

## 六甲山系の浮遊砂の特徴

六甲砂防事務所 ○田村圭司・日野 健

国土技術政策総合研究所 内田太郎

京都大学農学研究科 水山高久・小杉賢一朗

国土防災技術株式会社 小菅尉多・永田葉子

### 1 はじめに

六甲山系では、流域特性に応じた水・土砂流出予測技術の構築及び流域監視技術の構築の一環として、土砂動態観測を実施している。そのためにはまず、現状の流砂の実態を把握する必要がある。流砂の内、浮遊砂は流域の荒廃程度を表現するひとつの指標であると考え。そこで、本報告では、浮遊砂に注目して六甲山系の浮遊砂の現状の特徴を明らかにすることを目的として、バケツによる浮遊砂観測及びホースを用いた多段式浮遊砂観測を行った。

### 2 調査地と観測方法

#### 2.1 調査地概要

調査地は六甲山系のうち主に表六甲に東西方向に分布する 12 溪流である (図 1)。六甲山系は花崗岩の急峻な山地であり、当該地域では、S13 年、S42 年に甚大な土砂災害が発生して以降大きな土砂災害はなく、現在、流域は植生に覆われ安定した様相を呈する。

#### 2.2 浮遊砂観測方法

浮遊砂を連続的に計測可能な機器は濁度計であるが、データの安定性に問題があるため、出水の始めから終わりまで 1 時間間隔でバケツによる表面採水を実施した。採水後は 2L のペットボトルに移し、試験室にて市販のコーヒーフイルターで濾過・乾燥後重量を計測し SS 濃度とした。

#### 2.3 多段式浮遊砂観測方法

出水時の水深方向の浮遊砂濃度分布を確認するため、芦屋川の砂防堰堤の落差を利用した。天端から 0,10,20,30cm の高さの  $\phi 25\text{mm}$  のホースを設置し、自吸式エンジンポンプで吸引後サイホンの原理で、1 時間間隔で深度毎の濁水を採水して上記と同様な方法で SS 濃度を算定した。

### 3 調査結果

#### 3.1 浮遊砂濃度の時間的変化

六甲山系の溪流で認められる流量と浮遊砂濃度の時間的変化は図 2 のとおりである。六甲山系では、浮遊砂濃度は時計回りのヒステリシスを示す溪流が多い。

#### 3.2 流量と浮遊砂量の関係

六甲山系における H23～H25 年の出水時の浮遊砂観測結果より、流量と浮遊砂量との関係を整理すると図 3 のとおりである。同図より、浮遊砂量  $Q_s$  と流量  $Q$  は、 $Q_s = \alpha Q$  の関係があり、溪流毎で係数  $\alpha$  値が異なること、現状では白水谷の係数  $\alpha$  値が大きいこと、S54 年当時の住吉川の係

数  $\alpha$  値も大きかったことがわかる。

また、同一溪流での年別の浮遊砂濃度の変動を見ると図 4 のとおりである。同図より、各溪流ともオーダー的な浮遊砂濃度の変動は認められない。

#### 3.3 水深方向の浮遊砂濃度分布

H24 年に実施した多段式浮遊砂観測結果を図 5 に示す。同図より、採水量が 2L も 40L も同様の SS 濃度を示すこと、浮遊砂の粒径は 0.3mm 以下で水深方向の SS 濃度には分布が認め難いことがわかる。

### 4 考察

#### 4.1 浮遊砂の発生源

流量と浮遊砂濃度との関係が時計回りのヒステリシスを示す事例が多いことは、斜面からの浮遊砂の供給が少ないためであると考えている (永田ほか,2013)。

#### 4.2 流量と浮遊砂量の関係式の係数 $\alpha$ 値と流域面積

流量と浮遊砂量の関係式の係数  $\alpha$  値と流域面積の関係は図 6 のとおりである。同図より、現在の六甲山系では、浮遊砂量は流域面積が小さいほど大きくなる傾向を示すが、溪流間で他の要因 (斜面からの供給の程度等) で浮遊砂量の多い流域と少ない流域があることがわかる。なお、現在はげ山となっている白水谷の  $\alpha$  値は 2 オーダー大きく、S54 年当時の住吉川の  $\alpha$  値も 1 オーダー大きいことがわかる。

