

データマイニングを用いた2011年9月4日那智川流域における土砂災害発生に係わる重要要因の把握

大規模土砂災害対策研究機構（和歌山県）
大規模土砂災害対策研究機構（国立研究開発法人土木研究所）
大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター） 田中健貴
（株）エイト日本技術開発

○坂口武弘・西岡恒志・筒井和男・福田和寿
木下篤彦*
只熊典子・海原荘一
*)現 国土交通省国土技術政策総合研究所

1. はじめに

2011年9月の台風12号（以下「台風12号」という）で和歌山県那智勝浦町内の那智川流域では、総雨量1,000mm、時間雨量120mmを超える降雨により、多数の土砂災害が発生した。土砂災害の発生危険度を把握するためには、地形や地質、降雨指標など土砂災害の発生と関連性の高い素因や誘因を把握することが必要である。

そこで、本研究では台風12号により那智川流域で発生した土砂災害を対象にデータマイニング手法の1つであるラフ集合を用いて、地形・地質や降雨など土砂災害発生に関連性の深い重要因子の抽出や発生条件及び非発生条件の検討を行った。

調査箇所的那智川流域は流域面積24.8km²、流路延長が約11km、河床勾配は8.5%である。地質的特徴としては熊野層群に花崗斑岩が貫入して、泥岩上に崖錐を形成した地域であり、台風12号の集中豪雨により表層崩壊・土石流が多数発生し、大規模な被害が生じた流域である。

2. 検討方法

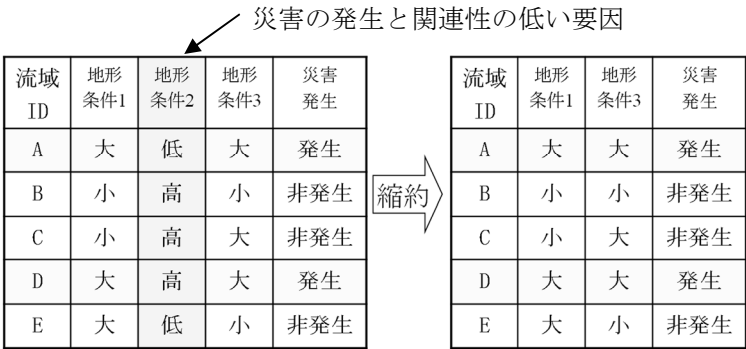
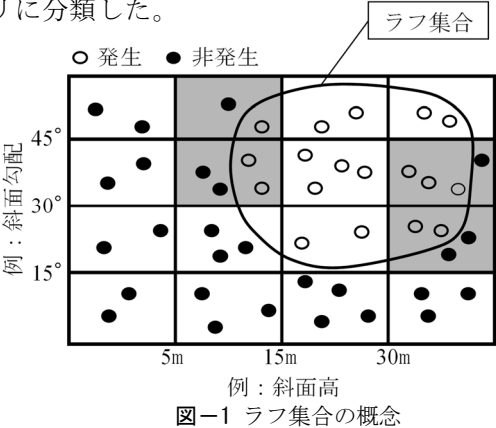
2.1 ラフ集合の概要

ラフ集合はデータマイニング手法の一つであり、1982年にポーランドの計算機学者 Zdzisław Pawlak によって提唱されたもの¹⁾で、その基本概念は類別と近似であり、データベースの分離性を低下させずに如何に簡約化できるかという点に主眼が置かれている。ラフ集合の主な機能としては、データベースの縮約とルールの抽出がある。

ラフ集合の概念を図-1に示す。例えば斜面勾配と斜面高の要因をそれぞれ4つのカテゴリに分割して、災害の発生した流域（○印）と非発生した流域（●印）を分類した場合を考える。災害の発生と非発生を考えることは、発生する箇所と非発生する箇所を分離することであり、ラフ集合では図-1の白色の範囲のように同一カテゴリ内が発生または非発生をのみデータで構成されているようなデータを整合データと呼び、灰色のセルは発生・非発生が混在しているものを矛盾データと呼んでいる。全データ数に対する整合データの存在割合を整合度と呼んでおり、整合度が高くなるような要因は重要要因であると言える。また、縮約とは、例えば、図-2の例のように地形条件2を除いて考えても、災害の発生及び非発生には関係ないとなると、データベース上では地形条件2は省略することができるという考え方である。残りの地形条件1、地形条件3は災害の発生・非発生を考える上での重要要因であるということになる。

2.2 本研究に用いたデータ

本研究では那智川流域内を100×100mメッシュに区分し、それを評価単位として斜面崩壊等の範囲から発生・非発生を区分するとともに、レーダー雨量計による雨量メッシュデータに基づく短期～長期の雨量やそれら超過確率年、斜面方位や傾斜度などの地形要因、地質区分、空中電磁波探査結果等の計28要因についてそれぞれ5～8のカテゴリに分類した。



