

西丹沢ヌタノ沢試験流域における平成 23 年度の台風による土砂流出の概況

内山佳美*・横山尚秀*・山根正伸**

Sediment yields by the typhoons in 2011 of the Nutanosawa monitoring watersheds

Yoshimi UCHIYAMA*, Takahide YOKOYAMA*, and Masanobu YAMANE**

要 旨

西丹沢のヌタノ沢試験流域における流域スケールの土砂生産や土砂流出の特性の把握に先立ち、観測初年度の平成 23 年度の土砂流出の概況を把握した。その結果、特に台風 6 号と 15 号の際に A 沢の流域末端の量水堰に 20 m³を超える流出土砂が堆積した。また、A 沢では流域内で生産された土砂の一部、B 沢ではほぼ全部が、いずれの台風の際にも流域末端まで流出せずに未満砂の治山堰堤で捕捉されていた。ヌタノ沢の A 沢の流域末端に流出した土砂量を大洞沢、貝沢の各量水堰に流出した土砂量と比較したところ、各集水区域の平均侵食深では、ヌタノ沢が最も大きかった。今後、ヌタノ沢では、植生回復の効果を流域スケールで検証する計画であり、事前のモニタリングでは、現状の林床被覆状態における流域内の土砂生産特性と流域からの土砂流出特性を関連づけて把握しておく必要がある。

I はじめに

神奈川県の水源地域では、近年丹沢山地を中心としてニホンジカ（以下、「シカ」と呼ぶ。）が多く生息し、森林の植生が大きく影響を受けてきた（山根、2010 など）。シカの高密度化により林床植生が衰退し、地表面が裸地化した箇所では、降った雨が地中に浸透しにくくなり、地表流が発生し土壌の侵食が進行する（石川ほか、2007）。東丹沢の大洞沢試験流域（以下、大洞沢と呼ぶ。）では、神奈川県の水源地環境保全・再生対策の効果検証の一環として、シカの生息密度を低減させた効果を流域スケールで検証するために、流域内の植生被覆分布と土砂生産特性、流域末端での土砂流出特性が調査されている（五味ほか、2013、平岡ほか、2013）。

西丹沢の小流域であるヌタノ沢試験流域（以下、ヌタノ沢と呼ぶ。）も、シカの生息密度を低減させて植生が回復した効果を流域スケールで検証するための試験流域である。ヌタノ沢では、平成 23 年度から気象・水文観測を開始したが、流域の植生の回復効果の検証に先立ち、現況での水や土砂の流出特性を事前に把握しておく必要がある（内山ほか、2013）。

ヌタノ沢の平成 23 年度の観測においては、特に台風 6 号、台風 15 号の際に量水堰に多量の土砂が堆積し、そのたびに水文観測が不能になった。2 度とも観測が復旧するまでデータの異常や欠測が発生したが、ヌタノ沢の流出土砂量と、比較対象としての大洞沢、貝沢試験流域（以下、貝沢と呼ぶ。）における各量水堰の流出土砂量を測定することができ

* 神奈川県自然環境保全センター 研究企画部 研究連携課（〒243-0121 厚木市七沢 657）

** 神奈川県環境農政局 水・緑部 自然環境保全課（〒231-8588 横浜市中区日本大通 1）

た。そこで、ヌタノ沢における流域スケールの土砂生産や土砂流出の特性の把握に先立ち、平成23年の台風6号、15号の影響を中心とした土砂流出の概況について資料として報告する。

Ⅱ 各調査地の概要

調査地は、丹沢湖上流の中川川流域に位置するヌタノ沢である。また、比較対象として、同様に平成23年度の台風6号、15号により量水堰に土砂が堆積した清川村煤ヶ谷の宮ヶ瀬湖上流に位置する大洞沢、津久井湖上流に位置し相模湖に直接注いでいる貝沢も調査地とした。

ヌタノ沢は、権現山の東麓で、標高530～705mに位置する全体で約7haの試験流域である(図1)。地形は急峻で、特に流域の上流部では直線状のV字谷となっている(写真1)。地質は、石英閃緑岩であり、一部の緩傾斜の尾根で土層は厚いが、傾斜の急な斜面では土層は薄い(横山ほか, 2013)。既設

