



保険支払型仮想的市場評価法による道路網のリタン ダンシー評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2007-06-06 キーワード (Ja): キーワード (En): contingent valuation method, redundancy, substitute road network 作成者: 田村, 亨, 三好, 敬史, 斎藤, 和夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/111

保険支払型仮想的市場評価法による 道路網のリダンダンシー評価

田村 亨*¹, 三好 敬史*², 齋藤 和夫*¹

Evaluation of Redundancy for Road Network by Contingent Valuation Method Using Payment of Insurance

Tohru TAMURA, Takafumi MIYOSHI and Kazuo SAITO

(論文受理日 平成13年 8月31日)

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the total economic value of the redundancy for road network. For the improvement of the reliability on the road network, we combine contingent valuation method (CVM) with payment of insurance. We estimated the reliability value of the substitute traffic due to volcanic disaster of Mt. Usu in Hokkaido, and made clear the availability of the CVM using payment of insurance by the review paper.

Keyword : Contingent valuation method, Redundancy, Substitute road network

1 はじめに

わが国の社会基盤に関わる防災対策は、1995年の兵庫県南部地震を機に変わり始めた。これまで、リスクをコントロールする対策を中心に防災事業を進め、国は国民に対して安全を確保することを約束してきたが、1995年以降その安全神話も崩れ始めている。国は、災害からどこまで国民を守ることができるのかについて明確にする必要がある、同時に個人は全てを国に委ねるのではなく、個人が自らを守るために、何をすべきか、何ができるのかについて問う必要がある。

本研究は2000年3月に発生した有珠山噴火災害

を対象として、代替道路整備に対する利用者の信頼性・安全性の向上効果について仮想的市場評価法(Contingent Valuation Method: 以下、CVMと呼ぶ)を用いて評価することを目的とする。特に、道路整備費用の一部を地域住民が保険として支払うことの可能性を検討する。また、CVMにおける回答の信頼性についても検討していることが、本研究の特徴である。

2 「災害と保険」に関わる動向と研究レビュー

2.1 災害と保険に関わる動向

災害リスクに対応する手段は、図-1のようにリスクコントロールとリスクファイナンスに大別される。前者は発生を防ぐ、被害を軽減する機能であり、後者は被害発生後の事後的な対応である。

*¹ 建設システム工学科

*² 建設システム工学専攻

これまでの社会基盤に関わる防災対策は、ハード・ソフト対策共にリスクコントロールを重点に行われていた。自然災害はリスクが相関して集合的かつ巨大な損害を発生させるため、独立して発生するリスクや、分散して発生するリスクに対して、それを軽減するための「保険」の適応はこれまで困難とされていた。

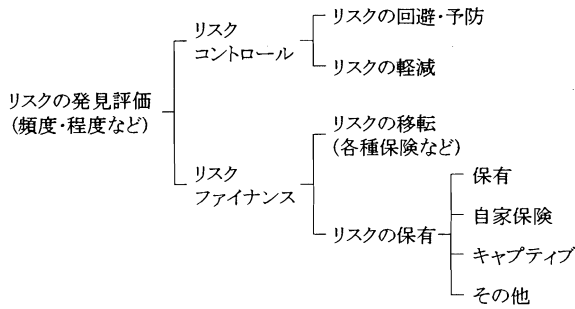


図-1 リスクマネジメントの手段¹⁾

しかし、近年の保険会社は、自然災害などの大規模災害に対応する保険の開設及び実際の運営を行っており、これについては多々納²⁾がレビューしている。そして、最近では、リスク分散機能を持つ手段として保険の証券化が考案されるまでに至っている。これは代替的リスク移転手法(ART)と呼ばれているもので、1990年中頃から注目されるようになってきている。これまでは保険市場の中でリスクを分担していたのが、証券市場を巻き込み広い範囲でリスク分担するようになってきている(図-2)。

