

## 1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日 17 時 56 分頃、北緯 37 度 17.3 分、東経 138 度 52.2 分、深さ 13km を震源とした、新潟県中越地震が発生し、死者 40 名、負傷者 2999 名、全壊家屋数 2632 棟、半壊家屋数 8741 棟、一部破損 79321 棟もの被害が発生した（国土交通省 国土技術政策総合研究所、2005）。この地震に伴って、平成 16 年 12 月 31 日現在で、土石流による土砂災害が 4 件、地すべりによる土砂災害が 131 件、がけ崩れによる土砂災害が 90 件報告された（綱木、2005）。信濃川水系芋川流域においては、58 箇所の河道閉塞が形成された。特に東竹沢で発生した河道閉塞を引き起こした土砂の量は約 127 万 m<sup>3</sup> に達した。また、写真判読の結果によると、旧山古志村西部の斜面崩壊の発生面積率は 4.7%（判読面積 21km<sup>2</sup>）に達したとの報告がある（綱木、2005）。

このように、多くの箇所で崩壊が発生し、河道閉塞を引き起こすほど大量の土砂が河道に供給されると、不安定な土砂が河床に堆積するため、下流に流出する土砂量は長期間にわたり増加すると考えられる。このように土砂移動の環境が大きく変わった場合、砂防計画や流砂系の総合的な土砂管理を検討する上で、その変化が下流域の河床変動に及ぼす影響を把握しておく必要がある。そこで、その影響を把握することを目的として、芋川において浮遊砂量の観測を行なっている。本報告では、平成 17 年 2 月から 6 月までに観測した浮遊砂量について報告する。

## 2. 浮遊砂量の観測

### 2. 1 芋川の流域概要

芋川は流域面積 38.4km<sup>2</sup>、流路延長 17.2km で、信濃川水系に属する（図－1）。流域内には、西願寺川、冷子沢川、東川、前沢川、神沢川、芋川沢、多間多川、塩谷川、小芋川の主な9つの小流域が存在する。平成16年新潟県中越地震の際には、芋川本川、冷子沢川、東川、前沢川、神沢川、芋川沢、塩谷川で河道閉塞が発生した（図－2）。平成16年新潟県中越地震直後に着目された河道閉塞は表－1に示した5つであった（国土交通省国土技術政策総合研究所、2005）。それらのうち寺野と東竹沢で形成された河道閉塞を構成する土砂の粒度分布を調べたところ、1mm以下の砂が大半であった（図－3）。

砂防研究室が設置した濁度計は芋川本川と小芋川の合流点の下流に位置する小芋川大橋である（図－2）。この地点には、濁度計のほかに、土石流検知センサーとしてワイヤセンサー及び水位計が設置されている。また、観測地点付近の河床に堆積していた土砂は最大30mm程度で、主に1mm程度の砂成分であった（図－4）。

芋川流域の近くにあるアメダス観測所は小出観測所（観測所番号54616）がある。小出観測所の位置を図－1に示す。また、小出観測所における観測結果を表－2に示す。一般化極値分布（Generalized Extreme Value distribution）（土木学会、2000）を仮定して、この観測所における1976年から2004年までの観測データを分析したところ、100年超過確率規模の1時間当たりの降水量は67mm/hr、3時間当たりの降水量は107mm/3hrs、6時間当たりの降水量は135mm/6hrs、24時間当たりの降水量は229mm/24hrsであった（表－3）。

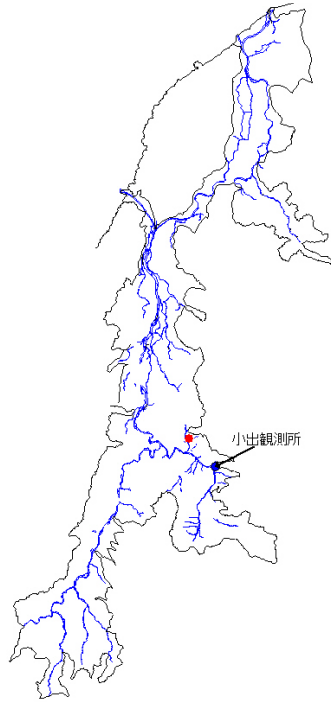


図-1 芋川の位置

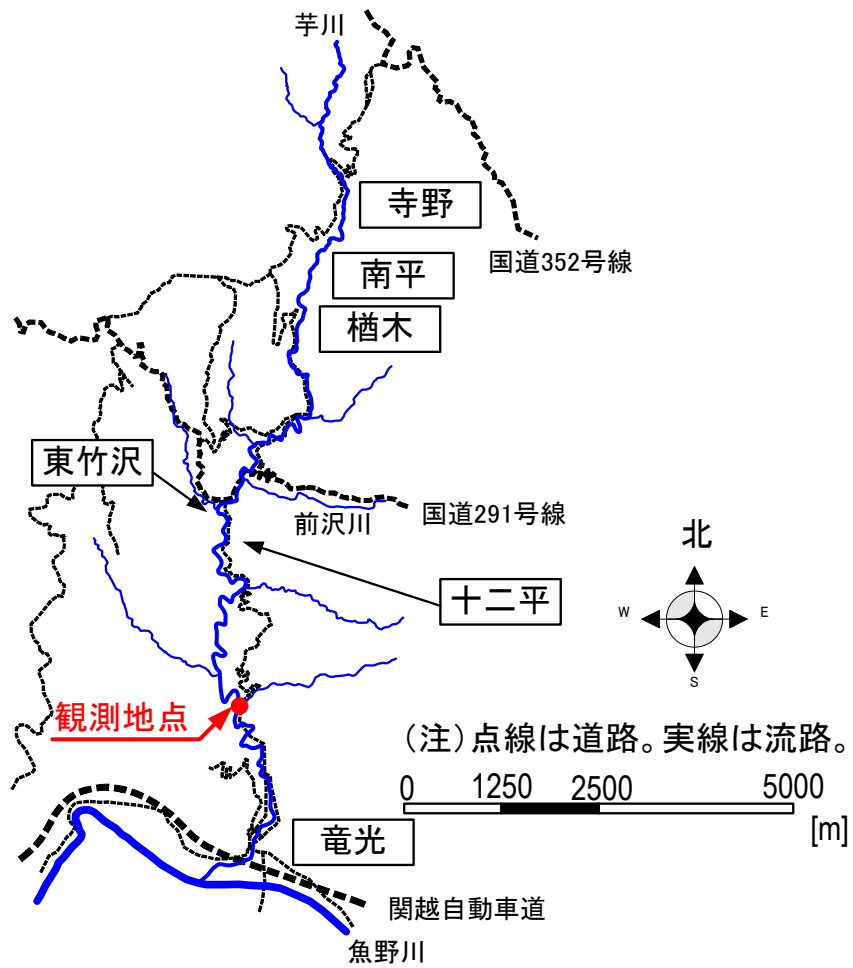


図-2 芋川における主な河道閉塞発生箇所

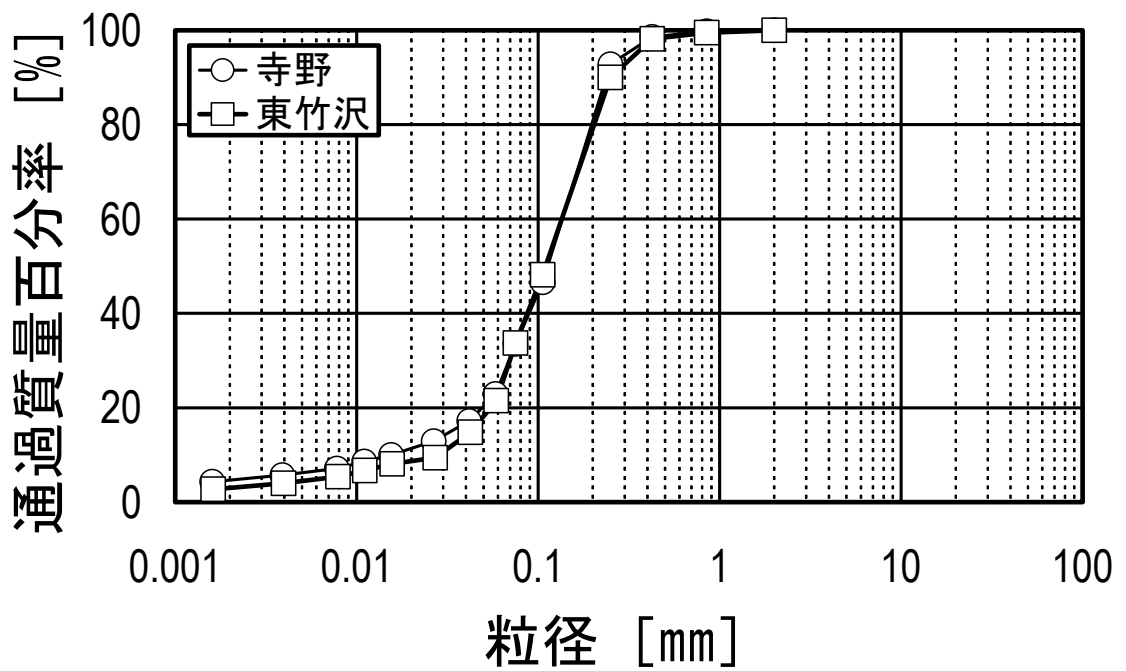


図-3 河道閉塞を引き起こした土塊の粒度分布

(東竹沢;平成16年11月22日採取、寺野;平成16年11月23日採取)

