

山地河川の土砂・流木滞留現象に与える河床岩盤地形の影響

北海道大学大学院農学研究院 ○金錫宇

北海道大学大学院農学研究院 後藤健

韓国江原大学校山林環境科学大学 全槿雨

北海道大学大学院農学研究院 丸谷知己

1. はじめに

流域土砂管理において上流河川での土砂の滞留と再移動の特徴を把握することが重要な課題となっている。山地源流域から生産された土砂は、急勾配の上流河川で滞留と再移動を繰り返しながら、谷幅が広く流量がより多い下流河川へと徐々に流出する。その際、急勾配の山地河川源流部に典型的な河床岩盤地形¹⁾は、その露出形状(起伏)によって土砂移動に対して大きな影響を及ぼすことが予想されてきた^{2),5)}。また、斜面から供給された流木は河床岩盤や巨礫などの障害物によって滞留する³⁾。このような露出した河床岩盤や巨礫による流木や土砂の滞留現象は、山地河川において土砂滞留と土砂収支に大きな影響を与えている⁶⁾。そこで本研究では、土砂移動に対する河川水路内の障害物として山地河川に分布している河床岩盤の露出形状の差異に着目し、これら障害物が土砂及び流木の滞留量に与える影響について検討した。

2. 研究方法

調査地は、九州大学宮崎演習林内に位置し、流域面積5.2km²、流路延長3.2kmの山地河川である(図-1)。調査区間は全て岩盤河床で、砂礫(D₅₀=67.70mm)が堆積している箱型の穿入蛇行河川である。調査区間の平均河床勾配と平均川幅はそれぞれ0.017(m/m)、13.2mである。調査方法には、河床変動量は1993年より現在まで、約100本の固定測線で行ってきた横断測量から算出し、河床露出岩盤の形状は、滞留土砂がほとんど流出して最低河床を示した2006-2007年にかけて測定した。そして溪流内(斜面崩壊及び支流からのことは抜いて)に散在する流木調査(直径と長さ)は2007年に行った。分析方法

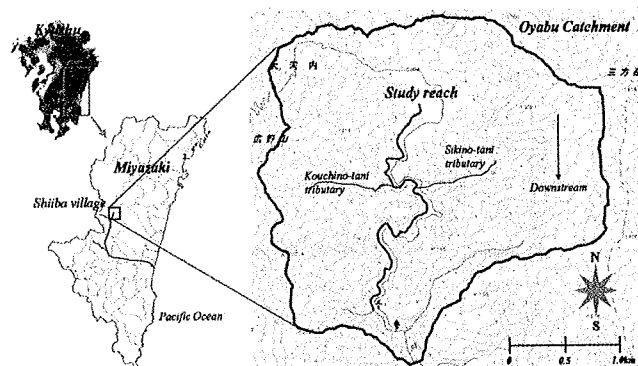


図-1. 調査地の位置

には、全調査区間を狭窄部と湾曲部とで区切られる区間をセグメントに分割し、セグメントごとに河床変動量、岩盤露出断面積および横断起伏度(凹凸)を平均して、これらの関係について検討した。流木は滞留している位置の河床特性によって区分して分析した。河床岩盤の露出断面積は各測線において最も低い地点から計算し、横断起伏度は潤辺を川幅に分けて求めた(式(1))。また、流木の滞留量は式(2)⁹⁾により求めた。

$$\text{Bedrock relief} = \text{Wetted perimeter} / \text{Bankfull channel width} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Log volume} = \pi * (\text{Diameter} / 2)^2 * \text{Length} \quad \dots\dots\dots (2)$$

3. 結果及び考察

1) 土砂滞留に与える河床露出岩盤の影響

大藪川では、土砂が狭窄部と屈曲部とで区切られて分布することが報告されている⁴⁾。この結果にもとづいて、河床岩盤の露出断面積と12年間の総河床変動量との関係をそれぞれのセグメント単位で求めて、その関係を解析した。総河床変動量とは、同一セグメントでの過去12年間での総堆積土砂量と総浸食土砂量との差分をとり、セグメントごとの河床変動の激しさを示した。その結果、総河床変動量は岩盤露出断面積の増加に伴って増加する傾向にあることが示された(図-2)。すなわち、河床岩盤の露出断面積が大きい地点ほど堆積量と浸食量の差が大きく、長期的に見れば河床変動の激しいことを意味している。これらの結果は、出水時の土砂流出において土砂が一時的に滞留し、次の出水時には下流へ流出することを

意味している。しかし、河床岩盤の横断起伏度と土砂の堆積量、浸食量、総河床変動量との間には明瞭な相関関係が現れなかった。これより、急激な山地河川で発生する土砂移動は水路形状である幅と湾曲によって規制されるが、水路内の要因である露出する河床岩盤によっても規制されることが分かった。