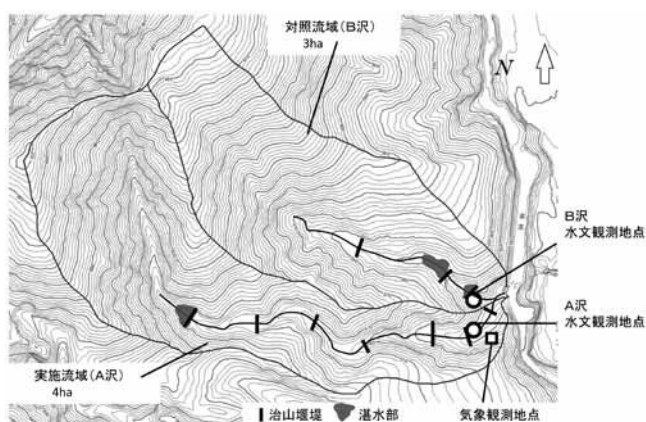


図1 ヌタノ沢試験流域



写真1 ヌタノ沢の流域内の状況 (A沢の上流)

の治山堰堤がA沢に7基、B沢に3基設置されている。尾根の一部にスギやヒノキの人工林があるが、試験流域の大部分はアカシデ、ケヤキ等をはじめとした広葉樹林である。シカの影響が顕著であり、低木層や林床の植生は乏しく、ミツマタやマツカゼソウ等のシカの不嗜好性植物がみられる。

大洞沢は、中津川支流の布川上流で、標高432～878に位置する全体で約58haの試験流域である(図2)。地形は全体的に急峻であり、地質は新第三紀に属する丹沢層群である。本流に6基、流域No.3に3基、流域No.4に4基設置された既設治山堰堤は、すべて満砂している。本流の量水堰では、昭和56年から水文観測が行われてきた。流域内の植生は、広葉樹林よりもスギやヒノキの人工林が多いが、樹種や植栽年度の異なる林分がモザイク状に配置している。植生は、シカの累積的影響を受けており、シカの不嗜好性植物が優占する(写真2)。

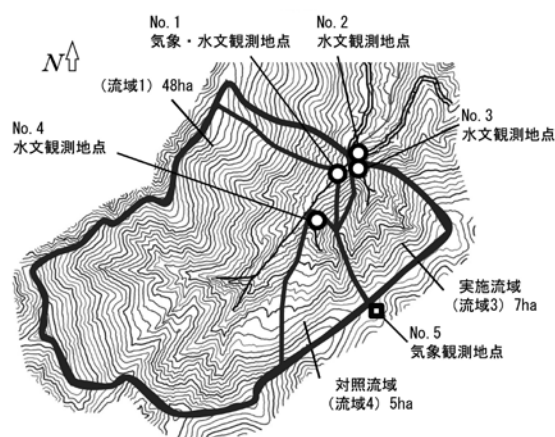


図2 大洞沢試験流域



写真2 大洞沢の流域内の状況 (流域No.4の尾根付近)

貝沢は、陣馬山の南で、標高 170 ～ 633 に位置する全体で 96ha の試験流域である（図 3）。地質は、固結した砂岩、頁岩の互層で、小仏層群または相模湖層群に属する。尾根にはローム層が堆積し土壌は厚く、沢沿いでは 1m 程度である（横山ほか、2013）。本流に治山堰堤が 3 基あるが、いずれも古く施工年度は不明である。植生は、ごく一部に落葉広葉樹の二次林があるものの、ほぼ流域全体がスギやヒノキの人工林である。シカの影響はほとんど見られず、林床の植生は繁茂している（写真 3）。

