

# 2013年7月島根県津和野町名賀川流域で 発生した流木氾濫に関する調査

AN INVESTIGATION INTO THE 2013 FLOOD WITH A LARGE AMOUNT OF  
WOODY DEBRIS IN THE NAYOSHI RIVER BASIN,  
TSUWANO, SHIMANE PREFECTURE, JAPAN

楠窪正和<sup>1</sup>・赤野久志<sup>2</sup>・ムハマド イスラミ ルシダ<sup>1</sup>

池松伸也<sup>1</sup>・永野博之<sup>3</sup>・橋本晴行<sup>4</sup>

Masakazu KUSUKUBO, Hisashi AKANO, M. Islamy RUSYDA, Shinya IKEMATSU,  
Hiroyuki NAGANO and Haruyuki HASHIMOTO

<sup>1</sup>九州大学大学院工学府（〒819-0395 福岡市西区元岡744番地）

<sup>2</sup>大分県（〒870-8501 大分市大手町3丁目1番）

<sup>3</sup>八千代エンジニアリング(株)（〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦3-10-33）

<sup>4</sup>九州大学大学院工学研究院附属アジア防災研究センター（〒819-0395 福岡市西区元岡744番地）

E-mail: hasimoto@civil.kyushu-u.ac.jp

**Key Words:** driftwood, woody debris, flood, debris flow, Nayoshi River, Tsuwano

## 1. はじめに

2013年7月28日、島根県津和野町では、津和野川流域において洪水氾濫災害が、その支川の名賀川流域においては土砂災害や洪水氾濫災害が発生した<sup>1)</sup>。特に、名賀川流域では、上流域の多数の渓流において崩壊・土石流が発生するとともに、崩壊土砂と流木が名賀川に流れ込み、流木・土砂を伴った洪水流が下流へと流下した。途中、洪水流は、河道の線形や橋梁などによって流下を阻害され、周辺の田畠に氾濫した。氾濫した流木は田畠の地形的な特性に影響されて堆積し、群を形成したり、個々に停止したりした。また橋梁の設置箇所においては大量の流木が捕捉されて河道閉塞を引き起こし、氾濫の被害を増大させた。名賀川に沿った県道13号萩津和野線を中心に道路決壊や崖崩れも随所で発生し、孤立集落が多数発生した。これに類似した災害は2012年福岡県星野川流域においても発生しており<sup>2), 3, 4)</sup>、本災害の実態や特性を明らかにし、今後の対策の基礎資料とすることが重要である。

この豪雨は山口市、萩市においても発生し、広範囲にわたる災害となつたが、著者らは津和野町名賀川流域の流木氾濫災害に着目し、2013年10月、11

月に数回にわたって現地を訪れ、流木氾濫の調査を行った<sup>5)</sup>。本研究は、名賀川流域について、災害の経緯を明らかにするとともに、洪水氾濫を助長させた流木の氾濫・堆積の特性、さらに河道閉塞の要因となった橋梁と捕捉流木との関係を調べたものである。

## 2. 降雨特性

7月28日、太平洋高気圧の縁に沿って暖かく湿った空気が対馬海峡付近から島根県西部に流れ込んだため、大気の状態が非常に不安定となった。この影響で、島根県西部の津和野町を中心に雷を伴った猛烈な雨が降った<sup>6)</sup>。

図-1は、名賀川流域における崩壊・土石流の流下河道、洪水氾濫の状況および雨量・水位観測点を示したものである。ここに、土石流の流下河道の平面形状はアジア航測の航空写真に基づいた<sup>7)</sup>。図-2は、後述するが、名賀川の縦断図を表したものである。また、図-3は、名賀観測点における7月28日の時間雨量と累加雨量を示している<sup>8)</sup>。

