

Nakamura, T. 1992. New perspectives for improvement of riparian environment -- introduction of U.S. riparian ~~environment~~ management and application to Japanese landscape. Shirokubo (Jour. Japanese Erosion Control Society). 45(4): 15-21.

河川環境の改善に対する一つの指針 —米国西海岸での手法紹介と日本への適用—

New Perspectives for Improvement of Riparian Environment
—Introduction of U. S. Riparian Management and Application to Japanese Landscape—

中 村 太 士*
Futoshi NAKAMURA

Abstract

Originally Japanese Erosion Control Technologies (SABO) were designed for disaster prevention and landuse development. However, as general public concerns are widened from disaster prevention to protection of riparian environment in Japan, SABO works have received increasing criticism. We should recognize a coming new era in which SABO cannot be used in hazardous areas for the single purpose of erosion control without also protecting ecological values. The objective of this paper is to present new technical ideas to improve riparian environment as part of SABO. Four hierarchical spatial scales of consideration are proposed as a framework for managing riparian environment; two of these scales (landscape and channel unit) were not considered in old SABO planning. Each value, such as disaster prevention, maintenance of ecological dynamics, and habitat improvement, occurs at a distinctive scale in this hierarchical structure. The author believes a hierarchical concept is very helpful to arrange multi-values into a coherent structure of management for riparian environment.

1. はじめに

前報(中村, 1992 b)において筆者は、砂防における環境問題の整理と今後の課題を指摘した。さらに文献紹介もかねて、土地・生物・流水環境系の多様なつながりについて論じた。結局、環境問題における砂防の技術的中心課題は、このつながり(プロセス)をどこまで断ち切らずに計画を行うことができるか、さらにこれまでに失ったつながりをどこまで再生することができるかに収れんされる。本論では、この視点から河川環境改善に対する指針を提示するとともに、米国西海岸ですでに提案されている考え方、実施されている再生技術(Rehabilitation Work)を積極的に紹介する。土地利用、文化、気候が異なる以上、こうした考え方、技術をそのまま輸入することは難しい(Swanson et al., 1991)。しかし、ここで議論されている新しい視点は、今後の日本における河川環境改善を考える上で重要であると考えられる。

環境問題は土地利用問題と言いかえてよいほど、与えられた“場”をいかに利用するかが焦点となり、資源のとりえ方の違いによって利用形態は変化する(中村, 1992 a)。たとえば、かつての林学における森林資源の見方が

木材資源と同一視され、木材生産に最も都合の良い森林管理がなされていたのに対し、近年の森林資源の見方が土地資源、水資源、空間資源(レクリエーションも含む)へと移行することにより、自然保護も含めた利用形態が検討されはじめている。また、河川の利用形態も戦後の土地利用とともに治水から利水へと変化し、現在は水環境の時代と言われている(高橋, 1988)。“親水”という聞き慣れない言葉が定着しているのも、時代の要請といえる。

これまで砂防が対応してきた防災事業も、いわば国土開発の基盤整備事業であり、土地利用(人命保護も含めて)の観点からその必要性を認められてきたといっても過言ではない。本論で議論する環境問題に関しても同様であり、土地利用の視点と切り離して議論することは、単なる景観整備事業に終わる可能性をもつ。また、一般住民からの砂防事業に対する理解、さらには一般住民の責任分担を得るためにも、この視点を強調しなければならないと考える。以上の観点から本論では土地利用問題も含めて議論する。

研究対象とした流域は、米国オレゴン州 Willamette National Forest 内 western Cascades の東端に位置する Lookout Creek 流域である。流域面積は 6,400 ha、標高は 412 ~ 1,630 m である。標高の低い区域では

* 北海道大学農学部森林科学科

Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), western hemlock (*Tsuga heterophylla*), western red cedar (*Thuja plicata*) が顕著に認められ、高い標高に移行するにしたがい Pacific silver fir (*Abies amabilis*) が優占する。近年洪水もしくは土石流攪乱を受けた溪流では、red alder (*Alnus rubra*) の一斉林が卓越し、低い砂堆上にヤナギ類 (*Salix* spp.) が侵入している。安定した高い堆積面には Douglas-fir の針葉樹をはじめとして、big-leaf maple (*Acer macrophyllum*) 等の広葉樹高木が生育している。年降水量は 2,500 mm を超えるのが普通で、冬期に集中し (標高 1,000 m を超える地域では積雪に覆われる)、夏の雨量はきわめて少ないのが特徴である。

