

山地溪流の土砂生産の違いが生息場構造と底生動物群集に及ぼす影響

野村理絵*・竹門康弘・堤 大三・寶 馨

* 日本工営株式会社

要 旨

河川環境を含めた国土保全のための土砂管理を実現するには、土砂の流出量、移動量、ならびに河道の攪乱体制を明らかにする必要がある。本研究では、土砂生産量の異なる谷間で河床の生息場構造と底生動物群集を比較することによって、土砂動態が山地溪流の生態系に及ぼす影響を把握することを目的とした。蒲田川流域の小河川を対象に谷の裸地面積、標高、斜面向きなどの環境条件から基岩風化の指標となる凍結融解強度指数を求め、谷ごとの積分値と河道の微生物場の特異性や底生動物群集特性との関係を分析した。その結果、凍結融解強度指数と河道幅から微生物場の苔マット密度の予測ができることが示唆された。また、底生動物群集の種多様性は、30 年確率程度の増水後には土砂生産が多い谷の方が低下するものの、数年の安定期間を経るとむしろ中程度の土砂生産の谷の方が高まることがわかった。

キーワード: 微生物場, 底生動物群集, 土砂流出様式, 苔マット, 凍結融解強度指数

1. はじめに

多くの先進各国では、植林、治山、砂防施設、貯水ダムの建設、河川改修や護岸などにより土砂生産が低減した結果、河床低下や沿岸域の土砂不足が社会問題化している。日本でも防災・環境保全・利活用を踏まえた土砂管理の策定が求められるようになり、土砂動態マップの作成や貯水ダムからの排砂や置き土などの対策が行われつつある。しかし、これらの対策の多くは未だ試作段階にあり、環境保全にとって適正な土砂の移動量や滞留量を判断するための手法開発が急務の課題となっている（岡野ら、2004）。

そのような手法を開発するためには、土砂動態の様式が異なる河川を選び、生息場の構造や河川生態系の現状を比較するような基礎的研究が不可欠である。また、土砂の動態によって変化しやすい生息場構造や生物に着目して比較研究することが有効であろう。既往の河川環境の評価手法には生物を用いた手法が多く、群集全体の特性から評価する手法にはイギリスで用いられている RIVPACS (River InVertebrate Prediction and Classification

System) (Wright et al. 2000)、米国で開発された IBI (Index of Biotic Integrity) (Karr 1981) があり、それぞれ欧州各国や米国で実用化されている。このうち RIVPACS は多変量解析によって底生動物群集による河川の分類と環境条件が変化した場合の群集変化を予測するものであり、イギリスでは河川 614 地点における底生動物群集の種組成予測や人為影響評価が行われている。日本では国土交通省が 109 の一級水系の河川について 5 年ごとに河川水辺の国勢調査を実施し底生動物群集のデータが蓄積されている。(建設省河川局河川環境課 1997) しかし、それらの情報を環境評価に利用するための手法はまだ確立されていない(尾澤 2006)。欧米諸国では底生動物を環境指標として有効に使っており、日本でも水質だけでなく物理環境評価にも使われようとしている。

水生昆虫に代表される底生動物の群集は、生活基盤が河床材料によって構成されている点で注目される。すなわち、底生動物群集の組成や生息場の特性から土砂の挙動を反映した河川環境の評価が行えると考えられる。

また、河川地形や生息場の特性に影響する土砂動

態の過程には、「土砂の生産過程」、「河道への流出過程」、「河道内での侵食・移動・堆積の過程」が区別される。本研究では、これらの特性を併せて「土砂流出様式」と定義し、それらの違いが河川の生息場構造と底生動物群集に及ぼす影響を把握することを目的とした (Gurnell and Petts, 1995)。

本研究では、そのための調査地として土砂流出様式の異なる岐阜県蒲田川支流の4溪流を選び、生息場構造と底生動物群集の比較分析を行った。さらに底生動物の調査対象外の7溪流も加えた全11谷について、地形図や航空写真を用いて土砂流出様式に関わる谷の環境条件を計測した。これらの情報を用いて、谷の環境条件・生息場構造・底生動物群集の関係を重回帰分析や正準対応分析 (CCA) によって定式化することによって、谷の環境条件が変わった場合に生息場構造や底生動物群集の変化を予測するための検討を行なった。

2. 岐阜県蒲田川流域の谷の環境特性

蒲田川流域は神通川水系の上流部に位置し、流域面積は100.6k m²、流路延長18.8kmである。調査は2006年6月と2007年11月に行ったが、2006年7月17~18日には各日で110mm以上の雨量を記録



Fig.1 Gamatariver Basin and its outskirts

Table1 Geographical properties of the eleven headwater streams investigated in the Gamata River. Gradient indicates an average value and that in the parenthesis within a study area in lower reaches.

