

## 西丹沢山地における崩壊地発生場の地形特性 —玄倉川流域を対象として—

松崎紀雅・蛭間敦子・大河和夏・石垣逸朗・阿部和時（日大生物資源）  
鈴木雅一（東大農）・内山佳美（神奈川自然保護センター）

**Abstract :** The Tanzawa mountains is the place where the landslides occurred by the Great Kanto Earthquake of 1923, and subsequent heavy rainfalls, etc. Many landslides remain still now, and the appearance of the new landslides is seen. The study area is Kurokura basin (4700ha) in the western Tanzawa mountains. The study of the characteristic of the landslides in the past in the Western Tanzawa mountains is the analysis for a small watershed. However there are few examples of analysis for the whole watershed. The purpose of this study is to clarify the process that landslides recover by analysis about the relation of the geographical feature and landslides. It is analyzed by four landslides ground data in the period in 1967-1999 using the interpretation of landslides by GIS and stereo viewing. It is seen that the landslides in Kurokura basin increase area and the number of landslides by heavy meteorological phenomenon, such as an earthquake and a typhoon. If after that comparatively big influence was not seen, many landslides recovered vegetation for a short period. Geographical feature (slope angle, slope direction and altitude) were greatly involving as a factor of occurrence of new landslides.

**Keyword :** Tanzawa mountains landslides Geographical feature

**要約：**丹沢山地は関東地震発生直後や降雨等により随所に崩壊地が見られた地域であり、現在多くの崩壊地が残存し、また新たな崩壊地の出現が見られる。調査流域とし、丹沢山地西部の玄倉川流域（約4700ha）を取り上げた。西丹沢山地における過去の崩壊地の崩壊特性に関する研究は小流域内を対象とした解析はなされているが、流域全体を対象とした解析例は少ない。本研究では、流域内の崩壊地がどのように推移してきたか、その地形特性と崩壊との関係について解析を行った。GISや立体視による崩壊地判読を用いて1967年～1999年の期間を4年代の崩壊地データに分け解析した。当流域の崩壊地は、地震や台風により、面積・個数共に増加する傾向が見られるが、その後比較的大きな影響が見られなければ、多くの崩壊地は短期間で植生回復していた。また、新規崩壊地の発生原因として、傾斜角や方位、標高といった地形特徴が大きく関与していた。

**キーワード：**丹沢山地 崩壊地 地形特徴

### I はじめに

神奈川県北西部に位置する丹沢山地は1923年の関東地震、及びその直後の台風に伴う降雨や地震によって随所に斜面崩壊が生じ土砂災害が多発した場所である(1)。丹沢山地は都心から至近の距離にありながら、急峻な山岳と深い渓谷で特徴のある地形を呈している。また、崩壊発生場はその稜線付近に多く見られ、その多くは消滅したが、ある特定の発生場では現在でも崩壊地が残存している。これまで崩壊特性に関する研究は小流域を対象に行われているが、流域面積約4700haの大流域で長期間にわたり解析した例は少ない(1)。降雨や地震を誘因とする斜面崩壊は、傾斜、標高、方位、地質などが大き

く影響を及ぼしていると考えられる。また、崩壊地が長期にわたり残存し続ける要因解明には、崩壊場の動態を時系列的に見る必要がある。

本研究は西丹沢山地に位置する玄倉川流域を取り上げ、1967年～1999年までの発生場の特徴、形状変化を解析し、地形特性との関係を明らかにすることを目的とした。

### II 解析対象地と解析方法

#### 1. 解析方法と計測項目

崩壊地の長期変動の解析には航空写真と治山基本図を用いた。使用した航空写真的年代は1967年・1977年・

Norimasa MATSUZAKI, Nobuko HIRUMA, Waka OHKAWA, Ituro ISHIGAKI, Kazutoki ABE, (Coll. of Bioresource Sci. Nihon Univ. Kanagawa 252-8510) Masakazu SUZUKI, (Grad. Sch. of And Life Sci., Tokyo Univ.) Yoshimi UTIYAMA, (Kanagawa Pref. Nat. Env. Cons. Center)

Geographical feature of the landslide, the Western Tanzawa.

