

孤立危険性軽減便益を考慮した道路整備効果の試算：

岐阜県飛騨圏域を対象として

小野 剛史¹・倉内 文孝²・原田 剛志³・高木 朗義⁴

¹学生会員 岐阜大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

E-mail: t3121008@edu.gifu-u.ac.jp

²正会員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³正会員 エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社

⁴正会員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

E-mail: a_takagi@gifu-u.ac.jp

災害発生時において、道路は重要な役割を担うため、深刻な機能不全とならないような道路ネットワークの構築が必要といえる。しかし、現行の道路整備評価手法では、平常時の便益のみを評価するにとどまっており、災害時の道路の機能について評価できているとはいえない。本研究では、孤立に対する不安感を定量化することで、先行研究である道路整備による災害に対する耐災性向上便益の評価手法の確立をめざす。先行研究により得られた孤立に対する不安感の大きさのパラメータを用い、岐阜県飛騨圏域を対象として豪雨災害を想定したケースにおける便益評価を行った結果を報告する。

Key Words : *Isolated risk , Roads benefit evaluation, Conjoint analysis*

1. はじめに

1.1 研究背景

災害発生時において、道路は救命救急活動路や物資輸送路として利用され、重要な役割を持っている。しかし、2004年に発生した新潟県中越地震や、2008年に発生した岩手・宮城南部地震では、中山間部において道路の途絶によって孤立集落が発生し問題となった。また、孤立集落の問題だけでなく、重傷者を搬送中する際に、道路途絶により大幅な迂回を強いられた場合、命の危険にかかわる深刻な問題が生じる可能性がある。このように、道路な役割を担っており、深刻な機能不全とならないような道路ネットワークの構築が必要である。一般的に道路の整備効果を評価する際には、「道路整備評価マニュアル」

¹⁾に準じて費用便益分析を行う。道路整備評価マニュアルでは、平常時の便益について走行時間短縮・走行経費減少・交通事故減少の主に3つの便益について評価しているが、災害時の道路機能については対象としていない。一方で、東日本大震災発生後にとりまとめられた、「道路の防災機能の評価手法(暫定案)」²⁾では、道路の必要性・有効性・効率性をもって災害時の道路機能を評価しているが、この中では道路整備により孤立の恐れが回避される道路は費用便益比にかかわらず整備を行う形となっており、孤立の危険性が緩和される効果について貨幣単位で計測されているわけではない。しかしながら、限られた予算の中で効率的に道路整備を行うためには、災害時の道路機能を便益算定し、貨幣単位で示すことで他の便益と総合的に評価することが必要である。

1.2 本研究の位置づけと目的

先行研究において、原田ら³⁾は、「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」⁴⁾の評価方法を考慮し、「期待被害額の軽減」と「不安感の軽減」の二つの観点から災害に対する耐災性向上便益について、貨幣単位で評価する手法を提案した。「期待被害額の軽減」は交通損失の軽減として考え、「不安感の軽減」は孤立に対する心理的不安の軽減に着目し、代替経路を確保することで不安感の軽減を評価した。この原田らの提案した災害時の道路機能確保便益は、図1に示すように従来の便益評価に合算可能な防災機能の便益である。

この研究では便益評価方法論を提案することとどまっておらず、心理不安の軽減に関しては孤立に対する不安感のパラメータの評価が課題として残されている。さらに、小野ら⁵⁾は、原田らが提案した便益評価手法に改良を加えた上で、Webアンケート調査により孤立に対する心理不安の軽減便益のためのパラメータを推定している。本稿においては、これら一連の研究をうけ、確立された孤立に対する心理不安の軽減便益を考慮した道路ネットワーク評価手法を岐阜県飛騨圏域に適用することで提案した手法の妥当性を論じることとする。

2. 代替経路確保便益定量化手法の検討

2.1 交通損失の軽減便益³⁾

交通損失の軽減便益は、長大な迂回や過度な交通渋滞によって生じる時間損失と、経路の途絶や過度の渋滞によってトリップを中止することで生じる機会損失の軽減による便益で評価を行う。