	Nebori	Hiru	Karukaya	Kuriya	Sodega	Waru	Hora	Koito	Shiramizu	Kuro	Onabe
Basin area (km ²)	0.84	0.85	0.55	3.88	6.21	1.08	2.34	1.90	2.44	1.43	4.92
Bareland area (km ²)	0	0.00023	0.0031	0.087	0.285	0.051	0.115	0.072	0.590	0.429	0.872
Bareland area (%)	0	0.027	0.56	2.23	4.59	4.69	4.94	3.82	24.16	30.05	17.71
Gradient (%)	31.5 (2.4)	14.3	36.2	21.5	14.5	20.4	23.1	25.1	21.0	21.3	17.8
Number of checkdam	0	1	0	0	16	9	7	4	2	2	10

し、7月17~20日でヒル谷の瞬間最大流量が0.72m³/Sとなる出水が起こった。これは1988年の観測以来最大の流量で、18年確率以上のまれな大増水であった。この攪乱によりヒル谷砂防堰堤内には130m³の土砂が堆積した。堆積土砂量が100m³を超えたのは1997年以来始めてで、土砂流出が活発であったことが伺える。現地調査は神通川水系蒲田川流域のネボリ谷、ヒル谷、割谷、外ヶ谷で行った。

ネボリ谷は流域面積0.84k m²の森林に覆われた小流域であり、上流は通常の山地減流域の河道形状を示すが、下流域には3段の段丘堆積物があり、段丘の下部から豊富な湧水が流出している。本研究では段丘の最下段に位置する湧水起源の流程を調査地に選んだ。ヒル谷には京都大学防災研究所附属穂高砂防観測所の実験用砂防堰堤があり、調査は砂防堰堤の上流 (以下、ヒル谷上)・下流 (以下、ヒル谷下)で行った。実験用砂防堰堤からは人工排砂が毎年1, 2回行われている。ヒル谷は流域面積0.85k m²、比流砂量約50 m³/k m²/yearである (藤田ら, 2000)。割谷は流域面積が1.11k m²で砂防堰堤が9基建設されている荒廃した溪流である。外ヶ谷は流域面積が6.2k m²で、大崩壊地「外ヶ谷の大崩壊」(1889年7月に発生)を持つ非常に荒廃した溪流で、1953年にも大崩壊が発生し、河床への崩壊土砂の堆積量は500万m³と推定されている。

2.1 蒲田川流域の裸地分布の把握

蒲田川流域の小河川を対象とし、オルソ化された航空写真から裸地の範囲を目視判読し面積を計測した。航空写真は積雪期のものであったため積雪部分を裸地とすると裸地面積を過大評価してしまう可能性があった。そのため1993年9月27日・10月11日に撮影された蒲田川流域の航空写真, 1997年9月10日に撮影された足洗谷流域の航空写真と照合し、裸地の判別を行った。今回は蒲田川本流の右岸に位置する小鍋谷、外ヶ谷、足洗谷支流のネボリ谷、ヒル谷、割谷、白水谷、黒谷、蒲田川左岸のクリヤ谷、

カルカヤ、小糸谷、洞谷を対象とした。ネボリ谷についてはDEMデータの範囲に入っていなかったが、蒲田川流域の航空写真で裸地が見られなかったため、裸地面積は0.0k m²とした。

裸地は流路に沿った裸地（流路裸地）と流域内にある流路沿い以外の裸地（流域内裸地）に分けて計算した。裸地面積は、航空写真上に作成した裸地のシェープファイルとDEMデータを重ねることによって計算した。崩壊地の面積はArcGIS Ver.9.2（日本語版）を用い、DEMデータはレーザー計測により航空写真撮影と同時に計測されたものを使用した。

2.2 凍結融解による土砂生産予測

蒲田川流域では、冬季からの凍結融解作用によって裸地斜面風化基岩が土砂化する。春季は斜面上に土砂が豊富に存在しているため、降雨や風の影響によって落下する土砂流出量は年間を通じて最も大きい（藤田ほか 2006）。従って本研究では、土砂生産現象が最も盛んであると考えられる凍結融解作用に着目し、土砂生産の指標とした。

2.1 で求めた裸地範囲を10×10mのメッシュに分割し、各メッシュについて緯度・経度・標高・斜面勾配・傾斜方向のメッシュデータを作成した。その後メッシュデータを用い、堤ら（2009）の提唱した凍結融解現象のモデルに従って土砂生産量の指標である凍結融解強度指数を計算した（Fig.2）。このモデルでは地表面における凍結融解の繰り返し回数、最深凍結面到達速度、凍結融解強度指数（深さ方向の凍結融解繰り返し回数の分布を積分したものと定義）を出力値として得ることができる。堤ほか（2007）において、凍結融解による風化基岩の破壊は、凍結融解の繰り返し回数や凍結層の到達深度によって大きく影響を受けることが示されており、凍

