

リスクコミュニケーションを用いた 水道の震災対策事業に関する住民意識調査 —大阪市におけるケーススタディ—

谷口 靖博¹・宮島 昌克²・源田 裕希³

¹金沢大学大学院自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:tanisan2005@nifty.com

²金沢大学理工研究域環境デザイン学系教授 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail:miyajima@t.kanazawa-u.ac.jp

³石川県土木部 (〒920-8580 石川県金沢市鞍月1-1)

近年の水道事業体における財政事情の悪化や施設の経年化を背景に、膨大な投資が必要な水道施設の耐震化やその他の震災対策が十分に進捗していない事業体が多い。震災対策を推進していくにあたっては、料金負担者である住民の理解が必要である。本研究では、水道の震災対策事業に関する住民意識を把握するため、大阪市民を対象に、リスクコミュニケーションを用いたアンケート調査を行った。その結果、震災時の断水受忍限度が一番短い使用用途はトイレであり、また、震災対策に対するWTP（支払意志額）は現在震災対策に要している費用より高く、住民は水道事業体にさらなる震災対策の推進を望んでいることが明らかとなった。なお、震災対策に関する情報提示有無とアンケートの質問項目との有意差が認められなかったため、情報提供の手法等について今後検討する必要がある。

Key Words : Earthquake Countermeasures, Risk Communication, Maximum Permissible Limit, Water Suspension, Contingent Valuation Method, Willing To Pay, Correlation Analysis

1. はじめに

我が国の近代水道は創設以来約100年以上経過し、その時々の産業発展や人口増加に伴い、水道施設の拡張整備が進められてきた。特に昭和30年代後半の高度経済成長期に突入して以降、急成長する経済や急増する人口規模に対応し、また、水道の未普及地域の解消を図る目的で、集中的な水道施設の新規建設を行ってきた。その結果、水道普及率が平成18年には約97%となり¹⁾、国民の安全で快適な生活に欠かせないライフラインとして、一定の整備水準に達するところとなっている。

昭和30年代から昭和40年代までに建設された水道施設のほとんどは、法定耐用年数の40年を経過し、徐々に経年化している状況である。図-1に示すとおり²⁾、口径φ300mm以上の基幹管路の場合、約40年を経過する施設が20%を超え、このまま管路を新規に更新しないでいると、2020年度（平成32年度）には、40年を経過する管路が全体で40%を超えると試算されるなど、経年化の面で、問題を抱える施設が増加している傾向となっている。

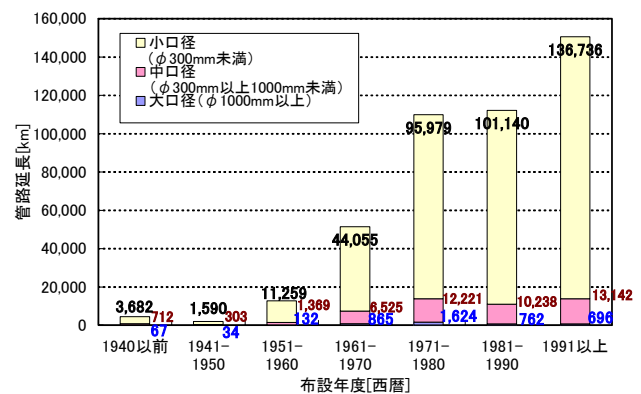


図-1 管路の布設年度別延長（平成14年度末）

このように我が国の水道施設は今後急速に高齢化を迎えることとなり、経年化する施設をいかに更新するかが重要な課題となっている。

同時に、例えば管路に関しては、高度経済成長期に集中的に整備された水道施設のほとんどが、比較的耐震性の劣る普通・高級铸铁管及びK形継手を有するダクタイ

ル鋳鉄管であったりと、阪神・淡路大震災クラスの地震に対しては耐震性に問題を抱える。平成18年度末における基幹施設の耐震化率は、浄水施設で約13.0%、配水池で約23.0%、基幹管路で約11.9%³⁾と、耐震化は十分に進んでいるとは言えない状況である。

そのため、阪神・淡路大震災クラスのレベル2地震動に対する耐震性を向上させることも、水道施設における課題となっている。

水道施設の耐震化の推進にあたっては、耐震化の計画の実施や、水道事業体の自助努力による合理化等の経費削減によって耐震化の費用を捻出するのはもとより、事業体側の対策だけでは十分なく、ステークホルダーである水道使用者が、自助・共助と言える震災時の水の備えを行っているのか、膨大な投資が必要な水道施設の耐震化を水道使用者が本当に望んでいるのかという状況を把握し、水道使用者とのリスクコミュニケーションを確立し、今後の震災対策のあり方を検討することが必要である。

そこで本研究では、一般住民に対してアンケート調査を行い、水道使用者の地震に対するリスク認知、水道事業体の震災対策事業の認知度及び地震による断水時の水道使用者の受忍限度を把握し、仮想市場法（Contingent Valuation Method: CVM）を用いて、水道使用者の震災対策事業に対する支払意志を明らかにするとともに、水道事業者と水道使用者のコミュニケーション手段である震災対策の情報提供の必要性について検討することを目的とした。

