

# 安倍川流域大島えん堤における 全流砂量観測報告

## 平成17年までの観測について

近藤玲次\*

### 1 はじめに

水系一貫した土砂管理計画の前段階として流砂系内の土砂移動実態把握を目的とし、静岡県安倍川流域において国土交通省静岡河川事務所、国土交通省国土技術政策総合研究所、静岡大学、財団法人砂防・地すべり技術センター（以下STC）による流砂観測が実施されている。STCでは土砂生産源に近い上流域で全流砂量捕捉装置を用いて土砂移動形態にとらわれずに水深方向の全流砂を捕捉し、量と粒度（質）の時間的実態の把握を試みている。

平成15年から観測を開始し、装置の改良を行いながら平成17年9月までに10出水の観測を行った。現在までの観測及び分析結果を報告する。

### 2 全流砂量捕捉装置

#### 2.1 装置の概要

全流砂量捕捉装置は、上流に大谷崩れの位置する大谷川とその右支川蓬沢の合流点にある大島えん堤

に設置している。装置の構造は、流れを乱さずに水深方向の全流砂を流水とともに捕捉するため、幅1mの捕捉口をえん堤の水通し前面に取り付け、川岸の採水タンクまで導水管を通じて送るものとしている。採水タンクを複数用いることで、流量の変化に対応した土砂の採取を行う。

採取した流水を含む土砂は、浮遊成分が沈降しない状態で濁水をサンプリングし、炉乾燥・重量測定を実施する。タンク内の濁水を除去した後、沈降した土砂について質量の計測及び粒度分析を実施する。

捕捉口上流において、間接計測手法である音響法（ハイドロフォン）による連続的な観測も実施している。

#### 2.2 平成16年以降の観測の改良点

平成16年10月の観測までは捕捉口上流で浮子により流速、設置した量水標・超音波式水位計・圧力式水位計で水位を測定して採水時の水理条件を把握していた。しかし、過去の全流砂観測では捕捉口上流



写真1 導水管に設置した圧力式水位計（水色丸）と濁度計（黄色丸）



写真2 クレーンスケール

\* (財)砂防・地すべり技術センター砂防技術研究所  
研究員

で土砂が堆積して滲筋が変化することにより、捕捉口へ流入する水力条件が変化し、水力条件の適正な把握が困難になるという事例が見られた。この対処として導水管内部に濁度計・圧力式水位計を設置し、水力条件把握の強化を進めた。

また、前報（SABO、vol.80）での検討の通り、採水タンクの重量測定にはクレーンスケールを用い、重量計測の精度向上も行った。

### 3 平成17年の観測

平成17年に行った2回の観測のうち、8月25日から26日の台風11号の観測について図1に示す。

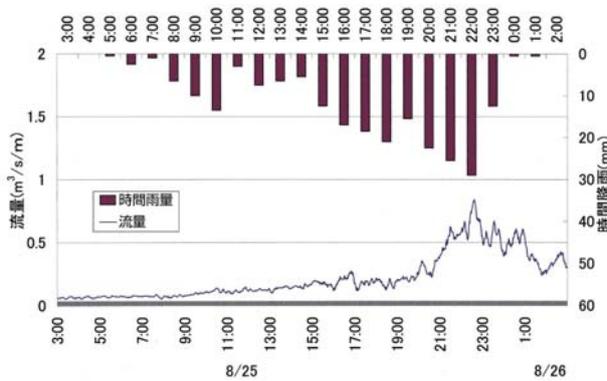


図1 8/25の大島えん堤の雨量

### 3.1 台風概要

8月25日から26日にかけて房総半島を横断し太平洋に抜けた台風11号の影響により、激しい降雨となった。大島えん堤付近で観測したハイドログラフと捕捉口に流入する単位幅当たりのハイドログラフを図1に示す。流量は、これまでの観測において浮子で観測した流速と超音波水位計で求めた流量データをもとに作成したH-Q曲線から求めた。25日3時から26日3時にかけての累積雨量は232mmとなった。25日の19時から22時にかけては時間20mmを超える雨が続き、21時から22時に最大時間雨量29mmを記録している。

