

貯水池周辺地すべりの変動量に対する数量化2類による解析

水資源開発公団	試験研究所	正会員	野中 樹夫
埼玉大学	工学部	正会員	山辺 正

1. はじめに 本研究は、主にダム貯水池の貯水位変動を誘因として生じる地すべり変動の大きさに対して地すべりブロックの規模や土塊の透水性等の属性がどのように関わっているか数量化2類を用いて分析する試みである。着目する解析対象は、三波川帯あるいは秩父帯に建設された管理ダムの貯水池周辺地すべり84カ所である。なお、これまでに一般的な地すべりに対する数量化理論による研究事例は多数¹⁾あるが、貯水池周辺地すべりに的を絞って、変動の大きさにまで言及して数量化理論を適用した研究事例は数少ない。

2. 対象地すべりブロックの概要

2.1 地形・地質概要 サンプルを抽出した斜面は、いずれも起伏量が大きい急峻な山脈に位置するダムの周辺斜面である。サンプル群の基盤岩は、大きく分けると三波川帯あるいは秩父帯に属する。三波川帯には、緑色片岩、砂質片岩、石墨片岩、珪質石墨岩等が分布し、秩父帯には、千枚岩質粘板岩、珪質粘板岩、輝緑凝灰岩、砂岩、チャートなどが分布する。これら地域の地すべりの素因には、弱層化した片理面、破碎作用による地層の変化、過去の地すべりに起因する厚い崖錐性堆積物等が影響していると考えられる。

2.2 解析対象の抽出 本研究にあたり、解析対象サンプルを湛水開始後少なくとも15年以上経過している5ダムより計84カ所収集した。解析対象サンプル群は、先に述べた地形・地質上の条件の他、地すべり対策工の行われていない状態で貯水位変動の影響を受けた地すべりブロックであり、かつ、今回行う解析に必要な地すべりブロックの規模や土塊の透水性等、属性に関するデータがすべてそろっているという条件を満たすものとして抽出されたものである。なお、解析対象サンプル群は、湛水中に地すべり挙動があったため調査・対策されたものを含み、全てが滑動の可能性有りとし調査された地すべりブロックといえる。

3. 数量化2類による解析

3.1 解析方法 数量化2類は、林が開発した多変量解析の1種²⁾で、説明変数、目的変数ともに質的に与えられる場合に適当な数値を与えてこれらを定量化し、一般的な多変量解析のように判別式を作成するところに特徴がある。今回は、様々な説明変数がどういう順番で地すべり挙動の大きさと関連が深いかについて数量化2類を用いて解析する。

3.2 説明変数（アイテム）と目的変数 ダム事業にともなう貯水池周辺斜面調査により得られている属性データと貯水池への湛水が開始されてから現在までの地すべり変動観測により、説明変数および目的変数を表-1のように設定した。今回は、「社会的影響大なるもの（以下「変動大）」と「社会的影響小なるものおよび計器変動のみ見られたものおよび変動無し（以下「変動小）」の2項目を目的変数とした。

3.3 解析結果 数量化2類による解析結果を表-1に示した。また、解析結果を評価するサンプルスコア分布を図-1に、判別率を表-2に示す。判別率の中率は、サンプル群の実績と解析による推定（サンプルスコア）との比較により算出される。

4. 解析結果の精度に関する考察

1) 説明変数同士に単相関がある場合、アイテムレンジと偏相関係数の大きさの順位が無関係になったり、判別式の作成自体が出来なくなったりする。今回の結果は、アイテムレンジと偏相関係数との大きさの順番が「長さD」と「長さ幅比L/W」、また、「湛水率r」と「移動物質の透水性」の間で一致していないことを示した。しかし、それぞれの違いはわずかであるので、説明変数同士の単相関はないと考えられる。

2) 判別率の中率は、サンプル群の状態をどれだけよく仕分けられたかを判定する指標であり、50～100%の間の値とな

キーワード：地すべり、数量化理論、貯水位変動、変動の大きさ、三波川帯、秩父帯

連絡先：〒338-0812 さいたま市大字神田936 TEL 048-853-1785

表-1 数量化2類による解析値一覧

アイテム	カテゴリ	アイテムレンジ	偏相関係数	カテゴリ数量(重み付け)
末端崩壊	あり		0.3857	1.6531
	なし			-0.3306
すべり面中腹の傾斜	20°以上		0.2644	-0.3964
	20°未満			0.6442
深さD	25m以上		0.1292	0.5018
	25m未満			-0.1181
長さ幅比L/W	1.0以上		0.1403	-0.2523
	1.0未満			0.2912
湛水率	50%以上		0.1035	-0.2072
	20%以上50%未満			0.1070
	20%未満			0.2729
移動物質の透水性	高い(風化岩、産維堆積物等)		0.1069	0.2697
	低い(崩積土、粘性土等)			-0.1278
末端形状	開放		0.0635	0.0481
	閉塞			-0.2888
断面形状	トップ型		0.0611	-0.1068
	ボトム型			0.1175
地形形状	凸状		0.0228	0.0480
	凹状			-0.0378
降雨	あり		0.0020	0.0061
	なし			-0.0022

