

設楽ダム連続公開講座 第5回とよがわ流域県民セミナー 記録

<講演部分（角講師）>

開催日：平成25年5月18日（土）

場 所：新城文化会館小ホール

はい、ただいまご紹介いただきました京都大学の角でございます。よろしくお願いいたします。

今、森先生から環境ということで魚の話がございました。今日は環境というテーマで、大きく河川の水の流れ、それから私の方は土砂の流れですね。それが作る河川の地形。それからそれを利用する生物と。そういう連携だと思います。

私の方はですね、山から生産された土砂が、どう川を流れて最終的には海まで行っているか、という正に連続性の話。その中で、先ほど森先生のお話の中から少し引用させていただくと、自然と特に人間の関わりということで、ダムが出来た時にその土砂の流れにどういう影響を与えるか。

ただし、やはりダムというのは必要な機能を当然持っていますので、それを例えば土砂の流れを完全に戻すというのは非常に難しいところがありますが、それを少しでも元々の川の流れ、土砂の流れに戻していくためにはどういうことが今、取り組まれているか。ということを少しご紹介して参考にしていただければというふうに思います。

初めに、3枚ほど絵がここにあります。私はですね、こういうダムからどうやって土砂を出すのか、連続性を回復させることが出来るのか、という観点から技術的な所をお手伝いさせていただいております。

まずは、この黒部川の事例ですね。それから中部ですから長野に美和ダムというのが天竜川の上流にございまして、そちらの方では湖を迂回するようなトンネルを作って、土砂をバイパスさせるということが行われています。この写真です。それから、私は近畿、京都におりますので、奈良の木津川というところの上流に布目ダムという、水資源機構が管理しているダムがあります。そちらの方では、ダムに溜まった土砂を掘削して運んできて、このように川の中に置いています。これを河川に戻していく、土砂を川に還元するやり方を行っています。

実は、今ちょうど、旬の時期でございまして、来週、5月の23日だと思いますが、こういって置かれた土砂をダムからの放流によって下流に供給させる試験をやります。そういう全国的な取り組みも行われていますので、そういうことの一部をご紹介できればと思います。

実はちょっとお手元の資料と少し、追加していますので数枚がお手元のところに無いのですが。実は今日こちらにお邪魔する前に、設楽ダムを含めた豊川の水利に関して、少し私も勉強させていただきました。その中で、水資源機構の豊川用水総合事業部のホームペ

ージを拝見しますと、高崎哲朗先生が書かれた連載の資料が出ています。

これを拝見すると非常に感銘深いことが色々書かれていまして、やはり豊川の水、今まで凄く水利に関してご苦労されてきたということが良く分かりました。

実はこれはそのホームページですが、これを見ていただきますと、この上流のですね、豊川の上流。それから実は天竜川の上流の佐久間ダムからも水が来ていることが分かります。北部に水源があって、それから下流は南に、最終的には渥美半島の先端まで水が行っている。こういう北に水があって南まで導水されている図式が良く分かります。

これは日本の典型的な、伝統的な水の、水利のあり方の一つの代表事例ではないかなと、日本の誇るべき一つの水利用の形ではないかなというふうに思います。その中では、やはり水を溜めるという行為と、それを水が無い所に届けるという、やはりマッチングをしないといけない。当然水を溜めるためには、色んな、地元の方々のご協力が無いと出来ない。それを、水を提供する側と、水の恵みを受ける方の両方の理解が無いと成立しない。そういうことだろうと思います。

実は3月の末に環境の関係でアメリカのカリフォルニアに調査に行く機会がございました。ご存じの方もたくさんおられると思いますけれども、カリフォルニアは非常に水が無いところですよ。

実は水が無いのですけれども、サンフランシスコよりもっと北には、実は非常に雨が降りまして水があります。そういうところに、ご紹介するようなこういう大きなカリフォルニア州が造るダム。それから、国の連邦が造るダム等がございます、実はこれらを足しますと100億立方メートルという膨大な量になります。

