

八幡平山系流域における AHP 法を用いた大規模な土砂生産場の評価

砂防エンジニアリング株式会社 尾崎順一 前海眞司 金俊之

弘前大学農学生命科学部地域環境工学科 檜垣大助

国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所 鈴木啓介 櫻田勉 佐藤徹志

1. はじめに

平成 20 年 4 月に八幡平山系の東北電力葛根田地熱発電所付近で、推定土塊量 6 万 m^3 に及ぶ崩壊が発生し、発生直後には河道閉塞が生じたと推定されている¹。その後、迅速な対応により下流域への大きな被害は生じなかったが、当該地域における大規模な土砂生産現象の生じる危険性が改めて認識された。

一方、大規模な土砂生産場の予測については発生斜面の地形量や周辺地質構造、微地形特徴についての調査事例^{2,3}は多いが、広域を対象にした発生場所の抽出やその危険度評価についての検討事例は少ない。

そこで、本検討では八幡平山系流域 (488 km^2) を対象に空中写真判読と AHP 法 (階層構造分析法) により “河道閉塞を生じるとような大規模な土砂生産現象” の危険度を場の条件に着目して評価した。

2. 評価方法

AHP 法は主観的な判断プロセスを階層構造化し、多様な選択肢をそれぞれの重みとして表現することで合理的な意思決定を行うおとするものである。AHP 法を用いた危険度の評価方法は大きく次の 3 つの手順からなる (図-1)。

- (1) 対象流域の土砂移動実績等より大規模な土砂生産に関連する対象要素 (ここでは微地形要素) を抽出する。
- (2) 空中写真判読による危険度の判断プロセスを階層構造化し評価項目および重み係数を設定する。
- (3) 対象要素毎に評価項目の詳細判読を行って危険度を得点化する。

3. 評価結果

(1) 対象要素の抽出

大規模な土砂生産 (体積 $10^4 \sim 10^5 m^3$ 以上の地すべり・崩壊現象) の発生場となり得る地形として “地すべり地形 (不安定、やや不安定)”, “大規模崩壊の崩積土 (不安定、やや不安定)”, “クリープ斜面” を抽出した。これらは地すべりの再活動や深層崩壊の生じやすいと仮定されている地形要素⁴に含まれる。地形要素のうち、平成 20 年岩手・宮城内陸地震において 3 次谷以上の高次谷付近で大半の河道閉塞が発生した実績を踏まえ、3 次谷以上の流路に接する 137 の斜面を河道閉塞の生じる恐れのある評価対象として抽出した。

(2) 階層構造化と重み係数の設定

本検討では八木ほかの地すべり地形の危険度評価手法⁵を参考に階層構造および評価項目を設定した (表-1)。なお、レベル 1 以降の階層構造では時間経過や現状および今後の不安定化に関連する斜面の状況を反映させるよう評価項目を設定した。

表-1 大規模な土砂生産場の評価のための AHP 法階層構造

	階層レベル	階層レベル	階層レベル	階層レベル	階層レベル
評価項目	大規模な土砂生産の危険度評価	対象斜面の種類別	対象斜面の表面形状、移動体の位置、亀裂の地位、など	階層レベル 2 の空中写真判読結果 (明瞭・不明瞭、位置、強・弱等)	

