



第4回 「緑のゼミナール」開催パネルディスカッションⅠ 「溪流の周りの緑について考える」

砂防部

1. はじめに

平成12年10月31日に砂防会館別館シェーンバッハ・サボーにおいて「第4回緑のゼミナール」が開催された。緑のゼミナールは平成10年から毎年開催されており、当センターは開催機関の一つである。午前中は森俊勇建設省砂防部長が講演を行い、続いて、「里山の森林：その歴史と環境保全」と題して塚本良則東京農工大学名誉教授が講演を行った。午後からは、パネルディスカッションを2部に分けて、Ⅰ部では当センター主宰による「溪流の緑について考える」と題して話題提供及びパネルディスカッションが実施された。

パネルディスカッション（Ⅰ）では、今後の砂防林（または溪畔林）を活用した積極的な事業が促進されるように、行政、研究機関、民間企業の方々から広く議論していただくことを目的として実施された。

その内容としては、まず、中村太士教授（北海道大学大学院）からこれまでの研究成果等を踏まえて溪畔林の必要性について、話題を提供して頂いた。次に、長野県鳥居川を事例とした水と緑の生態学的保全・復元として福留脩文所長（株式会社西日本科学技術研究所）から紹介を頂き、同流域の溪畔林を活用した砂防計画として坂口哲夫課長（長野県土木部砂防課）から紹介頂いた。さらに溪畔林が土砂移動に与える影響の実験的研究として、仲野公章室長（土木研究所砂防部砂防研究室）から紹介頂いた。

これら話題提供を受けた後、話題提供者と大手桂二氏（京都府立大学名誉教授）のパネラーとコーディネイターとして池谷浩理事・砂防技術研究所長（財団法人砂防・地すべり技術センター）によるパネルディスカッションが行われた。（写真1参照）

第4回緑のゼミナールの参加者は官公庁職員や大学、コンサルタント等を含めて総勢377名であった。本稿は、パネルディスカッション（Ⅰ）における話題提供の概要及びパネルディスカッションの内容をとりまとめたものである。

2. なぜ溪流の周りに樹林帯が必要なのか

北海道大学大学院教授 中村太士

水辺の植生群落は、洪水・流路変動などの影響を受ける一方、日射遮断、リター供給、地下水脈による物質交換等を通じて河川の地形、水質、生物生息場の形成に多大な影響を与える。さらに、河川は山地源頭部から河口までつなぐ物質運搬経路であり、河川と植物群落の相互作用は河川の上流から下流に向かって変化し、流域斜面で発生した自然・人為的攪乱の影響は最終的に水辺域に集結する。結局、水辺域は陸域と水域の生態系を結ぶ接点に位置し、攪乱の波及など集水域全体の生態系を考える上で極めて重要な区域としてとらえることができる。ここでは成立した水辺林がいかなる生態的機能を果たすのかについて紹介する。

水辺林の日射遮断については、北海道苫小牧地方の落葉広葉樹林帯の調査結果によると、樹冠により河川水面が鬱閉されているところでは日最大日射量で1/4、日総量では1/7まで低下することが明らかになっている。山地小溪流における水面熱収支を考えた場合、収支項目の中で純放射量の占める割合が極めて高い。このため、水温変動は上流域で樹冠に覆われていない区間長を求めることにより、容易に回帰式で推定できる。

山地溪流におけるエネルギー収支を落葉広葉樹林帯で調査した結果を参考にすると、山地溪流において溪流外の山腹斜面から供給される有機物量は溶存態のものを含めると全体の99%以上にもものほり、リター供給は極めて重要なエネルギー源である。

朽ちて溪流内に倒れ込んだ倒木、さらに移動した流木は溪流の微地形形成、さらに溪流内の物質移動に重要な役割を果たしている。淵体積の約40%は倒流木によって形成されている。このような微地形変化に伴う淵形成は魚類生息場として注目され、倒流木の本数もしくは体積と魚類の種類や数の関係が研究されている。倒流木は淵の形成のみならずカバー構造にも影響する。カバーとは、障害物などの陰に



できる暗い場所や流れの遅い場所のことで、魚類の生息場所として重要な要素として知られている。米国の研究成果では倒流木量が増えると魚類の量が増える傾向を示し、倒流木が形成する環境は魚類生息場として欠かせない要素であると考えられている。日本における倒流木量とニジマスの関連の調査結果は、倒流木による淵形成とこれに伴うニジマス現存量の上昇を明らかにしている。

