

気候変動適応策へ向けた統合型土砂災害リスクの評価

福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 ○鈴木 皓達
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹
 長野県環境保全研究所 非会員 浜田 崇

1. はじめに

気候変動に伴う異常気象の増加により全世界各地で災害激甚化が危惧されている中、将来の災害リスクの予見研究が多岐にわたり展開されている。また、土砂災害を対象にすれば、土砂災害防止法の制定を契機に災害より国民の生命を守るため住宅の移転促進などのソフト対策が推進されている。本研究では、これらの両面を踏まえた将来のリスク情報明示とソフト対策を促進する目的により取り組まれたものである。居住人口の多くが山岳地に分布する長野県を対象にしてマルチな気候要素(将来の暖候期、寒候期)による土砂災害警戒区域のリスク情報(発生確率)を導出するとともに、リスク情報を基礎データとして土砂災害の気候変動による適応策を提案した。本論では、特に寒候期(融雪)による土砂災害リスク情報と暖候期情報を統合させたマルチな気候要素から得られる適応策を報告する。

2. 解析方法およびデータセット

寒候期における土砂災害警戒区域の発生確率によるリスク情報の導出、マルチな気候要素から得られるリスクに基づいた適応策提案で取り組んだ検討内容を以下の①～④に示す。

- ① 寒候期のリスク要素として融雪量¹⁾、降雨量と、これら複合化して生じるRoS(Rain on Snow)の実績値を解析し、気温条件、換算降水量(融雪量と降雨量の和によるRoS値)の月単位、日単位の関係性を求めた。
- ② 解析①より求められた気温、月単位と日単位の降水量の関係性を基に、近未来(2050年期：2031-2050年)、将来(2100年期：2081-2100年)に対する日単位で生じるRoS想定値を求めた。
- ③ 近未来、将来の気温によるRoSの危険領域を空間情報として明示するとともに、この領域に分布する警戒区域のリスク情報を求めた。
- ④ 暖候期におけるリスク情報²⁾とあわせて、マルチな気候要素による適応策検討案を提案した。
 解析①は、長野県内および周辺県(富山、岐阜、群馬、山梨、新潟)のAMeDAS計24地点の降水量、日平均気温、積雪深、および長野県内の融雪時に発生した土砂災害履歴情報を用いて、リスクのある条件を抽出したものである。
 解析②は、解析①のアルゴリズムより気候モデル

を用いてRCP2.6、RCP8.5時の降水ポテンシャル予測値間分布情報を開発したものである。使用した気候モデルを表1に示す。

解析③では、解析②で得られた各気候モデルのアンサンブル平均値を用いてRoSの危険領域と土砂災害警戒区域の発生確率を導出した。なお、発生確率は鈴木らにより開発された多重ロジスティック回帰分析に基づき斜面崩壊発生確率モデルより求められている²⁾。用いたモデルを式1に示す。

解析④では、解析③で得られたリスク情報と豪雨による土砂災害リスク情報²⁾を統合させ、適応策の誘導に向けての活用を示した。

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

ここでP: 斜面崩壊発生確率, a: 動水勾配係数, β_h : 動水勾配係数, x_h : 動水勾配, β_r : 起伏量係数, x_r : 起伏量である。

表1 - 使用した気候モデル

GCM	開発元
NorESM	ノルウェー: EarthClim気候研究
MRI-CGCM	日本: 気象庁気象研究所
MIROC5	日本: 東京大学/国立環境研究所/JAMSTEC
IPSL	フランス: ピエール・シモン・ラプラス研究所
Hadgem-ao	イギリス: ハドレーセンター
GISS-E2	アメリカ: NASA航空宇宙局ゴダード宇宙研究所
CCSM	アメリカ: 大気研究大学連合
BCC-CSM1	中国: 中国気象局北京気候センター

3. 解析結果

3.1 RoS日降水量解析結果

図1はRoS解析結果、図2は月と日換算降水量の関係性を示している。結果として、月単位で日平均気温1°Cから4°Cの範囲でRoSによる災害が発生しやすい傾向を得た。また、図2より月単位と日単位のRoSの関係は強い相関性を持つ結果を得た。概ね月降水量を利用することで、日単位で生じる換算降水量想定値を設定できることを把握した。以上の結果より、日平均気温1°Cから4°C、月当たりの降水量を利用することで土砂災害警戒区域のリスク情報の導出させる気候要素のアルゴリズムが構築された。

キーワード：気候変動，土砂災害，融雪

連絡先： 〒960-1296 福島県福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261

3.2 気候モデルを用いた将来気候解析結果

図3, 図4は, 気候モデルのアンサンブル月降水量平均値, 平均気温のデータを用いて, 月換算降水量を日換算降水量に変換するアルゴリズムから求められた日換算降水量想定値と, 1~4℃の範囲によるRoSの危険領域を示したものである。図より, 降水量の影響により将来の日換算降水量は増加すること, RoSの危険領域が現在と比べて高地へ移行することが明らかにされた。

