

ラフ集合を用いた土石流発生・非発生における地形の規則性に関する研究

エイトコンサルタント 正会員 佐藤 丈晴 中電技術コンサルタント 正会員 荒木 義則
 甲南大学理工学部 非会員 中山 弘隆 京都大学大学院農学研究科 正会員 水山 高久
 山口大学工学部 正会員 古川 浩平

1. 本研究の背景と目的

豪雨時における土石流の発生予測は非常に困難な場合が多い。CL（土石流発生危険基準線）に代表される土石流災害の誘因である降雨に対する研究成果は一部で供用されているが、「どのような地形で」災害が発生するかは未だ明確になっていない。各々の渓流に対する危険度が明確になれば、防災対策上有効であると考えられる。本研究では、ラフ集合を用いて土石流発生の素因となる地形要因に対して重要要因の抽出及び、土石流非発生の規則性について検討を行い、その有用性について示す。

2. ラフ集合

ラフ集合は、与えられたデータベースの質の低下を押さえつつ、簡潔かつ有効な知識を得ることを目的としている。図-1にラフ集合の概念図を示す。黒丸は土石流発生、白丸は土石流非発生を表す。属性の組合せが与えられたとき、各属性のカテゴリーが同一であっても結果属性の異なるデータを矛盾データ、結果属性がすべて同一である場合を整合データと呼ぶ。内側の楕円は発生データの集合を意味し、図中のカテゴリー分類では、整合データとして分類できない。このような集合をラフ集合という。図-1では白い領域のデータが整合データである。ここで、属性の組合せを評価する指標として整合度を定義する（整合度＝整合データ数／全データ数）。要求水準を達成するための必要な重要要因¹⁾を抽出するためには、最小の要因数で最も高い整合度を達成する組合せを見つけることで、真に重要な要因を特定することが出来ると考えられる。次に、重要要因を決定した上でルールの抽出を行う。抽出されたルールの有効性を評価する指標としてサポートと確信度を以下に定義する。

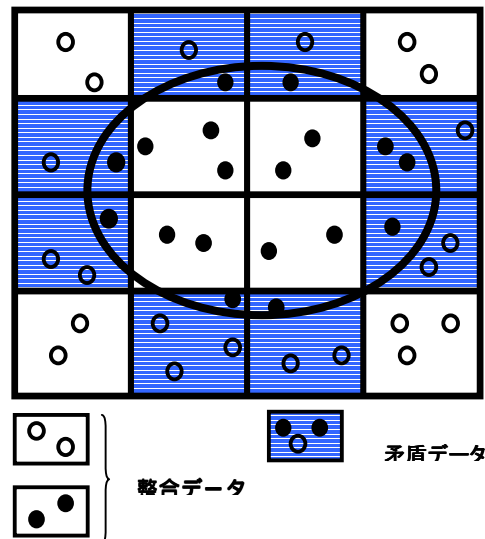


図-1 ラフ集合の概念

サポート＝そのルールに従うデータ数／全データ数

$$\text{確信度} = \frac{(\text{ルールを満足するデータ内の整合データ数})}{(\text{ルールを満足するデータ数})}$$

3. 重要要因の抽出

本研究では1982年長崎災害のデータ（発生渓流数150、非発生渓流数462）を用いて解析を行った。本研究では、土石流発生の素因である地形要因として表-1に示すように15要因を使用した。この15要因を用いて、整合度80%以上と設定し分析を行った。分析を行った

表-1 土石流発生に關与する重要地形要因

地形要因															整合度 (%)
水系模様	流域平均勾配	最急深床勾配	主渓流長	流域面積	流域長	流域幅	流域形状比	谷深比	渓流方位	0次谷の数	流域最大傾斜	源頭部面積	源頭部最急勾配	降雨集中度	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		○			○		○		○		○				84.97
		○				○	○		○		○				84.48
					○		○	○	○				○		83.99
		○			○		○	○	○						83.82
		○			○		○	○			○				83.50

結果、整合度の高い上位5通りの組合せを表-1に示す。出現頻度の高い要因番号3, 6, 8, 10, 12 (84.97%) の

キーワード：ラフ集合、土石流、ルール

〒700-8617 岡山市津島京町3丁目1-21 (株)エイトコンサルタント TEL086-252-8943 FAX086-252-8919

組合せが土石流発生・非発生に寄与する重要要因であると考えられる。

4. ルール抽出

ラフ集合により抽出されたルールから土石流に対して有効なルール（以下土石流ルール）にする為に、適応領域の拡張を行った。図-2の黒い四角部分が非発生ルールと判定された場合（例：流域長が0.1~0.2kmかつ最急渓床勾配が10~20°であれば非発生である）、図-3のように上限値以下の領域が非発生ルールの適応領域（例：流域長が0.2km以下かつ最急渓床勾配が20°以下であれば非発生である）と定義した（発生ルールと判定された場合は下限値以上の領域）。