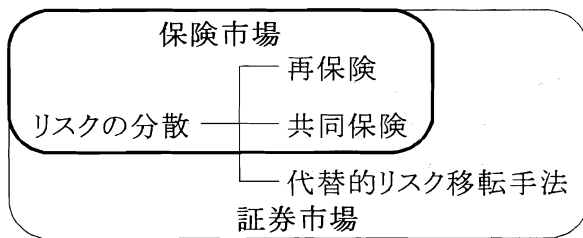


図-2 リスクファイナンスにおけるリスク分散の種類

2.2 災害と保険に関わる研究レビュー

地域・都市計画学における分野では、小林・横松³⁾による防災投資による便益評価の研究がある。この研究では、個人的なリスクを相互に分散する相互保険と、集合的なリスクを分散させる状況依存的証券を組み合わせた保険システムの提案をしている。また、地域住民の強制加入からなる自治体保険の導入による地域間最適リスク配分を分析して、地方自治体の防災施策のひとつとして自治

体保険を導入した場合の地域間リスク配分方法を提案している。上田⁴⁾はPFIを含む民間主導型事業の成立において、自然災害のリスクがプロジェクトファイナンスにおける重要な要素であることを指摘し、リスクモデルによってPFIの成立可能性を分析している。その他の研究事例としては、積雪地域での除雪保険の提案、デパートや遊園地といった準公共施設に対する保険の開発がなされている。また、海外では、個人の財産を保護するために洪水保険を対象としたCVM計測の研究事例がある。

このように、自然災害を含む大規模な災害のリスクを分散する手段が実社会で検討され、更なる開発がなされている。また、自治体保険による地域間リスクに対する負担方法や、社会基盤に対する保険の導入については、様々な研究がなされている。しかし、社会基盤のリスクファイナンスとして地域住民が社会基盤のリスクに対して直接投資する場合の研究や、地域住民に対して保険に関わる意識調査を行った研究はない。

ここで、本研究で対象とする代替交通確保という防災事業と、保険による損害の補償の関係について、個人の視点から考えてみる。前者はリスクコントロールとして公共性が高くその殆どを国や地方が管理しており、後者はリスクファイナンスとして個人や企業が財や生命の補償のためにプールするのが一般で、両者の関係は異なった機能を持っている。しかし、国や地方が管理している防災及び災害復旧の費用については、その殆どが税金(あるいは被災による義援金など)であり、それを実際に負担しているのは個人である。また災害の補償は常に一定ではなく、災害の規模、マスメディアによる関心の高さ、経済状況などに影響される。公共性の高い道路など利用者が限定できない施設についての個人の防災意識は低いが、本来はこうした施設についても意識を高めるべきである。個人が自分達の生活基盤を確保する意味から国や地方に対して鋭い目をもち、防災に対して参加することが必要といえる。同時にこうした取り組みは個人一人の行動だけでは社会全体を変えることは難しく、地域単位で意識をもつことが必要である。

3 2000年有珠山噴火災害が交通に与えた影響

本研究では火山災害による交通網への影響とし

て、2000年3月31日に発生した有珠山噴火災害を事例とする。今回の噴火は、火山観測によって把握された前兆現象にもとづき、3月28日に臨時火山情報第1報、3月29日に緊急火山情報第1報が順次発令された。そして、住民の避難活動とともに道路や鉄道などの通行規制が検討され、3月29日の夕方までに、北海道縦貫自動車道(伊達IC~豊浦IC)、国道37号、230号、453号及び道道11路線が通行止めとなり、JR室蘭本線も運休となった。