### 3.2 観測結果

8月25日9時より26日0時まで12回の採水を実施した。観測結果を表1に示す。

#### (1) 濁り（浮遊成分）の時間的変化

前報の平成16年6月台風6号の観測において時間経過とともに濁りが変化していく状況を報告した。今回の観測でも濁りが変化していく様子が見られた。14時の水通しの状況を写真3に、15時30分の状況を写真4に、17時30分の状況を写真5に示す。また、各観測回に採取した濁水を写真6に示す。14時

表1 観測結果一覧

観測番号	観測時刻	捕捉口上流水力条件					採取試料					⑪ (⑨+⑩)×④ (m³/s)	⑪×⑩ 水通し通過全流砂量 (m³/s)
		河道幅① (m)	水位② (超音波水位計) (m)	流速③ (m/s)	流量④ (②×③) (m³/s/m)	捕捉口上流単位幅 水通し流量⑤ (①×④) (m³/s)	採水時間⑥ (s)	体積⑦ (m³)	重量⑧ (t)	濁水土砂濃度⑨	沈降土砂濃度⑩		
1	9:00	9.0	0.06	1.0	0.06	0.5	31.7	0.6	0.7	5.E-06	0.E+00	3.2.E-07	2.9.E-06
2	12:00	10.0	0.08	1.1	0.09	0.9	24.3	1.0	0.9	2.E-05	3.E-05	4.9.E-06	4.9.E-05
3	15:00	10.0	0.11	1.7	0.19	1.9	35.5	2.2	2.2	2.E-04	2.E-04	8.0.E-05	8.0.E-04
4	16:00	15.0	0.08	1.6	0.13	2.0	22.4	2.0	2.1	2.E-03	1.E-03	4.5.E-04	6.7.E-03
5	17:00	16.5	0.11	1.7	0.18	3.0	25.0	3.5	3.6	2.E-03	2.E-03	6.9.E-04	1.1.E-02
6	18:00	16.5	0.12	2.3	0.28	4.7	21.7	3.9	3.9	2.E-03	5.E-03	2.1.E-03	3.5.E-02
7	19:00	-	0.12	-	0.21	-	20.6	3.8	3.8	2.E-03	1.E-03	5.4.E-04	-
8	20:00	36.0	0.14	-	0.26	9.3	20.9	4.8	4.7	4.E-03	3.E-03	1.8.E-03	6.5.E-02
9	21:00	36.0	0.18	-	0.40	14.3	17.8	6.3	6.1	3.E-03	2.E-03	1.9.E-03	7.0.E-02
10	22:00	36.0	0.22	1.3	0.30	10.8	10.7	4.3	4.3	2.E-03	4.E-03	1.8.E-03	6.6.E-02
11	23:00	36.0	0.21	2.2	0.47	16.8	11.4	3.5	3.5	1.E-03	5.E-03	2.9.E-03	1.0.E-01
12	0:00	36.0	0.18	2.4	0.42	15.1	18.8	5.5	5.5	1.E-03	4.E-03	2.3.E-03	8.3.E-02

\*19時から21時の捕捉口上流単位幅流量は、流速の計測が不可能であったため、H-Q曲線により求めている。  
19時の河道幅は計測できていない。

頃に白味を帯びた濁りが発生し、16時から17時にかけて黒色を帯びた色に変化している。16時から17時にかけて蓬沢の上流でアーマコート破壊や溪岸崩壊などによってそれまでと異なる地質の土砂が供給され始め、その後流量の増加に伴い浮遊成分が増加するという現象が発生したことが考えられる。

