡水位も丁寧にとってくれていたので、改修が進んでくると、水面勾配が急になる区間が推移しています。まさにそのシフトしたところでやられたということが見てとれます。被災区間の洪水痕跡水位はH.W.L.よりも下でした。

（スライド51）次は堤防ですね。堤防技術の脈絡というのをいろいろ整理していて、ぜひ読んでもら

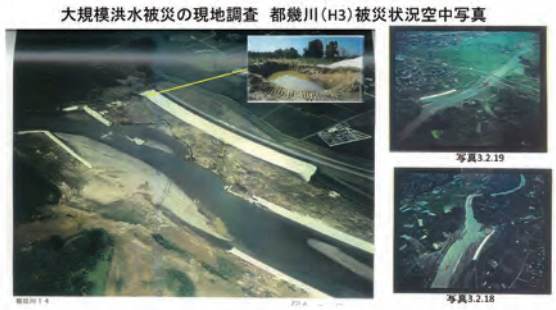
● スライド45



● スライド46



● スライド47



● スライド48

いたいなと思う文献をここに挙げました。中島英雄さんの『図説・河川堤防』はすごくいろいろなことが書いてあって大事だなと思いましたし、あと瀬川明久さんの本も大事なことが書いてあると思いました。

ここには挙げていない基準類である『河川堤防の構造検討の手引き』は、当然読んでいるだろうという前提なので、それ以外で読んでほしいというものを挙げています。

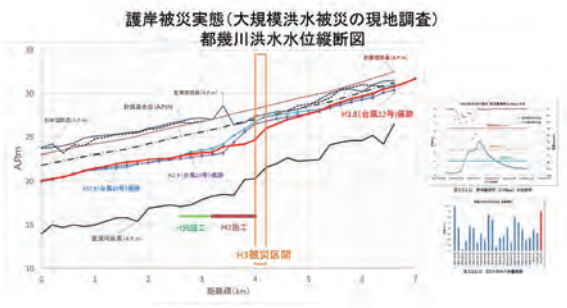
それから超過洪水関係になると、ここに挙げた2つの観点があると思います。

（スライド52）注目する「脈絡」というのも赤字で書いてあります。それは読んでみてください。

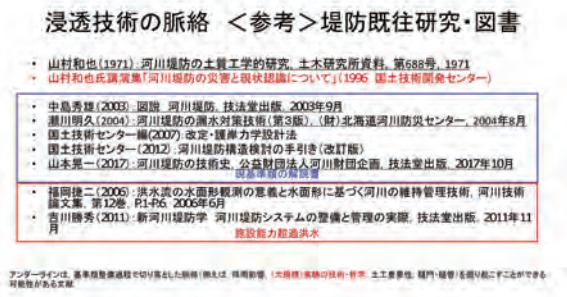
そんな中で、いくつか技術系譜があるなと思いました。

（スライド56、57）その前に、岡村（未対　愛媛大学教授）先生もちょっと問題意識を持っているのだなという事例がありました。パイピングについて、日本は「粒径」というものの概念が入っていません。これでいいのだろうかという問題意識をお持ちでした。レーンとか、先ほど言った明治用水頭首工のときにあった浸透路長という概念は、コンクリートと土との間に使うものとされていて、堤防と地盤との間には使われていないのだという整理をしているようです。それでいいのだろうかという問題意識があるようです。私も粒径が入っていないのはどうかと思っているので、そこは今後ちゃんと突っ

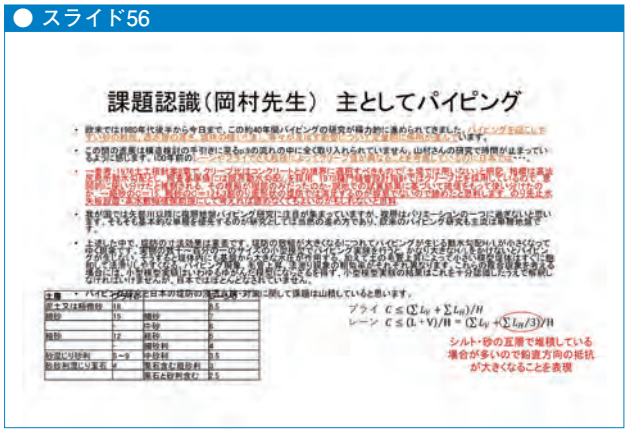
● スライド49



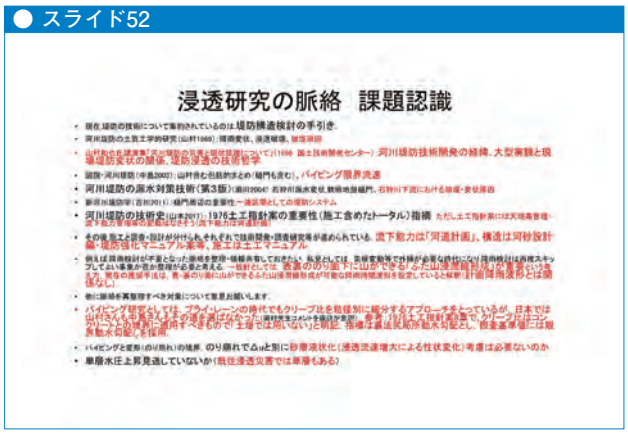
● スライド51



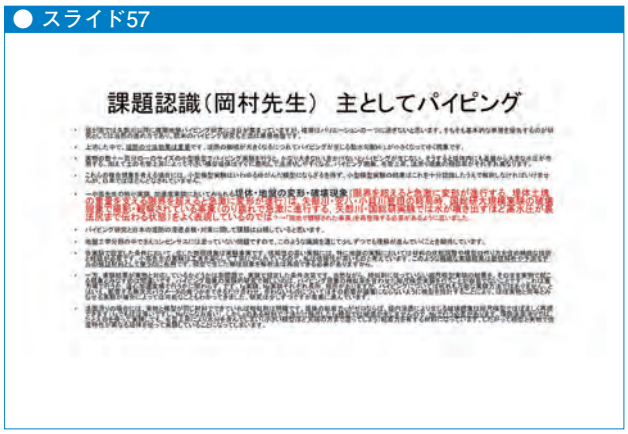
● スライド56



● スライド52



● スライド57



込んで検討していく部分ではないかと思います。

（スライド61）われわれも現場で起きているいろいろなこと、それから大型実験で見ていること、それから縮小実験で見ているもの、それから、最近だと加速度実験というのもあって、いろいろな情報を得る手段があります。けれども、それぞれで得られた事実がどういう関係にあるのかはまだ十分整理されていないということが、重要な問題意識としてありました。

現場で起きたことも含めて、どういう事実関係、解釈があるのかということは丁寧に整理することが必要かと感じています。

（スライド62）これは私なりにフローにしてみたものです。時間経過も大事かなと思ったので、左側に築堤する前までの行為を書き、施工のことを書いて、その後、変状のフローを一応書いてみました。腹付けし、次の同じようなプロセスがあるのかなと

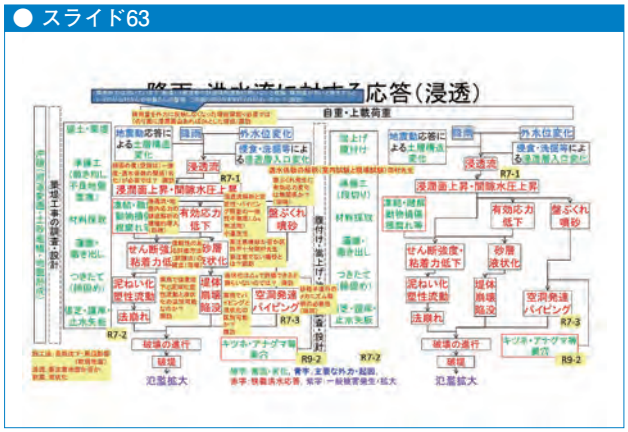
見てみました。

（スライド63）スライド62に、みんなでこんな問題があるということを書き出してみたのがスライド63です。

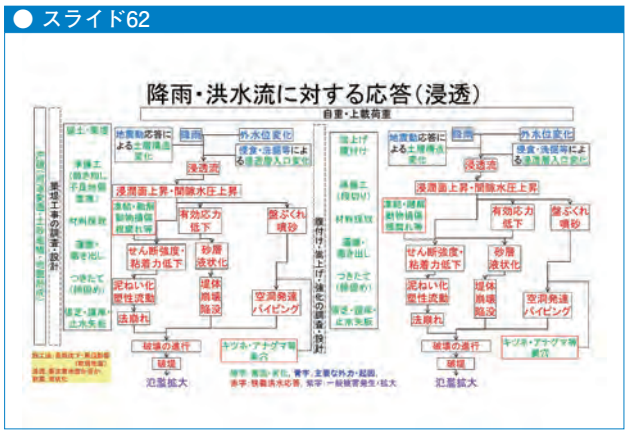
（スライド64、65）これは中島さんが書いた、やはり同じようなフォールトツリーに当たるものです

● スライド61

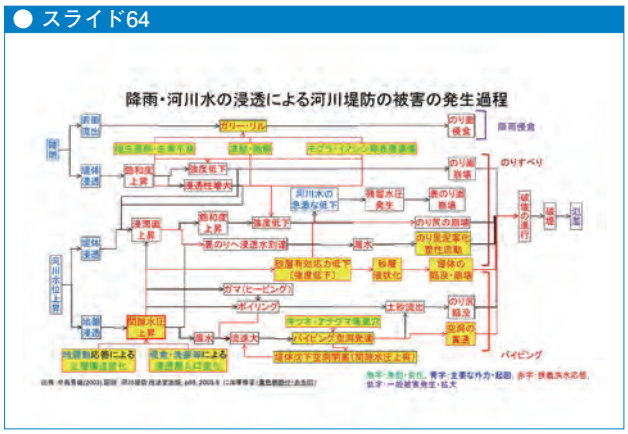
● スライド63



● スライド62



● スライド64



が、そこに私が思うことを付け加えてみたのがこちらの図です。

この中で、ちょっと議論してみましたが、なかなか噛み合うのが難しいなというのが感想です。ただ、それぞれ問題意識があるということが確認できたのはよかったかなと思います。

（スライド67）次が堤防です。私が特に関心があるのは、現場で確認される事実がいろいろ変わってきていることです。

1950年代は、大雨が降るたびにのり崩れが起きています。

‘81年に石狩川。ここではパトロールしていて、水位が上がる前に崩れたということが、量を数字にして書いてあるのでよく分かるのですが、要するにこの時期までは、大雨だけで崩れている堤防でした。それが、なぜかそういうことはどんどん少なくなってきて、今はもう、覆土護岸の表層すべりしかあまり聞かないのです。なぜだろうなと非常に不思議だったのです。

そういう中で山本さんが書いてくれた「堤防の歴史」的な本を読んで、この’76年の『河川土工指針（案）』がポイントだとすごく思いました。というのも、今やっていることのほとんどのエッセンスは、もうここに入っているのです。ただ、これが普及するには若干時間を要したというように今は解釈できます。

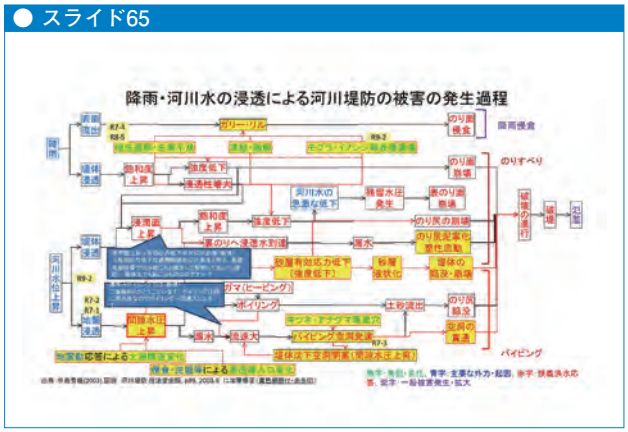
これを普及するために、現地の堤防の実験とか、大型の降雨実験だとかをやられています。こういうことを通じて、だんだん施工管理が大事だということが広まって、のり崩れが最近ではあまり起きていないのかなと私は解釈しています。

（スライド68）この堤防の中で、グラフの青色ではないところが、外水が上がる前にもう崩れたという割合です。それがこんなにたくさんあったということです。

（スライド69～70）これらは読んでおいてください。

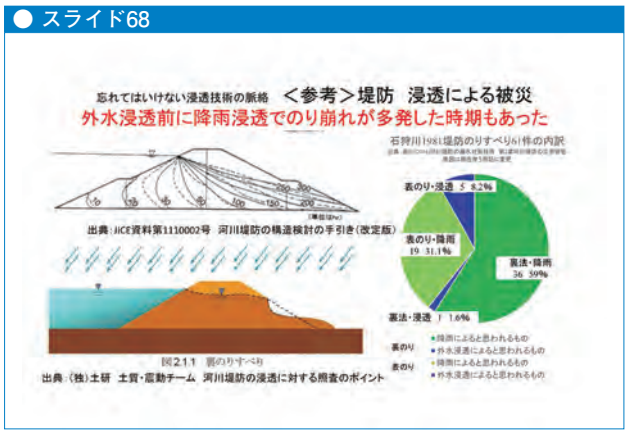
（スライド71）それで、土工指針の何が偉いかというと、先ほど言ったプロセスの全部が書いてあるのです。計画も書いてあれば、設計も書いてあるし、施工のところも書いてある。維持管理も書いてあって、全部に触れている。これがすごいと思いました。

● スライド65



● スライド67

● スライド68

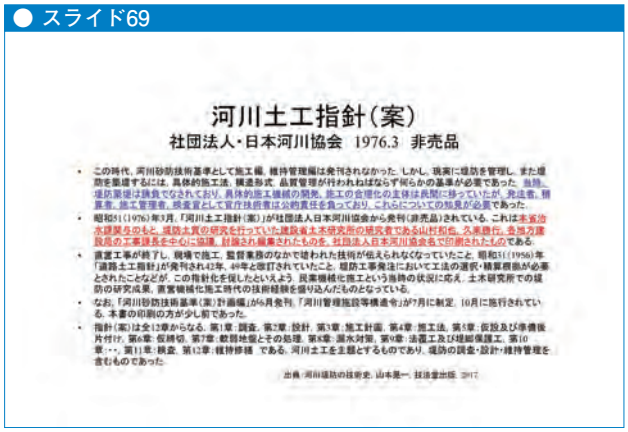


（スライド72、73）河川の治水の改修にもいろいろと歴史があることを私も理解しました。明治初期には築堤というのは地方の役割だと、こういう整理をされていたのですね。

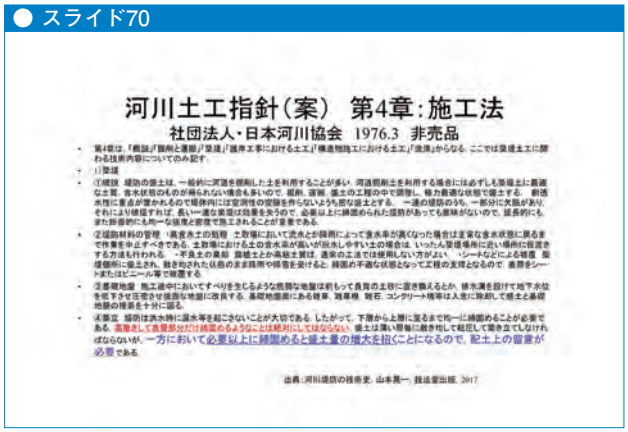
河身の、今でいう低水路の改修工事を国の事業としてやっていて、築堤は地方の仕事だとなっています。木曽川や信濃川の改修工事では低水路掘削材料を用いた築堤を、地方から受託する形でやっていたようです。それが非常に使い勝手が悪いということで、旧河川法の成立につながったということがあったようです。

（スライド74）これは昔の『国土交通白書』によく出ていましたが、耕地面積と人口のグラフです。この中にどんなことがインパクトがあったのかと書き入れてみました。私などは何となく想像ができたりして楽しいなと思うのですが、こういう見方も大事だと思っています。科学者の人は演繹法的なことが好きだけれども、それだけではなくて帰納法的に見ることも大事ではないか。歴史的に見ることも大

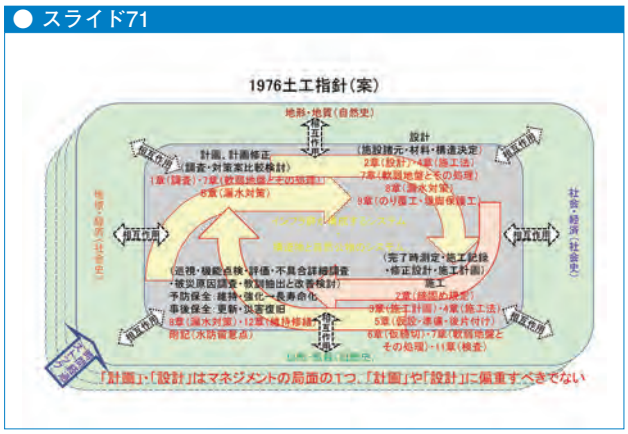
● スライド69



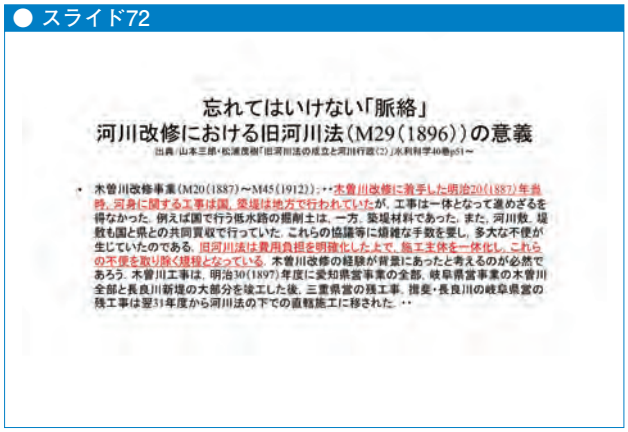
● スライド70



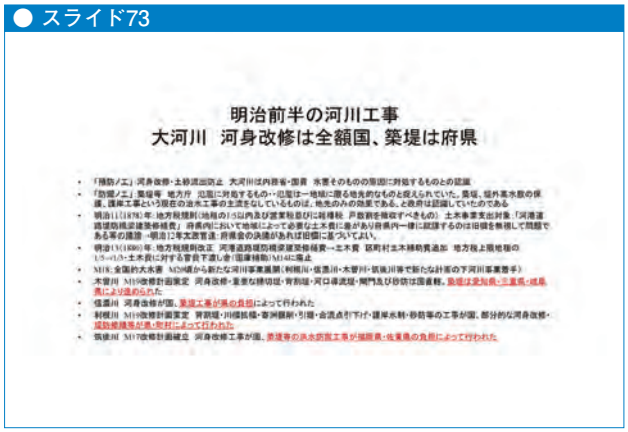
● スライド71



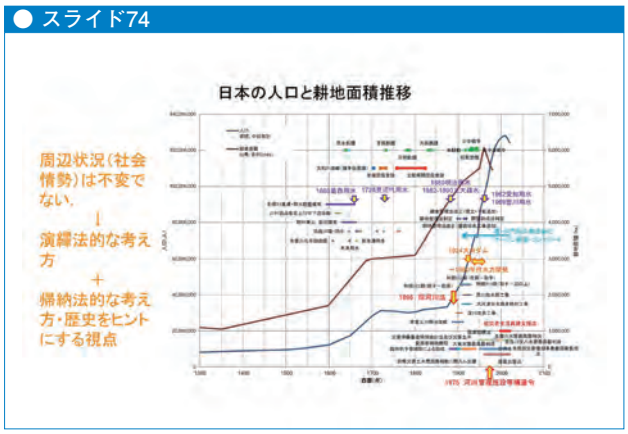
● スライド72



● スライド73



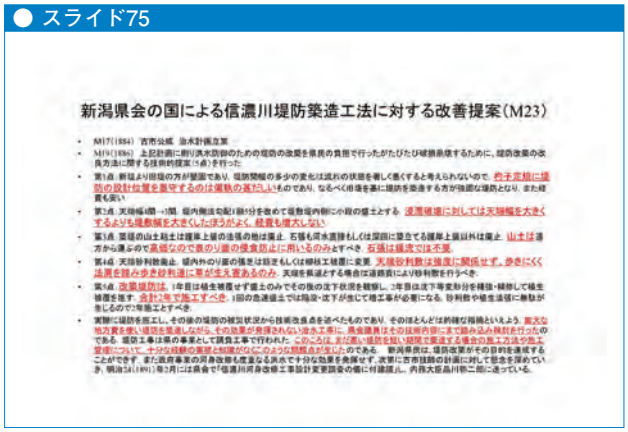
● スライド74



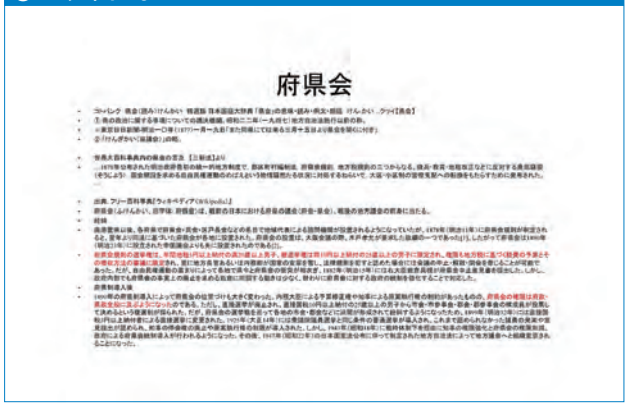
事ではないかと思います。

（スライド75）山本さんの本を読んでいておおっと思ったのは、先ほど言ったように堤防、築堤は地方の仕事なので、要は地元の人、地域がお金を負担しているので、新潟県の人が直轄に対していろいろ注文をつけているという話です。注文の内容はどれもごもっともだということは読んでもらうと分かると思います。

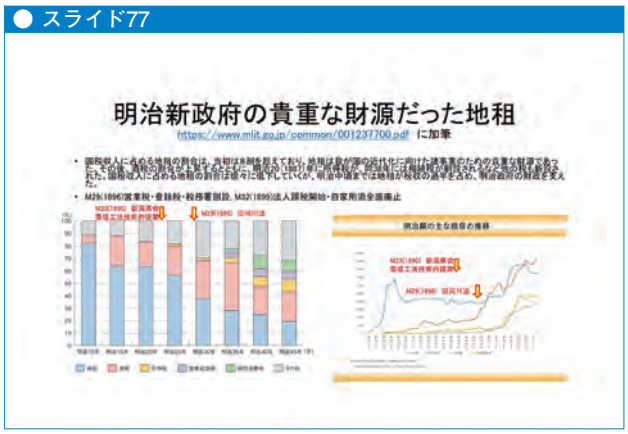
● スライド75



● スライド76



● スライド77



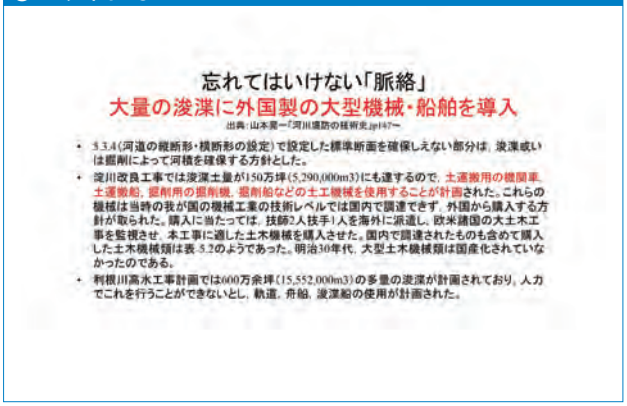
（スライド76、77）当時税制の大改正をしていて、収穫高で税金を取るのではなくて、地租という形で土地の価格に対してお金を取るということをやっていました。それが国の予算のすごい量を占めています。なので、府県会というのは、それは発言力あるよなと思いました。こういうのが高いうちに旧河川法まで行き着いたのだなと思い、さすがだなと思ったところです。

（スライド78）大型機械の導入も直轄工事から入れていますので、そういう経緯は知っていることが大事です。大型機械を入れるとなかなか締め固めが簡単ではないので、このような経緯があるのかと思います。

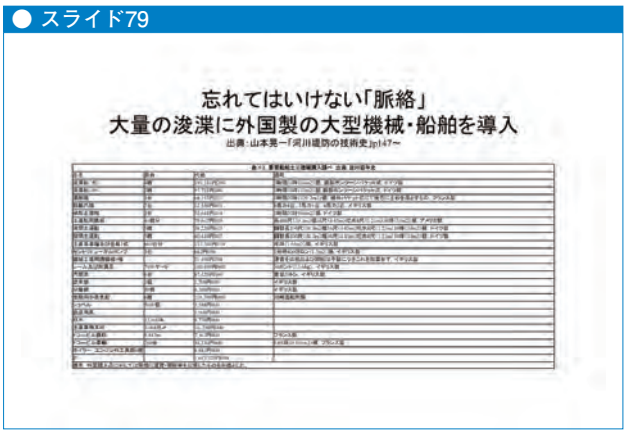
（スライド79、80）こちらも、淀川はどんなふうに造っているかという話が載っているということですね。

（スライド81）あと、これはおおっと思ったの

● スライド78



● スライド79



が、淀川の改良工事をするときは、水面部分に埋めてから築堤するということもやっていたようで、そのときに沈床を入れたりしていると言っていたので、逆に今の知識からみると、結構砂利層を入れているに近いので、ひょっとしたらそういうところを浸透安全上注意する必要があるかもしれないと思い、赤字にしました。

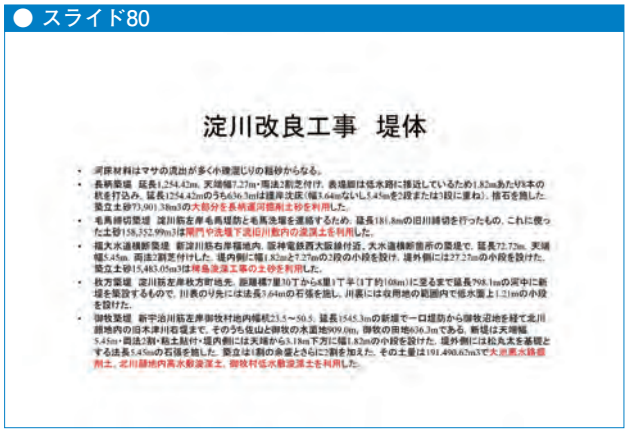
■補足追記　その1：淀川堤防漏水対策脈絡

淀川には淀川の漏水対策技術の系譜があるというお話を小俣さん（小俣 篤　河川財団 業務執行理事）から教えていただき、調べました。その結果、講演当時の私の認識が浅かったことを確認しましたので、淀川堤防浸透対策の技術系譜について補足追記します。参考にした文献・資料は、山本晃一『河川堤防の技術史』、淀川百年史編集委員会『淀川百年史』、近畿地方整備局『河川工学百年の歩みと淀川』、近畿地方整備局HPです。

＜補足スライド1＞　淀川・木津川はマサ土（粗砂・小礫）の沖積作用で形成された天井川であり、治水対策として河道掘削と築堤を同時に行いました。従って堤防は河道の掘削土砂（マサ土）で構築しました。その結果、堤体・基礎地盤ともに透水係数が10^{-2}cm/sと大きく、堤体表のりと基礎地盤の両方から浸透します。そのため、漏水・噴砂・のり崩れが多発しました（右上図：漏水については近畿地方整備局『河川工学百年の歩みと淀川』より、破堤跡は近畿地方整備局HP掲載「重要水防箇所調書」より読み取り、諏訪が作成）。その後の漏水対策の積み重ねで、淀川本川については漏水の重要水防箇所は1箇所のみとなっています（右下図：近畿地方整備局HP掲載「重要水防箇所調書」より諏訪が作成）。

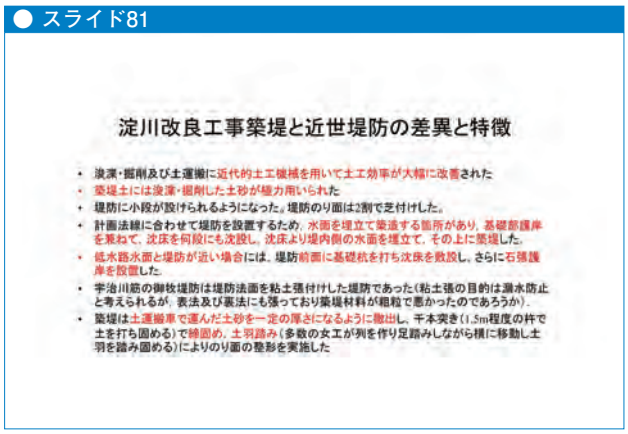
＜補足スライド2＞　淀川の堤防断面と漏水対策構造の推移を示しました。腹付けと嵩上げで堤防断面を拡大してきた経緯、漏水対策は表のり側の護

