

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	原田 紹臣 (はらだ のりお)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第964号
○授与年月日	2014年3月31日
○学位授与の要件	本学学位規程第18条第1項 学位規則第4条第1項
○学位論文の題名	<b>Predicting and Controlling Sediment Runoff caused by Heavy Rain in a Mountain Watershed</b> (豪雨により山地から発生する土砂の流出予測とその対策に関する研究)
○審査委員	(主査) 里深 好文 (立命館大学理工学部教授) 深川 良一 (立命館大学理工学部教授) 伊津野 和行 (立命館大学理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

我が国は土砂生産や土砂流出が活発な状況にあり、流域に様々な課題が生じている。深層崩壊による天然ダム形成・破壊はその典型例といえる。また、老朽化したため池堤防の決壊のように、土砂と水の急激な流出に関わる災害の危険度は近年増大している。さらに、土砂流出制御のための施設の機能維持も新たな課題となっている。一般的に、土砂生産および土砂輸送を適切に制御するためには、気象条件や地形条件に応じた水と土砂の流出特性に関する理解や、その予測手法および対策手法の構築が必要である。本論文は、豪雨時の土砂生産および土砂流出やその制御法に関して、水路実験や小規模な現地実験や数値解析による検討を行い、実際の流域管理において有効な新しい技術を提案することを目的としている。まず、天然ダム決壊に伴う洪水流出に関して、実河道を用いた小規模実験によってその特性を明らかにした。また、不飽和浸透過程を考慮した越流決壊過程に関する再現計算を行い、洪水流出に影響する要因(ダム高さやダム下流のり勾配など)の分析を行った。次に、ため池や天然ダムから流出する洪水波形の違いが、下流域へと伝播する洪水に対して与える影響を数値シミュレーションを用いて検討し、新たに定量的な指標を提案している。さらに、山地河川における水と土砂の流出予測手法に関して河道幅の設定方法などを改良し、実流域における観測結果との比較を通じて、新モデルの妥当性を示している。最後に、透過型砂防えん堤の土砂流出調節機能に関して、水路実験により有利な

透過部の構造を明らかにするとともに、河床材料の粒径分布調査法に関する設計基準の変遷が透過型えん堤の土砂捕捉効果の評価をどのように変化させたかについて検討した。

#### <論文審査の結果の要旨>

本論文ではまず、天然ダム決壊に伴う洪水流出に関して、実河道を用いた小規模実験と不飽和浸透過程を考慮した 2 次元再現計算を行っている。その結果、天然ダム上流および下流ののり勾配と貯水量がダム決壊時の洪水ピーク流量に強い影響を与えること、越流決壊による洪水ピーク量が進行性破壊による洪水ピーク量よりも大きくなることを明らかにした。ついで、天然ダム決壊によって発生する洪水の下流への伝播に伴うピーク流量の低減に関して、1次元数値シミュレーションによる検討を行い、洪水波形の違いによって下流域におけるピーク流量に大きな差が生じることを示した。

次に、山地流域を対象として降雨時の土砂流出予測を行う際に課題とされていた河道幅予測に関して、数量化理論 III 類による検討を行い、地質に応じた予測手法を新たに提案した。その結果を分布型土砂流出予測モデルに組み込んだところ、流出流量や流出土砂量といった現地観測結果を良好に再現できることが判明した。

最後に、透過型砂防えん堤の土砂流出調節機能に関して、水路実験により検討を行っている。その結果、縦部材と横部材で構成される透過型砂防堰堤においては、縦部材の間隔と土石流に含まれる大粒径粒子の大きさとの関係が土砂の捕捉率に強く影響することが示され、反対に横部材の影響は小さいことが分かった。また、部材の断面形状が円形であるよりも正方形である方が捕捉率は大きくなること、縦部材を横部材よりも上流側に設置する方が効果的であること等が示された。これらの結果は山地流域からの土砂流出を予測し、制御しようとする際に大きく貢献することが期待されるものである。

本論文の審査に関して、2014年2月12日(水)15時00分～16時20分防災システムリサーチセンター2階第1会議室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者原田紹臣に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、「天然ダムの内部構造はどの程度把握できるのか」、「透過型砂防堰堤の流木による閉塞の可能性は」、「天然ダムの越流侵食に関する計算において、初期段階で実測値とのずれが生じている原因は」、といった質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

#### <試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

学位申請者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。また、学位申請者は工学的な面においても学術的な面においても国際的に評価される研究を行っており、2013 年 9 月の国際会議（ISRS2013）において学位申請者は優秀論文賞（Excellent Paper Award）を授与され、量的ならびに質的に優れた研究業績により後期課程 2 年 6 ヶ月在学での修了が適当と判断した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。