

斜面崩壊の規模と発生数に関するフラクタル

佐々木靖人*1・阿部昌彦*2・平野 勇*3

Fractal of Slope Failure Size-Number Distribution

Yasuhito SASAKI*1, Masahiko ABE*2 and Isamu HIRANO*3

Key words : 斜面崩壊 slope failure, 斜面災害 slope disaster

Abstract

A new method to describe the regional characteristics on slope failure size-number distribution is proposed in terms of its Fractal properties.

The investigation area was 26.5 km (N-S direction) long and 1 km (E-W) wide through Misumi Town in Shimane Prefecture, in which psammitic and pelitic schists of Sangun Metamorphic Rocks are mainly distributed. Slope failures investigated occurred in the morning of the 23th in July 1983 by heavy rainfall concentrated in Misumi and Masuda areas. The relationships of the failure size (maximum width)-number distribution and the amount of rainfall, geographical, geological and botanical properties were investigated.

The results are summarized as follows.

- 1) The failure size (wider than 15 m)-number distribution showed Fractal Distribution.
- 2) Coefficient D (Fractal Dimension, tangent of approximated line on the log-log graph.) is a parameter that indicates the ratio of the number of small/large failures. D in the whole investigated area was about 3.3 and varied with geology and vegetation; D was higher in the psammitic schist area than in the pelitic schist area, and was higher in the area of needle-leaf tree woods than in that of broad-leaf tree woods.
- 3) D and D' (Fractal Dimension of the contour line in the investigated area) had positive correlation, but D was not influenced by the amount of rainfall that caused the investigated failures.
- 4) Coefficient α_0 (number of failures wider than 1 m per 1 km²) is a parameter that indicates the slope in stability and was influenced by rainfall, geology, and vegetation.
- 5) The Fractal properties on slope failure size-number distribution could be used for the prevention of slope disasters, estimation of erosion volume, explanation of variety of failure type.

(Masuda : 益田, Misumi Town : 三隅町, Sangun Metamorphic Rocks : 三郡変成岩)

*1 建設省土木研究所 (Public Works Research Institute, Ministry of Construction)

*2 建設省中部地方建設局 (Tsu-bu Region Construction Bureau, Ministry of Construction)

*3 建設省中国地方建設局 (Tsu-goku Region Construction Bureau, Ministry of Construction)

1. はじめに

斜面崩壊には地域特性が存在し、例えば崩壊の規模や発生数は、豪雨や地震等の誘因が同一規模であっても地域によって異なる。防災という観点からは、崩壊箇所の予測とともに規模や発生数の予測も重要である。しかし

鹿児島県北西部地震における森林の崩壊防止効果

佐々木靖人*

要旨

1997年鹿児島県北西部地震における森林の崩壊防止効果を、幼樹林と周囲の成樹林の崩壊分布の比較で試算した。数年前に植樹された震源付近の幼樹林において多くの斜面崩壊が発生した。一方、周囲の成樹林では崩壊密度は相対的に低かった。これは根系の発達の違いによるものと考えられる。著者は幼樹林に沿った測線上において斜面傾斜、表土深、土質を調査し、崩壊が発生した斜面では非崩壊の斜面に比べ表土が相対的に厚かったことを明らかにした。安定な最大表土深は、斜面勾配46度の幼樹林で115cm、成樹林では140cmと見積もった。各サイトでの土の粘着力の差、すなわち根系の効果は水平震度0.5、斜面勾配46度、土の内部摩擦角30度の場合で、2.65kPaである。この値は過去の研究において実験的に得られたいくつかのデータと類似し、水平震度で0.15に相当する。根系は降雨時と同様に地震時においても表土が崩壊するのをある程度防ぐことができると結論される。

Key words: 斜面崩壊 slope failure, 地震 earthquake, 植生 vegetation, 根系 roots of tree

1. はじめに

平成9年3月26日、鹿児島県北西部を震源とするマグニチュード(以降 M)6.5の地震が発生した。その後多くの余震が発生し、また5月13日には、5km南方で M 6.3の地震が発生した。この一連の地震は、7月26日にも M 4.3の余震が発生するなど長期化した。

この一連の地震による被害は多岐にわたるが、とりわけ特徴的なのは、余震を含めて震度5以上の地震ごとに斜面崩壊や落石による多くの被害が生じたことである。兵庫県南部地震でも崩壊は発生したが、今回の地震は震央が山岳地であったために崩壊数が多く、また余震ごとに相当数の崩壊が生じているのが特徴である。

