風化花崗岩斜面の調査

The Investigation of Decomposed Granite Slopes

栃木 省 二* 大内 章 義**
Seiji TOCHIKI Akiyoshi OUCHI

Abstract

Every year many sediment disasters have occurred on decomposed granite slopes which are distributed in western Japan. We carried out field survey and simultaneous natural radioactivity and electrical prospecting in order to understand the characteristic of collapses on decomposed granite slopes. From the results, following matters proved to be clear.

1. The results of the investigation of the devastation in Nakatsuoka river basin, the western part of Hiroshima city are as follows.

- (1) The average length of collapse is 12.9m and below 20m is 87%. The average width of collapse is 7.6 m and below 10m is 83%. The average volume of collapse is 120m³ and below 200m³ is 86%.
- (2) The average angle of inclination is 41.3° and 30° - 50° is 92% (291 out of 317 spots).
- (3) The percentage of collapse in this basin is 80 spots/km².
- (4) The volume of collapses is about 24,000m³/km².

Those are considered the typical examples of decomposed granite slopes which are distributed in and around Hiroshima city.

2. As a result of these investigations, it was proved that checkdam works are effective for disaster prevention and mitigation systems.

3. We suggest that it is better to make investigation of the natural radioactivity and the electrical prospecting at the same time in order to find degradational slopes. It is considered that the area of high radioactivity and low specific resistivity is degradational ground.

As an actual proof we can show the index of slope stability and the predictability of collapse at Ohgusa area and Hitotsukojima district in Hiroshima Prefecture.

1. はじめに

西日本に広く分布している風化花崗岩地帯では、毎年数多くの土砂災害が発生している。筆者らは、風化花崗岩地帯の崩壊特性を把握するため、広島県大野町の中津岡川流域を中心として、同県口和町の大草地区、江田島町の大須地区、切串地区、一ツ小島地区において荒廃調査を実施した。合わせて、自然放射能探査と電気探査の同時調査による斜面の安定度の評価を試みた。

2. 調査地域および調査方法

中津岡川は、広島県の南西部、佐伯郡大野町にあり、帆柱峠から南東へ流れ瀬戸内海に注ぐ河川で、その全長は4.3km、流域面積は5.2km²であ

Fig.1 Index map of the studied area.

* 広島大学総合科学部教授

** 群馬県庁砂防課

* Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

** Sand Control Section, Gunma Prefectural Government.

る(Fig. 1)。本流域には、1982年8月23日に、前線性の豪雨によって多数の崩壊、土石流が発生している(Fig. 2)。調査地域は、中津岡川第23号堰堤より上流の流域面積4.0km²地域である。本地域には、広島型花崗岩と呼ばれる粗粒花崗岩が分布している。風化状態については、C_H級からマサ化しているものまで見受けられた。表層土の厚さは1m前後である。植生については、全域アカマツ林で造林したてのものから30年生のものまで認めら

れた。

調査方法としては、空中写真から崩壊地をピックアップし、ついで現地調査を行って、崩壊の規模(平均長, 平均幅, 平均深), 傾斜角, 傾斜方向などを明らかにし, 崩壊土量, 堆積土量, 流出土量を推定する方法をとった。合わせて地形解析も行なった。また, 流域全体の各所から適切な崩壊を19箇所選びだし, 崩壊の縦横一本ずつ自然放射能探査を実施した。探査には、日本無線製の自然

Fig. 2 Distribution map of collapse and debris flow, in Nakatsuokagawa basin Ono-cho Hiroshima Prefecture.

放射能測定装置シンチレーションセンサーバイター TCS 121C 型を使用し、3 m おきに自然放射能強度を測定した。測定にあたっては、プローブを測定箇所の地表面に垂直に立て、密着させて測定器のスイッチを入れ、針が落ち着くのを待ってから5秒おきに10回指示針の値を読みとり、その平均値をとってその地点の自然放射能強度とした。

口和町大草地区は、広島県の北部に位置し、閃緑岩と流紋岩の境界部にある (Fig. 1)。ここでは、自然放射能探査と電気探査を25m 方眼の測線を設計して実施した。自然放射能探査は、各測線上を5 m 間隔で中津岡川流域で測定した方法と同様に行なった。電気探査は、横河電機製の T3244型大地比抵抗測定器を用い、方眼状に設けた測線の交点において実施した。電極間隔は50m までとった。