1988年・1999年の4年代ですべてモノクロ密着写真である。航空写真の立体視により崩壊地を判読し、縮尺1/5000の治山基本図(10m毎)から等高線を読み取り、データをディジタイザで入力し、Arc View3.2を用いて解析を行った。計測項目は、崩壊地面積・崩壊方位・崩壊斜面傾斜・崩壊地標高、地形変化(拡大縮小)、地質分布の5項目とした。

## 2. 解析対象地

図-1に示す解析対象地の玄倉川流域は総面積約4700haで西丹沢山地の東側に位置している。当流域は丹沢山地の主峰をなす蛭ヶ岳(1673m)、丹沢山(1567m)の南または西斜面に位置し、上流域の檜洞丸の西側、丹沢山一蛭ヶ岳にかけての主稜線の南斜面は斜面崩壊の分布密度が大きく、昭和47年(1972年)7月の豪雨災害でも下流域の小毛坊沢で土砂災害が発生した(2)。標高300~1600mの間に位置し、流域内の標高600~1100mの間を占める面積割合が全体の約55%である。傾斜角35~50°を有する面積の割合が約60%を占め、非常に急峻な地形である。また、方位として、東西南北以外に平坦地が出現しているが、これは傾斜角の緩い傾斜がほとんどない八方位の区別がつけられない場所を示す。該当箇所として、河川付近や山頂付近、尾根部に見られる丹沢特有の緩傾斜部分があげられる。地質は新第三紀の火山岩と火山碎屑岩から構成されており、塔ヶ岳層群とトーナライト、石英閃綠岩などがある(3)。ト-



図-1 解析対象地：玄倉川流域位置図

ナライトは風化に弱く、尾根部ではマサ状を呈し、山頂付近が丸みをおびている(2)。

## III 結果および考察

### 1. 崩壊地の推移

36年間の流域内の崩壊地の推移を表-1に示す。1977年を見ると、最小崩壊地面積以外の統計量が各年代を通じ最大値を示し、1977年以降で最小崩壊地面積以外の値が減少している。この原因として、1972年(昭和47年)の集中豪雨の影響が考えられ、1977年以降には大きな物理的気象事象が少なかったことから減少の傾向が見られたものと考えられる(4)。また、最小崩壊地面積は、他の統計量と異なり、時代の推移と共に増加している事が確認できる。このことは、各年代の最小崩壊地が全て発生箇所の異なる崩壊地であることに起因しており、1967年に示された最小崩壊地は1977年で植生回復され、1977年以降の最小崩壊地も同様の傾向が見られた。

表-1 各年代毎の崩壊地の推移

	1967年	1977年	1988年	1999年
崩壊面積(ha)	75.418	104.041	67.754	32.921
崩壊個数(個)	630	678	538	333
崩壊面積率(%)	1.597	2.202	1.434	0.697
平均崩壊面積(ha)	0.120	0.153	0.126	0.099
最大崩壊面積(ha)	3.898	5.141	1.579	0.878
最小崩壊面積(ha)	0.003	0.003	0.008	0.009
流域面積(ha)			4723.872	

### 2. 崩壊地の形状変化の推移

表-2に崩壊地の形状変化を、新規崩壊地、増大型崩壊地、減少型崩壊地、植生回復地の4種類に分類し1967~1977年、1977~1988年、1988~1999年の3期間の崩壊地個数の推移を示す。また、表中の増大型崩壊地を、拡大型(対象崩壊地が前年度より面積が拡大したもの)と、結合型(前年度確認された崩壊地が複数結合し一つの崩壊地になったもの)とし、減少型崩壊地を縮小型(前年度より面積が縮小したもの)と、分離型(崩壊地が分離して複数個の崩壊地になったもの)とした。

新規崩壊地を見ると、1967~1977年に新規崩壊地個数392個と3期間中で最大値を示し、増大型崩壊地の拡大型が151個と多く出現している。これは、1972年(昭和47年)の集中豪雨が非常に大きく影響したものと考えら

表-2 崩壊地の形状変化の推移

	崩壊数	増大型崩壊地			減少型崩壊地			植生回復地	増減数
		新規崩壊地	拡大型	結合型	縮小型	分離型	植生回復地		
1967年	630								
1977年	678	392	151	14	111	10	344	48	
1988年	538	252	74	17	149	46	392	-140	
1999年	333	75	38	7	173	40	280	-205	

れる。増減数をみると、1988～1999年で205個の崩壊地の消滅が見られた。この要因として、1977～1988年で減少型崩壊地の縮小型が149個、分離型46個と多くなっており、流域全体の崩壊地が小型化し、1988～1999年の期間でその様な崩壊地の大部分が植生回復したため、増減数が高い値を示したものと考えられる。植生回復地をみると、3期間共に植生回復地個数が1967～1977年（344個）、1977～1988年（392個）、1988～1999年（280個）と崩壊地回復が多く見られる。この要因とし、各期間の縮小型個数が3期間共に100個以上と多いことから、植生の自然侵入や治山事業による土壤保全によって順調に回復したものと考えられる。すなわち、3期間の全体的傾向として、1972年（昭和47年）の集中豪雨のような大きな現象が発生した場合、降雨が地表面を削り残存していた崩壊地が侵食され、拡大、結合を引き起こすとともに、不安定な地盤に対しては新規崩壊を発生したものと推測される。