時間損失（式(1)）と機会損失（式(2)）の和を交通損失と定義し、その期待値（式(3)）を算出し、整備有無の差分を便益（式(4)）とする。式(1)では、整備 w における災害時の総走行時間 T_i と整備 w における平常時の総走行時間 T_0 の差分をとっている。時間価値 v を乗じることで、貨幣単位に変換する。

$$L_{iw1} = (T_{iw} - T_{0w}) \times v \quad (1)$$

$$L_{iw2} = \tau \times \sum_e (q_{eiw} - q_{e0w}) \times v \quad (2)$$

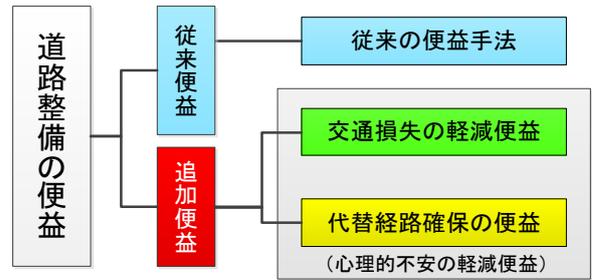


図1 道路整備評価の全体像

$$L_w = \sum_i P_i (L_{iw1} + L_{iw2}) \quad (3)$$

$$B^{Loss} = L_0 - L_w \quad (4)$$

ここで、 L_{iw1} ：時間損失、 i ：被災状態を表す添え字で $i=0$ のとき平常時を表す。 w ：整備案を識別する記号で $w=0$ のとき整備なしを表す。 T ：ネットワーク全体の総走行時間（台・分/日）、 v ：1台あたりの時間価値（円/分）、 L_{iw2} ：機会損失、 τ ：トリップ中止の閾値（分）、 q_{eiw} ：整備 w 災害 i 仮想リンク e における交通量（トリップを中止した交通量）、 P ：災害 i の発生確率、 L_w ：道路利用者の経済損失（交通損失）の期待値、 B^{Loss} ：整備便益。

2.2 経路確保における便益評価手法

災害時に経路が確保される便益を、プロジェクトを行うために必要な最大の支払額と定義すると、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釣り合う支払額で評価できる。式(5)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。

$$\sum_i P_{io} V(H_{io}, m_{io}, \Omega_{io}) = \sum_i P_{iw} V(H_{iw}, m_{iw}, \Omega_{iw} - CV) \quad (5)$$

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(6)のように定義した。災害時に拠点となりえる最寄りの市役所や県庁までの非重複経路数 n の対数をとることで評価通減を表現し、途絶日数 k で重みづける。

$$H_{iw} = \kappa_i \ln(n_{iw} + 1) + 1 \quad (6)$$

ここで、 n ：市役所・県庁までの非重複経路数、 κ ：途絶日数。

式(5)を計算するため、ある地域の代表的個人の消費行動に、効用関数（式(7)）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。

$$U = x_1^\phi x_2^{(1-\phi)} H^\gamma \quad (7)$$

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(7)の対数を取り、予算制約付き効用最大化問題として式(8)を定式化する。

$$\max V = \ln U = \phi \ln x_1 + (1-\phi) \ln x_2 + \gamma \ln H \quad (8)$$

$$s.t. \quad m_1 x_1 + m_2 x_2 = \Omega \quad (9)$$

$$x_1 = (\phi/m_1) \Omega \quad (10)$$

$$x_2 = \{(1-\phi)/m_2\} \Omega \quad (11)$$

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(12)を得る。

$$V = \ln \Omega + \gamma \ln H + C \quad (12)$$

なお、交通サービス価格 m_1 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、純粹に代替経路確保の効果のみを計測するため、他の値を固定していることと解釈できる。

式(12)を式(5)に代入し CV について解くと、次式(13)を得る。式(5)の CV は以下の式(13)ように求めることができる。

$$CV = \left[1 - 1 / \left\{ \prod_i (H_{iw}/H_{i0})^{\beta_i} \right\} \right] \Omega \quad (13)$$

式(13)は、所得 Ω が掛け合わされていることで、金銭単位に変換されている。また、式(13)より、 CV は所得 Ω に比例して大きくなる。

さらに、式(13)はある地域の個人あたりの支払意思額である。そのため、地域ごとで経路確保の状況は異なるため、それぞれの地域に式(13)を適用する。代替経路確保の便益は、各地域の人口と1人あたりの支払意思額との積和により算出できる。

$$B_{resident} = \sum_r (G_r \times CV_r) \quad (14)$$

ここで、 $B_{resident}$ ：地域住民の代替経路確保便益、 G_r ：地域 r の人口、 CV_r ：地域 r の1人あたりの支払意思額(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(13)のパラメータ γ の値をWebアンケート調査から推定した。

