

天童川上流河川事務所 砂防調査課

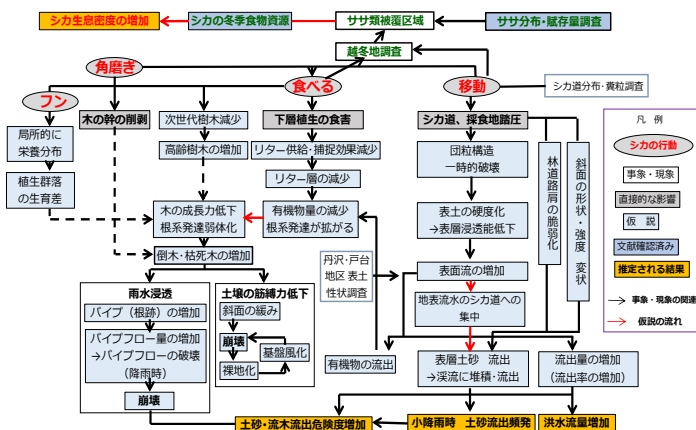
天竜川上流域ではH10年頃からニホンジカ(以下「シカ」)が急増し、林床被覆の減少・地表の攪乱が確認されている。(写真1参照)シカ食害による植生被覆度の減少に伴い表層土砂流出が約2倍に増加した丹沢地区の事例(※1)。踏み荒らしたに伴い土砂流出が増加した天竜川流域戸台地区の事例(※2)が報告されている。



写真 1 増加したシカ（山室地区センサーカメラ）

シカ食害・獣害による自然環境の変化と土砂流出の実態把握のため侵食量捕捉現地計測にH28年に着手し、降雨量、シカ侵入・採食、植生被覆度などの関連調査により影響因子を検討した、3年間の調査・検討結果を報告する。

シカ食害・獣害による影響因子を仮説も含め図-1に示したが、非常に多様で関連性も複雑である。



土砂流出に関する影響調査について、主な項目を表-1に示す。

調査項目	調査内容
土砂流出実態計測 (図-2・写真2参照)	地形・地質条件、植生・林床被覆度、シカ道状況を考慮し、アクセスと作業効率のよい斜面に捕捉箱を設置、捕捉水量と土砂乾燥重量及び粒径を計測した。 ⇒土砂捕捉計測調査
雨量観測データ	土砂回収のタイミング判定と解析のため、雨量データは最寄りの雨量観測所のデータを使用した。 ⇒雨量・地温観測
植生調査	下層植生の変化状況を確認するために、植生コドラート調査(出現種、優占種、植生被度、群度、植物体量)で、代表的な植生状況を5地区で林床植生を評価した。 ⇒コドラート調査、V-Value調査、サシ賦存量調査
シカ道分布・痕跡調査 (図-3参照)	周辺を含めたシカ道分布と食痕・糞など詳細な生息痕跡調査結果をGIS化し、生息密度も算定した。 ⇒シカ道の分布・寝ぐらの痕跡踏査、食痕や糞等の痕跡調査
センサカメラ映像解析 (図-4参照)	進入時期、頭数、回数、行動(採食・通過)の集計から、季節的な利用・移動の実態を把握した。 ⇒シカ侵入・利用状況調査

表-1 土砂流出に関する影響因子調査項目



写真2 土壌侵食捕捉量現地計測の事例(山室地区)