図-3は主要幹線道路の交通量変化を噴火前後で示したものである。ここでいう噴火後とは4月1日までであり、この期間は災害範囲を確定することが困難であるため、通行規制が広範囲で行われた。具体的には、北海道縦貫自動車道、国道37号、230号、453号、道道11路線が通行止めとなった。そのため、国道5号及び276号が迂回路として設定され、通行規制の情報とともに迂回路情報がマスコミ等を通じて周知された。これにより、国道5号及び276号の交通量が増加し、国道5号では噴火前に比べて3700台増加し7200台になった(図中の道路に沿って示されている数字は、上段が噴火前の交通量、下段の括弧書が噴火後の交通量である)。

噴火後の交通規制は噴火活動の終息に従い、5段階まで実施され、噴火から1年後の2001年3月末時点でも、依然として通行止めの区間が存在している(国道230号の一部と北海道縦貫自動車道(豊浦IC~伊達IC))。

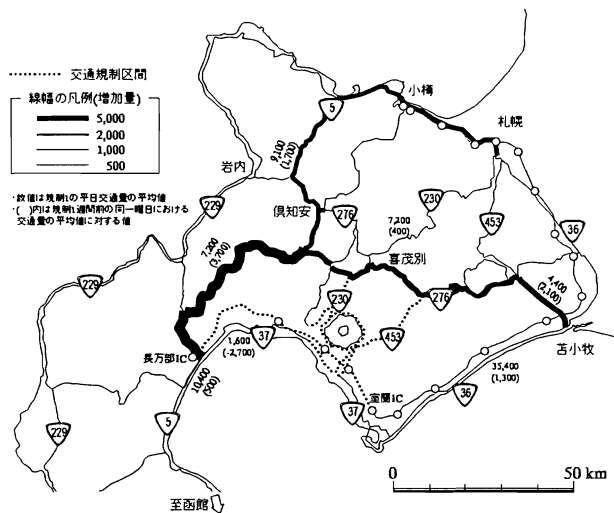


図-3 交通規制(3月29日~4月1日)

村上⁵⁾の研究によると、実際に迂回したと考えられる①広域交通、②被災地関連交通について、

それぞれ走行費用の増分、時間費用の増分を損失額として算定したところ、①実際に迂回したと考えられる道央~道南などの広域交通の損失は約21億円、②実際に迂回したと考えられる被災地に関連する交通の損失は約18億円と推定され、合計すると、実際に迂回したと考えられる交通の損失は、約39億円と推計されている。

また道路の通行規制により、事業所・企業の産業活動に様々な影響が生じた(ヒアリング調査の結果)⁴⁾。観光においてはツアーそのものの中止、ツアーの経路・目的地・宿泊地の変更など、洞爺湖温泉のみならず北海道南部から札幌へ向かう観光において、観光交通の大幅な変更を余儀なくされた。また、物流・運送会社においては、道路交通の迂回による走行時間の増加、鉄道輸送から他輸送機関への転換、物流拠点への輸送作業体制の強化等により、各種経費が増大した。噴火直後から、国道37号が全面開通となった7月12日まで、迂回による時間損失は1~2時間とされた。

4 計測する対象とその計測方法について

4.1 財の定義と計測法の選定

道路投資の評価に関する指針(案)第2編⁶⁾では、道路整備による効果項目が大幅に拡大された。具体的には、災害時交通機能の確保としての心理的不安感の減少についても取り上げられ、CVMが適応可能な評価手法とされている。災害に対する代替道路整備の効果は、①心理的不安感の減少や信頼性の向上の効果のみならず、②走行時間や走行費用の増加、またそれに伴う一般利用者の利用困難や、企業コストの増加を回復する効果がある。②については、通常の道路整備によって用いられている消費者余剰を用いても評価が可能と考えられる。しかし、この方法では利用者の災害時における安心感などといったそもそも貨幣換算されていない心理的效果を計測することは困難である。今回対象とした信頼性の向上は、現在のみならず将来性も含めた心理的效果であるため、CVMの適用が望ましいと考えた。

ところで、自然災害の発生及びそれに伴う交通網への影響については、これらを的確に予測することが難しく不確実性の下で考える必要がある。不確実性の環境政策決定や費用便益分析におけるオプション価格やオプション価値の概念はWeisbrod, Graham, Fisher & Hanemannなどにより