3. Web アンケート調査⁵⁾

3.1 調査手法

災害時の孤立に対する心理的不安感を計測する手法として、コンジョイント分析を用いた。コンジョイント分析は、評価対象の価値を属性単位で評価可能であり、かつ属性別の評価にあたっては、個別に尋ねなくてもアンケート調査結果から間接的に推定が可能である⁶⁾。さらに、本研究では住民が孤立に対して不安感を抱く原因となる災害の発生頻度や災害が発生した際に使用できる道路の本数といった要因の評価も行うため、複数の評価が可能なコンジョイント分析を採用した。

3.2 調査シナリオ

アンケート調査の概要を表1に示す。対象者は、岐阜県、新潟県、長野県に居住する20歳以上の方に対し、Webアンケート調査方式を採用し、予備調査で回答者が災害時に孤立危険性のある地域に居住するかどうかを聞くことで、孤立予想集落に居住する住民を重点的に抽出した。そのうえで、孤立予想集落に居住している人と、それ以外の地域の人とでサンプルの割り付け回収を行い、孤立予想集落に居住する人のサンプル数を全体の6割を確保した。

本調査は、災害発生時に失われる道路の接続性と道路整備にかかる負担金を示し、その道路整備の政策が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ことを目的とする。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、表2のように属性と水準を設定した。質問項目は、実験計画法L16の直交表に当てはめて16パターン作成した。

3.3 パラメータの推定方法

孤立に対する不安感を定量化する際に、2章で説明した評価手法の式を使ってモデル式を作成する。

まず、式(5)を政策前の期待効用 (EU_{i0}) と政策後の期待効用 (EU_{iw}) とにそれぞれ分けると式(11), (12)となる。

$$EU_{i0} = P_{i0} V(H_{i0}, m_{i0}, \Omega_{i0}) \quad (15)$$

$$EU_{iw} = P_{iw} V(H_{iw}, m_{iw}, \Omega_{iw} - CV) \quad (16)$$

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 ($i=0$ のとき平常時を表わし, $i \neq 0$ のとき災害時を表わす), $V(\cdot)$: 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 (道路整備の価値)。

式(15), (16)に、式(12)に述べられている間接効用関数 $V(\cdot)$ をそれぞれ代入すると、式(17), (18)を得る。

$$EU_{i0} = P_i (\ln \Omega + \gamma \ln H_{i0} + C) \quad (17)$$

$$EU_{iw} = P_i \{ \ln(\Omega - CV) + \gamma \ln H_{iw} + C \} \quad (18)$$

また、 C は、交通サービス価格 m と消費割合 ϕ を示している。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ているため、 EU_{i0} と EU_{iw} の C は同値であるため無視できる。さらに、 EU_{i0} と EU_{iw} とが同一となるような値が CV であるが、ここでは提示された負担額 AoE (Amount of Expense) に対し、賛成・反対を質問している。よって、次の式(19), (20)に変形できる。

$$EU_{i0} = \gamma (P_i \ln H_{i0}) + (P_i \ln \Omega) \quad (19)$$

$$EU_{iw} = \gamma (P_i \ln H_{iw}) + \{ P_i \ln(\Omega - AoE) \} \quad (20)$$

以上を踏まえ、アンケート調査結果を使い、ロジットモデルを用いてパラメータ γ の値を推定する。

一般的なロジットモデルにおいては、効用の単位が不定のため、分散パラメータ θ を 1 に設定しパラメータを推定する。しかし、本研究においては間接効用関数 $V(\cdot)$ が金銭単位である。そのため、推定の際には、式(22), (23)のように、第 2 項にもパラメータを設定し、 $\theta=1$ と仮定して α と β の値を求めてから、式(24)のように α を β で除して γ を求める。

$$EU_{i0} = \alpha (P_i \ln H_{i0}) + \beta (P_i \ln \Omega) \quad (22)$$

$$EU_{iw} = \alpha (P_i \ln H_{iw}) + \beta \{ P_i \ln(\Omega - AoE) \} \quad (23)$$

$$\gamma = \alpha / \beta \quad (24)$$

ここで、 α : 環境水準のパラメータ, β : 年間所得のパラメータ, 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 ($i=0$ のとき平常時を表わし, $i \neq 0$ のとき災害時を

