

## 石狩川水系ラルマナイ川流域における溪岸崩壊による土砂生産

北海道大学農学院

○溝口芽衣・平野和貴・桂真也・丸谷知己

## 1. はじめに

2014年9月9日から11日にかけて北海道石狩・胆振地方では日最大降雨量277mmの豪雨に見舞われた。それに伴い石狩川水系ラルマナイ川流域では多くの溪岸崩壊が発生し、約77,000 m<sup>3</sup>の土砂が生産された。ラルマナイ川流域は第四紀の火山噴出物で覆われており、固結度が低いために溪岸崩壊が発生しやすかったと考えられる。溪岸崩壊は崩壊土砂が直接河川に流入するため、土砂生産源として重要であるが、一般的な山腹崩壊などと比べて崩壊メカニズムは十分に明らかになっていないと言いが難い。そこで、本研究ではラルマナイ川における溪岸崩壊のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

## 2.1 調査地

調査は石狩川水系ラルマナイ川中流域の、河川距離で約4kmの範囲で行った(図1)。本流域の基盤地質は第四紀の支笏火山噴出物で、溶結凝灰岩の上位に浮石質凝灰岩(火山灰)がいずれもほぼ水平に堆積しており、ラルマナイ川は溶結凝灰岩層を下刻している。溪岸の斜面勾配は40~50°で、尾根筋まで遷急点がある斜面は少なく、勾配の変化しない斜面の途中から崩壊している状況が多く見られる。

## 2.2 ArcGISによる解析

豪雨前(2011年)と豪雨後(2014年)の航空写真を比較し、2014年豪雨による溪岸崩壊を12カ所抽出した。数値標高データより1mDEMを作成し、各崩壊地の頭部の標高と崩壊地下端部の標高および各崩壊地の集水面積を算出した。また、各崩壊地の下端部の曲率半径を計算し、河川幅とともに以下の式を用いて溪岸侵食速度を計算した。さらに、斜面勾配や河川からの距離等が崩壊地と同様の非崩壊地を3カ所抽出し、崩壊地と同様に集水面積および溪岸侵食速度を算出した。

$$\zeta = 2.0 \frac{B}{r} \left( \frac{B}{r} \leq 0.32 \right)$$

$$\zeta = 0.2 \left( \frac{B}{r} \right)^{-1} \left( \frac{B}{r} > 0.32 \right)$$

ζ: 溪岸侵食速度 (m/year)

r: 河道曲率半径 B: 河道幅

(Hickin&Nanson, 1975)



図1 調査地位置図

## 2.3 現地調査

上記の12カ所のうち1カ所において現地調査を行い、崩壊地周囲の非崩壊部分において、簡易貫入試験とトレンチ掘削を行った。簡易貫入試験の結果はNd値で評価した。さらに掘削面において土層構造を観察し、深度10cmおきに土壌硬度試験を行うとともに、層ごとに100ccサンプルを持ち帰り、飽和透水係数試験を行った。

## 3. 結果と考察

集水面積と溪岸侵食速度の関係を示したのが図2である。

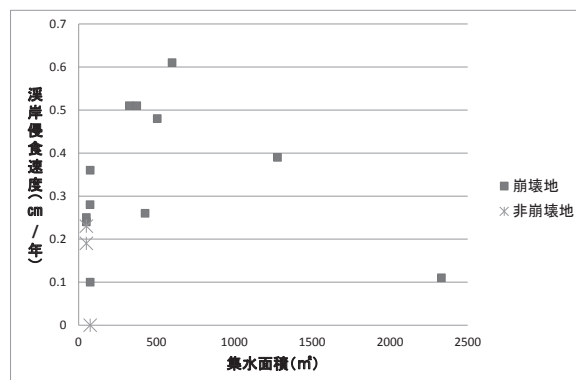


図2 集水面積と溪岸侵食速度の関係

非崩壊地の集水面積はいずれも 80m<sup>2</sup> 以下と小さいが、同程度の集水面積でも崩壊地は見られた。一方、非崩壊地の溪岸侵食速度は 0.25cm/年以下であるが、崩壊地では 2カ所を除いていずれも 0.25cm/年以上であった。このことから、崩壊の発生・非発生は、集水面積の大小よりも溪岸侵食速度の大小に依存していることが伺える。