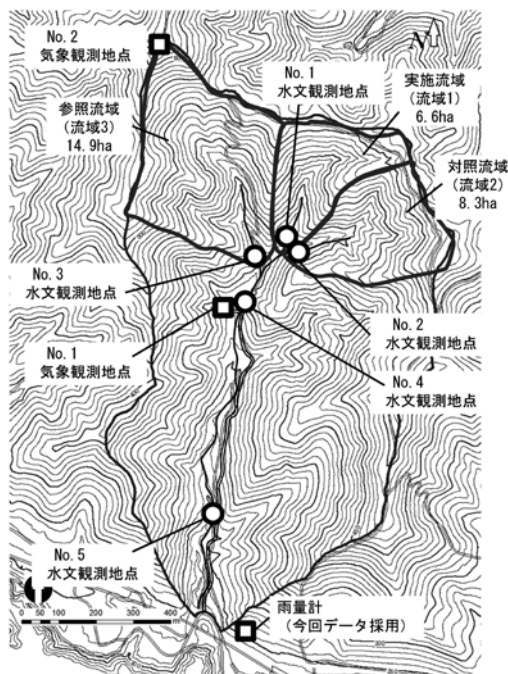


図 3 貝沢試験流域



写真 3 貝沢の流域内の状況（No. 1 水文観測地点の上流）

Ⅲ 調査方法

ヌタノ沢の降水量は、A 沢の水文観測地点の近傍（図 1）に設置された転倒ます式雨量計（大田計器製作所製、0W-34-BP）により観測した。大洞沢の降水量は、小田ら（2012）によって観測、補正された No. 5 地点（図 2）の降水量のデータを用いた。貝沢の降水量は、貝沢の流域下流付近に設置された転倒ます式雨量計（ウイジン製、U-DotP）により観測した（図 3）。計測は、いずれも 10 分間隔である。

ヌタノ沢の流量は、各量水堰において圧力式水位計（ウイジン製、UIZ-GY1000A）で測定した 10 分間隔の水位データより求めた。水位から流量への換算は、90° V ノッチの水力公式である次式を用いた。

$$Q = C \cdot H^{2.5} \quad \dots \dots \dots (1)$$

但し、Q: 流量（m³/sec）、C: 流量係数、H: 越流水位（m）
流量係数 C は、各量水堰で水位と流量を実測し、その水位と流量の関係から求めた。

流出土砂量は、特に多量の土砂が流出した台風 6 号および 15 号による出水の後に、各量水堰の沈砂池に堆積した土砂量を測定した。なお、測定した堆積土砂量は、各量水堰における直近の浚渫あるいは堰の新設から土砂量測定時点まで間の累積値である

表 1 測定土砂量の堆積期間

	ヌタノ沢	大洞沢	貝沢
台風 6 号後測定分の土砂の堆積期間	H23. 3～ H23. 7. 28	H23. 3～ H23. 8. 8	H22. 4～ H23. 8. 5
台風 15 号後測定分の土砂の堆積期間	H23. 8. 10～ H23. 10. 4	H23. 9. 16～ H23. 10. 4	H23. 8. 29～ H23. 10. 7

（表 1）。土砂量の測定は、ヌタノ沢の A 沢量水堰、大洞沢 No. 1 水文観測地点の量水堰、貝沢の No. 1 ～ 5 の各水文観測地点の量水堰を対象とした。

ヌタノ沢の量水堰は、既設治山堰堤の下流側にコンクリート三面張の水叩き部と水路部が接続した形状である。この水叩きと水路の部分に 1.5 ～ 2.0 m 程度の測点を設定し（図 4）、水準測量を行って堆積土砂量を求めた。堆積土砂量の測定と併せて、上流の踏査による土砂移動状況の調査、監視カメラにより記録された出水時の量水堰付近の画像の確認を行った。

大洞沢では、昭和 55 年度に整備された No. 1 水文

観測地点の量水堰の堆積土砂量を測定した。矢部ら(2000)による堆積土砂量の実測例を参考に沈砂池に測点を設定し(図5)、平均断面法により堆積土

砂量を算出した。

貝沢の5か所の量水堰は、ヌタノ沢、大洞沢と異なり、自然の河道に堰板を設置した構造である。このため、既存の溪流測量成果を参考にポケットコンパスで簡易平面測量を行うとともに水準測量を行い、堆積土砂量を算出した(図6)。

IV 調査結果

1 ヌタノ沢における平成23年度の降雨流出概況

平成23年4月から12月のヌタノ沢における日降水量および日流量の推移を図7に示す。ヌタノ沢のA沢の量水堰に流出土砂の堆積がみられたのは、7月19日の台風6号、9月2～4日の台風12号、9月21日の台風15号の各台風の影響による出水の際であったが、年間の降雨流出概況から、この3回の降水量と流量が突出していた。このうち、9月2