### 3. 傾斜角・方位・標高・地質毎に見た新規崩壊地の発生密度割合

図-2、3、4、5に、新規崩壊地での、傾斜角・方位・標高・地質別の発生密度割合を示す。これらの図は、新規崩壊地の各期間毎の崩壊発生密度の割合を表しており、各期間の期末に確認された各項目毎の崩壊地密度に対する対象期間内に発生した各項目の崩壊地密度の割合を示す。例えば、崩壊発生割合が100%とは、残存崩壊地がなく全て新規崩壊地で、0%とは新規崩壊地が全くないことを表している。

図-2は、傾斜角を5°毎の階級に分けた新規崩壊地の発生密度割合を示す。1967～1977年をみるとほぼ全ての傾斜角で発生割合が50%以上と多く、1972年（昭和47年）の集中豪雨が関係し、各傾斜で新規崩壊が発生したものと考えられる。また、1977～1988年、1988～1999年の2期間での各傾斜角の新規崩壊地発生割合は一定の傾向が見られず不規則な傾向を示した。図-2より、傾斜角21～25°と31～35°および51～55°の各傾斜角で新規の崩壊地発生割合が時代推移と共に大きく減少している。また傾斜角11～15°と26～30°および56～60°で1988～1999年で発生割合が高い値を示した。これは、新規崩壊が起こり易いことを示していると思われる。

図-3に、斜面方位別に見た新規崩壊地の発生密度割合を示す。1967～1977年では、北東、東、方位で発生割合が70%以上で、他の方位も50%の新規崩壊地の発生率を示した。この傾向は、1977～1988年にもみられる。1988～1999年では、南西、西の方位に高い値がみられ、他の方位では大きく減少していることから、南西、西方位で新規崩壊が発生し易いものと考えられる。

図-4に標高別の新規崩壊地の発生密度割合を示す。この図より3期間共に、高標高（標高1000m以上）より

も、低中標高（標高400～900m）で新規崩壊が多く発生していることがわかる。

図-5に地質別の新規崩壊地の発生割合を示す。玄倉川流域内の主な地質分布として、トーナライト地質が流域面積の6割を占め、寄沢層、寄沢層ホルンフェルス、寄沢層結晶片岩がその他の主な地質を占めている。図-5よりトーナライト、寄沢層ホルンフェルス、寄沢層、勘七火山角礫岩は3期間共に高い値を示し、新規の崩壊が発生しやすいと考えられる。特に寄沢層結晶片岩は、3期間共に新規崩壊地の発生割合が高く1988～1999年で60%と新規崩壊しやすい傾向がみられた。一方、熊木火山角礫岩や四十八瀬川層、四十八瀬川層結晶片岩は、1988～1999年で新規発生割合0%で新規崩壊地が発生していない事から、新規崩壊しにくいと推測される。

