

土砂崩壊地の調査および解析手法に関する研究

広島工業大学工学部 正会員 島 重章
 大豊建設株式会社 正会員 ○ 中村 真
 広島工業大学大学院 学生会員 中川暢人

1. はじめに

本研究では、1999年6月29日に広島豪雨災害が発生した広島市を対象に災害発生後の斜面の調査・研究を行った。解析手段として、それぞれの崩壊斜面においてフラクタル性評価を行って、複雑な斜面崩壊の対策に役立てることを目的とする。

2. 調査地域

対象とした調査地域は、広島市佐伯区の土砂崩壊現場である。対象とした地域は、佐伯区の屋代地区、観音地区および上小深川地区である。この地域は、広島花崗岩と呼ばれる粗粒黒雲母花崗岩が分布しており、これが風化したまさ土に覆われている。全体の位置図を図. 1に示す。

3. フラクタル解析方法

フラクタルとは、マンデルブローが提唱した理論であり、自己相似性を持つ図形を意味する。自己相似性を持つということは、図形の一部分を拡大すれば同じような図形が見え、巨視的に見ても微視的に見ても形が大して変わらないということである。不規則な海岸線や山の起伏、雲の形などはフラクタル性を持つといわれている。図形 x が一边 d の正方形 $N(d)$ 個で覆われたとする。ここで定数 k において、さまざまな大きさの一边 d に対し正方形の個数 $N(d)$ を測定したところ、 $N(d)$ と d^{-k} の間に比例関係

$$N(d) = \mu d^{-k} \quad (\mu \text{は正の定数})$$

があるとき、自然対数をとれば、

$$\log N(d) = -k \log d + \log \mu$$

となり、 $\log N(d)$ と $\log d$ の関係は直線の式を意味している。したがって、一边の長さ d とその正方形の個数 $N(d)$ を測定したとき、 $\log N(d)$ と $\log d$ の間に傾き $-k$ の直線関係があれば、 k をフラクタル次元とする。

本研究では、人工衛星の画素を利用し、ボックスカウンティング法を用いてフラクタル解析を行った。

人工衛星画像データの画像処理の作業手順を図. 2に示す。

4. フラクタル解析結果

フラクタル解析の対象としては、災害の発生した屋代地区、観音地区、上小深川地区の3箇所である。ここに用いた衛星データは、IKONOS 衛星データ（2001年5月16日観測）である。この衛星データは、1画素が $1\text{m} \times 1\text{m}$ を示し、高分解能衛星データを提供する。このRGB合成画像から得られる現地情報を基にボックスカウンティング法を適用し、1画素 $\times$ 1画素から3画素 $\times$ 3画素まで（正方形の一边が $1\text{m} \sim 3\text{m}$ ）測定した。測定は、図. 1に示す屋代地区、観音地区、上小深川地区の崩壊地（上部、中部、下部）を対象とした。屋代地区のIKONOSデータを図. 3に示す。図中に解析した上部、中部、下部の三箇所を示す。例として、屋代地区の下部の拡大図を図. 4に示す。屋代地区の測定結果を表. 1に、 $\log d - \log N(d)$ の関係を図. 5～図. 7に示す。

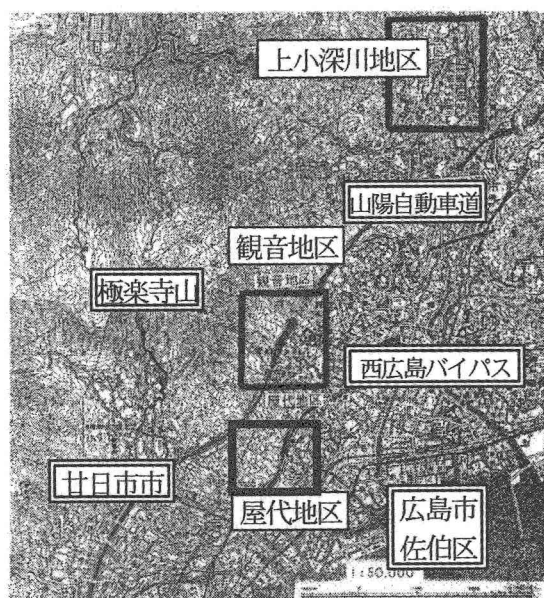


図. 1 調査地域全体図（佐伯区）



図. 2 画像処理の作業手順

表. 1 屋代地区の測定結果

	d(画素)	N(d)	log d	log N(d)
上部	1	1238	0.000	7.121
	2	334	0.693	5.811
	3	178	1.099	5.182
中部	1	1348	0.000	7.206
	2	384	0.693	5.951
	3	191	1.099	5.252
下部	1	1206	0.000	7.095
	2	345	0.693	5.844
	3	161	1.099	5.081

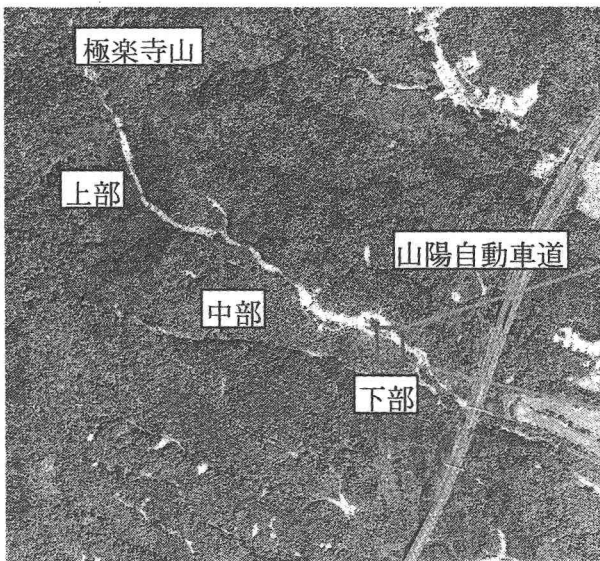


図. 3 屋代地区全体図 (1500×1500)