議論され、日本では多々納⁷⁾によってまとめられている。代替道路の確保による信頼性向上は、将来発生するかもしれないリスク軽減の為の現時点での措置による効果であり、オプション価格的に解釈することができる。オプション価格とは、どちらの状態になったとしても財・サービスが利用できることに対する、どちらの状態が生じるかわからない段階での支払意志額を示すものである。

4.2 計測方法とその着目点

本研究では、代替道路整備による交通網の信頼性向上を評価するため、CVMを用いて支払い意志額(willingness to pay: 以下、WTPと呼ぶ)を計測する。この際、本研究では以下の点に着目して分析を行う。

- ① 支払い方法の違いによる WTP の変化
- ② 回答者が暗黙裏に抱いている前提条件の違いによる WTP の変化

①の支払い方法については、以下の3つを考えた。1つは負担金による支払いで、一般的に広く用いられており、経済的価値と一致する。2つ目は税金より支出する税金捻出方式である。公共事業において実際には負担金や追加的な税金を用いた支払いなどは存在しないため、支払い方法による心理的抵抗感を考慮して、現実性が高いと考えられる既に納めた税金より支出する税金捻出方式(その代わりに公的サービス水準の低下という条件付きとする)を設定した。3つ目は本研究のねらいである保険による支払いである。個人が支払う保険金の一部を利用して道路整備が行われるとし、支払いについては現在の保険料に地域災害保険料を上乗せする形をとった。この保険による支払いは、利用者個人が地域の交通網の信頼性を確保するために投資する、という方法である。

②は調査実施の際、対象について被験者が共通した認識をもっているか、どのような前提条件を暗黙のうちに設定しているかなど、回答の信頼性を調べるものである。本研究では、お金を支払うことに賛成者している被験者を対象として、①今回以上の大規模災害が予期された場合、②防災対策により雇用の増加が地域に期待された場合、③代替道路整備により観光客の確保・増加が見込まれた場合、という3つの前提条件を与えた。そして、これら3つの前提条件が追加されたことにより、既に回答した支払い額に変化が生じるかを尋ねた。こうした前提条件による検証について、肥

田野⁸⁾は調査票の説明で記載されていない部分についてはそれぞれが暗黙のうちに何らかの前提条件を設定しており、それによって回答内容に変動があることが考えられる、と述べている。勿論、回答者が暗黙裏に抱いている前提条件に違いがあって、WTPに変化を与えているのであれば、今回のCVM調査は失敗したことになる。

4.3 調査内容

調査票には、事例として今回の有珠山噴火による交通網への影響について図を用いて説明した。過大評価を避けるため、噴火の様子など写真による極端な説明は避け、道路の迂回状況、交通規制の状況などについて説明した。説明後、今回の噴火によって生じた交通規制による影響と、その利用頻度についての設問を行った。次に表-1に示すように代替道路整備の計画についての説明をしてから、計画に対して「賛成」、「反対」及び「わからない」から選択してもらい、賛成の回答者には、いくらまで支払えるかについて尋ねた。設定金額は0円から5万円までを9段階に分け、更にこれ以上の支払いが可能な場合は金額を記入させる計10段階とし、段階ごとに「賛成」か「反対」について尋ねた。支払い方法は、先ほど説明した3種類を設定し、この中より負担金と税金捻出、保険と税金捻出を組み合わせ、更に支払順序を入れ替えた合計4種類の調査票を作成し調査を実施した。

表-1 調査で実際に用いた支払いの質問(負担金)

