

2004 バワカラエン山山体崩壊の衛星画像解析について

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○清水孝一、小山内信智

独立行政法人土木研究所 山越隆雄、栗原淳一

高知大学農学部 笹原克夫

セントラル・コンピュータ・サービス(株) 原誠一、大村径

1. はじめに

2004年3月26日にインドネシア国スラヴェシ島南部に位置する、ジェネベラン川流域のバワカラエン山において大規模な山体崩壊が発生した。この崩壊により、死者・行方不明者32名、住居12棟などが埋没する直接被害が発生した。また、崩壊による堆積土砂の下流への流出など、二次被害などが問題となっているところである。本研究は、この山体崩壊に関して、崩壊前後の衛星画像解析により、崩壊の発生形態等について検討したものである。

2. バワカラエン山体崩壊の概要

土屋ら(砂防学会誌, Vol157, No. 3, p. 40-46, 2004)によれば、バワカラエン山の北西側には直径約5kmのカルデラ地形があり、このカルデラ内に、平坦地が2つあり、そのほぼ中央をジェネベラン川が流下している。崩壊した山稜の標高は2500mから2600mで、平均崩壊比高が750m、平均崩壊幅が1600m。推定崩壊土砂量は地山土量で約2億立方メートルとされている。

3. 画像解析に用いた衛星データの概要

解析に用いた衛星画像は、表-1のとおりである。表-1の画像のステレオペアより5mメッシュのDEMを作成した。Terra/Asterにおいては、直下視と後方視の光学センサを搭載しているため、1度の撮影によりステレオペア画像が得られる。SPOT5に関しては、ステレオペア画像の作成のため、2時期の画像が必要である。

写真-1上は崩壊発生前の2001年7月7日のASTERの画像である。写真-1下は崩壊発生後の2004年11月2日のSPOTの画像である。写真の上部が北で、バワカラエンの山体崩壊は向かって右側にあるカルデラ壁(囲み付近)で発生し、向かって左側に流下堆積したものと認められる。

4. 画像解析の解析結果について

図-1に崩壊前のDEMから作成した傾斜区分図を示す。図-2には、崩壊前と崩壊後のDEMの差分処理により作成した標高の変化量図を示す。この両図を比較すると、崩壊は傾斜50°以上のカルデラ壁で発生し、カルデラ壁を後退させ山稜の一部にまで及んでいる。また、崩壊した土砂は、カルデラ内の平坦面を分けるジェネベラン川に沿って流下し、その河道付近に集中して堆積していることが分かる。

崩壊前後の衛星画像を比較すると、崩壊後の画像で、広範囲に植生が失われ、土砂の堆積が河道周辺に止まらず、広範囲に及んでいることが判読できたが、DEMによる地

表-1 解析に用いた衛星画像

| 撮影日時 | 用いた衛星画像 |
|------------------|-------------|
| 2001年7月7日(崩壊前) | Terra/Aster |
| 2004年10月13日(崩壊後) | SPOT5 |
| 〃 11月2日(崩壊後) | |

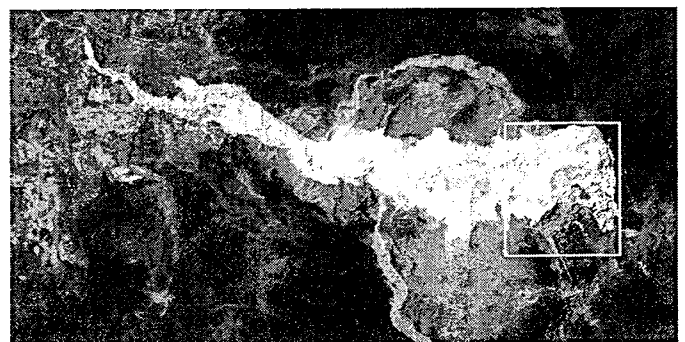
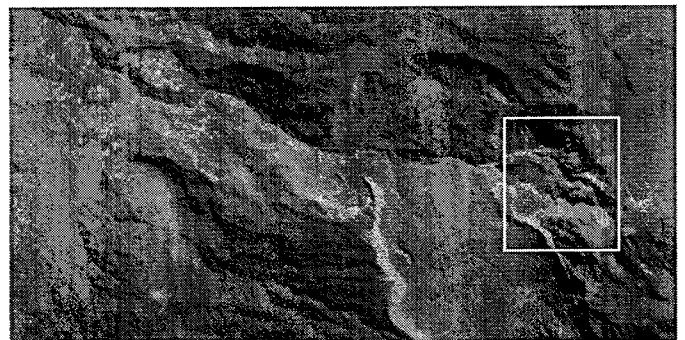


