

第1回「山・川・海の連続性を考える県民会議」【基調講演1】

○ 浅枝 隆 埼玉大学理工学研究科教授

【司会】

まず基調講演といたしまして、埼玉大学大学院理工学研究科教授の浅枝隆様をご紹介します。浅枝様は河川工学の専門家でありまして、相模川、川づくりのための土砂環境整備検討会の座長も務めていらっしゃいます。

浅枝様からは「河川の土砂動態 河川、海岸の環境保全のキーポイント」と題しまして、ご講演をいただきたいと思います。それでは浅枝様、どうぞよろしく願いいたします。

【浅枝先生】

皆さん今日は。埼玉大学の浅枝と申します。今日は河川の土砂動態ということで、述べさせていただきたいと思います。山・川・海の連続性といいますと、普通に挙げますのは大体、水と有機物とそして土砂です。私の専門は河川の生きものとか、水質等を専門としていますので、本日はそのような専門の立場から、そのような側面からお話をしていきたいと思います。それではよろしく願いします。

特に、このあとの宇多先生、柴山先生は、海岸のご専門ですので、恐らく海岸の話がたくさん出てくると思います。まずは河川について考えてみましょう。

河川を考えた場合、河川は上流から下流に向かってさまざまな様相を呈しております。

まず、上流はご存じのように谷間を流れています。こういったところは穿孔流路と言われ、勾配は急です。それが平野に出る寸前のところに扇状地があります。ここでは川が幾つにも分かれ、網状流路と呼ばれています。このあたりだと大井川とか、安倍川とか、新幹線から見えるあたりがまさにこれです。

そのもう少し下流に行きますと緩やかになってきて、この砂州の形が徐々に変わってきます。最初はこのように両側に、真ん中にあり、そのまた両側の両方にあって、そのような複列砂州の形をつくって流れもそれに従っていきます。

もっと下流に来ますと、これはもう皆さんご存じと思いますが、交互に砂州がくっつく。いわゆる交互砂州になります。ここでは瀬や淵がいっぱいできます。瀬や淵が環境に非常に良いということはもう、ご存じのとおりです。それがもっと下流に来ると、こういった格好になるわけです。

本日のポイントは土砂ということですが、土砂は、全部十把一からげに言いますと、恐らく土砂に怒られてしまいます。土砂にもいろいろな土砂があります。まず大きなものからいきますと、いわゆるレキで石になります。これは底のほうをごろごろごろ移動してきます。それがもう少し小さいものになりますと砂分です。砂分という

のは0.3ミリぐらいです。砂分の移動の仕方というのは時々底に跳ね返ります。当たって跳ね返る。こういった移動の仕方をします。

少しその様子を見ますと、これは浮遊土質になります。先ほどの掃流土質、レキとも言いますがもっと細かい、シルト分とか粘土分です。数マイクロの小さいものです。それは上流から下流まで一回もぶつかることなく、ずっと流れてきます。川の水が白濁している、それがシルト分です。これはウォッシュロードと言います。ウォッシュロード、浮遊土砂、掃流土砂、3つのこの動きは全然違うものです。

それでは、彼らがどのような挙動を示すかということを考えてみましょう。先ほど瀬や淵ができる、場合によったら蛇行がある、これが河川的环境にとって極めて重要なことは、皆さんご存じのとおりです。それに対して土砂がどういう役割を果たしているのか。ということを考えてみましょう。

その際、一つだけ少し面倒くさい話を考えなければいけません。何故、そういった瀬や淵ができるのかということ、まず頭の中に入れておきましょう。ただそれは実は中学校で勉強しています。何か動いているとき、それが曲がる時には外側に向かって力が受ける。走っているときにカーブを曲がろうとすると外側にいきます。遠心力。その力です。

実はその遠心力というのは非常に重要です。川も水も曲がって流れようとする、遠心力を受けます。しかも川の場合、下の方は石があたりして流速が遅くなります。表面の方は速くなります。遠心力は、速ければ速いほど大きく曲がります。ということは、曲がっているところはどうなるのか。上の方は外側向きの大きな力を受けます。下側の方はそれほど大きくありません。そうすると、一番大きな動きはこうですけども、それと同時にこの断面の中にこういった動きが生じます。そうするとぶつかってしまいます。ここのぶつかった淵のほうで、今度は上のほうに上がっていく流れができます。それが細かい土砂をこちらに運んできます。そうするとここが掘れる。こっち側のほうに細かいものが寄せられるというわけです。