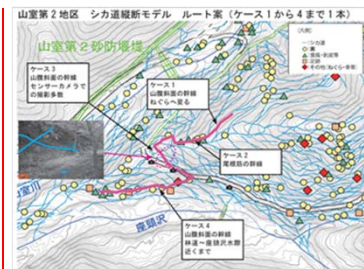


図-3 シカ道分布・痕跡調査（シカ道分布・痕跡調査、実施状況と成果等）



図-4 センサーカメラ映像調査解析の事例（手開地区）

植生関連調査地区及び土砂関連調査地区の箇所は図-5に示す。

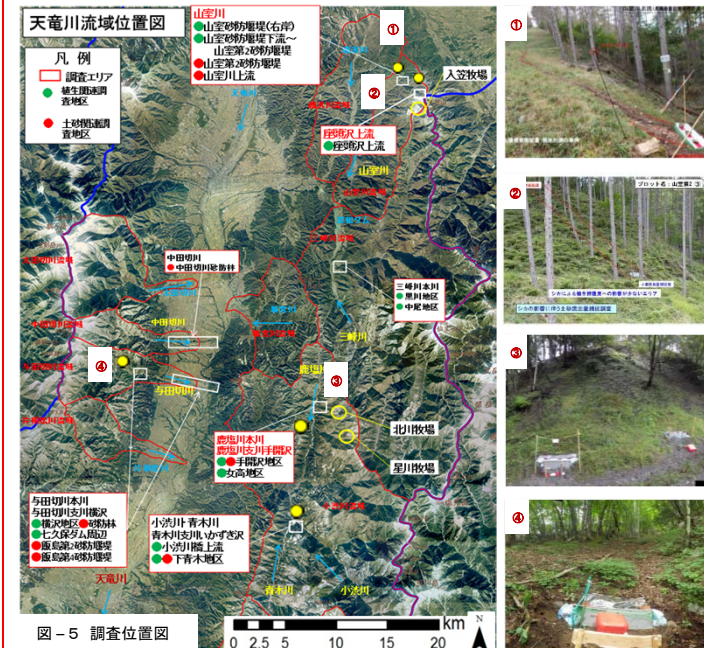


図-5 調査位置図

土砂流出の誘因となる降雨状況については、土砂計測期間(5月から11月末)の累計降雨量において、対前年比は約1.2倍に及び、特に豪雨が頻発した小洪川流域は1,640mmと1.6倍に達し、雨量強度の大きな豪雨が頻発した(図-6参照)。

そのため、手開地区、下青木地区、飯島第4地区において小規模な土石流、地すべりが発生した(写真-3参照)。

特に下青木地区では表層土に雨滴による流出土砂発生の把握上指標となる「土柱」が形成された(写真-4参照)。

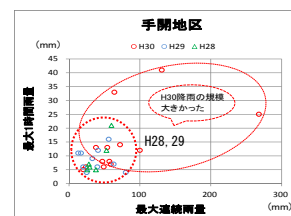


図-6 H30年 降雨状況 (鹿塩局)



写真-3 土石流発生後の下青木地区の状況

(参考)

土壌表面に小石など雨滴侵食を受けにくいものが存在すると、それらの周辺のみが侵食され、下部に柱状の構造である「土柱」が残る。この形成の有無により、雨滴侵食の影響が判断できる。(※3)



写真-4 土柱状況形成

(※1) 石川ら「丹沢堂平地区に」(2009年「森林科学」におけるシカ食害による林床植生衰退地での土壤侵食の実態解明と対策工の開発」(2009年砂防学会誌Vol.62No.4 p74-79)

(※2) 吉村「ニホンジカの植生破壊が土壤侵食に及ぼす影響」(2011年度信州大学大学院農学研究科森林科学専攻学位論文, P1-94)

(※3) 五味「土壤侵食と森林-森林斜面から流域の視点へ」(2009年「森林科学」)

図-7及び図-8に山室地区におけるH29とH30で捕捉された土砂と影響因子の推移を時系列に示した。現地捕捉計測についてはH28年5回、H29年9回、H30年には捕捉量を8回計測できた。11月は降雨量は非常に少なかったが12月上旬には多めの土砂が捕捉され、凍結融解の影響と考えられる。

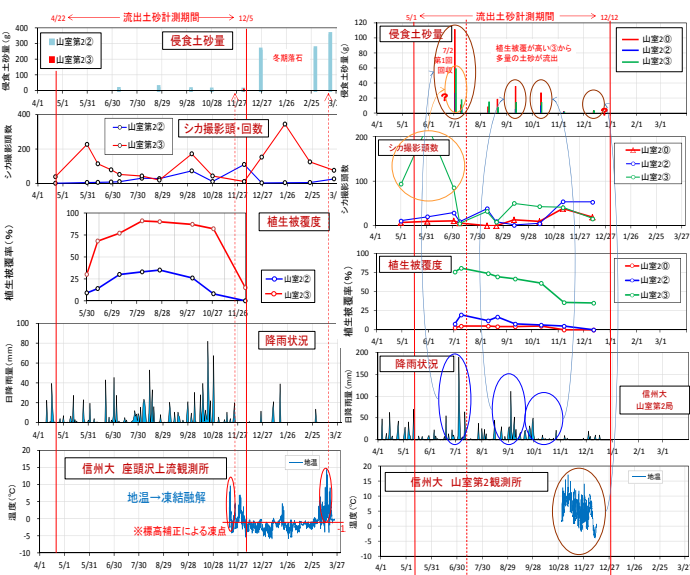


図-7 捕捉土砂量と関連状況時系列対比 (山室第2 H29年度)

図-9(1)及び(2)に山室第2③詳細な植生被覆を状況(2極図)をH29と対比した。7月上旬の豪雨時にはH29と同程度の植生被覆があったが、10月下旬の豪雨では著しく低下している。