(2) 沈降水砂（掃流成分）の粒度の時間的变化

採水タンク底に沈降した土砂の粒度試験結果を図

2に示す。平成16年6月の観測の結果も併せて示す。また表2に5段階の区分による粒度分布を示す。タンク内に沈降水砂が見られた12時（2回目）以降、前報の観測と比較して粗い粒径の土砂の流出が続いた。最大ピーク流量時である23時よりも1回目のピークである17時の方が大きめの粒径の割合が多い傾向が見られた。17時頃に濁りの色に変化したことも考慮に入れると、16時から17時にかけてアーマコート破壊や溪岸崩壊が発生し、表層の粗い土砂がまず



写真3 14時の流水の状況



写真4 15時30分の流水の状況



写真5 17時30分の流水の状況



写真6 各観測ごとに採取した濁水

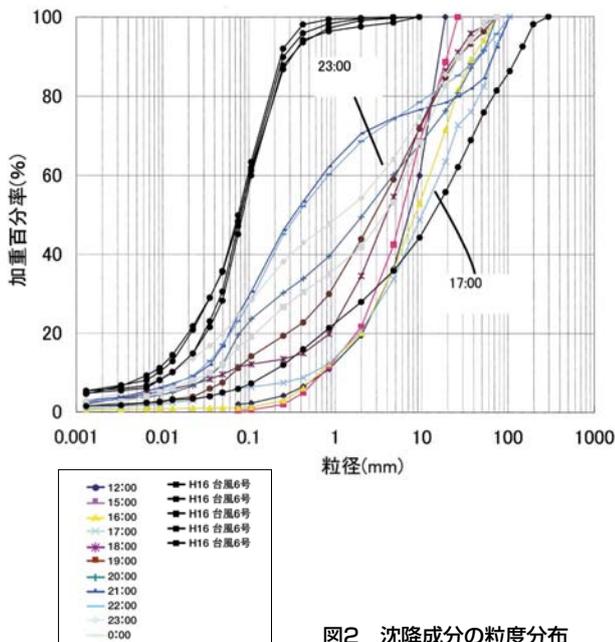


図2 沈降水成分の粒度分布

表2 沈降水成分の粒度分布（5区分）

	~0.106mm (%)	0.106mm ~2mm (%)	2mm ~9.5mm (%)	9.5mm ~26.5mm (%)	26.5mm ~300mm (%)
12:00	2.3	17.2	40.5	40.0	0.0
15:00	0.6	21.1	46.9	31.4	0.0
16:00	1.3	18.8	32.9	28.5	18.5
17:00	6.4	14.3	28.1	23.9	27.3
18:00	12.2	22.4	37.6	18.8	9.0
19:00	14.2	29.7	27.9	18.1	10.1
20:00	23.7	25.8	18.3	13.0	19.2
21:00	30.6	40.0	6.0	3.3	20.1
22:00	28.7	39.9	9.9	6.7	14.8
23:00	28.5	25.8	20.5	15.2	10.0
0:00	19.1	22.8	26.5	21.3	10.3

流出し、河道に残留した土砂もその後の出水で暫時運ばれていったという現象が考えられる。

なお、台風11号の出水の前後で蓬沢上流の河道で河道地形の測量を行っており、出水と地形変化の関係について現在整理中である。

### (3) ハイドロフォンによる間接観測

ハイドロフォンはパルスの増幅の程度を変化させた6つのチャンネルを持つ。小田(2004)らの研究から、増幅の程度の小さいものほど大きな粒径の礫の衝突音に対応すると考えることができる。つまり、増幅の程度の小さいch 5、6の値は比較的粗めの粒径の衝突回数と考えられ、増幅の程度の大きいch 1、2の値は細かめの粒径の衝突回数と考えられる。図3にch 1、2の平均値・ch 5、6の平均値、捕捉口に流入する掃流成分流砂量・浮遊成分流砂量・H-Q曲線による流量を示す。なお、15時30分以前は操作の不備によりハイドロフォンは稼働

していない。流量の増加とともに流砂量・衝突回数とも増加している。Ch 1、2の平均値は17時以降流量が下がった後もほぼ一定となっている。一方、ch 5、6の平均値は17時以降も上昇し続け19時頃にピークを迎えた後、減少し23時の流量ピーク時に再び増加している。19時以降流量は増加しているのに衝突回数が減っている原因は現在調査中ではあるが、粗めの粒径の土砂は細かめの土砂に比べて断続的に動く傾向があるとも考えられる。

