

P. 3 山地自然溪流の流れの多様性について

京都府立大学農学部 ○ 三好岩生 大手桂二 諸戸順子

1. はじめに

山地自然溪流の複雑で多様な流れは、様々な水生生物に良好な生活の場を提供したり、優れた景観を作り出す効果がある。従って環境保全を考慮した砂防事業を進める際にはこのような流れの多様性を有効に取り入れることが望ましい。また、山地溪流の流れの不均一性は土砂流送や水流出のメカニズムにも大きな影響を与えており、流出量の算定精度を高めるためにはこれらの影響の物理的な意味を明らかにする必要がある。これらの課題に対応するためには、まず自然溪流の流れの多様性について定量的に把握し、その意味を明確にすることが重要であろう。そこで本研究では自然溪流の微地形と流れを詳細に計測し、流れの多様性についての数値的評価を通じた検討を試みる

2. 調査の概要

調査を行ったのは自然溪流の事例として設定した京都市左京区にある京都府立大学久多演習林内を流れる岩屋谷川と、比較検討の対象となる改修河川の事例として取り上げた貴船川である。岩屋谷川は全く人工改修を受けていない小溪流であり、アマゴ等の小型溪流魚が生息し

ている。貴船川は観光地内にあることから造園的な配慮が施された改修河川であり、調査は自然石を用いた落差工や粗度工を含む三面張り流路工部分で行った。調査を行ったのは平成6年の8月と11月であり、いずれも調査時前には大きな降雨がない平水時である。それぞれの溪流で約100m区間の河道の微地形を測量し、そのうちの約10mの区間で表面流速の分布を小型プロペラ流速計で測定するとともに数点で河床材料の粒径分布を調べた。

3. 河道の微地形特性

図1に河道の縦断面型と平面型を示す。岩屋谷川の縦断面形状をみると典型的な階段状河床形態がみられ、貴船川の縦断面型に比べると明らかに複雑で曲線的な構成となっていることがわかる。また縦断面型と平面型との関連をみると、河道が落ち込む部分の直上で河道幅が小さく、落ち込んだ直下で広がる形態が多くみられる。このことから、岩屋谷川の河道微地形特性の基本的構造は、いわゆるステップ・プール系の連続として大要が説明できると考えられる。微地形の多様性を定量的に把握する手法はいくつか考えられるが、明解で有効な手法の一つとして、

表-1 調査溪流

溪流名	岩屋谷川	貴船川
流域面積(Km ²)	1.1	4.5
平均勾配	0.08	0.05

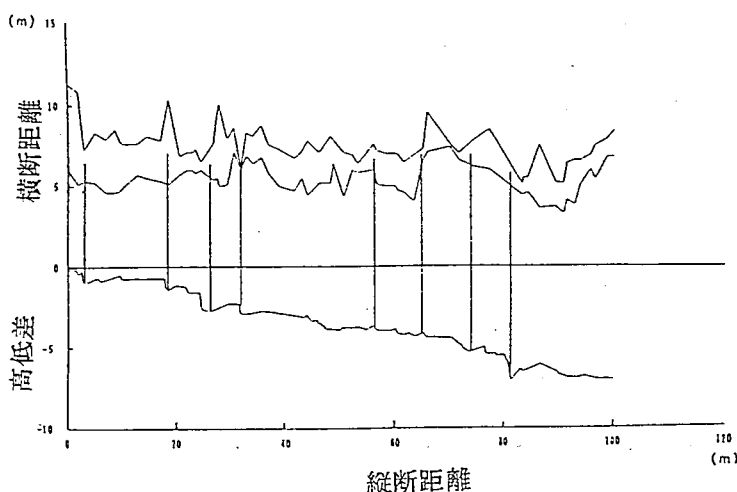


図-1 (a) 河道の縦断・平面型 (岩屋谷川)

