

土砂動態モデルを用いたヒル谷における生息場の時空間変化

京都大学大学院工学研究科

○村上秀香

京都大学防災研究所

藤田正治

理化学研究所

山野井一輝

1. はじめに

様々な水生生物の生息場の変動過程は土砂流出過程と密接に関係しているので、土砂流出解析から生息場の時空間変動特性を見出すことができれば、河川生態系の問題の解決に繋げることができる。このような背景から、本研究では、山地溪流における生息場の時空間変化を土砂動態モデルにより解析し、生息場の時空間構造の特徴を明らかにする。ここでは、とくに上流で毎年生産される砂礫が下流に運ばれる過程における生息場の変化を対象とする。

2. 対象溪流

2.1 対象流域

本研究では岐阜県北東部の神通川水系蒲田川ヒル谷流域を対象とした(図1)。ヒル谷は延長1.335km、流域面積0.85km²であり、地形勾配が11°~14°と急勾配である。支川源頭部には斜面崩壊にともなって形成された裸地があり、冬季から春季の凍結融解作用によって粒径0.1mmから4cmの土砂が生産される¹⁾。このため本研究では生産土砂を図5に示すような粒度分布によって与えた。



図1 流域概要図

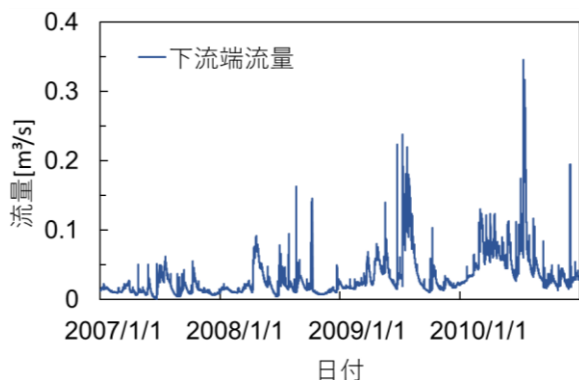


図2 下流端流量の観測値

2.2 解析条件

本研究では、山野井らの土砂動態モデル¹⁾を用いて、凍結融解作用による裸地からの生産土砂の流出過程のシミュレーションを行った。本解析では設定条件を明確にするために、60年間無給砂条件で十分粗粒化した河道に、裸地で生産された細粒土砂が供給された状況を想定している。すなわち、強制的に河床位を維持した条件で60年間無給砂を継続し、各河道区間の初期河床勾配に見合った初期河床粒度分布を求めた。この初期計算で下流端の流出土砂がなくなり、河道が定常状態であることを確認したのち、初期計算で得られた結果を初期条件として土砂供給を行う本計算を20年分行なった。

(1) 流量条件

山地小溪流では流出機構の複雑さから、降雨流出の再現が困難である。そこで、本解析では降雨流出解析を行わず、観測されている本流域下流端の流量を河道の集水面積ごとに配分した(図2)。解析では、2007年1月1日から2010年12月31日の4年間の流量を1データセットとし、繰り返し与えることで20年間の解析を行った。

(2) 土砂供給条件

本計算では、図1の上流端の裸地の生産土砂のみが供給される。その量は既往の研究²⁾から毎年15m³(空隙込み)で一定とした。また、生産土砂は河道上の残雪の上に堆積することが観測されているため、生産された土砂はすべて毎年4月1日に裸地のある上流端の河道に堆積しているものとした。生産土砂の粒度分布は観測されたもの(図5)を与えた。

初期計算のX=700m地点での河床材料粒度分布の変化を図3に示す。図3から、X=700m地点では河道が粗粒化して安定している。よって初期計算によって粗粒化した河道条件が得られたとして、初期計算の結果を、次に行う20年の本計算の初期条件とした。

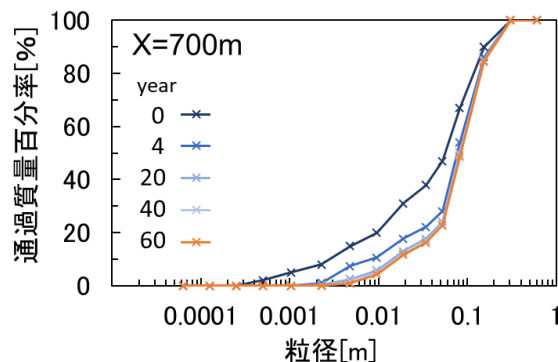


図3 初期計算のX=700m地点での粒度分布の変化

3. 生息場の時空間変化

本研究では、源頭部の裸地で生産される小粒径の土砂に適した生物の生息場について検討する。本計算の下流端流出土砂量の変化を図4、X=700m地点の河床材料粒度分布の変化を図5に示す。また、本研究では得られた複数の指標情報の分布を可視化するため、RGB カラーモデルによって3指標を混合させて表示させた(図7)。本モデルを用いることで、視覚的に理解することが可能となる。ここでは生息場と関連すると考えられる、各河道の細粒土砂の堆積厚、最大水深、平均粒径に着目した。各年について1月から3月、4月から6月、7月から9月、10月から12月に分け、それぞれの期間における各指標にR, G, Bの輝度値を割り当て、その混合によって得られた色を図6に示す。各河道長は一定とした。