2. 河川環境問題の空間的ひろがり

線的構造としてとらえられやすい河川が、実際には時系列上できわめて多様な空間を有していることは、日本・外国の河川研究で使われる幅概念の多様性から推測できる。たとえば日本における河幅、溪流幅、谷幅、河道幅、河床幅、溪床幅、流水幅、流路幅、水面幅、堆積地幅、氾濫原幅など、米国における channel width, stream width, river width, river channel width, active channel width, valley floor width, bankfull width など様々である。それぞれの言葉は、研究対象とするひろがり、また洪水時・平常時など時間変化も含めて用いられており、河川環境は、こうした複雑な河川地形を基盤として構成されている。

さらに、流域的視点でとらえた生態学からみれば、斜面の変化は最終的に河川の変化となって波及する (中村, 1992 c)。たとえば、0 次オーダーの凹地に生育する林帯の伐採が崩壊の原因となり、崩壊土砂が土石流化して溪流を大規模に攪乱するなど、斜面変動は河床変動へとつながることがある。米国北西海岸の森林地帯では、河川生態系保護の観点から河川源頭部を崩壊ハザード区域に設定し、保安林として残す試みがなされている。また、斜面から河川への攪乱の波及問題は、cumulative effects もしくは downstream effects と呼ばれており (Grant et al., 1984), 1969 年の National Environmental Policy Act (NEPA) が通過して以来、連邦政府の資源管理者は、この問題に関し検討することが義務づけられている。

Cumulative effects と考えられるような事例は、日本でもすでに多く起こっている。端的な事例は、沖縄の森林開発に伴う赤土流出であり、この問題は流域にとどまらず、珊瑚礁の死滅という海域問題にまで発達している。また北海道では、漁業との関連で森林伐採とこれに伴う細粒土砂流出が訴訟問題にまで発展している。

結局、陸上の生態系 (terrestrial ecosystem) と河川さ

らに海域沿岸の生態系 (aquatic ecosystem) はつながっており、河川のみを切り離して議論してもこの問題を解決することはできない。したがって、河川環境問題をとらえるための空間的ひろがりには河川周辺のみならず、斜面・河川・沿岸まで含めた系として考えるべきである。そして、砂防がこれらの問題に対処するためには、場のスケール (たとえば、ha: 林班, km²: 小流域, 10 km²: 中流域, 100 km²: 大流域もしくは景域など) に応じた計画指針をもつ必要があり、さらにこれらをつなげた形で議論していかなければならない。こうした考え方は河畔林ゾーン (riparian zone) を対象に Gregory and Ashkenas (1990) により提示されており、筆者もこの考え方が重要であるとする (中村, 1989)。本論においてもスケール論を軸に議論をすすめることにする。

3. 階層的河川環境区分と計画指針

砂防における水系一貫の考え方、さらに河川生態学における River Continuum Concept (Vannote et al., 1980) は、土砂管理のみならず河川環境を上流から下流までのつながりとして考えていくうえで重要である。技術的対応を考える際、各地点ごとの内容検討はもちろん必要であるが、さらに重要な点は各地点間の関連性であり、流域全体のつながりである。また、河川環境を形成する土地、生物、流水環境系の構成要因は、異なる空間スケールに属しながら上流から下流まで多様に変化しており、スケールに応じた階層的河川環境区分が必要になる。

河川に関する階層区分は、すでに Frissell et al. (1986), Swanson et al. (1989) 等によって提案されている。本論ではこれらの考え方を参考にし、図-1 に示した四つのレベルで河川環境を考える。

