

階層分析法を用いた自然災害に対するリスク指標の合理化

横浜国立大学 学生会員 ○神谷 圭祐 横浜国立大学 正会員 菊本 統
 東京都市大学 正会員 伊藤 和也 国際圧入学会 フェロー会員 日下部 治

1. 研究の背景と目的

日本は地震や豪雨をはじめとして数多くの自然災害に曝されてきた。一方で、防災・減災対策に費やせる予算や人員には限りがあるため、ハードとソフトの両面からの対策を効果的に組み合わせることが不可欠である。これに対して著者らのグループは、防災・減災投資の意思決定の支援を目的として、自然災害に対するリスク指標 Gross National Safety for natural disasters (GNS) を提案し、自然災害リスクを定量化している^{1),2)}。このような指標は規準化した複数のデータに重み係数を与えて線形和をとるため、合理的な重み係数の設定が極めて重要である。しかし、GNS も含めて多くの指標では各階層の重み係数が均等に設定されており、自然災害や防災・減災対策の種類ごとの重み係数の違いは考慮されていなかった。本研究では、階層分析法を用いて防災・減災対策の意思決定者の意見を定量化し、重み係数を求めることで GNS の合理化を試みた。

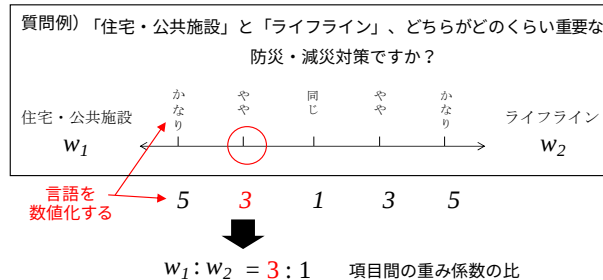
2. 階層分析法とアンケートの概要

階層分析法³⁾は、最終目標に対する代替案の優先度を定める意思決定手法である。階層分析法の概要を図1に示す。本研究では、図2、図3に示す階層構造に基づいて図1②のようなアンケートを作成した。脆弱性指数の重み係数の決定では、自然災害を人的被害と経済的損害のどちらで捉えるかによる重み係数の違いを考慮するため、2つの評価基準を設け、評価基準間の重み係数 w_j^C と評価基準ごとの代替案の重み係数 w_i^A を合計し、脆弱性指数の重み係数 w_i^G を求めた。

4項目の重み係数を決定したい

住宅・公共施設	w_1	インフラストラクチャー	w_3
ライフライン	w_2	情報・通信	w_4

① 項目間の一対比較を行う



② 全項目の重み係数の比を求め、固有値法により重み係数を求める

$$\begin{cases}
 w_1 : w_2 = 3 : 1 \\
 w_1 : w_3 = 3 : 1 \\
 w_1 : w_4 = 5 : 1 \\
 w_2 : w_3 = 1 : 3 \\
 w_2 : w_4 = 1 : 5 \\
 w_3 : w_4 = 1 : 1
 \end{cases}
 \xrightarrow{\text{固有値法 } \sum w_i = 1}
 \begin{cases}
 w_1 = 0.531 \\
 w_2 = 0.082 \\
 w_3 = 0.183 \\
 w_4 = 0.204
 \end{cases}$$

重み係数の比は異なる

③ 回答の整合度 (Consistency Index, C.I.) を求める

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

大きいほど回答に矛盾が多いといえる

図1 階層分析法の概要

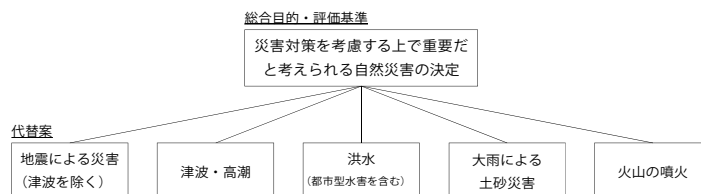


図2 曝露量指数の重み係数の決定に用いた階層構造

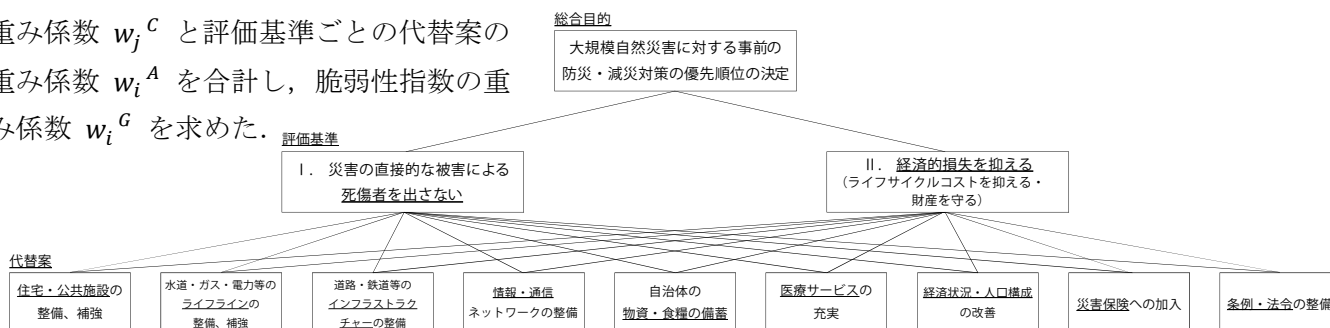


図3 脆弱性指数の重み係数の決定に用いた階層構造

アンケートは2016年12月から2017年1月にかけて実施し、防災・減災対策の意思決定に関わる茨城県および神奈川県職員と、日本技術士会に所属する技術士をはじめとした有識者、計77名の回答を得た。

