

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 30 日現在

機関番号：32704

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25882037

研究課題名(和文) 湿潤変動帯における台風頻度が斜面崩壊の規模 - 頻度と土砂生産に与える影響の評価

研究課題名(英文) Effect of typhoon frequency on landslide magnitude-frequency and sediment yield in temperate-humid and tectonically active region

研究代表者

齋藤 仁 (Saito, Hitoshi)

関東学院大学・経済学部・講師

研究者番号：00709628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、2001～2011年に降雨に起因して発生した4,744件の斜面崩壊を対象とし、斜面崩壊の規模 - 頻度と雨量との関係、および台風の影響を解析した。その結果、累積雨量～250 mm、最大時間雨量～35 mm/h、平均雨量強度～4 mm/h を超えると、規模の大きな斜面崩壊の頻度が高くなり、台風の寄与率は最大で約40%であった。また、現在の気候下において斜面崩壊の頻度とそれによる総侵食量を最大にする降雨イベントが存在し、それらの再現期間は約40年以下であることが示唆された (Saito et al., 2014, Geology)。

研究成果の概要(英文)：A catalogue of 4,744 recent landslides associated with rainfall events throughout Japan indicates that large landslides dominated the volumetric budget when total rainfall, maximum rainfall intensity, and mean rainfall intensity exceeded ~250 mm, ~35 mm/h, and ~4 mm/h, respectively. However, neither the most frequent nor the most extreme rainfall parameters triggered the highest landslide volumes consistently. Instead, the maximum of volumetric landslide production may largely be tied to comparatively rare typhoons. Only rainfall totals appear to be a suitable predictor of landslide volumes mobilized during typhoons and frontal storms. Our results pinpoint rainfall thresholds that triggered the highest frequency and the highest total volume of landslides in Japan with average return periods of <40 yr (Saito et al., 2014, Geology).

研究分野：自然地理学

キーワード：湿潤変動帯 斜面崩壊 規模 - 頻度 土砂災害 台風 地理情報システム (GIS) 降雨量 侵食量

### 1. 研究開始当初の背景

斜面崩壊は世界各地で毎年多くの被害を出しており、また山地における主要な土砂生産プロセスの一つである。これまで斜面崩壊の予測や危険度評価を行うために、斜面が不安定化するメカニズムの解析、誘因となる降雨イベントや地震などの解析が行われてきた (Keffer and Larsen, 2007)。その中でも、特に降雨による斜面崩壊は毎年世界各地で頻繁に発生しており (Petley, 2012)、斜面崩壊を発生させる雨量の閾値を分析する研究が多数行われてきた (Guzzetti et al., 2008)。

しかしながら、雨の強さと斜面崩壊の規模 - 頻度との関係を分析した研究は、現在までのところ多くない。特に台風 (熱帯低気圧) は大雨を引き起こす要因であるが、それが斜面崩壊の発生と土砂生産量に与える影響については、台湾やニュージーランドにおいて、いくつか研究が行われているのみである (e.g., Page et al., 1994; Chen et al., 2013)。

日本列島は湿潤変動帯に位置し、毎年降雨による多数の斜面崩壊が発生している。また中緯度に位置する日本列島では、大雨の要因として台風だけでなく、温帯低気圧も重要である。地球温暖化により日本列島周辺では大雨の頻度が増加することが指摘されており (IPCC, 2013)、現在の気候下における斜面崩壊の規模 - 頻度と雨量との関係を分析することは今後の土砂災害対策のためにも重要である。

### 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえて本研究では、日本列島全域を対象として、降雨量と斜面崩壊の規模 - 頻度との関係、および土砂生産量との関係を明らかにすることを目的とする。その際には、台風による斜面崩壊の割合についても明らかにする。

### 3. 研究の方法

2001年から2011年に日本列島で降雨により発生した斜面崩壊事例を収集した。得られたデータの精度を検証し、4,744件の斜面崩壊を対象とした。これらの斜面崩壊のうち、約96%が暖候期 (4月~10月) に発生していた。また日本列島における斜面崩壊の発生密度は、本州・四国・九州の太平洋岸で大きく、年間降水量との対応が見られた。

各事例について、解析雨量 (気象庁) を用いて、一連の降雨の開始から斜面崩壊が発生するまでの、累積雨量 (mm)、降雨継続時間 (h)、平均雨量強度 (mm/h)、最大時間雨量 (mm/h) を計算した。ここでの一連の降雨とは、24時間の無降水継続時間で区切られる降雨イベントである。また台風による降雨の割合を計算した。さらに AMeDAS データを用いて、確率降水量を推定した。