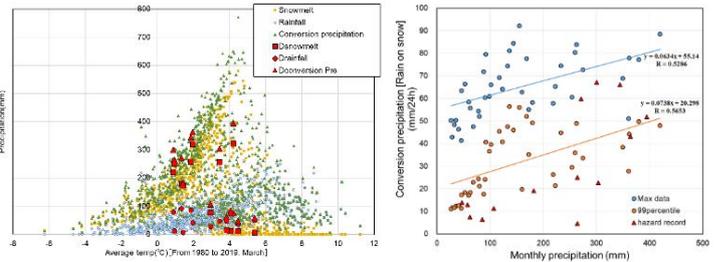


図1 - RoS 解析結果

図2 - 月降水量と日換算降水量の関係

3.3 土砂災害警戒区域のリスク情報の解析結果

図5は, 現在気候, 近未来と将来の予測値による換算降水量に応じた土砂災害警戒区域の斜面崩壊発生確率によるリスクの空間情報を示している。長野県では, 27,024箇所 の警戒区域が分布するため, 全体像の外観では変化の差異が明示しにくい。ただし, 傾向としては将来に移行するほど社会活動の低い高地へ危険領域が移行するため, RoSの危険領域に該当する警戒区域は減少傾向を示している。なお, 高い発生確率(80%以上)は将来に移行するほど増加傾向であるため, 対策投資すべき警戒区域箇所が変化するという。

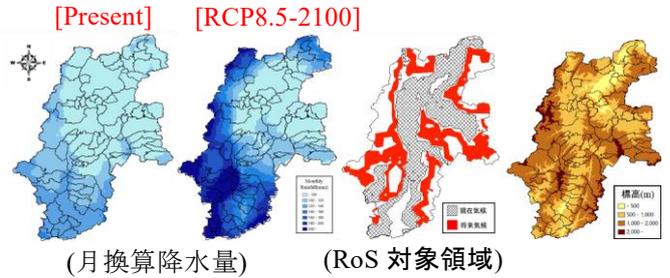


図3 - 将来気候の月換算降水量とRoS対象領域比較図

4. 適応策に向けてのリスク情報整備手法の提案

図6は, サンプル市町村aの現在気候を対象にして暖候期(豪雨)と寒候期(RoS)の関係を統合化し, 適応策の優先度を記載した結果を示している。図中A-Eは対策の優先度が示されており, 例えば領域Aは, 迅速に「被災防除対応措置」の実施しなければならない区域群と説明できる。結果は土砂災害のリスクにのみ着目した優先度であるため境界の有無は今後, 予算状況や保全重要度に応じた対策オプションの設定を検討していくことが望ましいといえる。

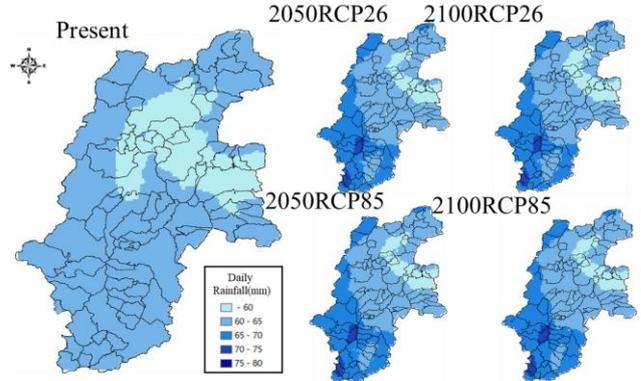


図4 - シナリオに応じた日換算降水量

5. 結論と今後の課題

本研究では, 換算日降水量およびRoSの生じる気温の危険領域を用い, 寒候期の土砂災害警戒区域のリスク情報を整備した。また, 暖候期の情報と統合化し, 市町村aを対象に適応策の検討を行った。今後の課題として, 影響範囲が高地へ移行することから, 対策投資すべき箇所も変化するため, 警戒区域内の土地利用や人口, 経済的な価値も含めて検討することが挙げられる。

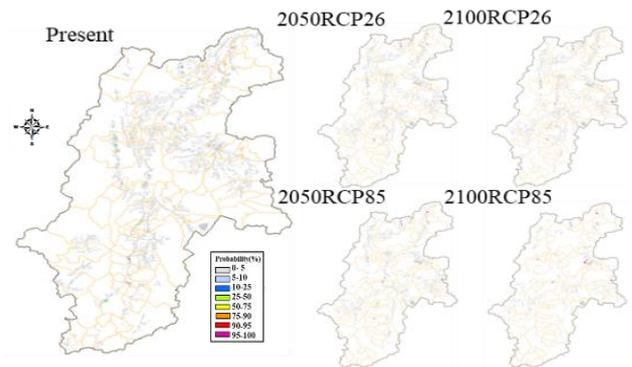


図5 - シナリオに応じたRoS土砂災害警戒区域リスク情報

謝辞:

この研究は環境省環境推進費 2-1907, 長野県環境保全研究所の支援により実施された。ここに謝意を示す。

参考文献:

- 1) 宮田俊他: 全国の AMeDAS 観測点における Degree-Day 法および融雪係数の検証, 土木学会論文集 B1 (水工学)Vol.68, No.4, I_343-I_348, 2012.
- 2) 鈴木皓達他: 気候変動適応策に向けた土砂災害警戒区域のリスク情報の開発, 土木学会論文集 G(環境), Vol.76, No.5, I_211-I_220, 2020.

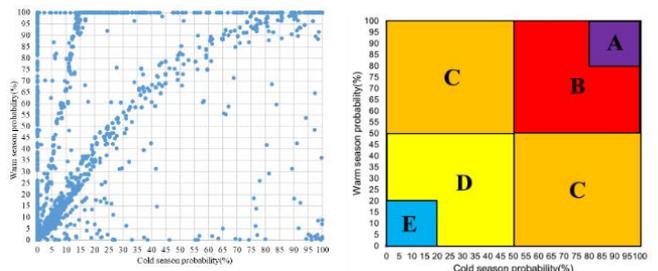


図6 - 市町村aにおける統合化発生確率および適応策案(現在気候)