説明①～説明③で示してきたように、火山噴火によって火山周辺地域の幹線道路網を通行する人や物資の輸送にも影響が及ぶことがあります。したがって、火山災害が発生して、周辺の道路交通網が寸断されたとしても、スムーズな迂回が可能な高速道路や国道のネットワークが整備されていて、出来る限り通常通りの交通利用を可能とし、利用者の方々が安心して利用できる道路交通網が望まれます。そこで、火山災害による道路交通網の寸断が起こっても、人々の日常生活や事業所・企業の業務に支障がでないような「高速道路・国道のネットワーク」つまり「代替道路の整備」を行い、それを維持するために、仮に今年1年間だけ負担金を徴収し、その総額を代替道路の整備費用にあてる計画があるとします。この計画はあなたの意志により、すぐに実現しますが負担金がない場合には、いつ実現するかは分からぬこの計画が実現し代替道路の整備がなされると、災害時の円滑な復旧活動が行え、日常生活および業務に支障をきたす恐れが大幅に軽減されます。

ただし、負担金を支払うことにより、あなたの家計の出費は今年のみ増えるものとします。この出費によってあなたの家計が購入できる別の商品やサービスが減ることを十分念頭においてお答え下さい。あなたはこの計画に賛成ですか？

5 ケーススタディ

5.1 調査の実施

調査は平成12年10月下旬から11月初旬にかけて、札幌市と函館市の一般住民を対象として直接配布・回収方法で行った。両都市の居住者を調査対象者とした理由は、広域交通行動において有珠山噴火災害の影響を強く受けた可能性が高い地域と考えたためである。配布数は、それぞれの都市で100票であり、有効票は札幌市が68票(有効回収率；68%)、函館市が40票(同；40%)であった。

調査票から被験者ごとの噴火の影響を分析したところ次のことが分かった。まず、今回の有珠山噴火による交通網への影響については、図-4で示すように函館の回答については半数に影響があったとするのに対し、札幌の回答者は2割にとどまっており、地域によって影響の度合いが異なるといえる。次に、札幌と函館間の移動頻度について比較したところ、函館の被験者の9割が年に数回の利用があると答えているのに対して、札幌の被験者では年に数回とする者が半数であった。利用目的について比較すると札幌は観光・行楽・レジャーの回答の割合が多く、函館は業務・仕事目的の利用を選択する割合が多かった。以上のことから、函館の被験者は有珠山噴火による交通規制区間の利用頻度が高く、影響も大きかったといえる。

そこで本研究では、以下のCVMの分析を、「札幌」と「函館」の被験者に分けて行うこととした。

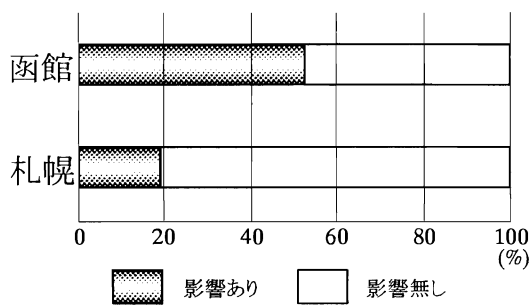


図-4 噴火による交通網への影響

5.2 WTPの結果

札幌と函館の回答者を分けて、支払い意志額の計測を行った。具体的には、3種類の支払形態について、それぞれ「計画に賛成」する回答者の値のみを用いて、非集計ロジットモデルによりパラメータを推計し、WTPの推定を行った。

表-2は地域別・支払形態別(負担金、税金捻出、保険)に行ったモデルパラメータの推定結果(6つのケース)を示したものである。これより、6つの分析とも尤度比・的中率が高く信頼性の高いモデルが構築できたことがわかる。次に賛成率(計画に賛成する割合)の値を地域別で比較すると、負担金・税金捻出の支払形態において、札幌に比べて函館の回答者の方が高い傾向にある。これは、道路の利用頻度や利用目的の違いによるためと考えられる。

