

斜面崩壊リスク評価モデルと温暖化政策支援モデルの融合化による気候変動影響評価

福島大学共生システム理工学類 正会員 ○川越 清樹
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡
 国立環境研究所 正会員 脇岡 靖明
 国立環境研究所 正会員 高橋 潔

1. はじめに

SRES (Special Report on Emission Scenario)に応じた数値気候モデルの開発により、将来の気候条件の推計が可能となり、地球温暖化に起因した様々な分野のリスクの増大が予見されている¹⁾。気候システムの温暖化は、水循環の活発化に伴う極端な降水現象(豪雨頻度の増加、無降雨期間の長期化)を促すものとなり、水に関与した被害の増加を懸念させる。環太平洋造山帯に属し、急峻な地形と脆弱な地質を形成する日本列島は、梅雨や台風の多雨に伴う斜面崩壊の頻発しやすい地域であり、ほぼ毎年、日本列島の各地で土砂に関連する被害が認められている。気候システムの温暖化による豪雨頻度の増加は、更なる斜面崩壊の被害増大を示唆するものである。斜面崩壊による被害を防止するため、事前に温暖化の影響を定量的に見積もり、「緩和策」「適応策」を補完しあいリスクを低減させることが必要になる。これに対して、川越らは、数値地理情報や数値気候モデルによるグリッドセル情報を利用できる斜面崩壊リスク評価モデルを開発し、斜面崩壊の発生確率、潜在的な被害額のマップ(解像度 1km×1km)作成に取り組んだ²⁾。これらのマップは、斜面崩壊の危険地域の抽出、対策整備の優先度決定を支援できるものであり、適応策に対して有用である。一方、脇岡らは、気温上昇、温室効果ガス排出量に応じた分野別の影響を解析できる温暖化政策支援モデルAIM/Impact[Policy](以下 AIP)を開発した³⁾。このモデルは、温室効果ガス濃度、全球平均気温を目標値に設定すると、排出量削減のために最小となる影響の排出経路を計算できる機能を有する。また、時間情報による影響の推移の明示も可能にしている。気候安定化目標下で生ずる影響を総合的に評価できるため、具体的な緩和策の策定に有用なモデルである。

本研究では、斜面崩壊リスク評価モデルにより求められた斜面崩壊の発生確率結果を AIP に導入することに取り組んだ。相互のモデルの融合化は、温暖化に伴うリスクに対する適応策、緩和策の検討に活用できる成果となる。また、モデル融合化の結果として、地域に応じた時間、全球の平均気温、斜面崩

壊発生確率の関係を明らかにし、緩和策を議論できる資料作成に取り組んだ。

2. 解析方法

2.1 斜面崩壊発生確率モデル²⁾

斜面崩壊発生確率モデルは、斜面崩壊リスク評価モデルを構成する解析モデルであり、新潟・福島豪雨による新潟県栃尾市の斜面崩壊(2004 年 7 月 12 日から 13 日)を、多重ロジスティック回帰分析に当てはめることで開発されたものである。斜面崩壊情報を数値地理情報化し、崩壊発生セルを 1、崩壊非発生セルを 0 に設定した 2 項分布をロジスティック曲線による関数で連結させる。この関数を地形要素である起伏量、水文要素である動水勾配の重回帰式で解くことによりモデルが構築される。モデルは、崩積土、新第三系堆積岩、第三系堆積岩、花崗岩の 4 タイプの地質毎に作成されている。起伏量、地質の情報は国土数値情報(監修:国土交通省国土局)より取得したものである。動水勾配は、国土数値情報の表層土壌、斜面傾斜度から復元された擬似二次元斜面に、メッシュ気候値 2000(監修:気象庁)による暖気候の平年値降雨量と降雨極値の線形的関係から求められる再現期間に応じた降雨極値分布を与え、飽和不飽和浸透解析を行うことで得られたグリッドセルによる解析データである。式(1)に発生確率モデルを示す。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-(\alpha + \sigma_h x_h + \sigma_r x_r)]} \quad (1)$$

ここで、 P :斜面崩壊発生確率、 α :切片、 σ_h :動水勾配係数、 x_h :動水勾配、 σ_r :起伏量係数、 x_r :起伏量である。ここで求められる発生確率は、ある条件を基に現象が生起する条件付確率と定義される。

2.2 AIP(AIM/Impact[Policy])³⁾

抑制目標下での温室効果ガス排出に関して推計する 3 つのモデル(エネルギー・経済モデル、バーデンシェアリングモデル:各国の温室効果ガス排出量削減の負担を推計、世界経済モデル:温室効果抑制政策を実施した場合の経済損失を推計)と、抑制目標の下で温暖化の発生を推計する影響評価・適応モデルから AIP は構成されている。本研究では、気候変動

キーワード 地球温暖化, AIM/Impact[Policy], MIROC, 降雨, 発生確率

連絡先

〒960-1296 福島県福島市金谷川 1 番地

T E L 024-548-5261

に対する斜面崩壊発生確率を推計するために AIP の影響評価・適応モデルを用いた。影響評価・適応モデルに以下の(a),(b)を影響評価モジュールとして利用している。

