

P. 1 衛星リモートセンシングとGISを利用した雲仙普賢岳噴火の被害地解析

愛媛大学農学部 ○小川 滋・大石 樹・戎 信宏
佐賀大学理工学部 岸原 信義

1. はじめに

山地の土砂生産現象には、山崩れ、崖崩れ、地すべり、土石流、火砕流などがあり、これらは地表変動現象として時間的・空間的スケール特性を持っている。土砂災害は、その直接的な土砂生産現象とそれに伴う災害現象であり、これらはそれぞれ時間スケール特性(時間オーダーと現象の不規則性、周期性、傾向性)と空間スケール特性(規模)で特徴づけられている。このような時間的・空間的特性を持つ現象の解析を行う手法の一つとしてGIS(地理情報システム)がある。GISは異なるスケール・時間・形式で得られた空間データを統合し、様々な情報を得ることが可能なシステムである。そこで、GISを用いて土砂災害解析の検討を行った。近年甚大な土砂災害を引き起こした「雲仙・普賢岳噴火」では、噴火活動に伴う、地表・地形変化が顕著であり、多くの時間・空間データがある。継続する火山活動による火砕流、土石流によって刻々と変化する地表・地形条件を解析に組み込み、土砂災害の危険度を予測することが重要である。そこで本研究は、衛星リモートセンシングデータと数値地図情報によって雲仙・普賢岳周辺の地表・地形状態の時系列変化をモニタリングし、多元的な土砂災害解析をGISにより検討するものである。

2. 解析対象地と解析方法

解析対象地は噴火活動により被害を受けている島原半島東部の雲仙・普賢岳周辺とした。今回の解析に用いた空間データは、衛星データであるLandsat-5のTMデータと数値地図情報の標高データである。衛星データは噴火災害前の1991年1月と噴火災害後の1991年12月の2時期を用いた。(噴火活動は1990年11月17日から始まっているが、活動が活発になるのは1991年2月以降であるので1月を噴火災害前とした。)データの前処理として衛星データと地形図の重ね合わせは、アフィン変換による幾何補正を行い、さらに補正された画素の持つ輝度値を求めるため、ニアレストネイバー法によるデータのリサンプリングを行った。数値地図情報は、国土地理院発行の噴火前の1991年に数値化(1970年原図, 83年修正測量)データと噴火後の1994年に数値化(1970年原図, 94年修正測量)データである。

土砂災害被害地の解析方法は、まずNDVI値を用いて地表変化の解析を行った。NDVI(正規化植生指数)値とは、一般に植生の活性度を表す一つの指標として用いられる。 $NDVI = (CH4 - CH3) / (CH4 + CH3)$ で定義される。ここで、CH3はTM3バンドの赤色光(0.63~0.69 μm)、CH4はTM4バンドの近赤外線(0.76~0.90 μm)である。このNDVI値の変化を調べることで地表変化が把握でき、被害地の抽出が可能となる。次に、噴火活動で起こる火砕流による土砂災害被害地は、周囲と比較して温度が高い部分であると考えられる。そこで、表面温度の算出が行えるTM6バンドを用いて高温部の抽出を行った。このTM6バンドは熱赤外線(遠赤外線)のバンドであり、他のバンドが地球表面で反射した太陽からの電磁波(可視, 近赤外, 短波長赤外)を測定しているのに対し、このバンドは表面温度を反映して地表や雲から放射される電磁波(熱赤外)を測定している。このTM6バンドの表面温度による熱変化で火砕流による被害地抽出を行う。さらに、1983年4月(噴火前)と1994年1月(噴火後)の50mメッシュの標高データの標高差による地形変化により、噴火活動に伴う土砂移