なお、空中電磁波探査結果については地中の水分量や地質構造の変化点等を表す指標として検討対象に加えた。また、流域内で 2011 年の崩壊発生箇所の判読結果を元に、評価単位の 100×100m メッシュを発生と非発生に分類し、データベースを作成した。そのデータベースに基づいて、ラフ集合を用いて土砂災害発生の発生及び非発生と関係の深いと考えられる要因を 28 項目の要因の中から抽出する(表-1)とともに、発生及び非発生条件を求めた。

3. 那智川流域における斜面崩壊の発生・非発生における重要要因

ラフ集合による解析の結果、28 要因のうち 7 要因の組み合わせで整合度が約 96%の精度で発生・非発生を分離可能となった。抽出要因としては、「斜面方位」、「接谷面差」、「谷密度」がどの組み合わせの場合においても抽出されており、次いで「累積解析雨量」、「接峰面差」が多く抽出される結果となった。

表-1 要因と要因数ごとの抽出要因の組み合わせ一覧表

要因数	番号	整合度	斜面方位	地質区分	傾斜度	接峰面差	接谷面差	谷密度 2 5	解析雨量 1 0 分	解析雨量 1 時間	解析雨量 2 4 時間	解析雨量 3 6 時間	解析雨量 4 8 時間	解析雨量累積	確率年 1 時間	確率年 2 4 時間	確率年 3 6 時間	確率年 4 8 時間	確率年累積	確率年 那智 1 時間	土砂災害警戒情報	土壌雨量指数	比抵抗値	表面比抵抗値	電探 1 次微分	電探 1 次微分深さ	電探 2 次微分	電探 2 次微分深さ	1 次微分周辺差分
5	5-1	90.090	●				●	●						●			●												
	5-2	90.154	●				●	●						●		●													
	5-3	90.348	●			●	●	●						●															
	5-4	90.476	●				●	●						●	●														
採用数			4	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6-1	94.530	●		●		●	●						●	●														
	6-2	94.530	●			●	●	●		●				●			●												
	6-3	94.530	●			●	●	●						●			●												
	6-4	94.659	●			●	●	●						●	●														
	6-5	94.723	●			●	●	●						●		●													
	6-6	94.723	●			●	●	●						●		●										●			
	6-7	94.852	●			●	●	●						●			●												
採用数			7	0	1	5	7	7	0	1	0	0	0	6	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	7-1	96.718	●		●		●	●						●			●								●				
	7-2	96.718	●			●	●	●						●	●										●				
	7-3	96.718	●			●	●	●						●		●									●			●	
	7-4	96.718	●			●	●	●						●			●								●				
	7-5	96.783	●		●		●	●						●		●									●				
	7-6	96.783	●			●	●	●		●				●		●									●				
	7-7	96.783	●			●	●	●						●		●									●				
	7-8	96.783	●			●	●	●						●													●		
採用数			8	0	2	6	8	8	0	1	0	0	0	7	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0

4. 考察

本研究において斜面方位が選定された理由として、要因分析結果より南東・南・南西向き斜面において表層崩壊の発生割合が高くなっており、これは那智川流域が位置する紀伊半島が 2011 年台風 12 号の中心進路から東側に位置していたことによって南側斜面が湿った空気の直撃を受け降雨量が多くなったことが原因であると推察される。また、「接谷面差」、「谷密度」は共に現地形に至る過程の侵食の結果を表現する指標であり、重要要因として選定されることに矛盾はないと考えられる。

一般的に短期雨量指標との関係が深いと考えられる表層崩壊を検討対象としているにもかかわらず、累積解析雨量や 24 時間雨量の超過確率年が多く選定されていることについては、上空雨量を観測している解析雨量と実際に地上で降る雨量との違いが影響した可能性があること、また、限られた検討対象範囲では降雨指標に大きな差がなかったためであると推察される。また、7 要因で空中電磁波探査 1 次微分深さ(地質の変化点が表示される深度)が要因として抽出されているが、要因分析の結果では、最も浅いカテゴリの発生率が最も高くなっていないものの、比較的浅い範囲のカテゴリ(24~40m)に崩壊発生メッシュが集中しており、条件によっては、地表付近のデータが取得しにくい場合があるという空中電磁波探査の性質から考えると検討結果と矛盾していない。

参考文献

- 1) Pawlak Z : Rough Sets, International Journal of computer and Information Sciences, Vol.11, pp.341-356, 1982
- 2) 海原荘一・木下篤彦・今森直紀・竹本大昭・只熊典子：ラフ集合による深層崩壊発生の重要要因と発生・非発生条件の抽出，砂防学会誌，Vol. 70, No. 1, 2017（掲載予定）