● スライド80

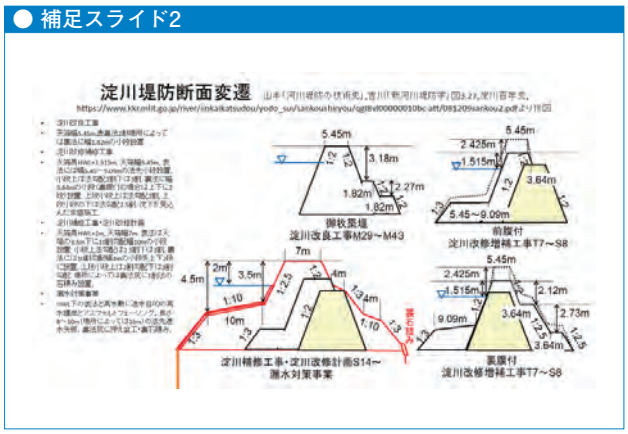


● 補足スライド1

● スライド81



● 補足スライド2



岸・のり先矢板による遮水工と裏のり尻の石積みによる浸潤面低下対策がとられていることが分かります。

＜補足スライド3＞　左図は漏水発生実績箇所と漏水対策箇所（補足スライド1 右上図の元）、基礎地盤のボーリング調査結果を示した縦断図。中央は主な堤防断面の漏水対策工、右は基礎地盤漏水対策として落ち着いたのり先矢板（長さ8～9m程度、場所によっては15m程度）の施工状況を示したものです。’53年13号台風で漏水災害が極めて多かったのですが、その後危険度の高い箇所から高水護岸を逐次実施してきたため、’65年24号台風による出水時の漏水箇所はおよそ半減する程度に改善されるに至った事実に基づいて護岸による堤防遮水対策が標準となっていると考察します。江戸川実物大堤防模型浸透実験では護岸による外水浸透の遮水効果が確認できなかった事実（スライド87）とは異なる効果が高い事実については、次のように推察します。江戸川実物大実験では厚さ5cmの高水護岸の透水係数が5×10^{-5}cm/sと評価されています。これに対し淀川堤防は2～3オーダー透水係数が大きい（10^{-2}cm/s）ため、外水浸透効果が表れる一方、護岸と同程度の透水係数（透水係数について記述がないが10^{-3}～10^{-5}cm/sと推定する）のシルト質材の江戸川実物大堤防模型では遮水効果が顕在化しなかったのではないでしょうか。

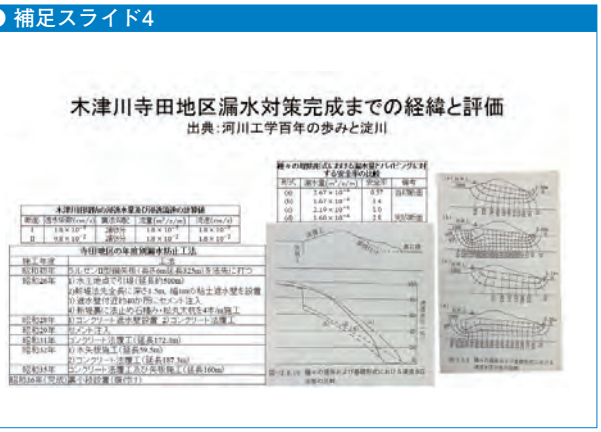
＜補足スライド4＞　補足スライド4は木津川寺田地区堤防（近鉄奈良線鉄橋下流の右岸側堤防）における漏水対策完了までの経緯です。

淀川本川同様に堤防の透水係数が10^{-2}cm/sと大きい（左上表）。漏水対策としては、のり先遮水対策＋護岸による表のりからの漏水抑制と裏のり尻の腹付け＋石積みがフルセットであり（中央中図）、浸透流解析で見出される対策の効果（中央上表・下図と右図）が理解できます。

以上のとおり淀川では、現地の洪水実績確認と浸透流解析による考察に基づく漏水対策が行われており、私の懸念は杞憂でした。高水敷造成と遮水目的の護岸による漏水対策は基礎地盤と堤体ともに透水性が大きい淀川の特徴にあった技術系譜と整理できます。

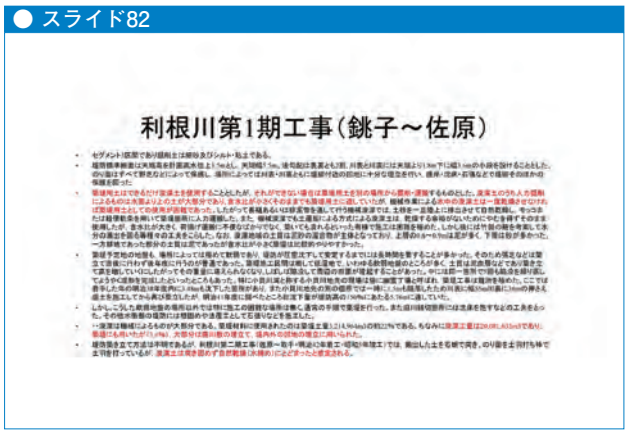
（スライド82、83）利根川第1期工事とかもあって、これは読んでくれたらいいと思います。機関車

● 補足スライド4



● 補足スライド3

● スライド82



で運んで、横にばらまいて撒き出しているようですけど、そうすると、さすがに5cmm、2cmmとかの撒き出しはやれないですよね。なので、締め固めもそれは効きにくいだろうなと思います。

（スライド84）一方、県のほうの工事になってくると、人力の施工であり、土の運搬・撒き出し・締め固めも人力施工で培ってきた方法が適用でき、大規模機械工事中心の直轄工事よりも品質が高いのではないかと感じられました。古い施工はすべて品質が低いと考えるのは単純すぎると私は思います。

（スライド85）先ほど大型降雨実験とかで普及したのが大事ではないかとお話ししましたけれど、そういう知識で私がすごく大事だと思うのは、事前に降雨があることで、のり尻まで浸潤面が到達する時間がうんと短くなります。10分の1になったり、5分の1なったりする。ここはすごく大事かと思うので、忘れてはいけないと脈絡として申し上げています。

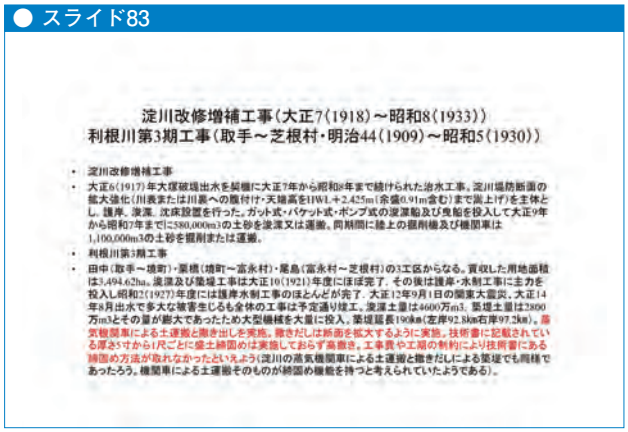
（スライド86）中島さんの本にちゃんと載っていますので、皆さん読んでみてください。

のり面の下の浸潤面が2山になることってありますよね。こういう現象がすごく浸潤面到達時間を短くしている要因なので、こういうことの再現が大事だという考え方になっている。今、『河川堤防の構造検討の手引き』で、降雨は計画降雨を与えているわけではないですけれども、こういう2山が再現できることが重要だという考え方かなと思います。

（スライド87）江戸川の堤防実験もちゃんと書かれていて、ここでおおっと思ったのは、低水護岸は昔は浸透防止効果があると思われて造っていたのですが、現場で実験してみると、外水の浸透の防止が確認できないのです。ただ雨が浸透するのを防ぐ効果はすごくあります。そこが確認されたというのが非常に重要な知見だと思います。

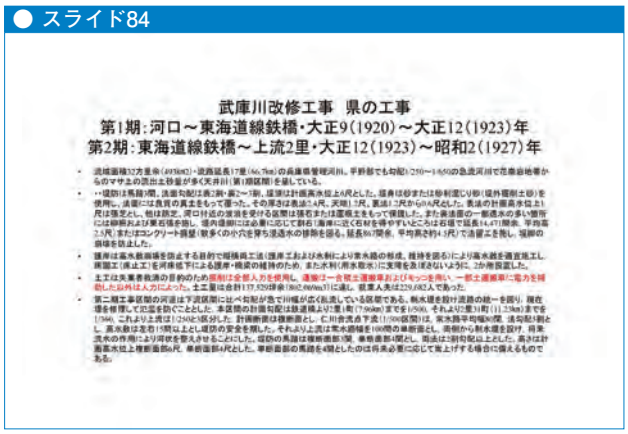
（スライド88）越流以外のいろいろな技術の発展

● スライド83


淀川改修増補工事（大正7（1918）～昭和8（1933））
利根川第3期工事（取手～芝根村・明治44（1909）～昭和5（1930））

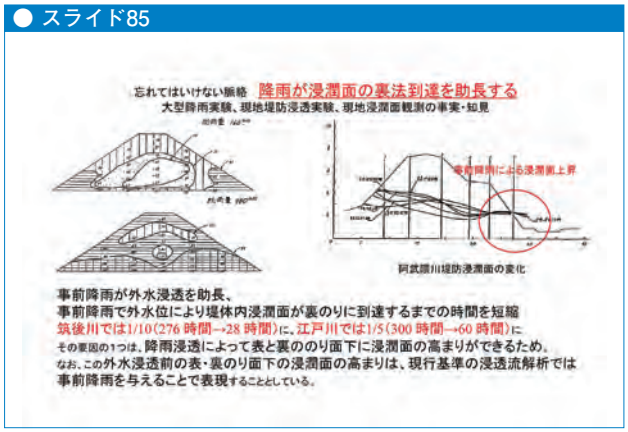
- 淀川改修増補工事
- 大正6（1917）年大煤破堤出水を契機に大正7年から昭和8年まで続けられた治水工事。淀川堤防断面の拡大強化（川表または川裏への腹付け・天端高を1IWL＋2.425m（余儀0.91m含む）まで嵩上げ）を主体とし、護岸、浚渫、沈床設置を行った。ガット式・バケット式・ポンプ式の浚渫船及び曳船を投入して大正9年から昭和7年までに380,000m3の土砂を浚渫又は運搬。同期間に陸上の腹前積及び機関車は1,100,000m3の土砂を腹前または運搬。
- 利根川第3期工事
- 田中（取手～境町）・菖蒲（境町～富永村）・尾島（富永村～芝根村）の3工区からなる。買収した用地面積は3,494.62ha。浚渫及び築堤工事は大正10（1921）年度にほぼ完了。その後は護岸・水制工事に主力を投入し、昭和2（1927）年度には護岸水制工事のほとんどが完了。大正12年9月1日の関東大震災、大正14年8月出水で多大な被害を生じるも全体の工事は予定通り竣工。浚渫土量は4600万m3、築堤土量は3800万m3とその量が膨大であったため大型機械を大量に投入。築堤延長190km（左岸92.8km右岸97.2km）。蒸気機関車による土運搬と撒き出しを実施。撒きだしは断面を拡大するように実施。技術書に記載されている厚さ寸法から1尺ごとに盛土締固めは実施しておらず高撒き。工事費や工期の制約により技術書にある締固め方法が取れなかったといえよう（淀川の蒸気機関車による土運搬と撒きだしによる築堤でも同様であったろう。機関車による土運搬そのものが締固め機能を持つと考えられていたようである）。

● スライド84

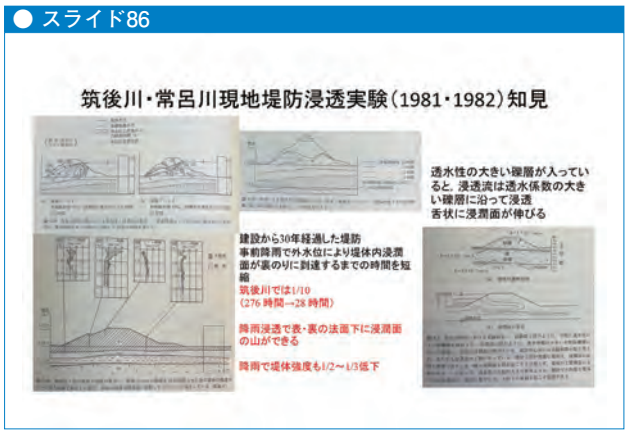

武庫川改修工事　県の工事
第1期：河口～東海道線鉄橋・大正9（1920）～大正12（1923）年
第2期：東海道線鉄橋～上流2里・大正12（1923）～昭和2（1927）年

- 流域面積32方里余（493km2）・流路延長17里（66.7km）の兵庫県管理河川。平野部でも勾配1/250～1/650の急流河川で花崗岩地帯からのマサ土の流出土砂量が多く天井川（第1期区間）を築いている。
- ・・堤防は馬踏3間、法面勾配は表2割・裏2～3割、堤頂は計画高水位上4尺とした。堤身は砂または砂利混じり砂（堤外種断土砂）を使用。法面には良質の真土をもって覆った。その厚さは表法1.4尺、天端1.5尺、裏法1.2尺から0.4尺とした。表法の計画高水位上1尺は張芝とし、他は防芝。河口付近の潮流を受ける区間は張石または芝張土をもって保護した。また堤体内一部透水の多い箇所には排水および栗石埋を施し、堤内住居には量に応じて割石（海岸に近く石材を得やすいところは石積で延長14.4%）敷き、平均高2.5尺（またはコンクリート張壁（数多くの小穴を穿ち浸透水の排除を図る。延長80%）敷き、平均高2.4尺）で法留工を施し、堤脚の崩壊を防止した。
- 護岸は高水敷崩壊を防止する目的で昭和期工法（護床工および水制）により常水路の形成、植物を図る）により高水敷を適宜施工し、床固工（床止工）を河床低下による護岸・堤防の維持のため、また水利（用水取水）に支障を及ぼさないように、2カ所設置した。
- 土工は失業者救済の目的のため機械は全部人力を使用し、運搬は一台荷土運搬車およびモッコを用い、一部土運搬車に電力を補助した以外は人力によった。土工量は合計137,529坪余（462,660m3）に達し、総賃人夫は229,682人であった。
- 第二期工事区間の河道は下流区間には比べ勾配が急で山間よりの流出している区間である。例水堤を設け流路の統一を図り、現在堤を修復して出来る限りこととした。本流間の計画勾配は鉄道橋より1里（4.750km）までを1/500、それより2里3町（11.25km）までを1/300、これより上流は1/250と区分した。計画断面は復断面とし、仁川合流点下流（1/300区間）は、常水路平均幅30間、法勾配1割とし、高水敷は左右15間以上とし堤防の安全を期した。それより上流は常水路幅を100間の単断面とし、両側から制水堤を設け、将来流水の作用により河状を整えさせることにした。堤防の馬踏は復断面部7間、単断面部6間とし、現状は勾配似上とした。高さは計画高水位上複断面部6尺、単断面部4尺とした。単断面部の馬踏を6間としたのは将来必要に応じて嵩上げする場合に備えるものである。

● スライド85


忘れてはいけない脈絡　降雨が浸潤面の裏法到達を助長する
大型降雨実験、現地堤防浸透実験、現地浸潤面観測の事実・知見
降雨による浸潤面上昇
阿武隈川堤防浸潤面の変化
事前降雨が外水浸透を助長、
事前降雨で外水位により堤体内浸潤面が裏のりに到達するまでの時間を短縮
筑後川では1/10（276 時間→28 時間）に、江戸川では1/5（300 時間→60 時間）に
その要因の1つは、降雨浸透によって表と裏ののり面下に浸潤面の高まりができるため。
なお、この外水浸透前の表・裏のり面下の浸潤面の高まりは、現行基準の浸透流解析では事前降雨を与えることで表現することとしている。

● スライド86


筑後川・常呂川現地堤防浸透実験（1981・1982）知見
透水性の大きい層層が入っていると、浸透流は透水係数の大きい層層に沿って浸透
舌状に浸潤面が伸びる
建設から30年経過した堤防
事前降雨で外水位により堤体内浸潤面が裏のりに到達するまでの時間を短縮
筑後川では1/10
（276 時間→28 時間）
降雨浸透で表・裏の法面下に浸潤面の山ができる
降雨で堤体強度も1/2～1/3低下

経緯というのを見てみると、技術が整理される流れがそれなりに見えてくるということが大事かなと思います。

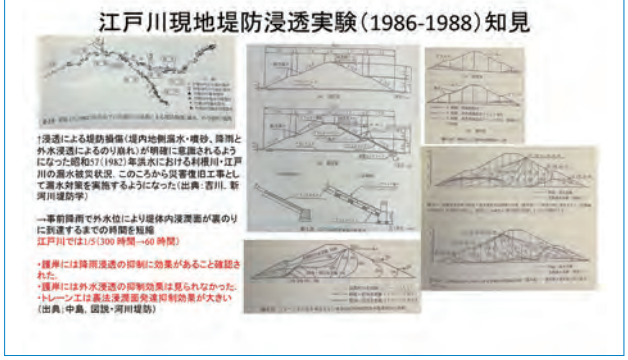
（スライド90）パイピングです。一時期、複層ということが強調されていましたが、複層だけが危険ではないです。もう一回あらためて見てみると、ということです。

これは、私が国総研にいるときに一緒に実験しましたけれども、わざと弱点部分をつくって実験をしました。細い弱点、幅30cmの弱点になる部分をつくって実験してみましたが、そうすると結構時間がかかりましたが、空洞が貫通するという現象を確認できました。

（スライド91）パイピングで空洞がだんだん奥に進んで発達していくということがあって、最後ドカンと抜けたのですけれど、なぜこの堤防とこの境界で抜けるのかというと、一番動水勾配が急になる、つまり流速が速いからだと思います。そういうことを知っていることは大事です。

（スライド92）こちらは横断方向に複層（川表側に礫層があり水圧が伝搬しやすく）なっている。さっき言った狭い意味（鉛直方向の土層構造）での複層・単層の区分からすると単層構造に見えますが、そうではありません。近年、実験や現場でパイピングが確認された複層構造だけが大事ではなくて、被圧していることのほうが本質的で大事だとい

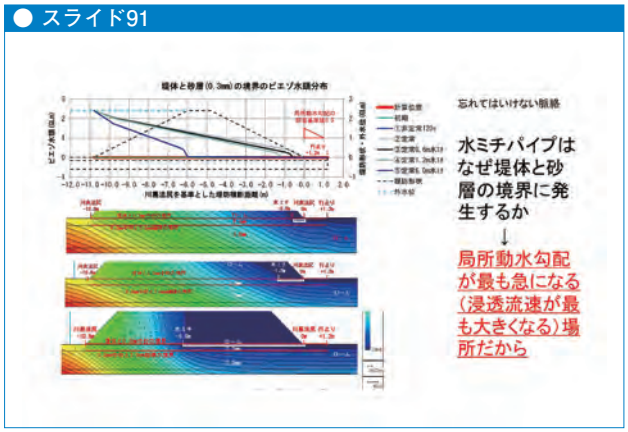
● スライド87



● スライド88

● スライド90

● スライド91



● スライド92

う実験例です。

（スライド93）これは河川財団さんがまとめた、堤防を損傷する動物の話で、表面を傷つける系と、奥まで穴掘る系がいるので、浸透に対しては奥まで穴掘る系が問題だと思います。

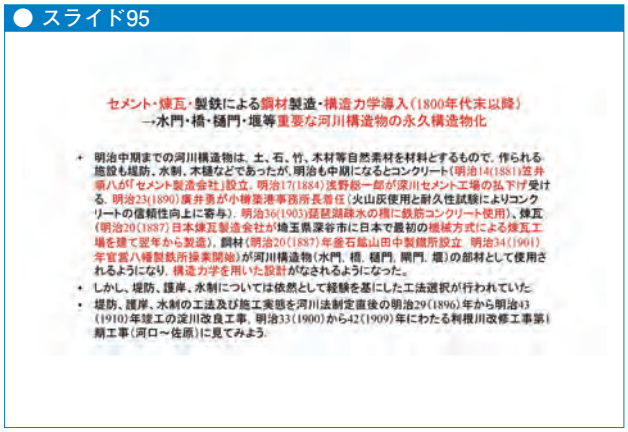
（スライド94）次は樋門です。この樋門の構造について、これは中島英雄さんの本にちゃんと絵もついて載っていますので、時代ごとにいろいろ変わっているということを実感してもらうといいのではないでしょうか。

（スライド95）途中で、セメントとかレンガとか鋼材とか、そういうものが使えるようになって、構造力学も入ってきているのも大きいのでしょう。樋門も永久構造物化されていくという流れがあります。それは1900年前後からですね。

（スライド97、98、99）また、吉川勝秀さんの本だと、支持杭構造が危ないというか不等沈下が危ないと強調されているのですけれど、それだけではないと思ったので、今日はそこを強調しておきたいと思います。

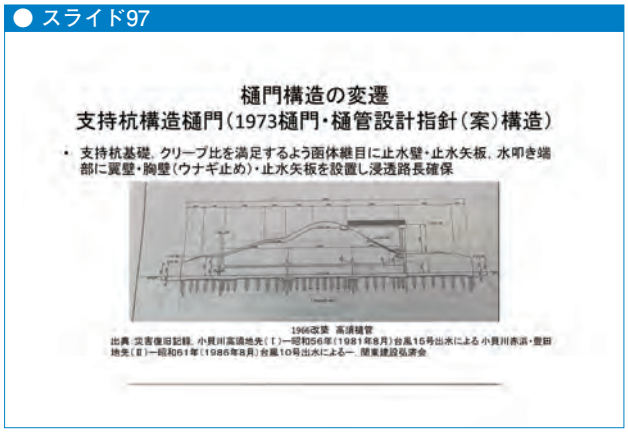
結果から言うと、基準類でいけば、この1973年の「樋門・樋管機関設計指針（案）」のときに、原則、支持杭構造だとしたので、ここから先が危険かなと思いましたけれど、それより前から使っているものもあるので、川ごとにどういう基礎構造を使っ

● スライド95

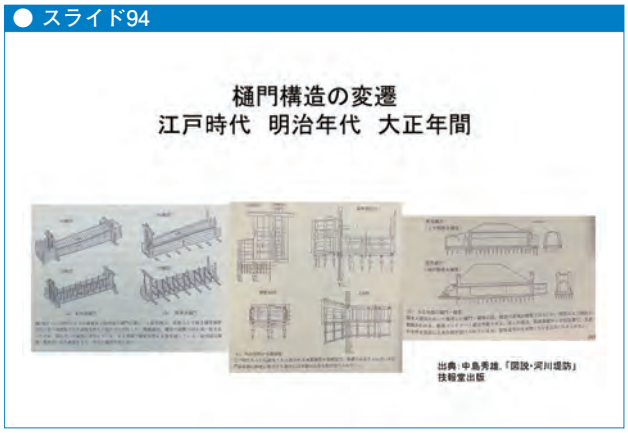


● スライド93

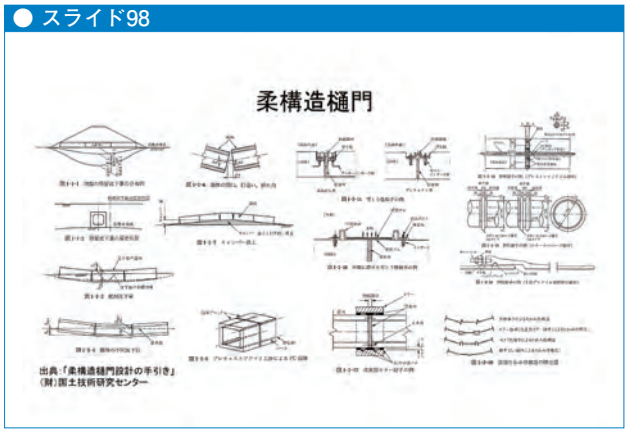
● スライド97



● スライド94



● スライド98

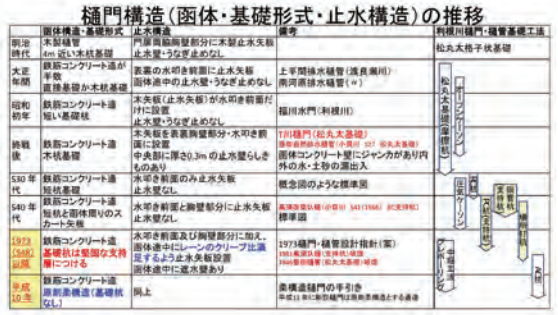


ているかを調べてもらうのが大事です。

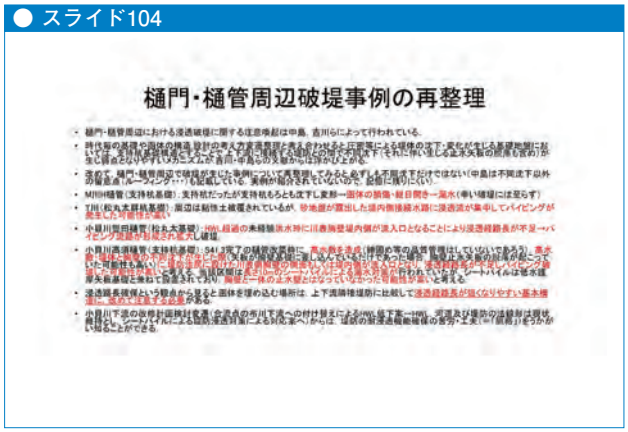
（スライド104）平成10年に柔構造が原則になって、これで安心になったかなと思いましたけれど、あらためて、樋門周辺の破堤の例などを見てみると、どうも不等沈下だけでないと思えてきました。

この不等沈下による劣化現象というのは、まさに、この瀬川さんと吉川さんが言ってくれたので、こういうことはもちろんあるのだけれど、それだけではないということも大事です。

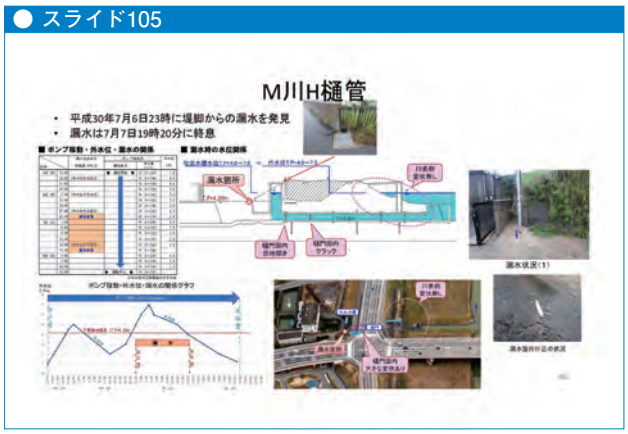
● スライド99



● スライド104



● スライド105



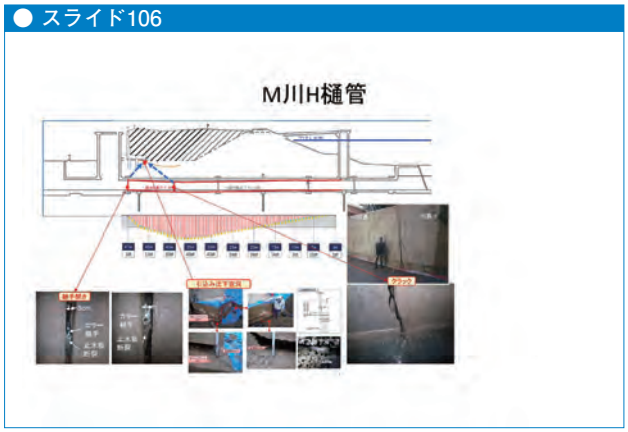
（スライド105、106）一つは排水樋門の樋管が損傷した。結局管体が損傷したのですね。これは破堤にはならなかったのですが、魚が出てくるぐらいすごい漏水がありました。

空にして見てみると、支持杭構造だったはずなのですが、支持杭が効かなくて結局沈下していて、折れたりとか継ぎ目が開くとかしてそこから水が漏れて、先ほどの現象が起きていたということが確認できました。

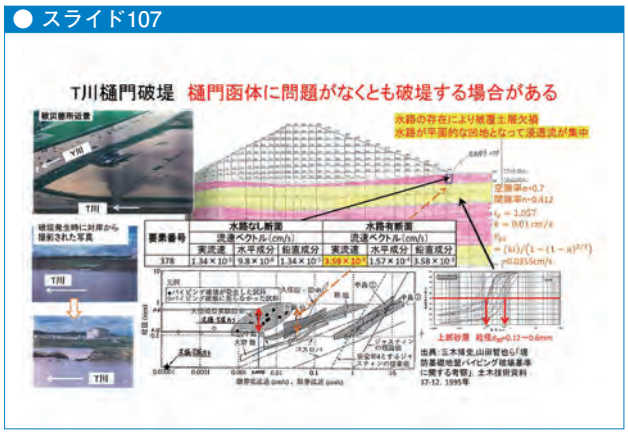
現場に行くと、こういう「抜け上がり」ということも確かに見ることできました。

（スライド107）別の川では、これは松丸太杭の構造ですので、そんなに不等沈下が起きるものとは思えない。それで現場で対策したときでも、そういうことがあったというのは私にも分からなかったです。こういう被覆層が覆っているところで接続する。排水樋門だったらつなぐ水路があります。浸透流解析をしてみると、その水路がこういう砂層に露