表 1 アンケート概要

対象地域	岐阜県, 新潟県, 長野県	
調査方法	Webアンケート調査	
実施期間	2013年12月19日～12月20日	
有効サンプル	孤立予想集落	516サンプル
	それ以外の地域	310サンプル
	合計	826サンプル

表 2 属性と水準

属性	災害発生頻度	途絶日数	整備なしの経路数	金額	
				500円	1000円
水準	5年に一度	1日	0本(孤立)	500円	1000円
	100年に一度	1週間	1本	5000円	1万円
				3万円	5万円
				10万円	15万円

表わす), H : 環境水準, Ω : 所得, AoE : 年間負担額。

説明変数については、災害発生確率 P_i と環境水準 H , 負担額 AoE はアンケートの調査票から設定する。アンケート調査により世帯所得 Ω を聞くことで、環境水準を表す説明変数の項 ($P_i \ln H_{i0}$, $P_i \ln H_{iw}$) と年間所得を表す説明変数の項 ($P_i \ln \Omega$, $P_i \ln(\Omega - AoE)$) を作成する。

なお、Web アンケート調査においては、同一個人から複数回の回答を得ているため、それらの回答群には系列相関が生じうる。ここでは個人差を考慮するための平均ゼロのランダムパラメータを導入している。推定に際しては、スイス連邦工科大学ローザンヌ校の Michel Bierlaire 教授が中心となって開発しており、無料で利用できる BIOGEME⁸⁾を使用した。

3.4 推定結果

孤立が解消されるための代替経路確保の便益は、孤立予想集落に居住する住民に帰着するものであるため、孤立危険性の定量化に関しては、評価対象を孤立予想集落に居住する住民に絞る必要がある。

表 3 は、孤立予想集落に居住しているかどうかによって年間所得に関するパラメータを個別に設定しモデルを推定した結果である。この結果より、孤立予想集落の γ の値はそれ以外の地域の γ の値のおよそ 3 倍の値になることという結果となった。表 4 は孤立予想集落に居住する住民を被災経験の有無によって年間所得に関するパラメータを個別に設定しモデルを推定した結果である。被災経験の有無の考慮は、回答者が仮想的な状況を想定できなかった可能

性があるため、被災経験の有る人であれば、少なからず災害時にどのような負便益が生じるか想定できると考えられるためである。この結果も、全てのパラメータが統計学的に5%有意となっている。さらに、パラメータ推定値の差の検定も、有意水準5%で統計的に有意となった。これより、被災経験のある人の γ の値は被災経験のない人の γ の値のおよそ3倍の値になることという結果となった。

4. 岐阜県飛騨圏域のケーススタディ

4.1 ケーススタディの設定

本章では、岐阜県の飛騨圏域に災害時の便益評価手法を適用する。なお、計算にあたっては、孤立に関するパラメータ γ を被災経験のある方についての推定結果である0.04382とした。

岐阜県飛騨圏域は岐阜県北部に位置する中山間地域である。集中豪雨の発生時に土砂災害の危険性の高い場所が数多く存在するため、降雨時に土砂災害の発生する恐れがある区間について通行規制区間が定められている。降雨による通行規制区間は、岐阜県の管轄道路において平成26年1月1日現在で86カ所500.8km⁹⁾指定されている。県の管轄道路の総延長が4184.3kmであるため、およそ1割の道路が豪雨時に通行規制区間になる。また、飛騨圏域の交通の骨格を担う国道41号も雨量規制区間が定められており、豪雨による不通が、岐阜県の交通や飛騨圏域の地域住民に大きな影響を与えている。

表3 居住地域別の推定結果

説明変数	係数
尤度比	0.122
α (環境水準)	3.57 **
β_1 (年間所得:孤立集落)	168 **
β_2 (年間所得:その他の地域)	483 **
分散	1.37 **
$\beta_1-\beta_2$ の差	0.0416 **
γ_1 (孤立集落)	0.02125
γ_2 (その他の地域)	0.00739

表4 被災経験別の推定結果

説明変数	係数
尤度比	0.123
α (環境水準)	3.51 **
β_1 (年間所得:被災経験無し)	263 **
β_2 (年間所得:被災経験有り)	80.1 *
分散	1.45 **
$\beta_1-\beta_2$ の差	0.0386 *
γ_1 (被災経験無し)	0.01335
γ_2 (被災経験有り)	0.04382