結融解強度指数は土砂生産現象に対する凍結融解の影響評価の指標として有効であると考えられる。

その結果、流域面積当たりの凍結融解強度指数から、蒲田川流域の谷は大きく3つに分類できると考えられた。一つ目は、ネボリ谷、ヒル谷、カルカヤ、クリヤ谷のようにほとんど凍結融解が影響していない谷、二つ目は外ヶ谷、割谷、洞谷、小糸谷のように積算の凍結融解強度指数が10～20×10⁴m³/km²と中程度の谷、三つ目は小鍋谷、白水谷、黒谷のように積算の凍結融解強度指数が40×10⁴m³/km²と高強度の谷である。本研究では、小鍋谷、白水谷、黒谷のような土砂生産の強度が極度に高い谷では生息場構造や底生動物群集の調査を行っていないので、今後調査対象に加える必要があると考えられる。

3. 生息場構造の谷間比較

調査は2006年6月、2007年11月に行った。各谷で微生物調査は10区間で行い、そのうち4区間で生物調査を行った。調査区間は、瀬-淵のユニットが1～2つ含むようにランダムに選定した。2006年6月に限りネボリ谷、ヒル谷、割谷のみで調査を行った。

3.1 調査方法

瀬淵構造の長さや幅、樹木間の距離、苔の生育状況（苔マットの密度）、付着藻類量（クロロフィルa量）の測定を行った。また、微生物調査については、14種の微生物要素（基盤岩、飛沫帯、苔マット、沈水根、倒流木、ダム型リターパック、浮石、はまり石、砂利、砂、堆積型リターパック、沈水植物、抽水植物）の有無を調査シート（Fig.3）に記録した。

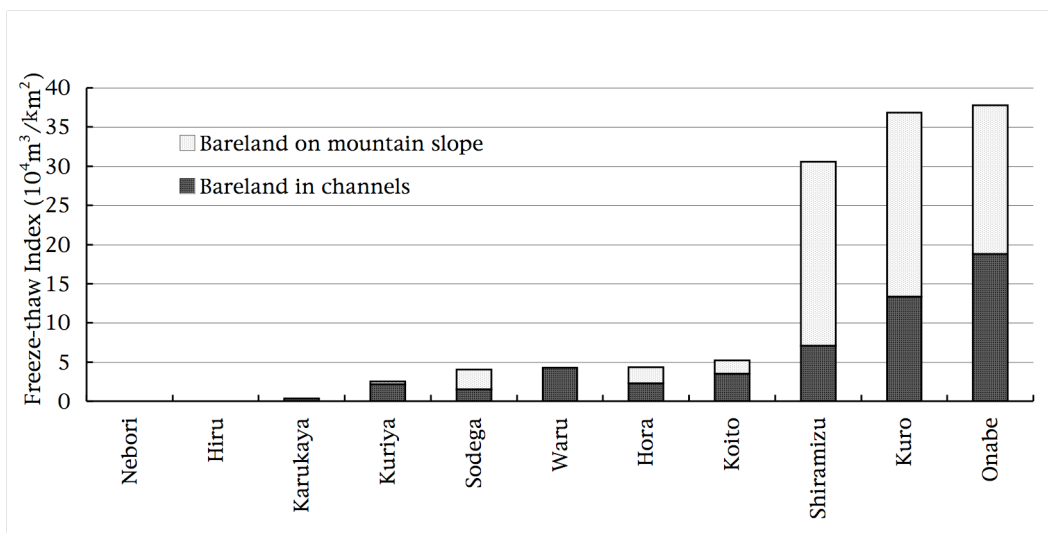


Fig.2 Frozen-thaw indices estimated for the basin of each headwater stream investigated in the Gamata River basin.

Microhabitat Survey Sheet																		
Date		Time		Researcher's name														
River		Site		Reach length					Number of units			Channel width			Tree canopy			
Weather		WT		EC		DO		pH			Max current speed							
Cross sectional location	Channel unit	More erosive ←										Microhabitat elements					→ More depositional	
		Max depth (cm)	Rock	Hilgrip scric	Moss mat	Root mat	Woody debris	Dammed litter pack	Unpacked stone	Hyprohite zone	Packed stone	Gravel	Sand	Silt	Deposited litter pack	Water plants	Submerged plants	
Middle stream	Rapids																	
	Riffle																	
	Glide																	
	Pool																	
Peripheral	Rapids																	
	Riffle																	
	Glide																	
	Pool																	
Temporarily pool																		
Secondary channel																		