遠心力というのは、この曲がりは強ければ強いほど曲率、曲がりの半径は曲率半径というように、中学の数学のほうでは教わったと思いますけども、曲がりが強ければ強いほど遠心力は強くなります。ということは、どういうことかということ、急に曲がっていると、ここがたくさん掘れるというわけです。

話はそのぐらいにして。土砂との関係を見てみましょう。

このように交互砂州ができます。交互砂州。これが蛇行で起きます。曲がっているとどういうことが起こるか。こちらが掘られて、その砂が下流の方に溜められます。そうすると、もうお分かりのようにここが淵になって、ここが瀬になるわけです。重要なことは、これが起きるのは土砂があるから起きることです。土砂がなければこういうことは起きません。

土砂の見方が少し変わってきたと思います。

それでは、河川の水質に対してどのような影響を及ぼしているか見てみましょう。

これは、河川の水質浄化に寄与する。もっと言いますと、有機物の循環を簡単に表した絵になります。POM とか DOM。有機物は大体浮いているものと、非常に細かいものと分けて扱います。こんな形をしています。要は有機物です。なぜ有機物かと。有機物の源、もちろんある場合には家庭からの雑排水です。ある場合には山から入ってくる葉っぱです。ある場合には川の底にくっついてくる藻類です。いずれにしてもそれが有機物の元になります。

では、なぜ有機物かと。例えば有機物というのは、BOD、COD といいます。BOD というのは、ある意味、有機物の量を表しています。では、何故、有機物なのかということになります。

これは、例えば病原菌を考えて下さい。彼らは順応生物です。彼らだって有機物が無いと生きていけません。有機物が多ければ多いほど、いろんなバクテリアが生きられるものです。ほとんどのバクテリアは善玉菌か、全く無害なバクテリアです。しかし、その中にほんのわずかだけ悪玉菌がいます。彼らが病気を悪くする、ということは有機物が多ければ多いほど、そういう悪玉菌が入ってくる可能性が大きいわけです。ということは、有機物はあまり多すぎないほうが良いことになります。それで BOD が低いほうが良いということになるわけです。

これは、そういう意味では、有機物をどのように消費しているかということ、見たものです。例えばこんな所に河川の有機物が来たり、これは藻類です。藻類の有機物が来たしたやつを吸収したり、それを水生昆虫が食べたり、それをもっと大きい生物が食べたりというようなことを描いていますが、ここに水の中にいるように描いています。彼らの余命力の中では水の中に居られません。すべてこういうものは、実はこの石の上に住んでいることになります。ということはほとんどの有機物の消費というのは、水の中じゃなくて石の上になります。もっと言うと、石の中になります。もっと言うと地下水になります。

相模川では6月ぐらいになると、山ほどたくさん出てきます、石をひっくり返してください。山ほど小さい石に着いています。彼らは「ヒゲナガカワトビケラ」です。彼らは網を張って石をくっ付けて、それが彼らの家です。その網にいっぱい有機物が引っ掛かります。

彼らはそれを食べて生活しています。けれども、先ほど細かい石がいっぱい付着していました。それが彼らの家です。大きな石の上に、細かい石がいっぱい付着していました。

ということは、そういった石と大きな石や小さな石がないと、彼らの住む場所が無くなってしまい、彼らが有機物を運んでくれなくなります。

もう一つ重要なポイントがあります。先ほど下の石の中だと言いました。そういった流れの、日本語では伏流水といいます。英語では「ハイポレイックフロー」と言います。

何故、これが重要かといいますと。実は十数年ぐらい。10年ぐらいなりますが。この研究が世界中で大はやりになりました。なぜかという、これは、結構が出ています。何とか水通しもいいじゃないですか。そうすると川の水がたくさん入って来ます。実は川の水って酸素をたくさん含んでいます。たくさん酸素を含んだ水がこういった中に入ってくると、このレキや砂の中にもたくさん酸素を含んだ水が出てきます。そうすると、そこに発生するバクテリアは、実は酸素を利用して有機物を食べてくれる。そういうバクテリアが発生します。最終生成物は何だと思いませんか。水と二酸化炭素です。

