

砂防溪流における河床変動と水生生物の生息環境との関係

(財) 砂防・地すべり技術センター ○榎木敏仁、松井宗廣

(株) 建設技術研究所 金野崇史、井上創

1 はじめに

近年、公共事業において自然環境との調和が一つのテーマとなり、事業ごとに、いかに事業目的と自然環境とを調和させていくかの検討がなされている。地域を土砂災害から守るとともに地域の活性化を支援する砂防事業も例外でなく、溪流や山腹における砂防工事において自然環境との調和を図ってきたところである。山地溪流はその特性として急勾配でかつ出水頻度が高いという水理条件を有しており、より詳細な水環境への影響の実態把握は必要不可欠となっている。

本研究では、山地溪流の河床状況と河川生態系、特に魚類の生息環境との関係を明確にすることにより、今後の砂防事業として実施すべき対策を示すことを目的とする。本稿では愛媛県重信川流域における砂防施設配置区間と自然河道区間において、魚類に着目して、生物の生息状況と場の情報(物理環境・水理量・植生等)を定量的・定性的に関連づけるため調査・分析を実施したので、報告する。

2 調査範囲及び調査内容

2.1 調査範囲

調査流域は、砂防施設の有無による違いを比較するために、自然河道区間として愛媛県重信川流域上流域(以下、「重信川」という)を、砂防施設配置区間として表川支川井内川(以下、「井内川」という)を選定した。調査対象区間下流端までの重信川流域面積は約 30km²、井内川流域面積は約 16km²である。調査区間は重信川で A~C 区間、井内川で D~F 区間の 3 区間ずつ設定した。また、それぞれの区間において、調査対象となる淵(または浅い淵状の区間)を各々 2~7 地点(合計 31 地点)を選定し、それらの直上流の瀬(早瀬・平瀬)と併せて調査地点を選定した。

2.2 調査実施日及び調査内容

調査は 2005 年 12 月、2006 年 6、11 月の計 3 回実施した。

物理環境・水理量等調査項目は、各区間において、測量(横断・縦断)、簡易的な平面調査、平常時の川幅・水深・流速、河床材料(目視による最大粒径・代表粒径等)及び河床の状況、水温・電気伝導度等である。

魚類調査は各調査地点の淵を対象に潜水観察により行った。潜水目視によって魚類が確認された場合には、魚種別個体数と体長(5cm 間隔のランクで記録)を記録した。観察時間は淵当り 5 分程度としたが、淵の規模や魚類密度に応じて適宜調節した。また、潜水後には、測量調査で把握できない淵の最大水深や河床の状態(河床材料やリターの有無)についても測定・記録した。

3 調査結果及び考察

3.1 魚類調査結果及び考察

魚類調査の結果、全調査区間を通じて 4 目 4 科 6 種の魚類が確認された。確認種のうち、最も広域に分布した種はタカハヤで、A~F 区間の全ての区間で確認された。同様に、アマゴ、カワヨシノボリの 2 種も広域に分布する傾向が見られ、A 区間を除く全ての区間で確認された。

図 1 には溪流の代表的な魚種であるアマゴの淵別確認状況を示す。アマゴは、6 月調査、11 月調査では移動障害となる横断工作物直下の淵に高い密度で分布する傾向がみられた。なお、全種とも水温が高く活性の高い 6 月調査時には大部分の淵に分布していたのに対して、水温が低く活性の低い 12 月調査時には特定の淵に分布が偏る傾向がみられた。

以上のことから、魚類は季節によって利用する淵を変え、特に活性の高い時期には淵の形状によらず多様な淵を利用し、活性の低い時期には特定の淵を選好して利用していると考えられた。また、アマゴについては活性の高い時期には横断工作物による移動障害が、分布の制限要因となっていると考えられた。

3.2 主成分分析結果及び考察

アマゴが越冬に利用している淵としていない淵との差と、区間における環境要因の違いの両方を把握するために、アマゴの確認の有無を因子 1、区間を因子 2 として 2 元分散分析を行った。その結果、アマゴの越冬場として機能している淵は 2 元分散分析の結果、「水中の構造」と「淵の平面形状」の大きく 2 つの条件を満たしていることが示された。

このことから、これら 2 つの条件と関連があると考えられ

る物理環境要因を用いて主成分分析を行い、B~F区間の各淵を座標付けすることによって各淵の特性について整理を行った。なお、主成分分析は「水中の構造」に関わる要因として、最大水深、水中カバー（淵内の礫間や岩盤の裂け目等の水中の間隙）、淵尻の傾斜角、「淵の規模」に関わる要因として面積、水面幅、長さの合計6つの要因を用いて行った。

図2には主成分分析による各淵の座標付けを示す。寄与率は第一軸で47.6%、第二軸で23.5%を示し、2軸までで全変動の70%以上が説明された。各序列軸と物理環境要因との関係を見ると、第一軸は「水中の構造」に関する全ての要因と絶対値が0.76以上の強い負の相関がみられたことから、「水深が深く、淵の傾斜が急で、水中カバーが多いほど低い値を示し、逆に水深が浅く淵の構造が単純であるほど高い値を示す軸である」といえる。また、第二軸については「淵の平面形状」に関する要因と比較的高い相関が見られ、特に淵の長さとの相関、水面幅と負の相関が見られたことから淵の形状に関する因子であるといえる。