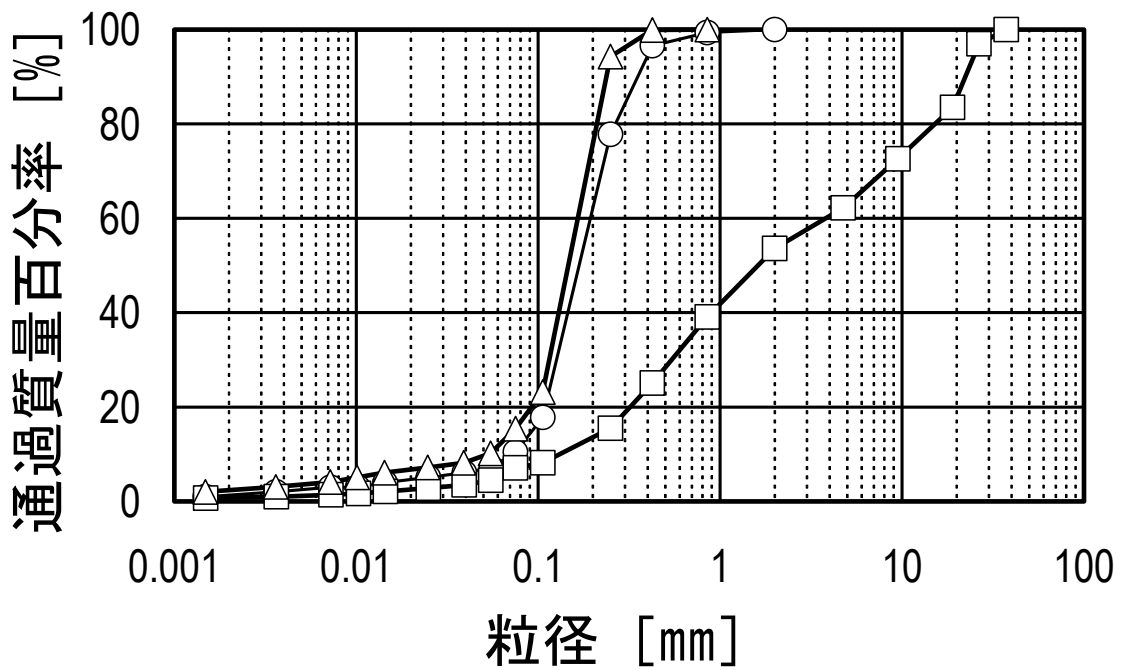


図-4 小芋川大橋における河床材料の粒度分布 (平成17年6月24日採取)

表－1 河道閉塞の形状

地区名	河道閉塞の形状				
	長さ [m]	高さ [m]	幅 [m]	せき止め土量 [m <sup>3</sup> ]	貯水量[m <sup>3</sup> ] (満水湛水量)
寺野	360	26	230	107,800	428,900
南平	220	8	345	11,700	20,200
檜木	190	9	240	44,500	9,100
東竹沢	350	28	295	1,272,300	3,273,100
十二平	125	9	95	23,300	25,200

※高さは越流する地点(天然ダムの低い天端)と元河床位との差。

※川幅は地形図(H6作成)から読み取った値と、天然ダムの幅の平均値とした。

表－２ 小出観測所における年最大降雨量と発生年月日

年	1時間最大 時間雨量 [mm/1hr.]	年/月/日 時刻	3時間最大 時間雨量 [mm/3hrs.]	年/月/日 時刻	6時間最大 時間雨量 [mm/6hrs.]	年/月/日 時刻	24時間最大 時間雨量 [mm/24hrs.]	年/月/日 時刻
1976	30	76/ 8/14 9	50	76/ 8/14 10	60	76/ 8/10 12	111	76/ 8/15 6
1977	16	77/ 7/ 2 9	36	77/ 8/17 17	51	77/ 8/18 12	108	77/ 8/18 14
1978	55	78/ 8/ 7 20	59	78/ 8/ 7 20	68	78/ 6/27 8	199	78/ 6/27 22
1979	31	79/ 5/26 16	39	79/ 8/ 6 3	55	79/ 7/ 2 16	95	79/ 7/ 3 3
1980	18	80/ 8/16 21	41	80/ 8/16 21	49	80/ 8/17 1	90	80/ 8/17 3
1981	30	81/ 8/23 7	70	81/ 8/23 9	82	81/ 8/23 9	106	81/ 8/23 12
1982	35	82/ 7/ 9 16	57	82/ 7/ 9 17	58	82/ 7/ 9 18	91	82/ 9/13 6
1983	36	83/ 8/ 8 17	46	83/ 8/18 7	60	83/ 8/18 9	102	83/ 9/28 20
1984	42	84/ 8/30 11	79	84/ 8/30 12	96	84/ 8/30 12	188	84/ 8/30 24
1985	16	85/ 9/18 13	36	85/ 7/ 8 6	63	85/ 7/ 8 6	101	85/ 7/ 8 16
1986	14	86/ 6/30 16	29	86/ 6/30 18	45	86/ 6/30 20	83	86/ 6/26 14
1987	17	87/ 8/ 5 17	26	87/ 9/26 14	38	87/ 9/26 17	50	87/ 8/18 20
1988	32	88/ 8/27 16	49	88/ 8/27 18	69	88/ 8/27 21	119	88/ 7/10 12
1989	17	89/ 7/12 4	39	89/ 7/12 5	51	89/ 7/12 7	64	89/ 7/13 1
1990	27	90/ 7/26 8	50	90/ 7/26 9	61	90/ 7/26 12	68	90/ 9/ 8 1
1991	22	91/ 8/ 8 9	37	91/ 8/ 8 9	44	91/ 8/ 8 12	96	91/ 8/ 8 12
1992	28	92/ 7/24 3	60	92/ 7/15 22	62	92/ 7/15 22	126	92/ 6/21 17
1993	24	93/ 8/22 20	46	93/ 7/10 5	68	93/ 7/10 8	98	93/ 5/14 11
1994	25	94/ 7/25 19	41	94/ 7/ 2 13	55	94/ 7/ 2 13	81	94/12/ 5 24
1995	20	95/ 7/17 4	38	95/ 7/17 5	75	95/ 7/17 8	148	95/ 7/17 12
1996	32	96/ 8/ 4 22	51	96/ 8/ 4 23	59	96/ 6/25 11	94	96/ 6/25 19
1997	36	97/ 7/24 16	41	97/ 7/24 17	41	97/ 7/24 17	77	97/ 4/ 8 8
1998	58	98/ 7/29 20	72	98/ 7/29 21	93	98/ 7/29 23	100	98/ 9/16 14
1999	25	99/ 8/20 18	38	99/ 8/20 19	44	99/ 9/15 18	91	99/ 7/ 1 3
2000	29	0/ 7/18 20	40	0/ 7/18 21	42	0/ 7/18 21	50	0/11/21 21
2001	20	1/ 7/13 24	28	1/ 7/13 24	39	1/ 6/20 12	59	1/ 1/13 13
2002	21	2/ 8/ 2 15	42	2/10/ 1 21	63	2/10/ 1 22	101	2/ 7/11 8
2003	15	3/ 8/18 7	34	3/ 9/ 1 7	57	3/ 9/ 1 8	82	3/ 9/ 1 8
2004	39	4/ 7/16 18	90	4/ 7/17 20	128	4/ 7/17 23	169	4/ 7/11 14

(注意)1976年1月、2月は欠測。

表－３ 年超過確率規模の降雨量

	100年超過確率規模	30年超過確率規模
時間雨量 [mm/hr]	67	54
3時間雨量 [mm/3hrs.]	107	85
6時間雨量 [mm/6hrs.]	135	108
24時間雨量 [mm/24hrs.]	229	186

## 2. 2 観測方法の概要

濁度計を設置した地点は芋川本川の左岸側の天然河岸である(写真-1、図-5)。その80m上流において、芋川本川と小芋川が合流する。また、芋川本川は小芋川大橋付近において右岸側に湾曲しており、濁度計を設置した地点は出水時に水衝部になる(写真-2)。写真-2は観測状況の一例で、平成17年3月25日に撮影したものである。