日本のダムを全部足しますと、大体250億立方メートル。大体琵琶湖と同じ位の量なんですけど、この2つのダムだけで琵琶湖の半分。日本の全部のダムを足したものの、半分弱くらいの容量という非常に膨大な量を実は北に溜めています。

これを、サンフランシスコを通してロサンゼルスとかサンディエゴに水を送っていると。これが実はカリフォルニアの水利なんですよ。こういう水がある所と無い所のマッチングをしないと、水利として完結しないという一つの典型だと思います。

これを見てください。実は今日これを取って来たのですが、実は、カリフォルニアの何処にどれ位水が溜まっているかという情報がですね、これはホームページで公開されています。今ご紹介した2つのダムがここにありますがけれども、少し満水よりは減っていますけれども、非常に今、水がある状態。これから段々水が、下流が必要になっていってきますので、その時に、水を下流に導水していくと。そういう形になっているということです。

これをですね、豊川と単純には比較出来ないですけども、仮に比較してみたというのがこれです。同じように豊川の場合にも上流に水源があって、南の方に必要な水を送っているというところで、非常に共通点があるのではないかと思います。

それから流域の人口とかですね、貯められた水の量、かなりオーダーが違うというのは見ていただけるとは思います、ご覧いただきたいのは一人当たりの貯水量が、豊川で宇連

ダムと大島ダムですか、この2つを足しますと大体 53 m³位になると。

で、カリフォルニアですと色んなダムが沢山ありますので、どこまでを含めるかという難しい議論がありますが、先程ご紹介した2つのダムですね、日本の約半分位のダムを仮に 100 億 m³としますと一人あたりは大体 300 m³弱ぐらいあると。

これが、水を貯めるということに対する現状な訳です。もちろん、カリフォルニアと日本では、降る雨の量そのものが違います。川を流れている量も違いますので、ダムの水がそのまま水利の量にそのまま換算されるという訳ではありませんが、やはり、水を貯めて使うということに対して、これだけの投資をして今に至っているというところの現状は良く認識する必要があるだろうと思います。

設楽ダムの場合はですね、この2つのダムに比べますと容量が現状、非常に大きいということが予定されているようですので、これを足しますと3倍くらいになるという計算ですけれども、こういう水利の、今までの歴史の延長線上にやはり将来的にどういう水の利用を考えていかないといけないかということをご紹介をさせていただきました。

今日の本題は環境ですし、先程ご紹介ありましたように水利の話が次回以降予定されているようですので、この話はここまでにして、そこでまた議論いただければいいと思います。

こういう水利用や、それから環境に対する影響というのは、ある意味、表と裏の関係があります。私の役割としては、水を貯めて使っていく、あるいは、洪水を調節するという機能と環境に対する配慮をどう両立させるのかという点について、特に土砂の環境について今日は少しご紹介をしたいと思います。

それで、まずはですね、河川は、日頃から土砂を運んでいる訳ではない訳ですね。大きな洪水の時にかなり集中的に山から土砂を運んでいる。ということをご理解いただきたいと思います。

それから、河川であれば本来流れているものが、湖が出来るとそこで止まります。それが大きなダムであるか、あるいは、比較的小さいダムであるか。ダムと言っても、日本に約 3,000 程ありますので全部一緒ではない訳ですね。その辺のいわゆる大きさによっても違うということをご理解ください。具体的に対策を考える時にも、ダム毎の、流域毎の特徴を良く掴んでいかなければいけません。

それから、具体的な事例として冒頭3つの写真をご紹介しましたけれども、それぞれにあったやり方というものがあるのではないかとということですね。

一つは、真名川ダムです。これは九頭竜川、福井にあります。実は森先生とも非常に近いところに一緒に行かせていただいていることがございますけれども、その事例を少しご紹介してご参考いただければというふうに思っています。

ダムを造ると大きな湖が出来ます。そうしますと、上流から流れてくる洪水が、ダムの中で変化して下流に伝わっていくこととなります。ただし、全ての洪水を止めるということとは日本のダムの場合にはありません。

