

学 位 論 文 要 旨

(Summary of the Doctoral Dissertation)

学位論文題目 (Dissertation Title)	広島市安佐北区と安佐南区周辺地域の土石流発生履歴の復元に 関する研究
氏 名(Name)	松木 宏彰

2014年8月20日に広島市安佐北区ならびに安佐南区周辺で、大規模な土石流が発生し、多くの人的被害が発生した。また2018年7月の豪雨においても、さらに広域的な土砂災害が発生し、より甚大な被害をもたらした。広島県南部の周辺地域には風化花崗岩が広く分布し、これまでも集中豪雨等を起因とする土砂災害による人的被害等がたびたび発生している。これらの土砂災害の発生した地形の成り立ちを調査し、災害発生の可能性や発生要因などを探り、土砂災害の発生履歴を解明することは、将来遭遇する土砂災害のリスクを把握するうえで重要な課題である。また土砂災害の歴史とその実態を把握し、社会に対して土砂災害に対する理解を進めることは、将来の災害発生のリスクを低減することに貢献できると期待される。

本研究は、これらの目的のため、広島市安佐北区と安佐南区の周辺地域の土石流の発生した地域を調査し、土石流発生頻度と履歴の復元に関して総合的に検討したものである。

調査方法は、土石流の発生した複数の溪流で現地調査を行い、溪流部や土石流扇状地で堆積物の中に含まれる炭化物を採取し、その年代測定を行った。これらの調査は、広島市安佐北区から安佐南区にかけての6地区で実施し、土石流堆積物の地層構成と過去の土石流発生の時期の解明を進めた。過去の堆積物を直接確認出来ない下流域付近では、ジオスライサーを用いて地表面下の堆積物の連続採取を行い、地層の構成物とその堆積状況を観察した。また、広島市周辺の活断層トレンチ調査で報告された土石流堆積物の年代結果についても検討を加えた。さらに、他の花崗岩地帯との比較を行い、花崗岩地帯における過去の土石流の発生頻度を解明する調査手法の適用可能性について検討した。その結果、調査地域では過去7回の土石流が識別され、その発生間隔はおおよそ150年~400年であることを解明できた。

本論文は、以下の6章から構成されている。

第1章では、研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の内容と構成をとりまとめ、各章の関係をフローで示した。

第2章では、土石流に関する既往の研究を取り上げ、土石流発生のメカニズムに関する研究事例と、土石流発生頻度の推定に関する研究事例を整理した。そして本研究で取り上げた、土石流堆積物中の年代測定法と資料の採取方法、測定精度やその課題、歴史資料との対比や発生時期の推定方法などについて述べた。

第3章では、2014年8月に発生した広島土砂災害についての具体的な研究結果について述べ、被害状況の概要と、土石流堆積物の調査方法の説明を行った。次に各論として、広島市安佐北区三入南地区、可部東地区、安佐南区八木地区、緑井地区の調査について記述した。ここでは各地区の土石流の発生した溪流の地形状況、堆積物の特徴、試料年代、年代の評価について詳述を行った。このうち、八木地区と緑井地区については、ハンディタイプのジオスライサーを用いて地表面下1.0~1.5m程度の定方位試料を採取し、堆積物の状況を観察して年代試料のサンプリングを行い、地層構成と地層の年代を明らかにした。それらの結果をもとに、各地区の土石流の発生履歴を推定した。

第4章では、土石流堆積物の土質特性について解明するために、露頭で採取した土石

流堆積物と、ジオスライサーで採取した試料の土質試験を行った。それらの結果をもとに、土石流堆積物の粒度特性、マトリック部の物理特性および土石流堆積物に挟在される

有機質土の物理特性とその違いについて検討した。また、土石流堆積物中に挟在する静穏期の堆積物である、有機質土層の土質特性と堆積環境についても検討した。

第5章では、総合的考察として、堆積物の年代年代測定から得られた結果と歴史資料との対比を行い、土石流発生年代の絞り込みを行い、これらの検討結果を土石流発生年表にとりまとめた。さらに、広島市周辺で活断層調査の目的で実施されたトレンチ調査結果による土石流堆積物の年代結果の検討を行った。その結果、これらの調査データが今回の研究結果と整合しており、過去の土石流発生時期の推定にも活用できることを提示した。また、広島市以外のほかの花崗岩地帯における土石流発生頻度の比較として、山口県防府地区の研究結果や長野県南木曾町の事例について検証した。さらに、流紋岩分布域の山口県阿東嘉年、変成岩の分布する福岡県朝倉市、火山噴出物の分布する熊本県阿蘇市、東京都大島など、他の地質帯との比較についても検討した。

土石流発生頻度のメカニズムとして、土石流の発生要因となる溪床堆積物の堆積と、発生誘因となる降雨の再現期間、岩盤の風化や浸食の影響について考察した。

第6章では、結論として各章で述べたまとめを行うとともに、今後の災害リスクの低減などの研究課題について言及した。

(様式 9 号)