江田島町は、広島市の南、瀬戸内海に浮かぶ島である。ここでは、大須地区、切串地区、一ツ小島地区の3地区において、崩壊調査および自然放射能探査、電気探査を実施した (Fig. 1)。この地域にも広島型花崗岩が分布している。切串地区、一ツ小島地区は、1978年に山火事であった地区である。崩壊調査については、中津岡川流域と同じ要領で行なった。自然放射能探査、電気探査については、50m 方眼に測線を設けて、口和町大草地区と同様に実施した。

3. 調査結果および考察

現地調査の結果、中津岡川流域に発生した崩壊は310、土石流は11であった。崩壊の内容は次のとおりである。崩壊長の平均値は、12.9m で、20m 以下のものが全体の87%である。6~10m が134箇所と最も多く、ついで11~15m が68箇所、1~5m が48箇所、16~20m が28箇所となっている (Fig. 3)。崩壊幅の平均値は、7.6m で、10m 以下が全体の83%である。6~10m が138箇所と最も多く、ついで1~5m が124箇所、11~15m が36箇所、

16~20m が15箇所となっている (Fig. 4)。崩壊深の平均値は、0.8m で、1.0m 以下が全体の88%である。以上の結果から、平均長20m、平均幅10m、平均深1.0m、崩壊土量200m³以下の規模の崩壊が全体の80%以上を占めていることがわかる (Fig. 5)。このことから、今回発生した崩壊のほとんどは、花崗岩地域に特有の表層崩壊であるといえる。また、崩壊による生産土砂量は、約37,000 m³ 土石流による生産土砂量は、約10,000m³ で、これらに荒廃渓流約2.2kmの生産土砂量約50,000m³を加えると、流域全体 ($A=4.0\text{km}^2$) の生産土砂量は、約97,000 m³ となる。したがって、本流域においては、今回の豪雨によって1 km² 当り約24,000m³の土砂が生産されたと推定される。また、今回、調査流域の最下流にある中津岡川第23号堰堤 ($H=9\text{m}$, $L=62\text{m}$, $V=120,000\text{m}^3$) が、満砂したことから考えて、この砂防ダムおよび上流にある7基の砂防ダム、30基の治山ダムがなかったならば、下流の住宅地は、大きな被害を受けていたと考えられる。防災、減災システムの一環として、地盤の劣化が進んでいる地域には、是非とも砂防ダムや治山ダムの整備が必要であるといえる。

崩壊の傾斜角については、平均値が41.3°で、36°~45°が169箇所と最も多く、全体の92%が30°~50°の間で発生している (Fig. 6)。これに対して、本流域の地形図上計測された傾斜角は30.3°で、全体の82%が18°~42°となっており、明らかに崩壊の傾斜角のほうが急になっている (Fig. 7)。これは、30°以下ではすべり落ちようとする力が小さいことが、60°以上では浸食等により崩壊物質（ここでは表層土）が少ないことが原因と考えられる。

崩壊の傾斜方向については、平均値がS12°Wで、流域の平均傾斜方向S31°Eと比べて明らかに異なっている (Fig. 8, 9)。これは、豪雨時の風向がSW~S方向であったため、東側斜面より西側斜面のほうが、降雨の影響を受けやすかったためと考えられる。

Fig. 3 The length of Collapse.

Fig. 4 The width of Collapse.

Fig. 5 The volume of collapse.

Fig. 6 The angle of inclination.

Fig. 7 The angle of inclination (Topographical analysis).

Fig. 8 The direction of inclination of collapse.

Fig. 9 The direction of inclination (Topographical analysis).

Fig. 10 The result of natural radio-activity survey on the hillside failure in Nakatsuohagawa basin.

