

## 積雪水当量分布データと数値地理情報を利用した日本列島全域の土砂崩壊発生確率評価

東北大学大学院環境科学研究科 学生会員 川越 清樹  
 東北大学大学院環境科学研究科 正会員 風間 聡  
 東北大学大学院工学研究科 フェロー 沢本 正樹

### 1. はじめに

融雪に伴う土砂崩壊は多積雪域に甚大な被害を与えている。温暖化に伴う積雪量減少の一方で、北海道、北東北の突発的な積雪量の増大が予測されている<sup>1)</sup>。この予測は、将来における融雪による土砂災害の増加を懸念させる。近年における豪雨の発生頻度の増加から、降水分布情報と数値地理情報を利用して土砂崩壊の危険度を評価する試みがなされている一方、積雪分布データの不足を理由に融雪に伴う土砂崩壊の危険度を分布的に示すモデルは構築されていなかった。これに対して、筆者はNOAA-AVHRRの衛星画像を利用した積雪水当量分布データ<sup>2)</sup>を利用し、東北地方の融雪による土砂崩壊の発生確率分布を示した<sup>3)</sup>。本研究では、対象領域を日本列島全域に拡張して融雪に伴う土砂崩壊発生確率の解析を試みた。

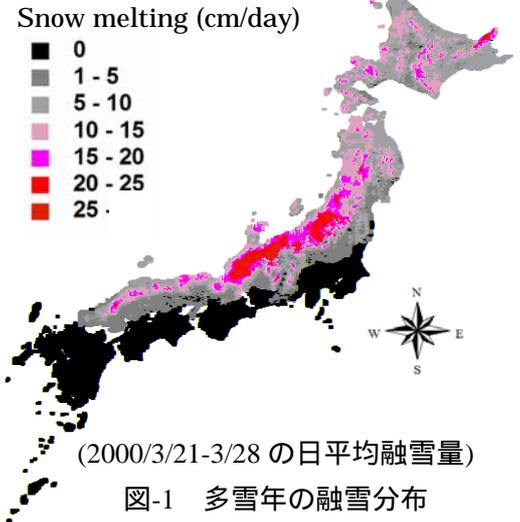


図-1 多雪年の融雪分布

### 2. データセット

土砂崩壊が頻発した地域および融雪イベントに対する地質、地形、水文条件を利用することで発生確率モデルが構築される。このモデルに列島各地の地質、地形、水文のグリットセルデータを導入して発生確率を得る。

モデルの構築に利用した土砂崩壊の実績は、「特定地域に係る激甚災害の指定及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」の激甚災害地域に指定された2000年3月21日から28日の福島県会津地方の土砂崩壊布である。対象地質に崩積土と土砂化しやすい新第三系堆積岩、第三系堆積岩、花崗岩を用いた。地形データとしてセル内の最高と最低の標高差である起伏量を利用した。起伏量は地形の複雑さを示すパラメータである。地質、地形データは国土数値情報から得た。水文データとして動水勾配を利用した。動水勾配の上昇は、パイピング現象に伴う斜面尻の土塊流出を促し斜面の不安定化を助長させる。動水勾配は二次元不飽和浸透解析によって導かれる。浸透解析には、NOAA-AVHRRの衛星画像の利用により求められた融雪分布と、国土数値情報の表層土壌、斜面傾斜度を用いた。融雪分布として多雪年(2000年)、通常年(1999年)、少雪年(1990年)における最大融雪の記録された1週間の日平均融雪データを用い、各年の土砂崩壊発生確率を評価した。図-1に多雪年の融雪分布を示す。これらデータは、グリットセル解像度1km×1kmで利用された。

### 3. 発生確率モデル

発生確率モデルを多重ロジスティック回帰分析によって構築した。土砂崩壊実績の有無を1と0の二項分布にし、ロジスティック曲線で連結する。地質毎の土砂崩壊の実績に応じて4種類のロジスティック曲線を作成する。各ロジスティック曲線を起伏量、動水勾配を説明変数にした重回帰式で示す。この重回帰式により発生確率モデル式が構築される。モデル式を式(1)に示す。

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-(\beta_0 + \beta_h \text{hyd}Y_h + \beta_r \text{relief}Y_r)]} \quad (1)$$

ここで、 $P$ :発生確率、 $\beta_0$ :切片、 $\beta_h$ :動水勾配係数、 $\beta_r$ :起伏量係数、 $\text{hyd}Y_h$ :動水勾配、 $\text{relief}Y_r$ :起伏量である。

### 4. 解析結果

土砂崩壊発生確率分布を図-2に示す。少雪年では、新潟県の飯豊山地、越後山脈と三国山地の北西側山麓斜

キーワード 融雪量, 多雪年, NOAA-AVHRR, 多重ロジスティック回帰分析

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-20 東北大学大学院環境科学研究科 TEL 022-795-7459