現地調査において崩壊地脇で行った簡易貫入試験、土壌硬度試験、飽和透水係数試験、および土層の観察結果が図 3 である。崩壊地のすべり面とトレンチ内部の層構造との比較から、B層の上面がすべり面となって崩壊したことがわかった。また、このすべり面を境に Nd 値は 10 以上に、土壌硬度は 25 以上となっていた(ここで、Nd 値<10 を表土層、10<Nd 値を風化層・基岩と定義する)。このことと、崩壊地は溪岸侵食を受けていたことから、流水によって硬度の小さい層のみが侵食を受けたことにより、それより上部の表土層が崩落する形で溪岸崩壊が発生したものと考えられる。飽和透水係数はすべり面の上下で 1 オーダー下がる結果となったが、一般的に飽和層を形成するためには飽和透水係数は 10<sup>-4</sup> オーダー以下と言われている(塚本編, 1992)ため、透水性の違いがすべり面の決定に及ぼした影響は小さいと考えられる。これらのことから、溪岸崩壊のすべり面の位置決定は、土層の硬度に依存することが示唆された。

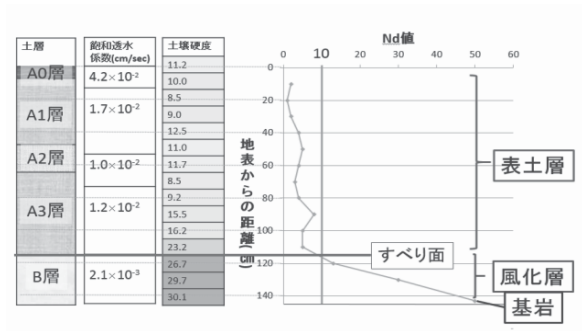
また、崩壊地の直上部での簡易貫入試験では表土層が約 250 cm という結果が得られたが、これは滑落崖の崩壊深(約 80 cm) より大きかった。すなわち、崩壊地頭部を境に表土層厚が大きく変化していると言える。ここで、本流域では地層がほぼ水平に堆積していることを考え合わせると、硬度の異なる 2 つの地層の境界線で表土層の厚さに変化する、つまり地層の境界線が崩壊地頭部の位置に対応していることが示唆される。また、ArcGIS 上で抽出した崩壊地の崩壊地頭部と崩壊地下部の標高(≒河床標高)の分布を表したものが図 4 である。このグラフより、崩壊地頭部と河床の標高差はいずれの崩壊地でも約 20m でほぼ一定であることが分かる。このことから、本調査範囲の崩壊地頭部の位置はいずれも地層の境界線付近であると考えられる。

#### 4. まとめ

本流域における溪岸崩壊は、①集水性よりも河川の侵食力によって発生・非発生が決定づけられ、②透水性よりも硬度の違いによってすべり面が決定され、③崩壊地頭部の位置は地層の境界線によって決定されていることが分かった。今後はラルマナイ川以外の流域で発生した溪岸崩壊についてもメカニズムを明らかにしていくことが課題である。

【謝辞】本研究を行うにあたって、航空写真や LP データなど提供していただいた国土交通省北海道開発局札幌開発建設部千歳川河川事務の貴家尚哉所長に感謝の意を表す。なお、本研究は国土交通省河川砂防技術研究開発制度指定課題「火山地域における大規模土砂災害への対応に関する技術開発研究(代表 丸谷知己)」による助成を受けて行った。

【参考文献】Hickin & Nanson (1975), Geological Society of America Bulletin, 86, 487-494.; 塚本編 (1992) 森林水文学, 文永堂, 319p.



### 3 現地調査結果

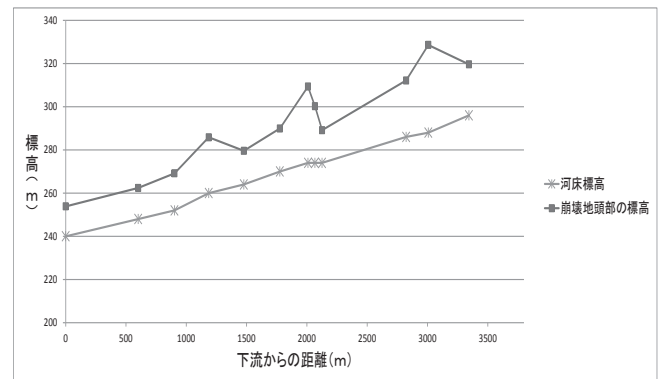


図 4 崩壊地頭部と河床標高の標高分布