Fig.3 Microhabitat survey sheet

3.2 生息場構造の谷間比較 苔マット密度の違い

ネボリ谷, ヒル谷上, ヒル谷下は外ヶ谷よりも有意に苔マットの密度が大きかった ($P < 0.05$, ダネットの T3 検定) (Fig.4)。凍結融解強度指数と苔マット密度の関係を Fig.5 上図に示した。これより土砂生産量が少ない谷ほど苔マット密度が大きく, 土砂生産量が多いほど苔マット密度が小さくなることがわかった ($P < 0.01$)。また, Fig.5 下図より, 河道幅が大きいほど苔マット密度が小さくなる傾向が見られた ($P < 0.1$)。

3.3 微生物場構造の谷間比較

Fig.6 より 2006 年 6 月の微生物場数を元に 2007 年 11 月の微生物場出現率の減少率を求めたところ, Fig.7 のようになった。苔マットの出現率はどの谷でも減少していたが, ネボリ谷での減少率が最も小さく, 次いでヒル谷上, ヒル谷下, 割谷の順に大きくなった。これらの結果は, 2006 年 7 月に発生した大増水の攪乱によって土砂の出やすい谷ほど苔マットが大きな影響を受けたことを示している。また, 浮石はネボリ谷で最も減少率が大きく, ヒル谷上, ヒル谷下, 割谷という順で減少していたことから, 増水で混合粒径の土砂が動いたことによって浮石状態の礫が埋まったと考えられる。飛沫帯は流量が少ないと減少する性質があるため, 全谷で減少したのは調査時の流量による違いの可能性がある。また沈水根の減少は元々少ないので季節的变化かもしれないが, 攪乱によりダメージを受けたとも考えられる。

ダム型リターパックは全谷で増えていたが, これは開葉期の 6 月と落葉期の 11 月という違いであると考えられる。砂, 泥, 堆積型リターパックは攪乱によって堆積が卓越する環境が減少したことによるかもしれない。割谷では 2006 年 6 月よりも 2007 年 11 月で倒流木とはまり石が増えたが, これは攪乱後

に溪畔林が多く倒れて河道に倒木が供給されたためであると考えられる。

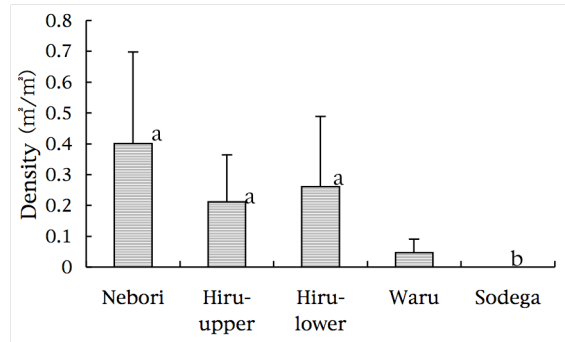


Fig.4 Differences in moss-mat density among streams in the Gamata River basin.

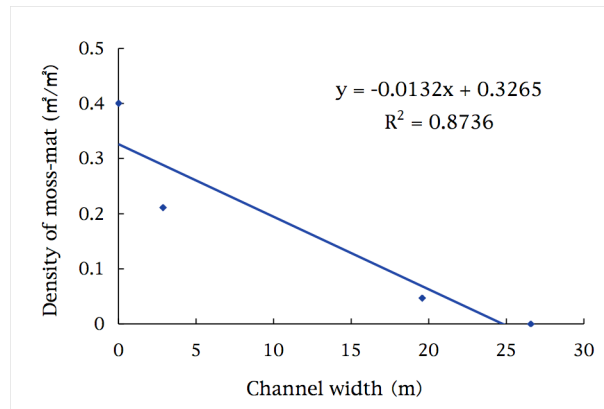
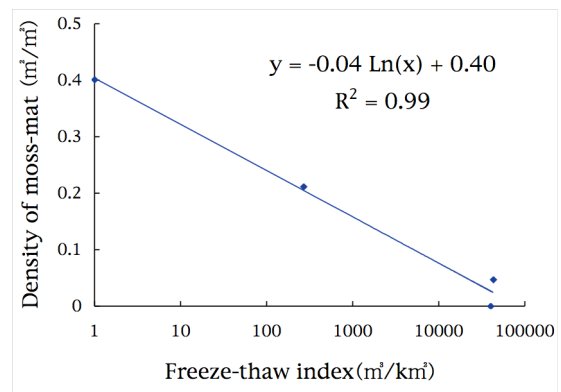


Fig.5 Upper: Relations of the moss-mat density to freeze-thaw index values. Lower: Relations of the moss-mat density to channel width.