津和野町では7月28日午前3時ごろから雨が降り始めた。名賀観測点では5時～6時の間に最大時間



図-1 名賀川流域における崩壊・土石流の流下渓流および本川河道に沿った洪水氾濫箇所

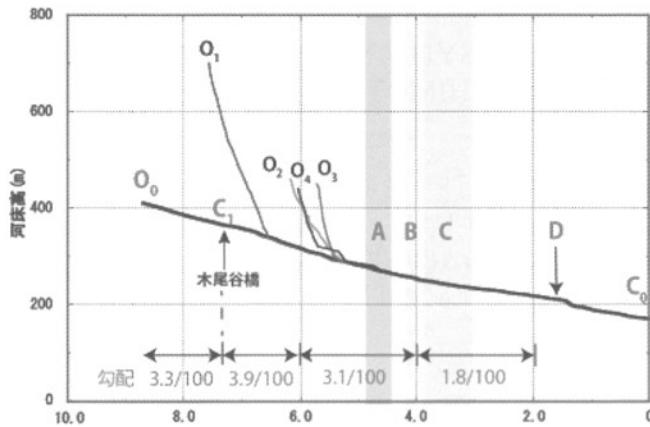


図-2 名賀川流域の縦断図

雨量 92mm を記録するとともに 10 時まで 60mm 前後の強い雨が続いた。総雨量は 411mm に達した。名賀観測点、これに近接した山口市阿東地区の十種ヶ峰観測点はほぼ同じ最大時間雨量、連続雨量を記録した。これは、2012 年九州北部豪雨において孤立化などの同様な被害が発生した福岡県星野川流域の池の山観測点の雨量に匹敵するものであった。

### 3. 降雨－流出の時系列

図-4 は 2013 年 7 月 28 日に名賀観測点で測定された時間雨量と町田観測点における水位の時系列を表している<sup>8), 9)</sup>。降雨が始まってから 1 時間後には水位が顕著に上昇し始め、6 時 30 分に氾濫危険水位を突破し、降雨が終了する 10 時には最高位を迎えた。この結果、名賀川下流の鷺原地区では 6 時前後に氾濫被害が始まり、さらに上流では 9 時半頃には土石流が発生したといわれている。

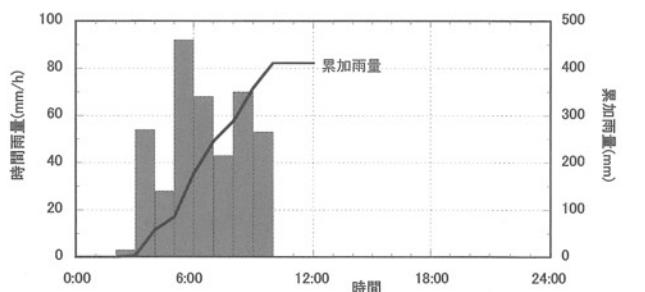


図-3 2013 年 7 月 28 日名賀観測点の降雨状況

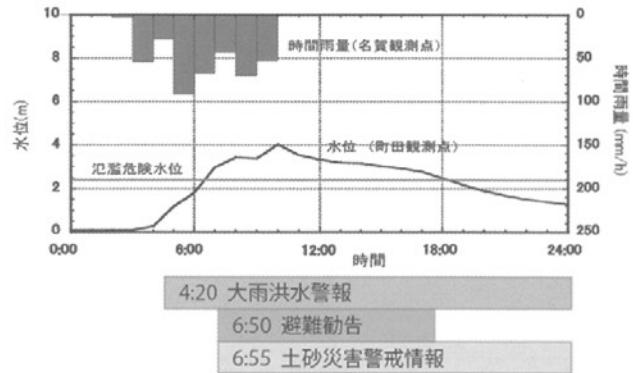


図-4 降雨・水位の時系列

表-1 津和野町における被害状況と孤立世帯数

津和野町 被害状況		
地区的被害	行方不明者	1名
人的被害	重傷者	1名
住家被害	全壊	5棟
	半壊	8棟
	床上浸水	7棟
	床下浸水	93棟
避難勧告	世帯数	1859世帯
	人数	4165人