2) 流木滞留に与える河床岩盤の影響

溪流内に滞留している流木の分布は堆積空間の規模と関係があり、とくに拡幅部に多く分布する。現地の観察より、川幅の増加に伴って流木の量が増加する傾向が見られた。流木の滞留位置を河床特性によって区分した結果、流木はセディメント河床より巨礫分布河床と岩盤露出河床に多く分布し、とくに河床岩盤の露出した場所により多く滞留していることが分かった(図-4)。調査全区間に分布している流木の滞留量は、露出した河床岩盤上に79%、巨礫上に14%、セディメント河床上に7%が分布していた。河川幅が狭い水路状の溪流では河幅に広い場所よりも、岩盤や巨礫のような河川障害物により流木の滞留が発生しやすいと思われる。また、相関分析の結果、露出する河床岩盤の起伏度の増加に伴い流木の滞留本数と体積が増加しており(横断起伏度と滞留本数及び体積との相関は決定係数0.9041、0.8978と非常に高い)(図-4)、露出した河床岩盤の起伏が大きい場合は、流木移動に対して障害物として作用していると考えられる。現地調査の結果、露出した河床岩盤によって滞留する流木の堆積が土砂の滞留や河川地形に直接影響を与えない場合でも、露出した河床岩盤により一時的な流木群の滞留がもたらされ、さらにこれが土砂の滞留^{1),8)}を引き起こしていることを示唆している。

4. おわりに

本来、山地河川の岩盤河床では水理学的に土砂収支がない場所だが、河床岩盤の露出形状によっては、土砂と流木の移動に対して河川断面面積を減少させ、障害物として物理的に影響を及ぼすと考えられる。今後は河床岩盤と不動の巨礫による土砂滞留機構の違い、そしてこれらの混合効果について検討し明らかにする必要があると思われる。また、河床露出岩盤と巨礫によって発生している堆積・浸食過程について、時間的な変化を観測することも必要で、長期的なモニタリングを行って堆積礫の粒径変化に伴う水理学的な変化についても検討する予定である。

5. 参考文献

- 1) 笠井美青・丸谷知己, 1994, 日林誌 76(6): 560-568.
- 2) 高橋 保, 2006, 土砂流出現象と土砂害対策: 236-237.
- 3) Bilby, R.E., 1984, Journal of forestry 82, 609-613.
- 4) Kasai, M., 1995, 九州大学農学研究科修士論文.
- 5) Kasai, M., Marutani, T., Brierley, G.J., 2004, Earth Surface Processes and Landforms 29, 59-76.
- 6) Lancaster, S.T., Grant, G.E., 2006, Geomorphology 82, 84-97.
- 7) Montgomery, D.R., Abbe, T.B., Buffington, J.M., Peterson, N.P., Schmidt, K.M., and Stock, J.D., 1996, Nature, v. 381:587-589.
- 8) Nakamura, F., Swanson, F.J., 1993, Earth Surface Processes and Landforms 18, 43-61.
- 9) Robinson, E.G. and Beschta, R.L., 1990, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1684-1693.

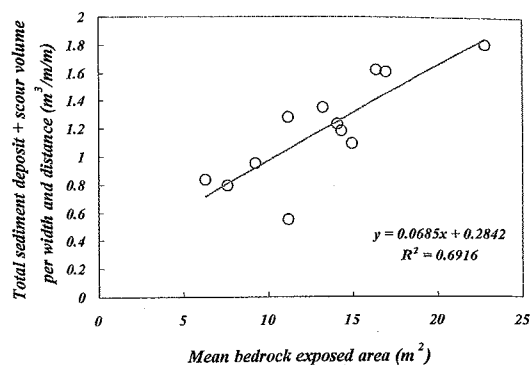


図-2. 河床岩盤の平均露出断面積と総河床変動量との関係

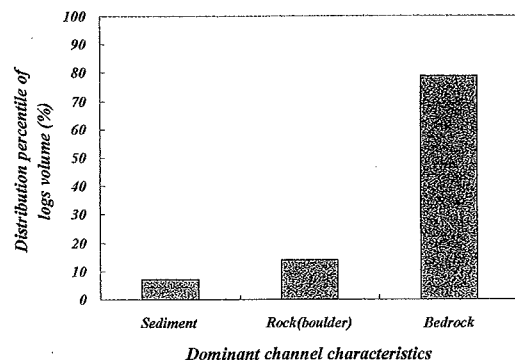


図-3. 河床特性による総流木量の分布比率

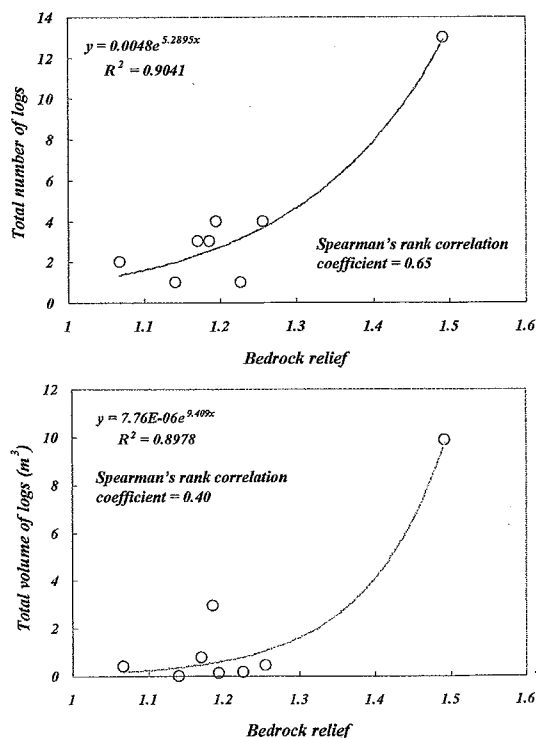


図-4. 河床露出岩盤の横断起伏度と流木数、流木量との関係