

## 土砂災害危険地域の設定手法の適用性の検討 -韓国、牛眠山地域の土石流跡地を対象に-

韓国、江原發展研究院    ○金旻南, 李曠淵, 徐起範, 金範洙  
 韓国、江原大学校        張洙眞  
 北海道大学丸谷知己

### 1. 研究の背景及び目的

韓国は 1960 年代以降、推進された産地の環境改善の努力により開発が拡大した。斜面に移動し、堆積した深い土深の風化土が集中豪雨時に浸透水を貯留すると、土塊荷重が増加され、浅層崩壊が発生し易くなる。これらの影響で、自然斜面の傾斜 30° 以上、標高差 5m以上、降雨量 50mm/hr以上の都市周辺の自然斜面のほとんどは、災害が発生する可能性が大きく、これを対象とした砂防工学的な予防事業の推進とともに、継続的に管理する手段の開発や、生産と堆積による危険区域の画定が不可欠である。Nagano Prefecture (2004) は、7 つの種類の基準点を提示し、韓国にもKim (2010) などが関連技術を紹介したが、実際に危険区域を区画した事例はない。この研究では、都市での土砂災害被害の可能性を低減するために、小流域単位で土砂の生産と堆積区域を画定するための基準点を設定する方法を導入して適用性を検討した。

### 2. 研究の方法

#### 2.1. 研究対象地の概況と基準点及び小流域の決定

研究対象地は、2011 年に 67 人（死亡 16、負傷 51）の人命被害と住宅破損（11 世代）、浸水（3,687 件）などの財産被害が発生した牛眠山近隣である。Nagano Prefecture (2004) や Kim (2010) などが提案した①谷の出口、②狭窄部の出口、③屈曲部、④扇頂部、⑤土石流氾濫履歴ポイント、⑥勾配変換点、⑦人工構造物の有無の 7 種の種類に基づいて基準点を設定し、小流域を決定した（図 1）。

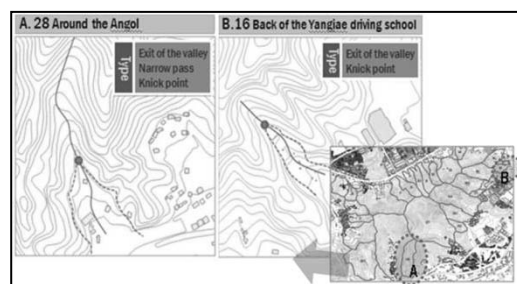


図 1. 基準点を設定例

#### 2.2. 土砂量の算出及び到達距離の推定

到達距離を推定する方法には、溪流長を到達距離とする方法（L1）、経験式を利用した方法（L2）流域面積と分散角を利用した方法（L3）がある。経験式を利用した方法（L2）で土砂量（V）は、侵食可能土砂量（V<sub>e</sub>）、運搬可能土砂量（V<sub>ec</sub>）の中から小さな値を使用するが、この研究では、すべて適用して検討する。

表 1. 到達距離の推定法

Methods	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub> -2(V <sub>e</sub> )	L <sub>2</sub> -3(V <sub>ec</sub> )	L <sub>3</sub>
Calculation formula	-	$L_2 = 0.432 \cdot V^{0.873}$		$L_3 = \sqrt{\frac{360}{\theta} \cdot \frac{A}{\pi}}$
Explanation	Stream length(m)	L <sub>2</sub> : Runout distance(m), V: Sediment discharge(m <sup>3</sup> )		L <sub>2</sub> : Runout distance(m), A: Area(m <sup>2</sup> ) θ: Spread angle(°)=30°

表 2. 経験式に用いる土砂量算定式

Methods	Erodible sediment discharge(V <sub>e</sub> )	Transferable sediment discharge(V <sub>ec</sub> )
Calculation formula	$V_e = \sum_{i=0}^n (A_{ei} \cdot L_{ei})$	$V_{ec} = \frac{10^3 \cdot R_T \cdot A}{1 - \lambda} \cdot \left[ \frac{C_d}{1 - C_d} \right] \cdot fr$
Explanation	V <sub>e</sub> : Erodible sediment discharge(m <sup>3</sup> ) A <sub>ei</sub> : Erodible sediment discharge per unit length by geological characteristics and stream order(m <sup>3</sup> /m) L <sub>ei</sub> : Stream length in order i(m) (include stream order 0)	V <sub>ec</sub> : Transferable sediment discharge(m <sup>3</sup> ) fr: Outflow correction factor, A: Watershed area(km <sup>2</sup> ) R <sub>T</sub> : Probability daily rainfall of exceed 100 year(mm) C <sub>d</sub> : Volumetric sediment concentration of debris flow λ: Porosity

#### 2.3. 危険区域の区画

流下区間が開発された都市産地の土砂災害防御と管理のために防護施設、最上部の大型構造物などを考慮した区域画定が必要である。

ArcMapで基準点（図 2-a）と到達距離（L3）を利用してBuffer作業を実施して円の限界範囲を設定し（図 2-b）、山地溪流に沿った 20m間隔の横断側線を示す（図 2-c）。横断側線と輪郭を利用して、山地溪流から標高差 5mポイント（P）を表示し、接続してpolygonで区画する（図 2-d）。ただし、5mポイントがない場合、以前のポイント（P'）で、次の横断側線に 30° 展開したポイント（P'）とする。