図4、図5より、11年目までは下流端での流出土砂量が供給土砂量に比べて少なく、X=700m地点でも粒度分布に変化が見られない。これは初期計算によって河道が粗粒化し、土砂流出が起こりにくいためと考えられる。12年目にはX=700m地点で細粒土砂が20%程度増加し、下流端での流砂量も増加していることから、下流端まで生産土砂が到達したことが分かる。河道全体に着目すると、図6から、11年目までに合流点上流では生産土砂の到達を示す白色や桃色の河道が拡大しているが、合流点下流では変化は見られない。12年目以降は、合流点下流にも生産土砂が到達し土砂流出が起こりやすくなるため、河道が侵食され、緑色や黒色の河道が見られる。季節変化に着目すると、1月から3月の融雪出水で、支川上流では前年まで堆積していた生産土砂が流出し、白色の河道が拡大しているが、出水規模が小さいため、支川下流では黄色の河道が見られる。その後、夏季出水や大規模出水では生産土砂が流出し、支川では桃色、下流では黒色や緑色の河道が見られる。

細粒土砂に選好を示すヤマトビケラ³⁾や造巣掘潜型生物に着目すると、最大水深が小さく、砂や砂利が多く堆積する平均粒径の小さな河道で生息しやすいと考えられる。これらの条件を満たす河道は白色で示される。図6から、生産土砂の到達によって支川で拡大し、規模の大きな夏季出水時以外で多く見られる。よって、細粒土砂に選好を示す生物は、土砂流出に伴って生息場が下流へと広がるが、支川で多く見られることが示された。

参考文献

- 1) 山野井一輝：土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究，京都大学博士論文，2017
- 2) 藤田正治，澤田豊明，志田正雄，伊藤元洋：山地流域における土砂生産，京都大学防災研究所年報，第47号，2004
- 3) 片野泉，根岸淳二郎，皆川朋子，土居秀幸，萱場祐一：土砂還元によるダム下流域の修復効果検証のための指標種の抽出，河川技術論文集，第16巻，pp. 519-522，2010

4. まとめ

本研究では、山地小溪流を対象に、土砂流出解析を用いて生息場の時空間変化について考察した。その結果、粗粒化によって土砂流出に違いが見られ、また、季節ごとに河道に生息する生物への影響も異なることが示された。今後は生息場の季節変動についても表現していく。

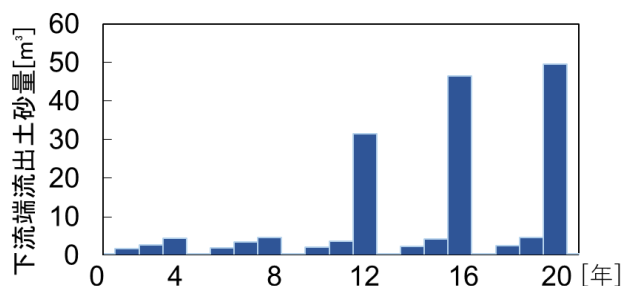


図4 下流端での年間流砂量の変化

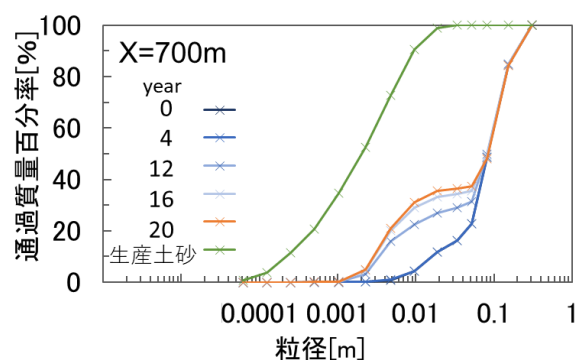


図5 x=700m 地点での河床粒度分布の変化

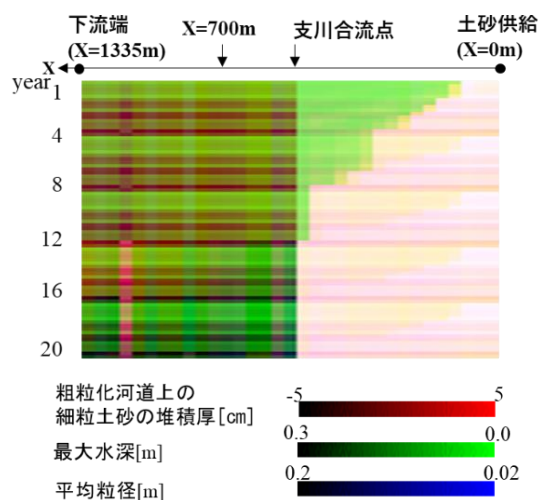


図6 20年間の生息場の季節変動

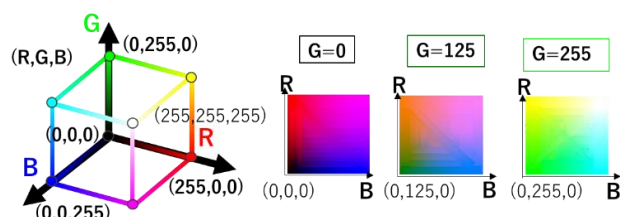


図7 RGB モデルによる色分布