動現象をとらえることができる。これらの空間情報をGISにより統合し、噴火災害による被害地解析を行った。

3. 結果及び考察

衛星データからの情報抽出による被害地解析として、1991年1月(噴火前)と1991年12月(噴火後)のNDVI値の変化による地表変化の情報抽出を行った。NDVI値が同一地点で減少あるいは増加すれば、何らかの地表面での変化があったと考えらる。そこで、NDVI値は植生の状態を表す絶対値的な指数であるので、2つの時期の異なる場合の衛星データを用いて、両時期のNDVI値の差の程度を調べることにより、その地域における植生の変化、被害地の抽出ができる。すなわち、 $\{NDVI(91-1月) - NDVI(91-12月)\}$ の値が理論的に0であれば植生状態に変化なく、マイナスであれば植生の増加、プラスであれば植生の減少と理解することができる。NDVI値による植生被害状況を被害程度により、土砂災害、森林火災・火山ガス、降灰被害地と健全地に分類した。その結果の画像を図1に示す。

次に、TM6バンドによって表面温度変化の情報抽出を行なった画像を図2に示す。噴火後の表面温度画像では、明らかに普賢岳周辺の火砕流跡地の表面温度の高温部が示されている。眉山の天狗山山腹の高温部分は、裸地の日射による高温化と思われる。表面温度換算は宇宙開発事業団地球観測センターから提示された次式を用いた。

$$1.40654/255 \times V = (5.1292 \times 10^{-5} T - 0.017651) T + 1.47852 \quad (1)$$

$$TC = T - 273.15 \quad (2)$$

ここで、V：補正済CCTのデジタル値、TC：摂氏温度(°C)、T：絶対温度(K)である。

この表面温度の相対的な高温域を土砂災害被害地とした。表面温度11度(CCT値110)以上を高温域とし解析を行った。

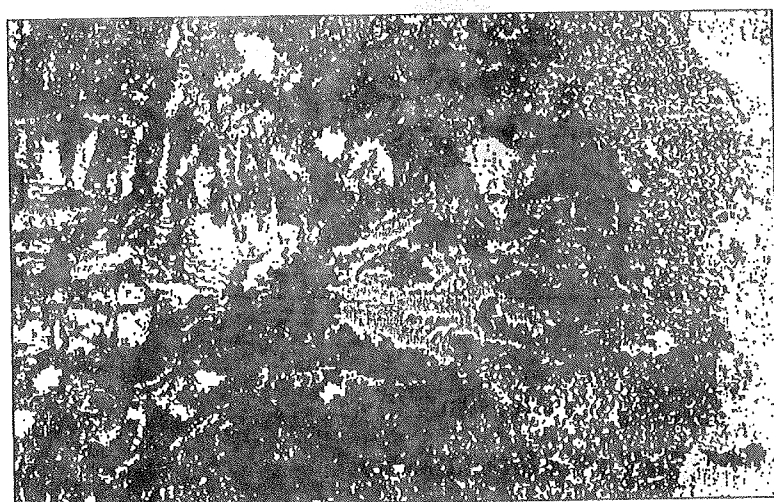
さらに、土砂災害被害地における地形変化(堆積・侵食)を把握するために、噴火前後の標高データの差をとり、噴火活動に伴う土砂移動状況を解析する。そこで、(1994年標高-1983年標高)で差が0であれば地形状態に変化がなく土砂の被害はなく、マイナスであれば土砂流出による侵食、プラスであれば土砂堆積と考えた。この標高の差を求めると、-41m~143mの範囲の地形変化が見られた。しかし、この値より求めた土砂被害地は、雲仙・普賢岳全域に及んでおり、これら全範囲で土砂流出があるとは考えられないので、現実に明らかになっている土砂災害場所から考えて±10mの範囲内では土砂災害は発生していないものとし、この範囲外で土砂の侵食または堆積が生じたと考えた。その地形変化を図3に示す。

