

7. 総括

6章までの内容を踏まえ、本技術分野の今後の展開の方向性と課題を述べ、総括とする。

ダム上下流を含む山地部河道の情報不足への対応

1.4でも述べたように、山地部の河道の多くが、堤防を有する区間で行われるようなレベルの河川管理の対象となつてこなかったことから、新たなダム貯水池の築造が行われるなどの一部の区間を除き、河道形状や河床材料などの根幹的情報についても大幅に不足している。このことが、十分な現状診断を行う上での課題となつてきた。

3.3.2や6章に示した方法を用いることで、ダム下流河川の置かれた状況を客観的かつ総体的に把握することがある程度可能になった。こうした分析手法が即適用できるようにデザインされた調査を行うことで、山地部河道の情報収集の体系化や効率化が図られると期待できる。

水系を視野に入れた診断に向けて

山地部河道の情報収集・整理・分析を、たとえば「水系内のどの区間がどの領域（図6.3-3）に属するか？ そのことが、ダム貯水池に対する物理環境の応答と生物の応答という観点で何を意味するか？」を理解することに役立てていく。そのような取り組みを重ねることで、水系全体を見据えて河川環境の現状を診断するという考え方が具体化し、定着していく。そのような展開が期待される。

新しいダム貯水池の築造に対する下流の河川環境の応答予測の必要性は今まで同様重要であるが、同時に、既設ダム下流の河川環境を何らかの形で客観的に評価し、環境再生などの施策実施の必要性や優先度の判断を行うことも今後大事になる。このような検討に際しては、新規ダム貯水池のアセスメントの場合と違って対象河道が最初から決まっているわけではないので、断片的な情報をやりくりするだけでは足りず、水系全体の評価を多少粗いやり方であっても行い、河川水系全体の中での各河道区間の位置づけを把握することが求められる。

環境再生の方策検討に役立つ技術体系への展開

以上のような現状把握・診断は、環境再生方策の技術検討と結びつけられることで、その意義を高める。仮に何らかの形で現状の河道状況について評価がなされ、ある場所について環境再生の必要性が高いと判断されたときに、再生のための種々の手法の有効性を、評価を行ったのと基本的に同じ手法を用いて検討する。すなわち、ある再生手段の適用により、河道状況の評価がどう変わるかを調べることで、方策の良し悪しを吟味する。

このような手順を取ることで、調査が、現状把握・評価のためだけでなく、再生方策の具体的指針を与えるという役割を併せ持つこととなる。現状把握→評価→対策の吟味という検討が、一貫した技術的スタンスのもとで行われるようになる。

環境管理目標になり、操作対象にもなる、わかりやすい指標の設定と活用に向けて

ここで、流量や着目する粒径集団フラックスなど、河川環境の状況を包括的かつ水系スケールで規定する可能性の高い基本量について、河道状況との関連づけが定量的に

きるようになれば、環境再生の方策検討を進める上での有力な実務的手段となる。たとえば、「流量およびその変動パターンと材料 t になり得る細粒土砂フラックスの組み合わせが、礫間の細粒土砂（材料 t）の堆積具合とどのような関係を持つかを定量評価し、さらにその堆積具合がたとえば底生動物や付着藻類にどのような影響を持つかを推定する」などの内容を想定できる。こうした検討が広がれば、生物応答まで視野に入れた再生方策の検討を、「これらの指標について、確保すべき数値を場所ごとに、時間（タイミング）ごとに決めていく」というような比較的わかりやすい形で行えるようになる。「フラッシュ」の意味や意義をさらに合理的に議論することも可能になると期待される。

このような関係づけは、着目する河道区間において、環境上達成すべき状態を確保するために必要な、あるいは逆に、環境上避けるべき状態の出現を起させないための目標数値の提示につながっていく可能性がある。

そして、そうした指標の河道各区分での現れ方が、ダム等を含む水系内の種々の施設の操作と密接に関係しているのであれば、施設の機能や操作に関して環境管理上のスペックを明確な形で提示することにもつながる。自然環境の評価を限られた指標の数値で行うことの難しさや限界は言うまでもないが、一方で、環境管理を合理的に進めていくために、ある程度割り切ってこうした指標やスペックを活用していくことも求められよう。この際には、数値に頼ることの問題点を理解した上での使いこなしがポイントとなる。