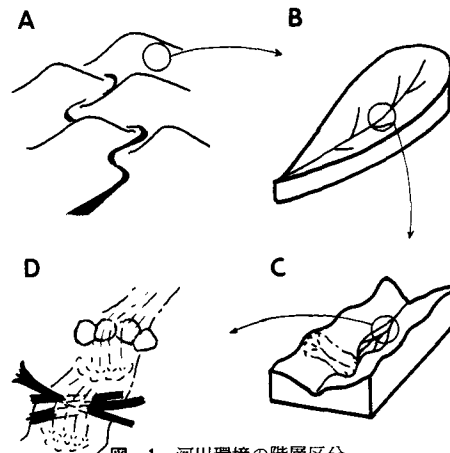


図-1 河川環境の階層区分

A: 景域, B: 流域, C: 区間, D: 微地形

Fig. 1 Hierarchical classification of river environment

A: landscape, B: basin, C: section or reach,

D: channel unit

河川環境を考える場合のもっとも広域的なスケールは、100 km² オーダーの景域的 (landscape) 視点である。流域 (basin) のさらに上位に景域的視点を考える理由は、土地利用形態とそれを結ぶ道路網など、流域を横断する林地開発さらに輸送路の配置が河川・海域沿岸環境に与える影響が大きいこと、また大型ほ乳類・鳥類など流域を横断して河畔林ゾーンを利用する生物の保護を考えるにあたっては、どうしても景域的視点から河川環境を考えていかなければならないためである。砂防にとっても一つの新しい視点は、もっとも小スケール (m² オーダー) の河川環境である微地形的視点であろう。水生昆虫・魚類など河川生物相の生息場を考える際きわめて重要な空間スケールであり (中村, 1992), この視点からアプローチされた研究はきわめて少ない (Takahashi, 1990)。

先に述べたように、環境問題における砂防の技術的中心課題は、環境系構成要因のつながり維持であり、そのためには、自然現象のプロセス (ダイナミクス) が維持されなければならない。頑強で耐久年数の長い構造物の設置は、これより短い時間スケールで変化する現象を規制する (中村, 1989)。したがって、プロセス維持の観点からは、対象 (目的) とする自然現象の時間スケールに応じた構造物の耐久性を設定するのが妥当であり、短い時間単位で流送・埋没されることを前提条件とした構造物設置も考えていかなければならない。この考え方において、構造物流送・埋没は失敗事例ではなく、自然撓乱 (流路変動、河床変動等) を許容する成功事例として解釈される。しかし、土地利用とそれに伴う河川災害を考えると、こうした変動の許容性、構造物の柔軟性についても限界があり、スケールに応じた検討が必要になる。

筆者は、構造物の安定性をもっとも要求されるスケールは流域レベル (km²–10 km²) であると考え、これより広域なスケールで発生する自然災害に対し、現在の砂防が技術的に対応することはほぼ不可能である。また、これより狭い領域で発生する自然撓乱に対しては、景域・流域全体で処理することを考慮すれば変動を許容することが可能であり、柔軟な構造物設置を考えることができる。結局、景域的視点では土地利用とこれを結ぶ道路網の配置が中心的課題になり、長時間スケール (数百年) で河川環境の維持を考えていかなければならない。数百年単位で考えることは、将来の“不確実性”の問題も含み、現実的にはきわめて難しい。したがって実際にできることは、次の時代の多様な要請に対応できる河川環境をより多く残す以外にはないと考え、流域的視点では、数十年から百年単位で発生する土砂災害からの安全確保が中心課題としてあげられ、河川環境の分断を最小限におさえる施設計画を考えなければならない。

区間的視点では、土地・生物・流水環境系のつながり維持が中心課題としてすえられ、耐久年数の短い (10 年から数十年) ソフト構造物を考える。微地形的視点における中心課題は、小型ほ乳類、両生類、鳥類、魚類、水生昆虫などの生息場造成 (habitat development) である。実際的には、階層的にこれより上位の河川環境が維持されれば、このスケールにおける生息場は自然に形成されるものと思われるが、ここでは上位レベルの技術的対応が土地利用等の制約から難しく、まず生息場造成をすすめるなければならない場合を考える。微地形レベルにおいて、いくら頑強な構造物を設置しても、数年単位で発生する溪床変動により埋没・破壊を受けることは必須で、可塑性に富む耐久年数の短い (数年程度) 構造物を考える必要がある (表-1)。

表-1 階層的河川環境区分と計画指針
Table 1 Guideline for riparian management

階層区分	空間スケール	計画指針の時間スケール	指 針	検討内容
景 域	100 km ²	数百年	土地利用と河川環境のつながり検討	土地利用と道路網の配置 自然保護地区と河畔林ゾーンの配置
流 域	km ² –10 km ²	50–100 年	流域河川環境の分断を最小限におさえる 防災施設配置計画	土砂・流木災害と防災対策 防災構造物の配置 河畔林ゾーンの流域分布
区 間	ha–km ²	10 年–数十年	土地・生物・流水環境系のつながり維持	防災構造物の構造 河畔林造成 河畔林幅の検討 防災空間の平常時利用 景観問題
微地形	m ²	数年	河川生物生息場造成	生息場の構造・配置

