

中国地方における流域の流程区分図の作成

山口大学大学院生 学生会員 ○上鶴 翔悟
山口大学大学院准教授 正会員 赤松 良久
総合地球環境学研究所 正会員 竹村 紫苑

山口大学工学部 非会員 清木 隆博
琉球大学助教 正会員 神谷 大介
徳島大学大学院教授 正会員 鎌田 磨人

1. 緒論

河川は慣例的に上流，中流，下流と分類される．河川工学的には上流は浸食作用が卓越し，中流は運搬作用が卓越し，下流は堆積作用が卓越する地形であると説明される．しかし，これらの区分は河川の管理区間によって分けられていることも多く，厳密には物理的特徴による区分を行っていない．一方で，河川生態という観点からは「淵・平瀬・早瀬」を一つの単位として，その特徴から溪流型，中流型，下流型と分類する方法¹⁾が提案されている（図-1）．上流では一つの蛇行区間において多くの瀬と淵が交互に出現し，この地形的特徴をA型，中・下流では瀬と淵が一つずつ出現し，この地形的特徴をB型としている．さらに，瀬から淵への流れ込み方で，上流で滝のように落ち込むa型，中流で波立ちながらかなめらかに流れるb型，下流でほとんど波立たずに流れるc型に分類される．両者を組み合わせて，河川形態をAa溪流型，Bb中流型，Bc下流型の三つに分けられる．また，治水・河川管理上の河川の類型化として，主に河床勾配や河床材料に着目して，山間地河道区間のセグメントM，扇状地河道区間のセグメント1，自然堤防を有する中間地河道区間のセグメント2，デルタ区間のセグメント3に区分する方法²⁾が広く用いられている（表-1）．

しかし，これらの方法には河床形状・河床材料の詳細なデータや現地踏査が必要であり，流域内のすべての支流も含めた河川区分は困難である．そこで，本研究では日本全国のすべての地域において同精度で入手可能な国土地理院数値地図データを用いて流域内の新しく実用的な流域基盤図として，河川の流程区分図を提案する．

2. 解析方法

中国地方を解析対象地とし，地理情報システム（GIS：Geographic Information System）を用いて流程区分図を作成した．流程区分図の作成フローを図-1に示す．まず，図を作る際の基盤となる河道と，各河道が持つ集水域を抽出する．50m×50m 単位で標高の値を

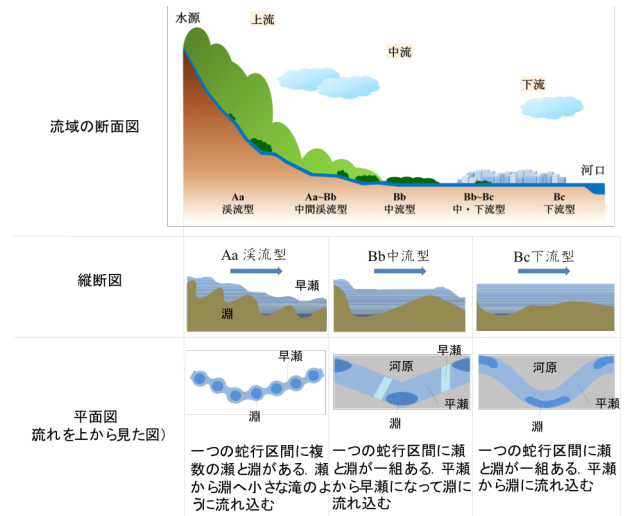


図-1 河川形態の分類¹⁾

表-1 セグメントによる地形区分²⁾

項目	セグメントM	セグメント1	セグメント2	セグメント3
		2-1	2-2	
地形区分	山間地	扇状地	谷底平野	自然堤防
				デルタ
粒径	さまざま	2cm以上	3cm~1cm	1cm~0.3mm
勾配	さまざま	1/60~1/400	1/400~1/5000	1/5000~水平

持つ中国地方の標高データをもとに，標高値の高低差から格子における水の流れる向きおよび集水面積を算出し，一定以上の集水面積を持つ格子の集合体を河道とみなす．これから河道における支流ごとの小流域を算出した．この抽出された小流域をベースとして流域の類型化を行う．類型化に用いるパラメータは各小流域における平均標高，平均傾斜角，平均 SPI（Stream Power Index），平均 TWI（Topographical Wetness Index），上流域面積，上流域平均傾斜角，上流域平均 SPI，上流域平均 TWI の 8 つである．ここでは，各小流域の持つ河道の上流側にポイントを発生させ，その点より上流の全ての集水域を上流域としている．なお，SPI は土砂の侵食の起こりやすさを示し，TWI は土砂の溜まりやすさを示す．SPI と TWI は以下の式(1)，(2)によって算出される³⁾．

$$SPI = \ln(As \times \tan \theta) \quad (1)$$

$$TWI = \ln(As / \tan \theta) \quad (2)$$

ここで， As は各小流域に流入する集水域面積をあらわし， θ は各小流域における傾斜角をあらわす．これ

らを用いて統計ソフト R により、総当たりによる最適パラメータを選定する。選定されたパラメータをもとにクラスター分析を行い、物理的環境要因から分けられた集水域の結果から流程区分図を作成する。

