

# 天竜川水系与田切川における現地流砂量観測の成果と課題

天竜川上流河川事務所 三上幸三、大森正昭、石田勝志  
住鉦コンサルタント株式会社 ○山下伸太郎、佐光洋一、高橋健太  
京都大学 水山高久

## 1. はじめに

天竜川水系における流砂系一貫した総合土砂管理計画の策定に資するため、天竜川上流河川事務所では、流水・土砂を直接採取する流砂観測施設を与田切川の坊主平堰堤(図-1)に設置し、2000年9月から主に出水時の流砂量と流砂の粒度分布の時系列変化を観測している。本施設による流砂観測は2006年度で7カ年を迎え、出水時の流砂観測データも徐々に蓄積されてきたといえる。これまでの報告<sup>1)2)</sup>では、2004年8月の規模の大きな出水を境に同程度の水位でも流砂量が増加するという流砂特性の変化が起きていることを報告した。その後の2ヶ年の観測データから、流砂特性は2004年8月の出水前の状態に戻りつつあり、同一の流域であっても流砂特性を単一の流砂量式で評価することが難しいことが定量的にもわかってきた。

本報告では過去7年間の流砂観測データを総括し、与田切川の流砂特性について考察するとともに、今後の流砂観測における課題について整理した。

## 2. 与田切川流砂観測施設の概要

流砂観測施設の詳細な機能・構造に関しては、既に報告<sup>3)</sup>されているので、ここでは概要のみ記す。本観測施設は、坊主平砂防堰堤地点(河床勾配 1/25)の堰堤袖部に河床から0cm(下段)、50cm(中段)、100cm(上段)3段の取水孔を設けて流水を各段の回転式のふるい(トロンメル)に導水する構造である。そして、トロンメルに残留した流水中の土砂の重量・粒径とトロンメルを通過した濁水のSS濃度を連続的に測定することにより、同時に計測している導水流量と併せて流砂量とその粒度分布の時系列的変化が把握できる。なお、当初トロンメルの網目は0.5mmであったが、2003年に下段トロンメル、2004年に中上段トロンメルの網目を1mmに変更している。

## 3. 流砂観測結果の概要

表-1に水深が50cm以上の出水時の洪水観測の実施日を示す。与田切川においては2000年の観測開始以降、2002年までは水深が1m以下の出水しか起きていないが、2003年～2004年にかけては比較規模の大きな出水が多く発生し、最大水深が1mを超える出水時に6回の観測を行っている。2005年は水深が1mを超える出水は生じていない。2006年には天竜川での堤防決壊(長野県箕輪町)や岡谷市で土石流災害が発生した7月19日の降雨では水位が1mを超える状態がほぼ24時間継続するような洪水を観測した。なお、これまでの観測において、最高水位は2003年8月8日～10日の降雨における最大水深1.78mで、ピーク流量は474m<sup>3</sup>/sであった。

図-2には、観測例として2006年7月18～20日降雨の時間雨量(黒覆山)、河川水位、土砂ハイドログラフを示す。土砂ハイドログラフはトロンメルで捕捉した土砂(粒径1mm以上)と通過した土砂を分けてそれぞれ体積土砂濃度(%)で示してある。これまでの観測結果の全体の傾向としては、水深と土砂濃度はほぼ連動して増減するが、この長時間の出水では、とくに出水後半の水位の増減に対して、土砂濃度に大きな変動がみられないのが特徴である。

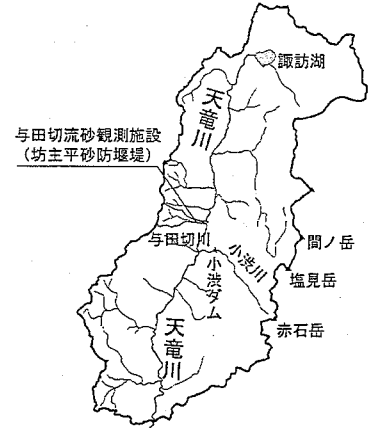


図-1 位置図

表-1 出水時の観測一覧

日時	最高水深 (m)	ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)	
2001	6月19～20日	0.69	75
	10月1～2日	0.76	91
2002	7月10～11日	0.83	109
	7月15～16日	0.47	23
	10月1～2日	0.56	46
2003	7月23～25日	1.18	219
	8月8～10日	1.78	474
	9月20～22日	0.51	33
	9月25～26日	0.98	152
2004	6月21～22日	1.23	237
	8月17～20日	0.87	120
	8月30～31日	1.67	421
	9月7～8日	0.66	68
	9月29～30日	0.58	38
	10月8～10日	1.04	171
2005	10月19～21	1.67	421
	7月4～5日	0.98	152
	7月11～12日	0.78	96
2006	9月5～7日	0.92	134
	5月13～14日	0.62	41
	5月19～20日	0.9	90
	6月15～16日	1.05	126
	7月16～20日	1.47	253
	7月20～22日	0.7	51
7月24～25日	0.68	48	