4. 技術的可能性

これから述べる技術的可能性はあくまで可能性であり、土地利用の高密度に発達した地域と、比較的まだ土地利用に余裕が残されている地域では、実現の可能性は大きく異なる。また、ここで述べる以外にも新しい技術的可能性は多々あると思われる。今後の議論のたたき台を提供する意味で、先の河川環境の階層区分にしたがい、実例・試案を含めて紹介する。

階層区分において、小空間スケール要因は大空間スケール要因の部分で構成しており、紹介する際、小スケールから大スケールへ拡大する方が理解しやすいと思われる。そこで本章では、微地形的視点から順に述べることにする。また、検討内容のいくつかは、複数階層にまたがる可能性があり、明確に境界線を引くことは難しい。その意味から、以下の階層区分は、筆者が整理した一事例として理解していただきたい。

4.1 微地形的視点(channel unit: m² オーダー)

この視点における中心課題は生息場形成であり、近年米国北西海岸の溪流でさかんに実施されている。一つの事例は大礫・倒木の溪流内投入により、人工的にブル・ステップ、複雑な流速分布、落葉落枝・流木の貯留箇所



写真-1 大礫による魚類生息場の造成
Photo 1 Habitat improvement by boulders



写真-2 倒木による魚類生息場の造成
Photo 2 Habitat improvement by coarse woody debris

等を造成するもので、主として魚類の生息場形成を目的としている(写真-1, 2)。この他にも同様の目的で、ダイナマイトにより岩盤溪床に凹地を形成する手法、蛇籠を使用する例など多々認められる。稚魚の多くが、流路と砂堆の境界に形成される流速の遅い edge-habitat に生息していることが、近年の調査によって明らかにされており、成魚の必要とするプール造成のみならず、edge-habitat の造成も考えていかなければならない。さらにこうした流速の遅い edge は、落葉落枝の貯留箇所でもある。

微地形の視点からみて、現存する大礫・流木は habitat 形成の重要な資源であり、そのままの形で利用し、災害源としての大礫・流木処理は、流域的視点において検討することが基本になる。現在米国で行われている工法のほとんどは、大礫・流木をボルトもしくはワイヤーで固定しているが、その是非に関しては議論の段階である。固定する理由は、長期的滞留効果を期待するため、さらに流木災害を防止するためである。しかし、河道内流木の多くは、増水時流水表面に浮き上がり減水時もの場所に落ち着くことが自動写真撮影によりわかっており、ワイヤーによる固定はその柔軟性を奪い、かえって破壊しやすくなることが報告されている。筆者は、土地利用、自然地形条件からやむを得ない場合を除いて、大礫・流木は固定せず、災害処理は流域的視点から検討すべきであると考え。溪床に点在する大礫・流木をひとつひとつ固定することは、時間的にも経済的にも不可能であり、河川生態系のプロセス維持の観点からも問題がある。

4.2 区間的視点(section or reach: ha-km²オーダー)

区間的視点の中心課題は、土地・生物・流水環境系のつながり維持であり、先の微地形的視点で論じた habitat 造成の基盤条件をつくる。また、次の流域的視点で配置される防災空間の平常時利用を考えるのもこのスケ-

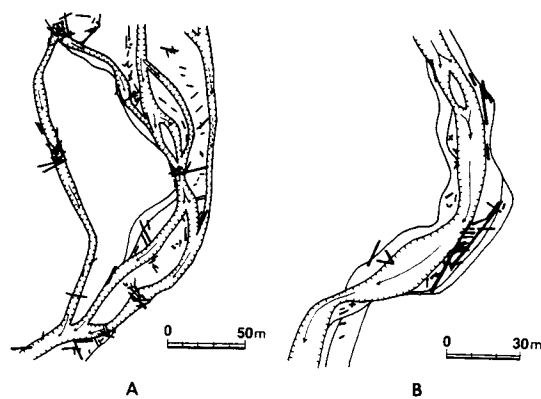


図-2 流木滞留状況

A: 拡幅部, B: 曲流部

Fig. 2 Distribution of coarse woody debris
A: unconstrained reach, B: sinuous reach