** : 1%有意 * : 5%有意

ケーススタディでは、豪雨災害を想定し、過去21年間の豪雨履歴により豪雨発生エリアおよび豪雨発生確率を設定する。豪雨の定義を時間降水量50mm以上とし、豪雨が発生した場合は、1日の通行止めが行われるとする。飛騨圏域に関連するアメダスとして、岐阜県内15、富山県内1の計16地点を抽出した。それらの地点をボロノイ分割することでボロノイセルを作成した。図2はボロノイセルと雨量規制区間を示している。このボロノイセルにより、アメダスの観測データを用いて、あるエリア一区画の豪雨の有無を判定する。表5では、過去28回発生した豪雨(時

表5 降雨パターンより作成した豪雨シナリオ

i	ボロノイセルのID																頻度	確率
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0.00078
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0.00065
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.00039
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0.00026
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.00026
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.00013
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0.00013
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0.00013
14	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00013
15	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0.00013

間降水量50mm以上の降雨)をボロノイセルの組み合わせにより分類した結果を示しており、15種類に分類できた。この過去実現した15パターンを豪雨シナリオとして想定する。

計算ネットワークは、2005年の道路交通センサスに基づいており、2030年の将来ネットワークより、2012年1月現在に供用しているリンクを追加している。代替経路確保の便益は、交通量の概念がないため、岐阜県を中心として、周囲の地域に北陸と長野県を含む中部圏のネットワークで計算する。一方で、交通損失の軽減便益は、岐阜県内の通過交通を考慮するため、関東地方から中国地方までを含む道路網で計算を行う。交通損失の軽減便益を算出するために必要な「リンク所要時間」と「リンク交通量」は、交通需要予測パッケージ JICA STRADA を用いる。リンク数 17,345、ノード数 11,443 のネットワークで交通量配分を行う。代替経路確保の便益は、評価対象地区について、自都市の拠点(市役所)までの非重複経路数を用いて、心理的不安の軽減分を計算する。世帯あたり所得は、総務省の全国消費実態調査から、世帯数は、国勢調査から設定する。

図3、図4、図5に評価区間と雨量規制区間の位置関係を示す。w=1は、2012年7月に開通した区間であり、w=2は建設が予定されている区間である。w=3は本研究において追加した区間である。w=2によって雨量規制のない区間に接続することができる。また、w=3より国道41号の雨量規制区間避けることができる。

4.2 計算結果

図6では、災害時の便益評価結果について、交通損失の軽減便益を黄色で経路確保便益を赤色で示している。3つの整備案の中では、w=3が僅かであるが便益が大きい。交通損失の軽減便益と経路確保便益を比較すると、全ての整備案で交通損失の軽減便益の方が上回っていることがわかる。整備効果が最も大きいw=3でも、経路確保の便益が45万円/月ほどしかなく、交通損失の軽減便益の約7分の1の効果でしかない。このことより今回推定されたパラメ

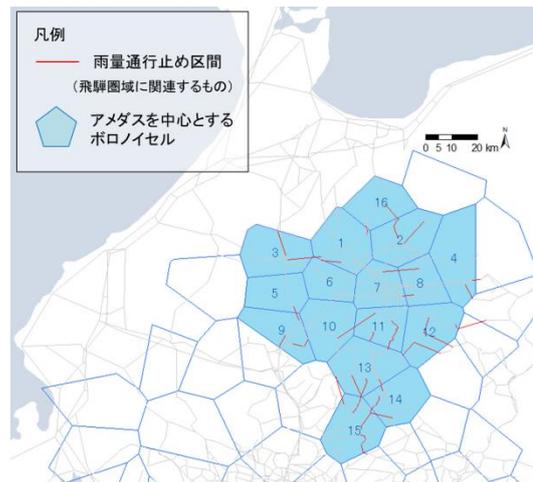


図2 ボロノイセルと雨量規制区間

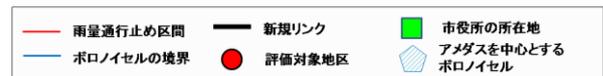


図3 w=1と雨量規制区間との位置関係



図4 w=2と雨量規制区間との位置関係



図5 w=3と雨量規制区間との位置関係

ータを用いる場合、経路確保の便益は低い。

図7では、従来の便益評価と災害時の便益評価の結果を示している。災害時の便益は、交通損失の軽減便益と経路確保便益を足し合わせたものであり、

従来の便益を青色で、災害時の便益を赤色で示したが、図7からわかるように、従来便益が年間1~23億円存在するのに対して、災害時の交通損失軽減と経路確保便益の和は年間300万円であり、非常に小さくなった。

