

II-21

融雪分布特性を考慮した
土砂災害発生確率モデルの構築

東北大学大学院 学生会員 ○川越 清樹

東北大学大学院 正会員 風間 聡

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

豪雪地域における急速な融雪は、甚大な土砂災害をもたらす。将来、地球温暖化の影響により、集中的な降水と気温上昇の増大が予測され、不安定化する斜面の増加が懸念される。このため、融雪に対応した土砂災害の危険予知モデルの構築が必要である。更に、対策工計画や危機管理に有用である定量的な危険度の明示が切望される。以上を背景に、本研究の目的は、融雪影響を考慮した発生確率による土砂災害予知モデルの構築および発生確率分布の明示とする。発生確率は、危険地域の抽出、社会リスクの算定の評価に有効である。そこで、発生確率の利用例として、将来的な融雪分布に対応した危険地域の明示、土砂災害に対する道路リスクの算定を検討した。

2. 研究対象およびデータセット

研究地域は福島県である。福島県の会津地方は、急速な融雪を誘因にした土砂災害が経年を通じて認められる。平成12年の会津地方は、多数の土砂災害が頻発した。この状況から「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」が発令され、激甚災害地域に指定された。激甚災害のきっかけとなる土砂災害の集中した平成12年3月27日から4月2日の実績を発生確率モデルに利用する。図-1に平成12年の積雪深を示す。

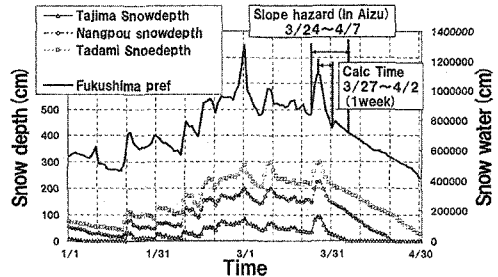


図-1 平成12年積雪深変化

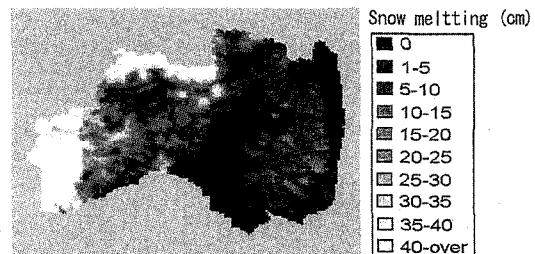


図-2 融雪分布図(H12.3.27~H12.4.2)

融雪データは、AMeDAS 気象観測データおよび NOAA-AVHRR データを利用して作成された融雪量分布データである。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。図-2は対象時期の融雪分布である。災害実績データは福島県土木部による災害関連資料を整理し、50mメッシュにて作成された。

3. 発生確率モデルの構築

土砂災害発生確率モデルは多重ロジスティック回帰分析を用いて構築される。災害実績の有無を1と0の二項分布にし、ロジスティック曲線で連結する。このロジスティック曲線を土砂災害の素因誘因である起伏量、動水勾配、地質に関連した重回帰式にすることで発生確率モデル式が構築される。本研究では、起伏量、動水勾配を説明変数に利用し、地質別に発生確率モデル式を作成した。²⁾ モデル式は式(1)に示すとおり。

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

ここで、 P :発生確率、 β_0 :切片、 β_h :動水勾配係数、 β_r :起伏量係数、 $\text{hyd}Y_h$:動水勾配、 $\text{roll}Y_r$:起伏量である。

データに地質、地形、水文および災害実績のメッシュデータを利用する。発生確率は50mの解像度で明示される。地質データに国土数値情報を用いる。地質情報について、崩積土および土砂化しやすい新第三系堆積岩、第三系堆積岩、花崗岩に大別する。地形データとして起伏量をモデルのパラメータにする。起伏量は数値地図50mメッシュに格納された最高と最低の標高差より導かれる。起伏量により地形の複雑さを考慮する。水文データとして動水勾配をモデルのパラメータにする。動水勾配は二次元不飽和浸透解析より導かれる。国土数値情報の表層土壌、斜面傾斜度データと、泉ら¹⁾の解析結果による融雪データを浸透解析に用いる。

