

## 鋼製砂防構造物について⑧

## 景観設計

しま じょうじ  
嶋 文示(一財)砂防・地すべり技術センター  
砂防技術研究所 次長

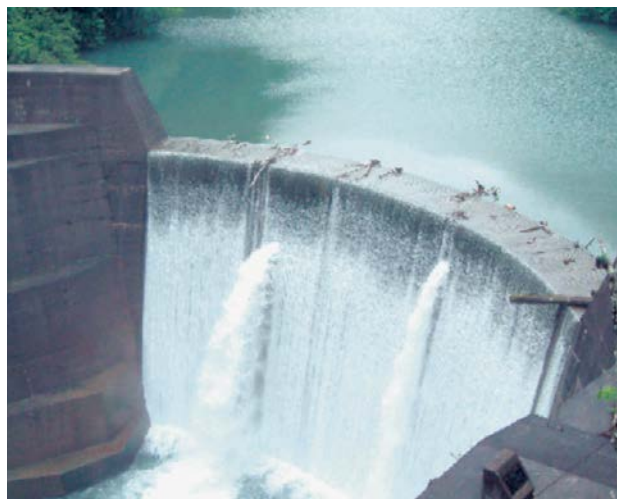
## 1. はじめに

砂防堰堤は山間部の自然環境の中に建設されますが、人工構造物であるため、しばしば自然環境の破壊の槍玉に挙げられる構造物の一つでもあります。この理由はコンクリートで構築されることが多く、「コンクリート＝自然破壊」といった短絡的な思考によるところが大きいのでしょうか。確かに工事中や完成直後には周辺の樹木は伐採され、地表面は掘削されて周辺環境を改変するわけですから、自然環境が壊されたと感じるのはある程度しょうがないと思います。

また、従来の砂防堰堤は不透過型の堰堤が一般的であり、溪流を遮断するように配置されているため、魚類や水棲生物の生息環境に影響を与えるとの懸念もあり、しばしば問題とされることも要因かと思いますが、これは、流れを妨げない透過型堰堤を採用することで回避できます。これらの改変は一過性のもので、時間の経過とともに掘削された箇所は自然回復しますし、土砂の流出抑制により新たに自然環境を創出する場合があります。植物だけでなく生物もその環境の変化に適応して生活環境に慣れていきますから、人が思っているほど、自然環境へのインパクトはないのではないのでしょうか。ここでは、自然環境と調和するための景観設計についてお話したいと思います。

## 1. 砂防の目指すべき景観形成

景観を考慮して設計しようとする、まず考えることは“構造物を樹木によって隠す”ことではないでしょうか。山間部の自然環境の中の人工構造物は違和感があり、これを目立たなくしようとして、人の目線と構造物の間に樹木を入れたり、植生によって表面を覆う、それができないなら化粧型枠や擬岩の型枠を使って出来るだけコンクリートの打ちっ放しを避ける、といったことはよく見受けられます。コンクリートの打ちっ放しは街中のお洒落なレストランでもよく見られ、それ自体が不快感を与えることはありません。それに実際の砂防堰堤を見ると、経年変化によって自然の石礫と大差ない色相と彩度に変化します。また最近では、鋼製の透過型堰堤のように、遠景を遮断しない堰堤も増えています。これまで砂防堰堤のような構造物の景観設計といえば、できるだけ目立たず周辺環境と調和するよう考えますが、ともすると隠そうといった発想に傾くきらいがあります。これはまったくおかしな話です。砂防堰堤はその地域に住む人々の命や財産を守るためにあります。それを隠そうとする発想はおかしいのであって、むしろこれがあるから私たちは安心して暮らせるんだと思われるデザインが好ましいと考えます。そうすることで、自然環境と調和しつつ、土砂災害に対しても安心を与える施設となることが、あるべき姿でしょう。「砂防美」という言葉があります。馴染むということと安心感は両立しうるものです。



## 2. 砂防美とは

平成17年国土交通省から発表された「砂防関係事業における景観形成ガイドライン」には、砂防施設が土砂災害を防止するという目的のもとに全国各地で建設され土砂災害防止の効果を上げていることに加え、山間部に位置することから自然景観を形成してきた経緯が述べられています。景観ガイドラインの基本方針は、「防災機能の確保」「時間軸の考慮」「地域の個性尊重」といった基本理念に基づき、施設の目的を具現化した形状としての機能美を尊重するとともに、周辺の地形や植生などに調和させ、防災機能が景観形成にも貢献していることを表現し、後世に残る「砂防美」として地域に定着させるものとしています。「砂防美」とは、「土砂災害から守られている」といった砂防本来の目的が、構造物の外形からも感じ取れる機能美のことである」と定義されています。上記のガイドラインは、土砂災害から人命および財産を守るといった安全に対する要求性能を前提として、自然景観と調和し、日本の国土の原風景としての砂防施設のあり方を示しており、これからの砂防施設を計画・設計していくうえで技術者が念頭におかねばならない留意事項が示されています。そこで、この景観形成のみならず、これから砂防施設を設計していくうえで重要と考えられる設計のあり方について考えてみたいと思います。

