

人工衛星リモートセンシングとGISを用いた土石流危険度評価に関する研究

広島工業大学
広島工業大学大学院
広島県芸北地域事務所
中電技術コンサルタント(株)
同 上

正会員 ○菅 雄三
学生会員 大野健志
非会員 高正和則
正会員 荒木義則
非会員 今井恵美

1. はじめに

平成 11 年 6 月 29 日、中国地方に停滞した梅雨前線による集中豪雨は、主に広島市において土石流災害を同時多発的に発生させ、甚大な被害を及ぼした。著者らは、衛星リモートセンシングとGISによる災害モニタリングシステムの開発の一環として、SPOT 衛星データとGISデータを用いて一定強度降雨下での斜面流量解析に基づく土石流危険度評価手法の開発を実施してきた。本研究ではさらに、地域的降雨特性を考慮した貯留閾数法を用いた溪流の流出解析と土砂移動の実態について検討した。また、崩壊地分布との整合性について考察を行い、土石流発生危険度評価の精度向上について検討を行った。

2. 対象地域及び使用データ

対象地域は、広島市佐伯区及びその周辺である。当該地域では、6 月 29 日に 1 時間雨量にして 40mm-70mm という短時間集中型の豪雨に見舞われ、土砂災害が発生した。使用したデータは、表-1 に示したとおりである。災害前後に観測された SPOT/PA データを用いて、土砂災害の被災地の検出を行った。また、TRMM が、当時の降雨強度を観測していた。時系列の SPOT/PA からは、被災地の土地被覆変化の検出を行った。さらに、SPOT/XS データそして当該地域の GIS データを作成して、斜面崩壊危険度の推定を試みた。

表-1 使用した衛星データおよびGISデータ

Satellite Data (Observation)	GIS Data
SPOT/PA (1987.1.17)	DEM(10m)interpolated from the vector data produced by digitizing on 1:25,000 topographic map
SPOT/PA (1999.1.31)	
SPOT/PA (1999.7.6)	
SPOT/XS (1998.2.6)	
TRMM/PR (1999.6.29)	

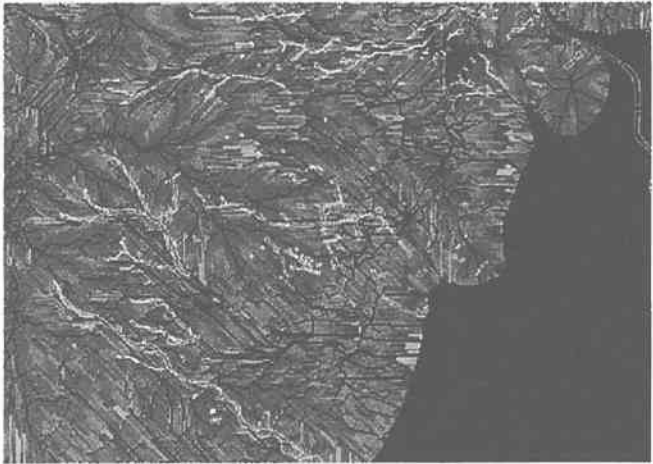


図-1 SPOT/XS とGISデータによる斜面崩壊危険度評価画像

3. 土砂災害地検出と斜面崩壊危険度推定画像の作成

3. 1 SPOT/PA 画像による土砂災害被災地の検出

土砂災害の被災地を検出するために災害前後に観測された SPOT/PA データを用いた。土砂災害が発生した当該地域は山地部であり、高分解能の SPOT/PA 画像による変化検出に際しては、回帰モデルを用いた標高歪みの補正を行った¹⁾。直下視画像を基準画像として DEM(10m)を用いて、回帰モデルは、20~40 点の GCP から標高値の比例定数を一定にした近似式により行った。標定残差は、1 画素以内であった。土砂災害被災地の検出においては通常、被災地は輝度値が非常に高い領域として現れる。しかし、被災地以外にも元々輝度値の高い土地被覆が存在するので、被災地を検出するには、災害前後の PA データを用いて、輝度値が高い地域を検出することが有効である。本研究においても、災害時の 7 月 6 日と災害前の 1 月 31 日の PA 画像を合成処理することにより、土砂災害の被災地を検出した。これら 2 時期の PA データにより被災地が明確に検出された。また、TRMM の降雨強度画像からも当該被災地において極度の降雨強度の集中豪雨であったことも併せて判読できた²⁾。

3. 2 衛星リモートセンシングとGISによる斜面崩壊危険度推定画像の作成

著者らは、衛星データとGISデータを併用した斜面崩壊危険度評価システムの開発を実施してきている²⁾。本研究では、当該地域を対象として SPOT/XS データから得られる土地被覆情報とGISにより作成した DEM(10m)を用いて斜面崩壊危険度の推定画像を作成した。降雨による流量が多く、かつ到達時間が短いほど崩壊の危険度が高いと考える。ここで、流量は上流の流域面積で表す。また、一定強度降雨下で斜面流量が定常状態に到達するまでの時間は、線形流出を仮定した追跡計算により求める。この両者をそれぞれ 6 段

階の危険度にランク付けを行い、2次元マトリックスの集計により図-1に示した危険度推定画像を作成した。また、実際の豪雨災害による崩壊地の分布図とこの危険度推定画像との合成処理を行った。その結果、危険度推定画像上で危険度が高い地域と実際に崩壊が発生した地域がほぼ一致していることが確認できた。

