

土砂災害の規模の表現方法に関する災害データの解析

国土技術政策総合研究所 ○寺田秀樹 内田太郎 國友 優
 アジア航測株式会社 小川紀一朗 松田昌之

1 はじめに

自然災害や事故の規模を理解しやすく表現することは、災害への対応方法の立案、住民への警戒情報を提供する上で重要である。また、世界各地の災害を統一的に比較、整理する上でも、災害規模を理解しやすく表現する手法は重要であると考えられる。

これまで、自然災害や事故の規模の表現としては、

- ① 災害・事故の規模を指数化した手法
- ② 発生確率に基づく手法

に大別できる。①災害・事故の規模を指数化した手法の具体例としては地震の「震度」や台風の「大きさ」といった指数が挙げられる。また、②発生確率に基づく手法は具体的には「〇〇年に1度」というような表現により災害の規模を評価するものである。また、さらに近年、②のように発生確率による災害規模の評価は、リスクマネジメントの分野等で重要性が指摘されている(例えば、古屋、2003)。

しかしながら、土砂災害に関しては、①、②のいずれの手法とも確立されているとは言い難いのが現状である。そこで、本研究では、まず土砂災害に関する①の手法の確立を目指し、自然災害、事故の規模に関する指数を整理・分析し、①の手法の土砂災害への適用を試み、課題の整理を行う。その上で、②の手法のような確率評価が可能かどうか検討する。

2. 自然災害、事故の規模に関する指標

自然災害や事故の規模を指数化した指標で表現した例を表 1 にまとめた。自然災害、事故の規模を表す指標は 3 つに大別できる。

タイプ 1 火山の噴火マグニチュードなど自然現象の規模を表す 1 つの主要な物理量

タイプ 2 雪崩マグニチュードなど複数の自然現象の規模を表す物理量から算出される値

タイプ 3 INSE(International Nuclear Event Scale)等の被害(結果)の規模を表現する指標

なお、タイプ 1, 2 の変形として、台風は 2 つのタイプ 1 の組み合わせで表現している。

また、台風を除くと、規模を表す指標の多くは 6 から 10 段階に分割されている。さらに、VEI(Volcanic Explosivity Index)、噴火マグニチュード、雪崩マグニチュード、INES など現象の規模の対数値が指標として用いられていることが多いことが表 1 から分かる。

表1 自然災害、事故の規模を表す指標例

現象	名称	指標	段階	分類	
自然現象	地震	マグニチュード		タイプ1	
		震度	観測点における揺れの強さを数値化	10	タイプ2
	電巻	藤田スケール	最大風速と継続時間	6	タイプ2
		VEIスケール	テフラの体積の対数値	9	タイプ1
	火山	噴火マグニチュード	放出されたマグマの対数値	8	タイプ1
		雪崩マグニチュード	雪崩の質量と落差の積の対数値	9	タイプ2
台風	強さ	最大風速	2	タイプ1	
		強風域(15m/s)の半径	3	タイプ1	
	大きさ				
事故	火災	Suiter (1988)	焼失面積	7	タイプ3
	原子力被害	INES (International Nuclear Event Scale)	所外への影響(放出された放射性物質の量の対数値)及び所内への影響(従業員の被爆の程度)	9	タイプ3

3. 土砂災害への適用例

3.1 指標の検討対象

検討には、「土砂災害の実態(砂防・地すべり技術センター発行)及び平成 13 年度に実施された災害関連緊急対策事業に関する調査結果から、移動土塊量、移動した比高差、被害の実態などのデータがあるものを用いた。さらに、がけ崩れに関しては昭和47年から平成9年までの災害データベース(門間ら、1999)を用いた。使用したデータの件数を表 2 にまとめた。

3.2 タイプ 1 の適用

前節で整理した 3 タイプの指標のうち、タイプ 1 の指標としては、移動した土塊の規模(体積、幅、深さなど)と移動した距離又は比高差の 2 つが考えられる。そこで、ここでは移動した土塊の体積と土塊が移動した比高差について検討した(図 1)。図 1 より、移動した土塊

表2 使用したデータ

	土砂災害の実態	H13災調	S47-H9DB
土石流	2	5	-
がけ崩れ	16	20	9463
地すべり	1	11	-

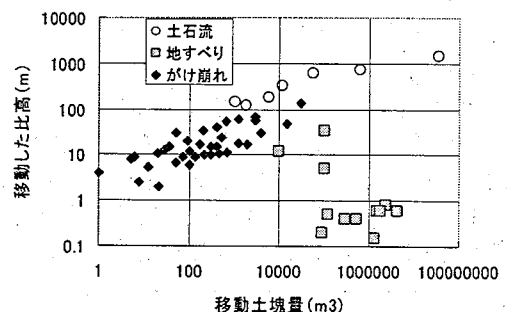


図1 移動した土塊量と比高差の関係

の体積と土塊が移動した比高差は、土石流、がけ崩れ、地すべりの移動形態の違いに大きく依存している。すなわち、移動土塊の量を指標とした場合、地すべりは常りがけ崩れより大規模な災害として扱われ、また、移動した比高差などを用いた場合、土石流が常りがけ崩れ、地すべりより大規模な災害として扱われる可能性が高いと考えられる。

以上のことから、土砂災害は、他の自然災害と異なり、土石流やがけ崩れ、地すべりなどの形態をとるため、タイプ 1 のような単一の物理量で土砂災害の規模を統一的に分かりやすく表現することは難しいと考えられる。

