

進化する堆砂対策技術と国際貢献

世界的にダムは新規建設の時代から持続的管理の時代に入っている。ダムの持続可能な管理の最大の課題は貯水池土砂管理であり、世界の最新事情を紹介するとともに、期待される日本の国際貢献について提言したい。ポイントは、1) 洪水時に環境適合する形で土砂を流す技術の確立、2) 土砂のモニタリング技術の確立、3) 土砂供給による下流河道の応答とメリットの予測技術の確立、の3点である。

1) 洪水時に環境適合する形で土砂を流す技術の確立

貯水池土砂管理は大別すると、流入土砂の軽減対策、流入土砂の通過対策、堆積土砂の排除対策に分けられる。このうち、堆積土砂を排除する「フラッシング排砂」は、黒部川水系出し平ダム・宇奈月ダムで行われているが、貯



第1回排砂バイパスワークショップにて(Greg Morris氏(Reservoir Sedimentation Handbookの著者)と筆者)

持続可能なための最大課題 貯水池土砂管理

京都大学 防災研究所 教授 角 哲也

水池内の堆積土砂を短時間で排出することに伴う環境負荷の最小化が継続課題である。

これに対して、流入土砂を洪水に合わせて通過させる方策が、より環境適合型の対策として注目される。これには、貯水池を迂回させる「排砂バイパス」、洪水時に貯水位をある程度低下させて流入土砂を通過させる「スルーシング」、さらに、貯水位を低下させることなく土砂を含む高濃度の流入水を底部放流管から放流する「密度流排出」がある。

排砂バイパスの実施事例は近年増加しており、天竜川上流の小浜ダムと松川ダムが運用開始目前である。また、スルーシングの代表事例は、現在再開発中の宮崎県の耳川ダム群(山須原・西郷・大内原ダム)であり、クレストゲートを改造することにより、台風時の土砂通過を実現させることが期待されている。なお、掘削は貯水池に堆積した土砂を排除する対策と位置付けられるが、ダム下流に工夫して置土し、洪水時に自然侵食させる(1回遅れの土砂通過)ことで、環境に適合する形で土砂を通過させる対策とみなすこともできる。

こうした日本の取り組みは世界から大いに注目されている。ことし4月末

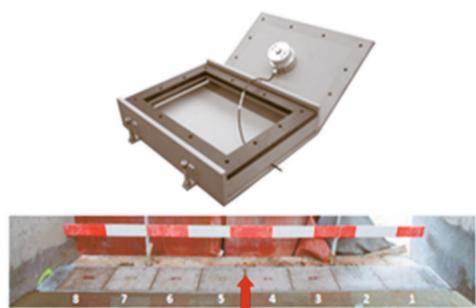
洪水に合わせた排砂対策増える

に、スイス連邦工科大学・チューリッヒ校において、「第1回排砂バイパスに関する国際ワークショップ」を開催した。世界で「排砂バイパス」技術をリードするのは日本とスイスであり、これに台湾が続いている。ワークショップでは、排砂バイパスの計画・設計・運用・維持管理などの総合的な観点からの現状技術の到達点と今後の課題と解決方策が議論された。特に重要なのはトンネルの摩耗対策であり、トンネルインバートの保護に高強度コンクリートを採用することで、砂れきによる摩耗損傷を大幅に減少できることが実証的に示された。

耳川のダム再開発もノルウェーで開催された国際大ダム会議で注目された。排砂バイパスは河床勾配が急な山岳貯水池に採用が限定されるが、このようなスルーシング手法は、大陸河川でも大いに参考になる取り組みである。耳川の事例では、大幅なダム改造工事が必要となっているが、建設当初から水位低下できる十分な規模のクレストゲートや底部放流管を設置しておくことが重要であり、例えば、メコン川で進められているダムの土砂管理のあり方にも大きなインパクトをもたらしている。

2) 土砂のモニタリング技術の確立

リアルタイム流砂観測技術の向上



スイス・Solisダムの排砂バイパスの吐け口と設置されているジオフォン



排砂バイパスのもつ1つの課題は、土砂収支の把握と操作の最適化である。2014年から運用が開始されたスイスのSolisダムでは、図に示すプレート型のジオフォンセンサーが設置され、バイパスを通過する土砂量のリアルタイム計測が開始されている。日本でも、砂防分野でパイプ型のマイクロフォン(ハイドロフォン)が開発されてきたが、長期的な耐久性を考慮して、同様なプレート型センサー

河床変動計算技術の進展

の開発と小浜ダムへの設置を進めており、流砂観測技術の分野でもスイスとの共同研究が重要である。

3) 土砂供給による下流河道の応答とメリットの予測技術の確立

ダムからの土砂排出を進めるためには、下流関係者の理解が不可欠である。そのためには、下流河道における土砂供給のメリットの整理と予測手法の開発が重要である。全国で実施されているダム直下への置き土の効果のモニタリングでは、河床材料の変化やアユの好む、れき表面の平滑化(クレンジング)効果程度までが議論されてきたが、今後は、さらに踏み込んで、土砂供給に伴う河道地形の変化予測とその受容(土砂堆積を過剰に問題化しない)が求められる。旭ダムでは、排砂バイパストンネルから排出された砂礫が、ダム下流の粗粒化・露岩化した河道の再生に大きく貢献しており、カリフォルニア州のトリニティ川では置き土(主に礫)によりサーモンの産卵環境の改善が進んでいる。土砂供給により、河道内の瀬淵構造や砂州の再生が実現できれば、流れ(水深・流速)の多様性のみならず、砂州への伏流による流下有機物や濁質のフィルタリングによる水質浄化効果や水温上昇の緩和効果などが期待される。こうした効果を高めるためには、土砂供給と洪水攪乱が重要であることの価値観の共有と、これを予測するための河床変動計算技術の進展が求められる。この分野でも日本の国際貢献が大いに期待されている。