面と、富山県、石川県と長野県界の飛騨山脈北西側山麓斜面に発生確率 95%以上の地域が点在する。少雪年では、北陸地方の一部の地域における道路災害やダム貯水池内の堆砂等による被害が懸念される。通常年では、少雪年における発生確率 95%以上の地域がやや拡大する。また、山形県から秋田県の出羽山地周辺および北海道南部の支笏湖周辺および日高山地西側山麓斜面に発生確率 95%以上の地域が点在する。この地域を覆うように発生確率 5%から 25%のエリアが分布する。静岡県の赤石山脈南側斜面と岩手県の北上高地の東側斜面といった太平洋側にも発生確率 5%から 25%の地域が分布する。多雪年では北海道および日本列島の日本海側で土砂崩壊発生確率 95%以上のエリアが多数分布する。新潟から秋田に至る出羽山地、中国山地周辺の発生確率上昇が顕著である。山地の裾部まで発生確率 95%のエリアが拡大化するため市街地の土砂災害が懸念される。秋田県の大館市(図-2の a)、横手市(b)、山形県の山形市(c)、新潟県の長岡市(d)は高発生確率エリアに近接した市街地である。

5. 考 察

解像度 1km × 1km で示された多雪年の土砂崩壊発生確率を市町村毎に整理した。市町村毎の発生確率は領域における発生確率の総和を面積でわった平均値で示される。2000年3月21日から28日に土砂崩壊の頻発した激甚災害地域が相対的に高い発生確率を示せば、本研究の解析結果は概ね実現象を捉えていると解釈できる。主たる各市町村の平均発生確率を図-3に示す。激甚災害の市町村は40%前後の平均発生確率を示し、前章の a)から d)の地域および多雪域の市町村よりも相対的に高い平均発生確率を示している。

よって、崩壊地域、モデルにより高い発生確率と評価された地域の分布は整合する。なお、モデルの基となった会津地方の土砂崩壊有無グリッドセルの平均発生確率は、発生地域は平均 83.5%(標準偏差 8.6%)、非発生地域は平均 18.6%(標準偏差 13.3%)である。

6. おわりに

土砂崩壊の事例を基に融雪による土砂災害発生確率モデルを構築し、解像度 1km × 1km による土砂災害発生確率分布を明示した。今後、この発生確率分布データを利用し、経済損失および土砂生産量を導く意向である。

謝 辞：土砂崩壊に関連したデータは福島県土木部より提供して頂いた。本研究は「環境省の地球環境研究総合推進費(S-4):温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」の援助を受けた。謝意を表します。

参考文献

- 1) 井上聡, 横山広太郎: 地球環境変化時における降積雪の変動予測, 雪氷, Vol.60, pp.367-378, 1998.
- 2) 泉宏和, 風間聡, 戸塚岳大, 沢本正樹: 全日本の積雪水量, 積雪深, 全層積雪密度の推定, 水工学論文集, No.49, pp.301-306, 2005.
- 3) 川越清樹, 風間聡, 沢本正樹: 降雨極値の再現期間を用いた斜面災害の発生確率, 水工学論文集, No.51, pp.367-372, 2007.

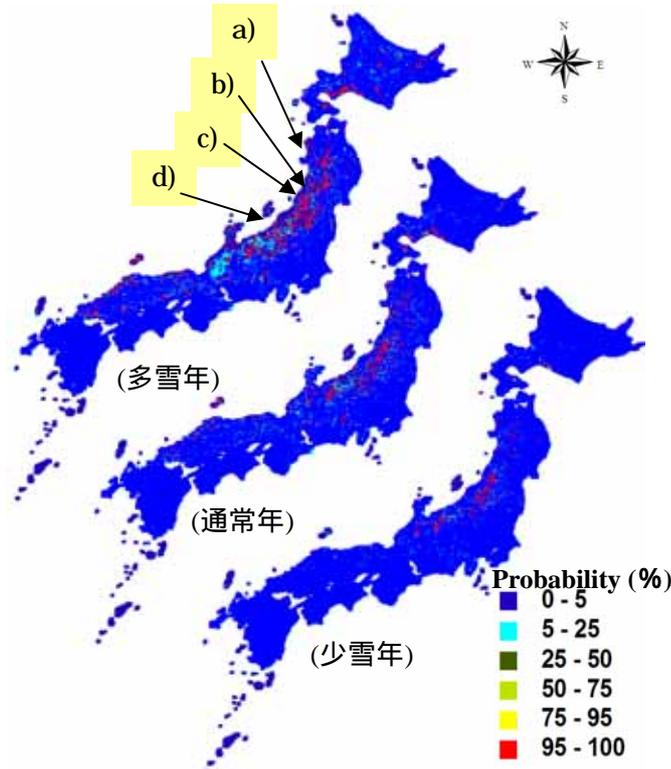


図-2 融雪に伴う土砂崩壊発生確率分布

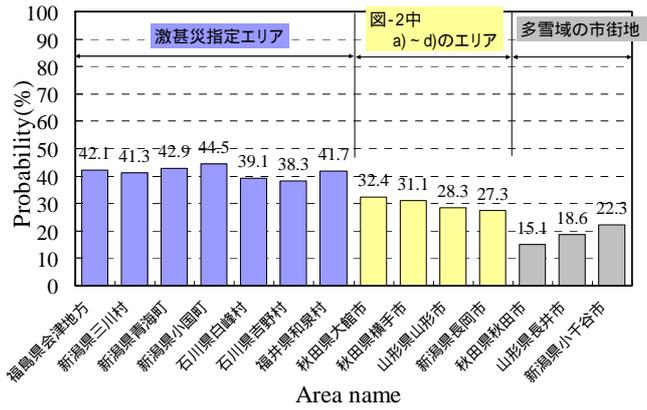


図-3 市町村毎の平均発生確率