## 4 既往観測における流量と土砂移動形態の検討

観測を行った出水のうち、捕捉土砂量の多かった4回(平成16年6月台風6号、9月台風18号、10月台風22号、平成17年8月台風11号)について、捕捉口に流入する濁水成分と沈降成分を足した全流砂量と流量の関係、流水幅を考慮した水通し全体での流量と全流砂量との関係を図4に示す。流量と流砂量に

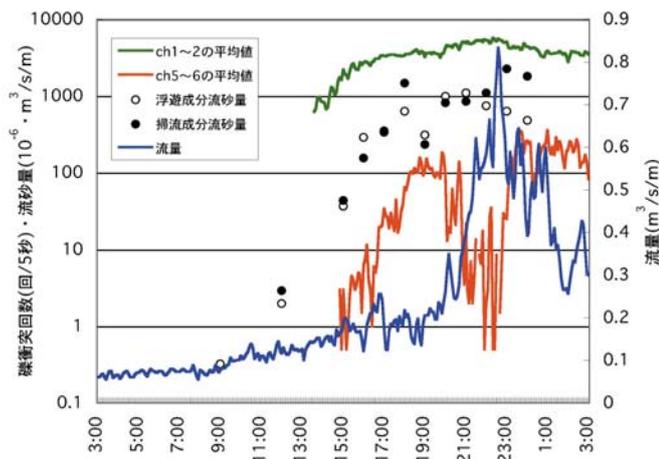


図3 礫の衝突回数と流量・流砂量

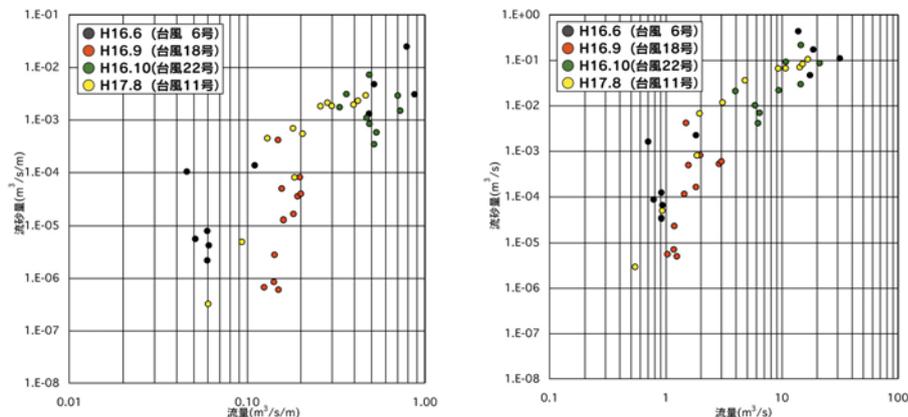


図4 流量と全流砂量の関係 (左) 捕捉口流入流量 (右) 水通し全体の流量

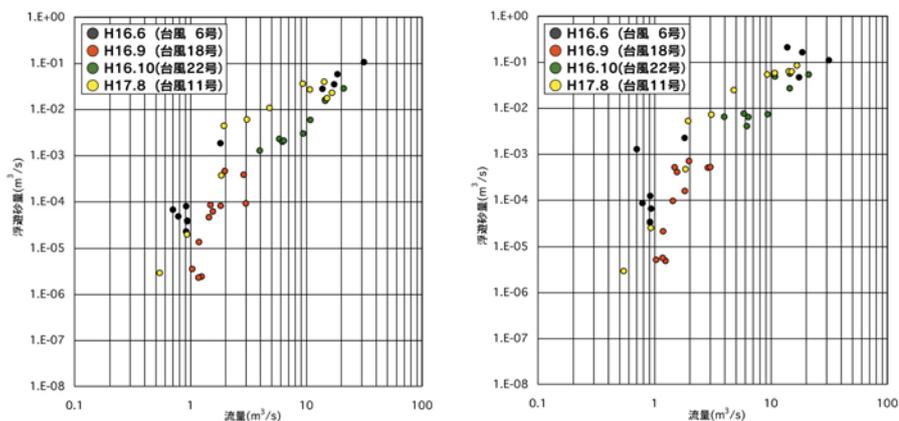


図5 水通し全体の流量と浮遊成分流砂量の関係  
 (左) 濁水成分を浮遊砂とする (右) 濁水成分と沈降土砂のうち浮遊限界粒径以下を浮遊砂とする

