

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	中島 昇
審査委員	主査 原 忠 副査 坂本 淳 副査 小林 範之 副査 治多 伸介 副査 末次 大輔

論文名

0次谷の危険性評価と抽出法に関する研究

審査結果の要旨

近年、激甚化・頻発化する降水により国内外で洪水や土砂災害が頻発化し、人命や財産が奪われている。我が国の土砂災害の発生件数は、平成28年以降、従来の平均発生件数を上回る数の被災が確認されており、平成30年7月豪雨では年平均の約2.5倍におよぶ2,581件の土砂災害が発生した。豪雨に伴う土砂災害には、0次谷で生じるような急傾斜地の小規模溪流で生じる土砂の流出が含まれる。このような被災の規模や被災範囲は地すべりや1次谷以上の土石流に比べ小さいが、斜面直下に道路や家屋が近接する場合には、道路施設などの社会インフラの被災に留まらず、人的被害も発生する可能性が高い。土砂災害への対応は、擁壁や砂防堰堤等の施工、危険区域の周知など、ハード・ソフトの両面から加速化しつつある。我が国では、平成11年の広島土石流災害を契機に、平成13年4月に「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」が施行され、危険区域の調査・指定・周知等が全国的に進められている。一方、前述の被災規模の小さい0次谷への対応は、崩壊範囲の特定や対策工の選定に苦慮するケースが多いが、被災のメカニズムや対象溪流の危険性を評価する手法などを体系的に整理した研究例がほとんどない。今後、土砂災害の更なる防災・減災対策を進める上で、0次谷を含めた土砂の流出への対応は不可欠であり、激甚化する気象災害への備えとして社会的重要度が増している。

本研究は、0次谷の土砂流出に至るメカニズムや危険性を評価するための簡便な手法の提案を目的としている。具体的には、平成30年7月豪雨など、近年生じた豪雨災害で被災した地域の地形・地質、土質特性と降雨量を整理し、現地調査や地形判読などで得られた結果から被災メカニズムを分析・整理し、0次谷の土砂流出の可能性のある溪流を抽出するための新たな方法を提案したものである。

第3章では、0次谷から土砂流出した溪流の被害の実態と、地形、地質、流出土砂量の特性などを把握するため、平成30年7月豪雨で被害が生じた土砂災害の被災状況を収集・整理し、0次谷からの土砂流出が確認された斜面の現地調査を、基盤地質の堆積年代や岩盤の種類が異なる3地区（高知県幡多郡大月町橘浦、愛媛県宇和島市吉田町白浦、広島県呉市安浦町市原）について行った。現地調査の結果によれば、0次谷で生じる土砂の流出は地点の違いによらず崩壊は源頭部から生じ、崩壊発生地点における b/a 比（地形判読により計測した谷の奥行き b と谷の間口幅 a との比）の下限値は0.2と判定され、土砂が流出した0次谷は、最大 b/a 比が大きく、谷全長が長く、溪床勾配が緩い傾向を示した。また、簡

易動的コーン貫入試験で得られた貫入抵抗値 N_d が 20 以下を示し、土砂層が 1.1m と厚い 0 次谷で土砂が流出していた。さらに、現地で計測した推定流出土砂量と土砂層厚に相関はみられないが、谷全長や土砂流路長、集水面積とはある程度相関がみられた。以上の調査、分析結果から、土砂流出が生じる可能性の高い 0 次谷は地形的要因や集水面積に依存することが示唆された。

第 4 章では、前述の現地調査などから得られた 0 次谷の地形・地質データを比較し、谷の発達と 0 次谷で生じる土砂の流出との関係性を評価し、土砂流出に至るメカニズムを考察した。その結果、0 次谷の谷全長、最大 b/a 比や平均溪床勾配は、基盤地質によらず相関関係があり、谷の発達に伴い谷全長は長く、最大 b/a 比は大きく、平均溪床勾配は緩くなること、貫入抵抗値 N_d が 20 以下の緩い土砂が 1.1m 以上溪流に分布する場合に限り、0 次谷が谷全長 80m 以上、最大 b/a 比 0.2 以上まで発達し、土砂が流出する可能性が高いことなどを定量的に示した。また、0 次谷の土砂流出は、上方斜面で雨水が集水され、崩壊が発生し、崩土が下流の溪岸に分布する土砂を巻き込み増大するメカニズムを定量的に示した。これらの分析結果は、大規模な土砂流出が生じる 1 次谷と異なり谷形成の初期段階にあり、急勾配で短いことから溪床に堆積する土砂が少なく、土砂流出の程度は限定的である理由を解明したものである。

第 5 章では、一連の分析結果から土砂が流出する 0 次谷の危険性を谷の発達過程に応じて区分し、土砂が流出する危険性が高い 0 次谷の抽出法を提案した。はじめに、豪雨後にインフラ施設などに影響する可能性の高い溪流について、現地調査で得られた知見から流出土砂量が少量であっても交通の阻害や人的被害を招く可能性が高いと判断し、土砂が流出する可能性が高い青年型と壮年型を「危険溪流」、幼児型であるが青年型に発達する可能性がある 0 次谷を「注意溪流」、土砂が流出しない幼児型・壮年型を「安全溪流」にそれぞれ区分した。「危険溪流」は流出土砂に伴い道路や家屋が被災する危険性が高く、豪雨時の要警戒箇所としての指定や地域住民への周知に加え、早急な防災対策の施工が想定される箇所、「注意溪流」は、近い将来豪雨に伴い土砂が流出する可能性があり、定期的に現地確認が必要な箇所、「安全溪流」は、土砂が流出する可能性が低く防災対応は必ずしも必要のない箇所と定義した。つづいて、現地調査で得られた「最大 b/a 比」、「谷全長」、「平均溪床勾配」を指標に、土砂が流出する危険性が高い 0 次谷の簡易な抽出手法を提案し、地形判読結果から適用性を評価した。提案した抽出法は限られた調査範囲からまとめたものであるが、現地の地質、土質条件が未知な場合であっても地形的要因のみで土砂流出の可能性の高い溪流を抽出できることが示された。最後に、提案フローを被災履歴が明確な複数の地点に対して適用したところ、地形判読結果のみから土砂流出の可能性の高い具体的な谷が抽出され、判定結果はほぼ一致していた。

一連の検討結果は、土砂が流出する危険性の高い 0 次谷のメカニズムの解明に貢献し、谷全長、最大 b/a 比、平均溪床勾配と流出土砂量との関係や、地形データのみを入力条件とする簡易で実務的な抽出法を提案したものである。限定された調査の範囲で得られた成果ではあるが、本研究成果を用いることで、見過ごされがちな小規模な谷地形に対して、地形判読のみで危険性の高い溪流をある程度の精度で判定することができ、実務への応用も視野に置いた提案で、社会的なニーズの高い 0 次谷対策への活用が期待される。

本論文に関する公開審査会は、令和 5 年 2 月 5 日に愛媛大学農学部で開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続いて開催された学位論文審査委員会で、本論文の内容を慎重に審議した結果、審査委員全員一致して博士（農学）の学位を授与するものと判定した。