地下水脈と森林との相互作用として、間隙水域として注目を集めており、ハンノキ類など窒素固定を行うことができる樹種をつうじて栄養元素の交換、さらに水生生物の生息場提供など、地下水を通じて氾濫源の役割が注目されている。

河畔域の構造と機能を維持するためには、物質輸送の連続性を保証する上流と下流のつながり、森林と川のつながり、地表水と地下水脈とのつながり、川と地域のつながりを保持することが重要である。日本の川のほとんどは、この4つのつながりが遮断されているのが現状であることから、今後はこれらのつながりをいかに回復してゆくかが、今後の川づくりの基本理念となりうる。

3. 水と緑の生態学的保全・復元について

—鳥居川を事例として—

(株)西日本科学技術研究所所長 福留脩文

鳥居川において、砂防河川での生態学的な環境保全や、その復元に関する土木工法を検討した。ここでは、その過程で試みた護岸工、水制工および床固め工の新しい構造と、その役割について報告する。従来工法の生態学的な改善方法は以下の通りである。

- ①まず河川生態系の復元は、従来の固い直線の護岸によって形成される水辺環境でなく、護岸がない時のような多様な水辺環境に着目する。ここに、生態系の底辺を成す藻類や、水生昆虫が生育する入江水域を確保する。
- ②河道とその堤内との生態学的な連続性を保つため、河岸の脚部から法面にかけ、河床と河岸の材料および植生遷移の連続性を保てる護岸構造を目指す。

- ③平時の生態学的な地形特性は、平面的には低水流が形成する蛇行を、横断的には蛇行に応じた侵食および堆積地形を、そして縦断的には瀬や淵の連続する河道を再現する。

この方針を実現するため、本来の河川や砂防の工法である、護岸工、水制工および床固め工を基本構造とし、自然の野石で高石垣を築く日本の伝統工法を参考に改善を試みた。

(1)護岸工

護岸工の天端ラインは護岸の計画法線に準じ、根石から始まる裾部の構造に緩やかなアーチ構造とし、そこに入江状の水際空間を取り込むよう提案した。上流からの大きな外力を避けるために、アーチ支点から上流側の形状はその流れに沿わせ、下流側はそこに入江状の空間を作る形状とした。同時に巨石の構築法として、コンクリートを使った練り積みでも、横目地を直線に通す布積み様式を廃し、野石を波状形に積み上げていく方式を提案した。

(2)水制工

水制頭部周辺の河床洗掘を防ぐため設けられた根固めをやめ、頭部基礎構造は根入れを深くし、その周辺に若干の洗掘を許容して淵を形成させる構造とした。水制頭部の構造は、河床から1.5～2.0m深く床掘りし、波状積みの根石と築石で台座を作り、その中央部に現場で得られる最大級φ1.3～1.5m程の巨石を、天端石として落とし込むように据えた。胴部は河床から1.0メートル深く床掘りし、根石を配置して波状積みに石を組み、天端は0.5～1.0mの巨石仕上げとした。

(3)床固め工

その基本的な構造は、斜路工の河床に、半円アーチの頂点を上流に向けた石組みを施すものである。そして最終的な構造としては、半円下流側の2支点と頂部1箇所の3ポイントに、“力石”としての巨石を据え、その間にアーチリングの“輪石”を配置するものである。そして、すべての石材は控を上流側に向け、その尻部を河床より下に下げて、洪水や土石の流れに抵抗せず、逆にこれを安定方向にも使う構造とした。



4. 長野県鳥居川溪畔林を活用した砂防計画の一考察

長野県土木部砂防課長 坂口哲夫

長野県上水内郡信濃町黒姫地籍を流下する鳥居川は、流域面積49km²、河床勾配1/20～1/30の急流河川であり、平成7年7月の梅雨前線豪雨により溪岸侵食及び異常埋塞・氾濫の災害が発生し、現在、砂防工事が行われている。鳥居川においては、従前から有していた自然環境を復元させるため、生物相互のつながりが維持でき、特定の種（イワナ・ホタル等）の復元に固定せず生態系全般を見据えた新しい環境に対する概念により『川づくり』を試みている。

鳥居川における溪畔林の活用については、既存林の活用方式と河積拡大方式を採用し、水辺の自然環境への影響をできるだけ低減することとした。

(1) 既存林の活用方式

現況の河道を拡幅して流下能力を向上させるのではなく、遊砂地として位置づけ流水が乗り上げる計画とした。場の選定は、河積が狭く、樹林地へ乗り上げた流水が背後地へ氾濫しないような地形である区間とした。粗度係数については河道部を0.035、溪畔林部を0.1と設定した。縦断計画は砂防事業の全体計画を踏襲した。横断計画は現況河道幅を用いた。