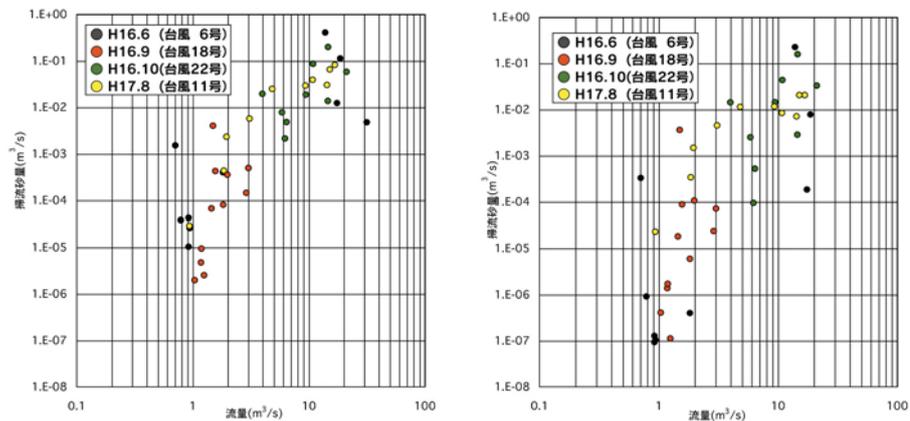


図6 水通し全体での流量と掃流成分流砂量の関係  
 (左) 沈降土砂を掃流砂とする (右) 沈降土砂のうち浮遊限界粒径以上を掃流砂とする

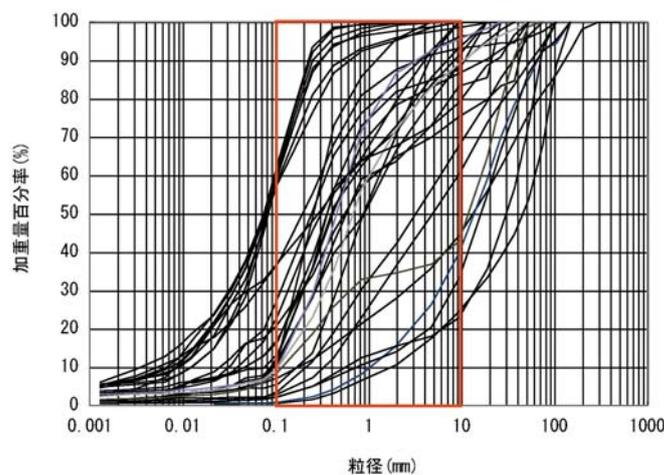


図7 平成16年出水における採取土砂の粒度分布

一定の関係が見て取れた。

これまでの検討では、全流砂のうち濁水成分を浮遊成分（ウォッシュロード含む）、沈降した土砂を掃流成分と仮定して整理してきた。ここでは、Rubey式による沈降速度と摩擦速度の比較により求めた浮遊限界粒径に着目した分類を試みた。これまでの観測における出水では浮遊限界粒径は概ね2～19mmと類推されたことから、タンク下部に沈降した土砂のうち、粒径2～19mm以下のものは浮遊成分であったと仮定できる。そこで、4回の出水について、濁水の成分を浮遊成分・沈降土砂を掃流成分とする方法と、浮遊限界粒径を考慮した方法による全幅の流量と流砂量の関係を図5、6に示す。

