

土砂災害危険箇所を対象とした防災対策工事の実施順位検討に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○古浦孝雄
西日本技術開発(株) 正会員 大石博之
山口大学大学院 フェロー会員 古川浩平

1. はじめに

土砂災害を対象とした対策施設の整備率を向上させることは防災計画上の大きな課題である。しかしながら、このような整備事業は対象となる災害危険箇所数が膨大であり、また多額の予算と時間を要することから、思うような進展が図れていないのが現状である。このため事業対象の優先順位を検討し効率的な事業展開を行うことが必要不可欠であるが、現況これに関する統一的な手法は無く、各地方自治体が独自の判断基準で整備箇所の選定を行っているに過ぎない。このような状況を打破するための手段として、包絡分析法(Data Envelopment Analysis: 以下 DEA)を用いた施設整備計画順位の設定が提案されている¹⁾。そこで、本研究では既往の検討で用いられなかった要因データを解析に加えながら DEA による対策施設整備の優先順位の設定を試みた。

2. DEA の基本概念

DEA は、解析する各土砂災害危険箇所の比率尺度が最大となるように各項目に対して最適な重み付けを行い、相対的効率性を測定する手法である。

DEA の評価は、優先度の高い危険箇所(図-1中の点 A, C, D)を結ぶ包絡線(効率的フロンティア)を基準とした比率尺度が用いられ(図-1中の点 B を例にとると OB/OP で求められる値)、この比率尺度が大きい土砂災害危険箇所ほど優先度が高いと判断される。

なお、本研究では効率的フロンティア上の土砂災害危険箇所にも優劣をつけることが可能な“超 CCR モデル”^{2),3)}、使用要因を総合的に考慮した評価を行うことが可能な“領域限定モデル”^{3),4)}、最も優先度が高い箇所に隠れた危険箇所を正当に評価可能な“繰り返し計算”⁴⁾の以上 3 モデルを併用して順位設定を行った。

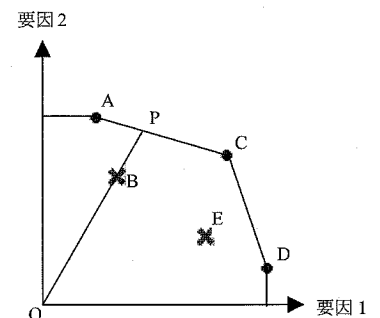


図-1 DEA の概念図

3. 使用データ

使用データとして、A 県の急傾斜地崩壊危険箇所 1973 箇所の調査データを用いた。また領域限定量の検討には A 県内の代表的な都市である a 市をモデル地区として検討を行った。

4. 要因の選定

既往の研究¹⁾では危険度・人家戸数・公共施設数・災害時要援護者施設数の 4 要因を用いた解析が行われたが、本研究では、危険度の他に、“重要度を示す要因”として人家戸数・災害時要援護者施設、“災害発生後に期待される機能を保全すべきもの”として避難場所・防災拠点・緊急輸送路の全 6 要因で危険箇所の順位設定を行うこととした。ここで言う避難場所と防災拠点とは、既往の研究¹⁾で用いていた公共施設を細分化したもので、緊急輸送路に関しては今回新たに要因として加える事とした。

5. 要因データの作成

危険度は既往¹⁾の研究と同様に発生得点法で算出し、人家戸数・要援護者施設・避難場所・防災拠点については県のデータから箇所数を使用した。緊急輸送路に関しては県のデータに記載されている緊急輸送路の本数を用いると、他の要因も含めて同じ値となる箇所が頻出した(表-1)。そこで今回新たに加える緊急輸送路のデータの用い方を検討した結果、危険箇所内を長く横切る道路の方が被災の可能性が高いものと考え、“危険箇所内での延長距離”をデータとして採用することとした。延長距離のデータ取得には GIS を活用した。

表-1 取得データの一部

危険箇所番号	危険度	人家戸数	災害時要援護者施設数	避難所数	防災拠点数	緊急輸送路本数
227	2.513	13	0	0	0	1
228	2.371	19	0	0	0	1
261	2.413	35	0	0	0	1
262	2.597	35	0	0	0	1

表-2 ケーススタディ結果 (一部)

箇所番号	危険度	人家戸数	緊急輸送 路距離	災害時要 護者施設	避難場所	防災拠点 数	領域限定 無し	領域限定 1%	領域限定 3%	領域限定 5%	領域限定 6%
4764	41.99	70.60	95.73	47.22	47.59	248.34	2	2	2	1	1
4755	43.22	47.91	47.35	74.24	87.96	248.34	3	3	3	2	2
4779	41.19	57.17	172.45	47.22	47.59	49.50	1	1	1	3	3
4582	41.63	49.30	109.07	47.22	87.96	49.50	7	5	4	4	4
4477	60.74	42.81	47.35	101.26	87.96	49.50	4	4	5	5	5