2. アンケート調査票設計の概要

(1) 調査対象

アンケート調査対象の水道事業体としては、研究目的の趣旨に沿い、高度経済成長時代に水道施設拡張事業を行い、人口が約260万人と多く、我が国を代表する水道事業体であり、普通・高級鋳鉄管及び非耐震継手を有するダクタイル鋳鉄管率が約85%と未だ耐震性の劣る経年施設を多く抱える一方、他事業体に比べ、震災対策事業を積極的に進めている大阪市水道局をターゲットとし、アンケート調査対象を大阪市民とした。

(2) アンケート調査標本数

アンケート調査標本数は、大阪市の人口2,651,133人（平成20年8月現在）が有限母集団となるように、式(1)によって算出した。

$$n \geq \frac{N}{\left(\frac{e}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1} \quad (1)$$

ここに、

n ：必要回答数

N ：母集団の大きさ（ $N=2,651,133$ ）

e ：標本誤差の許容水準

k ：信頼度に対応する正規分布点

P ：予想される母集団の比率

である。

標本誤差の許容水準 e を10%、信頼度を95%（ $k=1.96$ ）とし、予想される母集団の比率 P は0.2とした。これらの数値を式(1)に代入すると、アンケート調査標本数は246と求めたが、過去の同様なアンケート調査⁴⁾における回答率実績を考慮し、有効回答率が30%弱であると想定し、アンケート調査票送付数を1,000通とした。

(3) アンケート調査方法

アンケート調査は、調査票の回収が比較的容易な郵送調査法による質問紙調査とした。また、アンケート調査票送付先である標本の情報収集については、西日本電信電話株式会社発行の電話帳「ハローページ」に掲載されている住所・氏名から、地域的な偏りをできるだけ少なくするため、地域別（大阪市内北部、南部、中部、西部、東部、淀川部）に分ける層化系統抽出法を用い、1,000世帯を抽出した。

水道料金を支払っているのが世帯単位であるため、アンケートの回答者を世帯内で限定せず、誰が回答してもよいことにした。

(4) 調査期間

調査票の郵送は平成20年11月17日に行い、平成20年12月10日までに回答のあった調査票を有効とした。

(5) アンケート調査票設計

今回のアンケート調査では、水道事業体による震災対策事業の認知度、水道使用者の震災時の断水に対する備えに加え、普段の水道水の利用形態や断水経験、節水意識が支払意志額に影響を与えているのか、また、震災時の断水に対する受忍意識と震災対策事業に対する支払意志額（Willing To Pay: WTP）が、水道事業体による震災対策事業の内容と費用を提示する場合としない場合で相違があるのかを把握することを目的に、以下のとおりアンケート調査票の設計を行った。

a) 回答者属性

回答者属性として、年齢、性別、世帯人数及び世帯年収について尋ねた。

b) 水道水の普段の利用形態

家庭での普段での水道水の飲用、水道に対する節水意識、水道工事や地震による断水経験及び地震発生時などの飲料水の備え等が、支払意志額に影響を与えるのかを明らかにするため、次のような質問を設定した。

水道水の直飲については「水道水をそのまま飲んでい」「水道水を煮沸や浄水器を付けるなどして飲んでい」「ミネラルウォーター等を購入して飲んでい」に対して、アンケート回答者からの回答が得やすいように5段階の評定尺度によるリッカート尺度で評価するよう回答項目を設けた。

水道に対する節水意識については、同様に5段階のリッカート尺度により、「節水の工夫をしている」「どちらともいえない」「特に何もしていない」という回答項目を設けた。

水道工事や地震による断水経験については、断水経験があるかないかの2段階での回答を求めた。

地震発生時などの飲料水の備えを普段から行っているかどうかについても同様に、2段階での回答とした。

c) 水道事業体による震災対策事業の認知度

水道事業体による震災対策事業の認知度を把握するため、まず、地震に関する知識として、大阪周辺での発生が予測される上町断層帯地震と東南海・南海地震の大阪市内での想定震度及び発生確率の認知について問い、続いて、地震が発生した時に水道が断水する可能性が高いことを知っているかどうか、地震発生後の水道事業体による応急給水体制（給水車やウォーターバルーン等による給水）を知っているかどうかを、5段階のリッカート尺度で質問した。

d) 水道事業体による震災対策事業の情報提供

震災対策事業に対する支払意志額（WTP）と震災時の断水に対する使用用途別受忍意識の質問に関しては、水道事業体による震災対策事業の情報を提供する場合としない場合とで相違があるかを把握するため、これらの質問の前に、以下のような大阪市水道局における震災対策事業の紹介⁵⁾を記載した紙を標本数の半数である500通に同封し、震災対策事業の紹介を記載しない質問票を500通とした。

