

氏名	いし かわ よし はる 石 川 芳 治
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	論 農 博 第 1559 号
学位授与の日付	平 成 2 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	山 地 小 溪 流 からの 流 木 を 伴 う 土 砂 流 出 に よ る 災 害 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査)  
教授 武居有恒 教授 神崎康一 教授 岩坪五郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、小溪流からの流木を伴う土砂流出現象について、流木の発生・流送・堆積過程、並びに流木災害防止のための構造物の機能・設計手法について、実態調査・シュミレーション計算・模型実験などによって総合的に考察したものである。

まず第1章では、過去の災害事例を調査することによって、被害の実態、流木の発生原因・形態・溪流における流木発生・流出収支、発生した流木の特徴を整理し、さらに広島災害(1988年)・山形災害(1987年)・長崎災害(1987年)における27溪流に対する空中写真判読及び現地調査の結果にもとづき、発生流木本数・発生流木乾材積を推定する経験式を導いた。また流木乾材積は、溪流からの生産土砂量に比例することを明らかにした。

第2章では、多量の流木を伴う土石流による災害について、広島県加計町の10溪流において調査し、家屋の被災度と土石流の氾濫堆積状況の実態を明らかにし、また土石流氾濫シュミレーション計算の結果と比較することによって、家屋の被災度は土石流の液体力と高い相関関係があることを明らかにした。土石流のもつ単位巾当り流体力が、0.5 tf/m 未満では家屋の損傷は生じておらず、また1.0 tf/m 以上になると半壊または全壊といった直接人命に危険を及ぼすような被害が起こっていることを示した。

第3章では、模型実験によって流木の運動・堆積機構について考察した。この実験においては、まず比較的水深の浅い流れでの流木の移動・停止限界について検討し、ついで流路中の狭窄部における流木の捕捉率は流木の長さに対する狭窄部の巾の比によってきまることを明らかにした。さらに、流路に接続する扇状地における流木の氾濫・堆積状況に関する模型実験を行ない、広島災害で土石流が発生した5溪流における実験の氾濫・被災度状況をよく再現できることを確かめ、種々の条件を設定して実験を繰返した。模型実験によれば、流木の氾濫・堆積状況は洪水(清水のみ)の場合と土石流の場合では著しく異なり、前者では扇頂部から下流に向かって堆積が進行するのに対し、後者では扇状地中部で土石流先端部が停止するとともに上流に向かって堆積が進行する。また、扇状地に設けられた流路に対する流木の影響についても検討し、流木ダムの形成と破壊によって2次災害が発生する現象も確認された。これらの結果によって流

木災害防止対策のための重要な示唆が得られた。

第4章では、流木を捕捉するための施設としての流木止めスクリーン・透過型砂防ダムの機能について、模型実験により考察し、つぎのような諸点を明らかにした。1) 流木止めスクリーンは、縦方向純間隔  $H$  と流木直径  $d$  の比  $H/d$  が1.5以下になると、流木はほぼ完全に捕捉され、また1.5以上の場合、横方向純間隔  $W$  流木の長さ  $l$  とすると流木捕捉率はフルード数及び無次元量  $\theta = HW^2/dl^2$  の関数として表される。2) 通常の砂防ダムにおいても、その堆砂域はある程度の流木捕捉効果をもっているが、流木捕捉率は主として流木の長さに支配され、水通し部に流木止めスクリーンを設置することによって、捕捉率を著しく向上できる。3) 前庭部水褥池もかなりの捕捉機能を持ち、その巾を広くし、前面板や分流板を設置することによって、その機能を高めることができる。

第5章では、流木止め構造物の部材設計のために、実物大の鋼製梁に丸太及び巨石を衝突させる実験を行ない、部材に作用する累積衝突エネルギーと許容塑性変形量によって、選択すべき H 型鋼及び鋼管の形状・寸法に関する基準を与えた。

### 論文審査の結果の要旨

山地小溪流の出水においては、土砂の流出とともに多量の流木が発生し、溪流や河川の流路の閉塞などによって洪水や土砂の氾濫をひき起こし、災害を激化させる原因となっており、その防止対策は近年特に重要な問題になっている。しかし、従来の流木に関する研究は極めて少なく、主として比較的大流量をもつ流路における流木、並びにそれに対する構造物の影響についての研究が行なわれている。

本論文は、山地小溪流における流木を伴う土砂流出現象、並びにこれに対する災害防止対策についての一連の研究をとりまとめたもので、その内容は大きく二つに分けられる。まず前半においては、豪雨による山腹崩壊・土石流・溪岸侵食によって発生した流木の実態調査について考察し、ついで流木を伴う土石流による家屋の被害度と、シュミレーション計算による結果と比較検討し、流木の発生・流出実態を明らかにし、また家屋の被災度に堆定法を定示している。また後半においては、小溪流における流木の運動・堆積機構、並びに砂防施設による流木捕捉機構に関し、主として模型実験にもとづいて考察するとともに、実物大の流木及び巨石を鋼材に衝突させる実験を行ない、流木止め構造物の設計法を提示している。流木災害に関して、流木の発生・流動・堆積過程並びに被害実態・防止対策まで一連のものとして論じているところが大きい特長であるが、その反面個々の問題についてなお未解決の問題を残しているという欠点はいなめない。しかし、過去においてこの問題に関する研究が極めて少ないことを考慮すれば、特に重要と考えられる諸問題に対して一応の結論を導き、これらを総合的に関連づけている点は高く評価することができる。また、本論文において得られた個々の成果のうち特に評価されるものは以下のとおりである。

1. 山地小溪流から発生する流木本数・流木幹材積を推定する経験式を導き、また流木幹材積は溪流からの生産土石量に比例することを明らかにした。

2. 流木を伴った土石流の氾濫状況についてシュミレーション計算を行ない、各地点で計算された土石流の流体力と家屋の被害度との間に高い相関があることを明らかにし、家屋に損害を生じない限界、並びに全壊あるいは半壊といった直接人命の危険にかゝる被害が発生する限界を示した。

3. 流木の運動・堆積機構及び扇状地における流木の氾濫・堆積状況について模型実験によって考察し、実際の災害における状況をよく再現できることを確かめ、種々の条件の与えた実験を繰返すことによって、流木災害防止対策計画の指針を示した。

4. 流木止めスクリーンについて模型実験を行ない、流木捕捉率を流木の直径とスクリーンの縦方向間隔の比及び流木の長さスクリーンの横方向間隔の比によってきまる無次元量と、流れのフルード数の関数として表した。

5. 実物大の鋼製梁に丸太及び巨石を衝突させる実験を行ない、流木止めスクリーン部材に作用する累積衝突エネルギーと許容塑性変形量によって、選択すべき部材の形状・寸法の基準を与えた。

以上のように本論文は、山地小溪流における流木の発生・流動・堆積過程について多くの新知見を加え、また流木による災害の実態を明らかにするとともに、災害防止対策に対して具体的な提案を行なった。これらの成果は砂防学並びに砂防技術の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成2年1月27日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、農学博士の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。