先程のカリフォルニアのダムであれば非常に大きいですから、全てを飲み込んで一滴も流さないというような洪水も当然あり得る訳ですが、日本のダムの場合にはそれほど大きな量ではありませんので、ある量をカットして次の渇水に備えて少しずつ流していくと。これがダムの日本の役割です。

ですから、洪水のようなこう波が来た時には、それが少し変化して下流に流れていくと。これが日本のダムの形です。

それから、もう一つは、このちょっと色が変わっていますが、洪水の時には土砂をたくさん含んで流れてきます。これが、湖の中で入ることで一部が沈降して溜まる。

で、一部は出て行く訳ですけれども少し薄い色になっているのを見ていただけだと思います。一言で言いますと、ダムというのは湖の容量でもって入ってくる水の波、あるいは土砂の波が少し変化して下流に流れていっている。これがダムの形です。その結果、下流の環境にいろんな影響が出る場合があるということになります。

これはアメリカの先生が書かれた図ですけれども、河川は土砂を流すベルトコンベアであると。ベルトコンベアというと機械的なイメージを持ちますが、上流から生産された土砂をいわゆるベルトとしてですね、この場合は水ですけれども下流に向かって送っているという形になります。

その送っているものが、やはり上流に色んな変化が加えられると、それが場合によっては変化する。あるいは場合によっては分断されてしまうということですので、それをどうやって引き続き動かし続けるのかということが課題です。

ダムの中に入ってきた土砂、色んな土砂があります。非常に細かいいわゆる粘土、あるいはシルトと言われる非常に粒の小さいもの、それから砂ですね。大体海岸にある砂浜の砂と同じとさせていただいて結構だと思いますが、砂。

それから先ほどネコギギの話を森先生がおっしゃいましたが、いわゆる空隙を作るような石、礫の部分ですね。色んなものがダムに入ってきます。

その入ってきたものが湖の中で当然その段々こう流れの速さが落ちてきますので、いわゆる深いところ、浅いところから深いところに行くに従って分級と言いますが、止まるところが順々に変わっていくというのがダムの中で起こることです。

粗いものは早く止まります。それから砂のような中くらいのはちょうどこの真ん中ぐらいまで辿りついてそこで溜まる。もっと細かいものはもう少し深いところまで流れ込んできて深いところに溜まる。大体3つ位ですね。

上流が礫ですね。真ん中が砂。一番下流が粘土、シルトということですよ。

それからダムの高さにもよりますが、通常の洪水の時には当然ある量の水を流しますので、放流口と言いますが、その放流口からはですね、非常に細かいウォッシュロードと言いますが、粘土のようなものが洪水の時にもかなりの量が出ていきます。これが一般的なダムの形です。

こういう調査というのは日本の非常に得意とするところでして、日本にダムは約 3,000

位ありますけれども、そのうち約3分の1ですね、1,000位のダムが全国的に調査をされていて、そのデータがデータベース化されています。

アメリカなんかに行きますと、実は10年に1回位しか測らないようです。非常に大きいですから、それを全部調査するのはなかなか大変なものですから、データがあまり無いんですが、日本の場合は非常にきめ細やかにデータを捉えていまして、特に洪水の後にどれ位入って来て、どれ位溜まったのかが分析できます。

これは次に洪水を溜める能力が充分保存されているとか、濁水に備えて充分水が溜められるだろうかということをチェックするための基本的なデータになりますので、非常にきめ細かくデータを取っている国だと思います。

そのデータを使うと、大体どの地域でどれ位の土砂が山から出てきているか、ダムはどれ位健全だろうかということが分かるということになります。

一方、土砂が溜まることによる影響という点に目を移しますと、ダムの中ですね、一番分かりやすいのは容量が減ってってしまうということです。

それから色々な洪水を放流する設備ですとか、いわゆる発電だとか農業用水、上水道に水を取り入れる取入口っていうのがありますが、そういうところが影響を受けてしまう。

それから下流の河道ですね、土砂が供給されなくなると、場合によっては河床がどんどん下がってってしまうという場合もあるかもしれません。

もっと下流に行きますと海岸の浸食の問題、これは天竜川の河口ですけども、そこまでいきますとじゃあ100%それはダムの影響だろうかというのは、これは良く考えていただく必要があると思います。