4. 底生動物群集の谷間比較

4.1 調査方法

生息場の環境調査として, 底質環境 (河床材料の粒径調査), 水理環境 (流速, 水深) 付着層類量 (クロロフィル a 量), 苔の生育状況 (苔の面積) の測定を行った。微生物場の調査は 14 種の微生物場要素の有無を調査シートに記録した。底生動物群集の採集

は3つの微生物場（基盤岩、礫底、砂利・砂）で25×25cmの枠内を定量採集した。2006年6月に限りネボリ谷、ヒル谷のみで定性採集を行った。

4.2 底生動物群集の構造比較

2006年6月の調査では、底生動物は総計で148タクサ、ネボリ谷95タクサ、ヒル谷上108タクサ、ヒル谷下104タクサが見られた。各区間の平均種数はヒル谷上(65±8)がネボリ谷(55±3)よりも有意に多く(P<0.05, Bonferroniの多重比較), ヒル谷下(60±1)では差が見られなかった(ns)。各谷の個体数指標の平均値は、ヒル谷上(347±38)がネボリ谷(262±24)よりも有意に多く(P<0.05), ヒル谷下(314±9)は差が見られなかった(ns)。また、2007年11月に基盤岩、礫底、砂利・砂に出現した生物は、タクサ数と個体数指標がそれぞれネボリ谷43±4, 152±21, ヒル谷上49±3, 195±43, ヒル谷下44±3, 171±17であった(Fig.8)。

2007年11月の底生動物は総計で117タクサ6460個体、ネボリ谷85タクサ1842個体、ヒル谷上63タクサ533個体、ヒル谷下62タクサ1477個体、割谷59タクサ1855個体、外ヶ谷35タクサ783個体が見られた。各谷の平均タクサ数はネボリ谷(50±6)がヒル谷上(32±3), 割谷(36±5)よりも有意に多く、外ヶ谷(19±3)が他の谷よりも有意に少なかった(P<0.05, Bonferroniの多重比較)。ヒル谷下の平均タクサ数は40±4であった。各谷の平均個体数は、ネボリ谷(461±129)と割谷(464±119)がヒル谷上(133±52), 外ヶ谷(196±47)よりも有意に多かった(P<0.05, Bonferroniの多重比較)。ヒル谷下の平均個体数は362±168であった。(Fig.9)

2007年11月の生活型別の個体数と環境要因を比較したところ、割谷はクロロフィルa量に正の相関を持つ生物が多く、外ヶ谷は小滝の巨石サイズと淵のフルード数が大きく微生物場要素の数が少ないところを好む分類群が多いという傾向が見られた。ネボリ谷は外ヶ谷に多かった分類群と逆の性質をもつ分類群が多く、苔マット密度が高い環境を好む生物が多いと考えられた。さらに、Fig.10上図より、造

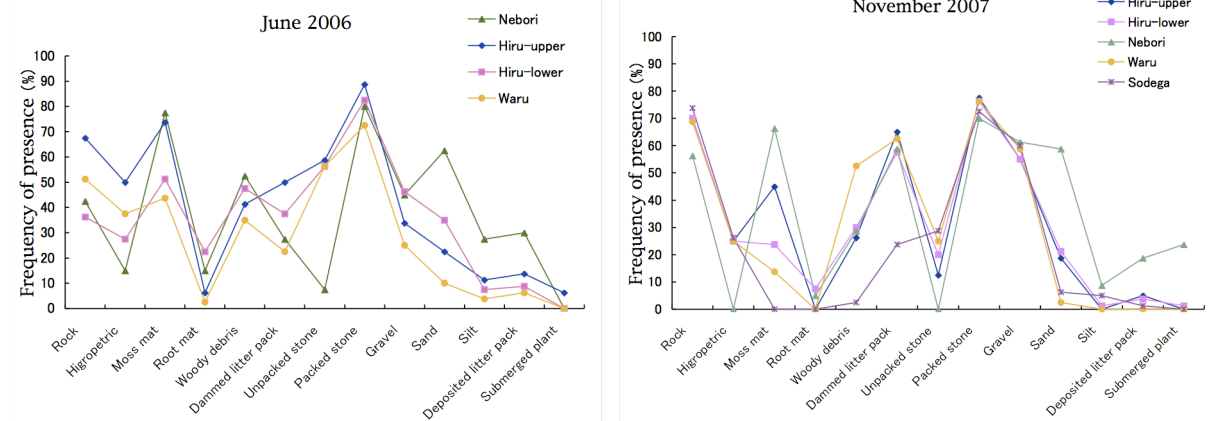


Fig.6 Presence frequency of microhabitat in each stream in June 2006 and November 2007.

