

気候変動によるタイ国の斜面崩壊への影響評価

東北大学大学院 学生会員 ○井上 尚達

東北大学大学院 正会員 小森 大輔

株式会社建設技術研究所 正会員 小野 桂介

1. はじめに

豪雨時には急傾斜面において斜面崩壊が多く発生し、社会的に大きな問題となる。特にモンスーンアジアにおいては雨期の多雨により広域で斜面災害が生じている。降雨の頻度と量の変化に伴い水関連災害の頻発と強度の増加が懸念され、人々の生活を脅かす可能性がある。そこで、本研究ではタイ全域を対象領域として、統計的斜面崩壊発生確率モデル、将来降雨予測値および経済損失モデルを用いて斜面崩壊の将来展望を明示することを目的とする。

2. 解析方法

斜面崩壊発生確率の解析に小野ら(2014)が構築した統計的斜面崩壊発生確率モデルを用いた¹⁾。発生確率モデルに多重ロジスティック回帰分析を利用した。回帰分析の結果、発生確率 P は以下の式で示される。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-(a + \beta_h \text{hydro} + \beta_r \text{relief})]}$$

a : 回帰分析における切片(-17.494), β : 回帰分析における回帰係数($\beta_h=1179.25$, $\beta_r=0.0097$), hydro : 動水勾配 (単位無し) relief : 起伏量 (m) である。

次に、斜面崩壊年平均期待被害額を求めた。斜面崩壊の被害額は多々納・高木(2005)らの手法を参考に被害の大きさ×被害の発生確率で求めた²⁾。土地利用毎の予測損失単価及び土地利用面積を用いて斜面崩壊の被害額を推定した。再現期間 5 年, 10 年, 20 年, 30 年, 50 年, 100 年における、再現期間の被害額の相加平均値は区間平均被害額、超過確率の差は区間確率である。これらを乗じることにより年平均期待被害額が求まる。再現期間 100 年を超えると斜面崩壊発生確率の増加がみられないことから、本研究では再現期間 100 年までを考慮した年平均被害額を推定した。

3. データセット

タイ全域の斜面崩壊の影響評価の為に、本研究では降雨データ、地形データ、土壌データと土地利用データを用いた。降雨データでは将来予測値として Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) で公

開されている全球気候モデル (GCM) の中から 10 種類のモデルによる出力値を利用した。これらは渡部ら(2013)の手法により APHRODITE を真値として、ダウンスケールされたデータである³⁾。将来気候値として 21 世紀再現実験による 2040 年から 2059 年 20 年間 (近未来) および 2080 年から 2099 年の 20 年間 (遠未来) のデータを利用する。空間解像度は緯度経度 0.5 度格子である。現在気候値として APHRODITE プロダクトの日降雨量データを利用した。空間解像度は緯度経度 0.25 度格子である。地形データとして斜面傾斜度および起伏量を利用した。斜面傾斜度と降雨データを用いて、動水勾配を求めた。動水勾配と起伏量は斜面崩壊発生確率モデルの代入値として利用した。地形データの解析には米国地質調査所(USGS)の作成した HYDRO1k を用いた。起伏量はグリッドセル内における地形の高低差と定義し、最高標高と最低標高の差から求めた。斜面傾斜度は標高データを基に隣り合うメッシュとの標高差から

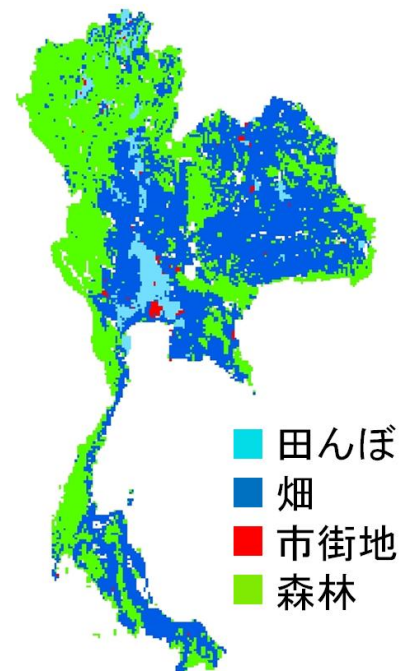


図 1 タイの土地利用分布図

最も急になる角度を抜き出すことにより求めた。経済損失額予測の推定に用いた、土地利用データにはタイの土地開発局(Land Develop Department)のデータを用いた。図 1 にタイの土地利用分布図を示す。