図-5~図-7は、地域別・支払形態別にWTPの値を示したもので、税金捻出、負担金、保険の順にWTPの値が高い傾向が見られた。支払賛成率50%のWTP値を見ると負担金と税金捻出は札幌・函館ともに10000円を越えている。また、負担金と税金捻出の2支払形態については金額の差はほとんどみられないが、保険については賛成率が2割程度と低く、WTPについても5000円程度となっており、他の支払形態に比べて低い値となった(図中、横軸のスケールが異なることに留意)。

表-2 地域別・支払形態別のモデル推定結果 (6分析)

札幌	負担金	税金捻出	保険
α (t値)	1.927 (4.478)	2.694 (8.756)	2.657 (3.167)
β (t値)	$1.740 \cdot 10^{-4}$ (4.780)	$2.453 \cdot 10^{-4}$ (8.957)	$5.888 \cdot 10^{-4}$ (3.044)
尤度比	0.628	0.719	0.8
中央値(円)	11,072	10,981	4,512
平均値(円)	11,848	11,248	4,616
的中率	0.808	0.866	0.904
賛成率	0.314	0.514	0.212
総額(万円)	630,000~ 670,000	1,016,000~ 1,041,000	172,100~ 176,000
函館	負担金	税金捻出	保険
α (t値)	2.0466 (4.022)	1.402 (5.250)	2.464 (2.688)
β (t値)	$1.578 \cdot 10^{-4}$ (4.077)	$0.966 \cdot 10^{-4}$ (5.623)	$5.350 \cdot 10^{-4}$ (2.636)
尤度比	0.609	0.477	0.78
中央値(円)	13,214	14,509	4,600
平均値(円)	13,978	16,481	4,727
的中率	0.861	0.784	0.911
賛成率	0.4	0.416	0.25
総額(万円)	159,000~ 168,000	181,000~ 206,000	34,500~ 35,000

* $\text{Prob.}(\text{Yes}) = (1 + \text{EXP}(\Delta V))^{-1}$
 $\Delta V = \alpha - \beta \cdot T$ (T: 金額)

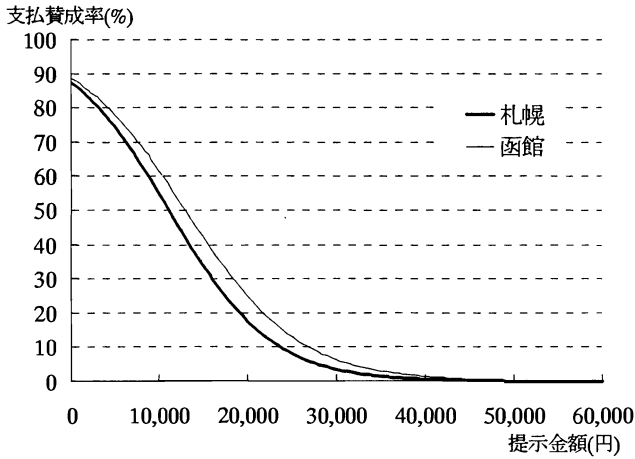


図-5 WTP の推計(負担金の場合)

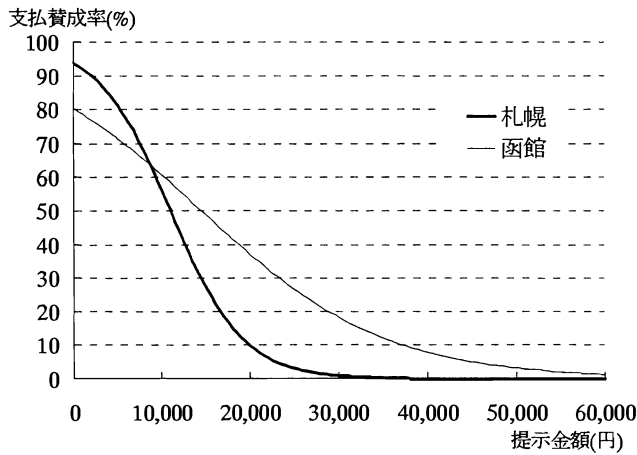


図-6 WTP の推計(税金捻出の場合)