微地形のパターンを定義し、さらにそのパターンの大きさなどを表すいくつかの指標を定義して数値的に議論するという手法が考えられる。試みとして、ここでは岩屋谷川の基本微地形パターンとして一つのステップ・プール系と定義し、その指標としてステップから次のステップまでの距離（以下、波長と呼ぶ）、一つのステップの落差（以下、波高と呼ぶ）と、ステップの上下での河道の拡幅の比率（以下、川幅比と呼ぶ）を考えることとした。図2～4に岩屋谷川の調査区間内での波長、波高、川幅比の頻度分布を示す。これらの図から岩屋谷川が、4 mを中心とした2～10 mの間隔で、0.3 m位の小さな落差と0.8 m位の大きな落差があり、落差の上下で2～7倍に拡幅する河道形状が読みとれ、指標値の分布様式が河床の平均勾配や通水断面等の一般的属性値では表現されない溪流微地形の特徴を示すものであることがわかる。

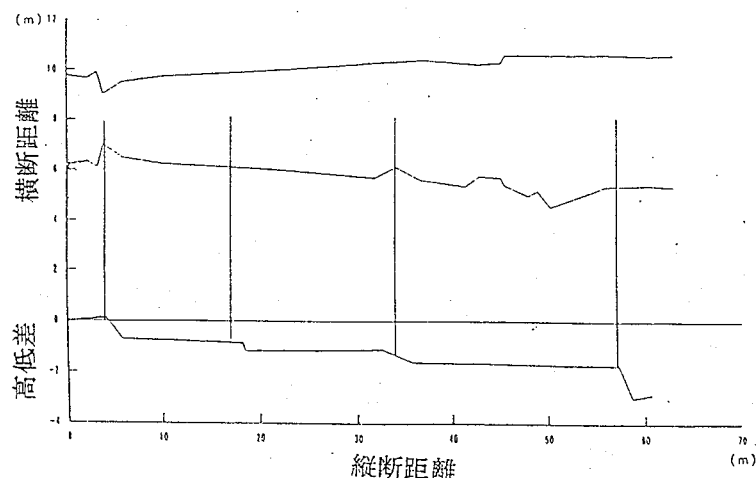


図-1 (b) 河道の縦断・平面型（貴船川）

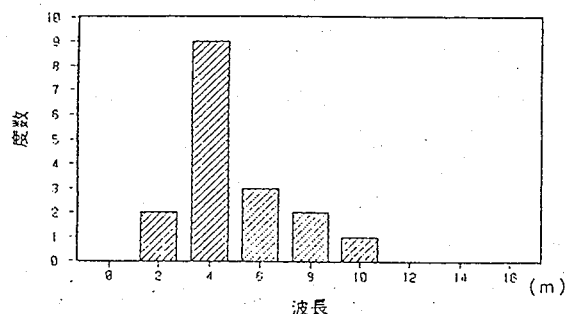


図-2 岩屋谷川の波長分布

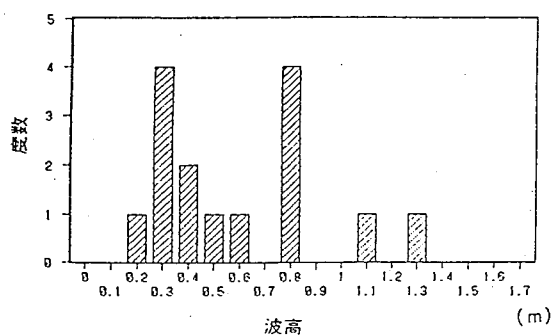


図-3 岩屋谷川の波高分布

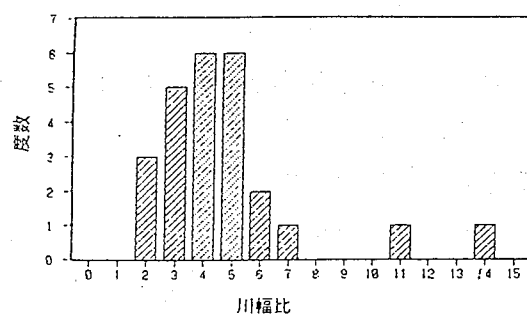


図-4 岩屋谷川の川幅比分布

4. 流れの多様性について

4. 1 流速分布

流速場の多様性については、本来は水面下の領域を空間的に把握する必要があると思われるが、ここでは基礎的段階として表面流速について検討する。図5に岩屋谷川の一つのステップ・プール内と貴船