- ・大阪市水道局は、「大阪市水道・震災対策強化プラン21」に基づき、種々の震災対策を進めている。
- ・その主な内容は「水道施設の耐震性強化」「給・配水拠点ネットワークの整備」「信頼性の高いライフラインの形成」「停電対策の推進」である。

e) 震災時の使用用途別断水受忍限度

使用者が震災時にどれだけの期間の断水に我慢できるのか、また、それら我慢の限界は、水道事業者による震災対策事業に対する支払意志額と相関があるのかを分析するため、飲料水、トイレ、洗面、風呂、台所、洗濯と

いう6つの使用用途別に、いつまで我慢できるのかを、一般的に水道事業者が用いている応急給水目標の時系列である「全く我慢できない」「1日まで」「2日まで」「3日まで」「4～5日まで」「1週間まで」「2週間まで」「1ヶ月まで」という8段階で質問した。

f) 地震による断水対策の考え方

支払意志額（WTP）だけでは、使用者が地震による対策として、自ら備蓄水を備える方がいいのか、それとも水道事業体に対して更なる震災対策の強化を求めるのか定量的に把握することが困難なため、これを直接的に質問項目として用意し、5段階のリッカート尺度で質問した。

g) 支払意志額（WTP）

水道事業体による震災対策への支払意志額については、仮想市場法（CVM）によって推定することとした。

CVMは公共事業などの社会資本整備による便益を評価するため、その市場価値を直接測定することが困難な公共財の価値を測定するための手法であり、アメリカでは1980年代に入ってから環境保全政策の社会的効果を評価するために導入されるようになり、日本でも環境経済学等を中心として発展してきた評価手法である。防災分野においても、竹谷ら⁶⁾による防災まちづくり事業における便益評価、佐藤ら⁷⁾による家屋の耐震補強工事への住民意識分析に用いられている。

CVMにおいて支払意志額を問う際には、「自由回答形式」「付け値ゲーム方式」「支払いカード形式」「二項選択方式（ダブルバウンド方式）」などがあるが、標本数が少なくても比較的良好な推定結果が得られる「二項選択方式」を用いることにした。この方式では、初回提示額に対しYesと回答した場合、さらに高い金額を提示して支払意志の可否を問い、Noと回答した場合は初回提示額より低い金額を提示して、2回目の支払意志を尋ねるものである。

支払意志額（WTP）の提示にあたっては、平成8年度から平成18年度にかけての大阪市水道局における震災対策事業費が、1人あたり3,000～9,000円の間で推移していることから、これを平均した1ヶ月1人あたり約500円を費やしているとし、500円/人・月を基準として、表-1のような4種類のシナリオを設定した。なお調査票本数については、大阪市水道局の震災対策事業の紹介（情報提供）の有無も考慮に入れ、それぞれ125とした。

なお、支払意志額の金額表示だけでは、回答者が評価を行い難いと思われるため、現状（平成18年度末）での上町断層帯地震による想定被害（初期断水率と初期断水人口）、回答する支払意志額を全市民が支払ったと仮定した元での10年後（平成28年度）の状態における上町断層帯地震による被害想定（初期断水率と初期断水人口）を同時に提示した。

表-1 WTPのシナリオ

シナリオ	初回提示額 T_I	初回Yesの場合 の2回目提示額 T_U	初回Noの場合の 2回目提示額 T_L
No.1	250円	500円	0円
No.2	500円	750円	250円
No.3	750円	1000円	500円
No.4	1000円	2000円	750円

なお、初期断水率と初期断水人口の被害想定算出にあたっては、大阪市水道局の管種・口径別延長をもとに、式(2)に示す管種・口径別の標準配水管被害率から、式(3)により管種・口径別の配水管被害箇所数の総数を算出し⁸⁾、式(4)によって初期断水率⁹⁾を推定した。

$$R(V) = 2.24 \times 10^{-3} \times (V - 20)^{1.51} C \quad (2)$$

ここに、

$R(V)$ ：標準配水管被害率[件/km]

V ：地表速度[cm/s]

C ：管種・口径別補正係数

$$N = \sum R(V) \cdot L(k, d) \quad (3)$$

ここに、

N ：配水管被害箇所総数

$L(k, d)$ ：管種・口径別延長[km]

$$y = 1 / (1 + 0.307 N^{-1.17}) \quad (4)$$

ここに、

y ：初期断水率

なお、10年後の平成28年度末現在の断水率の想定にあたっては、平成8年度から平成18年度までの管路更新量と同量の更新が今後10年間もなされるものと仮定して計算した。

これらの結果、各シナリオに対して算出された初期断水率と初期断水人口は、表-2のとおりとなった。

表-2 WTPの各シナリオに対する初期断水率と初期断水人口

震災対策費用[円]	初期断水率	断水人口[万人]
0	0.74	195
250	0.71	188
500	0.68	180
750	0.63	168
1,000	0.58	153
2,000	0.50	133