観測システムは、流水中の浮遊粒子濃度を計測するための濁度計、流量を推定するための水位計からなる。濁度計は泥などの付着物の除去などメンテナンスを容易にするため、H形鋼で作成した鋼製の器具の先端に固定した(写真-1)。濁度計を設置した標高は水位計が計測する水位で0.31mであった(図-6)。濁度計はD&A Instrument社製のOBS-3で、長さ18cm、直径3cmの円筒形で、計測した濁度に応じて、0~5Vの電圧で計測値を出力する。濁度計は電源部(写真-3)とケーブルで接続しており、そのケーブルは流木などによる破損を防ぐために鋼管の中を通してある。また、濁度計の計測値は電源部からデータロガーに伝達される。計測値は小芋川大橋の左岸側に設置したデータロガー(写真-3)のメモリーカード(2メガバイト)に蓄積される。データロガーの計測間隔は10分間隔で、10秒間計測する(図-7)。メモリーカードは約40日に一度交換し、計測値を回収した。水位計は新潟県が小芋川大橋の橋梁の中央部に設置したものである(写真-4)。

土砂容積濃度は濁度計の計測値を式(1)に代入して算出した。

$$C = 1.24763 \times 10^{-3} V^2 + 7.69324 \times 10^{-2} V \quad \dots (1)$$

ここで、C：土砂容積濃度、V：濁度計により出力された電圧値[V]である。式(1)は小山内ら(2005)と同じ方法で作成した。詳細は巻末資料に記したので、そちらを参考にしていきたい。

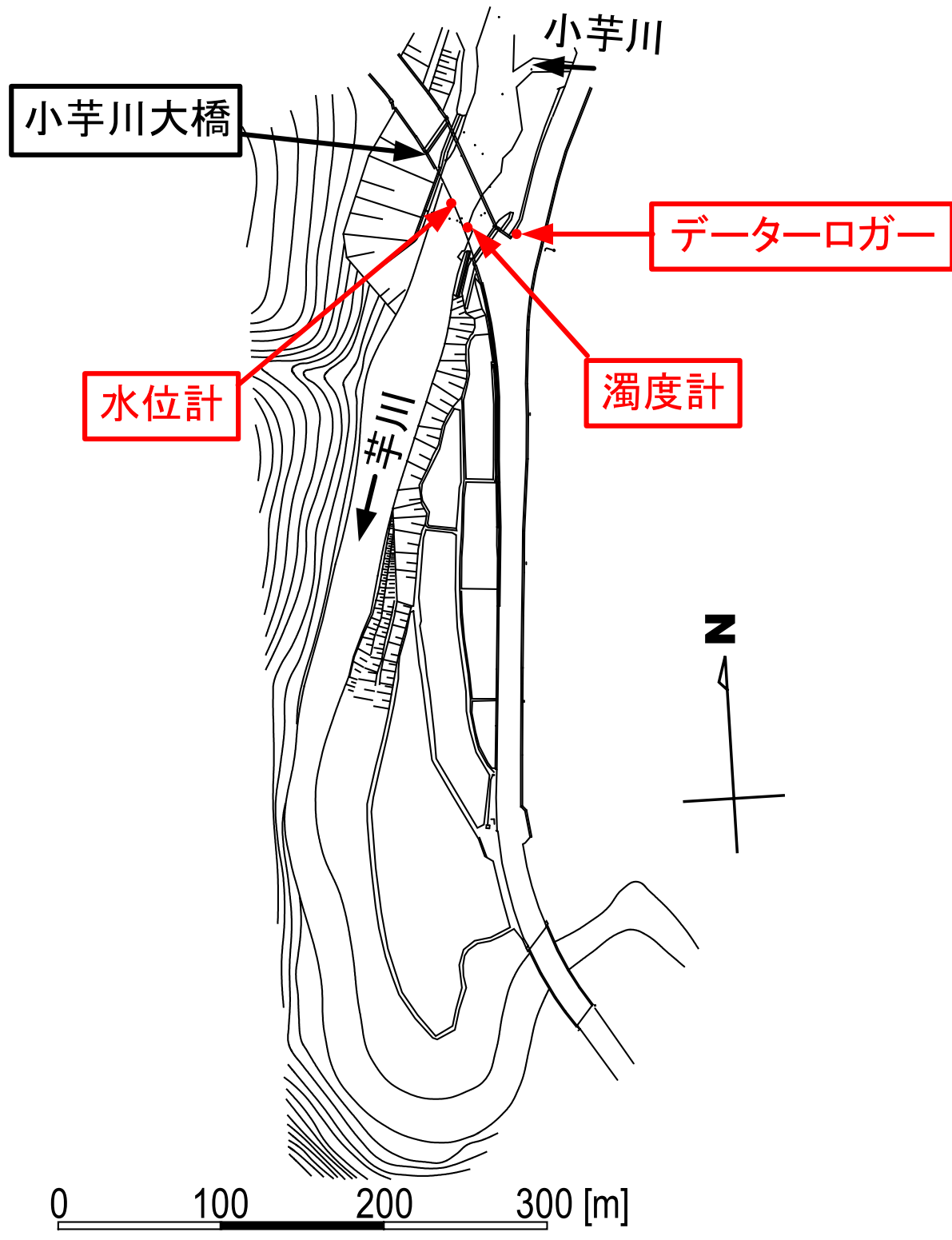


図-5 濁度計の設置箇所



、水位計

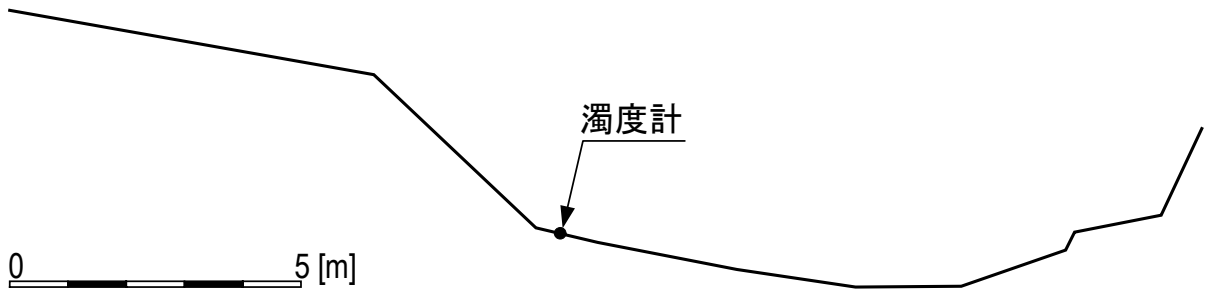


図-6 濁度計の設置箇所における横断面図（平成17年6月24日測量）

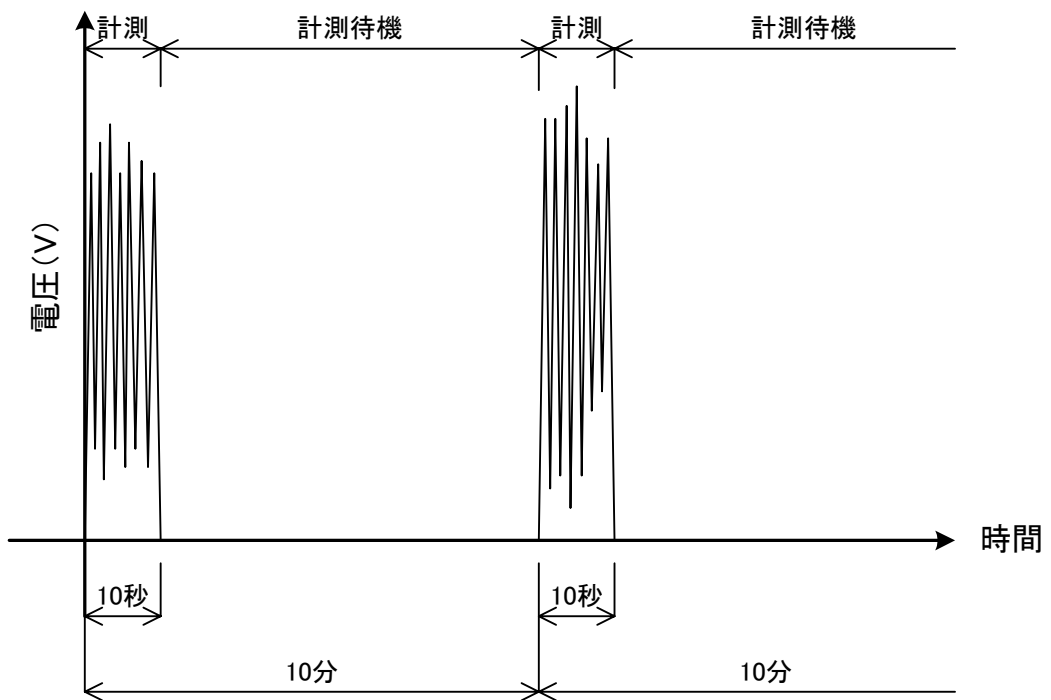
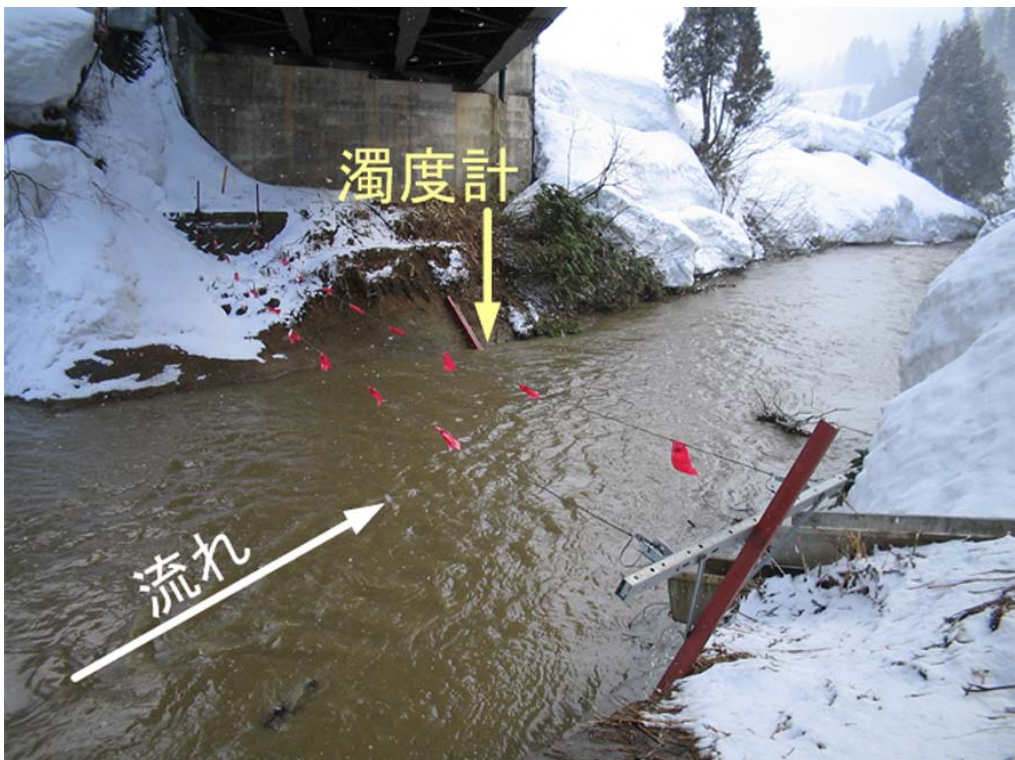


