

孤立危険性軽減便益の定量化に関する研究

岐阜大学 学生会員 ○小野剛史

岐阜大学 正会員 倉内文孝

岐阜大学 正会員 高木朗義

エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社 正会員 原田剛志

1. はじめに

道路ネットワークは、災害時の救命救急活動、復旧活動の際に重要な役割を担うため、災害が発生した際に代替経路が確保され、許容時間内に到達可能なことで、深刻な機能不全とならない道路ネットワークの構築が重要である。しかし、現在の道路整備評価は平常時の道路機能しか便益評価しておらず、災害時の機能を評価しているとはいえない。限られた予算の下では効率的に道路整備をするためにも災害時の便益を適切に評価する必要がある。

このような背景のもと、原田ら¹⁾は、道路整備による災害に対する耐災性向上便益について、道路利用者に帰着する交通損失の軽減と、地域住民に帰着する孤立に対する心理的不安の軽減に着目し、それぞれの便益を貨幣単位で評価する手法を提案した(図1)。原田らの提案した災害時の道路機能確保便益は、従来の評価結果に合算可能な防災機能の便益である。なお、原田ら¹⁾では便益評価方法論を提案するにとどまっておらず、孤立危険性に関するパラメータの同定手法の検討が課題に残されている。本研究の目的は、原田らの研究成果に則り、孤立危険性解消による便益を定量化することをめざす。また、アンケート調査の質問方法の信頼性を鑑み、原田の提案した手法を一部改良する。

2. 代替経路確保便益定量化手法の検討

心理的不安は個人の主観的なものであり、市場で取引されるものではない。そのため、実際に市場で取引されない公共財について仮想的な市場を作成し、人々にアンケート調査などによって対象の価値を尋ね直接的に価値を明らかにする手法である、表明選好法が適用されていると考えられる。原田ら¹⁾では、災害時に経路が確保される便益は、等価的偏差 EV 、すなわちプロジェクトをあきらめるために必要な最小の補償額で評価することを提案している。しかし、NOAAガイドライン²⁾によると、受取補償額で質問する過大に評価され

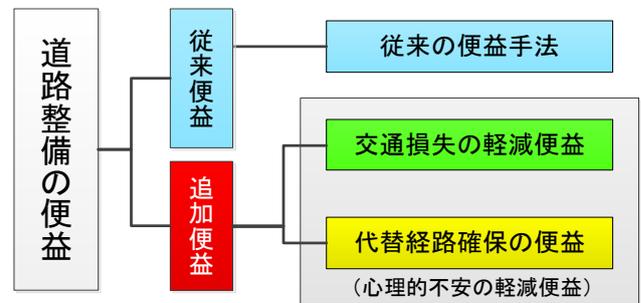


図1 道路整備評価の全体像

る懸念があり、支払意思額の方が適切と記されている。そこで、原田らの提案した EV による定量化手法を CV によるものに改良することとする。

災害時に経路が確保される便益は、プロジェクトを行うために必要な最大の支払額であり、整備をしない場合の期待効用と整備した場合の期待効用とがつり合う支払額で評価する。式(1)にそれぞれ対策前(左辺)と対策後(右辺)の間接効用関数を示す。 $V(\cdot)$ は所得 Ω 、価格 m 、環境 H (生活環境を表現する状態変数)の場合に得られる最大効用を意味する。

$$\sum_i P_{io} V(H_{io}, m_{io}, \Omega_{io}) = \sum_i P_{iw} V(H_{iw}, m_{iw}, \Omega_{iw} - CV) \quad (1)$$

ここで、 o : 整備なしの場合(without), w : 整備ありの場合(with)を示す記号。 P_i : 災害 i の発生確率、 $V(\cdot)$: 間接効用関数、 H : 環境水準、 m : 財・サービスの価格、 Ω : 所得、 CV : 支払意思額。

環境水準 H は、式(2)のように定義した。最寄りの市役所と県庁までの非重複経路数 n の対数をとることで評価逓減を表現し、途絶日数 κ で重みづける。

$$H_{iw} = \kappa_i \ln(n_{iw} + 1) \quad (2)$$

ここで、 n : 市役所・県庁までの非重複経路数、 κ : 途絶日数。

式(1)を計算するため、地域の代表的個人の消費行動に、コブ=ダグラス型の効用関数(式(3))を仮定する。交通サービス(財1)と合成財(交通サービス以外の財・サービスをまとめた財2)の2つを考える。所得のうち