4. 流出特性の検討

土石流危険渓流の氾濫開始点における流出流量の算定は、貯留関数法を用いた。また、定数設定においては、山地渓流の小流域に対するモデルが無い場合、河川分野で提案されている山地流域に比較的適合度の高い経験式を採用した。雨量と流出流量の関係を図-2に示す。図-2より、流出流量と降雨のピークは一致しており、土石流発生推定時刻との整合性が高いことを確認した。また、流出流量は、近傍の実績流量との比較においてその妥当性を確認した。

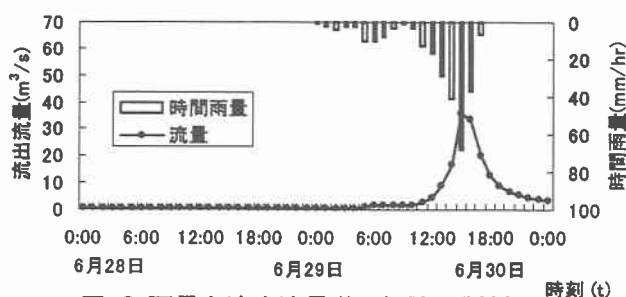


図-2 雨量と流出流量(経験式)の関係図

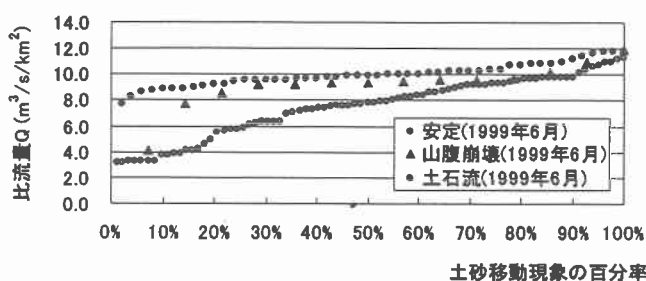


図-3 比流量と土砂移動の関係図

4. 1 流出特性と土砂崩壊の関連性検討

流出特性と土砂移動の関係は、土石流発生時刻(降雨ピーク時)における算定された流量(Q)、比流量(流量/流域面積)、流量変化量($\Delta Q = Q_i - Q_{i-1}$)の3種類の値について、土砂移動の発生と非発生の関係に着目した結果、図-2に示す比流量を用いる場合が分離性が高い結果となった。

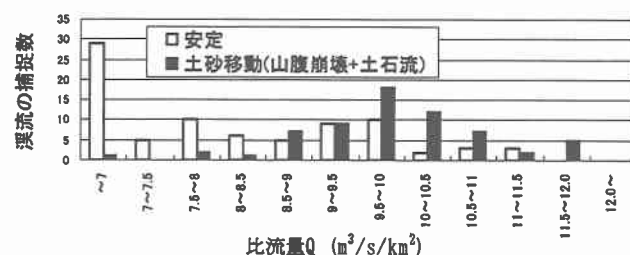


図-4 比流量カテゴリー区分

4. 2 土石流危険度評価の検討

比流量と土砂移動の関係より、比流量をカテゴリー区分し、渓流の土砂移動現象の捕捉率をヒストグラムにしたものを図-3に示す。図-3より、比流量のカテゴリー区分が大きくなると土砂移動の捕捉数が増加し、非発生の捕捉数が減少していることから、流出特性による土石流発生危険度を設定することができた。

5. まとめ

現在利用可能な衛星データ及び GIS データから集中豪雨禍の土砂災害被災地の検出と危険度推定システムの構築を行った。本研究では、一定強度降雨下での斜面流量解析に基づく土石流危険度評価手法の開発ならびに、地域的降雨特性を考慮した貯留関数法を用いた渓流の流出解析と土砂移動の実態について検討した。その結果、両者とも実際の崩壊地分布にほぼ対応した結果を得ることができた。今後さらに、両者の特性を生かした統合型の危険度評価手法の開発が必要である。

参考文献

- 1) 小川 他、回帰モデルを用いた衛星画像の標高歪みの補正、日本リモートセンシング学会第26回学術講演会論文集、1999年5月。
- 2) 菅 他、衛星リモートセンシングとGISを用いた斜面崩壊危険度評価に関する基礎的研究、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、1999年9月。

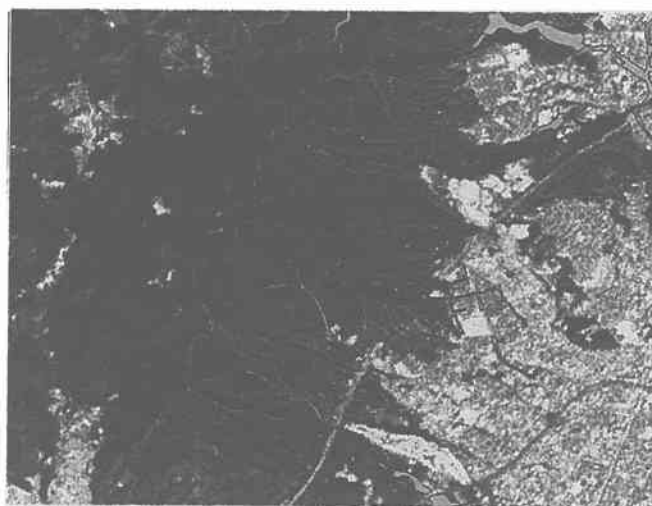


図-5 比流量による土石流危険渓流の危険度評価図