る。図-1において、判別的中点より右が推定「変動大」であり、判別的中点より左が推定「変動小」となる。判別の中率は、表-2に示すように77%である。著者らは、この分析精度は概ね良いと考える。図-1および表-2より、実績「変動大」を推定「変動小」と判別する錯誤は少なく、実績「変動小」を推定「変動大」と判別する錯誤が多いことが分かる。

5. 説明変数(アイテム)と目的変数の関係に対する考察

アイテムレンジの大きい順に説明変数の意味を解釈してみる。

1) 末端崩壊の有無は、本判別式中で一番大きな説明変数である。末端崩壊が存在するという事は、地すべりが滑動沈静後長期間を経ていないことを示唆するため「変動大」につながりやすいと考えられる。

2) すべり面中腹の傾斜は、2番目に大きな説明変数である。すべり面中腹の傾斜が20度未満である場合に「変動大」と判別されやすくなる。地すべり末端から中腹にかけてのすべり面の傾斜が小さい地すべりブロックは、水没により浮力が大きく働きやすく、水没するすべり面の面積も大きくなりやすい。一般的に地すべりはすべり面傾斜が大きいほど不安定化しやすいと考えられるが、貯水池周辺地すべりにおいては、すべり面中腹の傾斜の小さいことが、大きな地すべり変動を生じやすい素因になると考えられる。

3) 深さDは、3番目に大きな説明変数である。過去の統計資料³⁾によると深さDが25m以上の貯水池周辺地すべりは極めて少ないが、今回のサンプル群中では、14カ所(約17%)ある。また、このうち5カ所は「変動大」である。一般に地すべり層厚が大きいと貯水位変動のような小さな誘因では不安定化しにくいといわれるが、不安定化した場合には大きな地すべり変動を生じやすいと考えられる。

4) 長さ幅比L/Wは4番目に大きな説明変数である。貯水池周辺の地すべり規模は、一般の自然発生的な地すべりと比較して幅広で奥行き短い平面形状を示す³⁾。長さ幅比が1.0未満であると水没により浮力が大きく働きやすく水没するすべり面の面積も大きくなりやすい。すなわち、すべり面中腹の傾斜と同様の理由により有意な説明変数になったと考えられる。

5) その他のアイテムは、アイテムレンジが小さいので、地すべり挙動の大きさを判別するためにはあまり重要ではない。

6. まとめ 三波川帯、秩父帯の貯水池周辺地すべりに着目し、数量化2類により変動の大きさを説明する要因を調べた。解析結果の精度は、判別の中率77%と概ね良好となった。最も大きく関わるのは「末端崩壊」であり、以下「すべり面中腹の傾斜」、「深さ」、「長さ幅比」の順で有意な関わりのあることが示された。これらは、貯水位変動の影響を受ける地すべり特有の特徴であると考えられる。

参考文献

- 1) 例えば、吉沢孝和,石井哲:地形図から得られる地形情報を用いた地すべり危険地域の判別に関する基礎的研究,地すべり,Vol.27,No.3,pp1-10,1990
- 2) 菅民郎:多変量解析の実践,現代数学社,1993
- 3) 藤田寿雄,板垣治:地すべり実態統計(その3),土木研究所資料第1204号,建設省土木研究所,1977

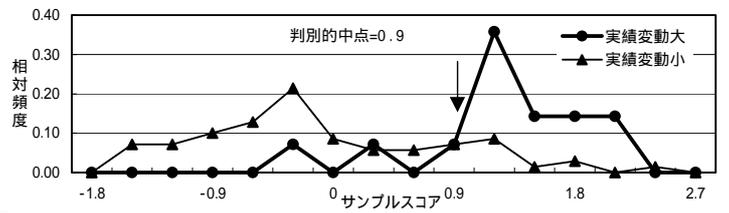


図-1 サンプルスコア分布

表-2 判別の中率

		推定群		
		変動大	変動小	合計
実績群	変動大	12	2	14
	変動小	17	53	70
合計		29	55	84

$$\text{判別の中率} = \frac{12+53}{84} = 77\%$$