

斜面災害の適応策検討を進めるための水文特性分析

福島大学共生システム理工学類 非会員 佐久間 楓
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 斎藤 洋介
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. はじめに

気候変動に伴い豪雨イベントの頻度増加が予測されており¹⁾、山岳地の占拠面積の多い日本列島では、斜面災害を誘発する崩壊の頻発が危惧される。災害を未然に防ぐため土砂災害警戒区域を指定する取り組みが進められているが、膨大な指定箇所に対して満遍なく対策、管理することは困難であり、これらを補充できる特性把握の情報取得、危険度指標の更なる高度化も必要とされる。例えば、過密な森林の集中する0次谷の凹地形は、外的影響を受けやすい土壌を形成し、斜面崩壊の発生しやすい領域と認識されている²⁾。こうした領域では、土砂災害防止機能の低い森林を抽出し、処置する等の適正な森林管理を進め、斜面崩壊の抑制を図ることが必要である。こうした取り組みを展開するためには、管理より得られる特性を情報にして、「効果」として明示していくことが望まれる。なお、適正な森林管理は、土砂災害防止だけにとどまらず、森林資源の有効利用にも関連付けられる。そのため、気候変動適応と地域振興の両面の利点を得るコベネフィットへの効用も期待できるものである。

2. 研究目的・対象領域

本研究の目的は、森林管理より得ることのできる「効果」を水文特性の情報として取得することである。過去の斜面崩壊現象を対象に現存する斜面分析を進めて、現地調査より森林と水文特性の基盤情報の取得、整備に取り組んだ。

本研究の対象領域は、福島県大沼郡三島町である。三島町は、平成23年7月新潟・福島豪雨(2011年7月26～30日)に甚大な水害の発生した地域であり、山間部に位置する自治体であることから多くの斜面崩壊も認められた。なお、災害の経験だけでなく、近年は桐生産による産業振興に積極的に取り組んでいる。将来的な斜面管理のコベネフィットも考慮して、三島町を研究対象領域として設定した。

3. 解析方法、およびデータセット

解析方法は以下の①～③に示すとおりである。

① 数値地理情報、衛星画像による三島町の斜面情報、および斜面崩壊情報の整備

② 斜面崩壊の分類

③ 現地調査による水文特性値情報整備と解析

本研究は、数値地理情報データ等を利用した空間

情報の解析と現地調査の解析で構成されている。データセットとして、空間情報では、地形データに国土地理院の基盤地図情報(空間解像度10m×10m)、地質と土壌データに20万分の1土地分類基本調査の数値情報、土地被覆(植生含む)データに自然環境保全基礎調査による数値情報を用いた。また、斜面災害解析には、FORMOSAT-2(2011/8/10 2:00画像 空間解像度8m×8m)の衛星画像情報を用いた。

解析方法①では、通例の解析で汎用される格子グリッドセルの斜面情報ではなく³⁾、10m×10mの高空間解像度情報を用いた現実性に近似した単位での斜面一体化情報をベースにデータ整備を進めた。斜面一体化の情報は、標高より得られる斜面方向情報(16方向)の連続性から区画された。この一体化した斜面に応じて標高、斜面長、斜面傾斜度の情報を取得し、地質、表層土壌、土地被覆、斜面災害解析のデータを重ね合わせ整備した。なお、斜面災害解析のデータは、既往研究⁴⁾による正規化植生指標NDVIから同定した裸地斜面の研究手法を三島町まで領域拡張して取得したものである。

解析方法②では、解析①より整備した斜面区画データを諸条件で分類することを進めた。三島町の斜面区画の全体と斜面崩壊した斜面の全体像を比較することで、斜面崩壊の集中したエリアや斜面型を特定した。なお、斜面型は、斜面崩壊に地形的に最も寄与しやすい斜面傾斜度をベース(5°間隔→計9タイプ)に、標高、斜面長、土地被覆、土壌、地質情報を当てはめることで分類した。この分類より、崩壊の生じやすい斜面の特徴を分析した。