掃流・浮遊砂とも浮遊限界粒径による選別を加えることで関係の傾きが急になる傾向が見られた。掃流・浮遊の区分は今後さらに検討する必要がある。

## 5 海岸を形成する土砂への影響

安倍川下流駿河湾の海浜地形の形成に寄与すると考えられる粒径は0.1～10mm（国土交通省河川局砂防部砂防計画課他、2003）であり、また、安倍川下流部の河床変動と数値計算から推定した自然状態における安倍川から河口部への年流出土砂量は約14万 $m^3$ /年、静岡清水海岸の沿岸漂砂は約13万 $m^3$ /年（国土交通省河川局砂防部保全課海岸室他、2001）と見積もられている。

平成16年に観測した3出水の粒度分布を図7に示す。各出水における粒径0.1～10mmの土砂は全体の30～90%ほどを占め、平均では約40%を占めている。出水規模によって違いはあるが、平均的には大島えん堤地点では全流出土砂量の少なくとも約40%が海浜地形の形成に寄与する土砂としての流出が確認できる。

簡易的に各出水における平均土砂濃度を用いて平成16年の3出水期間における0.1～10mmの流出土砂量を算出してみると約7,000 $m^3$ である。大島えん堤地点における海浜形成に寄与する粒径の年流出土砂量は安倍川から河口への年流出土砂量の約5%ほどと見積もられ、影響自体はそれほど大きくないと考えられる。しかし、大島えん堤上流域の面積が安倍川全流域面積に占める割合は1.4%に過ぎず、単位面積当たりの流出土砂量に着目すると流域に与える影響を考える上でも重要な流域であると考えられる。

## 6 おわりに

平成15年から3年間観測を行い、流量と浮遊成分・掃流成分流砂量の一定の関係を類推できるサンプルを得ることができたと考えられる。しかしながら、気象庁梅ヶ島雨量観測所の1979年から2004年までの26年の日雨量データから求めた降雨の確率規模によると、観測を行った出水のうち最大の日雨量である平成17年8月25日の252mmは約3年超過確率であった。また、大島えん堤の計画流量は170 $m^3$ /sであるが、観測で最大の水通し流量は32 $m^3$ /sであった。このようなことから、もう少し大きな規模の出水についてはまだ十分なデータがとれていない。今後は、より多くのデータを収集するとともに、上流の地形測量の結果と流砂量観測の結果を照合して流砂量に与える水理条件以外の要素を整理し、また水理条件に応じて流砂量を算出する現在の手法と観測結果との間に現れる差異を評価し、より実現象に近い土砂動態モデルを検討するとともに、その有効性を検証することを課題とする。

### 【参考文献】

- 1) 近藤玲次・中村良光・安田勇次・西川友幸・高橋正行・加藤善明（2005）：山地河川における出水中の全流砂量の変動について、平成17年度砂防学会研究発表概要集、P314-315
- 2) 近藤玲次（2004）：安倍川流域大島えん堤における全流砂量観測報告（平成16年台風6号による出水）、SABO、vol.80、p29-31
- 3) 小田晃、長谷川祐二、水山高久・野中理伸、宮本邦明（2004）：水理模型実験におけるハイドロフォンを用いた流砂量計測（その2）-粒径と感度の関係について-、平成16年度砂防学会研究発表会概要集、p82-83
- 4) 国土交通省河川局砂防部砂防計画課・国土交通省国土技術政策総合研究所危機管理研究センター砂防研究室・北海道開発局建設部河川計画課・各地方整備局河川部河川計画課・沖縄総合事務局開発建設部開発課・独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ（2003）：流砂系における土砂移動実態に関する研究、平成15年度国土交通省国土技術研究会、指定課題
- 5) 国土交通省河川局砂防部保全課海岸室・国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室（2001）：流砂系一貫の土砂管理による海岸保全計画に関する調査、平成13年度国土交通省国土技術研究会、指定課題