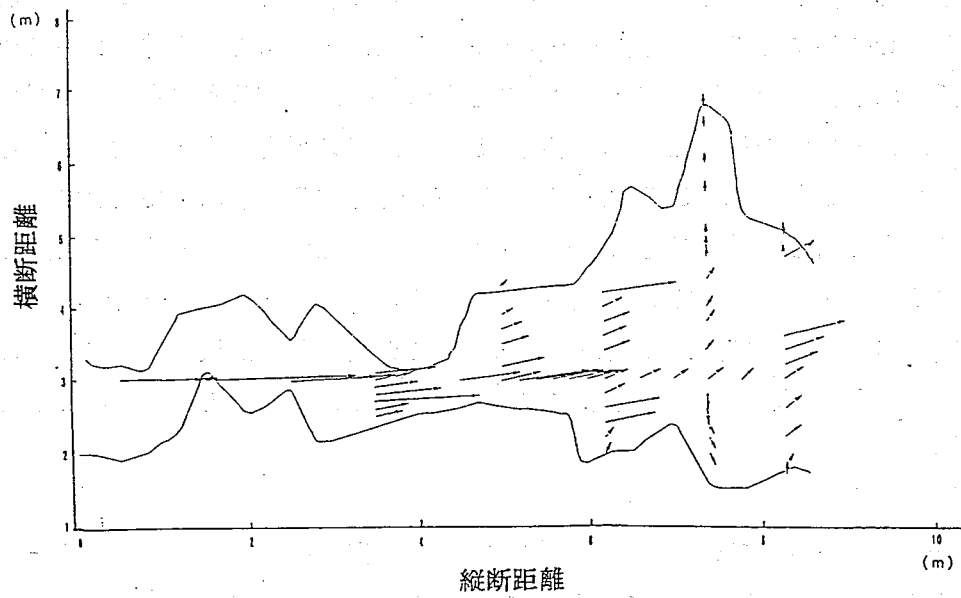


図-5 (a) 岩屋谷川プール部での表面流速分布

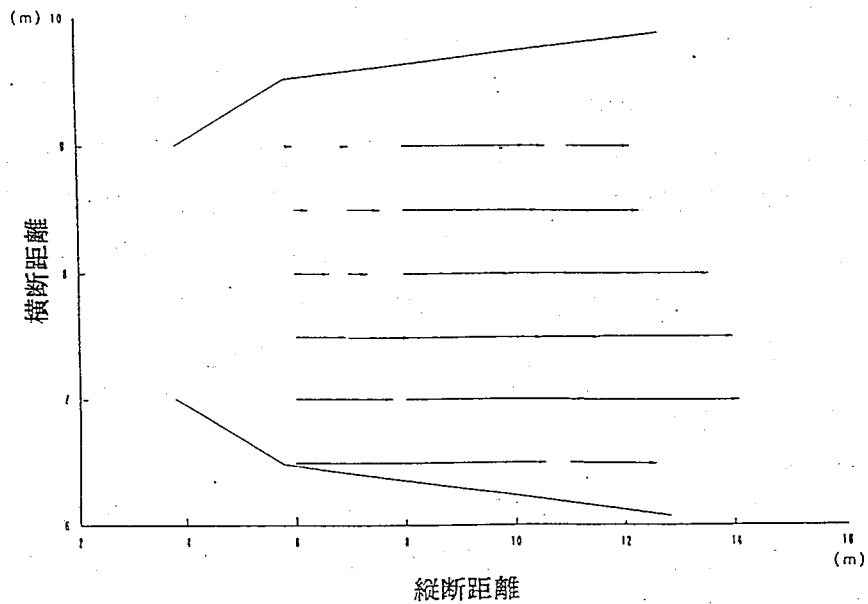
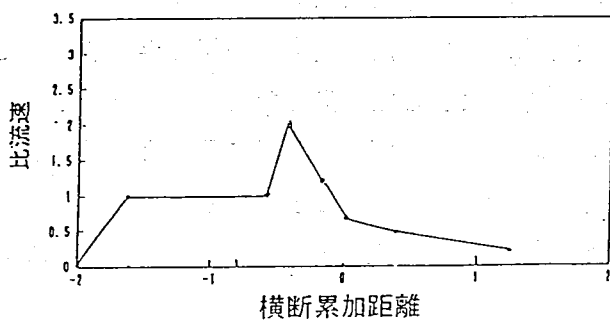
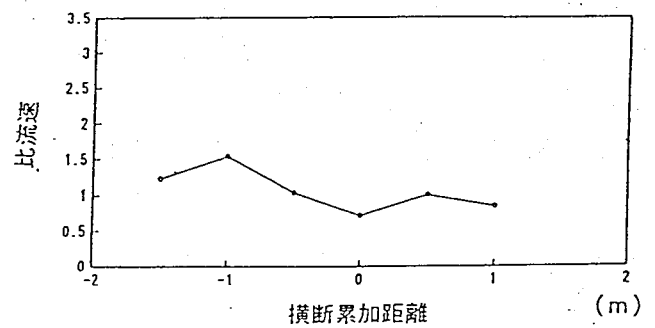