ルであり、現在活発に議論されている景観問題もここで検討するのが妥当であろう。

溪流拡幅部は、山地溪流における特殊な開放区間であり、土砂・流木滞留、2次流路の発達(図-2(A)), 多様(樹種、樹齡、構造)な森林モザイク分布(岡村・中村, 1989)、水温上昇、高い1次生産力、多様な生息場など多くの特徴をもつ。基本的には、こうした特徴を保持・造成する工法が選択されなければならない。

これまでの砂防では、床固工水通しにより流路は中央部に規制されてきたが、河川環境を考えた砂防の視点では、防災空間内の流路変動を許容する視点が必要になる。すなわち、2次流路の発達、森林のモザイク分布をきまたげない工法を考えなければならない、水通し・袖部のない低ダム群工法(東, 1982)も一つの改良案である。

河畔林の発達する拡幅部の地下水網はきわめて複雑であり、近年 hyporheic zone として注目されている(Sedell et al., 1990)。この地下水網を通じて、河畔の森林と流水さらに斜面生態系は密接に結びついており、低

水時・高水時、現流路・副流路によって相互の物質交換は変化する。3面張り流路工に代表される構造は、こうした地下水を通じての斜面と河畔のつながり、河畔林と流水環境系のつながりを断つ可能性があり、環境的視点からは、構造の改良を考えていかなければならない。

区間的視点で考えていかなければならないもう一つの点は、河畔林ゾーンの幅の検討である。これまでの植物生態学において議論されている河畔林ゾーンの多くは、土壌水分、植生タイプによって区分されており、土地・生物・流水環境系のつながりによって定義されていない。その中で Meehan et al. (1977), Gregory et al. (1989) によって示された定義は、生態的機能に応じた区分が示されており、目的に応じた技術的対応を考える際非常に有意義である (図-3)。これによると、河畔林ゾーンは、日射遮断効果 (shading influence)、流木供給 (source of large organic debris)、落葉落枝供給 (source of fine litter) 等の機能によって変化し、管理目標に応じて河畔林ゾーンの幅は変化するようになる。

米国北西海岸では、流木供給源になる河畔林帯を、red alder から針葉樹に改変する植林が実施されている。これは、広葉樹の流木が腐朽しやすいのに対して、針葉樹の流木は腐朽しにくく、大径の針葉樹は長期間安定した生息場を提供するためである。この方法は、魚類生息場形成としての流木機能のみに注目しており、是非に関しては議論のあるところである。

日本においては、近年の土地利用に伴う森林伐採の結果、河畔林周辺に多様な母樹集団が存在しないことが多く、現存する河畔林のなかには先駆性のヤナギ・ハンノキ類によってかろうじてその林帯を保持している場所も

少なくない (岡村・中村, 1989)。こうした場所に多様な樹種を保持し、複雑なモザイク分布を示す林帯を造成するのはそれほどたやすくなく、ハード構造物の構造とあわせて、植生復元技術を検討していかなければならない。

必要に応じて小規模貯水池導入を考えて行くのもこのスケールであろう。小規模貯水池は水温・水質を調節し、流水環境に変化を与え、ある種の動物相に必要な生活環境を提供する。管理目標に応じた検討が必要である。

4.3 流域的視点 (basin: km^2 — 10 km^2 オーダー)

砂防構造物の流域配置を考えていかなければならないのは、このスケールである。次の景域的視点で述べる土地利用開発と道路網の配備に伴い、発生する可能性のある河川環境問題を処理するのもこのスケールであろう。森林地の代表的土地利用形態は林業であるが、近年ではリゾート開発 (スキー場、ゴルフ場等) も大規模な土地改革を伴う林地利用形態としてあげることができる。したがって、砂防が早急に検討しなければならない問題は、こうした土地利用・土地改変に伴う土砂生産・流送と河川環境への影響評価である。

研究対象流域で行った調査によれば、斜面崩壊の26%は森林皆伐区から発生している。単位面積当りの発生率で皆伐区と森林区を比較すると、皆伐区で2.9箇所/ km^2 、森林区で0.6箇所/ km^2 になり、皆伐区は森林区のほぼ5倍に達する。崩壊の多くは流域源頭部の凹地に発生するため、崩土の多くは河畔林ゾーンに集積し、その後の攪乱材料になる。皆伐に伴う崩壊発生頻度の拡大については、日本でもすでに多くの研究事例がある (たとえば藤原, 1970)。