二酸化炭素、これは、温暖化ガスじゃないかとおっしゃるかもしれませんが、少しだけ、確かに温暖化に寄与するかもしれません。ですが、要はこういった砂や石がたくさんあることによって浄化が起こるというわけです。これが海でも一緒ですから、それは皆さんご存じだと思います。

ですから、川というのは大体、目に映るのはここだけです。しかし、その下に実は大きな伏流水帯。伏流水帯っていうのはレキや砂や、要するに土砂があるからこういう伏流水帯ができるわけです。川というのは実はこういう伏流水帯、レキや砂によって支えられています。目には見えません。彼らは縁の下の力持ちなのです。

レキや砂がないと、細かいものしか増えません。例えば横浜市の海に近い川は泥がいっぱい。そういったところだと何が起こるのかという。下は底質ですから中は泥です。水の通しが非常に悪い。そこでは酸素がなくなります。酸素の無いところにも、実はいろんなバクテリアが発生します。ですが、彼らの最終生成物は何か。これが硫化水素です。

最近は何もなくなくなりましたが、恐らくご年配の方はその匂いをご存じだと思います。

何て言ったらいいのか。バタ臭い匂い。硫化水素。これは有毒で大変です。メタン。先ほど温暖化って言いましたね。確かにCO₂、温暖化ガスです。しかし、このメタンというのは、それよりも何倍も強力な温暖化ガスです。そういったとんでもないガスが発生すると、一つだけ、窒素分というのは空中に抜けていくという作用がありますが、決して-以上ではありません。

次に、河岸に対する影響を見てみましょう。

日本の川は今、アレチウリという草や木が生えてきています。これはご存じですね。相模川も大変な状況です。アレチウリっていうよりももっと高い木が生えています。これは例えば荒川の例です。2009年9月7日、このとき洪水になりました。相模川でも結構同じ現象が起きました。その後にレキ河原ができました。流れてしまったのです。

しかし、その後、放っておくとまた草や木がたくさん生えてきます。ですが、この光景をご覧ください。これは3年後です。こちら側、実は洪水のときに砂州の表面が削られて行きました。こちら側は、その上にレキが載ってきました。それで3年後の状況。

こちら側もう前の状況と一緒にです。もう山ほど草や木が生えています。こちら側はレキがたくさん残っています。

何故、こんなことになるか。実はこのレキが載っかるためには。レキというのは先ほど、下をごろごろ、そのときに細かいやつはくっついて草木に。ということはごろごろ、ごろが来てるだけです。ということはここには細かい成分は少ないです。もう一つ、このレキっていうのは、その間に洗われています。非常に貧栄養です。そうすると植物の成長は遅くなります。

これを見ると明らかですね。ここに溜まったところと、そうではないところに別れます。

そうすると何が起きるか。チドリや、これはイカルチドリですかね。彼らはこういったところに卵を産みます。相模川、これいっぱいありますね。いっぱいない。いっぱいないから困っている。どんどん減っているから困っている。こういった植物、いわゆる絶滅危惧の植物が生息することができる。よろしいですか。では次に行きます。

それでは漁場に対する影響を考えてみましょう。会場にも恐らく治水、内水面の漁業に関係している方がいらっしゃるかと思います。

ここにも実は土砂はすごく重要になります。一例を紹介しましょう。これは神通川で富山県の川です。ご存じのように神通川は、恐らく漁業に係っている方はご存じだと思います。

この川は、まだまだ結構アユが捕れる川です。ただここには平野に入るすぐ前のところに、ダムがあります。ダムは全部上流から入ってくる。神通川は結構土砂が多い川だと思いますが、全部土砂を止めてしまいます。

一つの例を出すためにこの護岸のところを少し見てみましょう。なぜかという、護岸というのは、川をできるだけ真っすぐにするという形で造らざるを得ないものです。護岸の影響というのは、土砂の影響を見ると非常にプラスになる時があります。

