

ネパールの Landslide と APHRODITE 降水量とモンスーンインデックスの関係  
 The relationship between landslides of Nepal, APHRODITE precipitation and monsoon indices

○安藤千晶・鈴木隆太郎・谷田貝亜紀代・増田南波・檜垣大助・鄒青穎・  
 David N. Petley・Melanie Froude・千木良雅弘  
 ○Chiaki ANDO, Ryutaro SUZUKI, Akiyo YATAGAI, Minami MASUDA,  
 Daisuke HIGAKI, Ching-Ying TSOU, David N. PETLEY,  
 Melanie FROUDE, Masahiro CHIGIRA

Situated on the, tectonically active Himalayan mountain chain, Nepal is a landslide prone country. Most landslide fatalities between 2004 and 2015 were recorded in the Hill districts. More than 80% of these landslides were triggered by precipitation; most occurring during the South Asian summer monsoon (June to September). In spite of the importance of local precipitation, there are few studies comparing Nepal's landslides and precipitation there. Hence we compare a database of fatal landslides in Nepal and daily precipitation grid data (APHRODITE). We classified Nepal into 15 regions and examined the probability of occurrence of landslide in each area. As a result, in some areas the probability of landslide occurrence increased as the amount of daily precipitation increased. Next, in order to use monsoon circulation information for warning of landslides in future, we compared (South Asia Monsoon Index (SASMI) and Nepal precipitation. Preliminary results show a negative correlation between them for the monsoon period.

### 1. はじめに

ネパールは山が多く、また、南アジア夏季モンスーンの影響により landslide 災害が多く発生している。丘陵地域はネパールの人口全体の約 44.2%が生活しており、この地域で landslide 災害が多く発生し、それに伴う死者も多い(Petley et al. (2007))。ネパールでは 2004 年から 2015 年までの landslide 数のうち、降水が原因となったものは全体の 80%を超える。このようにネパールでは降水による landslide 災害が多く発生しているが、ネパールの landslide と現地の降水を比較した研究はほとんど無い。そこで我々は、ネパールで死者を伴う landslide 災害記録と雨量計に基づく日降水量グリッドデータ (APHRODITE) との比較を試みた。

### 2. データと解析手法

2004 年から 2015 年の期間においてネパールで発生した死者を伴う landslide 災害と雨量計に基づく日降水量グリッドデータ (APHRODITE) の時空間分布を比較する。landslide database は、インターネットニュースなどに基づき Petley らが編集したもので、2004 年から 2015 年について、日

時、要因、行政界ごとに死者を伴う landslide 災害が整理されている。ネパール降水データは、APHRODITE (Yatagai et al., 2012) による 0.05 度グリッド降水データ(-2007 年まで) と同じ手法によるグリッドデータを、2008-2015 年について新たにネパール水文気象局 (DHM) から日降水量資料を入手して作成されたものである (Yatagai et al., 2017, 本発表会 D04)。

南アジア夏季モンスーン期である 6 月から 9 月の landslide と降水量に焦点を当て、より詳細に調べるために、ネパールを 5 つの開発区域(①極西部開発区域(Far West Region) ②中西部開発区域(Midwest Region) ③西部開発区域(West Region) ④中部開発区域(Central Region) ⑤東部開発区域(East Region))に分け、さらに高度の違いからそれぞれ山岳地域(Mountain districts), 丘陵地域 (Hill districts), タライ平野 (Terai districts) の 15 地域に分類をした。

Landslide database の日付はネパールの地方時の日界によるものである。これに対し、APHRODITE は、DHM から入手したデータの日付をそのまま使用しており、DHM は毎朝地方時 8:45(世界時 03UTC) に雨量計にたまった水を計測している。すなわち

ネパール域の APHRDITE は前日の朝から日付のつけられた日の朝までの 24 時間の積算降水量である。すなわち、landslide 記録と、日降水量値には、同じ日付は約 39%で、約 61%は前日の雨である。このため、本研究では、APHRDITE 日降水量から 2 日間連続降水量を定義し、15 の地域ごとに領域平均をして、その降水強度ごとに分類をし、landslide の発生確率を調べる。

さらに、南アジア夏季モンスーン指標である SASMI (South Asia Summer Monsoon Index) とネパール降水量との相関をとり、landslide 災害と比較をする。

### 3. 結果と考察

2004 年から 2015 年においてネパールで発生した死者を伴う Landslide 災害数は 384 で、そのうち降水が原因となったものは 315 あった。季節的には、この期間の 6 月から 9 月に発生した降水による landslide の数は 294 であり、降水による landslide 全体の約 93%が 6 月から 9 月に発生していることがわかった。これは、南アジア夏季モンスーン期である 6 月から 9 月の間に多くの landslide が発生したことを指摘する Petley et al. (2007) と整合的な結果となった。

15 地域のなかでは③西部開発区域の丘陵地域で最も多く landslide が発生しており、その地域では 6 月から 9 月の総降水量が、約 3000mm から 5000mm と他の地域と比較しても多くの降水があることがわかった。

また、15 地域ごとに landslide の発生確率を調べた結果、特に①極西部開発区域の山岳地域と丘陵地域とタライ平野、②中西部開発区域の丘陵地域、③西部開発区域の丘陵地域、④中部開発区域の丘陵地域で降水量と landslide の対応が良かった。これらの地域での landslide の発生確率はそれぞれ、①極西部開発区域の山岳地域では降水量 100-150 (mm/2day) で 100%、丘陵地域では 150-200 (mm/2day) で 100%、タライ平野では 200~ (mm/2day) で 33.3%、②中西部開発区域の丘陵地域では降水量 150-200 (mm/2day) と 100-

150 (mm/2day) で 100%、③西部開発区域の丘陵地域では降水量 100-150 (mm/2day) で 25%、④中部開発区域の丘陵地域では降水量 100-150 (mm/2day) で 50%であった。

降水量をもたらすモンスーン循環との対応を見るために、6-9 月の SASMI とネパール降水量との相関をとると、ほとんどの地域で負の相関を示した。つまり SASMI が負のときのネパールでは降水が多くなり、SASMI が正のときにネパールでは降水が少なくなる。SASMI はモンスーン強度を表し、インドモンスーン総降水量とは正の相関があるが、ネパール・ヒマラヤ北部は、季節内振動スケールでインドモンスーンと逆フェーズになることが多い。今回の結果は経年変動スケールでも SASMI で代表される南アジアモンスーン強度とネパール全体の降水量が、負の相関となったことを示している。この負の相関が特に強い地域である①極西部開発区域の丘陵地域、②中西部開発区域の丘陵地域、③西部開発区域の丘陵地域、④中部開発区域の丘陵地域では、landslide と降水量の対応も良かった。すなわち、SASMI が負の年に、ネパールでは降水量、landslide 死者数も多い傾向にある。今後 SASMI などのモンスーン指標の予報、気候変動予測情報は、ネパールの landslide 警報やリスクの評価、防災に用いられる可能性がある。

### 参考文献

- 1) Petley et al.: Trends in landslide occurrence in Nepal, *Natural Hazards*, 43, 23-44, (2007).
- 2) Yatagai et al.: APHRDITE: Constructing a Long-Term Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia Based on a Dense Network of rain gauges, *BAMS*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00122.1>, (2012).
- 3) SASMI データ URL <http://ljp.gcess.cn/dct/page/65576>