津和野町内 孤立世帯数		
地区名	世帯数	人数
高峯	13	28
名賀	49	108
笹山	32	81
合計	94	217

### 4. 津和野町における被害の概要

名賀川では、崩壊・土石流が発生した渓流との合流地点を中心に住宅に氾濫被害が発生した（図-1）。斜面崩壊と田畠における流木氾濫が名賀川流域において多数みられた。津和野川本川は、名賀川との合流点付近およびその上流において河川氾濫を生じ、付近の住宅に浸水被害を与えた。表-1 は被害状況をまとめたものである<sup>10), 11)</sup>。被害の中でも床下浸水の被害が多く、避難勧告も町民の約半数 4165 人に出された。また、高峯、名賀、笹山地区では孤立世帯も出ており防災ヘリによる救出活動も行われた。

### 5. 名賀川の河道と流出特性

名賀川の河道 C<sub>0</sub>から C<sub>1</sub>までの区間において（図-1, 2）、小規模なものも含めると右岸側 28 箇所、左岸側 15 箇所の斜面崩壊箇所が目視で確認された。

一方、国土交通省中国地方整備局の調査によると、津和野町で被害が発生した土砂災害は、土石流が11箇所、がけ崩れが5箇所と報告されている<sup>12)</sup>。

さて名賀川を流下した洪水流は護岸や河川沿いの県道13号線の路肩を侵食した。また、橋梁やJR路線が流失するとともに、橋脚に捕捉された流木群が氾濫や河道の流路変動を助長した。また、氾濫した流木は田畠に流れ込み、堆積した。

### (1) 河道の特性

名賀川の流域面積は $16.3\text{km}^2$ 、流路延長は8.7kmである。名賀川の縦断図(図-2)において調査地点A～Bにおける平均河床勾配は $\theta=1.4^\circ$  ( $I=2.4/100$ )であった。合流点C<sub>0</sub>から上流5km～7km地点に崩壊・土石流が流下した4つの渓流O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>が存在する。それらの平均勾配はそれぞれ $\theta=19^\circ$  ( $I=35/100$ ),  $\theta=11^\circ$  ( $I=19/100$ ),  $\theta=29^\circ$  ( $I=56/100$ ),  $\theta=20^\circ$  ( $I=36/100$ )と急勾配であった。豪雨時にはこれらの渓流から大量の土砂や流木が名賀川に流れ込んだ。流れ込んだ流木の多くは、斜面崩壊箇所の植生分布から、スギ(人口林)であったと考えられる。渓流と本川との合流地点では勾配が急減しており、この付近で大量の土砂や流木が氾濫堆積した。一方で、多くの流木が洪水によりさらに下流に輸送され、A, B地点の橋梁において河道閉塞を引き起こし、大量の流木を田畠に氾濫させた。

### (2) ピーク流量

等流と近似されるA地点の河道区間の断面(写真-1)において痕跡水位から洪水流のピーク流量を求めた。図-5は、評価された洪水ピーク流量とマニング粗度係数nとの関係を表したものである。渓流から河川に流れ込んだ土砂や流木を考慮して、粗度係数を $n=0.03\sim0.04$ と仮定すると、名賀川のA地点の河道におけるピーク流量は $Q_p=300\text{m}^3/\text{s}$ 程度と推測される。

## 6. 流木氾濫の調査

現地調査では、田畠に氾濫し個々に堆積した流木(写真-2(a))と、群を形成して堆積した流木とを観察した。さらに、後者は橋梁に捕捉され群を形成した流木(写真-2(b))と田畠に氾濫堆積し群を形成した流木(写真-2(c))とに区別した。田畠に氾濫堆積した流木は、洪水時に新しく形成された河道や田畠との境界部の段差、先に堆積した流木などが流下の障害となり堆積していた。