#### 4.3 六甲山系の年間浮遊砂量

H25 年の浮遊砂観測時の係数  $\alpha$  値を用いて、年間通過浮遊砂量を算定すると表 1 のとおりである。なお浮遊砂量の算定に当たっては、多段式浮遊砂観測結果より、最近の出水時の水深方向の浮遊砂濃度は一定 (Wash Load) であるとして算定した。同表より、はげ山を抱える白水谷の比年間通過浮遊砂量が  $3,600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$  と多く比較的大きな出水時にはその約 40% が流出すること、通常の六甲山系の溪流の比年間通過浮遊砂量は  $5\sim 55\text{m}^3/\text{km}^2/\text{y}$  と少なく、比較的大きな出水時にはその 20～60% が流出することがわかる。

### 5 おわりに

濁度計で安定したデータの取得できるようになるまで、バケツによる浮遊砂観測を併用し、流域特性に応じた水・土砂流出予測技術の構築及び流域監視技術の構築に向けてデータを蓄積して行きたい。

【引用文献】永田ほか(2013),H25 砂防学会研究発表会概要集,p.A-234-235

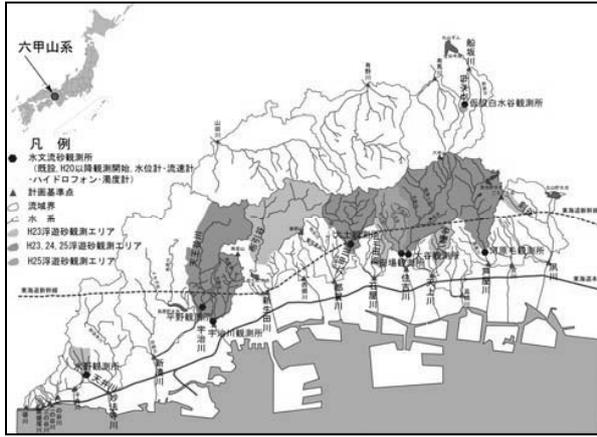


図1 六甲山系と浮遊砂観測流域

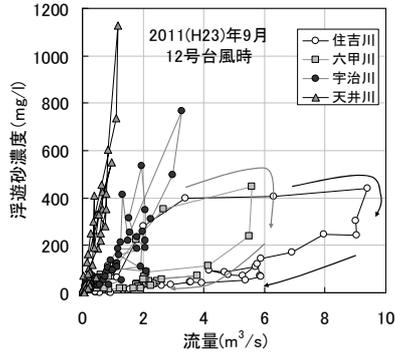


図2 六甲山系の代表的な溪流の流量と浮遊砂濃度の関係

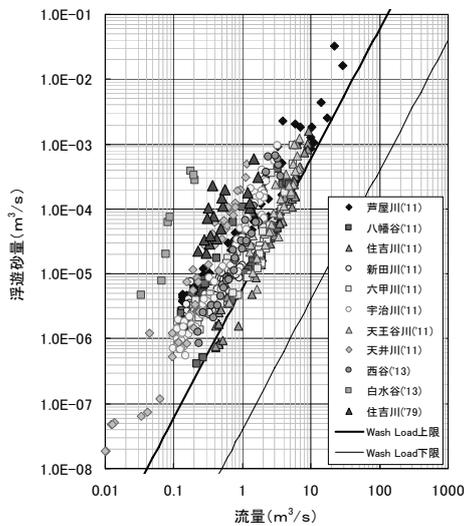


図3 六甲山系の溪流の流量と浮遊砂量の関係

表1 六甲山系の代表的な溪流の浮遊砂量