日本が高度経済成長の時に、やはりビルを造り、道路を造り色々なインフラを造ってきた訳ですね。その時にはコンクリートが必要でした。

そのコンクリートには当然、砂利や砂が必要な訳です。それは一番目の前にある川の中から取ってきたと。要するに砂利採取ですね、をやってきたという歴史があります。

今はもうかなり規制が掛かっていますので、その量についてはもう安定していると思いますが、かつて取られた量というのは、これはかなりの量です。

その量が海岸の方に今、浸食として影響しているのが事実です。

一方ですね、上流のダムの中に溜まる土砂というのは海岸の浸食にそのまま効いているというよりも、ある意味これからですね将来的に今のまま溜め続けると影響が出る可能性が否定出来ないという現状です。

ですから、今ダムに溜まっている土砂を、少しずつでも下流に出していくというのは実は今の世代だけではなくて、将来あるいはその次の世代にとって非常に大事なアプローチだろうというふうに思っています。

もう一つですね、良くダムに土砂が溜まってほとんどもう満杯であるというような評価、あるいは報道がされることがありますけれども、実はですね、ここで2つ考え方が違うということだけ少しお話しておきたいと思います。

一つは、ダムには、元々造るときに 100 年間溜まる量を予め取ってあります。これが溜まっても、当然、水を溜める、利水として水を溜める。あるいは治水として水を溜める量に影響しないという形で予め下に確保してある。これを計画堆砂容量と言いますけれども、ちょっと難しい言葉ですがこの下の部分ですね、この部分です。

そこで、この上の部分については当然保存されないといけないということになります。

ただしですね、一昨年には紀伊半島で大きな水害がありました。また、あるいは恵南豪雨、東海豪雨ですね、矢作川では大量の土砂が出たというようなこともこの近くではありました。

そういうような大きな洪水がありますと、やはり計画を上回るような土砂が入ってくるということは当然否定出来ない訳でして、そういうものがありますと一時的に土砂がこうグッと溜まるということがあります。

それをある程度均して、100 年の間に計画のレベルに合っているかどうかをチェックしているというのが、先ほどご紹介したダムの安全性を確認するということになります。

もう一つ大事なのは、やはり次の世代、あるいはもっと先の世代を考えた時にこのダムの容量全体がどれ位もつだろうかということを考えないといけない。これが、全体の容量に対して今実際にどれ位貯まっているかいうことで、これは計画とはもう一つ上の話になるということになります。

これで見ますと、計画よりも少し溜まっているように見えますが、全体でいうと 30% 位となりますので、この両方の数字を、ダムを見る時には気を付けていただければありがたいと思います。

今そういう目で見ますと全国的に、今、大体国土交通省のダムが大体 5% ぐらいが土砂が溜まっているという状況です。

ただし、中部地方は構造線も非常にありますし、土砂が沢山出てくる地域でもありますので、他の地域に比べると堆砂のスピードは速いということは、これは歴然とした事実でして、その土砂を下流に供給するということの取り組みも一番なされている地域であると思います。

もう一つ、日本だけではなくて、世界的にもこの土砂の問題というのは非常に関心を集めています。京都で世界水フォーラムというのがありましたが、その時に、ダムに貯まる土砂を今後どう取り組んでいくのかというような会議をさせていただきました。

その中でも、こんな図を紹介させていただいた訳ですが、ダムを造って容量を確保する一方で土砂が貯まっていくと水を貯められる量というのはだんだんと減ってってしまう訳ですね。

それを確保するために新たにどんどんダムを造っていくというのはなかなか現実的には難しい。とすれば、この貯まる量をなるべく少なくする。それは上流の山の手入りを十分していくということも勿論大事ですし、それから貯まる量をいくらかでも下流に供給することによって、この貯まっていくスピードを少しでも落とすことは出来ないだろう