5. おわりに

本研究では、先行研究で提案されていた災害時を考慮した便益評価手法を用い、さらにはWebアンケート調査結果から得られたパラメータを用い、岐阜県飛騨圏域を対象とし、豪雨災害に対し、便益算定を試みた。この結果、災害時の便益は従来の便益と比較すると非常に小さいという結果となった。このような結果となった主たる要因は、孤立に対するパラメータ γ の推定結果が非常に小さかったためである。その理由の1つとして、アンケートの回答者が道路の途絶によって生じる負便益を想定できなかったことが考えられる。被災経験を考慮したが、それでもまだ不十分であると考えられる。また、評価対象の道路がそれほど重要視されていない可能性がある。道路は公共施設であり、災害によって被害を受けた場合に公的資金の投入により早期に修復される。そのため、実質的にはリスクがない状態と同等であると考えられる。⁹⁾ このように、いくつかの理由により、パラメータ γ の真値に近い値を得られなかった可能性がある。そのため、推定方法やデータの切り分け方法などについて、さらなる検討が必要である。

また、今回は孤立予想集落に居住しているか、被災経験の有無でしかデータ分類を行わなかったが、孤立に対する不安感は地域差が存在すると考えられる。今後は個人属性などを考慮が必要である。さらに、今回のアンケート調査はインターネット方式を採用したため、回収した年齢層が実際に住んでいる人の年齢層と差があると考えられる。そのため、年齢などの基本属性の考慮を行い、正確な便益算定を試みる必要がある。

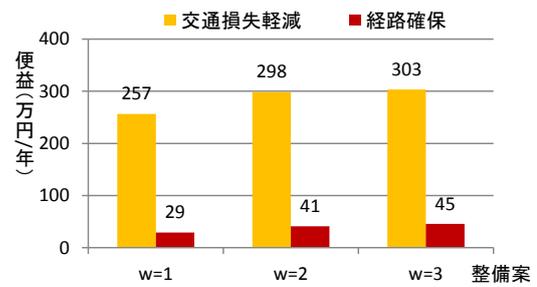


図6 災害時の便益評価結果

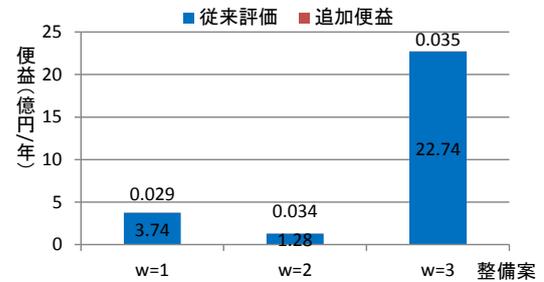


図7 便益評価結果

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) 国土交通省道路局都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル，平成20年
- 2) 国土交通省道路局：道路の防災機能の評価手法(暫定案)，平成23年
- 3) 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
- 4) 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)，平成21年6月
- 5) 小野剛史，倉内文孝，高木朗義，原田剛志：“道路ネットワーク評価のための孤立危険性軽減便益の定量化に関する研究”，土木計画学研究・講演集，Vol.49，CD-ROM，2014
- 6) 伊多波良雄(編)：公共政策のための政策評価手法，中央経済社(2009)
- 7) BIOGEME Webサイト：<http://biogeme.epfl.ch/index.php>，2014/4/23アクセス。
- 8) 岐阜県HP，
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kendo/michi-kawa-sabo/doroiiji/doro-no-FAQ/>，2014/7/29アクセス
- 9) 防災事業のリスク評価(案)，事業評価手法検討部会(資料5)，平成15年

QUANTIFYING A BENEFIT OF ROAD INVESTMENT CONSIDERING
ISOLATION RISK IMPROVEMENT: APPLICATION TO HIDA REGION

Tsuyoshi ONO, Fumitaka KURAUCHI, Tsuyoshi HARADA and Akiyoshi TAKAGI