3. アンケート調査結果の概要

(1) 有効回答数

アンケート調査票送付数1,000通に対し、宛先不明等で返送された66通を除き、有効回答数は216通であり、回答率は23.1%であった。

(2) 回答者属性

アンケート回答者の属性を図-2に示す。アンケート回答者を世帯内で限定しなかったため、世帯主である男性及び60年代以上の回答者が多くなった。

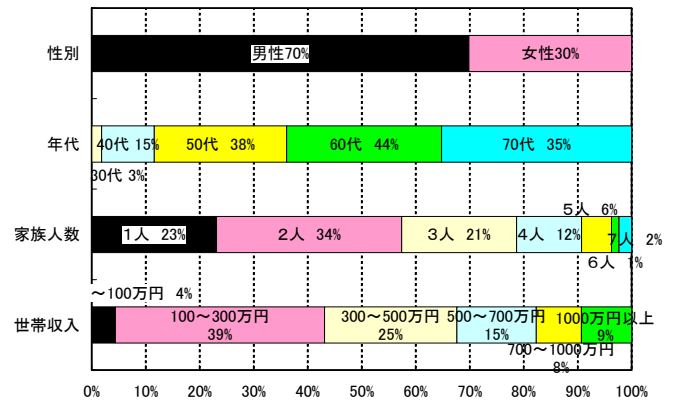


図-2 アンケート回答者の属性

(3) 普段の水道水の利用形態

水道水の飲用、節水の工夫、断水経験、普段の水の備蓄に関する回答結果を図-3に示す。

普段から水道水を飲用している使用者がミネラルウォーター等を飲用している回答者より多く、また、節水の工夫をしている回答者、断水経験のある回答者が多かった。

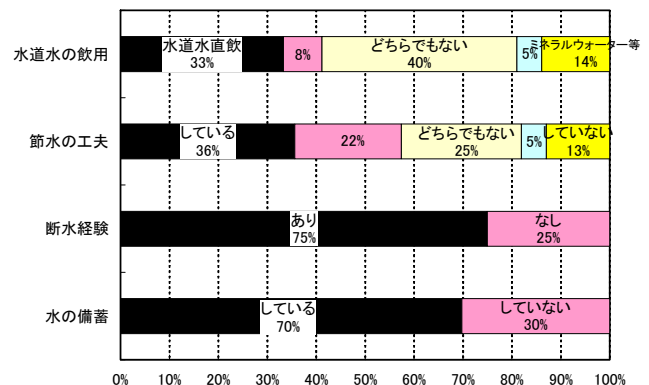


図-3 水道水の普段の利用形態の回答結果

(4) 水道事業者による震災対策事業の認知度

地震の認知及び水道事業者による震災対策事業の認知度の結果は図-4のとおりとなった。想定地震の内容につ

半数程度が認知していた。震災による断水の認識、応急給水体制の認知については8割近くとなった。阪神・淡路大震災や近年発生した被害地震の影響と考えられる。

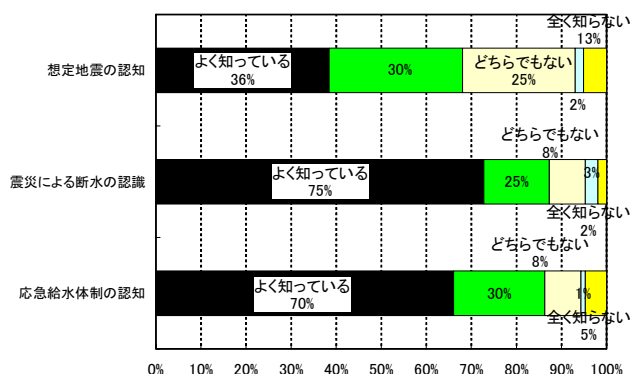


図-4 水道事業者による震災対策事業の認知度の回答結果

(5) 震災時の使用用途別断水受忍限度

震災によってもし断水が生じた時に、家庭での水道の使用用途別に、どれくらいの日数までなら我慢できるか、その断水受忍限度を質問した結果を図-5に示す。

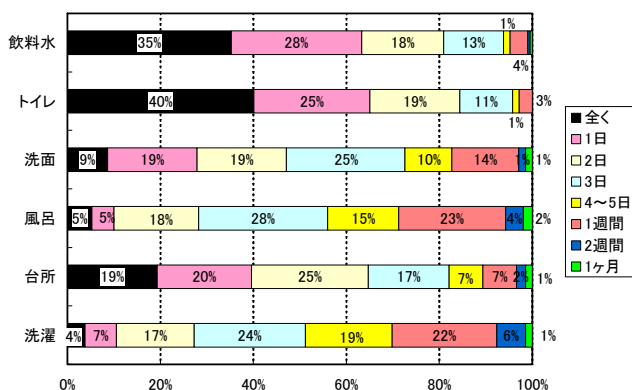


図-5 震災時の使用用途別断水受忍限度の回答結果

この結果によれば、トイレが一番受忍限度の短い使用用途であり、次いで、飲料水が短い。トイレ・飲料水ともに、4割近くが全く我慢できないと回答し、3日までと回答した累計は約95%にものぼっている。