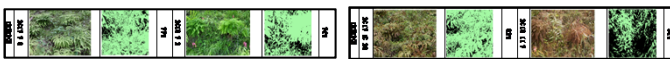


図-9(1) 山室第2③植生被覆状況変化 7月上旬 77%(H29) ⇒ 76%(H30)

図-9(2) 山室第2③植生被覆状況変化 10月下旬 82%(H29) ⇒ 36%(H30)

また、同じ斜面条件で植生被覆度が異なる土砂捕捉箇所を対比し、被覆度が少ない斜面からの土砂流出が多い傾向は把握できた。一方、冬季計測休止後も捕捉箱上に堆積した落石を計測したところ、凍結・融解による流出土砂が頻度・重量とも出水期を大幅に上回っていた。

以上の結果より、降雨量増加に対し流出土砂はさほど多くなっておらず、他の影響因子となる植生被覆度、シカ侵入なども流出土砂との関連性を対比させたが、明瞭な相関を確認出来なかった。これは、初冬及び春先の冷え込みと日中の温度上昇による凍結融解作用が顕著で、この期間の地山の剥離・落石現象が平年の土砂移動の主となっていると考えられる。

シカの食害・獣害が高木に及ぼし、稚樹や幼樹への食害、樹皮食探、角切による枯損・生育阻害は、草木に比べ、同様の機能を有する樹木を確保するまでに長い年月を要するため、非常に重要な問題と扱うべきである。

表-2に計測した捕捉水及び捕捉土砂の前年比を、累加雨量当たりの計測値も含め示した。

箇所名	斜面特性 (対照・対照)	7月以降の 降水確率 (%)	年度	累加雨量 (mm)	前年比	捕捉水 (L)	前年比	捕捉土砂 (g)	前年比
山室第2①	崖面斜面 45° L=20m	植生被覆率小 2.4%	H29	1092.5	117.5%	209.0	124.4%	330.7	63.5%
			H30	1284.0		260.0		210.1	
山室第2②	自然斜面 39° L=30m	植生被覆率大 96.5%	H29	1092.5	117.5%	347.0	79.8%	8.0	1571.3%
			H30	1284.0		277.0		125.7	
手開沢①	道路切土面 41.2° L=9.4m	植生被覆率小 37.4%	H29	1027.0	187.4%	182.0	162.6%	21.0	126.7%
			H30	1624.0		296.0		26.6	
手開沢②	道路切土面 40° L=9.0m	植生被覆率中 90.5%	H29	1027.0	158.1%	239.0	151.0%	34.0	134.7%
			H30	1624.0		361.0		45.8	

表-2 流出土砂等の計測結果 (山室・手開)

H30年に豪雨が相次いで発生した手開地区では1.6倍の累計降雨に対し流出土砂量は1.3倍程度であった。これは、手開地区において降雨量が土壌の浸透能力を超えたため表面流が発生し、土砂を流していると思われる。他方、植生が繁茂した山室第2③の流出土砂量が急増し、前年にほとんど無かった捕捉土砂量の16倍に達した。観測開始以来2年間とは植生被覆度と土砂流出の関連が、全く逆の結果となり、その誘因との関連を詳細に分析した。

図-10に累計降雨量と流出土砂量の計測結果の相関を示した。山室地区の相関性は向上したが、全般的に有意な相関は得られなかった。

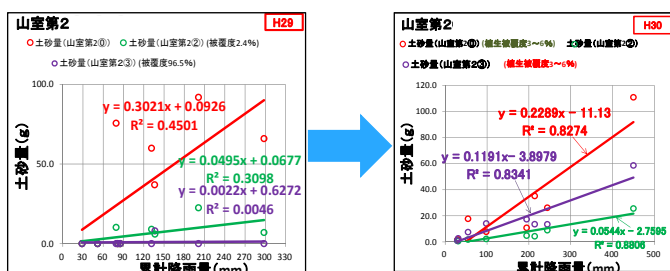


図-10 流出土砂量と降雨状況(山室地区)