● スライド106



● スライド107

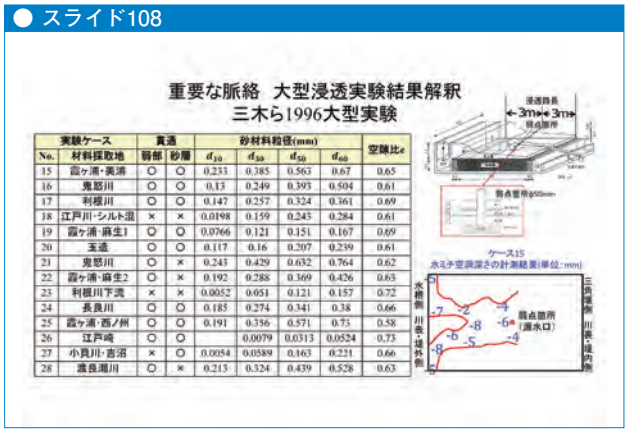


出していると急激に流速が速くなるのです。この砂層に働くのもそうだし、そういうことで起きているなということが想像できますので、不等沈下だけではない。もともと浸透路長が短いというのもあるではないかと思います。

（スライド108）技術系譜の中でパイピングを一生懸命やっているのは、中島さんがやっていたのだけれど、その中島さんがまとめてくれた領域以外にもう一つあるというのを、三木博史さんが提示していたので、どんな現象だろうと思い、大型実験で興味深いのであらためて眺めさせてもらいました。

この、もともと想定しているパイピング穴から抜けるという現象以外に、砂層そのものが突き抜けるという現象が起きているのです。そのどちらが起きているのかということをよく見たほうがいい。それぞれから知見を得られるのだということが分かりまして、あらためて再整理してみました。

● スライド108



No.	材料採取地	弱部	砂層	d_{10}	d_{30}	d_{50}	d_{60}	e
15	霞ヶ浦・美浦	○	○	0.233	0.385	0.563	0.67	0.65
16	鬼怒川	○	○	0.13	0.249	0.393	0.504	0.61
17	利根川	○	○	0.147	0.257	0.324	0.361	0.69
18	江戸川・シルト混	×	×	0.0198	0.159	0.243	0.284	0.61
19	霞ヶ浦・麻生1	○	○	0.0766	0.121	0.151	0.167	0.69
20	玉造	○	○	0.117	0.16	0.207	0.239	0.61
21	鬼怒川	○	×	0.243	0.429	0.632	0.764	0.62
22	霞ヶ浦・麻生2	○	×	0.192	0.288	0.369	0.426	0.63
23	利根川下流	×	×	0.0052	0.051	0.121	0.157	0.72
24	長良川	○	○	0.185	0.274	0.341	0.38	0.66
25	霞ヶ浦・西ノ州	○	○	0.191	0.356	0.571	0.73	0.58
26	江戸崎	○	○		0.0079	0.0313	0.0524	0.73
27	小貝川・吉沼	×	○	0.0054	0.0589	0.163	0.221	0.66
28	渡良瀬川	○	×	0.213	0.324	0.439	0.528	0.63

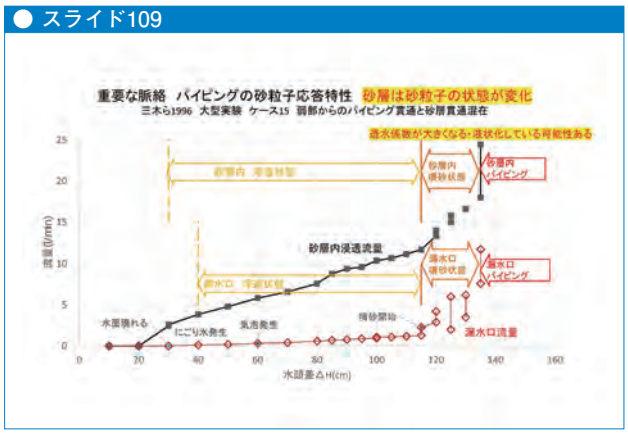
（スライド109）これは線の傾きが透水係数です。この透水係数が状態によって変わります。パイピング現象が進んでいくと、当然大きくなります。なので、こういうように状態が変化するということをよく知っておくことが大事ではないかと思いました。

（スライド110）中島さんが、エックス線とかでまとめられていて、もともとは四角の箱のところだけに砂を入れているのですが、流速が速くなってくると、だんだん撹乱されたような状態になるのですね。体積が増加するようなことが起きていますし、また、ゲル状になっているということです。こんな状態になることがあるということを思うと、一種の液状化が起きているのかなと私は思っていますが、そういう視点も要るのではないかなと思います。

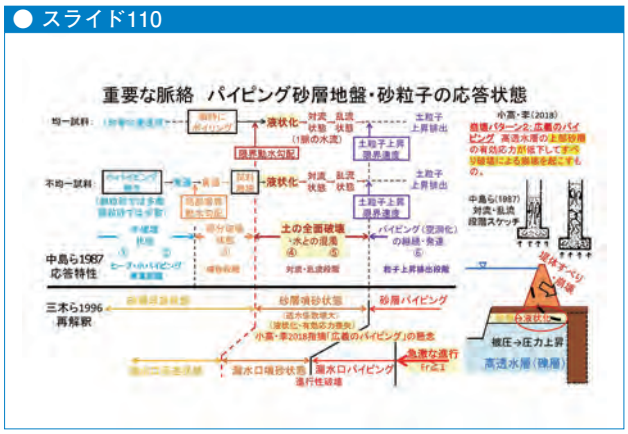
小高（猛司　名城大学教授）先生が、パイピングを広義に捉える必要があると言っているのですが、私はこの液状化のほうを言っているのかと思いましたが、小高先生は液状化までは思っていない可能性が高く、有効応力が低下したということだけ思っておられるようです。そこに私と小高先生の違いがあるなということを最近確認できてきました。

（スライド111）これが実験結果です。マニアックな図なので分かりにくいかもしれないですけれど、粒径を横軸に取って縦軸は流速です。流速を取っているのですが、実流速ですね。粒子の間を通

● スライド109



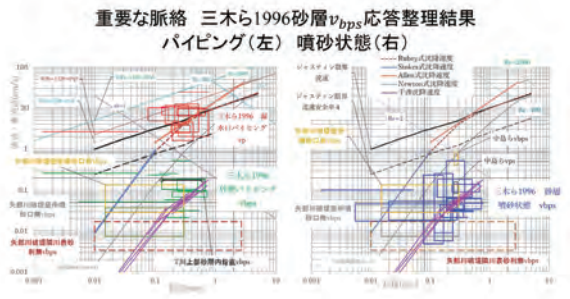
● スライド110



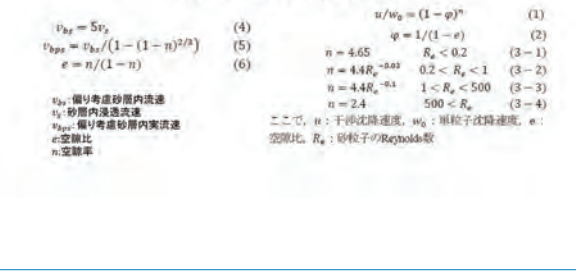
る流速というのを算出してみています。これが単粒子の沈降速度ですけれども、緑色で書いたのが、遥かに低い領域で、先ほど言った液状化みたいなことが起きているということです。そういう状態というのは、この単粒子進行速度よりも遥かに低い流速で起こるのだということが一つ分かります。

その解釈として、「干渉沈降速度」というのが下水処理の沈殿物の検討であるようで、その干渉進行速度というのを評価すると説明できそうだということが見えています。仮説としてあります。

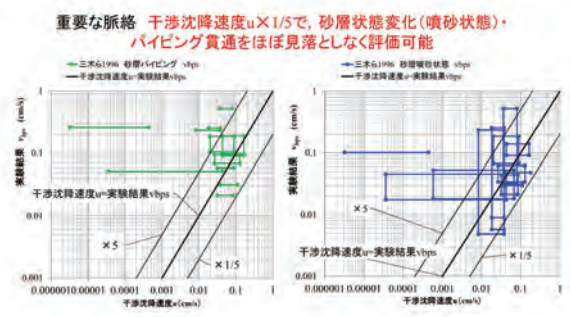
● スライド111



● スライド112



● スライド113



（スライド112）空隙率さえ分かれば、計算はそんなに難しくありません。また、偏りが大事です。

（スライド113）流速が水みち部分だけに偏ります。それを平均部分の5倍と仮定すると、見落としなく説明できそうだということです。

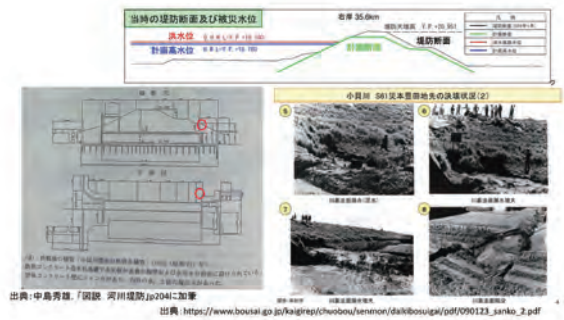
（スライド114、115）それから、吉川さんの本に載っていた、小貝川の豊田樋管の破堤時の現象も見てみました。

ここの特徴は漏水の出口です。このうなぎ止めという胸壁のところから水が出ています。それから飲み口側のほうも、どうもやはり胸壁のところのようですね。

（スライド120）そういう目でもう一回あらためて浸透経路長というのを出してみると、入り口から出口のところで水位差を見ると、確かにクリープ比よりも小さいということが分かりました。浸透経路

● スライド114

● スライド115



長が設計想定と違うところで形成される可能性はあると思います。

それからここの場合、この災害が起きたときの水位が既往最高水位よりも1.36mも高かった。それまでの洪水では顕在化しなかった現象が起きたということかなと思います。

（スライド121）災害記録写真集に開削した写真も載っていたので見てみましたが、特段、函体下の空洞、不同沈下に伴う空洞発生は確認できないですね。なので、浸透経路長かと思っています。

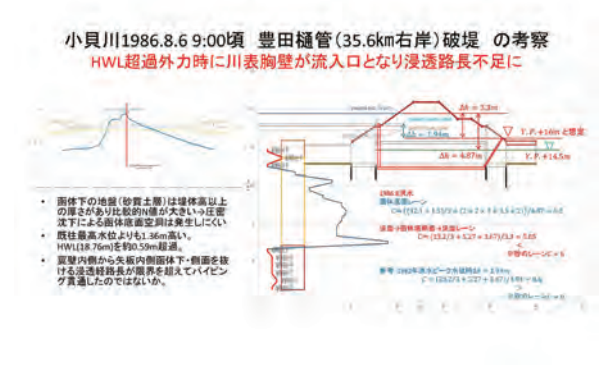
（スライド122）復旧するときは、きちんと支持層まで入れるということをやっています。下流にもすぐに排水機場の樋門があったのですが、これを合口するという工夫をしています。

（スライド123）もう一つ、（小貝川）高須樋管（破堤）というのが吉川さんの本で紹介されているので、それも見てみました。その前に利根川、小貝川の下流の改修というのに非常に苦労しているという話が勉強になったので、そこを書き出してみました。

（スライド124、126）ちなみに、利根川のバックがよく効き、それに支配されているような場所ですね。利根川下流河川事務所さんが工事をしているということです。

破堤の碑も現場にあり、3か所確認できます。

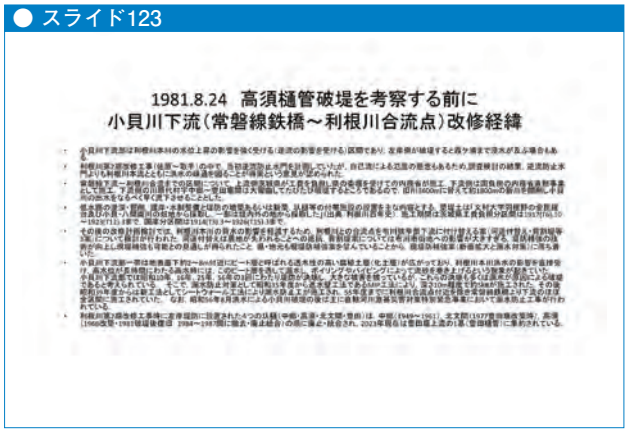
● スライド120



● スライド121

● スライド122

● スライド123



● スライド124

改修直後は左岸側に樋管を4つ設けたのですね。破堤を複数回経験して、基礎地盤が浸透しやすいことを懸念して、順次撤去、合口していって現在は一つになっています。非常に苦労しています。

ここの特徴で、ケド層という層が非常に軟弱で、透水層の役割をするそうでして、ここに対してシートパイルを打つということが対策になっていました。これが非常に大きなポイントの一つかなと思います。

（スライド125）これは、破堤とは関係ないのですけど、水の使い方なんかも面白いと思っていて、右岸側は1つ上の岡堰から水をもらっていますし、左岸側に対して、この豊田堰の水を配っています。改築前の堰の平面形も面白い形をしていると思います。

（スライド127）各地域、地元の町史を読むと、それぞれの破堤のときのことがある種生き生きと書かれていて、破堤前後の状況や対応も時期によって違うということが分かります。

この昭和10年のときだと、左右岸で土のう積み競争をやっているのですね。それで最後、風が吹いて左岸側がやられたというような書き方をしていますけれども、そういうことがありました。

（スライド128）次の昭和25年のときには、ピークを過ぎた減衰期に破堤したということが書かれています。

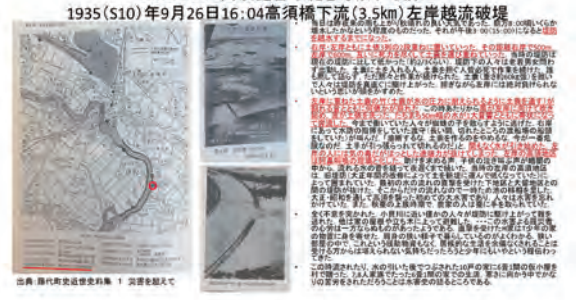
（スライド129）それから昭和56年。この写真で

● スライド126

● スライド125

● スライド128

● スライド127



● スライド129

破堤のときのですけれど、本川から濁った水が引き込んでいますよね。水の色が全然違っていて、そういうのが特徴的かなと思います。

（スライド130）ここは、改修のときにショートカットをしたようです。そのショートカットのところに、この旧河道内の農地のための水でしょうか、そのために樋門を設けているようです。

（スライド132）それで、その後1966年に改築をしています。ここでは、今度、支持杭構造に変えています。

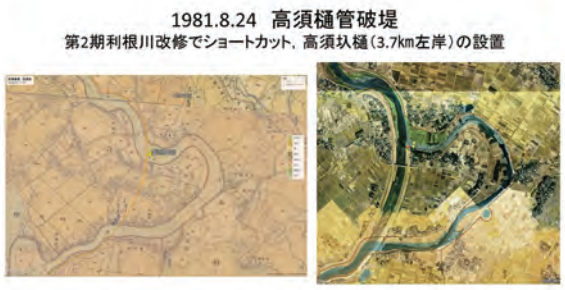
（スライド133）昭和25年洪水。すごい水位が高かったのですが、そのときは破堤は起きなかったのですね。それが新しく改築したら起きていて、気持ち悪いなというところではあります。

（スライド136、137）私が思う結論から言うと、さっきの豊田と似ているのですが、翼壁から翼壁の浸透長が短かったというのが、一番可能性が高いと思っています。

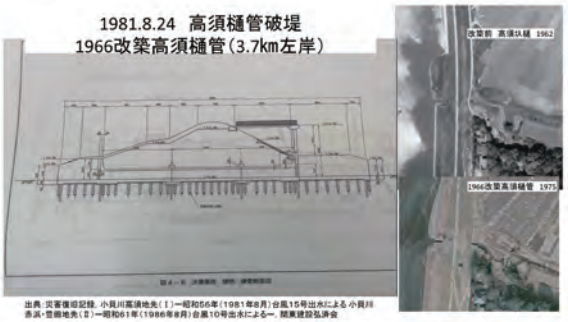
あと、シートウォールで基礎地盤のケド層を遮水しているけれども、どうもそのシートウォールは低水護岸基礎と一体で施工しているようです。なので、堤防表のりの樋門遮水壁と連続した遮水壁にできなかったというのが、可能性としてあるかなと思います。

この頃は丁寧にいろんな記録を残していて、こん

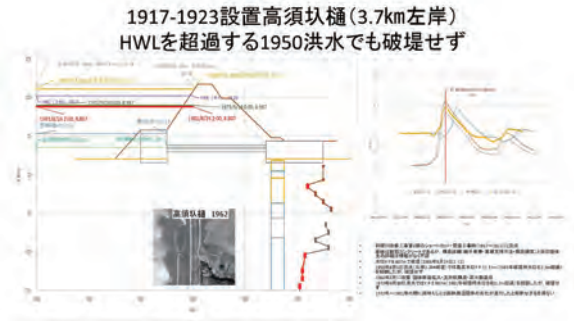
● スライド130



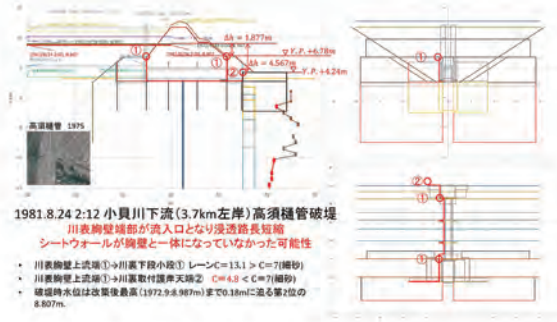
● スライド132



● スライド133



● スライド136



● スライド137

なふうに広がったということなどが残っています。

（スライド140）最後、復旧のときには、もう一回シートパイルを強化して、長さを13mまで伸ばしているのですが、そういうように入れることでちゃんとつないだのかなと思います。

（スライド当日追加資料）新聞記事なんかも、いろいろ、当時、関心があったようです。そういうことを新たにちょっと付け加えた絵でした。

■補足追記　その2：樋門函体の不同（不等）沈下発生の実態とメカニズム推定

配布資料の説明趣旨4のスライドの5項目めで、次の見解を記しました。

――新河川堤防学では、摩擦杭基礎でも相対的に程度は緩和されるが同様の問　題が生じるとしている。――「摩擦杭基礎でも支持杭構造と同様の」メカニズムという見立てには全面的な同意はしかねる。――

● スライド140

● 補足スライド5

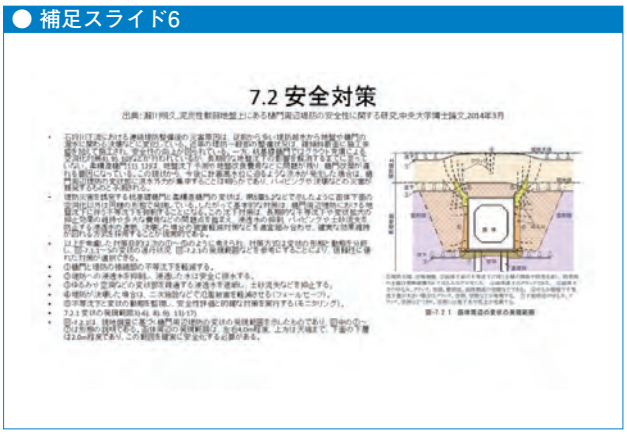
講演後に瀬川明久さんの学位論文「泥炭性軟弱地盤上にある樋門周辺堤防の安　全性に関する研究」を読み、新河川堤防学の“摩擦杭基礎でも（中略）同様の問題が生じる”に根拠があることを確認しました。また共有したほうがよいと考える知見がありましたので、ここで追記し共有をさせていただきます。

＜補足スライド5＞　補足スライド5は北海道開発局が行った樋門開削調査結果の総括表です。表の上側が木杭構造（つまり摩擦杭基礎）、下側がPC・RC・鋼管基礎（支持杭基礎を含む。黄色網掛けセルがあるものが支持杭）です。右から2列目に空洞有無が示されており空洞有を赤字にしています。表から、支持杭構造か摩擦杭構造かに関係なく空洞発生していることが確認できました。これが新河川堤防学記載の根拠だと推察します。

＜補足スライド6＞　右側の図は樋門函体と上下流堤防に不等（不同）沈下が生じた場合の函体周辺土の変状発現範囲を示しています。函体底面（図の⑦）以外に函体隅角部（図の⑤）、函体側面（図の⑥）でゆるみや空洞が発生し得る領域です。

＜補足スライド7＞　現に、野津幌川G樋門では、函体底面以外に函体隅角部にも連続した空洞が確認されています。つまり、上下流堤防（高水敷）と函体に不等（不同）沈下が発生することが空洞形成の要因ということです。補足スライド5の表では

● 補足スライド6



不等沈下発生も調べており、摩擦杭基礎でも10～70cmの不等（不同）沈下が起きています。支持杭基礎では10～85cmの不等（不同）沈下が起きています。不等沈下が発生するメカニズムについては明瞭に読み取ることができませんでした。私が推察するに、函体という高さ1.3～3.7mの空間を開けると基礎地盤には上下流堤体よりも上載荷重（圧密沈下の起動力）が小さくなり、摩擦（杭長）区間では圧密が抑制されることで沈下量に差が生じることは避けられないということと解釈したいと思います。基礎地盤の上載荷重が軽くなるのは直接基礎や柔構造でも同様ですので、柔構造にしたから万全とは言えないということになります。

＜補足スライド8＞　瀬川さんは柔構造樋門でも開削調査を行っており、柔構造樋　門周辺でもゆるみや空洞の発生を確認しています。空洞陥没は胸壁から水みちができているようなので、門柱基礎が支持杭であるために生じている（柔構造樋門周辺では改善している）との解釈も可能かもしれません。瀬川さんは「長期的な安全に課題を残している。柔構造樋門の安全性が杭基礎樋門に比べて特に向上したとは考えられない」と結論付けています。

以上を総括すると、忘れてはならない知見は、以下の4つ。

①不等（不同）沈下による樋門周辺の空洞形成は函体底面だけでなく、函体隅　角部や側面のゆるみ領域でも形成される。

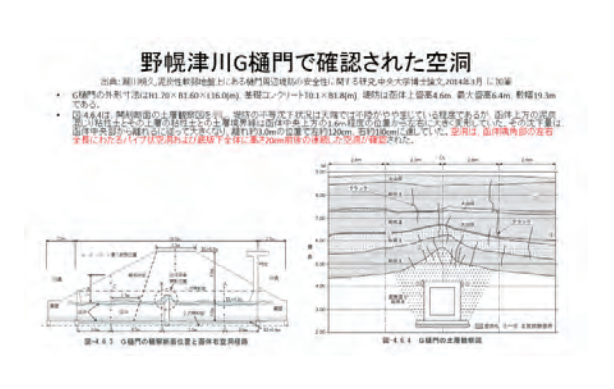
②不等（不同）沈下は支持杭基礎だけで発生するのではなく、摩擦杭基礎でも発生する。不等（不同）沈下発生メカニズムは基礎地盤の上載荷重が減少すること、摩擦杭区間の圧密が抑制されることによると考えられる。

③上下流堤防との不等（不同）沈下は柔構造でも生じ得る。柔構造樋門であっ　ても開削調査で空洞・陥没が確認されている事例がある（ただし、支持杭構造の門柱に接する胸壁周辺と思われる）。

④柔構造樋門の安全性が杭基礎樋門に特に向上したとは考えられない、という　技術者の見解がある。

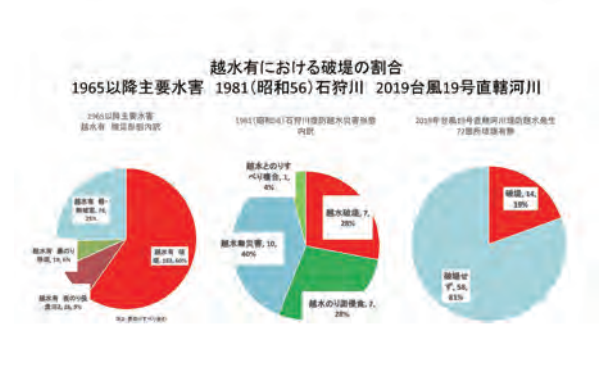
（スライド145、147）次は、越流の話ですが、これは前もお話ししたことがあるので、あまり詳しく話すことはしません。越流の現場へ行って根がざっと浮き出ているのを見ると、根毛量って本当に重要だと思いました。

● 補足スライド7



● 補足スライド8

● スライド145



あと、越流水の流速評価は比較的容易にできるということを載せています。

（スライド149）霞堤の下流側から水を引き入れてあげるという工夫です。結構、越流はするけれども、何とか保っている現象が見られました。

（スライド150）利根川のカスリーン台風の破堤場所というのは、天井川だったので、締切のときにめちゃくちゃ苦労しています。そういう意味で、先ほどの小貝川の低水護岸のシートパイルは破堤しても残存して、一次締切があらかじめやられたというのに近いので、そういう効果もあるということが類推できます。

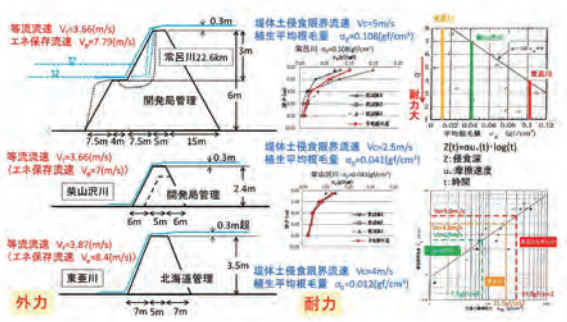
天井川ではなくて逆に掘り込みだったら、破堤とはいえ非常に局所的な災害で済むということです（左側写真）。

（スライド151）低内地側の目で見るのも大事です。刈谷田川（左写真）と五十嵐川（右写真）は両方破堤しました。ほぼ同じような規模の河川ですが、破堤した場所が違ったから被害が違ったというのが私の捉え方です。

刈谷田川は自然堤防の宅地で切れて、巻き込まれた宅地では健常者であっても生き残れないような被害が起きたということです。

一方、五十嵐川は、幸いこの自然堤防が外れたところで破堤したのですが、健常者が動き回って溝にはまって亡くなるとかそんなことがあったのと、背

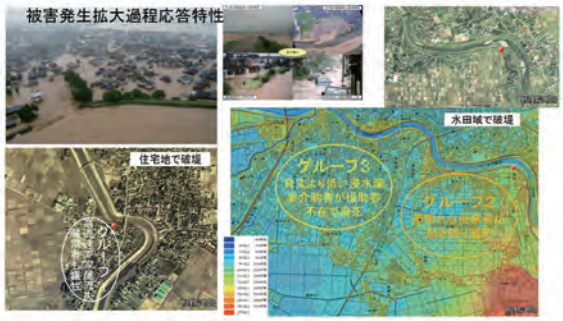
● スライド147



● スライド149

● スライド150

● スライド151



● スライド152

丈もない浸水でしたが、要介護者の方が亡くなったことが非常に大きな話題になりました。

（スライド152）これは「バブリーだ」とかいろいろ批判を受けるのですけど、低地で住まうということは、いろいろこういう工夫を将来的に目指していくということが大事だと思って、私は提案しているということです。

（スライド153）同じように、「破堤氾濫対策を進めることが大事だ」あるいは「ある程度浸水を許容しないといけない」という考え方は、ほかの人も言っています。私は河川管理者とは違う立場でやったほうがいいと思っていますけれど、ほかの方は河川管理者がやるとしています。そこに違いがあります。それはミックスしてもいいかなとも思っています。

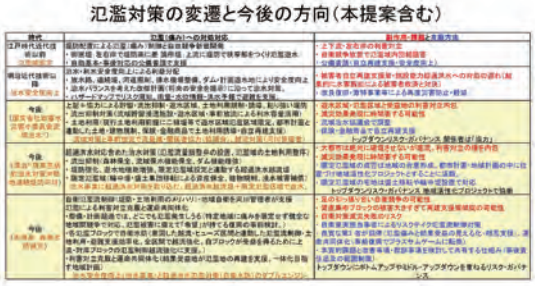
（スライド154）なぜ河川管理者ではない方がいいのかというのはこういうことです。

河川管理者はいろいろ背負っているものが多くて、なかなかいろいろな選択肢を取れません。もっと選択肢を広げたほうがいいと私は思います。

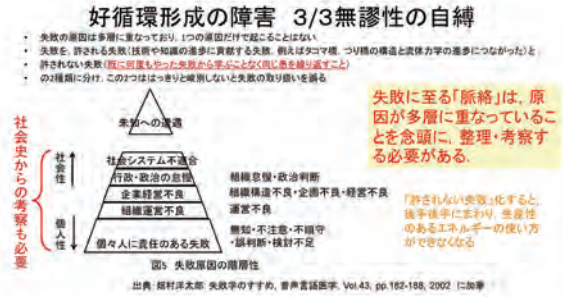
（スライド156）失敗学的な話です。失敗の分析をするときに、いろいろな要因が重なってできているという見方がやはり大事だと思います。そういう目で見ることが大事です。

