

## 地質の違いに着目した土石流発生に寄与する地形因子の検討： 沖積錐分布に基づく決定木分析

北海道立総合研究機構 ○興水健一・石丸 聰・川上源太郎  
静岡大学 農学部 今泉文寿

### 1. はじめに

土石流は宅地開発された沖積錐上への流出による家屋倒壊（海堀ほか, 2014）、あるいは流出した大量の土砂による河道の閉塞、土砂・洪水氾濫（例えば、内田・坂井, 2019）など、多大な人的被害を引き起こす。効果的・効率的に土石流災害対策を推進するためには、土石流発生の危険性が高い流域を的確に把握することが重要である。

土石流の発生により、山麓の谷の出口ではしばしば沖積錐が形成される。沖積錐を生じている後背流域の地形条件を明らかにできれば、浸食や人工改変のため沖積錐が形成されていない流域においても、潜在的な土石流発生ポテンシャルを評価できる可能性がある。沖積錐の形成プロセスは、地質の影響を受けることにより、後背流域の地形因子が異なると考えられるが、地質ごとに最も寄与する地形因子やその条件については具体的に明らかにされていない。

本研究では地質の物性が大きく異なる2つの地域（新第三紀堆積岩類地域と古第三紀付加体地域）を対象にして、沖積錐分布に基づく決定木分析から、地質ごとに土石流発生に寄与する後背流域の地形因子とその地形量を明らかにする。

### 2. 調査地概要

調査地は、北海道日高地方の新第三紀堆積岩類地域（波恵川および日高門別川水系）、北海道十勝地方の古第三紀付加体地域（西広尾川水系・中広尾川水系・東広尾川水系）である（図-1）。新第三紀堆積岩類地域は古第三紀付加体地域に比べ、岩石の風化が著しく、細粒になりやすい特徴を持つ。個々の流域の地形量は両者で大きく異なり、流域の最頻傾斜、起伏比はいずれも、古第三紀付加体地域の方が新第三紀堆積岩類地域よりも大きい（図-2）。

### 3. 解析方法

新第三紀堆積岩類地域と古第三紀付加体地域において、沖積錐の有無を目的変数、後背流域の地形特性を説明変数として決定木分析を行った。沖積錐は高瀬ほか（2002）に基づき、地形図やDEMを用いて、後背流域の出口付近で扇形を呈する堆積地形のうち勾配が5~22°のものを抽出した。後背流域は10 m DEMを基にしてその範囲を求めた。後背流域の地形特性については、扇状地の形成因子（齋藤, 1972）や土石流発生に関わる因子（例えば、蒲原ほか, 2017）を参考に、6つの指標（①流域長、②比高、③最頻傾斜、④集水面積、⑤起伏比（比高/流域長）、⑥流域末端から100 m上流区間の沢の勾配）を検討した。

決定木分析は、ワシントン大学で開発されたオープンソースソフトウェアであるWeka 3.9.5を用いた。これによって、新第三紀堆積岩類地域と古第三紀付加体地域における沖積錐形成に寄与する地形因子の決定木を作成した。