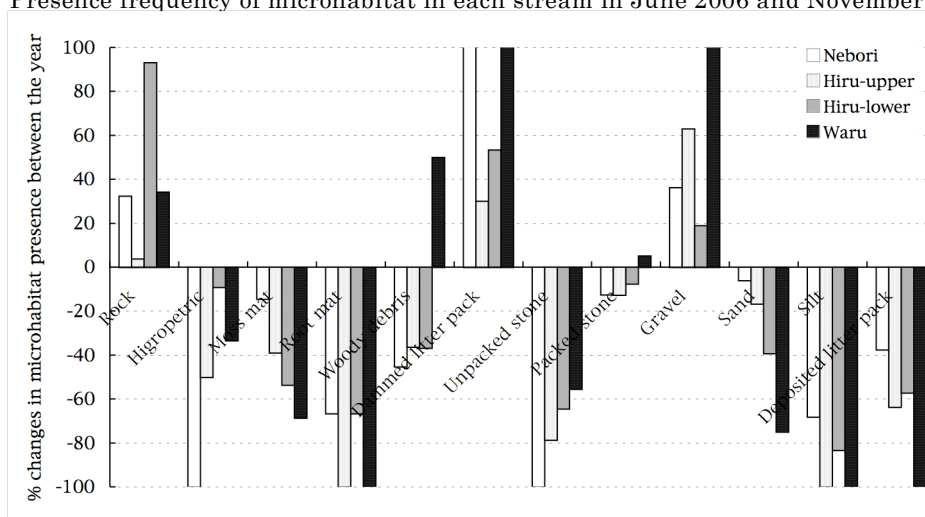


Fig.7 Changes in presence frequency of microhabitat in each stream between the two years, before and after of a spate of 30 year probability.

巢掘潜型と携巢型は苔マット密度や小滝・瀬の微生物場数と正の相関を持ち、滑行型はフルード数や底質サイズと正の相関をもつことがわかった。

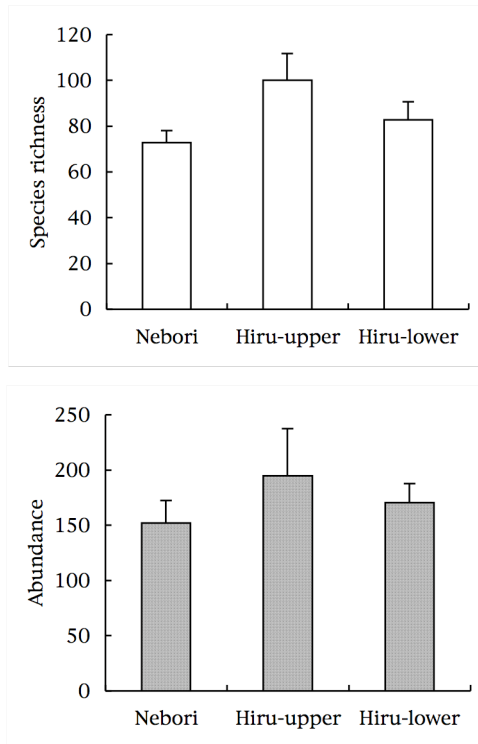


Fig.8 Species richness (upper) and abundance (lower) of benthos communities in June 2006 before spate.

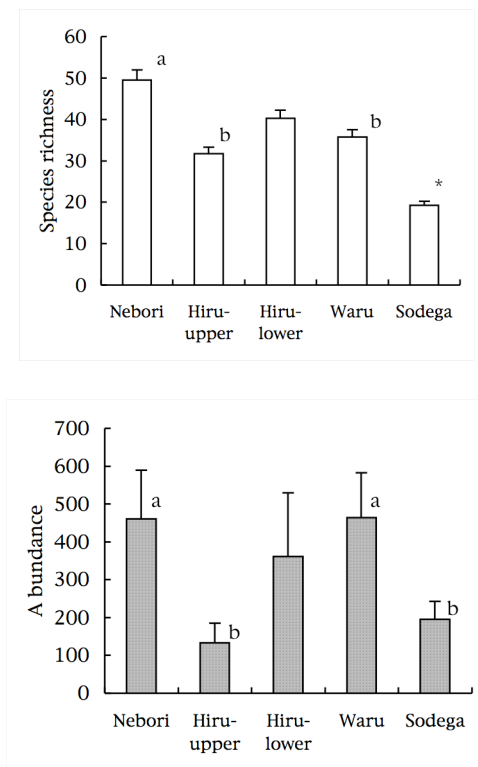


Fig.9 Species richness (upper) and abundance (lower) of benthos communities in

November2007 after spate.