図-7 濁度の計測間隔



写真一 濁度計の設置状況（平成 17 年 2 月 23 日撮影）



写真二 観測状況（平成 17 年 3 月 25 日撮影）



写真－3 データロガーの設置状況（平成17年4月14日撮影）



写真－4 水位計の設置状況（平成17年8月2日撮影）

## 2. 3 観測結果

### 2. 3. 1 観測期間中の気象状況

図－8はアメダスの小出観測所における降水量の変化を示したもので、主に濁度計の観測期間を含む期間(平成17年2月1日から同年6月30日まで)の観測値である。時間当たりの降水量の最大値は23mm/hr(平成17年6月28日)、3時間当たりの降水量の最大値は62mm/3hrs(平成17年6月28日)、6時間当たりの降水量の最大値は107mm/6hrs(平成17年6月28日)、24時間当たりの降水量の最大値は238mm/24hrs(平成17年6月28日)であった。それぞれの生起確率は0.613(1.6年超過確率規模)、0.141(7.1年超過確率規模)、0.034(29.2年超過確率規模)、0.008(126.4年超過確率規模)であった。

図－9はアメダスの小出観測所における積雪深の変化を示したものである。濁度計による観測を開始した平成17年2月23日は、積雪深が0時時点で230cmあり、積雪期に入っていた。積雪深の最大値は317cm(平成17年2月12日)で、それ以降減少傾向であった。積雪深が0cmになった日(消雪日)は平成17年4月25日であった。そこで、積雪期を平成17年4月25日までとする。また、積雪深の変化(図－9)、及び、水位の変化(図－10)から判断すると、融雪は平成17年3月13日ごろから始まったと考えられる。そこで、本報告では、積雪期のうち融雪期を「積雪期(融雪期)」と呼ぶこととし、その期間を平成17年3月13日から同年4月25日までとする。また、濁度計の観測期間のうち積雪期(融雪期)以前の期間を「積雪期(堆積期)」と呼ぶこととする。なお、積雪期以降の期間(平成17年4月25日以降)は「積雪期以降」と呼ぶこととする。

### 2. 3. 2 濁度計・水位計の計測値

図－10は水位計の観測結果である。平成17年3月26日から4月25日までの積雪期（融雪期）の計測値はそれ以前での計測値と比べて高くなっており、流量が増加していたことが分かる。なお、濁度計は水位計の計測値で0.31mの位置にある。水位計を設置している地点の河床が出水などの影響により侵食されたため、水位が平成17年6月7日11:40から同月28日02:20までの間、濁度計の標高よりも低くなった。

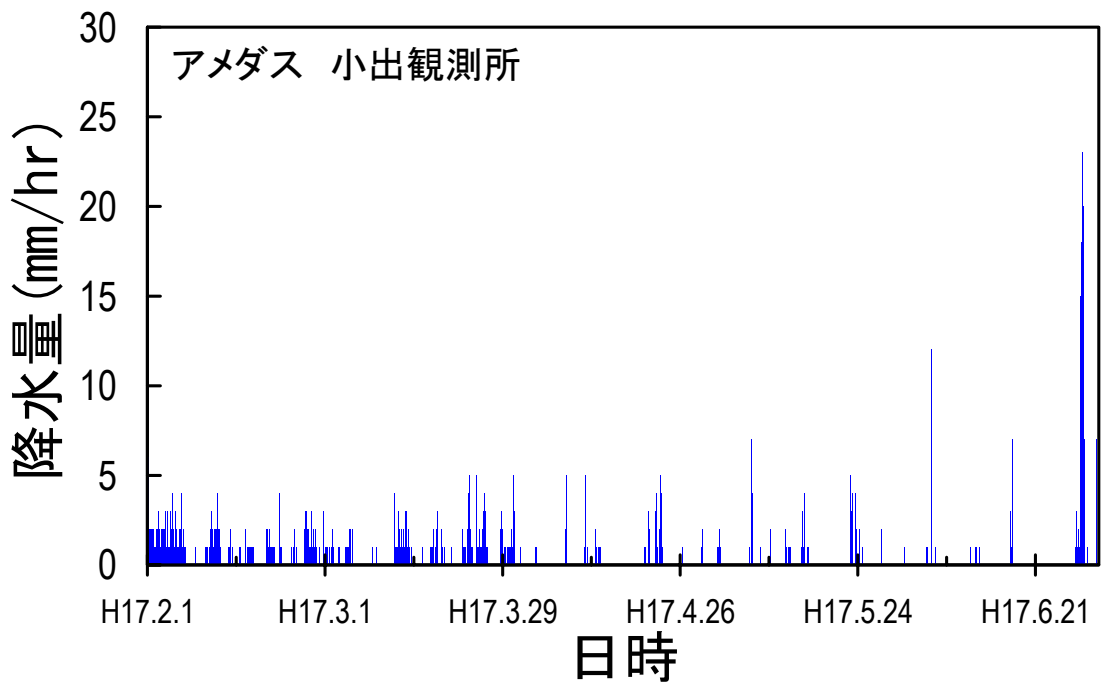
図－11は平成17年2月23日14:40から6月28日22:40までの濁度計の計測値で、10秒間計測した値を平均したものである。なお、同年5月9日20:00から6月24日11:00までの間、原因は明確になっていないが、データロガーが不調となったため、計測値が記録されていなかった。また、積雪期（融雪期）の4月18日15:00、積雪期以降の5月4日13:40と13:50、5月8日21:50、22:00、22:10、6月28日02:40以降の計4日、記録された電圧は5Vを越えて、オーバーレンジした。平成17年6月28日には、12:00時点で $100\text{m}^3/\text{s}$ を超える流量が観測された。それに伴って、濁度計と電源部を接続するケーブルが切断された。電圧は同日02:40から11:20までの間、5Vを越えていたものの、11:30には一旦5Vを下回り、11:40以降再度5Vを越えたままとなった。このことから、ケーブルは11:30から11:40の間で切断されたと考えられる。