失敗学は結局、タコマ橋みたいな、そういう技術進歩につながるような失敗が大事だということになっていますけれど、もっと大事なのは許されない失敗です。許されない失敗というのは、何度も同じことを繰り返して「何をやっているのだ」という、そういう失敗をしないことが大事です。すごく頭を使わなければならないところだと思います。これが「無謬性の自縛」というところの一番難しいところだと思います。

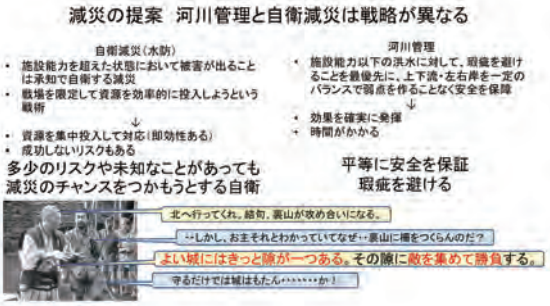
● スライド153



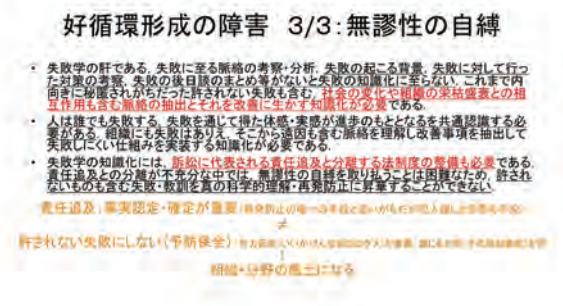
● スライド156



● スライド154



● スライド157



（スライド157）先ほど明治用水頭首工のときの委員会の話をしましたけれど、いいかげんな仮説で済ますのはだめですよね。技術力が向上しなくなるのですごくよくないと思っています。技術者は、何が一番起こりそうかということを考え続けることが大事だと思います。

（スライド158、159）私自身も失敗しています。これはアスファルトフェーシング、流入堤の話ですけれど、'99年洪水で立派なフェーシングがボコボコに壊れるということがありました。その復旧に私も携わらせてもらいました。

このときに、背面からの揚圧力で壊れたということは分かっていたのですけれど、令和元年の台風でさらにボコボコに壊れてしまいまして、「何をやっていたんだ」ということがありました。今思うと、私も構造ばかり一生懸命にやっていて、流入量がこんなに多いということは全く考えていなかったのです。それで非常に反省しています。

それからもう一点は、排水口をどこのフェーシングにもつけているのですけれど、すごく深い池の中、この池の場合は常時水をためている施設なので、水深10mもあるところに排水口があります。こういうところに逆止弁というものは要らないだろうと、多分思ったのだと思うのですが、逆止弁がついていないために、フェーシングの底面に水圧を引き込みやすい構造になっていました。

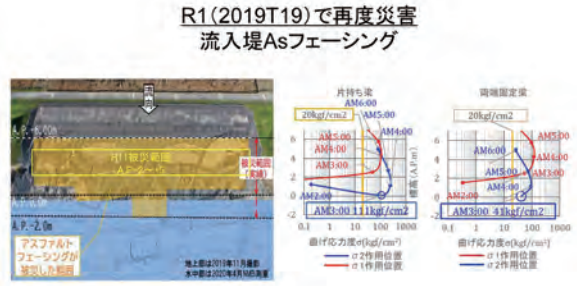
（スライド160）'99年のときも、逆止弁をつけろともっと強く言えばよかったのかなと思っているのですが、水中工事はなかなか大変みたいです。今は、多分やってもらっていると思うのですが。

令和元年のときも、あらためてその揚圧力でどう壊れたかということを検討してみると、かなり説明できそうだということをこの図では示しています。

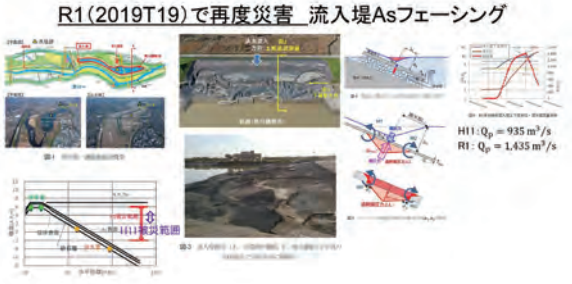
（スライド161）越流堤の技術確立では、やはり苦労していて、この前の田中調節池とか菅生調節池

● スライド158

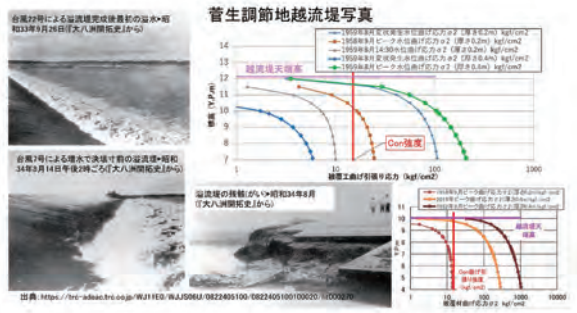
● スライド160



● スライド159



● スライド161



でも1回被災しています。つくった後、2回洪水を経験していて、1回目のときは無事だったけれど、2回目のときにはボコボコに壊れたということがありました。

（スライド162）その後の復旧で、ちゃんとフェーシングの下に配水管を入れました。ここの最後の出口のところにはちゃんと逆止弁をつけています。結構大事だと思います。これは山村和也さんがやられていますが、もっと強調して書いてくれるとよかったなと、今だと思います。

それから、ここの場合は、フェーシングに鉄筋を入れて剛性を高めているので、多分保っているのだと思います。

（スライド164）許可工作物の話に戻りますが、橋梁とかの経緯、変遷みたいなものを整備すると、ある程度見えてきます。

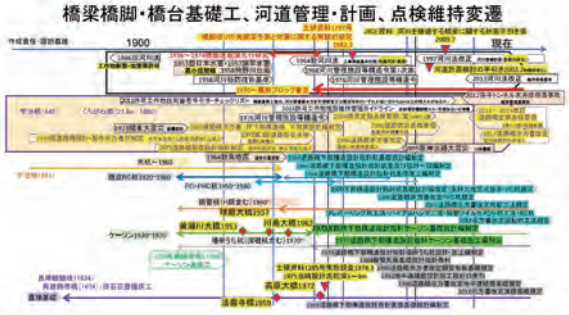
このぐちゃぐちゃの図を見せると「本省のレクには使えない」と評判が悪くなりますが…。この図は横軸が時間です。下のほうから基礎形式ごとに書いています。杭基礎形式だとかケーソン基礎だとか、直接基礎だとかありますけれど、どうも時代によって、施工の技術の違いによって、よく使われている基礎形式の時期が違うのです。最近よく橋脚が沈下したと問題になるものを見ると、ケーソン基礎か直接基礎なのです。ケーソン基礎は結構、砂利川で使われているのでなぜだろうと思ったのですが、七澤（利明）さんがまとめてくれた報告書を読むと、ケーソン基礎だとケーソンの中だけ掘削すればよいので、どうもそれで使われているところが多いのです。当時は非常にいい工法だったようです。結果的に根入れがあるものだから長もちしていて、河床低下や二極化が進んだ今、まさに被災している。こういう構図ではないかなと思います。

（スライド166）堰・頭首工。これもいろいろ見てみると、系譜が少なくとも2つあります。河川管理者、河川・治水事業をやっている系統からのものと、農業系のものと2種類あるということが分かりました。そういうものが、水資源開発公団（現・水資源機構）という両方の技術者がいる組織で技術統合したと捉えることができるかと思います。

流下能力向上等、機能向上のためのリニューアルをする時期がありましたが、それも一段落し、メンテナンスとか耐震強化とかそういうフェーズに入っていますけれど、気候変動もあって流下能力を上げ

● スライド162

● スライド164



● スライド166

るとかいうと、改築もあり得るというふうには個人的には思います。

（スライド168）こんな技術開発課題があるのではないかというのが書いてあります。これは読んでおいてくれたらいいです。

（スライド169）堤防も同じような脈絡図につくればいいと思うのですれけど、まだ橋脚とか堰ほど充実していないので、これから充実していったらいいと思っています。

（スライド172）これは冒頭にも言いましたが、社会史から見るのも大事だという話です。

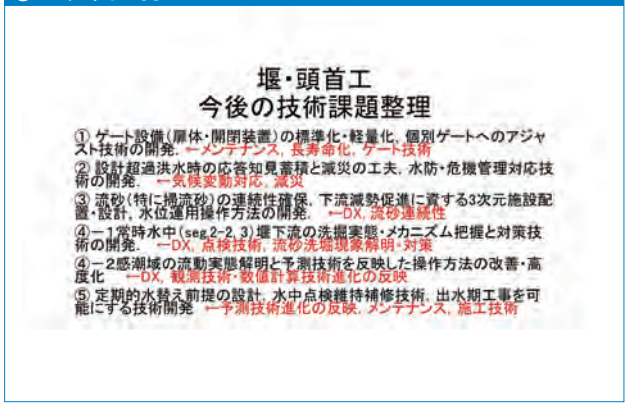
減災で、土木研究所にいると「リスクマネジメント」とすごく聞くのですが、リスクマネジメントだけではないと私は思っています。試みに概念図を書きましたが、これは横軸が外力規模になっていて、縦軸が、われわれの「知り具合」というか、メカニズムが分かっているかとか定量評価できるかとか、そういうような「分かり具合」の軸だと思ってください。

リスクマネジメントというのは、基本的に予防です。（土木研究所の）ホームページで見ると、やはり起きる前に考えることのようですね。だから、河川でよく言っている危機管理、ことが起きたときにどうしようかという話は、リスクマネジメントにはそんなに入っていないのではないかというように私は思います。だから、あまりリスクマネジメントとばかり言うのもどうかと。もう少し手段を増やしたほうがいいと思っていて、失敗学はやはり大事かなと思い、ここに書いています。

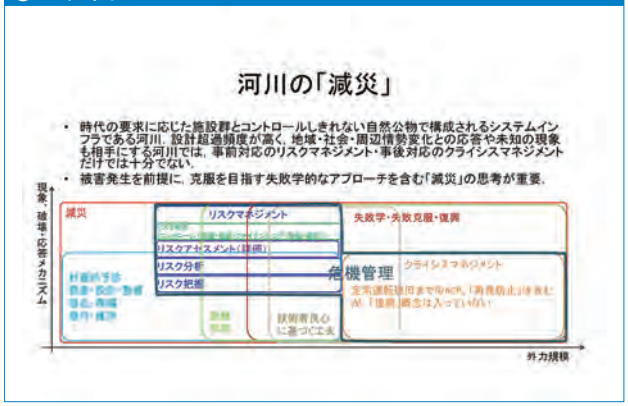
あと、技術的な工夫、個人的な技術者の工夫なども入る余地があると思っています。

（スライド173）そういうことをやったときに、この領域図は結構大事かなと思っています。どこまで保証できるのかみたいな話があると思います。そ

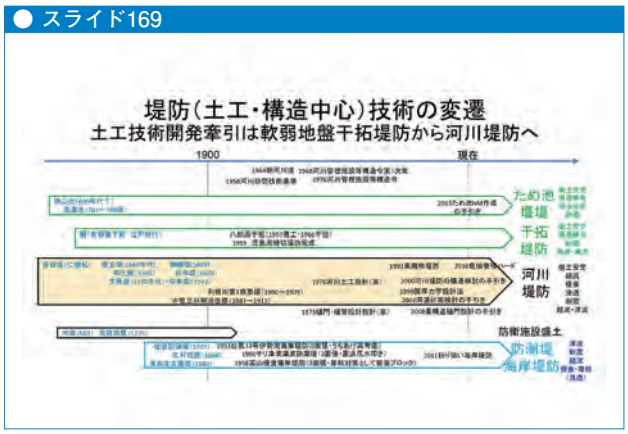
● スライド168



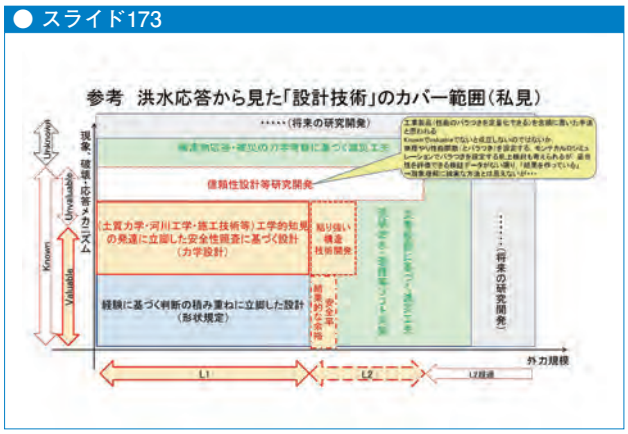
● スライド172



● スライド169



● スライド173



ういうときに、保証できないところはやはり保証できないという立場を取ることが大切で、何でもかんでも河川管理ですと言って責任を引き受けるのはどうなのかなと、私個人は思っています。

（スライド174）そういうことを、いろいろと言葉を換えて、領域図に描いたのがこちらになります。

（スライド176）最後、研究と実装が結びつかない要因で、しつこくて申し訳ないのですけれど、学術研究というものと土木技術は同じようで違うということです。そこが埋まらないと、なかなか建設的な話、コラボはできないなと感じています。

アカデミックにやっている中でも、土木技術者でもある人とやらないと難しいなと感じているところです。

（スライド180）これが河川工学ですよと。こっちが本道ですよ、そっちじゃないですよということを、あらためて強調しておきたいと思います。

（スライド182）以上で終わりたいと思います。

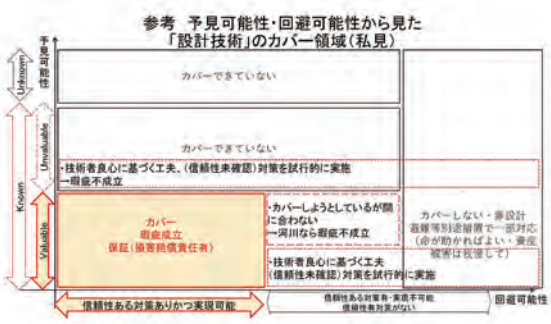
司会　諏訪さま、ありがとうございました。

司会　次の講演にまいりたいと思います。

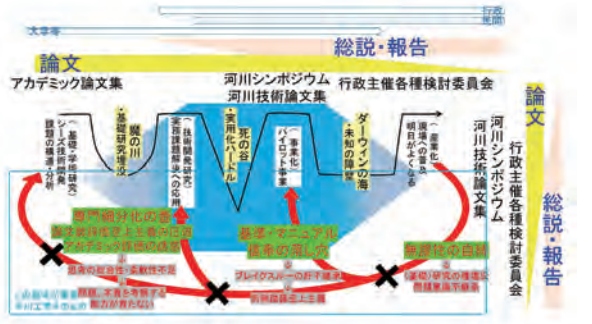
続きまして、国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部研究室 主任研究官の田端幸輔さまより、「河道の変化を前提とした河道計画・設計・管理のあり方について」と題してご講演をいただきます。

それでは田端さま、よろしくお願いいたします。

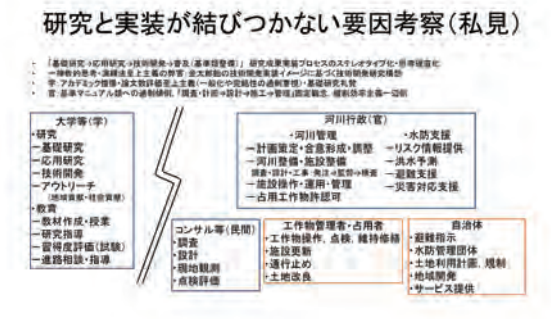
● スライド174



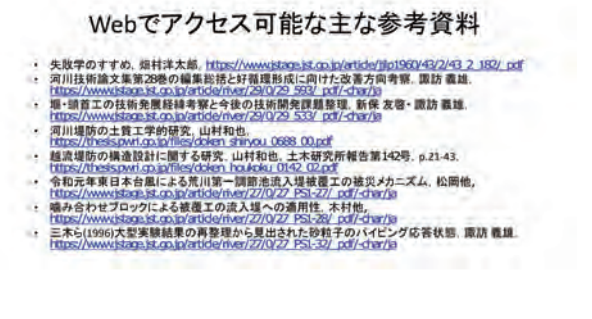
● スライド180



● スライド176



● スライド182



河道の変化を前提とした河道計画・設計・管理のあり方について

国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部研究室 主任研究官　田端　幸輔 氏

田端　よろしくお願いします。河川研の主研の田端と申します。

今日はこのような機会を与えていただきまして誠にありがとうございます。当初、天野所長からうちの室長に話題提供の依頼があったと聞いていますが、そのまま私のほうに降りてきました。経験の乏しい自分が担当することとなり非常に恐縮で、参加される皆さんの時間をいただいてどんな話をすればいいのかと悩みました。本当は事前にいろいろな方に話す内容について確認しておくべきかとも思っていたのですが、自分が思うことを話して構わないということでした。今日はあくまで私の見解ではありますが、話題提供させていただき、ぜひご批判もいただきたいと思っているところです。

タイトルは、当たり前かもしれないのですが、「変化を前提とした」とつけて、これからの計画、設計・管理というものを全部ひっくるめて河川管理と捉えて、こういったものの在り方を議論できるといいかなと思い、整理してみたところです。

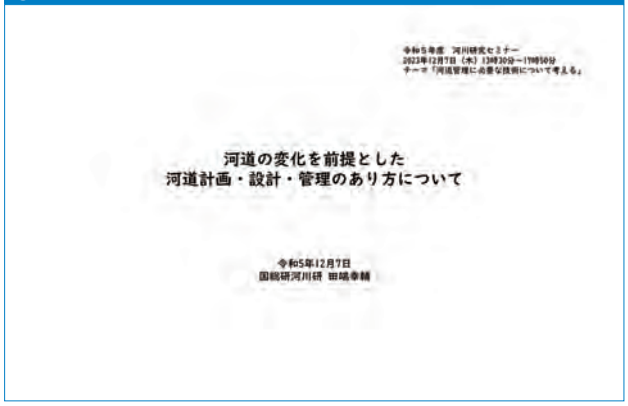
（スライド1）私が国総研に来て2年が経って、そ

の中でいろいろな技術相談とか、いろいろなことを聞いている中で思ったことなども踏まえて、こうしたほうがいいのではないかと提案できればなと思っているところです。

左側の写真は、例の千曲川の令和元年の洪水時のものです。上田電鉄の鉄橋付近で砂州が大きく移動しました。移動によって水衝部が変わって、侵食がどんどん進んでしまい、鉄道橋の一部が崩落しました。

右側の写真は、令和3年に被災した木曽川の川島

● スライド0



● スライド1

大橋です。こちらも現場を見ましたけれど、ぱっと見、よく分からなかったのですが、橋脚が傾いてしまって、もう使えないという状況になっていました。今、架け替えが進められていると思うのですけれど、両方ともセグメント1の河川の区間になります。先ほど諏訪さんもおっしゃっていたように、水位がそんなに高まらない一方で、流速がかなり問題になってくる区間ですね。

千曲川は恐らく計画規模くらいの洪水が来て、こういうことが起きたと聞いていますけれども、この木曽川に至っては平均年最大流量くらいだったと伺っています。

どうも、普段この低水路の澪筋の部分に流れが集中して、河床が低下し、洗掘が徐々に進んでいたのではないかと考えられます。本来、川幅いっぱいに流れてもいいのですけれども、そうならずに低水路の部分だけに集中してしまって、たまたまこの洪水時にこういうことが起きたのではないかと推察されるわけですね。

中小規模洪水であっても、こういう侵食のアタックが非常に強い場合があります。こういう橋脚の被害は、流速やそれに起因する局所洗掘などが問題になるわけですが、最近かなり出てきています。毎年、橋脚の被害があるという印象です。

（スライド2）次に示したのが、鳴瀬川水系の吉田川で、これはセグメント2-2です。かなり緩い勾配のところですけれども、もともと低水路の幅が狭かったのですが、ここで一度大きな災害があったことで、激特事業で低水路の幅をかなり広げて直線化しています。大体3倍くらいに低水路の幅を広げたみたいですね。これが平成5年の時点です。

それから大体10年くらい経って、平成18年のときを見ていただくと、川幅、低水路幅が元と同じくらいに戻っています。すなわち、せっかく流下能力を上げるために低水路を拡幅したのですが、10年くらいでもう戻ってきてしまっています。

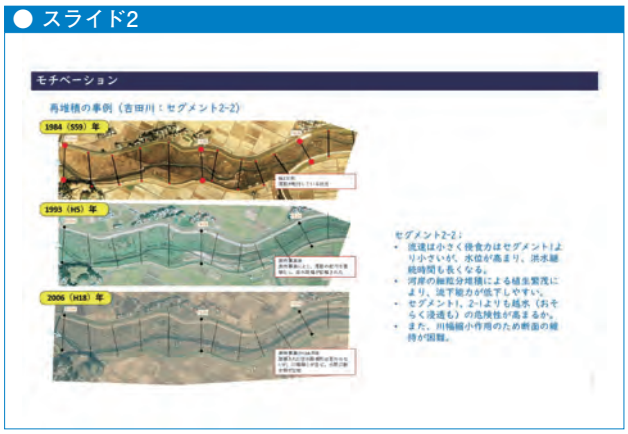
これは応答としてごく自然なのかもしれないのですが、やはり3倍に広げるということで、こういうことが起きています。

なので、セグメント2は侵食による被害は起こり得るのですが、セグメント1ほどではないだろうというところです。セグメント2の区間においては、こういう川幅の縮小の機構がかなり働きやすく、土砂の細粒分の体積とともに植生が繁茂して、流下能力の維持がかなり問題になるのではないかと思います。

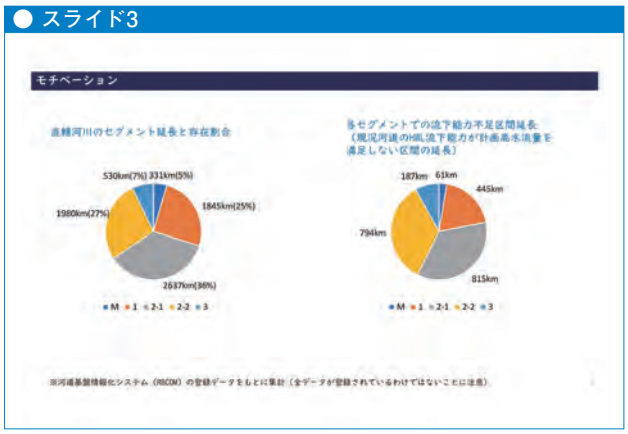
セグメント1は水位があまり上がりにくいので、流下能力は多分そこまで問題ではないのかもしれないのですけれど、セグメント2のほうはこういう問題が非常に重要になってくるのではないかと思います。こんなことがどうやら現場では起きているということに対して、いろいろとアプローチしていかないといけないと思っています。

（スライド3）これは、円グラフで示しています

● スライド2



● スライド3



けれども、直轄河川のセグメントの延長とその存在割合を書いたのが左ですね。これは国総研が管理しているデータベースがあって、直轄河川の情報はほぼデータを入れているものから集計しています。数が少し足りていないかもしれないのですが、自分で集計してみると、オレンジ色の部分がセグメント1ですね。1,845キロで、全体の25％くらいを占めます。セグメント2-1、2-2でこれくらいあります。なので、セグメント1と2で大体90％くらい占めていて、あとセグメント3とかMというのは、直轄河川ではそんなに多くないということですね。

先ほど示したような被災が最近増えていて、それはセグメント1や2で、それぞれの特徴があるわけですけれども、これだけの区間が全国にあります。さらに、流下能力の不足の区間、先ほど私がセグメント1は流下能力はそんなに不足しないのではないかと言ったのはこういうところでして、不足区間はあるのですが400キロくらいでしょうか。

それに対して、セグメント2の区間というのが、このグレーの部分とオレンジの部分を合わせてですけれども、かなり流下能力不足区間としては多く、合わせると1,600キロくらいになってきます。

セグメント2においては現状、これくらいの区間の流下能力がないので、やはり何かしらの対策、掘削なり拡幅なりをする必要があるでしょうし、そうしたときに先ほどの吉田川のように、掘削をしてもまた元に戻ってしまうということをどう見るかというところが非常に重要になります。あと、このセグメント1なども、掘削をして河床を下げると、掃流力がどんどん大きくなるので、ますます侵食力が大きくなってくるという問題があるので、そういったものに対してどうあるべきかを考えていかないといけないというところですね。

（スライド4）もう一つ続きますが、これは私が国総研に来てから技術相談を受けた中でも、個人的に結構印象に残った案件の一つです。

これは中部の狩野川の例でして、左に写真がありますが、すごく湾曲しています。この川で結構大きい洪水が発生したので、河道計画をつくるために使っている準二次元不等流計算で再現しましたが、全然合わないということで技術相談がありました。上流に橋梁があって、水位がかなり上がって氾濫しそうになったようなところだったので、ここの水位をどうしても合わせたいのだけれども再現できないのだと。粗度をいじろうが何しようが全然合わないと。どうすればいいですかというような相談がありました。

どうしたものかといろいろ見ていたのですが、ちょうど受注されていたコンサルさんが、平面二次元でも一応やっていたということで、流況計算結果を見せていただきました。これは真ん中が平面二次元の計算をしたときの流速ベクトルの図になっています。これを見ていただくと、流速が右岸のほうに主流が移っていて、こっちばかりに流れているんですね。むしろ、この左岸側がほとんど流れていない。

この写真を見ていただくと、左岸側が低水路になっています。準二次元で考える以上は、低水路にたくさん水が流れて、高水敷には流れないという計算にしかなりません。

ですが、よくよくこの平面流況を計算して見てみると、低水路がむしろ止水域みたいになっていて、比高の高いところに水が走って、この部分でかなり抵抗を受けて、すごく小さい領域すなわちこの高水敷の部分だけですね、ここで水がほとんど流れたこ

● スライド4

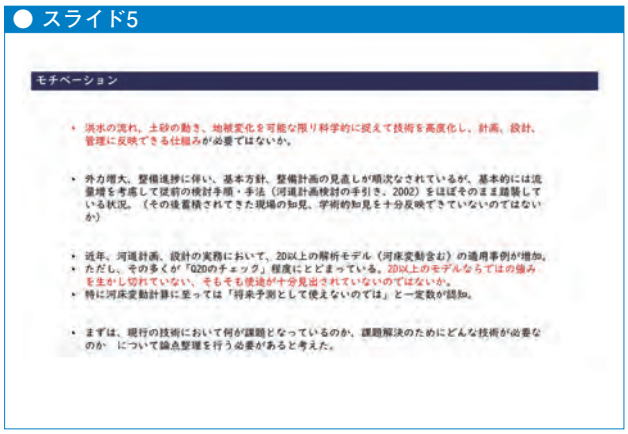
とによって急激な水位上昇が起きていました。

こういうところを、あえて準二次元で再現しないといけないという制約がそのときはあったので、思い切ってこの低水路を止水域にして再計算してもらったら、ばっちり水位を再現できました。これはやはり流況を正しく表現できるモデルでないと再現は難しいということを教えてもらった事例で、私としてはかなり分かりやすい例だったかなと思っています。

準二次元のモデルを使う以上は、こういう大きな洪水を経験していれば止水域を適切に設定できるかもしれないのですが、そうではない場合だと、恐らくこの断面情報を与えられたときに、低水路を全部止水域にするという判断はなかなか難しいですし、これは先ほどまさに諏訪さんがおっしゃっていた、流量規模が変わると水衝部が変わるとか、流れの構造が変わるということの一つの例であって、こういったものを今までの準二次元で対応し切れるかというところが、一つ技術的な課題になってくる気がしたところです。

（スライド5）そういった自分の拙い経験を踏まえまとめましたが、洪水の流れに、さらに土砂の動き、あと植生、地被の変化ですね。この3つが常に起き続けていて、それで河道が変化していくということは認めた上で、それをなるべく科学的に捉えられることを追求した上で、技術をこういった管理にうまく反映できるものにしていかないといけないと、当然のことなのかもしれないですけれども思います。

● スライド5



この2つ目は反論があるかもしれません。今、外力が増大している中で、整備計画とか基本方針の見直しが順次されていて、皆さんそういったものに関わっていると思いますが、過去に基本方針をつくったり、一回、整備計画をつくっているので、それをベースに外力を増やして、結局手法とか手順などは大体過去にやったものをトレースしていって、言い方は乱暴ですが、外力を変えただけやそれに近いようなものがよく見受けられると思います。『河道計画検討の手引き』が20年前にできましたけれども、結局、このときで実務の技術が概ねストップしていて、それ以上の反映がなかなか難しいのではないかと感じてしまうところです。

先ほど天野所長からも説明がありましたが、ちょうど昨日、水害研究会の報告書を共有させていただき、ざっと見ていたのですけれども、この中で、管理瑕疵の問題の中で技術はどうあるべきかといった記載がありました。「実はこういう高度な計算方法があるではないか」「なぜこれを使って予測していないのだ」と言われたときに、「いや、ちゃんとそれもやった上での判断です」と言えるかどうかが大事だと思いました。そのためにはやはり技術レベルを少しでも上げていく努力をすること、そのために技術基準をアップデートしていくことを、われわれは常に考えておかないといけないと思ったところです。