3.3 タイプ 2、タイプ 3 の適用

本研究ではタイプ 2 として、雪崩マグニチュードを参考に移動土量 (m³) に土塊が移動した比高差 (m) を乗じたものの対数値 (ここでは、「土砂移動マグニチュード」とよぶ) とタイプ 3 として被災家屋数 (全壊、半壊、一部損壊の家屋数の合計、ここでは、「土砂災害レベル」とよぶ) について検討することとした。

「土砂移動マグニチュード」が大きくなると、「土砂災害レベル」の最大値は大きくなるものの、「土砂移動マグニチュード」と「土砂災害レベル」の間には顕著な相関がない (図 2)。このことは、土砂災害は、地震、台風、火山に比べて極めて局所的であることに起因すると考えられる。すなわち、同程度の外力を持つ土砂災害が発生した場合においても、発生した場所の条件により被害の程度に大きな差が生じることが考えられる。つまり、地震、台風、火山で用いられているような、タイプ 1 又は 2 のような指標では、被害の規模を的確に表現できないことが考えられる。以上のことから、土砂災害を表す指標は、外力を表す指標と被害の程度を表す指標の 2 つを併用することが必要であると考えられる。

さらに、現時点では土石流、地すべり災害のデータが少ないものの、「土砂移動マグニチュード」と「土砂災害レベル」の関係は形態別に顕著な差が見られない。このことは、「土砂移動マグニチュード」と「土砂災害レベル」が土砂災害の形態によらず統一的に災害の規模を表現しうる可能性を示している。

3.4 土砂移動マグニチュードと発生確率

昭和 47 年から平成 9 年までの災害データベース (9463 件) をもとに、ある「土砂移動マグニチュード」(M) 以上のがけ崩れががけ崩れ総数のうちに占める確率 (F(M)) の関係を図 3 に示した。この関係は以下の式で表すことができた。

$$F(M) = \int_M^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}Mv} \exp\left\{-\frac{(M - M_{mean})^2}{2Mv^2}\right\} \quad \text{式 1}$$

ここで、 M_v 、 M_{mean} はそれぞれ「土砂移動マグニチュード」の分散及び平均である。図に示したように、 $M_v=1$ 、 $M_{mean}=2.8$ としたとき、極めてよい一致を示した。このことは、「土砂移動マグニチュード」は正規分布を示しており、「土砂移動マグニチュード」は確率的な表現ができることを示している。したがって、降雨確率という間接的な表現ではなく、土砂災害自体の規模を確率評価できる可能性があることになる。

4 まとめと課題

自然災害、事故の規模を表す指標を整理、検討し、土砂移動現象の規模を表す指標として、雪崩マグニチュードを参考に移動土量に土塊が移動した比高差を乗じたものの対数値である「土砂移動マグニチュード」と被害の程度を表す指標として被災家屋数 (全壊、半壊、一部損壊の家屋数の合計) から求める「土砂災害レベル」を提案した。「土砂移動マグニチュード」と「土砂災害レベル」の間には顕著な相関が見られないことから、両者を併用していく必要があることがわかった。さらに、「土砂移動マグニチュード」は正規分布を示した。今後、土石流、地すべりに関するデータを増やすとともに、他指標による表現の可能性、他国におけるデータ取得の可能性、箇所・地域ごとの土砂移動マグニチュードと発生確率の関係などの課題を検討する必要がある。

参考文献 古屋 (2003) リスクマネジメントに関する総説、土と基礎 549、1-4 / 門間ら (1999) がけ崩れ災害の実態、土木研究所資料、第 3651 号

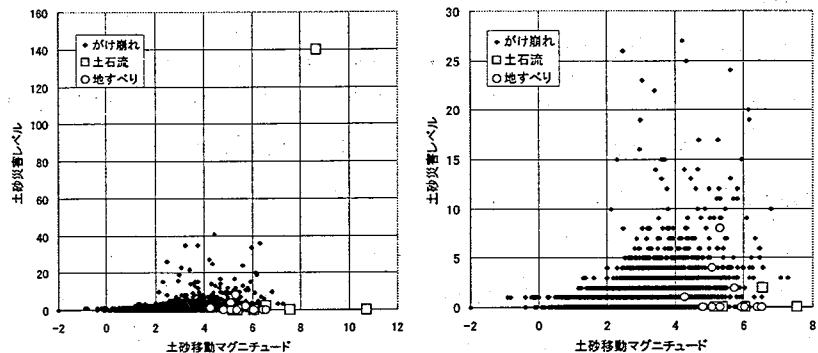


図 2 土砂移動マグニチュードと土砂災害レベルの関係 (右図は左図の拡大)

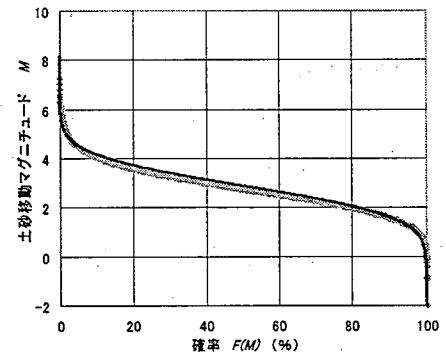


図 3 土砂移動マグニチュードと発生確率 (灰色の太線は観測データ、黒の実線は式 1 の計算値を示す)