か。これが出来れば、ここの容量を次の世代、さらに次の世代に引き渡して安全に使っていただくことが出来るということになるだろうと思います。

そこで、環境の面で言いますと、この川のこういう河床の変化ですね、或いは場合によってはこういう植生化が、樹林化とも言いますが進んで川の環境あるいは景観が大きく変わるということにもなります。

その先には魚も含めた生物にも影響があるということになるかもしれません。

そこで、現状の取り組みとしては、ダムだけではなかなか解決しないということはこの図は表していきまして、上流には今まで安全・防災という観点で砂防ダムが沢山造られてきました。

同じく山の管理も行われている訳ですけども、そういう上流域の土砂生産源の管理、それからダムの問題。それから川の環境・河道の管理、それから最終的には海の海岸の問題、この辺りが連続的に繋がらないといけないというのが今の考え方でして、これを、砂が流れる系の問題として取り組もうということで、流砂系という言い方をします。

それから、総合というのは色々な関係者が、やはり思いを一つにして取り組んでいかないといけないという意味で総合という形になっています。

今行われている対策の方にお話を進めていきたいと思います。一つは、やはりダムからの放流を工夫すると。先程のような樹林化するような川が増えてきた時に、やはり洪水はかつて沢山流れていました。そうすると土砂が動いて植生化を抑制するという作用もありました。それが、ダムで全て放流をカットしてしまうと、川の中のいわゆる変動が少なくなってしまう。そういうものを取り戻すために、ここではフラッシュ放流と言いますが、ダムから人工的に放流をして洪水のいわゆる攪乱、いわゆるこういうインパクトを取り戻すという作業ですね。そういうことが行われています。

それから、同じように今度は土砂が供給される量が減りますと、いくら水を流しても、もう先程のベルトコンベアーで言いますと、ベルトコンベアーは動いているけれどもその上を運んでもらえる砂が無い訳ですね。それは良くないということで砂をベルトコンベアーに乗せてあげるという作業が必要になってきます。そのために、この土砂を入れていくという作業、この2つが必要ですね。

ですからベルトコンベアーをしっかりと動かすことと、それから上を流れる砂を供給すること、この2つを組み合わせることが土砂問題を考えるためのキーワードになると思います。その方法としては、色々な方法があるというのは先程3つご紹介しましたが、一つはダムに貯まった土砂を掘削をして下流に置いてあげて、正にベルトコンベアーに乗せるという作業。

他には、いわゆるバイパスのトンネルを造ったり、あるいはこの黒部川のように水量を下げて土砂を流したり、というようなことを行っています。

そこで、これを図式で表すとこんな図になりまして、上流の流域の対策ですね。それから黄色で書いてあるのはバイパスのような貯水池を迂回して土砂を下流にそのまま直接届

ける様な対策です。

それからこの青で最後書いていますが、実際もう貯まってしまったものをいわゆる掘削とか浚渫をして下流に供給していくという、こういう3つのアプローチを組み合わせるという形になっています。

そこで、まず一つ目の例です、黒部川の例になります。黒部川は、ご存じのように立山連峰から非常に大量の土砂が出てくる川で、上流に黒部ダムがあります。その下流に関西電力とそれから国土交通省が造ったダムがありまして、そのダムをいかに土砂を通過させるかという、いわゆる社会実験を行ってきています。

そこで、これがその国土交通省のダム、それから関西電力のダムですけれども、見ていただくと分かりますように、このダムの深いところにゲートとありますが、放流口がありまして、これを定期的を開けることで土砂を流すという形になります。

当然土砂を流すと、その先ほどのベルトコンベアーが動き出す訳ですけれども、それが下流に安全に届けられているかどうか、最終的に海まで行っているだろうかというチェックしなければいけない訳ですよ。

そのために、このような下流の水質や生物も含めた環境調査が定期的に行われていて、そのデータ収集も平成13年から行われていますので10年以上データがあるという状況になります。