供給土砂の把握を通じた“山地河道システム”の理解

さて、山地部河道においては、2.7 で述べたように、土砂生産源が近接していて、河道が土砂供給状況からの影響を受けやすい。そして、土砂供給自体の時間的・空間的変動性が高い。それでも「混合型」の粒径集団であれば、そうした土砂供給の影響が河床に現れるので、少なくとも洪水などの事象の後に河床状況から土砂生産に関する解釈を行うことはある程度可能と考えられる。しかし「通過型」の粒径集団については、その供給状況が材料 t に現れる程度なので、事後の河床から供給状況を推定するのは相対的に難しい。「我々が平常時に見ている材料 t の存在状況がいつ・どのような段階で主に決まっているのか？」という問い（6.3.3(4)）が生まれるのもこうしたことからである。このため、通過型がわずかに置いていく材料 t などの通過型粒径集団にかかわる環境管理が対象になる場合には、冒頭に述べた平水時の河道状況の把握とともに、普段は見えない洪水水中の通過型土砂の供給状況を、流量ハイドロとの関係で押さえておくことが重要になる。このことによって、物理環境の“形成システム”の理解に近づくことができる。

改良されたモデル、開発されたモデルを試す機会の確保に向けて

1.4 や 6 章でもふれたように、山地河道の条件を強く意識した土砂水理的観点からの研究が進展しつつある。非常に幅の広い粒度分布からなる河床の挙動であったり、大きく異なる流砂形態が共存したり、時空間的に複雑に混在する場の状況を把握する手法など、少なくともミクロレベルでは、あるいは原理的には従来のモデルに対し優位性を主張できる技術ができつつある。おそらくここで重要なことは、そうしたモデルを実際の山地部河道に適用して、その有効性を現場ベースではっきりさせるとともに、課題を把

掘し改良につなげていく機会を提供することであろう。山地河道の条件を実験室で作りに出すことが容易でないことから、このことが理解される。

そのためには、全般的な河道状態を把握しマクロ診断につなげる前述の調査とは異なり、図 5.1-1 の「集中調査」を行うというスタンスで、場所を限定しつつ高密度に観測や調査を行い、モデルの有効性検討が可能となるようなデータセットを用意することが求められる。

以上のような検討の対象としては、物理環境について、材料 m の動態と河床形状、材料 t の動態、これらと土砂供給との関係把握が考えられる。また、河床環境形成における材料 m 、材料 t それぞれの動きの役割、さらにはそれらの相互作用の役割などを解明していくことなども興味深い。

生物応答を包括的に調べるための、よくデザインされた実物実験という方向

生物応答についても、モデルという手法が適用できる局面が少しずつ増えていくと予想される。本資料で取り上げた付着藻類の消長、底生動物の変化などをまずは対象にしていくことが考えられる。その一方で、生物に関わる現象は、物理環境に比べてモデル化や予測が難しいことも事実であり、フィールドでの現象把握と分析に頼るべき局面は今後も多いと考えられる。そうした分析が科学的に意味を持つことが重要であることから、5章において調査法の要件について詳述した。しかし、BACI デザインを実河川に適用することの難しさからわかるように、自然現象の観察と分析だけから評価や判断に資する情報を得ることは容易でない。こうしたことを踏まえると、フィールドでのコントロールされた実験により、より明確な形で、必要な答えを見つけていくというアプローチも有力になるかもしれない。

たとえば、礫の流送が活発になることが河川水域の生物・生態系にどのような影響をもたらすかを明らかにしたい場合に、礫の流送が有意に活発となる条件を河床のある範囲で人工的に作り出し、それに対する生物応答を調べるというような方法である。材料 t の多寡の影響についても、同じようなアプローチが考えられる。人為的に河床条件を作り出すこと自体の環境影響について十分な検討を行う必要があることは当然である。3章で述べたように、日本においては、ダム貯水池が下流河川の環境を規定する度合いが、大陸の大規模ダムに比べて総じて小さく、様々な要因の影響を受けやすいという特徴が見られる一方、河道の規模が小さく、また、人為的に河道の条件を作り出す機会や手段が潜在的には比較的多いという状況がある。こうしたことを踏まえると、よく考えられたフィールド実験というアプローチの有用性にもっと着目して良いかもしれない。

水系を賢くコントロールする技術体系

ダム貯水池は大きく見れば、水系において、水と土砂を制御する極めて有用・有力な装置である。その活用を、河川の自然環境の管理にまで広げていくというのが、今後求められる基本スタンスであろう。また、排砂技術の開発が盛んとなり、土砂を下流に還元する取り組みも増えつつある。流水型ダムは、水と土砂を制御する新たなタイプの装置の出現と見ることができる。これらの新たな“道具”も必要に応じて活用しながら、私たちの生活を支え、流域を取り巻く長期的な自然環境変化にも対応し、水系の自然環

境の保全や再生を行っていくという視点から、水系を賢くコントロールするための技術体系を確立していくことが望まれる。