例えば先ほど言ったような平面二次元計算は、適用事例は結構増えているかと、皆さんも結構使われているかと思うのですけれども、ちょっと棘がある言い方で恐縮ですが、『河道計画検討の手引き』で使っている準二次元モデルのチェックぐらいであって、平面二次元計算に置き換わっていくことにはなっていません。準二次元でやったものがおかしくないと確認するために平面二次元でも一応やっておきました、みたいなケースが多いのです。二次元のモデルが持っている強みとか、二次元を使ったから

こういうことが引き出せるというところまではなかなか行っていなくて、実務における使途がなかなかまだ見出されていないのではないかと思います。

河床変動計算に至っては、将来予測としては使い物にならないという人も一定数いますので、そういったものに対して、本当か、判断に使えるようにするにはどうすればいいか、というところはよく考えていかないといけないでしょう。

（スライド6）この資料の内容としましては、まず現行の基準、『河道計画検討の手引き』のことを示しますけれども、これをあらためて今の目線でレビューをしてみて、最近の現場の知見とか研究の学術的知見、こういったものを踏まえた上で、今の時代にもう一度技術基準を俯瞰して見たときに、改良していったほうがいい、改善したほうがいいことを探ってみたいなと思います。その上で、関連する研究の紹介として、われわれがやっているものをいくつか紹介させていただきます。

私は経験があまりないので、現場の経験とか工夫とか、そういったものはあまりお示しできないのですが、そういうところではなく、管理を今後どうしていけばよいかというところで、今の技術をどうやって上げていけばいいのかについていくつか提案をさせていただければと思います。

（スライド7）こちらはまず、現状の計画と設計と管理というところが、どんな状況になっているかをあらためて示したものになっています。

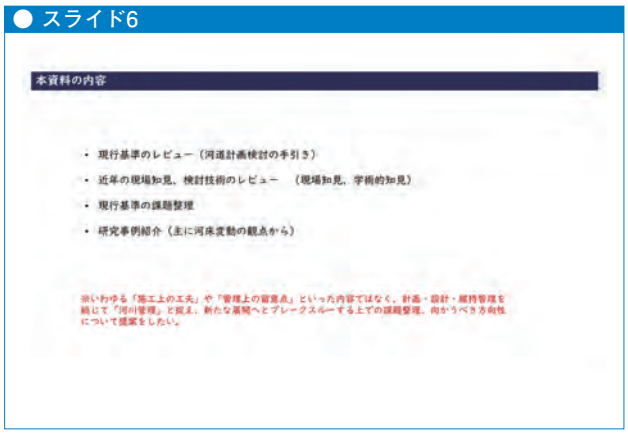
私の理解では、「河道計画」は平面の計画と縦横断の計画で、あとは制御施設として護岸・水制、床止めとか、土砂管理、維持管理計画といったものも一応「計画」とつくので入れていますけれども、平面計画の中で防護ラインとか堤防の防護ライン、河岸の管理ライン、こういったものを決めます。堤防の法線形はほぼ現状のものを使うのであまり触らないと思うのですが、低水路の法線形を大体決めるのが平面計画であり、横断計画というのが器を決める計画だという認識です。そういった計画があり、そこで決めたものを具体的に施工する上で必要なものを決めるのが、「河道設計」と捉えています。

ただ、ご承知のとおり「河道設計」は今、技術基準に明確に定義されていなくて、認識が曖昧ですね。「河道設計」とは何だというところは今、別途議論されているところと思いますけれども、「施工する前に決めるもの」というところで、護岸・水制の構造とか基数、素材とか、そういったものが設計に入ってくるではないかと思われます。

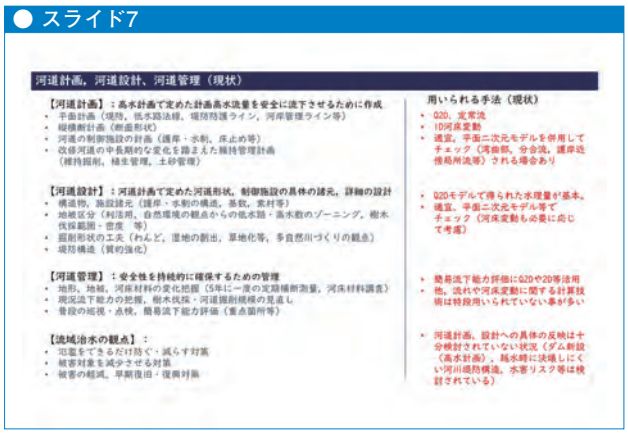
あと、よく環境の面でワンドを造りましょうとか、そういったものも設計の一種であるかなと思います。

そうして施工した後、安全性を持続的に確保するという意味で、横断測量を5年に1回とか、河床材料を取ったら流下能力を把握してチェックしましょうというのが「管理」ということになっている、というのが私の理解です。

● スライド6



● スライド7



最後、今は流域治水の観点というものが入ってきて、「氾濫をできるだけ防ぐ・減らす」「被害対象を減少させる」、あと「早期復旧」。この3つの観点が入っています。これらの観点を計画、設計それぞれに反映させるのが本来の理想だと思います。

これに対して手法の目線から現状を見てみると、河道計画は基本的には『手引き』にある準二次元がベースで定常流として扱い、河床変動については一次元をベースとし、たまに二次元で併用してチェックをするというのが現状だと思います。そこで決めた水理量などを設計に使って護岸のブロックの重量とかを決める、というような流れでしょうか。

管理においても、流下能力のチェックぐらいなので、基本的には準二次元モデルを使っているところかなと思います。河道管理の中で高度な手法が登場する場面は、今のところ私はあまり見たことがないです。流域治水に至っては高水計画の中で多少入っているのかもしれませんが、氾濫に対してできるだけ防ぐ・減らす対策というものを考えた断面設計とか、そういった河道計画を私は今まだ見たことがありません。そういったことをどれだけ考えているのかは未知数ですけれども、こんな状況ではないかという貯めもの系の議論でちょっと入ってきているくらいかなというところです。

（スライド8）さらにこの『河道計画検討の手引き』の中で言っている河道計画の部分を取り出して見てみますと、こういうフローが中に書かれています。

もともと私は『手引き』をちょっと否定したいなと思っていたのですけれども、あらためてよく読むと、大事なことはほぼ書かれているように思います。今となれば技術的に見直すべき点はたくさんあるのですけれども、『手引き』自体を崩してもう一回つくり直すということではなくて、『手引き』をベースにして改良していくというほうが現実的な気がしています。

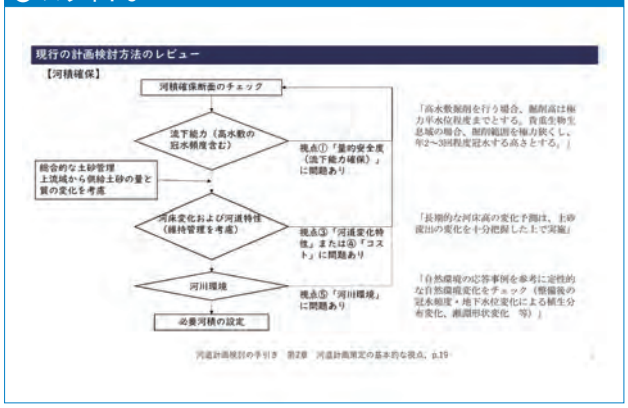
その辺りを今から話したいのですが、まず必要河積の設定として縦横断計画、すなわち「器の議論」をやった上で、平面計画として河岸侵食防止必要箇所、防護ラインを検討するという立てつけになっています。

（スライド9）この河積確保をさらに取り出してみると、一応大事なことが書かれています。流下能力のチェックをするということと、あと土砂管理を考えて、河床の変化及び河道特性をチェックして、さらに河川の環境もちゃんとチェックしようというところです。だから、ざっくり書かれ過ぎているところはあるのですが、やはりこの3点はチェックをすべきだというところはあまり疑いようがないと思います。

この高水敷の冠水頻度とか、恐らく環境の目線かなと思うのですけれども、そういった頻度の話ですね。掘削高は極力平水程度までとするとか、いろいろと環境の観点での留意点も書かれていて、大事そ

● スライド8

● スライド9



うなことは一応書かれています。

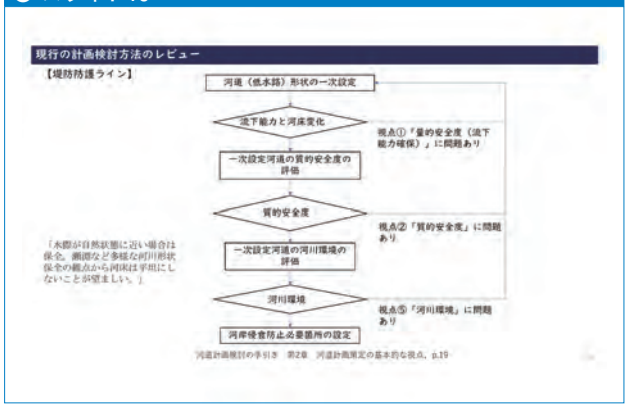
あと、長期的な河床高の変化予測は、土砂流出の変化を十分把握した上で実施するとなっており、こういうエッセンスはちゃんと入っているかなと思います。

環境のほうもよく読むと、整備後の冠水頻度、地下水位変化による植生分布変化、瀬淵形状変化とか、かなり本質的な部分のことが触れられているので、どこまでこれを対応できるかは分からないのですが、多分エッセンスは入っていると最近思ってきたところです。

（スライド10）防護ラインも、先ほど書いたとおりですが、流下能力、河床変化をチェックした上で、質的安全度をチェックして、これはいろいろ中身がありますが、あと環境の観点でもチェックして防護ラインを決めましょうということがあるので、視点としては、大体問題ないと思えるところです。

（スライド11）さらに、流下能力の算定の考え方で、これもあらためて見てみると、計画高水位があって堤防天端までの余裕高があります。この余裕高の部分で何を見ているかというと、洪水流の流木などの流下物、うねり、あと一時的な跳水とかでの水位上昇。こういう不確実なものは余裕高で入れるという概念ですけれども、この計画高水位の中で何を見るかというと、このd～nまでを見ているというところですね。

● スライド10

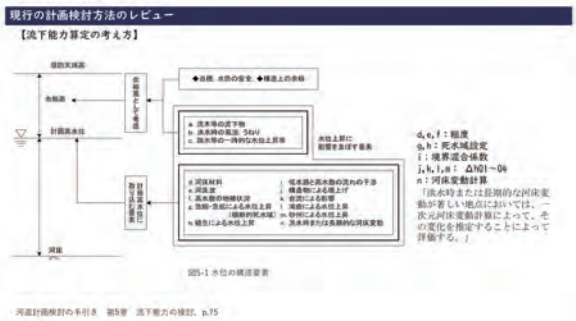


一応、この要素もこれ以上挙げられる余地はもしかしたらないのではないか。ちゃんとエッセンスは入っていると思われます。河床材料の影響だとか、河床波の影響とかがひととおり入っていて、それぞれ準二次元になじみのいい形で、Δhだとか、境界混合係数とか止水域とか、こういったもので入れています。このnについても、洪水時または長期的な河床変動というのを反映した上で、水位、「器」を決めましょう、流下能力をチェックしましょうということになっています。ここがちゃんと入っています。

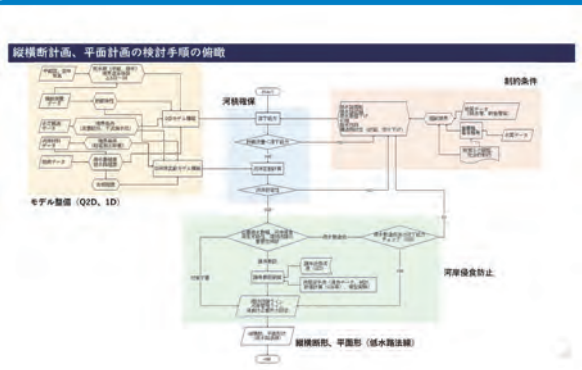
これについても、一次元の河床変動計算によって推定して評価せよということなので、多分この項目自体はそれほど問題ないと思いますが、その手段とか判断するときの観点みたいなものは、もう少し高度化できる余地があるのではないかというところでしょうか。

（スライド12）今までのものを俯瞰して見てみた

● スライド11



● スライド12



のがこれで、ここにstartがあってendがあります。これは縦横断計画と平面計画の話です。河積確保、縦横断計画はこの青地のところで、平面計画が緑色の地にしたところのイメージですね。流下能力をチェックして、河床安定性をチェックします。それをクリアした上で侵食の質的な安全度を評価して対策別に分かれます。もうここは侵食に対して問題ない、あるいは護岸を入れましょう、あるいは高水敷を造成しましょう。こういった枝分かれがある中で、護岸を入れるなら流速をチェックしましょうとかそういったものを踏まえて、最後、縦横断計画に再び戻るということになります。ここでのモデルというのが左のモデル群ですね。主に準二次元と一次元が用いられます。

右側が制約条件で、掘削規模をここで調整していきます。なので、流下能力が駄目だったらここでまた調整してもう一回やり直すということだと思うのですが、ここで掘削限界みたいなものが制約として入ってきます。それは弱点層の有無とか地質ですね。あとは環境の面からこれ以上掘削したら困るというところがあると思いますので、そういったものが制約条件として入ってきます。あと地域との関係ですね。漁協から「平水位以下まで掘削されると問題があるからやめてくれ」とか、そういうことがいろいろとある中で制約が決まって、こういったものが決まってくるというイメージで、こんな流れが今ありそうです。

恐らくですが、この流下能力のチェックのところだとか、このひし形にしている判断のところなどが高度化すべき場所かなと思っています。河床の安定性とか、これも一次元でしかやっていないので、それだけでよいのかというところです。

（スライド13）例えばこの「河床の安定性」を見たときに、一次元でチェックをすることになっていますが、一次元が悪い・よいという以前に、河道の応答の一つの例としてぜひ見ていただきたいなと思うのは、こちらの川幅の縦断的なイメージです。

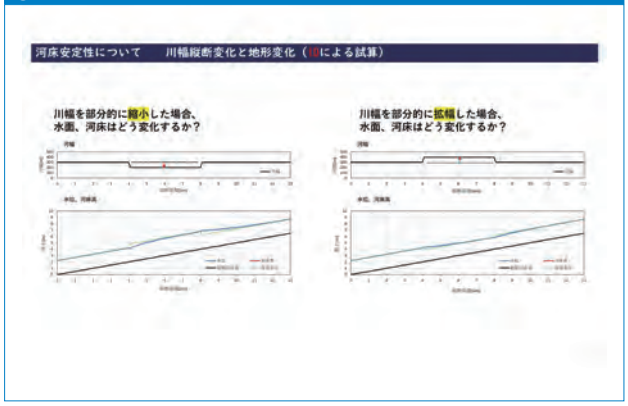
左側は、こんなことは普通はないと思うのですけれど、ある区間だけ川幅を縮小した場合と、右側は、これはよくあると思うのですけれども、流下能力を上げるためにある区間を拡幅した場合です。

例えば縮小すると、もともと勾配が一定だとしたときに、川幅が狭くなるので水位が上がりますよね。水位がこの水色の線です。緑色でうっすら書いた線が等流水深ですけれども、狭くすると水位が上がります。それで擦りつくということです。

拡幅をすると、広げた分だけ水位が下がります。固定床で考えると、水理学的なところからいくとこのようになりますが、河床変動を考慮してこのまま放置したら何が起きるか、というのをちょっと考えていただくと次のようになります。

（スライド14）まず、この縮小した場合です。①②③④というのは時系列で変わっていく図です。各々真ん中のグラフが河床高です。この赤線が河床

● スライド13



● スライド14

高ですけれども、縮小した区間で水深、流速が相対的に大きくなり、掃流力も大きくなります。同じ河床材料だとみなしたときに、ここばかり掘れていくわけですね。その掘れたものが下流にたまるということが起こり出します。

上流からは元の河床勾配見合いの供給をずっと与え続けていますので、上流はほぼ変わりません。最終的に右下のようになります。川幅を狭くしたことで水深は大きいまま確保されますが、その分、掃流力が大きくなります。上流から来る土砂と釣り合うために、川幅を狭くした分、勾配を緩くしても上流から来る土砂を流せるわけですね。なので、勝手に勾配は緩くなります。これで釣り合います。

下流端は止めているのでヒンジになっているのですが、狭くした区間は勾配が緩くても土砂を流せて、そこで上流は元の河床勾配見合いの土砂を流し続けているので、その勾配が維持される。結果的に河床がちょっと下がります。

なので、部分的に狭くした結果として、固定床だと水位が上がっていたのですけれども、河床変動を考慮すると河床が応答していって、最終的に上流のほうまでずっと河床が下がるということになります。

逆に考えると、もともと川幅が狭いところを上下流と併せて拡幅しましょうとやると、この逆のことが起きるので、実は拡幅することで上流の河床が上がるということが応答として起こり得るということです。

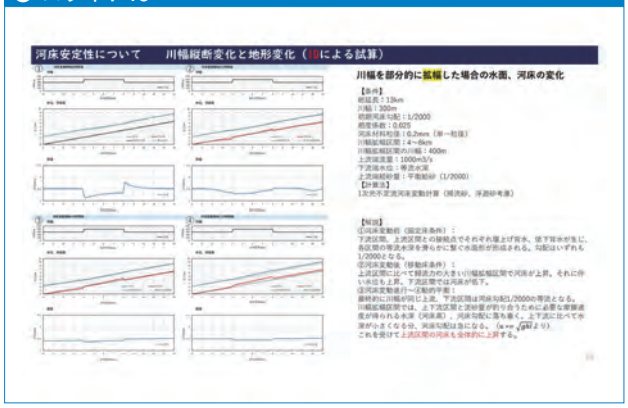
（スライド15）先ほどの逆がこちらです。部分的に拡幅した場合、川幅が広いので水深が小さくなってしまいます。そこで掃流力が落ちるので、勾配を急にしないと上流からの土砂を流せません。なので、河幅拡幅したのに結局、土砂がどんどんたまってしまうということが起きて、上流にもそれが伝播して少し河床が上がるということが起きます。

これは勾配2,000分の1で、粒径もすごく小さい0.2ミリとしていて、応答がかなり早い条件でやっていますので、セグメント2-2とか3に近い状況です。こういうところでこんなことは普通はやらないよと言われてしまうかもしれないですけれども、セグメント1でこういうことをやった場合、礫なのでもっと応答は遅いはずですが、方向性としてこういうことが起きるだろうということですね。

（スライド16）さらにこれは吉田川の事例ですけれど、セグメント2に至っては、拡幅をしても細粒分がたまって、その上に植生がついていくということで、いわゆる河幅縮小の機構が入ります。先ほど示したのは一次元でやっているので、川幅全体に一様に堆積するような計算になっていますけれども、実際は拡幅したときに川幅縮小の機構が入ることによって、さらに加速される可能性があるということです。

河床の応答としては固定床だけで考えるのではなく、応答を考えたときに実はこんな振る舞いをする可能性があるということが、管理上重要ではないか

● スライド15



● スライド16

ということです。本当は、低水路の幅をどれぐらいにしておけば応答が緩和できるとか、そういったところにつなげないといけないと思います。

（スライド17）これは現場の知見ということで、先ほどの吉田川とともに、米代川の例です。これも湾曲部の内岸を掘削したけれども、すぐに植生がついたため再掘削し、毎回追いかけっこみたいになっているところです。そこの堆積のメカニズムなどもいろいろ分かってきているけれど、なかなか維持するのが難しいというところです。特にセグメント2においては、川幅が縮小するという機構が非常に重要になるので、川幅縮小を長期的に予測することが大事なのですが、多分、現状として技術が確立されていないと思います。

（スライド18）近年の学術的知見をご紹介します。過去2年間くらい諏訪さんとともに、河川技術論文集の編集に少し携わったりした関係でざっとレビューしてみると、河道管理の高度化という研究も3件ほどありますし、モデル開発についてもいろいろ提案されています。

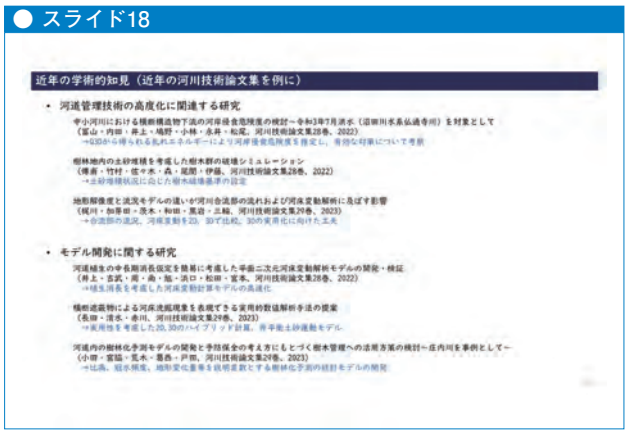
例えばですが、管理技術という意味でいくと、河岸侵食の危険度を簡単に評価する方法だとか、植生の消長で、土砂の堆積状況に応じて高水敷の樹木が流失する基準などを提案していて、こういったものを使えばいいのではないかとか、モデル開発においては植生消長モデルの高度化みたいなものもたくさんあります。あとは三次元の計算を取り入れたものですね。これらを実用的に用いるための工夫とかいったものがいろいろ出てきています。

（スライド19）新たな観点という意味でいくと「限界河道」ですね。環境の限界河道はなかなか難しいのかもしれないけれども、そういったところにチャレンジしている研究があります。流域治水という意味においては、これは福岡（捷二）先生のものですけれども、流域の中で洪水が流れ下る過程を、洪水水収支の時空間的な移り変わりとして捉えるのがいいのではないかというものです。どの時刻でどの場所に水がいるか理解することで、どこでどういう流域治水対策をすればよいかが議論できるのではないかと思います。あとは、堤防と河道の一体的な設計とかですね。こういったものが提示されてきているというところです。

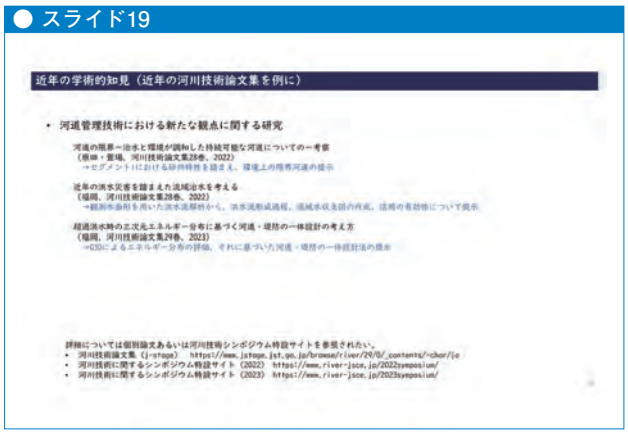
（スライド20）私が思うに、そういう現場の知見

● スライド17

● スライド18



● スライド19

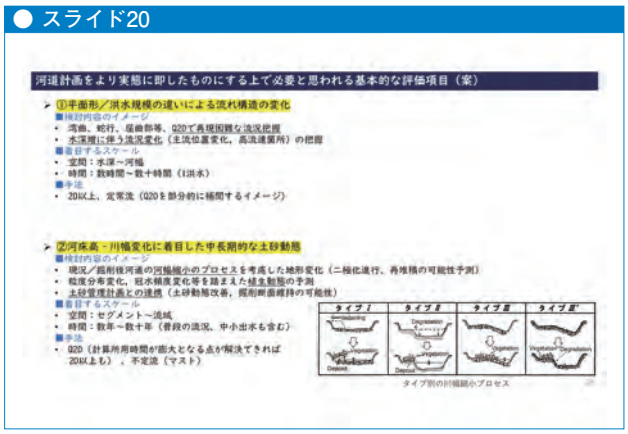


や、最近の研究もいろいろ進んでいるということを踏まえた上で、今の技術で、『手引き』ではカバーし切れていないがこういう項目が大事ではないかと思うものを4つほど挙げさせていただきました。まずは、平面形とか洪水規模が変わると流れの構造が変化するという、冒頭に言ったものです。準二次元を単純に使い続ける限りは見落とすところが多々ありそうな気がするので、いわゆる平面二次元以上の、少し高度なものを使っていったらいいのではないかということを提案したいと思います。

「準二次元の不等流計算を捨てて全部この平面二次元に置き換えるのですか」というようなことをよく言われるのですけれども、その必要はあまりなくて、準二次元で大体できることがあることを認めた上で、平面二次元に置き換えるべきところは置き換えていくということです。そのためにはまず、どの区間で平面二次元計算をやるべきかを決めないといけません。それは実は今、河川研でやりかけているのですが、河道特性とかセグメントとかいったものから、このくらいの曲がりのところは二次元でやったほうがいいとかが分かってくると思っています。スライドにスケールのイメージなどを書いていますが、該当箇所では部分的に二次元に置き換えて、もう少し詳細に見てみるようなイメージを考えています。

流量規模は計画流量等を与えるわけですから、定常と仮定してもいいのではないかと思います。不定流、不等流、定常流の問題も出てきますが、流量規模をいくつかを決めてやってその中で見るということにおいては、定常でもそんなに問題にならないのではないかと思っているところです。

● スライド20



もう一点、これからこれが非常に大事になると思っているのですが、川幅の変化も考慮し、中長期的な土砂動態を把握することです。川幅縮小は一次元の河床変動計算では捉えられません。一次元の河床変動は言うまでもないのですが、流砂幅を決めて、そこの中での上下の変化しか捉え切れないので、先ほどからお見せしている吉田川で低水路の幅が元に戻ったようなことは、一次元の河床変動では計算ができません。

大きい洪水一発で見ても応答としては速くないので、何年か、何十年間かを対象にして中長期的に見てほしいと思います。

大きい洪水だけではなくて、中小砂州が植生化するメカニズムとしては、中途半端な洪水があって、冠水して、そこに細粒分を置いていくということが結構きっかけになっていて、その結果、植生がつきやすくなったりするので、大きい洪水だけを相手にしているとなかなか分からないと思います。

中小洪水なども含めて中長期的に、植生の動態も含めて見ていって、川幅が縮小するか否かを見極めるようなことをトライしていかないといけないのではないかと思っています。

その中で、最適な川の断面のつくり方だとか、維持管理のサイクルが決まってくると、もう少しよくなっていくのではないかというところです。

このときにおいては中長期的に見ないといけないので、準二次元をベースにしないといけないのかというと、計算時間が早くできるのなら二次元であっていいでしょうし、不定流がマストになってくるだろうと思います。

スケールとしても、セグメントスケールか流域スケールくらいで見ないといけないでしょうし、時間も数年、数十年単位で見ていかないといけないでしょう。これには技術的な課題が結構多いですが、これをどうしていくかを考えていかないといけない

と思います。

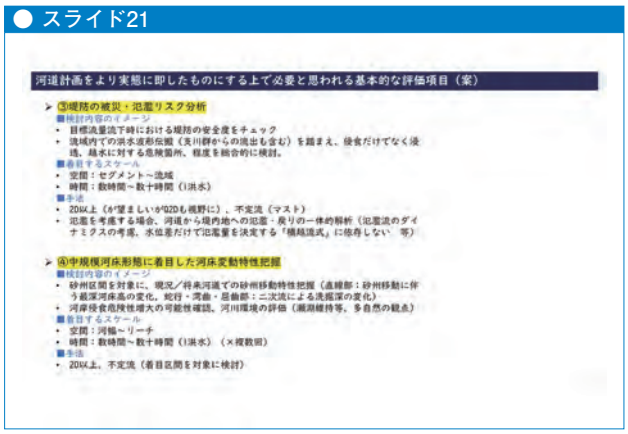
（スライド21）もう一つ個人的に大事だと思うのが、「堤防の被災と氾濫のリスク」という言葉を使っていますが、その分析です。多分、今の『河道計画検討の手引き』では、平面計画において、侵食の危険性というものだけは一応入っているけれども、堤防の浸透とかは別途詳細点検のほうでやる体制になっているかと思います。

洪水が流れ下っていく中で、侵食だけではなくて浸透と、どこから越水するかとか、越水したときにどんな外力が作用すると堤防が保たないかというようなことの判断は非常に難しいのですが、侵食、浸透、越水も考慮してどこが危険になるかということを縦断的に捉えておくことは重要です。これも個人的な意見ですが、そのことをやって、しかも川のつくり方と堤防が保つかどうかということをセットで考えることが必要ではないかと思います。

河道計画は、川の器、平面形を決めればよく、堤防の断面や強化を一緒に議論しなくていいという意見もよく聞きます。そこはよく整理しないといけないのですけれども、越水とかを考え出すと、超過洪水が相手になってくると思います。

河道計画と超過洪水というのが、これもまた、なじみが悪いとされがちです。超過洪水は考えなくていいというのが河道計画の基本スタンスだとすると、そこをどう扱えばいいのだろうというところもあり、この資料の中ではあえて「目標流量流下時に