なお、濁度計と水位計の計測値の一覧を巻末資料に示した。

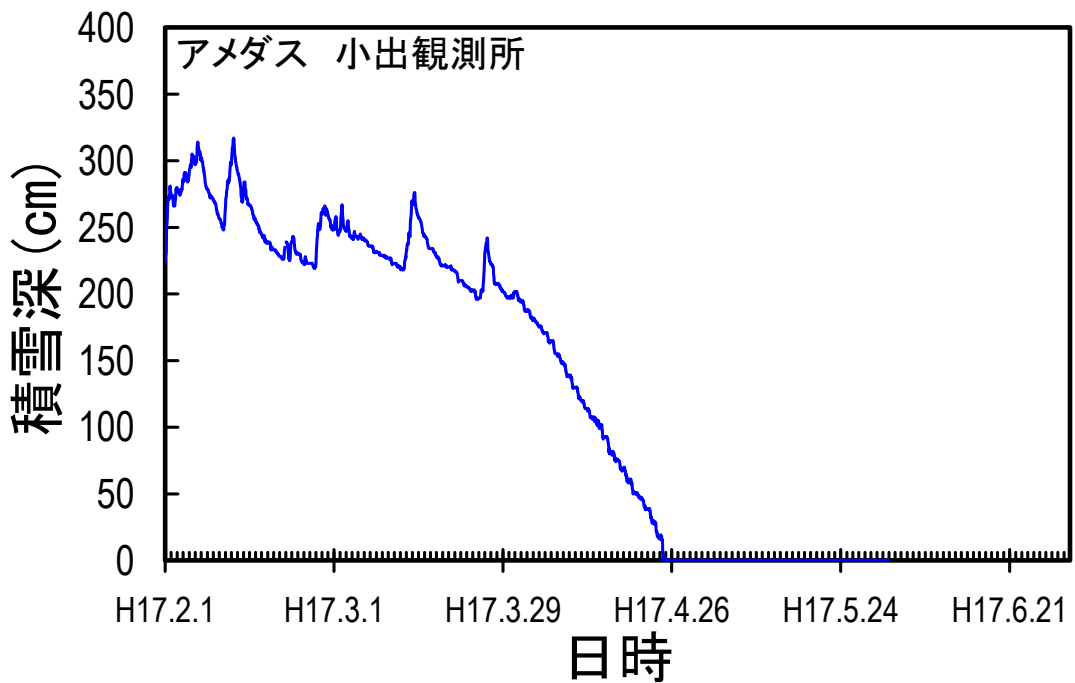
### 2. 3. 3 浮遊砂の土砂容積濃度

図－12は土砂容積濃度と流量の時間変化を示したものである。土砂容積濃度は濁度計の計測値を式（1）に代入して算出した値である。流量は Manning式から算出した流速に、河床の横断形状と水位から算出した流下断面積を掛け合わせることで求めた。なお、河床の横断形状は積雪期以降の期間で変化していたが、当該期間においても当初と同じと仮定した。土砂容積濃度は流量の増加に伴って高くなり、また、その減少に伴って低くなった。積雪期（堆積期・融雪期）の増水時における土砂容積濃度

のピーク値は、積雪期（堆積期）から積雪期（融雪期）になるにつれて高くなる傾向を示した。なお、図中には電圧が 5V を超えた計測値もプロットしたが、実際の土砂容積濃度はこの数値よりも大きいと推定される。



図－8 降水量の変化



図－9 積雪深の変化

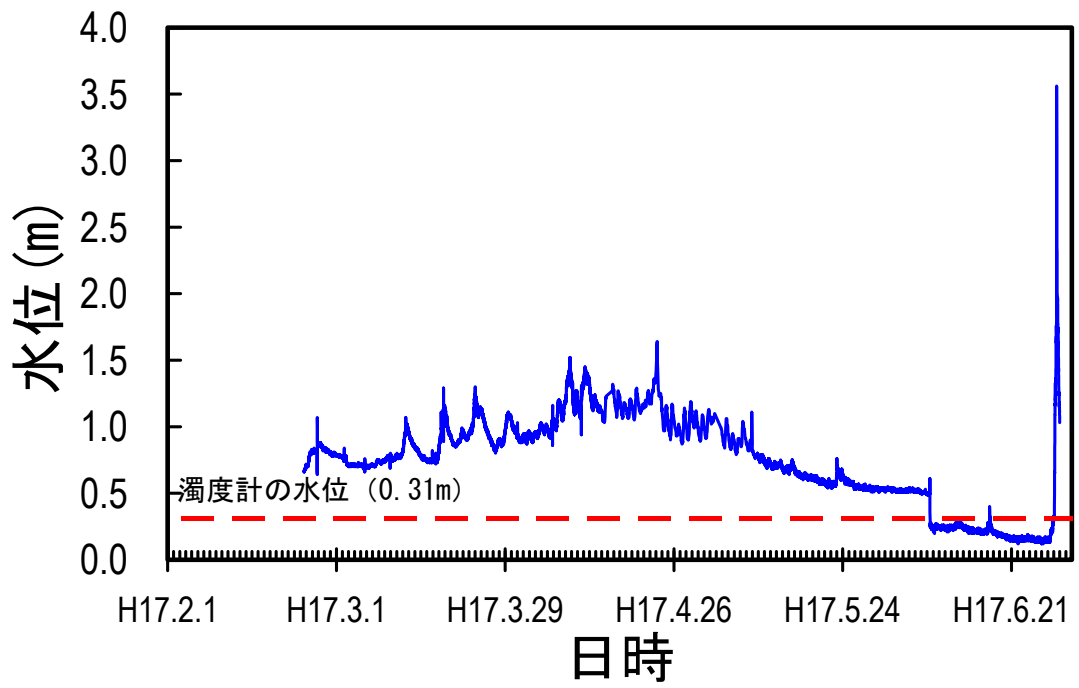


図-10 水位の時間変化

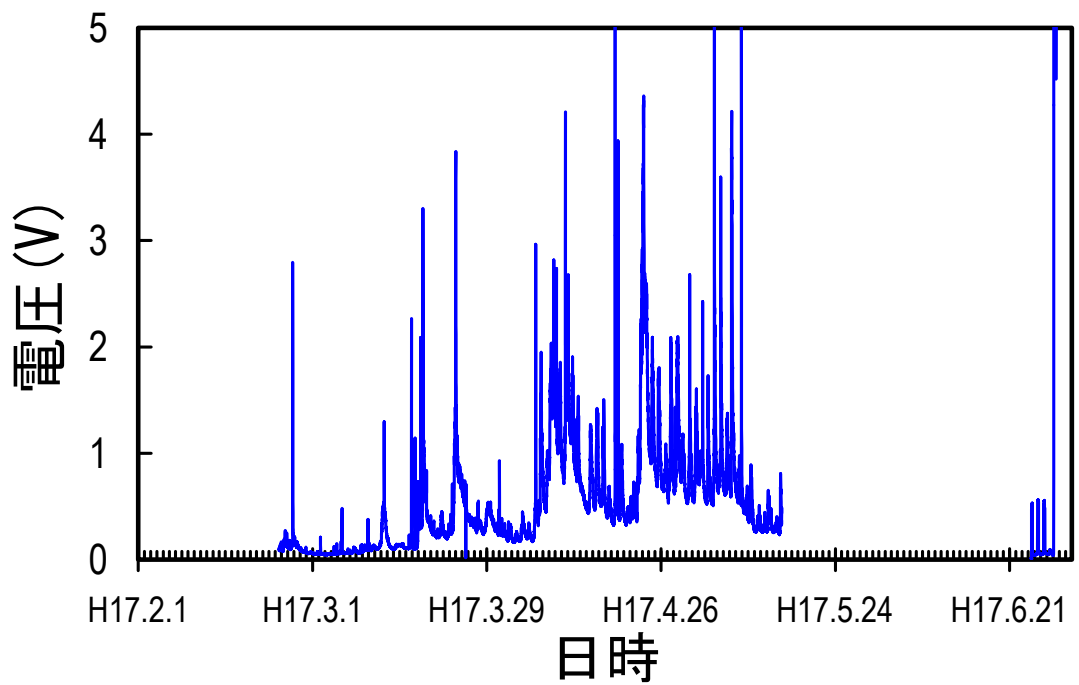


図-11 濁度の計測値の時間変化



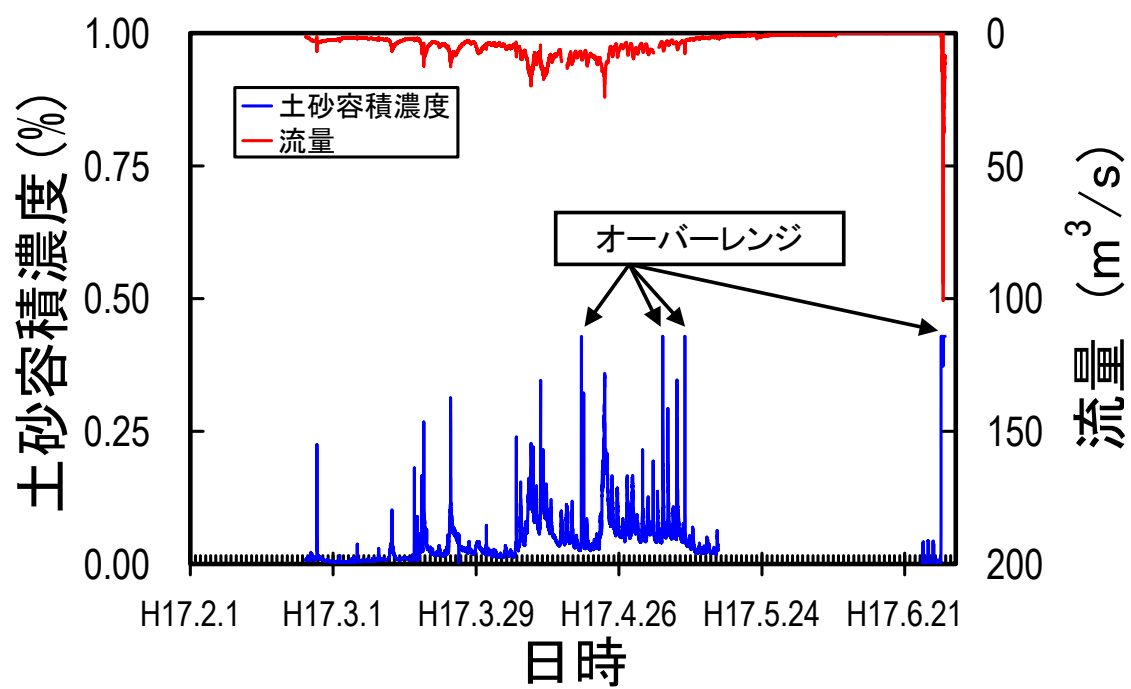


図-12 土砂容積濃度と流量の変化

### 3. 考察

平成 17 年 6 月 27 日から 28 日にかけて生じた出水については、濁度計と電源部を接続するケーブルが切断され、計測ができなかったことから、考察の対象から外した。