- (a) 斜面発生確率モデルの解析因子になる降雨量を感度解析的に変化させたシミュレーションを行った。その出力を都道府県毎に平均集計し、降雨量に応じた「影響関数」を作成し、AIP の影響評価モジュールとして実装させている。
- (b) 気候変動に応じた気候因子を示すことのできる数値気候モデルとして東京大学、国立環境研究所、海洋研究開発機構により共同開発された SRES-A1B(化石燃料・非化石燃料利用のバランスによる高成長型社会の温室効果ガス排出)実験の大気海洋陸面結合モデル MIROC(Model for Interdisciplinary Research on Climate)3.2 hres を用いた。MIROC の都道府県別、日毎の出力データを AIP の影響モジュールとして実装させている。
- これらの利用により、気候シナリオに応じた時間、気温上昇に関連付けられた斜面崩壊リスクを求めた。なお、数値気候モデルは粗解像度(約 100km×100km)の情報であるため、実際の降水量とモデルの出力値に誤差が含まれている。この誤差を補うため、メッシュ気候値 2000 を用いて誤差を補正している。

3. 解析結果

AIP を用いて、50mm/day を超過する降雨が生じた場合に斜面崩壊のリスクが生じるものと仮定し、気候変動に応じた発生確率変化を日本列島の地方毎に推算した。結果を図-1 に時間、気温上昇と各地方における平均斜面崩壊発生確率変化の関係を示す。横軸は年を示しており、平均斜面崩壊発生確率とは、①20 年毎の斜面崩壊発生確率を移動平均により 1 年毎に示した(例えば 2000 年の場合は 1991 年から 2010 年の発生確率、2001 年の場合は 1992 年から 2011 年の発生確率を表示する)、②地方を 1 都道府県に平均化したものである。

地方毎の斜面崩壊発生確率の結果から、2011 年から 2030 年に一時的に中国地方、近畿地方で斜面崩壊発生確率低下する時期が存在するが、日本列島を包括した斜面崩壊発生確率は、緩やかに増加している傾向が見て取れる。1991 年から 2010 年時と 2081 年から 2100 年時の発生確率の比較から、北海道が 2.45 倍、関東地方が 1.92 倍と 2041 年から 2060 年時と同様に大きな増加を示した。中国地方と九州地方は、増加率は 1.05 前後と以前と緩やかな増加に留まる。その他の地方は、1.30 倍から 1.50 倍前後への増加であるが、近畿地方においては 1.10 倍弱に留まることが明らかにされた。これらの結果により、特に北海道、関東地方の顕著なリスク増加が認められた。な

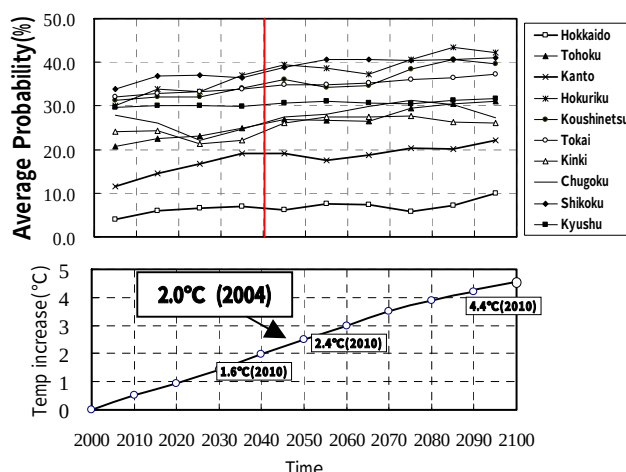


図-1 平均斜面崩壊発生確率の変化

お、斜面崩壊の発生確率が上昇し始める時期として、2041 年時が上げられる。この時期の気温上昇量は、2000 年時と比較した場合、概ね 2°C である。以上から、緩和策として気温上昇量を 2°C にとどめることが望まれる。

4. 考 察

考察として、気温上昇量 2°C に着目し、AIP を用いて温室効果ガス濃度(二酸化炭素等値濃度以下 GHG 濃度)試算結果と比較した。その結果、GHG 濃度 450ppm に安定化させた場合、2100 年まで気温上昇量 2°C に達しない、GHG 濃度 550ppm に安定化させた場合、気温上昇量 2°C に達する時期が 2080 年から 2090 年まで遅延することが推計された。これらの結果より、温室効果ガス濃度の低減、および安定化が、斜面リスクの抑制、遅延効果による適応策投資期間の延期に効果発揮する見込みを推計することができた。

5. 結 論

数値気候モデル MIROC に基づく AIP を用いることで、時間、気温上昇と各地方における平均斜面崩壊発生確率変化の関係を明らかにすることができ、GHG ガス濃度との関連性も推測することができた。今後、検討する数値気候モデルを増やし、最終的な GHG ガス濃度の安定化レベルを結論付け、緩和策への提言を図りたい意向である。

謝 辞：本研究の遂行において、環境省 地球環境研究総合推進費 S-4「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」(代表：三村信男)から支援を受けた。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献

- 1) 経済産業省、気象庁、環境省：IPCC 第 4 次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約, pp.1-24, 2007.
- 2) 川越清樹, 風間聡, 沢本正樹：将来気候モデルを利用した土砂崩壊リスク評価, 土木学会地球環境論文集, No.16, pp.27-33, 2008.
- 3) Hijioka, Y., Masui, T., Takahashi, K., Matsuoka, Y. and Harasawa, H : Development of a support tool for greenhouse gas emissions control policy to help mitigate the impact of global warming, Environmental Economics and policy studies, Vol.7, No.3, pp.331-345, 2006.