以上のように衛星データからNDVI値による地表変化と表面温度による温度変化、数値地図情報からの標高の変化の各情報を抽出し、GISに組み込み土砂災害被害地の詳細な分類を行なった。図4に結果を示す。噴火後のNDVIの変化は、降灰・火山ガスによる植生の損傷、森林火災、火砕流・土石流による植生破壊が考えられ、降灰・火山ガスによる植生損傷はNDVIの減少が森林火災・火砕流・土石流による植生破壊より小さいと考えた。さらに、森林火災は、噴火前にNDVIの高い森林であり、土石流跡地は森林火災よりも、被害の程度も大きいと考えた。また、特に火砕流跡地は、TM6バンドによる表面温度が高い部分であり、土砂の堆積地は堆積厚により分類した。

4. おわりに

本研究では、雲仙・普賢岳噴火による被害地解析を衛星リモートセンシングデータと数値地図情報を時

系列データとして用いることにより検討した。各データから情報抽出を行い、GISに組み込むことで多元的な土砂災害解析を行うことができ、時間変化をモニタリングできるシステムをGISにより構築し、異なるスケール・時間・形式で得られた空間データを重ね合わせることで、各データのみでは表現しきれない情報を集積させることができ、新たな情報を抽出することが可能となることを示した。



— 855m

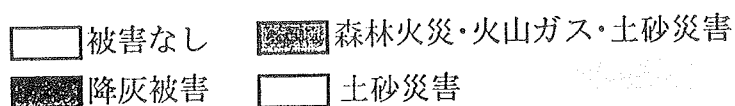


図1 雲仙・普賢岳の噴火災害後の被害状況分類図
(NDVI値による地表分類)