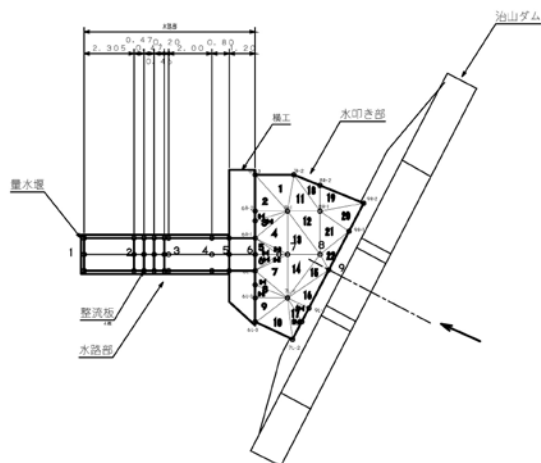


図4 ヌタノ沢A沢の量水堰の堆積土砂量の測点

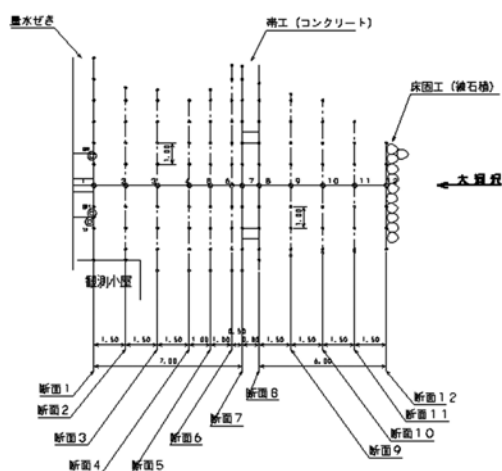


図5 大洞沢No.1水文観測地点の堆積土砂量の測点

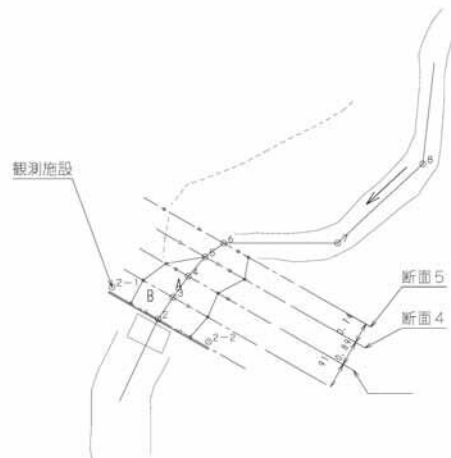


図6 貝沢No.1水文観測地点の堆積土砂量の測点

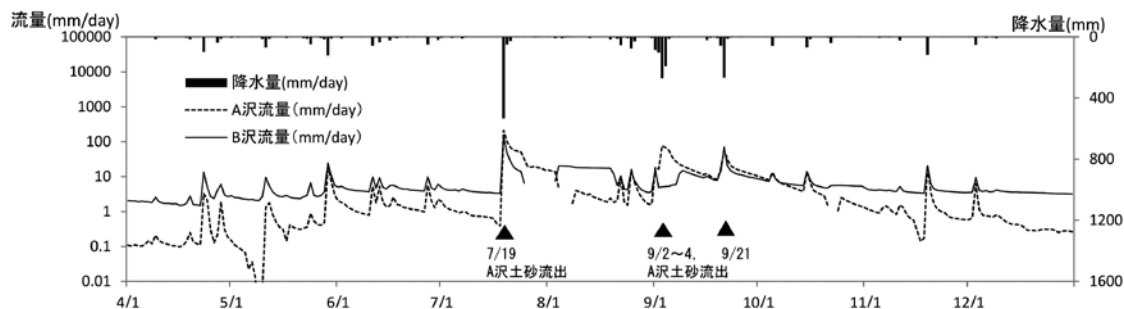


図7 ヌタノ沢における降雨流出概況(平成23年4月～12月)

～4日の流出土砂は、量水堰の水叩き部に高さ1 m程度の山状に堆積し、比較的少量であった。また、流量の推移をみると、最初に土砂流出のあった7月19日以降10月末頃までの間、欠測や異常値が多く、正確な観測に復旧するまで施設の改良等も含めて多くの期間を要した。