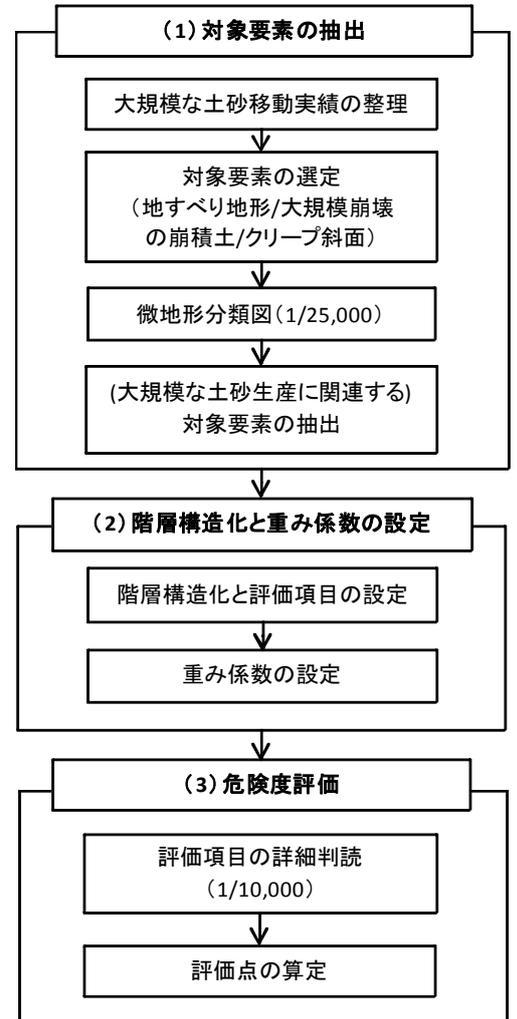


図-1 検討フロー

表-2 階層構造と重み係数：地すべり地形（不安定）の場合

Lv.		Lv.		Lv.		Lv.		重み係数	得点
項目	ウェイト	項目	ウェイト	項目	ウェイト	項目	ウェイト		
地すべり地形（不安定）	時間経過	滑落崖の明瞭度	0.07	明瞭	0.66	-	-	0.0185	1.85
				やや不明瞭	0.19	-	-	0.0052	0.52
				不明瞭	0.16	-	-	0.0044	0.44
	現状の不安定性	滑落崖背後斜面のクラック分布	0.04	多	0.64	-	-	0.0096	0.96
				少	0.26	-	-	0.0039	0.39
				なし	0.10	-	-	0.0016	0.16
				大	0.73	-	-	0.0603	6.03
				中	0.19	-	-	0.0155	1.55
	移動体の破碎の度合い	0.22	小	0.08	-	-	0.0067	0.67	
			末端	0.66	-	-	0.0344	3.44	
			中間	0.15	-	-	0.0076	0.76	
	移動体の位置	0.14	頭部	0.06	-	-	0.0031	0.31	
			独立	0.13	-	-	0.0070	0.70	
			位置	0.50	-	-	-	-	
	亀裂（クラック）地形	0.14	密度	下部	0.53	0.0139	-	1.39	
				中部	0.21	0.0054	-	0.54	
				上部	0.16	0.0041	-	0.41	
				なし	0.10	0.0027	-	0.27	
多				0.64	0.0166	-	1.66		
今後の不安定化	侵食の受けやすさ	0.30	少	0.26	0.0067	-	0.67		
			なし	0.10	0.0027	-	0.27		
			強い	0.64	0.0540	-	5.40		
			弱い	0.26	0.0219	-	2.19		
			なし	0.10	0.0089	-	0.89		
末端の地形状況	0.09	側方侵食	強い	0.66	0.0186	-	1.86		
			弱い	0.19	0.0052	-	0.52		
			なし	0.16	0.0044	-	0.44		
末端の地形状況	0.09	遺急線有・比高大	0.66	-	-	0.0214	2.14		
		遺急線有or比高大	0.19	-	-	0.0060	0.60		
		緩傾斜・比高小	0.16	-	-	0.0051	0.51		

次に階層構造毎に評価項目の一对比較を行い各階層・評価項目のウェイトを設定した。一对比較では客観性を持たせるため、複数の技術者による協議によりウェイトを決定した。

(3) 危険度評価

対象要素毎に評価項目の詳細な空中写真判読を行い、AHP法による評価点を算出した(表-2、図-2)。

全体の傾向としては評価点が高いほど、“移動体の破碎の度合い”、“移動体の位置”、“亀裂地形”など“現状の不安定性”に関する評価項目の得点が高くなる。また、評価点の上位約3割を占める地形要素は地すべり地形(不安定)の地形要素であり、階層レベルの重み付けが評価点に大きく反映された。