筆者は、今回の地震の震源域周辺において、森林の有無により崩壊密度に明瞭な差がある地域に着目した。森林、とりわけ根系の崩壊防止効果についてはいくつかの研究があるが、いずれも降雨時を想定した静的で小規模な実験によるものであり、地震時の効果に関する定量的な研究は見あたらない。そこで地震時の森林の崩壊防止効果を実際の被害状況から算出することを試みた。本研究では、まず広域的に地震動や地質と空中写真による崩壊分布の関係を俯瞰し、次いで震源域付近を縦断するルートを踏査して斜面

崩壊の特徴を整理した。これにより広域的にみた調査地の位置づけを把握したうえで、踏査ルートの中で明らかに樹木の影響により崩壊密度が異なると判断できる地域で斜面勾配や表土厚、土質などの測線調査を行い、森林が崩壊発生に及ぼす影響を試算した。

2. 地震の経過

地震は鹿児島県北西部の薩摩地方で平成9年3月26日17時31分に発生した。震央は北緯32.0度、東経130.3付近で、阿久根市、出水市、宮之城町等にまたがる紫尾山周辺である。震源の深さは約12km、 M 6.5であった。震度は川内市、阿久根市、宮之城町で震度5強(気象庁)、鶴田町で震度6強(鹿児島県の震度情報ネットワーク)を記録した。その後も余震が頻繁に発生し、気象庁発表による震度4以上の地震は、本震発生当日だけでも17時39分に M 5.3、18時05分に M 4.7、22時24分に M 4.5のものがあつた。その後も余震は続き、4月3日4時33分に M 5.5、4日2時33分に M 4.7、5日13時24分に M 4.9、9日23時20分に M 4.9等となっている。余震の震央は本震と同じ北緯32.0度、東経130.3付近かあるいは北緯32.0度、東経130.4付近であり、東西約15kmに分散し、震源の深さは5~12km付近に集中する。図-1は3月26日の本震の最大加速度の分布(科学技術庁防災科学技術研究所の強震観測網データ(K-NET)による)である。同図によると震央および余震域では最大500gal以上の最大加速度があつたこ

* 建設省土木研究所((現)独立行政法人土木研究所) Public Works Research Institute, Ministry of Construction(会員)

応用地生態学

—生態学と応用地質学のコラボレーション—

佐々木靖人*

要 旨

生態系保全と持続的土地利用を目的とする新しい学問体系として、応用地生態学を提唱する。

現在、生態系保全を目的とする工学として、生態工学、緑化学などの分野がある。これらは、生態学や植物学等の理学と工学、とくに土木工学の融合による学問である。ところで、理学分野で地生態学(景観生態学)という分野があることは、これまであまり知られていなかった。地生態学は地理学の一分野として発達した学問で、地形や地質の条件と生態系の関係を研究する学問である。この地生態学、あるいは景観生態学が、近年、土木工学の分野で注目・活用されつつある。しかし地生態学を工学に応用する学問(応用地生態学)の体系化は応用地質学者が先導を切っていくべきである。

地盤環境とその変化を把握することは応用地質学の得意分野であり、かつ役割である。環境保全においては、生態学だけでなく、地形学や地理学・土壌学・水文学・土木工学なども含めた総合的な協力が必要であるが、応用地質学は元来これら全ての分野と密接に関連しており、マネジメントを行いやすい位置にある。今後、応用地質学は、生態系保全や持続的土地利用を目的とした地盤環境の調査・解析・評価・対策のあり方を真摯に考え、他分野と協同して新しい技術体系を確立しなければ、環境分野で取り残された存在になる。

Key words : 生態学 ecology, 地生態学 geocology, 応用地生態学 applied geocology, 景観生態学 landscape ecology

1. はじめに

平成11年6月より環境影響評価法が運用され、道路などの一定規模以上の事業において貴重な生態系などの自然環境に対して環境影響が予測される際には、事業者は環境保全措置(影響の回避・縮小・代償等の措置)の検討を義務づけられた。しかし、環境保全措置そのものの具体的手法は確立されたとはいえない状況にある。