林道の問題点は、斜面水脈の切断・他流域からの流水集中をうながし、斜面 (のり面とくに盛土) 崩壊さらに土石流を発生させる危険性が高いことである。筆者が研究対象流域で行った調査によれば、137例の崩壊のうち71例の崩壊が林道に関連して発生しており、全体の52%に及ぶ。また、斜面崩壊から土石流に発達した26事例のうち、林道区関連は14例を占め、全体の54%におよぶ。土石流は、1次~4次程度の溪流における代表的な溪流攪乱様式であり、一旦破壊を受けた河畔林ゾーンが回復するまでには長時間を要する。

こうした、林地利用にともなう土砂流出が河川環境にあたえる影響に関しては、米国西海岸において活発に議論されており (Salo and Cundy eds., 1987)、日本の研究事例がきわめて少ないのが現状である。森林伐採と道路網整備が資源利用・管理面から必要であることに異存はない。問題はその配置の仕方、建設・管理の仕方であり、河川環境の保護を考えるならば、土地利用と合わせて流域さらに景域レベルから議論されなければならない。

前報 (中村, 1992b) で述べたように、河川生態系を維

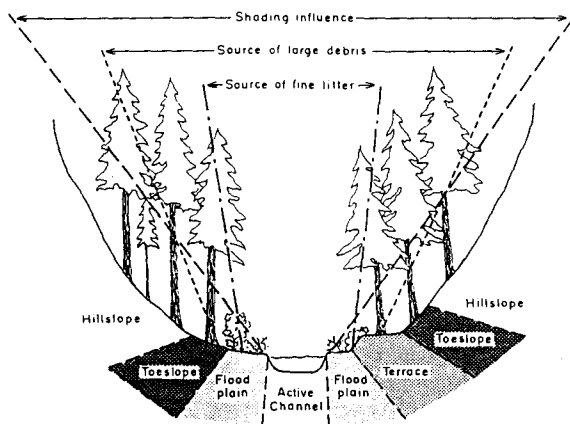


図-3 機能に応じた河畔林ゾーン区分 (Meehan et al., 1977 に加筆した Gregory et al., 1989 から引用)

Fig. 3 Riparian zone defined in terms of zones of influence of streamside vegetation on stream ecosystem (Gregory et al., 1989 modified from Meehan et al., 1977)

持するためには、多岐にわたる生物と物理的環境の相互作用を許容する平面的ひろがりが必要であり、河畔林造成も含めて考えると、土地利用・地形の許す限り遊砂地の配置が望ましい。この考え方は岡村(1991)の提案する近自然河川ゾーンの考え方と同じであり、土砂災害防止の視点からは中村(1988)によって提案されている。基本的には、土砂・流木滞留空間である溪流拡幅部を利用することであり、自然地形に合わせた配置を考える。こうした平面的構造物の築造がむずかしい場合、垂直構造物をつくるのはやむをえないが、スリットダムのような上流と下流のつながりを保持する可能性のある構造物を考えていくべきである。

溪流曲流部利用も同様に重要である。生態的に必要な流木も防災的観点からは災害材料であり、流木処理を流域の視点から考えていかなければならない。研究対象流域で行った調査によれば、自然河川に分布する流木の多くは、拡幅部もしくは曲流部外側(攻撃側)に集中して滞留しており(図-2)、遊砂地以外に曲流部外側に流木ポケットを造成することにより、多くの流木を処理することができると思われる。

区間的視点で定義された河畔林ゾーンは、流域河川生態の特徴である水系一貫の考え方から、連続して設定することが基本になる。とりわけ、溪流幅に対して河畔林樹高が相対的に高い上流部において、河畔林ゾーンの影響は甚大であり、水流次数に応じた検討も流域的視点から考えていかなければならない。

4.4 景域的視点(landscape: 100 km² オーダー)

土地利用開発とこれを結ぶ道路網の整備は、景域視点から考えていかなければならない最も重要な問題である。また、林業等の土地利用形態とそのサイズ・分布を検討することは、同時に自然保護区をどのサイズでいかに残すかを検討することにつながり、保護区をむすぶ河畔林ゾーンの役割も認識しなければならない。