2 台風6号、15号による降水量の推移

ヌタノ沢において特に大きな土砂流出のみられた台風6号、台風15号について、大洞沢、貝沢と比較して降水量の推移を整理した。台風6号の影響による総降水量と最大1時間雨量は、ヌタノ沢が最も大きかった(表2)。ヌタノ沢の最大1時間雨量70.5mmは、降雨の初期に記録された(図8)。観測の継続年数の浅いヌタノ沢と貝沢の降水量は、過去との比較ができないが、アメダスの丹沢湖と相模湖のこの時の降水量は、それまでの7月の日降水量の1位を更新する値であったため(横浜地方気象台, 2011)、ヌタノ沢と貝沢もそれぞれこれまでにない規模の降水量であった可能性がある。

台風15号の影響による総降水量は、大洞沢が最

表2 台風6号、15号による総降水量と最大1時間雨量

	台風6号				台風15号			
	総降水量		最大1時間雨量		総降水量		最大1時間雨量	
ヌタノ沢	612.0mm	70.5mm	7/19 6時	6時	332.0mm	47.0mm	9/21 16時	16時
大洞沢	300.5mm	33.0mm	7/19 23時	23時	345.4mm	41.9mm	9/21 15時	15時
貝沢	391.0mm	39.5mm	7/19 17時	17時	238.5mm	28.0mm	9/21 15時	15時

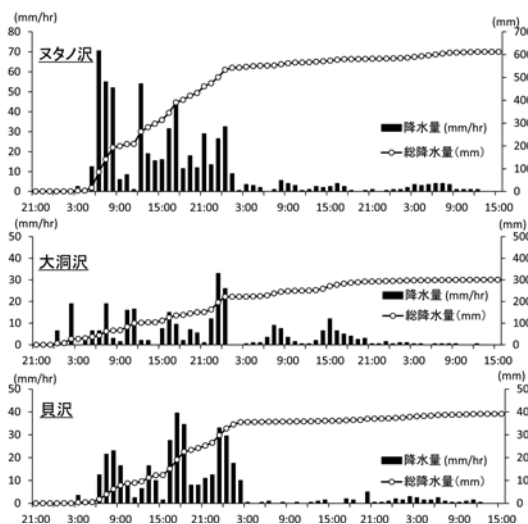


図8 台風6号による降水量の推移
(平成23年7月18日21時～21日15時)

も大きく、最大1時間雨量は、ヌタノ沢が最も大きかった(表2)。ヌタノ沢では、200 mm程度の降雨の後に時間雨量40 mmを超える降雨が3時間続いた(図9)。

3 台風6号、15号による流出土砂量

台風6号および15号の影響による出水後に測定した各試験流域の流出土砂量を図10に示した。流出土砂量を各流域の1 m²あたりの土壌侵食深に換算するとヌタノ沢が最も大きく0.60 mm～0.67 mmであった。一方、ヌタノ沢や大洞沢と比較して、貝沢の流出土砂量は極端に少なかった。

ヌタノ沢のA沢の量水堰では、台風6号の際には、流量の増加により整流板が外れ、8時13分の写真では、すでに水叩き部に土砂がたまっているのが見

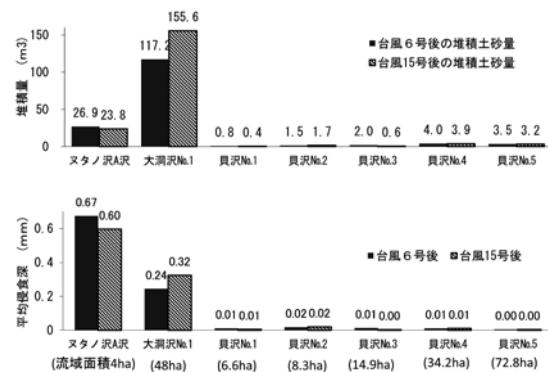


図10 各試験流域の流出土砂量

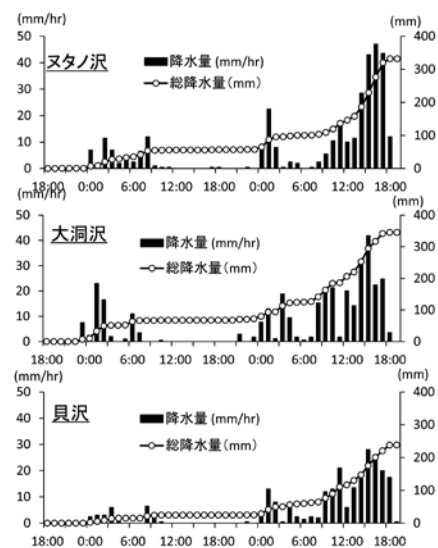


図9 台風15号による降水量の推移
(平成23年9月19日18時～21日18時)