写真-1 ピーク流量評価の対象河道  
(上流から下流を望む)

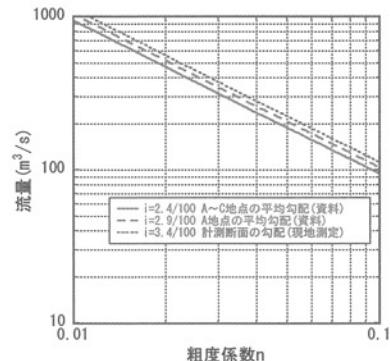


図-5 ピーク流量と粗度係数の関係



(a) 田畠に氾濫し個々に堆積した流木



(b) 橋梁に捕捉され群を形成して堆積した流木  
(下流から上流を望む)



(c) 田畠に氾濫し群を形成して堆積した流木

写真-2 流木の捕捉、氾濫・堆積の状況

### (1) 田畠に氾濫し個々に堆積した流木

図-6は、田畠に氾濫し個々に堆積した流木について、その長さと直径の関係をあらわしたものである。ここに、長さが1m以上のデータを抽出した。B地点もC地点も、それらの相関がほとんどないことが分かる。

図-7は、B地点において田畠に氾濫し個々に堆積した流木について、長さ、直径の頻度分布を表した

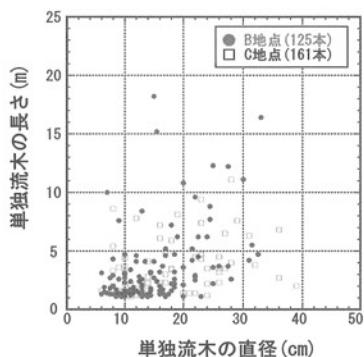


図-6 田畠に氾濫し個々に堆積した流木の長さと直径の相関関係

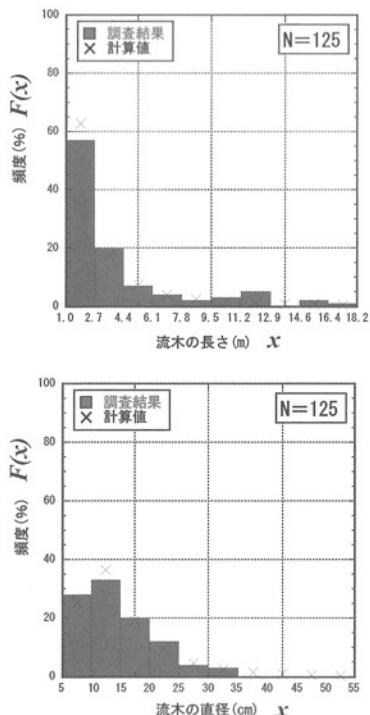


図-7 田畠に氾濫し個々に堆積した流木の長さおよび直径の頻度分布(B地点)

表-2 田畠に氾濫し個々に堆積した流木スケール

B地点	N=125(本)		N=161(本)	
	流木長さ(m)	流木直径(cm)	流木長さ(m)	流木直径(cm)
最大	18.2	33	12.7	53
最小	1.1	6	1.1	6
平均	3.4	15	3.5	18
変動係数	0.9	0.4	0.7	0.4

ものである。ここに、 $x$  は直径もしくは長さなどの変動量を、 $F(x)$  はそれらの確率分布を示している。長さ 1.0m~2.7m、直径 10cm~15cm の流木の頻度が最も高かった。同図中において、確率密度関数として対数正規分布を用いた場合の計算結果を×印で示している。両者は良く適合しており、田畠に氾濫し個々に堆積した流木のスケールは対数正規分布に従うことが分かる。表-2は、以上の流木の統計的特性量をまとめたものである。B地点において、流木の平均長さ 3.4m、平均直径 15cm であり、C地点においては、流木の平均長さ 3.5m、平均直径 18cm であった。これらは、後述するが、群を形成して堆積した流木よりもスケールが小さかった。