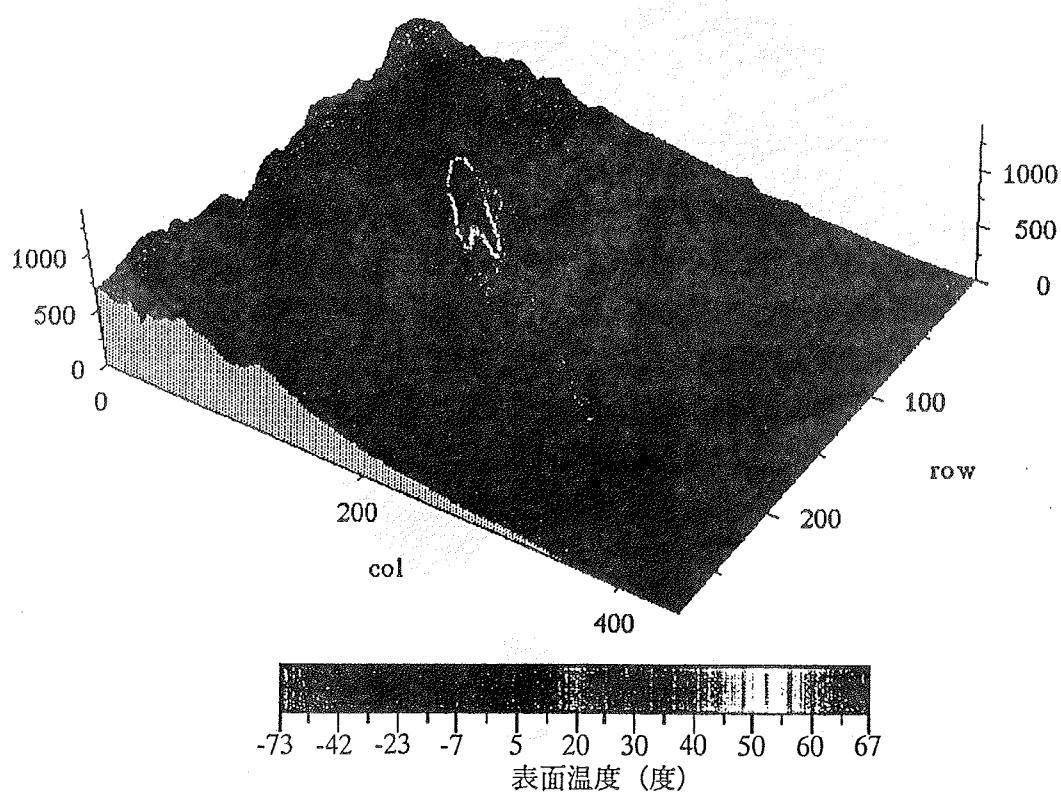


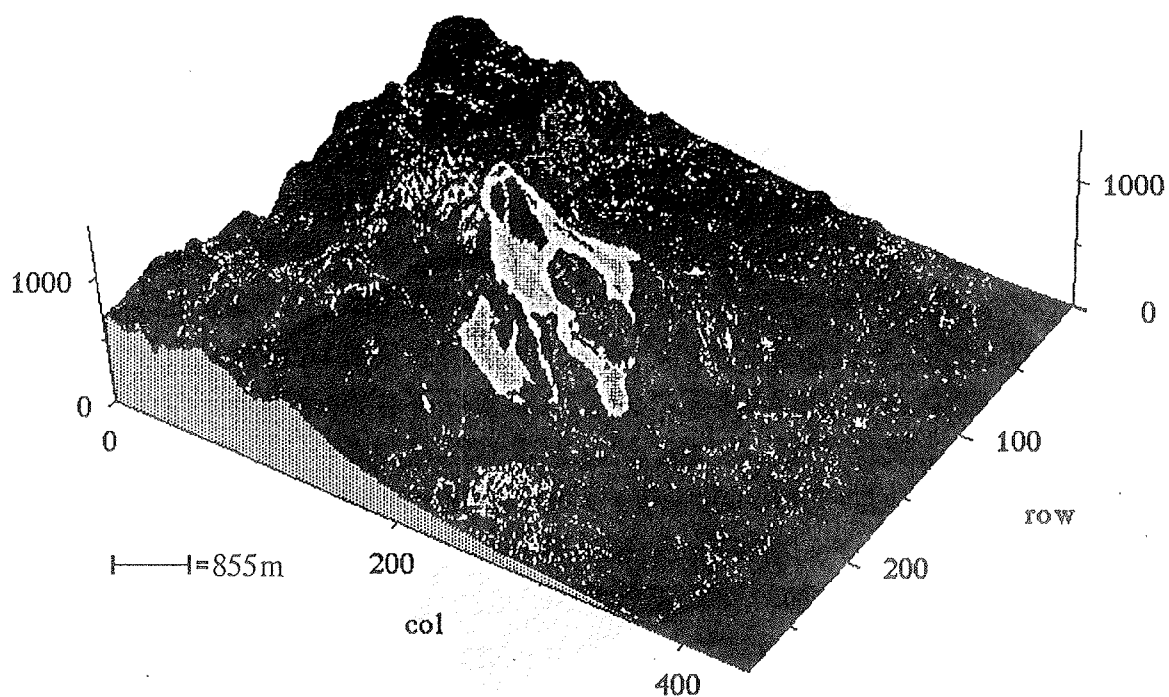
図2 雲仙・普賢岳の噴火後(91年12月)の表面温度画像



— 855m

- 土砂侵食(-40mまで)
- 土砂堆積(堆積厚30m)
- 土砂堆積(堆積厚50m)
- 土砂堆積(堆積厚100m)
- 土砂堆積(堆積厚100m以上)

図 3 雲仙・普賢岳の噴火前後の地形変化



- | | | | |
|---|--|---|---|
| 土砂侵食 | 火砕流(堆積厚30m) | 森林火災・火山ガス | 市街地 |
| 土石流 | 火砕流(堆積厚50m) | 海面・湖面 | 荒地・裸地 |
| 火砕流・土石流 | 火砕流(堆積厚100m) | 被害なし | 田畑 |
| 火砕流(堆積厚10m) | 溶岩ドーム | 91年12月以降の土砂堆積 | 森林 |

降灰

図 4 雲仙・普賢岳の噴火災害後の被害状況分類図