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏 名	松木 宏彰
審 査 委 員	主 査： 鈴木 素之 教授
	副 査： 清水 則一 教授
	副 査： 進士 正人 教授
	副 査： 中田 幸男 教授
	副 査： 赤松 良久 准教授
	副 査： 楮原 京子 准教授
論 文 題 目	広島市安佐北区と安佐南区周辺地域の土石流発生履歴の復元に関する研究 (Study on reconstruction of debris flows frequency around Asakita-ku and Asaminami-ku in Hiroshima city)
<p>【論文審査の結果及び最終試験の結果】</p> <p>広島市南部には、中生代白亜紀の花崗岩類が広く分布しており、表層部は風化しやすく、まさ土と呼ばれる。まさ土は降雨や浸食に弱く、これまでも多くの土砂災害が発生し、人的被害を生じてきた。2014年8月20日には広島市安佐南区ならびに安佐北区周辺で、大規模な土石流が発生し、多くの人的被害を生じた。本研究は、広島市周辺の花崗岩分布域の土石流の履歴を復元し、その発生頻度を解明するとともに、土石流堆積物の地層構成と土質特性を把握し、今後の防災対策や災害リスクの低減に貢献することを目的として行ったものである。土石流に関しては、従来、砂防学の分野で研究が進められており、その発生メカニズムや流動化に関する研究は、現地調査や室内実験などをもとにシミュレーションや被害予測などの手法も進展してきている。しかしながら、過去に発生した土石流の発生年代やその詳細な履歴に関しては、局所的な発生年代に関する報告はあるものの、特定の地域において複数の溪流に対して系統的に調査された研究は少なく、発生回数や発生間隔までの解明に至った研究はほとんどない。</p> <p>申請者は、このような問題点をふまえて、活断層調査や考古学的調査に用いられる放射性炭素 (^{14}C) 年代 (以下、^{14}C 年代と略す) とジオスライサーによる地層剥ぎ取りに着目し、土石流堆積物の組成と地盤構造、堆積環境を解明し、調査区域周辺の土石流発生頻度について総合的に検討した。その結果、花崗岩地帯における過去の土石流の発生頻度を解明するとともに、その調査手法を確立することに成功した。学位論文では、それらの成果を以下の6章にまとめている。</p>	

第 1 章では、広島市周辺の土砂災害の歴史とまさ土分布地域の土砂災害の実状を整理したうえで、研究の目的と背景、論文の構成を述べている。

第 2 章では、土石流に関する既往研究をレビューし、本研究の獨創性・新規性を示している。

第 3 章では、対象地域の地形の発達過程と土石流発生履歴を解明するために 4 地区の複数の溪流で実施した現地調査結果を述べるとともに、溪岸露頭の堆積物から採取した炭化物に対する ^{14}C 年代測定結果を示している。また、下流域付近ではジオスライサーを用いて堆積物と含有炭化物の連続採取を行い、地層の構成物とその堆積状況を観察することで、地表からの観察では確認できない部分の地盤の形成過程と地盤構造を明らかにした。

第 4 章では、土石流堆積物の礫径調査と堆積物の土質特性の特徴を分析し、扇状地の成り立ちと土石流堆積物に含まれる有機質土の土質特性とその堆積環境を明らかにした。

第 5 章では、総合的考察として過去の土石流発生時期の解明を進め、過去の災害記録や既往トレンチ調査資料と対比することで、より詳細な土石流発生時期の絞り込みを行い、過去 7 回の土石流を識別するとともに、その発生間隔はおおよそ 150 年～400 年と推定している。さらに、他の花崗岩地帯や異なる地質帯での土石流発生頻度との比較を行い、地質ごとの発生頻度をおおむね区分した。

第 6 章では各章の結論をとりまとめるとともに、土石流災害の予測と災害リスクの低減に関する今後の課題について言及した。

公聴会における主な質問事項は、1) 土石流の発生間隔と地域による違い、2) 土石流の発生に及ぼす岩盤の風化や地質の影響、3) 土石流堆積物の粒度の違いと土石流発生規模の関係、4) ジオスライサー調査の有効性、5) 提案する調査法の簡略化の可能性、6) 土砂流の流下到達範囲などに関することであり、いずれの質問に対しても的確かつ十分な答弁がなされた。

以上より、本研究は獨創性、信頼性、新規性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文の発表状況は以下の通りである（関連論文：計 3 編）。

- 1) 楮原京子, 鈴木素之, 松木宏彰, 阪口和之, 稲垣秀輝, 小笠原 洋, 松原輝明: 2014 年広島土石流災害発生 2 溪流沖積錐を形成する土石流堆積物の編年, 自然災害科学, 34 巻, 4 号, pp.295-308, 2016.
- 2) 松木宏彰, 鈴木素之, 楮原京子, 阪口和之, 小笠原 洋, 片岡 知: 広島市安佐南区と安佐北区周辺地域の土石流堆積物の状況と土石流の発生頻度, 地盤工学ジャーナル, 13 巻, 4 号, pp.403-421, 2018.
- 3) Hiroaki Matsugi, Motoyuki Suzuki, Kyoko Kagohara, Kazuyuki Sakaguchi: Recurrence of Large-scaled Debris Flows occurred in Hiroshima City, Geotechnical aspect of damages caused by natural phenomena, Proc. of 7th Conference of Croatian Geotechnical Society with in International Participation, pp.197-202, 2016.