生態系は、地形・地質・地表水・地下水・気象等が相互に作用する多様な環境ユニットの上に成立する。とくに生育基盤である地形地質環境は重要であり、貴重種を含め多くの植生は地形地質環境に強く依存する。このような関連性を研究する学問は地生態学ないし景観生態学と呼ばれ¹⁾、国内でも小泉²⁾、横山³⁾などにより研究や普及が進み、環境保全への応用も試みられている⁴⁾。土地利用に際して地生態学的な視点を援用して地形地質環境と生態系との関連性を事前に把握できれば、保全すべき範囲や適切な環境保全措置を合理的に決定できる可能性がある。しかし一般に、

環境アセスメントなどの実務においては、地形や地質は重視されていない。それは、地生態学自体の未発達さと、地生態学的な知見を利用する具体的方法論がないことの両面に起因する。

そこでここでは、これまでの地生態学の流れや、地形地質と生態系の関連性についてレビューするとともに、「静的な地形地質場のみならず動的な地形地質プロセスまでを考慮して持続可能な土地利用および環境保全を可能とするための具体的な方法論」を「応用地生態学」と定義し、その基本概念、検討課題、現在の取り組みなどについて述べる。

2. 地生態学の概要と応用地生態学の位置づけ

ここでは簡単に地生態学の概要を時代を追ってレビューし、応用地生態学の位置づけを明らかにする。なお、詳細については、横山^{3),5)}などを参照されたい。

2.1 景観生態学の発生

景観生態学および地生態学の創始者はドイツの地理学者 Carl TROLL である^{3),5)}。彼は1938年に「空中写真と大地の生態学的研究」を発表し、景観の生態的関係を熟知していれば空中写真で見られる植生や地形から、土壌や地下

* 独立行政法人土木研究所 Public Works Research Institute
 (会員) E-mail: ya-sasa@pwri.go.jp



ELSEVIER

Engineering Geology 56 (2000) 163–183

ENGINEERING
GEOLOGY

www.elsevier.nl/locate/enggeo

3

Soil creep process and its role in debris slide generation — field measurements on the north side of Tsukuba Mountain in Japan

Y. Sasaki ^{a,*}, A. Fujii ^b, K. Asai ^c

^a *Geology Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, 1 Asahi, Tsukuba 305-0804, Japan*

^b *Sarutani-Dam Administration Office, 3055 Nohara, Gojyo, Nara 637-0034, Japan*

^c *Geographical Survey Institute, 1 Kitago, Tsukuba 305-0811, Japan*

Received 4 January 1999; accepted for publication 26 July 1999

Abstract

We measured the ground inclination movement, moisture content, and amount of rainfall on a valley-head slope and a side slope along the valley on the northern side of Tsukuba Mountain, and elucidated the process and role of soil creep in debris slide generation. Soil creep usually occurs during and after rain. The amount of creep caused by one rainfall has a positive correlation with the amount of rain and increase in soil moisture. For the valley-head slope, soil creeps down and accumulates at the bottom bottleneck part of the head hollow, in which soil is compressed and forms a wavy landform. The lower end of the head hollow gradually becomes steeper and unstable. Side slopes along a valley-head slope show differences in topsoil thickness and creep speed between sections near and below a knick line. The amount of soil creep per year is larger in a section near a knick point than that below it. Soil gradually concentrates directly below the knick point, and the slope becomes steeper and unstable. The total amount of soil movement in 1 year was several millimeters for both the valley-head and side slopes. This means several liters/year of soil squeeze out for every slope section of 1 m in width. This value is similar to the general speed of erosion caused by debris slide (mainly topsoil failure, or shallow landslide) in Japan. Furthermore, neither surface erosion nor internal erosion has been observed in this site. Soil creep seems to carry most of the debris to places where debris slides will occur in this site. Soil creep prepares future debris slides and dominates the cycle of debris slide as well. © 2000 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Debris slide; Landslide; Mass movement; Slope failure; Soil creep

1. Introduction

This study investigates the process of soil creep by monitoring slope movements in Japan. The objectives are to elucidate the formation process of unstable slopes and to understand the detailed characteristics of sites prone to debris slide (or

topsoil failure, i.e. a shallow landslide in which the debris is mainly composed of topsoil).

Most of the land in Japan is mountainous. Geologically, the Japanese Islands belong to a mobile belt with many faults, cracks, and volcanoes. Earthquakes are very frequently generated. Climatically, Japan belongs to a monsoon region and receives a lot of rainfall during the Bai-u (rainy season in Japanese) and typhoon seasons. These rains and earthquakes frequently cause mass

* Corresponding author.

E-mail address: ya-sasa@pwri.go.jp (Y. Sasaki)