崩壊地の縦断及び横断方向に沿って行なった自然放射能探査の結果では、次のことが顕著である。自然放射能強度は、崩壊地と地山の境界部において高く、崩壊地内の中央部では、高低のばらつきがあり、下部において低くなっている (Fig. 10)。高放射能部は、空隙が多く、低放射能部は、ち密であると考えられる。したがって、風化花崗岩斜面において発生する崩壊は、斜面内の高放射能部から水が供給され、低放射能部で堰止められ、こ

これらの水が揚圧力として作用することが原因と推定される。

次に広島県口和町大草地区における調査結果は以下のとおりである。自然放射能探査は、合計 282 測点で行なった。自然放射能強度の平均値は、 $0.87 \times 10^{-2} \text{mr/hr}$ であった。電気探査は、30 点で実施し、 $20 \text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ 以下を低見掛比抵抗値とした。本地区は、閃緑岩と流紋岩の境界部にあたる。自然放射能強度は、閃緑岩地域において低く、流紋岩地域において高くなっている (Fig. 11)。閃緑岩地域の中での高放射能部は、昭和58年7月23日に崩壊を起こしたところである。また、電気探査の結果、低見掛比抵抗部となっており、昭和58年7月23日に崩壊を起こしたところとその周辺部である (Fig. 12)。したがって、このような地盤の劣化部を把握する手法の一つとして、自然放射能探査と電気探査の同時調査が有効であり、同じ地質条件のもとでは、相対的に高放射能部かつ低見掛比抵抗部となっている一帯が劣化部であると考えられる。この予測した劣化部はその後の集中豪雨 (S. 58. 7. 23) で崩壊している。

次に、広島県江田島町の3地区においても、同様の調査を行なっているのので、代表例として、一ツ小島地区の調査について説明する。本地区では、878測点において、自然放射能強度を測定した。その平均値は、 $2.25 \times 10^{-2} \text{mr/hr}$ であった。電気探査は、60測点において行ない、 $100 \text{k}\Omega \cdot \text{cm}$ 以下を低見掛比抵抗値とした。本地区では、この調査後に崩壊が発生した。その場所は、相対的に高放射能部かつ低見掛比抵抗部となっているところである (Fig. 13, 14)。そこで、斜面安定度の指標として、同一地質地域において、相対的に自然放射能強度が高く、かつ見掛比抵抗値が低い一帯を不安定斜面とみなすことを提案したい。

4. 結 論

- (1) 地盤の劣化が考えられる広島市西部の中津岡川流域の荒廃調査により、次のことが明らかになった。崩壊

Fig. 11 Distributed diagram of the natural radioactivity values.

Fig. 12 Distributed diagram of the low apparent resistivity values less than $20 \text{k}\Omega \cdot \text{cm}$.

の平均傾斜角は 41.3° で、317 例中その92%あたる 291 例が傾斜角 $30^\circ \sim 50^\circ$ で発生している。崩壊の規模については、長さ20m以下が87%，幅10m以下が83%，深さ1m以下が88%で、崩壊土量 200m^2 以下が86%である。崩壊発生率は、 1km^2 当り約80箇所で、生産土砂量は、 1km^2 当り約 $24,000 \text{m}^3$ である。これらの結果は、広島市を含む周辺地域に分布する風化花崗岩地帯の代表値といつてよい。

- (2) 今回の調査によって、防・減災システムとしての砂防ダムや治山ダムの効果を十分確めることができ、劣化の進んでいる山地流域には、是非とも砂防ダムや治山ダムの整備が必要であることを実証することができた。
- (3) 地盤の劣化部を把握する手法の一つとして、自然放射能探査と電気探査の同時調査を実施し、同一地質条件のもとでは、相対的に高放射能部で、かつ低見掛比抵抗部となっている一帯を、不安定斜面とみなすこと

Fig. 13 The distributed diagram of the apparent resistivity values.

Fig. 14 The distributed diagram of the natural radioactivity values.

を提案したい。この実証例として、広島県口和町大草地区および、江田島町一ツ小島地区において、斜面の安定度の指標と崩壊予知の可能性を提示することができた。

謝辞

この研究の現地調査ならびに資料整理にさいし、広島大学・総合科学部、砂防学専攻生諸君および広島県の関係諸氏の協力を得たことを付記し、心より謝意を表する。

参考文献

- 1) 栃木省二 (1982) : 自然放射能探査・電気探査と排水対策, 地すべり・急傾斜地の調査と対策講座Ⅱ V, 1-60.
- 2) 山口真一・中村三郎・中村二郎・栃木省二 (1978) : 地すべり・山崩れ, 大明堂, 1-214.

(原稿受理日 昭和61年7月31日)