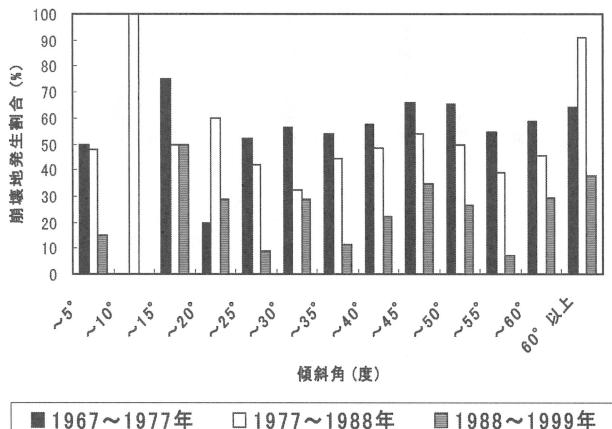


図-2 傾斜角別に見た新規崩壊地の発生割合

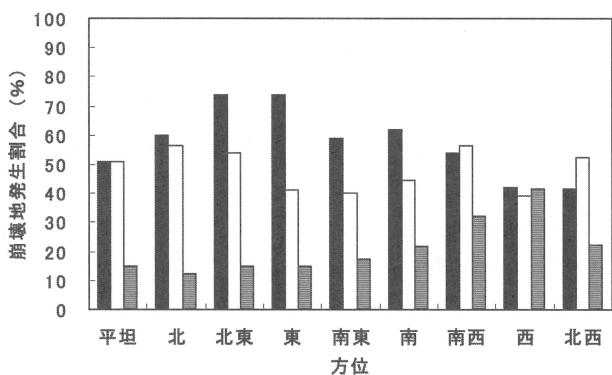


図-3 斜面方位別に見た新規崩壊地の発生割合

### V まとめ

西丹沢山地玄倉川流域における崩壊地と地形特性との関係について、1967年～1999年までの32年間の崩壊地の時代推移を解析し以下の結果を得た。

1) 1972年（昭和47年）の集中豪雨の影響が大きなものであり、1977年で多数の新規崩壊地の出現が見られ、残存

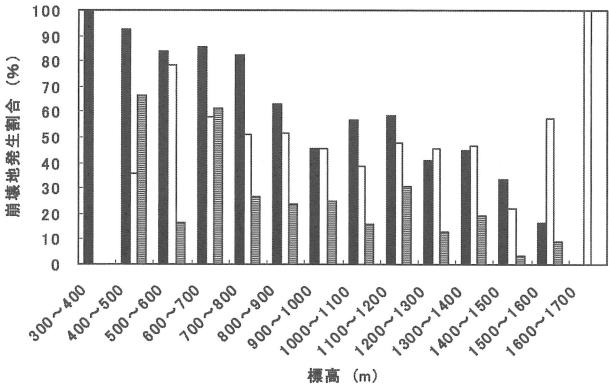


図-4 標高別に見た新規崩壊地の発生割合

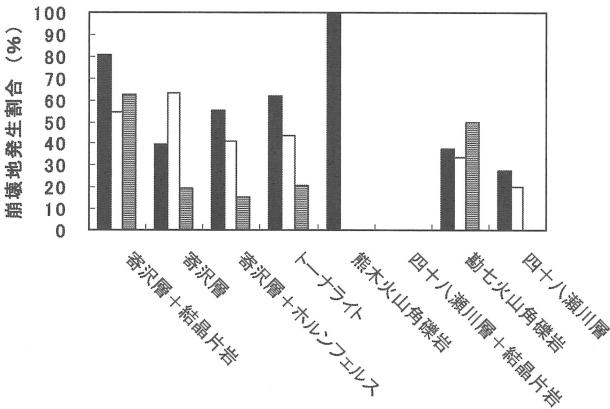


図-5 地質別に見た新規崩壊地の発生割合

していた崩壊地の多くを拡大・結合させ、崩壊地一つあたりの崩壊地面積を増加させた。

2) 1972年(昭和47年)集中豪雨以降、比較的大きいな物理的気象事象が少ないとから、年々崩壊地面積、個数は時代の推移と共に減少し、多くの崩壊地が植生回復された。すなわち、集中豪雨などの気象影響が見られなければ、崩壊地は縮小・結合の過程により短期間で崩壊地は植生回復が行われるものと考えられる。

3) 新規崩壊地の発生割合と地形特徴の関係について、発生割合が高い傾向を示す場所を「新規崩壊しやすい」、発生割合が時代推移と共に低下している場所を「新規崩壊しにくい」と分類し、まとめた結果を表-3に示す。

以上のことから、玄倉川流域における崩壊地の時系列的解析の結果として、時代の推移と共に崩壊地の面積・個数の減少や新規崩壊地の発生割合が減少している要因とし、丹沢山地では1923年の関東大地震やその後の降雨(昭和47年災など)により随所に崩壊地が見られた。また、昭和20年代を前後として、社会情勢の激変により森林の荒廃が生じた。その後1960年代に、荒廃した山地の復旧と木材生産のため大規模な拡大造林が行われ、当時でもスギ・ヒノキ等の植栽が行われ、約40年経過した現

表-3 新規崩壊地の発生割合と地形特徴の関係

	傾斜角	方位	標高	地質
崩壊しやすい	10~15° 55~60°	南東西	400~900m	・奇沢層結晶片岩 ・奇沢層 ・奇沢層ホルンフェルス ・トーナライト ・勘七火山角礫岩
崩壊しにくい	20~25° 30~35° 55~60°	その他の方位 1000m以上		その他の地質

在植樹された樹木がその成長期に達していると考えられる。このことから推察して、調査期間である32年間に見られる崩壊地の減少は、成長期にある樹木の根系による崩壊抑止効果があらわれたものと推測される。

最後に、本研究は神奈川県が実施している丹沢大山総合調査の一部として行われたものであることを記すとともに、関係者各位から賜った多大なるご支持、ご協力に対し深甚なる謝意を表する次第である。

### 引用文献

- (1) 地震砂防研究会 (2000) 地震砂防, 古今書院, pp190.
- (2) 神奈川県 (1997) 丹沢大山自然環境総合調査報告書, p12, p14, p26, p64, p65, p67, pp635.
- (3) 神奈川県 (1997) 丹沢大山自然環境総合調査報告書付属, 丹沢・大山地域新第三系地質図.
- (4) 神奈川県土木部河港 (1987) 神奈川県水害誌 1-393.