上記の方法で抽出された土石流ルールに対して確信度とサポートを求めた。確信度0.9以上でサポートの上位5位までの土石流ルールを表-2に示す。表-2の5つの土石流ルールにおいて適応領域を拡張しない場合の確信度とサポートを表-3に示す。適応領域を拡張する事により、確信度は多少下がるもののサポートを上げることが出来、より有効な土石流ルールが抽出できると考えられる。

5. 土石流ルールの組合せによる安全な溪流の抽出

前章ではルールの適応領域を拡張することでサポートの多い有用な土石流ルールを抽出したが、サポートの高いRule2であっても26%程度である。次に、サポートを高くするための工夫として土石流ルールの組合せについて検討する。精度の良い土石流ルールを数回用いることで、より高い確信度とサポートの向上が期待できる。本章では全溪流数の40%を抽出することを目的として、土石流ルールの組合せを行った。その組合せの例を表-4に示す。

表-4より4つの土石流ルールを組合せることで地域全体の40%の土石流の発生しにくい溪流を抽出することが出来た。この作業はすべて室内作業であり、現場での調査が不要であることから、土石流発生危険度の観点から溪流数の絞込みに土石流ルールを用いることは非常に有用であるといえる。また、ハード対策の施工順序の決定にも対応でき、砂防防災対策上非常に有効であると考えられる。

6. おわりに

- 1) 長崎災害のデータでは、土石流発生・非発生に大きな影響を与えている要因として最急渓床勾配・流域長・流域形状比・溪流方位・流域最大傾斜の組合せを用いることで、効率良く判断できることが確認された。
- 2) 適応領域を拡張することで土石流発生・非発生に影響する地形要因について有効な規則性の一事例が示された。
- 3) 土石流ルールを組合せることでサポートが向上し、同一精度で客観的な危険度の判定が可能である。

参考文献：1) 榊原弘之，佐藤丈晴，倉本和正，中山弘隆，鉄賀博己，古川浩平：山口県の安山岩・花崗岩斜面におけるがけ崩れ発生降雨の特徴分析，土木学会論文集 No.700 / -54，pp.123-131，2002.3。

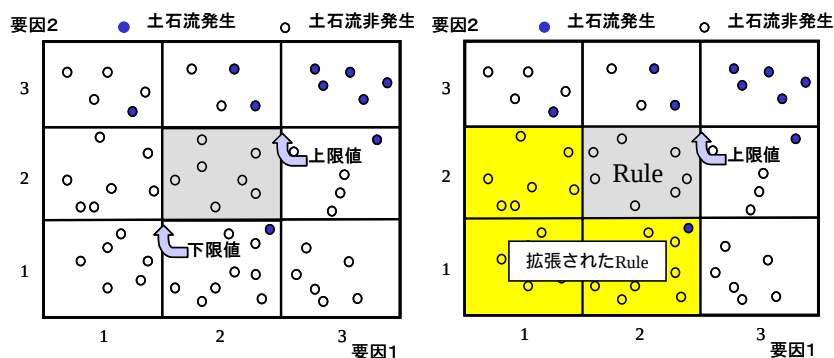


図-2 ラフ集合のルールの適用領域

図-3 拡張したルールの適用領域

表-2 適応領域を拡張した後のルール

ルール	地形要因番号					判定	確信度	サポート
	3	6	8	10	12			
Rule1	3	2	*	*	3	非発生	0.975	0.198
Rule2	4	2	*	*	3	非発生	0.944	0.261
Rule3	*	5	*	1	2	非発生	0.926	0.155
Rule4	*	4	*	1	2	非発生	0.921	0.144
Rule5	3	5	3	*	3	非発生	0.905	0.155

表-3 適応領域を拡張する前のルール

ルール	地形要因番号					判定	確信度	サポート
	3	6	8	10	12			
Rule1	3	2	*	*	3	非発生	1	0.018
Rule2	4	2	*	*	3	非発生	1	0.013
Rule3	*	5	*	1	2	非発生	1	0.010
Rule4	*	4	*	1	2	非発生	1	0.007
Rule5	3	5	3	*	3	非発生	1	0.003

表-4 ルールの組合せによる安全な溪流の抽出法

ルール	地形要因番号					ルールの組合せ	確信度	サポート
	3	6	8	10	12			
RuleA	*	2	*	3	3	A	1	0.083
RuleB	3	2	*	*	3	A+B	0.979	0.235
RuleC	*	5	*	1	2	A+B+C	0.955	0.330
RuleD	3	5	3	*	3	A+B+C+D	0.931	0.404