それから最近、特徴的なデータとして、黒部川の河口が、一旦海岸が侵食して、だんだんだんだん後退していたのですけれども、これを見ていただきますと分かりますようにこの2005年あるいは2010年、最近になって、また海岸線が前進し始めています。

これは、ダムから土砂を供給したものの全てではないですけれども、一部が海にまで行ってまた戻って来るということで、海岸のいわゆる養浜効果として具体的なデータとして増えてきているという事例です。

次はトンネルの例です。これは、紀伊半島のちょうど中央位にあります。これは台風12号で大災害がありました熊野川の上流になりますけれども、関西電力の旭ダムという所がありまして、ここにバイパスを作って、洪水のときに上流から貯水池の中に土砂を引き込むのではなくて、トンネルを通して下流に供給するというをやっております。

その結果ですね、これは大災害の前と後ですけれども、普通であれば上流に山ほど土砂が溜まってしまうという事になってしまう訳ですが、この場合にはトンネルを通して土砂が下流に供給できたという一つの事例です。

それから、ダムの下流を見ると、上流から供給された土砂が十分河道の中に供給されています。ダム前はダムの上流から供給される白い石が沢山河原にあって、昔は川が白かったというふうに地元の方が言われていましたが、ダムが出来た後はその白い石が供給されなくて、川が黒くなって環境が変わってしまったという事を言われました。

ところが、このトンネルがダムの上流の石を沢山供給することが出来たことで、また川が白くなって戻ってきたと評判になっています。川が戻ってきたと地元の方は言われてい

まして、環境調査では色々な魚も豊富に居ることが分かってきていますので、こういうトンネルで単に土砂を流すということだけではなくて、自然環境の再生にも非常に効果があるということが分かってきている一つの事例になります。

それから、同じくトンネルの事例なのですが、これは世界的にも非常にユニークな例だと思います。

神戸市の水道局が管理する布引五本松ダムというのがあります。これは実に 1900 年に、今からもう 100 年以上前に出来たダムで、上流が六甲山の花崗岩の流域なのですが、非常に沢山土砂が出てくる所です。

そこで、ダムが出来て約 8 年後に、こういうトンネルが造られていて、今から見ると非常に画期的な事例だと思います。このトンネルを通して、上流から花崗岩の砂を下流に供給することが行われてきて、実はこのトンネルが無ければ、大体 30 年位でダムが土砂で埋まっていたのではないかという評価なのですが、このトンネルで土砂を流すことで、未だに神戸市の水道局のダムとして現役で使われている事例です。

さて、本題の土砂を還元するという話をご紹介したいと思います。今ご紹介したような黒部川の事例やトンネルの事例というのは特徴的な事例ではありますが、全てのダムで同じように出来るかどうかというのは、必ずしもそうは言えないところがあります。

一般的なダムの場合には、なかなかそこまで構造物を作るというのはすぐには出来ないのが現実的です。

そこで、例えば上流に溜まっている土砂を定期的に掘削して下流に供給をする。さらに、これに合わせてダムから放流をするということを組み合わせれば、ある意味全てではないですが下流に土砂を供給していくアプローチが出来るのではないかと言う事です。これを土砂還元と言います。

全国でこういうような取り組みが非常に進んできておりまして、ここにご紹介したような事例ですね。この近くでは矢作ダム、それから長島ダム、天竜川の秋葉ダムでも行われていますし、今日ご紹介するのはこの九頭竜川の真名川ダムです。同じような形でこういった土砂還元の取り組みが行われております。

目的は色々ありまして、ダムの堆砂対策ということはもちろんあるのですが、一番の大きな目的は川の環境改善です。土砂の供給が行われることで環境の活性化が促進されて、生物環境にも貢献するだろうという事になります。

これが真名川ダムの事例です。ダムがここにありまして下流の川があります。当初はダムから環境改善のために維持流量を放流するという事がスタートだった訳ですが、それだけでは十分ではないだろうという事で、この土砂の供給が開始されました。それから最近では、土砂を受け止める側の川の形ですね、河道の形の改善も一緒に取り組んでいこうということで、いわゆる自然再生事業が進められています。