は特異値を表す

6. 領域限定の検討

表-3 順位設定結果 (上位 10 位抜粋)

危険箇所 番号	危険度	人家戸数	緊急輸送 路距離	災害時要 護者施設数	避難所数	防災拠点 数	順位
2740	51.112	61.803	47.354	128.279	47.585	248.343	1
4755	43.219	47.907	47.354	74.24	87.965	248.343	2
4764	41.988	70.604	95.725	47.22	47.585	248.343	3
3717	69.434	71.53	47.354	47.22	128.344	49.496	4
225	60.599	97.469	81.547	74.24	87.965	49.496	5
4210	58.499	54.855	129.084	74.24	87.965	49.496	6
828	65.885	60.877	104.899	128.279	47.585	49.496	7
477	70.52	134.524	47.354	47.22	47.585	49.496	8
216	45.102	79.404	47.354	155.299	47.585	49.496	9
337	58.644	45.591	47.354	155.299	47.585	49.496	10

1 要因の突出, または他の要因を無視することによる順位設定は正当な順位ではないと考えられる. このような場合は, 領域限定を用いることによって全ての要因を総合的に考慮した評価が可能となる. 本研究で用いたデータの中にも特定の要因のみが突出したものが含まれていたため, 領域限定を用いた解析が有効と判断し, 領域限定量 1% から 7% までの範囲でケーススタディを行った. この結果, 2% は 1% と, 4% は 3% とそれぞれ同じ順位となった. また 7% では DEA の持つ自由度が十分に発揮できないと考え, 1%, 3%, 5%, 6% の中から選定することとした. 領域限定量についてのケーススタディ結果 (一部) を表-2 に示す. 上位 3 箇所に注目すると 1%, 3% では No.4779 が 1 位となっているが, 5% 以上では 3 位と順位が抑制され, No.4764 と No.4755 が上位に上がってきた. これら箇所のそれぞれの値を見てみると, No.4779 には特異値が 1 要因にしかないが, No.4764 と No.4755 には特異値が 3 要因にある. この事より No.4779 よりも No.4764 と No.4755 が上位となる方が妥当ではないかと考えられる. よって領域限定は 5% か 6% を用いることとなるが, DEA の自由度を出来る限り発揮させるためには領域限定が小さい方が望ましいため 5% を採用することとした.

なお, 特異値とは以下の式で表され, 全要因共に平均値 m_i を 50, 標準偏差 σ_i を 10 に標準化したデータを使用することにより, 特異値は 66.5 以上のデータとなる.

$$X \geq m_i + 1.65\sigma_i \quad (\text{片側検定の判定式})$$

7. 順位設定結果

表-3 に順位設定結果 (上位 10 位抜粋) を示す. この結果に注目すると, どの箇所も非常に高い特異値が複数あり, これらの危険箇所が上位に来るのは妥当であると考えられる. また, No.337 の様に 1 要因の突出によって上位にあるように見える危険箇所も, この箇所は災害時要援護者施設が全データ中の最大値を持つものであり, この事が評価された結果, 上位にあると考えられ, これも妥当な順位設定が出来たと考えられる.

8. 結論

6 要因を用いることで, 既往の研究では考慮されていなかった災害発生後の施設の重要性を加味した順位設定を行うことが出来た. また, 緊急輸送路は本数ではなく, 危険箇所内を横切る距離を用いることでより明確な順位設定が出来た. 領域限定に関しては, 5% とすることで危険度・重要度を考慮した妥当な順位設定が出来た.

参考文献

- 1) 杉原成満, 光永臣秀, 大石博之, 竹本大昭, 荒川雅生, 古川浩平: 包絡分析法 (DEA) を利用した優先順位の立案, 第 57 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, p. 531-532, 2005
- 2) 八木俊朗, 荒川雅生, 芝山宗昭, 中山弘隆, 尹禮分, 石川浩: データ包絡分析法を用いたトレンド分析法の開発, 第 11 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, p. 80-81, 2001
- 3) 刀根薫: 経営効率性の測定と改善, 日科技連, 1998
- 4) 佐藤丈晴, 海原荘一, 荒川雅生, 足立心也, 古川浩平: 災害防除施設施工優先度の設定手法に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol. 58, pIV-414, 2003