図-1 調査位置図

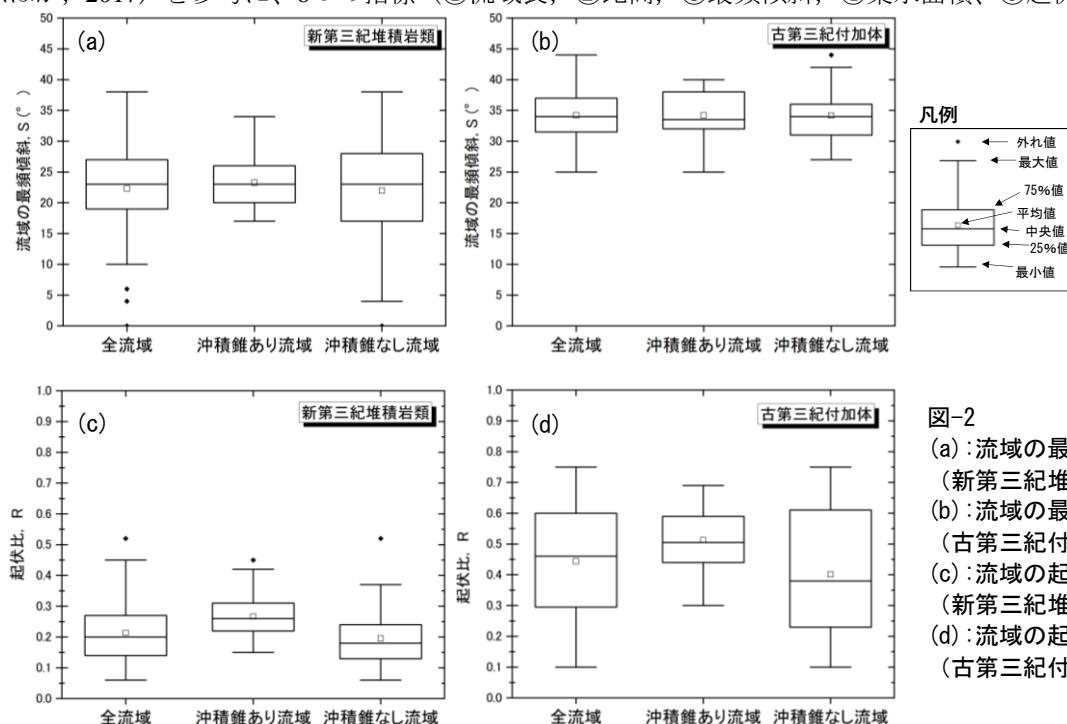


図-2  
(a) : 流域の最頻傾斜  
(新第三紀堆積岩類)  
(b) : 流域の最頻傾斜  
(古第三紀付加体)  
(c) : 流域の起伏比  
(新第三紀堆積岩類)  
(d) : 流域の起伏比  
(古第三紀付加体)

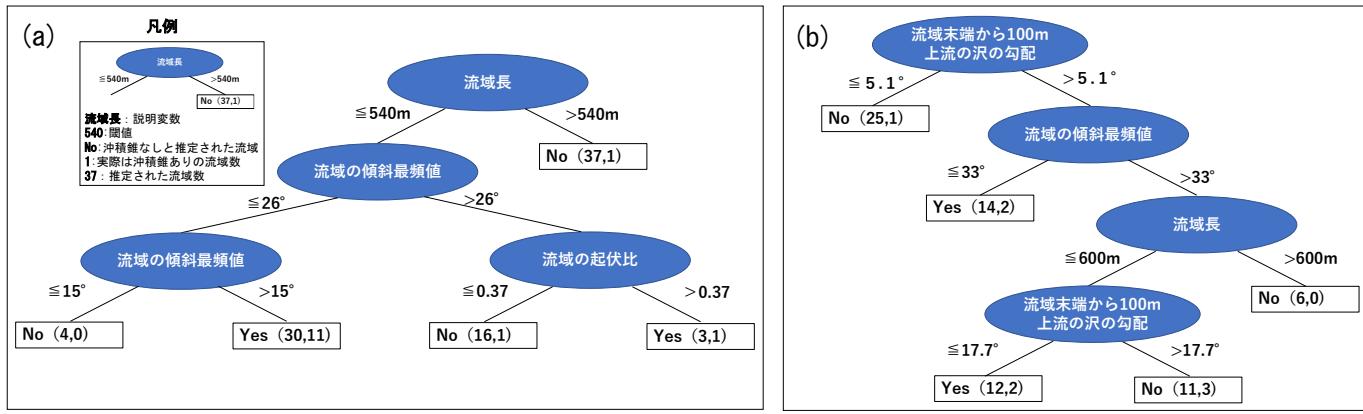


図-3 (a)新第三紀堆積岩類地域の決定木、(b)古第三紀付加体地域の決定木

#### 4. 決定木の結果と解釈

地形判読の結果、新第三紀堆積岩類地域は 90 流域のうち 23 流域で沖積錐が確認され、67 流域は流域末端に沖積錐が形成されていなかった。古第三紀付加体地域は、68 流域のうち 26 流域で沖積錐が確認され、42 流域は流域末端に沖積錐が形成されていなかった。各流域の指標を用いた決定木分析に基づき、沖積錐の有無を判定した結果、新第三紀堆積岩類地域は、全 90 流域のうち 76 流域となる 84 %が正しく判定された（図-3(a)）。古第三紀付加体地域は、全 68 流域のうち 60 流域となる 88 %が正しく判定された（図-3(b)）。両地域ともに 80 %以上は正しい判定となった。