具体的には、年に一回ないし二回ダムから放流して川を増水させる。それによって川の活性度を高めていくという形になります。

その時に、予め河道の中に土砂を置いておきます。この土砂はダムから運ばれて来たものですが、これをこういった形で川の流れて削らせて、土砂を還元するという形になります。

この川には、アユがたくさん放流されていますが、土砂を還元した結果、アユが好んで食べる藻類に必要な剥離更新が、砂が流れることで促進されることが期待されています。この効果を確認するために、藻類の剥離状態はどうだろうか、具体的にやった後の生物環境がどんなふうに変化しているだろうかというようなことが調査されています。

例えば、これは土砂を置いた場所の上流と下流になります。ダムから放流した際に、上流の方は水だけ、下流は水と土砂と一緒に流れますので、これらを比較すると、土砂と水と一緒に流れた下流の方がより藻類の剥離が進む、要するに石が綺麗になるということです。そう言うことも分かってきていますので、土砂を供給して正に先ほどのベルトコンベアとして動くことで、川の活性化が進むことが具体的に分かってきた状況です。

また、ダムが出来た後、洪水が減っていますので、川が非常に狭くなってしまふ。それをもう一度再生させるために、川の中に残された昔の河道や、大きな洪水の際にだけ流れる副流路を見つけて、これを少し掘り下げておいてやれば、次にダムから増水を起こした時にそういう所に水が回って行って川が動きやすくなります。

要するに川が多様性を確保する、回復するようなアプローチを少し取ってあげると、こういう砂礫河原が回復していくのではないかと期待されています。これらは、自然再生事業として取り組まれている事例です。

これらは相互に連携していて、河道の上流に土砂を置きます。それからダムから放流します。その時に単に置くだけではなくて、下流の河道を少し工夫して、多様な流路をきっかけとして造ってあげて置いてあげると、そこに上流から水と土砂が流れてきて、川が自分の力で再生をしていくという形になります。

これは真名川ダムの下流の河道を歴史的に写真で示しているものですが、1955 年は非常に礫質の河原がたくさんありました。ダムが出来た結果、植生化が進んでしまふと、川が固定化したということが起こりました。

元々、九頭竜川はある意味急流で砂がたくさん流れていた川でしたので、それが止まることで植生化が進んだということになります。

2000 年以降、今ご紹介したような土砂の供給、それからダムからの放流、それから県の方で一部伐採を進めていただきました。そういうことで今は元の状態までは完全に戻っている訳ではないですが、礫河原が一部再生してきているようです。

ダムが出来ると環境が影響を受ける。それで終わりではないのです。色々なアプローチをすることで少しずつでも回復させる可能性は見えてきているのではないかと思います。

今後の課題としては土砂をどうやってダムから下流に供給していくのか。具体的な量、どんな粒径のものであれば下流の環境に貢献するだろうか。それから何処から持ってくるのか。先ほど紹介したように、ダムによって土砂の溜まり方にも色々バラエティがありま

すので、細かい砂、あるいはもう少し大きな礫など、下流の環境が求めるものは何であるかというのを良く見て適材適所を判断していくということになるだろうと思います。

最後にご紹介ですが、お手元のチラシを今回配っていただきました。ダム環境問題について、一般の方にもご理解いただこうということで、色んな取り組みを現在行っています。

これは「ダムの科学」という本のご紹介ですが、ダムの歴史、ダムがどういう役割を持っているのか。それから今日ご紹介したような環境の取り組みというのをどのように進めているのかなど、この中に分かりやすく書かせていただきました。

その一例は、ダムの中にどうやって土砂が貯まるのかという話。それから土砂を供給するあるいはそれによって川の環境がどう改善する可能性があるのかという話もこの中でご紹介しています。

その他にも、ダムの下流の環境問題を考える色々なアプローチや研究がなされています。そういうものをまとめた本を京都大学の出版会から出していただいています。「ダムの下流生態系と」正に今日のテーマそのものみたいなタイトルですが、こういう書物もあります。