### (2) 群を形成し堆積した流木

#### 1) 田畠に氾濫し群を形成した流木

図-8は、田畠に氾濫し群を形成した流木について、その長さと直径の相関を調べたものである。また、図-9は、各流木群から抽出された最長流木についてその長さと直径の相関関係を調べたものである。いずれも、平均値は異なるが、図-6と同じような相関関係の範囲に分布している。

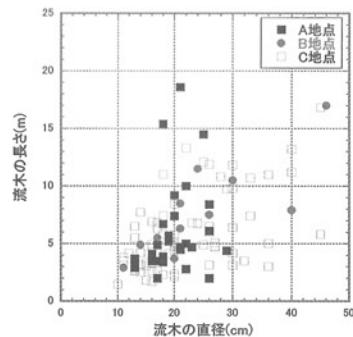


図-8 田畠に氾濫し群を形成した流木の長さと直径の相関関係

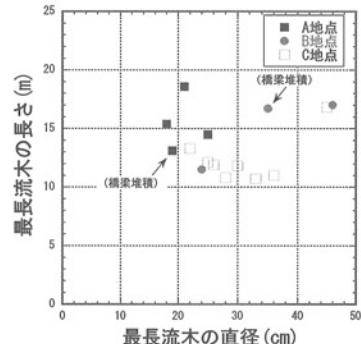


図-9 各流木群から抽出された最長流木の長さと直径の相関関係

表-3 田畠に氾濫し群を形成した流木のスケール

調査地点	流木群の個数	群を形成する流木の総本数	流木平均長さ(m)	流木平均直径(cm)	流木群の見かけ体積(m <sup>3</sup> )
A	3	30	6.0	20	130
B	2	12	7.8	26	91
C	8	73	5.8	22	85
A~C平均			6.1	22	96

表-4 A, B 地点の橋梁に捕捉され群を形成した流木および D 地点の橋梁で個々に捕捉された流木のスケール

調査地点	流木群の個数	群を形成する流木の総本数	流木平均長さ(m)	流木平均直径(cm)	流木群の見かけ体積(m <sup>3</sup> )
A	1	9	7.6	23	479
B	1	5	10.4	27	232
A, B 平均			8.6	24	356
D		8	7.0	22	

表-3 は、田畠に形成された流木群について、それを構成する代表的な流木を抽出し、そのスケールを調査地点毎にまとめたものである。流木の平均長さ 6.1m、平均直径 22cm、流木群の見かけの体積 96m<sup>3</sup>、後述の、橋梁に捕捉されて群を形成した流木群よりも流木のスケール、流木群の見かけの体積は小さい。

### 2) 橋梁に捕捉され群を形成した流木

河道内の構造物である橋梁に捕捉された流木について調べた。表-4 は、A, B, D 地点の橋梁に捕捉された流木のスケールおよび形成された流木群の見かけの体積をまとめたものである。A, B 地点の橋梁では、捕捉された流木が群を形成していたのに対して、D 地点の橋梁では個々に捕捉されていた。

表-3, 4 から河道内の橋梁に捕捉され群を形成した流木はその平均長さ 8.6m、平均直径 24cm (A, B 両地点の平均) であったのに対して、河道外に氾濫し群を形成した流木はその平均長さ 6.1m、平均直径 22cm (A, B, C3 地点の平均) であった。また田畠に氾濫し個々に堆積した流木の平均長さ 3.5m、平均直径 17cm (B, C 両地点の平均) であった。このことから、河道内（橋梁）に捕捉され群を形成した流木が最もスケールが大きく、田畠など河道外に氾濫し個々に堆積した流木が最もスケールが小さいことが分かる。