解析方法③では、対象領域の代表的な斜面の水文特性を把握するため、地形や立地環境などの条件から抽出した現地12地点で樹種、林床土壌(含水率、鉛直方向透水係数 K ≡浸透能)を調査した。浸透能の実計測値と理論値を求めて比較検討することで各地の水文特性を評価した。実計測値は鉛直浸透能(METER社ミニディスクインフィルトメーター)による計測から取得した。理論値は、林床土壌サンプルリング試料を粒度分析して特性値(D_{20})を求め、クレーガー法による透水係数算定から求めた(式(1)参照)。

$$K=0.0034D_{20}^{2.2954} \quad (1)$$

なお、参考値として災害に強い森林づくりが平成19年より実践されている長野県岡谷市の森林地域の浸透能のデータも追加して考察を示した。

キーワード 数値地理情報、浸透能、森林土壌

連絡先

〒960-1296 福島県福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類 TEL 024-548-5261

4. 解析結果

4.1 斜面情報の整備と分類の結果

図1は、斜面一体化区画，土砂災害警戒区域，斜面崩壊箇所と推測される裸地の分析した数値地理情報を整備した空間情報である。図中 a)がグリッドセル情報単位(衛星画像判読結果の直接セルデータ)，b)が斜面一体化した区画単位で裸地のエリアを示したものである。総じてグリッドセル情報単位で情報を取得した場合，ランダムな斜面(斜面傾斜度15~30°)で裸地化した領域が多く抽出されるものの，斜面一体化区画に斜面として情報を統合した場合には，傾斜度20-25°に集中して裸地化した領域が多く抽出されている。そのため，斜面一体化区画の統合により斜面崩壊の特徴が集約できる結果を得ることができた。なお，こうした情報集約化の中で，標高情報の統合において裸地化の特徴が示され，標高250~400mの道路に接する領域で多く裸地の斜面が認められた。この結果は，豪雨に伴う排水などの関係により道路付近で斜面崩壊が生じていることを示唆している。また，ここで抽出された斜面はいずれも土砂災害警戒区域であることから，平成23年7月新潟・福島豪雨の経験も含めて区域指定された可能性があると推測される。

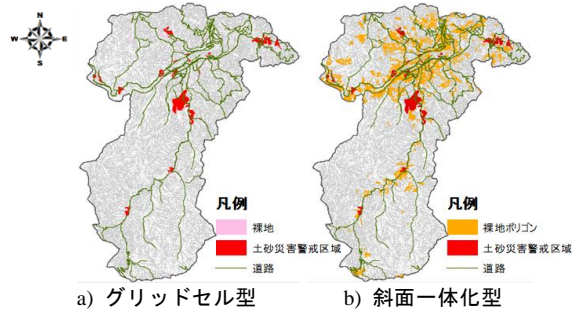


図1 区画単位の裸地

表1 裸地化した斜面一体化区画の斜面型の割合

傾斜度	標高(m)	斜面長(m)	植生	土壌	地質
0-5°	250-300 [53.17%]	0-10 [50.40%]	落葉広葉樹 [43.25%]	黒ボク土 [74.60%]	軽石(浮石流堆積物) [38.10%]
5-10°	250-350 [61.98%]	[46.35%]	常緑針葉樹 [39.58%]	[56.77%]	泥岩 [30.21%]
10-15°	300-400 [51.36%]	[40.47%]	[47.47%]	[50.19%]	緑色凝灰・泥岩 [65.37%]
15-20°	300-400 [47.56%]	[31.88%]	[51.93%]	黒ボク・褐色森林 [92.03%]	[69.67%]
20-25°	350-400 [24.47%]	100-500 [46.32%]	[53.95%]	褐色森林土壌 [54.47%]	凝灰岩(緑色) [35.26%]
25-30°	350-450 [42.26%]	[64.15%]	[43.02%]	[56.08%]	[27.55%]
30-35°	350-550 [76.12%]	[65.17%]	[40.30%]	[51.74%]	泥岩・流紋岩 [49.75%]
35-40°	450-500 [28.77%]	[61.64%]	カスミザクラ・コナラ群落 [36.99%]	[42.47%]	流紋岩 [45.21%]
40°	400-450 [25.00%]	200-500 [56.25%]	ブナ・ミズナラ群落 [62.50%]	[50.00%]	[62.50%]