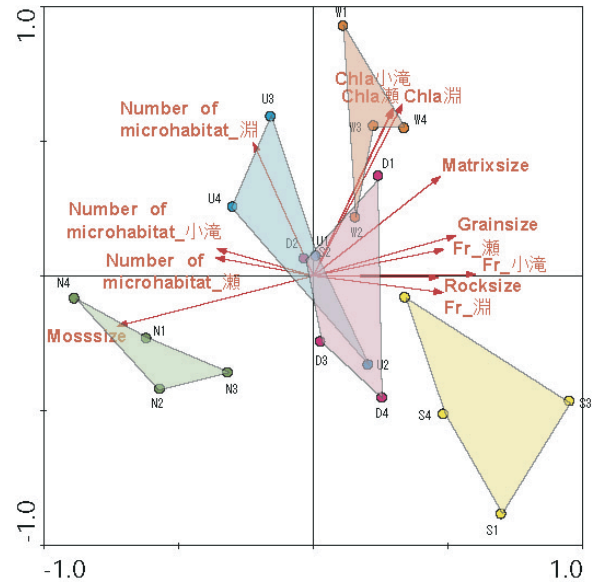


Fig.10 Ordination diagrams of CCA analysis on physical environmental factors in relation to five streams in the Gamata River. N: Nobori-dani, U: Hiru-dani-upper, D: Hiru-dani-lower, W: Waru-dani and S: Sodega-dani.

5. 土砂生産と微生物場構造の予測可能性

苔マット密度と強い関係をもつ凍結融解強度指数と河道幅を用いて重回帰分析を行った結果、高い重回帰関係が認められた (P=0.008)。この重回帰式をカルカヤ、クリヤ谷、白水谷、黒谷で測定された条件に適用した結果、Fig.11のような予測結果が得られた (カルカヤ、クリヤ谷、白水谷、黒谷は谷の環境特性のみを計測した谷であり苔マット密度の測定値はない)。このように、流域の地形と画像情報から生息場の特徴を予測できることが示唆された。

本研究において、谷の環境特性から生息場構造、生息場構造から底生動物群集の生態型を予測できることが示唆された。しかし今回はサンプル数が少なかったため、相関関係が検出されにくかったという欠点が挙げられる。山地溪流において広範囲での予測を行うには、土砂生産が極度に多い谷でも調査地点に加える必要がある。今後、土砂流出特性の異なる谷の調査地点を増やすことによって、多くの谷に適用できるようにすることが望まれる。

また、瀬淵構造と微生物場の関係を分析・考察するまでに至らなかった。土砂動態と微生物場の関係を説明するには、微生物場の上位スケールである瀬

淵構造の形態も重要となってくると考えられる。小滝・早瀬・平瀬・淵の組み合わせや長さ・幅と微生物場の出現率や組み合わせとの関係を分析することによって、瀬淵構造と微生物場の関係がわかるかもしれない。

本研究で十分に解析できなかった課題についてもいろいろと残っている。例えば、河道の水理条件や底質条件などの生息場特性と底生動物の生活型との関係、裸地率や開空度など日射量に関わる環境条件と刈取り食者の関係、あるいは樹冠被覆度や落葉量など森林起源の栄養条件に関わる生息場特性と破碎食者の関係などについては今後有意義な関係が見出されると期待される。

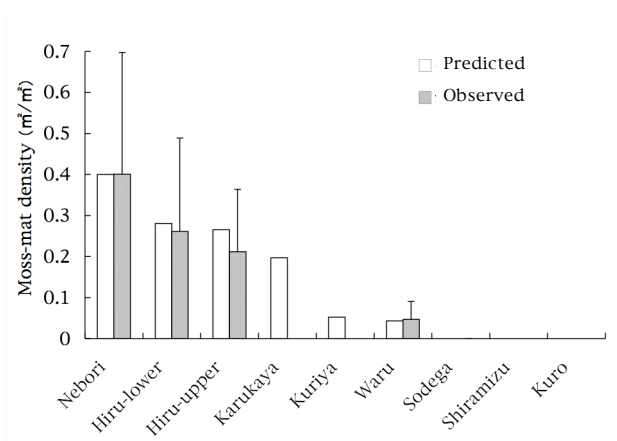


Fig.11 Comparison of predicted and observed values of moss-mat density in the selected streams in the Gamata River basin. No observation in Karukaya, Kariya, Shiramizu and Kuro-dani.