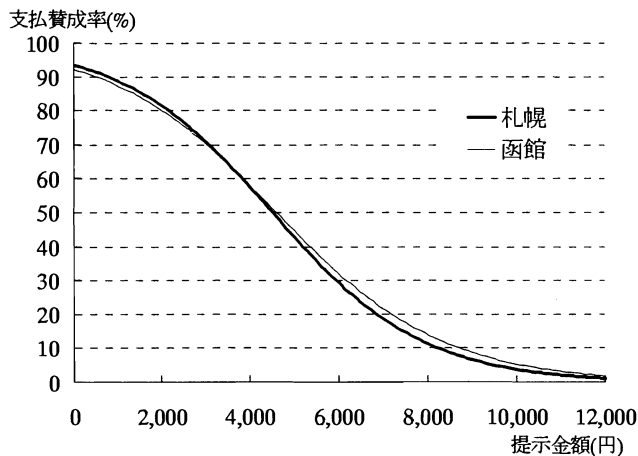


図-7 WTP の推計(保険の場合)

本研究は、保険支払形態型 CVM の適用可能性を検討するものである。そこで、上記のように、賛成率・WTP 値ともに、負担金・税金捻出に比べて低い値をとった理由を検討する。まず、負担金、

税金捻出、保険という各支払形態共に、被験者の 3 割程度が「わからない」と回答しており、調査票の設計時におけるアンケート項目の分かり難さがあったことが分かる。このことも含めて、保険の支払いに対する賛成率・WTP 値が小さかったことを、自由回答欄の意見より考察すると、保険支払の反対理由は 2 つに分かれていた。それは、①地域で災害保険を制度化することへの反対と、②保険で道路整備を行うことへの反対であった。本研究のねらいは、保険支払いによって、将来災害が発生しても日常通りの交通が利用出来る道路網形成に対する安心感を評価することである。しかし、今回の調査から、以下の 3 点が指摘でき、少なくとも、保険による支払いには抵抗があることが分かる。

- ①地域災害保険という、地域間での防災の取り組みと保険を組み合わせさせた制度に対する意識が低い。
- ②公共施設に対して個人が保険をかけることへの意識が低い。
- ③本来保険というものは災害が発生した後に補償されることが一般的であるとされているが、今回はあえて現在の防災施設整備に利用するという状況を設定したため、ねらいとする状況を適切に理解してもらうことが出来なかった。

わが国においては、1997年に民間の保険会社として初めて、火災保険とセットでない地震保険が売り出された。地震国日本でそれまで民間地震保険がなかったのは驚くべきこととまでいわれ、マスコミでも取り上げられたことである。本研究が対象とする、地域災害保険も、都道府県単位での制度化の動きがある。

本研究をとおして分かったことは、①各支払形態共に全体の 3 割程度がわからないと回答しており、特に保険の支払いに対する割合が大きかったこと、②地域が公共施設のリスクに対して保険をかけるという考えに対して 4 人中 1 人が賛同し、5000 円弱の支払い意思があることが明らかになったこと、である。調査票の設計の本質に関わる部分であるが、「公共が行う防災の範囲と保険」の関係について、一般利用者へのより分かりやすい説明が必要であったといえる。

また、表-2の中に総額で示しているのは、札幌市・函館市の人口と WTP、賛成率を用いて求めた各市・支払形態別の代替道路整備に対する支払い意思額の総額である。代替道路の受益の範囲を考

えると、一部の対象者の支払い意思額の総額となっているが、税金捻出の場合、札幌・函館の2都市で120億円程度の値になっている。

5.3 前提条件による変化

計画に賛成する回答者のみ、支払金額の設定の後に、3つの前提条件によって支払いに変化があるか尋ねたところ、表-3に示す結果となった。数字は支払の変化それぞれの割合である。