流木の長さと、橋梁の長さおよび河道から橋桁までの高さ（クリアランス）とを比較した（写真-3）。

図-10 は流木の長さと橋梁の長さとを比較したものである。また図-11 は流木の長さと河道から橋桁までの高さとを比較したものである。橋梁に捕捉された流木の長さは、橋梁の長さより若干短いか同程度であり、河道から橋桁までの高さよりは 4 倍ほど長いことが分かる。

表-5 は、橋梁の長さ  $L_B$ 、河床から橋梁までのクリアランス  $H_B$  と流木の長さ  $l_D$  およびそれらの比を示したものである。それぞれの比は、 $L_B/l_D=1.03\sim2.1$ 、 $H_B/l_D=0.16\sim0.3$  であった。

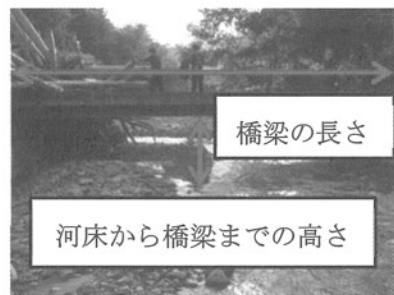


写真-3 橋梁地点における各物理量の定義

（下流から上流を望む）

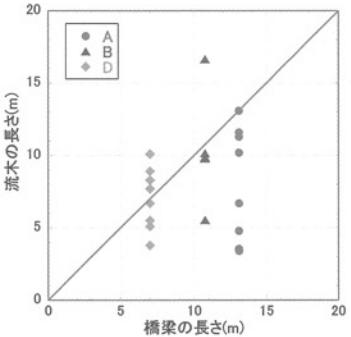


図-10 橋梁に捕捉された流木の長さと橋梁の長さとの比較

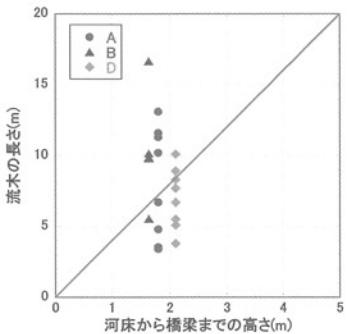


図-11 橋梁に捕捉された流木の長さと河床から橋梁までの高さとの比較

表-5 橋梁に捕捉された流木と橋梁スケールとの比較

調査地点	橋梁の長さ $L_B$ (m)	河床から橋梁までのクリアランス $H_B$ (m)	流木平均長さ $l_D$ (m)	$L_B/l_D$	$H_B/l_D$
A	13.1	1.8	7.6	1.72	0.23
B	10.8	1.6	10.4	1.03	0.15
D	14.7	2.1	7.0	2.1	0.3

### 3) 流木群のみかけの体積

流木量の評価は通常空隙を含んだ流木群の見かけの体積として表現される。従って、それと流木群の実質体積との関係をあらかじめ知っておく必要がある。図-12 は、それらの関係を示したものである。平均的に見て流木の実積率  $C_*=0.2$  程度であったことが分かる。一方、既設の透過型砂防えん堤における流木捕捉の調査から、実積率  $0.1 \leq C_* \leq 0.3$  が得られている<sup>13)</sup>。両者はほぼ一致しており、図-12 の結果は概ね妥当であると考えられる。

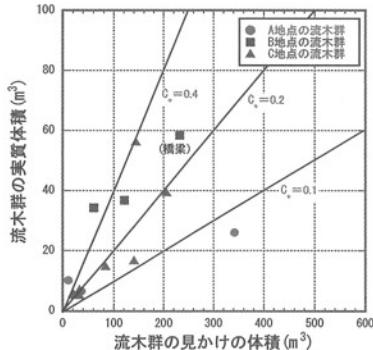


図-12 流木群のみかけ体積と実質体積との関係

## 7. おわりに

2013年7月28日島根県津和野町名賀川流域の山地部において豪雨に伴い崩壊・土石流が多数発生し、洪水流によって大量の流木が流下して被害を拡大させた。本研究は、洪水のピーク流量、および被害を拡大させた流木に関してその統計的特性や堆積の特性について検討を進めた。得られた結果は以下のとおりである。