阪神・淡路大震災時の神戸市水道局災害対策本部に寄せられた電話による「市民の声」を用いて、阪神・淡路大震災発生後の水道施設復旧に伴う市民意識の変化を分析した事例¹⁰⁾によると、1週目の市民の受忍意識は、飲料水を確保できず不安という声が多く、生命維持用水や緊急用水が欲しいという要望が挙がり、2週目になると、飲料水の次に生活用水が欲しいという要望が多くなり、以後、4週目に至ると、一刻も早く復旧してほしい、我慢の限界であるという声が多いという結果であった。こ

の分析を基にして、多くの水道事業者が、応急給水の目標復旧時間を定めている。

その内容は、地震が発生してから3日目までは飲料水用として一人1日あたり3リットル、10日目までは、飲料水用に水洗トイレ用及び洗面用を加えて一人1日当たり20リットル、3週目（21日目）までは一人1日当たり100リットル、約1カ月（28日目）を目標として、通常給水量である一人1日当たり250リットルを確保するというものである。

このように、水道事業者の多くは、飲料水を第一優先に確保するべく応急給水計画を策定しているが、今回の震災時の使用用途別断水受忍限度のアンケート結果から、飲料水を3日までに使用者に対して確保するのはもちろんのこと、トイレ用水についても3日までに確保するか、あるいは防災担当部局や下水道事業者と連携して、仮設トイレや下水道の整備を行っていく必要があることが明らかとなった。

また、他の使用用途に関して、1週間までが受忍限度であると回答した使用者の累計が90%以上となっているため、約1カ月を目標としている通常給水量への復旧を前倒して早期に行う必要性のあることが分かった。

(6) 地震による断水対策の考え方

地震による断水対策として、使用者自らの備蓄水で対応するのか、水道事業者に対して震災対策の推進を求めるのかという問いの回答結果を、図-6に示す。

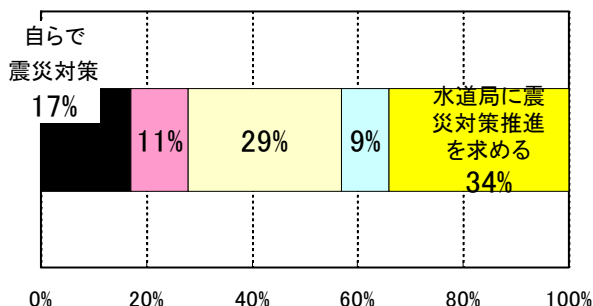


図-6 地震による断水対策の考え方の回答結果

同図によれば、水道事業者に対して震災対策を求める回答者が、自ら震災対策を行う回答者よりも若干多いことが分かる。

(7) 支払意志額 (WTP)

支払意志額の推定には、支払ってもよいと回答した割合を示す受諾率曲線の当てはまりがよいとされている¹¹⁾ワイブル分布関数を仮定するパラメトリックモデルを用いた¹²⁾。なお、水道料金は世帯単位で支払っているため、支払意志額の推定にあたっては、大阪市の1世帯1カ月あたりの平均水道料金（2,000円）と1世帯あたりの

家族人数（1.8人）を踏まえ、表-3のとおり、支払意志額を1世帯1カ月あたりの水道料金に相当するよう換算した。

表-3 換算後のWTPとアンケートにて提示した震災対策費用

WTP[円]	アンケート提示額[円]
1,100	0
1,550	250
2,000	500
2,450	750
2,900	1,000
4,700	2,000

以上のようにして計算したWTPの推定結果を表-4に、提示額に対して支払ってもよいと答えた回答者の割合を示す受諾率曲線を図-7に示す。

表-4 ワイブル分布関数によるWTP推定結果

パラメータ	係数	t値	有意水準
位置パラメータ	8.073	183.244	0.000*
尺度パラメータ	0.476	11.974	0.000*
回答数	195		
対数尤度	-264.170		
WTP（中央値）	2,695		
WTP（平均値）	2,750		

注）平均値は最大提示額で裾切りした値である。

*は、1%水準で有意であることを示す。

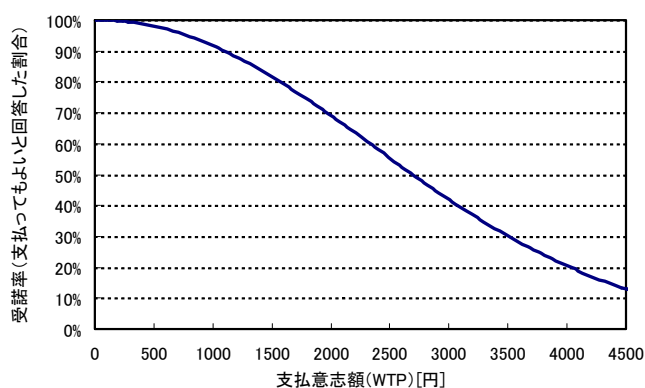


図-7 WTPの受諾率曲線

これら推定結果から、使用者は震災対策事業に対して、現状よりも多くの支払意志を持っており、その金額は1カ月あたりにして、現状よりも約700円高いということが判明した。これは、地震による断水対策の考え方について、水道局に震災対策を求めると回答した使用者が多かった結果と合致している。断水の受忍限度が全ての使用用途において1週間以内が90%以上にもなったことを勘案すると、使用者の視点に立てば、今まで以上に水道事業者の震災対策事業を推進し、震災時の断水日数を短