アマゴの越冬が確認された淵は第一軸が負の値を示す第二象限、第三象限に偏り、水深が深く、傾斜が急で、水中の河床構造が複雑であることが越冬場としての利用の有無に大きく影響していると考えられた。特に、単回帰分析、2元分散分析ともアマゴの生息個体数と強い相関がみられた水中カバーについては、潜水観察時にも12月調査時には岩のえぐれの中に多数のアマゴがひそんでいることが観察されていることから、水中の間隙はアマゴの越冬場として非常に重要な物理環境要因であると考えられた。また、第一軸の値と確認個体数の相関を見ると、有意に負の相関が見られ($R=0.51, p<0.01$)、水深が深く、最深部が複雑な構造の淵ほど多くの個体が越冬環境として利用していると考えられた。

次に、第二軸についてみると、越冬が確認された淵は-2.3~1.0までの広い範囲に分布し、淵の平面形状はアマゴの越冬場の条件として水中構造ほど強く影響してはいないと考えられた。ただし、C4、C5、D4、F4のように大きく正の値を示す淵では、いずれもアマゴの越冬は確認されていない。これらの淵はいずれも落差工直上流や水衝部の堆砂数に形成されたトロ状の細長い淵であり、こうした平面形状を呈する淵はアマゴの越冬環境としては適さないと考えられた。

また、溪流保全工が連続して設置されているE、F区間の淵についてみると、F2、F3のようにアマゴの越冬環境としての条件を満たしていると考えられる淵においてアマゴが

確認されていない淵があった。これは、この区間で潜水目視実施時の確認個体数が少ないことから推測できるように、生息するアマゴの個体数が他の区間と比較して著しく少ないためであると考えられる。

すなわち、E-F区間のように溪流保全工が整備されている区間であっても自然河道区間と同様に越冬環境として必要な条件を満たしている淵は存在し、そこでは魚類は生息し、魚類にとってその環境は良好である。しかし、落差工による縦断的な移動障害や産卵環境の有無等の他の要因が淵における生息個体数に影響を及ぼす区間であるともいえる。

したがって、自然環境（ここでは魚類に対して）との調和が図れる砂防事業とは防災機能を確保しつつ、越冬環境に必要な条件を満たす淵を形成・維持し、魚道等によって移動障害を取り除くような対応を行うことであると考えられる。

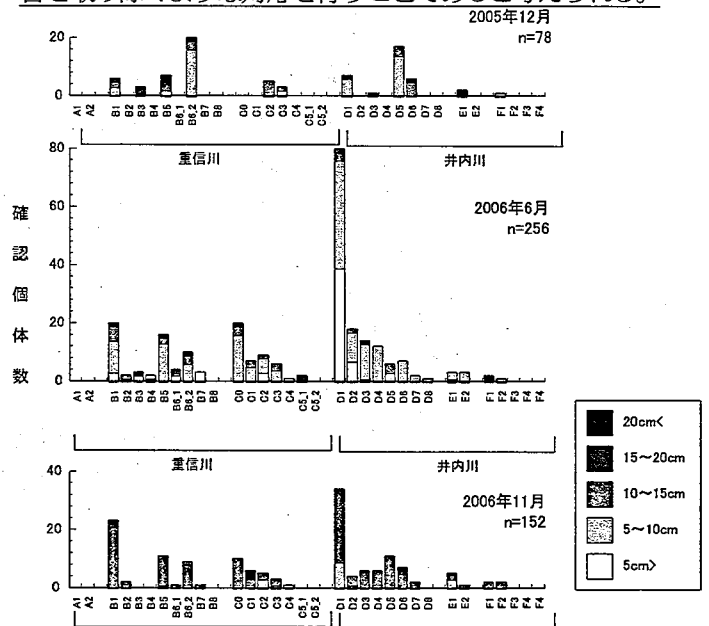


図1 アマゴの淵別確認状況

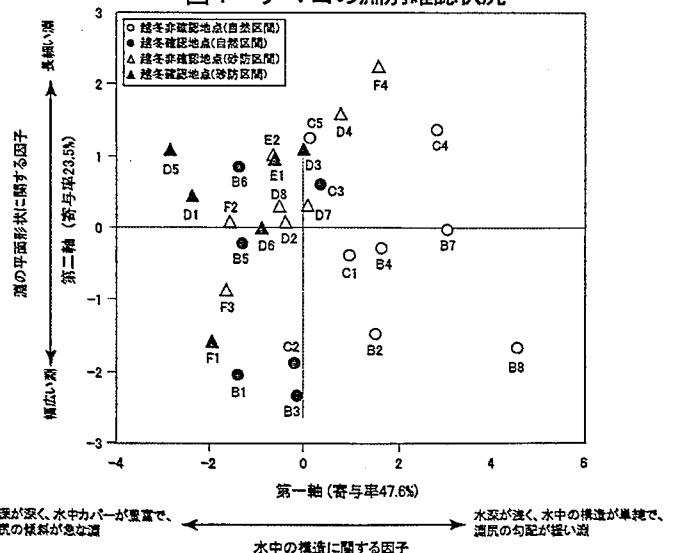


図2 主成分分析による各淵の座標づけ