それから私の方では今日ご紹介したダムに土砂が貯まるというプロセス、それからそれを少しでも減らして、下流の環境だけでなくダムそのものを次世代に向かって長く使っていくためにはどういう事が求められているのかをまとめたような本もあります。

それから今日ご紹介する時間がありませんでしたが、世界に目を転じますと例えば中国、これは黄河の本ですけれども、黄河は日本よりも遥かにたくさん土砂が出てくるのですね。

いわゆる黄砂というのは、春先に日本にたくさん飛んで来ますけれども、あれが生産される場所は膨大な土砂が出て来る地域です。それが黄河を通過して下流に流れてきています。中国の北の方は正に水が足りませんので水を貯めて利水として使う、あるいはエネルギーとして水力発電をたくさんしています。そういう中で、日本よりもっと厳しい条件でダムの管理と、土砂の管理をセットでやっているという、大変苦勞している地域でもあります。

そういうような情報もこの本の中には取り上げさせていただいていますので、是非ご興味があれば手に取っていただければと思います。

あとですね、先程のアメリカのカリフォルニアの例ではないですが、日本は小さい島国であり、ダムの量が非常に小さい訳ですね。これを踏まえた土砂の問題に取り組まなければならないということは、ダムを長く使っていかなければならないニーズがアメリカよりももっとたくさんあると思います。

それから一方で沢山土砂が入ってくるということは、実は土砂問題を解決しないと、日本の水問題が解決しないって位非常に大きな問題な訳です。そういうこともあって、日本が今取り組んでいる今日ご紹介したようなバイパスだとか、掘削した土砂を下流に流すとかそういう取組は、実は世界的に見ると非常に先進事例だということを最後ご紹介したいと思っています。

その一端として天竜川上流の美和ダムのバイパスの絵ですけれども、これが実際にアメリカの方が書かれた教科書にも採り上げられていまして、日本で土砂管理の方法として進められているバイパスが、一つの形として世界でも注目されているという事例です。

こういうことも改めて考えて、更に日本のダムの土砂の問題を皆さんと取り組んでいくことが出来ればというふうに思います。

最後まとめですけれども、ダムの影響というのは下流の環境に少なからず影響がある訳ですが、その鍵としては水の問題と土砂の問題、それから作る河川の地形の問題、それから生態環境の問題とそういう形で繋がっているということになります。

それぞれが、やはり個別ではなくて、真名川ダムの例ではないですけど連携した形で取り組んでいくことが出来ればと思います。それからダムの長寿命化とそれからあと今日はお話ししませんでした、経済性も当然必要です。前は経済性がテーマだったと伺っていますが、土砂還元も実は経済性が大事です。何でもやればよいということではありませんので、やはりやり方の選択と、それをいつやるのかということを含めて経済性の議論が十分なされないといけないと思います。

それから最後ですが、50年位前にダムが出来て、50年位経ってから土砂対策をやり始めるということだと、その間に川の状況がかなり変わってしまっている訳ですね。ですから、この土砂の問題を考える時にいつの時点に戻すのかというのが必ず問題になります。

それがダムが出来る前の川なのか、ダムが出来て50年経った今の川なのか、あるいはその途中なのか色々な議論が出てきますので。そこで強調したいのはやはりこういう色々なデータなり実績も分かってきましたので、新しくダムを造ることがなされるのであれば、間を置かずに、ダムを造る時から土砂のことも一緒に考えてやっていく必要があるのではないかと思います。

ここで強調したいのは、ダムが出来るともう直ぐ土砂を流し始めるという位の気持ちで取り組む必要があるのではないかということだと思います。

黒部川の事例とか色々な事例をご紹介しましたけれども、先程ご紹介した本とかにもう少し詳しくご紹介させていただいておりますので、そちらの方もご参照いただければと思います。

最後は黒部川の河口デルタの写真ですけれども、是非日本のダムの問題は、水と土砂がセットだということを今日はご紹介して、設楽ダムの環境問題、土砂問題に少しでも参考にしていただければと思います。

どうもご静聴ありがとうございました。