日本のみならず米国においても、河畔の森林は流域全体のなかでもっとも容易に近づくことができる木材資源であり、沢筋林道の拡大とともに姿を消していった。「河畔の森林が河川の生態系を維持する上できわめて重要な役割を果たしている」という認識が米国において定着したのは近年のことである。これにより、今日見られる米国北西海岸の林道の多くは尾根林道になり(写真-3)、河畔林ゾーンを保護するため伐採木をワイヤーで尾根まで引き上げるような作業が行われている。

河畔林ゾーンは魚類はもちろんのこと、鳥類、ある種の動物相にとって移動路(corridor)として機能することが知られている(Forman and Godron, 1986)。こうした河畔通路は、人工的土地利用のため地域に分散、孤立した生息場(たとえば天然林)をつなぐ役目を果たして

おり、景域レベルの生態系プロセス維持の観点からきわめて重要である。

結局、景域的視点から議論されなければならない点は、土地利用域と自然保護域の分布さらに土地利用域をつなぐ道路網と保護域をつなぐ河畔林 corridor の保護・整備である。これまでの研究結果から考えて、山岳地の土地利用をつなぐ道路は、直接的影響のもっとも少ない尾根筋を基本とし、保護域をつなぐ河畔林ゾーンの整備が必要である。一方、日本における多くの保護区は尾根部に残されており、河畔林ゾーンでつなぐことが難しいのが現状である。今後は、沢沿いと連結した保護区設定を考え、木材資源利用としての林地は、河畔から離れた地域を考えていかなければならない。

こうした土地利用を含めた考え方は、現在の砂防の領



写真-3 オレゴン州尾根林道の一事例

Photo 3 One example of forest road built on ridge top

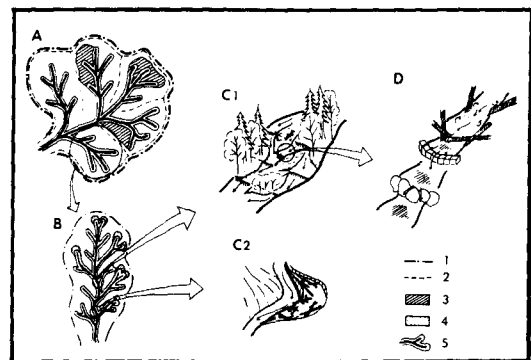


図-4 階層区分に応じた砂防環境整備計画案

A: 景域的視点, B: 流域的視点, C1, C2: 区間的視点, D: 微地形的視点, 1: 大流域分水嶺, 2: 道路, 3: 保護区, 4: 崩壊危険区, 5: 河川環境ゾーン

Fig. 4 Management of riparian zone based on the hierarchical classification

A: landscape perspective, B: basin perspective, C1, C2: section perspective, D: channel unit perspective, 1: drainage divide of large watershed, 2: forest road, 3: preserved area, 4: landslide hazard area, 5: riparian zone

域を逸脱しているかもしれない。しかし、土地利用問題は今後野外科学の多くの分野が議論していかなければならない問題であり、砂防もその一翼を担う必要がある(中村, 1992 a)。長期的視野に立った景域計画の中で、河川環境問題を位置づける必要がある。

以上の考え方を図によって整理すると図-4 になる。単一目的論ではない環境問題、土地利用問題を解決するためには、スケールに応じた問題点の整理、技術的対応が必要である。

5. おわりに

これまでの砂防計画は、階層的には流域的視点と区間的視点から考えられ、河川土砂流送の人工的整備を強調して事業が実施されてきた。ここに示した新しい砂防の視点は、このスケールを越える景域的視点、さらに細かい微地形的視点であり、砂防技術は土地・生物・流水環境系のつながりを保ち、人間の土地利用を保障する基盤整備としてとらえられる。したがって、多くの問題点は砂防と他分野の境界領域に属しており、本来の意味での interdisciplinary なアプローチが必要になる。近年生態学のみならず多くの分野から注目を集めている landscape ecology もその一つであり、スケール問題が活発に議論されているのは興味深い。

結局、砂防が土砂管理のみの視点から独自に砂防事業を進めていける時代は終わった(小橋, 1991) のであり、他分野の研究者とも活発に議論できる場をつくっていかねばならないと思う。

最後に、本論文を書くにあたり、多くの示唆・資料を提供していただいた USDA Forest Service PNW Station の Frederick J. Swanson 博士、さらに初稿に対して多くの問題点を指摘していただいた北海道大学農学部新谷融博士、北海道工業大学岡村俊邦博士、北海道林業試験場柳井清治博士、森林総合研究所北海道支所坂本知己博士の諸氏に感謝の意を表する。