得られたデータから、斜面崩壊の規模 - 頻

度と雨量との関係、および台風の影響を分析した。その際には、斜面崩壊の種類別、規模別、地質別に解析した。

### 4. 研究成果

雨量が増加すると斜面崩壊の頻度と総崩壊土量がべき乗則で増加するが、ピークが存在し、その後はべき乗則で減少することが、明らかになった。また、斜面崩壊の頻度の増加と、総崩壊土量の増加との関係は非線形であり、両者は一致しないことが示された。斜面崩壊の頻度が最大となる降雨イベントは、累積雨量: 158.7 mm、降雨継続時間 38.9 h、平均雨量強度: 1.8 mm、最大雨量強度 29.6 mm/h であった。これらの雨量の再現期間は、それぞれ 1-23 年、1 年、1 年、1-42 年であった。また総崩壊土量が最大となる降雨イベントは、累積雨量: 1,066.9 mm、降雨継続時間 103.7 h、平均雨量強度: 10.5 mm、最大雨量強度 29.2 mm/h であった。これらの雨量の再現期間は、それぞれ 43 年以上、1-4 年、2-19 年、1-38 年であった。

また、累積雨量 ~ 250 mm、最大時間雨量 ~ 35 mm/h、平均雨量強度 ~ 4 mm/h を超えると、規模の大きな斜面崩壊の頻度が高くなり、台風の寄与率は最大で約 40% であった。斜面崩壊の種類別、地質別に分析すると、それぞれ違いはあるものの、上記と同様の傾向が得られた。

これらの結果は、現在の気候下において斜面崩壊の頻度とそれによる総侵食量を最大にする降雨イベントが存在し、それらの再現期間は約 40 年以下であることを示唆している (Saito et al., 2014)。

### <引用文献>

- Chen, Y.C., Chang, K.T., Chiu, Y.J., Lau, S.M., and Lee, H.Y., 2013, Quantifying rainfall controls on catchment-scale landslide erosion in Taiwan: Earth Surface Processes and Landforms, v. 38, p. 372-382, doi:10.1002/esp.3284.
- Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., and Stark, C.P., 2008, The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows: An update: Landslides, v. 5, p. 3-17, doi:10.1007/s10346-007-0112-1
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2013, Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1552 p.
- Keffer, D.K., and Larsen, M.C., 2007, Assessing landslide hazards: Science, v. 316, p. 1136-1138, doi:10.1126/science.1143308.
- Page, M.J., Trustrum, N.A., and Dymond,

- J.R., 1994, Sediment budget to assess the geomorphic effect of a cyclonic storm, New Zealand: Geomorphology, v. 9, p. 169-188, doi: 10.1016 /0169-555X (94) 90061-2.
- Petley, D., 2012, Global patterns of loss of life from landslides: Geology, v. 40, p. 927-930, doi:10.1130 /G33217.1.
- Saito, H., Korup, O., Uchida, T., Hayashi, S., and Oguchi, T., 2014. Rainfall conditions, typhoon frequency, and contemporary landslide erosion in Japan. Geology 42, 999-1002, doi:10.1130/G35680.1

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

- Saito, H., Korup, O., Uchida, T., Hayashi, S., and Oguchi, T., 2014. Rainfall conditions, typhoon frequency, and contemporary landslide erosion in Japan. Geology 42, 999-1002 ([doi:10.1130/G35680.1](https://doi.org/10.1130/G35680.1)). 査読有
- Korup, O., Hayakawa, Y. S., Codilean, A., Matsushi, Y., Saito, H., Oguchi, T., and Matsuzaki, H., 2014. Japan's Sediment Flux to the Pacific Ocean Revisited. Earth-Science Reviews 135, 1-16, ([doi:10.1016/j.earsci.rev.2014.03.004](https://doi.org/10.1016/j.earsci.rev.2014.03.004)). 査読有
- 松四雄騎, 齋藤 仁, 福岡 浩, 古谷 元 2013. 平成 24 年 7 月九州北部豪雨による阿蘇山カルデラ壁および中央火口丘での斜面崩壊. 京都大学防災研究所年報 56B, 237-241. 査読有

[学会発表](計 14 件)

- 齋藤 仁 2015. 地すべりの広域的解析における地理情報システム (GIS) の応用. 日本地理学会 2015 年春季学術大会発表要旨集 87: 25, 3月29日, 東京.
- 齋藤 仁, 内山庄一郎, 小花和宏之, 早川裕式, 泉 岳樹, 山本遼介, 松山 洋 2015. UAV と SfM 多視点写真測量を用いた高精細データの取得と地形解析への応用 - 阿蘇山周辺の表層崩壊を対象として - . 日本地理学会 2015 年春季学術大会発表要旨集 87: 274, 3月29日, 東京.
- 齋藤 仁, 小花和宏之, ヨサファット・テトオコ・スリ・スマンティヨ, 内山庄一郎, 早川裕式, 泉 岳樹, 山本遼介, 松山 洋 2015. UAV と SfM-MVS を用いた斜面崩壊の発生と地形変化に関する解析 - 阿蘇山を

対象として - . 千葉大学 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 2月20日, 千葉.