#### 3. 1 流量と土砂容積濃度の関係

ここでは、積雪期（堆積期）、積雪期（融雪期）、積雪期以降の 3 つの期間における、流量と土砂容積濃度の関係の変化を考察する。

図－13 は 10 分間隔の土砂容積濃度と 10 分間隔の流量との関係で、5V 以上の計測値を除いたものとした。積雪期（堆積期）、積雪期（融雪期）、積雪期以降のいずれの時期においても、流量が大きくなるにつれて、土砂容積濃度は高くなる傾向を示した。流量と土砂容積濃度との関係は積雪期（堆積期）と積雪期（融雪期）との間で顕著な差を示すことなく、ほぼ同じ傾向であった。ただし、積雪期（堆積期）における観測データは 18 日間分と少ないため、今後観測データが蓄積されると、これとは違った傾向を示す可能性がある。一方、流量と土砂容積濃度との関係は積雪期（堆積期・融雪期）と積雪期以降との間で差を示しており、前者の方が後者よりも低い傾向を示した。このような傾向が現れた理由としては、①積雪期（融雪期前・融雪期）の場合では降雨が斜面に直接降り注がないため、土砂が河道に流れ込みにくかったこと、②積雪期以降の場合では降雨が斜面に直接降り注ぐため、土砂が河道に流れ込みやすかったこと等が考えられる。ただし、積雪期以降のデータは、濁度計の欠測期間を除けば 19 日間分しかないため、今後データを蓄積した上で、さらに詳しく考察を加える必要がある。

#### 3. 2 一日当たりの流出水量と流出土砂量の関係

ここでは、積雪期（堆積期）、積雪期（融雪期）、積雪期以降の3つの期間における、一日当たりの流出水量と流出土砂量の関係を考察する。

図-14は小芋川大橋における一日当たりの流出水量と流出土砂量の関係をプロットしたものである。なお、一日当たりの流出水量は式(2)のように0時~23時までの24時間に観測された流量の総和として計算したものである。

$$Q|_d = \sum_{h=0}^{23} \left\{ \sum_{m=0}^5 (Q|_{d,h,m} \times 600) \right\} \quad \dots (2)$$

ここで、 $Q|_d$  : d日目の一日当たりの流出水量[m<sup>3</sup>/day]、 $Q|_{d,h,m}$  : d日目t時での0分からm番目(m=0,1,2,3,4,5で、それぞれ毎時0分、10分、20分、30分、40分、50分に対応している)に観測した流量[m<sup>3</sup>/s]である。また、一日当たりの流出土砂量は式(3)のように0時~23時までの24時間に観測された浮遊砂量の総和として計算したものである。

$$Q_s|_d = \sum_{h=0}^{23} \left\{ \sum_{m=0}^5 (C|_{d,h,m} \cdot Q|_{d,h,m} \times 600) \right\} \quad \dots (3)$$

ここで、 $Q_s|_d$  : d日目の一日当たりの流出土砂量[m<sup>3</sup>/day]、 $C|_{d,h,m}$  : d日目t時での0分からm番目に観測した土砂容積濃度である。積雪期（堆積期・融雪期）と積雪期以降のいずれの時期においても、一日当たりの流出水量が多くなると、一日当たりの流出土砂量は増加する傾向を示した。また、その傾向は積雪期（堆積期）と積雪期（融雪期）とでほぼ同じであった。しかし、積雪期以降と積雪期（堆積期・融雪期）とで比較すると、前者の傾向が後者のものよりも大きかった。これは、図-13に示したように、積雪期以降の土砂容積濃度が積雪期（堆積期・融雪期）のものよりも高い傾向を示したためである。

### 3. 3 一日当たりの流出土砂量と積雪深及び降水量の関係

ここでは、積雪期（堆積期）、積雪期（融雪期）、積雪期以降の3つの期間における、一日当たりの流出土砂量と積雪深の関係、一日当たりの流出土砂量と降水量の関係を考察する。

図-15は、アメダス観測所（小出）における積雪深と、小芋川大橋での一日当たりの流出土砂量の変化を示したものである。積雪深は各日の0時での計測値である。図-13から、一日当たりの流出土砂量は $2227\text{m}^3/\text{day}$ （平成17年4月23日）を最大値とし、積雪期（融雪期）の後半になるにつれて多くなった。

図-16は、アメダス観測所（小出）における一日当たりの降水量と、小芋川大橋における一日当たり流出土砂量の変化を示したものである。積雪期（堆積期）では、一日当たりの降水量が多くても、一日当たりの流出土砂量は多くなかった。ところが、積雪期（融雪期）の4月1日を過ぎた頃から、少量の降水量であっても、一日当たりの流出土砂量が多くなった。

以上のように、積雪深が浅くなるにつれて、一日当たりの流出土砂量は大きくなる傾向を示した。また、当該時期になると、少量の降水量であっても、一日当たりの流出土砂量が多くなるという傾向を示した。

### 3. 4 日平均土砂容積濃度と積雪深及び降水量との関係

図-17は、アメダス観測所（小出）における積雪深と、小芋川大橋での日平均土砂容積濃度の変化を示したものである。積雪深は各日の0時での計測値である。日平均土砂容積濃度は式（4）に基づいて算出したものである。

$$\bar{C}_d = \frac{\sum_{h=0}^{23} \left\{ \left( \sum_{m=0}^5 (C_{d,h,m} \cdot Q_{d,h,m} \times 600) \right) \right\}}{\sum_{h=0}^{23} \left\{ \left( \sum_{m=0}^5 (Q_{d,h,m} \times 600) \right) \right\}} \times 100 \quad \dots (4)$$

ここで、 $\bar{C}_d$  : d 日目の日平均土砂容積濃度 (%) である。積雪深が浅くなるにつれて、日平均土砂容積濃度が高くなった。

図-18は、アメダス観測所(小出)における一日当たりの降水量と、小芋川大橋での日平均土砂容積濃度の変化を示したものである。積雪期(堆積期)では、一日当たりの降水量が変化しても、日平均土砂容積濃度は殆ど変化しなかった。ところが、積雪期(融雪期)の4月1日を過ぎた頃から、一日当たりの降水量が少し変化すれば、日平均土砂容積濃度が大きく変わるようになった。

日平均土砂容積濃度を積雪期(堆積期・融雪期)と積雪期以降の各期間で平均した値はそれぞれ0.008%、0.050%、0.073%となった。積雪期(堆積期)における日平均土砂容積濃度は、積雪期(融雪期)の値の0.16倍となり低かった。また、積雪期以降の日平均土砂容積濃度は積雪期(融雪期)の値の1.46倍と高くなった。これは、3.1で述べた理由と同じく、積雪期(融雪期)の後半や積雪期以降の時期になると、降雨が直接地面に届くようになり、斜面から河道に流れ込む土砂量が増えたためと考えられる。