図-11に山室地区及び手開地区における降雨状況と土砂捕捉量を、詳細な時系列に示した。雨量規模の大きかった7月と9月初旬に流出土砂量が増加している。

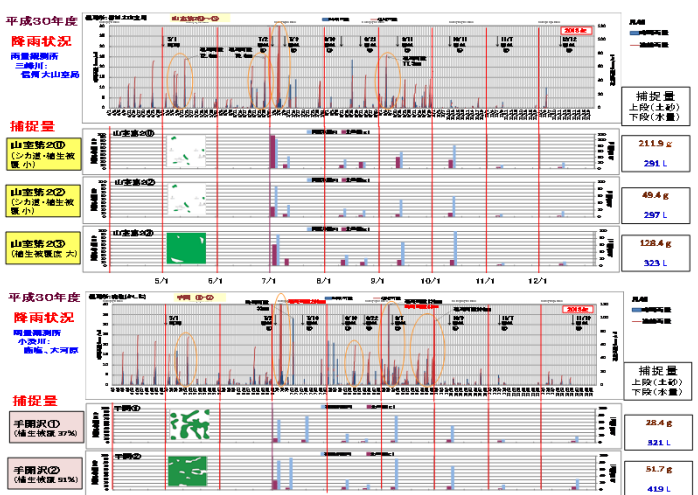


図-11 流出土砂量と降雨状況(上:山室地区(下)手開地区)

図-12にシカ詳細な行動を示した。H29年12月からH30年5月まで5、6頭のシカ群れの侵入が相次ぎ、採食のための長時間の滞在がみられ、これらの踏み荒らしが土砂を流出させた要因とも解釈できる。しかし信州大の人工降雨実験による踏み荒らしに伴う土砂流出計測結果では増加量は10%程度とされ、踏み荒らしが直接的な要因とは考えにくい。

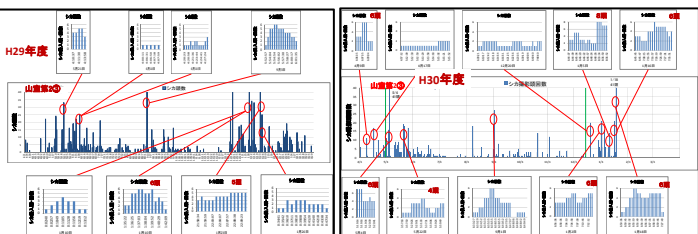


図-12 多数のシカ侵入記録事例(山室第2③ 左:H29年度、右:H30年度)

上記の結果より一つの仮説として、植生被覆による侵食に対し安定性が確保され細粒分が温存されていたが、H30年の強い雨量強度により流出し捕捉土砂量が多くなったとも考えられ、捕捉土砂の粒度計測は他計測箇所より細粒土砂分も多い傾向が認められる。

4. おわりに

今回調査した地区の土砂流出量は丹沢地区と比べ非常に少ない値となっているが、その要因は丹沢地区の降雨量に対し天竜川管内は1/2程度であり、捕捉土砂の最大粒径は2mm程度である(写真-5、図-13参照)。単位体積重量も1/2程度で、雨滴や地表流水により運搬されやすいためと考えられる。



写真-5 捕捉土砂粒径分け事例(山室第2①)

図-13 捕捉土砂粒度重量百分率構成(丹沢・天竜川) 流出土砂の発生のもととなる表土層の性状において、H30年度は捕捉土砂の粒度分布を参考にした戸台地区の表層土を採取し、粒度組成を山室、手開、丹沢地区と対比させた(図-14、写真-6参照)。

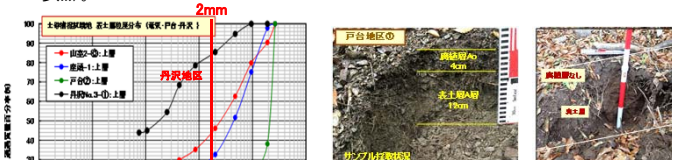


写真-6 土砂捕捉調査プロット表層土状況(戸台・丹沢)

丹沢地区は細粒な上、腐植層がみられず、さらに土砂流出土砂しやすい土壌条件にあることが確認された。

図-14 土砂捕捉調査地表面土粒度分析

上記の観点から調査成果を以下のよう整理できる。

- ①シカの食害により、植生被覆度がほとんどなく、粒径が2mm以下の細粒で、腐植層がない場合、斜面から渓流までの土砂移動が連続するため、シカの行動と密接に関係があると考える。
- ②雨滴侵食が「土柱」を形成し表土侵食された箇所があったが、侵食土砂が斜面下部までの土砂流出となっていないため、土砂移動のプロセスが異なっている可能性がある。
- ③粒径10mm以上の土砂移動及び冬の凍結融解による土砂移動はシカとは関係がない。

したがって、今回調査した土壌侵食現象は、多様な要因が複雑に関連し、一気に移動せずいつものプロセスを経る不可逆的な現象である。また、シカの食害により植生が減退することで、植生被覆度が低下し、その結果、土砂流出が増大することが推察できた。今後は、長期的なデータの蓄積による影響要因の詳細な分析が必要と考えられる。