

## 透過型砂防堰堤の流木閉塞に伴う土砂捕捉機構と流木偏析機構の研究

立石, 龍平

<https://doi.org/10.15017/4060142>

---

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : 立石 龍平

論 文 名 : 透過型砂防堰堤の流木閉塞に伴う土砂捕捉機構と流木偏析機構の研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

我が国の土砂災害対策は、全国各地で長年進められているにも関わらず、土砂災害発生件数が増加している。併せて、土砂災害による死者・行方不明者の推移も減少する傾向はなかなか見受けられない。この理由は、国土の約 70%が山間地であり、地形は急峻かつ地質は脆弱で、台風や梅雨前線などによる集中豪雨といった土砂災害が生起しやすいためである。また、近年気候変動により、短時間強雨や大型台風で代表される集中豪雨の発生数が増加傾向にあるとともに、過去の記録を上回る集中豪雨が頻発しており、土砂災害の頻度は高まると見積もられている。

土砂災害は、土石流、地すべり、がけ崩れに区分される。中でも、土石流災害は、流下速度が速く、突発的に発生する特徴を有し、土砂災害における人的被害の約 45%を占めるとともに、平成 26 年の広島市における土石流災害のように、ひとたび発災すると広範囲にわたり甚大な被害をもたらす。さらに、平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、多くの地域で流木混じり土石流が発生しており、流木と土石流が広範囲に被害をもたらしている。

土石流が発生するための 3 条件は、①勾配（溪流の河床勾配が約 15° 以上であること）、②材料（土石流を構成するための土砂が山腹や溪流に存在すること）、③水（大量の水が溪流に存在すること）とされており、国内に条件①および②を満たす溪流は国内に多く存在する。国土交通省は、土砂災害を防止するために砂防基本計画策定指針を策定しており、土石流の流下区間・堆積区間においては、土石流・流木捕捉工を土石流・流木対策施設の基本として位置づけている。具体的には、透過型砂防堰堤を主とする砂防構造物を整備し、総合的な土砂管理を目指すことが多い。

近年、透過型砂防堰堤において、巨礫による透過部の閉塞を伴わない土砂捕捉事例もみられるようになってきた。平成 25 年の伊豆大島土石流災害では、大量の流木とともに土砂を捕捉したが、巨礫による透過部の閉塞は生じなかった。同様の事例は、平成 21 年の山口県防府市における土石流災害における土石流捕捉事例でも確認されており、透過型砂防堰堤において当初期待されていた、巨礫によって開口部を閉塞されることで土砂を捕捉する事例とは異なるものであった。すなわち、これらの事例は流木によって透過部が閉塞されることで土砂を捕捉されたと考えられる。今後、透過型砂防堰堤において、流木による土砂の捕捉事例が生起し、土石流の流下阻止に効果を発揮することを期待するためには、巨礫のように流木が土石流先端に偏析する機構および、透過型砂防堰堤における流木による土砂の捕捉機構を明らかにする必要がある。

そこで本研究は、鋼製透過型砂防堰堤の流木閉塞に伴う土砂捕捉機構を検討するために、回転円筒実験装置を用いて、段波形成時における流木の偏析生起機構について基礎検討し、個別要素法による再現解析をおこなった上で、模型実験により流木による土砂捕捉機構について検討するものである。

本論文の構成は、以下に示す第 6 章から構成される。

第1章「序論」では、透過型砂防堰堤の土砂捕捉形態および土砂捕捉事例について述べ、本研究の目的と構成について述べた。

第2章では、回転円筒実験における流木混じり土石流の段波形成に関する実験について述べ、流木が段波の形成過程に与える影響、水と流木混じりにおける運動特性および流木が段波先頭部に集まる偏析現象について検討した。流木が塊を成すことで段波の形成の促進に寄与するとともに、流木の浮力と段波形成時に生じる流体の循環によって、流木が段波先頭部に集まる偏析現象が生起することを明らかにした。

第3章では、回転円筒実験における水・砂・流木混合土石流の偏析に関する実験について述べ、土砂が段波の形成過程に与える影響、水と土砂と流木の混合状態における流木の運動特性および流木が段波先頭部に集まる偏析現象および発生条件について検討した。流体内の水と砂が混合した流体を成す条件と段波が生じる条件が同じであるとともに、砂が混ざっても段波が発生する条件において流木が段波先頭部に集まる偏析現象が生起することを明らかにした。

第4章では、水・流木混合状態における回転円筒実験の再現解析について述べ、個別要素法解析の回転円筒実験に対する再現性を検証し、回転円筒実験による段波形成時の流体内の運動や流木の偏析現象の基本メカニズムの適用性を検討した。擬水滴要素を用いて個別要素法を適用することによって、回転円筒内の水・流木の挙動を再現できることを示すとともに、段波形成時に流体が循環し、流木の浮力と循環による深さ方向の速度差によって流木の偏析現象が生起することを示した。

第5章では、樹根が土砂の捕捉効果に与える影響について着目して、直線水路を用いて、砂と流木混じり土石流における透過型砂防堰堤の土砂捕捉効果について実験的に検討した。樹根が相互に絡み合っただけで透過型砂防堰堤の開口部に堆積することによって流下する土石流を塞ぎ上げるとともに、流下する土砂を絡めとることで土砂を捕捉することを示した。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果を総括し、今後の発展と課題について述べた。

〔作成要領〕

1. 用紙はA4判上質紙を使用すること。
2. 原則として、文字サイズ10.5ポイントとする。
3. 左右2センチ，上下2.5センチ程度をあげ，ページ数は記入しないこと。
4. 要旨は2,000字程度にまとめること。  
(英文の場合は，2ページ以内にまとめること。)
5. 図表・図式等は随意に使用のこと。
6. ワープロ浄書すること（手書きする場合は楷書体）。  
この様式で提出された書類は，「九州大学博士学位論文内容の要旨及び審査結果の要旨」  
の原稿として写真印刷するので，鮮明な原稿をクリップ止めで提出すること。