計画上の注意点としては、溪畔林地内の土砂流出防止、溪畔林地内の排水処理(立枯れ防止)があげられる。

(2) 河積拡大方式

基本設計としては農業用取水堰は取り壊さず、砂防計画との整合を図ることとした。このため取水堰は左岸袖部を中洲として残し、その裏側を放水路的に新規開削を行うことで流下能力を向上させた。植生復元としては河積の拡大に伴い溪畔林の面積が減少するため、鳥居川の沿川に自然植生しているサワグルミ、ミズナラ、イヌコリヤナギ等を代償として復元することとした。縦断計画は砂防事業の全体計画を踏襲した。横断計画は拡幅部左岸側の法面は提内外地の動物及び植生の復元を考慮し、1:5の緩勾配とした。

今回の試みでは、既存林の活用方式及び河積拡大方式の双方ともに、計画高水位に余裕高を加えた範囲まで溪畔林として利用するものである。砂防施設として、よりよい水辺環境を復元・保全及び創造していくためには、水理学的妥当性の検証、環境面の検



討、砂防計画へ反映方法を整理していく必要がある。

5. 溪畔林が土砂移動に与える影響

建設省土木研究所砂防研究室長 仲野公章

溪畔林の重要性に対する認識が高まりつつあり、土木研究所においてこれまでに溪畔林に関する調査・研究を行っている。今回はその中から土砂移動に与える影響に着目した実験的研究として、①横工直上流の樹林帯の土砂堆積促進効果、②木本植生の溪岸侵食抑制効果、③溪畔林を保全するための流路整備手法（洪水流に対する整流効果）を紹介する。

(1) 横工直上流の樹林帯の土砂堆積促進効果

袖のある横工背後の樹林帯には土砂堆積促進効果があるが、高い効果が発揮されるのは横工から離れた位置であり、そこでは樹木占有面積率が高いことで効果を上げることができた。逆に横工にごく近い位置においては、樹林帯自身による土砂堆積促進効果はあまり発揮されなかった。よって袖のある横工背後の堆砂敷上にある樹林帯には土砂堆積促進効果があるが、それがよく発揮されるのは横工袖堰上げ範囲より上流側であると考えた。

(2) 木本植生の溪岸侵食抑制効果

溪岸上に木本植生があることによって侵食抑制効果は発揮されることが分かった。溪岸侵食土砂量を定量的に表現するために、下記式を仮定した。

$$\frac{q_e}{\sqrt{sgd^3}} = Dx' \tau_*^{5/2}$$

ここに、 q_e ：単位幅単位時間での溪岸侵食量、

s : 砂礫の水中比重、 g : 重力加速度、 d : 溪岸土砂の粒径、 Dx' : 溪岸侵食土砂量係数、 τ^* : 無次元掃流力である。

侵食抑制効果量としては樹林専有面積率が高くなると、溪岸侵食土砂量係数の値が小さくなることによって、溪岸侵食土砂量も小さくなることが分かった。

(3) 溪畔林を保全するための流路整備手法（洪水流に対する整流効果）

床固工群と溪畔林を組み合わせることによる、低水護岸を用いない流路整備の一手法の実現可能性を示すことができた。ただし、対象箇所が段丘等の河床との比高差を有する地形状況の場合には、側岸侵食は崖状に進行する可能性があり、溪畔林の安定性を確保するために今回検討した袖の長い床固工や部分的な護岸工を用いて侵食崖を形成させにくい流路構造としておき、また冠水頻度の高い範囲では流木

化を防ぐための人工構造物の整備も考える必要がある。

今回樹林帯が土砂移動に与える影響に関する実験的研究を三つ紹介した。これらの研究は、定量的評価がまだ不十分であるので引き続き検討を行うことが必要である。また得られた実験結果の現場での適用性についても考察しなければならないと考えている。

6. パネルディスカッション

パネルディスカッションの内容をまとめると、以下の通りであった。①計画・設計における現状の技術レベルと課題の確認、②モニタリングの必要性、③溪畔林の積極的展開の必要性、④緑を用いた工法の時間軸の議論、⑤横断的な緑の連続性、⑥現場技術者の心得（現場をしっかりと見ることが重要）、⑦地元の声を聞く仕組みを検討する。

（執筆担当：砂防部 榎木敏仁）