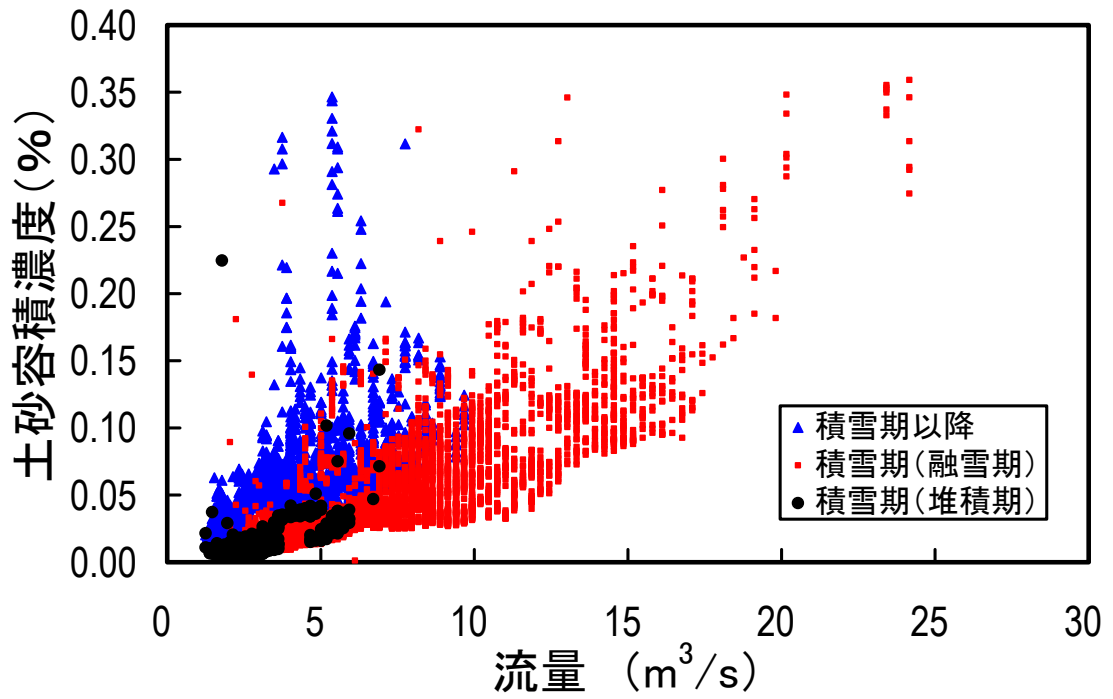


図-13 土砂容積濃度と流量の関係

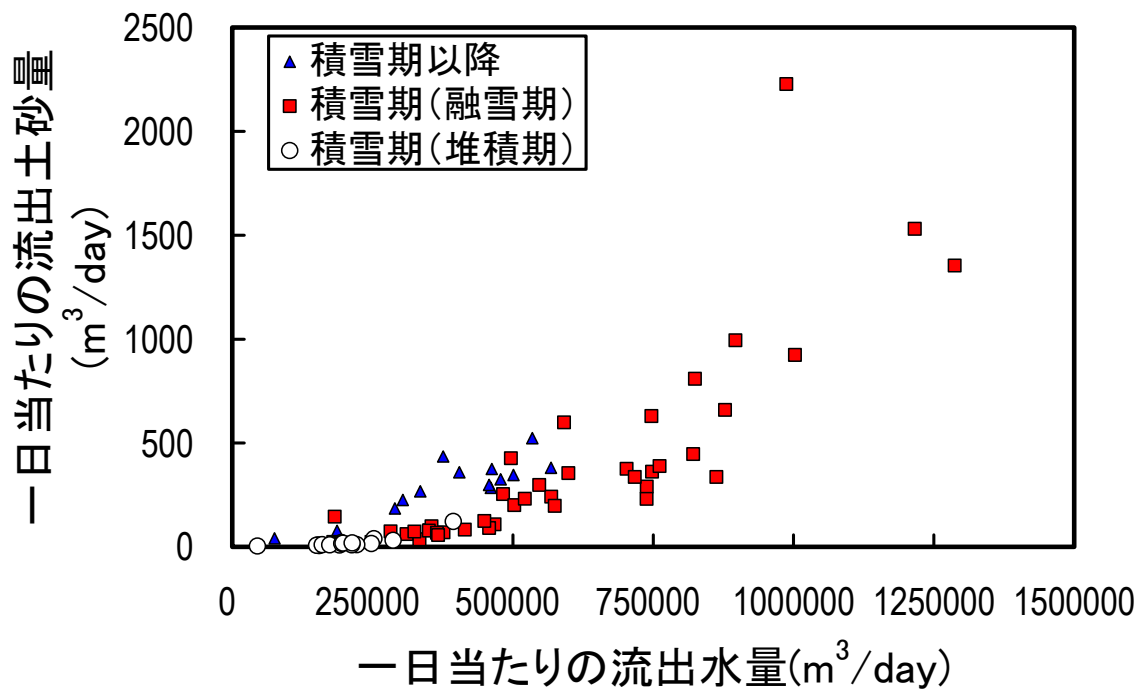


図-14 一日当たりの流出流量と流出土砂量の関係

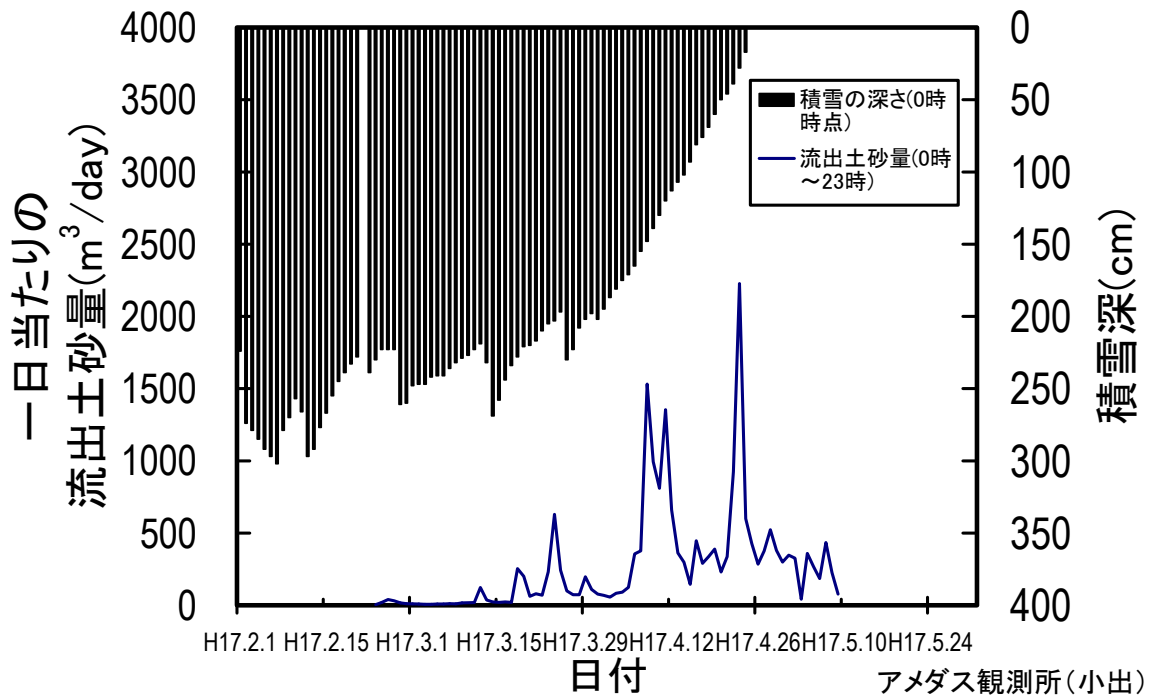


図-15 一日当たりの流出土砂量と積雪深との関係

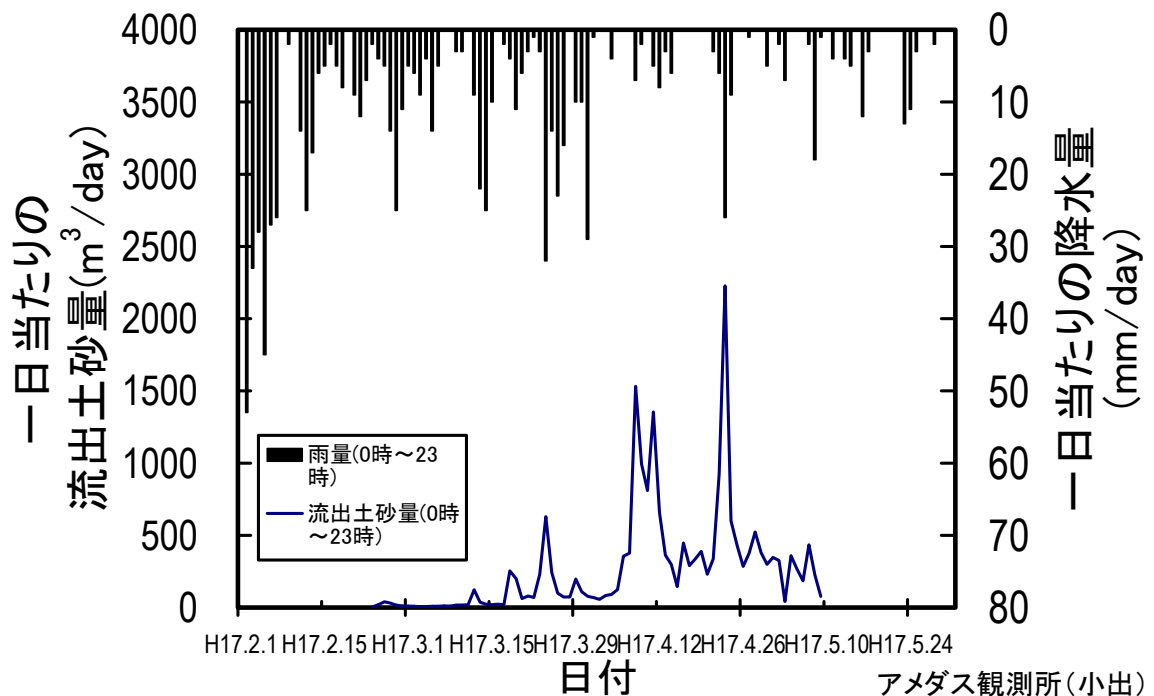


図-16 一日当たりの流出土砂量と降水量との関係

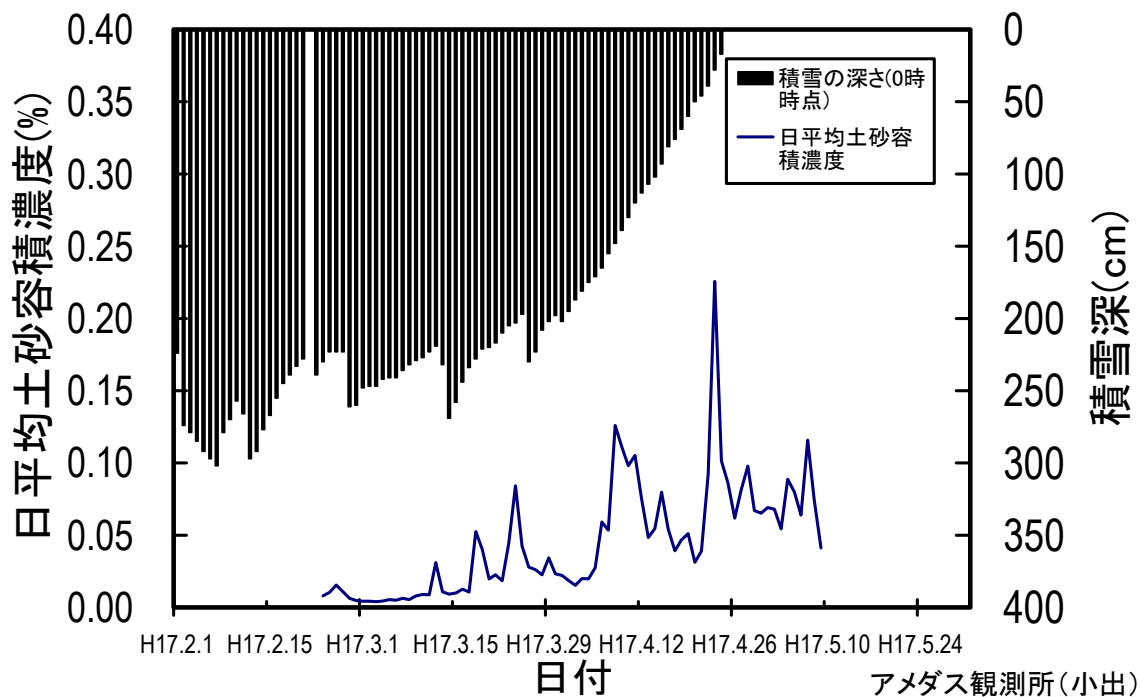


図-17 平均土砂容積濃度と積雪深との関係

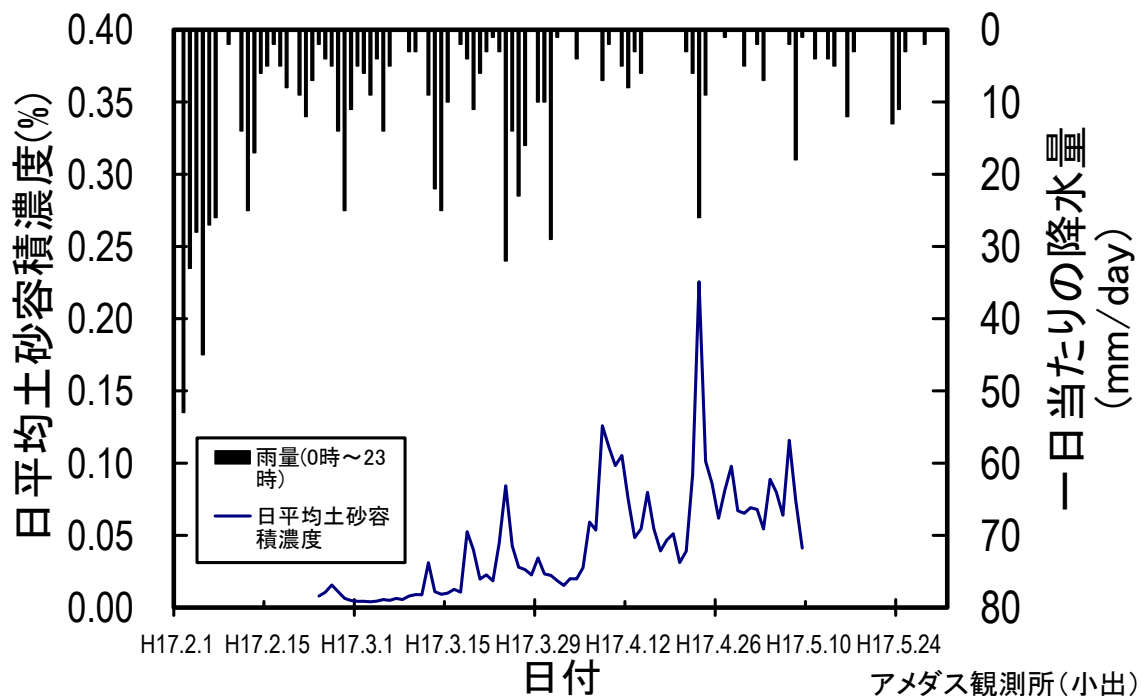


図-18 平均土砂容積濃度と降水量との関係



#### 4. まとめ

第3章までをまとめると次のようになる。

- (1) 小芋川大橋での、濁度計を用いた流出土砂量の観測を、平成17年2月23日から開始した。途中、平成17年5月8日から同年6月24日まではデータロガーの不調により、計測値が記録されていなかった。また、平成17年6月27日から28日にかけて発生した大規模な出水により、濁度計と電源部を接続するケーブルが切断された。
- (2) 積雪期（融雪期）の4月18日15:00、積雪期以降の5月4日13:40と13:50、5月8日21:50、22:00、22:10、6月28日02:40以降の計4日、記録された電圧は5Vを越えて、オーバーレンジした。
- (3) 土砂容積濃度は流量の増加に伴って高くなり、また、その減少に伴って低くなった。積雪期（堆積期・融雪期）の増水時における土砂容積濃度のピーク値は、積雪期（堆積期）から積雪期（融雪期）になるにつれて高くなる傾向を示した。
- (4) 積雪期（堆積期）、積雪期（融雪期）、積雪期以降のいずれの時期においても、流量が大きくなるにつれて、土砂容積濃度は高くなる傾向を示した。流量と土砂容積濃度との関係は積雪期（堆積期）と積雪期（融雪期）との間で顕著な差を示すことなく、ほぼ同じ傾向であった。一方、流量と土砂容積濃度との関係は積雪期（堆積期・融雪期）と積雪期以降との間で差を示しており、前者の方が後者よりも低い傾向を示した。