キーワード 自然災害, リスク, 曝露量, 脆弱性, 重み係数, 階層分析法

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1 横浜国立大学都市イノベーション研究院 TEL 045-330-4030

3. アンケートの結果と考察

図 4 に曝露量指数の回答者集団別の重み係数を示す．どの回答者集団とも地震の重み係数が相対的に大きくなる一方，火山の重み係数は小さくなった．また，茨城県では津波・高潮，洪水の重み係数が他の回答者集団に比べて大きくなった．これは，茨城県内で東日本大震災による津波の被災や，2015 年の東北・関東豪雨の被災が続き，同災害に対する対策を行政関係者が重視していることが数値として表れたものと考えられる．

図 5 に脆弱性指数の評価基準別の重み係数を示す．人的被害の観点では医療サービスの重み係数が特に大きく配分されるものの，災害保険の重み係数は小さい．一方で，経済的損害の観点では災害保険の重み係数が大きくなることがわかった．また，評価基準間の重み係数 w_j^C は，人的被害で大きくなり，合計では人的被害の重み係数が重視される結果となった．

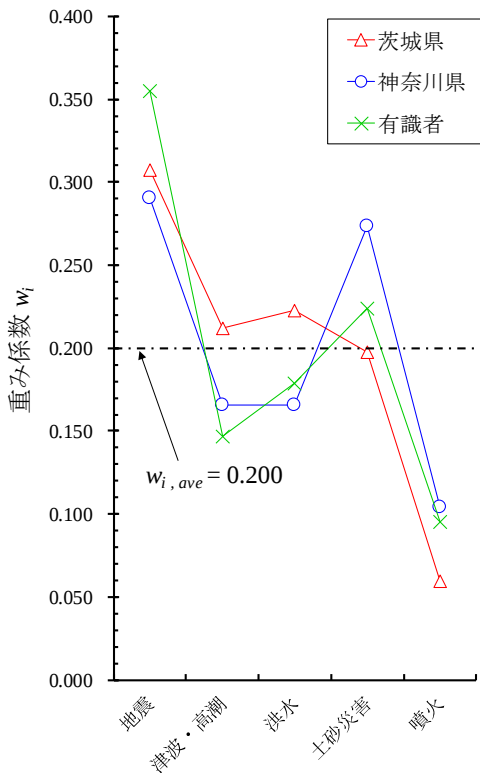


図 4 曝露量指数の回答者集団別重み係数

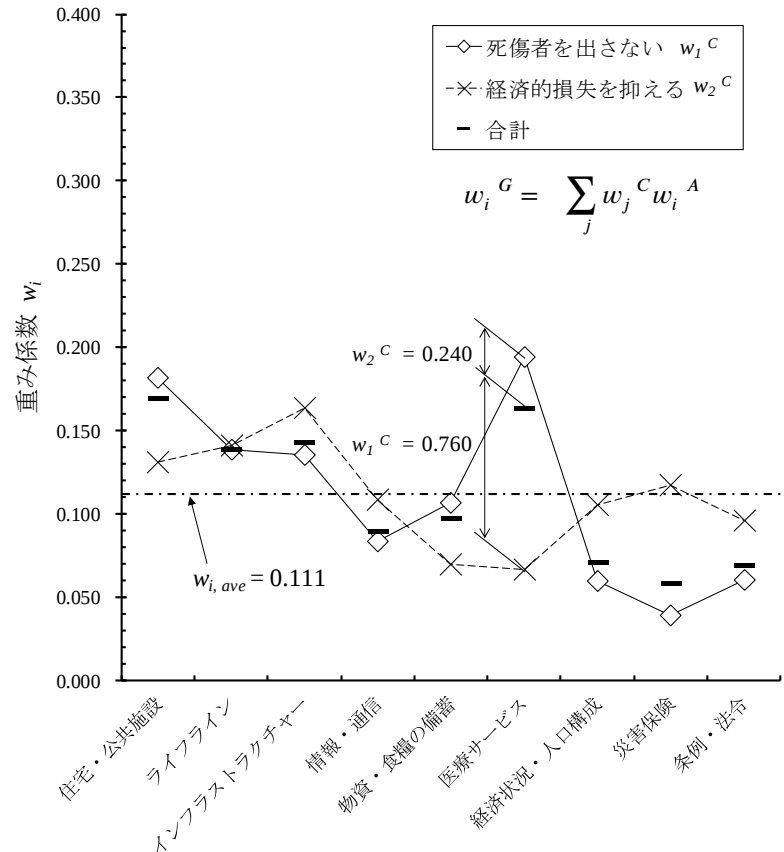


図 5 脆弱性指数の評価基準別重み係数

4. まとめ

階層分析法に基づいて自治体関係者や技術者に対するアンケートの実施および結果の分析を行い，重み係数を合理化した．その結果，重み係数には自治体ごとの地域特性が反映されることがわかった．今後は，他の都道府県において同様のアンケートを行い，重み係数の違いを考察するとともに，自然災害に対するリスク指標への反映を行う計画である．

謝辞

本研究は科学研究費補助金 基盤研究 (B) (代表：伊藤) の支援を受けて実施しました．アンケートの実施にあたっては茨城県，神奈川県および日本技術士会神奈川県支部の皆様にご協力いただきました．

参考文献

- 1) 地盤工学会関東支部，自然災害に対するリスク指標 GNS [2015 年版]，地盤工学会関東支部，2015，www.jgskantou.sakura.ne.jp/group/pdf/GNS2015.pdf (2017-03-30 アクセス)．
- 2) Kusakabe, O. et al., Development of Gross National Safety Index for Natural Disasters, *SEAGS-AGSSEA J.*, (accepted), 2017.
- 3) Saaty, T. L., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, *European J. Operational Res.*, 48(1), 9-26, 1990.