写真-1 解析に用いた衛星画像

形変化量図からは、河道周辺以外に明瞭な堆積傾向を読み取ることはできなかった。

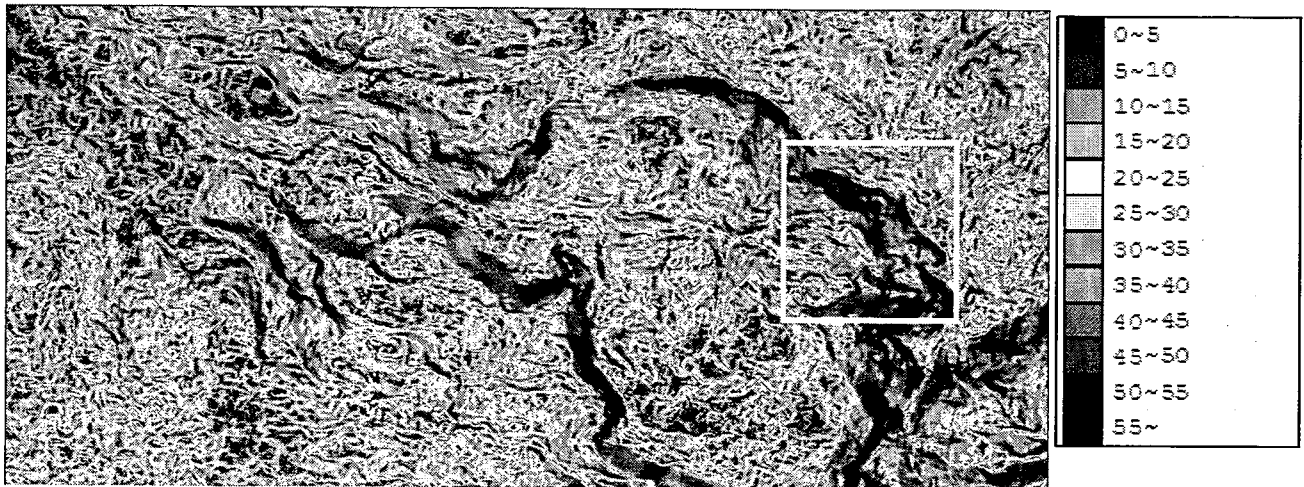


図-1 傾斜区分図 (ASTERDEM より作成) 単位:°

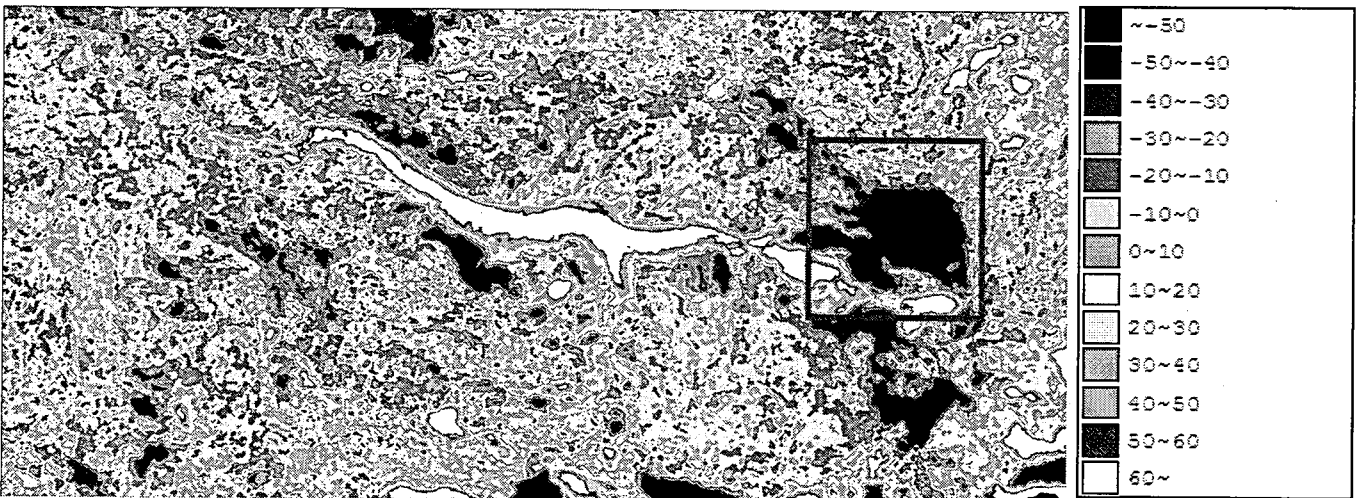


図-2 地形変化量図 (ASTERDEM と SPOTDEM より作成) 単位: m

5. 崩壊・堆積土砂量の算出

上記解析結果を踏まえ、今回の崩壊土砂量と堆積土砂量を算出した。算出に当たっては、図-2地形変化量図と写真-1の衛星画像から、明瞭に崩壊・堆積と認められる、地形変化量-50m以下の範囲を崩壊、60m以上を堆積として算出した。その結果、崩壊量は2億4千万 m^3 、堆積量は1億5千万 m^3 と算出された。

今回異なる衛星の画像の解析により山体崩壊について検討を行った。解析した画像において、変化がないと思われる範囲での変化量が示されている。これは、DEM そのものの誤差に起因するもので、急傾斜地や輝度変化に乏しい範囲において多く発生するもの、差分をとる際に位置あわせが不十分であること、用いたDEMの解像度や精度の違いなどが原因と考えられる。

6. おわりに

今回発生したような大規模な崩壊は非常に確率規模が低いものの、我が国においても発生事例があり、大規模山体崩壊後の移動堆積土砂の侵食移動によって、下流域での河床上昇や土砂氾濫による災害の頻発した記録が残されている。今回のような大規模崩壊地のその後の土砂移動過程について定量的に研究されている例は少ないことから、衛星画像による土砂移動のモニタリングを継続して行い、その流出移動過程について調査を進める予定である。