- (5) 積雪期（堆積期・融雪期）と積雪期以降のいずれの時期においても、一日当た

りの流出水量が多くなると、一日当たりの流出土砂量は増加する傾向を示した。また、その傾向は積雪期（堆積期）と積雪期（融雪期）とでほぼ同じであった。しかし、積雪期以降と積雪期（堆積期・融雪期）とで比較すると、前者の傾向が後者のものよりも大きかった。

(6) 積雪深が浅くなるにつれて、一日当たりの流出土砂量は大きくなる傾向を示した。また、当該時期になると、少量の降水量であっても、一日当たりの流出土砂量が多くなるという傾向を示した。

(7) 積雪期（堆積期）における日平均土砂容積濃度は、積雪期（融雪期）の値の0.16倍となり低かった。また、積雪期以降の日平均土砂容積濃度は積雪期（融雪期）の値の1.46倍と高くなった。

今回の報告では、積雪期（堆積期）及び積雪期以降の観測データの数が少ない。積雪期（堆積期・融雪期）や積雪期以降といった季節ごとの流出土砂量の変化を把握するために、今後も観測を継続し、観測データの数を増やす必要がある。

## 謝辞

本報告を取りまとめるに当たり、小芋川大橋に設置した水位計の観測データを快くご提供いただいた新潟県土木部、並びに、現地観測において快くご協力いただいた北陸地方整備局湯沢砂防事務所の関係各位に感謝の意を表します。

## 引用文献

小山内信智、水野秀明、沖中健起、原楨利幸（2005）：Time-integrated Sampler の浮遊砂採取効率に関する水路実験、国土技術政策総合研究所資料 No. 266、p. 4-6

国土交通省国土技術政策総合研究所（2005）：平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震被害に係わる現地調査概要、国土技術政策総合研究所資料 No. 248、187pp.

土木学会（2000）：水理公式集平成 11 年度版、土木学会、p. 8-9

綱木亮介（2005）：新潟県中越地震直後の緊急対応について、河川 5 月号、p. 51-55