6. まとめ

生息場構造と底生動物群集の関係については、1) 底生動物群集の種多様性は攪乱の少ない期間を経ると土砂の少し動く谷で高まること、2) 30年確率の増水後には、土砂が動く谷の方が種多様性は低下することがわかった。谷の環境条件-河道の生息場特性-底生動物群集特性の間で相関分析、回帰分析、正準対応分析などを行なった結果、以下の結論が得られた。1) 土砂流出の攪乱によって個体群の減少を起こす種群はフルード数の小さい環境を好む種群であり、それらは土砂生産量や移動量の少ない谷によって維持されていると考えられた。2) 凍結融解強度指数と河道幅から微生物場の苔マット密度の予測ができることが示唆された。3) 苔マット密度が高い谷では生息場の多様性が高く携巣型と造巣掘潜型が

多いこと、ならびにフルード数や瀬の河床表面礫径が大きい谷ほど苔マット密度が小さく滑行型や掃き取り食者が多いことがわかった。

以上のように土砂生産が生息場構造を介して底生動物群集に影響する関係性を用いることによって、人為的影響や気候変動などの環境変動に伴う生息場構造、底生動物群集の変化を予測できる可能性がある。例えば、苔マット密度を指標にして河川環境の目標設定をすれば適切な土砂流出様式(「土砂の生産過程」、「河道への流出過程」、「河道内での浸食・移動・堆積の過程」)の目安となりうる。ただし、今後追究すべき課題も多く残されている。例えば、本研究で利用した凍結融解度指数は土砂生産量の指標であり、「河道への流出過程」や「河道内での浸食・移動・堆積の過程」については別途関係を分析する必要がある。また、河道地形、流水の水理特性、底質特性など、苔マット密度以外にも土砂流出様式との対応関係を追究すべき項目が考えられる。さらに、底生動物の生活型との関係については、裸地率や開空度など日射量に関わる環境条件と刈取り食者の関係、あるいは樹冠被覆度や落葉量など森林起源の栄養条件に関わる生息場特性と破碎食者の関係などを分析することによって、環境変化の影響予測に資することが期待される。

謝辞

本研究論文は、第一著者が都市環境工学専攻の洪水災害工学分野に在籍中に執筆した修士論文の一部をとりまとめたものである。修士論文の作成にあたっては、山敷庸亮准教授に多くのご助言をいただいた。また、藤田正治教授にはヒル谷の観測データや各谷の情報を快くご提供いただいた。さらに、本研究は穂高砂防観測所の施設の使用無くしては不可能であった。NPO 法人山の自然文化研究センター代表澤田豊明先生ならびに志田正雄技術員には、観測所滞在中の生活の便宜のみならず、調査器具の製作や野外調査の方法についても多くのご助力をいただいた。鈴木裕一郎氏と村上宜之氏には、蒲田川流域の野外調査を手伝って頂いた。最後に、京都大学大学院工学研究科資源研究室の皆様には研究の様々な側面をご教示いただいた。とくに、Mishra Binaya Kumar 氏には ArcGIS の解析手法を教えて頂いた。以上の方々に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

岡野真久, 菊井幹夫, 石田祐哉, 角哲也 (2004): ダム貯水池堆砂とそのダム下流河川還元について

の研究, 河川技術論文集, 10, 191-196
藤田正治, 澤田豊明, 水山高久, 木下篤彦 (2000.2) :
砂防ダムからの人為的排砂が溪流環境に与える影
響とその評価法, 水工論文集, 第 44 卷,
pp.1215-1221
藤田正治・澤田豊明・堤大三・志田正雄・伊藤元洋
(2006) : 高原川流域における土砂生産マップの
構築－高原川流域の土砂生産特性－, 京都大学防
災研究所年報, 第 49 号 B, pp.561-566
堤大三, 藤田正治, 泉山寛明 (2009) : 気温上昇に
おける土砂生産に対する凍結融解の影響変化予測,
水工学論文集, 第 53 卷 (印刷中)

Gurnell, A. and Petts, G. (1995) : Changing River
Channels, John Willy and Sons
Karr JR (1981) : Assessment of biotic integrity
using fish communities. Fisheries6:21-27.
Wright J.F., Sutcliffe D.& Furse M.T. (2000) :
Assessing the biological quality of fresh waters.
RIVPACS and other techniques. Freshwater
Biological Association, Ambelside.

Effects of Sediment Production on Habitat Structure and Benthos Communities in Mountain Streams

Rie NOMURA*, Yasuhiro TAKEMON, Daizo TSUTSUMI and Kaoru TAKARA

* Nippon Koei Co.,Ltd.

Synopsis

The present study aims to relate the sediment outflow patterns in the valley to habitat structure and benthos communities in the stream ecosystem. Field investigations on the amount of sediment supply, channel geomorphologic features, microhabitat characteristics and benthos community structure were conducted in a set of tributaries with different sediment load in the Gamata River basin. Results showed that the density of moss-mat reduced with increasing sediment production and open-channel-width in the valley and also that benthos community structure changed with these habitat characteristics. This represents an example for predictable relations of sediment outflow patterns to habitat structure and benthos communities. The microhabitat traits such as moss-mat density will be of use as an indicator for the sediment outflow conditions in the stream ecosystem.

Keywords: microhabitat, benthos community, sediment outflow pattern, moss-mat, freeze-thaw index