決定木の最上位の因子（最重要地形因子）は、地質により異なった（図-3(a),(b)）。新第三紀堆積岩類地域では「流域長が 540m よりも長い場合」に沖積錐が形成されない判定となった（図-3(a)）。「流域長」が長いほど崩壊した土砂が土石流として流域外に流出しにくく、河道に一時堆積することにより、沖積錐が形成されにくかったと考えられる。新第三紀堆積岩類地域は、全流域の「流域の最頻傾斜」の中央値が  $22^\circ$ （図-2(a)）、「起伏比」の中央値が 0.2（勾配に変換すると  $11^\circ$ ）（図-2(c)）と緩やかな勾配を持つ流域が多かった。さらに、新第三紀堆積岩類は細粒になりやすい地質であった。以上のことから、流域外に流出しても、土砂流のように沖積錐を形成する勾配よりも緩やかに堆積することにより、明瞭な沖積錐が形成されなかったと考えられる。古第三紀付加体地域では「流域末端から 100 m 上流区間の沢の勾配が  $5.1^\circ$  以下の場合」に沖積錐が形成されない判定となった（図-3(b)）。この要因は、流域末端の勾配が緩くなるほど、流域出口よりも上流側で土石流が堆積しやすいうことや、土砂が掃流砂、浮遊砂として流域外に流出することにより、沖積錐よりも緩やかな勾配となり、明確な沖積錐が形成されないためと考えられる。

## 5. 地質の違いによる沖積錐形成に支配的な地形因子

新第三紀堆積岩類地域では、沖積錐形成に寄与する地形因子として、「流域長」のほか、「流域の最頻傾斜値」や「流域の起伏比」が含まれていた(図-3(a))。このことは土砂生産を促す傾斜に関する地形因子、さらには土砂生産が流域出口まで達しやすい地形因子が沖積錐の形成に支配的であることを示す。

古第三紀付加体地域では、全流域の「最頻傾斜値」の最小値が  $25^{\circ}$ 、中央値が  $33^{\circ}$  と比較的急峻な地形が多く(図-2(b))、土砂生産が生じることは沖積錐形成の前提条件であると考えられる。一方、沖積錐形成に寄与する最重要地形因子は、「流域末端から  $100\text{ m}$  上流区間の沢の勾配」となった(図-3(b))。このことから、古第三紀付加体地域における沖積錐形成は、土砂生産の有無はもとより、流域末端の勾配(河道の地形条件)が支配的であると考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、地質の違いに着目し土石流発生に寄与する地形因子を検討するため、沖積錐分布に基づく決定木分析を行った。決定木分析の結果、沖積錐形成に最も寄与する地形因子は新第三紀堆積岩類地域が「流域長」、古第三紀付加体地域が「流域末端から 100 m 上流区間の沢の勾配」となり、沖積錐形成に支配的な地形因子は地質により異なることがわかった。さらに、決定木分析により得られた沖積錐形成に寄与する後背流域の地形条件から、河川の浸食や人工改変により沖積錐が見られない流域においても、潜在的な土石流発生ポテンシャルを評価できることが示唆された。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 21K05674(代表：輿水健一)の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献：海堀ほか（2014）：砂防学会誌, Vol.67, No.4, p.49-59. 蒲原ほか（2017）：砂防学会誌, Vol.70, No.1, p.38-45. 斎藤（1972）：「日本の扇状地」，古今書院，280p. 高瀬ほか（2002）：地形, Vol.23, No.1, p.101-110. 内田・坂井（2019）：2019年度砂防学会研究発表会概要集, p.7-8.