流域	観測所名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	係数 $\alpha$ $Q_s = \alpha \times Q^2$	年間通過	比年間通過	台風18号時		
				浮遊砂量 (m <sup>3</sup> /y)	浮遊砂量 (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	通過浮遊砂量 (m <sup>3</sup> /1出水)	割合(%)	
山間部	住吉川	西滝ヶ谷	1.484	5.55E-05	7	5	3	43
	船坂川	白水谷	0.227	8.45E-03	814	3,586	337	41
下流部	芦屋川	河原毛	6.895	6.43E-06	61	9	27	44
	住吉川本川	大谷	7.440	1.57E-05	216	29	77	36
	住吉川支川	安場	3.449	4.76E-05	71	21	17	24
	六甲川	大土	4.171	1.99E-05	91	22	34	37
	宇治川	宇治川	2.978	1.30E-04	164	55	102	62
	天王谷川	平野	7.285	2.75E-05	138	19	28	20

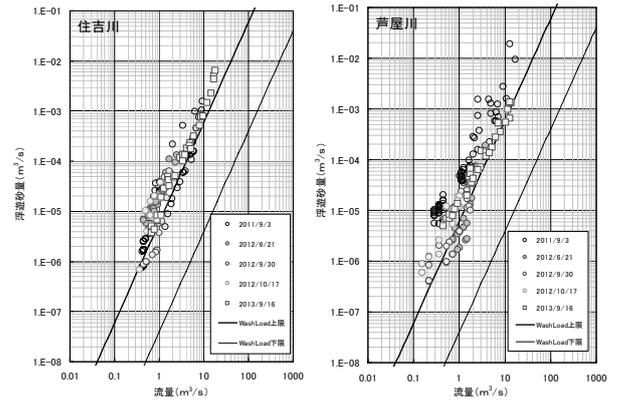


図4 1 溪流における流量と浮遊砂量の関係の年変動

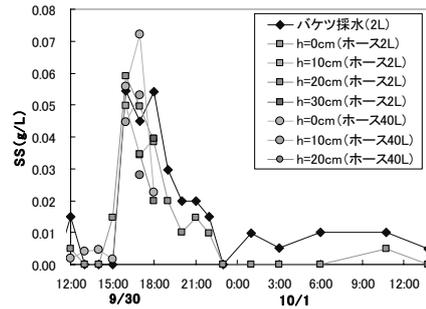


図5 芦屋川における出水時の水深方向の浮遊砂濃度分布

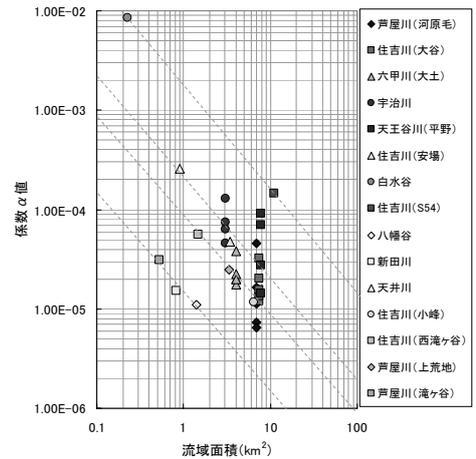


図6 係数 $\alpha$ 値 ( $Q_s = \alpha Q^2$ ) と流域面積の関係

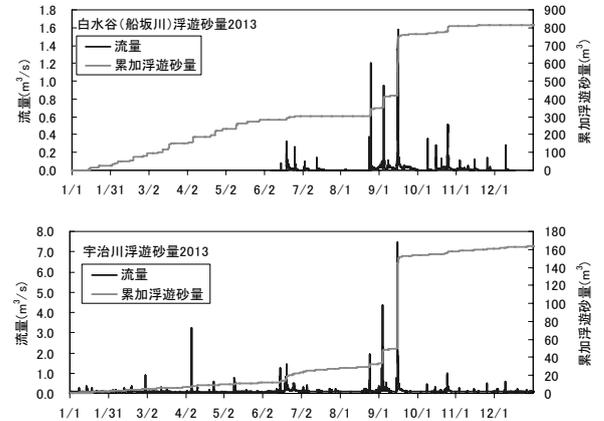


図7 1年間の通過浮遊砂量(白水谷, 宇治川の事例)