

降雨による土砂災害発生件数の都道府県別の変動要因の解明

宮崎大学農学部 ○篠原慶規, 渡邊優太

1. はじめに

土砂災害の発生は、世界的にみると、① 降水が多い、② 人口が多い、③ 隆起速度が速いという3つの条件があてはまる場所に集中している (Petley, 2012)。日本は、まさにこれらの条件にあてはまり、土砂災害のホットスポットの1つである。土砂災害の被害低減のため様々な対策が実施されているが、土砂災害の脆弱性が高い場所を把握することは、土地の利用計画を立てる際や対策の順位付けを行う際に有効的である。日本は、多様な気象条件、地形・地質条件の元、国土が形成されており、その影響を受けて、土砂災害の脆弱性は、地域により大きく異なると考えられる。特定の地域・事象を対象にした脆弱性評価は数多く行われているが、国全体で、土砂災害発生の空間変動要因を明らかにしようとした研究は、ほとんどない。

そこで本研究では、降雨による土砂災害を対象とし、土砂災害発生件数のばらつきを生み出す要因を明らかにすることを目的とした。その際、データが利用可能な都道府県単位で解析を行った。それぞれの都道府県で、降雨、土砂災害危険箇所数、土砂災害危険箇所の地質及び土地利用を把握し、これらを変数とした一般化線形モデルを構築することで、都道府県別の土砂災害発生件数の決定要因を明らかにした。

2. データと方法

砂防・地すべり技術センターから毎年刊行されている「土砂災害の実態」に記載のある各都道府県の土石流発生件数、地すべり発生件数、がけ崩れ発生件数とその合計（土砂災害発生件数）を用いて解析を行った。対象期間は1984年から2019年で、降雨を誘因とするもののみを対象とした。次に、降雨指標、危険箇所数、危険箇所の代表地質、危険箇所の土地利用（森林率もしくは建物用地率）から発生件数を予測する一般化線形モデルを構築した。降雨指標は、篠原・小松（2016）、Shinohara and Kume (2022) を参考にし、各都道府県代表地点における5月から10月の総降水量（解析期間の平均）とした。危険箇所数は全国治水砂防協会発行の砂防便覧平成26年度版の値を用いた。危険箇所の代表地質は、国土交通省国土数値情報から得られる危険箇所図及び産総研地質調査総合センターのシームレス地質図を用いて、QGIS上で、危険箇所における各地質（付加コンプレックス、堆積岩類、深成岩類、火山岩類、変成岩類）の割合を求め、決定した。危険箇所の土地利用（森林率、建物用地率）は、国土数値情報から得られる危険箇所図と土地利用図を用いて、算出した。代表地質は、ダミー変数を用いてモデルに入力した。また、森林率と建物用地率には負の相関があったため、両者を同時に用いることはせず、森林率を入力したモデル（モデル1）と建物用地率を入力したモデル（モデル2）の2つを構築した。赤池情報基準（AIC）に基づいて変数選択されたモデルを最終的なモデルとした。以上の解析を、土石流、地すべり、がけ崩れのそれぞれとその合計について行った。

3. 結果

表1には、一般化線形モデルで選択された変数を示した。土砂災害発生件数全体を見ると、モデル1では、降雨指標と危険箇所区域数が正の係数と共に、代表地質の付加コンプレックスが負の係数と共に選択された。モデル2では、モデル1で選択されたパラメータに加え、建物用地率が正の係数と共に検出された。このことは、降雨量、危険箇所が多く、開発が進んでいる場所では、土砂災害発生件数が多くなり、地質が付加コンプレックスの場所では、土砂災害発生件数が少なくなることを示している。

表1 一般化線形モデルで選択された変数の係数（太字： $p < 0.01$ ，細字： $p < 0.05$ ，斜字： $p \geq 0.05$ ）。空欄は選択されなかった変数，N/A は入力データとして含まれていない変数

	降雨指標 $\times 10^3$ (mm)	危険箇所数 (件)	森林率 (%)	建物用地率 (%)	代表地質				
					付加コンプレックス	堆積岩	深成岩	火山岩	変成岩
モデル1									
土砂災害（全体）	1.27	7.38×10^{-5}		N/A	-0.837				
土石流	1.36	3.04×10^{-4}		N/A	-0.932				
地すべり	1.32	2.05×10^{-3}		N/A	-0.905				-0.616
がけ崩れ	8.08	1.39×10^{-4}	-2.44	N/A	-0.611				
モデル2									
土砂災害（全体）	1.14	8.33×10^{-5}	N/A	4.88	-0.793				
土石流	1.36	3.04×10^{-4}	N/A		-0.932				
地すべり	1.32	2.05×10^{-3}	N/A		-0.905				-0.616
がけ崩れ	6.76	1.65×10^{-4}	N/A	3.62	-0.588				

土砂災害の3つのタイプに分けて解析した結果では、降雨指標、危険箇所数、付加コンプレックスについては、土砂災害全体で解析した場合と同じであったが、地すべりでは、代表地質の火山岩類が負の係数と共に検出され、がけ崩れでは、森林率が負の係数と共に検出された。モデル2において、がけ崩れでは、建物用地率が正の係数と共に検出されたが、土石流、地すべりでは建物用地率は変数選択の際に除外された。

4. 考察

降雨指標はいずれのモデルにおいても正の係数と共に選択された。これは、本研究で用いた降雨指標は、既往の研究で示されていた日本全体だけでなく、都道府県別の土砂災害発生件数を予測する上でも有効な指標になりうることを示唆している。

建物用地率が高く、また、がけ崩れに関しては森林率が低いと、発生件数が増えることがわかった。これは、傾斜地で土地開発を行うことにより、がけ崩れが増大することを示唆している。土石流に関しては、勾配がさらに大きい土石流の源頭部が開発されることは稀であり、地すべりに関しては、一般的に地下深い場所での移動現象のため、その影響が小さいと考えられる。地質では、付加コンプレックスが代表地質の都道府県では、土砂災害発生件数が小さい傾向にあることが示された。付加コンプレックスの場所では、深層崩壊の脆弱性が高いことが知られている。頻度と規模は一般的には負の関係にあるため、少ない頻度で大規模な災害が起こるといのが、付加コンプレックスの特徴であると考えられる。

本研究では、土砂災害発生件数を使って解析をおこなった。土砂災害発生件数と死者数及び被害家屋数には正の相関があることが知られているため（篠原・小松，2016），本研究の成果は、死者及び経済的被害低減を考える上でも有効であると考えられる。一方、死者数や被害家屋数などを直接予測するモデルの構築は、土砂災害対策を考える上で、さらに効果的であると考えられる。

引用文献

Petley (2012) Global patterns of loss of life from landslides. *Geology*, 40, 927-930.

篠原・小松 (2016) 近年の土砂災害による死者・行方不明者数の経年変動 砂防学会誌 Vol.68 No.5, p3-9

Shinohara and Kume (2022) Changes in the factors contributing to the reduction of landslide fatalities between 1945 and 2019 in Japan. *Science of the Total Environment*, 827, 154392.