表-3 前提条件による支払いの変化

	負担金			税金			保険		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③
札幌									
変化なし	0.45	0.73	0.73	0.60	0.51	0.68	0.57	0.57	0.57
増加	0.55	0.18	0.18	0.31	0.40	0.20	0.29	0.29	0.29
減少	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
支払停止	0.00	0.09	0.09	0.03	0.06	0.09	0.14	0.14	0.14
函館									
変化なし	0.63	0.75	0.75	0.63	0.68	0.74	0.33	0.83	0.66
増加	0.37	0.25	0.25	0.37	0.21	0.21	0.50	0.00	0.17
減少	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
支払停止	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.05	0.17	0.17	0.17

多くの回答者が支払いに変化がないと答えており、今回の調査における賛成者の回答については前提条件に対しても変動が少なく、信頼できると考える。ただし、①の被害規模の拡大の条件に付いては、金額を増やすとする回答者の割合が高い傾向があり、回答者は将来的な災害に対しての規模の程度を各個人で想定していることが考えられる。

6 おわりに

本研究は2000年3月に発生した有珠山噴火災害を対象として、代替道路整備に対する利用者の信頼性・安全性の向上効果について保険支払形態型CVMを用いて評価したものである。本研究から分かった点は、以下の3点である。

- ①リダンダンシー評価と保険について研究レビューを行い、保険支払形態型CVMの位置付けを明確にした。
- ②保険支払形態型CVMによる信性の評価を行ったところ、負担金や税金捻出といった従来型の支払い方法に比べて、保険支払形態はWTP値と賛成率が小さいことが分かった。これは、調査票設計の本質に関わる部分であるが、「公共が行

う防災の範囲と保険」の関係について、被験者へのより分かりやすい説明が必要であったためと考えられる。

- ③CVMにおける前提条件の違いが支払い意志に与える影響を分析したところ、回答の信頼性は高いことが確認できた。

最後にCVMの使い方として、調査の結果を地域住民へ還元して、住民の合意形成に利用することが考えられる。調査結果を行政の間だけで議論することなく、地域住民との意見交換の場での資料として用いることで、地域または個人にとって防災上の代替道路網はどのようなものが必要で、どれを優先的に整備すべきなのか、について考えていく為の材料となる可能性が高い。具体的には税金の使われ方など、情報公開につなげることも必要である。こうした動きは近年、PIの必要性が強く示されていることでも明らかである。当該研究分野でもCVMとPIとの関連について議論がなされているが、実際には都市・地域計画分野においての研究事例はあまり見られない。このため回答精度を高める方法、調査方法の改善と同時並行して、結果の地域住民への還元方法が今後の課題となろう。

文献

- (1) 山口光恒, 現在のリスクと保険, 岩波書店, (1998)
- (2) 多々野, リスクファイナンスにおける最近の話題, 土木計画学シンポジウム(災害リスク研究の最前線と社会への提言), (2000), p79-86.
- (3) 小林, 横松, 自治体保険による地域間最適リスク配分, 土木計画学・講演集, No.22(2), (1999), p531-534.
- (4) 上田, 災害リスクとプロジェクトファイナンス-民間主導型社会資本事業を念頭に-, 土木計画学シンポジウム(災害リスク研究の最前線と社会への提言), (2000), p69-78.
- (5) 村上, 有珠山噴火が地域社会に与えた影響の計測, 土木学会北海道支部論文集, (2001), p656-659.
- (6) 道路投資の評価に関する指針検討委員会, 道路投資の評価に関する指針(案)第2編, (2000)
- (7) 多々野, 渇水リスクの経済評価法に関する研究-渇水対策プロジェクトに注目して-, 土木学会論文集 No.464/IV-19, (1993), p73-82.
- (8) 鷲田豊明, 栗山浩一, 竹内憲司, 環境評価ワークショップ, 築地書館, (1999)