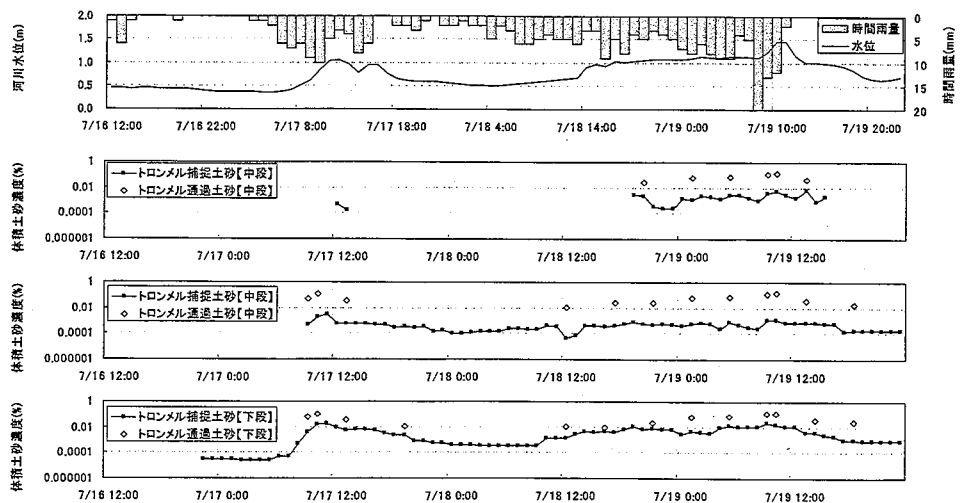


図-2 流砂観測結果にもとづく流砂ハイドログラフ

#### 4. 与田切川の流砂特性

まず、流砂特性の経年的な変化を把握するため、2002年から2006年の各観測時において、水深が40cm~60cmの期間の掃流砂量の平均値を時系列的に整理した(図-3)。図には各観測時の最大水深も示している。2002年から2004年6月までの間は、ばらつきはあるものの同程度の掃流力にする掃流砂量には大きな変動はみられない。しかし、2004年8月20日の出水時には掃流砂量が明らかに1オーダー程度増加しており、その後の同年の観測でも掃流砂量が多い傾向が継続している。さらに、翌年の2005年をみても出水規模が全体的に小さいにもかかわらず、比較的大きな出水が多かった2003年より流砂量が多い傾向が見られた。しかし、2006年の観測結果もあわせてみると、掃流砂量は2004年8月をピークに全体的には漸減傾向である。

次に、観測値の無次元掃流力( $\tau^*$ )と無次元流砂量( $\Phi$ )の関係を図-4に示す。上述したとおり2004年8月20日の出水とその直後は同値の $\tau^*$ に対する流砂量が増加しており、規模の大きな出水を経験した直後の期間はそれ以外の期間より $\Phi$ が1オーダー程度多くなっていることがわかる。

図-4には観測値をもとに、上述した流砂特性に変化がみられる2004年8月20日の出水後の期間とそれ以外の期間に分けて求めたBrown型の流砂量式による回帰線を示している。このように流域の土砂生産・流出環境の影響を受ける流砂特性の変動に対応して、複数の流砂量式を適用することにより、出水時の流出土砂量をより精度良く推定できると考えている。

#### 5. 流砂観測における今後の課題

2004年8月20日の出水後で流砂特性に変化が生じた要因としては、規模の大きな出水によるアーマールコート破壊や溪岸崩壊・浸食などの何らかの土砂供給状況を変化させる現象が上流で発生したことが考えられものの、この出水後に実施した現地調査では、顕著な溪岸崩壊・浸食や河床変動が生じた痕跡は確認されていない。今後は、流砂特性を変化させる要因を解明し、例えば雨量との関係で流砂特性の変化が定量的に把握できれば、より精度の高い土砂動態予測が可能になると考えられる。