4. 解析方針

本研究では現在気候、近未来、遠未来における再現期間の降雨極値の比較により豪雨の将来変化を推定した。豪雨の将来変化と小野らが推定した各再現期間の日降雨極値を組み合わせることにより、各期間、各 GCM における各再現期間の日降雨極値の空間分布を推定した。次に、現在気候、近未来、遠未来における各再現期間の日降雨極値を斜面崩壊発生確率モデルへ入力し、斜面崩壊発生確率の将来展望を導く。推定された各再現期間の斜面崩壊発生確率と経済損失額予測モデルを用いて斜面崩壊による年期待被害額の将来展望を導く。

5. 解析結果と考察

図 2 に現在気候、近未来、遠未来における再現期間 5 年の斜面崩壊発生確率の分布図を示す。図 2 より北部で 35% から 90% の斜面崩壊発生確率を示すグリッドが急増しており、遠未来においてはその変化がより顕著であった。東南部でも 50% から 90% を示す斜面崩壊発生確率のグリッドが急増していた。近未来から遠未来にかけてタイ全域で斜面崩壊発生確率は増加していた。次に、斜面崩壊発生確率の分布図を用いて斜面崩壊による年平均期待被害額を土地利用毎に推定した。今回は例として、畑の年平均被害額の分布図を近未来、遠未来において図 3 に示す。現在気候から近未来に変化することによって、東部から中央部にかけて 1500 万バーツ以内の期待被害額を示すグリッドが急増しており、被害を受ける地域の拡大が認められた。近未来から遠未来への変化に伴い、東部から中央部への被害をうける地域の拡大変化はさらに顕著に認められ、最大 2300 万バーツの期待被害額を示すグリッドも出現していた。また、南部では農作物として果樹類の生産が著しい。こうした細分分析も今後必要である。作物による考察を述べると、全体的に果樹類の出荷額は高い傾向を示す。しかし、果樹類は林地に広がっており、森林による降雨強度減少も指摘できる。今後、考察が必要である。

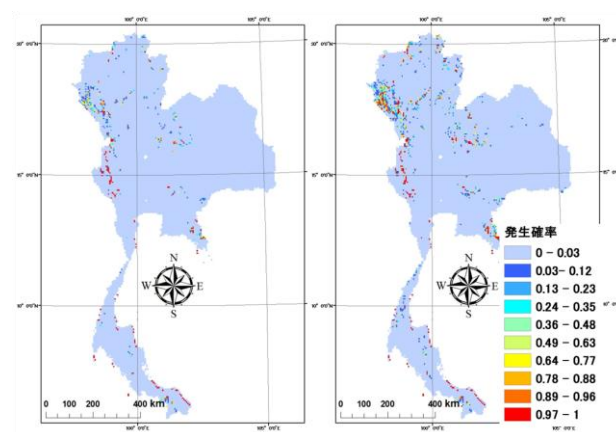


図 2 斜面崩壊発生確率 (rcp8.5 左：近未来 右：遠未来)

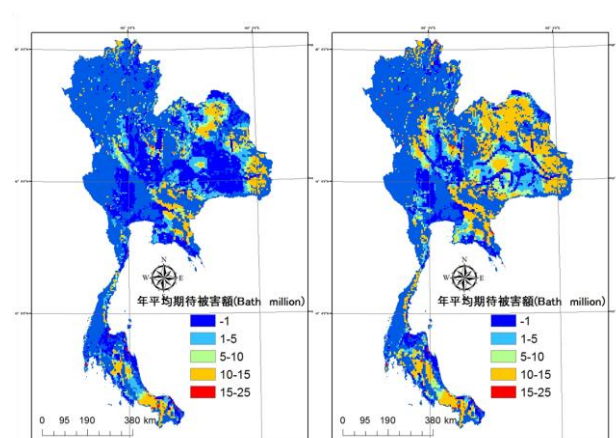


図 3 年平均期待被害額 (RCP8.5 左：近未来 右：遠未来)

謝辞

本研究は環境省の環境研究総合推進費 (S-8)、地球規模課題対応国際科学技術協力事業 (SATREPS) の援助による IMPAC-T の支援により実施された。ここに謝意を表します。また研究及び様々な面においてご助言・ご助力頂いた東京大学助教 渡部哲史先生に謝意を表します。

参考文献

- 1) Keisuke O, So K, and Ekkawatpanit C: Assessment of rainfall-induced shallow landslides in Phetchabun and Krabi provinces, Thailand, Natural Hazards, 2014.
- 2) 多々納裕一, 高木朗義 : 防災の経済分析, 2005.
- 3) 渡部哲史, 内海信幸, 鼎信次郎, 瀬戸心太, 沖大幹, 平林由希子: GCM, RCP シナリオ, バイアス補正手法の選択が日降水量極値の将来予測に与える影響の考察, 水工学論文集, 4(4), I_385-I_390, 2013.