会津若松建設管内の災害有無を対象に発生確率モデル式を作成する。このモデル式を福島県全体に適用し、発生確率の分布を作成する。

4. 解析結果

解析結果を図-3に示す。発生確率90%以上の地域は奥只見地域および飯豊山南麓に分布する。これらは、平成12年3月27日から4月2日の福島県内における極大の融雪量を示す地域である。この地域の発生確率は融雪に伴う動水勾配の上昇が大きく影響する。博士山周辺も発生確率90%以上の地域である。なお、この地域の融雪は少ない。著しい起伏と表層土壌の卓越した透水性が発生確率に影響している。この傾向は、微少な融雪であるにも関わらず高い発生確率の認められる阿武隈山地東麓も同様である。双葉断層の存在に伴う急崖の存在が発生確率に寄与する。なお、災害実績と発生確率との比較検証結果から、災害実績を示す地域は89.2%以上の発生確率をもつ。

5. 考察

5.1 危険エリアの抽出

土砂災害の発生確率が高い地域の地形、地質、水文条件を利用し、危険エリアを抽出する。災害実績と発生確率との比較検証から発生確率90%を閾値に設定し、この確率を超過する地質別の地形、水文条件を抽出する。これら条件の過半数を超える値を融雪に伴う土砂災害の発生しやすい条件と設定する。表-1に土砂災害の発生しやすい条件を示す。百年単位のタイムスケールで考えた場合、地形、地質は地域条件、水文は動的条件と分類する。地域条件のみに着目することで土砂災害のポテンシャルが導かれる。地域条件による危険エリア分布を図-4に示す。八溝山地北麓の白河市周辺に危険エリアが広く分布する。多大な積雪と気温上昇に伴い、土砂災害の頻発が懸念される。

5.2 土砂災害に対する道路リスク

土砂災害に伴う交通機能の停止事例は数多く存在する。そこで、社会リスクの算定事例として道路リスクを評価する。リスクは、発生確率、道路延長、道路に対する対策投資費用を掛け合わせることで導かれる。解析結果は図-5に示す。磐梯吾妻スカイライン、国道289号線、国道121号線はリスクを有する地域である。なお、この評価は、現況の斜面対策整備状況を考慮していない。今後、整備状況をふまえて評価する。

6. おわりに

災害事例を基に融雪の土砂災害発生確率モデルを構築し、50m単位の土砂災害発生確率分布を明示した。また、気候変化に伴い土砂災害発生が懸念される危険地域を特定した。今後、気候の将来予測データを用い、土砂災害の発生確率を導く意向である。

謝辞：災害関連データは福島県土木部より提供して頂いた。本研究の一部は地球環境推進費の援助を受けた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.50, 2006. (印刷中)

表-1 土砂災害の発生しやすい条件

地 質	融雪量	斜面傾斜度	起伏量
崩 積 土	45 cm/day 以上	21° 以上	15m 以上
新第三系堆積岩	63 cm/day 以上	28° 以上	24m 以上
第三系堆積岩	71 cm/day 以上	30° 以上	24m 以上
花 崗 岩	78 cm/day 以上	32° 以上	29m 以上

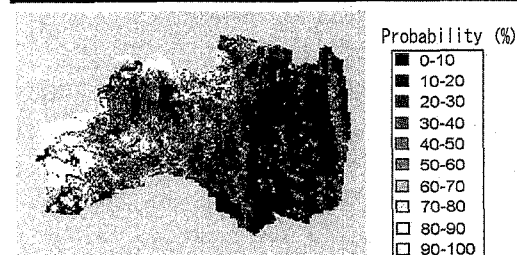


図-3 土砂災害確率分布図



図-4 地域条件による危険エリアの分布図

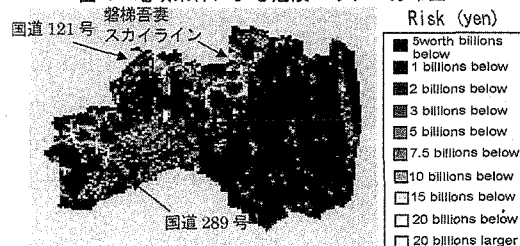


図-5 道路リスク分布図