神通川の1キロあたりのアユの漁獲量です。その河口から上流に向かってプロットしたものです。この、河道の曲率。これが大きければ大きいほど急に曲がっているということです。ですから護岸の場合だから、あまりだからそういうところが治水上問題になるということで、ここは曲率が小さくなります。そうすると実はこちら側にはって跳ね返ってきます。最大水深のところ、先ほどの川が曲がっているから、大きい道ができるわけで、最大水深のところ、それがここに跳ね返ってきてしまう。ただこの最大水深が深いものができるためには、やはり先ほどのような土砂が必要というわけです。土砂がたくさんあれば捕れるというわけです。

そのお隣の庄川です。庄川は実はまだ土砂採取を行っています。ご覧いただいておりますように、「土砂を取っているなあ。」という感じですね。砂州とかはほとんどありません。

ここを見ますと。先ほど神通川、このあたりが300とか200とかあった。お気付

きでしたかね。庄川って 60 です。庄川もうこれ、アユ捕る方はご存じだと思いますけれど、全然アユが捕れないから。そういう状況があるわけです。これはやはり土砂が少なくなっているから、やはりアユもなかなか捕れなくなってしまっている、ということになります。

これもアユだけではなくて、魚が大好きな方はご存じだと思います。少なくともサケ・マス科のかなりの部分は、こういった動くレキや砂がないと産卵はできません。こういったところは酸素が多いですから、レキの中。だから酸素が出てくるということなので、これは絶対に必要です。もちろん彼らが大きくなればいいかもしれないですけど、もう少し小さい間はどこかに隠れる場所が必要です。そうするともう少し大きなレキで、しかも下側が空いてるような浮石が必要になります。これも土砂です。土砂がたくさん必要です。土砂がなかったらどうになってしまうのか。もうご存じですよ。藻類が発生してしまう。

もちろん草食魚だっているわけですが、アユになって考えてください。こんなもの食べたいですか。これができてしまうと、彼らは住めなくなってしまいます。そうするとこれを餌にしている魚だっています。だから土砂がないと全部おかしなことになってしまいます。

ただ、各地で今土砂が減ってきています。

これは、多摩川の上流部になります。雨が降ったとき行ってください。いっぱい足跡がつきます。荒川も土砂がなくなってきています。もちろん土砂がなくなると、鉄橋の橋脚が出たりして危険だということがありますが、先ほどから申していますように、環境面っていうのは非常に大きな問題です。

これは皆さんご存じですよ。三川合流のところ。川幅、いい川ですよ。すごいいい川ですが、よく見るとこれ全部、下の土丹です。無残です。こんなことになると、もう土砂が入っても全部流れてしまいます。もちろん魚も住めません。次に行きます。

もっと大きな問題も生じます。土砂がなくなると、例えばこのところ。先ほど淵ができるからいいのではないかと言いました。確かにこんなふうここに護岸があったりすると、非常に深い淵ができます。しかし、底というのは石が大きくなってしまい何も動きません。そうすると先ほどの状況になってしまいます。ここに山ほど藻類が発生してしまいます。そうすると魚にとっては悪い環境になってしまう。

土砂が減少した幾つかの例を考えてみましょう。一番大きな現象の原因は、やはり砂利採取です。相模川でもこの前伺ったところで2,800万立方メートルとお聞きしました。そのぐらいの土砂が採取されたそうです。もちろん、ダムによっても止められます。ダムは先ほどの3つ土砂のタイプがあると申しましたけれど、浮遊砂分とレキ分はすべて止められます。実はもう一つあります。堰、頭首工。これがいいのか悪いのかな、ちょっと考えてみましょう。

これは、皆さんご存じですよ。堰があると大体ここが、上のほう広がってしま水深

がなくなってしまう。実は数年前にアユの漁場がなぜ悪くなったのでしょうか。いろんな県の水産試験場の方に悪い漁場のところのポイントを出してもらいました。そうすると、ほとんどこの堰の上流と下流になります。

もう一つ、堰で問題になっているのが、元々の勾配になります。堰というのは、実は、ここにレキが全部たまって、なおかつ動くように形が設計されています。ということは、この勾配は元々より全く小さいのです。こっちは全部こういうふうになってしまう。そうすると細かいものだけ下流に流れてくると、細かくなってこちら側に来てしまう。