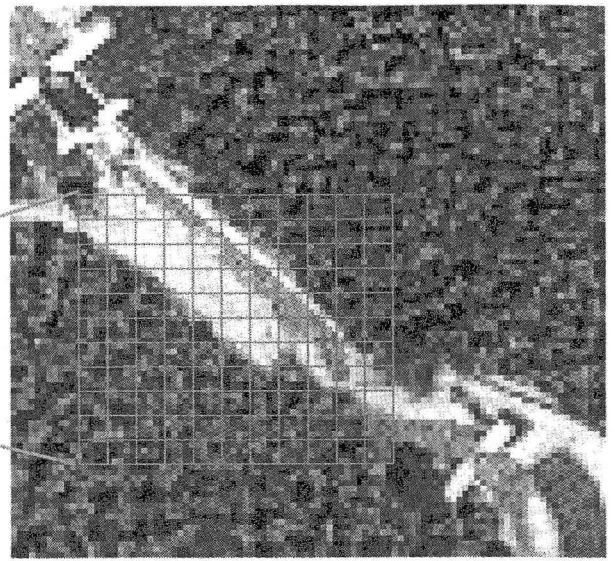


図. 4 屋代地区下部拡大図 (100×100)

本研究で取り上げた調査地3箇所すべての $\log d - \log N(d)$ 関係は、ほぼ直線的に一次回帰を示すため、フラクタル性を有していることが認められる。このことより、フラクタル次元は河川や土石流の流出経路の線形を特徴づける指標になると考えられ、斜面崩壊形態の一つの評価方法になると考えられる。

5 結果の比較・検討

それぞれの地区の上部, 中部, 下部のフラクタル解析結果を図. 8 に示す。

崩壊地の上部, 中部, 下部に注目してみると、屋代地区以外の崩壊状況は、崩壊の発生源から中部にかけて崩壊範囲が複雑になり、下部になるに従って崩壊範囲が直線的になっていると考えられる。しかし、屋代地区の崩壊状況は、崩壊の発生源から下部になるに従って崩壊範囲が複雑になっていると考えられる。

フラクタル次元と崩壊土砂量の関係を図. 9 に示す。崩壊土砂量が増加するに従って、フラクタル次元も大きくなっている。また、フラクタル次元と崩壊土砂量には比例関係があることがわかる。

6. まとめ

本研究では、1999年6月29日に広島豪雨災害が発生した広島市佐伯区における崩壊地の調査および検討を行った。そこで得られた結果をフラクタル解析によって評価した。得られた結論を以下に要約してあげる。

- ・フラクタル次元は土石流の流出経路の線形を特徴づける指標になると考えられる。
- ・衛星データを用いたフラクタル性評価は、3箇所における測定結果が、フラクタル性を有していたため、この方法は有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 内田篤志, 後藤恵之輔, 川内透, : 衛星数値データによりフラクタル次元の測定法とその適用例「土木構造・材料第13号」, pp69~75, 2000

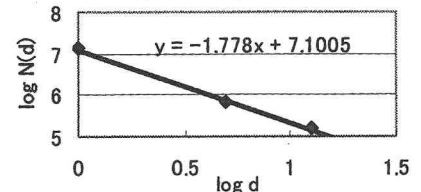


図. 5 屋代地区上部の $\log d - \log N(d)$

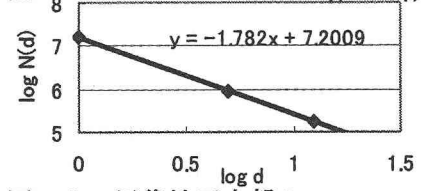


図. 6 屋代地区中部の $\log d - \log N(d)$

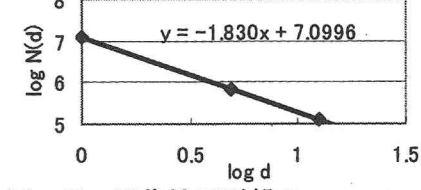


図. 7 屋代地区下部の $\log d - \log N(d)$

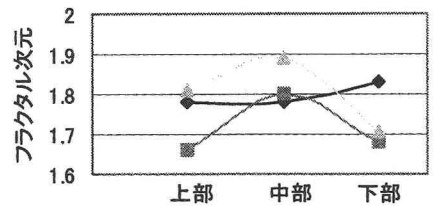


図. 8 フラクタル解析結果

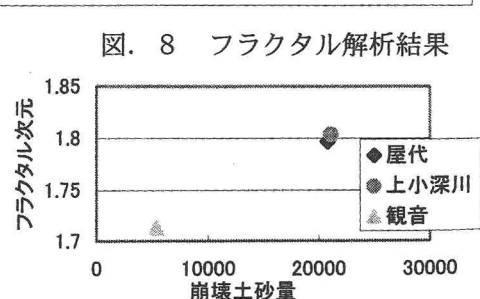


図. 9 フラクタル次元と崩壊土砂量