本研究は、日本学術振興会が実施している海外特別研究員派遣事業により実施されたものであることを付記する。

引用文献

- Forman, R. T. T. and M. Godron (1986): Landscape Ecology. John Wiley & Sons, pp. 146-153.
- Frissell, C. A., W. J. Liss, C. E. Warren and M. D. Hurley (1986): A hierarchical framework for stream habitat classification-Viewing streams in a watershed context. *Envir. Management*, 10-2, pp. 199-214
- 藤原澁一郎 (1970): 航空写真による林地崩壊に関する研究, 北海道大学農学部演習林研究報告, 27-2, pp. 297-346
- Grant, G. E., M. J. Grozier and F. J. Swanson (1984): An approach to evaluating off-site effects of timber harvest activities on channel morphology. In *Proc. Sympo. on the effects of forest and land use on erosion and slope stability*, Honolulu, Hawaii, 177-186.
- Gregory, S. V., G. A. Lamberti and K. M. S. Moore (1989): Influences of valley floor landforms on stream ecosystems. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-110, pp. 3-8.
- Gregory, S. V. and L. R. Ashkenas (1990): Riparian Management Guide. Willamette National Forest USDA Forest Service PNW Region, 120p
- 東 三郎 (1982): 低ダム群工法. 北大図書刊行会, 387 p
- 小橋登治 (1991): 地球環境保全, 国際協力, ……そして砂防学—21 世紀の砂防学への議論を—, 新砂防, 172, pp. 1-2
- Meehan, W. R., F. J. Swanson and J. R. Sedell (1977): Influences of riparian vegetation on aquatic ecosystem with particular references to salmoid fishes and their food supply. In *Proc. Sympo. Importance, preservation and management of riparian habitat*, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RM-43, pp. 137-145.
- 中村太士 (1988): 河川の動態解析に関する砂防学的研究, 北海道大学農学部演習林研究報告, 45-2, pp. 301-369
- 中村太士 (1989): 野外科学におけるスケール論—時空間問題の整理—, 北海道大学農学部演習林研究報告, 46-2, pp. 287-313
- 中村太士 (1992 a): 土地利用政策と林学の役割, 森林科学, 5, pp. 5-10
- 中村太士 (1992 b): 環境問題に対する砂防の視点と今後の課題, 新砂防, 182, pp. 29-37
- 中村太士 (1992 c): 流域スケールにおける森林擾乱の波及—森林動態論における流域的視点の重要性—, 生物科学(岩波書店), 44-3, pp. 128-140
- 岡村俊邦 (1991): 近自然河川ゾーンの提案, 新砂防, 173, 38-40
- 岡村俊邦・中村太士 (1989): 自然河川の流路変動と河川環境に関する砂防学的研究, 水利科学, 185, pp. 32-53
- Salo, E. O. and T. W. Cundy eds. (1987): Streamside management: Forestry and fishery interaction. University of Washington, Institute of Forest Resources, Contribution No. 57, 471 p.
- Sedell, J. R., G. H. Reeves, F. R. Hauer, J. A. Stanford and C. P. Hawkins (1990): Role of refugia in recovery from disturbance: Modern fragmented and disconnected river systems. *Envir. Management*, 14-5, pp. 711-724
- Swanson, F. J., J. F. Franklin and J. R. Sedell (1990): Landscape patterns, disturbance, and management in the Pacific Northwest, U.S.A. In *Changing Landscape: An Ecological Perspective* (Zonneveld, I. S. and R. T. T. Forman, eds.), Springer-Verlag, pp. 191-213
- Swanson, F. J., F. Nakamura and G. Grant (1991): The settings of erosion research and management in Japan and the western U. S. In *Proc. Japan-U. S. Workshop on Snow Avalanche, Landslide, Debris Flow Prediction and Control*, pp. 517-521
- Takahashi Goichiro (1990): A Study on riffle-pool concept. *Trans. Jpn. Geomorph. Union*, 11-4, pp. 319-336
- 高橋 裕 (1988): 都市と水, 岩波書店, 東京, 215 p.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell and C. E. Cushing (1980): The river continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37, pp. 130-137

(原稿受理日 平成3年10月15日)