● スライド21



おける」と書いていますが、個人的には超過洪水も入れて堤防の安全性をチェックしておかないといけないのではないかと思います。先ほどの不確実性、想定している外力以上のものがきたときにこそ、可能であれば堤防にどれぐらいの実力があるかを見ておいたほうがいいと思いますし、川のかたちの設計と併せてやっておかないといけないのではないかと思っています。

4つ目、セグメント1とか2-1辺りだと砂州区間なので、砂州が動く中でいろいろなことが起きますよというところで、1回の洪水でどのくらい砂州が動くかとか、中長期的に砂州は維持されるのかどうかとかいったものを見ておかないと、本当の意味での侵食対策をやる上で、見落としが出てきてしまうのではないか。これは千曲川の事例に私が引っ張られているところがありますが、そう思います。

これも砂州区間で1洪水をいろいろなパターンでやることでいいのかなと思います。

これら4つくらいの観点を新たに入れて、これらもチェックせよということを技術基準等の中で提示してトライアルする中で、市民権を得ていき、計画や設計の高度化に繋がるのではないかと期待します。また、例えば準三次元とか三次元とか、いろいろな方が高度なモデルを開発されていると思うのですが、そういったものを実務にうまく取り入れることにも繋がると思います。例えば、①番を検討するに当たって、こういう箇所のこういう現象を解くた

めには準二次元や平面二次元ではもう駄目で、準三次元、三次元が必要だ。だから「学」（研究・開発）の人たち考えてください、開発してくださいというようなニーズを河川管理者側から提示すれば、「学」とのより有機的なつながりが生まれると思うのです。「学」の人は、現場のニーズを知る機会がそれほど多くないと思いますし、高度なモデルが開発できたので現場で使えと言われても、河川管理者としてはどの場面でどのように適用するのかが分からないというケースも多いと思います。今以上に河川をよりよくするという目的に立ち、もう少し高度な目で河川を見たいということを伝えた上で、その解決策を探る中で「学」の人たちもうまく巻き込めるような体制をつくれるといいような気がします。

この川幅縮小の機構を、「学」でやっている人を私は見たことがなくて、こんなニーズがあるということを広く伝えれば、コンサルの人とか「学」の人とかもいろいろ開発してくれるかもしれないと思います。

今日はコンサルからの参加が多いと聞いていますが、かつては、「学」が基礎研究をやって、それを現場に落とし込む上で、コンサルがいろいろな適用事例とかいろいろなケースをやり、現場への適用条件とかを考えて社会実装していっていたと聞いています。

河川管理者としては、ニーズを伝えるということは非常に重要かなと思います。それをもって技術をよくしていくというのは、やはり大事な気がします。

（スライド22）これがいいとは思わないのですけれど、あえて先ほど俯瞰して書いた、今の『河道計画検討の手引き』のフレームの中に、さっき私が言った4つを入れてみました。

流下能力評価のところは、流れの流量規模によって死水域のできるところが変わる、動的に死水域が変わるので、そういうのは準二次元で毎回一つ一つ死水域を切っていくのは大変だから、ちゃんと現象を再現できる高度なモデルを使ってチェックしましょうということで、この①番を流下能力チェックのときに入れ込むという考えです。

また、河床安定性のチェック、川幅縮小の機構という重要なものが、セグメント2においては特に大事になるので、そういった技術を開発できたあかつきには、そういう目線で河床の安定性をチェックして、河道設計、計画に反映することが大事だろうと思います。

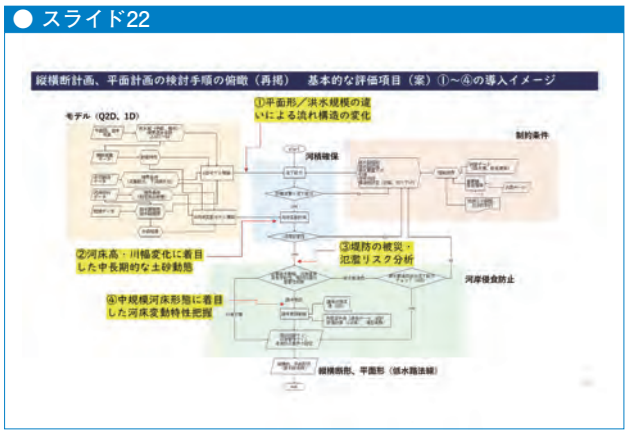
あと堤防の被災の危険性というのも、この平面計画において非常に大事な部分になるでしょうし、護岸を入れることになったときには、砂州の挙動予測も大事だと思います。

一応ここの中に組み込めば、何かこれだけでもレベルアップが図れるのではないかと期待をしているところであり、自分もこういった研究に今後関わっていければなと思っているというところです。

ちょっと無理やりですが、個人的にはこれくらいのものを入れるとよくなる気がするのですが、この1、2年でやった研究の中で、あえて言うとこの②番に関連する、川幅縮小とか、二極化の予測みたいな部分に関連するものと、河床変動計算に関する部分での話題提供を最後にさせていただいて終わろうかと思います。

（スライド23）これは、2023年度の河川シンポ（『河川技術に関するシンポジウム』主催：土木学会 水工学委員会 河川部会）で河川研（河川研究

● スライド22



室）が出したものですけれども、一次元の河床変動計算では川幅の縮小がなかなか出ませんよねというところが一つのモチベーションでして、ではどうすればいいかなということでやっていたものです。

低水路をいくつかに区切って、そこの中で河床が上がったり下がったりするというのを、今までは一つの低水路の部分だけでやっていましたが、高・中水敷のところも切って、そこの土砂堆積で河床が上がるみたいなことを考慮に入れるといったものです。

（スライド24）平面二次元とまではいかないのですけれども、一次元をもう少し横断の比高差が出る形でアレンジしてみたというようなところです。

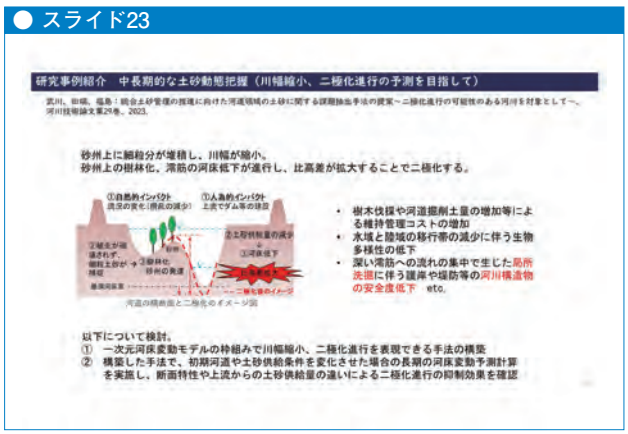
（スライド25）それを川幅縮小とか二極化が起きている河川――これは四国の那賀川ですが、そういったところに適用してみたことがあります。例えばスライド27などを見ると、これはまだ十分うまくいってはいないのですが…。

（スライド26、27）那賀川は上流に堰が連続していて、そこの堰で結構土砂を止めていて、下流に行っていないのではないかというところです。それで土砂の供給が少ないがために二極化が進んでいるというのを仮説として持っていました。

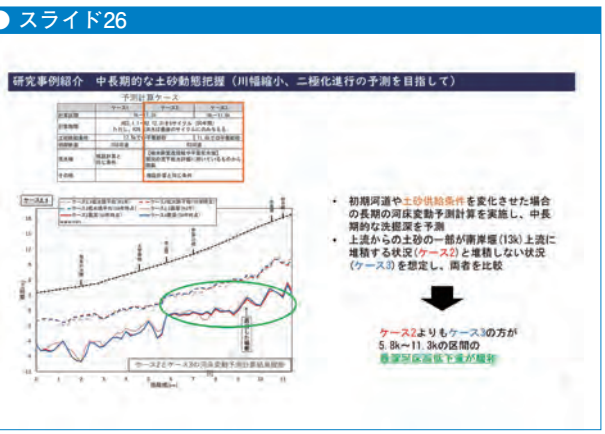
堰に何らかの土砂管理対策がされて、堰から適切な量が流れてくるようになったら、二極化が収まるのではないか、ということでやってみると、この結

● スライド25

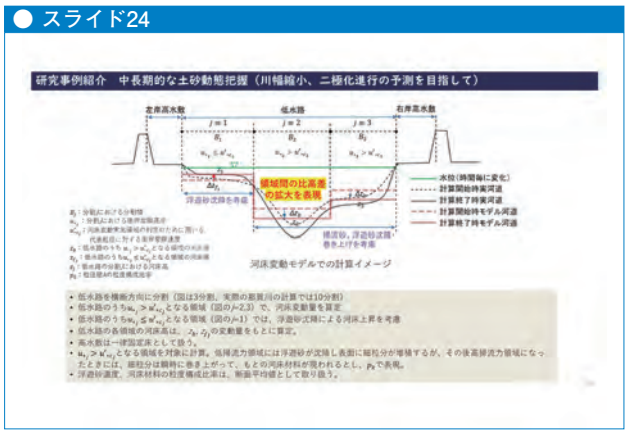
● スライド23



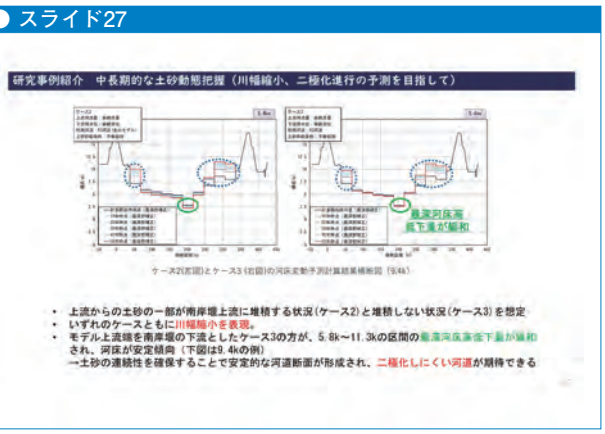
● スライド26



● スライド24



● スライド27



果からははっきり言えないのですが、河床低下は起きにくくなるなどといったことは見えてきたかな、というレベルにはなりました。

ちょっと歯切れが悪くて非常に恐縮ですけれど、そういうことをやれるようなモデル改良にトライして、土砂管理と二極化の関係を追求したいと考えています。

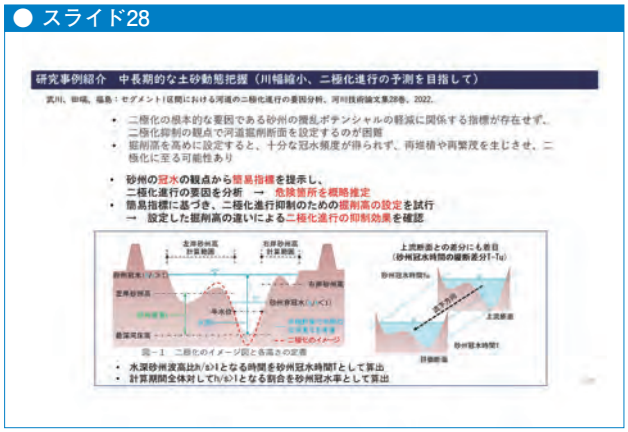
（スライド28、29）次は、多分、本来はその延長上にあるのでしょうけれども、二極化の進行ということをどう表現するかです。この砂州の冠水頻度というのを出して、その頻度で二極化しやすいかどうかをチェックするという、指標を出してみたものです。

スライド29ですが、それでいくと横軸は砂州の冠水率、縦軸が当該断面は冠水しないけれど上流側の断面は冠水するという、冠水度合いの縦断的な変化を見ているイメージです。縦断差分なので、砂州冠水率、冠水時間が当該箇所はすごく少なくて、上流は冠水しているけれど、着目している断面では全然冠水しないというようなことを表しているのが縦軸です。

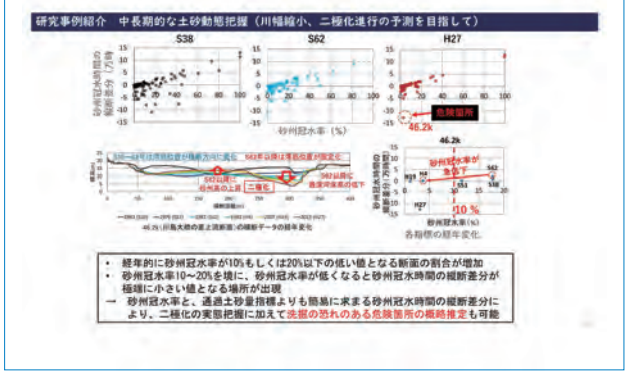
冠水率がすごく下がってくると、上流に比べて冠水時間が減るということが急に現れる場所が出てきます。そこにおいて二極化が進行していそうだというようなことが分かったので、閾値として砂州の冠水率が10%になるように断面を決めてしまえばいいのではないかというところです。10%を切り出すと、ある瞬間に急激に二極化が進行しそうだみたいなことを探っていたのがこれですね。

（スライド30）例えば砂州を切り下げたときに、甘く切り下げるとあまり冠水率は増えないのですけれども、平水あるいはそれ以下ぐらいまで切り下げると、冠水率が全体的に当然高くなって、この縦断的な砂州冠水の時間の差分みたいなものもだいぶ緩和されていくことが分かりました。

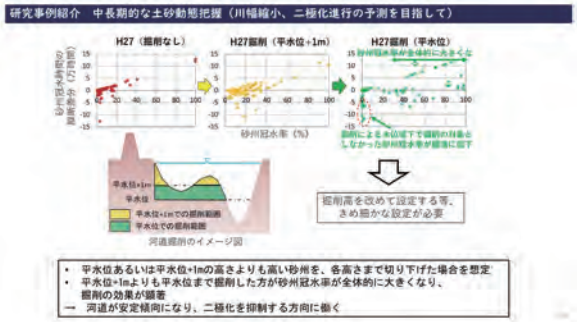
● スライド28



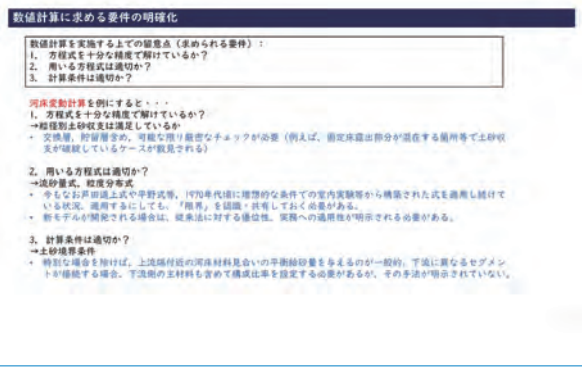
● スライド29



● スライド30



● スライド31



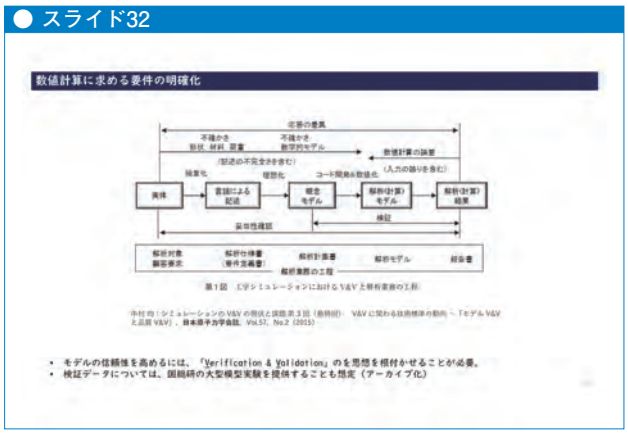
（スライド31）話題が若干変わりますが、河床変動計算をやる上での大事なポイントをあらためて共有した上で、こういうことやっています。いまや数値計算は一つの有力な判断ツールだと私は思うのですが、ツールであるためには、まず方程式がちゃんと解けているかというところと、使う方程式がそもそも正しいかというところ、あとは条件設定が適切かというところが非常に重要だろうと思います。

河床変動計算を例にすると、粒径別の土砂収支がちゃんと満足していますかというのが、この1番に対応していて、途中で土砂が湧き出したり、なくなったりしていないか、そういったチェックはちゃんとすべきだということです。

流砂量式も1970年代頃に理想的な条件でつくられたものであって、それが果たして使えるかというようなところも追求していくべきです。従来法に対して優位なものがあるのであれば、それを実務に適用するのですが、そのときにどういう点で優位性があるのかというところも示しておく必要があると思います。あと、河床変動計算は土砂の境界条件が非常に効くので、そこをどう決めればいいかということは、非常に重要なポイントになるだろうと思います。

（スライド32）申し上げたかったのは、このV&Vというものでして、流体力学とか機械工学の分野ではよくやっているようですけれども、ベリフィケーション＆バリデーションというものがあります。ある現象があって、それを予測とかシミュレーションしたいとなったときに、それを記述する概念モデルをつくります。その上でプログラム化して解いていくということですけれども、河川でもこの構造はあるかなと思うのですが、つくった概念モデルを数値計算で解いて計算結果が出ますが、この過程がまず大丈夫か、ちゃんと方程式が解けていますかというところの、その検証がベリフィケーションです。

● スライド32



それをやりつつ、そもそも出てきた結果が実態を説明できるのか、妥当性確認ですね、これがバリデーションで、この両方をちゃんとやらないといけないのです。恐らく今の計算のチェックは妥当性確認に該当しているのかもしれないですね。

ましてや、商用、汎用、iRICとかああいうものはもしかしたら検証はもう済んでいるのかもしれないのですが、検証と妥当性確認はセットで、両方ちゃんとやって、品質を保証してほしいですね。実務に使う上では、こういう観点も大事になってくるのではないかと思います。

（スライド31）その他、用いる式が適切かというところで、学会ではこの流砂量式の開発がまあまあやられているかなと思います。マニアックな話になってしまって申し訳ないのですけれど、流砂量式の改良みたいなものは、いろいろありますが、それと同時に粒度分布の変化をどう表現するかも本来重要で、平野式が広く使われているという現状ですが、それがそもそもいいのかという問題もあると思います。

（スライド33、34）それにアプローチしたのがこれです。ある水理条件下では動かない粗い粒径が表面にあって、その上を小さい粒径の土砂が流送されつつ堆積していくという局面を考えたときに、普通の平野モデルを使うとよくないことが起きてしまいます。止まっている土砂があって、砂だけが流れている状況だと、止まっているものは当然その位置に

とどまったままで、上に砂のみがたまっていくという状況が表現できないと本当はいけないのですけれども、平野モデルを使うとこれらを全部混ぜてしまうので、本来動かないはずの粒径もどんどん上に浮かび上がっていってしまうという現象が起きてしまいます。

本当は砂だらけにならないといけないのに、実は大きいものも含まれてしまう結果になるということです。何が悪いかというと、平均的な粒径が砂だけのときに比べて大きくなるので、土砂が動きにくいという計算結果になります。なので、どんどんたまっていってしまいます。本来、砂だけであったら少しだけたまるだけのところで、実際にたまる高さを見誤り、砂の挙動をかなり外してしまいます。そのあたりを改良したということです。

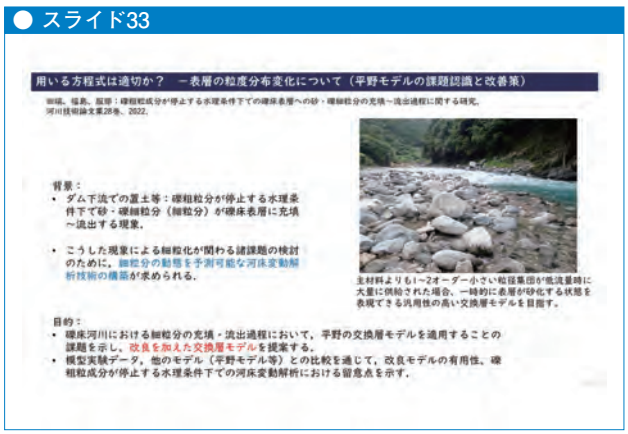
（スライド37、38）黄色のグラフ線は砂の含有率でグレーの線が礫の含有率です。礫といっているのが「動かないもの」で、最初は絶対動かないものを敷き詰めておいて、そこに砂を上から供給した計算実験です。

普通の平野モデルだと、砂の割合がどんどん上がっていき、河床がどんどん上がっていきます。交換層は10cmでやっていますけれど、交換層の3倍ぐらいまで河床が上がっても、まだ砂100％にならずに礫が浮かび上がっているということが起きています。

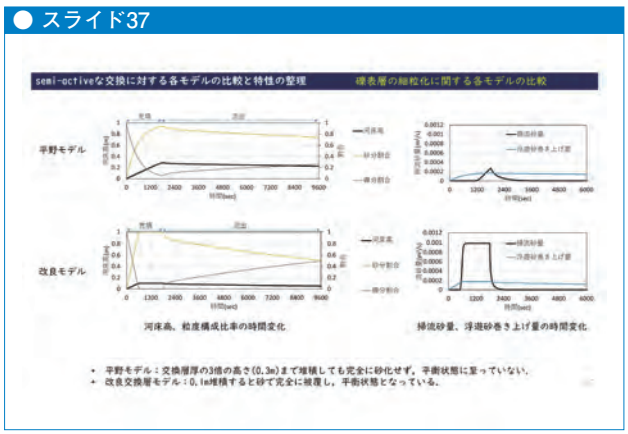
一方で、そうならないように平野モデルを少しだけ工夫したモデルだと、ちゃんと砂が堆積したときに交換層内が砂100％になって、その後、砂の供給を止めるとこれらが抜けて元に戻ろうとします。この抜け方も平野式よりも早くなっているということで、こういったことが表現できるようになったということです。粒度分布変化の観点でも、改良すべき点はいくつかありそうです。

（スライド47、48）最後は、土砂の境界条件の話で、模型実験をやってチェックしてみました。よく

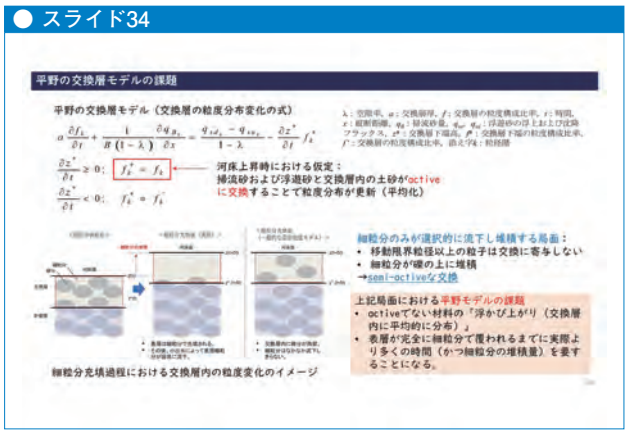
● スライド33



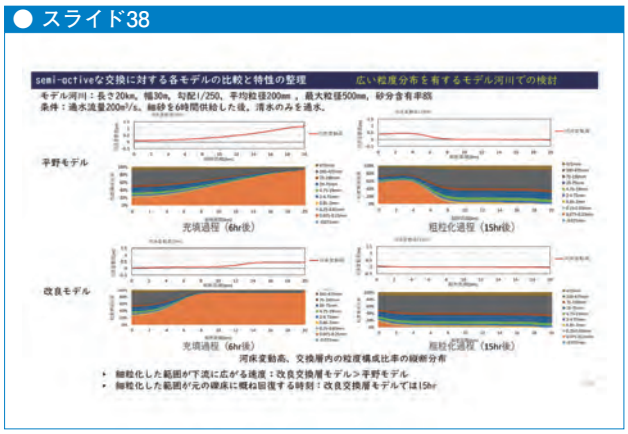
● スライド37



● スライド34



● スライド38



土砂の境界条件を決めるときに、計算の上流端のところの河床材料を見て、そこの平衡給砂を与えることをやりますが、それだと下流の河床変動がなかなかうまくいかないので、下流側で平衡状態になっていそうなところを見つけて、そこの粒度分布見合いで平衡給砂量を与えたほうがいいということを、実験と計算で確認したものです。また、境界条件の設定にはいろいろと考えないといけないことがあるということを研究したというものです。

（スライド49）話が変わりますが、河床変動計算は適用の場面がいろいろあるなと思った一つが環境影響評価です。環境影響評価においても、最新の技術をうまく駆使して、それなりの結果を出さないことには、なかなか納得されない時代になってきているというふうに聞いています。なので、河床変動計算を駆使して、意思決定に使えるようにしていかなければいけないと思っています。

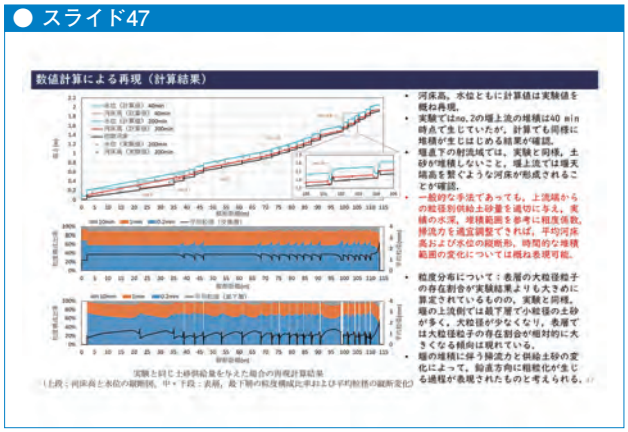
これは、ちょうど（令和5年）11月末に公開された川辺川流水型ダムの準備書から抜粋しましたが、川辺川では、一次元の河床変動のモデルと平面二次元の河床変動のモデルの二つをうまく使って、流水型ダムがあったとき・なかったときの影響を組み合わせて予測したという事例です。これには私も少し関わっていました。

砂州とか瀬淵の変化は、環境上すごく大事になるのですが、これらは一次元では表現できないので、二次元で押さえようということで、河床変動の再現性が比較的とれた代表的な瀬淵というのを二次元で抽出しておいて、それが将来的にどう変わるかというような長期計算も実施しています。長期計算は、一次元であれば100年くらいの予測を現実的な時間でできますが、二次元では長期計算はできなかったので、重要な箇所について代表区間を抽出して検討するという工夫をしました。

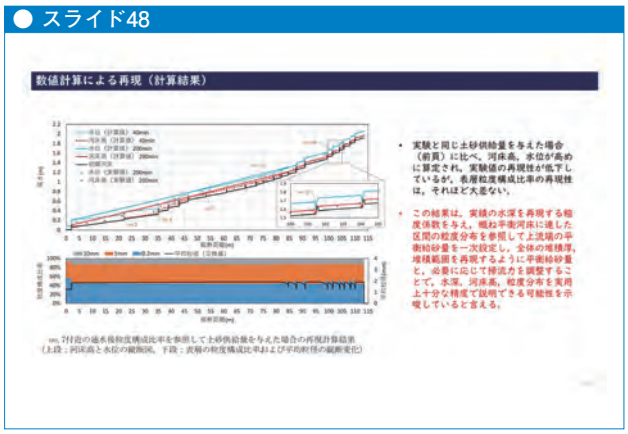
その中で、どうもこの洪水波形が来るとダムがあることで砂がたまりそうとか、そういったものを一次元計算で見出しておいて、そこから該当の洪水イベントに対して二次元で横断的なたまり方をチェックするといったように、相互を補完し合って、得意なところをお互い使い分けて、組み合わせて、影響評価に繋げたという一つの事例かと思います。

このようなニーズに応えられるoutputが提示可能なレベルにあるかについて、各種モデルを客観的に評価した上で、モデルの使途を整理、明確化する必要があると思いますが、一次元、二次元を組み合わせたら、こんなことまで一応出せますよということ

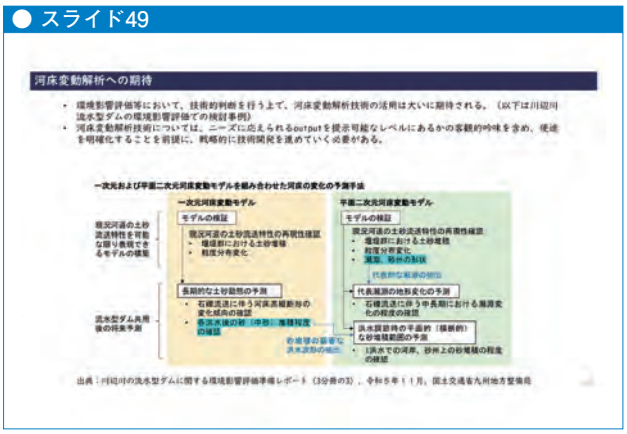
● スライド47



● スライド48



● スライド49



の一つの例になるのではないかと思っているところです。

（スライド50）最後になりますが、私が今日申し上げたようなことを踏まえて、実は国総研河川研ではこういうことを考えています、仕込んでいますということを紹介したいと思います。

洪水流解析技術について、解析技術の研究開発を誘導する整備ということで、最終的にはスライドの右に「アウトプット」として書いているように、河川事業における数値解析のニーズをちゃんと出した上で、「学」やコンサルの研究開発を促進したいというものです。また、河川事業に反映するために、数値解析手法の用法用量のようなものをちゃんと示したいということです。

あとは、さっきのV&Vではないのですが、検証用のデータをちゃんとアーカイブ化して、河川研で管理・公表するというものです。これは河川研がやっている水理模型実験などもそうですし、あと土研や国総研の敷地でやっている各事務所の模型実験などがあるので、データ提供をお願いして、アーカイブ化しておくというものです。