齋藤 仁, 内山庄一郎, 小花和宏之, 早川裕式, 泉 岳樹, 山本遼介, 松山 洋 2015. 表層崩壊地における低空空撮画像の取得と地形解析への応用 - 阿蘇山周辺を対象として - . 第6回 GIS-Landslide 研究集会 & 第2回高解像度地形情報シンポジウム講演要旨集 M-5, 1月16日, 東京.

Saito, H., Murakami, W., Daimaru, H., and Oguchi, T., 2015. Rainfall Intensity-Duration Thresholds and Recurrence Intervals for Landslide Occurrences in Granitic Mountains, Japan, Tokyo Conference on International Study for Disaster Risk Reduction and Resilience, No.06. 14, January, 2015, Tokyo, Japan.

Saito, H., 2014. Landslide hazard assessment using Normalized Soil Water Index. The Symposium on Innovative Technology for Monitoring and Warning of Rainfall-induced Landslides. 24, November, 2014, Taipei, Taiwan.

齋藤 仁, 内山庄一郎, 早川裕式, 小花和宏之, 泉 岳樹, 山本遼介, 松山 洋 2014. 阿蘇山周辺における斜面崩壊の発生と地形変化に関する予察的解析 - 高解像度地形データを用いて - . 2014 年度東京大学空間情報科学研究センター 第15回年次シンポジウム (CSIS DAYS 2014)「全国共同利用研究発表大会」研究アブストラクト集 A07, 11月21日, 柏.

齋藤 仁, 村上 亘, 大丸裕武, 小口 高 2014. 花崗岩山地における斜面崩壊の発生と降雨量および確率降雨との関係 - 九州山地・市房山と阿武隈山地を対象として - . 森林総合研究所 研究成果発表会「地球温暖化の中で森林を活かす」, T-05, 11月11日, 東京.

齋藤 仁, 村上 亘, 大丸裕武, 小口 高 2014. 斜面崩壊発生基準雨量と確率雨量との関係 - 九州山地・市房山と阿武隈山地を対象として - . 日本地理学会 2014 年秋季学術大会発表要旨集, P010, 9月20日, 富山.

Saito, H., Korup, O., Uchida, T., Hayashi, S., and Oguchi, T., 2014. Rainfall conditions, typhoon frequency, and contemporary landslide erosion in Japan. Abstracts of the Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 11th Annual Meeting, SE05-A005, 28, July, 2014, Sapporo, Japan.

Saito, H., Murakami, W., and Daimaru, H. 2014. Recurrence intervals and rainfall intensity-duration thresholds for extensive shallow landslide occurrence in granitic mountains of Japan. EGU General Assembly 2014, EGU2014-4753, 2,

April, 2014, Vienna, Austria.

齋藤 仁 2013 . 日本アルプスにおける大規模地すべりの分布と地形・地質との関係 . 信州大学 山岳科学総合研究所 シンポジウム 日本アルプスの大規模地すべり 第四紀地形学・地質学の視点から 発表要旨集 p.13-14, 12月7日, 松本 .

齋藤 仁, 村上 巨, 大丸裕武, 小口 高 2013 . 九州山地・市房山における森林伐採が斜面崩壊の発生に与えた影響 長期間雨量データを用いた基準雨量と地形の解析 . 2013 年度東京大学空間情報科学研究センター 第 14 回年次シンポジウム (CSIS DAYS 2013) 「全国共同利用研究発表大会」研究アブストラクト集 B01 p.19, 11月22日, 柏 .

齋藤 仁, 松山 洋 2013 . リアルタイム雨量データの活用 - SWING system : 斜面崩壊を引き起こす降雨のモニタリング - . 第 5 回 GIS-Landslide and Natural Hazard 研究集会 講演要旨集 01, 11月9日, つくば .

〔図書〕(計 1 件)

松四雄騎, 齋藤 仁, 土志田正二 2014 . GIS を用いた斜面変動地形解析 . NTS 発行 『斜面崩壊対策技術 - メカニズム・センシング・監視システム・新施工法 』, p.96-105 .

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/~saito/>

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

齋藤 仁 (SAITO Hitoshi)  
関東学院大学・経済学部・講師  
研究者番号 : 00709628