例えばこういうことになってしまうと、その度に少しずつ細かくなってしまいうようです。

おまけに堰の場合は、治水のことを考えると、どうしても真ん中の方が切り下げられてしまうかなど。そうすると、本来であれば、ぐるっと曲がってくるものが、少しやはり曲率も小さくなってしまいます。それは深い淵をつくるにはマイナスです。

魚野川の例を少し見ましょう。魚野川もアユを捕られる方はご存じと思いますが、アユの有名な川です。ただ、上流は良いのですが、下流は非常に悪い川になっています。ここでレキをたくさん取って、どのような状況になっているのか見てみました。実は、こちら側から山ほど土砂が入ってきます。一カ所。この土砂が入ってくるとき、こういった山ほどレキが使われます。200メートルおきに。そこがよい漁場ですか、悪い漁場ですかというアンケートを採りました。上にきているのが良い漁場とって、下のほうが悪い漁場です。ですので、Bの 26。小さい方の代表の粒径です。こちらは大きい方です。ここは幅が広いっていうことは、大きなものから小さいものまでであるということです。それを見てみますと、合わせてやると奇麗ですね。大きいものから小さいのまである方がよい漁場になります。

お分かりですよ。深いところは大きいもので、こちらのほうは大体小さいもの。大きなものや小さいものがないと、やはり、この深さはあまり深くなりません。

ということは、土砂は必要ですが、細かいものだけでは駄目です。大きいものも必要になります。それで、しかも全体としては土砂が入っている。いろんなことが考えられてきています。例えば、スリット型の堰です。しかし、水をためようというときにはちよっと使えそうもありません。ほかの例を。

これは10年前に造られたダムです。ダムにたまった土砂はこのゲートを通して、下流に流してやりましょうという方法です。これは、一つの良いアイデアですけど、少しだけ問題が起きてしまいます。水位を下げるときに出すわけですが、何が起きるかという、下流でやはり。ダム湖ってというのは、下流のほうは細かいのばかりたまっていきます。もう一つは、ここに葉っぱがたくさんたまっていきますから、それが分解していくと富栄養化してしまいます。それが下流に流れていきます。下流を見るとやはり砂分が多くなってしまいます。砂分どころか、もっと細かいものが増えてしまいます。

黒部川は昔はレキが一面にある川だったのですが、今は結構こんな草や木が生えてきているというようなこともあります。ですからもっともっと工夫が必要になってきているのです。

相模川で今、行われている方法が置き砂です。置き砂は相模川だけではありません。例えばこの荒川もそうです。要はダムの上流のほうにたまったものをトラックで下流に持ってきて、洪水のときに流してやりましょうというわけです。このときには、ここにたまったものの土砂だったら、先ほどのような少し問題が出てきてしまうということがありました。しかし、ここだとそれはありません。ただ置くにしても少し細かくなりすぎみですので、もう少し大きなものを入れてやる。もっと上流の大きなものを入れてやるとか、下流のそういうのを混ぜて、そういうのを入れてやれば保全でやれる。もう少しいい状況になるかもしれません。

そうしてみると、少なくともさっきのやり方よりはこっちのほうが、より環境に対する影響は少ないのかなということも考えてみました。

ということでまとめてみましょう。河川環境にとって土砂は非常に重要です。しかもさまざまなサイズが混在した土砂が重要です。ただ、過去の砂利採取が一番大きな原因ですけれど、土砂が減ってしまいました。ダムや堰でももちろん土砂が減少しますし、サイズの一様化が生じてしまいます。ただこれは場合によったら仕方がない。そうすると何らかの形で土砂が必要になってくる。

いろいろあります。ですから一発当ててやろうと思う方は、ぜひいいアイデアを出していただくといいと思います。今何かありそうだったら、この置き砂が一番よさそうかなということが考えられます。ただ、トラックで運ぶわけですから、やっぱり量が限られてしまいます。ですから、そういったところはこれから先、もっともっと工夫が必要なのかな。

ただし、もっとほかにもいい例があれば、もっといいのではないかなと思います。

では終わります。どうもありがとうございました。