表1は裸地化した斜面一体化区画の諸条件を整理したものである。この結果は，急峻な傾斜度ほど斜面崩壊しやすい理想的な運動過程と無関係であり，土地被覆，表層土壌，地質でも規則的な傾向が認められなかった。(最も裸地化しているケースは，土地被覆：常緑針葉樹植林[43.11%]，表層土壌：褐色森林土壌[44.89%]，地質：泥岩[29.93%]である)。ただし，斜面長については，急峻な傾斜度ほど大きい斜面が裸地化しているという傾向が得られた。これは，土塊自重負荷も大きい斜面崩壊の理想的な運動過程と一致する結果である。なお，斜面長の長い結果は，裸地化した局所だけでなく斜面一帯での管理を促す必要性を示しており，周辺の森林も管理の一環として整備していく重要性を示唆する。

4.2 現地調査による水文特性解析

図2は，特性の効果を誘導する透水係数の実計測値と理論値の関係と調査地点である(図中，各地点の[値]は実計測値と理論値の差である)。計11地点とも実計測値が理論値を下回り，理想的な浸透能データが取得されなかった。なお，計測時の土壌水分含水率は30~40%であり，水分を吸収しやすかった可能性も高い。今後は，様々な水分ケースに応じたデータを蓄積して精度を上げる必要がある。相対的に浸透能が大きく，実計測値が理論値を上回っていたポイント(約60mm/h)は，スギ植林中の領域(桑原スキー場付近)で樹高3~4m，日当たり良好の条件をなしていた。この条件より林床土壌の分解効果も大きく，浸透能も大きな効果で示されたと解釈できる。

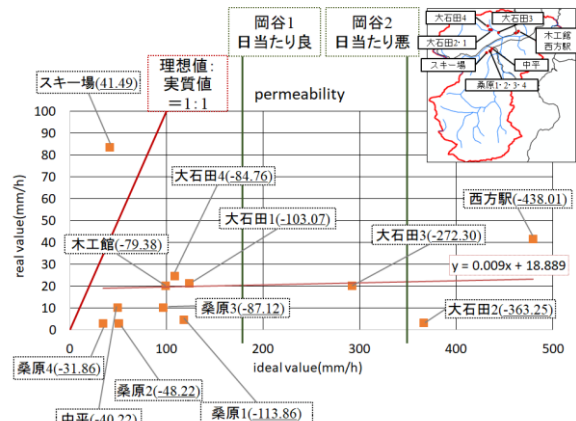


図2 鉛直方向透水係数の実計測値と理論値

5. 解析結果

本研究の取り組みより，斜面一体化区画により崩壊特徴を明確にできる可能性と，森林土壌の水文特性の効果に対する傾向を把握することができた。傾向から斜面安定化にむけて斜面の連続性を考慮し，周辺の適正な森林管理を継続して進めることが，斜面崩壊の抑制につながることを把握した。

謝辞：本研究は，文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)，国立環境研究所気候変動適応研究サブプロジェクト複合影響予測手法の高度化によって実施された。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) IPCC : Climate change 2014 Synthesis report , https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- 2) 塚本良則ほか：侵食谷の発達様式に関する研究_0 宇谷と山崩れとの関係，新砂防，Vol.26, No.2, pp.14-20, 1973.
- 3) 齋藤洋介ほか：地域への適用性をふまえた斜面崩壊発生確率のモデルとアウトプットの開発，土木学会論文集G(環境)，73(5), I_229-I_237, 2017.
- 4) 川越清樹ほか：2011年新潟福島豪雨による水害特徴，東北地域災害科学論文集，Vol.48, pp.179-184, 2012.