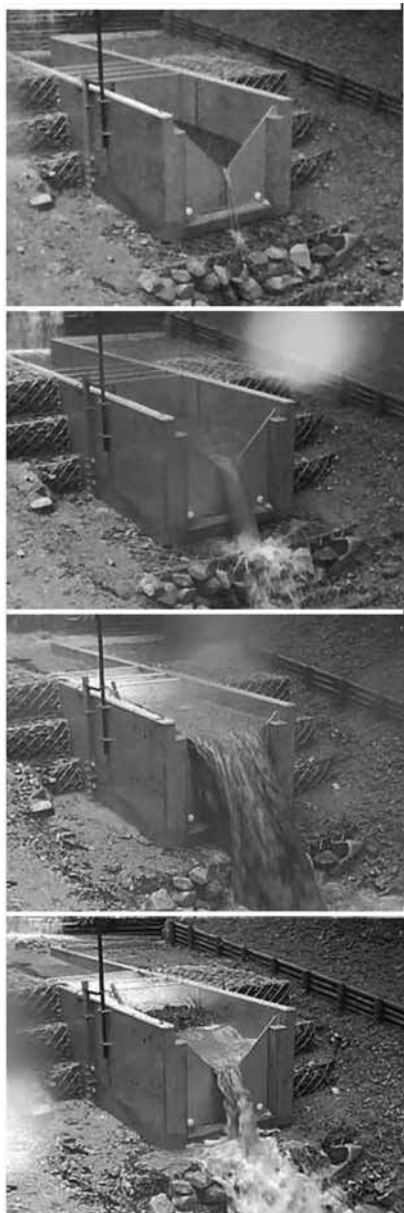


写真4 台風6号の際のヌタノ沢のA沢量水堰の状況
(上から7月19日 5:13、5:33、7:13、8:13)



写真6 台風15号の際のヌタノ沢のA沢量水堰の状況
(9月21日 16:33)



写真7 大洞沢No.1 水文観測地点の量水堰の土砂堆積状況
(平成23年8月8日撮影)



写真5 ヌタノ沢のA沢の量水堰の土砂の堆積状況
(平成23年7月28日撮影)



写真8 貝沢No.1 水文観測地点の量水堰の土砂堆積状況
(平成23年8月5日撮影)

える（写真4）。流入した土砂は、堰板のノッチの付近まで流れ込んでいた（写真5）。台風15号の際には、補強した整流板が外れることはなかったが、ピーク流量時には、整流板より上流側の水位が側壁の高さよりも上昇して量水堰の外側に溢れた（写真6）。大洞沢と貝沢における各量水堰では、台風6号と15号のいずれの際も沈砂池の上流側から土砂の堆積が進み、最終的に量水堰のノッチまでは完全には到達していない状況であった（写真7、8）。

4 流域内の土砂移動状況

ヌタノ沢、大洞沢、貝沢のいずれの流域においても、台風6号、15号の影響による山腹崩壊の発生はなかった。ヌタノ沢、大洞沢では、溪岸のごく小規模な崩壊が流域内に1～2か所見られた。

ヌタノ沢のA沢の上流では、台風6号の後は、V

字谷の箇所を中心に溪床の堆積土砂が流され、それまで見えなかった岩盤が露出した。台風15号の後は、溪岸のごく小規模な崩壊が1か所見られたが、全体的には、溪床の土砂の堆積が若干増えた印象であった。A沢に設置された治山堰堤のうち、最上流に位置する完全には満砂していない平成16年施工の堰堤の湛水域では、平成21年8月と比較して台風6号後、台風15号後ともに上流側から土砂の堆積が進行している様子がみられた（写真9）。