縮することが求められていると言える。

また、水道事業者による震災対策の情報を提示するかどうかでWTPに影響があるのかを検証するため、情報提示を行った場合、行わなかった場合それぞれに対してWTPを推計した。その結果を表-5及び図-8に示す。

WTPが約3,500円までは、水道事業者による震災対策の情報を提示した方がWTPが高いという結果であったが、情報提示の有無によって顕著な差は見られなかった。

表-5 水道事業者の震災対策の情報を提示する場合、しない場合のWTP推定結果

あり 震災 対策 情報 提示	パラメータ	係数	t値	有意水準
	位置パラメータ	8.083	136.739	0.000*
	尺度パラメータ	0.439	7.867	0.000*
	回答数	91		
	対数尤度	-116.580		
	WTP（中央値）	2,757		
	WTP（平均値）	2,797		
なし 震災 対策 情報 提示	位置パラメータ	8.062	125.656	0.000*
	尺度パラメータ	0.506	8.956	0.000*
	回答数	104		
	対数尤度	-147.205		
	WTP（中央値）	2,636		
	WTP（平均値）	2,706		

注）平均値は最大提示額で裾切りした値である。

*は、1%水準で有意であることを示す。

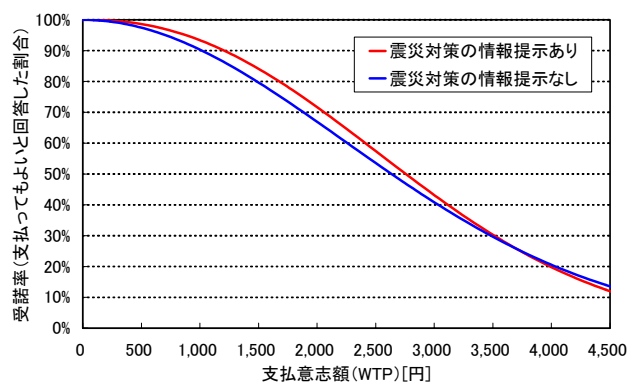


図-8 水道事業者の震災対策の情報を提供する場合並びにしない場合のWTPの受諾率曲線

3. アンケート結果の分析と考察

(1) 各回答間の相関分析

アンケート回答項目に関して、相互の相関があるのかどうかを検証するため、各質問間の相関係数を算出した。さらに、算出した相関係数が自由度 $n-2$ の t 分布に従うとし、有意水準5%で有意であるかどうかを検定した。そ

これらの結果を表-6に示す。

有意となった相関係数が0.1以上の質問間に注目すると、概ね以下のような傾向が得られる。

- ・震災対策情報の提示有無に関しては、断水の受忍限度との相関が相対的に高く、情報を提示すれば、断水の受忍限度が長くなる。したがって、震災時の使用者からの多数の要求を抑えるため、事前から水道事業体による震災対策事業を使用者に認知してもらう必要があると考えられる。
- ・水道水の飲用と普段の備蓄数の備えに関しては、ミネラルウォーター等を購入する人ほど、普段から断水に対する備えを行っている結果となり、これは当然のことである。
- ・節水意識に関しては、普段水を備蓄している人ほど節水の工夫をし、また、地震や断水の知識があるほど、節水を心がけている結果となった。また、老年層ほど節水の意識が高いことが判明した。
- ・断水経験があるほど想定地震の認知が高く、断水の受忍限度が短い傾向となった。断水を経験すれば生活の不便を強いられるため、受忍限度が短くなったと思われる。
- ・地震による断水の認知が高いほど、飲料水の備えを行っており、飲料水の備えを行っている人ほど、断水の受忍限度が短い。当然のことと考えられ、アンケート結果からもそれが鮮明になった。
- ・想定地震の認知と水道事業体による震災対策事業の認知の相関が高く、双方とも老年層ほど認知が高かった。

(2) WTPと各回答間の相関分析

表-6に示すとおり、断水の受忍限度に関する6つの使用用途間の相関は、他の質問間に比べて断然高い。このような相関が高い因子が存在すると、WTPとの相関分析の際に、多重共線性が問題となる。それを回避するため、断水の受忍限度に関する6つの質問を対象に、主成分分析を実施した。固有値・固有ベクトルの結果を表-7、