## 3. 砂防施設と自然景観の関係

現在の砂防施設は、鋼製透過型砂防堰堤も土石流対策として普及していますが、過去に遡れば、明治、大正、昭和の戦前にかけて、荒廃山地における土砂生産を抑制するための工法として山腹工が広く施工されていました。これらは、自然の回復力を生かして自然環境との調和を図りつつ、緑ゆたかな国土の復元に大きな役割を果たしてきたものと言えます。大正時代からコンクリート製の砂防堰堤が設置されるようになると、外力に強く施設規模を大きくすることができるため、土石流など甚大な土砂災害に結びつくような土砂移動現象に対して、直接土

石流のエネルギーに対峙できる構造物の建造が可能となりました。その後、昭和50年代以降、社会情勢の多様化によって、生態系の保全、自然との触れ合いなど、さまざまなニーズへの対応が求められるようになり、河川に調和する手法として魚道の設置等、生態系保全への取り組みが行われてきました。さらに、透過型砂防堰堤など流砂系の概念を取り入れた施設が積極的に採用され、現在に至っています。このようにハード対策も、「災害防除」と「自然環境との調和」という時代のニーズと新たな技術の開発に応じて変貌・改良がなされてきたと言えるでしょう。

### (1) 砂防施設が人々に与えるイメージ

土砂生産は地形を削り取る行為ですから、その後の地形は変化に富んだ景色をもたらし、結果的に風光明媚な地域は自然災害の多発地域にもなっています。例えば、渓谷は土砂がとどまることの困難さを演出し、これが自然の驚異とともに雄大さを印象づけています。また、河口付近では、堆積した土砂による流れがたおやかで、穏やかさを印象づけます。このため、景勝地の砂防堰堤はそこに住み土砂災害の危険に曝されている人には安心感を与え、時折都会から地方に来る人には自然の心地よさを阻害する物として映るのでしょうか。このような砂防堰堤から受けるイメージは、見る人が砂防堰堤の役割についてどれだけ理解しているかによっても大きく左右されます。

砂防施設は、元来土砂災害を防止する目的から、その形状に安心感を与える役割を持っています。砂防施設の代表として砂防堰堤を例に挙げると、砂防堰堤は自重によって土石流のような巨大な流れのエネルギーを受け止めるもので、重力式構造物として設計され、堰堤が地面にどっしりと構えられる台形形状を成しています。施設の大きさ自体は、多目的ダムや吊り橋といった土木構造物に比べ大きいわけではないですが、山間部に配置されるため、周辺地形や植生との相対関係から実物より大き





い印象を与えるのではないのでしょうか。特に、渓流中に横断構造物として構築されるため、流れを遮断していると映るのでしょう。この遮断のイメージが逆に土砂を食い止めるといったイメージを与えることも事実であり、安心感を与えるものと考えられます。しかしながら、環境とくに景観においては、自然景観中の人工構造物が突如として現れるため、違和感を持つ人もいるかもしれません。この悪いイメージを払拭するためには、砂防施設の役割を十分理解してもらうための啓発活動が不可欠です。砂防施設は、意識的に景観に配慮しなければ景観を損ねる異物質と捉えられる可能性があります。そこで、砂防施設自体が土砂災害を防いでいるといったことを見ただけで理解できるようなわかりやすい形状にする努力が必要だと考えます。

## (2) 基準の整備と材料の高度化

土砂災害の軽減を目的とした効率性を優先すれば、施設規模が大きくなる傾向にあります。砂防堰堤に良質な材料がない時代には、土砂をできるだけ減勢して安全に下流に流すため、許される限り施設を丁寧に配置してきましたが、山腹工や地形を利用した施設規模では、下流域の安全確保に時間が掛かります。このため、コンクリートや鋼材等の良質な材料を活用して施設規模を大きくすることで、下流域の安全確保を図るようになってきました。

また、技術基準が整備されるにしたがって、地域の特徴や成り立ちをあまり考慮せず、効率性を重視して事業が進んできた風潮も否定できません。つまり、基準の進化によって設計の労力とコストが大きく軽減され、全国各地で砂防施設が設置されるようになりました。またその反面、地域の歴史や生活形態、植生や地質に関わらず、同じ形状でできるだけ効率よく土砂整備できるように、地形に対して規模が大きくなったのも事実です。つ