3. 解析結果及び考察

総当たりによる最適パラメータの選定を行った結果、上流域平均 SPI、上流域平均 TWI の 2 つが選ばれた。これらを用いてクラスター分析を行い、8 つのクラスに流域を分類した。各クラスの上流域平均 SPI、上流域平均 TWI の箱ひげ図を図-2 に示し、これを基に作成した流程区分図を図-3 に示す。クラス 1, 2, 3 の特徴として SPI の値が高く、TWI の値が低いことがあげられ、流れのエネルギーが強く浸食作用が大きい小流域であり、クラス 6,7,8 は SPI の値が低く TWI の値が高いため、水が滞留しやすい小流域と見られる。

さらに、中国地方の一級河川の国土交通省直轄区間に着目して、先述のセグメントによる区分と流程区分の比較を行った(図-4)。セグメント区分では上流から下流にセグメントの順番通りに並ぶのに対して、流程区分においては、順序が逆になる河川も見られる。流程区分図では河川の特徴を各小流域区間の上流の集水域の物理要因で分類しており、その区間だけの特徴ではなくその区間の集水域全体の影響を考慮した分類となっている。

4. まとめ

本研究では中国地方を対象に、流域基盤図として河川環境の物理的性質を表す流程区分図を作成した。流程区分は示すすべての河川や潜在的河川に関して分類が可能であり、その河川の各区間の集水域全体の影響も考慮できる。また、既存の分類法に比べて、詳細な 8

つのクラスに分類されていることも様々な解析において活用上の大きな利点になると考えられる。

参考文献

- 1) 可児藤吉：生態。「日本生物誌，昆虫，上」（古川晴男編），研究社，1994.
- 2) 山本晃一：構造沖積河川学 - その構造特性と動態 - ，山海堂，2004.
- 3) Wilson, J. P. and Gallant, J. C.: Terrain Analysis: Principles and Applications, John Wiley and Sons, Inc., 2000.

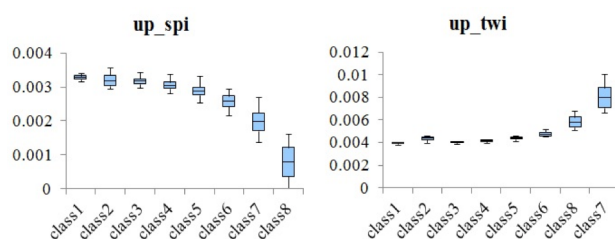


図-2 各クラスの上流域平均 SPI，上流域平均 TWI の箱ひげ図

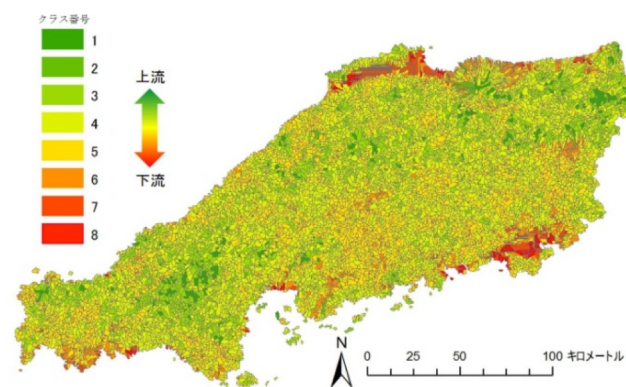


図-3 中国地方の流程区分図

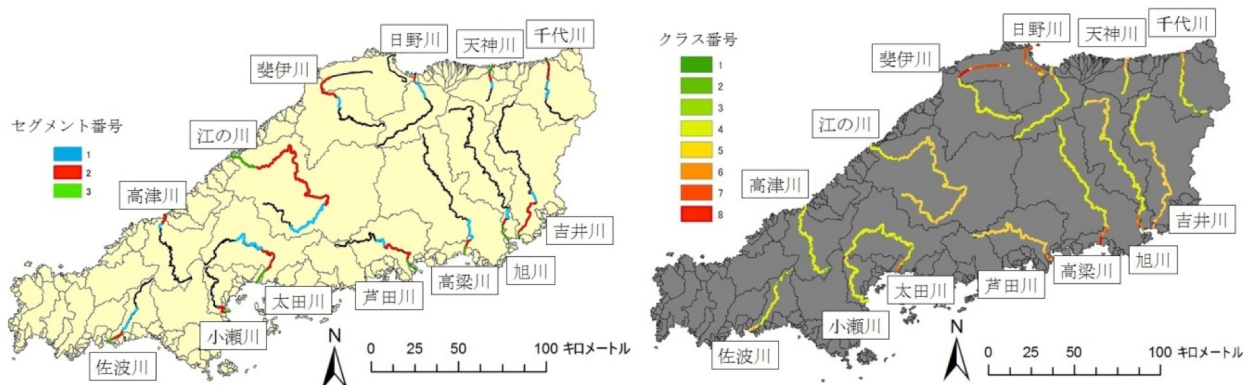


図-4 中国地方の一級河川のセグメント区分と流程区分の比較