寄与率の分析結果を表-8に示す。

表-7 固有値・固有ベクトル

主成分	固有値	飲料水	トイレ	洗面	風呂	台所	洗濯
第1主成分	3.648	0.310	0.386	0.430	0.441	0.428	0.438
第2主成分	0.893	0.748	0.334	-0.246	-0.425	0.119	-0.270
第3主成分	0.497	0.394	-0.797	-0.202	0.056	0.260	0.313
第4主成分	0.401	0.405	-0.214	0.566	0.157	-0.641	-0.185
第5主成分	0.374	0.126	0.240	-0.508	0.190	-0.565	0.559
第6主成分	0.187	0.096	0.006	-0.367	0.749	0.073	-0.538

表-8 寄与率

主成分	固有値	寄与率	累積寄与率
第1主成分	364.8%	60.81%	60.81%
第2主成分	89.3%	14.88%	75.69%
第3主成分	49.7%	8.28%	83.97%
第4主成分	40.1%	6.68%	90.65%
第5主成分	37.4%	6.24%	96.88%
第6主成分	18.7%	3.12%	100.00%

主成分分析による第1主成分を採用し、式(5)に示す「受忍限度指数 P 」を提案する。

$$P = 0.31x_d + 0.39x_t + 0.43x_w + 0.44x_b + 0.43x_k + 0.44x_l \quad (5)$$

ここに、 x_i は、標準化された各使用用途別の受忍限度の質問選択肢の数字である。

ワイブル分布関数による推定WTPと受忍限度指数及び各質問間での相関係数を検定したが、唯一、推定WTPと断水対策の考え方（使用者が自ら備えるのか水道事業体に震災対策の推進をさらに求めるのか）のみ有意となった。

震災対策事業の情報提示を含めて、他の要因は、WTPとの関連が少ないと思われる。これは、震災対策事業のPRが、必ずしも水道料金値上げに関する理解促進に直接繋がらないと解釈できる。

表-6 各質問間の相関係数

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9-1)	(9-2)	(9-3)	(9-4)	(9-5)	(9-6)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
①震災対策情報提示あり・なし	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②水道水の飲用	-0.15	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③水道水の節水意識	-0.06	0.01	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④断水経験	0.07	-0.07	0.04	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑤断水の備え	-0.01	-0.17	0.15	0.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑥想定地震の認知	0.05	-0.05	0.14	0.15	0.06	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑦地震時断水の認知	0.10	0.07	0.25	0.09	0.16	0.32	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑧応急給水の認知	0.00	0.01	0.06	0.13	0.04	0.39	0.38	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨-1 飲料水の受忍限度	-0.14	0.25	0.13	-0.08	-0.17	-0.06	-0.06	-0.02	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨-2 トイレの受忍限度	-0.11	0.09	0.12	-0.11	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	0.48	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨-3 洗面の受忍限度	-0.04	0.07	-0.01	-0.13	0.03	-0.03	-0.05	0.00	0.34	0.52	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
⑨-4 風呂の受忍限度	-0.02	0.09	-0.01	-0.17	0.07	0.02	-0.03	-0.01	0.27	0.48	0.73	1.00	-	-	-	-	-	-	-
⑨-5 台所の受忍限度	-0.13	0.11	0.23	-0.14	-0.01	0.04	-0.05	0.04	0.48	0.54	0.58	0.58	1.00	-	-	-	-	-	-
⑨-6 洗濯の受忍限度	-0.14	0.10	0.12	-0.12	0.09	0.04	-0.04	0.05	0.36	0.48	0.60	0.77	0.62	1.00	-	-	-	-	-
⑩断水対策の考え方	-0.03	-0.03	0.15	0.10	0.09	-0.06	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.02	-0.03	-0.01	-0.04	1.00	-	-	-	-
⑪年代	-0.01	0.05	0.02	0.01	-0.04	0.07	-0.02	0.09	-0.01	0.01	-0.07	-0.09	-0.08	-0.04	0.15	1.00	-	-	-
⑫世帯人数	0.06	-0.01	0.07	0.00	0.01	-0.09	-0.05	0.02	-0.08	-0.08	-0.09	-0.14	-0.13	-0.17	-0.06	-0.09	1.00	-	-
⑬年代	0.09	-0.07	-0.24	0.07	-0.08	-0.15	-0.10	-0.08	-0.11	-0.08	-0.12	-0.11	-0.25	-0.12	0.07	-0.08	-0.19	1.00	-
⑭世帯年収	-0.10	0.09	0.17	-0.14	-0.10	-0.11	0.02	-0.10	0.12	0.08	0.00	0.03	0.07	0.06	0.03	0.00	0.20	-0.32	1.00

注) 数値は各質問間の相関係数を表す。

太字は、自由度 $n-2$ の t 分布に従うと仮定した場合、危険率 5% で有意となることを示す。

4. まとめ

本研究では、未耐震化施設を多く抱えるため、震災対策を積極的に推進している大規模水道事業体とその市民を対象に、震災対策費用と震災時の断水率等の関係を示すなど、震災に関するリスクコミュニケーションを用いたアンケート調査を行い、震災対策事業に関する支払意志額の推定を行うとともに、震災時の断水に関する意識調査を行った。