まり、材料の品質向上や設計技法の画一化は、景観形成のうえではむしろ最上ではなくなってきました。

## 4. 機能美としての安心を表現する工夫

施設に対する要求性能が機能美として認識されるためには、シンプルで合理的な形状とすることが肝要です。自然環境において、砂防施設が数十年あるいは数百年そこに存在し続けることを想定すれば、奇をてらったデザインでは飽きられ、また風雪に耐えることも難しいでしょう。理想とするものはシンプルで機能的あり、見飽きないデザインにすることです。すなわち、時間の経過とともに劣化しない、むしろ質が高まるデザインが望ましい姿です。

砂防堰堤のように、河川・渓流の流れ方向を横断する構造物は特に、地形に逆らって介入する印象を与える可能性があります。その場合、設計意図（コンセプト）が明確にわかる形状にすること、つまり対象とする土砂移動現象に対して、力学的に安全であるという安心感を、人々に与えることが大切でしょう。

また、生き物の生息環境を保全できる工種を選択することも、自然環境に馴染んでいるという良い印象を与え、またその生き物の存在により、景観の評価がいっそう高まるものと考えます。

### (1) 施設の配置、規模

砂防施設は、周辺環境に定着して風景の骨格を形成することから、対象とする土砂移動現象に相応しい施設の組合せ、つまり、適切な工種を選定する必要があります。これは、周辺環境に違和感なく存在するような、施設の配置と規模にすることでもあります。例えば流路など元来自然のものは、地形改変を最小限に抑えるために、自然な地形に沿った施設規模で周囲地形との連続性を保つ工夫をしたり、視点場からの眺望は、植生によっ



て隠すのではなく、むしろ利用することで、周辺環境にとけ込む工夫をしたりする必要もあるでしょう。

## (2) 周辺地形に馴染むための努力

安易に地形を改変せず、周辺環境への影響が少ない工法を積極的に採用するなど、景観形成においては施設本体と同様に配慮が必要です。砂防施設は、長期間供用されることから、当初の設計意図が年月を経ても妥当であるか、また設計意図どおりに周辺環境に定着しているかを検証することも重要です。

周辺環境に馴染む材料を選定することも重要で、建設時点から将来の社会形態の変化にも備え、機能を維持しつつ時間経過による変化へも対応できるかが大切です。土砂災害の防止とともに、生態系を含めた自然環境にも配慮しなければならない砂防施設には、長寿命で風雪に耐えながら時間の経過とともに周辺環境に馴染んでいく形状および材料を選定することになります。現状では、コンクリート、鉄、ソイルセメントといった材料の特性を十分に活かして、効果的・効率的な使い方ができるような部位の機能を明確にし、これらの部位に最適な材料を選定することが求められるものと考えます。

## (3) 要求性能を明確にするために

具体的な設計過程において、これらの要求事項が、設計条件の中に過不足なく含まれているかを、客観的に判断することは難しいです。そこで、一人の設計者の独断に陥らないためには、“複数の目”で設計された図面などのアウトプットを吟味し、評価することが必要となります。高度な判断を要求される場合には委員会を設置して適宜対応することもあるでしょうが、ごく一般の設計では担当者・承認・照査といった会議形式ではない方法で対処しています。後者の方法では、いろいろな面から光を当てることが難しく、問題点が見過ごされる場合もあ

ります。ここでいう複数の目とは、計画・設計・施工など担当分野を異にする人や、砂防・地質・植物・構造など専門を異にする人を指し、これら複数の目で設計アウトプットを評価することで、チェックの抜けが抑えられます。必ずしも素晴らしいアイデアがでない可能性もありますが、致命的な欠点避けることはできるので、ぜひ実行して頂きたいものです。