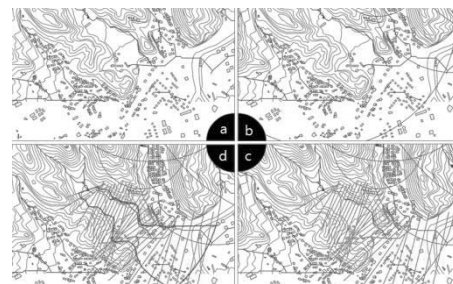


図 2. 危険区域の区画方法

### 3. 研究結果

#### 3.1. 土砂量及び到達距離

L1 は溪流長を到達距離とするため、0 次谷には適用することが困難であった。過大値が算定された運搬可能土砂量を除いて、侵食可能土砂量を適用したL2 (L2-2) が 0 次谷 185m (70m-317m)、1 次谷 369m (133m-1,678m)、2 次谷 750m (307m-1,673m) として適切だった (図 3)。L3 は 0 次谷 359m (199m-526m)、1 次谷 590m (341m-1,598m)、2 次谷 851m (493m-1,184m) L2 と比べ似ていた。ただし、この研究では、分散角 ( $\theta$ ) を  $30^\circ$  としたので地形性や終端勾配別分散角 ( $\theta$ ) の適用基準を設けるなど、今後の検討が必要である。

実際の溪流長と到達距離の相関性を検討した結果、溪流長さとL2-2 の相関係数は 0.7、溪流長とL3 の相関係数は 0.8 で示され、防護対象構造物の直上流部を基準で適用することが合理的なことが分かった (図 4)

#### 3.2. 危険区域の区画及び活用

山地流域内の防護対象施設の有無に基づいて、補助基準点-基準点の順で 46 個山地小流域を決定した結果、研究対象地は生産-堆積区間に縮小されて都市化されていた (図 5)。L<sub>2</sub> の方法で算出された到達距離を利用して、合計 46 個所の危険区域を区画し、重ねている区域を一つの区域にして、21 個所の区域に区分した。

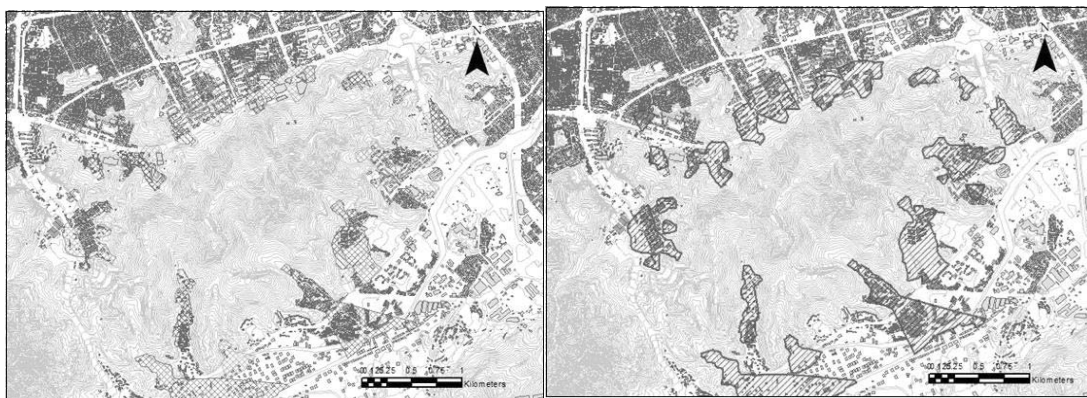


図 5. L<sub>2</sub>-2 を利用して、区画された危険区域

#### 4. まとめ

この研究では、都心地に位置する山地の土砂災害危険地の管理手段を開発するために、地形や立地特性に基づいて基準点を設定する方法を検討した。韓国のソウル市牛眠山地区を対象に検討した結果、合計 46 個所の小流域を算定した。土砂量算定は、地質や溪流次数別原単位算定方法を、到達距離算定は、経験式による方法と流域面積と分散角を利用した方法を採用することができた。土砂の発生-堆積地域を画定することで、任意の都市山地を対象とした現地調査と管理のための図面を作成する方法として利用できると考えられる。

#### 引用文献

Kim, K.N. and Jang, S.J. (2014). Development of Criteria for Zoning of Debris Flow Hazard Area. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation* 14(6) : 177-183

Kim W.H., Song B.W. and Kim B.S. (2010). Determination of hazardous zone for the area of debris flow damages. *Conference of Korean Geo-Environmental Society*, No. 10. pp. 197-204

Nagano Prefecture (2004) Basic Survey Technical Standards Related to Sediment Disaster Prevention (Draft) (Debris Flow), Guideline, pp. 1-139.

#### 謝辞

本研究は韓国の国土交通部/国土交通科学技術振興院の「国土交通技術研究事業 (課題番号:14SCIP-B069989-02)」の支援により行いました。

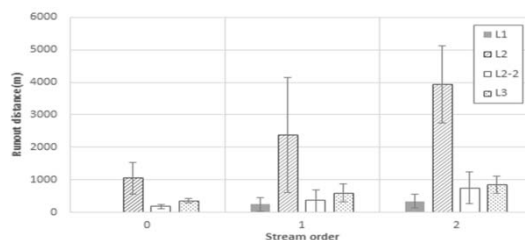


図 3. 到達距離の推定結果