葛根田地熱発電所付近の大規模な崩壊実績箇所における評価結果を確認した(図-3)。当該斜面は137の対象斜面のうち19位に位置づけられ、全体の上位1割強に含まれる。

4. 結論および今後の課題

本手法は、実績の少ない大規模な土砂生産現象を対象に技術者の定性的・主観的な判断プロセスを系統立てて定量化し、客観的に危険度を評価するものであり、危険度評価の有効な一手法になり得るものとする。

本手法では、空中写真判読のプロセスを得点化する評価項目とウェイト設定が要であり、プレーストリーミングが必須となる。今後においてもより客観的、総合的な危険度評価になるよう、これら設定の考え方に考察を加えていく必要がある。

また、ハザードマップ等のソフト対策やハード対策を含む大規模な土砂災害対策に資するためには、危険度評価に加えて想定される詳細な土砂生産の発生範囲や規模の検討が必要である。

今後はこれらの課題を念頭に置きながら、本手法を異なる地域に適用して大規模な土砂生産現象の危険度評価を進めていきたいと考えている。

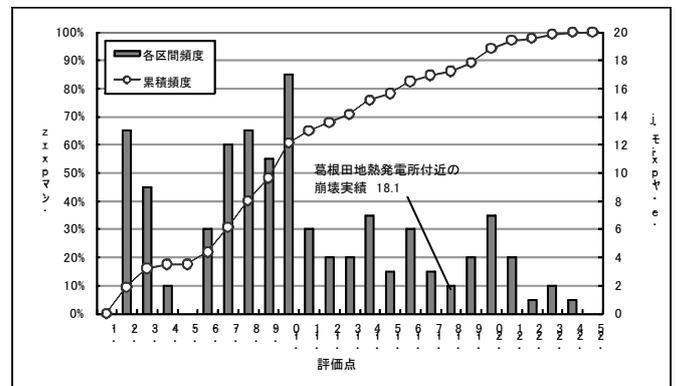


図-2 評価点分布

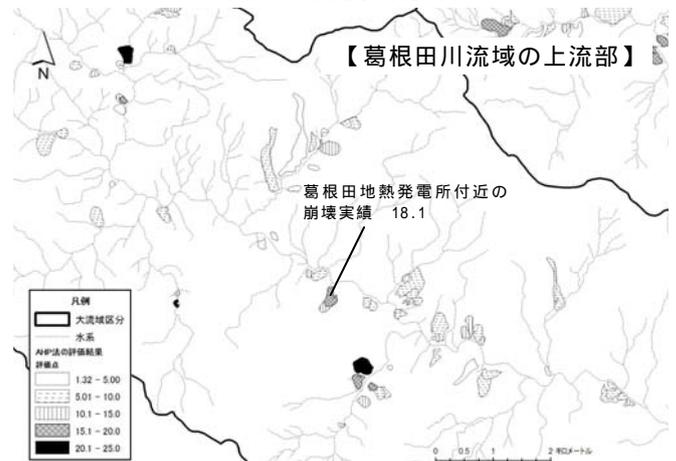


図-3 対象斜面の分布と評価点

1 齊藤ほか(2008)：平成20年月零石町葛根田地区で発生した大規模土砂崩壊への対応について、平成20年度国土交通省東北地方整備局管内技術研究発表会
 2 内田ほか(2007)：地質及び隆起量に基づく深層崩壊発生危険地域の抽出、土木技術資料, Vol.49, No.9, p.32-37
 3 千木良(2006)：地すべり・崩壊の発生場所、土木学会論文集C, Vol.62, No.4, p.722-735.
 4 横山ほか(2011)：宮崎県鰐塚山地における深層崩壊と地形・地質的特長の関係、砂防学会誌, Vol.63, No.5, p.3-13
 5 八木ほか(2009)：空中写真判読とAHP法を用いた地すべり地形再滑動危険度手法の開発と阿賀野川中流域への適用、地すべり学会, Vol.45, No.5, pp.8-16.