図-5 (b) 貴船川落差工下流での表面流速分布



岩屋谷川



貴船川

図-6 河道横断方向の比流速分布

川の落差工直下での表面流速の分布状況を示す。岩屋谷川では流下方向と横断方向の流速を合成した速度を示したが、貴船川ではほとんど横断方向の流速がなかったので流下方向のみの流速を示した。明らかに自然溪流は多様な流速場を持っていることがわかる。流速分布の多様性に対する定量的な判断手法としては、プール内の各位置での流速を、この区間での平均勾配・平均断面からマニング則で算出した表面流速で除した値（ここでは比流速と呼ぶこととする）を用いて検討することとした。図6に一例として岩屋谷川と貴船川でそれぞれステップ・落差工から約4m下流での横断測線上の比流速値を示す。図のように、貴船川では比流速値がほぼ1に近い均一な分布を持つ領域が多いのに対して、岩屋谷川では場所によって大きな違いが見られ、この指標が自然溪流内での物質の活発な移動領域と滞留領域の分布形態、ひいては良好な生物環境と変化のある景観を保有することを示すものであるとも考えられる。

4. 2 河床材料

岩屋谷川の一つのプール内での河床材料の粒径の分布状況を見ると、全体的にアーマーコートが発達しており、河床表面は粒径が50mmをこえる礫による被覆が目立っていた。河床材料特性の空間的分布状況については、流心沿いに縦断方向にみていくと、ステップ直下から約2mの区間では10～20mm前後の粒径が多く2mm以下の細粒土砂も存在するが、さらに下流方向に約4mのプール下流端までの区間では50mmをこえる石礫による被覆が発達していた。これは、前回の出水時に全体的にアーマーコートが発達した後で、平水時となって上流から流送されてきた比較的小粒径の土砂が流速の小さいプールに到達したところで堆積した結果と推測される。横断方向の分布状況を見ると、中心部は粗粒化が進んでいるが、水際付近では主に大礫の下流側のよどみを中心に溪岸から供給されたりターなどの有機物を含む細粒土砂が河床を被覆している部分がみられた。また、平水時の流速と河床材料粒径との関連をみると、非常に流速が小さいにも関わらず比較的大きい石礫によって被覆された領域がみられ、物質の循環を促進する速い流れや有機物を含む細粒土砂の存在とともに、水生生物の生息場として望ましい空間を形成していると考えられる。

5. まとめと今後の課題

自然溪流の微地形と流れの多様性について、いくつかの側面から数値的評価を試みたが、ここに示したような簡単な評価法のみで見ても、自然溪流の流れには改修河川では見られない多様性が含まれていることが明確に示された。このような流れの多様性は、生態系や景観・水質・音などの多くの溪流環境を直接的に左右するものであり、数値化された指標によって多様性を評価できるとすれば、その指標は溪流環境の一次的な指標であるとも考えられ、砂防構造物を設計する際には保全すべき対象に応じた設計基準をもうけるための情報ともなりうる。今回試みた検討は、限られた調査事例や評価手法を用いたものであり、自然溪流の持つ複雑な特性のなかのほんの一部を対象とした初歩的な段階にあることは事実である。しかしながら、自然の流れが持つ優れた機能の物理的メカニズムを解明するために必要な、流れの不均一性・多様性を定量的に捉える手法を示し、その意義を確認することができた。今後は、さらに調査事例を増やし、条件との関連や時空間スケールへの対応を考えて、知見の蓄積・整備を進めていきたい。