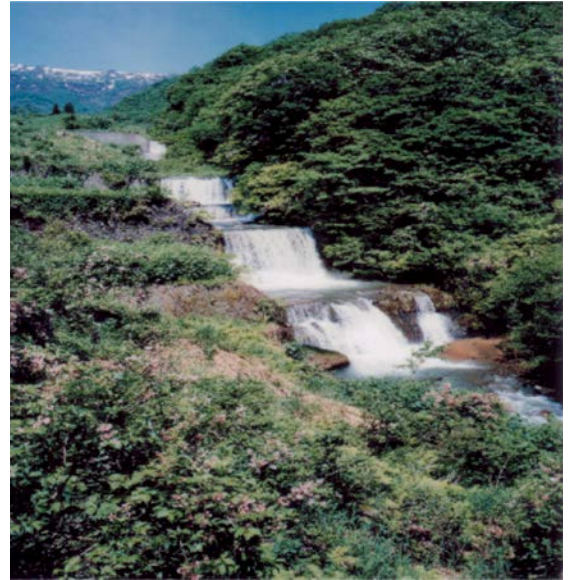
## 5. ハード対策の必要性

砂防施設は、土砂災害から人命や財産を守るという重要な役割を担っています。特に他の構造物と異なり、土石流のような平時には作用しない外力に対して安全かつ確実に機能することを要求されるわけですから、平時の状態で見ると構造物のスケール感が大きくなるのは仕方のないことと言えます。従前の方法では、全国各地に依然としてある土砂災害の危険にさらされている地域に、砂防施設が行き渡ることにはかなりの時間を要します。このため、ハード対策とソフト対策を効率よく組み合わせ、住民の「自分自身は自分で守ろう」といった意識改革など、これまで以上に取組みが必要です。しかしながら、これらのソフト対策が充実したからといって、ハード対策が不要になることはありません。ハード対策は危険な箇所を安全な箇所へと変換する有効な手段であり、地域内に安全な場所を確保することは、避難場所やそこに住む人々の安全を供出するエリアの確保を意味します。また、避難のための時間の確保も可能であることからソフト対策にも役立つでしょう。このため、ハード対策をより一層効率よく整備する必要があります。つまり、同じ機能で、より安価なハード対策を提供する必要があるということです。

今後、設計を行う上で低コスト化を実現するためにも、機能的で周辺環境と馴染んだ施設を志向することも、より丁寧なモノづくりにつながり、結果的に「砂防







美」を具現化することにもつながります。砂防施設の配置、規模を決める際は、周辺の植生や土地利用状況等、地形の特徴を十分に活かして周辺環境との調和を図り、これに加えて、過去の丁寧なモノづくりを再構築する今の技術力を持ってすれば、「環境と安全」、「安全とコスト」といった一見相反するもの同士を両立できるのではないのでしょうか。具体的には、過去の技法や設計思想をもう一度検証し、現在や将来に活かせるアイデアを抽出することが必要と考えます。ただし、土砂災害を防止することが大前提であることから、基準に示されている数値等の意味を十分理解し、安全性の確保、機能の発現といった施設に要求される性能は堅持したうえで、「砂防美」を構築する必要があります。このために、施設に要求される性能に対して、発現する機能が明確にわかる形状にする工夫と努力が必要です。例えば、河川の連続性が維持されていることがわかる透過型堰堤は、その好例でしょう。

## 6. 安全が生活の基盤

“1/fゆらぎ”という法則があります。これは自然界の、例えば音や風などの振動は、大きなものは発現回数が少なく、逆に小さなものは発現回数が多い。これらが重なり合うと人はこれに心地よさを感じる、というものです。これを砂防施設に当てはめてみましょう。

昔の砂防施設は、石など自然物を材料として利用していたため、大規模構造物を構築しにくい。このため、自然の地形に馴染ませるように施設を配置していくことで地形を大きく改変することなく、また仮に存在していても施設一つで対応せず、複数の施設の組合せによって土砂災害を低減させる努力をしています。結果的に、自然

に対して威圧感を与えることが少なくなり、人が見ても違和感を抱かなくなります。これらは、技術者の経験が大きくものをいったのでしょうが、現在でもやれることであります。砂防施設が周辺地形と違和感なく存在するためには、地形の特徴を十分に活用し、その場所に適した工種を選定し、施設の規模および配置を設定する工夫が求められます。それが結果的にはコストの縮減につながり、「砂防美」を表現した砂防施設が増えてくものと期待します。そして、それらの工夫に加えて、多くの人々、特に都会に住む人々に、土砂災害の実態とその防止対策の必要性を理解していただく一層の努力を傾けることが重要です。

日本に住んでいる限り、自然災害と無縁ではられません。大地震、大津波などは一生に一度経験するかどうかと思ってきましたがそうでもなさそうです。富士山大噴火など毎年のように話題になっていますが、東北の津波や熊本や神戸の地震など、誰も発生するまで話題になることはなかった災害が突然やってきます。人々の口に上らないのに、突如襲ってくるのが土砂災害です。台風時期になると「地盤が緩くなっています。土砂災害に警戒して下さい」というニュースは当たり前のように耳にします。その対策施設は今も昔も砂防施設です。道路と違ってあっても役に立っているのかわからないですが、いざとなったら本当にありがたいものです。山間部は過疎化が深刻な問題ですが、安心して暮らしていくための根幹はそこに住み続けたいと思える魅力が重要で、それを支えているのは安全であり、砂防堰堤はその安全を提供するとともに自然環境の保全と創出を提供するものです。普段は目立たないが無くてはならないもの、それが砂防施設です。