- 1) 現地で観測した痕跡水位とマニングの式から、洪水ピーク流量は  $Q_p=300\text{m}^3/\text{s}$  と推測された。
- 2) 田畠において個々に堆積した流木のスケールの確率分布は対数正規分布となることが分かった。
- 3) 橋梁に捕捉された流木の方が、田畠に氾濫して群を形成した流木よりもスケールが大きい。
- 4) 橋梁に捕捉された流木については、その長さは河道から橋桁までの高さよりは4倍ほど長く、橋梁の長さよりは若干短いか同程度のものであった。
- 5) 流木群の見かけの体積と実質体積との関係を調べると、実績率は  $C_*=0.2$  程度であった。

今後、崩壊と流木量との関係を解明することで河道における流下流木量を想定し、水理模型実験を実施して、橋梁における流木捕捉量の評価、流木捕捉に伴う水位上昇量の評価を行い、洪水氾濫の被害評価を行う必要がある。

**謝辞：**本調査に際し、島根県、津和野町、益田広域消防組合から災害資料の提供を受けた。現地調査に際しては住民の方々から多大な協力を受けた。また、本調査は、一部、科学研究費基盤研究(25350508)の補助のもとに実施した。さらに、本調査は土木学会水工学委員会山口・島根水害調査団(団長：山口大学教授 羽田野袈裟義)の調査の一環として行われたものである。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 公益社団法人士木学会中国支部：平成25年7月山口・島根豪雨災害調査報告書，2013。
- 2) 楠瀬正和、坂田賢亮、池松伸也、橋本晴行：2012年7月九州北部豪雨により矢部川流域で発生した流木群の氾濫・堆積に関する調査、第32回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp. 123-124, 2013.
- 3) 橋本晴行、坂田賢亮、大仲修：2012年7月九州北部豪雨災害 -矢部川流域における災害の特徴と防災機関の対応-, 第32回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp. 91-92, 2013.
- 4) 大仲修、橋本晴行：2012年7月福岡県星野川流域で発生した豪雨時における住民の避難行動に関する調査、第32回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp. 125-126, 2013.
- 5) 楠瀬正和・赤野久志・M.I. Rusyda・池松伸也・永野博之・橋本晴行・羽田野袈裟義：2013年7月山口・島根豪雨による津和野町名賀川流域の土砂・流木氾濫災害に関する調査、自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 38号, pp. 49-52, 2014.
- 6) 松江地方気象台：平成25年7月28日の島根県西部の大雨について、平成25年7月29日9時現在気象速報, <http://www.jma-net.go.jp/matsue/kishousokuhou/2013.07.29.pdf>, 2013.
- 7) アジア航測(株)：「山口・島根豪雨」災害状況(2013年7月)，<http://www.ajiko.co.jp/article/detail/ID4VI6G6F01>, 2013.
- 8) 国土交通省：川の防災情報, <http://www.river.go.jp/>, 2013.
- 9) 気象庁：気象統計情報, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>, 2013.
- 10) 津和野町役場：平成25年7月28日の大雨による被害状況, 2013.
- 11) 島根県防災部防災危機管理課：7月28日の大雨について, <http://www.pref.shimane.lg.jp/bosaikikikanri/bosai/h250728rain.html>, 2013.
- 12) 国土交通省中国地方整備局：平成25年7月28日島根・山口豪雨における中国地方整備局の対応について、第10報 平成25年8月12日13時現在、平成25年7月28日豪雨による中国地整管内の主な被災箇所 [http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/H250728/index\\_tec.htm](http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/H250728/index_tec.htm), 2013.
- 13) 小山内信智、平松晋也、石川芳治：流木対策施設の効果と維持管理体制の現状、砂防学会誌, Vo.50, No.6, pp.48-51, 1998.

(2014.5.9受付)