また、今後の与田切川流域の土砂生産・流出環境の変化要因として、上流部に2006年2月に完成した堤高40mの大規模な飯島6号砂防堰堤が挙げられる。現状では水抜き穴が閉塞していないため2006年の観測では顕著な流砂特性の変化は認められなかった。しかし、堆砂が進んで水抜き穴の閉塞が起これば、下流域の流砂特性に大きな変化が生じると考えられ、今後の流砂観測では、飯島6号堰堤の堆砂状況とあわせて観測データを整理・解析していく必要がある。

一方、流砂観測方法としては次のような課題が上げられる。

流砂観測施設の構造から採取可能な土砂の最大粒径は10cmであるが、これまでの観測では粒径が5cmを超える砂礫の採取量は非常にわずかである。観測地点の河床勾配からは、出水時には粒径10cm程度の砂礫は十分移動可能な条件にあるため、実際に粒径が5~10cm程度の流砂が少ないのか、取水孔の位置や構造によるものかは不明である。また、取水孔の設置されている水通し袖部では水位60cm程度を超えると堰上げが生じていることが確認されているほか、観測地点の川幅が約50mに対して下段(河床)取水孔の取水幅が50cmと狭いため、流砂観測データが横断的な平均値となっているかなどの課題も挙げられる。今後は、現在の観測施設を活用しつつ、流砂の実態を踏まえたより精度の高い流砂観測方法についてもさらに検討を進めていく必要があるものと考えている。

#### 参考文献

- 1) 三上幸三ほか：与田切川の流砂観測結果からみた洪水規模による流砂特性の変化について、平成16年度砂防学会研究発表会概要集、P.16-17,2004。
- 2) 三上幸三ほか：与田切川の流砂観測結果からみた洪水規模による流砂特性の変化について(その2)、平成17年度砂防学会研究発表会概要集、P.112-113,2005。
- 3) 浦真ほか：与田切川における流砂の計測一流砂系モニタリングのために、砂防学会誌、Vol.54, No.3, P.81-88, 2001。

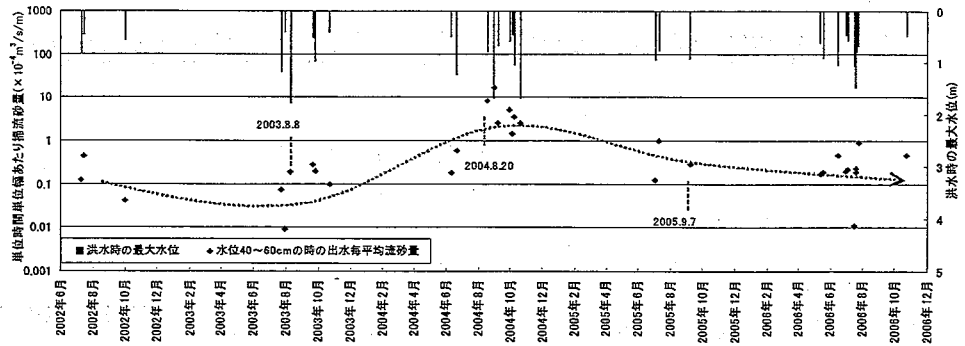


図-3 水深40~60cmにおける掃流砂量の平均値の経年変化

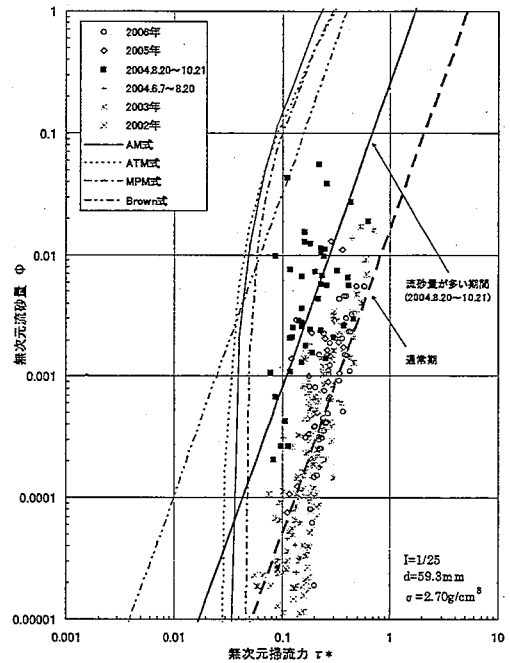


図-4 流砂観測による $\tau^*$ と $\Phi$ の関係