ヌタノ沢のB沢は、台風6号、15号のいずれの際も量水堰に土砂が堆積しなかったが、量水堰の上流側に接続している治山堰堤とその上流にある昭和48年施工の治山堰堤が完全には満砂していないため、上流から流下した土砂が、これらの治山堰堤で捕捉されて流域末端の量水堰まで到達しなかったと考えられた。これらの未満砂の治山堰堤の湛水域の上流側では、風化した石英閃緑岩が砂状に堆積し小規模な河原を形成しており、溪床の土砂の堆積は進行していると考えられた。

V まとめ

ヌタノ沢における流域スケールの土砂生産や土砂流出の特性の把握に先立ち、観測初年度の平成23年の台風6号、15号の影響を中心に土砂流出の概況を調べた。今回明らかになった以下の点を踏まえて、今後のヌタノ沢における観測を改善していきたい。

- ・ヌタノ沢は全面積が7haと小さいが、観測を開始してみると、A沢の流域末端における流出土砂量は想像した以上に多かった。現状では、A沢では流域内で生産された土砂の一部、B沢ではほぼ全部が、流域末端まで流出せずに未満砂の治山堰堤で捕捉されている。このような現状を踏まえて、流域全体の土砂流出の把握に努める必要がある。

- ・台風15号による出水の際には、量水堰の両脇に水があふれてしまい、ピーク流量を正確に計測できなかった。台風6号の際には、整流板が外れ、量水堰の脇を水がまわることはなかったが、水路に堆積した土砂を撤去するまでの間、流量観測ができなかったうえ、計測機器への影響も大きく、正常な観測に復旧するまで長期間を要した。



H21.8.25



H23.7.28(台風6号後)



H23.10.4(台風15号後)

写真9 台風15号の際のヌタノ沢のA沢量水堰の状況

・ヌタノ沢、大洞沢と比較して、シカによる植生への影響がほとんど見られない貝沢では、土砂の流出量が極めて少なかった。しかし、この3か所の試験流域では、林床の被覆状態だけでなく地質や地形の相違もある。今後、ヌタノ沢における植生の回復効果を流域スケールで検証する際にも、貝沢や大洞沢とも土砂流出量を比較していくことで、石英閃緑岩地帯であるヌタノ沢の土砂流出の特性がより明確になると思われる。

今後、ヌタノ沢では、実施流域であるA沢を植生保護柵で囲み、植生回復の効果を検証する計画である。事前のモニタリングでは、現状の林床植生の衰退した状態での流域内の土砂生産の特性と土砂流出量を関連づけて把握していく必要がある。

VI 謝 辞

本研究における各試験流域の流出土砂量の測定は、神奈川県森林組合連合会が受託して実施した。各試験流域における量水堰の浚渫工事は、請け負った各業者により速やかに行われた。ここに記して感謝の意を表します。

VII 引用文献

五味高志・平岡真合乃・坂上賢・ファム ティ クイン アン・内山佳美 (2013) 大洞沢試験流域における林床植生の空間分布特性, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 59-69
平岡真合乃・五味高志・小田智基・熊倉歩・宮田秀

介・内山佳美 (2013) 大洞沢試験流域における流出土砂量と土砂生産源の季節変動, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 71-79

石川芳治・白木克繁・戸田浩人・若原妙子・宮貴大・片岡史子・中田亘・鈴木雅一・内山佳美 (2007) IV 堂平地区の林床植生衰退地での土壌侵食および浸透の実態, 445-458. 丹沢大山自然環境総合調査報告書. 丹沢大山総合調査団編, 794pp, 財団法人平岡環境科学研究所, 相模原市.

小田智基・鈴木雅一・内山佳美 (2013) 東丹沢大洞沢試験流域における水収支・流出特性ー地下部における水移動の影響ー, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 47-52

内山佳美・山根正伸・横山尚秀・山中慶久 (2013) 神奈川県における水源環境保全・再生施策の検証手法とその実施状況, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 1-12

矢部和弘・中嶋伸行・西尾邦彦 (2000) 東丹沢大洞沢における流出土砂量推算式の検討. 東京農大農学集報, 45(3) : 217-225.

山根正伸 (2010) 神奈川県におけるニホンジカ保護管理の新展開 日本鹿研究 創刊号 2-8

横浜地方气象台 (2011) 平成23年7月台風6号に関する神奈川県気象速報. 横浜地方气象台, 1-14

横山尚秀・内山佳美・佐藤壮・山根正伸 (2013) 試験流域の水文地質等の流域特性, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 203-214