そうすると、モデルの検証データとして使うことができますので、それでテストして、ちゃんとクリアしたモデルを業務で使ってくださいと言えればいいと思っています。土砂の実験や混合粒径の実験などもできますので、そういったものがどこまで合っているのかを定量的に示した上で実務に使おうと

● スライド50

か、V&Vの一環として実験データのアーカイブ化をしていきたいというところです。

そのために仕込んでいることが5つあります。まず一つが全国の業務、河川河道計画等の業務でどんなモデルを使って何をやっているかを――今ちょうど集めているところですけれども、こういったものを集めて実態としてどんな使われ方をしているか、本当に意味のある使われ方をしているのかをちゃんと整理したいということです。

あとは、これはもう応募を締め切りましたけれども、委託研究の公募ですね。河床変動計算を予測に使う際にネックになりそうなことを挙げまして、それらの解決方法を求めるという公募を出しました。委託研究としては非常に攻めたテーマだと思っています。境界条件の不確実性をどう扱えばいいのかということとか、流砂量式が駄目だというのであれば、どんな流砂量式を使えばいいのだろうかをちゃんと提案してほしいというような内容、あとはさっきの川幅縮小とかを含めた中長期的な河床変動についても課題に入れています。その他、三次元計算、準三次元計算が大事だと「学」の方は皆さん言いますけれど、それがどこで、なぜ大事かということを定量的に示してほしいということや、樹木の抵抗の扱い方等をテーマにした公募を出しています。

また、建コン協（一般社団法人建設コンサルタンツ協会）と協力して、ここにいらっしゃるコンサルの方たちのお力をお借りして、二次元や三次元を使って何が高度化されるかということを実際やって比較してみて、よい事例をつくっていきたいと考えています。

これは将来的な話ですが、観測技術も解析技術が進んでくると、実はこんな観測データが必要だとか、逆にこんな観測データがあるので、解析もこういう観点でやれるとか、両者の相互作用による高度化も、本来あるべきかなと思います。

あとは、データの戦略的収集ということで、アーカイブ化ですね。多分、この辺が動き出すと、右に示す「アウトプット」につながり、研究開発の誘導

とともに、データも蓄積しつつ、常にニーズを提示し続ける中で技術の高度化につながるのではないかということで、今、河川研ではこういうことを考えているというところでございます。

（スライド51）まとめを示して、私からの話題提供を終わりたいと思います。ありがとうございます。

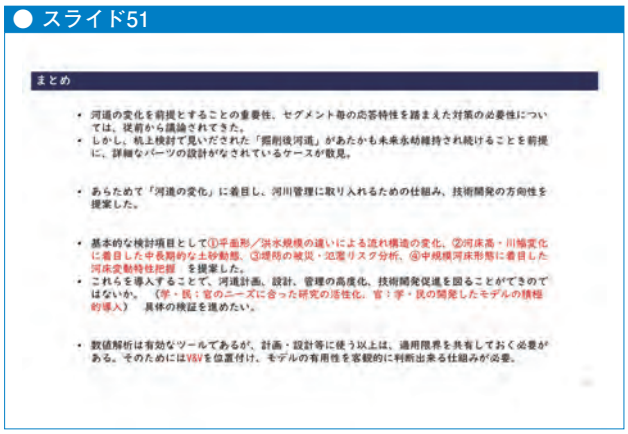
司会　田端さま、ありがとうございました。

司会　それでは、総合討議を始めたいと思います。

総合討議は、ご講演いただいた諏訪さま、田端さまに加えて、当財団理事長の関の3名、司会は河川総合研究所所長の天野が務めます。

それでは、皆さま、前のお席へよろしくお願いいたします。

● スライド51



総合討議

■パネリスト

国立研究開発法人土木研究所 河川総括研究監　諏訪　義雄
国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部研究室 主任研究官　田端　幸輔
公益財団法人河川財団　理事長　関　克己

●討議進行

公益財団法人河川財団 河川総合研究所　所長　天野　邦彦

天野　それでは、総合討議を始めたいと思います。

まず、この討議の進め方ですけれども、1時間ほど使っていろいろ議論を進めていきたいと思っております。

最初に会場の皆さまから、今日のお二人の講演を受けてご質問あるいはご意見等がありましたらぜひ、挙手をしていただき、質問していただきたいと思います。いかがでしょうか。

質問者1　国交省OBで、今、ゼネコンのほうに勤めている者です。会社の中では、現場でやっている護岸の根入れはもっと深くしたほうがよいのではないかとか、そういう議論をしております。

それとは別に、今日の諏訪さんのお話の中でいろいろな災害の事例等が出てきているところがありましたが、T川だったりF樋管だったり、紹介の中で国総研あるいは土研に過去の被災のいろんな情報があると思いますが、もう時効になっているものもあるのではないかと思います。一つ一つの事象に対して、その当時はこういう評価だったけれども、後々にいろいろな意見・評価があり、最終的にはこういう評価を受けているというかたちのアーカイブが個人所有的になっているのではないかなと思います。気持ちとしては、河川研究室のアーカイブの奥底にあると期待したいところですが、そのあたりの現状と、これからの公開と利用について、どのような感じなのかということをお聞きできればと思います。

今日の話の中では、もう小貝川の樋管に関しては時効になっているというか、あれに関しては今でもいろいろ言う人がいっぱいいるので、もうフルオープンで、例えば統一見解としてこういうことになっ

ているというようなものが、一つ一つの災害の事象に対していいかたちで残ればいいという希望があります。以上です。

諏訪　すみません。少しすれ違いみたいな答弁になることをあえて承知で言いますが、私は「失敗学」というのはすごく大事だなと思っていて、人は誰でも失敗するし、組織も失敗すると思っています。そういう前提の上で、失敗する可能性があると言ったほうがいいかなと思いますが、そういう可能性がある上で、どうやってそういうことを起きにくくするかということが大切なのであって、今、話題になっている日大とか宝塚とか、いろいろなところで第三者委員会とかをやっていますけれど、あのように「誰の責任か」とか「事実認定できるのがどこまでだ」とか、そういうことのためにやるのではないと思っています。

だから、統一見解などは別に必須ではなくて、どういう有力仮説があったのかということが大事です。まず目的を間違ってはいけないと思います。なので、そこで公的な組織として何か公式に出せということになると、それがもう「脈絡」を残りにくくする要素になるというのが私の意見です。私は自分で情報を集めて自分で分析・蓄積しています。今回追加検討した豊田樋管や高須樋門は誰でもアクセス可能な資料をもとに考察しています。

それから残念なことですが、行政と違って、研究というのは研究者に依存します。属人性に依存するというように私はだんだん思ってきました。なので、いくら人をそこに配置したからといって、目論見どおりにいくなどということはめったになくて、やはりそこは人に依存するので、各人が知見を残していくということではないかなと思います。

研究者の人はよく、統計解析とか研究はデータからだとか、やりたいがデータベースがないかとか言っていらっしゃる方がいますが、私から見ると統計解析をしても別にたいしたことが得られるわけではなくて、一つ一つこういう仮説があったのではないかとしつこく言うことが大事だと思うし、それはそれぞれがやればいいと思います。小貝川もそんなにデリケートなものだと私は思わなくて、今日ちょっと無邪気に紹介しましたけれども、見たところ特段まずいということはないのではないかなと思いましたので紹介をしました。

いいでしょうか、答えになっているか分からないですけれど。

質問者1　ありがとうございました。

天野　今のやり取りを伺っていますと、よく飛行機とかの事故が起こったときに、日本の場合はどちらかというと、責任を追及するみたいなかたちになって、なかなか現象の解明に行かないというのがありますけれども、アメリカとかだと、その人の個人的な刑事訴訟というのではなくて、それをある種、棚上げにした上で、本当に何が起こったのかというのを追求するので、技術的に進むというようなこともあるのかなと思っていまして、そういう意味で、今、諏訪さんがおっしゃったように、誰が悪いというところから一歩離れて、本当に技術的に何がそこから得られるのかというところを突き詰めると、そういう情報なども共有化できてよいのかなと思いますが。諏訪さん、いかがでしょう。

諏訪　これは決して悪口ではないのですが、明治用水頭首工の委員会で、すごく文化が違うなと感じたのは、主催者さんがやはり「裁判」チックなのです。非常にどこまでが事実かとかいうことをベースにやろうとされました。

でも、予防保全だとか再度災害防止というのは、別に事実でなくて構わないのです。防ぐことのほうが大事なので。だから、何か有力な可能性があったら、それはどんどん採用していくべきです。またデータの解釈などでも、空洞がありましたというボーリングと、隣に今度は空洞はなかったですというボーリングがあり、どちらに限界線を引くかという話になったときに、この主催者さん側は、この空洞が確認されたところに線を引くのですね。私たちは「違うでしょう」と。「確認できていないのだから空洞はなかったというところに線を引くのではな

いですか」と言います。そういうように目的によって変わるのですね。向こうも悪気があってそうしようとしているわけではないのですけれど、そこは再度災害防止とか予防保全とか、そういう狙いを踏み外してはいけないのだと思いますね。

天野　ありがとうございます。

ほかにどうでしょう。ご質問等ございませんでしょうか。どうですか。

質問者2　質問ですが、諏訪さんのおっしゃった「脈絡」という言葉の意図を、今日お話を聞いて私なりにああそういうことかと思ったので、それでよろしいでしょうかということを聞きたかったのですが。

最後のほうで細かい橋脚の年表のようなものを見せていただいて、お話の中で、やはりああいう過去の施工方法の経緯のようなものが、実は今の被災原因などを考える上でも大事なのだと、そういう歴史的な脈絡のことをおっしゃっている部分があったことと、一方でパイピングの話などは、どちらかというとFT図のような、いわゆる物理プロセスの連鎖の脈絡というような意図でおっしゃっているのかなと感じました。その二つの意味の「脈絡」があったような気がするのですが、そういう理解でよかったでしょうか。

特に前者のほうは、なるほどと強く思ったものですから、お聞きしたいと思います。

諏訪　ありがとうございます。

おっしゃるとおりで、もう少し私は厳密に使っているわけではないかもしれないです。私が込めている意味がほかにもまだあるかもしれません。

（スライド27の）「基準・マニュアル」と赤く囲ってあるあの絵がまさにそのイメージなのです。発展期にはいろいろなことを考えているのだけれど、だんだんまとめていくと削ぎ落としていって伝わらなくなるという、そういう部分も大きいなと思っていて。特に最近、基準類、河砂基準の改定とかをやっているとものすごく強く感じます。といいますか、性能規定が出てから――私は性能規定とかはあまり評価していないのですけれど、あれが出てきてから悪い方向に行っていないかなとちょっと心配しています。

天野　よろしいでしょうか。ほかにはいかがでしょうか。

それでは私から演者の皆さまと関理事長も含めた3人にご質問したいと思います。

今日、諏訪さんのスライドの中で、商品などを出していく際に何らかの技術のようなものが実用化される。技術が進む上で、商品などでうまくいくためには3つの障害、魔の川・死の谷・ダーウィンの海というのがあるというところがありました。

実際には河川の技術というのは、どちらかというと現実に起こったところから何をするべきなのかというフィードバックがあり、それがうまくいかないことには駄目だと。これが河川技術の一つの本質ではないかというご指摘があったと思います。

私が冒頭に「自然公物」のところでお話ししたのは、実際のところ、いわゆる機械類と違って、河川の場合は問題はあるけれども、あまり甘えていられないという文脈で言いましたので、その観点では同じような認識を持っています。今、河川の技術の進め方は、例えばいろいろな物事を考えるときに演繹と帰納というのがありますけれども、一言で言うと割と帰納的です。いわゆる演繹的に理論が先行して、こうであるはずだからこうなるはずだというも

のは、それはそれで非常に美しいのだけれども、河川の場合はなかなか難しく、混沌とした実態というのがあります。演繹的にきれいに、例えば簡単な力学のようには解けないのです。そうすると、帰納的にいろいろと起こった現象から新たな技術をつくっていくというのがかなり重要になると思って聞いていました。

田端さんのお話の中でも、いろいろと学識者の先生が、ある種演繹的にモデルをつくるのですが、果たして何のために使うのか分からないものが結構あるのではないかということでした。そうすると、これを使うためには、その現場で起こったことに対して現状のモデルを使ったときの、ギャップといいますか、使い切れないところややりきれないところから、ある種のニーズを抽出していくということなので、やはり帰納的な学というのが重要かと思っています。

それとともに、帰納的なだけでは、結局何かが起こるまでは何もできないというところがあると思っています。演繹と帰納の両方を含めた上で、一を知って十を知るように、仮説というかある種の類推のようなものも含めて、起こったことに対する対応だけではなくて、起きたことからさらに起こることを類推して、前もって何かをやっていくという、そういう技術開発がないと、ちょっと物足りないなと感じたところです。

今日の諏訪さんのお話でも、結構昔からいろいろな問題が起こっていて、それを分析した結果などもあるということでしたが、それがもう忘れ去られているようなところもあるのかと思います。先ほどの会場からのご質問とも関わりますが、現実に、あるいは過去に起こった問題をいかに技術に生かすか、あるいはそういう情報を共有化する、さらにはいろいろなモデルを使って、プラスアルファでもう一歩先の技術を進めていくという上で、要は今後どういうところに気を遣ったらいいのかとか、どうやるべきなのかというところです。

学識者や役所の人やコンサルタントの人や、いろいろな分野の人がいますけども、それぞれどう協力してやっていくといいのかということを、思いつきレベルでも結構ですといったら失礼ですが、ぜひご意見をお伺いしたいと思います。思いつきではない昔からずっと考えているということでももちろん結構です。いかがでしょうか。

いろいろな事象が起こっているわけです。何が潰れたとか、河床が大きく動いたとか、そういう事象があってその記録も残っている。ただ、記録自体がはっきり共有されていない部分もあるし、共有された上で、技術的に解明されたことがあるかもしれないが、解かれた技術の結果が、結局のところ、現実に現場のほうにフィードバックされていないということがあります。

分かっていることが生かし切れているかどうかという部分と、それを生かし切るにはどうすればいいのかという話と、それを生かすときに、再度災害防止というレベルから一歩さらに先んじて、こういう問題があるのであれば当然こういうことも起こり得るから、今までは起こっていないけれど、こういうことなのだろうから、さらにそれに対応するような技術的進歩を図るべきではないか。そう思うのですが、果たしてそれができているかどうかという話と、できていないとすると今後どうすればいいのでしょうかという話。要は、そういうことなんですよ。

諏訪　100%、質問の意図を消化できているか分からないのですけれど、やはり「脈絡」を読み取ることができる本（論文ではなく）は出ているのですよ。何か学会の悪口のようになって申し訳ないのですが、既往の研究をレビューしなさいというのは、確かに大事だと思うのだけれど、査読つき論文だけをレビューすることをやっていても、現場の技術者がどういうことを考えてやったのかとかは出てこないのです。そういうことをちゃんと読んでくれればいいと思うのですけれど、軽んじられているかなというのは、私が2年間、いろいろと論文集の編集とかをやっていて感じたところです。

なので、レビュー時にもう少し幅広く読んでくれればいいなと思います。さっき紹介したように「脈絡」を読み取ることができる本は出ているので、そこを読めば書いてあるのですね。そこをやってくれたらいいのにという思いは、注文として一つあります。

一方で、そういうことはあると伝えたいと思って、今日も資料をつくっていますが、なかなかそれが伝わり切れていないのだろうなと、非常に私の力不足を感じているところでもあります。私だけでは力不足で、もうどうしようもないから、うまく天野さんなどがかみ砕いてやってくれるとうれしいかなと思います。

天野　田端さん、いかがですか。

田端　例えばFT図などでもいいのですけれども、堤防でいうとどのきっかけでどんなことが起こり得るかというFT図などは、さんざんいろいろと議論されてきていて、その知見を自分が管理している河川に照らし合わせたときに、可能性を調べるということですよね。

今まで経験してきた外力ではセーフだけれども、もしかしたらというところもあるので、多分言い出すときりがないのかもしれないのですが、決定論的にいろいろ条件を決めてやり過ぎているように感じます。評価するモデルにも不確実性があるし、評価をするときの指標みたいなものにも当然不確実性があるし、計算などするときの条件、外力条件にも不確実性があるので、何かそういったものを定量化して、これくらいの幅の中でこういうことが起こるかもしれないみたいなことを把握しないといけないという問題は、やはりあるのだろうとは思います。性能なのかよく分からないですけれど、不確実性を決定論的にいくと、ちょっと危うい問題がある気がします。球磨川とか、めちゃくちゃ大きい外力が作用したものから、こんなことが起こるかもしれないという事例を整理して、うまく参考にできるようにしないといけないと思います。

大きい洪水が起きたものを教訓にどう生かすかという問題と、あとは、やはり分からないので不確実性を認めて、幅を持って見ておかないといけないというところですね。

モデルの高度化とか、精緻化とかという話とはまたちょっと違って、多分今あるモデルであっても、これくらいの幅で見ておけば大体外さないとかいう話もありというところでしょうか。ちょっとうまく言えないのですけれども、そういうのが重要なところではないか、これから必要なのではないかとは私も思います。

天野　ありがとうございます。そういう意味では、田端さんが最初のスライドでお見せになった千曲川の事例がありますよね。

田端　はい。

天野　あれは、砂州が動いたという話ですが、それまでなかなか動かなかった砂州が、大きな出水が来て動いてしまったというところですけれども、事前にそれが予測し得たのかということを、実は今、河川財団でいろいろと議論していまして、後追いといいますか、その条件を再現しようとすると結構予測できた。本当にできているかどうかちょっと分からないのですけれど、できたように見えます。

では、こういうことを知る前に、例えば誰かが同じモデルを使って既往最大流量でやってみて、そのときはこの砂州は動いていないという計算結果が出たとします。流量をさらに上げてみたときに、砂州が本当に動いたかどうかというところまでモデルがつくれていたのか。モデルというのは内挿だと割と使えると思いますが、外挿になると評価が難しいのですが、もし砂州が動いたということがあったときに、今、われわれが持っている記録の外挿のような予測でよいのか。例えばそういう計算をした人が過去にいたとしたら「これはまずい、こうなったらここが危ないよ」と言えたかどうかというのもあって、本当はそういうことが言えるような時代になるといいなと思うのです。田端さんがおっしゃった不確実性の定量化ということが、ものすごく大事だと思うのですけれど、定量化を砂州内にどの程度ま

で評価に生かすか。99％不確実で1％ぐらいしか当たらないというようなものはちょっと無理だとしても、例えば3割ぐらいは当たっているかもしれないとなったら、それをどう生かすか。そこもある種、やるかやらないかによる。やったときのリスクと、やらないときのリスクと、そういうことをいろいろ考えないといけないと思います。

そういう不確実なものを世の中に対して出していこうとしたときに、どういうところに注意を払うべきかについて、お考えがあれば教えていただけないでしょうか。

田端　すみません。私が先ほど言ったのは、まさに河川財団でやられている千曲川のことを思い浮かべて言っていました。千曲川の検討は、私も非常に着目しておりまして、多分これからのベースになるのではないかと個人的には思っていて、非常に重要なことをやられていると思うのですね。

諏訪　横からいいですか。千曲川のやつは、論文を読んだ限りだと、あれをその前の既往最大の洪水で再現したモデルでやったら検討対象（砂州が急激に動いた）イベントも再現できた。砂州が動くことが再現できたと書いてあったから、特別な調整をせずとも1次チューニングをしただけで再現できたと私は理解しているのですけれども、違いますか。

論文に、再現のポイント――砂州が急激に動いたことだとか、1次チューニングでどこまで修正されたのかとか1次チューニングだけで再現性が確保された理由についての仮設や解釈についての説明がなかったのが残念でした。急激に動いたことに着目しているということまでの説明はなかったから、そこは残念でしたけれど、何か道具としては相当に完成度が高いと私は読んだのですが、違いますか。

田端　いや、多分そうです。

天野　いや、自分の話で分からないので。ただ、私の感覚としては確かに一見そう見えるのだけれども、ただ本当にモデル的に徹底的に追求し切れているかどうかというところまでは、私の技術力では判断できないです。

諏訪　論文なので格好よくつくっているのかなという疑いもちょっとあるのですよ。何かうまくいったことだけ載せているのではないかなとか、そういう疑いも半分ありますけれど、額面どおり読むと、特に特別な調整せずともと言っている。だから、そこの説明をしてほしかったです。急激に変わったことの説明もしてほしかったけれど、そこ（砂州が特段動いていないイベントを対象にした1次チューニングをしただけで、砂州が急激に動くイベントの外挿がうまくいった秘訣やうまくいく仮設の説明）をしてくれたら、説得力は増すと私は思いました。

田端　不確実性を取り込むときに、何かハードルになるところはないかというところで、許容できるリスクみたいなものが要らないのかなと思ってしまいますね。ここまでは許容できるというもののラインを引けば、多分ここまではしようがないだろうという意思決定につながると思いますので。全てのリスクをカバーしようとすると無理なので、この外力に対してここまでは頑張ろうとかいう、そこさえ誰かが決めれば割とできるような気もしますが、そこそこが難しいのかもしれないですね。

天野　ありがとうございます。

少し別の質問が入ったのですが、関理事長、いかがでしょうか。既往のものをいかに役立てるかというところでの留意点とか、できていないことは何なのかというところのお叱りも含めて、ご意見をいただければと思います。

関　研究をずっとやってこられた3人の中に、研究とは縁遠いわたくしが座っているという構図のもとでお話しします。お二人の今日のお話、特に諏訪さんのほうは、これだけ技術が進んでいるのに何で使わないのだというお話でした。それから田端さんも、これからやろうとするのに、どんどん進めようとしているのだけれど何で進まないのだろうという話です。

つまり、技術が発展し研究が進んでいるにもかかわらず、現実の現場では、何で使われないのだろうなという問いかけです。それを行政の立場といっていいのかどうかはありますが、技術基準をまとめる、新しい技術を導入していく体制を組み立てる、そういう立場から加わっていきたいと思っております。

そういう意味で見ていくときに、大きく3つくらいあると思っています。

一つは、やはりずっと堤防等の施設をつくる時代が続いていたということですね。つくるための技術基準。基本は、先ほどの土工の話などもありますけれども、管理のための基準ではないですね。どうやったらいいものがつくれるのか。いいものをつくるという、あるいは一定の信頼度を持ったものをつくることでやってきたのですが、ここ10年20年くらいの間に、つくるに加えて、でき上がったものを管理するという、場合によっては、つくることと管理することとは基準が異なり、場合によってはダブルスタンダードになるのですけれど、二つに取り組んでいく必要がある。特に管理するほうが大変になってきていると思います。管理では、状況等を評価していく物差しがいくつもあり、評価項目もいくつもあります。つくることが中心の時とは、ディメンションが違い、つくることとでき上がったものを管理していくことの組み合わせが整理されないまま、今日まで来ているのではないかと見ています。

そういう意味では、目指すものが二つになったわけです。いいものをつくることと、でき上がった後で変化していくものを管理すること。目的が違うので、つくるときの手段は、そのままでは管理する手段には使えないのです。要するに、目的が変わったというか、目的が増えた。いいものをきっちりつくることは、今でもそれは大事です。

先ほどの河道の議論でもそうですし、樋門の議論でもそうですけれど、状況が変わっていくわけです。変化していくわけです。そういう変化するものをどうやって評価し、観測し、評価し、判断していくかという物差しを新たに用意しなければいけないのですが、そういう方向に行ってないと思います。

もう一つは、最近亡くなられた中川（博次）先生から提案をいただき、平成21年に活動を始めた（一般社団法人）リバーテクノ研究会という組織の目的が示しているものです。河川管理では、新しい技術や新しい研究の成果を河川に使うことを提案すると、実績はどうですかと聞かれ、実績がないと採用しませんと言われてしまう。これでは新しい技術が使われず研究や技術開発が進まない、ということに問題意識をもっていて、リバーテクノ研究会という組織がこうした問題意識を担って、新しい技術を使えるようにしていこうと始めたものです。ここが一番のポイントですが、どのような状況に対しても対応できるような完璧なものはありません。このため、どのくらいの信頼性があるかとか、目指すものに対してどのように対応できるのかというような、ある種の判断、物差し、判断基準のようなものを技術に対応させてつくっていくということが、今求められているのではないのかなと思います。

原子力の安全性の議論が参考になると思います。原子力発電所は仮に0.00001％でも問題があったら駄目だ、いわば0％でなければだめだというような議論がされてきたと思います。完璧でないといけない。だから、逆に大変なことに繋がったのではないかと思っています。起きる事態の重要度や大変さに応じた対策を進めるということに繋がりにくいのではないかということです。先ほどの議論でも信頼性の話をされていましたけれど、これはこのくらいの信頼性ですという、信頼性と事態程度とのセットで

議論をする時代だと思います。

もう一つ、こうしたことを考えていくときに、今日はほとんどの方が技術系の人だと思うのですが、まず、つくる時の物差し、管理するときの物差しの二つの物差し、つくり、目指すものと管理するときの物差しとは違うということがあります。それから、技術でクローズする世界と、技術だけではクローズしない世界があるということを意識しなくてはいけないのですが、あまり意識されていないところにもう一つ課題があると思います。

先ほどご説明したこれなのですね。河川管理施設の水害に対する安全性を考えたときに、技術の水準が低くてもしようがないと社会的に認められることがあるのです。あるいは技術の水準が高くなくてもやむを得ないという社会からの判断もあるのです。これは、河川管理の責任に関する裁判の場面です。構造物の安全性に関わる技術の水準との直接の関係はない判断です。水害が発生する可能性が分かる、予測できたはずなのに見逃したとか、計測していたのに見逃したとか、間違えた計算をしたとか、対策ができたのに対応していない、さらにその程度はどうかというのは、技術の水準そのものの世界だけではなく、世の中の一般的常識で判断するという裁判の世界があります。こうした水準をもとにして、世の中にこれはできない、ここまでの水準ですということと合わせて進めることで、信頼性等の整理をしていく必要があります。今はこうした時代に入ってきていると思いながら、今日は聞かせていただきました。これまでできなかった、使われなかったことができるようになる、やらなくてはいけなくなるということです。今はいろんな意味でチャンスであり、どんどん進めていければいいと思い、伺っておりました。

特に諏訪さんには、失礼な言い方かもしれませんがストレスをためておられる。何で使ってくれないのだと、使わないのだという思いを持っておられる。そういう意味で、今後はさらに、使っていく、あるいは開発した技術を使わなくてはいけなくなる。そうしていかなくてはならないと思い聞かせていただきました。

天野　諏訪さん。

諏訪　ちょっと噛み合っていない可能性があるのですけれど。現場の人が基準に書いていないと使うのが怖いというのはおかしい。基準を使いこなしていないと思います。小俣さんからよく教えてもらいましたけれど、基準というのは最低限決めてあるだけで、それ以上のことをやってはいけないとは一言も書いてないと。やっても構わないというだけのはずだけれど、なかなかその基準以上のことをやるという勇気のある人が、最近いないのではないかなと思っています。橋梁の話でも、河川のほうはちゃんと目視点検するとか、測量しなさいと言っているのに、道路のほうは目視点検でいいよと言っている。最低限なのですよ、目視点検は。道路だって最低を定めているだけだから基準以上のことをやっていいと書いてあるのですよ。

それなのに、水中の部分のことは目視点検で見えませんでしたと言っているみたいなのですね。だから、最低以上のことをやるインセンティブをどうやったら持てるのかなということが、むしろ私は知りたい。現場の人が、多分皆さん怖くて最低限で留まっていらっしゃるのではないかと思うのですけれど、そこのマインドがどういうところがあるのかを知りたいと思っています。

田端さんの話で、準二次元で湾曲河道の堰上げが発生しているところで、何か一言でさっと言われましたけれど、分解能の低い準二次元で計算していて、分解能のより高い二次元平面計算でやると、ちゃんとそれなりに堰上げが再現できるのに、それ（分解能の高い二次元計算）を使ってはいけないと現場の人は思っているらしいと、何かそういうことですよね。分解能の低い準二次元にわざわざ移し替えてやらないといけないと言っているというのだけど、何でそんな発想になるのだろうと思って、私は信じられなくて。そういう話（基準類に書かれている最低限の手法以上の手法を使ってはいけないと基

準類が作られているので、最新の手法を使えるように修正すべきだ。指導が悪いので指導を改善すべきだとの意見・提案）をある先生からされて、陳情ばかりしているものじゃないよと僕が言ったら、またすごく怒られたのですけれど、何でそんな構図があるのかというのは、ちょっとまだ理解できていません。私たちももちろん頑張りますけど、そういうところにも、現場の人が踏み出せない理由が何か分かると、ヒントになるかなと思います。

天野　そのときの何か話というのはあるのですか。

田端　いや。確かに置き換えていけばいいのですけどね。あのときは、そこまで議論できていなかったですね。

諏訪　ぜひとも聞いてほしかったです。何でやらないのと。やっていますと言ったらよかったですよね。

田端　そうですね。この区間はそういうのでないとできないというところですからね。

諏訪　もう一回合わせるという、多分何か間違った基準の使い方をされていると思います。だから、わざわざこれでやらないといけないと読み違えられているのではないかと思っていて。いや多分、言い分もあると思うのですね。現場の言い分も聞きたいです。

