

## 博士論文要旨

# 論文題名：航空レーザー計測値を用いた土砂水理解析 データの構築と表示に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科  
環境都市専攻博士課程後期課程

カジヤマ アツシ  
梶山 敦司

近年、集中豪雨などに伴って土石流災害が頻発しており、土石流災害を軽減するために各溪流において砂防計画が検討されている。しかし、土石流の発生が懸念される対象となる溪流が数多く存在するため、整備が追いついていない状況である。そのため、現在より効果的な砂防計画を行うことを目的として、土石流数値シミュレーションを用いて砂防計画する手法が提案されている。また、シミュレーションを用いたハザードマップ作成手法が提案され、実運用されている。

しかしながら、土石流シミュレーションを実施するためには、現地状況を確認したうえで地形形状や溪流幅などをひとつひとつ設定する必要があるが、多数の溪流に対し機械的に条件を設定することが困難であった。また、土石流数値シミュレーションを用いたハザードマップの作成では、二次元解析を用いた場合は表現手法が確立されており、解析結果をそのままハザードマップとして利用が可能であるが、入力データの作成や解析に時間がかかる状況である。一方、一次元解析を用いた場合は、入力データ作成は二次元解析と同様の状況であるが、解析時間は二次元解析に比べ格段に速く実施することができる。しかし、一般の方々が容易に判断できる平面二次元上の表現手法が確立されていないため、ハザードマップの作成自体が困難な状況にある。

このことから、本研究では土石流シミュレーションソフトの利用を効率化し、砂防計画を迅速に立案可能とするため、航空レーザー計測値から「縦横断形状」および「溪流幅」を自動で抽出する手法を考案し、プログラムを開発した。また、開発したプログラムを清水寺北部の溪流に適用した結果を示すとともに、「縦横断形状」および「溪流幅」の抽出条件が解析結果へ及ぼす影響を分析し、各種データの作成及び使用条件の適正範囲と妥当性について評価した。また、一次元解析結果を容易に判断できるように、これまで河床縦断グラフのみで表示されてきた一次元解析結果を、容易に判断可能なハザードマップとするため、「河道幅(溪流幅)を考

慮して平面二次元で表現する手法」と「航空レーザー計測値を用いて、河道地形形状を正確に反映し、水面範囲および土砂堆積・浸食範囲を地形図上に表示できる平面二次元表現する手法」を考案し、GISデータとして出力するプログラムを開発した。河道幅を考慮して平面二次元で表現する手法では、開発プログラムを用い熊本県白川を対象として適用した例を示した。航空レーザー計測値を用いて平面二次元で表現する手法では、開発プログラムを用い清水寺北部の溪流に適用した例を示した。そのうえで、最大水深と最大流速の表示例と水深の時系列変化の表示例をもとに平面二次元化することによって、解析結果を容易に理解できることを示した。また、分離して示されることが多かった平面二次元解析結果と一次元解析結果の接合例を示した。

## **Abstract of Doctoral Thesis**

# **Title: Construction of Sediment Hydraulic Analysis Data and Display of the Analysis Results using Airborne Laser Measurements**

Doctoral Program in Advanced Architectural, Environmental and Civil Engineering  
Graduate School of Science and Engineering  
Ritsumeikan University

カジヤマ アツシ  
KAJIYAMA Atsushi

In the recent years, debris flow disasters have been occurring frequently following torrential rains, and erosion control plans are being studied with regard to all mountain streams to reduce debris flow disasters. However, since several mountain streams that can become targets of debris flow exist, the maintenance is difficult. Therefore, to conduct a considerably effective erosion control plan, a method using numerical simulation of debris flow has been proposed. Further, a method of developing hazard maps using simulation has been proposed and even put to practice.

However, to conduct the debris flow simulation, since it is necessary to confirm the on-site conditions and set one by one, the topographic shape, mountain stream width etc., it was difficult to set the conditions for an extensive number of mountain streams mechanically. Moreover, in the development of hazard maps using debris flow numerical simulation, when using two-dimensional analysis, a representation method has been established where although the analysis result can be directly used as the hazard map, input data creation and analysis takes time. Further, when using one-dimensional analysis, although the input data creation is similar to that of the two-dimensional analysis, analysis can be conducted much rapidly than the two-dimensional analysis. However, since a planar two-dimensional representation method that can be easily deciphered by people has not been established, the development of hazard map itself becomes difficult.

Therefore, in this study, to optimize the use of the debris-flow simulation software and make it possible to readily draft the erosion control plan, we developed a method to automatically extract the “longitudinal and transverse shapes” and the “mountain stream width” from the airborne laser

measurements and developed a program. Further, in addition to displaying the results of applying the developed program to the mountain streams in the northern part of Kiyomizu-dera, we analyzed the effect of the extraction conditions of “longitudinal and transverse shapes” and “mountain stream width” on the analysis results and evaluated the scope and validity of the conditions for the development and usage of various data. Moreover, to convert the one-dimensional analysis results that displayed only the longitudinal profile graph of the riverbed into a hazard graph that can be readily deciphered, we developed a “planar two-dimensional representation method that considers the river channel width (stream width)” and “a method that accurately reflects the river channel topography using airborne laser measurements and expresses the water surface range, sediment deposition, and erosion range in a planar two-dimensional representation that can be displayed on a topographic map.” In addition, we developed a program to output it as GIS data. As an example of applying the planar two-dimensional representation method that considers the river channel width, we present the application of the developed program with regard to the Shirakawa River in Kumamoto Prefecture. As an example of applying the method of planar two-dimensional representation using airborne laser measurements, we present the application of the developed program on the mountain streams in the northern part of Kiyomizu-dera. In addition, by developing it into a two-dimensional plane based on the displayed examples of maximum water depth and maximum flow velocity, and the example of time series change of water depth. We have demonstrated that the analysis results can be readily understood. Further, a combined example of the planar two-dimensional analysis results and one-dimensional analysis results that are often displayed separately is illustrated.