割合 ϕ だけ交通サービスを利用する。 γ は、環境 H による不安感が、効用に与える影響の大きさを意味するパラメータである。

$$U = x_1^\phi x_2^{(1-\phi)} H^\gamma \quad (3)$$

ここで、 x_1 ：交通サービス消費量、 x_2 ：合成財消費量、 ϕ ：交通サービスの消費割合、 γ ：環境水準に対する重み、 m_1 ：交通サービス価格、 m_2 ：合成財価格。

式(3)の対数を取り、予算制約付き効用最大化問題として式(4)を定式化する。

$$\max V = \ln U = \phi \ln x_1 + (1-\phi) \ln x_2 + \gamma \ln H \quad (4)$$

$$s.t. \quad m_1 x_1 + m_2 x_2 = \Omega \quad (5)$$

$$x_1 = (\phi/m_1)\Omega, \quad x_2 = \{(1-\phi)/m_2\}\Omega \quad (6)$$

さらに、ラグランジュ未定乗数法により最適性条件を記述することで需要関数(7)を得る。

$$V = \ln \Omega + \gamma \ln H + C \quad (7)$$

なお、交通サービス価格 m と消費割合 ϕ は、道路利用者の便益との二重計測を避けるため、災害前後・整備有無によらず一定と仮定し、定数項 C にまとめている。この仮定は、代替経路確保の効果のみに着目し、他の値を固定していることと解釈できる。式(7)を式(1)に代入しCVについて解くと、次式を得る。

$$CV = \left[1 - 1 / \left\{ \prod_i (H_{iw}/H_{i0})^{\beta_i} \right\}^\gamma \right] \Omega \quad (8)$$

各地域について(8)を適用し、それらを合算することで代替経路確保便益を式(9)のように算出する。

$$B_{resident} = \sum_r (G_r \times CV_r) \quad (9)$$

ここで、 $B_{resident}$ ：地域住民の代替経路確保便益、 G_r ：地域 r の世帯数、 CV_r ：地域 r の1世帯の支払意思額(円)。

以上のように、代替経路確保便益評価のためのモデルの改良を行った。さらに、式(8)のパラメータ γ の値を、アンケート調査から推定することを試みる。

3. アンケート調査の概要

本研究では、パラメータ γ の値を、コンジョイント分析により推定することとした。いつ発生するかわからない災害に対し、発生した際に失われる道路の接続性と道路整備を行うための負担金を示し、その道路整備の政策に対して賛成か反対かを聞くことで集落の孤立に対する心理的不安の定量化を行う。対象地域は、原田らのケーススタディの対象となった岐阜県、全国

表1 属性と水準

	災害発生確率	途絶日数	整備なしの経路数	負担金	
				500円	1000円
水準	5年に1度	1日	0	500円	1000円
	100年に1度	1週間	1	5000円	1万円
				3万円	5万円
				10万円	15万円

で最も孤立予想集落が多い長野県、新潟県中越地震で孤立集落が発生した新潟県とし、災害発生時に孤立が予想される中山間地域に対して実施する。Webアンケート調査方式を採用し、予備調査でスクリーニングを行い、孤立危険性のある地域に居住する住民に重点的に抽出したうえで本調査を行う。本調査におけるシナリオは、評価モデルの中から γ の推定に必要なものを抽出し設定した。表1に示すように、災害発生確率、途絶日数、整備を行わない場合の災害発生時の残存経路数を2水準、負担金を8水準とし、L16の直交表に当てはめて16パターンの質問項目を作成した。この16パターンをAとBの2つのグループにわけ、回答者1人あたり8問の設定問とする。

4. おわりに

本稿では、原田らの提案した代替経路確保の便益について評価モデルの改良を行い、パラメータ γ を推定するためのアンケート調査の設計を示した。パラメータ推定結果については発表時に報告する。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)「脆弱性の概念によるロバストな道路ネットワークデザイン手法の開発とその実用性検証」(課題番号:23360221, 期間:平成23~25年, 研究代表者:倉内文孝)の一部として実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 原田剛志, 倉内文孝, 高木朗義: “接続性確保に着目した道路ネットワーク防災機能の便益評価”, 土木計画学研究・講演集, Vol.47, CD-ROM, 2013.
- 2) 栗山浩一, 公共事業と環境の価値—CVMガイドブック, 築地書館, 1997
- 3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター, 外部経済評価の解説(案)第2編 各手法の解説, 第2・3章, 平成16年