天野　どうでしょう。皆さんの中で、「いや、こういう大人の事情もある」とかいう話があるのか。あるいは単にやる気がないだけなのか、どうですかね。

諏訪　やる気がないというのは失礼だと思うのですけれど、何かあるのだとは思いますね。

天野　ちょっと私が勝手に感じているのは、前例踏襲みたいなのがあって、ほかと違うことはなるべくやりたくないとか、あるいは先ほど関理事長が言われた、実績があるのかみたいな話で、実績のないものはなかなか使いづらいというのがあるのではないか。恐らく事務所としてはそうなのかなと思います。

逆に、そういうときはもう研究所のほうから、これはこうあるべしということを強く言ってしまったら、事務所は国総研に言われたという言い訳ができるので使うのではないかなという、そんな気もちょっとして聞いていました。

諏訪　よくそういう構造を聞いていて、だからおまえがやれと言ってくるのが、それが陳情かよと私は思ってつい言ってしまうのですけれど、もちろん私たちもやらないといけないのですけれど、指示待ちでいいのですか。

天野　いや、よくないですよね。

諏訪　よくないですよね。

天野　大体、誰かのせいにしたいのですよ、みんな。だから、何かそういうときには、もう何かやるのだという話で、強引にやらないと動かないです。

諏訪　表現（再現）できてやるのだから。表現（再現）できていないのなら、こんな道具（分解能の低い準二次元計算）は使っちゃ駄目だよねと。

天野　当たり前ですよね。

諏訪　だから、これはちょっとまずいですよね。

天野　関理事長、いかがですか。何かわれわれ研究所の出身者が勝手なことを言っているのではなかろうかと思いながら。ちょっとどうでしょうか。

関　先ほどの諏訪さんの「脈絡」の説明で、丸が整っているのとまじりあっている図（スライド179）がありましたよね。実は、つくる時代がずっと続いてきて「つくること」については手段も目的も整っているのです。ところが「管理」は今どう

なっているか。河道が狭まっているだとか堆積しているとかいうようなことも含めた、ものを見る見方はまだまだ混沌としているわけです。（基準が）ないのですね。ないものを誰がつくるのか、誰が整理していくのかという段階にあると思います。「つくること」と「管理すること」という目的が二つあるけれども、明確な基準は「つくること」にしかないと言えます。

諏訪　（管理の）基準をつくるのは私たちの仕事ということでしょうか。私たち（研究所側）だけではないですよね。私たち（研究所側）もやるけれど、使う側もやらないと。やはり両方ですよね。

関　今は基準もないし、その使い方も逆に問われているような、ある種の緊張感があります。それはまたチャンスにもなると思います。だから、この図はとても興味深く面白いなと思って見ていました。

諏訪　似たような湾曲の絵で道路が陥没したものをお見せしましたけれど、あれは確か当時の上司、今のうちの理事長の藤田（光一）さんは、模型実験をしたら分かることだから、これは予見不可能な現象とは言えないと判断されていました。先ほどの田端さんの話も同じですよね。模型実験をしたらこんなの（堰上げ）は分かりますから。それを基準だからとやっていて、裁判で通用しないというのは想像つきそうですよね。

そこまで私たち研究所側がまだ言っていかないと駄目なのかというのは、ちょっと寂しく思います。逆にそれをどうやって残せばいいのでしょうか。だから、事例集とかで残そうとすると、先ほどの質問者の方のような、もう無罪放免みたいな状態でなければ出せないとかになってしまうので。そこの出し方が私もよく分からないんですよね。いいアイデアがあったら教えてください。

天野　何かご意見はありますか。

質問者1　それにすぐには答えられないのですけれど。話題を変えていいですか。

これからまたAIの話になっていきますよね。そうすると、この事象に関しては、どこどこでこの先生がこんなことを言っている、ここではこんな技術があるのでやるということで、少なくとも事務所の人間、所長なり局のそれなりの人間が、この事象に対しては、これとこれとこれは最低限やってみようよという姿勢がまず要るのかなと思います。特に新しい技術の適用ができるかどうかも含めてです。

ただそれは、OBが言ったらいけないのかもしれないのですけれども、今の現役は、細かい仕事をいっぱい押しつけられて、だいぶ実力が下がっているので、とてもじゃないが時間的に首が回らなくて、本質的なことを考える時間が少なくなっています。やはり、大きな洪水で被災を受けたとか、そういう勉強のときに、一人でも多くの人間がそれに携わるとか興味を持つとかいう機会が、まずは必要なのかなという気がしています。

河道計画を次へ展開していいかどうかと考えるときに、今日コンサルの方もいっぱいいると思いますが、どうしても整備計画流量に対するファイナルの整備計画の河道計画をつくるということがメインになっているのではないかなというところがあって。ところが管理の立場で言うと、現況河道に対して5年後10年後にまず、どういう改修をしなければいけないのかということで、特にこの5年10年、従来に比べてすごく掘削の仕事が増えてきています。

そういった中で今日の田端さんのお話、例えば米代川の例だとか、吉田川の例でも掘削をやって結局効かなかった、元に戻るというお話です。縦断的に見てどこが一番今危ないから5年10年見たときにはここの掘削が必要だよね。でもすぐ戻るかもしれない。所長だったら、まずこの川はどこが一番危ないとするのだろうな。当面の5年10年どういう改修をしないといけないのだろうな。これは仮に戻ったとしても、やはり危ないなら、ずっと維持掘削的にやり続けなければいけないというオプションも考えなければいけないなとなったときに、今日お話を聞いたら、昔と変わらず、河床変動計算はなかなか難しいということです。インプットの粒径、その他でも全く結果が変わってくるといった中で、まず各所長

は何をしないといけないのかということと、技術的な限界で、ここをもっと技術開発しないといけないというところの視点で何か示唆があれば伺えればと思います。

天野　田端さん、いかがですか。結構難しい話で、しかしかなり本質的な話ですね。

田端　私も河川研に来て、再堆積、再繁茂問題がすごく重要視されていて。河道管理が位置づけられたので、重要視して研究をやっているのだなというのは分かりました。所長の立場というのは、私はあまり分からないかもしれないですけれど、拡幅して戻っても、別に戻ったらまた掘削すればいいのであって、じわじわと戻ってくる中で流下能力がじわじわと少なくなっていく分には、それが捉えきれている限りは維持しやすいという気がします。木曽川とかいくつかの川を見ていると、どこかのタイミングで何か急激に二極化に進んでいくようなところがどうもありそうなのですね。拡幅した後に戻るのですけれども、どこかで比高差が狂ってしまうと急激に二極化が進行してしまうという、そこの見極めさえできればと思います。戻るのはもうしようがないと思うのです。メンテナンスフリーの管理はあり得ないので、戻る機構はあるのだけども、それを加味して維持すればいいと思っています。今すぐ致命的にはならないかと。

一方で、まだ大丈夫まだ大丈夫と言っているうちに、例えば河床が下がって、弱点層などが下に控えていて、あと50cm掘れたら出てきて、急激に進行して真横にある護岸、堤防などがやられるとかいう、何か致命的なところの見極めが大事で。再堆積、再繁茂が直ちに致命的になるかどうかは、私はそうではないような気もしていて、何かそこの見極め技術がやはり大事かなという気がしたところです。

すみません。回答になっていないかもしれないですけれど。

質問者1　いえ、別に回答を求めているわけではないです。

諏訪　現状の川を与えられたときに評価できるのですよね。今はあと出しじゃんけんみたいに、何か再現できましたばかりやっていますけれど、今の状態を与えられて計算したら、ここが一番危ないと出ますよね。

田端　出る場合もあるかもしれないです。

諏訪　出ない場合はどういう場合ですか。

田端　多分、条件設定が悪いとかいう場合です。

諏訪　今後変化したことを言えるのかではなくて、今どうですかと言われているときです。

田端　自信を持ってできるとは、やはり言えないですね。

諏訪　どうしてですか。そこをよく解説しないと、皆さんが不安になりますよ。

田端　適切な条件設定があった上でということのような気がします。

諏訪　適切な条件設定、何かいろいろと技術進歩してきたから。もう空中写真で見えたりするし、だんだんそういう言い訳ができなくなるように思いますけどね。

田端　自分の技術力ではできないかもしれないですけれど、ここにいらっしゃるコンサルの皆さんには可能かもしれません。

諏訪　答えは出ますよね。

田端　少なくともなんらかの答えは出せます。

諏訪　だからやはり先にやるのではないのですか、いつもあと出しじゃんけんばかりしているから。流

量ごとにこうなるはずだと。洪水が来たら、合いましたといって、記者発表みたいに。ぴたっと合いましたといって、そういうことをやるのではないですか。

関　話が飛ぶかもしれませんが、河川の水位の堰上げがあって越水破堤した河川がありまして。こうした状況を大学4年生が卒論で、市販のプログラムを使って、公表されているデータで三次元のシミュレーションをして、きちっと評価されたということがあります。こうした評価は、もうある意味で一般的に行えるようになっているといえるのではないでしょうか。

それは、このデータを使って、このプログラムを使ってという前提条件つきです。だから最適の条件はないのですから、先ほど言ったように、どういう前提条件とか仮定のもとで評価をしたと。それを使うか使わないかという、こうした観点からの責任がむしろ問われる時代に入っているのではないのかなと思います。

もう一つは、先ほどの田端さんの話にありましたけれど、実はこの提言の中にも入れていて、皆さんの頭の中もそうだと思うのですが、調査、計画、設計、施工、管理で、管理が最後なのですね。管理は調査や計画と比べてマイナーだと受け止めている人が多いわけです。花形は調査・計画、つくること。しかし、現実の世界では、管理の責任が一番大きくなっているわけです。大きな責任を背負っているので、この提言の中では管理から発信し、科学的知見に則って計画を変える、設計を変える。結果として、調査方法も変える。そうしていく時代にする必要があると思っています。

そういう意味でのパラダイムシフトが必要になります。今、整備計画を――あまり言うと言い過ぎかもしれませんが、全国で見直していますが、先ほどのような河道の話を考慮した整備計画があったら、ぜひ評価すべきだと思います。こうした時代に入っていて、やはりそれぞれの分野でも、「学」の世界でも、行政の世界でも、コンサル等の民間でも、こうしたパラダイムシフトがうまくできていなくて、単にルールを変えただけですと言われていました。そこを、ルールに加えて価値観や見方も加えて、パラダイムシフトとともにどう変えていくかという議論に向けて、今日のお二人の話がきっかけになればいいと思って聞かせていただいていました。

そういう意味で、お二人で相当な議論をしていただき、とても前向きな議論になっていたと思います。

天野　ありがとうございました。

先ほどの会場からのご質問に少し関連しますけども、例えば掘削をして、またその後、出水が来て河床が戻ってしまうという話に対して、あまり全国的にやってはいないと思いますが、マージン掘削というのもありますよね。ある程度埋め戻しみたいなものがあったとしても、その所定のといいますか計画した河道断面を確保しようと、ちょっと大きめに掘るというものです。それがちょっとずつ埋まっていって、あらかじめ閾値をつくっておいて、これ以上に来そうになったら、また再度掘ろうかというものです。

だから、先ほどの不確実性みたいな話がありましたけれども、確定論的に河床の評価みたいなことはなかなか難しいので、ある程度の幅を持たせた上で余裕を持ったものをつくっておいて、しかも管理の中でそれの変化を時々刻々ちゃんとモニタリングしながら、これはそろそろ危ないなとなったら元に戻してやるというようなことが、5年10年とかの中では要るのかなと思います。

それとともに、質問者がおっしゃったように、最終的な計画の決定論的なところをつくるということに向かって邁進しているというか、途中経過は周りもあまり気にしないというのが、計画と実態との乖離を生んでいるのかなと、お話を聞きながら思っています。そういう意味では、田端さんの発表の中で、堤防と河道を一体に考えるべきなのではないのかと。それを別々にするべきだという意見もあるようですが、別々にするべしというのは、ある種、計

画論的な発想で、管理の状況を見ながら一体的に評価するというのが正しい姿ではないかなと私は思いますけれど、そのあたり、皆さんはどうでしょうか。

今の会場からのご質問につながる話かなと思っていますが。

諏訪　堤防の現実の被災のようなものを一応見た立場から言うと、浸透まで一体にやる。そこがクリティカルではないかなと私は思います。

越流とかでほとんどの破堤が起きているので、浸透破堤というのはやはりよほどの（特殊な）ものです。

天野　浸透ではなく侵食のほうですね、河道というのは。

田端　私は侵食も含めて書いていましたけれど。侵食、浸透を含めて。

諏訪　侵食は堤防まで行ってしまったら、結構クリティカルで、それはやらないといけないと思います。あと高水敷がなくて護岸でしか守ってない堤防護岸とか、そういうところは大事だと思いますけれど、何でもかんでもパッケージでというのは。場を使い分けないといけないと思いますし、浸透と一緒にやるのは、危機管理的な設計超過状態のときにこそ大事かなと思います。そこは先ほどの裁判の話にもなりますけれど、どこまで私たちが責任を持つのかというところの範囲の話と、そこから上のチャレンジする話は分けないといけないと思います。

チャレンジするところまで保障しなければいけないのと同じレベルでやっていたら、それはできませんよ。そこの上はチャレンジしているぞという前提でやらないといけないのではないかなと思います。

いつもこの裁判の話になるたびに、私なんかはちょっともう立ち往生・思考停止して打開できないと感じるので、もういっそのこと私たちが責任を持てるのは今ここまでですと線を宣言したら、この話（責任外での裁判の心配）はもうなくなるなら前向きにできるのではないかと思うのですが、それがそうはなかなかいかないということですかね。今、私たちはここまでなら責任を持ちますと言えば、もう必死にそこのところまで守らなきゃいけないし、そこから上は免責だけど被害を少なくするチャレンジはすると、もし仕分けできるなら随分シンプルになるなと思ったのですけれど。やはり乱暴ですか。

関　いろいろな考え方があると思いますが、私は（研究者が情報を）言わないといけない時代に入ってきていると思います。前提条件や仮定つきでいいのですけれども言わないといけない、そういう時代に入ってきているのではないかなと思います。

さらにいえば、AIだからというわけではないですが、いろいろなプログラムとか、いろいろなもののシミュレーションができて、ダムの操作などでもどういう操作をしたか、よく分かった人であればシミュレーションなどで分かるわけです。水位も含め多くの情報が公表されています。

堤防に関する評価も計算できますという時代に入ってきているので、こういう意味で（これまでの方法が）限界だとか、もっといい方法があればそちらに変えればいいわけで、いい方法があるのにこれまでの方法で頑張る必要はないのではないかと思います。

そういう意味で、先ほども言ったのですが、調査、計画、設計、施工、管理という中で、堤防と河道は一緒に科学的な評価をすべきではないと思います。対象とする現象が違い、メカニズムも違うわけです。それぞれのメカニズムなり可能性なり、イベントツリー的な現象はどうであって、観測でどこまで見ることができ事前に予見できるのか、それぞれで評価するということです。それを組み合わせて評価していくのは、むしろ計画であり、世の中とのコミュニケーションによる行政の役割だと考えています。さらに水害に対して安全にしていくにあたり、この地域は何を優先させるかというようなことも含めて、地域とコミュニケーションしていくことが、広い意味で流域治水につながるのではないかと思います。少なくとも科学の世界では一緒にすると分かりにくくなるものを整理していくことになり、研究

の方からはどんどん発信していただいたほうがいいと思います。行政にとって合理的な選択ができる方向に繋がると思います。

諏訪　流域治水で超過洪水対策を攻めたときに、またこの裁判の話と絡まないように、うまく行政の方で整理してほしいなと思います。私たちも提案しないといけないのですけれども。

関　もう一つは、技術が社会的にどんな水準にあるのかということです。社会の一般常識として専門家も含めてこういう水準であるということが基本になるので、特異点的に技術が進んでいてもそれは進んだことにならない。一般化していないといけないという前提の下で、安心してここまでできます・ここはできませんと言えるのです。しかし、日本はゼロリスク社会ともいえる状況があり、なかなか発信しにくいところがあります。ここを変えていくこととあわせて進めていく必要があると思います。

それから、私はSIPに10年関わってくる中で、通訳することの必要性が大きい時代になったと思います。リスクや危なさや管理の水準等の議論を進めるためには、専門家と市民の皆さん、一般の人、あるいは行政と研究者の間、分野の異なる研究者同士の間の通訳の必要性が高まっていると思います。今は、お互いのコミュニケーションが足りない、あるいは通じていない状況にあると思います。分野等が異なる技術者や研究者が一緒に議論する場が減ってきていると思います。多分、今コンサルタントの幹部にいる皆さんが、会場の皆さん方くらいのときには、現場を対象にこの堰をどう整備していくのか、堤防や基盤の課題はどこにあり、どう対応していくのかなどについて、相当の議論をしながらやっていました。そういう意味で、今、国総研でやられているような内容を、自分で通訳しながら伝えていく。あるいはそういう議論をする場を積極的につくっていくことが必要になってきていると思っています。今日のセミナーも、コンサルの皆さんが普段の業務の中でもっているストレスの解決にもつながるのではと思いますし、いろいろと発言いただけるといいと思っています。今後、こんなふうに捉えていく進歩があり、先につながっていくのではないかと思っています。

天野　今、関理事長からの話にもありましたが、ぜひコンサルタントの方から、そうは言うけどもいろいろこういう難しい問題があるではないかとか、あるいは現場の技術者としてこういうところをもう少し工夫するとか、あるいはこれぐらいの自由があればもっといい提案ができるとか、思っていることは恐らく結構あると思うのですが、別にここでお話されたからといって何か不具合が起こるわけでもありませんので、せっかく来ていただいているので、これぐらい言って帰ろうかという方はいらっしゃいませんか。いかがでしょう。

質問者3　私も国交省出身で、40年近く関東地方整備局に勤めておりまして、今のお話の気持ちはよく分かります。まさにマニュアルですとか、基準ですとか、それ以上のものをなぜつくらないのかという議論をだいぶされていましたけども、整備局あるいは現場の立場から言わせていただくと、まずお金がない。時間がない。この2つが特に重要だと思うのです。お金がないというのは、基準以上のものをつくりたいときだって当然あるのです。もう1段もう2段いいものをつくりたい。でも、それをつくろうとすると、会計検査に捕まるのではないかと、みんな思うわけです。

では、どうしたらそれをつくれるかとなると、こ

ういう理由でこうこうするとすごくいいことありますよという理由を考えないといけない。だけどその時間がない。その繰り返しなのだと思っています。

ただ、会計検査に対する思いというのもやはり違うのだと思います。われわれと、お上と会計検査側から見るのとでは。会計検査の方にしても、自分たちがいるがためにいいものができないというのは多分違うと思いますし、場所場所に合わせてすごくいいものをつくってもらえるのだったら、多少お金をかけるのは当然ですよと言ってくださった数少ない方も、実は私、会計検査のときにありました。

だから、そこの部分のお付き合いの仕方も考えなくてはいけないとは思いますけれども、こういうときにはこういう基準でやれるよ、やってもいいよみたいな、評価会のようなところをつくるとか、評価軸をちゃんとしてあげるとか、少しでも安心していいものをつくれる、あまり時間もかけないというようにしていただけると、もう少し話が進むのではないかなという気がしておりました。

すみません。私の私見でございます。

天野　どうもありがとうございます。

確かに会計検査というのはうっとうしいですよね。お金と時間ということでありますけが、今おっしゃったように、本当にいいもの、あるいはこれが必要だということであれば、それを指弾されるということ自体がそもそもおかしいです。だからといって野放図にやるというわけではないですけれども、そこの何が必要なのかというのを判断するのもやはり技術者としての手腕かなと思います。そういう意味で、最後にちょっとお伺いしたいのは、マニュアルとかガイドラインとかが山ほどあり、基準もたくさんありますが、そういうものを全部読んでいると、多分何もやる暇がなくなってなかなか大変です。現場の状況をいかに見て、それをよい管理あるいは次の設計に生かしていくかという上での技術者の心構え。もちろんマニュアルを芯から理解するというのもあると思うのですが、どういうところに特に注意するか、こういう心持ちでいくともっといいというようなお考えや感じがありますか。先ほど諏訪さんが言われた話と同じになるのかもしれませんが、研究者側から見て、普段いろいろと行政だとか現場に対して、意見というと言い過ぎかもしれませんが、もうちょっとこうしたらどうなのかというようなことがあればお願いします。

もちろん、現場現場で当然、そうは言うけれどもというのはあると思うのですが、今の質問者の方がおっしゃった現場の立場もありますよね。現場としてはやりたいのだけれどもやれないところもあるというところで、だったらもう少しこういうふうにうまくやってほしいというお気持ちなのだろうなと思っていたのですけれど。今の発言に対する返答や、例えばこうではないかというような話があれば。

諏訪　先ほどのようなお話が基準改定のときに出るといいと思うので、何か改定の検討をするメンバー（立場）が足りなかったのかもしれないですね。本省とつくばだけが案作成・検討するのではなくて、現場の方が関わるのは多分「最後にネガティブチェックだけはよろしく」のようにやっていたように思うので、使う側からもっとこう書いてくれたら使いやすいということを広げるようなことがないと。私たちも使う側の立場に立って考えるようにはしますけれど、なかなか思いが至らないところも多いのでと思いました。

なので、再現できないようなモデルは使っては駄目だとか、それぐらい書かないといけないということで、まず、実現象が再現できていないモデルは使っては駄目だとかと書くのだと思います。

田端　時間とお金がない中で、申し上げにくいことばかり言っているなというのは実感しているのですけれども、でもやはり引けないところもあるような気がします。諏訪さんの発表の最初にあった「自分で考える」ということは、諏訪さんだけではなくいろいろな方からすごく私は教わっていて。この業界でやる上では、やはりそこは必要です。

諏訪　時間がないというお話があったので、私みた

いに暇な人間は自分で考えられるのだけれど、皆、多分忙しいからですね。

田端　でも、諏訪さんも時間はないですよね。

諏訪　私は、嫌われてもいいと思って時間をつくっていますけれど。私の一方的な理想だけを言うわけではなくて、時間がつくれない人に対してどうしたらいいかも考えなくてはいけないのでしょう。

田端　そうですね。すみません。

天野　いや、そこは負けずに。引かないほうがいいですよ。

田端　いや、これはいったん引きます。やはり難しい問題なので押すのはちょっと難しいですね。あまりいい回答ができずすみません。

質問者3　何か余計なことを言って、すみませんでした。

諏訪　いえいえ、今日一番、何かすごく参考になりました。本当にありがとうございました。

関　質問からずれるかもしれませんが、今日の説明の中で「俯瞰」ということがありました。最近、俯瞰できる人が少なくなっていると思います。自分の関わっている部分やパーツはよく分かる、時間軸でもある状況の部分はよく分かるけれども、全体は（よく分からない）という状況になっている。しかし、対象を俯瞰することは大事だと思います。なぜ大事かというと、例えば何が一番危ないのかということを見ていく上で、先ほども浸透、洗堀、越水等の議論がありましたが、リスクとしてみると厳しい水害の被害に結び付く破堤が一番怖いわけです。

そうすると、破堤ということを考えたときに、この川は、この区間は、この箇所は、どこが一番危険なのか。そういう全体を捉えその中で評価していくという「俯瞰」が弱くなっている。そのため、パーツパーツを担う多くの主体が揃って評価をする必要があるのではないかと思います。

被害を減らすという流域治水の取り組みの視点からも、あらためて俯瞰する必要がありますが、なかなか難しい状況にあります。そうすると、分かっている人が集まって進めていくことが一番手っ取り早い方法になるのではないでしょうか。

先ほど評価会のような話もありましたけれど、そういう場を意識してつくって、優先順位等の共通認識のもとで物事を進めていくと結構進みが早いのではないかと思います。俯瞰なしで個別に優先順位の議論ばかりをやっていると、発注しても受注しても途中でひっくり返ったりすることがあります。だから最初に整理をする場が必要だと考えます。昔はそういう場が自然にできていたと思います。単に昔に戻るというわけにはいかないのですが、そういうような意識を少し共有化することができると、今の議論なども解決していくのではないかと思います。

そういう意味で、むしろコンサルの皆さんも、この川を一番分かっているのはうちの会社だとか、一番分かっているのは私だというような人が、大いに活躍する時代にしていかないといけないのではないかなと思います。

このような技術者が新たに物事を進めることができる時代になってきているという見方もできるのではないかなと思います。

天野　どうもありがとうございます。

最後、まとめていただいたという感じを受けておりますが、そういう意味では、マニュアルとかそういうのは、ある種のボトムアップ的な話であって、俯瞰という意味で大きく河川全体を見渡すというのがあって、さらにマニュアル的なものをうまく使っていくということです。「脈略」がだんだんそげ落ちていって、なくなってしまうという諏訪さんのお話がありましたが、マニュアルというのはある種、分かりやすさとか単純さのようなものが必要なので、非常に全体を捨象しているのですね。そこを、全体が分かっている人とマニュアルを実際使う若手の組み合わせというように、経験を持った人と馬力のある人がうまく連なっていくといいのかなと思います。そこに研究者から、ある意味ちょっかいをかけてもらって、逆に現場からの突き上げをしてもらうという形で、全体的な技術力を上げていくというのが姿としてあるのかなと、お話を聞きながら感じ

ていった次第です。

取り留めのない話になってしまったかもしれません。うまく整理できなくて申し訳ございません。

時間となりましたので、今日の総合討論はこれまでとしたいと思います。

3人の演者の皆さま、ありがとうございました。

司会　皆さま、ありがとうございました。

最後に、河川財団業務執行理事 小俣より閉会のご挨拶を申し上げます。

閉会挨拶

公益財団法人河川財団　業務執行理事　小俣　篤

皆さん、どうも今日は長時間にわたりお時間をいただきまして、ありがとうございます。

会場でご参加いただいた一般の参加者の皆さま、今日のセミナーに来ていただいた参加者は、相当意識の高い方だったのではないかと思います。

そういう方々であっても、今日のお話をどこまで消化できたかなと。あるいは今日、面白かったと納得して帰れる人はどのくらいいるのかなと、思わないでもありませんが、これが非常に大事な話だということは感じていただけたのではないかなと思います。

管理のための技術をどう考えていくかということも今、河川財団は一生懸命に考えてきています。なかなか具体的な発信ができていませんが、河川財団としてしっかりやっていかないといけないと思っております。皆さま方、コンサルの皆さん、あるいは現場の技術者の皆さんに理解いただけるよう努力しているところでございます。

その一端を今日お聞きいただいたということになっておりますけれども、私の理解では、安全な堤防をつくってくださいと言われれば、どのコンサルの人もみんな自信をもってできると思うのです。国土交通省の技術者も安全な堤防として堂々とつくっていると思います。けれど、つくった堤防が次の洪水でどこが切れるかということを判断してくださいと言われたときに、それを自信をもって言える人は多分誰もいないのではないかなというのが、今の河川の技術だと思います。

構造令、これが堤防の設計基準ですけれども、昭和51年ですから今から50年前にできた技術で、その後、何も変わっていないわけです。先ほど話のあった『河道計画（検討）の手引き』は2002年で、田端さんからもご紹介がありましたが20年前の技術です。堤防の照査について『構造設計の手引き』というのが出ているのですが、それも20数年前です。

堤防の構造令は暗黙知ですよね。それまでにつくった堤防を集約するとこのくらいのかたちにしておけば安全だということで皆さん設計をして、整備計画にその規定をして、その整備計画どおりに、土工指針に基づいて施工してきているということです。

その堤防を照査でチェックできるようにしたというのが、20数年前です。その後、技術はあまり変わっていないということで、一つは技術そのものをしっかりと工学的に高めていく努力。これが当然、物事を明らかにし見通しをよくして、管理のレベルを上げていくための大事な正攻法です。今日の田端先生の話はそのようだったと思います。ただ、なかなかそれを待ってはいられないので、やはり現場の技術者がしっかりと判断できるように、われわれは、技術者のレベルあるいは判断するための道筋を

高めていくべきというのが、今日の諏訪さんの話だったと思います。諏訪さんの話は難しいので、それを分かりやすくしてほしいというのが、私の諏訪さんへの切実な願いとしてありますが、やはりああいうかたちで示していただけると、ああそうか、こういうふうに考えていけば少しは判断できるようになるのだということがよく見えてきた気がします。このことを多くの人が共感できるようにしていただくのが諏訪さんの仕事ではないかと思いました。

私ども河川財団では、管理のために、まさに諏訪さんと田端さんが話したように、今の川を見てそれでどう判断できるのかというところに答えられる技術を作っていきたいと思っております。会場の皆さんもそこに共感していただければ、また、河川財団の技術的な活動に注目していっていただければありがたいと思います。今後ともお付き合いいただければありがたいと思います。

本日は長時間にわたり、本当にありがとうございました。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。

司会　ありがとうございました。

これで令和5年度河川研究セミナーを閉会いたします。どうもありがとうございました。

公益財団法人
河川財団

〒103-0001
東京都中央区日本橋小伝馬町11-9
TEL：03-5847-8304　FAX：03-5847-8309