アンケート調査の結果、7割以上の水道使用者が、震災による断水の認識及び水道事業体による応急給水体制を認知していることが明らかとなった。また、震災による断水の受忍限度に関しては、トイレが一番受忍限度が短く、その次に飲料水が短かった。また、全使用用途において、9割以上の使用者が1週間以上の断水は我慢できないと考えていた。さらに支払意志額については、現状よりも平均して1人1カ月あたり700円以上払ってよいと回答した。

現在、全国の多くの水道事業体は、発災直後3日間は飲料水を優先的に、4日目以降順次増量確保を行い1カ月間で通常給水量まで復旧する応急計画を策定しているが、断水受忍限度や支払意志額の受諾率等を勘案すると、水道料金値上げ等によって施設耐震化等の震災対策を推進し、目標復旧日数を1カ月よりさらに短縮すべきと考えられる。応急給水の目標については、飲料水ばかりでなく、トイレ用水の確保、もしくは他事業体と連携したトイレの確保が必要であることが分かった。

また、各質問項目の回答間の相関分析により、水道水を直飲せずミネラルウォーターを購入する人ほど震災のため普段から備えを行っていること、備えを行っている人ほど断水の受忍限度が短いといった当然の事実が改めて確認できたほか、断水等の経験があるほど断水の受忍限度が短いことも明らかとなった。支払意志額についてはほとんどの項目に関して相関が有意とならなかったことから、震災対策の情報提示が使用者の支払意志の振起に寄与するとは一概に言えないことが明らかとなった。今後、限られた財源の中で、老朽化する水道施設の耐震化を進めるにあたっては、使用者の理解が必要であるが、情報提示方法についてはさらなる検討を要する。

なお、CVMによる支払意志額の推定は、あくまで仮想的なシナリオに基づく意志であり、質問によるバイアスが生じている可能性は否定できない。そのため、まちづくりの分野等で活用されているワークショップなど、事業者と使用者のフェイス・トゥ・フェイスのリスクコミュニケーションを醸成することにより、今後の水道施設耐震化のあり方について議論を深めていく必要があるだろう。

参考文献

1) 厚生労働省ホームページ：

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/database/kihon/suii.html>（平成21年3月21日アクセス）

2) (社) 全国上下水道コンサルタント協会：水道ビジョン基礎データ集、2004.

3) (社) 日本水道協会震災対応等特別委員会：水道施設耐震化の課題と方策、p. 4、2008.

4) 平山修久：水利用形態からみた震災リスクの認知構造に関する一考察、日本リスク研究学会第18回研究発表会講演論文集、Vol. 18、pp. 193-198、2005.

5) 大阪市水道局ホームページ：

<http://www.city.osaka.lg.jp/suido/page/0000021669.html>（平成21年3月21日アクセス）

6) 竹谷修一、糸井川栄一、岩見達也、栗山浩一、合田恵宣、藤川学、塩谷貴教：CVMを用いた防災投資効果計測の試行、地域安全学会論文集、No. 2、pp. 145-152、2000.

7) 佐藤慶一、玉村雅敏：仮想市場法による家屋の耐震補強工事への住民意識の分析——千葉県市川市におけるケーススタディー、地域安全学会論文集、No. 8、pp. 81-87、2006.

8) (社) 日本水道協会：地震による水道管路の被害予測、1998.

9) 川上英二：埋設ライフラインの震害例と耐震設計、配管技術、pp. 65-71、1996

10) 関西水道事業研究会：市民の視点に立った水道地震被害予測及び震災時連絡管整備に関する一考察、pp. 6-16、1996.

11) 肥田野登、今村彰秀、加藤尊秋、深村智子、芳沢志保、清水正恵：環境と行政の経済評価 CVM（仮想市場法）マニュアル、勁草書房、1999.

12) 栗山浩一：ExcelでできるCVM 第3.1版 環境経済学ワーキングペーパー#0703

<http://www.f.waseda.jp/kkuri/workingpaper.html>（平成21年3月21日アクセス）

A Questionnaire Survey and Analysis for Resident Consciousness Concerning
Earthquake Countermeasures by a Water Supplier through Risk Communications
- A Case Study in Osaka City, Japan -

Yasuhiro Taniguchi, Masakatsu Miyajima and Yuki Genda

Earthquake countermeasures including enhancing earthquake resistant which needs immeasurable costs is not enough implemented influenced by the bad financial conditions in water suppliers and aged deterioration of water facilities. It is necessary to win customer's understanding to progress the earthquake countermeasures. In this study we did a questionnaire for citizens in Osaka City, Japan in for analyzing the resident consciousness concerning earthquake countermeasures by a water supplier through risk communications. In the result, it is clear that the most minimum permissible usage of water suspension in disaster is toilet and the average WTP (Willing To Pay) for water charge is higher than the actual condition if water supplier spend earthquake countermeasures. There is not a clear correlation between question items and if information about earthquake countermeasure is given or not, so it is also clear that it is necessary to kick around the way to give information about coutermeasures to consumers.